KDS 67 00 00 : 2018

농업생산기반시설 설계기준

2018년 4월 24일 제정
http://www.kcsc.re.kr

KC CODE

농림축산식품부

농업생산기반시설 설계기준 체계

KDS 67 10 00 농업용 댐	
KDS 67 10 05 농업용 댐 일반사항	`18.04
KDS 67 10 10 농업용 댐 계획	`18.04
KDS 67 10 15 농업용 댐 조사	`18.04
KDS 67 10 20 농업용 필댐 설계	`19.07
KDS 67 10 25 농업용 콘크리트댐 설계	`18.04
KDS 67 10 30 농업용 콘크리트중력댐 설계	`18.04
KDS 67 10 35 농업용 콘크리트아치댐 설계	`18.04
KDS 67 10 40 농업용댐 가배수공 설계	`18.04
KDS 67 10 45 농업용댐 물넘이 및 부속구조물 설계	`18.04
KDS 67 10 90 농업용댐 유지관리	`18.04
KDS 67 15 00 취입보	
KDS 67 15 10 취입보 일반사항	`18.04
KDS 67 15 15 취입보 조사	`18.04
KDS 67 15 20 취입보 기본설계	`18.04
KDS 67 15 25 취입보 취수구 설계	`18.04
KDS 67 15 30 취입보 고정보 설계	`18.04
KDS 67 15 35 취입보 가동보 설계	`18.04
KDS 67 15 40 취입보 배사구 설계	`18.04
KDS 67 15 45 취입보 기초공 및 지수벽 설계	`18.04
KDS 67 15 50 취입보 바닥보호공 설계	`18.04
KDS 67 15 55 취입보 부대시설 설계	`18.04
KDS 67 15 60 취입보 계류취수공 설계	`18.04
KDS 67 15 90 취입보 유지관리	`18.04

KDS 67 20 00 용배수로	
KDS 67 20 05 용배수로 설계 일반사항	`18.04
KDS 67 20 10 용배수로 설계 기본사항	`18.04
KDS 67 20 15 용배수로 시설 설계	`18.04
KDS 67 20 20 용배수로 유지관리	`18.04
KDS 67 25 00 농업용 관수로	
KDS 67 25 05 농업용 관수로 일반사항	`18.04
KDS 67 25 10 농업용 관수로 조사	`18.04
KDS 67 25 15 농업용 관수로 설계	`18.04
KDS 67 25 20 농업용 관수로 수리 설계	`18.04
KDS 67 25 25 농업용 관수로 관체의 구조 설계	`18.04
KDS 67 25 30 농업용 관수로 부대시설 설계	`18.04
KDS 67 25 35 농업용 관수로 밸브 설계	`18.04
KDS 67 25 40 농업용 관수로 물관리 자동화시설(TMTC) 설계	`18.04
KDS 67 25 90 농업용 관수로 유지관리	`18.04
KDS 67 30 00 양배수장	
KDS 67 30 05 양배수장 일반사항	`18.04
KDS 67 30 10 양배수장 조사	`18.04
KDS 67 30 15 양배수장 펌프 설계	`18.04
KDS 67 30 20 양배수장 구조 설계	`18.04
KDS 67 30 25 양배수장 부대설비 설계	`18.04
KDS 67 30 30 양배수장 운전관리 설비 설계	`18.04
KDS 67 30 90 양배수장 유지관리	`18.04
KDS 67 35 00 농도	
KDS 67 35 10 농도 일반사항	`18.04

KDS 67 35 20 농도 조사	`18.04
KDS 67 35 30 농도 계획	`18.04
KDS 67 35 40 농도 설계	`18.04
KDS 67 35 50 농도 효과 및 평가	`18.04
KDS 67 35 90 농도 유지관리	`18.04
KDS 67 40 00 농지관개	
KDS 67 40 10 논관개	`18.04
KDS 67 40 30 밭관개	`18.04
KDS 67 40 60 농지관개 수질대책	`18.04
KDS 67 40 90 농지관개 유지관리	`18.04
KDS 67 45 00 농지배수	
KDS 67 45 10 농지배수 일반사항	`18.04
KDS 67 45 15 농지배수 조사	`18.04
KDS 67 45 20 농지배수 계획	`18.04
KDS 67 45 25 농지배수 계획기준치 및 유출량	`18.04
KDS 67 45 30 농지배수 지표배수 시설계획	`18.04
KDS 67 45 35 농지배수 지하배수계획	`18.04
KDS 67 45 40 농지배수 효과	`18.04
KDS 67 45 90 농지배수 유지관리	`18.04
KDS 67 50 00 경지정리	
KDS 67 50 05 경지정리 일반사항	`18.04
KDS 67 50 10 경지정리 계획	`18.04
KDS 67 50 15 경지정리 환지계획 설계	`18.04
KDS 67 50 90 경지정리 유지관리	`18.04
KDS 67 60 00 개간	
KDS 67 60 10 개간 일반사항	`18.04
KDS 67 60 20 개간 조사	`18.04

KDS 67 60 30 개간 환경성검토	`18.04
KDS 67 60 40 개간 계획	`18.04
KDS 67 60 50 개간 영농계획	`18.04
KDS 67 60 90 개간 유지관리	`18.04
KDS 67 65 00 해면간척	
KDS 67 65 05 해면간척 일반사항	`18.04
KDS 67 65 10 해면간척 조사	`18.04
KDS 67 65 15 해면간척 방조제 설계	`19.07
KDS 67 65 20 해면간척 용배수 설계	`18.04
KDS 67 65 25 해면간척 제염 설계 및 지구내 계획	`18.04
KDS 67 65 30 해면간척 환경보전 및 부대시설	`18.04
KDS 67 65 90 해면간척 유지관리	`18.04
KDS 67 70 00 농지보전	
KDS 67 70 10 농지보전 일반사항	`18.04
KDS 67 70 15 농지보전 조사	`18.04
KDS 67 70 20 농지보전 계획	`18.04
KDS 67 70 25 농지보전 설계	`18.04
KDS 67 70 30 농지보전 공법	`18.04
KDS 67 70 40 농지보전 사업효과	`18.04
KDS 67 80 00 농업 수질 및 환경	
KDS 67 80 05 농업 수질 및 환경 일반사항	`18.04
KDS 67 80 10 농업 수질 및 환경 저수지 일반사항	`18.04
KDS 67 80 15 농업 수질 및 환경 저수지 조사	`18.04
KDS 67 80 20 농업 수질 및 환경 저수지 계획	`18.04
KDS 67 80 25 농업 수질 및 환경 저수지 설계	`18.04
KDS 67 80 30 농업 수질 및 환경 용배수로 일반사항	`18.04

KDS 67 80 35 농업 수질 및 환경 용배수로 조사	`18.04
KDS 67 80 40 농업 수질 및 환경 용배수로 계획	`18.04
KDS 67 80 45 농업 수질 및 환경 용배수로 설계	`18.04
KDS 67 80 50 농업 수질 및 환경 양배수장 일반사항	`18.04
KDS 67 80 55 농업 수질 및 환경 양배수장 조사	`18.04
KDS 67 80 60 농업 수질 및 환경 양배수장 설계	`18.04
KDS 67 80 90 농업 수질 및 환경 유지관리	`18.04

KDS 67 10 05 : 2018

농업용 댐 일반사항

2018년 04월 24일 제정
http://www.kcsc.re.kr

농림축산식품부



건설기준 코드 제·개정에 따른 경과 조치

이 코드는 발간 시점부터 이미 시행 중에 있는 설계용역이나 건설공사에 대하여 발주기관의 장이 필요하다고 인정하는 경우 종전에 적용하고 있는 기준을 그대로 사용할 수 있습니다.

건설기준 코드 제·개정 연혁

- 이 기준은 KDS 67 10 05 : 2018 으로 2018년 04월에 제정하였다.
- 이 기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 건설기준 간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.
- 이 기준의 제·개정 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요사항	제·개정 (년. 월)
농업생산기반정비사업 계획설계기준 필댐편	• 농업생산기반정비사업 계획설계기준 필댐편 제정	제정 (1968. 12)
농업생산기반정비사업 계획설계기준 댐편	• 콘크리트댐에 관한 사항을 종합하여 댐편으로 개정	개정 (1982. 12)
농업생산기반정비사업 계획설계기준 콘크리트댐편	• 농업생산기반정비사업 계획설계기준 댐편으로부터 분리하여 콘크리트댐편 제정	제정 (1989. 12)
농업생산기반정비사업 계획설계기준 필댐편	• 농업생산기반정비사업 계획설계기준 필댐편 개정	개정 (2002. 12)
KDS 67 10 05 : 2018	• 국토교통부 고시 제2013-640호의 “건설공사기준 코드체계” 전환에 따른 건설기준을 코드로 정비 • 건설기술진흥법 제44조 및 제44조의 2에 의거하여 중앙건설심의위원회 심의· 의결	제정 (2018. 04)

제 정 : 2018년 04월 24일
개 정 : 년 월 일
심 의 : 중앙건설기술심의위원회
자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회
소관부서 : 농림축산식품부 농업기반과
관련단체(작성기관) : 한국농어촌공사(한국농공학회)

목 차

1. 일반사항 ····· 1
1.1 목적 ····· 1
1.2 적용 범위 ····· 1
1.3 참고기준 ····· 1
1.4 용어의 정의 ····· 1
1.5 기호 정의 ····· 1
2. 조사 및 계획 ····· 1
3. 재료 ····· 1
4. 설계 ····· 2
4.1 설계의 기본 ····· 2



농업용 댐 일반사항

1. 일반사항

1.1 목적

(1) 이 코드는 농어촌정비법에 근거한 농업생산기반정비사업으로 축조 또는 개수하는 농업용댐의 계획, 설계, 시공 및 관리에 있어 준수해야할 일반적 사항을 규정하여 기술수준의 향상과 체계화에 기여함을 목적으로 한다.

1.2 적용범위

(1) 이 코드는 댐 높이 15 m 이상인 댐 가운데 농촌용수공급을 목적으로 하는 농업용댐에 대하여 적용한다. 코드 내용은 기술수준의 향상 또는 기타 필요에 따라 개정하여 시행하며, 적용이 적합하지 않은 경우에는 기준이 손상되지 않는 범위 내에서 기술심의 및 자문 등으로 실무지침을 정하여 운용할 수 있다.

1.3 참고 기준

(1) 농지개량사업계획 설계기준, 1989 : 콘크리트댐편
(2) 농업생산기반정비사업계획 설계기준, 2002 : 필댐편
(3) 댐 설계기준, 2011

1.4 용어의 정의

- 내용 없음

1.5 기호 정의

- 내용 없음

2. 조사 및 계획

- 내용 없음

3. 재료

- 내용 없음

4. 설계

4.1 설계의 기본

(1) 설계는 농업용댐에 필요한 기능과 안전성을 갖는 한편 경제적 시설인 동시에 환경에 부합되도록 시행하는 것을 기본으로 한다. 이 경우 관계법규 등을 준수해야 한다.

집필위원	분야	성명	소속	직급
	관개배수	김선주	한국농공학회	교수
	농업환경	박종화	한국농공학회	교수
	토질공학	유 찬	한국농공학회	교수
	구조재료	박찬기	한국농공학회	교수
	수자원정보	권형중	한국농공학회	책임연구원



자문위원	분야	성명	소속
	농촌계획	손재권	전북대학교
	수자원공학	윤광식	전남대학교
	지역계획	김기성	강원대학교
	수자원공학	노재경	충남대학교
	농지공학	최경숙	경북대학교
	관개배수	최진용	서울대학교

건설기준위원회	분야	성명	소속
	총괄	한준희	농림축산식품부
	농업용댐	오수훈	한국농어촌공사
	농지관개	박재수	농림축산식품부
	농지배수	송창섭	충북대학교
	용배수로	정민철	한국농어촌공사
	농도	조재홍	한국농어촌공사 본사
	개간	백원진	전남대학교
	농지관개	이현우	경북대학교
	농지배수	남상운	충남대학교
	취입보	김선주	건국대학교
	양배수장	정상옥	경북대학교
	경지정리	유 찬	경상대학교
	농업용관수로	박태선	한국농어촌공사 본사
	농업용댐	손재권	전북대학교
	농지배수	김정호	다산컨설턴트
	농지보전	박종화	충북대학교
	농업용댐	김성준	건국대학교
	해면간척	박찬기	공주대학교
	농업수질및환경	이희억	한국농어촌공사 본사
	취입보	박진현	한국농어촌공사 본사

중앙건설기술심의위원회	성명	소속
	이태옥	평화엔지니어링
	성배경	건설교통신기술협회
	김영환	한국시설안전공단
	김영근	건화
	조의섭	동부엔지니어링
	김영숙	국민대학교
	이상덕	아주대학교

농림축산식품부	성명	소속	직책
	한준희	농업기반과	과장
	박재수	농업기반과	서기관

설계기준
KDS 67 10 05 : 2018

농업용 댐 일반사항

2018년 04월 24일 발행

농림축산식품부

관련단체 한국농어촌공사
58217 전라남도 나주시 그린로 20(빛가람동 358) 한국농어촌공사
☎ 061-338-5114 E-mail : webmaster@ekr.or.kr
http://www.ekr.or.kr

(작성기관) 한국농공학회
06130 서울시 강남구 테헤란로 7길 22(역삼동 365-4) 과학기술회관 본관 205호
☎ 02-562-3627 E-mail : j6348h@hanmail.net
http://www.ksae.re.kr

국가건설기준센터
10223 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283(대화동)
☎ 031-910-0444 E-mail : kcsc@kict.re.kr
http://www.kcsc.re.kr

※ 이 책의 내용을 무단전재하거나 복제할 경우 저작권법의 규제를 받게 됩니다.

KDS 67 10 10 : 2018

농업용 댐 계획

2018년 04월 24일 제정
http://www.kcsc.re.kr

농림축산식품부



건설기준 코드 제·개정에 따른 경과 조치

이 코드는 발간 시점부터 이미 시행 중에 있는 설계용역이나 건설공사에 대하여 발주기관의 장이 필요하다고 인정하는 경우 종전에 적용하고 있는 기준을 그대로 사용할 수 있습니다.

건설기준 코드 제·개정 연혁

- 이 코드는 KDS 67 10 10 : 2018 으로 2018년 04월에 제정하였다.
- 이 기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 건설기준 간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.
- 이 기준의 제·개정 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요사항	제·개정 (년. 월)
농업생산기반정비사업 계획설계기준 필댐편	• 농업생산기반정비사업 계획설계기준 필댐편 제정	제정 (1968. 12)
농업생산기반정비사업 계획설계기준 댐편	• 콘크리트댐에 관한 사항을 종합하여 댐편으로 개정	개정 (1982. 12)
농업생산기반정비사업 계획설계기준 콘크리트댐편	• 농업생산기반정비사업 계획설계기준 댐편으로부터 분리하여 콘크리트댐편 제정	제정 (1989. 12)
농업생산기반정비사업 계획설계기준 필댐편	• 농업생산기반정비사업 계획설계기준 필댐편 개정	개정 (2002. 12)
KDS 67 10 10 : 2018	• 국토교통부 고시 제2013-640호의 “건설공사기준 코드체계” 전환에 따른 건설기준을 코드로 정비 • 건설기술진흥법 제44조 및 제44조의 2에 의거하여 중앙건설심의위원회 심의· 의결	제정 (2018. 04)

제 정 : 2018년 04월 24일
개 정 : 년 월 일
심 의 : 중앙건설기술심의위원회
자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회
소관부서 : 농림축산식품부 농업기반과
관련단체(작성기관) : 한국농어촌공사(한국농공학회)

목 차

1. 일반사항 ····· 1

1.1 목적 ····· 1

1.2 적용 범위 ····· 1

1.3 참고기준 ····· 1

1.4 용어의 정의 ····· 1

1.5 기호 정의 ····· 1

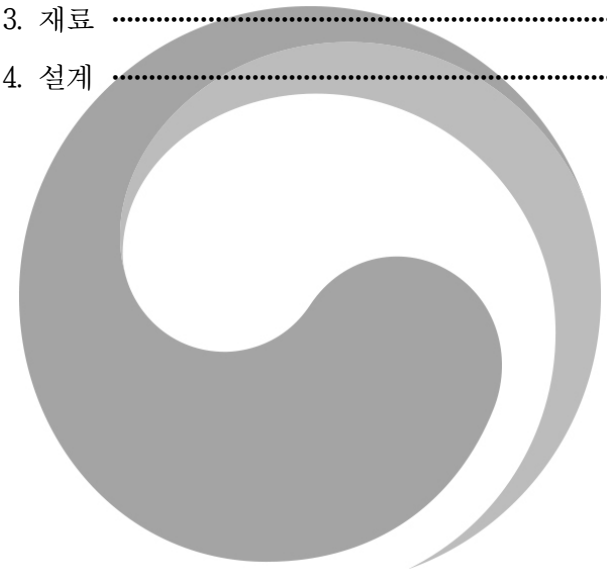
1.6 농업용댐이 분류 및 위치선정 ····· 1

2. 조사 및 계획 ····· 3

2.1 환경보전 계획 ····· 3

3. 재료 ····· 10

4. 설계 ····· 10



농업용 댐 계획

1. 일반사항

1.1 목적

- 내용 없음

1.2 적용 범위

- 내용 없음

1.3 참고 기준

(1) 농지개량사업계획 설계기준, 1989 : 콘크리트댐편
(2) 농업생산기반정비사업계획 설계기준, 2002 : 필댐편
(3) 댐 설계기준, 2011

1.4 용어의 정의

- 내용 없음

1.5 기호 정의

- 내용 없음

1.6 농업용댐이 분류 및 위치선정

1.6.1 필댐의 분류 및 위치선정

1.6.1.1 필댐의 분류

(1) 필댐(fill dam)이란 제체 재료가 암석, 자갈, 토사 등으로 이루어진 것을 총칭해서 말하는 것으로 천연재료를 모아 쌓아 올려서 만든 부분을 주체로 하는 모든 댐을 필댐이라 규정한다. 필댐은 분류방식에 따라 균일형, 존형, 표면차수벽형, 코어형 등 4개 형식으로 분류한다.

1.6.1.2 필댐의 특징

(1) 필댐은 지형, 재료 등 조건에 크게 구애를 받지 않고 축조할 수 있는 장점이 있는 반면에 홍수 월류에 거의 저항력이 없다는 단점이 있다. 필댐의 가장 큰 특성은 댐 터의 지질, 지형 및 축제재료의 조건을 따지지 않는다는 점이다.

(2) 최근 토질공학의 발전과 시공기계의 대형화에 의하여 필댐 축조기술은 크게 향상되었다. 그러나 토질공학의 발전이 필댐 건설상의 모든 문제를 완전히 해결하였다고는 볼 수 없다. 이는 필댐의 구성요소가 복잡하며 시공관리에 따른 변화요소가 많기 때문에 정확한 해석이 어렵다. 그러므로 필댐은 어느 다른 구조물보다도 풍부한 경험을 필요로 한다.

(3) 따라서 현장 조건과 기타 여건을 조사하여 경제적이고 자연친화적인 댐을 건설하여야 한다. 또한 기초 지질 등이 어느 정도 나쁜 경우에는 기초처리 공법을 적용시켜야 한다.

(4) 댐 설계시 고려해야 할 하중으로는 자중, 정수압, 양압력, 침전물에 의한 압력, 지진력, 동수압, 빙압 등이 있으며 이들 하중에 충분히 견디어 낼 수 있게끔 댐을 설계하여야 한다.

(5) 필댐은 기초지반 강도를 콘크리트 댐만큼 필요로 하지 않아 비교적 지질이 나쁜 곳에서도 축조가 가능하다. 가까이에서 구한 재료를 사용하므로 축조비가 적은 것이 보통이지만, 홍수 처리에 비용이 들므로 전체적인 건설비가 적다고 할 수는 없다. 필댐은 물넘이와 방류설비를 제체 가운데나 위 또는 바닥에 둘 수가 없기 때문에 주변의 원지반에 설치한다. 따라서 굴착량이나 콘크리트 사용량이 지형에 따라서는 방대해질 수 있다.

(6) 필댐은 월류에 대한 저항력이 작으므로 공사 중 가배수로를 크게 해야 한다. 콘크리트 댐에서는 1년에 1~2회 빈도 홍수를 대상으로 하는데 비하여 필댐에서는 20년에 1회 정도의 홍수를 대상으로 하는 것이 보통이다. 그래서 홍수량이 큰 곳 즉 유역면적이 큰 곳에서는 우선 홍수 처리 방법을 강구한 다음에 필댐의 채용을 검토하지 않으면 안 된다.

(7) 필댐은 될수록 현지에서 얻을 수 있는 재료로 축조한다고 하면 존형을 기본으로 할 수 있는데 적당한 코어 재료를 얻을 수 없는 경우는 표면차수벽형을 채용한다. 또한 표면차수벽형은 저수지 수위의 급상승이나 급강하에 대해서 존형보다 저항력이 크므로 양수발전용 댐에서 잘 채용되고 있다. 암석 재료로 축조하는 것은 코어 재료로 축조하는 것보다 기상의 영향이 적으므로 공기를 단축할 수 있는 장점이 있다.

1.6.1.3 필댐의 위치선정

(1) 댐의 조사계획은 계획조사, 기본조사, 실시조사 등의 과정을 거쳐 수립한다. 계획조사에서는 예비조사에서부터 타당성조사에 이르는 단계까지 필요한 사항을 조사하며, 기본 조사 및 실시조사에서는 각각 기본설계 및 실시설계 단계에 필요한 사항을 조사한다.

① 필요한 저수용량과 저수량을 확보할 수 있는 곳.

② 누수의 염려가 없고 구조상의 안정을 얻을 수 있는 곳.

③ 단위저수용량당의 건설비가 적게 들고 유지관리가 편리한 곳.

④ 기타 사항

가. 댐의 목적에 따라 적합한 위치는 달라진다.

나. 지형, 지질 등의 자연 조건과 공사상의 문제점을 검토한다.

다. 댐 상하류에 미치는 사회·경제적 영향을 배려한다.
라. 수자원의 종합 관리 차원에서 검토한다.
마. 자연환경과의 조화와 보전을 고려한다.

1.6.2 콘크리트댐의 분류 및 위치선정

1.6.2.1 콘크리트댐의 형식에 의한 분류

(1) 콘크리트댐의 그 구조와 정역학적 특징에 따라 중력댐, 아치댐, 공동중력댐 등으로 분류한다.

1.6.2.2 콘크리트댐의 형식선정

(1) 댐 형식의 선정은 댐 위치의 지형, 지질, 기상, 수문 등의 제 조건을 종합적으로 검토한 후 선정하여야 한다.
① 조사계획 수립시의 세부조사항목(계획, 설계, 시공, 유지관리, 보상, 환경영향 평가, 인문활동, 토목공사지 등)과 관련된 자료 등

2. 조사 및 계획

2.1 환경보전 계획

2.1.1 댐건설과 환경보전

(1) 댐 개발 적지의 사전선택과 대안에 대한 타당성 검토와 더불어 사전 환경평가를 거쳐 부정적 영향을 최소화할 수 있도록 계획이 추진되어야 한다.
(2) 사전환경평가제도는 댐 건설계획 초기단계에서 정책수립에 영향을 미칠 수 있는 환경영향을 평가할 수 있도록 잠재적 환경문제를 예측하고 지역주민·환경단체 및 관계기관과의 갈등해소와 합리적이고 효율적인 사업계획을 수립할 수 있도록 추진되어야 한다.

2.1.2 댐건설에 따른 환경영향

(1) 댐 건설은 유수 환경을 저수지 환경으로 변화시키는 것이며, 이로 인해 미기상, 유수량 및 수질변화 등이 일어나게 되며 정도의 차이는 있으나, 댐 유역이나 하류지역의 하천 생태계에 영향을 미치게 된다.

2.1.2.1 기상환경

(1) 댐 건설로 인한 미기상 변화는 댐 용량이나 저수면적에 따라 다소 차이가 나게되며, 그 동안의 관측 자료를 분석해 볼 때 지역에 따라서도 상당한 차이를 보이고 있다. 또한 거시기후가 변화될 수 있는 개연성은 있으나, 이러한 영향에 관하여는 불확실한 실

정이다. 그런데 댐 건설은 미시적 기상측면에서 저수지, 특히 메마른 불모지에 만들어진 저수지는 수면 인근 지역의 기후에 영향을 미치며, 저수지 수면부근지역의 습도에 다소 영향을 줄 수 있으나 댐 저수용량 및 수면적에 따라 큰 차이를 보이게 된다. 미시적 기상측면에서 볼 때 습도의 증가는 건조한 지역에서 유익할 것이나, 제한적이다.

(2) 댐 건설로 인하여 농작물과 주변지역의 기상, 토양, 식생의 상호작용에 대한 연구자료를 검토해 볼 때 일정한 기여 방향이 없는 것으로 조사되었으며 농작물에 대한 안개의 영향은 작물 종류별로 뚜렷한 영향을 판별하기 곤란하고, 작물의 영양생리 측면에서는 일부 긍정적인 영향도 있는 것으로 나타났다. 즉 농작물의 수확량은 수많은 외부환경 요소들과 관련이 있고 이러한 모든 요소들을 객관적으로 평가하는데는 한계가 있다.

2.1.2.2 생태계의 영향

(1) 저수지의 형성으로 물이 정체됨으로 인해 정도의 차이는 있으나 동식물상의 변화를 가져오게 되는데, 수생식물, 수서곤충, 어류 등이 대표적이며 일부 종은 새로운 저수환경에의 적응이 요구된다. 그러나 물이 부족한 곳에서 수체는 수생, 양서류 또는 물에 의존적인 생물체에 유익할 것이다. 저수지는 생물체에 필요한 공간과 먹이를 제공하고 반면에 저수위와 고수위 사이의 경계지역과 저수지에 의해 지하수위가 영향을 받는 지역에도 또한 이익이 된다. 습지지역 생물의 밀도 증가는 저수지와 인접한 곳에서는 일반적 현상이다. 초식동물과 식물이나 동물을 먹이로 하는 육식동물의 증가와 같은 부수적인 영향이 또한 발생될 것이다.

(2) 저수지 바닥으로부터 영양물질의 용출과 물의 저류는 저수지내에서의 생물학적 활동을 증가시킬 수 있는데, 이런 현상은 보통 생물영양을 일으키면서 두드러지게 나타나는 담수효과로서 생물의 활동을 증가시킨다. 이는 직접적으로는 먹이원으로써 간접적으로는 리크리에이션 활동기반으로써 상업적 가치가 있는 조류(鳥類)와 야생종의 번식을 증가시킨다.

(3) 하지만 담수는 항상 원하는 결과를 가져오는 것만은 아니다. 어떤 경우에는 기대치 않던 조류(藻類)의 증가나 부영양화를 야기하기도 한다. 또한 댐 건설은 생물 서식종에 있어 기존의 균형을 변화시키는 원인이 되기도 한다. 건조지역이나 습지의 침수와 댐 하류의 유량조절은 결과적으로 서식종의 변화를 야기시킨다. 저수지 상류의 생태계에는 유수상태에서 정수상태로 변화될 것이다. 건조한 지역에 건설된 저수지는 초식동물의 과다 섭식을 유도하여 이들의 개체수가 증가하게 되어 본래 생태계는 불균형을 초래할 것이며, 또한 연어와 같은 유수 어류는 감소될 것이다. 한편 댐 건설로 인한 저수지의 생성은 동물의 이동경로를 블록화하여 동물들이 이동하는데 부정적 영향을 준다. 이동 동물의 서식지 감소는 또 다른 악영향이라 할 수 있다. 댐의 유지관리의 효율화로 이러한 악영향을 어느 정도 완화하는 것은 가능하지만 저수지의 사용에 대한 인위적인 제한은 경제적으로 부정적인 영향을 발생하는 양면성이 있다.

2.1.2.3 수질의 영향

(1) 모든 하천은 엄청나게 다양한 부유물질을 이송시킨다. 높은 농도의 부유물질은 수 질 문제를 야기하며 물의 사용을 제한하거나 부수적인 처리를 필요로 한다. 저수지에서 부유물질 제거는 하류 수질을 개선시킬 것이고 저수지에서의 부유물 침전은 하류 침전물의 공급을 감소시킨다. 침전물 공급이 없다면 하류 하천에서 침식이 증가되고 새로운 평형이 이루어질 때까지 발생할 것이며, 하류 충적지대는 계절적인 특성에 따라 비옥한 퇴적물이 감소될 수도 있다. 매년 홍수와 비옥한 침전물의 퇴적은 그 지역의 농경에 매우 중요하다고 알려져 있다. 영양물질의 자연적인 공급이 홍수조절 수리시설물로 인해 연속적이지 못하게 되면 영양물질이 인공적으로 공급되어져야 한다. 인공적인 토지의 비옥화에는 두 가지 영향이 있다. 첫째는 자연적인 영양물질의 퇴적보다 비싸다는 점이고, 둘째는 비료사용으로 장기적으로는 자연환경에 역기능을 유발할 수 있다는 것이다.

(2) 또한, 담수로 인한 수질변화는 홍수기 밀도류에 의한 하류 방류수의 장기간 고탁도 발생 등과 장기간 오염물질의 유입으로 하절기 조류발생 등 부영양화를 일으킬 수 도 있다.

2.1.2.4 사회·경제적 영향

(1) 댐 건설에 따른 사회경제적 영향은 매우 복잡하게 진행되므로 정확하게 예측한 다는 것은 불가능한 일이다. 댐 수몰민은 정든 고향을 떠나 다른 지역으로 이주하여야 하므로 지역사회에 영향을 미치게 된다. 대규모 댐들은 국가 경제발전에 필수적이기 때문에 대단위 경제적 편익은 강조되는 반면에 지역적 효과들은 간과되곤 한다. 또한 대규모 댐 개발 계획은 국가 또는 국제적인 영향을 줄 수도 있으며, 장기간에 걸쳐 영향을 미칠 수도 있다. 이러한 현상은 개발도상국이나 후진국에서 자주 나타난다. 예를 들어 대규모 수력발전사업은 산업이나 도시발전에는 큰 도움을 주지만 지역 기반경제에 일부 생산성 감소가 발생되는 경우가 있으나, 한편 직·간접적으로 지역사회의 노동력 창출과 서비스업 종사 등으로 지역경제발전에 도움을 준다는 것이다.

2.1.2.5 문화적 영향

(1) 역사적, 문화적으로 가치가 있거나 자연경관이 독특한 지역은 댐 건설지로 적합하지 않으며 해당지역 문화유산에 관한 기본방침은 고고학적으로 가치가 있는 지방문화유산의 정밀한 조사를 포함하여 그 지역의 문화적 역사적인 연속성을 유지하는 것이다. 고고학적으로 가치가 있는 지역은 자체적인 조사만으로는 불충분하며, 과거와 현재의 연결고리 뿐만 아니라 진화과정의 파악과 자원조사라는 측면에서 추가적인 분석 및 전시가 뒤따라야 한다. 댐 건설지역 인근의 절, 교회 및 묘지 등을 이전하거나 재건축이 댐 건설 및 담수시점과 적절히 균형을 맞추어 진행될 수 있도록 한다. 댐 사업은 그 지역에 영향을 끼친 고고학적, 역사적 사실에 대한 종합적인 검토를 가속화시킬 수 있다. 댐 건설은 해당지역의 생활환경을 변화시킴으로서 문화적 관습을 바꾸는 경우도 있다. 이러한 문화적 유산들은 기록되고 전시되어야만 하며 문화유산과 훌륭한 자

연경관을 보호하기 위해서는 댐 계획시 충분한 보호대책이 필요하다.

2.1.3 댐 건설 사업과 환경보전 방안

(1) 댐·저수지 건설은 인간의 거주지를 포함하여 동물상, 식물상 및 강 상·하류 및 지형에 영향을 줄 수 있다. 환경적 영향을 소홀히 한 댐의 건설은 상당한 생태학적 변화를 초래하게 된다. 환경영향을 최소화할 수 있는 계획, 설계 및 댐 운영이 필요하며 댐의 기대편익에 상반되는 환경에 대한 부정적 영향을 심사숙고 하여야 한다. 이 문제의 해결은 그 나라의 경제적 상황, 물리적인 필요성을 반드시 고려하여야 한다. 물 부족이나 경제적 부담은 다목적 기능 제공을 목표로 계획되어 지는 저수지를 필요로 한다.

(2) 기존 댐·저수지의 운영체계는 물론 새로운 댐의 계획에는 생태학적 영향, 수질과 건강, 지구물리학적 영향, 정치적, 사회적 관계를 포함한 환경적 측면이 강조되어야 한다. 환경적 측면에 대한 엄격한 분석과 예측이 필요하다. 옹호하는 측이나 비판하는 측 모두가 수자원계획과 이와 동일한 주요 목적을 달성할 수 있는 대안에 대하여 모든 사회적, 환경적, 경제적 요인을 고려하여야 한다. 예를 들면 수력발전 계획의 경우에 모든 환경적 관계가 있는 유류, 석탄, 우라늄을 사용하는 열병합발전소 등이 대안으로 선정될 수 있고, 화석연료를 사용하는 화력발전소가 유일한 천연자원을 소비하는 반면, 수력발전은 새로운 에너지원이다.

(3) 환경보전의 접근방법은 호소와 하천의 수변과 주변삼림을 전 국토 차원의 생태계 네트워크 맥락에서 시스템으로 접근하고, 댐의 건설에 의하여 나타날 수 있는 자연생태계의 변화에 대해서는 자연생태계 모니터링을 실시하며, 또한 완공 후 효과적인 관리와 보전을 위하여 사후 평가계획을 수립하여 시행하여야 한다. 즉 댐 주변 생태문화공간 조성(망향의 동산, 문화유적 전시공간, 식물이식, 자연학습장 체험교실 등), 어류 및 야생동물 서식지 설치, 생태공원과 다양한 생물이 서식할 수 있는 소생태계(biotope) 조성, 어류 보호방안, 호소 사면 생태복원 및 호수경관개선, 경관을 고려한 시설물의 자연친화적 건설, 사후 생태환경모니터링 실시, 생태 이동통로 설치 등이다. 이러한 새로운 기술들은 기존 댐·저수지에서도 적용될 수 있을 것이다.

2.1.4 환경 친화적 댐 건설

(1) 환경친화적 댐 건설을 위해서는 기본설계, 실시설계 및 유지관리단계에서 환경친화적 설계기법이 도입되어야 한다. 자원활용의 효율성을 최대한 극대화시킬 수 있는 개발대안의 선정, 주변 생태계의 유지와 복원을 위한 대책, 주변 자연특성과 대상지역의 사회적, 문화적, 역사적 특수성을 고려한 개발과 보전의 조화를 이룰 수 있는 계획이 수립되어야 한다.

(2) 환경보전 접근방법은 호수와 하천의 수변, 수변공간, 주변삼림을 전체 국토차원의 생태계 네트워크 맥락에서 시스템으로 접근하고, 댐 건설로 나타날 수 있는 자연생계의 변화에 대해서는 자연생태계 Monitoring을 실시하며, 완공 후 효과적인 시설관리 및 자연환경보전을 위하여 이용 후 평가계획을 수립하여 시행한다.

① 댐 주변 생태문화공간 조성
② 어류 및 야생동물 서식지 설치(은어, 뱀장어, 야생조류, 수달 등)
③ 생태공원(eco-park) 및 Biotope 조성
④ 어도설치 등 회유성 어류 보호방안
⑤ 호소 사면 생태복원 및 호수경관개선(부도 및 수중폭기시설 등)
⑥ 시설물의 자연친화적 건설
⑦ 사후 생태환경모니터링 실시
⑧ 생태이동통로(eco-corridor) 설치
⑨ 사후환경영향조사 실시

(3) 최근 자연경관과 생태계를 보전하려는 국민의식의 확산으로 자연환경의 보전과 인간 삶의 질(quality of life)을 충족시킬 수 있는 방향으로 나아갈 필요가 있는데, 환경친화적 건설사업개념은 단적으로 자연생태계를 고려한 건설사업이라 말할 수 있으며, 우선 지역주민의 공감대를 바탕으로 환경친화적 건설사업이 수행될 수 있도록 사업지역의 자연생태계를 파악하고, 자연환경을 보전하려는 국민의 욕구를 충족 시킬 수 있도록 환경보전에 최선을 다해야 할 것이다.

(4) 우리나라도 환경보전 및 복원에 대한 관심을 보이기 시작하였고 관련분야에서도 이에 대한 연구가 활발하게 진행중이며, 특히 수자원사업으로 인한 물의 혜택을 늘리고 사회에 많은 공헌을 하며, 마음이 풍요롭고 여유가 있는 미래로 이어가기 위하여 환경친화적 댐 건설과 이로 인해 발생되는 환경영향들을 해결하기 위해서는 우선 수자원개발과 자연 환경보전을 조화시킬 수 있는 정책 개발이 필요하다.

① 환경친화적 건설 개념

가. 지속 가능한 개발

(가) 지속 가능한 개발(ESSD)은 “다음 세대들이 그들 자신의 수요를 만족시키기 위한 능력을 저해시키지 않고 현재의 수요를 충족시킬 수 있는 개발“로 정의하였다. 개발이라는 의미는 단순히 소득과 연계된 경제적 성장뿐만 아니라 건강, 교육, 환경 등 사회적 복지의 지속적인 증진을 포함한 삶의 질 향상을 위한 포괄적인 의미를 내포하고 있으며, 세대간의 형평성으로서 오늘의 개발행위의 결과가 미래 후손들의 선택 권리를 제한해서는 안되며 단기적인 영향뿐만 아니라 장기적인 영향을 고려한 사전 예방적 조치의 필요성이 강조되고 있다. 즉 현재의 기준으로 다음 세대의 기준에 비추어 볼 때 만족스럽지 못한 결과가 되면 안 된다는 것이다.

(나) 댐의 건설은 생태계를 파괴하는 사업이 아닌 새로운 생태계를 창조하고 복원하는 사업임을 인식시킬 수 있도록 자연복원 시스템을 도입하고 자연은 무한재가 아니라 유한재라는 인식을 갖고, 국토의 환경용량을 고려한 자연생태적 측면을 추가하여 수자원 개발을 추진할 수 있는 개념의 정립이 요구된다.

나. 댐 건설에 대한 인식의 전환

(가) 주변 자연환경과 조화되고 지역 향토문화를 접목시킨 환경친화적 건설개념을 도입하고 기능 위주의 제약성에서 탈피하여 지역 발전의 계기가 되는 기회로 활용하는 인식의 전환이 필요하다.

다. 댐 건설사업의 ESSD 실현 전략

(가) 댐 건설사업의 ESSD 실현 전략으로는 주민의 공동체의식을 바탕으로 환경용량을 감안한 댐 건설계획 수립 추진, 환경피해를 최소화할 수 있는 건설시스템으로의 접근, 환경과 경제를 통합한 Green GNP 개념의 도입과 계획수립 단계에서 철저한 환경영향평가서의 작성 및 이행, 환경친화적 개발계획 수립, 환경기초시설의 완비와 자연의 자정능력을 활용한 수질환경개선기술을 도입함으로써 실현 가능할 것이다.

② 환경친화적 댐 건설 추진방안

가. 기본방향

(가) 환경친화적 댐 건설을 위해서는 기본설계단계부터 환경친화적 설계기법이 도입 되어야 한다. 자원활용이 효율성을 최대한 극대화시킬 수 있는 개발대안의 선정, 주변 생태계의 유지와 복원을 위한 대책, 주변 자연의 특성과 대상지역의 사회적, 문화적, 역사적 특수성을 고려한 개발과 보전의 조화를 이룰 수 있는 계획이 수립되어야 할 것이다.

(나) 기본적으로는 환경영향평가에서 충분한 검토와 제시한 내용에 따라 저감대책을 수립, 시행하여야 함은 물론이거니와 사전에 미리 예측하지 못한 환경상의 악영향에 대해서도 충분한 대비가 필요하다. 또한 댐은 이수, 치수기능 외에 환경 기능으로서 친수공간 기능이 확보되어야 한다. 즉 생태학적, 사회학적, 문화·역사학적, 경제·정치적 차원에서 고려되어야 할 것이다.

(다) 여기에서는 추진 방안으로서 친환경적 댐 건설을 위해 고려될 수 있는 사항을 열거하였으며, 각 지역마다 특색이 있으므로 지역의 정체성(identity)을 살릴 수 있는 기법을 연구하여 적용방안을 강구할 필요가 있다.

나. 추진방안

(가) 타당성조사 단계에서 주민들에게 댐 건설 전후의 상황전개 및 예상에 대한 시나리오를 계획하고, 댐 건설사업의 Master Plan을 작성하여『애니메이션』으로 제작하여 지역방송, 학교, 지방자치단체, 언론 등을 통한 입체적 홍보를 함으로써, 댐 건설이 해당지역의 주민들에게는 새로운 지역발전의 계기가 될 수 있다는 사실을 확신시켜 줄 수 있어야 한다.

(나) 환경친화적 댐 건설의 조기 가시화와 실질적 추진을 정착하기 위해서 “Pilot project“를 선정하여 추진할 필요가 있다.

2.1.5 친수공간을 위한 댐 주변 종합개발

(1) 지역주민에게 실질적 혜택을 주고 내방객에게 휴식공간을 제공할 수 있는 친수 공간을

확보하기 위하여 댐 주변지역을 종합 개발해야 한다. 이 사업은 지방자치단체, 지역주민, 사업시행자 등 관계기관별로 긴밀한 협의로 재원확보 및 건설·관리주체를 결정하여 추진해야 한다.

(2) 친수공간을 확보하기 위하여 댐 주변지역을 종합개발 할 때에는 ① 하천 수변 정비, ② 댐 주변지역 개발, ③ 댐 주변 관광지구 개발, ④ 자연휴양림, 자연학습원 등 개발, ⑤ 문화마을 조성, ⑥ 수몰지내 문화재를 이전하여 지역문화재촌 설치 등이다.

(3) 생태보전 및 경관개선 설계기술(기법) 적용을 위한 지침서를 제정하여 일정 비율 이상의 친환경적 요소(또는 시설)에 대한 투자를 의무화하고, 주변자연과의 조화유지를 위해 환경친화적인 댐 경관 설계기술을 개발 적용하도록 한다.

(4) 다목적댐의 인위적 수위변동으로 발생되는 저수지 포락사면(splash zone)에 대한 녹화기술 개발 및 적용을 위한 시험 시공과 친수공간 조성을 통한 지역주민 소득증대 방안을 수립하고, 필요시 댐 운영방식의 조정을 포함하여 댐 상·하류의 자연적, 인공적인 조건을 활용한 종합 레저 공간을 조성하여 제공하도록 하며(역사, 문화, 민속풍물, 먹거리, 레저장비 대여, 국제경기장 수준의 카누, 카약, 조정경기 등 수상스포츠 시설 등) 문학, 영화 등 문화적인 테마를 제공할 수 있도록 특색 있는 경관을 연출하여 소설 및 영화의 배경 또는 무대로 제공하여 테마 여행지화 함으로서 주민 소득증대에 기여할 수 있을 것이다. 수몰민의 정체성(identity) 확보를 위한 시책으로 이주단지의 생활도구 등을 활용한 고향마을 재현을 통해 수몰지역 문화를 재현 보존토록 하고, 생태관찰원, 야생초화원, 습지관찰원, 조류관찰원, 체험학습원, 곤충채집 등 자연학습적 성격의 Event 공간을 조성하여 댐 주변을 홍보와 자연학습의 전략적 시설로 활용한다면 학교단위 등 단체 및 가족단위 소규모 내방객 등을 동시에 만족시킬 수 있는 친환경적 공간이 될 것이다.

① 하천수변 정비

가. 고무보 설치(하천용수 및 자연경관조성), 고수부지 조성으로 수변공간 개발 등

② 댐 주변지역 개발

가. 기념관, 자료실, 온천, 숙박시설, 전망대, 공원광장, 캠프장, 바베큐장, 미니골프장 등

③ 댐 주변 관광지구 개발

가. 유람선, 선착장, 숙박, 보트, 카누, 물놀이시설, 수상스키, 특산품 판매소 등

④ 자연 휴양림과 학습원

가. 연못 폭포, 야조 관찰실, 삼림공원, 식물공원, 농장, 관찰오두막, 동·식물 관찰 센터, 삼림체험 교류 센터, 암벽 등반, 청소년 수련원 등

⑤ 문화마을 조성

가. 수공예촌, 미술관, 농산물 가공 실습장, 수상 무대, 민속촌, 가족 여행촌, 정자 등

⑥ 수몰지 내 문화재를 이전하여 지역 문화재촌 설치

3. 재료

- 내용 없음

4. 설계

- 내용 없음



집필위원	분야	성명	소속	직급
	관개배수	김선주	한국농공학회	교수
	농업환경	박종화	한국농공학회	교수
	토질공학	유 찬	한국농공학회	교수
	구조재료	박찬기	한국농공학회	교수
	수자원정보	권형중	한국농공학회	책임연구원



자문위원	분야	성명	소속
	농촌계획	손재권	전북대학교
	수자원공학	윤광식	전남대학교
	지역계획	김기성	강원대학교
	수자원공학	노재경	충남대학교
	농지공학	최경숙	경북대학교
	관개배수	최진용	서울대학교

건설기준위원회	분야	성명	소속
	총괄	한준희	농림축산식품부
	농업용댐	오수훈	한국농어촌공사
	농지관개	박재수	농림축산식품부
	농지배수	송창섭	충북대학교
	용배수로	정민철	한국농어촌공사
	농도	조재홍	한국농어촌공사 본사
	개간	백원진	전남대학교
	농지관개	이현우	경북대학교
	농지배수	남상운	충남대학교
	취입보	김선주	건국대학교
	양배수장	정상옥	경북대학교
	경지정리	유 찬	경상대학교
	농업용관수로	박태선	한국농어촌공사 본사
	농업용댐	손재권	전북대학교
	농지배수	김정호	다산컨설턴트
	농지보전	박종화	충북대학교
	농업용댐	김성준	건국대학교
	해면간척	박찬기	공주대학교
	농업수질및환경	이희억	한국농어촌공사 본사
	취입보	박진현	한국농어촌공사 본사

중앙건설기술심의위원회	성명	소속
	이태옥	평화엔지니어링
	성배경	건설교통신기술협회
	김영환	한국시설안전공단
	김영근	건화
	조의섭	동부엔지니어링
	김영숙	국민대학교
	이상덕	아주대학교

농림축산식품부	성명	소속	직책
	한준희	농업기반과	과장
	박재수	농업기반과	서기관

설계기준
KDS 67 10 10 : 2018

농업용 댐 계획

2018년 04월 24일 발행

농림축산식품부

관련단체 한국농어촌공사
58217 전라남도 나주시 그린로 20(빛가람동 358) 한국농어촌공사
☎ 061-338-5114 E-mail : webmaster@ekr.or.kr
http://www.ekr.or.kr

(작성기관) 한국농공학회
06130 서울시 강남구 테헤란로 7길 22(역삼동 365-4) 과학기술회관 본관 205호
☎ 02-562-3627 E-mail : j6348h@hanmail.net
http://www.ksae.re.kr

국가건설기준센터
10223 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283(대화동)
☎ 031-910-0444 E-mail : kcsc@kict.re.kr
http://www.kcsc.re.kr

※ 이 책의 내용을 무단전재하거나 복제할 경우 저작권법의 규제를 받게 됩니다.

KDS 67 10 15 : 2018

농업용댐 설계 조사

2018년 04월 24일 제정
http://www.kcsc.re.kr

농림축산식품부



건설기준 코드 제·개정에 따른 경과 조치

이 코드는 발간 시점부터 이미 시행 중에 있는 설계용역이나 건설공사에 대하여 발주기관의 장이 필요하다고 인정하는 경우 종전에 적용하고 있는 기준을 그대로 사용할 수 있습니다.

건설기준 코드 제·개정 연혁

- 이 기준은 KDS 67 10 15 : 2018 으로 2018년 04월에 제정하였다.
- 이 기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 건설기준 간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.
- 이 기준의 제·개정 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요사항	제·개정 (년. 월)
농업생산기반정비사업 계획설계기준 필댐편	• 농업생산기반정비사업 계획설계기준 필댐편 제정	제정 (1968. 12)
농업생산기반정비사업 계획설계기준 댐편	• 콘크리트댐에 관한 사항을 종합하여 댐편으로 개정	개정 (1982. 12)
농업생산기반정비사업 계획설계기준 콘크리트댐편	• 농업생산기반정비사업 계획설계기준 댐편으로부터 분리하여 콘크리트댐편 제정	제정 (1989. 12)
농업생산기반정비사업 계획설계기준 필댐편	• 농업생산기반정비사업 계획설계기준 필댐편 개정	개정 (2002. 12)
KDS 67 10 15 : 2018	• 국토교통부 고시 제2013-640호의 “건설공사기준 코드체계” 전환에 따른 건설기준을 코드로 정비 • 건설기술진흥법 제44조 및 제44조의 2에 의거하여 중앙건설심의위원회 심의· 의결	제정 (2018. 04)

제 정 : 2018년 04월 24일
개 정 : 년 월 일
심 의 : 중앙건설기술심의위원회
자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회
소관부서 : 농림축산식품부 농업기반과
관련단체(작성기관) : 한국농어촌공사(한국농공학회)

목 차

1. 일반사항 ·····1

1.1 목적 ·····1

1.2 적용 범위 ····· 1

1.3 참고기준 ·····1

1.4 용어의 정의 ·····1

1.5 기호 정의 ·····1

2. 조사 및 계획 ····· 1

2.1 예정지 조사계획 ····· 2

2.2 기본 조사계획 ····· 2

2.3 세부조사계획 수립 ····· 5

2.4 조사내용 ····· 7

3. 재료 ·····25

4. 설계 ·····25

농업용댐 설계 조사

1. 일반사항

1.1 목적

- 내용 없음

1.2 적용 범위

- 내용 없음

1.3 참고 기준

(1) 농지개량사업계획 설계기준, 1989 : 콘크리트댐편
(2) 농업생산기반정비사업계획 설계기준, 2002 : 필댐편
(3) 댐 설계기준, 2011

1.4 용어의 정의

- 내용 없음

1.5 기호 정의

- 내용 없음

2. 조사 및 계획

(1) 조사계획은 댐건설 사업목적을 명확히 인식하고 농어촌정비법에 의한 예정지 조사, 기본조사, 세부설계조사의 각 단계별로 수립한다.
(2) 환경용수를 공급하기 위한 농촌용수개발사업의 수원공으로 계획되고 건설되는 것이 일반적이므로 조사설계는 농어촌정비법에 의하여 1단계 예정지 조사(법 제6조 2항)를 실시하여 댐 건설 가능성을 판단하고 사업가능성이 있다고 판단되는 지구에 대하여 2단계 기본조사(법 제7조)를 실시하여 사업의 기본계획을 수립하도록 하고 있으며, 기본계획에 따라 사업을 시행하고자 할 때에는 3단계 세부설계조사(법 제8조 1항)를 실시하여 세부설계도서를 작성하고 사업시행 계획을 수립하도록 하고 있다. 농업생산기반정비사업의 일환으로 시행되는 댐 건설의 조사설계과정은 법에 따라 3단계로 구분하여 시행하여야 하므로 조사계획 또한 단계별로 수립하여 조사하여야 한다.

(3) 조사 순서는 농어촌정비법에서 규정한 예정지 조사, 기본조사, 실시설계 조사의 순서로 조사계획을 수립하여야 하며 조사내용 또한 동 법 시행령에서 규정하고 있는 항목을 충족할 수 있어야 한다.

2.1 예정지 조사계획

(1) 농촌용수공급을 목적으로 하는 댐 건설 예정지 조사는 댐 위치와 저수용량으로 해당 관개구역에 농업용수 공급가능여부를 판단하기 위한 것이며, 기준으로서는 기술적, 경제적, 환경적, 사회적 타당성이 요구된다. 이를 위해 도상검토, 현장답사, 관련기관 협의, 주민 의견수렴 등의 방법으로 개략적인 사업계획을 구상하고, 사업시행상의 제약여건을 검토하여 사업의 추진과 기술적, 경제적 가능성을 판단할 수 있는 사항을 조사하여 보고서를 작성토록 조사계획을 수립한다.

(2) 예정지 조사는 농업생산기반정비사업으로 추진하는 댐 건설사업에 대해 도면상에서 현황을 파악하여 도상계획을 구상하고 현장을 답사하여 도상에서 구상한 댐 건설 계획안에 대한 중요사항을 점검, 확인, 보완한다. 한편 관련기관 협의 및 주민의견을 청취하여 타 사업계획의 유무리든가 관련법규의 저촉여부, 댐 건설의 제약 여건 등을 파악, 종합적으로 검토하여 댐 건설에 대한 사회적, 경제적, 기술적 가능성을 판단하는데 목적이 있으므로 이에 합당한 계획을 수립한다. 조사계획은 댐 건설 추진배경과 경위, 조사목적, 조사업무와 범위 및 조사량, 조사방법, 조사일정, 조사담당자, 소요조사비 순서로 수립한다.

① 추진배경과 추진경위는 댐 건설을 추진하게 된 동기와 추진주체 및 관련기관을 파악할 수 있도록 간략하게 기재한다.

② 조사목적은 사업목적과 함께 조사단계에 따른 조사목적을 명확하게 기재한다.

③ 조사업무와 범위 및 조사량은 지형도(1/50,000, 1/25,000)상에서 검토하여 결정하되 사업목적 달성을 위하여 댐 건설이외의 방법 유무에 대한 검토를 포함하여 댐 건설위치의 비교검토(통상 2~3개소)를 고려하여 결정하되 농어촌정비법 시행령 제7조에서 규정한 대상항목이 보고될 수 있어야 한다.

④ 조사방법은 도상검토, 도상계획수립, 현장답사 및 관계기관 협의와 주민의견 청취 등의 방법으로 조사하도록 계획한다.

⑤ 소요 조사비의 산출과 조사일정은 위의 ③항에 대하여 공인된 합리적 기준에 의하여 산출하고 조사일정을 계획한다.

⑥ 조사담당자는 개발가능성이 인정될 경우 향후 기본계획 수립에 필요한 여러 가지 대안을 제시할 필요성이 있다.

2.2 기본 조사계획

(1) 기본조사 계획은 종합 및 전문분야별 조사계획으로 구분할 수 있다.

① 종합 조사계획은 토목, 지질, 토질, 토양, 농업 및 경제 등 관련 분야별로 전문가로 하

여금 기본계획 수립에 필요한 내용을 전문분야별 조사 방법으로 조사하고 이를 취합하여 합리적인 기본계획을 수립하도록 한다.

② 전문분야별 조사계획은 해당 전문기술분야의 조사팀 (team)을 편성 하여 기본계획 수립에 필요한 분야별 내용을 전문적인 조사방법으로 조사하여 기본계획을 수립하거나 활용되도록 수립한다.

2.2.1 종합 조사계획

(1) 댐 건설을 위한 조사와 기본계획 수립에는 많은 업무량과 여러 전문분야가 관련되 어 있어 1, 2개 분야의 조사로 기본계획을 수립할 수 없으므로 조사계획의 수립에 있어서는 먼저 댐 건설 기본계획을 수립하고 기본조사 업무를 총괄하는 팀(team)을 편성한 다음 이 팀을 중심으로 조사 및 기본계획 수립업무가 추진되도록 하고, 필요한 전문분야를 선정, 분야별 조사를 실시하여 기본계획 수립에 차질 없도록 총괄 팀과 협조하는 종합계획을 수립한다.

(2) 일반적으로 총괄 팀은 토목분야의 댐 계획설계전문가, 구조 설계기술자들로 편성되며 필요에 따라 조직관리 및 행정지원전문가, 경제분석평가 전문가, 환경전문가, 조경전문가, 용지매수 및 보상전문가, 법규전문가 등이 참가할 수도 있다. 총괄 팀은 댐 계획설계 업무를 총괄케 하고, 업무량과 전문성 및 숙련정도를 고려하여 팀원을 배치함으로서 업무를 분담, 협동하여 기본계획을 수립하고 기본설계를 하도록 한다.

(3) 토목분야 또한 하나의 전문분야로 참가시켜 조사계획을 수립하고 시행하도록 해야 하나 현실적으로 토목분야 조사팀 또한 댐 계획전문가, 구조설계기술자들로 편성되며 기본계획을 수립하여 기본설계를 해야 하므로 총괄 팀과의 업무 번잡, 중복은 물론 비용, 인력운영 차원에서 문제가 될 수 있다. 이러한 문제들을 해소, 보완하는 하나의 방법으로 총괄 팀과 토목조사팀을 통합하여 하나의 팀으로 편성 운영하는 방법이 사용되는 경우가 많다. 바꾸어 생각하면 토목분야 조사 설계팀을 편성하고, 이 팀에게 총괄 팀의 업무를 수행토록 임무를 부여하는 방법이라고 말할 수 있다.

2.2.2 토목조사계획

(1) 토목조사계획은 조사항목과 조사정밀도, 조사량, 조사자, 조사기간, 소요조사비 등을 계획한다. 또한 토목조사 항목 중 전문성이 인정되는 항목에 대하여는 별도의 전문분야 조사로 분류하여 조사하게 할 수 있다.

① 조사항목은 1/50,000 또는 1/25,000 지형도와 예정지 조사보고서를 검토하여 기본계획 수립에 필요한 항목은 빠짐없이 조사하도록 선정한다. 또한 타 전문분야 조사에 속하지 않으나 필요한 사항은 토목조사에서 조사하도록 계획하여 누락됨이 없도록 신중하게 선정한다.

② 조사정밀도는 ①항에서 선정한 각 항목에 대하여 조사결과를 기본계획 수립시 어떻게 활용할 것인가와 세부설계에서의 활용여부를 고려하고 조사의 시급성 등을 감안하여 정한다. 유의할 사항은 건설기술관리법 시행령 제38조의 10, 제 2항 및 당해년

도 농림사업 지침서 등을 고려하여 세부 설계시 중요한 계획 변경이나 과다한 공사비 증감이 발생하지 않도록 정밀도를 부여하여야 한다.

③ 조사량은 예정지 조사보고서를 검토하여 ①항에서 선정한 항목별로 조사량을 산정한다. 조사량 계획시에 특히 유의할 사항은 댐 위치는 물론 제반 부대시설에 대한 비교검토가 충분히 이루어지도록 배려해야 한다는 점이다.

④ 조사기간, 조사인원 및 소요조사비는 위의 ①항 조사항목, ②항 조사정밀도, ③항 조사량에 의하여 산출된다. 산출방법은 조사항목별 조사량에 대하여 조사정밀도에 따른 단위당 소요량을 곱하여 항목별 조사인원, 보조원, 소요자재 등을 계산하고 모든 항목을 합하여 총 조사인원, 보조원, 소요자재 등을 산출한 다음 여기에 공인된 단가를 곱하여 보조원 인건비, 소요자재 구입비, 교통운반비, 기타 소요경비를 합하여 소요 조사비를 산출한다. 조사기간은 총 조사인원을 편성된 조사팀의 인원수로 나누고 여기에 왕복일수, 우천 등 방해일수를 합하여 산출한다. 이때의 조사항목별 단위당 소요량은 “표준품셈”, 농업기반공사 발행 “조사비 적산기준”, 또는 공인된 합리적 기준을 적용해야 하며, 공인된 단가는 당해 연도의 정부 노임단가 기준, 공인된 실 거래가격 (조달청장이 조사하여 통보한 가격, 재무부장관에게 등록한 기관이 조사하여 공표한 가격)을 말한다.

⑤ 토목조사 항목 중 전문성이 인정되는 유역기상 수문, 하천, 토질 및 재료, 교통운반 품셈 및 환경 조사 등은 전문분야로 분류하여 별도의 조사계획을 수립하여 조사하게 할 수 있다.

2.2.3 전문분야별 조사계획 수립

(1) 전문분야별 조사계획은 종합 조사계획에서 지정한 전문분야별로 조사계획을 수립하여 조사하고 분석하여 결과를 기본계획 수립에 활용하도록 총괄팀과 협조하는 계획을 수립한다. 일반적으로 기본조사 계획에서는 지질분야, 토양분야, 환경조사, 농업 및 사회경제분야를 조사토록 선정하고 기전분야를 선정하기도 한다.

(2) 또한 토목분야 내에서도 전문성을 인정하고 있는 유역기상 수문(hydrology), 하천조사, 교통운반 상황 및 품셈조사, 토질 및 재료조사, 환경조사 등은 전문분야로 선정하여 타 전문분야와 같이 별도의 조사계획을 수립하여 조사하도록 하는 것이 일반적인 추세이다.

(3) 이는 조사항목의 전문성이 현실적으로 인정되고 있고 토목조사 업무량의 과다와 그로 인한 조사기간의 장기화를 방지하기 위해서이지만 조사내용의 전문성으로 인하여 별도 조사가 가능하기 때문이기도 하다.

(4) 또한 건설기술관리법 시행령 제38조의 10 및 당해년도 농림사업 시행지침에 의거 세부설계시 중요한 계획변경이나 과다한 공사비 증액이 있을 경우, 사업추진을 유보하고 원인규명과 책임을 묻게 되어 있으므로 이와 같은 사유가 발생하지 않도록 필요한 전문분야의 조사를 선정해야 한다.

(5) 조사계획은 각 전문분야별로 댐 기본계획에 필요한 조사항목, 조사정밀도, 조사량을 산

정하고 조사비, 조사기간을 산출, 조사자를 지정하는 방법으로 수립한다. 이때에도 토목조사와 같은 방법으로 계획하며, 단위 조사량 당 조사인원, 조사보조원, 소요 기자재 등에 대하여는 건설부 발행 “표준품셈”, 농업기반공사 발행 “조사비 적산기준”, 기타 공인된 합리적 기준을 적용해야 하며, 여타 부대비용 또한 조사에 차질이 없도록 계상해야 하지만 객관성과 합리성이 인정되어야 한다.

2.3 세부설계 조사계획

(1) 기 수립된 기본계획에 의하여 사업의 타당성을 판단한 단계에서 사업을 시행하기 위하여 세부설계를 하는 단계의 조사이므로 해당 전문분야별로 조사팀을 구성하여 기본조사에서의 조사내용을 확인하고, 정밀도를 높여 보완하며 미조사 사항을 조사하여 세부설계에 지장이 없도록 조사계획을 수립한다.

2.3.1 종합계획

(1) 종합계획은 기본조사에서와 같이 댐 및 부대시설의 세부설계를 담당할 토목조사 계획을 수립하고 이 계획에 의하여 편성된 토목조사반에 총괄업무를 부여함과 동시에 세부설계에 필요한 전문분야를 지정하고 조사 분석하여 토목조사반(총괄반)과 협조하도록 계획을 수립한다.

2.3.2 토목조사계획

(1) 토목조사 계획은 기본조사 계획서와 기본계획 도서를 검토 분석하여 기본조사시에 조사한 항목별로 확인조사, 추가조사 여부를 결정하고 이에 대한 조사량을 산정하며, 기본조사시에는 조사하지 않았으나 세부설계에 필요한 항목을 찾아내어 조사하도록 조사량을 산정하여 조사계획을 수립한다.

① 조사항목은 기본조사시에 조사한 항목에 대하여 기본조사시의 조사정밀도, 조사량 및 기본계획 도서의 검토결과에 의하여 확인해야 할 조사항목, 보완해야 할 조사항목, 추가로 조사해야 할 항목 및 더 이상 조사의 필요성이 없는 항목 (기본조사시의 조사자료와 결과를 세부설계 시에 그대로 활용 가능한 항목)으로 구분하고, 기본조사시에는 조사하지 않았으나 세부설계에 필요한 항목을 빠짐없이 조사토록 선정한다. 또한 여타 전문분야에 속하지 않은 항목으로서 세부설계에 필요한 사항은 총괄업무를 담당한 토목분야에서 조사하게 함으로서 조사에 누락되는 항목이 없어야 한다.

② 세부설계 조사에서는 모든 항목에 대하여 가능한한 정밀하고 완전한 조사를 실시하여 세부설계에 지장이 없어야 한다. 세부설계 조사에서 개략조사나 부분조사는 있을 수 없다. 다만 특별한 경우로서 정책 또는 방침상 일부 공종에 대하여 먼저 착공하고 일부 공종은 후에 착공하기로 결정된 경우에는 후에 착공하는 공종에 대하여 개략조사 또는 부분조사를 하도록 계획할 수 있다.

③ 기본조사에서 조사한 항목에 대하여 확인조사 항목은 가능한한 부분 또는 구간 확인으로 조사량을 최소화하고 중요한 항목에 대하여는 전 구간 확인 조사한다. 보완조사 항목은 정밀도를 높여 실시설계에 지장이 없도록 조사량을 산정하고, 추가조사 항목은 (기본조사시 부분조사) 기 조사분을 제외하고 잔여분만 조사하도록 조사량을 결정한다. 기본조사에서 조사하지 않은 항목에 대하여는 실시설계에 지장이 없도록 활증하여 조사량을 산정한다.

④ 소요조사비, 조사기간 및 조사인원은 기본조사계획과 같은 방법으로 산정하며, 이때에도 단위당 소요량은 건설부 발행 “표준품셈”, 농업기반공사 발행 “조사비 적산기준” 또는 공인된 합리적 기준을 적용해야 하며 단위당 가격 또한 “정부 노임단가” 또는 공인된 실거래 가격을 적용해야 한다.

⑤ 토목분야 내에서도 전문성이 인정되고 있는 부분으로 유역기상 수문, 하천, 토질 및 재료, 교통운반 및 품셈, 환경 조사 등은 전문분야로 분류하여 여타 전문분야와 같이 별도의 조사계획을 수립하여 조사할 수 있다.

2.3.3 전문분야별 조사계획

(1) 종합 조사계획에서 지정한 전문분야는 각 분야별로 해당분야에 대한 별도의 조사계획을 수립하여 조사한다.

(2) 댐 세부설계를 위한 전문분야 조사는 종합계획과 동시에 계획수립된 토목분야를 제외한 지질, 토양, 농업, 사회, 경제, 환경, 기계, 전기, 건축, 용지매수 및 보상 조사와 토목분야 내에서 전문성을 인정하고 별도 조사하기로 한 토질 및 재료, 교통운반 및 품셈, 유역기상 수문 및 하천, 환경 조사 등에 대하여 결과를 총괄 팀에 보내어 세부설계에 활용하도록 계획한다.

(3) 각 전문분야 조사계획도 토목조사와 같이 예정지 조사, 기본조사의 해당분야 조사보고서를 검토하여 기본조사에서 조사한 항목에 대하여 확인 조사할 사항, 보완 조사할 사항, 추가 완전 조사할 사항 및 기본조사 결과를 그대로 실시설계에 이용할 수 있으므로 더 이상 조사할 필요가 없는 사항 등을 분류하고 조사량을 산정하여 조사계획에 반영한다. 기본조사시에 조사하지 않은 사항으로 세부설계에 필요한 항목은 빠짐없이 조사하도록 계획해야 한다. 이때에도 계획기준은 건설부 발행 “표준품셈” 농업기반공사 발행 “조사비 적산기준” 또는 공인된 합리적 기준을 적용하여 소요조사비, 조사기간 등을 계획해야 하며, 이의 산출방법은 기본조사에서의 방법으로 산출한다.

(4) 기본조사에서 환경조사와 용지매수 및 보상조사는 토목분야의 한 전문 조사로 구분하였으나 엄밀한 의미에서 토목분야로 분류하기는 어려우며 다만 별도의 조사팀을 편성하기 어려울 경우 편의상 총괄업무를 담당하는 토목조사팀에서 조사하도록 계획할 수 있다.

(5) 한편, 조사반 내의 업무분담이나 측량작업 계획 등을 광의의 조사계획으로 분류할 수 있으나 이를 조사계획에 포함하는 것은 조사팀의 자율성을 제한할 수 있고, 그때그때 상황변화에 대처하기 어려운 점이 있으므로 이와 같이 세밀한 부분에 대하여는 조사팀

의 운영사항으로 보아 조사계획에는 포함시키지 않는 것이 일반적이다.

2.4 조사내용

2.4.1 조사의 단계별 시행

(1) 예정지 조사, 기본조사, 세부설계 조사의 각 단계별로 조사내용과 조사방법, 조사 정밀도가 구분되며 조사목적, 조사내용의 활용 또한 구분된다.

(2) 댐 건설의 조사설계는 일반적으로 1단계 예정지 조사, 2단계 기본 조사, 3단계 세부 설계 조사의 3단계로 구분, 시행되고 있다. 특별한 경우 1, 2단계를 동시에 시행하거나 1, 2, 3단계를 동시에 실시할 수도 있다.

2.4.2 예정지 조사

(1) 예정지 조사는 농업생산기반정비사업의 일환으로 추진되는 댐 건설에 대하여 도상계획(안)을 구상하고 현지답사를 실시하여 구상한 도상계획(안)을 보완하며, 관련기관 협의 및 지역주민의 의견을 수렴하여 댐 건설에 대한 기술적, 경제적, 사회적 여건 등을 검토하여 도상계획 구상(안)에 따른 댐 건설의 가능성을 판단하고 기본조사계획 수립의 기초자료로 활용하기 위하여 실시한다.

(2) 예정지 조사는 조사계획이 수립되고 이에 따라 선정된 조사자(조사팀)가 조사활동을 개시함으로서 시작된다. 예정지 조사는 자료수집, 자료 및 도상에서의 현황파악, 도상계획(안) 구상, 현장답사, 관련기관 협의 및 주민의견수렴, 자료정리분석, 문제점 검토, 예정지 조사계획(안) 수정보완, 보고서 작성, 보고 순으로 진행된다.

2.4.2.1 자료수집

(1) 예정지역과 인근의 1/50,000, 1/25,000, 1/5,000 지형도를 수집한다. 유역과 농어촌용수 수혜지역 전체가 포함되도록 도엽을 파악하여 수집한다.

(2) 농어촌정비법 제6조 1항에 의한 “농어촌정비계획서”, 동 제3조, 제4조에 의한 자원조사 및 종합정비계획이 수립되었을 경우에는 해당 예정지역에 대한 자원조사내용 및 종합정비계획 내용을 수집한다.

(3) 지방자치단체의 농어촌용수개발요청서 또는 수자원개발요청서, 댐 건설에 대한 건의서, 의견서 등 행정조치가 있는 경우 이에 대한 사본 등 자료를 수집한다.

(4) 지역주민의 농어촌용수개발 건의서, 요청서 등이 있을 경우와 댐 건설에 대한 반대민원서, 의견서 등이 있을 경우 이의 사본을 수집한다.

(5) 기타 예정지에 대한 필요한 자료를 수집한다.

2.4.2.2 도상에서의 현황 파악

(1) 유역상황 파악

① 1/50,000 또는 1/25,000 지형도에 댐 건설 예정지의 유역경계선을 계획평면도에 표

시하고 유역면적을 구적한다.

② 유역내의 유로 연장, 기울기 등을 파악하고 하천상황 등을 파악한다.

③ 유역의 유출상황을 검토하기 위하여 산림, 농경지, 마을 등 분포현황을 파악하고 개략적인 물 수지 분석자료 (유출계수, 삼투량 등)을 산출한다.

(2) 도로 현황 및 산업시설 등 파악

① 댐 건설 예정지에의 접근로에 대하여 최단 접근로를 위시하여 도로의 등급(국도, 지방도, 포장, 비포장 등)등을 파악한다.

② 댐 건설 예정지 상류도로의 수몰여부 등을 파악한다.

③ 예정지 상·하류에 산업시설 유무 등을 파악한다.

(3) 필요저수량 추정

① 농업용수 공급가능지역을 계획평면도에 표시하고 면적을 구적한다.

② 기타 생·공용수, 환경용수 등의 필요여부 소요량을 추정한다.

(4) 댐 건설 위치

① 예정지 상·하류의 지형, 지세 등을 파악하여 댐 건설 최적위치를 파악한다.

2.4.2.3 도상계획(안) 수립(구상)안

(1) 도상계획은 기확보된 정보와 자료, 지형도 검토에 의한 정보를 가지고 댐 건설 계획을 수립하는 것을 말한다. 적은 양의 정밀하지 않은 자료와 정보를 바탕으로 댐 위치, 규모, 저수용량, 기타 필요한 부대시설을 계획하는 것으로 개략적이며, 불확실성을 내포하고 있어 현지조사를 위한 준비 성격이 크지만 현지조사와 여러 분야의 조사자료와 정보에 의하여 수정, 보완을 반복하는 과정에서 댐 건설의 확실한 계획이 수립되는 것이므로 댐 건설을 위한 최초의 계획으로서 금후 각 분야의 조사방향과 방법설정의 기본이 되므로 대단히 중요하며 최적계획이 되도록 면밀한 검토와 노력이 요구된다.

① 댐 건설 위치 선정

가. 도상에서 파악한 지형정보에 의하여 제4장 1절에서 제시하고 있는 댐터 선정조건에 근접하는 위치를 2~3개소 선정하여 계획평면도(1/50,000 또는 1/25,000)에 표시한다.

나. 선정된 2~3개소의 댐터에 대하여 계획평면도에 유역경계선을 표시하고 유역면적을 구적한다.

다. 1/5,000 지형도 또는 Moss P/G 운용이 가능한 수치지도에 댐터를 표시하고 지형도에 표시된 등고선(주곡선)을 이용하여 표고별 면적을 구적하여 내용적표를 작성하고, 필요할 경우 내용적 그래프(graph)를 작성한다.

② 저수용량 분석

가. 용수이용계획(농업용수, 생·공용수, 환경용수 등)을 구상하여 일별 또는 순별 필요수량을 개략 추정한다.

나. 물 수지분석 프로그램을 이용하여 유역배율에 따른 물 수지를 분석하고 적정저수용량을 산정한다. 물수지 분석결과 이상이 없을 경우 저수용량을 산정하고 유역

상황에 의거 수자원 부존량(유출량)이 부족할 경우 적절한 대안을 검토한다. (간접유역 활용방안, 저류지 설치방안, 용수의 재이용방안, 용수이용계획 축소 방안 등)

다. 물넘이 방수로 규모 결정을 위한 설계강우량 및 홍수량을 개략 산출한다.

③ 댐규모 (높이)결정

가. 댐의 경제적 수명기간 유사량 퇴적에 의한 내용적 감소를 추정하고 농업용수의 자연급수를 위한 공급계획에 따라 사수위를 결정한다.

나. 홍수위는 물넘이 구조형식(월류식, 측구식, 슈트식, 나팔꽃 형식, 게이트식, 사이펀식 등)과 규모에 따라 달라지므로 물넘이 구조형식을 정하여 규모와 홍수위를 산정한다.

다. 유사량과 사수량, 필요저수량을 합산하여 총저수량을 산정하고 내용적표 또는 내용적 그래프에서 계획만수위 표고를 결정하고 여기에 홍수위, 파랑높이, 여유고를 더하여 댐마루 표고를 결정하여 댐 높이를 산정한다.

④ 댐 형식 검토

가. 댐 예정지 인근에서 쉽게 취득할 수 있는 축조재료 (토석재)를 검토하고, 토취장 및 석산 예정지를 표시한다.

나. 댐 높이와 토석 재료에 따른 댐 형식을 비교 검토한다. (균일형, 존형, 코어형)

다. 댐 형식을 결정하고 표준단면을 구상한다.

⑤ 부대시설 검토

가. 각 안별 물넘이, 취수시설 위치를 검토하고 계획평면도상에 표시한다.

나. 각 안별 이설도로 노선을 검토하여 계획평면도 상에 기입한다. (이설도로의 노선은 홍수면 표고에 여유고를 더한 표고이상으로 설치해야 하며, 기설 도로와의 접속부에 유의해야 한다.)

다. 기타 공사용 도로, 진입도로, 유지관리 도로 등의 필요성 여부를 검토하고 필요시 노선을 검토하여 계획평면도에 기입한다.

⑥ 댐 건설계획서(안) 작성

가. 각 안별 검토, 분석자료 정리

나. 각 안별 댐 건설 간이계획서 작성

다. 각 안 비교분석표 작성

⑦ 댐 건설 최적안 선정

가. 댐 건설 각 안에 대한 비교분석표에 의거 최적안을 선정한다.

2.4.2.4 현장답사

(1) 현장답사는 기 수집자료와 도상검토자료를 가지고 수립한 댐 건설에 대한 도상계획(안)에 대하여 현장을 직접 답사하여 도상검토 자료를 확인하며 여타 필요한 사항을 조사하고 실내에서 수립한 도상계획(안)을 수정 보완하기 위하여 실시하며 지역의 유관기관을 방문하여 필요한 자료를 수집하고 도상계획에 대한 설명과 의견 및 요망사

항을 청취하고 지역주민의 호응도를 파악한다.

① 유역답사

가. 도상검토자료와 계획내용을 기입한 계획평면도(1/50,000 또는 1/25,000 지형도)를 지참하고 유역을 답사하여 임상상태, 유로연장, 경사도, 피복상태, 농경지 분포와 토질, 하천상황 등을 조사하여 도상검토자료를 확인, 보완, 수정하여 기록한다.

② 댐 위치답사

가. 비교안을 포함한 각각 도상계획(안)에 대한 댐터를 답사하여 도상검토 내용을 확인하고 댐 터로서의 유리한 점과 불리한 점을 조사 기록한다.

나. 물넘이 방수로, 취수시설 위치를 답사하여 지형조건에 맞는 구조, 규모, 형식 등을 검토하여 도상계획(안)을 확인, 보완, 변경한다.

다. 가배수 시설(공사기간 중의 배수시설) 계획방안을 검토한다.

라. 댐터 및 물넘이 방수로, 취수 시설 위치의 기초지반에 대하여 암의 노출상태를 관찰 조사하고 청문 및 수목의 식생 상태를 조사하여 지질상황을 파악한다. 노출된 기반암의 풍화정도, 절리 등을 관찰하고 퇴적층의 깊이 등을 청문 파악한다.

③ 유관기관 협의 및 주민의견 조사

가. 지방자치단체 (도청, 시청, 군청 등)를 방문하여 댐 건설 계획(안)을 설명하고 지역 특성에 맞는 댐 건설을 위하여 계획에 반영할 사항 등을 협의하며 필요한 자료를 조사하고 수집한다. 지방자치단체에서 파악하고 있는 제약여건 유무와 타 사업 계획의 유무, 기득권(광업권, 수리권, 어업권 등)의 설정 유무 등을 조사하고 처리대책을 협의 한다. 관련법(도시계획법, 도로법, 하천법, 문화재관리법, 공원법, 환경 관련법 등)과의 관계에서 저촉여부와 제약여건을 조사하고 대책을 협의한다. 수자원 이용계획과 관련하여 용수수요(농업용수, 생활용수, 공업용수, 환경용수 등)을 조사하고 관련자료를 수집한다.

나. 댐 건설에 대한 지역주민의 의향을 수몰지역과 수혜지역으로 구분하여 청취 조사하며 수몰 지역민에 대하여는 댐 건설에 대한 호응도(찬반정도)를 조사하고 수혜 지역민에 대하여는 용수 수요에 대하여 의견을 청취한다.

④ 이상 자료수집에서부터 답사까지의 조사사항을 분석, 문제점을 도출하고 처리대책을 검토하며, 도상계획(안)을 수정 보완하여『예정지 조사보고서』를 작성한다. 『예정지 조사보고서』의 내용은 농어촌정비법 시행령 제7조에서 규정한 사항이 보고되도록 작성해야한다.

2.4.3 기본 조사

(1) 기본 조사에서는 토목조사, 지질조사, 토양조사, 환경조사, 농업 및 사회경제조사, 기계, 전기, 건축조사 등을 실시한다.

2.4.3.1 조사준비

(1) 조사계획(전체 조사계획, 전문분야별 조사계획)에 의하여 조사팀 (Team)이 편성되면 팀장은 팀원에게 조사계획과 목적, 내용을 숙지하게 하고 조사계획에 맞추어 조사가 되도록 팀원을 독려하여 조사를 준비한다.

(2) 조사준비는 ①예정지 조사보고서를 검토하여 댐 건설계획과 보고내용을 파악하고, ② 필요한 자료를 수집하여 현지 조사는 물론 기본계획 수립에 활용하고, ③조사장비 및 필요한 기계기구 및 소모품 등 기자재를 준비해야 하며, ④현지 조사활동, 조사반 운용과 조사비 집행방법 등 현지조사의 실시계획을 수립하여 조사에 임한다.

(3) 팀장은 팀원으로 하여금 조사목적과 조사계획의 세부적인 내용을 숙지하게 하며, 팀원에게 업무를 부여하고 독려하여 다음 사항들을 준비한다.

① 기본조사계획서를 검토하여 계획내용을 숙지한다.

② 예정지 조사보고서를 검토하여 댐 건설계획과 예정지 조사 보고내용 중 특이사항을 파악한다.

③ 팀원을 독려, 필요한 자료를 수집하여 현지 조사는 물론 기본계획 수립에 활용한다.

④ 측량장비와 각종 조사에 필요한 기계, 기구는 물론 소모품 등 자재목록을 작성하여 빠짐없이 준비한다.

⑤ 현지에서의 조사활동과 조사반 운용, 조사비의 집행방법 등 현지조사의 실시계획을 수립한다.

⑥ 타 전문분야 조사팀과 세부적인 상호 협조사항을 협의하여 원활한 조사가 진행되도록 한다.

⑦ 현지조사는 물론 지역유관기관과의 협조가 잘 되도록 협조 및 지원방안을 마련하여 조사에 임한다.

2.4.3.2 토목조사

(1) 토목조사에서는 계획, 구조설계조사, 유역기상 수문 및 하천, 교통운반 및 품셈, 토질 및 재료조사시험, 환경 조사 등 세부 전문성을 갖는 항목에 대하여 조사하며 지역 주민 의향조사, 기타 조사는 기본계획 수립을 위하여 필요한 사항을 전문분야와 연관하여 조사한다. 위의 각 조사항목에 대하여 토목분야 내에서의 세부 전문성과 조사업무량 및 조사기간 등을 고려하여 별도의 세부 전문 조사팀을 편성하여 조사할 수 있으며, 상황에 따라 적절히 편성 운영한다.

(2) 토목분야는 하나의 전문분야로 분류되나 업무분야가 광범위하고 업무량이 과다하므로 토목분야 내에서 다시 여러 개의 분야로 세분되어 학문적, 기술적 전문성을 가지고 발전되어 왔으며, 현실적으로 세분된 전문성을 인정하고 활용되고 있다.

(3) 토목분야 조사에는 계획 구조설계 조사를 위시하여 유역기상 수문 및 하천조사, 교통운반상황 및 품셈조사, 토질 및 재료조사 등이 포함되며 통상 토목분야의 계획 설계 조사팀에 총괄업무가 부여되어 타 전문분야에 속하지 않은 사항을 총괄 팀에서 조사하는 것이 일반적이다.

(4) 크게 중요하지 않은 전문분야 조사는 실시설계 조사 시에 조사하기로 하고 기본조사 시에는 총괄팀(토목팀)에서 조사하도록 하는 경우가 있어 토목조사팀의 업무량이 과다하게 되므로 토목조사 내에서의 전문성이 분할된 분야는 타 전문분야와 같이 별도 조사반을 편성 조사하도록 하는 것이 바람직하다.

① 계획 구조설계조사

가. 기본계획 수립을 위하여 수자원 개발방향, 수자원 이용계획, 댐, 물넘이, 취수 시설계획수립을 위한 조사, 댐 건설공사용 도로, 진입도로, 이설도로 등의 계획을 위한 조사를 실시하고 지역주민의향, 관련기관, 기타 필요한 사항을 조사한다. 토목조사 팀(총괄팀)에서는 댐 건설에 대한 기본계획 수립을 위하여 당해지역의 수자원개발방향, 수자원 이용계획, 댐 건설 위치, 부대시설인 물넘이 방수로, 취수시설 위치 등과 댐 건설로 인하여 수몰되는 도로를 대신할 이설도로, 공사용 도로, 댐에의 진입도로 등에 대한 조사를 실시하며 관련기관 협의, 주민의향 조사 등 타 전문분야에 속하지 않은 사항을 조사한다.

② 기상, 수문, 하천 조사

가. 댐 설치 인근지역의 기상관측 자료조사, 유역, 유로 상황조사, 하천 및 홍수, 평수, 갈수 상황조사, 기존 수리현황 조사, 하천 유사량 조사 등 수자원 분석 및 수자원이용계획 수립을 위한 조사를 전문성이 있는 별도의 조사팀을 편성하여 조사한다.

나. 이 조사는 계획 구조 설계 조사반에서 직접 조사할 수도 있으나 전문성이 있는 별도의 조사팀을 편성하여 조사하는 것이 바람직하다.

다. 수문 분석에서 가장 기초적인 자료가 기상자료이다. 하천유량의 산정에 필요한 기상자료는 강우량, 증발량, 기온, 풍속, 습도, 일사량에 대한 일별 자료이며 해면기압, 일조시간 등에 대한 자료가 필요한 경우도 있다. 치수계획에서는 강우가 가장 주요한 인자로서 홍수량 산정시 설계강우량과 강우분포를 결정하는 근거가 된다. 최근의 돌발홍수와 국지적 홍수사례에서 알 수 있듯이 치수계획인원거리의 강우 관측자료보다 근거리의 강우자료를 적용해야 해당지역의 강우특성을 반영한 합리적인 분석이 가능하다.

라. 유역답사는 강우-유출 관계에 영향을 미치는 유역의 형상과 하천의 형태, 토양의 특성, 토지이용상태에 대한 조사를 수행하며 유역의 경계를 확정하여 유역도를 작성하고 유출량 산정 모형에 적용되는 각종 인자를 산출한다.

마. 하천조사의 대상은 댐 건설전의 하천의 현황을 파악하는 것이고 조사사항은 유량, 수질, 수온, 하도 및 하상에 대한 상황 등이다.

③ 교통운반상황 및 품셈조사

가. 댐 건설 예정지 인근의 해로, 철도, 육로, 교통운반 상황과 접근 도로상황을 조사하고 댐건설자재인 성토 점토 토취장, 사토장 현황과 도로, 운반상태, 모래자갈 석재등의 생산가격, 운반상황 등을 조사하ㅜ고 주요자재의 물가, 지가 등 댐 건설 개략 공사비 산정에 필요한 사항을 조사한다.

나. 댐 건설공사비 적산을 위한 교통 운반상황 및 품셈조사는 토목조사팀에서 직접 조사하는 사항이지만 토목조사 팀의 업무량 과다, 일정계획의 시급성 등을 고려하여 공사비 적산에 전문성이 있는 별도의 팀을 편성하여 조사하게 할 수 있다.

다. 교통운반상황 및 품셈조사는 전문분야로 조사하는 경우도 있으나 기본조사에서는 개략공사비를 추정하여 계상하게 되므로 계획설계 팀에서 조사하는 것이 일반적이다. 조사항목은 성토 및 점토장 현황조사, 굵은 골재, 잔골재 및 석산조사, 도로망 조사, 주요자재 조사 등이며 현장 가설건물 위치, 중기계 주기장 위치 등도 조사한다.

④ 토질 및 재료 조사

가. 이 조사는 토질조사와 재료조사로 구분할 수 있으며 토질조사는 토취장 현황조사와 실내시험으로 진행되고, 재료조사 또한 현장조사와 실내시험을 실시하게 된다. 토취장 현황조사는 교통운반 상황 및 품셈조사에서도 실시하므로 전문분야별 조사를 실시할 경우에는 조사자료의 활용에 따라 중복조사가 최소가 되도록 상호 협조해야 한다.

나. 필댐 건설의 주요재료는 댐체를 구성하는 흙(성토, 점토)과 돌(석재) 그리고 모래와 자갈이므로 이들 재료를 선정하여 매장량을 조사하고 대표성을 갖는 시료를 채취, 시험 분석하여 공학적 성질을 규명 보고함으로서 댐의 계획 설계를 실시케 하고 안전성을 검토하도록 한다.

다. 이 조사 또한 토목조사반의 중요 조사사항이나 시험분석과 재료의 공학적 성질을 규명하는 업무로 전문성이 인정되므로 별도 조사팀을 편성하여 조사하는 경우가 일반적이다.

라. 필댐을 구성하는 주요재료는 댐 형식에 따라 조금씩 다르지만 존형 댐과 중심점토형 댐에 있어서의 중심 점토재와 일반 성토재의 선정은 물론이고 사용량 또한 다량 이므로 매장량을 조사한다. 또한 모래, 자갈, 석재 등도 같이 조사하고 시료를 채취하여 실내시험을 실시하고 분석하여 각 재료의 공학적 성질을 규명하여 보고함으로서 시공장비와 시공방법을 선정하고 댐의 계획과 설계를 하도록 하고 댐의 안전성을 검토할 수 있도록 조사한다.

⑤ 환경조사

가. 댐의 건설은 지역환경에 적게, 많게, 직접, 간접으로 영향을 받게 되므로 환경의 보전과 최소한의 훼손과 복원, 그리고 환경친화적 댐 계획을 위하여 필요한 환경조사를 실시한다. 환경관계법률(환경보전법, 자연공원법, 도시계획법 등)에 의한 지역지정여부, 문화재보호법에 의한 사적, 명승, 자연기념물의 지정여부, 조수보호 및 수렵에 관한 법률에 의한 조수보호구역 지정여부와 자연환경에 관한 조사에서 수질조사와 함께 육상 및 수중 동식물의 서식분포와 특수어종의 서식과 이동습성에 대하여 조사하고, 댐 부대시설 (어도 등)계획 여부를 결정할 수 있어야 한다. 이 조사는 세부설계 조사에서의 “사전환경성 검토조사 “와 중복될 수 있으므로 기본계획 수립에 필요한 사항만을 조사하고, 그 외에는 세부설계조

사시 “사전환경성 검토” 전문분야 조사에서 조사하게 할 수 있다.

⑥ 용지매수 및 보상물 조사

가. 댐 건설에 편입된 용지, 수몰지, 토취장, 토사장 등의 면적, 진입로, 이설도로 등의 편입 용지면적, 편입 용지내의 공공시설, 가옥, 전주, 분묘, 유실수 등 용지매수비와 보상비 계상을 위한 가격, 수량, 면적 등을 개략 조사한다.

나. 용지매수 및 보상비는 댐 건설에 따른 민원 발생의 주요 사항이며, 특히 수몰지역민의 저항은 지대하므로 이들의 불만이 발생하지 않고, 형평성이 유지되도록 공시지가 및 인근지역 거래실례가격 등을 조사하여 적정한 용지매수 및 보상비가 계상될 수 있도록 한다. 댐 건설 사업비 전체에서 용지매수 및 보상비가 점하는 사업비 비중이 크며 기본조사에서는 사업비를 개산으로 계상하지만 세부설계시의 사업비와 큰 차이가 없어야 하므로 이를 고려하여 조사한다.

⑦ 지역주민 의향조사

가. 댐 건설에 대한 지역주민의 의향을 수몰 지역민과 수혜 지역민을 구분하여 조사하며, 수몰 지역민에 대하여는 댐 건설의 호응도(찬반여부) 파악과 민원 발생여부 파악을 하고, 수혜 지역민에 대하여는 용수 수요조사와 댐 건설 홍보 면에 중점을 두고 조사한다.

나. 지역주민 의향조사는 댐 건설 추진 상 중요사항이므로 사전 준비를 철저히 하여 조사에 임한다. 수몰지역 주민에 대하여는 가능한 한 전 가구에 대하여 의향을 조사 하고 수혜 지역민에 대하여는 대표성을 갖는 20 % 정도의 표본조사를 실시한다.

⑧ 문화재 지표조사

가. 문화재보호법 제74조의 2 및 동법 시행령 제43조의 3에 따라 문화재 지표조사를 실시한다. 문화재 지표조사란 대통령령이 정하는 건설공사의 사업계획수립시 당해 공사지역에 대한 문화유적의 매장 및 분포여부를 확인하고, 공사로 인하여 발생할 수 도 있는 문화재의 훼손을 미연에 방지하여 문화재를 보호하며 사업비를 절감하기 위하여 실시하는 당해 공사지역에 대한 개략적 문화재 분포조사이다. 문화의 중요성에 대한 재인식과 함께 1999년 1월 29일 개정된 문화재보호법에 제74조의 2를 신설하여 건설공사의 사업계획 수립시 문화재청장이 고시하는 전문기관에 의한 문화재 지표조사를 법적 의무화하고 있다.

⑨ 기타 조사

가. 댐 건설지역 내에 기 설정된 수리권, 광업권의 유무와 이들 기득권과 연관된 시설물 등을 조사하고 도시계획법, 도로법, 하천법, 문화재관리법, 공원법 등 다른 법과의 관계에서 저촉여부를 조사하고 관련기관 협의를 통하여 다른 사업계획, 수자원 이용계획 등을 조사한다.

2.4.3.3 지형조사(측량)

(1) 기본조사에서는 다음의 측량을 실시한다.

① 기준점 측량

가. 기준점 측량은 평면 기준점 (삼각점) 측량과 수준점(BM) 측량을 실시한다.

② 댐 종단 측량

가. 댐 위치를 조사, 가장 합리적인 위치를 선정하여 댐 종단측량을 실시한다.

③ 물넘이 종단 측량

가. 물넘이 위치와 형식을 선정하여 종단측량을 실시한다.

④ 내용적 측량

가. 댐위치를 선정하고 상류에 대한 내용적 측량을 실시한다. 특히 제체 완공 후 공사로 교란된 내용적 부분을 추가 보완하는 측량을 반드시 실시한다.

⑤ 댐 부근 평면도 작성 측량

⑥ 기타 측량

가. 하천 기울기 파악을 위한 하천종단 측량, 유량 파악을 위한 하천 횡단면 측량을 실시하고 기타 필요한 측량을 실시한다.

2.4.3.4 지질조사

(1) 지질조사는 지표지질조사와 탄성파 탐사, 전기탐사 등 물리탐사 및 시추조사를 실시하고 현장 투수시험, 표준관입시험, 불교란시료 실내시험을 실시하여 지질 구조와 분포, 충적층 두께와 성질, 기반암 종류와 풍화의 정도, 파쇄대 유무, 층리, 엽리, 절리 등과 공학적 성질을 파악 규명하여 댐의 안전성을 검토하고 지내력과 투수성을 분석하여 댐 기초처리계획을 수립한다.

(2) 지질조사는 전문분야별 조사계획에 따라 조사되며, 댐 터 조사와 댐 주변조사로 구분되고 토목조사와 같이 단계별로 실시한다. 또한 지질조사는 지표지질조사, 지하지질조사 및 시험조사로 나눌 수 있으며, 지반과 지층의 구조와 제반 성질을 파악하여 댐 건설 계획 및 설계에 필요한 지질공학적인 자료를 얻기 위하여 조사한다.

(3) 조사는 자료수집 및 검토와 현지조사 준비, 현지답사 후 현지조사 작업 실시계획을 수립한다. 실시계획에 따라 지표지질조사, 지하지질조사 및 시험조사를 하고 채취한 시료로 실내시험을 실시하여 보고서를 작성하고 기초처리계획 및 설계를 한다.

2.4.3.5 토양조사

(1) 조사목적에 따라 토양환경조사(지표조사), 시굴 및 시항조사(토양단면조사), 현장시험조사, 지하수위조사, 객복토원 조사 등을 실시하고, 교란 및 불교란 시료를 채취하여 실내시험 및 분석을 하도록 조치한다.

(2) 토양조사는 조사목적에 따라 개략 토양조사, 반정밀 토양조사, 정밀토양조사, 극정밀 토양조사로 구분되며, 농업용수 필요저수량 산정을 위한 댐 기본조사에서는 정밀토양조사를 실시하고, 세부설계 조사에서는 토양조사를 실시하지 않는 방법이 일반적으로 적용되며, 다만 농업용수 공급구역의 변동 및 토양조성이 극히 복잡하고 불량한 구역

에 대하여는 세부설계시에 보완조사를 실시하여 세부설계에 차질 없도록 한다.

(3) 토양조사는 1/25,000 지형도를 기본도로 농촌진흥청 농업기술연구소 발행(1973) 토양조사편람(제1권, 제2권)에 준하여 실시하며 토양분류법 역시 동 연구소에서 설정한 최소 분류단위인 토양통을 적용한다. 토양조사 항목 및 조사방법은 다음과 같다.

① 토양환경조사(지표조사)

가. 토양환경조사는 1/25,000 지형도를 휴대하고 농업용수 공급지역(조사지역)을 답사하여 토양유형의 분포현황을 파악하고, 고도, 지형, 경사, 토양배수상태, 모재, 식생 및 토지이용현황, 지표면의 돌, 자갈, 암반노출 상황, 침식, 염류 및 인위적인 토양변동상황 등을 조사 기록한다.

② 토양단면 조사(시항 또는 시굴(보링)조사)

가. 시항 및 시굴지점의 토양층위배열, 유효토심, 토색, 토성, 토양구조, 석력함량, 공극, 밀도, 점착성, 식물근의 분포상황, 토양배수 및 반층의 유무 등을 조사 기록한다.

③ 침투량 조사

가. 만수형 침투량 조사 : 원통형 시린다에 의한 감수심법으로 측정하며, 시험결과는 논 농업용수 공급량 산정에 사용된다.

나. 살수형 침투량 조사 : 살수기(sprinkler)로 용수공급후 침투량을 측정하여 침투율(infiltration ratio)을 계산하고, 이를 밭 관개용수량 산정과 공급방법 결정에 사용한다.

④ 지하수위 측정

가. 시굴시의 오거홀(auger hole), 지하수위 측정공, 인근의 우물 또는 배수로의 수위 등을 이용하여 지하수위를 측정한다.

⑤ 투수시험

가. 현장 투수시험에는 피조미터(piezometer)법, 오거홀법, 튜브(tube)법, 침투계법, 시험포장법 등이 있으며, 시험시에는 시험목적과 토양상태 등에 따라 가장 적합한 방법을 채택 시험해야 한다.

⑥ 객복토원 조사

가. 토양조사 시험결과 밝혀진 토양종류와 특성에 따라 토양개량 및 관개개선을 위한 객토 및 복토원을 조사하고 객토원의 토심 및 가용토량을 확인한다.

⑦ 실내시험용 시료채취

가. 토양의 이화학적 성질을 규명하기 위한 실내시험용 시료를 시험굴착 지점의 층위별 교란시료와 불교란 시료를 채취한다. 교란시료는 2 kg 정도 채취하고 불교란 시료는 코어 캔(core can)에 의해 채취한다.

2.4.3.6 농업 및 사회 경제조사

(1) 지역농업의 문제점을 파악하여 개선방향을 모색하고, 댐건설사업의 필요성을 검토하여 사업계획을 수립하기 위하여 토지이용현황조사, 주요작물 및 재배관리 현황조사

및 농업경영사항을 조사하고 사업효과분석을 위하여 지역사회 일반현황조사, 농업구조상황조사, 산업경제 입지조사 및 기타 필요한 사항을 조사한다. 농업조사와 사회경제 조사는 전문분야로서 조사하는 것이 일반적이며, 이들 조사에 의한 댐 건설 효과 추정과 경제성 분석결과는 댐 건설의 타당성을 판단하는 중요한 자료가 된다.

① 농업조사

가. 토지이용 현황조사 : 일모작, 이모작, 유리하우스, 비닐하우스, 휴경지 등 면적조사

나. 주요작물 및 재배관리조사 : 재배작물, 재배시기, 재배기술, 작부율, 작부동향 등

다. 농업경영상황조사 : 영농관리조직, 농기계 보유 및 이용현황, 재배작물별 수확량 및 피해량 주요작물의 생산비, 가축사육 등 농업경영 상황조사

② 사회경제조사

가. 농업구조조사 : 영농구조, 소득구조, 소비구조 등 사회경제 구조조사

나. 사회경제(영농)입지조사 : 경지조건, 농업기상, 영농기술, 한·수해 등 농업피해현황작물 생육저해요인 조사 및 분석, 토지생산력 현황 및 개량가능성 등 조사

다. 일반현황 : 행정구역별 인구, 농가호수, 인구증감 동향 등 조사

2.4.3.7 기계, 전기, 건축조사

(1) 댐 계획에 소수력 발전계획이 있는 경우는 물론이고 물넘이 취수시설 등에 기계장치를 하는 경우 기계는 물론 전기공급 방안에 대한 조사와 공사계획 수립을 위한 조사가 필요하며 댐 관리사 등 건축조사도 필요하다. 현대의 댐 건설은 단순한 토목공사만으로 건설되는 예는 거의 없으며, 물넘이 취수시설의 기계장치 도입 및 조작관리의 동력화는 물론 점차 자동화관리 시스템으로 옮겨가는 추세에 있으며, 댐의 다목적 이용방안 등 다양화되고 있다. 그러므로 댐 건설 계획에 포함시켜야 할 기계, 전기, 건축, 전문분야의 계획수립을 위하여 기본조사에서부터 조사가 시행되어야 한다.

① 기계조사

가. 댐의 각종 부대시설에서 기계장치의 설치, 검토 및 계획구상 협의

나. 기계장치에 대한 형식 및 규모결정

다. 표준도 작성, 개략공사량 및 개산공사비 산출

② 전기조사

가. 각종 기계시설의 동력화방안 및 전기시설계획(댐 관리 계획과 연계) 검토 및 협의 (TC/TM 및 댐거동 계측장치 연결 등)

나. 전기공급방안 조사 및 전기 공사계획 수립

다. 개략물량 및 개산 공사비 산출

③ 건축조사

가. 댐 관리 사무실, 관리인사택 등 건축계획 검토 및 협의조사

나. 건축규모 결정 및 개산 공사비 산출

2.4.4 세부설계 조사

(1) 예정지 조사보고서와 기본조사 보고도서를 검토하여 댐 건설 계획내용을 파악하고 기본계획의 적정성 여부를 검토하여 기본계획의 부분적 변경이나 보완 및 추가계획 여부를 확인하여 세부 설계를 위한 조사계획을 수립하고 조사를 준비한다.

2.4.4.1 조사준비

(1) 조사준비는 조사단계별 보고서의 검토, 조사계획서의 검토, 자료수집, 측량장비의 준비점검, 소모품 조사비 등의 확보 등 사무실에서의 준비와 현장도착 후 조사 착수전의 관련기관 방문 협조 요청에서부터 현지를 답사하여 조사팀의 운영 및 조사작업 계획을 수립하여 조사에 착수하기까지 세밀한 준비가 필요하다.

(2) 세부설계 조사준비는 기본조사준비와 대부분 동일하며 일부 다른 사항을 열거하면 다음과 같다.

① 세부설계 조사계획서와 기본계획도를 면밀히 검토하여 댐 건설계획의 적정성여부를 검토하고 기본계획 내용에 대하여 부분적으로 변경할 사항, 보완할 사항 및 누락사항을 파악한다.

② 기본조사 항목별 조사내용에 대하여 세밀히 검토하여 세부설계를 위하여 기본조사 자료를 그대로 이용할 사항, 확인 조사할 사항, 보완조사 할 사항 및 부분 조사한 내용에 대하여 추가로 조사할 사항을 분류, 발췌하고, 세부설계를 위하여 꼭 필요함에도 기본조사시 조사하지 않은 사항 (세부설계 조사로 미루어 놓은 사항)을 파악한다.

③ 예정지 조사, 기본조사시에 수집한 자료를 인수하고 세부설계를 위하여 필요한 자료를 추가로 수집한다.

④ 기본조사 팀과의 대화의 장을 마련, 현지의 분위기를 파악하고 기본조사 과정에서 구축한 현지 지역민 및 유관기관과의 협조체제를 인수하며 조사 및 계획내용 상의 특이사항을 인수하여 현지 조사작업계획 수립에 참고, 반영한다.

⑤ 기타 필요한 사항을 준비한다.

2.4.4.2 토목조사(총괄반)

(1) 세부설계 조사에서는 기본조사 내용에 대하여 확인 및 보완하는 일이 중요하며 부분적으로 세부설계에 부적정한 사항에 대하여는 신중히 검토하여 변경하고 새로운 계획을 수립하여 조사한다. 기본조사에서 조사하지 않은 사항으로 세부설계에 필요한 사항은 빠짐없이 조사한다. 토목조사는 시설물 계획설계 조사를 위시하여 유역, 하천, 수문조사, 교통운반상황 및 품셈 조사, 토질 및 재료조사, 환경조사, 용지매수 및 보상조사, 지역주민 의향조사, 기타 세부설계를 위하여 필요한 조사를 실시한다.

① 시설물 계획 구조 설계조사

가. 시설물 계획 구조설계조사에서는 댐 건설 세부설계를 위하여 댐 위치, 물넘이

방수로 및 취수시설 위치, 이설도로 및 진입도로 노선, 가배수시설, 공사용 도로, 유지관리 도로 등 세부설계에 필요한 모든 조사를 실시해야 한다. 그러나 대부분 기본조사시에 조사한 사항이므로 가능한 한 이를 그대로 사용해야 한다. 그러나 반드시 세밀히 검토하고 확인한 후 사용해야 하며 검토결과 계획내용에 대하여 부분적으로 변경해야 할 사항은 사유를 명백히 하여 변경해야 하며 세부설계를 위하여 미흡한 사항은 보완, 추가 조사하여 완전한 자료를 세부설계에 사용해야 한다. 또한 기본조사시 조사하지 않은 사항, 누락된 사항을 빠짐없이 조사하여 세부설계에 차질이 없어야 한다.

② 기상 및 수문조사

가. 댐 유역 및 댐 지점의 기상 및 수문자료는 관측, 자료수집 등에 의하여 파악한다.

나. 유역의 강우-유출 해석을 위해 유역답사, 유역 임상피복 조사, 유역토양 조 등 수문 조사를 실시해야 한다.

다. 기본조사단계에서부터 수문조사 계획을 수립하여 지속적인 수문관측을 실시해야 한다. 관측항목은 기상, 수위, 유량, 유사량 등이다. 기상 및 수위관측은 관측소를 설치하여 장기간 운영하게 되며 수위-유량곡선식, 유량-유사량 관계식을 작성하기 위하여 관측한다.

③ 유역 및 하천조사

가. 강우-유출 관계 규명을 위한 유역 형상과 하천 형태, 토양 특성, 토지이용상태를 조사해야 한다. 유역조사에는 유역답사, 유역피복임상조사, 유역토양조사 등이 있다. 또한, 댐 건설전의 하천상황은 자료수집, 관측 및 시험을 통하여 파악해야 한다.

나. 유역피복임상조사는 유역 내 산림, 논, 밭, 수면 등 토지용도별 면적구성비와 투수적과 불투수피복 면적비 등을 조사하여 유역의 유출계수, 유역증발계수 등을 결정한다.

다. 유역토양조사는 유역의 침투특성과 유출율 등을 평가하여 유출의 정도를 파악하기 위하여 조사한다. 댐 건설 전 하천현황을 파악하기 위하여 수질, 수온, 하도 및 하상 등을 조사한다.

④ 교통운반 상황 및 품셈 조사

가. 댐 건설 공사비 적산을 위하여 소요재료의 현존위치 및 현황, 교통운반 현황, 취득 가격, 시공장비의 가동 가능성과 효율성 등을 결정하기 위한 필요한 모든 사항을 조사한다. 여기에는 도로망, 도로상황, 항로, 항만, 선착장 등 조사, 성토, 점토, 석재, 골재장 및 사토장 현황조사, 주요자재 및 물가조사, 기타 시공장비의 종류, 규격별 사용료 조사 등이 포함된다.

나. 세부설계 도면과 시방서, 시공방법 등 모든 여건에 의하여 산출된 각종 공사량에 대하여 소요되는 재료의 취득가격, 운반, 가공비용과 운반된 재료와 함께 투입되는 인력, 시공장비 등의 가동비용 등 모든 비용을 계산하여 공사량에 대한

단위당 공사가격을 결정하고 공사비를 산출하기 위하여 필요한 모든 사항을 조사한다.

다. 기본조사시의 조사내용을 확인하여 이용하고, 특히 변동사항을 파악하여 재조사하고 보완, 추가하며 미조사사항에 대하여 조사한다.

라. 교통운반 및 품셈조사는 필요에 따라 전문분야로 조사하는 경우도 있으나 중규모댐(농업용수 300 ha 공급 이하)에서는 토목분야에서 조사하는 경우가 일반적이다. 기본 조사에서는 개산 공사비로 사업비를 추정하므로 품셈조사를 정밀하게 하였 더라도 세부설계에서는 세밀히 검토 확인하고 변경사항 등을 보완 조사하여 세부 설계에 차질이 없도록 해야 한다.

⑤ 토질 및 재료조사

가. 점토, 성토 및 석재와 모래, 자갈 등 공사용 재료의 선정과 매장량에 대하여 기본조사 내용을 확인하고 개략조사 및 추정사항에 대하여 정밀조사를 실시하여 재료의 공학적 성질을 정밀 분석 규명함으로서 세부설계에 지장이 없도록 필요한 사항을 조사한다.

나. 댐 건설에서 성토, 점토재와 석재의 선정은 댐의 안전성 확보에 중요한 사항이며 이들 재료의 취득비용은 전체 댐 공사비에 큰 비중을 차지하므로 저비용으로 취득이 가능하도록 최대한 정밀조사를 실시하고 세부설계에 지장이 없도록 필요한 사항을 정밀 조사한다.

다. 토질 및 재료조사는 축제 재료로서의 질적 적부여부와 재료의 공학적 성질을 규명하는 실내시험과 연계되므로 전문분야로 조사하는 것이 일반적이다.

⑥ 환경 조사

가. 환경 친화적 댐 건설을 위하여 기본조사시의 조사내용을 확인하고 환경계획의 세부설계에 필요한 사항은 물론 사전 환경성 검토서 작성 및 협의를 위하여 필요한 사항을 조사한다.

나. 농업생산기반정비사업의 일환으로 계획하는 댐 건설을 위한 세부설계조사에서의 환경조사는 전문분야 조사로 하여 환경영향평가서 또는 사전환경성 검토서 작성에 필요한 사항을 평가 또는 검토에 충족할 수 있도록 조사해야 한다.

다. 앞으로 계획되고 건설되는 댐은 생태환경 보존은 물론 댐 주변의 자연경관과 함께 어메니티(amenity)의 창출로 국민생활환경 개선에 크게 기여해야 한다. 훼손된 환경은 원상에 가까운 정밀한 복원으로 환경 친화적으로 설계해야 함으로 제반 환경 관련법규에 저촉되지 않는 것은 물론 고부가의 어메니티를 창출하여 국민생활환경에 크게 기여해야 한다. 또한 “사전 환경성 검토서”의 작성과 협의를 위하여 필요한 모든 조사를 실시한다.

⑦ 용지매수 및 보상조사

가. 댐 건설은 인간이 필요로 하는 물을 저수하기 위하여 건설되므로 물이 저수되는 넓은 수몰면적에 생계와 생활의 기반을 두고 있는 사람들에게 적지 않은 영향을 주게 된다. 영향의 정도를 상세히 조사하여 최소화하고 댐 건설의 필요성을 이

해 시킴과 동시에 그들의 의향을 파악하여 대처하는 노력이 필요하다. 수몰민들의 생계와 생활환경을 재건해주는 별도의 대책(이주계획 등)이 바람직하며 이러한 대책이 없는 경우에는 수몰민 스스로 그들의 생계와 생활환경을 재건할 수 있도록 협조해야 하며 용지매수 및 보상은 이러한 관점에서 실시되어야 한다. 그러므로 용지매수 및 보상조사는 법이 정하는 기준과 절차에 따라 형평성과 공정성이 유지되도록 상세히 조사한다.

나. 용지매수 및 보상물 조사는 개인의 자산 및 공공자산에 대한 것이므로 기본조사 내용을 확인하고 보완하여 누락됨으로써 민원을 야기한다거나 문제를 일으키는 일이 없도록 상세히 조사한다.

⑧ 지역주민 의향 조사

가. 기본조사 결과를 토대로 변경여부를 파악하기 위하여 지역주민 의향조사를 실시한다.

⑨ 기타 조사

가. 기타 댐 세부설계에 필요한 사항은 타 전문분야조사에 속하지 않은 사항에 대하여 계획 및 세부설계 총괄업무를 담당한 토목조사팀에서 조사하는 것이 일반적이다. 기본조사의 조사내용을 확인, 보완, 추가조사를 실시하고 세부설계를 위하여 필요한 사항을 정밀 조사한다.

(가) 국토관리법, 도시계획법, 도로법, 하천법 등 개별 타법과의 저촉여부, 특히 개발제한구역, 철도, 도로, 접도구역, 국립공원 구역 등 구역지정 포함여부를 조사한다.

(나) 문화유적, 사적지 등을 조사하고 보존, 이전 가능성 등을 조사한다.

(다) 기타 댐 건설 시행의 제약여건 등 필요한 사항을 조사한다.

2.4.4.3 조사측량

(1) 댐 건설을 위한 세부설계측량은 기본조사시의 측량성과를 확인하고 보완, 추가하며 기본조사에서 실시하지 않은 사항을 측량하여 세부설계에 지장이 없도록 완전해야 한다. 또한 제체 완공 후 내용적 보완 측량을 실시한다. 세부설계조사에서의 측량은 ① 기본조사시 측량성과의 확인점검 측량 ② 부분, 개략측량에 대한 완전 정밀측량 ③ 미측량 공종에 대한 세부측량 ④ 기타 필요한 측량을 실시하여 세부설계에 지장 없도록 한다. 모든 측량은 가능한 수치(좌표)측량을 하여 모스프로그램(MOSS program)등 측량 프로그램 사용이 가능하도록 한다.

2.4.4.4 지질조사

(1) 실시조사는 댐의 실제 세부설계와 공사비산정에 필요한 지질자료를 얻기 위한 것으로서 이미 실시한 기본조사 결과를 검토하여 질적, 양적으로 더욱 늘여 나간다. 그러나, 지질조사는 기본조사에서 댐 건설에 필요한 대부분의 항목이 조사되었으므로 가능한 한 기본조사 결과를 실시설계에서 사용하도록 하고 보완조사 또는 추가조사는 최소화

하는 노력이 필요하다.

2.4.4.5 토양조사

(1) 토양자료는 기본조사 결과를 이용한다. 농업용수 수혜 구역의 변경이 있을 경우에는 변경된 구역에 대하여 보완, 추가, 정밀 조사를 실시한다.

2.4.4.6 농업 및 사회경제조사

(1) 사회경제 및 영농재배 상황자료는 기본조사 결과를 이용하고 필요시 보완 조사한다.

2.4.4.7 기계, 전기, 건축조사

(1) 소규모 저수지나 순수 토목구조의 댐에서는 전기, 기계, 건축 분야 공사가 포함되지 않은 경우가 있어 이 분야의 조사는 생략될 수도 있다. 그러나 기술 발전과 사회욕구에 따라 물넘이를 게이트로 한다든지 취수시설을 취수탑, 전동화하는 계획이 일반화되고, 안전을 위한 조명시설은 물론 원격 관측/제어 (TM/TC) 추세에 있으므로 댐 건설에 있어서 전기, 기계, 건축분야 조사의 중요성이 증가되고 있다. 기계, 전기, 건축분야의 세부설계에 필요한 사항을 조사한다.

① 기계조사

가. 기본계획에 포함된 기계시설의 필요성, 적정성 조사

나. 댐 건설계획에 포함된 기계시설에 대한 형식, 규모 조사 검토

② 전기조사

가. 각종 기계시설의 동력화 방안, 전기시설 계획 및 댐 관리 원격 관측/제어 (TM/TC) 계획, 댐 거동 계측장치 연결망 조사 검토

나. 전기공급계획 수립 및 한전협의

다. 전기공급시설 공사노선 조사

라. 전기공급시설, 내선시설, 동력시설 등 세부설계 자료조사

③ 건축조사

가. 건축물 위치조사

나. 건축 세부설계 자료조사

2.4.4.8 유지관리 조사

(1) 댐 안전과 건설목적 및 기능을 지속적으로 확보하려면 이에 합당한 유지관리가 필요하므로 계획단계에서부터 유지관리를 고려하여 설계해야 한다. 댐 유지관리는 댐 시설관리, 물 관리, 안전관리, 환경관리 등으로 구분할 수 있으며 이에 필요한 사항을 조사하여 설계에 반영하고 관리지침 작성에 활용하도록 조치해야 한다.

(2) 유지관리 조사내용은 유지관리시설의 설계자료로서 사용하고 댐 건설 후의 유지관리를 위하여 관리시설 내용과 설계이념을 기술한 “유지관리 유의서” 또는 “유지관리

지침서(안)" 을 작성하여 설계서의 부록서류로 첨부하거나 댐 공사가 완료된 다음에 유지관리 업무를 수행하는 유지관리팀(기관)에게 전달하여 적절한 유지관리가 되도록 한다.

(3) 댐의 유지관리는 첫째, 댐 건설 직후와 같은 댐 상태를 유지하여 댐의 안전성을 확보하고, 둘째 댐의 건설목적과 기능을 지속적으로 확보하는데 목적이 있다. 댐의 유지관리는 댐 시설관리, 물 관리, 안전관리, 환경관리로 구분할 수 있으며 이에 관리시설의 설계자료와 기타 필요한 사항을 조사한다.

① 댐 시설관리 조사

가. 댐 시설관리는 댐과 부속구조물을 선량하게 관리 조작함으로서 댐과 부속구조물의 안전성과 기능 상태를 건강하게 유지하고 댐 설치 목적과 기능을 유지하도록 하는데 목적이 있다. 댐 관리 방법은 댐의 거동과 구조물의 상태를 정기적으로 세밀히 점검하여 안전성을 확인하고 이상유무를 조기에 발견하여 대처하는 것이 최선의 방법이며, 그러기 위하여는 계측시설 및 관측시설을 설치해야 하며, 이를 위한 조사를 해야 한다.

나. 댐 관리 시설에는 댐과 댐 주변 원지반의 거동상태를 측정하기 위한 계측시설로 누수량 측정장치, 변형 측정장치(종방향 변형, 횡방향 변형), 침윤선 측정장치, 간극수압측정 장치, 토압 측정장치, 지진력 측정장치 등이 있으며, 댐의 조작운용관리를 위한 시설로 강우관측시설, 수위관측시설, 수질관측시설, 기타 댐의 운영관리를 위한 통신시설 등이 있으므로 이에 대해 조사한다.

다. 댐 거동 측정을 위한 계측시설에는 (가) 계측장치 종류별로 댐체 내외의 설치위치와 개소수를 정하고, (나) 계측장치 종류별로 제품의 종류와 규격, 성능, 계측원리, 측정방법, 설치방법, 설치비, 유지관리비 등을 조사하여 제품별 장단점을 분석하고, (다) 추후 유지관리팀(기관)의 조직, 관리요원의 자질, 유지관리비의 재원, 규모 등과 관리체계와 관리방법 등을 추정하여 (라) 계획하고 있는 댐에 적합하고 유지관리 체계와 방법에 합당한 제품을 선정하여 설계한다.

② 물 관리

가. 댐의 물 관리는 유역에 부존하는 수자원을 언제나 사용 가능한 상태로 최대한 확보하여 물을 필요로 하는 곳에, 필요한 시기에 필요한 양을 적절한 시설을 이용하여 합리적인 방법으로 최소한의 노력과 비용으로 공급하는 것을 말한다. 저수·용 수·배(홍)수·수질 관리로 구분할 수 있고, 관리방법으로는 시설관리와 운영관리로 구분한다.

(가) 물 관리 시설

㉮ 물 관리 시설은 넓은 의미로는 댐과 모든 관련시설을 말하며, 협의로는 저수관리시설은 유입량 관측시설, 저수위 관측시설 등이 있고, 용수관리시설은 취수시설의 수문과 개폐장치, 송수시설의 분기 및 제어장치, 급·배수 시설의 급수 및 배수장치와 제어시설 및 유량측정시설 등이 있고, 홍수관리시설은 홍수유입량 관측시설, 수위관측시설 등이 있고, 수질관

리시설은 수질관측시설을 들 수 있다. 그러나 물 관리시설만으로는 물 관리를 제대로 할 수 없으며, 관리제도, 관리규정 등 소프트웨어와 경험과 전문성을 가진 관리인이 소프트웨어를 운용하여 물 관리시설을 적절히 조작 할 때 정상적으로 물 관리가 된다.

㉯ 물 관리 조사에는 ① 기상상황, 상·하류 하천현황 등 자연조건 조사, ② 용수별 공급지역의 이수, 치수 및 관행조사와 물 부족 정도 조사, ③ 공급지역의 용수별 기존 수리시설 자료 및 현황조사, ④ 기존 수리시설물의 관리제도, 관행 및 물관리에 대한 주민의식, 관리인 자질 등, ⑤ 주요 물 관리 시설물의 설치 위치 조사 등이 있다.

(나) 원격 관측/제어 (TM/TC)시설 조사

㉮ 물 관리 자동화는 종전의 관행적인 물 관리방법으로 관리인이 직접 현장을 관찰하고 경험에 의해 상황을 판단하여 시설물을 조작 개폐, 제어하는 방법을 대체하여 전기, 기계, 전자, 통신 및 컴퓨터기술을 이용한 원격 관측/제어(TM/TC)기법으로 주요시설의 가동상태와 주요지점의 상황을 감시, 점검, 조작, 제어하는 방법을 말한다. 자료의 수집분석으로 상황을 예측 판단하여 조치함으로서 효율적인 물관리를 시행할 수 있다.

(다) 기타 조사

㉮ 기존 댐의 경우, 댐 구조물의 형식, 작동상태, 유지관리 상태 등을 조사하여 TM/TC 계획 시 조작이 용이하도록 개보수 필요성 여부를 검토해야 하며 관련시설, 인근지역의 수문 자료, 용도별 용수공급계획, 수질 및 유역의 오염원 등을 조사한다.

③ 안전관리

가. 댐에 있어 안전관리는 대단히 중요하다. 댐은 특성상 넓은 면적에 많은 물을 저수하고 있으며, 여러 가지 부속시설을 설치하고 있어 댐 자체로도 많은 위험요소를 내포하고 있을 뿐 아니라 외부적으로의 위험요소도 있다. 이 많은 요소들을 예측하고 대비하여 사전에 방지하는 것을 안전관리라고 한다. 그 범위 또한 댐 시설의 안전에서부터 절개지의 낙석 방지에 이르기까지 넓게 분포되어 있고 여러 종류가 있으므로 관리 또한 용이치 않다. 중요한 사항에서부터 작은 문제에 이르기까지 세밀하게 관리함으로서 많은 사고를 예방할 수 있으므로 항상 점검하고 대비하며 성실하게 관리해야 한다.

(가) 안전관리 시설

㉮ 댐 시설에는 많은 사람들이 접근하므로 추락 등의 사고가 예측되므로 이를 방지하기 위한 방호 난간 시설이 필요하고, 사람들이 예고도 없이 접근하는 경우가 많으므로 각종 안내 및 경고 표시판을 설치해야 한다. 넘치는 물을 시급히 방류할 때 또는 댐 시설에 위험요소가 예측될 때 비상경고, 통보, 안내 등을 할 수 있는 시설이 필요하다. 댐 시설

건설을 위하여 부득이 굴착 절개지 또는 산턱에서의 낙석 방지 시설, 이설도로에서의 안전시설 등이 필요하다.

㉯ 안전관리 시설을 위한 조사

- 방호난간 : 댐 구조물위에 설치하는 방호난간은 조사할 필요성이 거의 없으나 댐 구조물과 원지형과의 접속지점에 대하여는 방호난간의 조사가 필요하며 이설도로, 유지관리 도로의 저수지 쪽 급경사지에는 방호난간의 필요성 여부를 조사한다.
- 안내 또는 경고 표시판 : 사람들의 접근이 예상되는 곳, 위험성이 있는 곳 등의 위치를 조사하여 안내 또는 경고 표시판을 설치한다.
- 비상경고(통보, 안내)시설 : 하류하천 현황과 인근부락 및 부락민의 하류하천 이용 실태 등을 조사하고 사이렌(siren), 확성기, 통신시설 등의 설치여부와 설치위치, 선로 등을 조사한다.
- 낙석 방지시설 : 대절토 구간, 절개지, 산턱의 낙석 위험 개소 등의 지형을 조사하고 낙석 방지시설의 종류와 설치위치, 시설 규모 등을 조사한다.

㉰ 기타 저수역 또는 댐 구조물에 대하여 위험성, 안보, 등 사유로 접근을 차단할 필요성이 있는 장소에 대하여 검토하고 이에 필요한 철망, 철책 등의 설치장소, 규모 등을 조사한다.

㉱ 환경관리조사

- 댐 공사 완료 후의 유지관리에 있어 환경관리에는 수질관리, 생태관리, 경관관리와 폐기물(쓰레기)관리가 중요하다. 대기, 소음, 진동, 악취 등의 관리도 중요하지만 댐에서 이들이 문제될 가능성은 적기 때문에 중요성은 그만큼 적을 수밖에 없다.

3. 재료

- 내용 없음

4. 설계

- 내용 없음

집필위원	분야	성명	소속	직급
	관개배수	김선주	한국농공학회	교수
	농업환경	박종화	한국농공학회	교수
	토질공학	유 찬	한국농공학회	교수
	구조재료	박찬기	한국농공학회	교수
	수자원정보	권형중	한국농공학회	책임연구원



자문위원	분야	성명	소속
	농촌계획	손재권	전북대학교
	수자원공학	윤광식	전남대학교
	지역계획	김기성	강원대학교
	수자원공학	노재경	충남대학교
	농지공학	최경숙	경북대학교
	관개배수	최진용	서울대학교

건설기준위원회	분야	성명	소속
	총괄	한준희	농림축산식품부
	농업용댐	오수훈	한국농어촌공사
	농지관개	박재수	농림축산식품부
	농지배수	송창섭	충북대학교
	용배수로	정민철	한국농어촌공사
	농도	조재홍	한국농어촌공사 본사
	개간	백원진	전남대학교
	농지관개	이현우	경북대학교
	농지배수	남상운	충남대학교
	취입보	김선주	건국대학교
	양배수장	정상옥	경북대학교
	경지정리	유 찬	경상대학교
	농업용관수로	박태선	한국농어촌공사 본사
	농업용댐	손재권	전북대학교
	농지배수	김정호	다산컨설턴트
	농지보전	박종화	충북대학교
	농업용댐	김성준	건국대학교
	해면간척	박찬기	공주대학교
	농업수질및환경	이희억	한국농어촌공사 본사
	취입보	박진현	한국농어촌공사 본사

중앙건설기술심의위원회	성명	소속
	이태옥	평화엔지니어링
	성배경	건설교통신기술협회
	김영환	한국시설안전공단
	김영근	건화
	조의섭	동부엔지니어링
	김영숙	국민대학교
	이상덕	아주대학교

농림축산식품부	성명	소속	직책
	한준희	농업기반과	과장
	박재수	농업기반과	서기관

설계기준
KDS 67 10 15 : 2018

농업용 댐 조사

2018년 04월 24일 발행

농림축산식품부

관련단체 한국농어촌공사
58217 전라남도 나주시 그린로 20(빛가람동 358) 한국농어촌공사
☎ 061-338-5114 E-mail : webmaster@ekr.or.kr
http://www.ekr.or.kr

(작성기관) 한국농공학회
06130 서울시 강남구 테헤란로 7길 22(역삼동 365-4) 과학기술회관 본관 205호
☎ 02-562-3627 E-mail : j6348h@hanmail.net
http://www.ksae.re.kr

국가건설기준센터
10223 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283(대화동)
☎ 031-910-0444 E-mail : kcsc@kict.re.kr
http://www.kcsc.re.kr

※ 이 책의 내용을 무단전재하거나 복제할 경우 저작권법의 규제를 받게 됩니다.

KDS 67 10 20 : 2018

농업용 필댐 설계

2018년 04월 24일 제정
http://www.kcsc.re.kr

농림축산식품부



건설기준 코드 제·개정에 따른 경과 조치

이 코드는 발간 시점부터 이미 시행 중에 있는 설계용역이나 건설공사에 대하여 발주기관의 장이 필요하다고 인정하는 경우 종전에 적용하고 있는 기준을 그대로 사용할 수 있습니다.

건설기준 코드 제·개정 연혁

- 이 기준은 KDS 67 10 20 : 2018 으로 2018년 04월에 제정하였다.
- 이 기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 건설기준 간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.
- 이 기준의 제·개정 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요사항	제·개정 (년. 월)
농업생산기반정비사업 계획설계기준 필댐편	• 농업생산기반정비사업 계획설계기준 필댐편 제정	제정 (1968. 12)
농업생산기반정비사업 계획설계기준 댐편	• 콘크리트댐에 관한 사항을 종합하여 댐편으로 개정	개정 (1982. 12)
농업생산기반정비사업 계획설계기준 콘크리트댐편	• 농업생산기반정비사업 계획설계기준 댐편으로부터 분리하여 콘크리트댐편 제정	제정 (1989. 12)
농업생산기반정비사업 계획설계기준 필댐편	• 농업생산기반정비사업 계획설계기준 필댐편 개정	개정 (2002. 12)
KDS 67 10 20 : 2018	• 국토교통부 고시 제2013-640호의 “건설공사기준 코드체계” 전환에 따른 건설기준을 코드로 정비 • 건설기술진흥법 제44조 및 제44조의 2에 의거하여 중앙건설심의위원회 심의· 의결	제정 (2018. 04)

제 정 : 2018년 04월 24일
개 정 : 년 월 일
심 의 : 중앙건설기술심의위원회
자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회
소관부서 : 농림축산식품부 농업기반과
관련단체(작성기관) : 한국농어촌공사(한국농공학회)

목 차

1. 일반사항 ····· 1
1.1 목적 ····· 1
1.2 적용범위 ····· 1
1.3 참고 기준 ····· 1
1.4 용어의 정의 ····· 1
1.5 기호 정의 ····· 1
1.6 댐 일반 및 형식결정 ····· 1
1.7 친환경설계 및 수변정비 ····· 5
1.8 저수용량 결정 ····· 18
1.9 설계홍수량 결정 ····· 28
2. 조사 및 계획 ····· 43
3. 재료 ····· 43
3.1 축제재료 ····· 43
3.2 토질재료 ····· 44
3.3 필터재료 ····· 48
3.4 사석재료 ····· 50
3.5 차수벽재료 ····· 52
4. 설계 ····· 53
4.1 기초설계 ····· 53
4.2 표준단면설계 ····· 76
4.3 침투수 및 간극수압검토 ····· 92
4.4 안정성 검토 ····· 113
4.5 기계 및 전기설비 ····· 125
4.6 이설 및 진입도로 ····· 166

농업용 필댐 설계

1. 일반사항

1.1 목적

- 내용 없음

1.2 적용범위

- 내용 없음

1.3 참고 기준

(1) 농지개량사업계획 설계기준, 1989 : 콘크리트댐편
(2) 농업생산기반정비사업계획 설계기준, 2002 : 필댐편
(3) 댐 설계기준, 2011

1.4 용어의 정의

(1) 댐높이 : 댐마루의 상류단을 통과하는 연직면과 기초면이 교차하는 최저기초지반의 표고차를 말한다. 기초지반에 지수벽의 저폭이 10 m 이상일 때는 지수벽 직하류의 기초지반을 최저기초지반으로 취한다.
(2) 여유고 : 설계최고수위와 댐마루의 표고차를 말한다. 설계최고수위는 일반적으로 설계홍수위를 말하며, 게이트식 물넘이를 가진 댐에서는 평상시 만수위 또는 홍수조절시 만수위가 설계홍수위보다도 높을 경우는 높은 수위를 취한다. 댐마루에서 덧쌓기 높이는 포함하지 않으며 파라핏(parapet) 높이가 3 m 이상일 경우는 여유고에 포함시킨다.
(3) 댐길이 : 댐마루에서 댐의 종단방향 총길이를 말한다. 양안 접속부의 굴착부분을 포함한다. 댐체에 접속해서 물넘이나 발전소 건물 등이 있을 경우는 이를 포함한 길이로 한다.
(4) 댐부피 : 댐 전체부피를 말하며 상류비탈면의 사석공, 불투수성 블랭킷(blanket), 하류비탈끝의 토드레인(toe drain) 등 제체에 접속된 부분의 인공구조물체적은 모두 포함된다.
(5) 비탈면기울기 : 비탈면의 수평길이와 수직높이의 비를 “할”로 나타낸 것을 말한다. 상·하류 사면의 평균기울기는 댐마루 상(하)류의 비탈머리와 상·하류 비탈끝의 수평차/표고차를 “할”로 나타낸 것을 말한다. 이 때 압성토가 있을 경우는 이를 포함시키며, 불투수성 블랭킷은 제외한다.
(6) 덧쌓기 : 댐을 완성한 시점에서 댐 설계단면을 초과하는 부분을 말한다. 따라서 댐 완성시까지 이미 침하한 부분은 덧쌓기 중에 포함되지 않는다.

1.5 기호의 정의

- 내용 없음

1.6 댐 일반 및 형식결정

1.6.1 댐 일반

(1) 댐높이는 댐기초지반의 최저점과 댐마루의 표고차를 말하며, 여유고는 설계최고수위와 댐마루의 표고차를 취하는 것을 원칙으로 한다. 댐길이는 댐마루에서 종단방향 댐의 총 길이를, 댐부피는 댐 전체 부피를 말하며, 비탈면기울기는 비탈면 수평길이와 수직높이의 비를 말하며, 덧쌓기는 댐을 완성한 시점에서 댐설계단면을 초과하는 부분을 말한다.

(2) 필댐은 단면형상이 크고 저폭이 넓어서 기초에 전해지는 응력이 적고 댐 부근의 천연재료를 이용할 수 있으며, 시공의 기계화율이 높으나 댐체 구성재료가 괴상 또는 입자상의 흙과 돌이므로 침투수에 유의해야 한다.

(3) 필댐은 콘크리트댐보다 단면형상이 크고 저폭이 넓으므로 댐체의 자중과 수압을 폭넓게 기초지반에 전달한다. 따라서 단위면적당 하중이 적고 단단한 암반기초에 비하여 지내력이 적은 풍화암이나 하천퇴적물 위에도 기초지반의 투수성에 대한 처리를 하면 시공할 수 있다. 특히 균일형 필댐은 설계시의 조건이 만족되면 거의 모든 지질의 기초지반에도 시공이 가능하다.

(4) 필댐은 부근에서 구해지는 천연재료를 목적에 따라 이용하여 시공할 수 있으므로 도로의 개수, 보수 등을 포함한 운반비를 고려하면 운반조건이 나쁠 때 유리하다.

(5) 필댐은 재료채취, 싣고 부리기, 운반, 성토 등 각 공정에서 대형기계의 기계화시공이 가능하여 인력이 거의 필요치 않고 또한 재료의 이용 범위가 넓어 시공의 경제성이 높다.

(6) 필댐은 입상재료의 집합체로서 소성체이므로 활동파괴와 토질차수존에서 침투류에 의한 파이핑의 위험이 있고 제체가 침하하며, 유실되기 쉽다.

(7) 댐의 활동에 대한 안전성은 보통 원호활동법으로 검토를 하고있으나 활동면이 직선, 곡선 또는 그 조합의 경우도 있으므로 이들도 고려하여 검토해야 한다.

(8) 균일형이나 존형댐에서 침투류에 의하여 제체 재료가 유출되면 파이핑이 일어나 댐이 파괴되는 경우가 있으므로 구성재료 중에서 특히 미세립의 흙입자가 침투수에 의하여 유동되지 않도록 침투유속을 제한시키거나 적절한 필터를 설치하는 등의 배려를 해야 한다.

(9) 한편 축제재료의 성질이나 시공법에 따라 약간의 차이는 있으나 댐체는 입상체의 집합체이므로 제체의 침하는 피할 수 없다. 따라서 필댐 위에 다른 구조물을 시공하는 것은 좋지 않으므로 물넘이와 기타 수리구조물은 댐본체와 떨어져서 설치한다. 또한 월류 또는 빗물, 파랑 등에 의한 침식에 대하여 약하다. 따라서 댐이 월류되면 흐르는 물에 의하여 재료가 유실되므로 결괴로 이어지므로 홍수량 산정시는 주의해야 하며, 설계홍수량에 대처할 수 있는 물넘이 단면을 결정하고 댐 높이도 충분한 여유를 가지도록 해야

한다.

1.6.2 댐형식 결정

(1) 댐형식은 직접적으로 댐터의 지형, 지질, 기상, 수문, 지진 등의 자연적인 조건과 축제재료의 종류 및 매장량, 교통관계 등 지역적인 조건 및 간접적으로 댐건설 목적, 규모, 공사기간, 기술력, 노동력, 건설장비 등의 조건 등 고려되는 모든 조건을 종합적으로 비교 검토한 후 안전하고 또한 공사비가 저렴한 것을 선정해야 하며, 이는 "KDS 67 10 05 1.2 설계의 기본" 에서 규정하는 사항을 만족시켜야 한다.

1.6.2.1 일반사항

(1) 지형, 지질이 양호한 댐터는 콘크리트댐의 시공이 가능하며, 기초지반이 불량하던가 퇴적층이 깊은 곳에서는 필댐이 유리하다. 일반적으로 댐터의 현상계수(댐길이/댐높이)가 적을 때는 댐부피가 적은 콘크리트댐이 경제적이라 하고 있다. 필댐은 콘크리트댐보다 기초지반의 접지폭이 넓으므로 지반에 작용하는 응력이 적어 지반의 지지력이 적어도 된다. 경제성비교에서 필댐은 전체 공사비에서 차지하는 물넘이 공사비의 비율이 높아질 염려가 있으므로 신중히 검토해야 한다.

1.6.2.2 필댐 형식의 결정

필댐의 각 형식의 특성을 각 항목별로 정리하면 대략 다음과 같으며, 이러한 특성을 충분히 고려하여 필댐의 형식을 결정 한다.

(1) 댐의 높이

① 낮은 댐에서는 어떠한 형식을 취해도 구조상의 문제는 별로 없으나 일반적으로 시공이 간편하고 쉽게 댐체의 지수성을 확보할 수 있으면 단면이 단순한 균일형이 적합하다.

② 댐의 높이가 30 m 이상일 경우는 축제재료의 전단강도, 간극수압 발생 등의 문제가 있으므로 보통 균일형 이외의 형식으로 결정하는 경우가 많으며, 일반적으로 존형이 유리하다.

③ 높은 댐에서는 전단강도가 큰 재료를 사용할 수 있고 아울러 불투수존이 얇고 간극수압 소산이 빠른 것 등의 이유로 토석재료에 의한 존형 필댐이 유리하다.

④ 표면차수벽형은 댐 높이가 높으면 제체의 변형량이 증가하여 차수벽에 끼치는 영향이 크므로 불리하다.

(2) 재료의 성질과 양

① 댐터 부근에서 경제적으로 축제재료를 구할 수 있고 또한 댐 및 물넘이, 기타 부대구조물의 기초굴착에서 얻어진 암석, 자갈, 흙 재료의 선택범위가 광범위할 경우는 존

형이 유리하다. 이 때 안정상 유효하도록 트랜지션이나 록존을 다시 구분하거나 랜덤을 설정하여 재료를 효과적으로 이용할 수 있게 해야 한다.

② 댐터 주위에 세립분이 비교적 많고 함수비가 많은 토질재료가 있는 경우는 쌓아 올리는 속도조절, 배수시설 등의 처리 때문에 균일형이 유리하지만 단면형식은 존형에 준하는 것이 좋다. 또한 이러한 재료를 불투수존에 사용할 때는 자갈이나 깬돌을 혼합하여 재료의 강도와 압축성 및 시공성을 개량하면 높은 존형댐에도 사용할 수 있다.

(3) 지형

① 댐의 양안부가 급경사일 경우는 댐체의 부등침하가 일어나기 쉬우므로 차수존형이나 표면차수벽형은 적합하지 않다. 존형으로 할 경우도 높은 댐에서는 불투수성존의 두께를 충분히 취하거나 재질을 잘 개량하여야 한다.

② 댐 양안부의 원지반 형상에 따라서는 경사차수존형이 투수상 또는 댐부피면에서 유리하나 댐이 높을 때는 경사차수존형은 댐체의 변형이 문제가 되는 경우가 있으므로 주의해야 한다.

(4) 지질

① 기초가 암반이면 어느 형식으로 결정해도 좋으나 변형량이 큰 연암 또는 다공질의 암, 균열이 발달된 암의 경우는 인공재료의 코어형이나 표면차수벽형은 부적합하다.

② 기초가 토질이면 균일형이 가장 적합하며, 사력 등의 투수성기초이면 균일형이나 존형이 적당하고 특히 블랭킷공법으로 할 경우는 경사차수존형이 구조설계상 유리한 경우가 많다.

(5) 기상조건

① 한랭지나 강우가 많은 지방에서는 토질재료의 함수비가 높아서 시공성에 예민하게 영향을 주어 시공가능일수에 많은 제한을 받으므로 토질재료가 많이 필요한 균일형은 불리하다.

② 일반적으로 투수성재료는 기상조건의 영향을 비교적 적게 받으므로 투수단면이 큰 경사차수존형이 강우가 많은 계절에도 차수존 외에는 시공할 수 있으므로 유리하다.

③ 공사기간을 단축해야 할 경우는 불투수성존에 발생하는 간극압을 되도록 빨리 소산시키기 위하여 불투수성존의 두께를 얇게 하고 투수성존의 두께를 크게 하거나 배수시설을 계획할 수 있는 존형이 유리하다.

(6) 저수지의 용도

① 홍수조절용 방재댐이나 양수발전용 등과 같이 공용인 댐의 경우는 수위가 급강하하는 일이 빈번하므로 중심에 차수존이 있는 존형이나 표면차수벽형이 유리하다.

1.6.2.3 댐형식 결정시 대안비교 방법

전술한 댐형식 결정시의 고려사항을 유의하여 답사 및 기본조사 자료를 가지고 일반적으로 다음과 같은 사항을 비교 검토한다.

(1) 댐 기초지반

① 토질 및 지질조사 자료를 이용하여 토질과 암질(강도), 암반의 분포상태, 단층 및 파쇄대유무 등을 검토한다. 필댐의 경우는 기초지반의 반력이 콘크리트댐보다 적어서 일반적으로 기초지반의 건조밀도가 다짐한 성토의 건조밀도 이상이면 기초지반으로서 양호하다고 볼 수 있다.

(2) 재료 구득

① 필댐의 경우는 일반적으로 댐 예정지 부근에서 성토재료를 쉽게 구할 수 있으나 자연환경보호지구로 되어있는 경우는 문제점이 있으므로 취토장을 먼 곳에 선정해야만 하는 경우도 있다.

(3) 댐 형식

① 주변에서 양질의 점토와 포토재료를 쉽게 구할 수 있으면 존형 어스필댐이 유리하고 주변에서 사력재료를 쉽게 구할 수 있는 경우는 록필댐이 유리하다.

(4) 수몰지 조건

① 댐위치에 따른 수몰지의 농경지매수, 이설도로, 이주민 및 민원 대책 등을 검토한다.

(5) 종합검토

① 전술한 바에 따라 댐형식이 필댐과 콘크리트댐 두 종류가 제안되었을 때는 환경영향평가 결과와 함께 종합적으로 검토하여 댐형식을 채택한다.

1.7 친환경설계 및 수변정비

(1) 갈수기에 적절한 하천유지용수를 댐에서 공급하여 댐 하류하천의 건천화를 방지하고 정상적인 하천환경과 생태계가 유지되도록 하여야 한다. 댐 건설 시에는 자연훼손을 최소화하고 자원활용을 최대화하는 개발방법을 선정하여야 한다. 댐 건설 후에는 자연환경과 인공구조물이 조화를 이루는 친수·녹지 공간을 조성하여 주민들이 쉽게 접근하여 활동함으로서 삶의 질을 향상할 수 있도록 한다. 갈수기에도 적절한 하천유지용수를 댐에서 공급할 수 있도록 저수용량 설계시 이를 고려하고, 환경친화적 설계와 관리로 지속 가능한 농업용수 개발과 관리가 되어야 한다.

(2) 물 사용량의 증가로 많은 지역에서 과도한 하천취수로 인하여 하류하천 유량이 상류보

다 줄고 있으며, 저수지와 지하수 수위는 현저히 감소하고 있다. 유역에서 배출되는 오염물질의 부적절한 처리로 인하여 하천과 저수지 수질은 오염되고, 수생 생태계는 심각하게 위협받고 있다. 식량증산은 품종개량, 화학비료와 농약 투입과 함께 관개시설의 활성화에 기인한 바 크다. 따라서, 물 수요량에 대응하는 공급량의 부족으로 신규 수자원 개발이 불가피할 것으로 추정하고 있다. 물 부족이 예상되는 상황에서 어떻게 환경친화적 설계와 관리로 지속 가능한 농업용수의 개발과 관리가 절실히 요구되고 있다.

1.7.1 기본개념

(1) 저수지 설치 시 자연경관과 주요 생태계에의 영향을 최소화와 저수지의 수질관리에 필요한 조사를 통하여 환경보전계획을 검토한다.

(2) 저수지 유역의 환경보전을 기초로 지역주민과 인근 도시민의 휴식, 리크레이션, 자녀교육의 장소 제공을 위한 친수·녹지공간조성 방안에 대해서도 검토한다.

(3) 농촌용수개발사업 추진이 환경에 미치는 영향을 최소화하고 관련시설물 및 공간이 주민생활에 활용될 수 있도록 최선의 개발전략과 대안을 마련하고 지역주민 및 관련기관의 의견을 최대한 수렴한다.

(4) 친환경적 댐·저수지설계는 농촌지역의 생활·농업·공업·환경용수 등을 확보하는 동시에 자연환경과 인간 활동이 조화를 이루는 지속 가능한 개발을 하여 농업의 공익기능을 최대한 살리면서 환경보전과 개발이 조화를 이루도록 한다. 수질개선, 생태계보전, 문화재보호 방안 등에 대해서는 관련분야 전문기관 및 전문가의 의견 수렴과 더불어 도움을 받을 수도 있다. 이를 위해서는 조사단계별로 다음의 환경조사를 실시하여 설계에 반영하여야 한다.

1.7.2 댐이 환경에 미치는 영향

(1) 댐·저수지 기능의 긍정적 효과를 극대화하고 부정적 환경영향을 최소화하는 노력이 필요하다. 댐·저수지 건설은 생활·공업·농업용수공급, 수력발전, 내륙운하, 홍수피해경감, 갈수량 증대, 위락시설 등 긍정적인 개발효과가 큰 반면, 환경에 미치는 부정적 영향도 있게 마련이다. 댐이 환경에 미치는 영향은 물리적 영향, 생화학적 영향 및 인간에 미치는 영향에 대한 대책을 수립해야 한다. 이러한 부정적인 생물학적 영향에도 불구하고 저수지는 보다 큰 긍정적인 효과가 있기 때문에 물 관리 기술자는 생물학자들과 협력하여 부정적 영향을 극복해야 한다.

(2) 건설기간 중에는 대규모 토공작업에 따라 주위에 교통장애가 야기되고 소음과 먼지, 하천수질오염이 발생되므로 이를 최소화할 수 있는 현장에 적합한 사전조치를 취해야 한다.

(3) 건설 후에는 문화유적지 수몰, 저수지 수변 포락과 산사태 발생, 저수위변화, 퇴적물, 부영양화발생, 냉해피해, 지하수위 및 지하수량 변화, 하류하천 및 저수지의 유황변화 및 위락시설에 의한 오염 등이 우려되며 이를 최소화할 수 있는 조치를 취해야 한다.

1.7.3 댐형식과 친환경적 설계

(1) 댐 형식은 안전성, 경제성, 환경친화성을 고려하여 적합한 형식을 선정한다. 자연훼손을 최소화하고 주변경관에 잘 어울려야 한다.

(2) 댐 형식은 댐터의 지형, 지질, 기상 및 수문, 축제재료의 종류 및 매립량 등의 자연조건과 댐의 이용목적, 규모, 공사기간 등을 종합적으로 검토하여야 하며, 자연훼손을 최소화하고 주변경관에 잘 어울리도록 선정한다.

1.7.4 유역변경 댐건설이 환경에 미치는 영향

(1) 수자원의 급증과 지역적 불균형으로 수자원이 풍부한 지역의 남는 물을 부족한 지역으로 분배하는 유역변경에 의한 이수광역화 사업이 필요하다. 다만, 기본적으로 현재 시스템으로 이용가능한 수자원 효율을 높여야 한다. 또한 물류유통, 관광, 자연환경과 사회문제까지 종합적으로 평가해야 한다. 최근 유역변경에 의한 이수광역화 사업에 대한 관심과 구체적 계획이 확대되고 있다. 그러나, 유역변경에 의한 수자원개발에 앞서 현재 시스템으로 이용 가능한 수자원의 효율을 제고하는 것이 기본이다.

(2) 유역변경 댐 건설의 필요성: 유역변경 댐에 의한 수자원개발에 앞서 현재 시스템으로 이용 가능한 수자원의 효율을 제고하는 것이 가장 중요하다. 즉 물 사용기술의 개선과 물을 적게 쓰는 산업으로의 대체, 절수와 자체 유역 내에 저수지 건설에 의한 현지 수자원 공급량 증대 등 수자원을 가장 효율적으로 이용한 뒤에 최종대안으로 유역변경에 의한 수자원개발로 효율적인 지역적 재분배를 계획하여야 한다. 또한 물류유통, 관광, 자연환경과 사회적 문제까지 종합적으로 평가해야 한다. 우리 나라에서도 수자원 수요-공급의 지역적 불균형으로 유역변경에 의한 댐건설의 필요성이 점점 증대하고 있다. 섬진강 섬진댐에서 동진강으로 농업용수공급, 낙동강 영천댐에서 형산강으로 공업용수, 한강 도암댐에서 남대천으로 발전용수, 섬진강 주암댐에서 영산강으로 생활용수, 금강 용담댐에서 만경강으로 생공용수를 공급하는 것은 대표적인 유역변경에 의한 수자원개발이다.

(3) 유역변경 댐 건설의 고려사항: 대규모 유역변경 댐 건설에 고려해야할 사항에는 기술적, 사회·경제적, 법적·정치적 및 환경보전적 측면 등 네 가지 측면이 있다.

(4) 기술적 측면은 사업을 수행하고 운영을 관리하는 것이 목적인 반면, 사회경제적 측면과 환경보전적 측면은 사회의 순이익을 극대화시키는 것과 환경의 최적조건을 보전하는 것으로 자연파괴의 최소화를 목적으로 하기 때문에 개발을 억제하는 기능이 있다. 기술적 측면이 강조되다가 경제성을 검토하게 되었고, 뒤이어 환경을 고려하게 되었다. 경제적 효율은 대단히 중요한 사업의 판단기준이 되며 Howe & Easter의 관계식에 환경에 미치는 제반영향(대기, 수질, 소음 등)을 환경비용(EC)으로 나타내면 다음식과 같다.

$$(DB_m+SB_m) + (DB_t + SB_t) > (DC_x + SC_x) + SC_c + TC + EC$$

$$TC + [(DC_x + SC_x) - (DB_t + SB_t)] < TC_a + EC_a$$

여기서, $DB_m + SB_m$: 물을 받는 지역의 직·간접이익,
$DC_x + SC_x$: 물을 보내는 지역의 직·간접손해,
$DB_t + SB_t$: 통과지역 직·간접이익,
SC_c : 경쟁적 지역의 간접손해,
TC : 현재안 총비용, TC_a : 최선안 총비용, EC : 환경비용

그러나 환경비용을 금액으로 환산하는 것은 대단히 어려운 문제이지만 평가해야 한다.

(5) 대규모 유역변경 댐 건설사업은 경제성만으로 평가할 수 없고 종합적으로 평가해야 한다. 평가방법은 정형화된 것도 없고 전문가 평가, 모의발생게임, 최적화 모형, 모의발생 모형 중에서 어느 방법을 선택할 것인가도 문제이다. 우리 나라는 수자원개발에 앞서 경제성 분석으로 사업의 타당성을 평가하였으나 1982년부터는 환경보전법에 따라 환경에 미치는 영향도 평가하도록 규정하고 있다.

(6) 수리권은 하천유량을 배타적, 독점적으로 사용하는 권리를 뜻하는 것으로 하천의 자연유량은 강우와 기후에 따라 변화한다. 유역변경에 의한 댐 건설에 앞서 지역적, 국가적, 국제적 측면과 법적, 정치적 측면에서 수리권에 대한 검토가 반드시 이루어져야 한다.

(7) 미기상, 대기, 기상변화의 가능성, 특히, 증발량 증가와 안개발생 증가도 검토해야 한다. 유역변경 댐 건설은 재활용이 가능한 자연자원과 인간의 보건위생에 미치는 영향도 검토되어야 한다.

(8) 환경에 미치는 영향 : 유역변경에 의한 댐 건설이 환경에 미치는 영향에는 수문학적 변화, 유기물오염, 토양, 침식과 퇴적, 생태계 변화, 보건위생 등이 있다. 주무 중앙행정부서는 환경영향평가(EIA) 초안을 작성해야 한다. 이 초안은 관련 부서와 공공기관 및 시민단체의 의견을 종합하기 위하여 공람한 뒤, 의견을 종합한 개선안을 각 기관에 회신해 주어야 한다. 적극적으로 악영향을 경감할 수 있는 대책의 제시, 개발방향의 전환, 또는 사업중단 등을 포함할 수 있다. 합리적인 환경영향평가를 위해서 반복적, 공개적으로 시민이 참여하는 개념도입이 필요하다. 이는 사업수행자로 위임받은 기술전문가들에 의하여 계획된 사업내용이 시민의 관심을 반영할 수 없기 때문이다. 또한 문제점 제시, 대비안 작성, 영향평가, 사업순위 결정 등 전통적인 4단계를 반복적으로 추진하며 각 단계별로 진행과정에 따라 상호보완적으로 추진하는 것이 바람직하다.

1.7.5 수변정비의 기본개념

(1) 지역주민 및 인접 도시민의 휴식·여가공간 및 자녀 교육의 장소로 활용할 수 있는 저수지 주변정비를 지형, 공간이용 및 토지이용을 고려 하여 시설물 및 공간조성 계획을 검토한다.

(2) 교육적·휴식 및 리크레이션 목적의 접근이 양호한 지역, 생태적 환경이 잘 보전되어 있고 물을 포함한 다양한 서식환경을 지닌 지역, 자연환경이 파괴되어 복원이 필요한 지역 등 입지조건을 고려해야 한다. 사회적 가치관의 변화에 따라 지금까지 방치되었던 저수지 수변(水邊)을 물과 숲이 있는 아름다운 자연환경을 보전, 정비하여 지역주민과 도시민에게 휴식공간을 제공하도록 저수지의 친수기능을 강화해야 한다.

1.7.6 저수지 주변정비

1.7.6.1 지형에 따른 지역구분

(1) 산림계곡

① 산림생태계와 계곡생태계를 이해하고 표고와 사면에 따른 다양한 임상구조에 관한 자연학습을 할 수 있다.

② 산림 · 계곡보존지역, 관찰지역, 인공서식환경시설지구 등을 포함한다.

③ 다양한 학습공간을 제공함과 동시에 심신단련을 통한 정신적 건강을 위해 시설지구(삼림욕 등)의 도입이 가능하다.

(2) 초 지

① 산림과 저수지를 연결하는 추이대로서 다양한 동·식물이 서식할 수 있는 환경을 조성하고 생태적으로 자연천이가 되는 과정을 학습을 할 수 있다.

(3) 담수지

① 저수지로 유입되는 하천의 하류지역에 조성되는 것으로, 자연자원을 보전하고 이용하여 식생구조 및 식물관찰을 목적으로 하여 점이지대로서의 중요성을 일깨워주는 공간을 조성한다.

② 수공간의 형태에 따라 특징지어지는 생태적 특성과 육지와 연결되는 점이대의 공간으로 다양한 생물서식환경을 이해하고 체계적 공간별 학습을 할 수 있다.

1.7.6.2 공간이용에 따른 지역 구분

공간이용정도에 따라 자유허용, 제한허용, 절대보전 지역으로 구분한다.

(1) 자유허용지역

① 인공시설물 위주의 공간으로 생태공원의 중심역할을 담당하며 관찰동선의 출발점 및 도착지의 역할을 한다.

② 방문객센터(visitor center)나 광장을 두어 쉽게 접근할 수 있도록 하며 관리 및 실내학습의 공간 등이 도입될 수 있다.

③ 이벤트 공간을 통한 리크레이션 지구 등으로 자연과 친근감을 가질 수 있는 공간

(2) 제한허용지역

① 초지, 산림, 연못, 습지 등의 자연학습 공간으로 관찰로를 따라 안내원의 지시에 따라 소그룹별로 관찰 및 체험을 할 수 있는 지역

② 다양한 소생물권(biotope)을 조성하여 종 다양성을 촉진시키고 생태적 안정화를 꾀할 수 있는 지역

(3) 절대보전지역

① 서식처보호지역으로써 기존 수변이 낮고 갈대 등 서식환경이 잘 조성되어 있으며, 은신처의 조건이 충족되어 있는 장소로서 인간의 간섭을 배제할 수 있는 지역

② 관리를 위한 출입을 제외하고는 일체의 접근을 할 수 없도록 한다.

1.7.6.3 토지이용에 따른 지역구분

전체 토지이용계획을 살펴보면 기존 저수지설계의 기능적인 설계보다는 환경친화적 측면을 고려하여 간섭(활동)정도와 공간이용의 정도에 따라 자유허용지역, 제한허용지역, 절대보전지역으로 구분한다. 그리고 지형단면에 따라 산림계곡, 초지, 담수습지로 구분하여 저수지의 생태적인 특성을 잘 나타낼 수 있도록 기본적인 토지이용 계획기준을 설정한다. 이를 바탕으로 생태공원에 도입될 수 있는 활동유형들을 수용할 수 있도록 공간을 세분한다.

(1) 자유허용지역

① 자유허용지역에는 인간활동의 중심역할을 하는 공간과 인공시설물위주의 공간으로 관리시설지구, 편익시설지구, 리크레이션지구, 휴식 및 여가지구 등 토지이용이 가능하다.

(2) 제한허용지역

① 제한허용지역에는 인간의 활동이 이루어지기는 하나 환경에의 영향이 적은 관찰·학습지구, 연구시설지구 등의 토지이용이 가능하다. 관찰·학습지구는 저수지의 생태적인 특성을 지형단면에 따라 구분하여 관찰할 수 있도록 습지지구, 초지지구, 산림지구로 구분한다.

(3) 절대보전지역

① 절대보전지역은 동식물의 서식환경이 조성되어 생태적인 가치가 높은 공간으로 야생조류보전지구, 서식처보전지구 등의 생태기반시설지구의 토지이용이 가능하다.

(4) 친수·녹지공간 정비

① 저수지 수면은 매력적인 경관요소이며 주변 수림과 더불어 인근 주민의 휴식 및 관광목적으로 활용할 수 있는 가능성이 크다. 환경친화적 관점에서 환경교육, 휴식, 오락적 기능을 수용하기 위해 저수지 설계에 생태공원의 개념을 근거로 하는 친수·녹지공간 조성을 검토한다.

② 저수지는 유역의 홍수조절, 농업생산을 위한 관개, 휴양과 휴식 및 생태적 기능을 갖고 있으면서, 독특한 경관을 유지하고 있다.

③ 저수지 수변 친수·녹지공간 정비에는 생태공원조성, 저수지수면 활용시설 및 녹색공간 조성 등이 있다. 이러한 저수지 친수·녹지공간 정비를 계획하는데는 단계별로 적절한 동선체계에 따라 수립하는 것이 중요하다.

(5) 생태공원조성

① 생태공원은 자연의 생태적 원칙과 지역의 자연적, 역사적 특성에 입각하여 자연지역과 유사한 야생동식물의 서식처를 제공하고 생태적 과정이 일어나게 함으로써 자연생태계의 보전 및 복원, 생태적 순환과정의 회복, 그리고 자연관찰 및 교육의 기회를 제공하기 위하여 조성되는 공원이라 할 수 있다. 이러한 생태공원의 입지조건으로 고려되어야 할 사항들은 다음과 같다.

가. 생태환경이 잘 보전되고 물을 포함한 다양한 서식환경을 지닌 지역
㉮ 특정한 생태환경이 잘 보전되어 생태공원으로서 잠재력이 높은 지역
㉯ 저수지나 하천과 같이 물을 포함해 수변생태계와 육상생태계의 특징을 잘 보여주는 지역
나. 자연환경이 파괴되어 복원이 필요한 지역
㉮ 도시화의 확장으로 파괴되어 가는 지역의 보호와 회복이 필요한 지역
㉯ 방치된 지역과 이전의 기능이 상실된 지역
㉰ Green network의 거점으로서 인공적으로 조성하는 경우
다. 접근성이 확보되어 교육적 · 오락적 목적의 접근이 가능한 곳 등이다.
㉮ 저수지의 물은 수면으로써의 매력적인 경관요소일 뿐 아니라, 저수지 물과 유입하천, 수위변동으로 인한 습지, 수변, 주변의 산림, 농지, 초지 등의 자연환경요소는 수중생태계와 육상생태계가 만나는 곳으로서 다양한 서식환경을 조성하게 된다.
㉯ 생태공원의 역할에는 생물다양성 증대에 기여, 생태적 순환과정 확립, 생태학습공간의 제공, 생태네트워크 거점 등에 있다.
㉰ 저수지는 생태공원의 역할과 기능에 대한 양호한 입지조건을 갖추고 있으며, 그 잠재력이 매우 높다. 따라서, 생태공원의 입지조건 및 역할을 충분히 이해하고 저수지 설계시 생태공원의 개념을 근거로 친수 및 녹지공간 조성방안을 적극적으로 검토하여야 한다.

1.7.6.4 저수지 수면 활용시설 및 녹색공간 조성

(1) 저수지 수면 유지용수
① 지역자원을 유효하게 이용하기 위하여 저수지를 관광자원으로 이용하려는 것은 당연하고, 커다란 사회적 요청이 되고 있다. 농업수리시설을 관광시설로 이용하는 것은 농어촌정비법에 기초한 규정에 따라 가능하다.
② 농업기반공사 재산의 타목적 사용 및 수익사업이 가능하지만, 이 경우에는 재산 본래 용도와 목적을 방해하지 않는 범위내에서 농수산부장관의 승인을 얻게되어 있다. 타목적으로 사용하여 얻은 수입은 관리수탁자에게 귀속한다.
③ 저수지 수면을 관광자원으로 이용하려면 원래의 저수지 목적인 관개용수와 농촌관광용수 사이에 저수지 수위와 수질에 대한 조정이 필요하다.

1.7.6.5 저수위의 원활한 조정과 유지

(1) 관광을 위한 저수위 유지측면에서만 보면 가급적 저수위를 높게 유지하기를 바라지만, 관개용수측면에서는 필요한 용수를 자유롭게 방류하기를 바란다. 관광사업자와의 계약서에는 농업수리 우선 원칙이 명기되어야 한다. 그러나, 관개용수측에서도 관광지 존재는 경제적 이득이 있으므로, 관광에 협조하기 위하여 농업용수 사용을 가급적 줄이려는 경향이 있게 된다. 관개저수지는 10년 빈도 갈수를 대상으로 계획된 경우가 많

아 평균 10년에 1번은 댐 바닥이 드러나게 된다. 따라서, 매년 수위가 매우 낮아지는 저수지는 관광이용의 대상으로 적합하지 않고, 도시화에 따라 관개면적이 상당히 감소한 도시근교지구에서나, 자기 유역외에 별도의 간접유역이 있어 그곳으로부터 풍부한 유입량을 기대할 수 있는 도시 근교지구에서는 관광이용의 대상으로 좋은 조건을 가지게 된다. 또는, 관광 성수기 (4월~11월) 에 수위가 낮을 때에는 주위에 관정을 설치하여 지하수를 양수하여 저수지에 유입시킬 수도 있다. 보트 승선장은 지형에 따라 차이는 있지만 보통 저수위가 3m 이상 낮아지면 승선에 문제가 있고, 양어의 경우에는 수위가 급격히 저하하거나 댐이 바닥이 드러나는 경우는 피해야 한다.

1.7.6.5 저수지의 수질 보전

(1) 관광지가 되면 사람이 많이 모이게 되어 적절한 대책을 세우지 않으면 수질은 나빠진다. 여기에 관해서도, 관광측과 조합간에 계약에서 엄격히 규정되어야 한다. 많은 경우에, 식당에서의 배수는 별도로 정화하여 하천으로 방류하던가, 토양식 처리방법으로 지하에 침투시키던가 한다. 이 경우에도 간접유역에서 유입량이 많으면, 저수지의 물의 회전수가 많은 경우에는 수온이 상승하는 것을 억제하기도 하므로 좋은 조건이 된다. 한편, 여름에 수위가 낮아지면 수온이 상승하고 이끼와 프랑크톤이 번성하여 수질이 악화된다.

1.7.6.6 저수지 수변 활용 레저시설

(1) 여가활동은 정신과 마음에 활력을 재충전하는 행락형과 몸과 신체를 단련하는 스포츠형으로 구분할 수 있으나 보통 둘을 동시에 충족할 수 있는 방법을 모색하게 된다. 이러한 욕망은 자연스럽게 산이 있고 물이 있는 대자연 찾게 되며, 이처럼 산이 있고 물이 있는 곳이 농업용 저수지이다. 농업용 저수지를 활용하여 “레저” 시설을 설치하므로서 국민정서에 부합하고 국토의 균형발전을 도모하며 증가되는 여가활동을 건전하게 유도할 수 있다. 농업용 저수지를 활용할 수 있는 수상 레저시설로는 수영장, 스피드 보트 및 수상스키장, 조정, 윈드써핑 및 수상골프연습장 등이 있다.

1.7.6.7 동선체계

(1) 이러한 저수지 친수·녹지공간 정비를 계획하는데는 적절한 동선체계에 따라 수립하는 것이 중요하다.

1.7.6.8 동선별 계획

(1) 저수지 설계에 생태공원의 개념을 도입하려면, 차량진입 허용정도를 최소화하고 동선체계를 3단계로 계층화하는 원칙을 설정한다. 전체적인 동선체계를 주동선, 보조동선 및 관찰로, 차량동선 및 서비스도로 나누며, 계획 대상지 내에서는 보행동선을 위주로 한다. 차량동선 및 서비스도로는 방문객센터가 위치한 편익시설지구까지만 진입을 허

용하고, 비상차량을 위한 동선은 보행로를 이용하는 것으로 한다. 주동선은 각 지구의 중심부를 연결하는 보행로 및 자전거로로 구성되며, 보조동선 및 관찰로는 대상지 내의 자연에 대한 흥미유발과 동시에 자연현상에 대한 이해와 경험을 돕고, 교육적 효과를 얻고자 하는 목적으로 주관찰로, 보조관찰로, 습지 관찰로로 구성된다.

1.7.6.9 동선체계의 유형

(1) 순환형

① 주 출입구를 중심으로 자전거 동선과 보행동선이 저수지를 순환하면서 각 공간단위를 루프형식으로 연결하는 형식이다.

② 평지형 저수지와 같이 주변을 순환할 수 있는 공간이 있는 저수지에 유리하다

③ 저수지 주변을 모두 관찰할 수 있는 장점이 있으나, 저수지 주변이 모두 인간의 행위에 노출된다는 단점이 있다.

(2) 부분순환형

① 순환할 수 없는 지역이 있는 경우, 이를 제외한 공간을 순환하면서 각 공간단위를 연결하는 형식이다.

② 계곡형 저수지와 같이 주변일부가 급경사지나 절벽과 같이 접근이 불가능한 지역이 존재하거나, 절대적으로 보존해야할 지역이 있는 경우에 적용할 수 있다.

③ 접근가능한 지역이 동선을 순환시킬 만한 공간이 충분할 때 적용할 수 있는 유형이다.

(3) 비순환형

① 순환할 수 없는 지역이 있는 경우, 이를 제외한 공간을 선형으로 연결하는 형식이다.

② 저수지 주변 일부가 급경사지나 절벽과 같이 접근이 불가능한 지역이 존재하거나, 절대적으로 보존해야 할 지역이 있는 경우에 적용할 수 있다.

③ 접근가능한 지역이 동선을 순환시킬만한 공간이 부족할 때 적용된다.

1.7.6.10 호안 정비

(1) 저수지 호안은 육지생태계와 담수생태계가 만나는 전이지대로 다양한 생물서식처를 제공하는 공간이므로 육지생태계와 담수생태계의 단절을 방지하기 위하여 자연생태계를 고려한 호안정비방안을 검토한다.

(2) 저수지 호안을 생태적으로 건강하고, 자연경관과의 조화롭고, 주민의 여가·교육공간으로의 활용성을 높일 수 있도록 호안을 정비해야 한다. 호안 정비공법은 생태적으로 중요한 역할을 담당하는 저수호안을 생태적으로 재생시키고자 하는 것이다.

(3) 국토의 도시화에 따라 토지이용이 증대되고 하천 유역에서의 생산 활동이 증대되면서 하천은 이수. 치수 기능만을 고려한 배수로 기능을 담당하는 하천이 되어왔다. 생태공학을 이용한 호안처리기법은 스스로를 보호하는 자생력을 이용하게 된다. 일단 식생의 안정화가 구축되면 식생은 자기 유지가 가능하다. 살아있는 식물들이 홍수나 유사퇴적

에 의한 상태의 변화와 같은 외부의 힘에 의해 충격을 받았을 때 식물들은 재생과 적응이 쉽다.

1.7.6.11 호안(갈수위와 홍수위 사이)사면의 식생 처리

(1) 저수지 갈수위와 홍수위 사이의 호안사면과 하천의 저수지 유입부의 하천수위변동과 수면에서 이는 파도에 의해 사면에서 발생하는 침식을 방지하고 주변 환경과 조화를 이루며 경관적으로 바람직한 식생에 의한 사면처리 방법의 설계요소를 고려하여야 한다.

① 식재 대상지역은 경관적으로 민감한 돌출부위와 생태서식공간을 우선 검토한다.
② 수종 선정시 유지관리가 용이하고 자연환경에 적응 가능한 수종을 선정한다.
③ 저수지 주변의 토양분포 및 사면경사를 고려한다.
④ 토양환경의 변화시 인위적 에너지 투입량 최소화한다.
⑤ 주변의 식생과 식재 목적을 고려한다.
⑥ 인간의 이용에 따른 인위적 간섭작용을 고려한다.

1.7.6.12 수변지구(갈수위에서 평수위의 완만한 경사지)의 식재계획 및 설계

(1) 저수지의 하단부에는 댐구조물과 여수로가 위치하고 상단부에는 유입하천이 있다. 그리고 저수지 주변으로는 일반적으로 담수지, 초지 또는 농지, 산림지가 단계적으로 나타난다. 따라서 이러한 토지피복상태를 고려하고 경관생태학적 원리를 도입하여 식재계획을 수립하고 설계한다.

① 저수지의 식생 구조를 고려하여 단계별로 구분하여 설계한다.
② 관찰데크를 따라 다양한 식물의 관찰과 경관을 고려하여 식재한다.
③ 생태학적 추이대로 다양한 생물이 서식할 수 있도록 설계한다.
④ 습기가 많은 곳에서 잘 자랄 수 있는 식물재료를 택한다.
⑤ 수생식물을 이앙하지 않아도 자연적으로 수생식물이 번식하도록 유도한다.
⑥ 비오톱(biotope)이 형성되면 이에 적응할 수 있는 동 · 식물이 자생하게 되므로 처음부터 지나친 경관용 식재를 피한다.
⑦ 침식 위험이 있을 때에는 토목용재료(무생명재료)를 혼합하여 침식에 의한 피해를 가능한 한 최소화한다.
⑧ 수역을 정비할 때는 수변선에 다양한 변화를 주어 급경사지, 완경사지, 돌출부분, 섬 등을 조성하고 특성을 살릴 수 있도록 식재하여 생물상이 풍부하게 한다.

1.7.6.13 진입 및 이설도로

(1) 저수지의 진입 및 이설도로 건설에 따른 저수지 수변과 인접 지역으로의 동물이동 단

절 방지 및 서식지 훼손의 최소화 방안을 노선 선정시 충분히 검토하여야 한다.

(2) 진입 및 이설도로 사면의 녹화 및 생태이동통로의 계획과 설계에는 도로의 안정성, 지형조건 및 경제성 등을 고려하여 동물(양서류 포함)의 이동통로 설치, 서식처 보호시설 설치를 검토하여야 한다.

1.7.6.14 진입 및 이설도로 사면의 녹화계획 및 설계

(1) 저수지 이설도로 건설에 따른 사면은 토양이나 암반이 그대로 노출됨으로 인해 시각적으로 부정적 영향을 줄 뿐만 아니라 붕괴 등의 위험이 상존하므로 사면안정시설과 함께 주위경관과의 조화를 이룰 수 있는 자연재료를 활용한 사면보호 녹화공법을 적용한다.

1.7.6.15 진입 및 이설도로의 생태이동통로 계획 및 설계

(1) 주변지역에 대한 충실한 생물상 조사를 통하여 생물종, 서식공간의 위치와 이동경로 등을 파악하여 도로가 이들 공간을 우회하거나 불가피할 경우에는 동물들의 이동통로를 확보해주어야 한다.

가. 생태이동통로의 위치 선정

㉮ 대상 동물을 선정하고 주요 이동경로를 파악한다.

㉯ 대상동물의 서식 특성, 범위, 산란 및 번식 패턴을 고려한다.

나. 이동통로 형식 선정

㉮ 양서류를 위한 이동통로의 경우 도로 개설에 따른 배수 목적으로 설치된 구조를 이용한다. 특히, 저수지 주변의 경우 양서류에게 양호한 서식 조건을 갖추고 있으므로 도로 개설에 따라 고립된 서식지를 배수로를 이용한 생태통로를 조성하여 연계시킨다.

㉯ 야생동물로 하여금 다른 서식지로의 이동을 도와준다. 따라서 저수지 주변에 공원을 조성함에 있어 저수지 주변 도로의 개설로 인하여 야생동물의 서식처가 나뉘게 될 때에 이러한 생태교량을 조성한다.

㉰ 생태터널은 도로의 하단부에 설치하는 유형으로 교량에 비하여 규모가 작으며 적은 비용으로 많은 장소에 설치가 가능한 장점이 있다. 생태이동통로를 조성함에 있어 저수지 주변 도로에 지형적 여건상 생태교량을 설치할 수 없는 경우나 소형동물의 이동을 위한 경우에는 생태터널을 조성한다.

㉱ 생태이동 통로의 규모는 박스의 경우에는 가로, 세로 크기가 각각 4.27m 이상을 권고하고 있으며, 육교, 터널 등의 경우 폭에 대하여는 명시적인 자료가 없으나 하천변 및 저수지 주변의 수변식생을 야생동물 이동 통로로 이 용 할 경우 약 15m 정도의 폭이면 될 것으로 본다.

㉲ 노루 및 멧돼지의 경우 도로 주변에 설치된 가드레일에 의해서 이동의 제한을 받는 것이 관찰되는데, 자동차 통행안전에 지장이 없는 경우에 가드레일 1개 정도만 제거해도 대형동물이 이동할 수 있다.

1.7.7 하류하천정비

(1) 댐·저수지로 인하여 하류하천유황이 감소될 가능성을 신중히 검토 하여야 한다. 특히 건기에도 어류와 야생동물이 생존에 필요한 수심과 유량이 확보되고 수질이 보전되도록 환경용수량을 공급하고 하상과 하안을 정비하여야 한다.

(2) 하천유지유량 크기에 따라서 소수력 발전을 실시하는 것이 바람직하며, 이 때 하천경관을 개선하여 주민의 정서를 함양할 수 있도록 하류하천의 친수공간확보를 위한 친수용수량을 동시에 검토하여 환경용수량을 결정한다.

(3) 하천이 갖는 치수기능과 환경기능은 어느 정도 상반된 면을 가지고 있다. 하천생태계, 경관 및 친수성 등 하천환경 요소들은 하상과 하안 재료에 따라 상당한 영향을 받으므로 저수지 하류하천정비에는 목적에 따라 다양한 재료가 선택되도록 하도 및 지역특성 등을 충분히 반영한다. 하천생태계, 경관, 친수성 등 하천환경 요소들을 보전하고 향상시키며 홍수기에도 유실되지 않도록 최적 재료를 비교 검토한 후 선택하여 적용하거나 재료의 조합도 바람직하다.

(4) 중규모 관개저수지 설계 또는 관리에 하류하천의 건천화를 방지하여 하천생태계를 유지하기 위하여 하천유지용수를 공급하는 방안을 강구해야 한다.

1.7.7.1 하천유지용수의 공급

(1) 일반

① 댐·저수지 하류하천의 기능이 유지될 수 있도록 최소의 하천유지용수를 댐에서 공급하는 것을 보장하여야 한다.

② 갈수기에 하류측 하천의 기능이 유지될 수 있도록 기득수리권에 대한 책임방류를 보장하도록 되어있다.

③ 하천유지용수는 주요지점에서 유수(流水)의 정상적 기능 및 상태를 유지하기 위하여 필요한 유량이며 평균 갈수량과 환경보존 유량 중에서 큰 값으로 산정한다. 여기서 평균 갈수량이란 자연상태의 하천에서 갈수 시에도 흘렀다고 볼 수 있는 유량으로 하천의 건천화 방지 등 자연하천이 갖고 있는 최소한의 기능을 수행하도록 하류에 흐르게 보장해 주어야 할 유량을 의미한다. 또한 환경보존유량이란 주운, 하천관리시설의 보호, 수질보존, 어업, 하구폐쇄의 방지, 지하수위의 유지, 동식물의 보호, 경관의 기능을 종합적으로 고려하여 하천환경보전을 위하여 설정하여야 할 유량을 말한다. 또한, 하천의 경관을 개선하고 시민정서 함양을 위한 소하천 환경용수 공급도 친수공간 확보차원에서의 하천유지용수로 취급할 수 있다.

④ 하천유지용수는 다음 사항을 고려하여 보장되어야 하며 그 수량은 댐 건설로 인하여 감소평가 되어서는 안된다.

가. 댐지점 하류에서 유수를 점용하고 있는 수리기득권으로 취수시기나 취수량이 건설부 등 관계기관의 허가를 받았거나

나. 하천의 어족을 보호하는데 필요한 최소소요수량, 유속 및 수질
다. 주운, 위락 또는 경관을 해치지 않을 정도의 수심 및 유량
라. 오염희석이나 염해방지 또는 하구 폐색(閉塞)을 막는데 필요한 수량
마. 하천 양안의 지하수위 유지라든가 하천시설물이 피해를 받지 않도록 필요한 하천유지용수를 조사, 분석하여 원칙적으로 사용자 관계기관과 협의하여 댐으로부터 우선 공급되도록 해야 한다.

(2) 소수력 발전용수로의 활용

① 댐·저수지 하류하천의 기능이 유지될 수 있도록 최소의 하천유지용수를 댐에서 공급하는 것을 보장해야 한다. 이 때, 하천유지유량의 크기에 따라 소수력 발전 가능성을 검토한다.

② 하천유지용수는 주요지점에서 유수(流水)의 정상적 기능 및 상태를 유지하기 위하여 필요한 유량이며 평균갈수량과 환경보존유량 중에서 큰 값으로 산정한다. 하류하천에 부족한 하천유지 용수로 공급되는 유량의 경제성을 검토하여 소수력발전과 연결하여 개발하는 방안이 바람직하다.

③ 하천유황은 연도별, 시기별로 변화가 크고, 용수를 관개기에만 공급하므로 비관개기에는 하천유지용수량을 공급할 수 있어도 수량이 작은 관개저수지에서는 소수력 발전을 하는 것은 곤란하다.

(3) 갈수기 친수용수량

① 친수용수량은 수혜지구 주민들의 호응도가 높고, 농촌의 경관유지기능 및 주민 친수활동 공간 으로 활용가능성이 높을 때 친수공간 조성에 필요한 용수이다.

② 주민에게 물놀이, 낚시, 보트, 스케이트, 만남의 터, 자연 동·식물의 서식처 등 다목적기능을 가진 친수공간(親水空間)을 제공하기 위해서는 친수용수량이 필요하다. 도시화에 따라 관개면적이 크게 감소한 관개저수지의 경우, 하천경관을 개선하고 시민정서함양을 위한 친수공 간 확보차원에서 친수용수량을 결정할 수 있다. 하천유지용수량 범위 내에서 고려하는 것을 원칙으로 한다. 다만, 친수공간조성에 필요한 용수량이 하천유지용수량 및 희석용수량을 초과 할 경우 관련기관 및 주민의견을 수렴하여 별도의 초과용수를 고려할 수 있다. 친수공간제공문제는 경제성보다는 사회적 측면에서 접근해야할 것이다.

(4) 하류하천 친수용수량

① 저수지를 건설하려면 수질보전과 수리기득권 측면에서 하천유지용수 책임방류량을 여름철 갈수기 유입량이 0.40 mm/day 이하인 경우 0.40 mm/day 이 되도록 방류하고, 겨울철 유입량이 0.25 mm/day 이하인 경우 0.25 mm/day 이 되도록 방류하는 것을 검토할 수 있다.

② 갈수기 도시하천의 건천화를 방지하여 하천 생태계를 유지하고, 경관을 개선하여 시민의 정서를 함양하기 위한 친수공간 확보차원에서의 하천유지용수 공급의 필요성이 최근 대두되고 있다.

(5) 하류하천 수질

하류하천 수질은 물고기의 이동, 양생, 정화 등에 결정적으로 영향을 주므로 댐에는 수심별로 저류수를 방류할 수 있는 시설이 필요하며, 다음 사항에 대하여 환경보전 당국과 신중히 협의한다.

① 건기에 야생동물 생존에 필요한 수심 및 유량의 확보
② 수면의 급격한 변동이 어류와 야생동물에 주는 해로운 점
③ 어류 및 야생동물 번식을 위한 수질조건의 보장
④ 어족의 먹이와 은신처가 인위적으로 훼손되는지 여부

1.8 저수용량 결정

(1) 댐 저수용량은 일반적으로 이수용량과 퇴사량으로 구성되었으나, 최근에는 하류하천의 생태보전을 위한 환경용수용량와 재해방지를 위한 홍수조절용량이 추가되고 있다.

1.8.1 이수용량

(1) 이수용량은 농업용수, 공업용수, 생활용수 등과 같이 이수 목적으로 사용되는 용수를 확보하기 위한 저수용량으로서, 농업용 저수지에서는 관개 시기별 조용수량(수요량)과 10년 빈도 한발시의 하천유량(공급량)을 기준으로 이를 정한다.

1.8.2 이수용량 산정

(1) 이수용량은 관개시기별 조용수량(수요량) 누가곡선에서 기준갈수년의 하천유량(공급량) 누가곡선을 뺀 값 중에서 최대값을 구하고 여기에 저수지에서의 손실량(저수면 증발량)을 더한 값으로 한다. 여기서 기준갈수년의 하천유량이라고 하면 10년 빈도 갈수년의 하천유량을 말한다.

이수용량 = 최대부족수량 + 저수지 손실량

= Max{관개시기별 ∑[조용수량 - 하천유량]}+ 저수지 손실량

여기서 저수지 손실량은 최대부족수량의 5 %를 취한다.

1.8.3 하천유량의 산정

(1) 저수지점의 하천유량(유입량)을 산정하는 방법에는 실측법과 간접법이 있다.

1.8.3.1 실측법

(1) 기존자료를 활용할 경우

① 장기간의 수위자료가 있는 곳에서 가능하며 건교부에서 발간하는 수문연보 및 홍수통제소 등에서 20년 이상의 장기간 일평균 수위자료가 있는 지점이 대상이다. 기존의 자료를 활용할 경우에도 상류 유역에 대규모 댐 등의 저류시설이나 취수시설이 설치된 경우에는 설치 전 · 후를 기준으로 유황이 변하게 되므로 이에 대한 조사 및 분석이 선행되어야 한다. 이 경우 수위자료를 유량으로 환산할 수 있는 수위-유량

곡선식이 필요하며 수문연보 및 홍수통제소의 유량측정보고서 등을 참조하여 구할 수 있다. 이수계획을 위한 장기 유출량으로 산정할 경우 평 · 갈수위를 제대로 반영할 수 있는 수위-유량 곡선식이 필요하지만 우리나라의 경우 여름철 홍수로 인한 하상변동 및 수위관측소의 잦은 이동으로 평 · 갈수위를 제대로 반영하는 수위-유량 곡선식이 많지 않으므로 수위자료를 수집할 경우에는 수위관측소의 변동상황도 세밀히 조사해야 한다. 일반적으로 분석 절차는 다음과 같다.

가. 수문연보 등에서 연도별, 일별 평균수위자료를 수집한다. 자료연수는 20년 이상이 좋다.

나. 수문연보 및 유량측정보고서 등에서 수위-유량곡선식 자료를 수집한다. 수위-유량곡선식은 수위표 이동, 하상변동, 영점표고 변동 등이 있을 경우 이를 고려하여 보완 적용한다. 특히 수위-유량곡선식은 하상변동 등의 영향으로 자료기간 중 여러 개가 있을 수 있으므로 빠짐없이 수집해야 한다.

다. 수위자료를 상기 수위-유량곡선식에 대입하여 유량으로 환산한다.

라. 일별 유출량 자료를 토대로 유황분석을 실시하여 갈수량, 평수량 등을 산정하고 연평균유출량 및 유출율 등을 산정한다.

마. 연평균 유출량, 유출율을 기준으로 기설지구나 문헌을 참고하여 산정결과가 일반적인 범위 내에 있는지를 판단한다.

(2) 기존자료를 보완하여 적용할 경우

① 기존 수위관측 자료가 있고 계속적인 수위 관측을 실시하고 있으나 만족할 만한 유량측정 성과가 없을 경우 단기간의 수위-유량측정을 실시하여 수위-유량곡선식을 보완하거나 새로이 작성하여 활용한다. 수위-유량곡선식을 보완할 경우 수위표 이동 등 그 동안 주변 여건의 변동을 고려하여 자료의 연속성(정상성)을 신중히 검토하여 적용한다.

1.8.3.2 간접유출량 해석

(1) 중·소유역의 경우 해당지점에 직접 적용할 장기간의 수위관측자료는 거의 없는 실정이므로 수위-유량해석이 가능한 지점의 유출량 성과자료를 활용하여 해당지점의 유출량 분석을 실시해야 한다. 관측지점의 유출량 산정방법은 가)와 나)와 같으며 계획지구의 유출량은 유역면적비나 비유량에 의하여 유출량을 산정한다.

1.8.3.3 간접법

(1) 하천의 유출량 산정은 실측자료를 근거로 산정하는 것이 바람직하지만, 기본계획 수립지구나 소규모 지구의 경우 수문 관측을 실시할 시간적, 경제적 여유가 없기 때문에 경험적이고 일반화된 강우-유출 모형을 이용할 수밖에 없다. 이와 같은 무계측 유역에 적용되는 유출모형에는 장기간 수문 관측 자료가 있는 여러 곳의 유출자료를 근거로 통계적인 다중 상관분석을 실시하여 일반화된 매개변수를 유도하여 유출량을 산정하고 있다. 농업용수개발이 주 대상이 되는 중·소유역은 대체로 장기간 수문관측 자료가

없어 일반화된 유출모형을 적용해야 한다. 중·소유역에 적합하고 농업용수개발에 적용되는 일 단위 유출모형에는 DIROM(Daily Irrigation Reservoir Operation Model)과 DAWAST(DAily WAtershed STreamflow Model) 등이 있다.

1.8.3.4 DIROM

(1) 유역특성인자로부터 탱크모형의 매개변수를 예측하여 무계측유역에서도 하천유량을 추정할 있도록 수정된 모형을 말한다. 지표 및 중간유출과 지하수 유출성분을 나타내는 탱크모형의 매개변수와 유역면적, 논, 밭, 임야 구성비 등 유역별 지상인자와의 다중회귀분석을 실시하여 최적의 매개변수를 추정하여 일단위 유출량을 추정하도록 한 모형이다.

1.8.3.5 DAWAST 모형

(1) DAWAST 모형은 대상유역에서의 물 수지 분석에 의하여 강우시에는 일 강수량에 의한 초기손실, 침투량에 의한 토양수분량 증가, 심층침투에 의한 지하수량 증가를 추적하고, 비강우시에는 유역증발산에 의한 토양수분량 감소와 기저유출 누출에의한 지하수량 감소를 추적하는 방법으로 일 유출량을 산정하는 모형이다. 토양층의 저류능력과 유역증발산계수-지형 및 토양인자를 매개변수로 우리 나라 하천의 주요 지점에서 관측된 강우-유출자료를 토대로 모형 운전에 필요한 매개변수를 추정하여 적용성을 확대하고 있다.

1.8.3.6 가지야마(梶山) 월수수량 공식

(1) 지금까지 무계측하천의 유출량 산정에 가지야마 월수수량 공식을 많이 적용하여 왔으나 월 또는 순단위 유출량이라는 구조적 문제점과 유출량의 정확도와 일반성에 있어 많은 문제점이 있다고 지적되고 있다. 개략적인 연평균 유출율 추정 등에 활용이 가능하나 관개용 저수지의 물수지 분석을 위한 유입량 산정 등에는 적합하지 않다. 순(旬) 단위 이상의 유출모형은 하천유출량의 시간적 변화를 파악할 수 없어 갈수량 해석, 일 단위의 물수지 분석을 통한 저수지 거동해석, 일 단위의 물 관리 계획을 수립할 수 없기 때문이다.

1.8.4 환경용수용량

(1) 환경용수용량은 농촌지역 내 하천 및 용·배수로의 정상적인 기능을 수행하는데 필요한 최소한의 유지유량 혹은 친수 환경을 위한 친수용수 등을 제공하기 위하여 필요한 저수용량으로서 환경용수량과 기준 갈수년의 하천유량을 기준으로 하여 이를 정한다.

(2) 환경용수량은 신규 저수지를 설계하거나 기존 저수지를 숭상할 경우 현지여건을 감안하여 저수지 유효저수량 산정에 반영해야 할 수량으로 저수지 지점의 기준갈수량 또는 관개구역내 중심마을 하수처리 희석수량, 친수용수 등 농촌환경보전에 필요한 수량 중

큰 값을 적용한다.

(3) 하류하천의 생태보전과 친수환경에 필요한 환경용수량을 공급할 수 있도록 환경용수용량을 저수용량에 추가하도록 하였다.

1.8.4.1 환경용수의 정의

(1) 환경용수는 농촌지역 내 생태계보전, 경관유지, 수질보전, 지하수위 유지 등 하천과 수리시설물의 정상적인 기능을 수행하는데 필요한 최소한의 유지유량과 관개구역내 친수환경에 필요한 친수용수 등 농촌환경보전을 위하여 확보해야 할 수량이다.

1.8.4.2 환경용수의 종류

(1) 하천유지용수

① 하천유지용수는 하천의 정상적인 기능 및 상태를 유지하기 위하여 필요한 최소한의 용수를 말한다. 하천유지용수는 갈수량을 기준으로 산정하되, 하천 수질 보전·하천 생태계 보호·하천 경관 보전·염수 침입 방지·하구막힘 방지·하천 시설물 및 취수원 보호·지하수위 유지 등을 위한 하천유지유량을 감안하여 산정한다. 여기서 갈수량은 과거 자연상태 하천에서 갈수기에 흘렀던 유량으로서 자연과 사람이 공유할 수 있는 최소한의 유량을 말하며 기준갈수량, 평균갈수량 등을 산정한 후 해당 하천의 규모나 특성 및 유량공급 가능성 등을 고려하여 결정한다.

(2) 친수 용수

① 용수로에 친수공간을 설치하는 경우에는 비관개기에 별도의 친수용수가 필요하다. 친수(親水)용수는 농촌의 경관기능보전 및 친수활동을 위하여 필요한 용수로서 주로 비관개기에 친수환경을 위하여 공급하는 용수를 말한다. 친수활동이란 수변공간 중의 산책, 스포츠, 물놀이, 낚시 등의 리크레이션이나 경관을 통하여 심리적, 정서적 만족을 얻는 활동을 말한다.

② 친수용수는 농경지에서 관개용수로서 소비되지 않는 용수이므로 송수시의 손실을 제외한 나머지의 양이 그대로 하천으로 환원된다. 친수용수는 수량일부가 독립된 용수로서 관개기에는 관개용수를 친수용수로 활용할 수 있으나, 비관개기에는 별도의 친수용수의 수량이 필요하게 된다. 친수용수량은 하천유지용수량 범위내에서 고려하는 것을 원칙으로 한다. 다만, 친수공간 조성에 필요한 용수량이 하천유지용수량 및 희석용수량을 초과할 경우 관련기관 및 주민의견을 수렴하여 별도의 초과용수를 고려할 수 있다.

③ 친수용수량은 시간에 관계없이 거의 일정한 값을 갖고, 친수용수는 수로식 소수력(小水力)발전과 연계하면 비관개기의 소수력 발전용수로서 유효하게 이용될 수 있다.

1.8.4.3 환경용수량 산정

(1) 적용의 원칙

① 환경용수는 2급 지방하천 이하의 농촌 용수구역 내 소하천 및 용·배수로에서 일정유량을 보장하기 위한 것으로 저수지를 설계할 경우 필요한 저수량을 미리 확보해야 한다.

② 환경용수량은 계획지점의 기준갈수량과 관개구역내 중심마을 하수처리수의 희석에 필요한 수량, 친수용수량 등 농촌환경보전에 필요한 유량 중 큰 값을 적용한다.

③ 환경용수를 산정하기 위한 기준갈수량은 10년 빈도 갈수량을 의미하며 농촌환경보전유량은 관개구역 내 중심마을의 하수처리 희석수량과 용·배수로 등의 시설물 유지·관리 수행 등 현지 여건에 따라 결정되는 가장 큰 수량을 의미한다.

④ 유역변경을 위한 저수지를 설계할 경우나 수리권 분쟁이 예상되는 곳, 환경보전이 지역사회 문제로 부각된 지역에 용수이용계획을 수립할 경우에는 지역주민, 지자체와 충분히 협의하고 현지여건을 감안하여 환경용수량을 결정하고 필요한 수량을 확보하도록 한다.

⑤ 환경용수는 댐이나 저수지 설치로 인하여 차단되는 기존의 갈수량을 보장해주는 것이므로 시설물을 설계할 경우 적정한 환경용수 방류시설을 설치하도록 해야 한다. 일본에서의 방류시설은 기준갈수량에 해당하는 1 ㎥·s·100 ㎢의 유량을 방류할 수 있도록 되어 있다.

1.8.4.4 기준 갈수량의 산정

기준 갈수량은 10년 빈도 갈수량으로 분석 기간 동안 매년 갈수량을 빈도 분석하여 비초과확률 10 %에 해당하는 갈수량이며 일반적으로 우리 나라의 이수계획의 기준이 된다. 기준 갈수량의 산정은 실측자료가 있는 경우와 실측자료가 없는 경우로 구분할 수 있다.

(1) 실측자료가 있는 경우

① 저수지 계획지점에 장기간 수위관측 자료가 있을 경우 이 자료를 이용하여 기준갈수량을 산정한다. 계획지점이 아닌 수계 내 상·하류부의 수위관측자료를 활용할 경우에는 수위관측지점에서의 기준 갈수량을 산정한 다음, 양 유역의 유역면적비, 비유량비 등에 의하여 계획지점의 기준 갈수량을 결정한다.

(2) 실측자료가 없는 경우

① 실측자료가 없는 경우에는 기존 문헌자료에 나타난 수계별 또는 지역별 비유량자료를 활용하는 방법과 탱크모형과 같은 유출모형을 이용하여 일별 유출량을 모의발생시켜 기준 갈수량을 산정하는 방법으로 나눌 수 있다.

② "농업생산기반정비사업계획설계기준 관개편"(농림부, 1998)에는 유역상태에 따른 기준갈수량이 수록되어 있으므로 이를 활용할 수 있다. 위 설계기준에서는 유역상태를 다음의 4가지로 분류하여 10년 빈도 갈수량을 결정하고 있다.

③ 유역 내 양수장, 취입보 등 수리시설이 많고 유역내 임상상태가 빈약할 경우 : 0.0902 ㎥·s·100 ㎢

④ 유역내 임상이 보통이고 감수심도 보통이어서 갈수량이 보통인 경우 : 0.1804 ㎥·s·100㎢

⑤ 유역내 임상은 보통이나 감수심이 적어 갈수량이 비교적 많은 경우 : 0.2706㎥·s·100㎢

⑥ 임상이 좋고 상류부 수리시설물이 적어 갈수량이 가장 많은 경우 : 0.3608 ㎥·s·100㎢

⑦ 실측자료와 적정한 비유량 자료가 없을 경우에는 일별 유출모형에 의한 모의발생 유출량을 이용하여 기준갈수량을 산정할 수 있다.

⑧ 일유출량은 HOMWRS(Hydrologic Operation Model for Water Balance)의 유출량 부모형(DIROM) 또는 DAWAST모형으로 해당관측소의 강우량 자료를 이용하여 모의발생시켜 결정한다.

1.8.4.5 환경용수량을 고려한 저수용량 산정

(1) 하천유지유량

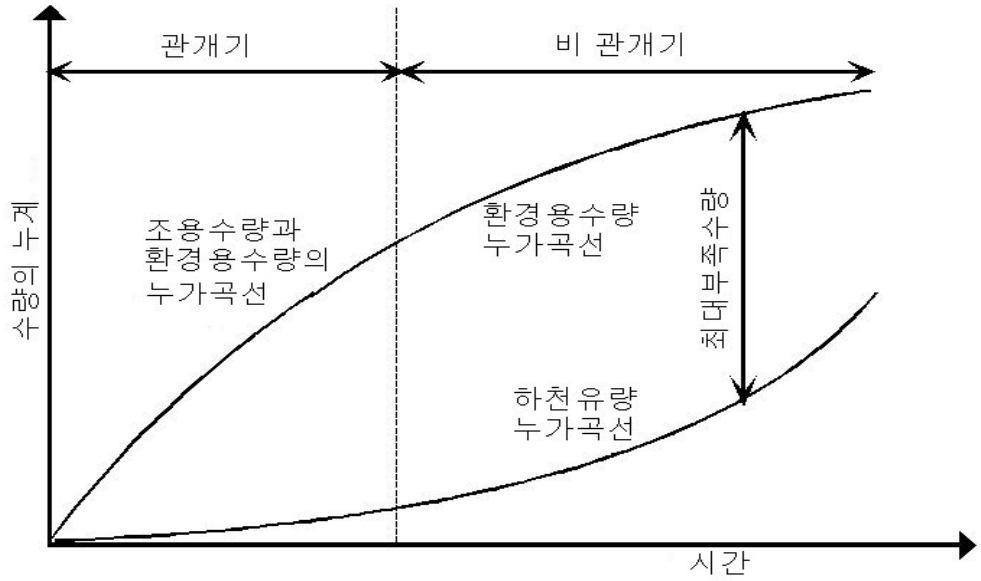
① 하천유지유량은 자연적 요인인 평균 갈수량과 인위적 요인인 환경보전유량 가운데 큰 값을 선택한다. 일본에서는 발전용 댐 하류 하천유지유량으로서 0.1~0.3 ㎥·s·100㎢ 을 제시하고 있는데, 이것은 우리 나라 기준 갈수량의 범위에 해당된다. 성주댐의 경우에는 하천유지유량으로서 임상이 좋고 상류부 수리시설물이 거의 없는 지역의 기준 갈수량인 0.36 ㎥·s·100 ㎢이 설정되어 있다.

(2) 친수용수량

① 비관개기의 친수용수량을 어느 정도로 할 것인가는 중요한 과제인데, 일본에서는 비관개기의 친수용량으로서 관개기 조용수량의 약 20~40 %의 값을 취한다.

(3) 환경용수량을 고려한 저수용량

① 필요수량으로서 1년에 걸쳐 관개기간의 조용수량 및 환경용수량의 누가곡선과 비관개기간의 환경용수량 누가곡선을 작성하고, 공급수량으로서 하천유량의 누가곡선을 작성하여 그 차이의 최대값(<그림 1.8.-1>) 환경용수량을 고려한 저수용량 산정)에 저수지 손실량을 더한 것을 환경용수량을 고려한 저수용량으로 정한다.



<그림 1.8.-1> 환경용수량을 고려한 저수용량 산정

환경용수량을 고려한 저수용량 = max {관개시기별 Σ[조용수량+환경용수량-하천유량]+
비관개시기별 Σ[환경용수량-하천유량]}+저수지손실량

여기서 저수지 손실량은 최대부족수량의 5%를 취한다.

1.8.5 홍수조절용량

(1) 하류지역의 홍수피해가 클 것으로 예상되어 PMF를 적용하여 설계하는 저수지에는 집중호우 및 이상강우에 의한 하류지역의 홍수피해를 줄이기 위하여 농업용수 공급에 필요한 유효저수량 외에 홍수조절을 위한 저수용량을 추가로 확보할 수 있다.

1.8.5.1 홍수조절용량 산정

(1) 지금까지 농업용 필댐은 홍수조절기능이 없어 이상 홍수시 급격한 수위상승에 따른 제당월류의 위험이 높고, 유입홍수를 그대로 방류하므로써 하류지역의 홍수피해가 커질 수 있으므로 농업용 필댐에서도 댐 파괴로 인한 인명과 재산피해가 클 것으로 예상되는 일정규모 이상의 댐에 대해서는 홍수조절기능 확보가 필요해졌다.

(2) 가능최대홍수량(PMF)을 적용하여 설계하는 농촌용수 저수지에는 집중호우 및 이상강우에 의한 하류지역의 홍수피해를 줄이기 위하여 홍수조절용량을 저수용량에 추가로 포함할 수 있다. 홍수조절용량은 하류하천 및 저수지 규모를 고려하여 결정하며 홍수조절을 위한 수위별 수문조작 계획을 수립한다.

1.8.5.1 하천설계기준

(1) 하천설계기준(한국수자원학회, 2000)에 의하면, 홍수조절용 저수지의 홍수조절용량은

대상이 되는 홍수량 및 조절방법에 따라 다르나, 저수용량의 20 % 정도로 한다. 또한, 유역비 홍수량(= 홍수조절용량/유역면적)은 대략 100 mm 이상으로 하는 것이 바람직하며, 그 이하의 경우에는 수문 일정개도 조절 방법, 자연조절 방법 등이채택될 수 있는지 검토해야 한다.

1.8.5.2 홍수조절 저수위 관리

(1) 홍수조절용량을 확보하지 않는 저수지 중 하류부에 도시나 집단주거, 공공시설 등이 있어 유사시 침수로 인명과 재산피해가 예상되거나, 지형적인 여건에 따라 과거 집중호우가 자주 발생하여 수해가 우려되는 지역은 이상홍수에 대비하여 사전 수위조절을 위한 비상 수문 등 방류시설을 할 수 있다. 방류시설의 규모는 저수지 규모와 하류지역 홍수피해 정도를 고려하여 결정하되 최소한 1~3일 내에 홍수기 제한수위까지 낮출 수 있는 규모로 설치한다.

(2) 수문(Gate)식 물넘이 구조로 된 저수지는 홍수유입량 관측시설, 수위계측시설, 홍수위험경보 시설 등 홍수 예·경보시설을 설치하여 홍수피해를 사전에 대비할 수 있도록 한다. 홍수조절용량을 별도로 확보하지 않은 저수지는 홍수기 제한수위를 설정하여 홍수조절을 할 수 있다. 저수지 수위관리는 하천법 제38조 규정에 의한 댐 관리 규정을 별도로 작성하여 지자체의 승인을 받아 관리하도록 되어 있다. 따라서, 홍수기 제한수위는 댐 관리 규정에 따라 설정한다. 다만, 유효저수량의 70~80 % 수준에서 설정하는 것을 참고한다.

(3) 저수지에 홍수가 유입되면 유입량의 일부가 저수지에 저류되는데, 유입홍수량과 유출홍수량의 차이가 홍수조절량이 된다. 저수지를 통한 홍수조절 방법은 단순하지는 않아, 일반적으로 다음과 같은 경우에 적용한다.

① 유역면적이 5㎢ 이하이거나 홍수도달시간이 1시간 미만인 농업용 저수지의 경우, 원칙적으로 홍수조절용량을 고려하지 않는다.

② 만수면적이 유역면적의 1/30 보다 크고 홍수도달시간이 상당히 긴 경우에는 홍수조절을 고려한다.

(4) 논에서는 20년 빈도 홍수량의 24시간 담수가 허용되지만 도농(都農)혼주화, 논의 범용농지화, 도시지역 확대 및 고밀도화, 하천개수공사의 지연, 양호한 댐터 고갈 등으로 농촌지역에도 높은 치수의 안정성이 요구되고 있다. 따라서, 농업용 저수지에 홍수조절용량을 설정하여 관리함으로써 홍수시 하류하천과 농경지의 침수피해를 경감시키는 방안이 대두되고 있다. 그러나, 홍수조절용량을 두면 치수효과를 기대할 수 있지만 이수측면에서 용수공급에 위험 부담이 될 수 있기 때문에 적절한 홍수조절용량을 설정해야 한다. 홍수기의 저수위 변화는 홍수발생 전에 홍수조절을 위하여 미리 예비 방류하여 인위적으로 저수위를 강하시킨 상태에서 홍수가 유입되는 경우와 관개용수공급으로 이미 자연적으로 저수위가 강하한 상태에서 홍수가 유입되는 경우가 있다.

(5) 농업용 저수지의 경우 용수공급의 지장이 없는 범위 내에서 방류량 및 방류시간을 정하여 홍수발생 즉시 하류지역에 예비 방류할 수 있도록 되어 있다.

1.8.5.3 설계홍수량 결정의 기본

(1) 댐 설계에 필요한 홍수에는 유역으로부터 저수지로 흘러 들어오는 유입 설계홍수, 물넘이 방류 설계홍수, 가배수 시설의 설계홍수 등이 있다.

(2) 국내 실무에서는 여수로의 설계기준 홍수량으로 필댐의 경우 200년 빈도의 저수지 유입 홍수량의 120 %(500~1,000년 빈도)를 채택하여 저수지 추적에 의한 방류량으로 사용하였다.

(3) 그러나, 최근 이상호우가 자주 발생하고 있어 이와 같은 빈도홍수량은 댐의 수명 기간 동안 초과될 확률이 높아졌다. 소양강댐의 경우(설계홍수량 1000년 빈도) 최대유입량은 11,995 ㎥/s (1990년 9월12일)로 500년 빈도에 육박한 값이었으며 현재 댐체를 보강하고 있다. 따라서, 댐의 규모가 큰 경우 댐 여수로나 댐 마루표고의 결정은 댐의 가상파괴로 인한 예상 피해 규모를 고려하여 가능최대 홍수량을 기준으로 결정할 수도 있다.

(4) 가능최대 홍수량은 가능최대강수량으로 인한 홍수량을 말하며, 유역에서의 가능최대강수량이란 「주어진 지속기간 동안 어느 특정 위치에 주어진 유역면적에 대하여 연중 어느 지정된 기간에 물리적으로 발생할 수 있는 이론적 최대 강수량」이라 정의한다.

(5) 댐 물넘이(spillway)의 설계홍수량은 저수지로의 PMF를 유입수문곡선으로 하고 저수지를 통해 홍수 추적하여 물넘이 단면에서의 최대 방류량을 택함으로서 결정된다.

1.8.5.4 댐 설계 홍수량 산정시 고려사항

(1) 저수지 유입설계 홍수 수문곡선의 산정은 댐 유역의 지리적 위치에 따른 최대 호우의 특성, 유역의 배수구역, 유역의 토양 및 식생피복 및 유출분포 특성 등을 고려하여 수행해야 한다. 유역의 홍수 규모는 유역의 지리적 위치에 따른 지형, 지질, 및 강우 특성에 따라 크게 변화한다. 따라서 설계 홍수량을 결정할 때에는 대상유역의 이들 영향인자에 대한 올바른 지식이 필요하다.

(2) 가능 최대호우는 특정위치에서 특정호우면적에 주어진 지속 기간동안 수문·기상학적으로 발생 가능한 최대강수량을 내리게 하는 호우로서 대규모 댐의 유입 설계 홍수량 결정을 위한 기준 호우이다. 가능최대강수량은 기발생한 극대호우의 강우깊이-호우면적-지속기간(DAD) 관계를 이용하여 발생호우의 수분 최대화와 호우전이에 의해 포락과정을 거쳐 결정되며, 강우지속기간별, 유역면적별 최대 가능강수량의 관계(PMP-DAD)로 표시된다.

(3) 우리 나라의 경우는 한국건설기술연구원(한국 가능최대 강수량 추정, 건설교통부, 2000년 6월)에서 연구 발표한 PMP가 설계의 기준 강수량이 될 수 있으며, PMP도는 강우지속기간 1, 2, 6, 12, 24, 48, 72 시간, 호우면적 25, 100, 200, 1,000, 2,000, 10,000, 20,000 ㎢에 대하여 전국에 걸쳐 등우선도의 형태로 작성되어 있어 PMP추정 및 검증에 매우 유효하다.

(4) 댐 유역의 상류 하천망, 유역경계 등을 표시하는 유역도는 지형도로부터 작성하며, 유

역면적, 유로 경사 및 연장 등 유역특성에 관한 자료와 기 설치된 수문관측소(우량, 수위, 유량)도 총괄하여 표시해야 한다. 또한, 유역의 토양 분포, 식생피복 상태 및 토지 이용현황에 관한 것은 토양도, 토지 이용도로부터 획득하는 것이 바람직하다. 유역도 작성의 신뢰도를 높이기 위해 현지 답사를 해야 한다.

1.8.5.5. 가능최대홍수량 산정방법

(1) 가능최대홍수량은 댐 유역의 면적규모와 설계 강우지속기간에 상응하는 가능최대 강수량과 시·공간 분포를 고려한 가능최대호우를 결정한 후에 단위 유량도법, 유역 홍수추적법과 같은 강우-유출 관계 모형을 사용하여 유출계산 과정을 거쳐 저수지로의 유입설계 홍수수문곡선으로 산정한다.

(2) 댐 유역의 가능최대 강수량은 수문 기상학적 분석으로 작성된 PMP도로부터 댐 유역의 면적크기와 설계 강우지속기간에 해당하는 PMP를 결정한다.

(3) 이를 공간적 및 시간적으로 분포시켜 가능최대호우(Probable Maximum Storm, PMS)를 작성하여 유출계산에 사용하도록 한다.

(4) 댐 유역에 대한 가능최대호우가 결정되면 강우-유출관계 모형에 의해 가능 최대 홍수의 시간분포를 표시하는 PMF 수문곡선을 계산하게 된다. 흔히 사용되는 강우-유출관계 모형으로는 단위유량도법, 합성 단위유량도법, 유역홍수추적법 등이 있으며, 이들 간단한 모형의 적용 방법에 대해서는 후술한다. 이외 강우-유출관계 모형으로 선형 혹은 비선형의 유출모형들이 많이 개발되어 있으나 우리 나라 설계 실무에서는 입력되는 수문 및 기상자료의 미흡으로 사용이 보편화되어 있지 않다.

1.8.5.6 빈도홍수량의 산정 방법

(1) 빈도홍수의 산정은 기왕에 발생한 첨두홍수량 자료계열의 빈도해석에 의하는 것이 원칙이나 홍수량 자료가 없을 경우에는 빈도 분석에 의해 설계강우를 결정한 후 강우-유출 모형을 사용하여 설계홍수량을 산정한다.

(2) 빈도 홍수는 특정 발생빈도를 가지는 홍수의 크기로서 발생빈도는 평균 재현기간(average return period)으로 표시된다. 소규모 댐이나 수공구조물을 설계할 경우 이들 구조물의 가상파괴로 인한 경제적, 사회적 피해가 극심하지 않다고 판단될 경우에는 가능 최대 홍수량을 기준으로 설계할 경우의 건설 공사비를 절감시키기 위해서 빈도홍수를 사용할 경우가 있다.

(3) 빈도 홍수량은 댐 지점에서의 장기간 홍수량 자료가 계측되었을 경우 연 최대홍수량 계열을 작성하여 확률론에 의해 빈도분석(frequency analysis)을 행하여 빈도곡선을 얻음으로써 내삽 혹은 외삽에 의해 재현기간별 홍수량을 추정하여 구하는 것이 원칙이다. 그러나 실제로는 댐 지점에서 장기간의 홍수량 기록이 없는 경우가 대부분이므로 빈도분석으로 빈도 홍수량을 얻기란 우리 나라의 경우 특히 힘들다. 따라서, 비교적 자료가 풍부한 강우자료의 빈도 분석으로 댐 유역의 강우지속기간별 빈도우량을 결정한 후 이를 적절한 강우-유출 모형에 의해서 빈도홍수량을 결정하는 방법이 많이 사

용되고 있다. 이 방법에서의 가정은 홍수의 발생빈도가 그의 원인이 되는 강우의 발생빈도와 동일하다는 것이나 강우-유출 관계의 비선형성을 감안하면 문제가 없지는 않으나 실무에서는 다른 대안이 없으므로 많이 적용되고 있다.

1.8.6 퇴사량

(1) 설계퇴사량은 20년간의 퇴사량을 추정하여 정한다. 다만, 사방댐 등 효과가 확실한 퇴사방지시설 등이 있을 때에는 효과를 고려해도 좋다.

1.8.7 용량배분

(1) 저수지의 용량배분은 이수용량이나 홍수조절용량과 같은 유효저수용량과 퇴사용량을 포함하는 사수용량으로 구분된다. 이수목적과 홍수조절 목적을 동시에 가진 댐에서는 홍수기에 홍수조절을 위하여 상시만수위보다 낮은 제한수위를 설정하고 있다.

1.8.8 물 관리 자동화를 위한 원격 관측/제어(TM/TC)시설

(1) 관개면적 100 ha 이상인 저수지 지구에서 유역배율이 낮거나(예 : 1 : 4 이하) 농촌용수를 다목적으로 공급하므로 용수부족이 예상되는 필댐에서는 원격 관측/제어 (TM/TC)시설을 도입하여 물 관리 자동화를 도모하고 간단·윤환관개 시스템을 통하여 효율적으로 절수하여 가뭄을 극복할 수 있다.

1.9 설계홍수량 결정

1.9.1 설계홍수량 기준

(1) 농업용 댐의 설계홍수량은 200년 확률홍수량, 기왕 최대홍수량, 지역 최대홍수량 중 큰 값을 설계홍수량으로 하며 필댐에서는 20 %를 증가 시킨 유량을 기준으로 하되 붕괴에 따른 인적, 물적 피해가 크게 예상 되는 지구는 가능최대홍수량(PMF)을 설계홍수량으로 한다.

(2) 일정규모(예 : 유역면적 2,500 ha, 저수용량 500만 ㎥)이상 필댐 또는 댐 하류에 도시 또는 집단거주지역, 국가중요시설이 있는 필댐은 가능 최대강수량(PMP)을 적용하여 설계홍수량을 산정한다. 이 경우, 하류지역 홍수피해를 줄이기 위하여 농촌용수 공급에 필요한 유효저수량 외에 홍수조절용량을 저수용량에 추가로 확보할 수 있다.

(3) 수공구조물은 홍수로 인한 피해에 노출되어 있다. 홍수를 완전 방어하는 것은 불가능하며 경제적으로 타당성이 없기 때문에 수공구조물 설계에는 어느 정도 홍수의 위험을 고려해야 한다. 설계목적으로는 허용위험에 상당한 최대홍수를 정의하는 것이 필요하며, 이를 설계홍수라 한다.

(4) 설계홍수량은 홍수특성, 홍수빈도, 홍수피해 가능성과 사회·경제적 요인을 종합적으로 고려한 후, 최종적으로 수공구조물 설계나 하천관리를 위하여 채택하는 설계강우량으

로 추정되는 수문곡선의 첨두홍수량을 말한다.

(5) 이러한 댐의 설계홍수량은 댐 표고의 결정, 댐의 안전성 검토, 저수지 홍수조절능력의 검토, 홍수추적 등에 필수적인 자료가 된다. 또한 댐은 수공구조물 중에서 규모가 가장 크며, 월류 등 기타 원인으로 댐이 파괴될 때 발생하는 인명 및 재산 손실이 크기 때문에 설계기준이 강하다. 더구나 지구온난화와 엘리뇨 현상 등으로 집중호우 현상이 빈번하게 되어 댐 규모가 큰 경우는 가능최대홍수량을 고려해야 한다.

1.9.1.1 설계 수리구조물 분류

(1) 수리구조물의 종류는 구조물의 규모나 안전도 등을 고려하여 구분하며, 일반적으로 구조물 파괴에 따른 잠재적 피해를 근거로 다음과 같이 분류된다.

① 소규모 수리구조물

가. 파괴되어도 인명손실이 없으며 피해액은 구조물을 대체하거나 수리비용 정도인 경우로서 배수구, 도시 우수관거, 공항 배수시설, 도로 암거, 도시 우수저류지, 소하천 제방, 소규모 댐의 여수로 및 부속시설 등이 이에 해당한다.

② 중규모 수리구조물

가. 파괴되었을 경우에 약간의 인명손실이 있을 수 있으며 피해액은 구조물 관리자나 소유자의 재정 능력내에 있는 경우로서 수력발전시설, 관개용 수로, 중규모 댐과 저수지, 도시 홍수조절지, 철도 암거 등이 이에 해당된다.

③ 대규모 수리구조물

가. 파괴되었을 경우에 막대한 인명손실과 광범위한 피해가 초래되는 경우로서 대규모 다목적 댐이나 조정지, 대하천 제방, 여수로, 원자력 발전시설, 대규모 관개수로, 하구언과 같은 것은 대규모 수리구조물의 대표적인 예이다.

1.9.1.2 설계 빈도

(1) 최적 수문 설계빈도는 구조물 공사에 소요되는 비용과 안전이 균형을 이루도록 선정하고, 수리구조물의 파괴로 인한 피해를 함께 고려하여 일반적으로 구조물의 중요도, 구조물의 수명연한, 경제성 등에 따라 결정한다.

(2) 수리구조물의 설계를 위한 설계빈도는 추정한계치와 구조물별 설계빈도 개념을 바탕으로 결정될 수 있다.

(3) 추정한계치는 수문정보를 최대로 사용하여 어떤 위치에서 발생 가능한 수문사상의 최대크기로 정의된다. 추정한계치는 수리구조물의 크기를 고려하여 빈도를 설정하거나 설계빈도 이상에 대해서는 과거에 발생한 수문사상을 이용하여 수문기상학적으로 가능한 최대치를 추정하여 이용한다.

(4) 최종 수문학적 설계값은 공학적 판단과 설계자의 경험에 따라 결정되어야 한다. 이를 결정하기 위해서는 설계강우와 홍수량의 위험도 분석, 치수경제성 분석, 그리고 경험과 표준기준에 따라 결정해야 한다.

(5) 수문학적 설계규모를 판단하는 기준은 수문설계자의 공학적 판단과 경험을 바탕으로

결정하는 것이 바람직하다. 특히 극한 수문사상에 대한 수리구조물의 설계값을 결정하기 위해서는 공학적 판단과 함께 내용(耐用)연한을 초과하지 않는 설계기간에 닥칠 위험도를 평가하고, 연평균 비용을 최소화할 수 있는 재현기간에 대한 치수경제분석, 구조물 종류, 중요도, 홍수지역의 개발 정도에 바탕을 두어야 한다.

(6) 댐은 규모가 큰 구조물이지만 일률적으로 기준을 적용하는 것보다는 규모별로 기준을 다르게 적용하는 것이 타당하다. 우리나라 필댐의 규모도 저수용량이 수십만 ㎥~수천만 ㎥의 범위로 매우 다양하다.

(7) 따라서, 저수용량이 500만 ㎥ 이상 유역면적 25 ㎢ 이상인 경우에는 이상호우로 인한 댐의 안전을 고려하여 가능최대홍수량이 유입되는 것을 가상해야 한다. 그리고, 댐 높이가 15 m 이하인 소규모 댐에서는 댐이 범람될 때 침수가 예상되는 하류 유역의 토지이용 현황과 댐 파괴의 손실복구의 경제성을 고려하여 설계빈도를 50년~200년으로 다양하게 적용하는 것으로 한다.

1.9.1.3 설계홍수량 결정의 기본

(1) 댐 설계에 필요한 홍수에는 유역으로부터 저수지로 흘러 들어오는 유입설계홍수, 물넘이 방류 설계홍수, 가배수 시설의 설계홍수 등이 있다.

(2) 국내 실무에서는 여수로의 설계기준 홍수량으로 필댐의 경우 200년 빈도의 저수지 유입 홍수량의 120 %(500~1,000년 빈도)를 채택하여 저수지 추적에 의한 방류량으로 사용하였다.

(3) 그러나, 최근 이상호우가 자주 발생하고 있어 이와 같은 빈도홍수량은 댐의 수명 기간 동안 초과될 확률이 높아졌다. 소양강댐의 경우(설계홍수량 1000년 빈도) 최대유입량은 11,995 ㎥/s (1990년 9월12일)로 500년 빈도에 육박한 값이었으며 현재 댐체를 보강하고 있다. 따라서, 댐의 규모가 큰 경우 댐 여수로나 댐 마루표고의 결정은 댐의 가상파괴로 인한 예상 피해 규모를 고려하여 가능최대 홍수량을 기준으로 결정할 수도 있다.

(4) 가능최대 홍수량은 가능최대강수량으로 인한 홍수량을 말하며, 유역에서의 가능최대강수량이란 「주어진 지속기간 동안 어느 특정 위치에 주어진 유역면적에 대하여 연중 어느 지정된 기간에 물리적으로 발생할 수 있는 이론적 최대 강수량」이라 정의한다.

(5) 댐 물넘이(spillway)의 설계홍수량은 저수지로의 PMF를 유입수문곡선으로 하고 저수지를 통해 홍수 추적하여 물넘이 단면에서의 최대 방류량을 택함으로서 결정된다

1.9.1.4 댐 설계 홍수량 산정시 고려사항

(1) 저수지 유입설계 홍수 수문곡선의 산정은 댐 유역의 지리적 위치에 따른 최대 호우의 특성, 유역의 배수구역, 유역의 토양 및 식생피복 및 유출분포 특성 등을 고려하여 수행해야 한다. 유역의 홍수 규모는 유역의 지리적 위치에 따른 지형, 지질, 및 강우 특성에 따라 크게 변화한다. 따라서 설계 홍수량을 결정할 때에는 대상유역의 이들 영향인자에 대한 올바른 지식이 필요하다.

(2) 가능 최대호우는 특정위치에서 특정호우면적에 주어진 지속 기간동안 수문·기상학적으로 발생 가능한 최대강수량을 내리게 하는 호우로서 대규모 댐의 유입 설계 홍수량 결정을 위한 기준 호우이다. 가능최대강수량은 기발생한 극대호우의 강우깊이-호우면적-지속기간(DAD) 관계를 이용하여 발생호우의 수분 최대화와 호우전이에 의해 포락과정을 거쳐 결정되며, 강우지속기간별, 유역면적별 최대 가능강수량의 관계(PMP-DAD)로 표시된다.

(3) 우리 나라의 경우는 한국건설기술연구원(한국 가능최대 강수량 추정, 건설교통부, 2000년 6월)에서 연구 발표한 PMP가 설계의 기준 강수량이 될 수 있으며, PMP도는 강우지속기간 1, 2, 6, 12, 24, 48, 72 시간, 호우면적 25, 100, 200, 1,000, 2,000, 10,000, 20,000 ㎢에 대하여 전국에 걸쳐 등우선도의 형태로 작성되어 있어 PMP추정 및 검증에 매우 유효하다.

(4) 댐 유역의 상류 하천망, 유역경계 등을 표시하는 유역도는 지형도로부터 작성하며, 유역면적, 유로 경사 및 연장 등 유역특성에 관한 자료와 기 설치된 수문관측소(우량, 수위, 유량)도 총괄하여 표시해야 한다. 또한, 유역의 토양 분포, 식생피복 상태 및 토지이용현황에 관한 것은 토양도, 토지 이용도로부터 획득하는 것이 바람직하다. 유역도 작성의 신뢰도를 높이기 위해 현지 답사를 해야 한다.

1.9.1.5 가능최대홍수량 산정방법

(1) 가능최대홍수량은 댐 유역의 면적규모와 설계 강우지속기간에 상응하는 가능최대 강수량과 시·공간 분포를 고려한 가능최대호우를 결정한 후에 단위 유량도법, 유역 홍수추적법과 같은 강우-유출 관계 모형을 사용하여 유출계산 과정을 거쳐 저수지로의 유입설계 홍수수문곡선으로 산정한다.

(2) 댐 유역의 가능최대 강수량은 수문 기상학적 분석으로 작성된 PMP도로부터 댐 유역의 면적크기와 설계 강우지속기간에 해당하는 PMP를 결정한다.

(3) 이를 공간적 및 시간적으로 분포시켜 가능최대호우(Probable Maximum Storm, PMS)를 작성하여 유출계산에 사용하도록 한다.

(4) 댐 유역에 대한 가능최대호우가 결정되면 강우-유출관계 모형에 의해 가능 최대 홍수의 시간분포를 표시하는 PMF 수문곡선을 계산하게 된다. 흔히 사용되는 강우-유출관계 모형으로는 단위유량도법, 합성 단위유량도법, 유역홍수추적법 등이 있으며, 이들 간단한 모형의 적용 방법에 대해서는 후술한다. 이외 강우-유출관계 모형으로 선형 혹은 비선형의 유출모형들이 많이 개발되어 있으나 우리 나라 설계 실무에서는 입력되는 수문 및 기상자료의 미흡으로 사용이 보편화되어 있지 않다.

1.9.1.6 빈도홍수량의 산정 방법

(1) 빈도홍수의 산정은 기왕에 발생한 첨두홍수량 자료계열의 빈도해석에 의하는 것이 원칙이나 홍수량 자료가 없을 경우에는 빈도 분석에 의해 설계강우를 결정한 후 강우-유출 모형을 사용하여 설계홍수량을 산정한다.

(2) 빈도 홍수는 특정 발생빈도를 가지는 홍수의 크기로서 발생빈도는 평균 재현기간(average return period)으로 표시된다. 소규모 댐이나 수공구조물을 설계할 경우 이들 구조물의 가상파괴로 인한 경제적, 사회적 피해가 극심하지 않다고 판단될 경우에는 가능 최대 홍수량을 기준으로 설계할 경우의 건설 공사비를 절감시키기 위해서 빈도 홍수를 사용할 경우가 있다.

(3) 빈도 홍수량은 댐 지점에서의 장기간 홍수량 자료가 계측되었을 경우 연 최대홍수량 계열을 작성하여 확률론에 의해 빈도분석(frequency analysis)을 행하여 빈도곡선을 얻음으로써 내삽 혹은 외삽에 의해 재현기간별 홍수량을 추정하여 구하는 것이 원칙이다. 그러나 실제로는 댐 지점에서 장기간의 홍수량 기록이 없는 경우가 대부분이므로 빈도분석으로 빈도 홍수량을 얻기란 우리 나라의 경우 특히 힘들다. 따라서, 비교적 자료가 풍부한 강우자료의 빈도 분석으로 댐 유역의 강우지속기간별 빈도우량을 결정한 후 이를 적절한 강우- 유출 모형에 의해서 빈도홍수량을 결정하는 방법이 많이 사용되고 있다. 이 방법에서의 가정은 홍수의 발생빈도가 그의 원인이 되는 강우의 발생빈도와 동일하다는 것이나 강우- 유출 관계의 비선형성을 감안하면 문제가 없지는 않으나 실무에서는 다른 대안이 없으므로 많이 적용되고 있다.

1.9.2 사용자료

(1) 설계 홍수량 산정에는 유역의 수문기상자료와 지상자료가 필요하다. 수문기상자료는 설계빈도에 따른 설계강우량과 홍수량 자료를 말하며, 지상자료는 유달시간 계산, 유역망 작성에 필요한 지형자료와 유출곡선지수 및 유출계수 산정에 필요한 토지이용 및 토양자료와 홍수흔적 등 홍수위로부터 수리계산에 의한 홍수량을 산정하는데 필요한 하천 종횡단 자료, 하천재료 등을 말한다.

1.9.2.1 설계 강우량

(1) 설계 강우량은 설계 홍수량을 산정하기 위한 기준강우량으로 설계목적에 따라 1시간, 1일, 2일 연속의 강우지속시간에 해당하는 빈도별 확률강우량, 가능최대강우량과 강우분포를 산정한다.

① 자료의 선정 및 수집

가. 유역내와 인근의 모든 관측지점으로 티센망을 구성하여 면적평균강우량을 산정한다.설계빈도에 따라 20~30년 이상의 연최대치 계열의 1시간, 1일, 2일 연속 최대강우자료를 수집한다.

나. 최근의 집중호우 자료를 고려해야 한다. 과거 연최대 강우량 보다 최근의 연최대 강우량이 크게 나타나 확률분석에서 이상 값으로 처리될 수가 있으나 이를 제외시키지 않고 포함시켜야 한다.

다. 특히 댐·저수지와 배수시설이 건설된 이후에 그 지역에 설계빈도 이상의 강수량이 발생하였을 때, 그 강수량을 포함한 시계열 강수자료로 분석하고 상향조정된 설계강수량으로 설계홍수량을 추정하고, 이에 안전하도록 배수구조물(물넘이 또

는 배수장)를 확장하여 보강하는 방안을 강구하도록 보완해야 한다.

② 빈도 분석

가. 여러 개의 확률분포함수를 검토하여 적합한 분포를 사용하거나 권장 확률분포함수를 사용할 수 있다. 여러 개의 확률분포함수를 사용할 때는 적합도 검정이 필요하며, “한국확률강우량도 작성”(건설부, 2002) 및 “배수개선 홍수분석시스템 개발”(농어촌진흥공사, 1997)에서는 권장 확률분포함수로 극치1분포(Gumbel 법)를 추천하고 있다.

③ 확률강우량 산정

가. 기상청 및 건교부에서 관할하는 기상자료를 최근의 자료까지 포함하여 확률 분석을 한다. 분석 프로그램은 인정된 프로그램을 활용하거나 새롭게 작성하여 사용할 수 있다.

나. 유달시간이 1시간 미만의 작은 유역의 확률강우량은 IDF 곡선에서 구할 수 있다. 또한 한국 확률강우량도(건설부, 2002)를 활용할 수 있다.

④ 강우분포율

가. 설계수문곡선을 작성하기 위해서는 1일 또는 2일 확률강우량을 1시간 단위의 강우량으로 배분시켜 유출량을 계산해야 한다.

나. 확률강우량 배분방법에는 物部공식, 강우강도식 (건교부 IDF 곡선 등), Huff 4분위법, 삼각우량주상도법(Yen & Chow), Pilgrim & Corderly, Keifer & Chu 등의 방법이 있다.

다. 物部공식의 지역상수 n값을 우리 나라 각 지점(농업진흥공사, 1982)에 따라 수정하였고 시간별 강우분포율을 산정하였다. n값이 없는 관측소에서는 연최대치 계열의 1시간 최대강우자료를 이용하여 n값을 추정할 수 있다.

라. 유달시간이 1시간 이하인 소유역에서는 IDF 곡선에서 해당 유달시간을 강우지속시간으로 하는 강우강도를 직접 읽는다.

마. PMP 배분에는 미국 NWS(US National weather service) 방법을 적용한다.

1.9.2.2 홍수량 자료

(1) 연최대 홍수량 자료가 있으면 이를 빈도 분석하여 설계 홍수량을 계산하는 것이 모의에 의한 오차를 줄일 수 있기 때문에 바람직하다. 빈도 분석하기 위해서는 적어도 20~30년의 자료가 필요하다.

(2) 우리 나라에서는 계획지구에 관측된 홍수량 자료가 있는 경우는 매우 드문 형편이다. 따라서, 통상 설계홍수량은 설계강우량으로부터 모의에 의해 계산하고 있다. 그러나, 홍수량 자료가 빈도 분석에 사용될 정도의 자료수가 되지 못하더라도 가능한 수집해야 한다. 설계강우량으로부터 계산한 결과와 비교하여 홍수량 자료의 적정성을 판단하는데 사용할 수 있기 때문이다.

(3) 홍수량 자료는 수위관측소가 있는 경우와 없는 경우로 구분하여 수집한다. 수위관측소가 있는 경우는 수위-유량관계식이 있을 때는 이로부터 직접 유량을 계산하고, 없을

때는 등류 공식 등의 간접 방법에 의해 유량을 계산한다. 수위관측소가 없는 경우는 홍수흔적, 인근 주민의 청취 등으로부터 최대수위를 구하고 경사-면적법 등 간접 방법에 의해 홍수량을 계산한다. 홍수량 자료와 함께 유역과 인근 지역 관측소의 강우량 자료를 함께 수집해야 한다.

1.9.2.3 유역망 구축

(1) 유역면적이 작고 형상이 단순한 경우에는 1개의 단일유역으로 간주하여 분석한다. 그러나 유역이 크고 하천이 복잡하거나 중요구조물이 많은 유역에서는 유역망을 작성하여 홍수유출량을 산정한다.

(2) 유역이 큰 경우 전체 유역을 우선 소유역으로 적절히 분할해야 하며, 상류로부터 하류로 축차적으로 유출계산을 하는데 사용된다. 소유역을 구분할 때는 다음 사항을 고려해야 한다.

① 분할된 소유역은 단일 유역의 특성을 가져야 한다.
② 주요 지류와 본류의 합류점이 분할된 유역의 출구점이 되도록 한다.
③ 기설 및 계획댐 지점을 출구점이 되도록 한다.
④ 지형적 분수계와 지하수 분수계 등의 지형 및 하도특성을 고려한다.
⑤ 홍수예경보를 목적으로 할 경우에는 우량관측소의 분포를 고려하여 본류와 지류상의 수위관측소가 가급적 분할 유역의 출구점이 되도록 한다.
⑥ 보나 배수장 등이 수리시설물의 지배구역을 고려한다.

1.9.2.4 유달시간

(1) 유달시간은 유역의 가장 먼 지점으로부터 유역의 출구 혹은 설계지점까지 물이 유하하는 시간으로서 산정방법에는 Rziha, Kerby, Kraven 및 California 도로국 공식 등이 있다.

(2) 강우에 의한 유출의 반응을 유역반응이라고 하며 유역반응을 나타내는 시간변수는 홍수유출량 산정에 있어서 매우 중요한 요소이다. 이러한 시간 변수의 정확도는 설계홍수유출량 추정시 설계강우량과 매우 밀접한 관계를 가지고 있으며 이 때 주로 사용하는 시간변수 중 하나가 유달시간(Tc)이다.

1.9.2.5 산정절차

(1) 지형도 상에서 홍수유출량 산정지점과 유역의 최원점 사이의 하천유로를 결정한다.
(2) 유로를 따라 지형표고와 변곡점간의 거리를 측정한다.
(3) 구간별 경사를 경사자승법으로 구한다.
(4) 적용조건에 알맞은 유달시간 공식에 표고, 거리, 경사를 적용한다.

① 산정방법
가. Rziha 방법

(가) 산간부에서 평야부(경사 1/200 이상)로 옮겨가는 곳에 적용한다. 우리나라에서와 같이 산간하천과 평야부 하천이 혼재할 때 사용하며, 유로의 경사도가 상이한 구간의 유달시간을 계산하고, 구간별 유달시간을 합산하여 총 유달시간을 구한다.

$$Tc = \frac{L}{W_1},\ W_1 = 20 \times (\frac{H}{L})^{0.6}$$

여기서, Tc는 유달시간(s), W1은 홍수도달속도(m/s),
H는 최상류지점과 유역출구까지의 고저차(m),
L은 최상류지점과 유역출구까지의 수평거리(m)이다.

나. Kerby 방법

(가) 산정에서 하천 시발점까지 구간에서 적용한다. 지표면 흐름이 주된 영역에서 유역면적이 0.04 ㎢ 보다 작고 경사가 1%보다 작으며 또한 지체계수가 0.8보다 작고 유로길이가 0.4 km 이하인 지구에 적용한다.

$$Tc = 1.44\frac{(nL)^{0.467}}{S^{0.234}}$$

여기서, Tc는 유달시간(min), n은 지체계수,
L은 유역의 최원점에서 하도시점까지의 유로연장(m),
S는 유역최원점과 하천발원점 까지의 평균경사이다.

다. Kraven 방법

(가). 평야부(경사 1/200 이하)에 주로 적용하며 경사도에 따라 개략적인 유속이 정해져 있다.

$$Tc = \frac{L}{W}$$

여기서, Tc : 유달시간(s), L : 유로연장(m),
W : 유역평균유속으로 1/100인 경우 3.5 m/s, 1/100~1/200인 경우 3.0 m/s, 1/200이하인 경우 2.1 m/s를 적용한다.

라. California 도로국 공식

(가) 산간지역의 소유역에 적용하며, 각 구간별 경사도가 심할 경우 가중평균을 사 용해야 하며 반대로 각 구간별로 적용하면 안된다.

$$Tc = (0.869\frac{L^3}{H})^{0.385}$$

여기서, Tc : 유달시간(h), L : 가장 긴 유로장(km), H : 평균고저차(m)이다.

1.9.2.6 토지이용 및 토양자료

(1) 유출곡선지수와 유출계수 산정에 토지이용 및 토양자료가 사용된다. 자료조사는 지형도(국립지리원)와 토양도(농촌진흥청)를 기초로 유역면적에 따라 조사의 정도를 다르게 할 수 있으며, 유역면적이 작을수록 상세하게 조사한다. 유역면적이 크면 상세하게

조사하여도 이것이 유출량 계산의 정확도를 크게 개선시키는 것이 아니며, 조사 자체의 업무량이 많기 때문에 유역면적에 따라 조사의 정도를 적절히 한다. 그러나, 수치정보가 구축되어 있으면 새롭게 기준을 정립하여 사용할 수 있다.

1.9.2.7 하천 종횡단 자료 및 하천재료

(1) 수위 자료가 있더라도 수위-유량 관계식이 없는 경우나 홍수흔적의 수위자료로부터 간접적으로 유량을 계산하기 위해서는 하천 종횡단 자료와 하천 하상재료를 조사한다. 하천 종횡단 자료의 조사구간은 경사-면적법에 의해 홍수량을 추정하기 때문에 등류 개념에 가까운 구간을 선정하는 것이 좋다.

1.9.2.8 가능최대 강수량

(1) 추정방법

① 가능최대 강수량추정방법에는 두 가지 방법이 있다. 하나는 수문·기상학적 방법이고 다른 하나는 통계학적인 방법이나 통계학적인 방법은 자료의 한계성과 방법의 불확실성으로 인하여 자주 사용되지 않고 지표로서만 이용된다.

② 수문·기상학적 방법은 호우효율을 고려하여 관측강우량을 증가시키는 방법을 따르고 있으며, 다음 식과 같이 수분최대화, 호우전이, 포락의 세 단계로 가능최대강수량을 추정한다.

$$PMP = OP \times RIP \times RHT \times RVT \times RGE$$

③ 여기서 OP : 관측강우량(mm), RIP : 수분최대화비, RHT : 수평전이비, RVT : 수직전이비, RGE : 지형영향 이다.

④ 관측강우량은 댐 지역과 같은 면적과 형상에 해당하는 면적강우량이어야 하며 호우전이와 포락을 고려하여 우리 나라에서 가장 크고 중요한 호우를 모두 선정하여 면적강우량을 산정해야 한다.

⑤ 선정된 대상호우지역의 그 계절에 해당하는 최대 12시간 이슬점을 관측이슬점의 최대치와 50년 또는 100년 빈도 이슬점을 이용하여 산정하고, 댐 지역에도 같은 방법으로 최대 12시간 지속 이슬점을 산정한다.

⑥ 대상호우 기간의 수분 유입을 대표할 수 있는 대표 12시간 지속 이슬점을 호우발생 지역내에서 산정한다.

⑦ 호우지역별로 최대 및 대표 12시간 지속 이슬점을 이용하여 수분최대화를 실시한 후 대상호우를 댐 지역으로 전이시킨다. 이때 전이에 필요한 수평전이비는 호우지대와 전이지대의 최대 12시간 지속이슬점에 의한 가능강수량에 의해, 수직전이비는 두 지대간의 표고차이에 따른 가능강수량에 의해 산정된다. 물론 지형에 의한 강우량의 변화를 고려한 지형 영향비를 고려하는데 두 지점간의 100년 강수량의 비가 이용된다.

⑧ 전이되어 조절된 면적강수량 중에 최대치를 가능최대 강수량으로 채택한다.

(2) 한국 가능최대 강수량도

① 건설교통부는 댐과 같은 주요 수공구조물의 설계 홍수량 결정을 위해 전국에 일관된 한국 가능 최대 강수량도(PMP도)를 작성 제시하였다. 이 PMP도는 건설교통부가 한국건설기술연구원에 조사연구를 위탁하여 2000년 6월 한국 가능최대강수량도('99 수자원 관리기법 개발 연구조사 보고서, 「한국 가능최대 강수량 추정」)를 발간하였으며, 우리 나라의 공인된 PMP 결정 기준이다. 이 PMP도는 수문기상학적 방법을 이용하였으며, 강우지속기간은 1, 2, 6, 12, 24, 48, 72시간, 호우면적 25㎢, 100㎢, 200㎢, 1,000㎢, 2,000㎢, 10,000㎢, 20,000㎢를 기준으로 하여 PMP도를 1 : 1,500,000 지형도 위에 등우선의 형태로 작성하였다. 전국 PMP도는 전국에 걸쳐 1969~1999년에 걸쳐 발생한 주요 호우사상의 DAD 분석과 수분 최대화, 호우전이, 포락 등의 과정을 거쳐 작성하였다.

(3) 추정절차

① PMP를 추정하고자 하는 대상유역의 위치와 유역면적 및 유역중심을 1 : 50,000 혹은 1 : 25,000 지형도 위에서 결정한 후 유역 중심의 좌표를 전국 PMP 도로 옮겨 위치를 결정한다. 대상유역 중심을 기준으로 지속기간(1, 2, 6, 12, 24, 48, 72시간) 별로 유역면적보다 크고 작은 호우면적에 해당하는 가능최대강수량(PMP)을 PMP도로부터 보간하여 읽으며, 지속기간과 유역면적의 연속성과 일관성을 위하여 강우깊이-지속기간 관계의 포락 및 균일화 곡선을 그린 후 강우깊이-면적-지속기간에 대한 포락 및 균일화를 실시하여 이 곡선으로부터 유역면적에 해당하는 지속기간별 PMP를 읽어 결정한다.

(4) 가능최대호우의 결정

① 설계 유역에 대하여 결정된 지속기간별 가능최대 강수량의 시간적 분포 결정에 의한 PMP 주상도의 결정은 원칙적으로 대상유역에 대하여 분석된 강우의 시간분포형에 따라야 하나 이의 결정이 어려울 때에는 기타 방법에 의존할 수밖에 없다. 설계강우인 최대가능강수량의 시간적 분포는 대상유역 강우의 시간분포 특성분석에 의한 표준 분포형에 맞추어야 한다.

② 실무의 경우 전방위, 중방위, 후방위 등으로 시간강우량을 배열하는 방법인 blocking 방법이 이용되어 왔으나 실제호우와의 비교가 이루어지지 않아서 임의적으로 사용되고 있는 실정이다. 「한국 가능최대 강수량 추정」에서 추천하고 있는 시간분포방법은 Huff 방법이며, 아울러 공간분포 형상도 실제호우의 경우와 이상적인 형태의 호우로 구분하여 적용성을 고찰하였다.

(5) 지속기간의 결정

① 댐 설계시에는 댐 마루표고, 물넘이, 수문 및 배열의 결정, 저수지 운영, 강우의 시공간분포까지 고려하고 또한 이들의 상호작용이 매우 복잡하기 때문에 일정하고 고정된 형태로 가능최대강수량의 지속기간을 설정할 수 없다.

가능최대 강수량의 지속기간은 유역특성, 강우의 시공간특성, 댐의 특성 등의 상호

작용을 최적으로 반영할 수 있도록 여러 지속기간을 선택하고, 강우-유출관계 및 저수지 추적을 통하여 최대의 홍수량이 발생하는 시간을 최적의 가능최대 강수량의 지속기간으로 설정해야 한다.

1.9.2.9 유효강우량주상도 작성

(1) 유효우량 산정방법의 분류

① 설계강수량 주상도로부터 시간구간별 손실우량을 제외시켜 작성하는 것으로, 일정비법, 일정손실률법, 초기손실-일정손실률법, 침투곡선법, 표준형 강우-유출관계곡선법 등이 있다.

(2) 일정비법

① 시간구간별 강우량의 일정비가 손실되고 나머지가 유효우량이 된다고 가정하는 것으로서 유출계수(runoff coefficient)와 같은 개념으로 유효우량을 계산하는 방법이다. 이 방법은 과다한 선행강우로 인해 유역의 지표면이 거의 포화되어 있을 경우에는 비교적 적절한 결과를 주는 것으로 알려져 있다.

(3) 일정손실률법

① 강우기간 동안의 손실률(또는 침투능)이 일정하다고 가정하는 방법으로 Φ-index방법과 동일한 개념을 가진다. 이 방법은 유역의 선행 토양함수량이 많고 큰 호우를 대상으로 할 경우 적절한 방법이다.

(4) 초기손실-일정손실률법

① 유역의 토양수분미흡량이 초기침투량으로 충족될 때까지는 유출이 발생하지 않으며, 초기손실이 발생한 이후에는 일정률로 손실된다고 가정하는 방법으로 유역이 비교적 건조한 상태에 있을 경우 적절한 방법이다.

(5) 침투곡선법

① 강우가 계속됨에 따라 토양의 침투율이 감소하는 특성을 표시하는 Horton, Holtan, Phillips 등의 침투능곡선으로 시간구간별 손실량을 계산하는 방법으로 이론적으로는 가장 합리적이지만 유역상태에 맞는 침투능곡선 계산이 어렵다.

(6) 표준형 강우-유출관계 곡선법

① 광범위한 수문관측자료의 분석으로 유역의 유출특성에 따라 강우량과 유출량의 관계를 설정해 둠으로써 특정 강우량이 발생했을 경우의 유출량을 산정하는 방법이다. 가장 대표적인 방법은 미국 토양보존국(US Soil Conservation Service ; SCS) 유효우량 산정법으로 유역의 토양형, 식생피복형 및 처리상태 등의 유출특성과 선행토양 함수조건 등을 고려하는 등 객관성이 높다.

(7) 유효우량 산정방법의 선택 및 손실량의 결정

① 강우손실량의 계산에 의한 유효우량의 산정을 위한 5가지 방법은 각각 장단점을 가지고 있으며 적용대상 유역에서의 검증절차를 거쳐 가장 적절한 방법을 선택함이 원칙이나 그러하지 못할 경우에는 적용의 객관성이 높은 방법을 선택하는 것이 바람직하다.

② 댐 대상유역의 내외에 강우-유출자료가 있는 경우 PMP 추정시의 강우손실은 주요 홍수로 해석된 강우손실값 중 가장 작은 값으로 선정하는 것이 바람직하다. 우리 나라 중·소유역에 대한 유출량의 실측자료가 부족하여 강우손실량의 계산을 위한 적절한 방법이 설정되어 있지 않아 유효우량의 계산에 어려움이 많으나 비교적 객관성이 높고 유역의 지상인자의 결정에 의해 계산이 가능한 SCS의 유효우량 산정법이 많이 사용되고 있다.

1.9.3 산정방법

(1) 설계홍수량 산정 방법은 사용 목적에 따라 첨두 홍수량과 홍수수문 곡선 산정으로 구분된다. 또한, 각각의 방법은 홍수유출량 자료의 유무에 따라 계측 유역과 무계측 유역으로 구분된다.

(2) 첨두 홍수량 산정은 계측 유역에는 빈도분석 방법을, 무계측 유역에는 합리식 등을 사용한다.

(3) 홍수수문곡선 산정은 계측 유역에는 대표단위도 방법 또는 홍수 수문모형을, 무계측 유역에는 합성단위도법을 사용한다.

1.9.3.1 빈도분석 방법

(1) 기왕의 장기간 홍수자료를 확률처리해서 설계홍수량으로 취하는 방법이다. 확률처리의 대표적 방법으로는 대수확률지법, 대수정규분포, Type I 극치분포, Gammma 분포 등에 의한 빈도계수법을 들 수 있다.

1.9.3.2 합리식에 의한 방법

(1) 홍수의 첨두유출량을 계산하기 위한 간편한 방법으로 저류효과를 고려할 필요가 없는 소규모 유역에 적용해야 신뢰도가 높다. 도시배수로, 경지정리 배수로 단면, 소류지 물넘이, 비행장 배수로, 도로 횡단암거 등의 단면결정을 위하여 홍수도달시간이 짧은 단기간 호우시 첨두홍수량을 추정하는데 가장 널리 적용되고 있다. 입력자료는 유역면적, 도달시간을 지속시간으로 하는 설계빈도의 강우강도, 유출계수이며, 도달시간은 토지이용상태, 유역경사, 하천길이에 의하여 결정된다.

$$Q = \frac{1}{3.6} C \cdot I \cdot A$$

여기서, Q 는 피크 유량(㎥/s), A 는 유역면적(㎢), C 는 유역특성에 따른 유출계수, I 는 홍수도달시간의 평균강우강도(mm/h)이다.

1.9.3.3 적용범위

(1) 합리식을 적용할 수 있는 소유역은 ① 강우가 시간과 공간에 대하여 균일하게 분포하고 ② 강우지속시간이 홍수도달시간 보다 크고 ③ 유출은 주로 표면류(Overland flow)이고 ④ 하천류의 저류과정은 무시할 수 있는 등의 특성을 가지는 규모를 말한다. 적

용범위는 홍수도달시간 1시간 미만, 유역면적은 도시지역 1.3~2.5 ㎢, 농경지유역 10 ㎢ 까지가 일반적이다.

1.9.3.4 유출계수

(1) 합리식 적용에는 적합한 유출계수 C 값 선택이 가장 중요하다. 건설교통부는 유역상태별 유출계수 값을 제시하고 있으나, 우리 나라 유역에서 체계적으로 조사된 유출계수가 없는 실정이므로 이에 대한 실험적 연구가 필요하다.

1.9.3.5 단위유량도법

(1) 시간강우 및 유출자료가 관측된 경우에만 단위유량도 유도와 적용이 가능하며, 중규모 유역(1,000~5,000 ㎢)에 주로 적용하고 있다.

(2) 단위유량도(unit hydrograph)는 1932년 Sherman에 의해 제안되었으며, 「특정 단위시간 동안 균일한 강도로 유역 전반에 걸쳐 균등하게 내리는 단위 유효우량(1 cm)으로 인하여 유역 출구에 발생하는 직접유출량의 시간적 변화를 나타내는 곡선」이라 정의할 수 있고 일정기저시간 가정, 비례 가정 및 중첩 가정을 전제로 한다.

(3) 단위유량도의 유도

① 호우사상의 선택

가. 단위 유량도를 실측 수문자료로부터 유도할 경우에는 다음 사항을 고려하여 가급적 단일 첨두홍수를 가지는 단순호우사상을 택하여 해석함이 바람직하다.

② 강우지속기간 동안 강우강도가 가급적 균일하게 분포한 강우사상

③ 유역 전역에 걸쳐 강우의 공간적 분포가 가급적 균일한 강우사상

④ 강우의 지속기간이 유역지체시간의 약 10~30 % 정도

⑤ 호우로 인한 직접유출고(유효우량)가 약 13~44 ㎜ 이상인 강우사상

(4) 단위유량도의 유도절차

① 단순호우 사상별 단위유량도의 유도는 직접 유출 수위곡선 및 총우량 주상도의 작성, 직접유출고의 계산에 의한 단위유량도 시간종거의 계산, 단위유량도의 지속기간 결정 등의 순서로 이루어진다.

② 유역내 자기우량 관측소에 기록된 시간별 누가우량자료와 유역출구 지점(댐 지점)의 시간수위 자료(수위 수문곡선)로 다음 절차를 따른다.

③ 직접유출 수문곡선은 유역 출구지점에서 관측된 수위수문곡선을 rating curve에 의한 유량수문곡선으로 바꾼 후에 기저유출을 분리시킴으로써 작성한다. 기저유출을 분리하는 방법에는 주지하수 감수곡선법, 수평직선 분리법, N-Day법 등이 있다.

④ 총우량 주상도(total rainfall hyetograph)는 대상 유역내외의 우량관측점에 기록된 누가우량곡선을 Thiessen법, 등우선법 혹은 산술평균법 등으로 시간별로 평균하여 유역평균 누가우량곡선을 작성한 후 이로부터 시간구간별 강우강도를 계산하여 작성한다.

⑤ 직접유출고는 직접 유출수문곡선에 의해 직접 유출용적(㎥)을 산정하고 이를 유역

면적으로 나누어 계산된다.

⑥ 단위유량도의 시간별 종거는 단위유량도가 단위유효우량(혹은 단위 직접유출고, 1㎝)으로 인한 직접유출수문곡선이므로 비례가정에 의거 직접유출 수문곡선의 시간별 종거를 유역평균 직접유출고로 나누어 유도한다.

⑦ 유도된 단위유량도의 지속기간은 단위유량도의 지속기간이 유효우량의 지속기간과 같이 정의되므로 총우량주상도로부터 직접유출고에 상응하는 유효우량을 Φ-index 방법으로 분리했을 때의 유효우량의 지속시간으로 한다.

1.9.3.6 홍수 수문 모형

(1) 우리 나라에서 홍수 수문모형이 설계에 적용된 예는 드물지만, 수문자료와 지상 공간자료의 축적과 정보화 시대에 부응하여 수문모형을 사용하는 것도 바람직하다. 수문모형의 수는 많지만 몇 가지를 살펴보면 다음과 같다.

(2) 저류함수법

① 홍수류의 운동방정식에 유역이나 하천에서의 유출량과 저류량의 관계를 표시하는 저류함수를 대입하여 홍수류의 연속방정식을 해석함으로써 홍수유출량을 계산하는 방법이다. 우리나라에서는 한강홍수예경보, 다목적댐의 홍수기 운영 등에 사용되어 왔고 계산절차가 간편하다.

1.9.3.7 USDAHL

(1) 유역의 지표유출, 침투, 증발산, 중간유출, 지하수 등 거의 모든 수문순환과정을 포함한다. 유역 수문자료와 유역특성의 변이를 곧바로 수용할 수 있는 융통성이 있어 실제 유역수문반응을 예측하는 범위가 크다. 이 모형은 경지유역에서의 적용을 위해 개발되었으며, 소하천 유역에 가장 잘 맞으며 건조지역보다는 습윤지역에 더 잘 적용될 수 있는 것으로 알려져 있다.

1.9.3.8 Tank 모형

(1) 유역을 일련의 저수지 조합으로 보는 모형으로서 Tank의 측면유출을 통해 유출이 발생하며 바닥출구를 통해서는 침투가 발생하고 Tank 내에서는 저류성분이 존재하는 것으로 본다.

1.9.3.9 HEC-1

(1) 미공병단에서 개발한 종합홍수량 산정 프로그램으로 유역망에 따른 홍수유출량 산정이 가능하다. 소유역 적용에는 주의를 요한다.

1.9.3.10 합성 단위유량도법

(1) 단위유량도의 특성변수들을 유역 유출특성인자들과 상관시켜 수문자료가 없는 무계측

유역에 대한 단위유량도를 작성하는 방법으로 SCS방법, Snyder방법, 나까야스(中安), 유역홍수추적법 등이 있다. 이 중에서 필댐의 설계홍수량 계산에 가장 많이 사용된 방법은 SCS방법이고, 논 유역의 특성을 고려하여 SCS방법을 응용한 FAS(홍수분석시스템)과 하천기본정비계획에서 널리 사용되는 유역 홍수추적법을 소개하면 다음과 같다.

1.9.3.11 SCS 합성단위유량도법

(1) 미국 토양보존국(SCS)이 미계측유역의 유량도를 작성하기 위해서 미국내 여러 지역의 소유역으로부터 유도한 단위도의 특성을 종합하여 만든 무차원 단위도를 이용하는 방법이다.

1.9.3.12 홍수분석시스템

(1) FAS(Flood Analysis System)는 SCS 홍수유출방법을 우리 나라 논 유역의 유출특성을 고려하여 개발한 홍수유출 해석 전산 프로그램이다.

(2) 기존의 홍수유출모형(HEC-1, Complex Method)등은 외국에서 개발된 것으로 대단위 유역을 대상으로 개발되어 산간 소유역에는 적용성이 떨어지며, 우리 나라 유역의 중요한 특징 중 하나인 논 유출을 고려하지 않고 있다. 또한, 첨두홍수량에 직접 영향을 미치는 유역의 경사도 인자를 고려할 수 없는 단점이 있다. 따라서, FAS는 유역경사도를 5가지로 구분하여 보완, 개발한 홍수유출 추정모형으로 기준화된 설계절차에 따라 배수개선사업을 수행하는 것을 목표로 하였으며, 논 유역의 홍수유출량, 일반유역의 홍수유출량 산정 및 홍수추적으로 구성하고 기초자료를 DB로 관리하는 종합홍수분석 시스템이다.

1.9.3.13 유역 홍수추적법

(1) 유역 홍수추적법은 대상유역을 한 개 또는 여러 개의 저수지와 하천으로 구성되어 있다고 가정하여 유역으로부터 출구지역으로의 홍수유출량을 계산하는 방법이다. 대표적인 방법으로 Nash 모형, Clark 모형 등이 있다.

(2) 하천유역을 일련의 저수지 혹은 일련의 저수지와 하도로 구성하여 각 저수지의 저류방정식(storage equation)으로부터 수문학적 홍수추적방법에 의해 순간단위유량도를 유도한 후 특정 호우로 인한 홍수유출 수문곡선을 계산하거나 혹은 저수지 유입량을 직접 계산하고, 방정식에 입력하여 유출량을 구함으로써 홍수유출 수문곡선을 얻는다.

$$I - O = \frac{dS}{dt}$$

여기서, I와 O는 저수지로의 시간별 유입량(㎥/s) 및 유출량(㎥/s)이고 S는 저수지내(또는 저수지와 하도내) 저류량(㎥,(㎥/s)·d)이다.

2. 조사 및 계획

- 내용 없음

3. 재료

3.1 축제재료

(1) 축제재료 선택은 경제적으로 얻을 수 있는 모든 재료의 성질을 활용 하여 댐의 차수와 안정 기능을 효과적으로 발휘하도록 구성한다.

3.1.1 재료의 분류

(1) 재료의 분류

① 흙은 토질공학적 분류로서는 입경에 따라 점토, 실트, 모래, 자갈 등의 토질재료와 암질재료로 분류하고, 암질재료는 사석재료 및 록(rock)재료로 구분한다. 또한, 재료의 성질이 엉성하고 고르지 못하여 장래 풍화에 의하여 변질될지도 모르는 재료를 일괄해서 랜덤재료라 한다.

② 필댐의 설계 시공상에 있어서 다진 뒤의 투수성에 따라 불투수성 재료, 투수성 재료, 그 중간의 투수성을 가지는 것을 반투수성 재료로 분류하며, 일반적으로 토질재료는 불투수성 재료로서, 사력재료 및 록재료는 반투수성 또는 투수성 재료로서 사용한다. 여기서 불투수성이란 다진 재료의 투수계수가 1×10-5 ㎝/s 보다 적은 것, 투수성이란 다진 재료의 투수계수가 1×10-3 ㎝/s보다 큰 재료, 또 반투수성이란 다짐을 한 재료의 투수계수가 불투수성과 투수성과의 중간정도인 것을 각각 표준으로 한다.

③ 필댐은 물을 막는 불투수성부와 댐체의 안정을 유지할 투수성부를 최소한의 구성요소로 하며, 이 요소의 경계에는 반투수성부를 두어 재료의 급변에 의한 사고를 방지하도록 설계하고 있다. 그러나, 이들 세부분의 서로 상대적인 성질이므로 각각의 축제재료의 안정성이나 불투수성은 물론 필요하나 댐 전체로서 기능을 잘 발휘하도록 설치하는 것이 중요하다. 특히, 기초암반하고 접하는 차수 존의 토질재료는 함수비 및 최대 입경이 일반 차수재료와는 달라야 하므로 특별한 고려가 필요하다.

(2) 축제재료의 입도 범위

① 흙의 투수성, 강도, 압축성 등을 고려하여 각 부분의 재료를 선택하는 방법에는 여러 경우가 있으나 개략적인 방법으로 입도곡선에 의하는 것이 가장 간편하다.

(3) 재료의 혼합

① 축제재료의 성질을 보다 적절히 하기 위해서 재료를 혼합하여 토성개량을 할 때가 있다. 취토장이 여러 층으로 되어 있을 때는 쇼벨로 채취하면 쉽게 혼합시킬 수 있다. 또 여러 개소의 취토장의 이질재료를 토성개량하기 위하여 스톡파일 방식으로

혼합하여 신뢰성이 높은 재료를 얻을 수가 있다. 이의 단점은 야적장(stock yard)의 확보 및 고가로 된다는 것이다.

(4) 큰 입자의 제거

① 축제재료중의 허용 최대 입경은 보통 전압후의 층 두께보다 다소 적은 정도이다. 불투수성부에서 양족식 롤러일 때, 12~15 ㎝ 타이어 롤러인 경우는 이보다 약간 커진다. 그러나 랜덤부나 투수성부에서는 60 ㎝에서 100 ㎝ 정도까지 허용된다. 특히 큰 자갈을 적게 함유한 때에는 손으로 고를 수 있으나 20~40 % 이상 함유한 때는 스크린 플랜트를 설치하는 것이 유리하다. 실트나 모래에 큰 자갈이 있는 재료는 그대로 불투수성 재료 또는 랜덤 재료로 쓰는 것이 좋은가 또는 체를 통하여 투수성 재료와 불투수성 재료로 나누어서 쓸 것인가를 비교 검토할 필요가 있다.

3.2 토질재료

(1) 토질재료의 일반적 성질

① 토질재료는 댐 안정에 미치는 팽창 및 압축(수축)성이 적고, 수용성 물질이나 유기물을 포함하지 않은 재료를 사용하여야 하며, 다짐이 용이하고 시공시 간극압의 발생량이 적은 재료로서 다진 상태에서 소요의 투수계수와 전단강도를 만족시켜야 한다.

② 토질재료는 일정한 다짐에너지로 다질 때, 최대건조단위중량이 되는 최적함수비를 가지며 일정 함수비일 때는 고함수비 점성토를 제거하면 다짐에너지가 클수록 건조단위중량이 커진다.

③ 토질재료의 다짐상태에서의 투수계수 및 전단강도는 재료의 종류 및 입도에 따라 다르고 함수비 및 건조단위중량에 따라 크게 영향을 받는다.

④ 일반적으로 동일 토질재료는 건조단위중량이 클수록 전단강도가 크고 투수계수 및 변형량은 적은 경향이 있다.

(2) 투수계수

① 투수계수는 세립분을 많이 함유하는 재료일수록 작다. 동일재료를 일정한 다짐에너지로 다졌을 때 최적함수비보다 다소 습윤 측에서 투수계수는 최소가 되고 다짐에너지를 크게 하여 건조단위중량이 커질 때 투수계수는 작아진다.

(3) 토질재료의 전단강도

① 토질재료의 전단강도는 일반적으로 겉보기 점착력과 전단저항각의 강도정수로 표시한다. 이들 정수는 유효응력 표시에 의한 정수(c′, ø′)와 전응력 표시에 의한 정수(c, ø)의 2종으로 구분된다.

② 전단강도는 동일재료를 일정한 다짐에너지로 다질 때 최적함수비보다 습윤측 또는 건조측이 될수록 저하되며, 다시 다짐에너지를 크게 하여 건조단위중량이 커질 때에는 전단강도는 커진다.

③ 전응력 표시(비압밀비배수 조건)일 때, 강도정수는 동일재료, 동일건조단위중량일 때,

포화도 또는 함수비 및 구속압에 큰 영향을 받는다.

④ 전단시험시의 포화도가 높을수록 점착력성분(이하 점착력이라 한다)이 커지고 전단저항각은 작아진다. 역으로 포화도가 낮아지면 점착력이 작고 전단저항각은 커진다.

⑤ 유효응력으로 표시할 때에는 강도정수에 미치는 포화도의 영향이 적고 동일재료, 동일건조밀도이면 거의 일정한 점착력과 전단 저항각을 나타내는 경향이 있다. 또 조립분을 많이 함유한 재료일수록 점착력이 작고 전단 저항각이 큰 경향을 나타낸다. 더욱이 건설단계에서는 다짐할 때의 함수비가 높고 투수성이 낮은 재료일수록 성토 시 과잉 간극수압이 높아진다. 또 저류수의 침투에 의하여 제체 내에 간극수압이 작용한다. 이와 같은 압력은 전단강도에 크게 영향을 끼치므로 시공중 성토완료 직후 및 성토완료 수년 후 각 단계에서의 제체 내의 간극수압을 정밀하게 추정하여 이것을 안정해석에 쓸 필요가 있다.

(4) 토질재료의 다짐

① 다짐은 일반적으로 조립분을 많이 함유하는 재료일수록 용이하며 동일재료를 일정한 다짐에너지로 다질 때는 최적함수비 부근의 다짐이 더욱 용이하다. 이토와 같은 고함수비 점성토는 자연함수비가 최적함수비보다 상당히 높고 실제시공이 어려울 뿐 아니라 다짐에 의한 뒤섞임 영향으로 전단강도가 저하되는 일이 많다.

② 또 자연함수비가 최적함수비보다 적은 토질재료도 있다. 따라서 다짐에너지에 특히 유의하여야 하며 때에 따라서는 재료를 효과적으로 다지기 위하여 함수비를 조정해야 한다.

(5) 토질재료의 변형량

① 조립분을 많이 함유하고 건조밀도가 클수록 다짐 후의 변형량은 적다. 조립분을 많이 함유한 재료는 압축변형이 주가 된다.

② 또 세립분을 많이 함유한 재료는 압밀변형이 주로서 압밀은 장시간을 요하며 성토완료 후까지 계속할 때도 있다. 제체의 변형을 될 수 있는 대로 적게 하기 위하여 재료의 압축지수를 0.2 정도 이하로 하는 것이 좋다.

(6) 유기물

① 재료중 유기물은 화학변화에 의하여 재료의 성질을 변화시키는 경향이 있으므로 유기물을 많이 함유하는 재료는 좋지 않다.

② 재료 중 나무뿌리 초류는 부패 용출하여 간극을 생기게 함으로 제거해야 한다. 재료중의 유기물 함유량은 재료 종류, 기후, 식생, 수분, 환경 등에 따라서 다르나 이탄과 같이 대부분이 미분해 유기물인 흙이나 일부 연약축적 지반에서와 같이 10 % 정도의 유기물을 함유하는 흙 또는 화강토와 같이 1% 내외의 부식분을 함유한 흙 등이 있다. 유기물 함유량이 2~4 % 정도가 되면 전단강도나 압축성에 영향을 주므로 이러한 재료는 사용하지 않는 것이 좋다

3.2.1 사력재료

(1) 사력재료의 일반적 성질

① 사력재료는 단단하고 입도가 양호하며 건조단위중량이 큰 재료로서 다짐이 용이하고 변형량이 적은 재료가 바람직하다. 특히 세립분의 함유량이 많은 경우 시공 중에 과잉간극수압이나 수위 급강하시의 잔류 간극수압이 발생하지 않도록 주의한다.

② 사력재료의 전단강도는 입자의 형상, 입도, 건조단위중량은 물론이고 응력상태에 따라서도 다르다. 일반적으로 재료가 단단하며 입도가 좋고 건조단위중량이 클수록 전단강도가 크다. 투수성은 입도에 따라 특히 세립분 함유량에 따라 현저하게 다르다.

③ 동일재료에서는 건조단위중량이 클수록 투수계수는 작다. 다짐은 일반적으로 입도가 양호할수록 쉽고 큰 건조단위중량이 얻어진다. 변형량은 건조단위중량이 클수록 적다.

(2) 사력재료의 전단강도

① 사력재료의 전단강도는 일반적으로 마찰력 성분이 지배적이고 토질재료보다 록재료에 가까운 경향을 나타낸다. 그러나 투수성이 낮은 사력재료에서는 시공중의 과잉간극수압이나 수위급강하시의 잔류간극수압에 대하여 검토하는 것이 필요하다. 다짐정도는 토질재료의 다짐특성에서와 같이 최적함수비나 최대건조단위중량이 뚜렷하게 나타나지 않으므로 상대밀도로 나타내는 때가 있다.

3.2.2 록재료

(1) 록재료의 일반적 성질

① 록재료는 다진 상태에서 소요의 전단강도와 투수성(투수계수는 일반적으로 1×10^{-3} cm/s 보다 클 것)을 만족하고, 유해물질을 함유하지 않은 단단하고 내구성이 크고 변형이 적은 재료가 바람직하다. 특히, 록재료로서 가장 요구되는 것은 안전성이므로, 견고하고 균열이 적고 물이나 기상작용에 대한 내구성이 커야 한다. 또한 될수록 크고 모난 것이 좋고 얇은 조각으로 깨지는 것은 좋지 않다. 화성암, 변성암은 좋으나 수성암은 그대로 록재료로서 쓰지 못할 경우도 있다. 암석에서 가장 문제되는 것은 발파에 의한 입도이다.

② 록재료는 주로 평균입경이 15 cm 이상의 것을 말하며, 이상적으로는 무게 250~500 kgf(입경 45~60 cm)이상, 10 cm이하의 입경을 5 % 이상 포함하지 않을 것, 부릴 때에 파쇄되지 않고, 비중 2.5이상, 압축강도 700 kgf/㎠ 이상, 내구성(황산나트륨) 0.015 % 이하를 추천하고 있으나 현장 조건, 댐의 규모 등에 따라 조절하여 사용할 수 도 있다. 만약, 암에 황철광이 함유되어 있으면 물이나 산소와 화학반응하여 유해물질이 발생될 우려가 있으며, 단층 파쇄대의 점토광물에 의하여 강알카리성 물이 발생되는 경우도 있으므로 암의 화학적 작용과 영향에 대하여도 충분히 고려할 필요가 있다.

③ 록재료에는 시공 중에 파쇄되어 세립화 하는 재료나 풍화할 우려가 있는 재료도 있고 또 반투수성 재료의 범위에 속하는 때도 있다. 따라서 이들 재료를 사용할 때는 설계치 결정이나 존의 배치에 있어 적절한 고려를 해야 한다.

④ 록재료의 전단강도는 재료의 경도, 입자의 형상, 입도 및 응력상태에 따라 다르다. 일

반적으로 재료가 굳은 것, 입도가 좋고 밀도가 클수록 전단강도는 크고 축제 후의 변형량도 적다.

⑤ 특히 충분한 고결작용을 받지 않은 점토 셰일은 일반적으로 무르고 전압에 의하여 파쇄된다. 실내 시험기준은 아직 규정이 없으나 압축강도, 흡수량, 충격시험, 로스앤젤레스 마모시험, 풍화도 시험(건습 반복법, 황산나트륨법, 동결융해법) 등 과거부터 콘크리트 골재시험으로서 해온 것을 참고로 하고, 화학적 성질에 관한 시험, 직사일광 등으로 유화작용을 곁들인 시험 등 암의 역학적, 화학적 성질을 파악해서 축제재료로서의 적부를 검토할 필요가 있다.

⑥ 또, 공기에 노출되어 건습의 반복을 받으면 쉽게 슬래킹(slaking)되어 세편으로 부서지는 것이 많다. 그 결과 재료의 중요한 성질인 전단강도, 투수성, 압밀도 등 중요한 성질에 변화가 생겨서 이것이 제체 안정에 좋지 못한 영향을 끼치는 경우가 있다고 생각되어 종래 댐의 축조재료로서 의문시되는 일이 많았다.

(2) 록재료의 전단강도

① 록재료의 전단강도는 사력재료와 같이 전단 저항각이 지배하며 다짐정도도 상대밀도로 나타내는 일이 많다.

(3) 록 재료의 투수성

① 록 재료의 투수성을 지배하는 요인은 전단강도에서와 같이 여러 가지 있으나 크게 영향을 미치는 것으로 입도와 단위중량이 있다. 입도 중에서도 재료와 세립분 함유량은 투수성에 큰 영향을 끼친다

(4) 록 재료의 내구성

① 록 재료는 물 및 기상작용에 대하여 안전하고 내구성이 큰 것이 요망되나 부득이 시공 중에 파쇄되어 세립화되는 재료나 풍화의 염려가 있는 재료를 쓸 때는 설계치의 선정을 신중히 함은 물론 존의 배치에 있어 물 및 기상작용에 대하여 영향을 적게 받도록 충분히 고려한다. 재료 풍화의 용이성을 표시하는 법은 확립되어 있지 않으나 콘크리트 골재의 안정성 시험, 동결융해시험의 결과나 비중, 흡수량 등을 참조하여 내구성을 판단한다.

② 재료의 내구성에 관하여 황산나트륨법에 의한 손실중량이 15 %때나 비중이 2.5 이상이고 흡수량이 3 % 이하의 재료일 때는 내구성이 좋다고 판단한다.

(5) 록 재료의 화학적 성질

① 종래 암에 대하여서는 화학적 작용에 의한 환경오염원이 되는 예는 볼 수 없었다. 그러나 근래 어떤 종류의 암은 자연퇴적상태에서는 활발한 화학반응을 일으키지 않은 경우에도 굴착, 성토에 의해서 대기나 물의 작용을 받아 화학반응이 촉진되어 유해물질이 발생해서 오염원이 되는 것이 밝혀졌으므로 암의 화학적 성질에 대해 유의할 필요가 있다. 더욱이 암의 화학적 성질에 관한 표준시험 방법은 확립되어 있지 않으므로 타 분야 전문지식을 도입하여 화학적 성질을 명확히 하는 것이 요망되나 적어도 광물성분의 화학분석을 함과 동시에 암편을 물에 담구어 용출 시험할 필요가 있다.

3.2.3 이행부 재료

(1) 불투수성부와 투수성부와의 중간에 설치되는 재료를 말하며, 경우에 따라서는 흙, 모래, 자갈 상태의 것까지 있다. 포장형 댐에서 막돌쌓기도 하나의 이행부를 생각하면 중량 500 kg 이상이고 길이가 폭의 2~3배의 모난 직사각형 암석까지 포함하게 된다. 불투수성 범위를 벗어날 정도의 조립재료가 되면 건조단위중량, 내부 마찰각, 점착력 등의 시험을 하기 위해서는 대규모의 시설과 시간을 필요로 한다.

(2) 트랜지션의 주목적은 투수성존과 불투수성존의 중간에 배치하여 그 사이 입도의 급격한 변화를 피하여 양측의 투수성, 응력 및 변형의 영향을 완화하는데 있다. 따라서 이 재료는 필터재료에 비하여 떨어지는 입도 조건으로 사용할 수가 있다. 일반적으로 사력재료가 사용되나 때에 따라서는 자갈이나 암설 또는 반투수성의 범위를 벗어날 수 있는 정도의 조립재료를 써도 좋다.

(3) 또 필터에 비하여 트랜지션의 폭은 넓으므로 제체의 역학적 안정에 충분한 전단강도를 가진 재료일 것이 요망된다.

3.2.4 시험성토

(1) 중·소 댐에서는 시험성토를 필요로 하지 않으나 대규모 댐 일수록 경비를 들여서라도 시험을 하는 것이 훨씬 경제적인 공사비가 될 수 있다. 보통 시험성토는 착공초기에 하는 것이나 필요하면 설계 중에도 시도하여 공사를 실시하기도 한다. 이 시험의 주안점은 굴착, 다지기의 가장 좋은 방법을 발견하려는 데 있다. 즉, 다짐 두께, 함수비, 전압기계, 전압횟수 등을 정하고 특수한 문제점(재료와 혼합법, 큰 자갈의 분리법, 토량계수의 결정)을 찾아내어 현장에 있어서의 투수계수, 전단강도와 실내시험의 값들을 비교하는 것이 큰 목적이다. 다음과 같은 경우에는 반드시 시험성토를 해서 확인해야 한다.

① 소량의 세립분을 함유한 막재료를 코어로 쓸 때의 투수도, 분리여부 또는 두 가지의 다른 재료를 혼합하는 가장 좋은 방법은 어느 것인가, 어느 정도의 강우량일 때까지 시공이 가능한 가, 함수비가 큰 흙의 건조속도는 어느 정도 인가 등

② 록필의 시험성토는 층상으로 해서 전압 가능 여부, 사수의 가부 및 수량 등을 알기 위해서 더욱 중요하다.

③ 연암을 사용할 때는 반드시 시험성토를 한다. 기계로 굴착하여 전압할 때의 파쇄도와 불투수도, 크러셔에 넣었을 때의 파쇄도, 그리고 토취장은 깊이에 따라 암과 같이 점차로 견고해지는 것이 보통인데 깊이와 견고도와의 관계를 확인해야 한다.

3.3 필터재료

(1) 입도가 크게 다른 두 재료를 서로 인접시켜 놓을 때 그 경계에 일정한 조건을 만족시키는 입도의 필터를 넣어 세립분의 유출이 없고 침투수가 안전하게 투과하도록 해야 한다.

(2) 필터의 역할 및 중요성

① 필터(filter)는 토공 구조물에서 침투수의 침투를 촉진하면서 흙입자의 유동을 방지하기 위하여 설치한 것을 말한다.

② 필터는 어떠한 재료라도 좋다는 사고방식이 보급되어 갈수록 필터의 중요성도 더욱 강조되어야 한다. 댐 기초 취수관으로 부터의 누수도 대부분 필터의 잘못된 설계에서 기인하는 경우가 많으므로, 필터재료는 투수성이 크게 다른 두가지 재료(불투수성 존과 투수성 또는 반투수성 존)의 중간에 위치하여 투수성에 의한 불투수성 재료의 유출을 방지하고 침투수를 완전히 배출 유하시켜 파이핑 등에 의한 침투파괴를 방지할 수 있는 사력재료를 사용해야 한다.

(3) 필터의 법칙

① 필터재료는 바닥재료보다는 투수성이 커야 하나 너무 커도 좋지 않다. 필터재료는 크게 1) 필터재료의 공극 크기는 현장에서 보호재료보다 더 큰 입자를 보유할 수 있도록 충분히 적어야 하며, 2) 필터재료는 필터 속에서 침투력과 정수압의 상승을 방지하기 위하여 투수성이 커야 하는 전제조건을 만족시켜야 하며, 보통 다음 조건을 만족시켜야 한다.

가. $\dfrac{\text{필터재료의 15 \% 입경}}{\text{필터로 보호되는 재료의 15 \% 입경}} \geqq 4\sim5$

나. $\dfrac{\text{필터재료의 15 \% 입경}}{\text{필터로 보호되는 재료의 85 \% 입경}} < 4\sim5$

② 필터재료의 입도곡선은 보호되는 재료의 입도곡선과 거의 평행인 것이 좋다.

③ 필터로 보호되는 재료가 조립재료를 함유할 때는 재료의 25 mm 이하의 부분에 대하여 ① 및 ②를 적용한다.

④ 필터재료는 점착성이 없는 것으로 0.074 mm 이하의 세립분 함유량은 원칙적으로 5 % 이하로 하는 것이 좋다.

⑤ 필터재료의 최대치수는 보호되는 층이 흙이나 모래일 때 75 mm로 하는 것이 좋다.

⑥ 필터재료는 보호되는 재료보다 10~100배의 투수성을 가지는 것이 좋다. 상기에서 ①은 파이핑 방지를 확실히 하기 위한 것이고 ②는 필터의 투수성이 보호되는 재료의 투수성보다 크게 되도록 정한 것이다.

⑦ 미국 공병단은 다음과 같은 조건을 제시하였다.

가. $\dfrac{\text{필터 재료의 50 \% 입경}}{\text{필터로 보호되는 재료의 50 \% 입경}} \leq 25$

나. $\dfrac{\text{필터 재료의 15 \% 입경}}{\text{필터로 보호되는 재료의 85 \% 입경}} \leq 5$

3.3.1 필터의 두께

(1) 필터 두께는 이론적으로 얇은 것이 좋지만 시공조건과 지진에 대한 안전성을 고려하여

여유있게 설계한다. 수평필터의 최소두께는 모래 15 cm, 자갈 30 cm 이지만 보통 1.0×1.0의 모래를 10～15 m 간격으로 설치한다.

(2) 수직필터는 토-드레인(toe drain)을 연결하며, 최소두께는 2.0～3.0 m가 보통이지만 재료 구하기가 어려운 경우에는 거푸집을 사용하여 1.0～1.5 m 정도로 설계할 수도 있다.

3.3.2 필터의 제조

(1) 자연상태의 재료로는 전술한 입도 조건을 만족하는 경우가 적으므로 최근에는 ① 콘크리트 골재를 제조하는 것과 같은 방법으로 씻기 또는 크러셔로 깨뜨린 것을 체가름하는 방법, ② 자연재료와 인공재료를 혼합하는 방법, ③ 토목섬유(geotextile)를 이용하는 방법 등 인공적으로 제조하는 일이 많다.

<표 3.4-1> 필터의 설계기준

구 분	설 계 기 준		
	수 직(경사) 필 터	수 평 필 터	
		폭(m)	높 이(m)
높 이	홍수위(댐외 제측)		
두 께	30 m 이하 : 1.0 m 이상 40 m 이하 : 1.5 m 50 m 이하 : 2.5 m 50 m 이상 : 2.5 m 특수 경우 : 3.0~4.0 m	0.5~1.0 m 1.0~2.0 m 1.0~3.0 m 1.0~3.0 m 별도 여건	0.5~1.0 m 1.0~1.5 m 1.0~1.5 m 1.0~1.5 m 별도 여건
간 격	전 구간	10.0~40.0 m	

3.4 사석재료

(1) 상·하류면의 보호 및 안정을 위하여 사면 보호공을 설치하며, 여기에 사용되는 사석은 요구되는 강도 및 내구성을 가져야 한다.

① 보호공

가. 일반적으로 필댐에서 암석, 호박돌 이외의 재료로 이루어진 상류사면은 파랑에 의한 침식, 저수위 급저하시나 진동에 의한 유출 및 기상작용에 의한 풍화 등을 방지하기 위하여 보호공을 설치한다. 또는 저수위 급저하시에는 제체 내에 비정상류가 되어, 유선은 상류사면에 침출되고 특히 저수위 상부 부근의 사면에 집중 유출하여 그 침투압에 의해 토립자가 유출되는 것을 방지하기 위하여 설치한다.

나. 파랑에 의한 침식은 저수가 있는 한 항상 계속적으로 작용하여 특히 풍우시에는 사면 전체가 연화상태에서 큰 파랑이 작용하기 때문에 사면이 크게 침식된다. 또 파랑침식은 비점성토가 점성토보다 크게 침식된다.

다. 기타 동결, 한해(旱害)에 의한 균열 등 자연의 기상작용에 의한 풍화가 발생한다. 이들 여러 가지 사면파괴 작용으로부터 제체(어버트먼트나 원지반에 시공된 블랭

킷 등의 성토공)을 포함한 상류사면을 보호해야 한다.

② 사석의 크기와 두께

가. 사석의 크기와 두께는 각각의 돌이 파랑에 의하여 움직이지 않고 제체의 흙의 흡출작용에 의하여 유출되지 않을 것 등의 조건을 만족해야 한다.

나. 일반적으로 보호공으로 사용되는 사석재는 비중은 2.5 이상, 흡수율은 3 % 이하, 압축강도는 40MPa(400 kgf/㎠)정도를 가져야 하며, 최대 입경은 1.5×D50로 하고, 2.5 cm 이하의 입자까지 포함된 배합이 좋은 재료이어야 한다. 따라서 이보다 불량한 암석재료는 다시 사석 두께에 안전치를 둘 필요가 있으며, 사석두께는 사석 최대 입경의 2배 이상으로 하되 최소 1.0 m 이상이 좋다.

다. 미 육군 공병단에서는 기준(<표 3.5.-1> 사면 사석공의 규모)을 정하고 있으며 이 <표 3.5.-1>를 사용하려면 다음 점을 유의해야 한다. 또한, 사석두께는 사석최대 입경의 2배 이상으로 하되 최소 1.0 m 이상이 좋다.

라. 사석재료의 비중은 2.60, 최대 입경은 1.5×D50로 하고, 2.5 cm 이하의 입자까지 포함된 배합이 좋은 재료이어야 한다. 따라서 이보다 불량한 암석재료는 다시 사석 두께에 안전치를 둘 필요가 있다.

마. 제체 재료는 점토에서 조립자까지 포함한 입도배합이 양호한 경우를 기준으로 하고 이 때문에 실트분이 많은 경우에는 필터의 두께를 증가시킬 필요가 있다.

바. 상류면 경사가 1 : 50 보다 완만할 때에는 <표 3.5.-1> 보다 작아도 좋다. 또 사면 경사가 1 : 10보다 완만할 때에는 하류측 쪽에는 사석 평균경이 15 cm의 입도배합이 좋은 재료로 두께 30 cm로 하면 충분하다.

사. 사석공에서는 수면 부근에 큰 파력이 작용하여 사석 상호간의 간극이 클 때, 그 간극 내에서 필터재료의 분리나 유동이 생겨 사석의 변형이나 제체의 흡출현상이 발생하므로 사석의 간극은 최소가 되도록 충전시켜야 한다.

아. 콘크리트 블록을 사용할 때, 두께는 10 cm 이상으로 하며 파랑이 높을 때에는 연결 블록을 쓰면 좋다. 블록의 안전상 사면 위에는 틀을 설치하여 평면방향을 충분히 고정시켜야 한다. 틀의 구획 나누기는 블록의 치수, 사면의 경사에 따라 다르나 100 ㎡ 정도로 하는 것이 좋다.

<표 3.5.-1> 사면 사석공의 규모

파 고 (m)	사석 평균경 (D_{50}, cm)	최소 사석두께 (cm)	최소 필터두께 (cm)
0~0.6	25	30	15
0.6~1.2	30	45	15
1.2~1.8	38	60	23
1.8~2.4	45	75	23
2.4~3.0	52	90	30

(주 : 사석의 최대 입경보다 크고 1.5×D50보다 클 것)

3.5 차수벽 재료

(1) 양질의 불투수성 재료를 구득할 수 없는 경우에는 차수벽 형을 적용 하며, 차수벽 재료는 아스팔트 콘크리트와 철근콘크리트가 주로 사용 한다. 여기에 사용되는 재료는 소요의 차수성, 강도 및 내구성을 가져야 하며, 댐의 안정에 영향을 미치지 않는 재료를 선정한다.

3.5.1 재료일반

(1) 양질의 불투수성 재료를 구득할 수 없는 경우 또는 구득이 가능하더라도 비경제적인 경우에는 차수벽 형을 적용하며, 차수벽 재료는 아스팔트 콘크리트와 철근 콘크리트가 주로 사용된다. 또한, 여기에 사용되는 재료는 소요의 차수성, 강도 및 내구성을 가져야 하며, 댐의 안정에 영향을 미치지 않아야 한다. 따라서, 차수벽에 사용되는 재료는 충분한 시험을 통하여 소요의 조건을 만족하는 재료를 선정하여 사용한다.

3.5.1.1 재료의 분류와 적용

(1) 차단벽재료는 아스팔트 콘크리트와 철근콘크리트로 분류한다. 일반적으로 양재료 모두 불투수성의 필재료가 없을 때의 포장용 댐에 적용한다. 재료는 소요의 차수성, 강도 및 내구성을 가질 것이 필요하다.

3.5.1.2 재료의 사용범위

(1) 차수벽 재료에는 과거에 목재, 철근콘크리트, 강판 등이 이용되어 왔으나 최근에는 재료로서의 성질의 이점이나 신뢰성 등에서 아스팔트 콘크리트를 이용하는 일이 많다. 기타의 조건이나 기술의 진보 등에 의하여 철근콘크리트를 사용하든가 고분자계 재료, 프리팩트 콘크리트 등 다른 재료의 사용도 가능하다고 생각된다.

3.5.2 아스팔트 콘크리트

3.5.2.1 재료의 성질

(1) 아스팔트 콘크리트는 투수성, 강도, 기능성, 사면에서의 안정성 및 내구성이 아스팔트, 골재, 필러(filler) 등 재료의 종류, 입도 및 혼합물 배합에 따라 크게 영향을 받으므로 구성재료의 선정에 있어서는 신중한 검토가 필요하다.

(2) 특히 온도변화나 반복하중에 의한 영향도 크기 때문에 충분한 주의를 요한다. 차수벽 재료에 쓰이는 아스팔트 콘크리트는 일반적으로 아스팔트, 골재, 필러로 되고 또 보호막을 형성하는 아스팔트 매스틱은 아스팔트와 필러로 이루어지나 어느 것이든 가열처리하여 포설하는 혼합물로 사용목적에 따라 첨가물을 혼입하는 때가 있다.

3.5.2.2 아스팔트

(1) 아스팔트는 기상상황, 사면경사 및 시공조건을 고려하여 설계조건에 적합한 성질을 가지고 있는 것을 사용한다.

3.5.2.3 골재

(1) 조골재는 일반적으로 천연 또는 파쇄골재 및 슬래그 등으로 그 성상은 깨끗하고 단단하며 내구적이고 적당한 입도를 가지고 가열에 의한 품질의 변화 및 다짐에 의한 파쇄를 일으키지 않고 얇은 암편, 세장석편, 유기물 및 석분 등의 유해량을 함유하지 않은 것으로 한다.

(2) 세골재는 천연사 또는 파쇄사 및 슬래그 등으로 그 성상은 깨끗하고 단단하며 내구적이고 가열에 의하여 품질의 변화를 일으키지 않으며 점토, 실트, 유기물 등의 유해량을 함유하지 않은 것으로 한다

3.5.2.4 필러

(1) 일반적으로 시멘트, 석회석분말, 소석회 분말, 기타의 광물질분말을 사용하나 먼지, 흙 등을 함유하지 않고 또 덩어리가 없는 것으로 한다.

3.5.2.5 첨가물

(1) 첨가물로서 사용하는 아스베스트는 아스팔트 콘크리트의 안정성 등을 증강하기 위하여 첨가하는 것이나 아스팔트 콘크리트의 재료특성 및 시공성에 영향을 주므로 사용량에 대한 검토가 필요하다.

3.5.2.6 철근 콘크리트

(1) 철근 콘크리트는 콘크리트 표준 시방서에 따라 소요의 수밀성, 강도 및 내구성을 가지는 것으로 한다.

4. 설계

4.1 기초설계

4.1.1 일반사항

(1) 필댐의 기초설계 내용은 터파기와 기초처리를 포함하여 계획한다. 또한 필댐의 기초는 기초로서의 조건을 만족시켜야 하며, 제체 및 원지반의 특성에 따라 설계한다.

(2) 필댐의 기초설계 내용은 댐터의 터파기 및 기초 처리 방법 등을 포함하며, 세부적인 기초처리 방법 및 공법 등은 원지반 특성에 따라 설계할 수 있는 내용을 포함한다. 필댐의 기초는 축제 중 및 축제 후 재하에 대하여 충분한 지지력을 가지며 침투수를 억제하고 침투 파괴에도 충분한 저항성을 가져야 한다. 저수기능 유지의 입장으로 보아 제체

와 기초는 일체이며, 기초의 특성에 따른 제체 설계가 필요하다. 기초설계의 적부는 기초처리 뿐만 아니라 제체 설계, 건설비 및 공기에 영향을 미친다. 이를 위하여 합리적이고 적절한 조사를 하고 기초 상태를 충분히 파악하여 많은 대책방법을 종합적으로 비교검토하여 최적의 설계를 해야 한다. 기초 상태는 지질과 입도조성에 따라 다르고 기초처리 대책도 기초 상태에 따라 달라져야 한다. 필댐은 견고한 지반뿐만 아니라 연약한 지질의 지반에도 건설이 가능하므로 일률적인 구조로 된 것은 비교적 적고 기초지반의 지질에 따라 댐 형식이 정해지며 또 댐의 규모나 사용목적에 따라서 기초처리를 하게 된다.

(3) 댐터 부지의 기초는 지지력, 전단력, 파이핑 등에 충분히 안정하여야 하며, 이들 조건에 만족하지 않는 경우에는 원칙적으로 조건에 맞는 지반이 노출될 때까지 터파기를 해야 한다. 또한, 기초 원지반과 성토재료와의 접촉부가 단단하게 접합하도록 성토하여야 하며, 장래에 부식에 의하여 전단강도가 저하될 것으로 생각되는 초목뿌리 등 유기물을 함유한 표토, 소요 전단강도를 얻을 수 없는 점토나 실트의 슬림층, 파이핑의 원인이 되는 암반의 균열과 모래 부스러기 등을 제거하여야 한다. 다만, 그 양이 많아서 전량을 굴착하면 비경제적일 경우 암반의 정밀조사, 토질시험, 안전성 검토를 하여 이것을 그대로 두어도 좋은 설계구조를 별도로 고려하는 경우에는 구애받지 않아도 된다. 따라서 정밀조사가 되어 있지 않은 경우는 흙쌓기 공사에 앞서 시굴 또는 트렌쳐 굴착을 실시하고 지층 관찰결과에 따라서 적절한 조치를 해야 한다.

(4) 필댐의 기초는 ① 충분한 전단강도를 가질 것, ② 변형 침하량이 적을 것, ③ 침투수량이 충분히 적을 것, ④ 침투파괴를 일으키지 않을 것, ⑤ 지진 시 액상화 현상을 일으키지 않을 것 등의 조건을 만족시켜야 한다. 그러나, 규모에 비하여 굴착깊이가 너무 깊거나 소규모 댐, 적당한 처리에 의하여 조건을 만족시킬 수 있는 경우에는 기초처리를 해야 한다. 이러한 기초처리 방법은 댐의 규모, 하중뿐만 아니라 토질조사, 암반조사 등 충분한 조사결과를 바탕으로 설계하여야 한다.

(5) 필댐의 기초는 지질적으로는 암반기초과 토질기초로 대별하고 다시 토질기초를 ① 투수성지반 기초(모래, 사력 등), ② 불투수성지반 기초(실트, 점토 등), ③ 연약지반 기초, ④ 미 고결층 지반 기초 등 4종류로 분류할 수 있다. 그러나, 실제로는 이와 같이 명확히 구분되기보다는 오히려 이들의 조합에 의해 구성된 경우가 많다. 따라서 기초 설계 및 처리 시에는 지질적 특징을 충분한 정밀도를 가지고 명확히 밝혀둘 필요가 있다.

4.1.2 암반기초

(1) 암반기초는 필댐 기초로서는 충분한 지지력을 가지나, 차수부에 존재하는 풍화암 등 취약부분을 제거하고 그라우팅 등 기초처리를 해야 한다. 또한 암반과 축제재료와의 접착성을 증대시켜 접촉면을 통한 누수를 감소시켜야 하며, 접촉면과 층상지반을 통한 활동에 대하여 검토한다.

4.1.2.1 일반사항

(1) 암반기초에는 어느 형식의 필댐이라도 건설이 가능하다. 기초가 암반인 경우에는 그 지지력은 축제재료의 지지력과 비교하면 훨씬 크다. 따라서 제체가 안전하기 위해서는 기초지반의 한계 지지력보다 상당히 작게 되도록 단면을 선정해야 되므로 기초지반의 지지력은 큰 문제가 없다. 보통 충분한 지지력을 가진 기초에 대해서는 주로 절리, 균열 또는 단층 등으로부터의 누수대책을 고려하는 것이 좋다. 또 외력에 의해 간단히 붕괴되는 풍화된 암반 또는 층리, 균열 등이 일정 방향으로 발달하여 있는 퇴적암, 예를 들면 셰일, 점판암, 이암, 실트암 등 및 풍화된 편암 특히 운모를 많이 함유한 경우에는 댐터의 원지반이 활동하는 경우가 있으므로 활동에 대한 검토가 필요하다.

4.1.2.2 댐부지 굴착

(1) 댐 부지의 굴착은 제체 각 존에 대해서 안전성 (활동, 변형) 및 시공성을 고려하여 적당한 깊이까지 실시해야 한다. 이는 지질조사의 결과로부터 얻은 탄성파 속도나 암 등급 등을 참고하여 결정한다. 제체 각 존에 관하여 지지력을 중심으로 검토함과 아울러 일반적으로 표토 및 암반이 많이 풍화된 부분, 균열이 많은 부분 등을 제거하여야 한다. 굴착 도중에 용출수, 공동, 가스분출 등을 만날 경우가 있다. 이와 같은 우려가 있는 경우에는 굴착에 앞서 그라우팅 처리를 하는 것을 고려할 수도 있으나, 이는 설계자가 조사설계 단계에 이에 관하여 충분히 검토하여 그 범위가 최소가 되도록 한다.

4.1.2.3 암반기초의 터파기 깊이

(1) 암반기초는 필댐의 기초로 지지력이 충분하다. 그러나, 암반표면의 풍화암, 균열부분, 모래 부스러기 등의 취약부분을 제거하여 암반내의 침투수 또는 암반과 축제재료와의 접촉부를 통과하는 누수에 의하여 파이핑이나 대량의 저수손실이 일어나지 않도록 주의해야 한다. 또한, 암반은 보통 깊이가 깊어질수록 투수계수가 작아지므로 터파기를 깊게 하는 것은 좋으나, 깊이는 원칙적으로 표면의 풍화부분만을 제거하는 것이 좋다.

(2) 터파기의 깊이는 주로 탄성파 속도, 투수단면도, RQD 등을 바탕으로 결정하며, 저속도층이나 투수층이 얕은 경우에는 그 층을 제거하며 깊은 경우에는 지반개량을 하는 것이 일반적이다.

4.1.2.4 바닥 터파기 (지수 트렌치)

(1) 제체 차수부(코어)의 기초부분의 굴착을 바닥 터파기라 하고 굴착에 의해 이루어진 부분을 지수 트렌치라 한다. 바닥 터파기를 하는 이유는 첫째, 기초지반의 표층 중에서 풍화된 부분, 균열이 발달된 부분을 제거하여 지수효과와 충분한 지지력을 확보하고, 제체 차수부와의 접착도를 높이기 위한 것이고, 둘째 차수부의 종단방향의 부등침하를 적게 하기 위한 것 등이다.

(2) 지수 트렌치의 형상 설계시에는 차수부 내부에 침하에 따른 균열이 발생되지 않는 지형, 지질, 저수압 또는 차수재료의 물리적, 역학적 특성 등에 대하여 종합적으로 검토

한다.

(3) 지수 트렌치의 계획깊이는 일반적으로 시추추상도, 탄성파속도의 분포, 투수단면도 및 RQD 등으로부터 결정한다. 저속도층이나 투수층이 얕은 경우(10m 정도)에는 그 층을 제거하고, 깊은 경우에는 지반개량이 가능한 깊이까지 굴착하는 것으로 계획한다.

(4) 차수부 폭이 넓을수록 암반과의 접촉면적이 크고 접착성이 좋게 되므로 접촉면을 따라 흐르는 누수량을 적게 할 수 있다. 그러므로 축제재료와의 접착이 어려운 암반일수록 터파기 폭을 넓게 한다. 그러나 차수부 폭은 안전상 얇게 하는 것이 좋으나 접촉부만은 폭을 넓게 하는 예도 있다. 또 부득이 하여 터파기 폭을 좁게 할 경우에는 파이핑 현상이 생기지 않도록 필터를 암반과의 접촉면의 하류부측에 배치하는 것이 좋다.

4.1.2.5 암반의 종류에 따른 기초의 설계

(1) 암반 종류에 따라 기초의 설계를 달리하여 충분한 안전성을 가질 수 있도록 한다. 특히, 풍화되기 쉬운 암반이나 균열성의 암반, 층상 퇴적암 암반, 용암성 암반, 화성암 암반 등의 특성을 파악하여 기초를 설계한다.

① 풍화되기 쉬운 암반기초 및 균열성의 암반기초

가. 세일, 점판암, 이암 또는 실트암 등은 보통 대기에 노출되면 풍화되기 쉽다. 이와 같은 종류의 암반에 대하여는 풍화 방지대책이 필요하다. 또 균열이 많은 암반에는 후술하는 블랭킷 그라우팅이 필요할 때도 있다.

나. 일차굴착, 마무리굴착의 2단계 굴착법이 있고 마무리 굴착면은 장기간 대기에 노출되지 않도록 해야한다. 이 종류의 암반은 보통화약을 사용하지 않고도 굴착가능하며, 그라우팅 종료 후에 큰 해머 등에 의하여 마무리 굴착을 할 수 있다.

다. 그라우팅에 의하여 표면피복을 한다. 기초지반면이 1.0~1.5m 깊이에서 평면적 구멍간격을 1m 전후로 하여 수많은 그라우팅 공법으로 기초 지반면에 페이스트 가유출하는 것을 기대하는 것이다. 그라우트 페이스트를 암반면에 누출시키기 때문에 암반면은 피복 보호되어 풍화방지의 역할을 한다.

라. 아스팔트유제나 우레탄 고무액을 암반표면에 살포하여 불투수 피막을 형성한다. 이와 같은 종류의 재료에 의해 처리한 경우에는 축제시에 이를 제거하지 않고 성토를 할 수 있다. 일본 山村댐은 불투수성지반(제3기 이암층, 두께 2~3 m)으로서 신뢰성에 문제가 있어 이 공법이 채용되었다. 또 풍화방지용으로서 모르타르를 뿜어 붙이는 수도 있다.

② 층상 퇴적암반기초(제3기층)

가. 제3기의 이암 및 사암이 호층으로 구성된 기초는 그 지층의 경계면에 지하수경로(파이핑 공)가 형성되는 예가 있으므로 지수대책에 충분한 주의가 필요하다. 지수대책은 저수지전역에 걸친 수리지질도를 작성하여 지수처리 및 양압력의 감쇄를 필요로 하는 부분 등에 대해서 종합적으로 검토하여 댐 형식과 관련시켜 대책을 강구해야한다.

나. 기초지반이 층상으로 된 퇴적암일 때 경사가 활동하기 쉬운 방향으로 기울어진

경우(流盤), 침투수에 의한 간극수압 때문에 전단저항이 저하하여 활동하기 쉬우므로 설계 시에는 이와 같은 종류의 검토도 필요하다.

다. 셰일층에서 활동한 예로, 미국의 와코댐(Waco dam)은 높이가 겨우 27m인데, 6m 이상이나 하층 암층을 따라 수평방향으로 활동하는 보기 드문 사고가 생겼다. 이 댐의 비탈기울기는 상당히 완만하게 설계하였으나 셰일면에 따라 활동하는 안정계산에 대해서는 검토하지 않아 발생한 사건이다.

③ 용암성 암반기초

가. 이 종류의 암반 내에는 균열이나 공동이 존재하는 수가 있으므로 침투수에 대하여는 댐의 기초이외의 주변 산지부에 대해서도 충분한 검토가 필요하다.

나. 또 지층이 복잡한 것도 이 암반의 특징으로 표층이 암반이라고 하여도 그 하부에는 연약한 점토층이 퇴적되어 있는 경우도 있어 활동에 대한 검토나 대책뿐만 아니라 변형에 관한 검토 및 대책도 필요할 때가 있다. 저수지 내에서 용출수가 있는 곳이 많다고 인정될 경우 기초전체의 그라우트에 의한 처리는 경제적으로 곤란한 경우가 많다. 이 같은 경우에는 점토 블랭킷과 그라우팅을 병용하는 등 방법을 고려할 수 있다.

④ 화성암기초

가. 화강암, 안산암 등의 기초는 풍화대와 신선한 암반과의 경계면과 절리면이 침투 및 활동에 대하여 약점이 되기 쉬우므로 암반의 경사를 충분히 검토할 필요가 있다. 또 이 종류의 암반에는 관입암맥의 방향에 의하여 심부까지 풍화를 받아서 점토화하는 경우가 많으므로 단층처리와 같은 처리를 필요로 하는 경우도 있다.

4.1.2.6 배수공

(1) 그라우팅으로 암반내의 누수를 막는 것이 공사비 및 시공 속도면으로 보아 곤란한 경우에는 그라우팅 대신에 약간 하류부에 배수공을 설치하는 것이 좋다. 이것은 누수량이 댐의 경제성으로 보아 허용할 수 없는 정도의 경우를 제외하고는 하류측의 양압력을 감소시키는 점으로나 또는 하층의 조사가 충분한 점으로도 그라우팅공과 같은 역할을 할 수 있는 것이다. 이 방법은 아주 최근에 이용하게 된 것으며, 높이가 큰 댐 특히 층상으로 된 퇴적암인 경우에 효과적이다. 배수공의 지름은 5.1~7.6cm이면 충분하고, 그 위치는 ① 댐 안에도 좋고, ② 비탈 끝도 좋다. ①의 경우는 제체 안정상 유리하고 ②의 경우는 누수량을 결정할 수 있어 편리하다. ③의 경우는 경사끝에서 경사진 방향으로 파면 ①, ②경우의 장점을 병용할 수 있다.

4.1.3 미고결층 기초

(1) 하상의 모래층 또는 사력층과 같은 투수성 지반 위에 댐을 축조할 경우에는 제체나 기초를 통하여 흐르는 투수량이 허용범위 내에 있도록 설계한다. 동시에 침투수를 안전하게 댐 밖으로 흘려보내기 위한 적절한 조치를 강구하여 침투수에 의한 제체나 기초의

파이핑에 대하여 충분한 안정성을 갖도록 한다.

4.1.3.1 일반사항

(1) 투수성 지반 위에 댐을 축조하는 경우에는 기초지반으로 누수가 되더라도 요구되는 저수량을 만족시킬 수 있고, 안정상의 문제가 없다면 댐의 건설이 가능하다.

(2) 흙 지반을 지질학적으로 분류하면 ① 비교적 새로이 퇴적한 것으로써 사질점토를 주체로 한 소위 충적층과 ② 제3기 또는 홍적세의 사력 및 점토층 ③ 풍화잔류토 등 3종류가 있다. 충적층은 하상부 등의 한정된 범위로 두껍게 퇴적하여 투수성이나 지지력 면에서 문제가 되는 경우가 많다. 이에 반해서 제3기층이나 홍적층은 성층상태가 좋으며 또 투수층이 호층을 이루고 있는 특징이 있다. 실트와 점토가 층상으로 퇴적되어 있지 않은 한 사질층은 잘 다져지므로 활동이나 변형이 문제되는 경우는 적다. 이 때문에 댐 기초로서의 검토 및 대책은 ① 누수량을 허용범위로 감소시키는 것, ② 침투수에 의하여 생기는 간극수압을 안전하게 처리하는 것 등이 있다.

4.1.3.2 침투수 억제대책

(1) 침투수량이 과다하여 요구되는 저수량을 만족시킬 수 없는 경우에는 침투수 억제 방법을 사용하여 침투수량을 줄이고 댐의 안정성을 확보하여야 한다.

(2) 침투수량을 허용치 이내로 감소시켜서 제체의 안정을 확보하려면 투수층의 두께, 입도분포, 기초의 지질구조 등에 따라 적합한 공법을 선택한다. 물론 두 가지 이상을 혼용할 수도 있다.

(3) 지질구성은 예를 들면 투수층이 원지반에 이르기까지 연속하는 경우 투수층이 댐터 양안의 구릉을 감아 올라가는 경우 또는 하상에 부분적으로 존재하지만 투수성 모래층이 깊게 존재하는 등 여러 가지 경우가 있다.

4.1.3.3 넓은 코어

(1) 코어 밑의 투수성 기초를 불투수층에 도달할 때까지 굴착하고 코어용 흙으로 되묻고 전압하는 방법이다. 파는 깊이가 깊으면 지하수 배제나 굴착량 증대 등으로 비용이 많이 든다. 굴착된 재료는 다른 부분에 유용하는 것이 경제적이다. 지하수 배제에는 자갈 또는 난투수성 지반 이외의 경우 웰포인트 공법이 유효하다. 펌프 양수일 때에는 직립관을 세우고 그 속에 자갈을 채우면서 수면을 흙쌓기 면보다 항상 3 m 정도 낮게 하면서 올려 간다. 이 자갈층에는 나중에 그라우팅해도 좋고 그냥 두어도 좋다.

4.1.3.4 널말뚝

(1) 현재는 별로 사용하지 않는다. 균질기초일 때에는 효과가 있고 일시적으로 대량의 누수를 방지할 필요가 있을 때 또는 실트기초의 액상화 현상을 막을 목적을 겸할 때는 좋은 방법이다. 널말뚝이 불투수층까지 도달하지 않을 때에는 차수효과가 감소된다.

널말뚝의 관입깊이가 불투수층 두께의 50 %일 때, 누수량은 3/4이고 80 % 깊이에서 누수량은 1/2밖에 안된다. 상당한 차수효과를 올리려면 투수층 두께의 95 % 이상 관입해야 한다.

4.1.3.5 투수성 기초

(1) 댐은 미고결지층을 터파기한 후 암반위에 축조되는 것이 가장 바람직하다. 이는 미고결층에 대한 그라우팅이 암반에 비해 대단히 어려울 뿐만 아니라 막대한 공사비가 소요되며 시공 효과 즉, 지반개선이 암반에 비해 불량하기 때문이다.

(2) 미고결지층에 그라우팅을 한 국내외의 시공사례를 보면 주입열이 4~19열로써 많은 찬공을 하였고, 주입율이 8.9~18.6 %에 달하는 엄청난 주입량이 소모되었음에도 시공 후의 투수계수는 대개 K= $\alpha \times 10^{-4}$ ㎝/s로 개선되었다.

(3) 부득이 미고결 토사층 위에 댐을 축조하여야 하는 경우에는 미고결층에 대해 많은 시료를 채취하여 입도분석을 하고, 손쉽게 구할 수 있는 시멘트계열의 입도분석 자료와 비교하여 적정한 주입재료를 선정한다.

(4) Claude Caron(1982)은 토사층에서 주입재 침투는 토사공극을 채우는 충전(impregnation or permeation), 지반의 약한 부분을 파괴하면서 맥상으로 침투하는 할렬(fracturing) 및 할렬-충전(fracturing permation) 등 세가지 유형으로 분류할 수 있다. Yeneda 등(1996)도 주입시간이 경과함에 따른 압력변화의 곡선으로부터 세가지 유형의 특징을 보고한 바 있다.

(5) 주입재료의 기본성질 중 가장 중요한 요소는 미세립이어야 한다. 즉, 주입재의 입자가 토립자 사이를 무리없이 통과할 수 있을 정도로 미세립질이 요구된다. 이에 대해 G.A. Kravetz, Karol, Yeneda, 미국공병단 등이 주입가능비(groutability ratio) 관계식인 N = D15 / G85 (D15 : 토립자 입경가적곡선상의 15 % 입경, G85 : 주입재 입경가적곡선상의 85 % 입경) 을 발표하였는데, $N > 25$ 이상일 때는 충전주입이 되며 $N < 10$ 이하일 때는 할렬주입이 N = 10~25 범위일 때는 할렬-충전주입이 된다고 하였다. 이때 토사의 입경가적곡선은 No. 4 체(4.76 ㎜)를 통과하는 모래이하의 세립질로 구성하여야 한다.

(6) 주입가능비 검토 결과 시멘트 계열의 주입재로는 충전주입이 되지 않는다고 하여 용액형 그라우트의 대표적 약액인 물유리를 설계해서는 안된다.

(7) 물 유리는 주입 후 용탈현상에 의해 내구성이 현격하게 저하되며 지하수와 토양을 오염시키는 등 환경적인 측면에서 문제가 있기 때문이다.

4.1.3.6 완전 차수벽

(1) 콘크리트 차수벽과 널말뚝의 장점을 겸하여 개량한 형식의 콘크리트 채움 널말뚝, 이코스(ICOS) 공법, 프리팩터 공법, 슬러리 트렌치 공법 등 신공법이 시험 중에 있다. MIP공법은 조약돌이 없을 때에는 경제적이고 최소 두께 30 cm로서 충분히 차수효과가 있다.

4.1.3.7 압성토

(1) 침투수의 양압력에 의하여 제체 비탈면이 활동하지 않도록 하는 것이 목적이다. 그러나 누수방지역할은 거의 못하므로 기초지반을 통과하는 누수량이 그대로 허용되는 경우에만 사용한다. 누수량만 걱정하지 않는다면 1×10-1 cm/s의 기초지반 위에도 안전한 댐이 축조되는 것이다. 다만, 이 경우에도 동수경사가 1/25 이하로 되도록 불투수성부의 밑면을 깊게 해야 한다.

4.1.3.8 압력감소용 우물

(1) 제방부지에 작용하는 침투수압은 수평 블랭킷에 의하여 어느 정도 저하시킬수 있지만 침투수압을 다시 저하시킬 필요가 있는 경우에는 제체 하류비탈끝에 우물을 설치하여 배수하는데 이를 압력감소용 우물 공법이라 한다.

(2) 지표면을 덮고 있는 불투수층이 두꺼울 때 또는 층상으로 되어 있을 때는 배수구의 시공이 곤란하므로 압력감소용 우물이 좋다. 이것은 지표에서부터 투수층의 전 깊이를 꿰뚫도록 지름 15~60 cm의 우물을 8~30 m 간격으로 파는 것이다. 이 우물의 약 1/2 직경을 가진 유공관을 우물 안에 넣고 둘레에 필터를 채운다. 관 재료로는 목재, 플라스틱, 아스팔트를 칠한 양철관이 적당하다. 우물 안은 가끔 물을 채워서 씻어야 한다. 압력감소용 우물은 침투수의 침투로 길이를 감소시켜 침투수량을 증가시키는 결점이 있으므로 처음에는 개소수를 적게 하고 필요에 따라 신설하는 것이 좋다.

(3) 기초의 투수성 및 지수 트렌치 바닥의 투수성이 비교적 낮고, 제체 불투수성부와의 접촉이 충분한 경우에는 시공상 필요한 최소치를 채용해야 한다. 시공상 필요한 폭은 굴착기계나 다짐기계가 트렌치 중에서 능률적으로 운행 가능한 보통 4 m 이상을 필요로 한다.

4.1.3.9 불투수성 블랭킷(blanket)

(1) 블랭킷은 기초지반의 침투수 억제뿐만 아니라 댐터 원지반의 투수층에서의 침투억제에 대하여도 효과적이다. 이를 경사 블랭킷 또는 원지반 블랭킷이라 부른다. 산턱의 사면 블랭킷을 시공하는 경우는 댐 본체의 차수부는 완전히 접속시켜야 하므로 댐 본체를 경사차수형으로 하는 것도 바람직하며, 산턱의 사면 블랭킷은 아스팔트 페이싱(facing)을 하는 수도 있다.

(2) 두께는 수압의 1/10을 표준으로 하며, 보통 1~3 m가 많고 제체 부근일수록 두껍고 상류로 감에 따라 얇게 한다. 투수성 지반의 바로 위에 얇은 불투수성 지표가 덮혀 있을 때는 표면을 긁어서 구멍을 메우고 다시 전압하는 정도로 충분하다. 그러나 수평방향 투수계수 k가 큰 지반에서는 블랭킷을 하여도 반드시 파이핑에 대한 충분한 저항성을 주는 것은 아니다.

① 자연 블랭킷 : 투수성 기초의 표층에 불투수성 흙이 퇴적하여 자연 블랭킷을 형 성하고 있을 경우, 블랭킷에 의하여 생기는 유효 침투로 길이 xf는 다음 식으로 구한

다. xf는 손실수두(⊿hb)를 생기게 하는데 필요한 길이로, 블랭킷에 의한 손실수두(⊿hb)는 댐 상류에 완전 불투수성판을 수평으로 xf만큼 깐 것과 동일한 것을 의미한다. 또 수평 침투수량은 다음식 으로 나타낼 수 있다.

$$q_f = \frac{k}{x_r + x_d} \text{ h·d}$$

여기서, q_f는 기초의 침투수량, h는 저수위와 하류수위와의 차를 나타낸다.

$$x_f = \sqrt{\frac{t \cdot d \cdot k}{k_1}}$$

여기서, t는 블랭킷의 두께, d는 기초의 두께, k1은 블랭킷의 연직투수계수,
k는 기초의 투수계수이다.

② 인공 블랭킷

기초지반에 비하여 어느 정도 불투수성 재료가 얻어질 경우에는 상류측은 불투수성 수평 블랭킷을 연장하는 편이 불완전한 차수벽보다도 유효하다. 블랭킷의 소요길이(x)와 그 때의 기초지반을 통과하는 침투수량(q)은 다음 방법으로써 계산할 수 있다.

블랭킷의 길이는

$$x = \sqrt{\frac{2 \cdot t \cdot d \cdot k}{k_1}} \text{ (m)}$$

기초 침투수량은

$$q = \frac{k \cdot d \cdot h}{0.63\,x + b} (\text{m}^3 \cdot \text{s} \cdot \text{m})$$

여기서, h는 블랭킷 위의 전 수두(m), t는 블랭킷의 두께, d는 투수성 기초의 깊이,
b는 댐 불투수성 부분의 아래 폭, k는 투수성 기초의 수평방향의 평균 투수계수,
k1은 블랭킷의 수직방향 평균투수계수(m·s)이다.

4.1.3.10 연속지수벽공

(1) 기초지반에 좁은 트렌치를 굴착하여 지수벽을 설치하는 공법이다. 되메우기 하는 재료로서는 무전압 점토, 콘크리트 또는 아스팔트 등을 사용한다.

(2) 이 공법은 지진시의 거동이 이론적으로 명확하게 밝혀져 있지 않음은 물론 연속벽과 제체의 진동주기의 상이에 따라 양자의 접합부에 틈이 생기거나 균열이 발생하는 위험성이 있으므로 제체부와 떨어져 설치하는 것이 바람직하다.

4.1.3.11 배수도랑

(1) 배수도랑이라 함은 투수성 기초 또는 제체로부터의 침투수를 안전하게 댐 밖으로 배수하기 위한 시설을 말한다. 이것은 비탈끝 배수도랑과 수평 배수도랑으로 나눌 수 있

다. 비탈끝 배수도랑은 위의 어떤 방법을 채용하던 간에 반드시 병용해야 한다. 하천의 기울기가 아주 급하지 않는 한 댐 지점의 지표면은 대개 불투수층이 얇을 때에는 위험성이 크게 된다. 이 수압을 없애는 가장 간단한 방법이 비탈끝 배수도랑이다.

(2) 투수성 지반의 차수방법이 완전하지 않을 때에는 수평 배수도랑을 병용하는 것이 좋다. 수평 배수도랑에는 댐체 단면저부의 하류측에서부터 약 1/3범위 내에서 전면적으로 설치하는 수평 블랭킷 식과 줄모양으로 설치하는 스트라이프식(stripe)이 있다. 어느 것이나 기초지반과 댐체와의 경계면에 설치하는 것이므로 파이핑을 일으키지 않도록 필터조건이 맞는 재료라야 한다.

4.1.3.12 파이프의 매설

(1) 댐 바닥부분에 파이프를 넣는 것은 누수량 배제가 효율적이고 경제적이며 또 투수량이 정확히 측정되는 이점이 있는 반면 필터가 불충분하면 파이핑의 원인이 되고 파이프 자체가 파괴되거나 막히는 위험이 있어 미국 공병단에서는 하류 비탈끝 배수도랑에도 유공관 사용을 금지하고 있다. 파이프 매설의 조건은 ① 파이프는 두께 30 cm 이상의 필터로 감아 쌀 것 ② 유공관 지름은 필터의 85 % 입경의 반 이하로 할 것 등이다.

4.1.3.13 전면포장

(1) 저수지의 물이 매우 귀중해서 댐 및 기초의 투수계수가 1×10-7 cm/s 이하를 요구하는 경우가 있다. 포장재료로서는 아스팔트계 재료, 프린트코트 콘크리트, 벤토나이트계 재료, 플라스틱 등이 있다.

4.1.3.14 기타의 차수공법

(1) 상기의 차수공법 외에 부분 치환공법, 특수 약액주입에 의한 차수공법이 있다. 그러나 이와 같은 공법은 지수의 신뢰성이 적으므로 제고 30 m 이하의 낮은 댐이나 차수를 위한 보조수단으로 사용하는데 지나지 않는다. 또 특수 고압 그라우트에 의한 공법도 사용되고 있다. 약액 주입시에는 사람이나 가축에 대한 위해가 있을 수도 있으므로 공법채용에는 신중한 검토가 필요하다.

① 양압력의 처리대책

가. 투수성 지반 위에 건설된 댐은 완전한 지수를 유지할 수 없기 때문에 누수에 의한 양압력이 발생하게 된다. 이러한 양압력은 제체의 비탈끝 부분의 퀵샌드나 파이핑의 원인이 되어 결국 제체의 붕괴를 유발하게 되므로 기초지반의 지질구조 및 투수성을 고려하여 적절한 공법을 강구하여 안전성을 확보한다. 대표적인 공법은 수평 드레인, 블랭킷 또는 연속 지수벽, 그라우트 공법, 전면포장 등이 사용된다.

나. 투수성지반 위의 댐에서는 완전지수를 기대할 수 없다. 특히 필댐의 특수성에서

다소의 누수가 있는 것을 전제로 하면 상당히 높은 양압력이 생기는 수가 있다. 양압력의 증가는 전체의 안정성의 저하뿐만 아니라 수직응력이 작은 제체 사면 끝 부근에서 퀵샌드나 파이핑의 현상이 나타나서 제체 붕괴의 위험을 초래한다. 양압력의 처리방법 및 구조는 기초지반의 지질구성과 투수성에 따라 다르다. 다음에 대표적인 것을 기술한다.

(2) 균일한 투수성기초인 때에는 수평 드레인으로 처리하는 것이 보통이다. 투수량에 따라서 단면을 결정하지만 그 양에 따라서 드레인 말단을 필터 구조로해서 하류 사면끝 드레인에 접속시킨다.

(3) 호층상태의 기초인 때에는 투수, 불투수의 층이 호층으로 존재하는 경우가 많다. 콘크리트 연속벽 등으로 완전지수를 하는 것은 별도로 하고 기타방법 예를 들면 블랭킷 공법, 그라우트 공법 등에 의하여 지수하는 경우는 대부분 기초지반 내에 압력감소용 우물 또는 트렌치형 드레인을 설치한다.

(4) 블랭킷에 의하여 지수하는 경우에는 침투로길이를 연장하여 침투량을 억제한다. 이 경우 제체하부의 불투수부는 가장 유효한 침투로 길이로 사용된다.

(5) 전면포장인 때에는 포장기초를 투수재료로 조성하고 포장면을 통과한 지하수나 저수지 주변의 강우가 포장면 배면에서 양압력으로 작용하지 않도록 외제로 배제하여야 한다. 포장재료로서는 주로 아스팔트계, 고무시트계 재료가 사용된다.

4.1.4 연약지반 기초

(1) 점토, 실트, 유기물 등으로 구성되어 연약하고 소성이 큰 예민성 지반 또는 연약 지반 위에 댐을 축조할 경우에는 활동파괴와 압밀침하에 대하여 충분한 안전율을 고려하여 설계한다.

4.1.4.1 일반사항

(1) 점토, 실트, 유기질로 이루어진 연약지반(이 기준에는 표준관입시험의 N치가 20 이하의 범위를 연약지반으로 함)인 때에는 특히 활동파괴, 과대한 침하 또는 변형이 생기므로 시공 중에도 충분히 주의 깊게 관찰함은 물론 필요에 따라서 설계 변경을 하는 등 신중한 처리를 해야 한다. 한정된 토질시험으로서 설계단계에서 성토작업에 따른 압밀의 진행과 그에 따른 강도증가 또는 변형을 올바르게 예측하는 것은 상당히 어려우므로 침하계, 변위계, 경사계, 간극수압계 등의 각종계기를 설치하여 시공중의 거동관측은 물론 적당한 기간마다 교란되지 않은 시료를 채취하여 비압밀, 비배수 전단강도를 조사해서 압밀의 진행상황을 확인하면서 시공을 진행할 필요가 있다.

4.1.4.2 완성 전·후의 진행성 파괴

(1) 기초지반이 연약하고 소성이 큰 예민성 점토 또는 유기질토인 경우에는 반드시 활동파괴에 대하여 검토한다. 특히 슬림층이 있는 경우에는 이를 제거하거나 치환하여 완

속 파괴에 대하여 대책을 강구한다.

(2) 필댐 활동의 대부분은 기초지반이 연약하고 소성이 큰 예민성 점토 또는 유기질 토양인 경우에 일어난다. 더욱이 공사 중 활동의 대부분이 이에 의한 것이며 또 완성 직후는 물론이고 완성수년 후에도 활동하는 예가 많으므로 특히 주의해야 한다. 제체재료가 점토질인 때에 이 경향은 더욱 현저하다. 그 원인은 연약지반의 전단저항력이 점증하는 댐 하중 또는 완성 후 장기에 걸쳐 반복되는 저수위 변동에 따른 침투수나 간극수압의 복잡한 변화에 적응할 수가 없어 일시적이라도 균형을 잃은 상태가 나타나기 때문일 것이다.

(3) 실내시험의 결과로부터 안전계산을 해서 충분한 안전율을 취하였는데도 활동한 예가 있다. 이는 기초 지반 중에 보링 주상도에 나타나지 않는 정도의 얇은 연약층이 있거나 포화시에는 Φ = 0과 같은 점토층이 있어서 순간적으로 안전율을 저하시키기 때문인 것으로 생각된다.

(4) 교란되지 않은 시료에 대한 정밀한 시험을 했다 하여도 안전율은 다른 때보다 세심한 주의를 기울려 정해야 한다. 따라서 연약 기초지반 중에는 반드시 간극수압계를 매설해 두어야 한다.

4.1.4.3 압밀 침하량

(1) 연약지반에 있어서의 또 하나의 문제는 압밀침하에 의하여 댐 높이, 여유고 부족을 초래하는 일이다. 따라서, 연약지반에 건설되는 댐인 경우에는 댐 높이, 여유고 등에 압밀침하량을 고려하여야 한다. 침하와 시간과의 관계는 침하량의 대부분이 시공중에 끝나는 것과 동시에 시공 중에는 전침하량의 수분의 일밖에 침하하지 않는 것이 있다. 침하량과 침하에 요하는 시간은 테르자기(Terzaghi)의 압밀이론에 의하여 실내시험 결과로서 최종 압밀침하량 ΔH와 90% 압밀에 요하는 시간 t는 다음 식으로 계산된다.

$$\Delta H = \frac{e_1 - e_2}{1 + e_1} \cdot H$$

$$t = \frac{1}{C_v} \cdot H^2 \cdot T_v$$

여기서, H는 압밀되는 점토층의 두께, e_1는 댐 축조전의 공극비,
e_2는 댐 축조 후의 공극비, C_v는 압밀계수, T_v는 시간계수이다.

4.1.4.4 연약지반 처리공법

(1) 기초지반이 연약하고 소성이 큰 예민성 점토 또는 유기물이 많은 경우에는 반드시 활동파괴에 대하여 검토하여야 한다. 특히, 슬림층이 있는 경우에는 이를 제거하거나 치환하여 완속파괴에 대하여 대책을 강구하여야 한다.

4.1.4.5 압성토 공법

(1) 연약지반 처리공법 중에서 압성토로 사용하는 재료는 중량이 무거울수록 좋고 특별히 선택할 필요는 없다. 압성토 쌓기가 필요한 경우에는 안정계산에 의하여 높이를 결정하는 것이 원칙이나 높이가 낮거나 중요도가 낮은 댐인 경우에는 개략적인 방법으로도 구할 수 있다.

4.1.5 느슨한 기초지반

(1) 기초지반이 저소성이고 단일 입경의 고운 모래 등으로 되어 상대밀도가 작은 느슨한 지반에 필댐을 축조할 경우에는 액상화에 의한 파괴를 방지하기 위한 적절한 조치를 강구해야 한다.

4.1.5.1 일반사항

(1) 지반이 느슨하고 포화된 실트 또는 가는 모래가 균등한 입도를 가진 경우에는 액상화에 대한 검토를 해야 한다. 특히, 지진 등 횡하중에 의한 파괴시 큰 피해가 예상되는 곳에서는 반드시 안정성을 검토해야 한다. 상대밀도를 이용하거나 한계간극비를 사용하여 개략적으로 액상화의 가능성을 판단할 수 있다. 그러나 간편법의 결과를 맹신해서는 안된다.

4.1.5.2 액상화 방지를 위한 입도 분포

(1) 일반적으로 거칠은 모래일수록, 입도 배합이 좋은 모래일수록 액상화 가능성은 적어진다. 또, 상대밀도가 50 % 이상의 모래는 입도에 관계없이 액상화 현상이 생기기 어렵다.

$$\text{상대밀도}(\%) = \frac{e_{\max} - e}{e_{\max} - e_{\min}}$$

여기서, emax : 흙이 가장 느슨한 상태의 공극비,
emin : 흙이 가장 조밀한 상태의 공극비,
e : 현장에서의 흙의 공극비

4.1.5.3 액상화 방지대책

(1) 액상화 방지대책으로서는 느슨한 재료를 제거하고 좋은 재료로 치환하는 방법과 상대밀도를 증가시키는 방법이 있는데, 현장의 여건과 재료의 구득 가능성, 공사비, 공사기간 등을 고려하여 적당한 공법을 선정한다.
상대밀도를 증가시키는 방법에는 ① 엉성한 재료를 파내서 그대로 다시 전압하는 방법, ② 소량의 발파에 의하여 다지는 방법, ③ 말뚝박기법, ④ 진동기초법 등이 있다.

4.1.6 그라우팅 설계

(1) 그라우팅 시공에 앞서 지하지질 상태 확인, 주입 영향권 확인, 주입재와 주입공법의 선

택, 주입공 간격과 주입심도 등을 결정하기 위하여 조사찬공과 주입시험을 실시해야 한다. 설계서에 정한대로 일정한 간격으로 실시하나 터파기면의 암질상태, 지질구조 등에 따라 조절할 수 있다.

4.1.6.1 그라우팅의 종류

(1) 시험 그라우팅

① 대개의 경우 주입공의 설계는 이미 완성한 댐의 실적이나 설계의 기준에 의해 정하고 있으나 대규모 또는 중요한 현장에서는 시공계획을 수립하기 위해 반드시 시험(pilot)그라우팅의 과정을 거쳐 결정해야 한다.

② 그라우팅 공사비에서 찬공 공사비가 차지하는 비용이 대단히 크다. 따라서 가능한 한 공간격을 넓게 하여야 할 것이다. 그러나 절리, 파쇄대 등의 구조의 방향, 암질의 상태에 따라 주입재의 확산 범위는 댐터마다 다르고 같은 댐터라도 구간마다 차이가 있으므로 이 범위를 확인하기 위해서는 시험구간을 적당히 넓게 잡아 찬공, 주입한 후 루전시험 등으로 주입효과를 판정하여 공간격과 주입량을 결정한다.

③ 필요한 주입공의 공간격, 공수, 배열 형태를 결정하기 위한 시험주입의 형태는 정해진 방법이 있는 것은 아니지만 중간내삽법(中間內插法), 정삼각형 중앙내삽법, 2열 정삼각형 중앙내삽법, 정사각형 중앙내삽법 등이 있는데, 그라우팅의 기본설계 즉, 공간격, 열간격, 열수, 주입재의 종류와 터파기면의 넓이, 지질상태 등을 감안하여 적정한 방법을 택한다.

(2) 컨솔리데이션 그라우팅

① 댐체와 접하는 암반이 이완되어 담수후 침투류 발생과 댐체의 하중에 기초변형이 일어날 우려가 있는 부분에는 암반의 변형성 개량과 지지력 증가를 위한 컨솔리데이션 그라우팅을 설계한다. 특히 균열·파쇄대 등의 틈이 많은 부분과 단층구간에 대하여 중점적으로 설계한다.

(3) 블랭킷 그라우팅

① 블랭킷 그라우팅은 풍화되거나 약간 풍화된 암석, 심하게 파쇄된 암석 또는 수평의 층상 암석을 따라 새는 물을 막기에는 커튼 그라우팅 만으로는 지수·보강효과를 거둘 수 없을 때 침투로장을 길게 할 목적으로 커튼 그라우팅에 연접하여 설계한다.

(4) 커튼 그라우팅

① 댐 기초에서 누수되는 물을 최대한 차단하여 양압력을 줄이고 파이핑 발생을 방지하기 위해서 기초 암반의 깊은 심도까지 커튼 그라우팅을 설계한다.

4.1.6.2 찬공계획

(1) 찬공기

① 회전식시추기는 BX 구경으로 150 m 이상 찬공 할 수 있는 능력이어야 하고 동력은 20 HP 이상, 회전수는 1,200 rpm 이상이어야 한다.

② 충격식 장비로 컨솔리데이션주입공 또는 커튼 주입공을 찬공토록 설계한 경우에는 설계심도를 무리없이 찬공할 수 있는 능력이어야 하며, 암분의 비산과 스라임의 원활한 배제를 위해 습식으로 찬공할 수 있는 구조이어야 한다.

③ 찬공기는 작업장의 조건, 지질여건, 찬공심도, 찬공구경, 작업내용 등을 고려하여 선정한다. 장비의 능력이 우수해야 함은 물론이고 바퀴, 크롤러 또는 스키드에 탑재되어 장비의 이동이 원활하여야 하며 완만한 경사부에도 무난히 이동할 수 있는 장치가 있으면 더욱 이상적이다.

④ 이외에도 안전사고가 발생하지 않게 안정적이어야 하며 공의 편차발생을 줄일 수 있는 부대장치의 확보도 필수적이다. 어떤 장비이든 롯드의 연결·절단이 신속하여야 하고 360° 임의의 각도로 찬공할 수 있어야 하며 이동이 자주식이어야 할 뿐 아니라 암질에 따라 빗트의 회전속도를 조정할 수 있는 다단변속기가 부착된 것이어야 한다.

(2) 찬공 구경

① 토사층의 찬공구경은 BX, 암반층은 AX로 설계하나 암반층의 조사공과 검사공은 BX로 계획하는 것을 원칙으로 한다. 그러나 주입재의 침투상태를 확인코자하는 경우는 NX 이상의 구경으로 설계한다.

② 찬공장비의 성능, 찬공도중에 발생하는 스라임의 효과적인 배제, 주입직전의 공내세척의 용이성, 패커사용 여부, 공내 붕락가능성, 암석 상태, 찬공경사각, 찬공심도 등을 고려하여 정한다. 찬공구경은 가능한 한 작은 것을 택해야 찬공공사비를 줄일 수 있다. 주입공은 AX 또는 EX로 계획하나 공내세척의 편리성, 지질구조대의 암편 돌출가능성, 주입수의 배제(bleeding), 공의 편차 발생방지 등을 감안하여 AX로 설계함이 타당하다. 그러나 조사공과 검사공은 시추코어의 관찰을 위해 회전식 공법으로 BX 이상의 구경으로 계획한다.

③ 특히 검사공에서 절리, 균열 등에 주입된 주입재의 상태를 확인하고자 할 때는 최소 NX로 찬공한다. 그러나 찬공수의 압력 분사와 코어바렐의 진동으로 인해 주입재가 제거되어 확인이 어려울 때가 많다. 개보수나 성토과정에서 그라우팅을 할 때는 점토층은 BX구경 이상으로 하여야 하며, 자갈이나 호박돌이 많은 경우에는 케이싱타입 및 주입관 설치를 위해 최소 NX구경으로 하여야 하며 때로는 150 ㎜ 구경 이상으로 찬공을 해야 할 때도 많다.

(3) 찬공방향

① 커튼 그라우팅의 찬공방향과 찬공각도는 절리계의 방향과 경사 그리고 실제 가능한 시공성에 의해 정한다.

② 주입공은 절리를 직각으로 절단하는 방향이 바람직하다. 이는 주입재가 절리로 침투하는데 가장 유리한 수리조건을 만들기 때문이다. 그러나 절리계가 여러 방향성을 가질 때 각각의 절리를 이상적으로 절단할 수가 없으므로 각 절리의 중요도, 투수성, 시공성을 감안한 절충방향을 택해야 한다.

③ 현장에서 단순한 절리계 일 때는 숙련된 기술자는 적정한 경사 방향과 경사도를 결정할 수 있으나 복잡한 절리계 일 때는 스테레오네트(stereo net) 또는 하반구등면

적투영법으로 작성하여 이를 정한다.

④ 컨솔리데이션·블랭킷 그라우팅에서는 특별한 사유가 없는 한 수직찬공을 한다. 수직공을 찬공할 때는 간이수준기와 직각형의 판재를 시추롯드에 대어보면 수직을 잡을 수 있으며, 한 개의 절리면 절단을 위한 경사공 일 때는 수준기와 기포경사계로 각도를 잡을 수 있으나 두 개 이상의 경사면을 절단하는 찬공방향과 각도를 잡을 때는 프리즘콤파스(prismatic compass)와 같은 측량장비로 합성각과 방위각을 취한다.

⑤ 절리의 경사가 30~60° 범위일 때는 수직찬공으로 쉽게 절단되어서 주입재 확산 효과가 좋으며, 수평절리나 수직절리보다 들림현상도 거의 없다. 수직절 리가 발달된 곳에서는 찬공능률이 떨어지지만 경사찬공으로 설계해야 한다.

4.1.7 투수시험

4.1.7.1 일반사항

(1) 시험방법

① 토사층에서는 변수위시험법이나 패커투수시험법 적용을 원칙으로 하며, 이때 시험구간 상부의 케이싱과 시추공벽 사이에는 공간이 발생하지 않도록 케이싱 타입이 철저하게 되어야 하며, 공간이 발생하였다고 판단될 때에는 이 공간을 주입재로 채워 이 사이에 주수가 되지 않도록 해야한다. 암반층의 투수시험은 패커투수시험법이나 루전시험법으로 하며 하향식으로 싱글패커를 사용해야 하고 시험구간(stage)은 3~5 m로 한다.

(2) 펌프, 수량계, 압력계의 규격

① 펌프는 시험방법에 따라 다르나 기본조사·실시설계 조사공의 투수시험과 시험 그라우팅 때는 100~200 l /min 이상의 송수능력이 있어야 하고 여러 단의 기어가 장착되거나 엔진의 속도조절로 송수량이 조절되어야 한다. 그러나 시공완료 후 확인 투수시험 때는 60 l /min 펌프를 사용할 수 있다.

② 수량계는 흡입·배출구경이 25~40 ㎜이고 200 l /min 이상을 측정할 수 있는 “디지털” 형태이어야 한다. 압력계는 눈금단위가 0.01MPa(0.1 kgf/㎠)인 것을 사용하고 오일을 충전한 안전장치(gauge saver)가 부착되어야 한다. 이때 수량계와 압력계는 나란히 배열되어야 하고 지면에서 1 m 정도 높게 설치한다.

(3) 시험압력과 시간

① 시험심도 m당 투수시험 압력은 토사층에서는 0.011MPa(0.11kgf/㎠/m), 암반층은 0.023MPa (0.23 kgf/㎠/m)를 기준으로 하나, 암반층은 변위가 일어나지 않는 한 조금 높게 적용한다.

② Lu시험은 낮은 압력→중간 압력→높은 압력→중간 압력→낮은 압력의 5단계로 실시한다.

③ 시험시간은 패커투수시험 때는 압력별로 안정이 이루어진 후 5분 간격으로 압력과 주수량이 3회 이상 같은 값이 될 때까지 하며, Lu시험은 압력단계별로 5~10분으로 한다.

(4) 변수위시험법

① 투수시험코저하는 구간 윗부분까지 찬공한 후 케이싱을 타입하고 시험구간 만큼 더 파낸다. 케이싱내의 물을 퍼내거나 주수한 후의 시간별 수위변화를 측정하여 투수계수를 산출하는데, 구경이 작은 케이싱을 사용하므로 공내의 물을 퍼내기가 어려워 대개 케이싱 정부까지 주수한 후 수위변화를 측정한다. 케이싱과 공벽사이의 공간은 그라우팅을 하여 이 사이로 물이 들어가지 않게 한다. 이 방법은 지층이 점토 또는 실트질점토로서 시험구간이 무너지지 않을 경우에 사용할 수 있다.

사용공식은 $K = \frac{r^2}{2L(T_2 - T_1)} \ln(\frac{L}{r}) \ln(\frac{H_1}{H_2})$ 또는

$= \frac{(2.3)^2 r^2}{2L(T_2 - T_1)} \log\left(\frac{L}{r}\right) \log\left(\frac{H_1}{H_2}\right)$ 이다.

K : 투수계수(㎝/s), r : 공의 반경(㎝)
L : 시험구간(㎝), H1 : 임의의 시간 (T1)의 수위(㎝)
H2 : 임의의 시간 (T2)의 수위(㎝), (단, L/r > 8의 조건)

시험구간이 무너질 때는 이 구간에 유공관의 케이싱을 설치하여 투수시험을 하는 방법도 있으나 지층의 많은 부분이 케이싱으로 막히게 되어 투수계수의 정확도는 떨어진다.

(5) 패커 투수시험법

① 균열성 암반의 투수성을 평가하기 위하여 일반적으로 널리 이용되고 있는 현장 투수시험방법으로서 시추공내 일정한 길이의 주수구간에 압력수를 주입하고 주수량과 주수압의 관계를 이용하여 그 구간의 투수계수를 다음의 공식으로 구하는 방법이다.

$$K = \frac{2.3Q}{2\pi LH} \log\left(\frac{L}{r}\right) : L \geq 10r$$

여기서, K : 투수계수(㎝/s), H : 수두(㎝)<Hg(gravity) + Hp(pressure)>
r : 공의 반경(㎝), Q : 주수량(㎤/s)

위 식에서 투수계수는 주수량에 비례한다고 가정하여 동수경사가 1 일 때의 평균유속으로 투수성을 표현한 것으로서 균열성 암반 중의 물의 흐름과 같이 Darcy의 법칙이 적용되지 않는 조건하에서는 그 자체의 의미를 상실하지만 어느 지반의 투수도를 비교하고 분류하는데는 충분한 의미를 갖는다.

투수시험은 찬공이 끝난 후 특정한 구간의 상하 2개소에 패커를 설치하여 주수하는 더블패커(double packer) 방식이 있고 찬공을 하는 과정에서 필요한 구간을 정하여 시험하는 싱글패커(single packer) 방식이 있다. 전자는 패커를 빼내지 않고 연속적으로 시험을 할 수 있어 능률적이지만 패커의 암반 밀착 불량으로 누수될 가능성이 커서 실제보다 큰 값의 투수계수가 산출될 수 있으므로 후자의 방법이 더 좋다.

② 일반적으로 투수시험 구간은 높은 댐의 기초지반에서는 5 m로 하나, 낮은 댐에서

는 3 m 정도로 구간을 잡아 싱글패커를 사용하여 하향식으로 시험한다. 만약에 무너지는 구간이 길 때는 이 구간을 모두 찬공한 후 투수시험을 하기에는 무리가 있으므로 시험구간을 짧게 하는 방법이 가장 좋으며 시험후 이 구간을 시멘팅하여야 계속 찬공을 할 수 있다. 시험구간을 너무 길게 잡으면 주 투수구간의 위치를 정확하게 잡을 수 없어 주입심도 결정에 오류를 일으킬 수 있다.

4.1.8 루전시험

4.1.8.1 일반사항

(1) 루전시험은 공내에 물을 넣어서 투수도를 구하는 방법으로 1 Lu는 10 bars의 압력에서 시험구간 1 m당 1 l/min의 주수량이 들어가는 조건의 투수도를 의미한다. 그러나 10 bars 압력은 대개 투수시험에서 너무 과다하여 훨씬 적은 압력으로 시험을 한 후 보정하여 Lu값을 산출하는데 이의 보정 방법은 다음과 같다. 실제 터파기 표부의 치밀 견고치 않은 암석에 10 bars의 압력을 적용할 수 없지만, 낮은 시험 압력에서도 만족할만한 시험결과를 얻을 수 있다.

$$\text{Lugeon 값} = \text{주수량(l/m/min)} \times \frac{10(bars)}{\text{실제압력}}$$

$$1\ \text{Lugeon} = 1.3 \times 10\text{-}5\ \text{㎝/s}$$

1 Lu는 그라우팅이 거의 되지 않을 정도로 수밀(水密)하여 물이 새지 않을 정도의 지반상태이며, 10 Lu는 댐 형식에 관련없이 불균질한 지층에서는 대개의 경우 그라우팅을 한다. 100 Lu는 절리가 심하게 발달되었을 뿐 아니라 절리의 틈이 개구상으로써 주입수가 다량 들어가는 지반상태이다.

(2) 시험방법

① 시험방법은 패커 투수시험 방법과 동일하며 시험구간은 5 m 정도로 하나, 낮은 댐에서는 짧게 잡는 것이 투수성 지층심도를 정확하게 파악할 수 있어 그라우팅계획이 과다해지지 않게 된다. 부정확한 Lu값은 주로 패커의 누수에 그 원인이 있다. 또한 집어넣은 물이 시험구간에서 방사상 또는 수평상으로 들어가지 않고 시험구간에서 윗쪽 또는 아래쪽으로 발달된 절리계를 따라 물이 들어가는 경우에도 생긴다. 이와 같은 부정확성을 줄이기 위해서는 싱글패커를 사용하여 찬공과정에서 수시로 시험하는 하향식 수압시험을 채택한다.

② 펌프는 패커투수시험에서 처럼 200 l/min의 능력이 있는 것을 사용해야 하며 여러 단의 기어가 장착된 것이거나 엔진의 속도를 조절하여 회전수가 빨라질수록 펌프의 송수능력이 증가하는 것을 반드시 사용해야 한다. 밸브를 잠그어야 시험압력을 높일 수 있는 펌프는 송수량이 줄어지므로 이 자료로 구한 Lu값은 큰 의미가 없다.

(3) 적정시험압력

① 시험압력은 낮은 압력→중간 압력→높은 압력→중간 압력→낮은 압력의 5단계로 실시한다. 시험압력은 높은 압력을 적용하여도 암반에 변위나 파쇄가 발생하지 않는다면 최대 10 bars까지 올려 볼 수 있다.

② 경험법칙으로는 치밀한 암반에서는 최대 시험압력을 심도 m당 0.23 kgf/㎠(= 1 psi/ft2)이 적당하며 암질이 불량할 때는 더 적은 압력을 적용한다.

③ 지표면 또는 터파기면에 가까운 얕은 심도나 연암에 높은 압력으로 주수하면 지반이 교란되므로 적은 압력을 적용하고 Lu값을 보정하여 산출한다.

④ 단계별 시험압력은 주입수가 정류(steady flow)된 상태에서의 압력을 의미하며, 실제 이처럼 안정이 될 때까지는 10분 정도 소요된다. 단계별 실제 시험시간은 5~10분으로 하는데 조사공의 경우에는 보통 10분 정도가 바람직하다.

(4) Lu값과 그라우팅 시공범위

① Kutzner(1996)는 암반에서 실시한 투수시험자료, 시공경험 및 시멘트 주입량으로부터 그라우팅 시공범위를 정하는 기준을 제안하였다. 즉 제안된 값의 Lu값보다 더 높은 투수성을 보일 때는 그라우팅을 시공한다.

② 대개 지반개선 목표 Lu값은 높은 댐, 특별한 위험이 있다고 예상되는 경우 및 상부 터파기면을 포함한 표층부에는 낮은 값을 적용하고, 낮은 댐과 심부 지수커튼에는 비교적 높은 값을 적용한다.

4.1.8.2 주입체계와 장비

(1) 혼합기

① 주입체계는 주입재료를 혼합기에 투입하여 충분히 혼합되게 한 후 이를 교반기에 보내며, 교반기에서는 주입재료가 가라앉지 않도록 낮은 rpm으로 교반되어야 하며, 이를 주입펌프가 흡입하여 주입공으로 보내는 방법으로 갖추어져야 한다. 혼합기는 동력 25 Hp 이상, rpm 1,000 이상의 고속·고전단 믹서로써 주입재료가 완전히 분리될 수 있는 것을 현장 투입하도록 설계한다.

② 시멘트는 미세립 입자로 물과 혼합되면 덩어리가 되려는 성질이 있어 입자의 표면이 흡수(wetting) 상태가 되는 것이 방해받으며 공기가 입자에 달라붙어 있어 흡수를 더욱 지연시킨다. 따라서 고속믹서를 사용하면 시멘트입자가 완전히 분리되므로 덩어리가 만들어지지 않고 입자의 표면이 수막으로 싸여 완전히 흡수될 수 있어서 시멘트 입자간에 화학적으로 충분히 활성화되게 하여 강도와 내구성 증대에 필요한 충분한 수화작용이 일어난다.

③ 입자 개개가 분리되지 않은 덩어리 상태의 주입재는 미세한 절리에 침투되지 못하고, 균열의 좁아진 부분에 다다르면 그 부분에 막혀 버려 더 이상의 주입재 침투를 방해하는 장애물의 역할을 하게 된다.

④ 좋은 혼합기의 조건은 rpm 1500이상의 고속 로터(rotor)를 사용하여 15초 또는 1분 이내에 주입재료의 혼합을 끝낼 수 있어야 한다. 이 고속 로터는 격렬한 와류와 고전단(high shearing) 작용을 하여 신속하게 완전한 혼합이 되도록 할 뿐 아니라 혼합이 다 된 주입재를 교반기로 보내는데 사용된다. 고속혼합기로 시멘트는 물론이고 모래, 벤토나이트, 플라이애시 등 모든 주입재료를 효과적으로 혼합시킬 수 있다. 혼합기를 회전시키는 동력은 15~25 Hp 정도이다.

(2) 교반기

① rpm 100 이상이어야 하며 1조의 용량이 200 ℓ 이고 토출관경은 50 ㎜ 이상이어야 한다. 수직축에 2조의 페달이 장착되어야 하며 가장 아래쪽의 페달은 드럼의 바닥 가까이에 부착된 것이어야 한다. 또한 주입량을 측정할 수 있는 계심장치가 있어야 하며, 교반기는 뚜껑이 없어서 육안으로 주입속도를 관찰할 수 있는 구조이어야 한다. 교반기는 혼합기에서 만들어진 주입재를 저장하는 곳으로서 주입펌프에 의해 주입공으로 보내지기 전까지 주입재가 침전되지 않도록 계속 교반하는 장치이며, 주입공으로 주입되지 못하고 패커에서부터 되돌아오는 주입재가 모아지는 곳이기도 하다.

② 교반기 크기는 대개 200 ℓ 이고 rpm은 100이 적당하다.

③ 교반기에는 주입량을 측정할 수 있는 계심장치(dipstick)를 하여야 하고 주입을 담당하고 있는 기술자들이 항상 주입속도를 관찰할 수 있게 뚜껑이 없는 것이어야 한다.

(3) 주입펌프

① 주입도중 압력의 변동이 적은 피스톤펌프, 나선형 로터펌프, 다이어프램 펌프 등을 사용하고 배출압력 25 ㎏f/㎠ 이상, 배출량 70 ℓ/min 이상, 배출관경 50 ㎜ 이상을 사용토록 설계한다.

② 펌프는 교반기에 담겨진 주입재를 빨아서 주입배관을 통해 주입공까지 보내는 역할을 하는 것으로 종류가 다양하다. 이들은 발브가 있는 것과 발브가 없는 것 두가지로 나누어진다. 발브가 없는 주입펌프에는 나선형로터(helical rotor)펌프, 와권(centrifugal)펌프가 있으며 발브가 있는 것에는 피스톤(piston)펌프, 다이어프럼(diaphragm)펌프, 램(ram)펌프 등이 있다.

(4) 주입장착장치

① 주입량 조절시스템에는 주입재를 주입공내로 들어가게하는 주입량 조절밸브, 순환배관에서 주입공내로 들어가지 않고 교반기로 되돌아가게하는 리턴밸브, 그라우팅이 끝난 후 주입재 역출방지를 위한 역출방지밸브가 있다. 이외에도 주입공내의 물과 빈배합의 주입재를 지표로 배제하는 브리더밸브와 교반기와 주입펌프 사이에서 양을 조절하는 밸브가 있으며 주입펌프에서 직관으로 주입재를 배출시키는 곳에도 밸브를 설치한다.

(5) 패커

① 패커는 주입대상구간을 몇 개로 나누어 주입재가 나누어진 구간에만 들어가도록 하며 수압시험 때도 시험구간에만 주수되도록 하는 장치이다. 또한 시추공 상부의 각종 조절장치를 단단하게 고정시키는 역할도 한다. 이는 기본적으로 붕괴된 지층이나 팽창된 지층에도 자유롭게 설치할 수 있어야 하고 주입압력이 가하여지더라도 움직이지 않고 고정될 수 있어야 하며 확실하게 막음(sealing)이 되어야 한다.

② 패커에는 기계식(mechanical)과 팽창식(inflated) 두 가지가 있는데, 기계식은 부드러운 고무로 만든 슬리브(sleeve)가 팽창하여 공벽에 밀착될 수 있도록 고안된 장치인데 지표에서 나사를 조이면 고무가 길이방향으로 팽창하여 공벽에 부착된다. 팽창

식은 조그마한 튜브로 공급되는 압축공기, 질소 또는 수압으로 인하여 고무가 팽창되도록 하는 장치이다. 어느 것이 좋은 장치인가 하는 의견은 분분하나 대개 주입공이 원형이고 편평한 경우에는 기계식이, 공벽이 거칠어서 울퉁불퉁할 때는 팽창식이 좋다. 즉 셰일, 사암, 석회암 등이 얕은 층후로 교호하여 발달하고 있어 공경이 불규칙한 퇴적암에는 팽창식이 좋다. 압력은 15 kgf/㎠까지 가능하다.

4.1.8.3 주입재료

(1) 주입재료로써 요구되는 기본성질

① 주입재료는 지반의 토립자 공극이나 암반의 절리 등에 침투성이 높아야 한다. 즉 주입재료의 입자가 작아야 한다.

② 그라우트중의 입자는 균등하게 분산하고 블리딩 현상이 적으며 유동성이 좋아야 한다.

③ 고강도가 발현되고 수밀성과 내구성이 좋아야 한다.

④ 주입재료에는 흙이나 지하수를 오염시키는 물질이 포함되지 않은 무공해라야 한다.

⑤ 경제성이 있어야 한다.

⑥ 주입대상지층의 물성과 유사해야 한다.

(2) 물

① 현탁액이나 약액에 들어가는 물은 주입재의 고결이나 최종 특성에 유해한 영향을 미치는 물질 즉 칼륨이나 나트륨염이 많이 용해되었거나, 강산·강알카리 성분의 물은 사용하지 말아야하고 또한 유기물질이 함유되지 않은 깨끗한 것을 사용해야 한다. 음용수나 생활용수로 사용할 수 있는 정도이면 만족하며 특별한 주변여건으로 유해한 성분이 함유되었을 것으로 의심이 되면 수질시험 분석을 해야 한다. 특히 방조제 그라우팅공사 때 담수호의 물을 사용해야 할 경우에는 수질에 대한 검토가 필요하다. 주입수로 사용되는 물의 온도는 10~37℃ (50~100°F)이어야 한다.

(3) 시멘트

① 포틀랜드 시멘트는 KSL 5201에 의하면 5가지 종류가 있으며 제1종은 보통포틀랜드 시멘트로 불리우며 재료값이 싸서 그라우팅 재료로 가장 많이 사용하고 있다. 그러나 다른 포틀랜드 시멘트에 비해 내화학성이 떨어진다. 제2종은 보통정도의 내황산염용으로 만들어졌으며 1종에 비해 수화열 발생이 적다. 제3종은 조강 시멘트로 2주 정도에 강도가 나야하는 긴급한 그라우팅에 사용되며 다른 포틀랜드 시멘트에 비해 입경이 작기 때문에 미세한 공극의 주입재료로 사용하기도 한다. 이의 분말도는 3,300 ㎠/g 이상으로 다른 포틀랜드 시멘트에 비해 세립이어서 빨리 응결되어 조기강도가 실현된다. 강도실현이 빠르나 다른 포틀랜드 시멘트에 비해 강도가 그리 높지는 않다. 수화과정에서 수화열이 격렬하게 발생하나 기온이 높지 않으면 그라우팅에 크게 나쁜 영향은 미치지 않는다. 제4종은 제2종에 비해 수화열이 적고 제1종에 비해 강도실현이 늦으며, 그라우팅 재료로는 일반적으로 사용치 않으나 높은 수화열이 있어서는 안되는 대용량의 그라우트주입에 사용된다. 제5종은 황산

염이 많은 토사나 지하수가 있을 때 사용하는 것으로 강력한 내황산염 그라우트 재료이다.

② 해수나 온천지역과 같이 염소이온이나 황산염이온이 많은 지역의 구조물에 사용될 수 있는 시멘트는 보통 포틀랜드계 5종 시멘트가 사용되고 있다. 5종 시멘트는 내화학성을 높이기 위해서 시멘트 수화물의 화학적 저항성에 영향을 미치는 C3A(3CaO·A l 2O3)량을 규격화하여 5 % 미만으로 관리되고 있지만, 다른 물리·화학적 특성은 보통 포틀랜드시멘트와 차이점이 거의 없다.

③ 최근에는 내화학성 시멘트로 고로슬래그 시멘트나 플라이애시 시멘트 등 혼합시멘트가 더 일반적으로 사용되는 경향이다.

(4) 초미립자 시멘트

① 분말도 6,000 ㎠/g 이상인 콜로이드시멘트 또는 8,000 ㎠/g 이상인 건식 마이크로시멘트를 사용하거나, 습식분쇄장치에서 초미립화한 습식시멘트를 사용할 때는 제품의 분말도를 포함한 물리적 특성 분석표를 제출하도록 시방서에 명기하여야 한다.

② 주입재료의 입자가 작을수록 침투성이 좋아지므로 70년대 후반부터 일본에서는 시멘트입자를 보다 더 미립화시켜서 현탁형 그라우트의 주입성을 개선시키고자 노력하였다. 이에는 초미립자 시멘트(마이크로시멘트)와 미립자 시멘트(콜로이드 시멘트) 두 가지가 있으며 국내에서도 생산 공급되고 있다.

③ 포틀랜드 시멘트의 최대 입경은 100 ㎛, 평균입경 17 ㎛인데 비해 국내에서 생산판매되고 있는 마이크로 시멘트는 각각 24 ㎛, 4.2 ㎛이며, 콜로이드 시멘트는 각각 24 ㎛, 7.5 ㎛이다.

④ 마이크로 시멘트나 콜로이드 시멘트는 보통 포틀랜드 시멘트에 비해서 장기강도는 물론이고 초기강도도 매우 우수하다. 따라서, 주입공사시 보통 포틀랜드시멘트에 비해 주입성이 좋고 고강도가 발현되며 내구성도 향상될 것으로 판단된다.

⑤ 분말도가 크다는 것은 현탁액 그라우트의 전단저항력이 작아지기 때문에 주입압의 손실을 줄일 수 있으므로 침투력이 향상되고, 주입반경을 넓힐 수 있다는 것을 의미한다.

(5) 벤토나이트

① 벤토나이트는 함수비 12 % 이하, 입도는 No.200체(0.074 ㎜) 잔류량이 25 % 이하, 팽윤도(㎖/2g) 20 이상의 Na형-벤토나이트나 활성벤토나이트를 설계해야 한다. 벤토나이트 1 ㎏에 물 10 l 비율로 첨가하여 고속믹서에서 수분간 혼합한 후 10~24시간 동안 수화된 것을 사용하고, 사용량은 설계서에 정한 비율 이하로 사용하며 믹서에 투입하는 순서는 벤토나이트 슬러리를 넣고 다음에 물을 넣으며 나중에 시멘트를 넣는 것으로 공사 시방서에 명기해야 한다.

(6) 모래

① 몰탈용 모래입도는 No. 16체(1.19 ㎜)를 통과하여야 하며 No. 100체(0.149 ㎜)를 통과하는 세립질이 25 % 이하일 때는 주입재의 운반능력이 떨어지므로 세립질을 첨가해야 한다. 사용하려는 모래는 입도분석을 하여야 하며 결과에 따라 벤토나이트

등의 혼화제 사용여부를 검토해야 한다. 모래는 주입 비용을 아끼기 위해 시멘트와 혼합하여 모래질그라우트(모르타르)재료로 사용하는데 이는 대단히 큰 절리나 뒷채움 그라우팅 등에 극히 제한적으로 이용된다. 모래는 반드시 입도분석을 하여 굵은 크기의 입자는 체로 쳐서 제거하는 등 작은 입경만을 사용해야 하며 혼화재 첨가 없이 모래 : 시멘트 = 2 : 1 정도의 모르타르 주입이 한계점이다. 더욱이 주입장에서부터 주입공까지의 거리가 100m 이상으로 멀거나 주입장보다 높은 위치에 주입할 때는 주입배관이 막히는 등 시공상에 어려움이 대단히 많다. 모르타르는 침하현상 때문에 바람직한 주입재가 아니므로 가능하면 이의 설계·시공은 하지 말아야 한다.

(7) 주입재료의 선정

① 암반에 대한 주입재료는 보통 포틀랜드시멘트로 설계하는 것을 원칙으로 한다. 그러나 주입성을 증대시키기 위해 벤토나이트를 소량 첨가할 수 있는데 시멘트 중량의 4 %를 초과해서는 안된다.

② 시험그라우팅 때 미세절리로 인하여 지반개선효과가 개량목표치 이하 일 경우에는 초미립자시멘트 설계를 고려한다.

③ 암반의 강도 및 내구성을 향상시키기 위해서는 포틀랜드시멘트 현탁액을 주입하는 것이 가장 바람직하다. 시멘트는 다른 주입재료에 비해 강도 발현이 우수하고 값이 싸며 쉽게 구할 수 있는 장점이 있어 국내뿐만 아니라 세계적으로 가장 많이 사용하고 있다. 또한 여러 가지 종류가 있어 지반의 여건이나 공사의 목적에 맞게 골라서 사용할 수 있다. 암반에 대한 그라우팅의 종류에 관계없이 보통 포틀랜드시멘트를 일반적으로 사용하고 있으나, 미세한 균열이 발달한 암반에는 시멘트의 입경 때문에 잘 침투되지 않는다. 따라서 절리틈새 크기를 조사하는 것이 설계나 시공에 필요하다. 절리의 크기는 시추코어나 터파기면의 암질조사 때 간단한 도구를 틈새에 집어넣어 보는 방법으로 조사해보는 것이 가장 편리하다(클립 0.8 ㎜, 서류핀 0.6 ㎜, 옷핀 0.5 ㎜, 사무용칼 0.3 ㎜, 양면면도날 0.1 ㎜). 암반균열 주입에서 암반균열폭과 주입가능한 주입재의 최대입경과의 관계를 J.K. Michel이 제안한 주입가능비는 다음과 같다.

$$N = \frac{D_{fissure}}{G_{\max}} > 3$$

여기서, Dfissure : 암반균열폭, Gmax : 주입재 입자의 최대 입경

보통 포틀랜드시멘트의 최대입경은 100 ㎛, 국내산 마이크로시멘트의 최대입경은 24 ㎛이므로 주입이 가능한 암반균열의 최저폭은 보통 포틀랜드시멘트를 사용한 경우 300 ㎛, 마이크로시멘트를 사용한 경우 70 ㎛ 수준이 된다. 따라서, 미세균열이 많이 발달된 암반지역에서는 마이크로시멘트나 콜로이드시멘트를 사용하는 것이 유리하다. T.B. Kennedy(1958)는 보통 포틀랜드시멘트가 0.2 ㎜ 보다 작은 균열에는 주입이 불가능하다고 발표한 바 있으며, A.C. Houlsby(1990)는 주입에 특별한 주의를 기울이지 않더라도 0.5 ㎜에는 주입가능하며 0.4 ㎜의 틈새일 때는 특별한 시공

관리가 필요하다고 하였다.

④ 보통 포틀랜드 시멘트보다 더 세립질인 주입재료를 쓰거나 규산소다 등의 약액을 사용하여 지수해야할 정도이면 그 암반은 대단히 양호한 상태이므로 그라우팅공사를 할 필요가 없다는 주장도 있다.

⑤ 그러나 시공과정에서 수압시험을 해보면 K=10-4 ㎝/s 정도의 투수도를 나타내는 지층임에도 주입이 잘 되지 않아 지반개선이 거의 되지 않는 경우가 흔하다. 더욱이 규모가 큰 댐의 경우에는 묘안이 없어 약액주입으로 침투성을 높여 보거나 여러 공을 추가 시공하고 있다. 따라서 시험 그라우팅 때 주입 전후의 수압시험자료로 지반의 개선효과를 검토하여 미세절리로 인하여 보통 포틀랜드 시멘트입자가 침투하지 못해 기대한 만큼 개선이 되지 않았다고 판단이 되면 다른 주입재 즉 초미립자시멘트나 약액을 사용하는 것으로 검토되어야 할 것이다. 그러나 그라우팅 예정지의 전 구간, 전심도가 미세한 균열로 이루어진 것은 아니므로 미세절리구간과 심도에만 초미립자시멘트를 사용하거나, 설계주입량의 20~30 % 정도를 초미립자시멘트를 반영하여 현장 주입과정에서 적절하게 사용토록 한다. 벤토나이트 사용은 주입재의 고결강도의 저하와 점성의 증가 같은 좋지 않은 현상이 생기므로, 부배합에서는 2 %, 빈배합에서는 4 % 정도를 사용하는 것이 좋다.

4.2 표준단면 설계

4.2.1 댐 축선의 선정

(1) 댐 축선은 지형 및 지질조건, 제체의 규모, 형식, 부대구조물의 형식 및 배치, 시공의 난이도 등을 종합적으로 판단하여 댐 길이가 가장 짧고 제체의 체적이 최소가 되는 지형을 택하는 것이 원칙이다. 그러나 저수압에 의한 댐 중앙부의 인장응력, 댐 축의 수평이동, 미관 등을 고려하여 약간 아치모양을 취하는 경우도 있다.

4.2.1.1 일반사항

(1) 양안부 기초바닥의 지질이 좋고 충분한 두께가 있고, 또 댐 길이가 가장 짧게 될 지형을 택하는 것이 원칙이다. 그러므로 대부분은 직선형으로 되나 불투수부가 얇은 댐에서는 저수압에 의한 변화를 고려하여 다소 아치 모양으로 해도 좋다.

(2) 댐 지점의 개략적인 위치가 결정된 뒤에도 댐 축선은 여러 가지로 생각할 수 있으며 그 비교가 불충분한 경우에는 비경제적인 굴착이나 댐의 부피 증대를 가져오기 때문에 표층의 지형적 관점뿐만 아니라 지질도 겸하여 가장 좋은 축선을 정해야 한다.

4.2.1.2 댐 축선의 선정시 고려할 사항.

(1) 댐의 위치가 대체로 결정되면 댐 축의 위치는 다각적으로 검토되어야 한다. 즉 몇 개의 예정선을 취하여 비교 검토하고 또 댐의 형식에 대하여도 비교할 필요가 있다.

(2) 댐 축은 지형, 지질조건을 충분히 고려하여 선정해야 한다. 지형상 제체의 체적이 나 굴착량을 최소로 할뿐만 아니라 단층이나 파쇄대 또는 산사태, 지층 등의 규모를 확

인하여 가장 좋은 위치에 설치해야 한다. 댐 양단부의 두께를 충분하게 취하여 소 요의 크리프비가 확보될 수 있도록 댐 축선을 선정해야 한다.

(3) 댐 본체와 부대구조물의 위치를 배치함에 있어 특히 댐 축선과 물넘이와의 관계는 매우 중요하다. 물넘이를 산복사면에 설치할 때에는 토공량이 대단히 많아지는 경 우가 있으며, 또 홍수시 그 유량이 많을 때에는 보통 물넘이의 방수로 중심선은 가 급적 하심에 일치되도록 설정한다. 이와 같은 위치관계를 충분히 고려하여 댐 축을 선정해야 한다.

(4) 댐 축선은 일반적으로 직선으로 하는 경우가 많으나, 수압에 의하여 댐 중앙부가 수평 이동하여 댐축 방향에 인장응력이 발생할 가능성이 있기 때문에 댐 축을 상류 측에 대하여 볼록한 아치형으로 하는 예가 있다. 이 경우 반경은 400~1,500 m가 좋 다.

(5) 댐의 조건에서 댐 축선을 원호로 할 것인지는 명확하게 밝혀지지 않고 있다. 그러나, 일반적으로 안정감과 미관상의 이유로 댐 축선을 원호로 함으로서 제체 체적을 감소시킨 예나 지형지질 조건을 유리하게 한 예도 있다.

4.2.2 제체의 단면구성

(1) 필댐의 단면구성은 소정의 기능을 발휘할 수 있도록 기초지반, 제체 재료, 시공조건 및 경제성 등을 고려하여 종합적으로 판단하여 결정한다.

4.2.2.1 제체 형식의 선정

(1) 댐의 제체 단면 구성(Zoning)은 소정의 기능을 발휘할 수 있고, 또 최소의 비용이 되도록 기초지반, 제체 재료, 시공조건 및 시공 사례 등을 종합적으로 판단하여 결정한다.

(2) 형식의 선정은 물론이고, 각 존의 배치, 순서 및 기하학적 형상으로 된 제체 단면의 설계는 제체 재료의 입도나 조성에 따라 조합 방법이 다르고, 제체의 포화도나 재하상태에 따라 다르기 때문에 일률적인 수학적 해석 방법이라든가 공식을 적용하여 설계할 수는 없다. 또한 상세한 조사나 시험의 결과를 바탕으로 한 댐 제체 내의 응력과 변형의 관계 등도 설계에 반영하여 검토한 다음 최종 단면을 결정해야 한다.

4.2.2.2 존의 기능

(1) 각 존의 기능은 기본적으로 차수, 배수 및 외력에 대한 안정성으로 나누어진다. 일반적으로 댐 높이가 높아짐에 따라, 침투와 역학적 측면에서 투수성 존(shell zone, transition, filter zone 등)과 불투수성 존(차수벽 포함)등이 필요하다.

(2) 각 존의 물리적·역학적 특성은 각 존의 기능으로부터 정해지고, 역으로 재료의 특성으로부터 존의 단면을 결정하는 기법이 많이 쓰이고 있다. 따라서 각 존의 기능이나 재료의 물리적·역학적 특성은 인접 존과의 상대적 관계에서 일정한 균형을 이루어야 한다.

(3) 최근 높은 댐의 불투수성 존에 대하여는 다만 단순히 차수 존으로서의 투수계수가 소정의 값이면, 좋다고 하는 사실 이외에 필터나, 트랜지션 존 사이의 탄성적 특성의 차가 크면 불투수성 존에 아치작용이 생기어 균열이 발생되는 일이 있다고 지적되었다.

(4) 배수기능에 대해서는 특히 균일형 필댐에서는, 직립 드레인에 의해 침윤선을 저하시키는 최소한 제체 사면 하류단쪽으로 침윤선이 사면에 침출되지 않도록 하기 위하여 하류 비탈끝 드레인(toe drain)을 설치할 필요가 있다.

(5) 일반적으로 많이 축조되고 있는 존형 필 댐에서도, 불투수성 존과 투수성 존 사이의 투수계수의 차가 작을 때에는 침윤선이 사면에서 침출하는 수가 있으므로 하류 비탈끝 드레인이 필요하다.

4.2.2.3 기초지반과 존잉(zoning)

(1) 기초지반의 상태도 존잉에 큰 영향을 주는 일이 있다. 특히 투수성 암반에 접했을 때에는, 블랭킷 그라우팅을 광범위하게 시공해야 하므로 차수 존 폭을 넓게 취해야 한다. 또 지수 트렌치의 하류면에는 필터 존을 설치해야 한다.

(2) 압축성 지반에 축조된 댐의 존잉은 기초처리공법과의 관계, 투수성 존의 폭이나 위치에 대하여 고려를 해야 한다. 이때에는 폭을 두껍게 하든가, 필렛 혹은 블링킷을 설치하거나, 경우에 따라서는 기초처리(지수벽) 위치를 불투수성 존과 함께 제체의 상류측 위치까지 이동시키는 것도 고려할 수 있다.

4.2.2.4 시공방법과 존잉(zoning)

(1) 시공방법과 존잉의 관계도 충분히 검토할 필요가 있다. 시공 중에 간극압이 발생하면 여러 가지 사고가 일어나므로 시공 속도의 규제나 피에조미터에 의한 시공관리는 물론이고 균일형 필댐에서는 수평방향의 드레인을 여러층 설치한 사례가 많이 있다.

(2) 제체의 일부로 시공된 가물막이 댐 단면이나 표고는 가배수 터널의 단면과 가물막이 댐의 시공 기간의 성토 가능량을 비교해서 결정하는 경우도 있다.

4.2.2.5 존잉(zoning)의 수정

(1) 안정 해석의 결과, 사면이 불안정한 경우 존잉을 재검토한다. 일반적으로 사면의 안전율이 부족한 경우 다음과 같은 방법으로 안전율을 높인다.

① 사면 경사를 완화시킨다.

② 존형에서는 록존(rock zone)을 증가시키든가 혹은 록존을 둘로 나누어 표층존에 전단강도가 높은 신선한 록재를 사용한다.

③ 균일형 필댐이나 토질기초에서는 압성토를 실시하여 랜덤 존을 설치한다.

④ 균일형 필댐이나 불투수성 존이 두꺼울 때에는 수평 드레인을 증가시켜 간극압을 저하시키거나 전단강도를 증가시키는 방법을 사용하고 있다.

⑤ 또 응력 변형 해석의 결과로서도, 전항 3)에서 논한 바와 같이 불투수성 존과 트랜지션 존간의 역학적 특성이 너무 차이가 나서 불투수성 존에 아칭작용(arching action)이 일어나는 경우에는 트랜지션 존의 재질을 개량함과 동시에 존의 배치나 혹은 불투수성 존의 단면을 변화시키는 일도 있을 수 있다.

⑥ 불투수성 존의 기초부분의 굴착을 너무 깊게 하면, 불투성 존에 아칭작용이 일어나고, 또 암반부 인장응력이 생기거나 안전율이 저하하는 존이 발생하는 예도 있다. 이와 같은 경우에는 기초굴착형상을 변경하여 불투수성 존을 넓혀서 가급적 평평한 형으로 접촉시킨다. 또 불투수성 존과 암반기초와의 응력변형 때문에 야기되는 문제에 대하여는 댐 횡단면 방향에서도 극단적인 형상변화는 피하는 것이 좋다. 댐 양안부의 경사가 급하고 더욱이 사면 길이가 길 때에도 침하변형 등으로 균열을 일으킬 위험성이 있어서, 굴착형상을 변경하든가, 이 부분의 불투수성 존 폭을 넓히는 등의 대책을 강구해야 한다.

4.2.2.6 불투수성 존과 암반접촉부

(1) 불투수성 존과 암반접촉부에 접착 점토(contact clay)를 배치하는데, 이는 층의 시공에 있어 불투수성 존과 암반을 밀착시킴과 동시에 불투수성 존의 댐 어버트에서의 침하시 전단과 변형을 받는 존으로서 효과적이라고 생각된다.

(2) 일반적으로 조립부분을 함유하지 않은 토질 재료를 약간 습윤측 함수비로 하여 두께 10 cm 정도로 시공한다.

4.2.3 제체의 비월류부 높이

(1) 제체의 비월류부 높이는 상시만수위, 서차지 수위 및 설계홍수위에 안전상 필요한 높이를 더한 높이 중 가장 높은 높이로 한다.

(2) 댐마루의 높이는 콘크리트 댐에서는 비월류부 최상면의 높이로 하고 필댐에서는 비월류부의 높이에 필요한 보호층 등을 포함한 최상면의 높이로 한다.

4.2.3.1 제체의 비월류부 높이 기준

(1) 댐 제체의 비월류부 높이는 댐종류, 물넘이 게이트의 유무 및 월류수심(H)에 따라 상시만수위, 서차지 수위 및 설계홍수위에 대한 높이를 구하여 그 중에서 가장 큰 값 이상으로 한다.

<표 4.2.-1> 제체의 비월류부 높이

월류수심 / 물넘이 게이트 유무	H > 2.5 m	H ≤ 2.5 m
물넘이 게이트가 있는 댐	$H_f+h_w+h_e+1.5$ (h_w+h_e<1.5일때는 H_f+3) $H_s+h_w+h_e/2+1.5$ ($h_w+h_e/2$<1.5일때는 H_s+3) $H_f+h_w+1.5$ (h_w<0.5일때는 H_h+2)	$H_f+h_w+h_e+1.5$ (h_w+h_e<1.5일때는 H_f+3) $H_s+h_w+h_e/2+1.5$ (h_w+h_e<1.5일때는 H_s+3) $H_h+h_w+1.5$ (h_w<0.5일때는 H_h+2)
물넘이 게이트가 없는 댐	$H_f+h_w+h_e+1$ (h_w+h_e<2일때는 H_f+3) $H_s+h_w+h_e/2+1$ ($h_w+h_e/2$<2일때는 H_s+3) H_h+h_w+1 (h_w<1일때는 H_h+2)	$H_f+h_w+h_e+1$ (h_w+h_e<1일때는 H_f+2) $H_s+h_w+h_e/2+1$ ($h_w+h_e/2$<1일때는 H_s+2) H_h+h_w+1 (h_w<1일때는 H_h+2)

(주) Hf : 상시만수위(m), Hs : 서차아지 수위(m), Hh : 설계홍수위(m), hw : 바람에 의한 파랑의 저수지 수면으로부터의 높이(m), he : 지진에 의한 파랑의 저수지 수면으로부터의 높이(m)

(2) 물넘이 게이트가 있는 댐에서는 게이트가 없는 댐 보다 0.5 m 높게 한다. 이것은 물넘이 게이트가 있는 댐의 게이트 조작의 오차 등을 고려한 것이다. 또한 필댐은 제체를 구성하는 재료 특성상 홍수가 댐마루를 월류하는 위험성을 고려하여 콘크리트댐 보다 1 m 높게 한다.

① 비월류부 높이 산정의 기준이 되는 저수지 수위는 상시만수위, 서차지 수위 및 설계홍수위를 사용한다. 그러나 비월류부 높이 산정에는 이러한 3가지 수위에 저수면의 파랑의 높이를 더해 주어야 한다.

② 파랑은 바람에 의한 것(hw)과 지진에 의한 것(he)이 있으나 이중 he는 상시만수위에 대해서는 전파랑고, 서차아지 수위에 대해서는 1/2파랑고를 더하는 것으로 하고 설계홍수위에 대해서는 고려하지 않는 것으로 한다. 이것은 댐 설계 홍수량에 상당하는 홍수와 지진이 동시에 일어날 가능성을 고려한 것이나 여기서 hw 및 he는 모두 저수지 수면으로부터의 높이이고 파랑 높이를 가리키는 것은 아니다.

③ 물넘이에 게이트가 없는 필댐에서 댐설계 홍수량이 물넘이를 유하할 때의 비월류심이 2.5m 이하인 경우는 상시만수위 및 서차지 수위에 대하여 부가하는 하한치를 완화한다. 이것은 필댐의 게이트가 없는 물넘이는 게이트가 있는 것에 비하여 일반적으로 월류물넘이가 길고 월류수심이 적으며 더욱이 홍수유량의 증가에 대하여 수위상승이 작은 것 등을 고려한 것이다. 그러나 설계홍수량에 대한 최소부가값에 대하여는 완화하지 않으므로 이 항의 규정이 유효하기 위해서는 설계홍수위와 서차지 수위 또는 상시만수위와의 차가 1.0 m 미만의 경우로 된다. 이 경우 적용조건의 하나인 “월류수심 2.5 m이하” 의 “월류수심” 은 설계홍수위를 저수지의 저류효과를 고려하여 정한 댐에 있어서는 설계홍수위시 월류수심이 아닌 것에 주의할 필요가 있다.

④ 필댐의 제체내 유로형성 및 누수방지를 위하여 시공하는 중심점토(Core)는 이상 홍

수에 의한 수위 상승 등을 고려하여 댐 마루에서 0.5 m 낮은 지점에 계획한다. 중심점토의 폭은 설계홍수위를 기준으로 최소 2 m 이상으로 한다.

(3) 파랑의 저수면으로부터의 높이

① 바람에 의한 파랑의 저수지면에서의 높이

바람에 의한 파랑의 저수면에서의 높이는 설계홍수위상태에서 풍속 및 대안거리 와의 관계 또한 제체상태에 따른 반사체나 도파고 등을 고려하여 정한다.

가. 제체 상류면이 대개 연직인 경우

(가) 콘크리트 댐과 같이 제체의 상류면이 대개 연직인 경우 저수지면으로부터의 파고는 반사체를 고려하여 반파고의 2배 즉 전파고로 한다. 또한 전파고는 풍속및 대안거리를 고려하여 보통 Sverdrup-Munk-Bretschneider의 방법(SMB법)에 의하여 구한다.

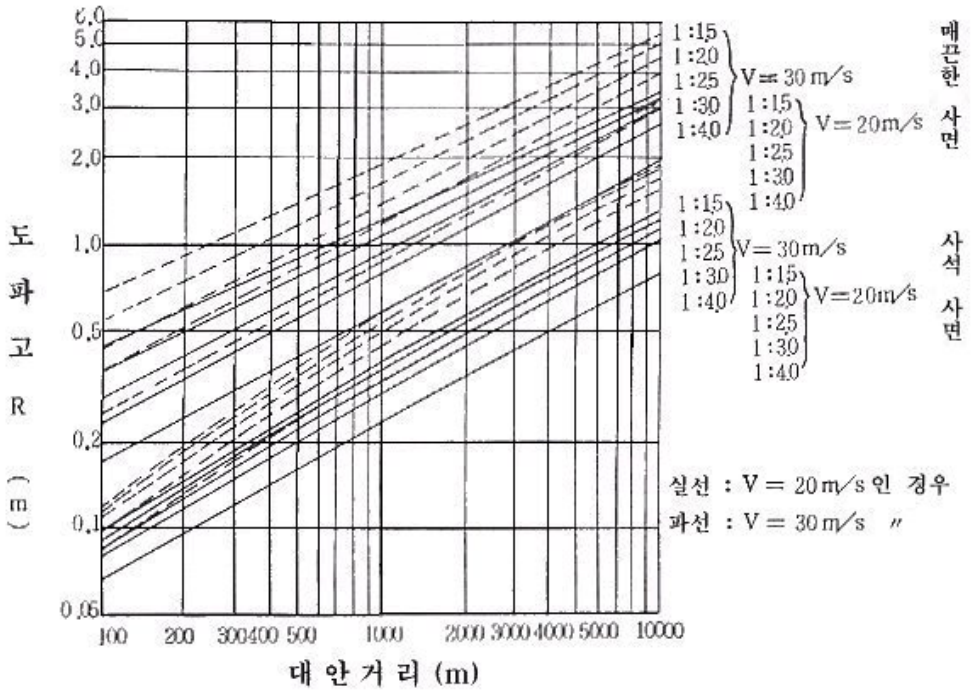
나. 제체 상류면이 경사져 있는 경우

(가) 필댐과 같이 제체 상류면이 경사져 있는 경우는 파랑 도파고를 고려한 식으로 구한다.

$$hw = R$$

여기서 hw : 바람에 의한 파랑의 저수지면으로부터의 높이(m), R : 도파고(m)이다.

도파고 R의 개산치는 SMB법에 의하여 구한 파고와 파장 및 Saville에 의하여 유도 된 <그림 4.2.-1>을 이용하여 구한다.



<그림 4.2.-1> SMB법과 Saville의 방법에 의한 도파고

여기서 R은 상류면 기울기, 사면 보호재료와의 관계를 조합하여 구한 것이다. 바람에 의하여 생기는 파랑의 저수면에서의 높이를 검토함에 있어서 필요한 제요인을 취하는 방법은 다음과 같다.

(나) 대안거리

㉮ 대안거리는 바람이 불어 파랑을 일으킬 수 있는 자유수면거리를 말한다. 따라서, 본래 댐으로부터 최고풍속의 방향으로 잰 직선거리를 사용하면 충분할 것이나 풍향 등의 자료도 적으므로 여기서 댐으로부터 대략 직선거리로 하여 최대가 되는 대안거리를 채용하는 것으로 한다.

(다) 풍속

㉮ 댐 부지에서 장기관측자료가 없는 경우에는 원칙적으로 풍속 30 m/s를 채용한다. 단지 약풍대에 해당되는 지역에서 국지적인 강풍의 위험이 없는 댐부지의 경우는 20 m/s의 풍속을 취해도 좋다.

㉯ 파고 계산을 위한 풍속은 최대 풍속기록보다 낮은 값을 취하는 이유는 다음과 같다.

- 순간최대풍속은 파랑을 일으킬만한 취송시간이 없기 때문에 이것을 취하는 것은 불합리하다.
- 풍향이 대안거리 최대방향과 일치하지 않는 수가 많다.
- 대부분의 경우 댐부지는 산간부에 있고 따라서 지형, 식생 등의 영향을 받아서 풍속이 약해진다.

(라) 댐의 사면조도

㉮ “평활사면”이라는 것은 비교적 평활한 사면을 가진 콘크리트 블록, 돌붙임 등의 평활한 사면인 경우이다. “사석사면”이라는 것은 록휠댐과 같이 파랑이 사석의 간극에 흡수되어 버리는 경우를 말한다. 따라서 이 중간경우에 대해서는 각각의 조도에 따라 중간 값을 취할 수 있다.

(마) 댐의 사면기울기

㉮ 사석사면의 경우에 기울기로 인하여 파도가 기어오르는 높이(도파고)의 변화는 대개 내측이 평활사면인 경우, 기울기가 급할수록 도파고는 크게 되고 이 경향은 대안거리가 길수록 커진다. 따라서 사석사면에 대해서는 너무 지나치게 기울기에 대해서 고려할 필요는 없으나 평활사면에서 낮은 댐일수록 기울기가 급한 것은 도파고를 조장하게 된다.

② 지진에 의한 파랑의 저수면으로부터의 높이

가. 지진에 의한 파랑의 저수지 수면으로부터의 높이는 상시만수위와 서차아지수위에 대해 각각의 수위상태에서 저수지수면 이상의 높이를 취하는 것이 원칙이다.

③ 제체의 비월류부의 높이와 댐마루의 높이

가. 댐마루의 높이는 비월류부에 차수벽 상부의 보호층 등을 포함한 최상면의 높이로 하며 댐 중앙부를 정점으로 한 종단기울기로 인하여 생긴 높이나 댐마루 상류측에 만든 물결막이(parapet)는 포함하지 않는 것으로 한다.

또한 제체의 비월류부 높이는 필댐에서는 차수벽의 최상면 높이로 한다.

4.2.4 댐마루 표고 및 더돋기

(1) 필댐의 댐마루 표고는 제체의 비월류부 높이에 불투수층 최상단에 필요한 보호층을 포함한 높이로 한다.

(2) 또한, 시공 시에는 이 높이에 댐 완성 후 기초지반과 제체 침하량을 예측하여 충분한 더쌓기를 해서 시공 한다

가. 댐마루 표고

(가) 댐마루 표고는 결정된 비월류부 높이에 불투수층의 천단 보호에 필요한 보호층의 높이를 더한 것으로 한다. 또한, 불투수층의 최상단은 축제종료 후에 침하가 예상되므로 정해진 댐 관리기간동안의 침하량을 예측하여 더돋기를 하여 소정의 높이로 시공한다. 이 때 댐 관리상 정해진 기간으로 경년변화에 있어서의 제2기 종료 후(댐의 거동이 정상상태로 달할 때까지의 기간으로 중요한 댐 또는 높은 댐에서는 축조 후 3년 이상 경과된 후)로 한다.

나. 더돋기(더쌓기)

(가) 더돋기는 댐 완성 후 댐의 거동이 정상상태에 달할 때까지의 기간 또는 축조 후 3년 이상의 경과한 시점까지 기초지반과 축제재료의 침하량에 충분한 안전율을 가하여 더돋기를 해야 한다. 이 때 종단방향으로 캠버(camber)를 붙이는 것이 좋고 양안 접합부는 안전하게 10 cm 이상 더 쌓는 것이 바람직하다. 횡단방향의 비탈면 더돋기는 축제상부를 조금 세워서 쌓는 것으로 한다.

(나) 필요한 더돋기를 결정하기 위한 기초지반 및 제체의 침하량 추정은 이론적 기법으로는 유한요소법을 이용한 축제 과정의 변형해석 또는 토질재료의 경우에는 압밀해석이 연구되어 있다. 그러나 침하량은 기초지반이나 재료의 성질, 시공방법 등의 많은 요인에 의해 지배되므로 현시점에서는 토질공학적 기법에 의하여 실제의 값을 추정하는 것은 곤란하다. 따라서 침하량에 영향을 미치는 요인을 포함하여 과거의 실례에 준하여 추정한다.

(다) 제체 각부의 더돋기 양의 판단은 댐 종단면의 최심부를 구하여 이 높이를 횡단방향으로는 댐마루 단부로 취하고 사면하단 또는 적당한 소단을 0으로 해서 직선적으로 구분한다. 침하량은 시공 중에 대부분이 끝나므로 완성 후에는 아주 작고, 특히 최근 댐이 중전압기로 충분히 다져지므로 댐 완성 후 침하량은 1 % 미만이 대부분이다.

4.2.5 댐마루 폭

(1) 댐마루 폭은 파랑침식이나 침투수에 대한 안전성, 파이핑 또는 지진시의 붕락이나 활동 등에 대한 안전성과 공용도로나 유지관리용 도로 또는 시공상의 중기계 주행 등에 필요한 폭으로 한다.

(2) 특히, 댐 완성 후 댐 마루를 도로로 이용할 경우에는 양안 접속도로와의 관계를 충분히 고려해야 한다.

4.2.5.1 일반사항

(1) 통행에 의한 마찰이나 균열을 방지하기 위하여 댐 마루에 적절한 보호를 해야 하며, 단면과 노면포장은 연결도로와 같게 하고 양안에는 주차장을 두는 것이 좋다. 곡선으로 연결되는 곳은 느린 곡선으로 하며, 내제측에는 흉벽(breast wall), 외제측에는 갓돌을 설치할 수 있도록 폭을 결정한다.

(2) 댐마루 폭의 결정

① 댐마루의 폭은 공식에 의한 계산 결과를 참고하여 도로의 이용이나 제단내의 중심점토, 수직필터의 규모, 유지관리, 경제성 및 시공성 등을 고려하여 중심점토와 수직필터를 보호할 수 있는 폭으로 결정한다.

② 일반적으로 댐 높이가 50 m 이상일 때에는 8~10 m 정도(도로와 겸용일 경우 약 10 m 정도), 댐 높이가 15~50 m일 경우에는 6 m 정도(도로와 겸용일 경우 8 m 정도), 댐 높이가 15 m 이하일 경우는 5 m 정도로 한다. 또한 표면 차수벽 필댐일 경우는 6~7 m가 적당하며, 설계상 특별히 고려할 필요가 없는 경우에는 5~10 m 정도가 좋다.

4.2.6 불투수층 존(차수벽)의 두께 및 단면 설계

(1) 불투수층 존의 두께는 투수성의 허용한도, 시공상의 최소 폭, 사용되는 점토재료의 소성 및 점성, 필터층의 유무 등을 고려하여 두께를 결정 하여야 하며, 토질이나 댐 높이에 관계없이 수압의 30~50 % 정도의 두께를 가져야 한다.

4.2.6.1 불투수층 존의 두께와 수압과의 관계

(1) 불투수층 존의 두께는 위에서 열거한 요소를 고려하여 결정하는 것이 원칙이다. 그러나, 필댐이 어떠한 나쁜 조건에서도 안전하기 위해서는 토질이나 댐높이에 관계없이 수압의 30~50 % 정도의 두께를 가져야 한다.

(2) 수압의 15~20 % 정도의 두께를 가지는 경우에는 다소 얇은 감은 있으나 주의 깊은 설계와 시공이 필요하며, 이 때 필터의 설계는 엄격한 기준을 지키도록 한다. 수압의 10 % 이하는 누수로 제체의 결괴가 없는 특수조건 외에서는 사용해서는 안된다.

4.2.6.2 불투수층 존의 단면설계

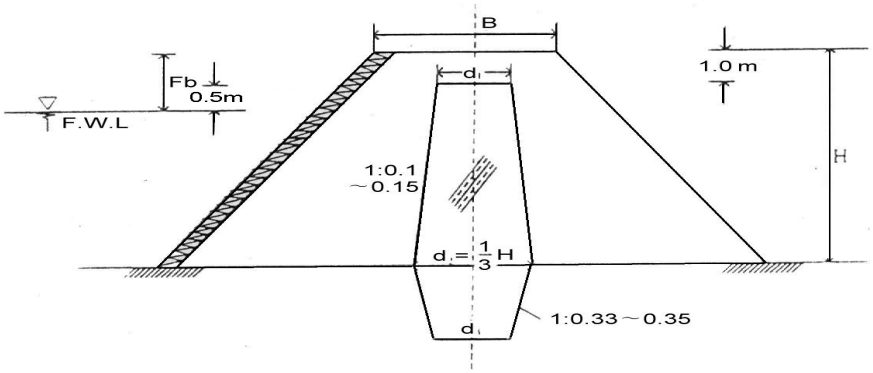
(1) 단면 기준 (<그림 4.2.-2> 필댐의 불투수층 존의 설계 참고)

① 점토 정폭(d1)의 계산

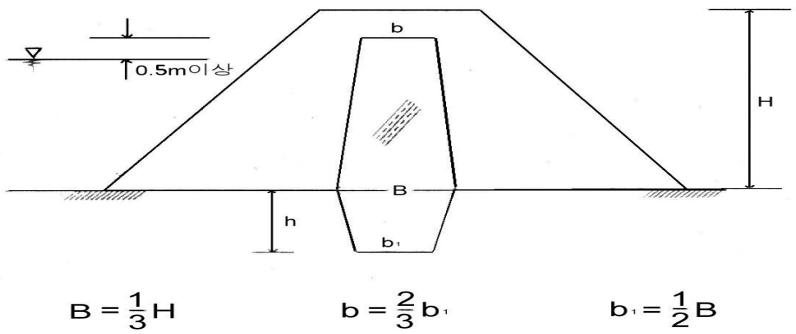
$$d1 = 1.5\sim3.5m \text{ 단, } H \leqq 30m,\ d1 = 2.5\sim4.0m \text{ 단, } H > 30m$$

② 지반면의 점토 폭(d2) : $d2 = \frac{1}{3} H$ (m)

③ 터파기 면의 점토 폭(d3) : $d3 \geqq \frac{1}{2} d2 > 1.0$ (m)



<그림 4.2-2> 필댐의 불투수층 존의 설계



$B = \frac{1}{3}H$ $b = \frac{2}{3}b_1$ $b_1 = \frac{1}{2}B$

<그림 4.2-3> Wagman의 이론에 의한 불투수층 존의 설계

④ 점토사면 기울기

지반상부 : S1 = 1 : 0.10~0.15, 지반하부 : S1 = 1 : 0.33~0.35

⑤ 홍수위 상부의 점토 높이 : 0.5 m

⑥ 댐마루와 점토 상부와의 간격 : 1 m 이하

다만, 댐 마루에 도로 설치할 경우 도로포장에 필요한 높이로 함.

(2) Wagman 이론(<그림 4.2.-3> Wagman의 이론에 의한 불투수층 존의 설계)

① 지반면의 점토 폭(B) : B = ⅓ H (m)

② 터파기 면의 점토 폭(b1) : b1 ≧ ½ B (m)

③ 점토 정폭(b) : b = ⅔ b1 (m)

설계홍수위 지정폭이 최소 2 m 이상이어야 한다.

④ 수면과 점토 상부와의 간격 : 0.5 m 이상

(3) W. L. Strange 이론

① 양질의 지반 : h ≦ ½ H (m) •비교적 좋은 지반 : h ≦ H (m)

② 견고한 암반(소규모) : h ≧ 1.8 m •견고한 암반(대규모) : h≧ 3.0 m

4.2.7 사면경사와 소단

(1) 사면경사와 소단의 배치는 댐 형식, 제체의 구조, 축제재료, 기초지반, 시공조건 등을 고려하여 최소의 축제량으로서 최대의 안전도를 얻도록 결정해야 한다.

4.2.7.1 사면경사

(1) 제체의 안정상 필요한 평균사면의 경사는 표면 차수벽형 필댐이나 극히 연약지반상의 댐인 경우를 제외하고, 상류측 사면을 하류측 사면보다 5 % 정도 완만하게 하며, 대략 20~40 %의 범위 내로 한다. 특히 연약지반에서는 40 % 보다 완만하게 하거나, 기초가 양호한 암반이며 축제재료도 양질인 록 재료가 대부분일 경우에는 20 % 보다 급하게 할 때도 있다.

(2) 댐 형식에 따른 필댐의 평균 사면경사

① 균일형 흙 댐은 댐 높이가 클수록 사면을 완만하게 하며, 또 하류측에는 배수도 랑을 설치한다.

② 투수성부가 큰 댐(균일형 이외)에는 댐 높이에 따라 사면의 변화는 적으나 불투 수부의 위치와 크기에 따라 사면이 정해지므로 존(zone)을 신중히 나누어야 한 다.

③ 경사진 코어형 록-필댐에서는 하류사면은 축제재료의 안식각과 거의 같게 한다. 즉, 둥근 자갈인 때는 17 %, 모난 암석은 12 %, 얇은 층으로 해서 전압하는 경우 에는 10 %로 할 수 있다.

④ 중심코어 록-필댐에서는 하류사면은 16~18 %가 좋다.

⑤ 철근콘크리트 포장형 댐의 하류사면 경사는 될수록 암석의 안식각에 가깝게 하는 것이 시공 및 안전상 유리하다.

⑥ 아스팔트 포장형 댐의 상류측 사면은 15~17 %가 가장 적당하다.

(3) 높이가 높은 필댐에 있어서의 검토 요소

① 제체의 구조

가. 댐 높이가 크게 됨에 따라서 시공 중에 발생하는 공극수압도 증대하므로 완성 직후의 안정만을 유지하기 위해서는 막대한 단면이 필요케 되는 수가 있다. 특히 불투수성부가 크면 댐체 중에 침윤선을 저하시킬 목적으로 수직 또는 수평 배수도랑을 설치하는 것이 유리하다.

② 축제재료의 선택

가. 댐 높이가 높게 되면 전단저항이 큰 재료를 사용하는 혼합형 댐이 유리하다. 축제재료가 원거리에 있을 때는 경제성을 분석하여 시공조건, 입지조건 등을 고려하여 기술적으로 유리한 형식을 택해야 한다.

(4) 필댐의 사면경사에 따른 유의사항

① 안전율이 같으면서 축제량을 적게 하려면 단면상부는 급하게 하고 하부는 완만 하게 하는 것이 좋다. 이는 댐 높이가 클 수록 또한 기초지반이 약할 수록 유리하다. 특히, 계곡이 좁은 지형에서는 하부측을 완만하게 하는 것이 부피가 늘지 않고, 또 상류측 사면에서 저수압이 최대로 작용하는 점은 밑에서 1/3~1/4 지점이므로 안전

성도 증가되어 유리하다.

② 사면의 변화부는 상류사면에서는 상시 만수위나 최저수위 부근으로 하고 후자의 변화부에는 3~6 m의 소단을 두는 것이 좋다. 상류사면의 소단은 암석이 탈락되는 것을 방지할 목적으로 설치하지만 저수시의 사석하단이 메이지 않도록 하기 위하여 또는 시공상, 관리상 편리한 점이 있으면 소단을 만들고 연직높이 10~15 m 마다 소단을 두는 것이 좋다.

③ 댐 길이가 긴 댐에서는 전 길이를 통하여 동일 경사로 할 필요는 없고 댐 높이, 기초지반, 축제재료에 따라 적당히 단면을 수정하는 것이 좋다.

④ (댐 길이)/(댐 높이)의 비가 작은 댐에서는 상·하류방향 단면의 안정계산에서 댐축방향의 힘이 있게 되므로 사면을 다소 급하게 해도 좋다.

⑤ 시공속도가 빨라서 댐 또는 기초지반 내에 큰 공극이 발생할 위험이 있으면 사면을 완만하게 하는 것이 안전하다.

(5) 소단

① 댐 사면에 소단을 설치하는 목적은 경험상 또는 시공상의 이유가 대부분이고 안정해석상으로는 연약지반상의 댐인 경우, 댐 하부에서는 완만하게 하고 도중에 몇 개의 경사 변화점을 설치해서 마루부에 갈수록 경사를 급하게 하는 것이 유리하다.

② 경험상 이유로서는 암석 존의 상류측이나 록 재료의 돌붙임(riprap)을 시공하는 경우, 저수위 부근에서 제내수의 침출로 인한 부분적 손상이 생기는 일이 있으므로 소단이 필요하다.

③ 시공상으로는 암석 존에 소단을 설치하는 것은 사석재료나 표층 록 재료의 정리작업상, 표면활동의 안전상 소단을 설치하는 것이 하는 것이 유리하다.

④ 댐 하류사면에 대해서는 평상시의 댐 관리작업을 위하여 또는 필댐에서 떼붙임 공사를 하는 경우에 우수의 배제를 위해서 높이 10~15 m 마다 폭 3 m 정도의 소단을 설치하는 것이 좋다.

4.2.8 드레인의 설계

(1) 침투류에 의한 침투수압의 감소, 파이핑의 방지, 제체의 침하방지, 내부침식 등을 방지하기 위하여 드레인을 설치한다. 드레인은 기능과 목적에 맞는 재료를 선택하여 안정성 또는 침투수에 대한 안정성을 검토하여 설치한다.

4.2.8.1 일반사항

(1) 드레인의 기능

① 침투류에 의해 침투수압이 토립자에 작용하여 세립자가 조립자의 간극에 씻겨 내려가는 일이 생긴다. 그 결과 제체 내에 파이핑을 유발하고 내부 침식을 일으키며 이것이 제체의 국부적인 침하나 파괴의 원인으로 된다. 이 현상을 방지하기 위해서 배수 존을 설치한다. 배수 존은 토립자의 이동을 방지하고 침투수를 작은 손실수두로서 통수될 수 있는 필터의 기능을 가져야 한다.

(2) 드레인의 구분

① 드레인은 하류사면끝 드레인, 수평 드레인, 직립 드레인, 복합 드레인, 사면보호공 기초 드레인, 제체와 산턱과의 접촉면에 연하여 설치하는 드레인 등이 있다.

가. 하류 비탈끝 드레인 : 하류사면의 끝에 설치한 드레인으로 토 드레인(toe drain)이라고도 한다.

나. 수평 드레인 : 제체 내에 어떤 표고차로 블링킷 상이나 줄모양으로 수평하게 설치하는 드레인을 말한다.

다. 직립 드레인 : 직립 드레인과 수평 드레인으로 구성된 드레인을 말하며 직립 부분은 존형에서 불투수성부의 양측에 설치하는 경우 단순히 필터라 하고, 균일형 댐의 중앙부에 설치한 경우에는 차단층이라 한다.

라. 복합 드레인 : 가), 나), 다)를 조합한 드레인을 말한다.

마. 사면보호공 기초 드레인 : 상류사면 보호공의 기초에 설치하는 드레인을 말한다.

바. 기타 : 제체와 산턱과의 접촉면에 연하여 설치하는 드레인 등이 있다.

(3) 필터의 설계

① 필터는 입도가 현저하게 다른 흙 또는 사력 등의 배수 측면에 접촉시켜 설치하고 재료는「필터재료」에 준한다. 필터층의 두께는 시공시의 재료분리, 필터층 내부의 공극, 시공기계 등을 고려하여 결정한다.

② Creager, Justin 등은 필터의 15 % 크기(필터재료의 15 % 입경)의 50배 이상으로 하고, 특히 제1층은 모래의 두께 30 cm 이상으로 한다. 또 조립 필터재료는 20 cm 이상, 세립 필터재료는 15 cm 이상의 두께로 한다.

(4) 필터의 배수능력

① 필터의 투수성은 실내투수시험에 의해서 구하는 것이 바람직하다. 부득이한 경우 깨끗한 모래인 필터재료의 투수성은 다음 Hazen 식을 사용하여 계산해도 좋지만 시험을 해서 확인해야 한다.

$$k = C \cdot D_{10}^2$$

여기서, k는 투수계수(cm/s), D10는 유효경(cm)으로 입경가적곡선상의 10% 입경,
C는 정수 90~120(보통 100을 사용)를 나타낸다.

직립 드레인에 접촉되는 수평 드레인의 배수능력은 침투수량의 10배 이상의 능력을 주어야 한다. 또 산턱으로부터의 침투수가 가급적 제체 내에 들어오지 않도록 적극적으로 방지해야 한다.

4.2.8.2 드레인의 설계

(1) 수평 드레인

① 제체 내에 수평한 형상으로 배치한 때에는 두께를 30 cm 이상으로 하고, 직립 드레인에 접촉시켜서 설치하는 드레인공은 하류측 댐 부지에 블링킷 상으로 설치한 경우와 집수 배수를 위해서 줄모양으로 설치하는 경우가 있다. 전자의 두께는 30 cm

이상으로 하고 후자는 여러 층의 필터를 조합하여 배수시키는 것으로 한다.

(2) 직립 드레인

① 폭은 단일층인 경우 2~5 m, 여러 층인 경우에는 1층의 폭은 1 m 이상으로 하여 보호층의 배수면에 접하여 조립층, 다음에 자갈층의 순으로 필터의 입도를 변화시켜 나간다. 또 단일층일 때에는 필터재료의 구입하기 힘든 경우는 거푸집을 사용해서 두께를 1~1.5 m 정도로 축소시켜도 좋다.

(3) 하류 비탈끝 드레인

① 하류 비탈끝 드레인은 여러 층의 필터를 조합시켜 보호층에 접하는 층을 세립필터로 하고 다음에 조립, 자갈, 굵은 자갈 등으로 점차 변화시켜 가고 비탈끝 사면막이 돌쌓기공이나 기타 보호공을 통하여 배수한다.

각 층의 두께는 수평 드레인(집수배수용)의 설계에 준한다.

(4) 사면 보호공 기초 필터

① 성토사면이 조립재로 될 때에는 사력필터의 두께를 20 cm 이상으로 하고, 세립일 경우에는 입도를 조정한 필터재를 두께 20 cm 이상으로 설치한다.

4.2.9 제체 보호공

(1) 제체의 상류사면, 하류사면 및 댐마루 파괴, 침식, 파랑에 의한 침식 또는 손상을 방지하기 위하여 적절한 재료로 보호공을 설치한다.

4.2.9.1 상류사면 보호공

(1) 보호공의 설치

① 암석, 호박돌 이외의 재료로 이루어진 상류사면은 파랑에 의한 침식, 저수위 급저하시나 진동에 의한 유출 및 기상작용에 의한 풍화 등을 방지하기 위하여 보호공을 설치한다.

② 파랑에 의한 침식은 저수가 있는 한 항상 계속적으로 작용하여 특히 풍우시에는 사면 전체가 연화상태에서 큰 파랑이 작용하기 때문에 사면이 크게 침식된다. 또 파랑침식은 비점성토가 점성토보다 크게 침식된다.

③ 저수위 급저하시에는 제체 내에 비정상류가 되어, 유선은 상류사면에 침출되고 특히 저수위 직상 부근의 사면에 집중 유출하여 그 침투압에 의해 토립자가 유출된다.

④ 기타 동결, 한해에 의한 균열 등 자연의 기상작용에 의한 풍화가 발생한다. 이들 여러 가지 사면파괴 작용으로부터 제체(어버트먼트나 원지반에 시공된 블랭킷 등 성토공)을 포함한 상류사면을 보호해야 한다.

(2) 보호공의 형식

① 보호공의 형식에는 필터층 위에 설치한 사석, 장석, 콘크리트 블록, 철근콘크리트 슬래브 등이 있다. 일반적으로 다음과 같은 이유로 사석이 가장 좋다.

가. 제체의 형식에 잘 대응하고, 파력에 의하여 자연적으로 돌이 낙착되어 안정된다.

나. 쇄파력이 커서 파가 높이 올라가지 못하므로 제고를 낮추어도 된다.

다. 시공이 용이하므로 경제적이다. 물론 돌의 재질은 풍화 및 파쇄에 견디기 위해서 견고해야 한다.

② 사석재로 사용되는 재료는 골재로서의 시험에 합격하는 것이 바람직하지만, 지역의 기상조건, 댐의 규모, 석재의 매장현황 등을 검토하여 결정한다. 장석은 뒷채움을 완전하게 하여 파력에 의한 돌의 파쇄나 위치의 변동을 일으키지 않도록 하며, 미관은 좋으나 파의 상승억제 효과가 사석보다 낮고 공사비가 높게 된다.

③ 콘크리트 블록공은 양질의 석재를 경제적으로 얻기 어려운 경우에 쓰인다. 이것의 단점은 제체의 침하 변형에 대한 적응이 곤란하며 틈이나 블록 자체의 파괴가 생기고 그 파괴부에서 제체 표면 세굴이 일어나는 일이 많다.

④ 사석에 비하면 시공 후에 그 면이 평활하여 파의 상승 높이가 높게 되나 구하기가 쉽고 시공이 유용하기 때문에 중규모 이하의 댐에 적용하는 일이 많다. 철근 콘크리트 슬래브는 제체의 침하 변형에 적응할 수 없고 내진성이 약하다. 또 파의 상승 높이가 커지는 등 구조상의 단점이 있고 공사비가 고가로 되나 내구성이 좋다. 차수를 겸한 아스팔트 콘크리트, 아스팔트 이차제품, 인조고무, 화학합성 재료 등을 사용하는 일이 많다.

⑤ 이와 같은 재료를 사용하는 경우에는 일반적으로 파의 상승고가 높아져서 제고를 높게 해야하며, 또 월파에 의하여 재료의 이면에 물이 들어가지 않도록 해야 한다. 또 풍화에 대한 저항성이 낮아서 항시 유지관리에 충분한 주의를 해야 한다. 기타 기초처리에는 배기, 배수에 대한 배려가 필요하다.

(3) 보호공의 기초처리

① 저수위의 변동에 따라 제체 내에 침투류에 의하여 제체의 토립자가 흡출되는 것을 방지할 목적과 보호공 재료의 안정을 조장하고 시공을 용이하게 하는 것 등 때문에 제체 표면에 필터층(주로 모래와 자갈)을 설치한다.

② 두께는 콘크리트 블록을 설치할 때는 15 cm 이상, 기타 사석, 장석 등 일 때는 30~100 cm로 하는 것이 좋다. 보호공은 적어도 최저수위에서 댐마루까지 시공하는 것이 원칙이며 부득이 사면의 중간만을 시공할 때는 저수부의 기초다짐공을 완전하게 하여 보호공의 활동이 일어나지 않도록 한다.

③ 또 다짐공은 저수부의 파랑에 의하여 세굴되지 않는 구조로 하고, 폭 2 m 이상의 소단을 설치해야 한다.

④ 보호공의 상단은 갓돌, 콘크리트, 도로연석(curb stone) 등을 시공하여 보호공의 파괴를 방지해야 한다.

(4) 사석 크기와 두께

① 사석재로 사용되는 암석은 수압에 대하여 강한 암질로서는 화성암, 변성암, 경사암, 경석회암 등은 좋으며, 사석 크기와 두께는 축제재료의 기준에 준하며 파랑에 의하여 움직이지 않고 제체의 흙이 흡출작용에 의하여 유출되지 않을 것 등이 조건을 만족시켜야 한다. 또한, 사석공에서는 수면 부근에 큰 파력이 작용하여 사석 상호간의 간극이 클 때, 간극 내에서 필터재료의 분리나 유동이 생겨 사석의 변형이나 제

체의 흡출현상이 발생하므로 사석의 간극은 최소가 되도록 충전시켜야 한다. 사석 크기와 두께는 본 설계기준 7. 축제재료의 사석재료에 준한다.

(5) 하류측 보호공

① 보호공

가. 제체의 하류사면이 강우, 동해 기타에 의해 침식 손상되는 것을 방지하기 위하여 소요의 보호공을 설치해야 한다.

나. 제체 하류 사면은 록필 댐을 제외하고, 일반적으로 반투수성 또는 투수성 재료로 축제되어 있기 때문에 세립토나 점토분이 빈약하여 우수에 의하여 침식되기 쉽다. 또 한랭지에서는 모세관 현상에 의하여 동결작용이 발생되기 쉽기 때문에 성토재가 조립토일 때에는 수평 폭 1.0~1.5 m로 식물이 생장하기 쉬운 세립분을 함유한 흙을 사용하여 표면처리를 함으로써 식생을 조장하고, 동기 지표면의 동결방지를 함과 동시에 우수에 의한 침식을 방지할 수 있다.

다. 보호공으로서의 기상조건을 고려하여 떼붙임공(줄떼, 평떼), 종자 뿌리기 등을 한다. 이들 식생은 필요에 따라 시비, 살수 등을 실시한다.

라. 기타 누수측정 시설이나 하류시설 등의 연락을 위하여 계단을 설치해서 사면을 보호한다. 또한, 빗물이 흘러 한 곳으로 집중되면 침식이 크게 되므로 일정한 높이마다 배수로가 붙은 소단을 설치하는 것이 좋으며, 산바닥과 접속부에는 빗물의 침식을 받지 않도록 처리하여야 한다

② 배수공

가. 제체 하류사면과 어버트먼트와의 연락부 : 어버트먼트에서의 지표수를 사면과 산턱의 접속부에 승수로를 설치하여 하류의 제외로 배수시킨다. 승수로의 규격은 강우, 지형, 집수면적, 동결상황 및 유출토사, 낙엽 등을 고려하여 결정한다.

나. 제체 사면에서의 배수, 사면길이가 긴 경우에는 강우에 의하여 침식되는 일이 있으므로 소단을 설치해서 그곳에 상부사면의 지표수를 받기 위한 승수로를 만들어 양안의 어버트먼트의 승수로에 배수한다.

다. 이 승수로의 설계에 있어서는 제체는 구 하안부 또는 계곡의 최심부에서 최대 잔류침하가 일어날 것을 고려하여 수로경사를 결정해야 한다. 제체의 길이가 길 때에는 승수로에 맨홀을 설치하여 거기에서 사면에 슈트 또는 관을 설치해서 하류 제외로 배수한다.

③ 댐 마루부

가. 댐 마루부는 파랑에 의한 물보라, 우수, 동결에 의한 연약화 및 교통 등에 의한 손상으로부터 보호하기 위하여 보호공을 설치한다.

나. 물보라나 우수에 의한 연약화 방지를 목적으로 댐마루면에 포장(아스팔트 콘크리트, 콘크리트, 잘 다짐한 자갈 섞인 점토층 상에 자갈 포설 등)을 시공해야 할 필요가 있다. 포장두께는 댐마루의 이용상황, 기상상태에 따라 다르나, 동결심이나 외부로부터의 침수를 고려하여 보호층의 두께를 결정한다.

다. 일반적으로 토질 차수벽의 경우에는 약 50 cm의 보호층을 설계한 예가 많다. 댐마루면에는 배수를 위해 소요의 횡단경사를 주어야 한다.
아스팔트 콘크리트 포장, 콘크리트 포장 횡단 기울기 : 1.5~2.0 %
기타의 횡단 기울기 : 3.0~5.0 %

라. 댐마루면의 배수는 상하류 비탈머리에 배수구를 설치하고 집수한 다음 저수지 또는 제외로 배수한다. 한쪽으로만 경사를 둘 때에는 저수지 측에 경사지게 배수한다. 토석재료로 된 표면 보호공일 때에는 우수가 제체 내에 침투하지 않도록 입도배합이 좋은 흙을 잘 다져서 이용하며, 양 끝에는 L형 블록이나 연석을 놓고 댐마루에는 댐마루 보호용 자갈을 포설한다.

마. 폭풍우시의 파랑에 의한 물보라 및 예측할 수 없는 산사태에 의한 이상 상승을 고려하여 상류측 물결막이(parapet)을 설치하는 예도 있다. 보호공은 제체의 일부로서 설계해야 하며 따라서 제고는 보호공 두께를 포함시켜야 한다.

4.3 침투수 및 간극수압의 검토

4.3.1 침투류 해석

(1) 제체 및 기초는 침투수에 대한 안전하도록 설계하여야 하며 이를 위해서는 침투류 해석이 필요하다. 특히, 담수 개시 직후, 저수 후 수위 급강하 시 등의 경우에는 비정상 상태라 보고 침투수에 대하여 반드시 검토하여야 한다.

4.3.1.1 침투류 해석의 필요성

(1) 필댐을 설계할 때 침투현상에 대하여 다음과 같은 사항을 검토한다.
① 제체 및 기초지반 내에서의 침투유량(누수량)의 결정
② 침투수가 제체 및 기초지반의 안정성에 미치는 영향
③ 침투 조절방법

(2) 누수량은 댐의 저수 효율면에서 허용 누수량을 1일당 총 저수량의 0.05 %의 값을 한도로 하고 있는 경우가 많다. 침투수가 제체 안정성에 끼치는 영향을 검토하는 방법으로는 파이핑과 보일링(boiling)에 대한 안정성을 검토하는 방법과 제체 내의 침윤선을 결정하는 방법 및 제체와 기초의 안정해석을 하기 위하여 유선망을 결정하는 것 등이 있다.

(3) 침투 조절방법을 검토하는 데는 다음과 같은 방법이 기본적으로 고려되어야 하며, 이의 방법을 선택하고 검토하는 데에는 침투류의 해석이 필요하다.
① 파이핑이나 보일링을 방지하기 위하여 필터를 설치한다.
② 침투수 자체를 감소시킨다.
③ 배수를 안전하게 촉진시킨다.
일반적으로 이들 3가지 방법을 조합해서 채택하는 것이 보통이다.

4.3.1.2 침투류 해석의 기본 방정식

(1) 2차원의 정상 침투류에서 임의의 미소요소에 대하여 흐름의 연속성법칙으로부터 다음 식이 성립한다.

$$\frac{\partial V_z}{\partial z} + \frac{\partial V_x}{\partial x} = 0$$

여기서, Vz는 Vx는 각각 연직방향(z) 및 수평방향(x)의 침투유속이다. 또한, 각 방향의 침투유속을 Darcy의 법칙을 적용하면 다음과 같다.

$$V_z = -k_z \frac{\partial h}{\partial z}$$

$$V_x = -k_x \frac{\partial h}{\partial x}$$

여기서, h는 고려되는 지점의 동수압, kz 및 kx는 z방향 및 x방향의 투수계수이다. 위의 식을 이용하여 연립하면 2차원의 Laplace 방정식이 된다.

$$k_z \frac{\partial^2 h}{\partial z^2} + k_x \frac{\partial^2 h}{\partial x^2} = 0$$

4.3.2 침윤선

(1) 제체내의 침투수 흐름은 축제재료의 투수계수와 동수경사에 의해 지배되는 자유수면(침윤선)을 가지게 되는데, 이 침윤선의 위치를 결정하는 것은 제체의 안정계산, 제체내의 침투류 해석, 침투수 저하공법 등의 검토에 필요하다. 또 침윤선이 높은 경우에는 제체의 안전에 지대한 영향을 미치므로 적절한 공법을 사용하여 안전하게 침투수를 배제시켜야 한다.

4.3.2.1 일반사항

(1) 제체 내의 침투수의 흐름은 주로 재료의 투수계수와 동수경사에 지배 즉, 제체재료의 투수에 관한 성질 및 저수위 둥이 경계조건에 의해 지배되며, 일반적으로 자유수면을 갖는 흐름으로 된다. 이 자유수면을 침윤선(또는 침윤면)이라고 한다.

(2) 침윤선의 위치를 결정하는 것은 제체 안정계산을 위한 수압조건의 결정 및 제체 내의 침투류에 대한 안전성 검토에 필요하며, 또 침투유량의 결정 및 침출점의 위치의 조절 등을 하기 위한 배수 대책공을 검토에 필요하다.

(3) 침투수에 영향을 주는 재료가 이방성인 경우에는 수평 및 수직방향의 투수계수 비가 달라지므로 이에 대하여도 충분히 검토한다.

(4) 이와 같이 필댐을 설계할 때에는 침투수에 대하여 검토하고 침윤선을 결정해야 한다. 또한, 댐체를 구성하는 흙이 극히 굵은 입자로 된 경우에는 모세관현상은 거의 볼 수 없으나 반대로 고운 입자로 되었을 때는 모세관현상에 의하여 비교적 높은 곳까지 수

분이 상승하므로 이에 대해서도 고려한다.

4.3.2.2 침윤선 구하는 방법

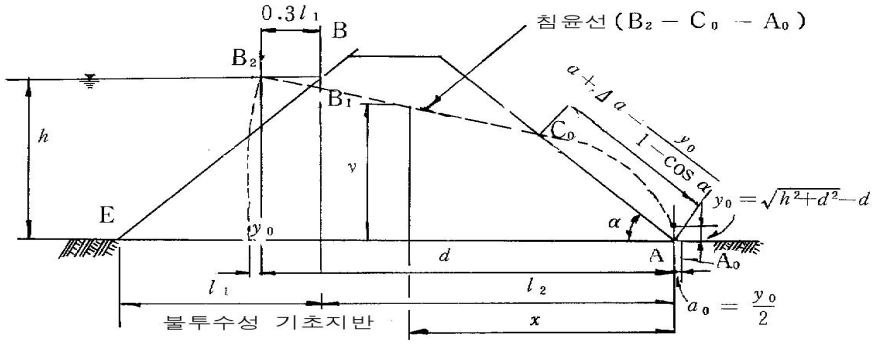
(1) 침윤선을 구하는 방법은 A. Casagrande 방법이 주로 사용되는데, 불투수성 기초지반 위에 균일성 재료로 축조된 침윤선은 포물선 형상을 가진다. 그러나, 제체의 수평 및 수직 투수계수의 비, 하류사면의 경사각, 드레인의 설치여부, 차수벽의 위치 등에 따라 침윤선은 수정되어야 한다. 이 경우 침윤선은 어느 경우에도 제체밖으로 나와서는 안된다. 여기서는 균일형 필댐에 대해서만 언급한다.

(2) 침윤선은 (<그림 4.3.-1> 균일형 필댐의 침윤선(기본 포물선))에서 제체 하류 비탈면 점 A점을 초점으로 하고 A점에서 하류측 yo/2 만큼 떨어진 점 Ao와 상류측 수면상의 B2 점을 통과하는 포물선이 침윤선의 기본 방정식이다. 이 기본 포물선을 점 A를 원점으로 하고 횡축에 x, 종축에 y를 취한 좌표에서는 다음가 같은 식으로 표시된다.

$$y = \sqrt{2 y_o x + y_o^2}$$

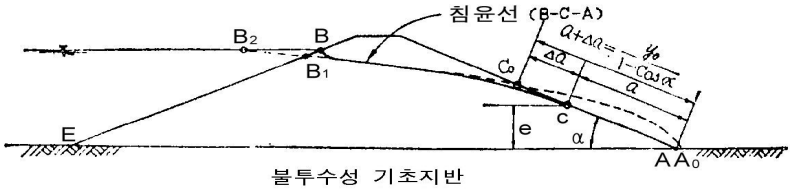
$$\text{단, } y_o = \sqrt{h^2 + d^2} - d$$

여기서, h는 A, B 점의 수직거리, d는 B2, A점의 수평거리, l_1는 B, E점의 수평거리, l_2는 B, A점의 수평거리, A는 제체 하류 비탈끝(불투수성부) - 기본 포물선의 초점, A_o는 A보다 하류측으로 yo/2만큼 떨어진 점(좌표의 원점), B는 상류 비탈면과 저수면과의 접점(기본포물선을 통과하는 점), B_1은 기본 포물선과 B점의 연직선과의 교점, B_2는 B점에서 수평방향으로 0.3 l_1배만큼 상류측으로 떨어진 곳을 나타낸다.



<그림 4.3-1> 균일형 필댐의 침윤선(기본 포물선)

기본 포물선이 구해지면, 제체 상류의 비탈면은 등수두면이므로 이 면에 대해서 직각으로 수정하고, 또 하류의 비탈면에 대해서는 제체 밖으로 포물선이 나오는 일은 없도록 다음과 같이 수정한다.



<그림 4.3-2> 균일형 필댐의 침윤선(수정 포물선)

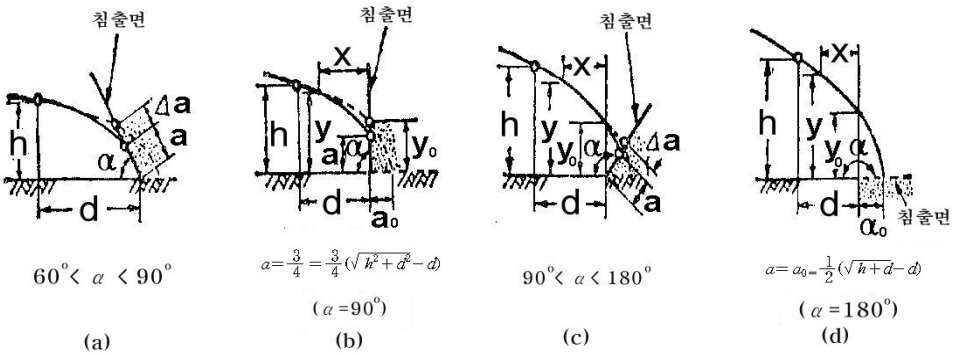
균일형 필댐의 침윤선(수정 포물선)의 침윤선(B-C-A)은 균일형 필댐의 침윤선(기본 포물선)의 기본 포물선(B2-Co-Ao)을 수정한 것으로 유입점에서 유선은 사면에 직각으로 되고, Co점은 C점 즉 사면거리 △a만큼 아래쪽으로 내려오게 된다. 이 △a는 유출면 경사각에 따라 다르고 다음 식으로 구한다.

$$a + \Delta a = \frac{y_o}{1 - \cos\alpha}$$

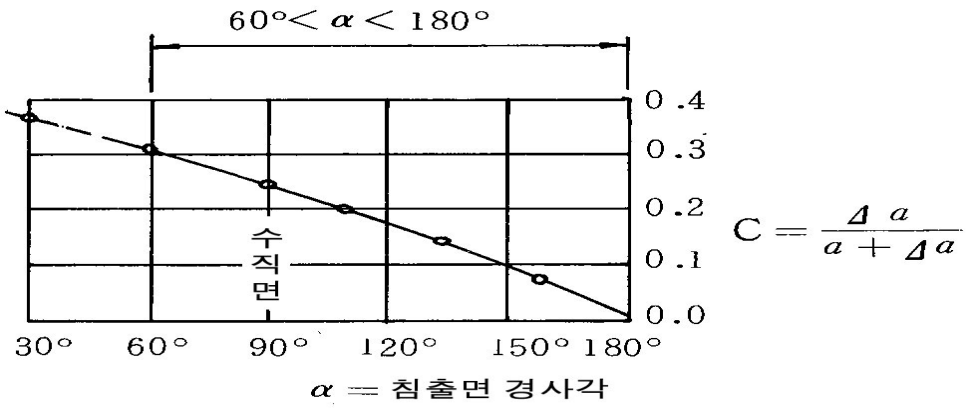
단, a는 사거리 AC, Δa는 사거리 CoC, α는 침출면의 경사각을 나타낸다.

α 의 값으로부터 $C = \frac{\Delta a}{a + \Delta a}$ 를 아래의 그림 "<그림 4.3.-3> 침출면 경사각(α)의 변화에 따른 Δa" 에서 구하고, a 및 Δa의 값을 윗 식에서 구한다.
침출면의 경사각(α)가 α<30° 의 경우는 α를 다음 식에서 구한다.

$$\alpha = \sqrt{h^2 + d^2} - \sqrt{d^2 - h^2\cot^2\alpha} \cdots$$



<그림 4.3-3> 침출면 경사각(α)의 변화에 따른 Δa



<그림 4.3-4> 침출면 경사각에 따른 α와 C의 관계

4.3.2.3 투수계수의 비등방성

(1) 일반적으로 필댐과 같이 층상으로 다져서 축조되는 흙 구조물은 역학적 제 성질이 비등방성인 것이 보통이다. 이와 같은 제체의 투수계수의 비등방성은 제체 내의 침투수의 흐름에 영향을 주기 때문에 가능한 이 비등방성에 대해서 명확히 밝혀두는 것이 좋다. 일반적으로 수평방향의 투수계수(kh)와 수직방향의 투수계수(kv)와의 비(kv/kh)의 값은 템핑 롤러로 다진 경우는 1/2~1/10(평균 1/5), 타이어 롤러인 경우는 1/20~1/30(평균 1/25)로 된다.

(2) 장투수시험 등에 의하여 필댐의 투수성의 비등방성을 구하는 것은 곤란하며, 실제로 건설된 필댐의 투수계수의 비등방성을 알기 위해서는 건설 후 필댐 제체내 침윤선의 포텐셜을 측정해서 얻은 값과 건설시의 확정치인 투수계수의 비등방성을 기초로 해서 얻은 이론적인 값을 비교해서 개략적인 결정을 하고 있다.

4.3.2.4 침윤선을 저하시키는 방법

(1) 침윤선이 높은 경우에는 침투수량의 증가는 물론이고 파이핑이나 유효응력의 감소에 따른 제체의 안정에 지대한 영향을 미치게 되므로 적당한 방법을 통하여 침윤선을 저하시켜야 한다.

(2) 중심 코어형댐을 선정하는 것이 가장 이상적이지만 댐형식은 현지에서 수집할 수 있는 축재재료에 의해 정해지기 때문에 그 때마다 적절한 배수시설이 필요하다. 배수시설에는 ① 제체인 종단방향에 띠 모양으로 몇 줄 설치하는 줄모양 배수도랑, ② 종단방향 전면에(두께 1~3 m) 설치하는 직립배수도랑, ③ 하류측 제체 바닥면에 부설한 수평배수도랑, ④ 하류 비탈 끝에 설치하는 비탈끝 배수도랑 등이 일반적으로 쓰이고 있으나 그밖에 용도에 따라서는 적절한 배수도랑을 선택해야 한다. 배수도랑 재료의 입경은 인접하는 재료에 따라 정해지며, 세립재료를 중간층으로서 사용하여 제체 재료가 배수도랑 안에 유입하는 것을 방지해야 한다.

4.3.3 유선망

(1) 제체 및 투수성 기초지반 내의 침투수의 유동 형상, 침투수압의 분포, 안정계산을 위한 간극수압의 분포 등을 파악하기 위하여 유선망을 그려 검토한다.

4.3.3.1 제체의 유선망

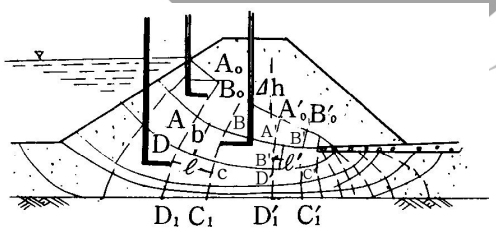
(1) 유선망을 그리는 방법으로는 모형실험 또는 도해법에 의하는 것이 일반적이다. 특히, 투수계수가 달라지는 층을 통과하는 경우에는 굴절의 원리를 사용하여 유선망을 수정하여야 한다.

(2) 유선망에 의하여 제체 및 투수성 기초지반 내의 침투수 유동형상과 침투수압의 분포상태를 파악하며, 또 이것을 응용하여 댐의 계획 및 댐체와 기초의 구조설계상 필요한 침투수량을 계산하여 댐체의 안정검토에 필요한 제체의 간극수압의 분포를 알 수 있다.

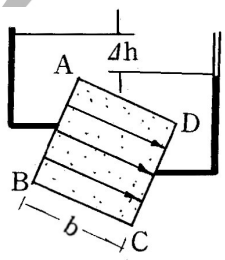
(3) 아래의 "<그림 4.3.-5> 유선망"에서 A0B0A0'B0'는 침윤선, A0D1, B0C1, A0'D1', B0'C1'는 서로 인접한 등수두선, ABA'B', DCD'C'는 유선이다. 유선망구획 ABCD 또는 A'B'C'D'는 등수두선과 유선을 적당한 폭으로 취해서 정방형이 되도록 그린다.
이와 같이 2개의 유선사이의 정방형의 구획이 2개 위치하고, 제체의 종단방향으로는 단위길이를 취해서 Darcy 법칙을 적용하면 다음 관계가 얻어진다.

$$q = k \cdot i \cdot b$$

여기서, q는 침투수량(㎤/s), b는 침투면적(㎠), k는 투수계수(cm/s), i는 동수경사를 나타낸다.



<그림 4.3-5> **유선망**



<그림 4.3-6> **침투압**

정사각형 ABCD에 대하여 유선방향의 길이를 l, 폭을 b라 하면 b와 l은 같으로, 임의의 유선망을 단위길이당 흐르는 침투수량은 다음 식으로 표시된다.

$$\Delta q = k \cdot i \cdot b = k \cdot \frac{\Delta h}{l} \cdot b = k \cdot \Delta h$$

여기서, Δh는 침투수가 l만큼 흐르는 사이에 일어난 손실수두(cm)로서 보통 손실수두의 h를 Np 구분하여 Δh = h / Np 로 된다.
정사각형 ABCD에 대한 침투수량은 Δq = k·Δh 또는 정방형 A'B'C'D'에 대해서는 Δq

= k·⊿h로 되어 당연히 ⊿q = ⊿q' 로 되고, 2개의 유선사이에 있는 영역을 흐르는 침투수량은 같게 된다.

4.3.3.2 침투수압(침투압)을 구하는 방법

(1) 침투수압을 구하는 방법

① 침투수가 흙 속에서 손실되는 에너지가 침투수압이 되며, 토립자 표면과 침투수와의 사이에 일어나는 점성 마찰력 등에 저항하는 힘이다. 이 침투수압은 토립자를 흐름의 방향으로 이동시키려고 하는 힘이 되어 제체의 안정성을 검토하는데도 관계하는 양이 된다. 침투수압을 구하는 데는 유선망에서 구한 임의의 정방형 ABCD를 사용한다.

② 위의 <그림 4.3.-6> "침투압" 에서 AB, CD를 등수두선, AD, BC를 이와 직교하는 유선으로 한다. 이 경우 흙덩어리 ABCD에 작용하는 침투수압(J)는 AB, BC의 길이를 b라 할 때, 제체 종축방향의 단위길이당 침투수압은 다음 식으로 표시된다.

$$J = \gamma_w \cdot \triangle h \cdot b$$

여기서, γ_w는 물의 단위중량이다.

이것을 체적 b2 × 1로 나누면 단위체적당의 침투수압(j)이 아래의 식과 같다.

$$j = \gamma_w \cdot i_w$$

여기에서 iw는 ⊿h / b로서 등수두선에 직각이며, 유선에 연한 동수경사를 표시한다. 또한 이 침투수압은 등수두선에 직각방향으로 작용한다.

(2) 기초의 침투압을 처리하는 방법

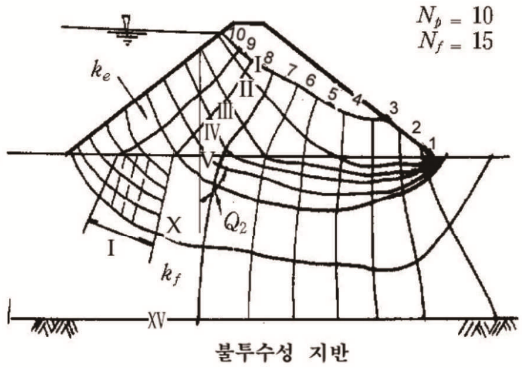
① 기초의 침투압을 처리하려면 제체 하류비탈끝 부근에 적당한 간격으로 압력감소용 우물 또는 트렌치형 배수도랑 등을 설치한다.

(3) 기초의 유선망

① 제체부와 기초부의 투수성이 같을 때는 제체부의 유선을 기초부까지 확장하여 그리면 된다. 이때 ke는 제체의 투수계수, kf는 기초의 투수계수, kh는 수평방향의 투수계수, kv는 수직방향의 투수계수이다.

② 제체부와 기초부와의 투수계수가 다를 때는 아래의 "<그림 4.3.-7> 기초의 유선망 (제체와 기초의 투수성이 다를 때)" 과 같이 그의 배수만큼 유선을 증가시킨다. 즉, <그림 4.3.-7>과 같이 정사각형의 면은 유선 5와 포텐셜 1 에 의하여 형성된다. 또 <그림 4.3.-7>에서 유선의 굴절각은 다음 식으로 주어진다.

$$\Theta_2 = \tan^{-1}\left(\frac{k_f}{k_e} \cdot \tan\Theta_1\right)$$



$k_f = 5k_e$ $\quad k_h = k_v$

$\theta_1 = 34^\circ\ (0.674),\quad k_f / k_e = 5,\quad \frac{k_f}{k_e}\tan\theta_1 = 3.370 :\ \theta_2 = \tan^{-1} 3.37 = 73^\circ\ 30'$

<그림 4.3-7> 기초의 유선망(제체와 기초의 투수성이 다를 때)

라. 저수위가 급격히 저하할 때

제체내의 침투면은 저수위의 저하속도, 재료의 투수성 및 경계조건 등에 의하여 다르나 일반적으로 제체의 투수계수가 k = 1×10-3 cm/s보다 작을 때는 순간적으로 임의의 수위까지는 저하한 것으로 보고 유선망을 그린다. 즉, k = 1×10-3 ~1×10-4 cm/s의 범위에서는 저수위 강하에 따라 어느 정도 제체 수위도 강하하지만 비워 두었을 때 호우가 있으면 저수위가 순간적으로 저하한 경우와 같은 유선으로 생각한다.

4.3.4 침투유량

(1) 유선망 또는 수식에 의하여 제체 또는 기초지반을 흐르는 침투유량을 산출하며, 이 때 어느 경우에도 적정한 투수계수를 선정한다.

4.3.4.1 일반사항

(1) 필댐을 설계할 때, 침투유량(누수량)에 대한 검토가 중요하다. 저수위에서의 누수는 ① 제체의 누수, ② 기초의 누수, ③ 산턱에서의 누수 등이 있으며 이들 누수량을 정확히 분리하여 알아둘 필요가 있다.

(2) 허용 누수량은 저수지의 목적에 따라 다르지만 관개용 댐에서는 저수량의 0.05 %/일 이하를 표준으로 한다.

4.3.4.2 침투유량의 계산

(1) 침투유량을 계산하는 방법은 유선망을 이용하는 방법과 수식에 의하여 구하는 방법이 주로 사용된다. 이 때 댐체의 불투수성부가 비등방성일 때는 수정한 투수계수 $\overline{k}$를 써

서 누수량을 산출하는 것이 보통이지만 안전을 보아 수평방향의 투수계수를 사용해도 좋다.

(2) 균일형 필댐 및 존형 필댐(중심 차수존형)

① 유선망을 사용할 경우

$$Q = k \cdot h \cdot L \cdot \frac{N_f}{N_p}$$

② 수식을 사용할 경우

$$Q = k \cdot y_o \cdot L$$

여기서, Q 침투유량(㎤/s), Nf 유선의 분할수, Np 등수두선의 분할수,
h 전수두(cm), k 투수계수(cm/s), L 종단길이(cm),
$y_o = \sqrt{h^2 + d^2} - d$ 이다.

(3) 존형 필댐(경사 차수존형)

① 유선망을 사용할 경우

가. 균일형과 동일하다.

② 수식을 사용할 경우

$$q = \frac{H - 0.5\,h_2}{b + CM} \cdot \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{H}{\sin\Theta_1} + \frac{h_2}{\sin\Theta_2} \right) \cdot k$$

여기서, q는 침투유량(㎤/s),
CM은 경사 차수존의 하류면의 최하단을 통하는 유선이 길이이다.

4.3.4.3 제체의 투수계수

(1) 제체의 투수계수가 비등방성일 때는 수정한 투수계수($\overline{k}$)를 사용하여 침투유량을 산출하는 것이 보통이나 안전을 고려하여 수평방향의 투수계수(kh)를 사용하는 것이 좋다. 수정 투수계수($\overline{k}$)는 다음 식으로 구한다.

$$\overline{k} = \sqrt{k_h \cdot k_v}$$

여기서, kh는 수평방향의 투수계수, kv는 수직방향의 투수계수이다.

4.3.5 수치해석에 의한 침투류 해석

(1) 제체 및 기초지반의 침투류에 대하여 수치해석 방법으로 침투류 수두, 유속 분포, 침투유량, 침투수압 분포 등을 예측할 수 있으며 이를 바탕 으로 누수량 및 댐의 안전성을 검토할 수 있다. 수치해석방법으로는 유한요소법과 유한차분법이 이용되는 경우가 많은데, 이 때 경계조건, 재료의 계수 등 입력치를 충분히 검토한 후 사용한다.

4.3.5.1 수치해석에 의한 검토

(1) 제체 및 기초지반의 침투류에 대한 해석방법으로 일반적으로 유한요소법이 이용되는 경우가 많다. 유한요소법은 해석대상 구조물을 다수의 요소로 분할(2차원 해석에서는 삼각형 혹은 사각형 요소로 분할)하고 분할된 각각의 요소는 절점으로 연결되어 있는 각 요소에 미치는 수리학적 성질(투수계수, 동수경사)에 근거하여 모든 절점 및 요소의 수두, 유량 등을 구하는 방법이다.

(2) 침투류를 해석함으로써 수두, 유속분포, 유량, 침투수압분포 등을 구할 수 있으나 해석대상 영역이 포화상태나 불포화상태 혹은 정상상태나 비정상상태에 따라 침투류 기본식과 투수특성이 다르므로 해석에 주의한다. 해석 결과는 재료 특성을 나타내는 물성치 및 해석시의 경제조건에 따라 좌우되므로 입력치에 대해서는 충분한 검토가 필요하다.

(3) 이러한 수치해석적 방법의 이점을 다음과 같다.

① 비균질이나 비등방성의 재료도 취급이 간단하다.

② 임의의 경계조건에 적응하도록 요소의 형상과 크기를 달리하기 쉽다.

③ 3차원 침투문제에도 적용할 수 있다.

4.3.6 침투수에 의한 안정성 검토

(1) 필댐의 제체 및 기초는 침투수에 대하여 안전하도록 설계해야 한다. 특히 필댐의 제체 및 기초지반의 누수를 완전히 차단할 수 없기 때문에 침투수압, 동수경사 등을 검토하여 파이핑, 수리적 파쇄(hydraulic fracturing) 등에 대하여 안전하도록 파이핑 방지대책 등을 강구하여 설계한다.

4.3.6.1 파이핑의 원인

(1) 필댐의 제체 및 기초는 누수를 완전히 차단하지 않고 허용 한도내로 제한하는 것이므로 침투수압, 동수경사 등을 검토해야 한다. 침투수압은 차수존의 성질, 댐의 형식 및 규모에 영향을 받고, 또한 허용누수량은 저수지의 목적 및 안전성에 따라 다르기 때문에 일률적으로 결정할 수는 없지만 어느 한도를 넘어서면 분사현상(quick sand)과 보일링 및 파이핑 등의 침투로 인한 파괴요인이 되므로 신중한 검토와 대책이 필요하다. 파이핑이란 제체 및 기초의 내부에 동수경사 또는 침투압이 클 때 입자가 유출되고 침식을 받아 터널을 형성하여 단면이 확대되고 침식이 상류에까지 미치게 되어 결국 유속이 증대하여 일거에 파괴되는 현상이다. 침투압이란 침투수가 단위체적의 입자에 주는 힘으로 동수경사와 물의 단위중량의 곱으로 표시된다.

(2) 파이핑의 원인은 대상재료의 불균일성이나 지질조건의 사소한 변화 등에 의한 경우가 많으므로 이론적인 취급은 곤란하지만 파이핑의 원인을 분류하면 다음과 같다.

① 다지기 불충분 : 흙쌓기의 다지기 불충분 이외에 암거 여수로 등 콘크리트 구조물 주변의 다지기 불충분 및 기초 접합부 암반과의 접착부의 다지기

불충분 등이 때때로 파이핑 유발의 원인이 된다.

② 수용성 물질의 존재 : 기초지반내 백악층(白堊層)이 있을 때 그것이 낙출한다. 그러나 흙 중에 함유되어 있는 가용성 염분은 흙쌓기의 시공관리만 좋으면 유출위험은 없다.

③ 균열 : 흙쌓기의 부등침하에 의한 균열, 흙쌓기의 건조나 동물이 만든 구멍에 의한 균열, 암거 자신의 균열 또는 파괴에 의해 쌓은 흙의 균열 등이 있다.

4.3.6.2 파이핑의 진행

(1) 댐이 처음으로 만수되었을 때에 생기는 누수와 몇 해 지난 후에 비로소 생기는 누수가 있다. 전자는 위험하지 않고 멀지 않아 일정한 양의 맑은 물로 되나 후자의 경우에 흙탕물이 점점 커갈 때는 댐 파괴의 원인이 되므로 저수지 물을 신속히 방류하지 않으면 위험하다. 이러한 때는 처음의 누수량은 적어도 하류 비탈끝이 침식되어 포화되어 진탕이 되고 작은 활동이 생기어 그것이 진행성 파괴로 되어 수 시간 또는 수 일 때로는 수 개월 사이에 결궤(決潰)하기에 이른다.

4.3.6.3 균열의 발생 원인

(1) 파이핑을 일으키는 누수는 균열로 기인하는 것이 많은데 여기에 대한 관심은 적다. 이것은 발견이 어렵고 결궤의 직접 원인으로 된 현상이 보이지 않고 그 원인은 균열이 현저하지 않았기 때문이다. 균열의 종류는 여러 가지가 있으나 대개 3~5 cm 정도인 것이 많고 15 cm까지 되는 것은 드물다.

4.3.6.4 댐 축에 직각방향의 균열

(1) 기초지반이 불규칙하기 때문에 일어나는 댐의 부등침하, 제체의 침하로 인한 인장변형에 의해서 균열이 발생한다. 이는 어느 경우에도 댐 축에 직각방향으로 일어나고, 또 침투수의 수로 역할을 하기 때문에 매우 위험한 것이지만 그 중에서도 연약지반에서 기초암반이 돌출해 있는 경우에는 가장 심한 균열이 발생한다.

4.3.6.5 댐 축에 평행방향의 균열

(1) 댐마루 부근에서 나타나는 것이 특징이지만, 댐 직각방향의 균열과 같이 직접수로로서의 역할을 하지 않기 때문에 그다지 위험하지는 않다. 균열의 깊이도 얕은 것이 보통이며 트렌치를 파서 되메우면 되지만, 너무 깊은 경우에는 물을 주입하여 관측을 해보는 것이 좋다. 주원인으로서는 압축성 기포상의 트렌치식 댐, 축제재료 및 시공기술의 불균질성에서 오는 제체의 부등침하 등을 들 수 있으며, 지진시의 균열도 대부분 이 원인에 의한 것이다.

4.3.6.6 제체 내부의 균열

(1) 댐표면이 모래, 자갈, 암 등으로 덮여있는 경우에 균열은 외부에서 보이지 않는다. 그러나, 압축성 차수 존이 침하하려는 것을 양측의 비압축성 존이 지지하여 자유로운 침하를 방해하기 때문에 차수 존과의 경계면에 균열이 발생하는 일이 있다.

4.3.6.7 수리적 파쇄(수압할렬, hydraulic fracturing)

(1) 수압할렬(수리적 파쇄) 가능성에 대하여 검토하여 이와 같은 현상이 발생하지 않도록 한다. 수압할렬이란 수압에 의하여 재료가 파괴되는 현상으로 이론적으로는 불투수부 내의 자중에 의한 유효응력이 그 부근의 수압보다 적을 때 나타나는 현상으로 설명한다. 통상적인 불투수부의 형상이라면 유효응력이 수압보다 작아지는 일은 없었지만 트렌치 굴착부위의 위의 불투수층이나 급한 경사의 기초암반부위 부근의 불투수성부에서 부등침하로 인한 아칭(arching)현상에서 유효응력이 수압보다 적어지는 경우가 있을 수 있다.

(2) 키 트렌치(key trench)의 폭이 좁으면 아칭작용에 의하여 트렌치 중의 차수 존에 작용하는 연직응력이나 측방응력이 침투수가 갖는 수압보다 작게 되어 수리적 파쇄가 발생하게 된다.

4.3.6.8 파이핑의 검토 방법

(1) 한계유속에 의한 방법(Justin의 방법)

① 제체 및 기초의 흙입자 입경에 대하여 소류력에 의하여 입자가 밀려나가는 한계의 침투유속을 구하는 다음과 같은 식을 제안했다. 입자는 그 한계치(즉, 입자가 이동하여 파이핑이 발생되는 한계유속)를 넘으면 파이핑이 발생한다.

$$V = \sqrt{\frac{W \cdot g}{A \cdot \gamma_w}} \quad (\mathrm{cm/s})$$

여기서, W는 흙입자의 수중중량, A는 물의 흐름을 받는 흙입자의 면적(㎠),
g는 중력가속도(cm/s2), γw는 물의 단위체적중량(g/㎤)을 나타낸다.

<표 4.3.-1> 입경과 한계유속

입경 (mm)	4.0~4.8	2.8~3.4	1.0~1.2	0.7~0.85	0.4~0.7	0.25~0.5	0.11~0.25	0.075~ 0.11	0.044~ 0.075
한계유속 (cm/s)	20.0	17.0	10.0	8.5	7.0	4.2	3.5	2.5	2.0

실제의 흙입자에는 여러 크기의 입자가 혼합되어 있어 입경의 기준을 정하기 어려우므로 침투류 해석에서 얻어지는 침투류의 실제 유속은 “<표 4.3-1> 입경과 한계

유속" 의 입경에 대한 한계유속의 1/100이하가 되도록 한다.

(2) 한계동수경사에 의한 방법

① 물이 정지상태에 있는 경우 흙 입자에 작용하는 수압은 간극수압이지만 흐름상태에 있는 경우에는 침투수압을 받는다. 침투수압이 어느 한도 이상이 되면 입자는 부유상태로 되며, 이 현상을 분사현상(quick sand) 이라 하고 파이핑으로 확대될 위험성이 있다. "<그림 4.3.-8> 분사현상" 의 A점에서 침투수압과 토괴중량과의 균형을 생각하면 다음과 같다.

$$\gamma_w \cdot h = (\gamma_t + \gamma_w) \cdot d$$

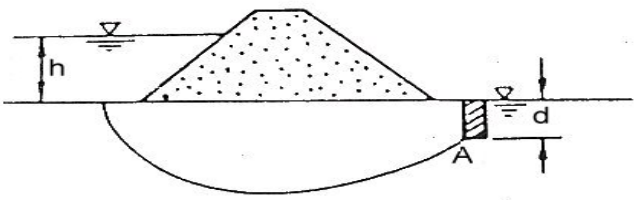
$$= \frac{G_s - 1}{1 + e} \cdot \gamma_w \cdot d$$

$$i_c = \frac{h}{d} = \frac{G_s - 1}{1 + e}$$

$$= (1 - n) \cdot (G_g - 1)$$

여기서, γw 및 γt 는 흙과 물과 단위체적중량,
e 및 n는 흙과 간극비 및 간극률,
Gs는 토립자 비중을 나타낸다.

② i_c는 분사현상의 발생유무를 판단하는 기준치로 한계동수경사라 한다. 흙입자간의 저항력은 입자의 점착력, 중량, 입자구조에 따라 변하지만 정상적으로는 소성지수가 클수록 저항력이 크고 점착력이 없는 세립토에서는 i_c = 0.5~0.8로 알려지고 있다.



<그림 4.3-8> 분사현상

(3) Lane의 간편법

① Lane(1935)은 가중 크리프비(weighted creep ratio)를 기준으로 파이핑에 대한 안전율을 검토하는 방법을 제시하였다. 크리프비는 다음 식과 같다.

$$CR = \frac{l_w}{h_1 - h_2}$$

여기서, h1-h2=ΔH는 상하류면의 수두차,
lw는 유선이 구조물 아래 지반을 흐르는 최소거리를 나타낸다.

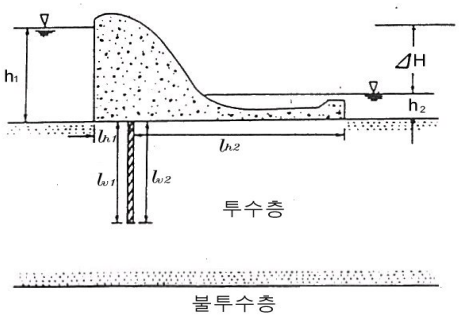
"<그림 4.3.-9> 최소유선거리를 계산하는 방법" 에서

$l_w = \frac{\Sigma l_h}{3} + \Sigma l_v$, $l_w = l_{h1} + l_{h2}$, $l_v = l_{v1} + l_{v2}$의 관계를 가진다.

위식에서 만일 가장 짧은 유선이 45° 보다 더 가파르면 이것은 연직거리로 간주하고 45° 보다 더 완만하면 수평거리로 간주하여 유선의 최소거리를 계산한다. 상기의 식으로 계산된 크리프비가 아래의 <표 4.3-2> (크리프비 안전치(Lane, 1935))에 제시된 각 흙에 대한 값보다 크면 파이핑에 대하여 안전하다.

<표 4.3.-2> 크리프비 안전치(Lane, 1935)

흙의 종류	크리프 비 안전치
아주 잔 모래 또는 실트	8.5
잔 모래	7.0
중간 모래	6.0
굵은 모래	5.0
연약 또는 중간 점토	2.0 - 3.0
단단한 점토	1.9
견고한 점토	1.6



<그림 4.3-9> 최소유선거리를 계산하는 방법

(4) 파이핑의 방지책

① 댐체의 차수존은 소요차수기능을 갖도록 설계되어야 함은 물론이고 파이핑에 대해서도 세심한 주의를 기울어야 한다. 침투파괴에 대한 안전대책으로 다음을 들 수 있다.

가. 파이핑, 균열에 대하여 저항성이 큰 차수재료를 사용한다.

나. 적정한 입도의 필터 재료를 사용한다.

다. 지진발생시 균열 및 부등침하가 발생하지 않도록 신중히 설계한다.

라. 시공시 주의를 요한다.

마. 균일형 댐의 경우 배수구를 적절히 배치하고, 침투로 인한 파괴가 예상되는 경우 재료선정에 신중을 기한다.

바. Curtain grouting (지수주입) 등 지수공 설치

사. 파쇄대 단층처리

아. 블랭킷 또는 전면 포장형 지수

자. 감압정(Relief well)설치

② 일반적으로 점토인 경우, IP > 15의 고소성(塑性) 점토는 파이핑에 대하여는 최대의 저항성이 있으며, 다음으로 IP > 6의 중소성 점토이거나 입도 분포가 좋은 굵 은 모래 또는 가는 자갈, 셋째는 IP < 6의 저소성 재료 중에서 입도 분포가 좋은 자갈, 모래, 실트의 혼합물이며, 최저는 IP < 6이고 특히 균일한 입경의 잔모래인 경우가 가장 저항성이 적은 것으로 알려져 있다. Sherard는 누수에 대한 저항성에 따라 재료를 다음과 같이 분류하였다.

가. 대단히 좋은 재료
(가) 자갈과 모래의 세립분(細粒分)이 혼합된 입도분포가 좋은 조립 재료
(나) D85가 2 ″ 보다도 굵고, D50이 1/4 ″ 보다도 굵은 재료
(다) 세립분이나 점착성이 없으면서 #200 이하는 20 % 정도인재료

나. 좋은 재료
(가) 자갈, 모래, 점토질 세립분이 혼합된 입도분포가 좋은 재료
(나) D85는 1 ″ 보다도 굵은 재료
(다) 세립분은 소성지수 12 이상의 무기질 점토(CL)
(라) 소성지수가 12 보다 큰 프라스틱한 점토(CH)

다. 약간 좋은 재료
(가) 점성이 없는 세립분을 포함하고 입도분포가 약간 좋은 자갈질로 중간점토부터 세립까지를 함유한 재료
(나) D85는 3/4 ″ 보다 굵고 D50은 0.5 mm와 3.0 mm사이에 있으며, #200 이하는 25% 정도인 재료
(다) 소성지수가 12보다 큰 중위의 점성을 갖는 점토(CL)

라. 나쁜 재료
(가) 조립한 것을 함유하지 않고 점성이 낮은 점토(CL 및 CL~ML)로 소성지수는 5~8 사이에 있고 액성한계는 25 보다 큰 재료
(나) 조립한 것을 함유하지 않는 중정도로부터 고소성의 실트로 소성지수는 10 이상 ML 혹은 MH)인 재료
(다) 점성이 없는 세립분을 함유한 중정도의 모래

마. 대단히 나쁜 재료
(가) 세립이며, 입도가 나쁘고 점성이 없는 실트질 모래인 경우는 D50이 0.3 mm 보다 세립인 재료
(나) 점성이 중정도부터 전혀 없는 실트(ML)질로 소성지수 10 이하인 재료

4.3.7 간극 압의 검토

(1) 필댐에서 간극수압의 변화는 제체의 안정에 지대한 영향을 미치게 된다. 따라서, 시공중 및 완성직후의 간극수압, 상시 저수시의 간극수압, 수위가 급강하할 때의 간극수압 등을 추정하여 안정계산 시 고려한다.

4.3.7.1 일반사항

(1) 일반적으로 흙이 건조하여 불포화 상태에 있으면 물은 토립자 표면의 흡착수 또는 토립자 접촉부에 존재하여 초생달 모양(meniscus)을 형성하고 간극수압은 부(-)압의 상태로 된다. 또 포화상태(때에 따라서는 불포화 상태의 경우도 있음)에서 외력이 작용한 경우 흙덩어리는 흙의 골격응력과 간극압의 양자로서 평형을 유지하고 이 경우 간극압은 정(+)압의 상태로 된다. 이러한 정의 간극압이 커지면 유효응력이 작아지고 따라

서 전단저항력이 감소하기 때문에 제체의 안정성에 큰 영향을 미치므로 반드시 안정계산시 검토한다.

(2) 특히, 수위가 급격히 저하할 때는 간극압은 정상상태에 있는 저수위가 강하할 때 제체 수위가 저수위에 따라서 같이 저하하지 못하기 때문에 저수위에 의하여 상류측 사면에 작용하고 있던 수압이 감소되고 제내와 저수지측의 수위차가 크기 때문에 침투는 저수지측에 향해서 일어나므로 제체 안전상 위험한 상태가 되므로 반드시 제체 안정계산에서는 간극압을 검토한다.

4.3.7.2 간극압의 추정

(1) 시공중 및 완성직후의 간극압의 추정

① 간극압의 소산을 고려하지 않을 경우

가. 불투수성부 또는 포화도 85% 이상인 점성토에서는 시공중(하중증가기간)의 성토중량에 의한 제체의 압밀로 인하여 간극수압(과잉수압)이 발생한다.

나. 간극압은 일반적으로 완성직후에는 최대로 되고 경년후 침투수에 의한 수압보다도 크게 되는 수가 있다. 간극압의 크기와 분포는 주로 시공중의 함수비, 흙의 성질, 댐의 높이, 드레인의 유무, 시공중 공사 중지기간의 유무 등에 의하여 간극압의 소산속도와 소산시간에 관계된다. 시공중인 간극압의 추정에는 다음과 같은 방법이 있다.

(가) 압밀시험을 하지 않고 경험치를 사용하는 방법

㉮ MH, CH, CL, ML …… 활동면상의 토주중량의 60~80 %

㉯ 기타의 점성토 …… 50 %

㉰ 낮은 댐 또는 대댐으로 시공속도에 문제가 없는 대댐 ……
…… 활동면상의 토주중량의 50 %

(나) 압밀시험에 기인한 Hilf의 방법

㉮ 공기의 압축성에 관한 Boyle의 법칙과 공기가 수중에 용해되는 Henry의 법칙을 조합한 것으로 다음 식으로 주어진다.

㉯ 흙쌓기 시에 중지기간이 없을 때

$$u = \frac{P_a \cdot \Delta}{V_a + h \cdot V_w - \Delta}$$

$$= \frac{P_a \cdot \frac{\Delta H}{H_o}}{n_o\left(1-(1-h)\frac{S_o}{100}\right) - \frac{\Delta H}{H_o}}$$

㉰ 흙쌓기 시에 중지기간이 있을 때

$$u = \frac{(P_a + u_2) \cdot \frac{\Delta H'}{H_o}}{n_o\left(1 - (1-h)\frac{S_2}{100}\right) - \frac{\Delta H'}{H_o}}$$

(다) 이 식은 포화도 So가 85 % 이상인 경우(이 때 간극 속의 공기압과 수압이 거의 같게 된다)는 근사적으로 다음 식이 성립하는 것으로 생각한다.

$$\sigma = \sigma' + u$$

(라) 여기서, u는 간극압, σ는 전응력, σ'는 유효응력(=σ-u), Pa는 댐 지점의 대기압, Δ는 원용적에 대한 압축량(%)(=Δh/Ho), Ho는 압축시료 두께, ΔH는 시료 압축량, Va는 처음 다진 후의 간극내 자유 공기량(%)(= no·(1-So)), h는 수중에서의 공기 용해도(Henry의 계수로 20℃일 때 0.0198), Vw는 당초 다진 후의 간극내 수량(%)(= no·So), no는 당초 다진 후의 간극율(%), So는 당초 다진 후의 포화도(%), ΔH2/Ho는 성토 재개시의 흙의 압축량(%), u2는 흙쌓기 재개시의 간극율(%)(=no-ΔH2/Ho), S2는 성토 재개시의 포화도

$(= \frac{S_o(1+\frac{u_2}{P_a})}{1+\frac{u_2}{P_a}(1-h)\frac{S_o}{100}})$, n2는 흙쌓기 재개시의 간극율(%)(=np-ΔH2/Ho), ΔH'/Ho는 흙쌓기 재개시의 압축량 증가분(%)으로 (ΔH2/Ho로부터의 증가분)을 나타낸다.

다. 이 Hilf 식으로 추정한 간극압과 전응력과의 관계를 구하기 위해서는 시공시의 함수비와 밀도를 갖는 흙의 불포화 시료에 대하여 압밀시험을 하고, 압밀응력과 압축량 Δ = ΔH/H(%)의 관계를 구해 두어야 한다. Hilf 식은 최적함수비보다 습윤측의 함수비로 다진 흙에 대하여 성립한다. 또 최적함수비의 건조측에서는 재하중에 의한 압밀은 간극 속의 공기만을 배제하므로 간극압의 증가는 아주 작게 된다.

라. 간극압의 소산을 고려한 경우

(가) 전 항에서는 성토 진행중 간극압은 소산되지 않는 것으로 해서 유도하였다. 그러나, 간극압은 시공속도나 차수존의 나비, 드레인의 유무 등에 의하여 정도의 차이는 있으나 소산되고 있다. 이것을 고려해서 간극압을 구하면 더 실제의 상태에 가까운 값을 얻을 수 있을 것이다. 이것을 구하는데 다음과 같은 진행방법이 있다.

마. 경험치에 의한 경우

(가) Hilf의 방법에 의하여 소산계수를 사용해서 추정한다.

㉮ 성토 중지기간이 없을 때

$$u = \frac{P_a \Delta}{V_a + h \cdot V_w - \Delta} \cdot (1 - A)$$

㉯ 성토 중지기간이 있을 때

$$\Delta u = \frac{(P_a - u_2)\frac{\Delta H'}{H_o}}{n_2\left(1-(1-h)\frac{S_2}{100}\right)-\frac{\Delta H'}{H_o}}(1-A)$$

여기서, A는 소산계수

〈표 4.3.-3〉 소산계수(A)

댐의 형식	배수도랑의 유무	A
존형 댐(중심차수존형 댐)	유	0.5 ~ 0.8
균일형 댐	무	0.3 ~ 0.5

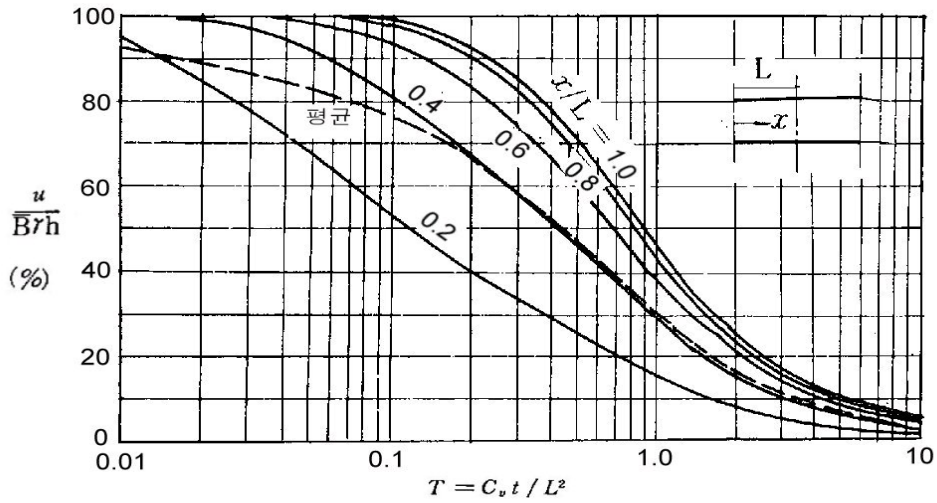
바. 압밀이론에 의하여 간극압의 소산을 계산하는 방법

(가) 얇은 차수 코어부에서 배수는 수평방향으로만 생긴다고 가정한 경우

배수거리는 일정하여 하중만이 시간에 따라 일정속도로 증가할 경우 즉, 성토고가 일정속도 a로 시공될 때는 Terzaghi의 압밀해를 Duhamel의 정리에 따라서 적분하면 간극압 u는 아래 〈그림 4.3.-10〉과 같이 된다.

(나) 성토 높이에 비하여 성토 폭이 큰 완경사의 균일형 필댐

이 경우는 간극압은 근사적으로 연직방향으로만 소산된다. 성토가 일정속도h(t) = at로 시공될 경우의 간극압 u는 Gibson에 의하여 구하고 ($\frac{u}{B_8 h}$) 는 배수조건에 대하여 다음 〈그림 4.3.-10〉과 같이 된다.

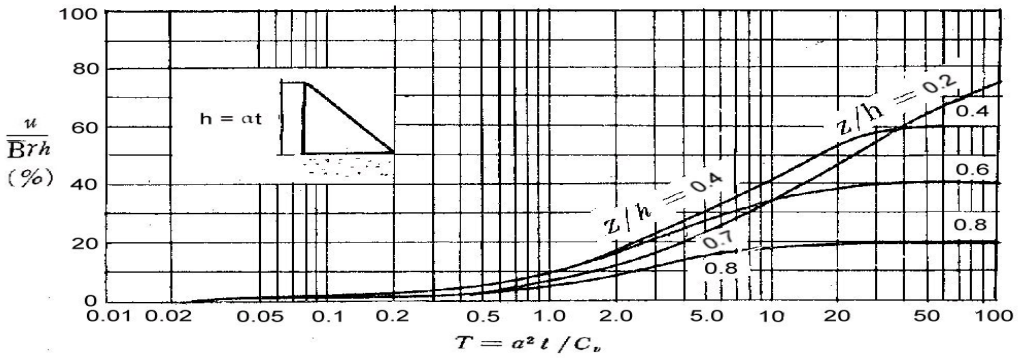


※ B : 간극압계수 γ : 성토의 단위체적중량 L : 불투수성부의 두께의 1/2
x : 필터와 불투수성부의 접촉면부터 불투수성부내까지의 수평거리

<그림 4.3-10> 배수거리 일정, 하중이 일정 속도로 증가하는 경우의 간극수압과 시간과의 관계

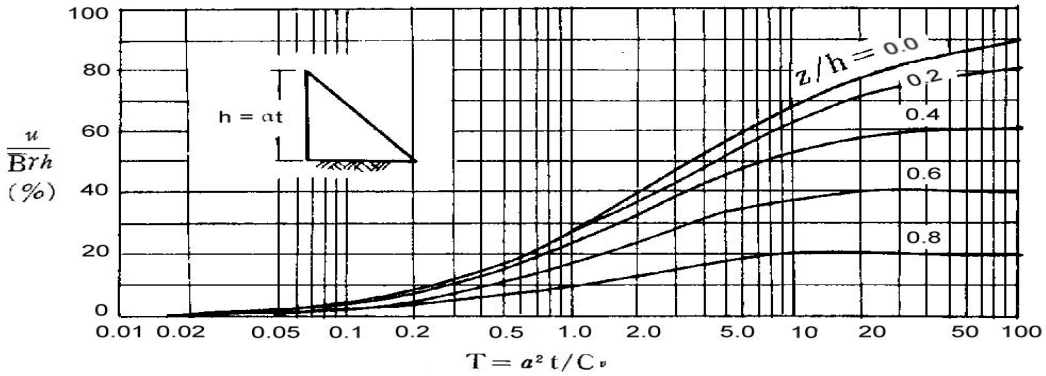
4.3.7.3 상시 저수시의 간극압

(1) 이 경우는 일정 수위를 장시간 유지하고 있기 때문에 이 상태에서 간극압(수두로서 나타낸 것)은 포화 영역의 포텐셜에서 위치의 포텐셜을 뺀 것으로서 계산된다. 얇은 차수부 또는 투수계수가 5×10-5 cm/s 이상의 성토내의 만수시 간극압은 중력수의 흐름에 대한 이론적 분포에 가깝고 침윤선의 윗면은 분명하게 식별된다.



z : 성토저면부터 연직상향의 거리
a : 성토의 시공속도

<그림 4.3-11> 토층두께 하중과 함께 시간에 비례해서 증가하는 경우의 간극수압(기초는 투수성)



z : 성토저면부터 연직상향의 거리
a : 성토의 시공속도

<그림 4.3-12> 토층두께, 하중과 함께 시간에 비례하여 증가하는 경우의 간극수압(기초는 불투수성)

(2) 간극압 내 공기는 침투수에 의하여 상하류측면으로 밀려난다. 따라서 침윤선을 구하고 등수두선에 의하여 간극압을 구할 수 있다. 그러나 투수계수 1×10-7cm/s 이하의 두꺼운 불투수성부 내의 간극수압은 중력수의 흐름에 대한 이론적 분포와는 전혀 다르다. 따라서 이 경우의 간극압을 지배하는 요소는 건조와 강우와 침투를 지배하는 모세관 현상이다. 그래서 간극 내의 공기는 장시간에 걸쳐서 다졌을 때와 같은 상태를 유지한다.

4.3.7.4 수위가 급격히 저하할 때의 간극압

(1) 수위가 급격히 저하하는 경우란 정상상태에 있는 저수위가 강하할 때 제체수위가 저수위에 따라서 같이 저하하지 못하는 경우를 말한다.

(2) 이 때 저수위에 의하여 상류측 비탈면에 작용하고 있던 수압이 감소되고 제내와 저수지측의 수위차가 크기 때문에 침투는 저수지측에 향해서 일어나므로 제체의 안전상 극히 위험한 상태로 된다. 제체 수위의 저하속도는 축제재료의 투수성, 간극율 및 저수위의 강하속도에 따라서 다르나 일반적으로 투수계수가 10-7 cm/s 차수(order) 이하의 재료에서는 제내 수위의 저하는 거의 없는 것으로 생각된다.

(3) 따라서 일반적으로 불투수 재료에는 만수시의 정상 침투상태의 간극수압이 100 % 잔류하는 것으로 생각된다. 이 경우 여러 가지 경사의 사면에 안전율을 간편하게 구하는 방법이Morgenstern에 의해서 주어졌다.

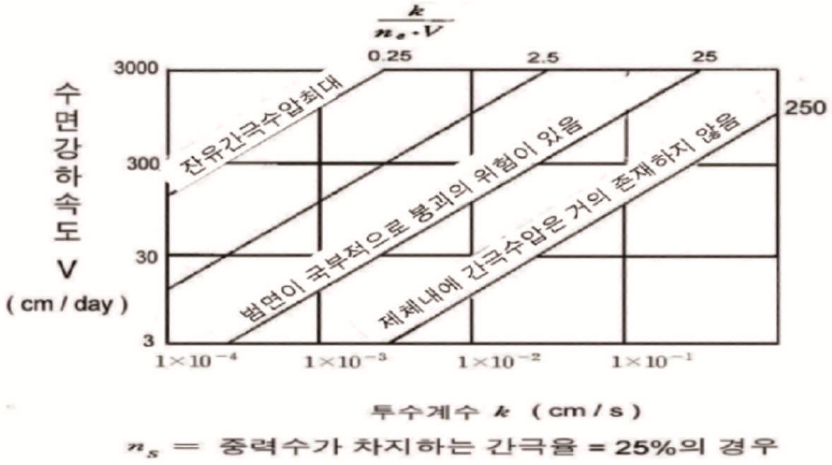
(4) “<그림 4.3.-13> 수면강하속도와 사면의 안정성의 관계(다만, 사면 경사도 30%인 경우)” 는 투수계수가 k = 10-1~10-4 cm/s 정도의 재료로서 기울기가 30 %인 비탈면에서의 수면강하 속도와 비탈면 붕괴의 위험성과의 대략적인 관계를 나타낸 것이다. 그러나 수면상하 속도가 1일에 30 cm정도면 k = 10-2~10-3 cm/s 이하 재료에서는 비탈면 기울기가 30 %라도 활동할 가능성이 있으므로 이 경우는 비탈면을 암괴(岩塊) 또는

콘크리트 블록 등으로 보호해야 한다.

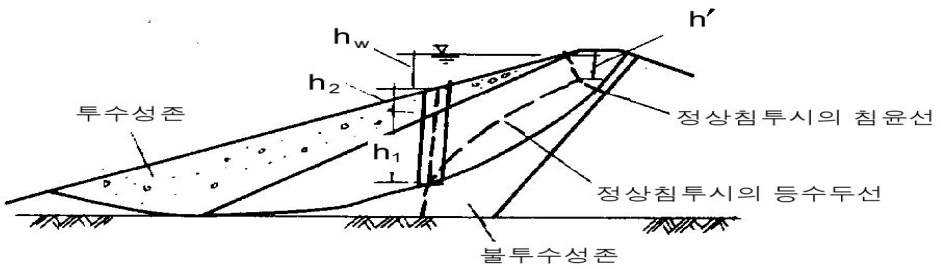
(5) 록 필댐에서 압축성 불투수성 재료의 상류측이 저수지의 수면강하와 거의 동시에 수위가 내려갈 수 있을 정도의 투수성 재료로 되어 있는 경우, 급속 강하직후의 간극수압은 Bishop의 식에 의하여 구할 수 있다(<그림 4.3.-14> 급속 강하시의 간극수압의 계산 참고).

$$u_1 = \gamma_w\{h_1 + h_2(1 - n_s) - h'\}$$

여기서 h1는 정상 침투시의 등수두선이 활동면과 교차하는 점에서의 불투수 존의 두께, h2는 등수두선과 활동면이 교차하는 점 위에 있는 투수성부의 두께, ns은 수면이 저하할 때 투수성부에서 유출하는 물의 단위체적중 차지하는 율(중력수가 차지하는 간극율), h'는 정상 침투상태일 때 침윤선의 만수면에서의 저하거리이다.



<그림 4.3-13> 수면강하속도와 사면의 안정성의 관계(다만, 사면 경사도 30%인 경우)

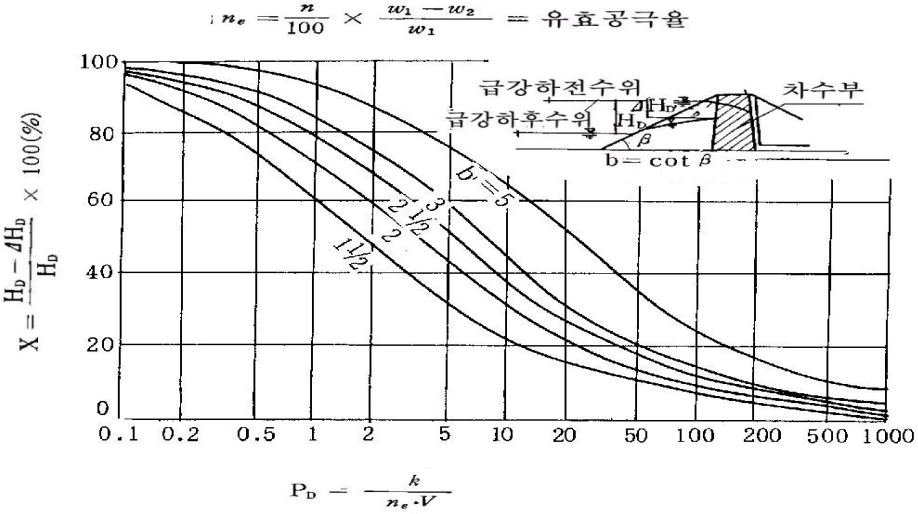


<그림 4.3-14> 급속 강하시의 간극수압의 계산

(6) 반투수성 존에 대해서는 수위가 저하할 때의 침윤면은 시간이 경과함에 따라 형상이 변하는 비정상류가 되기 때문에 간극압을 정확히 파악하는 것은 곤란하나 미분방정식 또는 유한요소법으로 수치해석을 함으로써 이 과정을 점차 추적할 수 있다. 수위가 강하할 때 간극압의 실측치와 이론치를 비교한 예는 거의 없고 토질과의 관계도 거의 알려지지 않고 있으나 기존 자료를 종합하면 다음과 같이 말할 수 있다.

① 상류측 투수성 존에서는 간극압은 발생하지 않고 수위변동에 따른다.

② 불투수성 존의 간극압 분포는 수위 강하의 경계조건을 그대로 사용해서 제체는 비압축성이며 모세관현상이 없다는 가정에서의 유선망으로 구한 수압에 가깝다.



<그림 4.3-15> 수면 급강하시 쉘재의 침윤선과 차수부 전면과의 교점위치를 구하는 그림

③ 불투수성 존의 간극압은 수위저하가 완만할 때는 수위강하에 따르며 수위저하가 급격한 경우는 그 영향을 받는다.

④ 극히 세립의 점토질로 된 불투수성 존의 간극압에 대해서는 아직도 믿을만한 측정결과는 없다. 또 원형 활동면 분할법(slice method)에 의하여 제체의 활동파괴를 검토하는 경우에 수위가 급격히 저하할 때의 반투수성존 중의 수위(간극압)는 “<그림 4.3-15> 수면 급강하시 쉘재의 침윤선과 차수부 전면과의 교점위치를 구하는 그림”을 사용해서 간단히 구하는 것이 좋다.

4.4 안정성 검토

4.4.1 활동에 대한 안전성 검토

(1) 필댐의 제체 및 기초지반은 각종 토질시험의 결과에서 도출된 타당한 재료상수를 바탕으로, 제체 및 기초에 작용하는 각종 하중을 충분히 고려하여 여러 방법으로 안정계산을 하여 정해진 안전율을 만족하도록 설계한다.

4.4.1.1 활동에 대한 안전율

(1) 필댐은 제체재료의 성질과 기초지반 상태 등을 고려해서 제체내부, 제체와 기초지반과의 접합 부 및 부근에서의 활동에 대해서 충분한 활동저항을 갖도록 설계한다. 제체의 활동에는 일반적으로 제체사면의 활동(사면붕괴)과 제체의 기초면에 연한 활동(사면성 붕괴)을 생각할 수 있으며, 기초지반의 강도가 약한 경우에는 기초지반 내를 통과하는 활동면 (저부붕괴)에 대해서도 검토한다. 또한 안정계산에 사용하는 축제재료

의 설계 강도정수는 적절한 토질시험에 의해서 얻어진 결과를 바탕으로 시공조건 등을 고려하여 결정해야 한다.

<표 4.4.-1> 필댐의 안전율

구분	제 체 조 건	저수위	지진	안전율		비 고
				상류	하류	
1	완성 직후	바닥상태	없음	1.3	1.3	
2	(간극압 최대)	일부저수	〃	1.3	-	1) 상류측 비탈면의 하부존이 암석 등으로 되어 있어 간극압이 발생하지 않을 경우에 한함.
3		급강하	〃	1.2	1.2	
4	평상시	만수	있음	1.2	1.2	2) 수위는 보통 댐높이의 45~50%를 취하여 계산함
5		일부저수	〃	1.15	-	

<표 4.4.-2> 활동파괴를 검토하는 경우

경우	저수지의 수위	저수지의 수위 (정수압)	침투류(간극압) 의 상태	설계 진도	원형 활동면 분할법의 적용	
					응력표시	계산사면
1	설계홍수위	설계홍수위	설계홍수위에서 침투류가 정상상태	-	유효응력	상하류측
2	서차지수위	서차지 수위	서차아지수위에서 침투류가 정상상태	50 %	유효응력	상하류측
3	상시만수위	상시만수위	상시만수위에서 침투류가 정상상태	100 %	유효응력	상하류측
4	중간수위	중간수위	중간수위에서 침투류가 정상상태	100 %	유효응력	상하류측
5	빈경우 (완성직후)	-	축제중의 간극압이 잔류	50 %	전응력 유효응력	상하류측
6(a)	수위급강하	강하후의 최저수위	상시만수위에서 최저수위까지 강하했을 때이며 간극압이 잔류	100 %	유효응력	상류측
6(b)	수위급강하			50 %	유효응력	

(2) 필댐 사면의 활동에 대한 안전율은 재료시험이나 안정계산의 정밀도가 불충분한 경우나 또는 연약한 지반상의 댐과 같이 불확정한 요소가 포함되기 쉬운 경우에는 1.5를 표준으로 하고 정밀도가 충분한 경우라도 “<표 4.4-1> 필댐의 안전율” 의 값 이상의 안전율을 취해야 한다.

(3) 안전율을 얼마로 하느냐 하는 것은 그 상태가 일어날 확률과 파괴된 경우의 위험도에 따라 정해지는 것이다. “<표 4.4-1> 필댐의 안전율” 에서 구분란 1, 2의 안전율이 1.3으로 최대인 것은 어떤 댐에서도 반드시 있을 수 있는 상태이기 때문이다. 이에 대해서는 구분 4, 5의 경우는 극히 드물게 발생하는 상태이고 특히 5의 경우는 파괴된 경우라도 물이 흘러 넘쳐 피해가 생길 염려가 없으므로 안전율을 작게 취해도 된다. 활동파괴를 고려하는 경우는 “<표 4.4.-2> 활동파괴를 검토하는 경우” 에 의거하여 실시한다.

4.4.2 변형에 대한 검토

(1) 필댐은 필요에 따라 기존 댐의 관측치나 실내 및 현장시험 등을 통하여 얻은 물성치를

바탕으로 제체 및 기초에 대하여 변형해석을 실시하여 변형에 대한 안정성을 검토한다.

(2) 대규모 필댐에 있어서는 제체 및 기초에 대하여 변형 해석을 실시해야 한다. 변형해석은 기존 댐의 관측기록과 실내 및 현장시험 등을 통하여 얻은 물성치를 기초로 하여 수치해석을 한다.

(3) 필댐의 변위는 연직방향의 변위(침하), 댐의 상하류방향의 변위 및 댐의 축방향변위의 3가지 변위로 나눌 수 있다. 필댐에 있어서는 이들 세방향 변위는 막을 수 없고 그 양도 콘크리트 댐에 비해서 매우 크다. 변위의 크기 및 시간적인 변화는 부등침하와 사일로(silo) 현상의 방지, 댐의 더쌓기 결정 및 균열발생방지 등의 점에서 중요한 요소가 된다.

(4) 변형에 대한 검토가 필요한 경우는 ① 댐이 높을 경우, ② 댐 양안부의 경사가 급하거나 크게 변화하는 경우, ③ 각 존의 물성치가 크게 다를 경우, ④ 변형이 큰 재료로 축조하는 경우, ⑤ 구조물과의 접합부가 긴 경우, ⑥ 내진설계를 하는 경우 등이다. 변형에 대한 검토방법은 Clough(1967), Duncan(1969) 등이 유한요소에 의한 해석방법을 제안한 이후 여러 유사해석방법이 실시되고 있으나 그 중 Duncan-Chang 방법이 가장 널리 사용되고 있다.

4.4.3 액상화의 검토

(1) 필댐이 느슨한 사질지반에 축조된 경우나 지진 등의 외력에 의하여 과잉 간극수압의 상승에 의하여 전단강도가 저하될 것으로 예상되는 기초지반이나 제체에 대하여는 액상화에 대한 안정성을 검토한다.

4.4.3.1 액상화 현상

(1) 필댐의 축조지반이 모래나 실트 등으로 구성되어 횡하중에 의하여 과잉간극수압이 증가하여 유효응력을 초과할 것으로 예상되는 곳에서는 반드시 액상화에 대한 안정성을 검토한다.

(2) 제체 또는 기초지반을 구성하고 있는 흙이 느슨한 경우 지진력에 의하여 과잉간극수압이 발생하여 토립자 사이의 전단강도를 상실하는 것을 액상화라 한다. 액상화에 관계하는 인자를 들면 다음과 같다.

① 토질조건 : 토질, 점토, 다짐도

② 정적응력조건 : 지진적의 유효구속압의 크기, 비등방성 등

③ 동적응력조건 : 지진력 (하중의 크기, 계속시간 및 방향)

(3) 액상화의 기구는 완전하게 규명되지는 않았으나 모래나 실트로 구성된 흙이 포화상태로 되고, 또한 느슨하게 쌓인 상태에서 지진력이 가해지면 체적이 수축되는 것과 같이 되므로 그에 따라 간극수압이 상승하여 간극수가 배출될 때까지 토립자가 간극수중에 일시적으로 뜬 상태로 되어 토립자간의 전단강도가 상실되는 것으로 해설할 수 있다. 따라서 사질토도 근대적 공법으로 치밀하게 다짐을 하면 제체에서의 완전 액상화 발생은 거의 생각할 수 없다. 그러나 느슨한 사질지반상에 축조된 경우 또는 과잉간극수압의 상승에 의해 전단강도가 저하될 것으로 예상되는 때에는 기초지반이나 제체의

액상화에 대해서 검토하여 충분히 안전하도록 설계할 필요가 있다.

4.4.3.2 액상화의 검토 방법

(1) 액상화를 검토하는 방법은 반복 삼축압축시험의 결과를 이용하는 방법과 동적 응력조건을 바탕으로 모의 해석하는 방법, 간편법 등이 있는데, 댐 규모, 안전도, 재료상수의 정확성, 파괴시 피해 등을 고려하여 적절한 방법을 선정한다. 제체나 기초지반의 토질은 일반적으로 한정되어 있으나 특히 액상화에 강한 흙 즉 점착성이 큰 흙의 유무 또는 다른 토질과의 혼합에 의한 토질개량에 대해서 검토한다. 다른 양질재료를 얻기 어려운 경우에는 입도시험 또는 반복삼축 압축시험 등에 의해 액상화의 난이를 검토한다. 액상화 가능성이 있다고 판단되는 경우에는 다음과 같은 검토를 한다.

(2) 흙을 치밀하게 다질수록 액상화의 저항력이 증가하므로 시공상 가능한 다짐도의 검토, 다짐도(지반인 때는 N치)와 액상화의 관계를 반복 삼축 압축시험 또는 유사재료의 자료 등으로 검토한다. 액상화의 가능성이 있다고 판단되는 경우에는 다음 1) 2) 3)항목을 추정하여 흙의 액상화 저항력과 정적, 동적응력 조건을 고려한 해석을 한다.

(3) 제체 또는 기초지반내의 지진전의 응력상태를 추정한다. 이 추정방법으로는 가) 댐 마루를 반무한의 지표면으로 가정하여 침유면의 위치와 흙의 단위체적중량으로부터 유효구속압을 구하는 방법, 나) 댐의 축조과정~저수를 고려하여 유한요소법에 의한 유효응력을 구하는 방법이 시행되고 있다.

(4) 제체 또는 기초지반의 지진시 작용응력상태를 추정한다. 이 방법에는 가) 기존 연구성과를 실용화하는 방법, 나) 유한요소법에 의한 지진응답해석법 등이 시도되고 있다.

(5) 흙의 액상화 응력비는 반복삼축압축시험에 의해 구하는 것이 바람직하다. 이 경우 압밀 조건으로서는 가) 등방압밀조건, 나) 비등방압밀조건이 있다.

(6) 상기 2)항에 있어서 나)를 채용할 경우에는 비등방압밀조건으로 시험하는 것이 바람직하다. 물론 액상화응력비는 τ_{IN} / σ_{co} (여기서 τ_{IN} : n회의 반복재하회수로 액상화할 때의 동적전단응력, σ_{co} : 초기 평균유효구속압)로 나타낼 수 있다.

(7) 1)항에 의해 구한 유효구속압과 2)항에 의해 구한 지진시 작용응력으로부터 지진시의 응력비를 구하고 여기에 3)항에 의하여 구한 응력비와 비교해서 1 이 넘는지 여부에 의해 액상화의 가능성을 판정한다.

4.4.3.3 액상화 방지 대책

(1) 액상화의 가능성이 있는 지반이나 제체에 대해서는 상대밀도를 증가시키거나 치환, 드레인의 설치 등 충분한 대책을 강구한다.

(2) 액상화 대책으로는 ① 다짐에 의하여 상대밀도를 증대, ② 액상화하기 어려운 흙으로 치환, ③ 상재하중의 증가와 지하수위를 저하, ④ 드레인으로 간극수압의 소산 촉진 등이 있다.

4.4.4 저수지 주변의 안정성에 관한 검토

(1) 저수지는 소요의 수밀성이 가지고 활동 파괴 또는 투수파괴가 일어나지 않아야 하며, 저수지 및 저수지 주변 산턱 부근의 누수, 산사태, 토사붕괴 등에 대해서도 안전하여야 하며, 피해가 예상되는 경우에는 적절한 대책을 강구한다.

4.4.4.1 누수의 검토

(1) 저수지 주변의 조사는 댐조사의 초기단계부터 시행하여 투수성 지반의 분포구조의 개요를 파악하고 저수면이 투수성 지반에 걸리지 않도록 저수지의 규모를 결정하는 등 댐터의 선정에 대해서는 충분히 검토한다.

(2) 다음에 열거하는 종류의 것은 투수성 지반으로 취급하여 누수를 검토한다.

가. 미고결 조립 퇴적물 : 화산회, 제4기층의 사력, 부분적인 제3기층의 사암, 역암

나. 입상으로 느슨한 풍화암 : 석비레, 화산암

다. 절리, 불규칙한 틈새기 : 화산암의 수축절리(판상, 주상) 세일의 망목상의 절리, 단층파쇄대, 광맥

라. 용해성 공극 : 다공질 석회암, 석회암 동굴, 용암 터널

(3) 또한, 지형도, 항공사진, 지질광산도, 수리지질도, 토질분류도 등으로부터 구성 지질과 표층지질을 판독하고 투수성지반 풍화대, 단층파쇄대, 저부(saddle) 및 단층곡 지형 등의 분포와 구조를 해석하여 저수에 따른 주변 산턱으로부터의 누수의 유무에 대해서 관찰하여 누수기구를 파악하고 누수량을 예측한다.

(4) 저수지 지반으로부터 누수량 및 동수경사를 예측한 결과, 허용한계를 넘었다고 인정되는 경우에는 누수에 대한 조치를 강구해야 한다. 누수의 허용한계를 결정하는 근거로는 저수의 경제적 측면(저수효율)과 안전성 확보(파이핑) 등의 두 측면에 두고 있는데, 저수효과를 올리기 위해 지반의 파이핑을 방지하는 방법으로서는 지하연속벽 공법, 그라우팅 공법, 불투수 블랭킷 공법, 전면포장 공법 등이 사용된다.

4.4.4.2 원지반의 보전

(1) 저수지 주변의 산턱 형상과 보전

① 대지에는 여러 가지 변형 에너지가 축적되어 있으며 침식작용에 의해서 계곡이 깊어지게 되면 상부에 있던 암석의 하중이 제거되어 암석내부의 형태가 변하여 응력의 재분배 현상이 일어나고 절리나 틈새기가 생기게 된다. 이 틈새기를 통해서 여러 가지의 풍화작용이 암석의 내부로 진행한다. 저수지 주변의 산턱은 원래 이와 같은 풍화가 이루어지기 쉬운 조건하에 있으며 급경사면은 자중에 의한 전단력이 끊임없이 작용해서 불안정한 요소가 많아진다. 또한 저수지 주변의 산턱은 저수, 이설도로, 수로, 기타의 시설공사 등을 하게 되므로 여러 가지의 영향을 받는다. 따라서 저수지 완성후 산턱에서의 산사태나 토지붕괴 등이 예상되는 불안정한 개소를 조사 검토하여, 해석한 결과치가 장기적인 안정을 확보할 수 없다고 예측되고 노선의 변

경이 곤란하다고 인정되는 블록에 대해서는 보전공을 실시한다.

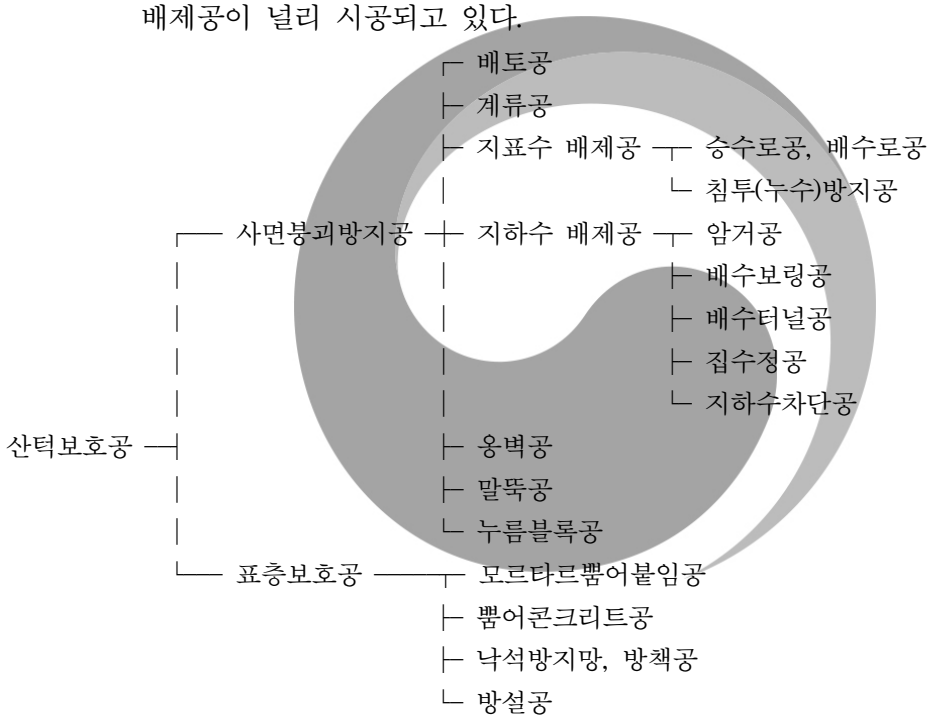
(2) 저수지가 산턱의 안정에 미치는 영향

① 산턱의 안전도를 환경항목으로 설정하여 댐 공사에 의해서 발생하는 영향인자를 도출, 분석하여 예측과 평가를 한다.

② 댐 후보지의 모든 것을 대상으로 해서 지형도, 항공사진, 지질광산도, 산사태분포도, 토지분류도, 대해복구 관계자료 등을 모집해서 저수지 주변 원지반의 지형지질의 개요를 파악하고, 댐공사 중 및 저수지 완성 후에 산턱이 받는 영향은 "<표 4.4.-3> 산턱의 안정에 미치는 영향" 과 같이 정리한다.

(3) 산턱 보전공의 설계

① 산턱의 보전에는 "<그림 4.4.-1> 산턱 보전공의 분류" 에서 보여주는 공법이 고려될 수 있다. 이들 가운데 주된 보전공의 적용은 다음과 같다. 자연 상태 하에서 지하수위를 낮추며 저수시 또는 강우시에 지하수위의 상승을 방지하기 위하여 지하수 배제공이 널리 시공되고 있다.



<그림 4.4-1> 산턱 보전공의 분류

<표 4.4.-3> 산턱의 안정에 미치는 영향

종목	영향 종류	산턱이 받는 영향의 양상			
구분	상 태	지반형상변화	사면붕괴	세굴, 침식	파이핑
저수 관리	1.저수위 상승	• 절리면의 풍화 촉진 • 붕적토의 점착력 저하	• 수면부근붕괴		
	2.저수위 급강하	• 과잉간극수압 발생 • 연직유효감소	• 산사태 • 붕괴		• 지하수 흡출에 의한 파이핑
	3.호우	• 과잉간극수압 발생 • 연직유효감소	• 붕괴 • 낙석	• 도랑형태의 침식	• 용수에 의한 관공 작용
이설 도로 건설	4.성토공	• 사면상부의 전단력 증가	• 산사태, 붕괴 유발 • 성토자체의 미끄러짐	• 도랑형태의 침식 • 시트상 침식	• 성토저면의 용수에 따른 파이핑
	5.절토공	• 지반이완 • 사면하부를 절토하는 경우 전단증가	• 산사태 • 비탈머리붕괴 • 낙석	• 우수의 침투 증가 • 절토사면의 도랑형태의 침식	
	6.터널공	• 지반이완 • 풍화촉진 • 지하수의배제	• 사면안정도가 증가하는 경우도 있음		
공사중	7.발파 8.중기작업	• 진동에의한 지반이완 • 동적수평응력 증가	• 붕괴 • 낙석 • 설붕		• 포화모래층의 분출

4.4.5 필댐의 내진설계 및 방재공

(1) 필댐 및 부속시설의 내진성 확보를 위해 필요한 최소 요구조건을 만족하도록 신설되는 높이 15 m 이상인 총저수량 50만 ㎥ 이상의 댐 및 부속시설에 대하여 내진설계 및 방재공을 적용한다.

4.4.5.1 내진설계 방법

(1) 지진시에는 댐 및 기초의 직접 파괴 이외에 저수지주변 또는 물넘이 사면의 활동이나 저수의 진동에 의한 간접 피해도 발생할 수 있기 때문에 이에 충분히 검토해야 한다.

(2) 기본 개념

① 댐에 상당한 변형과 부분적 손상이 발생하는 것은 허용할 수 있으나 지진시 또는 지진 경과 후에도 댐의 저수기능은 유지되어야 하며 통제 불가능한 저수량의 유출 상태는 있어서는 안된다. 어느 경우에도 댐이 붕괴되지 않도록 댐체의 활동이나 전도를 방지하기 위한 충분한 안전율을 확보하여야 하며, 댐의 정상수명기간 내에 설계 지진력이 발생할 가능성은 희박한 것으로 본다.

(3) 설계 방법

① 내진설계방법은 지진력을 지진계수에 의한 하중의 관성력과 동수압으로 대치하고 정역학적인 방법으로 해석하는 진도법과 지진파에 의한 응답을 구하여 동적인 파동으로 해석하는 동역학적 안정해석 방법이 있다.

② 댐 내진설계 방법은 정역학적 방법으로 해석하는 진도법을 기본으로 하고 있는데, 이미 경험적으로 안정적인 방법임이 입증되고 있다. 이 방법은 간편하고 안정적인 해석결과를 얻을 수 있는 장점이 있으나 댐의 동적 특성을 고려하지 않고 지반과 구조물의 상호작용 관계인 설계진도와 최대 응답 가속도의 관계가 명백하지 않다.

③ 선진국에서는 지진파에 의한 응답을 구하여 동적인 파동으로 해석하는 동역학적 안정해석 방법이 많이 개발되어 설계에 적용하고 있다. 이 방법도 댐 설계에 적용할 때는 ① 설계 지진파형의 설정, ② 댐 축조재료의 동적인 응력 왜곡 특성, ③ 해석방법으로서의 3차원적 응답이나 지하 소산 규정, ④ 파괴규준 및 파괴현상의 모의 등의 문제점이 있어 적용에 신중해야 한다.

④ 특히, 우리 나라의 경우 빈약한 지진 해석자료 및 연구 미흡으로 여러 가지 불명확한 사항에 대한 가정이 불가피하여 설계기준으로 동적 해석방법을 댐의 내진설계기준에 규정하기에는 무리가 따른다.

4.4.5.2 설계 지반운동 및 설계진도

(1) 설계지반운동

① 설계지반운동은 지표면에서의 자유장 운동으로 정의한다. 설계지반운동은 수평 2축 방향성분으로 정의되며 세기와 특성은 동일한 것으로 가정하고, 지진에 의한 수직방향의 영향이 댐 안정에 영향을 주게 되는 경우는 이 방향의 지진력을 고려하여야 하며 크기는 수평방향의 지반운동의 1/2로 본다. 또한, 댐의 내진설계 시에는 댐 상류의 저수지 수위 및 수위의 변화상태에 따라 댐 안전에 가장 불리한 방향으로 가진되는 경우를 상정하고 안정해석을 해야 한다.

(2) 설계진도

① 우리 나라의 지진구역을 아래 <표 4.4.-4>와 같이 설정한다. 각 지진구역에서의 평균 재현주기 500년의 지진 지반운동에 해당하는 지진구역계수는 구역 I 에서는 0.11, 구역 II 에서는 0.07이다. 평균 재현주기별 최대 유효지반가속도의 중력가속도에 대한 비를 의미하는 위험도 계수는 평균 재현주기 500년일 때 1.0이며, 1,000년일 때는 1.4이다.

② 필댐 설계시 적용되는 설계진도는 지진 구역계수에 내진 등급별 설계지진의 평균 재현주기에 따른 위험도 계수, 지반계수 및 댐 형식별 할증계수를 곱한 값에 중력가속도를 곱하여 구한다. 단, 지반계수와 댐 형식별 할증계수는 정역학적 설계방법인 진도법에 의한 경우에만 적용한다.

③ 그러나 위의 방법으로 산출된 설계진도가 0.2 g 이상이어서 우리 나라보다 지진규모나 발생빈도가 훨씬 높은 나라에서 적용하는 진도보다 과다하다고 판단되는 경우 설계자는 적용 설계진도를 0.2 g 이하로 조정할 수 있다.

<표 4.4.-4> 지진구역 구분

지진구역	행 정 구 역	
I	시	서울특별시, 인천광역시, 대전광역시, 부산광역시, 대구 광역시, 울산광역시, 광주광역시
	도	경기도, 강원도남부(1), 충청북도, 충청남도, 경상북도, 경상남도, 전라북도, 전라남도 북동부(2)
II	도	강원도 북부(3), 전라남도 남서부(4), 제주도

(주) : (1) 강원도 남부 : 영월, 정선, 삼척시, 강릉시, 동해시, 원주시, 태백시,
(2) 전남 북동부 : 장성, 담양, 곡성, 구례, 장흥, 보성, 여천, 화순, 광양시, 나주시, 여천시, 여수시, 순천시
(3) 강원도 북부 : 홍천, 철원, 화천, 횡성, 평창, 양구, 인제, 고성, 양양, 춘천시, 속초시
(4) 전남 남서부 : 무안, 신안, 완도, 영광, 진도, 해남, 영암, 강진, 고흥, 함평, 목포시

4.4.5.3 내진등급과 설계지진 수준

(1) 댐 내진 등급은 "<표 4.4.-5> 댐의 내진 등급과 설계지진" 과 같이 댐의 중요도에 따라 내진 I 등급 및 내진 특등급의 두가지 등급으로 분류한다.

4.4.5.4 지진하중

(1) 지진시 댐에 발생하는 응력과 변형을 평가할 때에는 댐에 작용하는 사하중에 설계진도를 곱한 지진 관성력을 고려하여야 하며, 이 관성력의 작용방향은 댐의 안정성에 불리한 방향으로 작용하는 것으로 해석하여야 한다. 이는 유체의 동압력의 영향뿐만 아니라 수면과의 영향이 고려되어야 한다.

<표 4.4.-5> 댐의 내진 등급과 설계지진

내진 등급	댐	설계지진의 평균재현주기
내 진 특등급 댐	• 사회, 안보, 경제적인 측면에서 특별한 댐으로 발주처가 지정하는 댐 • 법에 의하여 다목적 댐으로 분류한 댐 • 총저수량 2천만 ㎥ 이상인 댐	1,000 년
내진 I 등급 댐	높이 15m 이상이고 총저수량 50만 ㎥ 이상인 댐	500 년

4.4.5.5 필댐의 내진설계

(1) 필댐은 형식에 따라 내진설계에 반영할 지진하중의 종류 및 적용범위가 조금씩 다르다.

① 내진설계상의 주의점

가. 내진 설계상의 일반적인 주의점은 다음과 같다.

(가) 연약기초의 침하나 느슨한 모래 기초에 의한 액상화 현상을 일으키지 않도록 충분한 기초처리를 한다.

(나) 콘크리트관, 철관 등의 피해는 암반위보다도 토질기초위에서 더욱 크기 때

문에 물넘이 취수관 등의 중요한 구조물은 모두 암반위에 설치하도록 설계한다.

(다) 지진에 의한 진동 및 지진시의 단층이동에 의한 댐마루의 침하에 대비하여 충분한 여유고를 둔다.

(라) 균열이 발생하기 어려운 재료에 의해 폭 넓은 트랜지션 존을 설치한다.

(마) 제체의 중심부 부근에 직립 및 수평 드레인(drain)을 설치한다.

(바) 배수층에는 충분한 단면을 주어 비록 지진시에 균열이 발생하여 제체침투량이 증가해도 이것을 안전하게 장외로 배출시킬 수 있도록 한다.

(사) 점토차수 존은 균열이 발생하기 어려운 소성이 있는 재료로 만들고 또한 차수재폭은 충분히 크게 한다.

(아) 점토차수 존의 상류부에도 입도배합이 좋은 재료로 된 필터 존을 설치한다. 이것은 점토차수 존의 균열 스토퍼(crack stopper)로서의 역할을 하기 때문이다.

(자) 지진에 의하여 저수지에 발생한 파랑이 제체를 월류해도 제체가 쉽게 침식당하지 않도록 댐마루를 보호한다.

(차) 점토차수 존의 어버트먼트 암착부에 있어서 폭을 넓게 해둔다.

(카) 제체의 침투수에 의한 포화부분이 될 수 있는 한 적게 되는 위치에 점토차수 존을 설치한다.

(타) 주변 산의 사면이 지진시에 저수지내로 붕락하지 않도록 사면의 안정대책공을 해 둔다.

(파) 만일 파괴되었을 때의 하류 마을까지의 홍수도달시간이나 재해의 규모를 추정하는 동시에 피해를 극소화하기 위한 구체적 대책 등을 고려해 둔다.

② 설계 거동 한계

가. 필댐은 지진이 발생해도 붕괴되어서는 안되며, 다음과 같은 조건이 만족되어야 한다.

(가) 재료의 항복과 영구변형은 허용될 수 있으나, 댐의 강도에는 영향이 없어야 하며, 제체 및 기초에 액상화가 발생하지 않아야 한다.

(나) 제체의 사면활동이나 기초의 활동이 발생하지 않아야 하며, 제체에 과도한 침하가 발생하지 않아야 하고, 균열은 댐의 저수능력의 저하를 초래해서는 안된다.

(다) 지진으로 발생하는 수면파가 제체를 월류하거나 수리구조물, 부속구조물 및 양안 의 붕괴나 누수에 의해 댐의 기능이 손상되어서는 안된다.

4.4.5.6 정역학적 설계기준

(1) 설계에 적용하는 지진력은 작용 정하중에 대한 지진 관성력만 고려하고 동수압은 영향이 미미하므로 제외한다. 지진에 의한 파랑고는 필요한 경우에만 따로 고려한다.

① 지진력

가. 진도법에 의한 정역학적 설계에서 필댐에 작용하는 지진력은 활동면 상의 제체 무게에 설계진도를 곱한 지진 관성력이며, 이 힘의 작용점은 활동면의 중심이며 작용 방향은 수평방향으로 하되 안정에 불리한 쪽으로 정한다.

나. 활동면에 연직으로 작용하는 동수압은 아주 작으므로 무시하며, 활동면에 수직으로 작용하는 지진관성력은 수평 관성력의 1/2로 계산할 수 있으나 수평 지진 관성력을 적용하는 경우가 가장 불리하므로 실제로는 적용하지 않는다.

4.4.5.7 활동면법에 의한 지진시 사면안정 검토

(1) 필댐의 내진설계에 있어 가장 중요한 부분은 사면안정 검토이다.

(2) 활동면 위의 제체가 활동하므로 하는 힘은 정수압, 해당 제체의 자중, 활동면을 따라 작용하는 간극수압 및 수평 지진 관성력이고 이를 외력에 저항하려는 힘은 활동면에 연직으로 작용하는 반력과 활동면의 접선방향으로 작용하는 점착력과 마찰력이다. 활동원의 중심에 대하여 외력의 모멘트가 저항 모멘트를 초과하지 않는 한 댐은 활동에 대하여 안정하다고 판단하는 것이다. 사면안정 검토에 작용하는 지진 관성력은 저수지의 수위 상태와 발생빈도 등을 고려하여 차등 적용한다. 지진 관성력 계산을 위한 제체의 무게와 같은 계산 방법에 의한다. 지진시 간극수압은 변화하지만 현재는 그 변화의 중감폭을 정량적으로 평가하기 어려워 설계자가 적절하게 판단한다. Bishop법에 의한 사면안정 해석에서는 대체로 간극수압에 설계진도를 곱한 값을 적용하고 있다. 일반적으로 설계진도는 댐 상부에서 저면까지 같다고 가정한다.

4.4.5.8 동적 설계

(1) 최근에 건설되는 필댐은 해석법의 발전과 시공장비의 발달 등에 따라 점차 대형화되고 있는 추세이다. 과거 경험적인 방법인 진도법은 보수적으로 채택되어 왔으나, 적정 지진 규모와 경제적인 조건이 충분히 고려되지 못했기 때문에 보다 과학적이고 이론적인 동적해석 기법의 적용이 필요하다.

(2) 이러한 동적인 방법은 축제재료의 비선형 거동특성이 고려한 비선형 모델링 방법을 사용하거나 타당성이 입증된 단수화된 방법으로 해석해야 한다.

(3) 부속 구조물의 응답은 비선형 거동특성을 고려할 수 있는 해석법에 의해서 해석하고 일반 구조물의 지진응답 해석법을 준용한다.

(4) 동적해석에서 일반적으로 선형적 방법을 응력해석에 이용하고 있으나 면밀한 검토를 위하여 단계적 해석이 사용되어야 하며, 흙의 소성적 성질과 동적 간극수압을 고려하며, 주로 유한차분법이나 유한요소법을 사용하여 해석한다.

4.4.6 매설계측 안정관리

(1) 댐을 축조하는데는 여러 종류의 계기를 매설하여 축조과정에서의 안전과 품질관리를 하고 댐이 완성되어 담수호에는 댐내부에서의 응력변화와 이에 따른 댐체의 거동을 관

측하여 안전관리에 활용한다.

(2) 계기설치수량은 기존댐의 설치실례와 운영실적을 참고하여 정하되 운영기간중의 고장 등을 고려하여 20 % 정도의 여유물량을 추가하도록 한다.

계기설치수량은 기존댐의 설치실례와 운영실적을 참고하여 정하되 운영기간중의 고장 등을 고려하여 20 % 정도의 여유물량을 추가하도록 한다.

연약지반 위에 댐이나 높이가 큰 필댐에서는 기본적으로 다음과 같은 계기를 설치해야 한다.

4.4.6.1 간극수압계

(1) 주로 차수부에 설치하여 축조공사중 간극수압을 측정하여 축조속도를 관리하고 담수 후에는 간극수압의 소산상황 측정, 침윤선의 추적 및 지진시 제체내의 간극수압 거동을 측정할 목적으로 적절한 위치에 설치한다. 일반적으로 제체단면 중 큰 단면을 갖는 댐중앙 단면을 포함한 2~3개 단면에 표고 15~20 m마다 댐축에 직각방향의 평면상에 하류측 필터 및 상류측에 설치한다.

4.4.6.2 토압계

(1) 필댐 각 존간에 수평으로 일정표고에 설치하여 중량에 의 한 토압과 수압에 의 한 응력변화를 측정, 유효응력을 파악한다. 일반적으로 간극수압계와 같은 곳에 매설하되 45 °-3성분의 유효토압을 측정해서 내부응력의 크기와 방향을 측정하여 응력-변형을 해석하고 성토단면의 전단변형에 의한 댐의 안정성을 확인하다. 이때 같은 평면상에 3~4개 토압계를 설치해야 한다.

4.4.6.3 층별침하계

(1) 차수부에 수직으로 일정간격(통이 5 m 간격이 일반적임)마다 설치하여 층별 침하량을 측정한다.

4.4.6.4 수평변위계

(1) 댐의 변형과 수위변화에 따른 수평방향의 변형을 측정하기 위하여 각 존간의 수평면성에 일정간격으로 여러 개의 변위계를 설치한다.

4.4.6.5 누수측정장치

(1) 필댐하류에 누수집수벽을 설치하고 일정구간별 누수량 집수정 및 측정장치를 설치하여 구간별 누수량을 측정한다.

4.4.6.6 지진계

(1) 지진 발생시 댐체의 진진응답을 해명하기 위하여 침투부의 기초암반면, 중간표고부 및

댐 정상부 혹은 댐 경사면에서 설치한다.

4.4.6.7 암반변위 측정계

(1) 기초암반 부위에 설치하여 암반으 변형특성 및 하중으 내력(내하성, 耐筒性)을 측정한다.

4.4.6.8 전단변위 측정계

(1) 재료가 상이한 성토면의 상대변위의 측정이나 급한 비탈경사를 갖는 양안부에 설치하여 기 초지반과 성토부의 전단변위를 측정한다.

4.5 기계, 전기설비

4.5.1 적용범위

(1) 이 기준은 필댐에 설치되는 모든 게이트(Gate), 밸브(Valve) 및 스크린(Screen)에 적용한다.

4.5.1.1 일반

(1) 이 기준은 댐에 설치되는 설비기기로 취수용, 홍수조절용 및 방류에 사용되는 모든 게이트(Gate), 밸브(Valve) 및 스크린(Screen)에 적용한다.
이들 설비에 있어서는 관련 법규나 기준이 많으므로 이를 고려하여 설계할 필요가 있다. 관련법규 및 기준으로는 다음과 같은 것이 있다.
관련법령에는 ① 농어촌정비법 ② 하천법 ③ 건설기술관리법 ④ 산업안전보건법 ⑤ 환경정책기본법 ⑥ 수질환경보전법 ⑦ 하수도법 ⑧ 전기사업법 ⑨ 전기공사업법 ⑩ 전력기술관리법 ⑪ 전기통신사업법 ⑫ 전파법 ⑬ 소방법 ⑭ 국가기술자격법 ⑮ 건축법 16) 근로기준법 17) 소음·진동규제법 등이 있다.
관련규정에는 ① 농업기반시설관리규정(농림부 훈령 제1030호 2000. 6. 7) ② 농업용수 수질관리지침 ③ 전기안전관리업무처리지침 ④ 전기공사업 면허 관리지침 ⑤ 한국전력공사전기공급 약관 ⑥ 내선규정 ⑦ 전기설비기술기준 ⑧ 한국공업규격 ⑨ 수문 철관 기술기준 (농업기반공사) 등이 있다.

4.5.1.2 설비의 종류

(1) 댐에 설치되는 설비는 게이트 등의 기계설비와 수·배전설비 등의 전기설비, 원방감시제어 설비 등의 통신·제어설비, 기상이나 수문관측을 위한 관측설비를 말한다. 각 설비의 종류를 설치 목적별로 분류하면 <표 4.5.-1> 설비의 종류와 분류 와 같다.

<표 4.5.-1> 설비의 종류와 분류

설치목적	설 비 종 류		분류
취 수	취수 설비	취수게이트(밸브)	기계설비
		선택취수게이트	
	제진 설비	스크린	
홍수조절	물넘이 설비	물넘이 게이트	
방 류	방류설비	방류게이트(밸브)	
전원(전력·조작·조명용 등)	수·배전설비, 예비발전설비		전기·통신 제어설비
운전·조작	통신·제어설비	원방감시제어설비 등	
기상·수문관측	관측설비	기상관측장치	
		수위계, 유량계	

4.5.1.3 정의

(1) 이 기준에서 게이트(Gate)라 함은 강재를 주요구성재료로 하는 비체(扉體 - Gate Leaf), 호구(戶溝-Guide Frame), 고정부(固定部), 개폐장치(Hoist)를 말하며 기타의 게이트(Stainless강제, Aluminum제, 강화Plastic제)는 이 기준의 적용에서 제외한다. 다만, 강제 각낙판(Stop Log)은 이 기준이 적용된다. 일반적으로 필댐에 사용되고 있는 게이트의 형식과 명칭은 다음과 같다.

① 롤러 형식

가. 롤러게이트 (Roller Gate) (fixed Wheel Gate)

나. 캐터필러게이트 (Caterpillar Gate) (Roller mounted Gate)

다. 다단식(多段式)롤러게이트

(가) 힌지(Hinge) 형식

㉮ 래이디얼게이트 (Radial Gate)기복게이트(起伏Gate, Flap Gate)

(나) 슬라이드(Slide) 형식

㉮ 슬라이드게이트 (Slide Gate)·각낙판 (Stop Logs)

(2) 이들 게이트는 일반적으로 문비(門扉), 지승부(支承部), 호구(戶溝), 고정부(固定部), 개폐장치(開閉 裝置)로 구성된다.

① 문비라 함은 수압을 직접 받는 부분과 문비에 걸리는 하중을 고정부에 전하는 부분으로 구성된다.

② 호구라 함은 콘크리트 속에 묻혀서 문비에 걸리는 수압하중을 받거나 문비의 지수부와 접촉하여 지수하는 부분을 말한다.

③ 고정부라 함은 문비의 지승부로부터 콘크리트에 하중을 전하는 부분을 말하지만 힌지형식 이외에서는 일반적으로 호구라고 칭하고 있다.

④ 개폐장치라 함은 문비를 개폐하기 위한 장치를 말한다.

(3) 이 기준의 적용을 받는 고압밸브라 함은 수두 25 m 이상으로 통수량 5 ㎥/s 이상의 밸브를 말하며 일반적으로 구경은 600 mm이상이다.

(4) 일반적으로 고압밸브에는 슬리브밸브(Sleeve valve), 콘-밸브(Cone valve), 게이트밸브

(Gate valve), 스루스밸브 (Sluice valve), 접형밸브(Butterfly valve) 등이 있다.

(5) 이 기준에서 소형, 중형, 대형 게이트의 크기라 함은 3방지수형 게이트에 있어 소형게이트 10 ㎡ 이하, 중형 게이트 50 ㎡ 이하, 대형 게이트 50 ㎡을 초과하는 것을 표준으로 한다.

4.5.2 기계설비

(1) 게이트 및 밸브의 종류, 형상, 크기, 문수(門數)는 설치장소, 사용목적 및 사용조건 등에 따라 결정한다. 게이트 및 밸브는 예상되는 하중에 대한 안전, 충분한 수밀성 유지, 개폐의 용이성과 정확성, 내구성, 진동에 대한 안전, 보수의 편리성 등이 고려되어야 한다.

4.5.2.1 게이트 및 밸브의 설계

(1) 게이트는 설치장소, 사용목적 및 조건에 따라 아래 <표 4.5.-2>와 같이 분류된다.

<표 4.5.-2> 게이트의 선정

게이트 명칭	설치장소	설치목적	게이트의 형식(표준)
Crest gate	댐 월류부	· 댐 안전을 확보하기 위한 홍수방류	· 롤러 게이트·래이디얼 게이트 · 드럼 게이트·기복(起伏) 게이트 · 기복(起伏)게이트가 있는 2단롤러게이트 · Hook식 2단 롤러 게이트
대용량 방류 게이트	방류관 중간부 또는 하류말단	· 유량조절	· 고압 래이디얼 게이트 · 고압 롤러 게이트 · 고압 스라이드 게이트
소용량 방류 게이트·밸브	· 게이트형식에 따라 방류관 중간부 또는 하류말단 · 밸브형식에 따라 방류관 하류 말단	· 저수(低水)방류 · 홍수조절 · 수위유지관리	· 고압 슬라이드 게이트 · 제트 플로우 게이트 · 할로우 제트 밸브 · 콘 밸브 · 콘스리브 밸브
취수구·침사지·수조 게이트	취수구· 침사지·수조	침사지·도수로·수조·방류관의 점검 · 수리시의 폐쇄	저수심의 경우 · 롤러 게이트·슬라이드 게이트 고수심의 경우 · 고압롤러게이트·캐터필러게이트
방류철관용 밸브	방류철관 시단부 또는 말단	방류철관의 점검·수리시의 폐쇄	· 접형 밸브 ·슬루스 밸브 · 로터리 밸브
방수구 게이트	방수구	· 수차 및 Draft tube의 점검, 수리용 · 홍수시의 역류방지	· 롤러 게이트 · 슬라이드 게이트
배사(排砂) 게이트		· 댐·침사지·도수로·수로 등에서 토사와 물을 함께 배출한다	· 슬라이드 게이트 ·롤러 게이트 · 래이디얼 게이트
표면 취수 게이트 및 선택 취수 게이트	· 저수지내 · 제체(堤體)	· 저수지표층온수취수 · 저수지 임의층의 선택 취수(탁수처리 등)	· 슬라이드 게이트 ·롤러 게이트 · 직선다단식 게이트 · 반원형다단식 게이트 · 원형다단식 게이트 · 다공식 및 복식 게이트 · 다관식 게이트
예비 게이트	방류관 입구	· 점검·수리시 폐쇄 · 긴급시 유수차단	· 고압롤러 게이트 ·롤러 게이트
부(副)게이트 · 밸브	관로 도중	소용량방류관게이트, 밸브의 점검·수리시 폐쇄 및 유수 차단	· 슬라이드 게이트 · 고압스라이드 게이트 · 링폴로 게이트 ·슬루스 밸브
수리용 게이트	수로의 입구, 도중, 출구	점검·수리시 폐쇄	· 롤러 게이트·슬라이드 게이트 · 각락판(Stop Logs) ·플로팅게이트

4.5.2.2 설계일반

(1) 설계조건

① 설계할 경우에 고려하여야 할 기본적인 조건은 다음과 같다.

가. 게이트는 예상되는 개폐하중에 대하여 확실하게 개폐조작이 가능해야 한다. 개폐하중에는 중량, 각종마찰력, 상향력, 하향력 등이 작용하므로 이들을 고려하여 충분한 능력을 갖는 개폐장치를 설치하여 비체의 개폐를 용이하고도 확실하게

해야한다.

나. 게이트는 본항에서 언급하는 “고려하는 하중”, “하중의 조합”, “개폐하중과 조합” 항에 따라 안전한 구조로 한다.

다. 게이트는 사용환경, 사용조건에 따라 적절한 수밀성을 가져야 한다. 문비의 수밀을 유지하기 위해서는 여러 형상의 탄성재료를 사용하고 있으나 일반적으로 저수압에서는 연질고무, 고수압에서는 경질고무를 사용한다. 특히 고수압에서는 고무를 접촉면에 압력으로 눌러 붙게 하는 방법이 취하여 지고 있다. 또한 수밀재로 금속을 사용하는 경우도 있다.

라. 게이트는 장시간 사용하는 것이므로 설치장소의 환경, 사용조건, 수질, 조작빈도 등에 따라 부식, 마모를 고려하여 적절한 내구성을 가져야 한다.

마. 고수압에서 개폐할 문비를 설계할 경우에는 비체의 형상, 호구의 형상, 비체배면에 대한 공기보급 등이 진동의 원인이 되므로 주의하여야 한다.

바. 게이트의 성질상 특히 운전, 보수가 용이하게 될 수 있도록 고려한다.

4.5.2.3 고려하는 하중

(1) 비체 설계에는 비체중량, 물의 중량, 정수압하중, 부력, 상하방향수리력, 개폐력, 지진시동수압하중, 지진시관성력, 이압하중, 풍하중, 설하중, 빙압에 의한 하중, 온도하중, 유수에 의한 수압 변화 및 이로 인한 진동에 따른 하중 증가를 고려한다.

4.5.2.4 정수압하중

(1) 저류수에 따른 정수압은 비체와의 접촉면에 대해 수직으로 작용하는 것으로서 다음 식으로 계산한다.

$$P = W_o \cdot h_o$$

여기서 P : 접촉면상의 임의의 정수압 (kN/㎡) {tf/㎡}, W_o : 물의 단위체적중량 (kN/㎥) {tf/㎥},

h_o : 비체의 직상류의 수위에 파랑고를 가한 것에서 접촉면상의 임의점까지의 수심 (m)

① 상기의 h_o를 계산하는 경우의 파랑고는

가. 비체의 직상류의 수위가 상시 만수위가 될 경우
바람에 의한 파랑고 + 지진에 의한 파랑고

나. 비체의 직상류의 수위가 서차지(Surcharge)가 되는 경우
바람에 의한 파랑고 + 지진에 의한 파랑고의 1/2

다. 비체의 직상류의 수위가 설계홍수위가 되는 경우
바람에 의한 파랑고

라. 바람에 의한 파랑고

② 댐의 상류면이 연직에 가까운 콘크리트댐과 같은 경우에는 S.M.B법 (Sverdrup Munk Bretchneider)으로 Wilson의 개량식이 일반적으로 사용된다.

$$h_W = 0.00077\,V \cdot F^{0.5}$$

여기서 h_W : 모든 파고(유의파) (m), F : 대안거리 (m)

V : 수면위 10m에서 10분간 평균풍속(m/s)(보통 20~30m/s)

댐 상류면이 경사하고 있는 필댐과 같은 경우에는 S.M.B법에 의한 Wilson의 개량식과 Saville법을 조합시킨 것이 있다.

③ 지진에 의한 파랑고

$$h_e = \frac{k \cdot \tau}{2\pi}\sqrt{g \cdot H}$$

여기서 h_e : 반파고 (m), k : 설계진도, τ : 지진주기 (s) (일반적으로 1 sec)

g : 중력 가속도 9.80665(m/s2), H : 상시만수위에서 기초지반까지의 수심 (m)

(2) 설계진도

① 게이트의 설계진도는 댐의 종류 및 지역의 구분에 따라 <표 4.5.-3> 설계진도 에 표시된 값 이상으로 한다.

<표 4.5.-3> 설계진도

댐 종류 \ 지역 구분		강진대 지역	중진대 지역	약진대 지역
중력식 콘크리트 댐		0.12	0.12	0.10
아치식 콘크리트 댐		0.24	0.24	0.20
필 댐	댐 제체가 균일한 재료에 의한 것	0.15	0.15	0.12
	기타의 것	0.15	0.12	0.10

4.5.2.5 지진시 동수압 하중

(1) 게이트에 작용하는 동수압의 계산식은 Westergaard의 식에 따른다.

$$P_d = \frac{7}{8}\,W_o\,K\sqrt{H \cdot h}$$

(2) 여기서 P_d : 수심 h에서의 동수압 (kN/㎡) {tf/㎡}, W_o : 물의 단위중량 (kN/㎥) {tf/㎥}, h : 동수압이 작용하는 점, K : 설계진도 H : 저수지 수면에서 기초지반까지의 수심(m) (바람 및 지진 에 의한 파고는 포함하지 않음), h : 저수지 수면에서 임의의 점까지의 수심 (m)

(3) 지진시 제체에 작용하는 외력은 지진시 관성력 이외에 지수동수압이 있다.

(4) 동수압을 구할 경우 Westergaard식 및 Zanger의 실험식이 많이 쓰여지고 있으나 여기에서는 Westergaard의 간이식을 표시하였다.

4.5.2.6 지진시 관성력

(1) 비체에 작용하는 지진시관성력은 비체의 중량에 설계진도를 승한 값으로 하여 수평방

향에 작용한다.

$$I = K \cdot W$$

여기서 I : 지진시 비체의 관성력 (kN) {tf}, K : 설계진도
W : 비체의 중량 (kN) {tf}

(2) 또한 쉘구조나 원통형 등의 폐단면내에 물이 있을 경우에는 물 중량도 가산한다.

4.5.2.7 이압하중(泥壓荷重)

(1) 이압은 연직력에 있어서는 퇴적물의 수중에서의 중량을 취하는 것으로 하고 수평력에 있어서는 다음 계산식으로 구한다.

$$P_e = C_e \cdot W_1 \cdot d$$

여기서 P_e : 접촉면상의 임의점에서의 수평방향의 이압(kN/㎡) {tf/㎡}
C_e : 이압계수 (0.4~0.6)
W_1 : 퇴적물의 수중에서의 단위중량 (kN/㎥) {tf/㎥}
d : 퇴적물면에서 접촉면상의 임의점까지의 깊이 (m)

(2) 퇴적물은 이토의 입자가 수중에 부유하고 있는 것이 아니고 퇴적물의 공극에 물이 충만되어서 일체로 되어있는 상태에 있으므로 퇴적물의 수중에서의 단위체적중량은 다음 식으로 구한다.

$$W_1 = W - (1 - v) W_o$$

여기서 W: 퇴적물의 개산단위체적중량 (14.7~17.7 kN/㎥), (1.5~1.8tf/㎥)
v : 퇴적물 공극율(0.30~0.45), W_o : 물 단위체적중량(9.807kN/㎥) {1.0tf/㎥}

4.5.2.8 풍하중

(1) 풍하중은 수직투영면적에 작용 것으로 하여 다음의 값으로 한다.

$$P_W = P \cdot C \cdot A$$

여기서 P_W : 풍하중 (kN) {tf}, A : 수직투영면적 (㎡)
P : 단위투영면적당 작용하는 풍하중 (2.94kN/㎡) {0.3tf/㎡}
C : 형상계수 (평면형상 : 1.2, Truss형상 풍상측 : 1.6, Truss형상 풍하측 : 1.2, 원통 형상(1개 있는 것) : 0.7)

4.5.2.9 설하중

(1) 설하중은 눈의 단위체적중량에 따라 크게 다르다.

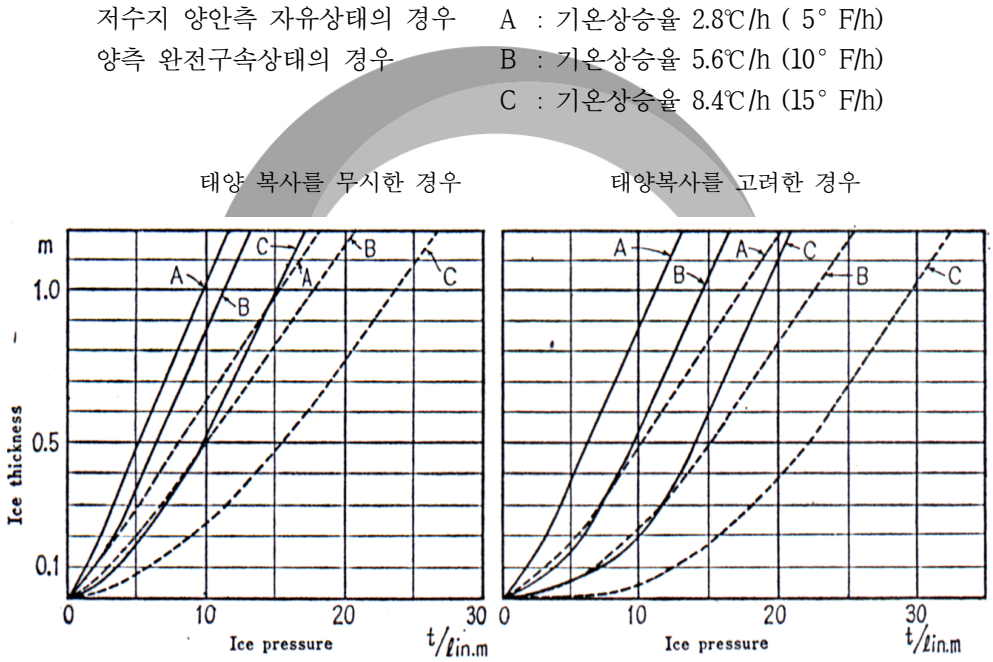
(2) 갓내린 눈 : 1.47 kN/㎥{0.15 tf/㎥}, 내린지 좀 지난 눈 : 2.94 kN/㎥{0.30 tf/㎥} 압축된 눈 또는 다량의 물을 함유한 눈 : 4.90~6.86 kN/㎥ {0.50~0.70 tf/㎥}

4.5.2.10(氷壓)에 의한 하중

(1) 빙압에 대해서는 현지에서의 기온의 상승률, 어름두께, 저수지의 양안의 상황, 결빙면에 대한 직사일광의 정도 등 여러 조건에 따라 고려한다.
이것에 관한 일례를 <그림 4.5-1> 빙후(氷厚), 빙압(氷壓)과의 관계에 표시한다.

4.5.2.11 온도하중

(1) 온도변화에 의한 영향이라 함은 문비를 설치할 상태를 기준하여 온도변화에 의한 비체의 신축을 말하며 비체가 구속되면 롤러지승부, 호구, 콘크리트 등에 악영향을 미칠 우려가 있으므로 호구강과 보조롤러 등은 간격을 두어 온도변화에 대하여 고려할 필요가 있다.



<그림 4.5-1> 빙후(氷厚), 빙압(氷壓)과의 관계

(주) 저수지양안 무구속 : 양안경사가 완만하고 어름의 끝이 떠올라갈 수 있는 상태
저수지양안 완전구속 : 양안이 급경사로 결빙이 부동의 경우

4.5.2.12 유수에 의한 수압의 변화

(1) 유수에 의한 수압의 변화라 함은 유수 중 비체를 조작할 경우 비체사방의 물의 압력분포가 비체형상 및 호구형상에 따라 변화하여 비체에 걸리는 수평 및 연직방향하중이 정수중의 경우와 다르므로 비체강도 및 조작하중에 대해 이 영향을 고려할 필요가 있다. 진동에 의한 하중증가는 종래의 실적에 의하여 최고로 설계정하중의 10 % 정도로 한다.

4.5.2.13 하중의 조합

(1) 전항의 하중은 다음 각항의 조합에 대하여 고려하여야 하며 게이트의 용도, 종류, 설치 장소에 따라 결정한다.

① 문비의 경우

가. 상 시 : 비체중량, 물의 중량, 정수압하중, 부력, 상하방향 수리력, 개폐력, 풍하중, 설하중, 온도하중, 이압, 파압, 수격압, 빙압에 의한 하중

나. 지진시 : 비체중량, 물의 중량, 정수압하중, 부력, 상하방향 수리력, 설하중, 이압, 파압, 빙압, 지진시 동수압에 의한 하중, 지진시 관성력

② 방류관의 경우

가. 매설관

㉮ 관내만수시 : 내압, 수격압, 온도변화에 의한 하중

㉯ 관내빈 경우 : 침투수압, 콘크리트타설압, 그라우트주입압에 의한 하중

나. 노출관 : 내압에 의한 하중, 관의 중량, 물의 중량, 설하중, 수격압, 토압, 온도변화에 의한 하중

다. 내장관 : 침투수압, 콘크리트타설압, 그라우트주입압에 의한 하중

(2) 일반적으로 각 하중은 다음에 표시하는 경우에 대하여 고려한다.

① 비체중량 : 경간에 대해 비체의 높이가 약 1/10 이하의 비체

② 물의 중량 : 기복(起伏)게이트를 갖인 2단 롤러게이트에서 비체권상시 비체내외에 물을 갖인 상태에서 권상하는 경우

③ 개폐력 : 래이디 얼게이트의 경우는 와이어로프의 장력, 지승부의 마찰력 등, 기타 문비에의 개폐력의 전달부에 대하여 검토한다.

④ 풍하중 : 수면위에 권상된 비체의 경우

⑤ 설하중 : 대설지역에서의 문비의 수평주빔 및 각주 등에서 적설하중을 고려할 필요가 있을 경우

⑥ 온도하중 : 온도변화에 의한 영향을 받는 특히 장경간게이트 등의 경우에 고려한다.

⑦ 이압 : 퇴적물이 있는 장소에 설치하는 문비

⑧ 파압 : 파의 충돌에 의한 압력을 특별히 고려할 필요가 있을 경우

⑨ 수격압 : 수로내의 수격작용에 의한 압력을 받는 경우

⑩ 빙압 : 극한지에서 결빙방지장치가 없는 경우

⑪ 유수에 의한 수압변화 및 이것에 기인하는 진동에 의한 하중증가

: 고수심에서 조작하는 게이트, 비교적 수심이 있는 대형게이트의 저부부근, 장경간게이트, 배면에 물이 있는 상태에서 방류하는 게이트, 다만 진동억제를 고려한 고압게이트는 이에 한하지 않는다.

4.5.2.14 개폐하중과 조합

(1) 게이트 개폐하중

① 다음 항목을 안전한 방향으로 조합시켜 계산한다.

가. 비체의 중량(ballast 중량 포함)
나. 지승부 마찰력
다. 수밀고무마찰력
라. 이압에 의한 마찰력
마. 부력
바. 월류에 의한 상향력·하향력
사. 하단방류시의 상향력·하향력
아. 기타 하중

(2) 개폐하중의 계산법

① 개폐하중의 조합은 다음과 같이 표시한다.

가. 지승부 롤러 회전마찰력

(가) Roller Gate

$$F_W = \frac{\mu_1 + (\mu_2 \text{ 또는 } \mu_3) \cdot r}{R} \cdot P$$

여기서 F_W : Roller 회전마찰력 (kN) {tf}, μ_1 : Roller의 회전마찰계수 (1.0mm) {0.1cm},
μ_2 : 미끄럼베어링의 미끄럼마찰계수, μ_3 : 굴림베어링의 회전마찰계수
r : Roller축의 반경 또는 베어링 평균반경 (mm) {cm},
R : Roller의 반경 (mm){cm}, P : 조작시의 전수압하중 (kN) {tf}

(나) Caterpillar Gate

$$F_u = \frac{\mu_4}{R} \cdot P$$

여기서 F_u : Roller회전마찰력 (kN){tf}, μ_4 : Roller회전마찰계수(1.0mm) {0.1cm}
R : Roller의 반경 (mm) {cm}, P : 조작시의 전수압하중 (kN) {tf}

(다) 금속간의 미끄럼마찰력

$$F_S = \mu_s \cdot P$$

여기서 F_s : 금속과 금속간의 미끄럼마찰력 (kN) {tf}
μ_s : 금속간의 미끄럼마찰계수, P : 조작시의 전수압하중 (kN) {tf}

(라) 수밀고무의 미끄럼마찰력

$$F_r = \mu_r \cdot (q + P \cdot b) \cdot \Sigma l$$

여기서 F_r : 수밀고무와 금속간의 미끄럼마찰력 (kN) {tf},
μ_r : 수밀고무와 금속간의 미끄럼마찰계수, q : 수밀고무의 초기 압착력 (kN/m) {tf/m},
P : 수밀고무에 작용하는 평균수압 (kN/㎡) {tf/㎡}, b : 수밀고무의 유효수압폭 (m) {m}
Σl : 고무의 접동총길이 (m) {m}

(마) 퇴적물과 금속간의 미끄럼마찰력

$$F_e = \mu_e \cdot P_e$$

여기서 F_e : 퇴적물과 금속간의 미끄럼마찰력 (kN) {tf},

μ_e : 퇴적물과 금속간의 미끄럼마찰계수,

P_e : 개폐시의 전퇴적물의 압력에 의한 하중 (kN) {tf}

(바) 부력

$$F_b = W_0 \cdot V$$

여기서 F_b : 부력 (kN) {tf}, W_0 : 물의 단위체적중량 (9.807kN/㎥) {1.0tf/㎥}

V : 비체가 배제하는 물의 체적 (㎥) {㎥}

(사) 월류수에 의한 상향력·하향력

$$F_u = k_1 \cdot W_0 \cdot H \cdot D \cdot B$$

여기서 F_u : 월류수에 의한 상향력·하향력 (kN) {tf},

k_1 : 월류부의 형상에 따라 추정하는 계수로서 과거의 실적이나 모형실험에 따라 정함,

W_0 : 물의 단위체적중량 (kN/㎥) {tf/㎥}, H : 월류수심 (m) {m},

D : 월류판의 상하류방향의 폭 (m) {m} B : 좌우월류판간의 거리 (m) {m}

(아) 하단방류시의 상향력·하향력

$$F_d = k_2 \cdot W_0 \cdot H_d \cdot A$$

여기서 F_d : 하단방류시의 상향력·하향력 (kN) {tf},

k_2 : 일반적으로 0.15~0.5 정도의 범위에서 취한다. 비체하부의 형상과 토목형상에 따른 계수로서 과거의 실적이나 모형실험 등으로 정함,

W_0 : 물의 단위체적중량 (kN/㎥) {tf/㎥}, H_d : 설계대상 수심 (m) {m},

A : 게이트리프의 상류측의 저면판의 투영면적 (㎡) {㎡}

(자) 기타의 하중

㉮ 비체중량에는 와이어로프, 스핀들, Rack봉 등의 비체와 개폐장치 를 연결하는 등등의 중량이 포함된다. 또한 자중하강시에 대하여도 비체중량 을 고려한다.

㉯ 쉘구조게이트의 경우에는 장기간 수중에 있게되면 게이트 내부에 토사가 퇴적될 가능성이 있다. 설치환경에 따라 퇴적에 따른 토사의 하중을 고려한다.

㉰ 필요에 따라 비체내부의 물의 중량, 파에 따른 하중, 비체상의 설하 중 등도 고려한다.

② 대표적인 게이트형식에 따른 개폐하중의 조합의 예를 표시한다.

가. Roller Gate, Slide Gate

(가) Roller Gate : $W = G + F_W + F_r + F_e + F_b + F_u + F_d$

(나) Slide Gate : $W = G + F_s + F_r + F_e + F_b + F_u + F_d$

여기서 W : 개폐하중 (kN) {tf}, G : 비체의 자중 (kN) {tf}

F_W : Roller회전마찰력 (kN) {tf}, F_s : 금속과 금속간의 미끄럼마찰력 (kN) {tf}

F_r : 수밀고무와 금속간의 미끄럼마찰력 (kN) {tf}

F_e : 퇴적물과 금속간의 미끄럼마찰력 (kN) {tf}, F_b : 부력 (kN) {tf}

F_u : 월류수에 의한 상·하향력 (kN){tf}, F_d : 하단방류시 상·하향력(kN){tf}

(다) Radial Gate

$$W = \frac{G \cdot r + P_1 \cdot \mu_1 \cdot r_1 + P_2 \cdot \mu_2 \cdot r_2 + P_3 \cdot \mu_3 \cdot r_3}{R}$$

여기서 W : 개폐하중 (kN){tf}, G : 비체자중 (kN) {tf}

r : Trunnion pin 중심(中心)부터 중심(重心)까지의 거리 (m) {m}

P_1 : 조작시의 수압 + 개폐력의 합력 (kN) {tf}

μ_1 : Trunnion pin 베어링의 마찰계수, r_1 : Trunnion pin의 반경 (m) {m}

P_2 : 수밀고무에 작용하는 전수압 + 초기압착력 (kN) {tf}

μ_2 : 수밀고무의 미끄럼마찰계수

r_2 : Trunnion Pin 중심(中心)부터 수밀고무 접촉면 중심까지의 거리 (m) {m}

P_3 : Trunnion부분의 Thrust력 (kN) {tf}

μ_3 : Trunnion Boss와 Thrust를 받는 미끄럼마찰계수

r_3 : Trunnion Boss와 Thrust를 받는 미끄럼면의 평균반경 (m) {m}

R : 회전중심(Trunnion중심)부터 와이어로프 또는 Cylinder Rod 중심까지의 거리 (m) {m}

(라) 기복(起伏)게이트

$$W = \frac{G \cdot r + P_1 \cdot r_1 + P_2 \cdot \mu_1 \cdot r_2 + R_h \cdot \mu_2 \cdot r_3}{R}$$

여기서 W : 개폐하중 (kN) {tf}, G : 비체자중 (kN) {tf}

R : 회전중심부터 개폐력 작용선까지의 거리 (m) {m}

r : 회전중심부터 중심(重心)까지의 거리 (m) {m}

P_1 : 조작시의 수압하중 (kN) {tf},

r_1 : 회전중심부터 수압중심까지의 거리 (m) {m}

P_2 : 수밀고무에 작용하는 전수압 + 초기압착력 (kN) {tf}

μ_1 : 수밀고무의 미끄럼마찰계수

r_2 : 회전중심부터 수밀고무 접촉면 중심까지의 거리 (m) {m}

R_b : 하부지승축의 반력 (kN) {tf}

μ_2 : 지승베어링의 미끄럼마찰계수, r_3 : 지승축의 반경 (m) {m}

4.5.2.15 개폐속도

(1) 비체의 개폐속도는 사용목적에 적합한 것이어야 한다. 방류에 의한 상하류에 대한 영향, 기타를 고려해서 보통 0.3~0.5 m/min 정도로 한다. 다만, 자동제어 또는 기타의 목

적으로 개폐속도를 저속으로 했을 경우 0.1 m/min 정도, 갑문 등에 있어 고속으로 했을 경우는 1.0~5.0 m/min정도로 한다. 기복(起伏)게이트에서 유량을 조절할 경우 열고 닫는 시간은 일반적으로 10~20분 정도로 한다. 고압밸브류는 0.05~0.1 m/min 정도로 한다. 또한 정전 등 비상시에 예비동력을 사용하는 경우에는 속도를 0.05~0.1 m/min정도로 하는 것도 많다.

4.5.2.16 양정

(1) 비체의 양정은 전개시에 유수에 대하여 안전하여야 하며 보수관리를 고려하여 결정한다. 댐의 홍수용 문비에 대해서는 권상후 비체의 하단과 유수면과의 간격은 배수시 예상되는 유하물의 형상, 크기 등에 따라 결정해야 하지만 권상후의 비체의 하단은 댐 설계홍수량을 방류할 경우에는 월류수면보다 1.5 m 이상의 간격이 필요하다. 다만 월류수심이 2.5 m 이하에서는 1.0 m 이상이면 좋다. 기복(起伏)게이트의 경우에는 전개시(倒伏時)비체의 높이가 하천의 계획하상고 이상으로 되어서는 안된다.

4.5.2.17 게이트의 사용재료

(1) 게이트 제작자는 사용 전에 재료시험을 하여 KS에 합격되는가를 확인한다. 다만, 재료가 제철회사가 시행한 재료시험성적표로서 명백히 되어 있는 것은 게이트 제작자의 시험으로 대체할 수 있다.

(2) 화학성분 및 기계적 성질 등을 충분히 검토했을 경우에는 기재한 종류 이외의 재료에 대해서도 사용할 수 있다.

(3) 고압밸브 및 스크린에 사용하는 재료는 본 조항을 적용한다.

(4) 철판두께에 따른 강 종류의 선정은 <표 4.5.-4> 판 두께에 따른 강 종류의 선정기준에 기초 하여 선정하는 것을 표준으로 한다.

(5) 두께가 특히 두꺼운 경우 및 특수한 재료를 사용할 경우에는 가공성, 용접성, 기타 제작상 등의 문제가 생기므로 전항의 “강재의 검사기준”에 포함하는 일반적인 시험 이외의 문제점에 대해 시험하도록 했다. 각각의 강재에 대해 KS에 규정된 시험 이외에 시행되는 시험에는 다음과 같은 것이 있다.

특수한 것에 대해서는 내식성시험, 구조물시험 등이 있다.

① 모 재 : 가공성시험, 열영향시험, 취성시험, 자기탐상시험(대형주단강품)

② 용접부 : 경도시험, 균열성시험, 이음강도시험, 취성시험

③ 용접재료: 작업성시험

4.5.2.18 마찰계수

(1) 게이트 접동부 및 회전부와 개폐장치의 마찰계수는 <표 4.5.-4>와 같다.

(2) 본 조항의 마찰계수는 게이트의 개폐하중 및 개폐장치의 용량 계산에 사용하는 표준치이다.

(3) 마찰계수는 접촉면의 건습상태, 윤활상태, 온도, 운전시간, 표면 상태(精度, 오염 등)등

에 따라 다르므로 사용상태에 따라 적절한 값을 써야한다.

(4) 비체의 중량에 비하여 마찰저항력이 큰 경우에는 특히 접촉면의 윤활, 방청에 유의한다.

<표 4.5.-4> 판 두께에 따른 강 종류의 선정기준 (단위 mm)

판두께 / 강종	8	16	22	25	32	40	50	100
SS400								
SM400A								
SM400B								
SM400C								
SM490A								
SM490B								
SM490C								

(주) ① 용접구조용 재료후판(厚板)은 길드(killed)강을 사용함이 바람직하다.
② 기온이 현저하게 낮은 지방에서는 저온시의 인성(靭性)이 양호한 재료를 선정한다.
③ 용접구조용내후성강재(SMA)는 용접구조용강재(SM)에 준한다.
④ 동일한 문비에서 다종의 강종류를 사용하는 것을 피해야 한다.
⑤ 문비는 교량에 비해서 충격하중이 작으므로 상기 두께를 초과했을 경도에도 용접성에 대하여 주의해서 시행관리를 하면 사용하여도 지장이 없다.

<표 4.5.-5> 문비 각부의 마찰계수

항 목	마찰계수
1. 지승부 롤러의 회전마찰	1.0 mm {0.1cm}
2. 지승부 베어링의	
(가) 미끄럼 베어링의 미끄럼마찰	0.2
(나) 굴림 베어링의 회전마찰	0.01 ~ 0.02
3. 수밀고무와 스테인리스강판과의 미끄럼마찰	
(가) 물에 젖어있는 상태	0.5 ~ 0.7
(나) 건조한 상태	0.9 ~ 1.2
(다) 수밀고무에 4불화에티렌 수지를 바른 경우	0.1
4. 수밀부, 또는 지승부금속간의 미끄럼마찰	0.3 ~ 0.6
5. 금속과 퇴적물의 미끄럼마찰	0.3 ~ 0.5

<표 4.5.-6> 개폐장치 각부의 마찰계수

항 목	마찰계수
1. 스핀들이 Screw면	0.2
2. Worm gear의 Screw면 (기동시)	0.06 ~ 0.1
3. Worm gear의 Screw면 (운전시)	0.03 ~ 0.06
4. Brake의 마찰면	
(가) 주철과 주철, 또는 주강 (건조)	0.1 ~ 0.2
(나) 주철과 주철, 또는 주강 (윤활)	0.08 ~ 0.12
(다) 강판과 주철, 또는 주강 (건조)	0.15 ~ 0.20
(라) 강판과 주철, 또는 주강 (윤활)	0.10 ~ 0.20
(마) 청동과 주철, 또는 주강 (건조, 윤활)	0.10 ~ 0.20

4.5.2.19 기계효율

(1) 개폐장치 각부의 기계효율은 <표 4.5.-7>을 표준으로 한다. 다만, 이들의 효율이나 계수는 윤활의 정도, 주위온도, 운전시간 등에 따라 변하므로, 특수한 환경에 사용할 경우, 그에 합당하도록 수정하여 사용한다.

(2) 감속기는 치차의 단수, 온도, 부하율 등에 따라 기계효율은 크게 달라지므로 종 전대로 개개의 기기의 신뢰가 있는 데이터를 근거로 하여 효율을 정할 필요가 있다.

<표 4.5.-7> 개폐장치 각부의 기계효율

항 목	마찰계수
1. Sheave (미끄럼베어링이 붙어 있는 것)	0.95
2. Sheave (구름베어링이 붙어 있는 것)	0.98
3. Drum (미끄럼베어링이 붙어 있는 것)	0.95
4. Drum (구름베어링이 붙어 있는 것)	0.98
5. 평치차, Bevel gear(개방형, 미끄럼베어링이 붙어 있는 것, 1단)	0.95
6. 평치차, Bevel gear(유곡형, 미끄럼베어링이 붙어 있는 것, 1단)	0.97
7. Rack Gear(Rack 와 Pinion)	0.90
8. Chain(Sprocket 1개당)	0.95

<표 4.5.-8> 각종 감속기의 기계효율

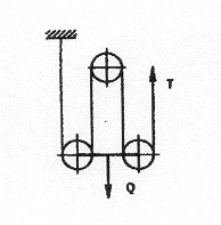
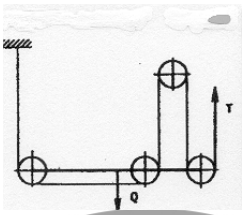
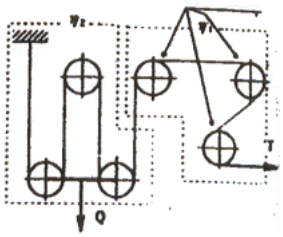
Helical 감속기		Worm 감속기		Cyclo 감속기		
단수	기계효율	단수	기계효율	단수	감속비	기계효율
3단형	0.82 ~ 0.96	1단형	0.37 ~ 0.59	1단형	1/59~1/11 1/121~1/87	0.80 ~ 0.85 0.65 ~ 0.75
4단형	0.80 ~ 0.94	2단형	0.35 ~ 0.57			
5단형	0.77 ~ 0.93	3단형	0.34 ~ 0.56			
조건 : 주위온도 0℃, 부하율 100%				조건 : 주위온도 20℃		

(3) Cyclo 감속기의 기계효율은 Roller type, Pin type에 따라서 다르며 또 윤활유의 종류,

주위온도, 운전기간에 따라 변화하므로 설계 시 충분히 검토할 필요가 있다. 각종 감속기의 기계효율은 <표> 각종 감속기의 기계효율 로 구한다.

(4) Sheave의 전 효율은 ①표준적인 형식 ②와이어로프로 끄는 경우 ③전향(轉向)Sheave로 조립한 경우에 따라 아래의 표로 구하는 것이 좋다.

<표 4.5.-9> Sheave 전효율

① 표준적인 형식	②와이어로프로 끄는 경우	③전향(轉向)Sheave로 조립한 경우
		
$\eta_0 = \frac{1}{n+1} \cdot \frac{1-\eta^{n+1}}{1-\eta}$ 여기서, η_0: Sheave전효율 η : Sheave 1개 효율 = 0.95 n : Sheave 총수 (상기 그림의 경우) n = 3	$\eta_0 = \frac{1}{n} \cdot \frac{1-\eta^{m}(1-\eta)-\eta^{n+1}}{1-\eta}$ 여기서, η_0: Sheave전효율 η : Sheave 1개 효율 = 0.95 n : Sheave 총수 m : Drum측 Sheave수 (상기 그림의 경우) n = 4, m = 3 (Sheave 가 역배치의 경우) n = 4, m = 1	$\eta_0 = \eta_1 \cdot \eta_2$ 여기서, η_0: Sheave 전효율 η_1: 전향Sheave의 효율= $\eta^{m'}$ η : Sheave 1개효율 =0.95 m': 전향 Sheave수 η_2 : ①, ②식으로 구한 효율 (상기 그림의 경우) m'= 3 η_2는 ①식으로 계산한다. 여기서 Sheave의 수 n = 3 이다.

4.5.2.20 허용응력

(1) 비체, 호구, 고정부, 스크린에 사용하는 구조용강재, 주철재, 단강품 및 기계구조용 탄소강의 허용 응력은 다음 사항을 고려해야 한다.

① 상시 물에 잠긴 상태에 있는 게이트의 경우

② 상시 물에 잠긴 상태에 있지 않는 게이트의 경우

③ 위에서 규정하고 있지 않은 재료를 사용할 때의 허용응력에 대하여는 위의 규정에 준하여 각 응력을 결정하는 것으로 한다.

④ 동일 축방향의 응력만이 아닌 경우는 합성응력을 다음 식으로 계산하여 허용치 이내에 있어야 한다.

$$\sigma_g = \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2 - \sigma_1 \cdot \sigma_2 + 3\tau^2}$$

여기서, σ_g : 합성응력(kgf/㎠), σ_1 : 축응력×(인장을 정(正)으로 함) (kgf/㎠),

σ_2 : σ_1에 직각방향의 축응력(인장을 정(正))(kgf/㎠), τ : 전단응력 (kgf/㎠)

합성응력에 대한 허용치 : 상시 1.5 σ_a, 지진시 0.9 σ_y

여기서 σ_a : 허용응력 (kgf/㎠), σ_y : 항복점응력 (kgf/㎠)

(2) 접합용강

(3) 마찰접합의 고력볼트

① 지진시 허용응력의 증가

가. 게이트에 가해지는 지진시 관성력 및 동수압은 최대진도를 받는 일은 드물고 지진계속시간은 극히 단시간이므로 이때의 허용응력을 상기 "가)항"의 값보다 50 % 증가할 수가 있다. 다만, 지진시 합성응력이 90 %를 넘지 않도록 할 필요가 있다.

② 허용면압

가. 접동부, 회전부의 허용면압은 <표> 허용 면압 을 표준으로 한다.

<표 4.5.-10> 허용 면압

재 료 명	허 용 면 압(단위 : N/㎟ {kgf/㎠})				
	접 동 부		회 전 부		
	접동시	정지시	비체지승부	개폐장치베어링	정지시
청동주물 인청동주물 연청동주물	6 {60} 이하	18 {180} 이하	14 {140} 이하	6 {60} 이하	28 {280} 이하
오일리스베어링	-	-	23{230}이하	23{230}이하	45{450}이하

(4) 본 항은 슬라이드게이트의 지승부, 롤러게이트, 래이디얼게이트, 기복(起伏)게이트 등의 회전지승부 및 개폐장치의 베어링 등의 접동시·회전시와 정지시의 허용 면압의 표준치를 표시한 것이다.

(5) 롤러와 핀(Pin), 래이디얼게이트의 트러니온보스(Trunnion Boss, Hube)와 핀, 기복(起伏)게이트의 베어링과 핀 등은 모두 비체에 걸리는 수압하중을 지지하면서 회전하고 또 그 하중을 완전히 고정부에 전하는 것이므로 충분한 강도와 강성을 가지면서 근소한 회전각도에서도 확실히 회전하고 비체의 처짐으로 한쪽만 닿지 않는 구조로 한다.

(6) 일반적으로 문비의 회전지승부는 대하중을 받을 경우가 있어 회전속도는 아주 느리고 제한된 범위내의 각도에서 회전하는 경우가 많아서 윤활제 주입이 곤란한 경우가 많다.

(7) 비체의 회전지승부에 사용되는 베어링은 외부급유형의 플랜베어링(Plane bearing), 오일리스(Oilless)형의 플랜베어링, 롤러베어링 등이 사용되고 있다.

(8) 외부급유형의 플랜베어링은 부시(Bush)에 BC, LBC, PBC등의 재료를 사용하고 이것에 적당한 유구를 파서 구리스건(Grease gun), 집중윤활방식 등으로 윤활한다.

(9) 이 경우 하중에 따라 내후성이 좋은 유지를 사용하면 회전허용면압은 축의 투영면적에 대해 150~200 kgf/㎠ 정도의 값을 취할 수 있고 미끄럼마찰계수는 0.2 정도이다. 최근에는 고체윤활제를 부시(Bush)에 내장한 오일리스베어링(Oilless bearing)이 편리성

이 인정되어 널리 지승부의 베어링에 쓰여지고 있다. 이 베어링은 본래 급유의 필요가 없으나 축의 재질 및 수질에 따라서는 발청도 생각하여야 하므로 축의 방청을 고려한 급유가 바람직하다. 따라서 급유하는 경유에는 고체윤활제에 적합한 성분의 구리스를 사용하는 것이 좋다.

(10) 고체윤활제에는 2유화몰리브덴, 흑연, 불소수지 등이 사용되어 이것으로 축수성능이 변한다. 또 윤활제의 부시가 수중에서 전식작용(Galvanic Action)을 일으키지 않을 것도 수중베어링의 경우에는 필요하다.

(11) 오일리스베어링을 사용할 경우, 베어링의 회전허용면압은 250 kgf/㎠ 정도까지 취할 수 있고 미끄럼마찰계수는 0.1~0.2 정도이다.

(12) 따라서 정지허용면압은 회전허용면압의 2배 이내로 함이 좋다.

(13) 고압게이트에서 강하력이 부족한 롤러게이트나 래이디얼게이트의 트러니언핀의 베어링에는 롤러베어링이 사용되는 수도 있다. 그 경우 자동조심효과가 있는 스페리컬롤러베어링의 사용이 바람직하다. 또 수분(水分)의 침입을 방지하기 위해 내부에 구리스를 충진해서 씰(Seal)장치를 부착할 필요가 있다.

(14) 롤러베어링의 로울링마찰계수는 0.01~0.02 정도이고 하중계수는 기본정정격하중(基本靜定格荷重)에 대하여 1.2~1.5 정도로 한다.

4.5.2.21 개폐장치용 재료의 안전율

(1) 개폐장치에 사용하는 재료의 안전율은 <표 4.5.-11> 사용재료의 안전율 과 같다.

<표 4.5.-11> 사용재료의 안전율

종 류	안 전 율		
	인 장	압 축	전 단
일반 및 용접 구조용 압연강재(SS, SM)	5	5	8.7
탄소강 단강품용 강편(SF)	5	5	8.7
기계 구조용 탄소 강재(SM-C)	5	5	8.7
스테인리스 강봉(STS)	5	5	8.7
탄소 주강품(SC)	5	5	8.7
회 주철품(GC)	10	3.5	17
구상흑연 주철품(GCD)	7	2.5	12
청동 주물(BC)	8	8	10
와이어로프	8 (개폐정하중에 대하여)		
판 Link Chain	6.5 (개폐정하중에 대하여)		

4.5.2.22 허용처짐도

(1) 비체의 휨에 의한 처짐도는 구조물로서 필요한 강성·수밀성·동적 안정성 및 조작시의 안전성을 고려해서 <표> 허용처짐도 에 표시하는 값 이하로 한다. 경간이라 함은 롤러게이트의 경우는 지점간, 래이디얼게이트 및 기복(起伏)게이트의 경우는 순경간을 취하는 것으로 한다.

<표 4.5.-12> 허용처짐도

형 식	허용 처짐도
문비(고무 수밀)	1/800
저압 문비(금속 수밀)	1/1,000
고압 문비(금속 수밀)	1/2,000
쉘구조 롤러 게이트	1/800(수평, 연직), 1/600(합성)
수리용 게이트	1/600
기계대	1/2,000
개폐장치가대	1/1,000
스크린 주빔	1/600
점검대 등 빔	1/600

※ 저압문비 : 설계수심 25 m 미만, 고압문비 : 설계수심 25 m 이상

(2) 탄성수밀재료를 수밀부에 사용한 문비에서는 상기의 처짐으로도 충분한 수밀성이 얻어지지만 특수한 경우는 별도로 고려한다.

(3) 예컨대 수밀부가 금속접촉형인 문비에 있어서는 수밀성을 확보하기 위하여 1/1,000~1/2,000일 것이 바람직하다. 더욱이 장경간 게이트에서는 최대한도를 1/600로 인상하여도 좋다.

(4) 수밀의 정도가 통상의 문비보다도 떨어지는 것이 허용되는 각낙판과 같은 문비에 있어서는 1/600을 넘어도 좋다. 다만 상기의 것은 래이디얼게이트의 각주와 같은 좌굴, 압괴의 우려가 있는 부재의 처짐에는 적용되지 않는다.

4.5.2.23 부재에 관한 사항

(1) 문비에 관련된 각종 부재를 설계함에 있어 ① 여유두께 ② 최소 판두께 및 세장비(細長比) ③ 플레이트 거어더(Plate girder) ④ 스킨플레이트(Skin plate) 등에 대하여 충분히 검토해야 한다.

(2) 비체·호구·고정부 비체·호구·고정부를 설계함에 있어 ① 비체, 호구, 고정부의 형상 ② 수밀부 ③ 회전지승부 등에 대하여 충분히 검토해야 한다.

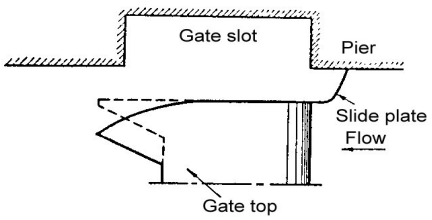
(3) 비체, 호구, 고정부의 형상

① 비체, 호구, 고정부의 형상은 사용목적에 따라 적절한 조합을 선택한다. 문비는 사용방법에 따라 장시간 비체상부에서의 월류, 저부에서의 사류(射流)에 닿게되는 수도 있어 이들의 수류 때문에 과도한 진동을 일으키는 수가 있다.

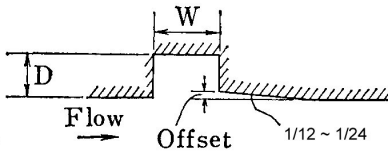
② 이들의 진동은 어느 정도 비체, 호구, 고정부의 형상을 연구개량하므로써 제거할 수 있다. 이들 형상의 조합은 과거의 경험, 실험 또는 수리시험으로서 결정함이 좋다. 예컨대 장경간의 문비에서 월류가 있을 때는 비체정부의 형상은 월류로 유해한 진동을 일으키지 않는 형상으로 하고, 비체 배부에 공기공급을 완전히 할 수 있도록 연구한다. 공기공급장치의 일례로서 비체 정부(頂部) 양측에 <그림 4.5.-2> 공기공급장치 와 같은 도류판이나 스포일러(Spoiler) 등을 설치한다.

③ 일반적으로 고수심에서 조작하는 문비에서는 비체(Gate leaf)의 저면폭이 크면 개도

에 따라서 저면의 압력은 불안정하게 변동하여 비체의 진동이 야기된다. 따라서 비체저면의 수평부분을 수밀상 허용할 수 있는 한까지는 작게 함이 좋다. 10 m 정도 이상의 수심에서 장시간 부분 개방되는 게이트의 호구형상은 <그림 4.5.-3> 호구부의 형상 과 같은 형상으로 하고 오프셋(Offset)은 호구폭W에 대하여 0.075W~0.10W 정도로 하고 호구하류부의 기울기는 수심에 따라 다르지만 1/12~1/24로 할 필요가 있다.



<그림 4.5-2> 공기공급장치



<그림 4.5-3> 호구부의 형상

4.5.2.24 수밀부(水密部)

(1) 수밀부의 형식, 구조는 문비 형식, 사용목적에 따라 적절한 수밀을 확보하여야 하며, 수밀재는 문비의 사용조건에 따른 형상, 재질로서 내구성이 우수한 것이어야 한다.

(2) 문비의 수밀부는 일반적으로 금속판에 금속판, 고무, 목재 등을 접속시키고 있으나 스테인리스강판과 고무로 수밀부를 구성하고 있는 경우가 가장 많다. 이들 수밀고무는 ① 간단하게 교체가 가능 ② 개폐 시 적정한 마찰력 유지 ③ 어느 정도의 처짐에도 수밀성 유지 ④) 내구력이 있어야 한다.

(3) 일반적으로 사용되는 수밀고무는 천연고무 또는 합성고무(Chloroprene계)가 있으며 전자는 강도가 크고 후자는 내후성이 우수하여 보통 합성고무의 사용이 권장되고 있다.

4.5.2.25 회전 지승부

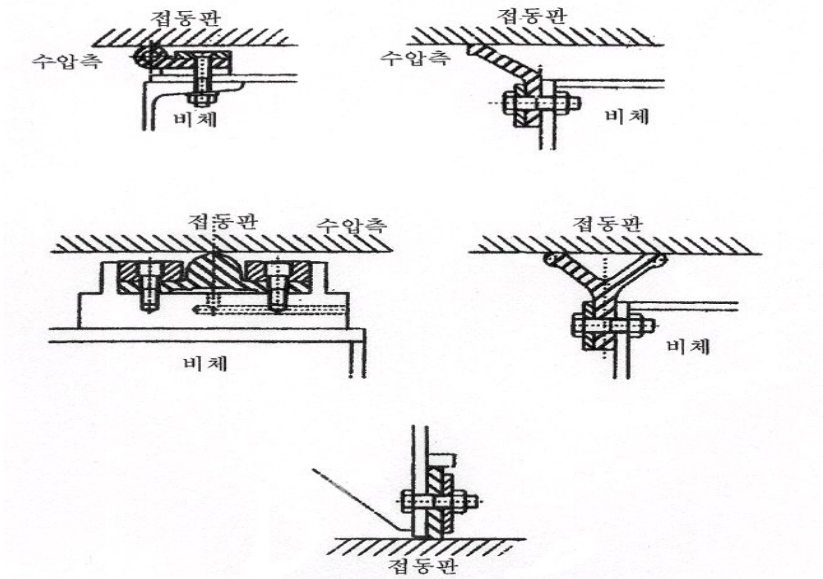
(1) 회전지승부는 지지하는 외력, 회전속도, 사용빈도를 고려하여 적절한 구로로 하고 비체를 원활히 조작할 수 있고 보수, 관리가 용이한 것이어야 한다.

(2) 롤러 게이트의 롤러와 핀(Pin), 래이디얼 게이트의 트러니온 보스(Trunnion boss, Hube)와 핀, 기복 게이트의 베어링과 핀 등은 모두 비체에 걸리는 수압하중을 지지하면서 회전하고 또 그 하중을 완전히 고정부에 전하는 것이므로 충분한 강도와 강성을 가지면서 근소한 회전각도에서도 확실히 회전하고 비체의 처짐으로 한쪽만의 닿기가 생기지 않는 구조로 해야 한다.

4.5.2.26 개폐장치

(1) 개폐장치를 설계함에 있어 ① 형식 선정 ② 원동기의 용량과 시간정격 ③ 예비동력설비의 형식과 용량 ④ 보호장치와 부속설비 ⑤ 제동기구 ⑥ 비상폐쇄장치 ⑦ 와이어로

프 ⑧ 유압펌프 및 전동기용량 등에 대하여 충분히 검토해야 한다.



〈그림 4.5-4〉 수밀부의구조

(2) 형식 선정

① 개폐장치의 형식을 선정할 때에는 게이트의 종류, 크기, 사용목적, 사용빈도 및 설치장소를 고려하여 결정한다.

② 개폐장치의 형식에는 기계식과 유압식이 있으며, 각종 문비에 대한 개폐장치의 적용 예를 〈표〉 개폐장치 형식의 선정 에 표시한다.

③ 기계식에는 ① 와이어로프 윈치식(Wire rope winch) (1 motor 2 drum winch식, 1 motor 1 drum winch식, 2 motor 2 drum winch식 등) ② 스핀들식(Spindle) ③ 랙크식(Rack) 등이 있다.

④ 유압식에는 ① 유압실린더식 (고정실린더식 직결식 및 링크식, 요동(搖動)실린더 직결식 및 레버식 ② 유압실린더 와이어로프식 ③ 유압모터 와이어로프식 ④ 유압모터랙크식 등이 있다.

(3) 원동기의 용량과 시간정격

① 개폐장치에 사용하는 원동기의 용량과 시간정격에 대하여 다음 사항을 고려하여 결정한다.

가. 원동기용량은 계산된 개폐력에 대하여 100 % 이상의 용량의 것으로 하고 원동기의 정격토크에 대해 기동토크는 200 % 이상, 최대토크가 300 % 이하로 한다.

나. 전동기의 시간정격은 전양정을 운전하는데 필요한 시간 이상으로 한다. 다만 1회당의 운전계속시간 이상으로 한다.

다. 자동제어 등에서 기동, 정지를 빈번하게 되풀이하는 경우는 장시간의 반복운전을 해도 지장이 없는 것으로 한다.

라. 개폐장치에 직결해서 사용하는 내연기관의 용량은 계산 개폐력의 150 % 이상의

용량의 것이어야 한다.

② 일반적으로 문비의 개폐장치에는 특수농형삼상유도전동기가 사용되고 있고 그 용량은 개폐력에 따라 결정한다.

③ 개폐력의 계산치는 비체의 자중, 베러스트(ballast)의 자중, 지승부, 수밀고무 및 퇴적물에 의한 마찰력, 부력, 월류수에 의한 상향력 하향력, 하단방류시의 상향력 하향력 기타 필요한 하중을 고려해서 산정해야 한다.

④ 특히 소용량의 개폐장치에서는 감속기, 전달기구의 고유의 저항이 계산출력에 비하여 크므로 개폐출력 산정에는 주의를 요한다.

⑤ 최대개폐력은 전개의 기동시에 생기는 것이 보통이나 수침(水侵)하는 문비나 고압문비에서는 부분개방류시에 생기는 것이 있으므로 충분히 검토해서 산정할 필요가 있다.

⑥ 특수농형삼상유도전동기를 사용하는 경우는 전전압기동을 원측으로 하고 있으므로 기동전류에 의한 전원 및 전선로의 전압강하나 기동시 저항토크의 증가를 고려해서 그 기동토크는 200 % 이상으로 했다.

권선형유도전동기를 사용하는 경우는 최대토크는 200 % 이상 300 % 이하이면 좋다.

⑦ 전동기의 정격에는 연속정격, 단시간정격, 반복정격 등이 있으며 문비의 사용목적이나 조작방식 등에 따라 적절한 정격을 선정해야 한다.

(4) 각 개폐장치의 특징은 다음과 같으며, 형식을 선정할 때에는 각각의 특징을 고려한다.

① 와이어로프 윈치식(wire rope winch)의 경우

가. 이 형식은 중형 문비 및 대형 문비에 널리 사용된다.

② 스핀들식(spindle) 및 랙크식(rack)의 경우

가. 이 형식은 소형 문비에 적합하다. 또한 대형 문비 또는 고양정의 문비에는 구조상 무리가 있으므로 사용하지 않는 것이 좋다.

③ 유압 실린더식(cylinder)의 경우

가. 이 형식은 고압게이트에 널리 사용된다. 비체의 개도를 정확하게 조정할 필요가 있는 경우 또는 개폐장치를 협소한 장소에 설치해야할 경우 등에 유리 하나 다른 형식에 비하여 기름교환 등 유지관리에 비용이 요한다.

또한 유압실린더의 지지부분은 개폐력의 반력을 지지하기가 곤란한 경우가 있으므로 충분히 주의해야 한다.

④ 유압실린더 와이어로프(cylinder wire rope)식의 경우

가. 이 형식은 상기 (가)항 및 (나)항의 사용이 곤란할 시, 즉 개폐장치의 설치면적이 협소할 때, 개폐장치를 비체 또는 각주내에 설치할 경우 등에 사용된다. 선정에는 사용빈도, 유지관리 등을 충분히 검토해야 한다. 따라서 고양정, 대하중의 문비에서는 구조상 무리가 있는 것은 사용하지 말아야 한다.

⑤ 유압모터 와이어로프(motor wire rope)식의 경우

가. 복수의 문비가 설치될 경우는 밸브의 절환에 의한 한 대의 유압펌프로 복수의 문비를 조작하는 이점이 있다. 개폐속도를 무단변속으로 할 경우 등에 편리하

다.

4.5.2.27 예비동력설비의 형식과 용량

(1) 예비동력설비는 문비의 중요성을 충분히 검토해서 결정해야 한다. 대표적인 형식으로서는 다음과 같은 것이 있다.

(2) 개폐용 동력이 전동기인 경우는 ① 비상전원이 정지했을 때 내연기관에 직결된 예비발전기에서 수전하는 것 ② 전동기가 고장 등의 경우에 개폐장치에 직결된 내연기관 또는 수동장치에 의하여 조작하는 것 등이 있다.

(3) 개폐용 예비동력의 용량은 문비의 사용목적에 따라 확실히 조작되는 용량 이상의 것으로 해야한다. 또 예비발전기의 용량은 전동기의 시동전력, 조명용전력, 기타 필요한 사용부하를 고려해서 충분한 것으로 해야한다.

(4) 예비동력설비에 대해서 개폐장치에 직결된 내연기관의 용량은 일반적으로 배치상 될 수록 소형의 것이 좋으므로 비체승강속도를 0.05~0.1 m/min 정도로 하고 특히 대형 문비에서는 0.05 m/min 정도가 채용되고 있다.

4.5.2.28 보호장치 및 부속장치

(1) 개폐장치에는 필요에 따라 다음에 표시한 안전장치 및 부속설비를 설치한다.

① 보호장치 : ① 제한개폐시 ② 비상용제한개폐기 ③ 과부하검출장치 및 과부하 방지장치 ④ 비체경사보정장치 ⑤ 와이어로프 이완검출장치 ⑥ 와이어로프 이탈 방지장치 ⑦ 인터록(inter lock) 장치

<표 4.5.-13> 개폐장치 형식의 선정

문비의 종류	용 도		개폐장치의 형식					
			기계식			유압식		
			와이어로프식 윈치식	스핀들식	랙크식	실린더식	실린더 와이어로프식	유압모터 와이어로프식
롤러 게이트	댐 및 발전용		○	△	△	△	△	△
	언(堰) 용		○	△	△	△	△	△
	문비 통선문	대형문비	○	×	×	△	△	△
		중형문비	○	△	△	△	△	△
		소형문비	△	△	○	△	×	×
	갑 문 용		○	△	△	×	△	△
고압 롤러 게이트	댐 및 발전용		○	△	△	△	×	△
래이디얼게이트	댐 및 발전용		○	×	×	△	△	△
고압 래이디얼 게이트	댐 및 발전용		×	×	×	○	×	×
슬라이드게이트	댐 및 발전용	고압	○	○	×	○	×	×
		기타	○	○	○	○	×	△
	언(堰) 용		×	○	○	△	×	×
	수문·통선문		○	△	○	×	△	△
표면취수게이트 및 선택취수 게이트	댐 및 발전용		○	×	×	×	×	×
댐 Flap부 게이트	댐용		×	×	×	○	×	×
기복 게이트	언(堰) 용		△	×	×	○	△	△
마이터 게이트 스윙 게이트	갑문용		×	△	○	○	×	×
섹터 게이트	갑문용		○	×	×	○	△	△
횡인 게이트 *	육갑용(陸閘用)		△	△	△	△	×	×

주: ○ : 사용하기에 적당한 형식, △ : 경우에 따라 사용하기에 적당한 형식
× : 사용하기에 부적당한 형식, * : 횡인게이트은 자주식 형식이 많다.

② 부속장치 : ① 비체휴지장치 ② 비체개도지시장치 ③ 와어어로프 단말조정장치 ④ 계장장치 ⑤ 기타

(2) 개폐장치의 종류와 안전장치 및 부속설비의 일반적인 조합을 <표> 안전장치 및 부속설비의 일반적인 조합 에 표시한다.

<표 4.5.-14> 안전장치 및 부속설비의 일반적인 조합

안전장치 및 부속설비의 종류	개 폐 장 치 의 형 식					
	전동개폐장치			유압개폐장치		
	와이어로프식	스핀들식	랙크식	실린더식	실린더와이어로프식	유압모터와이어로프식
1. 제한개폐기	○	○	○	○	○	○
2. 비상용제한개폐기	○	○	○	○	-	○
3. 과부하방지장치	○	○	○	○	○	○
4. 문비휴지장치	○	-	-	○	○	○
5. 문비경사조정장치	○	-	-	○	○	○
6. 비체개도지시장치	○	○	○	○	○	○
7. 와이어로프이완 방지장치	○	-	-	-	○	○
8. 와이어로프이탈 방지장치	○	-	-	-	○	○
9. 와이어로프단말 조정장치	○	-	-	-	○	○
10. 인터록장치	○	○	○	○	○	○

(3) 제한개폐장치

① 이 개폐기는 양정의 상한, 하한 및 특정한 위치에서 비체를 자동적으로 정지시키는 것으로 방수성, 방진성 등이 우수하고 확실하게 작동하는 것이어야 한다.

(4) 비상용 상한제한개폐장치

① 이 개폐장치는 제한개폐장치가 고장 등의 경우에 작동하는 것으로 일반적으로 비체의 움직임이 직접 리미트스위치를 작동시키는 것이 많다.

(5) 과부하검출장치 및 과부하방지장치

① 이 장치는 개폐장치에 과부하가 발생했을 경우 동력을 자동적으로 차단하는 것이다. 개폐용동력에 내연기관을 사용할 경우는 이 장치를 설치하지 않아도 좋다. 윈치식, 스핀들식 및 랙크식의 경우는 과전류계전기, 토크리미터, 미끄럼클러치, 샤핀, 좌굴방지장치등이 일반적으로 사용되고 있다.

② 샤핀의 경우는 핀이 절단해도 비체가 자중강하치 않도록 고려해야한다.
유압실린다식 및 유압실린더 와이어로프식의 경우는 일반적으로 릴리프 밸브가 설치되고 있다.

(6) 비체경사조정장치

① 1문의 비체를 2대의 개폐장치를 권상되는 형식에 있어서 비체의 경사를 조정할 때는 차동싱크로가 일반적으로 사용되고 있다.

(7) 와이어로프이완검출장치 및 이탈방지장치

① 와이어로프로 개폐하는 문비에 있어서 이물 등으로 와이어로프가 이완되거나 시브에서 이탈하는 경우가 있으므로 와이어로프이완검출장치, 이탈방지장치를 설치하는 것이 바람직하다.

(8) 인터록(inter lock) 장치

① 개폐장치에는 오동작 또는 중복작동 등에 의한 사고방지를 위하여 인터록장치를 설치해야 한다.

② 인터록장치에는 ① 기측 및 원방조작으로 할 수 있는 경우는 기측조작을 우선하고 기측조작중에는 원방조작은 되지 않도록 하는 것 ② 개폐용동력을 절환으로 조작하는 경우는 일방의 개폐용동력이 운전중에는 다른 개폐용동력은 작동치 않거나 또는 동력을 전달치 않도록 하는 것 ③ 비체가 휴지장치로 유지되고 있는 경우는 폐작동되지 않도록 하는 것 ④ 압착식의 문비에서는 압착식 비체는 개폐되지 않도록 하는 것 등이 있다.

(9) 비체휴지장치

① 이 장치는 비체를 장시간 휴지할 때, 개폐장치 및 비체를 보수 점검할 경우에 사용하는 것으로 수동 또는 자동조작으로 되는 것이어야 한다.

② 와이어로프윈치식의 경우는 훅크식이, 유압실린더식 및 유압실린더 와이어로프식일 때는 훅크 또는 스크류가 각각 일반적으로 사용되고 있다.

③ 랙크식의 경우는 랙크부분을 쐐기등으로 고정하는 방법이 일반적으로 채용되고 있다.

(10) 비체 개도지시장치

① 이 장치는 비체의 개도를 회전에서 검출하는 것으로 비체의 작동에서 직접검출 하는 것도 있으나 제어에 적합한 것을 사용해야 한다.

② 표시는 기측조작의 것은 기측에, 원방조작을 하는 경우는 기측 및 원방조작반에 각각 설치하는 것이 바람직하며 방법은 아나로그(Analogue)표시와 디지털(Digital) 표시가 있다. 개도검출장치에서 개도지시장치까지의 전송방법에는 A/D converter, Potential meter 및 Synchro 전기(Selsyn)가 일반적으로 사용되고 있다.

(11) 와이어로프 단말조정장치

① 좌우의 와이어로프의 길이를 조정하기 위하여 와이어로프 단말에 스크류식(Turn buckle식)의 조정장치를 설치하는 것이 일반적이다.

(12) 계장장치

① 조작반의 계기류 및 표시류는 문비를 안전, 확실하게 조작할 수 있게 설치되어야 한다.

(13) 기타

① 개폐장치에는 위험방지를 위하여 필요에 따라 급유장치, 보호카바, 오일휀, 생물진입방호설비를 설치한다.

(14) 제동기

① 개폐장치에는 비체를 소요개도에서 확실하게 정지할 수 있는 제동기구를 설치한다.

② 비체를 소요개도에서 정지하고 개도를 유지하고, 동력절환시의 비체강하방지를 위하여 제동기구가 필요하다.

③ 개폐장치의 예비동력으로서 수동 또는 내연기관을 사용하는 경우는 동력절환 시 무제동에 따른 비체 자동강하를 방지하기 위하여 제동기구 또는 록(Lock)기구를 설치

한다.

브레이크의 용량은 너무 과대하면 정지시의 충격력이 커지므로 전동기의 경우는 정격토크에 대해, 내연기관의 경우는 최대토크에 대해 각각 150 % 정도로 하는 것이 바람직하다.

유압개폐장치에서는 체크밸브(Check valve) 또는 스톱밸브(Stop valve)로서 비체를 제동하는 것이 많다.

(15) 비상용 폐쇄장치

① 문비의 급폐쇄를 필요로 하는 경우에는 안전, 확실하게 작동하는 비상용 폐쇄장치를 설치한다.

② 취수구, 방류관, 수조 등에 설치되는 문비의 개폐장치에는 도수로, 방류관 등에 사고가 일어날 때 무동력으로 급속폐쇄할 필요가 있을 경우는 유수차단가능한 비상폐쇄장치를 설치한다.

③ 장치는 클러치로 동력설비와 분리해서 비체를 강하시키는 것이 많고 강하속도는 4~8 m/min의 실례가 많다.

속도제어에는 수동브레이크, 전동브레이크, 원심브레이크, 팬브레이크(Fanbrake), 유압 펌프브레이크, 발전브레이크 등이 사용된다.

이들의 브레이크의 구성재료는 고압, 고회전에 견뎌야 하므로 강인한 재료를 사용하고 설계, 운전에 대해서는 세심한 주의를 기울여야 한다.

④ 참고로 개폐장치의 종류와 급강하장치와의 일반적 조합은 다음표와 같다.

〈표 4.5.-15〉 개폐장치와 급강하장치와의 조합

비상용 폐쇄장치	개 폐 장 치 의 형 식					
	전동개폐장치			유압개폐장치		
	와이어 로프 윈치식	스핀들식	랙크식	실린더식	실린더 와이어 로프식	유압모터 와이어로프식
팬 브레이크	○	×	△	×	×	×
유압 브레이크	○	×	△	×	×	×
발전 브레이크	○	×	△	×	×	×
원심 브레이크	○	×	○	×	×	×
유압제어	×	×	×	○	○	○
극수변환 전동기	○	△	△	×	×	×

주: ○ : 사용하기에 적당한 형식, △ : 경우에 따라 사용하기에 적당한 형식× : 사용하기에 부적당한 형식

4.5.2.29 와이어로프 및 드럼, 시브

(1) 와이어로프 및 드럼, 시브의 직경

① 와이어로프는 인장력, 사용빈도, 사용조건, 환경 등의 영향을 고려하여 적합한 것으로 하여야한다.

② 와이어로프가 드럼이나 시브에 감길 때는 와이어 로프의 소선은 굽힘응력을 받는

다. 드럼이나 시브의 직경이 너무 작으면 굽힘응력이 커져서 소선은 빨리 피로하여 단선하기 쉽게되며 또 와이어로프의 무리한 굴곡으로 변형, 내부마찰 그리고 드럼 또는 시브와의 접촉응력이 커져서 와이어로프는 빨리 손상한다.

③ 이어로프의 수명(내피로성)은 일반적으로 인장력과 드럼, 시브의 직경과 와이어로프 경과의 비 및 와이어로프의 종류로 결정되나 소선경이 일정치 않는 종류도 있으므로 드럼, 시브의 직경은 와이어로프의 직경과의 비로 결정했다.

④ 럼, 시브의 직경은 큰 편이 와이어로프의 안전에서는 바람직하며 발전소의천장크레인 등에는 와이어로프경의 20배 이상이 채택되고 있으나 문비에서는 일반적으로 운전회수가 적고 와이어로프의 권취속도나 충격력도 비교적 적기 때문에 와이어로프경에 대하여 드럼경은 19배 이상, 시브경은 17배 이상으로 했다.

⑤ 일반적으로 문비용 와이어로프는 운전시간, 회수, 와이어로프권취속도나 충격력이 적으므로 내식성이 우수한 교차연(交叉燃)와이어로프를 사용하고 동종내에서 가장 내피로성이 좋은 KS 6호 6×37이 바람직하다.

⑥ 자동제어를 하는 문비, 갑문등과 같이 빈번하게 동작하는 문비의 와이어로프는 내피로성(조반굽힘피로)이 우수한 것이 바람직하므로 특히 우수한 특성을 가지고 또 모양이 이그러지기 어려운 평행연 와이어로프로 라이너형(Liner)[KS 13호 6×Fi(29)] 또는 워링톤씰형[KS 6호 6×37]의 3배 [6×Fi(29)]또는 6배[6×WS(36)]정도로 한다. 또한 와이어로프의 선정은 내피로성이 특히우수하고 또 시각검사가 유리한 [6×WS(36)]적당하나 시장성을 고려해서 선정할 필요가 있다.

⑦ 수침하는 문비 등의 와이어로프는 유수에 의하여 유수중의 쓰레기의 요동으로 와이어로프에서 진동하는 수가 있으므로 주의를 요한다.

(2) 와이어로프의 권취층수(卷取層數), 플리트앵글(Flit angle) 및 여유감기

① 와이어로프의 플리트앵글은 <표> 플리트 앵글 에 표시된 값 이내로 한다. 문비를 2본의 와이어로프를 사용해서 수평으로 권상하기 위해서는 드럼상에서 와이어로프가 불규칙으로 겹쳐서는 안되므로 본 조항에서 플리트 앵글을 규정했다.

<표 4.5.-16> 플리트앵글

드 럼	일층권부	다층권부
홈이 없는 드럼	2°	1.5°
홈이 있는 드럼	4°	1.5°

② 여유감기 수는 3번 이상으로 하고 와이어 로프의 단부는 드럼에 적절한 방법으로 고착시켜야 한다. 드럼의 와이어로프감기 층수는 상기의 후리트 앵글을 만족시키고 또한 비체의 양정, 와이어로프의 걸림수 및 개폐장치의 스페이스(Space)를 고려해서 결정할 필요가 있으며 층수변환부의 와이어로프의 겹치기가 불규칙하여서 와이어로프의 수명을 단축케 할 수가 있으므로 2층권 이하로 하는 것이 많다. 와이어로프 감기층수에 의한 직경변화는 토크변화, 권상속도변화를 가져오므로 주의를 요한다. 드럼의 두께는 다음 계산식에 따른다.

$$t = K \cdot \frac{T_0}{\sigma P}$$

여기서, t : 드럼의 평균두께(mm){cm},

K : 층권계수(1층권 : 1.0, 2층권 : 1.7, 3층권 : 2.2, 4층권 : 2.4, 5층권 : 2.6, 6층권 : 2.7),

T_0 : 와이어로프에 걸리는 개폐 정하중 (N){kgf},

σ : 드럼의 원주방향의 허용압축응력 (N/㎟){kgf/㎠},

P : 드럼의 홈피치(Pitch) (mm){cm}

와이어 로프의 드럼에 감기는 단부는 클립(Clip)으로 눌러 놓던가 드럼에 구멍을 뚫어 와이어 로프를 관통시켜 소케트 메탈(Socket metal) 채우기 등으로 와이어 로프가 드럼에서 이탈치 않도록 견고히 취부해야 한다.

4.5.2.30 유압펌프 및 원동기용량

(1) 유압펌프

① 유압개폐장치의 설계압력 및 설계유량은 일반적으로 각각 유압펌프의 정격토출압력의 80 %, 정격토출량의 90 % 이하로 한다.
또 펌프의 구동용원동기의 출력은 설정된 펌프의 성능에 대하여 충분한 것이어야 한다.

② 문비의 유압개폐장치에서는 내압성, 누유를 고려하면 너무 높은 압력을 사용한다는 것은 좋지 않으므로 일반적으로 유압펌프의 정격토출압력을 70 kgf/㎠, 140 kgf/㎠ 정도로 하는 것이 많다.

③ 이들 유압개폐장치는 장시간 방치될 경우도 있으므로 유압배관내의 손실, 가동부분의 자중이나 패킹(Packing)등의 마찰손실, 배압 등도 고려해서 설계압력을 유압펌프의 정격토출압력의 80 % 이하로 했다.

④ 설계유량은 유압펌프의 용적효율저하, 유압밸브의 유누출을 고려해서 유압펌프 정격토출량의 90 % 이하로 했다.

⑤ 유압개폐장치에 유압모타를 사용할 경우는 유압 모타의 기계효율, 피구동부의 속도, 감속기구의 관성력 등을 고려해서 유압 모타의 기동력을 결정할 필요가 있다.

⑥ 관내의 압력손실은 관의 길이, 직경, 작동유의 점도 등에 따라 좌우된다. 이들의 손실은 특별한 경우를 제외하고 통상 정격토출압력의 20 % 의 여유로 대체된다. 다만 배관길이 및 배관 굽힘회수가 특히 큰 경우에는 압력손실을 산출해서 결정할 것이 필요하다. 또 한냉지에는 작동유의 점도가 높지 않으므로 펌프용량 및 배관저항 등에 따라 특별한 고려가 필요하다.

⑦ 유압펌프구동용의 원동기는 유압펌프의 최대소요축입력 이상의 용량이 있으면 좋고 일반적으로 유압펌프 기동시에는 전부하가 걸리지 않으므로 특별히 기동토크는 규정치 않는다.

(2) 유압실린더(Cylinder)

① 유압실린더에 대해서는 KS에 규격화되어 있으나 문비 설계의 경우는 반드시 규격대로가 아니어도 지장이 없다.

지침상의 계산식은 강관의 내압시험에 쓰이는 식에서 도출한 것으로서 안전율은 내압시험의 경우 정격토출압력의 1.5배의 시험을 해서 $\frac{\text{인장응력}}{3}$ 의 응력이 되도록, 또 두꺼운 관이라는 것을 고려해서 $1.5\times3\times1.1\fallingdotseq5$ 로 했다.

부식대 α에 관해서는 유압실린더의 점검, 도장을 하기 어려운 경우는 비체의 여유두께 정도를 취함이 바람직하다.

② 유압실린더의 소요내경은 개폐력과 설계압력에 따라 결정한다.

또한 유압실린더의 튜우브(Tube)의 두께는 다음 식에 따라야 한다.

$$t=\frac{PD}{200\sigma_a}+\alpha$$

여기서 t : 튜우브의 최소두께(最小肉厚)(mm){cm}, P : 정격토출응력(N/㎟){kgf/㎠},

D : 튜우브 내경 (mm){cm}, σ_a : 허용응력 $=\frac{\text{인장강도}}{5}$ (N/㎟){kgf/㎠},

α : 부식 (mm){cm}

(3) 유압배관

① 유압배관은 KS D 3562 압력배관용탄소강관 또는 KS D 3564 고압배관용 탄소강관을 사용하고 접합부는 기름유출이 없도록 완전히 접합한다.

② 토목구조물의 신축부나 온도변화에 따른 신축에 대해서는 신축이음을 사용하던가 또는 적절한 조치를 강구해야 한다.

③ 유압배관내의 유속이 과대하게 되지 않도록 내경을 결정한다.

④ 유압배관을 시행한 후에는 플러싱오일(Flushing Oil) 등으로 청소를 해야 한다.

⑤ 1문의 게이트에 복수의 유압실린더를 설치하는 경우는 각 유압실린더가 동조하도록 배려해야 한다.

⑥ 배관용 강관은 보관중에 발청 및 먼지의 침입이 없는 상태로 보관해야 한다. 배관시공에 있어서는 정격압력의 2분간 이상으로 내압시험을 하여 기름누출, 변형 등이 없는 것을 확인해야 한다.

⑦ 배관은 부식을 고려해서 콘크리트속에 완전히 매입하든가 노출의 경우는 외부도장이 용이하게 할 수 있도록 시공할 것이 필요하다. 특히 콘크리트매설의 경우는 매설에 충분한 내압누유시험을 해야 한다. 관로내의 유속은 유압배관의 계통에서는 펌프 흡입회로측은 1.5 m/s 이하, 펌프 압력회로측은 4.0 m/s 이하로 하는 것이 좋다. 배관용 강관은 신설의 경우는 물론 수리후 기름을 새로 충진하는 경우도 필히 스케일(Scale), 슬래그(Slag), 수분, 먼지, 모래등을 제거해서 유압기기의 작동불량이 일어나지 않도록 양호한 플라싱오일(Flushing Oil)을 사용해서 충분한 청소를 해야 한다. 1문의 게이트에 대해서 복수의 실린더에 유압배관을 할 때는 되도록 압력손실이 동등하도록 해서 동기작동이 되도록 해야한다.

(4) 작동유

① 작동유는 펌프, 사용압력, 사용온도범위, 내구성 등을 고려하여 적당한 것을 사용해야 한다.

② 작동유는 특별한 경우를 제외하고 석유계가 사용되고 있으며 적절한 점도를 가진 산화안정성, 항유화성, 유동성, 방청방식성, 소포성, 항착화성 등의 제성질이 우수한 것이어야 한다.

③ 한냉지에서 사용할 경우는 저온유동성이 양호한 것으로서 사용최저온도 보다 적어도 10℃ 낮은 유동점의 작동유를 사용할 필요가 있다. 작동유의 사용온도범위가 넓은 경우는 점도지수가 보통 90~150 정도가 적당하다.

④ 유조내의 유온은 55℃ 이하, 유압계 내부의 국부적 최고온도는 80℃ 이하로 유지해야하며, 자동조절게이트에서 사용빈도가 큰 것은 유온이 올라가기 쉬우므로 유량을 증가하던가 유냉각기를 설치할 필요가 있다. 저온한계는 -20℃ 정도이므로 이와 같은 온도에서 사용할 경우에는 유압펌프의 운전을 장시간 warming-up을 꾀하던가 또는 유조내에 가열기를 넣을 것이 바람직하다.

4.5.2.31 스크린(Screen)

(1) 취수탑 취입문비 유입구에 설치되는 스크린은 다음 사항을 고려하여 설계한다.

① 스크린은 손실수두가 작은 형상의 것으로 하고 유수에 의한 진동이 발생치 않도록 유속을 고려해서 형상, 치수 및 지지조건 등을 정해야 한다.

② 스크린 및 지지구조물은 예상되는 쓰레기 양 등을 고려해서 정해지는 수위차에 견딜 수 있도록 구조를 정해야 한다.

(2) 취수탑 취입문비 유입구에 설치하는 스크린은 취수탑 취입문비 개방시 유입하는 유목, 낙엽, 수초, 생활쓰레기, 농업용 폐자재 등의 유입으로 문비, 밸브 등에 손상을 주거나 유수를 저해하는 우려가 있어 유입수로 입구에 설치된다. 스크린에는 고정형과 가동형, 수직형과 경사형 등이 있다. 스크린에 유착하는 각종 부유물을 제거하기 위한 여러 종류의 제진 설비가 사용된다.

(3) 제진 설비는 저수지 취수탑에 유입되는 부유물을 제거하기 위하여 꼭 필요한 시설물이라고 말할 수는 없지만 양·배수장 및 용수로 잠관 입구에는 반드시 설치해야 할 설비이다. 제진 설비에는 ① 체인(Chain)식 (Rotary type), ② 로프(Rope)식 ③ 스윙암(Swing arm)식, 링암(Ring arm)식 ④ 레이크(Rake)식 ⑤ 네트(Net)식 ⑥ 트래블링스크린(Traveling Screen) 등이 있다.

(4) 이러한 여러 종류의 스크린도 설치하는 취수탑 형식에 따라 모양이 결정되며 취수탑 형식을 분류하면 ① 원형 철근콘크리트 취수탑, ② 부표형 취수탑, ③ 시린더 문비형 취수탑, ④ 복식 취수탑, ⑤ 정량표층수 취수장치, ⑥ 부표식 암(Arm)형 취수장치, ⑦ 권양 문비식 온수 취수장치, ⑧ 반원형 롤라 문비장치, ⑨ 빈지식 취수장치 등이 있다. 스크린 바의 간격은 통과해서는 안될 쓰레기 크기에 따라 정한다. 통상 스크린바는 유선에 평행하게 설치되며 간격은 60~150 mm 정도이다. 스크린 바의 폭은 두께의 12배 이하로 하는 것이 보통이고 최소는 50 mm정도이다. 스크린 바의 횡방향좌굴을 방지

하기 위하여 지지간격은 두께의 70배 이내로 하는 것이 보통이고 횡방향좌굴을 고려한 허용응력은 다음 식으로 계산된다.

$$\text{허용응력} = 0.6 \times \text{항복점응력} \times \left(1.23 - 0.0153\frac{L}{t}\right)$$

여기서 L : 횡방향의 지지간격(mm){cm}, t : 바(Bar)의 판두께(mm){cm}

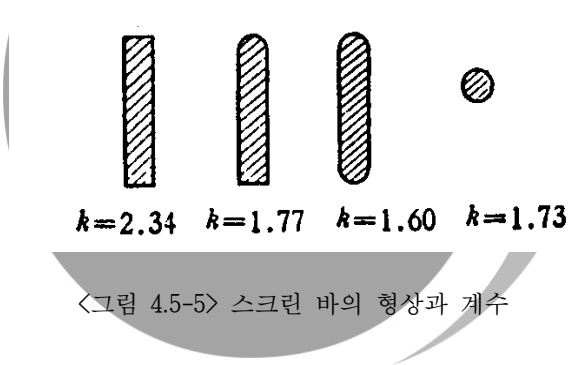
스크린을 통과하는 유속은 0.6~1.0 m/s 정도의 것이 많지만 양수발전소의 취·방수구 스크린을 통과하는 평균유속은 3~4 m/s 정도의 것도 있다.

스크린 바에 의한 손실수두의 계산에는 Kirschmer식이 사용된다.

$$h_r = K \cdot \left(\frac{t}{b}\right)^{4/3} \cdot \frac{v^2}{2g} \cdot \sin\alpha$$

여기서 h_r : 스크린 통과시 손실수두(mm){cm}, t : 스크린 바의 판두께(mm){cm},
b : 바와 바간의 간격(mm){cm}, V : 접근유속(m/s), g : 중력가속도(m/s2),
α : 스크린이 수평면과 이루는 각도, K : 계수<그림 4.5.-5>

강도계산에 쓰이는 스크린 내외면에 생긴 수위차는 저수두의 경우는 0.6~1.5 m 정도가 보통이지만 쓰레기 등이 많고 청소가 불충분한 경우에는 스크린 높이의 60~100 %를 스크린의 설계수두로 잡는다.



<그림 4.5-5> 스크린 바의 형상과 계수

(5) 스크린 바는 수위차에 견딜 수 있도록 적당한 간격으로 하류면에 수평빔을 설치하여 스크린 바에서 전달된 수압은 수평빔을 통해서 측벽에 전달된다. 또 수평빔의 굽힘에 의한 처짐은 경간의 1/600 이하로 한다. 스크린 바는 휨이 없는 것으로 하고 또한 연결재가 레이크(Rake)에 닿지 않도록 주의할 것이 필요하다. 유수 중에 있는 스크린에는 수류방향력이 작용하지만 스크린을 통과하는 유속이 크면 스크린 바의 하류영역에 발달된 Karman와(渦)가 발생하고 스크린 바에는 어떤 진동수의 수류직각방향력이 작용한다. 힘과 진동수는 유속에 비례하여 크게 된다. 따라서 스크린을 통과하는 유속이 큰 경우에는 특히 수류직각방향력에 의하여 일어나는 진동에 대해서 검토할 필요가 있다.

또한, 홍수시 저수지내로 유입되는 대형 부유물의 유입을 방지하기 위하여 스크린과 함께 사방댐을 설치한다.

4.5.3 전기설비

(1) 댐 시설에 있어서의 전기설비는 수·변전설비와 배전 설비로 되어 있으며, 댐 시설의 규모, 입지조건, 신뢰도, 경제성 및 운전관리의 편의성 등을 고려하여 설계한다.

4.5.4 관측설비

(1) 관측설비는 저수지의 기계, 전기설비의 합리적인 운용을 위해서 필요한 수위, 유량, 우량 등의 데이터를 관측하는 것으로서 적절한 기기를 선정하여 사용목적, 사용조건, 경제성 등을 고려하여 설계한다.

4.5.4.1 설계일반

(1) 저수지 시설의 기계설비에서 사용하는 관측설비는 저수지내의 저수된 용수를 필요한 수량만큼 합리적으로 공급하기 위한 유량측정장치, 저수지내·외의 수위를 검측하여 시설된 각종 문비의 개폐여부와 개폐정도를 결정하기 위한 수위측정설비 등으로 이루어진다.

4.5.4.2 수위계

(1) 다음 사항에 유의하여 설치한다.

① 설치위치는 댐설비의 운전방식에 따라 운전목표수위, 제어수위 및 감시수위등의 측정에 접합한 위치로 하고 하천이나 수로 등에서는 안정된 흐름의 장소로 한다. 또 수위계 설치장소에는 필요에 따라 양수표를 병설한다.

② 계측정밀도는 댐설비의 운전, 감시, 제어등에 적합한 것으로 하고 평상시에는 물론 이상시에도 안정된 작동이 유지되고 유수 및 쓰레기 등의 피해나 영향을 방지할 수 있는 기구나 방식을 선택한다.

(2) 수위계의 분류

① 수위계란 일반적으로 수위를 검출하는 액면측정용 계기를 말하며 댐이나 하천 및 저수지 등의 수위를 검출하기 위한 수위검출기로 또는 월류수심 제어 등에서 볼 수 있듯이 취수량을 조절하여 수위를 일정하게 하기 위한 수위조절기의 감시제어용 검출기로 사용된다. 현재 가장 널리 사용되고 있는 수위계류로 수위를 검출하는 방법과 검출된 수위를 모니터(monitor)하거나 또는 텔레메터에 신호를 전승하기 위해서 신호변환을 하는 방법의 2가지로 크게 나누어서 분류한다.

가. 검출방법에 의한 분류

㉮ 검출방법에 따라서 수위계는 직접 수면에 부자(Float)등을 띄어서 수면의 변화를 직접 검출하는 것과 수면에서 직접 수위를 검출하는 것이 아니고 압력대 등을 이용해서 어떠한 간접적인 방법에 의해서 검출하는 것이 있다. 즉 직접검출방법과 간접검출방법의 2가지인데 이것을 근거로 해서 각종 수위계를 분류하면 표 검출방법에 의한 수위계의 분류 와 같다. 또한

수면을 검출하는 방법에는 여기에 나타낸 것 이외에 빛의 굴절률을 이용하는 것, 수압을 전기적으로 검출하는 것, 그리고 저항선을 이용하는 것 등이 있다.

나. 신호변환방법에 의한 분류

㉮ 신호변환에 의한 분류로는 검출방법에 의한 분류와 같이 수위를 직접 전기신호로 검출하는 직접변환방법과 어떤 방법으로 검출된 수위를 신호변환기를 사용해서 변환하는 간접 변환방법의 2종류로 구분되어 수위계를 분류하면 <표> 신호변환방식에 의한 수위계의 분류 와 같다.

(3) 수위계의 비교

① <표> 검출방법에 의한 수위계의 분류 와 <표> 신호변환방식에 의한 수위계의 분류에서 설명한 수위계의 특성을 비교하여 수위계를 분류하면 <표> 수위계의 비교와 같다.

<표 4.5.-17> 검출방법에 의한 수위계의 분류

수위계	직접검출	부자식	부자식, 자력식
		탐침식	추미식, 전극식
	간접검출	압력식	기포식, 압력바란스식
		정전용량식	
		음파식	

<표 4.5.-18> 신호변환방식에 의한 수위계의 분류

수위계	직접변환	자력식	ON-OFF 신호
		압력바란스식	전압신호
		정전용량식	전류신호
		음차식	전류신호
		전극식	ON-OFF신호
	간접변환	부자식 추미식 기포식	싱크로전기
			포텐셔메타
			사후트엔코다
			마이크로스위치

4.5.4.3 유량계

(1) 유량계 분류

① 유량계는 측정 유로에 의해 개방수로형과 폐관로용으로 나누어 <표> 측정 유로에 의한 유량계의 분류 와 같이 분류하고, 유량계를 측정원리에 의하여 분류하면 <표> 측정원리에 의한 유량계의 분류 와 같다.

<표 4.5.-19> 수위계의 비교

수 위 계	검출소자	검출 정도	양 정	출 력 신 호
부자식수위계	부자	±0.2~0.5%	대, 중, 소	조합되는 발신기 종류
자력식수위계	리드수위치	±1 ㎝	대	접점신호
추미식수위계	세이브전극	±0.3% (검출감도 3㎜)	중, 대	조합되는 발신기 종류
전극식수위계	전 극	±0.5%	소	접점신호
기포식수위계	기포(가스)압	±0.1~1% (검출감도1㎝)	중, 대	조합되는 발신기 종류
압력밸런스 수위계	벨로즈	±0.5~1%	소	전압신호
정전용량식 수위계	정전용량	±1%	소, 중	전류신호
음파식수위계	음파	±1㎝	중, 대	전류신호

<표 4.5.-20> 측정 유로에 의한 유량계의 분류

개 방 수 로 형	폐 관 로 형
Weir 유량계, Flume 유량계, Parshall, Flume 유량계, Parmer-Bowlus Flume 유량계, 전자기 유량계, 초음파 유량계, 잠수전자기유량계, Pito관(차압), Turbine 유속계	차압유량계, 전자기유량계, 초음파유량계, 변적유량계, 와류유량계, 용적유량계, Turbine유량계, 질량유량계 (열, Coriolis힘, 각 운동량)

(2) 유량계의 특징

① 관로 도중에 설치하는 유량계의 종류, 원리, 특징 등을 <표> 관로 도중에 설치하는 유량계 에 표시하지만 어느 것이나 관로 내에 유체가 충만해 있어야 한다.

<표 4.5.-21> 측정원리에 의한 유량계의 분류

유 량 계	체 적 유 량	실 측 식	용 적 유 량 계
		유 속 식	전자기 유량계, 초음파 유량계
			Turbine 유량계, 와류 유량계
		추 측 식	차압 유량계, 면적 유량계
			Weir 유량계, Flume 유량계
	질 량 유 량		열 유량계, Coriolis 힘 질량 유량계

<표 4.5.-22> 관로 도중에 설치하는 유량계

항목 \ 종류	오리피스식	벤튜리식	전자유량계	초음파유량계	용적식유량계
측정 원리	관로에 조리개를 설치해서 전후의 차압△P를 측정, 유량계산 $Q=K\sqrt{\triangle P}$	오리피스와 동일	자계(磁界)중에서 운동하는 액체에 발생하는 기전력 E에서 액체속도로 유량 측정 $Q=KED$	유수에 동일방향과 반대방향에 초음파를 발진하여 전파속도 차이 $\triangle f$ 로 유량 측정 $Q=K\cdot\triangle f$	회전자와 케이스 사이에 일정용적을 두어 회전자의 회전수를 측정으로 통과체적을 측정 $Q=K\cdot q\cdot N$
적합성	25Φ~100Φ 측정범위는 작음	50Φ~3,000Φ 측정범위는 작음	6Φ~2,400Φ 유속 1m/s~10m/s최고압 20kgf/㎠측정범위가 크다. 액체가 전도성일 것	300Φ~3,000Φ 구경에 관계없음	20Φ~250Φ정도 소구경에 적합 스트레이너가 필요
압력 손실	$\triangle P\cdot(1-비)$ 손실은 큼	차압의 10~30% 정도, 오리피스에 비하여 작음	없음	없음	손실은 작음
최소직관 정류부분	상류(10~50)D 하류측 5D	상류측 (10~50)D 하류측 (3~ 5D)	상류측 5D~10D 하류측 3D~ 5D	상류측 10D~50D 하류측 5D	불필요
고형물, 부유물의 영향	· 영향이 있다 · 부적합	· 오리피스 보다 양호, · 부적합	· 영향이 적다.	· 영향이 있다. · 부적합 · 미량기포도 유해	· 부적합
보수	공기빼기, 차압산출부, 도압관청소	· 오리피스와 같음	· 액체에 따라 전극 봉청소필요	· 없음	· 스트레이너 청소 · 미터 본체 검정 필요
적용	· 상수, 공업용수	· 상수, 공업용수, 우수	· 상수, 하수, 공업용수, 우수	· 상수, 공업용수 · 특히 대구경관에 적합하다.	· 엔진연료, 공급수도용의 계측
비고	· 비교적 저렴 · 저레이놀즈수의 측정은 불가	· 오리피스에 비하여 고가	· 비교적 고가 · 외부전원의 영향을 받기 쉬워 접지, 실트 등의 대책을 요함	· 대구경에 비해 비교적 저렴 · 정류가 불충분하면 펄즈발진으로 맥동류발생 · 전자유량계에 보다 응답성 늦음 · 자동제어계에 추가한 사용실적이 적다.	

(3) 기타 계측설비

① 댐 설비의 제어방식, 계측기기의 사용목적, 또는 사용조건에 의해 필요한 경우에는 압력계, 개도계 등의 계측설비를 하는 것으로 한다.

4.5.5 시공

(1) 게이트 제작 및 설치는 다음 사항을 고려하여 시공한다.

4.5.5.1 스킨플레이트(Skin plate)의 가공

(1) 굽히는 스킨플레이트는 밴딩로울러(Bending roller)나 기타 기계로 같은 모양이 되도록 정확히 굽힘시켜야 한다.

4.5.5.2 조립

(1) 비체, 호구, 개폐장치등을 조립할 경우는 각부의 치수, 형상이 설계와 잘 합치하고 기능이 충분히 발휘될 수 있도록 정확히 조립한다.

(2) 호구, 비체가 공장에서 완성할 수 없는 것은 형상 및 치수가 설계에 합치한다는 것을 확인하기 위해서 공장내에서 정확히 가조립한다.

4.5.5.3 설치

(1) 운반상의 취급

① 문비는 제작 및 설치시의 운반과정에서 변형 및 파손이 생기지 않도록 취급에 만전을 기한다.

(2) 설치

① 문비는 형상 및 치수가 기능을 충분히 발휘될 수 있도록 정확히 설치한다.

(3) 설치시 홍수에 대한 고려

① 홍수의 우려가 있는 시기에 문비를 설치할 때는 홍수에 의한 피해가 생기지 않는 상태에서 작업한다.

(4) 호구, 고정부의 설치

① 호구 및 고정부는 비체를 원활히 개폐할 수 있도록 정확하게 설치한다.

(5) 수밀부의 설치

① 수밀부는 누수를 극력 적게 하도록 조절해서 설치한다.

(6) 도장사양

① 도장사양은 문비가 설치될 환경에 가장 적응되는 것으로 선택한다.

4.5.5.4 제작

(1) 스킨플레이트의 가공

① 스킨플레이트를 제작하기 위해서 철판을 원형으로 굽힘하는 데는 롤(Roll)기 또는 프레스(Press)로 해야한다.

② 상온에서 가공함을 원칙으로 하지만 특히 후판이어서 롤기 또는 프레스의 능력을 넘을 경우는 철판을 가열해서 열간가공으로 해도 지장이 없다.

③ 다만 열처리강판과 같이 가열로 재질에 변화를 가져오는 강재를 사용하고 있는 경우는 열간가공방식을 채용해서는 안된다.

④ 3본 Pyramid roll기를 사용할 경우는 판의 양단을 롤기로 굽힐 수가 없으므로 양단 약 30 cm는 프레스 등으로 규정의 원호상으로 굽힘가공을 해주어야 한다. 이 가공

은 일반적으로 단곡(端曲)이라고 칭하고 있으나 해머(Hammer) 등으로 타설해서는 안된다. Pinch roll형의 롤기를 사용할 때는 단곡도 할 수 있으므로 프레스로 단곡을 할 필요는 없다.

(2) 조립

① 문비의 조립에 있어서는 각부치수가 설계치수에 합치하도록 조립되지 않으면 완성 후의 문비개폐나 수밀성이 불완전하게 되기 쉽다. 비교적 소형 문비로서 공장에서 조립된 것을 그대로 현지에 운반할 수 있는 경우는 공장내에서 충분히 치수 계측을 하고 설계치수(도면치수)와 합치시켜 이것을 적당히 보강해서 현장으로 운반한다.

② 대형의 호구, 비체는 일반적으로 공장에서 가조립을 하여 각부치수를 조정하고 또 변형을 수정해서 설계치수(도면치수)에의 실측표를 작성하고 합치된 마크를 한 후 해체하여 현장으로 운반한다. 이때에 만약 호구가 설치되어 있으면 설치치수를 실측표와 대조하여 필요하면 비체를 조정하여야 한다.

③ 롤러 축, 핀 등은 미리 편심축이나 라이너(Liner)로 조절할 수 있다.

④ 용접구조의 경우는 특히 변형이 일어나기 쉬우므로 장경간게이트의 용접에 의한 수축, 호구평면의 용접에 의한 변형 등에 특히 주의한다.

4.5.5.5 설치

(1) 운반상의 취급

① 문비 설치장소는 수송조건이 나쁜 곳에 있는 것이 많다. 나쁜 길을 장거리 운반하므로 수송도중에 파손이나 변형할 우려가 많다. 그러므로 부재는 수송조건을 고려하여 되도록 큰 블록으로 함이 바람직하며 블록의 강성이 부족한 부분은 적당하게 보강할 필요가 있다.

② 또 기계가공면 등은 목재 등으로 보호하고 수송 중에도 녹이 발생하지 않도록 적당한 도료나 그리스 등을 도포할 필요가 있다. 크레인설비가 없는 장소에서의 상·하차에는 특히 부재를 손상치 않도록 주의를 요한다. 전기부품, 기계부품은 특히 주의해서 취급하여 되도록 비에 젖지 않도록 한다.

③ 수밀고무는 보통 감아서 수송하기 때문에 도중에 감은 자리가 생기므로 취부전에 펴두는 것이 바람직하다.

(2) 설치

① 문비의 개폐조작 및 수밀성의 양부는 설치에 크게 영향을 받는 것이므로 비체, 호구 다같이 공장내에서 가조립한 실측표를 참조하고 기능을 발휘할 수 있도록 설치한다. 특히 수밀관계는 신중히 설치할 필요가 있다.

② 래이디얼게이트의 각주와 같이 매우 큰 압축력과 밴딩모멘트를 받는 부재에서는 초기 변형이 각주의 좌굴에 대해 매우 중요한 요소가 되므로 초기변형이 각주길이에 대해 1/1,000 이내가 되도록 특히 주의 깊게 설치한다.

(3) 설치시 홍수에 대한 고려

① 일반적으로 문비의 설치는 홍수기를 피하는 것이 바람직하지만 부득이 홍수기에 설

치할 경우는 설치중의 문비가 침수되어 부재의 손상, 유실 또는 문비에 의한 유수저해 때문에 막대한 손해가 생길 우려가 있으므로 미리 홍수대책을 세워두어야 한다. 대책으로는 개폐장치를 먼저 조립해 놓고 홍수예보가 있을 경우는 바로 조립중의 비체를 권상하든가 또는 비체의 조립장소를 높은 곳에 놓고 그 하부로 홍수가 유하할 수 있도록 한다.

② 또 건기에 문비를 조립하고 우기의 조립은 되도록 피할 것이 바람직하다.

(4) 호구, 고정부의 설치

① 비체를 원활하게 개폐할 수 있도록 하기 위해서는 비체의 수압을 집중해서 받는 호구, 고정부를 정확하게 설치함이 가장 중요하다.

② 롤러게이트의 경우는 각 롤러의 롤러 답면이 동일평면상에 있어야 하고 롤러 레일답면도 좌우 동일평면상에 설치되어 각 롤러가 전부 균등하게 롤러레일답면에 접촉하여야 한다.

③ 만일 접촉이 같지 않는 경우는 일부의 롤러에 하중이 집중하고 그 때문에 롤러가 파손되거나 조작이 원활하지 않을 우려가 있다.

④ 래이디얼게이트의 경우 양호한 수밀, 원활한 개폐조작을 가능케 하기 위하여 좌우의 트러니언핀 중심이 정확하게 동일선상에 있고 그 핀의 주위를 회전하는 비체의 측면은 정확히 피어측면 호구위를 슬라이딩하도록 하여야 한다.

⑤ 설치의 정확을 기하기 위하여 적당한 지그(Jig)를 사용함이 좋고 또 설치시의 조정을 가능케하기 위해 라이너, 웨지, 조정볼트를 사용하는 경우가 많다.

⑥ 호구의 설치작업은 가장 중요하므로 정확히 설치되지 않으면 양호한 수밀, 원활한 개폐조작을 기대할 수 없다.

⑦ 호구의 설치에 있어서는 1차 콘크리트 타설시에 되도록 블록아웃(Block out)하여 설치용 조정볼트 또는 철근을 매입해 놓고 이것으로 호구를 소정의 위치에 정확하고 견고하게 고정해 놓고 2차 콘크리트 타설시의 압력으로 이동되지 않도록 유의한다. 또 호구 설치 후, 설치치수 실측표를 작성해서 그것을 문비를 조립할 때 참고하는 것이 좋다.

⑧ 인상식 문비의 경우 원칙적으로 호구는 다소 위가 넓은 경향이 있게 설치함이 바람직하다.

(5) 수밀부의 설치

① 문비는 지수를 목적으로 하는 것인 이상 완전 지수가 바람직 하지만 일반적인 경우에는 대단히 어렵다. 그러나 누수를 가급적 적게 하는 것이 꼭 필요한 일이다. 문비는 각 모퉁이가 누수하기 쉽고 다단식 문비에서는 상하비의 접촉부가 누수하기 쉽다. 누수량의 허용범위를 정의하는 것은 어렵다. 즉 문비의 종류에 따라 허용량도 변하여야 한다. 선택(표면)취수설비의 비체에서는 어느 정도의 누수는 허용되는 것도 많다.

② 수밀부에서의 누수는 수밀접촉면의 부정(不整)에 의한 것, 호구부재와 콘크리트간의 틈에 의한 것 등이 있다.

③ 수밀고무의 접촉불완전에 의한 것은 고무조임볼트를 조정해서 고무의 돌출량을 조

정하거나 고무에 강재첩재를 붙이는 등으로 조절하여 지수한다.

④ 공사중의 세멘트풀이 호구에 부착 또는 철근의 잔재 등으로 수밀고무가 손상을 받을 수 있으니 주의를 요한다. 수밀고무는 적당한 압력으로 호구에 접촉하도록 현장조립시 잘 조정할 필요가 있다.

(6) 도장사양

① 문비에는 방청이나 미관상 도장이 필요하다.

② 일반적으로 문비는 항상 태양광선 및 풍우에 의하여 퇴색되는 부분과 수중에 침적되는 부분이 있고 또는 수위의 변동에 따른 건·습상태의 변화가 반복하는 조건하에 수면상에 있는 부분, 혹은 태양광선의 영향은 적으나 항상 고습도하에 노출되어있는 부분 등 통상의 철구조물과 다른 극심한 부식환경에 있다고 말할 수 있다.

③ 도장은 최종적으로는 도막으로 성능을 발휘해서 비로소 효과가 있는 것으로 도막성능의 좋고 나쁨은 환경에 따른 도료의 선택 즉 도장의 사양과 시공이 적절한 지의 여부에 좌우되는 것이다.

④ 근래 고분자화학의 진전에 따라 도료도 다종 다양한 것이 생산되고 있으나 안정된 기술, 작업성에서 이것을 환경별로 구역별로 사용토록 했다.

4.5.5.6 환경의 종류와 설명

(1) 해수 : 구조물이 상시 해수에 침적되거나 해수 물방울에 노출되거나해서 해수의 영향을 심하게 받는 경우, 또는 오염수의 영향을 심하게 받는 도시지역의 오염하천 등을 말한다.

(2) 담수 : 구조물이 상시 저수지에 침적되거나 물의 영향을 받는 환경을 말한다. 산간 대부분을 점하고 있는 일반적으로 청정한 하천을 말한다.

(3) 해안 : 해상 및 해안선으로부터 약 2 km 이내를 말하고 주로 해염입자의 영향을 받는 지역을 말한다.

(4) 공업도시 : 공업지대 및 도시의 시가지를 말하고 아류산 가스의 영향을 극심하게 받는 지역을 말한다.

(5) 기타 : 해안지역, 공업도시와 같은 가혹한 조건 이외의 산간부 및 전원지대를 말한다.

4.5.5.7 도장계(塗裝系)

(1) 도장계는 시공시 도장전문업체에서 제출한 승인된 특수사양에 따라 조정되어야 한다.

(2) 도장계는 각 도료의 전색제를 주체로 한 일반적 명칭으로, 엑폭시수지계, 염화고무계, 후탈산수지계 등과 같이 분류되어 있으며 1차 프라이머, 하도, 중도, 상도라는 도료의 조합, 도장회수 및 도장장소까지 구분했다.

(3) 도막두께에 대해서는 소지면의 조도, 용접부, 강재의 모퉁이부분 등의 문제가 있으므로 표준치를 표시해서 최저치를 두었으나 특히 핀홀이 생기기 쉬운 용접부는 반드시 도장할 필요가 있다.

(4) 또한 개폐장치의 기계류는 통상 블라스트클리닝(Blast cleaning)을 적용하는 것은 어려우나 전동공구나 디스크샌더(Disc sander)등을 써서 커머셜블라스트 (Commercial blast)에 준한 수준으로 하는 것이 바람직하다.

(5) 해수 중에 설치되는 문비에서 해중 미생물의 부착을 방지할 필요가 있는 것은 방오도료를 칠할 수가 있다.

4.5.5.8 도장시공

(1) 하지처리

① 강재의 하지처리는 제철소 또는 공장에서 블라스트장치를 써서 모래, 광재, 그리트(Grit) 또는 쇼트(Shot)등의 연소재(硏掃材)를 강재면에 압축공기로 뿜어서 밀스케일(Mill scale)(흑피), 적청, 또는 기타의 때를 제거하는 작업이지만 전처리로서 강재면에 부착해 있는 유지류(그리스, Machine 유)를 신너(Thinner)등의 유기용제를 이용하여 닦아내야 한다.

② 피도장물의 소지면의 하지처리 판정은 주관적인 것이므로 판정하기가 어렵지만 SSPC 및 SIS로 미리 하지처리의 급수를 표준사진으로 표시하고 있으므로 이 사진과 대비하면 서 판정하는 것이 바람직한 방법이다.

③ 하지처리는 제철소에서 일반적으로 시행하고 있는 SSPC의 커머셜블라스트로 했다. 제품가공 전에 블라스트한 것은 가공 후 용접한 자리, 손상부를 센더, 파워브러쉬(Power brush)등으로 녹을 제거한 다음 소정의 도장을 하여야 한다. 또한 블라스트 이외의 하지처리로서 염산, 유산, 인산 등의 산용액에 의한 산세법도 있으나 소지면은 커머셜블라스트면과 같은 정도로 제청되어 있어야 한다.

(2) 도장시공의 제한

① 다음과 같은 경우에는 원칙적으로 도장시공을 하여서는 안된다.

가. 기온이 5℃ 이하일 때

나. 습도가 85 % 이상일 때

다. 도료가 경화 건조되기 전에 비가 올 염려가 있을 때

라. 강재의 표면에 습기가 있을 때

마. 염천으로 인하여 도장면에 기포가 생길 염려가 있을 때

바. 중복되는 도장의 경우 전도막의 건조가 불충분할 때

② 도장할 때의 기상조건, 기온은 매우 중요하므로 습도 90 % 이상에서 워시프라이머(Wash primer)를 도장하면 백화현상이 생겨 층간 박리의 원인이 되므로 다른 도료를 감안하여 85 % 이상으로 규정하였다. 기온이 낮아지면 도료의 점도가 증가해서 작업성이 나빠지고 더구나 도료 건조는 극단으로 나빠진다. 특히 에폭시수지계, 탈-에폭시는 10℃ 이하가 되면 극단으로 건조시간이 늦어지지만 다른 도료의 종합적 견지에서 5℃ 로 규정하였다.

③ 탈-우레탄(Tar-Urethane)수지도료는 10℃ 이하에서도 도장간격은 24H ~7D으로 할 수 있다. 또 피도장면의 온도가 35℃ 이상이 되는 여름에는 도료의 건조가 빨라지

지 않도록 주의가 필요하다.

④ 앞에서 기재한 도장간격은 기온 20℃, 습도 75 % 를 기준으로 하고 있으나 조건이 다른 경우는 간격에 다른 점이 있다는 것에 주의해야 한다.
특히 탈-에폭시수지계, 에폭시수지계에 대해서는 최대 도장간격이 7일 이내이므로 운반, 설치까지의 사이가 장기간이 걸리는 것은 공장에서 도장하는 것을 원칙으로 하나 부득이할 경우에는 피도면을 거칠게 하는 등의 필요한 조치를 취한다. 상시수중에 있는 문비의 경우는 도장과 전기방식을 병용하면 효과가 있다. 이 경우에도 도장에 의한 방식이 주이고 전기방식은 보조여야 한다.

(3) 전기방식법

① 전기방식법에는 유전양극방식과 외부전원방식이 있으나 문비의 경우에는 시공이 간단한 유전양극방식이 주로 쓰인다. 전기방식법의 종류와 장단점을 비교하면 다음표와 같다.

<표 4.5.-23> 전기방식법의 종류와 장단점 비교

구분	유전양극방식	외부전원방식
장점	1. 설치방법이 간단하다. 2. 방식대상체가 작은 경우 비용이 경제적이다. 3. 근접 타배관에 간섭 영향이 없다. 4. 과방식의 염려가 없다. 5. 외부의 전원이 필요 없다. 6. 유지관리비가 적다.	1. 방식효과의 범위가 넓다. 2. 방식 대상체가 클 경우 비용이 경제적이다. 3. 양극 소모가 적다. 4. 전압, 전류의 조정이 쉽다. 5. 양극 설치 수량이 적다. 6. 비저항으로 인한 제한이 적다.
단점	1. 방식효과의 범위가 작다. 2. 방식대상체가 클 경우 비용이 크다. 3. 양극 소모로 일정기간 보충해야 한다. 4. 방식전류의 조절이 곤란하다. 5. 비저항이 낮은 물이나 토양환경 외에는 활용하지 못한다. 6. 양극 설치 수량이 많다.	1. 방식대상체가 작은 경우에는 초기 투자비가 많이 든다. 2. 강력하여 근접 타배관에 간섭을 준다. 3. 과방식에 주의해야 된다. 4. 외부전원이 필요하다. 5. 유지관리비가 많다. (전력비, 인건비)

4.5.6 검사

(1) 문비의 제작과정에서는 재료검사, 치수검사, 용접검사, 공장가조립검사, 현장검사를 할 것이 필요하다. 그러나 문비의 종류, 규모, 중요도에 따라서 그 일부를 생략할 수도 있다.

4.6 이설 및 진입도로

4.6.1 일반사항

(1) 이설도로 및 진입도로 건설은 합리적인 계획과 설계가 이루어지도록 하여야 하며, 저수지 수변과 인접 지역으로의 동물이동 단절방지 및 서식지 훼손의 최소화 방안을 노선 선정시 충분히 검토한다. 이설도로는 댐 건설에 따른 수몰 등으로 인하여 사용하지 못

하는 기존도로의 대체도로를 말하며, 진입도로는 댐 공사를 위하여 댐 건설지 또는 기타 부대시설 등에 접근하기 위한 도로를 말한다.

(2) 이설도로 및 진입도로는 “KDS 67 35 00” 농도의 설계기준을 참고한다.

4.6.2 설계시 고려사항

(1) 댐 건설로 수몰되는 도로의 이설계획을 제시한다.

(2) 이설도로는 도로의 기능확보, 인근 주민의 편의 제공, 장래 지역발전 및 경제성을 고려하여 합리적인 계획이 되도록 한다.

(3) 댐 건설을 위해 필요한 이설 및 진입도로 등을 위한 측량은 기능과 목적에 부합되도록 시행되어야 한다.

(4) 이설도로 공사를 실시하기에 앞서 공사의 목적, 내용 및 규모에 따라 적당한 세부측량이 선행되어야 한다. 일반적으로 댐 지점의 상·하류부에 걸쳐서 좌·우안의 가용면적을 정확히 파악하고 상호 연관성이 깊은 가설비는 한 곳으로 모아서 배치함으로써 유기적인 기능이 발휘될 수 있도록 한다.

(5) 이설도로는 보통 저수지 주변에 개설되므로 도로의 구조시설 기준 및 농도의 구조시설 기준에 따라 설치하며 주변경관과 조화되도록 노선과 도로단면 계획에 유의한다.

(6) 진입도로 노선은 공사비, 댐 및 부대시설 배치계획, 공사재료원, 시공계획, 지역여건 등을 고려하여 공사에 편리하도록 계획한다. 만일 기설도로가 있으면 운반자재의 양, 크기, 중량 등을 고려하여 개량 정비한다.

(7) 진입도로는 공공도로와는 달리 사용기간이 짧고 사용목적이 제한되는 점을 특히 고려한다. 따라서 진입도로의 규모는 도로 건설비와 댐 축조비의 경제성 검토에서 결정된다.

4.6.3 도로계획 및 설계 절차

(1) 도로의 계획 및 설계는 도로 현황 및 교통, 노선, 경제, 환경, 토질, 그리고 용지 및 보상, 물가, 기상, 장애물 등에 대한 조사가 이루어져야 한다. 이설 및 진입도로의 설계는 관련계획 검토, 조사예정지 검토, 예정지 노선답사, 현장조사, 노선측량, 설계기준사항 검토, 도로구조 계획, 도로설계 등의 순서로 실시한다.

4.6.4 기하구조

(1) 도로의 설계속도와 기하구조는 도로의 중요도, 계획교통량, 지형, 환경조건을 고려하여 결정한다.

① 기하구조 설계시 고려하여야 할 사항

가. 도로의 기능, 교통량과 이의 구성, 설계속도, 지형, 경제성, 차량특성, 인간특성, 안전성, 환경적 측면을 고려한다.

② 설계기준자동차

가. 설계기준자동차는 도로 구조설계의 기준이 되는 자동차를 말하며, 이설 및 진입 도로의 설계에는 중·대형자동차가 안전하고 원활하게 통행할 수 있도록 한다.

③ 설계속도

가. 설계속도

(가) 설계속도는 도로의 기하구조를 결정하기 위해 사용되는 것으로 도로의 구조면에서 보는 경우와 차량의 주행면에서 보아 다음과 같이 정의한다. 즉, 도로구조면에서 보면 차량의 주행에 영향을 미치는 도로의 물리적 형상을 상호 관련시키기 위하여 정해진 속도를 말하며, 차량 주행면에서 보면 도로설계요소의 기능이 충분히 발휘될 수 있는 조건하에서 보통의 운전자가 도로의 어느 구간에서나 쾌적성을 잃지 않고 안전하게 주행할 수 있는 속도를 말한다.

나. 주행속도

(가) 주행속도는 지형이나 연도(沿道)상황 및 도로의 실제 선형을 따라서 운전자가 선택하는 속도를 말하며, 일반적으로 주행속도는 설계속도의 70～90% 정도이다.

다. 설계속도의 결정

(가) 설계속도는 도로설계의 기본이 되는 속도로서 도로의 구분, 도로의 중요도, 계획교통량, 지형, 환경조건을 고려하여 결정하며, 지방지역의 국지도로(군도) 및 면도에서는 50km/h, 산지는 40km/h 이상으로 한다. 다만, 지형상황 등을 고려하여 부득이하다고 인정되는 경우에는 위의 속도에서 20km/h를 뺀 속도를 설계속도로 할 수 있다.

라. 설계속도와 기하구조의 관계

(가) 설계속도와 기하구조의 관계에서 직접 관련되는 요소는 곡선반경, 곡선 길이, 완화곡선길이, 종단기울기, 종단곡선길이, 시거, 편기울기 등이며, 간접 관련 요소는 차선폭, 길어깨 폭, 확폭 등이다.

④ 설계구간

가. 설계구간은 도로 기능, 지역 및 지형과 계획교통량에 따라 동일한 설계기준을 적용하는 구간을 말하며, 노선의 성격이나 중요성, 지역 및 지형 상황이 대체로 같은 구간은 원칙적으로 동일한 설계구간으로 함이 바람직하다.

(가) 설계구간의 길이

㉮ 동일한 설계구간은 자동차가 안전하고 쾌적하게 주행할 수 있는 충분한 길이를 가져야 하며, 지방지역의 기타 도로에 대한 설계구간의 표준 길이는 15～10 km로 하며, 부득이한 경우 설계속도만을 떨어뜨리는 최소구간의 길이는 2 km로 한다.

(나) 설계속도가 다른 구간을 접속시킬 경우에는 인접한 설계구간과의 설계속도의 차이는 20km/h 이하가 되도록 하되, 점차적으로 감속을 유도한다. 또한, 급격한 기하구조 변경은 운전자의 기대감 상실로 사고를 유발할 우려가 있

으므로 충분한 거리에서 운전자가 인지할 수 있도록 접속한다.

⑤ 횡단면 구성

가. 도로의 횡단면을 구성하는 데는 계획도로의 기능, 계획목표년도의 계획수준, 교통의 안전성과 효율성 등을 고려할 필요가 있다. 횡단 구성면의 표준은 보도가 없는 경우와 한쪽 또는 양쪽에 보도를 설치하는 경우로 구분한다.

⑥ 선형 설계

가. 도로의 선형 설계시에는 자동차 주행의 충분한 안전성, 쾌적성, 경제성을 확보할 수 있도록 배려하고, 동시에 선형이 지형, 지질, 경관 등의 조건에 대하여 적응성을 가지며 기술적·경제적으로 타당하여야 한다. 평면선형은 직선, 원곡선 및 완화곡선으로 구성되고, 종단선형은 2차 포물선과 직선으로 구성되며, 선형설계시 평면 또는 종단선형을 개별적으로 검토하지 않아야 한다. 종단선형 설계시 지형과 적합하며, 원활한 선형이 되도록 한다.

4.6.5 횡단면 구성

4.6.5.1 횡단면 계획시 유의사항

(1) 필댐이 느슨한 사질지반에 축조된 경우나 지진 등의 외력에 의하여 과잉 간극수압의 상승에 의하여 전단강도가 저하될 것으로 예상되는 기초지반이나 제체에 대하여는 액상화에 대한 안정성을 검토한다.

(2) 일반적으로 도로의 횡단면을 구성하는데 있어서 고려하여야 할 사항은 다음과 같다.

① 계획도로의 기능에 따라 횡단면을 구성하며, 설계속도가 높고 계획교량량이 많은 노선에 대해서는 높은 규격의 횡단구성요소를 갖출 것.

② 계획목표년도에 대한 교통수요와 요구되는 계획수준에 적응할 수 있는 교통처리 능력을 갖출 것.

③ 교통의 안전성과 효율성을 검토하여 구성할 것.

④ 교통상황을 감안하고 필요에 따라서는 자전거 및 보행자를 분리할 것.

⑤ 교차접속부의 교통처리 능력, 교통처리 방식 및 필요한 경우 출입제한 방식도 검토할 것.

⑥ 인접지역의 토지이용 실태 및 계획을 충분히 감안하여 연도에 대한 생활환경보전에 노력할 것.

⑦ 도로의 횡단구성 표준화를 도모하여 도로의 유지관리, 양호한 경관확보, 유연한 도로기능을 확보할 것.

4.6.5.2 횡단면 구성요소

(1) 도로의 횡단 구성요소는 차도, 중앙분리대, 길어깨, 주정차대, 자전거도로, 자전거보행자도, 보도, 식수대 및 측대로 이루어지며, 지방지역도로의 횡단면 구성은 표준으로 하고, 지형적 조건에 따라 조정한다.

<표 4.6-1> 지방지역의 도로 횡단 구성면의 표준

구 분	설계 속도 (km/h)	차선폭 (m)	길 어깨(m)		측대 (m)	보도 (m)
			우측	좌측		
집산도로 (지방도 및 군도)	50~60	3.0	1.25	0.5	0.25	1.5
국지도로 (군도)	40~50	3.0	1.0	0.5	0.25	1.5

① 차도

가. 도로의 차선수는 도로의 구분 및 기능, 지형 상황, 설계시간 교통량 등을 고려하여 정한다. 차로의 폭은 도로의 구분, 설계속도 및 지역 등에 따라 다르나 설계속도 60 km/h 미만인 경우에는 3 m 이상으로 한다. 2차선 이상인 도로의 차선폭은 노면표시의 중심선에서 중심선까지로 하며, 폭은 3 m 이상으로 한다. 리도를 1차선으로 설계하는 경우에는 5 m 이상 차선폭을 원칙으로 하되 지형상황 등을 참작하여 부득이하다고 인정하는 경우에는 차선폭을 4 m 이상으로 할 수 있다.

② 길 어깨

가. 도로의 주요 구조부를 보호하거나 차도의 효용을 유지하기 위하여 도로에는 차도와 접속하여 길 어깨를 설치한다. 차도의 오른쪽 길 어깨의 폭은 도로의 구분과 설계속도에 따라 최소폭은 0.5~1.0 m 이상으로 한다.

4.6.6 선형 설계

4.6.6.1 선형 설계요소

(1) 이설 및 진입도로의 선형은 도로의 특성상 설계속도 최고 60 km/h 까지를 주 고려대상으로 하며, 선형(alignment)은 도로 중심선이 입체적으로 그리는 형상으로, 평면선형과 종단선형으로 구분된다.

① 평면선형

가. 평면선형은 도로의 중심선이 입체적으로 그리는 형상을 평면적으로 본 것으로, 평면선형은 자동차의 주행궤적에 따르도록 직선, 원곡선 및 완화곡선으로 구성되며 고려해야할 요소는 곡선반경, 곡선 길이, 곡선부의 편기울기, 곡선부의 확폭 및 완화구간 등이다.

② 종단선형

가. 종단선형은 도로의 중심선이 입체적으로 그리는 형상을 종단적으로 본 것으로, 종단선형은 직선과 곡선으로 구성된다. 설계요소로는 종단기울기, 종단기울기구간의 제한길이, 종단곡선, 오르막차선 설치 등이 있다.

③ 선형 설계시 고려 사항

가. 평면, 종단선형을 개별적으로 검토하지 말 것

나. 개개의 선형이 아닌 일련의 선형으로 검토할 것
다. 직선을 우선으로 하고 곡선을 보조적인 선형으로 하지 말 것
라. 최소규격에 구속되지 말고 여유있게 할 것

4.6.6.2 평면선형시 유의사항

(1) 평면선형시 유의사항은 다음과 같다.
① 선형은 주변 지형에 적합해야 한다.
② 선형은 연속적이어야 한다.
③ 도로 교각이 작은 경우에는 곡률이 실제보다 크게 보이는 착각을 방지하기 위 하여 충분한 곡선길이를 확보하여야 한다.
④ 높은 성토가 연속되는 구간에는 가능한한 곡선반경을 크게 한다.
⑤ 직선과 원곡선 사이에 클로소이드(clothoid) 곡선을 삽입할 때 클로소이드의 파라미터 A(m)와 원곡선 반경 R(m)과의 사이에는 $\frac{R}{2} \leq A \leq R$ 이 되게 하고, 곡선반경 R이 큰 경우에는 $\frac{R}{3} \leq A \leq R$ 가 되도록 한다.
⑥ 배향곡선 사이에 짧은 직선을 삽입하는 것은 피하도록 한다.
⑦ 평면선형의 설계시 종단선형과 조화를 이루도록 한다.

(2) 평면선형의 설계 방법
① 평면 선형구성의 종류는 긴 직선-짧은 곡선에 의한 선형구성, 긴 곡선-짧은 직선에 의한 선형구성, 연속적인 곡선에 의한 선형구성으로 구분한다.
② 긴 직선-짧은 곡선에 의한 선형 구성은 과거에서부터 전통적인 설계수법으로 이용되어 왔으며, 이는 주어진 지형조건에서 기본이 되는 도로축선의 직선을 먼저 설정하고, 이들을 원곡선과 클로소이드곡선으로 연결하는 방법으로, 보통 도시내 또는 평야부 지역에서 사용된다.
③ 연속적인 곡선에 의한 선형 구성은 곡선이 연속될 수록 시각적으로 원활함의 정도가 증대되며, 이는 주어진 지형조건 등에서 먼저 기본이 되는 원곡선을 설정하고, 이들 원곡선을 적절한 클로소이드 곡선으로 연결하는 새로운 선형설계방법이다. 일반적으로 산이나 골짜기가 많은 지방지역인 저수지 이설도로 및 농도에 적합한 방법이다.

(3) 평면선형설계요소중 원곡선(최소곡선반경, 최소곡선길이), 완화곡선길이 산정 및 완화곡선 생략 등에 대한 계산 및 적용은 농도의 구조 · 시설기준과 도로의 구조 · 시설기준(건설교통부, 1999)의 곡선반경, 곡선의 길이, 완화구간을 참조한다.

(4) 평면선형요소 설계
① 평면곡선반경
가. 자동차가 곡선부를 안전하게 주행할 수 있도록 곡선부의 최소 회전반경을 정하여야 하는데, 이설 및 진입도로에서는 차도의 곡선부의 곡선반경은 당해차도의 설계속도에 따라 “<표> 최소 평면곡선반경의 길이” 이상으로 한다.

나. 최소 곡선반경의 규정치는 안전성과 쾌적성이 확보되도록 정해져 있지만 이들은 최소한의 값이며, 선형의 균형(balance)을 생각하여 최소곡선반경의 규정치를 적용하는 것을 될 수 있으면 피하고 가능하면 최소곡선반경의 규정치의 1.5배 정도를 최소치로 하여 설계하는 것이 바람직하다.

② 노면에서 횡방향으로 미끄러지지 않기 위한 최소 회전반경은 설계속도와 편기울기, 노면 마찰계수 사이에 다음 관계식으로 나타낼 수 있다.

$$R > \frac{V^2}{127(i+f)}$$

여기서, R = 최소곡선반경(m), V = 설계속도(km/h), i = 편기울기(%),
f = 노면과 타이어 사이의 마찰계수이다.

〈표 4.6-2〉 최소 평면곡선반경

설계속도 (km/h)	최소 평면곡선반경 (m) 적용 최대 편기울기		
	6 %	7 %	8 %
60	140	135	130
50	90	85	80
40	60	55	50
30	30	30	30
20	15	15	15

평면곡선부의 최소곡선반경에서 편기울기 최대치는 도로의 구분 및 지역의 기상조건에 따라서 i = 6 % 및 8 %로 규정되어 있으며, f = 0.10~0.15 이다.

② 도로의 곡선길이

가. 도로의 최소 곡선길이는 다음과 같은 조건을 고려하여 정한다.

(가) 운전자가 핸들조작에 불편을 느끼지 않을 조건

㉮ 곡선부 길이를 L(m), 곡선부 통과시간을 t(s), 속도를 V(m/s)라 하면 L은 다음과 같이 나타낼 수 있다. 운전자가 핸들조작에 불편을 느끼지 않을 곡선부의 통과시간은 4 초간의 곡선길이도 무리가 없다고 알려져 있으며, 이는 최소완화구간의 2배가 된다.

$$L = t \cdot V$$

(나) 곡선반경이 실제보다 짧게 보이는 착각을 일으키지 않을 조건

㉮ 외선길이를 N, 최소완화구간의 길이 l, 도로교각을 θ라 하면, 곡선의 길이 L(m)는 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$L = 2l = 688\frac{N}{\Theta}$$

(다) 이상 계산에서 차도의 평면곡선부의 중심선 길이는 "〈표〉 평면곡선의 길이"의 길이 이상으로 한다. 도로 구조·시설기준에 관한 규칙에서는 도로의 교각이 5o 이상일 경우는 (1) 조건을, 5o 미만일 때는 (2) 조건을 만족하도록 하고 있다.

③ 곡선부의 편기울기

가. 평면곡선부에서 자동차가 원심력에 저항할 수 있도록 하기 위하여 설치하는 횡단기울기로서, 당해도로의 구분, 지역의 적설정도, 설계속도, 평면곡선반경 및 지형상황 등을 고려하여 편기울기를 둔다.

(가) 편기울기 설치 요령

㉮ 도로의 곡선부를 주행하는 자동차는 원심력을 받게 되는데 노면과 타이어 간에 생기는 마찰에 의해서 이에 대항하며, 횡단방향으로도 안정된 주행을 유지할 수 있도록 편기울기를 설치한다. 공사의 시공성 및 유지관리면에서 도로 곡선부의 최대 편기울기는 지방지역의 적설 한냉지역은 6 %, 기타지역은 8 %로 이내로 한다.

<표 4.6-3> 평면곡선의 길이

설계속도 (km/h)	평면곡선의 최소 길이 (m)		
	도로 교각이 5° 미만인 경우	도로 교각이 5° 이상인 경우	비 고
60	350/θ	70	θ 는 도로 교각의 값으로 2° 미만이면 2° 로 한다.
50	300/θ	60	
40	250/θ	50	
30	200/θ	40	
20	150/θ	30	

(나) 편기울기 접속설치 비율

㉮ 곡선부를 확폭하는 경우에는 완화구간내에서 편기울기를 접속 설치하며, 편기울기 접속 설치비율은 주행 쾌적성에 문제가 없는 범위에서 설치한다.

<표 4.6-4> 편기울기 접속설치 비율

설계속도 (km/h)	60	50	40	30	20
편기울기 접속설치비율	1/125	1/115	1/100	1/75	1/50

(다) 편기울기 설치길이 산정식

㉮ 편기울기 설치는 원칙적으로 완화곡선 전체길이에 걸쳐서 시행하며, 길이 산정식은 다음과 같다.

$$L_s = \frac{B \cdot \triangle i}{q}$$

여기서, L_s : 편기울기의 설치 길이(m), B : 기준선에서 차도까지의 거리(m),

$\triangle i$: $|i_1 - i_2|$ 시점과 종점의 기울기차이 절대값, q : 편기울기 설치율(m/m)

④ 평면곡선부의 확폭

가. 차도 곡선부의 차선 폭은 당해 곡선부의 곡선 반경에 따라 결정한다.

(가) 설계차량과 확폭량의 산정기준 : 설계차량은 중·대형 자동차를 대상으로 해서 확폭량을 산정하며, 확폭을 필요로 하는 최소 곡선반경은 계산으로 구한 확폭량이 0.20 m 이상이 되는 반경을 대체로 기준으로 해서 그 보다 큰 곡선반경의 경우에는 확폭하지 않는다. 또한 차선당 최소 확폭량은 설계 및 시공상의 편리를 고려하여 0.25 m 단위로 확폭량을 정하며, 설계속도 40 km/h미만의 저속에 대하여는 차량의 차선중심선상에서 어느 정도까지는 차선의 좌측으로 이동하여 운전이 가능하다는 점과 경제성을 고려하여 확폭량을 정한다.

<표 4.6-5> 곡선부의 확폭량 (단위 : m)

곡선 반경	차선당 최소확폭량	곡선반경	차선당 최소확폭량
100 이상 150 미만	0.25	25 이상 30 미만	1.25
55 이상 100 미만	0.50	20 이상 25 미만	1.50
40 이상 55 미만	0.75	18 이상 20 미만	1.75
30 이상 40 미만	1.00	15 이상 18 미만	2.00

4.6.6.3 종단선형시 유의사항

(1) 종단선형시 유의사항은 다음과 같다.

① 선형은 지형에 적합하고 원활하여야 한다.

② 앞쪽과 뒤쪽 끝만 보이고 중간이 푹 패여 보이지 않는 오목형 종단곡선은 피하도록 한다.

③ 오목부에 삽입하는 종단곡선은 충분히 길게 하여 시각적으로 원활한 선형이 되도록 한다.

④ 동일 방향으로 굴곡하는 두 종단곡선 사이에 짧은 직선 구간을 두는 것은 피하도록 한다.

⑤ 길이가 긴 오르막구간에서는 오르막기울기가 끝나는 정상부근에서 기울기를 비교적 완만하게 선형을 계획한다.

⑥ 종단기울기는 완만하게 할수록 좋지만 노면배수를 위하여 최소 0.3~0.5 %의 종단기울기를 둔다.

⑦ 오르막길이가 길고 종단기울기가 큰 경우에는 오르막 차선 설치와 기울기를 낮추어 설치하지 않는 방안을 비교한다.

⑧ 터널내 환기를 고려하여 장대터널의 오르막 기울기는 2 % 이내로 하고, 특별한 경우에도 3%를 넘지 않도록 한다.

⑨ 교량 위치가 오목선형에 있지 않도록 한다.

(2) 종단선형의 설계 방법

① 종래 종단선형의 설계방법은 평면선형 설계와 마찬가지로 먼저 지형의 변화에 따른 요철에 맞추어 기준점이나 절성토의 균형 등의 조건을 고려하여 직선형으로서 종단

기울기를 설정하고 이들을 연결하는 직선에 따라 종단형상의 기본형이 정해지며, 다음에 종단기울기의 변화점에 종단곡선을 필요에 따라 적절한 길이로 삽입시키는 방법이다.

② 새로운 설계 방법은 먼저 지형에 맞추어 종단곡선을 설정하고, 인접하는 종단곡선끼리는 접하도록 하거나 직선을 삽입하여 연결해 가는 방법이다. 두 종단곡선을 포괄하는 하나의 종단곡선으로 치환한다.

③ 종단곡선을 될 수 있는 대로 크게 잡는 것은 설계와 시공의 양면에서 어려우나, 완성되면 도로는 지형에 잘 어울리고 연속적으로 흐르는 듯한 인상을 주어 쾌적한 주행을 할 수 있다.

(3) 평면 및 종단선형을 이상적으로 조합시키는 요령

① 직선부에서 종단선형은 긴 연장의 일정한 기울기 구간에서 국부적인 작은 굴곡을 피하도록 한다.

② 곡선부에서 종단선형은 단구간의 둥근 언덕모양의 굴곡을 피하고, 긴 구간에 걸쳐 종단기울기를 일정하게 하도록 한다.

③ 종단곡선상에 긴 연장의 직선기울기에 있는 굴곡은 멀리 떨어진 옆에서 보이지 않는다.

④ 두 평면곡선 사이에 종단선형상 정점부의 짧은 직선구간 : 곡선사이의 짧은 직선구간과 정점부의 반향곡선(reverse curve)은 피한다.

⑤ 종단곡선상 굴곡의 바닥에 변곡점의 설치를 피한다.

⑥ 언덕 등에 의하여 도로의 일부가 보이지 않아서 도로가 불연속된 것처럼 보이는 불연속 효과를 줄인다.

⑦ 평면곡선과 종단곡선이 다른 방향으로 대응하여 균형된 도로인 경우에 시각 효과가 좋다.

⑧ 평면곡선 반경에 있어서 교각이 매우 작을 때는 작은 곡선반경보다 큰 곡선반경이 바람직하다.

⑨ 긴 연장의 직선부와 평면곡선이 적은 것을 조합하여 원활하지 못한 경우에는 직선부와 곡선부 사이에 완화구간을 설치한다.

(4) 식재에 의한 시각환경

① 하향기울기의 좌회전 커브에서 도로 우측의 식재는 운전자에게 불안감을 해소시키며, 직선부 또는 곡선부의 변곡점 부근에 정점이 있을 때 도로 우측의 식재는 도로의 선형을 운전자에게 미리 알리는 역할을 해준다.

(5) 종단기울기 및 종단곡선 설치

① 종단기울기 및 종단곡선 설계시 유의사항은 다음과 같다.

가. 서로 다른 종단기울기를 접속시키는 경우 연속된 급기울기의 중간에 극히 짧은 구간의 평탄구간이나 완기울기를 삽입하지 말 것

나. 적설 및 한냉지에서는 급기울기를 피할 것

다. 대형차가 많은 경우, 오르막차선을 설치하는 것의 경제성을 검토할 것

라. 긴 평탄구간은 좋지 않으며, 노면배수를 고려하여 0.3~0.5 %의 종단기울기를 설치한다.

마. 하나의 평면곡선내에서 종단선형의 요철을 반복하는 것은 피한다.

바. 긴 곡선구간에 오목형 종단곡선의 삽입은 피한다.

사. 같은 방향으로 굴곡하는 두 직선사이에 짧은 직선의 삽입은 피한다.

② 종단기울기 및 종단곡선 길이

가. 종단기울기는 도로의 진행방향 중심선의 길이에 대한 높이의 비율을 말하며, 도로의 구분, 지형상황과 설계속도에 따라 차도의 종단기울기 및 종단길이는 다음과 같다. 종단곡선의 길이는 종단곡선의 최소변화비율에 의하여 산정한 길이와 "<표> 차도의 종단기울기 및 종단길이" 의 종단곡선의 최소길이 중 큰 값 이상으로 한다.

<표 4.6-6> 차도의 종단기울기 및 종단길이

설계속도 (km/h)	종단 기울기 (%)		종단곡선의 최소길이 (m)
	표 준	부득이한 경우	
60	5	7	50
50	6	9	40
40	7	10	35
30	8	11	25
20	10	13	20

(6) 평면선형과 종단선형의 조합

① 평면선형과 종단선형의 조합은 도로환경과 조화를 이룰 수 있도록 설계시 ① 선형의 시각적 연속성을 확보할 것, ② 선형의 시각적, 심리적 균형을 확보할 것, ③ 노면의 배수 및 자동차의 운동역학적 요구에서 적합한 기울기가 취해질 수 있는 조합을 택할 것, ④ 항상 도로환경과의 균형을 고려할 것 등에 유의한다.

4.6.6.4 포장설계

(1) 차도는 교통량, 노상의 상태, 기후조건, 경제성, 시공성 및 유지관리 등을 고려하여 적절한 두께 및 재질 등의 구조로 포장한다. 포장은 아스팔트콘크리트 포장 또는 시멘트콘크리트 포장으로 하고, 계획교통량, 자동차의 중량, 노상의 지지력, 기상상황, 경제성 등을 고려하여 포장구조를 결정한다. 다만, 교통량이 적거나 특별한 사정이 있는 경우에는 토사계 포장 구조로 할 수 있다.

(2) 이설도로 포장을 계획하기 전에 포장형식 검토, 포장단면 가정, 최적단면 결정, 동결깊이 검토, 포장구조 결정과 같은 순서에 의해서 포장형식을 먼저 결정한다.

① 포장의 종류

가. 도로는 교통량, 노상의 상태, 기후조건, 경제성, 시공성 및 유지관리 등을 고려

하여 자동차가 안전하고 원활하게 통행할 수 있는 공법으로 포장한다. 도로의 포장은 가요성 포장인 아스팔트 콘크리트 포장과 강성포장인 시멘트 콘크리트 포장, 토사계 포장 등으로 분류되며, 포장공법을 선정할 때는 재료, 장비, 지형, 지세와 기후조건 등과 같은 영향인자와 구조적 특성, 시공성, 주행성, 경제성, 내구성, 미끄럼 저항 및 노면안정성 등을 고려한다.

② 아스팔트 포장과 시멘트콘크리트 포장

가. 아스팔트 포장은 노반 위에 아스팔트 혼합물로 포장하여 표면을 노면으로 사용하는 것을 말하며, 표층, 중간층, 기층, 보조기층으로 이루어져 있다. 콘크리트 포장은 콘크리트 슬래브를 표층으로 하는 포장을 말하며, 콘크리트 슬래브 및 보조기층으로 구성되어 있다. 일반적으로 아스팔트 콘크리트포장과 시멘트 콘크리트포장의 장단점은 아래 표와 같다.

〈표 4.6-7〉 아스팔트 포장과 시멘트콘크리트 포장의 장 · 단점

포장 / 항목	아스팔트 포장	콘크리트 포장
내구성	· 중차량 증가로 포장수명 단축 · 5~10년마다 덧씌우기 필요	· 중차량에 대한 내구성 양호 · 포장수면 20~30년
주행성	· 소음, 진동이 적고 평탄성 및 승차감 양호	· 소음, 진동이 있고 평탄성 불리
시공성	· 시공경험 풍부, 포장설비 유리 · 품질관리에 숙련도 요함	· 포장 장비가 까다로우나 슬립폼 페이버 사용으로 시공성 향상
미끄럼 저항성	· 다소 불리	· 초기에는 아스팔트포장에 비해 다소 유리함
양생기간	· 양생기간이 짧아 즉시 교통개방 가능	· 양생기간이 길어 교통 중단
유지보수 및 경제성	· 유지보수가 잦아 보수비 고가 · 부분 보수작업 용이함 · 유가변동에 영향을 받음	· 유지보수가 없어 보수비 저렴 · 보수작업이 어려움 · 시멘트 수급 파동에 영향을 받음

또한, 아스팔트 포장과 콘크리트 포장에 대하여 토질, 지역교통, 재료, 기상, 공사기간, 경제성 등의 적용 조건을 비교하면 아래의 〈표〉와 같다.

〈표 4.6-8〉 아스팔트 포장과 콘크리트 포장의 적용조건 비교

구분 / 항목	아스팔트 포장	콘크리트 포장
토질조건	· 토질 적용성 유리	· 불균질 토질에는 불리
지역교통 조건	· 중차량이 많은 구간은 불리(내구성 불리) · 조기 교통개방이 필요한 곳 적용에 유리 : 양생기간이 짧다.	· 내구성 양호로 중차량 구간 유리 · 조기개통구간은 불리 : 양생기간이 길다
현지재료 조건	· 노반공사비가 많이 소요 · 노반재료입수가 곤란한 곳에 불리	· 노반재료 입수가 곤란한 곳에 적용시 유리
기상조건	· 강우, 강설량이 많거나 고온 다습 지대 등에 불리 · 수분에 약함	· 기상작용(수분)에 대한 저항성 유리
공사기간	· 공사기간 급박한 경우 유리 · 시공성, 양생 등 유리	· 공사기간 급박한 경우 불리
경제성 (유지보수)	· 초기 건설비 다소 유리 · 유지보수가 잦아 보수비는 고가, 보수작업은 용이 · 유가변동에 영향을 받음	· 초기 건설비 다소 비싸다 · 유지보수 별로 없어 보수비는 유리, 보수작업은 어려움 · 시멘트 수급 파동에 영향

③ 아스팔트 및 콘크리트 포장 설계법

가. 이설 및 진입도로 포장은 농도의 구조 · 시설기준에 있는 포장설계 방법을 적용하고, 기타 세부내용은 도로포장 설계 · 시공지침(건설부, 1991)을 참조한다. 우리 나라는 AASHTO방법(1972) 및 TA법을 주로 사용하고 있다.

(가) 포장설계는 다음과 같은 조건을 만족하도록 한다.

㉮ 작용하중에 의해 발생하는 노상응력이 허용치 이하가 되도록 한다.

㉯ 환경조건에 맞는 내구적인 구조물이어야 한다.

㉰ 안전하고 쾌적한 자동차 주행이 되도록 한다.

나. 아스팔트 포장 설계법

(가) AASHTO INTERIM GUIDE METHOD (1972)

(나) 개정 AASHTO METHOD (1986)

(다) TA법

다. 콘크리트 포장 설계법

(가) PCA 방법(Portland Cement Association Method)

(나) AASHTO INTERIM GUIDE METHOD (1972)

(다) 개정 AASHTO METHOD (1986)0

④ 토사계 포장

가. 토사계 포장은 자연 흙을 이용하거나 노상 위에 자갈, 쇄석, 모래 등을 깔고 표면 을 노면으로 사용하는 것으로 다른 포장 형식보다 훨씬 경제적이므로 교통량이 적은 도로에 많이 사용한다. 현장조건에 따라 적용하며, 토사도와 사리도의 특징은 다음과 같다.

(가) 토사도

㉮ 토사도는 자연토사만을 사용하는 도로로서 구조가 간단하지만 노면이 약

하기 때문에 파손이 크다. 물에 약하고 동상 피해 및 배수에 유의하여야 하며, 토사도의 재료는 조립분이 많고 결합재로서 적당량의 점토가 섞인 것이 좋다. 표면배수를 위한 횡단 기울기는 3~6 % 정도로 크게 하며, 종단 기울기는 0.5~4 %의 범위를 사용한다. 표면건조를 위해서 햇볕이 잘 드는 곳을 택한다.

(나) 사리도

㉮ 사리도는 노면을 자갈, 쇄석, 모래 등으로 만든 도로로서 배수에 유의하고, 사리도의 노반두께는 일반적으로 10~20 cm 정도이다.

⑤ 동결에 대비한 포장설계

가. 한냉지에는 교통하중에 대하여 필요한 두께와 동결깊이를 비교하여 도로가 동상으로 파괴되지 않도록 한다. 동결깊이(depth of frost penetration)는 노면에서 지중온도가 0℃인 선까지의 깊이를 말하며, 이를 결정하는 방법에는 직접 측정하는 방법과 그 지방의 일평균기온 및 열전도율 등의 기상자료로부터 추정하는 방법이 있다. 이중 동결지수와 동결깊이와의 관계는 다음과 같다.

$$z = C\sqrt{F}$$

여기서, z는 동결깊이(cm), F는 동결지수(℃·day), C는 노면의 일조조건, 토질, 배수조건 등에 따라 결정되는 계수로서 3~5의 값을 사용한다.

나. 보통, 북쪽으로 향한 산악도로에서 용수의 침투가 많고 실트질이 많은 토질의 경우 C = 5 정도, 햇빛이 적당히 있고 토질 및 배수조건이 양호하면 C = 3, 중간 조건이면 C = 4 를 사용한다. 그리고, 전체 동결깊이로부터 비동상재료층의 두께를 산정한다. 동상방지층 재료는 배수성이 양호한 재료로서 최대입경은 100 mm 이하, 직경 0.075 mm 이하의 함유량이 15% 이하, 0.02 mm 이하의 함유량이 3 % 이하인 쇄석 또는 모래를 사용한다.

〈표 4.6-9〉 전국 지점별 동결지수 (단위 : ℃·day)

지점	지반고 (m)	동결지수	동결기간	지점	지반고 (m)	동결지수	동결기간
춘천	74.0	823	79	보은	170.0	786	61
강릉	26.0	309	60	영동	40.0	708	60
수원	36.9	801	60	보령	33.0	515	60
서산	19.7	613	60	정읍	30.0	439	61
청주	59.0	630	60	남원	115.0	465	60
포항	5.6	213	56	무주	190.0	675	59
군산	26.3	430	60	함평	9.0	435	26
전주	51.2	393	60	장흥	40.0	328	60
울산	31.5	174	56	순천	23.0	802	112
충무	32.2	97	44	영주	145.6	708	60
목포	53.4	150	56	의성	73.0	515	60
제천	220.0	947	102	울진	11.0	626	60
충주	50.0	802	112	거창	224.9	626	61

4.6.6.5배수시설

(1) 도로에는 도로구조의 안정과 도로시설의 보전, 교통안전, 유지보수 등을 위하여 구, 우수집수정 및 도수로, 배수관 등 적절한 배수시설을 설치한다.

(2) 도로 파괴는 직접 또는 간접적으로 물이 원인이 되어 일어나는 경우가 많다. 그러므로 도로의 설계, 시공 및 유지에 있어서는 포장이나 구조물 못지 않게 배수시설에도 유의한다. 도로설계에서 고려하여야 할 배수의 종류는 표면배수, 지하배수, 횡단배수 등으로 분류할 수 있다.

① 배수시설 계획시 유의사항

가. 배수계획 및 설계를 위해서는 ① 지형 및 지표면의 피복상황, ② 강우량, 기온, 일사 등의 기상자료, ③ 토질, 지질 및 투수성, ④ 기존 배수시설 단면과 배수계통 등을 조사하여 배수시설의 위치, 형식, 수량 등을 결정한다.

나. 배수시설에는 측구, 배수구, 배수관, 암거(culvert) 등이 있는데 각각의 기능에 따라 설계유량을 흐르게 하도록 충분한 배수능력과 적절한 유속을 얻을 수 있도록 배려하고 교통에 지장이 없도록 구조나 배치에 주의한다.

다. 노면배수를 위하여 도로의 횡단기울기를 차도부 1.5~2 %, 길어깨는 4%를 원칙으로 하고 노측으로 집수되는 표면수는 측구를 통하여 신속한 배수가 되도록 한다.

라. 절토부의 경우에는 노측에 측구를 설치하여 노면수 및 표면수를 종방향으로 유도시키며 종단기울기에 따라 측구의 형식 및 재료를 결정한다.

마. 도로를 횡단하는 수로와 종단 배수된 유수를 집수하여 유출시키기 위하여 배수관 및 암거 등의 횡단배수시설을 설치한다.

② 배수 유말처리

가. 도로배수는 반드시 하천 또는 배수로까지 유도하도록 계획한다. 소규모 측구에서 넘친 우수나 비탈 끝에 측구를 설치하지 않는 경우에 비탈면을 흐른 우수 등은 자연방류하도록 설계하는데 인근 전, 답 등에 유입되지 않도록 계획한다.

③ 배수시설의 규모 결정

가. 배수시설의 규모 결정은 축척 1/25,000 지형도상의 계획노선에 대하여 유역면적과 구조물 설치 위치별 유량을 배수구조물 설계법에 의거 계산을 한 후 현지조사를 실시하여 과거의 최고 홍수위, 기존 구조물 규격 등의 필요한 자료를 수집한다. 현지조사 항목은 과거 최고 홍수위, 부근 기존 구조물의 규격, 부근 수리시설 현황 및 용량, 하천 현황 등이며, 자료수집 항목에는 강우강도, 강우시간(지속시간), 강우빈도 등이다.

(가) 설계빈도 적용

구조물의 종류별 설계빈도 기준은 다음과 같다.

㉮ 교량 : $L < 100$ m의 소교량은 50년, $L \geq 100$ m의 장대교는 100년

㉯ 측구 : 5년 ③ 암거 및 배수관 : 25년 ④ 노면 및 비탈면 배수 : 3년

(나) 표면 배수시설의 크기를 결정하기 위한 계획유출량은 아래의 식의 합리식 또는 단위도법 등을 이용하여 산정한다.

$$Q = \frac{1}{3.6} CiA$$

여기서 Q : 유출량(㎥/s), C : 유출계수, I : 강우강도(㎜/h), A : 집수면적(㎢)



집필위원	분야	성명	소속	직급
	관개배수	김선주	한국농공학회	교수
	농업환경	박종화	한국농공학회	교수
	토질공학	유 찬	한국농공학회	교수
	구조재료	박찬기	한국농공학회	교수
	수자원정보	권형중	한국농공학회	책임연구원



자문위원	분야	성명	소속
	농촌계획	손재권	전북대학교
	수자원공학	윤광식	전남대학교
	지역계획	김기성	강원대학교
	수자원공학	노재경	충남대학교
	농지공학	최경숙	경북대학교
	관개배수	최진용	서울대학교

건설기준위원회	분야	성명	소속
	총괄	한준희	농림축산식품부
	농업용댐	오수훈	한국농어촌공사
	농지관개	박재수	농림축산식품부
	농지배수	송창섭	충북대학교
	용배수로	정민철	한국농어촌공사
	농도	조재홍	한국농어촌공사 본사
	개간	백원진	전남대학교
	농지관개	이현우	경북대학교
	농지배수	남상운	충남대학교
	취입보	김선주	건국대학교
	양배수장	정상옥	경북대학교
	경지정리	유 찬	경상대학교
	농업용관수로	박태선	한국농어촌공사 본사
	농업용댐	손재권	전북대학교
	농지배수	김정호	다산컨설턴트
	농지보전	박종화	충북대학교
	농업용댐	김성준	건국대학교
	해면간척	박찬기	공주대학교
	농업수질및환경	이희억	한국농어촌공사 본사
	취입보	박진현	한국농어촌공사 본사

중앙건설기술심의위원회	성명	소속
	이태옥	평화엔지니어링
	성배경	건설교통신기술협회
	김영환	한국시설안전공단
	김영근	건화
	조의섭	동부엔지니어링
	김영숙	국민대학교
	이상덕	아주대학교

농림축산식품부	성명	소속	직책
	한준희	농업기반과	과장
	박재수	농업기반과	서기관

설계기준
KDS 67 10 20 : 2018

농업용 필댐 설계

2018년 04월 24일 발행

농림축산식품부

관련단체 한국농어촌공사
58217 전라남도 나주시 그린로 20(빛가람동 358) 한국농어촌공사
☎ 061-338-5114 E-mail : webmaster@ekr.or.kr
http://www.ekr.or.kr

(작성기관) 한국농공학회
06130 서울시 강남구 테헤란로 7길 22(역삼동 365-4) 과학기술회관 본관 205호
☎ 02-562-3627 E-mail : j6348h@hanmail.net
http://www.ksae.re.kr

국가건설기준센터
10223 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283(대화동)
☎ 031-910-0444 E-mail : kcsc@kict.re.kr
http://www.kcsc.re.kr

※ 이 책의 내용을 무단전재하거나 복제할 경우 저작권법의 규제를 받게 됩니다.

KDS 67 10 25 : 2018

농업용 콘크리트댐 설계

2018년 04월 24일 제정
http://www.kcsc.re.kr

농림축산식품부



건설기준 코드 제·개정에 따른 경과 조치

이 코드는 발간 시점부터 이미 시행 중에 있는 설계용역이나 건설공사에 대하여 발주기관의 장이 필요하다고 인정하는 경우 종전에 적용하고 있는 기준을 그대로 사용할 수 있습니다.

건설기준 코드 제·개정 연혁

- 이 기준은 KDS 67 10 25 : 2018 으로 2018년 04월에 제정하였다.
- 이 기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 건설기준 간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.
- 이 기준의 제·개정 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요사항	제·개정 (년. 월)
농업생산기반정비사업 계획설계기준 필댐편	• 농업생산기반정비사업 계획설계기준 필댐편 제정	제정 (1968. 12)
농업생산기반정비사업 계획설계기준 댐편	• 콘크리트댐에 관한 사항을 종합하여 댐편으로 개정	개정 (1982. 12)
농업생산기반정비사업 계획설계기준 콘크리트댐편	• 농업생산기반정비사업 계획설계기준 댐편으로부터 분리하여 콘크리트댐편 제정	제정 (1989. 12)
농업생산기반정비사업 계획설계기준 필댐편	• 농업생산기반정비사업 계획설계기준 필댐편 개정	개정 (2002. 12)
KDS 67 10 25 : 2018	• 국토교통부 고시 제2013-640호의 “건설공사기준 코드체계” 전환에 따른 건설기준을 코드로 정비 • 건설기술진흥법 제44조 및 제44조의 2에 의거하여 중앙건설심의위원회 심의· 의결	제정 (2018. 04)

제 정 : 2018년 04월 24일
개 정 : 년 월 일
심 의 : 중앙건설기술심의위원회
자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회
소관부서 : 농림축산식품부 농업기반과
관련단체(작성기관) : 한국농어촌공사(한국농공학회)

목 차

1. 일반사항 ····· 1
1.1 목적 ····· 1
1.2 적용 범위 ····· 1
1.3 참고기준 ····· 1
1.4 용어의 정의 ····· 1
1.5 기호 정의 ····· 1
1.6 댐의 형식에 의한 분류 ····· 1
1.7 댐 위치 및 형식의 선정 ····· 1
2. 조사 및 계획 ····· 1
2.1 설계홍수량 ····· 1
2.2 설계홍수위 ····· 3
2.3 저수용량 ····· 3
2.4 퇴사량 추정 ····· 5
2.5 제체의 비월류부 높이 및 여유고 ····· 6
3. 재료 ····· 7
3.1 콘크리트의 배합설계 ····· 7
3.2 콘크리트의 강도 및 설계 기준 ····· 7
3.3 콘크리트의 단위 중량 ····· 7
3.4 물-시멘트비와 단위 시멘트량 ····· 8
3.5 콘크리트의 반죽질기와 단위수량 ····· 8
3.6 AE콘크리트의 공기량 ····· 8
3.7 잔골재율 ····· 8
3.8 콘크리트의 물리계수 ····· 8
4. 설계 ····· 8
4.1 제체 및 기초지반의 설계 ····· 8
4.2 댐에 작용하는 하중 ····· 17
4.3 제체의 세부설계 ····· 18
4.4 온도규정 ····· 25

농업용 콘크리트댐 설계

1. 일반사항

1.1 목적

- 내용 없음

1.2 적용 범위

- 내용 없음

1.3 참고 기준

(1) 농지개량사업계획 설계기준, 1989 : 콘크리트댐편
(2) 농업생산기반정비사업계획 설계기준, 2002 : 필댐편
(3) 댐 설계기준, 2011

1.4 용어의 정의

- 내용 없음

1.5 기호 정의

- 내용 없음

1.6 댐의 형식에 의한 분류

(1) KDS 67 10 05 농업용댐 설계 일반사항을 참조한다.

1.7 댐 위치와 형식의 선정

(1) KDS 67 10 05 농업용댐 설계 일반사항을 참조한다.

2. 조사 및 계획

2.1 설계홍수량

(1) 댐 설계홍수량은 댐의 안전을 위하여 기상 및 수문조사 등에 의하여 적절히 결정한다. 콘크리트댐의 설계홍수량은 확률적으로 200년에 1회 발생하는 것으로 추정된 확률홍수

량, 관측 혹은 홍수흔적 등으로 추정된 기왕 최대홍수량 및 수문, 기상여건이 비슷한 인접지역에 있는 수문, 기상자료로서 추정한 최대홍수량 중에서 큰 값을 설계홍수량으로 한다.

(2) 댐 설계홍수량은 댐 설계상 고려되어야 할 최대홍수량으로서 기술적으로 판단되는 최대규모의 홍수를 원칙으로 한다. 다만, 그 값을 정하는 확정적인 방법이 없으므로 다음 값 중에서 최대값을 채택한다.

2.1.1 200년 확률홍수량

(1) 확률적으로 200년에 1회 발생하는 것으로 기대되는 홍수량의 추정방법으로 장기간의 홍수량자료의 빈도분석에 의하여 직접 추정하는 방법과 장기간의 강우자료로부터 그 유역의 유출특성을 고려하여 간접적으로 추정하는 방법이 있다.

(2) 확률홍수량 추정에서 전자의 방법이 최선의 방법이나 우리나라 현실에서는 거의 고려할 수 없고, 실용상 후자의 방법인 강우자료로부터 간접적으로 추정하는 방법을 채용하는 수가 많다.

(3) 또한 강우관측기간이 짧은 경우 200년 확률홍수량의 추정에 문제가 있을 경우에는 100년 확률홍수량에 1.2배를 하여 200년 확률홍수량으로 할 수도 있다.

2.1.2 기왕최대홍수량

(1) 댐 지점에서 관측된 최대홍수량과 과거의 홍수누적으로부터 추정된 기왕최대홍수량 중에서 큰 값을 댐 지점의 기왕최대홍수량으로 한다.

2.1.3 지역최대홍수량

(1) 호우는 반드시 동일지점에 집중한다고 할 수 없으며 대개 기상조건이 유사한 어느 곳에서도 발생한다. 이는 계획중의 댐 지점에서 과거에 큰 홍수를 경험하지 않았던 곳도 기상조건이 유사한 지역 내에 발생한 최대급의 호우가 장래 발생할 가능성이 있다는 것을 의미한다. 이에 따른 최대급의 유출을 계획 시에 고려하는 것이 지역최대홍수량이며 이는 다음과 같이 추정한다.

① 기상조건 및 홍수유출특성이 비슷한 동일지역 내에서 신뢰할 수 있는 기왕의 최대홍수 비유량 곡선이 얻어지는 경우에는 당해 댐의 유역면적에 대한 홍수 비유량을 구하여 이것에 지역면적을 곱하여 홍수첨두유량을 추정한다.

② 당해 댐 유역과 기상조건이 유사한 동일유역 내 (대략 50km 권내)의 우량 관측 점에서 기왕 최대급의 호우가 당해 댐 유역에서 발생하는 경우의 댐 지점에서 예상되는 홍수첨두유량을 계산에 의하여 추정한다.

③ 상기에서 추정된 홍수첨두유량 중에서 큰 것을 지역최대홍수량으로 한다.

2.2 설계홍수위

(1) 댐 설계홍수위는 댐 설계홍수량이 물넘이로 유하할 때 댐 비월류부의 직상류부에서의 최고수위이다. 이 설계홍수위는 댐의 안정계산, 댐 비월류부의 높이결정 및 물넘이의 방류능력을 결정하기 위하여 사용된다.

(2) 일반적으로 댐에 유입하는 홍수는 저수지에 유입하여 저수위를 높이고, 물넘이를 따라 유하하는 것으로 월류량첨두값은 유입량보다 다소 작은 것이 보통이므로 저류효과를 발생시킨다.

(3) 그러나 게이트식 물넘이가 있는 댐에서 게이트의 조작이 지연되면 저류효과가 현저하게 감소될 수 있으므로 홍수조절을 목적으로 하지 않는 댐에서는 물넘이에 게이트가 없는 것이 좋다. 또한, 유역면적에 비하여 저수면적이 현저히 큰 댐만이 저류효과를 고려하여 설계홍수위를 정하도록 하고 그 밖의 댐에서는 저류효과를 고려하지 않는 것이 좋다.

(4) 설계홍수위는 “KDS 54 10 15 : 2016” 댐설계 계획을 참조한다.

2.3 저수용량

(1) 저수지는 그 저수목적에 따라 필요한 이수용량과 홍수조절용량 즉, 치수용량을 확보할 수 있도록 하여야 한다.

(2) 저수용량은 “KDS 54 10 15 : 2016” 댐설계 계획을 참조한다.

① 저수용량

가. 총 저수용량

(가) 저수지의 총 저수용량은 유효저수량에 퇴사량을 포함한 사수용량을 더한 양이다.

(나) 이 유효저수량은 농업용수, 생활용수, 공업용수, 발전용수 및 하천의 유지용수 등과 같은 이수용량과 홍수 조절용과 같은 치수용량 등을 합한 저수용량을 말한다. 퇴사량은 저수지 내에 유입토사가 퇴적될 것으로 예측되는 양이다.

(다) 특히 농업용 댐은 농업용수보급과 농업관계피해방지를 위한 홍수조절이 그 대상이 된다.

나. 유효저수량

(가) 이수용량

㉮ 농업용수량

• 이수용량 중 농업용수의 보급을 위한 필요저수량은 일반적으로 10년에 1회 정도의 갈수를 기준으로 하여 취수지점의 누계부족량의 최대용량을 구하고, 여기에 수로 손실량, 저수면의 증발량 및 지체침투 손실량 등을 추가하여 구한다.

㉯ 생・공업용수량

• 농어촌의 이주계획, 공업단지 및 관광단지계획 등을 참작하여 댐 계획시 장래의 필요량을 산정하여 용수량을 확보하는 것도 고려한다.

(나) 사수용량

㉮ 취소시설에 토사나 공기 등의 혼입을 방지하기 위하여 퇴사면상에 사수용량을 취한다. 구조상 퇴사면상에서 취수가 불가능하여 최저이용가능수위가 퇴사면상에 계획될 때 그 사이의 이용할 수 없는 수량을 말한다. 또한 사수용량은 저수지의 유효저수량을 얻는데 수문, 방수관, 발전기의 제작조건으로 수압이 낮고 수위변동폭이 적을수록 경제적이므로, 이와 같은 저수지의 형상문제로부터 사수용량을 설정하는 수도 있다.

(다) 당시만수위

㉮ 당시만수위는 비경수시 댐에 의하여 저류 될 수 있는 유수의 댐 지점에서의 최고 수위이다. 당시만수위는 댐 구조안전을 검토할 때의 기준이 되는 수위의 하나로서 이수댐에서는 그 계획에서 확보할 수 있는 최대저수량을 저류할 때의 수위이며 홍수조절을 목적으로 하는 댐에서는 비 홍수시 저류하는 최고수위 이다.

㉯ 이수를 목적으로 하는 댐에서는 그 사용목적에 따라 각종 용량과 사수용량의 조합으로 결정되는 저수지용량에 대응되는 수위이다.

㉰ 홍수조절을 목적으로 하는 댐의 홍수조절용량은 댐의 저수용량이기는 하나 댐에 일시적으로 저류하는 용량이므로 당시만수위에 대한 용량과는 관계가 없다. 홍수 시에 당시만수위보다 낮은 수위를 유지하는 수도 있으나 수위를 홍수조절 댐에서는 홍수위 제한수위라고 한다.

㉱ “댐에 의하여 저류될 수 있는”이라고 함은 댐의 저수지 운영계획, 홍수유출해석, 구조설계 등을 고려하여 계획적으로 결정된다는 취지이다.

(라) 서차지 수위

㉮ 서차지 (surcharge)수위는 홍수시에 호수 조절량에 의해 일시적으로 승하는 비월류부의 수위로서 댐 구조의 안전을 검토할 경우에 기준이 되는 수위의 하나이다.

② 홍수조절용량

가. 치수용량이라고도 하는 홍수조절용량은 홍수기에 홍수조절을 목적으로 일정수위(홍수기 제한수위)로서 유지할 때 이 수위에서 설계홍수위 까지의 용량이다. 이 홍수기 제한수위 이하의 양을 홍수조절에도 이용하며 이수와 홍수조절에 모두 이용이 가능한 양으로 홍수기 이수용량이라고도 한다.

나. 또한 홍수조절에 필요한 저수지의 용량확보를 위해서는 조절 전에 홍수 파형을 예상해야 하며 이는 홍수유출해석에 의하여 구한다. 홍수유출해석방법은 표면유출모델, 저류함수법, 탱크모델, 호우강도별 단위도를 전제로 한 단위도법 등이 있으며 적용은 가장 타당한 것을 채용한다.

③ 용량 배분

가. 저수지의 용량배분은 유효용량과 퇴사용량을 포함하고 있는 사수용량으로 구분된다. 이수목적과 홍수조절목적을 동시에 가지고 있는 댐에서는 일반적으로 제한수위

설정방식에 의하는 것이 많다. 게이트를 가진 댐에서 예비방류의 방식이 저수지를 고도로 이용할 수 있게 하므로 효율이 좋은 방식이나 관리상의 검토를 할 필요가 있다.

2.4 퇴사량 추정

(1) 퇴사량은 댐의 저수용량결정, 댐의 안전도검토 및 홍수시 저수지 상류부의 배사검토 등을 고려하여 정하여야 하며 설계 퇴사량은 원칙적으로 100년간의 퇴사량을 추정하여 정한다. 다만 효과가 확실한 퇴사방지시설 등이 있는 경우에는 그 효과를 고려하여도 된다.

(2) 퇴사량 추정은 “KDS 54 10 15 : 2016” 댐설계 계획을 참조한다.

2.4.1 퇴사량에 미치는 여러 가지 요소

2.4.1.1 유역면적

(1) 퇴사의 공급원인 유역의 크기는 퇴사량에 관계가 있다.

2.4.1.2 유역의 토질적 조건

(1) 암석의 종류, 풍화의 정도, 토질구조, 유역의 붕괴상황 등은 퇴사량에 큰 영향이 있다.

2.4.1.3 유역의 지형적 조건

(1) 고도, 기복의 정도, 기울기 등과 같은 지형조건은 유역의 붕괴에 큰 영향이 있다.

2.4.1.4 유역의 식생

(1) 유역내의 산림, 초지, 농경지 등과 같이 토지의 이용상태와 식생의 종류, 피복도 등은 토양침식에 영향이 있다.

2.4.1.5 기상적 조건

(1) 강우량, 강우강도, 강우지속시기, 강우의 분포, 강우빈도 등과 같은 강우특성은 유역의 산지붕괴, 토양침식에 직접적으로 관계되며 하천의 홍수량과 퇴사량에 직접요인이 된다.

2.4.1.6 하천의 수리적 특성

(1) 하안의 침식과 토사의 운송은 하천의 유량, 유속, 수심, 소유력, 수면과 하상의 기울기, 토사의 성질에 따라 좌우되며 저수지퇴사에 대한 지배적인 요인이 된다.

2.4.2 퇴사량의 추정방법

(1) 저수지의 퇴사용량을 정확하게 예상한다는 것은 곤란하므로 기존 댐의 유사량 실측자

료로써 추정하는 것이 바람직하다.

(2) 댐 퇴사의 근원이 되는 하천의 유사량은 기상조건, 지형, 지질, 홍수의 규모, 퇴사의 입도, 댐 상류부의 사방계획 등에 따라 결정된다.

(3) 이 퇴사량의 결정에 대해서는 우리나라에서 부분적인 연구와 기존 댐(소양강댐, 안동댐, 대청댐, 섬진강댐 등)에서 조사를 하였으나 설계기준으로 정리할 종합적인 자료가 없으므로 외국에서 사용 하고 있는 댐 퇴사량 추정방법을 적용, 퇴사량을 비교 분석하여 결정할 수 있다.

2.4.3 퇴사형상

(1) 저수지의 유효저수량 및 제체의 안정성검토를 위하여 고려하는 이압하중의 퇴사량 형상은 원칙적으로 설계 퇴사량을 대상으로 하며, 이것이 저수지의 최심부에 수평으로 퇴사 되는 것으로 설계한다. 그러나 실제의 퇴사는 경사지게 쌓이므로 계획설계에 있어서는 가능한 퇴사분포형상을 예측하여 취수구와 방류설비의 입구 등에 대한 설치위치의 결정, 배수의 검토에 있어서도 적절한 퇴사형상으로 추정하여 설계하는 것이 바람직하다. 또한 건설 후는 당시 퇴사량에 의한 용량감소를 실측하여 합리적인 저수지조작을 할 필요가 있다.

2.5 제체의 비월류부 높이와 여유고

(1) 제체의 비월류부 높이는 당시만수위, 서차지수위 및 설계홍수위에 안정상 필요한 여유고를 더한 높이중 가장 높은 높이로 한다. 콘크리트댐의 댐 마루 높이는 비월류부의 최상면 높이로 한다.

(2) 제체의 비월류부 높이와 여유고 “KDS 54 50 00” 댐설계 계획을 참조한다.

2.5.1 댐 높이

(1) 댐 높이는 기초지반에서 댐 마루 까지의 연직거리 이다. 이 댐 높이는 기준고와 여유고로 나누며, 기준고는 기초지반에서 계획최고수위 까지이고 여유고는 계획최고수위에서 댐 마루까지의 연직거리 이다.

2.5.2 댐 마루 높이

(1) 콘크리트댐의 댐 마루 높이는 물결막이 (parapet), 난간 등을 포함하지 않는 비월류부의 최고면 높이를 말하며, 비월류부 높이는 댐 마루 높이와 같다.

2.5.3 제체의 비월류부 높이

(1) 댐 제체의 비월류부 높이는 댐 마루 높이와 동일하다. 제체의 비월류부 높이 결정은 댐 마루 결정 즉, 최종적인 댐 높이 결정에 주요한 요소가 된다. 제체의 비월류부 높이는 물넘이 게이트의 유무에 따라 당시만수위, 서차지(surcharge)수위, 설계홍수위에 대한

높이를 구하고 안전상 게이트의 조작사고에 의한 수위상승은 홍수량의 크기와 사고의 지속시간에 비례하고, 담수면적에 반비례한다. 일반적으로 물넘이 게이트가 있는 경우의 조작사고에 의한 수위상승고는 게이트가 없는 댐보다 0.5m를 더한다.

(2) 비월류부 높이 산정의 기준이 되는 저수지 수위는 당시만수위, 서차지수위 및 설계홍수위의 저수면에서 파랑의 높이를 가산한다.

(3) 이 파랑은 지진과 바람에 의한 것이 있으며 지진에 의한 것은 당시만수위에 대하여 전파고, 서차지 수위에 대해 1/2 파랑고를 더하는 것으로 하고, 설계홍수위에 대해서는 고려하지 않는 것으로 한다.

(4) 이는 설계홍수위와 지진이 동시에 발생하지 않는다고 가정하기 때문이다.

2.5.4 여유고

(1) 계획최고수면상의 여유고는 예측하지 않는 대홍수, 수문조작상 불의의 사고, 바람 또는 지진에 의한 파랑 등에 예비하여 여유를 피하는 높이로서 비월류부 높이에서 설계최고수위를 뺀 값으로 한다.

3. 재료

(1) 콘크리트 잔골재, 굵은골재 및 그밖의 골재를 시멘트와 물에 의해 굳어진 구성체이며 내구성, 수밀성 및 소요의 강도를 가진 것이라야 한다.

(2) 콘크리트재료에 대한 상세한 내용은 “KCS 14 20 00 구조재료공사”를 참조한다.

(3) 콘크리트 재료는 “KDS 54 50 00” 콘크리트 중력댐 및 “KDS 54 70 00 : 2016” 콘크리트 아치댐 설계기준을 참고한다.

3.1 콘크리트의 배합설계

(1) 댐 콘크리트의 배합은 소요강도, 단위중량, 내구성, 수밀성을 가지고 경화시의 온도상승 및 건조수축이 적고 또한 작업에 적당한 워커빌리티와 수화열을 적게하는 범위내에서 단위수량이 적은 것을 시험으로 정한다.

3.2 콘크리트의 강도 및 설계기준

(1) 콘크리트의 배합강도는 재령 91일의 압축강도 및 인장강도를 기준으로 한다. 다만 필요에 따라서 재령 28일에 있어서의 강도를 기준으로 해도 좋다.

3.3 콘크리트의 단위중량

(1) 콘크리트의 단위중량은 실제로 사용하는 재료 및 배합으로부터 정해야 하며, 일반적으로 $2.3t/m^3$ 이상을 표준으로 한다.

3.4 물-시멘트비와 단위시멘트량

(1) 물-시멘트비는 콘크리트의 서계기준강도와 내구성을 고려하여 결정하여야 하며 단위시멘트량은 소요강도, 내구성, 수밀성 등을 가지는 콘크리트가 되도록 시험에 의해 정해야 한다.

3.5 콘크리트의 반죽질기와 단위수량

(1) 콘크리트의 반죽질기는 작업이 가능한 범위 내에서 될 수 있는 대로 된 비빔을 해야 한다. 단위수량은 작업이 가능한 범위 내에서 될 수 있는 대로 적게 되도록 시험에 의해서 정해야 한다.

3.6 AE콘크리트의 공기량

(1) 댐 콘크리트에는 AE콘크리트를 사용하는 것을 원칙으로 한다.

3.7 잔골재율

(1) 잔골재율은 소요의 워커빌리티가 얻어지는 범위내에서 단위수량이 최소가 되도록 시험에 의하여 정한다.

3.8 콘크리트의 물리계수

(1) 댐 콘콘리트의 물리계수는 실제로 사용할 재료 및 배합의 콘크리트로 시험을 해서 결정하는 것을 원칙으로 한다.

4. 설계

4.1 제체 및 기초지반의 설계

(1) 제체와 기초지반의 설계는 충분한 안정성을 확보하도록 설계한다.

(2) 제체 및 기초지반의 설계는 “KDS 54 50 00” 콘크리트 중력댐 및 “KDS 54 70 00 : 2016” 콘크리트 아치댐 설계기준을 참조한다.

4.1.1 제체 및 기초지반의 설계 조건

(1) 제체와 기초지반의 설계조건은 적절한 예상하중과 위험상태를 고려하여 결정한다.

4.1.2 기초지반의 안정성 검토

(1) 기초암반은 원칙적으로 현장시험을 실시하고 그 결과 및 암반의 상태를 고려하여 안전성을 판정한다.

(2) 기초암반의 안전성검토는 기초에 어떤 처리가 필요하다면 기초처리후의 자료를 근거로 검토를 하여 다음과 같은 사항을 고려하여야 한다.

① 각 재료에 대한 전단력, 불연속부분의 전단마찰저항력, 그리고 이질재료사이 접촉면의 전단강도 (기초면과 콘크리트면 사이의 접촉면)

② 각 재료의 투수성

③ 기초의 단성계수 또는 변형계수

4.1.2.1 기초암반의 설계식

(1) 전단강도

① 전단강도는 현장시험(원위치전단시험 등)을 실시하여 종합적으로 판단해서 정한다. 단, 암반이 양호하고 실내시험 및 기타 적절한 방법으로 추정한 전단강도가 분명하게 소요의 안전율을 갖는 것으로 인정되는 경우에는 댐 규모를 고려하여 생략할 수도 있다.

(2) 탄성계수 또는 변형계수

① 기초암반의 탄성계수 또는 변형계수는 기초암반의 변형을 고려하여 해석하는 경우에 필요하나 이 계수는 암의 종류, 성질 외에 풍화, 균열, 심(Seam), 건조 등의 정도에 따라 다르므로 암반이 양호하고 실내시험 및 기타 적절한 방법으로 그 값을 추정할 수 있는 경우를 제외하고는 원칙적으로 현지시험을 실시하고 그 결과와 지질상태를 종합하여 정한다.

(3) 기초지반의 변형

① 중력댐에서 기초의 정확한 변형계수를 알기 위해서는 다음의 사항들을 파악하여야 한다.

가. 수직이나 수평방향으로 기초면을 따라서 물리적인 성질이 다른 곳의 상대변형의 크기 결정

나. 댐 근접지역이나 댐 아래부분기초의 변형계수가 국부적으로 작은 값을 나타낼 때, 이로 인하여 기초나 댐에 일어나는 압력집중에 대한 결정.

다. 세세한 안정해석에 이용되는 압력분석의 결정

라. 변형계수는 탄성 변형율과 비탄성 변형율의 합인 총 변형율과 압력과의 비율이다. 따라서 탄성계수는 압력과 탄성변형율과의 비이다.

마. 기초조사를 통하여 보링 시험표본의 탄성계수, 현장잭킹(Jacking)시험에 의한 탄성계수 또는 변형계수, 단층이나 재료의 변형계수, 보링공 충전시의 접합에 대한 자료 등을 구하여야 한다.

(4) 기초의 강도

① 암반기초의 압축강도는 댐의 두께 결정에 있어 주요한 요소가 된다.

② 암반의 질이 균등하지 않은 곳에서는 많은 시험을 실시하여 하중이 전달되는 부분

의 암반종류에 따른 압축강도를 구하여야 한다. 기초내의 전단저항력과 댐 기초면 사이의 전단저항력은 기초내부재료와 콘크리트와 암반접촉부의 유착력과 내부마찰각으로 계산된다.

③ 이러한 요소들은 시험실에서의 시험과 현지시험으로 결정되며, 전단저항력은 다음의 쿠롬(Coulomb)식으로 결정된다.

$$R = CA + N\,T\,\tan\phi$$

여기서, R : 전단저항력(t)

C : 단위면적당의 점착력(t/m^2)

A : 단면적(m^2)

N : 수직력 (t)

ϕ : 내부마찰각(도)

(5) 이 식에서 전단저항력과 수직하중은 직선관계를 갖고 있다. 대부분의 암반에서는 이러한 직선관계가 성립하나 곡선관계를 갖는 암반도 많이 있다. 암반내의 절리부의 전단강도와 수직하중은 직선관계를 나타내지 않는다. 이런 경우에는 실험관계 OA 곡선과 DE 곡선에서 밀접 된 값을 나타내는 구간 N_1 과 N_2 사이의 수직하중에 대해서만 DE 곡선을 이용한다. 또, 직선 BC 를 이용할 경우에는 실제 값과의 편차가 너무 크므로 적절하지 못하다.

① 전단마찰안전율

가. 중력댐의 제체와 기초암반과의 접속면의 전단마찰안전율은 다음 식에 의하여 계산한다.

$$n = \frac{\tau_0 l + fv}{H}$$

여기서, n : 전단마찰안전율 (4 이상)

τ_0 : 암반의 전단강도 (t/m^2)

l : 전단저항을 고려한 길이 (m)

f : 암반의 내부마찰 (전단저항) 계수 $(\tan\phi')$

v : 단위폭 당 전단면에 작용하는 수직력 (장압력 및 지진의 경우를 포함) (t/m)

H : 단위폭 당의 전단력 (지진의 경우를 포함) (t/m)

공동중력댐에서는 전단저항을 고려한 단면적으로, 또 v 및 H 를 그 단면적에 대응하는 수직력 및 전단력으로 각각 바꾸어 적용한다.

나. 암반내부의 단층, 관리 등의 약점이라고 생각되어지는 면의 전단마찰안전율에 대해서는 제체로부터 전달되는 힘, 암반의 자중, 간극압 및 지진력을 고려한다.

② 국부 전단마찰안전율

가. 제체와 기초암반의 접촉면 또는 기초암반내의 강도 또는 변형성이 크게 다른 부분이 존재하는 경우에는 압력에 비하여 암반의 강도가 충분하지 않은 많은 영역이 생기는 수가 있으므로 전단파괴에 대한 안전율을 다음 식에 의하여 계산하고 전단면의 위치, 방향, 암반의 성상 등을 고려하여 검토하여야 하며 안전율이 2 이하가 되는 경우에는 진중한 검토가 필요하다.

$$n' = \frac{\tau\ ' + f'(\sigma - u)}{\tau}$$

여기서, n' : 국부전단마찰안전율 (2이상)

$\tau_0{}'$: 국부전단강도 (t/m^2)

f' : 국부의 내부마찰계수

u : 국부의 전단면에 작용하는 간극압 (t/m^2)

σ : 국부의 전단면에 작용하는 수직압력 (지진의 경우를 포함)

τ : 국부의 전단면에 작용하는 전단압력 (지진의 경우를 포함) (t/m^2)

4.1.2.2 기초의 투수성

(1) 중력댐의 기초설계에서는 기초부의 정확한 정수압분포가 필요하며, 댐하류면단 부근의 파이핑현상에 대해서도 고려하여야 한다.

(2) 지질의 특성에 따른 투수성은 현장시험에 의해 가장 정확하게 결정된다.

(3) 설계에 이용되는 압력분포는 지질학적특성과 기초재료의 특성 및 투수성에 대한 영향을 포함하여야 한다. 이러한 결정은 2차원이나 3차원, 모형실험, 유한요소해석 (FEM)과 전기전인 해석방법에 의해 결정될 수도 있다.

4.1.3 기초처리

(1) 댐의 기초는 댐 지점의 지형, 지질, 암반의 역학적 특성 및 기초의 수밀도가 안정조건에 적합한지를 검토하고, 필요에 따라서 기초암반을 적절히 개량해야 한다.

4.1.3.1 제체와 기초지반의 접촉면

(1) 댐의 기초지반은 제체로 부터 전달되는 모든 하중에 대하여 안전하고, 저수지로부터의 침투수에 대하여 수밀성이 있어야 한다. 「기초지반의 안전성 검토」에 규정된 지지력, 전단강도에 대하여 안전한 기초지반까지 굴착해야 한다. 기초굴착 암반 내에 있는 풍화된 암, 부석 등의 제거, 관리, 균열 등이 많은 부분은 암반의 균일화를 위하여 충분한 처리를 해야 한다.

(2) 또 제체의 전단저항에 대한 안정계산 및 양압력은 제체가 기초암반에 충분히 접착되어 있을때의 값을 취한다. 그러므로 제체와 암반과의 접촉면이 안전하고 설계가정조건을 만족하는 상태로 하여야 한다.

(3) 접착면에 현저한 요철이 있는 경우에는 2차원적인 압력집중과 균열발생의 원인이 되므로 기초굴착후의 전체적인 형상 및 이음매의 형상등에 주의해야 한다. 더욱이 하류로 향한 급한 기울기는 설계에 사용한 안정설계의 가정조건에 대하여 위험하게 되므로 일반적으로 하류로 향한 급한 기울기가 약 1/5정도 이상 되지 않도록 할 것이며 필요에 따라서 암반을 포함한 안전성을 검토한다.

(4) 기초암반이 퇴적암과 같은 경우에는 댐 상류면단에서 하류면으로 역경사를 두어 활동에 대한 저항력을 증가시키는 것이 바람직하다.

4.1.3.2 기초암반의 개량방법

4.1.3.2.1 그라우팅

(1) 암반기초에 그라우팅(Grouting)을 하는 주목적은 댐 밑 부분의 침투를 억제하고, 기초의 강도등을 개량하기 위함이다. 그루아트공의 간격과 깊이, 방향 및 그라우팅방법 등은 댐의 높이와 기초면의 지질특성에 따라 결정된다.

4.1.3.2.2 그라우팅 계획

(1) 조사

① 그라우팅계획에 있어 조사검토해야 할 사항은 시공범위, 주입재료, 그라우트공의 매치, 주입압력, 시공방법 등이 있다. 이에 대한 자료를 얻기 위해서는 지질조사, 루전(Lugeon) 시험, 그라우팅시험을 하여야 한다.

(2) 지질조사

① 댐지점의 지하수분포, 지질구조 즉, 지층의 종류, 구조, 분포상황 또한 각 지층마다 풍화상태, 균열의 폭, 간격, 지향성, 연속성, 그리고 지층경계면의 성상 등을 충분히 파악하여야 한다.

(3) 루전시험

① 루전시험은 기초지반의 침투성을 조사하는 것과 그때의 주입압력 P와 주입량 Q와의 관계로부터 암반의 역학적 성질을 파악하는 것이 그 목적이다. 이 루전시험은 보링공의 $5m$ 정도 밑에 패커(Packer)를 설치하고, 거기에 물을 주입하여 주입압력과 송수량으로부터 투수도를 구하는 것이다. 보링공 $1\ m$ 당 $10kg/cm^2$ 의 주입압력으로 $1l/\min$ 의 물이 주입될 때 이 암반의 투수도를 1루전이라 한다.

② 풍화가 발달한 암반에서는 커다란 주입압력을 채용하기 곤란한 경우가 있고, 또 주입압력을 $10kg/cm^2$ 1로 채용하지 않는 경우에는 일반적으로 주입압력비례로 환산하여 루전치를 구한다.

$$Lu = \frac{10\,Q}{P\,l}$$

여기서, Lu : 루전치

Q : 주입량 $(l / \min)$

P : 주입압력 $\left(kg / cm^2\right)$

l : 시험구간의 길이 (m)

일반적으로 루전시험을 실시하는 구간은 보통 커튼그라우팅(Curtain grouting) 예정 구역의 하상부와 좌・우안에서 댐최대수심의 1/2정도 깊이까지 하는것이 필요하며 지질상 문제가 있는 경우에는 댐의 최대수심과 같은 정도의 깊이까지 실시한다.

(4) 그라우팅시험

① 댐기초의 그라우팅은 암반내의 커다란 틈새에 그라우트를 채워넣어 침투류의 억제를 꾀하는 것이다. 그리고 동일 루전치라도 틈이 커다랗게 존재할 경우에는 그라우트가 다량으로 흡수된다. 그러나 틈은 많지 않으나 전체적으로 균열이 발달되어 있는 경우에는 그라우트가 많이 들지 않는다. 이런 상태를 파악하는데는 현장에서 그라우팅시험을 하는 것이 가장 좋다.

② 이 그라우팅시험은 그라우트공의 간격, 방법의 선정, 주입압력, 자료의 배합등과 같은 시공기준을 결정하는 것이다. 처음 시험해야 할 사항은 한계압과 패커를 조사하는 것이며, 루전시험과 마찬가지로 P-Q 곡선장에 전환점이 발생하는데 이는 주로 암반의 부상에 의한 것이다. 따라서, 이 암반의 부상에 대한 계측을 정확히 함으로써 올바른 루전치와 암반의 불량파악에 이용되는 한계압력을 구할 수 있다.

③ 패커주변의 누수가 문제되는 경우에는 공을 확장하여 시멘트로 충전 후 보링하여 그곳에 패커를 설치하여 시험한다.

④ 한계압력과 패커의 선택이 끝나면 가장 중요한 그라우트공의 간격결정을 위한 시험을 한다. 직선으로 실시하는 중앙내압입법도 있으나 가장 대표적인 공의 위치는 간격을 1/2씩 줄여서 배치하는 것이다.

⑤ 그라우팅공비는 수공비의 비율이 크기 때문에 가능한 한 넓게 하는 것이 바람직하나 지층의 종류, 상태에 따라 그라우트의 도달범위가 다양하게 변화되므로 이것을 실제로 확인하기 위해서는 공의 간격이 큰 것에서 점차적으로 축소하여 그 효과를 판정하도록 한다. 이 때의 주입압력은 암반의 토피가 얇은 부분에서는 $2-5kg/cm^2$ 정도의 작은 압력으로도 국부적인 파괴나 부상을 일으킬 수가 있으므로 안전한 주입압력을 조사하여 결정하여야 한다. 이 시험결과는 그림 4.3.6과 같이 그라우트공의 간격에 따른 루전치와 시멘트 주입량의 변화를 설계자료로 한다.

(5) 그라우트공의 배치

① 커튼그라우팅의 위치는 댐의 상류면이나 갤러리 (Gallery)에서 설치되고, 그 면의 경사는 대부분 연식이지만 암반에 현저한 방향성이 있는 경우에는 경사지게 하는 경우도 있다. 배치는 간격이 좁을수록 효과적이지만 공사비와의 관계를 고려하여 상기시험 등을 통해 유효반경을 결정하는 것이 일반적이다. 보통 종횡의 거리는 유효반경 2배 이하로 하여 각 그라우트공으로부터 주입된 그라우트가 반드시 중복

되도록 배치한다. 댐 축방향으로 1열 또는 여러 열로 (2열 이상인 경우에는 서로 엇갈리게 배치) 주입간격은 1~3m정도로 하며, 그라우트공의 밀도가 작아진 장소에는 보충하여 설치한다. 그라우팅에 의해 암반을 3 ~ 5 루전으로 개량이 가능하면 1열로도 충분하며, 5루전 이하로 개량할 수 없는 경우에는 여러 열로 그라우팅한다.

(6) 압밀그라우팅

① 압밀그라우팅(Consolidation grouting)은 암반의 변형성을 개량하고 기초암반의 강도, 긴밀성의 개량과 기초굴착 때문에 발생하는 암반의 이완을 보강하고 개량하기 위하여 실시하는 것이다. 이로 인해 댐과 기초암반 접착부사이의 변형이 적어지고, 상수작용의 효과도 기대할 수 있다.

② 압밀그라우팅은 댐의 형식, 규모등에 따라 시공범위가 달라진다. 즉, 지질구조, 암반의 역학적성상, 압력분포 등을 고려하여 정한다. 또 압밀그라우팅은 기초암반에 틈이 많은 곳, 심 (seam)이 많은 곳에 집중적으로 하는 것이 바람직하다.

③ 압밀그라우팅에 의한 기초암반의 전단강도의 개량은 원칙적으로 기대하지 않는 것으로 하고, 개량된 전단강도를 고려하는 경우에는 현지시험결과를 바탕으로 해야 한다.

④ 압밀그라우트공의 배치, 깊이 및 방향 등은 암반의 상태, 기초에 작용하는 압력의 크기 및 댐의 형식에 따라 정하여야 한다. 제1차 압밀그라우트공의 배치는 격자형태로 배열되는 수가 많으며 간격은 1.5~3.0m 정도이다. 그라우트공의 깊이는 보통 댐의 규모에 따라 결정되며 일반적으로 5.0~10.0m 정도이다. 그라우트공의 방향은 갈라진 틈에 대하여 45~90 °의 각도로 보링하는 것이 바람직하나 균열의 간격, 성질 및 시공조건에 따라 판단되어야 한다.

(7) 커튼그라우팅(Curtain Grouting)

① 저수지로부터 암반내의 간극을 통하여 하류로 유출되는 침투수를 가능한 방지할 목적으로 실시한다. 간극내의 유연은 동일한 동수경사에 대하여 간극치수의 제곱에 비례하므로 그라우팅에 의하여 간극이 없도록 할 필요가 있다. 그러나 커튼그라우팅의 방수효과는 암질에 따라 그라우팅기술상의 한도가 있으며 시공범위도 방수효과로부터 판단해야 하는 한도가 있다. 이 한도는 각 댐의 부지에 따라 다르므로 실 예와 시험 그라우팅의 결과에 따라 판단해야 한다.

② 시공범위, 시공방법에 대하여는 원칙적으로 댐 높이 이상의 심도와 투수도단면도(Lugeon map)를 기준으로 정한다.

③ 그라우트공의 간격을 결정하는데 루전시험만을 실시하여 결정하기에는 곤란한 점도 있다. 따라서 이 시험과 같이 암질, 균열의 간격 등이 비슷한 다름 댐의 그라우팅자료를 참고로 추정하는 것이 필요하다. 보통 커튼그라우팅의 간격은 주로 0.5~1.0m 정도로 1열이나 2열로 시공된다. 커튼그라우팅의 깊이에 대한 경험식은 다음과 같다.

$$d = \frac{H_1}{3} + C\,.$$

여기서, d : 공의 깊이 (m) H_1 : 댐의 최대수심 (m) C : 정수 (8~23)

$$d = \alpha \cdot H_2$$

여기서, d : 공의 깊이 (m) H_2 : 댐의 최대수심 (m) α : 정수 (0.5~1.0)

④ 미국 개척국에서는 공의 깊이에 대하여 α의 값을 기초가 양호한 경우에는 수심의 30~40%, 불량한 경우에는 70%까지 취하고 있다.

⑤ 또 갤러리에서 그라우팅하는 경우에 갤러리가 상류면에 가까우면 연식으로, 떨어져 있는 경우에는 상류측으로 15'정도 기울게 설치한다.

(8) 기초배수공

① 암반내의 지하수위가 상승하면 간극수압의 상승에 의하여 암반의 전단저항각 및 부차력이 감소한다. 그 결과 암반의 안정에 나쁜 영향을 미치므로 암반내의 지하수위를 가능한 한 저하시켜야 한다. 따라서 그라우팅만으로 상기의 목적을 달성하는 것은 곤란하므로 적당한 간격으로 경수공을 설치할 필요가 있다. 경수공의 설계는 다음 사항에 주의해야 한다.

② 그라우트 커튼으로부터 침투되어 나오는 누수를 배제하고 제체의 작용하는 장압력을 경감시키기 위하여 일반적으로 제체기초갤러리에서 기초암반 깊이까지 달하는 경수공을 설치한다. 이들 누수는 갤러리의 배수로 또는 경수정(pit)에 모아서 제외로 배출한다.

③ 경수공의 간격은 3~15m, 직경 55~65m, 암반의 예정깊이는 10~15m로 커튼그라우팅 직하류부에 설치한다. 갤러리에서 주, 보조 그라우팅을 실시할 경우에는 경수공을 갤러리의 하류측에 설치함이 바람직하다.

④ 경수공의 시공은 기초그라우팅 및 커튼그라우팅 완료 후 착공하는 것이 일반적이다. 또 착공할 때 갤러리의 보조철근의 절단을 피하기 위하여 갤러리부분의 콘크리트를 타설 할 때에 암반까지 동관을 세워 둘 필요가 있다.

⑤ 공동중력댐에서는 단면이 얇고, 대본체내가 비어있기 때문에 양압력의 영향이 작다고 생각되나 다이아몬드 헤드내에 중력댐의 경우와 마찬가지로 경수공을 설치하는 경우도 있다.

⑥ 갤러리의 경수로에 모인 누수는 자연유하로서 제외로 배출하는 것이 가장 좋다. 그러나 하류수위가 높은 경우에는 펌프로 배출하며, 펌프는 설계홍수위 이상에 설치하는 것이 바람직하다.

⑦ 아치댐의 어버트먼트와 같이 그 안전이 극히 중요한 경우에 하는 경우가 있다. 이들은 내부수압을 저하시킴으로서 기초의 전단에 대한 안정을 향상시킬 수 있기 때문이다.

⑧ 기초경수공에는 제압력을 판정할 수 있도록 압력계를 설치하는 구조로 한다. 또 이음경수, 기초경수로부터 누수량을 측정하기 위하여 갤러리의 경수로에 삼각위어

등의 측정장치를 설치할 필요가 있다.

4.1.3.2.3 특수공법에 의한 개량

(1) 댐 기초지반의 안전성에 대하여 필요한 경우에는 보강을 하여 안정조건을 만족시켜야 한다. 이들 보강공법은 단독으로 사용될 수도 있으나 2가지 이상을 조합하여 사용할 수도 있다.

① 보강철근

가. 기초자체의 안전이나 투수성, 압력집중의 정도등이 그다지 큰 문제가 되지 않는 경우에 제체측에 배근하는 것으로 기초로서의 처리를 실시하는 것이다.

② 콘크리트 플러그(Plug)

가.「어버트먼트 보조구조물 」 참조.

③ 상수벽

가. 상・하류에 연속된 단층으로서, 침투수에 의해 단층자료가 씻겨 나오는 문제가 있는 경우에 단층의 일부분을 적절한 심도까지 굴착하여 콘크리트로 치환하고 침투로의 길이를 증가시킴으로서 단층자료가 씻겨내려 가는 것을 막는 방법

④ 콘크리트치환

가. 단층(연약부) 재료의 변형에 의한 압력집중이 문제가 되는 경우에 단층을 어느 정도의 깊이까지 굴착하고, 콘크리트로 치환하여 단층부분의 변위를 막고, 또 단층의 양측에 하중을 전달하는 방법

⑤ 전달벽 (strut)

가. 단층이나 연약대에 의하여 기초심부로의 유효한 하중전달이 되지 않을 경우에 제체로부터의 하중을 지중에 축조된 콘크리트기둥 또는 벽을 통하여 하중을 견고한 기초암반에 전달하는 방법

⑥ 차수벽

가. 기초의 표면 가까운 부분에 투수의 문제가 되는 부분이 있는 경우, 지중에 콘크리트벽을 만들어 차수하는 방법

⑦ 다우얼링(Doweling)

가. 단층이 기초의 안정에 약점이 되는 경우, 그 일부를 콘크리트로 치환하여 단층상의 활동에 대한 저항을 증대 시키는 방법

⑧ 암반프레스트레싱(Prestressing) 공법

가. 기초암반은 하중에 의해 탄성체에 가깝게 거동하나 계곡쪽으로 많은 변위가 발생하는데, 이와 같은 변위를 방지하고 기초를 보강하는 방법으로서, 기초 암반내를 강재로 보완시켜 기초내의 약한 부분을 프리스트레싱으로 보강하여 활동에 대한 저항력을 증대 시키는 공법이다. 이용되는 강대로는 강봉, 강선, 와이어 로우프(wire rope)등이 있으며, 이 강재의 배치와 프리스트레싱의 규모는 지반의 지질조건, 압력분포, 변형성상 등을 파악하여 결정한다.

4.2 댐에 작용하는 하중

4.2.1 제체의 자중

(1) 중력댐의 안전성을 검토하기 위하여 하중조합에서 고려해야 할 하중은 제체의 자중, 정수압 등이 있다.

(2) 댐에 작용하는 하중은 “KDS 54 50 00” 콘크리트 중력댐의 규정을 참고한다.

4.2.2 정수압

(1) 댐에 작용하는 정수압계산을 위한 설계수위를 결정하는 것은 일반적으로 당시만수위에 파도높이를 더한 수위를 기준으로 해도 좋으나 홍수위가 당시 만수위에 비하여 현저히 높을 때는 이것에 대하여도 검토해야 한다. 댐에 작용하는 정수압은 댐 상류면에 수직으로 작용하고 수압은 수심에 정비례한다.

4.2.3 퇴사압

(1) 댐의 안전계산에는 퇴사의 영향을 고려하여야 한다. 퇴사의 깊이는 일반적으로 하상, 저수지면적의 광협, 수심에 따라 현저하게 다르다.

(2) 퇴사의 깊이는 일반적으로 하상, 저수지면적의 광협, 수심에 따라 현저하게 다르다. 설계에 사용되는 퇴사의 깊이는 대략 100년간의 퇴사량을 기준으로 하여 저수지내에 수평으로 퇴적한 것으로 계산한다.

4.2.4 지진시 관성력

(1) 댐에 작용하는 지진력은 최대예상지진에 대해서 검토하여야 한다.

(2) 콘크리트댐과 같이 탄성변형이 적은 강체에 가까운 구조물에 대한 지진력은 동력학적으로 취급하기가 복잡하므로 간단히 강체로 생각해서 관성력을 도입하여 정역학적으로 취급한다.

4.2.5 지진시 동수압

(1) 지진시 제체에 작용되는 외력은 지진력 외에 동수압을 고려하여야 한다.

(2) 지진시 저수에 의한 동수압계산의 수위는 당시만수위 및 서차지 수위로 하고, 제체와 저수와의 접촉면에 대하여 수직으로 작용하는 것으로 한다.

4.2.6 제압력

(1) 제압력은 제체콘크리트와 기초지반의 접촉면, 제체내의 이음매, 기초지반의 간극 및 균열 등에서 발생하는 내부수압으로서, 제체 및 기초지반에서 제압력을 구하고자 하는 단면에 대하여 수직방향‘으로 작용하는 것으로 한다.

4.2.7 수압

(1) 한랭지에서 대안거리가 짧고, 큰 수압이 예상되는 경우에 제체와 게이트에 수압을 고려하여야 한다.

(2) 저수지의 표면이 결수하는 경우, 얼음의 온도가 상승하면 수압이 발생하지만 얼음의 하면에 저수와 접하고 있는 부근에서는 생기지 않는다. 수압은 상승기온차, 얼음두께, 저수지 양안의 구속정도, 결수면에 대한 직사일광의 정도에 따라 변한다.

4.2.8 파압

(1) 댐의 안전을 위하여 풍속 및 대안거리와 파고의 관계를 고려한 파압에 대하여도 검토되어야 한다.

(2) 수위상승을 정수압계산에 고려하는 방법은 파랑에 의하여 상승한 수위만큼을 정수압계산에 추가하여 계산한다.

4.3 제체의 세부설계

4.3.1 댐의 불록분할

(1) 콘크리트댐에서는 균열의 방지와 시공 및 구조상의 이유로 댐 축에 직각인 횡단이음과 이에 평행한 종단이음에 의한 블록을 분할하여 콘크리트를 타설하여야 한다.

(2) 콘크리트댐의 횡단이음 또는 종단이음의 위치 및 간격의 결정에는 댐의 높이, 댐의 형식, 콘크리트의 품질, 리프트(lift)의 높이, 온도규정의 정도 등, 균열의 발생방지에 직접 관계되는 사항과 콘크리트의 타설능력, 물넘이나 기타 부속구조물 등의 구조에 관련되는 사항 등을 종합적으로 고려해야 한다.

4.3.2 수평(시공) 이음

(1) 시공상 설치하는 수평수축이음의 간격은 1.5m이상, 2.0m이하를 표준으로 하고, 암반 및 기성콘크리트에 접하는 부분은 표준두께의 1/2(0.75~1.0m)정도로 한다.

(2) 수평이음내의 리프트의 높이는 균열발생의 방지를 위하여 블록의 크기, 콘크리트의 품질 및 온도규정의 정도에 따라 다르며, 주로 콘크리트의 타설능력, 타설속도, 거푸집의 공비 등 댐시공의 경제성에 크게 영향을 미치므로 종합적인 검토를 하여 타설높이를 정해야 한다. 일반적으로 1.5m 이상 2.0m 이하를 표준으로 하고, 암반 및 기성콘크리트에 접하는 부분은 표준두께의 1/2인 0.75~1.0m 정도로 한다.

(3) 구속이 큰 암반접착부 또는 오랫동안 타설이 중지된 콘크리트에 이어치기를 할 경우에는 온도경사에 의한 균열이 발생하지 않도록 0.75~1.0m정도로 여러 개의 리프트(4~6 리프트)로 이어치기 하는 것이 좋다. 또 타설리프트의 높이가 0.75~1.0m인 경우에는 타설간격을 3일, 0.75~2.0m인 경우에는 5일정도 지나서 새로운 콘크리트를 이어치기 하는 것이 표준이다. 그리고 인공냉각에 의해 온도조절을 하거나 콘크리트의 노출상태가 온

도규정에 유리한 경우에는 리프트의 높이를 균열이 발생하지 않는 범위에서 표준높이 이상으로 할 수 있다.

4.3.3 횡단이음

(1) 횡단이음은 댐 축에 직각인 방향으로 발생하는 균열을 방지하기 위하여 댐 축에 직각방향으로 설치한다.

(2) 중력댐에서 횡단이음 (Transverse Joints) 의 간격은 「블록분할」에 의하여 결정하여야 하나 일반적으로 10～15m정도로 하는 수가 많다. 이 경우 댐의 양안부에서는 균열이 암반사면에 직각으로 발생하는 수가 많으므로 이 부분에서는 간격을 좁히는 것이 바람직하다. 또한 콘크리트의 품질이나 온도규정을 세밀하게 관리하고, 콘크리트의 타설능력 등의 조건이 구비된 경우에는 횡단이음의 간격을 25m 정도까지 할 수 있다.

(3) 이 이음에는 제체가 되도록이면 일체로 작용되고 안전성을 높이기 위해 치형이음을 설치하는 것이 보통이다. 이 경위 댐의 단면이 2차원적인 작용만에 의하여 설계되어 있는 경우에는 횡단이음에 반드시 치형 이음이 필요치는 않으나, 실제로는 안전성을 높이기 위해 설치하는 일이 많다. 또한 3차원적인 응력작용에 대해 설계하는 경우에는 비틀림 저항만을 기대하는 경우를 제외하고 일반적으로 횡단이음에 치형 이음 및 이음그라우팅을 하는 것으로 설계한다.

(4) 공동중력댐의 횡단이음은 인접 다이어몬드헤드의 중간에 설치하며 치형이음 및 이음그라우팅을 하지 않는 것이 보통이다.

4.3.4 종단이음

(1) 종단이음은 댐축방향의 균열을 방지하기 위해 또는 시공상 필요한 경우에는 종단이음을 댐축방향에 설치한다.

(2) 종단이음의 간격은 횡단이음의 간격에 준하나 일반적으로 15～20m로 한다. 그러나 종단이음은 댐의 일체화란 점에서는 될 수 있는 한 적게 하는 것이 오늘날의 경향이다. 균열발생 방지에 관한 처리를 극단적으로 하고 프리쿨링, 파이프쿨링 등을 실시하여 이 간격이 60～100m정도에 까지 달하는 것도 있으나 댐의 구조상, 시공상, 경제성의 문제, 콘크리트의 품질, 온도규정, 타설능력 등을 종합적으로 검토하여 결정한다.

(3) 종단이음에는 댐횡단면에 연식방향으로 설치하는 경우, 하류로 기울어지는 경사방향으로 설치하는 경우, 연식방향으로 지그재그 (Zigzag)로 설치하는 경우가 있다. 연식방향으로 종단이음을 설치하는 경우는 높은 댐에서 실시하는 괘상실시법에서 볼 수 있으며 이것은 균열발생방지를 목적으로 하는 신축이음으로서의 종단이음이다. 이때 댐 콘크리트의 수욱후 벌어진 상태로 두는 것은 댐의 안전에 좋지 않으므로 이음그라우팅을 한다.

(4) 하류로 기울어지는 경사방향으로 설치하는 경우에는 이음을 댐의 주응력방향으로 경사시켜 이음면에 발생하는 전단응력을 최소로 되게 하는 것으로서 이음그라우팅을 하지 않아도 된다. 이 이음은 일반적으로 단면의 도중에서 끝나므로 균열의 방지대책을 구연

해야 한다. 연식방향으로 지그재그로 설치하는 경우에도 단면의 도중에서 균열이 발생할 염려가 있으므로 균열의 방지대책을 구연한다.

(5) 공동중력댐에서 댐이 높으면 블록이 길어지기 때문에 종단이음을 설치해야 하며 특히 그 위치에 대해서는 수평단면의 형상, 시공면을 고려하여 신중히 결정한다. 일반적으로 하류로 기울어지는 종단이음을 설치하고, 횡단면의 형상도 저부하류단 부근을 중심으로 하는 원호에 가까운 종단이음이 사용된다. 이 이음에는 치형이음 및 이음그라우팅을 하여야 한다.

4.3.5 개방이음

(1) 댐지점의 계곡형상, 기초암반의 불연속성과 같은 결함이나 콘크리트의 온도조절 등을 위해 필요에 따라서 수축에 의한 균열, 비틀림 또는 전단응력을 완화하기 위하여 개방이음을 설치하는 경우가 있다.

(2) 수축에 의한 균열방지이음은 콘크리트의 내부온도를 조속히 저하시켜서 콘크리트의 수축을 빨리 시키며, 완성한 댐에서 발생하는 응력을 분산할 수 있도록 공사중 블록사이에 0.5~1.5㎝ 정도의 개방이음을 설치하는 것으로서 완성후 개방이음을 충전해야 한다.

(3) 비틀림이음은 높은 댐이 수평하중을 받고, 비틀림작용에 의하여 댐의 양단부근에 생기는 인장응력을 감소시키기 위하여 댐의 어버트먼트(Abutment) 부근에 설치하는 개방이음이다.

(4) 전단이음은 댐이 단층위에 있거나 기초의 거동이 예상될 때 이로 인해 댐에 전단응력이 발생되지 않도록 단면에 설치한 개방이음이다. 이 경우 댐의 상류면에는 치형이음과 수밀장치를 설치하여 누수를 방지해야 한다.

4.3.6 치형이음

(1) 이음에 치형을 두는 경우 그 형상, 크기 및 간격은 다음 사항을 고려하여 결정해야 한다.

(2) 이음에 작용하는 전단응력을 전달할 수 있을 것.

(3) 이음 그라우팅을 실시할 경우, 주입재료의 흐름을 방해하지 않을 것.

(4) 응력집중이나 표면의 온도경사에 의한 균열이 발생하지 않을 것.

(5) 시공중에 파손되지 않을 것.

(6) 종단이음에는 반드시 수평치형을 두고, 그 형상 등에 대해서는 상기에 준하여 결정한다.

4.3.6.1 횡단이음매의 연식치형이음

(1) 연식치형이음을 사용하는 목적은 블록사이에 전단저항력을 증가시키며 댐의 안전성을 높임과 동시에 투수거리를 길게하여 누수방지의 목적도 달성한다. 즉, 한 블록에서 다른 블록으로 치형을 통하여 하중이 전달되므로 더욱 강성과 안전성을 크게 할 수 가 있다. 또한 이음매의 결합을 빨리 진행시켜 누수방지의 효과를 증진시킨다.

4.3.6.2 종단이음매의 수평치형이음

(1) 수평치형이음은 제체단면의 일체성을 확보하고, 연직전단력에 대한 저항력을 증가시켜 댐의 안전을 도모한다. 치형의 면은 만수시 전수압에 대한 주응력방향과 대략 일치되도록 설치한다. 수평치형이음에 대한 형과 크기는 연직치형이음에 준해서 결정한다.

4.3.7 이음의 지수장치

(1) 이음의 누수를 방지하기 위하여 지수장치를 설치한다. 지수장치는 콘크리트의 부착력을 충분히 고려하여 수밀성과 내구성이 양호한 재료를 사용하여 이음의 신축에 적응할 수 있는 형상으로 한다.

(2) 콘크리트의 경화, 냉각으로 이음에 틈이 생기므로 상류면 가까이에 지수장치를 설치한다.

(3) 지수장치에는 동판, 스테인레스동판, 또는 고무지수판 및 플라스틱지수판을 사용한다. 제체내에 갤러리가 있는 경우에는 지수판의 하류측에 횡단이음경수공을 설치하고, 지수판을 통과한 누수를 갤러리로 유도하면 누수부의 파악 등 관리상의 이점도 많다. 공동중력댐과 같이 수밀부의 길이가 짧은 경우나 이음부터 그라우팅을 실시하지 않는 경우에는 지수판과 경수공의 사이에 아스팔트 지수장치를 넣어 이음이 벌어진 상태에서 전열선이나 스팀파이프로 가열하여 아스팔트를 용식밀입시켜 지수의 안전을 기한다.

(4) 또한 지수장치가 효과적으로 이용되기 위해서는 설치방법이 재료나 형태보다 더욱 중요하다. 그리고 설치전에 외력에 의하여 손상되지 않도록 하고, 지수장치조절에 콘크리트를 타설할 때에서 주의하여야 한다. 높은 수압이 걸리는 댐에서는 상류면의 이음부분을 잘라내고 실(Seal)재를 채워서 철근콘크리트 지수쐐기를 시공할 수도 있다.

(5) 동판으로 된 지수판은 지금까지 가장 많이 사용된 것으로서 이음의 작용에 대하여 파단되지 않고, 변형하도록 Z형, M 형으로 표준화하고 있다. Z,형은 간단하며 쉽게 설치할 수 있고 용접도 용이하므로 그라우팅으로 어떤 거동에 제한적인 역할을 해주는 이음부에 적당하다. M형은 재료를 연결하는데 약간의 어려운 점이 있으나 이음부에 다소 큰 거동이 있는 곳에 적당하다. 따라서 M형은 그라우팅되지 않은 이음부에 사용될 수 있다.

(6) 동판으로 된 지수판의 두께는 수압을 고려하여 1~3mm정도의 것이 사용된다. 양측 블록으로의 매입은 판의 치수를 고려하는 외에 지수효과가 있도록 충분치 길게 한다. 또 외부에 구멍을 뚫든지 절곡시키든지 하여 정착을 확실하게 한다. 동판은 사용실적이 많고 부식에 대한 저항도 강하며 시공성이 좋다는 등의 장점이 있으나, 용접시 이음시공이 어렵고, 또 그곳이 약점이 되기 쉬우며 재료비가 고가인 단점이 있다.

(7) 스테인레스동판은 취급이 쉽고 동판보다 저렴하며, 용접이 용이하기 때문에 최근 많이 사용되고 있다. 현상은 동판의 경우와 마찬가지로 강도가 커서 1~2mm 두께로 충분하다. 이 스테인레스동판은 시공성이 좋지않아 미리 공장에서 가공한 것을 절곡하지 않고 그대로 시공해야 하며 거푸집의 작업이 어려운 반면, 콘크리트 타설시에 변형이 작다는

장점이 있다.

(8) 플라스틱제 지수판은 취급이 쉽고 가격도 저렴하기 때문에 최근 많이 사용하게 되었으며, 변형성이 좋아서 이음의 움직임에 유연하게 대응하여 파손될 우려가 적고, 절곡시공도 용이하나, 콘크리트 타설지 변형에 주의하여 고정시켜야 한다. 일반적으로는 두께 6～12mm인 것이 사용된다. 지수판이 인장되든가 큰 압력을 받으면 판두께가 변화하여 투수록을 형성하기 쉬우므로 사용실적이 풍부하고, 신뢰성이 있는 것을 선정하도록 주의해야 한다. 접속은 가열용접하는 것이 보통이다.

(9) 어떤 지수판을 사용하는 경우에도 접촉부가 약점이 되기 쉬움으로 접속가공부에 비누물을 바르고 내부에 압축공기를 불어 넣어서 새는 것이 없는지를 검증할 필요가 있다.

(10) 지수의 위치는 상류면에 너무 가까우면 판과 상류면사이의 콘크리트 시공이 불확실하게 되든가, 상류면의 가는 균열과 연결하여 누수의 원인이 되는 것도 고려하여 상류면에서 50～100cm정도 떨어져서 설치하는 것이 일반적이다. 또 지수판의 하부는 50cm정도 기초암반에 매입할 필요가 있다.

(11) 공사 중 횡단이음 경수공에 이물질이 떨어져서 막히는 수가 있으므로 다음 블록을 타설할 경우에는 파이프모양의 거푸집의 길이를 충분히 길게 하든가, 갤러리보다 하부의 표고에서부터 경수공을 설치하고 갤러리에는 T형으로 분기하여 도수하는 구조로 하는 것이 바람직하다.

4.3.8 갤러리

(1) 댐에는 커튼그라우팅, 기초경수공의 시공, 제체의 점검 등 관리를 위하여 필요에 따라 갤러리를 설치한다. 갤러리는 그 목적에 적합한 위치에 설치하는 것이 필요하며 일반적으로 주된 목적은 다음과 같다.

(2) 갤러리는 그 목적에 적합한 위치에 설치하는 것이 필요하며 일반적으로 주된 목적은 다음과 같다.

① 댐에 갤러리를 설치함으로써 댐 내부의 점검, 수리 등을 정확히 하고, 댐완성 후에 여러가지 변화를 측정한다. 즉, 갤러리내에서 균열, 제압력, 누수, 제체의 수축 등을 알아내는 외에 제체내부에 이설된 측정기를 통하여 관리상 필요한 자료를 수집한다.

② 갤러리에 경수로를 설치하여 상류면의 누수, 기초부의 침투수, 제체내부의 경수 등을 제외로 경수한다.

③ 댐내부점검 등의 목적외에 커튼그라우팅 및 밸브조작실 등의 갤러리로 이용된다.

④ 이음부의 그라우팅과 콘크리트의 쿨링에 사용되는 장치의 공간을 확보한다.

⑤ 게이트의 조작이나 방수관의 조작에 이동되는 전기기계장치에 필요한 공간을 확보한다.

⑥ 각종 케이블에 이르는 접근로를 제공한다.

⑦ 방문객을 위한 통로를 제공한다.

⑧ 커튼그라우팅의 시공 및 이음경수와 기초경수공에서의 경수를 목적으로 하는 경우에는 가능한 한 상류측과 하상에 가까운 것이 바람직하다. 그러나 공하부에 의한 제체 응력분포의 변화나 응력집중을 고려하면 상류면에서의 거리는 수심의 5~10%정도가

표준이며, 기초암반의 성상이 좋지 않을 경우에는 약간 크게 한다. 댐 높이가 낮을 경우라도 최소 3m정도는 필요하다.

⑨ 기초암반과의 거리는 2m이상으로 하고, 시공성을 고려하면 리프트면에 맞추는 것이 좋으며, 갤러리를 횡단이음 및 종단이음에 평행하게 설치할 경우의 간격은 2m이상이 바람직하다.

⑩ 경우에 따라 특별한 목적을 수행하기 위한 갤러리가 댐에 설치되기도 한다. 이 갤러리는 댐에 이용되는 목적과 설치되는 장소에 따라 분류하는 것이 일반적이다.

4.3.8.1 갤러리의 종류

(1) 기초갤러리

① 기초갤러리(Foundation gallery)는 일반적으로 기초암반부근에 설치되며 댐 상류면 근처에 댐축방향으로 설치한다. 기초암반과 기초갤러리의 바닥과는 최소한 2.0m이상의 차이가 있어야 하고, 폭 1.5～2.0m,높이 2.0～.2.5m정도의 크기가 많이 이용되고 있다. 이 갤러리에서 주 커튼그라우팅을 위한 작업을 할 수 있으며 기초경수공 작업도 한다.

(2) 경수갤러리

① 높은 댐에서는 추가적으로 기초하류부의 경수를 목적으로 상류면으로부터 단면의 2/3정도의 위치에 경수갤러리(Drainagegallery)를 설치할 수도 있다. 이 갤러리는 댐의 가장 깊은 부분에 설치되며 이곳에서 경수공을 뚫기도 한다.

(3) 게이트갤러리와 챔버

① 게이트갤러리(Gate gallery)와 챔버(Chamber)는 방류구, 수압관이나 물넘이의 게이트조작에 필요한 기계장비와 발전기장비를 위한 공간과 그곳에 이르는 갤러리를 제공하기 위해 댐에 설치된다. 이 갤러리의 크기는 일반적으로 게이트의 크기에 따라 결정된다.

(4) 그라우팅갤러리

① 그라우팅갤러리(Grouting gallery)는 댐표면에서 수축이음매의 그라우팅시공이 불가능하면 각 그라우트 리프트의 정상부근에 설치되는 갤러리에 그라우팅 파이프구조를 설치하여야 한다. 블록의 파이프쿨링도 이 갤러리에서 끝나도록 정리한다. 횡방향갤러리나 출구는 기초의 압밀그라우팅에 필요한 경우도 있다.

(5) 방문객을 위한 갤러리

① 방문객을 위한 갤러리(Visitor gallery)는 방문객에게 관람시키기 위한 것이며 그 크기는 예상방문객의 수에 따라 결정된다.

(6) 케이블갤러리

① 케이블갤러리(Cable gallery)는 터널과 연결하는데 이용하기도 하며 발전소에서 기타 다른 장소로 연결되는 발전이나 통제용 케이블을 설치하는 수단으로 이용하며 그 크기는 케이블의 수와 크기에 따라 결정된다.

(7) 검사갤러리

① 검사갤러리(Inspection gallery)는 구조물을 검사하고 완성 후 댐의 구조적변동을 측정하기 위해 댐 내부에 설치한다. 또한 상기한 모든 통로들도 검사 갤러리로 이용된다.

4.3.8.2 갤러리의 위치와 기타구조물

(1) 갤러리는 일반적으로 댐축방향으로 설치하고, 가능하면 상류면에 가까운 것이 바람직하나 투수와 응력집중의 영향을 소감시키기 위하여 갤러리높이의 2배정도의 간격이 필요하다. 갤러리에는 명암시설, 계단, 난간 등을 설치하여 작업에 지장이 없도록 하여야 한다. 또 모든 갤러리에 흘러 들어온 침투수의 경수를 위하여 측구를 설치하여야 한다.

4.3.8.3 갤러리의 보강

(1) 높은 댐에서 갤러리의 주변은 댐내부응력, 온도응력, 그라우팅응력 등에 의한 응력집중이 일어나고 균열이 발생되기 쉬우므로 철근에 의한 보강이 필요하다. 일반적으로 보강용 철근은 직경 16~25㎜가 사용되고 있다. 직경 12㎜이하는 콘크리트를 타설할 때에 구부러질 염려가 있으므로 거의 사용되지 않는다.

(2) 일반적으로 철근에 의한 보강은 인장응력에 대하여 시공하며, 인장응력이 최대가 되는 것은 저수전의 자중에 의한 응력과 온도의 불균형분포에 의한 응력이 중복할 경우로서 자중에 의한 인장응력에 대하여 철근을 넣는 외에 시공 중 외기의 영향을 받기 쉬운 갤러리내면 등에 대해서는 거푸집의 제거시기와 착생방법에 대하여 충분히 배려해야 한다.

(3) 갤러리주변의 인장응력에 의한 균열은 댐내부에서의 구속 및 온도의 불균형분포에 의한 인장응력에 의해서 점차 발달할 가능성이 있으며 축방향 균열의 원인이 되므로 유의할 필요가 있다. 중력댐에서 특히 크지 않은 갤러리의 보강철근배치에 대해서는 동일한 규모의 댐 예를 참고로 할 수 있다. 그러나 종래에 경험한 일이 없는 대단면, 대공동을 설치하는 경우에는 검토가 필요하다.

4.3.9 경수공

(1) 횡단이음 및 수령이음 등으로부터 제체내로 들어오는 침투수의 경수를 위하여 경수공을 설치할 필요가 있다.

4.3.9.1 이음경수

(1) 횡단이음의 침투수는 지수장치에 의하여 지수 되나 지수장치를 통과하는 물은 다시 경수공을 설치하여 갤러리로 경수할 필요가 있다. 경수공은 일반적으로 직경 200㎜ 정도로서 선행블록에 반원관을 만들고 후행블록에서는 철판을 사용하여 반원형으로 성형하고 그 말단을 갤러리의 경수로에 도입한다. 이음경수공의 위치는 지수장치인 아

스팔트월(Wall)로부터 0.5~1.0m 정도 하류측에 설치하는 것이 보통이다.

4.3.9.2 제체내부경수

(1) 수평이음 등으로부터 제체내부로 들어오는 침투수는 콘크리트의 유리석회를 유출하고 제압력을 증대시키므로, 이를 통제하기 위하여 경수할 필요가 있다. 이 경수공은 일반적으로 댐 상류면에서 2~3m정도의 거리를 두고 한블록에 2개정도의 연직한 경수관(직경 100~150㎜)을 설치하고, 제내 갤러리로 유도하여 경수한다. 이 연직경수관의 설치는 철관(직경 100~150㎜)을 한 개의 앵커 철선으로 세워 콘크리트를 타설하고, 콘크리트가 경화되기 전에 이것을 빼내어 경수공을 설치하는 방법이 잘 이용되고 있다.

4.3.10 제내 냉각설비

(1) 냉각파이프는 일반적으로 직경 25.4mm 구조용철관 (KSD 3518규격)을 사용하고, 배관형식은 냉각효율이 좋고, 또한 가능한 한 누수가 되지 않도록 한다. 또 관이음은 신축 커플링(Coupling)을 표준으로 한다.

4.4 온도규정

(1) 온도규정은 “KDS 54 50 00” 콘크리트 중력댐 설계기준을 참고한다.
(2) 콘크리트댐에서는 특히 내구성, 수밀성 및 일체성이 중요하므로 필요에 따라서 온도규정을 한다.
(3) 콘크리트온도는 시멘트의 수화열작용에 의하여 타설후 급속히 상승하고 최도온도에 도달한 후 강하하기 시작하여 최종적으로는 댐의 최종안정온도에 이른다.
(4) 온도상승의 크기는 시멘트의 사용량, 종류, 콘크리트의 열특성, 외기온도 등에 따라 다르다.
(5) 콘크리트는 그 온도변화에 따라서 파장, 수축이라는 체적변화를 일으키며 특히 온도강하량이 클 경우에는 수축량이 크게 되어 댐콘트리트에 균열이 발생하게 된다. 콘크리트의 온도규제를 하는 목적은 균열을 방지하며 제체내에 설치된 종단이음 및 횡단이음의 그라우팅을 담수전에 시행하기 위하여 콘크리트온도를 인위적으로 비교적 급속히 최종안정온도까지 낮추어 이음의 벌어짐을 그라우팅전에 최대로 하는 것이다.
(6) 그 방법이나 시방은 댐의 종류, 시공법, 기상조건 등에 따라 다르다.
(7) 암반면 및 재령이 오래된 콘크리트에 이어 타설한 콘크리트는 체적변화가 구속을 받아 시공이음과 거의 직각으로 타설한 콘크리트측에 균열이 발생하는 수가 있으므로 주의해야 한다.
(8) 매스(mass) 콘크리트에 생기는 균열의 주원인은 다음과 같으며 이들에 의한 인장응력이 콘크리트의 인장강도를 넘는 경우에 균열이 발생하는 것으로 생각된다.
① 콘크리트 내부의 불균일온도분포
② 암반 또는 재령이 오래된 콘크리트의 구속
③ 콘크리트의 건조수축

(9) 균열의 장지책에 대해서는 건조수축에 의한 것을 제외한 것은 어느 것이나 콘크리트의 온도상태가 원인이므로 그 온도변화를 적게하는 것이 좋으며 이를 위해서 온도규정이 필요하다.

(10) 타설한 콘크리트에 대한 온도규정의 필요성은 콘크리트의 내부온도와 외기온의 차로부터 온도응력을 산정하고 이 값이 재령시의 콘크리트 인장강도를 넘지 않도록 하여야 한다. 콘크리트의 온도응력은 인장응력으로서 다음 식에 의하여 산정한다.

$$\sigma^t = \Delta t \times \cdot \quad \alpha \cdot \quad E \cdot \quad R$$

여기서, σ_t : 콘크리트의 온도응력 (kg/㎠)

Δt : 콘크리트의 온도변화 (℃)

α : 콘크리트의 열파장계수 ($1x10^{-5}$/℃로 한다)

E : 콘크리트의 재령에 따른 탄성계수 (kg/㎠)

R : 구속도 ($R \leq 1.0$)

구속도는 암반 또는 재령이 오래된 콘크리트에 의한 외부구속과 단면내의 불균등한 체적변화에 의한 내부구속이 있으며 양자의 영향은 대체적으로 가산되며 (kg/㎠)이다. 또 콘크리트의 인장강도는 압축강도의 10%정도로 해도 좋다.

온도규정은 보통 다음과 같은 3가지 방법으로 수행한다.

자연냉각방법 : 기본적 방법 (타설 싸이클 조절)

인고냉각방법 : 프리쿨링법 (pre cooling)

파이프프쿨링법 (pipe cooling)

(11) 자연냉각방법

① 콘크리트의 온도상승을 억제하는 기본적 방법으로는 다음과 같은 것이 있다.

가. 시멘트의 종류와 침화재의 선정

나. 시멘트 사용량의 제한

다. 타설속도와 타설량의 제한

라. 타설블록의 크기와 두께의 제한

마. 어느 블록의 콘크리트를 타설시부터 그 위의 블록을 타설하기 전까지의 시간의 제한

바. 거푸집 제거 및 타설후의 착생에 의한 제한

(12) 인공냉각 방법

① 프리쿨링법

가. 콘크리트를 침합하기 전에 침합재료인 잔골재 및 굵은골재, 물, 시멘트의 일부 또는 전부를 냉각하여 콘크리트 타설시 콘크리트의 온도를 외부의 온도보다 낮게하고, 그 후에 생기는 콘크리트의 온도상승을 억제하는 것으로 다음과 같은 방법이 있다.

(가) 침합용수의 일부를 얼음으로 치환하는 방법

(나) 굵은 골재를 냉수에 담그는 방법
(다) 굵은 골재중에 찬공기를 순환시키는 방법
(라) 잔골재, 시멘트를 특수한 스큐류콘베이어로 냉각하는 방법

② 파이프쿨링법

가. 콘크리트를 타설하고 그 속에 적당한 간격의 가는 철제파이프를 수평으로 이설하고, 이 파이프에 하천수 혹은 냉각수를 순환시켜 콘크리트에서 발생하는 열을 억제시키는 방법이다. 이 방법은 타설층의 높이에 따른 여러가지 변수등을 고려하여야 한다. 이 변수는 코일의 크기, 간격, 길이, 물의 순환율 및 콘크리트와 냉각수와의 온도차 등이다. 온도규정은 이상의 방법을 각각의 댐 형식에 따라 병용 함으로서 더욱 효과가 있다. 또 온도규정을 하는데 필요한 콘크리트의 열특성 (열확산율, 열전달율, 비열 등) 및 재료역학적 제수치는 실험에 의하여 정하는 것이 바람직하다.

4.4.1 제체의 최종안정온도의 결정

(1) 온도응력의 검토 및 이음그라우팅 계획을 위하여 제체의 최종 안정온도를 결정하여야 한다.

(2) 제체의 최종안정온도는 온도응력을 검토할 경우 및 이음그라우팅을 계획할 경우에 필요하며 콘크리트의 열특성 등에 의하여 구해진다.

(3) 콘크리트는 타설 후 시멘트의 수화작용에 의하여 그 온도가 상승한다. 이것은 물, 침화재, 타설온도 등의 영향도 있지만 가장 큰 영향을 주는 것은 시멘트이다. 그러므로 콘크리트와 침합과 동시에 그 열특성을 파악하여 수화작용에 의한 콘크리트의 단열온도상승을 고려해야 한다.

4.4.1.1 콘크리트의 열특성

(1) 콘크리트의 열특성으로는 밀도, 열전달율, 열확산율, 비열 등이 있으며 실험으로 구하는 것이 바람직하다. 그러나 현실적으로는 이상의 제 정수를 전부 실험에 의하여 구하기는 어려우므로 여러 댐의 예를 참고로 정하고 있는 경우가 많다.

4.4.1.2 콘크리트의 단열온도상승

(1) 콘크리트 타설 후 어느 시간에 대한 콘크리트의 단열온도상승은 근사적으로 다음과 같이 계산할 수 있다.

$$T = K(1 - e^{-mt})$$

여기서, T : 재령 t일의 콘크리트의 단열온도상승 (℃)

K : 콘크리트의 최고단열온도상승 (℃)$(\frac{W_t \cdot H}{W_c \cdot C_c})$

W_t : 콘크리트의 단위시멘트량 (kg/㎥)

W_c : 시멘트의 총발열량 (kcal/kg)

W_c : 콘크리트의 단위중량 (kg/㎥)

C_c : 콘크리트의 비열 (kcal/kg℃)

m : 시멘트의 종류, 배합온도 등에 달리하는 정수

t : 재령일수 (일)

e : 자연대수

총산의 다름 실험에 의하면 K 값은 타설온도가 높을수록 감소하고, m 값은 타설온도가 높을수록 증가한다. 또 m 값은 시멘트의 수화작용에 관한 반응속도를 나타내는 실험정수라 할 수 있다.

(2) 이상과 같이 단열온도상승은 정수를 이용하여 추정할 수 있으나 실험으로 정해야 한다.

4.4.1.3 제체의 최종안정온도

(1) 댐 콘크리트의 온도규제계획을 검토할 경우에는 콘크리트댐의 내부온도가 최후에 도달하는 값 즉, 최종안정온도를 구하여야 한다.

(2) 중력댐의 최종안정온도를 산정하는데는 상•하류면의 온도를 외부의 조건에 따라 결정하고, 그 사이는 거의 균등비례로 온도가 분포한다고 보아도 가능하다.

(3) 중력댐의 콘크리트의 최종안정온도는 다음과 같은 가정을 기초로 구하는 것이 일반적이다.

① 저수지는 항상 만수되어 있다.

② 수면의 연평균수온은 연평균기온보다 $0.4^{\circ}C$ 낮다.

③ 수면으로부터 $50m$ 이하인 곳에서는 수온이 $4^{\circ}C$ 로 안정되어 있다.

④ 수면으로부터 $50m$ 까지의 사이는 연평균수온이 직선적으로 변화한다.

⑤ 하류면의 물에 접하지 않는 부분의 온도는 연평균기온과 비슷하다.

⑥ 하류면의 콘크리트온도는 태양직선의 영향을 받는다.

⑦ 암반의 온도는 최종안정상태에서 상류의 저수지수온, 하류의 외기온 만의 영향을 받으며 그 자체는 발열원을 갖지 않는다.

4.4.2 온도응력의 검토

(1) 콘크리트의 온도규제를 위해서는 온도응력을 검토하고 균열이 발생하지 않도록 온도규제계획을 수립하여야 한다.

(2) 온도규제계획을 수립하기 위해서는 제체에 균열이 발생하지 않도록 적절한 온도응력을 검토할 필요가 있다. 온도응력의 검토로서는 외부구속 (암반과 콘크리트면의 구속)과 내부구속(콘크리트 표면과 내부콘크리트의 온도차)으로 대별된다.

(3) 현재의 온도규제계획의 기본적인 것은 Bonneville 댐 (미국의 중력댐, 1938년 완공)의 실험결과를 기초로 한 것으로서 간편하고 실용적이나 초기재령시에 콘크리트의 배탄성적인 성질이 고려되지 않고 있다. 그러나 근래에는 유한요소법으로 종래까지 불명확하

였던 암반구속도와 크기의 관계에 대해서도 해석할 수 있게 되어 실용화되어 가고 있다.

4.4.3 온도규제계획

(1) 온도응력의 검토 및 이음그라우팅 계획에 따라 적절한 온도규제계획을 수립하여야 한다.

4.4.4 냉각시방의 결정

(1) 콘크리트의 온도를 계산하여 온도규제계획을 만족시키는 냉각시방을 정하여야 한다.

4.4.5 냉동용량의 산정

(1) 콘크리트의 온도계산으로 구해진 냉각시방에 의해 냉동용량을 구하여야 한다. 냉동용량은 골재나 물 등을 소정온도까지 낮출 경우에 냉동기의 능력을 나타내는 것으로 통상, 냉동 ton(이하 J.R.T라 함)이라는 단위로 나타낸다. 1 .J.R.T란 0℃의 물 1t을 24시간에 0℃의 얼음으로 하는 이론적인 능력을 말한다.

집필위원	분야	성명	소속	직급
	관개배수	김선주	한국농공학회	교수
	농업환경	박종화	한국농공학회	교수
	토질공학	유 찬	한국농공학회	교수
	구조재료	박찬기	한국농공학회	교수
	수자원정보	권형중	한국농공학회	책임연구원



자문위원	분야	성명	소속
	농촌계획	손재권	전북대학교
	수자원공학	윤광식	전남대학교
	지역계획	김기성	강원대학교
	수자원공학	노재경	충남대학교
	농지공학	최경숙	경북대학교
	관개배수	최진용	서울대학교

건설기준위원회	분야	성명	소속
	총괄	한준희	농림축산식품부
	농업용댐	오수훈	한국농어촌공사
	농지관개	박재수	농림축산식품부
	농지배수	송창섭	충북대학교
	용배수로	정민철	한국농어촌공사
	농도	조재홍	한국농어촌공사 본사
	개간	백원진	전남대학교
	농지관개	이현우	경북대학교
	농지배수	남상운	충남대학교
	취입보	김선주	건국대학교
	양배수장	정상옥	경북대학교
	경지정리	유 찬	경상대학교
	농업용관수로	박태선	한국농어촌공사 본사
	농업용댐	손재권	전북대학교
	농지배수	김정호	다산컨설턴트
	농지보전	박종화	충북대학교
	농업용댐	김성준	건국대학교
	해면간척	박찬기	공주대학교
	농업수질및환경	이희억	한국농어촌공사 본사
	취입보	박진현	한국농어촌공사 본사

중앙건설기술심의위원회	성명	소속
	이태욱	평화엔지니어링
	성배경	건설교통신기술협회
	김영환	한국시설안전공단
	김영근	건화
	조의섭	동부엔지니어링
	김영숙	국민대학교
	이상덕	아주대학교

농림축산식품부	성명	소속	직책
	한준희	농업기반과	과장
	박재수	농업기반과	서기관

설계기준
KDS 67 10 25 : 2018

농업용 콘크리트댐 설계

2018년 04월 24일 발행

농림축산식품부

관련단체 한국농어촌공사
58217 전라남도 나주시 그린로 20(빛가람동 358) 한국농어촌공사
☎ 061-338-5114 E-mail : webmaster@ekr.or.kr
http://www.ekr.or.kr

(작성기관) 한국농공학회
06130 서울시 강남구 테헤란로 7길 22(역삼동 365-4) 과학기술회관 본관 205호
☎ 02-562-3627 E-mail : j6348h@hanmail.net
http://www.ksae.re.kr

국가건설기준센터
10223 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283(대화동)
☎ 031-910-0444 E-mail : kcsc@kict.re.kr
http://www.kcsc.re.kr

※ 이 책의 내용을 무단전재하거나 복제할 경우 저작권법의 규제를 받게 됩니다.

KDS 67 10 30 : 2018

농업용 콘크리트 중력댐 설계

2018년 04월 24일 제정
http://www.kcsc.re.kr

농림축산식품부



건설기준 코드 제·개정에 따른 경과 조치

이 코드는 발간 시점부터 이미 시행 중에 있는 설계용역이나 건설공사에 대하여 발주기관의 장이 필요하다고 인정하는 경우 종전에 적용하고 있는 기준을 그대로 사용할 수 있습니다.

건설기준 코드 제·개정 연혁

- 이 기준은 KDS 67 10 30 : 2018 으로 2018년 04월에 제정하였다.
- 이 기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 건설기준 간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.
- 이 기준의 제·개정 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요사항	제·개정 (년. 월)
농업생산기반정비사업 계획설계기준 필댐편	• 농업생산기반정비사업 계획설계기준 필댐편 제정	제정 (1968. 12)
농업생산기반정비사업 계획설계기준 댐편	• 콘크리트댐에 관한 사항을 종합하여 댐편으로 개정	개정 (1982. 12)
농업생산기반정비사업 계획설계기준 콘크리트댐편	• 농업생산기반정비사업 계획설계기준 댐편으로부터 분리하여 콘크리트댐편 제정	제정 (1989. 12)
농업생산기반정비사업 계획설계기준 필댐편	• 농업생산기반정비사업 계획설계기준 필댐편 개정	개정 (2002. 12)
KDS 67 10 30 : 2018	• 국토교통부 고시 제2013-640호의 “건설공사기준 코드체계” 전환에 따른 건설기준을 코드로 정비 • 건설기술진흥법 제44조 및 제44조의 2에 의거하여 중앙건설심의위원회 심의· 의결	제정 (2018. 04)

제 정 : 2018년 04월 24일
개 정 : 년 월 일
심 의 : 중앙건설기술심의위원회
자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회
소관부서 : 농림축산식품부 농업기반과
관련단체(작성기관) : 한국농어촌공사(한국농공학회)

목 차

1. 일반사항 ····· 1

1.1 목적 ····· 1

1.2 적용범위 ····· 1

1.3 참고 기준 ····· 1

1.4 용어의 정의 ····· 1

1.5 기호 정의 ····· 1

2. 조사 및 계획 ····· 1

3. 재료 ····· 1

4. 설계 ····· 1

4.1 콘크리트 중력댐의 기본형상 ····· 2

4.2 안정성검토 ····· 3

4.3 제체의 응력해석 ····· 3

4.4 제체의 안정계산 ····· 3

4.5 제체의 모형실험 ····· 4

농업용 콘크리트 중력댐 설계

1. 일반사항

1.1 목적

- 내용 없음

1.2 적용범위

- 내용 없음

1.3 참고 기준

(1) 농지개량사업계획 설계기준, 1989 : 콘크리트댐편
(2) 농업생산기반정비사업계획 설계기준, 2002 : 필댐편
(3) 댐 설계기준, 2011

1.4 용어의 정의

- 내용 없음

1.5 기호의 정의

- 내용 없음

2. 조사 및 계획

- 내용 없음

3. 재료

- 내용 없음

4. 설계

4.1 콘크리트 중력댐의 기본형상

콘크리트 중력댐은 댐에 작용되는 외력에 대응하여 안전하여야 한다. 또한 콘크리트 중력댐 설계시 “KDS 54 50 00 : 2017” 콘크리트 중력댐 설계기준을 참고한다.

4.1.1 기본 형상의 설계

중력댐은 자중에 의하여 댐에 작용되는 외력에 대응하여 안전한 단면을 확보하여야 한다

(1) 기본형상의 설계에는 다음 사항을 고려한다.

① 중력댐과 공동중력댐의 기본형상은 3각형 단면으로 자중에 의한 응력분포의 특징은 댐 높이에 대하여 그 저폭이 넓을수록 수평단면에서의 응력분포가 균등하게 되고, 단면이 커지면 저부단면에 인장응력이 발생할 위험이 있다. 그러나 기초부에서 전단응력에 대한 저항력이 부족할 경우에는 상류면 하부에 돌출부를 설치하고, 단면을 넓혀서 소정의 안전성을 확보한다.

② 공동중력댐은 속이 비어있으므로 자중의 감소가 있기 때문에 수평단면을 넓혀야 한다. 이를 위하여 상류면에서도 적당한 경사를 준다. 하류면경사의 결정에는 웨브(Web)의 두께도 한 요소가 되며 웨브의 두께는 댐축방향의 안전을 검토하여 정한다. 보통 공동중력댐의 단면형상은 상・하류면의 경사가 1:0.5정도의 이등변삼각형으로 하는 수가 많다. 또 기초에서 전단저항력이 부족할 경우에는 웨브기초에 푸팅을 붙여서 저항력을 크게 한다. 웨브에 푸팅을 붙이는 경우에는 이것이 수평기초암반상에 놓이게 하는 것이 좋다.

③ 공동중력댐에서 블록의 수평단면은 여러형태로 구분할 수 있으며 다음의 사항을 고려하는 것이 주용하다.

④ 헤드의 상류면의 형상은 상류면에 작용하는 수압을 웨브에 잘 전달하기 위하여 제형 또는 도형으로 한다.

⑤ 웨브의 두께는 응력집중을 피하기 위하여 두께를 급변하지 않는 것이 바람직하다. 이러기 위해서는 헤드의 폭이 작은 것이 좋으나 너무 작으면 블록의 수 즉, 이음부의 수가 증가하게 되므로 15m정도로 하는 경우가 많다.

⑥ 헤드는 수평방향에서 댐축에 평행한 방향으로 인장응력이 발생되므로 이를 고려하여 단면형상을 정한다. 또 필요한 경우에는 철근으로 보강하며 콘크리트의 시공성을 손상시키지 않도록 한다.

⑦ 중력댐은 지진에 대해서는 다른 댐보다 안전하다. 그러나 댐마루에 가깝고 단면이 작은 부분은 탄성적으로 상・하 방향의 진동이 발달할 가능성이 있다. 특히 댐마루 부근의 단면횡폭부가 차지하는 비율이 큰 댐이나 이행부의 단면변화가 급한 것은 위험하다.

⑧ 공동중력댐에서는 축방향의 지진에 대하여 진동이 발달할 수 있다. 이것은 웨브의 두께가 얇고 탄성적인 경우에는 현저하게 나타나므로 웨브의 두께와 제고에 대한 비가 약 1/10인 값과 비교하여 크게 다른 것은 동적검토가 필요하다.

⑨ 제체의 형상결정을 위한 중력댐의 단면형상은 계획최고수위부근에 정점을 갖고 상·하류방향에 경사진 기본삼각형을 정한다. 기본삼각형의 상류면 경사는 연직에 가까울수록 상류측으로 부터의 재하에 대하여 제체의 단면을 적게할 수 있으나 저수지공사시에 상류방향으로 향하는 지진력에 의하여 상류면을 진도 정도의 경사를 주는 경우도 있다.

4.2 안정성검토

(1) 댐의 설계와 안정성의 검토에서는 댐의 수평단면 및 댐과 기초암반과의 접촉면에 대하여 외력과 자중에 대한 평형조건을 검토한다.

(2) 안정성의 검토는 댐의 종류에 따라 방법과 순서를 달리한다. 이것은 댐의 종류에 따라 제체가 갖는 역학적 특성이 다르기 때문이다.

(3) 일반적으로 강성구조에서는 힘의 평행조건을 해석하면 된다. 이 조건을 수평단면에 대하여는 압축, 전단, 회전이다. 중력댐 및 공동중력댐은 강성이 강하므로 이것을 검토하면 된다. 즉, 댐전체에 대하여는 압축, 골동, 전도에 따라 안정성을 검토한다.

4.3 제체의 응력해석

(1) 댐의 응력해석은 그 응력상태를 적절히 판단할 수 있는 방법으로 한다.

(2) 중력댐의 응력해석은 제축에 직각인 방향의 2차원적 응력계산을 하는 것이 일반적이다. 중력댐에서 저수지 공.

(3) 시에 지진시관성력을 고려할 경우 또는 3차원적 응력상태를 기대한 경우에 제체하류면이나 제체 일부에 인장응력이 발생하는 수가 있다. 인장응력과 제체의 기초암반과의 접촉면에 수직한 방향의 인장력 이외에는 인장응력의 크기, 방향 및 위치 등이 제체의 안정에 중요한 영향을 미치지 않는 한 허용될 수 있다.

(4) 월류마루 인근에서 인장응력이 발생할 경우에는 철근으로 보강한다.

(5) 특히 현저한 기반변형이 예상되는 곳에서는 연직 및 수평방향의 인장응력이 일어날 수도 있으므로 적절한 대책을 취해야 한다.

(6) 또한 제체부분에 대하여 특히 중요한 부분이나 응력상태가 집중하게 될 가능성이 있는 개구부, 절단부, 단면의 협소부 및 급변부 등에서는 그 규모나 위치에 따라 응력해석을 하여 검토한다.

4.4 제체의 안정계산

4.4.1 중력댐

(1) 중력댐은 제체의 중량에 의하여 안전도가 유지된다. 일반적으로 소규모댐에서는 옹벽의 한 종류로서, 골동에 관한 해석만으로 만족할 경우도 있으나, 대댐에서는 제체재료가 고

가인 관계로 공사비가 막대하게 소요되므로 제체내의 각 부분에 대한 응력을 알게 됨으로써 불필요한 체적을 줄일 수 있도록 응력해석을 한다.

(2) 중력댐의 응력해석법은 다음과 같다.

① 중력법 (내부응력의 분포형을 가정하여 취급하는 가장 기본적인 방법)

② 시산하중법 (각 구조의 변이량이 같을 때까지 시산하는 방법)

③ 유한요소법 (2차원적 해석법, 3차원적 해석법)

④ 탄성이론에 의한 엄밀해석

4.4.2 공동중력댐

(1) 중력댐의 해법중에서 중력법 또는 유한요소법이 적용될 수 있으나 공동중력댐에서는 제체의 각 블록은 헤드 및 부류측면을 통해서만이 접근블록과 접합되고, 제체의 수평단면은 복잡하게 변화하므로 이것을 배려하여야 한다.

(2) 유한요소법은 이 경우에도 일반적으로 이용될 수 있다.

4.5 제체의 모형실험

(1) 모형실험은 해석적 방법으로 구해지는 응력상태와 안전성에 관한 지식이나 해석의 불완전성을 보완하기 위한 방법으로 필요에 따라 적절히 사용하여야 한다.

(2) 댐의 응력상태를 계산에 의해 분명하게 밝히지 못할 경우 또는 계산의 정확한 해를 구하기가 곤란한 경우에는 모형실험에 의해 검토하는 것이 바람직하다. 특히 아치댐이나 다른 댐에서도 종래의 완전한 해석이 불가능하였거나 경험이 불충분한 기초암반에서 불량부가 댐의 안전성에 미치는 영향 및 동적해석 특성에 대해서는 이론해석과 병행하여 해석하므로 정확한 해석을 할 수 있을 것이다.

(3) 모형과 원형과의 상이성을 위해서는 이론적인 배경이 충족되어야 한다. 그리고 이 실험이 실험실에서 수행되기 위해서는 많은 조건들이 만족되어야 한다.

4.5.1 모형 실험시 고려할 사항

(1) 모형은 원형의 스칼라량을 재현할 수 있어야 한다. 모형에 작용하는 하중은 원형에 작용하는 하중과 비례관계가 성립되어야 한다.

(2) 하중에 의해 발생하는 처짐과 변형율 등은 실험실의 측정기로 측정이 가능하여야 한다. 즉, 모형은 소축적으로 만들어지기 때문에 하중의 중력비율은 커지고, 원형에 비하여 소성도는 작은 값이 요구된다. 적변형에 의해 발생되는 응력분포를 나타내는 구조물에서 포아슨비는 모형과 원형이 같은 값을 가져야 한다. 형재료는 등력성, 등질성이 있어야 하며 후크의 법측을 만족하여야 한다.

(3) 기초부와 양암부는 원형에서와 같이 어느 정도의 변형에 대해 충분한 공간을 확보하여야 한다.

(4) 활하중과 중력의 효과가 관측되면 활하중과 이에 대한 사하중의 비는 모형과 원형이 같아

야 한다.

(5) 모형의 축적은 주로 (3)항에 의해 결정되며 활하중의 비중력과 결정된 재료의 탄성계수는 처짐과 변형의 크기 등과 함께 모형의 크기에 좌우된다.



집필위원	분야	성명	소속	직급
	관개배수	김선주	한국농공학회	교수
	농업환경	박종화	한국농공학회	교수
	토질공학	유 찬	한국농공학회	교수
	구조재료	박찬기	한국농공학회	교수
	수자원정보	권형중	한국농공학회	책임연구원



자문위원	분야	성명	소속
	농촌계획	손재권	전북대학교
	수자원공학	윤광식	전남대학교
	지역계획	김기성	강원대학교
	수자원공학	노재경	충남대학교
	농지공학	최경숙	경북대학교
	관개배수	최진용	서울대학교

건설기준위원회	분야	성명	소속
	총괄	한준희	농림축산식품부
	농업용댐	오수훈	한국농어촌공사
	농지관개	박재수	농림축산식품부
	농지배수	송창섭	충북대학교
	용배수로	정민철	한국농어촌공사
	농도	조재홍	한국농어촌공사 본사
	개간	백원진	전남대학교
	농지관개	이현우	경북대학교
	농지배수	남상운	충남대학교
	취입보	김선주	건국대학교
	양배수장	정상옥	경북대학교
	경지정리	유 찬	경상대학교
	농업용관수로	박태선	한국농어촌공사 본사
	농업용댐	손재권	전북대학교
	농지배수	김정호	다산컨설턴트
	농지보전	박종화	충북대학교
	농업용댐	김성준	건국대학교
	해면간척	박찬기	공주대학교
	농업수질및환경	이희억	한국농어촌공사 본사
	취입보	박진현	한국농어촌공사 본사

중앙건설기술심의위원회	성명	소속
	이태욱	평화엔지니어링
	성배경	건설교통신기술협회
	김영환	한국시설안전공단
	김영근	건화
	조의섭	동부엔지니어링
	김영숙	국민대학교
	이상덕	아주대학교

농림축산식품부	성명	소속	직책
	한준희	농업기반과	과장
	박재수	농업기반과	서기관

설계기준
KDS 67 10 30 : 2018

농업용 콘크리트 중력댐 설계

2018년 04월 24일 발행

농림축산식품부

관련단체 한국농어촌공사
58217 전라남도 나주시 그린로 20(빛가람동 358) 한국농어촌공사
☎ 061-338-5114 E-mail : webmaster@ekr.or.kr
http://www.ekr.or.kr

(작성기관) 한국농공학회
06130 서울시 강남구 테헤란로 7길 22(역삼동 365-4) 과학기술회관 본관 205호
☎ 02-562-3627 E-mail : j6348h@hanmail.net
http://www.ksae.re.kr

국가건설기준센터
10223 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283(대화동)
☎ 031-910-0444 E-mail : kcsc@kict.re.kr
http://www.kcsc.re.kr

※ 이 책의 내용을 무단전재하거나 복제할 경우 저작권법의 규제를 받게 됩니다.

KDS 67 10 35 : 2018

농업용 콘크리트 아치댐 설계

2018년 04월 24일 제정
http://www.kcsc.re.kr

농림축산식품부



건설기준 코드 제·개정에 따른 경과 조치

이 코드는 발간 시점부터 이미 시행 중에 있는 설계용역이나 건설공사에 대하여 발주기관의 장이 필요하다고 인정하는 경우 종전에 적용하고 있는 기준을 그대로 사용할 수 있습니다.

건설기준 코드 제·개정 연혁

- 이 기준은 KDS 67 10 35 : 2018 으로 2018년 04월에 제정하였다.
- 이 기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 건설기준 간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.
- 이 기준의 제·개정 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요사항	제·개정 (년. 월)
농업생산기반정비사업 계획설계기준 필댐편	• 농업생산기반정비사업 계획설계기준 필댐편 제정	제정 (1968. 12)
농업생산기반정비사업 계획설계기준 댐편	• 콘크리트댐에 관한 사항을 종합하여 댐편으로 개정	개정 (1982. 12)
농업생산기반정비사업 계획설계기준 콘크리트댐편	• 농업생산기반정비사업 계획설계기준 댐편으로부터 분리하여 콘크리트댐편 제정	제정 (1989. 12)
농업생산기반정비사업 계획설계기준 필댐편	• 농업생산기반정비사업 계획설계기준 필댐편 개정	개정 (2002. 12)
KDS 67 10 35 : 2018	• 국토교통부 고시 제2013-640호의 “건설공사기준 코드체계” 전환에 따른 건설기준을 코드로 정비 • 건설기술진흥법 제44조 및 제44조의 2에 의거하여 중앙건설심의위원회 심의· 의결	제정 (2018. 04)

제 정 : 2018년 04월 24일
개 정 : 년 월 일
심 의 : 중앙건설기술심의위원회
자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회
소관부서 : 농림축산식품부 농업기반과
관련단체(작성기관) : 한국농어촌공사(한국농공학회)

목 차

1. 일반사항 ····· 1

1.1 목적 ····· 1

1.2 적용범위 ····· 1

1.3 참고기준 ····· 1

1.4 용어의 정의 ····· 1

1.5 기호 정의 ····· 1

2. 조사 및 계획 ····· 1

3. 재료 ····· 1

4. 설계 ····· 2

4.1 댐의 위치와 형식선정 ····· 2

4.2 콘크리트의 강도 ····· 3

4.3 기초 암반 처리 ····· 3

4.4 하중과 외력 ····· 3

4.5 설계 및 모형실험 ····· 4

4.6 기초처리 ····· 12

농업용 콘크리트 아치댐 설계

1. 일반사항

1.1 목적

- 내용 없음

1.2 적용범위

- 내용 없음

1.3 참고기준

(1) 농지개량사업계획 설계기준, 1989 : 콘크리트댐편
(2) 농업생산기반정비사업계획 설계기준, 2002 : 필댐편
(3) 댐 설계기준, 2011

1.4 용어의 정의

- 내용 없음

1.5 기호의 정의

- 내용 없음

2. 조사 및 계획

- 내용 없음

3. 재료

- 내용 없음

4. 설계

(1) 콘크리트 아치댐은 댐에 작용되는 외력에 대응하여 안전하여야 한다. 또한 콘크리트 아치댐 설계시 “KDS 54 70 00 : 2017” 콘크리트 아치댐 설계기준을 참고한다.

4.1 댐의 위치와 형식선정

4.1.1 아치댐의 위치조건

(1) 아치댐의 위치는 댐의 형상계수, 계곡의 형상, 기초암반의 조건, 수문, 수리학적 조건 등을 고려하여 경제적으로 결정한다.

(2) 아치댐의 위치는 기초조건이 만족할 때 댐의 형상계수 (댐길이/댐높이)가 4이상인 경우가 가장 이상적이나 경우에 따라서는 6 또는 10의 경우도 가능하다. 댐의 높이와 길이에 대한 비율은 기존댐과 대칭여부, 계속의 형상, 지질 등을 비교할 경우에 이용되며 보통 아치댐의 경제성 여부판정의 기준이 되기도 한다.

(3) 가장 이상적인 계곡의 형상은 V자형 계곡이나 때로는 U자형 또는 비대칭형인 계곡에도 아치댐을 설치할 수 있다.

(4) 지질적으로 하상부에서는 중력댐의 경우보다도 전단강도에 대한 제약은 적으나 상부암반에서도 큰 하중이 걸리기 때문에 견고한 암반이 필요하며, 어버트먼트 하류측의 어깨(Shoulder)가 설계상 중요한 요소가 된다.

(5) 기초암반은 지층, 골동층, 성층 (Bedding)등과 같이 그라우팅을 할 필요가 있는 암반층은 아치댐 기초로서는 적당하지 않다. 퇴적암지반은 가장 불리하며 혈암, 점판암, 사암 등도 만족한 기초지반이 될 수 없으며 물, 공기 및 압력 등에 의하여 분석되거나 변하는 암반은 모두 적당치 않다.

(6) 아치댐을 설치할 수 있는 위치는 예상되는 홍수량을 월류시킬 수 있는 충분한 월류폭이 가능하거나 다른 형태의 홍수방류시설이 위치를 고려하여 홍수조절을 함으로써 홍수피해를 막을 수 있는 위치라야 한다.

4.1.2 아치댐의 형식

(1) 아치댐의 형식선정은 댐위치의 지형, 지질, 기상, 수문 등의 제조건을 종합적으로 검토한 후 선정하여야 한다.

(2) 아치댐은 다음과 같이 개념적으로 분류할 수 있으며, 이들의 중간적인 형식도 설계되고 있으므로 명확한 구분은 어렵다.

① 중력식 아치댐

가. 중력식 아치댐 (Gravity type arch dam)은 중력댐의 폭을 아치형으로 하여 안전율을 다소 높인 대미여 지형이나 지질상으로 얇은 아치댐으로 설계할 수 없는 경우에 선정된다. 아치의 작용은 약하고 주로 댐 중량으로 안정을 유지한다. 따라서 그 단면은 중력댐의 단면에 가깝고, 체적이 크다.

② 얇은 아치댐

가. 얇은 아치댐(Thin arch dam)은 댐폭의 곡면을 크게하여 아치작용이 충분히 작용하도록 설계한 것으로 두께는 얇고, 체적은 적다. 이 종류의 아치댐에는 정반경형, 정각형, 변우경형 등이 있다.

4.2 콘크리트의 강도

(1) 콘크리트의 재령기준 및 소요강도는 91일강도를 기준으로 한다. 콘크리트의 배합강도는 소요압축강도를 조합해서 응력해석을 고려한 수정계수 및 강도의 변동계수에 대응하는 증가계수를 가지고 보정해서 정한다.

4.3 기초 암반 처리

4.3.1 기초암반의 전단 마찰 저항력 및 탄성계수 또는 변형계수

(1) 기초암반의 전단마찰저항력 및 탄성계수 또는 변형계수는 원칙적으로 현장시험을 실시하고 그 결과 및 암반의 성상을 고려하여 판정한다.

(2) 중력댐을 설계할 경우에 필요한 것은 일반적으로 기초암반의 전단마찰저항력이다. 기초암반의 변형을 고려하여 해석할 경우 및 아치댐을 설계할 경우에는 기초암반의 전단마찰저항력, 탄성계수 또는 변형계수가 필요하며, 그 값은 현장시험을 실시해서 판정하는 것을 원칙으로 한다.

4.3.2 기초 암반의 안정률

(1) 제체와 기초암반과의 접촉면 및 기초암반내의 약점이라고 생각되는 면의 전단마찰저항력은 전단력에 대하여 필요한 안전율을 가져야 한다. 기초암반의 안정해석은 특히 입도가 좋은 방법을 사용하는 것으로 한다.

(2) 제체와 기초암반과의 접촉면 및 기초암반의 약점이라고 생각되는 면의 안전율은 다음 사 항을 유의해서 가장 위험하다고 판단되는 면에 대해서 계산하고, 필요한 경우에는 국부전단마찰안전율로 구한다. 이때의 안전율은 평균안전율로는 4, 국부안전율로는 2를 원칙으로 한다.

① 암반이 겉보기에 균일하다고 생각하는 경우에는 층리의 면이나 방향에 또 금간 조각의 집합체로서 약점을 형성하는 경우가 있다.

② 단층 또는 큰 균열이 있어서 그것들이 단독으로도 위험한 분리면을 형성하고 있는 일이 있다.

③ 어버트먼트로부터 떨어진 장소의 암반분리면에서도 그 규모가 뚜렷하게 큰 경우에는 기초암반의 안전에 영향을 미칠 때가 있다.

4.4 하중과 외력

(1) 댐의 설계에서 고려하는 하중은 동력댐과 동일하며, 여기에 온도하중을 고려한다.

4.4.1 지진 시 관성력

(1) 제체진도는 동역학적 검토로서 정하는 경우 외의 설계진도는 지반진도의 2배이상을 취하는 것으로 한다. 지진시 관성력은 지체에 대해서 수평으로 작용하는 것으로 하나 상하방향의 지진시 관성력이 제체에 큰 영향을 미친다고 생각하는 경우에는 이에 대한 검토도 있다.

① 댐이 지진을 받으면 제체에는 처짐을 동반한 탄성진동을 일으키고 일반적으로 지진진도보다 상당히 큰 진도를 받는다. 이때에 생기는 진동형은 기준진동형으로서 취급할 수 있고, 진동주기, 진동감축성 등에 의해 정하는 것이라고 생각한다. 진동에 의한 작용을 관성력 및 동수압의 외력으로서 취급하므로 제체의 기준진동형에 따라 제체내부에서는 각각 다른 진도를 취하지 않으면 안된다. 일반적으로 제체진도는 지반진도보다 크다. 종래 행해진 소위진도방법, 즉 지반과 동일한 진도의 관성력을 제체의 정하중으로서 작용시키는 방법의 경우에도 제체관성계수에 상응한 댐의 처짐이 생기고,동역학적으로는 그만큼 제체가 지반진도보다 상당히 큰 진도를 받은 것이 되고, 그 주어진 진동형은 최저 다음의 제체기준진동형 (이하 기준진동형이라 한다)에 가깝다. 그러나 이대로의 값으로는 제체에 대한 설계진도를 잡는데 충분하지 않다. 이상의 여러사항 및 댐의 진동이 동일진동에 대해 통상기본진동형일때가 가장 큰 응력상태를 나타낸다고 생각되는 점등을 고려해서 일반적으로 제체진도를 지반진도의 2배이상의 값을 취하여 계산한다.

② 특히 중요한 댐에서는 제체진도를 다시 정밀하게 검토하고, 또 진동형을 확인하게 고려하기 위해 ①에서 기술한 경의적방법에 의하지 않고 동역학적검토를 행하는 것이 바람직하다.

진동학적방법의 일예를 들면 먼저 댐지점에 있어서 기왕의 지진활동성, 실제규칙의 결과등에 의한 지진의 파형, 최대가속도의 값을 예정한다. 댐의 규준 진동형 및 진동주기를 과거의 관측연구의 결과로부터 상정하고 또 모형실험에 의해 구한다 그에 의해 단위지반진도에 의한 제체의 기준진동형의 진폭을 계산한다. 또 댐의 감쇠계수를 과거의 실측 및 연구의 결과로부터 상정한다. 이상의 제인자를 써서 상정지진파에 의한 댐의 응답도의 스펙트럼을 구해서 설계에 사용할 제체진도의 배율을 정한다. 단위진도에 의한 제체진폭에 배율을 곱하고 기본진동형에 상응하는 진폭의 크기를 구해서 그것으로부터 댐의 응력을 계산하고 이 댐에 있어서 지진에 대한 안전성을 검토한다. 이 경우 특히 높고 또 큰 댐에서는 고차규준진동에 대해서도 검토할 필요가 생길 때도 있다.

③ 댐에 작용하는 수평지진관성력의 방향으로서는 일반적으로 상하류방향일 때가 하류에 직각방향일 때에 비해 더 위험한 경우가 많다고 생각된다. 또 연직방향으로 만곡한 단면을 갖고 연직방향의 진동이 제체의 안정에 큰 영향을 미친다고 생각되는 경우에는 이 방향에 대해서도 검토를 할 필요가 있다.

4.4.2 지진 시 동수압

(1) 지진시 동수압은 수평아치의 반경방향으로 작용하는 것으로 한다. 지진시 동수압에 댐의 진동에 의한 처짐의 영향 및 계곡의 형상의 영향을 고려할 때 또는 하류와 직각방향의 진동 및 고차진동을 고려하는 경우에 대해서는 특별한 검토를 한다.

4.4.3 온도 하중

(1) 온도하중은 이음매의 그라우팅 후에 예상되는 내부온도의 변화량에 의해 정한다.

① 일반적으로 캔틸레버 및 아치의 온도상승에 의한 휨모멘트 및 반경방향의 전단력은 수압하중 등에 의한 휨모멘트와 반경방향의 전단력과 기호가 반대로 되어 안전하게 된다. 또 아치추력에 대해서는 동기호가 된다. 이 값은 일반적으로 댐의 안전을 해치는 정도의 것이 아니다.

따라서 댐의 응력을 계산하는 경우에는 일반적으로 아치작용이 확보된 후의 온조저하만을 고려하면 좋다. 그러나 낮고 얇은 댐에서는 온도상승에 의해 최대응력이 생기는 일이 있으므로 이와 같은 경우에는 온도상승에 대해서도 고려할 필요가 있다.

또 기초의 안정을 검토하는 경우에는 일반적으로 아치추력이 온도상승에 의해 증가하므로 온도상승에 대해 검토할 필요가 있다.

따라서 댐의 응력을 계산하는 경우에는 아치댐의 내부온도와의 차이에서 온도저하만을 고려해도 좋다. 미국개척국 (USBR)의 Design of Arch dams에서 댐의 내부온도는 구조물이 완전한 결합체로 형성되어 아치작용이 시작될 때의 온도를 콘크리트 평균온도로 규정하고 있다.

② 댐의 내부온도에 의한 응력을 구하는 경우의 인자로서 다음의 3가지를 들 수 있다.

가. 단면내 평균온도

(가) 단면내 평균온도는 댐의 두께, 방향의 평균온도로서 동일 수평단면에서 두께가 다른 경우에는 그에 따라서 다른 값을 취한다.

나. 상하류방향의 온도경사

(가) 일반적으로 댐의 내부온도분포는 곡선분포를 하고 있으나 여기서 말하는 상하류방향의 온도경사란 실제의 온도분포도를 그 면적 및 1차모멘트가 각기 일치하도록 직선온도분포도 (등가직선온도분포도)로 바꾸어 놓았을 때의 경사를 말한다.

다. 상하류면 가까이 형성되는 온도경사

(가) 여기서 말하는 상하류면 가까이 형성되는 온도경사란 실제의 온도분포와 등가직선 온도분포와의 차에 의해 생기는 것을 말한다.

③ 단면내 평균온도(Ⅰ)의 변화는 댐의 처짐, 아치응 추력, 아치의 휨모멘트 및 캔틸레버의 휨모멘트에 크게 영향을 준다. 상하류면방향의 온도경사(Ⅱ)는 아치의 휨모멘트에 상당한 영향을 준다. 아치추력 및 댐의 처짐에 미치는 영향은 적다. 상하류면 가까이 형성되는 온도경사 (Ⅲ)는 국부응력의 형으로 영향을 줄 뿐이다. 따라서 설계계산에는 (Ⅰ) 및 (Ⅱ)를 합해서 고려하는 것을 원칙으로 하고 (Ⅱ)를 계산에 넣지 않는 경우

에는 종래의 계산예를 고려해서 크라운(Crown)의 설계압축응력도는 0.5～1MPa (5～10kgf/㎠)정도 크게 잡을 필요가 있다.

4.5 설계 및 모형실험

4.5.1 댐 형상의 설계

(1) 댐형상의 설계는 계곡의 형상, 암반의 성상 및 홍수처리의 방법을 고려하여 제체 및 기초암반의 안전을 확보할 수 있도록 한다.

4.5.1.1 기본형상

(1) 아치댐은 기본적으로 3차원 특성에 지배되는 구조물이므로 기초암반의 성상, 계곡의 형상 등의 요소에 의하여 기본형상을 달리한다. 따라서 중심각 및 두께를 적절히 선정하고, 제체응력 및 기초암반에 발생하는 응력을 조정하여 제체 및 기초암반의 안전을 기하는 것이 필요하다. 이때 다음과 같은 사항에 유의할 필요가 있다.

① 형상설계의 요령

가. 댐의 형상은 그 기반이 되는 계곡의 견암선형을 기초로 하여 검토한다. 가장 간단한 형식은 정각형과 정반경형이지만 실제의 댐에서는 그 중간적인 형을 취한다. 아치작용을 크게 발휘시키기 위해서는 어느 표고에 있어서도 수평아치의 곡율이 크게 취해진 정각형에 가까운 형이 바람직하나, 한편으로는 댐 양압부의 기초의 활동에 대한 안정상 추력(Thrust)을 유리하게 작용시키기 위하여 중심각을 작게 할 수 밖에 없는 경우가 많다.

② 계곡의 형상과의 관계

가. 댐의 중앙연직단면은 보통 하류측으로 오버행을 준 형상으로 한다. 이것은 양암에 가까운 댐부분의 상류측으로의 오버행을 그만큼 줄이고 댐의 상·하부 아치에 적당한 중심각을 주면 유리하게 되고 또 공사중 댐의 안정상으로도 이점이 있다. 부득이 상류측으로의 오버행이 과도하게 된 댐에서는 받침대 또는 굴착모양에 따른 받침대를 설치할 필요가 있다. 그 반대 댐의 하류측으로의 오버행을 과도하게 주면 그 기 저부 부근 상류측의 인장응력을 조장할 우려가 있다.

나. 수평단면에 있어서 아치의 곡선형에 대해서는 단심엔, 삼심엔, 포물선, 쌍곡선등을 이용하고, 동일두께 또는 부등두께 아치를 사용하여 아치응력의 조절을 꾀하는 동시에 아치응력의 기초에 전해지는 방향에 유의하고 어깨(Shoulder)로 되는 견암의 모양과 크기와의 관계도 고려하여 아치의 형상을 검토할 필요가 있다.

③ 암반의 성상과의 관계

가. 댐의 위치는 그 부근 일부의 암반에 대하여 실시한 상세한 지질조사의 결과를 근거로 하여 양암 다같이 암질이 견고하고 구조상 되도록이면 약점이 적은 지점을 택해야 하며, 최종적으로는 댐의 기초가 될 부분에 대하여 여러가지 현지암석시험으로 확인해서 가장 안전도 높은 장소를 선정한다. 그러나 기초암반으로

아직 불충분하다고 생각되는 부분이 있는 경우에는 가능하고 유효한 기반의 개량을 고려함과 동시에 댐의 형상에 대하여도 연구할 필요가 있다.

나. 그 경우에 다음과 같은 방법을 취하는 것이 보통이나 그밖에도 일반적인 얇은 댐을 대신하여 두꺼운 댐을 선택하는 경우가 있다.

(가) 중심각을 줄여서 아치추력의 방향을 개량한다.

(나) 수압면을 확대한다.

(다) 인공어버트먼트와 같은 보조구조물을 이용한다.

④ 암반의 탄성계수와의 관계

가. 기초암반의 탄성계수 Er 은 제체콘크리트의 탄성계수 Ec 와 함께 댐의 응력검토를 위한 하나의 요소가 된다.

예를 들면 Ec/Er 가 클 때는 아치의 하중부담률이 커지고 크라운 (아치의 마루)의 압축응력도 크게 나타나는 경향이 있는 것 등을 고려하여 댐형상을 설계한다.

나. 저수지 초기만수시 기초암반의 변형이 현저하게 제체의 응력분포에 영향을 끼친다고 생각되는 경우에는 탄성계수 대신에 변형계수를 사용하여 검토할 필요가 있을 때도 있다.

⑤ 아치종단의 형상

가. 아치종단의 암반과의 접촉면은 반경방향으로 하는 것이 원칙이다. 비반경방향으로 굴착하면 암반과 연하는 블록형상이 부적당한 것이 되기 쉽고 또 균열이 생기는 원인도 된다. 더욱이 캔틸레버의 저면이 하류로 내려가게 되고 어깨가 얇은 경우에는 기 초암반의 안정성을 잃어버리는 경향이 있어 일반적으로 좋지 않다. 단, 댐하부의 비교적 두꺼운 부분에서 암반이 깊게 틈이 생겨 상층의 견암을 많이 잃게 되는 경우에는 지나친 굴착을 중지하고 상류측 반정도를 거의 $10^{\circ}C$ 의 비반경방향으로 굴착하여도 안정상 영향이 작다고 생각된다.

⑥ 기타 고려해야 할 사항

가. 물넘이가 제체에 설치되고 그 규모가 큰 경우에는 댐의 안정성에 현저한 영향을 주는 수도 있으므로 그 형상의 설계에 주의를 요한다.

나. 댐의 표면은 엔골한 곡면으로 하여 국부적으로 응력이 집중되지 않도록 한다.

4.5.1.2 설계시 고려할 요소

(1) 댐길이와 높이의 비율

① 댐길이와 높이의 비율은 기존댐과 대칭여부, 계곡형상, 지질 등을 비교할 때 이용되며, 보통 아치댐의 경제성여부판정의 기준이 되기도 한다. 이 비율이 6보다 작은 경우가 경제적인 것으로 되어 있다. 물론 이 기준에 만족한다 하더라도 댐의 건설비용과 물넘이 건설비용 등을 복합적으로 고려하여 댐형식을 결정해야 한다. 이 비율이 4보다 작으면 아치댐으로 가장 바람직한 경우가 된다.

(2) 대칭성

① 응력분포의 관점에서 보면 아치의 형상이 대칭인 것이 바람직하다. 부득이 비대칭으로 설계를 할 경우에는 다음의 방법을 사용하여 비대칭성을 개선한다.

가. 적절한 장소를 더 깊게 굴착한다.

나. 인공적인 접안장치를 건설한다.

다. 댐축을 재조정하거나 다시 설정한다.

② 개선이 불가능한 경우에는 2심엔 아치댐으로 설계를 한다. 이 경우 아치형상의 연속성을 유지하기 위해 좌·우측의 중심은 중앙 캔틸레버를 포함하는 수직면에 따라 좌우해야 한다.

(3) 계곡형상

① 계곡의 형상은 다음과 같이 분류될 수 있다.

가. U 자형 계곡

· 계곡의 밑폭 b가 높이 H보다 작다.

나. 좁은 V 자형 계곡

· 계곡의 밑폭 b가 거의 0이다.

· $\varphi \prec 35^\circ C$

다. 넓은 V 자형 계곡

· $b \neq 0$

· $\varphi \prec 35^\circ C$

라. V 자형과 U 자형의 복합계곡

· $b \prec 2H$

· $\varphi \prec 15^\circ C$

② 댐의 중심각, 댐높이 및 아치형상 등의 요소가 서로 같다고 가정하면, 넓은 계곡에 맞는 아치댐은 협곡의 아치댐보다 캔틸레버의 강성에 대해 좀더 융통성이 있다.

(4) 캔틸레버형상

① 넓은 계곡의 댐인 경우 사하중에서 얻을 수 있는 최대의 효과를 얻는 것이 바람직하다.

중앙 캔틸레버형상은 상류측면이 기초를 절단하고 하류측면이 마루에서 오버행(Overhang) 되는 형태를 갖는 것이 바람직하다.

(5) 아치형상

① 아치형상은 대부분 일정한 두께를 갖는 것이 이용되고 있다. 일반적인 것은 「댐형상의 설계」를 참조하기 바라며, 넓은 계곡에서 좀 더 균일한 응력분포를 얻기 위해 몇 가지 기술적인 장치가 필요하다.

가. 아치단면의 두께를 변화시키는 방법

나. 3심엔 아치를 이용하는 방법

다. 타원형, 포물선이나 쌍곡선형의 아치형상을 취하는 방법

② 암반에 작용하는 응력을 완화조정하기 위하여 접안부의 확장이 필요한 경우에는 하류면 쪽으로 필렛(Fillet)을 설치한다. 이 필렛을 설계할 경우에는 다음 사항을 고려하여야 한다.

가. 필렛의 중심은 평면내의 원활한 곡선 내에 존재해야 한다.

나. 아치의 하류형상과 댐의 양쪽 필렛 사이의 접선궤적은 원활한 곡선을 나타내야 한다.

다. 필렛 반경은 접안부에 전달되는 응력이 안전하게 향하게 하기 위해 충분한 길이가 필요하다.

(6) 아치접안부

① 아치접안부는 양호한 암반에 잘 연결되도록 이음부 등에 특별한 주의가 필요하다. 접안부의 방향은 댐 축에 수직으로 하는 것이 암반의 지지력 등에도 이점이 있다. 접안부의 반경방향 길이 전체를 암반과 연결시키기 위해서 과도하게 많은 양의 굴착이 필요하면, 적은 양의 굴착을 수행하여 이용할 수 있는 다른 접안부형상을 이용한다.

② 하류측 아치단면과 등고선과 나란한 선과의 사이각은 $30^{\circ}C$ 보다는 커야하며, 필렛을 사용할 경우 이 값은 $45^{\circ}C$ 보다 커야 한다.

4.5.2 제체의 응력해석

(1) 제체의 응력해석은 그 형상 및 기초의 구속조건이 응력에 미치는 영향을 고려해서 댐의 응력상태를 적절히 판정할 수 있는 방법으로 계산하고, 필요에 따라서는 모형실험을 한다.

(2) 댐의 응력계산법에는 하중분해법, 수평아치법, 경사아치법, 셸(Shell) 이론에 의한 방법, 탄성이론에 기초한 유한요소법 및 모형실험법 등이 있다.

(3) 수평아치법 및 경사아치법은 현재로서는 예비설계목적 이외에는 사용되지 않고, 또 셸 이론에 의한 방법은 아직 본격적으로 사용되는 단계에 이르지 않고 있다. 또 근년에 유한요소법에 의한 응력해석법이 개발, 실용화되고 있다.

4.5.3 자중에 의한 응력해석

(1) 댐의 자중에 의한 응력계산은 그 형상 및 시공방법에 따라 자중을 캔틸레버에만 부담시키는 방법 또는 캔틸레버와 아치에 분담시키는 방법중에서 택한다.

(2) 일반적으로 캔틸레버로 부담하는 것으로 하여 응력계산을 한다. 시공중에 아치작용을 일으키고 있다고 생각되는 경우에는 댐의 자중에 의한 캔틸레버의 변위와 일부가 아치작용에 의해 경감되는 것으로 하여 응력계산을 할 수 있다. 이 경우 댐의 시공순서에 따라 수단계로 구분하여 자중이 걸리는 것으로 하여 댐의 변위를 구하는 것이 정밀한 방법이지만, 예비설계에서는 간단한 방법으로 자중의 일부를 캔틸레버만으로 부담하고, 나머지를 댐전체(아치와 캔틸레버)에 작용시키는 것으로 계산하는 방법도 있다.

4.5.4 어버트먼트 보조 구조물의 설계

(1) 댐지점의 지형 또는 지질상을 보정하거나 댐의 안정성을 개선하기 위해서 필렛, 스러스트블록, 중력어버트먼트, 새들, 플러그, 날개댐 등을 사용하는 경우는 댐지점의 상황에 따라 그 규모 및 형상을 정한다.

4.5.4.1 필렛

(1) 여기서 말하는 필렛(Fillet)은 제체의 기본형상에는 관계없고 암반에 작용하는 응력을 완화조정하기 위해서 어버트먼트에 가까운 제체에 부가하는 국부적인 증서부분이다.

4.5.4.2 스러스트블록

(1) 스러스트(Thrust) 블록은 제정부근에서 계곡이 급하게 열려있는 경우 또는 지질상의 결함이 있는 경우는 제체와 암반과의 사이에 설치해 제체로부터의 추력(Thrust)을 암반에 전달하는 것이다. 스러스트블록의 형상을 적당히 선택함에 의해 제체의 형상을 지형 또는 지질상의 국부적인 결함에 좌우됨이 없이 정할 수 있다.

4.5.4.3 중력어버트먼트

(1) 중력어버트먼트는 그제정부근에 지형 또는 지질상의 결함이 있는 경우에 쓰이는 점에서 스러스트블록과 같으나 이는 암반면에 작용하는 응력을 경감하고 추력을 그대로 배후의 암반에 전하는 것이며 중력어버트먼트는 그 중가작용에 의해 댐의 추력을 암반에 전하는 점에서 스러스트블록과 다르다.

(2) 그런데 중력어버트먼트를 채용하는 경우는 날개댐의 유무를 고려해서 그 규모와 형상을 정할 필요가 있다.

4.5.4.4 새들

(1) 새들(Saddle)은 제체와 암반과의 사이에 설치해서 제체의 전주변 또는 일부에 불연속으로 증진된 단면형상을 갖고 암반에 작용하는 응력을 완화조정하는 것이다. 그러나 최근에는 새들을 쓰는 경우가 적어지고 있다.

4.5.4.5 플러그

(1) 플러그(Plug)는 지형에 깊은 틈이 있는 개소, 또는 단층, 그밖의 취약층을 제거한 자리에 채우는 콘크리트로서 제체의 기본형상과 구별해서 그 크기와 형상을 정할 수 있는 것을 말한다.

4.5.4.6 날개댐

(1) 날개딤(Wing dam)은 댐 상부의 기초암반면에 저수가 직접 작용하는 것을 피하기 위해,

또 중력어버트먼트의 채용에 따라 부근의 지하수위를 저하시키기 위해 설치하는 차수구조물이고, 댐 종단의 상류에서 지형, 지질의 실정에 따라 보통 아치의 반경방향에 설치한다.

(2) 날개댐에는 각종형식의 벽체가 쓰이고 이에 의해 암반내의 침투거리를 길게 하고 간극벽을 감해서 기초암반전체의 개선에 기여한다.

4.5.5 어버트먼트 보조 구조물의 응력해석 및 안정계산

(1) 어버트먼트 보조구조물에 대해서는 안정계산을 하여야 하며, 필요한 경우에는 모형실험으로 그 안정을 확인하는 것으로 한다. 필렛, 스러스트블록, 중력어버트먼트, 새들, 플러그, 날개댐 등의 어버트먼트 보조구조물의 안정계산은 다음과 같은 방법으로 한다.

① 필렛은 일반적으로 제체의 응력분포에 그렇게 큰 영향을 미치지 않으므로 필렛에 의한 증가부의 응력은 댐 본체의 기본형상에 대해 구한 단면을 그대로 써서 계산해도 좋다.

② 스러스트블록은 제체에 비해서 저폭이 충분히 크고, 또 소성이 뚜렷하면 제체의 설치시 암반과 같이 취급할 수 있다. 이경우 스러스트블록은 제체의 단면력을 직접 작용시켜 그 안정성을 검토하면 좋다. 그러나 그 규모에 대해서는 제체의 일부로서 취급하지 않으면 안되는 경우가 있다.

③ 중력어버트먼트는 그러스트블록과 똑같이 계산한다.

④ 새들을 실상에 따라 필렛 또는 스러스트블록과 똑같이 취급해서 그 증가부에 대한 응력을 계산하면 좋다. 그러나 새들이 광범위하게 걸치는 경우에 그 증가단면을 최초부터 고려한 제체의 응력계산을 하는 것이 좋다.

⑤ 플러그는 그 역학적작용을 고려한 안정계산을 한다.

⑥ 날개댐은 그 형상에 맞는 계산방법에 의해 계산한다.

4.5.6 마루 물넘이, 방수관, 갤러리 등이 있는 경우의 계산

(1) 댐에 마루물넘이, 방수관, 갤러리 등이 있는 경우에는 그 규모에 따라 계산 또는 모형실험에 의하여 댐의 국부적 또는 전체 응력해석을 한다.

(2) 댐마루에 홍수로등의 홈이 있는 경우에 그 깊이가 크지 않을 때는 그 부분의 아치작용을 무시한 댐의 응력계산을 하여도 좋다. 그러나 깊이가 클 때에는 홈에 의해 생긴 자유단을 갖는 만곡보로 생각한 댐전체에 계산을 하다.

(3) 방수관, 수압철관 등은 그 규모에 따라 국부응력의 계산 또는 개구부에 의해 소성이 감소한 댐으로서의 응력계산을 함과 동시에 모형실험에 의하여 검토한다.

(4) 갤러리는 단면의 규모가 댐의 크기에 비하여 그렇게 크지 않는 것이 보통이므로 국부응력을 계산하는 것만으로도 지장이 없다.

4.6. 기초처리

4.6.1 기초암반의 개량

(1) 댐에 마루물넘이, 방수관, 갤러리 등이 있는 경우에는 그 규모에 따라 계산 또는 모형실험에 의하여 댐의 국부적 또는 전체 응력해석을 한다.

(2) 기초암반의 일부에 구조상 또는 수밀성에 약점이 있는 경우는 기초암반의 개량을 한다. 수밀성을 확보하기 위해서는 일반적으로 그라우팅을 실시하고, 암반내의 지하수위를 낮추기 위해서는 경수공을 설치한다.

(3) 댐의 기초암반의 안정성에 대해서는 「기초암반의 안정성 검토」에 준하되 필요에 따라서 다음과 같은 방법을 단독 또는 병행해서 실시한다.

① 추력전달구조물

가. 단면을 통해서 추력을 심부의 벽암에 전달하기 위한 콘크리트의 기둥 또는 벽이다.

② 다웰링(Dowelling)

③ 철재에 의한 기초암반의 벽결공법

④ 고압 압밀그라우팅

(4) 기초암반의 응력도가 높은 부분을 보강 또는 개량하기 위해 비교적 높은 주입압력으로 행하는 압밀그라우팅이다. 그 시공은 주입압에 의해 댐이 손상되지 않는 높이까지 콘크리트를 친 후에 한다.

4.6.2 이음

(1) 이음은 콘크리트의 균열을 방지하기 위하여 반경방향으로 설치해서 여기에 그라우팅을 한다.

① 횡단이음매는 일반적으로 15m 정도의 예가 많으며 그 단형은 지진시, 시공중등의 안정을 유지하면서 설치하는 것이 바람직하다. 아치추력이 시공중에도 작용하도록 설치된 댐, 특히 그 하부의 사수위(이용수심이하)에 있어서는 설치하지 않는 경우도 있다.

단형의 형상과 수는 응력집중 및 온도에 의한 균열이 생기지 않을 것과 시공이 용이할 것 등을 고려해서 정한다.

② 시공기간중에 홍수에 의한 피해의 우려가 없는 경우에는 이음매와 그라우팅에 의하지 않고 슬롯(Slot)을 설치해서 이를 담수전에 채우는 경우도 있다.

기초에 비교적 큰 변화가 예상되고, 아치추력을 경감할 필요가 있는 경우 또는 구조상 날개댐과 제체간의 경계면을 설치할 필요가 있는 경우에는 개방이음매를 사용할 때도 있다.

③ 제체와 새들, 플러그 또는 스러스트블록과의 사이에 접촉을 잘하기 위해 주변이음을 채용할 때가 있으나 최근에는 그 예가 적다.

④ 아치작용을 되도록 발휘시키기 위하여 이음의 방향은 반경방향으로 한다. 다라서 수

평아치의 중심이 높이에 따라 다르고, 이음면이 평면이 아닌 비틀림면으로 형성된다. 또 아치정부에는 최대응력이 발생하므로 크라운에는 이음을 두지 않는 것으로 한다.

⑤ 아치댐은 자동개#작용이 있다고 생각되므로 #형이음매를 두지 않는 예도 있으나, 댐 구조물을 일체로 하여 전단응력의 전달과 안전성을 높이기 위하여 #형이음매를 두고 이음그라우팅을 하는 경우가 많다.



집필위원	분야	성명	소속	직급
	관개배수	김선주	한국농공학회	교수
	농업환경	박종화	한국농공학회	교수
	토질공학	유 찬	한국농공학회	교수
	구조재료	박찬기	한국농공학회	교수
	수자원정보	권형중	한국농공학회	책임연구원



자문위원	분야	성명	소속
	농촌계획	손재권	전북대학교
	수자원공학	윤광식	전남대학교
	지역계획	김기성	강원대학교
	수자원공학	노재경	충남대학교
	농지공학	최경숙	경북대학교
	관개배수	최진용	서울대학교

건설기준위원회	분야	성명	소속
	총괄	한준희	농림축산식품부
	농업용댐	오수훈	한국농어촌공사
	농지관개	박재수	농림축산식품부
	농지배수	송창섭	충북대학교
	용배수로	정민철	한국농어촌공사
	농도	조재홍	한국농어촌공사 본사
	개간	백원진	전남대학교
	농지관개	이현우	경북대학교
	농지배수	남상운	충남대학교
	취입보	김선주	건국대학교
	양배수장	정상옥	경북대학교
	경지정리	유 찬	경상대학교
	농업용관수로	박태선	한국농어촌공사 본사
	농업용댐	손재권	전북대학교
	농지배수	김정호	다산컨설턴트
	농지보전	박종화	충북대학교
	농업용댐	김성준	건국대학교
	해면간척	박찬기	공주대학교
	농업수질및환경	이희억	한국농어촌공사 본사
	취입보	박진현	한국농어촌공사 본사

중앙건설기술심의위원회	성명	소속
	이태욱	평화엔지니어링
	성배경	건설교통신기술협회
	김영환	한국시설안전공단
	김영근	건화
	조의섭	동부엔지니어링
	김영숙	국민대학교
	이상덕	아주대학교

농림축산식품부	성명	소속	직책
	한준희	농업기반과	과장
	박재수	농업기반과	서기관

설계기준
KDS 67 10 35 : 2018

농업용 콘크리트 아치댐 설계

2018년 04월 24일 발행

농림축산식품부

관련단체 한국농어촌공사
58217 전라남도 나주시 그린로 20(빛가람동 358) 한국농어촌공사
☎ 061-338-5114 E-mail : webmaster@ekr.or.kr
http://www.ekr.or.kr

(작성기관) 한국농공학회
06130 서울시 강남구 테헤란로 7길 22(역삼동 365-4) 과학기술회관 본관 205호
☎ 02-562-3627 E-mail : j6348h@hanmail.net
http://www.ksae.re.kr

국가건설기준센터
10223 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283(대화동)
☎ 031-910-0444 E-mail : kcsc@kict.re.kr
http://www.kcsc.re.kr

※ 이 책의 내용을 무단전재하거나 복제할 경우 저작권법의 규제를 받게 됩니다.

KDS 67 10 40 : 2018

농업용댐 가배수공 설계

2018년 04월 24일 제정
http://www.kcsc.re.kr

농림축산식품부



건설기준 코드 제·개정에 따른 경과 조치

이 코드는 발간 시점부터 이미 시행 중에 있는 설계용역이나 건설공사에 대하여 발주기관의 장이 필요하다고 인정하는 경우 종전에 적용하고 있는 기준을 그대로 사용할 수 있습니다.

건설기준 코드 제·개정 연혁

- 이 기준은 KDS 67 10 40 : 2018 으로 2018년 04월에 제정하였다.
- 이 기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 건설기준 간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.
- 이 기준의 제·개정 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요사항	제·개정 (년. 월)
농업생산기반정비사업 계획설계기준 필댐편	• 농업생산기반정비사업 계획설계기준 필댐편 제정	제정 (1968. 12)
농업생산기반정비사업 계획설계기준 댐편	• 콘크리트댐에 관한 사항을 종합하여 댐편으로 개정	개정 (1982. 12)
농업생산기반정비사업 계획설계기준 콘크리트댐편	• 농업생산기반정비사업 계획설계기준 댐편으로부터 분리하여 콘크리트댐편 제정	제정 (1989. 12)
농업생산기반정비사업 계획설계기준 필댐편	• 농업생산기반정비사업 계획설계기준 필댐편 개정	개정 (2002. 12)
KDS 67 10 40 : 2018	• 국토교통부 고시 제2013-640호의 “건설공사기준 코드체계” 전환에 따른 건설기준을 코드로 정비 • 건설기술진흥법 제44조 및 제44조의 2에 의거하여 중앙건설심의위원회 심의· 의결	제정 (2018. 04)

제 정 : 2018년 04월 24일
개 정 : 년 월 일
심 의 : 중앙건설기술심의위원회
자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회
소관부서 : 농림축산식품부 농업기반과
관련단체(작성기관) : 한국농어촌공사(한국농공학회)

목 차

1. 일반사항 ····· 1
1.1 목적 ····· 1
1.2 적용 범위 ····· 1
1.3 참고기준 ····· 1
1.4 용어의 정의 ····· 1
1.5 기호 정의 ····· 1
2. 조사 및 계획 ····· 1
3. 재료 ····· 1
4. 설계 ····· 1
4.1 가배수공의 구성 ····· 2
4.2 가배수공의 대상 유량 ····· 2
4.3 가물막이 ····· 2
4.4 가배수로 ····· 6
4.5 폐쇄공 ····· 23

농업용댐 가배수공 설계

1. 일반사항

1.1 목적

- 내용 없음

1.2 적용 범위

- 내용 없음

1.3 참고기준

(1) 농지개량사업계획 설계기준, 1989 : 콘크리트댐편
(2) 농업생산기반정비사업계획 설계기준, 2002 : 필댐편
(3) 댐 설계기준, 2011

1.4 용어의 정의

- 내용 없음

1.5 기호 정의

- 내용 없음

2. 조사 및 계획

- 내용 없음

3. 재료

- 내용 없음

4. 설계

4.1 가배수공의 구성

(1) 가배수공은 공사기간중의 댐 지점을 유하하는 유수를 댐의 공사에 지장이 없도록 통과시킬 수 있는 구조라야 한다. 가배수공은 가물막이와 가배수로로 구성되며, 현장조건에 따라 가장 합리적이고 경제적인 조합이 되도록 계획되어야 한다.

(2) 가배수공의 선정에는 ① 유역의 유출특성(홍수의 도수, 첨두 유출량, 홍수의 유출 총량, 홍수의 계속 시간 등), ② 댐터의 지형(하천의 폭, 하천의 굴곡상황 등), ③ 기초지질, ④ 댐 형식, ⑤ 취수시설, 방수관 등의 방류시설과의 관계, ⑥ 댐의 축제공기와 가배수로의 통수기간, ⑦ 가배수로의 능력부족으로 인하여 일어나는 공사기간 중의 피해의 대소 등을 고려한다. 가배수공은 가물막이와 가배수로로서 구성되며, 가배수공의 구성요소는 <표 4.1.-1> 가배수공의 구성 과 같이 구분된다.

<표 4.1.-1> 가배수공의 구성

가물막이	가배수로
전면 물막이 반 물막이 단계 물막이	터널식 개거·암거 제내 가배수로·제체월류식

(3) 가배수공은 보통 가시설로 계획되지만 가물막이를 본제방으로 이용, 가배수로를 취수 또는 방류시설 등으로 이용하는 등 종합적으로 관련지어 최소 공사비로 홍수피해를 최소한으로 막고 시공이 원활하게 이루어지는 것이 가장 적합한 계획이다. 필댐은 월류에 대한 저항력이 약하기 때문에 가배수공의 규모부족이나 불완전한 시공은 본 제방 공사의 극단적인 공정 지연, 제체결괴에 따라 하류에 중대한 손실을 초래하므로 특히 적절한 설계, 시공이 요구된다.

4.2 가배수공의 대상 유량

(1) 필댐의 대상유량은 20년 확률유량으로 한다.

(2) 대상유량은 댐의 형식, 홍수특성, 공사기간중의 유출빈도 및 월류시의 피해를 고려해서 계획되어야 한다.

(3) 또 소규모 댐이라든가 성토고가 다음 연도 홍수기까지의 가물막이 제방보다 높아 20년 확률유량에 대해서 안전한 정도의 높이가 확보될 수 있다고 판단될 때는 5~10년 정도의 확률유량을 써도 되는 경우도 있다.

4.3 가물막이

(1) 가물막이는 가배수로와 연계하여 효과적인 유수전환을 위해 합리적이고 경제적인 조합이 되도록 계획되어야 한다. 가장 적합한 가물막이의 형상, 높이, 시기, 단면은 하천유량, 지형, 하천경사, 하상퇴적물의 깊이와 종류, 시공기간 및 가물막이 재료 등을 고려하여 결정한다.

4.3.1 가물막이 시기

(1) 가물막이 시기는 과거의 수문자료로부터 상당히 장기간 동안 갈수가 예상되는 시기를 택하는 것이 좋고, 가급적 단기간에 공사를 실시하는 것이 좋다. 단시간의 갈수기간 동안에 가물막이 공사를 종료하는데는 한도가 있을 뿐 아니라 가배수로 공사도 지형, 지질, 공기 등에 의해 상당한 제한을 받으므로 전체 시공계획을 고려하여 종합적으로 판단한다. 그러나, 댐 수몰지 보상을 위한 교섭에 어려움이 있다거나 공사의 긴급성 등으로 인하여 갈수기에 가물막이 시공이 불가능한 경우도 생긴다. 이와 같은 경우에는 시공계획을 신중히 검토하여 가물막이 공사의 공기를 단축토록 해야 한다. 예를 들면 토취장이 먼 곳에 위치하고 있을 때, 축제재료를 미리 가물막이 부근에 저장해 둠으로서 공기를 단축하는 등의 배려가 필요하다.

4.3.2 형식의 선정

(1) 가물막이의 형식은 지형, 지질, 하상의 상황, 홍수유량, 공사의 규모 등을 고려해서 경제적이고 안전한 것을 선정해야 한다. 가물막이의 형식과 특성을 표시하면 다음과 같다.

① 전면 물막이

가. 전면 가물막이는 하류를 원지반에 설치한 가배수 터널로 바꾸고 하천의 상·하류를 전면적으로 물막이해서 작업구간을 확보하고 기초굴착, 본제체 타설 또는 흙쌓기를 하는 것이다. 전면 물막이에 의한 가배수는 하폭이 좁은 곳에서는 댐 형식 여하를 불문하고 가장 적합한 방법이다. 터널은 댐 지점의 한쪽 또는 양쪽에 설치해서 하천의 흐름을 공사구역의 원지반으로 우회시킨다. 특히 하천이 만곡해서 댐 양단부가 돌출되어 터널에 의해 쇼트컷할 수 있는 지형에서는 유리하다. 이 방식의 이점은 ① 전면적으로 기초굴착이 가능하고 본제체 타설 또는 흙쌓기 공정에 제약을 받지 않는다. ② 공사완성 후에는 가배수터널을 취수·방류시설 등으로 전용할 수 있다. ③ 공사용 도로와 겸용할 수 있다. ④ 필댐의 경우에는 가물막이가 본제체 흙쌓기공의 일부로서 이용할 수 있다. 그렇기 때문에 15 m 이상의 필댐에서는 거의 이 방법이 이용되고 있다.

② 반물막이

가. 이 방식은 하천의 한쪽을 체절하여 하류를 다른 쪽으로 옮기고 물막이 내부의 기초굴착 및 본제체 타설 또는 필댐의 흙쌓기를 하고 뒤에 유수를 이 부분의 제내 또는 기초지반에 설치하는 가배수로 또는 콘크리트댐의 건설중인 블록을 교대로 낮추어서 그 위를 월류시키고 다른 부분을 체절하여 나머지 부분의 시공을 하기 때문에 하폭이 넓을 때 채용된다.

③ 특수한 가배수

가. 댐을 유수에 직접 관계되지 않는 장소에 설치해서 제체 및 부속공사를 완료하여 홍수가 전부 내지 일부 완성된 물넘이를 통하여 안전하게 배수될 수 있게 되면, 종전의 하천을 물막이해서 유수를 가배수하고 종전 하천의 물막이 내측에서 기

초굴착, 흙쌓기, 콘크리트치기가 실시된다. 이 방법은 두수공을 하천의 만곡 또는 사행하고 있는 장소에 설치하는 경우에 흔히 볼 수 있다.

④ 상류 가물막이와 하류 가물막이

가. 상류 가물막이는 댐 지점으로서의 하천 흐름을 막아 가배수로로 전환시키는 역할을 한다. 지질이 양호하고 지형이 적합한 경우에는 공사비를 절감하기 위하여 소형 아치댐으로 하는 경우도 많다.

나. 제내 가배수로의 유수전환에 편리하도록 상류 가물막이에 통수공을 설치하여 수문을 달기도 한다. 이렇게 하면 유수전환이 간단할 뿐 아니라 제내가배수로의 폐쇄용 수문을 닫을 때 상류 가물막이의 수문을 닫는다면 일시적으로 상류 가물막이를 월류할 때까지 시간적인 여유가 생기게 되며, 이 사이를 이용하여 건조상태에서 폐쇄 작업을 할 수 있게 된다.

다. 하류 가물막이는 가배수로를 통해 전환된 유수가 유출구를 통해 방류되었을 때, 댐 본체 공사 현장내에 역유입하는 것을 방지하기 위해 설치한다. 상류가물막이와는 달리 위험성은 없고, 또한 양면에서 수압을 받을 가능성이 있으므로 가능한 한 간단한 구조로 하는 것이 좋다. 즉, 사력댐의 형식을 취한다거나 혹은 중력식 콘크리트 형식을 채택하는 것이 좋다.

⑤ 1차 가물막이와 2차 가물막이

가. 댐 지점의 상류측에 평수위 정도를 대상으로 하는 1차 가물막이를 토석으로 그 하류에 홍수위를 대상으로 하는 콘크리트 구조물의 2차 가물막이를 설치하는 경우가 많다. 이 때 1차 가물막이는 2차 가물막이를 위해 시공하는 것으로 하상 퇴적물의 깊이가 별로 깊지 않을 경우에 이용된다.

댐 지점의 하류측에는 홍수위를 대상으로 한 사력댐 형태의 1차 가물막이를 설치 하고 그 하류에 평수위를 대상으로 하는 콘크리트 구조물의 2차 가물막이를 설치하는 경우가 많다. 이 경우에는 1차 가물막이로 유수의 공사장내 역류를 방지하고 2차 가물막이로 침투수를 방지하게 되며, 이는 하상 퇴적물의 깊이가 매우 두꺼울 경우에 이용된다.

⑥ 콘크리트 구조물에 의한 가물막이

가. 콘크리트 구조물식 가물막이로는 중력식, 아치식 및 철근 콘크리트 옹벽식 등이 채택되고 있다. 이들은 가설비로서의 구조물이므로 지진, 온도, 옹벽 등은 고려하지 않고 안전율을 어느 정도 떨어뜨려서 설계하는 것이 보통이다. 하류측 가물막이는 상류 및 하류로부터의 수압을 받을 가능성이 있으므로 중력식을 택하는 것이 좋다. 한편 상류 가물막이는 상류측에서의 수압이 크므로 하폭과 가물막이 높이의 비가 너무 크지 않는 한 아치식을 채택하는 것이 경제적인 경우가 많다. 이 때 특수한 경우를 제외하고는 원통 공식 등의 간단한 공식에 의해 표고별 옹벽을 계산하게 되며, 하중으로서는 정수압만을 고려한다. 즉,

$$\sigma = \frac{\gamma_w h r}{t}$$

여기서, σ는 응력, γ는 물의 단위중량, h는 수심, r은 아치의 반경이고, t는 두께이다.

나. 아치댐 형식으로 할 경우, 가물막이를 월류한 물이 홍수가 둔화된 후에 설계와는 반대방향의 수압으로 작용하여 댐 제체를 파괴할 위험성을 동반하므로 가물막 이 아랫부분에 개구부를 설치하는 등 수위를 감소시킬 수 있는 시설을 설계해 줄 필요가 있다.

⑦ 필댐 형식의 가물막이

가. 흙 댐이나 사력댐 형식의 가물막이는 공사 중에 홍수에 의해 제체가 월류했을 경우에는 결괴 현상으로 파괴될 우려가 높으므로 댐의 비탈면을 콘크리트 혹은 아스팔트 피복공으로 보호한다든지, 사력층 표면을 철사망으로 피복하는 등의 처리로 단시간 동안의 월류수에 대해서는 견딜 수 있도록 설계할 필요가 있다. 한편 지수는 중앙 콘크리트 지수벽과 점토 코어를 설치하는 경우와 강판을 타입하는 경우가 많다. 또한 가물막이의 제체 체적이 어느 정도 클 경우에는 이를 댐 제체의 일부로서 설계하는 것이 경제적이며, 이 경우 가물막이의 시공은 댐 본체와 같은 정도의 충분한 시공 및 품질관리가 요망된다.

4.3.3 가물막이의 위치 및 높이

(1) 가물막이의 위치는 댐 지점의 지형 및 지질에 제약을 받지만 댐 본체의 굴착계획에 약간의 변경이 생겨 댐 축이 어느 정도 이동한다든지, 굴착심도가 깊어지더라도 가물막이의 기초까지 영향을 주지 않으면서 댐 본체 공사를 위한 작업장으로서의 공간을 줄 수 있는 곳을 선택하는 것이 좋다. 그러나, 댐 본체와의 거리가 너무 크면 가배수 터널의 길이가 너무 길어짐과 동시에 상·하류 가물막이 사이의 유역으로 발생하는 우수의 배제 대책도 고려해야 한다. 따라서, 가물막이의 위치와 높이는 가배수로의 위치 및 용량과 관련시켜 결정한다. 위치 및 높이 결정에 있어서 일반적인 사항을 열거하면 다음과 같다.

① 가물막이의 위치는 다소의 변동이 있더라도 댐 축선, 구조 또는 굴착선에 지장이 없도록 고려하고, 또 굴착, 흙 운반작업, 제체 축조작업 등의 능률에 저해 당하지 않는 작업공간을 확보해야 한다. 그리고 가물막이 기초에서의 누수가 제체 터파기에 지장이 없도록 하상으로부터의 침투수도 고려해서 위치와 구조를 선정해야 한다.

② 가물막이의 높이와 가배수로의 크기와의 관계는 몇 가지의 비교설계 결과로써 결정된다. 필댐의 경우 가물막이의 부피가 커질 때에는 될 수 있는대로 본제당의 일부로서 계획하는 것이 바람직하다.

③ 가배수로의 유입부에서는 유입에 의한 손실수두와 유속 변화에 따른 손실수두가 발생하므로 이로 인한 수두 증가량 △h와 여유고 0.5 m 정도를 합한 높이를 상류가 물막이의 높이로 정한다.

$$\Delta h = f_1 + \frac{V^2}{2g} + \frac{1}{2g}(V^2 - V_o^2)$$

여기서, f_1은 유입부 손실계수, V는 가배수로내 평균유속, Vo는 가배수로 유입되기 전의 유속 이

다. 또한, 하류 가물막이의 높이는 홍수시 상·하류의 가물막이 월류가 동시에 발생하도록 결정하는 것이 보통이다.

④ 상·하류측 가물막이의 높이는 가배수로에 계획배수량을 유하시킬 때의 상·하류측 수위를 각각 기준으로 해서 결정한다. 상류측 가물막이 높이는 보통 다음과 같이 생각한다.

가. 콘크리트 구조인 경우

(가배수로 상류측 설계수위) + (0.5~1.0 m 정도의 여유)

나. 필댐 구조인 경우

(가배수로 상류측 설계수위) + (1.0~2.0 m 정도의 여유)

4.3.4 구조 및 시공

(1) 가물막이의 구조는 홍수시의 월류에 의해서 쉽게 파괴되지 않는 것이라야 한다. 또 가물막이가 댐 본체의 일부가 되는 경우에는 본체와 같은 정도로 정밀한 시공이 필요하다. 이에 관한 일반 사항을 열거하면 다음과 같다.

① 가물막이의 구조로서는 토사의 펴고르기, 거푸집공, 콘크리트, 널말뚝, 프리팩트 주입 등과 이들의 조합이 있다.

② 가물막이가 공사기간중 특히 하상부의 굴착, 흙쌓기, 콘크리트 타설중 월류에 의해서 파괴되면 복구하는데 사간과 비용이 드는 것이므로 구조는 쉽게 파괴되지 않는 것이라야 한다.

③ 가물막이의 시기는 홍수시기를 피해서 상당히 장기간에 걸쳐 갈수가 계속되는 시기를 택하여 단번에 체절하는 것이 좋다.

(2) 가물막이의 시공은 급속을 요하므로 예를 들어 취토장이 먼 곳에 있는 경우에는 어느 정도 가물막이 부근에 축제재료를 저장해 두어 공기를 단축시키는 것도 필요하다.

4.4 가배수로

(1) 유수전환을 위한 가배수로는 대상 홍수량, 댐 지점의 지형, 지질조건, 댐의 형식, 부대구조물(물넘이, 취수시설 등) 및 댐의 시공순서 등을 고려하여 가장 적합한 것을 채택한다.

4.4.1 형식 및 노선의 선정

(1) 가배수로의 형식과 노선은 가배수 방식, 가물막이와의 조합, 지형 및 지질, 완성 후의 취수시설 등을 고려하여 선정한다. 형식 및 노선의 선정에 있어서 일반적인 유의사항을 열거하면 다음과 같다.

① 가배수의 방법은 원지반을 통과하는 터널, 제체내 또는 제체 아래에 설치하는 수로, 댐을 통과하는 일시적 수로 또는 콘크리트댐 건설중의 블록을 교대로 낮게 해서 그 위로 월류시키는 공법 등을 한가지 공법 또는 이것을 조합해서 실시한다.

② 가배수 공사는 전체의 공정을 고려하여 유기적으로 계획할 필요가 있으며 본 공사를 지연시키는 일이 없어야 한다.

③ 가배수로와 가물막이 조합

가. 가배수로는 가물막이와 관련해서 기능을 발휘하는 것이므로 설계에 있어서도 양자를 충분히 관련시켜서 고려해야 한다. 가물막이 제당을 높게하면 가배수로는 높은수두를 주는 결과가 되어 가배수로의 단면을 축소할 수 있어서 가배수로의 공사비를 절약할 수 있다. 그러나 반면 가물막이에 요하는 흙쌓기 양은 많아지고 가배수로와 가물막이의 조합은 시공의 난이, 흙쌓기 계획 및 공사비의 증감을 비교검토하여 댐 전체의 시공계획에 적합하고 또한 경제적인 조합을 선정한다.

④ 가배수로의 노선 선정

가. 가배수로의 기능은 가장 안전하고 경제적으로 공사기간 중에 발생하는 홍수를 유하시킬 수 있는 것이라야 한다. 가배수로의 노선은 보통지형, 지질 등이 가배수로 노선 결정의 지배적인 요소가 되는데, 터널의 경우 터널 굴착단면과 댐 본체 최종굴착 예정선과의 거리는 굴착시의 발파 등의 영향을 받지 않도록 적어도 가배수 터널의 지름의 3배 이상 떼어놓는 것이 좋다.

나. 가배수로는 댐 완성 후 취수시설 등의 일부로서 이용되는 경우도 있으므로 이러한 관점도 노선 결정에 고려되어야 한다. 또한, 가배수로 노선과 댐 완성 후에 설치되는 취수시설 등과의 관계도 충분히 검토한다.

⑤ 가배수로 유입구의 선정

가. 가배수로 유입구의 위치

(가) 가배수로 유입구 위치는 ① 댐 흙쌓기가 미치는 범위, ② 가물막이 흙쌓기 재료의 성질과 보호공, ③ 지질, ④ 취수시설과의 관계, ⑤ 하상고, ⑥ 가배수 폐쇄방법, ⑦ 퇴사 상황 등 여러 가지 요소를 고려해서 결정하는 것이 보통이다. 그리고 가배수로가 터널로 만들어질 때까지 그 시점은 충분한 흙두께가 있고 신뢰성있는 암반까지 들어간 후에 설치되어야 함은 물론이다. 또 암거식으로서 토질 기초 위에 댐을 건설하는 경우는 단순히 그 시점뿐만 아니라 전 길이에 걸쳐서 될 수 있는 대로 견고한 기초 위에 설치되도록 노력함과 동시에 필요시에는 치환 말뚝공 그 밖의 공법에 의해 기초 개량의 수단을 강구해야 한다. 이것은 댐 시공 중 또는 완성직후 기초의 결함으로 인한 고장이 표면에 나타나는 예가 많기 때문에 충분히 주의해서 시행할 필요가 있다.

(나) 가배수로 시점은 홍수시에 가물막이 제체의 침식, 손상을 방지하기 위하여 흙쌓기 말단에서부터 충분한 거리를 떼어놓는 것이 좋다. 물론 현지의 상황에 따라서는 이 부분에 충분한 거리를 잡을 수 없는 경우도 있는데 이런 때는 상류끝 가배수로 유입구에 가까운 부분의 보호공을 충분히 해둘 필요가 있다.

나. 가배수로 유입구의 배치

(가) 가배수로는 시점에서 종점까지 직선인 것이 수리적이나 시공면에서 볼 때 가장 좋지만 터널 유입구의 유황 및 안정 등의 측면에서 가배수 터널 유입구는 등고선에 직각으로 향하는 것이 바람직하다. 그러나 저수지 부지내의 기존 유로는 반드시 이 조건에 일치하도록 되어 있지 않은 경우가 많기 때문에 가배수 터널 유입구의 방향에 대해서는 일정한 법칙을 찾기는 어렵다. 그러나 등고선에 대해 과도하게 사방향(등고선에 평행)인 유입구 배치는 수리, 구조적인 면에서 바람직하지 못하다. 이러한 제약 때문에 기존 수로에 대해서는 직각에 가깝게 향하도록 하는 것이 보통이다.

⑥ 가배수로의 유입구 높이

가. 가배수 터널 유입구의 표고는 대략 현 하상높이와 일치시키는 것이 보통이다. 필요에 따라서는 유입구의 표고를 현 하상보다도 상당히 낮게 한 예도 있다. 이 방법은 하상 기울기가 느린 하천에서는 채택하기 어렵고 터널의 길이가 증가되고 시공시 터널의 굴진 배수에 좋지 않다. 그러나 가배수 터널 유입구까지의 구간에서 흐름을 가속시킴으로써 터널 안을 개수로 상태로 흐르게 되므로 흐름을 터널 유입구로부터 안정시킬 수 있다. 또 만류상태의 흐름에 대해서는 작용수두를 증가시켜 터널 단면적을 축소시 키며 가물막이 높이를 감소시킬 수 있다.

⑦ 가배수로의 하류 유출구

가. 가배수로의 종점은 가배수로부터의 방류수가 댐 하류측 및 하천에 좋지 않은 영향을 끼치지 않는 위치여야 하며, 설계에 있어서는 단순히 평면 적인 위치관계뿐만아니라 하천의 종단기울기, 하류 수위 등도 검토해서 결정해야 한다. 현지 상황에 따 라서는 하류측 가물막이 또는 특별히 도수를 위한 시설을 해야 할 때도 있다.

⑧ 가배수로와 취수시설의 조정

가. 가배수로는 저수지 완성 후 취수시설 등의 일부로서 사용되는 경우가 많으며, 이에 따라 가배수 터널 유입구의 위치가 규정되는 수가 있다. 이때 가배수로 유출구의 위치의 결정은 상기한 여러 가지 요소 외에 완성 후의 분수공, 수로와의 접속 배치, 공사 중 가배수 터널 유출구에서 현 하천까지의 도수방법 등도 고려해야 한다.

⑨ 가배수로의 평면 형상

가. 가배수로가 제체 밑의 기초지반 내를 통과하는 저통형식일 경우, 노선은 직선으로 하는 경우가 많은데, 산록 원지반을 통과하는 터널로 하는 경우 가배수로 노선은 직선, 곡선이 연결된 것으로 하는 경우가 많다. 이 때 직·곡선의 조합은 될 수 있는 대로 안정된 지반 위에 설치할 수 있도록 선정되는 것이 당연하지만 곡선의 반지름은 수리학적인 관점에서 생각하는 것이 바람직하나, 터널직경의 10배 이상되는 것이 좋다.

⑩ 가배수로의 종단 기울기

가. 가배수로의 종단 기울기는 주로 현지의 지형에 의해서 결정되며, 일반적으로 개수로의 부분까지 포함해서 가배수로 전체길이에 걸쳐 단일기울기(i=1/50~1/200 정도)로 하는 경우가 많다. 그런 경우에 따라서는 상류단에서 높은 위치에 도수한 가배수 터널에서 흐름을 하향의 자연하천에 이끌기 위해 급한 기울기 부분을 두는 예가 있다.

⑪ 가배수로의 단면형

가. 가배수로의 단면형은 개수로 방식에 의한 경우는 장방형 또는 사다리꼴로 하고 암거 또는 터널에 의하는 경우는 원형 또는 마제형으로 하는 것이 보통이다. 입구는 둥글게 해서 가능한 유입손실을 적게 하는 것이 유리하다.

⑫ 폐쇄용 게이트

가. 가배수 터널, 제내 배수로의 유입구에는 폐쇄용 게이트의 문틀홈, 문받이 등을 미리 설치해두는 것이 좋다.

4.4.2 제내 가배수로

(1) 제내 가배수로는 유수를 하류로 전환시키기 위해 시공중인 댐 제체를 횡단하여 설치하는 가배수로를 의미하며, 가배수로 처리방식이 전면 가물막이, 부분 가물막이 혹은 개수로식 배수로 방식에 관계없이 설치할 수 있다. 또한 제내 가배수로는 가배수 터널로 처리할 수 없는 큰 홍수를 가급적 제체를 월류시키지 않고 소통시키는 기능도 함께 하지만, 실제에 있어서는 제내 가배수로로의 홍수 소통 능력을 무한정 크게 할 수는 없으므로 제체에 타설 제한 블록을 설치하는 것이 일반적이다. 제내 가배수로의 대상 홍수량은 공사일정 및 진척상황을 고려해서 정해야 한다. 구조는 댐 본체에 좋지 않은 영향을 주지 않도록 해야 한다. 제내 가배수로의 설계에서 일반적 유의사항을 열거하면 다음과 같다.

① 제내 가배수로의 유량

가. 제내 가배수로의 유량은 사용시기에 따라 결정된다. 가배수로 터널의 폐쇄공사를 위한 제내 배수로는 시기에 있어서의 하천 유량, 반물막이 또는 가배수 개거방식인 경우에는 새로 물막이한 제체의 나머지 공사의 타설공정과 가물막이의 높이, 체절을 월류한 경우의 피해 등을 고려해서 대상유량을 결정한다. 또한 제내 배수로 사용중에 대상유량 이상의 홍수가 발생해서 이설도로 공사중에 구도로가 침수한 사례도 있으므로 댐 부지안의 수몰보상 및 이설도로공사 진척 등도 종합적으로 고려한다.

② 제내 가배수로의 단면 형상

가. 제내 가배수로의 단면을 크게 잡는 것은 댐 구조로 보아서는 바람직한 일이 못되는 것이므로 제체에 타설 제한블록을 두고 설계 이상의 홍수유량에 대해서는 콘크리트의 치기높이가 낮은 블록 위를 월류시키는 방식이 일반적이다.

나. 제내 가배수로의 단면 형상은 원형, 상부 반원 하부 사각형 단면형 또는 사각형 단면형이 상용된다.

다. 조인트 그라우팅을 충분히 행하기 위해서도 윗 부분이 수평인 직사각형 단면은 바람직하지 않다. 배수로 폭은 2~4 m 정도가 보통이며, 수로의 중앙부에 1 m 정도의 키(key)를 설치하거나 수로단면을 하류부로 갈수록 작게 하여 폐쇄 콘크리트가 빠져나가지 않도록 저항을 증가시키는 것이 좋다. 또한 제내 가배수로의 종단경사는 시공이 용이하도록 수평으로 하는 것이 좋다.

③ 제내 가배수로의 위치 및 높이

가. 제내 가배수로의 위치는 타설 블록의 중앙부에 설치하는 것이 보통이지만 홍수방류시설이나 댐 감시통로(inspection gallery) 등의 위치 관계상 어쩔 수 없는 경우에는 블록의 경계부에 설치할 수도 있다.

나. 제내 가배수로의 바닥높이는 하류수위보다 낮으면 곤란하지만 가능한한 낮게 하여 원래의 하상에 가까운 위치에 설치함으로서 가급적 수압이 작게 걸리도록 하여 제내 가배수로의 폐쇄공사를 쉽게 하는 것이 바람직하 다. 또한, 제내 가배수로를 여러 개 설치할 경우에는 바닥높이에 고저차를 둠으로서 폐쇄를 용이하게 하는 배려가 필요하다.

④ 제내 가배수로의 보강

가. 댐에 작용하는 수압 및 자중에 의해 가배수로 주변에 생기는 집중응력이나 관내수압에 의한 압력에 의해서 생기는 인장력에 대해서 그 주변을 철근으로 보강할 필요가 있다.

⑤ 제내 가배수로의 배관

가. 제내 가배수로의 배관 등 제내 가배수로의 유입구에는 물막이용 게이트의 문틀홈, 문받이 등을 만들고 지수판 그라우트 스토퍼 그라우트 배관 등을 처음부터 설치하는 것이 보통이다.

나. 상류 가물막이부와 제내 가배수로를 개수로로 연결하는 방법을 채택하고 있는 댐에서는 제내 가배수로 게이트 폐쇄에 있어 상류 가물막이를 이용해서 물을 저류할 수 있기 때문에 게이트 폐쇄작업을 건조상태로 공사할 수 있는 이점이 있다.

⑥ 제내 가배수로의 폐쇄공

가. 제내 가배수로를 폐쇄하는데는 제내 가배수로의 유입구에 설치된 플랩 게이트(flap gate), 슬라이드 게이트, 롤러 게이트 또는 각낙판에 의해 유수를 차단하고 폐쇄콘 크리트로 채운다.

(가) 플랩 게이트의 경우는 이를 매달고 있는 외이어 롤러를 절단하여 폐쇄하게 되는데, 가 배수로 유입구를 완전히 청소할 없다든지, 유수로 인한 장애 때문에 완전한 물막이를 할 수 없는 위험이 있으므로 거의 사용되지 않는 방법이다.

(나) 슬라이드 게이트나 롤러 게이트의 경우, 유수의 차단시 수압이나 문받이 부분에 미치는 마찰저항, 부력 등의 외력에 대해 충분한 여유를 가지고 수문의 자중만으로 가배수로가 차단되도록 설계해야 한다. 수문의 자중이 부족할 경우에는 콘크리트 등으로 차단을 보강하는 경우도 있다. 최근에는 차단 작동

이 확실한 롤러 게이트가 가장 많이 사용되고 있다.

(다) 스톱 로그에 의한 물막이는 시간이 많이 걸리므로 하천 유량이 작을 경우를 제외하고는 잘 사용되지 않는다.

4.4.3 가배수 개거

(1) 가배수 개거는 가배수 대상 유량이 너무 커서 가배수 터널이나 제내 가배수로로 처리하는 것이 비경제적일 때, 댐 제체의 한쪽 끝 부분에 개수로 형태로 설치하게 되며, 다른 방식에 비하면 경제적이나 단점도 있다. 이 방식은 타 유수전환 방식에 비하면 공사비가 싸고 공기가 짧은 이점이 있으나 댐의 기초 굴착공사를 하천의 전 단면에 걸쳐 할 수 없으므로 댐 본체의 콘크리트 타설이나 축조공정에 제약을 받게 되는 단점도 있다. 이러한 제약을 해결하기 위하여 비교적 작은 댐의 경우에는 제내 가배수로가 설치된 제체의 일부에 개수로를 설치하는 방법이 채택되기도 한다. 또한 이 방법은 비교적 작은 댐에서 댐의 기초암반까지의 굴착을 비교적 간단하게 할 수 있는 경우에 적합한 방법이지만 댐 콘크리트 가설비 플랜트를 미리 설치해야 하므로 공정상의 제약이 있다. 가배수 개거의 계획에 있어서는 폐쇄공사를 충분히 검토한 뒤에 설계해야 한다. 설계에 대한 유의사항을 열거하면 다음과 같다.

① 대상유량이 너무 커서 터널 또는 방수관을 설치하는 것이 비경제적인 지점에서는 댐의 제체 축조시 잘룩한 부분을 만들어 가배수로로서 이용하는 일이 있으나 이는 폭이 넓은 하곡에 적합하다.

② 이 때 폐쇄공정을 단축시키기 위해 가배수로 부분의 기초처리는 가배수로로 사용하기 전에 미리 완료하도록 해야 한다.

③ 끝막이는 제내 배수로에 의해서 가배수함과 동시에 물넘이도 사용할 수 있는 상태가 된 다음에 하는 것이 바람직하다.

④ ①과는 반대로 대상 홍수유량이 적고 하천 폭이 비교적 넓은 경우에는 한쪽의 하안에 따라서 개거를 설치해서 가방류하는 일이 있다.

4.4.4 가배수 터널

(1) 일반사항

① 가배수로로서 사용된 암거 또는 터널을 사용 후, 취수시설 및 긴급 방류공 용수로로서 사용하는 경우에는 구조설계에 대해서 신중하게 해야 한다. 구조설계상의 요점은 ① 구조상의 원리, ② 가배수로(취수시설로서 오랫동안 이용되는 수도 있다.), ③ 누수의 방지 등이다. 이러한 면에서는 배려를 소홀히 했기 때문에 댐 완성 후 비교적 조기에 고장을 일으킨 예도 있으므로 주의를 요한다. 산을 통과하는 터널식 가배수로로는 주로 ②, ③항이 중요하며 댐 부지를 상·하류에 가로지르는 암거식 가배수로에서는 상기 ①, ②, ③항이 설계상 중요하다. 특히, 가배수 터널의 시공은 가급적 갈수기간 동안에 실시하는 것이 좋다. 가배수 터널의 굴착공사는 공사 중에 발생하는 용출수의 처리를 쉽게 하고 또한 공사기간 동안의 홍수유출에 대처하기 위해서 계획터널의 하류단에

서 시작하여 상류단으로 시공하는 것이 보통이다. 또한 터널이 관통된 후 콘크리트 라이닝을 하는 시기는 갈수기로 정하는 것이 바람직하다. 그러나 댐 건설 공정상 어쩔 수 없이 홍수기에 터널을 시공할 경우에는 터널의 상류단 부근에 일부 굴착부를 남겨두어 관통시키지 말고 굴착구간에 대한 라이닝을 실시하는 것이 바람직하다.

(2) 가배수 터널의 수

① 설계유량이 비교적 큰 필댐의 경우는 가배수 터널 1개로 설계할 경우 너무 큰 단면이 되어 시공상 문제가 있을 수가 있으므로 2개 이상의 복수터널을 설치하는 경우가 많다. 2개 이상의 터널을 설치할 경우 터널 유입구 높이에 고저차를 주면 높은 쪽의 터널은 공사용 자재 운반도로로 이용할 수도 있고, 담수를 시작할 때에는 수위차가 있으므로 폐쇄작업을 비교적 안전하게 수행할 수 있다. 또한 다른 댐형식과는 달리 필댐의 경우에는 댐 제체 내에 구조물을 설치할 수 없으므로 방류설비 등으로 가배수 터널을 전용하는 경우가 많은데 터널이 복수이면 한쪽은 배수에 이용하고 다른 한쪽 터널은 방류시설로 사용할 수 있다. 복수터널을 설치함으로써 다음과 같은 이점이 있다.

가. 각각의 터널의 유입구 표고에 고저차를 두어 높은 쪽의 터널을 평상시에는 공사용 기자재 운반도로 등으로 이용할 수 있다.

나. 담수 개시할 때 수위에 제한이 가능하게 되어 폐쇄시의 작업을 비교적 안전하게 실시할 수 있다.

다. 특히 필댐에서는 가배수 터널을 방류시설 등으로 전용하는 예가 많은데 터널이 복수면 한쪽을 배수로로 쓰면서 다른 쪽에 방류시설을 설치하는 등 시공성이 좋다.

라. 따라서 가배수 계획에 있어서 이와 같은 여러 가지 점과 경제성을 비교 검토하면서 적정한 터널 수를 결정해야 한다.

(3) 복수 터널의 경우 중심간격

① 터널을 평행하게 설치하는 경우에는 지압의 상호 간섭에 기인하는 편압의 발생에 의한 동바리의 붕괴, 시공 등의 발파의 영향에 의한 라이닝의 손상 등을 방지하는데 필요한 노선의 간격을 확보해야 한다. 일반적으로 노선의 중심간격을 터널 내경의 5배 이상이면 이들의 정해가 방지된다는 사실이 이론해석 또는 시공 실적에 의해 입증되고 있다.

(4) 터널 유입구

① 터널의 유입구는 등고선에 될 수 있는 한 직각방향으로 향하고 또한 개수로 등으로 현 하천에 원활하게 접속하도록 검토할 필요가 있다. 터널 유입구의 위치는 취수시설 등의 부대공사의 위치관계를 잘 검토하고 또 가물막이의 침식을 방지하기 위해 가물막이와는 적당한 거리를 떼어놓는 것이 좋다. 설계에 있어서의 유의사항을 열거하면 다음과 같다.

가. 터널 입구의 위치는 보통 터널 상부의 덮인 부분의 암반인 경우 터널 지름의 1~2배, 토사인 경우 터널 지름의 2~3배가 되는 지점에 설치하는 일이 많다.

나. 터널 예정위치와 댐 본체 최종 굴착 예정선간의 거리는 댐 본체 굴착을 위한 발파 등의 영향을 피할 수 있도록 통상 터널 직경의 3배 이상 또는 20cm 이상 되도록 하는 것이 좋다.

다. 터널 유입구 부근은 유입수에 의한 부압, 원지반의 편압, 온도변화, 원지반의 절토에 의한 이완 등 예상하기 어려운 하중이 작용하기 때문에 원지반의 지질상황에 맞추어 철근콘크리트 보강 구간을 두는 것이 좋다.

(5) 가배수 터널 단면의 형상

① 가배수 터널의 단면형에는 원형, 표준 마제형(2r형), 표준 마제형(3r형) 및 측벽직형 등의 네가지가 있다. 가배수 터널이 압력터널이고 설계수두가 10m 이상이 되는 경우에는 원형단면이 적절하며, 무압터널의 경우에는 표준 마제형(2r 및 3r형)이 많이 사용되고, 무압터널이면서 굴착 암반이 양호한 소단면의 경우에는 측벽직형이 적합하다. 터널의 상류단에는 나팔형 유입부를 설치하여 가급적 유입손실을 작게 할 필요가 있으나 다른 구간에 대해서는 동일 단면형으로 하는 것이 경제적이다. 터널단면적의 크기는 터널의 길이, 암석의 질 및 시공법에 따라 다르다.

(6) 가배수 터널의 평면선형

① 가배수 터널의 평면선형은 직선이 가장 바람직하지만 지형, 지질 등에 의해 곡선부가 들어가는 경우가 대부분이다. 곡선부를 설계할 경우 곡률반경은 터널 직경의 10배 이상으로 하는 것이 좋다. 특히, 가배수 터널이 댐 축조 후 취수시설의 일부로서 이용되는 경우에는 곡률반경에 대한 충분한 검토가 필요하다. 곡선수로에서 문제가 되는 것은 사류가 발생하는 경우로서 만곡수로 내의 외측과 내측벽 부근에서 사출되는 고속흐름이 서로 간섭효과를 일으켜 진동을 동반하는 복잡한 수면형상을 발생시키게 되어 터널 라이닝에 손상을 줄 가능성이 생긴다. 이를 방지하기 위한 방법으로 복합곡선의 만곡부로 설계하는 경우가 많다. 이 방법은 곡선구간의 시점과 종점 부분에 주 곡선수로의 곡률반경 r의 2배, 중심각 θt인 완화곡선 수로를 설치하는 방법이다.

$$r_t = 2r$$

$$\Theta_t = \tan^{-1}\left| \frac{b}{(r_t + 0.5b)\tan\beta_o} \right|$$

여기서, b는 터널수로의 폭이며, βo는 주 곡선수로의 만곡각이다.

(7) 가배수 터널의 수리조건과 라이닝

① 가배수 터널의 단면은 계획 홍수 유량을 안전하게 하류에 유하시킬 수 있는 단면이여야 한다. 가배수 터널의 라이닝 설계에 있어서의 일반적인 사항을 열거하면 다음과 같다.

가. 가배수 터널의 라이닝이 유무는 공사비의 비교 및 터널 통과지의 암반이 통수보호 공없이 견딜 수 있는지의 여부 또는 통과수량의 양에 의해 검토한다.

나. 라이닝은 전주(全周), 반주, 인버트의 콘크리트 라이닝, 전주 또는 일부 모르타르

콘크리트 뿜어 붙이기, 전주 바르지 않는 것, 이의 조합이 있다.

다. 가배수 터널로서의 사용기간은 완성 후 5년 정도의 단기간인 경우가 많으므로 라이닝의 내구성의 변화를 고려할 필요가 없기 때문에 조도계수 n은 라이닝 초기의 값을 채용해도 좋다.

② 가배수 터널의 수로경사는 터널 전 길이에 걸쳐 단일경사로 하는 것이 보통이나 상류단의 유입부에 급경사 부분을 두어 흐름을 가속시킴으로서 터널 유입부에서의 흐름을 안정시키는 경우도 있고, 이와 반대로 하류단의 유출부에 급경사 부분을 두어 하류 하천으로서의 흐름을 유도하는 경우도 있다. 또한 터널 수로상에 낙차가 심한 곳이 있으면 낙차 구조물을 설치하여 수로의 안정을 도모할 필요도 있으며, 이 때에는 단면 변화 지점에 단면변화(transition section)를 설계함으로서 손실수두를 감소시키도록 배려해야 한다.

③ 터널 내벽의 라이닝 여부에 따라 터널의 조도계수가 달라지므로 소요 통수 단면적의 크기 도달라진다. 일반적으로 라이닝하는 편이 수리학적으로 유리하지만 가배수 터널의 폐쇄시 시공성의 문제도 함께 검토해야 한다.

가. 콘크리트 라이닝의 두께는 경암부분에는 30 cm 이상, 보통 암부분에서 40 cm 이상하는 것이 보통이다. 터널의 바닥부분은 토석류에 의해 침식되기 쉽고 바닥과 측벽의 접합부는 누수가 발생하기 쉬우므로 바닥의 라이닝을 시공할 때에는 각별한 주의가 필요하다.

나. 터널 라이닝의 뒷면과 굴착 암반 사이에 충분한 그라우팅하므로서 터널 내의 유수로 인한 내압을 굴착암반으로 전달할 뿐만 아니라 누수를 방지토록 할 필요가 있다. 이 때 그라우팅 주입압은 압력터널의 경우 설계수두의 2~3배, 무압터널의 경우에는 0.2~0.5MPa 정도로 하는 것이 보통이다.

다. 또한, 터널 굴착이 완료된 후에 단층 등이 있어 터널폐쇄 등의 사고가 발생하지 않도록 해야 한다.

(8) 내외수압에 대한 설계조건

① 댐 저수에 의해 터널 라이닝에 작용하는 내외수압의 크기는 터널 중심선에서 계획만수까지로 하고 각 터널형식에서의 유의사항은 다음과 같다.

가. 터널 유출구에 제수 및 조절게이트 또는 밸브를 설치하는 경우

(가) 취수시설 등에 이용하기 위하여 터널 출구에 제수, 조절게이트 또는 밸브를 설치하는 경우에는 터널 구간을 댐 만수위까지의 내수압을 받는 압력터널이라고 보고 설계해야 한다. 댐 축 중심부근에 설치하는 지수존의 상류는 외수압도 작용하므로 내외수압은 균형을 이루는 일이 많지만 일시적으로 외수압이 라이닝에 작용하기 전에 내수압이 작용하는 수도 있기 때문에 전 구간을 압력터널로서 설계한다. 또 댐의 수위가 급강하했을 경우 외수압이 잔류하는 일이 있으므로 지수존 상류는 외수압에 대해서도 검토해야 한다.

(나) 충분한 지수존을 설치하고 내수압과 그라우트압을 고려해서 구조설계한 경우 하류 측에 대해서는 외수압에 대해서 검토하지 않아도 좋은 경우가 많

다.

나. 터널입구에 제수, 조절게이트 또는 밸브를 설치하는 경우

(가) 터널 입구에 제수, 조절게이트 또는 밸브를 설치하는 경우로서 이들을 닫아 자유류가 될 때, 그리고 입구를 폐쇄한 경우 터널 안이 비는 경우에는 지수존에서 상류는 댐 만수위까지의 외수압을 받을 가능성이 있으므로 이 구간은 댐 만수위까지의 외수압에 대해서 견딜 수 있도록 설계해야 하며, 댐 축 부근에 충분한 지수존을 설치해서 산턱의 누수를 방지해야 한다. 또 하류에 배수공(weep hole)을 설치해서 외수압을 저하시킬 수 있는 경우에는 하류에 대해서 외수압을 고려할 필요가 없다.

다. 가배수 터널로서 사용 후 댐 축 부근을 플러그로 완전 폐쇄하는 경우

(가) 가배수 터널을 다른 목적으로 사용하지 않는 경우, 공사기간 중 홍수시 일시적으로 만류관이 되어 내수압이 생겨서 압력터널이 되는 경우에는 입구에서 출구까지의 각 점의 내수압을 산출해서 최대치를 가지고 설계한다. 일반적으로 이 값은 적기 때문에 터널 입구부근의 철근보강 및 저압 그라우팅을 실시하면 충분한 경우도 있다. 댐축 부근에 플러그 및 지수존을 설치함과 동시에 지수존에서 하류에 배수공을 설치하면 외수압에 대한 검토는 필요치 않다. 내외 수압에 대한 구조적 검토는 압력터널의 항에 준해서 설계한다.

(9) 라이닝의 구조설계

① 가배수 터널의 라이닝의 구조설계는 설계조건에 의해서 무압터널 또는 압력터널에 준하여 적절하게 해야 한다. 단, 가배수 터널에서 고속의 토사류에 의해 라이닝의 손상을 받기 쉬운 경우에는 인버트 라이닝에 대해서 특히 고려할 필요가 있다. 설계조건은 <표 4.4.-1>에 의한다.

<표 4.4.-1> 가배수 터널 라이닝의 설계조건

설 계 조 건		경 우
무압터널	외수압이 없는 경우	1
〃	〃 있는 경우	2
압력터널	〃 없는 경우	3
〃	〃 있는 경우	2, 3

(주) 경우 1 : 무압터널과 동일조건이므로 구조설계는 무압터널에 준한다.경우 2 : 외수압을 받는 경우이며 구조설계는 무압터널에 준한다.경우 3 : 압력터널과 동일조건 구조설계이므로 압력터널에 준한다.

(10) 그라우팅

① 시공구간

가. 댐 부대터널에서는 라이닝 배면과 원지반사이의 공간충전, 터널주변의 암반강화 및 터널을 따른 침투수를 저지하기 위해 뒷채움 그라우팅과 컨솔리데이션·커튼 그라우팅을 한다. 따라서 전구간에 대해 저압충전 그라우팅하며, 그 다음에 지

수 존(플러그 또는 지수구간)에 3~4열 이상의 커튼 그라우팅을 링형(後光形)으로 시공하여 제체 기초의 그라우트 커튼과 가능한 한 연결토록 계획한다. 또한 터널 굴착 때의 발파로 인하여 라이닝 주변의 암석은 상당히 느슨해졌으므로 지수존 구간은 커튼 그라우팅과 함께 컨솔리데이션 그라우팅을 실시해서 터널 주변의 지반강화 및 누수를 방지한다.

② 뒷채움 그라우팅 주입재

가. 현탁액

(가) 가장 많이 사용하는 주입재는 시멘트현탁액이며, 시멘트현탁액의 강도는 설계기준치를 만족하고 있으나 블리딩이 크게 발생하여 뒷채움 그라우팅용 충전재료로는 부적합하다. 이러한 재료는 결국 2차 주입을 하여도 완전충전의 품질확보를 보장받을 수 없다.

나. 모르타르

(가) 국내 터널시방서에는 뒷채움 그라우팅용 주입재는 모르타르를 주로 설계하고 있으나 시공을 해보면 재료분리가 심하고 블리딩율이 대단히 커서 완전한 충전을 기대할 수 없다. 어떤 시방서에는 입경 1~2 ㎜인 중립질 모래를 사용토록 규정하고 있으나 혼화제나 기포제의 첨가없이는 주입공에서부터 주입공까지의 거리가 약 10 m 이상일 때는 주입배관이 막혀버린다.

(나) 미 공병단에서 정한 모래입도기준 즉 No. 16체를 통과하며 No. 100체를 통과하는 세립질이 25 % 정도되는 모래로 만든 모르타르 블리딩율도 11.4 %에 달한다. 그러나 벤토나이트를 혼합한 모르타르는 침전분리가 적으며 유동성이 양호하고 블리딩율도 적다. 이의 고결강도는 떨어지나 10 % 정도의 벤토나이트 혼합으로는 설계기준강도를 확보할 수 있다.

다. 신기술제품

(가) 뒷채움 그라우팅에서 가장 중요한 요소는 공간이 완전히 충전되어야 하고 시공이 용이해야 한다. 그러나 대부분의 주입재는 소요주입압력 상태에서 공간에 충전되었음에도 많은 블리딩 발생으로 다시 공간이 형성되어 2차 또는 그 이상의 재주입을 해야 하는 현실적인 어려움이 있다. 또한 재료분리 현상에 의해 주입관이 막히는 등 시공성이 대단히 불량하다.

(나) 최근에는 이와 같은 문제점을 해소하기 위해 시멘트에 벤토나이트, 플라이애시 등을 섞어서 블리딩율을 최소화(1 % 이내)하고 소요강도가 10 ㎏f/㎠ 이상(개발재료 30 ㎏f/㎠) 발현되는 신제품(벌크단위)이 개발되었다.

라. 주입재 선정

(가) 주입재는 구조물의 중요성, 지질여건, 경제성 등에 의해 선정되며 현장에서 모래, 점토 등의 충전재료를 값싸고 쉽게 구할 수 있느냐에 의해서도 결정된다. 일반적으로 철도, 도로터널과 같이 중요한 구조물에서는 시멘트 현탁액을 사용한다. 이때도 블리딩을 최소화하기 위해서 벤토나이트를 시멘트 중량의 3~4 % 첨가해야 하며 w/c=1~2로 주입해야 한다. 그래도 블리딩율은

10 % 정도가 되므로 2차 주입이 필수적이다.

(나) 특히 더욱 철저한 뒷채움이 요구되는 댐 부대터널과 같이 수밀성이 요구되는 경우에는 여러 가지 단점을 보완한 신규제품의 사용도 깊이 검토되어야 할 것이다. 모르타르 주입에 사용하는 모래는 세립질을 써야 하며 재료분리 방지와 유동성 증대를 위해 시멘트중량의 10 % 정도 벤토나이트를 혼합 사용하는 것이 효과적이다.

③ 주입장치

가. 일반적으로 주입은 닛플에 패커를 설치하고 펌프에 의한 압력으로 공극을 채우는 방법을 쓰고 있는데, 패커 끝에 주입관을 설치하지 않으면 주입이 어느 정도 진행된 후에는 패커 바로 위에 주입재가 쌓이게 되어 압력이 급격하게 상승하게 된다. 그 결과 공간이 모두 채워진 것으로 오판하게 된다. 또한 공간이 채워져 소정의 주입압력까지 도달하였다 하더라도 주입재의 블리딩으로 인한 공극이 있을 때는 주입공이 이미 막혀 버려서 추가주입을 하기가 어렵다. 즉 재천공을 해야 하는 번거로움이 생긴다. 이외에도 인접공으로 주입재가 누출되면주입공이 막히게 된다.

나. 작업의 불편을 해소하기 위해 끝 부분을 엇비스듬하게 절단한 파이프(PVC, 스테인리스, 강관 등)를 공동의 수직높이만큼 설치한 후 급결성 코킹제 등으로 파이프와 구멍사이를 막아 주입재가 누출되지 않도록 조치를 한 다음 여기에 패커를 연결하여 주입하는 구조가 고안되었다. 이 때 파이프의 나사눈에 코킹제가 묻지 않도록 보호해야 한다. 1차 주입이 완료된 후 주입호스와 패커를 분리시키면 파이프내부에 있는 주입재는 아래로 쏟아져 나가고 빈 공간으로 남아있게 되어 재천공이 불필요하다. 주입재가 어느 정도 고결된 후 다시 주입호스와 패커를 연결하여 주입하면 굴착면 가까이에 남아 있는 공간을 다시 채울 수 있는 장점이 있다. 주입 완료 후 주입공 입구부를 밀폐시키는데 파이프는 공동안에 그대로 남겨 둔다.

④ 시공순서

가. 터널 뒷채움 그라우팅의 주입공간격은 4~6 m가 표준이다. 주입순서는 좌우측을 먼저 하고 중앙열 즉 아치부분은 하부주입공에서 집어넣은 주입재의 유출을 확인하면서 나중에 하는 것이 좋다.

나. 터널 방향에서 본 시공순서는 양끝부분에서 중앙으로 이동시키는 방법과 한쪽으로 밀어나가는 방법이 있다. 한쪽에서 해나가는 경우에는 하류측에서 개시하는 것이 원칙이다.

다. 링 커튼 그라우팅은 댐 터파기면 하부에 취수터널이 횡단할 대 그 사이를 따라 누수되는 것을 방지하기 위해 터널내부에서 방사상으로 찬공·주입하여 상부 댐체 커튼 지수벽과 연결되는 지수벽을 만들고자 실시하는 것이다. 단계(stage)별 그라우팅을 실시하면 시공의 결과가 양호하다.

라. 터널의 종단방향을 따라 누수되는 것을 방지하기 위해 댐 기초지반 커튼그라우

팅에서 주입열을 2열 이상으로 실시하는 것처럼 수 개의 방사상 링이 계획되어야 하며, 주입공의 심도와 간격 등은 굴착과정에서 자세히 확인 관찰한 암반의 조건과 수두압에 따라 결정되어야 한다.

마. 지수벽 링은 1개소의 굴착단면에 4개 정도의 공을 등간격으로 배치하여 찬공·주입을 하면 무리없이 만들어 질 것이나, 주입공 끝부분에서 인접한 공과의 거리를 고려하여 결정하여야 할 것이다. 주입재가 많이 들어가면 내삽법(split spacing)을 적용하고 링간의 공배치는 지그재그(zig-zag)로 배치한다. 링은 콘크리트라이닝의 이음부를 비켜난 자리에 설치해야 주입재 누출을 최소화할 수 있다. 지반 강화와 지하수 및 누수억제를 위한 그라우팅에서는 찬공주입의 범위가 터널굴착으로 인한 이완범위까지 미쳐야하며, 암반자체의 절리·파쇄대, 용해공동 및 불완전한 부분까지 처리되어야 한다.

⑤ 주입압력과 설계기준강도

가. 저압충전 그라우팅 주입압력의 표준은 2 kgf/㎠이며, 주입재의 고결 후 강도는 10 kgf/㎠이면 충분하다.

⑥ 뒷채움 주입량 계산

가. 주입량은 암질, 터널의 규모, 시공방법, 주입압력, 주입재 종류 등에 따라 차이가 많으므로 정확히 결정하는 것은 어렵다. 무엇보다도 콘크리트라이닝 배면의 공간 즉 그라우트 주입량은 굴착의 양부(良否)에 달려있는데 설계상의 굴착지불선(B선)보다 더 많이 굴착된 경우는 시공업자의 부담으로 주입하여야 하는 것이 마땅하다. 다만 특별한 지질여건으로 생긴 여굴은 암질검사시 객관적인 원인을 규명하고 설계량에 반영할 수 있다. 일반적으로 설계 주입량 계산방법은 설계굴착단면(허용여굴량 포함)에서 설계 라이닝콘크리트량(여분 라이닝량 포함), 설계 널판량(라이닝콘크리트 중에 포함되는 널판량)과 터널내면의 단면을 뺀 것을 설계 주입량으로 한다. 이 때에는 원지반이 발파에 의해 이완된 공극에 충전되는 양을 반영하여야 하는데 경험적으로 시공구간 밖으로의 유출량, 주입공의 공매에 필요한 주입량, 주입도중의 허실량 등을 감안하여 설계주입량의 20 % 정도를 추가로 반영한다.

나. 주입량 = [설계 굴착단면 - (설계 라이닝콘크리트량 + 설계 널판량 + 터널내면의 단면)] × 1.2 × 시공구간

(11) 배수공(weep hole)

① 배수공 설치는 댐 축에서 하류로 상시 압력터널로서 사용하지 않는 구간에 대해 실시한다. 일반수로 터널에서는 원지반으로부터의 외수압에 기인하는 라이닝의 파괴를 방지하기 위해 배수공을 설치하는 것으로 되어 있는데, 가배수 터널에 있어서도 똑같은 견지에서 필요에 따라 배수공을 설치한다. 배수공을 설치하지 않는 구간을 두는 것은 다음과 같은 이유 때문이다.

가. 상시 압력터널이 되는 구간에서는 저수압으로 인해 누수가 발생할 가능성이 크기 때문에 설치하지 않는다.

나. 무압터널인 경우, 댐축 상류는 저수에 의한 외수압에 견딜 수 있도록 설계되어 있으므로 배수공은 설치하지 않아도 된다. 또 그라우팅이 불완전한 경우에는 원지반의 균열을 통해서 토사가 유출될 가능성도 있으므로 외수압에 대하여 고려가 된 경우에는 배수공을 설치하지 않는 것이 바람직하다.

4.4.5 가배수로 수리 계산

(1) 가배수로 및 가물막이는 공사기간 중에 일어날 가능성이 있는 홍수를 가물막이 위를 월류시키지 않고 안전하게 하류에 유하시킬 수 있는 것이라야 한다. 설계에 있어서의 일반사항을 열거하면 다음과 같다.

① 가배수로의 형식으로서는 앞의 항에서 기술한 바와 같이 개수로 방식에 의하는 경우와 터널, 암거 등의 관수로로 하는 경우도 있고 수리학적으로 오리피스 또는 관수로의 흐름이 되는 경우도 있어서 배수로의 수리를 단순한 형태로만 볼 수는 없다. 이 항에서는 가배수로로서 가장 일반적인 가배수 터널의 여러 가지 상황하에서 일어나는 흐름의 상태를 기술한다.

가. 이것은 개수로형의 가배수로에도 적용되며 가배수로의 능력, 수위-유량 관계를 정 확하게 파악하는데는 우선 전반적인 유황의 추이를 정확하게 알고 있는 것이 중요하기 때문이다. 가배수로의 흐름의 성질을 결정하는 요소는 기울기, 크기, 형상, 길이, 수로의 조도, 유입부·유출부의 형상 등으로서 이것들은 서로 조합되어 유로의 능력을 규정한다.

나. 이들 여러 요소의 조합된 영향에 의해서 수리적 규정점의 위치가 결정되고 이 수리적 규정점의 성질에 의해서 가배수터널의 유량특성이 결정된다.

② 가배수 터널의 기울기는 상류기울기로 하는 경우도 있고 사류기울기로 하는 경우도 있다. 어떤 경우에도 규정점은 유입부의 형상과 수두의 관계, 유출구에 있어서의 유황 등에 관계되며 일반적으로 각각 터널의 유입구 또는 유출구에 나타난다. 가배수로의 능력 추정에 있어서 가장 중요한 사항은 이 규정점의 위치의 판정과 유량특성의 적절한 이해이다.

③ 상류 기울기의 가배수 터널

가. 터널 유입구가 잠기지 않는 경우 상류기울기의 가배수 터널의 수리학적 규정점은 일반적으로 유출구에 있다. 그리고 유출구에서 흐름이 자유방류가 되는 경우에는 터널 유입구에서 한계수심이 발생한다.

나. 터널 유출구의 하류수위가 한계수심보다 높은 경우는 하류수위가 상류터널내의 흐름을 규정한다.

다. 위의 두 가지 경우 모두 터널내의 수심은 항상 한계수심보다 크게되는 점은 공통적이지만 터널내의 수면종단은 현저하게 성질을 달리한다. 전자에서는 터널 유출구에 향해서 저하배수가, 후자 경우는 웨어상 배수가 일어난다. 그리고 유량은 전자가 터널 유출구의 크기, 형상에 지배되는데 대해서 후자는 하류의 흐름에 규정되며 규정점은 하류수로조건에 관계된다.

라. 하류수면이 터널 유출구를 잠기게 하는 경우, 상류 기울기의 터널에서는 전장에 걸쳐서 만류하고 유입구까지 잠기는 경우가 많다. 이 경우에는 터널전장이 만류가 될 때까지는 터널내의 흐름은 여전히 상류상태에 있고 수위유량관계는 베르누이 공식에 의해서 구할 수 있으며, 터널 전장이 만류된 경우의 능력은 사이편 공식에 의해 계산된다.

마. 터널 유입구가 잠기고 H/D가 1.2이상이 되어 터널 안에서 도수가 일어나지 않을 정도로 터널이 짧은 경우 한계수심인 규정점이 터널 입구에서 일어날 수 있다.

④ 급한 기울기의 가배수터널

가. 중소규모의 필댐에서는 공사비면에서 낙차를 충분히 이용해서 될 수 있는 한 작은 단면으로 최대한의 유량을 유하시키기 위해서 가배수 터널을 급한 기울기로 하는 경우가 많다.

나. 가배수 터널이 급한 기울기이고 유입구가 잠기게 된 경우는 유입구에 일어나는 한계수심에 의해서 규정된다. 수면은 가물막이댐 상류측의 정수면으로부터 터널 유입구로 급속하게 한계수심으로 강하하고 그 후 일반적으로 터널내에서는 전장에 걸쳐서 사류의 자유수면을 가진 흐름이 일어난다. 그리고 어떤 주어진 저수지 수위에 대한 유하 유량은 터널 유입구에서 한계수심이 일어나는 것으로 보고 수로 또는 댐웨어의 유량-한계수심의 관계에 의해서 구할 수 있다.

다. 터널 유입구가 잠기거나 또는 상류수심이 터널 지름 D의 1.2배 이상이 된 후에도 만일 규정점이 터널 유입구 부근에 머무른다고 하면 터널내에서 사류 상태의 개수로 흐름이 일어나는 일도 있다.

라. 이와 같은 유황은 급한 기울기의 터널 전장에 걸쳐서 개수로의 흐름이 일어날 수 있도록 즉 터널의 정상부에 따라서 공간이 유지될 수 있도록 유입구 정상부에 축류가 흐르는 것과 같은 형태가 주어져야 한다는 것을 조건으로 하고 있다. 이와 같은 경우의 유입구에 있어서의 유량은 오리피스 또는 수문의 그것과 유사하다.

마. 터널 유입구에 있어서 수두가 증가하며 이에 따라 유량이 증가하면 수로표면의 요철 또는 국부적인 난류현상이 유출구 근처에서 터널을 만류시키도록 작용하는 일이 있어서 먼저 유입구에서 상당히 하류 또는 하류단에서 터널을 폐쇄시키는 수가 있다. 이렇게 되면 터널 내의 고유속은 터널 내의 정상부에 거두어졌던 공기의 어느 부분을 몰아내 버려서 터널내의 압력을 대기압이하로 저하시킨다. 유입구가 완전한 축류를 일으키지 않는 형태로 되어 있으면 터널은 유입구 부근에서 만류가 시작된다. 그리고 이것에 이어서 만류역은 급속하게 터널안을 내려가서 유출구로 향해 확대된다.

바. 이 만류상태의 영향에 의해서 사이펀 작용과 흡사한 흡입작용이 일어나고 그것에 의해서 터널의 통수량은 일시적으로 증가한다. 그러나 유하수량의 급격한 증가에 따라 유입구 직상류에는 큰 수면저하와 와류현상이 생겨서 터널내에 공기를 흡인하여 스스로 만류상태를 파괴하고 흡입작용을 파괴하게 된다. 즉 유량을

감소시키고 오리피스형의 유입상태로 복원된다. 그리고 즉시 만류상태로 이행이 시작된다. 이렇게 같은 변화가 되풀이된다. 이 시기의 흐름은 앞의 설명에서도 이해가 되는 바와 같이 극히 불안정하며 유황은 흐트러지고 유량은 맥동해서 정확하게 파악하기 어렵다.

사. 상류측 저수지 수위가 터널지름의 1.5배 이상이 되면 유입구가 만류상태가 되고 전구간이 만류상태가 된다. 흐름은 안정되고 유량은 보통 관수로의 흐름으로써 구할 수 있다.

⑤ 전항에서 기술한 바와 같이 가배수로는 제원, 유량에 따라서 여러 가지로 유황을 달리해서 유량특성을 변화시키기 때문에 설계에서는 단일 유황의 검토만으로는 불충분하며 실제 설계에 임해서도 제원, 유량 등으로부터 유황 및 수리특성을 정확하게 추정하면서 여러 가지 유황을 예상하여 상당한 수위, 유량의 범위에 대해 계산하고 적절한 판단 결정을 해야 한다. 단순하게 단면 기울기를 가지고 등류수심을 계산해서 설계수량에 대해 안전하다고 하는 방법은 극히 위험한 일이다. 이 사고방식은 정수에서부터 등류 유속을 갖기에 이르는 구간에 대한 것은 고려되어 있지 않는 경우가 많고 설계 계산에서 나온 유속과 달라서 수면이 터널 유입부에서 만류를 일으켜 터널 내의 유황, 가배수 터널의 수리특성을 완전히 바꾸어 놓는 일이 있기 때문이다.

가. 가배수로의 설계에 필요한 2~3의 수리공식에 대해 설명한다. 그리고 어떤 유황에서 다른 유황으로 이행하는 한계점 근처에서는 설명에서도 알 수 있는 바와 같이 유황, 수리능력이 불안정하게 되기 쉬우므로 설계에서 긴요한 것은 이와 같은 영역을 될 수 있는 대로 피하도록 고려해야 할 것이다.

(가) 가배수 터널의 제원 결정

㉮ 가배수터널은 상황의 변화에 따라 상황을 바꾸어서 수리능력이 달라지기 쉬우므로 적절한 제원의 결정이 단순하지는 않다. 그러나 유하시키는 유량, 터널의 기울기, 터널 여유공간, 터널의 조도 등에 의해 소정유량을 소정의 등류조건으로 유하시키는데 필요한 터널의 지름을 구하는 방법은 가배수로의 크기를 결정하는데 유용한 기초가 된다.

㉯ 터널의 단면형, 기울기 I, 조도계수 n, 수심, 반경비(터널내 등류수심 H의 터널반경 r 에 대한 비 H/r 로서 일반적으로 1.6~1.8정도) 및 유량이 결정되면 터널 반경은 다음 식으로 구한다.

$$r = [\frac{nQ}{\alpha\beta^{2/3} I^{1/2}}]^{2/3}$$

여기서, α β2/3은 터널의 단면형, 수심, 반경비 H/r 에 따라 달라지는 계수

㉰ 가배수 터널의 통수능력검토에 있어서도 개수로와 마찬가지로 한계수심, 한계조건의 계산이 중요하다. 또 가배수로 단면의 선정에 있어서 어느 정도의 여유공간을 남기고 소정의 유량으로 한계수심을 가질 수 있도록 해

서 터널의 지름을 결정할 수도 있다.

㉱ 한계수심의 계산 방법, 공구, 관수로 상태인 경우의 유량은 각각 해당되는 수리공식에 의해서 계산한다.

(나) 만류시의 수로기울기와 유입구에 있어서의 수축

㉮ 수로의 기울기가 마찰기울기 보다 급하면 만관류인 경우의 압력 기울기는관 중심선으로부터 아래쪽이 된다.

㉯ 이 동수기울기가 거기서부터 수직으로 측정한 관수로내의 어떤 점과의 높이 차가 그 점에서 생기는 부압의 크기를 나타낸다.

㉰ 이 부압이 기압에 가까워지면 절대 압력이 증기압에 가까워지므로 공동현상이 발생한다. 관내의 잔존압력이 대기압보다 낮으면 압괴가 일어날 염려가 있다. 관수로의 표면에 따라서 공동현상이 발생하는 것을 피하기 위해서는 절대압력의 최저치를 증기압보다 큰 어떤 값으로 제한해야 한다.

㉱ 관내 압력저하는 유입구 직하류의 관수로 정상에서 최대가 된다. 이 점의 압력은 유입구의 형상에 따라 더욱 저하할 수 있다.

$$hv + he + hr = hSA + (H-D)$$

여기서, hr은 수축에 의한 압력수두의 저하, hv는 속도수두, hSA는 부압의 크기이다.

㉲ 물의 증기압은 온도에 의해서 변화한다. 0℃의 경우에는 증기압은 약 6cm의 수두와 같고, 15℃에서는 약 0.42 m가 된다.

㉳ 공동현상을 확실하게 피함과 동시에 다른 불확정 요소를 예상해서 보통 압력으로 3 m를 내려가지 않도록 해야 한다. 해면으로부터의 표고에 따라 일어날 수 있는 최소 기압에 의거해서 구한 부압의 한계치를 참고로 제트의 수축에 의한 압력수두의 저하는 유입구의 기하학적 형상에 좌우된다.

㉴ 유선형의 유입구에서의 압력저하는 거의 일어나지 않지만 예정이 돌출된 유입구에서는 거의 속두수두와 동일한 만큼의 압력저하가 있다. 예정의 4각 유입구에서는 압력저하는 0.7 kgf에 가깝다.

㉵ $\Delta h = f_1 + \frac{V^2}{2g} + \frac{1}{2g}(V^2 - V_o^2)$를 손실계수의 항으로 나타내면 다음과 같이 된다.

$$\frac{V^2}{2g}(k_v + k_e + k_r) = h_{SA} + (H - D)$$

$$\frac{V^2}{2g} = h_v \frac{h_{SA}(H-D)}{R_v + k_e + k_r}$$

여기서, kr은 압력저하계수, ke는 유입계수, kv는 속도수두계수이다.

<표 4.4.-2> 만관류 관수로의 부압의 허용량

표고(EL.m)	허용부압, h_{SA}(m)
0	6.6
600	6.0
1200	5.4
1800	4.8
2400	4.2

구석이 모서리진 유입구에서는 ke = 0.5, kr = 0.7, kv = 1.0이며 지금 H = 1.5D, hSA = 4.8 m 라고 하면 속도수두는 다음과 같이 된다.

$$h_v = \frac{4.8 + 0.5D}{1.0 + 0.5 + 0.7} = \frac{4.8 + 0.5D}{2.2}$$

지름 1.2 m의 원형수로에 있어서는 속두수두는 2.45 m이며 수로내의 유속은 약 6.93 m/s로 제한해야 할 것이다. 길이 60 m의 암거에 있어서 하류단 중심선과 저수지 수면간의 전낙차를 D = 1.2 m, f = 0.023 이라 하면 손실수두 HT는 다음 값이 된다.

$$H_T = \frac{V^2}{2g}(1.5 + f\frac{L}{D})$$

$$H_T = 2.45(1.5 + \frac{0.023 \times 60}{1.2}) = 6.49 \text{ m}$$

⑥ 가배수 터널의 수로기울기는 댐터의 지형에 의해 유입구, 유출구 표고가 어느 정도 결정되고 제한되므로 이에 따라 좌우되나 보통의 경우 전장에 걸쳐서 단일 기울기로 계획되는 일이 많다. 그러나, 상류유입구에서 급한 기울기 부분을 만들어 수류를 가속시켜 터널에 유입시킴으로써 수류를 터널 입구로부터 안정시키는 경우라든가 하류유입구에서 하류하천에 잘 유도하기 위해 급한 기울기 부분을 설치하는 경우가 있다.

4.5 폐쇄공

(1) 가배수 터널 및 제내 가배수로는 사용 후 폐쇄하는 것을 원칙으로 하며, 터널이나 가배수로를 통하여 누수되는 것을 방지하도록 설계한다. 또한, 폐쇄 시기는 안전성을 고려해 갈수기에 행하는 것이 좋으며, 유수를 차단함으로서 하류에 발생하는 수리권자의 피해를 최소화할 수 있도록 검토한다.

4.5.1 폐쇄 위치와 길이

(1) 가배수 터널은 사용 후 폐쇄(플러그)되지만 댐의 저수가 터널을 따라서 유출하는 것을 방지하기 위해서 원칙적으로 댐축과의 교점 또는 댐 커튼 그라우팅의 교점에 플러그 및 그라우트 커튼을 설치한다. 플러그의 위치 및 길이는 원지반의 지질, 구조, 강도, 투수성 등에 의해 위치, 길이를 검토해야 한다. 플러그의 위치 및 길이는 원지반의 지질, 구조, 강도, 투수성 등에 의해 위치, 길이를 검토해야 한다. 설계 시 고려사항은 다음과

같다.

① 최근까지 건설된 제고 30 m 내외의 농업용 필댐에서 가배수로를 취수터널로서 이용하는 경우에는 터널과 댐축과의 교점 부근에 콘크리트 플러그를 설치하는 사례는 거의 볼 수 없고 터널 입구에 게이트를 설치해서 그것을 닫음으로써 저수가 되도록 하였다. 또 비관개기에는 게이트를 열어 유입수나 토사를 배제하도록 해왔다. 농업용 댐에서는 지금까지 이 장치가 많이 채용되어 왔으나 댐의 높이가 비교적 낮고 수압이 작기 때문에 시공 후 큰 문제는 생기지 않았다.

② 댐 높이가 30 m 이상인 경우에는 높은 수두에 의해서 라이닝 자체에 완전한 차수기능과 구조적 안전성을 갖도록 하기가 곤란하며 비경제적이 되기 때문에 댐축과의 교점 또는 댐 커튼 그라우팅선의 교점 부근에 플러그를 실시하는 것을 원칙으로 한다.

③ 폐쇄 플러그의 필요한 길이의 검토

폐쇄 플러그의 길이는 플러그 위치의 원지반의 흙 두께, 터널주변의 지질상태 등이 지형지질적 조건, 작용수압 등을 고려해서 결정해야 한다. 따라서 특히 플러그의 길이를 결정하는 공식이나 명확한 수치 등의 근거가 있는 것은 아니므로 보통 과거의 실시 예 등을 고려해서 결정하는 경우가 많다.

또 수치적으로 플러그의 길이를 구한다고 하면 터널주변의 암반과 플러그 콘크리트의 전단저항강도에 의거해서 구하는 방법을 생각할 수 있다.

가. 타설면의 전단응력에 대한 소요길이(L)

(가) 소규모 댐인 경우

$$L = \alpha \frac{P \cdot A}{\tau \cdot l}$$

여기서, L은 플러그의 길이(m), P는 작용수압 강도(tf/㎡), A는 플러그의 면적(㎡),

τ 는 플러그 콘크리트와 암의 접속면의 전단강도(tf/㎡)로서,

작은 댐인 경우에는 $\tau = 0.46 \cdot \sqrt{\sigma_{ck}}$,

큰 댐인 경우에는 $\tau = 0.23 \cdot \sqrt{\sigma_{ck}}$을 사용한다.

l 는 플러그 콘크리트와 암의 접속부의 주변길이(m),

α 는 안전율(α =4로 하면 충분히 안전하다).

(나) 대규모 댐인 경우

㉮ 플러그의 길이는 내외의 시공실적 등으로부터 L=(0.3~0.8)·H(여기서, H는 플러그 중심에서 저수지 수면까지의 높이)로 하고 있는 경우가 많지만, 필댐에 있어서는 지수벽을 하나의 기준으로 하는 것도 좋다(필댐의 지수벽은 보통 수압의 30~50 % 의 폭을 잡으면 웬만한 악조건하에서도 안전하다고 한다).

나. 활동(sliding)에 대한 소요길이

$$L = \frac{n p A_o}{1.35 f A_o + B\tau}$$

$$n = \frac{fV + \tau A}{H}$$

㉮ 여기서, f는 내부 마찰계수(f = 0.75), V는 연직응력(= 폐쇄 단면적(Ao) × 폐쇄길이(L) × 콘크리트의 수중단위중량), H는 수평력(= p·Ao), A는 전단응력을 받는 면적(= 폐쇄폭 × 폐쇄길이), n은 안전율(보통 4 이상)이다.

다. 폐쇄 주변의 고정을 위한 소요길이

㉯ 등분포하중 p가 주변이 고정된 원형판에 작용할 경우, 원둘레 방향의 모멘트 M_r과 반경방향의 모멘트 M_t는 각각 다음과 같이 표시할 수 있다.

$$M_r = \frac{pa^2}{16}\left[(3+\nu)\left\{1-\left(\frac{r}{a}\right)^2\right\}-2\right]$$

$$M_t = \frac{pa^2}{16}\left[(1+3\nu)\left\{1-\left(\frac{r}{a}\right)^2\right\}-2\nu\right]$$

여기서, a는 폐쇄부의 반경, ν는 콘크리트의 포아슨 비(ν = 0.2), r은 터널 폐쇄부의 중심으로부터 반경방향으로의 거리이다.

따라서, 폐쇄부의 주변(r/a = 1.0)에서는

$$M_r = \frac{pa^2}{8}$$

$$M_t = M_r \cdot \nu$$

여기서, 원둘레 방향의 모멘트 Mr로 인한 콘크리트의 인장응력 σ는 Mr을 다음 식으로 표시되는 콘크리트의 단면계수 W로 나누면 구해진다. 즉,

$$W = \frac{bL^2}{6}$$

여기서, b는 단위 폭이며, L은 콘크리트 원형판의 두께이다.

$$\sigma = \frac{M_r}{W} = \frac{3}{4}\frac{pa^2}{bL^2}$$

따라서, 폐쇄공의 소요길이는

$$L = \alpha \frac{a}{2}\sqrt{\frac{3p}{\sigma'}}$$

여기서, α는 안전율이다.

라. 암반의 누수에 대한 차수길이

㉮ 폐쇄공의 소요길이에다 암반의 균열 등으로 인한 누수를 방지하기 위하여 추가적으로 길이를 확보하는 것이 좋다.

④ 플러그의 보강

가. 덮인 흙이 얇은 터널 또는 원지반의 지질이 좋지 않은 터널을 댐축 부근에서 플러그하는 경우, 플러그보다 상류는 반영구적으로 보수 등의 손을 쓸 수 없게 되기 때문에 플러그보다 상류부분에 대해서는 충분한 구조적 보강을 해 둘 필요가

있다. 보강방법으로서는 충분한 컨솔리데이션 그라우팅을 실시하든가 콘크리트에 의한 내부보강을 하는 방법이 있다.

나. 원지반의 지질이 나쁜 곳에서는 그라우팅 효과가 얻어지기 어려운 경우가 많으므로 후자의 콘크리트에 의한 내부 보강방법이 유효할 것이다.

다. 특히 화산암지대에서는 원지반의 깊은 곳까지 암질이 불량한 경우가 많으므로 어느 정도 길게 할 필요가 있다.

4.5.2 폐쇄의 시기와 형식

(1) 폐쇄의 시기

① 가배수 터널의 폐쇄시기에 대해서는 폐쇄공사 자체의 안전성으로 보아 갈수기에 하는 것이 바람직하다. 그러나, 폐쇄공으로 유수를 차단함으로서 하류의 수리권자에 큰 피해를 미칠 것으로 판단될 경우에는 댐 지점 하류의 잔유량이 많은 시기 혹은 비 관개기를 이용함이 바람직하며, 다음과 같은 추가적인 방법도 검토해야 한다.

가. 제내 가배수로를 다단(多段)으로 설치하여 유수의 차단기간을 짧게 해서 하류에 영향을 적게 미치도록 한다.

나. 가배수 터널 내에 밸브 등을 설치한다.

다. 부득이 한 경우에는 유수 차단기간 중에 펌프 양수에 의해 하류 유황을 유지시킨다.

(2) 플러그 형식

① 가배수 터널의 전용계획이나 터널의 수에 따라 형식은 달라진다. 그리고 폐쇄 플러그의 적용 예를 표시하면 다음과 같다.

가. 터널 수가 복수 또는 콘크리트 댐 등에서 가배수 터널을 다른 목적으로 전용하지 않는 경우에는 내공단면을 모두 충전 폐쇄한다. 이 때에는 다른 쪽 터널 또는 콘크리트댐에 있어서는 제내 가배수로를 이용해서 흐름을 배제하면서 폐쇄 플러그를 시공한다.

나. 터널 수가 하나이고 또한 단면내에 취수시설, 방수시설 등을 설치하는 경우에는 갈수기를 이용해서 미리 방류관로 등을 매설해 두고 그 후에는 이 관을 통해서 유수를 배제하면서 폐쇄 플러그의 시공을 할 수 있다.

4.5.3 시공

(1) 플러그 콘크리트는 될 수 있는 대로 원지반과 일체화시켜서 활동, 누수방지를 힘써야 한다. 플러그의 설계, 시공의 일반적 사항을 들면 다음과 같다.

① 플러그 방식

가. 플러그 방식에는 다음과 같은 2가지 방법이 있다.

(가) 가배수 터널 중에서 폐쇄할 부분(보통 댐 본체의 커튼 그라우팅선과 교차하는 위치가 좋다.)만큼 라이닝을 부수고 신선한 암반까지 굴착해서 확폭부(key)를 교차하게 설치한 후 플러그 콘크리트를 충전하는 방법.

장점 : 본체 콘크리트와 같은 품질관리가 잘된 콘크리트 치기를 할 수 있다.

단점 : 시간적 제약이 있는 물막이 공사중에 라이닝을 부수는데 시간이 걸린다. 댐 본체가 타설된 시점에서의 발파는 제체에 악영향을 줄 염려가 있다.

나. 당초부터 물막이 구간을 정해놓고 그 부분만은 미리 확폭부를 설치하거나 강재 널 말뚝을 사용함으로써 물막이할 때 라이닝을 부수지 않고 속에 묻는 콘크리트만을 충전하는 방법.

장점 : 라이닝을 부수는 시간이 절약된다.

단점 : 가배수 터널은 공사중 여러 차례의 홍수에 의한 토사류로 콘크리트 라이닝이 상당히 손상을 입고 있기 때문에 보수해야 할 경우가 많고 또 신구 콘크리트의 밀착에 만전을 기하기 어렵다.

② 플러그 콘크리트는 암반과 밀착하는 것이 필요하며, 따라서 플러그 부분은 나무널 말뚝을 사용하지 않고 록 볼트, 콘크리트 뿜어 붙이기 등으로 산턱의 붕괴를 방지하는 것이 바람직하다. 때에 따라서는 강재 널말뚝을 사용하는 경우도 있다.

가. 나무 널말뚝은 콘크리트 치기전에 철거한다. 원지반이 나빠서 널말뚝 공법을 실시한 경우에는 콘크리트를 감아 붙인 후 시멘트 그라우팅으로 컨솔리데이션을 실시하고 그 뒤에 콘크리트를 펴고 널말뚝을 제거한 예도 있다.

③ 본 플러그와 중공 플러그 또는 가 플러그

가. 플러그 부분의 넓히기, 널말뚝 제거는 터널이 큰 단면일수록 곤란하게 되므로 넓히기, 널말뚝 제거를 하는 본 플러그의 부분은 가급적 최소한으로 하고 누수에 대비함과 동시에 검사로 하는 경우도 있다.

④ 폐쇄 콘크리트의 타설 및 냉각

가. 폐쇄 콘크리트의 운반은 콘크리트 펌프, 벨트 컨베이어, 트럭 등으로 하며, 폐쇄 구간에 지표면으로부터 사갱(斜坑)을 설치하여 콘크리트를 투입하는 방법이 사용되는데, 터널의 아치 크라운(arch crown) 부분에 콘크리트를 충전하는 방법에는 프리팩트(prepact) 콘크리트를 사용하는 방법, 콘크리트 펌프를 사용하는 방법, 벨트 컨베이어를 사용하는 방법 등이 있다.

나. 플러그 콘크리트는 둘레가 암반 및 콘크리트로 둘러싸여 있기 때문에 열 발산 면적이 적고 콘크리트에는 고온상태가 발생된다는 것은 충분히 예측할 수 있는 일이므로 단시간에 실시하는 경우에는 냉각 필요성을 충분히 검토한다.

집필위원	분야	성명	소속	직급
	관개배수	김선주	한국농공학회	교수
	농업환경	박종화	한국농공학회	교수
	토질공학	유 찬	한국농공학회	교수
	구조재료	박찬기	한국농공학회	교수
	수자원정보	권형중	한국농공학회	책임연구원



자문위원	분야	성명	소속
	농촌계획	손재권	전북대학교
	수자원공학	윤광식	전남대학교
	지역계획	김기성	강원대학교
	수자원공학	노재경	충남대학교
	농지공학	최경숙	경북대학교
	관개배수	최진용	서울대학교

건설기준위원회	분야	성명	소속
	총괄	한준희	농림축산식품부
	농업용댐	오수훈	한국농어촌공사
	농지관개	박재수	농림축산식품부
	농지배수	송창섭	충북대학교
	용배수로	정민철	한국농어촌공사
	농도	조재홍	한국농어촌공사 본사
	개간	백원진	전남대학교
	농지관개	이현우	경북대학교
	농지배수	남상운	충남대학교
	취입보	김선주	건국대학교
	양배수장	정상옥	경북대학교
	경지정리	유 찬	경상대학교
	농업용관수로	박태선	한국농어촌공사 본사
	농업용댐	손재권	전북대학교
	농지배수	김정호	다산컨설턴트
	농지보전	박종화	충북대학교
	농업용댐	김성준	건국대학교
	해면간척	박찬기	공주대학교
	농업수질및환경	이희억	한국농어촌공사 본사
	취입보	박진현	한국농어촌공사 본사

중앙건설기술심의위원회	성명	소속
	이태욱	평화엔지니어링
	성배경	건설교통신기술협회
	김영환	한국시설안전공단
	김영근	건화
	조의섭	동부엔지니어링
	김영숙	국민대학교
	이상덕	아주대학교

농림축산식품부	성명	소속	직책
	한준희	농업기반과	과장
	박재수	농업기반과	서기관

설계기준
KDS 67 10 40 : 2018

농업용댐 가배수공 설계

2018년 04월 24일 발행

농림축산식품부

관련단체 한국농어촌공사
58217 전라남도 나주시 그린로 20(빛가람동 358) 한국농어촌공사
☎ 061-338-5114 E-mail : webmaster@ekr.or.kr
http://www.ekr.or.kr

(작성기관) 한국농공학회
06130 서울시 강남구 테헤란로 7길 22(역삼동 365-4) 과학기술회관 본관 205호
☎ 02-562-3627 E-mail : j6348h@hanmail.net
http://www.ksae.re.kr

국가건설기준센터
10223 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283(대화동)
☎ 031-910-0444 E-mail : kcsc@kict.re.kr
http://www.kcsc.re.kr

※ 이 책의 내용을 무단전재하거나 복제할 경우 저작권법의 규제를 받게 됩니다.

KDS 67 10 45 : 2018

농업용댐 물넘이 및 부속구조물 설계

2018년 04월 24일 제정
http://www.kcsc.re.kr

농림축산식품부



건설기준 코드 제·개정에 따른 경과 조치

이 코드는 발간 시점부터 이미 시행 중에 있는 설계용역이나 건설공사에 대하여 발주기관의 장이 필요하다고 인정하는 경우 종전에 적용하고 있는 기준을 그대로 사용할 수 있습니다.

건설기준 코드 제·개정 연혁

- 이 기준은 KDS 67 10 45 : 2018으로 2018년 04월에 제정하였다.
- 이 기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 건설기준 간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.
- 이 기준의 제·개정 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요사항	제·개정 (년. 월)
농업생산기반정비사업 계획설계기준 필댐편	• 농업생산기반정비사업 계획설계기준 필댐편 제정	제정 (1968. 12)
농업생산기반정비사업 계획설계기준 댐편	• 콘크리트댐에 관한 사항을 종합하여 댐편으로 개정	개정 (1982. 12)
농업생산기반정비사업 계획설계기준 콘크리트댐편	• 농업생산기반정비사업 계획설계기준 댐편으로부터 분리하여 콘크리트댐편 제정	제정 (1989. 12)
농업생산기반정비사업 계획설계기준 필댐편	• 농업생산기반정비사업 계획설계기준 필댐편 개정	개정 (2002. 12)
KDS 67 10 45 : 2018	• 국토교통부 고시 제2013-640호의 “건설공사기준 코드체계” 전환에 따른 건설기준을 코드로 정비 • 건설기술진흥법 제44조 및 제44조의 2에 의거하여 중앙건설심의위원회 심의· 의결	제정 (2018. 04)

제 정 : 2018년 04월 24일
개 정 : 년 월 일
심 의 : 중앙건설기술심의위원회
자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회
소관부서 : 농림축산식품부 농업기반과
관련단체(작성기관) : 한국농어촌공사(한국농공학회)

목 차

1. 일반사항 ····· 1

1.1 목적 ····· 1

1.2 적용 범위 ····· 1

1.3 참고기준 ····· 1

1.4 용어의 정의 ····· 1

1.5 기호 정의 ····· 1

2. 조사 및 계획 ····· 1

3. 재료 ····· 1

4. 설계 ····· 1

4.1 물넘이 ····· 1

4.2 취수시설 ····· 17

4.3 어도 ····· 31

농업용댐 물넘이 및 부속구조물 설계

1. 일반사항

1.1 목적

- 내용 없음

1.2 적용 범위

- 내용 없음

1.3 참고기준

(1) 농지개량사업계획 설계기준, 1989 : 콘크리트댐편
(2) 농업생산기반정비사업계획 설계기준, 2002 : 필댐편
(3) 댐 설계기준, 2011

1.4 용어의 정의

- 내용 없음

1.5 기호 정의

- 내용 없음

2. 조사 및 계획

- 내용 없음

3. 재료

- 내용 없음

4. 설계

4.1 물넘이

(1) 물넘이는 댐의 계획저수량 이상으로 유입되는 설계홍수량을 자연하천으로 안전하게 유하시키는 구조물이다. 물넘이를 유하하는 유수의 수세를 완화시킬 필요가 있는 경우에는 적당한 감세공을 설치하도록 한다. 물넘이는 댐의 제체 및 기초지반에 지장을 주지 않는 구조로 한다.

4.1.1 위치 및 규모

(1) 물넘이의 위치는 댐과 떨어진 저수지 주변이 가장 적당하나 그렇지 못할 경우에는 물넘이 자체의 안전은 물론 댐 본체의 안전과 경제성 등을 고려하여 위치를 선정해야 한다. 댐 설계 홍수량을 안전하게 유하시킬 방류능력을 갖는 물넘이를 설치해야 한다.

4.1.1.1 물넘이 계획

(1) 물넘이는 댐의 계획저수량을 초과하는 홍수량을 안전하고 효율적으로 방류할 수 있도록 하는 수로를 말한다. 물넘이는 수리학적으로 유리하고 구조상으로 안전해야 하며, 물넘이 방류수의 높은 에너지에 대한 하류의 침식과 세굴을 방지하는 시설을 물넘이 끝부분에 설치해야 한다.

(2) 물넘이 월류부는 현지 지형과 암반 추정선을 고려하여 등고 방향으로 설치함으로써 절토량이 최대한 적게 되도록 계획하고, 방수로는 자연경사와 제당 성토경사면을 고려하여 최대한 연장이 짧고 방류수가 하천방향으로 흐르도록 하며, 방수로 끝의 정수지는 홍수 유하에 의한 충격에도 안전하도록 철근콘크리트로 계획한다.

(3) 특히, 물넘이는 콘크리트 구조물로서 주변경관과의 조화를 고려하는 식재 방안을 검토한다.

4.1.1.2 물넘이 위치

(1) 필댐의 물넘이 위치 선정에 있어서는 지질적 요인을 우선 고려하고, 그 외에 지형조건, 수리조건, 다른 시설과의 관련 및 재료의 유용 등 통합적인 면에서 고려하도록 한다.

4.1.1.3 설계 홍수량

(1) 저수지의 물넘이 설계에 사용되는 설계홍수량은 200년도 빈도 홍수량 또는 기왕최대홍수량 중에서 큰 값을 선택하며 필댐의 경우 이 값에 20 %를 가산한 값을 사용한다.

(2) 일정규모(유역면적 2,500 ha, 저수용량 500만 ㎥ 수준) 이상으로 붕괴 시 인명과 재산에 피해가 클 것으로 예상되는 필댐에서는 가능최대홍수량(PMF)을 설계홍수량으로 적용할 수 있다.

(3) 또한, 홍수조절을 하는 일정규모(설계홍수량 500 ㎥/s 수준) 이상 저수지는 필요에 따라 수리모형실험을 통하여 홍수배제능력을 검토한다.

4.1.1.4 물넘이 규모

(1) 물넘이 규모는 댐 취수시설 등과 관련하여 댐 전체의 계획이 가장 경제적으로 완성되도록 결정해야 한다. 물넘이의 규모는 물넘이 깊이와 물넘이 폭으로, 공사비와 최고저수면, 월류 수심의 관계를 이용하여 결정할 수 있다.

(2) 물넘이 단면은 어느 부분이나 계획홍수량을 안전하게 통과시킬 수 있는 충분한 크기로 설계되어야 한다.

(3) 물넘이 용량을 결정하려면 유입홍수량곡선, 저수량곡선과 물넘이 유출량곡선이 필요하다. 여기서 유출량곡선은 물넘이 크기와 형식에 따라 다르다. 일반적으로 물넘이 유량은 수심의 증가에 따라 증가하나, 수문조작에 의해서도 유출량이 변화될 수 있다.

4.1.2 물넘이 형식

(1) 물넘이 형식은 댐의 형식이나 구조 등을 고려한 후에 안전성, 경제성, 유지관리의 방법 등에 따라 결정된다.

(2) 물넘이 형식은 댐 전체, 물넘이 관련 구조 등 여러 가지의 조합을 고려하여 가장 합리적인 물넘이 제원을 결정하는 방법을 선택하도록 한다. 물넘이 형식, 수리구조적 특성, 위험도등에 따라 문제점이 있는 경우에는 비상 물넘이 설치를 검토한다.

4.1.2.1 물넘이의 구성

(1) 물넘이는 접근수로, 조절부, 급경사수로(방류부), 감세공 및 출구수로 등으로 구성되며, 각 부분은 설계홍수량을 안전하게 유하시킬수 있는 단면을 가져야 한다. 물넘이 형식은 댐의 형식이나 구조 등을 고려한 후에 안전성, 경제성, 유지관리의 방법 등에 따라 결정된다.

① 접근수로

가. 물넘이에서 접근수로는 저수지로부터 조절부에 이르는 수로를 말한다. 저수지에서 물넘이 조절부까지를 도수해야 하는 지형, 즉 댐접안부, 산등성이 또는 안부(鞍部)에 설치되는 경우에 접근수로가 필요하다. 접근수로에서의 손실수두를 최소로 하기 위하여 유속을 제한해야 하고 수로의 곡율도 완만하게 해야 한다.

② 조절부

가. 조절부는 저수지로부터 방류시 유출을 조절하는 것으로 물넘이의 주요 부분을 형성하며, 일반적으로 유입부에서부터 이행부를 포함한 급경사수로 시점까지를 말한다. 조절수문의 유무에 따라 조절형식과 비조절형식이 있고, 조절부의 수리특성에 따라 월류식, 측수로식, 선굴식 등이 있으며 각각 장단점이 있으므로 저수지의 규모, 목적, 공사비 및 완전한 유지관리의 가능성 등 여러 가지 관련된 요소를 고려하여 조절부의 형식을 결정해야 한다.

③ 급경사수로

가. 급경사수로는 물넘이 조절부의 끝에서부터 감세공 시점까지를 말하며, 개수로,

암거, 터널, 이들의 병용 등이 있다. 방수로가 설치되는 산바닥의 비탈이 완만하고, 깊이 굴착하지 않더라도 경암반이 지표면에서 얕을 경우에는 일반적으로 개수로식이 유리하며, 지형이 약간 불리하여 어려운 점이 있더라도 가능하면 이 형식을 채택하는 것이 수리적 및 구조적으로 바람직하다. 그러나 굴착량이 많아 비경제적인 경우 또는 방수로를 임시배수로의 일부로 이용하는 경우에는 터널식 또는 개수로와 터널병용식을 선택할 수 있다.

④ 감세공

가. 감세공은 급류부의 빠른 유속을 가진 흐름으로부터 댐하류단의 침식과 세굴의 방지와 아울러 인접한 구조물에 손상을 주지 않고 원래 하천에 유하시킬수 있도록 하기 위한 시설로서 현지 상황에 따라 방사식, 정수지식, 롤러버킷식, 플립버킷식 등이 적용된다.

⑤ 출구수로

가. 출구수로는 감세공에서 높은 에너지를 잃어 버린 흐름을 감세공 하류끝에서 자연하천으로 유하시키기 위한 수로를 말한다.

4.1.2.2 물넘이 형식

(1) 물넘이는 수리학적으로 유리하고 경제적이며 구조상으로 안전한 형식이어야 한다. 따라서, 가능하면 직선개수로형으로 하는 것이 좋으며, 비조절형을 채용하는 것을 원칙으로 한다. 조절형의 물넘이는 계획홍수량이 매우 커서 연장이 길고 수심이 얕은 것으로 인하여 비경제적인 경우에 조절형이 유리하게 된다.

(2) 물넘이의 형식은 댐 전체, 물넘이 관련 구조 등 여러 가지의 조합을 고려하여 가장 합리적인 물넘이 제원을 결정하는 방법을 선택하도록 한다. 특히, 지형과 지질조건, 다른 시설과의 관련성을 고려하여 제체 월류식과 자유낙하식을 제외한 다른 모든 형식을 검토하고 수리학적으로 가장 안정되고 경제적인 형식을 선정한다.

(3) 유수가 필댐의 제체를 월류하는 것은 절대로 안되므로 물넘이는 대단히 중요한 구조물이다. 따라서, 물넘이의 능력을 검토함에 있어서는 수리모형실험에 의하는 것이 바람직하다. 특히 유입부가 나팔형이거나 오리피스식인 경우 및 도류부가 터널식 경우에는 수리학적으로 충분한 검토가 필요하다.

(4) 물넘이 형식은 조절형과 비조절형으로 구분하고, 다시 개수로형과 관수로형으로 세분하며, 각각 저수지 규모, 목적, 공사비 및 완전한 유지관리의 가능성 등 여러 가지 관련된 요소를 고려하여 물넘이 형식을 선정해야 한다.

(5) 보통 물넘이 형식의 종류에는 수문조작에 의한 조절형 물넘이, 자유낙하식, 월류식(ogee), 측수로식, 슈트(chute)식, 나팔형식, 암거식, 터널식, 사이펀(siphon)식 등이 있다.

4.1.2.3 물넘이 마루 수문 (crest gate)

(1) 물넘이는 댐의 운용상 수문에 의한 조절을 계획하는 경우가 있다. 그러나 이 방식의

채택여부, 형식 및 치수의 결정은 조절시설의 유량특성, 기후, 홍수의 빈도와 특성, 방류에 대한 제약, 유지관리의 체제와 조직, 유지관리비(계측, 기록장치, 예측과 제어장치, 통신연락시설, 경보시설등의 유지와 인건비) 등의 제 조건을 충분히 검토해야 한다. 또한 저수지 조절시설로서의 기능, 신뢰성 및 안전성 등 모든 관계요소를 고려해야 한다. 특히 수문의 동력이 고장난 경우의 예비 동력의 병설을 잊어서는 안된다.

① 물넘이 마루 수문의 설치

가. 물넘이 월류부에 마루 수문을 설치하는 경우에는 유출특성, 댐형식 및 관리체제 등을 충분히 검토해야 한다.

② 물넘이 마루 수문의 규모

가. 물넘이 월류부의 수문 규모는 신중이 검토하여 결정해야 한다.

③ 물넘이 수문과 댐마루 구조물

가. 물넘이 유입부에서의 월류수맥은 공기연행과 저수지 수면의 변동에 의하여 진동이 생기는 것, 부유물에 의한 폐쇄 또는 수문 권양기 불가능 등에 의하여 저수지 수위가 이상 상승하므로서 댐 하류의 범람, 제체의 비월류부에서의 월류, 수문 및 교량 등 댐 마루의 주요구조물이 파괴되는 일이 있다. 이에 대응하기 위하여 월류형 물넘이의 인상식수문의 최대 인상시에 수문의 하단 및 월류형 물넘이에 부속하여 설치하는 교량, 권양기, 그 외의 댐마루 구조물은 설계홍수위로 방류되도록 한 유수의 월류수면에서 1.5 m 이상 거리를 두는 것으로 한다. 다만, 설계홍수량의 유수가 물넘이를 유하하는 경우 월류수심이 2.5 m 이하인 경우는 월류수면에서 1.0 m 이상 떨어져 있으면 된다.

나. 설계홍수위의 부분에 최대인상시의 게이트의 하단 및 월류형 물넘이에 부속되어 설치된 교량, 권양기, 기타 댐마루 구조물이 있어서는 안된다.

④ 비상물넘이

가. 필댐에서 물넘이의 형식, 수리구조특성, 홍수유량 계산의 정밀도중에서 어느 것이나 문제점이 있는 경우에는 비상물넘이의 설치를 검토해야 한다.

나. 비상 물넘이는 물넘이가 어떤 원인으로 소정의 홍수능력을 발휘할 수 없을 경우가 예상되는 때에 정상 물넘이와는 별도로 또는 동시에 작동하여 제체 안전을 확보하기 위하여 설치하는 방류시설로, 물넘이 형식이나 조작방법 등에 의하여 필요에 따라 검토한다.

다. 비상용 물넘이의 방류량 및 월류부의 표고와 설치위치 등은 각각의 댐에 대한 제요소를 검토한 후에 설계하도록 한다.

4.1.3 수리설계

4.1.3.1 접근수로

(1) 접근수로는 수심을 크게 하고 유속을 작게 하며, 유수의 방향으로 유속의 변화를 완만하게 하여 흐름에 교란을 일으키지 않도록 한다. 접근수로의 수리조건은 다음과 같다.

① 접근수로에서 유속이 과대하면 유입손실수두가 커질 뿐만 아니라 충격파가 발생하

여 수면이 동요하고 공기가 혼입하여 통수능력을 저하시키며, 흙·모래가 유입하므로 안정적인 수리현상을 위하여 접근수로 유속은 4 m/s 이하로 한다.

② 접근수로에서의 평면형은 흐름에 교란이 생기지 않도록 물넘이를 향하여 완만하게 점차적으로 축소시킨다. 접근수로의 흐름상태는 조절부 하류에서의 흐름상태에 영향을 미치는 일이 있으므로 평면형의 결정에는 신중을 기해야 한다. 특히 슈트형 물넘이의 일부 형식에서는 조절부의 정류작용이 약하여 접근수로에서 발생한 편류가 방수로나 감세공까지 계속되어 감세공의 기능을 감소시키는 수가 있다. 따라서 큰 물넘이에 대해서는 수리모형실험 등을 통하여 흐름의 상태를 개선할 필요가 있다.

③ 접근수로 수심은 월류수심, 월류계수, 유량 등을 고려하여 결정하며, 물넘이 웨어 마루에서 접근수로 바닥까지의 깊이는 적어도 웨어마루에서의 설계수두의 1/5 이상이 되도록 한다. 일반적으로 월류수심은 0.8~1.2 m가 적당하다.

4.1.3.2 조절부

(1) 월류웨어

① 물넘이의 배수능력은 접근수로, 조절부, 방수로 등 각부의 능력에 따라서 영향을 받는다. 방수로는 지형상 급경사일 경우가 많기 때문에, 또 물넘이 능력은 조절부의 크기에 지배되는 경우가 많고 조절부 유입구에서 한계수심이 될 때가 많다. 조절부에 곡률반지름이 작거나 하류이행부나 방수로의 형상이 특수한 경우에는 수리모형실험을 하여 능력을 확인해야 한다.

(2) 측수로형 물넘이 설계

① 일반 설계사항

가. 측수로형 물넘이는 설계 홍수량에 대하여 웨어의 어느 부분도 수중웨어가 되지 않도록 설계해야 한다. 또한 최대수위에 대하여 측수로내의 수면이 그 최상류단에서 월류수심의 2/3 보다 높지 않도록 설계되어야 한다.

나. 물넘이 측수로의 단면으로는 사다리꼴이 가장 보편적이다.

② 수리설계

가. 측수로형 물넘이 수리설계에는 Hinds 설계이론이 가장 널리 적용되고 있다.

③ 측수로 단면의 설정

가. 측수로의 단면형을 결정하는 경우는 설계조건에서 수리적으로 가장 유리한 단면과 지형을 고려하여 굴착단면을 최소로 하는 방법 등이 고려되어 왔다.

(가) 측수로의 월류측 기울기는 1 : 0.7, 대안(보통 원지반측)은 직벽으로 한다. 단, 지형의 상황 등에 의하여 대안을 직벽으로 하는 것이 부적당한 경우는 적당한 기울기를 정한다. 이 경우 모형실험 등에 의하여 제원을 정한다.

(나) 측수로의 바닥 경사는 $I \leq 1/13$으로 한다.

(다) 측수로 말단의 바닥 나비 B와 수심 d와의 비는 d/B = 0.5 정도가 바람직하다.

(라) 측수로 말단의 프루드수(Fr)는 0.5 이하로 한다. 일반적으로 0.44정도가 바람직하다.

$$F_r = \frac{V}{\sqrt{gD}} \cdots\cdots (4.1.1)$$

여기서, D : 수리수심(= A/T), A : 단면적, T : 수면나비

(마) 측수로 상류단 수위(웨어마루 기준)를 월류수심의 1/2.5 이하로 한다.

(바) 측수로에 연속되는 완경사 방수로는 ④의 조건을 만족하도록 충분히 완만한 경사를 준다.

(사) 측수로에 연속되는 완경사 방수로 말단에 월류웨어를 설치하여 급경사 수로에 접속한다.

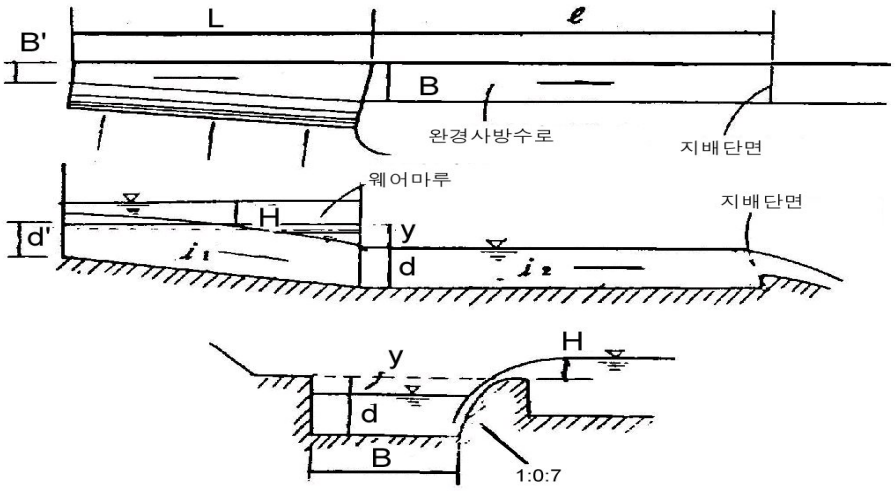
(아) 측수로와 완경사 방수로와의 접속부에서의 월류측의 측벽은 점축, 급축의 어느 것이라도 좋다.

④ 측수로 내 수면형의 계산과 물넘이 치수의 결정

가. 측수로 물넘이의 수면형계산은 운동방정식에 의한다. 지금 측수로 임의의 단구간에 대하여 구간 상류단에 있어서의 운동량에 그 구간내에서의 증가운동량을 더한 것은 구간하류단에서의 운동량과 같아야 한다.

$$\Delta h = \frac{Q_1(v_1 + v_2)}{g(Q_1 + Q_2)} \left(\Delta v + \frac{q \cdot v_2 \Delta x}{Q_1} \right) \cdots\cdots (4.1.2)$$

여기서, ⊿h : ⊿x 구간 수위상승량, Q1 : 하류단면의 유량, Q2 : 상류단면의 유량,
v1 : 하류단면의 평균유속, v2 : 상류단면의 평균유속,
q : 단위폭당의 유입량 (이 때는 월류량), ⊿v : v1 − v2, g : 중력가속도



<그림 4.1.-1> 측수로형 물넘이

나. 이 식에 의한 계산은 하류에서 상류로 향하여 진행한다. 위 식의 우변에 마찰손실의 항을 더한 계산식도 있으나 측수로내에서의 심한 수면동요를 생각한다면 마찰손실의 항은 그다지 중요하지 않다.

다. 상기 식으로 수면추적을 하려면 시산법에 의한다. 먼저 Δh (식 2)를 가정하고

이로부터 구해지는 상류단면의 수리량 A_2, V_2와 Δh를 산출하여 이 값이 가정한 값과 일치할 때까지 계산을 되풀이한다. 수면형 중 가장 높은 수위에 대하여 물넘이 웨어마루에서의 월류가 완전월류의 조건를 만족시키도록 웨어마루고에서, 측수로 하류단 바닥면표고를 정한다. 현지조건이 이를 만족시키지 못하면 수로 폭 B, 수로장 L, 경사 I 등을 바꾸어 이 조건을 만족하도록 한다.

(3) 나팔형

① 유입부 형식에서 나팔형은 저수지속에 수몰되어 있는 기초지반이 양호한 언덕을 이용하여, 여기에 탑을 세우고 이 상부 원주를 월류시키는 것이다.

② 이 형식은 탑을 월류한 흐름이 터널 또는 관로를 통하여 댐하류로 방출된다. 이 형식의 흐름의 형상은 월류 바닥의 직경과 관로의 규모 및 유량에 따라 변화한다. 특히 터널 또는 관로가 만류로 되었을 경우에는 관수로의 흐름으로 되어 유량계수는 급격히 감소한다. 또 수리구조의 특성에서 유황은 월류, 오리피스 및 관수로 등의 흐름으로 변화하며, 오리피스에서 관수로의 흐름으로 이행될 때에는 대단히 불안정한 유황을 나타낸다. 따라서 이 형식을 채용하는 경우에는 실험에 의한 확인이 필요하고 홍수시는 유목 등이 유입되지 않도록 하는 시설을 생각해야 한다.

(4) 오리피스식

① 오리피스식 유입부에 있어서는 오리피스내의 유황은 상류측수위에 따라 자유 월류상태에서 관수로흐름 상태로까지 변화하며 양자의 변이구간에서는 관내 흐름이 불안정하여 유량도 안정되지 못하므로 오리피스의 배치와 설계에 는, 상시 사용하는 상태에서 이와 같은 유황이 가급적 일어나지 않도록 고려하는 것이 좋다. 오리피스의 유량계수는 유황에 따라 유출기구도 달라서 일률적으로 표시할 수 없음으로 모형실험 또는 기존의 실례에 의하여 정한다. 오리피스 및 이의 부대 구조물의 설계는 조작수두가 2.5 m 정도 이내인 경우는 월류식 유입부에 준하고 그 이상인 때는 방류관의 취급에 준한다.

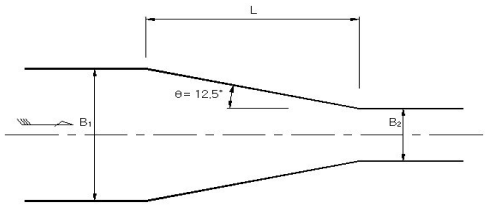
(5) 이행부

① 물넘이의 이행부는 조절부로부터 유하량으로 인하여 조절부 상류에 불리한 수위상승 또는 저하배수가 생기지 않도록, 또 이행부내에 불리한 수면저하, 심한 난류가 일어나지 않고 유하하도록 설계해야 한다. 예상되는 이상홍수량에 대하여도 수위유량곡선 등이 현저히 변동하지 않도록 해야 한다.

② 급경사 물넘이에서 조절부는 댐과 직접 연결되므로 월류수심이 제한을 받지 않도록 일반적으로 폭을 넓게 한다. 측수로 물넘이의 수로는 보통 비대칭 사다리꼴 단면이기 때문에 급경사수로 단면으로는 적당치 못하다. 따라서 경제적 물넘이를 설계하려면 조절부와 급경사수로 사이에 이행부를 설치한다.

③ 이행부 평면의 모양은 급경사수로의 흐름과 물넘이의 방류능력에 큰 영향을 미치므로 편류를 방지하고 안정된 흐름을 유지하도록 조절부, 이행부, 급경사수로가 동일축에 있도록 해야 한다.

④ 이행부 흐름이 비교적 급류인 경우는 <그림 4.1.-2> 이행부의 폭변화 와 같이 이행부 시점과 종점의 최외측 유선을 연결하는 직선이 수로중심선과 거의 12°30′ 의 각을 취한다. 지형상 축폭각도를 이 이상 취해야 할 때는 흐름의 개선을 위하여 수리모형실험이 필요하고 설계에서는 이행부에서의 수리능력 변화를 충분히 검토해야 한다. 유량이 변동함에 따라 조절부 이외에 새로운 지배단면이 생겨 이 점의 수리능력이 여수로 전체의 수리능력을 규제할 가능성이 있으므로 이와 같은 평면형을 설계함에 있어서는 종단면형의 결정이 특히 중요하다.



<그림 4.1.-2> 이행부의 폭변화

⑤ 수리계산은 평면형의 결정과 함께 이행부 종단형상의 필요한 수리능력을 확보하는 관점에서 중요하므로 전기한 사항들을 고려하여 에너지식에 의하여 결정한다. 이행부에서 수면이 역경사 또는 극단적으로 감소되는 평면 및 종단형상은 피해야 한다. 이행부에서의 종점의 바닥표고 Z_c 는 다음과 같이 결정한다.

$$z_e + y_e + \frac{V_e^2}{2g} = Z_c + y_c + \frac{V_c^2}{2g} + h_L \quad \cdots\cdots (4.1.3)$$

여기서, y_c : 천이부 말단 한계수심, y_e : 천이부 유입구 수심,
V_c : 천이부 말단 한계유속, V_e : 천이부 유입구 유속,
h_L : 총손실수두(단면변화 + 마찰 + 기타)

4.1.3.3 방수로

(1) 측수로 및 급경사 방수로는 원활한 홍수배제를 위하여 가급적 직선형으로 계획하며 지형상 부득이하게 만곡시켜야 할 경우 또는 특별한 형태의 물넘이 구조는 수리모형실험을 통하여 홍수배제능력을 검토하도록 한다. 방수로의 기초지반은 반드시 견고한 암반지반에 계획하며 지질조건상 부득이한 경우는 콘크리트 등으로 치환하여 기초지반의 세굴 및 이완이 없도록 한다.

① 방수로 형상

가. 물넘이 방수로는 조절부에서 유입하는 홍수량을 안전하게 유하시키도록 하는 것으로 공사의 경제성과 구조물의 안정성을 유지하기 위하여 다음 사항에 유의해야 한다.

(가) 방수로의 수리학적 흐름 상태를 좋게 하기 위하여 직사각형 단면과 커브가

적은 평면형으로 측벽을 평행하게 하여 수로 단면 내 유수가 균일하게 흐르도록 직선으로 한다.

(나) 수로 기울기는 상류부에서는 완만하고 하류부에서는 급하게 하는 것을 원칙으로 하고 감세공에 유도되도록 한다.

(다) 기울기를 변화시키려면 수맥이 수로바닥에서 떨어지지 않게 사류 유로를 설치한다.

(라) 암거 또는 터널에서의 만류를 피하고 이행부에서는 설계유량에 대한 수면계산을 터널 또는 암거높이의 1/2 이하로 하는 것을 원칙으로 하고, 등류 또는 이와 비슷한 경우에는 약 0.7배 이하로 유지해야 한다. 부득이 만류시킬 때에는 만류구간을 짧게 한다.

(마) 수로 바닥의 경사 변환에 있어 철(凸)형인 연직곡선을 삽입할 때는 흐름이 수로바닥에서 분리하는 것을 막기 위하여 단면의 평균유속을 시점의 유속으로 한 포물선으로 한다. 또 철형인 연직곡선을 삽입할 때는 흐름의 원심력에 의한 수로바닥으로의 동수압을 작게 하기 위하여 곡률반경을 충분히 크게 한 곡선으로 해야 한다.

② 수리계산

가. 방수로의 수면추적은 한계수심이 발생하는 방수로 시점 또는 이행부 시점으로부터 Bernoulli 정리를 적용하여 수면을 계산한다.

나. 개수로의 종단경사의 변환에 있어 철형인 연직곡선을 삽입하는 때는 다음과 같은 포물선 식으로 한다.

$$y = x\tan\Theta + \frac{Kx^2}{4h_v\cos^2\Theta} \quad \cdots\cdots (4.1.4)$$

여기서, y : 종거 (원점은 방사류부 기점으로 한다), x : 횡거,

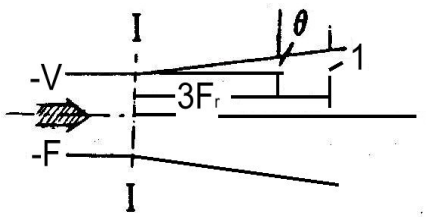
h_v : 방사류로 기점의 속도수두, Θ : 방사류 기점에서의 수로의 경사각,

K : 중력에 의한 가속도가 방사류의 운동에 작용하는 비율 (보통 0.5 이하)

다. 방사류부 구간길이는 지형여건을 감안하여 결정하고, 방수로의 확대나비의 각도는 다음의 한계각도 이하로 한다.

$$\tan\Theta = 1/(3F_r) \quad \cdots\cdots (4.1.5)$$

여기서, θ : 확대나비 각도, F_r : 프루드 수로(= $V/\sqrt{gd}$)



〈그림 4.1.-3〉 사류수로의 확폭

라. 급경사수로를 부득이 만곡시켜야 할 경우에는 흐름이 상류상태에 있는 부분에서 만곡시킨다. 이 경우에 원심력에 기인하는 편수위 상승 및 흐름의 교란은 피할 수 없으므로 그 양을 작게 하기 위하여 될 수 있는 한 큰 곡률반경으로 만곡시키는데 수면폭의 10배 보다 작은 곡률반경의 만곡은 좋지 않다. 횡단수면이 수평면과 이루는 각을 ϕc, 수로중심선의 곡률반경을 r , 유속을 V라면 다음과 같으며, 이 수위상승에 대해서 안전한 측벽고로 설계해야 한다.

$$\tan \phi_c = 2V^2 / gr \quad \cdots\cdots (4.1.6)$$

마. 수로만곡부에 있어서 충격파를 소거하는 방법으로는 수로바닥에 다음 식에서 얻어지는 횡단기울기를 준다.

$$\tan \beta = \frac{V^2}{gR} \quad \cdots\cdots (4.1.7)$$

여기서 Θ : 수로바닥의 경사각

바. 일반적으로 고속류의 도류부에서는 공기혼입 현상이 발생하고 공기의 혼입에 의하여 수면이 상승함으로 모형실험 및 계산에 의하여 구한 수위를 보정해야 한다. 공기 혼입량은 다음 식과 같이 표시된다.

$$m = \frac{1}{200} \frac{V^2}{g h_{na}} \, b \quad \cdots\cdots (4.1.8)$$

여기서, m : 혼입된 공기향과 수량의 비, V : 유속 (m/s),
h_{na} : 수심 (공기가 혼입된 수심), g : 중력가속도

사. 급경사수로 여유고에 대하여 제안된 USBR 계산식은 다음과 같다.

$$F_b = 0.6 + 0.037 \, V d^{1/3} \quad \cdots\cdots (4.1.9)$$

식에서, F_b : 여유고 (m), V : 유속 (m/s), d : 수심 (m) 이다.

여기서 수심, 여유고는 모두 급경사 수로바닥의 비탈면에 수직으로 취한다. 그러나, 가능최대홍수량으로 설계하지 않은 저수지는 이상 홍수에도 측벽 월류가

발생하지 않도록 USBR 제안식 $F_b = 0.6 + 0.037\,Vd^{1/3}$ 으로 구한 값에 0.5m를 가산한다.

③ 터널내의 흐름

가. 터널 또는 암거단면을 채용하는 경우는 만류를 피하고, 이행부에서는 설계홍수량에서의 수심을 터널 또는 암거높이의 1/2 이하를 원칙으로 하며, 등류 또는 이에 가까운 경우에는 대개 3/4 이하로 한다. 도류부의 평면형을 직선형으로 하고 또한 단면을 직사각형으로 하는 이유는 이 부분의 흐름 영역은 당연히 사류이고 사류수로에서 일단 충격파가 발생되면, 도류부 전체에 걸쳐 소멸되지 않고 감세공의 기능에 영향을 끼치기 때문이다. 또한 사류 흐름은 대개 7m/s 이상의 유속이 되면 다량의 공기를 연행하기 때문에 이 흐름은 한층 복잡하게 된다. 이 때문에 터널내의 수류를 사류로 할 때는 실험적으로 충분한 검토를 하는 것이 바람직하다. 그러나 설계의 기본적인 사고 방법은 이와 같은 유황 예측이 곤란하나 경우가 일어나지 않도록 하는 것이 중요하다. 또한 흐름이 개수로에서 관수로로 이행하면 터널은 셀프프라이밍 (self priming)에 의한 파동이나 위험한 압력 변동이 생기기 때문에 좋지 않다. 셀프프라이밍의 발생방지를 위하여 설계홍수위에 대한 최대방류량의 유적 Aw 와 터널 단면적 Ao의 비는 3/4 정도를 상한으로 한다. 그러나 강한 흐름에 의한 공기 연행 현상과 이에 의하여 발생하는 수면의 상승이나 공기의 압축성 등을 충분이 고려해야 한다. 한편 유입구가 잠기고 흐름이 오리피스로부터 개수로의 흐름으로 되는 경우에도 개수로 흐름의 시점에 공동현상이 발생하기 쉽고 이 부분에 충분한 공기의 공급이 필요하다. 터널내 수류가 한계류 이상의 고속류로 되는 경우에도 평면만곡은 절대로 피해야 한다. 평면만곡이고 또한 고속류인 경우의 터널내 흐름은 이미 보통의 흐름의 개념에서 벗어나 터널 단면의 중심에 공기핵이 폐쇄된 나선류로 된다. 물론 공동현상의 발생, 흐름의 불안정은 피할 수 없다. 터널내의 흐름이 상류라 하여도 프루드수가 0.40보다 큰 경우에는 수면만동이 큰 불안정한 흐름이 되기 쉽다는 것도 유의해야 한다. 이 결과 터널은 직선형으로 하고, 충분한 공기의 유통이 가능한 수리구조로 하는 것이 중요하다.

4.1.3.4 감세공

(1) 감세공은 방수로의 고속사류를 상류화시켜 에너지를 약화시킴으로써 구조물의 침식과 파괴를 막기 위하여 설치하는 구조물을 말한다. 감세공의 형식은 다음과 같은 여러 가지 요소를 고려하여 선정해야 한다.

① 선정하고자 하는 감세공의 수리특성
② 댐 본체와 감세공의 거리, 표고 등의 위치 관계
③ 물넘이 본체의 수리 및 구조특성
④ 감세공 부근의 지형, 지질, 수리특성(하류수위, 유황 등)
⑤ 하류 하천 부근의 경지, 택지, 제 공작물의 위치 및 중요도

(2) 한편, 감세공의 형식에는 플립(flip)형, 정수지(stiling basin)형, 롤러버킷(roller bucket)형 등이 있다.

4.1.3.5 방수관

(1) 방수관은 홍수조절 등의 방류를 위한 관로이므로 수심, 유속이 다 같이 크고 배사는 생각하지 않는 관로이다. 방수관 형식은 유량조건, 압력조건, 제체 및 유량조절구조물의 구조조건, 방수처리상의 제약, 수로형태적 조건 및 유지관리상 문제를 고려하여 선정한다. 방수관 유입구에는 위험한 공동현상이 일어나지 않도록 적당한 나팔모양으로 해야 한다. 나팔모양은 가급적 실험에 의해서 결정하는 것이 좋다. 나팔모양에 실험곡선이 사용될 경우에는 방수관 단면형상에 관계없이 타원곡선을 사용하는 경우가 많다. 공동현상에 대하여 허용부압은 0.03 MPa (0.3kgf/㎠)이내로 한다. 방수로 형상은 소정의 방류능력을 확보하고 위험한 공동현상이 발생하지 않아야 한다.

4.1.3.6 하류하천 정비

(1) 물넘이 시설의 설계빈도(보통 200년)과 하류하천의 설계빈도(보통 50 ~ 100년)가 서로 달라 예상되는 피해를 줄이기 위해 정수지와 하류하천 연결부는 이상 홍수에도 제방 세굴이 없도록 견고한 구조로 충분히 연장한다.

4.1.4 수리모형실험

(1) 측수로 및 급경사 방수로는 원활한 홍수배제를 위하여 가급적 직선형으로 계획하며 지형상 부득이 만곡시켜야 할 경우나 특별한 형태의 물넘이 구조 또는 홍수조절을 하는 일정규모(예 : 설계홍수량 500 ㎥/s 수준) 이상 저수지는 필요에 따라 수리모형실험을 통하여 홍수배제능력을 검토할 수 있다.

(2) 물넘이의 방류능력 및 방류수가 구조물이나 하류 하상에 미치는 영향에 대하여 수리공식, 기존 모형실험결과 및 실측자료에 의하여 신뢰할 만한 판단을 할 수 없는 경우에는 수리모형실험을 실시하여 구조물에 대한 각종 수리현상을 실측하여 설계에 대한 검토와 재해를 미리 방지하기 위한 대책을 강구하고 아울러 공사비의 절감을 도모할 필요가 있다.

(3) 필댐에서 물넘이 안전은 대단히 중요하므로, 수리공식으로 물넘이 수리현상을 해석하는 것은 이상적 흐름상태에서 실시한 계산 값으로, 현지조건과의 적용범위를 확인하여 안전상 흐름을 입체적으로 해석할 필요가 있을 경우에는 물넘이 수리모형실험을 실시한다. 즉, 수리모형실험을 통하여 방수로부의 공동현상에 의한 구조물 파손방지와 정수지의 적정규모 결정, 댐 붕괴 시 하류 침수피해를 예측하고 대책을 수립한다.

4.1.5 구조설계

4.1.5.1 구조 일반

(1) 물넘이의 위치 및 구조

① 물넘이 설치는 매우 양호한 기초를 요구한다.

② 굴착면은 산사태지대, 유반, 다량의 용출수지반을 피하고 안정된 원지반을 선정함과 동시에 필요에 따라 충분한 처리를 한다. 또한 사면의 붕괴문제는 굴착에 따른 원지반의 안정성의 상실 또는 강우지대에 있어서의 눈사태 등 복잡하므로 이들의 제 문제에 대비하기 위하여 지질조건 등을 충분히 조사할 필요가 있다.

③ 유입부 부근은 침투수의 영향을 크게 받으므로 내구성이 있고 차수, 커튼 그라우팅 효과가 발휘될 수 있는 기반을 선정한다.

④ 노선전체로서는 직선형상이 바람직하고 또한 하류하천과의 연결이 원활하게 되도록 선정한다.

⑤ 댐 본체, 특히 차수부와의 평면적 연결은 하류폐쇄 (교각 70 ~ 80o 이하)로 하는 것이 바람직하고 하류로 벌어지는 것은 피하는 것이 좋다.

⑥ 필댐에서는 물넘이 굴착에 따라 생기는 굴착재료를 축제용 도로의 전용 및 시공진입로와의 관계를 고려하여 선정하는 것도 중요하다.

(2) 측벽의 안정

① 물넘이의 측벽은 그 자체로서 안정한 구조로 하던가 또는 안정된 견고한 암반 지반에 완전하게 밀착시켜야 한다.

가. 캔틸레버로 한 높은 측벽에서는 구조 단면을 취하는 방법에 따라서는 큰 처짐이 예상된다. 신축이음매 또는 수측 이음매에서 측벽의 처짐으로 인하여 이음매를 경계로 하여 측벽표면상에 단차가 생긴 경우는 유수를 저해하고 미관상도 좋지 않기 때문에 이음부에는 반드시 타월 바(towel bar)를 배치하고, 또 최대처짐은 예상한 하중이 작용하였을 때 측벽고의 1/1,000이하로 되는 구조단면을 채용한다.

나. 측벽을 옹벽구조로 하는 경우에는 다음 조건을 만족시켜야 한다.

(가) 전도에 대한 안전성

㉮ 상시 $e \leq B/6$, 지진시 $e \leq B/3$

여기서, e : 편심거리(m), B : 바닥판 폭(m)

(나) 활동에 대한 안정성

㉮ 상시의 안전율 1.5 이상, 지진시의 안전율 1.2 이상

(다) 측벽을 앵커로 원지반에 고정하는 때는 앵커의 극한 내력은 원칙적으로 인장실험을 하여 결정해야 한다.

(3) 측벽구조 형식

① 측벽 구조계산은 옹벽계산에 준하여 현지여건에 따라 L형 옹벽, 앵커형 옹벽, 역T형 옹벽, 부벽식 옹벽 중에서 가장 경제적인 측벽형태로 설계한다.

(4) 드레인

① 물받이 유입부 그라우트 커튼의 하류에 있어 도수로 측벽의 배면이나 수로저하부에는 필요에 따라 드레인을 설치하고, 침투수를 안전한 위치까지 도수한 후에 방류한다. 또 도수로 굴착 비탈면의 우수가 측벽 마루의 뒤측에 침입하지 않도록 배수로를 설치하는 것이 바람직하다. 드레인의 설계에 있어 일반적 사항을 들면 다음과 같다.

가. 유입부로의 원지반 침투수를 방지함과 동시에 저수지내로부터의 침투를 방지하기 위해서는 그라우트 커튼을 시공하여 유입부 하류의 구조물에 유해한 양압력을 최소한으로 한다. 또 그라우트 커튼 이후의 침투수를 드레인에 의하여 안전하게 배제하여 양압력이 생기지 않도록 설계하는 것이 중요하다.

나. 도수로 측벽에는 원칙적으로 횡단 드레인을, 바닥부에는 언더드레인(underdrain)을 설치하여 양압력의 경감을 도모한다.

다. 간선 드레인이 한 줄이면 폐쇄되는 일이 있고, 이때 침투수가 이곳에 집중하여 드레인이 없을 때 보다도 피해를 크게 받을 염려가 있으므로 간선드레인 파이프는 적어도 두줄 이상으로 하여 서로 연결시키는 것이 바람직하다.

라. 드레인 파이프의 유출구는 고속류의 콘크리트면에 직접 나오지 않도록 하며, 도수로 말단의 유속이 느린 위치, 체사(滯砂)에 의한 배수의 장애가 일어나지 않는 위치, 또는 배수로 측벽의 계획수면보다 높은 위치로 한다.

마. 측벽의 배수공(weep hole)의 능력은 보통 작으므로 우수가 침입하면 측벽에 예상하지 않았던 수압이 걸리므로 인하여 파괴의 원인이 된다. 측벽말단의 소단은 반드시 점토, 콘크리트, 아스팔트 등으로 우수가 침입하지 않도록 보호해야 한다.

4.1.5.2 유입부의 구조설계

(1) 접근수로

① 접근수로의 라이닝

가. 물넘이 유입수로의 바닥면 및 사면의 지질이 불량한 경우 또는 이 부분이 유수에 의한 세굴등이 생길 염려가 있는 경우에는 라이닝을 해야 한다. 라이닝에는 콘크리트 라이닝, 사석공, 블랭킷 등이 있으나 현지 조건에 적합한 방법을 선택한다. 다량의 흙깎기를 하여 물넘이를 설치하는 경우는 유수가 접하는 부분뿐만 아니라 상부절토 사면에 대하여도 사면의 안정도를 확인하며, 원지반 붕괴에 의하여 물넘이가 폐쇄되지 않도록 처리해야 한다. 누수를 방지하기 위하여 콘크리트라이닝을 하는 경우에는 이음부에 적당한 동지수판을 설치한다.

② 유목제거

가. 유목, 토사 등 유입에 의하여 물넘이가 손상하거나 폐쇄될 염려가 있는 경우에는 이들의 침입을 확실히 방지하기 위하여 유입수로 또는 상류에 적절한 시설을 해야 한다. 게이트가 있는 물넘이 유입부가 오리피스식이고 도류부가 터널

식인 물넘이 일 때에는 특히 이와 같은 위험성이 많으므로 이에 대비할 수 있는 보호책이 필요하다. 터널의 경우, 유목이 유입했을 때에도 피해를 작게 하기 위하여 가능한한 평면적으로는 직선으로 하고 종단방면의 만곡도 되도록 완만하게 하는 것이 바람직하다. 보호책의 종류로서는 월류면에서 조금 떨어진 곳에 스크린을 세우거나, 훨씬 상류에 플로트(float)를 단 것을 횡단시키므로써 방지하는 방법 등이 있다. 그러나 이들이 불확실하면 오히려 재해를 크게 하는 수도 있다. 스크린바의 간격이 너무 작으면 소정의 통수능력을 얻지 못할 수 있음을 유의해야 한다.

(2) 조절부

① 조절부 기초의 지수

가. 물넘이와 제체의 접합부 및 물넘이 조절부의 기초는 그라우팅 또는 기타의 방법에 의하여 완전한 지수를 도모해야 한다. 원지반에 설치한 물넘이의 기초는 완전하게 지수하고 불필요한 양압력이나 유입부하류에 과대한 누수가 생기지 않도록 한다. 방법으로는 그라우팅이 가장 많이 채용된다. 측수로형 물넘이, 월류식 물넘이, 슈트식 물넘이의 조절부 기초는 완전하게 지수하고, 조절부 하류에 불필요한 양압력을 일으키지 않도록 설계한다. 이 방법으로서는 그라우팅이 가장 보통이나 기초지반에 따라서는 표면 브랑켓 등에 의한 방법이 효과적인 경우도 있다.

② 조절부의 수축이음

가. 물넘이 조절부 바닥부의 이음에는 모두 동지수판을 설치하여 누수를 방지한다. 지수판은 그라우팅 커튼의 최상단부에서 최상면(crest) 또는 문틀홈의 철물에 견고하게 연결시켜야 한다. 조절부의 지수를 완전히 하기 위하여 수축이음매에 동지수판을 설치하여 누수를 방지하고 동마루 하류의 양압력을 최소한으로 억제한다. 이때 수축이음이 문받이의 철물과 교차하는 경우에는 교차점의 문받이 철물도 반드시 수축 가능한 구조이어야 한다.

③ 월류웨어의 안정

가. 조절형 물넘이에서 웨어의 구조계산은 ① 만수위, 수문 폐쇄, ② 만수위, 수문 폐쇄, 임시수문 설치시, ③ 만수위, 수문 폐쇄, 인접수문 개방 등 각 항에 대하여 안정을 확인해야 한다.

④ 방수로 측벽의 안정

가. 물넘이와 방수로의 측벽은 그 자체로서 안정된 구조로 하던가 또는 안정된 기초지반에 견고하게 밀착시켜야 한다.

⑤ 안정성의 검토

가. 유입부의 구조는 댐 제체 및 기초지반과 저수지의 지장을 끼치지 않는 구조로 하고 또 고려괴는 하중에 대하여 안정된 구조이어야 한다. 게이트가 있는 물넘이는 게이트를 설치하기 위한 문받이의 철물, 앵커, 상부조작교 등으로 인하여 상기의 기준에 의하여 계산한 단면보다 최종적으로는 큰 단면을 필요로 하는

경우가 많다. 또 구조물은 단순한 모양이 설계상 편리한 경우가 많다. 이는 하중조건이 단순하게 되기 때문에 실제에 가까운 응력상태로 설계된다는 이점이 있다.

4.1.5.3 도류부의 구조설계

(1) 슈트식

① 도수로의 라이닝

가. 물넘이 도수로의 바닥면 및 측벽은 장기간 평활한 면을 유지하도록 콘크리트라이닝을 하고 수류에 의한 내구성을 고려하여 수밀성 구조로 하고 최소두께는 30 ~ 50 cm로 한다.

② 수로터

가. 도수로는 일반적으로 급경사임으로 콘크리트라이닝이 하류에 이동하지 않도록 적당한 간격으로 지수벽이나 앵커 등을 설치한다. 이 간격은 시공속도, 경사각도 등에 따라 결정해야 하지만 지수벽인 경우는 보통 30 m 전후로 한다.

4.1.5.4 감세공

(1) 감세공의 구조

① 감세공내에 물이 흐르지 않을 경우에는 수로바닥에는 하류측 수위의 수두 또는 이보다도 높은 수압원에서 수압을 받는 경우는 이에 알맞는 수두와 같은 양압력이 작용한다. 물이 흐르고 있는 경우에는 도수에 의한 수면형과 같은 물의 중량과 하류측수위의 수도와 같은 양압이 작용한다. 이 경우 감세공의 상류측에서는 양압력이 물의 중량보다도 훨씬 크게 되기 때문에 충분한 배수시설을 설치함과 동시에 감세공의 바닥은 이 수압의 불균형에 대해서도 충분히 저항되도록 무겁게 하여둘 필요가 있다.

(2) 호안 및 바닥보호공

① 하천의 상황에 따라서는 감세공에 있어 유수의 수세를 어느 정도 완화한 후에도 종전의 하상에 있어서의 유수의 수세상태로 회복되지 않는다고 생각되는 구간에는 적당한 호안이나 바닥보호공 등의 시설을 설치한다.

4.2 취수시설

4.2.1 일반사항

(1) 취수시설 및 물넘이 이외의 방류시설은 최대취수량 이하의 유수를 안전하게 취수 또는 방류할 수 있는 구조로 한다. 유수의 수세를 완화할 필요가 있을 경우에는 적당한 감세공을 설치하도록 한다. 이들 시설은 제체 및 기초지반과 더불어 저수지에 지장을 주지 않는 구조로 한다.

(2) 취수시설은 저수지로부터 물을 취수하기 위한 제반 시설을 말하며, 저류수를 관개용수

등에 이용하려면 적합한 취수시설을 설치한다. 특히, 관개용 댐은 수량 및 수질은 물론 온수취수를 위하여 저수지 표층의 온수를 취수할 수 있도록 적당한 취수방법 등을 고려해야 한다. 또한, 취수탑 및 연결교량 등은 주변경관과 지역의 문화적 특성을 고려하여 주변환경과의 조화를 도모하고 경관훼손을 최소화하도록 한다.

4.2.1.1 설계시 유의 사항

(1) 원칙적으로 저수지의 표면 온수의 취수가 가능할 것
(2) 취수기구가 복잡하지 않을 것
(3) 유지관리가 편리할 것
(4) 유수 때문에 진동 또는 진공 등이 발생하지 않는 구조로 할 것

4.2.1.2 취수시설의 선정

(1) 취수시설을 설계함에 있어 우선 취수탑과 사통을 먼저 결정한 후 지형여건을 고려하여 배수로를 선택하고 취수목적 및 경제성과 취수량에 의해 위치와 형식을 선정한다.
① 일반적으로 취수탑은 댐 높이(H)가 30 m 이상인 경우, 사통은 30 m 이하의 낮은 댐의 경우에 적용되지만, 가급적 취수탑을 선택하는 것을 우선으로 고려한다. 또한, 사통은 제체와 분리시켜 설치하고, 복통은 가능하면 터널로 하는 것이 바람직하다.
② 취수시설의 조합
가. 취수부와 방류부의 조합 유형을 결정할 때에는 지형, 지질, 이용수심, 취수의 목적 및 규모, 향후 유지관리, 시공성, 경제성 등을 검토해야 한다.
(가) 댐 높이가 30 m 이상인 경우에는 취수탑과 가배수로로 이용한 취수터널과의 조합을 원칙으로 한다.
(나) 취수탑과 복통, 또는 사통과 취수터널을 조합하는 것은 소규모 댐의 경우에 적용될 수 있다.
(다) 댐 높이가 30 m 이하인 경우에는 제반여건에 따라 사통과 복통을 고려할 수 있다. 그러나, 가능하면 ①의 경우를 선택하도록 한다.

4.2.1.3 설계순서

(1) 사통 및 취수탑의 설계절차는 수리설계와 구조설계로 구분된다.
① 취수시설의 구성 및 형식 결정
가. 취수시설의 위치와 형식을 선정한다.
나. 취수의 규모를 결정한다.
다. 취수형식별 장점과 단점을 비교한다.
② 취수공의 수리 계산
가. 취수공을 배치하고, 취수공의 유량을 계산한다.

③ 구조 설계

가. 사통 또는 취수탑에 대한 구조를 설계한다.

나. 스크린, 공기구멍(air-vent), 게이트 등 부대시설에 대한 설계를 한다.

4.2.2 취수계획

4.2.2.1 온수 취수

(1) 댐을 신설하는 경우 온수 취수에 대하여 충분히 고려해야 하며, 온수취수시설의 형을 결정함에 있어서는 효과, 가능성, 공비 등을 검토할 필요가 있다. 댐의 수심·수온곡선의 추정은 지리적, 시기적 조건, 유입하천의 유입량, 댐으로부터의 유출량과 수온, 일조, 기온, 바람, 저수지의 규모 형식 등을 고려하면서 부근의 유사한 댐으로부터 추정하는 것이 보통이다. 온수 취수의 방법으로서 표층취수가 있으며, 이를 위해서 플로우팅 게이트, 실린더 게이트, 다단 게이트, 다공 오리피스 등이 이용되고 있다.

4.2.2.2 탁수대책

(1) 댐을 설치한 경우 일반적으로 홍수시의 저수지내에는 물이나 토사와 함께 미세점토입자 등에 의한 탁수가 장시간 저장되기 때문에 댐에서 방류수의 탁수현상이 장기화하는 경향이 있다. 이런 경우 홍수시 및 그 이후의 방류시에 될 수 있는 한 고농도의 탁수를 방류하여 빨리 탁수를 저수지 외로 내보냄과 동시에 필요한 경우에는 선택 취수를 한다.

4.2.3 취수시설의 위치 및 형식

(1) 취수시설은 지형, 지질, 취수의 목적, 취수규모, 경제성 등을 검토하여 위치와 형식을 선정한다.

4.2.3.1 취수시설의 구성

(1) 취수시설은 취수부, 조절부, 도수부로 구성되며, 적시 적량의 취수를 용이하게 할 수 있도록 가장 적절한 조합이 되도록 선정해야 한다. 취수시설의 형식에는 무압식과 유압식이 있고, 설치하는 장소에 따라 분리형과 제체부속형으로 구분된다. 또한, 취수방식에 의하여 일반취수방식과 선택취수방식으로 분류하기도 한다. 취수설비는 취수구 본체와 각종 게이트류, 개폐장치, 스크린 등의 부속설비, 수위계, 각종 경보 및 보안장치에 의하여 구성된다. 각 부별 구성요소는 다음과 같다.

① 취수부는 저수지의 유수를 취수하기 위한 사통 또는 취수탑을 말한다. 취수탑은 취수목적에 따라 농업관계, 발전, 상수도, 공업용수 등의 단일 또는 복합 공용인 것이 있고 목적에 따라 구조형식이 달라진다. 보통 취수탑은 원형철근 콘크리트탑에 여러 개의 밸브 또는 수문을 붙인 형식이 많으며, 관개용의 온수취수 형식으로는 부표형과 같은 특수한 방법이 이용되고 있다. 사통의 주요부는 관체와 부속

물인 밸브 및 게이트, 조작장치, 스크린, 관리용 계단 등으로 구성된다.

② 조절부는 취수량을 조절하기 위한 게이트 및 밸브류이며, 조절위치는 취수공부, 취수터널 또는 플러그(plug)부 압력관로의 입구, 중간 또는 출구부를 말한다.

③ 도수부는 취수를 제외로 도수하기 위한 취수터널, 복통 및 감세공이다 여기서 취수터널이란 제체외 원지반을 관통한 수로터널을 말하며, 또 복통이란 제체하의 기초지반내에 매설한 통관을 말한다. 댐 부대터널 외 댐축과의 교점부근에는 플러그, 지수벽을 설치하고, 또 커튼 그라우팅을 하여 댐내의 물이 터널을 따라서 유출하는 것을 방지하는 공법을 취하고 있다. 이 플러그부는 압력관로로 도수하게 된다. 도수부는 취수부와의 연결부에서 압력관로로 하여 그대로 제외까지 도수하고, 제외의 감세공에서 감세해서 도수로로 도수하는 방식과 압력관로로 플러그 직하류까지 도수하고 터널내로 방류하여 개수로의 흐름으로 해서 취수터널, 제외 도수로로 도수하는 방식이 있다.

④ 필댐은 제체의 점검, 수리 등으로 인하여 방류 시설을 해야 하나 이를 위해서 방류시설을 취수시설이 겸할 때에는 계획통수량이 커지고 터널 내의 감세가 곤란해지는 경우도 생각할 수 있다.

4.2.3.2 취수시설의 위치

(1) 지형과 지질면에서 댐의 계획평면도, 댐 부근의 지질도와 현지조사를 통하여 사통, 취수탑, 복통, 터널 등의 형식을 선정하고, 설치 위치를 정한 후 예정된 위치에 대해서는 시굴, 보링, 기타 적당한 방법으로 지질을 확인한다. 주요 구조물의 기초 조건은 어느 경우이던 암반이어야 하며, 사통이나 연결박스의 경우에는 물에 의해 세굴되지 않은 경우라면 치밀한 토질도 가능하다.

① 취수탑

가. 취수탑은 충분한 지지력과 내구성이 견고한 암반에 건설되어야 한다.

② 사통

가. 사통은 양호한 원지반에 설치해야 한다. 낮은 댐의 경우 부득이 제체 비탈면에 설치해야 할 경우에는 압밀침하로 인한 고장이 생기지 않도록 설계해야 한다. 또한 사통 주변의 토사가 취수공 및 슬루스 밸브에 영향을 주지 않는 구조로 설계한다.

③ 복통

가. 복통은 취수탑 또는 사통, 그리고 임시배수로와 연결하기에 적합하고 지반이 좋은 위치에 설치하여야 하며, 높은 필댐에서는 댐 밑에 복통을 설치하지 않는 것이 좋다. 특히 복통을 통한 누수를 방지하기 위한 지수대책에 유의하여야 한다.

④ 취수터널

가. 취수터널은 취수탑, 임시배수로와 연결하기에 적합하고 지반이 좋은 위치에 설치 해야 한다. 터널은 될수록 산에 직각으로 통하도록 들어가서 충분한 덮이에

달한 지점에서 하류쪽으로 만곡시키는 것이 좋으며, 길이를 짧게 하기 위하여 댐에 너무 접근시키는 것은 누수방지를 위해 좋지 않다. 터널 단면의 크기는 계획최대 취수량 또는 임시배수로 가운데 큰 것을 택해야 되나 시공과 유지관리상 지름은 1.8 m 이상으로 한다. 터널의 댐 상류쪽에는 반드시 수밀 그라우팅을 하여야 한다.

4.2.3.3 취수시설의 형식 선정

(1) 취수의 목적 및 규모

① 취수설비를 설치하는 목적으로는 ① 관개, ② 발전, ③ 상수도 등을 위한 취수, ④ 홍수의 방류, ⑤ 홍수조절, ⑥ 하천의 정상적 기능유지를 위한 방류, ⑦ 점검·수리 및 유지관리를 위한 방류, ⑧ 공사중의 가배수, ⑨ 저수지 저위부의 냉수를 방류하여 온수층을 두껍게 하는 등의 목적을 가지고 있다. 취수시설은 이와 같은 목적에 알맞고, 그 중에서 최대의 취수량을 안전하게 취수 및 방류할 수 있어야 한다.

(2) 형식에 의한 특징

① 지형, 지질, 취수목적, 규모 등이 정해지면, 구조물의 위치, 형식은 저절로 정해지는 경우가 많은데 복통은 저수의 침투에 대해서 위험한 요소가 많으므로 대규모의 댐에서는 가급적 피하도록 한다. 그리고 사통은 소규모의 댐에 많이 사용되어 왔으나 대규모의 댐에서도 경우에 따라 취수탑에 비해서 유리한 요소가 많으므로 적용을 고려하기도 한다.

(3) 가배수로와의 겸용

① 취수터널 또는 복통은 경제적인 면을 고려하여 공사중의 가배수로와 겸용할 수 있도록 설계한다. 가배수 터널은 물넘이 방수로로 이용되는 경우도 있으므로 이런 점을 종합하여 계획단계에서 비교해 둘 필요가 있다. 취수터널 또는 복통에 부대되는 연결박스, 토사토 수문, 조절 수문 등은 가 배수로로서 사용하기 전에 완전히 시공하여 두는 것이 바람직하지만 계획 최대취수량에 비해서 가배수량이 과대할 경우에는 댐을 완성한 후에 단면을 축소하여 이용하는 편이 유리한 경우가 있다.

4.2.4 취수부의 수리설계

4.2.4.1 취수공의 수리 계산

(1) 취수공 배치 시 고려사항

① 취수공에 수문을 달아서 취수량을 조절할 경우에는 수문조작의 안전을 위하여 조작수심을 가능하면 10m 이하, 특히 상부는 5m 이하가 되도록 취수공을 배치하는 것이 좋다, 농업용수댐에서 온수취수가 필요한 경우에는 온수층을 고려하여 취수공을 배치하여야 하며 저수지의 수위-저수량곡선을 참고로 하여 취수공의 간격을 하부로 내려 갈수록 크게 하는 것이 합리적이다.

(2) 취수공의 표고 결정

① 온수취수 및 원할한 관개를 위하여 취수공의 간격을 하부로 내려 갈수록 크게 하고, 최하부의 취수구멍은 가급적 배사구를 겸하도록 하는 것이 좋다. 제1 취수공은 만수위에서 2 ~ 3 m 아래에 설치하고 내용적 곡선에 의하여 일정량의 수량을 등분하여 결정한다.

(3) 취수공의 유량 계산순서

① 취수공의 취수게이트의 형식을 결정하고, 이에 따른 완전월류와 수중월류, 오리피스 등의 수리현상을 파악하여 해당 수리공식을 적용하여 계산한다. 유량 계산은 작은 오리피스, 큰 오리피스 및 원형 오리피스로 나누어 계산한다. 그러나, 실제 설계에서는 구멍이 벽면의 수평면과 이룬 각도에 의하여 보정해야 하고, 취수의 조절을 위하여 2 ~ 3개 구멍을 동시에 개방하여 최대 소요수량이 유출되도록 구멍의 지름, 간격 및 구멍 수를 결정하는 일이 많다.

4.2.4.2 설계취수량의 결정

(1) 댐의 저수위와 취수량의 관계에서 가장 엄격한 조건을 만족하는 취수조건을 결정한다. 이때 하천의 정상적인 기능유지를 위하여 방류량을 포함하는 경우도 있다. 취수부에 있어서 전수두를 H, 각종 손실계수를 f_i (고수위시는 취수부 스크린손실, 웨어손실, 취수탑내 마찰손실, 취수터널 입구손실, 마찰손실, 출구손실, 게이트손실 등, 저수위시는 고수위시의 손실중 웨어손실, 취수탑내 마찰손실을 제외함)라 하면 식 (4.2.1)의 관계를 얻는다. 여기서, 마찰손실은 $f = \lambda \frac{\ell}{D}$ 로 나타내며, λ : 마찰손실계수, l : 관로장, D : 직경이다.

$$H = \sum f_i V_i^2 / 2g \quad \cdots\cdots (4.2.1)$$

여기서, V_i : 각 부분의 평균유속, a_i : 각 부분의 단면적

또, $\sqrt{\sum(\frac{f_i}{a_i^2})} = \frac{1}{K}$ 로 놓으면 식 (10)은 식 (4.2.2)과 같이 표현된다. 여기서 K는 각 구조물의 크기, 배치에 의해서 정해지는 양이며, 유량에 관계가 없는 양이다.

$$K = Q / \sqrt{2gH} \quad \cdots\cdots (4.2.2)$$

과거 자료에서 K가 최대가 되는 Q, H의 조합을 구하면, 이것이 설계조건이 된다. 갈수년에 대하여 과거의 자료에서 Q, H의 조합, 즉 K의 년간 변화곡선을 구하고, K의 최대치 $K_{\max}$ 을 결정한다. 최저수위 Hmin로 $K_{\max}$ 를 만족하도록 설계유량 Q_a를 결정한다.

$$Q_a = K_{\max} \sqrt{2g H_{\min}} \quad \cdots\cdots (4.2.3)$$

$$K_{\max} = 1 / \sqrt{\sum (f_i / a_i^2)} \quad \cdots\cdots (4.2.4)$$

식 (13)을 만족하도록 각부의 단면적, 길이 등의 치수를 결정한다.

4.2.4.3 취수탑 및 사통의 유량식

(1) 월류형 취수게이트의 유량

① 완전월류인 경우 (측벽에 의한 축류가 없는 경우)

$$Q = CBh^{3/2} \quad \cdots\cdots (4.2.5)$$

여기서, Q : 월류량(㎥/s) C : 유량계수로 후란시스(Francis) 공식 C = 1.84,
레복 공식 C = 1.785 + 0.237(h/D), B = 게이트의 폭(m), h : 월류수심(m),
D : 월류웨어마루에서 저수지바닥까지의 깊이(m)

② 수중월류인 경우

빌몬트 공식 $Q = Q_1\left\{1 - \left(\frac{h_2}{h_1}\right)^n\right\}^{0.385}$ $\cdots\cdots (4.2.6)$

여기서, Q : 월류량, Q_1 : 월류수심 h_1에서 완전 월류시의 유량,
h_1 : 웨어마루기준의 상류수심, h_2 : 웨어마루기준의 하류수심,
n : 계수로 측벽에 의한 축류가 없을 때 n = 1.50, 축류가 있을 때 n = 1.45

(2) 오리피스형 취수게이트의 유량

① 작은 오리피스인 경우

$$Q = CA\sqrt{2gH} \quad \cdots\cdots (4.2.7)$$

여기서, Q = 유입량(㎥/s), C : 유량계수 대략 0.62, A : 구멍의 단면적(㎡),
g : 중력가속도(9.8 ㎨), H : 수면에서 구멍 중심까지의 깊이(m)이다.

② 큰 오리피스인 경우

가. 원형 오리피스

$$Q = C\pi r^2\sqrt{2gH} \quad \cdots\cdots (4.2.8)$$

나. 직사각형 오리피스

$$Q = \frac{2}{3}Cb\sqrt{2g}\left(H_2^{3/2} - H_1^{3/2}\right) \quad \cdots\cdots (4.2.9)$$

여기서, r : 구멍의 반지름(m), b : 구멍의 나비(m),
H1 : 구멍 상단까지의 수심(m),
H2 : 구멍 상단까지의 수심(m)이다.

4.2.5 구조설계

4.2.5.1 취수부

(1) 취수시설의 취수부 구조는 입지조건이나, 규모, 목적에 따라 사통방식, 철근콘크리트

취수탑방식, 철골취수탑방식, 플로트방식 등 많은 종류가 있다.

① 사통

가. 사통 기초

(가) 관체의 지반 조건은 양호한 원지반에 설치해야 한다.

(나) 관체 종단방향의 기울기가 급한 경우에는 활동방지를 위하여 5 ~ 10 m 마다 활동방지 층따기를 실시한다.

(다) 기초 기울기가 60° 를 넘는 것은 장시간에 걸쳐 원지반이 붕괴할 우려가 있으므로 특히 양질 암반일 경우를 제외하고는 피하도록 한다.

(라) 기초지반의 상황에 따라 부득이 직선으로 할 수 없을 때에는 유압식 개폐장치를 사용하도록 한다.

(마) 사통을 지지하는 기초형식은 기둥 또는 벽체기초를 원지반에 설치하여 지지하는 방법과 원지반을 기초로 하여 원지반에 직접 관체를 설치하는 방법이 있으나, 제체 비탈면위에 사통은 될 수 있는 한 피하도록 한다.

나. 관체 단면

(가) 사통 관체는 규모가 큰 것은 현장타설 철근콘크리트구조 또는 원형관구조로 하고, 관내부 전체 또는 굴곡부를 철제로 하는 경우도 있으나 보통의 경우는 흄관을 철근콘크리트로 보강하여 사용한다.

(나) 관체에 작용하는 외력은 계획 최대 저수위에서의 수심에 상당하는 수압, 관체를 되메운 토압, 게이트, 권양기, 스크린 등의 중량 및 조작력, 유수의 동수압, 기초면에 100 %의 양압력이 작용할 경우는 관체적에 상당하는 부력, 관내에 진공이 생길 때의 부압, 빙압, 관의 경사에 의한 추력, 지지력 등이 있으나 이중에서 특히 주의할 것은 동수압, 부력, 부압이다.

(다) 동수압에 대한 대책으로는 관의 굴곡부 또는 기초 층따기 등에 앵커를 설치한다.

(라) 부력에 대해서는 덧씌움 콘크리트를 하여 중량을 키우거나 ③의 방법을 사용한다.

(마) 부압 발생을 방지하기 위해서는 필요한 개소에 공기구멍(air-vent)을 설치한다.

(바) 관체의 통수단면적은 취수공 단면의 2배 정도를 표준으로 한다.

② 취수탑

가. 취수탑의 구조 형식은 취수 목적과 규모, 경제성, 안정성을 고려하고 향후의 유지관리에 편리한 것으로 한다. 취수탑의 구조는 철근콘크리트와 철골구조로 대별할 수 있으며, 어느 것이나 저수지내에서 자립 또는 반자립하여 각종 게이트, 밸브나 도수부의 일부를 유지하고 있다. 취수탑의 수리 및 구조설계 방법은 「취수탑설계자동화시스템 개발보고서(농어촌진흥공사, 1999)」의 메뉴얼을 참고로 하고 지진에 대한 안전도를 검토한다.

(가) 구조설계 조건

㉮ 취수탑의 설계에서는 먼저 각 부의 크기를 적당하게 정하고 그것이 안정한 가를 계산한다. 만일, 안정되지 않은 경우 다시 그 크기 또는 두께를 변경하고 철근량을 증가시키는 등의 방법을 강구하며, 그후 다시 취수탑의 몸체 및 각부의 안정에 대한 검토를 하여 크기, 두께, 철근량 등을 확정한다.

(나) 철근콘크리트 취수탑의 경우 벽 두께는 하위부에서는 수심에 따라 1 ~ 2 m 이상, 최상부는 0.5 m 이상, 기초의 푸팅두께는 균열이 없는 암반상에서도 60 cm 이상이 바람직하다. 취수탑 안지름은 시공상 최소 2.0 m 이상으로 한다.

(다) 취수탑의 안정도 검토

㉮ 기초지반은 탑체의 중량 즉 압력에 대하여 충분히 견딜 수 있어야 한다. 편심하중, 파압, 풍압 등의 전도에 대한 안정한계 내에서 최대압축응력이 지반의 허용내압강도보다 작으면 기초지반은 안전하다.

㉯ 탑체가 외력의 활동에 대하여 안전하여야 한다. 탑체 및 기타 수직하중에 대한 푸팅(footing) 하부의 마찰력이 수압, 풍압 등 수평방향의 외력보다 커야 한다.

$$n = \frac{\mu \sum V}{\sum H} \cdots\cdots (4.2.10)$$

식에서, n = 마찰안전율(≥2), μ = 마찰계수,
ΣV = 푸팅접촉면에 작용하는 총연직력(tf), ΣH = 총수평압력(tf)

㉰ 탑체의 전체가 외력의 전도에 대하여 안전하여야 한다. 전도에 대한 취수탑의 자중 및 기타 수직력에 의한 저항모멘트와 풍압, 파압, 교량의 편심하중 등에 의한 전도모멘트와의 비가 1.5 이상의 안전율을 확보하여야 한다.

$$n = \frac{\sum VL_v}{\sum HL_h} \cdots\cdots (4.2.11)$$

식에서, n = 전도에 대한 안전율(≥1.5), V = 취수탑의 자중과 교량의 편심하중(tf),
L_v = 각 하중의 작용선에 사용하는 풍압, 파압 등을 받는 쪽과 반대쪽의 푸팅 하단에 이르는 수직거리(m), H = 풍압, 파압 및 교량의 편심하중(tf),
L_h = 각 압력 및 편심하중의 작용선에 사용하는 푸팅 밑변 및 취수탑의 중심선에 이르는 거리(m)

(라) 취수탑 전체에 대한 안정 검토외에 탑체 각부에서도 풍압, 파압, 교량의 편심하중 등에 의한 전도모멘트 때문에 일어나는 압축응력 및 인장응력에 대한 안정검토를 실시하고, 아울러 저판돌출부분, 탑마루, 슬라브, 연락교량의 단면 등에 대해서도 검토한다.

4.2.5.2 조절부

(1) 게이트와 밸브

① 지형적으로 하천이 낮고 사수위가 높은 경우(30 m 이상)에 용수로 표고를 낮추지 못하고 취구관을 취수터널로 겸용하면 부득이 압력을 받기 때문에 밸브를 설치하여야 한다. 게이트와 밸브는 해당 취수시설의 입지조건이나 규모, 목적에 따라 가장 적합한 것을 선택하도록 한다.

② 게이트 설계시 고려사항

가. 게이트 설계시에는 ① 하중에 대하여 안전할 것, ② 개폐가 용이할 것, ③ 閉止 시수밀성이 확보될 것, ④ 유량조절이 사용목적에 따라 가능할 것, ⑤ 내구성이 있을 것, ⑥ 보수 점검이 용이할 것 등을 고려해야 한다.

(2) 감세공

① 감세공의 구조상 유의할 점은 고속방류수에 대한 콘크리트부재 등의 수압과 더불어 마모침식의 문제이다. 일반적으로 댐의 방류에는 방류설비에서나 취수설비에서도 상당한 고속류가 나타나므로 이에 대한 유지관리를 위하여 구조설계 및 재료 선택면에서 고려할 필요가 있다.

가. 수류에 의한 동수압

(가) 사출수가 충돌하는 판의 경우

$$P = C\, W_o \frac{V^2}{2g} A \quad \cdots\cdots\cdots\

㉰ 콘크리트에 짧은 섬유를 분산시킨 보강 콘크리트를 사용한다.(유리 섬유 콘크리트 등)

㉱ 콘크리트 표면에 내마모층을 만든다.(합성수지라이닝, 스틸라이닝 등)

(3) 조절부의 위치와 주변 구조물의 설계

① 조절부의 형식 및 위치는 취수터널 등의 주변 구조물과 댐본체의 지수벽의 일연성을 확보하도록 결정해야 한다. 또 주변 구조물의 구조는 지수벽과의 위치관계에 따라 하중조건을 고려해야 한다. 여기서 주변 구조물이란 특히 필댐의 취수터널이 대표적인 것이다. 이것은 또한 가배수터널을 전용하는 경우가 대부분이고, 이 터널은 댐 공사용 뿐만 아니라 댐 담수후의 상태도 고려하여 설계시공할 필요가 있다. 사업상 부득이 가배수터널의 완성후에 취수조건이 변경되는 경우가 있는데, 이런 경우에 개조나 보강은 상당히 곤란하므로 유의할 필요가 있다.

4.2.5.3 도수부

(1) 구조의 기준

① 취수시설의 도수부는 철관로 또는 콘크리트 관로(터널의 경우도 포함)로 성립되며, 유수는 관로류 또는 자유 수면류로서 유하하게 한다. 만류시키지 않는 단면에서는 Manning 공식 등을 이용하고, 만류된 경우에는 관로의 공식에 의하여 유속을 결정하여 통수단면을 산정한다. 종단기울기는 수로의 허용유속에 따라 제한을 받지만, 복통에서는 대략 1/50～1/100, 취수터널에서는 1/100～1/200의 범위가 적당하다. 그리고, 용수절약 및 소수력 발전을 고려한 콘밸브를 반영하여 설계한다.

(2) 취수터널

① 취수터널은 취수탑에 연결되므로 기초지반의 지질이 양호해야 하며, 단면은 표준 마제형을 원칙으로 한다. 그리고 시공단면은 안전성과 경제성을 고려하여 시공상 필요한 최소 단면을 확보해야 한다.

② 취수터널을 가배수로로 이용할 경우에 파이프라인은 압력을 받을 경우 설치하는 방향을 검토한다.

③ 취수터널은 임시 배수로와 겸용하는 경우가 많으므로 양호한 지반위에 설치하며, 댐터와 가능한 근접시키지 않는 것이 좋다. 지형에 따라서는 반 배수를 타유역에 방류하는 것이 유리하기 때문에 취수터널과는 별도로 가배수터널을 설치하는 경우도 있다. 터널은 되도록 양호한 원지반에 직각방향으로 내고, 충분히 피복한 후부터 하류로 곡선을 주는 것이 좋으며 연장을 짧게 하려고 댐 부지에 너무 접근시키는 것은 덧씌움을 두껍게 하거나 누수방지에 다액의 공사비가 소요되는 등 결국 비경제적인 결과를 초래하는 경우가 많으므로 주의를 요한다.

④ 터널 단면의 크기는 계획최대취수량 또는 가배수량중에서 큰 것으로 계획하는데, 터널공사, 그라우트공사의 시공 및 유지관리 측면에서 최소 단면은 내경(D)을 1.8 m 이상으로 하는 것이 좋고, 보통 표준 마제형을 사용한다. 원형단면의 터널은 내압에 대해서나 외압에 대해서도 적당하고, 수리상으로도 효율이 양호하여 대규모

의 압력터널에 적합한데, 소규모의 터널에서는 시공이 약간 곤란하다. 외압을 주로 받는 터널 및 소규모터널에서는 보통 표준말발굽형 단면으로 하는데, 특히 소규모의 터널인 경우에는 인버트(invert)가 공사중의 토사 때문에 중앙부가 극단적으로 마모되는 경우가 있고 사람의 보행에도 불편하며 공사의 시공도 불완전하게 되기 쉬우므로 인버트에 철근을 넣거나 반경을 적당히 크게 하거나 내측을 평탄하게 시공하는 방법도 있다. 또 과도하게 굴착된 단면은 반드시 콘크리트를 쳐서 충전하고 덧 씌우는 콘크리트의 배면에는 간극이 생기지 않도록 주의한다.

⑤ 댐축의 상류측에는 터널을 따라 흐르는 투수방지와 감아쌓기 콘크리트의 누구수지를 위하여 상류측에 반드시 수밀 그라우팅을 하여야 한다.

(3) 복통

① 댐의 신축과 개축에 있어서 방류 또는 취수시설로서 원칙적으로 복통은 피한다. 단, 소규모의 댐에 한하여 대부분을 기초지반내에 묻고, 제체와 복통구조물과를 원활하게 접촉시켜 외력 및 투수에 대하여 안전한 구조인 경우에 한하여 설치할 수 있다. 그러나 이의 설계·시공에 대해서는 세심한 주의를 해야 한다.

② 기초

가. 유효 저수량을 증대시키기 위하여 될수록 낮고, 지지력이 충분한 불투수성의 산바닥을 깍아 내어서 설치해야 한다.

나. 일부분이라도 흙쌓기를 기초로 하는 일은 절대로 피해야 한다.

다. 완제품(흄관, 철관 등)을 사용할 경우 그 기초에는 모래바닥이 아니고 반드시 콘크리트 기초로 한다.

③ 복통 관체

가. 복통은 보통 토압, 수압 등에 견디도록 작은 단면에서는 완제품관은 철근콘크리트로써 전체를 감아 싼 구조로 하나 큰 단면인 경우에는 원형, 반원형, 말굽형 등의 철근콘크리트구조로 한다.

나. 관 단면의 크기 결정은 취수터널과 마찬가지이나 장래의 유지관리를 고려하여 안지름은 80 cm 이상으로 내구성이 크고 방청된 재료의 관이 좋다.

④ 복통의 지수벽

가. 특히 지수성에 유의하여 복통을 따라서 생기는 침투수를 방지하기 위해서 관체에 지느러미 모양의 지수벽을 설치하고 누수나 파이핑 등이 생기지 않도록 해야 한다.

나. 지수벽높이는 통관표면에서 50~100cm, 두께는 30cm, 간격은 지수벽 높이의 7~10배 정도로 하고 댐 불투수성부를 중심으로 상류쪽에 설치한다.

⑤ 관체의 이음

가. 기초가 암반이어서 부등침하가 일어나지 않을 경우에는 현장치기 철근콘크리트관은 단체구조로 하고, 약 10m 이내에 시공이음을 설치한다.

나. 수밀성을 확보하기 위하여 동지수판을 넣는다.

다. 완제품관을 사용할 경우에는 기초상태에 관계없이 신축이음을 설치하고 철관

등 내구성이 큰 것을 사용한다.

⑥ 복통 지수공법

가. 복통설계는 누수를 방지하고 구조물의 수명을 증대시킬 수 있도록 지수대책을 설계에 반영한다. 지수대책은 방수 모르타르법을 원칙으로 하고 시트 방수법은 내구성, 경제성 등을 검토하여 지구여건에 따라 적용한다.

4.2.5.4 부대시설

(1) 스크린

① 스크린의 주요 형식

가. 스크린은 저수지내의 먼지, 유목, 기타 수면 부유물이 취수구멍에 유입되지 않도록 설치하는 것으로, 구조는 먼지의 종류와 양, 취수구조 및 취수목적에 따라 다르다. 보통은 로프를 댐의 상류에 걸고 플로트에 의해서 방진용 스크린을 매달리게 한 구조이다. 특수한 것으로는 취수공의 전면에 반원형으로 뜨도록 고안된 것도 있다. 이와 같이 형식은 대규모의 댐에서 표본취수를 할 때에 제 1단계의 방진에 사용되며 취수공에는 다시 제2의 스크린을 설치하는 것이 보통이다.

나. 스크린 구조는 취수공 전면에 환강, 평강재를 사용하여 격자형으로 하는 것이 보통이며, 고정식의 것과 청소하기 위해서 떼어낼 수 있게된 것 또는 방진장치를 붙인 것 등 여러 가지로 고안되어 있는데 격자의 간격과 크기 등도 사용목적과 먼지의 상황에 따라 여러 가지가 있으나 일반적으로 격자의 간격은 10～20 cm이다. 먼지의 양이 특히 많은 경우나 먼지를 제거하기 위하여 저수위를 내릴 수 없는 경우에는 집진장치를 수면상에 두고 먼지를 제거할 수 있게 한다. 취수공 하류에 먼지 때문에 지장을 줄만큼 시설이 미비된 경우에는 방진은 취수공을 막히지 않게 하고 문짝을 유목으로부터 보호하면 되므로 되도록 눈이 큰 것이 유리하다.

다. 공사중에 가배수로가 유수 등으로 폐쇄되지 않도록 임시로 가설한 것으로 보통 헌 레일 등을 써서 격자간격을 20～30 cm정도로 하다. 소규모 취수터널, 복통 등을 가배수로로 사용하는 때는 홍수시 입구가 폐쇄되어 중대한 사고가 발생되는 경우가 있으므로 스크린을 반드시 설치해야 한다.

② 스크린에 걸리는 하중

가. 스크린이 받는 하중은 먼지가 없을 경우에는 극히 적지만 눈이 막혀서 통수되지 않는 경우에는 수량이 상당히 수압을 받게 되므로 안전을 유지하기 위해서는 이수압에 견디도록 설계해야 한다. 미국 개척국에 의하면 스크린 위의 수두의 1/2에 해당하는 수압 또는 스크린이 완전히 수중에 있을 경우 및 스크린의 통수단면적이 작을 경우에는 최대 12.5 m 의 수두(12.5 tf/㎡)의 하중에 견디도록 하고 또한 스크린의 통수단면적에 여유가 있을 경우나 스크린 틀이 물위에 노출되어 있을 경우에는 최대 6 m 수두의 하중에 견디도록 설계한다.

③ 스크린에 의한 손실수두

가. 物部 공식에 의하면,

$$h_r = B \cdot \sin a \cdot \left(\frac{t}{b}\right)^{3/4} \cdot \frac{V_o^3}{2g} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (4.2.13)$$

여기서, B : 스크린 격자가 원형인 경우 1.79, 장방형 2.42, 유선형 0.76,
Vo : 유입속도(m/s), α : 스크린 경사도, t : 스크린 두께, b : 격자간격이다.

(2) 공기구멍

① 공기구멍 설계는 계산에 의해서 정하기도 하지만 되도록 모형실험에 의해서 결정하는 것이 바람직하다. 모형실험을 하지 않는 경우에는 다음과 같은 요령으로 설계한다.

가. 공기구멍의 효과

(가) 게이트 또는 밸브가 열려 있을 때 (공기의 배제) : 게이트에서 유로 내로 들어간 물이 고압류이기 때문에 일부 유로 내에서 만류되고 그 곳에서 도수가 상류 쪽으로 이동하는 과도적인 기간 중에는 게이트 직하류위 압축된 공기를 유로 외로 배제할 수 있다.

(나) 게이트 또는 밸브가 닫혀 있을 때 (공기의 공급) : ①항과 반대되는 현상으로 도수가 하류쪽으로 이동하는 순간 게이트 직하류부에 진공이 되는 것을 공기 를 공급할 수 있게 된다.

(다) 게이트 또는 밸브가 반쯤 열려 있을 때 (공기의 공급) : 게이트 또는 밸브가 반개상태에 있어서 하류부가 수류로 만류되고 게이트 직하류 부근이 만류되어 있지 않은 경우 그 곳의 압력이 대기압 이하로 내려가지 않도록 공기를 공급하여 공동현상이 생기지 않도록 할 수 있다.

나. 공기구멍 설계 시 고려사항

(가) 공기구멍의 최소직경은 10 cm 이상이 되도록 한다

(나) 게이트 직하류 부근에 설치하는 공기구멍 위치는 모형실험에 의해서 결정하는 경우 이외에는 게이트 높이에 상당하는 거리만큼 하류로 정한다.

(다) 게이트 하류의 방수로 중에 상류부 및 하류부에서 각각 만류하고 중간부에 간극단면을 일으키는 경우에는 그 부분에도 공기구멍을 설치한다.

(라) 소단면의 유로에서 더 큰 단면의 터널 등에 고압류를 방류할 경우도 고압류에 의해서 터널의 일부가 만류되려고 할 때는 만류점보다 상류에 공기구멍을 설치한다.

(마) 사통에서의 공기구멍은 종래에는 사통관체의 상부에만 개구할 정도의 설계예가 많은데 사통과 취수터널과의 연결부에서는 난류로 인한 공동현상을 일으키는 경우가 있으므로 이때에는 이곳에도 공기구멍을 설치한다.

(바) 공기관을 취수탑에 설치할 경우 소규모의 것은 철관을 사용하여 탑체벽에

매설하나 대구경의 것은 탑체벽의 외측에 설치하게 되므로 이 경우에는 지진, 수압, 온도차로 인한 신축 등을 고려한 이음매로 해야 한다.

(사) 공기구멍은 조작실에 개구해서는 안된다.

다. 공기구멍의 크기 결정

(가) 공기구멍의 크기는 원칙적으로 다음 식에 의해서 소요공기량을 산출하여 결정한다. 단, 소규모 또는 간이적인 것은 계획최대취수량의 15 %에 해당하는 공기량을 소요 공기량으로 결정해도 된다.

㉮ 소요공기량 산정식

$$Q_a / Q_w = 0.04(F-1)^{0.85} \quad \cdots\cdots (4.2.14)$$

여기서, Q_a : 소요공기량, Q_w : 게이트를 80 % 개방하였을 때의 유량

F : 게이트 직후방 수축단면에서의 사류의 프루드수

한편, 공기량의 최고수요는 게이트가 약 80 % 열렸을 때 또는 극히 적게 열었을 때 일어난다.

㉯ 공기구멍 규모의 결정 : 산정한 소요공기량에서 공기구멍 내의 풍속은 45 m/s를 기준으로 하고 90 m/s를 초과하지 않는 범위내에서 공단면을 산정하고 이에 해당하는 관제품 규격에 맞추어 관내경을 정한다. 공기구멍의 재료도 강관, 주철관 등을 사용하는데 규모, 설치공법에 따라서 관종을 결정한다.

4.3 어도

4.3.1 일반사항

(1) 하천개발에 따라 부수적으로 나타날 수 있는 하천생태계 교란과 파괴를 최소화하거나 폭포나 급류와 같이 어류의 이동에 대한 장애물을 극복하게 하여 하천에서 어종의 보존이나 어류분포의 확산을 조장할 수 있도록 어류의 이동통로를 인위적으로 설치한 하천 수리시설물을 어도 라고 한다. 필댐의 경우 농업용 저수지의 본래 기능인 관개용수 확보 및 홍수조절, 그리고 안정성 확보에 기초하여 어도 설치를 고려한다.

4.3.2 어도 설계 시 고려사항

(1) 어도 설계는 하천의 특성이 일정하지 않고 시간적으로나 공간적으로 변하기 때문에 매우 어려운 문제이다. 따라서 하천에 서식하는 다양한 어류가 이용할 수 있는 어도를 설계하기 위해서는 다음과 같은 점을 고려한다.

① 어도 설치로 인하여 치수상의 문제가 있어서는 안된다. 어떤 경우의 어도를 설치하더라도 수문 및 지형적 제약, 법적인 조건을 만족시켜야 하며, 특히 홍수시 안전문제가 발생되지 않는 시설이 되어야 한다.

② 어류가 어도를 따라 이동할 때에는 안전하게 빨리 통과할 수 있게 한다.

③ 어도설계를 위해서는 어도 형태에 따른 수리학적인 특성과 이를 이용할 어류의 유영특성 및 하천의 거동을 잘 파악해야 한다. 어도의 수리학적인 특성은 최종 수리모형실험을 통하여 확인되어야 하고, 어류의 유영특성으로는 하천에 서식하는 회유성 어류의 종류와 회유시기, 어도내의 선호하는 흐름조건, 어류의 크기 등과 같은 어류의 생태학적 특성을 파악해야 한다.

④ 어도내 유속과 소상어의 휴식공간은 어종에 따라 돌진속도나 순항속도 같은 유영력이 달라지므로 다양한 형태의 유속분포와 소상중에 있는 어류가 완전한 휴식을 취할 수 있는 공간이 어도설계에 충분히 반영되어야 한다.

⑤ 어도 설계시에 어도 설치로 인한 하상 저하를 예상하여 고려해야 하고 어도내의 구조가 너무 복잡하여 홍수 후에 유목이나 토사가 쉽게 퇴적되지 않도록 해야 한다.

4.3.3 어도의 설계조건

4.3.3.1 소상어의 조건

(1) 어도를 이용할 어류의 생태는 하천에 서식하는 회유성 어류의 종류, 회유시기와 조건, 회유시기 어류의 크기 및 유영력, 선호하는 소상방법, 성장과 산란조건 등과 같은 특성을 잘 파악하여야 한다. 이는 어도의 형식선정과 설계유량 결정에 큰 영향을 미친다.

4.3.3.2 소상경로의 조건

(1) 어류의 소상경로 구간에서 고려해야 할 조건은 다음과 같다.

① 수심

가. 새에게 잡혀 먹이지 않도록 충분한 수심을 가져야 한다.

나. 최소 수심은 소상어류 체고의 1.2배 이상이어야 한다.

② 유속

가. 물거품이 생기지 않고 난류가 발생하지 않아야 한다.

나. 소상통로의 최소폭은 체장의 1/2 보다 큰 폭이어야 한다.

다. 유영길이는 체장의 2~4배 이상이어야 한다.

라. 유속은 소상어의 순항속도 이하이어야 한다.

③ 낙차

가. 사면길이는 소상어의 점프력, 사면 소상력을 초과해서는 안된다.

④ 유폭

가. 소상통로의 최소폭은 소상어류 체장의 1/2 보다 큰 폭이어야 한다.

⑤ 기타

가. 수온을 포함한 수질, 일광조건, 물 흐르는 소리, 하천 가장자리의 수초와 같이 어류가 긴급시에 피난할 수 있는 장소, 수중 색채와 탁도 등 어류 이동에 영향을 미칠 수 있는 중요한 환경요인 등도 어도의 설계에 반영하도록 한다.

4.3.3.3 어도의 수리조건

(1) 어도의 수리 조건중 가장 중요한 것은 대상 어종인데 우라 나라 하천에 가장 많은 피라미의 소상능력을 기준으로 하여 설계하는 것이 바람직하다.

① 어류의 소상에 필요한 최소유량은 소상촉진 최소유량으로 한다.

② 어도내 최소 수심은 소상어류 체고의 1.2배 이상이어야 한다.

③ 어도폭 전체에 유속이 1.0 m/s를 넘는 곳이 있어서는 안되고 수표면은 새의 공격을 받을 가능성이 있으므로 깊은 곳의 유속의 작은 것이 중요하다. 어도의 유속은 소상의욕을 상실할 정도로 작아서는 안된다. 유속이 너무 작으면 올라가지 않고 머무른다. 어도내에서 거품이 나지 않고 안전하게 쉴 수 있는 장소를 만들어 주는 것이 필요하다.

④ 어도의 폭은 댐에서의 방류량과 소상 어류의 종류 및 크기를 고려하여 결정한다.

⑤ 어도의 길이는 댐의 높이와 경사길이에 따라 결정되지만, 너무 긴 경우에는 중간에 휴식장소를 고려한다.

⑥ 어도의 높이는 댐의 높이에 따라 결정된다.

⑦ 어도의 경사는 어도의 높이와 어도의 길이의 비로 계산한다.

⑧ 어도의 위치는 하천의 양안에 설치하는 것을 우선으로 한다.

4.3.3.4 설치비

(1) 어도는 저수지 시설 중 지속적인 유지관리가 필요한 시설이므로 시공 후 유지관리를 포함하여야 한다.

4.3.4 어도의 형식

4.3.4.1 어도의 분류

(1) 하천에서 보나 댐과 같은 어류의 이동에 대한 장애물이 있는 경우에도 이동할 수 있도록 설치한 인공 수리시설물을 어도라 하며, 어도의 목적, 어도의 수리학적 기구, 어도의 형상, 어도 설치장소에 따라 어도의 종류를 분류한다.

① 어도의 목적 : 소상용 어도, 강하용 어도, 채포용 어도, 선별용 어도, 관찰용 어도

② 수리학적 기구 : pool식, 수로식, 갑문식, 엘리베이터식, 기타 어도

③ 어도형상 : 선형 또는 나선형으로 어도가 배치되었는지에 따른 것

④ 장소별 : 사방댐, 보, 댐, 하구언 등 하천횡단 수공구조물의 종류에 따른 것이다.

4.3.4.2 어도의 형식

(1) 풀(pool)식 어도

① 풀식 어도는 풀이 계단식으로 연결된 형태의 어도를 말하며, 전면월류형, 부분월류형, vertical slot식, 잠공식 어도가 있으며, 부분월류형 어도는 Ice harbor형과 노르웨이형이 있다. 한편, 풀식 어도는 설치가 비교적 쉽고 공사비도 적게 들지만 유속

이 빠르고, 낙차가 있으므로 유영력 (遊泳力), 도약력(跳躍力)이 좋은 일부 어종만이 이용할 수 있는 단점이 있다. 풀식 어도는 격벽 부분에서 유속이 크고 수심이 최소이기 때문에 이 부분이 소상(遡上)하기 가장 어려운 곳이므로 이 부분의 설계가 중요하다. 풀식 어도는 풀이 있어 소상중인 어류가 수시로 쉴 수 있고, 어도로 보낼 물이 적을 때도 운영이 가능하며, 댐의 높이가 높고 경사가 급한 곳에서도 설치할 수 있는 장점이 있다.

가. 계단식 : 물고기가 주로 격벽을 월류하는 흐름을 뛰어넘어 올라가는 형식을 말하며, 격벽 전체로 물이 넘는 것을 전면월류형, 노치가 양측에 있는 것을 Ice harbor식 이라 한다.

나. 버티칼슬롯식 : 격벽에 설치된 수직의 틈새(vertical slot)를 통하여 이동하는 형식을 말한다.

다. 잠공식 : 격벽에 뚫어놓은 잠공(orifice)을 통하여 이동하는 형식을 말한다.

(2) 수로식 어도

① 수로식 어도는 어도 수로내의 유속을 줄여 물고기를 소상(遡上)하도록 하는 방법으로 유속을 줄이는 방법에 따라 Denil식 어도, 조석붙임 경사곡면식 어도, 도류벽식 어도, 인공하도식 어도가 있다.

(3) 조작식 어도

① 고기가 소상하려면 항상 인위적인 조작을 해야만 되는 것을 조작식 어도라 하며, 이 형식은 댐의 높이가 높아 수로식으로 충분한 소상효과를 낼 수 없을 때 사용하는 방법이다. 운영조작식 어도에는 리프트(lift)식, 엘리베이터(elevator)식, 갑문식, 펌프식 등이 있다. 갑문식은 순수한 갑문식 어도와 Borland식 어도가 있다.

② 조작형 어도는 이용할 어종의 유영력, 도약력에 상관없이 다양한 어종이 이용 가능하고, 댐에서 방류할 물이 적을 때도 적용 가능하며, 하구에서는 조차(潮差)에 상관없이 적용이 가능하다. 댐의 높이가 높고, 저수지의 수위변동이 클 때도 편리하게 적용할 수 있다. 그러나 인위적으로 조작을 해야 물고기가 올라갈 수 있고, 운영비가 많이 드는 단점이 있다.

가. 리프트식 : 물고기가 든 용기를 제방 사면을 따라 설치한 궤도로 끌어 올려 저수지에 붓는 형식을 리프트식이라 한다.

나. 엘리베이터식 : 수직으로 설치한 엘리베이터로 물고기를 끌어올리는 것을 엘리베이터식이라 한다.

다. 갑문식 : 통선문에 배가 드나드는 것과 마찬가지 원리로 어도 갑실(閘室)을 만들고 내외측 갑문을 만들어 갑문조작으로 물고기가 올라갈 수 있는 어도를 갑문식이라 하고, 낙차가 큰 댐에서는 갑문의 높이를 무한정 키울 수 없으므로 댐의 진수지 부근에 하부풀을 만들고 댐위에 상부풀을 만들 어 각 풀을 샤프트(Shaft)로 연결하고 갑문을 만들어 갑문식과 마찬가지 원리로 물고기를 올라가게 하는 방법을 Borland식이라 한다.

(4) 기타 어도 : 병용식과 혼합식(hybrid)식 등의 어도가 있다.

4.3.4.3 어도 형식의 선정

(1) 어도 형식을 선정할 때에는 지형적 여건과 어도 형식에 따른 특징을 충분히 검토하고 ① 대상 하천유량 및 수위의 변화, ② 어도의 설계유량, ③ 어종의 다양성 및 어류의 생태, ④ 현장조건 및 설치비용, ⑤ 하천과의 조화 및 설치대상 댐의 특수성, ⑥ 유지관리 등을 고려하여 선정한다. 댐의 경우 상하류의 수위차가 커서 수로식 어도나 조작식 어도의 갑문식, 피시펌프식 어도와 혼합식 어도 등은 실제로 댐에 적용하기가 어렵다.

4.3.5 어도의 설계 절차

(1) 어도 설계는 댐자료, 어류자료, 수리조건 등을 충분히 고려하여 합리적인 설계가 되도록 하며, 일반적으로 설계의 주요 절차를 정리하면 다음과 같다.

4.3.5.1 기초자료의 수집 및 파악

(1) 기초 자료의 수집은 기존 문헌조사, 설문조사, 하천 현지에서의 직접조사 등의 방법을 통하여 수집한다.

① 댐 관련자료 : 위치, 지형, 구조 및 제원, 취수조건

② 하천의 수리 · 수문학적 자료 : 하천의 수위, 유량, 유사량, 하상 구성재료, 취수 및 하천개발 등

③ 하천의 생태학적 특성 : 하천에 서식하는 회유성 수생동물의 종류와 크기, 회유의 시기와 조건, 성장과 산란조건 등

④ 기타 운영 및 유지관리

4.3.5.2 설계조건 설정

(1) 어종의 선정 : 대표 어종, 소상시기, 소상능력

(2) 하천 수위 및 유량

(3) 어도의 설계유량

(4) 상 · 하류측의 수위조건

(5) 어도의 설치 위치 및 규모 확인

(6) 어도 설치비용

4.3.5.3 개략 설계

(1) 어도의 위치 및 기본형식 선정

(2) 어도의 평면배치 설정

(3) 어도의 본체 개략설계

(4) 대안설계 및 비교 검토

4.3.5.4 세부설계

(1) 세부설계에서는 홍수시 어도의 안정성과 하천의 흐름 변동, 어도내 유속분포 등을 충분히 고려해야 한다.

① 어도의 폭과 깊이 산정
② 입구부 및 출구부 설계
③ 어도길이, 풀의 위치와 크기
④ 슬롯간격 및 월류격벽의 제원
⑤ 비월류격벽에 의한 풀 규모
⑥ 설계유량에 대한 어도내 수면계산
⑦ 최대유속 및 월류수심 추정
⑧ 월류격벽이나 비월류격벽의 물과 접촉하는 모서리는 흐름의 박리현상이 일어나지 않도록 유선형 등으로 처리
⑨ 등류흐름조건 만족 여부 판단
⑩ 하류부 하상저하에 대한 저수로 풀의 제원

4.3.5.5 어도시설의 유지관리계획

(1) 홍수전후의 어도관리
(2) 주요 회유성 어류 이동시기의 유지관리
(3) 어도의 효과판정을 위한 계획

4.3.6 어도의 부대시설

(1) 어도 형식과 필요에 따라서 게이트 등의 통수량 조절장치, 집어를 위한 유인수 장치, 어도 폐쇄방지를 위한 찌꺼기제거용 스크린, 입구 보호공, 어도의 효과 및 기능 등의 조사를 위한 계수관찰장치, 유지관리설비(토사 · 유목 제거, 조류피해 방지, 경계시설, 방호책) 등의 부대시설을 설치하도록 한다.

집필위원	분야	성명	소속	직급
	관개배수	김선주	한국농공학회	교수
	농업환경	박종화	한국농공학회	교수
	토질공학	유 찬	한국농공학회	교수
	구조재료	박찬기	한국농공학회	교수
	수자원정보	권형중	한국농공학회	책임연구원



자문위원	분야	성명	소속
	농촌계획	손재권	전북대학교
	수자원공학	윤광식	전남대학교
	지역계획	김기성	강원대학교
	수자원공학	노재경	충남대학교
	농지공학	최경숙	경북대학교
	관개배수	최진용	서울대학교

건설기준위원회	분야	성명	소속
	총괄	한준희	농림축산식품부
	농업용댐	오수훈	한국농어촌공사
	농지관개	박재수	농림축산식품부
	농지배수	송창섭	충북대학교
	용배수로	정민철	한국농어촌공사
	농도	조재홍	한국농어촌공사 본사
	개간	백원진	전남대학교
	농지관개	이현우	경북대학교
	농지배수	남상운	충남대학교
	취입보	김선주	건국대학교
	양배수장	정상옥	경북대학교
	경지정리	유 찬	경상대학교
	농업용관수로	박태선	한국농어촌공사 본사
	농업용댐	손재권	전북대학교
	농지배수	김정호	다산컨설턴트
	농지보전	박종화	충북대학교
	농업용댐	김성준	건국대학교
	해면간척	박찬기	공주대학교
	농업수질및환경	이희억	한국농어촌공사 본사
	취입보	박진현	한국농어촌공사 본사

중앙건설기술심의위원회	성명	소속
	이태욱	평화엔지니어링
	성배경	건설교통신기술협회
	김영환	한국시설안전공단
	김영근	건화
	조의섭	동부엔지니어링
	김영숙	국민대학교
	이상덕	아주대학교

농림축산식품부	성명	소속	직책
	한준희	농업기반과	과장
	박재수	농업기반과	서기관

설계기준
KDS 67 10 45 : 2018

농업용댐 물넘이 및 부속구조물 설계

2018년 04월 24일 발행

농림축산식품부

관련단체 한국농어촌공사
58217 전라남도 나주시 그린로 20(빛가람동 358) 한국농어촌공사
☎ 061-338-5114 E-mail : webmaster@ekr.or.kr
http://www.ekr.or.kr

(작성기관) 한국농공학회
06130 서울시 강남구 테헤란로 7길 22(역삼동 365-4) 과학기술회관 본관 205호
☎ 02-562-3627 E-mail : j6348h@hanmail.net
http://www.ksae.re.kr

국가건설기준센터
10223 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283(대화동)
☎ 031-910-0444 E-mail : kcsc@kict.re.kr
http://www.kcsc.re.kr

※ 이 책의 내용을 무단전재하거나 복제할 경우 저작권법의 규제를 받게 됩니다.

KDS 67 10 90 : 2018

농업용 댐 유지관리

2018년 04월 24일 제정
http://www.kcsc.re.kr

농림축산식품부



건설기준 코드 제·개정에 따른 경과 조치

이 코드는 발간 시점부터 이미 시행 중에 있는 설계용역이나 건설공사에 대하여 발주기관의 장이 필요하다고 인정하는 경우 종전에 적용하고 있는 기준을 그대로 사용할 수 있습니다.

건설기준 코드 제·개정 연혁

• 이 기준은 KDS 67 10 90 : 2018 으로 2018년 04월에 제정하였다.
• 이 기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 건설기준 간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.
• 이 기준의 제·개정 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요사항	제·개정 (년. 월)
농업생산기반정비사업 계획설계기준 필댐편	• 농업생산기반정비사업 계획설계기준 필댐편 제정	제정 (1968. 12)
농업생산기반정비사업 계획설계기준 댐편	• 콘크리트댐에 관한 사항을 종합하여 댐편으로 개정	개정 (1982. 12)
농업생산기반정비사업 계획설계기준 콘크리트댐편	• 농업생산기반정비사업 계획설계기준 댐편으로부터 분리하여 콘크리트댐편 제정	제정 (1989. 12)
농업생산기반정비사업 계획설계기준 필댐편	• 농업생산기반정비사업 계획설계기준 필댐편 개정	개정 (2002. 12)
KDS 67 10 90 : 2018	• 국토교통부 고시 제2013-640호의 "건설공사기준 코드체계"전환에 따른 건설기준을 코드로 정비 • 건설기술진흥법 제44조 및 제44조의 2에 의거하여 중앙건설심의위원회 심의· 의결	제정 (2018. 04)

제 정 : 2018년 04월 24일
개 정 : 년 월 일
심 의 : 중앙건설기술심의위원회
자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회
소관부서 : 농림축산식품부 농업기반과
관련단체(작성기관) : 한국농어촌공사(한국농공학회)

목 차

1. 일반사항 ·····1
2. 조사 및 계획 ·····1
3. 재료 ·····1
4. 설계 ·····1
5. 유지관리 ·····1
5.1 필댐 유지관리 ·····1
5.2 콘크리트 댐 유지관리 ·····67

농업용 댐 유지관리

1. 일반사항

-내용없음

2. 조사 및 계획

-내용없음

3. 재료

-내용없음

4. 설계

-내용없음

5. 유지관리

5.1 필댐 유지관리

5.1.1 관리조직

5.1.1.1 관리조직

(1) 댐 관리는 물관리 기관에 의하여 물 이용의 기본방침, 비용부담의 조정, 갈수 조정, 물 이용 등을 결정한다. 댐 관리자는 이 결정사항을 존중하여 댐을 관리, 운용한다.

① 댐 관리는 물 관리 기관에 의하여 물 이용의 기본방침, 비용부담의 조정, 갈수 조정, 물 이용 등을 결정한다. 댐 관리자는 이 결정사항을 존중하여 댐을 관리, 운용한다.

② 댐 관리자는 관리에 있어서 하천법 시행규칙에 정해진 규정, 기타 관계법령을 준수해야 한다. 관리의 목적이 수혜자(농민)에의 용수공급이 혹은 관리의 구체적인 운용(시설조작, 유지관리)에 있어서 수혜자의 의지를 충분히 반영해야 한다.

③ 따라서 수혜자 측의 물 이용의 기본 방침, 비용부담 갈수시의 조치 등 중요사항에 대하여 수혜자 내부 혹은 복수의 수혜자간의 조정 및 의사 결정을 하기 위한 관리조직을 만들어 기능 및 권한을 명확히 할 필요가 있다.

5.1.1.2 댐 관리체제의 정비확립

(1) 댐 관리에서는 관리기술의 향상을 위해 노력하는 동시에 댐의 기능, 규모에 맞는 관

리요원을 확보하여 관리체제의 정비를 도모하며 안전 하고 적절한 관리를 수행한다.

① 댐 관리체제에 있어서는 종래 사람에게 의존했던 부분의 기계화를 도모한 관리시스템의 도입에 의해 인건비의 절감, 노동시간의 단축 등의 합리화가 이루어지지만 관리설비 기계류의 고도화에 따른 관리기술의 향상이 요구된다. 또한, 댐 조작은 홍수, 지진 등 예측하기 어려운 자연현상을 대상으로 하고 있어 일단 재난이 발생하면 사회에 미치는 영향이 중대하다. 현재의 기술이나 기계의 신뢰성의 수준에 있어 사람의 판단에 의존하지 않을 수 없는 경우가 많기 때문에 댐 규모에 맞춘 관리요원을 확보하고 관리체제의 정비를 도모하여 적정의 댐 관리를 실시한다.

② 관리조직체제는 평상시는 물론 홍수, 지진 등 긴급시 관리체제, 명령계통, 통보연락처, 작업내용 등을 조직기구도로 명기하여 관계자에게 주지시킬 필요가 있다.

5.1.1.3 댐 관리 기술자

(1) 댐 설치자는 댐의 적정한 관리를 위하여 건설교통부령이 정하는 자격을 가진 관리기술자를 두어야 한다. 댐 관리 기술자는 댐 및 저수지에 관한 사무를 성실히 수행하며, 댐 규모, 관리시설의 규모 내용 등에 따라 필요 인원을 확보·배치한다.

① 댐 관리기술자가 갖추어야 할 자격은 하천법 시행규칙 제 11조에 규정되어 있다.

② 댐 설치자는 당해 댐 등의 적정한 관리를 위하여 건설교통부령이 정하는 자격을 가진 관리기술자를 두어야 한다(하천법 23조). 댐 규모, 관리시설 규모에 따라 적정한 관리자를 확보·배치한다. 댐 관리는 여러 법 규제를 받는 경우가 있으므로 주의가 요망된다.

③ 댐 관리기술자가 갖추어야 할 자격은 다음과 같다. (하천법 시행령 제 11조).

가. 고등교육법에 의한 4년제 대학 또는 이와 동등 이상의 학교를 졸업한 자로서 토목공학 또는 농공학을 전공하고 하천 또는 댐 등의 관리에 관한 업무에 3년 이상 종사한 실무경력이 있는 자

나. 고등교육법에 의한 전문대학 또는 이와 동등 이상의 학교를 졸업한 자로서 토목공학 또는 농공학을 전공하고 하천 또는 댐 등의 관리에 관한 업무에 5년 이상 종사한 실무경력이 있는 자

다. 초·중등교육법에 의한 고등학교 또는 이와 동등 이상의 학교를 졸업한 자로서 토목공학 또는 농공학을 전공하고 하천 또는 댐 등의 관리에 관한 업무에 7년 이상 종사한 실무경력이 있는 자

라. 제1호에 해당하는 학교를 졸업한 자로서 전기공학을 전공하고 하천 또는 댐 등의 관리에 관한 업무에 5년 이상 종사한 실무경력이 있는 자

마. 제2호에 해당하는 학교를 졸업한 자로서 전기공학을 전공하고 하천 또는 댐 등의 관리에 관한 업무에 7년 이상 종사한 실무경력이 있는 자

5.1.2 기상 및 수문 관측

5.1.2.1 관측 항목과 목적

(1) 댐 관리를 적절히 하기 위해서는 댐 지점 및 근방의 기상, 수문, 수질의 여러 항목을 관측한다.

(2) 댐 설치자는 당해 하천의 적정한 관리와 피해 방지를 위하여 대통령령이 정하는 바에 의하여 관측시설을 설치하고 수위, 유량, 강수량 등을 관측해야 한다(하천법 24조).

(3) 댐 관리상 댐 지점 및 근방에 있어서 관측이 요망되는 기상, 수문 관측항목은 표 5.1.2.1.1 과 같다. 물넘이 게이트를 갖는 댐에서는 표 5.1.2.1.2에 정해진 관측을 한다. 한편, 물넘이 게이트가 없는 댐에서는 하류하천 등의 상황을 고려하여 필요에 따른 관측을 한다.

표 5.1.2.1.1 기상 및 수문 관측항목

항 목	필요한 관측		요망되는 관측	
	항 목	횟 수	항 목	횟 수
기 상	일기, 기상, 강수량	매 일	일사량, 일조시간 풍향, 풍속, 증발량, 기압, 습도	매 일
수 문	저수지수위, 유입량, 하천 수위, 취수량, 방류량	매 일	수온, 결빙	정 기

표 5.1.2.1.2 홍수시의 관측할 사항 및 최소횟수

관측 사항	홍수경보시	홍수주의보시	예비경계시
저수위 및 유입량	30분 마다	1시간 마다	1시간 마다
수위 및 유량	1시간 마다	1시간 마다	1시간 마다
강수량	1시간 마다	1시간 마다	1시간 마다

① 필요한 관측

가. 일기

(가) 매일의 일기(맑음, 흐림, 비, 눈)의 상황을 기록하는 것은 유출해석, 환경평가, 기타의 점검 상 매우 중요하다.

나. 기온

(가) 많은 경우 일 최고최저기온, 혹은 3시간 기온의 평균산술치로서 구해지는 일 평균기온을 구하면 충분하나, 유역이 적설지대로서 융설 해석을 할 필요가 있는 경우에는 시별 기온자료가 필요하다.

다. 강수량

(가) 저수지의 이수 및 홍수관리를 위해, 특히 물넘이 수문을 갖고 있는 댐에 대해서는 홍수시의 수문 조작의 기본적인 정보원으로서 강수량 관측은 불가결하다. 이

것에는 자기우량계를 이용하는 것을 원칙으로 하여 수문 조작에 필요한 정보가 즉시 댐 관리소에 통보될 수 있는 시스템이 되어야 한다.

(나) 적설지대에서는 적설량의 관측도 중요하다. 적설량의 관측은 어렵지만, 히터가 달린 우량계 등을 설치하여 적설량을 강수량으로 환산한다. 적설척(積雪尺)을 유역내의 적당한 장소에 수 개소 설치해 두면 이른 봄의 융설 유입량의 예상에 도움이 된다.

라. 저수지의 수위, 유입량 및 방류량

(가) 저수지의 수위 변화 관측은 이수관리상 중요하나, 물넘이 게이트를 갖는 댐에서는 홍수시의 수문 조작상 필요한 유입량 예측 때문에 가장 신경을 써야할 사항이다. 유입량은 상류하천의 수위로부터 수위-유량곡선을 이용하여 추정하기도 하고, 저수지의 수위 변화로부터 계산하여 구한다. 방류량은 이수방류량, 발전방류량, 홍수방류량 등으로 구분하여, 게이트 혹은 밸브의 개도 및 저수지의 수위 변화로부터 계산에 의해서 구한다. 더욱, 갈수 등에 의해 방류제한을 하는 경우에는 방류량을 명확히 해 둔다. 따라서, 자기수위계에 의한 저수지 수위의 관측은 필수이며, 특히 물넘이 게이트를 갖고 있는 댐에서는 텔레미터링(telemetering) 방식의 자기수위계를 설치해야 한다.



그림 5.1.2.1.1 댐유입하천에 설치된 수위계

마. 하천수위

(가) 물넘이 수문을 갖는 댐에서는 댐의 상류부에 수위계를 설치할 필요가 있다(그림 5.1.2.1.1). 특히, 저수지로의 유입량을 예측하는 경우 혹은, 하류 수위의 정보를 얻을 필요가 있는 경우에는 각각 댐 상류 및 하류에 자기수위계를 설치하고, 이것을 데이터 로깅 또는 텔레미터링 방식으로 할 필요가 있다.

바. 취수량

(가) 계획적인 저수관리를 위해서는 수혜지구의 취수량을 파악할 필요가 있다.

② 요망되는 관측

가. 증발산

(가) 장기유출해석, 물수지 해석의 기초자료로서 증발량의 계측이 중요하고 연속적인 관측이 필요하지만, 관리의 실태를 고려한 관측을 한다. 통상 표준 증발계를 사용하여 9시부터 다음날 9시까지의 감수심을 전일의 증발산량으로 한다. 증발계는 자기수위계 병설방식이 바람직하다. 더욱 새나 개와 같은 소동물의 음용(飮用)에 의한 수심감소, 동계빙결에 의한 결측에 주의가 필요하다. 표준증발계 이외의 자기증발계를 사용하는 경우에는 표준증발계와의 관계를 명확히 해야한다.

나. 일사량

(가) 일사량 및 일조시간의 계측은 절대적인 것은 아니나 증발량의 결측보완 등 유출해석의 참고자료로서 수온 변화의 예상 등 참고 자료로서 도움이 된다.

다. 풍향, 풍속

(가) 평상시의 풍향 풍속은 환경평가 기타의 기초자료가 되지만 ,강풍시의 풍향, 풍속은 일반적으로 순간값 뿐만 아니라 10분간의 평균치를 기록하는 자기 풍향풍속계를 설치하여 관측한다.

라. 기압

(가) 기압계측은 태풍이나 저기압의 통과상황 등 판단 재료로서 이용될 수 있다.

마. 습도

(가) 습도의 계측은 절대적인 것은 아니나 일기예보나 증발량의 결측 및 보완에 이용될 가능성도 있으므로 기초 자료로서 관측해 둘 필요가 있다.

바. 수온 및 빙결

(가) 냉수장애가 문제가 되는 지역에서는 저수지 표층 수온의 감시가 동계 빙결이 있는 지역에서는 빙결의 유무나 개시종결일 등의 상태 파악이 중요하다. 또한, 저온의 저류수의 방류가 하류부의 내수면 어업에 중대한 영향을 미칠 수 있는 댐에서는 수온의 심도 분포의 관측과 대응책이 불가결하다.

5.1.2.2 관측시설의 설치 및 관측

(1) 기상·수문의 관측에 있어서 정확도가 높은 기계를 선정하고 적절한 장소에 설치하여 신뢰성있는 관측 데이터를 얻는다.

① 관측시설의 설치

가. 댐 관리의 근간이 되는 수위 및 강수량 설치시설의 개요 및 설치장소를 설명한다.

(가) 수위관측시설

㉮ 수위계

• 수위계는 저수지의 상류와 댐 등에 가까운 저수지의 안쪽에 설치하되, 방류량을 측정하고자 하는 때에는 댐 등의 하류부에 설치해야 한다. 수위계는 플로트형이거나 수압식과 같은 구조가 간단하고 고장이 적은 것이 좋다. 최근에는 데이터 로거(data logger)에 데이터를 기록하여 PC로 데이터를 정리하는 방식이 보급되어 있다.

• 물넘이 게이트가 있는 댐에서는 저수지수위, 댐 직상류 하천수위 등 댐 관리상 필요로 되는 시시각각 정보전달은 텔레미터링 방식으로 한다. 댐 저수위는 댐 설계홍수량 이상의 홍수가 발생할 때는 게이트를 전부 열어도 서차아지 수위를 넘어 저류되는 것이 예상되므로 수위계는 비월류의 높이까지 완전히 기록될 수 있는 것이어야 한다.

㉯ 설치장소

• 저수지 수위 관측은 상류로부터의 유입수 영향을 받지 않는 장소, 물넘이나 취수구를 흐르는 유수의 영향을 받지 않는 장소를 선정한 후에 관리동으로부터 감시가 가능한 장소에 수위탑을 설치를 원칙으로 한다. 일반적으로 상류하천에서의 수위관측은 댐으로의 유입량을 예측하기 위하여 하고 있지만, 시간적 여유가 충분하지 않은 경우가 많고, 큰 기대를 할 수 없다. 저수위 관측시설의 설치장소의 선정은 무선텔레미터에 적합한 장소라는 점을 제외하면, 일반적으로 하천의 설치장소와 같다. 즉, 가능하면 하천의 직선부이고, 하상경사가 안정되어 있는 단면변화가 적은 장소, 토사의 유입이 적은 장소, 늘 유수가 있는 장소를 선정하면 좋다.

• 댐 하류측에 하천의 협착부나 마을의 상류부, 댐으로부터의 방류가 영향을 받는 지점이 있으면 그곳에도 수위관측시설을 설치한다. 물넘이 게이트가 없는 댐의 관측시설도 상기의 기준에 준한다.

(나) 강수량 관측시설

㉮ 우설량계

• 우설량계는 자동으로 기록되는 것이어야 한다. 우량계는 전도식 우량계가 바람직하고 데이터로거 등의 기억매체에 기록하여 PC로 데이터를 정리하는 방식을 사용한다(그림 5.1.2.2.1). 물넘이 게이트가 있는 댐에서 시시각각 정보의 전달이 필요한 장소의 우량계는 무선 로봇트 방식으로 한다.



그림 5.1.2.2.1 데이터로거가 장착된 우량계

- 설량계는 강설량을 측정하는 기계로 구경이 정해진 수수기(受水器)에 들어간 눈의 중량을 측정하는 형태와 눈을 녹여 그 물의 용적을 측정하는 형태가 있다. 히터를 포함한 우량계의 사용이 가장 좋은 방법으로 설량계를 적설척으로 바꾸는 경우도 있다. 이것은 아주 면밀한 계획에 따라 유역 내에 적설척을 세워 자주 조사관측을 하지 않으면, 유역 평균강수량의 추정 정확도는 의문이지만 이른 봄의 융설 유입량의 예상에 도움이 되는 경우도 있다. 적설척은 기온과 강수량으로부터 추정되는 적설량의 점검용을 겸하여 우량계 근방에 설치하는 경우가 많다.

㈏ 설치장소

- 물넘이 게이트를 갖고 있는 댐에서는 해당 댐 유역의 강수량이 정확히 파악할수 있도록 지형특성, 강수특성을 충분히 고려하여 관측시설을 설치한다. 우량계는 당해 댐등의 집수지역 안의 적당한 장소에 설치하되, 집수지역의 면적이 200 ㎢미만인 경우에는 1개 이상, 200 ~ 600 ㎢인 경우에는 2개 이상, 600 ㎢이상인 경우에는 3개 이상을 설치해야 하는데, 필요에 따라 관측소를 설치하여 데이터를 수집한다.
- 관측소는 댐 집수역내 평균 표고 부분에 1점, 나머지는 이것을 둘러싸서 균등히 분포하도록 배치하는 것이 바람직하다고 하지만, 관리의 이행 후도 이것의 관측시설을 계속하여 관측하는 것으로 한다.

(다) 수질 관측시설

㉮ 필요에 따라 수질 관측을 실시한다. 설치 장소는 수위계가 설치되어 있는 저수지의 유입점이나 방류지점, 저수지 내부로서 수질계측기는 관측할 수질항목에 따라 설치한다. 물넘이 게이트가 없는 댐의 관측시설도 상기의 기준에 준한다.

② 관측요령

가. 일반적인 관측요령은 표 6.3.1과 같다. 최소단위는 통상 홍수관리를 상정하여 정한 것이고, 이수관리 등 더욱 상세한 관측 정확도가 필요한 장소에는 필요에 따라 운용한다. 한편, 이런 데이터의 정리작업에 있어서 관측시간이나 최소단위는 명시하여 둔다.

5.1.2.3 유출특성 파악

(1) 댐 관리에서는 기상·수문의 관측 결과에 기초하여 해당 댐 유역의 기상 및 유출특성을 충분히 파악해야 한다. 큰 강우가 예상되는 경우에 댐 관리상 ① 저수지가 만수되어 월류하는 것, ② 저수지 수위가 급상승하는 것, ③ 시시각각 수위를 예상하는 것, 등을 알아야 한다. 이러한 사태에 대처하기 위해서는 각 댐마다 적합한 예측기법을 준비해야 한다.

(2) ①에 대하여, 각각의 댐 유역에서의 호우시의 유효강우를 추정하기 위한 유역보류량곡선을 준비하는 정도로도 충분하다. 이 경우 표준곡선 뿐만 아니라 유역 건습 정도에 따른 곡선(예를 들면, 무강우일수, 강우직전유량 혹은 API(선행강우지수) 등을 지표로 하여) 준비해 두는 것이 바람직하다.

(3) ②, ③에 대하여 각각의 댐에 대응한 유출모형과 그 모형 정수를 미리 정해두고 예상되는 강우파형을 입력하여 수문곡선을 예측할 필요가 있다. 이 경우 탱크모형을 운용하여 평상시의 댐 관리를 하고 있으면 예상되는 강우파형 혹은 시시각각 우량을 그대로 입력하면 좋지만, 기타 홍수유출 모형을 운용할 때에는 해당 유역의 보류량 곡선을 이용하여 유효강우 주상도를 추정할 필요가 있다.

(4) 유출모형을 운용하여 유입예측을 하는 경우에는 해당 유역에서 과거에 발생한 강우파형을 분류·정리 해두면 실무상 편리하다. 이런 자료를 참고로 하여 예보된 우량에 따른 우량주상도(hyetograph)를 작성하고 모형에 입력하면 ①과 ②의 문제에 충분히 대응할 수 있다. 더욱이 시시각각 입수되는 우량 정보에 기초를 두어 우량주상도를 계속 수정해 가면 ③의 문제에도 정확도 높게 대응할 수 있다. 물론, 여러 가지 형태의 관측오차나 예측시스템오차가 개입함으로 이와 같이 하여 예측된 수문곡선에는 상당부분의 오차가 포함되어 있다. 이 예측 정도를 향상시키기 위하여 필터링 기법의 도입을 검토해 두는 것이 바람직하다.

표 5.1.2.3.1 기상수문의 관측요령

항 목		관측시간	최소단위	비 고
기상	일기	0-24시	-	맑음 후 구름 등
	풍향	9	16방위	
	풍속	9	0.1 m/s	
	최대풍속	0-24	〃	
	기온	9	0.1℃	
	최고기온	0-24	〃	
	최저기온	9	〃	
	습도	9	0.5%	
	기압	9-9	1hPa	
	강수량	0-14	0.5 mm(혹은 1.0 mm)	
	적설심	9	〃	
	증발량	0-24	0.5 mm(혹은 1.0 mm)	
	일사량	0-24	0.1 MJ/㎡d	
	일조시간	0-24	0.1h	
	저수위	9	1 cm	
	저수량	9	1,000 ㎥	
	유입량	9-9	0.1 ㎥/s, 1,000 ㎥/d, 혹은 최대저수량의 1/1,000 을 목표로 정한다	
	방류량	9-9	〃	
	취수량	9-9	〃	
	수온	9	0.1℃	
	결빙상황	9	-	
기타	일기예보 경보 계절 상황			기상대 예보 TV 등의 보도

① 단기유출 모형

가. 강우량으로부터 유출량을 추정하기 위한 단기 유출해석 모형은 4.4.3의 설계홍수량의 산정방법에서 언급한 내용에 준한다.

② 장기유출해석

가. 장기유출 해석은 4.3 저수용량 결정에서 언급한 내용에 준한다.

5.1.3 이수관리

5.1.3.1 일반사항

(1) 평상시 혹은 갈수시에 수혜지의 용수량을 확보하려면 적절한 저수관리를 수행한다.

농업용 댐 유지관리

① 이수관리의 목적

가. 관개, 생공용수, 발전 등 각각의 이수목적과 홍수나 가뭄에의 대응을 고려하여 시기별로 저수관리계획을 수립할 필요가 있다. 배수관리 책정에 있어서는 수혜지구내의 기준배분수량을 정할 필요가 있다. 기준배분수량은 그 지구의 용수계통별, 시기별의 기준이 되는 배분수량이며 이것을 기준으로 일별 배분수량이 결정된다.

② 이수관리의 기본 원리

가. 수혜지구에서의 용수 수요량의 시간적 변화와 수원 하천에서의 유량의 시간적 변화의 차이를 조정하는 것이다. 하천유량에 잉여가 있을 경우에는 저류하여 부족이 발생할 경우에는 저류수를 방류하여 하천에 보급하여 하천유량을 증가시킨다.

나. 통상, 5년 정도(풍수년, 갈수년, 평수년이 포함되므로 수혜지구의 필요수량이 명확히 된다)의 기간을 통하여 수혜지구의 배분수량이 안정되어 간다. 그 후 적절배분의 실태로부터 기준배분수량을 수정한다. 기준배분수량의 책정하는 데에는 사업계획, 배분실태조사 이것을 기초로 한 용수배분의 시안 작업, 계획과 실태 등의 작업이 필요하다.

③ 유량조정의 기간

가. 유량 조정 기간으로서는 다음을 생각할 수 있다.

(가) 어느 해에 저류하여 다음 해에 공급한다(경년저류).
(나) 같은 어느 계절에 저류하여 다른 계절에 공급한다(계절저류).
(다) 같은 계절의 어느 기간에 저류하여 다른 기간에 공급한다 (기간저류)

④ 저수관리의 기본적 제약

가. 저수지는 일반적으로 상시만수위와 최저수위 사이의 유효저수용량의 범위에서 유량조절을 한다. 이수 댐에서 홍수기에 홍수조절을 하는 경우에는 홍수조절용량을 확보하기 위해 이수용량은 적어지게 된다. 이 때의 이수용량을 홍수기의 이수용량이라고 하며, 이 때의 수위를 홍수기 제한수위라고 한다.

⑤ 기준배분수량 설정에서의 유의점

가. 물 관리 기관과의 연락조정

(가) 물 배분 기구, 물배분 조직, 수도작부 계획과 장래 품종개량 , 작부체계의 변화에 대응하여 수리시설을 관리하고 배분조작을 하는 물 관리기관과 긴밀한 연락을 취하고 기준배분수량을 책정 혹은 개정한다.

나. 단위용수량

(가) 단위용수량은 용배수분리, 건답화 등에 의한 지하수위의 저하로 감수심이 증가하므로 계획시와 장래와의 변동요소에 대하여 정확히 상황을 파악할 필요가 있다.

다. 유효우량

(가) 수혜지구에 일감수량 미만의 강우가 있어도 실제 관리상 이것을 고려한 감량방류조작은 이상 갈수기 이외에는 실시하지 않는다는 것을 염두에 둘 필요가 있다.

라. 용수로 말단의 유황파악

(가) 분수공에 있는 분수량, 말단에서의 만족도 혹은 말단에서의 무효방류 등을 정확히 파악해야 한다.

5.1.3.2 저수운용규칙

(1) 저수운용규칙은 저수지를 운용하기 위하여 필요한 객관적인 기준을 말한다. 댐의 이수관리에 있어서는 관개 기간 및 비관개 기간의 저수 운용규칙을 정해 이를 근거로 하여 저수된 물을 이용한다.

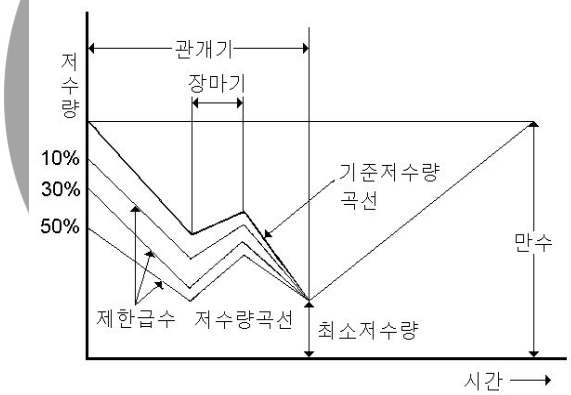


그림 5.1.3.2.1 저수관리의 개념도

그림 5.1.3.2.1는 우리 나라 농업용 저수지의 저수량의 시기적 변화를 나타낸다. 일반적으로 관개초기의 저수량은 만수를 나타내고 관개말기의 저수량을 최소를 나타낸다. 관개기를 저수량의 상태에 따라 3개의 소기간, 즉 장마전기, 장마기 및 장마후기로 나눌 수 있다. 저수량은 장마전기(이앙기로부터 장마 직전까지의 본답기) 동안에는 계속적으로 감소한다. 장마기에는 저수지로부터의 취수량보다 많은 강우로 인한 저수지로의 유입량이 크게 되어 저류량이 다소 증가하며, 장마후기(장마가 끝난 후 관개말기까지)에는 저류량은 다시 감소한다. 비관개기에는 저수지로부터의 취수량이 거의 없어 저수량은 계속적으로 증가하여 관개기 직전에 저수량은 최대가 된다.

(2) 농업용 저수지는 두 가지의 대립하는 목표를 조정하면서 운영하지 않으면 안된다. 목표의 하나는 유효급수(방류)를 촉진하여 수혜지의 물 수요에 적극적으로 대응하는 것이고, 또 다른 하나는 현재 또는 장래의 가뭄에 대비하여 급수(방류)를 억제하는 것이다.

(3) 이러한 두 개의 서로 상반되는 목표를 조정할 수 있는 객관적 기준으로서 기준저수량곡선(基準貯水量曲線)을 설정한다. 이것은 관개기간 중 계획적으로 저수운용을 하기 위해 관개기 말일까지의 저수량이 0이 되지 않도록 하는 확률로 보증하는 시기별 저수량을 표시한 것이다. 저수지의 저수량이 기준저수량곡선보다 큰 저수역(수요주도역)에서는 수요에 응하여 적극적으로 급수하고, 이것보다 낮은 저수역(공급주도역)에서는 가뭄에 대비하여 급수를 제한한다.

(4) 실제의 저수량이 기준저수량곡선보다 낮게 되면 급수제한을 하게 된다. 급수제한율 S (= 급수제한량/필요수량)을 나타내는 저수량곡선을 급수제한 곡선이라고 하는데, 이것을 복수 설치(예를 들어 10, 30, 50 %의 급수제한율)할 필요가 있다. 급수제한은 기준저류량곡선까지의 회복을 목표로 하지만 단 기간내 회복을 원할 경우에는 급수제한율을 크게 하고, 관개말기까지 급수제한을 계속해도 좋은 경우에는 급수제한율을 작게 한다.(1992, 농공학회지 34(1) 참고) 또한, 비관개기 말일(관개기 개시의 전일)까지 소정의 저수량(만수량)까지 저류하는데, 각 시기별 목표 저수량 곡선을 비관개기 저수량 곡선이라고 한다.

(5) 이상의 저수운영규칙을 적용하면 효율적으로 물 관리를 운영할 수 있다.

5.1.3.3 물 관리 자동화 시설

(1) 관개면적 100ha 이상인 저수지 지구에서 유역배율이 낮거나(예 : 1 : 4 이하) 농촌용수를 다목적으로 공급하므로 용수부족이 예상되는 필댐에서는 원격 관측/제어(TM/TC)시설을 도입하여 물 관리 자동화를 도모하고 간단·윤환관개 시스템을 통하여 효율적으로 절수하여 가뭄을 극복할 수 있다.

(2) 간단·윤환관개 시스템에 의한 물 관리를 위해서는 관리인이 직접 현장을 관찰하고 경험에 의해 상황을 판단하여 시설물을 조작 개폐·제어하는 관행적인 물 관리방법보다는 전기·기계·전자·통신 및 컴퓨터 기술을 이용한 원격관측·제어(TM/TC)기법으로 주요 급수시설의 상황을 감시, 점검, 조작, 제어할 수 있도록 시설을 보강해야 한다.

5.1.3.4 시설 보강시 저수용량 확대

(1) 저수용량 500만 m3 이상의 기존 필댐 가운데 하류하천의 생태보전과 친수환경에 필요한 환경용수를 공급할 수 있도록 저수지 숭상과 물넘이에 수문을 설치하여 저수용량을 추가로 확대해야 한다. 이 때, 밭 관개용수을 적절히 공급하도록 취수공, 수문, 관수로 및 조정지(Farm pond) 등의 설치를 고려한다.

5.1.3.5 자료의 수집과 정보관리

(1) 계획적으로 저수관리를 수행하려면 물 수지 자료에 관한 기록을 작성하고 이를 적극적으로 활용해야 한다. 저수운영규칙을 계획적으로 관리하기 위해서는 강수량, 유입량, 방류량, 저수지 수위 등의 기상 및 수문에 관한 자료의 데이터 수집, 정리가 불가피하다. 이러한 자료는 일별, 혹은 시계열 데이터로서 수집·기록되고, 일 단위의 물 수지로서 기록되어야 한다.

(2) 저수운영규칙을 계획적으로 관리하려면 다음의 자료수집정리가 불가피하다.

저수량 V ㎥ : 저수위를 측정하고, 이를 수량으로 환산하여 저수위 H와 저수량 V을 함께 기록한다.

방류량 Q ㎥/s : 이수방류량, 발전방류량, 홍수방류량, 총방류량 등 방류의 목적별로 기록한다.

유입량 I ㎥/s : 저수량과 방류량의 수지로부터 유입량을 계산하여 기록한다.

방류요청량 R ㎥/s : 수혜지구가 요청한 방류량 또는 계획 예정된 방류량

취수량 O ㎥/s : 수혜지구의 간선수로에서의 실제의 취수량을 기록한다.

방류제한량 S ㎥/s : 방류요청량 R과 방류량 Q의 차를 구하여 기록한다.

5.1.4 홍수관리

5.1.4.1 일반사항

(1) 홍수시 댐 관리는 댐조작규정에 따라 실시하여 기상, 수문상황을 파악하는 동시에 댐으로의 유입량, 저수위 등을 예측하여 방류를 결정한다.

① 관리조작의 기본

가. 농업용 저수지의 홍수시의 관리조작의 기본은 댐으로부터의 방류에 의하여 하류에 피해가 생기지 않도록 하는 것이며 동시에 댐 시설자체가 직접 피해를 받지 않도록 하는 것이다.

나. 대규모 농업용 저수지는 큰 저수용량을 가지고 있어 홍수시 유출수를 전부 저류할 수 있는 경우에는 유출수의 예측도 비교적 빨리 할 수 있으므로 홍수시 어려운 조작이 필요한 일은 거의 없다. 문제가 되는 것은 관개기의 비교적 단기간의 홍수유출로 이것을 단기간에 조작 방류하는 경우이다. 논의 관개기와 홍수기가 겹쳐 있어 또한 소유역, 소저수용량의 소규모 저수지에서는 홍수시의 관리조작은 중요하나 간단하지 않다.

다. 홍수시 방류 관리조작의 방법은 1) 게이트를 갖는 물넘이와 2) 게이트를 갖지 않는 물넘이의 경우로 구분된다.

라. 홍수시 댐 관리는 댐 조작 규정에 따라 실시한다. 상세한 것은 이하의 각 절에서 언급하는데, 방류에 이르는 과정을 정리하면 다음과 같다.

(가) 기상 및 수문 상황의 파악

㉮ 기상 및 수문상황 관측은 조작규정에 정해 있지만 댐으로부터의 방류가 예상되는 경우에는 분마다로 단축하여 실시한다. 또는 조작 간격마다 관측한다.

(나) 유입량 예측

㉮ 제 1단계 예측: 예상되는 강우량과 댐의 현재 수위에 있어서의 비어 있는 용량으로부터 방류의 필요성을 검토한다.

㉯ 제 2단계 예측: 현재의 기상 수문 상황 및 기존의 데이터를 기초로 하여 유이한 기상 패턴을 추출하여 댐으로의 유입량 및 저수위의 예측을 방류량 및 시각 등을 결정한다.

(다) 기계 및 기구의 점검

㉮ 댐 관리에 관계하는 기계 및 관측, 통보, 경보시설이 정상적으로 기능하는가를 점검하며 신속한 대응을 필요로 한다.

(라) 댐 조작 상황의 통보

㉮ 댐의 설치자는 홍수가 발생 혹은 발생할 염려가 있는 경우에는 하천관리청 혹은 관계 시·도지사에게 통보하지 않으면 안 된다. 또는 댐의 설치자는 통보를 빠르고 정확히 전달하기 위해 필요한 통보시설을 설치해야 한다.

(마) 방류결정

㉮ 방류시각 및 방류량은 기상 수문 상황 및 유입량 예측 등에 근거하여 결정한다. 방류는 댐조작규정에 따라 가능한 하류하천에 큰 수위 변동이 없도록 실시한다.

(바) 방류시 관계기관에의 통지

㉮ 댐의 물넘이 혹은 방류관으로부터 방류를 개시하기 적어도 한 시간 전에는 방류수가 통과하는 지역을 관리하는 시·도지사, 하천수위의 변동에 영향을 미칠 염려가 있는 하천이 있는 지방자치단체장, 해당지구를 관할하는 경찰서 및 하천관리청에 댐의 방류일시, 방류량, 방류에 의하여 상승할 수위 등을 통지한다.

(사) 방류시 일반인에의 통지

㉮ 댐 하류지역의 주민에게 피해 발생의 우려가 있을 때에는 게시판에 게시하는 것 이외에, 사이렌, 확성기 등에 의해 일반인에게 통지해야 한다.

(아) 기록의 정리

㉮ 댐 조작에 관한 기록을 작성 보관하는 것에 의해 댐의 원활한 관리 운영을 도모하여 홍수가 발생 혹은 발생할 염려가 있는 시기로부터 홍수의 위험이 사라진 후의 기상, 수문 상황 및 게이트의 조작내용, 방류시의 관계기관에의 통지 및 일반인에의 주지에 관한 사항에 대하여 기록한다.

5.1.4.2 댐의 조작 규정

(1) 댐을 유수의 저류 혹은 취수를 위해 준비할 때에는 댐의 조작 규정을 정해 관리해야 한다.

① 댐에 관한 조작 규정은 홍수시의 댐의 원할한 관리를 위해 규정한 것으로 댐이나 저수지의 제원에 관한 규칙, 댐 등의 관리의 규칙, 홍수시의 조치 등에 관한 규칙을 정한다.

가. 댐 및 저수지의 제원

(가) 댐 및 저수지 관리상 필요한 제원은 다음과 같다.

㉮ 댐

• 높이, 제방의 표고, 월류제방의 표고, 물넘이 게이트(규모 및 개수), 방류관 밸브(규모 및 개수, 개폐에 관계되는 개도변화율) 등

㉯ 저수지

• 유역면적, 담수구역면적, 최대배수(背水)거리, 설계홍수위, 상시만수위, 예비방류수위, 최저수위, 유효저수용량 등

㉰ 최대사용수량

나. 홍수로 지정된 유량

(가) 홍수로 지정된 유량은 해당 댐 하류부 하도의 협착부 등에서 사유지의 경작 기타 재해 재해를 생기게 하지 않는 최대 유량을 말하며 댐 지점으로 환산하여 정한 최대 무해유량으로 한다. 댐 지점의 유량 환산에는 해당 지점과 댐 지점의 유역면적비를 이용해도 좋다.

다. 저수지 유입량 산정

(가) 홍수시의 유입량 산정은 저류 및 방류의 관리상 매우 중요하다. 유입량의 단기예측은 유역에서의 강수량과 시간적, 공간적 분포에 의해 이루어진다. 예측된 강수를 이용하고 유출모형을 이용하여 유출량을 예측할 수 있다. 홍수시의 관리조작에는 유역에서의 적당한 기상 수문관측이 필요하고, 이 기록을 가능한 짧은 시간에 댐 관리조작에 이용할 수 있도록 하는 것이 중요하다.

(나) 댐 관리상 가장 중요한 데이터가 되는 저수지 유입량의 산정방법은 ① 저수지 유입하천의 유량으로부터 산정하는 방법과 ② 저수지 수위 변동과 방류량으로부터 산정하는 방법이 있다. 일반적으로 홍수가 저수지에 유입하기 전에 그 양을 예측할 수 있는 이점이 있으므로 전자의 방법을 사용하지만, 이것이 곤란한 경우에는 후자의 방법으로 산정한다.

㉮ 저수지 유입하천의 유량으로부터 추정하는 방법

$$Q=\Sigma\alpha_i Q_i \quad \cdots\cdots\cdots\

α_i : 보정계수, Q_i 와 Q의 관계, 유량관측소의 유역면적과 댐지점 유역면적의 비율로부터 정한다.

이 방법은 저수지에 유입하는 하천에 설치된 수위 관측소의 관측수위로부터 수위-유량곡선에 의해 추정되는 유량을 기초로 하므로 댐 지점의 순간유량이 빨리 추정할 수 있으나, 수위-유량곡선의 정확도가 떨어지는 경우가 있다.

㈏ 저수지 수위변동과 방류량으로부터 산정하는 방법

$$Q = \frac{V[H(t_2)] - V[H(t_1)] + \sum_{i=1}^{n} \Delta t_i Q_{oi}}{t_2 - t_1} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (5.1.4.2.2)$$

Q : 저수지 유입량

$V[H(t_2)]$: 현재시각 t_2시에서의 저수위 $H(t_2)$에 대응하는 저수량

$V[H(t_1)]$: 현재시각 t_2시보다 일정시간 전의 시각 t_1시에서의 저수위 $H(t_1)$에 대응하는 저수량

$\Sigma \Delta t_i Q_{oi}$: $t_1 \sim t_2$ 시간 내의 전 방류량으로 n은 $t_1 \sim t_2$ 시간의 구분수

이 방법은 시각 $t_1 \sim t_2$의 평균유입량을 산정하는 것이므로 시각 t_2의 순간유입량을 표현할 수 없는 결점이 있다. 이것은 $t_1 \sim t_2$의 시간 간격을 단축하는 것에 의해 어느 정도 개선할 수 있지만 유입량 변화가 급격할 경우에는 저수지내 수면경사가 일정하지 않아 $t_1 \sim t_2$을 짧게 취하면 오히려 유입량 추정값이 진동하는 난점이 있다. 따라서 식(5.1.4.2.2)에서 $n = 1$의 형태로 되어 있지 않다.

라. 방류량의 증가한도

(가) 방류량 증가 제한곡선의 작성

㉮ 댐으로부터의 방류의 비율은 하류하천(기준지점의 하도)의 수위 상승량이 30분에 30 ~ 50 cm 정도 이하로 되는 방류량과 일정시간내(10분간)의 방류량의 변화량으로부터 작성한 것으로, 이 제한곡선은 방류의 개시로부터 방류량이 홍수량에 도달될 때까지 작성한다.

(나) 경과시간과 방류량과의 관계도 작성

㉮ 댐하류 하천(기준지점)의 수위를 댐으로부터 방류개시로부터 상승시켜 가장 안전하고 효과적으로 무해방류를 시키기 위해 경과시간에 따른 방류량 곡선을 작성하여 무해방류의 소요시간으로부터 홍수시 이후의 대응에 필요한 관계 자료로 한다(그림 5.1.4.2.2)

마. 방류시의 통지

(가) 통지 구간의 설정

㉮ 댐 조작에 따른 하류에서 급격한 수위변동(30분간에 30 ~ 50cm 이상)가 생기는

경우에는 관련 지방자치단체장이나 관계경찰서장에 통지하는 동시에 일반인에게 주지시키는 조치가 필요하다.

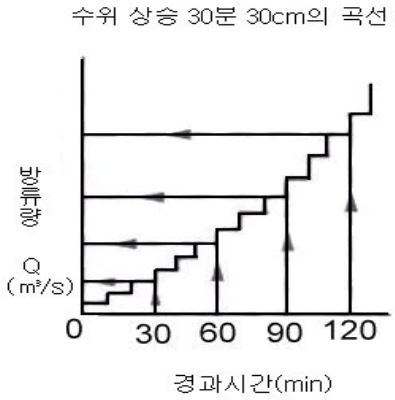


그림 5.1.4.2.1 경과시간에 따른 방류량

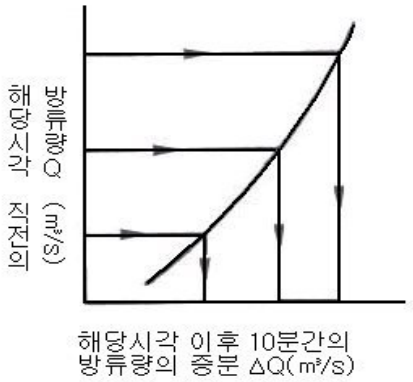


그림 5.1.4.2.2 방류량 증가 제한곡선

㉯ 댐 방류에 따른 급격한 수위변동이 발생하는 구간가지를 기본으로 하나, 댐이 지천인 경우에는 본천과의 합류점, 댐이 본천인 경우에는 몇 개의 지천이 합류하여 큰 지천이 합류하여 댐 지점 유역면적의 2배 이상의 유역면적으로 되는 합류점까지로 하는 경우가 많다.

(나) 하류수위 상승에 따른 경고 시각의 설정

㉮ 하천법 시행령 15조에 의해 댐 설치자는 댐 조작에 의해 방류하고자 하는 때에는 이로 인한 재해를 예방하기 위하여 사이렌·경종·확성기 등을 이용하여 경고하고, 방류시기 기타 필요한 사항을 공고하며, 관계기관에 대하여 통지해야 한다. 사이렌 등에 의한 경고는 하류 수위 상승에 맞춰 적절한 시각의 설정이 필요하다. 하천의 상황이나 지역의 지형 상황 등을 감안하여 시간의 설정이 필요하다. 일반적으로 대피하는데 걸리는 시간을 10분 정도로 생각하여 경고 시각은 15분 전에 설정한다.

바. 방류관 밸브나 물넘이 게이트의 개도와 방류량의 관계

(가) 하천유량의 확보는 주로 방류관 밸브에 의해 이루어지고, 홍수시는 물넘이 게이트에 의해 대응는데, 방류관 밸브의 저수위와 취수량 및 물넘이 게이트의 개도와 방류량과의 관계를 나타내면 그림 8.2.3과 같다.

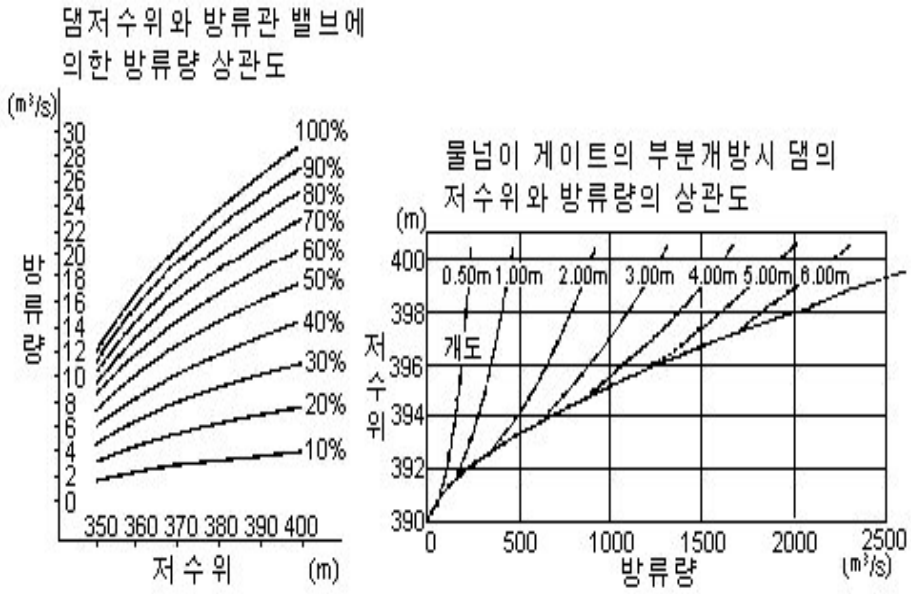


그림 5.1.4.2.3 방류관 밸브 및 물넘이 게이트의 개도와 방류량과의 관계

5.1.4.3 저류의 최고한도

(1) 저수지에서의 저류는 홍수시 일시적으로 유입수를 저류하는 경우를 제외하면 상시 만수위 이하로 한다.

① 댐 방재의 입장으로부터 댐 상시만수위를 확인하고 홍수시의 서차지수위(surcharge water level) 등의 특별한 경우를 제외하고는 저수지의 수위를 상시 만수위 이하로 유지하는 것을 규정하고 있다. 홍수시 하천 기능을 감쇄시키지 않도록 증가하는 유량을 서차아지 방식으로 조절하게 되어 있는 댐은, 홍수시 경과 후 저수지의 수위를 빨리 상시만수위까지 하강시킬 필요가 있다.

5.1.4.4 방류량의 증가방법

(1) 댐으로부터의 방류는 하류 수위에 급격한 변동이 일어나지 않도록 해야 한다.

① 댐으로부터의 방류는 홍수시에 급격한 대응해야 하는 경우를 제외하면 하류의 수위에 급격한 변동이 발생하지 않도록 방류량 증가 제한곡선도에 의해 실시한다. 단, 유입량이 급격히 증가하는 경우에는, 해당 유입량의 증가율의 범위에서 저수지로부터의 방류량을 증가시킬 수 있다.

가. 무해방류에 의한 대응

(가) 댐 방류에 의해 하류하천 수위가 급격히 증가하는 경우에는 인명 피해가 일어나지 않도록 방류량의 최대 변화량을 설정한다. 방류량 변화의 한도는 방류의 영향이 미치는 구간에서 가장 위험한 개소를 대상으로 약 30분에 30 ~ 50 cm를 목표로 한다.

(나) 방류량 증가 제한곡선도는 댐 방류량의 증가 비율의 최대 한도를 규정한 것으로 댐방류에 따른 하류하천 수위상승 비율이 30분에 30 ~ 50 cm 범위가 되도록 방류량과 일정시간 내의 방류량의 변화와의 관계를 나타낸 것으로 댐 조작의 기본이 된다. 또한, 방류량의 변화를 가능한 한 완만히 하기 위해서 방류량 증가 제한 곡선도에 있어 시간 간격을 10분간으로 짧게 하고 있다.

나. 증가율방류

(가) 댐으로부터의 방류는 하류수위에 급격한 변동이 발생하지 않도록 하는 것을 기본으로 한다. 그러나, 유입량이 급격히 증가하는 경우에는 조작규정에 단서사항을 설치하여 해당유입량의 증가율의 범위 내에서 방류량을 증가시키는 것을 용인하고 있다. 이 방류는 댐 유입량이 급증하는 경우에 댐안전 관리를 도모하는 긴급의 대응이다. 또 단서조건 방류에 의한 현재 유입변화율(d) 및 방류할 수 있는 한도량(Q_o)은 다음 식으로 구해진다.

$$\text{현재유입변화율 } (d) = \frac{Q_2 - Q_1}{\frac{Q_2 + Q_1}{2}} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (5.1.4.4.1)$$

Q_2: 현재유입량, Q_1: 일정시간 전의 유입량

$$\text{방류할 수 있는 한도량 } (Q_o) = Q_3\left\{1 + \frac{2(Q_2 - Q_1)}{Q_2 + Q_1}\right\} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (5.1.4.4.2)$$

Q_3: 현재방류량

5.1.4.5 물넘이 게이트 조작

(1) 댐으로부터의 방류는 방류관 혹은 물넘이 게이트로부터 실시하여 조작에 있어서는 안전성에 주의를 기울일 필요가 있다.

① 댐으로부터의 방류는 방류관 밸브 또는 물넘이 게이트 등에 의해서 실시된다. 하류하천의 유량 확보는 주로 방류관 밸브로 하며, 홍수시의 대응은 물넘이 게이트를 주체로 방류관 밸브를 병용하여 실시하게 되어 조작에 있어 안전성에 주의를 기울일 필요가 있다. 게이트 등의 기능 및 조작 제한은 다음과 같다.

가. 방류관 밸브

(가) 방류관 밸브의 조작은 평상시의 하류 하천유량의 확보에 이용되는 것이 일반적

이다. 그러나, 홍수시에도 물넘이 게이트를 조작하는 단계까지의 사이에서의 댐 유입량에 대응한 조작을 하게되고 방류초기의 대응으로서 방류량의 짧은 시간에 증가 혹은 방류량의 미조정 등의 조작에 매우 효과적이다.

나. 물넘이 게이트의 명칭

(가) 물넘이 게이트의 명칭은 게이트 조작 및 점검, 정비 등에 있어 착오가 없도록 명칭을 정할 필요가 있다. 댐 조작단계 및 게이트의 점검, 정비에서의 게이트 명칭의 착오는 중대한 사고를 일으키므로 이것을 방지하기 위한 통일된 명칭을 정한다. 이것은 물넘이 게이트를 조작하는 직원은 물론 댐 관리에 종사하는 종사자에 대해서도 주지를 철저히 할 필요가 있다.

다. 물넘이 게이트의 조작순서

(가) 물넘이 게이트로부터의 방류는 하류 하천에 대하여 안전하게 대처하는 것이 기본이며 조작방법에 따라 유입에 이상 사태가 발생하는 것도 생각할 수 있다. 따라서, 게이트 개폐순서, 방법, 1회 조작에 의한 개도(開度)의 제한을 정하는 것은 댐의 안정 조작상 매우 중요하다. 즉, 물넘이 게이트를 조작하여 방류하는 경우 한 개 혹은 일부분만의 게이트 개폐를 하지 않도록 규정하는 것으로 1회 조작에서 게이트 1개를 여는 정도를 정해 두고 전 게이트가 정해진 양만큼 열린 후에는 최초의 게이트로 돌아가 연다. 이와 같은 것을 반복함으로써 방류조작을 원활히 처리한다. 단, 유입량이 급증하고 있는 경우에서는 저수지 수위를 상시 만수위로 확보하기 위한 조치를 하지 않을 수 없다고 인정할 때에는 이 제한이 없다.

라. 물넘이 게이트 개폐의 제한

(가) 홍수시 게이트의 개폐폭은 하류하천의 수위변동 등에 미치는 영향이 크고, 과도한 개폐로 조작한 경우에는 하류하천으로의 유입량이 일시적으로 증대하여 급격한 수위변동을 일으키고, 편중된 방류가 하류 하천의 흐름을 교란시켜 피해 발생을 일으키는 경우가 많다. 따라서 각각의 게이트의 1회 개폐의 움직임이 일정치를 넘지 않도록 제한하는 것에 의해 저수시로부터의 안정된 방류가 되도록 한다.

마. 물넘이 게이트의 시동간격

(가) 홍수시 댐 방류에 있어 게이트 조작의 시동에 가장 주의가 요망된다. 게이트 조작이 순조로울 때는 문제가 없지만, 댐 저수위가 높고 댐으로의 유입량이 급증하고 있는 경우에는 복수의 게이트를 연속적으로 운전하게 되어 사고를 일으키는 경우가 많다. 그러므로 게이트의 시동 간격에 제한을 두어 원할한 게이트 조작을 하여 기계적, 전기적으로 과부하가 걸리지 않도록 1 개의 게이트가 시동한 후에 다른

게이트를 조작한다. 한편, 이 간격은 해당 게이트 혹은 동력 설비에 따라 다르지만, 일반적으로 30초가 바람직하다.

바. 조작의 제한

(가) 방류관 밸브나 물넘이 게이트는 아래 사항에 해당하는 경우 혹은 댐의 물넘이, 방류관의 점검정비를 위해 필요한 경우를 제외하고는 개폐해서는 안 된다.

㉮ 하류에서 하천의 사용을 위하여 필요한 하천유량을 확보하는 경우
㉯ 상시만수위를 확보하는 경우
㉰ 홍수시에 저수지로부터 방류하는 경우
㉱ 댐 기타 저수지내의 시설 혹은 공작물의 점검이나 정비가 필요한 경우
㉲ 긴급을 요하는 부득이한 사유가 발생했을 경우

5.1.4.6 댐 방류시의 관계기관에 대한 통지

(1) 댐 조작에 의하여 유입수를 방류하고자 할 때에는 이에 의한 재해를 방지하기 위하여 관계기관에 통보해야 한다.

① 물넘이 혹은 방류관으로부터의 방류(해당방류의 도중에 있어서 방류량의 큰 증가에 의하여 하류에 피해를 생길 위험이 있는 경우를 포함함) 개시의 적어도 한 시간 전에는 댐 방류수가 통과하는 지역을 관할하는 시·도지사, 댐 방류에 의하여 하천의 수위변동에 영향을 미치는 하천구역에 인접한 시장·군수, 해당 지역을 관할하는 관계 경찰서장 및 하천관리청에 대하여 방류일시, 예정방류량 등을 통지하는 적절한 조치를 취해야 한다.

가. 관계기관에의 통지 및 내용

(가) 관계기관에의 통지는 댐 하류지역의 수해방지를 확보하는데 있어서 매우 중요한 것으로 관계자와 충분한 협의를 한 후 의견을 수렴하여 구체적으로 통지 방법 및 내용을 정한다. 기상·수문의 관측 결과, 해당 댐의 조작상황, 앞으로의 전망 등에 대한 정보 연락이 신속하고 정확히 이루어지도록 노력해야 한다. 방법으로서 통지양식 등을 인쇄하여 배포해 두면 연락 방법을 보다 효과적으로 수행할 수 있다.

(나) 통신시간을 단축을 시키며 여유를 가진 방류 체제를 정비하기 위해 통지 전에 분할 통신 체제를 확립해 두는 것도 중요하다.

(다) 또한, 댐 방류에 의해 발생하는 위험을 방지하기 위하여 관계 시·도지사, 시장·군수, 경찰서장 및 하천관리청에 대한 통지는 댐을 조작하는 날짜 외에 댐 조작에 의한 방류량 또는 댐 조작에 의해 발생하는 하류수의 상승의 예상 등을 표시하는 것이 필요하다.

나. 통신체계의 확립

(가) 관계기관에 대한 통지는 전화를 활용하는 경우가 많으나, 전화는 태풍 등의 이상 기상시에는 통신 회선의 용량부족, 통신시설의 재해 등에 의해 통지 불능이 되는 경우가 많으므로 예측하기 어려운 사고 등을 고려하여 폭풍이나 홍수에 의해 재난을 입지 않도록 통신체계를 확립하는 것이 요망된다. 본 통지에 관련된 조치는 일반에의 주지를 위한 조치와 함께 댐 관리상 중요한 것이므로 미리 통신 연락 체계도를 작성해 둘 필요가 있다.

5.1.4.7 댐방류시 일반인에게 알리는 조치

(1) 댐 조작에 의해 유수의 변동이 발생하는 경우에는 일반인에게 주지시켜 댐 방류에 의한 재해가 발생하지 않도록 한다.

① 댐 설치자는 댐을 조작하는 것에 의해 유수의 상황이 크게 변화된다고 인정될 때는 댐 방류에 의한 피해를 방지하기 위하여 미리 관계 시·도지사, 시장·군수, 경찰서장에게 통지하는 동시에 일반에게도 주지시키는 조치를 취해야 한다. 수영이나 낚시, 캠프, 모래채취 등을 하고 있는 사람들이 위험을 알고 충분한 여유를 가지고 대피하기 위한 조치를 실시할 필요가 있다. 사이렌, 경종, 확성기 등으로 일반인에게 위험을 주지시킨다.

② 일반에의 주지는 댐 지점으로부터 특정 지점까지의 특정 구간에 대하여 정해지게 되지만, 댐으로부터의 방류의 정도에 따라 하류수위에 대한 영향을 검토하고 6.4.2의 댐 조작 규정에서 정한 바에 따라 위치를 결정하고 철저하게 주지시킨다.

③ 일반에 주지시키는 조치는 게시판, 사이렌, 경종, 확성기 등으로 실시한다.

가. 게시판에 의한 주지

(가) 게시판에 의한 주지는 해당 주민이나 지역에 익숙한 사람에 대해서는 효과적이나 외래인 에 대해서는 효과가 없는 면이 있다. 그러나, 설치 장소에 따라 효과가 증대하므로 자동차 등의 진입하게 쉬운 곳을 비롯해 어린이들이 물놀이나 고기잡이를 하는 장소를 선택하여 설치한다. 내용은 어린이들이 쉽게 이해할 수 있도록 하고 해당 하천의 특징, 강우, 증수상황 등에 대하여 설명하는 동시에 사이렌, 경종에 의한 경고 내용을 게시하는 것에 의해 방류에 대하여 이해를 시키는 것이 필요하다.

나. 사이렌에 의한 주지

(가) 사이렌에 의한 주지는 댐 지점 및 하류 지역으로 나누어 실시한다. 댐 지점에 설치된 사이렌에 의한 경고는 댐 방류 개시 약 수 십분 전에 수 십분간, 또한

댐 지점 이외에 설치된 사이렌에 의한 경고는 댐 방류에 의해 해당지점의 수위 상승이 개시되기 약 수 십분 전에 수십분간으로 정한다. 사이렌 방법에 대해서는 게시판 등에 일반인에게 충분히 주지시켜 둔다.

다. 확성기에 의한 주지

(가) 확성기에 의한 주지는 게시판이나 사이렌에 의한 경고로는 효과적이지 못한 외래자에게 적합하며, 방류 및 하천수의 상승의 정도 등으로 가능한 한 위험한 상황을 주지시키는 것으로 하천수위 상승 15분전에 실시한다. 한편, 하천에 들어간 사람을 포함하여 확실히 주지시키기 위해 하천변을 따라 경보차(警報車)를 주행시켜 위험 구역에 들어있는 사람들에게 철저히 주지시킬 필요가 있다. 또한, 주지를 위한 조치로서 경보 내용, 경보차의 순회경로, 시간적 조건 등이 들어있는 경보계통도를 작성해 두는 것도 필요하다.

라. 일상활동에 의한 주지

(가) 댐 방류시 위험방지를 인식시키기 위하여 다음 사항에 대하여 일상적인 주지 활동을 하는 것이 효과적이다.

㉮ 해당하천에서의 강우량과 하천유출 특성에 관한 사항

㉯ 수영, 낚시, 캠프 등 외래자에 대한 해당 하천의 특징에 관한 사항

㉰ 기타 댐 방류에 관한 사항

(나) 또한, 방류시의 경보에 관한 설명회, 홍보 등에 의한 계몽시키는 것도 하류지역 주민으로부터 방류에 관하여 협력을 얻는데 효과적이다.

5.1.4.8 홍수주의보 단계의 조치

(1) 홍수주의보 단계는 홍수예보를 발령하는 지점의 수위가 경계홍수위를 초과할 것이 예상되는 경우에 발령한다. 홍수주의보 단계에는 댐을 적절히 관리하기 위해 요원의 확보, 기상 수문자료 수집, 하천관리청에의 통보, 관리에 필요한 기계류 및 자재의 점검 및 정비, 유입량의 예측 및 조작 등의 조치를 취해야 한다.

(2) 홍수예보는 홍수주의보와 홍수경보로 구분한다.

① 홍수주의보 단계는 댐 상류 유역에 호우주의보(일 예상 강우량 80 mm 이상)가 발령되어 홍수가 발생할 염려가 있는 때로부터 홍수경보 단계에 들어갈 때까지 혹은 홍수경보가 해제된 시기부터 홍수주의보가 해제되어 홍수가 발생할 염려가 없다고 판단할 때까지의 기간을 말한다.

② 홍수주의보 단계에는 요원을 확보하면서 기상·수문 관측, 유입량 예측, 하천관리청 등에의 통보, 댐 조작을 위한 기계기구의 점검, 정비 등을 실시함으로써 댐의 관리체계를 강화해야 한다.

③ 더욱, 예비 방류가 홍수주의보 단계만으로 소정의 예비방류 용량을 확보하기 어려운 댐에서 사전 방류가 필요한 경우에는 홍수경보 단계 시에 규정된 조치를 용이하게 하기 위해 필요한 유량을 댐으로부터 방류한다.

④ 홍수주의보는 홍수예보를 발령하는 지점의 수위가 계속 상승하여 경계홍수위(수위가 더 이상 상승하면 제방·수문·교량 등에 대한 경계가 필요한 수위로서, 계획홍수량의 100분의 50에 해당하는 유량이 흐를 때의 수위를 말한다)를 초과할 것이 예상되는 경우에 발령한다.

가. 요원의 확보

(가) 홍수 발생단계에 댐이나 저수지를 적절히 관리할 수 있는 요원을 확보한다.

나. 기상 수문자료의 수집

(가) 기상 수문에 관한 정보 수집은 예비 경계시 대응 기본이 되기 때문에, 정확·신속히 파악하는 것이 필요하다.

(나) 기상 수문 관측은 평상시는 1일 1회의 관측이 통례지만 예비경계시가 되면 관측시간을 대폭 단축하여 1시간마다 경우에 따라서는 더욱 시간을 단축하는 것이 필요하다.

다. 유입량 예측

(가) 홍수기에 큰 강우가 올 것으로 예상되는 경우, 그 강우에 따른 댐으로의 유입량을 예측하고 댐의 저류가능 용량에 따라 방류의 가부, 시간경과마다 방류량과 방법 등을 확립해야한다.

라. 하천관리청에의 통보

(가) 댐 관리자는 하천관리청에 홍수주의보 단계에 들어간 것을 댐 조작규정에 기초하여 통보함과 동시에 기상 수문관측 결과 및 해당 댐의 조작상황을 합하여 보고한다.

(나) 기상·수문 및 댐 조작 상황에 관한 보고는 다음 사항에 대하여 행한다.

㉮ 관측지점에서의 시간 우량, 누가우량, 저수지의 유입량 및 저수위

㉯ 방류예정 시각, 예정 방류량, 게이트의 조작상황 등

마. 기계류의 점검 및 정비

(가) 댐 조작에 관계되는 기계기구, 관측시설, 통보시설, 경보시설 등에서 예비 경계시에 대응으로서 다음과 같은 것을 점검하고 정비할 필요가 있다.

㉮ 수전(受電)설비 : 수전(受電)설비, 조명설비, 배선 등

㉯ 예비 발전기 : 엔진 및 발전기 작동, 연료오일, 냉각수, 절환장치 등
㉰ 개폐기구 : 원동기, 주동력의 작동조건 등
㉱ 물넘이 게이트 (물넘이 게이트의 작동조건 확인)
• 댐저수위가 마루(堤頂, crest)보다 낮은 경우의 게이트 작동
• 댐저수위가 마루보다 높은 경우 클러치 레버의 중립에 의한 작동
㉲ 관측시설의 관계 : 우량계, 수위계의 작동
㉳ 통신설비 관계 : 전화, 무선 전화의 통화
㉴ 경보시설 관계 : 경보시설(사이렌)의 작동
㉵ 경보차의 작동 및 부속시설

바. 댐 기록에 관한 기록의 작성

(가) 댐 관리자는 홍수 발생단계의 댐 조작에 관한 기록을 작성하고 보관하며 후일 참고하는 것에 의해 댐의 원활한 관리운영을 도모한다. 또한, 홍수가 발생하거나 발생할 위험이 생겼을 때부터 홍수가 지나가 다시 발생할 염려가 없게 된 때까지 행한다. 작성내용은 다음과 같다.
㉮ 시우량 및 누계우량(한 시간마다 기록한다)
㉯ 저수지 상류 또는 댐 하류에 수위계가 설치된 때에는 해당 지점의 수위 및 유량(한 시간마다 기록한다.)
㉰ 저수지 수위, 게이트의 개도, 방류량 및 저수지의 유입량(한 시간마다 또는 게이트 조작에 맞춰 조작한다.)
㉱ 하천법 제 15조의 규정에 의해 통지 및 일반에게 주지시키는 조치에 관한 사항
㉲ 기타 참고할 만한 사항

5.1.4.9 홍수경보 단계의 조치

(1) 홍수경보 단계에는 기상, 수문의 정보 수집에 노력하고 유입량을 예측하여 댐 방류에 대처해야 한다.

① 홍수경보 단계는 댐 상류 유역에 호우경보(일 예상 강우량 150 mm 이상)가 발령되어 홍수가 발생할 염려가 크다고 판단되는 시점으로부터 홍수경보가 해제된 시점까지의 기간에서 홍수발생 단계를 뺀 기간을 말한다.
② 홍수경보는 홍수예보를 발령하는 지점의 수위가 위험홍수위(경계홍수위를 초과하여 제방·수문·교량 등의 붕괴 위험이 예상되는 수위로서 계획홍수량의 100분의 70에 해당하는 유량이 흐를 때의 수위를 말한다)를 초과할 것이 예상되는 경우에는 발령한다.
③ 홍수경보 단계는 홍수주의보 단계보다 요인의 배치 등에 유의하고 기상 수문 정보의 수집을 강화하고, 최대 유입량 및 유입량의 시간적 변화를 예측한다. 이 예측 결과를 활용하여 방류시 관계기관에 통보하는 동시에 일반에게 주지시켜야 한다.
④ 방류하는 경우에는 댐 방류에 관련한 기록을 작성하며 실시해야 한다.

가. 요원의 배치

(가) 기상청이나 기상대로부터 홍수경보가 발령되어 댐 관리자가 홍수 발생이 있다고 판단될 때에는 기상 수문의 관측시간 간격에 의한 정보의 수집, 수집된 자료에 의한 유입량 예측 및 저수위 시간적 예측 혹은 방류시의 대응, 댐 관리에 있어 가장 인원이 필요할 시기와 인원 배치에 유의할 필요가 있다.

나. 기상, 수문 자료의 수집

(가) 기상수문관측에 있어 홍수주의보 단계에 이어 실시하는 것으로 정확한 데이터가 필요하다. 댐으로의 유입량을 정확히 파악하기 위해서는 관측시간 간격을 줄일 필요가 있다.

다. 하천관리청에의 통보

(가) 홍수경보 단계의 조치로서 하천관리청이나 시·도지사 등 관계기관에 홍수 경보 단계에 들어온 것을 통보함과 동시에 매 정시마다 댐의 조작상황 혹은 유입량이 홍수경보 유량(댐으로의 유입량이 계획 홍수량의 70 %에 달한 경우), 혹은 최대 유입량에 달한 유입량 및 시각에 대하여 보고한다.

라. 기계류의 점검 및 정비

(가) 홍수경보 단계에 방류를 개시하고 있는 댐에는 기계기구 관측, 통신, 경보의 각종 시설에 대하여 작동상황을 확인한다. 또는 방류검토 중의 댐에 대해서는 계속하여 점검, 정비를 실시한다.

마. 댐 조작에 관한 기록 작성

(가) 홍수경보 단계에는 시에는 기상 수문의 관측데이터 및 댐 조작 상황 등에 대하여 기록하는 것이 기상수문의 관측자료는 매 정시 데이터를 혹은 댐으로의 유입량이 최대로 도달한 유입량 및 시각을 기록하는 동시에 관계기관에 보고 혹은 하류역에 대한 통지 등을 기록할 필요가 있다.

바. 댐으로부터의 방류

(가) 홍수경보 단계에는 예비방류계획을 설정한 댐에 있어서는 댐을 조작하는 것에 의하여 예비방류수위에 접근시키고 예비방류 계획을 하고 있지 않은 댐에 대해서는 방류하거나 방류결정에 대한 판단을 행한다.

㉮ 예비방류계획이 설정되어 있는 댐.

- 예비방류계획은 홍수시 댐조작의 곤란성을 파악하고 미리 용량을 비워둔다.
- 댐 저수위가 예비방류수위보다 높을 때에는 댐으로의 유입량이 홍수량이 될 때까지의 시간에 예비방류수위에 접근시킨다. 저수위가 예비방류수위와 같게 된 시점에서 유입량에 상당하는 유량을 저수지로부터 방류한다.
- 댐 저수위가 예비방류 수위와 같을 때에는 유입량에 상당하는 유량을 저수지로부터 방류한다.
- 댐 저수위가 예비방류 수위보다 낮을 때에는 저수지로부터 유입수를 방류하거나, 저수지에 유수를 저류하고 저수위가 예비방류 수위와 같게 된 시점에서 유입량에 상당하는 유량을 저수지로부터 방류한다.

㈏ 예비방류가 설정되어 있지 않은 댐.

- 예비방류가 설정되어 있지 않은 댐에서는 유입량에 상당하는 유량을 저수지로부터 방류한다. 저수지로부터의 방류에 있어서는 하류수위에 급격한 변동이 없도록 방류하는데, 유입량이 급격히 증가하고 있는 경우에는 해당 유입량의 증가율의 범위에서 저수지에서 방류하고, 홍수에 들어간 단계에서는 가능한 빨리 유입량에 상당하는 유량을 댐으로부터 방류한다.

5.1.4.10 홍수 발생단계의 조치

(1) 방류계획을 기초로 한 댐으로부터의 방류는 안전한 방류가 되도록 하는 동시에, 하천관리청이나 시·도지사 등의 관계기관에게 통보하고 일반인에게 철저히 주지시킨다. 또한, 하류 유역을 충분히 고려하여 조작에 관한 기록 등을 작성해야 한다.

① 홍수발생단계는 실제로 홍수가 발생하여 저수위가 이상홍수위에 접근하거나, 하류하천 수위가 위험수위에 육박하는 단계를 말한다.

② 홍수발생단계 조치로서 기상 수문에 관한 정보 및 데이터의 수집, 댐으로의 최대 유입량, 댐 저수지의 예측 등을 행하여 댐으로부터 안전한 방류가 되도록 하게 하는 동시에 하천관리청 등의 관계기관에 통보하고 댐 조작 상황 등에 대하여 보고한다. 더욱 일반인에게는 철저하게 주지시키며 댐 조작에 관한 기록을 작성한다.

가. 저수지로부터 방류하고 저수지에 유입수를 저류한다.

(가) 저수지로부터의 방류는 하류 수위의 급격한 변동이 생기지 않도록 최소 한도로 한다.

나. 하천관리청에의 통지

(가) 하천관리청 등 관계기관에 대하여 홍수 발생단계라는 것을 통지하는 동시에 매 시각마다의 댐 조작 상황 및 댐으로의 유입량이 경계홍수량의 50 %에 달한 경우와 최대유입량에 달한 경우의 유입량 및 시각에 대하여 보고한다.

다. 댐조작에 관한 기록 작성

(가) 홍수경보 단계부터 계속하여 기상 수문의 관측자료 및 댐 조작 상황에 관하여 기록한다. 기상 수문의 관측자료는 정시마다의 자료, 댐으로의 유입량이 계획홍수량의 50 %에 달한 시각, 댐으로의 유입량이 최대에 달한 유량 및 시각에 대하여 기록한다. 또한 관계 기관에 보고 혹은 하류역에 대한 통보에 대해서도 기록한다.

5.1.4.11 홍수처리 단계의 조치

(1) 홍수처리 단계에는 기상, 수문 등을 충분히 검토하여 댐 저수위의 조정에 노력해야 한다.

(2) 홍수처리 단계는 홍수발생 단계가 끝난 시점으로부터 홍수경보단계가 해제될 때까지의 기간, 혹은 홍수경보단계가 해제되지 않고 저수지에 유입량이 다시 증가하여 홍수발생단계에 들어갈 때까지의 기간을 말한다.

(3) 홍수 처리 단계에서 예비방류 계획이 있는 댐에 있어서 2개 이상의 피크를 갖는 홍수가 예상될 때에는 첫 번째 피크가 경과한 후, 다음의 홍수에 대비하여 홍수시에 저류된 유수를 빨리 방류하여 저수위를 예비방류수위까지 저하시킨다.

(4) 한편 예비방류계획이 없는 댐에서는 홍수복구 단계의 저수위는 상시 만수위와 같도록 한다. 현재의 댐저수위가 상시만수위보다 높은 경우에는 상시 만수위로 만들며, 현재의 댐저수위가 상시 만수위보다 낮은 경우에는 유입수를 댐에 저류하면서 댐방류를 실시하여 상시만수위가 확보되도록 노력한다. 댐저수위가 상시 만수위와 같게 된 시점에서는 유입량에 해당하는 유량을 댐으로부터 방류한다. (그림 6.4.4).

5.1.4.12 물넘이 게이트가 없는 댐

(1) 홍수시의 댐 관리는 기상 및 수문 상태의 파악하는 동시에 하류 하천에 적절한 조치를 강구한다.

① 관리규정 등의 작성

가. 하천법 23조에 의하여 댐 등 관리에 관한 기록을 작성하여 설치하고 관리청의 요구가 있는 때에는 지체없이 이를 제출해야 한다. 그러나, 댐 조작규정은 주로 홍수시의 적정한 댐 관리를 도모하기 위한 것이라는 관점으로부터 댐 조작이 없는 댐에 대하여 조작 규정을 작성할 필요가 없는 것으로 운영되어 오고 있다. 그러나, 하류 하천 등의 상황을 고려하여 작성하는 관리규정에 있어 홍수 경보 단계 등의 조치에 관해서는 명확히 할 필요가 있다.

② 홍수발생 단계 등의 조치

가. 물넘이 게이트를 갖고 있지 않는 댐에서도 물넘이 게이트를 갖고 있는 댐의 항목에 준하여 필요한 조치를 강구해야 하며 특히, 이하의 사항에 대하여 유의할 필요가 있다.

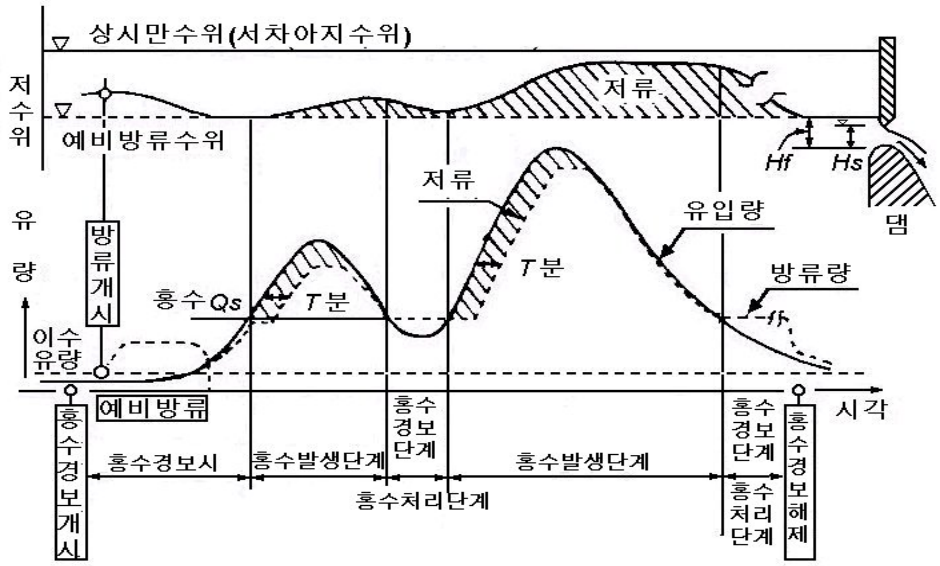


그림 5.1.4.12.1 홍수시의 체제 설명도

(가) 경보 구간의 설정

㉮ 물넘이 게이트를 갖고 있지 않은 댐에서 홍수시에 문제가 되는 것은 갈수 혹은 이수 공급을 위하여 저수위가 매우 저하하고 있는 경우에 홍수가 유입하여 수위가 상승하고 물넘이로부터의 방류개시 시각과 홍수피크가 합치된 경우 등에는 돌연 물넘이로부터 상당량의 방류가 생기므로 이것을 충분히 감안하여 하류 하천수위 상승 속도가 30 ~ 50 cm/30분을 넘지 않는 검토를 하고 경보 구간을 설정할 필요가 있다. 주지 구간의 설정 방법은 6.4.2에 준한다. 하류 하천의 수위 상승속도가 30 ~ 50 cm/30분 이하라도 댐 하류에 필요한 경고를 주지시킬 수 있도록, 최저 댐 지점에는 경보시설을 설치한다.

(나) 경계체제

㉮ 홍수시에는 현재의 우량과 유입량으로부터 저수위의 상승 속도, 만수면에 달하는 시각, 그 때의 방류량을 예측하여 필요한 경우에는 하류 하천에 경계 체제를 취한다.

(다) 홍수시 연락체제

㉮ 물넘이 게이트가 없는 댐에도 하천관리청, 관계 시·도지사, 시장·군수·구청장, 경찰서장 중, 비상시 필요로 하는 기관에 대하여 전화를 이용하고, 정확·신속

하게 필요한 통보가 이루어질 수 있도록 통신망을 정비하여 둔다. 특별히 필요한 경우 이외에는 전용전화의 신설은 고려하지 않는다.

5.1.4.13 홍수관리기준 강화에 따른 기설 댐의 시설 보강

(1) 홍수관리기준이 강화됨에 따라 기설 댐의 홍수배제 능력을 검토하여 시설을 보강한다.

① 100년 빈도 설계홍수량의 기준강화

가. ' 82년 이전 100년 빈도 설계홍수량으로 설계된 필댐은 200년 빈도×1.2배 이상으로 증축 보강한다.

② 인명과 재산피해가 큰 필댐의 PMF에 의한 설계홍수량

가. 붕괴시 인명과 재산에 큰 피해가 예상되는 기존 필댐, 일정규모(예 : 유역면적 2,500 ha, 저수용량 500만 m3)이상인 기존 필댐에서는 가능최대홍수량(PMF)에도 안전하도록 댐체와 물넘이 단면을 확장, 보강할 수 있다.

나. 이 경우, 하류지역 홍수피해를 줄이기 위하여 홍수조절용량을 저수용량에 추가로 포함하여 확보할 수 있다.

다. 참고로 2001년 현재, 홍수조절용량을 저수용량에 추가로 포함하여 댐체와 물넘이 단면을 확장해야할 대상 저수지 현황은 기존 필댐 49개소(전체 3,290개소 중 1.5 %)와 건설중인 댐 12개소(전체 155개소 중 8 %) 정도이다.

③ 필댐의 홍수조절을 위한 물넘이 수문 설치

가. 홍수조절용량을 별도로 확보하지 않은 저수지중 하류부에 도시나 집단주거, 공공시설 등이 있어 유사시 침수로 인명피해가 예상되거나 지형적인 여건에 따라 과거 집중호우가 자주 발생하는 지역은 이상 홍수에 대비하여 사전 수위조절을 위한 비상 수문 등 방류시설을 설치할 수 있다.

나. 참고로 2001년 현재, 저수용량 500만 m3 이상이며 별도의 홍수조절용량이 없고 수문이 없는 기존 필댐은 32개소(전체 52개소 중 62 %)이며, 건설중인 필댐은 12개소(전체 15개소 중 80 %)로 수위조절용 수문을 설치할 수 있는 대상 저수지이다.

④ 홍수기 제한수위 설정과 홍수 예·경보 시스템 구축

가. 수문이 있는 필댐의 경우, 홍수유입량 관측시설, 수위계측시설, 홍수위험경보 시설

등 원격 관측/제어(TM/TC) 시설에 의한 홍수 예·경보시스템을 도입하여 홍수피해를 사전에 대비할 수 있도록 보강한다.

나. 홍수조절용량을 별도로 확보하지 않은 저수지는 홍수기 제한수위를 설정하여 홍수조절을 할 수 있다. 저수지 수위관리는 하천법 제38조 규정에 의한 댐 관리 규정을 별도로 작성하여 지자체의 승인을 받아 관리하도록 되어 있다. 따라서, 홍수기 제한수위는 댐 관리 규정에 따라 설정하여야 한다. 다만, 유효저수량의 70 ~ 80 % 수준에서 설정하는 것을 참고한다.

⑤ 수리모형시험 실시

가. 일정 규모(예 : 설계홍수량 500 m3/s 수준) 이상인 기존 필댐의 물넘이는 수리모형실험을 통하여 방사류부 공동현상에 의한 구조물 파손과 감세공의 적정규모, 댐 붕괴시 하류 침수피해를 예측하여 이에 안전하도록 보강한다.

⑥ 이상 호우를 고려한 설계강수량

가. 기존 필댐이 있는 지역에 최대홍수량 또는 설계빈도 이상의 강수량이 발생하였을 때, 그 강수량을 포함하여 상향조정된 설계강수량으로 설계홍수량을 추정하여 이에 안전하도록 댐체와 물넘이를 확장, 보강한다.

⑦ 외측사면부 석력재 보강

가. 일정규모(유역면적 2,500 ha 저수용량 500만 m3)이상의 기존 필댐에는 호우시 사면붕괴를 방지하기 위하여 외측사면부 성토를 석력재로 보강한다.

5.1.5 환경관리

(1) 저수지의 환경관리에는 수온관리, 수질관리, 퇴사관리, 생태계관리, 경관관리, 수림대(樹林帶)관리, 주변감시 등이 있다.

5.1.5.1 수온관리

(1) 저수지로부터 취수(방류)하는 경우에는 비교적 수온이 높은 표층으로부터 취수하여 농작물에 냉수온 장애가 발생하지 않도록 해야 한다.

① 댐으로부터 취수(방류)하는 경우에는 취수 수온이 댐으로의 유입수온보다 낮은 냉수현상이 발생하므로 비교적 수온이 높은 표층에서 취수하는 경우가 많다. 이를 위해 적정한 수심에서 취수할 수 있는 구조로 만들 필요가 있다.

② 저수지로부터 관개용으로 취수(방류)하는 경우 취수의 수온관리가 필요하다. 저수온의

저수를 공급하여 하류나 수혜지구 등에 악영향을 미치지 않도록 한다. 벼의 생육상 적당한 수온은 30 ~ 34℃로 이것보다 저하하면 수량은 감소한다. 그러나 논안에서 수온은 비교적 단시간 내에 상승하므로 논에 들어가는 용수의 수온은 25℃ 정도이면 문제가 없다.

가. 냉수현상

(가) 하천에 저수지가 축조되면 댐으로 유입되는 수온과 댐에서 방류되는 수온이 차이가 난다. 이것은 저수지의 수온분포와 취수구 위치와의 관계에 의해 생기는 현상이다. 냉수현상이란 봄으로부터 가을에 걸쳐 저수지의 수온 성층이 형성되면서 따뜻한 유입수는 표층 부분을 흐르고 방류구가 중저층인 경우에 비교적 수온이 낮은 중저층으로부터 취수되기 때문에 방류수온이 유입수온에 비하여 낮게 되는 현상을 말한다.

나. 냉수대책

(가) 냉수대책으로는 표면취수 설비 혹은 선택취수 설비가 유효하다. 일반적으로 성층부의 표층 수온은 유입하천의 수온보다 상당히 높으므로 냉수만으로 문제가 된 경우는 표면취수 설비를 설치하여 표층수를 취수하는 것으로 해결된다(그림 5.1.5.1.1). 기타 탁수의 장기화, 부영양화 등이 문제되는 경우에는 수질상황을 판단하여 적절한 깊이에서 취수할 필요가 있고 이 경우 임의의 수심으로부터 취수할 수 있는 선택적 취수설비의 설치가 바람직하다.

(나) 또한 깊은 저수지의 물을 관개용수로 사용하는 경우에는 선택 취수장치가 필요하다. 표층의 높은 온도의 물만을 방류하는 경우에는 역으로 난수화(暖水化)의 장애가 일어날 가능성이 있어 주의가 필요하며, 경우에 따라서는 생태계 보전(예를 들면 하류에 서식하는 특정의 어류보호)를 위해 저온의 물을 방류할 필요가 있다.

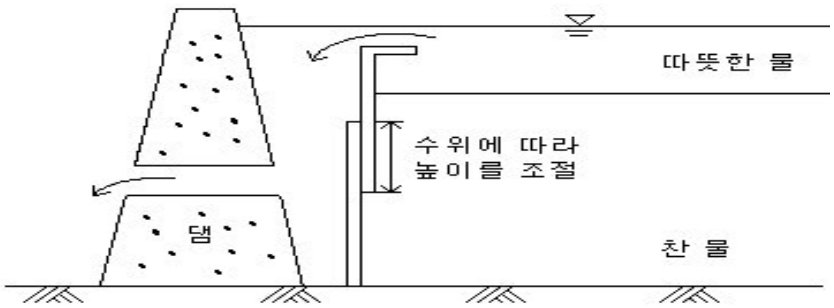


그림 5.1.5.1.1 저수지의 선택 취수 장치

5.1.5.2 수질관리

(1) 저수지 수질은 농업용수의 수질 기준을 만족할 수 있도록 관리해야 하며, 수질이 저

하하여 문제가 생기는 경우에는 집수유역 내의 오염원에 대한 발생원 대책이 필요하다.

① 저수지 수질관리는 취수 방류수의 수질의 확보뿐만 아니라 저수 그 자체의 수질의 악화를 방지하기 위하여 필요하다. 저수지 완공 직후에는 수몰지 내를 청소하여 잔류물에 의한 수질악화를 방지해야 한다. 댐 건설에 의한 대규모 저수지가 출현한 경우, 하천의 유수가 체류되는 것에 의하여 탁수(濁水) 장기화 현상, 부영양화 현상이 발생할 수 있으므로 이에 대한 대책이 필요하다.

가. 농업용수 수질기준

(가) 농업용수 수질기준으로 환경정책 기본법에 규정된 수질환경기준의 IV 등급을 채택하고 있다(표 5.1.5.2.1). 관리해야 할 수질 항목으로서는 pH, 화학적산소요구량(COD), SS(부유물질량), 용존산소(DO), 총질소(TN), 총인(TP) 등의 부영양화의 지표가 될 항목이 중요하다. 이 외에 필요에 따라서 중금속이나 미량요소의 농도가 중요하다.

표 5.1.5.2.1 농업용수 수질기준 (호소)

항 목	기 준
pH (수소이온 농도)	6.0~8.5
COD (화학적 산소요구량)	8 mg/L 이하
SS (부유물질량)	100 mg/L 이하
DO (용존산소)	2 mg/L 이상
T-N (총질소)	1 mg/L 이하
T-P (총인)	0.1 mg/L 이하

나. 저수지의 수질현상

(가) 댐 건설에 의한 대규모 저수지가 출현한 경우 하천의 유수가 체류하는 것에 의하여 수리학적 변화가 생겨 댐 건설 전과는 다른 수질환경을 나타낸다. 그 결과로 생기는 중요한 수질현상으로서 탁수(濁水) 장기화 현상, 부영양화 현상이 있다. 이 중 부영양화 현상이 큰 문제가 되고 있다.

㉮ 탁수 장기화 현상

• 저수지의 탁수 장기화는 일반적으로 홍수시에 유입한 탁수가 저수지 내부에 혼합 저류되어 홍수 후에는 서서히 방류되는 것에 의하여 댐 건설전에 비하여 홍수 후 하류하천이 탁해지는 기간이 장기화되는 것을 말한다. 이와 같은 현상은 저수지의 연회전율이 크고 물의 교체가 빠른 혼합형 저수지에서는 적고 저수지의 연회전율이 작은 성층형 저수지에서 자주 볼 수 있다.

㉯ 부영양화 현상

- 유역개발과 함께 저수지에 유입하는 영양염류의 양이 비약적으로 증대하면 생물생산이 활발하게되어 조류(식물성 플랑크톤)의 현존량이 높게 된다. 부영양화란 이와 같이 저수지의 생물생산성이 인위적으로 증가하는 것을 말한다.
- 하천과 같이 유속이 비교적 빠른 수역에서는 증식에 필요한 시간이 없는 상태로 유하하여 버리므로 조류의 대증식이라고 하는 형태의 부영양화는 나타나지 않는다. 그러나, 저수지와 같이 체류시간이 자연하천에 비하여 큰 수역에서는 온도, 일조 등의 조건이 좋으면 부영양화에 따라 조류의 대증식에 기인하는 담수적조, 녹조 등의 현상이 발생한다. 이런 현상을 부영양화라고 한다. 부영양화로 야기되는 문제로는 담수적조나 녹조에 의한 저수지 수면의 변색이나 정수장에서의 냄새, 응집 침전의 장애, 여과지 장애, 착색장애 등이 있다. 부영양화는 조류의 증가와 낮은 투명도를 나타내는데, 미국에서는 표 5.1.5.2.2과 같은 기준으로 호소의 부영양화를 판단한다.

표 5.1.5.2.2 미국 호소의 부영양화 지표

영양상태	클로로필(Chl-a) 농도 (μg/L)	총인 농도 (μg/L)	투명도 (Secchi depth) (m)
빈영양	< 4	< 10	> 4
중영양	4 ~ 10	10 ~ 20	2 ~ 4
부영양	10 >	20 >	< 2

- 조류 증식에 필요한 영양염류 중 어느 물질의 농도가 다른 물질의 농도에 비하여 상대적으로 낮을 때 다른 물질의 농도가 아무리 높아도 조류의 증식이 제한을 받는다. 이와 같은 경우 상대적으로 낮은 농도의 물질을 제한인자(limitimg factor)라고 부른다. 조류 증식에 필요한 영양염류 중에서 질소(N)와 인(P)이 가장 중요한 제한인자로서 특히 인이 제한인자로 되는 예가 많다.
- 조류의 평균적 원소구성비 중 N : P 비(Redfield 비라고 함)는 몰(Mol)비로서 16 : 1 이며, 중량비로는 7 : 1이 된다. Chaudani 와 Vighi (1974)는 N : P 비가 23 : 1 (중량비로 10 : 1) 이상이 되면 인이 제한인자가 된다고 보고하였는 바, 미국내 임의의 49개 호수 중 71 %는 인이 제한인자로 나타나고 있다.

다. 저수지 수질 관리의 종합화

(가) 수질 관리의 기본

㉮ 수질문제가 발생할 염려가 있는 경우 혹은 수질문제가 발생했거나 진행되고 있는 경우에는 수질대책을 실시하는 것이 필요하다. 수질문제 발생은 오염특성 등 유역의 자연적·사회적 조건에 크게 좌우된다. 따라서 오염물질의 저수지로의 유입부하량 저감을 제외한 저수지 및 유입하천에서의 대책만으로는 한계가 있고

유역 대책을 기본으로 하는 종합적인 대책이 필요하게 된다. 또한 동일 저수지에서의 탁수 장기화 현상과 부영양화 현상이 복합적으로 발생하는 경우에는 복수의 목적에 맞춘 수질 관리대책을 수립할 필요가 있다.

(나) 탁수 장기화 대책

㉮ 탁수 장기화 대책은 탁질(濁質) 발생 및 유송 저류 과정에서의 대책과 유역, 하천(계류) 및 저수지에서의 대책으로 구별된다. 탁질 생산량을 억제하여 탁수의 농도를 경감시키는 것이 기본적인 대책이다. 유역대책으로는 저수지 유역의 토사 붕괴 방지를 위한 보안림(保安林) 등에 의한 산림 정비, 산복공 등에 의하여 식생을 도입해야 하고, 치산대책이나 붕괴지가 많은 지역에서는 산사태 방지대책이 중요하다. 또한 유역의 난개발의 방지도 필요하다.

㉯ 계류대책으로서는 침식이나 토사의 운반을 억제하는 유로공이나 사방댐, 저수지 우회수로가 효과적이다. 저수지 내부대책으로는 선택취수 설비가 일반적이다. 또한 저수지 호안 비탈면 보전이나 유입부 퇴적 토사의 세굴방지 대책도 취할 수 있다.

(다) 부영양화 대책

㉮ 유역대책

- 부영양화 대책으로서 근본적으로 영양염류의 유입량을 저감할 필요가 있다. 따라서 기본적으로 오염부하 발생원을 대상으로 하는 유역대책(유역으로부터의 유입부하 저감에 대한 대책)을 실시하는 것이 가장 효과적이다.
- 저수지에서의 영양염류 유입부하량으로서는 가축분뇨 및 생활배수에 의한 비율이 높은 경우가 많다. 따라서 가축분뇨의 퇴비화, 고도의 하수처리시설을 설치하여 인의 배출부하량을 저감함으로써 인 농도를 저하시키고 조류의 양을 줄일 수 있다. 미국 대호수(Great lake)에서는 도시하수의 51 ~ 67 %를 처리함으로써 조류량을 크게 삭감할 수 있었다.
- 그러나 많은 경우 점오염원의 처리만으로 충분하지 않아 비점오염원의 제어도 필요하다. 농경지 표토로부터 유출되는 토사에는 다량의 영양염류가 포함되어 있어 표토의 유출을 방지하는 것이 중요하다. 비점오염원의 경우에는 시비량 저감이나 완효성 비료의 사용 등과 같은 시비관리나 절수 물 관리로 유출부하량을 줄여야 한다. 한편, 유역대책에는 대상으로 하는 오염원이 광범위하여 오랜 시간과 많은 투자가 필요하므로 필요에 따라 유역대책과 합한 저수지 내부 대책을 함께 취한다. 또한 저수지 유입구 근처에 인공습지, 저류지 등을 조성하여 유입하는 영양염류의 일부를 제거한다.

㉯ 유입부 및 저수지 내 대책

- 저수지로 유입하는 영양염류의 제거

하천으로부터의 질소나 인의 영양물질을 저수지에 유입하기 직전에 저감하는 방법이다. 이 방법에는 사상(絲狀)조류의 활용, 낙엽회수, 유입수 우회, 소홍수 저류 등이

있다.

- 사상(絲狀)조류의 활용: 사상조류가 증식할 수 있는 환경을 인위적으로 저수지 부근에 조성함으로써 평상시 유입하천의 무기성 질소 및 인을 사상조류에 흡수제거한다.
- 낙엽회수: 초기 유출수에 포함되어 있는 낙엽을 제거한다.
- 유입수 우회: 초기 유출수에 포함되어 있는 영양염류를 효율 좋게 흡수제거한다. 평상시에 질소나 인이 많이 포함된 유입지천 혹은 유입본천에 있는 유입수를 전량 혹은 일부를 저수지에 들어가지 않도록 우회시킨다.
- 소홍수 저류: 중소홍수의 초기 유출수에 포함된 무기성 질소나 인의 제거를 목적으로 초기유출수를 유입구의 습지에 저류시킨 후 녹조류나 규조류를 흡수시켜, 부유조류를 제거한 후에 방류한다.
- 저수지 내의 흐름 및 온도의 제어

  저수지 내의 흐름이나 수온분포를 제어하여 남조류나 편모조류가 표층에서 증식하기 어려운 환경으로 만드는 방법이다. 흐름 제어방법은 폭기(그림 5.1.5.2.1), 선택 유입, 선택방류를 결합시켜 저수지의 표층에 있는 온수이면서 수온분포가 균일한 순환혼합층을 수심 10 ~ 20 m 두껍게 형성시켜 표층에서 서식하는 남조류나 편모조류에 대한 영양염류나 빛을 제어한다. 또한, 온도제어 방법은 흐름제어 방법을 보완하는 것으로 열펌프에 의하여 순환혼합층의 수온을 상승시키거나, 유입하천 혹은 심층의 수온을 저하시켜 남조류나 편모조류가 이상증식하기 어려운 수온분포로 제어한다.



그림 5.1.5.2.1 저수지 내의 폭기 장치

- 저수지 내 부유조류의 제거

  유수지나 저수지에서 발생한 남조류나 편모조류가 이상 증식하여 녹조류나 담수적조가 되기 전에 부유(浮游)조류를 제거하는 방법이다. 경석(硬石)여과는 경석을 이용하여 부유조류를 여과하여, 자동화한 간편한 방법으로 경석층을 정기적으로 세정하는 것에 의하여 질소, 인의 용출이나 막힘이 생기지 않도록 반영구적으로 활용하는 것이 특징이다. 갈대정화 방법은 유수지 등에 있어서 부유조류가 이상 증식했던 호수

물을 갈대밭으로 효율적으로 통수시켜 부유조류를 제거한다.

- 생태계 제어 방법

생태계를 제어하여 부유조류가 이상증식하기 어려운 환경으로 만든다. 동물프랑크톤, 부착조류, 저생동물, 어류 등을 활용하여 부유조류의 증식을 억제한다. 이 방법은 생태환경관리와 수질환경관리를 결합한 것으로 앞으로 기술발전이 기대된다.

5.1.5.3 퇴사관리

(1) 저수지에서는 저수 능력을 감소시키는 토사의 유입을 최소화해야 하며 이를 위해서는 퇴사상황의 정기적인 파악 및 퇴사의 진행을 억제하는 대책을 강구해야 한다.

① 퇴사 관리에는 유입 토사의 억제, 퇴사의 제거, 퇴사의 배출 등의 대책이 있는데, 퇴사의 배출에는 배사문(排砂門)이나 배사관(排砂管)과 같은 장치가 필요하다.

가. 퇴사상황 파악

(가) 저수지의 퇴사상황을 파악하기 위해 정기적으로 퇴사상황을 조사할 필요가 있다. 퇴사는 저수용량을 감소시켜 이수 목적인 저류기능을 저하시킨다. 특히 최근에는 댐의 유입구 부근의 퇴사에 의한 하상 상승에 따라 홍수범위가 광역화하고, 담수에 의한 호안(湖岸)지형의 붕괴, 산사태 등을 유발시켜 댐 관리상 중요 문제가 되고 있다.

(나) 퇴사의 측정에 있어서는 퇴사측정을 위해 설치된 측점을 기준으로 횡단측량을 실시하여 퇴사의 형상 및 수량을 확인한다. 퇴사 측정시기는 저수지 이용현황이나 보고의 기간 등을 고려하여 적당한 시기를 정해 정기적으로 행한다.

나. 퇴사관리

(가) 저수지 내의 퇴사는 불가피하여 저수지 계획 혹은 설계 시에 퇴적할 용량을 확보해 두는데, 퇴사의 진행을 억제하는 것은 저수용량의 확보에 매우 중요하다. 저수지의 퇴사관리에는 다음과 같은 방법이 있다.

㉮ 유입토사의 억제

- 저수지에 유입하기 직전에 토사를 우회시켜 하류로 흘러버리는 방법이 있다. 또한, 저수지 상류에 침전지(settling basin)를 설치하여 토사를 퇴적시켜 저수지에 들어가지 않도록 한다. 침전지를 이용한 퇴사관리는 상류에 담수피해를 초래할 수 있으므로 주의가 필요하다. 또한, 상류유역의 산림 및 토양보전을 실시하여 토사의 유출을 경감시킨다.

㉯ 퇴사의 제거

- 저수지에 쌓인 퇴사를 준설하거나 굴착하여 인위적으로 제거한다.

㉰ 퇴사의 배출

- 저수지로부터 물의 흐름을 이용하여 퇴사를 배제한다. 댐 본체에 배사문(排砂門)이나 배사관(排砂管)이라고 하는 토사를 하류로 배출시키는 장치를 설치하여 물 흐름

을 이용하여 퇴사를 배출하는 방법이다 (그림 5.1.5.3.1).

- 큰 침식력을 발생시키기 위하여 홍수 후에는 저수위를 일시적으로 저하시킨다.
- 배사문를 열어 물과 함께 저수지에 쌓인 토사를 배출한다.
- 배사문을 닫아 저수위(이수용량)을 회복시킨다.
- 저수지가 정기적으로 저수위가 되거나 의도적으로 사수용량(死水用量) 이하로 저하시킨 경우에는 퇴사를 직접 배출할 수가 있다. 그러나, 이 때 댐의 배사기능이나 하류의 지형이나 환경에 미치는 영향 등에 대한 주의 깊은 관측이 필요하다.

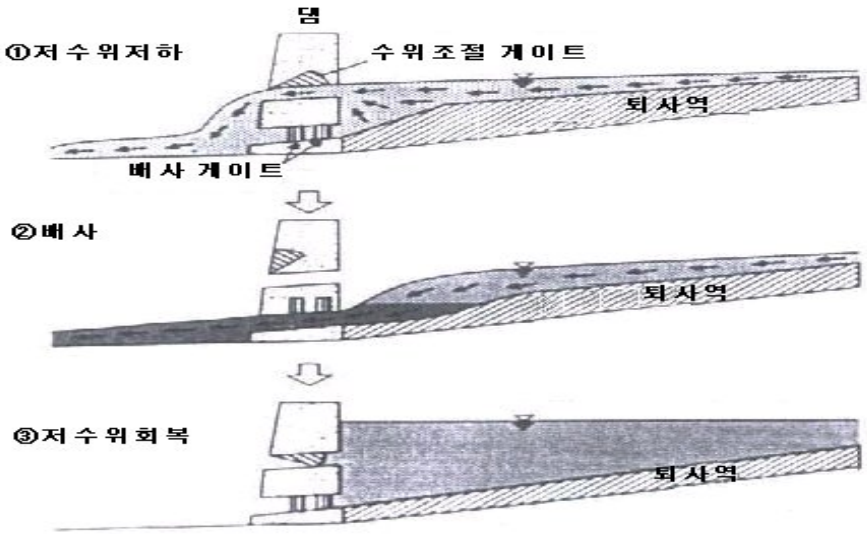


그림 5.1.5.3.1 댐의 배사 방법

5.1.5.4 생태계 관리

(1) 댐의 출현에 의하여 어류, 조류, 곤충, 동물, 식생 등의 생태계가 변화되는 것을 최소화해야 하며 이를 위한 시설의 설치 및 관리가 필요하다.

① 생태계 변화

가. 댐의 건설, 존재 및 운용은 자연 생태계에 여러 가지의 영향을 미친다. 물이나 토사의 연속적인 흐름을 댐이 제한하는 것에 의하여 물리적으로 어류의 이동을 곤란하게 하고, 유속, 수온, 수면폭 등 환경조건이 변화됨에 따라 새로운 환경에 적응하는 새로운 생물이 출현하게 된다. 또한, 댐의 출현은 동물들이 이제까지 비교적 자유롭게 왕래했던 하천의 좌안과 우안을 광범위한 범위에 걸쳐 차단하게 되어 반대쪽으로 이동하려고 할 때, 수영하든지, 댐 상류부 혹은 댐 터로 돌아가야 한다.

② 생태계 보전 시설의 설치

가. 댐의 설치에 따라 분단된 생태계를 회복하는데 노력해야 하며, 이에 대한 대책으로서 다음과 같은 시설이 필요로 되고 있다.

(가) 인공부도(浮島) : 인공부도는 부체(浮體)에 수생식물을 심은 구조물로서, 수질정화나 경관의 향상에 기여할 뿐만 아니라 조류나 어류의 서식 환경을 제공하고, 조류들을 포식자로부터 격리시킬 수 있다.

(나) 어도 : 종래 어도 외에도 어류의 풍부한 수환경을 창조할 목적으로 생물 서식지를 고려한 자연형 어도(그림 5.1.5.4.1)가 시도되고 있다. 자연형 어도에 완만한 경사와 주위의 식재로 치어와 저유속성 어류 뿐만 아니라 저서동물이나 수생곤충 등의 다양한 생물종에 대응해야 한다. 중간마다 휴식 장소를 확보해야 한다.

(다) 동물의 이동로 확보: 동물의 이동로를 확보하는 시설로서 부교(浮橋), 수변 통로, 댐 중의 소형댐 등을 고려할 수 있다

㉮ 부교 : 매우 불안정하지만, 박스의 형태로 만들면 소동물의 이동로로서 활용될 수 있다(그림 5.1.5.4.2).

㉯ 수변통로 : 동물의 유영이나 음용을 위해 수위의 변화에 대응한 수변에의 접근이 필요하다. 어떤 높이에도 동물이 육상에서 수면, 수면에서 육상까지 용이하게 접근할 수 있도록 한다(그림 5.1.5.4.3).

㉰ 댐 중의 소형 댐: 만수시에 수몰하는 일정한 높이의 소형 댐을 만들면, 동물은 이것을 따라 저수지 수면까지 도달할 수 있고, 물이 고인 곳에서는 음용이나 양서류의 번식이 가능하다.



그림 5.1.5.4.1 자연형어도

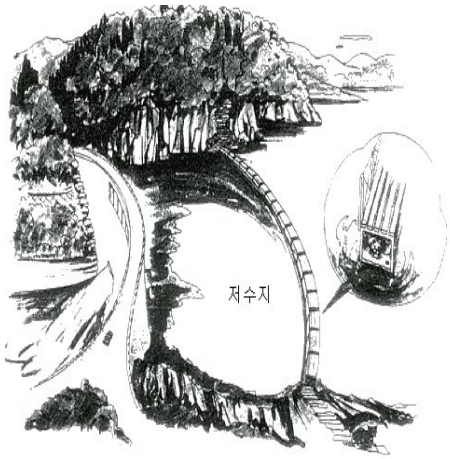


그림 5.1.5.4.2 박스형 부교의 이동로

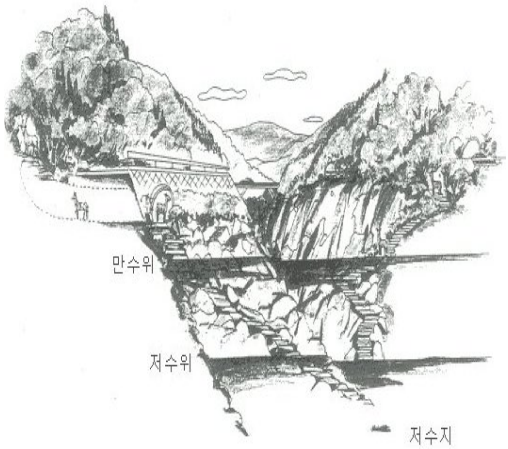


그림 5.1.5.4.3 수위변화에 대응한 동물의 이동

5.1.5.5 경관 관리

(1) 저수지가 공원이나 리크레이션을 위한 친수공간으로서 이용되는 경우에는 경관보전을 위한 관리가 필요하다.

① 정비된 시설을 유효하게 관리하기 위해서는 유지관리의 기본방침, 체제를 정할 필요가 있다.

가. 기본 방침

(가) 저수지 주변에 설치된 친수시설(그림 5.1.5.5.1)은 침수, 토사의 퇴적 등의 자연조건 속에서 이용자의 안전 등을 배려하여 유지되는 것이 보통의 공원 관리와 다르다. 또한 친수시설의 성격으로부터 지역주민이 많이 이용하고 생활과 밀착한 형태로 사용되는 것이 특징이라고 할 수 있다.

(나) 정비된 시설이 유효하게 활용되어 적절히 유지관리 되는가의 여부는 시설이 그 목적을 발휘하기 위한 중요한 조건이 된다. 기본 방침을 책정할 때 시설의 예정관리자, 유지관리비용의 부담 예정자, 지역 주민과의 충분히 협의할 필요가 있다.



그림 5.1.5.5.1 군립공원으로 지정된 농업용저수지(고복저수지)

나. 녹지관리

(가) 식물은 이용자에게 쾌적하고 안전하며 매력있는 수변공간을 만드는데 중요한 역할을 하고 있다. 따라서 보다 많은 사람들이 항상 이용할 수 있도록 경년적인 관리를 할 필요가 있다. 식재는 식재 후 예상되는 관리내용에 대하여 충분히 검토해야 한다.

(나) 녹지관리 작업은 식물의 생육과정에 맞추어 적기에 행할 수 있도록 연간 관리 방침을 확립할 필요가 있다.

다. 쓰레기 관리

(가) 저수지 내에 스크린이나 로프 등을 설치하여 쓰레기나 유목(流木) 등이 저수지 내에 유입하는 것을 방지하며, 저수지 주변의 공간에는 정기적으로 청소하여 쓰레기를 제거한다. 또한 대규모 저수지의 경우에는 수면 청소를 위한 관리선(管理船)의 확보가 필요하다. 작업용 자재나 제거한 쓰레기의 보관 방법에도 주의가 필요하다.

라. 관리·운영 계획

(가) 관리·운영의 계획에서는 이하의 내용을 기재할 필요가 있다.

㉮ 예정관리자 : 정비된 시설이 유효하게 활용되려면 관리운영체제를 정비하여 시설마다 관리자를 두어야 한다. 공공기관 및 개인을 포함한 지역전체의 관리 및 운영체제를 정비할 필요가 있다.

㉯ 관리의 내용 : 유지관리작업은 시설의 목적과 내용에 따라 다르나, 각 시설마다 계획된 작업상황을 최대한 추출한다.

㉰ 관리일정 : 유지관리작업의 실시에서는 최소 비용으로 최대 효과를 올리기 위해 작업 항목마다 적기를 선정하고, 연간 일정을 설정할 필요가 있다.

5.1.5.6 수림대 관리

(1) 저수지에 설치하는 수림대(樹林帶)는 저류수의 오염 또는 저수지의 토사 유입의 방지에 대하여 적절히 배치하고 관리해야 한다.

① 수림대는 저수지의 수변을 따라 설치되는 대상(帶狀)의 수목을 말한다. 저수지에 설치하는 수림대는 황폐지로부터 저수지에 토사나 탁수의 유출을 억제함으로써 저수지의 용량을 감소시키거나, 저수지 물의 혼탁을 방지할 목적으로 설치한다. 수림대 정비는 생물의 서식 생육환경을 향상시킴으로써 저수지 주변의 자연환경의 보전에 기여할 수가 있다. 토사가 유입하는 거리는 수림대의 경사, 수림대가 인접하는 토지이용상태(예, 임도, 밭 등), 경사나 폭, 총강우량, 강우강도 등에 따라 달라진다. 일본은 1997년도 하천법 개정에 따라 수림대를 저수지의 치수 혹은 이수상의 기능을 유지하고, 증진하는 효용을 갖는 하천관리시설로서 규정하고 있다(일본 하천협회, 1999).

가. 수림대 구조

(가) 수림대의 식재는 지역의 특성을 고려하여 수목의 선정, 수목의 배치 등을 적절히 실시한다. 또한, 수림대의 수목은 지역의 자연환경이나, 토지의 상황, 재래의 수목 등을 적절히 선정한다. 수림대 구조는 성목(成木)에 도달한 수목의 수관투영면적이 수림대을 설치하는 토지의 구역면적의 8/10 이상이 되어야 한다. 성목(成木)의 수림대가 저수지에의 토사유입의 방지를 효과적으로 발휘하기 위해서는 토양 등이 적절히 보전될 필요가 있으므로 적절히 토지가 피복되어 있는 양호한 산림의 상태를 8/10을 목표로 하였다.

나. 수림대의 범위

(가) 수림대는 하반림(河畔林)과 같은 자연 수림대와의 구역 경계는 불명확하므로 수림대 구역을 지정해야 한다. 저수지의 수변을 따라 설치하는 수림대는 댐에 의해 저류되는 유수의 최고수위면이 토지에 접하는 선으로부터 50 m 이내의 토지에 있도록 한다.

(나) 도로, 농로 혹은 임도가 담수선보다 50 m 이내에 있는 경우에는 수림대는 도로, 농로 혹은 임도의 하부에 설치하고, 더욱, 산책로와 같은 소규모 시설 이외에는 저수지와 수림대 사이에는 두지 않는다.

다. 수림대의 관리

(가) 수림대 토양은 산림토양이 발달되도록 한다. 만약 산림이 과도하게 밀집하여 산림

의 적정한 육성에 지장이 생기는 경우에는 적정한 관리가 필요하다. 수림대가 너무 울창하여 임상(林床)에 태양이 도달되지 않아 임상식물(林床植物)이 생육할 수 없으면 임상은 나지가 되기 쉽다. 이런 경우 수관(樹冠)으로부터 도달한 빗방울에 토양구조가 파괴되어 수림대 자체가 토사의 생산원이 될 수 있다. 따라서 침투성이 높은 산림토양이 파괴되지 않도록 하는 관리가 필요하다.

5.1.5.7 저수지 주변의 감시

(1) 댐 유역의 환경 변화에 따른 댐기능 장애 방지 및 안전관리를 위하여 유역의 감시, 주변 지형의 산사태 등의 감시가 필요하다.

가. 유역 감시

(가) 댐 완성후, 유역이 개발되면 유역이 불안전하게 되고, 예상을 넘는 홍수가 발생하고, 개발에 의해 토사의 붕괴, 유실된 토사가 저수지 내로 유입하므로 수질 오염, 퇴사량의 증가 등을 초래하고, 댐 운용을 저해하기도 하고, 내용(耐用) 연수를 단축시키는 등의 악영향을 초래하게 된다. 또한, 산림의 대규모 벌채는 대량의 유사를 발생시켜 댐 관리의 장애가 된다. 이것을 방지하기 위하여 관계기관과의 연락을 긴밀히 하여 유역 내의 환경변화를 감시함으로써 난개발을 방지할 필요가 있다. 또한, 호수로의 전락(轉落) 방지 등의 안전관리면에서 유역감시도 필요하다.

나. 주변의 산사태

(가) 댐의 저수운용에 따른 산사태나 토사붕괴 등이 예측되는 불안정한 장소에 대해서는 계속적으로 감시한다. 산사태 발생 원인에는 ① 수몰(水沒) 사면의 포화에 의하여 표층토의 강도가 점점 감소하여 풍화암 상면에서의 소붕괴 발생 ② 저수지의 상승에 따라 사면의 지하수위가 높게 되어 평형을 상실 ③ 이상 강우나 융설이 있는 경우, 댐의 급속한 저수에 따른 예상외의 지하수 변동 영향 등이 있다. 이와 같은 산사태 발생 원인을 저수관리상 고려하여 예상되는 불안정한 장소에 대하여 계속적으로 감시한다.

5.1.6 댐의 계측관리

(1) 댐 안전을 확보하기 위해 축제부터 만수 이후 댐 거동이 정상상태에 도달할 때까지의 기간 및 그 이후 기간에 이르기까지 각각 적절한 관리를 해야 한다. 특히, 높이가 15 m 이상인 댐에서는 종단형상 및 댐 규모 등을 고려하여 필요한 경우 계측기를 설치하여 안전관리를 한다. 기초 지반이 연약지반인 경우에는 15 m 이하인 경우에도 계측기 설치를 고려한다. 계측기는 지반조건, 현장조건 등을 고려하여 최대변위와 최대응력이 작용할 것이라고 추정되는 곳에 집중적으로 설치한다.

① 계측관리의 역할

가. 국내 계측현황은 계측의 목적에 대한 인식부족으로 형식에 치우치거나 결과에 대한 정리에 지나지 않는 계측이 시행된 경우가 많았고, 대부분 시스템을 수입에 의존하는 관계로 현장여건에 적합한 시스템 도입이 어려웠고 적절한 조치가 불가피한 상황이었다. 이를 보완하기 위해서는 올바른 시스템의 도입, 설치, 자료수집 및 해석을 위한 시방서 작성, 안정성 및 품질관리에 참여할 수 있는 여건 확보, 현실성있는 계측을 위한 이론적 확립 및 계측결과의 활용방법 설정이 이루어져야 할 것이다.

나. 흙이나 돌로 만들어진 필댐은 구성재료 자체의 공학적 성질이 다양하고 불균질하다. 이와 같은 건설재료는 극히 일부분에 대한 시험을 통해서 설계에 쓰여질 계수들을 정하지만, 시공 후 흙의 다양한 성질을 대표할 수 없다. 더욱이 흙이나 암석으로 이루어진 댐은 시공시부터 수명기간 동안 환경에 따라 거동이 크게 변화될 수 있으며, 또 이 거동은 시공성에도 크게 좌우된다. 이러한 이유 때문에 흙 댐은 다른 구조물보다 훨씬 불확실한 요소를 많이 갖고 있다. 그러므로 흙댐에서 계측의 목적은 제체의 실제 거동을 파악함으로써 새로운 이론이나 제안에 대한 확실한 평가를 할 수 있으며, 아울러 계측을 함으로서 안전시공과 보수유지관리에 크게 기여할 수 있다는 것이다.

다. ICOLD 자료에 의하면 세계적으로 댐 사고로 인하여 위험이 발생한 것으로 확인된 경우는 총 15만개의 댐이 넘으며 과거에 사고를 일으킨 댐 중 많은 경우는 설계대로 축조되지 않았거나 관리 소홀이 주원인인 것으로 나타났다. 개략 추정해 보면 12세기 이후 국부적인 파괴를 포함해서 약 2,000여개의 댐이 파괴되었으며, 대부분 소규모 댐에 해당되고 20세기에 이르러서는 약 200개의 댐 파괴가 발생되어 사망자만 해도 8,000명 이상이나 된다.

라. 댐의 안전관리를 위한 프로그램 중 댐의 상태를 점검하는 방법에는 두 가지 접근방법이 포함되어야 한다. 첫째는 댐의 점검 및 진단이고, 두 번째는 계측으로부터 얻어지는 자료의 수집 및 평가이다.

마. 댐 계측의 잠재적 이익은 댐 손상방지, 시설물 운용에 필요한 시간 및 경비절약, 댐 운용방식 선택, 댐체 및 부속물의 최신 설계기술의 개발 등으로 이들 중 댐 손상방지 측면에서 계측은 현장의 제 현상을 실측한 자료라는 점에서 가치는 대단히 크다고 할 수 있다. 미국 토목학회 및 미국대댐회(ASCE/ USCOLD)에서 1980년대 발생한 사력댐 붕괴사례 77건을 수집하여 붕괴 원인 및 계측관리의 역할을 분석하여 표 5.1.6.1과 같은 결과를 제시하였다.

표 5.1.6.1 계측관리의 역할

붕괴 원인	전체 붕괴사례와 비교한 구성비율	계측관리를 잘 했더라면 붕괴를 막을 수 있었던 비율	잠재적붕괴가능비율
댐체 누수 및 파이핑	30	100	30
월류(overtopping)	23	11	3
침식(flow erosion)	18	86	16
기초누수 및 파이핑	14	100	14
하류측 사면 붕괴	7	100	7
변형(deformation)	4	33	1
열화(deterioration)	4	0	0
수문조작 실패	1	0	0
계 (%)	100	-	71

② 계측관리의 개념

가. 계측관리의 기간 구분

(가) 계측관리기간은 댐의 거동특성을 고려해서 시공 중 관리와 시공 후 유지관리로 구분하며, 시공 후 유지관리는 다시 3 가지로 구분한다.

㉮ 시공 중 관리 :

제체 시공중에 발생될 수 있는 과대변형, 활동파괴 등을 방지하기 위하여 계측결과로부터 시공속도를 조절하는 등 계측안정관리를 실시한다.

㉯ 시공 후 관리

- 제1기 : 담수 개시부터 만수이후 소요기간을 경과할 때까지

  제1기는 담수를 개시해서부터 만수에 의한 영향이 계측치에 나타날 때까지는 상당한 시간이 걸리는 항목도 있으므로 만수 후에도 어느 기간은 만수될 때까지와 마찬가지로 감시를 계속할 필요가 있으며, 이 기간을 2개월 이상으로 한다. 또 여기서 말하는 만수란 일시적으로 저수위가 상시 만수위에 달했을 때이다.

- 제2기 : 제1기 경과이후 댐의 거동이 정상상태에 달할 때까지

  제2기는 제1기 경과 이후 댐의 거동이 안정되었다고 확인될 때까지의 기간이며. 제1기의 계측자료를 정리 검토해서 확인할 필요가 있다. 콘크리트 댐의 크리프는 일반적으로 2년 정도에서 안정되는 것이 많다는 판단에서 검토기간을 포함하여 중요한 댐에서는 제2기의 기간은 3년 이상으로 한다.

- 제3기 : 제2기 경과이후 수년까지의 기간을 가리키는 것으로 댐 거동이 거의 안정되어 누수량, 침하량도 거의 나타나지 않고 양압력도 거의 변동이 없는 기간이다.

나. 계측관리의 기본 개념

(가) 근래에 계측이 일반화되면서 댐의 계측 즉 계측의 종류, 위치, 측정 등이 통상 기

존에 이미 정해져 있는 정형화된 방식에 따르는 것으로 생각하기 쉽다. 그러나, 계측의 목적 및 계측 결과의 활용성 측면을 고려해 본다면 계측계획이 단순한 것만은 아닐 것이다.

(나) 일반적으로 댐에서의 계측은 시공안전관리를 위한 계측과 사후 안전관리를 위한 계측 두 가지를 만족시켜야 하는 경우가 대부분으로 댐 및 기초의 거동 특성, 환경 및 외력조건, 계측기기의 특성 및 내구성, 계측자료 수집 및 분석방법까지 사전에 치밀한 검토가 필요하다. 특히, 댐의 효율적인 안전관리를 위해서는 계측자료 분석기술이 확립되어야 한다. 이러한 측면에서 계측자료 분석방법의 기본개념을 정리해 보면 다음과 같다.

㉮ 누수량, 양압력, 변위, 응력 등의 계측치가 외하중의 변화에 따라 증감하지만 동일한 하중상태에서 볼 때 시간의 경과와 함께 감소하는 경우

㉯ 계측치가 동일하중 상태시 시간과 관계없이 일정한 경우

㉰ 계측치가 동일하중 상태에서 시간의 경과와 함께 증가하든지 그 증가율이 시간과 함께 감소하는 경우

㉱ 계측치가 동일 하중 상태에서 시간과 함께 증가하고 그 증가율이 일정한 경우

㉲ 계측치가 수위상승 등의 증가에 따라 증가하지만 하중감소시 감소하지 않는 경우

㉳ 측정치가 동일하중 상태에서 시간과 함께 증가하고 그 증가율도 시간과 함께 증가하는 경우

㉴ 측정치가 동일하중 상태에서 증가하는 경우

(다) 이들 중 ㉮, ㉯ 는 완성 후 수년이상 경과한 댐에서 잘 나타나는 현상으로 이와 같은 상태가 되는 시점을 제 3 기에 도달했다고 생각한다. 일반적으로 과다한 누수량에 대해서는 이러한 상태에 이르는 시기가 빠르고 초기 만수 이후 이와 같은 상태에 이르는 경우가 많지만 변위에 대해서는 비교적 느리고, 최초 만수 후 2 ~ 3년 경과한 후에 이와 같은 상태에 이르는 경우가 많다.

(라) ㉰는 일반적으로 제 2 기에서 보여주는 현상으로 안정화하는 경향을 나타낸다. ㉱는 제 1 기, 제 2 기에서 보여주는 현상으로 하나의 위험신호로 볼 수도 있다. 그러나, ㉰의 상태가 되어 조치가 늦어진 경우에도 ㉱의 상태가 된다고 보는 수가 많다. 따라서 이와 같은 경우에는 측정간격을 줄이는 등의 조치를 취하여 세심한 관찰을 지속적으로 수행하는 것이 필요하고, 측정치가 기존 상식과 크게 다를 때 혹은 증가율이 클 때에는 위험신호로 간주하여 원인 및 대책 등에 대해서 조사할 필요가 있다.

(마) ㉲는 ㉮ ~ ㉯의 상태와는 다소 차이가 있으나, 그것이 ㉰의 상태가 되어 발생된 것인가, ㉱, ㉲ 또는 ㉳의 상태가 되어 발생된 것인가 명확하게 밝힐 필요가 있다. 적어도 이러한 현상은 댐의 안정에 여유가 없다는 것을 나타내는 것으로서 위험신호인 것만큼은 틀림이 없다.

(바) 이와 같은 경우에는 수위의 상승을 제한하고 모든 상태에 대하여 세심한 관찰이

필요하다. ㉮ ~ ㉲는 분명한 위험신호이지만, 그것이 부분적인 현상으로 나타나고 있는 것인지 혹은 종합적인 현상으로 나타나는 것인지에 따라 대응책이 다르겠지만 경우에 따라서는 수위를 저하시키는 등의 응급대책도 고려되어야 한다.

③ 계측기의 종류 및 특성

가. 누수량 측정 장치

(가) 제체 하류부의 제체 및 원지반에서의 누수가 집수 될만한 위치에 콘크리트 박스를 만들고 삼각웨어를 설치하여 누수량을 측정하고 동시에 누수의 탁도까지도 관찰하여 댐의 안전 관리에 도움이 되도록 해야한다. 삼각웨어 직상류부의 수두는 수위계에 의하여 자기 기록이 되도록 하는 것이 바람직하다.

(나) 제체 및 기초의 이상 변형, 수리적 파쇄(hydraulic fracturing) 등에 의한 균열이나 파이핑 작용 등으로 유로가 제체 또는 기초 암반 속에 형성되면 누수량 관측은 매우 중요하다. 따라서 어떠한 댐에 있어서도 이와 같은 종류의 측정장치를 반드시 설치해야 한다. 예로서 영국의 Bolderhead댐에서 누수 탁도와 간극 수압계 값의 변화를 보고 조기에 제체내에 균열이 생긴 것을 발견하여 큰 사고가 발생하기 전에 적절한 조치를 강구하는 것은 전형적인 예이다.

(다) 그러나, 댐 하류 경사면상 및 댐 주변에 내린 비가 수평배수 드레인을 통하여 누수량 측정 장치 박스부에 집수됨으로 강우는 누수량 측정에 큰 영향을 끼치게 되어 제체 속을 침투해 오는 누수량을 정확하게 파악하기 어렵다.

(라) 또한 집수박스는 댐터 하류 측 지반의 가장 낮은 곳(하상부)에 설치하는 경우가 많으며 이는 저수점부터 지표수와 천층부의 지하수가 이 부분에 고이게 되어 정확한 누수량을 파악하는데 지장을 야기시키는 요인이 되고 있다.

(마) 따라서 댐 축조중부터 댐 완공 후 저수개시까지의 기간도 강수량의 관측과 누수량의 계획을 하여 강우의 영향이 없을 때의 기저유량을 조사해서 저수로 인한 누수량의 증가를 정확히 파악하기 위한 기초 자료를 많이 모집하도록 힘써야 한다. 그리고 배수 드레인을 수열 배치 하고 각 말단부의 집수 박스와 삼각 웨어를 독립설치 해서 산턱에서의 물과 제체로 부터의 누수를 따로따로 측정하는 것도 정확한 누수량을 알아내는데 효과적이다. 균일한 필댐에서는 제체하류 사면에 불투수성 점토를 바르고 특히 사면 위에는 수열의 승수로를 설치하여 사면상에 내리는 비가 제체안에 침투되지 않도록 하는 것도 정확한 누수량 측정에 효과적이다.

나. 변형량 측정장치

(가) 변형량 측정장치

㉮ 필댐의 제체 및 기초는 축제중은 물론 축제후에도 댐의 자중과 저수압 등으로 변형되므로 어떤 형식의 필댐이던 변형량을 정확하게 측정해서 댐의 안전관리에 도움이 되도록 해야 한다. 필댐 및 기초의 변형량 측정장치에는 다음과 같은 것이 있다.

• 제체

연직방향 변위(침하량 측정장치) : 변위측정용 표적(측량에 의함), 크로스암 침하계(전기식 및 기계식 연통관식 연직변위계)
수평방향 변위 : 변위측정용 표적(측량에 의함), 인바선 수평변위계(기계), 경사계(전기식)
경계면 활동변위 : 경계면 활동변위식(전기식)
제체내부변형 : 지중변형계(전기식)

- 기초 : (어버트먼트부의 암반포함)
  연직방향 변위 : 암반변위계(전기식)
  수평방향 변위 : 삽입형 지중경사계(전기식)
- 댐 본체와 암반과의 경계부에서의 형상 : 경계면 활동변위계(전기식)
- 연약지반 : 기초지반의 연직방향 변위, 측방변위

그 중 가장 널리 쓰이는 변형량 측정장치는 변형측정용 표적과 크로스암인데 그 밖의 계기도 목적에 따라 적절하게 사용되고 있다.
그러나 어떤 경우이든 계기설치직후의 값(영점) 과 그 후의 측정치와의 차에 의해서 변형량을 구하여야 하므로 영점을 정확하게 기록해 두어야 한다.

(나) 변위측정용 표적

㉮ 변위측정용 표적을 설치하는 목적은 제체표면의 누적침하량과 댐 중심선에 대하여 직각방향의 수평변의를 측정하기 위함이다.

㉯ 설치위치는 댐정부의 양어깨 부근과 상하류 비탈면으로 정하는 것이 일반적이다. 연약지반상에 댐을 축조할 때에는 상하류 비탈면 근처에 측량말뚝을 설치하여 축제에 따른 지반의 상승과 측방이동을 관측하는 것도 중요하다.

(다) 크로스암 침하계(일명 : 층별 침하계)

㉮ 층별 침하계는 성토기간중 연직방향의 압력변위와 분포를 측정하여 설계단계에서의 계산치와 대조함으로써 설계치와 실제 계측치와의 차이를 확인할 수 있도록 한다. 이러한 차이는 재료의 물리성보다 시공기술에 기인하는 것으로 층별 침하계는 이것이 댐의 완공 후 댐의 안정에 어느 정도 영향을 주는가를 파악하여 시공재료의 특성 및 외부하중 여건의 변화에 따른 댐의 거동양태를 파악하는 것을 목적으로 설치한다.

㉯ 크로스암 침하계는 성토내부의 임의의 점 및 기초지반과 성토부와의 접촉부의 침하량을 조사하기 위하여 설치된다.

㉰ 여러 종류의 형식이 있으며, 한 예를 그림 5.1.6.1에 도시하였다.

㉱ 공사중에는 크로스암이 설치될 때마다 새로 설치한 크로스암의 표고 및 지표부에 나타나 있는 파이프 상단부의 표고를 레벨로 정확하게 측량하며 그때까지 설치해 있는 크로스암의 위치를 픽엎을 이용해서 측정하며 표 6.6.1에 예시한 방법으로 표고를 환산한다.

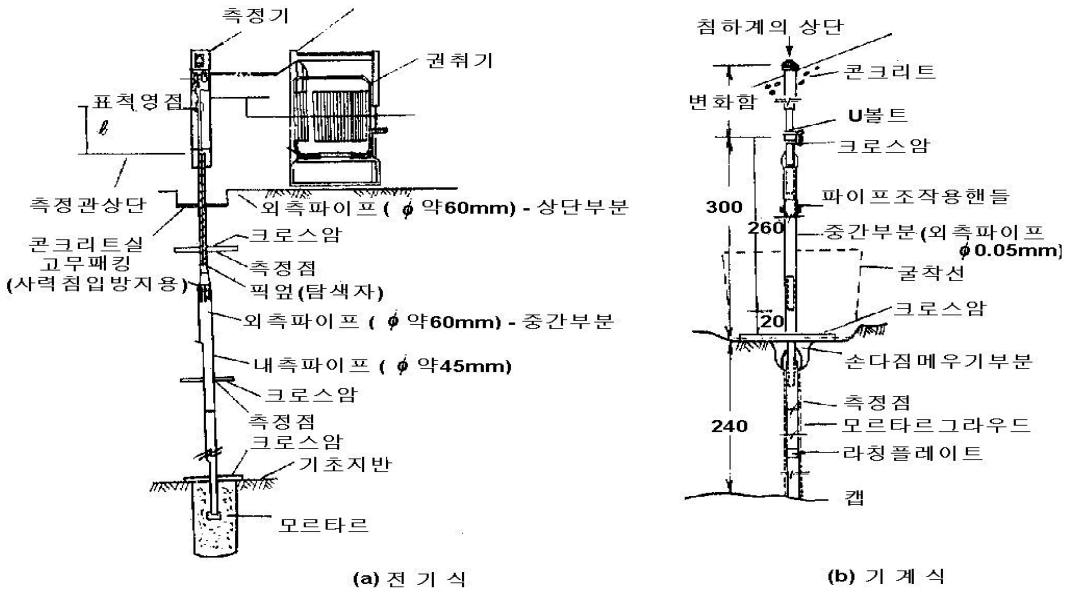


그림 5.1.6.1 크로스암 침하계(층별침하계)의 예

㉮ 공사를 중지할 때는 30일간, 완공 후는 제1기내, 담수 중은 1개월에 2회, 만수이후부터는 소요시간을 경과할 때까지는 1개월에 1회, 재2기는 2개월에 1회, 제3기는 1년에 1회 측정을 한다. 단 진도 5이상의 지진이 발생했을 때는 특별한 측정을 하여 지진에 의한 댐의 침하 상황을 조사한다. 그림 5.1.6.2은 크로스암 침하계 및 수평연직 변위계에 의한 변형의 실측결과를 도시한 예이다.

(라) 수평연직변위계

㉮ 크로스 암(Cross arm)식 수평 변위계는 설계단면의 수평방향 변위를 측정하는 계기로써 댐의 내부 변위 분포를 감지하는 동시에 연직방향의 압밀변위와 수평방향의 측방유동을 관측하여 변위망을 통해서 거시적으로 각 존별로 박리현상을 파악할 수 있어 시공관리와 안정성 해석을 가능하게 한다.

㉯ 크로스암 침하계는 연직방향 변위밖에 측정할 수 없으나 제체내부에서는 축조중 및 저수시에 수평방향의 이동이 생기므로 이와같은 변형을 찾아내는 것도 댐의 관리상 매우 중요하다. 축조중 댐사면이 활동할 때에는 사고발생전에 제체내에 상당한 수평이동이 생겼을 것이지만 육안관찰에 의하여 알았을 때는 이미 늦은 경우가 많으므로 이러한 종류의 측정장치로 높은 정밀도의 관찰을 하고 객관적 자료를 기초로 하여 이 같은 징조를 속히 알아내어 시공속도의 조정을 하는 등 적절한 조치를 취해야 한다.

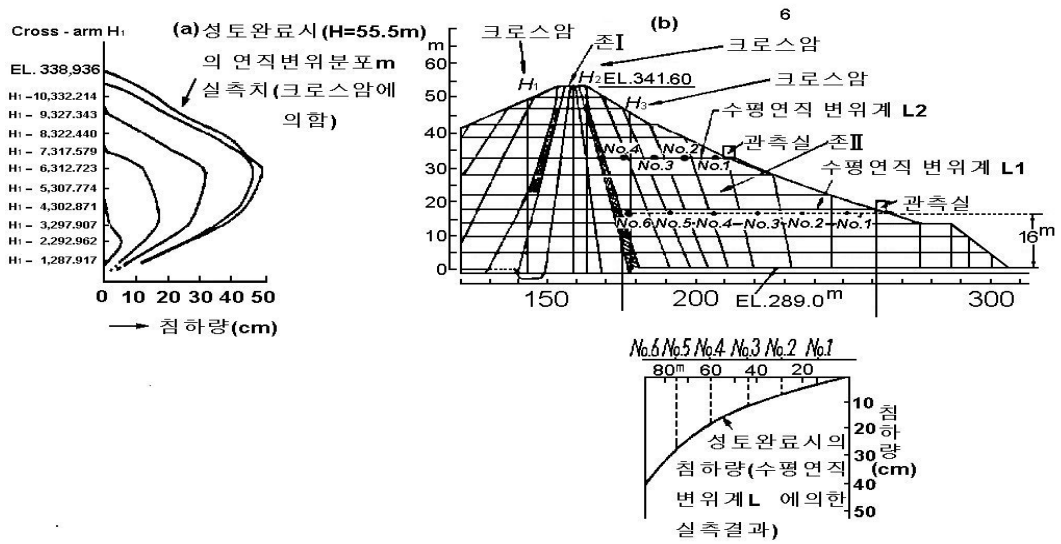


그림 5.1.6.2 (a)크로스암 침하계 및 (b)수평연직 변위계에 의한 연직방향 변형(침하) 실측 결과의 예

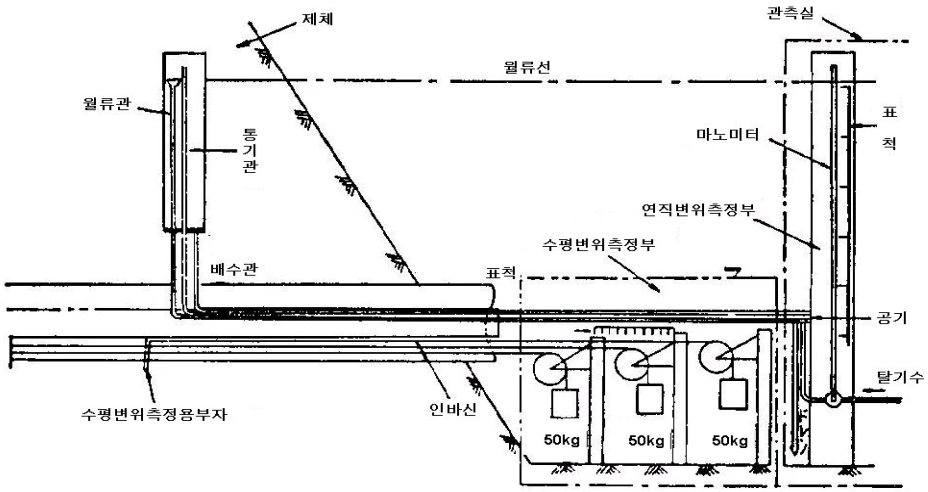


그림 5.1.6.3 수평연직 변위계

㉰ 장치의 구성개요는 그림 5.1.6.3와 같다. 변위 측정용 소자(element)하부의 보호관과의 이음부에 인바선을 고정하는 쇠붙이가 있으며 이것이 이 부분의 필재료의 수평이동과 함께 이동하므로 인바선의 변위량을 관측실내의 표척에 의하여 읽으므로 소자를 설치한 부분의 이동량을 측정할 수 있다.

㉱ 이 소자의 내부에는 관측실의 마노미터와 연결된 연통관이 세워져 있으므로 이 연통관에 관측실에서 물 또는 석유 등의 액체를 압송하여 연통관의 정부 위치를 그것과 연결한 관측실의 마노미터의 읽음으로부터 측정한 값에 의하여 연직 방향 변위도 알 수 있다.

㈐ 이 장치는 관측실과의 상대변위밖에 측정할 수 없으므로 절대변위량을 알아내기 위하여는 측정시에 매회 측정에 따른 관측실 자체의 수평연직 변위량을 확인해야 한다.

다. 침윤선의 측정

(가) 제체 내의 침윤선의 위치를 알아내기 위하여 직경 약 6 cm의 방청강관 또는 플라스틱관을 제체 횡단면에 연하여 설치한다. 최소한 제체의 최대횡단면에 따라 1열로 배치하고 양안 원지반에 가까운 부분 등 침윤선의 변화가 예상되는 개소에도 설치하는 것이 좋으며 댐 길이가 긴 경우 댐길이 100 m마다 1개 정도의 간격으로 설치한다.

(나) 파이프는 지상에서 약 3 m부분을 제외하고는 전장에 걸쳐 소공을 뚫어둔다. 흙이 공내에 유입하지 않도록 흙벽과의 사이에 필터를 설치하는 것이 좋다. 파이프상단은 댐표면에서 최소 15 cm정도 지상에 나오도록 뚜껑을 붙인다.

(다) 파이프의 심도는 기초지반에 도달하는 것이 원칙적이며 공내의 수위측정은 줄자의 끝에 수면감지용 픽엎을 붙여서 이를 파이프중에 늘어뜨려 픽엎이 수면에 닿았을 때의 음 또는 전기저항의 변화 등에 의하여 위치를 결정하고 그때의 테이프를 읽으면 된다.

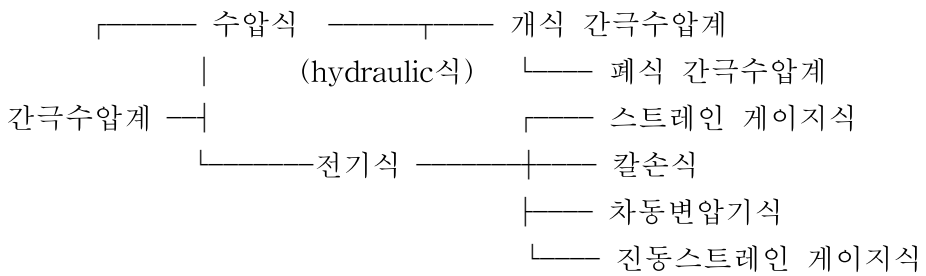
(라) 이 방법은 간단하지만 측정결과의 신뢰성이 높고 제체내 침투수의 상태를 알아내는데 효과적이다. 또 간극수압계에 의한 간극수압의 실측치의 신뢰성을 점검하는데 좋다. 한편 이 방법으로 침윤선의 위치를 측정할 때 특히 중점적으로 조사하여야 할 것은 연직드레인 상하류측의 침윤선의 위치로서, 드레인 하류측의 수위가 그 상류측에 비하여 충분히 저하되어 있지 않은가를 판별하고 누수량이 매우 커지면 원인을 구명하여 적절한 조치를 취해야 한다.

라. 간극수압 측정장치

(가) 간극수압 측정장치

㉮ 간극수압 측정은 성토기간 중에 전압에 의하여 생긴 과잉간극수압의 형태를 파악함으로써 시공관리에 안전을 기하기 위하여 실시한다. 댐 완공 후에는 만수로 인한 침투수압이 작용하여 시공 후의 잔류간극수압의 소산과 중복하는 기간이 있으며, 설계상의 불확정 요소를 규명하는 기능을 한다.

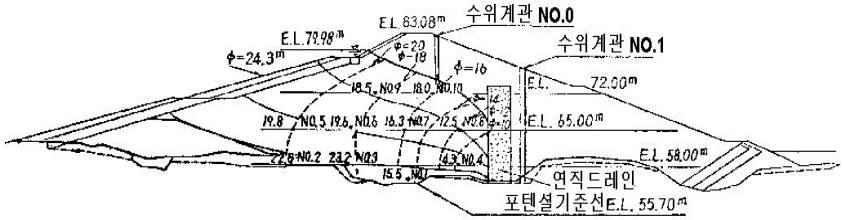
간극수압계에는 다음과 같은 것이 있다.



㉯ 최종적으로는 댐 내부의 유선망을 작성하여 설계시 특수성과 비교, 검토하여 수위저하시 잔류간극수압을 관측하여 안정계산의 자료제공이 가능하여 가장 이용도가 높다.

㉰ 간극수압계 매설위치는 흙쌓기의 최대단면 부분에서 댐 중심선에 직교하도록 하여 기초부분 및 제체 내부에 매설한다. 간극수압계의 수감부(수압식인 때는 팁, 전기식인 때는 픽엎이라 정한다)에 대하여는 토층의 성층상황, 토질 등을 고려하여 위치 및 깊이를 선택한다. 어버트와의 접속부나 성토의 콘크리트 구조물과의 사이 등에서 부등침하에 의한 균열이 발생하여 파이핑이 생길 우려가 있는 부분에도 설치할 필요가 있다.

그림 5.1.6.4은 간극수압 및 유선망의 측정예를 도시한 것이다. 그림 5.1.6.5은 나주댐 (1967)의 간극수압 곡선을 도시한 것이다.



간극수압계 NO.	간극수압측정치	포텐셜
1	1.55 kgf/㎠	15.5 m
2	2.05	22.8
3	2.09	23.2
4	0.20	4.3
5	1.05	19.8
6	1.03	19.6
7	0.70	16.3
8	0.32	12.5
9	0.22	18.5
10	0.17	18.0

(간극수압과 포텐셜의 표)

그림 5.1.6.4 간극수압 및 유선망의 실측예

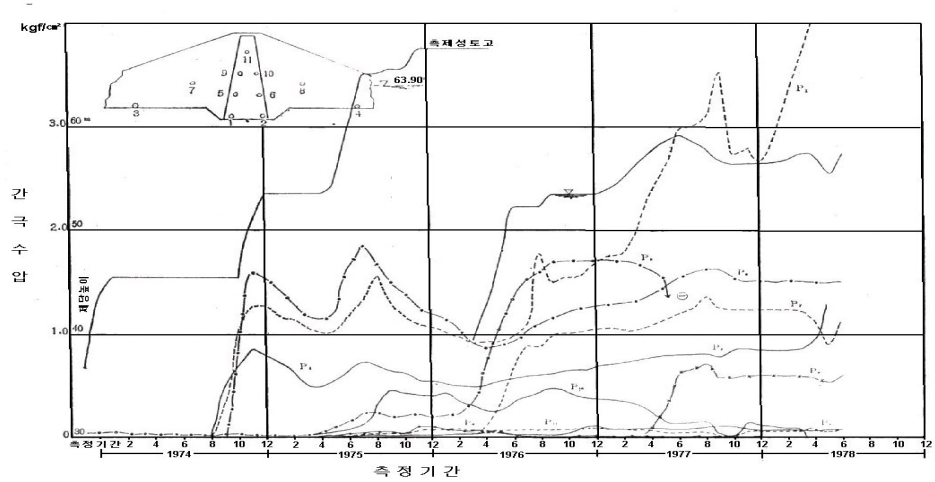


그림 5.1.6.5 나주댐의 간극수압 측정예

마. 토압측정장치(earth pressure meter)

(가) 토압측정장치

㉮ 지반 내 연직방향의 토압은 정지상태에 있을 때에는 이론적으로 간단히 구해지지만, 흙의 압축성의 차이 때문에 각 존의 크기 및 형태에 따라 응력 전이현상이 발생되어 수압할렬의 가능성을 높여 댐의 안정에 해를 끼친다. 토압계는 이러한 응력 전이현상과 제체 내의 응력분포를 파악하는 것을 목적으로 설치한다.

㉯ 토압계는 필댐 제체 중의 한 점에 작용하는 토압을 계측하기 위한 것이다. 토압계의 기구는 토압의 크기에 비례하여 생기는 수압면의 다이어프램의 변화량을 변환하여 전기적으로 측정하는 방식이 가장 일반적이다. 전기적 변환방법에 의한 간극수압의 경우와 똑같이 와이어 스트레인 게이지식, 칼손식, 차등변압기식, 진동현식 등으로 분류된다. 또 특수한 방식인 것으로는 토압에 의하여 다이어프램의 처짐을 원위치로 하는데 요하는 유압으로부터 토압을 구하는 것(그레쉘 형식)도 있다.

이와 같은 종류의 계기는 대략 다음과 같은 목적으로 매설된다.

- 중심 차수부내에서의 연직응력을 측정하여 아치작용에 의한 연직응력의 감소정도를 알아낸다.
- 차수부중에서의 수평방향응력을 측정하여 측방토압계수를 알아냄으로서 제체 중에 보링공에 의해 투수시험이나 그라우팅을 할 때의 수리적 파쇄 위험성의 유무에 대하서 검토할 때 참고자료가 된다.
- 기초지반이나 제체중의 두 주응력(2차원적으로 검토할 때)의 크기를 알아내고 이를 기초로 Mohr의 응력원을 그려 필재료의 선행전단시험과는 별도로 전단강도가 얻어진다. 이것과 설계시 파괴의 기준선 $\tau = c' + (\sigma - u)\tan\psi'$ 와 비교함으로써 토압계 매설지점에서의 국부적 안정상태를 알아낸다.

(나) 토압계 설치시의 주의사항

㉮ 토압계에 큰 충격을 주어서는 안된다.

㉯ 변압판에 접하는 토립자는 세립자일수록 좋다. 입경은 수압판 직경의 2 %를 초과해서는 안된다.

㉰ 토압계 매설용 피트의 폭은 충분히 크게 함과 동시에 이를 되메움할 때에는 되메움용 필재료가 피트 주변에 아치작용을 발생시키지 않도록 주의 할 필요가 있다.

㉱ 토압계에서 측정된 것은 전응력이므로 유효응력 표시의 토압을 구하기 위하여는 토압계의 부근에 간극수압계도 매설해 두어야 한다. 전토압에서 간극수압을 빼면 유효응력 표시의 토압이 구해진다.

㉲ 토압계의 번호, 위치(표고, 댐축에서의 거리, 토압계를 설치한 경사면이 매설 피트의 상류측인가 하류측인가 등)은 정확하게 기록해두어야 한다.

그림 5.1.6.6는 나주댐의 토압측정예를 도시한 것이다.

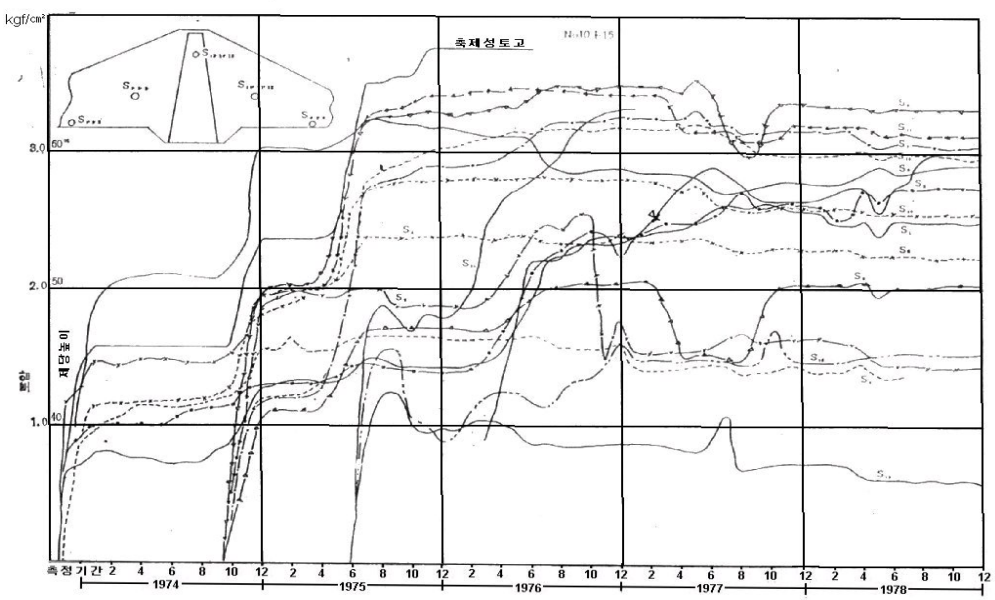


그림 5.1.6.6 나주댐의 토압 측정예

바. 지진동 측정장치

(가) 지진동 측정장치를 설치하는 목적

㉮ 필댐과 같은 흙 구조물이 지진력을 받을 때의 동적 거동은 특히 복잡하므로 지진력을 수평 또는 연직에 정적으로 작용하는 힘으로 치환하여 정적 안정해석을 해야 한다(소위 [진도법]).

㉯ 그러나 최근 유한요소법의 발달에 따라 입력지진파가 알려졌는바 제체를 선형 또는 비선형, 탄성체 내지 탄소성체로 가정하여 댐의 동적응답 거동을 계산에 의해 구할 수 있게 되었다. 동적 반복응력을 받을 때 필재료의 파괴기준의 정식

화에 아직 문제가 남아있는 것과 입력지진파의 결정법이 미확립되어 있는 것 등으로 내진설계법으로서 동적해석법이 종래의 진도법을 대신할 정도까지는 도달하지 않았지만 현단계에서도 응답해석 결과는 제체내에 발생한 응력에 대해서 극히 유익한 판단재료를 제공하고 있으며 이 같은 종류의 해석법이 금후 내진설계방법의 중요한 수단이 될 것으로 전망된다.

㉮ 따라서 중요한 댐에서는 지진계를 설치하여 지진시 필댐의 동적거동의 실태를 밝혀서 댐의 안전관리자료로 함은 물론이고 미해결문제의 해명에 유효한 자료를 제공하도록 노력해야 한다.

(나) 지진계의 종류와 선택

㉮ 지진계의 종류로는 중소규모의 지진파의 기록을 주목적으로 한 전자식 지진계와 진도 5이상의 강진 내지 열진에서의 지진파를 기록하는 것을 주목적으로 하는 기계식지진계(강진계)의 두 가지로 대변할 수 있다. 목적에 따라서 가장 적절한 형식의 것을 선택할 필요가 있다.

- 전자식 지진계 : 지중 매설이 가능하며 미소지진도 정밀하게 지진파형을 기록하지만 유지관리가 힘들고 낙뢰에 의한 이상전류 등으로 피해를 받는 수가 있다. 또 지진시의 정전에 대비하여 무정전 전원장치가 필요하다.

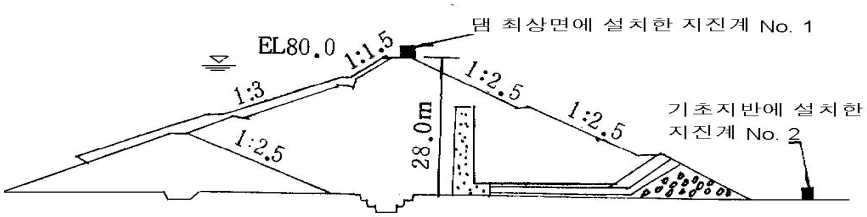


그림 5.1.6.7 댐 지진계(스마크형 강진계) 배치도(예)

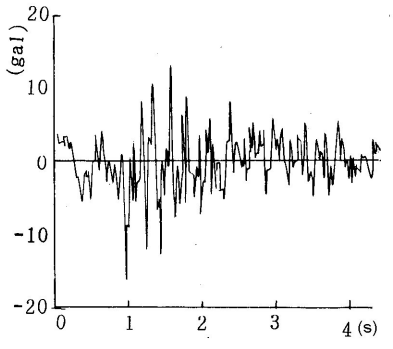


그림 5.1.6.8 댐 기초의 지진파 댐축 연직방향(예)

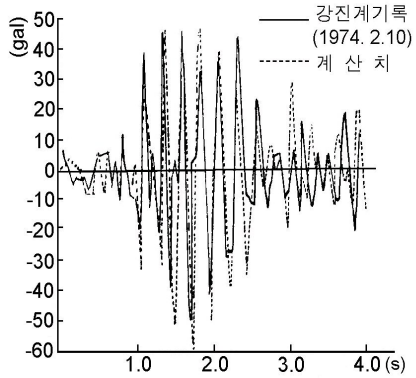


그림 5.1.6.9 댐 최상면의 가속도 응답(예)

• 기계식 지진계 : 미소지진은 기록할 수 없지만 강진시의 진동이 확실하게 기록되는 가능성이 높다. 유지관리가 용이하며 정전 시에도 내장전지에 의한 기록이 가능하다. 그림 5.1.6.7은 기계식 지진계를 설치한 댐의 예이고, 그림 5.1.6.8 및 그림 5.1.6.9는 기록파를 1/100정도로 읽어서 수치화한 기초지반의 입력파를 입력자료로서 FEM에 의해 댐의 응답해석으로 댐 최상면의 응답가속도의 계산치와 지진계에 의한 응답가속도 실측치를 비교 검토한 것이다.

④ 계측장치의 설치표준 및 계측항목

가. 필댐의 계측시설 설치표준

(가) 필댐의 계측기는 높이가 15 m 이상인 댐에 대하여 적용하는 것을 원칙으로 한다. 특히, 기초지반이 연약지반이면 15 m 이하인 경우에도 계측기 설치를 고려한다.

(나) 제체에 설치하는 시설표준을 들면 다음과 같다.

㉮ 누수량 측정 장치 : 누수가 예상되는 곳

㉯ 변형량 측정 장치 : 최대 변위가 발생할 것으로 예측되는 지점

• 댐마루 표면 측정 장치 : 설치

• 기타 변형량 측정 장치 : 필요에 따라 설치

㉰ 침투선 측정 장치 : 균일형 필댐 그리고 기타 형식의 대댐에 대하여도 설치하는 것이 바람직하다. 산턱의 균열이 많고 투수성이 높다고 생각되는 댐에서는 어버트먼트 주변의 산턱에도 설치한다.

㉱ 간극수압 측정 장치 : 기초 또는 축재재료가 점질토인 댐 및 시공중 큰 간극 수압 발생이 예상되는 댐

㉲ 토압 측정 장치 : 특히 높은 댐, 특수한 설계를 한 댐

㉳ 지진동 측정 장치 : 특히 높은 댐, 특수한 설계를 한 댐

나. 계측항목 및 계측내용

(가) 댐의 거동 및 상태를 감시하기 위해서 필요한 계측항목 및 계측내용은 표 5.1.6.2와 같으며, 계측항목별 계측회수는 표 5.1.6.3과 같다. 댐 본체 접속부 주변 산턱과 방류시설의 상태를 감시하기 위해 정기점검 또는 임시점검을 해야 하는데 정기점검 부위별 점검회수는 표 5.1.6.4과 같다. 그림 5.1.6.10은 광주댐(1967)의 매설계기의 배치 예를 보여준다.

표 5.1.6.2 계측항목 및 계측내용

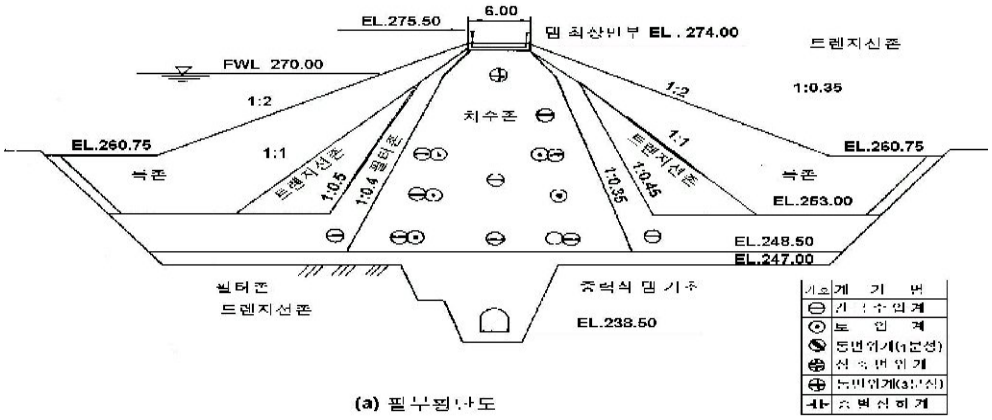
계측항목		댐 형식 등의 구분	계 측 내 용	비고
누수량		누수가 예상되는 댐	개개의 누수위치	
간극수압 토압계		높은 댐		누수량이 비교적 적고 또한 양압력이 작은 것은 제3기의 계측을 생략할 수 있다.
침윤선		균일형 필댐	대표단면을 1개소 이상 선정해서 각 단면에 댐 축에서 하류측으로 3개소 이상	
변위	지중연직 및 수평변위계	높은 댐	대표적 정상부, 댐마루가 긴 댐, 양안 사면이 급한 기울기의 공동중력댐 및 중요한 아치댐에는 대표단면의 좌우 양측의 정상부에도 추가한다.	
		높은 댐		
변형	표층측정점	모든 댐	댐 중심선 댐 하류사면 1 ~ 2측선 댐 상류사면 1측선에 50m 간격	상류측 비탈면에서는 저수지 수위가 저하했 을 때 측정하면 좋다. 높이70m 미만 필댐은 제2기는 반년마다 1회 실시해도 좋다.

표 5.1.6.3 계측항목별 계측회수

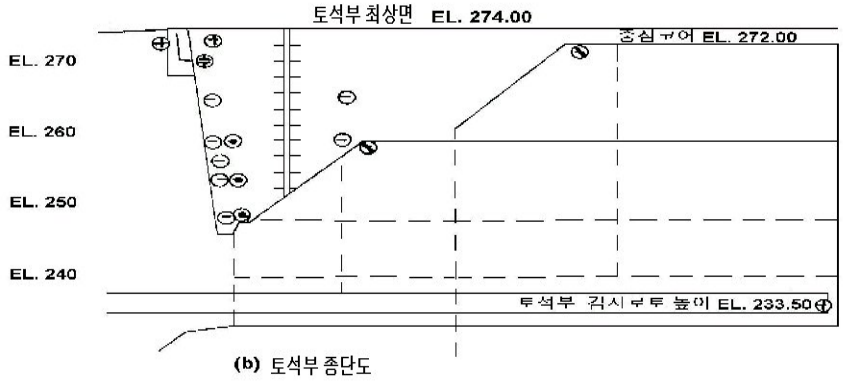
계측항목		댐 형식 등의 구분	관리기간별 계측회수			
			시공 중	시공 후		
				제1기	제2기	제3기
누수량		누수가 예상되는 모든 댐	1회/일	1회/일	1회/주	1회/월
간극수압 토압계		높이 30 m 이상	1회/일	1회/주	1회/월	1회/3월
침윤선		균일형 필댐	1회/일	〃	〃	〃
변위변형	지중변형		1회/일	1회/일	1회/주	1회/월
	표면변위계	최대변위가 예상되는 지점	1회/일	〃	〃	〃

주1) 존형 필댐의 하류측 존에서 배수기능이 낮아질 염려가 있는 것에 대해서는 균일형 필댐에 준해서 계측항목 중에 침윤선을 추가한다.

주2) 존형 및 균일형 필댐에서 저수위의 변동이 심하고 또한 급변하며 잔류 간극수의 영향을 조사할 필요가 있다고 인정되는 것 및 시공중의 과잉 간극수압이 잔류할 염려가 있는 것에 대해서는 적당한 기간 간극수압을 계측한다.



(a) 필 부 댐 단 도



(b) 토석부 종단도

그림 5.1.6.10 필댐의 매설계기의 배치 예(광주댐, 1967)

표 5.1.6.4 정기점검의 개요

점검부위	점검상의 유의사항	관리별 기간구분별 점검회수			비 고
		제 1기	제2기	제 3기	
댐 본체	누수, 콘크리트 표면의 균열, 표면 차수벽의 상태, 콘크리트의 동해, 필댐의 비탈면의 상태	1 회/주	1 회/2월	3 회/년	홍 수 기의 전후 및 융설기
접속부 주변의 원지반	누수, 균열, 붕락, 산사태	〃	〃	〃	
방류시설	누수, 물넘이 마모 및 세굴, 장애물 유무, 무기의 손상, 변형 및 상태, 예비전원 장치의 조작상태, 그밖의 시설의 상태	1 회/월	1 회 /월	1 회/월	

⑤ 계측자료의 분석

가. 댐에 있어서 계측은 댐의 거동에 대한 통찰력을 길러줄 뿐만 아니라 댐 설계와 시공에 대한 안전성 및 신뢰성을 제공해 준다. 그러나, 계측 자체만으로는 댐의 거동을 정확히 파악할 수 없으므로 주기적으로 측정과 더불어 자료의 정확한 분석이 시기적절하게 이루어져야 댐 사고 전에 위험요소를 탐지할 수 있다. 그러므로 주기적인 측정과 분석이 매우 중요하다.

나. 계측주기는 위의 관리기에 맞도록 적절히 조절할 필요가 있으며, 댐이 안정화된 후에 지나치게 짧은 주기로 계측을 하는 것은 인력낭비와도 무관하지 않다. 계측항목에 따라서는 계절적 변화 또는 외력의 영향 요소 등이 고려되어 계측주기가 변화되어야 한다. 계측자료의 분석은 다음 요령으로 실시한다.

(가) 댐 제체 및 기초암반의 제 현상을 분석하기 위해서는 계측결과를 분석하여 적당한 그림으로 나타내야 한다.

(나) 계측자료를 분석하기 위한 그림은 각각의 계측항목에 대하여 위치별 경시변화로 나타내는 경우와 댐체 내부에서의 계측항목별 계측치의 분포도로 나타낸다.

(다) 계측자료의 분석은 댐체의 시공, 담수, 운용과정을 충분히 반영하여야 하며, 지진, 일기, 계절 등 주변 환경변화를 고려하여야 하고, 상관성을 나타내야 한다.

(라) 정상적인 댐 운용상태에서 계측치가 갑자기 큰 폭으로 변화하거나 특정부위에서 지나치게 크거나 작아 이상형상으로 간주되는 경우 기타 진단방법에 의한 분석결과와 상호 비교 검토하여 원인을 규명한다.

(마) 계측자료의 분석 전에는 자료의 신뢰도를 확보하기 위하여 계측기 및 계측자료의 고장여부를 점검한다.

㉮ 변형

- 제체의 표면에서 일어나는 외부의 변형은 표면 침하점의 측정자료를 분석하여 판단할 수 있으며, 내부에서 발생하는 수평변위와 침하량은 각각 수평 변위계와 층별 침하계의 계측자료를 가지고 평가할 수 있다.
- 매설 초기부터 현재까지의 변위를 평가하려면 변위 결과를 위치에 따라 경시변화로 나타내는 것이 바람직하며, 침하량의 경우에는 실측자료로부터 장래 침하량을 예측한 다음 실측치를 예측치와 비교하여 평가하는 방법이 있다.
- 측정치가 동일한 하중조건에서 시간이 경과함에 따라 일정하거나 점차 감소하는 경우에는 댐이 안정화되는 것으로 간주할 수 있다. 만일 측정치가 동일한 하중조건에서 시간이 경과함에 따라 증가하나 변화량의 합이 일정할 경우에는 측정간격을 줄여 관찰해야 하며, 그 결과 변화량의 합이 증가하는 것으로 나타날 경우에는 위험한 것으로 판단하고 원인을 밝혀 대책을 강구해야 한다. 또한 측정치가 동일한 하중조건에서 시간이 경과함에 따라 증가하며 변화량의 합이 시간에 따라 계속 증가할 경우에는 확실한 위험신호로 보고 이러한 현상이 국부적인가 또는 전반적인가를 판단하여 수위저하와 같은 응급조치를 취해야 한다.
- 침하량의 경우 측정치의 단순한 변화뿐만 아니라 침하량에 대한 수평변위를 계산하여 평가하는 방법이 있다. 즉 가로축에 침하량에 대한 수평변위의 비를, 세로축에 침하량을 도시하여 실측치의 변화곡선이 미리 정한 규준치에 접근하면 위험신호로 보고 벌어지는 방향으로 가면 안정한 것으로 판단한다. 이는 침하량이 작아도 수평변위가 계속 증가하면 위험한 상황을 초래할 수 있음을 뜻한다.
- 시공 중에 발생하는 수평변위와 침하는 축조재료의 압축성, 다짐방법, 성토층 두께 및 시공속도 등에 영향을 받으므로 이러한 인자들을 종합적으로 분석하여 평가해야 한다.
- 완공 후에는 시공 중의 인자와 더불어 저수위의 변화를 고려한다. 완공 후 실측된 자료를 가지고 장래의 침하량을 예측하는 방법으로는 쌍곡선법, Hoshino법, Asaoka법 등이 있으며 일반적으로 쌍곡선법이 사용된다.

㉯ 간극수압

- 간극수압은 일반적으로 댐 축조기간동안 증가하다가 댐 완공직후 담수가 시작되면서 서서히 소산되는 것이 일반적인 현상이다. 간극수압의 완전한 소산은 동일 수위에 대한 간극수압을 비교함으로써 확인할 수 있다. 만일 특이한 현상이 나타나게 되면 댐 내부에 이상현상이 일어난 것으로 간주할 수 있으며, 간극수압에 영향을 미치는 여러 가지 요소들을 분석하여 원인을 찾아 대책을 강구해야 한다. 간극수압에 영향을 미치는 요소로는 다짐방법과 다짐함수비, 성토속도, 담수속도 및 시기 등이 있다.

• 시공 중 댐의 심벽 내부에서 발생하는 간극수압은 유효응력과 전단응력을 저하시킨다. 만일 간극수압이 증가하여 토압에 접근하면 전단파괴의 발생가능성이 높아진다. 시공중 동일 표고에서의 간극수압은 심벽의 중앙이 가장 높고 필터층에 가까울수록 소산되어 작은 값을 나타낸다. 그러나, 완공 후에 담수가 시작되면 심벽 상류측에서 가장 높고 하류측으로 갈수록 낮아진다.

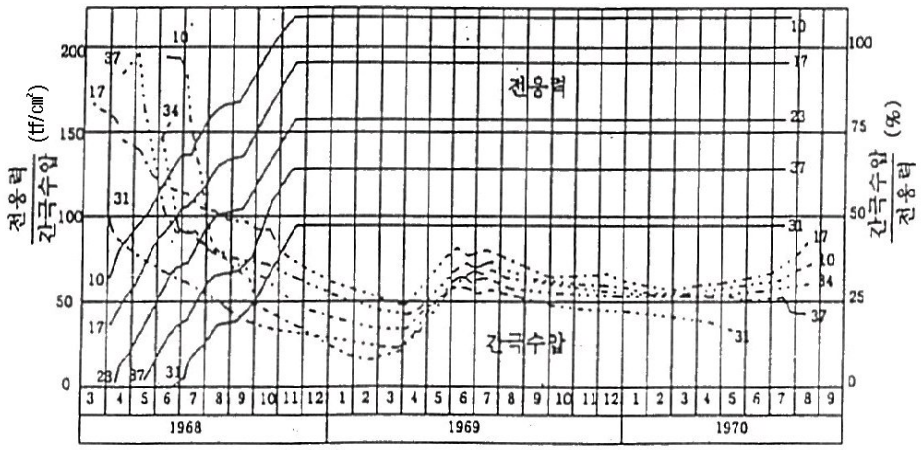


그림 5.1.6.11 댐 건설 중, 완공 후의 간극수압 변화도

• 댐이 정상침투에 이르면 수위가 변화함에 따라 간극수압이 같은 양상으로 변화하면 두 변화량 사이에는 일정한 시간 간격이 존재한다. 따라서, 간극수압과 수위를 같은 경시변화로 나타냄으로써 간극수압의 이상현상을 보다 입체적으로 규명할 수 있다.
• 그림 5.1.6.11은 간극수압의 경시변화를 나타낸 것이다. 그림에서와 같이 간극수압은 토압계에서 나타나는 전응력과 함께 검토되어 댐체 내부의 유효응력을 검토할 수 있어야 하며, 이들로부터 댐 안전상 취약부위를 인지하게 된다.
• 물론 간극수압을 단순히 경시변화와 댐체 내부에서의 분포상태를 파악함으로서 이상현상을 손쉽게 파악하는 것도 의의가 있으니 최종적으로는 그림 5.1.6.11과 같은 분석방법을 검토하여야 한다고 생각된다.

㉰ 토압

• 토압은 주로 상재하중에 의한 것이므로 건설기간 동안 증가하다가 건설 직후부터는 담수의 영향을 받는다. 심벽의 상하류에 필터를 둘 경우, 심벽의 상하류측 토압은 중앙에 비하여 상당히 크게 발생할 수 있다(그림 5.1.6.12 참조). 이는 필터와 심벽의 강성차로 인하여 아칭현상이 발생하여 응력이 전이되기 때문이다. 또한 댐의 기하학적 측면에서 양안이 급경사일 경우에도 응력이 양안에서 중앙을 향하여 집중하므로 양안부에 인장균열이 발생하여 이 부분으로 누수가 발생할 가능성이 높다. 토압은 간극수압 및 저수위와 직접 관계되므로 이들 세 가지 계측치를 하나의 경시변화로 나타내면 제체 내의 유효응력 변화를 쉽게 파악할 수 있다. 만일 담수 초기에 일

시적으로 간극수압이 토압보다 높게 나타나면 이는 수압할렬의 가능성이 있으므로 주위 깊게 관찰해야 하며 계속 높게 나타나면 응급조치를 취해야 한다.

- 토압으로 댐의 안정성을 평가하는 방법에는 주응력비를 검토하는 방법이 있다. 주응력비가 시간이 경과함에 따라 커질수록 댐이 안정화된다고 볼 수 있으며, 이를 이용하여 수압할렬에 대한 저항의 정도를 파악할 수 있다.

㉮ 누수량

- 누수량은 기초암반을 통한 누수와 심벽을 통한 누수로 구분되며, 기초암반을 통한 누수는 상류측 암반과 하류측 암반의 간극수압을 비교하여 판단할 수 있으며, 누수정도에 따라 그라우팅의 효과를 판단할 수 있다. 그라우팅이 양호할 경우 주로 누수는 심벽을 통하여 발생한다.
- 사력댐에서 누수를 완전히 피할 수는 없으며, 다만 양과 탁도가 문제이다. 누수량은 심벽재료의 투수계수에 따라서 좌우되며, 탁도는 필터의 설계에 따라 다르다. 만일 심벽의 점토가 침식되는 경우라도 미립자가 빠져 나오지 않도록 필터의 설계가 양호하면 탁도는 증가되지 않을 것이다.
- 심벽의 투수계수가 작을 경우, 누수량은 매우 적을 것으로 예상되지만 시공상 아칭현상에 의한 응력전이와 수압할렬로 인하여 국부적으로 균열이 발생하면 집중적인 누수현상이 발생할 수도 있다. 이 현상은 제체 내부의 각 위치별 간극수압을 비교함으로써 누수의 방향과 크기를 추정할 수 있다. 경우에 따라 수치해석을 통하여 응력전이와 수압할렬의 가능성을 판단할 필요가 있다.

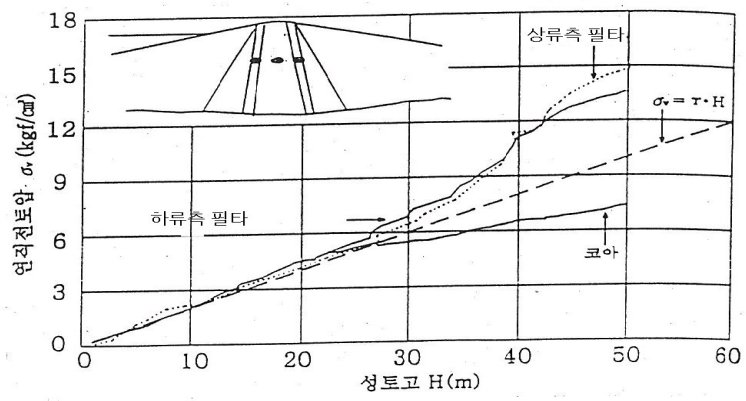


그림 5.1.6.12 존별 토압의 미소변화 특성

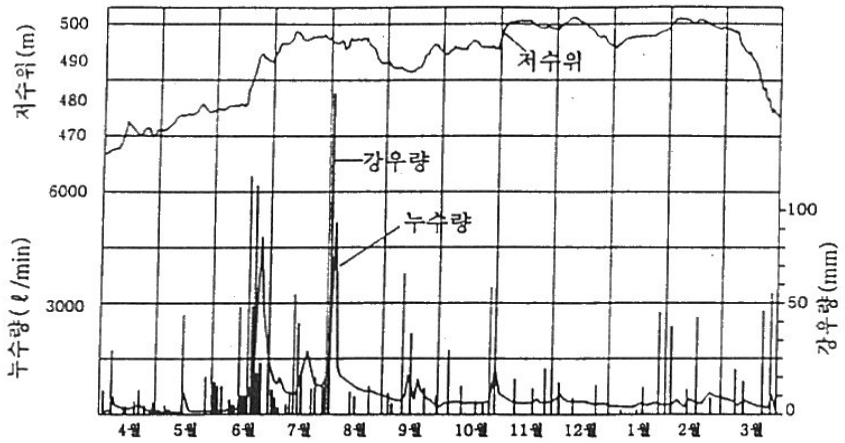


그림 5.1.6.13 누수량 미소 변화도

- 누수량의 계측위치는 일반적으로 하류에 집수정을 설치하여 총누수량을 계측하는 경우와 누수경로별로 집수정을 설치하여 계측하는 경우로 대별된다. 현재 댐에 설치된 누수량 측정기의 대부분은 기반암과 심벽을 통한 누수량과 강우로 인한 사면의 누수량을 함께 측정하기 때문에 수위와 강우강도를 고려하여 누수량의 변화를 관찰해야 한다. 즉 강우시와 비강우시를 구분하여 저수위별 누수량을 경시변화로 나타냄으로서 각각 독립된 누수량을 파악할 수 있다. 일반적으로 누수량은 저수위의 상승에 따라 증가하다가 시간이 지나면서 감소하는 경향을 보인다.
- 제체에 누수량 측정기가 없는 경우, 육안으로 누수를 파악하여 안정성을 평가해야 한다. 댐의 하류 사면에서 습지현상이나 분사현상이 발견되면 즉시 누수량과 탁도를 측정하여 침식과 세굴의 진행성을 파악한다. 측정 결과 누수량이 시간에 따라 증가하거나 누수되는 물의 색이 점점 흐리게 되면 우선 수위를 낮추고 여러 가지 다양한 계측결과를 종합적으로 분석하여 원인을 밝히고 영구적인 대책을 수립해야 한다.
- 그림 5.1.6.13 는 누수량의 경시변화를 나타낸 것으로 누수량이 저수위와 강우량과의 관계로부터 보다 정확한 누수특성을 파악할 수 있다고 보며, 이들로부터 댐체의 이상징후를 쉽게 인지할 수 있다.

㈐ 상관관계분석

- 계측기에 의하여 획득된 데이터중 변위-간극수압, 변위-토압, 간극수압-토압, 간극수압-누수량 등은 서로 연관성이 있어 자료간 경시변화를 추적하여 상관관계를 분석하므로서 자료 상호간에 신뢰성을 확보할 수 있다. 또한, 예상되는 제체 거동에 대한 정밀한 예측이 가능할 수 있다.

5.1.7 기계·전기시설의 관리

5.1.7.1 일반사항

(1) 댐에 설치되어 있는 기계·전기설비는 설비의 정상적인 운용을 유지 하기 위하여 점검, 정비, 보수 등을 계획적으로 실시한다.

① 설비의 정상적인 운용, 댐 건설의 기능발휘 및 기능유지, 예측할 수 없는 사고의 미연방지, 신뢰성을 확보하기 위해서는 설비·기기를 적정하게 유지관리하는 것이 중요하다. 유지관리라 함은 설비·기기의 점검, 정비, 보수 등이 중점으로 이들을 계획적으로 실시하는 것이 효과적이고 나아가서 적절한 설비·기기의 교체에 큰 영향을 주게 된다.

② 실제로 보수관리를 실시하는데는 소프트웨어면으로서 조직·체제(기술력, 요원, 재정)를 정비할 필요가 있고 각 지구의 시설내용이나 조건에 맞는 조직·체제 정비를 행하는 것이 중요하다. 하드웨어면으로서는 보수관리의 편의성, 작업의 안전성을 배려한 시설(작업공간, 관리용 도로, 통로, 안전방호책 등을 부대로 하는 시설), 요컨대 점검·정비환경에 중점을 둔 시설을 건설하도록 의무화하는 것이 절대적이다.

가. 보수·점검·관리

(가) 게이트 기능은 설치부터 경과년수에 따라 또 개폐 빈도에 따라 달라지고 있다. 따라서 “시설물의 안전관리에 관한 특별법” 제6조 2항과 “농업기반시설관리규정 - 농림부” 제10조에 의거 일상점검, 정기점검, 긴급점검 등을 통하여 시설물을 점검하고 사고를 미연에 방지하기 위하여 기능유지에 노력해야 한다.

(나) 게이트의 이력, 사양, 설계도서, 시험기록, 조작요령 외에 점검기록, 조작기록, 보수경력 등을 상시 정비하여 두어야 한다.

나. 누수 방지

(가) 문비의 누수는 설치후부터 경과년수에 따라 또는 개폐할 때마다 다소 발생하게 된다. 3방 지수의 물넘이 수문의 경우는 일반적으로 게이트 하류 월류부의 콘크리트표면의 양 모서리 부분만이 젖어있고 중앙부 60 ~ 80 % 정도가 말라있는 정도면 지장이 없다고 해도 좋다. 지수고무가 노화하여 누수가 많아질 경우는 신규 고무로 교체한다.

(나) 댐의 신축이음과 밑바닥 호구와의 교차부위도 누수하기 쉬운 곳이다. 이러한 곳의 누수는 아스팔트 또는 기타의 충전재를 주입하면 좋다.

다. 결빙 방지

(가) 문비는 동절기에도 이상 온난기후나 강우에 의한 하천유량 급증으로 문비를 조작할 필요가 있으며 또는 사고 발생이나 점검 등으로 게이트를 개폐할 필요가 있으므로 문비, 호구, 개폐장치는 항시 결빙이나 동결(凍結)을 방지하여 게이트 조작에 지장을 주어서는 안된다. 다만 동절기간에 수위가 저하하는 등으로 문비를 조작할 필요가 없을 때 또는 결빙한 상태대로 두어도 지장이 없는 경우 등에는 고려하지 않아도 좋다.

문비 및 호구의 결빙방지방법에는 다음과 같은 형식이 있다.

㉮ 열전도에 의한 것 : 매설 전열선식 스페이스 히터(Space Heater)식

㉯ 대류에 의한 것 : 열풍순환식

㉰ 수면교란에 의한 것 : 주수주탕식(注水注湯式), 기포식

㉱ 복사에 의한 것 : 적외선 방사식

(나) 지수 부분에서 누수된 물이 동결하여 빙괴(氷塊)로 되어 문비, 호구에 부착하여 장애가 되는 경우가 많으므로 누수방지에 항상 주의할 것이 바람직하다.

(다) 누수는 없어도 극한지에서는 문비 전면에 두꺼운 얼음이 어는 일이 있으므로 이럴 경우에는 인력에 의한 얼음깨기 작업이 필요하게 된다. 개폐장치가 동결되어 조작이 안되는 경우도 있으므로 필요한 방지책을 강구한다. 조작할 때는 외부에 결빙이 없다고 판단되어도 우선 수동으로 조작하여 지수부에 동결이 없는 것을 확인한 후 전동조작으로 절체할 필요가 있다. 또한 수동조작이 불가능한 개폐장치에서도 순간적인 조작으로 확인한 후에 개폐장 치를 조작할 필요가 있다.

라. 지승부의 정비

(가) 문비의 지승부는 문비에 작용하는 수압이 집중하는 곳이므로 수압하에서 원활히 개폐할 수 있도록 항상 정비를 완전히 해 두어야 한다. 특히 롤러게이트의 롤러축은 수도 많고 비계도 좋지 않은 경우가 많으므로 정비가 소홀하게 되기 쉬우므로 주의를 요한다. 문비의 회전 지승부는 큰 압력을 받고 더욱이 저속회전이며, 래이디얼 게이트의 트러니언 핀은 1회전도 하지 않는다.

(나) 롤러게이트에서도 부분 개방시에는 주 롤러가 1회전도 하지 않는 경우도 있으므로 이와 같은 경우에도 윤활제가 전면에 골고루 퍼지도록 특별히 주의를 요한다. 윤활이 불충분할 때는 베어링의 용착(熔着)현상이나 롤러축이 롤러와 같이 회전하는 일이 일어나서 문비개폐에 지장을 주는 경우도 있으므로 급유를 충분히 해야 한다.

마. 개폐장치의 정비

(가) 개폐장치는 언제라도 문비를 작동할 수 있도록 정비해 두어야 한다. 그러기 위해서는 문비의 점검내규를 만들어 정기점검방법, 운전하기 전의 시동점검방법을 정해둘 필요가 있다. 개폐장치 각 부분의 윤활, 녹발생, 조임볼트의 이완, 베어링의 온도상승, 전기부품, 와이어 로프 소선(素線)의 점검, 리미트 스위치와 브레이크 등의 작동확인, 와이어 로프의 그리스 도포 등에 주의를 기울여야 한다. 또한 부유물 등이 지수고무와 롤라에 끼이지 않도록 청소해야 한다.

바. 예비동력설비의 정비

(가) 예비동력설비의 엔진은 언제라도 기동할 수 있도록 상시정비하고, 기동방법에 익숙해 두는 것이 필요하다. 기동방법에는 축전지에 의한 것, 압축공기에 의한 것, 인력에 의한 것 등이 있다.

(나) 축전지에 의한 기동방식에서는 축전지가 극한 시에서도 기동할 수 있도록 충전과 보온에 주의하고 압축공기에 의한 기동에서는 압축공기가 항상 소정의 압력을 유지 할 수 있도록 유의한다. 또한 발전기 성능을 잘 이해하고 운전에 숙달해 있어야 한다.

사. 보수 또는 교체

(가) 문비 보수 또는 교체는 ① 각 부재의 응력이 각각 사용재료의 허용응력을 초과해서 파괴될 우려가 있을 때, ② 진동으로 구조가 불안전하고 위험이 있다고 판단될 때, ③ 성능 저하가 현저하여 운영에 지장이 있을 때에 실시한다. 보수 또는 교체하는 부분은 주로 지수고무와 와이어로프 등이다.

(나) 유압장치에서는 작동유의 열화, 이물질 혼입, 유량 등에 유의하고 유압강하나 유압상승 등이 있는 경우에는 작동유의 여과 혹은 보충해야 한다. 와이어 로프는 소선의 단선수(斷線數)가 전체의 10 % 이상 또는 와이어로프의 직경이 공칭경의 7 % 이상 감소했을 경우에는 교체한다.

아. 재도장

(가) 문비의 도장은 일정기간마다 재도장을 하는 것이 필요하다. 재도장할 때에는 전에 도장할 때 사용한 도료를 잘 조사하고 이것에 적합한 도료를 사용할 필요가 있다.

5.2 콘크리트 댐 유지관리

5.2.1 운영 및 조작

5.2.1.1 변수

(1) 댐의 담수는 담수전에 완료해야 할 필요한 사항들에 대해서 확인한 후, 적절한 담수계획에 의하여 시행하여야 한다.

5.2.1.1.1 담수계획

(1) 담수전에 댐의 안전성, 홍수시의 여수처리, 저수지내의 물권의 조치, 하천상황 및 하류의 수리 등을 고려하여 담수계획을 수립해야 한다. 또한 담수개시의 시점은 제외가배수로의 물막이 시점을 담수개시 시점으로 생각한다.

5.2.1.1.2 담수전에 검토, 확인할 사항

(1) 담수전에 다음의 사항을 적절하게 처리하고, 또한 기능이 충분히 작동하며, 안전하게 담수될 수 있다는 것을 확인할 필요가 있다.

① 댐 본체
② 각종 관리시설
③ 수침도로의 이설
④ 저수지내의 수침용지 및 물권 등의 보상

⑤ 저수지 주변의 산사태 등에 대한 안전대책
⑥ 저수지의 상류하천부근의 배수대책
⑦ 용지의 경계말뚝 설치

5.2.1.2 담수과정에서의 관리

(1) 담수개시에서 만수 이후의 소요기간을 경과할 동안에 댐의 안전을 확보하기 위하여 적절한 관리를 하여야 한다.

(2) 담수과정에서 댐이 처음으로 수압 등의 외압을 받기 때문에 적절한 계획하에 안전성을 확보할 수 있어야 한다. 담수과정에서는 제1기의 관리로서, 담수개시후 만수되기까지의 저수위상승에 따른 하중의 증가로 인하여 댐 및 주변 원지반의 거동 또는 상태를 감시하기 위해 필요한 계측, 점검 및 조사를 실시하여야 한다.

(3) 특히 유의해야 할 계측항목은 누수량, 양압력, 변형, 간극압 등이며 이들의 측정치가 동일하중상태에서 급격히 증가하는 경우, 동일하중상태에서 시간이 지남에 따라 증가하고 있는 경우 등, 이상거동이 발생할 경우에는 저수위를 내리는 등 필요한 응급조치를 취하여 댐의 안전을 확보해야 한다.

5.2.1.3 구조물 등의 관리

(1) 댐의 안전을 확보하기 위하여 만수 이후, 댐의 거동이 정상상태에 도달할 때까지의 기간 및 그 이후의 기한에 이르기까지 적절한 관리를 하여야 한다.

(2) 댐의 안전을 확보하기 위하여 댐 구조물, 저수지 및 저수지 주변의 원지반 등은 적절히 관리해야 한다. 구조물의 관리는 별도로 규정한 관리기준에 준해서 계측, 점검하고 이상이 있으면 즉시 필요한 조치를 취해야 한다. 댐을 포함한 모든 콘크리트 구조물은 다음 사항에 유의하여 정기적으로 실시해야 한다.

① 구조물 안전도의 확인
② 운영조작에 지장을 줄 상태의 발견
③ 정상기능여부의 판단

(3) 또 정기검사는 특히 일상검사에서 보이지 않는 수압철근이나 방수로 등을 살필 수 있도록 상세하게 계획해야 하고, 검사일정은 저수위일 때와 고수위에서 구조물의 거동을 조사할 수 있도록 수립해야 한다. 일반적인 검사항목은 다음과 같다.

① 비정상적인 침하, 융기, 변위, 횡적이동
② 콘크리트의 파쇄 또는 이음부의 벌어짐, 함몰
③ 비정상적인 누수
④ 하류배수부나 기초의 침윤가능성
⑤ 기타의 이상거동 등이다.

(4) 콘크리트댐에서 결함의 원인

① 응력과 비틀림

가. 블록, 부벽, 차수벽, 아치 갤러리, 조작실 및 도수로에서 발견되는 균열

나. 부벽, 교각, 격벽 및 아치에서의 온도균열방향

다. 포스트텐션 및 앙카의 응력감소

② 불안정성

가. 분포형상이 나쁘거나 과도한 양압력, 인접한 차수

나. 하류면이나 갤러리의 누수로 발견되는 수평이음면상의 양압력

다. 불연속부의 접속면상의 누수

③ 필재로 둘러쌓인 부분, 콘크리트 블록과 차수벽의 지수판, 물넘이 설치부나 옹벽의 저수에 접하는 되메움 부분

④ 기 초

가. 용출로나 암반의 절리에서 파이핑으로 유출되는 물질, 폐쇄된 배수공, 단층 및 전단면의 이동, 층리면에 따른 활동 또는 약한 층간물질 압밀

(5) 관측자용 일반지침(미국개척국)

댐 안전을 위하여 다음과 같은 점검표(Check list)를 이용하는 것이 바람직하다.

① 설계 또는 관측계획을 재검토할 저수지의 환경변화가 있는지?
(굴착, 건축물, 폭발물, 가연성 물질의 저장 등과 같은 공업활동의 변화)

② 댐부근 또는 댐을 횡단해서 유류, 물, 하수와 같은 시설물이 파괴될 경우 댐의 안전에 지장이 없는지?

③ 접근로와 통신선은 댐지점까지 확보되고 비상사태시 절단되지 않는지?

④ 댐구조해석을 만족하고, 최신의 설계기술로서 해석해도 안전한지?

⑤ 비상시에는 저수위를 급속히 저하시킬 수 있는 용량의 방류시설을 보유하고 있는지?

⑥ 물넘이의 유하용량은 최근의 수문자료를 적용할 경우 어떠한 홍수에 충분한지?

⑦ 홍수가 물넘이를 유하하여 댐하류 하상을 세굴시킬 것인지?

⑧ 비상시 권양기나 기타의 기계조작이 가능하도록 적절한 예비전원 및 여분의 시설이 정비되었는지?

⑨ 물넘이 수로는 충분하게 축조되어 보수되고 홍수시에 위험한 침융을 일으키지 않는지?

⑩ 터널, 갤러리의 환기는 적절하며 부식을 방지하고 유해가스의 저유는 없는지?

⑪ 게이트, 밸브류의 조작은 언제든지 가능한지?

⑫ 배수장의 펌프는 운전가능한지?

⑬ 자동경보장치 및 원격측정장치의 기능은 충분한지?

⑭ 모든 계측기는 작동하고 있는지?

⑮ 댐 및 어버트팬트의 식생은 점검자의 시야를 곤란하게 하는지?

⑯ 콘크리트댐의 강도가 안전에 지장이 있을 정도로 저하되었는지?
(강도는 비파괴검사나 보링에 의한 코어로 확인한다.)

⑰ 방수관, 물넘이의 취입구는 퇴사, 쓰레기로 폐쇄되어 있지 않는지?

⑱ 댐의 비상사태발생시 적절한 응급자재나 기기의 반입은 가능한지?
⑲ 조작이 빈번치 않은 운전장치는 점검되었는지?
⑳ 태업에 대하여 손상되지 않도록 보호되어 있는 취약시설은 문제점은 없는지?
㉑ 유능하고 숙련된 자가 관측하고 있는지?
㉒ 조작원은 적절한 지시를 받아 비상시에 행동할 수 있도록 지정되어 있는지?
㉓ 간극수압계의 관측정수위는 저수위와 비교하여 합리적이고 안정하며 적합성을 표시하고 있는지?
㉔ 간극수압계, 관측정 등이 댐의 안전성을 설명할 수 있는지?
㉕ 저수지의 라이닝은 설계시의 기능을 계속 유지하고 있는지?
㉖ 댐의 침하로 홍수시 여유고가 감소되어 있지 않는지?
㉗ 누수는 과대하며, 증가하고 있는지? 혼탁한지? 각각의 배수공에서의 배수량은 변화하고 있는지?
㉘ 누수로 인하여 기초암반이 용해된 흔적은 없는지?
㉙ 저수지 이외의 수원, 예를 들면 높은 표고의 어버트먼트에서 나오는 잠재적 위험성이 있는 삼투수는 없는지?
㉚ 댐, 구조물, 기초 등에 균열이 발생하지 않았는지?
㉛ 댐이나 기초에 침윤의 흔적이 없는지?
㉜ 옹벽이나 흉벽의 모양에 변화가 없는지?
㉝ 최근에 지진활동이 있은 경우, 저수지와 그 주변에 손상이 없는지?
㉞ 댐 및 주변에 침하된 곳은 없는지? 배수공, 광산 등으로 침하를 촉진하는 경우는 없는지?
㉟ 콘크리트의 이음이 계속 벌어지고 있는지?
㊱ 수평이음의 누수가 위험한 양압력을 발생할 가능성은 없는지?
㊲ 물넘이에 과도한 침식의 흔적이 없는지?
㊳ 콘크리트의 화학적 열화의 흔적. 즉, 표백작용, 균열, 박리현상 등은 없는지?
㊴ 배수구의 배수에 시멘트 표백의 흔적은 없는지?
㊵ 엄동기에 빙압이나 동결작용으로 손상이 없는지?
㊶ 구조물 하부에 세굴은 없는지?
㊷ 기초암반에 화학적인 변화의 흔적은 없는지?
㊸ 양압력은 설계조건이내이며 기초중에 다시 배수공을 보링할 필요가 없는지?
㊹ 휨에 대한 기록은 적절하고 , 저수위 변동과 온도에 적합한지?
㊺ 이상한 상황은 신속히 보고되고 있는지?
㊻ 조작원, 점검원은 댐을 충분히 점검하고 있는지?
㊼ 결함은 지체없이 수리되고 있는지?

5.2.1.4 조작관리

(1) 취수, 홍수조절 및 방류시는 적절하고도 안전한 조작과 관리를 해야한다.

(2) 댐의 물 조작관리는 용수의 확실한 취수와 완전한 조절 및 방류를 위해, 미리 댐 관리 규정을 정하고, 그 규칙에 의하여 게이트 및 밸브 등의 조작 및 관리를 해야 한다. 댐에 의한 재해와 사고는 댐에 부속된 수리 구조물의 조작에 대부분의 원인이 있다. 이와같은 재해는 일반적으로 다음과 같다.

① 구조물의 복잡성

② 과중한 부하의 통제

③ 댐 구조물의 계속적인 기능유지의 필요성

④ 악천후하에서의 계속적인 조작

5.2.1.4.1 조작특징

(1) 부속구조물의 운영은 설계단계부터 모색되어야 한다. 설계자는 확실하고 안전한 운영체계와 간단하고 편리한 조작, 그리고 유지관리를 편리하게 할수 있도록 설계하는 것이 바람직하다. 이와 같은 설계상의 특징은 기본형상의 선택, 세부설계, 제체, 장비 및 갤러리 등은 설계단계에서 설계지침으로 되는 것이 좋다. 방류구는 댐의 관리자들에게 대단히 중요하므로 댐의 관리자는 고형물질을 쉽게 방출시킬 수 있는 대용량의 바닥 방류구의 설치를 원한다. 이는 담수기에 저수지를 비울 수 있으며, 댐이 위험한 경우에 수위를 조절할 수 있고 필요할 때 하류의 유수를 방류할 수 있다.

(2) 관리자의 입장에서 댐의 안전은 게이트조작에 가장 중요한 인자이다. 따라서 댐에 필요한 물넘이가 갖추어야 할 요인은 다음과 같다.

① 설계와 구조 및 유지, 수선이 간단해야 한다.

② 물넘이 조작시 극한상황에 대처할 수 있는 내구성과 저항력이 있는 양질의 물넘이를 건설해야 한다.

5.2.1.4.2 홍수시의 조작

(1) 준비와 홍수진행기간

① 홍수진행중에 조작을 해야 할 때는 홍수법칙하에서 제1게이트를 조작해야할 시기는 쉽게 결정할 수 있다. 그러나 게이트조작을 하기 위한 준비기간은 언제나 규정되어야 한다. 홍수라함은 일반적으로 유입량이 어떤 지정된 수위에 도달했을 때 시작하는 것으로 하고, 직원대기는 경보곡선(수위대 유입량)에 도달했을 때 시작된다.

② 일상적인 운전과 대기, 그리고 홍수기간 사이의 구별은 자동조정되는 양을 포함해서 각 댐의 조작방법에 의존한다는 것은 확실하다.

(2) 게이트조작전의 준비상황

① 상황의 형태

가. 상황은 각각 다음의 4가지로 구분할 수 있다.

㉮ 게이트가 없는 월류형 물넘이의 댐에서는 특별한 경우를 제외하고는 대기기간이 필요없다.

㈏ 홍수경보는 직원이 수집한 정보에 의하는 것으로 이것은 댐에서의 유출율과 수위를 관측하거나, 자료를 원격계측기기로부터 받음으로써 가능해진다. 이와 같이 폭우는 대기상태를 예상하는 결정요소가 된다.

㈐ 자동시스템은 하나 또는 둘 이상의 변수를 근거로 기대시간을 시작하는 기준으로 삼으며, 수위 또는 수위변화율이 변수로서 사용된다.이 장치는 매우 간단하고 신뢰성이 있다. 관리자들은 가끔 ②를 병행하여 사용하지만 관리자에 의한 대기경보는 자동경보시스템의 도움을 받는다. 자동경보는 단독으로 이용되기도 하지만 병행된 시스템은 조작의 신뢰성에 확신을 제공한다.

㈑ 컴퓨터에 의한 자동화운영으로 이 시스템은 감독자가 상황보고를 받고자 할 경우 외는 대기기간이 필요없다.

② 준비에 관계되는 인자

가. 각 댐에서 대기기간의 시작점을 결정하는 변수는 다음과 같은 항목(우선순위) 등이 있다.

㈎ 항우

㈏ 저수지의 수위변화율

㈐ 물넘이의 용량

㈑ 측정된 상류유량

㈒ 저수지에서 측정된 유량

㈓ 유출량의 변화율

㈔ 상류지점의 수위

㈕ 상류댐에서의 유량

㈖ 물넘이 이외의 유량

㈗ 방류수심

나. 평균적으로 3~4개 정도를 이용하여 댐에서의 대기여부를 결정한다. 이같이 많은 변수는 대부분의 경우 저수지에 유입하는 유입율을 결정하는데 도움이 되고, 양입율은 댐 조작의 기본적인 경보요소로서 다음과 같은 방법으로 결정할 수 있다.

㈎ 저수면수위변화율(dN/dt)은 대단히 폭넓게 사용된다. 그러나 큰 저수지에서는 변화율이 늦기 때문에 파고 등에 의해 정확하게 측정할 수가 없는 경우가 있으며, 또 큰 하천을 갖는 작은 저수지는 어느 정도의 지체시간은 있지만, 게이트조작을 하는데 신속하게 처리하여 위험이 없도록 해야 한다.

㈏ 상류에 댐이 있는 경우의 유출량은 중간에 유입하는 양이 적기 때문에 본 댐으로부터 멀리 떨어져 있지 않은 경우에는 유량산정이 비교적 정확하여 게이트조작에 큰 어려움이 없다.

㈐ 상류측정장소는 저수지상류단에 설치하는 것이 바람직하다. 이것은 이 지점에서 유도된 저수지수위와 유량과 유출자료와의 관계는 비교적 정확하기 때문이다.

그러나 지류에서 저수지로 유입하는 양이 많을 경우에는 문제점이 발생한다.

㉮ 상류 먼 지점에 관측점이 있을 경우에는 중간에서 유입하는 유량으로 인하여 정확한 양을 산출하기에는 어려움이 있다. 이 경우에는 경험이 상관해석을 하는데 가장 중요한 요소가 된다.

(3) 게이트조작

① 조작법칙

실질적인 분류는 게이트조작방법에 의한다.

가. 제작방법

㉮ 계출율에 의한 법칙

저수지의 상단까지 수위가 상승하였을 경우에 나머지 유입량을 방류하는 것으로서 편리한 방법이다. 저수지를 만수시키는 방법은 다음과 같다.

- 유출량을 단계별로 증가시킨다.
- 방유량은 최소량을 유지한다.
- 유출량은 하류홍수조절을 위해 특정 최대유출율을 초과하지 않아야 한다.
- 이 방법은 도표를 이용하여 결정하는 것으로 게이트조작절차는 실제적으로 제한이 있다.

㉯ 수위에 의한 법칙

- 수위를 근거로 한 조작방법으로서 간단하다. 저수지의 특정지점에 수위가 도달하면 방류하는 방법으로 유역의 상황에 따라 제한된 수위는 매년 변할 수 있다.

㉰ 전체유역에 의한 법칙

- 이 방법은 전체유역을 포함시킬 수 있어야 한다.

나. 컴퓨터에 의한 방법

㉮ 입력자료가 대단히 많아 수집된 정보로서 어떻게 게이트 조작을 할 것인가를 결정하는데는 컴퓨터의 이용이 바람직하다. 기상, 수위, 저수지로 유입하는 유입량 등의 자료는 홍수저수량의 수리학적인 도표가 있는 컴퓨터에 입력되어 게이트조작에 필요한 정보를 얻을 수 있다.

다. 종합적인 방법

㉮ 이 방법은 가장 간단한 방법이니 게이트가 없는 물넘이에 해당된다.

라. 게이트 조작을 결정하는데 필요한 요소

㉮ 게이트조작에 기준이 되는 각종 요소는 저수지수위의 변화율, 저수지의 수위, 물넘이 용량, 강우, 유입량, 물넘이 이외의 방유량, 측정된 상류유량, 유입량의 변화율, 상류지점의 수위 및 상류댐에서의 유량 등이 있다.

② 게이트조작방법

가. 게이트조작은 다음과 같이 3가지로 분류할 수 있다.

㉮ 게이트조작을 자동으로 할 것인지, 인력으로 할 것인지를 정한다.

㉯ 댐에서 게이트를 국부적으로 직접 조작할 것인지, 원격으로 조정 할 것인지를 정한다.

㉰ 전기, 수압, 인력(비상시), 엔진진동중에서 어느 것으로 조작할 것인지를 정한다. 이러한 조작방법중에서 가장 많이 사용하고 있는 것은 국부적인 인력조작과 동력조작이며, 여기에 유격조정이 증가하는 추세에 있다.

5.2.2 수리시설

5.2.2.1 계측시설

(1) 댐 및 저수지의 안전성을 높이기 위하여 필요한 계측시설을 설치한다.

5.2.2.1.1 계측시설의 설치

(1) 댐 구조물의 안전성을 높이기 위하여 구조물 및 주변의 원지반 등의 거동 및 상태를 정기적 또는 수시로 측정하기 위한 계측시설을 설치한다.

(2) 댐의 계측시설은 댐의 규모, 중요도, 특수성 및 시공시의 계측시설과 완성후의 계측시설을 고려하여 가장 적합한 시설을 해야 한다. 시공시의 계측시설은 계측자료에 의해 시공상태를 파악하여 시공을 안전하고, 합리적으로 실시하기 위한 것으로서 콘크리트 온도계, 이음계 등이 있다. 완성후의 계측시설은 담수후 댐의 거동을 파악하여 안전성을 확보하는 것으로서 변형계, 응력계, 양압력계, 누수량 측정배분 등이 있다.

5.2.2.1.2 계측시설의 설치표준

(1) 콘크리트댐

① 댐에 설치하는 측정장치는 다음과 같다.

가. 누수량 측정장치 : 모든 댐에 설치한다.

나. 양압력(간극압) 측정장치 : 모든 중력댐과 공동중력댐 및 댐높이가 30m 이상인 아치댐

다. 변형량 측정장치 : 댐높이가 50m 이상의 중력댐과 공동중력댐 및 모든 아치댐

라. 이음부 벌어짐 측정장치 : 특히 높은 댐 또는 특수한 설계를 한 댐

마. 변형 또는 응력 측정장치 : 특히 높은 댐 또는 특수한 설계를 한 댐

바. 내부온도 측정장치 : 특히 높은 댐 또는 특수한 설계를 한 댐

사. 기초암반의 변형량 측정장치

(2) 복합댐

① 복합댐의 계측시설은 콘크리트댐 및 필댐에 따른다. 복합댐은 그 구조가 복잡하고, 역학적성질이 다른 댐이 서로 접합된 것을 말하며 정적, 동적인 관측을 할 필

요가 있다.

5.2.2.1.3 콘크리트댐의 계측시설

(1) 이음계(Joint meter)

① 시공이음의 신축을 검사하는 것으로 시공시 블록상태의 파악, 이음 그라우트시기의 결정 및 댐 완성후의 유지관리를 위하여 설치한다. 이음매의 틈은 온도변화와 관계가 있으므로 이음계는 물론이고, 대표적인 블록에 제체내의 온도분포와 그 변화를 파악하기 위한 온도계를 매설한다.

(2) 변형계(Strain meter)

① 시공시 또는 완성후에 제내의 내부응력의 크기와 방향, 분포상태를 파악하기 위하여 변형계를 설치한다. 변형계는 콘크리트의 재령에 따른 용적변화에 의한 겉보기 변형이 나타나므로 이와 같은 무효변형을 제거하기 위하여 필요한 개수의 무응력계를 매설한다. 변형계의 배치위치는 댐의 주요부나 높은 응력이 발생하는 곳 및 댐의 안전성에 문제가 있는 곳에 설치한다.

(3) 응력계(Stress meter)

① 댐 내부에서 발생하는 응력을 파악할 경우에는 변형계로부터 응력을 환산하는 방법과 직접 응력을 측정하는 방법이 있다. 변형으로부터 응력을 산출하는 방법은 콘크리트의 탄성계수가 재령, 배합, 재하시간, 초기응력 등에 따라 변하므로 변형을 응력으로 환산하는데 문제점이 있다. 따라서 직접적으로 응력을 측정하든가 적당한 개수의 응력계를 변형계와 같이 설치하고 양자의 값을 고려하여 정하는 것이 바람직하다.

② 응력계는 변형계보다 비교적 안정된 값을 나타낸다. 따라서 아치댐에서는 댐저면, 크라운, 어버트먼트부근 등 응력이 높은 부분에 설치되는 경우가 많다.

(4) 온도계(Thermometer)

① 시공시에 댐콘크리트에 발생하는 온도, 균열의 방지를 위하여 설치한다. 온도규정효과의 감시, 이음 그라우팅 시기의 결정 및 댐 완공후의 용도 압력의 해석을 위하여 온도계를 설치한다. 설치위치는 목적에 따라 선정한다.

② 프리쿨링 및 일차쿨링시에서의 온도변화는 주로 타설온도, 단열온도상승에 좌우된다. 따라서 콘크리트의 온도변화는 타설시기에 따라 다르므로 시기별로 온도계를 설치할 필요가 있다. 일반적으로 1개월에 2개정도면 충분하다. 또 이 경우의 온도측정은 매설형보다 삽입형온도계를 사용하는 것이 시공상으로도 바람직하다.

(5) 양압력(간극수압)계

① 암반면 또는 암반내의 양압력을 측정하기 위하여 설치한다. 일반적으로 댐암반 접착부의 상류단에서 하류단으로 수개소 배치하여 양압력의 분포를 관측한다. 양압력은 저수위, 누수량 및 강우량(원지반에서 용수와의 관계를 파악하기 위해) 등과 함께 계측하고, 필요에 따라 그라우트나 드레인 설치 등의 조치를 한다. 또 양압력은 갤리

리내에서 기초배수공에 의해 측정한다. 따라서 기초배수공을 이용하여 양압력계를 설치가능한 구조로 하여 항시에는 누수량을 측정하여 임의로 양압력을 측정할 수 있도록 하는 것이 바람직하다.

(6) 누수량 측정장치

① 누수량은 저수위 및 원지반에서의 침투수에 의하여 생기며 양압력과의 관계가 크므로 그 양에 대해서도 세심한 주의가 필요하다. 누수량은 개개의 드레인에서 유출수를 정시간측하든가, 누수를 1개소로 집수시켜 삼각 위어로 관측하는 것이 일반적이다.

(7) 지진계

① 지진계의 종류는 그 목적에 따라 다르지만 일반적으로 SMAC형 지진계(강진계)와 진자형 지진계로 구분된다.

② SMAC형 지진계는 기구가 간단하고, 전지전원이기 때문에 정전시에도 작동하며, 대지진을 포착하는데 적당하다. 전자형 지진계는 스타터(Starter) 감도를 변경함으로서 임의의 범위들 보완할 수 있다.

③ 댐에 설치되어 있는 지진계 고장의 양대원인은 습기에 의하여 부품이 부식되므로 지진계의 덮개를 이중으로 하는 등의 방습대책을 하는 것과 전자형일 경우에는 습기가 특히 많은 곳에 설치할 때에는 매설형의 기종선정에 주의해야 한다. 지진계의 설치 목적은 일반적으로 다음과 같다.

가. 댐 자체의 안전관리

나. 댐 위치의 지반 및 지진동을 측정하여 댐의 내진설계를 향상시킨다.

다. 댐 위치 부근의 지진발생기구의 해명

(8) 댐 외부변형의 측정

① 댐본체의 변형은 댐의 수위, 외부습도, 댐온도 및 수위 등에 의하여 변하며 완공후의 외력에 의한 댐의 거동을 파악하기 위해서는 댐본체의 안전성의 검토가 가장 중요하다. 중력댐 및 공동중력댐의 외부변형은 댐내에 설치된 연직추로 측정하는 것이 간단하며 오버행(Overhang)이 큰 아치댐은 고감도의 경사계로 측정함으로서 처짐을 구한다. 경사계의 경우는 시공 시에도 측정이 가능하므로 특히 아치댐과 같이 시공시 블록의 안정이 우려되는 댐에서는 시공관리상에도 효과적이다.

② 또한 댐부근의 기준점에서 데오돌라이트 및 정밀레벨을 사용하여 측량에 의하여 댐의 외부변형을 측정하는 방법이 있다. 이 때 댐 표면의 표점은 적어도 2개소 이상의 기준점에 반복하여 측량해야 한다.

5.2.2.1.4 계측계기 설치상의 주의사항

(1) 계측계수는 다음 사항을 고려하여 설치해야 한다.

① 각계기의 초기치 설정은 세심한 주의를 요한다.

② 계수에 이상치가 생겼을 때에 그 값의 정확여부와 이와 같은 사항이 다른 계기에도

발생되었는지를 조사하기 위하여 다른 계기가 있는 곳까지 보기 쉬운 곳에 계기를 병설설치토록 한다.

③ 중요한 부분은 가급적이면 전기적인 계측과 사람의 손과 눈으로 측정할 수 있는 계기를 병행설치토록 함이 좋다.

④ 갤러리내에 설치하는 스윗치박스는 습기에 의해 불량하게 될 가능성이 높고 또한 습기를 방지하기 위한 유지비도 가중되므로 갤러리나 홀 내에는 설치하지 말고 케이블로 관리건물까지 끌어오도록 하는 것이 원칙이다.

⑤ 종이테이프에 자료가 찍혀 나오면 자료의 이상치를 발견해 내기 어려운 결점이 있으므로 직독할 수 있는 형으로 찍혀나오도록 할 필요가 있다.

5.2.2.2 관측시설, 통신시설, 경보시설, 조작 및 유지관리시설

(1) 댐의 조작, 운용 및 유지관리 등을 안전하고 적절하게 하기 위해서 필요한 조작 및 유지관리시설을 설치하도록 한다.

5.2.2.2.1 조작 등 관리시설의 설치

(1) 댐의 조작을 적정하게 실시하기 위한 수위, 유량, 강우량 등을 관측하기 위한 관측시설

(2) 관측결과나 댐의 조작상황을 빠르고 정확하게 통보하기 위한 통보시설

(3) 홍수의 방류를 일반에게 널리 알릴 필요가 있을 때는 경보시설 등

(4) 댐의 조작 및 관리를 안전하고, 적절하게 하기 위하여 조작 및 유지관리 등에 필요한 시설을 설치해야 한다.

5.2.2.2.2 관측시설(하천법 제40조, 동시행령 제30조 참조)

(1) 강우량 관측시설

① 우량관측시설의 설치

가. 우량계는 자기식으로서 댐의 조작을 안전하고, 적절하게 하기 위하여, 조사시에 설치된 우량관측시설을 이용할 수도 있지만 댐의 조작운용상 우량관측시설의 설치장소의 최저치로서는 다음과 같다

㉮ 집수구역면적 200㎢ 미만일 경우 1개소 이상

㉯ 집수구역면적 200~600㎢ 미만일 경우 2개소 이상

㉰ 집수구역면적 600㎢ 이상일 경우 3개소 이상

・설치는 강우의 지역특성, 유지관리, 점검의 난이, 전파조건 등을 고려하여 설치개소를 선정한다. 또 필요에 따라서는 적당히 개소수를 증가하여 대상 유역의 우량을 정확하게 파악할 수 있도록 하는 것이 바람직하다.

② 설량계

가. 댐에 관련된 집수지역의 전부 또는 일부가 적운지역에 속한 때에는 1개이상의 설

량계를 설치함이 바람직하다.

(2) 수위 관측시설

① 수위계

가. 수위계는 설치장소, 측정정밀도, 용도 등을 고려하여 관측에 알맞은 기종을 선정한다. 저수지에는 자기수위계를 설치하는 것이 바람직하다.

② 수위관측소의 설치장소

가. 저수지 : 물넘이의 영향을 피하기 위하여 게이트에서 적어도 30m 이상 떨어진 거리에 두고 풍랑이나 지형의 영향을 받지 않도록 한다.

나. 댐 상류하천 : 댐 유입량 관측지점(본천 및 주요지천의 저수지 종단부로서 홍수시 댐에 의하여 수위상승의 영향을 받지 않은 지점)

다. 댐 하류하천 : 홍수조절 및 용수보급의 기준지점

(3) 수질관측시설

① 필요에 따라서 수질관측을 한다. 이때 관측장소로서는 저수지로의 유입점, 저수지내 및 방류지점(방류수)으로 하며 관측할 수질에 따라 측정 가치를 설치한다.

5.2.2.2.3 통신시설

(1) 통신시설로는 다음과 같은 것이 있다.

① VHF/UHF, 단신무선전화장치

② 다종무선전화장치

③ 전화교환기

④ 통신용FAX

⑤ 입전화, 기타

가. 물넘이게이트를 가진 댐에서는

㉮ 홍수시에 통보할 수 있는 시설은 물론이고

㉯ 통보를 신속, 정확히 하기 위해서 중요한 구간은 무선전화 기타 전용통신시설에 의하는 것이 바람직하다.

5.2.2.2.4 경보시설 및 표시판

(1) 경보시설

① 댐 방류에 따른 위험방지의 대책으로는 하천법 및 동시행규칙에 규정된 지시와 사이렌 또는 경종에 의한 경보가 필요하다.

(2) 표시판에 의한 게시

① 경보용 표시판은 하천진로의 입구 등 사람눈에 띄기 쉬운 곳을 대상으로 설치한다. 표시판에 의한 게시는 관계법령에서 정해진 양식에 따르고 이 양식이 어린이에게 난해할 때에는 어린이를 위한 보조 표시판을 설치하는 것이 바람직하다.

5.5.5.2.5 조작 및 유지관리 등의 시설

(1) 조작 제어시설

① 물넘이게이트 원격제어장치

가. 물넘이게이트는 폭풍우하에서 현지조작의 위험성 및 조작요인 확보의 곤란성때문에 관리장소에서 조작을 하도록 하는 것이 바람직하다.

② 취수게이트 및 밸브

가. 취수게이트 및 밸브는 용수의 확실한 취수를 위하여 기계조작방식으로 하지만 조작관리의 성역화 및 용수계통 전체의 물관리시스템화를 꾀할 때는 필요에 따라서 자동제어방식을 병용한다.

(2) 전기시설

① 전기시설에는 수배전시설, 예비발전시설, 무정전 전원장치(지진시에는 상용전원이 어느 Ga수 이상되면 정전되므로 지진계의 종류에 따라 이 장치가 필요하다.), 조명 등이 있다.

(3) 관리소 건물

① 관리소는 댐 관리의 중추로서의 기능을 발휘하는 역할을 하므로 관리소 건물의 계획에 있어서는 관리소에서 모든 업무가 원활히 수행될 수 있도록 설치장소, 건물의 규모, 배치계획 등을 결정할 필요가 있다. 또 급수시설, 오수처리시설 등의 제시설에 대해서는 관리직원의 환경유지, 각종기기의 기능유지 및 제3자에 대한 환경보전 등의 면에서 충분히 고려해야 한다.

(4) 기타 시설

① 댐・저수용 부속시설

가. 댐・저수지 부속시설에는 배수펌프, 통선시설, 여진 및 처리시설, 유목처리시설 등이 있다.

② 차량 및 선박

가. 필요에 따라 경보자 및 업무연락자 등을 준비하는 외에 저수지규모에 따라서는 저수지내의 순시, 수온, 수질 등의 저수지 관측, 추사측량 및 저수지의 유목처리 등을 하기 위해 순시선 및 작업선을 필요로 할 경우도 있다.

③ 관리시스템

가. 방류시설, 취수시설, 관측시설, 경보시설 등의 각 시설에 의한 댐의 조작 및 운용을 안전하고 적절하게 하기 위하여 관리시스템을 수립하며 종합적인 물관리시설을 설치해야 한다.

집필위원	분야	성명	소속	직급
	관개배수	김선주	한국농공학회	교수
	농업환경	박종화	한국농공학회	교수
	토질공학	유 찬	한국농공학회	교수
	구조재료	박찬기	한국농공학회	교수
	수자원정보	권형중	한국농공학회	책임연구원

자문위원	분야	성명	소속
	농촌계획	손재권	전북대학교
	수자원공학	윤광식	전남대학교
	지역계획	김기성	강원대학교
	수자원공학	노재경	충남대학교
	농지공학	최경숙	경북대학교
	관개배수	최진용	서울대학교

건설기준위원회	분야	성명	소속
	총괄	한준희	농림축산식품부
	농업용댐	오수훈	한국농어촌공사
	농지관개	박재수	농림축산식품부
	농지배수	송창섭	충북대학교
	용배수로	정민철	한국농어촌공사
	농도	조재홍	한국농어촌공사 본사
	개간	백원진	전남대학교
	농지관개	이현우	경북대학교
	농지배수	남상운	충남대학교
	취입보	김선주	건국대학교
	양배수장	정상옥	경북대학교
	경지정리	유 찬	경상대학교
	농업용관수로	박태선	한국농어촌공사 본사
	농업용댐	손재권	전북대학교
	농지배수	김정호	다산컨설턴트
	농지보전	박종화	충북대학교
	농업용댐	김성준	건국대학교
	해면간척	박찬기	공주대학교
	농업수질및환경	이희억	한국농어촌공사 본사
	취입보	박진현	한국농어촌공사 본사

중앙건설기술심의위원회	성명	소속
	이태옥	평화엔지니어링
	성배경	건설교통신기술협회
	김영환	한국시설안전공단
	김영근	건화
	조의섭	동부엔지니어링
	김영숙	국민대학교
	이상덕	아주대학교

농림축산식품부	성명	소속	직책
	한준희	농업기반과	과장
	박재수	농업기반과	서기관

설계기준
KDS 67 10 90 : 2018

농업용 댐 유지관리

2018년 04월 24일 발행

농림축산식품부

관련단체 한국농어촌공사
58217 전라남도 나주시 그린로 20(빛가람동 358) 한국농어촌공사
☎ 061-338-5114 E-mail : webmaster@ekr.or.kr
http://www.ekr.or.kr

(작성기관) 한국농공학회
06130 서울시 강남구 테헤란로 7길 22(역삼동 365-4) 과학기술회관 본관 205호
☎ 02-562-3627 E-mail : j6348h@hanmail.net
http://www.ksae.re.kr

국가건설기준센터
10223 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283(대화동)
☎ 031-910-0444 E-mail : kcsc@kict.re.kr
http://www.kcsc.re.kr

※ 이 책의 내용을 무단전재하거나 복제할 경우 저작권법의 규제를 받게 됩니다.

KDS 67 15 05 : 2018

취입보 일반사항

2018년 04월 24일 제정
http://www.kcsc.re.kr

농림축산식품부



건설기준 코드 제·개정에 따른 경과 조치

이 코드는 발간 시점부터 이미 시행 중에 있는 설계용역이나 건설공사에 대하여 발주기관의 장이 필요하다고 인정하는 경우 종전에 적용하고 있는 기준을 그대로 사용할 수 있습니다.

건설기준 코드 제·개정 연혁

- 이 기준은 KDS 67 15 05 : 2018 으로 2018년 04월에 제정하였다.
- 이 기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 건설기준 간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.
- 이 기준의 제·개정 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요사항	제·개정 (년. 월)
농지개량사업 두수공편	• 농지개량사업 두수공편 제정	제정 (1970. 12)
농업생산기반정비사업 계획설계기준 취입보편	• 농업생산기반정비사업 계획설계기준 취입보편 개정 • 두수공을 법정용어인 취입보로 수정 • 발전된 시공기술을 반영하고, 농업용수의 확보 방안을 다각적으로 검토	개정 (1996. 12)
KDS 67 15 05 : 2018	• 국토교통부 고시 제2013-640호의 “건설공사기준 코드체계” 전환에 따른 건설기준을 코드로 정비 • 건설기술진흥법 제44조 및 제44조의 2에 의거하여 중앙건설심의위원회 심의· 의결	제정 (2018. 04)

제 정 : 2018년 04월 24일
개 정 : 년 월 일
심 의 : 중앙건설기술심의위원회
자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회
소관부서 : 농림축산식품부 농업기반과
관련단체(작성기관) : 한국농어촌공사(한국농공학회)

목 차

1. 일반사항 ····· 1
1.1 목적 ····· 1
1.2 적용 범위 ····· 1
1.3 참고 기준 ····· 5
1.4 용어의 정의 ····· 5
1.5 기호의 정의 ····· 5
1.6 시설물의 구성 ····· 5
1.7 해석과 설계원칙 ····· 5
1.8 설계 고려사항 ····· 5
1.9 신규기술적용 ····· 5
1.10 구조설계도서 ····· 5
2. 조사 및 계획 ····· 5
2.1 조사 및 계획 일반 ····· 5
2.2 조사 ····· 5
2.3 계획 ····· 6
3. 재료 ····· 6
3.1 재료 일반 ····· 6
3.2 재료 특성 ····· 6
3.3 품질 및 성능시험 ····· 6
4. 설계 ····· 6

취입보 일반사항

1. 일반사항

1.1 목적

(1) 이 기준은 건설기술 진흥법 제44조(설계 및 시공기준)의 규정에 따라 농어촌 용수공급을 목적으로하는 취입보의 조사, 계획, 설계 등을 실시함에 필요한 기술적 사항을 설정한 것으로 기술수준 및 기술환경성의 향상과 체계화에 기여함을 목적으로 한다.

(2) 취입보는 하천(저수지는 제외)에서 필요한 농어촌용수를 용수로로 도입할 목적으로 설치하는 시설의 총칭이다. 하천에서 취수하는 경우 용수로의 머리부분에 설치하는 취수문, 취수보, 배사구 등의 시설을 총칭해서 취입보라고 하며, 본 기준의 목적은 취입보를 설계하기 위함이다.

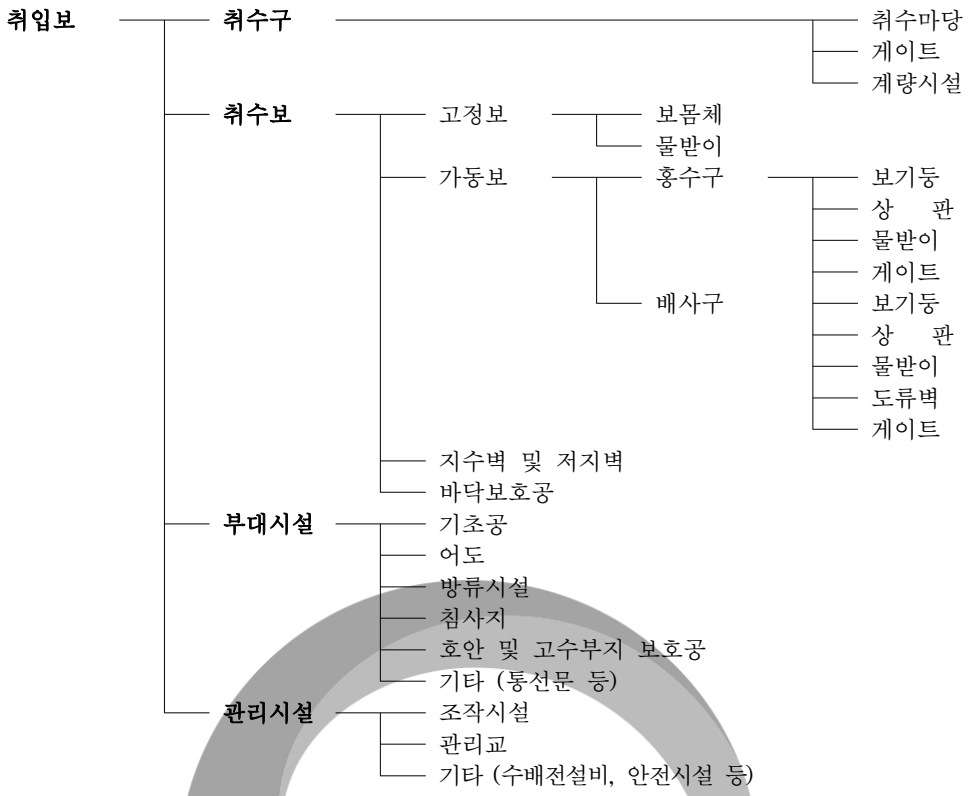
1.2 적용 범위

(1) 이 기준은 농어촌정비사업으로 시행되는 취입보의 설계에 적용한다.

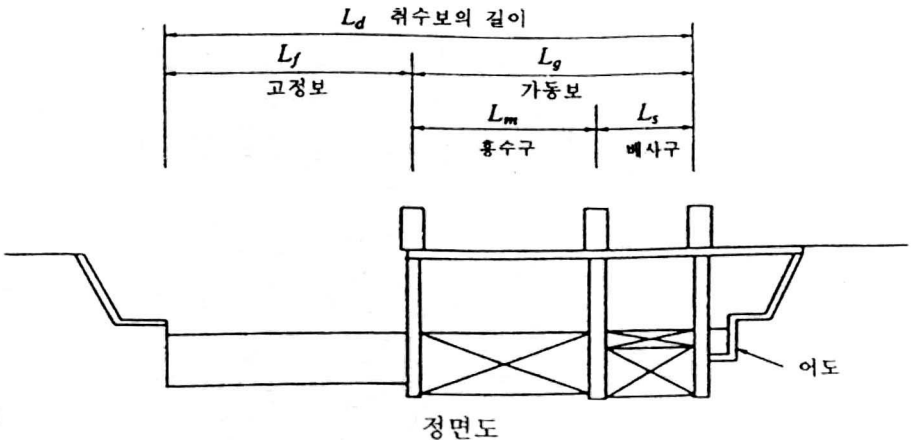
(2) 이 기준의 적용이 적합하지 않은 경우에는 기준이 손상되지 않는 범위 내에서 기술심의 및 자문 등을 통하여 실무지침을 정하여 운용할 수 있다.

(3) 취입보는 취수구, 취수보, 부대시설, 관리시설 등으로 구성되며, 각 시설의 설계에 적용한다.

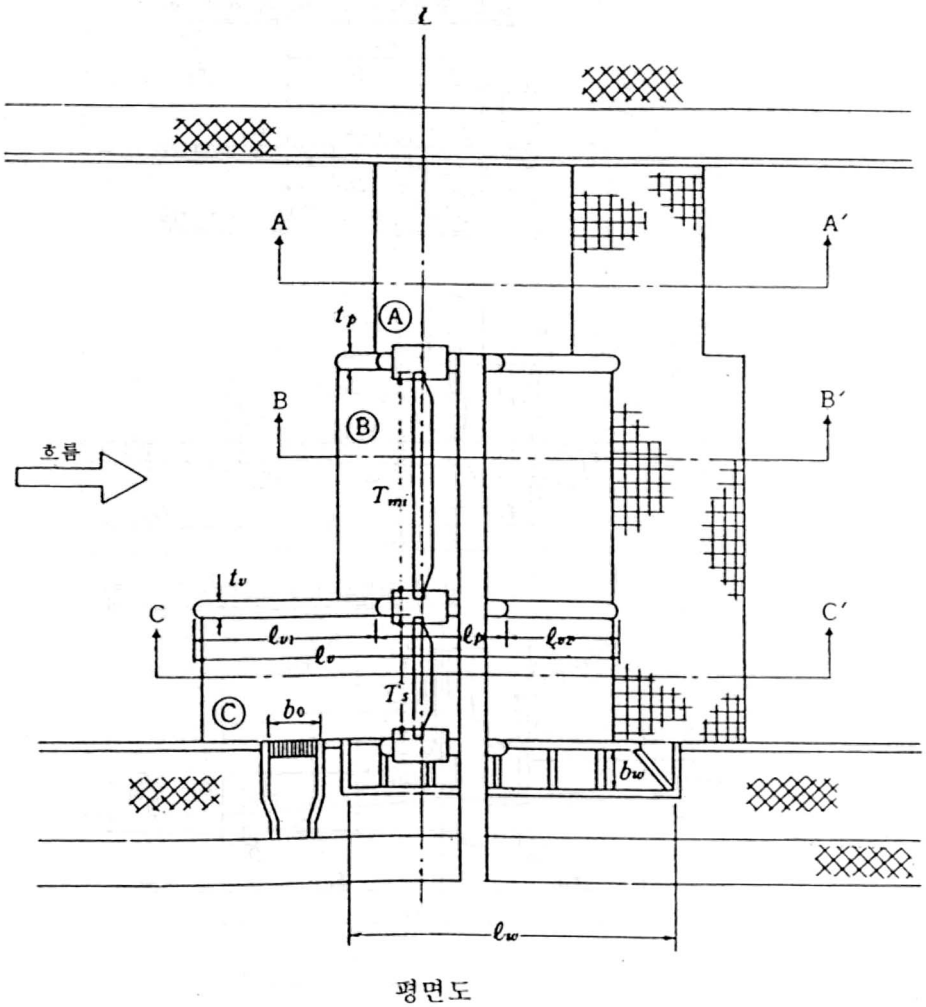
취입보 일반사항



<그림 1.2-1> 취입보의 구성

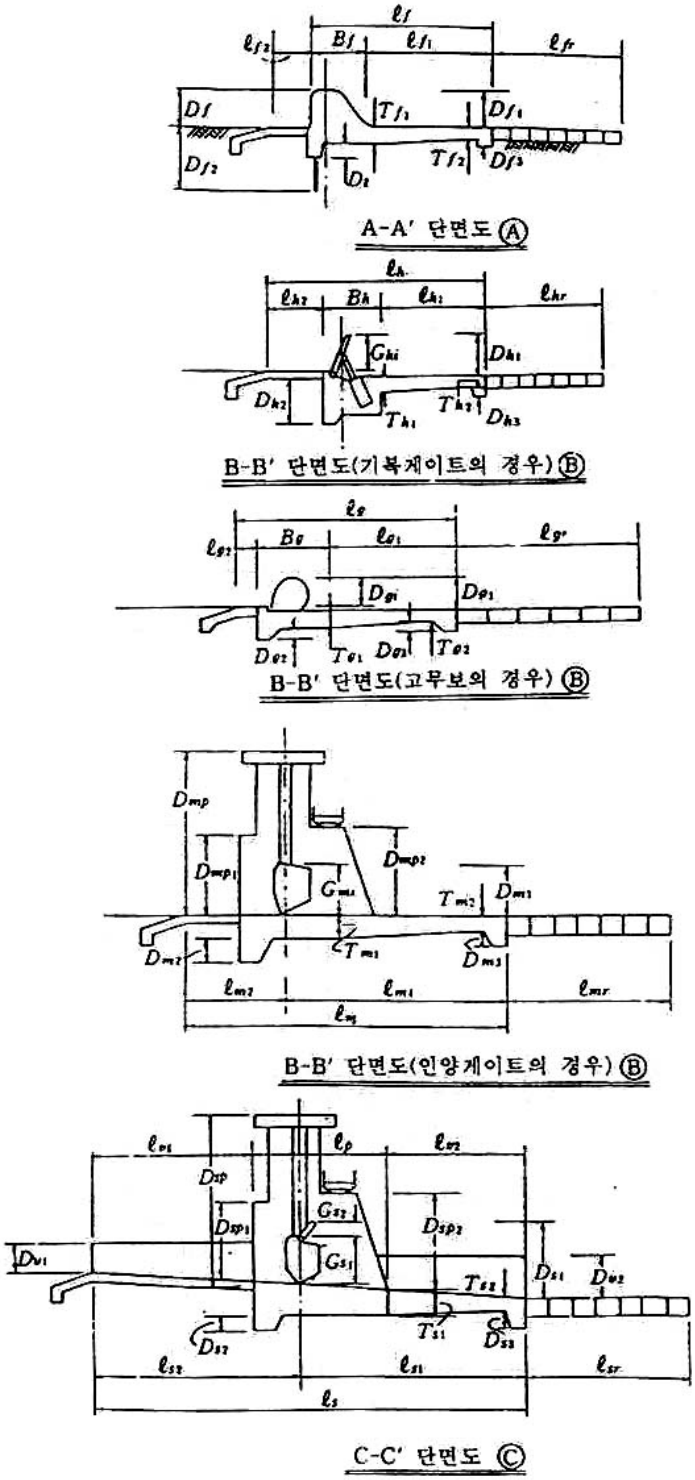


정면도



평면도

<그림 1.2-2> 취입보의 표준제원 설명도 (a)



<그림 1.2-3> 취입보의 표준제원 설명도 (b)

<표 1.2-1> 취입보의 제원표

구 분	기 호	명 칭	구 분	기 호	명 칭
고정보	L_f	고정보의 나비 (보길이)	가동보 (배사구)	l_{v2}	도류벽의 길이(하류)
	B_f	고정보의 보몸체 길이		G_{s1}	롤러 게이트의 높이
	l_f	고정보의 길이		G_{s2}	2단 게이트의 높이
	l_{f1}	고정보 물받이의 길이 (하류)		l_{sr}	배사구 바닥보호공의 길이
	l_{f2}	고정보 물받이의 길이 (상류)		D_{s1}	배사구의 보높임
	D_f	고정보의 높이		D_{s2}	배사구의 지수벽 깊이
	D_{f1}	고정보의 보높임		D_{s3}	배사구의 저지벽 깊이
	D_{f2}	지수벽의 깊이		T_{s1}	최대 물받이의 두께
	D_{f3}	저지벽의 깊이		T_{s2}	최소 물받이의 두께
	T_{f1}	최대 물받이의 두께		D_{sp}	보기둥의 높이
	T_{f1}	최소 물받이의 두께		D_{sp1}	보기둥 물살가르기 높이(상류)
	l_{fr}	고정보의 바닥보호공 길이		D_{sp2}	보기둥 물살가르기 높이(하류)
가동보 (홍수구)	L_g	가동보의 나비(보길이)		T_s	게이트의 나비
	L_m	홍수구의 나비(보길이)	기 복 게이트 (홍수구)	B_h	보몸체의 길이
	l_m	홍수구의 길이		l_{h1}	물받이의 길이(하류)
	l_{m1}	홍수구 물받이의 길이(하류)		l_{h1}	물받이의 길이(상류)
	l_{m2}	홍수구 물받이의 길이(상류)		l_h	홍수구의 길이
	D_{m1}	홍수구의 보높임		D_{h1}	보마루의 높이
	D_{m2}	홍수구의 지수벽의 깊이		D_{h2}	지수벽의 깊이
	D_{m3}	홍수구 저지벽의 깊이		D_{h3}	저지벽의 깊이
	G_{mp}	보기둥 높이		T_{h1}	최대 물받이의 두께
	G_{mp1}	보기둥 물살가르기 높이(상류)		T_{h2}	최소 물받이의 두께
	G_{mp2}	보기둥 물살가르기 높이(하류)		G_{hi}	기복 게이트의 높이
	G_{mi}	제i번째의 홍수구 게이트 높이		l_{hr}	바닥보호공의 길이
	T_{m1}	최대 물받이 두께	고무보 (홍수구)	B_g	보몸체의 길이
	T_{m2}	최소물받이 두께		l_{g1}	물받이의 길이(하류)
	T_{mi}	제i번째의 게이트 나비(경간길이)		l_{g2}	물받이의 길이(상류)
	l_{mr}	홍수구의 바닥보호공 길이		l_g	홍수구의 길이
	t_p	보기둥 두께		D_{g1}	보높임
가동보 (배사구)	L_s	배사구의 나비		D_{g2}	지수벽의 깊이
	l_p	배사구 보기둥의 길이		D_{g3}	저지벽의 깊이
	l_s	배사구의 길이		T_{g1}	최대 물받이의 두께
	l_{s1}	배사구 물받이의 길이(하류)		T_{g2}	최소 물받이의 두께
	l_{s2}	배사구 물받이의 길이(상류)		G_{gi}	고무보의 높이
	t_v	도류벽의 두께		l_{gr}	바닥보호공의 두께
	D_{v1}	도류벽의 높이(상류)	취수구	b_o	취수구의 나비
	D_{v2}	도류벽의 높이(하류)	어도	l_w	어도의 길이
	l_v	도류벽의 길이		b_w	어도의 나비
	l_{v1}	도류벽의 길이(상류)			

1.3 참고기준

· 내용 없음

1.4 용어의 정의

· 내용 없음

1.5 기호의 정의

· 내용 없음

1.6 시설물의 구성

· 내용 없음

1.7 해석과 설계원칙

· 내용 없음

1.8 설계고려사항

· 내용 없음

1.9 신규기술적용

· 내용 없음

1.10 구조설계도서

· 내용 없음

2. 조사 및 계획

2.1 조사 및 계획 일반

· 내용 없음

2.2 조사

· 내용 없음

2.3 계획

· 내용 없음

3. 재료

3.1 재료 일반

· 내용 없음

3.2 재료 특성

· 내용 없음

3.3 품질 및 성능시험

· 내용 없음

4. 설계

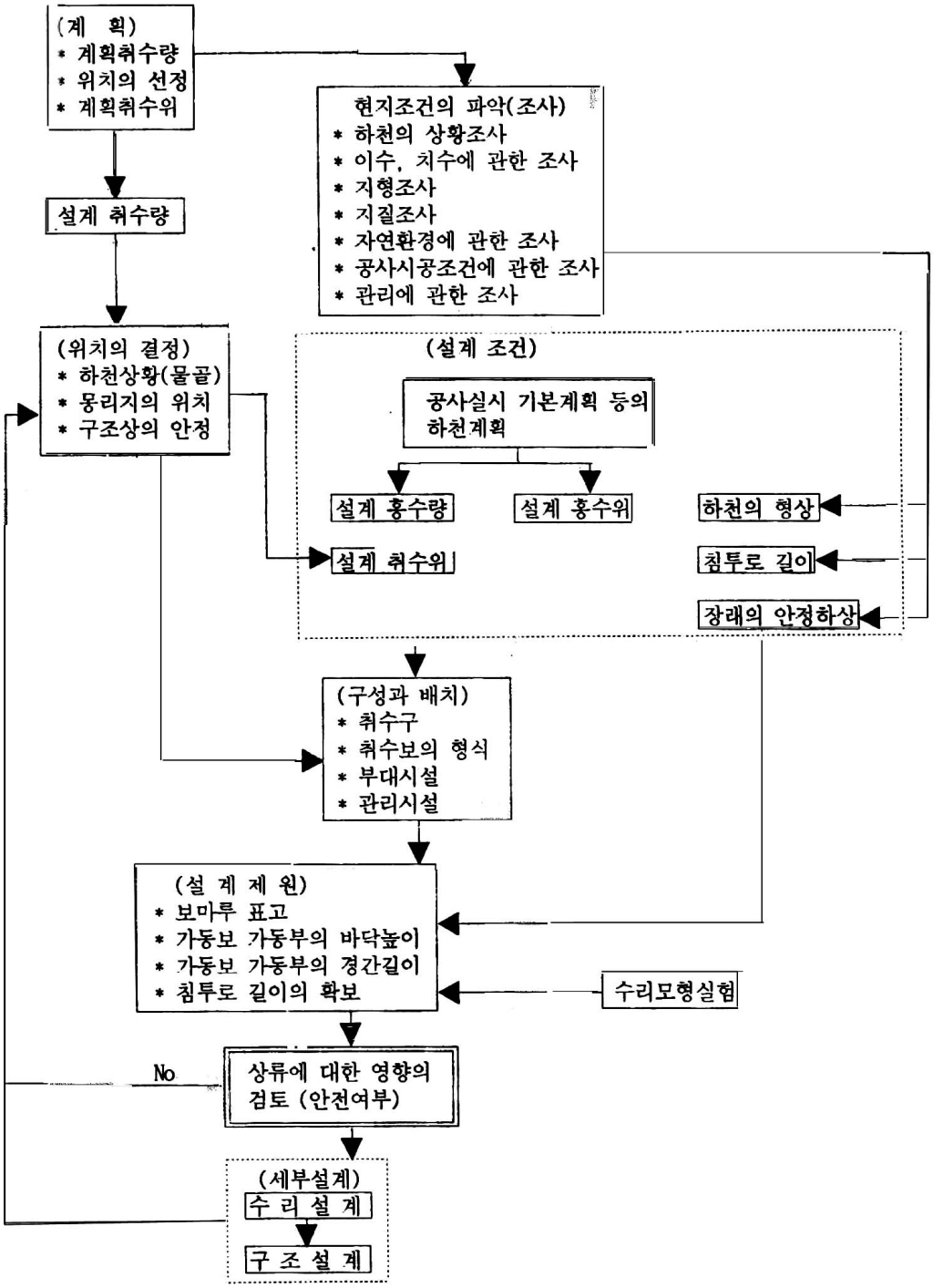
설계는 현지의 자연적, 사회적 제조건을 기초로하여 골격이 되는 것부터 차례로 세부로 들어가며 적절하고도 합리적인 순서로 해야 한다. 보의 설계는 다음 순서로 하는 것을 원칙으로 하며 각 단계의 작업은 서로 연계를 취하면서 합리적으로 진행시켜야 한다. 또한, 각 단계에서 채용할 수 있는 복수의 안이 고려될 경우에는 종합적인 비교 검토를 통해서 가장 적절한 것을 선정해야 한다.

(1) 현지의 조건 파악(조사)

(2) 기본 설계(설계 취수량, 설계 취수위, 설계 홍수량, 설계 홍수위, 보의 위치, 취입방식 등의 기본 제원의 결정)

(3) 세부 설계(각 부분의 수리 설계, 구조 설계)

취입보 일반사항



<그림 4.1-1> 취입보의 설계 순서

집필위원	분야	성명	소속	직급
	관개배수	김선주	한국농공학회	교수
	농업환경	박종화	한국농공학회	교수
	토질공학	유 찬	한국농공학회	교수
	구조재료	박찬기	한국농공학회	교수
	수자원정보	권형중	한국농공학회	책임연구원

자문위원	분야	성명	소속
	농촌계획	손재권	전북대학교
	수자원공학	윤광식	전남대학교
	지역계획	김기성	강원대학교
	수자원공학	노재경	충남대학교
	농지공학	최경숙	경북대학교
	관개배수	최진용	서울대학교

건설기준위원회	분야	성명	소속
	총괄	한준희	농림축산식품부
	농업용댐	오수훈	한국농어촌공사
	농지관개	박재수	농림축산식품부
	농지배수	송창섭	충북대학교
	용배수로	정민철	한국농어촌공사
	농도	조재홍	한국농어촌공사 본사
	개간	백원진	전남대학교
	농지관개	이현우	경북대학교
	농지배수	남상운	충남대학교
	취입보	김선주	건국대학교
	양배수장	정상옥	경북대학교
	경지정리	유 찬	경상대학교
	농업용관수로	박태선	한국농어촌공사 본사
	농업용댐	손재권	전북대학교
	농지배수	김정호	다산컨설턴트
	농지보전	박종화	충북대학교
	농업용댐	김성준	건국대학교
	해면간척	박찬기	공주대학교
	농업수질및환경	이희억	한국농어촌공사 본사
	취입보	박진현	한국농어촌공사 본사

중앙건설기술심의위원회	성명	소속
	이태옥	평화엔지니어링
	성배경	건설교통신기술협회
	김영환	한국시설안전공단
	김영근	건화
	조의섭	동부엔지니어링
	김영숙	국민대학교
	이상덕	아주대학교

농림축산식품부	성명	소속	직책
	한준희	농업기반과	과장
	박재수	농업기반과	서기관

설계기준
KDS 67 15 05 : 2018

취입보 일반사항

2018년 04월 24일 발행

농림축산식품부

관련단체 한국농어촌공사
58217 전라남도 나주시 그린로 20(빛가람동 358) 한국농어촌공사
☎ 061-338-5114 E-mail : webmaster@ekr.or.kr
http://www.ekr.or.kr

(작성기관) 한국농공학회
06130 서울시 강남구 테헤란로 7길 22(역삼동 365-4) 과학기술회관 본관 205호
☎ 02-562-3627 E-mail : j6348h@hanmail.net
http://www.ksae.re.kr

국가건설기준센터
10223 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283(대화동)
☎ 031-910-0444 E-mail : kcsc@kict.re.kr
http://www.kcsc.re.kr

※ 이 책의 내용을 무단전재하거나 복제할 경우 저작권법의 규제를 받게 됩니다.

KDS 67 15 15 : 2018

취입보 조사

2018년 04월 24일 제정
http://www.kcsc.re.kr

농림축산식품부



건설기준 코드 제·개정에 따른 경과 조치

이 코드는 발간 시점부터 이미 시행 중에 있는 설계용역이나 건설공사에 대하여 발주기관의 장이 필요하다고 인정하는 경우 종전에 적용하고 있는 기준을 그대로 사용할 수 있습니다.

건설기준 코드 제·개정 연혁

- 이 기준은 KDS 67 15 15 : 2018 으로 2018년 04월에 제정하였다.
- 이 기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 건설기준 간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.
- 이 기준의 제·개정 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요사항	제·개정 (년. 월)
농지개량사업 두수공편	• 농지개량사업 두수공편 제정	제정 (1970. 12)
농업생산기반정비사업 계획설계기준 취입보편	• 농업생산기반정비사업 계획설계기준 취입보편 개정 • 두수공을 법정용어인 취입보로 수정 • 발전된 시공기술을 반영하고, 농업용수의 확보 방안을 다각적으로 검토	개정 (1996. 12)
KDS 67 15 15 : 2018	• 국토교통부 고시 제2013-640호의 “건설공사기준 코드체계” 전환에 따른 건설기준을 코드로 정비 • 건설기술진흥법 제44조 및 제44조의 2에 의거하여 중앙건설심의위원회 심의· 의결	제정 (2018. 04)

제 정 : 2018년 04월 24일
개 정 : 년 월 일
심 의 : 중앙건설기술심의위원회
자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회
소관부서 : 농림축산식품부 농업기반과
관련단체(작성기관) : 한국농어촌공사(한국농공학회)

목 차

1. 일반사항 ····· 1
1.1 목적 ····· 1
1.2 적용 범위 ····· 1
1.3 참고 기준 ····· 1
1.4 용어의 정의 ····· 1
1.5 기호의 정의 ····· 1
1.6 시설물의 구성 ····· 2
1.7 해석과 설계원칙 ····· 2
1.8 설계 고려사항 ····· 2
1.9 신규기술적용 ····· 2
1.10 구조설계도서 ····· 2
2. 조사 및 계획 ····· 2
2.1 조사 및 계획 일반 ····· 2
2.2 조사 ····· 2
2.3 계획 ····· 10
3. 재료 ····· 10
3.1 재료 일반 ····· 10
3.2 재료 특성 ····· 10
3.3 품질 및 성능시험 ····· 10
4. 설계 ····· 10

취입보 조사

1. 일반사항

1.1 목적

설계의 기초 자료를 삼기 위해 필요한 현지의 자연적, 사회적 제조건에 관한 사항에 대해 적절한 조사를 하고, 제반 사항들을 정확하게 파악해야 한다. 취입보는 농업생산기반정비사업에 있어서 용수 계획의 요체(要諦)가 되는 경우가 많다. 따라서 조사는 설계, 시공에 필요한 조사외에 유지관리의 단계까지 고려해야 한다. 또한, 조사는 계획, 설계, 시공, 관리를 통해서 취입보의 기능 확보, 사업 경제성의 기초가 되는 것이므로 조사와 설계, 유지관리의 대응을 인식해서 보다 효과적이고 효율적인 조사계획을 수립해야 한다.
취입보의 설계에 있어서는 다음 항목의 조사는 반드시 실시해야 한다.

1.2 적용 범위

(1) 하천 상황 조사
(2) 이수, 치수에 관한 조사
(3) 지형조사
(4) 지질조사
(5) 자연환경에 관한 조사
(6) 공사, 시공조건에 관한 조사
(7) 관리에 관한 조사
그리고 이상의 항목 이외에 취입보의 양상에 따라 필요한 항목이 있으면 적절하게 추가해서 조사해야 한다.

1.3 참고 기준

· 내용 없음

1.4 용어의 정의

· 내용 없음

1.5 기호의 정의

· 내용 없음

1.6 시설물의 구성

· 내용 없음

1.7 해석과 설계원칙

· 내용 없음

1.8 설계 고려사항

· 내용 없음

1.9 신규기술적용

· 내용 없음

1.10 구조설계도서

· 내용 없음

2. 조사 및 계획

2.1 조사 및 계획 일반

취입보의 설계에 있어서의 조사는 다음 항목과 같다.

(1) 하천 상황 조사
(2) 이수, 치수에 관한 조사
(3) 지형조사
(4) 지질조사
(5) 자연환경에 관한 조사
(6) 공사, 시공조건에 관한 조사
(7) 관리에 관한 조사

2.2 조사

2.2.1 하천 상황 조사

2.2.1.1 하천의 유황 조사

하천 상황 조사는 유황, 하상 등의 상황 및 감조 하천에 있어서의 염수의 침입에 대해 실시 한다.

(1) 유량 상황

① 유량 상황 조사는 KDS 51 12 20 유량 조사 설계기준을 따른다

② 취입보 설치 지점을 포함하는 상하류 하천에 있어서의 댐 등의 유황조정 기능을 갖는 시설의 위치, 취수구 등의 위치, 반복수 등의 유입지점 등과 여기에 관계된 관계수량을 명시한 계통도를 첨부한다.

(2) 수위와 유량

① 하천의 수위 및 유량에 관란 관측기록으로부터 수위-유량곡선도를 작성한다.

② 수위-유량곡선도는 당해 지점에 관측소를 설치하고 가능한한 많은 관측치를 가지고 작성하는 것이 바람직하지만 기록이 없는 경우 또는 관측기록이 적은 경우에는 상하류의 관측치 등으로부터 추산한다.

③ 유량관측은 원칙적으로 유속 계측법에 의하며 그 방법은 KDS 51 12 15 수위 조사, KDS 51 12 20 유량 조사 설계기준을 따른다.

(3) 유사량

① 취수구의 턱높이, 침사지 설치의 필요성 여부와 그 규모 및 배사 횟수를 결정하기 위해 하천의 유사량을 측정한다.

② 유사량의 측정은 KDS 51 12 30 유사 및 하상변동 조사 설계기준을 따른다.

2.2.1.2 하상 등의 상황

하상 등의 상황 조사는 물길, 하상기울기, 하상 재료에 대해 실시한다.

(1) 물길

① 하천에서는 홍수가 유하할 때 그 흐름은 전체 하천나비에 걸쳐 결코 균등한 것은 아니며 물줄기가 변동하면서 유하하는데 홍수후 이 물줄기가 형성하는 것이 물길이다.

② 취입보의 위치는 물길이 취입구쪽의 물가에 가깝고 안정되어 있는 곳을 선정해야 한다.

③ 물길에는 배사구를 설치하게 되는데 이 때 배사구의 설계 자료로서 평수량외에 하상 재료(평균 입경)가 이동을 시작하는 정도의 홍수량과 그 도수에 대해 조사한다. 또한, 현재 형성되고 있는 물길의 나비, 수심, 기울기 등을 조사해서 흐를 수 있는 최대 유량을 추정한다.

④ 물길이 이동하기 쉬운 하천에서는 물길 이동상황의 조사는 극히 중요한 일이며, 특히 취수보를 설치하지 않는 경우 또는 중류 이하의 하폭의 넓고 흐름이 난류가 되는 하천에 있어서는 기왕의 유심의 변화 상태를 오래된 지도 또는 하적도, 기타의 자료에 대해서 조사함과 아울러 상하류에 있어서의 하류의 만곡 상태, 하안의 암반, 세굴 상황, 더 나아가 교량 기타의 구조물의 영향 등에 대해 검토해서 추정한다. 이를 위해서는 상하류에 걸쳐 하천측량 및 측정을 해야 한다.

(2) 하상 기울기

① 취수구의 턱 높이의 표고를 결정하는 경우라든가 취수보를 설치하는 경우의 기초 또는 부대시설의 설계를 하는 경우에는 장래의 하상상승 또는 저하 등 그 변화를 추정하는 것이 필요하다.

② 그러기 위해서는 먼저 현재의 하상이 평형 상태에 있는지 또는 저하 혹은 상승하고 있는지에 대해 조사한다.

(3) 하상 재료

하상재료의 조사는 KDS 51 12 35 하도 조사 설계기준을 따른다.

2.2.1.3 감조 하천에 있어서의 염수의 침입

(1) 감조 하천에 설치하는 취입보의 설계에 있어서는 취수구에 염수가 침입하지 않도록 하여야 한다.

(2) 취수구에 염수가 침입하지 않도록 하기 위해 염수 소상 구간을 어림잡아 염수 소상구간을 피해서 취입보를 설치하는 경우라던가 수문의 조작(관리)에 의해 대처하는 경우가 있다. 전자에 대해서는 다음에 기술하는 어림잡는 방법이 있지만 후자에 대해서는 수리모형 실험으로 검증한다. 그러나 전자에 대해서도 수리모형 실험으로 검증하는 것이 바람직하다.

(3) 감조 하천의 염수 침입 형태는 대략 다음의 3종류로 대별할 수 있다.

① 염수 쐐기형

② 해수 염수 역류 구간

③ 완전 혼합형

(4) 염수 쐐기형이란 일반적으로 서해안의 하천에서 볼 수 있는 염수 침입 형태이며, 표층에는 담수가 흐르고, 그 아래층에는 염수가 있어 역류하여 그 담, 염 경계층은 확연하다.

(5) 해수 염수 역류 구간이란 일반적으로 하천 유량이 적고 또한 간만의 조위차가 큰 경우에 발생하며, 하구로부터 어느 구간을 외해의 염수가 거의 그대로의 농도로 침입하는 형태이며, 염수는 상하 방향으로 완전히 혼합하는 결과 연직 방향으로 대략 동일한 염분농도 분포를 갖는다. 그 상류측에 염수 쐐기와 같은 것이 부속하는 것이 보통이다.

(6) 간만의 차가 큰 외국의 저평 델타 지역의 하천 등에서는 완전 혼합형의 염분 분포를 볼 수 있는 경우가 있다.

(7) 이상의 염수 침입 형태를 정밀도 높게 추산하는 방법은 현재로서는 없다고 생각되므로 근사치를 구하는 수 밖에 없다. 근사해법으로서는 다음의 방법이 있다.

① 감조하천의 부정류 해석

가. 감조 하천의 수리계산법으로 흐름의 기초 방정식을 직접차분법 또는 특성곡선법을 써서 수치적분하는 방법이 있다.

나. 완전혼합형의 염분농도 등에 대해서는 유수의 기초방정식과 확산방정식을 조합해서 수치해석을 할 수 있다.

다. 하구에 아주 가깝고, 수심이 깊고, 유량이 적은 경우에는 조위 곡선으로부터 다음식으로 근사적인 유속을 구할 수 있다.

$$V = \frac{1}{n}\sqrt{R(i_0 - \frac{1}{gh}\cdot\frac{dh}{dt})} \qquad (2.2\text{-}1)$$

여기서, V : 유속 (m/s), n : 조도계수, R : 경심 (m), i_0 : 하상 기울기
g : 중력 가속도 (m²/s), h : 수심 (m), t : 시간 (s)

② 염수 쐐기의 형상

가. 염수 쐐기의 하천내 침입 거리는 하천 유량과의 관계가 크다. 그 해석 방법은 프-쉔휄드

(Schijf-SchÖnfeld)의 방정식을 수치 적분하면 하상 기울기와의 관련에 있어서 염수 쐐기 침입거리, 담수심 및 염수심을 구할 수 있다.

나. 이밖에 화머-멜간(Farmer-Mörgan) 등의 공식이 있는데 이것은 하상기울기의 항이 들어가 있지 않으며 또 염수쐐기 존재로 인한 하천 수면의 변화를 구할 수 없다.

2.2.2 이수, 치수에 관한 조사

하천 관리자가 치수상 정하는 계획, 구조물의 설치 상황, 하천 상하류로의 배수의 유입 상황 및 하천의 이용 상황 등을 파악하기 위해 이수·치수에 관한 조사가 필요하다.

2.2.2.1 공사 실시 기본계획 등의 치수 계획

(1) 취입보를 설치하려고 하는 하천에 하천 관리자가 치수상 정한 다음의 ①-④의 계획이 있는 경우에는 그 계획에 정해져 있는 계획 홍수 유량, 계획 홍수위, 계획 횡단형 및 하천 개수 공사의 연도 계획 등에 대해 조사한다.

① 하천법의 규정에 의해 정해져 있는 공사 실시 기본계획

② 공사실시 기본계획이 가까운 장래 개정될 예정으로 그 내용이 대략 확정되어 있는 경우에는 그 개정 예정 계획

③ 잠정 개량공사 실시계획(계획적으로 실시해야 할 개량공사 중에서 잠정적으로 실시하는 공사의 실시계획)

④ 공사실시 기본 계획은 정해져 있지 않지만 현재 시행하고 있는 하천공사를 위한 개수 계획이 있는 경우는 그 계획

2.2.2.2 하천 상하류로의 배수의 유입 상황

(1) 특히 평수시에 있어서의 상하류의 배수 상황을 조사하여 취수보에 의한 평수시의 보높임수위가 상하류의 배수에 끼치는 영향에 대해 명백히 한다.

(2) 이를 위해 상하류의 배수 시설의 목적, 기능 및 규모 그리고 유입 하천의 상황에 대해 조사한다.

2.2.2.3 제방, 교량, 그 밖의 구조물

제방, 교량 그 밖의 구조물에 대해 기초 다지기의 구조나 경간 등을 조사해서 그 구조물의 규모, 제원을 밝힌다.

2.2.2.4 하천의 이용 상황

관개용수, 발전용수 등의 취수상황, 어업상황, 그 밖의 하천의 이용 상황에 대해 조사를 한다.

(1) 관행에 의한 취수보의 제체의 구조에 관한 협의, 분수 방류가 필요한 수량 등에 대해 조사하고, 사정에 따라서는 관행상의 협의와 실정을 대비 검토할 필요도 있다.

(2) 발전 등에 의한 수위의 변동, 물관리의 관행 및 그 실정

(3) 선박 운행이 있는 경우는 선박의 크기, 운행량, 시기 등을 조사하고, 사정에 따라서는 이것과 대체할 만한 시설의 검토에 필요한 사항에 대해서도 조사한다.
(4) 서식하는 어족의 종류, 양, 소상시기 등을 조사하고, 어도 설계에 필요한 자료를 수집한다.
(5) 기타 복류수의 이용 등 하천이 이용되고 있는 상황에 대해서 조사하고 필요한 자료의 수집을 한다.

2.2.3 지형조사

(1) 취입보의 설치 예정지역의 자료 수집과 지형도를 작성하기 위해 지형조사가 필요하다. 측량에 있어서는 처음에는 자료 수집에서부터 시작하고, 개략적인 것부터 정밀한 방향으로 진행해 나간다.
(2) 지형 조사는 KDS 51 12 55 하천 측량 설계기준에 따른다.

2.2.4 지질조사

(1) 기초 지반이나 하상 퇴적물의 상황등에 따라서 적절한 지지력을 갖는 기초구조를 설계하기 위해 또 상부 구조에 대해서도 지반의 상황을 고려한 합리적인 설계를 하기 위해 미리 기초 지반에 관해서 충분히 조사를 실시해야 한다.
(2) 기초 지반에 대한 조사는 KDS 11 10 10 지반조사 설계기준을 따른다.

2.2.5 자연환경 조사

(1) 하천은 자연환경의 일부를 구성하는 중요한 요소이므로 취입보의 건설에 있어서는 자연생태계나 경관에 관한 조건을 파악하여 설계해야 한다.
(2) 자연환경 조사는 KDS 51 12 45 하천환경 조사 설계기준을 따른다.

2.2.6 공사시공 조건 조사

2.2.6.1 공사시공에 관한 기상, 유황, 지하수, 하상의 상황

(1) 기상 및 유황은 공사기간, 공사기간중의 시공 가능 일수 등 공정의 결정이나 임시 물막이의 높이의 결정 등에 기여하는 요소이다. 또 홍수파형은 강우, 홍수에 대한 공사 중단 시기의 판단 자료로서 중요한 것이다.
(2) 임시물막이 등의 가설 계획을 세우는 경우, 하천 유량, 하천 수위가 필요한데 이들의 실측치를 얻을 수 없는 경우가 많다. 이 경우 근방의 하천의 유량자료든가 우량으로부터 추산하게 된다. 우량으로부터 추산하는 경우에는 연최대 일우량, 연최대 시간 우량, 연최대 10분간 우량 등 필요한 자료를 가능한한 장기간에 걸쳐 수집한다.
(3) 적설 한냉지에 있어서는 콘크리트의 동해 방지 대책이나 제설 계획을 세우기 위해 기온이나 적설에 대해서도 조사한다.
(4) 취입보에 의한 수위상승에 의해 보 주변지역의 지하수에 영향을 끼칠 우려가 있는 경우에는 그 범위와 정도를 조사하여 대책을 세우기 위한 자료를 수집해 두어야 한다. 또 하천의 제방이

나 고수부지가 완비되어 있는 경우라 하더라도 부근의 지형 상황으로 보아 하천 개수 이전에는 계류 등이 유입되었던 것이 예상되는 경우가 있다.

(5) 이러한 경우 보에 의한 수위 상승이 제방이나 고수부지에 영향을 끼칠 우려가 있으므로 미리 충분한 대책을 강구하기 위해 공들여 조사를 한다.

(6) 하상 상황에 대해서는 임시물막이 강널말뚝의 타입 공법의 결정이나 전류했을 경우의 하상의 세굴의 예측 등을 위해 조사한다.

2.2.6.2 공사용 기자재

(1) 공사용 재료에는 레미콘(ready mixed concrete), 강재, 목재등 여러 가지가 있는데, 공장 제품에 대해서는 일시적으로 대량으로 사용하는 경우도 있으므로 그 공급 가능성 여부, 설계 변경으로 급히 증가한 경우의 공급이 어떤지에 대해서도 조사해 둔다.

(2) 또 건설기계 등의 기재는 가격에 크게 영향을 받으므로 현장 조건에 적합한 기능 규격의 것이 공사 기간중 확보할 수 있는지 여부 또 교환 부품의 확보, 예비 기계의 필요성 유무 등에 대해서도 조사 검토한다.

2.2.6.3 기자재의 반출입

(1) 공사용 재료, 게이트 등의 공장 제품, 건설기계 등 대량의 자재 또는 무거운 물체, 긴물체를 운반할 필요가 생기므로 도중의 도로, 교량 등의 상태를 충분히 조사해 두어야 한다.

(2) 경우에 따라서는 이들을 보수 하거나 일부 신설 하던가 또는 무거운 물체, 긴물체를 분해할 필요도 생기게 된다.

2.2.6.4 공사용 동력원

(1) 취입보 공사에서는 단기간에 상당한 용량의 동력원이 필요하다. 일반적으로는 전력을 사용한다. 그러기 위해서는 공급 가능한 전력 용량, 송배전선의 위치 및 분기점의 위치 등을 조사해 두어야 한다.

(2) 전력을 간단히 얻기 어려울 때는 자가 발전에 의하던가 내연기관에 의한다.

(3) 가장 동력이 필요한 것은 배수 펌프이므로 그 점을 충분히 비교 검토할 수 있도록 조사해 둔다.

2.2.6.5 소음, 진동 등에 대한 대책

(1) 취입보의 설치에 따른 취수보, 게이트로부터의 낙하수 방류수에 의한 진동, 소음 및 공사에 따른 진동, 소음, 교통장해 등에 대해서는 충분한 조사를 실시해서 적절한 설계 시공 방법을 검토해야 한다.

(2) 특히, 시가지 근방에 있어서의 사업시행에 대해서는 공법의 선정, 공사의 안전 대책 등에 세심한 주의를 해야 한다.

2.2.6.6 용지 보상에 관한 조사

(1) 용지 보상에 관한 조사 사항에는 일반적으로 다음과 같은 것이 있다.
① 건설에 따른 시설 용지
② 공사에 필요한 차용지 보상
③ 기타(어업 조사 등)

(2) 취입보는 시설의 태반이 하천 구역내에 축조되는 경우가 많다. 따라서 시설에 관계되는 용지에 대해서는 하천구역내에서는 하천부지를 점용하고, 관리동 등 하천구역외에 설치되는 시설에 대해서는 사유지를 매수하게 된다.

(3) 공사기간 중에 필요한 토지에 대해서는 하천의 고수부지 등이 하천수의 유하에 지장을 초래하지 않는다고 판단되면 점용허가를 받고, 기타에 대해서는 사유지의 차용에 의하게 된다. 그래서 다음의 ① 토지 조사, ② 물건 조사를 한다.
① 토지의 취득 및 사용구역이 결정되면 그 구역내의 토지의 권리 내용을 각 필지마다 조사한다. 조사의 목적은 위치, 형상, 면적, 지목, 권리관계, 수익성, 입지 조건을 조사하는데 있다. 조사결과를 당해 통지의 소유자 그 밖의 권리자의 확인을 받아 토지 조서를 작성한다.
② 토지의 취득 및 사용 구역내에 가옥, 기타의 공작물이 있을 때는 그 물건에 대해 용도, 규모, 구조, 품질, 경과년수, 권리관계 등을 조사한다. 입목이 있을 경우에는 수종, 수령, 용도, 품질, 권리관계 등의 조사를 한다. 조사의 결과는 토지 조사와 마찬가지로 당해 물건의 소유자, 기타의 권리자의 확인을 받아 물건 조서를 작성한다.

(4) 어업 보상을 위한 어획조사는 상당한 장기간의 자료가 필요하므로 관계어업 조합과 협의하던가 또는 관계 관서 등의 협력을 얻어 조사하는 경우가 많다.

(5) 회유성 어류의 소상에 영향을 주지 않도록 어도를 설치하는 경우에도 그 설계에 필요한 데이터를 조사해 둘 필요가 있다. 또 회유성 어류의 소상시기에는 공사 등으로 인한 하천수의 오염이 허용되지 않는 경우가 있으므로 그 영향 범위를 조사해 둔다. 광업권, 조광권, 채석권 등이 유무에 대해 통상산업부 및 도청 등에 가서 조사한다.

2.2.7 관리에 관한 조사

시설의 기능을 적정하게 발휘할 수 있도록 함과 동시에 그 기능을 유지보존하여 안전성을 확보하기 위해 관리에 관한 세밀한 조사가 필요하다.

(1) 관리 조직 및 체제의 파악
설비의 고성능화, 집중 관리화를 어느 정도 도입하느냐 또는 그것을 어떻게 운영하느냐 등의 수익자의 의사를 충분히 파악한다.

(2) 기상, 수리현상의 관측 항목의 파악
취입보의 관리를 적정하게 하기 위해 취입보 지점 및 근방의 기상, 수리현상, 하천상황 등의 데이터를 수집한다.
이러한 데이터를 정리 분석하는 속에서 관측 해야할 항목을 분명히 한다.
일반적으로 관측이 필요한 항목은 다음과 같은 것이 있다.
① 기후

유출 해석, 환경평가나 그 밖의 관측지의 점검의 기초 자료가 된다.

② 기온

유출 해석에 있어서의 비, 눈의 판정, 적설량, 융설량의 판정 또는 증발량, 증발산 등의 계산 등의 기초 자료가 된다.

③ 강수량

이수 및 홍수관리를 위해 특히 홍수시 등에 있어서 게이트의 조작을 위해 기본적인 정보원이 된다.

④ 하천의 수위

취입보 지점의 하천의 수위 변화는 이수 관리상 중요한 것은 말할것도 없지만, 특히 홍수시 등에 있어서의 유입예측 등에 있어서 게이트 조작을 위하여 취입보의 상하류에서의 하천 수위의 관측이 필요한지 어떤지를 파악한다.

⑤ 취수량

계획적인 이수 관리를 하기 위해서는 취수량을 파악하는 것이 필요하다. 취수량의 추정에는 취입보의 수위 및 취수구의 게이트 열림정도로부터 산정하는 방법외에 용수로에 설치된 전자유량계, 파아샬 플륨(Parshall flume)으로 계산하는 방법 등이 있는데 어떤 방법으로 하느냐에 대해 검토한다.

(3) 이수 관리

취입보의 이수관리에 있어서 수익자의 영농 상황이나 시설의 관리 상황 등을 조사해서 물 수요의 실태와 어떤 게이트 조작을 하는 것이 좋을 지에 대해 파악한다.

(4) 홍수 관리

홍수시의 취입보의 홍수 관리를 어떻게 하는 것인지 또 어떠한 게이트 조작을 하는 것인지에 대해 파악하는데 이를 위해 다음과 같은 항목을 파악한다.

① 기상, 수리현상 상황의 파악 방법

② 유입량의 예측 방법

③ 기계, 기구 등의 점검 정비 방법

④ 방류시의 관계 기관에 대한 통지, 일반에 대한 통지 방법

(5) 구조물 설비의 관리

취수보 및 부대시설의 기능 및 안전을 확보하기 위한 적정한 관리 내용에 대해 파악한다.

① 유지관리의 내용

② 필요한 계측 장치의 규모, 수량

③ 점검 항목

2.3 계획

· 내용 없음

3. 재료

3.1 재료 일반

· 내용 없음

3.2 재료 특성

· 내용 없음

3.3 품질 및 성능시험

· 내용 없음

4. 설계

· 내용 없음



집필위원	분야	성명	소속	직급
	관개배수	김선주	한국농공학회	교수
	농업환경	박종화	한국농공학회	교수
	토질공학	유 찬	한국농공학회	교수
	구조재료	박찬기	한국농공학회	교수
	수자원정보	권형중	한국농공학회	책임연구원

자문위원	분야	성명	소속
	농촌계획	손재권	전북대학교
	수자원공학	윤광식	전남대학교
	지역계획	김기성	강원대학교
	수자원공학	노재경	충남대학교
	농지공학	최경숙	경북대학교
	관개배수	최진용	서울대학교

건설기준위원회	분야	성명	소속
	총괄	한준희	농림축산식품부
	농업용댐	오수훈	한국농어촌공사
	농지관개	박재수	농림축산식품부
	농지배수	송창섭	충북대학교
	용배수로	정민철	한국농어촌공사
	농도	조재홍	한국농어촌공사 본사
	개간	백원진	전남대학교
	농지관개	이현우	경북대학교
	농지배수	남상운	충남대학교
	취입보	김선주	건국대학교
	양배수장	정상옥	경북대학교
	경지정리	유 찬	경상대학교
	농업용관수로	박태선	한국농어촌공사 본사
	농업용댐	손재권	전북대학교
	농지배수	김정호	다산컨설턴트
	농지보전	박종화	충북대학교
	농업용댐	김성준	건국대학교
	해면간척	박찬기	공주대학교
	농업수질및환경	이희억	한국농어촌공사 본사
	취입보	박진현	한국농어촌공사 본사

중앙건설기술심의위원회	성명	소속
	이태옥	평화엔지니어링
	성배경	건설교통신기술협회
	김영환	한국시설안전공단
	김영근	건화
	조의섭	동부엔지니어링
	김영숙	국민대학교
	이상덕	아주대학교

농림축산식품부	성명	소속	직책
	한준희	농업기반과	과장
	박재수	농업기반과	서기관

설계기준
KDS 67 15 15 : 2018

취입보 조사

2018년 04월 24일 발행

농림축산식품부

관련단체 한국농어촌공사
58217 전라남도 나주시 그린로 20(빛가람동 358) 한국농어촌공사
☎ 061-338-5114 E-mail : webmaster@ekr.or.kr
http://www.ekr.or.kr

(작성기관) 한국농공학회
06130 서울시 강남구 테헤란로 7길 22(역삼동 365-4) 과학기술회관 본관 205호
☎ 02-562-3627 E-mail : j6348h@hanmail.net
http://www.ksae.re.kr

국가건설기준센터
10223 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283(대화동)
☎ 031-910-0444 E-mail : kcsc@kict.re.kr
http://www.kcsc.re.kr

※ 이 책의 내용을 무단전재하거나 복제할 경우 저작권법의 규제를 받게 됩니다.

KDS 67 15 20 : 2018

취입보 기본설계

2018년 04월 24일 제정
http://www.kcsc.re.kr



농림축산식품부



건설기준 코드 제·개정에 따른 경과 조치

이 코드는 발간 시점부터 이미 시행 중에 있는 설계용역이나 건설공사에 대하여 발주기관의 장이 필요하다고 인정하는 경우 종전에 적용하고 있는 기준을 그대로 사용할 수 있습니다.

건설기준 코드 제·개정 연혁

- 이 기준은 KDS 67 15 20 : 2018 으로 2018년 04월에 제정하였다.
- 이 기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 건설기준 간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.
- 이 기준의 제·개정 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요사항	제·개정 (년. 월)
농지개량사업 두수공편	• 농지개량사업 두수공편 제정	제정 (1970. 12)
농업생산기반정비사업 계획설계기준 취입보편	• 농업생산기반정비사업 계획설계기준 취입보편 개정 • 두수공을 법정용어인 취입보로 수정 • 발전된 시공기술을 반영하고, 농업용수의 확보 방안을 다각적으로 검토	개정 (1996. 12)
KDS 67 15 20 : 2018	• 국토교통부 고시 제2013-640호의 “건설공사기준 코드체계” 전환에 따른 건설기준을 코드로 정비 • 건설기술진흥법 제44조 및 제44조의 2에 의거하여 중앙건설심의위원회 심의· 의결	제정 (2018. 04)

제 정 : 2018년 04월 24일
개 정 : 년 월 일
심 의 : 중앙건설기술심의위원회
자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회
소관부서 : 농림축산식품부 농업기반과
관련단체(작성기관) : 한국농어촌공사(한국농공학회)

목 차

1. 일반사항 ····· 1
1.1 목적 ····· 1
1.2 적용 범위 ····· 1
1.3 참고 기준 ····· 1
1.4 용어의 정의 ····· 1
1.5 기호의 정의 ····· 1
1.6 시설물의 구성 ····· 1
1.7 해석과 설계원칙 ····· 2
1.8 설계 고려사항 ····· 2
1.9 신규기술적용 ····· 2
1.10 구조설계도서 ····· 2
2. 조사 및 계획 ····· 2
2.1 조사 및 계획 일반 ····· 2
2.2 조사 ····· 2
2.3 계획 ····· 2
3. 재료 ····· 2
3.1 재료 일반 ····· 2
3.2 재료 특성 ····· 2
3.3 품질 및 성능시험 ····· 3
4. 설계 ····· 3

취입보 기본설계

1. 일반사항

1.1 목적

(1) 이 기준은 취입보의 기본설계에 관한 기술적인 사항을 규정함을 목적으로 한다.

(2) 파악된 현지의 자연적, 사회적 제조건을 기초로, 세부 설계의 기초가 되는 기본 설계를 실시하기 위하여 취입보가 구비하여야 할 기본적 기능에 관한 조건을 정하고, 이에 따라 취입보의 기본제원을 결정하여야 한다.

1.2 적용범위

· 내용 없음

1.3 참고기준

· 내용 없음

1.4 용어의 정의

· 내용 없음

1.5 기호의 정의

· 내용 엾음

1.6 시설물의 구성

· 내용 없음

1.7 해석과 설계원칙

· 내용 없음

1.8 설계 고려사항

· 내용 없음

1.9 신규기술적용

· 내용 없음

1.10구조설계도서

· 내용 없음

2. 조사 및 계획

2.1 조사 및 계획 일반

· 내용 없음

2.2 조사

· 내용 없음

2.3 계획

· 내용 없음

3. 재료

3.1 재료 일반

· 내용 없음

3.2 재료 특성

· 내용 없음

3.3 품질 및 성능시험

· 내용 없음

4. 설계

4.1 설계조건

파악된 현지의 자연적, 사회적 제조건을 기초로, 세부 설계의 기초가 되는 기본 설계를 실시하기 위하여 취입보가 구비하여야 할 기본적 기능에 관한 조건을 정하고, 이에 따라 취입보의 기본제원을 결정하여야 한다.

4.1.1 설계취수량의 결정

설계취수량은 계획 최대 취수시의 취수량으로 한다. 취수보의 높이나 취수구설계의 조건이 되는 취수량은 관개계획에 있어서의 계획최대취수량을 취한다

4.1.2 설계취수위의 결정

(1) 설계취수위는 설계취수량을 취수할 때에 용수로 시점(始点)에서 확보하여야 할 수위에 취수구부터 용수로 시점까지의 총 손실수두를 가산한 수위, 또는 토사유입방지에 필요한 취수구의 턱높이에 취입수심을 가산한 수위 중에서 높은 수위로 한다.

(2) 또한, 자연취수의 경우에는 관개기에 대략 10년 확률로 발생하는 갈수위 또는 토사유입방지에 필요한 취수구 턱높이에 취입수심을 가산한 수위 중에서 높은 수위를 설계취수위로 한다.

(3) 보에 의한 취수의 경우에는 그 확보수위에 ① 설계취수량을 취수하는 때의 취수구로부터 용수로 시점까지의 총 손실수두를 가산한 수위와, ②4.2 취수구의 설계에서 언급하는 것과 같이 배사구 수로 턱(하상)으로부터 필요한 높이를 취한 취수구의 턱높이에 취입수심을 가산한 수위와를 비교하여 높은 수위를 설계취수위로 한다.

(4) 자연취수의 경우에는 하천수위가 변동하므로 관개기에 대략 10년 확률로 발생하는 갈수위가 설계취수위가 되고 이 수위와 설계취수량이 일치하는 조건을 생각하여 위의 ① 및 ②의 조건을 만족하도록 정한다.

4.1.3 설계홍수량의 결정

(1) 설계홍수량은 하천정비 기본계획 등의 치수계획이 정해져 있는 경우 또는 정해질 것이 명확한 경우에는 이들의 계획에 따라 정하고, 기타의 경우에 있어서는 하천의 통수능력에 따라 정한다.

(2) 설계홍수량의 산정은 KDS 51 14 10 설계수문량 설계기준을 따른다.

4.1.4 설계홍수위의 결정

(1) 설계홍수위는 하천정비 기본계획 등의 치수계획이 정하여져 있는 경우, 또는 정해지는 것이 명확한 경우에는 이들의 계획에 따라 정하는 것으로 하고, 기타의 경우에 있어서는 설계홍수량이 유하하는 때에 당해 지점에 나타나게 되는 수위로 한다.

(2) 단, 치수계획이 정하여져 있는 경우에 있어서도 당해 치수계획에 있어서의 계획홍수위를 변경할 수 있을 때 및 기타의 경우로 취입보를 설치함으로써 수위가 종전보다 상승하여도 치수상 지장이 없다고 인정되는 경우에는 취입보를 설치한 후에 설계홍수량이 유하한 때에 당해 지점에 나타나게 되는 수위를 설계홍수위로 할 수 있다.

4.1.5 하상변동의 검토

(1) 하상변동에 의한 취입보 기능의 저하를 방지하기 위하여 취입보 설치지점을 중심으로 하여 장래의 하상변동에 대하여 검토하여야 한다.
(2) 하상변동의 검토는 KDS 51 12 30 유사 및 하상변동 조사 설계기준 및 KDS 51 12 35 하도조사 설계기준을 따른다.

4.2 보 설치 위치의 선정

(1) 취입보를 설치하는 위치는 하천의 상황, 몽리구역의 위치 등을 고려하여 필요한 취수기능 및 구조상의 안전이 확보되고 유지관리에 편리한 지점을 선정하여야한다.
(2) 보 설치 위치의 선정을 위한 검토는 KDS 51 40 05 하천 보 설계기준을 따른다.

4.3 구성 및 배치

(1) 취입보의 구성 및 배치는 취입보를 설치하는 지점 및 주변의 지형과 함께, 하천의 상황 등을 고려하여, 필요한 시설을 선정하고 적절히 배치되도록 결정하여야 한다.
(2) 취입보의 구성 및 배치를 위한 검토는 KDS 51 40 05 하천 보 설계기준을 따른다.

4.4 설계제원

(1) 취입보의 설계제원은 설계홍수량 등의 설계조건을 기초로 상하류에 대한 영향에 유의하여 보마루 표고, 가동보 가동부의 턱높이, 가동보 가동부의 경간길이등에 대하여 결정한다.
(2) 설계제원의 결정은 KDS 51 40 05 하천 보 설계기준을 따르며, 다음과 같은 사항을 검토한다.

4.4.1 보마루 표고

보마루(가동보의 문짝꼭대기 또는 고정보의 보마루)표고는 설계취수위에 필요한 여유고를 더한 높이로 한다.

4.4.2 가동보 가동부의 턱높이

가동보 가동부의 턱높이는 턱위에 퇴사가 생김으로써 게이트의 개폐에 지장이 없도록 당해 지점에서 형성되는 하상에 잘 부합하도록 정하여야 한다.

4.4.3 가동보 가동부의 경간 길이

(1) 계획홍수량이 정해져 있는 하천의 유하단면 안에 설치하는 가동보 가동부의 경간길이는 하천상황, 지형상황 등을 고려하여 치수상, 이수상 만족할 수 있도록 정한다.
(2) 계획홍수량이 정해져 있지 않은 하천의 유하단면 안에 설치하는 가동보 가동부의 경간길이는 설계홍수량을 계획홍수량으로 간주하여 (1)의 규정에 준하여 정한다.
(3) 경간길이는 인접한 보기둥의 중심선 사이의 길이를 말한다.
(4) 가동보 가동부의 경간길이는 치수상으로 보면 홍수시에 보기둥 사이가 유목 등으로 막혀, 보 상류측의 수위상승을 가져와, 제방월류에 의한 제방파괴란 재해가 발생하지 않게 하기 위하여 가급적 길게 하는 것이 바람직하다.
(5) 한편 취입보의 취수기능 확보면에서 보면, 예컨데 배사구는 그 세척효과를 확보하기 위하여 일정나비 이하의 수로를 형성시킬 필요가 있어 경간길이는 짧게 하는 것이 바람직하다.
(6) 홍수구의 경간길이를 길게 하면, 게이트의 종횡비(縱橫比)가 작게 되어 비틀림이 생기기 쉽고, 문짝받이와의 사이의 수밀성을 보전하기 어렵고 제작곤란, 비용추가 등 기술적, 경제적 문제가 있다.

4.4.4 침투로 길이의 결정

투수성지반 위에 취수보를 설치하는 경우는 다음과 같은 침투로길이를 확보 한다.
(1) 지반내를 침투하는 유수의 작용에 의한 기초지반의 파괴를 막기 위하여 유속의 억제에 필요한 침투로길이.
(2) 보높임수위로 인한 침투압력 증대에 의하여 누수량이 문제가 되는 경우는 침투량의 억제에 필요한 침투로 길이

4.4.5 보상류에 끼치는 치수상의 영향

설계홍수량이 유하할 때에 보의 상류에 생기는 수위를 구하여 치수상 지장이 없다는 것을 확인하거나, 치수상의 기능확보를 위하여 적절하다고 인정되는 조치를 강구하여야 하며, 필요에 따라 수리계산을 하여 치수상의 안전성을 확인한다.

4.5 수리모형실험

(1) 취입보의 기능과 시공중 그리고 시공후의 하천 수리현상을 검토 확인하기 위하여 설계단계에서 필요한 경우 수리모형실험을 실시한다.
(2) 수리모형실험의 시행에 있어서는 취입보의 취수기능, 취입보 설치에 따른 하도에의 영향 그리고 취수상의 문제에 대하여 검토하여야 한다.
(3) 수리실험에 필요한 자료는 모형 제작에 필요한 자료와 수리실험 자체를 위해 필요한 자료를 수집한다.
(4) 자유수면을 갖는 하천의 흐름은 주로 중력과 관성력에 지배되기 때문에 프루드(Froude) 상사법칙을 따른다.

(5) 수리모형실험은 하천과 취입보의 크기 및 유량을 고려하여 실험결과의 평가가 가능하도록 축척비의 크기를 정해야 한다.



집필위원	분야	성명	소속	직급
	관개배수	김선주	한국농공학회	교수
	농업환경	박종화	한국농공학회	교수
	토질공학	유 찬	한국농공학회	교수
	구조재료	박찬기	한국농공학회	교수
	수자원정보	권형중	한국농공학회	책임연구원

자문위원	분야	성명	소속
	농촌계획	손재권	전북대학교
	수자원공학	윤광식	전남대학교
	지역계획	김기성	강원대학교
	수자원공학	노재경	충남대학교
	농지공학	최경숙	경북대학교
	관개배수	최진용	서울대학교

건설기준위원회	분야	성명	소속
	총괄	한준희	농림축산식품부
	농업용댐	오수훈	한국농어촌공사
	농지관개	박재수	농림축산식품부
	농지배수	송창섭	충북대학교
	용배수로	정민철	한국농어촌공사
	농도	조재홍	한국농어촌공사 본사
	개간	백원진	전남대학교
	농지관개	이현우	경북대학교
	농지배수	남상운	충남대학교
	취입보	김선주	건국대학교
	양배수장	정상옥	경북대학교
	경지정리	유 찬	경상대학교
	농업용관수로	박태선	한국농어촌공사 본사
	농업용댐	손재권	전북대학교
	농지배수	김정호	다산컨설턴트
	농지보전	박종화	충북대학교
	농업용댐	김성준	건국대학교
	해면간척	박찬기	공주대학교
	농업수질및환경	이희억	한국농어촌공사 본사
	취입보	박진현	한국농어촌공사 본사

중앙건설기술심의위원회	성명	소속
	이태옥	평화엔지니어링
	성배경	건설교통신기술협회
	김영환	한국시설안전공단
	김영근	건화
	조의섭	동부엔지니어링
	김영숙	국민대학교
	이상덕	아주대학교

농림축산식품부	성명	소속	직책
	한준희	농업기반과	과장
	박재수	농업기반과	서기관

설계기준
KDS 67 15 20 : 2018

취입보 기본설계

2018년 04월 24일 발행

농림축산식품부

관련단체 한국농어촌공사
58217 전라남도 나주시 그린로 20(빛가람동 358) 한국농어촌공사
☎ 061-338-5114 E-mail : webmaster@ekr.or.kr
http://www.ekr.or.kr

(작성기관) 한국농공학회
06130 서울시 강남구 테헤란로 7길 22(역삼동 365-4) 과학기술회관 본관 205호
☎ 02-562-3627 E-mail : j6348h@hanmail.net
http://www.ksae.re.kr

국가건설기준센터
10223 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283(대화동)
☎ 031-910-0444 E-mail : kcsc@kict.re.kr
http://www.kcsc.re.kr

※ 이 책의 내용을 무단전재하거나 복제할 경우 저작권법의 규제를 받게 됩니다.

KDS 67 15 25 : 2018

취입보 취수구 설계

2018년 04월 24일 제정
http://www.kcsc.re.kr

농림축산식품부



건설기준 코드 제·개정에 따른 경과 조치

이 코드는 발간 시점부터 이미 시행 중에 있는 설계용역이나 건설공사에 대하여 발주기관의 장이 필요하다고 인정하는 경우 종전에 적용하고 있는 기준을 그대로 사용할 수 있습니다.

건설기준 코드 제·개정 연혁

- 이 기준은 KDS 67 15 25 : 2018 으로 2018년 04월에 제정하였다.
- 이 기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 건설기준 간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.
- 이 기준의 제·개정 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요사항	제·개정 (년. 월)
농지개량사업 두수공편	• 농지개량사업 두수공편 제정	제정 (1970. 12)
농업생산기반정비사업 계획설계기준 취입보편	• 농업생산기반정비사업 계획설계기준 취입보편 개정 • 두수공을 법정용어인 취입보로 수정 • 발전된 시공기술을 반영하고, 농업용수의 확보 방안을 다각적으로 검토	개정 (1996. 12)
KDS 67 15 25 : 2018	• 국토교통부 고시 제2013-640호의 “건설공사기준 코드체계” 전환에 따른 건설기준을 코드로 정비 • 건설기술진흥법 제44조 및 제44조의 2에 의거하여 중앙건설심의위원회 심의· 의결	제정 (2018. 04)

제 정 : 2018년 04월 24일
개 정 : 년 월 일
심 의 : 중앙건설기술심의위원회
자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회
소관부서 : 농림축산식품부 농업기반과
관련단체(작성기관) : 한국농어촌공사(한국농공학회)

목 차

1. 일반사항 ····· 1
1.1 목적 ····· 1
1.2 적용 범위 ····· 1
1.3 참고 기준 ····· 1
1.4 용어의 정의 ····· 1
1.5 기호의 정의 ····· 1
1.6 시설물의 구성 ····· 1
1.7 해석과 설계원칙 ····· 1
1.8 설계 고려사항 ····· 1
1.9 신규기술적용 ····· 2
1.10 구조설계도서 ····· 2
2. 조사 및 계획 ····· 2
2.1 조사 및 계획 일반 ····· 2
2.2 조사 ····· 2
2.3 계획 ····· 2
3. 재료 ····· 2
3.1 재료 일반 ····· 2
3.2 재료 특성 ····· 2
3.3 품질 및 성능시험 ····· 2
4. 설계 ····· 3

취입보 취수구 설계

1. 일반사항

1.1 목적

(1) 본 기준은 취입보 취수구의 설계에 목적이 있다.

(2) 취수구의 위치는 취수기능이 유지되며, 취수구의 몸체가 안전하고, 유지관리가 편리한 곳을 택하여 선정해야 한다.

(3) 취수구의 위치 선정에 대한 자세한 사항은 KDS 51 40 15 하천 취수시설 설계기준을 따른다.

1.2 적용 범위

(1) 이 기준은 농어촌정비법을 근거로 설치하는 취입보의 취수구 설계에 적용한다.

1.3 참고 기준

(1) 취수구의 위치 선정에 대한 자세한 사항은 KDS 51 40 15 하천 취수시설 설계기준을 따른다.

1.4 용어의 정의

· 내용 없음

1.5 기호의 정의

· 내용 없음

1.6 시설물의 구성

· 내용 없음

1.7 해석과 설계원칙

· 내용 없음

1.8 설계 고려사항

· 내용 없음

1.9 신규기술적용

· 내용 없음

1.10구조설계도서

· 내용 없음

2. 조사 및 계획

2.1 조사 및 계획 일반

· 내용 없음

2.2 조사

· 내용 없음

2.3 계획

· 내용 없음

3. 재료

3.1 재료 일반

· 내용 없음

3.2 재료 특성

· 내용 없음

3.3 품질 및 성능시험

· 내용 없음

4. 설계

4.1 취수구의 설계

취수구는 계획용수량을 안정적이고도 확실하게 취수할 수 있고, 취수량의 조절이 용이하며, 토사나 부유물이 유입되지 않고 쉽게 제거할 수 있는 점 등을 고려해서, 유지관리가 편리한 모양으로 설계해야 한다.

4.1.1 취수구의 턱높이

취수구의 턱높이는 취수구로 토사가 유입하는 것을 방지할 수 있도록, 자연취수의 경우는 설계취수위에서 0.4H(H는 취수구 앞면의 수심) 이내로 정하고, 취수보를 설치하는 경우는 배사구의 턱높이보다 1.0m이상 높게 정한다.

4.1.2 취수수심

자연취수의 경우는 취수구 턱높이에 의해서 취수수심은 0.4H(H는 취수구 앞면의 수심)이내로 정하며, 취수보를 설치하는 경우에는 설계취수위의 계산에 의해 결정된다.

4.1.3 취수유속

(1) 일반적으로 취수구의 유입유속은 0.6～1.0m/s 정도를 표준으로 한다.
(2) 농업용수로에 유입해서 장해가 되는 입경 0.3mm이상의 토사 유입을 방지하기 위해서는 접근유속(취수구 상류측 하천내의 유속)을 0.4m/s 이하로 한다.
(3) 간선수로내에서 수생식물이 무성하지 않도록 하기 위해서는 0.75m/s 이상의 평균유속으로 설계한다.
(4) 하지만, 취수유속을 크게 하면 취수구의 나비가 좁아져서 공사비가 적게 들지만, 토사의 유입이나 손실수두가 커져서 침사지가 필요하게 될 가능성이 생기며, 취수유속을 작게 하면 토사의 유입이나 손실수두는 작아지지만, 단면이 커져서 공사비가 증대하게 되므로 이런 것들의 관련성도 충분히 검토해서 결정해야 한다.

4.1.4 취수나비

(1) 취수구의 나비는 설계취수량, 취수수심, 취수유속을 고려하여 경제적으로 결정한다.
(2) 취수구의 나비가 큰 경우는 게이트의 크기나 취수관리 등을 고려해서 여러개의 문으로 나눈다.
(3) 문짝을 인력으로 들어올릴 경우는 1～2m, 기계로 들어올릴 경우는 3～5m로 나누어서 문기둥을 설치하도록 한다.
(4) 문기둥의 모양은 유속에 의해 흐름이 수축되지 않도록 하고, 그 손실수두가 작게 되도록 고려한다.

4.1.5 스크린

(1) 스크린은 취수구의 제수문 바로 앞에 설치하며, 부유물을 쉽게 제거할 수 있도록 스크린의 기울기를 1:0.3 정도로 한다.
(2) 스크린의 설계는 KDS 51 40 15 하천 취수시설 설계기준을 따른다.

4.1.6 취수마당

(1) 취수마당은 취수구로 유입한 흐름을 정류로 만들어서 도수로로 유도하는 도수로입구까지의 점축완화공을 말하며, 지형.지세가 허용하는 한 취수마당을 설치하는 것이 바람직하다.
(2) 취수마당은 취수구에서 도수로 입구까지의 사이에서 유입한 수류를 원활하게 정류상태로 흐르게 하기 위해 설치하는 점축의 붙임부분으로 도류벽을 만들어 편류를 방지하는 경우가 많다.
(3) 취수구에서 도수로 입구까지의 길이는 공사비를 생각할 때 짧게 하는 것이 유리하지만, 흘러들어온 흐름을 원활하게 정류상태로 하고 점축의 모양으로 무리하지 않게 접속시키자면 어느 정도의 길이가 필요하다.
(4) 침사도랑을 취수마당내에 두려면 침사도랑을 향하여 취수마당의 바닥이 기울어지도록 하고, 취수마당내에서 편류가 생기지 않도록 주의할 것이며, 침사도랑에 퇴적된 토사를 쉽게 배사할 수 있는 구조이어야 한다. 그러기 위해서는 침사도랑은 배사구를 향하여 기울어져 있어야 하고, 최상류 끝에서 최하류 끝으로 가면서 점축되도록 하는 것이 가장 효과적이다.

4.2 취수구의 유입량

취수구의 유입형식은 수리학적으로 월류식 및 오리피스식의 2가지가 있으며, 각각의 형식에 따라 유입량을 계산한다.

4.2.1 월류식 취수구

월류식 취수구의 월류상태는 보통 잠긴 보와 같으므로, 취수구의 유입량도 이에 준하여 계산한다.

4.2.2 오리피스식 취수구

취수시에 있어서의 토사유입방지의 관점에서 볼 때 표면취수방식이 일반적이지만, 갈수시부터 평수시까지는 표면취수방식으로 하고, 하천유량이 증가하여 수위가 높아질 때는 오리피스식 취수가 될 수 있도록 설계하는 경우가 있다.

4.3 취수구의 수위계산

(1) 취수구의 수위계산은 설계취수위를 구하는 것을 목적으로 하며, 용수로 기점의 수위를 미리 아는 값으로 해서 각종 손실수두중에서 필요한 것을 각각 계산하고, 이들을 용수로 기점의 수

위에 더하는 방법으로 계산한다. 이때의 유량을 설계취수량으로 한다.

(2) 손실수두에는 다음과 같은 것들이 있다.

① 유입에 의한 손실수두
② 턱에 의한 손실수두
③ 보기둥에 의한 손실수두
④ 스크린에 의한 손실수두
⑤ 마찰에 의한 손실수두
⑥ 단면확대(급확 또는 점확)에 의한 손실수두
⑦ 단면축소(급축 또는 점축)에 의한 손실수두
⑧ 만곡에 의한 손실수두
⑨ 취수량 조절을 위한 수문 등의 손실수두
⑩ 계량을 위한 손실수두

(3) 취수구의 수위계산의 순서는 다음과 같다.

① 설계취수량을 미리 아는 것으로 해서 취수구의 모양을 예상한다.
② 이 모양에 따라서 각 손실수두를 계산한다.
③ 각 손실수두의 합계를 용수로의 기점수위에 더하여 취수위를 대략 정하고, 취수구의 세부 설계를 한 다음 다시 손실수두를 검산한다.

집필위원	분야	성명	소속	직급
	관개배수	김선주	한국농공학회	교수
	농업환경	박종화	한국농공학회	교수
	토질공학	유 찬	한국농공학회	교수
	구조재료	박찬기	한국농공학회	교수
	수자원정보	권형중	한국농공학회	책임연구원

자문위원	분야	성명	소속
	농촌계획	손재권	전북대학교
	수자원공학	윤광식	전남대학교
	지역계획	김기성	강원대학교
	수자원공학	노재경	충남대학교
	농지공학	최경숙	경북대학교
	관개배수	최진용	서울대학교

건설기준위원회	분야	성명	소속
	총괄	한준희	농림축산식품부
	농업용댐	오수훈	한국농어촌공사
	농지관개	박재수	농림축산식품부
	농지배수	송창섭	충북대학교
	용배수로	정민철	한국농어촌공사
	농도	조재홍	한국농어촌공사 본사
	개간	백원진	전남대학교
	농지관개	이현우	경북대학교
	농지배수	남상운	충남대학교
	취입보	김선주	건국대학교
	양배수장	정상옥	경북대학교
	경지정리	유 찬	경상대학교
	농업용관수로	박태선	한국농어촌공사 본사
	농업용댐	손재권	전북대학교
	농지배수	김정호	다산컨설턴트
	농지보전	박종화	충북대학교
	농업용댐	김성준	건국대학교
	해면간척	박찬기	공주대학교
	농업수질및환경	이희억	한국농어촌공사 본사
	취입보	박진현	한국농어촌공사 본사

중앙건설기술심의위원회	성명	소속
	이태옥	평화엔지니어링
	성배경	건설교통신기술협회
	김영환	한국시설안전공단
	김영근	건화
	조의섭	동부엔지니어링
	김영숙	국민대학교
	이상덕	아주대학교

농림축산식품부	성명	소속	직책
	한준희	농업기반과	과장
	박재수	농업기반과	서기관

설계기준
KDS 67 15 25 : 2018

취입보 취수구 설계

2018년 04월 24일 발행

농림축산식품부

관련단체 한국농어촌공사
58217 전라남도 나주시 그린로 20(빛가람동 358) 한국농어촌공사
☎ 061-338-5114 E-mail : webmaster@ekr.or.kr
http://www.ekr.or.kr

(작성기관) 한국농공학회
06130 서울시 강남구 테헤란로 7길 22(역삼동 365-4) 과학기술회관 본관 205호
☎ 02-562-3627 E-mail : j6348h@hanmail.net
http://www.ksae.re.kr

국가건설기준센터
10223 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283(대화동)
☎ 031-910-0444 E-mail : kcsc@kict.re.kr
http://www.kcsc.re.kr

※ 이 책의 내용을 무단전재하거나 복제할 경우 저작권법의 규제를 받게 됩니다.

KDS 67 15 30 : 2018

취입보 고정보 설계

2018년 04월 24일 제정
http://www.kcsc.re.kr

농림축산식품부



건설기준 코드 제·개정에 따른 경과 조치

이 코드는 발간 시점부터 이미 시행 중에 있는 설계용역이나 건설공사에 대하여 발주기관의 장이 필요하다고 인정하는 경우 종전에 적용하고 있는 기준을 그대로 사용할 수 있습니다.

건설기준 코드 제·개정 연혁

- 이 기준은 KDS 67 15 30 : 2018 으로 2018년 04월에 제정하였다.
- 이 기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 건설기준 간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.
- 이 기준의 제·개정 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요사항	제·개정 (년. 월)
농지개량사업 두수공편	• 농지개량사업 두수공편 제정	제정 (1970. 12)
농업생산기반정비사업 계획설계기준 취입보편	• 농업생산기반정비사업 계획설계기준 취입보편 개정 • 두수공을 법정용어인 취입보로 수정 • 발전된 시공기술을 반영하고, 농업용수의 확보 방안을 다각적으로 검토	개정 (1996. 12)
KDS 67 15 30 : 2018	• 국토교통부 고시 제2013-640호의 “건설공사기준 코드체계” 전환에 따른 건설기준을 코드로 정비 • 건설기술진흥법 제44조 및 제44조의 2에 의거하여 중앙건설심의위원회 심의· 의결	제정 (2018. 04)

제 정 : 2018년 04월 24일
개 정 : 년 월 일
심 의 : 중앙건설기술심의위원회
자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회
소관부서 : 농림축산식품부 농업기반과
관련단체(작성기관) : 한국농어촌공사(한국농공학회)

목 차

1. 일반사항 ····· 1
1.1 목적 ····· 1
1.2 적용 범위 ····· 1
1.3 참고 기준 ····· 2
1.4 용어의 정의 ····· 2
1.5 기호의 정의 ····· 2
1.6 시설물의 구성 ····· 2
1.7 해석과 설계원칙 ····· 2
1.8 설계 고려사항 ····· 2
1.9 신규기술적용 ····· 2
1.10 구조설계도서 ····· 2
2. 조사 및 계획 ····· 2
2.1 조사 및 계획 일반 ····· 2
2.2 조사 ····· 2
2.3 계획 ····· 3
3. 재료 ····· 3
3.1 재료 일반 ····· 3
3.2 재료 특성 ····· 3
3.3 품질 및 성능시험 ····· 3
4. 설계 ····· 3

취입보 고정보 설계

1. 일반사항

1.1 목적

(1) 이 기준은 농어촌용수의 취수를 위해 설치하는 고정보의 설계에 관한 기술적인 사항을 규정함을 목적으로 한다.

1.2 적용범위

(1) 이 기준은 농어촌정비법을 근거로 설치하는 고정보의 설계에 적용한다.

1.3 참고기준

· 내용 없음

1.4 용어의 정의

· 내용 없음

1.5 기호 정의

· 내용 없음

1.6 시설물의 구성

· 내용 없음

1.7 해석과 설계원칙

· 내용 없음

1.8 설계 고려사항

· 내용 없음

1.9 신규기술적용

· 내용 없음

1.10구조설계도서

· 내용 없음

2. 조사 및 계획

2.1 조사 및 계획 일반

· 내용 없음

2.2 조사

· 내용 없음

2.3 계획

· 내용 없음

3. 재료

3.1 재료 일반

· 내용 없음

3.2 재료 특성

· 내용 없음

3.3 품질 및 성능시험

· 내용 없음

4. 설계

4.1 단면형

콘크리트보의 기본 횡단면은 상류측을 수직 혹은 수직에 가까운 기울기로 하고, 하류측은 느린 기울기로 하여, 보마루에 수평 구간을 둔 사다리꼴 단면으로서, 안정조건을 만족시키고 수리학적으로 유리한 단면이 되도록 한다.

4.1.1 기본 단면형의 수정

(1) 기본 단면형은 월류수맥이 보몸체에서 분리되지 않도록 하고 시공이 용이하도록 하기위하여 적절히 수정하여야 한다.
(2) 상류측 보마루 끝은 타원형으로 하는 것이 좋으나 반원형으로 해도 무방하다.
(3) 하류측 보마루는 포물선으로 하여 하류측 비탈면과 연결시킨다.
(4) 하류 버킷은 보높이 1/2~1/3을 반지름으로 하여 하류측 물받이에 접선이 되도록 한다.

4.2 물받이

4.2.1 하류측 물받이

(1) 하류측 물받이는 월류수에 의한 보 하류부이 세굴과 침투수에 의한 파이핑을 방지하기 위하여 설치하며 물받이에 작용하는 양압력에 대하여 안전하도록 하여야 한다.
(2) 물받이의 두께는 블라이식 등으로 계산하는데, 일반적으로 그 최소값을 일반 하천에서는 0.5m, 굴러가는 전석이 많은 하천에서는 0.6m 이상으로 한다.
(3) 물받이 하류 끝은 세굴이나 하상 저하에 대비하여 현재의 하상보다 약간 낮은 표고로 하고 저지벽을 설치한다.
(4) 연약지반에 설치하는 경우에는 보 몸체와 물받이의 부등침하가 발생하지 않도록 적절한 기초공을 설치할 필요가 있다.

4.2.2 상류측 물받이

(1) 상류측 물받이는 월류하는 물에 의해 와류가 일어나 보 상류측 하상이 세굴되는 것을 방지하기 위하여 설치한다.
(2) 상류측 물받이의 두께는 대개 하류측 물받이의 1/2～1/3정도로 한다.
(3) 단, 와류가 심하게 일어나는 곳에서는 이보다 더 두껍게 하는 것이 좋다.
(4) 보의 높이가 2～3m 이상으로 장차 상류측에 퇴사가 예상되는 곳에서는 상류측 물받이를 설치하지 않아도 좋다.
(5) 안전상 침투로 길이의 계산에는 상류측 물받이를 고려하지 않는 것이 보통이나, 하상조건 때문에 고려할 경우에는 보몸체와의 연결부에 철근을 넣어 부등침하에 안전하도록 하고, 지수판을 넣어 수밀성을 갖도록 하여야 한다.

4.3 하중 및 안정계산

4.3.1 작용 하중

고정보에 작용하는 하중은 보의 자중, 정수압, 동수압, 지진력, 퇴사에 의한 토압, 양압력 등이며, 현지 조건과 구조물의 크기에 따라서 적절히 결정하여야 한다.

4.3.2 안정 계산

(1) 고정보는 전도, 활동 그리고 지반의 지지력에 대하여 안정하여야 한다.

(2) 홍수시 상하류 방향으로의 안정을 계산하고 지진을 고려할 경우는 평수시 상하류 방향의 안정을 계산한다.



집필위원	분야	성명	소속	직급
	관개배수	김선주	한국농공학회	교수
	농업환경	박종화	한국농공학회	교수
	토질공학	유 찬	한국농공학회	교수
	구조재료	박찬기	한국농공학회	교수
	수자원정보	권형중	한국농공학회	책임연구원

자문위원	분야	성명	소속
	농촌계획	손재권	전북대학교
	수자원공학	윤광식	전남대학교
	지역계획	김기성	강원대학교
	수자원공학	노재경	충남대학교
	농지공학	최경숙	경북대학교
	관개배수	최진용	서울대학교

건설기준위원회	분야	성명	소속
	총괄	한준희	농림축산식품부
	농업용댐	오수훈	한국농어촌공사
	농지관개	박재수	농림축산식품부
	농지배수	송창섭	충북대학교
	용배수로	정민철	한국농어촌공사
	농도	조재홍	한국농어촌공사 본사
	개간	백원진	전남대학교
	농지관개	이현우	경북대학교
	농지배수	남상운	충남대학교
	취입보	김선주	건국대학교
	양배수장	정상옥	경북대학교
	경지정리	유 찬	경상대학교
	농업용관수로	박태선	한국농어촌공사 본사
	농업용댐	손재권	전북대학교
	농지배수	김정호	다산컨설턴트
	농지보전	박종화	충북대학교
	농업용댐	김성준	건국대학교
	해면간척	박찬기	공주대학교
	농업수질및환경	이희억	한국농어촌공사 본사
	취입보	박진현	한국농어촌공사 본사

중앙건설기술심의위원회	성명	소속
	이태옥	평화엔지니어링
	성배경	건설교통신기술협회
	김영환	한국시설안전공단
	김영근	건화
	조의섭	동부엔지니어링
	김영숙	국민대학교
	이상덕	아주대학교

농림축산식품부	성명	소속	직책
	한준희	농업기반과	과장
	박재수	농업기반과	서기관

설계기준
KDS 67 15 30 : 2018

취입보 고정보 설계

2018년 04월 24일 발행

농림축산식품부

관련단체 한국농어촌공사
58217 전라남도 나주시 그린로 20(빛가람동 358) 한국농어촌공사
☎ 061-338-5114 E-mail : webmaster@ekr.or.kr
http://www.ekr.or.kr

(작성기관) 한국농공학회
06130 서울시 강남구 테헤란로 7길 22(역삼동 365-4) 과학기술회관 본관 205호
☎ 02-562-3627 E-mail : j6348h@hanmail.net
http://www.ksae.re.kr

국가건설기준센터
10223 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283(대화동)
☎ 031-910-0444 E-mail : kcsc@kict.re.kr
http://www.kcsc.re.kr

※ 이 책의 내용을 무단전재하거나 복제할 경우 저작권법의 규제를 받게 됩니다.

KDS 67 15 35 : 2018

취입보 가동보 설계

2018년 04월 24일 제정
http://www.kcsc.re.kr

농림축산식품부



건설기준 코드 제·개정에 따른 경과 조치

이 코드는 발간 시점부터 이미 시행 중에 있는 설계용역이나 건설공사에 대하여 발주기관의 장이 필요하다고 인정하는 경우 종전에 적용하고 있는 기준을 그대로 사용할 수 있습니다.

건설기준 코드 제·개정 연혁

- 이 기준은 KDS 67 15 35 : 2018 으로 2018년 04월에 제정하였다.
- 이 기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 건설기준 간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.
- 이 기준의 제·개정 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요사항	제·개정 (년. 월)
농지개량사업 두수공편	• 농지개량사업 두수공편 제정	제정 (1970. 12)
농업생산기반정비사업 계획설계기준 취입보편	• 농업생산기반정비사업 계획설계기준 취입보편 개정 • 두수공을 법정용어인 취입보로 수정 • 발전된 시공기술을 반영하고, 농업용수의 확보 방안을 다각적으로 검토	개정 (1996. 12)
KDS 67 15 35 : 2018	• 국토교통부 고시 제2013-640호의 “건설공사기준 코드체계” 전환에 따른 건설기준을 코드로 정비 • 건설기술진흥법 제44조 및 제44조의 2에 의거하여 중앙건설심의위원회 심의· 의결	제정 (2018. 04)

제 정 : 2018년 04월 24일
개 정 : 년 월 일
심 의 : 중앙건설기술심의위원회
자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회
소관부서 : 농림축산식품부 농업기반과
관련단체(작성기관) : 한국농어촌공사(한국농공학회)

목 차

1. 일반사항 ····· 1
1.1 목적 ····· 1
1.2 적용 범위 ····· 1
1.3 참고 기준 ····· 1
1.4 용어의 정의 ····· 1
1.5 기호의 정의 ····· 1
1.6 시설물의 구성 ····· 1
1.7 해석과 설계원칙 ····· 2
1.8 설계 고려사항 ····· 3
1.9 신규기술적용 ····· 3
1.10 구조설계도서 ····· 3
2. 조사 및 계획 ····· 3
2.1 조사 및 계획 일반 ····· 3
2.2 조사 ····· 3
2.3 계획 ····· 3
3. 재료 ····· 3
3.1 재료 일반 ····· 3
3.2 재료 특성 ····· 3
3.3 품질 및 성능시험 ····· 3
4. 설계 ····· 4

취입보 가동보 설계

1. 일반사항

1.1 목적

(1) 이 기준은 농어촌용수의 취수를 위해 설치하는 고정보의 설계에 관한 기술적인 사항을 규정함을 목적으로 한다.

1.2 적용범위

· 내용 없음

1.3 참고기준

· 내용 없음

1.4 용어의 정의

· 내용 없음

1.5 기호 정의

· 내용 없음

1.6 시설물의 구성

(1) 가동보는 기능에 따라 홍수구와 배사구가 있고, 상판, 보기둥, 물받이 및 게이트 등으로 구성된다.

1.6.1 홍수구

(1) 홍수구는 홍수의 유하를 쉽게하고 배수의 영향을 방지하며 유심의 유지를 위하여 설치한다.

(2) 홍수구의 위치는 배사구에 가까이 두어 배사구와 함께 유심을 유지하고 배수의 영향을 방지하도록 한다.

(3) 고정보의 일부분을 가동보로 대체하여 홍수의 배출에 사용하는 경우의 가동보 부분을 홍수구라 하며, 보 전체가 가동보로 되어 있는 경우는 홍수구라 하지 않는다.

(4) 홍수구의 필요통수단면적은 고정보 부분과 배사구 부분의 통수량을 제외한 나머지 유량을 통수시키는 크기로 한다.

(5) 홍수구의 턱높이는 다음 조건을 만족시키도록 정한다.

① 현황 하천바닥 횡단면의 경향에 될수록 맞춘다.

② 배사구 턱과의 차를 0.50～1.50m 정도로 한다.

③ 평균 하천바닥 표고와 거의 같은 높이로 한다.

(6) 홍수구의 나비는 홍수구의 필요 통수단면적을 높이(계획 홍수위(상류측 수위)-홍수구의 턱표고)로 나누어 얻는 길이로 한다. 이 나비가 클때는 적당히 경간(span)을 나눈다. 이때 경간의 크기는 최소 10m로 한다.

1.6.2 상판과 물받이

(1) 가동보의 상판

가동보의 상판은 물받이와 함께 가동보를 통과하는 흐름에 의한 보 하류부이 세굴을 방지하고, 침투수에 의한 파이핑을 방지하도록 적절한 규모로 결정하고 또 양압력에 대해 안전하도록 하여야 한다.

(2) 물받이

물받이는 가동보를 통과하는 흐름에 의한 보 상하류부의 세굴을 방지하고, 침투수에 의한 파이핑을 방지하도록 적절한 규모로 결정하고 또 양압력에 대해 안전하도록 하여야 한다.

1.6.3 보기둥

(1) 보기둥의 높이, 간격, 교량 등의 관계로부터 전체의 조화가 이루어지고, 홍수의 흐름에 지장을 주지 않으며, 작용하는 하중에 대하여 안전하고, 게이트의 조작에 용이하도록 설계하여야 한다.

(2) 보기둥의 설계는 KDS 51 40 05 하천 보 설계기준을 따른다.

1.6.4 게이트

(1) 개요

① 게이트는 소요 취수위를 확보하고 홍수를 안전하게 배제하며, 개폐동작이 확실하고 필요한 수밀성과 구성을 갖추고, 예상되는 모든 하중에 대하여 안전한 구조가 되도록 하여야 한다.

② 가동보의 게이트는 닫혀있을 경우 취수에 필요한 수위 즉 취수위를 유지하고, 열려 있을 때는 홍수를 안전하게 흘려 보내며 필요한 수밀성과 내구성을 확보하고 개폐동작이 확실하며 예상되는 각종 하중에 대하여 안전하여야 한다.

③ 게이트의 종류는 크게 상하 개폐식, 힌지 개폐식, 기타 방식으로 나뉘며, 상하개폐식에는 롤러식과 슬라이드식이 있고, 힌지 개폐식에는 회전식과 기복식이 있다.

④ 또한, 같은 기능을 하는 것으로 고무보가 있다.

(2) 게이트의 선정

① 각 게이트는 고유의 특성을 가지므로 취수상태, 하천현황, 유지관리 등을 고려하여 적합한 형식의 게이트를 선택하여야 한다.

② 게이트의 홍수구, 배사구, 취수구, 침사지 등의 용도에 따라 그 사용목적이 다르므로 각 경우에는 알맞은 것을 선택하여야 한다.

1.7 해석과 설계원칙

· 내용 없음

1.8 설계 고려사항

· 내용 없음

1.9 신규기술적용

· 내용 없음

1.10구조설계도서

· 내용 없음

2. 조사 및 계획

2.1 조사 및 계획 일반

· 내용 없음

2.2 조사

· 내용 없음

2.3 계획

· 내용 없음

3. 재료

3.1 재료 일반

· 내용 없음

3.2 재료 특성

· 내용 없음

3.3 품질 및 성능시험

· 내용 없음

4. 설계

· 내용 없음



집필위원	분야	성명	소속	직급
	관개배수	김선주	한국농공학회	교수
	농업환경	박종화	한국농공학회	교수
	토질공학	유 찬	한국농공학회	교수
	구조재료	박찬기	한국농공학회	교수
	수자원정보	권형중	한국농공학회	책임연구원

자문위원	분야	성명	소속
	농촌계획	손재권	전북대학교
	수자원공학	윤광식	전남대학교
	지역계획	김기성	강원대학교
	수자원공학	노재경	충남대학교
	농지공학	최경숙	경북대학교
	관개배수	최진용	서울대학교

건설기준위원회	분야	성명	소속
	총괄	한준희	농림축산식품부
	농업용댐	오수훈	한국농어촌공사
	농지관개	박재수	농림축산식품부
	농지배수	송창섭	충북대학교
	용배수로	정민철	한국농어촌공사
	농도	조재홍	한국농어촌공사 본사
	개간	백원진	전남대학교
	농지관개	이현우	경북대학교
	농지배수	남상운	충남대학교
	취입보	김선주	건국대학교
	양배수장	정상옥	경북대학교
	경지정리	유 찬	경상대학교
	농업용관수로	박태선	한국농어촌공사 본사
	농업용댐	손재권	전북대학교
	농지배수	김정호	다산컨설턴트
	농지보전	박종화	충북대학교
	농업용댐	김성준	건국대학교
	해면간척	박찬기	공주대학교
	농업수질및환경	이희억	한국농어촌공사 본사
	취입보	박진현	한국농어촌공사 본사

중앙건설기술심의위원회	성명	소속
	이태옥	평화엔지니어링
	성배경	건설교통신기술협회
	김영환	한국시설안전공단
	김영근	건화
	조의섭	동부엔지니어링
	김영숙	국민대학교
	이상덕	아주대학교

농림축산식품부	성명	소속	직책
	한준희	농업기반과	과장
	박재수	농업기반과	서기관

설계기준
KDS 67 15 35 : 2018

취입보 가동보 설계

2018년 04월 24일 발행

농림축산식품부

관련단체 한국농어촌공사
58217 전라남도 나주시 그린로 20(빛가람동 358) 한국농어촌공사
☎ 061-338-5114 E-mail : webmaster@ekr.or.kr
http://www.ekr.or.kr

(작성기관) 한국농공학회
06130 서울시 강남구 테헤란로 7길 22(역삼동 365-4) 과학기술회관 본관 205호
☎ 02-562-3627 E-mail : j6348h@hanmail.net
http://www.ksae.re.kr

국가건설기준센터
10223 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283(대화동)
☎ 031-910-0444 E-mail : kcsc@kict.re.kr
http://www.kcsc.re.kr

※ 이 책의 내용을 무단전재하거나 복제할 경우 저작권법의 규제를 받게 됩니다.

KDS 67 15 40 : 2018

취입보 배사구 설계

2018년 04월 24일 제정
http://www.kcsc.re.kr

농림축산식품부



건설기준 코드 제·개정에 따른 경과 조치

이 코드는 발간 시점부터 이미 시행 중에 있는 설계용역이나 건설공사에 대하여 발주기관의 장이 필요하다고 인정하는 경우 종전에 적용하고 있는 기준을 그대로 사용할 수 있습니다.

건설기준 코드 제·개정 연혁

- 이 기준은 KDS 67 15 40 : 2018 으로 2018년 04월에 제정하였다.
- 이 기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 건설기준 간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.
- 이 기준의 제·개정 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요사항	제·개정 (년. 월)
농지개량사업 두수공편	• 농지개량사업 두수공편 제정	제정 (1970. 12)
농업생산기반정비사업 계획설계기준 취입보편	• 농업생산기반정비사업 계획설계기준 취입보편 개정 • 두수공을 법정용어인 취입보로 수정 • 발전된 시공기술을 반영하고, 농업용수의 확보 방안을 다각적으로 검토	개정 (1996. 12)
KDS 67 15 40 : 2018	• 국토교통부 고시 제2013-640호의 “건설공사기준 코드체계” 전환에 따른 건설기준을 코드로 정비 • 건설기술진흥법 제44조 및 제44조의 2에 의거하여 중앙건설심의위원회 심의· 의결	제정 (2018. 04)

제 정 : 2018년 04월 24일
심 의 : 중앙건설기술심의위원회
소관부서 : 농림축산식품부 농업기반과
관련단체(작성기관) : 한국농어촌공사(한국농공학회)

개 정 : 년 월 일
자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회

목 차

1. 일반사항 ····· 1
1.1 목적 ····· 1
1.2 적용 범위 ····· 1
1.3 참고 기준 ····· 1
1.4 용어의 정의 ····· 1
1.5 기호의 정의 ····· 1
1.6 시설물의 구성 ····· 1
1.7 해석과 설계원칙 ····· 1
1.8 설계 고려사항 ····· 2
1.9 신규기술적용 ····· 2
1.10 구조설계도서 ····· 2
2. 조사 및 계획 ····· 2
2.1 조사 및 계획 일반 ····· 2
2.2 조사 ····· 2
2.3 계획 ····· 2
3. 재료 ····· 2
3.1 재료 일반 ····· 2
3.2 재료 특성 ····· 2
3.3 품질 및 성능시험 ····· 2
4. 설계 ····· 3

취입보 배사구 설계

1. 일반사항

1.1 목적

(1) 이 기준은 배사구 설계에 관한 기술적인 사항을 규정함을 목적으로 한다.

1.2 적용 범위

(1) 이 기준은 농어촌정비사업으로 시행되는 취입보의 배사구 설계에 적용한다.

1.3 참고 기준

· 내용 없음

1.4 용어의 정의

(1) 배사구(sluiceway) : 침사지의 말단에 설치하여 침전물을 배치하기 위한 구조물을 말한다.

1.5 기호의 정의

· 내용 없음

1.6 시설물의 구성

· 내용 없음

1.7 해석과 설계원칙

1.7.1 토사유입

취수구를 통한 토사의 수로유입을 예측하고, 토사유입을 방지 또는 최소화하도록 취수구와 배사구를 설치하여야 한다.

1.7.2 퇴사현상

취수구로 토사가 유입되는 것을 방지하기 위하여 토사가 취수구 앞으로 오는 것을 억제하고, 일단 취수구 쪽으로 온 토사는 신속히 퇴적시켜 배사구로 배출이 용이하도록 하여야 한다.

1.8 설계 고려사항

· 내용 없음

1.9 신규기술적용

· 내용 없음

1.10구조설계도서

· 내용 없음

2. 조사 및 계획

2.1 조사 및 계획 일반

· 내용 없음

2.2 조사

· 내용 없음

2.3 계획

· 내용 없음

3. 재료

3.1 재료 일반

· 내용 없음

3.2 재료 특성

· 내용 없음

3.3 품질 및 성능시험

· 내용 없음

4. 설계

4.1 배사구 수리설계의 기본

4.1.1 설계에 필요한 자료와 전제조건

(1) 배사구 설계를 위하여는 필요한 자료를 조사 수집하고 설계 전제조건을 충족시켜야 한다.

(2) 배사구 설계에 필요한 자료는 다음과 같다.

① 취입보 지점에서의 설계홍수량과 그 확률빈도

② 하천유량의 시기별 변화

③ 취입보 지점에서의 수위 – 유량곡선

④ 하상 재료의 입경(90% 입경 및 평균 입경)

⑤ 배사시의 하류 수위

⑥ 하천의 기울기

(3) 배사구 수로 설계는 다음 조건을 전제로 하여야 한다.

① 소류시의 흐름영역은 사류가 되어야 한다.

② 급류하천에서는 취입보 지점 하상 재료의 최대입경(질량통과 백분율의 90% 입경)까지의 소류능력을 갖도록 한다.

③ 배사구 수로의 바닥표고는 현 하상의 깊은 골과 같은 표고를 원칙으로 한다.

④ 배사구 수로의 바닥 기울기는 일정하게 하는 것을 원칙으로 하나 하상 기울기, 하류 수위 등에 따라 배사구 수로 하류부를 더 급한 기울기로 할 수 있다.

⑤ 배사기준유량은 급류하천의 경우 평균입경 이동한계 때의 하천유량, 완류하천의 경우 관개기간 평균유량으로 한다.

4.1.2 급류하천과 완류하천의 구분

(1) 하천의 기울기에 따라 계류, 급류, 완류로 구분하며, 계류와 급류하천은 유량이, 완류하천은 하천기울기가 설계 제약조건이 된다.

(2) 배사구는 급류하천과 완류하천의 구분에 따라 그 설계가 달라지는데 계류 및 급류하천은 유량이 작고, 완류하천은 하천의 기울기가 작기 때문에 유량과 기울기가 각각의 설계 제약조건이 된다.

(3) 급류하천에서는 최대입경의 토사를 배제하는 것이, 완류하천에서는 배제시간을 줄여 물의 손실을 줄이는 것이 중요하다.

(4) 급류하천과 완류하천의 경계지역에서는 두 경우에 대해 각각 설계를 하고 안전한 쪽을 채택한다.

<표 4.1-1> 하천의 구분

하천 구분	기울기	Fr	입경	유량
계 류	> 1/140	1	크다	작다
급 류	1/140 ~ 1/800	중간	중간	중간
완 류	< 1/800	0.44	작다	크다

4.2 급류하천에서의 배사구 수리설계

급류하천의 배사구 수로는 수로 유입부에서 최대입경의 하상 재료를 이동시킬 수 있는 한계류가 발생하고, 수로내에서는 사류가 발생하도록 하여야 한다.

4.3 완류하천에서의 배사구 수리설계

(1) 완류하천의 배사구 수로에서는 수로내에서 사류가 발생하도록 하고, 보의 저류량이 큰 경우는 저류에너지를 이용하여 배사하는 것을 검토할 필요가 있다.

(2) 완류하천에서는 하상 재료의 크기가 작고 하상 기울기도 느리다. 하상 기울기가 느린 것은 상하류간의 에너지 차가 작은 것을 의미한다.

(3) 배사구 수로에서 흐름이 상류이면 토사배제시간이 길어지고 물의 손실이 많아지므로 사류가 되도록 설계하여야 한다.



집필위원	분야	성명	소속	직급
	관개배수	김선주	한국농공학회	교수
	농업환경	박종화	한국농공학회	교수
	토질공학	유 찬	한국농공학회	교수
	구조재료	박찬기	한국농공학회	교수
	수자원정보	권형중	한국농공학회	책임연구원

자문위원	분야	성명	소속
	농촌계획	손재권	전북대학교
	수자원공학	윤광식	전남대학교
	지역계획	김기성	강원대학교
	수자원공학	노재경	충남대학교
	농지공학	최경숙	경북대학교
	관개배수	최진용	서울대학교

건설기준위원회	분야	성명	소속
	총괄	한준희	농림축산식품부
	농업용댐	오수훈	한국농어촌공사
	농지관개	박재수	농림축산식품부
	농지배수	송창섭	충북대학교
	용배수로	정민철	한국농어촌공사
	농도	조재홍	한국농어촌공사 본사
	개간	백원진	전남대학교
	농지관개	이현우	경북대학교
	농지배수	남상운	충남대학교
	취입보	김선주	건국대학교
	양배수장	정상옥	경북대학교
	경지정리	유 찬	경상대학교
	농업용관수로	박태선	한국농어촌공사 본사
	농업용댐	손재권	전북대학교
	농지배수	김정호	다산컨설턴트
	농지보전	박종화	충북대학교
	농업용댐	김성준	건국대학교
	해면간척	박찬기	공주대학교
	농업수질및환경	이희억	한국농어촌공사 본사
	취입보	박진현	한국농어촌공사 본사

중앙건설기술심의위원회	성명	소속
	이태옥	평화엔지니어링
	성배경	건설교통신기술협회
	김영환	한국시설안전공단
	김영근	건화
	조의섭	동부엔지니어링
	김영숙	국민대학교
	이상덕	아주대학교

농림축산식품부	성명	소속	직책
	한준희	농업기반과	과장
	박재수	농업기반과	서기관

설계기준
KDS 67 15 40 : 2018

취입보 배사구 설계

2018년 04월 24일 발행

농림축산식품부

관련단체 한국농어촌공사
58217 전라남도 나주시 그린로 20(빛가람동 358) 한국농어촌공사
☎ 061-338-5114 E-mail : webmaster@ekr.or.kr
http://www.ekr.or.kr

(작성기관) 한국농공학회
06130 서울시 강남구 테헤란로 7길 22(역삼동 365-4) 과학기술회관 본관 205호
☎ 02-562-3627 E-mail : j6348h@hanmail.net
http://www.ksae.re.kr

국가건설기준센터
10223 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283(대화동)
☎ 031-910-0444 E-mail : kcsc@kict.re.kr
http://www.kcsc.re.kr

※ 이 책의 내용을 무단전재하거나 복제할 경우 저작권법의 규제를 받게 됩니다.

KDS 67 15 45 : 2018

취입보 기초공 및 지수벽 설계

2018년 04월 24일 제정
http://www.kcsc.re.kr

농림축산식품부



건설기준 코드 제·개정에 따른 경과 조치

이 코드는 발간 시점부터 이미 시행 중에 있는 설계용역이나 건설공사에 대하여 발주기관의 장이 필요하다고 인정하는 경우 종전에 적용하고 있는 기준을 그대로 사용할 수 있습니다.

건설기준 코드 제·개정 연혁

- 이 기준은 KDS 67 15 45 : 2018 으로 2018년 04월에 제정하였다.
- 이 기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 건설기준 간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.
- 이 기준의 제·개정 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요사항	제·개정 (년. 월)
농지개량사업 두수공편	• 농지개량사업 두수공편 제정	제정 (1970. 12)
농업생산기반정비사업 계획설계기준 취입보편	• 농업생산기반정비사업 계획설계기준 취입보편 개정 • 두수공을 법정용어인 취입보로 수정 • 발전된 시공기술을 반영하고, 농업용수의 확보 방안을 다각적으로 검토	개정 (1996. 12)
KDS 67 15 45 : 2018	• 국토교통부 고시 제2013-640호의 “건설공사기준 코드체계” 전환에 따른 건설기준을 코드로 정비 • 건설기술진흥법 제44조 및 제44조의 2에 의거하여 중앙건설심의위원회 심의· 의결	제정 (2018. 04)

제 정 : 2018년 04월 24일
심 의 : 중앙건설기술심의위원회
소관부서 : 농림축산식품부 농업기반과
관련단체(작성기관) : 한국농어촌공사(한국농공학회)

개 정 : 년 월 일
자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회

목 차

1. 일반사항 ····· 1
1.1 목적 ····· 1
1.2 적용 범위 ····· 1
1.3 참고 기준 ····· 1
1.4 용어의 정의 ····· 1
1.5 기호의 정의 ····· 1
1.6 시설물의 구성 ····· 1
1.7 해석과 설계원칙 ····· 3
1.8 설계 고려사항 ····· 4
1.9 신규기술적용 ····· 5
1.10 구조설계도서 ····· 5
2. 조사 및 계획 ····· 5
2.1 조사 및 계획 일반 ····· 5
2.2 조사 ····· 5
2.3 계획 ····· 6
3. 재료 ····· 6
3.1 재료 일반 ····· 6
3.2 재료 특성 ····· 6
3.3 품질 및 성능시험 ····· 6
4. 설계 ····· 6

취입보 기초공 및 지수벽 설계

1. 일반사항

1.1 목적

(1) 이 기준은 취입보의 기초공과 지수벽 설계에 관한 기술적인 사항을 규정함을 목적으로 한다.

(2) 취입보의 기초는 상부의 하중을 안전하게 지지하는 기초공, 파이핑을 막는 지수벽, 세굴을 방지하는 저지벽으로 구성되는데, 설계와 시공에 있어서는 이러한 기초의 기능을 충분히 발휘할 수 있고, 현지에 적합하며 안정적이고 경제적인 구조가 되도록 해야 한다.

1.2 적용범위

(1) 이 기준은 농어촌정비사업으로 시행되는 취입보의 기초공 및 지수벽 설계에 적용한다.

1.3 참고 기준

· 내용 없음

1.4 용어의 정의

· 내용 없음

1.5 기호 정의

· 내용 없음

1.6 시설물의 구성

· 내용 없음

2. 조사 및 계획

2.1 조사 및 계획 일반

· 내용 없음

2.2 조사

· 내용 없음

2.3 계획

· 내용 없음

3. 재료

3.1 재료 일반

· 내용 없음

3.2 재료 특성

· 내용 없음

3.3 품질 및 성능시험

· 내용 없음

4. 설계

(1) 취입보의 기초공은 보기둥, 보몸체 등 상부의 하중을 안전하게 지지하는 구조가 되도록 기초공 상부구조의 종류, 하상의 상황, 기초지반의 상황 등을 고려해서 적절한 공법을 선택해야 한다.

(2) 기초공법의 선정 기준은 KDS 11 50 00 기초 설계기준을 따른다.

4.1 기초공법의 선정

4.1.1 보기둥의 기초공

암반 또는 안전한 지지력을 갖는 지층이 비교적 얕은 곳에 있어서 배수가 용이하면 굴착에 의하여 직접기초로 하는 것이 가장 확실하고 경제적이다. 그러나 배수가 어렵거나 거액의 공사비가 필요한 경우는 우물통공법 또는 케이슨공법을 쓸 때가 많다.

4.1.2 보몸체의 기초공

보몸체가 전도되거나 침하되지 않도록 기초공을 튼튼하게 타설하고, 위에 보몸체를 설치한다.

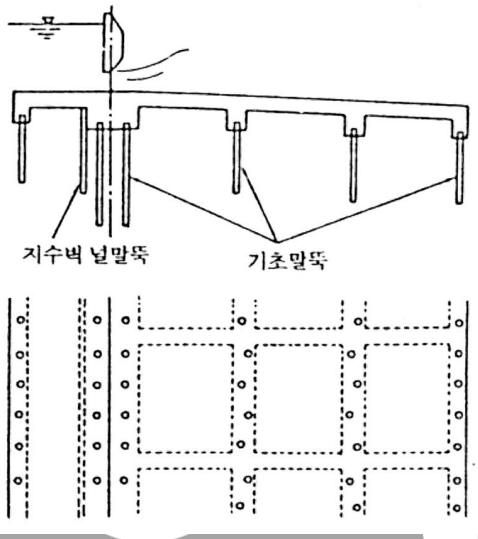
4.1.3 물받이 기초공

(1) 물받이는 하상 전면에 비교적 얕은 콘크리트 바닥을 만들기 때문에 부등침하와 기초지반의

파이핑에 대비해야 한다.

(2) 물받이의 기초공으로서 특별히 설치할 필요는 없지만 연약지반에서 침하가 예상될때에는 적당한 간격으로 격자모양의 저지벽을 설치해서 지하수의 유동을 방지하는 동시에 이 저지벽을 땅속의 대들보로 간주하고, 여기에 슬래브를 치는 것과 같이 물받이를 설치한다. 또한 침하를 방지하기 위하여 필요하다면 저지벽의 하부에 말뚝기초를 시공한다.

(3) 물받이의 시공에 있어서 연약한 지반(예를 들면 되채움된 상태의 지반)에 직접콘크리트를 타설하는 것은 피해야 한다. 이것은 오히려 침투유속을 빠르게 하고 파이핑작용을 조장하는 것이 되기 때문이다.



<그림 1.6-1> 물받이 부분의 기초

4.1.4 취수구의 기초공

(1) 취수구의 기초공은 보몸체의 차수를 위한 구조물과 하나가 되어 보를 끌어올릴 때에 발생하는 침투류에 대비할 수 있는 구조로 해야 한다.

(2) 취수게이트가 설치되어 있는 경우 홍수때에는 취수게이트를 닫기 때문에 일방적인 수압을 받게 되며, 또 취수게이트 앞면의 취수마당은 양압력을 받는 등 비교적 좁은 부분에 여러가지 응력을 받으므로, 취수구 부분의 기초공은 될수 있는대로 독립적인 기초로 설계하는 것이 좋다.

4.1.5 호안의 기초공

(1) 호안은 붙임 옹벽과 그 외의 호안으로 구분되는 경우가 많다.

(2) 붙임 옹벽은 물받이가 시공된 범위내에 설치되며, 상류측의 붙임 옹벽은 지수벽과 하나가 되어 가로 방향의 침투를 감소시키고, 한편 하류측의 붙임 옹벽은 홍수때의 고수부지에서 저수로를 향해서 흐르도록 하여 고수부지의 침식을 방지하며 보의 가로 방향으로부터의 침투류에 의한 파이핑작용을 방지할 목적으로 설치하기 때문에, 필요한 차수기능을 겸해서 갖추는 것이 바람직하다.

(3) 기초공으로서는 직접기초 또는 말뚝기초가 이용된다.

4.1.6 기초공법의 종류

(1) 취입보의 대표적인 기초공법에는 직접기초, 말뚝기초, 케이슨기초 등이 있으므로 각각의 특징을 잘 살려 적절하게 선정해야 한다.

4.1.7 직접기초

(1) 취입보를 암반위에 축조하는 경우에는 문제가 없지만, 모래·자갈층 위에 직접 설치할 때는 고정보, 교대, 보기둥의 하부를 확대해서 확대기초를 설치할 필요가 있다.
(2) 확대기초의 설계는 다음 순서에 따라 실시한다.
① 확대기초 밑면에 있어서의 하중을 산정한다.
② 지지지반의 허용지지력을 구한다.
③ 확대기초 밑면에 작용하는 최대접지압이 지지지반의 허용지지력 이하가 되도록 확대기초의 모양과 크기를 구한다.
④ 확대기초의 단면 및 철근량을 결정한다.

4.1.8 말뚝기초

(1) 일반적으로 표층의 지반이 연약하고 안전한 지지력층이 깊을 경우, 말뚝을 박음으로써 지반의 다짐효과를 기대할 수 있는 경우, 굴착에 의한 직접기초의 시공이 곤란한 경우 등에 말뚝기초를 시공하는 것이 효율적이다.
(2) 말뚝기초의 설계는 KDS 11 50 15 및 KDS 11 50 20 깊은기초 설계기준을 따른다.

4.1.9 케이슨기초

(1) 케이슨기초공법은 밑부분을 개방한 통모양의 구조물을 지상에서 구축하여 이것을 소정의 장소까지 운반해서 통내의 토사를 배출하면서 지반내에 침하시켜 필요한 지지층에 도달시켜 기초로 이용하는 공법이다.
(2) 케이슨기초의 설계는 KDS 11 50 15 및 KDS 11 50 20 깊은기초 설계기준을 따른다.

4.2 설계 고려사항

투수성 지반위에 취입보를 축조할 경우에는 파이핑을 방지하기 위해 필요한 침투로길이를 확보할 뿐만 아니라, 기초지반속을 흘러나가는 침투수량을 허용한 도내에 유지하도록 해야 한다.

4.2.1 침투로의 길이

(1) 투수성 지반위에 취입보를 축조하는 경우 지반내를 침투하는 유수의 작용에 의한 기초지반의 파괴를 방지하기 위해서는 파이핑을 막는데 필요한 침투로길이를 확보해야 한다.
(2) 확보해야 할 침투로길이는 블라이 및 레인(Lane)의 방법에 의해서 계산한 값중에서 큰 값을 사용하거나 현장의 조건에 맞는 적절한 방법으로 계산한다.

(3) 값 이상의 침투로길이를 확보하기 위해 보통 보몸체 및 하류측 물받이에 의한 수평방향의 침투로길이에 더해서 지수벽을 만든다. 수직침투로는 침투의 억제에 유효할 뿐 아니라 양압력의 감쇄에도 유효하므로 보몸체의 상류단에서 기초지반중에 수직으로 지수벽을 설치하는 것이 좋다.

(4) 보몸체의 상류단에 설치하는 지수벽의 길이는 기초지반이 잔자갈보다 거친 경우는 보위의 수심과 같은 정도이상, 굵은 모래보다 고른 경우는 보위의 수심의 1.5배 정도이상 확보하는 것이 바람직하며, 호박돌 등을 포함하고 있어 강널말뚝의 시공이 곤란할 때도 굴착시공에 의해 이 지수벽의 최소 시공길이를 확보하도록 한다.

(5) 지수벽의 시공이 곤란하여 전체 침투로길이가 부족할 때는 하류 물받이의 연장, 2열 이상의 지수벽의 설치, 상류 물받이도 침투로길이에 가산하는 등에 의해 확보한다. 지수벽을 2열로 넣을 때는 2개 지수벽의 길이의 합계보다 그 간격을 크게 해야 하며 만일 그것보다 간격이 좁을 때는 수직 침투로길이를 지수벽의 길이의 2배로 해서 계산해서는 안된다.

(6) 하류측 물받이의 하류단에 설치하는 저지벽은 하류측 하상의 세굴로부터 보몸체를 방어하기 위한 것이다. 양압력의 경감을 위해 저지벽에 물빼기 구멍을 설치하는 일이 있는데 오히려 파이핑을 일으키게 하는 수가 있으므로 설치하는 경우에는 구멍이 막히는 일이라든가 흡출에 의한 공동화 등의 대책을 충분히 검토할 필요가 있다.

(7) 또한, 상류측 물받이도 보통 침투로에 계산하지 않는다. 지수벽으로 강널말뚝의 타설이 곤란한 경우 등에 상류측 물받이를 침투로에 계산할 필요가 있을 때는 시공이음매의 지수성을 확보하기 위해 지수판을 넣는 외에 맞춤못(dowell bar)방식 또는 쐐기(Key)방식의 이음매를 만들어 부등침하에 대응할 수 있는 구조로 한다.

(8) 하류측 물받이의 시공이음매에는 당연히 지수판 및 이음매가 필요하다. 하류측의 수위차 ΔH는 일반적으로 게이트의 꼭대기 높이와 물받이 하류단의 높이의 차로 하는데 하상저하가 예측되는 하천에 있어서는 약간 여유를 고려하는 것이 바람직하다.

(9) 취수보가 붙은 좌우안의 하안이나 제방도 일반적으로 투수성지반이며 보위 물의 침투에 대해 옹벽과 보축선의 연장선상에 설치하는 지수벽 또는 상류측 옹벽의 하부에 설치하는 지수벽에 의해 필요한 침투로길이를 확보해야 한다.

4.2.2 침투량의 계산

(1) 침투량의 검토는 갈수량이 취수량에 대해 그다지 크지 않은 경우 등에 침투량을 소정의 범위내에 머무르게 하기 위해 실시하는 것이다.

(2) 침투량의 계산 방법은 KDS 54 30 00 필댐 설계기준의 4.2.6 침투수의 안전성 검토에 따른다.

4.2.3 지수벽과 저지벽의 구조 및 설계

(1) 지수벽은 침투수량을 완전히 막거나 또는 억제하고 침투수에 의한 파이핑을 방지하여 보몸체의 안전을 기하는 것을 목적으로 하며, 저지벽은 유수에 의한 하상의 세굴을 방지하여 보몸체의 안전을 확보할 목적으로 설치한다.

(2) 지수벽과 저지벽의 설계는 KDS 51 40 05 하천 보 설계기준에 따른다.

집필위원	분야	성명	소속	직급
	관개배수	김선주	한국농공학회	교수
	농업환경	박종화	한국농공학회	교수
	토질공학	유 찬	한국농공학회	교수
	구조재료	박찬기	한국농공학회	교수
	수자원정보	권형중	한국농공학회	책임연구원

자문위원	분야	성명	소속
	농촌계획	손재권	전북대학교
	수자원공학	윤광식	전남대학교
	지역계획	김기성	강원대학교
	수자원공학	노재경	충남대학교
	농지공학	최경숙	경북대학교
	관개배수	최진용	서울대학교

건설기준위원회	분야	성명	소속
	총괄	한준희	농림축산식품부
	농업용댐	오수훈	한국농어촌공사
	농지관개	박재수	농림축산식품부
	농지배수	송창섭	충북대학교
	용배수로	정민철	한국농어촌공사
	농도	조재홍	한국농어촌공사 본사
	개간	백원진	전남대학교
	농지관개	이현우	경북대학교
	농지배수	남상운	충남대학교
	취입보	김선주	건국대학교
	양배수장	정상옥	경북대학교
	경지정리	유 찬	경상대학교
	농업용관수로	박태선	한국농어촌공사 본사
	농업용댐	손재권	전북대학교
	농지배수	김정호	다산컨설턴트
	농지보전	박종화	충북대학교
	농업용댐	김성준	건국대학교
	해면간척	박찬기	공주대학교
	농업수질및환경	이희억	한국농어촌공사 본사
	취입보	박진현	한국농어촌공사 본사

중앙건설기술심의위원회	성명	소속
	이태옥	평화엔지니어링
	성배경	건설교통신기술협회
	김영환	한국시설안전공단
	김영근	건화
	조의섭	동부엔지니어링
	김영숙	국민대학교
	이상덕	아주대학교

농림축산식품부	성명	소속	직책
	한준희	농업기반과	과장
	박재수	농업기반과	서기관

설계기준
KDS 67 15 45 : 2018

취입보 기초공 및 지수벽 설계

2018년 04월 24일 발행

농림축산식품부

관련단체 한국농어촌공사
58217 전라남도 나주시 그린로 20(빛가람동 358) 한국농어촌공사
☎ 061-338-5114 E-mail : webmaster@ekr.or.kr
http://www.ekr.or.kr

(작성기관) 한국농공학회
06130 서울시 강남구 테헤란로 7길 22(역삼동 365-4) 과학기술회관 본관 205호
☎ 02-562-3627 E-mail : j6348h@hanmail.net
http://www.ksae.re.kr

국가건설기준센터
10223 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283(대화동)
☎ 031-910-0444 E-mail : kcsc@kict.re.kr
http://www.kcsc.re.kr

※ 이 책의 내용을 무단전재하거나 복제할 경우 저작권법의 규제를 받게 됩니다.

KDS 67 15 50 : 2018

취입보 바닥보호공 설계

2018년 04월 24일 제정
http://www.kcsc.re.kr

농림축산식품부



건설기준 코드 제·개정에 따른 경과 조치

이 코드는 발간 시점부터 이미 시행 중에 있는 설계용역이나 건설공사에 대하여 발주기관의 장이 필요하다고 인정하는 경우 종전에 적용하고 있는 기준을 그대로 사용할 수 있습니다.

건설기준 코드 제·개정 연혁

- 이 기준은 KDS 67 15 50 : 2018 으로 2018년 04월에 제정하였다.
- 이 기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 건설기준 간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.
- 이 기준의 제·개정 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요사항	제·개정 (년. 월)
농지개량사업 두수공편	• 농지개량사업 두수공편 제정	제정 (1970. 12)
농업생산기반정비사업 계획설계기준 취입보편	• 농업생산기반정비사업 계획설계기준 취입보편 개정 • 두수공을 법정용어인 취입보로 수정 • 발전된 시공기술을 반영하고, 농업용수의 확보 방안을 다각적으로 검토	개정 (1996. 12)
KDS 67 15 50 : 2018	• 국토교통부 고시 제2013-640호의 “건설공사기준 코드체계” 전환에 따른 건설기준을 코드로 정비 • 건설기술진흥법 제44조 및 제44조의 2에 의거하여 중앙건설심의위원회 심의· 의결	제정 (2018. 04)

제 정 : 2018년 04월 24일
개 정 : 년 월 일
심 의 : 중앙건설기술심의위원회
자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회
소관부서 : 농림축산식품부 농업기반과
관련단체(작성기관) : 한국농어촌공사(한국농공학회)

목 차

1. 일반사항 ····· 1
1.1 목적 ····· 1
1.2 적용 범위 ····· 2
1.3 참고 기준 ····· 4
1.4 용어의 정의 ····· 4
1.5 기호의 정의 ····· 4
1.6 시설물의 구성 ····· 4
1.7 해석과 설계원칙 ····· 4
1.8 설계 고려사항 ····· 5
1.9 신규기술적용 ····· 8
1.10 구조설계도서 ····· 8
2. 조사 및 계획 ····· 8
2.1 조사 및 계획 일반 ····· 8
2.2 조사 ····· 8
2.3 계획 ····· 8
3. 재료 ····· 9
3.1 재료 일반 ····· 9
3.2 재료 특성 ····· 9
3.3 품질 및 성능시험 ····· 9
4. 설계 ····· 9

취입보 바닥보호공 설계

1. 일반사항

1.1 목적

(1) 이 기준은 취입보의 기초공과 지수벽 설계에 관한 기술적인 사항을 규정함을 목적으로 한다.

1.2 적용범위

(1) 이 기준은 농어촌정비사업으로 시행되는 취입보의 기초공 및 지수벽 설계에 적용한다.

1.3 참고 기준

· 내용 없음

1.4 용어의 정의

· 내용 없음

1.5 기호 정의

· 내용 없음

1.6 시설물의 구성

· 내용 없음

1.7 해석과 설계원칙

· 내용 없음

1.8 설계 고려사항

· 내용 없음

1.9 신규기술적용

· 내용 없음

1.10구조 설계도서

· 내용 없음

2. 조사 및 계획

2.1 조사 및 계획 일반

· 내용 없음

2.2 조사

· 내용 없음

2.3 계획

· 내용 없음

3. 재료

3.1 재료 일반

· 내용 없음

3.2 재료 특성

· 내용 없음

3.3 품질 및 성능시험

· 내용 없음

4. 설계

4.1 수리 기본

4.1.1 유수영역

(1) 바닥보호공은 하상 세굴을 방지하기 위하여 하류 물받이에 연속하여 설치하며, 따라서 하류 하천의 특성 파악이 중요하다. 보 하류 하천에서의 흐름은 하류수위 등 조건에 따라 사류, 완전 도수, 불완전 도수, 잠긴 흐름, 게이트 부분개방시의 사류 등 5개 영역으로 분류된다.

(2) 각 영역별로 하류 하상에 미치는 에너지의 크기가 다르고, 따라서 세굴의 위험도가 다르기 때

문에 바닥보호공의 설계도 이에 따라 달라진다.

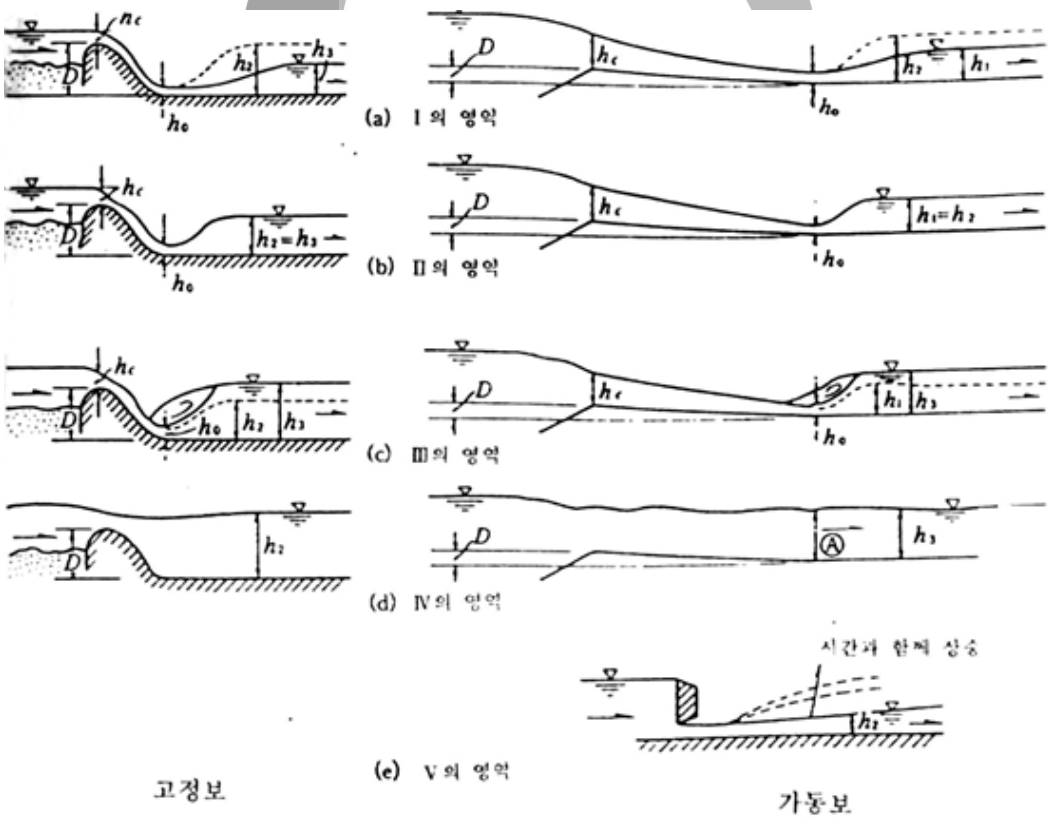
① I 영역(사류) : 하류수심 h_3가 보의 하류 비탈 끝에서의 수심 h_0에 대응하는 공액수심 h_2보다 작은 경우로, 사류가 하류로 진행한다. 따라서 하상을 따라 고속의 흐름이 생기고 국부 세굴이 가장 크게 일어나는 수리영역이다.

② II 영역(완전 도수) : 하류수심 h_3가 공액수심 h_2와 일치하는 때로서 비탈 끝에서 도수가 일어나 에너지가 소멸되어, 가장 이상적인 감세가 생기는 수리영역이다.

③ III 영역(불완전 도수) : 하류수심 h_3에 의한 수위가 보마루에서의 한계수심 h_c에 의한 수위보다 낮고, 비탈 끝에서의 수심 h_0에 대응하는 공액수심 h_2에 의한 수위보다 높은 경우이다. 이 영역에서는 최대유속이 바닥층의 흐름에서 나타나므로 바닥보호공법의 선정에 주의가 필요하다.

④ IV 영역(잠긴 흐름) : 보마루에서의 한계수심 h_c에 의한 수위보다 하류수심 h_3에 의한 수위가 더 높은 경우로 잠긴 흐름이다. 이 경우는 최대유속이 수면 부근에 나타나 국부세굴의 위험이 가장 낮다.

⑤ V 영역(게이트 부분개방시의 사류) : 게이트 부분개방에 따른 부정류 흐름으로 사류가 하류로 진행하며, 개방시간이 길어질수록 사류에 의한 국부세굴의 영향이 커진다.



<그림 1.1-1> 보의 유수영역

4.1.2 유수영역의 판정

(1) 설계를 착수하기 전에 주어진 보의 높이와 유량에 따라서 하류하천의 유수영역이 어떻게 달라지는가 판정하여야 한다.

(2) 보의 높이 D와 단위나비당 유량 q에 대응하는 한계수심 h_c하류 공액수심 h_2의 관계로서 유수영역을 판정할 수 있다.

① 그림에서 $D+h_c$의 점선은 단위나비당 유량에 대응하는 한계수심 h_c를 보의 높이 D와 합한 값으로, 이보다 하류수위가 높으면 잠긴 흐름이 된다. 그리고 h_2의 실선은 단위나비당 유량 q에 대응한 보의 높이 D에 대한 완전월류시의 공액수심을 나타내며, h_c의 실선은 단위나비당 유량 q에 대응하는 한계수심이다.

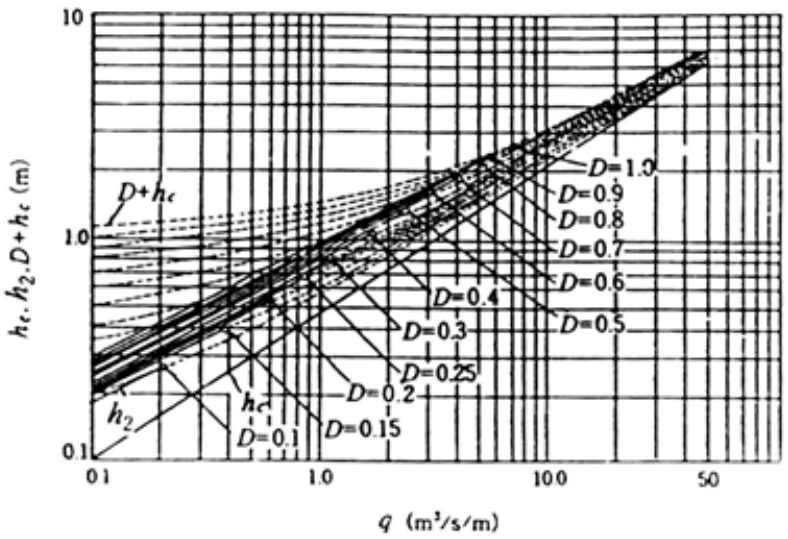
② $D+h_c$의 점선과 h_2의 실선과의 교점으로 구해지는 유량보다 큰 유량에 있어서는 완전 도수가 일어나지 않는다.

③ $D+h_c$의 점선과 h_2의 실선과의 교점으로 구해지는 유량보다 작은 유량에 있어서 그 유량이 $D+h_c$의 점선과 h_2의 실선으로 둘러싸인 범위안에 있는 경우는 잠긴 흐름이 되고 고속 흐름이 바닥층에 생긴다.

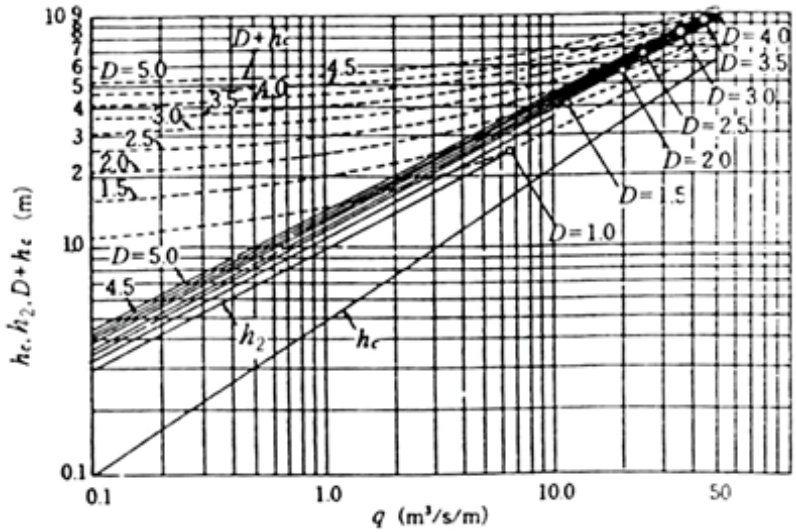
④ $D+h_c$의 점선과 h_2의 실선과의 교점으로 구해지는 유량보다 작은 유량에 있어서 그 유량이 h_2의 실선과 h_c의 실선으로 둘러싸인 범위안에 있는 영역은 노출사류가 진행하거나 파상 흐름이 된다.

⑤ $D+h_c$의 점선과 h_2의 실선과의 교점으로 구해지는 유량보다 큰 유량에 있어서 $D+h_c$의 점선과 h_2의 실선으로 둘러싸인 범위안에 있는 영역은 파상 흐름이 된다.

(3) 바닥보호공의 설계에 있어서는 평수량에서 설계 홍수량까지 몇 개의 유량에 대해 하류수심을 구하고, 바닥보호공 설계상 가장 위험한 경우를 찾아서 검토하여야 하며, 게이트 조작에 따른 노출사류 발생의 위험성도 검토하여야 한다.



<그림 1.2-1> 보 하류의 유수영역 판정 도표 (D=0.1~1.0m)



<그림 1.2-2> 보 하류의 유수영역 판정 도표 (D=1.0~4.0m)

4.2 수리 설계

4.2.1 설계의 방침

(1) 바닥보호공의 설계는 바닥보호공 하류 끝에서의 유속의 분포와 크기를 연결되는 하류하천의 유속의 분포 및 크기와 같게하고, 장래의 하상변동이 예상되는 경우는 이에 대비하여야 한다.

(2) 바닥 보호공의 설계에는 다음과 같은 사항에 유의하여야 한다.

① 바닥보호공과 하천의 유수저항을 같게 한다. 즉 바닥보호공 하류끝의 유속의 분포와 크기가 연결되는 하류하천의 유속의 분포 및 크기와 같도록하여, 바닥보호공하류끝 에서의 국부세굴을 방지한다.

② 바닥보호공에서의 유수저항은 고정보 및 홍수구의 하류에서는 하상재료 평균입경의 이동한계시의 조건을 주고, 배사구의 하류에서는 최대입경 이동한계시의 조건을 주어 정한다.

③ 바닥보호공에 쓰이는 블록 돌기의 상단은 원칙적으로 물받이 바닥 표면과 같은 표고로 한다. 이렇게 하면 바닥보호공에서 유수단면이 급격히 확대되어 감세효과가 커진다. 또 고속유사에 의한 바닥보호공의 파괴나 마찰을 줄일 수 있게 된다.

④ 장래의 하상변동이 예상되는 곳에서는 이를 예측하고 하상변동에 따라 바닥보호공 자체의 침하에 대비하여 유연성, 굴곡성 그리고 연결성이 좋도록 하여야 한다.

⑤ 바닥보호공의 재료는 홍수시 흘러가는 유사의 침식에 견딜수 있도록 내마모성이 커야 한다.

4.2.2 급류하천에서의 영역별 설계

(1) 급류하천에서는 I, II, III, IV, V 영역중 현지조건에 의해 판정된 영역에 따라서 바닥보호공을 설계한다.

(2) 바닥보호공의 설계는 KDS 51 40 05 하천 보 설계기준에 따른다.

4.2.3 완류하천에서의 설계

(1) 완류하천에서는 고정보로 수위를 상승시키는데 문제가 있으므로 대개 가동보가 설치되는데, 홍수시의 흐름의 조건에 따라 유수영역을 판정하여 설계한다.
(2) 바닥보호공의 설계는 KDS 51 40 05 하천 보 설계기준에 따른다.

4.2.4 블라이 식

블라이 식은 바닥보호공 길이를 정하는데 오랫동안 사용된 경험공식으로 바닥보호공의 범위를 정하는데 참고할 수 있다.

4.3 구조 설계

4.3.1 보호 블록 크기

보호 블록의 무게는 유속에 저항할 수 있도록 그 크기와 형식을 결정하여야 한다.

4.3.2 블록의 연결과 토사 흡출 방지

블록은 서로 연결되는 구조로하여 유수에 저항하도록 하는 것이 좋고, 블록 밑의 토사가 흡출되어 블록이 파손되는 일이 없도록 필요한 조치를 취하여야 한다.

4.3.3 기타 감세공법

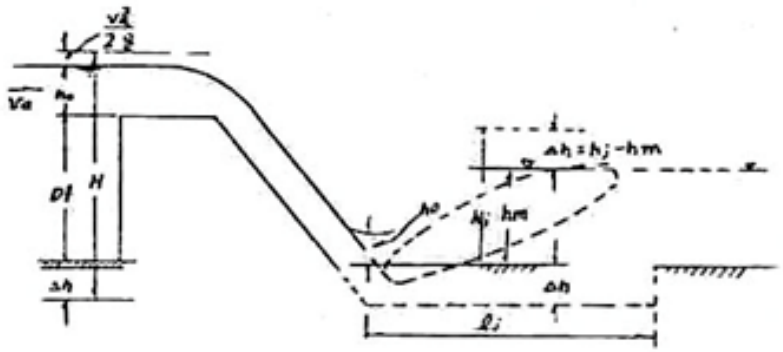
보의 높이가 4~5m 를 넘는 높은 보에서 수세를 빨리 감세할 필요가 있는 경우에는 물방석, 전향장치(deflector), 배플 피어(baffle pier) 등의 감세공법을 검토하여 설치한다.

(1) 물방석

① 보 하류 비탈 끝에 정수지를 만들어 이 정수지로 수세를 감쇄하는 공법이다. 비탈 끝에서 발생하는 사류수심(h_0)에 대응하는 도수심(h_1)이 하류측 하천수심(h_m)보다 높은 상태일 때 유효한 것으로 설계를 잘못하면 효과가 작다.

② 물방석을 만들자면 보의 비탈 끝을 하류측 하상보다 깊이 파서 정수지를 만드는 것과 부언(end sill, 끝턱)을 설치하는 방법이 있다. 후자는 부언의 비탈 끝이 다시 패일위험이 있으므로 전자가 더 바람직하다.

③ 물방석의 규모(깊이, 길이)는 다음 식으로 구한다. 규모를 결정할 때는 계획홍수량을 상한으로 하여 여러 가지 유량에 대한 상태를 검토하고 가장 위험한 상태를 구하여 그 규모를 정한다. 보가 낮고 흘러내리는 속도가 느린 하천에서 물방석에 의한 방법이 효과적이다.



<그림 1.8-1> 물방석

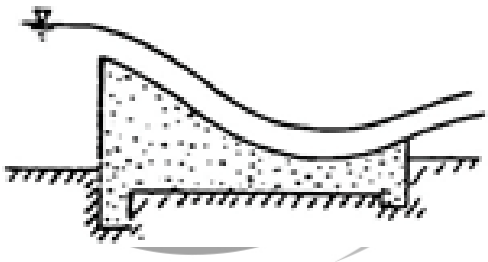
(2) 전향장치 (Deflector)

① 물받이 부분에 적당한 각도(14～18°)로 상향곡선을 붙여 월류수를 멀리 포물선형으로 날려보내어 보몸체에서 먼 곳으로 날려보내는 작용을 하는 것이 목적이다.

② 보몸체의 대소, 월류량의 다소, 상하류 수심관계, 하상 기울기에 의한 유속 및 하상을 구성하는 암반 또는 모래, 흙의 종류에 따라 어떤 공법을 채용할 것인가를 결정한다.

③ 패임방지설비를 하였다고 완전히 수세가 감쇄된 것으로 생각하여 하상보호공을 생략하여서는 안된다.

④ 암반위에 설치한 보는 일반적으로 전향장치의 설계만 잘하면 효과가 있다.



<그림 1.8-2> 전향장치

(3) 배플 피어

① 물받이 부분의 위에 기둥모양의 돌기물(突起物)을 설치하여 유수가 이것에 부딪쳐서 뛰어올라 수세를 감쇄하는 방법이다.

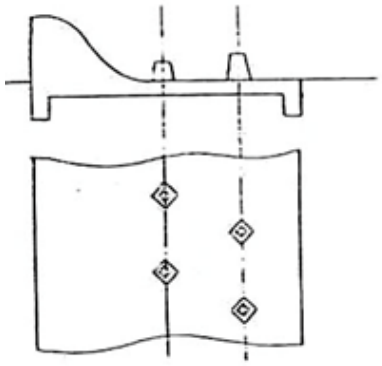
② 돌기물은 철근콘크리트 기둥을 세우는 경우가 많다. 큰 조약돌이나 견치돌을 거꾸로 세우기도 한다.

③ 그 효과는 유량이 적을 때 크고, 유량이 많으면 그다지 효과가 없다.

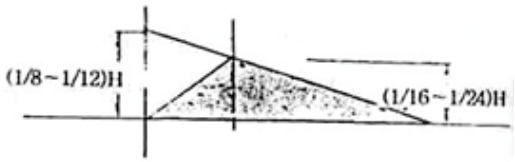
④ 배플 피어는 매우 큰 동수압이 작용하여 횡진동이 대단하므로 견고하게 만들지 않으면 내구력을 기대할 수 없다. 따라서 개축(改築)이 가능할 경우에 적합하다.

⑤ 배플 피어의 일종으로 데오도르 레흐복(Theodor Rehbock)이 창안한 치형(齒形)보 또는 치형턱이 있다. 이것은 빗모양의 돌기를 보몸체의 비탈 끝부에 병열하여 월류수의 수세를 감쇄하는 방법이다. 이 방법은 치형턱으로 표면소용돌이를 발생시켜 에너지를 감쇄하는 것이

다. 그리고 이때 유속상태를 보면 흐름의 세력이 상류로 향하고 하류에는 바닥소용돌이가 생겨서 하상의 패임을 막는다.



〈그림 1.8-3〉 배플 피어



〈그림 1.8-4〉 치형턱의 크기

4.3.4 물받이 표면보호공법

물받이의 표면은 토사의 이동에 따른 마모에 대해 안전하도록 보호하여야 한다. 특히, 계류취수공의 경우 사력의 유하에 따른 충격, 마모, 캐비테이션 등에 의해서 마모되고 파손되기 쉬우므로 적절한 내마모공법을 선정하여 보호해야 한다.

(1) 표면에 내마모성 층을 만드는 방법

① 돌붙임공법

깬돌, 견치돌, 자연석 등을 사용하며 내충격성과 내마모성이 크다. 그러나 하부 콘크리트에서 분리되는 결점이 있고 최근에는 양질의 석재와 숙련공을 구하기 어려운 것이 문제이다.

② 철판붙임공법

강판을 하부 콘크리트에 앵커로 고정하고 주변을 용접으로 고정시킨 것으로 내마모성과 내충격성에 효과가 있다. 온도응력 때문에 철판과 하부 콘크리트가 분리되거나, 호박돌, 전석 등의 충격 때문에 강판이 우그러지거나, 볼록한 부분이 국부적으로 마모되는 경향이 있어 마모의 진행이 예상외로 큰 경우도 있다. 시공은 용접작업이 많아 쉽지 않다.

③ 에폭시 수지 모르터공법

에폭시 수지와 규사를 섞은 것으로 내마모성은 있지만 허부 콘크리트에서 분리되는 어려움이 있다. 에폭시 수지 모르터 층이 얇은 것도 효과를 낮추는 원인이 된다.

④ 탄성판공법

폴리우레탄 계통의 탄성판을 콘크리트에 앵커볼트로 고정한 것으로 탄성판에 의한 충격흡수효과가 크다. 특히, 내마모성과 내충격성이 크나 하부 콘크리트와 접착에 어려움이 있어 시공이 쉽지 않다. 따라서 이를 사용할 경우에는 충분한 검토가 필요하다.

⑤ 주강판공법

내마모성의 주강판을 콘크리트에 앵커볼트로 고정한 것으로 내충격성과 내마모성이 우수한다. 탄성판공법과 마찬가지로 문제점이 있으므로 사용장소에 대해 충분한 검토가 필요하다.

4.3.5 콘크리트내에 내마모성 재료를 혼합하는 방법

(1) 철분 콘크리트 공법

콘크리트를 친후 표면에 철분을 3~4mm 두께로 혼합하여 하부 콘크리트와 일체가 되도록 한다. 내마모성이 크지만 아래의 콘크리트로부터 분리되기 쉽다.

(2) 스틸 그리트 공법

보통 콘크리트의 잔골재의 일부를 잘 선정된 철 입자로 대체한 콘크리트로서 내마모성이 크다.

(3) 콘크리트 품질을 향상시키는 방법

콘크리트 품질을 향상시키는 방법은 KDS 14 20 01 콘크리트구조 설계 설계기준을 따른다.

(4) 스크린 공법

특수공법으로 스크린에 의한 록 키퍼식 구조물을 설치하여 호박돌, 전석 등이 낙하하는 것을 방지하여 충격과 마모를 억제하는 것이다.

집필위원	분야	성명	소속	직급
	관개배수	김선주	한국농공학회	교수
	농업환경	박종화	한국농공학회	교수
	토질공학	유 찬	한국농공학회	교수
	구조재료	박찬기	한국농공학회	교수
	수자원정보	권형중	한국농공학회	책임연구원

자문위원	분야	성명	소속
	농촌계획	손재권	전북대학교
	수자원공학	윤광식	전남대학교
	지역계획	김기성	강원대학교
	수자원공학	노재경	충남대학교
	농지공학	최경숙	경북대학교
	관개배수	최진용	서울대학교

건설기준위원회	분야	성명	소속
	총괄	한준희	농림축산식품부
	농업용댐	오수훈	한국농어촌공사
	농지관개	박재수	농림축산식품부
	농지배수	송창섭	충북대학교
	용배수로	정민철	한국농어촌공사
	농도	조재홍	한국농어촌공사 본사
	개간	백원진	전남대학교
	농지관개	이현우	경북대학교
	농지배수	남상운	충남대학교
	취입보	김선주	건국대학교
	양배수장	정상옥	경북대학교
	경지정리	유 찬	경상대학교
	농업용관수로	박태선	한국농어촌공사 본사
	농업용댐	손재권	전북대학교
	농지배수	김정호	다산컨설턴트
	농지보전	박종화	충북대학교
	농업용댐	김성준	건국대학교
	해면간척	박찬기	공주대학교
	농업수질및환경	이희억	한국농어촌공사 본사
	취입보	박진현	한국농어촌공사 본사

중앙건설기술심의위원회	성명	소속
	이태옥	평화엔지니어링
	성배경	건설교통신기술협회
	김영환	한국시설안전공단
	김영근	건화
	조의섭	동부엔지니어링
	김영숙	국민대학교
	이상덕	아주대학교

농림축산식품부	성명	소속	직책
	한준희	농업기반과	과장
	박재수	농업기반과	서기관

설계기준
KDS 67 15 50 : 2018

취입보 바닥보호공 설계

2018년 04월 24일 발행

농림축산식품부

관련단체 한국농어촌공사
58217 전라남도 나주시 그린로 20(빛가람동 358) 한국농어촌공사
☎ 061-338-5114 E-mail : webmaster@ekr.or.kr
http://www.ekr.or.kr

(작성기관) 한국농공학회
06130 서울시 강남구 테헤란로 7길 22(역삼동 365-4) 과학기술회관 본관 205호
☎ 02-562-3627 E-mail : j6348h@hanmail.net
http://www.ksae.re.kr

국가건설기준센터
10223 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283(대화동)
☎ 031-910-0444 E-mail : kcsc@kict.re.kr
http://www.kcsc.re.kr

※ 이 책의 내용을 무단전재하거나 복제할 경우 저작권법의 규제를 받게 됩니다.

KDS 67 15 55 : 2018

취입보 부대시설 설계

2018년 04월 24일 제정
http://www.kcsc.re.kr

농림축산식품부



건설기준 코드 제·개정에 따른 경과 조치

이 코드는 발간 시점부터 이미 시행 중에 있는 설계용역이나 건설공사에 대하여 발주기관의 장이 필요하다고 인정하는 경우 종전에 적용하고 있는 기준을 그대로 사용할 수 있습니다.

건설기준 코드 제·개정 연혁

- 이 기준은 KDS 67 15 55 : 2018 으로 2018년 04월에 제정하였다.
- 이 기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 건설기준 간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.
- 이 기준의 제·개정 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요사항	제·개정 (년. 월)
농지개량사업 두수공편	• 농지개량사업 두수공편 제정	제정 (1970. 12)
농업생산기반정비사업 계획설계기준 취입보편	• 농업생산기반정비사업 계획설계기준 취입보편 개정 • 두수공을 법정용어인 취입보로 수정 • 발전된 시공기술을 반영하고, 농업용수의 확보 방안을 다각적으로 검토	개정 (1996. 12)
KDS 67 15 55 : 2018	• 국토교통부 고시 제2013-640호의 “건설공사기준 코드체계” 전환에 따른 건설기준을 코드로 정비 • 건설기술진흥법 제44조 및 제44조의 2에 의거하여 중앙건설심의위원회 심의· 의결	제정 (2018. 04)

제 정 : 2018년 04월 24일
개 정 : 년 월 일
심 의 : 중앙건설기술심의위원회
자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회
소관부서 : 농림축산식품부 농업기반과
관련단체(작성기관) : 한국농어촌공사(한국농공학회)

목 차

1. 일반사항 ····· 1
1.1 목적 ····· 1
1.2 적용 범위 ····· 1
1.3 참고 기준 ····· 1
1.4 용어의 정의 ····· 1
1.5 기호의 정의 ····· 2
1.6 시설물의 구성 ····· 2
1.7 해석과 설계원칙 ····· 2
1.8 설계 고려사항 ····· 2
1.9 신규기술적용 ····· 2
1.10 구조설계도서 ····· 2
2. 조사 및 계획 ····· 2
2.1 조사 및 계획 일반 ····· 2
2.2 조사 ····· 2
2.3 계획 ····· 2
3. 재료 ····· 3
3.1 재료 일반 ····· 3
3.2 재료 특성 ····· 3
3.3 품질 및 성능시험 ····· 3
4. 설계 ····· 3

취입보 부대시설 설계

1. 일반사항

1.1 목적

(1) 이 기준은 취입보의 부대시설 설계에 관한 기술적인 사항을 규정함을 목적으로 한다.

(2) 취입보의 부대시설은 취수구 및 보시설 등의 주요구조물 이외에 취입보의 효율적인 기능을 확보함과 동시에 하천이 가지고 있는 본래의 기능을 유지하기 위해서 필요에 따라 적절하게 설치하는 부대적인 시설을 말한다.

1.2 적용 범위

(1) 이 기준은 농어촌정비사업으로 시행되는 다음과 같은 취입보의 부대시설 설계에 적용한다.

1.3 참고기준

· KDS 51 40 10 하천 어도 설계기준
· KDS 51 40 05 하천 보 설계기준
· KDS 51 60 15 하천 호안 설계기준

1.4 용어의 정의

(1) 어도 : 하천에 어류의 이동을 곤란 또는 불가능하게 하는 장애물이 있을 경우 이를 해소할 수 있도록 만들어진 수로 또는 장치를 말한다.

(2) 침사지 : 수중의 모래, 실트, 기타를 침전시켜 배제하기 위한 시설을 말한다.

(3) 호안공 및 고수부지 보호공 : 하천의 제방 및 고수부지의 세굴을 방지하기 위해 설치하는 시설물을 말한다.

1.5 기호의 정의

· 내용 없음

1.6 시설물의 구성

· 내용 없음

1.7 해석과 설계원칙

· 내용 없음

1.8 설계 고려사항

· 내용 없음

1.9 신규기술적용

· 내용 없음

1.10구조설계도서

· 내용 없음

2. 조사 및 계획

2.1 조사 및 계획 일반

· 내용 없음

2.2 조사

· 내용 없음

2.3 계획

· 내용 없음

3. 재료

3.1 재료 일반

· 내용 없음

3.2 재료 특성

· 내용 없음

3.3 품질 및 성능시험

· 내용 없음

4. 설계

4.1 어도

(1) 어도란 물고기가 하천의 상류로 거슬러 올라가는 것을 곤란하게 하거나 또는 불가능하게 하는 장해가 있는 경우, 쉽게 거슬러 올라 갈수 있도록 만들어진 시설을 총칭한다.

(2) 어도의 설계는 KDS 51 40 10 하천 어도 설계기준을 따른다.

4.2 침사지

(1) 취수구로부터 저해가 되는 토사가 용수로에 유입하는 경우 이것을 방지할 수 있도록 적절하게 침사지를 설치해야 하며, 침전퇴적된 토사의 배제효과가 높은 침사지를 만들기 위해서는 계획취수량, 설치지점의 지형 등을 고려하여 이에 적합한 설계가 되도록 주의를 기울여야 한다.

(2) 침사지의 설계는 KDS 51 40 05 하천 보 설계기준을 따른다.

4.3 호안공 및 고수부지 보호공

(1) 호안공 및 고수부지 보호공은 취입보의 설치에 따른 하천의 제방 및 고수부지의 세굴을 방지함과 아울러 취입보와 현황 하천과를 원활하게 연계되도록 적절히 설계해야 한다.

(2) 호안공 및 고수부지 보호공의 설계는 KDS 51 60 10 하천 호안 설계기준을 따른다.

집필위원	분야	성명	소속	직급
	관개배수	김선주	한국농공학회	교수
	농업환경	박종화	한국농공학회	교수
	토질공학	유 찬	한국농공학회	교수
	구조재료	박찬기	한국농공학회	교수
	수자원정보	권형중	한국농공학회	책임연구원

자문위원	분야	성명	소속
	농촌계획	손재권	전북대학교
	수자원공학	윤광식	전남대학교
	지역계획	김기성	강원대학교
	수자원공학	노재경	충남대학교
	농지공학	최경숙	경북대학교
	관개배수	최진용	서울대학교

건설기준위원회	분야	성명	소속
	총괄	한준희	농림축산식품부
	농업용댐	오수훈	한국농어촌공사
	농지관개	박재수	농림축산식품부
	농지배수	송창섭	충북대학교
	용배수로	정민철	한국농어촌공사
	농도	조재홍	한국농어촌공사 본사
	개간	백원진	전남대학교
	농지관개	이현우	경북대학교
	농지배수	남상운	충남대학교
	취입보	김선주	건국대학교
	양배수장	정상옥	경북대학교
	경지정리	유 찬	경상대학교
	농업용관수로	박태선	한국농어촌공사 본사
	농업용댐	손재권	전북대학교
	농지배수	김정호	다산컨설턴트
	농지보전	박종화	충북대학교
	농업용댐	김성준	건국대학교
	해면간척	박찬기	공주대학교
	농업수질및환경	이희억	한국농어촌공사 본사
	취입보	박진현	한국농어촌공사 본사

중앙건설기술심의위원회	성명	소속
	이태옥	평화엔지니어링
	성배경	건설교통신기술협회
	김영환	한국시설안전공단
	김영근	건화
	조의섭	동부엔지니어링
	김영숙	국민대학교
	이상덕	아주대학교

농림축산식품부	성명	소속	직책
	한준희	농업기반과	과장
	박재수	농업기반과	서기관

설계기준
KDS 67 15 55 : 2018

취입보 부대시설 설계

2018년 04월 24일 발행

농림축산식품부

관련단체 한국농어촌공사
58217 전라남도 나주시 그린로 20(빛가람동 358) 한국농어촌공사
☎ 061-338-5114 E-mail : webmaster@ekr.or.kr
http://www.ekr.or.kr

(작성기관) 한국농공학회
06130 서울시 강남구 테헤란로 7길 22(역삼동 365-4) 과학기술회관 본관 205호
☎ 02-562-3627 E-mail : j6348h@hanmail.net
http://www.ksae.re.kr

국가건설기준센터
10223 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283(대화동)
☎ 031-910-0444 E-mail : kcsc@kict.re.kr
http://www.kcsc.re.kr

※ 이 책의 내용을 무단전재하거나 복제할 경우 저작권법의 규제를 받게 됩니다.

KDS 67 15 60 : 2018

취입보 계류취수공 설계

2018년 04월 24일 제정
http://www.kcsc.re.kr

농림축산식품부



건설기준 코드 제·개정에 따른 경과 조치

이 코드는 발간 시점부터 이미 시행 중에 있는 설계용역이나 건설공사에 대하여 발주기관의 장이 필요하다고 인정하는 경우 종전에 적용하고 있는 기준을 그대로 사용할 수 있습니다.

건설기준 코드 제·개정 연혁

- 이 기준은 KDS 67 15 60 : 2018 으로 2018년 04월에 제정하였다.
- 이 기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 건설기준 간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.
- 이 기준의 제·개정 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요사항	제·개정 (년. 월)
농지개량사업 두수공편	• 농지개량사업 두수공편 제정	제정 (1970. 12)
농업생산기반정비사업 계획설계기준 취입보편	• 농업생산기반정비사업 계획설계기준 취입보편 개정 • 두수공을 법정용어인 취입보로 수정 • 발전된 시공기술을 반영하고, 농업용수의 확보 방안을 다각적으로 검토	개정 (1996. 12)
KDS 67 15 60 : 2018	• 국토교통부 고시 제2013-640호의 “건설공사기준 코드체계” 전환에 따른 건설기준을 코드로 정비 • 건설기술진흥법 제44조 및 제44조의 2에 의거하여 중앙건설심의위원회 심의· 의결	제정 (2018. 04)

제 정 : 2018년 04월 24일
개 정 : 년 월 일
심 의 : 중앙건설기술심의위원회
자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회
소관부서 : 농림축산식품부 농업기반과
관련단체(작성기관) : 한국농어촌공사(한국농공학회)

목 차

1. 일반사항 ····· 1
1.1 목적 ····· 1
1.2 적용 범위 ····· 1
1.3 참고 기준 ····· 2
1.4 용어의 정의 ····· 2
1.5 기호의 정의 ····· 2
1.6 시설물의 구성 ····· 2
1.7 해석과 설계원칙 ····· 2
1.8 설계 고려사항 ····· 2
1.9 신규기술적용 ····· 3
1.10 구조설계도서 ····· 3
2. 조사 및 계획 ····· 3
2.1 조사 및 계획 일반 ····· 3
2.2 조사 ····· 3
2.3 계획 ····· 3
3. 재료 ····· 3
3.1 재료 일반 ····· 3
3.2 재료 특성 ····· 3
3.3 품질 및 성능시험 ····· 3
4. 설계 ····· 3

취입보 계류취수공 설계

1. 일반사항

1.1 목적

(1) 이 기준은 취입보의 부대시설 설계에 관한 기술적인 사항을 규정함을 목적으로 한다.

1.2 적용 범위

(1) 이 기준은 농어촌정비사업으로 시행되는 취입보의 계류시설 설계에 적용한다.

1.3 참고 기준

· KDS 51 40 10 하천 어도 설계기준
· KDS 51 40 05 하천 보 설계기준
· KDS 51 60 15 하천 호안 설계기준

1.4 용어의 정의

(1) 어도 : 하천에 어류의 이동을 곤란 또는 불가능하게 하는 장애물이 있을 경우 이를 해소할 수 있도록 만들어진 수로 또는 장치를 말한다.
(2) 침사지 : 수중의 모래, 실트, 기타를 침전시켜 배제하기 위한 시설을 말한다.
(3) 호안공 및 고수부지 보호공 : 하천의 제방 및 고수부지의 세굴을 방지하기 위해 설치하는 시설물을 말한다.

1.5 기호 정의

· 내용 없음

1.6 시설물의 구성

· 내용 없음

1.7 해석과 설계원칙

· 내용 없음

1.8 설계 고려사항

· 내용 없음

1.9 신규기술적용

· 내용 없음

1.10구조설계도서

· 내용 없음

2. 조사 및 계획

2.1 조사 및 계획 일반

· 내용 없음

2.2 조사

· 내용 없음

2.3 계획

· 내용 없음

3. 재료

3.1 재료 일반

· 내용 없음

3.2 재료 특성

· 내용 없음

3.3 품질 및 성능시험

· 내용 없음

4. 설계

4.1 계류취수공의 구비조건

(1) 하천의 기울기가 급해서 유량이 급격하게 증감하고, 다량의 토사 및 자갈이 흘러내려와 하상 변동이 심한 하천으로부터 취수하는 경우에는, 계류취수공형의 취입보를 채용하면 유리하다.

4.2 계류취수공의 형식

(1) 계류취수공의 형식은 계류하천의 지형, 유황, 취수목적, 취수량, 취수방식 등을 감안해서 선정한다.

4.3 자연취수 방식

안정한 수위를 유지하고 있는 폭포수가 유입하는 연못이나 여울이 있는 곳에서는, 적절한 위치에 취수구(유입공)를 설치해서, 자연수위로부터 직접 안정한 취수를 할 수 있다.

4.4 취수보 방식

하상기울기가 비교적 완만해서 하상이 안정된 지점에서, 계류하천을 횡단하여 고정보, 배사문을 설치해서, 계획취수위를 확보하는 방식의 취수공이다.

4.5 물방석 방식

이 방식의 계류취수공은 계류하천을 횡단해서 월류보(보제방)를 설치하고, 그 단락사면직하부에 물방석을 설치하고 물방석 측방 또는 후방에 설치한 취수구(유입공) 혹은 물방석 바닥부에 설치한 집수조 또는 집수관에 의해서 취수하는 것이다.

4.6 바스크린 (Bar Screen) 방식

바스크린방식은 계류하천을 횡단해서 고정보를 설치하고 광정보마루부에 수평 또는 경사진 바스크린을 설치해서 바스크린 틈으로부터의 낙하수를 보몸체내에 설치한 집수로에 유하시키면서 취수하는 형식이다.

4.7 월류수 부각면 부착취수보 방식

월류수 부각면 부착취수보방식 계류취구공은 취수보월류부를 원호로 해서 상류측은 4°～ 8°의 역기울기사면으로 하고, 하류측은 원호에 접해서 연직면에 대해서 10°～ 17°의 부각이되는 벽면으로 해서, 그 바로 아래에 집수도랑을 설치하여 취수하는 형식이다.

4.8 계류취수공의 위치선정

계류취수공의 위치는 취수위와 도수로 수위와의 관계를 검사해서, 필요한 수량을 취수 할 수 있고, 시공성, 경제성 및 유지관리상 유리해지도록, 계류하천의 지형, 유황을 조사해서 결정한다.

4.9 수리구조설계

계류취수공의 수리구조 제원은 취수목적, 취수량, 건설지점의 지형, 유황 등을 고려해서, 안정된 계획취수가 가능하도록 결정하지만, 그 산정식이 확립되어 있지 않은 것이 많아, 수리실험, 경험에 의해서 제원을 결정한다.

4.10 형상설계

계류취수공은 안정된 계획취수가 가능한 형식, 수리구조로 함과 동시에, 재료, 시공적인 측면을 검사해서, 견고하고, 유지관리가 용이한 구조로 한다.

4.11 부대시설

계류취수공의 부대시설로서는 어도, 배사시설, 관리도로, 관리시설, 보수용방수로, 방수구, 제수문, 물넘이, 침사지 취수제한유량방류구 등이 있다.

집필위원	분야	성명	소속	직급
	관개배수	김선주	한국농공학회	교수
	농업환경	박종화	한국농공학회	교수
	토질공학	유 찬	한국농공학회	교수
	구조재료	박찬기	한국농공학회	교수
	수자원정보	권형중	한국농공학회	책임연구원

자문위원	분야	성명	소속
	농촌계획	손재권	전북대학교
	수자원공학	윤광식	전남대학교
	지역계획	김기성	강원대학교
	수자원공학	노재경	충남대학교
	농지공학	최경숙	경북대학교
	관개배수	최진용	서울대학교

건설기준위원회	분야	성명	소속
	총괄	한준희	농림축산식품부
	농업용댐	오수훈	한국농어촌공사
	농지관개	박재수	농림축산식품부
	농지배수	송창섭	충북대학교
	용배수로	정민철	한국농어촌공사
	농도	조재홍	한국농어촌공사 본사
	개간	백원진	전남대학교
	농지관개	이현우	경북대학교
	농지배수	남상운	충남대학교
	취입보	김선주	건국대학교
	양배수장	정상옥	경북대학교
	경지정리	유 찬	경상대학교
	농업용관수로	박태선	한국농어촌공사 본사
	농업용댐	손재권	전북대학교
	농지배수	김정호	다산컨설턴트
	농지보전	박종화	충북대학교
	농업용댐	김성준	건국대학교
	해면간척	박찬기	공주대학교
	농업수질및환경	이희억	한국농어촌공사 본사
	취입보	박진현	한국농어촌공사 본사

중앙건설기술심의위원회	성명	소속
	이태옥	평화엔지니어링
	성배경	건설교통신기술협회
	김영환	한국시설안전공단
	김영근	건화
	조의섭	동부엔지니어링
	김영숙	국민대학교
	이상덕	아주대학교

농림축산식품부	성명	소속	직책
	한준희	농업기반과	과장
	박재수	농업기반과	서기관

설계기준
KDS 67 15 60 : 2018

취입보 계류취수공 설계

2018년 04월 24일 발행

농림축산식품부

관련단체 한국농어촌공사
58217 전라남도 나주시 그린로 20(빛가람동 358) 한국농어촌공사
☎ 061-338-5114 E-mail : webmaster@ekr.or.kr
http://www.ekr.or.kr

(작성기관) 한국농공학회
06130 서울시 강남구 테헤란로 7길 22(역삼동 365-4) 과학기술회관 본관 205호
☎ 02-562-3627 E-mail : j6348h@hanmail.net
http://www.ksae.re.kr

국가건설기준센터
10223 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283(대화동)
☎ 031-910-0444 E-mail : kcsc@kict.re.kr
http://www.kcsc.re.kr

※ 이 책의 내용을 무단전재하거나 복제할 경우 저작권법의 규제를 받게 됩니다.

KDS 67 15 90 : 2018

취입보 유지관리

2018년 04월 24일 제정
http://www.kcsc.re.kr

농림축산식품부



건설기준 코드 제·개정에 따른 경과 조치

이 코드는 발간 시점부터 이미 시행 중에 있는 설계용역이나 건설공사에 대하여 발주기관의 장이 필요하다고 인정하는 경우 종전에 적용하고 있는 기준을 그대로 사용할 수 있습니다.

건설기준 코드 제·개정 연혁

- 이 기준은 KDS 67 15 90 : 2018 으로 2018년 04월에 제정하였다.
- 이 기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 건설기준 간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.
- 이 기준의 제·개정 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요사항	제·개정 (년. 월)
농지개량사업 두수공편	• 농지개량사업 두수공편 제정	제정 (1970. 12)
농업생산기반정비사업 계획설계기준 취입보편	• 농업생산기반정비사업 계획설계기준 취입보편 개정 • 두수공을 법정용어인 취입보로 수정 • 발전된 시공기술을 반영하고, 농업용수의 확보 방안을 다각적으로 검토	개정 (1996. 12)
KDS 67 15 90 : 2018	• 국토교통부 고시 제2013-640호의 “건설공사기준 코드체계” 전환에 따른 건설기준을 코드로 정비 • 건설기술진흥법 제44조 및 제44조의 2에 의거하여 중앙건설심의위원회 심의· 의결	제정 (2018. 04)

제 정 : 2018년 04월 24일
개 정 : 년 월 일
심 의 : 중앙건설기술심의위원회
자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회
소관부서 : 농림축산식품부 농업기반과
관련단체(작성기관) : 한국농어촌공사(한국농공학회)

목 차

1. 일반사항 ····· 1
1.1 목적 ····· 1
1.2 적용 범위 ····· 1
1.3 참고 기준 ····· 1
1.4 용어의 정의 ····· 1
1.5 기호의 정의 ····· 1
1.6 시설물의 구성 ····· 1
1.7 해석과 설계원칙 ····· 1
1.8 설계 고려사항 ····· 1
1.9 신규기술적용 ····· 2
1.10 구조설계도서 ····· 2
2. 조사 및 계획 ····· 2
2.1 조사 및 계획 일반 ····· 2
2.2 조사 ····· 2
2.3 계획 ····· 2
3. 재료 ····· 2
3.1 재료 일반 ····· 2
3.2 재료 특성 ····· 2
3.3 품질 및 성능시험 ····· 2
4. 설계 ····· 3

취입보 유지관리

1. 일반사항

1.1 목적

(1) 이 기준은 취입보의 유지관리에 필요한 기술적인 사항을 규정함을 목적으로 한다.

1.2 적용 범위

(1) 이 기준은 농어촌정비사업으로 준공된 취입보시설의 유지관리에 적용한다.

1.3 참고 기준

· 내용 없음

1.4 용어의 정의

· 내용 없음

1.5 기호 정의

· 내용 없음

1.6 시설물의 구성

· 내용 없음

1.7 해석과 설계원칙

· 내용 없음

1.8 설계 고려사항

· 내용 없음

1.9 신규기술적용

· 내용 없음

1.10 구조설계도서

· 내용 없음

2. 조사 및 계획

2.1 조사 및 계획 일반

· 내용 없음

2.2 조사

· 내용 없음

2.3 계획

· 내용 없음

3. 재료

3.1 재료 일반

· 내용 없음

3.2 재료 특성

· 내용 없음

3.3 품질 및 성능시험

· 내용 없음

4. 설계

4.1 취수 및 방류관리시설

4.1.1 취수관리 시설

(1) 취수관리시설은 농업용수의 확실한 취수, 취수량의 제어, 관리 및 취수량의 파악이 용이한 구조로 설치할 필요가 있다.

① 취수위 제어를 위한 시설(취수보 게이트 등)

② 취수량 제어를 위한 시설(취수구 게이트 등)

③ 취수량 계측을 위한 시설(유량계측시설, 유량계, 수위계 등)

④ 취수관리를 위한 제어 시스템(원격조작방식 및 자동제어 시스템 등)

(2) 취수·방류관리시설을 설계할 경우에는 사전에 취수, 방류를 어떤 관리 제어 시스템으로 할것인가를 건설후의 관리상황도 고려해서 충분히 검토하여 시설의 기능이 발휘될수 있는 시설구조로 할 필요가 있다. 일반적으로 최근의 취입보에 있어서 관리 제어 시스템은 다음과 같은 시스템이 도입되고 있다.

① 하천의 배사구 게이트 등의 조절 게이트에 의해 보상류측 수위를 일정하게 제어(설정수위 제어)하여 필요한 취수량을 취수구 게이트로부터 취수한다. 일반적으로 가장 많이 사용되고 있는 시스템이다.

② 보상류측 수위를 제어하지 않고 요구량에 따라서 취수량을 제어한다. 하천 수위에 큰 변동이 없어 하천수위가 안정되어 있는 자연취수의 경우에 사용된다.

③ 보상류측 수위 및 취수구 게이트의 하류수위를 일정하게 제어하여 필요한 취수량을 취수구 게이트의 하류의 유량조절 게이트에 의해 제어 한다. 하천수위의 변동이 큰 경우나 취수관리를 정밀하게 하는 경우 등에 사용된다.

(3) 취수관리를 잘해야 할 취입보에 있어서는 실시간(real time) 취수량 제어가 필요하게 되기 때문에 정류량 취수구 게이트나 자동제어 시스템의 도입을 검토할 필요가 있다. 이 때에는 앞에 설명한 관리제어시스템을 충분히 고려하여 수면동요가 많아 유량이 변동되는 하천의 유황 등에 잘 대응하는 시설구조 및 제어 시스템을 설계할 필요가 있다.

4.1.2 방류관리시설

(1) 취수관리와 함께 적정한 방류관리의 실시가 지역의 물이용질서를 유지하는데 있어서 특히 중요하게 되었으므로 이것을 충분히 고려한 시설 설계의 실시가 필요하다.

(2) 취입보 하류의 수리권자 등에 대한 책임방류의 확보나, 하천유수의 정상적인 기능을 유지할 필요성 때문에, 취입보는 확실한 방류와 그 방류량을 파악할 수 있는 시설구조를 설계할 필요가 있다.

(3) 일반적으로 취입보에서의 방류는 배사구 및 홍수구에 있어서 플랩 게이트의 조작이나 어도로 충분히 대응할수 있는 경우에는 취입보는 주로 어도와 배사구, 홍수구를 방류시설로 해서 겸용하고 있는 경우가 많다.

(4) 그러나 미소유량의 조절이 필요한 경우에는 수위, 열림정도에 따라서 게이트 진동이 발생하기도 하고, 유량확인이 곤란한 경우가 발생하는 때가 있다.

(5) 또한 어도는 방류량이 증가하면 물고기의 소상에 지장을 주기도 하는 경우가 있다. 이를 위한 방류시설로서는 배사구 게이트만으로 미소유량의 제어가 가능한 겸용방식 등을 검토하고 한편, 겸용하는 것이 조작관리상 곤란한 경우에는 전용 방수로 등에 의한 방류시설을 검토할 필요가 있다.

(6) 겸용하는 시설로서는 비교적 하류에의 방류량이 적은 경우에는 어도를 이용하는 경우가 많고 유량이 커지면 홍수구 및 배사구 등의 이용이 많아 진다.

(7) 어도의 경우에는 물고기의 소상환경에 따라 어도의 유황을 제어할 필요가 있다. 방류에 의해

어도내의 유속이나 유황이 악화되지 않도록 관리를 철저히 해야 한다.

(8) 홍수구 및 배사구를 겸용으로 하는 경우는 취입보의 안전관리의 관점에서 하류보호공의 세굴을 방지하기 위해 전하천 폭에서 균일하게 유수를 방류하는 것이 요구되지만 방류량관리의 관점에서는 방류하는 구간을 한정해서 관리제어 할 필요가 있다.

(9) 이를 위해서는 방류공으로서 겸용하는 부분의 보호공은 튼튼한 것으로 할 필요가 있다. 일반적으로 방류부분으로서는 배사구 등의 문짝 (플랩 게이트 등)을 이용 한다. 이때 방류량의 제어 및 계측을 위하여 플랩 게이트 등의 수리특성을 수리실험 등으로 충분히 파악해두는 것이 중요하다.

(10) 미소유량조절 등의 문제로 겸용시설이 부적합한 경우에는 전용시설로서 우회수로 등을 검토할 필요가 있다. 방수로의 구조는 소요의 수량을 확실하게 방류하기 위해 일반적으로 취입구의 상류에 제수문을 설치한다.

(11) 또한 관로식의 방수로에는 입구부 및 게이트 밸브 부근에서의 쓰레기에 의한 막힘이 예상 되기 때문에 제진시설의 설치가 불가피 하다.

4.1.3 자동제어 시스템

(1) 취입보에서의 유수의 제어는 취수공의 수면동요 및 작동 게이트에 의한 수위 변동을 충분히 흡수할 수 있는 시스템 구축이 필요하고, 효율적인 물관리를 위해서 TC/TM의 자동화 물관리 제도의 도입이 요구된다.

(2) 개수로계 자동제어는 수리적으로 연속되어 있는 복수의 수리량을 동일의 불감대폭에서 제어하는 것은 어렵기 때문에, 불감대폭에 차이를 두거나, 한계류에 의해 수리적인 불연속점을 설치해서 제어할 필요가 있다.

(3) 또한, 자동제어 시스템의 기능은 반드시 시험통수시 및 통수후에 난조 등의 지장이 없는가를 확인하고, 만약 지장이 있으면 불감대폭 등의 매개변수의 최적치를 선택하는 등 예정 관리자가 원활하게 운용, 이용할 수 있도록 해두는 것이 중요하다.

(4) 장래에 발생할 물수요의 증대에 따라 물관리를 효율적이고 합리적으로 운영하고 제어하기 위하여 TC/TM의 자동화 물관리제도를 도입할 필요가 있다. 이것은 몽리구역의 수요량과 용수공급량이 큰 지역에 설치하여 중앙제어방법이 도입된다면 유역의 한정된 물공급을 몽리구역 전체에 고르게 배분할 수 있어 용수관리의 효율성을 제고시킬 수 있다는 점에서 바람직하다고 본다.

(5) 조절방법에는 현장 수동조절, 현장 자동조절, 중앙 감시조절, 혼합조절 등이 있고, 자동 물관리 시스템 설비는 자료의 처리 및 입출력 조절 또는 분수 구조물, 수위 측정 센서, 유량 측정 장치, 게이트 열림계, 센서 인터페이스(중계장치), 경보장치, 감시장치, 통신장치, 전원 설비 등이 있다.

(6) 자동 물관리 시스템(TM 또는 TC/TM)은 분산 자동, 중앙 자동 감시조절 또는 중앙 감시조절하의 분산자동으로 분류한다.

(7) 분산 자동조절은 자동조절장치를 유량조절시설과 결합 또는 인접하여 설치하며, 각 장치는 단일시설이나 수로의 단일구간만을 조절한다.

(8) 중앙 자동감시 조절은 수리 및 기상자료, 필요수량, 기계 및 전기장치의 현황정보를 수집하여 중앙관리소로 전송하고, 컴퓨터로 자료를 처리하고, 조절점을 정하여 조절장치에 명령을 전달하고, 전달된 명령에 따라 조절 장치를 조작하는 것을 말한다.

4.2 관리시설

4.2.1 조작시설

(1) 조작시설의 설계는 시설 건설의 경제성과 관리의 경제성을 종합적으로 평가할 필요가 있다. 고도의 정밀한 시설을 건설하면 조작운전과 유지관리의 비용이 많이 들어 결과적으로 적절한 시설이 될 수 없는 경우도 있으므로, 장차 조작관리 형태를 충분히 기술적으로 검토할 필요가 있다.

(2) 조작(제어) 방식의 선정은 설비의 규모, 사용목적, 사용조건 및 사용빈도 등을 종합적으로 검토해서 조작이 합리적이고, 안전하고 경제적인 방식으로 하고, 다음의 각 사항에 대해서 검토한다.

① 하천의 유황특성 및 취입보 상류의 하천관리시설과의 관계
② 취수조건 : 소정의 취수를 하기 위하여 필요한 하천유량의 상황
③ 게이트 등 설비의 규모 및 사용목적, 사용조건, 사용빈도
④ 고장, 오조작에 대한 보호, 안정성 및 확실성
⑤ 조작장소(현장조작, 원격조작)
⑥ 전송로설비의 조건 : 취입보에서 관리소까지의 거리, 지형 등에 따른 유선 또는 무선방식의 구분
⑦ 설비비, 유지관리비 등의 경제성
⑧ 관리자의 관리기능, 관리체제
⑨ 기타

(3) 취입보의 관리실, 조작실 및 현장조작의 설치장소는 취입보 각부의 조작이 원활하게 이루어질 수 있는 지점을 선정하고, 조작에 필요한 감시 및 조작장치, 그 외 각종 장치를 설치한다. 또한 물 관리제어시설과 관계되는 경우는 이들과의 관련을 충분히 검토한 뒤에 설치한다.

(4) 게이트를 안전하고 확실하게 제어하기 위해서는 다음과 같은 조치가 필요하다.

① 상류수위가 설정수위에 대해서 그 상,하한치를 초과한 경우에는 경보표시를 한다.
② 상류수위의 상승 또는 하강속도가 설정된 기준변동율에 대해서 초과되어 있는 것을 검출했을 때는 경보표시를 함과 동시에 게이트 조작은 그대로의 상태로 고정한 다

(5) 각 제어방식은 단독으로 하는 것을 원칙으로 하며, 조작의 일반은 다음과 같다.

① 제어방식 및 제어조건치의 선택설정 및 제어개시명령은 수동으로 한다.
② 제어개시는 다음의 순서로 설정한 전체스위치의 설정에 의해서 행한다.

가. 제어장치 및 현장장치의 전원투입

나. 자동, 수동의 변환

다. 자동제어방식의 선택, 설정

라. 제어개시 스위치의 작동

마. 그 외 필요한 제어항목

③ 자동제어는 설정열림제어를 제외하고, 지정된 게이트 번호순으로 작동하는 동시 조작에 의한다(동시조작을 하는 경우, 기동시의 과부하를 없애기 위해 기동시간에 는 약간의 시간차를 둔다).

④ 자동제어장치로부터 개폐명령은 게이트마다 주며, 또한 이에 대해서 게이트마다 동작량을 감시하는 방법을 쓴다.

⑤ 원활한 조작을 도모하기 위해 설정한 수위·유량에는 불감대폭을 설정한다.

⑥ 수위를 자동제어하는 게이트의 일부가 고장 등으로 작동을 정지하는 경우에는 게이트를 수동조작한다.

(6) 취수량의 계측에 사용하는 수위계 및 유량계는 다음의 조건 및 기능을 만족해야 한다.

① 평상시는 물론 계획홍수위에 대해서도 안정된 작동을 유지할 수 있는 기구 및 방식일 것

② 수질에 의한 영향을 받지 않는 것일 것

③ 수위 및 유량의 계측정도는 목적에 맞는 것으로 한다.

④ 계측한 수위 및 유량은 조작실에서 현장용 지시계, 기록계에 공급할 수 있는 방식으로 하고, 더욱이 계측치의 출력은 전송신호로 변환해서 멀리 전송할 수 있도록 한다.

⑤ 구조 및 방식은 보수의 용이성을 충분히 고려한 것으로 하고, 또한 장시간의 사용에 견딜 수 있는 것일 것

(7) 취입보의 각 게이트의 열림 계측장치는 다음의 조건 및 기능을 만족해야 한다.

① 보의 양 끝에 매단 줄을 끌어올리는 게이트에서 구동기구에 연동시키는 열림 계측 장치는 좌우 양끝의 구동기구에 1조의 계측장치를 설치해서 게이트 열림 정도 를 계측하는 것으로 하고, 또한 양 열림 계측시간의 편차도 감시할 수 있는 방식으로 한다.

② 열림 계측치의 정도, 목적에 적합한 것으로 한다.

③ 계측한 열림신호는 현장지시계에 지시함과 동시에 멀리 전송할 수 있는 것일것.

④ 구조 및 방식은 보수의 용이성을 충분히 고려한 것으로 하고, 또한 장시간의 사용에 견딜 수 있는 것일 것.

(8) 전송장치는 취입보의 감시 및 제어를 취입보로부터 멀리 떨어진 원격관리소에서 실시하는 경우에 필요한 것으로 전송방식의 선정에 있어서는 당해 취입보가 하천영역에서 차지하는 중요성, 전송할 데이터량, 주기 등을 고려해서, 전송회선, 전송방식을 결정한다. 또한 전송은 광역에 걸쳐서 이루어지기 때문에 신뢰성과 경제성에 유의한다.

① 유선방식: 지상 또는 매설 등에 의해서 다심(多心)통신케이블을 필요한 지역간에 설치하는 방식이다.

② 공중회선방식

가. 전용선은 특정의 2차지점간의 회선을 전용선으로 차용하는 것이기 때문에 부호 전송전용의 부호품목과 대역내(帶域內)를 부호전송과 통화 등에 사용하는 대역 품목이 있다. 회선의 사용료는 거리에 따라서 결정한다.

나. 일반적인 가입회선에 전화회선망 제어장치(NCU라 부름)를 설치하여 다이얼방식

에 의해서 통신하는 방식이 있다. 회선의 사용료는 기본요금과 사용요금의 합계이다.

③ 무선방식

가. 용도, 입지조건 등에 따라서 유선방식과 무선방식을 비교검토한다. 사용할 때에는 정보통신부 전파감시국의 면허가 필요하다. 전파가 장거리나 산악지대 등 지형이 복잡해서 회절(回折)하는 경우에는 중계국을 설치하는 경우가 있다.

나. 텔레미터, 텔레콤용에는 70 및 150MHz가 할당되어 있다. 일반적으로 단신회선(1주과배당에 의한 교호통신)에 의한 포링방식이 적용된다.

다. 텔리미터, 텔레콤, 업무전화 등이 동시에 필요한 대형 시스템에서는 복신회선, 다중회선을 적용하는 경우가 있다.

(9) 속도제어는 홍수 등의 긴급시에 게이트의 들어올림을 고속운전으로 전환하는 경우나, 유량조절 등의 정지정밀도를 증가시키기 위해 정지시에 저속운전화 등이 요구되는 경우에 필요하다.

4.2.2 전기시설

(1) 수변전설비 및 배전설비 등의 전기설비는 게이트의 규모, 입지조건, 조작관리 등을 검토하고 안전성, 경제성 등도 고려하여 전기사업법 등의 관련법규에 맞는 적절한 것으로 한다. 설계에 있어서는 전기설비 기술 기준에 관한 규칙을 참조한다.

(2) 수전계획은 한국전력공사의 배전선으로부터 특별고압 또는 고압 혹은 저압으로 수전하여, 설비에 적합한 전압으로 변전해서 부하설비에 전력을 공급하는 것이다. 수변전설비의 계획순서는 일반적으로 다음과 같은 사항을 고려한다.

① 기기는 성능이 우수하고, 신뢰성이 높으며, 수명이 길 것

② 소형, 경량으로 점유면적이 작을 것

③ 사고 혹은 공사시의 정전범위를 최소한으로 막을 수 있는 회로방식 및 보호방식을 채용할 것

④ 운전, 보수가 간단하여 오조작의 염려가 없는 것

⑤ 운전자, 보수자에 대해서 안전한 설비 일 것

⑥ 기능적으로 합리화된 경제적인 설비일 것

⑦ 기기의 반입, 반출이 용이하게 할 수 있는 것

⑧ 기기의 소음 등에 의해 주위의 주택지에 영향을 주지 않을 것

⑨ 수해, 빙설해, 지진 등의 자연재해에 대해서 고려해 둘 것

⑩ 유해가스, 쓰레기, 매연, 염해 등에 대해서 안전할 것

(3) 수전방식은 게이트설비의 규모, 그 지점에 있는 한국 전력공사의 사정 등에 따라서 획일적으로 결정하는 것은 아니나, 원칙적으로 1회선 수전으로 하고, 필요에 따라서 다음 사항에 의해 검토한다.

(4) 수전방식은 부하에 어느 정도 연속해서 전력을 공급할 필요가 있는가, 부하가 어느만큼 장기간의 정전을 허용할 수 있는가로 결정되는데, 특히 농업용의 변전시설비에 대해서는 아래의 순서를 우선적으로 채용한다.

① 비관개기간에 보안전원이 필요한 경우는 기간수전과 연간수전의 2계통전원을 검토한다 (단, 동일 전압이 되는 경우는 2계통 수전은 곤란하다.).

② 전원공급의 신뢰성을 확보할 필요가 있는 경우는 예비발전설비를 설치한다.

(5) 수전전압은 통상 한국전력공사의 전기공급규정에 의해서 정하는 것이지만 특별한 경우로서 지리적 조건이 가미되어 결정되는 경우도 있다. 계약전력과 공급전력의 관계를 나타냈는데, 수전지점의 상황에 따라서 반드시 그대로 적용되는 것은 아니기 때문에 수전용량이 결정된 시점에서 빨리 전력공사와 협의해서 수전전압 및 수전방식을 정해 놓을 필요가 있다.

(6) 전기사업법의 적용을 받는 전기공작물은 전기설비 기술기준에 관한 규칙에 나타냈다. 계약전력에 따른 법령에 의거해서 모든 절차를 밟아야 한다. 계약의 종류, 요금 등 전력공급은 전력공사의 전기공급규정 및 전기공급규정 취급 세칙에 의해서 규정되어 있는데, 관련사항은 다음과 같다.

① 계약종별 ; 농업용 전력

② 계약전력 ; 한국전력공사와의 협의에 의해 결정된다

③ 전력요금 ; 기본요금, 전력량 요금

(7) 계약전력은 실제 최대수요전력을 기초로 한국전력공사와 협의해서 결정하는 것이 보통이지만 운전빈도가 대단히 적은 부하등은 기본전력요금의 절감을 검토할 필요가 있다.

(8) 농업용 시설에 대해서는 농업용 전력의 적용을 받을 수 있어 기본요금, 전력량요금 모두가 싸기 때문에 시설의 목적, 부하내용을 명확하게 해서 한국전력공사 및 관계기관과 협의할 필요가 있다.

(9) 한국전력공사가 정한 일정기간의 전력률이 정해진 율을 경계로 해서 기본요금의 인하, 할증이 있다. 다른 계약전력 이상의 전력 혹은 계약기간 이외에 전력을 사용한 경우 등 위약금을 지불할 의무가 생기기 때문에 설비기기의 운전관리 및 전력계약에 대해서 협조할 필요가 있다.

(10) 도입방법에는 저압수전, 고압수전의 경우가 있는데, 어느 경우에도 보안상의 책임분계점(전기사업용 전기공작물과 자가용 전기공작물의 경계점)과 재산분계점을 일치시키는 것이 바람직하다.

(11) 취수보에 설치된 게이트는 계획홍수위 이하의 수위에서 홍수의 흐름을 방해해서는 안되기 때문에 정전시에 있어서도 홍수의 흐름에 영향을 미치지 않는 게이트의 조작이 필요하다. 취입보에 있어서 예비발전설비는 정전시의 게이트 조작 및 그 외 필요한 기기의 부하특성이나 가동조건에 맞는 전원을 공급할 수 있는 설비로 한다. 운전정격은 연속으로 하고 연료저류량은 상용발전의 신뢰도, 설치장소나 연료공급의 난이도를 고려하여 결정할 필요가 있다.

(12) 예비발전설비는 교류발전기와 디젤엔진 등으로 구성된다. 최근 가스터빈 엔진이 나와 있으므로 디젤엔진과 충분히 비교검토한다.

① 운전방식: 정전시 수동조작에 의해서 자가발전장치를 기동하는 방법과 자동장치를 설비해서 정전 또는 전압부족을 검출해서 자동으로 전환하는 방법이 있다. 자가발전으로의 전환은 확실히 작동하는 것으로 하고, 2계통의 전원이 혼입하지 않도록 주의한다.

② 소방법에 의한 규칙: 설비기기에 대한 규칙 및 위험물(연료)에 대한 규제에 준한 설비이어

야 한다.

4.2.3 관리교

(1) 관리교의 나비는 유지관리에 필요한 나비를 갖도록 설계하지만 개략적인 표준으로 대하천에서는 3.0 ~ 3.5m정도, 중소하천에서는 인력에 의한 유지관리를 고려해서 1.5 ~ 2.0m 정도로 한다.
(2) 설계하중은 권양기 수리 등의 교환부품을 반입할 수 있는 정도의 하중으로 한다.
(3) 교각의 경간길이는 [3.4.3 라. 양끝의 보기둥 및 관리교의 교각의 위치]에 따른다.
(4) 취입보에 부대시설로서 설치하는 관리교는 교량설치 시방서에 준한다.
(5) 교량의 교각의 높이는 가동보의 가동부의 게이트의 높이를 규정한 시방서 및 배수(背水)구간에 있어서 그의 특례를 규정한 시방서를 각각 준용한다.
(6) 관리교의 구조설계는 관련되는 기술서 등을 참고하여 설계한다.

4.3 기타 관리시설

4.3.1 제진시설

(1) 취수구에서 쓰레기의 유입에 의해 취수를 저해하는 일이 없도록 또한 하류의 각종 수리시설이 쓰레기에 의한 막힘이나 손상을 당하지 않도록 필요에 따라서 제진시설을 설치한다.
(2) 제진시설에는 스크린과 제진기가 있는데, 취수하천의 상황이나 유역의 산업구조 등에 의해 쓰레기의 양, 종류가 크게 변화하기 때문에 주위의 실태를 조사하여 양적·질적으로 알맞은 시설로 해야한다.
(3) 또한 보수점검, 내구성, 조작성 등을 충분히 검토하고, 걷어낸 쓰레기의 처리방법도 함께 고려할 필요가 있다. 일반적으로 취수구입구에 설치하여 쓰레기가 수로에 유입하는 것을 방지하는 것이다. 스크린에 걸린 쓰레기는 인력 또는 기계로 제거한다.
(4) 스크린의 눈의 크기는 쓰레기의 양이나 질 및 하류의 수리시설에의 영향을 고려하여 적절한 치수로 한다. 제진기의 설치는 쓰레기의 종류, 크기, 양 등을 고려한 구조로 한다. 설치위치는 제진효과, 보수점검, 조작성 등을 고려해서 적절한 장소를 선정한다.
   ① 체인식: 레이크는 엔드레스(endless)형 체인에 설치되어 있고, 체인을 가이드에 따라서 움직여서 스크린 전면에 걸린 쓰레기를 긁어 올린다. 이 형식에는 스크린의 전면을 긁어 올리는 형과 후면을 긁어 올리는 형이 있다. 또한 레이크가 스크린의 전면을 강하하는 것과 스크린의 후면을 강하하는 것이 있는데, 전면강하 형식은 스크린의 전면에 큰 쓰레기가 부착하는 경우에는 적합하지 않고, 후면강하 형식은 대형 레이크의 설치가 가능하기 때문에 다량의 쓰레기를 긁어 올리는데 적합하다.
   ② 로프식: 주행식 제진기, 고정식 제진기 등으로 불리는 것으로 양단에 가이드 롤러를 장치한 레이크를 와이어 로프로 스크린 전면을 따라서 내렸다 올렸다 하면서 쓰레기를 긁어 올리는 형식이다. 수로내에는 스크린만 설치하면 좋기 때문에 토목공사와의 연결은 간단하지만 긁어 올리는 능력이 작기 때문에 비교적 소용량, 작은 쓰레기를 긁어 올리는데 적합하다. 주

행식의 경우는 제진기 하나로 여러 수로의 쓰레기를 긁어 올릴 수 있다.

4.3.2 조명시설

(1) 취입보의 안전한 유지관리를 위해 필요에 따라 조명설비를 설치할 필요가 있다.
(2) 취입보의 조명은 관리교, 게이트 등의 설비, 취입보 시설 주변 등의 야간조명을 주로하는 옥외 조명과 관리사무소, 기계조작실 등의 옥내 조명이 있는데, 램프, 기구 등은 각각의 사용목적에 맞는 것을 선택하고, 또한 설치위치에 대해서도 적절한 위치로 한다.

4.3.3 경보장치

(1) 경보장치는 방류시에 안전한 유지관리를 위해 필요한 곳에 설치하는 시설이다.
(2) 취입보에서 저수를 방류할 때 하류하천의 중수에 의한 재해를 방지하는 것을 목적으로 하며, 다음의 기능을 갖고 있다.
① 경보는 사이렌 소리 또는 스피커등으로 한다. 또한 경보표시등(또는 회전등) 등의 점등도 관리소에서 원격제어할 수 있는 것으로 한다.
② 하류측에 2개소 이상 경보국을 설치하는 경우에는 임의의 경보국을 가동할 수 있는 것으로 한다.
③ 경보국의 작동을 관리소에서 확인 할 수 있는 방식으로 한다.
④ 경보국을 기동해서 경보를 내는 경우는 관리소에서 자동적으로 기록하는 것이 바람직하다.
⑤ 정전의 경우에도 일정시간의 정상적인 작용이 되도록 해야 한다.

4.3.4 관측시설

(1) 취입보의 관리를 적절하게 하기 위해 취입보 지점 및 근처의 기상·수문의 관측이 필요하다.
(2) 해당 취입보에 있어서 관측해야 하는 항목을 충분히 파악하고 필요한 기능 및 정도를 갖춘 기기를 선정한다

4.3.5 점검 및 보수 시설

(1) 취입보의 기능 및 안전을 확보하기 위하여 필요한 점검·보수내용을 충분히 파악하고, 그에 필요한 시설(예비 게이트, 맨홀, 간극수압계 등)을 적절히 배치하는 것이 필요하다.

4.4 시설의 관리

4.4.1 보 게이트 등의 운전조작

(1) 보 게이트의 운전조작은 소홍수시의 흐름, 홍수시의 흐름 및 배사구의 소류등을 위한 운전조작이 필요하다. 보의 게이트 조작은 다음의 3가지 목적으로 행한다.
① 통상 및 소홍수시에 취수위의 확보와 조정을 위한 경우이다. 취수위를 조정하는 것은 취수량을 안정시키는 동시에 어도의 유하량을 정량으로 해서 물고기의 소상을 저해하지 않기 위해서도 필요하다. 보통은 배사구 게이트 또는 배사구 게이트 위의 플랩 게이트를 조작하

지만 홍수량이 커지면 홍수구도 조작한다. 배사구 게이트에 플랩 게이트를 설치한 경우에 플랩게이트 위를 월류시키면서 배사구 게이트를 여는 것은 배사구 게이트에 과대한 부담을 주며, 경우에 따라서는 케비테이션에 의해서 게이트의 진동을 일으키기 때문에 바람직하지 ㅇ낳다. 이 경우에는 플랩 게이트에서 미동 조정해서 유하단면이 부족한 부분은 홍수구에서 유하시킨다.

② 홍수시에 흐름을 안전하게 유하시키고 수로유심을 유지하는 것이다. 홍수량이 어느 정도 커지면 취수가 필요하지 않게 되고, 유량에 따라서 배사구 게이트 및 이에 가까운 홍수구 게이트로부터 차례로 열어서 완전히 열어야 한다.

③ 배사구의 소류를 위한 게이트 조작과 홍수기에 있어서 배사구 수로나 홍수구 바닥 위에 퇴사를 일으키는 경우에 게이트를 조작하는 것이다. 홍수말기에 있어서의 조작은 모래가 충분히 수류할 수 있는 유량이 있는 동안 해야 하는데, 특히 이 조작을 조기에 해야 하는 이유는 큰 자갈이 있는 하천에서는 하상의 이동이 멈추면 그 때까지 들리던 소리가 멈추기에 자갈의 이동이 멈춘 것을 잘 알 수 있기 때문에 즉시 모래를 씻어내야 한다. 이 조작은 유량이 많을수록 유리하기 때문에 하상의 이동이 멈추기만 하면 빠를수록 안전하며 또한 넓은 범위를 청소할 수 있다. 이 방법은 먼저 모든 게이트를 일단 닫아두고 상류수위를 상승시켜 유량에 따라서 모래를 소류하려는 1게이트 또는 2게이트를 물이 다른 게이트 위로 월류하지 않도록 열어 나간다. 이 조작을 차례로 반복한다. 상류에 댐이 있는 경우는 갑자기 방류량이 적어져 시기를 놓칠 염려가 있으므로 주의해야 한다.

4.4.2 구조물의 유지관리

(1) 구조물인 게이트, 보몸체, 바닥보호공 등의 유지관리는 안전과 내구연한을 연장하기 위해 필요하다.

(2) 취입보의 게이트위의 허용월류심은 50cm정도인데, 만일 홍수시에 게이트의 고장이 있으면 게이트가 파손될 뿐만아니라 제방의 파괴 등으로 이어지는 문제가 있다. 따라서 게이트를 운전할 때마다 문짝, 모터 등에 대해서 이상이 없는가, 진동 및 이상음의 유무, 작동상황, 전류계 등에 주의해서 점검하는 것은 물론 조작할 필요가 없어도 정기적(예를 들면, 월 1회)로 예비발전장치도 함께 운전하여 점검하는 것이 중요하다.

(3) 또한 게이트는 도장하면 녹이생기는 것을 막을 수 있다.

(4) 침하계, 압력계 등의 기계가 설치되어 있는 대규모의 취입보에서는 이들의 기기를 주시하고 있으면 보다 빨리 이상을 발견할 수 있으나, 이들 기기가 없는 취입보에 있어서는 균열에 주의한다.

(5) 또한 물받이하류단 부근에 모래더미가 생겨있지 않은가 주의해서 파이핑의 조기발견에 노력한다.

(6) 이들의 고장은 방치해두면 잠시사이에 수리가 불가능해질 정도로 커지기 때문에 즉시 그라우팅 등의 조치를 강구한다.

(7) 또한 마모부분도 마찬가지로 커지기 때문에 마모의 깊이가 콘크리트로 보수할 수 있는 최소한도의 깊이 5cm 정도에 달하면 즉시 수리한다. 보수용 콘크리트는 된비빔으로 하고, 타설후

는 즉시 단단한 나무판을 올려놓고 망치로 두들겨서 잘 다진다.

(8) 바닥보호공의 피해는 첫째로 하류하상의 저하에 의한 보호블록의 탈락이나 유실이다. 바닥보호블록의 탈락등 어느 정도의 소모는 어쩔 수 없지만 유실되면 조기에 보충하고, 필요에 따라서 시공길이를 연장한다.

(9) 바닥보호공의 이동방지를 위해 바닥보호공 하류단에 격벽과 널말뚝을 시공하는 방법이 있다. 또한 가동부의 하류에서는 게이트 만개시에 발생하는 유속 때문에 바닥에서 모래가 흡출되는 경우가 있는데, 이것을 그대로 방치하면 하류하상의 저하와 함께 파이핑을 발생시키며, 더 나아가서는 물받이 부분에도 파급되기 때문에 즉시 콘크리트 등으로 흡출을 방지하는 조치가 필요하다.

집필위원	분야	성명	소속	직급
	관개배수	김선주	한국농공학회	교수
	농업환경	박종화	한국농공학회	교수
	토질공학	유 찬	한국농공학회	교수
	구조재료	박찬기	한국농공학회	교수
	수자원정보	권형중	한국농공학회	책임연구원

자문위원	분야	성명	소속
	농촌계획	손재권	전북대학교
	수자원공학	윤광식	전남대학교
	지역계획	김기성	강원대학교
	수자원공학	노재경	충남대학교
	농지공학	최경숙	경북대학교
	관개배수	최진용	서울대학교

건설기준위원회	분야	성명	소속
	총괄	한준희	농림축산식품부
	농업용댐	오수훈	한국농어촌공사
	농지관개	박재수	농림축산식품부
	농지배수	송창섭	충북대학교
	용배수로	정민철	한국농어촌공사
	농도	조재홍	한국농어촌공사 본사
	개간	백원진	전남대학교
	농지관개	이현우	경북대학교
	농지배수	남상운	충남대학교
	취입보	김선주	건국대학교
	양배수장	정상옥	경북대학교
	경지정리	유 찬	경상대학교
	농업용관수로	박태선	한국농어촌공사 본사
	농업용댐	손재권	전북대학교
	농지배수	김정호	다산컨설턴트
	농지보전	박종화	충북대학교
	농업용댐	김성준	건국대학교
	해면간척	박찬기	공주대학교
	농업수질및환경	이희억	한국농어촌공사 본사
	취입보	박진현	한국농어촌공사 본사

중앙건설기술심의위원회	성명	소속
	이태옥	평화엔지니어링
	성배경	건설교통신기술협회
	김영환	한국시설안전공단
	김영근	건화
	조의섭	동부엔지니어링
	김영숙	국민대학교
	이상덕	아주대학교

농림축산식품부	성명	소속	직책
	한준희	농업기반과	과장
	박재수	농업기반과	서기관

설계기준
KDS 67 15 90 : 2018

취입보 유지관리

2018년 04월 24일 발행

농림축산식품부

관련단체 한국농어촌공사
58217 전라남도 나주시 그린로 20(빛가람동 358) 한국농어촌공사
☎ 061-338-5114 E-mail : webmaster@ekr.or.kr
http://www.ekr.or.kr

(작성기관) 한국농공학회
06130 서울시 강남구 테헤란로 7길 22(역삼동 365-4) 과학기술회관 본관 205호
☎ 02-562-3627 E-mail : j6348h@hanmail.net
http://www.ksae.re.kr

국가건설기준센터
10223 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283(대화동)
☎ 031-910-0444 E-mail : kcsc@kict.re.kr
http://www.kcsc.re.kr

※ 이 책의 내용을 무단전재하거나 복제할 경우 저작권법의 규제를 받게 됩니다.

KDS 67 20 05 : 2018

용배수로 설계 일반사항

2018년 04월 24일 제정
http://www.kcsc.re.kr

농림축산식품부



건설기준 코드 제·개정에 따른 경과 조치

이 코드는 발간 시점부터 이미 시행 중에 있는 설계용역이나 건설공사에 대하여 발주기관의 장이 필요하다고 인정하는 경우 종전에 적용하고 있는 기준을 그대로 사용할 수 있습니다.

건설기준 코드 제·개정 연혁

- 이 기준은 KDS 67 20 05 : 2018 으로 2018년 04월에 제정하였다.
- 이 기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 건설기준 간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.
- 이 기준의 제·개정 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요사항	제·개정 (년. 월)
농지개량사업 계획설계기준 수로공편	• 농지개량사업 계획설계기준 수로공편 제정	제정 (1974. 12)
농지개량사업 계획설계기준 수로터널편	• 농지개량사업 계획설계기준 수로터널편 제정	제정 (1977. 12)
농지개량사업 계획설계기준 수로공편	• 농지개량사업 계획설계기준 수로공편 개정	개정 (1988. 12)
농업생산기반정비사업 계획설계기준 수로터널편	• 농업생산기반정비사업 계획설계기준 수로터널편 제정	개정 (1998. 12)
농업생산기반정비사업 계획설계기준 수로공편	• 농업생산기반정비사업 계획설계기준 수로공편 개정	개정 (2004. 12)
KDS 67 20 05 : 2018	• 국토교통부 고시 제2013-640호의 “건설공사기준 코드체계” 전환에 따른 건설기준을 코드로 정비 (농업생산기반정비사업 계획설계기준 수로공편 및 수로터널편 합본) • 건설기술진흥법 제44조 및 제44조의 2에 의거하여 중앙건설심의위원회 심의· 의결	제정 (2018. 04)

제 정 : 2018년 04월 24일
개 정 : 년 월 일
심 의 : 중앙건설기술심의위원회
자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회
소관부서 : 농림축산식품부 농업기반과
관련단체(작성기관) : 한국농어촌공사(한국농공학회)

목 차

1. 일반사항 ····· 1
1.1 목적 ····· 1
1.2 적용범위 ····· 1
1.3 참고기준 ····· 1
1.4 용어의 정의 ····· 1
1.5 기호의 정의 ····· 1
1.6 수로의 분류 ····· 1
1.7 수로의 조직 ····· 3
2. 조사 및 계획 ····· 4
2.1 조사의 기본 ····· 4
2.2 조사의 내용 ····· 6
3. 재료 ····· 17
4. 설계 ····· 17
4.1 수로설계의 기본 ····· 17
4.2 수로설계의 순서 ····· 19

용배수로 설계 일반사항

1. 일반사항

1.1 목적

· 내용 없음

1.2 적용범위

(1) 이 설계기준은 합리적이고 이상적인 용수로의 설계와 시공을 위하여 일반적으로 표준이 되는 기술기준을 정한 것이다. 여러 가지 다른 조건하의 각각의 수로설계 및 시공에 대해서는 그 수로의 목적, 계통, 조직, 규모, 지형, 지질, 환경 및 기타 입지조건에 따라서 이 기준을 기술적, 환경적 및 경제적으로 검토하여 적절히 적용하여야 한다.

1.2.1 적용수로

(1) 이 기준은 농업용수의 송수 및 농지의 배수를 주목적으로 하는 수로에 적용한다. 용도, 규모 등의 조건이 달라져 이 기준을 적용하기 어려울 경우에는 별도로 검토하도록 한다.

1.3 참고기준

· 내용 없음

1.4 용어의 정의

· 내용 없음

1.5 기호의 정의

· 내용 없음

1.6 수로의 분류

(1) 이 기준에서는 수로를 사용목적, 계통 및 형식에 따라 다음과 같이 분류한다.

① 목적에 따른 분류 - 용수로, 배수로, 용·배수 겸용수로

② 계통에 따른 분류 - 용수로계(간선, 지선, 지거), 배수로계(간선, 지선, 지거)

③ 형식에 따른 분류 - 개수로 형식, 관수로 형식

1.6.1 목적에 따른 분류

1.6.1.1 용수로

(1) 용수로는 주로 농업용수를 송수하기 위한 농업용수 전용수로와 상수도용수, 공업용수, 발전용수 등을 겸하여 송수하는 다목적 수로가 있다.

1.6.1.2 배수로

(1) 배수로는 주로 농지 및 마을의 배수 또는 농지의 지하배수를 촉진하기 위한 수로로서 농작물의 양호한 생육조건을 확보하고, 영농작업의 기계화 등에 지장을 주는 잉여수를 배제하기 위한 수로와 농지의 침식 등을 방지하는 농지보전을 위한 수로 등이 있다.

1.6.1.3 용・배수 겸용수로

(1) 용수로와 배수로는 원칙적으로 분리하지만, 경사지 등에서 용수와 배수의 두 가지 기능을 갖는 수로로서, 예를 들면 ① 관개 시에는 용수로로, 홍수 시에는 배수로로 사용되는 수로, ② 상류부 논의 배수를 하류부에서 용수로로 사용하는 수로 등이다. 이들 수로는 소요단면 등의 수리적 여건을 확보하기 위하여 일반적으로 배수로 기능을 위주로 설계된다. ①의 수로를 용수로로 사용할 때는 적당한 보를 설치하기도 하나 이런 경우는 배수로로 사용할 때의 수로관리에 특히 주의해야 한다.

1.6.2 계통에 따른 분류

1.6.2.1 용수로계

(1) 용수로는 간선용수로, 지선용수로 및 지거용수로로 구분한다. 이 기준에서는 수원 취수점에서 도수하여 주요 관개지역에 송수하는 기간적 기능을 갖는 수로를 간선용수로라 하고, 여기서 분기하여 각 관개구역에 송수하는 수로를 지선용수로로, 여기서 다시 분기하여 경지에 직접 급수하는 수로를 지거용수로라고 한다.

(2) 또한 간선용수로 중 수원의 취수점에서 취수하여, 조정지나 대형 분수공과 주요 간선용수로에 도수하는 도수로도 있으며 지선용수로 중에서 2차적, 3차적으로 분기하는 수로를 파선수로 또는 분선수로라고도 한다.

1.6.2.2 배수로계

(1) 배수로계는 용수로의 역으로 하류 끝에서부터 간선배수로, 지선배수로, 지거배수로로 나눈다.

(2) 그 외에 수로의 계통 또는 기능에 의한 분류로서는 산록이나 기계배수지역과 자연배수지역의 경계 등에 지형조건에 따라 등고선과 거의 평행한 배수로를 설치하여 고위부의 물을 받아 배제함으로써 저위부의 피해 등을 경감하기 위한 승수로(承水路)나, 홍수처리, 토사배제, 수로유지관리 등의 목적으로 홍수량과 용수량의 일부 또는 전부를 하천, 바다 또는 호소에 방류하기 위한 방수로(放水路) 등이 있다.

1.6.3 형식에 따른 분류

1.6.3.1 개수로 형식

(1) 자유수면을 갖는 수로의 형식이다. 이는 수로 조직으로 개수로, 터널, 암거, 사이펀,수로교, 낙차공 등으로 구성된다. 사이펀 등과 같이 자유수면을 갖지 않는 관수로가 부분적으로 있어도 수로전체로서는 개수로 형식이라 한다.

1.6.3.2 관수로형식

(1) 자유수면을 갖지 않고 내수압을 받는 수로조직을 관수로(pipeline) 형식이라 한다. 이 형식은 구조적으로는 상류부에서 말단부까지 폐수로로 연결된 폐쇄형(closed type)과 관수로의 도중 또는 말단에 자유수면을 갖는 스탠드(stand)를 설치한 개방형(open type)이 있다.

1.6.3.3 복합형식

(1) 이 형식은 개수로 형식과 관수로 형식을 조합한 수로조직으로, 간선계통의 수로에서 상류부는 개수로, 하류부는 관수로로 하는 경우 등이 있다.

1.7 수로의 조직

(1) 수로의 조직은 다음과 같은 여러 가지 시설로 구성된다. 즉 통수시설, 분수공, 계측시설 및 합류시설, 조절시설, 보호시설, 안전시설, 관리시설 및 부대시설 등이다. 또한 수로는 여러 가지 시설로 구성되어 있고 그들이 서로 유기적으로 결합되어 수로조직을 형성하고 수로계 조직으로서의 기능을 하고 있다.

1.7.1 통수시설

(1) 통수시설은 물을 계속하여 흐르게 하기 위한 수로 조직의 주요한 부분을 구성하는 시설이며, 노선의 지형, 토지이용, 장애물 등의 입지조건에 따라 개수로 형식과 관수로 형식으로 나누고, 다시 개수로 형식 수로에는 개수로, 터널, 암거, 수로교, 사이펀,낙차공, 급류공 등이 있다.

1.7.2 분수공, 계측시설 및 합류시설

(1) 분수공은 간선용수로에서 지선용수로로 혹은 지선용수로에서 지거용수로나 포장 내 소용수로 등에 물을 그 필요한 양만큼 조절 배분하기 위한 시설이다.

(2) 계측시설은 용수이용의 효율화를 도모하기 위하여 통수량을 측정, 기록하는 시설로서, 보통은 분수공과 조합하여 분수량을 측정하고, 합리적인 배수(配水)를 하기 위하여 사용한다.

(3) 합류시설은 주로 배수로에 설치되는 것으로 지선배수로에서 간선배수로에 또는 포장 내 소배수로 등에서 지선배수로에 배수량을 합류 또는 유입시키기 위한 시설로 합류공 및 유입공 등이 있다.

1.7.3 조절시설

(1) 수로의 분수 및 합류 등의 기능, 또는 수로의 안전성을 확보하기 위하여 수로내의 수위, 수압, 유속, 유량을 조절하는 시설로서 수위·유량조절시설, 물넘이, 방수공, 조압시설, 배수문 등이 있다.

(2) 또한 물의 효율적인 이용, 배수기능의 확보, 수로조직기능의 탄력화 및 수로시설의 합리화를 꾀하기 위하여 용배수 계통에서 유량 및 수위의 시간적 변동을 조절하는 시설인 조정지, 유수지, 팜폰드 등이 있다.

1.7.4 보호시설

(1) 통수시설 등의 여러 수로시설 자체를 기능적 또는 구조적으로 보호하기 위한 시설로서 횡단배수구조물, 유입구조물, 배수구(排水溝), 침사지 및 비탈면보호공 등이 있다.

(2) 또한 물넘이와 방수공을 수로의 보호시설로서 분류하는 경우도 있으나 이 기준에서는 조절시설로 취급한다.

1.7.5 안전시설

(1) 수로 관리자 및 그 밖의 수로의 출입자의 안전을 보호하기 위한 시설로서 가드레일(guard rail), 펜스(fence), 구조 로프, 구명대, 사다리, 안전표지 등이 있다.

1.7.6 관리시설

(1) 물관리 시설 및 기타 수리시설의 유지관리를 위한 시설로, 관측시설, 제어시설, 통신시설, 관리용 도로, 제진시설(除塵施設) 등이 있다.

1.7.7 부대시설

(1) 수로의 신설 및 개보수에 따라 영향을 받는 기존의 다른 시설물 등의 기능을 확보하기 위한 보조시설로서 교량 및 기타 횡단 구조물 등이 있다

1.7.8 기타관련 수리시설

(1) 수로는 위와 같은 여러 시설로서 구성되는 수로조직 외에 댐이나, 취입보 등의 수원시설, 펌프장 등의 관련 수리시설 또는 수원이나 배수출구로서의 하천, 호소, 바다등을 포함하여 일련의 용배수 계통을 형성하여 용수공급 또는 배수의 기능을 하고 있다.

(2) 따라서 수로 조직의 설계 및 물 관리는 관련된 수리시설을 종합적인 수로조직으로 보고 계획·검토해야 한다.

2. 조사 및 계획

2.1 조사의 기본

(1) 조사는 수로의 노선 선정, 공종, 설계, 시공방법 및 관리계획의 검토에 필요한 기초자료를 얻기 위해 행하는 것이다. 그러므로 조사는 초기 단계에서 계통적인 계획성을 갖고 실시하여야 한다.

2.1.1 조사계획

(1) 조사는 큰 항목에서 세부항목으로 진행하는 것이 일반적이지만 단계에 따라 조사항목, 범위, 방침, 내용, 정밀도 등을 다룰 수 있다. 그래서 해당 수로에 필요한 조사가 되도록 사전에 충분히 조사계획을 수립하고 그것에 따라 조사를 추진한다.

2.1.2 조사의 단계

2.1.2.1 계획조사 단계

(1) 계획조사는 수로계의 기본적인 계획을 개략적으로 정하기 위한 조사로서 기상, 수문, 지형, 지질, 입지조건 등에 대해서 기존의 자료들을 광범위하게 검토함과 동시에 현지답사나 기타 필요한 조사를 병행하여 몇 개의 후보노선을 비교 검토한 결과에 따라서 2～3개 안의 노선을 정한다.

2.1.2.2 전체설계조사 단계

(1) 전체설계조사는 전체실시설계 등을 행하기 위한 조사이며, 계획조사에서 구한 노선을 확정하고, 기본적인 설계·시공 및 개산공사비 등의 검토에 필요한 자료를 수집하기 위한 측량, 현지조사, 토질시험 등을 행한다.

(2) 이 단계에서는 수로의 최종적인 기본계획을 책정한다. 계획책정 후에 사회 정세의 변화와 기술 발전 등에 따라서 계획의 수정이 필요한 경우도 생길 수 있지만 기본적인 사항에 대해서는 변경을 하지 않도록 충분히 조사를 해야 한다.

2.1.2.3 공사실시조사 단계

(1) 공사실시조사는 공사의 실시를 위한 조사로서, 전체설계조사결과를 기초로 세밀한 설계, 공사비의 산정 및 시공계획의 검토를 하는데 필요한 자료를 수집하는 것으로, 측량, 현지조사, 토질시험 등을 행한다.

2.1.2.4 보충조사

(1) 보충조사는 공사착수 후, 당초에 비해 큰 차이가 있는 현장 조건, 예측하지 못한 사태가 발생하는 경우, 자연적 또는 사회적인 조건에 따라 수로구조물의 위치나 구조의 재검토가 필요한

경우 등에, 그리고 상세한 조사가 필요한 사항에 대한 자료를 얻기 위한 조사이다.

2.1.3 조사항목

(1) 수로의 계획 및 시공에 있어서의 조사는 단계마다 필요한 조사항목을 사전에 설정하여 적절한 순서와 방법에 의해 합리적이고 효율적으로 행한다. 각 단계에 있어서 주요 조사항목은 다음과 같다.

2.1.3.1 계획에 관한 조사항목

(1) 사업계획의 책정에 필요한 조사항목은 주로 지구내외의 상황, 다른 사업과의 관련, 각종의 지역계획, 기왕의 자료에서 얻은 각종 정보 등을 확인하고 검토하는 것이다.

① 지구의 범위 ② 용배수 계통 현황 ③ 용배수 시설 현황 ④ 용배수 관행 ⑤ 장기 물 수요 전망 ⑥ 농업용수 합리화의 가능성 ⑦ 토지이용상황 ⑧ 지역 및 지구의 사회, 경 제, 영농개황 ⑨ 하천유황 실태 ⑩ 다른 사업과의 관련 ⑪지역개발 계획

2.1.3.2 설계 · 시공에 관한 조사항목

(1) 구체적인 설계 · 시공계획의 결정에 필요한 기초 자료를 얻기 위한 조사항목이며, 주로 자연조건, 입지조건 등을 파악하는 것이다.

① 지형 ② 지질, 토질 ③ 기상, 수문 (기온, 강수, 강설, 수위, 유량, 조위, 하천상황, 지 하수위) ④ 입지조건 (사회적 조건, 시공조건, 환경조건)

2.1.3.3 관리에 관한 조사 항목

(1) 수로 건설후의 관리 방식, 관리 시설 등을 결정하기 위하여 필요한 조사항목이며 장래의 관리 체제의 구상에 기초하여, 인근의 유사지구의 사례, 관리기구류 등의 조사를 한다.

① 기상, 수문, ② 하천의 상황, ③ 관측, 제어, 통신, 기록설비의 기초자료, ④ 기존 수로의 물 관리시스템 및 관리데이터, ⑤ 수로 완성후의 물 관리형태 및 관리수준, ⑥ 도로상황, 교통량 등

2.1.3.4 기타 조사항목

(1) 공사실시 및 유지관리에 따르는 필요한 용지의 취득 또는 보상, 자연환경, 사회 · 생활환경, 역사 · 문화환경 등에 관한 조사이며, 공사장소뿐만 아니라 공사의 영향을 받는 모든 범위를 대상으로 한다.

① 보상조사 ② 환경조사 (자연, 사회생활) ③ 유적 · 문화재 조사

2.2 조사의 내용

2.2.1 지형조사 및 측량

(1) 지형조사 및 측량은 계획대상지역 전역에 대한 자료를 수집하여 지형도를 작성하고, 계획노

선에 대해 노선측량과 용지측량을 하는 것이다.

2.2.1.1 자료수집

(1) 자료수집은 지리원에서 발행한 지형도 (축척: 1/25,000 또는 1/50,000), 국토 기본도(축척: 1/2,500 또는 1/5,000), 토지 이용도 (토지 분류도) 또는 지방자치단체(시, 도,시, 군 등)에서 발행한 도면 (축척: 1/1,000~1/10,000) 등을 수집해서 조사계획의 입안이나 설계에 이용한다.

2.2.1.2 지형도의 작성

(1) 지형도는 일반적으로 도상 작업에 필요한 자료를 수집하여 기존 지형도 등을 계획지역에 맞는 도면으로 재정비하는 것이나, 기존 자료가 없는 경우에는 현지 조사 및 청문을 참고로 하여 지형도(1/2,400~1/5,000)를 작성한다. 또한 최근의 지형도의 작성은 주로 항공사진 측량에 의해 시행하고 있다. 항공사진 측량에 있어서는 그 사용목적과 토지의 상황을 고려하여 지도의 축척을 정하고 요구되는 정밀도와 표현내용 등에 따라 기준점의 배치, 개수, 위치 등을 결정한다. 그리고 항공사진측량은 다음과 같은 특성을 가지고 있다.

① 각점의 정밀도가 고르다.
② 측량점의 동시성이 높다.
③ 현지에 들어가지 않고서 측량할 수 있다.
④ 축척 1/100~1/400의 큰 축척에는 부적당하다.
⑤ 소지역의 측량에는 단가가 높다.

2.2.1.3 노선측량

(1) 노선측량은 먼저 기존의 지형도 및 항공사진측량을 근거로 개략적인 노선선정 등의 도상작업을 실시하고, 이 도상작업에 의해 선정된 노선에 대해 지상측량을 실시한다. 지상측량은 현지에서 실제로 측량을 하고, 전체실시설계 및 공사실시설계에 이용한다.

① 중심선 측량

가. 중심선 측량은 수로의 중심선을 정하기 위한 측량이다. 중심 말뚝은 일정한 간격으로 정밀하게 박고 기점에서부터 번호를 기입하지만 필요에 따라 그 사이에 플러스 말뚝을 설치한다.

② 종단측량

가. 종단측량은 중심선 측량에 의해 설치한 측점 및 플러스 말뚝의 표고 및 지반 고를 측정하여 수로중심선의 종단도를 작성하기 위한 측량을 말한다. 종단도 는 조직설계 및 구조물 설계에 이용되는 측량도면이다. 종단도에는 계획수 위, 수로바닥높이 등을 기입한다. 또한 기준이 되는 수준점은 노선에 따라 일 정한 간격으로 설치한다.

③ 횡단측량

가. 횡단측량은 측점의 중심말뚝 및 플러스 말뚝이 설치된 지점에서 중심선에 대해 직각방향의 지형 및 지물의 변화점의 위치와 높이를 구하여 횡단도를 작성하기 위한 측량

을 말한다. 횡단도에는 절토와 성토의 단면 등을 기입해 서 수로조직의 설계 및 구조물 설계에 이용한다.

④ 평면측량

가. 평면측량은 평판을 사용하여 지형, 경계 등을 측정하고, 도면화하며 여기에 지명,지물 등을 기입해서 평면도를 작성하는 측량이다. 평면측량에는 노선에 따른 평면측량과 중요 구조물 지점의 평면측량이 있으며 각각의 필요한 범위 와 축척을 가져야한다. 평면도는 설계나 시공계획 등에 이용한다.

⑤ 용지측량

가. 용지측량은 중심선을 기준으로 해서 직각방향으로 용지의 경계에 말뚝을 설치한다. 용지측량으로 작성된 용지도는 주로 용지 보상에 사용된다.

2.2.2 지질 · 토질조사

(1) 지질·토질조사는 계획노선에 대한 자료를 수집하여 답사 및 시험 등에 의해 지질구조, 토질 및 지하수위 등을 조사하는 것이다.

2.2.2.1 조사항목 및 조사방법

(1) 지질 및 토질조사는 수로노선의 위치, 공종, 구조물의 형식, 설계 및 시공을 하는데 필요한 조사로서 충분히 유의하여 신중한 조사를 실시해야 한다.

① 계획조사, ② 전체설계조사, ③ 공사실시조사, ④ 보충조사, 각 단계에 따른 자료조사나 현지답사의 결과로부터 노선결정, 공종결정 등의 목적에 따라 조사항목을 정리하여 조사방법, 시험방법 등의 조사계획을 세워 지질 및 토질조사를 합리적으로 실시한다.

(2) 조사내용은 일반적으로 다음과 같으며 조사방법으로서는 수로형식, 규모, 중요도, 대상 토질 등을 참고로 하여 결정한다.

2.2.2.2 계획조사

(1) 자료조사는 기존자료를 수집을 해서 대상지역의 개괄적인 토질을 파악하는 것이다. 자료조사에서는 전체설계조사 이후의 조사를 효과적이고 정확하게 진행시키기 위해 필요에 따라 다음에 열거한 자료를 수집한다.

① 지질도 (1/50,000 , 1/75,000 , 1/200,000 등), ② 지반도 (1/25,000 등), ③ 토성도(1/200,000 등), ④ 항공사진, ⑤ 토질조사 기록, ⑥ 공사의 기록, 관리기록, ⑦ 우물, 지하수에 관한 기록, ⑧ 재해에 관한 기록, ⑨ 환경에 관한 자료.

(2) 현지조사는 조사방법을 선정하는데 중요한 조사로 자료조사에서 얻은 지역의 개요를 현지에서 확인함과 동시에 필요에 따라 시료의 채취나 사운딩을 실시하는 조사이다. 대규모 수로계획에서는 각종 전문기술자와 동행하는 것이 좋으며, 특히 지질전문가와 함께 광범위하고 거시적인 관찰을 하는 것이 바람직하다. 현지 조사에서는 다음과 같은 사항을 조사함이 좋다.

① 지형·지질의 개요

② 노두의 지질 및 토질
③ 불안정 지형 및 기왕의 재해지
④ 표층 퇴적물
⑤ 비탈면의 상황
⑥ 토지 이용, 식물의 종류 및 무성한 정도
⑦ 기존시설의 상황
⑧ 용출수의 위치, 우물의 수위
⑨ 가연성의 가스
⑩ 토지에 대한 노인들의 의견

2.2.2.3 전체설계조사

(1) 전체설계조사는 계획조사에 있어서 자료조사 및 현지조사에 의해 얻은 지질·토질의 개황을 기초로 해서 개략적으로 정한 노선의 지질·토질을 총괄적으로 분명하게 하는 것이다. 조사방법은 수로의 목적, 공종, 토질, 규모, 중요성에 따라 다르나, 다음에 표시한 사항에서 선정한다.
① 사운딩 (관입시험 등)
② 오거 보링에 의한 시료채취
③ 기계 보링에 의한 시료채취 및 표준관입시험
④ 물리지하탐사 (탄성파탐사, 음파탐사, 전기탐사, 물리검층 등)
⑤ 시굴갱, 트렌치, 절취 등에 의한 관찰과 시료채취
⑥ 현장투수시험 (양수시험, 주수시험)
⑦ 터널 횡갱에 의한 관찰과 시료채취
⑧ 흙의 물리적 성질 및 역학적 성질시험

(2) 조사지점의 선정은 수로의 규모, 중요도, 문제점의 유무, 지형 및 그 조사내용에 따라 정하지만, 선정의 기본이 되는 사항은 다음과 같다.
① 수로 노선에 따라 조사지점의 표준간격을 참조한다. 사운딩, 오거보링 등이 가능한 지질에서는 그 간편성을 이용해서 될 수 있는 한 많은 수를 조사한다.
② 펌프장, 사이펀, 터널의 출입구, 수로교의 교대, 교각 기초, 방·여수공, 게이트부 등 중요한 구조물의 예정 위치 및 연약지반지대, 투수성 지반, 팽창성 점토지대 및 단층지대 등을 중점적으로 조사한다.
③ 조사결과는 설계시공의 자료가 될 뿐 아니라, 거시적인 지반의 이해에도 도움이 되는 것이므로 될 수 있는 대로 연약지반의 지지층이라고 생각되는 조밀한 층에 도달해도 그 층의 두께를 확인하기 위해 더 깊게 조사한다.

2.2.2.4 공사실시조사

(1) 조사내용
① 전체설계조사에 의해 노선이 결정되고, 공종 및 그 배치가 개략적으로 정해지면, 조사대상별로 정밀한 조사를 집중적으로 실시한다. 그 결과는 공종과 그 배치의 결정, 기초처리공법

의 설계, 시공 및 공사비산정을 위해 사용한다. 그 조사 내용은 목적에 따라 다르지만 각 구조물의 종류, 규모, 지반 조건 등에 따른 조사항목, 조사범위, 조사방법 및 정밀도를 결정하는 것이 일반적이다. 또한 조사 깊이는 구조물의 형식, 설계상 고려해야 할 조건 및 지반의 상황에 따라 다르다.

(2) 조사결과의 정리

① 지질 · 토질 조사 및 시험 결과로 주상도 또는 토질 종단도를 작성하여, 최종노선의 지질 · 토질 상태를 확인함과 동시에 상세한 수로설계를 위한 기초 자료로 한다. 지질, 지반조사방법에 대한 자세한 사항은 “KDS 11 00 00” 지반설계기준을 참고한다.

2.2.3 기상 · 수문조사

(1) 기상 · 수문 등의 조사를 위해 계획대상 지역의 강수량, 하천의 수위, 유량 및 유로 등에 대한 자료를 수집하고 관측 등을 시행한다.

2.2.3.1 일반사항

(1) 기상 · 수문 등의 조사 항목에는 기온, 강수량, 강상일수, 증발산량, 하천의 수위, 유량, 지하수위, 하천상황, 조위 등이 있다. 이것들은 설계유량의 결정, 수로단면의 규모, 부대시설의 설계, 시공계획의 책정 등 계획, 설계, 시공, 관리의 각각에 관해 깊은 관계가 있다.

(2) 이들의 조사는 일반적으로 계획조사에서 전체설계조사까지의 단계에서 계속적으로 실시되며, 전체실시설계서, 공사실시설계서의 작성을 위한 기본적 조건의 결정에 이용한다. 또 공사실시조사단계에서는 이러한 자료를 재확인하고, 계획에서 설계, 시공단계까지 상당한 기간을 경과하는 경우도 있으므로 최신의 자료를 보충 수집해야 한다.

(3) 특히, 배수계획의 경우 유출률 등에 대해서는 지형, 지표의 변화가 크게 영향을 끼치므로 충분히 조사해야 한다. 따라서 계획단계부터 필요한 지점의 강우, 유량 등의 관측시설을 설치해서 관측을 계속한다. 또 관리단계에서도 필요하다고 생각되는 관측소에서는 계속해서 끊임없이 관측을 하고 최신 자료를 수집, 검토해야 한다.

2.2.3.2 기상

(1) 개수로를 주체로 하는 수로계획은 일반적으로 평야부에 많기 때문에 기상관계의 자료는 기설 측후소 및 관측소의 자료를 이용할 수 있는 경우가 많다. 일반적으로 크고 긴 수로계획에서는 계획지구가 상당히 광범위하게 걸치므로 가능한 한 블록별로 10～30년 정도 이상의 기상 기록을 수집해서 지역의 기상상황을 파악함과 동시에 계획 및 설계에 이용한다.

(2) 우량 관측소는 바람의 영향이 적은 곳이나 침수될 염려가 없는 곳에 설치한다. 관측계기로서는 자기우량계와 보통우량계가 있다. 보통우량계에 의한 관측은 매일 일정한 시각에 실시한다.

(3) 관측 결과는 소정의 양식에 따라 다음과 같이 표시한 항목으로 정리해 둔다.

① 용수로 계획에 사용되는 기상자료 정리항목: 하기, 동기 및 연간평균 강수량, 월별평균기온,

월별평균강수일수, 최대연속한발일수, 적설기간, 무상기간 등.

② 배수로계획에 사용하는 기상자료 정리항목: ①항에서 열거한 항목 외에 최대일우량, 최대시우량, 최대4시간우량, 3일 연속우량, 최대연속우량, 최다풍향, 최대풍속 등.

2.2.3.3 수문

(1) 수위 및 유량

① 수로의 설계, 시공, 관리에 필요한 수위 및 유량은 다음과 같다. 용수로계획에서는 하천 등의 취수원에서 1관개기 이상 계속해서 관측한다. 또 배수로 계획에서는 외수위 즉, 배수본천의 고수위 및 계속시간이 중요한 요소가 되는 것이므로 장기간에 걸쳐 최신의 자료를 수집할 수 있도록 고려해야 한다. 특히 배수본천이 하천인 경우 하천개수의 상황, 하상의 변화 및 하천 상류의 치산치수, 지표수의 변화 등에 의해 수위 및 유량에 영향을 끼치므로 이들의 상황변화에 충분히 유의함과 동시에 필요에 따라 관측시설을 신설해서 관측하는 것이 바람직하다. 그리고 수로의 설계, 시공, 관리에 필요한 수위 및 유량을 관측하는 항목은 다음과 같다.

가. 홍수위, 홍수량
나. 고수위, 고수량
다. 풍수위, 풍수량
라. 연평균수위, 연평균수량
마. 평수위, 평수량
바. 저수위, 저수량
사. 갈수위, 갈수량

(2) 조위 및 조류

① 배수로의 계획에서는 조위변동의 양 및 지속시간이 중요한 요소가 되기 때문에 장기간에 걸쳐 최신의 자료를 수집해야 한다.

가. 기왕 최고조위
나. 삭망 평균만조위
다. 상하현 평균만조위
라. 평균조위
마. 상하현 평균간조위
바. 삭망 평균간조위
사. 기왕 최저조위

(3) 하천상황

① 하천상황조사는 수로의 기능 확보를 위해 수로에 접속하는 하천상황을 파악하는 것이다. 조사는 주로 하상형상(평면도, 종횡단면도), 하상변동 및 하상재료에 대해 실시한다.

② 취입구, 또는 배수구의 바닥 높이를 결정하는 경우나 접속도수로 또는 방수로 등의 설계를 하는 경우에는 하상의 상승, 저하 등의 변화사항을 조사해 두어야 한다. 기존 자료를 얻기 어려운 경우는 청문 등에 의해 하상의 상승, 저하 등의 변화사항을 조사해 두어야 한다.

③ 또 배수로의 말단이 바다에 접속되어 있는 경우에는, 배수로가 표사 등에 의해 폐쇄될 경우가 있으므로 유심의 변화 등 기왕의 자료를 수집함과 동시에 필요에 따라 수심측량 등을 실시한다.

④ 지하수위

가. 지하수나 용출수 또는 다른 시설로부터의 누수는 수로 구조물의 설계, 시공법에 크게 영향을 끼치기 때문에 계획단계에서부터 충분한 조사를 해야 한다. 자료조사, 현지답사로 얻는 자료와 함께 보링 등의 지질조사 시에 될 수 있는 한 세밀한 조사를 해서 관개지구내의 지하수위(최종안정수위), 용출수(용출수의 위치, 용출량), 누수(누수위치, 누수량)를 명확히 해 두는 것이 중요하다.

2.2.3.4 기타

(1) 수질

① 부유물질 및 토사가 수로벽, 수로바닥 등의 구조물에 부착 또는 퇴적해서 수로의 기능이 저하하거나 수로의 내구연수가 단축되거나 하는 경우가 있다. 따라서 취수하천의 수질이나 배수에 대해서 수질조사를 실시한다. 조사항목은 유수중의 토사 및 부유물질, 수소이온농도, 염분농도 등을 조사한다.

(2) 쓰레기

① 쓰레기는 그 체류에 의한 수두손실 및 통수저해, 유지관리노력 등 수로의 기능 및 안전 확보에 큰 영향을 끼치기 때문에 유입이 예상되는 쓰레기의 양 및 질에 대해 충분한 실태조사를 해 두는 것이 중요하다.

(3) 기타

① 재해발생기록, 지표면에 관한 자료, 동결심, 적설심, 수온 등은 필요에 따라 조사해야 한다.

2.2.4 입지조건 조사

(1) 영농상 및 재배상의 문제점과 그 요인을 밝힘으로써 사업의 필요성 및 대구획 논의 필요성과 개선의 가능성을 검토하고, 개발방향 및 계획책정의 자료로 쓰기 위해 현재의 영농상황 및 재배관리상황을 조사한다.

2.2.4.1 일반사항

(1) 수로의 건설에 있어서는 자연 조건 외에 사회적 조건 및 환경적 조건도 중요한 요건이 됨으로 이들의 입지조건 조사는 필요에 따라 다른 조사와 병행 또는 선행해서 실시한다.

2.2.4.2 사회적 조건에 관한 조사

(1) 수로의 조사, 설계에 있어서 토지이용, 영농개선, 기존시설, 권익의 보호조정에 이용하기 위해 이들에 관련된 사회조건을 조사한다.

① 토지이용상황 및 지역개발계획

가. 수로의 노선 배치는 그 주변지역의 관개 또는 배수에 의한 토지이용조건 및 생활환경조건 등을 규정하는 중요한 요건이 됨으로, 토지이용상황, 마을상황, 영농상황 및 지역개발계획 등에 대해 충분히 조사하고 지역사회에 있어서 토지이용이나 생활환경과의 조화에 대해 고려해야한다.

② 용배수계통

가. 현황 용배수계통을 파악하는 것은 수로의 노선과 규모를 결정하는데 있어서 중요함으로 계획 단계에서부터 충분히 이것을 조사함과 아울러 기존시설의 기능 유지개선에 대한 검토를 해야 한다.

③ 하천구조물 및 수리권

가. 한 시스템의 용배수계통에 있어서 하천수리구조물의 현황, 치수, 이수와의 관련, 기득수리권 및 수리관행 등의 상황을 조사한다. 이것들은 서로 광범위 하게 관련이 되는 것이므로 한 시스템의 용배수계통 전체를 보고 조사를 한다.

④ 기타

가. 수로의 노선 선정을 위해서는 노선 주변의 물건, 광업권 및 그 밖의 여러 가지 권리를 조사함과 동시에 산사태지역, 보안림, 공원지역, 조수보호, 사방 등의 각종 구역지정, 그리고 매장문화 등에 대해서도 조사해 두어야 한다. 또 각종 법령에 의한 제한 등도 있으므로 충분히 유의해야 한다. 노선이 모든 기술, 경제성만으로 결정할 수 없는 경우도 있으므로 모든 각도에서 사회조건을 조사해야 한다.

2.2.4.3 시공조건에 관한조사

(1) 수로의 조사 · 설계에 있어서는 시공설비의 위치, 규모, 재료의 공급과 처리, 동력취득 등의 시공조건에 대해서도 조사해야 한다.

① 공사용 설비

가. 공사용 도로, 취토장, 그 밖의 시공을 위한 설비 등은 시공의 기본이 되는 중요한 문제이므로 노선의 개략결정시에 예비조사를 하고 시공단계에서 큰 변동사항이 생기지 않도록 한다. 특히, 긴 터널의 경우, 노선은 공사용으로서 횡갱, 사갱, 수직갱 등의 계획이 모두 밀접한 관련성을 가지므로 시공상 가장 경제적인 방법을 생각해야 한다. 공사용도로는 그 배치계획, 주행성능 등의 현장조건을 중심으로 하여 조사해야 하며, 기설 및 장래의 공도 또는 관리용도로 등도 관련이 될 경우가 있으므로 단순히 공사상의 경제성에만 그칠 것이 아니라 그 밖의 사회조건 등도 조사해서 결정한다.

② 공사용 기자재

가. 수로공사는 일반적으로 연속된 긴 구조물을 차례로 구축해 나가는 것이므로 공사현장 근처에서 그 진척속도에 맞추어 공사에 필요한 기자재를 확보할 수 있는지 여부에 대해 수급동향을 조사한다. 또 특수한 가설자재, 시설기계 등을 계획 하는 경우에는 입수 가능한 것인지를 사전에 충분히 조사 검토해야 한다.

③ 기타

가. 수로공사에서는 인력작업도 많기 때문에 필요에 따라 노무자의 수급사정을 조사함에

아울러 수로계통에 큰 구조물이 포함되어 있는 경우에는 공사용 동력으로서의 전력사정도 조사할 필요가 있다. 또 적절한 시공방법의 선정을 위해 지하수위나 지반여건을 파악함과 동시에 현장발생재해의 처리방법 등도 아울러 조사 검토한다.

2.2.4.4 용지 및 보상에 관한 조사

(1) 수로의 건설에 필요한 수로 등 시설용지의 취득, 매설 구조물에 대한 지상권의 설정 등 또는 여기에 부대하는 각종 보상 및 공사에 필요한 차용지 등의 보상이 필요하게 된다. 보상조사는 수로건설에 따라서 필요한 용지확보를 목적으로 한 각종 보상대상에 대하여 조사한다.

① 계획조사시의 조사

가. 수로의 노선을 개략 결정하기 위해 제1단계로서 노선조사 등을 위해 토지 내에 출입하는 일 등에 대해 그 지방관계자 및 시, 도, 군 등에 설명해서 그 이해를 구하고, 또 들어가서 조사하는데 대한 양해를 얻어야 한다. 따라서 이 조사단계에서는 주로 지형도 및 답사에 의해 가옥, 논, 밭 등의 보상개요를 조사한다.

② 전체설계조사시의 조사

가. 이 단계에서의 보상조사는 수로의 노선결정에 따른 용지의 범위 등을 분명히 하여 보상대상의 개요를 파악하고 보상을 실시하기 위한 준비를 한다. 이를 위해 현지조사 및 대장 등의 조사에 의해 가옥, 토지, 공공시설 등의 내용을 명백히 한다.

③ 공사실시조사시의 조사

가. 수로의 설계가 확정되면 관계자의 입회를 부탁해서 토지의 측량, 물건에 관한 조사 등의 실시조사에 의해 보상관계조서를 작성하고, 보상기준을 제시해서 보상교섭을 한다.

2.2.5 환경에 관한 조사

(1) 수로 건설계획이 확정되면 자연과 사회 환경, 역사·문화 환경 및 생태계 환경 등의 변화나 보전에 대하여 충분히 고려해야 한다. 환경의 영향에 대하여 관계법령 등을 준수하고, 대책에 필요한 자료를 작성한다.

2.2.5.1 일반사항

(1) 환경친화적 수로 설계 적용범위

① 수로의 설계 적용범위는 환경친화적 수로의 계획 및 설계에 적용한다. 이 적용 범위는 일정규모 이상의 용배수로 간선 및 지선에 적용할 수 있다. 본 적용범위는 「농업생산기반정비사업」, 「농촌생활환경정비사업 및 농어촌관광휴양단지사업」 등 모든 농업·농촌관련 사업에 적용한다.

(2) 지역선정시 고려사항

① 자연친화적인 수로를 조성하기 위한 지역을 선정하는 데는 기술적인 부분과 인문사회적인 부분, 주변생태계 등을 종합적으로 고려해야 하며, 일정량의 물이 계속적으로 흐르거나 용수확보가 용이한 수로를 대상으로 한다. 지역 선정시 고려해야 할 사항들은 크게 다음과 같

이 4가지로 나눌 수 있다.

가. 수로의 기능적 요소

(가) 수로 바닥의 폭이 일정폭 이상이며, 사면경사가 완만한 수로

(나) 상류지역에 일정유량 및 조절이 가능한 용수원이 확보된 수로

(다) 기존의 홍수시 범람이 없었거나, 통수단면이 계획홍수량에도 안정성이 보장되는 수로

(라) 인접마을의 오폐수가 별도의 배수로로 배제되는 수로

(마) 가능한 한 흙수로이며 퇴적량이 적은 수로

나. 생태적 요소

(가) 기존의 수로에 갈대나 부들, 억새 등의 수질정화능력을 갖는 식물이 자라며, 제방부에 버드나무나 느티나무 등의 수종이 서식하는 수로

(나) 용수로의 상류지역에 자연습지나 인공연못이 있는 수로

(다) 주변의 자연이 비교적 잘 보존되어 있거나 기존의 생태계와 연결성을 지닌 수로

(라) 수로내 수생생물의 성장·번식에 적합한 수준의 수량 및 수질이 유지되는 수로

(마) 기존의 수로 내에 어류가 서식하고 있거나, 상류나 하류부분에 어류가 서식하고 있는 자연하천이 위치한 수로

(바) 상류지역에 특정 오염원이 없는 수로

(사) 풍부한 종다양성을 유지할 수 있는 수로

다. 친수활동적 요소

(가) 인접마을에서 300m 이내에 위치하거나, 마을 내를 통과하는 수로

(나) 지역주민들의 주요 통행로와 인접한 수로

(다) 마을의 가구수가 50가구 이상인 지역

(라) 수변 및 수변시설에서 휴식을 취하며 원경을 감상할 수 있는 지역

(마) 인근에 초등학교나 어린이 놀이시설이 있는 지역

(바) 주변에 악취나 다량의 오염물 발생시설이 없는 지역

라. 개발의 용이성

(가) 주민들의 대다수가 친환경적 수변공간 시설의 유치를 희망하는 지역

(나) 사업시행시 계획과 유지관리에 대한 지역주민의 참여의지가 높은 지역

(다) 마을구성원 중 해당지역의 장기거주자가 많은 지역

(라) 마을에 청년회나 마을발전추진위원회 기타 유사한 단체가 있거나 이미 마을단위의 사업을 시행한 경험이 있는 지역

(마) 주민들간의 화합이 잘되며, 정기적인 마을행사가 있는 지역

(바) 대상수로 부근에 개간 등의 신규개발이 없는 지역

(사) 친수공간으로서의 활용을 위한 접근이 용이하고, 인근 생태관광자원과의 연계가 가능한 지역 환경조사는 필요한 조사항목을 검토하여 실시한다. 또 계절의 변화에 의해 변동되는 자연환경에 대응할 필요가 있는 경우에는 필요한 조사항목에 대하여 연간에 걸쳐 실시하는 등 규모나 범위와 시기에 대하여 충분히 검토한다.

2.2.5.2 일반개략조사

(1) 일반 개략 조사는 수로계획이 지역의 어떤 위치에 배치되는가를 종합적으로 정리·분석하고, 수로의 목적 및 입지조건에 따라서 필요한 조사 항목을 결정하고, 환경의 각 요소를 조사한다. 기본적인 조사 항목 및 내용은 기존 지침 및 조사·설계실무요령 등을 참고한다.

(2) 환경친화적 수로를 계획하기 위하여 그 지역의 생태환경, 인문·사회 환경, 역사문화환경, 자연경관 등의 현황을 조사하여 파악한다. 또한, 오염 발생원 및 오염부하량을 조사하여 대책을 강구한다. 특히 해당 용배수로의 주변에 농촌관광 시설물이 입지한 경우에는 시설물의 용도 및 그에 따른 친수 및 수변공간조성 등, 신규 요구사항을 파악하여 설계에 반영할 수 있도록 한다.

2.2.5.3 세부조사

(1) 세부조사는 개략조사에 밝히지 못한 것을 설계에 반영하는 과제에 대해서는 필요한 항목의 세부조사를 하게 되며, 지역자원의 재발견이나 보전할 것, 개선할 것, 제거할 것 등을 분명히 한다. 해당 수로계획이 환경과 조화되도록 내용을 명확히 한다.

① 수로의 환경

가. 수로의 환경과의 조화를 생각하면, 기존 또는 대체 수로의 환경기능을 강화시키는 것이 많다. 기존의 수로에 관한 조사는 제일 중요하다. 세부조사 항목 표에서 수로의 역사나 서식하는 동식물, 보전을 위한 호안 등의 수리구조물, 수로가 통과하는 지역의 지하수 함양의 효과, 기타 지역용수의 각종용도 등, 수로에 관련되는 여러 가지 관점에서 필요한 조사를 한다.

② 공사시공에 따른 조사

가. 공사에 수반하는 기존의 생태계에 대한 영향이나 진동, 소음 등에 대해서 필요한 조사나 관찰을 하며, 영향을 회피할 대책이나 시공방법의 검토자료로 사용한다.

2.2.6 관리에 관한 조사

(1) 수로조직, 물 관리 방식 및 관리시설은 시설이 완성된 후의 관리체제를 종합적으로 예상한 후에 계획한다. 따라서 관리에 관한 조사는 먼저 기존 또는 인근의 유사지구의 관리형태나 관리조직을 조사하고 거기에서 얻어지는 물 관리 방식이나 관리자료를 참고로 해서 관리로 이행했을 때의 물 관리방식이나 관리수준 등을 결정한다. 또, 관리를 위탁하는 경우는 그 위탁하는 시설의 범위, 위탁비용의 배분 및 유지관리의 방법 등에 대해서도 조사하고, 그 처리방침도 결정해 두면 좋다.

(2) 장래의 물 관리방식은 관리수준이 개략 결정되면, 그 관리 방법에 따라 구체적인 관리시설을 결정하게 된다. 이를 위해 지구내의 기상, 수문, 하천상황 등의 관리대상 자료가 필요하게 되어 이들 자료를 수집·정리·분석하고, 관리해야할 항목을 명백히 함과 동시에 관측, 제어, 통신, 기록설비 등의 각종 관리기기류의 선정을 위한 기초 자료로 사용한다. 관리기기류는 해당지

구의 관리수준에 적합한 것 중에서 경제성과 조작성이 가장 우수한 것을 선정하는 것이 중요하다.

3. 재료

· 내용 없음

4. 설계

4.1 수로설계의 기본

4.1.1 설계의 기본

(1) 수로의 설계는 그 목적 및 입지조건 등을 정확하게 파악한 후에 실시하며, 일련의 용배수로계로서 필요한 기능을 확보하고 안전하고 합리적인 물관리 등이 이루어지며, 동시에 경제적인 시설로 하는 것을 원칙으로 하고, 관계 법령들을 준수하여 시행하여야 한다.

(2) 수로의 설계는 수로조직 전체가 하나의 시스템적 기능을 갖도록 하여야 한다.

4.1.1.1 설계를 위한 필요한 정보

(1) 수로를 설계할 때는 다음과 같이 수로조직의 목적, 입지조건 등 수로설계에 필요한 정보를 정확히 파악하여야 한다.

① 수로의 용도구분과 수로조직: 논용수, 밭용수, 홍수시 배수, 상시배수 등의 수로용도 구분에 따른 수로조직.

② 용배수량과 송수위: 용배수의 필요성, 필요한 용배수량, 필요한 송수위 등.

③ 수로계획지역의 현황: 계획지구의 범위, 지형, 지질, 기상, 수문, 토지이용, 영농상황, 용배수 계통 및 관행, 주위 환경과 경관 등.

④ 수원과 배수구: 댐, 저수지, 취입보, 펌프장, 하천, 호소, 바다 등의 수원과 배수구의 종별, 규모, 위치, 수량, 수위 및 하천상황 등.

⑤ 수로노선의 상황: 노선 주위의 지형, 지질, 토지이용, 각종 이권관계 및 주위환경 등.

⑥ 수로의 관리예정: 수로 완성 후의 관리체계, 관리방식, 관리비 및 주위 환경과의 조화 등.

4.1.1.2 수로의 기본설계

(1) 수로설계의 기본은 수로조직을 구성하는 여러 설비 및 관련 수리시설 등을 하나의 조직체로 하여 유기적으로 결합함으로써 용배수계로서 필요한 물을 흘려보냄과 동시에 배분 등의 기능을 구비하여 안전하고 합리적인 물 관리 및 시설관리가 되며 경제적인 수로조직이 되도록 설계하는 것이다.

(2) 수로설계에서는 다음 사항에 유의하여야 한다.

① 물의 송수능력의 확보
② 분수, 합류 및 조절기능의 확보
③ 수로의 안전성의 확보
④ 물 관리 및 시설관리의 합리성
⑤ 건설비 및 유지관리의 경제성
⑥ 수로 주변과의 환경적 조화 등이다.

4.1.2 관계법령의 준수

(1) 수로는 하천, 호소, 바다 등에 접속하는 장대한 구조이며 그 노선도 광역에 걸쳐 있음으로, 설계시에는 하천법 등과 같은 여러 법령에 있는 수로건설과 관련된 규정을 준수하여야 한다.
(2) 수로 건설에 관련된 법령은 다음과 같은 것들이 있다.
① 하천법, ② 도로법, ③ 농어촌도로정비법, ④ 산업입지및개발에관한법률, ⑤ 자연공원법, ⑥ 내수면어업법, ⑦ 도시공원법, ⑧ 국토의계획및이용에관한법률, ⑨ 광업법, ⑩ 공유수면매립법, ⑪ 공유수면관리법, ⑫ 방조제관리법, ⑬ 항만법, ⑭ 산업안전보건법, ⑮ 폐기물관리법, ⑯근로기준법, ⑰ 지하수법, ⑱ 농어촌정비법, ⑲ 농지법, ⑳ 자연환경보전법

4.2 수로설계의 순서

4.2.1 설계의 일반적 순서

(1) 수로공의 설계 작업은 각각의 검토과정에 대한 상세한 흐름도(flow chart)를 참조해야 한다.

4.2.2 수로계획과 환경과의 조화

(1) 환경에 대한 인식을 높이기 위하여 농업용 용배수로에 대해 수로가 갖는 본래의 송수기능에다 지역자원의 다양한 공익적·다원적 기능을 더하는 수로정비를 실시해야 한다.
(2) 각 종의 환경기능의 향상을 도모함과 동시에 지역주민에게 쾌적한 생활환경을 제공하도록 추구해야 하며, 이를 위해 송수(이수) 기능에다 환경기능을 더해 관리하는 것에 대한 이해를 높이는 것이 중요하다.

4.2.2.1 수로계획의 환경적 적응

(1) 친환경적인 수로설계는 수로의 조사, 설계, 시공 및 유지관리에 친환경적인 측면을 적용한다.
(2) 수로계획 및 사업을 시행할 경우 자연환경 훼손 및 생태계 파괴를 최소화하고 주위의 문화재 및 지역특성, 경관 등을 고려하여 지역주민과 인접한 도시민에게 쾌적한 생활공간을 제공하는 환경친화적인 수로가 되도록 조사, 설계, 시공 및 유지관리에 도움을 주기 위하여 설계시부터 검토할 기본적인 사항을 규정한다.
(3) 농어촌정비사업의 친환경적인 조사, 설계를 위하여 제반 설계의 일반적인 사항을 「농업생산기반정비사업계획설계기준」을 기준으로 하되 친환경적인 요소를 고려하여 물리적, 사회적 지역여건 및 경제적 관점에서 본 종합적인 분석 평가를 통하여 합리적인 조사, 설계가 이루어

져야 한다.

4.2.2.2 환경친화적 수로의 기본방향

(1) 환경친화적 수로정비의 기본방향은 수로 본연의 기능을 유지활용하고 자연환경의 보전과 조화, 농촌생활환경개선과 어메니티의 창출 및 농촌관광과의 연계를 통하여 균형과 조화를 추구한다.

(2) 자연환경은 생태환경과 자연경관으로 구분되어 용배수로가 설치되는 지역의 자연환경뿐만 아니라 생활환경, 생산환경과 이들이 창출해낸 경관까지도 보전하고 개선하며, 이러한 것들과 수로본래의 기능인 물을 흘려보내는 특성을 살리고 활용하여 계획하는 것을 환경친화적 수로계획의 기본방향으로 하여 계획을 수립하여야한다.



집필위원	분야	성명	소속	직급
	관개배수	김선주	한국농공학회	교수
	농업환경	박종화	한국농공학회	교수
	토질공학	유 찬	한국농공학회	교수
	구조재료	박찬기	한국농공학회	교수
	수자원정보	권형중	한국농공학회	책임연구원

자문위원	분야	성명	소속
	농촌계획	손재권	전북대학교
	수자원공학	윤광식	전남대학교
	지역계획	김기성	강원대학교
	수자원공학	노재경	충남대학교
	농지공학	최경숙	경북대학교
	관개배수	최진용	서울대학교

건설기준위원회	분야	성명	소속
	총괄	한준희	농림축산식품부
	농업용댐	오수훈	한국농어촌공사
	농지관개	박재수	농림축산식품부
	농지배수	송창섭	충북대학교
	용배수로	정민철	한국농어촌공사
	농도	조재홍	한국농어촌공사 본사
	개간	백원진	전남대학교
	농지관개	이현우	경북대학교
	농지배수	남상운	충남대학교
	취입보	김선주	건국대학교
	양배수장	정상옥	경북대학교
	경지정리	유 찬	경상대학교
	농업용관수로	박태선	한국농어촌공사 본사
	농업용댐	손재권	전북대학교
	농지배수	김정호	다산컨설턴트
	농지보전	박종화	충북대학교
	농업용댐	김성준	건국대학교
	해면간척	박찬기	공주대학교
	농업수질및환경	이희억	한국농어촌공사 본사
	취입보	박진현	한국농어촌공사 본사

중앙건설기술심의위원회	성명	소속
	이태옥	평화엔지니어링
	성배경	건설교통신기술협회
	김영환	한국시설안전공단
	김영근	건화
	조의섭	동부엔지니어링
	김영숙	국민대학교
	이상덕	아주대학교

농림축산식품부	성명	소속	직책
	한준희	농업기반과	과장
	박재수	농업기반과	서기관

설계기준
KDS 67 20 05 : 2018

용배수로 설계 일반사항

2018년 04월 24일 발행

농림축산식품부

관련단체 한국농어촌공사
58217 전라남도 나주시 그린로 20(빛가람동 358) 한국농어촌공사
☎ 061-338-5114 E-mail : webmaster@ekr.or.kr
http://www.ekr.or.kr

(작성기관) 한국농공학회
06130 서울시 강남구 테헤란로 7길 22(역삼동 365-4) 과학기술회관 본관 205호
☎ 02-562-3627 E-mail : j6348h@hanmail.net
http://www.ksae.re.kr

국가건설기준센터
10223 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283(대화동)
☎ 031-910-0444 E-mail : kcsc@kict.re.kr
http://www.kcsc.re.kr

※ 이 책의 내용을 무단전재하거나 복제할 경우 저작권법의 규제를 받게 됩니다.

KDS 67 20 10 : 2018

용배수로 설계 기본사항

2018년 04월 24일 제정
http://www.kcsc.re.kr

농림축산식품부



건설기준 코드 제·개정에 따른 경과 조치

이 코드는 발간 시점부터 이미 시행 중에 있는 설계용역이나 건설공사에 대하여 발주기관의 장이 필요하다고 인정하는 경우 종전에 적용하고 있는 기준을 그대로 사용할 수 있습니다.

건설기준 코드 제·개정 연혁

- 이 기준은 KDS 67 20 10 : 2018 으로 2018년 04월에 제정하였다.
- 이 기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 건설기준 간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.
- 이 기준의 제·개정 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요사항	제·개정 (년. 월)
농지개량사업 계획설계기준 수로공편	• 농지개량사업 계획설계기준 수로공편 제정	제정 (1974. 12)
농지개량사업 계획설계기준 수로터널편	• 농지개량사업 계획설계기준 수로터널편 제정	제정 (1977. 12)
농지개량사업 계획설계기준 수로공편	• 농지개량사업 계획설계기준 수로공편 개정	개정 (1988. 12)
농업생산기반정비사업 계획설계기준 수로터널편	• 농업생산기반정비사업 계획설계기준 수로터널편 제정	개정 (1998. 12)
농업생산기반정비사업 계획설계기준 수로공편	• 농업생산기반정비사업 계획설계기준 수로공편 개정	개정 (2004. 12)
KDS 67 20 10 : 2018	• 국토교통부 고시 제2013-640호의 “건설공사기준 코드체계” 전환에 따른 건설기준을 코드로 정비 (농업생산기반정비사업 계획설계기준 수로공편 및 수로터널편 합본) • 건설기술진흥법 제44조 및 제44조의 2에 의거하여 중앙건설심의위원회 심의· 의결	제정 (2018. 04)

제 정 : 2018년 04월 24일
개 정 : 년 월 일
심 의 : 중앙건설기술심의위원회
자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회
소관부서 : 농림축산식품부 농업기반과
관련단체(작성기관) : 한국농어촌공사(한국농공학회)

목 차

1. 일반사항 ····· 1
1.1 목적 ····· 1
1.2 적용범위 ····· 1
1.3 참고기준 ····· 1
1.4 용어의 정의 ····· 1
1.5 기호의 정의 ····· 1
1.6 기본구상 ····· 1
1.7 설계순서 ····· 2
1.8 설계유량 및 설계수위 ····· 9
1.9 수로형식의 선정 ····· 11
1.10 노선 선정 ····· 13
1.11 통수시설의 공종선정 ····· 15
1.12 공종선정시 유의사항 ····· 19
1.13 수두배분 ····· 22
1.14 구조물의 비교설계 ····· 23
1.15 친환경 수로계획 ····· 24
2. 조사 및 계획 ····· 29
3. 재료 ····· 29
4. 수리설계 ····· 29
4.1 수리설계 ····· 29
4.2 구조설계 ····· 37

용배수로 설계 기본사항

1. 일반사항

1.1 목적

(1) 수로의 설계에 있어서는 수로의 필요한 기능성, 경제성 및 안전성을 확보하고, 합리적인 물 관리를 해야 하는 동시에 수로조직 전체가 유기적으로 구성될 수 있게 수로조직의 설계를 하고, 이에 따라 조직의 구성요소인 각 시설이 주어진 목적을 달성할 수 있도록 시설설계를 해야 한다.

1.2 적용 범위

· 내용 없음

1.3 참고 기준

· 내용 없음

1.4 용어의 정의

· 내용 없음

1.5 기호의 정의

· 내용 없음

1.6 기본 구상

(1) 수로의 설계에 있어서는 수로의 필요한 기능성, 경제성 및 안전성을 확보하고, 합리적인 물 관리를 해야 하는 동시에 수로조직 전체가 유기적으로 구성될 수 있게 수로조직의 설계를 하고, 이에 따라 조직의 구성요소인 각 시설이 주어진 목적을 달성할 수 있도록 시설설계를 해야 한다.

1.6.1 용수로 수로조직의 구상

(1) 용수계의 수로조직의 설계는 지역 및 기존시설의 특성이나 목표로 하는 물이용 계획에 기초를 두고, 개수로 형식이나 관수로 형식 또는 두 가지 형식을 조합한 복합형식을 선정하여 수행한다.

(2) 용수로는 관개용수를 취수지점에서 관개구역까지 필요한 조건을 최대한 만족시키면서 송배

수(送配水)하는 기능을 갖게 하는 것이 필요하다. 수로형식에 따라 수리상, 구조상, 수리관리상 특성이 크게 다르므로 수로특성을 충분히 고려하여 계획을 세워야 한다.

(3) 개수로 형식의 수로는 취수공, 양수장, 도수로, 간선수로, 지선, 지거, 분선의 각 수로나 조정지, 수위조정시설, 분수공, 사이펀, 수로교, 낙차공, 방수공, 여수로, 그리고 스크린 등의 제진시설, 난간 등의 안전시설과 물 관리 제어시설 등으로 구성되어 있다.

(4) 또한 관수로 형식의 수로도 똑같이 간선, 지선의 각 관로나 조정지, 조압시설, 펌프,분수공, 스크린 등의 제진시설이나 물 관리 제어시설 등으로 구성되어 있다.

(5) 용수계 수로조직의 설계는 용수계획에 기초한 관개용수를 과부족 없이 효율적으로 송수하도록 관개구역의 자연적·사회적 조건을 고려하여 계획에서 요구하는 송배수 기능을 만족시키며 조정된 시설의 기능성, 안전성 및 관리의 합리성을 확보하고 유지관리비를 포함하여 경제적인 용수조직이 되게 하는 것이 중요하다.

1.6.2 배수로 수로조직의 구상

(1) 배수계에 있어서 수로조직의 설계는 관개지역의 침수피해를 미연에 방지하고, 강우유출을 관개지역에서 배출하여 신속하고 안전하게 제거하는데 목적을 두고 계획한다.

(2) 배수시설은 간선, 지선, 승수로 등의 각 수로와 배수장, 배수문, 합·분류공, 낙차공, 유수지, 스크린 등의 제진시설, 난간 등의 안전시설과 관리시설 등으로 구성되어 있다. 배수계 수로조직의 설계는 배수유입구에서 배수본천까지 통일된 방법으로 관개지구의 계획목표를 달성하기 위하여 시설을 적절히 조합하고 유지관리비를 포함한 경제적인 배수조직이 됨이 중요하다.

1.7 설계순서

1.7.1 용수로조직의 설계

(1) 용수로조직의 설계는 기본사항에 대해 충분히 검토한 후에 다음의 순서에 따라 설계를 진행한다. 수로시점의 수위는 수원의 위치와 종류에 따라서 정하고, 이에 맞추어 설계수위를 설정한다. 또한 관개지에서는 경지의 표고, 경구의 배치, 관개방법 등에 따라 용수로의 위치, 용수량 및 수위가 결정된다.

(2) 용수의 송수에 필요한 유효수두는 수원의 수위와 말단수로의 필요수위(수두)와를 연결하는 선이다. 이것을 기초로 하고 수로의 송배수기능, 안전성, 건설비와 유지관리비의 경제성, 주변과의 환경조화 등을 고려하여 공종에 따른 수두배분을 하고, 수로조직의 최적설계를 수행한다. 또한 자연압으로 유송이 불가능해지면 말단 고위부에는 가압시설을 검토한다.

1.7.2 배수로조직의 설계

(1) 배수로조직은 홍수시와 평상시에 대해서 배수불량을 개량할 관개지 및 유역의 현 배수계통과 함께 토지이용상황 등을 고려하여 배수로 하류말단의 유량 및 수위를 설정한다. 또한 배수와 이어지는 하천 등의 외부조건에 따라 배수방법(자연배수 및 기계배수 또는 두 가지 병용), 배수출구의 위치 및 수위를 설정하는 경우가 있다.

(2) 배수로조직의 설계에서는 이러한 수위를 기초로 하여 배수시설의 위치와 규모를 결정하는 것이 중요하다. 특히, 도시지역을 흐르는 하천 등에서는 하천자체의 유하능력에 한계가 있어 배수량의 규제를 받는 경우도 있다. 이 경우에 배수의 일부를 지구 내에 일시적으로 저류하는 시설 등이 필요하다.

1.7.3 용수로조직 설계의 기본사항

1.7.3.1 일반사항

(1) 용수로에서는 관개에 필요한 수위를 확보하는 것뿐만 아니라 송수구간별로 분수계획에 따른 필요용수량을 여러 개의 분수공(분수구) 지점에 필요한 시기에 송배수 하는 것이 요구된다. 이 때문에 용수수요의 변동에 대해서는 송배수 효율을 높이기 위해 신속한 송수중지, 손실수량의 조정지 등에 저류 등, 물의 유효이용, 적절하고 생력적인 제어를 실현하는 물관리방식으로 하는 것이 중요하다. 수로조직설계에서 송배수관리상의 검토과제로 다음사항에 유의하여야 한다.

① 공급주도, 또는 수요주도 등의 물관리방식 설정
② 수위 유량 조절 기능과 제어 방식의 설정
③ 용수도달시간의 파악과 송배수 관리용수의 절수방법
④ 용수수요와 공급의 조정방법
⑤ 분수량의 적정배분 방식
⑥ 수로의 안전과 유지관리기능

1.7.3.2 물관리 방식의 설정

(1) 말단부의 물 사용 형태와 수원공급량의 관계에서 물 관리 계획상 최적의 관리방식을 설정할 필요가 있다. 용수로는 일반적으로 간선용수로계(송수계)를 공급자가 관리하고 지선수로계(배분수계)는 농민이나 농민조직 등의 사용자가 관리하는 경우가 많고, 전체를 공급자가 관리하는 경우도 있다. 말단부에 대한 용수공급방식은 말단용수 사용조건이나 그 지역의 실태에 적합한 물 관리 방식으로 한다는 것이 수로조직설계의 조건도 된다. 주요 물 관리 방식은 다음과 같다.

① 공급주도형 물관리 방식
   가. 공급주도형 물관리 방식은 상류 수위제어의 개수로나 개방형 관수로로 되어 있고 수원측(공급측)의 조작으로 물을 보내는 방식인데 말단에서는 물이용이 일정하게 제한을 받는다.
② 반수요주도형 물관리 방식
   가. 반수요주도형 물관리 방식은 상류 수위제어의 개수로나 개방형 관수로를 이용하여 말단의 물 사용자의 필요수량에 근거하여 수원측(공급측)이 계획적으로 송수하는 방식이다.
③ 수요주도형 물관리 방식

가. 수요주도형 물관리 방식은 주로 하류수위제어의 개수로, 폐쇄형 또는 반폐쇄형의 관수로를 이용하여 말단의 물 사용자가 필요로 하는 배분수량을 결정하여 즉시 공급을 받는 것이 가능한 방식이다. 보통 이 방식은 수원의 수량 및 시설용량의 범위 내에서 관리되며, 이 범위 내에서는 물 사용의 제한을 받지 않는다.

나. 용수관리의 간소화와 용이성을 위해 지선수로 이하의 분배수로에서 관수로에 의한 수요주도형 물 관리 방식을 도입하면 편리하다. 송수를 주목적으로 하는 간선수로에는 한정된 수원의 수량을 계획적으로 송수하기 위해서 공급주도형이나 반수요주도형이 바람직하며, 한편 말단 관개지에는 물 사용자에게 물 사용의 자유도가 높은, 수요 주도형이 바람직하기 때문에 전체적으로는 복합형의 수로조직이 좋다. 그러므로 두 시스템의 조정을 수행하는 분수공이나 조정지 등의 검토가 중요하다.

1.7.3.3 수위·유량조절기능과 제어방식의 선정

(1) 일반적으로 용수로는 길이가 길고, 여러 개의 분수공이 설치되어 각 분수공 지점마다 수위확보와 유량의 제어 등이 필요하므로 소규모인 수로를 빼고는 상류수위 제어방식을 택하는 경우가 많다. 이 방식은 수로의 상류에서 우선 취수하는 특성이 있는 반면, 하류부에 물 부족을 초래하여 용수도달시간이 늦어지는 등의 문제가 많다. 이런 문제를 해소하는 데는 하류수위 제어방식이 있지만, 이 제어방식은 수로구조 변경시 문제가 있고 공사비 상승의 이유 때문에 경사가 있는 개수로에서 채용한 예는 드물다.

(2) 이러한 문제를 개선하기 위해 중간 방식인 저류량제어방식이 개발되어 있다.

(3) 수요주도형 물 관리 방식에 적용할 수 있는 방식이지만 이 방식을 도입한 예는 별로 없다. 시스템으로서의 하류수위제어방식의 기능을 유지하는 한편, 수로구조적으로는 상류수위제어 방식에 가까운 제어방식이다.

1.7.3.4 용수도달시간의 파악과 송배수관리용수의 절약방법

(1) 개수로계의 수로는 자유수면을 가지고 있어 취수지점에서 분수지점까지 수로 내 저류량에 대응하는 용수도달 시간이 필요하다. 용수관리자는 경험적으로 이 필요시간을 개략 파악하고 있지만 금후 한층 고도화되고 복잡한 농업형태에 대응하려면 합리적이고 효율적인 물관리가 필요하기 때문에 설계 시에 용수도달시간을 파악해 두는 것이 바람직하다.

(2) 상류수위제어방식은 분수지점까지의 용수도달시간 만큼 조작을 미리 해서 말단관개지에 필요한 시간에 필요한 분수량을 보내는 것이 가능하다. 또한 분수가 불필요한 경우에도 똑같은 조작을 해서 용수의 합리화를 도모한다. 이러한 조작을 행할 경우 최말단보다 상류의 분수지점에 용수의 도달이 빠르고, 또, 불필요한 경우에도 한동안 통수가 계속되기 때문에 조정지나 기타 저류 기능이 없는 수로에서는 송배수관리용 물의 손실을 초래하게 된다. 용수의 효율적인 운용을 도모하려면, 수로조직의 계획(설계) 단계에서 수위유량제어방식이나 조정지의 도입계획 등 종합적인 검토가 필요하다.

1.7.3.5 용수수요와 공급의 조정방식

(1) 최근에 작물, 품종, 농업형태, 관개방식의 다양화와 관수로의 도입 등에 의해 용수 수요의 변동이 크게 일어나고 있다. 특히, 겸업화에 따른 농업형태의 변화는 관개시기나 사용시간의 집중화를 초래하고 있다. 그러나 시설비용 면에서 현 상황의 농업용수 공급은 24시간 일정량을 송수할 필요가 있지만 금후의 수로조직의 계획에서는 수로 조직 자체가 이러한 변동을 흡수하고 물 이용효율을 높이는 조정방식을 찾아야 한다.

(2) 관개시기나 사용시간의 집중화에 대해 물 이용효율을 높이는 조정방법으로는 영농계획에 근거해 연간 물배분계획의 책정, 영농의 실태에 따른 필요수량의 변화점의 점검, 조정을 행하는 등, 항상 영농의 변화점에 착안하여 수원(댐, 취입보)에서 조정시설, 말단부까지의 일원화된 물관리가 중요하다.

1.7.3.6 분수량의 적정배분

(1) 간선수로의 수로조직과 분수공 형식의 관계는 분수량을 적당히 배분하는데 대단히 중요하다. 개수로계의 수로에서 분수량을 적정히 배분하려면, 특히, 물관리방식이나 간선의 수위유량조정기능이 분수공 형식과 조화를 이루는 것이 중요하다. 이것은 물 관리방식에서 분수공들의 유량배분 및 제어성이 어떤지, 그리고 이를 위해서 간선의 수위조정기능을 어떻게 할 것인가 등을 검토할 필요가 있다.

1.7.3.7 수로의 안전과 유지관리기능

(1) 수로의 안전성 확보

① 개수로계의 수로에는 수로주변에 택지가 있는 경우가 많다. 이로 인해 인명사고가 증가하여 안전에 대한 문제가 많이 발생하고 있다. 그러므로 시가지나 민가가 많은 지역을 통과하는 경우, 암거(사이펀을 포함)와 터널을 포함한 수로형식의 검토와 함께 안전대책을 충분히 검토하는 것이 중요하다. 또한 만일의 사고에 대비하여 망식울타리, 안전로프(rope), 스크린, 램프 등의 안전시설을 적절히 배치하며, 스크린은 경사각을 완만하게 하여 쉽게 수로 밖으로 탈출할 수 있도록 강구할 필요가 있다.

(2) 물관리 및 시설관리 기능의 확보

① 수로의 대형화에 따라 물관리 및 시설관리가 복잡하게 됨으로 관리를 안전하고 경제적으로 행하려면 관리시설의 배치 및 구조 등에 대한 검토가 필요하다. 수로의 유지관리시설은 물관리를 포함한 비용대 효과의 관점에서 경제적이고 효율적인 시설계획이 되도록 해야만 한다. 또 일상적인 유지관리를 줄이려면 수로의 안전성 확보와 함께 청소나 잡초관리의 비용절감에 대한 연구가 요구된다. 한편 수로교,수로교의 시설점검이나 붕괴방지, 터널, 암거, 사이펀 등의 출입구의 점검, 보강 등, 지진에 대응 및 2차 재해의 방지 등, 지진재해대책에 대해서 검토가 필요하다.

(3) 수로 구조물의 안전성 확보

① 수로 구조물은 홍수, 지반의 활동, 지진 등의 재해로 인해 시설의 손괴, 파손, 기능정지 등의 사고가 발생하는 경우가 있다. 설계에서는 이러한 사고나 2차 재해를 방지하기 위해 수로조직 중에 방류공, 여수로, 조정지 등의 조정시설을 유효하게 배치하는 등 안전성의 확보에 노

력해야 한다.

② 수로조직은 시설 전체의 기능이 균형을 이루지 못하는 경우 가장 기능이 약한 부분에서 제약이 생기므로 시설설계의 정밀도 및 내구연한 등은 수로조직 전체에 대해 통일적으로 검토할 필요가 있다.

1.7.3.8 수로의 송수 기능과 환경기능

(1) 환경정책의 방향과 농촌종합계획에 있어서의 위치

① 환경을 배려하는 것은 농업농촌정비사업에 있어서도 중요한 국정과제의 하나가 되고 있다. 여러 가지 시설의 설계 및 시공에 있어 자연환경과의 조화, 국토보전기능의 유지 등을 충분히 고려하여, 각종 환경정비사업이 수립되도록 농촌지역에서의 환경보전에 유효한 정책이 전개되고 있다. 수로의 환경기능이란 수로기능이 지역의 환경개선에 기여하는 친수, 경관형성, 생태계보전, 수질정화, 교육·문화 등의 다원적 기능이라 불리는 공익적인 기능이다.

② 환경과의 조화가 되도록 수로주변의 지역 환경이나 입지조건, 역사적 사회 환경 등을 고려하여 종합적인 검토를 하여야 한다.

③ 국토의 계획 및 이용에 관한 법률에서는 용도지역으로 도시지역, 관리지역, 농림지역, 자연환경보전지역 등 4종의 법정지역으로 구분한다. 이러한 지역구분을 고려하여 그 특성에 맞도록 수로를 설계하고 시공하는 것이 필요하다. 농림지역에서의 수로계획은 공학적인 검토조건과 송수기능에 중점을 두어야 하지만, 자연환경보전지역에서는 지역환경의 보전과 개선에 초점을 맞추는 것이 필요하다.

(2) 송수기능과 환경기능의 균형정비

① 농업용 용수로는 농업생산성의 향상을 주목적으로 하기 때문에, 송수기능에 중점을 두는 것이 기본이지만, 수질이나 생물상의 보전 등 다원적 기능을 적극적으로 발현하여 송수기능과 환경기능의 양자가 균형을 유지하도록 정비하는 것이 필요하다.

(3) 지역에 대응하는 수로의 기능분류

① 수로의 기능은 정비의 목적이나 지역의 실태에 비추어 분류된다. 수로기능의 분류에 따라서 수로정비계획을 세운다고 가정하는 경우의 유의사항은 다음과 같다.

가. 송수기능과 환경기능은 지역구분을 기본으로 수로건설비, 입지조건, 환경과의 조화를 고려한 수로의 다원적 기능의 중요성 및 관리의 관점에서 충분히 검토하여 계획한다.

나. 정비지구의 용도지역 구분을 존중하여 지역구분에 근거한 수로의 특징을 부각시켜서 행한다.

다. 자연환경과의 조화 및 조정을 도모한다.

라. 지역용수기능의 확보와 그의 적극적인 이용을 도모한다. 또 정비후의 유지관리에 대해서도 기술적인 대응을 포함하여 충분한 검토를 한다.

마. 수로의 안전성은 친수와 일체가 되는 관점에서 필요하고 환경과의 조화를 고려하여 수로를 충분히 활용하기 위한 안전대책을 강구한다.

바. 환경과의 조화를 위한 구체적인 사항에 대해서는 수로의 정비목적에 따라 수로의 역할과 지역의 특징을 고려하여 정한다.

1.7.4 배수로조직의 설계의 기본사항

1.7.4.1 일반사항

(1) 배수로조직의 설계는 강우유출계산과 침수해석 그리고 배수진단 등에 의해 계획·결정된 배수계획에 기초를 두고 행하는 것이 기본이다. 배수계획은 주로 배수시설의 위치, 노선, 규모, 개략 단면 등을 가정하여 행하며, 그 후 배수로 설계에서는 이들 계획조건을 만족시키도록 한다.

1.7.4.2 배수계획과 배수목적

(1) 농지배수의 목적은 지표수의 배제와 과잉 토양수분의 배제이다. 계획배수는 토지이용구역마다 구하는 정비수준에 따르고 농지배수나 주변의 시가지를 포함하는 광역적인 배수계 내의 배수개선을 목적으로 계획한다.

(2) 논지역에서는 논의 고도 이용을 위한 밭전환을 가능하게 하는 배수로 정비가 요구되고, 특별히 논을 밭으로 이용할 경우 용수로와 배수로를 분리한 배수조건의 정비가 불가피하다. 이러한 배수로는 농지의 홍수배수나 잉여지하수의 배제가 목적이지만, 배수사업구분에 따라 정비수준이나 목표가 변하므로 주의한다.

(3) 배수계의 능력은 답면상의 허용담수심과 소배수로의 능력에 좌우되는 경우가 많다.

(4) 범용농지화를 위해서 무담수 상황을 고려할 것인가, 허용담수심을 어느 정도 인정할 것인가는 농지 등의 배수목적이나 조건설정에 큰 변화를 준다. 전후를 생각하지 않고 배수능력을 크게 하면 전체의 시설능력이 커지고 배수구역의 정비수준 이상의 시설이 되어 유지관리비등의 부담도 커지기 때문에 배수 능력을 결정할 때는 특히 전체의 균형을 취하는 것이 중요하다.

(5) 농지의 범용화를 도모하는 경우에는 홍수배제와 상시배수의 양면을 검토하여 배수로의 계획홍수위나 상시배수위의 설정이 논 단일작의 경우와 다르게 해야 한다. 배수노선이 시가지를 통과하는 경우 관계기관과의 조정이 필요하고, 경관에 대한 배려와 안전대책 그리고 저수시의 토사나 쓰레기의 소류 등의 문제를 해결할 필요가 있다.

1.7.4.3 배수단면과 호안공법

(1) 설계유량

① 단순한 자연배수로 등의 설계유량은 내부유역을 포함하는 배수계 내의 최하류점에서의 유출량에 의해 구해진 비유량과 배수로 구간마다의 지배단면적의 곱으로 산정한다.

② 또 기계배수로 계획한 지구의 설계유량은 펌프최대 배출량과 지구 내 최대 유출량 중 작은 값으로 담수해석결과를 고려하여 결정한다. 그리고 광역배수의 설계유량은 일반적으로 부정류 해석으로 구하지만, 원칙적으로 내부유역을 포함하는 배수계 내의 비유량을 같게 하여 산정한다. 단, 부정류 해석에 의해 배수불량 지구가 특별히 정해지고 배수개선이 되지 않을 것이 예상되어, 동일 비유량을 적용하는 것이 부적당하다고 판단될 경우는 각각 해당되는 비유량을 이용하여 계획을 세운다.

③ 또 배수로에서는 정비목표에서 구해진 계획대상유량을 초과하는 유량이 발생할 가능성이

있는데 이러한 경우의 수로의 보전 및 조정기능에 대해서도 검토하지 않으면 안 된다. 구간별 설계유량은 계획유량의 1/4 정도의 변화가 있는 경우에 변경하는 것을 원칙으로 한다.

(2) 계획기울기

① 배수로의 설계기울기는 배수계획에 기초하여 주요지점의 계획수위(제한수위)와 바닥표고(제한 바닥높이)를 만족시키도록 설정하고, 제한수위와 함께 제한 바닥높이를 만족시키는 전체적인 유속조건을 조합하고, 단면변화지점에서의 급격한 변화를 피하며 퇴사, 세굴방지를 고려하여 간선, 지선배수로에 적절한 기울기배분을 하여 결정한다. 즉, 필요에 대응한 경제적 비교·설계를 행한다.

② 또한 범용농지화를 목표로 하는 지구에서는 상시 배수량에 대해서도 제한조건을 만족시키는 기울기가 필요하다. 보통 홍수량에 의해 계획된 수로단면 및 바닥표고에서 상시배수량이 제한조건(상시배수 기준수위 등)내에서 유하 가능한가, 아닌가를 등류 또는 부등류 계산에 의해 확인한다.

③ 이외에 지선배수로 및 소배수로의 높이나 간선배수로까지의 거리, 배수구의 바닥표고, 펌프의 운전수위조건, 펌프의 ON-OFF에 수반하는 수위변동 등에 대해서도 검토 할 필요가 있다.

(3) 호안공법

① 배수로의 호안은 그 필요성을 검토하여 필요가 있는 최소한의 범위로 한다. 호안공법과 단면형은 용지비, 유지관리비를 포함하는 경제성 검토를 하여 결정한다. 그리고 친환경적인 재료를 사용하는 것을 적극 검토해야 한다. 호안은 수로사면의 안정성이나 유지관리비의 경감 및 호안으로 인한 용지폭의 축소를 꾀할 경우 필요하다. 저수호안의 높이는 1년 또는 2년 확률 유량시의 수위를 원칙으로 하며 다음의 경우에는 호안고를 높여도 좋다.

가. 용지비 및 유지관리비 등을 포함한 호안고의 경제성 비교를 하고 호안을 높이는 것이 유리한 경우

나. 사면침식의 우려가 있는 토질의 경우

다. 배수장 주변, 낙차공, 분류·급류공 등 수위변동이 심한 곳

1.7.4.4 기계배수의 수로 계획상 유의할 점

(1) 간선배수로의 지구외로의 배수구는 통문, 통관에 의해 하천으로 방수하는 경우와 하해공작물이 있어 해안으로 방수하는 경우가 있고, 이들 모두 자연배수와 기계배수가 가능하다.

(2) 자연배수는 통상의 유하능력을 확보하면 좋지만, 하해공작물로 해안에 방수하는 경우는 조류나 풍파의 영향으로 여러 가지 대책이 필요하다 (KDS 67 65 00 해면간척 설계기준 참조). 기계배수는 펌프기동에 수반하여 배수로 수위가 급격히 저하하는 경우가 많다. 그래서 기계배수능력과 배수로 유하능력이 균형을 잃는 경우 펌프의 과잉부하 등이 발생하기 때문에 전체적으로 균형 잡힌 수로계획이 필요하다.

1.7.4.5 수로의 안전과 유지관리

(1) 배수로는 원칙적으로 개수로로 계획하기 때문에 특히 증수시에는 안전대책에 충분한 배려를

할 필요가 있다. 보통 농지배수에서는 논지대에 노선을 선정하지만 주택이 있는 지역이 있으면, 펜스, 가드레일, 가드파이프, 손잡이 등의 안전대책이 중요하다.

(2) 배수로의 유지관리는 보통 보수점검에 제초, 퇴적토사의 제거 등이 있어 수로관리원의 부담이 된다. 생태계보전이나 경관에 대한 배려가 중요시 되는 구간에서도 특히 유지관리의 부담을 경감하는 방안을 검토하는 것이 필요하다.

1.8 설계유량 · 설계수위

(1) 수로 설계시에는 계획용수량, 계획배수량, 계획수위, 용배수 계통 등의 기본적인 사항에 대하여 확인하고, 수로조직의 각 시설에서는 그 목적에 적합한 설계유량 및 설계수위를 설정해야 한다.

1.8.1 설계 유량

(1) 이 기준에서 설계유량이란 용수계획에 있어서의 시기별·용수계통별 계획최대유량, 배수계획에 있어서의 계획최대유량을 말한다. 또 용배수 계획에서 가장 적은 유량을 최소유량이라 말하고, 가장 많이 발생되는 유량을 최다빈도유량이라 말한다. 일반적으로 수로의 규모는 설계유량으로 나타내지만 단면, 구조 등의 결정에는 그 이외의 유량에 대하여도 검토해야 한다.

1.8.1.1 용수로

(1) 용수로의 설계유량은 용수계획에서 정해져 있는 기별·용수계통별 계획최대유량이 일반적으로 사용된다. 다만, 상류 구간에서 계획대로 분수되지 않는 현상이 일어날 우려가 있는 경우 또는 지형제약상 홍수의 유입을 피할 수 없는 경우 등에는 계획분수량이나 유입 홍수량을 더하여 이를 설계유량으로 한다.

(2) 일반적으로 설계유량은 구간마다 분수공, 방수공, 물넘이와의 관련성을 고려하여 결정한다. 따라서 설계유량은 구간마다 방수공, 물넘이의 신설 및 방류하천의 개수계획등을 포함한 전체의 시설비를 비교 검토한 후 결정한다.

(3) 또한 관개지구계획의 여러 가지 조건은 계획, 설계, 시공의 각 단계별 시행시기에 따라 변동되는 경우도 많으므로 일정기간마다 용수량결정요인(감수심, 작부체계, 관개면적, 토지이용, 분수점, 관개방식 등)의 확인을 하여 그 변화에 대응한다.

1.8.1.2 배수로

(1) 배수로에서는 배수계획에서 정해진 계획최대유량을 설계유량으로 한다. 또 용수로에서는 보통 설계유량을 초과하는 유량의 흐름은 고려하지 않지만, 배수계획에서는 유출이 계획 확률을 초과하여 수로시설에 지장을 초래하는 일이 있다. 이 유량은 수로시설의 중요도 등에 따라 수로의 유송능력을 확인하기 위해 사용한다.

(2) 더욱이 배수계획에서는 일반적으로 집수면적의 변경은 없지만 수문조건, 토지이용구분, 입지

사회적환경 등의 변화에 따라 유출제원의 변동이 일어날 수 있으므로 계획,설계, 시공의 각 단계에서 이들을 항상 점검하며, 필요한 대응조치를 함께 하면서 작업을 진행시켜야한다.

1.8.2 설계수위

(1) 이 기준에서 설계수위란 용수계획에 있어서의 시기별·용수계통별 계획최대유량, 배수계획에 있어서의 계획최대유량을 통수하는 수위이다. 설계수위는 설계유량과 같이 수로시설의 규모, 단면, 구조 등을 정하기 위한 중요한 기준치이며 각종 시설마다 그 기능이 안전하고 충분하게 발휘될 수 있도록 검토하여 설정하여야 한다.

1.8.2.1 용수로

(1) 설계수위라 함은 위의 설명과 같이 용수계획에 정해져 있는 시기별·용수계통별 계획최대유량을 통수하는 수위이다. 다만, 상류구간에서 계획유량이 분수되지 않아 유량이 증가되는 구간에서는 이에 해당하는 값을 더하여 설계수위로 한다.

(2) 또 용수계획에서 가장 적은 유량에 대응하는 수위를 최저수위라 하고 가장 많이 발생하는 수위를 최대빈도수위라고 한다. 최저수위나 최다빈도수위는 분수공, 낙차공, 계측시설 및 수위조절시설 등이 원활하게 기능을 다하고 있는지를 검토하기 위하여 사용된다.

(3) 수로 각 지점에서의 설계수위는 수로조직이 단순한 경우 각점의 수위를 연결함으로써 구할 수 있다. 수로가 긴 경우 노선상의 지형의 변화, 이에 따른 각종 수로시설의 배치 등으로 인하여 단순하게 설정하기 곤란하므로 조직설계의 단계에서 공종, 노선의 배치를 고려하여 종합적으로 검토한다.

1.8.2.2 배수로

(1) 설계배수위란 배수계획에 정해진 계획최고수위를 말한다. 또한 배수계획에서 가장 적은 유량에 대응하는 수위를 최저배수위라고 한다. 배수로에 호안을 설계하는 경우에 그 설치목적이 물의 흐름에 의한 세굴 또는 침윤에 대하여 사면의 안정성을 높이려고 하는 호안에서는 해당 호안계획의 대상으로 하는 유황에서의 수위를 정하여야 한다. 이를 호안계획수위라 한다.

(2) 평상시 배수위는 포장의 지하수를 배제하고 있는 암거(속도랑)배수의 출구표고 이하로 정한다. 또 수로주변 경지에 침출수에 의한 피해가 예상되는 배수로의 설계수위는 수로주변 경지의 표고 이하로 정하는 것이 바람직하다.

(3) 설계수위, 수로단면 및 규모 등은 배수로의 각 구간의 상호표고관계를 감안하여 설계유량이 안전하게 흐를 수 있게 정한다. 이와 같이 하여 구한 수로단면에 대하여 평상시 및 호안계획대상유량에 대한 수면추적을 하여 암거배수구, 호안 등의 배수시설을 설계한다.

(4) 또한 일반적으로 자연배수, 기계배수 등의 배수방식은 계획시 정해지지만 토지이용 형태 및 사회적 입지환경의 변화에 따라 계획배수량의 변동도 일어날 수 있다. 따라서 계획, 설계, 시공의 각 단계에서 항상 계획 기초값을 검토하여 작업을 진행시켜야 한다.

1.9 수로형식의 선정

(1) 수로형식은 설계유량과 설계수위를 기초로 하여 노선의 자연적, 사회적 입지환경, 경제성과 이수조건, 물관리 조건과 환경친화적 조건 등을 고려하여 수로조직 전체의 목적과 기능이 충분히 발휘될 수 있게 결정해야 한다.

(2) 수로형식은 수로조직 전체의 기능을 좌우하고, 수로건설비에 크게 영향을 준다. 따라서 수로조직 전체의 목적과 기능이 충분히 발휘될 수 있게 경제성, 물관리 목표, 체제, 유지조건 등을 고려하여 수로형식을 선정한다.

(3) 수로형식에는 개수로, 터널, 사이펀 등을 주체로 하는 개수로 형식과 관수로를 주체로 하는 관수로 형식 또는 개수로와 관수로의 복합형식이 있다.

(4) 다음과 같은 개수로 형식과 관수로 형식의 특성을 충분히 감안하여 수로형식을 선정하지만 입지환경의 제약 등에 의하여 생기는 부대시설의 비용증가 때문에 개수로 형식의 경제적 유리성이 차차 저하되고, 최근에는 이용이 편리하고 노선선정의 자유도 가 큰 관수로 형식도 많이 채용되고 있다.

1.9.1 개수로 형식의 특성

(1) 일반적으로 수로건설비가 싸고 널리 활용되고는 있지만 노선의 지형조건에 좌우되므로 지형의 기복이 큰 곳에서는 터널, 사이펀 등 공종의 복잡화 또는 개수로의 우회 등으로 인하여 공사비가 높아지는 경우도 있다.

(2) 게이트조작에 의하여 유량을 조절할 경우 유량변화의 전달속도는 구조물에 의한 반사, 수로통수단면의 변화 등 각종 요인에 따라 다르지만, 관수로 형식에 비하여 반응이 느리고, 특히 길이가 긴 수로에서는 정상상태에 이르게 하기까지 많은 시간이 걸린다.

(3) 관수로 형식의 수로와 비교할 때 유량변동에 대한 자유도가 높음과 동시에 수로 단면의 폐쇄에 대한 우려가 적다는 점에서 배수로나 용배수겸용수로에서 채용되는 일이 많다.

(4) 관수로 형식에 비해서 상부가 개방되어 있음으로 통수저해요인을 제거하기에 비교적 용이한 반면 최근 수로 도중에서 쓰레기를 버리는 경우가 많으므로 이를 방지하기 위한 대책이 필요하다.

(5) 수로의 경관 및 친수기능을 고려한다.

(6) 인명사고 등에 대한 대책이 중요시되고 있다.

1.9.2 관수로 형식의 특성

(1) 관체는 압력수두선(동수경사선) 이하로 설치하는 것이 원칙이며 노선선정에 있어서는 비교적 지형조건에 좌우되는 일이 적다.

(2) 게이트 및 밸브 조작에 의하여 유량을 조절할 경우 유황의 변화는 수격파로서 전달되고, 비교적 단시간에 정상상태에 이른다. 특히 이 경향은 폐쇄형 관수로 형식의 수로에서는 현저하다. 이 경우 수요자측의 수요변화에 따라 공급량을 신속히 변경할 수 있지만 과잉의 수격압이 발생하지 않도록 신중히 유량조절을 해야 한다.

(3) 송수손실이 적으므로 물이용의 효율화를 도모할 수 있다.
(4) 농업용수에서는 특수한 경우 외에는 미세한 먼지, 모래, 부유이토 등이 함유되어 이들의 부착, 침전에 의한 통수저해가 예상된다. 유지관리상 이들의 통수저해요인에 대한 관내제거가 일반적으로 개수로에 비하여 곤란하기 때문에 상류유입부에 침사지나 제진시설을 설치하여 수로 중에 먼지, 쓰레기나 침전물이 들어가지 않도록 해야 한다. 또한 이들 통수저해요인에 의한 유입구의 폐쇄에 대한 우려가 있어 관수로 형식의 수로는 배수로에는 적당치 않은 경우가 많으므로 배수로에 사용할 경우에는 적절한 관내유속이 부여되고, 관설치 기울기가 역기울기가 되지 않도록 특별히 고려해야 한다.
(5) 상하류의 압력차에 의하여 유량을 흐르게 하는 시설이므로 개수로 형식의 수로와 비교할 때 유량변동에 대한 자유도가 작아서 배수로나 용배수겸용수로로 채용할 경우 제약이 따른다.
(6) 수로에 의한 궤폐지(수로가 차지하는 부지)가 적기 때문에 수로부지의 유효이용을 고려하는 경우에는 유리하다.
(7) 일반적으로 개수로 형식에 비하여 건설비는 비싸지만 용지의 제약이 적고 용수관리가 용이하다는 점에서 비교적 대유량의 수로에서도 채용되는 경향이 있다.

1.9.3 개수로와 관수로의 복합형식의 특성

(1) 도시화에 의한 개수로 용지의 확보가 곤란하든가 또는 수질보전, 물관리의 생력화 등의 이유로 상류부가 개수로, 하류부가 관수로로 계획된다든지, 또는 반대의 경우 양자를 조합시킨 복합형식이 많아지고 있다.
(2) 복합수로에서는 개수로와 관수로 특성의 차이점에 대하여 주목하고 접합부에서 물흐름의 연속성이 유지될 수 있게 조절용량의 결정 또는 물넘이 등의 설치에 유의해야 한다. 개수로는 제수문(check gate) 등에 의해 상류의 수위를 제어할 수 있기 때문에, 분수게이트의 조작 등과 조합시키면, 상류우선의 물관리가 용이한 시스템이 된다. 또 송수량의 증감에 따라 용수도달시간도 달라지는데 관수로에서는 하류의 말단 밸브의 개도 조작에 의해 관로입구의 유량까지 변화를 일으킴으로 개수로의 용수도달시간과 비교하면 대단히 단시간에 유황변화가 계통 내에 일어난다.
(3) 복합수로는 개수로, 관수로 형식의 장단점을 공유하고 있기 때문에 양자의 특성이 모순되지 않도록 사용개시후의 물관리 조작을 고려하여 수로조직의 설계를 하여야 한다.

1.10 노선 선정

(1) 수로의 노선은 설계유량 및 설계수위를 기초로 하여 그 목적과 함께 구조물의 안전성 및 경제성을 고려한 후 노선의 자연조건, 사회적 조건 등도 고려하고 전체적 관점에서 결정해야 한다.

1.10.1 일반사항

(1) 수로의 노선은 용배수계획에 따라 정하여져 있는 설계유량과 설계수위를 확보하고 심사숙고하여 정한 수로형식에 적응될 수 있도록 선정해야 한다.

(2) 이 경우에는 통수시설의 공종선정은 물론, 수로 조직 내의 각종 시설의 배치와 구조에도 배려를 하여 노선을 결정한다.
(3) 노선 선정에서 용지의 취득, 용배수 관행의 변동 등 사회적인 문제도 일어나기 때문에 도상에 몇 개 노선에 대한 비교검토를 하여 최적노선을 선정해야 한다.

1.10.2 노선의 선정 유의사항

(1) 노선선정에 관하여 일반적인 유의사항은 다음과 같다.

1.10.2.1 수로조직으로서의 유의사항

(1) 용수로는 원칙적으로 관개지에 자연관개가 될 수 있게 취수지점의 수두를 가능한 한 활용하도록 배려하여 노선을 선정한다. 단, 고위부에 위치한 관개지의 면적이 전체에 비하여 적은 경우 등은 그 일부를 펌프양수관개로 계획하고 전체의 공사비, 장래의 물관리 등을 고려하여 비교검토를 한 후 노선을 결정한다.
(2) 배수로는 원칙적으로 지구의 최저위부를 통과시키도록 한다. 지구의 일부를 기계배수로 하는 지구에 있어서도 고위부, 저위부 또는 중위부 등으로 분할하고 배수로를 2단 또는 3단식으로 배치하는 경우 배수기의 운전경비가 절감되는 경우도 있으므로 비교 검토할 필요가 있다.
(3) 용수로의 물넘이, 방수공 및 분수공 등은 이들의 시설에 관계되는 하천과 함께 관개지 상태 등을 충분히 조사하여 적절한 위치에 선정한다.
(4) 밭관개를 포함하는 장대한 용수로계 또는 밭관개를 주체로 하는 용수로계에서는 도중에 조정지를 설치함으로 수로 단면의 축소를 기하고 공사비의 절감,수로구조의 단순화, 물의 유효이용, 배분관리의 합리화 등 좋은 결과를 기대할 수 있다.
(5) 농업용수는 지역의 환경보전 기능 또는 농업이외의 사회적 역할을 지니는 것도 있다. 구수로의 개수 도는 이설에서는 이러한 관점에 대해서도 충분히 고려하여 설계해야 한다. 또 노선선정에 있어서 다른 지역개발계획을 충분히 조사하여 이것과 조화를 이루도록 함이 좋다.

1.10.2.2 노선선정상의 유의사항

(1) 관수로 형식의 수로는 지형상의 제약이 비교적 적으므로 노선은 가급적 직선으로 하고 단거리를 관통하도록 하는 것이 바람직하다. 또한 개수로 형식의 수로는 많은 절성토를 피하고, 수로의 허용유속을 만족시키도록 노선을 선정한다.
(2) 토질이 나쁜 지점을 피함과 동시에 인가와 교통에 지장을 주지 않도록 배려한다.
(3) 보안, 보전 등의 면에서 성토 위에 수로를 설치하는 것은 가급적 피하도록 한다.
(4) 수원으로부터 관개지까지에 상당한 낙차가 있는 경우는 농업용수시설의 유지관리비 절감 차원에서 그 낙차를 유효하게 이용하여 발전 등에 이용하는 사례도 있다. 앞으로 노선선정에 있어서는 이와 같은 잉여수두의 이용 방법에 대하여도 함께 검토하여야 한다.
(5) 수로를 농업용수 이외의 타목적 용수와 함께 이용하는 경우 보수점검 등을 위한 단수로 인해

경제적 손실을 입는 일이 있다. 이런 경우는 2련 수로 등 복단면 수로에 대하여도 검토하는 것이 필요하다.

1.10.3 노선선정의 순서

(1) 노선선정에 관계되는 측량 등의 조사에 대해서는 「KDS 67 20 10 용배수로설계 조사」에 따르지만 여기서는 이 조사를 바탕으로 노선을 선정하는 작업에 대하여 기술한다.

(2) 노선선정은 주로 계획, 조사단계에 있어서의 노선개략결정과 전체실시 설계, 또는 공사 실시단계에 있어서의 결정과의 2단계로 나누어진다.

(3) 노선의 개략결정이란 기존 또는 조사 시에 작성된 지형도를 바탕으로 현지조사 등에 의해 가능한 몇 개의 비교노선에 대하여 주로 수로의 목적 및 기능, 구조물의 안전성과 경제성을 고려한 후 비교설계를 하여 가장 유리한 노선을 정하는 일이다. 노선의 결정이란 개략결정노선을 근거해서 평면도를 작성함과 동시에 상세한 현지조사를 하여 노선의 중심선을 현지에 설정하는 작업이다. 이 작업순서는 다음과 같다.

1.10.3.1 노선의 개략결정작업

(1) 소규모 수로조직에서는 직접 현지조사에 의해 노선의 개략결정이 가능하지만 보통의 수로조직에서는 관계지역 전체를 포함하는 축척 $\frac{1}{5,000}$ ($\frac{1}{25,000}$ ~ $\frac{1}{50,000}$ 또는 $\frac{1}{5,000}$ ~ $\frac{1}{50,000}$)의 지형도에 의거 작업을 실시한다.

(2) (1) 작업에서는 가능한 몇 개의 비교노선을 심사숙고하여 정하고 각각의 노선에 대하여 공종배치, 수두배분 등의 개략설계를 하며 용배수 계획상의 타당성과 건설비를 비교검토하여 가장 유리한 노선을 선정한다. 또 현지답사는 단순히 지형, 지표, 지질 등의 조사에 그치지 않고 비교노선의 선정에 필요한 설계, 시공, 관리 및 사회조건 등의 요소를 검토하는데 기여하는 것들도 포함하여야 한다.

1.10.3.2 노선의 결정작업

(1) 노선의 개략결정에 의하여 가장 유리한 노선이 결정되면, 그 노선을 따라 수로규모에 따라, 노선 양쪽에 거의 30~100m 정도의 폭으로 축척 1/500~1/1,200의 평면도를 작성한다. 이 평면도는 노선결정 및 설계, 시공의 중요자료가 되므로 정밀도가 높은 것이어야 한다. 또한 이 경우 작성하는 평면도가 이후의 용지취득 등에도 쓰일 수 있는 축척, 기사 등을 포함하는 것이면 편리하다.

(2) 수로의 공종, 각 수로공종마다의 단면, 구조 및 수위를 개략 정하고 이들 공종간의 모순이 생기지 않도록 노선을 결정하고, 평면도에 노선의 중심선을 기입한다.

(3) 도상에서 결정된 노선에 대하여 현지에서 확인함과 동시에 필요에 상응하는 토질, 지질 등의 조사를 하고 현지에 중심선 말뚝을 설치한다. 이 단계에서도 아직 미해결의 문제가 남아 있는 경우, 그 결론 여하에 따라 노선이 좌우되는 일이 있으므로 중심선을 현지에서 확정하기 전에

노력하여 모든 문제를 처리하여 두는 일이 필요하다.

1.11 통수시설의 공종선정

(1) 개수로, 터널, 암거, 사이펀, 수로교, 낙차공, 급류공 등 통수시설의 공종은 구조물의 안전성과 경제성, 노선의 지형, 노선연변의 토지이용상황 등 자연적, 사회적 제 조건을 고려한 후 수로조직 전체의 목적 및 기능이 충분히 발휘되도록 선정한다.

(2) 수로조직은 개수로, 터널, 암거, 사이펀, 수로교, 낙차공 및 급류공 등의 통수시설과 분수공, 계측, 합류, 조절, 보호, 안전, 관리 및 부대시설 등으로서 구성된다.

(3) 공종선정은 수로조직 전체의 목적 기능이 충분히 발휘 될 수 있게 심사숙고하여 정한 수로형식 및 노선에 대해 가장 타당한 통수시설을 선정하는 작업이며 구조물의 안전성과 경제성, 노선의 지형, 노선연변의 토지이용상황 등 사회적 제조건에 대하여도 충분히 고려하여야 한다.

(4) 특히 통수시설은 수로조직의 주요부를 차지하므로 그 시설의 양호나 불량은 그 수로조직의 기능을 좌우하며, 수로의 건설비에 크게 영향을 주기 때문에 충분한 검토를 하여야 한다.

(5) 그리고 분수공, 계측, 합류, 조절시설 등은 수로조직의 기능상 통수시설과 밀접한 관계를 갖기 때문에 이들의 배치 및 규모를 생각하고, 통수시설의 공종선정을 하여야 한다.

(6) 또한 관수로 형식은 단일의 통수시설이기 때문에 개수로 형식과 같이 특정한 공종의 선정작업은 필요하지 않다. 그러나 송수형식이나 부대시설의 구조 및 배치에 대한 검토가 중요하다.

1.11.1 개수로

(1) 개수로는 옹벽형, 라이닝, 무라이닝 수로로 대별할 수 있다. 이들의 선정에는 개수로의 목적, 구조물의 안전성, 사회적 제약조건, 건설비, 유지관리 등의 비교 검토가 필요하다.

(2) 개수로는 일반적으로 관수로에 비하여 수리적으로 유리하며, 더욱이 절·성토량이 평형을 이루고 있는 경우 경제적으로 되는 경우가 많다.

(3) 장대한 흙쌓기 또는 흙깎기는 수로의 안전성, 경제성의 면에서 불리하므로 가능한 한 피하도록 한다. 단, 짧은 구간에서 다른 공종(예를 들면 사이펀, 암거 등)보다 유리한 경우에는 상당히 큰 흙깎기나 흙쌓기를 피할 수 없는 경우도 있다. 이때는 기초, 토질, 흙깎기와 흙쌓기의 안전 등에 대하여 충분한 검토와 처리를 하는 것이 좋다.

(4) 무라이닝 수로는 일반적으로 누수방지를 할 필요가 없고 만곡, 합류 등에 의해 침식, 세굴의 우려가 없는 배수로에 많이 채용된다. 또한, 지형, 기울기가 비교적 급해서 침식, 세굴이 예상되는 수로에서는 낙차공 또는 급류공을 설치하여 수로 기울기를 느리게 하여 무라이닝 수로로 하는 것이 유리한 경우가 있다. 그리고 무라이닝 수로에서의 합류부, 만곡부 등에서 침식, 세굴의 우려가 있는 구간에서는 필요에 따라 라이닝 또는 호안을 한다. 상시 물 흐름이 있는 경우는 복단면으로 하여 저수위부를 호안하며, 고수위부는 굴착한대로 또는 평떼 등의 간이 보호공으로 하는 수도 있다.

(5) 라이닝 수로란 수로배면의 토질재료에 의해 수로비탈면을 안정시켜 지수, 수로표면의 평활화, 또는 잡초의 방지를 목적으로 표면을 비교적 엷은 피복재로 덮는 수로이다. 이에 대해 옹벽형 수로는 수로측면이 내·외수압 및 배면토압 등을 지지하는 벽에 의하여 구성되는 수로이

다. 따라서 라이닝 수로와 옹벽형 수로는 어느 것이나 누수방지, 단면의 축소 등을 목적으로 한 수로형식이지만, 용지취득 등 수로연변의 입지 제 조건의 제약이 없는 경우 라이닝 수로는 옹벽형 수로 보다 경제적이며, 수로의 규모가 커질수록 그 경향은 현저하다. 그러나 최근 사회, 입지환경 등의 제 조건으로 인하여 옹벽형 수로가 많이 채용되고 있다.

(6) 일반적으로 다음의 경우는 옹벽형 수로의 채용을 고려할 수 있다.

① 통수단면이 작고 용지매수비 등을 생각하면 라이닝 수로에 비하여 건설비가 유리한 경우

② 옹벽형 수로의 기초공이 비교적 싼값으로 건설될 수 있는 경우나 라이닝 수로에서 토공에 고액의 공사비를 요하는 경우

③ 수로가 급경사지의 비탈면 또는 흙깍기 높이가 큰 안장부를 통과할 때 라이닝 수로에서는 다량의 토석을 처리하여 토공에 고비용을 요하는 경우

④ 터널과 사이펀 등 구조물 간의 길이가 짧은 개수로에서는 트랜지션(이행부)을 포함한 전체의 공사비를 생각하여 옹벽형 수로의 공사비가 더 싸게 드는 경우

1.11.2 터널

(1) 터널은 산악, 대지 등의 고위부에서 개수로로 통과하는 것이 불가능한 경우 또는 개수로로 우회하는 것보다도 연장이 단축되며 전체적으로 경제적인 경우 등에 채용된다. 선정에 있어서의 유의사항은 다음과 같다.

① 개수로에 비하여 2～3배의 공사비를 요하고 지질이 나쁜 경우 공사비는 더욱 증가함으로 될 수 있는 한 지질이 좋은 노선을 선정함과 동시에 최단거리를 통과 하도록 한다.

② 단층, 파쇄대 및 연약지대 등의 통과는 가급적 피하는 동시에 유해가스의 발생에 대하여도 충분한 조사를 하여야 한다. 부득이 단층이나 연약지대 등을 통과하는 경우에는 시공 중의 대책에 대하여도 충분히 검토하는 것이 필요하다.

③ 터널 유입부에서는 낙석방지 등의 안전대책이나 유지관리상 터널 내에 토사퇴적이 일어나지 않도록 대책을 세울 필요가 있다. 또한 긴 터널에서는 공기의 단축, 경제성 등의 관점에서 도중에 횡갱, 수직갱 등을 설치하는 것이 필요하다.

④ 노선상에 지하수를 이용하고 있는 경지나 주택이 있는 경우에는 관개용수나 생활용수의 고갈 등의 문제가 일어나는 것도 예상된다. 따라서 지하수의 분포, 수량 및 수질 등에 대하여 사전에 충분히 조사하여 대책을 세우도록 고려하여야 한다.

1.11.3 암거

(1) 암거는 절취 비탈면이 길어지고 지하수위가 높고 따라서 부력 또는 양압력을 받거나, 또는 용출량이 많아 개수로로서 구조적으로 불안정하거나, 또는 경제적으로 불리한 경우, 혹은 흙덮이 두께가 작아 터널시공이 곤란한 철도, 도로, 제방 등을 횡단하는 경우에 적용된다.

① 암거는 지질조건이 허용하는 한 최단거리를 통과시키도록 한다.

② 암거는 일반적으로 지하에 매설하므로 크고 긴 절취비탈면을 남기는 일이 없고, 지하수위의 상승에 대하여도 구조의 안정성이 떨어지는 일이 적음으로 깊은 흙깎기를 요하는 개수로에 비하여 경제적일 때가 많다.

③ 암거의 매설깊이는 수리적으로 정하는 수위와 함께 지상물이나 이용방법에 상응하여 필요한 흙덮이 등도 고려하여 결정해야 한다.

④ 철도, 하천, 도로 등을 횡단하는 경우에는 가능한 한 직각으로 교차토록 한다. 시공에 있어서 상부시설에 영향을 적게 끼치는 추진공법이 굴착공법과 비교하여 전체적으로 볼 때 경제적으로 유리한 경우가 있으므로 교통량이 많은 주요 도로,철도 등에서는 가설비를 포함한 전체 공사비의 비교설계를 한다.

⑤ 도시근교나 시가지를 통과하는 경우 개수로처럼 전락방지나 쓰레기 등의 투기방지 등에 대한 특별한 대책이 필요 없으므로 경제적으로 유리한 경우가 많다.

⑥ 특히 깊은 암거에서는 공사의 시공시에 지하수위의 저하, 지하수의 고갈 등 주변에 지장을 주는 일이 있으므로 환경조사를 하여 노선의 적부 또는 그 대책을 검토하여야 한다.

1.11.4 사이펀, 수로교

(1) 사이펀 또는 수로교는 하천, 철도, 도로, 계곡 등의 저위부를 개수로로 통과할 수 없는 경우 또는 우회하는 것보다도 길이가 단축되어 경제적인 경우 등에 채용된다.

(2) 그 어느 것을 채용하는가는 그 지점의 지형, 지질, 수리조건, 안전성, 건설비 등을 비교·검토하여 결정한다.

(3) 사이펀, 수로교를 선정하는 경우의 유의사항은 다음과 같다.

① 개수로에 비하여 3~4배의 공사비를 요하므로 될 수 있는 한 최단거리로 횡단한다.

② 일반적으로 사이펀은 관체를 지상에 부설 또는 지중에 매설하지만 지형, 지질에 따라서는 관체의 일부를 수로교 또는 터널로 하는 것이 유리한 경우도 있다. 예를 들면, 견고한 기반이며, 깊은 계곡을 형성하는 지형에서는 하상에 매설하는 것보다는 홍수위보다 높은 부분을 수로교로 횡단하는 방법이 유리하다. 또, 사이펀 입출구의 산턱이 급하고 험하며 암반인 경우는 터널로 하는 것이 유리한 경우도 있다.

③ 도로, 하천, 철도 등 중요시설을 횡단하는 경우는 가급적 직각교차로 한다.

④ 입출구는 가능한 한 흙쌓기 위에 설치하지 않는 것이 바람직하다. 부득이 흙쌓기 위에 설치하는 경우에는 구조상의 약점이 되지 않게 충분한 배려를 하여야 한다.

⑤ 사이펀의 매설 깊이의 결정방법은 암거에 준한다.

1.11.5 낙차공, 급류공

(1) 수로가 큰 낙차를 가지는 경우는 필요에 따라 낙차공, 급류공 등의 낙차구조물을 설치하여 수로의 보전을 도모해야 한다. 또 낙차구조물에 의하여 생기는 낙차를 유효하게 이용하는 관점에서 소수력 발전을 계획하는 것도 고려해 볼 필요가 있다.

(2) 낙차구조물의 배치 및 공종은 비교설계에 의해 안전하고 전체 수로조직이 가장 경제적이 되게 선정한다. 낙차구조물의 위치, 형상의 선정에 있어서의 유의사항은 다음과 같다.

① 수로가 전체적으로 급한 기울기로 될 경우에는 유속이 커져서 수로표면의 재질에 따라서는 수로가 세굴 또는 침식을 받는다. 이 때문에 수로표면의 재질과 세굴 또는 침식유속을 감안하면서 낙차구조물의 위치 및 공종 등을 비교·설계하여 검토한다.

② 지형기울기가 비교적 급한 경우 수로바닥기울기는 수로의 구조 또는 그 재질에 대한 유속의 한계와 낙차구조물에 의한 기울기 수정과의 조합에 의해 비교·검토하여 결정한다. 수로의 흐름이 한계유속에 가까우면 수면이 불안정하게 된다. 이 때문에 특히 용수로에서는 과도하게 유속을 크게 하는 것은 피하여야 한다.

③ 수로조직에 조절지나 팜폰드(farm pond)를 설치할 필요가 있는 경우는 잉여낙차를 이용하는 것이 유리한 경우도 있지만 조절시설의 검토에 있어서는 충분히 유의하지 않으면 안 된다.

④ 산간부 농경지의 배수계획에서는 비교적 기울기가 급한 수로가 되므로 낙차공, 급류공을 적절하게 설치하여 수로바닥기울기를 수정하여 수로의 전체적 안전성과 경제성을 기할 수 있다. 또 이 경우 지선배수로와 간선배수로의 합류점은 낙차공의 정수지 또는 급류공의 감세공으로 설계하고 이들의 시설과 합류구를 겸용시키면 유리한 경우가 있다.

⑤ 인가 등에 접근하여 낙차공을 설치하는 경우는 진동, 소음, 비말 등의 영향도 고려해야 한다.

1.11.6 유수지 및 승수로

(1) 유수지는 내수의 배출량을 완화하여 배수구나 펌프의 용량을 줄이는 효과를 갖기 때문에 필요한 경우 수로의 도중이나 제방의 내측에 만든다.

(2) 유수지의 크기는 지형에 따라 정하고 그 효과는 인접지나 지구 내에서 유수지로의 유입량, 유수지에서의 유출량, 유수지 수위의 시간적 경과를 추적함으로써 판단한다.

(3) 승수로는 관개지구 밖으로부터의 유출수를 지구내로 유입시키지 않고 직접 배수 본천에 보내는 수로이며, 유역의 조사결과에 기초하여 상시 배수는 물론이고 홍수시의 유량도 안전하게 배제하도록 계획해야 한다.

(4) 노선은 지구의 주변에 연해서 배치하지만 제방의 내측에 설치하여 침투수 처리를 목적으로 하는 경우도 많다. 수로 단면 등의 설계는 배수로에 준한다.

1.12 공종선정시 유의사항

(1) 수로조직을 구성하는 각 시설 및 공종 등의 구조물의 배치는 노선의 입지조건에 맞추어 선형, 종단기울기, 흙덮이 등의 제한조건을 지켜서 결정해야 한다.

(2) 다음에 제시하는 각종의 기준수치는 일반적인 허용수치이며, 이 범위를 넘는 경우에는 수리, 구조 또는 시공(건설), 유지관리 등의 면에서 불합리한 일이 일어날 수 있으므로 신중히 평가한 후 필요한 조치를 강구해야한다.

1.12.1 최소곡률반경

(1) 수로의 선형은 수리적으로 직선형이 바람직하지만, 곡선을 채용하는 경우에 수로의 최소곡률반경으로서 다음에 나타낸 값을 만족시키는 것이어야 한다.

1.12.1.1 개수로 및 상자형 암거

(1) 개수로는 포장 내의 용배수로를 제외하고, 노선중심선의 곡률반경은 급류공(사류)의 경우 수로상폭(수면나비)의 10배 이상

(2) 개수로 및 상자형 암거에서 메탈폼(metal form)을 사용하는 경우는 대략 30m

(3) 배수로는 수위상승, 수두손실 및 토사퇴적 등을 고려하여 안전성을 가지도록 그만곡선형을 표준으로 계획을 세우는 것이 좋다.

① 최대만곡도 θ =약 60° 이하

② 곡률반경 R=약 10B 이상

③ 부득이한 경우에는 대략 3B 이상으로 하고 수리적으로 검토하여야 하며 만곡에 의 한 손실수두나 편류에 의한 측벽의 숭상 등을 고려한다.

1.12.1.2 터널

(1) 슬라이드 폼(Slide form)을 사용하여 복공을 하는 경우

$$R = \frac{l_f^2}{8d_e} \qquad (1.12\text{-}1)$$

여기서, R: 터널중심선의 곡률반경 (m), Lf: 슬라이드폼의 길이 (m)
de: 원호양단을 직선으로 연결한 때의 중앙종거 (m), 보통 0.05m 정도, 최대 0.1m

(2) 실드(Shield)공법에 의해 굴착하는 경우

① 실드공법에서 굴진 가능한 최소곡률반경은 지반의 조건, 굴착단면의 크기, 실드의 길이, 시공방법 및 실드의 구조 등에 의하여 다르지만 일반적인 경우 그 최소치는 실드의 길이와 굴착단면으로부터 다음과 같이 정해진다.

$$R = m \cdot D \text{ 또는 } R = n \cdot L \qquad (1.12\text{-}2)$$

여기서, R: 터널 중심선의 최소곡률반경 (m),
m: 최소 30(시공 예는 50내외가 많음),
n: 최소 20 (시공 예는 100/3내외가 많음),
D: 터널 굴착단면의 지름 (m),
L: 실드의 길이 (m)

(3) 터널 보링기에 의해 굴착하는 경우

① 시공 예에서 본 최소곡률반경은 대략 다음과 같다.

$$R = m \cdot D \qquad (1.12\text{-}3)$$

여기서, R: 터널 중심선의 최소곡률반경 (m),
m: 로빈슨 또는 월마이어식에서 30 내외가 많음,
D: 터널 굴착단면의 지름 (m)

1.12.1.3 사이펀

(1) 사이펀은 내외압이 작용하기 때문에 기성 제품을 사용하는 경우 이음매구조에 상응한 허용휨각도를 만족시키도록 한다. 일반적으로는 곡선으로 하지 않고 곡관 등을 사용하여 수밀성을 보존시키는 일이 많다.

(2) 편각이 큰 사이펀의 굴곡점에서는 굴곡점에 양측으로부터 수압이 작용하기 때문에 굴곡부분은 밀어내는 방향으로 큰 힘을 받는다. 이 때문에 편각이 큰 사이펀 굴곡부에서는 보통 드러스트 블록(thrust block)을 설치하여 구조의 안정과 수밀의 유지를 도모한다.

(3) 현장타설 콘크리트의 사이펀에서는 박스형암거의 곡률반경을 준용하지만 특히 수압이 큰 경우에는 이음매 구조의 설계에 신중을 기해야 한다.

1.12.2 종단기울기 및 종단곡선의 제한

(1) 각종 통수시설의 수로바닥 기울기는 보통 지형기울기 또는 지점마다 필요한 수위로부터 구하지만 허용되는 최대 기울기를 취하면 단면적이 작아 경제적이 된다. 그러나 과대하게 유속이 증대하면 유황의 악화, 수로단면의 세굴 등을 일으켜 문제가 생긴다.

(2) 따라서 수로바닥 기울기 또는 유속 등에 수리적, 구조적 제한이 필요하다. 유속은 수로의 재질에 따라 세굴 또는 심한 마모 등의 지장이 생기지 않는 범위에 있어야 한다.

(3) 단, 배수로와 같이 유량의 변동에 따라 크게 유속이 변화하고 이 한계를 넘는 경우에는 유사한 시공 예를 참고하여 심한 세굴에 의해 구조물의 안정이 해치지 않도록 조치를 강구한다.

(4) 또한, 개수로 형식의 용수로에서 유속이 빠른 경우 수리적으로 불안정하게 되어 분수 등에 지장을 일으키지 않도록 설계해야 한다. 또 용배수로를 불문하고 수로 내에 토사의 퇴적이나 수중식물이 무성하게 되면 흐름에 지장을 일으키지 않는 정도의 유속이 필요하고 과소한 유속도 좋지 않다.

(5) 노선선정 및 다음에 기술할 수두배분에 있어서는 이런 점도 고려하여야 한다. 불가피하게 허용최소유속 보다 작은 경우에는 수로구조 또는 토사의 침입방지시설 등에 대하여 특별한 대책을 강구한다.

1.12.3 최소 흙덮이

(1) 암거, 사이펀, 관수로 등 지중에 매설되는 시설에는 그 구조물의 보호, 지하수에 의한 부상의 방지, 지상의 이용 등 목적에 상응하여 적절한 흙덮이를 확보하여야 한다.

(2) 일반적으로 관수로 등 관을 사용한 통수시설의 최소 흙덮이 두께의 표준치는 통과하는 위치에 따라 다음과 같다.

① 경지: 0.6m 이상

② 도로: 1.2m 이상, 단 도로관리자와 협의한 후 결정한다.

③ 하천: 2.0m 이상, 단 하천관리자와 협의한 후 결정한다.

④ 농도 및 사도: 관경 450mm 이하의 경우 1.0m 이상, 관경 500mm 이상의 경우 1.2m 이상

⑤ 한랭지방에서는 동결의 염려가 없는 깊이로 한다.

(3) 박스형 암거 또는 사이펀의 경우도 이를 준용한다.

(4) 최소 흙덮이 두께를 줄이든가 또는 흙덮이를 하지 않는 경우에는 차량 등에 의한 집중하중이 재하된다 하더라도 구조물의 안전을 해치지 않게 충분히 고려한다.

(5) 또 흙덮이 두께는 물관리면에서도 충분히 고려하여 결정한다.

1.13 수두배분

(1) 용수로의 각 형식 및 각 구간의 수두배분에 의한 종단 기울기는 수로의 기능과 안전성을 확보하며, 허용유속의 범위 내에서 수로조직 전체의 공사비를 절감할 수 있는 방향으로 결정한다.

1.13.1 일반사항

(1) 용수계획에 있어서 취수지점에서 경작지까지의 노선이 정해지면 수로의 전체 길이와 전체 낙차에서 평균기울기가 정해진다. 개수로 계통은 일반적인 원칙에서 수로가 지구의 고위부를 통과하는 경우가 많으므로 지형적으로 개수로, 사이펀, 터널 등 여러 가지 공종으로 구성된다. 수로계통 전체의 경제성을 확보하기 위하여 주어진 전체 수두를 각 공종에 어떻게 배분할 것인가는 수로의 효율적인 배치에 있어서 중요한 문제이다.

(2) 특히 대규모 수로는 수두의 배분에 의해 경비절감 효과가 큰 경우가 많다. 그러므로 소규모 수로에 대해여는 상황을 판단하여 기울기 배분을 생략해도 좋다.

(3) 배수로나 용배수겸용 수로에서도 수로의 성격과 지형 조건상 대부분 개수로가 되므로 공종별 수두배분이 용수로에 비하여 큰 문제가 되지 않는다.

(4) 용수로의 수위계획은 최종적으로 농경지에 물이 들어가도록 분수위를 확보하는데 있다. 길이가 긴 수로에서는 경작지의 지형, 표고, 영농상황 등에 따라 각 지점의 분수위가 다르므로 이런 점을 고려하여 각 구간별로 이용수두를 개략 결정하고 각 구간의 공종별 수두배분을 고려한다. 이 경우 지선분수위는 가급적이면 자연관개가 되도록 수위를 유지시켜야 하지만 경작지의 일부를 양수관개함이 유리할 때가 있으므로 수로전체에 대한 기능을 고려한 비교검토가 필요하다.

1.13.2 경제적인 기울기의 배분

(1) 구간별 이용수두가 정해지면, 각 구간에서 공종별 종단기울기의 배분을 한다. 이때 경제적인 기울기의 배분이 가장 중요한 요소이며 기본적인 고려사항은 다음과 같다.

1.13.2.1 경제적인 기울기의 배분 기본방법

(1) 경제적인 기울기 배분 기본방법은 공종별 수로종단기울기와 공사비와의 관계에서 결정된다. 취수시설의 표고와 수로기울기의 관계는 전체공사비의 경제성을 결정한다.

(2) 이러한 방법을 “Cost-Slope Tangent Method"라 부르며 경제적인 기울기 배분의 기본방법으로 쓰고 있다.

1.13.2.2 수로의 공종별 기울기의 배분

(1) “Cost-Slope Tangent Method"를 응용하여 각종 수로형식이 있을 경우 경제적 기울기 배분을 생각할 수 있다.

(2) 이 밖에 경제적 기울기 배분법으로는 통수 단면적과 공사비와의 관계를 공종별로 조사하여 그 관계를 지수식으로 표시하고, 1차미분하여 최소치를 구하고 경험적인 수치(전체공사비의 합이 대략 최소가 되는 기울기의 배분비율은 단위길이당의 공사비비율0.90~1.10승에 비례한다)를 대입함으로써 구한 예가 있다.

1.13.3 수두배분의 유의사항

(1) 수두가 충분하여 모든 공종이 최대허용유속을 나타내게 되는 기울기로 설계되는 경우나 유량이 적고, 모든 공종의 통수단면이 시공상 또는 유지관리상 필요로 하는 최소단면인 경우에는 수두배분은 필요치 않다.

(2) 수두배분은 시설의 건설비합계치를 최소로 하기 위한 기법이며, 시설의 유지관리 물관리 등에 관한 경비는 고려되지 않는다. 따라서 유지관리, 물관리에 요하는 경비가 큰 공종에서는 이들의 비용도 포함한 총경비를 기초로 검토할 필요가 있다.

(3) 수리적으로 종단기울기를 검토하는 경우에는 수두배분뿐만 아니라 수로바닥의 종단기울기에 대하여도 검토할 필요가 있다. 각 공종 단면의 수위를 단순히 연결하면 일반적으로 터널로부터 개수로에 이어지는 부분으로 바닥이 높아진다.

① 이런 경우 터널의 바닥에 토사의 퇴적이 생기는 경우가 있다. 또 보수, 관리시의 배수에 대해 불편한 경우가 많다. 따라서 이러한 곳에 대해서는 토사의 유입, 배수공, 수로의 단면형과 공사비의 관계를 충분히 검토할 필요가 있다.

(4) 수두 배분에 따른 수로유속은 수로의 수면기울기에 따르는데, 침식 등에 대해 안전하면서도 토사의 침전을 일으키지 않는 범위여야 한다.

(5) 단면 혹은 형상의 변화지점에서는 가급적이면, 수두손실이 적은 형상의 완화공을 설치하여 수두를 효과적으로 이용한다.

1.14 구조물의 비교설계

(1) 구조물의 설계 시에는 미리 몇 개의 비교설계를 하여 기술적, 경제적, 사회적 여러 조건을 종합·판단하여 가장 적합한 형식을 선정하여야 한다.

(2) 수로 설계에서는 노선선정과 공종배치에 의하여 수로조직의 골격이 형성되며, 각 구조물의 기본설계에 있어서는 몇 개의 비교설계를 하는 것이 일반적이다. 비교설계에서는 구조물상의 안전성과 경제성을 주로 검토하며 사회적 조건에 대하여도 검토를 하여야 한다.

(3) 수로에는 여러 종류와 다양한 구조물이 있어 이들 하나하나에 대하여 비교·검토하는 것은 곤란하다. 따라서 과거의 많은 설계 예와 실적자료, 계산도표, 기타 표준화된 것은 가급적이면, 이것을 활용하고 설계의 정밀도의 향상과 능률화를 도모해야 한다.

(4) 이들 설계자료는 비교설계를 용이하게 할 수 있는 자료가 되므로 소중하게 정리·보관하는 것도 매우 중요하다.

1.15 친환경 수로계획

(1) 수로의 환경친화적 계획은 현황조사 결과를 활용하여 현황특성 분석, 계획수립의 과제도출, 계획의 기본방침 설정 등의 절차를 거친다. 수로계획에는 유지관리 내용도 포함한다.

1.15.1 일반사항

(1) 환경친화적 수로의 계획은 기술적인 부분과 인문사회적인 부분, 주변생태계 등을 종합적으로 고려하고, 특히 지역의 문화, 수로의 기능적 요소, 친수성, 생태계 보전,경관, 수질정화, 개발의 용이성 등을 고려하여 계획한다.

1.15.2 수로계획

(1) 용배수로의 환경친화적 정비계획은 현황조사 결과를 활용하여 현황특성 분석, 계획수립의 과제 도출, 기본방침의 설정 등의 과정을 걸쳐 수립한다.

1.15.2.1 현황특성의 분석

(1) 조사내용을 분석하여 자연환경, 사회환경, 역사·문화적 환경 요소 등에 대한 특성을 정리하고 분석함으로서 환경친화적 용배수로 정비목표를 설정하고 계획수립에 활용한다.

① 자연환경요소

가. 지형적 특성, 노선주변의 수변환경, 동물의 서식환경, 주요경관 등

② 사회환경요소

가. 마을의 위치와 규모, 학교, 수련장, 체험시설, 도로교통상황, 농업시설, 농산물, 지역특산물, 인근의 농촌관광지(관광지) 등

③ 역사문화적인 환경요소

가. 용배수로 인근의 사원, 종교행사, 역사·문화적 유적지, 마을고유의 풍속, 의례 등

1.15.2.2 계획수립의 과제 도출

(1) 정리된 현황특성 요소에 대하여 환경친화적 관점에서 보존할 것인가, 개선할 것인가, 현 상태로 활용할 것인가 등을 검토하여 과제를 발굴한다.

① 보존되어야 할 요소

가. 보존해야 할 요소들 중 자연생태계 및 역사문화재에 관한 것들에 대하여는 특별한 고려가 있어야 한다.

나. 희귀동물의 서식처, 지정문화재 등은 물론이고, 현재 지정되지 않은 것들에 대하여도 지역주민이 애착을 가지고 있는 요소, 경관형성에 유리한 요소들은 보존하도록 노력해야 한다.

다. 지역경관은 지역주민 뿐만 아니라 필요한 경우 전문가 의견 및 자문을 통해 판단할 수 있다.

② 개선이 필요한 요소

가. 개선을 요하는 요소들 특히 농촌관광과 연계할 수 있는 경우에는 가능한 현재 시점에서 개선될 수 있도록 정비하는 것이 바람직하다.

나. 주변에 학교, 농촌체험시설 및 수련장이 있는 경우 친수공간과 수변환경 정비를 고려할 수 있다.

다. 절개지의 나지는 주위경관에 악영향을 주므로 자연식재를 통하여 주위경관과 조화를 이루게 하는 등의 방법이 있다.

③ 현재 상태를 유지할 필요가 있는 요소

가. 수로 주변에 위치한 것으로서 용배수로 환경과 일체적으로 활용 가능한 요소가 대상이 된다.

나. 또한 현재로서는 별로 이용되지 않지만 앞으로 보다 유용하게 활용될 수 있는 요소들의 발굴도 포함된다.

④ 신규로 조성되어야 할 요소

가. 현재는 없지만 필요한 요소들을 찾아내어 정리한다.

나. 용배수로를 이용한 친수공간, 주변 휴게시설, 낙수기에 어류의 피난처가 될 수 있는 어도, 침사지 겸용 여울, 팜폰드(farm pond) 등 환경친화적인 요소들을 발굴하여 정리한다.

1.15.2.3 계획의 기본방침 설정

(1) 일반사항

① 용배수로 전 노선(시점부터 종점까지)을 지형 등 주변환경과 용배수로 이용형태,용배수로 주변의 특징물 등 특성을 고려하여 몇 개의 구간으로 나누고 각 특성에 따라 정비한다. 친환경수로 정비구간(구역)은 다음 사항을 고려하여 설정한다.

가. 용배수로 주변환경

(가) 용배수로 노선주변의 지형이나 토지이용형태의 변화 등 노선의 환경 변화에 유의한다.

나. 용배수로 이용형태

(가) 용배수로는 농업생산뿐만 아니라 그 지역의 산업이나 마을주민의 생활면에서 다양하게 이용될 수 있으므로 그러한 이용형태에 대하여 유의한다.

다. 용배수로 주변의 특징물

(가) 용배수로 주변에 있는 특징물에 유의한다.

(2) 용수로계획

① 용수간선

가. 용수로는 해당지역의 농경지보다 높은 곳에서 등고선방향으로 유하하면서 가능한 한 높은 지대의 농경지에도 자연급수가 되도록 설치하는 것이 일반적이다. 최근에는 구릉

경사지대의 용수개발을 많이 하고 있으므로 용수로 노선 전 구간이 평탄한 지역만을 지날 수 없는 실정이다. 용수로의 경우 하천상류에 설치된 수원공(저수지, 양수장, 보 등)에서 하류의 평야부까지 송수되기까지는 하천변 또는 경지를 통과하는 구간, 마을을 통과하는 구간 또는 산지의 경사면을 통과하는 구간, 기타(환경용수 확보를 통해 연중 물이 흐르는 지구) 등 여러 경우를 생각할 수 있다.

(가) 하천변 또는 경지를 통과하는 구간

㉮ 수로와 연계하여 사적지, 문화유적지 또는 나대지 등이 있고, 영농 활동에 지장을 주지 않는 범위 내에서 주민들의 의견을 청취하여 쉼터(소공원 등)를 계획할 수 있다.

㉯ 조절지 또는 팜폰드를 계획하여 영농편의를 제공하고 비오톱을 형성하여 낙수기에 수서생물의 피난처를 제공하고 논과 수로, 수로와 늪지(조절지)를 연결하는 생태환경의 조성을 검토할 수 있다.

(나) 마을을 통과하는 구간

㉮ 마을종합정비계획을 검토하고 그 일환으로 수로계획을 수립하며 특히 수로의 다각적인 이용방안을 검토하고 주민의견을 청취하여 계획수립에 반영할 수 있다.

· 수로의 다각적 이용방안과 경관형성에 특히 유의하여 계획을 수립한다.(수변공원, 쉼터, 산책로, 정자 등)

· 안전에 유의하여 그에 대한 대책을 계획한다.

· 경관을 고려한 수로 구조물을 계획한다.

(다) 산지의 경사면을 통과하는 구간

㉮ 이 구간에서 특히 고려해야 할 사항은 수로의 안전성이다. 따라서 이 구간은 수로의 안전과 유지관리를 고려하여 콘크리트 개거, 암거, 관수로 등으로 계획한다.

㉯ 콘크리트 개거로 계획할 때에는 개거에 들어간 양서류, 작은 동물 등이 빠져나올 수 있는 탈출로 등을 계획한다. 작은 동물들이 자주 이동하는 곳에는 이런 동물들이 빠지지 않고 이동할 수 있도록 암거 또는 덮개를 갖춘 콘크리트 개거 등으로 계획한다.

㉰ 수로 설치로 인하여 단절되는 생태환경에 대한 대책을 수립한다(동물의 이동통로로서 생태다리를 계획하고 이에 대한 안전대책과 유도로 등).

㉱ 수로설치로 인한 절·성토면의 보호와 나지의 경관복구에 대한 계획을 수립한다.

(라) 기타 (환경용수 확보를 통해 연중 물이 흐르는 지구)

㉮ 생태계의 보전을 위하여 물 흐름의 연속성을 유지하도록 계획한다.

㉯ 지형여건과 수로의 수리안정성 등을 고려하여 설치하는 낙차공은 완만한 기울기의 전단면 어도구조(계단공 등)로 하여 어류 등의 생물이동이 가능하도록 배려한다.

② 용수지선 및 지거

가. 용수로 마을 계획할 때는 수로의 형식과 구조에 있어 먼저 관수로 및 암거화 에 의한 수로망으로 계획하는 것을 검토한다.

나. 용수지선을 관수로 또는 암거화로 하지 않고 개수로로 할 경우에는 수로 단 면의 형식은 수리적, 구조적 안정성과 수로의 기능성, 물관리의 생력화 등을 고려한 구조형식으로 한다.

다. 용수지선을 환경친화적으로 계획할 시에는 병행하는 농로의 길섭이나 수로 둑을 이용하여 꽃나무, 정원수, 과일나무 등을 심어 비오톱을 연결하는 녹지 선의 구축을 검토하고, 콘크리트 수로 안에 들어갔던 동물이 빠져나올 수 있 도록 탈출로는 검토한다.

라. 용수지거를 관수로 또는 암거가 아닌 개수로로 계획할 경우에는 물관리 생 력화를 고려하여 생태계의 영향을 최소로 하는 구조물 형식으로 계획한다.

(3) 배수로 계획

① 배수로의 경우 그 특성에 따라 단순 농경지 배수뿐만 아니라 집단 거주지의 생활하수까지를 배제하는 시설로 용수로와 차별되고 있다.

가. 배수간선

(가) 하천변 또는 경지를 통과하는 구간 및 마을을 통과하는 구간

㉮ 세부 정비방안은 용수로와 유사하며, 배수로 구간의 특성을 파악하고 그 특성에 따라 각 구간에 맞는 단면형상, 구조, 경관조성, 이용계획 등을 수립토록 고려한다.

(나) 다른 수계와 연결구간

㉮ 배수로 종점부에서 다른 수계와 구조물 없이 직접 연계(낙차 유무)되는 구간과 배수문, 배수장, 배수갑문을 통해 연계되는 구간으로 구분하여 각 특성에 맞는 정비계획을 고려한다.

㉯ 상시 흐름이 유지되어 수생 생태계가 양호한 지역의 경우에는 이에 대한 대책을 수립한다 (어도 등).

나. 배수지선

(가) 생태.환경적인 측면에서 볼 때 하천의 생태계가 배수로를 거슬러 올라와 배수지선으로 연결된다고 할 수 있으므로 생태 환경을 고려한 단면으로 계획한다. 그러나 배수지선부터는 치수 목적 및 기능 수로이므로 이를 소홀히 할 수도 없다. 그러므로 수로 바닥을 흙으로 하고 가능한 한 갈수기에도 바닥에 물이 있도록 하는 것이 좋다. 또한 계획수위까지는 호안을 하되 콘크리트가 아닌 환경친화적인 재료를 사용토록 계획수위 높이에 소단을 두는 등 이상 수위에 대비토록 계획한다.

(나) 배수지선의 종점과 배수로가 만나는 지점에서는 가급적 단차(표고차)를 가급적 없도록 계획하고, 수로 바닥의 표고차에 대한 처리는 낙차가 급류형의 구조물을 지양하고 어도 구조의 여울공 구조로 계획한다.

(4) 환경친화적 물꼬

① 흄관에서 콘크리트 수로에 폭포와 같이 떨어지는 접속 형태에서는 양서류의 이동이 불가능

하다.

② 수로사면을 경사진 구조물을 설치하여 소규모 어도로서의 기능을 가지게 하는 것이 바람직하다.

1.15.2.4 정비계획의 수립

(1) 대상 수로의 정비과제 및 구간별 정비목적을 설정하여 그에 맞게 정비계획을 수립하고, 동일 정비구간 내에서도 필요할 경우 세부 구간을 설정하여 정비계획을 수립할 수 있다.

1.15.2.5 유지관리 수준의 설정과 관리방안

(1) 환경친화적 시설의 유지관리는 계획내용에 따라 크게 달라질 수 있다. 당초 훌륭한 환경시설을 시공하였다 하더라도 유지관리가 적절히 시행되지 않는다면 기대한 효과를 발휘할 수 없게 된다. 또한 설치 후의 시설이 기대만큼의 효과를 거두고 있는지 여부를 조사 평가하는 것도 유지관리의 중요한 내용이 될 수 있다.

(2) 환경친화적 용배수로를 계획하는 단계에서는 시설 완공후 큰 줄기의 유지관리 수준을 설정하고 이에 대응한 계획수립을 검토할 수 있다. 시설물 유지관리 수준은 누가 어떻게 어떠한 수단을 이용하여 가장 최적의 관리방법을 찾는 것이고 이때 비용의 최소화가 요구된다.

(3) 유지관리의 수준은 다음과 같은 사항을 검토할 필요가 있다.

① 누가 -- 유지관리 주체

② 어느 정도의 시간과 노력으로 -- 유지관리 내용, 일정, 빈도

③ 어느 정도의 금액으로 -- 유지관리비

(4) 이러한 사항을 검토하여 관리방안을 설정하고 그에 합당한 계획을 수립하며, 공공 근로사업과 취로사업을 활용한 시설물 유지 및 관리방안을 관련기관과 협의할 수 있다. 또한, 당해 사업지구가 농촌체험단지 및 유사시설 범위 내에 위치한 경우에는 해당 단지의 관리자에게 수리권을 제외한 유지관리 업무를 위탁하여 체험프로그램으로 활용할 수 있도록 관련기관 및 관리자(당사자)와 협의할 수 있다.

1.15.3 종단계획

(1) 수로의 종단계획은 연속성이 유지되도록 시설물을 계획한다. 팜폰드, 조정지, 유수지, 저류지 등 수생생물의 서식처 제공을 위한 시설물을 계획한다.

① 친환경 수로정비지구에서는 수리·수문학적 분석을 통해 수로단면의 다양화를 고려할 수 있다.

② 수로의 연속성을 유지할 필요가 있는 지구에서는 일정 흐름이 지속될 수 있는 용수량(환경용수, 하천유지수, 관광용수 등) 확보를 계획할 수 있다.

③ 용배수로 특정 구간에 팜폰드, 조정지, 유수지, 저류지라고 할 수 있는 넓은 수로단면의 계획을 검토한다.

④ 용수여건이 가능하다면 비관개기에도 일정량의 물흐름이 유지되도록 계획한다. 낙수기에

어류 등의 피난처로서 팜폰드 등을 검토하고 양서류의 탈출로 등을 계획한다.

2. 조사 및 계획

· 내용 없음

3. 재료

· 내용 없음

4. 설계

4.1 수리설계

4.1.1 일반사항

(1) 수로의 수리설계는 원칙적으로 설계유량을 기준으로 한다. 그리고 최다유량과 기타 위험스러운 조건을 발생시키는 유량에 대해서는 자세히 검토해야 한다. 또한 수로설계는 수로조직 내 각 시설의 수리학적 및 구조적인 일관성이 있도록 해야 한다.

4.1.1.1 수로의 수리설계

(1) 수로의 수리설계는 설계유량을 대상으로 설계수위가 확보되도록 설계한다. 또 수로조직 내의 각 시설의 설계에서는 그 수로시설이 소기의 목적과 기능을 충분히 발휘할 수 있도록 설계유량 이외의 유량에 대해서도 검토해야 한다.

(2) 설계유량 이외의 유량으로서 용수로에서는 최다빈도유량 및 최소유량, 배수로에서는 저수호안(低水護岸) 등을 검토하기 위한 유량 및 기타 중요시설에 지장을 준다고 생각되는 유량 등이 있고 각각 다음과 같은 검토를 하는 경우에 사용한다.

(3) 용수로

① 최다빈도유량

가. 수로시설에서 최소허용유속을 검토하는 경우에는 최다빈도유량을 사용하여 유황을 확인한다.

② 최소유량

나. 통수량이 감소했을 때의 분수공 및 그에 부속된 수위조절시설 등의 기능을 확인하는 경우에는 최소유량을 사용한다.

(4) 배수로

① 저수호안 등을 검토하기 위한 유량 배수로에 저수호안을 설치하는 경우에는 당해 수로의 유속, 토질, 유황의 발생빈도 등을 검토하여 결정할 필요가 있으나, 일반적으로는 1년 또는

2년 확률유량이 많이 사용된다. 유량 등에 의해 구해진 수위를 사용하여 호안높이를 결정하는 것에 의하여 배수로의 구조설계 등을 한다. 이 유량은 낙차공의 기능을 검토하는데도 사용한다. 또한 배수로에서의 최소허용유속을 검토함에 있어서도 이 저수호안 등을 검토하기 위한 유량이 많이 사용되고 있다.

② 기타 중요시설에 지장을 준다고 생각되는 유량 수로단면을 만수하여 흐르는 유량 등으로 그 시설의 규모에서 볼 때 상당한 피해가 예상되는 경우, 수로의 유황 능력을 확인함과 동시에 시설의 구조, 배치 등 그 대책방법을 검토하는 경우에 사용된다.

4.1.1.2 수로설계의 일관성

(1) 수로설계에서 수리학적인 일관성의 확보는 본 계획설계기준이 기본적으로 고려해야 할 사항의 하나이다. 그러나 여기서 말하는 일관성이란 단순 획일적인 통일을 뜻하는 것이 아니고 통일적인 기능성, 안전성 및 경제성 확보의 관점에서 일관된 기술적 판단을 뜻한다.

4.1.2 평균유속 및 등류계산

(1) 수로단면의 치수는 원칙적으로 설계유량에 대해 평균유속공식을 사용하여 구한다. 개수로의 등류계산을 위한 평균유속공식으로는 Manning공식이 많이 사용되고 있으며, 관수로에서는 일반적으로 Hazen-Williams공식에 의하여 평균유속을 계산한다.

4.1.2.1 평균유속

(1) 개수로의 평균유속공식

① 개수로의 평균유속은 일반적으로 Manning 공식에 의하여 계산한다.

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} I^{1/2} \qquad (4.1\text{-}1)$$

여기서, V: 평균유속 (m/s), n : 조도계수, R: 경심(동수반경) (m), I : 동수경사

(2) 조도계수

① 조도계수의 결정

가. Manning 공식의 적부는 조도계수의 결정이 적절한가의 여부에 달려있다. 따라서 이를 결정하는데 있어서는 표면조도, 초생수로의 불규칙성, 수로의 만곡, 단면형상, 유속, 경심, 침전과 세굴, 부유물질 등 여러 가지 요인에 따라 변화하기 때문에 신중히 고려할 필요가 있다. 유속이 매우 느리거나 경심이 극히 작은 경우에는 조도계수의 값이 크게 되는 경향이 있으나 설계에서는 일반적으로 표준값을 사용한다.

② 합성조도계수의 계산

가. 윤변의 조도가 부분적으로 서로 다른 수로단면에 Manning 공식을 적용하는 경우에는 전체 윤변에 대한 합성조도계수를 구하여 전단면의 평균유속을 계산한다.

4.1.2.2 등류계산

(1) 유량의 계산

① 개수로의 흐름에 있어서 수심, 유속, 유수단면적, 유량 등 흐름의 특성이 수로구간의 모든 단면에서 시간적으로나 장소적으로 항상 일정한 흐름을 등류라고 하며, 등류로 흐르는 수로내의 유량은 다음 식에 의하여 계산한다.

$$Q = A\,V \qquad (4.1\text{-}2)$$

여기서, Q: 유량 (㎥/s), A: 다면적 (㎡), V: 평균유속(m/s)

② 배수로 및 자연하천 등에서 고수부지의 수심이 얕은 복합단면수로에서는 전술한 합성조도계수에 의해 평균유속을 산출하여 유량을 계산하는 것은 부적당하며, 유수단면적을 구분해서 계산하는 것이 합리적인 경우가 많다. 유량계산 구분의 경계면은 윤변으로 취급하지 않는다.

(2) 등류수심의 계산

① 수로의 유량, 수로바닥기울기, 조도계수, 단면형상을 표시하는 여러 가지 수치가 주어지는 경우에는 등류수심을 Manning의 평균유속공식에 의하여 계산하지 않고 직접 계산법에 의하여 간편하게 구할 수 있다.

4.1.3 손실수두

(1) 수로 내에서의 유수는 흐름중 내부마찰이나 벽면 또는 장애물로 인한 외부마찰 외에도 유입, 유출, 단면변화, 형상변화, 기타 각종 수로구조물에 의해서 에너지 손실이 발생하며 이에 따라 수두가 감소한다. 따라서 수로의 수리설계에서는 이러한 손실수두를 고려해야 한다.

4.1.4 허용유속

(1) 수로의 유속은 토사가 퇴적되지 않고 수로에 수중식물이 자라지 못하는 최소유속과 수로단면을 구성하는 재료가 유수에 의해 침식을 일으키지 않으며 수리학적으로 흐름이 불안정한 상태가 발생하지 않는 최대유속의 범위 내에 있어야한다.

(2) 수로와 수리구조물의 단면을 결정할 경우, 최소 및 최대허용유속을 결정하는 것이 매우 중요하므로 양자를 고려하여 수로의 기능, 구조 등에 적합한 설계유속을 결정해야 한다.

4.1.4.1 최소허용유속

(1) 최소허용유속을 제약하는 요소는 매우 불명확하여 정확한 값을 쉽게 결정한다는 것은 간단하지 않다. 일반적으로 실트(silt) 및 그 보다 큰 입경의 부유토사가 적은 경우에는 0.45~0.90m/s의 평균유속이 있으면 부유토사의 퇴적을 일으키지 않고, 또 유수를 현저하게 방해하는 식물의 생육도 평균유속이 0.7 m/s 이상이면 방지할 수 있다.

(2) 사이펀(잠관), 암거 및 터널 등에서 토사가 퇴적되면 이를 배제하는 유지관리가 곤란하기 때

문에 적어도 인접한 개수로에서의 유속보다 빠르게 해야 한다. 보통 표준으로 하는 유속비는 다음의 값을 취하는 경우가 많다.

(3) 사이펀: 개수로 유속의 1.5배 이상 암거 및 터널: 개수로 유속의 1.3배 이상 배수로의 경우는 흘러내리는 유량의 변동범위가 넓기 때문에 최소유속의 결정은 더욱 어렵다. 설계유량에 관해서는 물론 적은 유량에 대해서도 최소허용유속 이상의 유속이 얻어질 수 있게 수로의 제원을 결정해야 한다.

4.1.4.2 최대허용유속

(1) 최대허용유속은 일반적으로 라이닝을 한 수로에서는 크게 문제가 되지 않지만, 흙수로 또는 흙 라이닝 수로, 매설막 라이닝 수로 등에서는 특히 내면의 침식이 큰 문제가 된다. 이 유속은 수로를 형성하고 있는 재료에 따라 현저하게 다르며 확정적이지 않기 때문에 경험과 다른 사례로부터 판단해야 하는데 수로와 수로구조물의 내면이 갖는 재질에 따라 대략 아래의 <표 4.1.-1>에 있는 값이 제한치로 되어 있다.

<표 4.1.-1> 최대허용평균유속

종 류	유 속(m/s)	종 류	유 속
사질토	0.45	두꺼운 콘크리트 (18cm 정도)	3.00
사질롬	0.60	얇은 콘크리트 (10cm 정도)	1.50
롬	0.70	아스팔트	1.00
점질롬	0.90	호박돌메쌓기 (뒷길이 30cm미만)	1.50
점토	1.00	호박돌메쌓기 (뒷길이 30cm 미만)	2.00
사질점토	1.20	호박돌찰쌓기	2.50
연암	2.00	철근콘크리트관	3.00
중경암	2.50	철근콘크리트 제품	3.00
경암	3.00	강철관	5.00
		염화비닐	5.00

용수로에 설치하는 방수로, 수로 물넘이 등 일시적으로 물이 흐르는 구조물내의 최대허용유속은 <표 4.1.-1> 최대허용평균유속 값의 1.5배까지로 한다. 또 급류공, 급경사 배수로 등에서 해당 시설에 바닥보호공 및 콘크리트의 두께를 크게 하거나 철근 등으로 보강하는 경우에는 유속을 제한하지 않아도 된다.

4.1.4.3 유속결정시 유의사항

(1) 개수로에 대한 설계유속을 결정할 때는 수로의 수리학적 상태에 관하여 고려해야 한다. 특히 한계상태에 가까운 흐름에서는 본질적으로 수면이 불안정하게 되기 쉬우며 일단 파가 발생하면 이것이 소멸되기 어렵고 수로의 기능 저하를 초래하는 경우가 있다.

(2) 그러므로 개수로의 설계유속을 결정하는데 있어서는 한계상태에 가까운 흐름을 피하는 것이

바람직하다. 따라서 유속을 한계유속의 2/3 (Froude 수: 0.54) 정도 이하로 되게 하면 일단 안정된 수면이 기대된다. 또한 유속이 빠른 만곡부에서는 수면이 한쪽으로 치우치게 되어 분수공, 양수시설, 낙차공 등 구조물의 정상적인 기능을 방해하는 경우가 있으므로 설계유속을 결정하는데 있어서는 충분한 주의가 필요하다.

4.1.5 수로의 여유고

(1) 수로의 설계 시에는 수리상 안전을 확보하기 위하여 계획최대유량에 대응하는 설계수면 위에 여유고를 가산해서 통수허용단면을 결정해야 한다.

4.1.5.1 여유고의 정의

(1) 여유고라 함은 계획최대유량에 대한 수면으로부터 ① 라이닝수로에서는 라이닝 정상부까지, ② 플륨형 수로에서는 플륨 정상부까지, ③ 터널 및 암거 단면에서는 정상면까지, ④ 굴착수로에서는 양안 토공높이까지의 높이를 말한다. 여유고는 원칙적으로 수로 조도계수의 변동에 대한 여유, 유속수두의 정수두 변환 가능성에 대한 여유, 수면동요에 대한 여유 등을 가산해서 결정한다.

4.1.5.2 여유고 결정을 위한 요인

(1) 조도계수

① 실측결과에 의하면 수로표면의 조도계수는 수로의 시공이나 배치에 따라 상당한 폭의 변동이 생긴다. 가능성 있는 변동에 대해서 전량을 여유고의 요인으로 보고 계산하면 안전하겠지만, 발생의 가능성과 변동폭 등의 불확실성 때문에 콘크리트 라이닝에 대해서는 조도계수 n = 0.001 정도의 변동을 가산한 실례도 있다. 조도에 따라 필요한 여유고는 수로의 재료, 단면형 등에 따라 다르지만 콘크리트 수로의 경우는 수심의 5~7 % 정도로 하는 것이 통례이다.

(2) 속도수두

① 수로를 흘러내리는 흐름은 운동상태에 있기 때문에 항상 속도수두를 가지고 있으며 이 수두는 정수두로 변해서 수면을 상승시킬 가능성이 있다.

(3) 수면동요

① 수로내의 흐름은 수문, 낙차공, 급류공, 펌프장 등의 수로구조물이나 바람 등에 의해 파동을 일으키고 수면을 동요시키게 된다.

② 수면동요의 정도는 ① 수로내의 구조물 배치, ② 풍향과 수로 방향과의 관계, ③ 폭, ④ 수심 등에 따라 변하지만 보통 10~30cm 정도이며, 수로의 상황에 맞추어 반파고인 5~15cm를 수면동요에 대한 여유고로 덧붙인다.

(4) 유량비율에 의한 수로의 여유고

① 여유고는 수로가 예측할 수 없는 사태에 대응하기 위한 것으로 여유고의 부분을 포함하여 흐를 수 있는 유량에 의해서도 그 대소가 판단된다. 여유고를 포함한 단면으로서의 통수가

능량과 설계유량과의 비는 (통수가능량)/(설계유량) = 1.25~1.35 정도로 하고 적어도 1.2 이하로 내려가지 않게 한다.

4.1.5.3 여유고 결정을 위한 착안점

(1) 전술한 요인에 의하여 수로의 여유고를 판단하지만 담당기술자는 각 현지조건에 대하여 검토하고 현지에 적합하도록 수정할 필요가 있다.

① 규모 및 중요성

가. 여유고를 결정함에 있어서는 수로의 규모 및 중요성에 대하여 우선 고려해야 한다.

나. 넓은 지역에 관개하는 간선수로와 한정된 관개면적만 갖는 지선, 분선 또는 지거수로와를 동격으로 취급하는 것은 불합리하므로 수로의 규모를 고려하여 여유고를 결정하는 것이 바람직하며, 또한 인가에 가까운 성토수로와 산간부 수로의 여유고도 어느 정도 차이를 둘 수 있다.

② 공 종

가. 수로는 통수시설의 공종이나 수로의 단면형에 따라 예측할 수 없는 사태에 대한 적응성이 다르다. 터널이나 암거 등은 어느 한계를 넘으면 수두의 증가와 통수능력 증가의 관계가 변화한다. 따라서 여유고의 결정에 있어서는 수로의 공종이나 수리특성에 대해서도 고려해야 한다.

③ 구조물의 배치와 수로의 만곡

가. 수로내의 어떤 종류의 구조물과 수로의 만곡부는 배수현상(背水現象)을 일으키거나 파동의 원인이 된다. 이 때문에 여유고를 결정함에 있어서 이와 같은 관계를 고려하여 수로에 따라서는 표준치 이상의 여유고로 설계하는 것이 필요한 경우도 있다.

④ 홍수의 유입

가. 원칙적으로는 홍수를 수로에 유입시키지 않는 것이 바람직하지만 할 수 없이 유역으로부터 홍수류를 유입시켜야 하는 경우 또는 수로부지에 강하하여 유입하는 우수에 대해서는 그 수량도 고려하여 여유고를 결정해야 한다. 이 경우 중요한 수로에서는 라이닝 정상부까지 10cm 정도의 여유가 있는 것이 바람직하다.

⑤ 관 리

가. 유량의 변화 가능성, 분수공 및 물넘이의 구조와 관리상황에 따라서 예상 이상의 유량이 수로를 흐르는 경우가 있으므로, 이와 같은 수로의 경우에는 취입구 부근의 여유고를 결정할 때 이러한 요소들도 고려해야 한다.

4.1.5.4 여유고의 결정방법

(1) 흙수로 및 라이닝 수로

① 흙수로 및 라이닝 수로의 여유고는 원칙적으로 아래 식에 의하여 계산한다.

$$F_b = 0.05d + \beta \cdot \quad h_v + h_w \qquad (4.1\text{-}3)$$

여기서, Fb: 여유고 (m) d: 설계유량에 대한 수심 (m),
hv: 속도수두 (m), hw: 수면동요에 대한 여유 (m),
β: 속도수두의 정수두 변환계수 (β = 0.5~1.0)

(2) 옹벽형 수로 (플륨, 옹벽수로, 직사각형 암거, 기성품 수로 등)

① 옹벽형 수로의 여유고는 원칙적으로 아래식에 의하여 구한다.

$$F_b = 0.07d + \beta \cdot \quad h_v + h_w \qquad (4.1\text{-}4)$$

여기서, Fb: 여유고 (m) d: 설계유량에 대한 수심 (m),
hv: 속도수두 (m) hw: 수면동요에 대한 여유 (m),
β: 속도수두의 정수두 변환계수 (β = 0.5~1.0)

(3) 터널 및 암거

① 터널과 암거(직사각형 암거의 경우는 플륨에 준함)의 여유고는 원칙적으로 다음 가. 나. 중에서 큰 쪽을 택하여 단면의 크기를 결정한다.

가. 설계유량에 대한 경우

$$d1/D1=0.80\sim0.83 \qquad (4.1\text{-}5)$$

여기서, d 1: 설계유량에 대한 수심 (m) D 1: 높이 (m)
단, (D1-d1) $\geq$ 0.3 (m)

나. 홍수를 유입시키는 경우

$$d2/D2=0.90\sim0.93 \qquad (4.1\text{-}6)$$

여기서, d 2: 홍수를 가산한 유량에 대한 수심 (m) D 2: 높이 (m)

(가) 이상은 일반적인 경우이고 최소시공단면의 터널, 부등류의 터널 및 암거의 여유고는 상기한 값보다 크게 할 수 있다. 또한 도수터널과 같이 도중에서 홍수의 유입이 없는 경우 ① 유량의 변화가 없고, ② 급한 만곡이 없으며 흐름이 난류가 아니고, ③ 조도계수의 추정이 정확하며 악화될 염려가 없는 경우 등의 조건에서는 d/D = 0.90 정도로 할 수 있다.

(나) 일반적으로 원형 또는 표준말굽형 단면의 수로에서는 d/D = 0.80 부근에서 최대유속을 나타내고 d/D = 0.90~0.93 부근에서 최대유량이 되기 때문이다.

(4) 급류수로

① 흐름이 사류인 직사각형단면 급경사수로의 여유고는 일반적으로 아래식에 의하여 계산한다.

$$F_b = 0.6 + 0.037\,V \cdot \quad h^{1/3} \qquad (4.1\text{-}7)$$

여기서, Fb: 여유고 (m) V: 유속 (m/s) h: 수심 (m)

(5) 수로교

① 원칙적으로 직사각형단면의 경우는 옹벽형 수로, 원형단면의 경우는 터널 및 암거에 준한다. 다만, 짧은 수로교인 경우 연결되는 구조물과 같은 여유고를 사용할 수 있다.

4.1.6 부등류

(1) 개수로의 흐름에서 수심, 유속, 유수단면적, 유량 등 흐름의 특성이 시간적으로는 변하지 않지만 장소에 따라서 변하는 흐름을 부등류라고 한다. 수로 내에서 수로단면의 변화, 웨어의 높임, 저하배수 등으로 인하여 흐름의 단면이 균일하게 되지 않는 구간의 유황은 부등류의 계산에 의하여 해석한다.

4.1.7 부정류

(1) 개수로의 흐름에서 수심, 유속, 유수단면적, 유량 등 흐름의 특성이 시간적으로 변화하는 흐름을 부정류라고 하며, 수심 및 유속 등의 시간적 변화가 수로의 흐름에 크게 영향을 주는 경우에는 부정류의 계산에 의하여 유황을 해석한다.

4.2 구조설계

4.2.1 일반사항

(1) 수로의 구조설계에서는 구조물이 받는 하중, 지반의 역학적 성질, 기상조건 등에 대응하는 시공조건 및 경제성 등을 고려하여 구조물의 형식, 설계수치 및 구조세목 등을 결정해야 한다.

(2) 수로의 구조설계를 함에 있어서는 본 기준 외에 「한국산업규격」, 「KDS 14 00 00구조기준」, 「KDS 24 00 00 교량설계기준」, 기타 필요한 규정 등을 참고한다.

4.2.2 하중

(1) 구조물의 설계에서 고려해야 할 하중은 그 구조물의 중요도, 형식, 사용재료, 설치장소, 시공방법, 자연조건 등에 따라서 정해지며, 자중, 수압, 토압, 부력 또는 양압력, 자동차하중 및 충격하중, 군집하중, 궤도하중, 지진하중, 풍하중, 설하중,시공시 하중, 온도변화, 동상압 등 필요한 하중을 고려한다.

4.2.3 기초반력

(1) 기초지반의 반력은 지반과 구조물을 탄성체로 보고 해석해야 되지만 편의상 구조물에 뒤틀림이 생기지 않는다는 가정 하에서 계산한다.

4.2.4 개수로의 작용하는 하중

(1) 개수로의 구조계산에서 고려해야 할 하중은 일반적으로 자중, 내수압, 외수압, 부력 또는 양압력, 토압, 자동차하중, 충격하중, 군집하중, 지반반력 등이며, 중요한 구조물에서는 지진하중과 기타 하중을 고려해야 할 경우도 있다.

4.2.5 매설구조물에 작용하는 하중

(1) 매설구조물의 구조계산에서는 지상의 재하조건, 토질, 지하수상황, 시공조건 등을 잘 파악하여 구조물에 대한 하중의 크기와 분포상태를 구하고, 구조물의 부재에 최대응력이 작용하는 하중조건에 의하여 부재의 소요강도를 결정한다.

(2) 자세한 설계기준은 KDS 11 00 00 지반 설계기준 및 KDS 14 00 00 구조 설계기준을 참고한다.

4.2.6 무근 및 철근콘크리트

(1) 무근 및 철근콘크리트의 구조설계는 원칙적으로 KDS 14 00 00 구조 설계기준에 따른다.

4.2.7 토공구조물

(1) 성토나 지반의 굴착에 의해서 축조된 흙수로 및 라이닝 수로 등의 토공구조물에 대해서는 수로의 기능을 유지하기 위하여 침하, 사면붕괴 등에 대해서 충분히 안전하도록 검토해야 한다.

(2) 자세한 설계기준은 KDS 11 00 00 지반 설계기준 및 KDS 14 00 00 구조 설계기준을 참고한다.

4.2.8 연약지반

(1) 토질이 연약지반인 경우에는 지반의 침하, 변형, 파괴 등에 대해 검토하고 수로에 악영향을 끼칠 것으로 판단될 때에는 적절한 대책공법을 강구해야 한다.

(2) 자세한 설계기준은 KDS 11 00 00 지반 설계기준을 참고한다.

집필위원	분야	성명	소속	직급
	관개배수	김선주	한국농공학회	교수
	농업환경	박종화	한국농공학회	교수
	토질공학	유 찬	한국농공학회	교수
	구조재료	박찬기	한국농공학회	교수
	수자원정보	권형중	한국농공학회	책임연구원

자문위원	분야	성명	소속
	농촌계획	손재권	전북대학교
	수자원공학	윤광식	전남대학교
	지역계획	김기성	강원대학교
	수자원공학	노재경	충남대학교
	농지공학	최경숙	경북대학교
	관개배수	최진용	서울대학교

건설기준위원회	분야	성명	소속
	총괄	한준희	농림축산식품부
	농업용댐	오수훈	한국농어촌공사
	농지관개	박재수	농림축산식품부
	농지배수	송창섭	충북대학교
	용배수로	정민철	한국농어촌공사
	농도	조재홍	한국농어촌공사 본사
	개간	백원진	전남대학교
	농지관개	이현우	경북대학교
	농지배수	남상운	충남대학교
	취입보	김선주	건국대학교
	양배수장	정상옥	경북대학교
	경지정리	유 찬	경상대학교
	농업용관수로	박태선	한국농어촌공사 본사
	농업용댐	손재권	전북대학교
	농지배수	김정호	다산컨설턴트
	농지보전	박종화	충북대학교
	농업용댐	김성준	건국대학교
	해면간척	박찬기	공주대학교
	농업수질및환경	이희억	한국농어촌공사 본사
	취입보	박진현	한국농어촌공사 본사

중앙건설기술심의위원회	성명	소속
	이태옥	평화엔지니어링
	성배경	건설교통신기술협회
	김영환	한국시설안전공단
	김영근	건화
	조의섭	동부엔지니어링
	김영숙	국민대학교
	이상덕	아주대학교

농림축산식품부	성명	소속	직책
	한준희	농업기반과	과장
	박재수	농업기반과	서기관

설계기준
KDS 67 20 10 : 2018

용배수로 설계 기본사항

2018년 04월 24일 발행

농림축산식품부

관련단체 한국농어촌공사
58217 전라남도 나주시 그린로 20(빛가람동 358) 한국농어촌공사
☎ 061-338-5114 E-mail : webmaster@ekr.or.kr
http://www.ekr.or.kr

(작성기관) 한국농공학회
06130 서울시 강남구 테헤란로 7길 22(역삼동 365-4) 과학기술회관 본관 205호
☎ 02-562-3627 E-mail : j6348h@hanmail.net
http://www.ksae.re.kr

국가건설기준센터
10223 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283(대화동)
☎ 031-910-0444 E-mail : kcsc@kict.re.kr
http://www.kcsc.re.kr

※ 이 책의 내용을 무단전재하거나 복제할 경우 저작권법의 규제를 받게 됩니다.

KDS 67 20 20 : 2018

용배수로 시설 설계

2018년 04월 24일 제정
http://www.kcsc.re.kr

농림축산식품부



건설기준 코드 제·개정에 따른 경과 조치

이 코드는 발간 시점부터 이미 시행 중에 있는 설계용역이나 건설공사에 대하여 발주기관의 장이 필요하다고 인정하는 경우 종전에 적용하고 있는 기준을 그대로 사용할 수 있습니다.

건설기준 코드 제·개정 연혁

- 이 기준은 KDS 67 20 20 : 2018 으로 2018년 04월에 제정하였다.
- 이 기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 건설기준 간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.
- 이 기준의 제·개정 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요사항	제·개정 (년. 월)
농지개량사업 계획설계기준 수로공편	• 농지개량사업 계획설계기준 수로공편 제정	제정 (1974. 12)
농지개량사업 계획설계기준 수로터널편	• 농지개량사업 계획설계기준 수로터널편 제정	제정 (1977. 12)
농지개량사업 계획설계기준 수로공편	• 농지개량사업 계획설계기준 수로공편 개정	개정 (1988. 12)
농업생산기반정비사업 계획설계기준 수로터널편	• 농업생산기반정비사업 계획설계기준 수로터널편 제정	개정 (1998. 12)
농업생산기반정비사업 계획설계기준 수로공편	• 농업생산기반정비사업 계획설계기준 수로공편 개정	개정 (2004. 12)
KDS 67 20 20 : 2018	• 국토교통부 고시 제2013-640호의 “건설공사기준 코드체계” 전환에 따른 건설기준을 코드로 정비 (농업생산기반정비사업 계획설계기준 수로공편 및 수로터널편 합본) • 건설기술진흥법 제44조 및 제44조의 2에 의거하여 중앙건설심의위원회 심의· 의결	제정 (2018. 04)

제 정 : 2018년 04월 24일
개 정 : 년 월 일
심 의 : 중앙건설기술심의위원회
자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회
소관부서 : 농림축산식품부 농업기반과
관련단체(작성기관) : 한국농어촌공사(한국농공학회)

목 차

1. 일반사항 ····· 1
1.1 목적 ····· 1
1.2 적용 범위 ····· 1
1.3 참고 기준 ····· 1
1.4 용어의 정의 ····· 1
1.5 기호의 정의 ····· 1
1.6 수로시설의 구성 ····· 1
2. 조사 및 계획 ····· 2
3. 재료 ····· 2
4. 설계 ····· 2
4.1 개수로 ····· 2
4.2 터널 ····· 18
4.3 암거 ····· 25
4.4 잠관 ····· 27
4.5 낙차공 및 급류공 ····· 35
4.6 조절시설 ····· 61
4.7 분수공, 합류공 및 계측시설 ····· 83
4.8 보호시설 및 안전시설 ····· 94
4.9 관수로 ····· 98

용배수로 시설 설계

1. 일반사항

1.1 목적

(1) 수로시설은 수로조직 전체의 기능 및 경제성을 지배하는 것으로 공종선정이나 수두 배분 등의 수로조직설계에 있어 소요유량을 안전하고 경제적으로 통수할 수 있도록 수로의 이수(利水)조건이나 노선의 입지조건, 수리 · 구조상의 설계조건, 시공조건 등을 충분히 검토하여 이에 적절한 설계를 해야 한다.

1.2 적용 범위

· 내용 없음

1.3 참고 기준

· 내용 없음

1.4 용어의 정의

· 내용 없음

1.5 기호 정의

· 내용 없음

1.6 수로시설의 구성

1.6.1 통수시설

(1) 물을 송수하기 위한 수로부분을 구성하는 시설이며 개수로 및 관수로, 터널 및 암 거, 잠관 및 수로교, 낙차공 및 급류공 등이 있다.

1.6.2 분수 및 조절시설

(1) 수로의 분수 및 합류, 필요한 용수량의 조절 배분 기능, 혹은 수로의 안전성을 확 보하기 위하여 수로내의 수위, 수압, 유속, 유량을 조절하는 시설로 분수공, 양수시 설,제수공, 방수공, 물넘이, 조압시설 등이 있다.

1.6.3 보호 및 보안시설

(1) 수로시설 자체를 기능적, 구조적으로 보호 및 안전을 확보하기 위한 시설이며, 횡 단 배수구조물, 유입구조물, 배수도랑, 울타리 등이 있다.

1.6.4 관리시설

(1) 물관리 및 수로 제어시설의 유지관리를 위한 시설로 관리용 도로, 관측시설, 제어 시설, 통신시설, 제염시설, 관리건물 등이 있다.

2. 조사 및 계획

· 내용 없음

3. 재료

· 내용 없음

4. 설계

4.1 개수로

4.1.1 개수로 형식의 선정

(1) 개수로 형식선정에 있어서는 공사비가 적게 들고 큰 유량변동에도 대응할 수 있으 되 용수의 공급 및 관리에 무리가 없는 범위에서 그 형식을 채택함을 원칙으로 하 고, 그 구조의 특성에 알맞도록 안전하고 경제적인 설계를 한다.

4.1.1.1 흙수로

(1) 수로단면이 순전히 굴착 또는 흙쌓기에 의해서 성형되며 수로내면의 통수부분에 특별한 시설을 하지 않은 수로를 말한다. 이 형식의 수로는 침식방지, 침투방지를 위하여 어떠한 처리도 하지 않은 절개수로와 떼붙임 등 식생에 의하여 침식방지공 을 시행한 떼수로, 토질안정제, 자갈부설 등에 의해 침식방지 또는 침투방지를 위 해 시공한 보호수로의 형식으로 분류된다.

4.1.1.2 라이닝 수로

(1) 지반을 굴착 또는 흙쌓기를 하여 수로단면을 성형하고 통수면의 침식방지, 누수손 실의 방지, 수로단면의 축소 및 수초 등으로 인한 통수장애의 방지를 목적으로 표면을 비교적 얇은 라이닝 재료로 피복한 수로를 말한다.

(2) 지형, 토질, 지하수 등의 입지조건 외에 시공조건이 수로의 안전성에 크게 영향을 주므로 설계 및 시공은 신중을 요한다. 이 형식의 수로는 재료에 따라 시멘트, 아스팔트, 흙 등에 의해 포장한 표면라이닝 수로와 아스팔트 합성고무, 벤토나이트 등의 막을 부설하여 그 위를 자갈, 모래, 흙 등으로 피복한 매설막 라이닝 수로로 나눈다.

4.1.1.3 옹벽형 수로

(1) 수로측면이 내수압 및 배면토압을 지지하는 벽으로 형성되며 구조적으로 측벽과 저판이 일체가 된 플륨 수로, 블록이나 견치돌 등을 수로측면에 쌓은 블록쌓기 나 돌쌓기 수로, 배면토압을 지지하는 콘크리트 옹벽에 의하여 만들어진 콘크리트 옹벽수로 및 패널 등 콘크리트 공장제품으로 조립되는 조립수로가 포함된다.

4.1.2 개수로 설계의 기본사항

4.1.2.1 개수로의 단면형

(1) 개수로의 단면형을 결정할 때에는 수리구조 및 시공상 유리한 단면에 대하여 충분 히 검토하고 가장 경제적인 단면을 선정한다.

(2) 일반적으로 수리, 침투 및 구조적으로는 비교적 깊은 단면이 유리하고 안정성, 경 제성 면에서는 얕은 단면이 유리하나 이들이 원칙상에서 서로 상반되는 점은 수로 의종류, 목적, 지형 등을 고려하여 조정·결정한다.

① 수리상 유리한 단면

가. 수리상 유리한 단면은 소정의 통수단면적(A)에 대하여 윤변(P)이 최소로 되는 경 우 즉, 경심(R)이 최대가 되어 최대유속능력을 가진 수로단면이다. 또 이는 경제 적으로도 유리한 경우가 많다.

② 침투방지상 유리한 단면

가. 침투방지상 유리한 단면의 침투손실량은 표토 및 하층토 성질, 지하수의 고저 외에 경심, 수심 등에 관계된다. 침투손실량은 수심의 평방근에 비례한다고 하면 침투손실이 최소가 되는 단면에 있어서 그 수로치수사이에는 다음 관계가 성립 된다.

$$H=\sqrt{\frac{A\cdot\sin\theta}{4-3\cos\theta}}$$

$$b=4H\cdot\tan(\frac{\theta}{2})$$

상기 식을 조합하면 다음과 같다.

$$b=4\sqrt{\frac{A\cdot\sin\theta}{4-3\cos\theta}}\cdot\tan(\frac{\theta}{2})$$

여기서,

b: 수로의 저폭 (m)

H: 수심 (m)

θ: 측벽과 수평면이 이루는 각도 (°)

A: 통수단면적 (m^2)

즉, 최소침투단면의 저폭과 수심비는 수리상 유리한 단면일 경우의 2배이다.

③ 구조상 유리한 단면

가. 플륨의 경우 수로의 단면형은 저폭과 수심비가 1:1 ~ 2:1 정도의 것이 유리한 것 으로 되어 있어 많이 이용되고 있다. 이 이상의 비가 되는 경우에는 콘크리트 옹벽 또는 블록쌓기 수로 등의 수로벽이 자립하는 형식과 비교·검토하는 것이 좋다.

나. 콘크리트 옹벽 등에서 좌우안의 하중조건이 크게 다른 경우에는 수로벽 구조가 좌우안에서 달라지는 형식이 되는 수도 있다.

④ 시공상 유리한 단면

가. 굴착 심도, 성토 높이 등 지형조건이 시공상 제약조건으로 작용할 경우에는 이를 고려하여 단면을 검토하고, 주변입지 조건, 지상·지하 보상조건, 수로 구조의 시공성·경제성, 완성후 유지관리 등도 검토하여 개수로 단면형을 결정한다.

4.1.2.2 기초지반의 처리

(1) 조사에 의해 파악된 기초지반의 상태에 따라 수로구조물의 안전성을 검토하여 적정한 설계를 해야 한다. 연약한 지반이 수로의 기초에 존재하는 경우 이를 피하여 계획하는 것이 바람직하나 수로의 선형상에서 경제성, 시공성 등의 제반조건상 부득이 계획하는 경우에는 적절한 지반개량공법 또는 기초공법을 선정하여 부등침하 등에 대한 방지대책을 강구하여 설계해야 한다.

① 연약지반

가. 지반이 연약하기 때문에 침하 · 활동이 일어나는 것은 상재하중에 의한 접지압의증가, 지반의 압밀현상에 기인하는 외에 지하수의 양수나 유기물의 분해작용 등에 의한 경우도 있으므로 침하, 활동에 대한 장기적인 안전성을 검토한 후 그 처리방법을 결정해야 한다. 특히 연약지반과 그렇지 않은 지반과의 경계부근에서는 기초처리는 물론, 개수

로의 구조자체에도 주의하여 설계해야 한다.

② 팽창성 점토

가. 라이닝의 지면에 고결된 점토가 있는 경우에는 일반적으로 통수후 점토가 흡수 팽윤되고 라이닝에 과잉압력이 작용하여 부상에 의한 손상을 받을 위험성이 있 다. 또 팽윤에 의해 점토의 전단강도가 현저히 저하하여 비탈면이 활동하는 수도 있다. 이와 같이 극단적으로 건조고결한 점토를 만나는 일은 많지 않지만 대절토의 경우에 심층에 있는 점토에 대하여는 충분한 주의를 해야 한다. 팽창성 점토의 처리방법으로 라이닝을 하기에 앞서 살수하여 팽창시키는 방법과 양질재료로치환하는 방법이 있지만 어떤 경우에 있어서도 팽창성 점토의 성질을 충분히 파악하여 구조물의 안전성에 대하여 검토해야 한다.

③ 전석, 암반

가. 기초지반이 전석이나 부분적으로 암반이 형성되어 있는 경우에는 수로구조물의 하중이 이 부분에 집중함으로써 구조물에 균열 등을 일으키는 원인이 되는 경우가 많아 전석의 제거, 치환공법 등 적당한 조치를 강구하는 일이 필요하다. 또 암반이 연속되어 있는 경우 특히 압축성 지반과의 경계부근에서는 용수로의 구조, 이음매 등에 대하여 신중히 설계해야 한다.

4.1.2.3 토공

(1) 토공은 절·성토량의 평형, 흙깎기량의 유용 및 사토 등에 대한 검토를 하여 적절한 토량배분을 함과 동시에 구조물의 종류, 공사규모, 시공조건 등을 감안하여 토공계 획을 세운다.

① 흙깎기

가. 절개한 안비탈면 기울기는 지질, 흙깎기의 높이, 용출수(湧出水) 상황, 강우량, 풍화도, 균열, 성층상황, 함수량 등을 고려하여 판단하지만 일반적으로 비탈면의 기울기는 아래 <표 4.1-1>의 값을 표준으로 한다. 특히 필요한 경우에는 토질시험 등을 거쳐 안정계산에 의하여 결정한다.

나. 흙의 내부 마찰각(ϕ)과 점착력(c)을 토질시험으로 알고 있으면 비탈기울기(β)에 의해서 안정계수 N s 를 구할 수 있으며 비탈면의 안전율(F)은 다음과 같이 구할 수 있다.

$$F = \frac{N_s \cdot c}{r_t \cdot H} \qquad (4.1\text{-}1)$$

여기서, rt 는 흙의 습윤밀도(kN/㎥)이며 H는 성토고이다.

F값이 1.2 이상이면 활동이 발생하지 않고 안전하다고 생각한다.

다. 흙깎기면의 소단은 원칙적으로 흙깎기 높이 5m마다 설치하며 그 나비는 토사의 경우 0.5 ~ 1.0m를 표준으로 한다.

라. 그리고 빗물에 의하여 비탈면이 세굴 또는 붕괴의 우려가 있는 경우에는 비탈면 어깨 소단에 집 · 배수구를 설치하여 지표수처리를 할 필요가 있다.

<표 4.1-1> 흙깎기 사면 기울기

토질구분	사면높이	임시시공을 위한 사면깎기 기울기	영구노출에 대한 사면깎기 기울기
토 사	5m 이상	1:1.0	1:1.5
	0~5m		1:1.2
풍화암 (리핑암)	5m 이상	1:0.8	1:1.0
	0~5m		1:1.0
경 암 (발파암)	5m 이상	1:0.3	1:0.5
	0~5m		1:0.5

② 흙쌓기

가. 개수로의 흙쌓기 둑은 구조물의 일부가 되어 계획수위를 보전하는 역할을 가지며 동시에 관리용 도로로 이용되는 경우가 많으므로 침하, 변형 등에 대해 안전해야 한다.

나. 흙쌓기 재료는 그 우열성이 시공의 난이, 완성 후 흙쌓기의 안전성을 좌우한다. 따라서 경제적으로 가능한 범위에서 양질의 재료를 선택할 필요가 있고 수로공사에 있어서는 흙깎기를 유용하여 흙쌓기 재료로 하는 경우가 많으므로 토공계획에 있어서는 흙깎기에서 나온 재료를 어떻게 잘 이용할 것인가에 대하여 검토할 필요가 있다.

다. 흙쌓기 재료는 흙쌓기 높이, 흙쌓기 형식, 사용개소, 시공방법 등에 따라 그 적부를 결정하지만 (가) 시공기계의 주행성이 확보 될 수 있을 것, (나) 흙쌓기의 비탈면 안정에 필요한 전단강도를 가질 것, (다) 흙쌓기의 압밀침하가 완성후의 수로에 나쁜 영향을 미치지 않을 것, (라) 라이닝을 하지 않은 수로에서 누수방지 필요시는 필요한 불투수성을 확보할 것 등의 조건을 만족하는 재료를 사용하여야 한다. 흙쌓기의 비탈면기울기는 일반적으로 1:1.5를 표준으로 한다.

③ 둑마루폭

가. 통수단면 양안의 둑마루폭은 수로의 안전성의 확보는 물론, 수로의 유지관리 및 보수공사를 위해서 필요한 폭과 경제성 등을 고려하여 결정한다. 또 둑마루는 수로의 순시용, 게이트 조작용 등 관리용 도로로서의 기능을 갖도록 설계할 때도 있다. 일반적으로 지선급은 1.0m, 소규모 수로(지거급)에서는 0.5m, 부설도로가 있는 경우 4.0m이상으로 계획하고 필요한 경우 관리용 도로 4.0m를 둘 수도 있다.

나. 수로에 방책, 배수측구 등을 설치하는 경우에는 그 설치폭을 감안한 것으로 설계 해야 한다.

4.1.3 구조설계

4.1.3.1 플룸

(1) 적용개요

① 플룸은 측벽과 저판이 구조적으로 일체가 되어 토압, 수압 등의 하중을 지지하는 형식의 수로이며, 일반적으로 철근콘크리트 직사각형 단면수로로 되어 있다.

② 지형이 종단적으로 급한 경우에는 수로에 낙차공, 급류공을 설치하여 적정한 수 로 기울기가 되게 공종배치를 한다.

③ 기초기반이 연약한 경우에는 침하, 활동 등에 대한 플륨의 안전성을 검토하고 이 에 필요한 침하방지대책을 강구하여야 한다. 연약지반과 그렇지 않은 지반과의 경계부지에서는 이음매의 설계 및 시공에 대하여 충분한 주의를 하여야 한다.

가. 사용조건

(가) 일반적으로 플륨의 사용을 생각할 수 있는 것은 ㉮ 통수단면의 규모가 작은 경우, ㉯ 수로가 급경사지 또는 흙깎기 높이가 큰 곳을 통과하는 경우로서 토공량이 많을 경우, ㉰ 용수로 부지폭이 한정되어 있는 경우, ㉱ 지하수위가 높은 경우 등이다.

나. 수로단면

(가) 플륨은 가급적 직벽으로 하는 것이 바람직하다. 직사각형 단면에서 수리적으로 가장 유리한 저폭, 수심비는 2:1이지만, 현장조건에 따라서는 수리적으로 유리한 단면이 반드시 구조적, 경제적으로 우월하다고는 할 수 없으므로 플륨의 특징, 입지조건 등을 충분히 고려하여 경제성, 안전성, 시공성을 비교검토하여 단면을 결정하는 것이 바람직하다. 일반적으로 구조상 유리한 저폭, 수심비는 1:1 ~ 3:1이다.

(나) 여유고는 다음 식으로 정한다. 홍수유입시의 최소여유고는 0.1m로 한다.

$$F_b = 0.07d + h_v + (0.05 \sim 0.15) \quad (4.1\text{-}2)$$

여기서, Fb: 여유고 (m), d: 계획최대유량에 대한 수심 (m), hv: 유속수두 (m)

다. 흙쌓기

(가) 흙쌓기의 최저 높이에 대한 제한은 없지만 흙쌓기 높이가 플륨의 상단부보다 아래에 있는 경우에는 세굴방지나 플륨의 횡이동에 대한 방지대책 등을 검토해야 한다.

(나) 수로의 노선이 현지반보다 고위부를 통과하는 경우에는 월류하면 큰 재해를 일으킬 위험성이 있으므로 이를 충분히 고려하여 설계해야 한다.

(2) 구조

① 단면구조

가. 플륨의 각 부재의 두께, 철근량은 구조계획에 의하여 결정되지만 일반적으로 부재의 가정두께는 높이 또는 스팬(span)의 1/8 ~ 1/12로 한다. 소규모의 수로에서는 시공을 고려한 최소의 부재두께로 하는 경우가 많다.

나. 주어질 하중은 토압, 수압, 활하중, 자중, 기초반력 등에 대하여 고려한다. 측벽은 이들의 하중이 작용하는 경우의 외팔보로 단면 및 철근량을 산정하고 저판은 지반반력, 측벽의 고정단 모멘트 및 축방향력을 받는 보로 설계한다.

② 부상(浮上)에 대한 검토

가. 양압력에 대한 검토도 하여야 하며 양압력에 대한 안전율은 1.2를 표준으로 하고 위험

한 경우에는 부재두께를 증대시켜 자중을 증가시키거나 푸팅(footing)을 설치하여 그 위의 흙중량에 의하여 부상에 저항시키고 또는 배수공(weep hole), 언더드레인(under drain)을 설치한다. 부상에 대한 안전율은 다음 식에 의하여 구한다.

$$F_S \leq \frac{\{(T_1+T_2)H+T_3(2T_2+B)+T_4^2\}\gamma_c+P_v}{H_1\cdot\gamma_w(2T_2+B)} \qquad (4.1\text{-}3)$$

여기서, γw: 물의 단위중량 (kN/㎥) B: 수로의 내폭 (m)
H1: 수로저판 바닥으로부터 외수위까지의 높이 (m) H: 벽높이 (m)
T 1,T 2,T 3: 수로단면부재 두께 (m), T4: 헌치의 크기 (m)
γc : 플륨의 단위중량 (kN/㎥)
Pv: 토압의 벽면마찰에 의한 연직성분 (kN/m)
Fs: 안전율, 일반적으로 1.1 ~ 1.2

부상에 대한 저항을 높이기 위하여 필요한 푸팅의 폭은 다음 식에 의해 구한다.

$$T_B > \frac{F_s\cdot\gamma_w\cdot H_1(B+2T_2)-\{(T_1+T_2)H+T_3(2T_2+B)+T_4^2\}\gamma_c-P_v}{2\{T_3(\gamma_c-F_s\cdot\gamma_w)+\gamma(H+T_3-H_1)+\gamma'(H_1-T_3)\}} \qquad (4.1\text{-}4)$$

여기서, H1: 수로저판 바닥면으로부터 외수위까지의 높이 (m)
T 1,T 2,T 3: 수로단면부재의 두께 (m) T4: 헌치의 크기 (m)
TB: 푸팅의 나비 (m), γc : 플륨의 단위중량 (kN/㎥)
γ : 습윤에서 흙의 단위중량 (kN/㎥)
γ' : 수중에서의 흙의 단위중량 (kN/㎥)
γw: 물의 단위중량 (kN/㎥)
Pv: 토압의 연직성분 (kN/m)
Fs: 안전율, 일반적으로 1.1 ~ 1.2

나. 배수공(weep hole) 및 언더드레인(under drain)은 플륨의 측벽 및 저판에 작용하는 외수압을 저감시켜 수로의 부상방지를 목적으로 설치하는 것이다. 배수공 등으로부터의 누수가 원인이 되어 수로구조물의 안정을 해치는 등의 염려가 있다고 생각되는 높은 흙쌓기 구간 또는 외수를 개수로 내에 유입시킴으로써 주변에 악영향을 미치게 될 염려가 있는 수로구간에서는 그 설치에 대하여 충분한 검토를 해야 한다.

다. 배수공 및 언더드레인은 플륨의 기초지반 및 배면의 토질상황에 따라 필터재료를 적절하게 선정하여 토립자 유출을 막고 외수만을 안전하게 투과할 수 있게 선정하여야 한다. 필터재료는 자연산의 모래, 자갈과 같이 구형에 가까운 것이 좋다.

(가) 배수공에는 원칙적으로 수평 드레인을 병설한다. 투수성 지반에서는 생략할 수도 있다.

(나) 언더드레인은 종단방향의 경우 수로밑나비 5m마다 최소 1열을 설치한다.

③ 기초지반의 검토

가. 플륨의 기초지반의 지지력은 아래 식에 의해 검토한다.

$$q_{max} \le q_a$$

$$q_{max} = \frac{\{(T_1+T_2)H + T_3(2T_2+B) + T_4^2\}\,\gamma_c + B \cdot H \cdot \gamma_w + 2P_v}{B+2T_2} \qquad (4.1\text{-}5)$$

여기서, q max : 최대지반반력 (kN/㎡)
qa : 허용지반지지력 (kN/㎡)
H : 벽높이 (m) B: 수로의 내폭 (m)
γw : 물의 단위중량 (kN/㎥)
T1,T2,T3 : 수로단면부재 두께 (m)
T4 : 헌치의 크기(m)
Pv : 토압의 벽면마찰에 의한 연직성분(kN/m)

나. 지반의 허용지지력은 평판재하시험, 토질시험의 결과에 따라 구하기도 하지만 Terzaghi의 수정지지력공식을 사용하여 산정한다.

다. 단기허용지지력은 장기허용지지력의 2배를 취할 수 있다.

라. 급경사지를 통과하기 때문에 비대칭단면형상이 되는 수로에 있어서는 플륨을 포함한 전체의 활동에 대한 안전성을 검토하고 필요에 따라 그 대책을 고려한 다. 또 기초의 지지조건이 동일단면 또는 한 스팬 앞에서 서로 다른 경우에는 지지조건이 같게 되도록 적절한 처리를 해야 한다.

④ 이음매

가. 이음매는 플륨의 구조상 및 시공상 필요에 따라 설치하는 것으로 신축이음매, 수축이음매, 시공이음매가 있으며 이들 이음매는 겸용되는 경우가 많다.

나. 신축이음매는 콘크리트의 신축에 의한 균열방지를 위하여 설치하는 것으로 가 소성구조로 해야 한다. 이음매의 간격은 온도변화 및 시공성을 고려하여 일반 적으로 27m전후를 표준으로 하며 구조물의 변화점에는 반드시 설치한다. 이음매의 두께는 20mm내외이다. 구조물이 하중조건 등에 의하여 집중응력이 발생하기 쉬운 개소 또는 부등침하나 지진시에 구조물의 이동이 일어나기 쉬운 개소에는 받침대 등을 설치한다.

다. 특히 기초지반이 불안정한 경우 또는 플륨의 규모가 특히 큰 경우에는 반드시 받침대를 설치하는 것으로 한다.

라. 수축이음매는 콘크리트의 수축에 의한 불규칙적인 균열을 방지하기 위하여 설 치하는 것이며 이음매 간격은 9m 전후를 표준으로 한다. 이음매는 타설된 콘크리트와 접착되지 않게 접촉면에 유성페인트 등을 바른다. 부등침하 또는 지진시의 구조물의 이동을 방지하기 위하여 부재 두께에 따라서는 다우웰바(dowel-bar) 등을 설치한다.

마. 시공이음매는 콘크리트를 치는데 있어 시공상 필요해서 설치하는 것이며 먼저 친콘크리트와 일체가 되게 시공해야 한다. 일반적으로 타설 후는 레이탄스를 제거하고 모르타르를 까는 일을 하는 등 충분한 시공이 요구된다.

4.1.3.2 콘크리트 옹벽수로

(1) 적용개요

① 벽체가 수로저판으로부터 독립하고 그 자체가 배면으로부터의 토압, 수압 및 내수압 등에 대해 안정을 유지시키는 형식의 수로이며, 배수로 등 폭이 넓은 수로에서 채용되는 일이 많다. 이 형식은 대규모수로의 경우에 유리하다. 기초지반이 연약한경우에는 말뚝기초 등이 필요하게 되며 플륨과 비교할 때 비경제적인 경우가 있다.

② 콘크리트 옹벽수로에는 ① 중력식 옹벽수로, ② 역T형 옹벽수로 등의 형식이 있다.

③ 중력식 옹벽수로는 일반적으로 무근콘크리트 구조이며 흙막이공을 겸하는 동시에 벽 높이가 2m 정도까지의 배수로 및 용배수로 겸용수로에서 채용되는 경우가 많 다.

④ 또 반중력식의 옹벽수로는 중력식에 비하여 콘크리트의 양을 경감시키고 인장응력이 발생하는 개소는 철근으로 보강한 것인데 높이 2～3m 정도의 것이 많다.

⑤ 역T형 옹벽수로는 측벽과 저판이 강결된 구조로서 측벽과 저판이 각각 외팔보로 설계되는 수로이며 측벽이 2～5m 정도의 비교적 높은 수로 또는 교량의 하부공과 일체가 되는 수로에서 채용되는 경우가 많다.

⑥ 수로단면의 여유고는 플륨에 준하고 저폭과 수심비는 플륨에 비하여 큰 경우가 경제적이다.

(2) 구조설계

① 콘크리트 옹벽수로의 설계에서는 주어져야 할 하중을 결정하고 수로구조물의 각부를 검토한다. 구체적인 검토내용으로는 전도, 활동, 지지력에 대한 검토를 들 수 있다.

가. 전도에 대한 검토

구조물의 전도에 대한 안정조건은 다음 값을 만족시키는 것이어야 한다.

$$\left.\begin{array}{ll} \text{평상시:} & e \le \frac{L}{6} \\ \text{지진시:} & e \le \frac{L}{3} \end{array}\right] \qquad (4.1\text{-}6)$$

여기서, e : 합력의 작용선이 밑면과 만나는 점과 밑면의 중심과의 거리 (m),
L: 밑면의 길이 (m)

그러나, $e > \frac{L}{2}$이면 구조물은 전도하며, $\frac{L}{6} < e \le \frac{L}{2}$이면 전도하지 않으나 구조물의 밑면 후부에 인장응력이 생긴다.

나. 활동에 대한 검토

(가) 활동에 대한 검토는 다음 식에 의한다.

$$\left.\begin{array}{l} \frac{R_H}{\sum H} \ge F_s \\ R_H = \sum V \cdot f \end{array}\right] \qquad (4.1\text{-}7)$$

여기서, R_H: 활동저항력 (kN/m), $\sum H$: 전수평력 (kN/m),
$\sum V$: 전수직응력 (kN/m), F_s: 안전율(평상시 1.5, 지진시 1.2),
f: 밑면과 기초지반과의 마찰계수 (표 4.2.4 참조).

(나) 활동에 대한 안전율이 부족한 경우에는 돌기를 설치하는 등 활동저항을 증대 시킬 수 있는 구조로 설계하여 소정의 안전율을 확보해야 한다.

다. 기초지반의 지지력에 대한 검토

(가) 콘크리트 옹벽수로와 같이 얕은 기초에 대한 지반의 지지력은 흔히 Terzaghi의 수정지지력공식에 의해 검토한다.
자세한 내용은 KDS 11 00 00 지반 설계기준을 참고한다.

라. 이음매 및 배수공

(가) 콘크리트 옹벽수로의 이음매는 플륨의 경우와 같이 구조상 및 시공상 필요에 따라 설치하며 배수공은 수로측벽에 작용하는 외수압을 저하시키는 것을 목적 으로 설치한다. 상세한 것은 플륨을 참조한다.

4.1.3.3 콘크리트 블록쌓기 수로, 돌쌓기 수로

(1) 적용개요

① 수로호안을 콘크리트 블록, 호박돌, 견치돌 등으로 쌓아 올린 수로로 폭이 넓은 수로에서 채용하는 일이 많다. 용수로의 경우는 유속 및 수로기능상 벽은 찰쌓기, 저판은 콘크리트 타설로 하는 일이 많고 배수로에서는 메쌓기로 하는 일이 많다. 찰쌓기의 형식에서는 배면의 수압저하를 위하여 배수공 등을 설치한다. 수로의 단면형은 플륨에 준한다.

(2) 구조

① 구조설계에서는 주어질 하중을 결정하고 구조물 각부의 응력검토를 한다. 콘크리트 블록쌓기 및 돌쌓기는 구조적으로 각각의 콘크리트블록, 호박돌, 견치돌 등이 서로 맞물림으로써 그 안정을 유지한다.

② 이 형식의 안정성검토는 옹벽(블록쌓기, 돌쌓기)의 자중과 토압의 합력을 나타내는 시력선이 옹벽단면의 중앙 1/3 안에 들어가게 하는 동시에 지반의 최대반력이 지반의 허용지지력 이하가 되게 하여야 한다.

가. 전도에 대한 검토

(가) 먼저 시력선의 위치 Xh는 다음 식에 의해 구한다.

$$X_h = \frac{K_A \cdot \gamma}{6\gamma_b \cdot b \cdot \csc\theta_0} \cdot h^2 + \left\{ \frac{K_A \cdot q \dfrac{\sin\theta}{\sin(\theta + i)}}{2\gamma_b \cdot b \cdot \csc\theta_0} + \frac{\cot\theta_0}{2} \right\} \cdot h \qquad (4.1\text{-}8)$$

여기서,

X_h: 깊이 h에 있어서의 시력선의 위치 (m)

b: 블록쌓기 또는 돌쌓기에서의 뒷길이 + 뒤채움콘크리트 두께 (m)

h: 벽마루로부터의 깊이 (m)

m: 비탈면 기울기

Θ: 블록 또는 돌쌓기의 경사각(°)

$\Theta_0 = \pi - \Theta = \cot^{-1} m$

K_A: 랭킨의 주동토압계수

$$= \frac{1-\sin\phi}{1+\sin\phi}$$

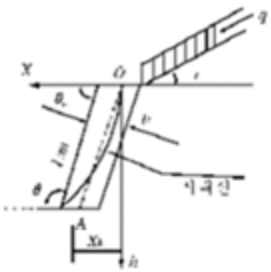
ϕ: 흙의 내부마찰각(°)

γ: 흙의 단위중량 (kN/m^3)

γ_b: 블록 또는 돌의 단위중량 (kN/m^3)

q: 상재하중 (kN/m^2)

i: 벽 배면의 흙쌓기 경사각 (°)



나. 블록쌓기 및 돌쌓기의 단면중앙 1/3의 가장 외측위치는 다음 식에 의하여 구한다.

$$X' = h \cdot \cot\Theta_0 + \frac{b \cdot \csc\Theta_0}{6} \qquad (4.1\text{-}9)$$

다. Xh=X'인 조건에서 블록쌓기 및 돌쌓기의 한계높이 ha를 구하는데 다음 식에 의한다.

$$\frac{K_A \cdot \gamma}{6\gamma_b \cdot b \cdot \csc\Theta_0} \cdot h_a^2 + \frac{K_A \cdot q \frac{\sin\Theta}{\sin(\Theta+i)} - \gamma_b \cdot b \cdot \csc\Theta_0 \cdot \cot\Theta_0}{2\gamma_b \cdot b \cdot \csc\Theta_0} h_a - \frac{b \cdot \csc\Theta_0}{6} = 0 \qquad (4.1\text{-}10)$$

② 활동에 대한 검토

가. 활동에 대한 안정을 위해서는 다음 식이 만족되어야 한다.

$$\frac{R_H}{\sum H} \geq F_s$$

$$R_H = \sum V \cdot f = b \cdot \gamma_b \cdot h \cdot \csc\Theta_0 \cdot f$$

$$\sum H = \left\{ \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot h^2 \cdot K_A + q \frac{\sin\Theta}{\sin(\Theta+i)} h \cdot K_A \right\} \sin\Theta \qquad (4.1\text{-}11)$$

여기서,

RH: 활동저항력 (kN/m) ΣH: 전수평력 (kN/m) ΣV: 전연직력 (kN/m)

f : 기초의 저면과 지반과의 마찰계수

Fs: 안전율 (평상시 1.5)

③ 기초지반의 지지력검토

가. 지지력검토는 다음 식에 의한다.

$$q_{\max} \le q_a$$

$$q_{\max} = \frac{b \cdot h \cdot \gamma_b \cdot \csc\theta_0 + \text{기초하중}}{B} \qquad (4.1\text{-}12)$$

여기서,

qa : 지반의 허용지지력 (kN/㎡) q max : 최대지반반력 (kN/㎡)

B: 기초폭 (m)

4.1.3.4 콘크리트 공장제품 및 기성제품 수로

(1) 적용개요

① 미리 규정된 설계제원에 따라 공장 등에서 제조된 구체 또는 부재를 콘크리트 재료 등으로 조립접합한 수로이다.

② 일반적으로 소규모의 수로일수록 시공성이 유리하며 경제적인 경우에 이용된다. 또 이는 거푸집 비용을 절약하고 공기를 단축시키는 이점이 있다.

가. 기성제품 수로의 종류

(가) 하중에 대하여 충분한 강도와 수밀성이 있고 수류에 대한 저항이 적고 내구ㆍ내식성이 강하고 시공이 용이한 동시에 저렴한 것이 바람직하다.

(나) 수로단면이 커서 시판규격품으로 충당할 수 없는 경우에는 설계조건 등을 만족시키는 특별주문품을 별도 제작하여 이를 사용하는 일이 있다. 이런 경우에는 현장타설 콘크리트 수로와 비교 검토해야 한다.

나. 수리설계

(가) 복잡한 수리특성을 갖지 않으므로, 수리계산은 등류로 취급하며 여유고, 저폭과 수심비는 플륨에 준한다.

(2) 구조

① 구조설계에 있어 검토할 사항은 주어질 하중을 결정하여 구조물을 검토하는 것 인데 주로 저항모멘트 및 부상에 대한 검토를 한다.

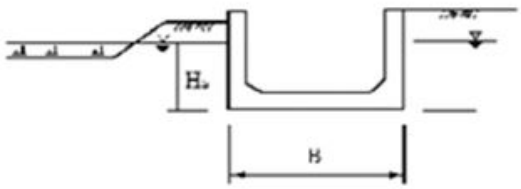
가. 저항모멘트에 대한 검토

(가) 제품이 가지는 저항모멘트와 현장조건에 의한 휨모멘트와를 비교한다. 저항모멘트의 산출에는 (가) 콘크리트의 허용압축응력, (나) 철근의 허용 인장응력, (다) 콘크리트의 휨인장강도 및 휨시험에서의 균열하중에 의하여 구하는 방법이 있다. 이들 방법에 의하여 구한 계산치중 최소의 값을 허용저항모멘트로 채용한다.

나. 부상에 대한 검토

(가) 부상에 대한 검토에 있어서는 측벽과 흙과의 마찰저항력을 고려하는 경우도 있지만 일반적으로 다음 식에 의해 검토한다.

$$F_s \le \frac{W}{B \cdot \gamma_w \cdot H_a} \qquad (4.1\text{-}13)$$



여기서, H_a : 저판밑면으로부터 외수위까지의 높이(m)

W: 수로 1m당 중량 (kN/m)

B: 수로외측폭 (m)

γw : 물의 단위중량 (kN/㎥)

Fs : 안전율(수로의 목적, 규모, 현장조건 등을 고려해서 정한다.)

(나) 부력이 구조물의 자중보다 큰 경우에는 외수위를 저하시키기 위하여 부설높이를 검토하거나 배수공 또는 언더 드레인을 설치하여 이들의 부력에 대처해야 한다. 배수로에는 줄눈 또는 이음매를 통하여 외수가 들어올 수 있게 시공하여 부력에 대처한다.

4.1.3.5 콘크리트 라이닝 수로

(1) 적용개요

① 콘크리트로 포장된 수로로 다른 재료에 의한 것 보다 침식저항력이 높고 비교적 빠른 유속에 적응하며 특히 양호하게 설계시공된 것은 조도도 작아 널리 채용되고 있다. 이 수로의 안정성은 기반의 안정에 관계되므로 라이닝두께는 필요최소한도로 하면 충분하다.

② 그러나 지하수위가 높고 용출수량이 많은 경우 또는 기반이 불량한 경우에는 구조적으로 불안정하므로 구조의 검토와 함께 다른 공법을 선정해야 한다.

가. 콘크리트 라이닝 수로의 종류

(가) 콘크리트 라이닝 수로에는 (가) 얇은 콘크리트 라이닝 수로, (나) 철근 콘크리트 라이닝 수로가 있는데, 전자는 라이닝 두께 10cm 정도로 안비탈 기울기가 느린 무근 콘크리트 라이닝을 시공한 수로이다.

(나) 설계상 유의할 점은 (가) 콘크리트 타설에 있어 슬롭폼(slope form) 방식의 경우의 라이닝 기부는 규정두께보다 두껍게 하고 저판부에 10cm 정도 돌출시키며 슬립폼(slip form) 방식의 라이닝 기부는 원호를 부치는 것이고, (나) 측벽고가 2.5m 이상인 경우에는 저판으로부터 벽 높이 1/3의 위치에 수축이음매를 설치하고 후자의 철근콘크리트 라이닝 수로는 얇은 콘크리트 라이닝 수로의 두께를 증대시켜서 최소철근량의 철근을 배치한 수로이며 얇은 수로보다 양압력에 대한 저항력의 증가, 마모에 대한 내구성의 강화, 부등침하, 온도변화 등에 의한 균열의 발생을 가급적 방지하는 형식의 수로이다. 이외에 현장타설 콘크리트 대신 패널을 사용한 것도 있다.

(다) 철근콘크리트 라이닝 수로의 시공은 일반적으로 (가) 수위조절보로부터 상류에

20m정도, 하류에 30m 정도의 구간, (나) 플륨, 터널, 암거, 잠관 등의 타 공종과의 트랜지션 접속부 8m 정도의 구간, (다) 분수공의 상하류 각각 4m 정도의 구간에 적용된다.

(라) 철근 배치에 있어서 횡단방향철근은 비탈면 라이닝부와 저판부를 연결시키는 것이지만 종방향 철근은 각 패널마다 독립시키고 연결시켜서는 안 된다.

나. 라이닝의 기반

(가) 흙쌓기부의 기반은 흙쌓기 재료와의 밀착을 꾀하기 위하여 표토를 긁어냄과 동시에 잡물을 제거하여 적정한 재료로 흙쌓기를 한다. 그리고 라이닝 수로의 일부 또는 전부가 기초지반을 굴착하여 설치되는 경우에는 그 기초지반의 적부를 판단하여 처리한다. 비탈면이 안정될 수 없는 불량한 토질의 경우에는 치환흙쌓기의 가능성을 검토한다.

다. 수로단면

(가) 저폭과 수심비는 수리특성, 경제성, 시공조건 등에 의하여 결정하지만 비교적 유량이 많은($Q \geq 3.0 m^3/s$) 경우에는 1:1, 소유량인 경우에는 1:1 ~ 1:0.5의 범위에서 적용되는 일이 많다. 수심에 비하여 폭을 넓게 하면 토공의 기계화에 시공이 용이하게 될 뿐만 아니라 비탈면을 낮춤으로써 경제적인 시공이 가능하고 안정성도 향상한다. 그러나 폭을 너무 넓게 하면 수로부지의 폭 등에서 제약을 받는 일이 있다.

(나) 조도계수의 값은 현장타설 콘크리트 라이닝의 경우 n=0.015, 줄눈이 평활한 콘크리트 블록에서 n=0.016, 줄눈이 부정합(不整合)한 경우 n=0.017이 표준이다.
여유고는 다음 식에 의하여 정한다.

$$F_b = 0.05d + h_v + (0.05 \sim 0.15) \quad (4.1\text{-}14)$$

여기서, F_b: 여유고 (m), d: 계획최대유량에 대한 수심 (m),
h_v: 유속수두 (m)

라이닝 마루로부터의 흙쌓기 높이는 규모에 따라 0.2~0.6m를 표준으로 한다.

(2) 구조

① 비탈면기울기

가. 수로의 규모, 토질, 시공법 등에 의하여 결정하지만 일반적으로 대규모 수로에서 1:1.5, 중규모 수로에서 1:1.25, 소규모 수로에서 1:1을 표준으로 한다.

나. 시공상의 제약으로는 장대수로에서 슬롭폼, 슬립폼 등의 이동식 거푸집을 사용하는 경우에는 콘크리트의 슬럼프를 적절히 선정함과 동시에 타설 후의 콘크리트 비탈면이 안정될 기울기로 한다.

② 라이닝 두께

가. 라이닝 두께는 수로규모, 목적, 중요도 및 장래의 유지관리상황 등을 검토하여 결정하며 10cm 정도가 표준이다. 특히 철근콘크리트 라이닝 수로, 한랭지 및 수로규모가 큰

경우에는 이 값보다 크게 하는 것을 검토한다.

③ 배수공 및 언더드레인

가. 라이닝 수로에 지하수위 등이 존재하여 라이닝 면에 양압력이 작용하면 균열 또는 부상을 일으키는 위험이 있으므로 언더드레인 및 배수공에 의하여 지하수를 배제하는 것이 중요하다 .

나. 지하수위가 높고 투수성이 큰 기초에서는 언더드레인으로 하고 지하수가 소량인 경우에는 배수공을 설치한다. 배수공은 배면 필터의 유출을 방지하기 위하여 파이프 후단에는 메시 스트레이너 또는 투수매트 등을 설치한다.

④ 이음매

가. 콘크리트 라이닝의 신축이음매는 개수로와 다른 구조물과 접하는 개소에 설치하며 개수로의 중간에는 설치하지 않는다. 콘크리트 블록 라이닝의 경우 신축이음매는 비탈면 길이의 3배 정도의 거리에 1개소를 설치함을 표준으로 한다.

4.1.3.6 흙수로

(1) 적용개요

① 흙수로는 일반적으로 누수방지를 고려할 필요가 없는 수로에서 채용된다. 설계에 있어서는 수로가 역학적으로 안정되고 유수에 대한 세굴 및 침식을 일으키지 않는 구조가 되게 수로의 선형, 종단기울기, 단면 등을 충분히 검토하여 안전하고 경제적인 것으로 해야 한다.

(2) 수로설계

① 선형계획

가. 선형은 되도록 직선형에 가깝게 하는 것이 바람직하고 부득이 곡선으로 하는 경우는 되도록 완만한 곡선이 되게 하여 수류의 완화를 기하여야 한다.

나. 만곡부의 선형은 수로규모 등에 따라 결정하며 최대만곡도 θ 는 약 60°이며 곡률반경(R)은 수로폭의 약 10배로 하며 반곡선이 될 경우는 곡선의 연속을 피하고 수로폭의 6배 이상의 직선을 삽입한다.

② 종단계획

가. 수로를 구성하는 토질 및 유속을 고려하여 종단계획을 수립하지만 인접한 유사수 로의 값과 일치여부를 확인한다. 크게 다른 경우에는 이 유사수로의 유황 등을 감안하여 적절한 수정을 한다.

③ 수로단면

가. 저폭과 수심비는 유량이 적은 경우 2:1, 유량이 많은 경우 8:1까지 채용한다. 흙수로의 사면 기울기는 유수 및 자연조건에 대하여 활동, 세굴 및 침식이 발생하지 않도록 안정을 유지하는 기울기가 필요하며 원칙적으로 사면안전도 분석결과에 따라 결정하되, 토질시험치가 없는 경우에는 현지의 상황에 따라 결정해야 하는데 일반적으로 “<표 4.1-2> 수로의 사면 기울기 1:n”의 값을 채용한다. 호안공이 있을 때에는 사면 기울기를 더 급하게 할 수 있다.

나. 특히 토질이 좋고 소규모인 것은 비탈면 안정에 지장이 없는 범위에서 안비탈면 기울기

를 1:0.8 ~ 1:1.1까지 급하게 할 수도 있다.

다. 여유고는 계획최대유량에 대한 수면으로부터 양안 둑마루까지의 높이이며 콘크리트라이닝 수로에 준하여 결정한다.

<표 4.1-2> 수로의 사면 기울기 1:n(수직:수평)

토질	성토 (안비탈)		성토 (바깥비탈)	
	3m 미만	3m 이상	3m 미만	3m 이상
사질토	2.0~2.5	2.5	2.0	2.5
사력토	1.5~2.0	2.0	2.0	2.0
양 토	1.0~2.0	2.0	1.5	2.0
점질토	1.0~2.0	2.0	1.5	2.0
자갈혼입점토	1.0~2.0	2.0	1.5	2.0

④ 배수로의 바닥높이

가. 배수로의 바닥높이는 대상이 되는 지반면보다 낮을수록 그 기능이 확보되지만 토공비가 많아지기 때문에 지하수 배수를 위한 암거 매설깊이, 포장배수접속기울기 및 기반면의 침하예상량 등을 고려하여 결정한다.

⑤ 설계유속

가. 유속은 수로의 종단기울기 및 단면형상으로부터 결정되지만 이 유속으로 세굴이 발생하는지 또는 미사(silt)의 퇴적이 생기는지를 확인하여 결정한다.

⑥ 유로단면 및 종단기울기

가. 유로단면(폭, 수심, 통수단면적) 및 종단기울기는 하류로부터 상류로 향하여 대체로 일정한 정합성(整合性)을 갖도록 하는 것이 바람직하나 전후 구간에 비하여 대단히 협소하여 수위가 높아지게 되는 구간이 설치되어서는 안 된다.

⑦ 호안계획

가. 수로는 토질, 안전성, 유지관리 등을 고려하여 라이닝 또는 보강을 하는 것을 검토한다. 흙수로에 있어서는 경제성, 효용, 유로의 형상 및 구조물의 접속 등을 검토하고 부분적으로 수충부, 구조물주변부 등에 호안을 하는 것도 필요하다.

4.1.3.7 환경친화적 수로

(1) 환경친화적 수로설계는 수로에 필요한 기능과 안전성을 확보하고 합리적인 물관리가 이루어지도록 하는 동시에 자연이 가진 다양성의 존중, 수로의 아름다운 수변과 물 순환의 보전 및 창출, 생태계가 고립되지 않도록 물과 수변식물의 상호연계가 되 도록 설계 한다.

(2) 환경친화적 수로설계는 궁극적으로 이수 및 치수 목적상 정비가 필요한 수로에서 가급적 수로의 환경을 크게 훼손하지 않고 자연상태의 모습에 가깝게 유지되도록 하는 것이다. 또한 우리나라 수로의 특성에 적합한 구조와 안정성을 갖추면서 주위의 문화재 및 경관 등을 고려하

여 지역주민에게 쾌적한 생활공간을 제공할 수 있도록 배려해야 한다. 따라서 설계에서는 수로의 기능과 규모, 주변환경 등을 종합적으로 고려하여 종단설계와 횡단설계를 해야 한다.

(3) 자세한 설계방안은 농업생산기법정비사업 계획설계기준「친환경」편,「환경친화 적 농어촌정비사업 설계지침」을 참고한다.

4.1.4 환경친화적 수로

4.1.4.1 일반사항

(1) 환경친화적 수로설계는 수로에 필요한 기능과 안전성을 확보하고 합리적인 물관리가 이루어지도록 하는 동시에 자연이 가진 다양성의 존중, 수로의 아름다운 수변과 물 순환의 보전 및 창출, 생태계가 고립되지 않도록 물과 수변식물의 상호연계가 되도록 설계를 해야 한다.

(2) 환경친화적 수로설계는 궁극적으로 이수 및 치수 목적상 정비가 필요한 수로에서 가급적 수로의 환경을 크게 훼손하지 않고 자연상태의 모습에 가깝게 유지되도록 하는 것이다. 또한 우리나라 수로의 특성에 적합한 구조와 안정성을 갖추면서 주위의 문화재 및 경관 등을 고려하여 지역주민에게 쾌적한 생활공간을 제공할 수 있도록 배려해야 한다. 따라서 설계에서는 수로의 기능과 규모, 주변환경 등을 종합적으로 고려하여 종단설계와 횡단설계를 해야 한다.

4.1.4.2 종단설계

(1) 수로 종단은 하도 및 하상경사와 아울러 수로의 횡단설계와 밀접한 관계를 두고 설계한다.

(2) 수로의 연속성이 유지되도록 시설물을 계획한다.

(3) 팜폰드, 조정지, 유수지, 저류지 등 수생생물의 서식처 제공을 위한 시설물을 계획한다.

① 친환경 수로정비지구에서는 수리·수문학적 분석을 통해 수로단면의 다양화를 고려할 수 있다.

② 수로의 연속성을 유지할 필요한 있는 지구에서는 일정 흐름이 지속될 수 있는 용수량(환경용수, 하천유지수, 관광용수 등) 확보를 계획할 수 있다.

③ 용배수로 특정 구간에 팜폰드, 조정지, 유수지, 저류지라고 할 수 있는 넓은 수로단면의 계획을 검토한다.

④ 수로에서 침식구간은 특정생물의 서식처가 될 수 있기 때문에 퇴적 구간 하류에 나타날 침식구간을 미리 점검하여 이를 허용할 것인지 또는 방지할 것인지 검토한다.

⑤ 용수여건이 가능하다면 비관개기에도 일정량의 물흐름이 유지되도록 계획한다. 낙수기에 어류 등의 피난처로서 팜폰드 등을 검토하고 양서류의 탈출로 등을 계획한다.

4.1.4.3 횡단면 설계

(1) 일반사항

① 일정 구간의 수로 횡단면은 설치목적과 기능, 안전 등을 충족시키면서 어류, 곤충류, 양서류 등의 서식이 가능하도록 설계한다.

가. 단면 형상

(가) 단면 형상은 설정된 구간별로 설계하며, 같은 구간 내에서도 필요한 경우 다른 형상으로 설계할 수 있으며, 특히 유의할 사항은 어류, 곤충류 등의 휴식장소, 대피장소, 산란장소가 형성될 수 있도록 배려한다.

나. 갈수기에는 가능한 한 깊은 수심이, 홍수기에는 낮은 수심이 유지될 수 있어야 한다.

다. 수로 바닥 및 호안

(가) 수로 바닥과 양측 사면은 흙, 돌, 모래, 자갈 등 자연재료의 이용을 고려한다.

라. 수로둑

(가) 수로둑은 흙둑으로 하고, 식생으로 보호하며, 둑마루폭은 가능한 한 넓게 하여 산책로, 자전거로(유지관리도로) 및 식수대의 활용을 검토한다.

(2) 횡단면 설계

① 수로의 횡단면은 수로기능 확보 측면에서 중요하다. 최근에는 경제적 측면(용지매수 및 보상비 절감)과 유지관리 측면(수로의 안전 및 유지관리 곤란)에서 흙수로를 기피하고, 콘크리트 라이닝 또는 콘크리트 개거로 설계하는 것을 선호하는 경향이 있으나 환경적 측면에서는 바람직하지 않다.

② 수로 횡단면 설계는 여러 가지 요인에 의하여 결정되지만 바람직한 환경친화적인 횡단면계획을 위해서는 완경사의 흙수로에 경사면 호안은 식생(줄떼 또는 평떼) 호안으로 하여 수로바닥에는 물의 흐름과 유지관리에 지장을 주지 않는 범위내에서 놓임돌, 뜬돌을 놓아 어류 등의 피난처, 휴식처, 산란처를 만들어 주고, 둑마루 폭은 넓게 확보하여 산책로, 자전거로 등으로 이용할 수 있게 하고, 식수대(植樹帶)로도 활용할 수 있도록 배려하는 것이라고 할 수 있다.

(3) 횡단면 설계의 고려사항

① 일부 배수로는 자연하천의 한 지류로서 하천과 함께 어류, 곤충류, 양서류 등의 서식장소, 산란장소로서의 생태환경을 형성하고 있다. 그러한 배수로를 계획함에 있어 어류, 곤충류, 양서류 등의 생활습성을 파악하고 있어야 한다.

가. 배수로 단면 형상 계획에 고려할 사항

(가) 어류의 서식과 산란장소에 대한 배려

(나) 수서곤충의 서식장소와 산란장소에 대한 배려

(다) 양서류의 번식과 서식지

② 배수로의 벽면 또는 경사면의 호안

가. 수리적으로 안전한 친환경 호안공법을 검토

나. 부득이한 경우에 한하여 콘크리트 호안을 검토

③ 수로바닥

가. 수로바닥은 흙, 모래, 자갈, 돌망태 등 자연재료를 활용한다.

나. 누수, 안전 등 문제가 있을 때에는 별도의 대책을 수립한다.

다. 콘크리트 바닥으로 할 경우 바닥위에 돌, 자갈 등의 포설을 검토한다.

④ 배수로 둑

가. 수로둑은 가능하면 흙둑으로 하고 식생으로 보호한다.

나. 둑마루 폭은 가능한 한 넓게 계획한다.

다. 기타 사항은 「환경친화적 농어촌정비사업 설계지침」의 「농촌도로편」 경지내 농도를 참고

(4) 용배수로 수질관리

① 용배수로 일정구간에 침사지를 설치하여 수중 부유물의 침전을 유도한다.

② 침사지 이후에는 수질관리 수로 설치를 검토한다. 식물에 의한 수질관리구간, 접촉여재(돌, 자갈 등)의 산화구간과 포기 또는 여울 등을 두어 물속의 산소를 증대시키는 방안을 강구하는 수질 관리 대책을 계획할 수 있다.

③ 지역 또는 수원공에 따라 수질관리를 계획할 수 있다. 특히 중소하천에서 직접 취수하는 경우(취입보 또는 양수장)와 주변에 점오염원(축사 등)이 위치하여 오염물이 직접 유입되고 있는 지구에는 수질관리계획을 검토할 수 있다.

④ 지구 여건에 따라 침사지만을 설치하든지 식물정화구간을 설치하는 방법, 여울이나 포기장치를 배제하는 방법 등을 검토할 수 있다. 수중 산소량을 증대시키는 방법은 여러 가지가 있으므로 적정한 방법을 택하여 설계한다.

(5) 용수로 바닥표고

① 용수로 바닥표고에 변화를 주어 유속이 빠른 구간, 반대로 유속이 느린 구간을 두어 다양한 생태환경을 조성한다.

② 이때 유의할 사항

가. 전체적인 유량의 변동이 없어야 한다.

나. 수로의 안전(빠른 유속에 의한 세굴 등)을 고려하여 대책을 수립한다.

다. 전체적인 수두배분에 지장이 없어야 한다.

(가) 현실적으로 용수로 설계시 종단계획은 수로 바닥 기울기로 설계하는 기술자들이 많이 있다. 용수로 바닥기울기가 곧 수면기울기라는 인식이 있기 때문이다. 그러나 이것은 잘못된 생각이다. 용수로 종단기울기는 반드시 수면기울기로 설계하여야 한다. 그러므로 용수로 바닥표고가 일정 기울기를 유지할 필요는 없으며, 높았다 낮았다하여 여울을 형성하기도 하는 것은 수중 산소량을 증대시킬 수 있는 수단으로서 생태환경에 여러 측면에서 바람직하다. 그러나 이러한 설계는 어디까지나 용수로 본연의 목적, 기능(유량문제, 안전문제, 수두배분 문제 등)에 지장이 없어야 한다.

(6) 용배수로 종점 처리

① 용배수로 종점은 배수로 또는 세류하천 등으로의 연결을 고려할 수 있으며, 용수로 종점의 바닥과 연결되는 배수로 또는 하천의 바닥과는 단차가 없는 것이 제일 바람직하며, 단차가 생길때는 완경사의 어도공 구조로 하여 어류 등의 이동이 가능하도록 검토한다.

② 일반적인 계획 및 설계는 기존의 지침을 참고하고, 저류지 등의 사면에 대한 안정성 검토를 수행하여 콘크리트 이외의 친환경 재료의 사용을 검토한다.

가. 용수로 종점 처리

(가) 하천에서 취수한 물이 용수로를 흘러 농지에 공급되고 농지에 공급된 물은 배수

로로 흘러나와 배수로 말단에서 다시 하천으로 합류하는 것이 일반적인 농업용수 시스템이라고 할 수 있다.

(나) 용수로에는 취수된 물뿐만 아니라 유역에서 흘러 들어오는 물도 있으며 농경지에서 물이 필요 없을 때는 농경지로 유입시키지 않고 배수로 또는 하천으로 직접 유하시켜야 한다.

(다) 물의 연속성이 유지되는 수계의 경우 어류 등이 하천에서 용수로로 들어왔다가 하천으로 다시 이동할 수 있도록 배려해야 한다.

나. 배수로 종점 처리

(가) 일반적인 계획 및 설계는 기존의 지침을 참고하고, 저류지 등의 사면에 대한 안정성 검토를 수행하여 콘크리트 이외의 친환경 재료의 사용을 검토할 수 있다.

(7) 수로의 연속성 유지

① 용배수로의 물 흐름이 단절되지 않도록 연속성을 유지하도록 한다.

가. 용배수로에서 낙차공이 필요한 경우에는 전단면 완경사의 어도공 구조를 채택하여 계획 설계한다.

나. 단, 상시 물흐름이 가능한 수로를 대상으로 한다.

(가) 낙차공은 과거의 구조는 완전히 턱이 질뿐만 아니라 단차가 커서 어류의 이동이 불가능하게 되어 있다. 즉 종전의 낙차공 구조에서는 어류 등의 소상이 불가능하며, 낙차공 밑에 갇히게 되는 등 생태적 단절이라는 폐해가 없지 않다.

(나) 따라서 다음 그림과 같이 한번의 큰 낙차를 지양하고 여러 개의 작은 낙차공을 적절한 방법으로 배치하는 어도공 구조의 시설물로 검토 설치토록 한다.

(다) 어도의 자세한 사항은「환경친화적 농어촌정비사업 설계지침 농촌용수편」참고.

(8) 수변환경 조성

① 일반사항

가. 수변공간은 생태공간과 친수공간으로 구분되며, 용배수로 수변생태공간과 친수공간에 수변황경 조성계획을 수립한다.

(가) 수변생태공간

㉮ 라이프싸이클(life cycle)에서 물과 육지를 오가는 곤충류, 양서류 등의 서식환경을 위하여 수로 둑은 풀과 나무의 식재를 검토한다.

㉯ 동물의 이동통로

· 양서류, 파충류 등 작은 동물의 이동로(탈출로) : 수로와 육지를 오가면서 생활하는 양서류(개구리, 도롱뇽 등), 파충류(뱀, 자라 등)등이 수로와 육지를 오갈 수 있는 통로로서, 완경사의 등선로(측구) 또는 단차 15cm 이하의 계단 또는 수로와 육지를 이어주는 박스(box) 또는 콘크리트 통로 등의 설치를 검토한다.

· 용배수로가 갈라놓은 서식환경을 이어주는 통로(포유류 등) : 용배수로는 하나의 생태환경을 인위적으로 갈라놓은 시설물이다. 따라서 이를 이어주는 포유류의 작은 동물, 큰 동물의 이동로를 설치해 주어야 한다. 이때에 유의할 점은 이동통로에의 유도장치와 수로에의 추락방지시설이다.

(나) 친수공간

㉮ 비오톱(biotope)을 겸한 팜폰드 설치 : 어류의 비관개기 대피소가 될 수 있는 팜폰드 또는 조정지 주변에 수풀과 수목을 조성하고, 산책로, 수면 접근로 그리고 벤치(bench) 등을 설치하여 비오톱을 겸한 생태공원을 조성하여 자연학습장 등으로 이용토록 한다.

㉯ 마을과 가까운 용배수로 변에 쌈지공원 설치 : 용배수로 양쪽에 큰 나무를 심고, 꽃밭을 만들고 산책로, 벤치 등을 설치하여 마을 쌈지공원 조성을 검토한다.

㉰ 기간농도 또는 지방도와 용배수로가 교차하는 지점에 휴게소, 또는 대기소 설치를 검토한다.

㉱ 용배수로 둑을 이용한 산책로, 또는 자전거도 설치를 검토한다.

㉲ 용배수로변에 어린이 놀이터 설치 : 수질 및 접근성이 양호한 용배수로변에 놀이시설 조성을 검토한다.

㉳ 경관이 좋은 곳 또는 전망이 좋은 곳에 전망대 설치를 검토한다.

② 수변환경 조성계획의 수립

가. 수변 생태공간계획

(가) 용배수로에서 어류를 포함한 생태와 관련된 요소는 수리적 요소로서 유량, 유속, 수심, 수질적 요소로서 물의 온도, BOD(생물학적 산소요구량), 물이 함유된 무기물, 유기물의 농도, 형태적 요소로서의 윤변의 재료, 종·횡단상의 굴곡 등이다.

㉮ 유량에 변동이 없도록 유속과 수심에 변화를 계획

㉯ 어류, 양서류 등의 휴식, 대피, 산란장소가 형성되도록 계획

㉰ 수로둑에 군데군데 나무를 심어 그늘지게 함으로서 수온의 상승을 방지하고 어류 등의 휴식, 대피, 산란장소가 형성되도록 조치

㉱ 수로둑에 잔디나 잡초가 생장토록 하여 곤충, 양서류, 조류 등의 서식환경 조성

㉲ 수로내에 들어갔던 작은 동물(뱀, 개구리, 도롱뇽 등)들이 다시 나올 수 있도록 등선로(탈출로) 계획

㉳ 수로가 양분한 동물들의 서식환경을 이어주는 계획, 즉 작은 동물, 큰 동물들의 이동통로 계획

㉴ 비관개기 또는 단수시의 어류 피난장소(팜폰드, 수로와 연결된 웅덩이, 조정지 등) 계획

나. 친수공간계획

(가) 용배수로 둑의 조경계획 검토

(나) 마을과 가까운 용배수로 변에 쌈지공원 검토

(다) 용배수로 둑을 이용한 산책로, 자전거 도로 검토

(라) 기간농도 또는 지방도 등과의 교차점 부근에 휴게소 또는 대기소 설치 검토

(마) 자연학습장 또는 어린이 놀이터 검토

(바) 전망이 좋은 곳 또는 경관 조망이 좋은 지점의 전망대 설치 검토

다. 생태계 조성방안

(가) 생물조식을 위한 식생조성

㉮ 소생물권 조성의 생태적 접근

· 모든 생물은 물을 떠나서는 살 수 없다. 따라서 연중 지속되는 수환경의 조성이 매우 중요한데 수역에서는 한 곳은 다소 깊게 연못형태로 만들지만 다른 한곳은 깊이 보다는 면적을 넓게 하되 다양하고 복잡한 지형을 만들 필요가 있다. 여기서는 물웅덩이와 저습지가 많이 포함되도록 하는 것이 필요하다. 이와 같이 소생물권의 무기적 요인들이 다양하게 조성된다면 기능적으로 다양한 식물종과 식생군집의 형성이 가능해지며 연쇄적인 생태계의 먹이사슬구조를 형성할 수 있다.

· 한편 용·배수로변에서 가장 적응력이 우수한 갯버들류를 최대한 활용하되 환경에 적응력이 뛰어난 목본식물을 적절하게 도입할 필요가 있다. 수변환경 주변이나 군데군데 다양한 높이와 수관을 지니는 목본식물을 도입하는 것은 생물의 수직적 서식공간을 확보해 줄 뿐만 아니라 그늘을 드리움으로써 생태계의 기능을 촉진시킬 수 있다.

㉯ 식생도입과 조성

· 소생물권 조성시 고려할만한 식물은 수변에 자생하는 갈대, 부들 등 수 십종에 이르는 습지성 식물들을 충분히 활용할만하다. 양서·파충류와 육상곤충 및 수생생물의 서식을 위해 다양한 서식공간의 창출도 중요하지만 어떤 식물을 도입하는 가는 바로 이들 생물의 서식처로서 또는 먹이자원으로서 밀접한 상호관련을 지니기 때문에 더욱 중요하다.

· 따라서 습지성 식물과 수생식물의 유형을 구분하여 적절하게 배치하는 것이 중요하다.

· 습지성 목본 식물 : 버드나무류, 오리나무, 느릅나무 등을 우선적으로 고려할 수 있을 것이다.

· 습지성 초본 식물 : 관상 경관적으로 아름다우며 다양한 곤충을 유인할 수 있는 식물종으로서 국화과의 쑥부쟁이류, 부들과의 부들, 벼과의 줄, 천남성과의 창포와 석창포, 붓꽃과의 노랑꽃창포, 미나리아재비과의 개구리자리 등은 우선적으로 고려할 만한 식물들이다.

㉰ 수생식물은 수환경의 깊이에 따라 생활형적으로 적응한 부엽식물, 정수식

· 물, 침수식물, 부유식물 등 수생식물의 유형에 따라 적절하게 도입하는 것이 중요하다.

(나) 곤충의 서식환경조성

㉮ 잠자리 관찰로 조성

· 용·배수로변에는 잠자리류가 풍부하여 잠자리들의 다양한 생태가 관찰 가능하다.

· 용·배수로면에 소로를 설치하여 관찰로로 이용한다.

· 관찰로 입구에 서식하는 잠자리에 대한 생태 등을 기술한 생태 설명판을 설치하면 교육적인 효과와 흥미유발이 가능하다.

㉯ 나비 산책로

· 산책로 주위에 다양한 관목류(가급적 꽃이 아름답고 개화기간이 다양할 것)를 설치하면 보다 많은 나비들의 서식이 가능할 것으로 예상된다.
· 나비류는 대개 트인 공간을 선호하므로 산책로를 다소 넓게, 키가 높은 나무들의 식재를 금한다.

㉰ 초지조성

· 초본을 이용한 잔디를 조성하여 메뚜기 서식지 및 휴식공간을 조성한다.

㉱ 자연 정화 습지 조성

· 용배수로의 오염은 자연 비오톱의 이미지와 어울리지 않고 하천의 오염이 다양한 곤충들의 서식을 방해함으로 수질정화가 필요하다.
· 용배수로의 물을 습지에 끌어 들여 수질정화 능력이 우수한 수생식물(생이가래, 좀개구리밥, 물옥잠, 갈대, 왕버들)들을 이용하여 수질을 정화시킨다.

(다) 양서류 서식환경조성

㉮ 서식처내 도입 개구리 선정조건

· 양서류 도입에 있어서는 국내 서식하고 있는 11종 중에서 우선 시작적인 면과 청각적인 면을 고려하여야 하는데, 국내에서는 전국적으로 분포하고 있으며, 개체군도 우점종을 차지하고 있고, 주로 수변과 논 주변에서 생활하고 있는 참개구리를 선정하는 방식이 바람직하다고 본다.
· 용배수로변 습지에 오래전부터 살고 있었던 청개구리도 습지의 형태가 복원이 되면 인위적으로 도입하더라도 회복이 가능하리라 판단되며, 청개구리는 시각적인 면과 울음소리가 크고 쉽게 들을 수 있어서 청각적인 면에서 사람들에게 친근감을 줄 수 있으리라 본다.

㉯ 서식처내 도입할 개구리 채집 및 생존확인

· 인위적으로 도입하였을 경우 자연생태계를 유지하고 지속적으로 관리할 수 있는 방안이 모색되어야 한다.
· 외부에서 도입할 경우 현재 서식하고 있는 종과 과거 서식조건이 양호한 상태에서 서식하고 있었던 종류를 방사하여야 하며, 방사전에 표시를 하고 일정기간이 지난 뒤 재채집하는 방법을 이용하여 생존유무 및 개체수 증감변동을 확인하여야 한다.
· 도입종 종의 유전적 다양성과 기존에 서식하고 있는 개체군들과의 친화성을 고려하여 근접한 지역에서 종을 채집하여 도입하여야 한다(유전적 단절화 방지와 유전적 다양성 고려).

㉰ 교육적인 효과 증대

· 저습지안에는 생태관찰을 위한 생태통로를 설치하여 개구리류의 관찰로를 만들어주고 교육적인 효과를 증대하기 위하여 설명판을 세워주어 학습효과를 증대시킨다.

㉱ 최소 서식공간 조성

· 서식처내 수질변화의 저감방안 : 개구리 산란에 대한 요인으로는 수질의 상태이며, pH 4.0 이하로 산성화가 되면 산란에 장애가 되므로 수환경의 정화 및 회복이

전제되어야 한다.

· 최소 서식공간 조성 : 개구리 최소 서식공간을 위한 저습지 조성을 위해서는 저습지의 수심이 1m에서 수변부위는 35cm 내외로 만들어 주어야하며, 중앙부분에는 턱을 만들어 가끔 개구리가 휴식할 수 있는 공간을 확보해 준다.

· 서식처내 수생식물 유치방안 : 저습지 수변 주변에는 좀개구리밥, 개구리밥,생이가래, 물옥잠 등 물위에 떠서 사는 수생식물들을 다양하게 이식하여 개구리의 은신처 제공 및 수질을 정화하도록 하며, 물가에 자라는 풀을 이식하여 산란장소로 이용하게 하여야 한다. 또한 검정말, 나사말 등 물에 잠겨서 생활하는 종을 유치하면 물속의 용존산소량의 증가를 가져오게 되고, 수서곤충의 다양성을 회복하게 되어 먹이원이 풍부하게 되므로 개구리의 생존율과 개체수의 증가를 가져오게 된다.

(라) 어류 서식환경 조성

㉮ 최소 서식공간(Biotope) 조성

· 습지 조성단지내에 어류 비오톱을 조성하여 붕어, 송사리, 버들치 등을 인위적으로 방사하여 서식처 및 기존에 서식하고 있던 종을 도입시키고 주기적으로 생존율과 개체수 변동요인을 확인하여야 한다.

㉯ 서식처내 수온변화의 저감방안 습지내 수온의 급격한 변화(최고수심 1m, 최저수심 0 ~ 35cm)에 유의하여야 하며, 겨울철에도 어류가 동면을 유지할 수 있도록 온도의 변화를 최소화하기 위해 주변에 자생하고 있는 갯버들류를 수변에 식재하고 여름에는 그늘을 조성하여 어류의 피난처를 제공해 주어야 한다.

㉰ 서식처내 방사어류 채집

· 개구리 비오톱 조성 사례와 동일하게 어류 종류도 유전적 변이 차이를 극소화하기 위해 인접지역에서 종을 채집하여 방사하여야 한다.

㉱ 생태 설명판

· 생태 설명판은 가로 1m×세로 1m의 설명판에 서식종의 일반적 및 형태적인 모습과 분포, 습성, 생태, 인간과의 관계 그리고 생물학적인 가치를 기술하여 비오톱을 이용하는 사람들에게 시각적인 면과 현장실습 교육적인 효과를 증대하여야 한다.

㉲ 생물학적인 효과

· 어류 비오톱에 송사리, 버들치, 붕어 등과 같은 담수어류를 방사하면 생태계의 먹이사슬 연계성의 차원에서 다양한 생물이 하나의 소공간에서 서로 상호공존하며 생활하게 됨으로 생물 다양성의 증가를 유발할 수 있다(양서류, 곤충, 어류).

(마) 조류 서식환경조성

㉮ 서식지 복원을 위한 목표종 선정

· 서식지를 복원할 때, 모든 종을 위해 서식지를 복원하는 것보다는 대상지역에 적절하며 적은 비용으로 최대의 효과를 기대할 수 있는 종을 목표로 복원하는 것이 바람직하다.

㉯ 서식지 기반조성

· 자갈모래 기반조성 : 자갈모래 언덕은 주로 물떼새류, 알락할미새의 번식장소로

이용된다.

· 저습지 : 저습지는 되도록 담수지에 접하도록 한다. 도요·물떼새류 등이 주로 채식·휴식장소로 이용하기 때문에 전체적으로 평평하게 하면서 20 ~ 30cm 凹凸이 있는 지형으로 만들고 미묘한 환경의 변화가 있게 한다. 오리류가 채식하는데 이용토록 하기 위하여 종자식물, 화본과(禾本科)나 마디풀과의 초본을 조성한다. 물가에는 이들 조류가 보행하기 수월하도록 완만한 경사로 한다. 때때로 침수되더라도 무관하다. 지반은 다른 환경과 같이 모래 진흙으로 한다.

㉱ 조류유치전략 (텃새의 정주화) : 계절에 관계없이 생태연못에 항상 야생조류가 모이게 하기 위해서는 야생조류들이 안심하고 찾아들 수 있도록 몇 개종의 텃새를 가금화하여 상주시키는 전략이 요구된다.

③ 수변환경 조성

가. 동물의 이동통로

(가) 동물의 이동통로는 크게 두 가지로 구분할 수 있다.

·수로와 육지를 쉽게 이동할 수 있는 시설

·생태계를 연결시키는 시설 (수로가 갈라놓은 생태환경을 이어주는 것)

㉮ 수로와 육지를 쉽게 이동할 수 있는 시설

·수로와 육지를 오고가는 동물은 주로 곤충류, 양서류, 파충류이며, 완경사의 흙수로에 식생호안으로 설계하는 것이 제일 좋다. 이러한 구조일 경우 별도의 이동통로는 필요 없게 된다. 완경사의 자연석 호안도 같은 결과를 얻을 수 있다.

·그러나 급경사의 수로에서는 식생호안으로는 수로가 유지될 수 없으므로 돌쌓기나 콘크리트 벽체로 호안을 해야 하므로 이때에는 이동통로를 별도로 만들어 주어야 한다.

·이동통로의 구조는 수로의 종방향 또는 횡방향의 완경사 측구, 15cm 미만의 단차로 된 계단형이 있으며, 구형 콘크리트 암거나 관을 완경사로 설치하는 경우 등 여러 종류가 있다.

㉯ 생태계를 연결시키는 시설

·용배수로가 갈라놓은 양쪽 지역을 이어주는 통로는 주로 포유류를 대상으로 하여 설계하는 것이 바람직하다.

·이때는 그 지역에서 서식하는 동물을 파악하고 그들의 습성에 대하여 고려할 필요가 있다. 동물에 따라서는 어둡고 좁은 공간으로 이동하는 습성을 갖는 동물(너구리, 족제비, 담비 등)이 있는가 하면 밝고 넓은 공간을 선호하는 동물(노루, 사슴, 멧돼지 등)이 있기 때문이다.

·설치 간격 또는 위치에 대하여는 동물들이 다니는 길목을 조사하여 설치하고 유도로 또는 유도시설 등의 배려도 필요하다.

·기타 자세한 사항은 「환경친화적 농어촌정비사업 설계지침 농촌도로편」 참고.

④ 친수공간 계획

가. 팜폰드 또는 조정지

(가) 팜폰드의 기능이나 필요성에 대한 설명은 필요가 없지만 환경적 측면에서도 이들의 설치가 필요하고 바람직하다는 것을 인지할 필요는 있다. 특히 기왕에 설치 하는 팜폰드를 이용하여 비오톱을 형성하고 이를 발전시켜 생태공원 또는 자연학습장으로 활용하는 방안이 검

토될 수 있다.

나. 마을과 가까운 용배수로 주변에 쌈지공원을 설치하여 마을사람들의 대화의 장을 마련하고 문화공간으로 활용한다.

다. 마을로의 진입로 인근에 도로와 용배수로가 교차하는 지점에는 휴게소 또는 대기소를 설치하고, 마을경관을 고려하여 지역에 맞는 식생을 식재하여 휴식공간으로 조성한다.

라. 용수로 둑을 이용한 산책로 또는 자전거도로를 설치하여 유지관리 도로로 활용할 수 있다.

마. 전체 들판을 바라볼 수 있는 곳 또는 아름다운 산과 하천을 바라볼 수 있는 곳에 주민들의 동의를 얻어 전망대(팔각정 등) 설치를 고려한다.

바. 「환경친화적 농어촌정비사업 설계지침 마을정비편」 공원 녹지계획 참고.

사. 「환경친화적 농어촌정비사업 설계지침 농촌도로편」 농촌가로공원 참고.

(9) 용배수로의 다각적 이용시설

① 용배수로의 다각적 활용방안을 검토하여 이용시설을 계획할 수 있다. 즉 주민생활과 관련된 이용시설, 산업과 관련된 이용시설, 농촌관광, 위락과 관련된 이용시설 및 기타 이용시설을 들을 수 있다.

가. 용배수로의 다각적 이용계획 수립

(가) 용배수로와 주변 토지이용 상황을 고려한 시설이용계획을 수립한다.

㉮ 주민생활과 관련된 이용시설로서 수로변의 농작업장 시설 등

㉯ 산업관련 이용시설로서 수로와 연결된 양어장, 양식장 등

㉰ 농촌관광, 레크리에이션 관련으로는 어린이 고기잡이 체험장, 물놀이장, 성인들을 위한 낚시터, 산책로, 수변 전망대 등

㉱ 기타 관련시설로서 어린이 학습을 위한 곤충 생육장, 자연학습장 등

나. 용배수로의 다각적 이용시설

(가) 용배수로의 이용방법은 다양하게 고려될 수 있다.

㉮ 용배수로 변에 양어장을 만들어 농가수입을 올리게 하고 유료낚시터로 이용하게 하는 방법도 생각할 수 있다 (단, 수질오염에 대한 대책 및 저감방안을 강구하고, 이를 관리하는 주체를 주변 지역주민들을 중심으로 구성하여 관리책임을 위임한다. 만약, 관리주체가 불분명할 경우에는 시설을 설치하지 않을 수도 있다).

㉯ 용배수로에 우회수로(By pass)를 만들고 그곳에서 고기잡이 체험장, 물놀이터 등으로 활용할 수 있다.

(10) 친환경 호안공법

① 친환경 시공재료

가. 콘크리트 화분블록계

(가) 콘크리트 화분블록은 다양한 식생도입이 가능하나 콘크리트 화분의 표면이 노출되고 식생조절이 불가능하며 생태통로의 연결이 불가능 하여 단절되거나 연결에 한계가 있다.

(나) 화분형 어소블록은 물고기 및 수서곤충의 서식공간 확보는 가능하나 식생도입이

불가능하고 생태통로가 단절된다 (「환경친화적 농어촌정비사업 설계지침」친환경 시공재료 참조).

나. 식생계 호안블록

(가) 식재형 호안블록은 부분적인 식생도입이 가능하나 콘크리트 표면이 노출되고 부자유스러운 경관이 나타나고 개방된 공간을 통한 토사유출이 발생할 위험성이 존재한다.

다. 자연석계

(가) 호박돌 보강토형은 자연석으로 표면을 연출하며 사면의 안정성은 확보할 수 있으나 식생도입이 불가능하다.

(나) 돌상자는 다공성의 확보로 수서생물의 서식공간을 확보할 수 있고 유속이 큰 곳에 안정성 확보가 가능하나 돌상자의 두께가 두꺼울수록 식생도입이 어렵고 철망의 노출로 쓰레기가 부착될 우려가 있다.

(다) 나무 돌상자는 수서생물의 서식공간과 친수 접근로의 확보가 가능하나 식물의 정착이 불가능하다.

(라) 콘크리트 돌상자는 흙의 충전을 통한 식생도입이 가능하나 수충부의 식생도입이 어렵고 유속이 큰 곳은 유실 가능성이 크다.

라. 다공성 식생블록

(가) 다공성 식재블록은 전체적인 사면에 식생의 도입이 가능하고 식생의 정착과 배수기능 확보로 사면의 안정성 확보가 가능하나 도입식생에 한계가 있으며 식생이 정착되지 않았을 때 건조에 대한 피해가 발생할 수 있다.

(나) 이형 다공성 식재블록은 복토층을 보호하고 개구부를 통해서만 식생의 도입이 가능하고 배면 토양 유실의 방지 기능이 있으나 수충부의 식생 도입의 한계와 공극의 크기가 작아 도입 식생에 한계가 있다.

(다) 다공성 콘크리트 구는 물고기와 수서생물의 서식공간을 확보할 수 있고 구면체 사이에서의 식생 도입이 가능하며 구면체의 일체화를 통한 안정성을 확보할 수 있다.

(라) 다공성 식재블록은 전체적인 사면에 식생의 도입이 가능하고 공극의 크기를 키워 도입식생의 폭을 넓힐 수 있으나 공극 사이의 충전율을 높여 건조피해가 감소하고 식생의 정착과 배수기능 확보로 사면의 안정성을 확보할 수 있다.

(마) 다공성 옹벽블록은 뿌리가 큰 목본류의 도입이 가능하고 전체의 일체화를 통한 안정성 확보 및 배수성의 확보가 가능하다.

(바) 다공성 어소블록은 물고기와 수서생물의 서식공간을 확보하고 전체의 일체화를 통한 안정성 확보 및 배수성의 확보로 사면의 안정성 확보가 된다.

마. 어소 및 어도블록

(가) 어소블록은 어소공간만의 존재로는 물고기가 이용하기 어렵기 때문에 사용된다.

(나) 어도블록은 층계식 이동통로로 되어있다.

② 친환경 호안공법

가. 친환경 호안공법에는 식생계 호안공법, 목재계 호안공법, 망태(바구니)계 공법, 자연석계 공법, 블록계 호안공법 등이 있다.

4.1.4.4 식생계 호안공법

(1) 일반사항

① 유수에 대한 저항력이 크지 않기 때문에 비탈경사가 완만하고 유속이 느린 구간에서 일반적으로 많이 사용되고 있으며 다른 호안공법들과 병행하는 경우가 많다.

② 비탈면은 식생의 보호를 위하여 토목섬유나 블록매트 등으로 보강하는 공법이 일반적으로 많이 사용된다.

③ 비탈기초의 보호를 위해 사석과 나무말뚝 등의 보강재료가 사용된다.

(2) 천연섬유망과 식생을 이용한 공법

① 시공방법

가. 평수위 윗부분의 완경사 비탈면에 천연섬유망(황마망 등)을 핀으로 고정하고 식생을 식재한다. 평수위 아랫부분에는 원통형 천연섬유롤과 나무말뚝을 설치하고 그 앞면에 강자갈이나 사석을 쌓는 방법으로 시공한다.

② 적용구간

가. 경사가 작은 절개지로 식생이 활착되면 세굴에 저항할 수 있는 곳에 적용한다.

③ 특징

가. 공사 직후 수로하천(하천)변이 세굴되는 것을 방지하여 자연식생이 잘 활착되며 물가의 서식환경을 조성한다.

(3) 사석쌓기와 갯버들을 이용한 공법

① 시공방법

가. 사석을 쌓으면서 틈에 식생을 꺾꽂이 하여 식생들이 활착하도록 하는 공법으로서 돌 뒤로 뻗은 나무뿌리로 배후의 토사를 안정시키고 줄기의 성장에 의하여 돌끼리 결합력을 증가시킨다.

② 적용구간

가. 홍수류의 강도가 비교적 큰 곳에 적용한다.

③ 특징

가. 버드나무의 줄기에 의하여 홍수류가 호안부근에서 완화되며 물고기를 비롯한 수생식물에 피난처를 제공하는 특징이 있다.

4.1.4.5 목재계 호안공법

(1) 일반사항

① 목재만을 사용하는 공법은 거의 없고 사석, 자연석등 돌을 보강하는 경우가 일반적이다.

② 완만한 비탈경사와 유속이 크지 않은 곳에 일반적으로 많이 사용되며 직선이 적은 하천에 적용하도록 해야 한다.

③ 다양한 비탈경사에 적용할 수 있는 공법들이 많이 개발되어 있으며, 간벌목 등을 이용하면

경제성을 높일 수 있다.

④ 경관성이 있고 생물의 서식처 제공 등 생태학적으로도 양호한 특성을 가지고 있으므로 일반 하천에 많이 적용한다.

⑤ 식생계 호안 기초부의 세굴 방지 공법으로 널리 이용된다.

(2) 나무방틀과 식생조합 호안

① 시공방법

가. 통나무로 틀을 만들고 그 안에 많은 사석을 넣어 조성하는 호안이다.

나. 돌 틈사이에 토사가 채워지면 식생이 활착되고 식생이 성장할수록 더욱 튼튼해진다.

② 적용구간

가. 완만한 비탈경사와 유속이 크지 않은 곳에 적용한다.

나. 직선이 적은 하천에 적용한다.

다. 침식이 많이 일어나는 곳에 적용한다.

③ 특징

가. 돌틈에서 미생물과 물고기들이 서식한다.

나. 홍수시 토사가 퇴적되면 식물의 성장기반이 마련된다.

다. 돌망태에 비해 좀 더 자연스러운 경관을 연출한다.

(3) 나무 말뚝 울타리 호안

① 시공방법

가. 나무말뚝으로 울타리를 설치하고 깬 잡석으로 채우고, 하상보호를 위해 하상바닥에도 나무방틀 밑다짐공 시공을 한다.

② 적용구간

가. 완만한 비탈경사와 유속이 크지 않은 곳에 적용한다.

나. 직선이 적은 하천에 적용한다.

다. 침식이 많이 일어나는 곳에 적용한다.

③ 조성사례

4.1.4.6 망태(바구니)계 공법

(1) 철선으로 짜여진 망태(바구니)에 돌을 채우거나 돌무더기를 철망으로 고정하는 방법으로 호안을 하는 공법이다.

(2) 수세가 급하고 석재를 구하기 힘든 곳, 응급 복구 또는 미관이 필요 없는 곳에 적합한 공법으로 소하천등에 많이 이용된다.

(3) 내구성과 굴요성이 크기 때문에 유속이 빠른 하천지역과 수공구조물의 상·하류 지역 등 흐름의 영향을 많이 받는 곳에서 제방과 하상의 보호공으로 적합하다.

(4) 유속이 빠른 수충부에도 적용할 수 있으며 경제적으로도 유리하기 때문에 많이 사용된다.

(5) 철선 부식 및 비닐 등 호안의 미관을 해치는 물질이 많이 걸리기 때문에 도시하천 구간에서는 사용하지 않는 것이 좋다.

4.1.4.7 자연석계 공법

(1) 찰쌓기, 메쌓기 또는 찰붙임, 메붙임 등 비탈면에 돌을 설치하는 방법에 따라 여러 가지 형태가 있으며 크고 작은 자연석을 서로 조화시킴으로서 노출면은 미적으로 아름다운 조경효과를 낼 수 있다.

(2) 내침식성 등 내구성이 크기 때문에 유속이 큰 곳에도 적용 가능하여 소하천 호안공사에 많이 사용되는 공법이다.

(3) 큰 유속 및 소류력에 저항력이 크고 재료의 취득이 용이하기 때문에 하천경사가 급하고 유속변화가 큰 소하천 호안공사에 널리 사용되어 오던 공법이다.

(4) 하상경사가 급하고, 유속의 변화가 큰 소하천 등에서는 가장 많이 사용되고 있는 공법이다.

(5) 호안용 재료로 사용되는 돌은 자연석, 깬돌, 폐석, 가공석 등 다양하며, 제방비탈 돌깔기, 돌쌓기(찰쌓기, 메쌓기), 돌붙임 등 시공방법도 다양하고 적용범위도 넓다.

(6) 일반적으로 돌깔기는 비탈경사가 완만한 곳, 돌쌓기는 비탈경사가 급한 곳에서 적용되는 방법이다.

(7) 어류의 산란 및 서식장소등 양호한 생태환경을 조성하기 위해서는 가급적 모르타르의 사용을 지양하는 것이 바람직하다.

(8) 표층이 양력, 항력, 유수의 충격 및 침식작용에 견딜 수 있는 충분한 강도를 가지고 있다고 하더라도, 기초토양의 포화에 의한 강도의 약화, 표층과 기초토양의 경계면에서 발생하는 한계류 흐름 등의 원인에 의해 기초토양이 유실되고, 표층의 공극을 통해 씻겨 나가게 된다.

(9) 석재계 호안에서 특히 유의하여야 할 사항은 이러한 흡출에 의한 호안하층(제방비탈면)의 토양유실을 방지하는 것이다. 과도한 흡출은 호안을 파괴하게 되고 급기야는 제방의 파괴를 초래하게 되므로, 이러한 흡출에 대한 방지대책이 필요하다. 하천공학에서 주로 사용되는 흡출방지 대책은 토목섬유(지오텍스타일)와 자갈필터이다. 토목섬유나 자갈필터의 수리학적 특성은 유사하기 때문에 재료와 공간의 유용성, 시공의 편리성, 위치 등과 같은 점을 고려하여 선택한다.

4.1.4.8 블록계 호안

(1) 공법에 사용되는 블록은 치수 목적으로 많이 사용되어온 일반 호안블록과 식생, 어류 등 수변·수생 생물의 서식지를 고려한 환경블록 등이 있다.

(2) 환경블록과 식생블록은 식재공간을 두어 식재도 가능하며 큰 유속에도 견딜 수 있으므로 수충부나 수공구조물 상·하류의 제방보호가 필요한 구간에 적용할 수 있어 치수적으로나 경관적으로 양호한 호안형태이다.

(3) 블록자체의 모양을 자연석과 같은 형태로 제작하여 자연석과 같은 경관을 창출하기도 하며 블록사이의 공극에 채워진 객토는 지반과 연결되어 식물, 곤충, 미생물 등 생육가능한 수변생물의 서식공간을 제공한다.

4.1.4.9 자연형 호안공법에 대한 허용유속

(1) 호안공법별 대표유속 기준은 「환경친화적 농어촌정비사업 설계지침」의 부록 11. 참고

4.2 터널

4.2.1 적용범위

(1) 이 기준은 농업생산기반정비사업의 용·배수의 송수를 주목적으로 하는 수로터널에 적용한다. 이 기준은 내공단면의 직경이 6.0m 미만인 수로터널에 적용되며 그 밖의 특별한 것은 별도의 검토가 필요하다.
(2) 일반적인 굴착공법 및 지보공공법 이외의 특수한 공법에 의할 경우에는 부분적으로 이 기준을 준용할 수 있으나 별도의 검토가 필요하다.
(3) 수로터널설계기준은 “KDS 27 00 00” 터널설계기준, “KDS 51 90 05” 하천터널 설계기준을 참고한다.

4.2.1.1 터널의 정의 및 분류

(1) 터널은 통수나 교통로 등의 목적으로 산, 지하 등에 굴착한 상당한 크기의 내공단 면을 갖는 갱도로서 추도라고도 한다. 수로터널은 크게 수리특성, 지질 등에 따라 분류할 수 있으며 지지공법이나 굴착공법에 의해 분류할 수도 있다.
(2) 터널을 수리특성에 따른 분류하면 계획유량이 자유 수면으로 흐르며 내수압이 작 용하지 않는 무압터널과 계획유량이 만류가 되어 흐르며 내수압이 작용하는 압력 터널이 있다.
(3) 지질에 따른 분류하면 암터널과 토사터널이 있다.
(4) 지보공 공법이나 굴착공법에 따른 분류하면 지보공 공법에 따라 산악터널의 경우 널판공법, 뿜어붙임콘크리트·록 볼트공법 등으로 분류할 수 있으며 굴착공법에 따 라 발파굴착공법, 기계굴착공법, 인력굴착공법 등으로 분류할 수 있다.

4.2.1.2 조사설계의 순서

(1) 조사설계에 있어서 설계의 단계에 따라 필요한 자료의 내용, 범위 및 정도가 다르 므로 설계의 각 단계에 따른 조사항목을 설정하여 적절한 순서와 방법에 따라 조 사 및 설계를 실시한다.

4.2.2 조사

(1) 터널의 계획, 설계, 시공 및 관리에 관한 자료를 얻기 위하여 정확한 조사계획을 수립한다.
(2) 터널의 계획, 설계 및 시공은 지형, 지질환경의 영향을 받으므로 터널의 노선 선정, 구조 설계, 시공법, 보상물건, 가설비 및 유지관리 등에 관한 제반 조사를 실시하여 충분한 기초자료를 수집한다. 지질구조가 복잡한 경우 계획 및 설계의 변경으로 공사비의 증대, 공사기간의 지연 등이 발생할 우려가 크므로 예측하지 못한 재해에 대비하여 충분한 지질조사가 필요하다.
(3) 공사 착수전의 조사만으로는 반드시 충분한 성과를 얻을 수 없으므로 시공 중에도 조사를 계속하여 공사의 안전성과 경제성의 확보에 노력한다. 환경보전을 위한 조사가 충분하지 못하면 공사시행에 중대한 영향을 미칠 수가 있으므로 지질조사와 함께 환경조사도 시행한다.

(4) 터널의 조사는 진척상황에 따라 조사사항, 조사범위, 조사방침, 조사내용 및 조사정도 등이 달라지게 된다. 조사 착수 전에 이들에 대한 충분한 조사계획을 수립한다.

(5) 터널의 조사에는 ①계획상 필요한 조사, ②설계상 필요한 조사, ③시공상 필요한 조사, ④유지·관리상 필요한 조사, ⑤기타 조사 등이 있다. 조사방법으로는 ①자료수집 및 청문조사, ②답사, ③현지조사, 측량·현지시험·현지관측, ④실내시험, ⑤시험시공 및 시공 후의 관측, ⑥보충조사 등이 있다.

4.2.3 기본설계

4.2.3.1 노선 선정

(1) 터널의 노선은 지형 · 지질적, 기술적, 경제적, 사회적 조건 및 환경에 미치는 영향 등을 고려하여 가장 적합하게 위치를 선정해야 한다. 터널은 안전하고 경제적으로 시공되어야 하며 기존시설이나 인근 주민의 생활에 미치는 영향을 최소화해야 한 다. 이를 위해서 노선선정에 있어 다음 사항에 유의하여야 한다.

① 시공 및 구조상 안전을 위하여 지형 및 지질조건이 양호한 노선을 선정 해야 한다.

② 터널은 개수로에 비하여 공사비가 고가이기 때문에 지형, 지질조건을 고려하여 될 수 있는 한 최단거리가 되도록 노선을 선정한다.

③ 노선의 선정은 가능하면 2 ~ 3개의 노선을 비교 선정하여 공사비를 적산하고 종합적 으로 검토한 후 가장 적합한 노선을 선정해야 한다.

④ 필요 최소 흙덮이 두께를 고려하여 노선을 선정한다.

⑤ 철도, 기타 중요한 기존시설에 접근시켜 터널을 설치할 경우에는 굴착단면 직경의 5~10배 정도 떨어지게 하는 것이 바람직하다.

4.2.3.2 터널선형

(1) 터널의 선형은 계획노선을 기초로 지형·지질의 조건, 작업 갱, 기존시설 등과의 위치 관계 및 시공법 등을 종합적으로 검토하여 결정하며 지형·지질조건이 허락하는 한 직선 또는 곡률반경이 크게 되도록 설계한다.

4.2.3.3 터널의 형식

(1) 터널의 형식은 지질조건, 지보공 및 라이닝의 종류에 따라 결정한다.

4.2.3.4 터널의 기울기와 단면형

(1) 터널의 기울기와 단면형은 수리·구조 및 시공상의 문제점을 고려하여 적절히 설계한다.

4.2.3.5 갱구의 위치 및 완화공 형식 선정

(1) 터널의 갱구는 개수로 등 다른 공종과의 접속부가 되는 경우와 작업을 위한 갱구(수평갱, 사갱, 수직갱 등)로 구분한다. 갱구는 안정된 원지반이면서 기능상 장해를 받지 않는 위치에 선

정하며 다음 사항에 유의한다.

① 터널의 갱구는 토압이 가장 불안정한 장소이므로 퇴적부 같은 곳은 피한다.

② 갱구 부근은 토피가 얇고, 표층 가까운 곳의 강도가 약한 풍화암을 굴착하는 경우가 많아 큰 토압이 작용하거나 갱구 부근의 사면이 불안정하여 붕괴하는 수가 많으므로 지층이 갱구로 향하여 경사진 원지반의 경우에는 특히 주의가 필요하다.

③ 저지대나 계곡부는 용출수가 많고 강우의 영향도 받기 쉽다. 이러한 곳은 호우시 물이 집중되어 토사에 의해 갱구가 막히는 경우도 있다. 또한, 적설지대는 눈사태의 우려가 있는 곳은 피해야 한다.

④ 갱구 부근의 소음이나 진동이 주변환경에 악영향을 미치지 않도록 배려한다.

(2) 터널을 개수로, 암거, 잠관 또는 수로교 등과 같이 단면형이 다른 구조물과 접속시키는 경우에 원활한 물의 흐름을 위하여 원칙적으로 완화공을 설치한다. 일반적으로 수로터널에서 단면형이 다른 구조물과 접속시키는 경우 손실수두를 가능한 한 적게 하여 물의 흐름을 안전하고 원활히 하기 위하여 구조상 접속부를 설치한다. 단 수두에 여유가 있거나 소규모 공사의 경우에는 이에 구애되지 않는다.

4.2.3.6 최소 시공단면

(1) 터널의 시공단면은 안전성과 경제성을 고려하여 시공상 필요한 최소단면을 확보 한다.

(2) 터널단면의 크기는 통수량을 기준으로 결정하는 것을 원칙으로 하지만 통수량이 적어서 터널단면이 현저히 작아질 경우에는 작업환경이 열악하게 되어 작업능률 의 저하와 안전대책상의 문제가 야기되므로 시공법, 터널규모 등을 고려하여 시 공의 안정성과 경제성이 확보되도록 시공상의 최소단면을 결정한다.

(3) 널판공법을 사용하는 경우 최소 시공단면은 시공조건, 사용기계 및 근로자의 안 전규칙을 준수해야 하나 굴착(천공, 버력처리) 및 라이닝(콘크리트 운반 및 치 기)을 기계시공으로 할 경우 최소한 동바리 내폭이 2.0m, 킥업(kick up) 시점부 까지의 동바리 높이가 1.8m정도의 단면이 필요하다. 시공조건이 이와 다른 경우에는 공사규모, 시공법, 안전성 및 경제성 등을 고려하여 적절하게 종합적으로 검토하여 결정한다.

(4) 뿜어붙임 콘크리트·록 볼트공법을 채택하는 경우 작업효율과 안전성이나 작업환 경 측면에서 유압착암기에 의한 천공, 로봇에 의한 뿜어붙임 등 기계화시공이 표준화 되고 있다. 이런 경우 최소 시공단면은 기계의 치수와 작업공간을 고려할 때 굴착완성 직경으로 대략 2.7m이다. 굴착 완성 직경이 3.0m 이하의 경우에는 뿜어붙임의 각도와 거리 등으로 인해 뿜어붙임 콘크리트의 반발량(rebound)이 많아지므로 주의가 필요하다.

4.2.3.7 최소 토피두께

(1) 터널의 토피는 구조상의 안전성, 시공상의 안전성과 경제성 및 유지관리 등에 필 요한 두께를 확보한다. 라이닝의 유무와 재질, 지보공의 종류, 원지반의 지질, 내 수압의 크기 등을 고려하여 필요한 최소 토피두께를 확보한다.

(2) 터널 굴착으로 인하여 지반내부의 응력상태가 변화하여 터널 주변에는 수직토압 을 측면에

서 바닥에 전달하려는 그라운드 아치(ground arch)가 형성된다고 판단된다. 이러한 경우 토피가 작으면 터널은 과대한 하중을 받아서 안정이 저해되고 지반의 균형이 깨어져 지표까지 붕괴된다. 이 때문에 원지반 내부응력의 균형을 도모하기 위한 최소한의 토피가 필요하게 된다.

(3) 무압터널의 경우, 최소 토피두께에 대해서는 각종 실험 및 탄성이론에 의한 해석 등에 의하면 일반적으로 터널 굴착단면 직경(De)의 5배 정도로 되어 있으나 이는 원지반의 지질, 라이닝의 유무와 재질, 동바리의 유무에 따라 다르며 다음<표 4.2-1>의 표준값을 적용하는 것이 좋다.

<표 4.2-1> 터널의 최소 토피두께(Dc)의 표준

구 분	암 터 널	토 사 터 널	비 고
모르터 또는 콘크리트 뿜어붙임 단면	Dc = 10De≥30m	-	
무근 콘크리트 라이닝 단면	Dc = 3De ≥6m	Dc = 5De ≥10m	동바리 없음
무근 콘크리트 라이닝 단면	Dc = 2De ≥4m	Dc = 3De ≥6m	동바리 있음
철근 콘크리트 라이닝 단면	Dc = 1.0De≥2m	Dc = 1.5De≥3m	동바리 있음

주) 1. De : 터널 굴착단면의 직경(m)
2. 토피의 두께(Dc)는 터널 본체 상부에서 지표까지의 높이

4.2.4 수리설계

4.2.4.1 일반사항

(1) 터널의 수리설계 시에는 계획된 설계유량을 대상으로 하여 설계수위를 확보함은 물론이고 터널의 목적과 기능을 충분히 발휘할 수 있도록 설계유량 이외의 유량 에 대해서도 검토해야 한다. 검토대상으로는 최소 유량, 기타 터널시설에 지장을 줄 우려가 있는 유량 등이 있다.

(2) 통수량이 감소하는 경우 터널의 상·하류 수로시설에 미치는 영향을 확인할 때는 최소 유량을 사용한다.

(3) 터널의 시설에 상당한 피해가 예상되는 경우, 예를 들면 여유고 검토에서는 수로 에 낙하하는 강우로 인한 유량의 증가 등을 고려하여 수로의 능력을 확인할 뿐 아 니라 시설의 구조와 규모 등을 검토한다.

4.2.4.2 허용유속

(1) 터널내의 유속은 토사가 퇴적을 일으키지 않는 최소 허용유속과 수로내면이 유수 로 인하여 침식되지 않고, 수리적으로 불안전한 유황이 발생하지 않는 최대 허용 유속의 범위 이내로 한다. 터널단면의 결정에는 유속이 가장 중요한 요소가 되며, 최소 허용유속과 최대 허용유속을 고려하여 터널의 기능, 구조 등에 적합한 유속 으로 한다.

(2) 최소 허용유속은 토사가 퇴적을 일으키지 않는 유속으로 한다. 일반적으로 실트 나 실트보다도 큰 입경의 부유토사가 적을 경우 0.45 ~ 0.9m/s의 유속이면 부유토 사의 퇴적을 방지할 수 있으므로 유속이 이 값보다 내려가지 않도록 하는 것이 중 요하다.

(3) 터널에 토사가 퇴적되면 통수단면이 작아지고 퇴적된 토사의 배제도 어렵기 때문 에 최소 허용유속은 접속되는 개수로의 유속보다 크게 하되 일반적으로 개수로 유속의 1.3배 이상의 값이 바람직하다.

(4) 최대 허용유속은 수로를 형성하는 재료에 따라 현저히 다르고 불명확하므로 경험 이나 사례를 통하여 판단할 수밖에 없다. 내면의 재질에 따라 대략 아래 <표 4.2-2>와 같은 값을 상한값으로 하고 있다. 터널 부속시설인 방수로, 여수로 등 일시적으로 물이 흐르는 구조물의 최대 허용유속은 이 값의 1.5배 이내로 한다.

<표 4.2-2> 최대 허용유속

종 류	유 속 (m/s)
경 암	3.00
중 경 암	2.50
콘크리트	3.00
뿜어붙임 콘크리트	2.00

4.2.4.3 유속 결정시의 유의사항

(1) 수로의 유속 결정시에는 수리특성을 고려한다. 특히 한계상태에 가까운 흐름에서 는 본질적으로 수면이 불안정하기 쉬우며 일단 파가 발생하면 해소가 어려워서 수로의 기능이 저하될 수 있다.

(2) 흐름의 안정성은 유량, 유속, 단면변화와 만곡의 정도 등에 따라 다르지만 유속에 의해 지배되고 있으며 유량이 같을 때는 한계유속의 2/3(프루드 수: 0.54)정도 이 하의 유속이면 일단 안정된 수면을 기대할 수 있다.

4.2.4.4 평균유속 계산

(1) 터널의 평균유속을 계산할 경우 개수로에서는 매닝(Manning)공식을, 관수로에서는 하젠·윌리엄즈(Hazen-Williams)공식을 사용하는 것을 원칙으로 한다.

4.2.4.5 부등류의 계산

(1) 수로단면의 변화 또는 보에 의한 배수영향 등으로 흐름의 단면이 일정하지 않는 구간의 유황은 부등류계산에 의하여 해석한다.

4.2.4.6 여유고

터널의 통수단면은 수리상의 안전성을 확보하기 위하여 설계유량에 따라 설계수면 상에 여유고

를 더하여 결정한다. 여유고는 설계유량에 대한 수면에서 터널 정부까 지의 높이를 뜻하며 표준적인 여유고 산정법은 다음과 같다.

(1) 일반적인 경우

① 터널의 여유고는 원칙적으로 다음의 식에 의한 계산 결과 중 큰 값을 취한다.

가. 설계유량에 대하여

$$d_1/D_1 = 0.80 \sim 0.83 \qquad (4.2\text{-}1)$$

여기서, d_1 : 설계 유량에 대한 수심 (m)

D_1 : 터널의 높이(m)

단, $(D_1 - d_1) \geqq 0.30\text{m}$

② 홍수를 유입시키는 경우

$$d_2/D_2 = 0.90 \sim 0.93 \qquad (4.2\text{-}2)$$

여기서, d_2 : 홍수를 가미한 유량에 대한 수심(m)

D_2 : 터널의 높이 (m)

(2) 기타의 경우

① 최소시공단면의 터널과 부등류의 터널 등 특별한 경우의 여유고는 위 식의 값보 다도 큰 값을 취할 수 있다.

② 도수터널과 같이 도중에서 홍수유입이 없는 경우로서 아래 와 같은 조건에서는 d/D=0.90 정도를 취할 수 있다.

가. 유량에 변동이 없고

나. 급한 만곡 등이 없으며 난류가 발생하지 않고

다. 조도계수의 추정이 정확하여 악화의 우려가 없는 경우

③ 일반적으로 원형 또는 표준마제형의 단면에서 최대유속은 d/D=0.80부근에서, 최 대유량은 d/D=0.90 ~ 0.93부근에서 발생하기 때문이다. 여기서 d는 설계수위, D는 터널의 높이이다.

④ 터널의 여유고는 규모, 홍수 유입량, 노선의 곡선반경, 최소시공단면 등의 모든 것 을 고려한 후에 조정한다. 배수터널의 경우에는 용수터널에 준하지만 터널 상류 개수로의 여유고를 포함하여 통수능력 이하가 되지 않도록 하며 계획유량 이상의 유량에 대하여는 터널 통수능력이 미치는 피해 등을 감안하여 결정한다.

4.2.5 무압터널

(1) 무압터널은 외압에 대하여 안전한 구조이어야 하고 구조는 지질조사 등으로 추정한 지압, 외수압 등을 고려하여 내구성이 뛰어나고 안전하도록 한다.

(2) 터널에 작용하는 하중의 추정은 지질조건 외에도 터널의 단면, 시공법 등에 따라서 도 현저히

달라지므로 하중을 추정할 때는 지질과 터널공학의 양면에 걸쳐 광범위 한 지식과 경험을 가진 기술자가 필요하다.

(3) 무압터널설계기준은 “KDS 27 00 00” 터널설계기준, “KDS 51 90 05” 하천터널 설계기준을 참고한다.

4.2.6 압력터널

(1) 압력터널은 내수압과 외압 등에 안전하고 수밀성 및 내구성에 뛰어난 구조이어야 한다.

(2) 압력터널의 굴착에 대해서는 무압터널과 같으므로 지질조건과 지보공의 종류 등은 무압터널의 경우와 동일하게 취급한다.

(3) 무압터널설계기준은 “KDS 27 00 00” 터널설계기준, “KDS 51 90 05” 하천터널 설계기준을 참고한다.

4.3 암거

(1) 암거를 계획할 때는 지형, 공사비, 시공성, 유지관리 등을 종합 검토하여 터널과 비 교 판단해야 한다. 일반적으로 흙깎기 높이가 1～10m 범위 내이면 공사비면에서는 암거로 계획하는 경우가 많으나 토질분포상태, 작업조건 등을 고려하여 결정하여야 한다.

4.3.1 적용범위

(1) 이 기준은 농업용수 및 농지배수를 위하여 수로, 제방, 도로 및 철도 등을 횡단하 는 경우 설치하는 암거에 적용한다.

(2) 자세한 설계기준은 농지배수 (KDS 67 45 00)을 참고한다. 그리고 기초지반에 관한 내용은 “KDS 11 00 00”지반설계기준을 참고한다.

4.3.2 암거의 분류

(1) 사용목적에 따른 분류

① 용수암거

가. 용수의 송수를 위해 계획되는 모든 암거를 총칭하며 용수로 계획 시 자유수면의 기울기를 가지고 물을 통과하도록 설치한다.

② 배수암거

가. 용수암거와 같이 자유수면의 기울기를 가지고 배수시키는 구조물로서 배수를 위 하여 계획되는 모든 암거를 총칭한다.

③ 용·배수겸용암거

가. 지형 및 기타의 관계로부터 용·배수 겸용의 목적으로 설치하는 형식이다.

(2) 단면형에 의한 분류

① 원형암거

가. 특별한 경우를 제외하고는 공장에서 제작된 관을 사용하며 관종은 철근콘크리트관, 원

심력철근콘크리트관, 무근콘크리트관, 롤전압철근콘크리트관, 프리스트레스트콘크리트관 등의 강성관과, 변형성이 좋은 파형관(이하 파형암거라 한다) 등, 많은 기성제품이 사용되고 있으며 공사기간이 짧을 때 채택하며 시공이 편리한 경우가 많다.

② 박스형 암거

가. 단면형상이 정방형이나 직사각형으로 1련(連)으로부터 2련(連) 또는 수련(數連)의 경우도 있으며 일반적으로 현장 콘크리트 타설로 제작하므로 규모의 제한을 받지 않는 특성이 있다. 최근 박스형암거를 공장 콘크리트제품으로 조립화되는 추세에 있으며 이 경우 수밀성에 대한 충분한 대책이 필요하다.

③ 마제형 암거

가. 이 형식은 일반적으로 대형단면이나 지형적 특수성 또는 터널과 연결되는 부분에서 사용되며 상부는 반원형의 아치로 하며 측벽은 직선 또는 곡선으로 한다. 마제형 암거는 직사각형 암거보다 흙덮이 두께가 클 때에 경제적이며 일반적으로 흙덮이 두께 3.0m 이상일 때가 많으며 길이가 길어 철제형틀을 사용하면 경제적으로 될 때가 있다. 따라서 터널 전후에 연결되는 장경간의 암거 등에서 많이 사용된다.

4.3.3 평면형상

(1) 암거의 계획은 도로 또는 수로의 상황에 적합하고, 본선과 평면교차각은 되도록 직각이 되게 계획한다. 사각을 이루는 경우 한쪽면만 토압의 영향을 받아 부재에 생기는 응력이 직각의 경우보다 커지며 이 영향은 연약지반에 설치하는 암거의 경우 현저하다.

4.3.4 암거단면 형식의 결정

(1) 암거의 단면형식은 역학적 특성, 관종, 시공방법 등을 고려하여 결정해야 하며 각각의 단면형식에 따라 장단점이 있으므로 어떤 형식을 채택할 것인가는 다음 사항을 고려하여 결정하여야 한다.

① 계획수량 및 통수능력을 고려하여 수리학상 유리한 형식일 것

② 구조적으로 안전하고 경제적인 형식일 것

③ 시공성이 좋고 공사비가 저렴할 것

④ 주변환경 등을 고려하여 현지상황에 적응되고 유지관리가 용이할 것

(2) 암거단면의 형상은 원형, 박스형, 마제형, 계란형, 포물선형 등 여러 형태가 있으나일반적인 형태는 원형, 박스형, 마제형이다.

4.3.5 수리설계

(1) 암거의 수리계산은 상·하류의 수위, 출입구의 접속수로형태 등에 따라 다르며 허용최대유속은 3 ~ 4m/s, 허용최소유속은 0.7m/s를 기준으로 한다. 일반적으로 사용되는 수리공식은 개수로 등과 같이 매닝(Manning) 공식을 사용한다.

① 암거의 수리계산

가. 암거의 수리형태

(가) 암거의 수리 형태는 그림 4.3-1과 같이 6가지로 분류할 수 있다. 그림 4.3-1에서 ①과 ②는 수로의 흐름이고 기타는 개수로의 흐름이다. 또 ③은 오리피스 역할을 하고, ④는 관체 전부가 상류로 흐르고, ⑥은 사류로 흐르며 조절단면(control section)이 입구에서 일어난다. 일반적인 경우 용수암거의 흐름은 ⑤의 흐름을, 배수암거의 흐름은 ④, ⑤, ⑥의 흐름을 보인다.

(나) 이 가운데 ①, ②, ③의 흐름은 수리학적으로 불리할 뿐만 아니라 상류측에 담수하여 세굴, 침투, 제방월류 등 악영향이 발생할 수 있으므로 설계에서 피해야 한다.

나. 허용유속

(가) 일반적으로 콘크리트 암거의 허용최대유속은 3 ~ 4 m/s로 하며 그 이상일 경우는 출구에 배플드 아웃렛(baffled outlet)을 설치하여 유속을 조절한다. 또한 부유물의 침전 등으로 통수단면이 축소되는 것을 방지하기 위해 암거의 최소유속을 0.7m/s 이상으로 하며 통수시 잠관작용의 우려가 있는 곳에서는 0.8 ~ 1.0m/s 이상의 유속을 취한다.

다. 단면결정

(가) 암거의 단면은 유량 및 유속에 따라 정한다. 일반적인 경우 자유수면을 갖는 등류로 가정하여 개수로 체계의 수리계산과 같이 계획한다. 원형암거의 경우 수심은 관경의 0.8배로 함을 원칙으로 하며 최소단면은 1개소의 길이가 20m 미만인 경우 D=0.6m, 20m 이상인 경우는 D=0.8m 이상을 사용한다. 박스형 암거의 최소단면은 시공성 등을 감안하여 높이 및 나비를 1.0m로 한다.

(나) 단면의 여유고는 지형조건에 따라 충분한 검토가 필요하며 특히 단기간에 급격하게 유출량이 증가하는 배수암거나 상류부로부터 토사유입량이 많아 단면이 매몰될 우려가 있는 곳에서는 암거입구에 침사지를 설치하지 않는 한 단면상에 충분한 여유를 주어야 한다.

라. 손실수두계산

(가) 마찰손실수두

㉮ 관암거의 마찰손실수 두 계산을 위한 마찰손실계수 f는 다음과 같다.

$$f = \frac{124.6n^2}{D^{\frac{1}{3}}} \qquad (4.3\text{-}1)$$

여기서, h_f : 마찰손실수두(m), n : 조도계수

D : 관경(m), f : 마찰손실계수

① 출구가 수중
$H > H^*$, $y_1 > d$, 만류

② 출구가 수중 아님
$H > H^*$, $y_1 < d$, 만류

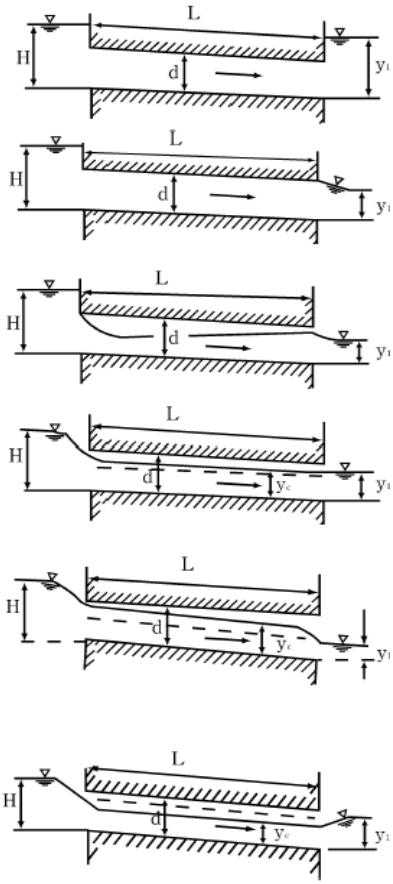
③ 출구가 수중 아님 (관내 사류)
$H > H^*$, $y_1 < d$, 입구만류

④ 출구가 수중 아님
$H < H^*$, $y_1 > y_c$, 상류

⑤ 출구가 수중 아님
$H < H^*$, $y_1 < y_c$, 상류
조절단면은 출구

⑥ $H < H^*$, $y_1 < y_c$, 출구
조절단면은 입구

(H^*: 입구에서 만류될 충분한 수위,
y_c: 한계수심)



〈그림 4.3-1〉 암거의 수리형태

(나) 유입손실수두

㉮ 유입손실수두 계산 및 유입손실계수는 그림 3.2.3에 따른다.

(다) 유출손실수두

$$h_0 = f_0\left(\frac{V_1^2 - V_2^2}{2g}\right) \qquad (4.3\text{-}2)$$

㉮ 여기서, 유출구의 모양이 급변하는 접속이면 f o=1.0 이고 종구형(bell mouth) 이면 f o=0.2 로 적용한다.

(라) 단(段)에 의한 손실수두

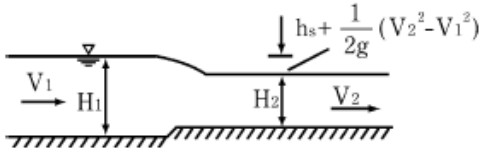
$$h_s = f_s\left(\frac{V_2^2 - V_1^2}{2g}\right) \qquad (4.3\text{-}3)$$

여기서, f s는 단(段)의 모양에 따른 손실수두계수로서

(1) 둥근 경우

조금 둥근 경우 $f_s = 0.1$

아주 둥근 경우 $f_s = 0.01$



〈그림 4.3-2〉 단의 모양

(2) 모가 진 경우는 표 4.3-1와 같다.

〈표 4.3-1〉 단(段)에 의한 손실계수 (f_s)

$H_2/\ H_1$	0.10	0.32	0.45	0.63	0.77	0.89	1.00
f_s	0.50	0.45	0.42	0.33	0.22	0.13	0.00

마. 오리피스형의 수리계산

(가) 오리피스로 되는 용수암거 또는 배수암거는 암거입구의 수위가 암거정부보다 위에 있는 경우로서 일종의 오리피스가 되고 이때의 수리계산은 식 (4.3-4)에 의한다.

$$Q = CA\sqrt{2g(H-D)} \qquad (4.3\text{-}4)$$

여기서, D: 원관의 직경

H: 상류수위 (접근유속이 있는 경우는 $\frac{V^2}{2g}$ 을 계산함)

C: 유량계수로 0.81 ~ 0.91의 범위

② 완화공의 수리계산

가. 완화공은 단면이 변화되는 구간에서 발생하는 수두손실 및 수류(水流)의 흐트러짐 현상을 완화시키기 위하여 설치하는 것으로 상하류 수로단면과 암거단면에서의 수면 중에 연결하는 직선과 중심선 사이의 각은 12°30′ ~ 25°00′ 가 되도록 완화공의 길이를 결정한다.

(가) 완화공의 종류

㉮ 완화공의 형태는 종구형, 유선형과 직선형으로 대별되며 종구형과 직선형의 절충식인 개량직선형도 사용된다. 양수장 지구와 같이 손실수두의 절약이 필요한 경우나 대형수로에서는 종구형을 채택한다.

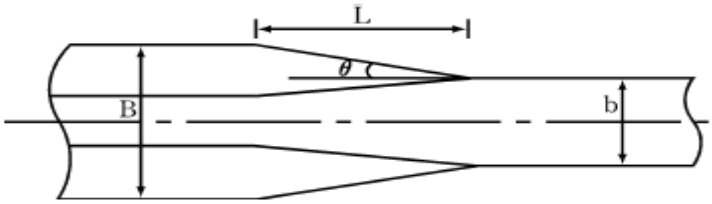
(나) 완화공의 길이계산

㉮ 완화공의 길이는 완화공의 수면과 중심선이 이루는 각이 유입부에서는 27°30′, 유출부에서는 22°30′을 초과하지 않는 범위 내에서 식 (4.3-5)에 의해 결정하며

$$L = \frac{B-b}{2}\cot\theta \qquad (4.3\text{-}5)$$

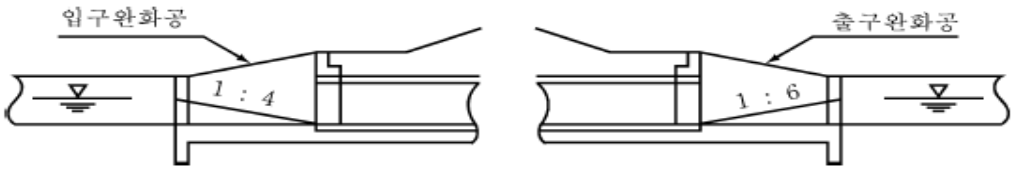
여기서, L : 완화공 길이 (m), b : 지면폭 또는 수면폭 (m),

B : 수면폭 (m), θ : 접속각 ($12.5° \leq \theta \leq 25°$)



<그림 4.3-3(a)> 완화공

완화공의 유입부 및 유출부 바닥의 최대기울기는 각각 1:4 및 1:6보다 완만하도록 계획한다.



<그림 4.3-3(b)> 완화공

(다) 단면변화에 의한 손실 및 수면저하량

㉮ 단면변화에 의한 손실 및 수면저하량 계산은 3.2.3 다.항을 참조한다.

③ 세굴방지공 (Scouring Protection)

가. 수로공작물 상하류에서 유수의 에너지는 완화공으로 제거되고도 상당히 남아서 접속수로를 세굴하기 쉬우므로 완화공에 접속시켜 장석 또는 콘크리트 블록 등의 세굴 방지공을 설치해야 하며 그 규격과 길이는 그 지점에서의 유속과 수심 및 공작물의 중요도 등에 의하여 결정된다. 세굴방지공은 다음 표 4.4.5와 같이 4개형으로 구분되며 배수횡단공작물을 제외하고는 유속이 1.5m/s가 넘는 곳에서는 수심에 관계없이 최소 3형의 방지공을 사용해야 한다.

<표 4.3-2> 장석보호공(Riprap protection)의 종류

구분	장석 두께 (m)	뒤채움 두께 (m)
1형	0.15	-
2형	0.30	-
3형	0.30	0.15
4형	0.45	0.15

나. 표 4.3-2는 최소규격을 표시하므로 공작물 설치지점의 조건과 운영관리조건 등이 불리할 경우에는 수정, 적용해야 한다.

(가) 수심이 3.0m가 넘을 경우에는 별도설계를 한다.

(나) 유속이 0.75m/s 이하인 수로에서는 유입부의 세굴방지공을 생략할 수 있다.

(다) 유량이 17m3/s를 초과하는 배수횡단공작물은 별도 설계한다.

(라) 관로기울기가 급하여 관로말단에서 유속이 4.5m/s를 초과하는 경우 에는 등급 큰 형을 채택하되 최소 3형을 사용한다.

(마) 세굴방지공의 길이는 유입부에서는 ℓ=d(수심: 1.0m)
유출부에서는 ℓ=2.5d>1.5m 및 문비나 빈지판(stop log) 등으로 난류가 일어나는 유출부에서는 ℓ=4d를 원칙으로 하며 길이는 상기 수치를 최소치로 하여 0.5m 단위로 정리한다.

4.4 잠관

4.4.1 일반사항

(1) 잠관은 도로·철도 또는 하천이나 계곡과 같은 凹부 혹은 장애물을 횡단해야 할 경우, 낮은 곳에 만류 관수로를 설치하여 상·하류의 수두차로 필요수량을 흐르게 하는 구조물이다. 설계는 해당 지점의 지형·지질·하천상황·시공조건 등을 검토하고,관체 내에 발생하는 내수압을 고려하여 수리·구조적으로 안전하고 경제적이어야한다.

(2) 잠관 관체에는 자유수면의 높이와 관체의 위치와의 낙차에 상응하는 내수압이 작용하는데, 이 내수압에 견딜 수 있도록 구조적으로 안정성이 있어야 하고 또 누수가 생기지 않도록 하는 구조가 필요하다. 역 사이펀은 관이 만류되어 내압인 상태로 흐르도록 설계된 폐쇄 관수로 이므로 설계용량으로 흐를 경우 잉여 수두 없이잘 흘러야 한다. 역 사이펀은 경제적으로 만들어 물 흐름을 원활히 할 수 있는 방법의 하나이며 정상적인 경우 사이펀 말단에서 흙수로와 접속되는 부분에 완화공구조물을 설치하여 침식을 방지 한다.

4.4.2 수리계산

(1) 통수량·관의 길이·낙차·관 단면적 등의 관계를 통하여 통수로·관내유속 및 손실수두를 계산해야 한다.

4.4.2.1 최소단면과 유속

(1) 최소단면: 원형 D=0.8m, Box형 h=1.0m 이상

① 유속

가. 허용최대유속

㉮ 현장타설 콘크리트: 2.0m/s

㉯ 철근콘크리트관: 2.5m/s

㉰ 철관: 4.5m/s

나. 최소평균유속: 1.3m/s 이상

다. 표준유속: 1.5～2.5m/s (개수로 유속의 1.5～2.0배)

㉮ 배수로의 잠관에서는 콘크리트관에서 최대 4.0m/s, 최소 0.75m/s를 사용하며 보통 1.20～1.30m/s가 되도록 한다.

4.4.2.2 수리계산

(1) 잠관은 일반적으로 통수량(Q), 관의 길이(L), 허용낙차(H)를 정하고 관의 단면을구 하는 경우와, 낙차를 자유로이 취할 수 있는 곳에서는 Q·L·D(D: 관의 내경)를미리 정하고 필요한 낙차를 구하는 경우가 있다. 즉 수리계산은 관내유속·손실수두 등에 대한 것은 관수로의 수리설계를 참조하고, 잠관의 수리계산은 Q·L·H가 주어졌을 때 다음과 같이 계산한다.

① 유입구 개방완화공

가. 마찰손실수두 : $L_1 \times (h_{v3} - h_{v1}) \times \frac{I_1 \times I_2}{2}$

나. 단면축소 손실수두 : $K_1 \times (h_{v3} - h_{v1})$

여기서, K_1 : 유입구의 단면축소에 의한 손실계수로서 직선형의 경우 : 0.2, 유선형의 경우 : 0.1

② 유입구 폐쇄완화공

가. 마찰손실수두 : $2D \times \frac{I_2 \times I_3}{2}$

여기서, 2D: 폐쇄 완화공의 길이, D: 관의 내경

③ 관체

가. 마찰손실수두: $(L_3 - 2 \times 2D) \times I_3$

나. 굴곡손실수두: $\sum f_b \times h_{V3}$

④ 유출구 폐쇄완화공

가. 마찰손실수두 : $2D \times \frac{I_3 + I_4}{2}$

⑤ 유출구 개방완화공

가. 마찰손실수두: $L_4 \times \frac{I_4 + I_5}{2}$

나. 단면확대손실수두: $K_2 \times (h_{V3} - h_{V5})$

여기서, K 2 : 유출구의 단면확대에 의한 손실계수로 직선형인 경우: 0.3, 유선형인 경우: 0.2

⑥ 스크린에 의한 손실수두 및 수면저하량

가. KDS 67 20 10의 설계규정을 참조한다.

⑦ 총 손실수두

가. 총손실수두는 계산값의 10%를 안전율로 고려하여 가산된 값으로 한다. 또한 앞에 설명한 손실 합계가 소요낙차가 된다.

4.4.2.3 단면변화에 의한 손실수두 및 수면저하량

(1) 여러 가지 경우와 형식에 따라 단면변화에 의한 손실수두 및 수면저하량을 고려할수 있다.

4.4.3 구조설계

(1) 역 사이펀은 완화부와 관체부로 구성되며, 에너지 손실 및 배수현상(背水現象)이완충될 수 있고, 수면의 불연속으로 배수(背水)가 생기지 않도록 실(sill)표고를 계획하여야 한다.

① 암거구조의 결정

가. 암거는 유량, 입지조건, 사회적조건 및 공사기간 등을 종합 검토하여 가장 경제적인 구조로 하여야 한다.

나. 일반적으로 대유량의 경우에는 현장타설 철근콘크리트 구조, 소유량의 경우에는 콘크리트 공장제품 등이 사용되고 있으나 어느 것이 경제적인가는 각종의 설계조건에 따라 다르므로, 시공성과 유지관리 등도 포함하여 충분히 비교 검토해야 한다.

② 설계하중

가. 암거를 설계할 때 고려해야 할 하중의 종류는 토압, 노면하중, 궤도하중, 암거자중, 관내수하중 및 수압, 기초반력, 기타 하중 등이 있다. 그러나 이와 같은 하중이 동시에 작용하는 것은 아니며 지형 등의 제 조건과 구조 등을 고려하여 적절히 조합하는 것이 타당하다.

(가) 토압

㉮ 암거에 대한 토압은 여러 가지 이론적 연구가 있겠으나 일반적으로, 상부상판에는 그 폭만큼의 연직토압, 측벽에는 그 높이에 대한 수평토압, 하부상판에는 그 폭만큼의 지반반력이 작용한다. 토압은 시공 중에 되메움 직후의 자연침하시 순간토압이 발생되는 것을 감안하여 검토되어야 한다.

(나) 노면하중

㉮ 노면하중은 군집하중과 자동차하중을 고려한다. 이들의 노면하중에 의하여 매설암거에 연직하중과 수평하중이 작용하지만 일반적으로 강성관 및 180° 이상의 고정받침이나 소구경의 연성관인 경우는 수평토압을 무시하는 것이 보통이다.

· 군집하중

(1) 국도 및 지정 지방도의 횡단: 4.9 kN/m2

(2) 지방도 및 읍면도 등: 3.92 kN/m2

(3) 경작도: 2.94 kN/m2

· 자동차하중

일반적으로 도로설계기준에 따르되 국도 및 지정 지방도에 있어서는 주무관청의 도로구조에 관한 세칙에 의하며, 하중의 적용구분은 도로의 현황 혹은 계획의 폭, 시공시의 사용중기 등에 따라 정하고 하중계산시 사용되는 충격계수는 표 3.3.3과 같다.

(다) 궤도하중

· 3.3.2 의 아.항 참조

(라) 자중, 물의 무게

㉮ 원형암거

· 관의 횡단방향의 설계에 있어서 매설관의 자중 및 관내 물의 무게는 연직토압이나 노면하중에 비하여 경미하므로 보통의 경우는 무시하여도 된다.

· 그러나 연직토압이나 노면하중이 작을 때는 자중 및 물의 무게를 고려할 필요가 있으며 관의 종단방향의 검토에 있어서는 당연히 자중 및 관내 물무게를 고려하여야 한다.

㉯ 박스형 암거

· 1련의 암거에 대하여는 양측벽의 자중, 상부상판의 자중 및 내부의 물무게가 저판에 전달되어반력으로 작용되며 2련 또는 수련(數連)의 것은 측벽과 중간벽 및 상부 상판, 내부 물무게의 합계량이 저판에 전달되는 것으로 본다.

· 대형의 박스형 암거일 경우 측면에 작용하는 내수압을 고려하여 수평토압과 상쇄된다고 볼 수도 있다.

(마) 기초반력

㉮ 기초에 생기는 반력은 기초의 지지상태에 따라 변화하지만 일반적으로 기초면에 균등분포하는 것으로 생각한다. 그러나 관거의 경우는 어느 범위(관체의 지지각내)에만 등분포하는 것으로 보는 스팽글러(Spangler)설을 채택한다.

(바) 기타의 하중

㉮ 기타의 하중으로는 온도와 부력 등을 고려한다. 일반적으로 암거는 매설하는 것이 원칙이므로 특별한 경우를 제외하고는 온도변화에 의한 영향은 무시하는 것이 보통이나 지상에 노출되었거나 시공 중 온도의 변화가 크게 발생될 우려가 있는 경우 등 은 온도변화에 대한 영향을 고려한다.

㉯ 부력은 특히 하천 또는 하천부근 지대의 사력지반을 통과하는 암거에서 고려할 사항으로 암거 본체가 비었을 때 부상치 않도록 설계하여야 한다. 부력을 방지하는 수단으로는 흙쌓기의 증가, 자중의 증가, 암거의 양단에 푸팅(footing)을 부치는 방법이 있다.

㉰ 공사 중 시공장비의 도입이나 현지여건 또는 시공시의 부주의로 시공장비가 하중으로 작용되는 경우가 있는 점 등을 감안하여 결정해야 한다.

③ 횡단방향의 설계

가. 매설암거의 횡방향 단면설계는 원형과 박스형으로 구분하여 암거내외에 동시에 작용

하는 하중에 대하여 안전하게 견딜 수 있게 설계하여야 한다. 부재에 발생하는 응력은 원형암거 및 박스형 암거 모두 부정정구조로 해석하여야 한다.

(가) 원형암거

㉮ 관거의 횡단방향의 계산을 할 때 가장 중요한 것은 기초의 지지조건으로 하중상태 및 기초지반의 양부에 따라 기초를 설치하지 않는 경우와 모래나 콘크리트 기초를 하는 경우로 구분하여 각각에 따라 집중하중 또는 등분포하중을 받는지 여부를 판단하여 기초의 두께, 관종의 선정 등을 하여야 한다. 관거의 횡단방향 설계에 대한 상세한 내용은 4.11 관수로에 준한다.

(나) 박스형 암거

㉮ 철근콘크리트 박스형 암거는 관거가 제품의 치수에 따라 그 규모가 제약되는데 반하여 어떠한 크기로도 만들 수 있는 특징이 있다. 길이가 긴 암거로서 종방향의 강도를 필요로 하는 경우, 관거에 있어서는 단면형상도 불리하고 공사비면에서도 불리한 수가 있다.

㉯ 현장타설 콘크리트 박스형 암거는 내부의 거푸집조립 및 제거 등 시공성을 감안하여 최소내측면의 높이를 1.0m 이상으로 제한한다. 박스형암거의 응력계산은 부정정의 산식에 의한다. 기초가 견고한 암반이거나 또는 상판의 두께가 정판(頂板)과 측벽에 비해 현저하게 두꺼운 경우에는 문형(門型) 라멘으로 계산한다. 각부의 소요두께는 경간의 크기에 비례하여 근사적으로 정하고 높이에 비해 폭이 넓은 경우에는 중간에 격벽을 설치하여 2련 이상으로 계획하는 것이 1련 박스형으로 계획하는 것보다 경제적일 수 있다.

(다) 석조 아치 또는 콘크리트 아치 암거

㉮ 부근에서 양질의 석재를 용이하게 염가로 구할 수 있을 때나 철근콘크리트 아치보다 다소 단면이 커져도 현장여건상 유리한 경우에 석조 아치를 채택하는데 석조 아치의 각 단면에 인장응력이 발생되지 않는 것으로 가정한다. 철근콘크리트 아치 암거는 일반적으로 터널과의 접합수로에서 수리현상의 원활을 기하기 위한 경우에 계획된다.

㉯ 일반적으로 아치형 암거가 안정하려면 다음 여러 조건을 만족시켜야한다.

· 분할된 각 단면에 있어서 압력선은 중앙 1/3에 들어갈 것 (석조 또는 콘크리트 블록 아치)

· 중앙 1/3을 벗어날 때라도 아치의 구축재료의 허용인장력을 넘지 않을 것

· 각 단면에 일어나는 압축응력이 구축재료의 허용압축응력 이내에 있을 것

· 석조 및 콘크리트 블록 아치의 경우에는 추력(thrust) 아치환(環)의 이음방향 분력이 환(ring) 상호의 마찰력을 넘지 않을 것 (돌 상호간 또는 돌과 콘크리트, 콘크리트 상호간의 마찰계수는 0.6으로 한다)

· 아치형 암거에 의한 지반반력이 그 지반의 내압력(耐壓力) 이내에 있을 것

④ 종단방향의 설계

가. 암반이나 굳게 다져진 자갈층과 같이 비압축성지반 위에 암거를 설치할 때는 횡방향의

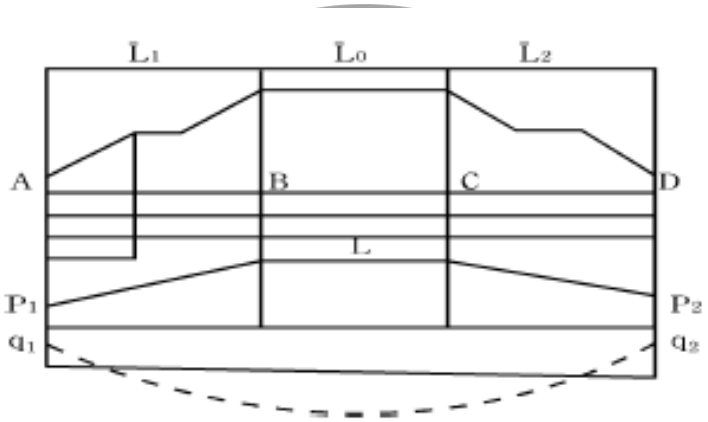
검토만으로충분하나 연약지반을 횡단하거나 하천제방을 횡단하는 경우와 같이 상부재하하중이나 기초반력이 일정하지 못할 때는 종방향에 대해서도 검토하여야 한다.

나. 하중은 암거위의 토사의 중량과 암거의 자중이다. 교통에 의한 하중은 종방향인 경우 무시해도 좋다.

다. 암거의 자중은 전길이에 걸쳐 동일하다고 생각하고 단일길이에 대해 q인 것으로 한다. 토사의 중량은 피복토의 두께가 변화할 때마다 그림 4.4.8의 굵은 선과 같이 된다.

라. 이 하중상태는 계산을 간단히 하기 위하여 직선이라고 가정 한다. 세선(細線)을 암거의 폭과 동일한 폭의 토사의 중량이 작용하는 것으로 볼 때의 하중을 나타낸다. B를 암거의 나비라 하고 q 1, q 0 , q 2를 각 A, B ˜ C구간, D점의 암거에 걸리는 토사의 단위폭당의 중량이라고 하면,

$$p_1 = q + Bq_1,\ p_0 = q + Bq_0,\ p_2 = q + Bq_2 \qquad (4.4\text{-}1)$$



〈그림 4.4-1〉 피복토의 중량

지반반력은 지질, 기초말뚝의 장단 등에 따라 달라지기 때문에 실제의 반력분포상태를 확인하기는 거의 불가능하다. 그림 4.4-1과 같은 경우는 B~C구간에 정점을 가지는 고차(高次)의 포물선으로 되는 것으로 생각한다. 그러나 수치적으로 표시하기에는 곤란하기 때문에 보통 지반반력의 분포는 A부터 D로 향해 q_1으로부터 q_2로 변화하는 것으로 가정한다. 이 가정은 암거의 휨모멘트에 대해 가장 위험한 상태에 대한 것으로 이 가정에 의해 산출되는 휨모멘트는 실제의 경우보다 크다. 단, 암거중앙부의 지반압력은 이 가정에 의한 수치보다 크게 되므로 말뚝, 기타의 기초공은 이 반력도의 반력보다 큰 반력에 견딜 수 있도록 설계하지 않으면 침하를 일으키고 대단히 큰 휨모멘트가 일어나 암거에 균열이 생겨 파괴된다.

4.4.3.1 관체의 구조설계

(1)“KDS 67 25 00 농업용관수로”설계기준을 참고한다.

4.4.3.2 완화부(Transition)

(1) 트란지숀은 개수로 구간에서 역 사이펀의 구간으로 진입할 때 단면변화와 표고차로 생기는 에너지손실 및 배수현상을 완충할 수 있는 부분을 설계하여야 한다.

① 완화공 형식

가. 에너지손실과 배수현상은 사이펀에서 단면·유속·높은 플륨·흙깍기 또는 피복한단면 및 터널 등의 갑작스런 변화에 의해 일어난다. 완화공 유입부와 유출부의형식은 여러 가지이며 다음과 같이 5종류로 구분한다.

(가) 연직식(vertical transition)

(나) 비틀림식(warped transition)

(다) 직선식(straight lined transition)

(라) 유선식(streamlined transition)

(마) 탱크식(tank typed transition)

② 완화공의 기울기

가. 완화공의 기울기는 직선식 완화공에서 유입부 및 유출부 바닥의 최대기울기가 각각 1:4, 1:6 보다 완만해야 한다.

③ 완화공의 길이

가. 완화공의 길이는 유입부 단면과 유출부 단면 간에서 측벽을 연결한 직선이 수로측과 이룬 각도를 12°30′ 으로 한 경우의 실험치이다. 또한 완화공의 수면과 중심선이 이루는 각은 유입부 완화공에서 27°30′ , 유출부에서 22°33′ 을 초과 할 수 없다. 어떤 경우에는 구조물의 입구·출구를 다같이 25°로 설계하는 것이 경제적이다.

나. 제수공에서는 유입부 완화공의 각도를 30°로 하고 유입손실수두로는 상류수로 와 제수문개구의 유속수두 차의 0.5배, 즉 $(0.5 \cdot \frac{V^2{}_1 - V_2^2}{2g})$를 취한다.

다. 길이가 긴 완화공을 제외하고는 완화공 내의 마찰손실수두는 무시한다.

$$L_1 = (\frac{B}{2} + md_2 - \frac{D}{2}) \times \cot\Theta_1 \qquad (4.4\text{-}2)$$

$$L_2 = (\frac{B}{2} + md_2 - \frac{D}{2}) \times \cot\Theta_2 \qquad (4.4\text{-}3)$$

여기서, d 1: 수면고 d 2: 수면고＋lining 여유고 (0.1 ~ 0.2)

일반적으로, $L = \frac{B-D}{2} cot\theta$로 하기도 하는데 이 때 θ은 완화공 유입구에서 수로폭과 관경이 이루는 축소각이다.

④ 유입구·유출구의 개방완화공

가. 유입구·유출구의 개방완화공은 될 수 있는 한 손실수두를 작게 하기 위한 시설이다. 수로공과 개방완화공과의 접속부분의 보호공은, 보통 유입부에서는 설치하지 않으며, 유

출부에서는 개방완화공의 종점의 유속이 0.7m/s 이상일 때 설치하여야 한다.

⑤ 유입구·유출구

가. 유입구에서는 관체 속으로 토사나 공기가 유입되지 않도록 한다. 침사작용을 완전히 하기 위해서는 유입구 바로 상류에 침사지를 설치하는 경우도 있다. 유입구의 상단은 완화공의 속도수두에서 토공수로의 속도수두를 뺀 값의 1.5배 이상의 깊이가 필요하며, 최소 0.45m 이상이어야 한다. 유입구 상류에는 스크린을 경사지게 설치하여 부유물의 침입을 방지하고 안전조치도 겸한다. 유출구의 상단은 관체의 속도수두와 수로의 속도수두의 차이만큼의 깊이로 하든가 수로 내의 수위와 같게 하여도 된다.

⑥ 유입구·유출구의 폐쇄완화공

가. 개방완화공과 관체를 연결하는 구간으로 손실수두를 될 수 있는 한 작게 하기위한 시설이다. 유입구·유출구 폐쇄완화공의 개방완화공 쪽 단면은 관체의 내경 을 변으로 하는 정사각형으로 하고, 길이는 관경의 2배로 하여 관체와 연결한다.

4.4.3.3 잠관 입출구의 실(Seal)

(1) 잠관 입출구의 수면에서 폐쇄완화공 또는 관의 내측 정부(頂部)까지의 수직 높이이며 유입구에서는 관내로 공기가 들어가는 것을 방지하는 역할을 하고 유출구에서는 에너지 손실에 관계됨으로 적절하게 정해야 한다.

(2) 유입구의 실

① 유입구의 실은 관 또는 폐쇄완화공의 천정이 물에 잠길 수 있게 하기 위해 필요한 높이이며, 식으로 표시하면 아래 식과 같다.

$$\Delta WS_1 = (1+K_1)\Delta h_{V1} + h_{f1} = (1+f_{gc})\frac{V_2^2 - V_1^2}{2g} + h_{f1} \qquad (4.4\text{-}4)$$

여기서, △WS 1: 개방완화공 상하류 끝 사이의 수면표고차
K1, fgc: 점축손실계수
△hv 1: 수로와 관체의 속도수두의 차
h f1 : 완화공 구간의 마찰손실수두

가. 관경 300 ~ 900mm인 경우

(가) 유입구의 실은 아래 식에서 계산된 값 또는 10cm 이상 혹은 속도수두 차의 1.5 배

즉 $1.5\frac{V_2^2 - V_1^2}{2g}$ 중 큰 값을 취한다.

나. 관경 900mm인 경우

(가) 유입구의 실은 식 (4.6.7)에서 계산된 값 또는 최소 45㎝ 혹은 속도수두 차의 1.5 배 중 큰 값을 취한다.

다. 관경 1,800 ~ 4,000mm인 경우

(가)유입구 실은 50cm를 취한다.

(3) 유출구의 실

① 유출구에서는 관체나 폐쇄완화공 끝의 천정이 물에서 뜨지 않고 또 너무 많이 잠기지 않게 하여야 하며 수면과 일치시키는 것이 가장 좋다.

② 유출구 단면 높이의 1/6 이상 물에 잠기면 완화공의 점확 손실계수 대신 급확 손실계수를 적용하게 되어 출구손실이 커지게 된다. 유출구의 실은 완화공 하류끝의 수면과출구의 관체나 폐쇄완화공 끝의 천정과의 표고차이며 아래 식으로 구한다.

$$\triangle WS_2 = (1-K_2)\triangle h_{V2} - h_{f2} = (1-f_{\geq})\frac{V_2^2 - V_3^2}{2g} - h_{f2} \qquad (4.4\text{-}5)$$

여기서, △WS 2: 유출구의 개방완화공 상하류 끝 사이의 수면표고차

③ 완화공 길이가 짧은 경우 h f1, h f2는 계산된 값이 아주 작기 때문에 완화공이 특히길지 않은 경우는 계산에서 생략하여야 좋다.

4.4.3.4 구조물 설계의 유의사항

(1) 잠관은 관의 매설과 관의 시공을 지형 및 지질에 부합되도록 설치해야 한다.

(2) 특히 용수로를 횡단하는 배수잠관(배수 잠관)은 토사 퇴적으로 배수기능을 상실할우려가 있으므로 이를 피하고, 다른 방법을 찾는 것이 필요하다.

① 관의 선택

가. 잠관은 일반적으로 공장제 원심력 콘크리트 원형관 또는 철근콘크리트 원형관을사용하는 것이 좋다. 이들을 규격품으로 사용하게 되면 응력계산을 생략할 수 있다. 다음과 같은 곳에서는 현장타설 상자형이 유리한 경우가 있으므로 비교·검토할 필요가 있다.

(가) 내압이 적고 통수량이 많은 경우

(나) 지형상 매설의 깊이를 얕게 하지 않으면 안 될 경우

(다) 관의 길이가 짧고 내경이 큰 경우

(라) 다른 구조물의 일부를 이용하는 경우

② 관의 연수(連數)

가. 관의 연수는 1련이 원칙이지만 다음과 같은 경우는 2련으로 할 것을 고려한다.

(가) 교통이 불편하든가 또는 용수 등으로 대형 관의 운반.취급이 곤란한 경우

(나) 지질상 대형 관을 깊이 매설하기가 곤란하거나 부적당한 경우

(다) 개척지와 같이 전 수량을 필요로 하고 상당히 장기간을 필요할 때 1 련만 먼저 부설하고 나머지를 차기 공사로 하는 경우

③ 매설깊이

가. 매설깊이는 다음 사항을 유의하여 결정한다.

(가) 경지 내에서는 경작에 지장이 없는 깊이로 한다.

(나) 터널식 구조는 피한다.

(다) 이동성 지반에서는 활동면 이하로 매설한다.

(라) 한랭지에서는 동결선 이하로 매설한다.

(마) 중요한 도로.궤도 밑에 매설하는 경우는 관의 재료.기초공 여하에 따라 아래의 <표 4.4-1>을 표준으로 한다.

<표 4.4-1> 매설 깊이의 표준

매설재료	도로	궤도
콘크리트관	H>0.6m>D	H>0.9m>1.5D
철근콘크리트관 (기초 없음)	H>0.3m	D<1.0m, H>0.75m, D>1.2m, H>1.0m
철근콘크리트관 (콘크리트 기초)	-	D<1.0m, H>0.3m D<1.2m, H>0.5m

주) H: 흙두께, D: 관지름 (m)

④ 기초공

가. 잠관의 관체는 구조물로서는 가벼운 것이므로 0.6m 이하의 소구경 관인 경우에는 부등침하를 방지할 정도로 하고 특별한 기초공을 하지 않는다. 관경 0.6m 이상의 기초공 종류와 지반과의 관계는 아래의 <표 4.4-2>~<표 4.4-3>을 표준으로 한다.

<표 4.4-2> 관경 0.6m 이상의 원심력관의 기초공

지반의 점토함량	기초공의 종류	비 고
10% 까지 20% 까지 30% 이상	모래두께 0.2m 모래두께 0.3m 모래두께 0.4m	

<표 4.4-3> 관경 0.6m 이상의 보통콘크리트관의 기초공

지반	기초공의 종류
암반, 사력토	굴착상태 그대로 함
사토, 롬, 배수 양호한 곳	다짐질만 함
롬, 배수 불량한 곳	모래를 깐다
실트, 연약지반	항목, 기초공
궤도 및 제방의 밑	항목, 사다리 토대 기초공

나. 그 밖에 특수한 경우나 지지력이 부족한 경우는 기초설계를 하며, 경사부의 기초는 흙

다짐을 잘하거나 또는 모래를 깐다. 유입구와 유출구는 접속수로·침사지·기타의 부대시설과의 관계를 고려하여 침하·이동이 없게 한다.

⑤ 신축이음

가. 원심력 콘크리트관이나 흙 속에 매설하는 관체에 대하여는 신축을 고려하지 않는다. 그러나 현장타설로 할 때는 지표면에 노출되는 구조에서는 수축이음을 생략하고 팽창이음 간격을 20m (B·H=1.5×1.5m 이상), 또는 30m (B·H=1.5×1.5m 이하) 범위 내에서 신축이음을 설치한다.

4.4.3.5 설계 세부사항

(1) 기초처리

① 암거파괴의 주원인은 지내력 부족에 의한 침하에 기인하는 것이므로, 충적평야 특히 소택지(沼澤地) 등에서는 주의해야 한다. 간척지이거나 구릉에 둘러싸인 답지대는 불량지반으로 생각해야 하며, 이런 불량지반에 대하여는 토질을 충분히 조사하여야하는데 구조물의 규모와 중요도에 따라 종방향 또는 횡방향으로 여러 곳을 보링조사 한 후 토질주상도나 재료분포결과를 설계자료로 하여 기초처리에 임해야 한다.

가. 연약지반에 대한 대책

(가) 연약지반상의 암거설계에는 다음 사항을 고려해야 한다.

㉮ 침하량은 길이의 3승에 비례하므로 지형, 기타의 조건이 허용하는 범위 내에서 길이를 짧게 하는 것이 바람직하다.

㉯ 기초말뚝은 하중이 많이 걸리는 중앙부에 긴 것을 설치한다.

㉰ 기초말뚝은 시험말뚝에 다소의 여유를 보고 긴 것을 써야 한다.

㉱ 암거의 길이가 길면 휨모멘트가 길이에 비례해서 증가하고 철근량도 증가할 뿐만 아니라 균열이 생기기 쉬우므로 암거에 이음을 설치하는 방법 등이 강구되어야 한다. 이때 이음은 전단력발생에 대한 대책이 필요하며 누수가 없도록 해야 하고 이음에는 휨모멘트가 생기지 않는 것으로 보고 계산하고 구조도 휨모멘트가 일어나지 않는 것으로 한다.

㉲ 기초말뚝은 이음부근에 집중시켜 이음부분의 지반반력을 고려하지 않을 수도 있다.

나. 기초처리방식

(가) 암거를 철근콘크리트로 만들 때는 기초에 반드시 빈배합 콘크리트(lean concrete)를 설계해야 한다. 지질이 양호해서 깬 조약돌이나 호박돌에 자갈을 1/3 정도 혼합해서 다진 것만으로도 충분히 상부하중을 지반에 널리 균등하게 분포할 수 있을 때라도 배근의 정확을 기하기 위하여 10cm 이상의 린 콘크리트를 치는 것으로 해야 한다.

(나) 용수가 있거나 배수가 잘 되지 않는 바닥 파기에서는 작업 중 지반상태가 불량해지므로 깬 조약돌이나 모래를 최소 20cm 이상을 깐 위에 린 콘크리트를 친다. 암거가 하천의 제방을 횡단하는 경우에는 조약돌 기초를 두껍게 하면 조약돌을 투

수하여 하천수위가 높을 때 물이 침입할 우려가 있다. 이러한 때는 빈배합(1:4:8)의 콘크리트를 조약돌이나 모래 대신에 사용한다.

(2) 침투수방지

① 암거에서 침투수는 저면을 따라 이동하는 것과 다짐이 불충분하기 때문에 주변을 통해 이동하는 것이 있다.

② 암거의 기초를 통하는 침투수는 기초부터 1m 내외의 곳에 암반 또는 점토 등의 불투수층이 있다면 불투수층까지 굴착하여 1:3:6 정도의 콘크리트 차수벽을 설치하여 지수할 수 있다. 콘크리트의 폭은 깊이에 따라 30 ~ 50cm로 하며 이 차수벽은 일반적으로 얕은 것을 여러 줄로 하는 것보다 깊은 것으로 수를 줄여 설치하는 것이 효과적이다. 기초가 투수성의 모래, 자갈 등의 경우에는 널말뚝을 박아서 방지할 수 있다.

③ 널말뚝은 지반의 양부, 암거의 중요성 및 암거가 받는 수두에 따라 길이나 두께가 결정된다. 널말뚝의 위치는 암거의 입구 및 출구이고 칼라(collar)를 붙일 때는 그 하부에 박는다. 하천제방을 횡단하는 암거의 출구에는 물받이를 설치하고 물받이 전면에도 널말뚝을 박는 것으로 해야 하고 널말뚝은 암거의 본체 밑의 널말뚝보다 짧아도 좋다.

④ 널말뚝 두부(頭部)는 1:3:6 정도의 콘크리트로 폭 30 ~ 40cm, 두께 30 ~ 50cm 정도로 둘러쌓고 좌우에의 연장은 본체 또는 물받이의 폭보다 1 ~ 2m 길게 한다. 투수의 위험이 많을 경우나 암거 상하류의 수위차가 클 때 또는 홍수하천의 제방횡단에 대해서는 널말뚝공을 생략해서는 안 된다.

(3) 터파기와 되메움

① 터파기나 되메움을 어떤 방식으로 할 것인가에 따라 공사비와 공기에 큰 영향을 준다. 따라서 그 방법에 대하여는 장비, 토질, 진입도로 등 현장여건을 충분히 조사하여 정한다.

가. 터파기

(가) 터파기의 폭은 구조물의 저폭에 0.2 ~ 0.5m 이상의 여유를 둔다. 즉, 지질의 양부, 지하수위의 고저, 용출수량의 다소, 터파기공법 및 거푸집과 동바리 등을 고려하여 정한다. 공사 중 배수가 필요한 경우는 별도의 배수로를 설치하고 배수로말단에는 양수에 적합한 요부(凹部)를 설치하여 공사 중 건조상태를 유지토록 한다.

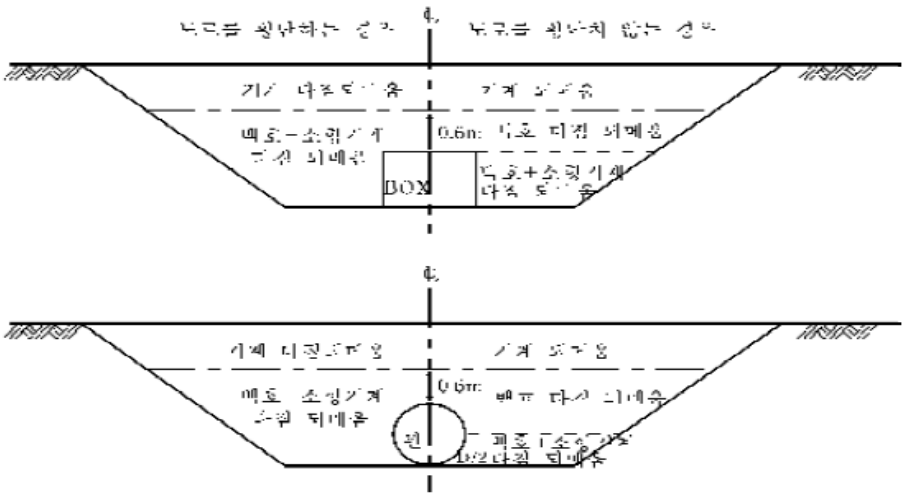
(나) 터파기의 비탈면 기울기는 토질, 함수량 및 공기의 장단에 의해 좌우되며 단단한 점토 또는 잘 다져진 점토분의 토질이고 공기가 짧은 경우에는 3 ~ 5m는 수직으로 파낼 수도 있다. 비탈면 기울기는 토사의 내부마찰각, 점착력 및 굴착심도를 고려하여 정할 것이고 공기가 긴 때는 점착력을 고려치 않는다.

나. 되메움

(가) 되메움은 양질토를 사용하고 암거의 바닥으로부터 정부까지는 다짐 되메움을 하는 것을 원칙으로 한다. 되메움흙의 한 층 두께는 20cm 정도로 하고 래머(달구), 바이브 레이터, 탬핑 롤러 등을 사용하며 잘 다져지지 않는 구석부분은 다짐봉을 사용하여 충분한 다짐을 해야 한다. 또한 양측을 균등하게 동시에 메우도록 주의하고 구조물에 충격을 주거나 이동이 생기지 않도록 한다.

(나) 롤러나 불도저 등 다짐기계를 사용하는 경우에는 암거정부 위로 최소 60cm 이상

을 되메움 한 후에 주행시키지 않으면 안 된다. 다짐방식은 현장의 상태에 따라 다소의 차이가 있을 수 있으나 일반적인 경우의 되메움방식은 아래 그림에 따른다.



<그림 4.4-2> 암거의 되메움 표준도

(4) 동해방지

① 기온이 -10℃ 이하로 되는 지방에서는 동해에 대한 고려를 해야 한다. 암거의 동해에는 서리기둥에 의한 동상과 암거내부의 물이 누수해서 외부로 침출하여 결빙하는 경우가 있다. 어느 경우도 암거의 흙덮기 두께가 작아서 지상에 노출되어 있는 플룸이나 암거의 유출입구에서 일어나기 쉽다. 그늘지는 북쪽에서는 -5℃ 전후에서도 암거 유출입구 측벽이 결빙에 의한 동해를 입는 경우도 있다.

② 암거의 노반이 동상할 우려가 있는 곳에서는 그 지역의 동결심도를 조사하여 그 이상의 흙덮기를 해야 하고 암거의 양측에 흙을 쌓거나 지하의 동결하는 깊이까지 기초자갈을 깔아서 지하수의 모세관작용을 단절시켜 서리기둥이 생기지 않도록 한다.

③ 지역여건에 따라서는 동절기에도 생활용수나 방화용수, 기타 용수의 이용을 위하여 수로에 물을 단수시킬 수 없는 경우가 있다. 이러한 경우 현장타설 콘크리트 암거는 누수에 의한 동해를 받기 쉽다. 콘크리트 내의 공극을 통한 누수가 결빙하기 때문에 암거외측의 콘크리트 벽이 벗겨져 철근이 노출하여 부식, 파괴되는 경우도 있다.

(5) 맨홀, 침사지

① 암거내의 퇴적토사의 제거, 수리 등의 유지관리를 위하여 맨홀과 침사지의 설치여건을 검토해야 한다.

가. 맨홀 (Manhole)

(가) 일반적으로 암거에는 맨홀을 설치하지 않으나 암거가 길고 내부검사나 보수를 요할 때 또는 퇴적 토사를 제거해야 할 경우를 고려하여 설치하는 경우도 있다. 단순히 검사 때문에 설치되는 맨홀은 직경 60cm면 충분하나 토사제거나 기타의 목적이 있을 때는 각각의 경우에 맞게 크기를 결정한다.

(나) 맨홀은 원형, 정방형 또는 직사각형으로 하고 승강용 사다리를 붙인다.

나. 침사지

(가) 지형상 암거의 기울기를 급하게 할 수 없거나 수로 내 유송토사가 많은 경우는 암거 내 퇴적 등을 고려하여 암거입구에 침사지를 설치한다. 침사작용을 균일하게 하기 위하여 수로폭을 점차 넓히고 배사가 잘 되도록 모난 부분을 두지 않는다. 배사의 위치는 모래흙의 양과 지형에 따라 결정하며 물로 배사가 되지 않을 때는 인력에 의한 제거가 편리하도록 통로를 미리 설치하기도 한다. 소수로의 암거 특히 흙수로에 접한 작은 암거의 입구에는 반드시 침사지를 설치하며 침사지 바닥은 암거 밑바닥보다 30 ~ 50cm 낮게 하는 것이 보통이다.

(6) 부상(浮上)에 대한 검토

① 부상에 대한 검토는 암거의 단면형상에 따라 다음 각 식을 사용하여 필요한 흙덮기 두께를 확보한다.

가. 원형암거

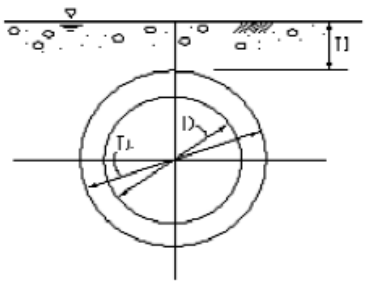
(가) 원형암거가 부상하지 않기 위한 흙덮기 두께 H는 식 (4.4-6(a))에 의해 구한다 (그림 4.4-3 참조).

$$H \geq H_1 \qquad \text{(4.4-6(a))}$$

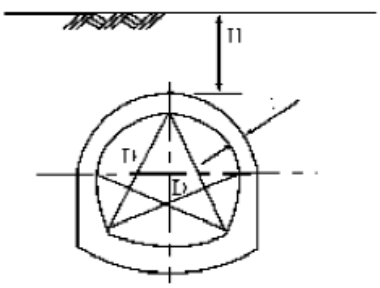
$$H_1 = \frac{\pi D_c}{4} \cdot \frac{F_s \cdot r_w - [1-(\frac{D}{D_c})^2] \cdot r_c}{r_s - r_w} \qquad \text{(4.4-6(b))}$$

여기서, H: 암거가 부상하지 않기 위한 필요한 흙덮기 두께 (m)
H 1: 암거가 부상하지 않기 위한 최소 흙덮기 두께 (m)
D: 암거내경 (m) r c : 암거의 단위중량 (kN/m3)
D c : 암거외경 (m) r s: 되메움 흙의 포화단위중량 (kN/m3)
F s: 안전율은 1.2로 한다.
π : 원주율 r w: 물의 단위중량, 보통 9.8 (kN/m3)

식 (4.4-6(b))는 지표면까지 지하수로 포화되어 있을 경우이다. 현지의 지하수위가 출현가능성이 없는 경우에는 별도로 그 조건을 전제로 하여 검토한다.



〈그림 4.4-3〉 원형암거의 경우



〈그림 4.4-4〉 표준마제형의 경우

나. 표준마제형암거

(가) 표준마제형암거가 부상하지 않기 위한 필요한 흙덮기 두께 H는 식 (4.4-7(a))에 의해 구한다 (그림4.4-4 참조).

$$H \geq H_1 \qquad (4.4\text{-}7(a))$$

$$H_1 = \frac{0.83[F_s(D+2t)^2 - r_c(4t^2+4Dt)]}{(r_s-1.0)(D+2t)} \qquad (4.4\text{-}7(b))$$

여기서, H: 암거가 부상하지 않기 위하여 필요한 흙덮기 두께 (m)
H 1 : 암거가 부상하지 않기 위하여 필요한 최소 흙덮기 두께 (m)
D: 암거직경 (m) r s: 되메움흙의 포화단위중량 (kN/m3)
t: 암거의 부재두께 (m) r c : 암거의 단위중량 (kN/m3)
F s: 안전율은 1.2로 한다

식 (4.4-7(b))는 지표면까지 지하수로 포화되어 있는 경우이다. 현지의 지하수위가 확실하고 지표면까지의 지하수위의 출현가능성이 없는 경우에는 별도로 그 조건을 전제로 하여 검토해야 한다.

다. 박스형 암거

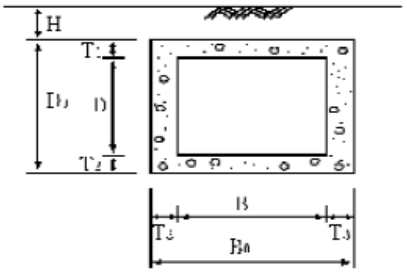
(가) 박스형 암거가 부상하지 않기 위한 흙덮기 두께 H는 식 (4.4-8(a))에 의해 구한다. (그림 4.4-5(a), 그림 4.4-5(b) 참조).

$$H \geq H_1 \qquad (4.4\text{-}8(a))$$

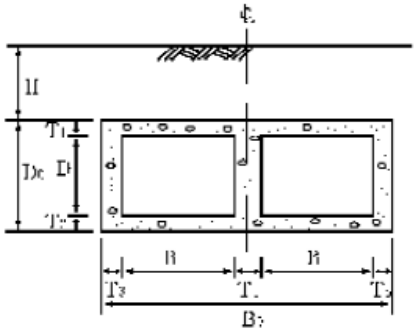
$$H_1 = \frac{F_s D_0 B_0 - [B_0(T_1+T_2)+(2T_3+aT_4)D]r_c}{(r_s-1.0)B_0} \qquad (4.4\text{-}8(b))$$

여기서, H: 암거가 부상하지 않기 위한 흙덮기 두께 (m)
H 1: 암거가 부상하지 않기 위한 최소 흙덮기 두께 (m)
D 0: 암거의 전높이 (m) D 0 = T 1 + T 2 + D
B 0: 암거의 전폭 (m) 1련인 경우 B 0 = 2T 3 + B , 2련인 경우 B 0 = 2T 3 + T 4 + 2B
D: 암거의 내측높이 (m) a: 1련인 경우 a=0, 2련인 경우 a=1
B: 암거의 내측폭 (m)
T 1 , T 2, T 3 , T 4: 암거단면 부재두께 (m)
F s: 안전율은 1.2로 한다. r c : 암거의 단위중량 (kN/m3)
r s: 되메움흙의 포화단위중량 (kN/m3)

식 (4.4-8(b))는 지표면까지 지하수로 포화된 경우이다. 현지의 지하수위를 확인하고 지표면까지 지하수위의 출현가능성이 없는 경우에는 별도로 그 조건을 전제로 하여 검토해야 한다.



<그림 4.4-5(a)> 1련의 경우



<그림 4.4-5(b)> 2련의 경우

(7) 부재두께의 검토

① 부재두께는 원칙적으로 각각의 하중조건에 따라 구조계산을 하여 결정한다. 암거의 최소부재두께는 20cm로 한다. 또한 기성제품암거에서의 관체의 상세설계는 4.11 관수로 항에 따른다.

(8) 이 음 매

① 시공이음매

가. 암거의 단면현상 및 콘크리트의 타설방법 등에 따라 시공상 필요한 종방향 시공이음매의 위치, 구조는 이를 도면에 명시하고 시공자가 임의로 그 위치를 변경하는 것은 원칙적으로 피해야 하며 구조물의 시공은 신·수축이음 구간단위로 계획하여 불필요한 시공이음이 발생치 않도록 해야 한다.

② 수축이음매

가. 현장타설 철근콘크리트 암거는 구조상 종방향 안전성, 온도변화 등에 의하여 생기는 수축응력의 완화 및 시공구분의 필요성 등으로 일정간격마다 횡단적으로 연속하여 수축이음매를 설치한다. 그 표준간격은 9.0m 정도이다.

③ 신축이음매

가. 암거본체(관체 또는 함체)는 신축이음매를 설치할 필요는 없으나 특별히 기초지반이 좋지 않을 때는 종방향의 검토를 해야 한다.

나. 오픈완화공은 지표에 노출되어 일조를 받기 때문에 시공후의 신축이 생기므로 오픈완화공과 암거의 구체사이에는 신축이음매를 설치한다.

다. 신축이음의 간격은 통상 2cm로 하는데, 그 구조는 안전함과 동시에 충분한 방수처리가 되어 있어야 하며 박스형 암거용 지수판 재료로는 합성고무, 염화비닐 등 유연하고 신축성이 큰 것을 사용해야 한다.

4.4.4 부대시설

(1) 잠관은 계획된 유량·유속을 확보시키기 위하여 침사조·물넘이·맨홀등 유지관리에 편리한 시설을 계획하여야 한다.

4.4.4.1 침사조

(1) 관내 유속으로 운반할 수 없는 크기 입경의 실트가 유하하는 수로에서는 반드시잠관 상류에 침사조를 설치하며, 집적된 실트나 모래를 배사문으로 배제한다. 낙차가 없는 평야지에서 유수에 의한 배사가 불가능한 곳에서는 비관개기에 제거 한다.

4.4.4.2 물넘이

(1) 잠관이 수원에서 취수한 수로의 바로 하류에 있는 경우나, 다른 곳에서 유입하는수로에 연결되는 경우에는 예기치 못한 홍수에 대비하여 수로 내의 물을 배제할 수 있도록 잠관 상류에 물넘이를 설치하는 것이 좋다.

4.4.4.3 맨 홀

(1) 길이가 긴 사이펀에는 유지관리상의 목적으로 500m에 한 곳 정도의 맨홀을 설치한다. 맨홀은 작업상 사람이 출입할 수 있는 크기가 필요하며 일반적으로 600 ~ 800mm정도의 크기를 기준으로 한다. 맨홀의 설치 목적은 사람이 출입하는 것을 생각하면 관체의 凹부에 설치하는 것이 바람직하나, 점검을 위한 여건도 생각하여 배니(排泥)시설의 배치도 고려하여 결정한다.

4.4.5 수로교

4.4.5.1 일반사항

(1) 수로교 또는 잠관을 설치하는데 이때에 고저차가 크거나 그 하천의 하상이 불안정한 경우 또는 수리계획상 잠관으로는 손실수두가 지나치게 클 때에는 수로교가 유리할 때가 많다.

(2) 더욱이 수로교 계획에 있어서는 그 위치와 선형, 통수단면 결정, 형식과 경간 등에 대하여 경제성, 안전성 및 시공의 가능성, 마을의 경관 훼손 등을 충분히 검토해야 한다.

① 위치와 선형

가. 수로교의 위치와 선형은 수로 전체를 검토하여 결정하는 것으로 그 개략적인 것은 대개 수로조직의 설계 단계에서 검토한다.

(가) 기초가 얕고 견고할 것

(나) 교체 하부의 공간높이(clearance)를 충분히 취할 것

(다) 하도가 좁고 직선이며 안정되면서 기초가 안정될 것

② 통수단면 결정

가. 플륨형 수로교의 통수단면은 전 · 후 수로와의 접속, 수로바닥높이, 경제적인 주보로서의 유리성 등을 고려하여 결정한다.

나. 또 높이와 폭의 관계는 1:1.2 ~ 1.5 정도가 많다. 플륨형 수로교 및 개수로의 일부를 구성하는 파이프 형식의 수로교에서는 매닝 공식에 의해 단면을 계산하나 관내를 만류로 계획할 때의 통수단면 결정은 관수로에 준하여야 한다.

4.4.5.2 수로교의 분류

(1) 수로교는 상부의 통수부분과 하부의 기초와 구체로 되어 있다. 일반적으로 상부 통수부분의 구조 형식에 따라 플륩 형식과 파이프 형식으로 분류된다.

① 플륩 형식의 수로교

가. 철근콘크리트 수로교

(가) 수로교에서 일반적으로 많이 채용되는 것으로 그 구조형식은 단순보 형식, 연속보형식, 라멘 형식, 아치 형식 등이 있다. 철근콘크리트 수로교에서 특히 주의하여야 할 것은 기초지반의 침하에 따른 균열발생이며 이를 방지하기 위해서는 견고한 기초위에 설치하여야 한다. 더욱이 일반적인 구조로는 통수부를 구성하는 플륩 측벽을 주보로 겸하는 것이 많다.

(나) 또한 경간이 긴 것은 측벽의 정상부에 플랜지를 붙여 콘크리트 유효단면을 크게 함과 동시에 플랜지부를 관리용 보도로 한 구조의 것이 많다.

(다) 주보의 구조계산은 각 구조형식에 따라 자중, 물, 보도상의 하중 등을 고려하여 보, 라멘 또는 아치 구조로 계산한다.

(라) 측벽은 일반적으로 외팔보로서 그 상단까지 만수된 정수압으로 하고 필요에 따라서는 지진시의 동수압에 대하여도 고려하여 계산한다.

(마) 저판은 양측의 주보에 따라 지지되는 슬래브로서 측벽에서 전달되는 모멘트를 고려하여 계산한다. 양측의 주보 간을 횡보로 연결하고 저판은 주보와 횡보로 지지하는 이방향판으로 하는 것도 있다.

(바) 또한 횡보의 간격에 비하여 적을 때는 횡보를 지점으로 하는 연속보로 다루는 경우도 있다.

나. PC 콘크리트 수로교

(가) 이 형식의 수로교는 설계하중에 의하여 발생하는 인장력에 대해 측벽부에서는 일반적으로 PC 강선을, 저판에서는 PC 강봉을 긴장시켜 미리 인장부재에 압축력을 가하여 제작한 부재로 인장력에 대응시키고 있다.

(나) PC 콘크리트교는 철근콘크리트 구조보다 긴(25 ~ 60m 정도) 경간에 쓸 수 있어 경제적으로 유리한 때가 많다. 구조단면은 철근콘크리트교와 같이 통수부의 측벽을 주보로 한 것이 많으나 대규모 수로교에서는 양측의 측벽뿐 아니라 중간에 PC 보를 넣어 그 플랜지 부분을 양측의 PC 보와 함께 횡방향에 프리스트레스를 걸어 일체화 시키고 그 강도와 강성을 높인 것도 있다.

다. 플레이트 거더(Plate girder) 수로교

(가) 이 형식은 측벽 및 저판을 강판으로 이어 맞추어(용접) 만든 것으로 철근콘크리트와 PC 콘크리트 구조에 비하여 자중이 가벼워 경간을 길게 할 수 있다. 그러나 강판의 부식에 대한 표면도장의 문제가 있어 보다 안전하고 경제적인 부식방지를 계획함과 동시에 유지관리상의 문제도 함께 검토하여 구조형식을 결정해야 한다.

② 파이프 형식의 수로교

가. 파이프 빔(Pipe beam) 수로교

(가) 강관은 그 자체로 커다란 강도와 강인성을 가지고 있다. 이 형식의 수로교는 파이프를 보로 하여 자중, 물, 바람, 눈 그 밖에 지진시의 하중 등에 대응하는 것으로 수로교에 널리 채용되고 있으며 설계시 허용처짐량은 지간의 1/350 이하로 한다. 파이프빔 수로교 형식은 다음과 같이 4가지로 대별된다.

㉮ 단순지지 형식

· 단순보식의 관수로교로서 가장 간단하여 양단을 지점이 되는 링 베어링으로 한 단순보로 된 것이 많다.

㉯ 일단고정, 일단자유지지 형식

· 이 형식은 한쪽을 고정하고 다른 한쪽 끝에 신축이음매를 설치한 것으로 처짐량이 작고 관두께, 재질의 조합에 따라 단순지지의 경우보다 긴 경간을 가설할 수 있다.

㉰ 양단고정 형식

· 이 형식은 일반적으로 짧은 경간의 경우에 사용되나 온도에 대한 신축이 제약되어 온도변화를 고려하지 않아도 될 경우에 채용된다.

㉱ 연속지지 형식

· 중간에 교각이 있는 연속보로서 교각수와 경간은 주로 지형조건 등에 따라 결정된다.

· 관두께의 조합에 의해 경제적으로 긴 지간의 가설도 가능하다. 양단교대에는 신축이음매를 설치하고 중간교각에는 링 서포트를 설치하거나 온도변화에 의한 신축이 클 경우에 신축이음매를 설치하는 경우도 있다.

나. 보강 관수로교

(가) 이 형식의 관수로교는 지형상 또는 경제적 견지에서 지간이 길게 되며 파이프 빔 형식에서는 강도 또는 강성이 부족한 경우 파이프빔을 보강한 것으로 보강 관수로교의 종류에는 다음과 같은 것이 있다.

㉮ 플랜지 보강 수로교

· 관의 상부 또는 하부에 T. Y. π 형 등의 보강재를 용접한 것으로 순 연직보강 형식이다.

㉯ 트러스 보강 수로교

· 관을 트러스의 상현재 또는 하현재로 이용하는 것으로서 일반적으로 삼각트러스가 중량 면에서 경제적이며 또 수평보강의 측면에서도 유리하여 많이 사용된다.

㉰ 고정아치 보강 수로교

· 강관을 아치로 이용한 것으로 양단지지가 된다. 이 경우는 사이펀 작용으로 물이 흐르기 때문에 강관 정부에 강제배기장치를 반드시 설치해야 한다.

㉱ 랑카 보강 수로교

· 지간 및 관경이 클 때는 강관을 랑카교의 보강보로 이용한 것으로 미관도 좋아 일반적으로 많이 사용된다.

㉲ 현수교 보강 수로교

· 지간이 경간에 비하여 극히 크고 강관이 요성인 것을 이용한 구조이며 이 형식은

흔들림을 멈추게 할 것을 충분히 고려하여 설계하여야 한다.

㉮ 사장 보강 수로교

· 일반적으로 다지간인 경우 경제적이지만 풍하중에 약하기 때문에 이점을 충분히 검토해야 한다.

· 파이프빔 수로교 및 보강 관수로교의 구조설계에 있어 일반적으로 고려해야 할 설계조건에는 자중, 물, 외압(지진하중, 풍하중, 설하중, 온도변화, 군집하중 등), 허용응력(축방향인장응력, 축방향압축응력, 변곡응력, 전단응력, 지압응력), 부식, 처짐, 캠버 등이 있으며 필요에 따라 검토해야 한다.

· 보강 관수로는 강성이 크기 때문에 파이프빔 형식보다 적용지간이 크지만 보강재 때문에 풍압면적이 늘고 횡하중에 대하여 상당한 내력을 필요로 하는 경우가 많다.

· 어느 형식을 채택할지는 그 지점의 지형, 상하류의 수로형식, 전체공사비, 유지관리비, 내구성, 시공성 등을 비교 검토하여 결정한다.

4.4.6 수리계산

(1) 수로교는 수리설계는 경제성을 특히 배려하여야 한다. 그러므로 수로단면의 결정에 있어서는 수리상 가장 유리한 단면을 기본으로 하여 검토한다. 수리계산은 원칙적으로 매닝(Manning) 공식을 적용한다.

(2) 일반적으로 유속은 수로교 전 · 후의 유속보다 빠르게 하고, 긴 수로교에서는 20 ~ 50% 증가시키고 짧은 수로교에서는 비율을 작게 하여 손실수두를 작게 하는 것이 경제적이다.

(3) 대개 수로교의 여유고는 그 위치 또는 수로의 규모에 따라 결정되나 연결되는 전 · 후의 수로 여유고의 1.5배 정도 크게 하는 것이 바람직하다.

(4) 다만 상류 수로의 구조가 잉여수를 방수하는 등으로 수로교에서 월류의 위험이 없을 때는 접속하는 수로와 같은 정도로 할 수 있다.

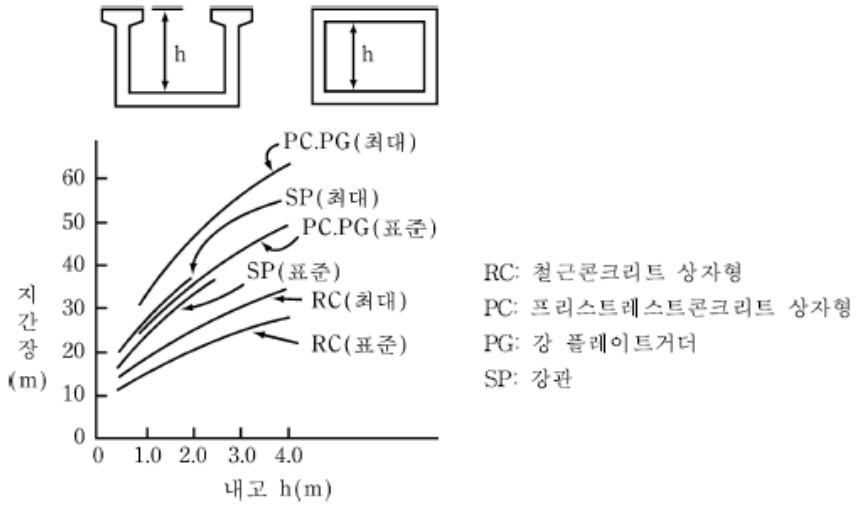
4.4.7 구조설계

(1) 수로교는 설계에 있어서는 자중, 수압, 외압 등 필요한 하중을 결정하고 수리설계에서 결정된 수로단면을 설치장소의 입지조건, 시공조건을 고려하여 상부 및 하부구조 등 안전하고 경제적으로 설계하여야 한다.

① 경간장

가. 수로교의 길이가 길게 되는 경우에는 교각을 설치하지만, 수로교가 지정하천을 횡단하는 경우는 홍수유하에 현저히 지장을 초래하는 경우가 있는 것으로 「하천설계기준」에 따라서 결정한다. 또한, 지정하천 이외의 배수로에 관해서는, 가장 경제적이되도록 경간장을 결정한다.

나. 각각의 형식에 있어서의 수로교 슬래브 내면고에 대한 지간장의 관계는 그림 4.5.6에 나타나 있다.

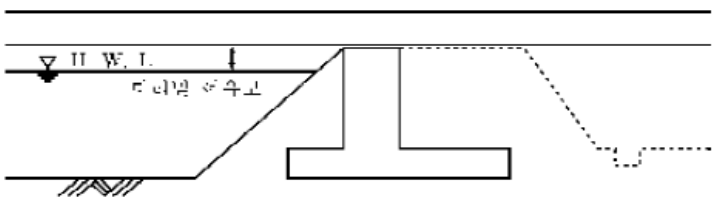


〈그림 4.4-6〉 수로교의 슬래브 내면고와 지간장의 관계

② 여유고

가. 여유고, 즉 홍수위상의 다리밑 공간은 계획홍수량을 안전하게 소통시키기 위해서 하천에서 발생할 수 있는 여러 가지 불확실한 요소들에 대한 안전 값으로 주어지는 여분의 높이로 수로교 상부구조는 하천홍수위＋여유고 이상에 있어야 한다.

나. 수로교가 법정하천을 횡단할 경우의 여유고는 계획홍수량에 따라 도로의 구조 시설기준에 관한 규칙에서 규정한 표 4.5.1 값을 적용함을 원칙으로 하나 현지 여건을 고려하여 결정한다.



〈그림 4.4-7〉 여유고 (하천의 경우)

〈표 4.4-4〉 계획홍수량과 여유고 (h)

계획홍수량 (m^3/s)	여유고 (m)	계획홍수량 (m^3/s)	여유고 (m)
200 이하	0.6 이상	2,000~5,000	1.2 이상
200~500	0.8 이상	5,000~10,000	1.5 이상
500~2,000	1.0 이상	10,000 이상	2.0 이상

주) 수로교가 계획홍수량 $50m^3/s$ 미만의 소하천이나 배수로를 횡단하는 경우에는 여유고를 0.3m 이상으로 한다.

③ 교대 및 교각의 위치와 근입심

가. 교대의 위치

(가) 교대는 설치지점의 지형, 지질상황 및 교량전체의 배치를 고려하고 관리상 지장이 없는 위치에 선정한다. 교대를 하천제방에 설치시는 하천폭이 50m 미만의 경우 교대의 전면이 제방법선보다 앞으로 나가지 않도록 한다. 단지 산간의 좁은 부분, 기타 하천 및 지형의 상황 등에 따라 치수상 지장이 없다고 인정될 때는 그렇지 아니하다.

(나) 또한 배수로에 설치하는 교대에 관해서는 계획최대유량을 만족하는 단면을 확보할 수만 있으면 경제성을 고려하여 제방법선보다 전면에 계획하는 것도 좋다. 하천폭 50m 이상의 경우는 고수법선 이내이어야 한다.

나. 교각의 위치

(가) 교각의 위치는 경간장에 의해서 정해지는 것이지만, 하천을 횡단하는 경우는, 홍수유하에 현저히 지장을 미치게 하지 않는 위치를 선정한다.

(나) 복단면을 갖는 하천에 교각을 설치하는 경우, 교각의 위치는 원칙적으로, 하안 또는 제방의 법선 및 저수하안(低水河岸)의 법선으로부터 각각 10m(계획최대유량 500m3/s미만의 하천에 있어서는 5m) 이상 거리를 둔다.

(다) 하천 또는 배수로에서, 할 수 없이 하안 또는 제방의 법선, 또는 저수호안(低水護岸)의 법선에 설치하지 않을 수 없는 경우는 필히 호안을 보다 견고한 것으로 함과 동시에, 호안공 또는 고수부지 보호공을 마련한다.

다. 교각의 근입깊이

(가) 교각의 근입깊이는 계획 하상고를 고려하고, 하상변동과 홍수시의 국부적인 세굴 등에 충분히 안전하도록 하여야 한다.

(나) 일반적으로 하천의 계획 하상고(계획 하상고가 없을 경우는 현상태의 최심 하상)보다 2m 이상 근입이 필요하다.

(다) 교각이 고수부지 내에 설치시는 저수로의 하안 법선으로부터 제방측으로 20m 이상일 때 고수부지 하상고로부터 1m 이상 근입하여 설치하여야 한다.

라. 교각의 형상

(가) 하천에서의 교각의 평면형상은, 유수에 대한 저항이 적고, 또 하천 단면적을 저해하는 것이 적도록 가늘고 긴 타원형 또는 이것과 닮은 형상의 것으로 한다.

(나) 타원형 외에 직사각형, 원형 등을 들 수 있지만, 다음 사항을 고려하여 선정한다.

㉮ 직사각형 단면은 하천 이외의 차도, 철도를 횡단하는 경우에는 좋다.

㉯ 유수의 방향이 일정하지 않은 하천이나 합류부 등에 원형단면이 좋다.

㉰ 하천에서 유수방향이 일정한 경우는 좁은 단면의 것이 좋다. 원형단면보다 나비를 작게 할 수가 있고 하천의 유수 저해가 작아 유리하다.

㉱ 하천단면적 저해율(교각의 총폭이 강폭에 차지하는 비율)의 목표치는 일반적으로 3 ~ 5%이다.

④ 이음설계

가. 시공이음이나 신 · 수축이음은 수로교의 특성상 일반적으로 1경간인 철근콘크리트교 5 ~ 12m, PC 콘크리트교 25 ~ 30m의 간격을 원칙으로 하며 누수가 생기지 않도록 수밀성이 있는 재료로 한다.

(가) 시공이음

㉮ 단면형상 및 콘크리트의 타설 방법 등에 따라 시공상 필요한 종방향 시공이음의 위치 · 구조는 이를 도면에 명시하고 압축력의 방향에 직각으로 하는 것이 원칙이다.

㉯ 특히 수로교는 미관을 고려 시공해야 하므로 이음의 처리를 다음과 같이 하여야 한다.

· 수평면의 레이탄스와 시멘트풀을 제거한다.

· 연직면의 구콘크리트 치핑(chipping), 신콘크리트 와이어 브러싱 처리후 콘크리트를 타설한다.

· 콘크리트+철근+철골이 일체가 되게 신 · 구콘크리트를 관통하게 한다.

(나) 신축이음

㉮ 플륩 형식

· 신축이음매는 고정측, 가동측의 구별에 관계없이 마련하는 것으로 하여 교체(橋体) 및 교체와 완화구간과의 사이에 설치되고, 수밀이 보장되는 것이 아니면 안 된다. 사용재료로 엘라스틱 필러(elastic filler) 등을 쓴다.

㉯ 관 형식

· 관 형식의 신축이음장치는 기온 및 관내수온의 변화에 대응하고, 보로서의각변형을 흡수시키는 것을 목적으로 한다. 따라서 경간의 나눔 및 교체구조의 형식에 따라 신축길이, 이음 위치에서의 각변형(변위각) 및 부등침하 등을 검토하여 결정한다. 신축이음에 사용하는 형식으로는 드레서(dresser)형, 클로저형 및 벨로즈(bellows; 주름통)형 등이 있다 (그림 4.5.10 참조). 수밀고무는 합성고무가 바람직하다.

· 파이프 빔(pipe beam)을 떼어내는 경우가 있으며, 드레서형과 클로저형은 탈착이 가능하다.

⑤ 받침장치

가. 수로교의 상부구조와 하부구조의 접점에 위치하면서 상부구조로부터 전달되는 연직하중을 하부구조로 전달하는 장치로 고정단, 가동단이 있으며, 지진, 바람, 온도변화 등에 안전하게 적응토록 하는 장치이다.

(가) 받침장치의 형식

받침장치에는 일반적으로 상부구조에 따라 플륩 형식과 관 형식 있다.

㉮ 플륩 형식

받침장치의 종류에는 고무 받침장치, 미끄럼 받침장치 등 여러 종류가 있으나 설계자가 경제성, 내구성, 사용성 및 안전성 등을 감안하여 설계한다.

㉯ 관 형식

관 형식의 받침장치에는 새들 지지(saddle support) 형식과 링 지지(ring support) 형식이 있고 각각 다음과 같은 특징이 있다.

· 강관을 강제(鋼製)의 새들 위에 놓아 지지하는 것으로 구조가 간단하다.

· 새들과 강관과의 접촉부분에 큰 모멘트가 생기기 때문에 지간장에 제약이 따르며, 소구경 ϕ150 ~ 450mm, 지간 16m 이하에 잘 쓰인다.

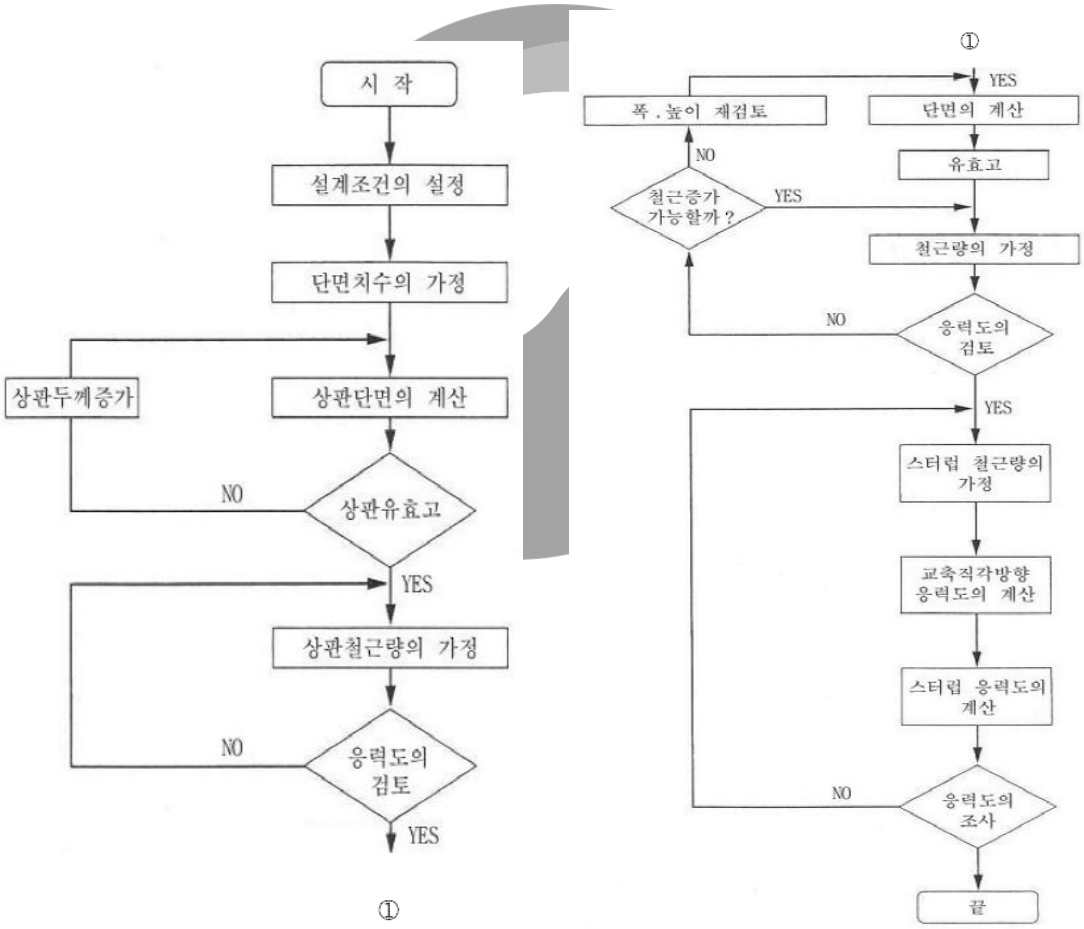
(나) 링지지

· 강관에 용접된 보강 링(ring)에 의해 지지하는 것으로, 새들 지지 에 비교하여 관체의 응력해석을 엄밀히 할 수 있다.

· 관(pipe)형식의 수로교에서 구경 ϕ500mm 이상, 지간 17m 이상에 잘 쓰인다.

4.4.8 철근콘크리트 수로교 설계

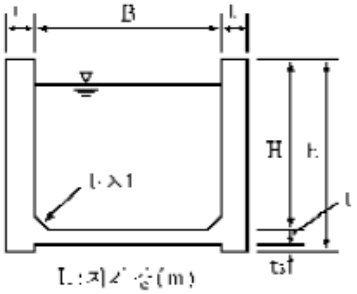
(1) 철근콘크리트 수로교는 설계순서 흐름도를 참고한다.



〈그림 4.4-8〉 흐름도

(2) 단면치수의 가정

① 철근콘크리트 수로의 표준단면은 그림 4.5.15와 같다고 가정한다.



〈그림 4.4-9〉 표준단면도

(3) 하중의 계산

① 상판에 작용하는 하중 (단위폭당)

자중 Wc= t 2· r c

내부물하중 Ww1=H· r w

계 W 1= Wc+ Ww1 (kN/m2)

여기서, r c : 철근콘크리트의 단위부피중량 (kN/m3)

r w: 물의 단위부피중량 (kN/m3)

단, 개거 안쪽 물의 중량과 설하중을 비교하여, 큰 쪽의 값을 사용한다.

② 주형(主桁)에 작용하는 하중 (1본당)

자중 $Wd = t_1 \cdot \quad h \cdot \quad r_c + \frac{1}{2} B \cdot \quad W_c + \frac{1}{2} t_4^2 \cdot \quad r_c (kN/m)$

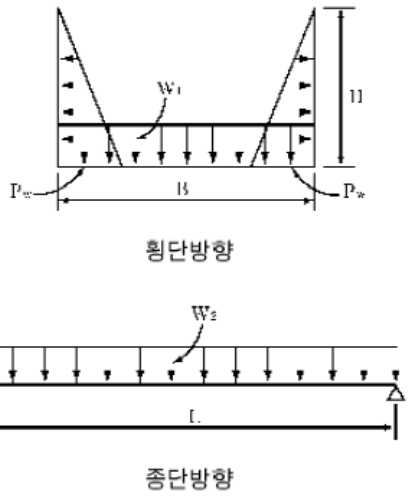
물하중 $W_{W2} = \frac{1}{2} \cdot \quad (B \cdot \quad H - t_4^2) \cdot \quad r_W (kN/m)$

계 $W_2 = \quad W_d + W_{W2} \ (kN/m)$

수압강도 $P_W = H \cdot \quad r_W (kN/m^2)$

③ 하중상태

가. 횡단방향과 종단방향의 하중상태는 그림 4.4-10과 같다.



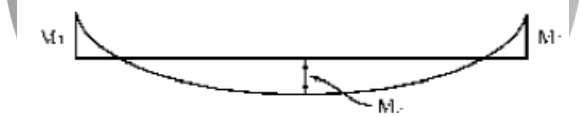
<그림 4.4-10> 하중상태도

④ 응력해석

가. 상판에 작용하는 휨모멘트 및 전단력

(가) 휨모멘트

상판에 작용하는 휨모멘트는 다음 두 가지 경우에 관해서 계산을 하여 그 중 큰 값을 채용한다.



<그림 4.4-11> 상판의 휨모멘트도

㉮ 측벽을 포함시킨 일체구조라고 생각한 경우

$$M_1 = \frac{1}{6} P_W \cdot \quad H^2 (kN \cdot \quad m/m)$$

$$M_2 = M1 - \frac{1}{8} W_1 \cdot \quad B^2 (kN \cdot \quad m/m)$$

㉯ 상판을 양다리에 고정되었다고 생각한 경우

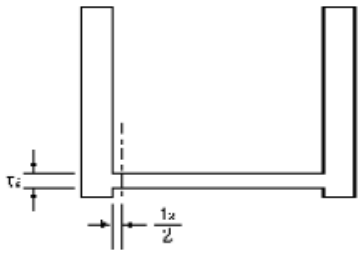
$$M_1 = \frac{1}{12} W_1 \cdot \quad B^2 \quad (kN \cdot \quad m/m)$$

$$M_2 = - \frac{1}{24} W_1 \cdot \quad B^2 \ (kN \cdot \quad m/m)$$

상기 두 가지 경우의 M 1 , M 2 중 최대치를 채용한다.

(나) 전단력

전단력의 검토는 그림 4.4-12에서 보는바와 같이 상판단부보다 $\frac{t_2}{2}$ 떨어진 단면에 있어서 한다.



<그림 4.4-12> 전단력을 검토하는 위치

$$S=\frac{1}{2}\cdot\ W_1\cdot\ B-\frac{1}{2}\cdot\ W_1\cdot\ t_2=\frac{1}{2}W_1(B-t_2)$$

(다) 축방향력

상판에는 수압강도에 의해 축방향에 인장력 N이 생긴다.

$$N=-\frac{1}{2}P_W\cdot\ H\,(kN/m)$$

나. 주형에 작용하는 휨모멘트 및 전단력

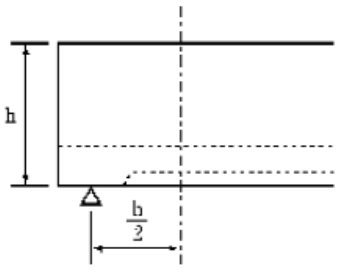
주형을 단순보로 보고 전단력을 계산한다.

(가) 휨모멘트

$$M=\frac{1}{8}\cdot\ W_2\cdot\ L^2\ \ (kN/m)$$

(나) 전단력

전단력은 그림 4.4-13에서 보는바와 같이 주형의 전단력은 지점보다 h/2 위치에서 검토한다.



<그림 4.4-13> 전단력을 검토하는 위치

⑤ 응력의 검토

응력의 검토는 공통편 구조기준을 참조한다.

4.5 낙차공 및 급류공

4.5.1 일반사항

(1) 수로의 잉여 낙차가 있을 경우에는 낙차공 및 급류공을 설치하여 수로의 안전성을 도모하여야 하고, 설계에서는 수리·입지조건 등을 충분히 고려하여 수로조직 전체의 기능과 경제성이 확보되도록 해야 한다.

(2) 수로조직 설계에 있어서 적정한 경사배분·노선선정을 하여도 잉여 낙차가 생길 경우, 이 낙차를 조절하여 수로의 안전성을 확보하고, 수로조직 전체의 기능을 발휘시키기 위하여 수로 중에 낙차공 또는 급류공을 설치한다.

(3) 낙차공은 일반적으로 입구접속수로·낙차부·정수지·출구접속수로 등으로 구성되며 급류공은 낙차부 대신에 높은 곳에서 낮은 곳에 이르는 사면의 사류부가 있다.

(4) 낙차공과 급류공의 형선정은 주로 구조물의 설치위치의 조건·기능·경제성의 비교 를 통해서 선정해야 한다.

(5) 낙차공과 급류공은 높은 수두의 물을 처리하는 구조물이며 일반적으로 충격을 받아 진동을 동반한다. 따라서 이에 견딜 수 있는 견고한 자연지반이나 충분히 경화 된 기초위에 설치해야 한다.

(6) 수로 노선상의 구조물로서 흐름을 규제하는 낙차공과 급류공 등의 구조물은 기본적인 설계대상 유량 이외의 유량에 대하여서도 유황을 검토한다. 검토대상 유량은 적어도 계획유량의 0.5 ~ 1.2배의 범위를 취하는 것이 바람직하다.

4.5.2 설계순서와 요령

(1) 낙차공 및 급류공은 입구접속수로·낙차부(급류공에서는 급류부)·정수지·출구접속수로의 순으로 설치하며, 각 부분은 수리 및 구조상으로 안전하고 경제적이어야 한다.

4.5.2.1 수리계산

(1) 유량이 2.0㎥/s 이하에서는 최대 수면차를 보통 0.90m 정도로 하고 유량이 2.0㎥/s이상이고 구조물 하류가 라이닝 수로가 아닌 경우에는 0.45m 정도로 한다. 최대 낙차가 1.85m 이상인 경우에는 낙차공 입구에 제수문을 설치하여 상류부의 침식을 방지하고 수면을 조절하는 것이 보통이다.

① 입구 접속수로

가. 상류의 흐름이 상류(常流)인 때 낙차공의 낙구에서 흐름이 한계수심이 되기 때문에 수면은 상류 수로보다 저하되고 통수단면도 축소되어 유속이 증가된다. 따라서 양측 비탈면과 수로바닥이 세굴 또는 침식되므로 이를 보호하기 위한 보호공이 필요하다.

그 소요길이 L1은 식 (4.5-1), 식 (4.5-2)로 계산한다.

$$q = 0 \sim 2m^3/s\text{일 때, } L_1 = 1.2 + 3/2 \cdot \quad Q^{1/2} \qquad (4.5\text{-}1)$$

$q > 2m^3/s$일 때, $L_1 = 2.1 + 3/2 \cdot \quad Q1/2$ (4.5-2)

또는, $L_1 = 4H$ (4.5-3)

여기서, Q: 전 유량 (m3/s)
q: 단위폭당 유량 (m3/s/m)
L1: 유입구구 접속수로 길이 (m)
H: 상·하류수면차 (m)

qm3 >2/s 의 경우, 식 (4.7.2) 및 식 (4.7.3) 중에서 큰 길이를 채택한다.
입구 접속수로의 L1구간 손실수두는 근사적으로 0.1△hv로 보아도 좋다. △hv는 접속부에서 상류수로와 낙구와의 유속수두의 차이다.

② 낙구(落口)

가. 낙구에서 한계수심이 일어난다고 보고 낙구에서의 비에너지는 상류 등류부에서의 비에너지보다 손실수두 0.1hv만큼 저하한다.

나. 낙차공 상류유속이 필요 이상으로 증가하는 것을 방지하기 위하여 상류 등 류수로의 비에너지와 낙구의 비에너지가 균형이 잡히도록 하는 방법은 ① 낙구의 폭을 좁힌다 (협폭낙구), ② 낙구의 턱을 높인다 (막아올림 낙구), ③ 낙구의 턱을 높이는 동시에 폭을 좁힌다 (협폭막아올림 낙구), ④ 노치(notch) 로 하는 것 등이 있다.

(가) 협폭 낙구

㉮ 완전월류의 경우

· 폭은 상류 등류수로 비에너지(수심 + 유속수두, 즉 $H_e = h + \alpha\frac{V^2}{2g}$)와 같은비에너지가 되도록 정한다. 낙구 위에서 한계수심이 생기며 지배단면(상류(常流)에서 사류로 변하는 단면)이 생긴다.

· 직사각형일 때,

$$H_c = (\frac{\alpha Q^2}{gb^2})^{1/3} = (\frac{\alpha q^2}{g})^{1/3} \quad (4.5\text{-}4)$$

$$q = \alpha^{-1/2} g^{1/2} H_c^{3/2} = 2.98\, H_c^{3/2} \quad (4.5\text{-}5)$$

$$b = \frac{Q}{q} = \frac{Q}{2.98 H_c^{3/2}} \quad (4.5\text{-}6)$$

· 일반적으로 한계수심 H c는 비에너지의 2/3로, 즉 $H_c = \frac{2}{3}H_c$이므로 낙구의 폭 b는

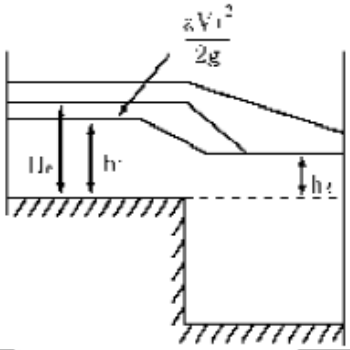
$$b = \frac{Q}{2.98\, H_c^{3/2}} = \frac{Q}{2.98(\frac{2}{3}H_e)^{3/2}} = \frac{Q}{1.62(h_1 + \frac{V^2}{2g})^{3/2}} \quad (4.5\text{-}7)$$

여기서, H c : 한계수심 (m) Q: 전 유량 (m3/s)
H e : 상류 등류수심의 비에너지 (m) α : 에너지 보정계수 (1.1)

q: 단위폭당 유량 (m3/s) b: 낙구의 폭 (m)

㉯ 잠류의 경우

· 하류의 수면이 낙구의 비에너지의 2/3 이상 높아지는 경우이고, 즉 하류수심 $h_2 > \frac{2}{3}H_e$ 일 때를 말하며 낙구를 직사각형단면으로 하면



<그림 4.5-1> 잠류인 경우의 낙구

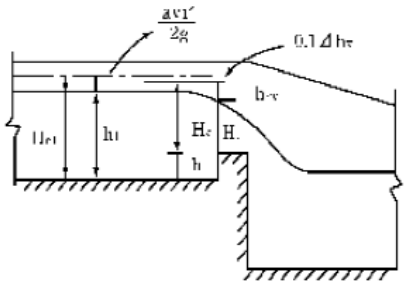
$$Q = mb\,h_2 2g(H_e - h_2)^{1/2} \qquad (4.5\text{-}8)$$

여기서, m: 계수 (0.7 ~ 0.9)
He: 상류 등류수로의 비에너지 (m)
h2: 하류 수심 (m)

(나) 막아올림 낙구

㉮ 낙구를 직사각형 단면으로 할 때 낙구폭은 협폭낙구 보다는 넓게 취하며, 보통 수로저폭 또는 평균폭을 표준으로 한다.

㉯ 낙구의 막아올림 높이는 상류 수로의 비에너지에 맞도록 높인다.



<그림 4.5-2> 막아올림 낙구

$$q = \frac{Q}{b}, \qquad b = \frac{A}{h1}$$

$$H_c = (\frac{q^2}{g})^{1/3}, \qquad H_e = 1.5H_c$$

$$h = H_{e1} - H_e - 0.1\triangle h_V \qquad (4.5\text{-}9)$$

여기서, h: 막아올림 높이 (m)
A: 상류 등류수로의 통수단면적 (m2)
He1: 상류 등류수로의 비에너지 (m)
He: 낙구의 비에너지 (m)
b: 낙구의 폭 (m)
△hv: 상하류 유속수두의 차 (m)

(다) 협폭 막아올림 낙구

㉮ 폭을 좁게 하는 것은 위의 협폭낙구와 같게 하고 막아올림도 막아올림 낙구의 중간으로 하고 계산은 막아올림 낙구와 같이 한다.

(라) 노치(notch) 낙구

㉮ 막아올림 없이 밑폭을 좁게 한 사다리꼴 단면형으로 수로의 수심과 낙구의 수위가 유량 증감에 관계없이 만족시킬 수 있게 설계하는 것으로서 노치부와 상류 수로의 비에너지는 같게 한다.

③ 한계류

가. 낙구 또는 급류공 입구를 한계점으로 보고 수리계산에 사용되는 기호는,

A: 통수단면적 (㎡) hv: 유속수두 (m)
Ac: 한계단면에 대한 통수단면적 (㎡)
hc: 한계단면에서의 유속수두 (m)
a: $\frac{H_c}{E}$, 즉 한계수심에 대한 총 에너지의 비
K: $(Q^2/g)^{1/3}$ M: 한계수심 계산의 약호
B: 수로의 저폭 (m) N: 한계수심 계산의 약호
Bc: 한계단면의 저폭 (m) n: 조도계수
H: 수로의 수심 (m) Q: 유량 (㎥/s)
Hc: 유량 Q㎥/s에 대한 한계수심 (m)
S: 옆비탈면 기울기
E: 비에너지, H＋hv , Hc＋hc T: 수면폭 (m)
g: 중력가속도 (9.8m/s2) Tc: 한계단면의 수면폭 (m)

(가) 한계단면의 계산식

통수단면적 A :

사다리꼴단면 $A=\frac{1}{2}(T+B)H$

직사각형 단면에서는 $T=B$ 이므로 $A=BH$

삼각형 단면에서는 $B=0$로서 $A=\frac{T\cdot H}{2}$

일반적으로 어떤 단면이든 한계수심의 조건은

$$\frac{Q^2}{g}=\frac{A^{3_c}}{T_c}$$

윗식을연립하면,

$$\frac{Q^2}{g}=\frac{(T_c+B_c)^3}{2^3 T_c}H_c$$

한계단면의 유속수두는

$$h_c=\frac{A_c}{2T_c}$$

$$H_c=\frac{(Q^2/g)^{1/3}\,2\,T_c^{1/3}}{T_c+B_c}=\frac{2KT_c^{1/3}}{T_c+B_c}=\alpha E$$

다만, $K=(\frac{Q^2}{g})1/3$

$$h_c=\frac{V_c^2}{2g}=\frac{Q^2}{2gA^{2_c}}=\frac{2Q^2}{g(T_c+B_c)^2H^{2_c}}$$

$$=\frac{2K^3(T_c+B_c)^2}{(T_c+B_c)^2 2^2 K^2 T_c^{2/3}}=\frac{K}{2T^{2/3_c}}=(1-a)E$$

$$T_c=\frac{1}{2}(1-a)^{3/2}\frac{K^{3/2}}{E^{3/2}}$$

$$H_c\cdot\ (1-a)=h_c a \text{ 또는} \frac{2KT_c^{1/3}}{(T_c+B_c)}(1-a)=\frac{K\cdot\ a}{2T_c^{2/3}}$$

$$a=(\frac{4T_c}{T_c+B_c})\,(1-a)$$

$$B_c=T_c\frac{4(1-a)}{a}-1=\frac{1}{2}(1-a)^{3/2}\frac{4(1-a)}{a}-1\cdot\ \frac{K^{3/2}}{E^{3/2}}$$

$$S=\frac{T_c-B_c}{2H_c}=\frac{T_c-T_c\frac{4(1-a)}{a}-1}{2aE}$$

$$=\frac{1}{2}(1-a)^{3/2}\frac{2-4(1-a)}{a}\frac{K^{3/2}/E^{5/2}}{2a}$$

지금 $M=\frac{1}{2}(1-a)^{3/2}\frac{4(1-a)}{a}-1-$

$N=\frac{1}{2}(1-a)^{3/2}2-\frac{4(1-a)}{a}/2a$라 놓으면,

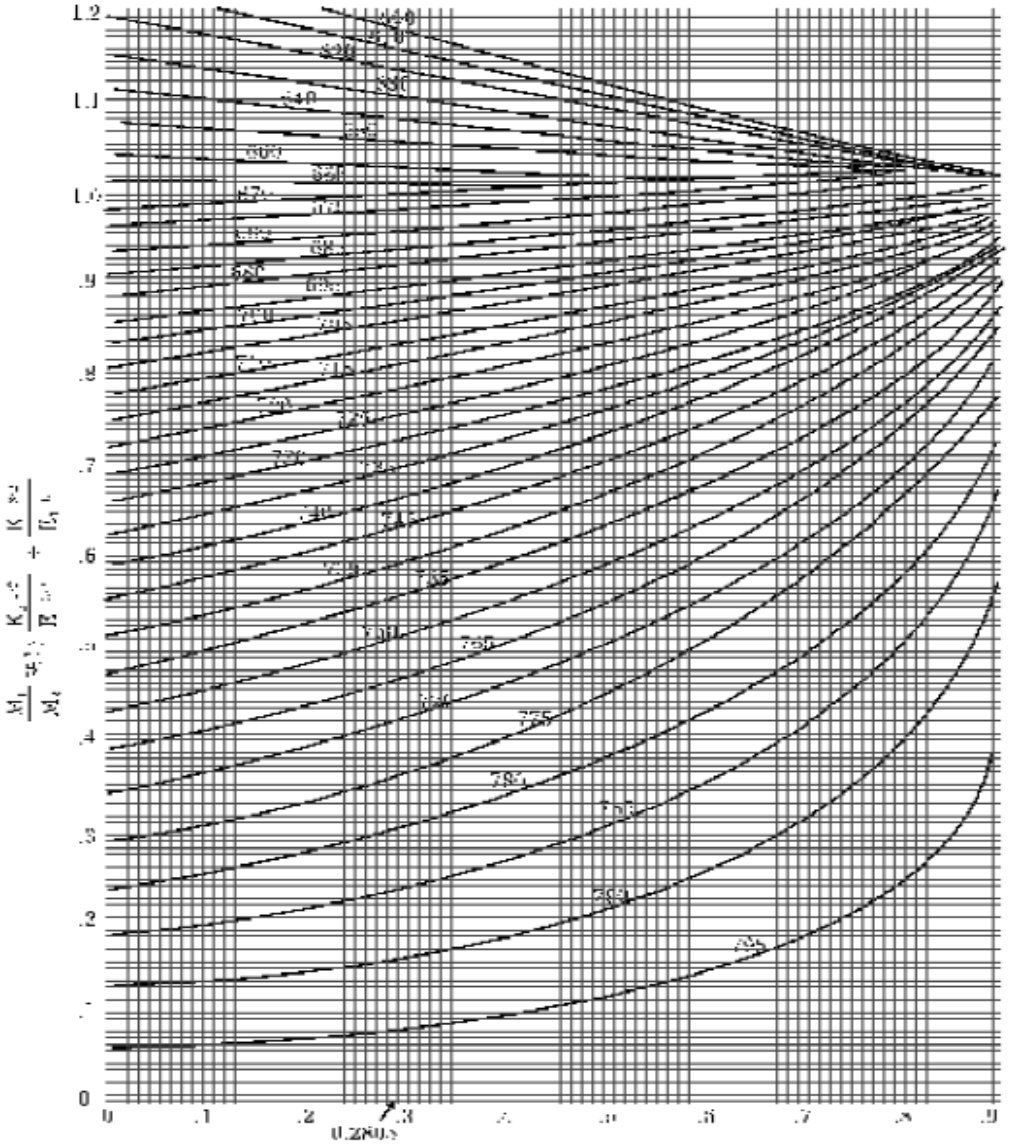
$B_c=M(\frac{K}{E})^{3/2}$

$S=N(\frac{K^{3/2}}{E^{5/2}})$

a=0.1∼0.9에 대한 M, N의 값은 아래 <표 4.5-1>와 같고, 이에 따라 Bc 및 S는 윗식에 위에서 구한다. 또한, 아래 <그림 4.5-3>은M1, M2, N1, N2 값을 유량의 변화에 따라 상류수로의 등류수심을 유지하도록 각 모양의 낙구단면을 결정하는데 사용된다.

<표 4.5-1> M, N의 값

a	M	N	a	M	N	a	M	N	a	M	N
.10	14.50	-70.41	.678	1.739	.143	.719	1.337	.721	.760	.791	1.457
.20	7.41	-17.29	.679	1.730	.156	.720	1.326	.737	.761	.776	1.479
.25	5.99	-10.89	.680	1.722	.169	.721	1.314	.753	.762	.760	1.500
.30	5.03	-7.38	.681	1.713	.182	.722	1.303	.768	.763	.744	1.521
.35	4.34	-5.23	.682	1.704	.195	.723	1.291	.784	.764	.727	1.543
.40	3.80	-3.80	.683	1.695	.208	.724	1.280	.800	.765	.710	1.565
.45	3.37	-2.78	.684	1.687	.222	.725	1.268	.817	.766	.694	1.586
.50	3.00	-2.00	.685	1.678	.235	.726	1.256	.833	.767	.677	1.609
.51	2.93	-1.86	.686	1.669	.248	.727	1.244	.849	.768	.660	1.631
.52	2.86	-1.73	.687	1.660	.261	.728	1.232	.865	.769	.642	1.653
.53	2.80	-1.60	.688	1.651	.275	.729	1.220	.882	.770	.625	1.676
.54	2.73	-1.48	.689	1.642	.288	.730	1.208	.899	.771	.607	1.699
.55	2.66	-1.36	.690	1.633	.301	.731	1.196	.915	.772	.588	1.722
.56	2.60	-1.24	.691	1.623	.315	.732	1.184	.932	.773	.571	1.745
.57	2.53	-1.12	.692	1.614	.329	.733	1.171	.949	.774	.553	1.769
.58	2.46	-1.00	.693	1.604	.342	.734	1.159	.966	.775	.534	1.793
.59	2.40	- .89	.694	1.595	.356	.735	1.146	.983	.776	.516	1.817
.60	2.33	- .78	.695	1.585	.370	.736	1.133	1.001	.777	.497	1.841
.61	2.26	- .66	.696	1.575	.384	.737	1.120	1.018	.778	.478	1.865
.62	2.19	- .55	.697	1.566	.398	.738	1.107	1.036	.779	.459	1.890
.63	2.12	- .44	.698	1.556	.412	.739	1.094	1.053	.780	.439	1.915
.64	2.05	- .32	.699	1.546	.426	.740	1.081	1.071	.781	.420	1.940
.65	1.97	- .20	.700	1.536	.440	.741	1.068	1.089	.782	.400	1.966
.660	1.892	- .0819	.701	1.526	.454	.742	1.055	1.107	.783	.380	1.991
.661	1.883	- .0697	.702	1.517	.468	.743	1.041	1.125	.784	.359	2.017
.662	1.875	- .0575	.703	1.507	.482	.744	1.027	1.144	.785	.339	2.044
.663	1.867	- .0452	.704	1.496	.497	.745	1.014	1.162	.786	.318	2.070
.664	1.859	- .0329	.705	1.487	.511	.746	1.000	1.181	.787	.297	2.097
.665	1.851	- .0206	.706	1.477	.525	.747	.986	1.200	.788	.276	2.124
.666	1.838	0	.707	1.467	.540	.748	.971	1.219	.789	.234	2.151
.667	1.835	.00405	.708	1.458	.555	.749	.957	1.238	.790	.233	2.178
.668	1.826	.0166	.709	1.446	.569	.750	.943	1.257	.791	.210	2.206
.669	1.818	.0290	.710	1.435	.584	.751	.928	1.276	.792	.188	2.234
.670	1.809	.0418	.711	1.424	.598	.752	.914	1.296	.793	.166	2.262
.671	1.800	.0543	.712	1.414	.613	.753	.899	1.316	.794	.143	2.291
.672	1.792	.0669	.713	1.403	.629	.754	.884	1.335	.795	.120	2.320
.673	1.783	.0795	.714	1.392	.644	.755	.869	1.355	.796	.0963	2.349
.674	1.774	.0922	.715	1.381	.659	.756	.854	1.375	.797	.0726	2.379
.675	1.766	.105	.716	1.371	.674	.757	.838	1.396	.798	.0487	2.409
.676	1.757	.118	.717	1.360	.690	.758	.823	1.416	.799	.0245	2.440
.677	1.748	.131	.718	1.348	.705	.759	.807	1.437	.800	0	2.471

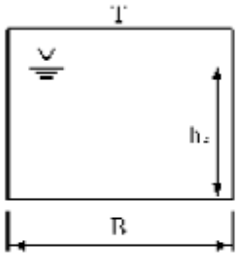


(두 유량에 대한 지배단면의 바닥폭 및 옆 비탈값 a 표)

<그림 4.5-3> M1/M2 과 N1/N2에 대한 a의 그림표

(나) 한계수심 계산

㉮ 구형단면



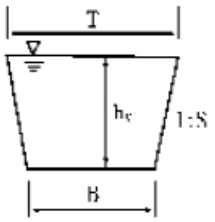
〈그림 4.5-4〉 구형단면 수로

$$h_c = (\frac{Q^2}{gB^2})^{1/3} = 0.467(\frac{Q}{B})^{2/3} \quad (4.5\text{-}10)$$

$$h_{c=2/3}H_e \quad (4.5\text{-}11)$$

$$V_c = \sqrt{gh_c} \quad (4.5\text{-}12)$$

㉱ 사다리꼴단면



〈그림 4.5-5〉 사다리꼴 단면수로

$$A = Bh_c + Sh_c^2 \quad (4.5\text{-}13)$$

$$T = B + 2Sh_c \quad (4.5\text{-}14)$$

$$\frac{Q}{B^{2.5}} = \sqrt{g}\ (h_c/B)^{3/2}\,(1+S\frac{h_c}{B})^{3/2}/(1+2\cdot\ \ S\frac{h_c}{B})^{1/2} \quad (4.5\text{-}15)$$

④ 정수지(Stilling basin)

가. 낙수의 충격은 수량이 적고 높이가 낮을수록 적으므로 흐름을 얇게 분산시키는 노 치낙차공은 충격이 적으나, 폭을 좁히면 흐름이 집중되어 충격이 크다. 막아올림방법은 높이가 증가하나 단위 폭당의 수량이 좁아지므로 충격은 상쇄된다. 낙하수 를 받는 정수지는, ① 견고한 물받이를 설치하는 것으로, 지반이 견고한 암일 때는 이를 생략할 수도 있으며 보통지반에서 많이 사용한다. ② 배플 블록(baffle block)에 의하여 충격을 완화시키는 것으로 지반이 약하거나 수량이 많은 경우에는 사용한다.

(가) 정수지의 길이 (L)

㉮ 정수지의 길이는 낙하수가 중앙에 오도록 한다.

⑤ 출구 접속수로

가. 정수지 바닥과 하류수로 바닥이 접속하는 부분의 기울기는 1:4 ~ 1:10으로 하고 길이는 정수지의 길이와 같게 한다. 단, 연약지반의 경우는 2배로 한다.

⑥ 여유고

가. 유입구 접속수로의 여유고

(가) 수로의 수심을 H라 하면 유입구 접속수로의 끝부분의 여유고는 $\frac{1}{3}\sqrt{H} > 0.3\,(m)$를 표준으로 한다. 여기서 H는 수로의 수심이다.

나. 정수지의 여유고

(가) $0.1 + 0.3\sqrt{Q}\,(m)$를 표준으로 한다.

다. 유출구 접속수로의 여유고

(가) 정수지 여유고와 하류 수로의 여유고를 연결한 것으로 한다.

4.5.2.2 구조설계

(1) 낙차공은 입구접속부·낙차부벽·정수지·출구접속수로 등으로 구성된다. 라이닝수로 또는 지반이 양호한 수로에서는 입구·출구의 접속부 또는 하류수로의 보호공을 생략할 수 있다. 또 유량이 적고 규모가 작은 것으로 지질이 양호한 경우에는 낙차부 만으로 할 수도 있다.

① 입구 접속부

가. 입구의 접속수로는 수리계산에 의하여 단면을 결정하고 상류로부터의 침식에 대하여 위험이 없는 길이 여부를 검사한다. 측벽은 토압을 받는 벽으로 취급하고, 현장에서 얻기 쉬운 호박돌 찰쌓기 또는 콘크리트로 축조한다.

나. 입구 접속수로 끝의 여유고는 수로의 수심을 H라고 하면 $\frac{1}{3}\sqrt{H} > 0.30\,(m)$ m)를 표준으로 한다. 접속시점의 콘크리트 지수벽은 $0.6\sqrt{H} > 0.60m$ 을 표준으로 한다. 두께는 수로바닥 두께와 같게 하고 콘크리트이면 $0.2 + 0.1\sqrt{H}\,(m)$를 표준으로 한다. 접속수로와 낙차부의 벽은 직각으로 접속시키는 경우와, 35° ~ 45°로 접속시키는 경우, 또는 원활하게 접속시키는 경우가 있으며, 직각으로 접속시키는 경우가 경제적이며 시공이 용이하다.

다. 손실을 적게 하는 것은 낙차공에서 바람직한 것이 못 된다

② 낙차부의 벽

가. 낙차부의 벽은 폭이 수심에 비해 클 경우에는 옹벽으로 하고, 작은 경우에는 측벽으로 지지되는 보로서 계산한다. 안식각 θ=30°라 할 때 b= h 2/3/1.5의 폭을 보로 생각하는 경우와, 옹벽으로 계산하는 경우의 경계가 되고, 보로 계산할 경우의 토압은 하부와 상부가 다르다. 폭에 비하여 높이가 높은 경우는 낙차부가 정수지 밑바닥으로 고정된 판으로 계산하는 것이 유리하다. 또 구조물 전체로서 전도에 대해서 검사하는 것이 필요

하다.

나. 막아올림에 의하는 경우 또는 물 빈지에 의하여 수위를 조절하는 구조에서는 수압을 고려하고, 토압은 건조토가 아닌 습윤상태의 토압을 고려한다.

다. 낙차부 벽의 하부는 정수지 밑바닥의 하단과 일치시키고 낙차부 벽의 길이는 수로양측의 침투에 안전할 만큼 흙 속으로 연장시켜 놓는다.

③ 정수지

가. 정수지의 측벽은 흐름의 방향으로 평행하게 되고 토압에 대하여 견딜 수 있는 단면을 주어 정수지의 상판에 접속시킨다.

나. 콘크리트나 철근콘크리트로 축조할 경우에는 측벽을 낙차벽과 지수벽으로 지지하는 보로서 계산할 때에는 지수벽과 낙차벽은 충분히 고정되도록 축조해야 한다.

다. 정수지의 길이는 높이에 비해서 긴 것이 일반적으로 이 경우에는 부벽 또는 외팔보옹벽으로 계산한다. 정수지의 바닥두께 t(m)는

$$t = a(0.1 + 0.1\sqrt{qF})^{1/2} > 0.15 \qquad (4.5\text{-}16)$$

식에서, q: 낙구 1m당 유량 (m^3/s/m)
F: 낙차 (m)
a: 토질재료에 따른 계수

라. 밑바닥을 철근콘크리트로 할 때에는 철근을 0.3m 간격으로 상측에 넣는다. 정수지의 바닥폭은 상류 수로의 통수단면의 평균 폭을 표준으로 하고 정수지의 단면은 상류 수로 단면의 두 배 이상으로 한다. 토질에 따라서는 정수지의 상류단에 낙수벽에 접하여 배수공을 설치하여 정수지 상판에 양압력이 걸리는 것을 방지한다.

④ 출구 접속수로 출구 접속수로는 낙차에 의하여 일어나는 소용돌이나 부정류를 속히 정류되게 하기 위하여 하류 수로와의 사이를 원활하게 접속시킨다. 접속수로의 말단에는 지수벽을 설치하든가 측벽에 대한 계산법 등은 입구 접속수로에 준한다. 여유고는 정수지 여유고와 하류 수로의 여유고를 연결한 것으로 하고 하류 수로의 여유고가 높을 때에는 그 둑마루 높이를 연장해서 정수지의 둑마루(천단)에 접속시킨다.

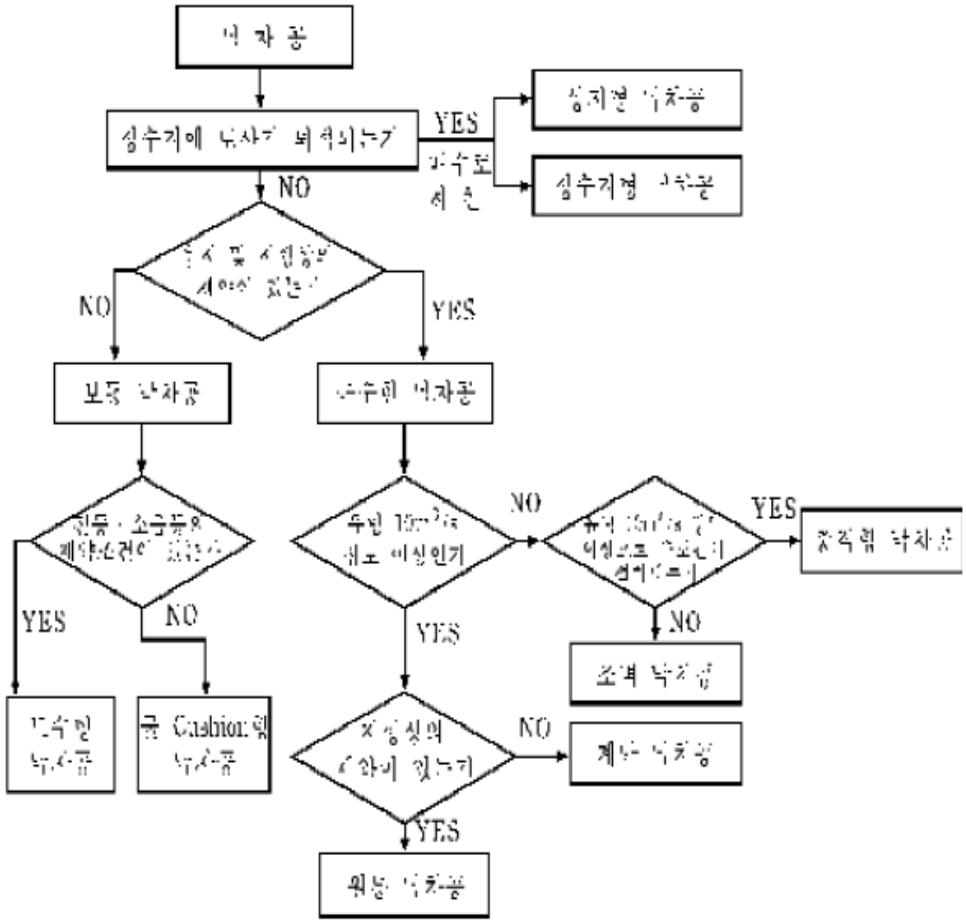
4.5.3 형식선정

(1) 낙차공과 급류공의 구조는 현지 지형에 적합하고, 수로의 세굴이나 침식이 일어나지 않게 기술적·경제적으로 가장 알맞은 형식으로 결정해야 한다.

(2) 낙차공·급류공 등의 배치와 공종은 비교·설계하여 안전하고 전 수로 조직이 가장 경제적이 되도록 선정한다.

4.5.3.1 낙차공

(1) 일반적으로 낙차공은 다음 <그림 4.5-6>의 흐름도와 같은 과정을 거쳐 그 형식을 선정한다.

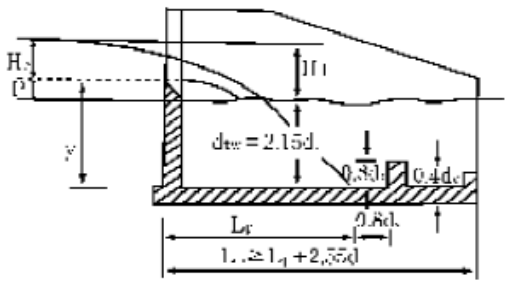


<그림 4.5-6> 낙차공 형식 선정의 흐름도

① 수직낙차공

가. 수직낙차공(vertical drop)은 낙구가 수직의 단락으로 되어 있으며 낙차가 그리 크지 않는 장소에서 채용되는 일반적인 낙차공이다.

(가) 충격블록 수직낙차공(Straight drop spillway with impact)



<그림 4.5-7> 충격블록 물받이 수직낙차공 표준도

㉮ 물넘이 유효폭

$$B = \frac{Q}{C_b H_e^{3/2}} \qquad q = \frac{Q}{B}, \quad D = \frac{q^2}{gy^3}$$

D: 낙차수(drop number)

· <표 4.5-2>에서 D와 $\frac{H_a}{H_c}$에 해당하는 $\frac{L_p}{y}$를 찾고 $\frac{L_p}{y}$로부터 L_p를 계산한다.

<표 4.5-2> 충격블록의 낙차공의 Lp 대 y

D \ $\frac{h_d}{H_e}$	$\frac{L_p}{y}$ 0.6	1.0	2.0	5.0	∞	비고
0.0001	-		0.62	0.50	0.47	
0.0002	-	0.90	0.67	0.52	0.50	
0.0003	-	0.94	0.68	0.55	0.52	
0.0005	-	0.98	0.70	0.60	0.58	
0.001	1.57	1.00	0.77	0.65	0.65	
0.002	1.58	1.15	0.82	0.72	0.72	
0.003	1.59	1.17	0.87	0.80	0.80	
0.005	2.00	1.20	0.93	0.87	0.87	
0.01	2.15	1.25	1.10	0.97	0.97	
0.02	2.20	1.30	1.20	1.15	1.15	
0.03	2.30	1.40	1.25	1.20	1.20	
0.05	2.40	1.50	1.30	1.30	1.30	
0.10	2.60	1.70	1.50	1.50	1.50	
0.20	2.80	1.80	1.70	1.70	1.70	
0.30	2.90	2.00	1.80	1.80	1.80	
0.50	3.20	2.20	2.00	2.00	2.00	
1.00	2.50	2.30	2.30	2.30	2.30	

㉯ 최소정수지수의 길이

· $L_B = L_p + 2.55d_c$

㉰ 배플블록(baffle block)의 최소 위치는 $L_p + 0.8d_c$, , 배플블록의 높이는 $0.8d_c$

㉱ 최소 말단수심

· $d_{tw} = 2.15d_c$

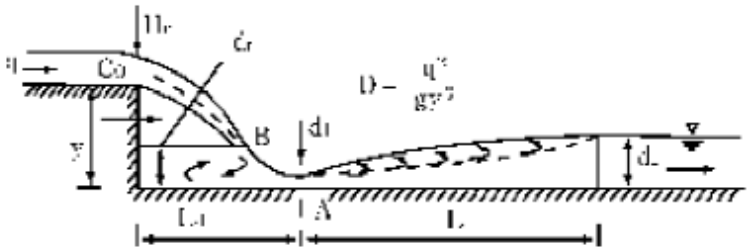
㉲ 최적 배플블록의 폭 및 간격은 0.4 d c

㉳ 최적 엔드실(end sill)의 높이는 0.4 d c

② 수직낙차공(Straight drop spillway)

가. 수직낙차공의 각 치수를 계산하기 위하여 다음 낙차수(dop number) $D = \frac{q^2}{gy^3}$을 이용

하여 다음과 같이 시험자료를 만들었다.



〈그림 4.5-8〉 수직낙차공

즉, 낙하높이 y, 단위폭당 유량 q 만 알면 Ld, df, d1, d2를 윗 공식으로부터 계산할 수 있다.

여기서, Ld: 낙하길이 (m) df: 수맥선 하의 수심 (m)
d1: A점의 수심 (m) d2: d1 에 따른 하류수심 (m)

나. 만일 하류수심이 d2 보다 낮을 경우는 하류측으로 경사지게 흐를 것이고, d2 보다 높을 경우는 잠수상태가 될 것이다.낙차공의 물받이폭은 접속수로의 폭과 같은 것으로 가정하였다.

③ 도수형(跳水型) 수직낙차공(Straight drop spillway with hydraulic jump) Q(유량), y(낙하높이), He(비에너지), hd(에너지손실), dtw(하류측 수로수심), P1(웨어까지의 상류수심), B1(낙구폭), B ' (정수지의 폭), q1(단위폭당유량), D(Drop number)를 알면 Ld(낙하길이), df(수맥선하의 수심), d1(낙하점의 수심), d2 (d1에 따른 하류수심)의 값은 아래 식에 의하여 구한다.

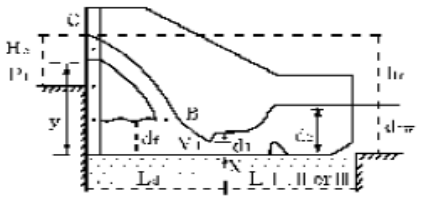
$$\frac{L_d}{y} = 4.30\,D^{0.27}$$

$$\frac{d_f}{y} = 1.00\,D^{0.32}$$

$$\frac{d_1}{y} = 0.54\,D^{0.425}$$

$$\frac{d_2}{y} = 1.66\,D^{0.27}$$

$\frac{d_w}{d_2}$는 1.0 ~ 1.2 정도가 되어야 한다. 비율이 1.0보다 작으면 정수지는 y를 증가해야 하고 위의 과정을 되풀이 한다.



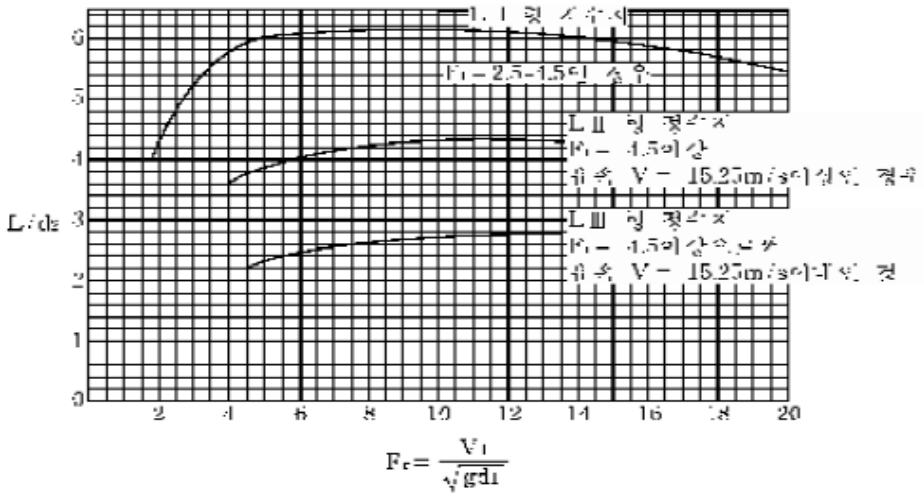
〈그림 4.5-9〉 도수형 수직낙차공

$$q_1 = \frac{Q}{B_1}$$

$$V_1 = \frac{q_1}{d_1}$$

$$F_r = \frac{V_1}{\sqrt{gd_1}}$$

도수길이 L Ⅰ, L Ⅱ, L Ⅲ는 정수지형에 따라 F_r와 $\frac{L}{d_2}$의 관계를 나타낸 아래 <그림 4.5-10>에서 구한다.



<그림 4.5-10> 정수지 Ⅰ, Ⅱ, Ⅲ의 도수길이

4.5.3.2 급류공

(1) 수로 도중의 급경사 부분에 설치하는 개거형 수로로서 낙차공을 연속 설치하는 대신에 채택되는 구조물이다.

(2) 급류공의 구성은 입구접속수로·급류부·방사류부·정수지·출구접속수로로 된다.

① 입구 접속수로

가. 입구 접속수로는 설계유량이 배수(背水) 또 저하배수를 일으키지 않고 급류부 이하 에서 바람직하지 못한 난류가 일어나지 않고 유하될 수 있게 설계해야 한다. 이를 위해서 급류부 시점에서 한계수심이 유지되는 동시에 급류부 시점까지의 수로단 면의 변화는 완만하고 좌우 대칭인 평면형을 이룰 수 있어야 하며 곡선부가 설치되어서는 안 된다.

(가) 유입구 완화공의 길이

$$L = \frac{B-b}{2}\cot a$$

$$\cot a = 3.375 \times \frac{V}{\sqrt{gd\cos\theta}} \text{ (바닥이 직선일 때)}$$

여기서, d: 수심 g: 9.8 (m/s2)
V: 유속 θ : 완화공바닥 경사각 (°)
L: 최소 1.50 m

(나) 최소여유고

〈표 4.5-3〉 수심별 최소여유고

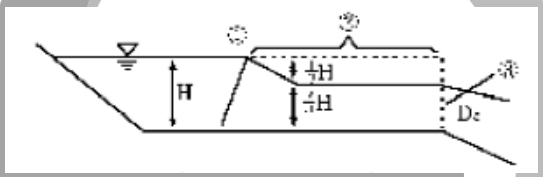
수 심	0 ~ 1.5m	1.5 ~ 2.1m	2.1 ~ 2.7m
여 유 고	0.30m	0.37m	0.46m

② 급 류 부

가. 유입구 수심 및 저폭

(가) 급류부의 유입부를 계산의 기점 즉 지배단면으로 하여 상류 수로의 수면 변화 및 침식이 되지 않도록 한다. 점축부의 단면 축소부는 급류부에 두지 않도록 한다.

나. 구형일 때의 한계유속(Vc) 및 단면계산



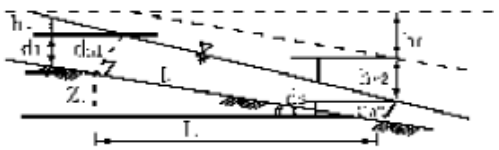
〈그림 4.5-11〉 유입구

$$D_c = [\frac{Q^2}{gB_c^2}]^{1/3},\ D_c^3 B_c^2 = \frac{Q^2}{g},\ V_c = \sqrt{gD_c}$$

Q: 유량 (㎥/s)
Bc: 한계단면의 저폭 (m)
Dc: 한계단면의 수심 (m)

다. 수리계산

(가) 급류부 시점 이하의 수면추적계산은 베르누이 공식을 이용한다.



〈그림 4.5-12〉 급류부

㉮ 베르누이 공식

$$h_{v1} + d_1 + Z_1 = h_{v2} + d_2 + h_f$$

$$h_{v1} = \frac{V_1^2}{2g}, \quad h_{v2} = \frac{V_2^2}{2g}, \quad h_f = \frac{V_n^2 n^2 L}{R_m^{4/3}}$$

(나) 급수로의 단면확대 시점은 포물선형 종단기울기의 시점과 같다. 포물선형 종단기울기에 있어 S는 1:0.5 ~ 1.0, K는 0.5 이내로 한다.

(다) 위의 조건은 폭 및 형이 변동될 수 없는 사다리꼴 수로에서는 적용되지 않는다.

③ 방사류부

가. 급류부 확대완화공의 위치·확대각 및 포물선형 종단기울기는 다음과 같다.

(가) 급류부 확대완화공

㉮ 급류부 확대완화공(spread transition)은 종단 포물선 시점에서 확대한다.

$$\text{확대각 } \tan\theta = \frac{1}{3F_r} = \frac{\sqrt{gd}}{3V}$$

(나) 포물선형 종단기울기

$$\text{공 식 } y = X\tan\theta + \frac{KX^2}{4h_v\cos^2\theta}$$

$$S = \tan\theta + \frac{KX}{2h_v\cos^2\theta}$$

여기서, y: 포물선의 기점부터의 종단거리 (m)

S: 포물선 지점에서의 기울기

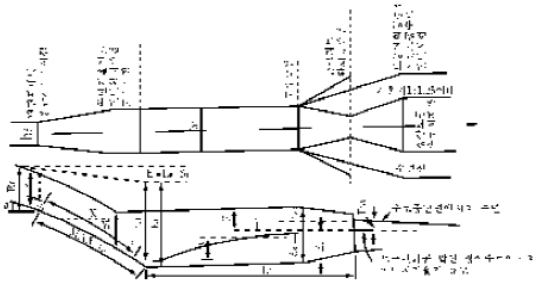
X: 포물선의 기점부터의 수평거리 (m)

hv: 포물선 시점의 유속수두 ($\frac{V^2}{2g}$)

K: 수직가속으로 일어나는 가정된 중력비율 0.5 또는 그 이하

θ : 포물선 시점에서 수평과 급류부 수로가 이루는 각도 (°)

포물선형 종단기울기와 단면확대는 가능한 한 급수로벽 위와 정수지벽 위와의 교 점에서 끝나거나 그 이전에 끝나도록 한다.



<그림 4.5-13> 급류공단면도

④ 급류부의 여유고(Fb)

가. Fb=C·V·d 1/2 식으로 계산

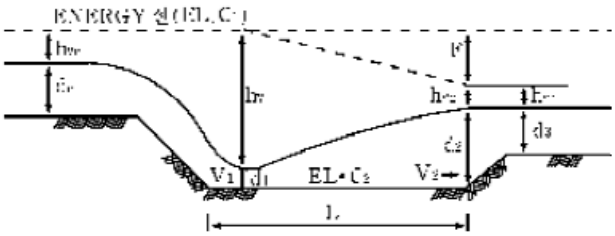
여기서 Fb: 여유고 (m)
C: 계수 (구형: 0.1, 제형: 0.13)
V: 유속 (m/s)
d: 수심 (m)

나. $F_b \fallingdotseq 0.6 + 0.037 V \cdot \ d^{1/3} (m)$ 식으로 계산

여기서 Fb: 여유고 (m)
V: 유속 (m/s)
d: 수심 (m) (단, 구형단면)

⑤ 정수지

가. 도수부의 에너지 손실(F)



<그림 4.5-14> 정수지

$$K = d_2/d_1,\ EL \cdot \ C_2 = EL \cdot \ C_1 - (d_1 + h_{V1}) = EL \cdot \ C_1 - (d_2 + h_{v2} + F)$$

$$\frac{d_1}{d_c} = \sqrt[3]{\frac{2}{K(K+1)}}, \quad \frac{F}{d_c} = \frac{(K-1)^3}{4K} \cdot \ \sqrt[3]{\frac{2}{K(K-1)}}$$

$$L = 6(d_2 - d_1)$$

나. 정수지의 폭

(가) 구형으로 유량 Q가 2.93 ㎥/s 이하일 때,

$$b = \frac{18.46\sqrt{Q}}{Q+9.91} \quad (m)$$

다. 도수심

$$F_{r1} = V_1/\sqrt{gd_1}$$
$$d_2/d1 = \frac{1}{2}(\sqrt{1+8F_r^2-1})$$

d1, V1: 도수전의 수심과 유속
d2, V2: 도수후의 수심과 유속
Fr: 프루드 수(Froude number)

라. 도수의 길이

(가) Safranez 공식: L=4.5d2 (m)

(나) Smetana 공식: L=6(d2-d1) (m)

(다) 미 개척국 공식: L=6.1d2 (m)

(라) BakhmetffMatzke 공식: L=4.8d2 (m)

※ Bakhmeteff에 의하여 사류측의 프루드 수가 1<Fr< $\sqrt{3}$일 때, 파상도수가 발생하며, $F_r = \frac{V}{\sqrt{gh_1}} > \sqrt{3}$ 일 때 완전도수가 발생하는 한계이다.

프루드 수에 대한 도수의 길이를 결정하거나 슈트블록(chute block), 배플블록 (baffle block), 실(sill)을 설치하게 되는 정수지의 설계는「KDS 67 10 00 농업용댐 편」을 참조한다.

마. 정수지 측벽 여유고

$$Fb=0.1(V1+d2)$$

여기서 Fb: 여유고 (m)
V1: 유입유속 (m/s)
d2: 도수심 (m)

4.5.3.3 관급류공

(1) 수로내 및 횡단 배수구조물로서 낙차가 0.9～4.5m이며, 유량이 적은 경우 관수로는 설계와 시공이 쉽고 경제적이며 유지관리가 용이하다.

(2) 상류완화공·유입구·관체·유출구·완화공으로 구성되며, 유입구는 조절노치(notch)·제수문·웨어로서의 기능을 갖도록 만들고, 잡초·잡물·유사에 의해 관이 막힐 우려가 없는 수로는 Ⅰ호형, 관이 막힐 우려가 있는 수로는 Ⅱ호형이 사용된다.

(3) 잡초나 잡물이 관속으로 유입되는 것을 방지하기 위해 스크린을 설치하며, 유입 잡물의 배출이 용이하도록 관의 직경은 충분해야 된다.

① 구 조

가. Ⅰ호형 관 급류공

(가) 상류수로 완화공

길이: 3m 이상, 바닥기울기: 토공수로에서 유입구까지

㉮ 조절 유입구 (control inlet)일 경우 : 토공수로와 같이 평행하게

㉯ 제수 유입구 (check inlet) : 기울기는 1:4 보다 완하게 한다.

(나) 유입구

㉮ 조절 유입구 : 설계유량의 20 ~ 100%까지의 유량이 수로의 평수심에서 유하되도록하고, 상류 수로에 급류 및 와류가 생기지 않도록 조절노치 (control notch)로 한다.

㉯ 제수 유입구 : 제수 각낙판이나 문비로 제수하며 상류에 분수문이 있을 경우 및 수위조절 방수문이 있는 경우에는 제수구조물로 겸용할 수 있다.

(다) 관체

㉮ 수리조절이 관 유입구 대신에 유입 구조물의 유입부에서 이루어지도록 하기 위해 충분히 낮추도록 한다. 관체의 기울기는 1:2 보다 완하게 한다. 초과 에너지의 분산을 위해 관 내에서 도수가 일어나도록 관의 유입구 부분을 낮추고, 기울기는 1:200 보다 완하게 하며, 그 길이는 유입구가 콘크리트 완화공일 때 5D(최소 1.80m)로 한다.

㉯ 수로 내 구조물일 경우 최소관경은 0.30m, 최대유속은 3.5m/s, 횡단 배수구조물일 경우 최소관경 0.60m, 유속은 1.0 ~ 1.5m/s가 되도록 한다.

(라) 유출구

㉮ 콘크리트 완화공: Q≦1.45 ㎥/s, V≦1.52 m/s (만류시)

※ 유량 Q>1.45㎥/s일 때 구형 경사형 낙차공으로 설계하는 것이 유리할 경우가많으며, V>1.52m/s일 경우 하류부에서 배플관수로(baffled pipe)로 하여 유속을 느리게 한다.

㉯ 유출구부에서 토공수로에 유입되는 부분은 조약돌 보호공을 설치하는 것이 좋다.

㉰ 관의 경사변화는 사면으로 관을 접합하든지 7°30′기성콘크리트 곡관을 사용한다.

㉱ 관의 유출구 최대유속은 만류시 1.5m/s이다.

㉲ 유입마찰, 굴곡, 출구 손실수두는 작으므로 무시한다.

㉳ 기성콘크리트관의 굴곡변화부의 사면접합을 석면 시멘트 압력관 또는 철근 소성 모르타르 압력관을 사용할 수 있다.

㉴ 표준설계는 1.45㎥/s이하에 사용하며 1.45㎥/s 이상일 때 구형 경사낙차공으로 사용하는 것이 좋을 경우가 있다. 최대수면낙차는 4.5m이다.

나. Ⅱ호형 관급류공

(가) 초과 에너지의 분산은 배플(baffle)이나 정수지가 있는 유출구에 의한다. 수로 내의 구조물일 경우 check 유입구나 조절 유입구가 있어야 하며, 수중에 잡초가있을

경우 정수지가 있는 낙차공으로 하는 것이 좋다.

㉮ 배플이 있는 충격형 감세공

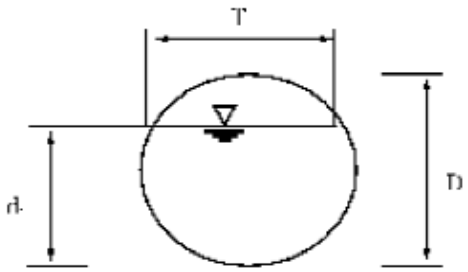
㉯ 정수지가 있는 관급류공

다. 원관 급류공(Pipe chute)의 단면결정

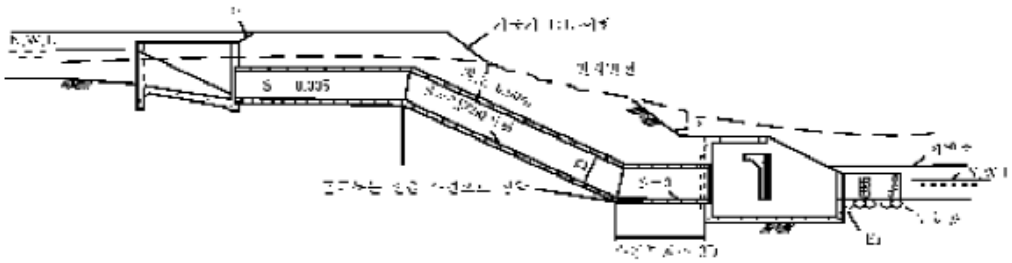
(가) 조절 및 제수부가 없는 유입부

㉮ 유입구에 지배단면(control section)이 생기도록 하고 한계수심 d2=0.75 ~ 0.80D(관경)으로 한다.

㉯ 단면 결정을 위한 수리계산



<그림 4.5-15> 원관형 급류공의 단면



<그림 4.5-16> Ⅱ호형 관급류공

〈표 4.5-4〉 관경속견표

관 경 속 견 표			
유량 (㎥/s)	직경 (m)	면적 (㎡)	비 고
0~0.257	0.30	0.0706	최대유속 V=3.65 m/s인 경우
0.257~0.351	0.35	0.0962	
0.351~0.458	0.40	0.1256	
0.458~0.580	0.45	0.1590	
0.580~0.716	0.50	0.1963	
0.716~1.031	0.60	0.2827	
0.031~1.404	0.70	0.3848	
0.404~1.834	0.80	0.5026	
0.834~2.321	0.90	0.6361	
0.321~2.866	1.00	0.7853	

$\frac{A}{T}$: 수면폭에 대한 수로 단면적과의 비

$Z=\sqrt[4]{\frac{A}{T}}$: 한계류 계산에 대한 단면 요소로 표시하면 한계류는 $F_r=\frac{V}{\sqrt{gd}}=1$

$V=\frac{Q}{A}=\sqrt{gd}$

〈표 4.5-5〉 원관형 급류공 단면산정표

구분 / 관경 (D)	$\frac{dc}{D}$ = 0.75 일 때				$\frac{dc}{D}$ = 0.80 일 때			
	Q (m³/s)	A (m²)	V (m/s)	I (기울기)	Q (m³/s)	A (m²)	V (m/s)	I (기울기)
0.30	0.0832	0.0568	1.463	1:112	0.0953	0.0606	1.572	1:98
0.35	0.1223	0.0774	1.580	1:118	0.1401	0.0825	1.698	1:103
0.40	0.1708	0.101	1.690	1:124	0.1956	0.108	1.815	1:108
0.45	0.2293	0.128	1.792	1:129	0.2626	0.136	1.926	1:112
0.50	0.2984	0.158	1.889	1:133	0.3418	0.168	2.030	1:116
0.60	0.4707	0.227	2.069	1:141	0.5392	0.242	2.224	1:123
0.70	0.692	0.309	2.235	1:148	0.7927	0.330	2.402	1:130
0.80	0.9662	0.404	2.390	1:155	1.1069	0.431	2.568	1:136
0.90	1.2970	0.512	2.534	1:162	1.4859	0.546	2.723	1:141
1.00	1.6879	0.632	2.671	1:162	1.9337	0.674	2.870	1:146
1.10	2.1421	0.764	2.802	1:173	2.4540	0.815	3.011	1:151
1.20	2.6626	0.910	2.926	1:178	3.0503	0.970	3.144	1:156
1.35	3.5743	1.151	3.104	1:185	4.0947	1.228	3.335	1:162
1.50	4.651	1.421	3.272	1:192	5.3286	1.515	3.516	1:168

주) I 는 유입구 첫 관체의 기울기로서 위의 기준치로 하며, 약간 급하게 해도 된다.

(나) 조절 및 제수부가 있는 유입부

㉮ 관체 시점부가 소요 피복공(매설심)이 있어야 되는 급경사 지역에 있어 상자(box)형 유입부로 설계할 경우 관체단면은 오리피스 공식으로 결정한다.

$Q=AV,\ V=C\sqrt{2gH}$

여기서, C: 유량계수 (0.6)
H: 상자형 수면에서 관체 중심까지의 높이 (m)

㉣ 관체시점부 유속 V=2.5m/s로 하면, $2.5 = 0.6\sqrt{2\times 9.8H}$에서 $H = 0.886m$
상자형의 유입단면 소요 H가 충분하여 완전월류 낙차공이 될때의 낙구폭 b는

$$b = \frac{Q}{a^{\frac{1}{2}} \times 1.70 \times H_c^{\frac{3}{2}}} = \frac{Q}{a^{\frac{1}{2}} \times 1.70 \times (h_1 + \frac{V_1^2}{2g})^{\frac{3}{2}}}$$

소요낙차 H가 불충분하여 잠류가 될 때는 윗 식을 참조하여 노치단면을 결정한다.

(다) 압력운동방정식 (Pressure momentum equation)

$$P_1 + M_1 = P_2 + M_2$$

$$\frac{QV_1}{g} + A_1 Y_1 = \frac{QV_2}{g} + A_2 Y_2 = \frac{QV_2}{g} + A_2 (d_2 - \frac{D}{2})$$

$$\frac{Q_\triangle V}{g} + A_1 Y_1 = A_2 (d - \frac{D}{2})$$

$$\frac{Q_\triangle V}{g} + A_1 Y_1 = A_2 (d_2 - \frac{D}{2})$$

$$d_2 = \frac{Q_\triangle V}{A_2 g} + \frac{A_1}{A_2} Y_1 + \frac{D}{2}$$

$$F = d_1 + h_{V1} - d_2 + h_{VP}$$

여기서, d1: 도수전 수심 (m) V: 유속 (m/s)
d2: 도수후 수심 (m) D: 관의 직경 (m)
Q: 유량 (㎥/s) A: 통수단면 (㎡)
Y: 수면부터 통수단면 도심까지 높이 (m)

$$Y_1 = d_2 - \frac{b}{2}, \quad \triangle V = V_1 - V_2, \quad h_{V1} = \frac{V_1^2}{2g}$$

위 식을 이용 계속 계산하여 d2를 결정한다. 위 식 중 좌측은 상류 등류(NWL) 상태에서 유입구로 흐르는 상태를 한계류로 계산하여 d2, V1 등을 구하여 d1V 지점의 Y1은 다음과 같이 구한다.

$$W = 2\sqrt{(D - d_1) d_1}$$

여기서, W=d1 점의 수면폭

$$Y_1 = \frac{A_1}{W}$$

(라) 충격형 정수지(Impact type stilling basin)

㉮ 특성 : 유량이 비교적 적을 경우 상자형, 충격형 감쇄공은 연직으로 매달린 배플(baffle)에 유입 사류의 충돌과 충돌한 후 사류의 방향 전환에서 생기는 와류에 의하여 하류 수심에 관계없이 초과 에너지를 소산하게 되므로, 같은 프루드수에 대하여 도수형 감세공으로 설계할 경우보다 유리한 경우가 많다.

㉯ 적용 및 구조세목

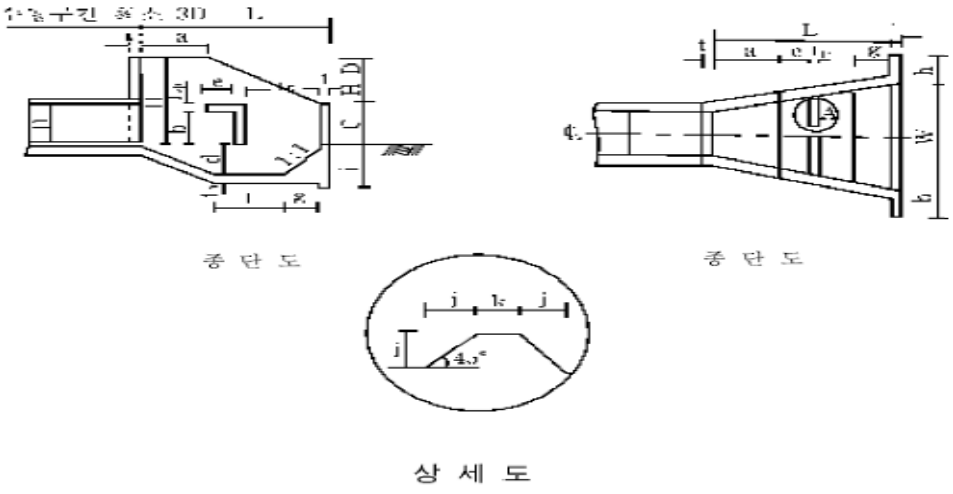
· 유량 Qmax을 참조하고 그 이상의 유량인 경우는 여러 개를 설치한다.
· 유속 Vmax=15.24m/s
· 하류 수위가 배플 높이의 중간에 가깝고 초과하지 않을 때 수리작용이 가장 좋 다.
· 배플의 바닥은 하류 수로 또는 관의 바닥과 같은 높이에 있어야 한다.
· 배플의 벽상에 작용하는 충격으로 인한 활동에 저항하도록 구조물을 설계해야 한다.(큰 동수압에 의한 진동 및 교란류에 안전한 구조일 것)
· 하류수가 얕을 때 말단부에서 하류 유출수로는 세굴이 되므로 인접한 수로바닥과 측면에 보호공을 한다.
· 정수지의 유입 수로는 일반적으로 관수로로 하고 유입부는 정수지의 내폭보다 작은 개수로로 할 수 있다.
· 상류 관유입부가 수로의 경사변환으로 인한 도수로가 만류될 경우 관경의 1/6의 공기밸브를 도수로의 상류에 설치한다.

㉰ 설 계

아래의 <표 4.5-6>와 <그림 4.5-17>을 참고하여 설계한다.

<표 4.5-6> 충격형 정수지의 설계치수표

사용PIPE		최대 유속	설 계 치 수																
D	A	Qm³/s	W	H	L	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	t	t_p	t_b
0.50	0.1963	0.6083	1.20	1.10	1.50	0.50	0.40	0.70	0.25	0.30	0.35	0.25	1.00	0.60	0.125	0.075	0.15	0.15	0.20
0.60	0.3826	0.8758	1.40	1.30	1.80	0.70	0.45	0.80	0.30	0.30	0.45	0.30	1.20	0.60	0.15	0.10	0.15	0.15	0.20
0.70	0.3846	1.1919	1.70	1.40	2.10	1.00	0.40	0.80	0.35	0.30	0.65	0.35	1.20	0.70	0.175	0.125	0.20	0.15	0.20
0.80	0.5024	1.5569	1.90	1.50	2.40	1.00	0.65	0.90	0.40	0.35	0.65	0.40	1.20	0.75	0.20	0.125	0.20	0.15	0.20
0.90	0.6358	1.9703	2.10	1.60	2.70	1.10	0.75	0.90	0.45	0.40	0.70	0.45	1.20	0.75	0.225	0.15	0.20	0.15	0.20
1.00	0.7854	2.4327	2.40	1.80	3.00	1.30	0.80	1.00	0.50	0.45	0.80	0.50	1.20	0.75	0.25	0.15	0.20	0.15	0.20



<그림 4.5-17> 정수지의 구조

4.5.3.4 배플 슈트(Baffle Chute)의 설계

(1) 특징

① 급수로에서 하류 수로로 유입될 때 유속이 작아지도록 배플 피어(Baffle pier)를 설치하여 급사면으로 흘러내릴 때 초과 에너지를 분산하여 흐름을 억제하도록 한 공작물로서 정수지 설치가 곤란한 지역에서 사용되며, 그 특징은, ① 일반적으로 경제적이다. ② 낙차가 큼에도 불구하고 말단부 유속이 작다. ③ 흘러내릴 때 방수작용에 영향을 미치지 않는다. ④ 정수작용을 효과적으로 하기 위해 정수지에서는 필요한 초기의 하류부 수심이 필요하지 않는다.

가. 이용상의 주의

(가) 구조물의 각 부분의 치수기준인 W(정수지내폭) 산출은 유량 Q에 대한 근사치로서 프루드 수에 의해 산출한 값을 비교한 후 제 단면을 결정한 것임.

(나) 각 관(pipe)의 최대유속 Vmax=3.65m/s로 하여 최대유량을 결정한 것임.(Design of Small Canal Structures의 Pipe drop편 참조)

(2) 구조

① 배플 슈트 각 부분 구조의 특성과 치수 결정의 유의사항은 다음과 같다.

가. 급류공 기울기는 1:2의 경사 이하로 한다.

나. 급사면 정부(crest)에 곡률반경을 둔다.

다. 배플 피어의 첫줄은 정부 표고보다 0.3m보다 낮지 않도록 한다.

라. 피어의 높이 H=0.8Dc ~ 0.9Dc로 한다.

$$\text{구형단면 한계수심} d_e = \sqrt[3]{\frac{q^2}{g}}$$

마. 배플 피어의 폭과 간격은 1.0H ~ 1.5H로 하고, Partial baffle pier 폭은 $\frac{1}{3}H$~ $\frac{2}{3}H$로

하며, 격렬로 교호되게 한다. Pier 상단 두께는 0.20 ~ 0.25m 로 한다.

바. 배플 피어의 열 간격은 고차로 H 이상 1.8m 이하이다(경사 1:2의 급류면에서는 2H이다).

사. 배플 피어의 상류면은 급류면에 직각이며, (물이 많이 튀어 에너지 분산이 크고 와류가 적다) 배면경사는 1:0.5로 한다.

아. 피어의 열 수는 4열 이상이다.

자. 측벽 높이는 바닥에서 직각으로 배플 피어 높이의 3배 이상이 되어야 한다.

차. 배플 피어의 한 열 이상을 와류 방지를 위해 유출구 수로 바닥 아래로 묻히도록 한다.

카. 유출구는 확폭한다.

타. 측벽의 하류말단은 세굴을 방지하기 위해 보호공을 한다

(3) Sill Control

① 유입구 길이는 2d1 이상으로 한다. 유입구 바닥보다 높게 요구되는 Sill의 높이는 상류수로와 유입구 사이의 에너지 균형으로 결정한다.

$$H_{e1} = H_{ec} + h_i + h_s \text{ 혹은 } h_s = H_{e1} - H_{ec} - hi$$

hs: Sill의 높이 He1=d1+hv1 (상류수로 비에너지)
Hec=dc+hvc (Sill에서 조절단면(한계류)이 된다.)
hi는 유입손실수두

$$h_i = 0.5\,\Delta h_v = 0.5(h_{VC} - h_{V1}) = 0.5(\frac{V_c^2}{2g} - \frac{V_1^2}{2g})$$

실(sill) 정부의 곡선은 최대: 2.70 m, 보통: 1.80 m

실로 인해 상류에 고여있는 물을 배제하기 위해 0.15 m의 홈통을 둔다.

(4) Notch Control

① 직사각형 유입단면은 Control notch로부터 1.50 m 상류에서 시작하고, Notch와 Sill 간의 길이는 상류수심의 3배로 한다.

(5) 수리제원

① 유입구 접근유속 V1은 한계유속 Vc보다 작고 물의 튐이 적도록 $V_1 \leq \frac{V_c}{2}$ 가 됨 이 좋다.

가. 유입이론유속(V1)과 한계유속(Vc)

$$q = \frac{Q}{B} \quad \text{or } B\frac{Q}{q}, \qquad V_c = \sqrt[3]{g \cdot q}\ (m/s)$$

$$V_1 = \sqrt[3]{g} \cdot q - 1.52\ (m/s) \qquad D_c = \frac{q}{V_c} = \sqrt[3]{\frac{q^2}{g}}$$

여기서, g: 9.8 (m/s2) B: 폭 (m)
Q: 총 유량 (㎥/s), q: 단위폭당 유량 (㎥/s/m)

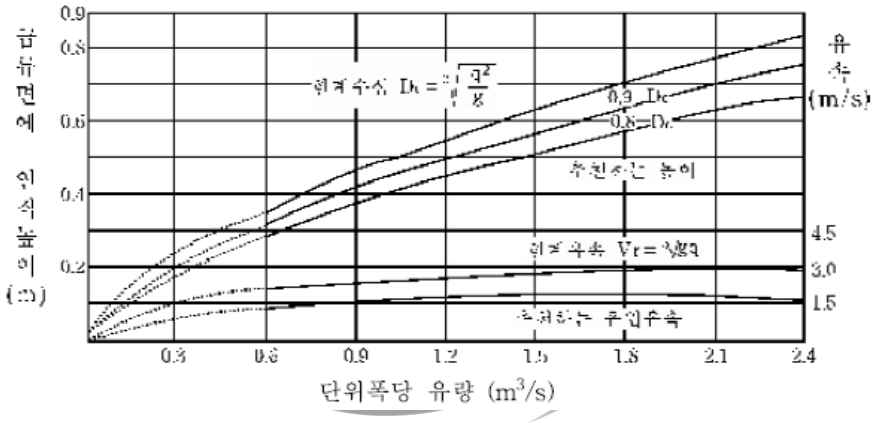
<표 4.5-7> Q에 대한 q의 값

표 4.7.9 Q에 대한 q의 값

Q (m^3/s)	q ($m^3/s/m$)	비 고
0~1.104	0.4645~0.929	각 항의 범위 내의 Q에 대한 q 값은 비례적인 값을 사용한다.
1.133~2.803	0.929~1.3945	
2.832~5.362	1.3945~1.858	
5.380~43.026	1.858~2.787	

<표 4.5-8> Q에 대한 m의 값

Q	0.3	0.6	0.9	1.2	1.5	1.8	2.1	2.4
m	0.21	0.33	0.44	0.53	0.61	0.69	0.77	0.84



<그림 4.5-18> 배플 슈트의 허용유속과 Baffle Pier의 높이

4.6 조절시설

4.6.1 일반사항

(1) 수로의 이수기능과 통수의 안전성을 확보하기 위한 조절시설로서 수로조직의 실정에 따라 유량 유속 수위 압력 등의 수리조건을 조절하는 수위조절시설 물넘이 방수공 조절지 조압시설 배수문 등을 설치한다.

(2) 또한 조절시설은 용 배수계획에 의한 이수조건 노선의 입지조건 물 관리조건 등을 고려하여 충분한 조절능력을 가지며 안전하고 경제적이 되게 해야 한다.

① 조절시설(regulating structure)은 협의로는 수위조절시설만을 뜻하기도 하지만, 여기서는 수로의 수리조건(유량, 유속, 수위, 압력 등) 중 한 가지 이상을 인위적으로조절하는 시설, 즉 수위조절시설, 물넘이, 방수공, 조절지, 조압시설, 배수문 등 조절시설을 취급한다.

② 조절시설은 타 수로시설과 함께 물 관리에 있어서 중요한 시설이다. 따라서 조절 시설은 수로조식 전체에 걸쳐서 계획초기에 일관된 물 관리방식의 선택, 각 시설의 배치계획 등 수로조직설계를 기본으로 하여 완성후의 유지관리에 활용해야 한다.

③ 물 관리방식을 선택할 때에 상정되는 수로조식의 물 제어방식으로서는 수위제어, 압력제어, 유량제어가 있고 이들의 각 특징은 다음과 같다. 이들의 제어방식과 함께 수로의 관리수준 및 자유도에 따라 여러 가지 조절시설을 적당히 배치해야 한다.

4.6.1.1 수위제어

(1) 물 관리조직에서 피제어량(被制御量)으로 수위를 이용하고 수리시설을 조작하는 제어방식이다. 수위를 항상 일정하게 조절하는 정수위 제어와 조건에 따라서 수위를 변화시키는 설정 수위제어가 있다.

4.6.1.2 압력제어

(1) 수위제어에서 목표지점이 관수로(Pipe line)인 경우는 피제어량은 압력이 된다. 압력을 이용하여 수리시설을 조작하는 제어는 수위제어와 같이 정압력 제어와 설정 압력제어로 분류할 수 있다.

4.6.1.3 유량제어

(1) 물 관리조직에서 피제어량으로 유량을 이용하고 수리시설을 조작하는 제어방식으로 수위제어와 같이 정유량 제어와 설정 유량제어로 분류할 수 있다.

(2) 그리고 조절시설의 종류와 특징을 보면 다음과 같다.

① 수위조절시설

가. 수위조절시설은 제수문(check gate)을 뜻하는 것으로 수로내의 유량변화에 의 한 수위변동을 조절하는 시설로 수로 내에 웨어 또는 게이트를 설치한다. 수위 조절시설을 수로조직 내에 적절히 설치하면 수로관리상 다음과 같은 이점이 있다.

㉮ 분수공에서 확실하고 안정하게 유량을 분수할 수 있다.

㉯ 급격한 수위변동에 의한 수로조직의 손상을 방지하며 물넘이, 방수공 지점에 대한 수위, 유량을 조절하여 안정을 기할 수 있다.

㉰ 저하배수곡선(drop down curve)에 의해 예기치 않은 빠른 유속발생을 방지하여 수로의 침식, 세굴 및 손상을 방지할 수 있다.

㉱ 배수로에서는 지하수의 과도한 저하와 그에 따른 용수량의 증가를 방지할 수 있다.

② 물넘이, 방수공

가. 수로기능의 유지와 안전을 확보하기 위하여 설치하는 시설이다.

나. 물넘이는 취수지점에서의 과잉유입수, 강우시 수로주변에서의 유입홍수량, 분수공의 폐쇄에 의한 잉여수 등을 배제시키는 시설로서 방수공과 병설하는 경우가 있다.

다. 방수공은 필요에 따라 수로의 전체 통수량을 방류시키려는 것으로 주로 수로의 일정구

간이 공백상태가 되도록 조작한다.

③ 조절지

가. 취수량, 통수량 및 용수량이 시간적으로 크게 변화할 때는 수로조직 중에 조절 지를 설치하는 것이 물 이용에 유리한 경우가 많다. 따라서 그 가능성과 경제 성을 충분히 검토한 후 설치한다. 조절지는 수원의 취수량, 수로 통수량, 경지의 용수량 간에 발생하는 불균형을 조절하므로 용수관리상 일어나는 수량손실을 최대로 방지함과 동시에 수로의 기능을 유기적, 탄력적으로 유지시키는 저수지라 할 수 있다.

나. 각 유량의 불균형은 특히 시간적 변동에 따라 일어나는 것으로 수로연장이 긴 수로일수록 그 영향이 심하다. 조절지에는 상·하류 수로의 낙차를 이용하여 간선수로의 중간에 저수지를 설치, 하류의 용수량에 따라 자연 유하하는 형식과 지선의 분수점이하에 설치하여 저류수를 그 지선의 수요에 따라 공급하는 형식이 있는데 후자를 일반적으로 팜폰드(farm pond)라 한다.

다. 용·배수겸용의 수로에서는 용수에 필요한 수위를 유지하는 조절시설을 계획한 다.

라. 또 배수로 및 용·배수겸용 수로에서는 방류하천(배수 본류)의 수위상황에 따라 역류를 방지하기 위한 시설이 필요할 때가 있다.

4.6.2 수위조절시설

(1) 수위조절시설은 계획한대로 수위를 유지시킴으로써 안정적으로 분수함과 동시에 물넘이, 방수공 등의 작동을 효율적으로 하기 위하여 설치된다.

(2) 수위조절시설의 배치 및 구조형식은 분수공, 물넘이, 방수공 등의 위치, 수로의 유량변동과 수위변화 등을 고려하여 적절한 수위제어방식에 의하여 물 관리가 용이하도록 하여야 한다.

4.6.2.1 일반사항

(1) 수위조절시설(이하「체크 게이트: check gate」라 함)은 유량변동에 대한 수위변화를 제어하고 물 관리조직에 있어 수위제어를 목적으로 설치한다. 따라서 유량변화에 따라 생기는 수위변동에 대응하는 분수게이트, 밸브 등의 조작 횟수를 줄일 수 있으며 유량급변에 대한 완충효과, 저류효과 등 물 관리를 탄력적으로 운용할 수 있는 효과가 있다. 또한 수위제어에 따른 효과로서는 물 관리의 탄력적 운용 이외에 다음과 같은 이차적인 효과가 기대된다.

① 정수위를 확보하여 분수의 안전성을 높여서 분수공의 지배범위를 확대하는 효과

② 수로저류에 의하여 수로에의 부력 또는 양압력, 토압 등의 외압에 대응하는 효과

③ 저류에 따른 잡초생육방지

④ 유속을 억제함에 따른 수로내부의 세굴, 마모방지

⑤ 수로의 건습 (또는 만류, 공허) 변화에 대한 각종 불안정성의 방지

⑥ 게이트에 의한 방수공, 물넘이의 작동 효율 향상 등의 효과

(2) 체크 게이트

① 수로계 전체의 체크시스템 방식의 결정,

② 체크 게이트의 배치,

③ 각 체크 게이트의 형식결정,
④ 각 체크 게이트의 설계 등
가. 단계에 따른 제 조건을 고려하여 합리적으로 설계되도록 한다.

4.6.2.2 체크 게이트의 수위조절방식 선정

(1) 체크 게이트의 수위조절방식에는 상류수위 제어방식과 하류수위 제어방식이 있다.이 방식의 결정에는 각 특성 외에 수로조직전체의 배치와 동시에 물 관리계획, 조절지 유무, 수두배분, 시공성 및 경제성 등을 충분히 고려하여 선정해야 한다.

4.6.2.3 설계의 기본

(1) 설치수위의 선정
① 물 관리계획에서 요구되는 수위제어의 목표치 즉 관리수준에 따른 체크수위를 유지 확보하기 위하여 체크 게이트의 설치간격, 장소 및 설치 개소수를 결정하여야 한다.
② 따라서 체크 게이트의 배치는 분수공 설치장소, 수로단면의 변화지점, 물넘이, 방수 공의 위치와 함께 검토할 필요가 있다.
③ 또 다음 지점에서는 수위조절시설을 설치하지 않는 것이 바람직하다.
가. 수로의 곡선부 및 그 직상·하류부, 대분수공 등의 직상·하류부에서 수위변화가 심한 지점
나. 대성토 및 연약 지반 등의 불안정 지점
다. 관리상 불편한 지점
(2) 상류수위 제어방식의 계획에서 설치위치 등 설계 기본지침은 다음과 같다.
① 전 수로계통에 일관된 방침에 따라 설치계획을 수립한다.
② 물넘이, 방수공의 바로 하류측에는 수위, 유량의 조절이 될 수 있는 수동조절시설을 설치한다.
③ 대분수공, 중요분수공 직하류지점에는 수위자동조절시설을 설치한다.
④ 하류에 체크를 설치할 경우 그 체크에 의한 체크수위가 상류 체크지점에서 거의 계획수심의 1/2 이상 확보를 표준으로 한다. 그러나 높은 절·성토구간, 유지관리상의 편의, 기초지반, 지형의 변화점 등도 충분히 고려해야 한다.
(3) 체크 형식(특히 자동체크)에 따라서는 파동과 편류 등 수리적 조건에 따라 헌팅(Hunting) 등을 발생시켜 관리상 심한 불편을 주는 경우가 많으므로 수로선형의 상·하류 구조물 등의 관계를 고려하여 최종 결정한다.

4.6.2.4 체크형식의 선정

(1) 체크의 형식을 선정할 때는 선택할 체크시스템의 방법, 물관리계획에 따라 요구되는 정도, 조작, 물넘이 우회수로(by-pass)의 필요성 및 공사비 등을 종합적으로 판단하여 형식을 결정해야 한다.

(2) 체크의 조절목표가 되는 수위, 유량, 유속 등의 요소와 물 관리에서 요구되는 정도에 따라 ① 게이트 유무와 작동방식, ② 통수형태(오리피스 월류), ③ 보조기구의 유무, ④ 우회수로의 유무, ⑤ 물넘이, 방수공이 병설 등 요소의 조합에 의하여 여러 가지로 분류할 수 있으나 대략 분류하면 게이트의 유무와 작동방식에 따라 자동식, 조작식, 조합식, 고정식으로 대별한다.

① 수동식 체크(Manual check)

가. 인력 또는 동력 등에 의하여 임의로 게이트를 조작하는 것으로 가장 일반적인 형식이다. 임의조작이 가능하나 시간적으로 연속하여 조절의 정도를 유지하는 것이 불가능하며 정확도를 확보하기 위해서 일정한 폭이 필요하다.

나. 수위조절의 경우에 바이패스를 설치하므로 체크수위는 계획수위의 20 ~ 30cm낮게 설정한다. 기구도 단순하고 역사도 오래되어 설계지침으로 비교적 잘 정리되 어 있다. 빈지식보(Stop-log check)가 원형이고 공사비도 비교적 저렴하다.

다. 자동식 체크는 수위유지가 주목적이나 조작식 체크는 유량도 조절하는 것으로 물넘이, 방수공과 조합하여 설치한다

라. 일반적으로 양측 또는 한 측에 월류형의 바이패스를 설치한다. 월류형이므로 수 위변동이 작고 유량조절 기능은 큰 특성을 가지고 있어 바이패스 용량 범위 내 에서는 본체 조작 게이트의 조절이 필요 없고 대체로 체크수위가 유지된다.

마. 조작식 체크에는 월류식 게이트에 의하여 상류수위를 확보하는 월류형, 오리피스형이 있다. 월류형은 수위조절을 주목적으로 한 것이며 오리피스형은 약간의 유량변동이 있더라도 항상 일정수위를 유지하도록 고안된 조절시설이다.

② 자동식 체크 (Automatic check)

가. 자동식 체크는 수위, 유량을 자동식으로 조절하는 것으로 부력 또는 전동력에 의해 상류 또는 하류수위를 일정하게 유지하도록 자동식으로 게이트가 조작되는 것을 말한다. 인위적 조작의 필요가 없어 편리하나 감도가 지나치게 예민하거나 기구가 복잡하여 고장이 생기기 쉬우므로 설치나 적용조건에 배려를 요한다. 동력원을 필요로 하는 것은 유지관리가 번잡하므로 주의를 해야 한다. 계획수위를 일치시킬 수 있으므로 수위관리에는 가장 효율이 좋다.

나. 또 자동식 체크는 조절하는 수위에 따라 상류수위 제어 게이트식과 하류수위 제 어 게이트식으로 분류된다.

다. 자동식 체크에는 구체의 부력에 의해 자동적으로 작동되어 상·하류수위를 조절 하는 자동게이트와 와트맨 게이트 또는 보통게이트와 자동조작용 기구를 조합한 것 등이 있으며, 일반적으로 가격이 고가이다.

(가) 상류수위 제어 게이트식 체크

㉮ 상류수위 변동시에는 게이트 문짝에 부대된 부자(float)와 게이트 후부에 부착된 카운터 웨이트(counter-weight)가 상류수위 변동에 따라 회전축을 중심으로 하여 균형을 이루고 게이트를 개방시켜 물을 방류하거나 보를 막아 수위를 일정하게 유지하는 것이다. 수로의 중간체크에 적합하다. 파랑, 편류 및 게이트 하류의 단파 등에 의하여 헌팅(hunting)을 일으키므로 터널, 사이펀, 암거 등의 직

전.후에 접속하여 설치하지 않는 것이 좋다.

· 게이트 2개 이상의 병설은 상호간에 헌팅이 발생하는 경우도 있으므로 배치 에 특별히 주의해야 한다.

· 게이트부는 토사의 퇴적을 방지하도록 상·하류수로보다 수심을 얕게 함이 바 람직하다.

· 위 게이트는 수위조절용 게이트이고 완전하게 수밀 되지 않아도 되므로 물넘이, 방수공 등의 통수차단을 필요로 하는 장소에는 사용을 피하는 것이 바람직하다.

· 게이트 상·하류의 수위차는 사용 수문에 대하여 일정한 제한이 있으므로 적용범위에는 특별히 주의해야 한다.

(나) 하류수위 제어 게이트식 체크

㉮ 문짝에 붙인 카운터 웨이트와 축심보다 뒤에 붙인 부자가 하류수위의 변동에 의하여 회전축을 중심으로 평행이 되고 제어수위 이상이 되면 부자가 상승하여 게이트립이 닫히며, 역으로 되면 개방되어 하류측 수위를 일정하게 유지하는 것이다.

㉯ 이 게이트를 사용하면 상류수위 변동이 클 경우에도 하류수위 (취수부)를 일 정하게 하므로 편리하다. 또 상.하류의 수두차가 큰 경우에도 사용이 가능하나 손실수두가 크므로 공사비가 많이 든다.

③ 조합형 체크 (Combined type check)

가. 조합형 체크는 설계유량 중 본류는 조작식 체크 게이트로 유하시키고, 일부를 바이패스 월류보 대신에 소형의 자동식 체크 게이트로 유하시키는 것을 말한다. 개략 수위조작은 조작식 게이트로 하고 미세한 수위조정은 자동식 게이트로 한다. 일 변동유량이 적고 장기간에 걸쳐 변화가 적은 수로 또는 항상 일정유량 이상을 유하시키는 수로에 적합하고 조작식 게이트와 조합시킴으로써 자동식 게이트를 소형화하고 공사비절감, 유량 등의 조절능력증대, 인위적 조절빈도의 감소 등이 기대된다. 설계시에 유량의 분할비율은 설계유량의 내용 및 그 시기별 변화와 예측한 조작 회수를 검토하여 결정해야 한다.

④ 고정식 체크 (Fixed check)

가. 수위를 고정보 등으로 유지하는 것으로 이 형식의 체크에는 월류형과 오리피스 형이 있다 . 반고정식으로 설치하는 빈지보도 여기에 포함된다.

나. 고정식 체크는 수두에 여유가 있고 수위의 조절 폭이 커도 좋은 경우에 적합하 다.

다. 수위변동은 크지만 최저수위는 확보되어 물넘이와 병설함으로써 유량의 개략적 인 조정을 할 수 있다. 또 손실수두는 크나 고장은 거의 없고 공사비는 저렴하 며 경제적이고 관리도 매우 용이하다. 더욱이 월류보 상류에는 토사퇴적이 되기 쉬우므로 토사배제방법을 검토할 필요가 있으며 물을 뺄 때를 대비해서 배수 게이트를 설치할 필요도 있다.

4.6.2.5 바이패스의 수리설계

(1) 바이패스는 관리의 생력화를 위하여 가동보에 병설된 고정보 부분을 말하고 상류구간에 발생하는 관리조절수량(분수공의 개폐에 의한 변동량 등)을 하류에 유하시켜 유효하게 이용하기

위하여 설치한다. 주로 조작식 체크에 설치하지만 타 형식의체크에 대해서도 기능, 목적 등을 고려하여 설치적부를 검토하는 것이 바람직하다.바이패스 능력은 수로, 각 시설의 배치 및 본선수로의 통수단면 등을 고려하여 적정하게 결정해야 한다.

(2) 바이패스의 설계유량

① 바이패스 능력 결정방법은 다음과 같다.

가. 수로 설계유량에 근거하는 방법

$$QB = \alpha \cdot Q\mu$$

여기서, QB: 바이패스의 설계유량 (㎥/s)
$Q\mu$: 상류수로의 설계유량 (㎥/s)
α: 계수(보통 α=0.1 ~ 0.2로 함)

나. 설계유량의 축소량에 근거하는 방법

$$QB = \beta \cdot QR$$

여기서, QB: 바이패스 설계유량 (㎥/s)
QR: 설계유량의 축소량 (㎥/s)
β: 1.00 이하임

설계유량의 축소량이라 함은 상류수로의 설계유량에서 하류수로의 설계유량을 뺀 유량임.

다. 상류구간의 분수공 설계유량에 근거하는 방법

$$QB = r\Sigma Q\tau D$$

여기서, QB: 바이패스의 설계유량 (㎥/s)
$\Sigma Q\tau D$: 해당 체크와 직상류 물넘이 사이의 분수공 설계분수량의 누계 (㎥/s)
r: 계수 (1.0 이하임)

(3) 바이패스의 월류수심

① 바이패스의 월류수심 즉, 체크수위와 설계수위와의 표고차는 관리상 각 체크별로 변화되는 일정치로 하는 것이 바람직하다. 바이패스의 월류수심은 일반적으로 20 ~ 30cm 정도로 한다.

(4) 바이패스의 월류길이

① 바이패스의 월류길이는 다음 식으로 산정한다.

$$L = \frac{Q_B}{C \cdot H^{3/2}}$$

여기서, L: 바이패스의 월류길이 (m) QB: 바이패스의 설계유량 (㎥/s)
H: 바이패스의 월류수심 (m) C: 유량계수 (반원형의 경우 1.8)

(5) 바이패스의 단면

① 최소단면치수는 시공 또는 관리상의 필요치수로 정하지만 바이패스는 원칙적으로 직사각형단면으로 한다. 바이패스 단면 결정방법은 다음과 같다.

가. 폭

$$B = \frac{Q_B}{V \cdot H}$$

여기서, B: 바이패스의 폭 (m) QB: 바이패스의 설계유량 (㎥/s)
V: 체크하류(바이패스)의 유속 (m/s) H: 바이패스의 수심 (m)

나. 물받이(Cushion)

(가) 월류수의 충격을 완화하고 바닥을 보호하기 위하여 출구부분에 월류보를 설치할 수 있다. 이 경우 출구의 월류보에는 배수공을 설치하는 것이 좋다.

다. 덮개

(가) 바이패스에는 안전 및 관리작업상 덮개를 하는 것이 좋다. 또 바이패스의 월류수가 낙하하는 소음이 상당히 크기 때문이다.

4.6.2.6 게이트의 설계

(1) 게이트의 형식

① 체크에 사용되는 게이트는 그 사용목적에 적합한 형식을 선정해야 한다. 특히 자동식 게이트는 규격화된 것이 많고 적용수심, 적용폭 등에 유의하여 수리적으로나 구조적 으로 안전하고 경제적인 형식을 선정한다.

(2) 게이트의 설계조건

① 게이트의 설계는 게이트의 사용조건에 적합하도록 다음 사항을 고려하여야 한다.

② 즉, 형식, 치수(게이트의 높이, 경간장, 지점위치), 설계수심(전·후면 설계수심), 수밀 방법, 부식, 재질, 도장, 개폐기구 등을 고려한다.

③ 체크 게이트는 조절게이트이고 작동회수가 많으므로, 유황에 적응되고 진동발생이 적으며 견고한 구조로 한다. 체크 게이트를 설치함에 있어서는 게이트부근에서의 토 사퇴적을 방지하기 위하여 배사시설의 설치나, 게이트 부근의 수로바닥을 높여 게이 트 부근의 유속을 상·하류 유속보다 약간 빨리 하는 등의 검토를 해야 한다. 보통 저항이 작아 진동발생이 적은 레이디얼 게이트가 많이 사용된다. 소형의 슬루스 게이트로 인력으로 조작하는 것은 장래 전동화에 대비하여 스핀들과 프레임 등의 교체가 없도록 고려해야 한다.

(3) 단면 설계시 고려사항

① 게이트를 설치하는 단면의 수심은 상·하류 수로보다 약간 작게 하고 유속은 약간크게 하여 토사침전을 방지한다.

② 게이트의 종·횡 비는 1:1 ~ 1:2 로 한다.

③ 대형 게이트보다는 소형 게이트 여러 개가 조절 및 경제적으로 유리한 때가 많다.

④ 조작식 체크의 바이패스 통수용량은 본선유량의 20% 정도를 확보하고 관리단위가 되는 구간에서는 계획단면의 대소에 불구하고 그 구간의 바이패스 용량을 통수량과 동일하게 해야 한다.

⑤ 자동식 체크에서는 작동불능을 고려하여 안전시설(예를 들면 어느 정도 상류에 월류 식 물

넘이 설치 등)을 고려해야 한다.

⑥ 체크의 상류측 바로 근처에 최소 ∅300mm 정도의 예비배수게이트를 설치하면 관리 상 편리하다.

(4) 체크의 구조설계

① 체크에는 조작교가 필요하다. 조작교는 최소폭 60cm 이상이나 조작교 높이가 1.2m이상일 때는 90cm 이상으로 한다. 조작교에는 핸드레일이 필요하다. 체크 상·하류 수두차에 의해 많은 침투수가 발생하므로 기초에 배수공(under drain)을 매설하고 하단에밸브를 부착하여 수로내에 배수시킨다. 또 침투수에 의한 부력도 검토하고 전도,활동,침투로장에 대하여 안전해야 한다.

② 게이트를 설치하는 체크에서는 상·하류의 수리조건에 대한 구조적 안정과 충분한 침투로장을 확보하도록 해야 하며 필요하면 지수벽을 설치한다.

가. 전도에 대하여는 활동이나 침투로장에 대한 것과 같이 중요하지는 않지만 좁고높은 구조일 때는 체크의 상류수심이 최대가 되고 하류수심이 최소 또는 부력이최대일 경우를 고려하여 안정하게 설계해야 한다.

나. 활동에 대하여도 전도와 동일한 조건으로 검토한다. 활동계수(수평력과 부력을 감안한 수직력의 비)는 기초지반에 따라 다르며 점토 0.3, 사토 0.4, 사력 0.5로 한다.

다. 체크 게이트(제수문)의 길이는 ① 침투로장, ② 도수의 길이에 따라 「KDS 67 1500 취입보편」을 참조하여 설계한다.

4.6.3 수로의 물넘이

(1) 수로 물넘이는 수로조직의 관리상 발생하는 잉여수 또는 유입홍수량을 안전하게 배제하기 위하여 설치하는 조절시설이다.

(2) 수로 물넘이의 배치 및 구조형식은 분수공의 위치와 분수량, 수로조직을 구성하는 각종 시설의 배치상황, 물 관리방식, 방수로의 조건 등을 고려하여 잉여수의 배제가 안전하게 되도록 해야 한다.

4.6.3.1 일반사항

(1) 수로는 보통 설계유량을 대상으로 하여 설계되지만 그 외에 출현빈도에 따라 중요 시설에 지장을 미친다고 생각되는 유량에 대하여도 검토되고 있다. 그러나 수로도 중에서의 유입홍수량 및 계획분수불능에서 발생하는 잉여수가 집중하여 수로의 통수능력 이상으로 될 때는 이들 잉여수를 안전하게 배제하기 위하여 수로도중에 물넘이를 설치한다. 또한 게이트의 조작미비, 부유물 등의 통수방해물에 의한 수위상승 등의 위험을 방지할 목적에서도 물넘이 설치를 검토한다. 따라서 수로 물넘이는 수로단면의 축소에 의한 공사비 절감과 물넘이 설치에 따르는 공사비 증가와의 비교검토에 의하여 규모, 구조가 결정된다.

(2) 한편, 설계에서는 수로조직상 필요한 기능을 확보함과 동시에 그 수로조직이 수로 구조적으로 안전하도록 사용목적에 적합한 물넘이 형식의 선정과 설치에 대하여 검토해야 한다. 일반적으로 물넘이는 방수공과 병설되며 물넘이 지점에서 본선 수로의 단면을 축소시킨다.

4.6.3.2 물넘이의 형식

(1) 수로 물넘이는 구조적으로 유입형상에 따라서 월류형 물넘이와 사이펀형 물넘이로 분류된다.

4.6.3.3 설계의 기본

(1) 월류형 물넘이

① 월류형 물넘이는 수로측벽의 일부에 월류보를 설치하여 웨어마루를 설계수위와 일치시켜서 수로내의 잉여수를 월류시켜 배제하는 형식이다. 또한 잡물, 얼음 등의 부유물을 잉여수와 함께 수로 밖으로 배제시키는 역할도 한다. 월류형 물넘이는 물넘이의 기능에서 가장 중요한 작동이 확실하고 안전성이 가장 높다. 이 형식은 비조작형으로 월류수심이 낮기 때문에 완전한 기능발휘를 위해서는 연장이 긴 월류보가 필요할 때가 많아 일반적으로 하류에 설치되는 체크 게이트나 조작형 수문식 물넘이와 조합하여 설치함으로써 공사비절감과 기능확대를 기하고 있다.

② 월류형 물넘이는 작용중 상류단과 하류단의 월류수심이 다르고 그 사이의 월류수심의 변화에 문제가 있어 수리계산방법에도 여러 가지 제안이 있다.

가. 수리설계

(가) 방류유량의 설계

㉮ 방류량 = 상.하 단면 차인 유량 + 단면내 홍수유입량

㉯ 단면내 홍수량: Q = 0.002778 f.r.A (㎥/s)

여기서, f: 유출계수

A: 유역면적 (ha)

r: 홍수도달 시간내 강우강도 (mm/h)

(나) 유량공식

㉮ 엔겔 (Engel) 공식

· 본선 수로의 횡월류 물넘이에는 수면 변화 때문에 ±10% 내외의 정확도를 가진 엔겔 공식을 사용한다. 주수로 폭이 점차 축소되어 상류로 흐를 때 적 용되는 것으로 평야부 수로에 사용된다.

$$Q = \frac{2}{3}\mu \cdot \sqrt{2g} \cdot \sqrt{L^{2.5} h^{5.0}}$$

또, $L = 0.48 \cdot Q^{1.2} h^{-2}$

뾰쪽 보일 때 $\frac{2}{3}\mu = 0.49 \sim 0.48$

넓은 마루 보일 때 $\frac{2}{3}\mu = 0.57$

여기서, Q: 물넘이 월류량 (㎥/s) h: 월류평균수심 (m)

L: 물넘이 길이 (m) μ: 월류계수 (0.644 정도)

㉯ 伊藤, 本間공식

$$Q = \frac{2}{3}\mu\sqrt{2g}\ Lh^{3/2}$$

여기서, Q: 물넘이 월류량 (㎥/s) h: 물넘이 월류평균수심 (m)
L: 물넘이 길이 (m) μ: 월류계수 (0.50 ~ 0.55)

나. 주수로가 균일한 경우

(가) 적용조건

㉮ 수로의 평면형이 직선일 때

㉯ 물넘이 길이(L)는 수로폭(B)의 2배 이상이고 물넘이 상류단의 프루드 수(Fr)는 (0.05L/B+0.4) 이하일 것

㉰ 수로폭(B)과 수심(H)과의 비(B/H)가 1.5 ~ 2.0 범위일 것

· 물넘이 길이가 긴 경우에는 일반적으로 월류형 물넘이의 하류단에서 월류수 심이 영으로 되어 물넘이 통과후의 수로수심은 계획수심(보의 높이 D)보다 높게 된다. 따라서 수리설계를 할 때 우선 고려할 점은 물넘이를 유하한 하 류수로에서 방류시 수위를 계획수위보다 어느 정도 높게 취할 것인가를 정하는 일이다. 허용하류수심(H2)과 계획수심(D)과의 비율(H2/D)이 1.05 정도에서는 좋은 방류효과를 기대하기 어렵고 물넘이 길이를 길게 해도 효과는 적다. 그러므로 방류량을 증대시키려면 측면보 물넘이 하류단의 수위를 높게 한다. 일반적으로 과잉유입량이 계획통수량에 대한 비율이 33% 이상일 때 측면보 물넘이 설치효과가 크다.

(나) 월류량 산정

㉮ 물넘이 상류단 보높이 h1 과 물넘이 하류단 보높이 h2를 가정한다.

㉯ 하류의 설계유량에서 물넘이 하류단 월류수심 He2를 계산한다.

㉰ 보길이 L 및 물넘이 상류단의 수심 He1을 가정하여 평균월류수심 Hem을 구한다.

㉱ 가정한 모든 수치를 사용하여 아래 식으로 월류량을 계산한다.

$$Q_w = C \cdot \ L \cdot \ H_{em}^{3/2}$$

여기서, Qw: 물넘이의 월류량 (㎥/s)

C: 월류계수 = $1.838(1+0.0012/H_{em})\left(1-\sqrt{\frac{H_{em}}{L}}/10\right)$

Hem: 평균월류수심{(He1+He2)/2} (m)
He1, He2: 물넘이의 상·하류단 월류수심 (m)

㉲ 수로의 측면보 구간에 있어서 마찰손실수두(Hf)와 여수의 손실수두(Hb)는 아래 식을 이용하여 계산한다.

$$H_f = (\frac{n^2 \cdot \quad V_m^2}{R_m^{4/3}}) \times L$$

$$H_b = f_b \frac{V_1^2}{2g}$$

여기서,

$f_b = 0.52807Qr - \sqrt{0.0788Q + 0.0003} + 0.0171$

n : *Manning*조도계수

$$V_m = \frac{V_1 + V_2}{2}$$

V 1,V 2 : 상·하류단 단면의 평균유속 (m/s)

$R_m = \frac{R_1 + R_2}{2}$ (R 1 ,R 2: 상·하류단의 경심)

Q r : 여수의 비(Q 2/Q 1)

Q 1: 상류측 유량 (㎥/s)

Q 2: 하류측 유량 (㎥/s)

㉮ Hf와 Hb의 값을 계산한 후 아래 식이 성립하는지 검토한다.

E 1=E 2+Z+Hf +Hb

여기서, E1: 상류단의 비에너지(=$H_1 + \frac{V_1^2}{2g}$) (m)

E2: 하류단의 비에너지 (=$H_2 + \frac{V_2^2}{2g}$) (m)

· 위의 식이 성립되지 않을 때는 물넘이 길이(L)와 상류단 월류수심 (He 1)을 수정하여 식을 까지 계산을 반복한다. 그래도 조정이 안 되면 맨 처음으로 되 돌아가 하류단 월류수심 (He 2) 값을 검토하여 수정 계산한다.

다. 설계요령

(가) 물넘이의 월류수심이 △h인 경우에 파랑영향에 의한 수면 상승을 고려하여 수로의 계획수면보다 물넘이 보마루의 표고를 높게 하며 물넘이 높이 계산은 적절한 수로의 여유고와 설계기준을 고려하여 아래 <표 4.6-1>과 같이 한다.

<표 4.6-1> 물넘이 보마루 높이(m)

월류수심 (△h)	계획수면에서 물넘이 보마루까지의 높이
0.10	0.05
0.12	0.08
0.15	0.10
0.18	0.12
0.25	0.15

작은 수로에서는 보통 물넘이의 마루표고를 설계수면보다 5 ~ 15cm 높게 정하나 대 간선수로(Q=10㎥/s 이상)에서는 설계수면과 일치시킨다.

(나) 월류수심은 월류유량에 따라 수로의 여유고와 물넘이 연장을 고려하여 적절히 정한다.

(2) 사이펀형 물넘이

① 사이펀형 물넘이는 일반적으로 월류형 물넘이가 불가능할 경우나 만수위에서 홍수위까지의 높이를 낮게 할 목적으로 설치한다. 사이펀형 물넘이의 결점은 월류형에서 통수량이 서서히 증가하는데 비해 급격히 계획 홍수량이 배출되어 하류에서 하상 침식이나 피해가 생길 수 있는 것이다. 그러나 여러 개의 사이펀을 병렬로 설치하면 이런 위험도 피할 수 있다.

② 또한 사이펀형은 2개 이상을 병렬하여 설치할 경우 각각 동시에 시동하는 일은 곤란하므로 다소 시간적 변화가 있다. Mobirney형 사이펀 물넘이는 미국 USBR 의 Mobirney가 1958년에 제안하였다. 이것은 디플렉터(deflector)에 떨어진 제트(jet)의 낙하에 의한 교란을 이용하고 공기배제를 하여 안정된 사이펀 시동을 하고 또한 유속수두를 약간 감소시킬 수 있다.

③ 사이펀형 물넘이의 월류조건은 정점 A에서 최저압력이 되고 이 점에서의 압력이 수중 용존 공기배출의 한계압 이하로 되지 않는 것이다 .

④ 아래의 식의 우변은 한계압을 대기압수두 Ha의 0.7 배로 하여 구한 사이펀의 작동한계이다. 이용수두에서 구한 좌변의 유량이 이 이상이면 사이펀 작용이 불안정하게 되므로 이 값이 설계의 기본조건으로 된다.

$$q = \frac{Q}{B} = C \cdot \quad D\sqrt{2gH} \leq \quad R_c\sqrt{0.72(2gH_{at})} \cdot \quad I_n(R_s/R_c))$$

여기서, q: 단위폭당 월류량 (㎥/s/m) Q: 월류량 (㎥/s)
B: 직사각형단면관의 폭 (m) D: 관경 (m)
H: 사이펀 정부 A점과 출구수면과의 표고차 (m)
C: 유량계수
R c: throat 저면의 곡률반경 (m) H ar : 대기압수두 (≒10.33m)

4.6.3.4 물넘이 설치위치의 선정

(1) 수로 물넘이는 보통 통수능력을 감소시키는 위치 즉, 수로단면이 변하는 지점에 설치하지만

설치에 유의할 사항은 다음과 같다.

① 물넘이는 수로도중의 분수공의 수 및 그 유량 또는 유입 구조물의 수와 그 유량에 따라 설치를 검토한다. 일반적으로 구간의 잉여수 유량이 수로의 여유고로 처리할 수 없을 경우에 물넘이를 설치하나 4 ~ 5km마다 1개소 정도를 설치하는 것이 바람직하다.

② 크고 긴 사이펀, 터널, 암거 및 수로교의 직상류부에서는 물넘이의 설치를 검토한다.

③ 높은 흙 쌓기 등 구조적으로 불안전한 곳이나 시가지를 통과하는 경우에는 그 직상류부에 물넘이의 설치를 검토한다.

④ 양수장의 직상류 부근에는 물넘이를 설치할 필요가 있다.

⑤ 물넘이에서의 방류량을 받는 하천, 조절지 등의 시설유무 및 규모에 따라 물넘이 설치계획은 크게 좌우된다. 따라서 물넘이로부터의 방류시설의 위치 및 규모 등에 대하여 미리 조사하여 물넘이 설치계획을 충분히 검토해야 한다.

⑥ 물넘이 설치에 따른 수로단면의 축소에 기인하는 수로 공사비 감소와 물넘이-방수로-감세공의 공사비를 비교하여 수로 물넘이의 위치, 규모 등을 검토해야 한다.

4.6.4 방수공

(1) 방수공은 수로의 보수, 점검, 사고시의 긴급방수 등을 위하여 설치하는 조절시설이다. 방수공의 배치 및 구조형식은 수로조직을 구성하는 각종 시설의 배치상황, 수로의 물 관리와 유지관리조건, 방수로와 방류하천 상황 등을 고려하여 방수가 안전하게 되도록 결정해야 한다.

4.6.4.1 일반사항

(1) 수로의 보수점검, 퇴적토사, 쓰레기 제거 등 관리상 수로의 물을 빼야 할 경우와 수로시설의 사고 등으로 긴급하게 낙수를 해야 되는 경우가 있다. 그러므로 보수점검개소 및 긴급방수발생 개소의 상류에서 유수를 방류하기 위하여 필요에 따라 방수공을 설치한다. 방수공은 방류하천의 상황, 그 외의 물넘이, 방수공, 분수공 등에서의 분산방류 가능성, 긴급방류시의 배제시간 등을 검토한 후에 방수공을 적정하게배치할 필요가 있다.

(2) 방수공의 최대 방류량은 그 지점의 계획관개수량에 수로내로의 유입량을 합한 양으로 하는데 이는 비상시 최악의 상태이다. 이 양을 배수로 또는 하천에 방류하면 배수로나 하천의 단면이 부족하게 되어 배수로나 하천을 정비할 필요가 있으므로 경제성을 다각적으로 검토하여 결정해야 한다.

(3) 물넘이나 방수공은 수로조직의 보호를 위하여 설치되기 때문에 수로의 여유고와 관계가 있으며, 잉여수량을 고려하여 물넘이나 방수공을 설치하되 이와 연결되는 방수로도 고려하여 그 위치를 결정한다.

(4) 긴급 방수시의 설계 방류량은 수로의 설계유량으로 하며 일반 관리용에는 방류하천의 유입상황, 분수공 물넘이 등의 시설로부터의 분산방류가능성, 방류시간을 고려하여 시설의 단면을 작게 하는 것이 경제적이다. 또 방수공은 물넘이와 병설하는 경우가 많다.

(5) 방류수의 흐름은 급류가 될 경우가 많고 설계시는 지형, 지질, 지반 등의 입지여건 을 고려하여 수리구조적으로 안전하게 배제할 수 있도록 한다.

(6) 물넘이, 방수공은 보다 낮게 있는 하천, 배수로 또는 기존 유지에 가까이 있으나 대부분 출구와는 상당한 낙차가 있어 급류공이나 낙차공으로 계획하여 유수 에너지를 감세시켜 수로의 파손이나 세굴을 방지해야 한다.

4.6.4.2 방수공의 구성

(1) 방수공은지형조건 및 방수공 위치에 따라 오리피스 공식이나 낙차공식으로 단면을 결정하며, 용수로에서 방류할 때 문비는 슬라이드 게이트를 주로 사용한다.

① 유입부: 입구 완화공, 방류게이트부

② 방수로: 접속수로부, 급류부 및 방사류부

③ 감세공: 감세지, 출구완화공 (또는 감세구조물)

4.6.4.3 설계의 기본

(1) 방수공의 설치위치선정

① 방수공의 설치시에 유의할 사항은 다음과 같다.

가. 크고 긴 터널, 사이펀, 암거 및 수로교 등 주요 구조물 직상류부에는 재해시 긴급방수가 가능하도록 방수공을 설치한다.

나. 시가지 입구부근이나 지형적으로 불안정한 곳에는 그 직상류부에 ①과 동일한 방 수공을 설치한다.

다. 수로의 유지관리상 설치하는 방수공은 ① 및 ② 방수공의 위치도 감안하여 경제적이고 유지관리에 편리한 간격으로 설치한다.

라. 방류하천 등의 능력에 따라 방수공의 설치계획은 크게 좌우된다. 따라서 방류수를 받아들이는 하천이나 배수로 등을 미리 조사하여 노선선정 및 공종선정시에 방수 공 설치계획을 충분히 검토해야 한다.

(2) 방수공의 설계

① 방수공 각부의 설계에 있어서는 시공의 경제성, 구조물의 안전성을 확보하여 방류가안전하게 이루어지도록 해야 한다.

(3) 방수구의 수리설계

① 방수구는 설계방류량을 안전하게 방류시키는 구조로 하여야 한다. 또 방수 게이트 부는 대량의 물이 일시에 방류되므로 특히 견고한 설계를 해야 한다. 또한 방수구가 고위부에 있을 때는 수로의 누수와 지상에서 지하수유동에 의한 활동을 방지하기 위하여 구조물에는 지수벽의 설치 등을 고려할 필요가 있다.

② 수리설계에서 방수구에 부여된 조건은 다음과 같다.

가. 시점의 에너지고는 본선의 설계유량에 유입홍수량을 합한 유량시의 수위로 한다.

나. 유입부 또는 경사변화점에서 한계수심이 될 경우에는 그 한계수심을 기점으로 하 여 급류수로의 수리계산을 한다.

다. 수로의 방수공에 도달하는 최대유량계정

(가) 최대방류량 = 계획유량 + 단면내 홍수량 + 유입량 (물넘이 참조) 단면내 홍수량 q

= 0.002778 f.r.A

(나) 최대방류량으로 단면을 검토하였을 때 토공에서는 여유고의 2.5%, 라이닝에서는 5% 이내를 월류수심으로 하고 그 값을 초과하여서는 안 된다.

(다) 양수장으로부터 유입하는 경우는 모든 양수기가 가동될 때 최대수두로서 흐르는 최대설계유량으로 한다.

(라) 중력식 흐름에서는 분수문의 게이트가 완전히 열리고 체크 게이트는 좌우의측면보를 월류하는 물은 최대수심으로 흐른다고 본 상태에서 가능한 최대유량을 취한다.

(마) 간선수로에서 지선 및 지거로 분기되어 있는 수로의 방수공은 방수공 상류부 의 유량을 취해야 하나 인접상류부의 설계유량을 초과해서는 안 된다.

(4) 게이트의 설계요령

① 게이트는 설계유량을 충분히 배제시킬 수 있는 구조로 설계하고 게이트를 완전히 개 방하였을 때 방수구를 통하는 최대유속은 1.2m/s를 표준으로 한다.

② 게이트를 통과하는 유량공식은 오리피스 공식을 사용하여 계산한다.

③ 배수구조물과 방수공을 병용할 경우에는 횡단배수량이 방수공으로부터 배제되는 유 량을 합한 단면 이상으로 설계한다.

④ 방수공의 유입부 및 배출부에는 지형 및 지역여건에 알맞은 보호공을 설치한다.

⑤ 게이트 중심선이 되는 위치 표고가 수로의 계획수위보다 낮게 설치한다.

(5) 방수로의 설계

① 방수로는 일반적으로 급류인 경우가 많고 수리설계상 개수로 형식이 바람직하나 지 형, 관리, 주변환경에 의하여 개수로 이외의 공종을 채택하는 경우는 그 통수능력 등 안전성에 따른 각종의 배려가 필요하다.

② 설계상의 유의사항

가. 게이트가 전개 또는 반개상태로 사용될 경우에는 방수구에서 유출되는 분출수의 도수는 접속 수로내에서 일어나도록 함이 바람직하다. 접속수로가 짧고 분출수가 급류부에 도달하는 경우에는 유수가 수로저면에서 이탈되지 않도록 수로저면을 설정할 필요가 있다.

나. 물넘이와 방수로를 병설하는 경우의 합류는 접속 수로내에서 하는 것이 바람직하다.

다. 급류부의 선형은 직선이고 균일한 경사가 바람직하나 부득이 곡선으로 하는 경우는 유선에서 벗어나지 않도록 설계해야 한다.

라. 방사류부는 급류부의 말단과 감세지를 연결하는 부분인 동시에 수로 폭과 바닥경사의 변화부이다. 방사류부의 주된 기능은 다음과 같다.

(가) 방사류부에 낙차를 집중하고 급류부 경사를 완만하게 하여 유속을 억제한다.

(나) 감세지로의 유입폭을 확대하여 단위폭당 운동량을 감소시킨다.

(다) 유입폭의 조절에 의해 감세지 시점의 프루드 수를 조절하여 양호한 도수상태가 되도록 한다.

(라) 방사류부에는 유선에서 벗어나지 않도록 하기 위하여 다음과 같은 곡선을 삽입하

는 것이 바람직하다.

㉮ 급경사의 경우

· 급류공의 방사류부에 사용하는 삽입곡선을 사용한다. (「낙차공 및 급류공」을 참조)

㉯ 완경사의 경우

· 수심의 4 ~ 5배 이상의 반경을 갖는 원호를 삽입한다.

③ 방수로의 수면추적

가. 한계수심이 발생하는 지점(지배단면)은 방수 게이트에서의 유출수가 수중유출인 경에는 방수 게이트를 급류부 시점으로 하고, 자유유출인 경우에는 게이트 직하류의 축류(縮流)단면으로 한다. 수리계산은 지배 단면을 기점으로 하여 축차계산법을 사용하여 하류로 향하여 계산한다.

나. 급류부 유속은 고속류로 되기 때문에 특별히 방수로의 측벽고 산정에는 공기혼입에 의한 수면상승을 고려함과 동시에 충분한 여유고를 확보해야 한다.

다. 또 급류부를 암거로 하는 경우는 공기연행에 의한 통수방해를 막기 위한 통기공 등의 흡입·배기공 또는 밸브를 설치할 필요가 있다.

(6) 감세공의 설계

① 방수로 말단에는 원칙적으로 감세공을 설치해야 한다. 단, 방류수가 하천, 호소 등의 시설을 파손할 위험이 없는 경우는 감세공 설치를 생략할 수 있다.

② 감세공은 설계방류량 이하의 유량에서는 충분한 감세효과를 얻지 못하는 경우가있으므로 설계방류량의 1/2 ~ 1/4 정도의 유량에 대하여 충분한 검토를 하여야 한다.

③ 감세공에는 여러 종류의 형식이 있다. 따라서 감세공 형식선정에는 각각의 감세공형식의 수리특성, 수로본체의 감세공과의 위치관계(거리, 표고차 등), 감세공 부근 의 지형, 수리특성(방류하천의 수위 등) 및 방류하천의 상황 등의 제 요소를 충분히 고려하여 적절하게 선정하는 것이 바람직하다. (「KDS 67 10 00 농업용 댐」 참조)

4.6.5 조절지

(1) 조절지는 용·배수 계획상 발생하는 유량 또는 수위의 시간적 변동에 대하여 수로의 기능을 탄력적으로 조절할 수 있도록 수로조직내에 설치된다.

(2) 조절지 설계는 수로조직 전체의 물 관리상 필요한 이수기능을 충분히 발휘하도록 조절지의 설치위치, 용량규모, 구조형식 등에 대하여 검토하고 수로조직 전체의 공사비 및 관리비가 경제적으로 되도록 해야 한다.

4.6.5.1 일반사항

(1) 용수계획에 있어 말단에서의 조작은 물 수요에 따라 게이트 밸브조작이 이루어지나 취수구 또는 간·지선 수로에서는 이러한 물 수요에 대하여 여러 측면에서 조절을 고려하면서 수로 통수량에 적합한 게이트 밸브조작이 이루어진다.

(2) 조절지는 송수의 수요와 공급의 균형을 잘 확보하는 것, 즉 취수량, 수로 통수량 및 용수량 등 3

가지가 균형을 이루도록 조절함으로써 물 관리상 발생하는 무효방류나 불균형을 방지함과 동시에 수로기능을 유기적이고 탄력적으로 유지하기 위하여 설치하는 저수지이다.

(3) 조절지의 주요 효과는 다음과 같다.

① 조절지 상류부의 간선수로단면을 축소할 수 있다 (배수로의 경우 조절지 하류의 배수단면을 축소할 수 있다).

② 수로조직을 단순화하여 관리의 생력화를 기할 수 있다.

③ 하천에서 취수하는 경우 시설관리용수량을 최소화할 수 있다.

④ 물의 분배가 원활하여지고 물의 조작손실을 적게 할 수 있다.

⑤ 조절지 상류수로의 유지보수, 사고대책 등에 있어 탄력적 운용이 가능하다.

⑥ 관개조직의 탄력성을 증가시켜 수로말단지역관개를 원활하게 한다.

⑦ 배수로에서는 홍수조절이 되는 경우도 있다.

⑧ 용·배수펌프의 효율적 운전계획을 세울 수 있다.

⑨ 관로내의 공기연행을 방지할 수 있다.

4.6.5.2 조절지의 위치선정

(1) 조절지의 설계는 수로의 입지조건, 관개지역과의 수위관계 등을 고려하여 수로조직에서 요구되는 기능을 충분히 발휘하도록 배치계획을 검토해야 한다.

(2) 특히 물관리면에서 고려하면 관개구역내의 수로에서는 짧은 구간에 많은 조절지를 설치하는 것이 이상적이나 전체적인 경제성을 고려하면 비효율적 설계가 되므로 시설비 및 물 관리의 제 사항을 충분히 검토하여 적정하게 조절지를 배치하는 것이 필요하다. 또 기존의 저수지를 조절지로 이용하여 수로에 연결할 수 있다면 효율적이다.

(3) 따라서 조절지를 설계할 때는 미리 수로조직내에 있는 기존 저수지의 위치, 규모,시설상태 등을 상세히 조사하여 이용가능성을 충분히 검토해야 한다.

4.6.5.3 조절지의 규모

(1) 조절지 규모는 수원용량으로부터 말단의 물이용 조직까지의 전체적 관련성을 고려하여 종합적으로 검토해야 한다.

(2) 조절지는 1일 유량변동을 조절하는 경우, 기간별로 3 ~ 5기의 유량변동을 조절하는 경우 및 용수도달시간을 고려하는 물 관리상 필요한 경우의 3가지로 대별된다.

(3) 조절지 용량은 상류 통수량, 하류 사용수량의 시간차, 용수도달시간에 따라서 필요한 저류량을 수원저수지와 같이 유입유출의 차의 누계량으로 구한다.

① 1 일 유량변동을 조절하는 경우 및 시간별로 3 ~ 5기의 유량변동을 조절하는 경우 조 절지 용량에 대하여는 KDS 67 40 00 농지관개편을 참조한다.

② 용수도달시간을 고려한 물 관리상 필요한 경우

가. 물 관리상 필요한 조절용량은 다음과 같다. 즉 수로계 상류부에 개수로가 있으면 상류에서 통수량을 변화시켜도 그 영향이 늦어 도달시간을 필요로 한다. 이에 대하여 관수로에서는 그 영향이 예민하므로 도달시간을 필요로 하지 않는다. 이 때문에 물 관리상

조절 불가능한 하류의 용수 변동량과 상류 용수로의 용수도달시간, 시설조작에 필요한 시간 등을 토대로 용량을 결정한다.

나. 이들 중 용수도달시간은 수로바닥 길이, 수로바닥 기울기, 유량 변동량, 게이트조작 방법 등에 따라 크게 좌우되므로 개수로 구간에 대하여는 부정류 해석에 의하여 검토한다.

다. 개략적인 용량은 용수도달시간을 산정하여 이 도달시간에 변동량을 곱하여 산정할 수 있다. 상세한 것은 KDS 67 40 00 농지관개편을 참조한다.

4.6.5.4 조절지의 설계

(1) 조절지는 소요목적 및 기능을 충분히 발휘함과 동시에 안전하면서 경제적인 시설이되도록 계획되어야 한다.

(2) 조절지의 설계는 조절지 위치의 지형, 지질 및 조절지 규모를 고려하여 적절한 구조형식을 선정해야 한다.

(3) 조절지는 하천 등을 가로막는 등 비교적 대규모로 설치하는 댐 형식과 팜폰드와 같은 수조형식으로 구별된다.

① 댐 형식

가. 댐 형식의 조절지는 KDS 67 10 00 농업용댐을 참조하여 설계한다.

② 수조 형식

가. 수조의 형식은 현지여건에 적합하도록 결정해야 하지만 일반적으로 기성 제품을 사용하는 수조에는 원형, 현장 타설 철근콘크리트의 경우는 상자형으로 하는 것이 많다.

나. 조절지는 부등침하, 누수 등에 대하여 안전한 구조로 한다. 특히 관수로와 접속하는 경우는 하류수로에 미치는 영향을 고려하고 지진에 대한 주의와 함께 토사 및 쓰레기 등이 하류 관수로에 유입되지 않는 구조로 한다.

다. 팜폰드와 같이 배수조로 사용되는 것은 유효저수심(최고, 최저 수위차) 1 ~ 3m를 표준으로 한다. 수심이 너무 커지면 급수압력에 변화가 생겨 관수에 지장을 주므로 얕고 넓은 수조로 설치하는 것이 바람직하다.

라. 수조에는 물넘이를 설치하여 위험시에 안전대책을 강구해야 한다.

마. 수조의 여유고는 설계최고저수위(물넘이의 둑마루표고+월류수심)에 0.3m 이상을 더한 것으로 한다. 또 설계최저수위에서 바닥까지의 높이는 0.15m 정도의 여유를 두는 것이 바람직하다.

4.6.6 배수문, 배수통문

(1) 배수문, 배수통문은 내수 배제, 외수 역류방지 등을 위하여 주로 배수로 말단에 설치한다.

(2) 배수문, 배수통문의 설계는 계획배수량 및 내외 수위조작 등으로 통수단면을 결정하고 기초지반의 지지력과 풍파 등을 고려하여 안전한 구조로 하여야 한다.

4.6.6.1 일반사항

(1) 배수문, 배수통문은 내수배제를 목적으로 하천, 해안 또는 해안의 제방을 횡단하여 설치되는 구조물로서 게이트를 설치하여 홍수시 또는 만조시의 외수위가 높을 때는 게이트를 닫아 외수의 역류를 방지하고 외수위가 낮을 때는 게이트를 열어서 내수를 배제하는 것이다.
(2) 용·배수 겸용수로에서는 용수수위를 확보하기 위하여 설치하는 경우도 있다.
(3) 일반적으로 상부가 개방되어 게이트 전후가 개수로 형식으로 되어 있는 것을 배수문,제방 밑에 설치되는 암거 형식으로 되어 있는 것을 배수통문, 단면이 작은 것을 배수통관이라 한다. 그러나 본 기준에서는 배수통문, 배수통관을 총칭하여 배수통문으로 취급한다.
(4) 이들의 설치는 지구 배수계획을 토대로 내외수위의 관계를 조사 검토하여 적절히설치하는 것이 바람직하다. 배수문, 배수통문은 목적을 충족하고 충분한 기능을 확보함과 동시에 안전성, 경제성, 시공성, 관리의 편리성을 갖는 설계를 해야 한다.
(5) 일반적으로 배수문, 배수통문은 제방의 일부를 점유하며 그 접속점은 수리적, 구조적으로 약점이 될 수 있으므로 설계, 시공에 특히 유의해야 한다.
(6) 상세한 것은「KDS 67 45 00 농지관개편 배수편」을 참조한다.

4.6.6.2 배수문, 배수통문의 구성

(1) 배수문, 배수통문은 그 목적, 규모에 따라 여러 종류의 형식이 있으나 구성을 대별하면 다음과 같다.
① 배수문의 구성
가. 관리교 나. 조작실 및 조작기계시설 다. 커튼월 (curtain wall) 라. 보기둥 마. 측벽 바. 저판 사. 게이트 아. 지수벽 (cutoff wall) 자. 접속옹벽 차. 물받이 (apron) 카. 기초 타. 호안공 및 바닥 보호공
② 배수통문의 구성
가. 관 체 나. 기 초 다. 흉 벽 (breast wall) 라. 날개벽 마. 물받이 바. 지수벽 사. 문기둥 아. 게이트(문비) 자. 게이트 개폐장치(권양기 spindle) 차. 관리교 카. 호안공 및 바닥 보호공

4.6.6.3 설계의 기본

(1) 위치의 선정
① 배수목적을 충분히 발휘하기 위하여 배수지구의 지형, 배수계통 등을 조사하여 가능 한 한 효율이 높은 배수가 되도록 지구의 최저위부에 선정한다.
② 기초지반이 연약한 곳은 지지력이 작고 부등침하가 발생하기 쉬우므로 지반에 대한지질조사를 충분히 하여 가장 양호한 위치를 선정한다.
③ 파랑, 고조 등의 충격을 받지 않는 지점을 선정한다.
④ 하천유사 및 토사퇴적에 의한 장애를 받지 않는 지점을 선정한다.
⑤ 하폭, 제방비탈의 급변부 혹은 하천바닥이 불안정한 곳은 되도록 피하는 것이 바람직하다.
(2) 바닥높이의 결정
① 배수문, 배수통문의 바닥높이는 배수를 위해서는 낮을수록 효과적이지만 바닥높이를 너무 낮게 하면 공사비가 증가할 뿐만 아니라 문턱에 토사퇴적 등에 의하여 게이트 조작에 지장

을 초래하고 홍수시 역류를 일으킬 뿐만 아니라 배수능력을 감소시키게 된다. 또 하천을 횡단하는 배수문은 바닥높이가 적절하지 않으면 하천바닥이 심하게 변동하게 된다.

② 하천바닥변동은 구조물 안전에 큰 영향을 미치므로 바닥높이 결정에는 하천 유황,배수능력 등을 충분히 조사하여 결정한다. 더욱이 하천법의 적용을 받는 경우는 「하천법」이나 「하천설계기준」 등에 의하여 결정해야 한다.

(3) 통수단면

① 통수면적은 유역면적, 강우량, 담수면적 및 내외수위를 충분히 고려하여 산정해야 한다.

② 유출량 산정은 「KDS 67 45 00 농지배수편」을 참조한다. 배수문,배수통문의 통수단면은 하천의 설계홍수량 또는 수로의 설계유량을 안전하게 유하시킬 수 있는 능력을 갖도록 할 뿐만 아니라 배수본천 및 제방에 나쁜 영향을 미치지 않도록 통수 단면적을 확보할 필요가 있다.

(4) 배수문의 설계

① 배수문 설계는 「KDS 67 65 00해면간척편」 및 「KDS 67 15 00 취입보편」을 참조한다.

(5) 배수통문의 설계

① 배수통문 관체는 암거구조로 되어 있어 보수, 보강이 곤란하므로 설계시에는 특히강도와 내구성을 충분히 갖는 구조로 해야 한다.

② 종단방향의 하중분포는 제방 밑에 매설하므로 균일하지 않고 지반조건이 다른 경우 도 많다. 따라서, 구조설계시에는 횡단방향 검토는 물론 종단방향의 지반반력, 응력 등에 대해서도 충분히 검토할 필요가 있다.

③ 날개벽은 관체와 상류수로 사이에 있어 제방을 보호하기 위하여 설치하는 것이다.

④ 관체와 날개벽은 재하조건이 서로 다르기 때문에 관체와 날개벽을 일반구조물로 하 면 접합부에 무리가 생기게 되므로 관체와 날개벽과는 분리하여 설계하는 것이 바람직하다.

⑤ 흉벽은 날개벽과 같이 제방 흙쌓기 보호, 제방내로의 침투수 침투방지 등을 위하여 설치하는 것이며 날개벽에서 제체내로 보통 1.0 ~ 1.5m 정도 좌우로 연장하여 설치한다.

⑥ 더욱이 안전을 위하여 흉벽 기초에 지수판을 타설하는 일도 있다. 또 외수측 흉벽 은 게이트의 개폐장치를 유지하는 문기둥과 일체로 하는 것도 있다.

4.7 분수공, 합류공 및 계측시설

4.7.1 분수공

(1) 분수공의 설치는 수로조직의 설계시 검토한 용수계통이나 분수공의 통폐합계획, 지역의 용수관행이나 지역주민의 의향 등을 배려한 분수계획 및 노선배치가 이루어지도록 하는 동시에 소정의 기능을 갖춘 분수공이 되도록 배려해야 한다. 따라서 설계에서는 수리계획, 물관리방식, 수로형식 등을 고려한 분수공의 형식, 규모 및 설치수등 수로조직에 기초하여 설계상의 유의사항에 대하여 확인한 다음 시설을 설계한다.

(2) 설치개소의 선정은 유지관리 및 구조 설계상 다음사항에 유의하여 선정한다.

① 지반이 양호한 지점일 것

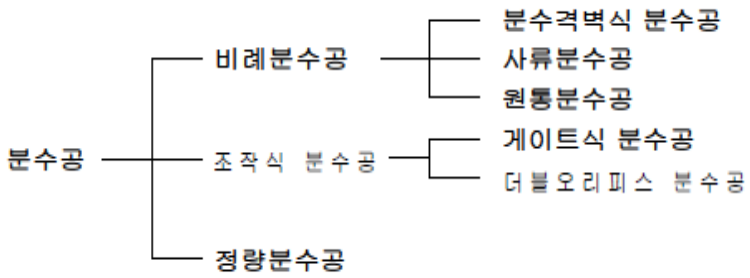
② 수익지에서 가까워 분수공의 유지·관리가 편리한 지점일 것

③ 높은 성토 또는 깊은 절토는 가급적 피할 것
④ 재해가 발생할 염려가 없는 지점일 것
⑤ 시공이 용이한 지점일 것
⑥ 수류가 안정되어 있는 지점일 것
⑦ 필요한 수두를 얻을 수 있는 지점일 것

(3) 또한 분수공은 물관리계획에 기초한 주수로나 주수로로부터의 분수량을 파악·제어하기 위한 유량계측시설이나 통신시설을 병설하는 경우가 있다. 따라서 이들 분수계획에서 요구되는 유량계측시설 등의 기능을 감안하면서 설계해야 한다.

4.7.1.1 분수공의 분류

(1) 분수공형식을 그 기능의 적응성에 의해 분류하면 다음 <그림 4.7-1>과 같다.



〈그림 4.7-1〉 분수공의 형식

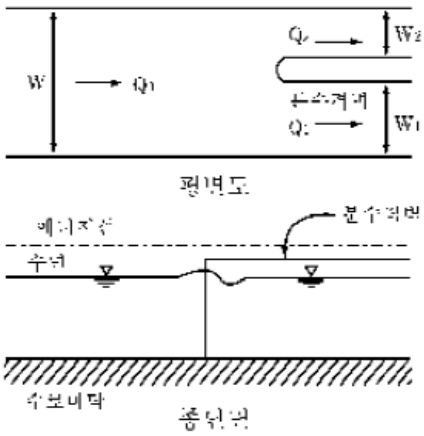
① 비례분수공

가. 비례분수공은 주수로의 유량, 수위가 변화되어도 분수비율을 일정하게 유지하는 분수공이다. 대표적인 분수공으로서는 분수격벽식 분수공, 사류분수공 및 원통분수공 등이 있다.

(가) 분수격벽식 분수공

㉮ 분수격벽식 분수공은 분수격벽에 의해서 소정의 비율로 분배하는 것으로서 구조가 간단하고 시설의 건설비가 싸다. 분수에 의한 손실수두는 다른 비례분수공에 비해서 상당히 작지만 하류수로의 수위변동의 영향을 받아 분수비가 변화되기 쉽기 때문에 지선수로측에서 게이트에 의한 조작이 필요하다 (그림 4.7-2).

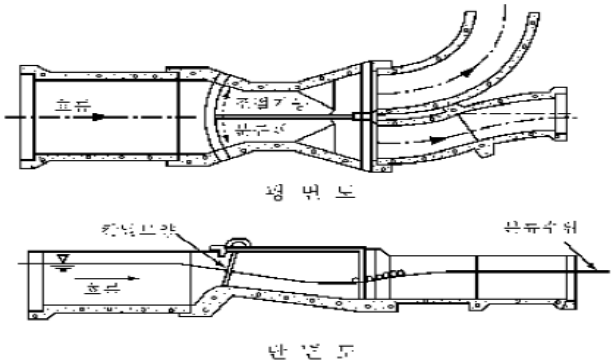
㉯ 또한 이 분수공에는 분수격벽이 레일 등을 따라서 자동적으로 수로 횡단방향으로 이동하여 분수비를 변화시킬 수 있는 것도 있다.



<그림 4.7-2> 분수격벽식 분수공의 예

(나) 사류분수공

㉮ 사류분수공은 수로의 일부에 사류구간을 설치하여 하류수로의 영향을 방지하고 격벽에 의해 소정의 분수비로 분수하는 분수공이다. 분수격벽식 분수공이 상하류 수로의 수위변동의 영향을 받는데 비해, 사류분수공은 분수격벽 상류에서 사류를 발생시킴으로써 하류수로의 수위변동 영향이 상류에 전달되지 않고 분수비의 정확성을 확보할 수 있다. 웨어에 의해 통수단면적을 축소시켜 한계류를 발생시킴으로써 유속분포가 균일하게 되어 분수의 정확도가 향상된다. 또한 웨어의 상류수심을 측정하여 정확한 유량 파악이 가능해지는 등의 장점이 있는 반면 수로 도중에 사류구간을 만들기 때문에 분수격벽식 분수공에 비해 시설용지나 손실수두가 많이 발생하고 소량 분수시에는 충격파가 발생하기 때문에 정밀도가 저하되는 등의 단점이 있다 (그림 4.7-3, 그림 4.7-4).



<그림 4.7-3> 분수비가 변화되는 사류분수공의 예

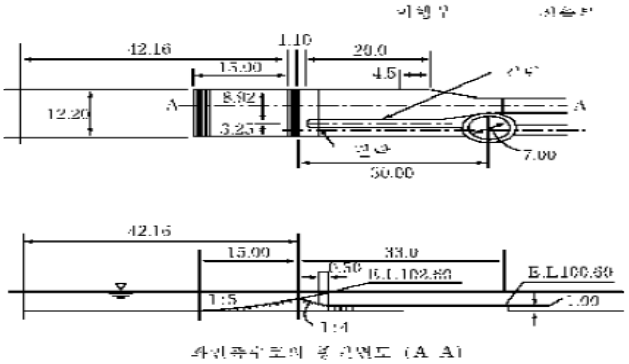


그림 4.9.4 사류분수공의 예

〈그림 4.7-4〉 사류분수공의 예

(다) 원통분수공

㉮ 원통분수공은 수로의 유수를 역사이폰 관로 등을 이용해서 원통형 수조의 중앙부로 용출시켜 정수에 가까운 상태로하여 소정의 분수비로 분할한 원주상의 웨어를 월류시켜서 분류하는 것이다. 이 분수공을 설계할 때는 분수로의 단면, 기울기를 결정할 때 수리설계상의 주의가 필요하며, 원주 위에 설치하는 웨어의 월류수심이 원주 전체에 걸쳐 균등하도록 특히, 수리적인 배려가 필요하다. 또한 분수로측의 영향에 의해 소정의 분수비를 얻을 수 없는 경우가 있으므로 주의해야 한다 (그림 4.7-5).

㉯ 비례분수공의 특징을 표 4.7-1에 나타냈다.

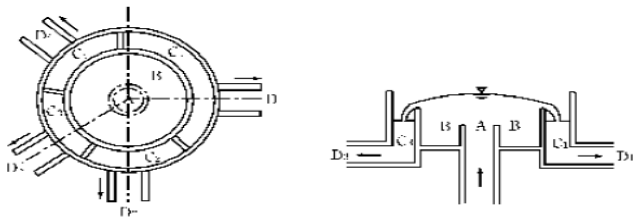
② 조작식 분수공

가. 게이트, 밸브 등의 유량조절장치를 갖춘 것으로서 구조가 단순하고 배수조건에 탄력적으로 적용할 수 있다. 반면 배수관리에 일손이 많이 필요하며 분수량은 상하류 수위에 따라서 불안정해지기 쉽다. 또한 분수관리조직이 갖추어지지 않은 경우는 분수가 잘 이루어지지 않을 위험이 있다. 대표적인 분수공으로서는 게이트식 분수공, 더블오리피스 게이트 분수공 등이 있다. 또한 telemeter 등 원격집중관리방식의 분수공도 이 분수방식에 포함된다.

나. 본선의 상류수위 일정 체크 게이트 혹은 하류수위 일정 체크 게이트와 조작식 분수공을 조합하면 조작회수가 감소되어 분수관리의 생력화가 가능하다.

〈표 4.7-1〉 비례분수공의 장단점

형식	장점	단점
분수격벽식 분수공	· 구조가 간단하다. · 시설건설비가 싸다. · 분수에 의한 손실수두는 거의 없다.	· 상하류 수로의 수위 변동에 따라서 분수비가 영향을 받기 쉽다.
사류분수공	· 사류이기 때문에 분수비는 하류수로의 수위 조건에 따른 영향을 받지 않는다. · 분수비의 정밀도가 높다. · 분수에 의한 손실수두는 비교적 작다. · 상류수심 측정에 의해 유량을 파악할 수 있다.	· 분수격벽식 분수공에 비해 시설용지가 많이 필요하다.
원통분수공	· 여러 개로 분수를 할 수 있다. · 분수비는 안정되어 있다.	· 손실수두가 크다. · 시설건설비가 높다.

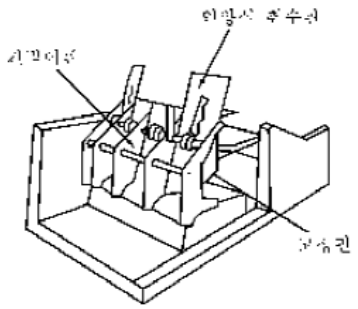


〈그림 4.7-5〉 원통분수공의 예

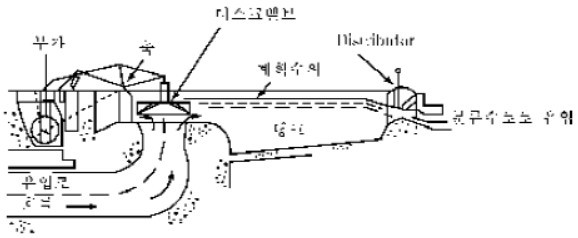
③ 정량분수공

가. 정량분수공은 주수로의 유량 및 수위가 변화되어도 그 분수공에 설정된 분수량을 거의 일정하게 유지하는 자동분수량 조절장치를 갖춘 것으로서 물관리가 용이하고 효율적인 배수가 가능한 반면 시설비가 다른 것에 비해 높아진다. 대표적인 분수공으로서는 일정수위를 확보하기 위한 상하류수위 조절 게이트와 distributor(배분기)와의 조합 또는 디스크 밸브 혹은 플로트 밸브에 의해 분수 후의 수위를 조절하여 일정한 수위를 유지하는 것이 있다 (그림 4.7-6 및 그림 4.7-7).

나. 또한 하류수위제어방식에 적용하는 게이트를 이용하여 분수 후의 수위를 일정하게 유지하여 항상 정량의 분수 또는 취수가 가능한 방식도 있다.



〈그림 4.7-6〉 Distributor



<그림 4.7-7> 디스크 밸브와 Distributor의 조합

4.7.1.2 설계의 기본

(1) 분수공의 형식선정

① 분수공의 형식은 물관리방식 및 수위·유량방식, 수로형식에 적합하도록 선정 한다.

② 지선분수량과 간선유량의 비인 분수비에 따라서 그 형식을 선정한다. 분수비가 20% 정도 이상의 경우는 분수격벽식 분수공, 사류분수공, 원통분수공 등의 선정을 검토하고, 그 이하의 경우는 게이트식 분수공, 더블오리피스 분수공 등에 대해서 검토한다.

③ 분수공 유량을 계측할 필요가 있는 경우 상호조합이 용이한 분수공 형식, 유량계측방식을 선정한다.

(2) 분수공설계의 유의점

① 분수공의 설계는 다음 항목에 유의해서 설계하는 것이 바람직하다.

가. 견고하여 잘 고장나지 않고 내구성이 있는 구조로 한다.

나. 시설비 및 유지관리비가 저렴한 것으로 한다.

다. 분수공에 의해 상하류의 수리현상이 심하게 변화되지 않는 구조로 한다.

라. 분수공은 원칙적으로 설계유량을 기초로 설계하지만, 각 분수공의 기능과 목적에 따라서 설계유량 이외의 최다빈도유량, 최소유량 등의 유량에 대해서도 분수량을 검토한다.

마. 분수에 의한 손실수두는 가급적 적고, 그러나 유지관리면에서 조정이 간편한 것을 선정한다.

바. 분수공 형식은 가능한 한 통일시켜 물관리를 효율화하고 분수의 정도를 균일화하도록 한다.

사. 자유수면을 갖는 분수공에서는 조압, 공기의 배제, 침사지 및 여수로 등의 기능을부여할 수 있으므로 수두배분과 겸용기능에 대해서도 배려한다.

아. 분수공에 사용되는 밸브류의 선택에 따라서는 큰 수격압이 발생하여 관체가 파괴되는 원인이 되므로 밸브의 개폐속도에 대해서도 검토한다.

자. 분수공 스탠드의 규모는 서징에 의한 수면진동 및 관로 seal의 확보를 고려하여 결정한다.

(3) 분수공별 설명

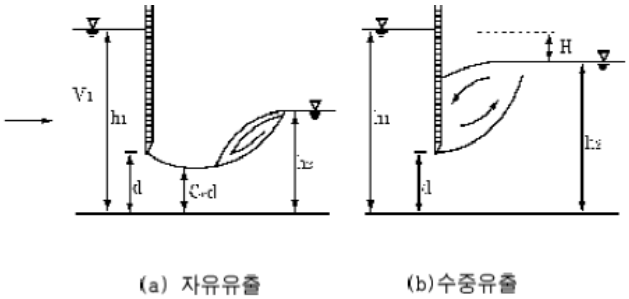
① 게이트 분수공

가. 수문식 분수공

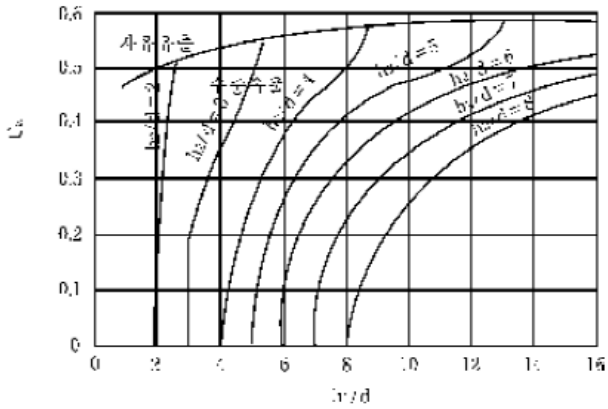
(가) 수문유출인 경우의 유량계수는 수문의 종류에 따라 큰 차이가 있다. 또한 수문으

로 부터의 유출형태에 따라서 그림 4.7-8과 같이 (a) 자유유출(수문으로부터의 유출수맥이 사류로서, 하류의 흐름이 도수에 연결된다), (b) 수중유출(유출수맥이 하류수면 아래로 잠입)으로 나누어진다.

(나) 수문유출의 유량공식이 많이 제안되어 있지만 여기에서는 자유유출, 수중유출 모두에 적용할 수 있는 식 (4.7-1)을 사용한다.



<그림 4.7-8> 수문



<그림 4.7-9> 수문의 유량계수 C_a

식 4.7-1은 인양게이트에 대한 Henry의 실험식으로 유량계수 Ca와 h1/d, h2/d와의 관계를 그림 4.7-9와 같다.

$$Q = C_a \cdot \ b \cdot \ d\sqrt{2g \cdot \ h_1} \qquad (4.7\text{-}1)$$

여기서, Q: 분수량 (m3/s)
Ca: 유량계수로 그림 4.9.9에 의해 구한다.
b, d: 게이트의 내부공간 폭, 개도높이 (m)
h1: 게이트 상류 수심 (m)
h2: 게이트 하류 수심 (m)
Cc: 수축계수

한편, 식 4.7-1은 게이트의 개도를 구하는 경우나 게이트 상류 또는 하류수심을 구하는 경우에는 부적당하며, 이와 같은 경우에는 식 4.7-2 및 식 4.7-3을 사용할 수 있다.

또한 식 4.7-2 및 식 4.7-3은 유량계수에 따라 결과의 편차가 크기 때문에 완성 후에 실험치를 구하는 등 수정작업이 필요한 경우도 있다.

㉮ 자유유출의 경우

$$Q = C_1 \cdot \ b \cdot \ d\sqrt{2g(h_1 - d)} \qquad (4.7\text{-}2)$$

㉯ 수중유출의 경우

$$Q = C_2 \cdot \ b \cdot \ d\sqrt{2g(h_1 - h_2)} \qquad (4.7\text{-}3)$$

여기서, Q: 분수량 (m3/s)
C1,2: 유량계수, 横田에 의하면 h1/d > 2.5인 경우는 모두 0.62 ˜ 0.66이다.
b, d: 게이트의 내부공간 폭, 개도높이 (m)
h1: 주수로(게이트의 상류) 수심 (m)
h2: 분수로(게이트의 하류) 수심 (m)

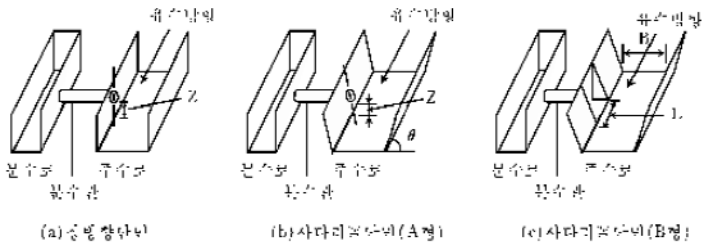
나. 통관식 분수공

(가) 주수로로부터 관로로 분수하는 경우는 식 (4.7-4)에 의해 구할 수 있다.

$$Q = A\sqrt{\frac{2g \cdot \ h}{f_e + f_0 + f \cdot \ L/D}} \qquad (4.7\text{-}4)$$

여기서, Q: 분수량 (m3/s)
A: 분수관의 통수단면적 (m2)
f e : 유입손실계수 (표 4.9.2)
f : 관의 마찰손실계수 $f = \dfrac{124.5n^2}{D^{1/3}}$
n : 분수관의 조도계수
L: 분수관의 길이 (m)
D: 분수관의 관경 (m)
h: 주수로수위와 통관출구수위의 차 (m)
g: 중력가속도 (9.8 m/s2)
f o : 유출손실계수 (f o = 1.0)

(나) 그림 4.7-10과 같이 주수로의 측벽에 직접 분수관을 접속하여 분수로에 분수하는 경우 유입손실계수 f e는 표 4.7-2와 같다.



〈그림 4.7-10〉 통관식 분수공의 형상

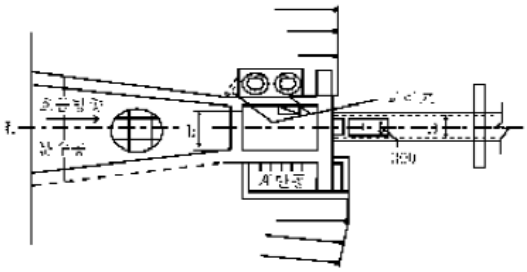
<표 4.7-2> 통관식 분수공의 유입에 따른 손실계수(f_e)

주수로의 형상	유입에 따른 손실계수 (f_e)	비고	적용범위
(a) 장방형 단 면	$f_e = 0.5$	$F = \frac{V}{\sqrt{g \cdot D}}$	1. 분수량은 주수로 유량의 1/10 이하
(b) 사다리꼴 단면 (A형)	$f_e = \frac{a}{F \cdot b} + 0.5$	V: 분수관 내의 평균유속 (m/s)	2. 주수로 흐름의 프루드수는 0.54 이하
	$a = \frac{0.24}{\left(\frac{D}{0.05}\right)^3} + 0.37m^3$	g: 중력가속도 9.8 (m/ s^2)	3. D값은 0.05m 이상이고 수심 H의 1/3 이하
	$b = \frac{0.8}{m}$	D: 분수관의 내경 (m)	4 B형에서 부분적으로 삽입한 구간의 길이 L은 $2D<L<4D$
(c) 사다리꼴 단면 (B형)	$f_e = \frac{c}{F \cdot d} + 0.5$	m: 주수로의 측벽비탈경사 (cot Θ)	5. 분수관 유입부의 수심 h는 $1.5D<h<4D$
	$c = 0.37\ m$	Θ는 측벽비탈면과 수평면이 이루는 각도 (°)	6. Z값은 0.05m 이상
	$d = \frac{1.5}{m^{0.5}}$	Z: 분수관의 설치높이 (m)	7. m값은 0<m<1.0
		B: 주수로의 폭 (m)	8. B값은 $3D<B<8D$

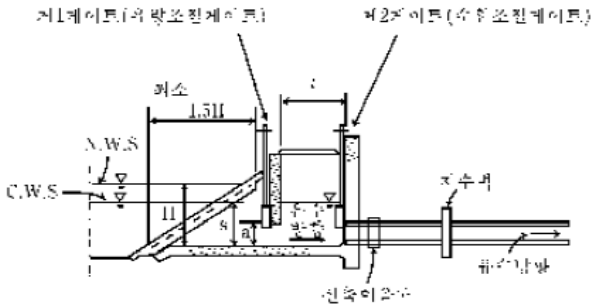
② 더블오리피스 게이트 분수공

가. 개요

(가) 더블오리피스 게이트 분수공은 정수두형 분수공이라고도 일컬어지는 것으로 앞면의 제1게이트(유량게이트)로 오리피스의 개구면적을 설정하고, 제2게이트(수위조절게이트)로 주수로와 조정수조의 수위차를 일정(5 ~ 6m 정도)하게 조절하여 필요한 수량을 분수하는 것이다. 공간이 허용되는 한 유입부의 길이(주수로 설계수심의 1.5배 이상)를 충분히 확보하여 제1게이트를 주수로 측벽으로부터 떨어트림으로써 분수유량을 안정시킨다. 또한 주수로와 조정수조의 수위차가 과대하거나 혹은 제1, 제2 두 게이트 사이의 수조의 크기가 과소한 경우에는 수조의 수면이 요동처서 소정의 수위차를 얻을 수 없게 되므로 수조의 크기 (ℓ)은 다음 식을 만족시켜야 한다. $\ell \geq (2.25 \sim 2.75)$ a 또는 제1게이트 상류의 수심은 s≥(2.5 ~ 4) a (그림 4.9.11) 이상이 바람직한 것으로 알려져 있다.



(a) 평면도



(b) 종단면도 단, N.W.S.: 설계수위
C.W.S.: 체크수위

<그림 4.7-11> 더블오리피스 게이트의 예

나. 수리계산

유량측정 게이트 및 수위조절 게이트부의 유량은 다음의 산정식으로 계산한다.

(가) 유량측정 게이트부

$$Q = C \cdot A_1 \cdot \sqrt{2gh_1} \qquad (4.7\text{-}5)$$

여기서, Q 1: 유량측정 게이트부의 유량 (m3/s)
h 1: 주수로의 수위와 조정수조의 수위차 (m) (0.05 ~ 0.06 정도)
A1: 통수단면적 (m2)
C: 유량계수

단, 유량계수는 USBR(미개척국)에 의하면 C=0.65 ~ 0.70의 범위이며, 본서에서는 0.65를 채용한다.

(나) 수위조절 게이트부

㉮ 분수관에 접속하는 경우

· 더블오리피스 게이트가 분수관에 접속되는 경우에는 수위조절 게이트부의 유량 Q 2는 식 (4.7-6)을 이용해서 구한다.

$$Q_2 = A_2 \sqrt{\frac{2g \cdot h}{f_e + f_0 + f\frac{L}{D}}} \qquad (4.7\text{-}6)$$

여기서, Q2: 수위조절 게이트부의 유량 (m3/s) 단, Q 1=Q 2

A2: 분수관의 통수단면적 (m2)

f e : 유입손실계수 (f e=0.5)

f o : 유출손실계수 (f o=1.0)

f : 마찰손실계수 $f = \frac{124.5n^2}{D^{1/3}}$

L: 분수관의 길이 (m)

D: 분수관의 내경 (m)

h: 조정수조의 수위와 출구수위의 수위의 차이며 (m), 보통 0.3m로 한다.

㉣ 개수로에 접속하는 경우

· 더블오리피스 게이트가 분수로(개수로)에 접속하는 경우는 수위조절 게이트부의 유량 Q 2는 유량측정게이트부의 유량계산식인 식 (4.7-5)를 이용해서 구할 수 있다.

· 단, 이 경우 유량계수 C는 0.65 ~ 0.75로 한다.

· 또한 유량계수는 0.65를 적용하는 것으로 하지만 이 값은 측정에 의해 확인하는 것이 바람직하다.

③ 분수격벽식 분수공

가. 분수격벽식 분수공의 성능은 분수공의 구성보다 오히려 하류 분수로의 배수의 영향이 분수비를 지배하는 인자이다.

나. 하류분수로의 지배단면에서 상류방향으로 배수계산을 실시하여 분수비가 설계값이 되도록 유량을 부여한 경우 양 분수로의 배수에 의한 에너지 높이가 분기점에서 일치되도록 설계한다. 따라서 분수공 부분보다도 하류수로의 단면형, 조도계수, 기울기 등의 설계가 중요하다.

다. 분수공의 통수단면은 원칙적으로 장방형으로 하고, 분수격벽의 위치는 양측벽으로 부터 분수비에 비례하는 거리에 설치한다.

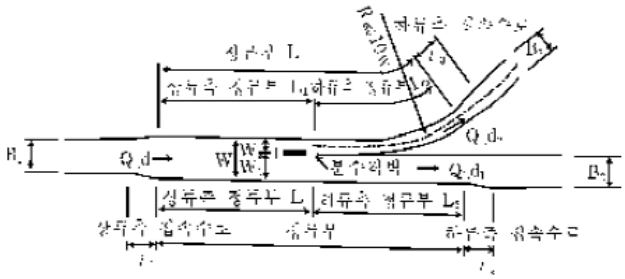
라. 분수점의 상하류에는 수로폭 또는 수심의 10배 이상의 정류구간(수로폭·바닥높이를 변화시키지 않는 구간)을 마련함으로써 수리적으로 안정된 분수를 할 수 있다.

(가) 단면계산

분수로의 수심 및 유속은 상하류수로와 거의 같은 정도로 가정하고 간선쪽, 지선쪽의 분수로의 폭을 결정한다.

(나) 기본치수

분수격벽식 분수공의 기본구성도는 그림 4.9.12와 같고 기본치수는 식 (4.9.7) ~ (4.9.13)에 의해 구한 값 이상으로 한다.



<그림 4.7-12> 분수격벽식 분수공의 기본 구성도

분수로의 폭

$$W_1 = \frac{Q_1}{Q}(W - t) \qquad (4.7\text{-}7)$$

$$W_2 = W - W_1 - t \qquad (4.7\text{-}8)$$

상류측 정류부의 길이 L 1 ≥ 10W 또는 10 d (4.7-9)

하류측 정류부의 길이 L 2 ≥ 10W1 또는 10 d 1 (4.7-10)

L 3≥10W2 또는 10 d 2

d: 상류측 정류부의 수심 (m)
d 1, d 2: 하류측 정류부의 수심 (m)

정류부의 길이 L=L 1+L 2, L'=L 1+L 3 (4.7-11)

상류측의 접속수로 $\ell_1 = \dfrac{W - B}{2\tan 10^\circ\ 00'} \geq 3.00\ m$ (4.7-12)

하류측 접속수로 $\ell_2 = \dfrac{W_1 - B_2}{2\tan 10^\circ\ 00'} \geq 3.00$ (4.7-13)

$$\ell_3 = \frac{W_2 - B_3}{2\tan 10^\circ\ 00'} \geq 3.00$$

여기서, W: 수로폭 (m)
t: 분수격벽 두께 (m)
l 1: 상류측 접속수로 (m)
l 2: 하류측 접속수로 (m)
l 3: 하류측 접속수로 (m)

(다) 여유고

상류수로의 측벽고에 분수격벽식 분수공의 측벽고를 맞추는 것이 바람직하다.

(라) 분수격벽식 분수공의 손실수두

분수격벽식 분수공은 일반적으로 다음의 손실수두를 생각한다.

㉮ 마찰에 의한 손실수두

㉯ 단면변화에 의한 손실수두

이상의 손실수두를 계산하고 분수격벽식 분수공 및 하류수로의 단면을 결정한다.

④ 사류분수공

사류분수공은 다음의 제조건에 유의해서 설계한다.

가. 각 분수로 모두 완전월류로 한다.

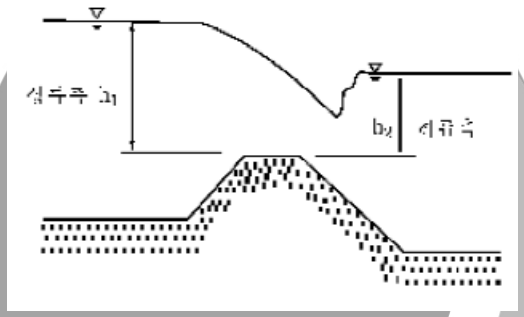
각 분수로 중 가장 수위가 높은 분수로는 식 (4.7-14)를 만족시킨다 (그림 4.7-13).

$$\frac{h_2}{h1} \leq K_1 \qquad (4.7\text{-}14)$$

여기서, h 1: 상류측 웨어마루기준 수심 (m)

h 2: 하류측 웨어마루기준 수위 (m)

K1: 정수. 단, 하류수로바닥의 기울기가 1:5일 때 K1 = 0.68



〈그림 4.7-13〉 사류분수공의 상하류수심

나. 웨어에 의해 상승되는 수위는 상류설계수위 이내로 한다.

웨어의 월류량공식과 배수계산에 의해 구한 수위가 설계수위 이내인지 여부를 검토한다.

다. 웨어마루에서의 수평방향 유속분포를 균일하게 한다.

웨어 상류단면적 A1과 웨어마루 단면적 A2의 단면축소율이 클수록 유속분포는 균일해 진다. 웨어 상류쪽에 충분한 길이의 장방형단면 직선정류구간을 설치하고 정류구간과 상류수로사이에 점확부를 설치한다.

라. 웨어 상류수로바닥은 1:5 정도의 기울기로 하고, 분수의 정밀도를 높이기 위해 웨어마루는 수평으로 시공한다.

마. 웨어 하류수로바닥 기울기는 완만할수록 완전월류의 범위가 넓어지고 (식 (4.7-14)의 K1값이 크다), 웨어에 의한 손실수두(웨어 상하류의 수위차)가 작아지기 때문에 소량분수의 경우에 격벽위치를 분수비 만으로 결정하는 것은 위험하다. 이와 같은 경우에는 다른 형식의 분수공을 검토하거나 수리실험 등에 의해 유황을 확인하여 검토해야 한다.

바. 분수를 위한 격벽상류단 위치는 원칙적으로 한계수심이 발생하는 위치의 하류에 설치

한다.

사. 웨어 직하류에서 도수를 발생시킨다.

아. 웨어의 직하류에 설치하는 정수지에서 월류수맥이 노출된 상태로 그대로 유하하는 것으로 가정하는 경우 수맥의 수심(사류)에 대한 공액수심(상류)이 하류수로의 수심 (정수지 바닥을 기준으로 측정)보다 5 ~ 10% 정도 작아지도록 정수지 바닥높이를 결정한다. 또한 이 검토에서는 설계유량 이외의 유량에 대해서도 시산할 필요가 있다.

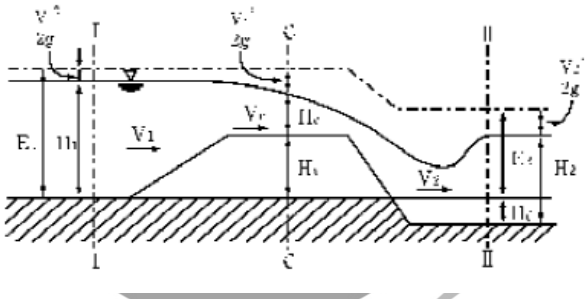
(4) 단면계산

① 웨어높이

수로 중에 설치한 월류웨어 상에서 사류를 발생시키는 조건으로 상하류간의 손실수두를 무시한 경우 식 (4.7-15)가 성립해야 한다 (그림 4.7-14).

$$\frac{2}{3}(H_1 - H_2 + \frac{V_1^2}{2g}) \geq H_2 - H_d - H_z + \frac{V_2^2}{2g} \qquad (4.7\text{-}15)$$

여기서, H1, H2 : 상하류 수로의 수심 (m)
V1, V2 : 상하류 수로의 유속 (m/s)
Hz : 웨어높이 (m)
Hd : 상하류 수로의 고저차 (m)



<그림 4.7-14> 광정웨어 단면도

단, 우변의 하류측 수로의 비에너지로 2개의 분수류 중 큰 비에너지를 갖는 수로를 기준으로 계산하는 것이 좋다.

웨어높이 Hz는 식 (4.7-15)로부터 유도된 식 (4.7-16)에 의해 구할 수 있다.

$$H_z \geq 3(H_2 - H_d + \frac{V_2^2}{2g}) - 2(H_1 + \frac{V_1^2}{2g}) \qquad (4.7\text{-}16)$$

② 한계수심 및 한계유속의 계산

한계수심 및 한계유속은 「완전월류되는 월류웨어마루에서의 수심은 그 유수가 갖는 에너지를 가지고 흘려보낼 수 있는 유량이 최대가 되는 값을 취한다」 라고 하는 Belanger의 법칙을 적용해서 식 (4.7-17) 및 식 (4.7-18)로 구한다.

$$H_c = \frac{2}{3}(H_1 - H_z + \frac{V_1^2}{2g}) \qquad (4.7\text{-}17)$$

$$V_c = \sqrt{g \cdot \ H_c} \qquad (4.7\text{-}18)$$

여기서, Hc : 한계수심 (m)
Vc : 한계유속 (m/s)
g: 중력가속도 (9.8m/s2)

③ 웨어폭의 결정

그림 4.7-14의 Ⅰ ~ C 단면간에 베르누이의 정리를 적용하면,

$$E_1 = H_1 + \frac{V_1^2}{2g} = H_c + H_z + \frac{V_c^2}{2g} + H_f \qquad (4.7\text{-}19)$$

여기서, Hf : 마찰손실수두 (m)

$$\therefore\ V_c = \sqrt{2g(E_1 - H_c - H_z - H_f)} \qquad (4.7\text{-}20)$$

Ⅰ ~ C간의 마찰손실수두를 무시하면 유량 Q는,

$$Q = A \cdot \ V_c = B \cdot \ H_c\sqrt{2g(E_1 - H_c - H_z)} \qquad (4.7\text{-}21)$$

따라서 웨어폭 B는 식 (4.7-22)에 의해 구할 수 있다.

$$B = \frac{Q}{\sqrt{2g \cdot \ H_c^2(E_1 - H_c - H_z)}} \qquad (4.7\text{-}22)$$

(5) 격벽의 위치

격벽을 종단방향으로 사류부인 하류측 웨어마루 부근에 설치한다.

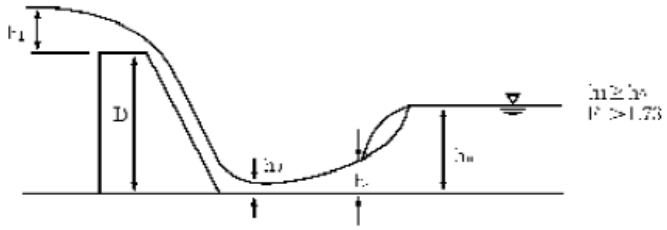
횡단방향으로는 분수격벽식 분수공과 같이 분수비에 의해 결정하는데, 식 (4.7-23)으로 구한다.

$$B_1 = \frac{Q_1}{Q} \cdot \ B, \quad B_2 = B - B_1 \qquad (4.7\text{-}23)$$

여기서, Q, B: 분수전의 유량 (m3/s) 폭 (m)
B 1, B 2: 분수후의 폭 (m)
Q 1, Q 2: 분수후의 유량 (m3/s)

격벽의 높이는 측벽높이에 맞춘다.

(6) 정수지 바닥높이와 길이



<그림 4.7-15> 노출사류의 수면형

① 웨어의 하류단의 수심 h o는 식 (4.7-24)에 의해 구한다.

$$h_0^3 - E_0 \cdot \quad h_0^2 + \frac{q^2}{2g} = 0 \qquad (4.7\text{-}24)$$

$$E_0 = D + \frac{2}{3} h_1 \quad (m)$$

$$q = \frac{Q}{B} \quad (m^3/s/m)$$

D를 가정해서 h o를 산출한다.

② h o에 대한 공액수심 h m은 식 (4.7-25)로 구한다.

$$h_m = \frac{h_0}{2}\left(\sqrt{\frac{8q^2}{g \cdot h_0} + 1} - 1\right) \qquad (4.7\text{-}25)$$

(7) 여유고

상류수로측 측벽높이에 사류분수공의 측벽고를 맞추는 것이 바람직하다.

4.7.2 합류공

4.7.2.1 일반사항

(1) 합류공은 배수로에서 주로 필요한 것으로, 합류지점에서 양쪽의 바닥높이가 같고 흐름의 상태가 모두 상류로서 합류되도록 하는 것이 중요하다.

(2) 수로의 바닥 기울기, 유속 및 합류점 부근의 지형조건을 고려하여 안전한 시설이 되도록 설계해야 하며, 유의사항은 다음과 같다.

① 간선·지선수로의 합류공은 가능한 한 간선수로의 흐름 방향에 맞도록 설치하며 간선수로내의 불필요한 난류를 방지하도록 한다.

② 배수로는 강우의 도달시간이 각 수로마다 다르기 때문에 유황 및 지수면적으로부터 합류점에서의 합류상황의 시간적 경과를 계산에 의해 구하며 설계유량을 안전하게 유하하도록 한다.

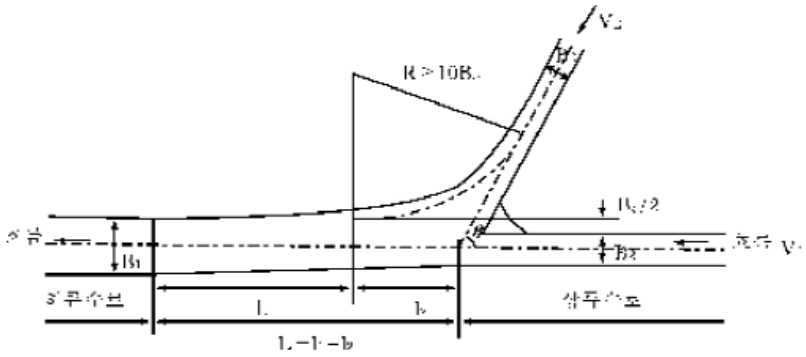
③ 합류수로의 각각의 유속은 상호간에 비슷하게 하며 극단적으로 다르게 하는 경우에는 상류에 수위조정시설 및 낙차공 또는 급류공을 설치하고 다시 조정할 필요가 있다.

④ 합류공 내에서는 동일 높이로 하여 낙차가 없는 구조로 하는 것이 바람직하다.

⑤ 경사지에서 합류공을 설치할 경우는 월류에 의한 피해도 예상되기 때문에 그 대책에 충분히 주의해야 한다. 통상 합류공 부근에는 합류지, 집수지, 토사저류 시설을 설치하지만 경사지점에서 이러한 구조물은 비교적 크게 설치하는 것이 바람직하다.

4.7.2.2 취입부 수로의 설계

(1) 상류 단면에서 합류 후 단면으로 연결시켜 취입부 수로(트랜지션)의 설계를 하고 손실수두를 계산한다. 지선의 합류선형은 아래의 <그림 4.7-16>와 같이 하는 것이 바람직하다.



<그림 4.7-16> 지선의 합류선형

<그림 4.7-1>에서,

B 1: 수로폭 (계획수면폭을 가정) (m)

l 1: 3(B 1+ B 3) 정도 (m)

$$I_2 : I_2 = R \cdot \quad \tan\frac{\theta}{2} - \frac{B_2 + B_3}{2} \cdot \quad \frac{1}{\tan\theta} \quad (m)$$

L: 합류공의 길이 L= l 1+ l 2 (m)

θ : $\theta \leq 60$

합류공의 손실수두계산에서는 합류에 의한 손실수두와 마찰에 의한 손실수두를 계산한다.

① 합류에 의한 손실수두

$$h_1 = \frac{1}{2g}(V_2 \cdot \quad \sin\theta)^2 + (V_2 \cdot \quad \cos\theta - V_1)^2$$

$$\frac{1}{2g}(V_2^2 + V_1^2 - 2V_1 \cdot \quad V_2 \cdot \quad \cos\theta)$$

h 1 : 합류에 의한 손실수두 (m)

v 1: 본선수로 상류측 유속 (m/s)

v 2: 지선수로 유속 (m/s)

θ : 간선과 지선이 이루는 각도 (°)

② 마찰에 의한 손실수두

$$h_f = \frac{I_1 + I_3}{2} L$$

h f : 마찰손실수두 (m)
I 1 , I 3 : 본선 상하류의 동수기울기
L : 합류공의 길이 (m)

4.7.2.3 낙구공

(1) 낙구공은 기능상 합류공과 같은 합류시설의 일종이다. 낙구공은 낙차를 동반하여 간선수로에 유입하는 구조물이며 본선수로에 통관이나 콘크리트 2차제품 수로 등을 사용하여 수로주변으로부터 본선에 비교적 소유량을 유입시키는 경우나 반복수를 본 선수로에 환원시키는 경우에 설치한다.

(2) 낙구의 형상은 흐름의 수로단면 내 분포를 균일하게 하며 감세공의 기능을 완전하게 하기 위해 원칙적으로 장방형 단면으로 하지만 배수로의 경우에는 낙구단면과 상류수로단면이 동일한 형상을 갖기 때문에 사다리꼴의 형상으로 하는 사례가 많다. 또한 좁히거나 보를 설치하지 않기 때문에 저하배수(低下背水)를 발생시키고 유속이 필요 이상으로 증가하기 때문에 상류 취부수로의 구조에 따라서는 비탈면 및 수로바닥에 보호공이 필요하다.

(3) 설계에 있어서는 합류공과 같이 본선수로에의 영향이 적게 되도록 해야 한다. 특히 낙구공은 낙차를 동반하여 본선수로에 유입하기 때문에 다량의 물을 유입시키는 경우에는 낙구에서의 에너지를 상류에서 감소시켜 유입시킨다.

(4) 또한 다량의 토사를 포함한 물에 대해서는 본선수로에 토사의 퇴적이 예상되기 때문에 상류에서 토사를 침전시킨 후 유입시킨다. 일반적으로 소규모의 낙구공에 대해서는 토사저류시설을 설치하여 에너지 감소와 토사침전을 도모한다.

(5) 한편 낙구에서의 유속의 증가에 동반하여 낙구 상류수로의 유속이 증가하고 이로 인해 상류수로에 악영향이 예상되는 경우나 낙구에서 낙차가 큰 경우에는 낙하 및 비산 등으로 간선수로 호안에 생길 악영향에 대비해 보호시설을 설치할 필요가 있다.

4.7.2.4 분·합류공의 수리설계

(1) 분합류공의 설계는 용수·배수의 구별이나 지형·입지조건, 유량규모, 수리조건을 검토하여 수리적으로 부적합이 생기지 않도록 해야 한다.

(2) 분합류공의 수리설계는 각종 손실수두의 경우 계산식을 이용하여 적절하게 설계하지만 특수한 형상이나 구조에서 수리현상이나 손실수두의 산정이 곤란한 경우에는 필요에 따라 수리모형 실험을 하고 확인을 하는 것이 바람직하다.

① 수리계산조건

가. 기존 터널 및 사이펀(본선)에 따라 바이패스 수로의 신설이 계획되어 있으며 수리설계상 본선 및 바이패스수로의 공종 및 구조는 그림 4.9.18에 나타낸 바와 같다.

(가) 분합류공의 본선과의 취부각도는 원칙적으로 θ= 17 ◦로 한다.(θ= 17 ◦는수리모형실험으로부터 정한 것이며 이것 이외의 경우 시설의 중요도에 따라 수리모형실험에 따르는 것이 필요하게 되는 경우도 있다).

(나) 분합류공의 형식은 규정의 것으로 하며 그림에 나타낸 바와 같이 개수로 한쪽에서 수로로부터 부드러운 형태로 연결한다.

(다) 본선측의 수로바닥 높이는 규정의 것으로 한다.

(라) 바이패스 터널 또는 사이펀은 만류로 하고 원칙적으로 폐쇄완화공을 설치한다.

② 본선 터널의 수리계산

가. 상하류 개수로 A점 및 H점의 바닥높이, 에너지 표고 및 B ˜ G까지의 바닥높이는 알고 있는 것으로 한다.

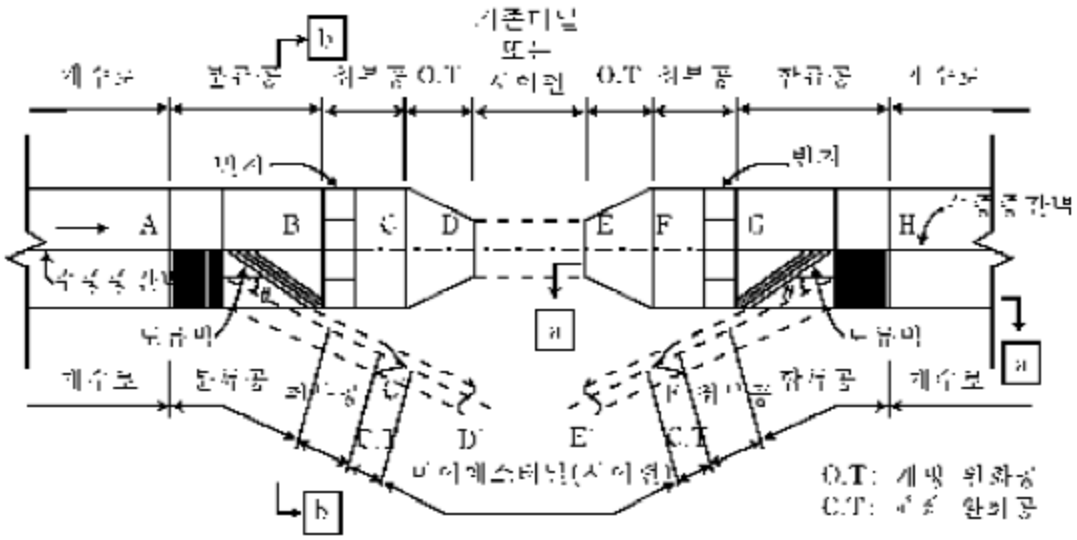
나. 본선하류 폐쇄완화공 시점(E점)의 수리제원은 하류개수로 시점(H점)의 수리제원을 알고있는 것으로 하고 시산에 의한 부등류계산으로 구한다.

다. 본선 터널 내는 등류로 취급하며 나)에서 구한 하류 폐쇄완화공시점 (E점)의 수심과 터널시점 D '점의 수심은 같은 것으로 한다.

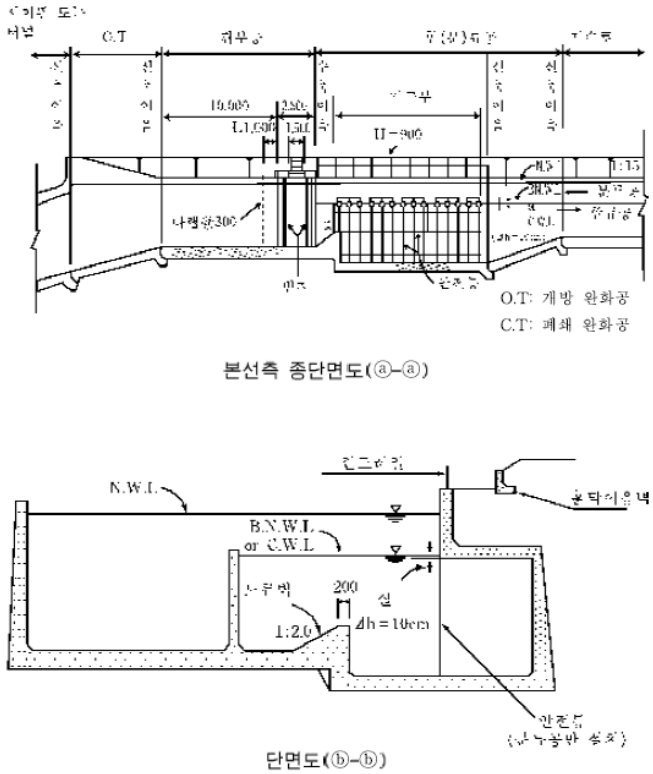
라. D '점의 수리제원을 알고 있는 것으로 하고 상류개수로 종점 A점의 수리제원을 부등류계산에 의해 구한다.

마. 상류개수로의 등류계산에 의해 구한 A점의 에너지 표고보다도 하류에서 구한 에너지 표고가 낮은 경우에는 그 차를 잔여수두 (h 0)로 본선터널에 보류시킨다.

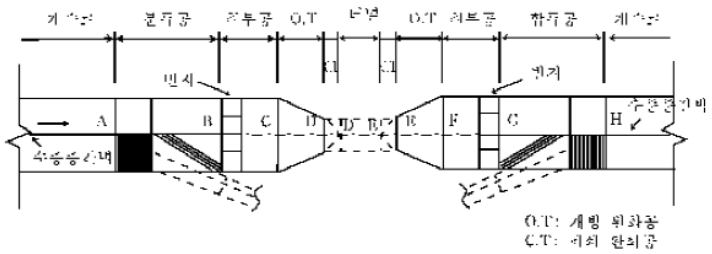
바. 반대로 높은 경우에는 상하류 개수로 바닥높이를 조정한다.



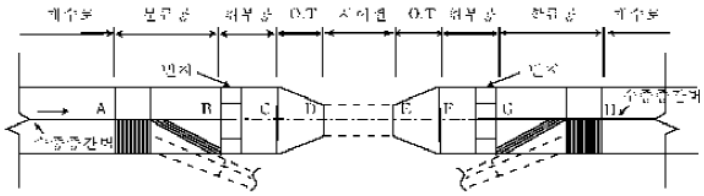
<그림 4.7-17> 본선 및 바이패스 수로 평면도



<그림 4.7-18> 본선 및 바이패스 수로의 공종 및 구조



<그림 4.7-19> 본선 터널의 공종



<그림 4.7-20> 본선 사이펀의 공종

③ 본선 사이펀의 수리계산

가. A점 및 H점의 수리제원 및 B점에서 G점까지의 바닥높이는 알고 있는 것으로 한다.

나. 본선 사이펀은 만류로서 일반적으로 Manning 공식에 의해 마찰손실, 굴곡손실을 계산한다.

다. A점에서 D점간 및 E점에서 H점간에 대해서는 아래와 같이 계산한다. 이 때 사이펀내 유속 및 개수로 시종점의 유속, 에너지 표고는 알고 있는 것으로 한다.

마찰손실 h f = 1/2 (본선 사이펀 마찰손실기울기+개수로 바닥기울기)×(AD간 길이 또는 EH간 길이)

단면변화손실 h g = 0.2(개수로 유속수두-본선 사이펀 유속수두)

라. 하류측(H점)에서 상류측으로 계산하여 누적된 A점의 에너지 표고가 상류개수로의 등류계산에 의해 구한 A점의 에너지표고보다도 낮은 경우에는 그 차분을 잔여수두 (h 0) 로 본선 사이펀에 보류시킨다.

마. 반대로 높은 경우에는 상하류 개수로 바닥높이를 조정한다.

④ 바이패스터널·사이펀 수리계산

시설배치설명도에 관해서는 그림 4.3.18을 참조할 것.

가. 분합류공, 취부공 및 바이패스 터널·사이펀의 마찰손실, 단면변화손실 및 굴곡손실은 Manning 공식에 의해 계산한다.

나. 분합류공의 마찰손실 및 단면변화손실은 다음과 같다. 이 때 취부공 마찰손실 기울기는 I f= (n ・V/ R 2/3) 2 이다. 한편 단면변화손실은 수리모형실험으로부터 구한다.

마찰손실 h f = 1/2(개수로 기울기+취부공마찰손실 기울기)×(분류공 또는 합류공의 평면길이)

단면변화손실 h g = 0.2(개수로유속수두-취부공유속수두)+ h ‘

h ' : 정수 분류공 0.005 m

합류공 0 m

다. 손실의 합계가 AH간 이용가능수두보다 큰 경우는 바이패스직경 또는 상하류 개수로 바닥높이를 조정한다.

라. 상하류 개수로 바닥높이를 조정해서 바이패스터널·사이펀의 손실배분을 행하는 경우에는 본선측이 계획유량일 때 대하여 재검토한다.

⑤ 바이패스 수로의 분합류부는 생각할 수 있는 최소유량을 통수할 때에도 만류상태가 유지되도록 충분한 seal 높이를 취한다.

4.7.3 계측시설

4.7.3.1 일반사항

(1) 분수공 및 조정시설 등 수로의 주요 부분에는 용수이용의 효율화를 위해 적절한 정밀도와 안정된 기능을 갖는 유량계측시설을 설치함으로써 분수량, 분수위 등을 파악하고 합리적인 배수관리, 관리비의 절감, 수로시설의 보전과 재해방지 등을 도모해야 한다.

(2) 유량계측시설은 수로내의 통수량을 감지하는 동시에 이것을 알려주는 기능을 갖는 것으로 유량계측시설에서 얻은 정보는 이것을 적절히 처리하여 효율적으로 물관리를 해야 한다.

(3) 유량계측기의 선정은 수질, 순간유량과 적산유량 중 어느 쪽에 중점을 둘 것인가, 필요한 정밀도는 얼마인가, 계측치의 표시 및 그 정보의 기록이나 전송 필요성 등을 고려한다. 유량계측기의 설치는 상하류측에 각각 필요한 길이의 직선부분을 확보하고, 관수로에서는 상시 만수되

는 지점을 선정한다.

(4) 유량계측시설은 설치장소 및 목적으로부터 다음과 같이 분류된다.

① 분수공에 부설하는 유량계측시설

가. 각 분수로에 유입하는 유량의 확인

나. 순간유량의 파악

다. 기타

② 간지선수로의 중요한 장소에 설치하는 유량계측시설

가. 관리 잉여수 발생 감지

나. 유량부족 감지

다. 기타

③ 간지선수로의 중요한 장소에서 휴대용으로 계측하는 것

가. 부정기 유량파악

나. 유량계측기의 검증

다. 경제성 확인

라. 기타

(5) 또한 유량계측시설을 선정할 때는 분수·유량계측시설의 관리운용체제, 감시체제, 기록 및 제어조작수단 등을 고려하여 수로조직의 관리수준에 맞고 합리적인 물관리와 물의 유효이용을 도모할 수 있는 형식을 선정해야 한다.

(6) 관리수준의 설정과 유량계측시설 선정의 유의사항은 다음과 같고, 이 기준에 적합한 유량계측시설을 선정해야 한다.

① 관리조작방법 면에서의 검토

② 감시 및 기록체계 면에서의 검토

③ 제어수단 면에서의 검토

4.7.3.2 계측시설의 분류와 적용 유량공식

유량계측시설을 각각의 측정대상을 기준으로 분류하면 다음과 같다.

(1) 차압식 유량계

차압식 유량계는 수축기구의 종류에 따라 오리피스, 노즐, 벤튜리 유량계로 분류된다. 각 차압식 유량계의 유량공식은 다음과 같다.

①벤튜리형 유량계

$$Q = K\sqrt{h}$$

$$K = \frac{\mu \cdot \ \pi D_1^2 D_2^2 \sqrt{2g}}{\sqrt[4]{D_1^4 - D_2^4}}$$

Q: 유량 (m^3/s)

h: 상류부와 수축부의 압력수두차 (m)

μ: 0.95 ~ 1.00

D 1: 상류부의 직경 (m)

D 2: 수축부의 직경
g: 중력가속도 (9.8 m/s2)

② 오리피스형 유량계

$$Q = \alpha \cdot A\sqrt{\frac{2g \cdot h \cdot p}{p}}$$

Q: 유량 (㎥/s)
α : 유량계수
A: 개구면적 (㎡)
g: 중력가속도 (9.8 m/s2)
h: 액주계 값 (m)
ρ : 측정관로내의 물의 비중
ρ' : 액주계내의 액체비중

(2) 전기식 유량계

각종 전기식 유량계를 비교하면 아래 <표 4.7-3>과 같다.

<표 4.7-3> 각 전기식 유량계의 특징

	초음파 유량계	전자유량계
측정대상	원수, 정수, 해수 단, 기포나 큰 이물질은 음파를 차단하여 측정불능상태가 된다.	원수, 정수, 해수 단, 파이프내면에 전도성 물체가 부착되면 오차가 발생하고, 최악의 경우에는 측정불능상태가 된다.
압력손실	무	무
발신기	관의 외측에 부착한다.	발신기를 관로에 넣는다.
부착공사의 난이	용이 통수후에도 부착가능 지수변, 이형관(바이패스)등은 전혀 필요치 않음	구경이 큰 경우는 곤란
역류측정	가 능	가 능

(3) 웨어식 유량계

① 파샬 플륨 유량계

파샬 플륨 유량계는 개수로 중간에서 단면을 축소하고, 그 점축부에 의해 웨어와 유사한 흐름을 발생시키고 유량을 구하는 것이다. 파샬 플륨은 다음과 같은 특징이 있으므로 설계시 유의해야 한다.

가. 손실수두가 웨어식 유량계 중에서 비교적 작다.

나. 접근유속에 의한 영향이 웨어식 유량계 중에서도 비교적 작다.

다. 시설의 마무리의 양부나 규격의 오차가 유량측정 오차에 크게 영향을 미친다.

라. 취수 게이트·오리피스 등에 가까운 곳에서는 이용할 수 없다.

마. 일반적으로 완전월류로 설계한다. 또한 하류수로의 배수의 영향에 의해 물에 잠기는 상태가 될 우려가 있는 경우는 검토가 필요하다.

바. 곡선수로의 하류는 피하고, 직선부에 설치한다.

사. 계측용 구간을 흐르는 유속이 전후의 수로보다 빨라지기 때문에 유사의 영향은 적다. 그러나 상류수로 바닥에 토사가 퇴적되어 있는 경우는 기능을 발휘할 수 없다.

② 각종 웨어식 유량계

웨어식 유량계는 충분히 유효한 수두를 얻을 수 있는 곳에 설치해야 한다. 수로중간에 설치하는 경우는 접근유속에 의한 변화 등 상당히 정밀도가 떨어진다. 또한 수맥이 웨어에 부착되지 않도록 충분한 공기를 공급해야한다. 적용하는 유량공식은 웨어 형식에 따라 다르다.

가. 삼각웨어 (직각 이하의 삼각웨어)

<도변공식>

$$Q = C \cdot h^{5/2}$$

$$C = 2.361\tan\frac{\theta}{2}0.5330 + 0.0195\tan\frac{\theta}{2} + \cot\frac{\theta}{2}(0.0050 + \frac{0.001055}{h})$$

θ =60°에 대해서

$$C = 1.363(0.5529 + \frac{0.00183}{h})$$

나. 직각삼각웨어

<沼知·黒川·淵澤공식>

$$Q = C \cdot h^{5/2}$$

$$C = 1.350 + \frac{0.004}{h} + (0.14 + \frac{0.2}{\sqrt{D}})(\frac{h}{B} - 0.09)^2$$

h=10 ~ 30cm의 범위에서 매우 정도가 높다.

적용범위는 0.5m≤B≤1.2m, 0.1≤D≤0.75m, 0.07m≤h≤0.26m(단, h≤B/3)이다. 이 범위에서 본식의 예상오차는 ±1.4%이다.

다. 사각웨어

<板谷·手島공식>

$$Q = C \cdot b \cdot h^{3/2}$$

$$C = 1.785 + \frac{0.00295}{h} + 0.237\frac{h}{D} - 0.428\sqrt{\frac{(B-b)\cdot h}{B\cdot D}} + 0.034\sqrt{\frac{B}{D}}$$

적용범위는 0.5m≤B≤6.3m, 0.15m≤b≤5m, 0.15m≤D≤3.5m, 0.06m≤b·D/B2, 0.03m≤h≤0.45 b m이다. 본식의 예상오차는 ±1.4%이다.

라. 전폭웨어

<石原·井田공식>

$$Q = C \cdot \ B \cdot \ h^{3/2} -$$

$$C = 1.785 + (\frac{0.00295}{h} + 0.237\frac{h}{D})(1+\epsilon)$$

Q: 월류량 (㎥/s)
C: 유량계수
B: 웨어폭 (m)
D: 수로바닥으로부터 웨어 월류부까지의 높이 (m)
b: 월류부폭 (m)
h: 월류수심 (m)
ε : 보정항
여기서, D≤1m일 때 ε =0
D>1m일 때 ε =0.55(D-1)

적용범위는 B≤0.5m, 0.3≤D≤2.5m, 0.03m≤h≤0.8m(단, h≤D 이고 h≤B/4)이다.
이 범위에서의 예상오차는 ±1.8%이다.

③ 수축수로식 및 광정웨어식 유량계측시설 (Long-throated flumes and Broad-crested weirs)

수축수로식 및 광정웨어식 유량계측시설은 파샬 플륨과 같이 개수로 중간에 수축부 또는 웨어를 설치하여 한계류를 발생시켜 직상류부의 수심을 계측함으로써 비교적용이하게 좋은 정밀도로 유량을 측정할 수 있는 것이다.

본 유량계측시설은 파샬 플륨의 결점인 구조제원이 복잡하고 세밀한 규격이 요구되는 것을 개선하여 농업용수와 같이 많은 수의 분수공의 유량을 용이하게 측정할 수 있도록 만든 것으로 1900년대부터 각종 유사한 형식이 고안되었으며, 그 후 점점 개량되어 현재 세계적으로 널리 이용되는 형식이다.

이 형식의 특징은 임의의 수로단면과 수축부나 웨어부의 각종 형상, 규격에 대해서 유량과 수심 혹은 손실수두의 관계가 설계, 시공 후에도 전산처리할 수 있도록 개발이 진행되었으며, 또한 각종 형상(예를 들면 장방형, 포물선형, 삼각형, 사다리꼴형, 원형 등등)에 대한 규격과 유량 폭이 제시되어 있다.

정도는 4 ~ 5% 정도로 양호하지만 수중유출의 경우에는 낮아지기 때문에 원칙적으로 한계류로 설계한다.

기본유량공식 (장방형단면)

$$Q = 1.70 \cdot \ C_d \cdot \ C_v \cdot \ b_c \cdot \ h_1^{3/2}$$

Q: 유량 (㎥/s)
Cd : 수축계수 Cd=0.93+0.1H1/L
bc : throat부의 수로폭 (m)
h 1: 관측지점에서의 수심 (m)
Cv: 유속수두계수
H1: 관측지점에서의 에너지높이 (m)
L: throat부의 길이 (m)

또한, h 1대신에 H1을 측정하는 경우

$$Q = 1.70 \cdot \ C_d \cdot \ b_c \cdot \ H_1^{3/2}$$

$$0.1 \langle H1/L \langle 1.0$$

$$C_V = (1 + \frac{Q^2}{2g \cdot \ h_1 \cdot \ A_1^2})^{1.5}$$

$$C_d \frac{A}{A_1} = 2.60 \sqrt{\frac{C_v^{2/3} - 1}{C_v^2}}$$

A1: 관측지점에서의 통수단면적 (㎡)
A*: throat부에서의 통수단면적 (㎡)

4.8 보호시설 및 안전시설

4.8.1 보호시설

4.8.1.1 비탈면 보호공

(1) 일반사항

① 비탈면 보호공이란 수로의 건설에 의해 생기는 절토 또는 성토 비탈면을 외적 조건에 의한 침식이나 풍화로부터 보호하기 위해 식생이나 구조물로 비탈면을 피복하거나 흙막이 구조물로 비탈면 안정 대책을 세우는 것이다.

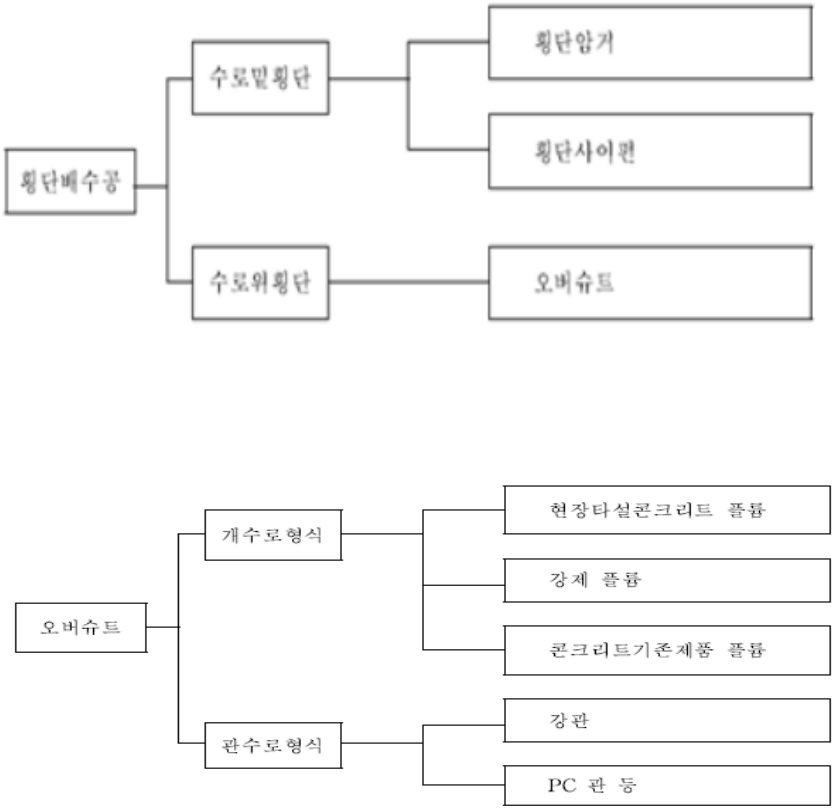
② 자세한 설계기준은 “KDS 11 00 00” 지반설계기준을 참고한다.

4.8.1.2 배수구조물

(1) 횡단배수공

① 횡단배수공의 분류

가. 횡단배수공은 다음 <그림 4.8-1>에 나타낸 바와 같이 분류된다.



〈그림 4.8-1〉 횡단배수공의 분류

② 설계상의 유의사항

가. 횡단암거, 횡단사이펀

(가) 횡단암거, 횡단사이펀은 수로조직의 일부로 충분히 안정성, 내구성이 있어야 하며 유지관리가 용이한 구조로 해야 한다.

(나) 횡단암거, 횡단사이펀의 통수단면은 유량계산에 의해 구할 수 있지만 소유량의 경우는 대단히 작은 단면이 되어 유입토사의 배제가 곤란하게 된다. 토사퇴적이 없는 경우 또는 길이가 짧고 출입구로부터 토사의 배제가 가능한 경우를 제외하고 유지관리상 필요최소단면으로 1:3.0 이하로 한다.

(다) 관체는 수로바닥판 밑면으로부터 60cm 이상 떨어지는 것이 바람직하다. 언더드레인이 있는 경우는 그 기능에 지장이 없도록 한다.

(라) 사이펀 입구부에는 원칙적으로 토사저류공, 스크린을 설치한다.

나. 오버슈트

(가) 오버슈트는 수로조직의 일부로서 충분한 안전성, 내구성이 있으며 유지관리가 용이해야 한다.

(나) 오버슈트의 밑면과 수로수면과의 사이에 최소 30cm 공간을 갖는 것이 바람직하다.

(다) 일반적으로 대유량에 대해서는 개수로형식이, 소유량에 대해서는 관수로형식이 이용 된다.

(라) 오버슈트의 하류는 통상 급경사의 경우가 많기 때문에 적절한 감세공의 설치가 필요하다.

(2) 유입공

① 유입공의 분류

가. 유입공은 아래와 같이 분류된다

(가) 보통유입공

㉮ 보통유입공은 수로인접지역의 유출수를 수로내에 유입시키는 것이며 일반적으로 소유역(집수면적이 대략 1ha 이하)의 경우에 적용한다.

(나) 측구유입공

㉮ 수로부지내의 절토면 및 소단의 우수 등은 원칙적으로 측구에 의해 수로외로 배제 한다. 그러나 절토구간이 길게 계속되는 경우 지형에 따라 배제가 곤란하면 측구유입공을 특별하게 설치하는 것이 필요하다.

② 설계상의 유의사항

가. 유입공의 설계에 있어서는 다음 사항에 유의할 필요가 있다.

(가) 원칙적으로 용수로에는 배수를 유입시키지 않지만 수로의 건설에 의해 차단된 지역 의 배수를 횡단시키는 것이 지형적 또는 기타 이유에 의해 곤란한 경우 어쩔 수 없이 유입시킨다.

(나) 유입하는 물이 장래에도 수질오염, 토사유입 등의 염려가 없는 배수인지 아닌지를 충분히 검토한다.

(다) 횡단배수로 하는 것이 현저하게 비경제적인 경우에 설치한다.

(라) 유입량의 최대허용량은 수로의 여유고가 0.10m 이상이 되는 범위까지를 기준으로 한다.

(3) 배수구

① 배수구는 비탈면 보호공과 병용하는 경우 및 관리도로 측구와 같이 수로 및 제시설의 보호를 위해 설치한다.

② 배수구의 목적을 고려하여 배수량에 따라 배수구의 형식 및 규모 등을 정하지만 종단기울기가 급한 개소에 설치하는 경우에는 주변에 도수, 월류에 의한 피해를 일으키지 않도록 유의할 필요가 있다.

4.8.2 안전시설

(1) 개수로 형식의 용배수로는 수로가 자유수면을 갖는 흐름이기 때문에 주변의 주민, 조작관리인, 동물 및 자동차 등이 빠지지 않도록 하기 위한 안전시설이 필요하다. 수로의 안전대책은 수로주변의 시가지화 등의 상황, 수로규모의 대소, 수로에 접한 도로의 교통상황, 용배수로의 유량변화, 수로 제시설 상황 등에 따라 적절한 형식 및 구조로 한다. 수로의 안전시설에는 수로 내로 침입하거나 빠지는 것을 방지하기 위한 시설, 잘못하여 수로에 빠진 경우 안전을 확보

하고 신속하게 나올 수 있는 시설, 기타 경고문 시설 등으로 구분하고, 상황을 정확히 파악하여 적절한 계획이 되도록 해야 한다.

4.8.2.1 안전시설의 종류

(1) 수로 및 그 주변에 설치하는 안전시설로서는 다음과 같은 것들이 있으며, 설치할 때는 사용목적에 맞는 형식 및 구조로 한다. 또한 설치장소에 대해서도 신중히 검토하여 결정해야 한다.

① 차량·인사사고 등, 수로로 빠지는 것을 방지하고 운전자의 시선을 유도하여 사고를 미연에 방지하기 위한 가드레일, 가드파이프, 가드케이블, 펜스 등

② 개수로 및 수로제시설 주변이나 위험구역에 들어가는 것을 방지하기 위한 펜스, 통행방지문, 위험표지판, 경고판 등

③ 수로에서 나오기 위한 계단, 사다리 등

④ 수로에 빠진 사람을 구출하기 위한 안전로프, 튜브, 안전봉 등

⑤ 기타 조명시설, 환기시설, 방음시설 등

4.8.2.2 가드레일, 가드파이프 등

(1) 차량 통행이 예상되는 도로는 소정의 강도와 안전성을 갖춘 가드레일, 가드파이프 등을 설치한다.

4.8.2.3 펜스

(1) 펜스는 수로에 빠지거나 위험장소에 들어가는 것을 방지하기 위한 시설이다.

4.8.2.4 구조시설 및 승강시설

(1) 구조시설이나 승강시설은 수로에 빠진 사람 혹은 유지관리를 위한 출입이 용이하게 하기 위해서 설치하는데, 설치장소는 다음과 같은 장소를 생각할 수 있다.

① 안전로프와 튜브는 현지상황을 고려해서 설치간격을 결정하고, 특히 터널, 사이펀, 암거입구의 상류부 및 교량 직하류부에 설치하는 것이 바람직하다. 또한 안전로프를 설치하는 부근에는 사다리, 계단 등을 병설한다.

② 안전봉은 터널, 암거 등의 입구부에 설치한다. 또한 제진 스크린을 설치하는 장소에는 안전봉을 설치할 필요는 없다.

4.8.2.5 통행방지문, 위험표지판

(1) 통행금지구역에는 통행방지문 등을 설치하고, 위험장에는 주의를 환기시키는 위험표지판을 설치한다.

4.9 관수로

(1) 용수원(用水源)에서 포장(圃場)까지의 송수(送水)체계를 선택할 때는 압력에 의해 흐르는 관

수로(pipeline)와 중력에 의해 흐르는 개수로를 경제성, 환경성, 시공성, 유지관리 등은 물론 미래의 사회적 여건까지도 비교·검토하여 결정해야 한다.

(2) 관수로 설계와 관련되어 자세한 내용은‘농업용 관수로 KDS 67 25 00’편을 참고한다.

4.9.1 농업용 관수로의 정의

(1) 농업용 관수로는 농업용수를 수원공 시설에서 말단포장까지 필요한 수량을, 필요한 시기에, 필요한 지점까지, 필요한 압력으로 안전하고 확실하게 공급할 수 있는 압력관로(壓力管路)의 수로조직을 말하며 관로와 부대시설로 구성된다.

(2) 관수로는 관수로의 기능, 수리특성 및 물관리 등의 측면에서 송수계(送水系) 관수로와 배수계(配水系) 관수로로 구분한다. 송수계 관수로는 수원공 시설에서 간선 또는 지선수로의 조정시설, 조압시설 또는 분수공까지를 말하여 적정한 용수를 안전하고 확실하게 송수할 수 있어야 한다. 또 배수계 관수로는 송수계 관수로의 조정시설, 조압시설, 분수공 또는 수원공 시설에서 포장내의 말단 급수전까지를 말하며 용수를 안전하고 확실하게 분배할 수 있어야 한다.

4.9.2 적용 범위

(1) 사용관종

송배수계 관수로는 직관, 이형관 및 이음 등으로 구성되며 기성관을 사용한 매설압력관를 표준으로 한다. 관종은 수리조건, 구조조건 및 시공조건 등에 적합한 기성관을 대상으로 하며 관경은 150 ˜ 3,000mm 정도의 범위를 다룬다.

① 농업용 관수로에서는 기성관을 사용한다.

② 관은 관체의 허용변형률(allowable deflection)의 정도에 따라 강성관(rigid pipe)과 연성관(flexible pipe)으로 구분한다. 허용변형률이 3% 미만인 것을 강성관, 3% 이상인 것을 연성관으로 한다.

③ 여기서 취급하는 대표적 관종은 다음과 같다.강성관: 콘크리트관연성관: 덕타일 주철관, 강관, 경질염화비닐관, 폴리에틸렌관, 강화플라스틱 복합관 등

④관수로 시설에 사용하는 제수밸브, 공기밸브 등의 기기류는 경제성과 유지관리 등을 고려하여 KS 규격 등에 적합한 제품을 사용한다.

(2) 수압

① 관수로 설계에 있어 최대 사용 정수두는 100m 이내로 한다. 최대 사용 정수두가 100m를 초과하는 경우에는 구조물의 중요도 등을 고려하여 관의 내압강도 및 수밀성 등에 대해서 검토한다.

(3) 대상유체

① 대상유체는 관개용수로 사용가능한 물을 주로 한다. 한편 말단포장에서는 다목적 관개에도 사용될 수 있으나 가축분뇨, 액비 및 오물액 등의 수송을 목적으로 할 때는 마모, 부식, 침전 및 부착 등에 대해서도 검토해야 한다.

집필위원	분야	성명	소속	직급
	관개배수	김선주	한국농공학회	교수
	농업환경	박종화	한국농공학회	교수
	토질공학	유 찬	한국농공학회	교수
	구조재료	박찬기	한국농공학회	교수
	수자원정보	권형중	한국농공학회	책임연구원

자문위원	분야	성명	소속
	농촌계획	손재권	전북대학교
	수자원공학	윤광식	전남대학교
	지역계획	김기성	강원대학교
	수자원공학	노재경	충남대학교
	농지공학	최경숙	경북대학교
	관개배수	최진용	서울대학교

건설기준위원회	분야	성명	소속
	총괄	한준희	농림축산식품부
	농업용댐	오수훈	한국농어촌공사
	농지관개	박재수	농림축산식품부
	농지배수	송창섭	충북대학교
	용배수로	정민철	한국농어촌공사
	농도	조재홍	한국농어촌공사 본사
	개간	백원진	전남대학교
	농지관개	이현우	경북대학교
	농지배수	남상운	충남대학교
	취입보	김선주	건국대학교
	양배수장	정상옥	경북대학교
	경지정리	유 찬	경상대학교
	농업용관수로	박태선	한국농어촌공사 본사
	농업용댐	손재권	전북대학교
	농지배수	김정호	다산컨설턴트
	농지보전	박종화	충북대학교
	농업용댐	김성준	건국대학교
	해면간척	박찬기	공주대학교
	농업수질및환경	이희억	한국농어촌공사 본사
	취입보	박진현	한국농어촌공사 본사

중앙건설기술심의위원회	성명	소속
	이태옥	평화엔지니어링
	성배경	건설교통신기술협회
	김영환	한국시설안전공단
	김영근	건화
	조의섭	동부엔지니어링
	김영숙	국민대학교
	이상덕	아주대학교

농림축산식품부	성명	소속	직책
	한준희	농업기반과	과장
	박재수	농업기반과	서기관

설계기준
KDS 67 20 20 : 2018

용배수로 시설 설계

2018년 04월 24일 발행

농림축산식품부

관련단체 한국농어촌공사
58217 전라남도 나주시 그린로 20(빛가람동 358) 한국농어촌공사
☎ 061-338-5114 E-mail : webmaster@ekr.or.kr
http://www.ekr.or.kr

(작성기관) 한국농공학회
06130 서울시 강남구 테헤란로 7길 22(역삼동 365-4) 과학기술회관 본관 205호
☎ 02-562-3627 E-mail : j6348h@hanmail.net
http://www.ksae.re.kr

국가건설기준센터
10223 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283(대화동)
☎ 031-910-0444 E-mail : kcsc@kict.re.kr
http://www.kcsc.re.kr

※ 이 책의 내용을 무단전재하거나 복제할 경우 저작권법의 규제를 받게 됩니다.

KDS 67 20 90 : 2018

용배수로 유지관리

2018년 04월 24일 제정
http://www.kcsc.re.kr

농림축산식품부



건설기준 코드 제·개정에 따른 경과 조치

이 코드는 발간 시점부터 이미 시행 중에 있는 설계용역이나 건설공사에 대하여 발주기관의 장이 필요하다고 인정하는 경우 종전에 적용하고 있는 기준을 그대로 사용할 수 있습니다.

건설기준 코드 제·개정 연혁

- 이 기준은 KDS 67 20 90 : 2018 으로 2018년 04월에 제정하였다.
- 이 기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 건설기준 간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.
- 이 기준의 제·개정 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요사항	제·개정 (년. 월)
농지개량사업 계획설계기준 수로공편	• 농지개량사업 계획설계기준 수로공편 제정	제정 (1974. 12)
농지개량사업 계획설계기준 수로터널편	• 농지개량사업 계획설계기준 수로터널편 제정	제정 (1977. 12)
농지개량사업 계획설계기준 수로공편	• 농지개량사업 계획설계기준 수로공편 개정	개정 (1988. 12)
농업생산기반정비사업 계획설계기준 수로터널편	• 농업생산기반정비사업 계획설계기준 수로터널편 제정	개정 (1998. 12)
농업생산기반정비사업 계획설계기준 수로공편	• 농업생산기반정비사업 계획설계기준 수로공편 개정	개정 (2004. 12)
KDS 67 20 90 : 2018	• 국토교통부 고시 제2013-640호의 “건설공사기준 코드체계” 전환에 따른 건설기준을 코드로 정비 (농업생산기반정비사업 계획설계기준 수로공편 및 수로터널편 합본) • 건설기술진흥법 제44조 및 제44조의 2에 의거하여 중앙건설심의위원회 심의· 의결	제정 (2018. 04)

제 정 : 2018년 04월 24일
개 정 : 년 월 일
심 의 : 중앙건설기술심의위원회
자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회
소관부서 : 농림축산식품부 농업기반과
관련단체(작성기관) : 한국농어촌공사(한국농공학회)

목 차

1. 일반사항 ····· 1
2. 조사 및 계획 ····· 1
3. 재료 ····· 1
4. 설계 ····· 1
4.1 관리개요 ····· 1
4.2 관리계획 ····· 2
4.3 물관리 ····· 5
4.4 시설관리 ····· 7
4.5 친환경 수로의 유지관리 ····· 12



용배수로 유지관리

1. 일반사항

· 내용없음

2. 조사 및 계획

· 내용없음

3. 재료

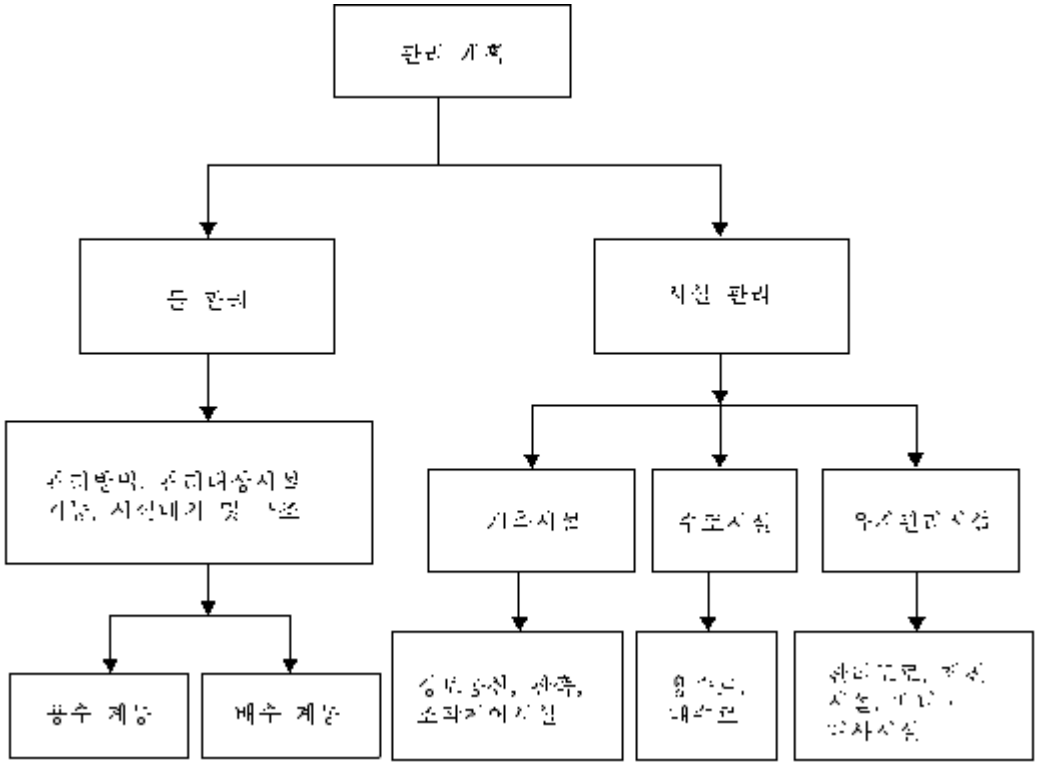
· 내용없음

4. 설계

4.1 관리개요

(1) 수로 관리는 수로에서 송·배수 조작에 따라 공평하게 이용하고 탄력적으로 운용하여 계획대로 기능을 발휘하는 물 관리와 수로를 구성하는 각 시설을 보수점검하고 정비보수를 통하여 시설의 기능을 유지하기 위한 시설관리로 나눌 수 있다.

(2) 물 관리계획에는 용수계통 물 관리와 배수계통 물 관리로 나누고 시설관리계획은 수로시설, 계측시설 및 유지관리시설로 나눌 수 있다.



<그림 5.1-1> 관리계획의 구성도

4.2 관리계획

4.2.1 일반사항

(1) 수로의 설치목적을 달성할 수 있도록 시설 기능을 정상적으로 유지하여 물 관리를 안전하고 경제적으로 실시하려면 모든 시설의 기능, 특성 및 관리조작 등을 검토하여 적절한 물 관리 및 시설 관리 계획을 세워 적정하게 관리해야 한다.

① 수로시설의 관리를 관개 또는 배수 등의 사업목적에 적합한 운영을 최종적으로 시행하는 업무이다. 관리내용은 사업목적을 달성하기 위해 물 자체를 송수하는 업무 즉, 저류, 방류, 취수, 배수, 분수 등을 위해 실시하는 수량의 결정, 조작, 제도, 관측 등의 물 관리 업무와 그 목적을 달성하기 위한 시설 즉, 수로 등의 구조물이 목적한대로 제 기능을 다 하도록 실시되는 저수점검, 정비, 개량, 재해복구 등의 시설관리 업무로 구분된다.

② 수로시설의 설계는 미리 물 관리 및 시설 관리계획의 개요를 파악해서 조작의 안전성, 용이성 및 유지관리의 경제성 등 관리 면에서 필요한 조건에 적합한 설계를 해야 한다. 설치된 수로시설은 언제나 양호한 상태로 유지되고, 건설목적에 적합하게 조작관리 되어야 효과를 기대할 수 있다. 우수한 기능을 갖춘 시설이라도 관리가 적절하지 못하여 기능을 충분히 활용하지 못하거나 수로시설을 손상시키는 경우도 있으므로 적당한 관리규정, 조작규정 및 보안규정 등을 정해서 적절하게 수로시설을 운영, 관리해야 한다.

③ 용·배수로의 관리는 수로 손실 수량이 적고, 계획수량이 통수될 수 있으며 수로 제방이 안전하게 보호되도록 실시되어야 한다.

4.2.2 관리규정

(1) 관리규정 검토에는 관리체제를 명확하게 하는 동시에 수로조직의 기능이 충분히 발휘될 수 있도록 시설관리의 규정을 작성해서 규칙적인 운영을 해야 한다. 관리규정에서 정하는 항목은 다음과 같다.

① 관리 목적 및 대상 시설
② 관리자, 관리비용, 관리체제 (관리운영위원회)
③ 관리목표 및 제어 방법
④ 평상시의 관리 (유지보안, 관측조사, 관리기록 등)
⑤ 이상시의 관리 (홍수시, 한발시의 체제 및 조치)
⑥ 점검 정비

4.2.3 조작규정

(1) 조작규정 작성에는 시설기계의 운전제어에 필요한 정보를 수집해서 기기조작법을 충분히 검토하여 원활히 조작한다. 조작규정에서 정하는 항목은 다음과 같다.

① 조작목적 및 대상시설
② 제어목표 및 운전조작방법 (기록보고 등)
③ 조작원의 배치
④ 평상시의 조작 (조작순서, 조작방법)
⑤ 이상시의 조작 (홍수시, 한해시의 경계체제 및 조작)
⑥ 점검정비

4.2.4 안전규정

(1) 수로시설 중에서 전기사업법의 규정에 해당하는 시설이 있는 경우에는 전기공작물의 공사, 유지 및 운용에 관한 보안규정을 작성해서 보안에 힘써야 한다. 보안규정에 정하는 항목은 다음과 같다.

① 목적 및 운용범위 (책임 분계점 적용 전기공작물)
② 보안관리조직
③ 보안교육 및 훈련
④ 공사 (계획, 공사의 실시)
⑤ 유지 (순찰, 점검, 측정 및 재해대책)
⑥ 기록 및 위험표시

4.2.5 기본사항

(1) 시설을 유지보전하기 위한 기본적인 사항을 결정해 놓는다. 예를 들면, 관리대상시설, 관리체

제, 관리내용, 관리방법 등으로서 이들에 관련되는 규칙, 수속 등을 포함한 것이다.

① 시설의 조작기준

가. 각 시설은 시설 및 기기의 조작방법, 조작시간 및 기록양식 등을 명확하게 하는 기준을 작성해 놓아야 한다. 동시에 조작책임자를 정해두어야 한다.

② 시설의 보수기준

가. 기간시설 및 관리시설 등의 기능을 보전하기 위하여 필요한 유지(제초, 쓰레기처리 등의 작업을 포함), 보전의 연간 업무계획 및 시설의 절차 등에 관한 기준을 결정해 둘 필요가 있다.

③ 유지관리에 필요한 비용

가. 인건비, 전력비, 연료비, 보수비, 그 외의 유지관리에 필요한 비용의 부담방법 등을 명백하게 해둘 필요가 있다.

4.2.6 시설의 관리방법

(1) 시설의 관리에서 유의해야할 사항은 다음과 같다.

4.2.7 물 관리시설의 보수

(1) 물 관리시설의 운용에서 중요한 것은 신뢰성과 안정성을 확보하는 것이다. 특히 전기계기의 보수는 전문가의 의견 등이 필요하고, 제어기기, 계측기 등의 수준, 가동상황, 문제점, 관리방법의 특이성 등을 파악해 두는 것이 중요하다. 이것들을 기록 보존해서 문제점을 해결하는 자료로 활용해야 한다.

4.2.8 물 관리 시스템의 검정과 수리

(1) 물 관리시설을 정확히 운용하려면 정기적인 점검이 필요하다. 또한 부분적 기능저하가 발생한 경우에 응급조치방법 및 복구대책을 검토해 둘 필요가 있다.

① 예비기기

가. 비교적 낮은 가격으로 동일 장치 또는 형식이 동일한 대수가 많은 경우(소형 밸브류, 전기부품)는 예비기기를 준비해 두는 것이 바람직하다.

② 장해부분에의 대응

가. 자동화된 시설에서는 수동으로 대응할 수 있도록 기능을 확보해 둔다. 기간시설 본래의 고장은 치명적 경우가 많으나, 정보기기의 제어 프로그램 등의 고장에는 관리자가 언제든지 대응할 수 있는 방법을 검토해 둔다.

③ 부분저하 복구

가. 제어기기의 진단프로그램을 작성해 두고, 장해발생장소를 신속히 발견할 수 있도록 노력한다. 특히, 간단한 장해, 고장은 각종 기기에 관한 점검방식의 흐름을 기록한 설명서 등에 따라 시험하면 전화통화 등으로 해결할 수 있는 경우가 많다.

4.3 물관리

(1) 물 관리의 목적은 물의 이용, 합리적인 배분, 안전한 배수시설의 보전과 재해의 방지, 유지관리비의 절감 등을 도모하는데 있다. 이를 위해 물 관리계획을 수립할 때는 수로의 설치목적과 달성해야 할 기능 등을 충분히 이해하고 동시에 시설의 기능과 특성 및 물 관리의 제어방식 등을 종합적으로 검토해서 수로시설을 적정하게 운영, 관리해야 한다.

4.3.1 용수계통 물 관리

(1) 농업용수의 시설용량은 계획 기준연도의 최대용수사용량을 충분히 충족시킬 수 있도록 정해져 있다. 따라서 물 사용에서는 이 양을 상한으로 해서 여러 가지 수요형태를 만족시킬 수 있도록 관리해야 한다.

(2) 용수계통의 물 관리계획은 이와 같이 시시각각으로 변화하는 물 수요에 맞추어서 수로시설을 어떤 순서로 조작해야 좋을지 또 한발시의 절수방법 등 여러 가지 물 관리형태에 합당한 조작규정을 확립해 두어야 한다.

물 관리계획에서 고려해야 할 사항은 다음과 같다.

① 관개지구의 물 수요량의 파악방법 (관측 및 전달구조 등)

② 각 물 수요형태에 따른 각 시설의 조작순서와 요령

③ 한발시의 윤환 관개방법 등에 의한 절수 방법

④ 기타 긴급시의 조작순서와 요령

4.3.2 배수계통 물 관리

(1) 배수계통의 물 관리 계획수립시 유의해야 할 사항은 우선 제어대상이 되는 수리현상이 시설계획 기준연도를 초과할 수 있다고 생각해야 한다. 또한, 홍수시 발생하는 수리현상은 시시각각으로 변화하여 비정상성이 강하다는 점이다. 따라서 배수계통의 물 관리계획에는 강우, 외수 등 정보를 정확하게 수집해서 시설효율이 우수한 조작순서와 요령을 정해야 한다.

(2) 용수계통의 물 관리는 보통 일 단위로 하는데 반하여 배수계통의 물 관리는 계획기준우량을 상회하는 우량에 대한 담수피해의 방지를 도모하기 위해서는 시간 또는 분 단위로 조작해야 하는 경우도 있어서 그 시기를 상실하면 예기치 않은 피해도 발생할 수 있다.

물 관리계획에서 검토해야할 사항은 다음과 같다.

① 우량 및 수위 등의 정보수집방법

② 평상시의 배수처리 및 시설의 조작순서와 요령

③ 홍수시의 배수처리 및 시설의 조작순서와 요령

④ 긴급시의 대책 (고장시, 정전시의 대책 및 연락 등)

4.3.3 관리침투손실의 요인

(1) 수로에서의 손실수량은 수면으로부터의 증발손실량과 바닥 및 측면으로부터의 침투 손실량이 있다. 침투손실에 영향을 끼치는 요인은 ① 표토 및 하층토의 성질, ② 지하수위의 위치 및

표토와 하층토의 배수상태, ③ 수온, ④ 수로의 신·구와 부유물 및 흙의 양, ⑤ 수로의 수심과 침투로장 등으로 침투량 손실에 대한 대책을 수립해야 한다.

4.3.4 침투 손실량 산정

(1) 수로에서의 침투손실량은 표토와 하층토의 성질 및 지하수위의 고저와 관계가 있을 뿐만 아니라 동수반경에 비례하고, 수심과도 관계가 있다. 보통 침투 손실량은 식 (7.3-1)과 같이 수심의 제곱근에 비례하는 것으로 취급한다.

$$S_y = C\sqrt{H_y} \qquad (7.3\text{-}1)$$

식에서, S_y: 어떤 지점의 침투손실량
C: 토질과 지하수위의 고저에 따른 계수
H_y: 어떤 지점의 수심

수로의 옆비탈에서의 평균침투강도(S)는 밑바닥의 경우의 2/3와 같다. 즉, 식 (7.3-2)로 나타낼 수 있다.

$$S = 2\times\frac{2}{3}C\sqrt{H}\frac{H}{\sin\theta} + C\sqrt{H}b = C\sqrt{H}\ \left(b+\frac{4H}{3\sin\theta}\right) \qquad (7.3\text{-}2)$$

또한, b/H = α 라고 하면 A = 〔(2b + Hcot θ × 2)/2〕× H = bH + $H^2\cot\theta$, b = $H\cdot\alpha$ 이므로 $A = H^2\alpha + H^2\cot\theta = H^2(\alpha+\cot\theta)$이다.

$$\therefore H = \sqrt{\frac{A}{\alpha+\cot\theta}} \qquad (7.3\text{-}3)$$

$$S = C\left(\frac{A}{\alpha+\cot\theta}\right)^{1/4}\left(b+\frac{4H}{3\sin\theta}\right) \qquad (7.3\text{-}4)$$

따라서 침투량 S가 최소로 되는 α를 계산하면 되는데, 이것은 위식을 α에 관해서 미분하고 이것을 0으로 놓으면 된다. 즉, α = 4 tan(θ /2)가 된다.

$$\therefore \frac{b}{H} = 4\ \tan\frac{\theta}{2} \qquad (7.3\text{-}5)$$

침투량이 최소가 되는 단면의 수심과 수로 밑나비의 비는 수리상 유리한 단면인 경우의 2배가 되며, 따라서 침투 손실량을 적게 하려면 얕고 넓은 단면으로 하는 것이 유리하다.

4.4 시설관리

(1) 시설 관리가 불충분해서 고장 등이 발생하면 분수, 배수, 집수 및 배수 등의 원활한 운영은 곤란하게 되어 수익자에게 피해를 주게 되므로 시설의 충분한 보수, 점검, 정비를 해서 항상 양호한 상태로 유지관리를 해야 한다. 이를 위해 시설 등의 운전점검, 정비에 필요한 시설도서, 시방서, 취급설명서, 시방계획서, 점검, 정비, 기록 등을 장치하여 관리자는 각 구조물 기기 등의 구조, 사용 상황 및 다른 시설물 등에 주는 영향을 충분히 이해하고 숙지하고 있어야 한다.

(2) 또 시설 등의 점검, 정비를 실시하는 경우에는 관계되는 다른 시설 등에 대해서 충분히 안전을 확인한 후에 작업을 실시해야 한다. 이와 같은 각 시설물 관리를 위해서는 적절한 관리체제와 보수점검계획을 세워서 각각 효율적으로 운영해야 한다.

4.4.1 관리계획

(1) 관리체제는 지역 전체의 용·배수 계통이나 다른 유역 등에 주는 영향 등을 충분히 고려하여 검토해야 한다. 특히 배수로계통에서 홍수시의 체제에 대해 충분한 안전대책을 도모할 수 있는 체제가 되어야 한다. 관리체제의 검토에 있어서는 일반적으로 다음 사항에 유의해야 한다.

① 지휘, 명령계통의 통일화

② 기동성 있는 체제

③ 전문 지식을 갖는 관리기술자의 확보

④ 말단까지의 물 정보를 신속하게 전달할 수 있는 계획

시설관리계획은 대체로 연간, 순간, 일간 관리계획의 3단계로 구성된다.

4.4.2 연(年) 관리계획

(1) 연간계획은 전년도까지의 관리, 운영의 반성 및 실적에 입각해서 관개기가 시작되기 전에 관리조직을 중심으로 몽리 대표자를 포함해서 작성한다. 논의 경우는 못자리, 써레질 용수, 생육과정에서의 물 사용, 중간낙수 등을 고려해서, 밭농사를 포함하는 경우는 그 작부체계에 의한 예상 용수량, 과수 등은 방제용수를 포함해서, 그 해의 용수의 예상배분계획을 작성한다. 또한 관개개시까지의 시설보수, 개수, 물 관리를 위한 인적 배치 등에 대한 계획을 세운다.

4.4.3 순(旬) 관리계획

(1) 이 계획 작성은 작물의 생육상황, 배수상황, 기상 및 수원에 관한 정보가 중요하다. 이들 정보 및 물 수요자로부터의 요청을 근거로 순간계획을 수립하여 수요자 대표에게 전달할 필요가 있다. 또한 동시에 수로시설의 보수가 있는 경우의 배수확보와 몽리자에의 협력요청 등을 포함한 것이 된다.

4.4.4 일(日) 관리계획

(1) 순 관리계획에 의해 나타난 당일의 예상 취수량을 최신 정보에 기초해서 확인 수정하고, 취수량, 분수량의 일(日)목표치를 설정한다.

4.4.5 순찰

(1) 수로의 순찰은 각 시설이 계획대로 작동해서 통수시설이 순조롭게 물이 흐르고 있는가를 눈으로 확인하는 것이며 자연 발생적 또는 인위적인 사고를 미연에 방지하고 또는 초기에 발견해서 피해를 최소한으로 멈추게 하여 수로의 안전을 도모하기 위해 실시하는 것이다. 순찰은 일반적으로 보통순찰과 특별순찰로 구분된다.

① 보통순찰

가. 보통순찰은 정기적으로 실시하는 순찰로서 각 시설의 작동상황, 수로중의 토사퇴적, 쓰레기의 퇴적상황 및 잡초의 상황 등을 파악함과 동시에 수로주변의 개발상황, 오염원의 발생유무 및 위험한 곳의 유무에 대해 그 상황을 순찰해서 확인한다.

나. 순찰에서는 순서, 시간, 횟수 및 긴급시의 연락체제 등에 대해 계획을 세워서 실시하는 것이 바람직하다.

② 특별순찰

가. 특별순찰은 태풍 등으로 경계체제를 발령했을 경우 또는 지진 등으로 이상상태가 발생한 경우 등에 특별히 실시하는 것이다.

나. 이 특별순찰은 긴급을 요하는 경우가 많으므로 현지에 급히 출동할 수 있는 체제를 갖추는 것이 중요하다.

4.4.6 점검

(1) 점검은 수로시설의 기능유지, 고장의 조기 발견 및 현황의 확인 등을 목적으로 실시하는 것으로서 다음의 3종류로 구분된다. 점검에서는 점검계획표 및 점검일지 등을 만들어 실시하는 것이 바람직하다.

① 일상점검

가. 일상점검은 육안에 의해 시설 각 부분의 작동상태를 확인하거나 기계 등의 간단한 점검을 하는 일 단위 정도의 평상시 업무이다.

② 정기점검

가. 정기점검은 일상점검보다는 상세한 육안으로 시설 각 부분의 열화 또는 고장 등을 방지하기 위해 실시하는 것으로서 일정한 기간마다 실시한다.

③ 임시점검

가. 임시점검은 재해가 예상되는 경우 장기간 사용하지 않았던 기기 등을 운전하는 경우 또는 지진이나 태풍 등의 재해가 발생한 직후에 실시하는 것이다. 점검내용은 작동상태의 확인 등 정기점검과 동일한 정도로 실시한다.

4.4.7 정비

(1) 정비는 고장발생의 미연방지, 고장 난 곳의 수리 및 기능의 열화방지 등을 도모하기 위해 실시하는 것으로서 다음의 3종류로 구분된다.

(2) 시설 분해 등은 가능한 한 입회를 해서 고장부분의 원인구명 및 대책 등을 기록하여 다음 점검 업무에 반영시키는 것이 좋다.

(3) 정비를 완료한 시설은 필요에 따라서 성능시험을 실시해서 기능회복을 확인한다. 정비결과 시설 및 그 자체를 수정할 필요가 있을 때는 손실마모 상황 및 긴급시 사용조작, 운전시간 등을 고려한 후에 갱신계획을 세워 나간다. 그리고 정비에는 정비계획표, 정비일지 및 정비양식 등을 작성해서 계획적으로 실시해야 한다.

① 일상정비

가. 일상정비는 주로 일상 점검시 발견한 이상이라든가 운전 조작시에 좋지 않았던 곳 등을 순찰 점검할 때 실시하는 정비이다.

② 정기정비

가. 정기정비는 기기 등의 전반적인 기능회복과 고장의 미연방지를 위해 실시하는 것으로서 전문가의 판단에 의하여 필요에 따라 분해작업에 의해 이용부분의 보수 또는 불량부품의 교체 등을 실시하는 것이며 연도별 정비실시계획표 등을 만들어서 실시한다. 정비주기는 그 시설의 가동상황, 각 부분의 점검 및 일상정비를 고려해서 사용정지기간에 의한 영향이 적은 시기 및 정비기간 등을 검토하여 정해야 한다.

③ 임시정비

가. 임시정비는 일상정비나 정기점검시의 이상에 대해 필요에 따라서 임시로 정비를 하는 것을 말한다.

4.4.8 관수로 시설

(1) 파이프라인을 구성하고 있는 제반시설은 기능을 만족시키기 위하여 항상 양호한 상태를 유지하면서 적절한 조작으로 시스템이 지장을 일으키지 않도록 관리해야 한다. 이를 위해 관리조직을 고려한 물 관리 계획을 수립하고, 시설의 조작, 보수 등의 기준을 작성하고, 적절하게 운용될 수 있도록 충분히 검토해야 한다. 그렇지 않으면 각 시설이 고도의 기술로 설치된 것일지라도 파이프라인 시스템의 기능이 부족하게 되어 관리단계에서 문제를 일으키게 된다.

① 송·배수 시설의 관리운영보수

가. 송·배수시설은 파이프라인의 기간시설이므로 만일 사고가 발생한 경우는 지역에 재해 및 농작물에 대한 피해를 입히기 때문에 이를 방지하기 위해서도 적절한 조작과 보수점검이 필요하다. 관리기록은 ① 관리일지, ② 기기별의 보수점검정비기록, ③ 운전조작기록 등으로 나누어 기록해서, 그 내용을 검토할 수 있도록 하여, 보수, 점검 기기의 변화를 파악할 수 있도록 해둔다. 또한 사무처리의 합리화를 위한 기기의 도입을 고려할 필요도 있다.

② 토사, 쓰레기 등의 배제

가. 토사, 쓰레기 등의 배제는 이토(泥土) 배제시설, 제진 시설을 유효하게 활용해서 파이프라인의 통수저해를 일으키지 않도록 적절하게 관리해야 한다. 일반적으로 팜폰드에서는 침전기능을 갖게 하지 않지만 침전물 등이 퇴적되는 경우가 있기 때문에 그 배제방법에 대해서도 배려해야 한다. 또한 쓰레기제거는 취수구에서의 대책이 제일 중요한데, 인위적으로 쓰레기를 투기하지 않더라도 자유수면에 바람으로 낙엽 등이 혼입되는 경우가 상당히 많기 때문에 팜폰드, 배출수조 등에 뚜껑을 설치하는 대책이 필요한 경우도 있다. 더욱 수초 등이 자유수면에 발생할 가능성도 높고, 특히 파이프라인은 말단의 살수파이프 등이 수초나 조류 등으로 막히는 경우가 많다. 이 때문에 취수장에서 뿐만 아니라 팜폰드에도 틈 사이가 촘촘한 스크린을 설치할 필요가 있다.

③ 사고와 대응조치

가. 수로 사고는 관체, 이음매, 혹은 부대구조물 등의 파괴에 의한 사고와 누수 사고로 대별할 수 있다. 누수사고는 응급조치를 강구할 수 있지만, 파괴 사고는 응급조치가 곤란한 경우가 많다.

4.4.9 암거 시설

(1) 고장과 보수

① 수갑에서 배수하는 물이 없을 때 또 수갑의 유출상태가 고르지 못하고 논이 과습할 때에는 암거관이나 수갑의 폐쇄 또는 파손, 암거관의 피복재료나 흡수공의 폐쇄, 시공시의 부주의로 인한 투수불량 등 고장을 예상할 수 있다.

② 토사유출이나 보호재가 막힌 것을 제거하려면 수갑을 닫아 암거관을 만수상태로 한 다음 수갑을 열어 수세에 의해 침적된 토사를 배제한다. 그밖에 제트노즐(jet nozzle)이나 펌프 등으로 물을 압송하여 제거할 수도 있다. 이와 같은 조치를 취해도 통수가 안 되면 파이프가 파손된 것으로 보아야 한다.

(2) 설계 및 시공이 불충분한 때의 조치

① 수갑을 개방하여 적당한 배수량이 있는데도 논이 과습한 경우에는 암거의 간격이 과대하거나 통수단면이 과소한 경우가 많다. 이러한 경우에는 현지를 면밀히 조사한 후에 재시공하거나 필요에 따라 보조암거를 시공해야 한다.

(3) 수갑의 유지관리

① 수갑을 닫았을 때 물이 분출하는 경우에는 이음매가 불완전하거나 파이프에 파손에 의한 것이므로 신속하게 보수해야 한다. 또한, 수갑으로부터 누수가 있을 경우에는 이음매를 점토나 모르타르로 그 둘레를 발라 막는 등의 조치를 취해야 한다. 그밖에 수갑 조작의 일반적인 유의사항은 다음과 같다.

가. 수갑의 폐쇄는 상류에서 하류 쪽으로, 수갑의 개방은 하류에서 상류 쪽으로 향해 실시한다.

나. 써레질 전의 수갑의 조작은 용수 또는 답리작의 상황 등에 따라 다르지만, 지장이 없는 한 일찍 닫아서 지하수위 상승을 도모한다.

다. 논에 대한 관개는 수갑을 모두 닫은 다음, 될 수 있는 대로 1주야 이상 경과한 후에 실시한다.

4.4.10 기타 유의사항

(1) 암거 배수조직의 배치도는 장기간 보존함과 동시에 관리자와 이용자에게 확실히 알려주고, 또한 필요한 위치에 암거 매설표지를 세워 보수·관리하기에 편리하도록 해야 한다.

(2) 암거를 시공한 해에는 담수할 때 과대한 누수를 방지하기 위하여 흡수거나 집수거가 묻혀 있는 곳을 써레질할 경우 조심해야 한다.

(3) 배수거나 수로의 바닥·도로·제방 밑 등에 부설되었던 곳을 재공사하는 경우에는 관의 파손·이동·침하 등이 생기지 않도록 주의해야 한다.

(4) 암거의 수갑조작에 의한 청소는 1년에 2회, 즉, 써레질하기 전과 낙수기에 하도록 한다.

(5) 배수로의 비탈면의 보수와 토사의 제거는 1년에 2회, 즉 봄철의 통수 전과 가을철의 낙수 후에 실시한다.

4.5 친환경 수로의 유지관리

4.5.1 유지관리의 목적 및 범위

(1) 친환경적 용배수로의 유지관리는 정기적 유지관리와 비정기적 유지관리로 구분하여 계획을 수립한다.

① 친환경적 수로정비가 이루어진 수로에서 이·치수기능과 조화를 이루면서 수로환경기능을 확보하고 보전해 나가기 위해서는 장기적이고 종합적인 유지 및 관리가 이루어지도록 하여야 한다.

② 인위적으로 조성된 수로가 본연의 기능을 수행할 수 있을 때까지는 일정기간이 필요하며, 그 기간 안에 발생한 여러 가지 방해물은 적절히 제거하고 파괴된 곳은 보수하여야 한다. 이와 같은 수로관리를 환경친화적 수로의 유지관리라 하며, 유지관리는 수로계획 및 설계에 반영하여야 한다.

③ 유지관리의 공간적 범위는 저수로를 비롯한 수변, 제방 및 시설물이며, 기능적 관리범위는 수리적 안정성, 생태적 기능성, 자연적 경관성 및 공간적 이용을 포함한다. 유지관리는 일의 내용에 따라서 다음과 같이 정기적 유지관리와 비정기적 유지관리로 구분할 수 있다.

가. 정기적 유지관리 : 제초, 토사제거, 수목전정

나. 비정기적 유지관리 : 예기치 못한 침식 또는 퇴적으로 이·치수상의 문제가 발생한 경우, 시설물이 파괴된 경우, 기타 친환경 수로에 유리하지 못한 현상이 나타난 경우

4.6 유지관리 내용

(1) 친환경적 용배수로의 유지관리 내용은 수로, 제방 및 기타 시설물로 구분하여 유지관리계획을 수립한다.

① 수로

가. 제초계획 수립

(가) 저수로내의 유속이 느린 구간에는 여러 가지 수생식물, 조류(alage) 및 생물들이 번식하며 때로는 수중생물들이 유속을 방해하는 경우가 있다. 또한 죽은 식물들이 완전히 분해되지 못하게 되면 수질을 악화시키는 요인이 된다. 따라서 너무 많은 양의 수생식물이 출현하였을 경우를 대비하여 년 1 ~ 2회 일정구간에 대해 제초계획을 수립할 필요가 있다.

나. 수로준설계획 수립

(가) 다양한 원인에 의해 발생되는 수로내 토사를 처리할 수 있는 방안을 강구한 후, 인력 및 기계를 이용한 수로준설계획을 수립한다.

② 제방

가. 제방은 침수피해를 막기 위해 만든 중요한 시설물로서 지속적인 관찰계획을 수립하여

훼손된 곳이 방치되지 않도록 한다. 제방의 특성, 즉 재료의 종류에 따라 유지관리가 다르므로 이에 적합한 계획이 수립되어야 한다.

③ 기타 시설물

가. 해당 수로시설물의 내구연한 등을 고려하여 수로시설물의 유지관리를 위한 규칙적인 점검계획을 수립한다.



집필위원	분야	성명	소속	직급
	관개배수	김선주	한국농공학회	교수
	농업환경	박종화	한국농공학회	교수
	토질공학	유 찬	한국농공학회	교수
	구조재료	박찬기	한국농공학회	교수
	수자원정보	권형중	한국농공학회	책임연구원

자문위원	분야	성명	소속
	농촌계획	손재권	전북대학교
	수자원공학	윤광식	전남대학교
	지역계획	김기성	강원대학교
	수자원공학	노재경	충남대학교
	농지공학	최경숙	경북대학교
	관개배수	최진용	서울대학교

건설기준위원회	분야	성명	소속
	총괄	한준희	농림축산식품부
	농업용댐	오수훈	한국농어촌공사
	농지관개	박재수	농림축산식품부
	농지배수	송창섭	충북대학교
	용배수로	정민철	한국농어촌공사
	농도	조재홍	한국농어촌공사 본사
	개간	백원진	전남대학교
	농지관개	이현우	경북대학교
	농지배수	남상운	충남대학교
	취입보	김선주	건국대학교
	양배수장	정상옥	경북대학교
	경지정리	유 찬	경상대학교
	농업용관수로	박태선	한국농어촌공사 본사
	농업용댐	손재권	전북대학교
	농지배수	김정호	다산컨설턴트
	농지보전	박종화	충북대학교
	농업용댐	김성준	건국대학교
	해면간척	박찬기	공주대학교
	농업수질및환경	이희억	한국농어촌공사 본사
	취입보	박진현	한국농어촌공사 본사

중앙건설기술심의위원회	성명	소속
	이태옥	평화엔지니어링
	성배경	건설교통신기술협회
	김영환	한국시설안전공단
	김영근	건화
	조의섭	동부엔지니어링
	김영숙	국민대학교
	이상덕	아주대학교

농림축산식품부	성명	소속	직책
	한준희	농업기반과	과장
	박재수	농업기반과	서기관

설계기준
KDS 67 20 90 : 2018

용배수로 유지관리

2018년 04월 24일 발행

농림축산식품부

관련단체 한국농어촌공사
58217 전라남도 나주시 그린로 20(빛가람동 358) 한국농어촌공사
☎ 061-338-5114 E-mail : webmaster@ekr.or.kr
http://www.ekr.or.kr

(작성기관) 한국농공학회
06130 서울시 강남구 테헤란로 7길 22(역삼동 365-4) 과학기술회관 본관 205호
☎ 02-562-3627 E-mail : j6348h@hanmail.net
http://www.ksae.re.kr

국가건설기준센터
10223 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283(대화동)
☎ 031-910-0444 E-mail : kcsc@kict.re.kr
http://www.kcsc.re.kr

※ 이 책의 내용을 무단전재하거나 복제할 경우 저작권법의 규제를 받게 됩니다.

KDS 67 25 05 : 2018

농업용 관수로 일반사항

2018년 04월 24일 제정
http://www.kcsc.re.kr

농림축산식품부



건설기준 코드 제·개정에 따른 경과 조치

이 코드는 발간 시점부터 이미 시행 중에 있는 설계용역이나 건설공사에 대하여 발주기관의 장이 필요하다고 인정하는 경우 종전에 적용하고 있는 기준을 그대로 사용할 수 있습니다.

건설기준 코드 제·개정 연혁

- 이 기준은 KDS 67 25 05 : 2018 으로 2018년 04월에 제정하였다.
- 이 기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 건설기준 간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.
- 이 기준의 제·개정 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요사항	제·개정 (년. 월)
농업생산기반정비사업 계획설계기준 관수로편	• 농업생산기반정비사업 계획설계기준 관수로편 제정 • 기존의 농업용관수로 설계, 시공, 유지관리 지침(2001)을 근거로 제정	제정 (2009. 12)
KDS 67 25 05 : 2018	• 국토교통부 고시 제2013-640호의 “건설공사기준 코드체계” 전환에 따른 건설기준을 코드로 정비 (농업생산기반정비사업 계획설계기준 수로공편 및 수로터널편 합본) • 건설기술진흥법 제44조 및 제44조의 2에 의거하여 중앙건설심의위원회 심의· 의결	제정 (2018. 04)

제 정 : 2018년 04월 24일
심 의 : 중앙건설기술심의위원회
소관부서 : 농림축산식품부 농업기반과
관련단체(작성기관) : 한국농어촌공사(한국농공학회)

개 정 : 년 월 일
자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회

목 차

1. 일반사항 ····· 1
1.1 목적 ····· 1
1.2 적용범위 ····· 1
1.3 참고기준 ····· 2
1.4 용어의 정의 ····· 2
1.5 기호의 정의 ····· 2
1.6 농업용 관수로의 정의 ····· 2
1.7 농업용 관수로의 분류 ····· 2
1.8 농업용 관수로의 기본특성 ····· 2
1.9 관련법령 ····· 4
2. 조사 및 계획 ····· 5
3. 재료 ····· 5
4. 설계 ····· 5
4.1 설계의 기본 ····· 5

농업용 관수로 일반사항

1. 일반사항

1.1 목적

(1) 이 코드는 농어촌정비법에 근거한 농업생산기반정비사업으로 신설 또는 개수하는 농업용관수로의 계획, 설계, 시공 및 관리에 있어 준수해야 할 일반적 사항을 규정한 것이다.

1.2 적용범위

(1) 이 코드는 농업용 관수로의 1) 송·배수계 관수로, 2) 관종 및 관경, 3) 수압, 4) 대상유체, 5) 부대시설을 안전하고 경제적으로 설계하는데 필요한 표준이 되는 기술기준을 정한 것으로, 농업용 관수로에 대하여 적용한다.

(2) 코드 내용은 기술수준의 향상 또는 기타 필요에 따라 개정하여 시행하며, 적용이 적합하지 않은 경우에는 기준이 손상되지 않는 범위 내에서 기술심의 및 자문 등으로 실무지침을 정하여 운용할 수 있다.

1.2.1 송·배수계 관수로

(1) 송·배수계 관수로는 직관, 이형관 및 이음 등으로 구성되며 기성관을 사용한 매설압력 관로를 표준으로 한다.

1.2.2 관종 및 관경

(1) 관종은 수리조건, 구조조건 및 시공조건 등에 적합한 기성관을 대상으로 하며 관경은 3,000㎜까지 적용한다.

① 농업용 관수로에서는 기성관을 사용한다.

② 관은 강성관과 연성관으로 구분하는데 관체의 허용변형률(allowable deflection)이 3% 미만인 것을 강성관(rigid pipe), 3% 이상인 것을 연성관(flexible pipe)으로 구분한다.

1.2.3 수압

(1) 관수로설계에 있어 최대 사용 정수두는 100m 이내로 한다.

① 관수로 시설에 사용하는 제수밸브, 공기밸브 등의 기기류는 경제성과 유지관리 등을 고려하여 KS규격 등에 적합한 제품을 사용한다.

② 최대 사용 정수두가 100m를 초과하는 경우에는 구조물의 중요도 등을 고려하여 관의 내압강도 및 수밀성 등에 대해서 정밀 검토해야 한다.

1.2.4 대상 유체

(1) 대상 유체는 관개용수로 사용하는 농촌용수를 대상으로 한다. 한편 말단포장에서는 다목적 관개에도 사용될 수 있으므로 가축분뇨, 액비 및 오물액 등의 수송을 목적으로 할 때는 마모, 부식, 침전 및 부착 등에 대해서도 검토해야 한다.

1.2.5 부대시설

(1) 부대시설은 송·배수계 관수로를 제외한 조정, 조압, 펌프, 분수, 계량, 통기, 보호, 안전, 관리시설과 기타 관련 수리시설 등을 총칭한다.

1.3 참고 기준

· 농업생산기반정비사업계획 설계기준, 2004 : 수로편
· 농업생산기반정비사업계획 설계기준, 2009 : 관수로편
· 농업생산기반정비사업계획 설계기준, 용배수로편 용배수로 일반사항 (KDS 67 20 05 : 2017)

1.4 용어의 정의

· 내용 없음

1.5 기호의 정의

· 내용 없음

1.6 농업용 관수로의 정의

(1) 농업용 관수로는 농어촌용수를 수원공 시설에서 말단포장까지 필요한 수량을 필요한 시기에 필요한 지점까지 필요한 압력으로 안전하고 확실하게 공급할 수 있는 압력관로의 수로조직을 말하며 관로와 부대시설로 구성된다.

1.7 농업용 관수로의 분류

(1) 관수로는 기구형식에 따라 개방형 폐쇄형 반폐쇄형으로 분류하고, 배관방식에 따라서는 가지식(brench)과 관망식(loop)으로 분류한다.
(2) 송배수방식에 따라 자연압력식과 펌프압력식으로 구분되는데 펌프압력식은 배수조식 압력수조식 직송식으로 다시 분류되고, 관수로 내의 수압에 따라 고압식과 저압식으로 분류한다.

1.8 농업용 관수로의 기본특성

1.8.1 구조적 특성

(1) 농업용 관수로는 아래와 같은 기술적 특징 때문에 상수도나 송유관 등과는 다르므로 관로계획이나 각종 부대시설의 계획 수립시에 세심한 주의가 필요하다.

① 관수로의 형식 및 물의 사용방법에 따라서 유수의 중단과 계속 상태가 반복하여 일어날 수 있다. 이것은 관수로의 기능이나 안전성이 떨어지고 관리측면에 주의가 필요하다.

② 농업용수의 수질은 상수도와 달라서 미세한 모래, 쓰레기, 부유물, 찌꺼기 등이 함유되어 있기 때문에 유량계 등의 계기류 선정 또는 구조, 형상 및 배제 시설의 배치를 충분히 검토하여야 한다.

③ 농업용수의 사용목적, 형태, 관리체계 등은 개발지역의 상태에 따라 다르므로 해당지역에 가장 적합한 관리체계를 고려하는 것이 중요하다. 또 노선 선정에서 개수로 보다 관수로가 지형여건의 제약이 적어 개수로로 송수가 어려운 지역의 송수가 가능하므로 중산간지역의 개발도 가능하다.

④ 논의 관개와 스프링클러에 의한 밭관개는 포장에서의 필요수압이 다르므로 조압시설의 배치, 규모, 구조 및 물 관리방법 등을 충분히 검토하여 소요압력을 확보할 수 있는 시스템의 선정이 필요하다.

⑤ 필요한 장치 등을 첨가함에 따라 시비(施肥), 약제 살포 등 다목적 관수로 이용으로 농민들이 회피하는 농약살포 작업이 가능하고 인건비 등 영농비를 절약할 수 있다.

⑥ 통수능력의 여유에 한계가 있고, 매설관로와 점검이 어렵고 정밀한 제진시설이 필요한 것 등의 문제점도 있다.

1.8.2 용수이용 측면의 특성

(1) 관수로 시스템은 논 관개용, 밭관개용 및 논밭 병용 관수로 시스템으로 분류된다. 논 관개용 관수로 시스템은 일반적으로 저압에서 사용되는 것이 많으며 밭관개용 관수로 시스템의 경우는 고압에서 사용되는 것이 많다. 이러한 관수로 시스템의 설계에 있어서는 각각의 물 사용조건을 충분히 파악해서 수두배분 및 통수단면을 검토해야 한다.

(2) 용수이용의 목적으로부터 본 기본특성은 다음과 같다.

① 논 관개용 관수로의 특성

가. 논에 있어서 송·배수의 양은 써레질 용수 때의 최대치와 보통 관개기의 사용수량과의 사이에 커다란 차가 있다. 더욱이 지구내의 포장에 설치된 급수전의 가동률이 밭 관개에 비해서 높으며 장시간 계속된다. 따라서 시스템의 설계에 있어서는 관수로가 지배하는 지구의 말단부에서 써레질을 하는 경우뿐만이 아니고 보통 관개기에도 관수로의 압력관리가 가능할 것인가를 검토할 필요가 있다.

나. 급수량은 급수전 지점의 작은 압력 수두차에 의해 크게 영향을 받는다. 이 때문에 논의 배수(配水)블록의 크기는 일반적으로 유량과 압력조정의 관점에서 100ha의 경우 4 ~ 5 블록으로 분할해서 송수하고 각 블록입구에 압력 또는 유량조절 밸브를 설치하는 것이 중요하다.

다. 관수로의 유황은 급수전 또는 살수전의 개폐조작 상황에 따라서 대단히 짧은 시간에 변화한다. 이것에 대해서 종래의 개수로계를 중심으로 한 간선 송수계에서는 수원의 상황으로부터 판단하여 취수량을 정하고 이 수량을 하류에 송수하여 분수공에서 각 수혜지에 배분하는 조작을 해왔다. 이 조작에서는 취구수로부터 떨어진 분수공은 그 지점까지

물이 내려오는 동안 기다려야 하며 그 시간은 관수로에 비해서 대단히 길다.

라. 취수량과 실사용량과의 차이는 개수로계가 도중에 설치된 여수로를 통해서 방류 조정되는 것에 비해 관수로에서는 취수구에서 취수 조정된다. 이것은 간선수로부에서도 말단 배수블록과 같이 하류의 영향을 받는 설계가 된다. 그러나 개별 급수전의 개폐에 의한 미세자문의견 반영한 변화를 취수량에 반영시키려면 관수로 도중의 감압수조 밸브 등의 조작방법을 고려할 필요가 생기며 경우에 따라서는 피크사용량에 맞춘 취수량 확보가 요구되며, 급수전에서는 관개 불량 개소가 발생하므로 이런 경우에는 팜폰드나 조정지를 설치하면 좋다. 이러한 시설의 조정기능은 수원인 하천, 댐 등의 상황에 규제 받지 않는 송배수 조작을 가능하게 한다.

② 밭 관개용 관수로의 특성

가. 밭에 있어서 송배수의 특징은 사용시간과 휴지시간이 명확히 구별된다는 것이다. 일반적으로 물 관리 계획상 1일에 16～18시간의 물 사용과 8～6시간의 사용 정지시간이 있다. 이 정지 시간 내에 급수전까지의 관로에 공기가 차지 않도록 비우는 것을 방지하여야 한다.

나. 관개블록 내에서는 윤환관개계획에 따라 해당 급수전만을 가동하는 것이 원칙이다. 전체의 급수전으로부터 본다면 가동률은 낮아지지만 병충해 방제 등의 다목적 이용 지역에서는 보다 짧은 시간에 급수전에 통수하는 것이 통례이다. 이 경우 논 관개용 관수로와 같이 말단부의 급수전에서 필요한 압력을 확보할 수 있게 배려한다.

③ 병용 관수로의 특성

가. 논과 밭이 혼합되어 있는 지구 등의 경우 밭 관개에 대해서는 급수전에서 고압을 필요로 하기 때문에 관수로 전체로서는 고압 관수로가 되며 논 관개에 관하여 감압대책이 필요하다.

나. 단위수량이 크고 24시간 급수하는 논 용수와 단위용수량이 적고 시간에 따라 급수하는 밭 용수와는 성격이 다르다. 이 때문에 병용 관수로의 물 관리는 용이하지 않으며 특히, 펌프양수의 경우에는 유지관리비를 고려해서 송배수방식을 결정할 필요가 있다.

다. 어쩔 수 없이 고압으로 송배수하는 방식을 채용하는 경우에는 논의 급수전 또는 논에의 분기관로의 입구 지점 등에 감압 특성이 좋은 조압시설, 유량 제어밸브의 설치를 검토할 필요가 있다.

1.8.3 유량 및 운용관리 측면의 특성

(1) 관수로 시스템의 설계시는 용수이용계획에 기초한 계획 최대유량을 통수시킬 수 있게 수두배분 및 통수단면을 결정함과 동시에 운용관리를 충분히 고려한다.

1.9 관련법령

(1) 수로는 하천, 호소, 바다 등에 접속하는 장대한 구조이며 그 노선도 광역에 걸쳐 있으므로, 설계시에는 하천법 등과 같은 여러 법령에 있는 수로건설과 관련된 규정을 준수하여야 한다.

(2) 수로 건설에 관련된 법령은 다음과 같은 것들이 있다.
① 하천법 ② 도로법 ③ 농어촌도로정비법 ④ 산업입지 및 개발에 관한 법률 ⑤ 자연공원법 ⑥ 내수면어업법 ⑦ 도시공원법 ⑧ 국토의 계획 및 이용에 관한 법률 ⑨ 광업법 ⑩ 공유수면매립법 ⑪ 공유수면관리법 ⑫ 방조제관리법 ⑬ 항만법 ⑭ 산업안전보건법 ⑮ 폐기물관리법 ⑯ 근로기준법 ⑰ 지하수법 ⑱ 농어촌정비법 ⑲ 농지법 ⑳ 자연환경보전법 등이고,

(3) 농업용 관수로와 관련된 법령은 ① 농어촌정비법 ② 한국농어촌공사 및 농지관리기금법 ③ 수질및수생태계 보전법 ④ 자연재해대책법 ⑤ 건설기술관리법 ⑥ 산업안전보건법 ⑦ 전기사업법 ⑧ 전기통신사업법 ⑨ 전파법 등이며, 규정 및 지침은 ① 농업기반시설 관리규정 ② 농업용수 수질관리지침 ③ 전기안전관리 업무처리 지침 ④ 한국전력공사 전기공급 규정 ⑤ 한국산업규격 등이다.

2. 조사 및 계획

· 내용 없음

3. 재료

· 내용 없음

4. 설계

4.1 설계의 기본

(1) 설계는 농업용 관수로에 필요한 기능과 안전성을 갖는 한편 경제적 시설인 동시에 환경에 부합되도록 시행하는 것을 기본으로 한다. 이 경우 관계법규 등을 준수해야 한다.

집필위원	분야	성명	소속	직급
	관개배수	김선주	한국농공학회	교수
	농업환경	박종화	한국농공학회	교수
	토질공학	유 찬	한국농공학회	교수
	구조재료	박찬기	한국농공학회	교수
	수자원정보	권형중	한국농공학회	책임연구원

자문위원	분야	성명	소속
	농촌계획	손재권	전북대학교
	수자원공학	윤광식	전남대학교
	지역계획	김기성	강원대학교
	수자원공학	노재경	충남대학교
	농지공학	최경숙	경북대학교
	관개배수	최진용	서울대학교

건설기준위원회	분야	성명	소속
	총괄	한준희	농림축산식품부
	농업용댐	오수훈	한국농어촌공사
	농지관개	박재수	농림축산식품부
	농지배수	송창섭	충북대학교
	용배수로	정민철	한국농어촌공사
	농도	조재홍	한국농어촌공사 본사
	개간	백원진	전남대학교
	농지관개	이현우	경북대학교
	농지배수	남상운	충남대학교
	취입보	김선주	건국대학교
	양배수장	정상옥	경북대학교
	경지정리	유 찬	경상대학교
	농업용관수로	박태선	한국농어촌공사 본사
	농업용댐	손재권	전북대학교
	농지배수	김정호	다산컨설턴트
	농지보전	박종화	충북대학교
	농업용댐	김성준	건국대학교
	해면간척	박찬기	공주대학교
	농업수질및환경	이희억	한국농어촌공사 본사
	취입보	박진현	한국농어촌공사 본사

중앙건설기술심의위원회	성명	소속
	이태옥	평화엔지니어링
	성배경	건설교통신기술협회
	김영환	한국시설안전공단
	김영근	건화
	조의섭	동부엔지니어링
	김영숙	국민대학교
	이상덕	아주대학교

농림축산식품부	성명	소속	직책
	한준희	농업기반과	과장
	박재수	농업기반과	서기관

설계기준
KDS 67 25 05 : 2018

농업용 관수로 일반사항

2018년 04월 24일 발행

농림축산식품부

관련단체 한국농어촌공사
58217 전라남도 나주시 그린로 20(빛가람동 358) 한국농어촌공사
☎ 061-338-5114 E-mail : webmaster@ekr.or.kr
http://www.ekr.or.kr

(작성기관) 한국농공학회
06130 서울시 강남구 테헤란로 7길 22(역삼동 365-4) 과학기술회관 본관 205호
☎ 02-562-3627 E-mail : j6348h@hanmail.net
http://www.ksae.re.kr

국가건설기준센터
10223 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283(대화동)
☎ 031-910-0444 E-mail : kcsc@kict.re.kr
http://www.kcsc.re.kr

※ 이 책의 내용을 무단전재하거나 복제할 경우 저작권법의 규제를 받게 됩니다.

KDS 67 25 15 : 2018

농업용 관수로 조사

2018년 04월 24일 제정
http://www.kcsc.re.kr

농림축산식품부



건설기준 코드 제·개정에 따른 경과 조치

이 코드는 발간 시점부터 이미 시행 중에 있는 설계용역이나 건설공사에 대하여 발주기관의 장이 필요하다고 인정하는 경우 종전에 적용하고 있는 기준을 그대로 사용할 수 있습니다.

건설기준 코드 제·개정 연혁

- 이 기준은 KDS 67 25 15 : 2018 으로 2018년 04월에 제정하였다.
- 이 기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 건설기준 간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.
- 이 기준의 제·개정 연혁은 다음과 같다.

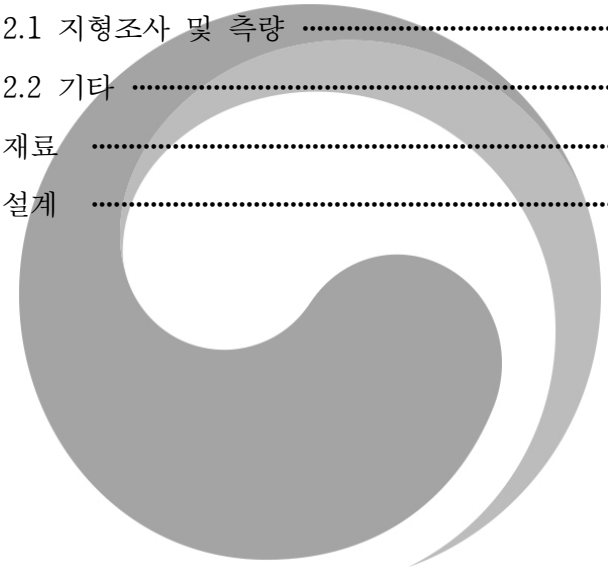
건설기준	주요사항	제·개정 (년. 월)
농업생산기반정비사업 계획설계기준 관수로편	• 농업생산기반정비사업 계획설계기준 관수로편 제정 • 기존의 농업용관수로 설계, 시공, 유지관리 지침(2001)을 근거로 제정	제정 (2009. 12)
KDS 67 25 15 : 2018	• 국토교통부 고시 제2013-640호의 “건설공사기준 코드체계” 전환에 따른 건설기준을 코드로 정비 (농업생산기반정비사업 계획설계기준 수로공편 및 수로터널편 합본) • 건설기술진흥법 제44조 및 제44조의 2에 의거하여 중앙건설심의위원회 심의· 의결	제정 (2018. 04)

제 정 : 2018년 04월 24일
심 의 : 중앙건설기술심의위원회
소관부서 : 농림축산식품부 농업기반과
관련단체(작성기관) : 한국농어촌공사(한국농공학회)

개 정 : 년 월 일
자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회

목 차

1. 일반사항 ····· 1
1.1 목적 ····· 1
1.2 적용 범위 ····· 1
1.3 참고 기준 ····· 1
1.4 용어의 정의 ····· 1
1.5 기호의 정의 ····· 1
1.6 조사계획 ····· 1
1.7 조사의 단계 ····· 2
1.8 조사 항목 ····· 3
2. 조사 및 계획 ····· 4
2.1 지형조사 및 측량 ····· 5
2.2 기타 ····· 5
3. 재료 ····· 5
4. 설계 ····· 5



농업용 관수로 조사

1. 일반사항

관수로 시스템 계획에 필요한 자료의 수집이나 조사는 관수로의 노선선정, 공종의 결정, 각 시설의 설계, 시공계획 및 시설 관리에 필요한 기초자료를 얻기 위한 것이므로 조사 내용과 수준을 포함한 조사계획에 따라 순차적으로 실시해야 한다.

1.1 목적

· 내용 없음

1.2 적용 범위

· 내용 없음

1.3 참고 기준

· 농업생산기반정비사업 계획 설계기준, 1998 : 관개편
· 농업생산기반정비사업계획 설계기준, 2004 : 수로편
· 농업생산기반정비사업계획 설계기준, 2009 : 관수로편
· 농업생산기반정비사업계획 설계기준, 용배수로편 용배수로 설계 조사(KDS 67 20 10 : 2017)

1.4 용어의 정의

· 내용 없음

1.5 기호의 정의

· 내용 없음

1.6 조사계획

(1) 조사는 큰 항목에서 세부항목으로 진행하는 것이 일반적이지만 단계에 따라 조사항목, 범위, 방침, 내용, 정밀도 등을 다룰 수 있다. 그래서 해당 관수로에 필요한 조사가 되도록 사전에 충분히 조사계획을 수립하고 그것에 따라 조사를 추진한다.

(2) 관수로의 조사에는 계획, 설계, 시공, 유지관리, 그 밖의 조건에 따라 필요한 조사가 있다. 조사 내용은 ① 자료의 수집·청취, ② 답사, ③ 현지조사·측량·현지시험·현지관측, ④ 실내실험, ⑤ 시험시공·시공후의 관측, ⑥ 보충조사 등이 있다.

(3) 조사는 단지 기술적인 문제뿐만 아니라 광범위한 사회적 영향 때문에 제약을 받는 경우가 많

다. 조사 개시부터 공사시공까지 장기간이므로 각 단계에서 착오를 방지하기 위해 수시로 보완하여 실시해야 한다. 조사의 단계구분은 사업실시 순서와 같이 ① 계획조사, ② 전체 설계조사, ③ 공사 실시조사, ④ 보충조사로 구분한다.

1.7 조사의 단계

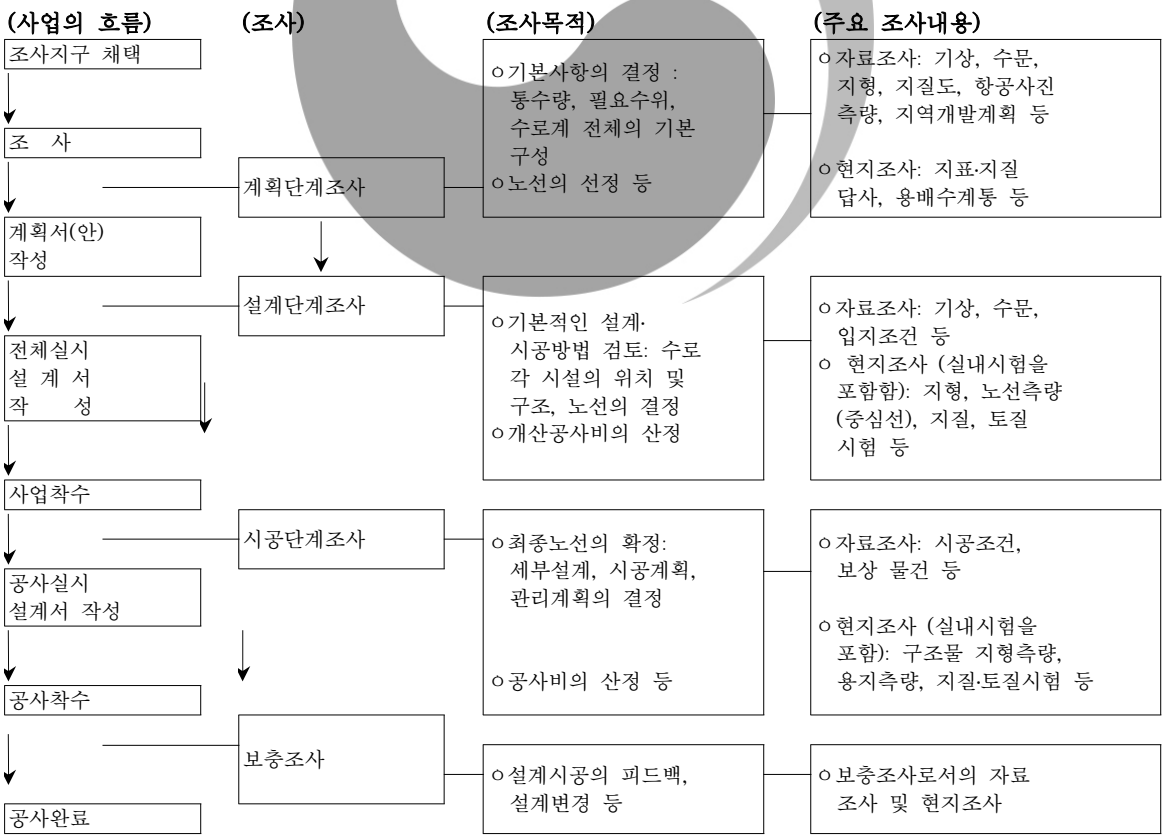
1.7.1 계획조사 단계

(1) 계획조사는 수로계의 기본적인 계획을 개략적으로 정하기 위한 조사로서 기상, 수문, 지형, 지질, 입지조건 등에 대해서 기존의 자료들을 광범위하게 검토함과 동시에 현지답사나 기타 필요한 조사를 병행하여 몇 개의 후보노선을 비교 검토한 결과에 따라서 2~3개 안의 노선을 정한다.

1.7.2 전체설계조사 단계

(1) 전체설계조사는 전체실시설계 등을 행하기 위한 조사이며, 계획조사에서 구한 노선을 확정하고, 기본적인 설계·시공 및 개산공사비 등의 검토에 필요한 자료를 수집하기 위한 측량, 현지조사, 토질시험 등을 행한다. 이 단계에서는 수로의 최종적인 기본계획을 책정한다.

(2) 계획책정 후에 사회 정세의 변화와 기술 발전 등에 따라서 계획의 수정이 필요한 경우도 생길 수 있지만 기본적인 사항은 변경되지 않도록 충분히 조사를 실시한다.



<그림 1.7-1> 조사의 순서

1.7.3 공사실시조사 단계

(1) 공사실시조사는 공사 실시를 위한 조사로서 전체설계조사 결과를 기초로 세밀한 설계, 공사비의 산정 및 시공계획의 검토를 하는데 필요한 자료를 수집하는 것으로, 측량, 현지조사, 토질시험 등을 실시한다.

1.7.4 보충조사

(1) 보충조사는 공사착수 후, 당초에 비해 큰 차이가 있는 현장 조건, 예측하지 못한 사태가 발생하는 경우, 자연적 또는 사회적인 조건에 따라 수로구조물의 위치나 구조의 재검토가 필요한 경우 그리고 상세한 조사가 필요한 사항에 대한 자료를 얻기 위한 조사이다.

1.8 조사 항목

관수로 계획 및 시공을 위한 조사는 단계마다 필요한 조사항목을 사전에 설정하여 적절한 순서와 방법에 의해 합리적이고 효율적으로 행한다.

1.8.1 계획에 관한 조사항목

(1) 사업계획의 책정에 필요한 조사항목은 주로 지구내외의 상황, 다른 사업과의 관련, 각종 지역계획, 기왕의 자료에서 얻은 다양한 정보 등을 확인하고 검토한다.

① 지구의 범위 ② 용배수 계통 현황
③ 용배수 시설 현황 ④ 용배수 관행
⑤ 장기 물수요 전망 ⑥ 농업용수 합리화의 가능성
⑦ 토지이용상황 ⑧ 지역 및 지구의 사회, 경제, 영농개황
⑨ 하천유황 실태 ⑩ 다른 사업과의 관련
⑪ 지역개발 계획

1.8.2 설계·시공에 관한 조사항목

(1) 구체적인 설계 · 시공계획 결정에 필요한 기초 자료를 얻기 위한 조사항목이며, 주로 자연조건, 입지조건 등을 파악한다.

① 지형
② 지질, 토질
③ 기상, 수문 (기온, 강수, 강설, 수위, 유량, 조위, 하천상황, 지하수위)
④ 입지조건 (사회적 조건, 시공조건, 환경조건)

1.8.3 관리에 관한 조사 항목

(1) 관수로 건설후의 관리방식, 관리시설 등을 결정하기 위하여 필요한 조사항목이며, 장래 관리체제의 구상에 기초하여, 인근 유사지구의 사례, 관리기구류 등의 조사를 한다.

① 기상, 수문
② 하천의 상황
③ 관측, 제어, 통신, 기록설비의 기초자료
④ 기존 관수로의 물관리 시스템 및 관리 데이터
⑤ 관수로 완성후의 물 관리형태 및 관리수준
⑥ 도로상황, 교통량 등

1.8.4 관련 사업 조사 및 유관기관 협의

(1) 지구 및 그 주변에 대하여 시행 또는 계획 중인 다른 사업의 내용을 조사하여, 사업과 직접 또는 간접적으로 관련되는 사항은 그 사업내용을 상세히 조사하여 계획을 수립해야 한다. 주요 관련사업 등의 조사내용은 농업진흥지역 정비계획, 도시화구역·용도지역 등 농업 이외의 용도 사업계획, 농업생산정비사업, 하천개수사업, 정부·시군의 도로개수, 신설사업, 영농기계의 도입, 시설 설치 사업 및 기타 농업시책에 관한 사업 등이다.

(2) 또한, 지방자치단체, 한국수자원공사 등 관련 유관기관과 관수로 공사를 위하여 계획에 반영할 사항 등을 협의한다. 지방자치단체 및 관련 유관기관에서 파악하고 있는 제약 여건 유무와 타 사업계획의 유무, 기득권의 설정 유무 등을 조사하여 처리대책을 협의하고, 관련법과의 관계에서 저촉 여부와 제약여건을 조사하고 대책을 협의한다.

1.8.5 기타 조사항목

(1) 공사실시 및 유지관리에 필요한 용지 취득 또는 보상, 자연환경, 사회 · 생활환경, 역사 · 문화환경 등에 관한 조사이며, 공사 장소뿐만 아니라 공사의 영향을 받는 모든 범위를 대상으로 한다.
① 보상조사
② 환경조사 (자연, 사회생활)
③ 유적 · 문화재 조사

2. 조사 및 계획

관수로를 설계할 때에는 현지 사정을 파악하기 위해 되도록 많은 자료를 수집해야 하며 대표적인 자료는 지형도, 토양도, 기상 등 수문자료, 재해자료, 지하매설물, 유사한 공사 기록 등이 있다.

<표 2.1-1> 단계별 측량내용과 정밀도

조사구분	기 본 조 사	실 시 조 사	비 고
측량방법	지형도에 의한 지상측량	현지 지상 측량	○ 본 표는 조사단계별로 필요한 일반적인 표준을 표시한 것이며 현지 여건에 따라 조정할 수 있다. ○ 종단도와 평면도는 동일축척으로 동일도면상에 표시하면 편리하다.
지형도 범위	관개지역 전체	노선 양쪽 25m씩	
측점간격	임 의	측점간 10 ~ 100m	
지형도 축적	1/5,000 ~ 1/10,000	1/500 ~ 1/5,000	
등고선 간격	0.2m ~ 1.0m	0.2m ~ 1.0m	
관련 측량도	종단도 횡:1/500 ~ 1/5,000 종:1/100 ~ 1/500	종단도 횡: 1/500 ~ 1/5,000 종: 1/100 ~ 1/500 횡단도: 1/100 내부지형도: 1/50 ~ 1/300	

2.1 지형조사 및 측량

(1) 지형조사 및 측량은 계획대상지역 전역에 대한 자료를 수집하여 지형도를 작성하고, 계획노선에 대해 노선측량과 용지측량을 한다.

2.2 기타

(1) 조사 세부내용은 "농업생산기반정비사업 계획 설계기준 용배수로편 용배수로 설계 조사 (KDS 67 20 10 : 2017)"을 따른다.

3. 재료

· 내용 없음

4. 설계

· 내용 없음

집필위원	분야	성명	소속	직급
	관개배수	김선주	한국농공학회	교수
	농업환경	박종화	한국농공학회	교수
	토질공학	유 찬	한국농공학회	교수
	구조재료	박찬기	한국농공학회	교수
	수자원정보	권형중	한국농공학회	책임연구원

자문위원	분야	성명	소속
	농촌계획	손재권	전북대학교
	수자원공학	윤광식	전남대학교
	지역계획	김기성	강원대학교
	수자원공학	노재경	충남대학교
	농지공학	최경숙	경북대학교
	관개배수	최진용	서울대학교

건설기준위원회	분야	성명	소속
	총괄	한준희	농림축산식품부
	농업용댐	오수훈	한국농어촌공사
	농지관개	박재수	농림축산식품부
	농지배수	송창섭	충북대학교
	용배수로	정민철	한국농어촌공사
	농도	조재홍	한국농어촌공사 본사
	개간	백원진	전남대학교
	농지관개	이현우	경북대학교
	농지배수	남상운	충남대학교
	취입보	김선주	건국대학교
	양배수장	정상옥	경북대학교
	경지정리	유 찬	경상대학교
	농업용관수로	박태선	한국농어촌공사 본사
	농업용댐	손재권	전북대학교
	농지배수	김정호	다산컨설턴트
	농지보전	박종화	충북대학교
	농업용댐	김성준	건국대학교
	해면간척	박찬기	공주대학교
	농업수질및환경	이희억	한국농어촌공사 본사
	취입보	박진현	한국농어촌공사 본사

중앙건설기술심의위원회	성명	소속
	이태옥	평화엔지니어링
	성배경	건설교통신기술협회
	김영환	한국시설안전공단
	김영근	건화
	조의섭	동부엔지니어링
	김영숙	국민대학교
	이상덕	아주대학교

농림축산식품부	성명	소속	직책
	한준희	농업기반과	과장
	박재수	농업기반과	서기관

설계기준
KDS 67 25 15 : 2018

농업용 관수로 조사

2018년 04월 24일 발행

농림축산식품부

관련단체 한국농어촌공사
58217 전라남도 나주시 그린로 20(빛가람동 358) 한국농어촌공사
☎ 061-338-5114 E-mail : webmaster@ekr.or.kr
http://www.ekr.or.kr

(작성기관) 한국농공학회
06130 서울시 강남구 테헤란로 7길 22(역삼동 365-4) 과학기술회관 본관 205호
☎ 02-562-3627 E-mail : j6348h@hanmail.net
http://www.ksae.re.kr

국가건설기준센터
10223 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283(대화동)
☎ 031-910-0444 E-mail : kcsc@kict.re.kr
http://www.kcsc.re.kr

※ 이 책의 내용을 무단전재하거나 복제할 경우 저작권법의 규제를 받게 됩니다.

KDS 67 25 20 : 2018

농업용 관수로 설계

2018년 04월 24일 제정
http://www.kcsc.re.kr

농림축산식품부



건설기준 코드 제·개정에 따른 경과 조치

이 코드는 발간 시점부터 이미 시행 중에 있는 설계용역이나 건설공사에 대하여 발주기관의 장이 필요하다고 인정하는 경우 종전에 적용하고 있는 기준을 그대로 사용할 수 있습니다.

건설기준 코드 제·개정 연혁

- 이 기준은 KDS 67 25 20 : 2018 으로 2018년 04월에 제정하였다.
- 이 기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 건설기준 간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.
- 이 기준의 제·개정 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요사항	제·개정 (년. 월)
농업생산기반정비사업 계획설계기준 관수로편	• 농업생산기반정비사업 계획설계기준 관수로편 제정 • 기존의 농업용관수로 설계, 시공, 유지관리 지침(2001)을 근거로 제정	제정 (2009. 12)
KDS 67 25 20 : 2018	• 국토교통부 고시 제2013-640호의 “건설공사기준 코드체계” 전환에 따른 건설기준을 코드로 정비 (농업생산기반정비사업 계획설계기준 수로공편 및 수로터널편 합본) • 건설기술진흥법 제44조 및 제44조의 2에 의거하여 중앙건설심의위원회 심의· 의결	제정 (2018. 04)

제 정 : 2018년 04월 24일
심 의 : 중앙건설기술심의위원회
소관부서 : 농림축산식품부 농업기반과
관련단체(작성기관) : 한국농어촌공사(한국농공학회)

개 정 : 년 월 일
자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회

목 차

1. 일반사항 ····· 1
1.1 목적 ····· 1
1.2 적용 범위 ····· 1
1.3 참고 기준 ····· 1
1.4 용어의 정의 ····· 1
1.5 기호의 정의 ····· 2
2. 조사 및 계획 ····· 2
3. 재료 ····· 2
4. 설계 ····· 2
4.1 설계 기본사항 ····· 2
4.2 기본설계 ····· 3
4.3 세부설계 ····· 7
4.4 노선선정 ····· 8
4.5 관수로 조직 및 선정 ····· 10
4.6 수리설계 ····· 11
4.7 관경설계 ····· 17
4.8 관종 선정 ····· 19
4.9 관수로 기능 검토 ····· 22
4.10 제어·관리시스템 설계 ····· 23

농업용 관수로 설계

1. 일반사항

1.1 목적

· 내용 없음

1.2 적용 범위

· 내용 없음

1.3 참고 기준

· 농업생산기반정비사업 계획 설계기준, 1998 : 관개편
· 농업생산기반정비사업계획 설계기준, 2004 : 수로편
· 농업생산기반정비사업계획 설계기준, 2009 : 관수로편
· 농업생산기반정비사업계획 설계기준, 용배수로편 용배수로 설계 (KDS 67 20 20 : 2017)

1.4 용어의 정의

(1) 송·배수관로 : 물을 송수하는 관으로 직관, 이형관과 이들을 연결하는 이음관 등으로 이루어져 있다.
(2) 조절시설 : 조절시설은 용수의 원활한 배분조정과 효율적 물이용이나 관수로의 보수·점검 등을 위하여 물을 확보하는 시설로서 조절지나 팜폰드, 배수조 등이 있다.
(3) 분수시설 : 분수시설은 송수계관수로 간에 또는 송수계관수로에서 배수계관수로로 조정배분하기 위한 분수공과 말단포장으로 직접관개하기 위한 급수전으로 대별된다.
(4) 급수전 : 관수로 조직의 말단에서 포장으로 용수를 공급하여 급수하기 위한 장치로서 유량을 조절할 수 있는 밸브를 주로 사용하며 수동, 자동, 전동으로 개폐할 수 있도록 되어 있는 시설이다.
(5) 조압시설 : 조압시설은 분수공 및 급수전에서 포장으로 급수하는데 필요한 수압이나 수량을 조절하는 수위조절형 조압시설과 잉여압력을 감압 조절하는 감압형 조압시설로 분류한다.
  ① 수위조절형 조압시설
    가. 스탠드분수공형 : 수문스탠드형과 월류스탠드형이 있으며 모두 개방형 관수로에 적용되고 있다.
    나. 밸브조절형 : 제수밸브(분할밸브, 버터플라이밸브)에 의해 조절되는 것으로 폐쇄형 관수로에 적용된다.
  ② 감압형 조압시설
    가. 감압스탠드형 : 스탠드에 의해 압력이 조절되는 것으로 개방형관수로에 적용된다.

나. 감압밸브형 : 감압밸브를 사용하여 압력을 조절하는 것으로 주로 폐쇄형 관수로에 적용된다.

다. 플로트형 : 플로트밸브를 사용하여 스탠드의 수위를 일정하게 보호 유지하게 하는 것으로 폐쇄형 관수로에 적용된다.

(6) 통기시설 : 통기시설은 송배수관내의 체류공기를 신속히 배제시키거나 송배수를 급정지시킬 때 발생하는 급격한 압력변화를 흡수하여 완화시키는 시설로서 통기공, 통기스탠드, 압축통기스탠드, 공기밸브 등이 있다.

(7) 보호시설 : 보호시설은 관수로에 발생하는 이상한 압력변화 등을 경감, 배제하거나 관수로 자체를 기능적, 구조적으로 보호하기 위한 시설로 수격완충장치, 여수토 등이 있다.

(8) 안전시설 : 안전시설은 수로관계자 및 일반인의 안전을 확보하기 위한 시설로 가드레일, 펜스, 난간, 구조로프, 사다리, 표식 등이 있다.

(9) 관리시설 : 관리시설은 원활한 용수의 배분 및 제시설의 유지관리를 위한 시설로 제수밸브, 제진시설, 맨홀, 검사공, 물 관리시설 및 관리용 도로 등이 있다.

(10) 계량시설 : 계량시설에는 대상지역의 적절한 송·배수관리를 위해 설치하는 유량계와 부대시설이 있다.

(11) 펌프시설 : 펌프시설은 수원에 설치하는 경우와 관로의 도중에 가압펌프(booster pump)를 설치하는 경우가 있다.

(12) 기타시설 : 기타 관련시설은 관수로와 일체적인 기능을 하는 시설로서 댐, 두수공 등의 수원시설과, 수원으로서 하천, 호수 등의 각종 관련시설을 포함한다.

1.5 기호의 정의

· 내용 없음

2. 조사 및 계획

· 내용 없음

3. 재료

· 내용 없음

4. 설계

4.1 설계 기본사항

(1) 농업용 관수로는 상수도나 송유관 등과는 다르게 구조적 측면에서나 용수이용 측면 그리고 유량이나 운용관리 측면 등의 특성 때문에 관로계획이나 각종 부대시설의 계획에 세심한 주의가 필요하다. 관수로시스템 계획은 설치목적이나 입지조건 등 필요한 정보를 정리하여 관수로를 구성하는 제시설과 관련 수리시설 등이 유기적으로 조화되어 일련의 시스템으로 기능하도록 구조적, 수리적으로 안전하면서 경제적으로 계획 하는 것이 중요하다.

(2) 농업용 관수로 시스템 계획은 지형, 영농, 작물 등의 조건을 기초로 하여, 먼저 용수계통을 검토하고 유량이나 수압을 설정하고 노선 및 관수로 구성을 선정하여 제어방식을 선정하며 통수단면이나 부대시설을 계획하고 이들에 대한 기능 확보, 안전성, 경제성, 관련성, 환경과의 조화 등에 대한 타당성을 검토해야 한다.

(3) 관수로를 하나의 시스템으로 생각하고 각각의 시설이 상호 조화되어 기능을 발휘할 수 있도록 관수로시스템의 큰 틀을 결정하고 시스템에 대한 최적의 시설계획이나 물관리 계획 등을 개략적으로 정해 둔다. 그러기 위해서는 송·배수능력의 확보, 분수 및 조정과 압력조절기능의 확보, 안전기능의 확보, 물관리와 시설관리의 합리성, 공사비와 제 비용을 포함한 사업비와 유지관리비의 경제성, 주변 환경과의 조화 등이 관수로 시스템 계획에 고려되어야 한다.

(4) 경제성 검토는 시스템 전체를 대상으로 검토한다. 시스템의 일부인 관수로만의 공사비를 시스템 전체의 경제성 판단에 이용해서는 안 된다. 따라서 용수원 수량의 한계성, 지형이나 지질상황, 기타 사회적 조건을 고려하여 수원시설, 송·배수관로, 분수나 조정시설, 압력조정시설, 관리시설 등 전체 시스템의 공사비를 포함한 사업비와 유지관리비를 산정하여 비교 검토해야 한다.

4.2 기본설계

농업용 관수로 설계시 우선 현지의 자연적, 사회적 제 조건을 근거로 세부설계의 기초가 되는 기본설계를 한다. 기본설계에서는 관수로가 구비해야 할 기본적인 기능 조건을 정하여 이것을 기준으로 관수로의 기본적인 제원을 결정한다.

4.2.1 설계목적

(1) 관수로시스템 설계는 관수로를 구성하는 시설기능을 확보하면서 관수로시스템 전체의 송배수 기능과 안정성 및 경제성을 구비하도록 설계해야 한다.

4.2.2 설계항목

4.2.2.1 관수로 시스템 설계 검토항목

(1) 물관리 형태와 제어방식

물관리 제어방식은 말단포장의 물 관리 형태와 설치하는 시설의 관리체제 및 경제성 등을 상호 검토하여 선정한다.

(2) 설계유량 및 설계수압

관수로 설계에 이용하는 설계유량은 용수계획에서 필요한 기별·용수 계통별 최대 유량이 된

다. 설계수압은 정수두에 수격압을 더한 것이다. 설계유량 보다 적은 유량에 대해서도 검토가 필요하며, 설계수압은 다음사항에 유의하여 결정한다.

① 농업용 관수로는 관체 및 밸브 등 부대시설의 안정성과 경제성 관점에서 관수로에 작용하는 정수압을 98N/㎠(10.0kgf/㎠) 이하가 되도록 설계해야 하며, 특별한 경우 구조검토를 실시해야 한다.

② 말단의 유효수두는 관개에 필요한 수두에 시공 및 물 관리 상황 등을 고려하여 여유수두를 가산한다.

(3) 노선선정 및 관수로 시스템의 구성

① 관수로 노선은 수혜지를 포함한 자연조건, 시설조건, 사회조건 및 분수위치 낙차 활용하여 송·배수방식, 관수로형식, 배관방식, 물 관리 제어방식 등을 검토하여 구성한다.

② 관수로는 관로 표고를 동수구배 이하로 여유를 두어 설정하면 개수로와 달리 지형에 제약을 받지 않고 송수할 수 있어 다양한 노선선정이 가능하다. 관수로의 장점과 자연조건, 사회조건 등을 충분히 검토하여 노선을 선정하는 것이 중요하다.

③ 관수로는 송·배수방식, 관수로형식, 배관방식, 물관리 제어방식 등 요소를 고려하여 구성 할 수 있다. 이들 방식을 조합하여 관수로 조직을 구성하면 다양한 비교 안을 설정할 수 있으므로 관수로 조직은 비교 안을 검토한 후에 최적 안을 선정해야 한다.

(4) 설계유량에 대한 기능 확보

관수로는 설계유량을 확실하게 통수할 수 있는 규모와 필요한 기능이 확보될 수 있도록 한다.

(5) 운영관리에 대한 기능 확보

설계유량에 대한 기능 확보에 의하여 결정되는 시설은 물관리, 시설관리의 운영시 발생하는 제반조건에 대하여도 필요한 기능이 확보되어야 한다.

① 설계유량 이외의 유량에 대한 기능

최대 빈도유량 및 최소유량에 대한 운영관리의 제반조건(펌프 운전상태, 밸브개도 등)을 고려하여 정상상태의 수리해석을 실시하여 안정적인 유황, 유량의 균형 등의 통수능력을 확보한다.

② 수리단위간의 연계기능

수리단위간의 연속성을 확인하고 균형에 필요한 시설과 용량을 확보한다.

③ 과도현상의 검토

과도현상 시에 발생하는 최대압력·최대수위에 대한 관체 및 연결관의 안전성, 분수지점의 월류, 최소압력·최저수위에 대한 수주분리, 관체 등의 좌굴, 공기 혼입 등에 대하여 검토하여 시설의 안전성을 확보한다.

농업용 관수로는 영농기간 중 설계유량 이하로 운영되는 경우가 많다. 따라서 설계유량 이외의 유량에 대하여 어느 정도 대처가 가능한지에 대하여 검토할 필요가 있다. 구체적으로는 설계유량 이외의 유량에 대하여 수리단위 내의 유황, 수리단위간의 연계기능 및 수리단위 내의 과도현상 등을 검토하는 것이다.

(6) 유지관리에 대한 기능 확보

설계유량에 대한 기능 확보에 의하여 결정되는 시설은 물관리, 시설관리의 운영시 발생하는

제반조건에 대하여도 필요한 기능이 확보되어야 한다.

(7) 관체 및 연결관의 선정

① 사용 관종의 선정

관종 등은 수리조건, 구조조건, 및 시공조건 등을 만족하여, 그 특성을 충분히 살릴 수 있는 것을 선정해야 한다. 기성관은 관종에 따라서 수리, 구조, 시공상의 특성이 다르기 때문에 현지조건 및 사용구간에서 보아 그 특성을 충분히 살릴 수 있는 것을 선정해야 한다.

관종선정시 완성후의 유지관리를 고려하여 동일노선은 가능하면 동일 종류의 관종을 선정하는 것이 바람직하며, 기본적으로 기준 관종은 기술, 경제성 관점으로 선정하고 특히 안전성 측면에서 강도가 필요한 지점은 필요에 따라 관종을 별도 선정하는 등의 배려가 필요하다.

② 고려해야할 관종의 특성

기성관의 특성을 충분히 살리기 위해서는 다음 항목에 대하여 충분히 검토해야 한다.

가. 하중에 대한 안전성(강도, 수밀성)

나. 조도(물의 흐름에 대한 저항)

다. 내구성, 내분식성

(8) 관수로 계획과 환경과의 조화

환경에 대한 인식을 높이기 위하여 농업용 용배수로에 대해 수로가 갖는 본래의 송수기능에다 지역자원의 다양한 공익적·다원적 기능을 더하는 관수로 정비를 실시해야 한다.

각종의 환경기능의 향상을 도모함과 동시에 지역주민에게 쾌적한 생활환경을 제공하도록 추구해야 하며, 이를 위해 송수(이수) 기능에다 환경기능을 더해 관리하는 것에 대한 이해를 높이는 것이 중요하다.

(9) 관수로 시스템의 설계총괄

관수로의 설계총괄은 설계의 일관성과 전체적인 조화를 위하여 종합적인 관점에서 검토해야 한다.

4.2.3 관수로의 설계순서

4.2.3.1 관수로 시스템의 설계 순서

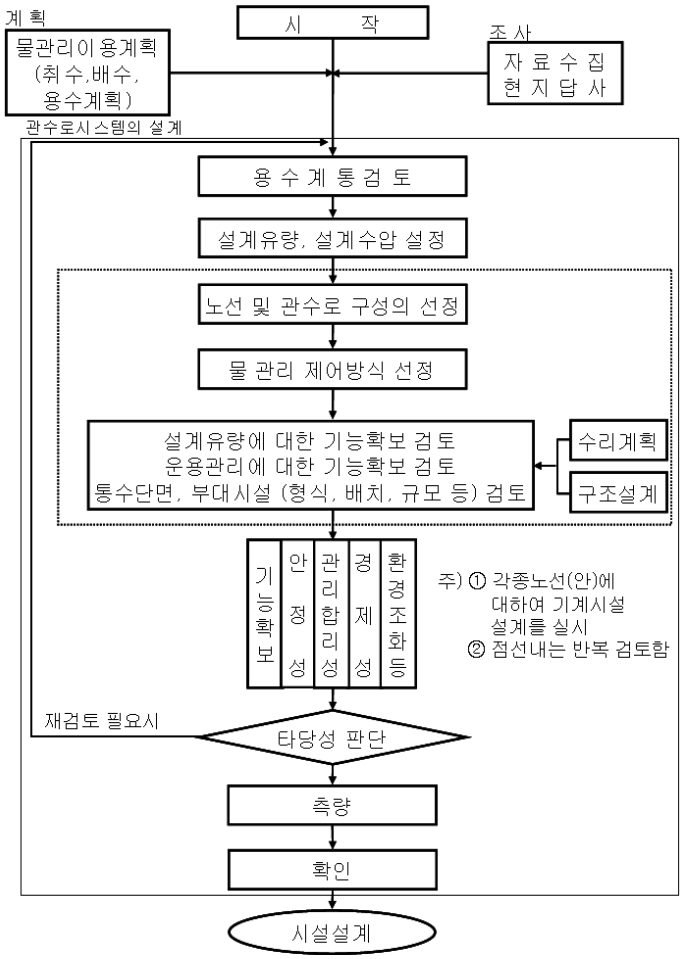
(1) 관수로의 설계는 수리 및 구조설계 외에 조작관리 등에 이르기까지 고려해야 할 사항이 복잡하게 관련되어 있다. 따라서 이들에 대한 관련성을 충분히 이해한 후 적절한 순서로 설계를 한다. 관수로 설계시 주어진 제반조건을 기초로 기능성, 안정성, 경제성을 고려하고 적절한 관수로의 구성 및 물관리 이용방식을 선정하여 그 시스템을 설계한다.

(2) 설계 순서는 먼저 송수계와 배수계의 기능을 구분하고 조절지, 조압수조 및 분수시설 등에 따라 송수계의 공급조건과 배수계의 수요조건을 완충하는 시설을 배치한다. 그리고 구분된 각각에 대해서 지형조건, 관개방식, 물 이용형태 등을 검토하여 관체와 부대시설을 개략적으로 결정한다.

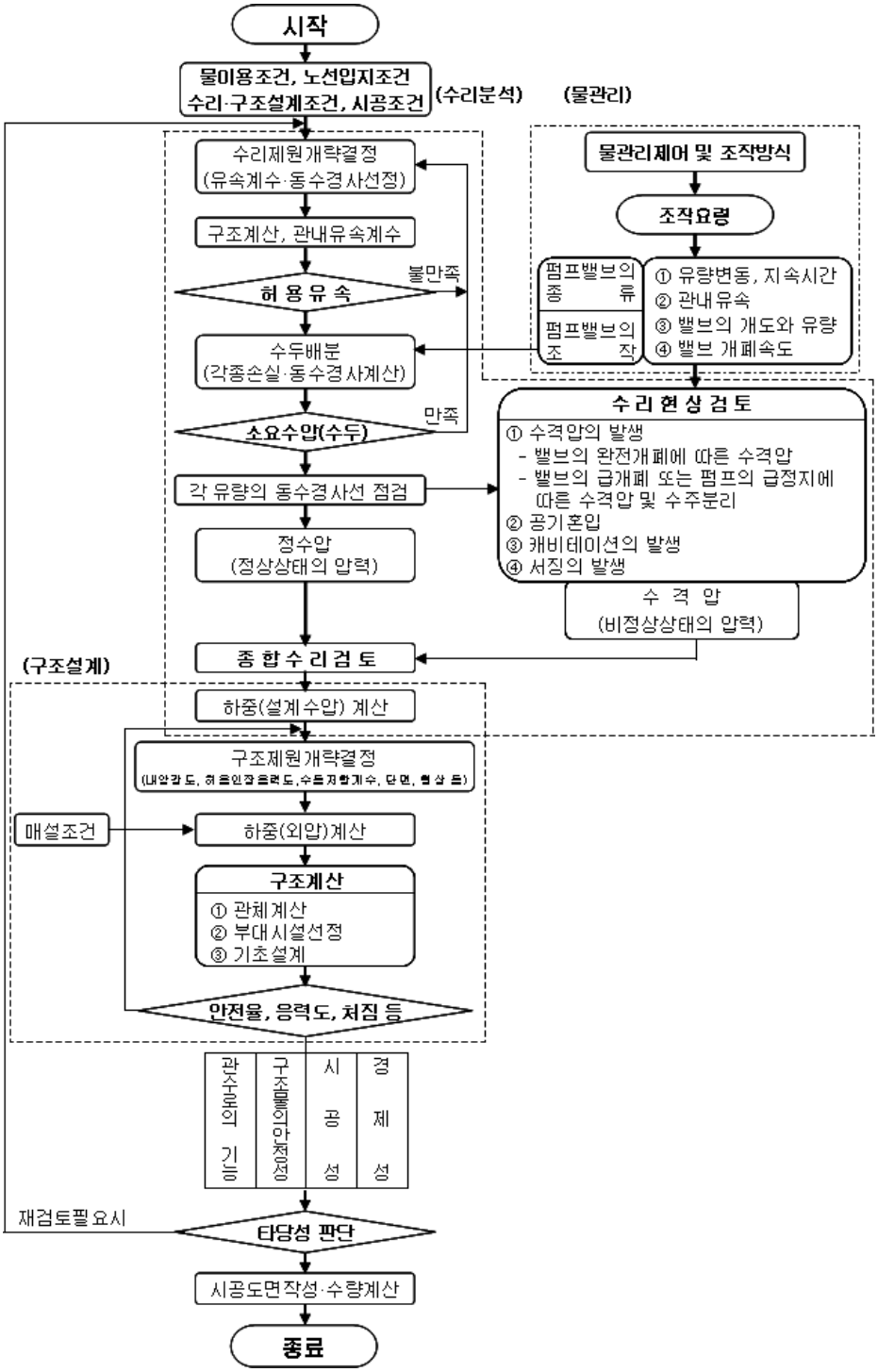
(3) 실제 작업시는 적절히 점검을 하고 필요시 종합적인 검토를 반복하여 관수로시스템을 확정한다.

4.2.3.2 시설 설계의 순서

(1) 관수로 시설설계는 관수로 시스템의 기본설계에서 개략 선정된 관수로의 관로와 부대시설에 대해서 상세한 수리, 구조설계를 하는 것으로 그 결과가 관수로 시스템의 설계에 적합한 지의 여부를 점검하면서 관수로시설의 설계를 진행한다.



<그림 4.2-1> 관수로 시스템 설계개념도



<그림 4.2-2> 관수로 시스템 설계순서

4.3 세부설계

(1) 기본설계에서 정한 관수로의 기본적인 기능에 대한 조건 및 제원에 따라서 관수로를 구성하는 각 시설에 대하여 각각의 세부설계를 실시한다. 세부설계는 각 시설이 수리적, 구조적 제조건을 만족함과 동시에 관수로 시스템 전체가 조화를 이루도록 해야 한다.

(2) 세부설계는 관수로를 구성하는 다음 시설에 대하여 상세하게 실시한다. 설계시 기본설계에서 작성한 전체로서 조화를 이룬 시스템을 구축할 수 있도록 해야 한다.
① 관로 및 관로와 일체가 되는 구조물(관체, 콘크리트보호공(쓰러스트블럭) 등)
② 부대시설(취수공, 분수공, 관리시설, 안전시설 등)
③ 물 관리 제어시설(계측기기, 감시기기, 전송기기 등)

(3) 설계는 상기의 각 시설에 대하여 수리해석 및 구조해석 등을 실시하여 경제적이고 안전한 시스템으로 해야 한다. 세부설계 단계에서 기본설계에서 결정한 제원에 영향을 미치는 것이 명백한 경우에는 기본설계로 되돌아가서 재검토해야 한다. 특히 노선이 크게 변한 경우에는 조정시설의 표고 및 위치 등이 변하는 경우, 수혜지의 위치 및 면적이 바뀌는 경우에는 기본설계로 되돌아가서 시스템 설계부터 전체를 재검토해야 한다.

4.4 노선선정

관수로 노선은 지형, 지질 등의 입지조건, 시공조건, 유지관리, 용지보상 및 분수위치 및 형식 등을 종합적으로 검토하여 선정한다. 이 경우 용지의 취득, 지역의 개발계획 등에 관련되어 있는 경우도 있기 때문에 도상에서 여러 개의 노선에 관하여 비교·검토하여 최적의 노선을 선정한다.

4.4.1 노선선정 절차 사례

(1) 1/50,000～1/25,000 도면에 수원공과 공급지역 지역간 노선기입(3～5개안)
(2) 1/5,000도면에 위에서 선정한 노선을 기준으로 (안)별 노선표기
(3) 현지답사(시공성, 민원발생, 경제성, 유지관리 등 고려)
(4) 답사결과 장단점 비교
(5) 검토(안) 선정
(6) 관련기관 협의(도로, 하천, 철도, 해당지자체 등)
(7) 세부현지조사(보상, 지질, 측량 등)
(8) 최종노선 검토 확정

4.4.2 노선선정 방법

(1) 관의 포설고를 동수경사선 이하로 유지한다면 개수로와 같은 지형상의 제약을 받지 않는다. 이 경우 관수로의 관정부와 동수경사선과의 여유수두는 최소한 0.5m 정도 이상을 확보한다. 이 여유수두는 계획최대유량시의 정상유황일 때의 값이다. 다만 물 관리 조작 등에 의해 유황이 비정상으로 된 경우에는 이 같은 여유수두가 작은 지점에서 부압이 발생하며 관수로가 파괴되는 경우도 있다. 따라서 여유수두가 작은 경우는 수격압을 검토해서 관수로의 안전성을 확인해야 한다. 또한 관수로의 형식에 따라서(특히 개방형 관수로의 경우) 소유량시에 하류측 수조의 수위에 최저수위가 발생하는 경우가 있기 때문에 주의를 요한다.

(2) 노선은 최단거리로 한다. 다만 기복이 심한 곳에서는 관에 작용하는 내수압이 凹부에서 크게 되어 고압이 된다. 이 같은 지형에서는 노선연장이 길어져도 우회한다. 이 경우에는 저압에서

대응할 수 있는 노선이 유리한 경우가 있기 때문에 경제적인 면에서 비교·검토한다.

(3) 사면붕괴 위험이 있는 지역이나 연약지반 지역 또는 피압지하수가 분포하고 있는 곳은 가능하면 피한다. 도로, 하천 등의 횡단은 가능한 한 직각 교차로 한다. 시공이나 관리의 편의를 고려해서 일반적으로 도로나 경지경계 등을 따라서 배치한다. 노선은 분수공 위치에 의해서 제약을 받기 때문에 수혜지와의 관련을 충분히 파악해야 한다.

(4) 관수로의 노선선정은 방수공, 여수로, 조정시설 등의 설치위치, 규모결정에 상호 관련되어 있기 때문에 이러한 것에 관련되는 하천, 계곡 상태에 관해서도 충분히 고려한다.

(5) 펌프송수계의 경우 압송관의 수격압 및 부압대책을 배려해서 노선을 선정한다. 특히 대구경의 관수로에서는 송수 정지시에 관내에 공기가 유입되지 않도록 하는 것이 중요하며, 관리 수준 및 관리체제를 고려해서 노선 선정을 한다.

(6) 매설한 관수로가 지상부 조건이 변화한 경우 관에 유해한 영향을 주기 때문에 장래에도 설계조건이 확보될 수 있도록 유의해서 노선을 선정한다.

4.4.3 물 관리 측면의 노선선정

(1) 관수로 시스템의 물 관리 기능은 노선선정에 기초한 지형상의 종단선형에 지배되는 요소가 대단히 크다.

(2) 물 관리 제어를 고려한 노선선정 방법은 다음 사항에 유의해야 한다.

① 유량제어를 위해서 원칙적으로 凸의 종단선형을 선정한다. 이 같은 노선의 선정이 곤란한 경우는 수격압의 검토를 충분히 하여 선정된 노선의 안정성을 확인해야 한다.

② 간선계의 라인은 통수를 정지한 경우에 항상 관수로 내부가 만수상태를 유지하여 공기가 혼입되지 않게 종단 선형을 선정한다.

③ 노선상의 제약조건으로부터 앞의 ②항과 같은 노선을 잡지 못할 경우에는 물 관리제어 체계를 충분히 검토하여 공기혼입을 방지하는 대책을 세워야 한다.

4.4.4 유지관리 측면의 노선선정

(1) 최근 펌프기술의 발달에 따라 대용량 고양정의 펌프를 사용하여 용수를 지구의 최고위부에 양수하여 순차로 감압시키면서 배수하는 방식이 가능하게 되었다. 이 같은 노선은 일반적으로 건설공사비의 경제성으로부터 결정되지만 양수하여 감압하기 때문에 유지관리 면에서는 불리하다. 종래 관수로 투자에 대한 경제성은 건설비용을 중심으로 생각해 왔지만 유지관리비 관점에서도 검토해야 한다.

(2) 이 경우 관수로 노선은 분산한 펌프를 결합하는 형태로 된다. 수원의 조건, 지형이나 수혜지의 분포조건에 따라서 이 같은 송수시스템이 가능할 것인가 하는 문제는 있지만 유지관리 경비에 착안한 노선 선정도 검토할 가치가 있다.

4.5 관수로 조직 및 선정

관수로 조직은 관수로의 기능, 수리특성 및 물관리 등의 측면에서 송수계(送水系) 관수로와 배수계(配水系) 관수로로 구별되며, 관수로 조직에 필요한 시설은 송·배수관로, 조정시설, 압력조절시설, 펌프시설, 배수조, 분수시설, 양수시설, 통기시설, 보호시설, 안전시설, 관리시설, 기타시설 등으로 구성된다.

4.5.1 관수로 조직

4.5.1.1 송수계 관수로

(1) 송수계 관수로는 수원공 시설에서 간선 또는 지선수로의 조정시설, 조압시설 또는 분수공 까지를 말하여 적정한 용수를 안전하고 확실하게 송수할 수 있어야 한다.

4.5.1.2 배수계 관수로

(1) 배수계 관수로는 송수계 관수로의 조정시설, 조압시설, 분수공 또는 수원공 시설에서 포장내의 말단 급수전까지를 말하며 용수를 안전하고 확실하게 배수할 수 있어야 한다.

4.5.2 관수로 시스템의 구성요소

(1) 관수로 시스템은 송·배수관로 외에 조정시설, 조압시설, 펌프시설, 배수조, 분수시설, 양수시설, 통기시설, 보호시설, 안전시설, 관리시설 등 부대시설로 구성된다.

4.5.3 물관리 형식

(1) 관수로 물관리 형식은 수요주도형과 공급주도형으로 구분할 수 있다. 물관리 형식은 관수로 형식과 밀접한 관계가 있으며 물관리 형식의 개념 및 관수로 형식과의 관계는 표 5.3-1과 같다.

<표 4.5-1> 물관리 형식과 관수로 형식과의 관계

물관리형식	수요주도형	공급주도형
개념	수요자가 필요에 따라 급수전을 조작하여 사용하는 방식	관리자가 사전에 공급량을 파악하여 공급량을 조정한 후 영농시기에 맞추어 급수하는 것
관수로 형 식	① 폐쇄형, 반폐쇄형 관수로는 수요주도형 물관리 가능 ② 개방형 관수로는 수문을 사용하면 가능하나 현실적으로 곤란 ③ 수요량을 예측하여 수량을 공급할 수 있는 관수로시스템 필요	① 개방형 관수로에 채용되는 상류 수위 물관리 방식임 ② 폐쇄형 또는 반폐쇄형 관수로는 관리자(공급자)가 분수량을 원격감시 시스템으로 공급주도 물관리 가능 ③ 관망배관은 공급주도 물관리 곤란

4.5.4 관수로 조직 선정방법

4.5.4.1 송・배수방식 선정

(1) 송수방식은 자연압식과 펌프압송식이 있는데 원칙적으로는 자연압식으로 한다. 수두배분의 결과로부터 가압 또는 양수를 필요로 하는 경우에는 분산가압방식으로 할 것인지, 일괄가압방식으로 할 것인지를 경제성 등을 비교 검토 후 결정한다.

(2) 노선 및 분수공의 위치가 결정되면 지반고 및 용수이용 계획상 필요로 하는 압력수두로부터 송수에 필요한 수두차 또는 송수이용을 할 수 있는 수두차가 결정된다. 이것을 기초로 다음사항을 고려해서 송배수 방식을 선정한다.

(3) 펌프압송방식에서는 일반적으로 관수로 형식을 폐쇄형으로 택한다. 전양정을 크게 취하면 송수에 이용할 수 있는 수두차가 크게 되어 관체 비용은 저하하지만 펌프규모가 크게 되기 때문에 에너지 비용이나 시설비용은 높아진다. 경제유속을 기본으로 해서 양자의 균형을 맞추는 것이 중요하다.

(4) 유량 제한이나 펌프 운송방식과 관수로의 구성과는 밀접하게 관련이 있기 때문에 양자의 관련을 충분히 검토하는 것이 중요하다. 또한 펌프의 기동, 정지시 또는 정전시에 수격압이 발생하기 때문에 관수로의 설계에 있어서는 이러한 것을 충분히 검토해야 한다.

4.5.4.2 관수로 형식 선정

(1) 관수로 형식은 송·배수에 이용할 수 있는 수두차나 용수이용계획에 필요한 압력수두 및 물관리 제어방식을 고려해서 선정한다.

4.5.4.3 배관방식의 선정

(1) 배관방식은 가지형 배관과 관망식 배관이 있는데 지형, 관개목적, 물 관리 등을 고려하여 선정한다. 즉 가지형배관은 관망배관에 비해서 총 연장은 짧지만 평균 관경은 크다. 기복이 큰 지형이나 미리 정한 용수사용계획에 따라 관개하는 경우에는 경제성이나 기능성이 우수하다. 그 때문에 밭관개 관수로에 많이 사용되고 있다. 송수계관수로는 일반적으로 가지형 관수로를 채용한다.

(2) 관망배관은 평탄지에서 압력의 균등성이 요구되는 경우에 효율적인 방식이다. 사전에 순서가 정해지지 않고 자유로이 관개하는 경우나 써레질용수와 같이 특정 지점에서 다량의 용수를 필요로 하는 경우 등에 적합하지만 그 반면 물 관리가 곤란해지기 때문에 주의가 필요하다.

(3) 분산된 수원을 통합하거나 물 이용상의 유연성을 증대하기 위해 다수의 용수원으로부터 용수를 공급하는 다점 주입방식을 취한다. 이 다점 주입방식은 설계가 복잡하고 난해하므로 충분한 검토가 이루어지지 않는 경우 목적하는 기능을 확보할 수 없기 때문에 주의가 필요하다.

4.6 수리설계

4.6.1 수리단위(水理單位) 설정

4.6.1.1 수리단위의 정의

(1) 농업용 관수로시스템을 계획 할 때는 농업용관수로의 물 사용 특성으로부터 발생하는 다양한

유황 등이 관수로 시스템 내에서 시설에 미치는 영향범위를 파악한다. 이 영향 범위는 몇 개의 경계점으로 나눌 수 있는데 예를 들어 수원에서 조정시설, 분수시설, 조압시설, 펌프시설 등의 구간까지 또는 이들 시설의 구간이 해당된다.

(2) 경계점의 조건은 설계 목적, 지형, 관개지역의 상황, 물 관리 등으로부터 주어진 수치 또는 특성에 있어서 주로 유량, 수두, 유속, 수위로 미리 주어지는 것이다. 이들의 경계점을 포함하는 일련의 시설군을 "수리단위"라 정의한다. 따라서 수리단위의 구성목적은 수리단위 내에 독립된 유황이 존재하므로 상하류 경계조건에서 주어지는 통수시설과 기타시설의 구성 상황을 정하는데 목적이 있다. 또한 관수로 시스템의 일부 수리단위에 있어서 시설 및 노선의 변경 등이 생겨도 이에 인접한 상하류 수리단위에 중대한 영향을 미치지 않도록 방지하는 것도 수리단위의 구성 목적이 있다.

4.6.1.2 수리단위의 경계조건

(1) 관수로 시스템 설계에서는 이를 구성하는 수로계통 전체를 한 개의 체계로 하고 이 체계를 적당한 수리단위로 분할하여 각 수리단위의 연결 관계를 명확하게 해야 한다. 보통 수리적인 경계조건은 수위(압력)경계, 유량경계, 수위-유량경계로 대별된다. 이러한 경계조건은 수리단위 내에서는 유황을 정하는 수치로 이용되며 인접한 수리단위에서는 상호간의 연결조건으로 이용된다.

(2) 수리단위내의 유황은 해당단위의 수리해석만으로 파악할 수 있으며 수리단위간의 연결에 대해서는 수리단위내의 유황과는 별도로 각 수리단위의 경계조건에 부합되어야 한다.

4.6.1.3 수리단위의 설정

(1) 설정순서

① 제 1단계는 우선 수리조건, 송배수조건 및 물 관리조건(수준) 등을 고려해서 전체의 수로계를 수리경계가 되는 시설(조정시설, 분수시설, 조압시설, 펌프시설 등)로 분할한다. 간선, 지선, 말단의 계층이 되도록 수리단위를 분할하고 각각에 관하여 검토를 하면 물 관리나 시설관리 계획에 필요한 내용이 명확해진다.

② 제 2단계는 각 수리단위간의 결합조건을 고려하여 수리단위를 구성하고 수로계 전체로 넓혀 가면 좋다. 만약 검토 단계에서 물 관리 조작상의 부적격이 발생하면 수리경계가 되는 시설위치의 변경, 추가, 폐지, 시설기능의 변경 등에 의해서 다시 구성한다.

4.6.1.4 수리단위의 구성시 유의사항

(1) 수리단위의 구성은 노선선정에 의해서 계획된 관수로 시스템에 의해서 용수이용계획으로부터 요구되는 제반기능을 확보하기 위한 수리설계의 기본이 되는 것이다. 수리단위의 구성에 있어서는 다음사항에 유의해야 한다.

① 수리단위를 구성하는 경우는 노선선정에 의해서 계획된 관수로 시스템 전체를 평면도 및 종단도에 표시하는 것이 중요하다. 그 위에 관수로 시스템내의 유황의 경계가 되는 지점과

그 내용을 검토한다.

② 관수로 시스템 상에서 경계조건을 결정한 후에 그 범위를 둘러싼 수리단위를 구성한다.

③ 경계조건의 설정은 노선 선정상의 지형조건으로부터 필연적으로 정해지는 경우(배수조 방식의 경우의 수조나 소정의 관수로 내의 압력을 유지하기 위한 감압시설) 등이 용수이용계획상의 조건에 의해서 설정되는 경우(시설용량의 차이를 조정하기 위한 조정시설이나 물관리제어를 위한 시설 등)가 대상이다. 특히 후자의 경우 용수이용계획 내용을 충분히 검토한 후에 경계조건을 설정하는 것이 중요하다.

④ 설계변경 등에 의해 펌프나 물관리 제어시설의 위치변경 또는 새로운 설비를 추가하는 경우 당초 계획된 수리단위의 구성을 변화시키기 때문에 관수로 시스템 전체의 유황에 부적합성이 발생되는 경우가 있다. 따라서 이러한 경우는 시스템 전체의 수리단위의 합리성으로부터 검토하는 것이 중요하다.

⑤ 관수로 시스템 상에 구성된 수리단위는 유지관리를 하는 경우의 관리단위로서 취급할 수 있다. 따라서 수리단위 구성은 시스템 완성후의 유지관리 상황을 고려해서 검토해야 한다.

4.6.2 수두배분 및 설계수위

(1) 관수로에 있어서 수두배분은 설계유량을 경제적으로 송배수하기 위한 것으로서 관수로의 통수단면 결정에 있어서는 관로상의 각 점의 필요수위를 만족하면서 경제적인 동수경사를 결정하는 것이 중요하다.

4.6.2.1 수두배분의 개념

(1) 관수로에서 설계유량을 경제적으로 송배수하기 위하여 수두배분이 필요하며 관수로의 통수단면 결정에 있어서는 동수경사선의 형상과 경제적인 관로의 설계라고 하는 개념에 대해서 관로상의 각 점의 필요수위를 만족하면서 경제적인 동수경사를 결정하는 것이 중요하다.

(2) 수리단위내의 수두배분과 통수단면의 결정은 다음 사항을 참고로 해서 검토한다.

① 동수경사선은 아래로 볼록한 형태(최적배분선)가 되도록 결정하는 것이 좋다.

② 관내유속은 관경이 작아짐에 따라 빨라진다.

③ 관경을 줄일 경우는 되도록 상류의 대구경관을 줄이도록 한다.

④ 관경을 크게 할 때는 되도록 하류의 소구경관을 크게 하도록 한다.

⑤ 도중에 분기나 분수가 있으면 배분작업이 대단히 복잡해지므로 적어도 등동수경사법에 의한 낙차활용을 기본으로 한다.

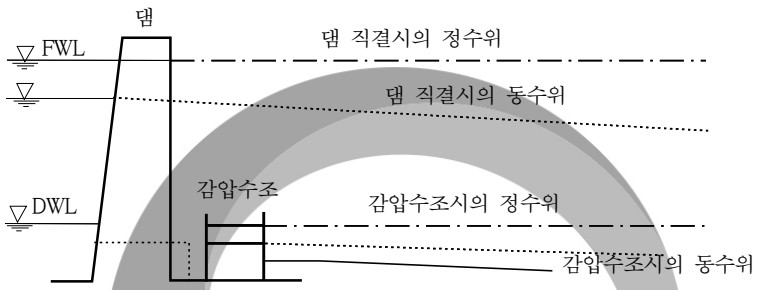
4.6.2.2 시점부의 수두결정

(1) 관수로의 설계시점 수위는 수리단위의 최상류 수리시설로 댐, 두수공 또는 수조가 대상이 된다.

① 댐 취수시의 설계시점 수위

가. 댐 직결 관수로의 경우는 관수로에 작용하는 최대의 정수압은 FWL(HWL)로 되고 동수위의 최저는 DWL(LWL)의 때에 발생한다. 댐의 수위는 수심이 큰 경우에는(일반적으로는 제고 15m 이상을 댐으로서 취급한다) 관개기간의 동수위가 크게 변동해서 물관리가 어려워지기 때문에 자연유하의 관수로에서는 댐 직하에 감압수조를 설치하는 경우가 많다.

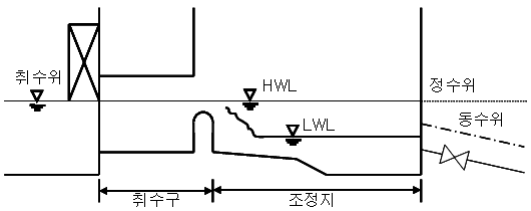
나. 댐 직결로서 댐수위 저하시에 펌프에 의해서 양수되는 경우에는 펌프의 운전요금을 비교하고 직결로 할 것인가 감압방식으로 할 것인가를 판단한다. 이 경우는 댐의 물수지 계산으로부터 자연유하가 가능한 댐 수위의 기간과 그때의 양수량을 조사해서 펌프의 운전시간으로 환산하여 전기요금을 구한다. 또한 정수압의 증대에 의해서 관수로의 설계압력의 증가 때문에 관로의 공사비는 증가하므로 경제성을 검토할 필요가 있다.



<그림 4.6-1> 댐 취수위

② 보 취수시의 설계시점 수위

가. 관수로 시스템의 최상류에서 보에 의해 취수되는 경우 보에서의 취수위는 하천의 게이트 등에 의해 조정되기 때문에 관개기간에 따라 큰 변동은 없다. 따라서 이 수위를 관수로 시스템의 취수위(즉 정수위)로 하면 좋다.



<그림 4.6-2> 보의 취수위

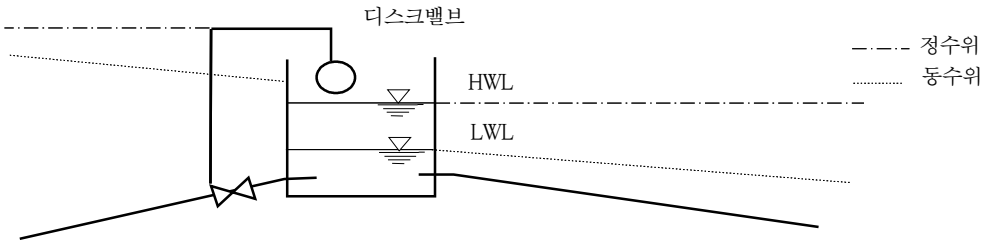
③ 중간수조가 있는 경우의 설계시점 수위

가. 관수로의 중간에 조정지, 조압수조, 팜폰드 등 수조가 있는 경우는 이후의 관수로 설계시점 수위는 다음과 같이 결정한다.

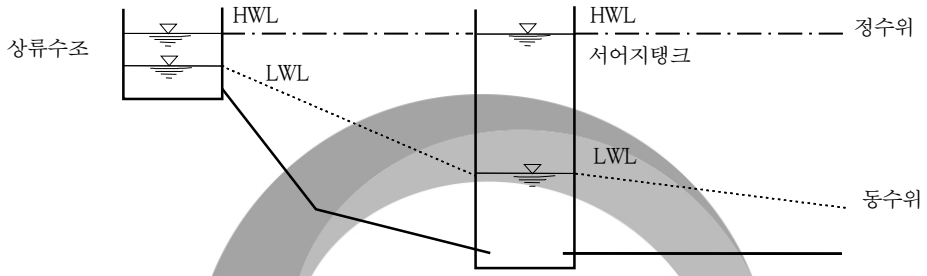
(가) 유입부에 감압 플로트(디스크밸브)밸브가 있는 경우

수조의 수위가 HWL이 되면 유입이 정지되기 때문에 관수로의 시점수위는 수조의 HWL 및 LWL이 된다. 수조 용량에 관해서는 별도의 계산에 의해 구한다.(밸

브조작을 위한 용량이나 수류의 감압확산에 필요한 용량, 수격압 대책 및 물 관리에 필요한 용량 등)



〈그림 4.6-3〉 수조 취수위



〈그림 4.6-4〉 수조(서어지탱크)의 수위

(나) 밸브 등으로 제어되지 않는 수조(서어지탱크)의 경우

서어지탱크(유입구에서 밸브에 의해 감압되지 않고 분수 정지시에 상류의 수조수위까지 회복하는 수조)의 경우에는 HWL은 상류수조의 HWL 이며, LWL의 수위는 상류로부터의 수리계산(동수위)을 하여 결정한다.

④ 분수지점의 필요수두 결정

가. 관개방식으로부터 정해지는 포장 급수전 지점의 필요수두에 지선 관수로의 손실수두를 더한 간선 분수지점의 필요수두의 결정방법은 다음과 같이 한다.

(가) 지선 배관계획이 구체화되는 경우

말단 관개제원 및 단지내 배관의 계획과 지선 배관계획이 구체화되어 있는 경우는 해당 계획에 의해 간선 분수점의 필요수두를 결정하지만 이때 말단 관개단지내의 수리적 최원점(최원점 또는 최고 표고점이 되는 것이 많다)으로부터 송수계 관수로의 접속지점까지의 마찰손실수두의 10% 또는 2.0m(곡관이나 밸브 등의 국소 손실수두를 계산 등에 의해 산정해서 예측한다면 그 값을 그대로 채용하고 특히 여유수두를 예측하지 않아도 된다)중에서 큰 값을 여유수두로 가산한다.

(나) 지선 배관계획이 구체화되지 않는 경우

관수로 시스템의 설계시점에 있어서 말단 관개 제원 및 말단지선의 배관계획이 구체화되지 않은 경우는 다음의 전제조건에 의한다.

나. 급수전 지점의 소요수압은 밭의 스프링클러 관개에서는 일반적으로 대략 294kPa 정도, 즉 30#의 스프링클러의 토출압력에 살수전의 손실수두를 더한 것을 고려하고 논의 급

수전에 의한 관개에서는 대략 1.0kPa 정도 즉 토출수두 5.0m 정도에 도로 밑 급수관의 손실수두 5.0m 더한 것을 상정한다.

다. 지선관로의 손실수두는 각 단지의 최원점 또는 최고 표고점의 어느 것이든 수리조건이 어려운 것부터 간선 분수공까지의 관로 거리에 동수경사를 3~5% 정도로 결정한다(이 경우 ①에서 기술한 여유수두는 포함시키는 것으로 한다).

라. 수두 종단도의 작성 : 상기 가), 나)의 검토결과를 기초로 해서 단지의 표고와 필요수두를 나타내는 수두 종단도를 작성하고 수원의 표고와 수혜지의 필요수두와의 차이 및 수원으로부터 수혜지까지의 거리를 표시한다.

이 도면을 기초로 검토한 결과로서 간선의 수위가 지선 분수공 또는 말단의 필요수두를 만족하지 않는 경우는 펌프양수 또는 펌프가압을 검토해야 한다.

⑤ 말단 여유수두

관수로의 관경 결정에 있어서 수리계산은 수리계산의 정도, 시공상황 및 물 관리의 상황 등에 대한 여유로서 송수계 관수로의 말단 접속수조의 계획수위(또는 분수위)는 관개에 필요한 말단수위(또는 분수위)에 구간의 전손실 수두의 대략 10% 또는 2.0m 중에서 큰 값을 가산하는 것이 바람직하다.

4.6.2.3 설계수위 설정

관경 결정에 사용하는 설계수위는 계획최대유량시를 기준으로 하며 시점에서는 관리상 일어날 수 있는 최저수위를 이용하고, 종점 또는 분수점 등의 공급받는 측에서는 관리상 일어날 수 있는 최고수위를 이용한다.

4.6.3 설계유량

(1) 설계유량 산정

① 설계유량의 정의

관수로 설계에 사용하는 유량에는 계획최대유량, 최다빈도유량, 최소유량을 생각할 수 있지만 여기에서는 계획최대유량을 설계유량으로 한다. 통상 관수로시설의 규모 즉 관경이나 수조의 종류는 설계유량을 기초로 결정하지만 단면이나 구조 등의 결정에는 그 이외의 유량에 관해서도 필요에 따라 검토를 해야 한다. 관수로 시스템의 설계에 있어서는 설계유량보다 적은 유량시의 거동에 주의할 필요가 있다

(2) 설계유량에 대한 유의사항

설계유량은 관수로 시스템 설계의 기본조건이며 계획최대유량, 최다빈도유량, 최소유량 등의 검토시 다음 사항에 유의해야 한다.

① 관수로 시스템 설계에 이용하는 계획최대유량, 최다빈도유량, 최소유량의 유량제원은 원칙적으로 일 평균유량을 대상으로 한다.

② 계획최대유량, 최다빈도유량, 최소유량의 검토에 있어서는 용수이용계획에 기초한 기별용수량 그래프를 그리는 것이 특히 중요하다.

③ 관수로 시스템에서는 유량의 변화 등 유황에 변동이 있는 경우 수격압이나 서어징이 발생

하고, 특히 수격압에 관해서는 그 정도에 의해서 관수로 시스템을 파괴하는 경우도 있다. 따라서 수리설계 단계에서 수격압이나 서어징의 발생 상황을 해석적으로 검토하여 시스템의 안전성을 확인하는 것이 중요하다.

수격압의 검토는 관수로 시스템의 형태에 따라서 설계유량 검토로 충분치 않은 경우도 있다. 경향으로는 압력 동수경사에 대해서 지형경사의 비율이 적은 관수로 시스템의 경우 즉 평탄지의 장거리 관수로와 같이 흐름의 동수경사에 마찰손실 경사의 요소가 높은 경우는 중간 유량이나 소유량시에 설계 유량시보다 큰 수격압이 발생하는 경우도 있다. 따라서 이러한 중간유량이나 소유량에 대해서도 충분히 검토할 필요가 있다.

4.7 관경설계

4.7.1 관수로 시스템의 시설용량

4.7.1.1 시설용량의 기본

(1) 관수로 시스템을 구성하는 각 시설의 용량은 수익지의 사회적 조건을 충분히 고려하고 사업의 경제성이 있어야 하며 물 이용계획상에서 발생하는 물 관리의 기능을 달성할 수 있도록 계획해야 한다.

(2) 특히, 시설용량은 한번 결정되면 그 후의 변경이 곤란하게 되므로 그 결정은 관수로 시스템의 종합적인 관점에서 검토할 필요가 있다.

4.7.1.2 물 관리와 조정시설의 용량

(1) 조정시설을 포함한 관수로 시스템에 있어서는 물 관리방식을 충분히 검토하여 그의 적절한 시설용량을 결정해야 한다. 특히 간선라인과 지선 혹은 지거 등에서 물 관리 방식이 틀리는 경우는 유량변화를 조정하는 조정시설을 필요로 하므로 그 규모는 물 관리방식으로부터 정해지는 조건을 충분히 만족할 수 있는 조정시설의 기능을 신중히 검토한 후에 그에 필요한 적정한 용량으로 해야 한다.

<표 4.7-1> 관수로 시스템의 시설용량

시스템의 구성요소	시 설 용 량
간 선	설계유량을 24시간 통수할 수 있는 시설용량을 원칙으로 한다.
지 선	간선과 폐쇄형 분수공으로 접속하고 있는 경우는 간선의 시설용량에 준하여 24시간 통수용량으로 지선 통수용량을 설계해야 한다. 또 간선과 팜폰드와 같은 조정시설을 거쳐 접속하고 있는 경우는 그 라인의 관수로 시스템 전체의 위치확보를 고려하여 말단의 물 관리방식에 대응한 시설용량을 결정할 수가 있다.
지 거	수익지의 물 관리방식과 밀접하게 관련되는 라인이고, 시설용량은 관개방식에 준하여 논 관개의 경우 24시간 통수용량을 원칙으로 하고 밭 관개의 경우는 16 ~ 18시간 통수를 목표로 한다.
조정시설	각 라인간의 시설용량의 차이를 조정하는 시설이기 때문에 말단에서의 물 관리방식을 고려하고 관수로 시스템의 기능을 충분히 만족할 수 있도록 시설용량을 결정해야 한다. 관수로 시스템의 유량제어 등에 있어서 기능 확보를 위하여 조정용량을 필요로 하는 경우는 상태확인, 제어목표 설정, 조작(control), 기기작동 확인 등 때문에 필요한 시간만큼을 저류한다고 가정하여 설치하는 수도 있다.

4.7.1.3 조정시설의 기능과 용량

(1) 조정시설에 어떠한 기능을 갖게 하는가는 물 이용계획 및 그것을 만족시키기에 필요한 물 관리 기능과 시설의 경제성 등을 종합적으로 검토하여 결정해야 한다.

4.7.2 관경(管徑) 설계

(1) 관경은 관수로의 노선, 설계용수량, 설계수위 등 제반 조건을 결정한 후 관경계산식 혹은 최적화 기법에 의하여 관경을 계산한다. 계산에 의한 관경은 관수로 조직의 최적 관경이라고 할 수 없으므로 관망해석을 실시하여 최적관경을 설계한다.

4.7.2.1 관경 설계 고려사항

(1) 관수로의 관경은 경제적 관경이되도록 설계하는 것이 매우 중요하다. 관경 결정시 시점의 수위는 저수위(低水位), 종점의 수위는 고수위(高水位)를 기준으로 산정하여야 한다. 통수연수의 경과에 따라 통수능력이 감소되는 것도 고려하여 산정하여야 한다. 펌프가압식인 경우에는 관의 내용년수와 기계 전기시설의 내용년수를 고려하여 유속계수 변화에 의한 손실수두를 염두에 두고 계획하여야 하며 펌프양정과 관경과의 사이에 경제적 관계를 고려하여 설계하여야 한다.

4.7.2.2 관경계산방법

(1) 관경계산방법은 설계유속법, Hazen-Williams 공식, 동수경사선, 관망해석, 최적화기법에 의한 방법 등이 있다.

4.7.2.3 관경설계 유의사항

(1) 농업용 관수로의 경제적 관경을 결정에 있어서 시점의 수위는 저수위, 종점의 수위는 고수위를 기준으로 하여 동수경사를 산정하여야 한다. 덕타일 주철관 또는 강관을 사용하는 경우는 통수연수의 경과에 따라 통수능력이 감소되므로 설계시 15~20년 후를 고려하여 산정하여야 한다. 다만, 시멘트 모르터, 액상에폭시, 수지도료 등으로 내구성이 있는 도장을 시공한 것은 통수능력이 거의 감소하지 않는 것으로 본다. 그러나 관의 내용년수가 경과된 후까지 고려하는 것이 안전하기는 하나 비경제적이다.

(2) 한편, 펌프가압식인 경우에는 관의 내용년수와 기계, 전기시설의 내용년수를 고려하여 유속계수 변화에 의한 손실수두를 염두에 두고 계획하여야 하며, 펌프양정과 관경과의 사이에 경제적 관계를 고려하여 설계하여야 한다.

4.8 관종 선정

(1) 관종 선정은 관에 작용하는 내압 및 외압에 대한 안전성, 환경 및 시공조건 등을 감안하여 최적의 관종을 선정해야 하다. 안전성은 내압(수압)과 외압에 의하여 결정되는 것으로 어떤 경우에도 견디는 강도를 갖는 관종과 관 두께가 되어야 한다. 환경조건으로는 매설장소의 지질상황에 따라서 특수한 접합이나 시공방법을 검토하고 이형관, 보호공이나 부식방지 등에 대하여도 검토하여야 하며 주변 지하매설물의 상황, 교통사정 등 시공조건도 고려할 필요가 있다. 경제적 설계는 관의 재료비, 공사비 및 펌프설비비 외에 장래의 유지관리비 등을 고려하여야 한다.

4.8.1 일반사항

(1) 일반적으로 덕타일주철관, 강관(폴리에틸렌피복강관), 경질염화비닐관(PVC관), PE관 및 기타 화학제품재료에 의하여 제작된 관 등이 많이 사용된다. 그러나, 송·배수관의 경우 자연유하로, 수압이 낮고 수압변동이 없으면서 매설되는 지반이 튼튼하여 부등침하의 염려가 없는 조건에서는 프리스트레스 콘크리트관이나 원심력 콘크리트관을 사용할 수도 있다.

(2) 관종 선정에서 내압 및 외압에 대한 안전성, 환경조건, 시공조건 등을 감안하여 최적의 것을 선정하지 않으면 안 되며 안전성은 수압과 외압에 의하여 좌우되는 것으로 외압이든 내압이든 어떤 경우에도 견디는 강도를 갖는 관종과 관 두께가 되어야 한다. 이 경우 수압으로는 최대 정수압과 수격압을 고려해야 하며 외압으로는 토압과 노면하중 그리고 지진 등을 고려할 필요가 있다. 환경조건으로는 매설장소의 토양이나 토질은 물론 지질 상황이 대단히 중요하므로 그 여건이나 상황에 따라서 특수한 접합이나 시공방법의 검토 또는 이형관이나 보호공은 물론 부식방지 등에 대하여 검토하여야 하며 시공조건으로는 주변 지하매설물의 상황, 교통사정 등을 고려할 필요가 있다.

(3) 경제적 설계는 관의 재료비, 공사비 및 펌프설비비 등외에 장래의 유지관리비 등을 고려하여야 하며 경제성은 영농경영상, 중요한 것이기는 하지만 이것이 너무 강조되어 장래 안전급수를 저해하는 가능성이 있는 경우가 있어서는 안 된다.

4.8.2 관종선정시 고려사항

(1) 농업용 관수로에 사용하는 관종은 농업용수의 송배수 조직에 필요한 수리, 구조, 시공 등의 조건을 충족하고 그 특성을 충분히 살릴 수 있는 것을 선정해야 하며 다음 사항에 유의해야 한다.

① 관은 각종 하중에 대해 충분히 안전한 강도와 양호한 수밀성을 가지며, 물의 흐름에 대한 저항이 적고 내구성과 내식성이 우수하며 시공이 용이하고 가격이 저렴한 것이 좋다.

② 매설 관로에서는 정수압이나 수격압 등의 내압 외에도 토압, 노면하중 등의 외압이 동시에 작용한다. 그러므로 이들 하중에 대해 충분히 견딜 수 있는 내압강도를 가져야 한다. 또 이형관 부분의 비평형력, 부등침하, 지진에 대해서도 충분히 안전하여야 한다.

③ 강성관은 관종 선정에 있어 원칙적으로 관 자체의 외압 및 내압 저항강도를 기준으로 관종을 선정한다. 연성관은 외압 저항강도를 표시하지 않는 것이 일반적이므로 관종을 선정할 때는 관 고유의 재료강도를 이용해서 계산한 응력과 변형(deflection)량을 검토하여 어느 경우에도 설계조건이 만족되는 관종을 선정해야하며 적절한 안전율을 고려하여야 한다.

④ 관은 장기간에 걸쳐 물의 유통을 잘 유지할 수 있어야 한다.

⑤ 강산성 지반에서 콘크리트관류의 부식과 강관, 주철관류의 녹슬음과 전식 등에 대해서도 충분히 고려하여야 한다.

4.8.3 관종 선정 순서

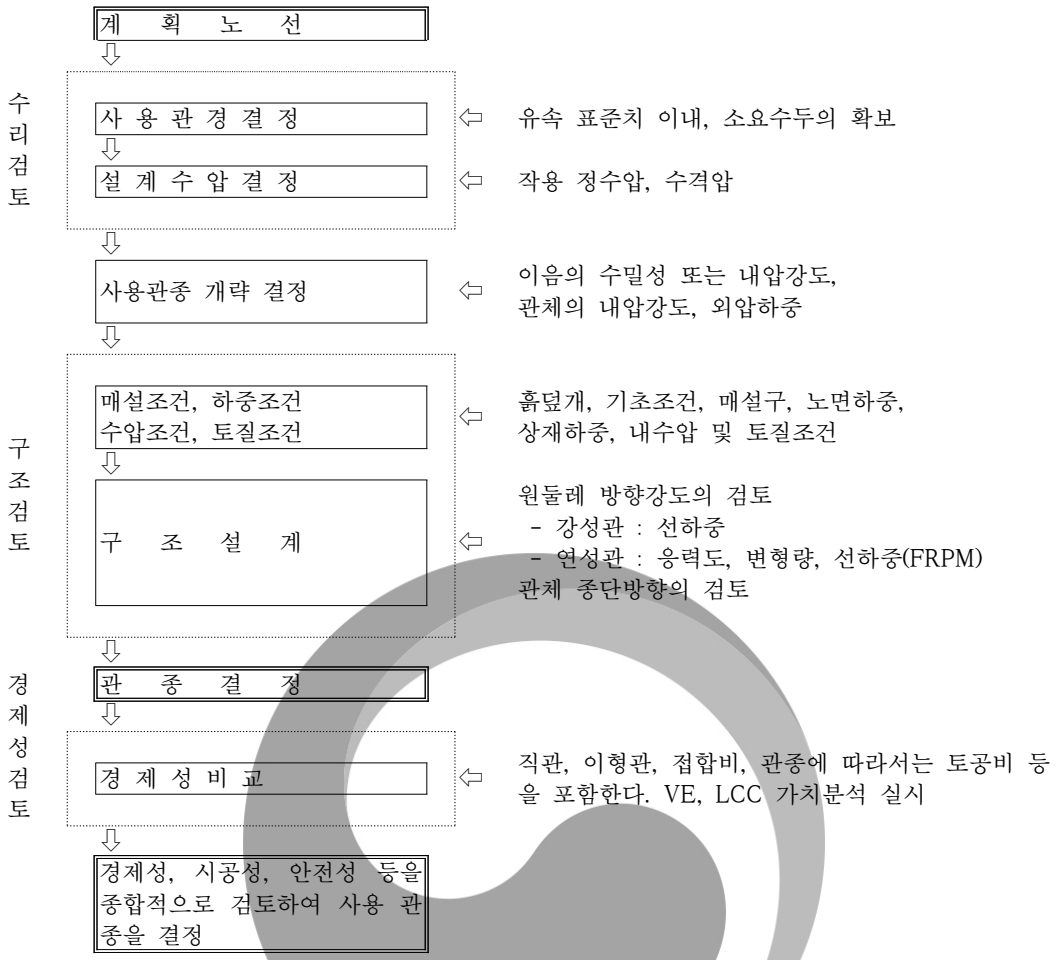
(1) 수리검토를 하여 관경을 개략 결정한다.

(2) 관수로의 형식, 송수방식 등의 시설조건으로부터 설계수압을 개략 결정한다.

(3) 수리검토의 결과를 기초로 해서 관의 종류와 규격을 개략 결정하고, 이음의 수밀성, 관의 내수압 강도 등을 검토하여 사용 관종을 개략 결정한다.

(4) 개략 결정된 관에 대해서 구조설계 검토를 실시한다.

(5) 기술검토를 거친 후에도 여러 종류의 관종에 대하여 경제성 비교 외에도 관로가 매설될 대상지구의 입지조건, 시공조건, 유지관리, 안전성 등을 종합적으로 검토하여 사용 관종을 최종 결정한다.



<그림 4.8-1> 관종 선정 순서

4.8.4 관종 선정 방법

(1) 관수로에 사용하는 관종은 관체에 작용하는 내수압과 횡단방향 및 종단방향의 외압하중에 대해서 충분한 강도를 갖고 있어야 하며, 이음에 있어서도 작용 내외압에 대해 충분한 강도와 수밀성을 가져야 한다. 따라서 관종 선정시 이음의 수밀성과 수압강도를 검토해야 하는 경우와 관체의 수압강도를 검토해야 하는 경우로 구분할 수 있는데 경우에 따라 검토 내용은 다음과 같다.

① 이음의 수밀성을 검토해야 하는 경우

고무링, 고무패킹 등을 사용한 접합방식의 관종은 수밀성을 검토해야 한다. 일반적으로 원심력 철근 콘크리트관(RC관), 코어식 프리스트레스트 콘크리트관(PC관), 덕타일주철관(DCIP관), 경질염화비닐관(고무링접합)(PVC관), 강화플라스틱복합관(FRPM관) 같은 관종이 이에 속한다. 이음의 수밀성은 관체 또는 이음의 내압(耐壓)강도와는 다르다. 이것은 수압을 부하한 상태에서 휨 또는 재하시험을 행하여 이음을 최대휨강도까지 굽혔을 때 이음의 수밀성이 보장되는 경우의 수압을 가르킨다. 일반적으로 관이음의 수밀성은 그 이음의 내수압(耐水壓) 강도보다 작은 값(수압)을 나타낸다. 이음의 수밀성 및 수압강도는 원칙

적으로 식(4.8-1)으로 결정한다.

$$H_{sc} \geq S \cdot H \qquad (4.8\text{-}1)$$

여기서, Hsc : 관이음의 수밀성(N/㎠)
H : 설계내수압(정수압+수격압) (N/㎠)
S : 안전율(부설상황에 따라 다르나 일반적으로 2.0이상)

② 이음의 내수압 강도를 검토해야 하는 경우
접착, 융착 등의 접합방식으로 이음하는 관종은 내수압(耐水壓)강도에 대해서 검토해야 한다. 일반적으로 경질염화비닐관(접착접합)이나 폴리에틸렌관(융착접합 등)같은 관종이 이에 속한다. 접착, 융착 등의 접합방식으로 이음한 관은 이음부가 새로이 관의 일부로 되므로 이 경우는 이음의 내압강도를 관체의 내압강도와 동등한 것으로 간주할 수 있다.

③ 이음의 수밀성 및 내수압 강도의 검토가 필요하지 않은 경우
용접접합방식으로 이음한 관종은 이음의 수밀성 및 내수압 강도에 대해 검토할 필요가 없다. 강관이 이에 해당한다.

④ 관체의 수압강도를 검토해야 하는 경우
관종에 따라서는 이음의 수밀성 또는 내수압 강도보다 관체의 내수압 강도가 작은 경우가 있다.

4.9 관수로 기능 검토

(1) 관수로는 설계유량을 통수할 수 있는 충분한 기능이 있어야 하며 허용유속은 물론 부압발생의 유무를 검토하여 압력분포도 확인해야 한다. 관수로에서 이론 통수능력과 실제 통수능력과는 차이가 나타나게 되므로 수리단위 간에 팜폰드나 조정지 등 완충시설의 필요성을 검토하고, 통수를 위한 충수(充水)조작, 비상시 송수정지, 긴급방류 등 설계유량 이외의 경우에도 관수로 시스템으로서의 기능이 유지되어야 한다. 유량의 검토, 수리단위 간의 관련기능, 수리단위 내부의 과도현상 등 관리운용에 대한 기능검토도 시행한다.

4.9.1 수리단위 결합의 검토

(1) 각 수리단위간의 결합은 원칙적으로 유량과 수위가 기본요소이며 경계조건은 상하류 수리단위의 실제 통수능력을 조정하는데 필요한 조건을 정하는 것이다. 관수로는 기성제품을 사용하므로 설계상 필요한 관경보다 바로 상위의 것을 선정하게 된다. 따라서 이론 통수능력과 실제 통수능력 간에는 차이가 나타나게 되므로 수리단위 간에 통상의 팜폰드나 조정지와 다른 완충시설이 필요하게 된다. 특히 펌프 또는 밸브를 ON-OFF로 조작할 경우 펌프의 흡수조, 배수조, 분수조에 조정용량을 고려하여야 한다.

4.9.2 통수기능의 검토

(1) 설계유량을 통수할 때에는 각 관수로의 유속을 구하여 허용설계유속의 범위 내에 포함 여부

를 검토하여 관수로부의 압력분포를 구하고 부압발생의 유무를 검토하여 압력분포를 확인한다. 또한 바로 상위 관경의 선정으로 송배수에 이용할 수 있는 낙차가 생기면 최상류 관경을 축소함으로써 낙차조정을 할 수 있다.

4.9.3 운용 관리시설의 검토

(1) 설계유량을 통수시키기 위한 시설은 물 관리시설 운용에 대해서도 그 기능을 발휘하여야 한다. 관수로내 설계유량이 흐르는 시간은 매우 짧은 시간에 한정되므로 설계유량 이외의 통수조건에 대해서도 기능이 확보되도록 충분히 검토한다. 관수로는 시설조작이 빈번히 이루어지므로 복잡하고 비정상 현상이 발생되며 때에 따라 치명적 고장을 일으킬 수 있다. 따라서 통수를 위한 충수(充水)조작, 비상시 송수정지, 긴급방류 등 설계유량 이외의 경우에도 관수로 시스템으로서의 기능이 유지되어야 한다.

(2) 관리운용에 대한 검토는 유량의 검토, 수리단위간 관련기능, 수리단위 내부의 과도현상 등에 대하여 시행 한다. 이상을 검토하여 필요시 시스템의 구성변경, 시설장비의 점검을 실시하고 때에 따라 관수로의 구성 및 물 관리 제어방식을 재고하거나 새로운 부가시설의 설치를 검토한다. 여기서 유량의 검토는 설계유량 이외의 최빈유량 및 최소유량에 대해서도 펌프 운전상태, 밸브개폐도 등 운용관리 조건을 고려하여 정상유황을 해석함으로써 안전유황 형성여부, 유량의 균형 확보여부를 검토한다. 특히 과도한 감압에 따른 공동(空洞)현상의 발생, 펌프의 대수분할, 운전제어방식의 변경, 밸브의 선택과 조합 등에 대해서 충분히 고려한다.

(3) 수리단위 내부의 과도현상 검토는 관수로는 통수기능에 대한 저류용량이 매우 적으므로 단시간에 비상거동이 발생한다. 펌프의 운전이나 밸브의 개폐조작과 같은 유황의 제어로 경계조건을 변화시키면 이에 따라 속도에너지가 변화하여 수격작용이나 서어지(surge)가 일어난다. 수격작용은 진동주기, 그리고 서어지는 밸브의 개폐시간, 펌프의 관성모멘트에 의한 수류정지시간 등 조작시간의 과도적 현상으로 이해할 수 있으나 양자의 상대적 관계에 따라 그 현상이 변화하기도 한다.

(4) 따라서 과도기간 내 발생하는 최대압력에 의한 관체 또는 이음의 불안전, 스탠드 내 일류(溢流)나 최소압력에 의한 수주분리(水柱分離), 공기혼입 등에 대하여 충분히 검토한다.

4.10 제어·관리시스템 설계

(1) 제어·관리시스템을 계획하는 경우 작물 생육시기별로 변화하는 필요수량 등 농업용수의 특징을 충분히 이해할 필요가 있고 제어내용은 비교적 단순하나 분산되어 있어 광범위해지는 경향이 있는 것 등을 고려해야하며 현장의 제어시스템은 자연조건에서도 장기간에 그 기능이 유지되도록 한다.

(2) 제어수준을 높이는 것도 필요하지만 실용성이 떨어지는 결과를 초래할 수 있으므로 농업의 생산성에 걸맞은 제어수준을 결정하고, 조작의 용이성, 시설의 내구성, 시설의 안전성에 중점을 둔 설계가 바람직하고, 관수로에 생기는 각종의 수리현상에 대해서 모의 발생 실험을 실시하여 이들 현상에 충분히 대처하도록 검토하는 등 제어·관리시설은 통수시설의 내용, 물 관리 방식과 관리체제, 지구의 규모 등을 종합적으로 검토하여 결정해야 한다.

4.10.1 관리시스템의 설치 목적

(1) 제어·관리시설이란 관수로 시스템에서 정보의 수집, 처리, 조작을 하기 위한 시설로서 관수로 시스템을 구성하는 하나의 중요한 요소이다. 구체적으로 수위, 유량, 압력 등을 관측하는 시설, 관측치를 감시 제어하는 시설, 정보를 전달하는 통신시설, 정보의 기록 또는 처리하는 설비의 일체를 말한다. 관수로의 제어·관리시스템의 설치 목적은 주요 수원공이나 관수로시설을 중앙관리소에서 집중적이고 체계적으로 관리함으로써 효율적인 시설관리가 되어 물관리 비용이 절감되고 용수 배분을 합리적으로 하여 가뭄이나 홍수 등의 농업재해 대응 능력을 향상하는데 그 목적이 있다.

4.10.2 제어·관리수준의 결정

(1) 수리시설이 집단화되고 시설물 개보수 및 용수로 구조물화 및 용배수 시설의 전동화가 완료되어 사업효과가 높은 지역부터 단계별로 시행하고 저수지, 양배수장 등 수원공과 평야부 용배수간선의 주요시설 위주로 물 관리 자동화시설을 우선 설치한다는 것이 현재 정부의 추진 정책 방향이다. 제어·관리시설의 설계는 통수시설의 내용, 물 관리방식과 관리체제, 지구의 규모 등을 종합적으로 검토하여 결정해야 한다.

4.10.3 제어·관리시스템 설계

(1) 제어·관리시스템의 적용 대상시설은 다음과 같다.

① 수원공: 저수지(사통, 취수탑, 여수로 문비), 취입보, 양수장, 관정 등

② 배수시설: 배수장, 배수갑문 등

③ 용배수로 주요시설: 분수문, 제수문, 방수문, 배수문 등

④ 재해예방시설: 댐 및 방조제 등 홍수예경보시설

(2) 제어·관리시스템을 계획하는 경우 농업용수의 특징을 충분히 이해할 필요가 있다. 이들의 특징은 다음과 같다.

① 필요수량이 생육시기별로 변화하며, 강우량에 따라 일단위(日單位)로 필요수량이 변한다.

② 제어내용은 비교적 단순하나 대상지역이 분산되어 제어 대상지역이 광범위해지는 경향이 있다.

③ 현장의 제어시스템은 자연조건에 대응할 수 있도록 하여 장기간에 걸쳐 그 기능이 유지되어야 한다.

④ 다만, 상기사항을 완전히 만족시키기 위해서는 시설의 고도화가 필요하게 되지만 이것은 오히려 실용성을 제한하는 결과를 초래하므로 농업 생산성에 걸맞은 제어수준을 구축하는 것이 현실적인 대응이라고 할 수 있을 것이다. 이와 같이 관수로의 제어시스템의 목표는 조작의 용이성, 시설의 내구성, 시설의 안전성에 중점을 둔 설계가 바람직하다. 또 해당 제어시스템의 적합성을 확인하기 위하여 관수로에 생기는 각종의 수리현상에 대해서 모의 발생 실험을 실시하여 이들 현상에 충분히 대처할 수 있도록 검토한다.

(3) 제어·관리시스템의 계획에 있어서는 관리제어의 내용과 방법 그리고 운영체제 등을 명확하게 하여 최종적인 제어·관리 시스템을 결정한다.

4.10.4 제어·관리시스템 설계시 유의사항

농업용 관수로 제어·관리시스템 설계시 유의사항에 관한 기타사항은 KDS 67 20 00 용배수로 설계기준을 따른다.

집필위원	분야	성명	소속	직급
	관개배수	김선주	한국농공학회	교수
	농업환경	박종화	한국농공학회	교수
	토질공학	유 찬	한국농공학회	교수
	구조재료	박찬기	한국농공학회	교수
	수자원정보	권형중	한국농공학회	책임연구원

자문위원	분야	성명	소속
	농촌계획	손재권	전북대학교
	수자원공학	윤광식	전남대학교
	지역계획	김기성	강원대학교
	수자원공학	노재경	충남대학교
	농지공학	최경숙	경북대학교
	관개배수	최진용	서울대학교

건설기준위원회	분야	성명	소속
	총괄	한준희	농림축산식품부
	농업용댐	오수훈	한국농어촌공사
	농지관개	박재수	농림축산식품부
	농지배수	송창섭	충북대학교
	용배수로	정민철	한국농어촌공사
	농도	조재홍	한국농어촌공사 본사
	개간	백원진	전남대학교
	농지관개	이현우	경북대학교
	농지배수	남상운	충남대학교
	취입보	김선주	건국대학교
	양배수장	정상옥	경북대학교
	경지정리	유 찬	경상대학교
	농업용관수로	박태선	한국농어촌공사 본사
	농업용댐	손재권	전북대학교
	농지배수	김정호	다산컨설턴트
	농지보전	박종화	충북대학교
	농업용댐	김성준	건국대학교
	해면간척	박찬기	공주대학교
	농업수질및환경	이희억	한국농어촌공사 본사
	취입보	박진현	한국농어촌공사 본사

중앙건설기술심의위원회	성명	소속
	이태옥	평화엔지니어링
	성배경	건설교통신기술협회
	김영환	한국시설안전공단
	김영근	건화
	조의섭	동부엔지니어링
	김영숙	국민대학교
	이상덕	아주대학교

농림축산식품부	성명	소속	직책
	한준희	농업기반과	과장
	박재수	농업기반과	서기관

설계기준
KDS 67 25 20 : 2018

농업용 관수로 설계

2018년 04월 24일 발행

농림축산식품부

관련단체 한국농어촌공사
58217 전라남도 나주시 그린로 20(빛가람동 358) 한국농어촌공사
☎ 061-338-5114 E-mail : webmaster@ekr.or.kr
http://www.ekr.or.kr

(작성기관) 한국농공학회
06130 서울시 강남구 테헤란로 7길 22(역삼동 365-4) 과학기술회관 본관 205호
☎ 02-562-3627 E-mail : j6348h@hanmail.net
http://www.ksae.re.kr

국가건설기준센터
10223 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283(대화동)
☎ 031-910-0444 E-mail : kcsc@kict.re.kr
http://www.kcsc.re.kr

※ 이 책의 내용을 무단전재하거나 복제할 경우 저작권법의 규제를 받게 됩니다.

KDS 67 25 25 : 2018

농업용 관수로 수리 설계

2018년 04월 24일 제정
http://www.kcsc.re.kr

농림축산식품부



건설기준 코드 제·개정에 따른 경과 조치

이 코드는 발간 시점부터 이미 시행 중에 있는 설계용역이나 건설공사에 대하여 발주기관의 장이 필요하다고 인정하는 경우 종전에 적용하고 있는 기준을 그대로 사용할 수 있습니다.

건설기준 코드 제·개정 연혁

- 이 기준은 KDS 67 25 25 : 2018 으로 2018년 04월에 제정하였다.
- 이 기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 건설기준 간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.
- 이 기준의 제·개정 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요사항	제·개정 (년. 월)
농업생산기반정비사업 계획설계기준 관수로편	• 농업생산기반정비사업 계획설계기준 관수로편 제정 • 기존의 농업용관수로 설계, 시공, 유지관리 지침(2001)을 근거로 제정	제정 (2009. 12)
KDS 67 25 25 : 2018	• 국토교통부 고시 제2013-640호의 “건설공사기준 코드체계” 전환에 따른 건설기준을 코드로 정비 (농업생산기반정비사업 계획설계기준 수로공편 및 수로터널편 합본) • 건설기술진흥법 제44조 및 제44조의 2에 의거하여 중앙건설심의위원회 심의· 의결	제정 (2018. 04)

제 정 : 2018년 04월 24일
개 정 : 년 월 일
심 의 : 중앙건설기술심의위원회
자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회
소관부서 : 농림축산식품부 농업기반과
관련단체(작성기관) : 한국농어촌공사(한국농공학회)

목 차

1. 일반사항 ····· 1

1.1 목적 ····· 1

1.2 적용범위 ····· 1

1.3 참고기준 ····· 1

1.4 용어의 정의 ····· 1

1.5 기호의 정의 ····· 1

2. 조사 및 계획 ····· 1

3. 재료 ····· 1

4. 설계 ····· 2

4.1. 일반사항 ····· 2

4.2 관수로 설계유속 ····· 3

4.3 관수로 손실수두 ····· 5

4.4 정상류(定常流) 해석 ····· 6

4.5 비정상류(非定常流) 해석 ····· 9

4.6 수격압 해석 ····· 12

농업용 관수로 수리 설계

1. 일반사항

1.1 목적

(1) 이 코드는 농어촌정비법에 근거한 농업생산기반정비사업으로 신설 또는 개수하는 농업용관수로의 계획, 설계, 시공 및 관리에 있어 준수해야 할 일반적 사항을 규정한 것이다.

1.2 적용범위

(1) 이 코드는 농업용 관수로의 수리설계에 대하여 적용한다.

(2) 코드 내용은 기술수준의 향상 또는 기타 필요에 따라 개정하여 시행하며, 적용이 적합하지 않은 경우에는 기준이 손상되지 않는 범위 내에서 기술심의 및 자문 등으로 실무지침을 정하여 운용할 수 있다.

1.3 참고 기준

· 농업생산기반정비사업계획 설계기준, 2004 : 수로편
· 농업생산기반정비사업계획 설계기준, 2009 : 관수로편
· 농업생산기반정비사업계획 설계기준, 용배수로편 용배수로 일반사항 (KDS 67 20 05 : 2017)

1.4 용어의 정의

· 내용 없음

1.5 기호의 정의

· 내용 없음

2. 조사 및 계획

· 내용 없음

3. 재료

· 내용 없음

4. 설계

4.1 설계 일반사항

(1) 관수로 수리설계는 계획최대유량을 안전하고 확실하게 통수할 수 있도록 관수로의 통수단면, 부대시설의 규모 및 제어방식을 검토하여 관수로의 용수공급 기능을 확보하고, 수압에 대한 안전성을 확보하는 데 있다. 관수로 설계에 사용하는 유량은 계획최대유량을 설계유량으로 하지만 설계유량보다 적은 유량이 통수될 때의 유량 및 수압에 주의할 필요가 있다.

(2) 관경결정에 사용하는 설계수위는 시점은 관리의 최저수위를 이용하고, 종점 또는 분수점 등은 관리의 최고수위를 이용한다.

(3) 유속은 관 재질이나 관경에 따라 허용최대유속과 허용최소유속을 검토해야 한다. 동수경사선은 설계유속 범위 내에서 시점부터 말단까지 필요한 압력을 충분히 확보할 수 있도록 계획하고 관정(管頂)보다 0.5m이상 높게 해야 한다.

4.1.1 관수로 수리 설계 목적

(1) 관수로의 수리설계는 대상이 되는 관수로의 조직이 용수계획의 범위에서 여하한 조건에서도 계획최대유량을 안전하고 확실하게 통수할 수 있도록 관수로의 통수단면, 부대시설의 규모 및 제어방식을 계획하여 관수로의 통수기능을 검토하는 것이다. 또한, 관경결정, 밸브구경산정, 펌프양정결정 등 시설규모 결정이나 관리 및 밸브조작 방법을 검토하기 위하여 수격압을 산정하기도 한다.

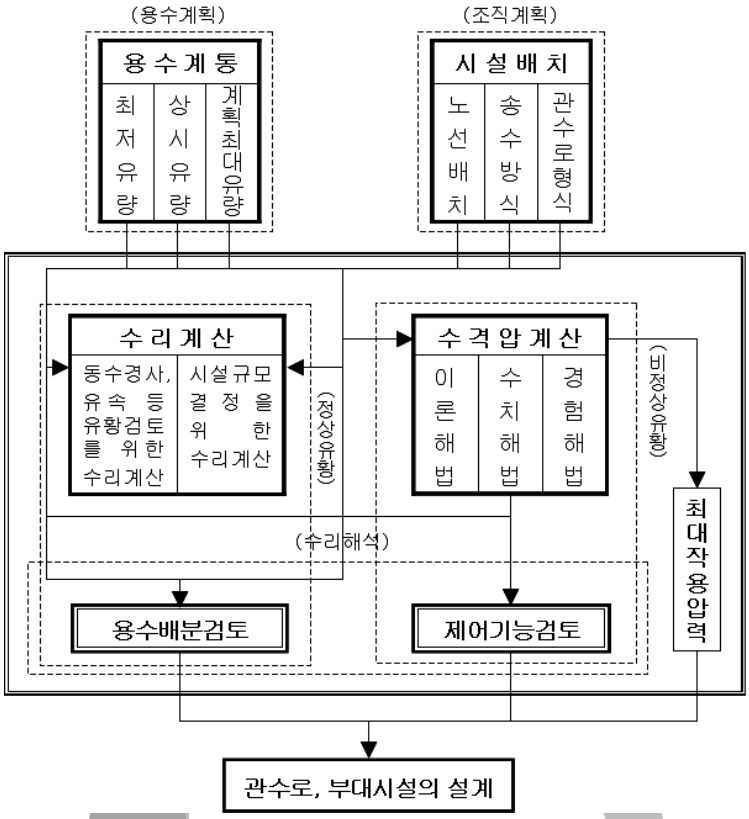
(2) 계획된 관수로시스템이 필요수량을 충분히 공급가능능력과 미흡시의 개선대책을 검토하며, 관수로 중간에 설치될 유량, 압력의 조절밸브 및 조압시설, 조정시설에 설치하는 유량, 수위조절 밸브의 기능 및 펌프설비 등 부대시설의 운전조건을 검토하여 관수로 조직의 운전제어방식 수립에 이용하기도 한다.

4.1.2 관수로 수리 설계 순서

(1) 관수로 시설 설계는 기본설계 단계에서 개략 선정된 관수로조직과 부대시설에 대해서 상세한 수리 설계 및 구조 설계를 실시하는 것으로, 그 결과가 관수로 시스템의 설계에 적합한지의 여부를 <그림 4.1-1>의 수리계산 흐름도에 따라 검토한다.

4.1.3 관수로 수리 설계시 필요 자료

(1) 관수로 조직의 수리해석을 실시할 때 검토 목적별로 필요한 자료를 취득하여 검토한다.



주) □ 내를 수리설계범위로 한다.

<그림 4.1-1> 관수로 수리설계순서

4.2 관수로 설계 유속

(1) 관수로의 설계평균유속은 손실수두와의 관계에 의하여 관로의 경제성에 크게 영향을 미치므로 노선조건, 사용 관종, 관경 및 수로 형식 등에 의하여 일률적으로 정할 수는 없으나 원칙적으로 송배수 방식에 따라 결정한다.

4.2.1 설계 평균유속

4.2.1.1 자연압식 관수로의 설계 평균유속 범위

(1) 관경결정시 시종점간의 낙차를 최대한도로 이용하여 유속을 가능한 한 크게 설계하는 것이 관경이 최소가 되어 경제적이다. 따라서 자연압식 관수로의 관경은 부여된 개개의 수리조건에 의하여 결정되기 때문에 허용최대한도 유속이내로 설계하면 된다. 허용최대평균유속은 수리단위내의 국부적인 구간의 유속의 점검에 이용하고, 수리단위 내의 유속의 평균치 한계는 2.0㎧ 이내가 바람직하다. 여기서 말하는 유속의 평균치는 종단방향의 가중 평균치를 말한다. 그러나 동수구배가 큰 경우에는 평균유속의 한계치를 2.5㎧ 까지 높여도 된다. 그러나 채용한 유속이 크면 경사부의 관성력, 곡선부의 쓰러스트력 등에 의하여 특히 신중한 검토가 필요함과 동시에 하류단에서 밸브조작을 하는 경우는 (1) 비정상류를 충분히 검토하여 시설의 안전성 확인하는 것과 (2) 밸브조작에 의한 캐비테이션을 검토해야한다.

4.2.1.2 펌프압송식 관수로의 설계평균유속 범위

(1) 펌프압송식 관수로의 경우 일반적으로 펌프흡입측의 저수위와 토출수조의 고수위로 양정을 설정하여 설계한다. 그러나 관로내의 유속 즉 관경과 펌프 양정의 조합은 다양하게 존재한다. 자연압력식의 경우와 같은 방식으로 관경을 작게 하면 관계되는 비용이 줄어드나, 통수저항이 증가하기 때문에 동수경사가 급하게 되어 펌프양정이 높아져 결국 펌프 설비비와 운전비가 증가하는 요인이 된다. 반대로 관경을 크게 하면 펌프 제 경비는 줄어드나 관의 비용이 증가한다. 어느 경우에도 비경제적인 설계가 된다. 따라서 펌프압송식 관수로의 유속은 관 의비용과 펌프 관계비의 합이 부여된 유량에 대하여 최소가 되도록 경제 비교를 하여 결정하는 것이 바람직하다.
이때의 설계유속의 범위는 <표 4.2-1>와 같다.

<표 4.2-1> 펌프압송식 및 자연압력식의 평균유속 범위

관경(㎜)	75 ~ 150	200 ~ 400	450 ~ 800	900 ~ 1,500	1,600 ~ 3,000
유속(㎧)	0.7 ~ 1.0	0.9 ~ 1.6	1.2 ~ 1.8	1.3 ~ 2.0	1.4 ~ 2.5

주) ① 설계유속은 관수로의 안전성, 부대기기의 관리 등 경험적으로 정한 값이다.
② 관경 2,000㎜이상의 대구경관은 관의 안전성 등 관리상의 필요조건을 검토한 후 사용여부를 결정한다.

(2) 관수로 관경은 간지선 관로 전구간을 포함하여 경제비교에 의하여 결정하는 것이 원칙이다. 이 경우의 허용평균유속은 자연압식 관수로와 동일하게 2.0㎧가 바람직하고 한계치를 2.5㎧로 한다. 또한, 경제비교에 의하여 얻어진 관경유속의 평균치가 2.0㎧를 초과하는 경우는 수압 대책 및 밸브대책 등을 검토할 필요가 있다.

(3) 단, 펌프주변의 흡수관과 토출관 또한 유량조절을 하지 않는 배니관 및 배수관에 대해서는 별도로 검토한다(펌프에 사용되는 관의 표준유속은 통상 관수로 조직에 사용되는 관의 설계유속보다 큰 범위에 사용된다).

4.2.2 허용최대평균유속

(1) 관내의 평균유속의 허용최대평균유속은 관 내면이 마모되지 않을 정도의 값이다. 일반적으로 관내면의 상태 및 연결관의 수밀성 등에 따라 다르며, 콘크리트관의 경우는 3.0㎧, 기타의 경우는 5.0㎧이다. 단, 강관 또는 주철관은 6.0㎧ 이내의 값을 적용한다.(<표 4.2-2> 참조) 이 값 이내에 있더라도 수리단위내의 평균유속이 큰 경우에는 일반적으로 밸브조작 등으로 인하여 이상 압력 변동이 발생하는 등의 문제가 발생하므로 충분히 주의하여 설계하여야 한다. 또한 방수, 여수토 등 본선과 관계없이 일시적인 사용구간에 대해서는 상기 허용최대설계유속의 1.5배 이내로 설계한다. 상시 통수되는 관로는 최대평균유속이 관내면의 마모 또는 밸브 조작에 따른 이상 압력을 일으키는 원인이 되므로 이 유속을 적용해서는 안 된다.

<표 4.2-2> 허용최대평균유속

관종	콘크리트관 (흄관, PC)	강관(SP)	주철관 또는 덕타일주철관 (DCIP)	폴리에틸렌관 (PE)	강화플라스틱 복합관 (FRPM)
유속(㎧)	3.0	6.0	6.0	6.0	6.0

4.2.3 허용최소설계유속

(1) 관내의 허용최소설계유속은 관내에 부유토사가 침전하는 것을 방지하기 위해 통상 0.3㎧ 이상으로 한다. 특히, 배수관에서 방제, 시비와 다목적으로 사용하는 경우는 0.6㎧이상으로 하는 것이 바람직하다.

4.2.4 동 수 압

(1) 동수압에 대해서는 다음 사항을 검토해야 한다.

① 동수경사는 설계유속 범위 내에서 시점부터 말단까지 필요한 압력을 충분히 확보할 수 있도록 한다.

② 앞에서 구한 말단압력이 말단소요압력을 초과할 때는 적절한 감압시설을 설치하여 압력을 조절한다.

③ 동수경사선을 관정(管頂)보다 높게 한다. 동수경사선이 관정보다 낮아지면 관내수압이 대기압보다 낮아지므로 수중 공기가 분리되어 통수를 방해하게 된다. 이러한 경우에는 노선을 변경하든지 조압용(접속) 수조 등을 설치하는 문제를 검토하는 것이 좋다. 또한 설계유속 범위내에서 시점부터 말단까지 필요한 압력을 충분히 확보할 수 있도록 관정에서 동수경사선까지의 여유수두는 0.5m 이상 확보하도록 한다.

4.3 관수로 손실수두

(1) 관수로 내에서의 흐름은 내부마찰이나 유입, 유출, 단면변화, 형상변화, 기타 각종 수로구조물 등에 의해 에너지 손실이 발생하며 이에 따라 수두가 감소하게 되므로 관수로의 수리설계에서는 이러한 손실수두를 고려해야 한다.

4.3.1 마찰 손실수두

(1) 관수로 흐름의 에너지 손실과 유속과의 관계를 나타내는 식으로는 Darcy- Weisbach 식, Hazen-Williams 식 및 Manning 공식이 이용된다.

4.3.2 마찰이외의 손실수두

(1) 관수로에 물이 흐를 때의 손실수두는 관수로 벽의 마찰에 의한 손실수두 뿐만 아니라 관수로의 단면변화, 밸브, 스크린 등에 의한 손실수두가 발생한다.

(2) 그러나 관수로가 길어지면 국부적 손실은 마찰손실수두에 비해 작아지므로 무시할 수가 있

다. 이러한 미소손실수두에는 유입 및 유출, 급확대 및 점확대, 급축소 및 점축소, 만곡 및 굴절, 분류 및 합류, 밸브 등에 의한 손실수두 등이다.

4.4 정상류(定常流) 해석

(1) 관수로 설계시 계획된 관수로 시스템에 대한 정상류 해석을 실시하여 계획 설계유량이 충분히 공급되는지를 검토한다.

4.4.1 일반사항

(1) 정상류란 자연압이나 펌프 등으로 부여된 에너지에 의하여 흐르는 유체가 유량과 압력이 관경, 시점 및 종점수위, 밸브의 열림 등의 수리특성에 의하여 균형된 상태로 흐르는 것을 말하며, 관망해석은 이와 같은 정상류 상태의 해석기법을 말한다.
(2) 관수로의 시설규모(관경, 양정 등)가 결정된 후에 용수이용형태, 물관리 방법 등을 고려하여 관망해석에 의하여 관수로의 통수단면 및 유량배분능력을 검토할 필요가 있다.
(3) 관수로에서 배관계획시 망형배관과 수지형(분기형)배관의 선택을 수리계산에 의하여 검토할 필요성이 있으나, 이때 수리계산을 간단하게 할 수 있다면 대단히 편리하다. 배관형태가 단순한 경우에는 수계산이 가능하지만 복잡한 경우에는 수치해석을 할 필요가 있다.

4.4.2 검토목적

(1) 정상류에 대한 수리검토 목적은 용수의 기별 변화 또는 수원의 수리조건 변화에 대하여 송·배수 능력이 충분한지 여부를 검토하고, 송·배수기능이 불충분한 경우에 그 대책을 수립하는데 있다.

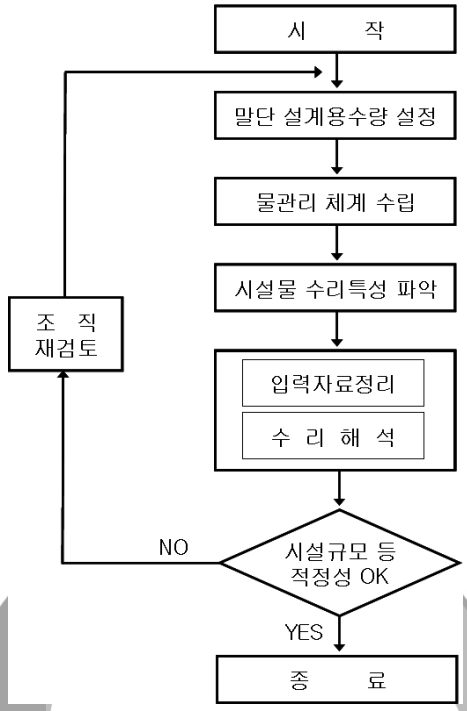
4.4.3 검토대상

(1) 수원이 복수인 경우
복합적인 수원을 갖는 경우 각 수원의 공급량은 말단 용수량의 변동에 의하여 변화한다. 이와 같은 조직은 주 수원의 공급량과 급수압력이 균형을 이룰 수 있는 제어방법을 검토해야 한다.
(2) 관수로조직이 관망인 경우
관수로의 통수유량이 용수량의 기별변화에 의하여 변화하는 경우가 있다. 이는 수리계산을 하는 경우에 관수로 시스템 각 구간의 설계유량을 말단으로부터 순차적인 합산(용수계획)에 의하여 결정하기 어려운 경우이다.
(3) 지형변화가 심한 관수로조직의 경우
지형에 기복이 크면 고지대에서는 용수부족이 발생하고 저지대에서는 용수과잉이 발생하여 용수배분에 불균형이 초래되는 경우가 많다.

4.4.4 관망해석방법

4.4.4.1 관망해석 순서

일반적으로 정상류의 수리 해석은 <그림 4.4-1>과 같은 순서로 한다.



<그림 4.4-1> 정상류 수리해석 순서

(1) 말단의 용수 이용형태 설정
정상류 해석을 위해서는 말단 용수량의 사용형태를 명확히 하지 않으면 안 된다. 용수량 사용형태는 논과 밭이 다르며, 관개기간에 따라서도 다르기 때문에 용수이용계획을 명확히 설정한다.

(2) 물관리체계 수립
관수로 시스템의 물관리체계 즉, 관리대상시설, 수두, 유량 등의 관리대상을 명확히 한다.

(3) 수리특성의 파악
관수로의 정상유황은 관로조직에 포함되어 있는 시설의 수리특성(H-Q 특성)에 지배되기 때문에 그 시설의 특성을 파악하여 수식을 작성한다.

(4) 정상류 수리해석
정상류 수리해석은 개발되어 있는 프로그램을 이용하며, 해석에 필요한 조건은 경험이 풍부한 설계자의 판단에 의하여 설정한다.

4.4.4.2 관망해석방법

(1) 송배수 조직을 관망조직으로 계획한 경우에는 관망조직의 일부인 각 관로의 유량이 상호 연관된 조직체로서 수리적 구속을 받게 되므로 분기형 관수로와 같이 말단 분수공의 유량을 적산하여 계량적으로 유량을 구하여 관경을 결정할 수 없다.

(2) 일반적으로 관망계획은 관경을 가정하여 유량을 계산하고 관내유속, 분수압력 등의 제한조건

을 고려해서 그 조건에 맞는 최소관경을 구하는 방법을 사용한다. 따라서 관망의 수리계산은 반복적인 시산이 필요하며, 특히 분기점의 분수량 혹은 분수위치가 변동하는 조건에서는 반복계산으로 관경을 결정하게 된다.

(3) 수리계산 순서 및 유의사항

관망의 수리계산은 계산 순서에 따르며 계산과정상의 유의사항은 다음과 같다.

① 송수계 관망에서는 모든 분수점을 절점으로 잡아 절점위치를 결정한다. 이 경우 분수점의 수가 많으므로 설계에 지장이 없을 정도로 분수점을 묶어서 절점 위치를 결정하는 것이 좋다. 이때 한 절점의 지배면적은 계획관로의 규모에 따라 다르다. 보통 0.3~1.2ha 정도로 잡는 것이 좋다.

② 관망 유입량은 관망내 각 절점의 분수량 합계와 같아야 한다. 관망내의 절점 분수량은 물 이용계획에 따라 달라지는데 송수관수로의 경우처럼 광역을 관개하는 경우에는 관개대상 작물에 따라 기별용수량이 다르므로 최대 절점 분수량이 시기별로 상이하게 된다. 따라서 이러한 경우에는 각 절점의 최대분수량이 달라질 때마다 계산해야 한다.

③ 배수(配水)관수로의 절점분수량은 말단지역의 물 이용상황에 따라 크게 변한다. 논에서는 이앙기에 써레질 블록을 설정하게 되므로 이 블록내의 써레질 지점이 이동하는데 따라 용수 집중지점도 이동한다. 그러므로 블록내의 어느 지점에서도 계획용수량과 계획급수 압력을 확보할 수 있을 때까지 계산을 반복하여 관경을 결정한다. 또 밭관개의 경우는 일반적으로 윤번블록을 설정하여 각 블록내에서 이동관개하게 되므로 같은 블록 내에서는 원칙적으로 1개 절점에서 분수하게 된다. 따라서 어느 분수위치에서도 계획용수량과 계획급수압력을 확보할 수 있도록 계산을 반복하여 관경을 결정해야 한다.

(4) 관망해석방법

관망해석방법은 유량법과 수위법이 있는데 유량법으로는 하디-크로스(Hardy -Cross)법, 수위법으로는 절점수두법이 일반적으로 이용되고 있다. 어느 방법이나 관망해석시 동일한 결과를 얻을 수 있으나, 유량법은 수리조건을 균형시키기 위한 매개변수를 유량에 도입하여 유량을 수정해 나가면서 압력균형을 구하게 되므로 관망이외의 분기형 관수로는 적용할 수 없다. 반면에 수위법은 각 절점에 대해 압력을 가정하여 관로유량을 구하는 방법이므로 관망관수로 뿐 아니라 분기형 배관에도 적용할 수 있으며, 연립방정식을 풀어 해를 구하게 된다.

4.4.5 다점주입(多点注入) 관수로

(1) 수리적으로 일체가 되어 있는 송배수관수로조직에 있어 2개소 이상의 수원에서 동시에 용수를 공급하는 경우인 다점주입관수로(network with multiple sources)에 대해서는 특별한 수리검토를 해야 한다.

(2) 수원에서 용수를 공급하는 경우는 수원의 수위(또는 유효수두), 유입량, 관수로 조직내 분수점의 위치, 분수량, 관경 등 일련의 조직체가 서로 수리적인 영향을 미치게 되므로 수원이 1개소인 경우와 같이 수원수위와 유입량이 안정되지 않는다. 즉 위의 여러 가지 요소 중 하나만 변하여도 수리적으로 전혀 다른 현상이 나타나는데, 구체적인 예로는 수원수위의 저하, 과잉유량의 유입, 역유출, 공급압력의 부족 등을 들 수 있다.

4.4.5.1 수리 검토상 유의사항

(1) 다점주입관수로의 수리검토를 할 때에는 다음 사항을 고려하되 수원의 종류에 따라 검토내용이 달라지는 점에 주의한다.

① 하천으로부터 자연취수

취수가능량이 제한되는 경우가 많다. 유량변동에 따른 수위변동을 주로 검토해야 하며 공기혼입, 급수압력의 부족 등에 대해 주의한다.

② 유지(溜池) 등으로부터 정수위(定水位) 취수

계획수위가 항상 일정하도록 배출수조로 조절하는 경우가 많다. 이때는 수위를 고정시킨 다음 그 유입량이 타수원 유입량의 영향을 받아 어떻게 변화하는가를 중점적으로 검토한다. 다만 계획취수량 이상의 유량이 유입될 때에는 제한유속이 초과되거나 말단에서 압력부족이 생길 수 있다.

③ 펌프에 의한 압력방식취수

관수로의 펌프로 직접 압력을 주는 경우는 펌프의 계획양정과 양수량이 역의 관계로 되는 수가 있으므로 이를 주의해야 한다. 즉 펌프의 일반적인 H-Q 특성에 있어서는 유량이 커질 때 양정이 작아지고 유량이 작아지면 양정이 커지는데 반해 다점주입의 경우에는 관로의 마찰손실수두를 고려하게 되므로 압력수량이 커지면 양정이 커지고 압력수량이 작아지면 양정이 작아진다. 그러므로 펌프의 계획양정과 계획 양수량의 결정에 있어 이 문제를 충분히 검토한다.

④ 펌프에 의한 배수조(配水槽)방식 취수

취수량에 제한이 있으므로 1)항의 자연취수와 동일한 검토를 한다.

4.4.5.2 수리계산 방법

(1) 다점주입관수로의 배관방식에는 관망 배관방식과 분기형 배관방식이 있으며 이들 배관방식에 따라 수리계산방법이 다르다. 관망 배관방식은 관망의 수리계산 방법을 적용한다.

(2) 또 다점주입방식의 가지형 관수로에서 수원의 유입량이 제한되는 경우에는 각 관로의 계획유량을 정량적으로 적산할 수 있으므로 관수로에 대한 일반적인 수리계획 방법을 적용하여 검토할 수 있다.

(3) 그러나 유지 등을 수원으로 하여 수위가 설계조건이 되는 경우는 유량이 수원의 에너지 차이에 의해서 배분되므로 정량적인 적산방법으로는 구할 수 없다. 즉, 관망 관수로이든 분기형 관수로이든 다점주입관수로의 수리계산에 있어서는 수원수위를 조건으로 부여하면 유입량이 미지수로 되고 유입량을 조건으로 부여하면 수위가 미지수가 된다.

(4) 또 다점주입관수로의 수리검토는 수리계산만으로 그 수리특성과 문제점을 해명하기 어려운 경우가 많으므로 "정상류의 수리해석"방법에 의해 신중하게 검토한다.

4.5 비정상류(非定常流) 해석

4.5.1 일반사항

(1) 비정상류란 임의의 정상류 상태에서 밸브나 펌프 등을 조작한 후 새로운 정상류 상태로 옮겨가는 과도적인 흐름이다. 따라서 비정상류의 검토는 시간경과에 따른 유량 또는 압력수두의 변화를 파악하는 것이다. 비정상류의 해석은 일반적으로 컴퓨터에 의한 시뮬레이션모델해석으로 이루어지며 구체적인 해석을 하는 경우에는 다음 사항에 유의하여야 한다.

① 비정상류를 해석하기 위해서는 대상 해석영역의 관수로 시스템에 대한 수리 제원이나 물관리 체계를 충분히 검토하여야 한다.

② 비정상류는 펌프나 밸브 등의 조작으로 인하여 발생하는 것이므로 수리시설의 동작특성을 충분히 검토하여야 한다.

③ 시뮬레이션모델은 비정상류 현황을 나타내는 이론식을 수학적으로 전개한 것이며 이는 해석하고자 하는 관수로 시스템에 적합하여야 한다.

④ 비정상류의 해석에는 많은 자료를 사용하는 경우가 많고, 또 해석에 이용되는 입력조건은 그 결과에 큰 영향을 미치게 되므로 해석결과를 고찰할 때에는 항상 입력조건과의 관계를 고려해야 한다.

4.5.2 검토목적

(1) 비정상 유황에 대한 수리검토의 목적은 다음과 같다.

① 펌프나 밸브 등의 동작으로 인하여 발생하는 수격압(상승압 또는 강하압)의 크기가 관수로의 내압강도에 대하여 안전한지 여부와 그 대책을 검토하는데 있다.

② 관수로의 부대(附帶) 조정수조에 발생하는 수면진동(서지 현상)이 시설규모에 대해 안전한지 여부와 그 대책을 검토하는데 있다.

③ 펌프나 밸브 등의 제어방식 및 관리방식이 관수로 시스템의 송배수 기능을 충분히 만족할 수 있는지 여부와 그 대책을 검토하는데 있다.

4.5.3 검토대상

(1) 비정상류해석을 필요로 하는 경우는 다음과 같다.

① 수지상 관수로 시스템의 수격압에 대한 해석과 대책을 검토하는 경우

② 관수로 시스템이 복수의 수조를 갖는 경우 펌프나 밸브의 조작조건에 따라서 각각의 수조의 수면이 진동하는 경우(서지현상)

③ 관수로 시스템의 송배수 관리를 자동제어로 하는 경우 각각의 펌프나 밸브 등이 서로 간섭하여 자동제어가 불가능하게 되는 경우

4.5.4 해석방법

4.5.4.1 비정상류의 기본식

(1) 관수로의 비정상류에 대한 현상은 관내 유수가 갖고 있는 진동에너지가 관수로의 탄성에너지로 변환되기 때문에 이들 사이의 변환특성을 나타내는 파라미터는 물과 관로의 탄성계수 혹

은 압력파의 전파속도이다. 이 현상의 기본식은 일반적으로 운동에너지를 나타내는 운동방정식과 탄성에너지의 변환을 나타내는 연속방정식의 두 식으로 표시되지만 에너지 변환 형태에 따라 다음과 같이 구분된다.

① 관수로의 탄성변화를 고려하는 경우

수격압을 해석하는 대표적인 기본식으로서 시간 범위가 매우 작고(1초 이하) 흐름 현상은 관체와 물의 합성 탄성변화와 마찰저항에 의해 지배된다.

② 관수로의 탄성변화를 무시하는 경우

개방식 관수로에서는 수조내에 자유수면부가 생기게 되며, 이 자유수면부의 수면은 정상류 상태에서 일정 수위이지만 관수로 내에 유량변동이 생기면 이에 따라 수위가 상승 또는 하강한다. 이 수위의 상승 또는 하강현상을 서지(surge) 현상이라 한다. 이 서지 현상은 수격압과 같은 압력수위의 상승이나 하강현상과 달리 관수로내의 유량변동에 의한 탄성에너지가 자유수면부의 수위에너지로 변환되는 현상이며 관내의 흐름은 마찰저항에 의해 지배된다. 이는 서지 현상이 탄성변화를 무시한 강체모델로서 해석될 수 있음을 나타내는 것이며, 이 분석에서는 시간범위가 비교적 크다.

4.5.4.2 기본식의 전개

(1) 기본식의 전개는 수학적 방법에 따라 직접차분법과 특성곡선법으로 분류되며, 이들 기본식의 각 항을 Taylor 급수전개에 따라 차분화 한다.

(2) 직접차분법(양해법)은 t 시각에 관수로 각 지점의 수리량 V, H(또는 v, h)를 기지량으로 하고, 시간 차분 (Δt) 만큼 경과한 $t+\Delta t$ 시각의 수리량 V, H (또는 v, h)를 구한다.

(3) 특성곡선법(음해법)은 차분화에 의하여 전개된 식에 $t+\Delta t$ 시각의 수리량 V, H (또는 v, h)를 미지수로 하여 연립방정식의 해를 구한다.

(4) 수리모형의 전개는 탄성변화의 고려 여부에 따라 전개방법이 다르다.

4.5.4.3 경계조건

(1) 차분식으로 표시된 비정상류의 기본식은 관수로상의 임의점의 유황을 제약하는 경계조건을 설정해야 한다.

① 경계조건의 설정

경계조건의 설정은 수리모형의 작성에 있어서 매우 중요하며, 해석상 다음과 같은 점에 유의하여 작성한다.

가. 관수로내에 발생하는 비정상 현상(압력 파동의 발생 현상)과 그것이 각종의 경계조건에 어떤 영향을 미치는가(파동의 진행이나 반사 등)를 올바르게 이해하여야 한다.

나. 각종의 수학적 방법으로 전개된 차분식과 실제의 비정상 현상과의 관계(모델과 실제의 차이)를 올바르게 이해하여야 한다.

다. 각종의 경계조건은 수위경계와 유량경계로 구분되며 이 각각은 비정상류의 발생 내용을 크게 변화시킨다. 여기서 수위경계란 경계조건식을 차분식의 수두 계산점 상에 대입시켜 수두를 제약하는 것을 말하며, 유량경계란 차분식의 수두계산점 상에 대입시켜 유

속(또는 유량)을 제약하는 것을 말한다.

라. 설정된 경계조건은 실제의 수리시설과 적합한지 충분히 검토해야 한다.

4.5.5 결과의 평가 및 설계이용

(1) 수리계산에서 비정상류 해석을 하는 기본적인 목적은 설계된 내용 또는 이미 시공된 시설내용이 실제로 적용되었을 때 충분히 안전한지 여부를 예측, 검토하는 것이다. 비정상류해석을 실행하여 그 결과를 평가하고 설계에 이용 또는 그 대책을 검토하는데 다음 사항에 유의하여야 한다.

4.5.5.1 모형과 실제와의 적합성

(1) 비정상류에 대한 기본식은 편미분방정식으로 표시되기 때문에 그 계산은 차분식으로서 전개된 수리모형을 이용하게 된다. 그러나 이 차분식은 기본식에 대한 근사식이라는 것과, 또 기본식 자체도 현상을 나타내기 위한 근사식이라는 점에 유의하여야 한다. 따라서 모형과 실측치와의 대조가 필요하다. 실측치와의 비교에 있어서 중요한 요소는 조도계수와 압력파의 전파속도이며, 이 두 개의 요소가 실측치와 일치하면 수리모형에 의한 해석결과는 거의 근사하게 된다.

4.5.5.2 계산과 그 처리

(1) 비정상류해석은 컴퓨터에 의해 대량의 계산이 실행되는 경우가 많지만 검토의 목적에 따라서 그 처리방법을 달리 할 수 있고, 따라서 가능한 한 계산량을 줄일 수 있도록 하는 것이 좋다.

(2) 수격압에 대한 검토가 주목적인 경우 이때는 해석결과 수치의 크기가 문제된다. 따라서 이 경우의 해석시간은 새로운 정상류가 재현되는 시간까지 계산할 필요는 없고, 최대치가 확인된 단계에서 계산을 끝내도 된다. 조압수조의 시설규모에 대한 검토가 주목적인 경우 수격압에 대한 검토가 주목적인 경우에 준한다.

(3) 펌프나 밸브 등의 제어방식과 그 관리방식에 대한 검토가 주목적인 경우는 각각의 수치의 크기보다는 시간 평균적인 파동의 주기, 진폭, 새로운 정상류까지의 추이가 문제된다. 따라서 이 경우는 충분한 해석시간을 가지고, 해석결과의 유속 또는 유량이나 압력수위 또는 압력수두의 시간변동을 그래프로 작성하여 변동 내용을 확인하는 것이 좋다.

4.6 수격압 해석

(1) 관수로 설계시 고양정 양수장의 정전시와 배수계관수로의 밸브조작에 수압변동에 대하여 수격압을 해석하여 수격압 경감대책을 수립한다.

4.6.1 일반사항

(1) 관수로에서는 밸브의 급개방, 급폐쇄 또는 펌프를 급격히 시동 또는 정지시키면 물의 운동량이 단시간에 크게 변화하여 관로 내에 비정상적인 큰 압력상승과 압력파가 발생한다. 이와 같

이 순간적인 압력파가 발생하는 현상을 수격작용(water hammer)이라 하며, 이때의 상승압력을 수격압, 그리고 발생하는 압력파를 수격파라 한다.

(2) 수격압은 관의 안전 관리상 무시할 수 없으므로 관수로의 구조 설계를 할 때는 수격압을 내압에 대한 중요한 설계조건으로 고려해야 한다. 관수로에 발생하는 수격압의 크기는 분수공, 조압시설, 펌프 등의 밸브의 특성과 조작시간에 따라 큰 영향을 받으므로 이들 조건을 충분히 파악하여 수격압이 작게 되도록 해야 한다.

(3) 수격작용의 해석은 수격작용 현상의 기본식에 회전부분의 운동방정식, 펌프의 특성 및 펌프의 양정과 관로하류의 압력과의 관계식, 기타 분기점과 합류점 등의 경계조건을 고려하여 해석한다.

4.6.1.1 수격압 계산방법의 분류

(1) 수격압을 계산하는 방법에는 경험에 의한 방법과 계산에 의한 방법으로 나눌 수 있다. 계산에 의한 방법에는 간단한 관수로계의 수격압을 해석하는 이론해법과 복잡한 관수로계에 대한 수격압을 해석하는 수치해법이 있다.

(2) 일반적으로 농업용관수로는 펌프와 분수공을 설치하게 되므로 그 배관 구성이 수지상 또는 망상 등 복잡한 조직으로 되는 경우가 많다. 따라서 중요한 간선관로 등에 대한 수격압은 수치해법으로 해석하는 것이 좋으며, 특히 다음과 같은 경우는 수치해법으로 분석하는 것이 보통이다.

① 폐쇄식 관수로

② 펌프(비교적 대규모)~관로~수조계의 관수로

③ 수조~관로~밸브(감압밸브, 유량 조절밸브)계의 관수로

(3) 수치해법은 컴퓨터프로그램을 사용하는 것이 일반적이지만 관수로의 여건에 따라서는 실무상 경험에 의한 방법으로 계산할 수 있다. 또 비교적 간단한 수조-관로-밸브계의 관수로에 대해서는 이론해법으로 계산해도 된다.

4.6.1.2 수격압 계산법의 적용범위

(1) 이론해법의 적용범위

이론해법에 의한 수격압 계산은 계산순서와 취급 대상 수치가 간단하지만 여러 가지 제약이 따르므로 제약조건 이외의 계산결과는 신뢰도가 낮다. 또한 해법으로 구한 수격압의 값은 최대치만 유효하며 압력파의 시간적 변화를 추적할 수가 없다. 그러나 비교적 단순한 관로조직(예, 수조~관로~밸브 혹은 펌프~관로~수조)의 경우는 간단한 관로계로 변환하여 이 방법을 적용할 수 있다. 이론해법의 적용조건은 다음과 같다.

① 관수로 조건

가. 원칙적으로 유입과 유출이 각각 1개소인 단순한 관수로에 적용하며, 이외의 경우에 대해 계산한 결과는 신뢰도가 낮다.

나. 관수로의 관종, 관경을 다르게 조합시킨 경우에 대해서도 가중평균치를 이용하여 검토할 수 있다.

다. 분기관이 긴 경우에는 관로가 1~2개일 때라도 신뢰성이 있는 값을 얻을 수 없다. 다만, 분기관 길이가 수십m 이내인 경우는 관로의 수가 여러 개 있더라도 이를 무분기관의 경우로 보아 추정할 수 있다.

② 밸브조건

가. 밸브의 폐쇄속도가 정속도이고 또 개도(開度)와 시간의 관계가 직선적이어야 한다.

나. 분수밸브가 여러 개 있을 때 동일 속도로 동시에 폐쇄하면 이론해법의 적용이 가능하나 밸브 상호간에 시간적 차이가 있으면 검토가 불가능하다.

③ 펌프조건

가. 관수로에 양수장이 1개소 있을 때는 검토가 가능하지만 복수일 때에는 검토가 불가능하다.

나. 펌프용량이 달라져도 가중평균치를 이용하여 검토할 수 있다.

상기의 조건으로 검토한 결과 펌프계 관수로에서 펌프의 기동저하(起動低下, surge down) 때문에 관로에 위험이 초래될 것으로 판단될 때에는 원칙적으로 수치해법에 의해서 이를 확인해야 한다.

(2) 수치해법의 적용범위

많은 수의 분수밸브를 갖는 복잡한 수지상의 관수로 또는 수원, 수조 등이 많은 관수로와 같이 이론해법 또는 도해법으로 해석하기 어려운 경우 컴퓨터에 의한 수치해석을 이용하게 된다. 수치해법으로 수격압을 해석할 때에는 다음 사항에 유의한다.

① 수리적으로 일체인 관수로를 한 단위로 취급한다.(예 수조-수조 간을 한 단위로 간주한다) 그러므로 폐쇄식 관수로는 전 노선을 한 단위로 하여 검토한다.

② 노선위치, 시설의 규모, 기능 등 세부적인 조건이 필요하다.

③ 일반적으로 해석에 따른 노력이 많이 소요되므로 이 방법을 적용할 때에는 설계의 정도(精度), 관수로 조직의 중요도 등을 고려해서 결정한다.

(3) 경험적 방법의 적용범위

① 일반적으로 세부설계단계에서는 관로 전체를 동시에 동일수준으로 설계하는 경우는 드물며 연도를 기준으로 구간을 나누어 설계하는 경우가 많다. 설계에서 수격압이 내압의 설계조건이지만, 이것을 설계구간마다 계산하는 것은 비용이 많이 소요되고 경우에 따라 계획노선까지도 포함해서 검토해야 한다.

② 이러한 이유 때문에 경험법으로 수격압을 계산하는 경우가 많으며 이는 실무면에서 효율적이라 할 수 있다. 그러나 경험법으로 구한 수격압의 값은 관수로 설계에 있어 수격압의 최대치를 산정하기 위한 것으로서 이 값을 적용하여 설계한 관수로는 수치해법에 의한 타당성을 확인해야 한다. 특히 중요한 관수로를 펌프송수 또는 밸브제어방식의 폐쇄식 관수로로 계획하는 경우에는 반드시 확인 검토를 해야 한다.

4.6.1.3 수격압과 설계수압

(1) 관수로의 구조설계에서는 관에 작용하는 내압하중으로 설계수압을 사용하는데 설계수압은 정수압(송수방식에 따라 동수압을 쓸 때도 있다)에 수격압을 합하여 구한다.

4.6.2 이론해석

4.6.2.1 자연압력식

(1) 압력파의 전파속도

밸브 등을 폐쇄함으로써 발생하는 압력파는 어떤 속도를 가지고 관로내에 전파된다. 이 속도를 압력파의 전파속도라 하며 그 크기에 따라 수격파의 크기가 달라진다. 압력파의 전파속도는 관의 재질 등에 따라 다르다.

(2) 밸브의 등가폐쇄시간

수격압의 크기는 밸브의 폐쇄시간에 따라 영향을 받는다. 밸브의 폐쇄시간은 밸브의 종류, 관경, 작용수압, 조작방법 등에 따라 다르므로 폐쇄시간에 대해서는 제품의 특성을 충분히 이해한 후 결정한다. 일반적으로 밸브의 유량특성(A～Q)은 밸브의 개방정도에 대해 곡선으로 표시되나 수격 계산에 사용하는 밸브의 개폐시간은 밸브 개방 정도와 유량이 직선적으로 비례하는 것으로 하여 등가폐쇄시간을 구한다.

(3) 수격압의 개념

농업용관수로에서는 밸브를 급폐쇄하는 것이 좋지 않으며, 서서히 밸브를 조작한다.

Allievi식과 Quick식의 적용조건은 그 한계가 명확한 것은 아니나 대체적으로 $Tv \leqq L/300$ 또는 $\rho > 10$일 때는 Quick식, $Tv > L/300$ 또는 $\rho < 1$인 때는 Allievi식을 적용하며, $1 < \rho < 10$인 조건에서는 Tv의 조건으로부터 적용식을 선정한다.

4.6.2.2 펌프압력식

펌프압력식 관수로의 수격압은 J. Parmakian의 도표를 확장하여 관로손실을 고려한 계산도표를 사용해서 계산한다. 다만 펌프의 송수형태에 따라서 자연압력식의 경우와 동일한 방법으로 계산할 수도 있다.

4.6.3 수치해법

(1) 경험법 또는 이론식으로 수격압을 추정하기 어려운 복잡한 관수로 가운데 중요한 관수로 조직부분에 대해서는 수치해법으로 수격압을 해석하는 것이 바람직하다. 또한 경험법으로 분석한 수격압의 크기와 비교해 보는 것이 좋다. 즉 수치해법에 의한 수격압의 크기가 경험법으로 구한 수격압보다 크면 경험법으로 결정한 수격압을 재검토해야 한다.

(2) 수치해법으로 분석해야 할 관수로는 다음과 같다.

① 폐쇄식 관수로

송수계와 배수계를 일체 조직으로 한 대규모의 폐쇄식 관수로는 수치해법으로 해석해야 한다.

② 펌프압력식 관수로

규모가 비교적 큰 펌프압력식 관수로는 시설의 안전상 수치해석을 하여야 한다. 특히 서어지 수조(surge tank)의 설치가 필요한 경우 또는 플라이휠(flywheel) 등으로 부압에 대비하

는 경우는 안전성을 고려하여 시설이 그 기능을 충분히 발휘할 수 있는지 확인 검토해야 한다.

③ 감압시설, 유량조정 시설을 갖는 관수로

반폐쇄식 관수로와 같이 관로-수조-관로의 조직으로 이루어진 관수로에 대해서는 유량제어밸브의 소요기능 발휘여부, 과대수격압의 발생 유무, 수조 등의 용량 부족으로 인한 관로 중의 공기 혼입여부 등을 수치해석에 의해서 확인해야 한다. 수치해법은 분석 대상의 관수로를 수리모형으로 표현하여 부정류해법에 의해서 분석한다.

4.6.4 경험법

(1) 경험적인 방법에 의해서 계산한 수격압은 밸브 특성, 밸브 개폐속도, 관로의 길이, 정수압, 관의 재질 등에 따라 달라지므로 수격압을 일률적으로 정하기는 어렵지만 다음에 제시한 방법으로 결정한다.

4.6.4.1 자연압력식

(1) 자연압력식의 관수로는 다음의 계산방법을 기준으로 한다.

① 개방식

정수압의 20% 또는 동수압의 20% 중 큰 값을 수격압으로 한다.

② 폐쇄식 및 반폐쇄식

밸브점의 정수압이 0.343MPa(3.5kgf/㎠) 미만인 경우는 정수압의 100%를, 정수압이 0.343MPa 이상인 경우에는 0.343MPa 또는 정수압의 40% 중 큰 값을 수격압으로 한다.

4.6.4.2 분기(分岐) 및 밸브가 있는 관수로

(1) 다수의 분기관, 다수의 밸브가 설치된 관수로에 대해서는 분기밸브지점, 분기점 또는 배니밸브 등 밸브류 설치지점의 작용수압을 기준으로 하여 수격압을 정한다.

4.6.4.3 펌프압력식

펌프압력식 관수로의 수격압은 송수방식으로 결정되는 정수압을 기준하여 계산한다.

(1) 배수조 방식

통수시 수압(동수압)이 0.441MPa(4.5kgf/㎠) 미만인 경우에는 그 값의 100%, 0.441MPa 이상인 경우에는 그 값의 60% 또는 0.441MPa 중 큰 값을 수격압으로 한다.

(2) 직송식

직송식은 그 제어방식에 따라 다음 2종류로 구분해서 수격압을 구한다.

① 유량-압력을 조절하지 않는 경우

펌프압입수위를 정수위로 하여 그 정수압이 0.441MPa(4.5kgf/㎠) 미만인 경우에는 그 값의 100%를, 0.441MPa 이상인 경우에는 그 값의 60% 또는 0.441MPa 중 큰 값을 수격압으로 한다.

② 유량-압력을 조절하는 경우

펌프의 계획토출압력(수위)를 정수위로 하여 그 정수압이 0.441MPa(4.5kgf/㎠) 미만인 경우에는 그 값의 100%를, 0.441MPa 이상인 경우에는 그 값의 60% 또는 0.441MPa 중 큰 값을 수격압으로 한다.

(3) 압력수조식

펌프(압력수조)의 Off수위를 정수위로 하여 그 정수압이 0.343MPa(3.5kgf/㎠) 미만인 경우에는 그 값의 100%를, 0.343MPa 이상인 경우에는 그 값의 40% 또는 0.343MPa 중 큰 값을 수격압으로 한다.

4.6.5 수격압 대책

(1) 관수로에서는 수격작용에 의한 피해를 방지하기 위하여 부압 발생 방지와 압력상승의 경감 등 적절한 대책을 강구하여 안전대책을 실시한다.

4.6.5.1 자연압력식

(1) 자연압력식에 의한 수격압 경감 대책은 주로 밸브형식을 적절히 선정하거나 조작시간을 길게 하는 방법이 있다.

4.6.5.2 펌프압력식

(1) 자연압력식의 관수로에서는 밸브 조작시간을 조절함으로써 수격압을 조절할 수 있는데 비하여 펌프압력식에서는 정전사고 등의 원인에 의해서 펌프가 급정지하는 사례가 있기 때문에 수격압 그 자체의 조절이 매우 어렵다. 그러므로 펌프압력식 관수로에서는 수격압을 조절하기보다는 수격압을 방지할 수 있도록 한다.

(2) 펌프압력식 관수로의 수격압 방지대책은 그 주된 목적이 부압방지 또는 상승압력 방지 등에 따라 대책이 달라진다. 대책방법의 채택에 있어서는 관수로의 규모, 노선위치, 발생 수격압의 크기 등 제반 조건을 고려하여 가장 효과적인 방법을 채택한다.

집필위원	분야	성명	소속	직급
	관개배수	김선주	한국농공학회	교수
	농업환경	박종화	한국농공학회	교수
	토질공학	유 찬	한국농공학회	교수
	구조재료	박찬기	한국농공학회	교수
	수자원정보	권형중	한국농공학회	책임연구원

자문위원	분야	성명	소속
	농촌계획	손재권	전북대학교
	수자원공학	윤광식	전남대학교
	지역계획	김기성	강원대학교
	수자원공학	노재경	충남대학교
	농지공학	최경숙	경북대학교
	관개배수	최진용	서울대학교

건설기준위원회	분야	성명	소속
	총괄	한준희	농림축산식품부
	농업용댐	오수훈	한국농어촌공사
	농지관개	박재수	농림축산식품부
	농지배수	송창섭	충북대학교
	용배수로	정민철	한국농어촌공사
	농도	조재홍	한국농어촌공사 본사
	개간	백원진	전남대학교
	농지관개	이현우	경북대학교
	농지배수	남상운	충남대학교
	취입보	김선주	건국대학교
	양배수장	정상옥	경북대학교
	경지정리	유 찬	경상대학교
	농업용관수로	박태선	한국농어촌공사 본사
	농업용댐	손재권	전북대학교
	농지배수	김정호	다산컨설턴트
	농지보전	박종화	충북대학교
	농업용댐	김성준	건국대학교
	해면간척	박찬기	공주대학교
	농업수질및환경	이희억	한국농어촌공사 본사
	취입보	박진현	한국농어촌공사 본사

중앙건설기술심의위원회	성명	소속
	이태옥	평화엔지니어링
	성배경	건설교통신기술협회
	김영환	한국시설안전공단
	김영근	건화
	조의섭	동부엔지니어링
	김영숙	국민대학교
	이상덕	아주대학교

농림축산식품부	성명	소속	직책
	한준희	농업기반과	과장
	박재수	농업기반과	서기관

설계기준
KDS 67 25 25 : 2018

농업용 관수로 수리 설계

2018년 04월 24일 발행

농림축산식품부

관련단체 한국농어촌공사
58217 전라남도 나주시 그린로 20(빛가람동 358) 한국농어촌공사
☎ 061-338-5114 E-mail : webmaster@ekr.or.kr
http://www.ekr.or.kr

(작성기관) 한국농공학회
06130 서울시 강남구 테헤란로 7길 22(역삼동 365-4) 과학기술회관 본관 205호
☎ 02-562-3627 E-mail : j6348h@hanmail.net
http://www.ksae.re.kr

국가건설기준센터
10223 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283(대화동)
☎ 031-910-0444 E-mail : kcsc@kict.re.kr
http://www.kcsc.re.kr

※ 이 책의 내용을 무단전재하거나 복제할 경우 저작권법의 규제를 받게 됩니다.

KDS 67 25 30 : 2018

농업용 관수로 관체의 구조 설계

2018년 04월 24일 제정
http://www.kcsc.re.kr

농림축산식품부



건설기준 코드 제·개정에 따른 경과 조치

이 코드는 발간 시점부터 이미 시행 중에 있는 설계용역이나 건설공사에 대하여 발주기관의 장이 필요하다고 인정하는 경우 종전에 적용하고 있는 기준을 그대로 사용할 수 있습니다.

건설기준 코드 제·개정 연혁

- 이 기준은 KDS 67 25 30 : 2018 으로 2018년 04월에 제정하였다.
- 이 기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 건설기준 간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.
- 이 기준의 제·개정 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요사항	제·개정 (년. 월)
농업생산기반정비사업 계획설계기준 관수로편	• 농업생산기반정비사업 계획설계기준 관수로편 제정 • 기존의 농업용관수로 설계, 시공, 유지관리 지침(2001)을 근거로 제정	제정 (2009. 12)
KDS 67 25 30 : 2018	• 국토교통부 고시 제2013-640호의 “건설공사기준 코드체계” 전환에 따른 건설기준을 코드로 정비 (농업생산기반정비사업 계획설계기준 수로공편 및 수로터널편 합본) • 건설기술진흥법 제44조 및 제44조의 2에 의거하여 중앙건설심의위원회 심의· 의결	제정 (2018. 04)

제 정 : 2018년 04월 24일
심 의 : 중앙건설기술심의위원회
소관부서 : 농림축산식품부 농업기반과
관련단체(작성기관) : 한국농어촌공사(한국농공학회)

개 정 : 년 월 일
자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회

목 차

1. 일반사항 ····· 1
1.1 목적 ····· 1
1.2 적용범위 ····· 1
1.3 참고기준 ····· 1
1.4 용어의 정의 ····· 1
1.5 기호의 정의 ····· 1
2. 조사 및 계획 ····· 1
3. 재료 ····· 1
4. 설계 ····· 2
4.1 일반사항 ····· 2
4.2 하중 ····· 3
4.3 관체의 횡단방향 설계 ····· 7
4.4 관체의 종단방향 설계 ····· 8
4.5 경사관로의 설계 ····· 10
4.6 배관설계 ····· 13
4.7 내진설계 ····· 14
4.8 부식 및 전식방지 ····· 19

농업용 관수로 관체의 구조 설계

1. 일반사항

1.1 목적

(1) 이 코드는 농어촌정비법에 근거한 농업생산기반정비사업으로 신설 또는 개수하는 농업용관수로의 계획, 설계, 시공 및 관리에 있어 준수해야 할 일반적 사항을 규정한 것이다.

1.2 적용범위

(1) 이 코드는 농업용 관수로 관체의 구조 설계에 대하여 적용한다.
(2) 코드 내용은 기술수준의 향상 또는 기타 필요에 따라 개정하여 시행하며, 적용이 적합하지 않은 경우에는 기준이 손상되지 않는 범위 내에서 기술심의 및 자문 등으로 실무지침을 정하여 운용할 수 있다.

1.3 참고 기준

· 농업생산기반정비사업계획 설계기준, 2004 : 수로편
· 농업생산기반정비사업계획 설계기준, 2009 : 관수로편
· 농업생산기반정비사업계획 설계기준, 용배수로편 용배수로 일반사항 (KDS 67 20 05 : 2017)

1.4 용어의 정의

· 내용 없음

1.5 기호의 정의

· 내용 없음

2. 조사 및 계획

· 내용 없음

3. 재료

· 내용 없음

4. 설계

4.1 일반사항

(1) 관체 및 부대구조물의 구조설계는 현지의 지형, 토질, 수리 및 시공 등 여러 조건을 고려해서 관체 내·외에 작용하는 하중을 결정하고, 이들 하중에 대해서 횡단방향 및 종단방향으로 안전성을 검토한다. 안정성의 검토는 내압강도, 이동, 변형, 수밀성 등에 대하여 실시한다.

(2) 매설한 관체에 작용하는 하중의 종류는 토압, 노면하중, 궤도하중, 관체자중, 관내 물 중량, 기초반력, 내수압, 기타하중 등이 있는데 이들 하중은 지형, 지반 상태, 기초 구조, 횡단시설의 상태, 관수로 수리조건이나 사용조건, 사용하는 관의 종류, 관경, 이음의 구조 및 시공방법 등에 따라 합리적으로 결정해야 한다.

4.1.1 개요

(1) 매설관의 일반적인 구조설계는 먼저 횡단방향에 대해 검토한 다음 종단방향에 대해서 검토하는데 일반적으로 종단방향의 내압강도에 대해서는 매설관의 특성상 관체에 작용하는 하중이 거의 균형을 이루게 된다. 따라서 종단방향의 휨모멘트가 아주 작으므로 검토를 생략할 때가 있다. 그러나 도로, 궤도 등의 횡단 장소 및 구조상 국부적으로 하중이 집중되는 곳 등에 대해서는 종단방향에 대한 내압강도를 검토해야 한다.

(2) 또한 종단방향의 이동에 대한 검토는 유수에 의한 불균형력이 작용하는 경우와 연약지반 등에서 지진에 대한 검사를 하고자 할 경우에 실시한다.

4.1.2 매설깊이

(1) 매설깊이란 관정(管頂)에서 매설토의 표면까지의 깊이를 말하며 도로, 하천, 경작지의 경운심도, 관수로 횡단시설 등의 상황과 토질 등을 고려해서 결정한다. 매설깊이는 다음에서 구한 깊이보다 항상 크게 한다.

(2) 도로 밑에 매설하는 경우에는 도로관리자와 협의하에 결정하되 최소매설깊이는 공도(公道)의 경우 1.2m 이상, 농도 또는 사도(私道)의 경우 관경 450㎜이하는 1.0m 이상, 관경 500㎜이상은 1.2m 이상으로 한다.

(3) 궤도 밑에 매설하는 경우는 궤도 관리자와 협의하여 결정하며, 하천 밑에 매설하는 경우는 하천 관리자와 협의하여 결정하되 보통 2.0m 이상으로 한다. 경작지에 매설하는 경우의 최소 매설깊이는 경작상황, 관의 포설상황 등을 고려하여 관경이 100㎜~2,000㎜일 경우에는 경작토 깊이에 0.6m를 가산하여 결정한다.

(4) 산림지에서 매설하는 경우의 최소 매설깊이는 관경이 100㎜ 이상이면 0.6m를 표준으로 한다. 한랭지에 있어서 매설깊이는 동결깊이 이상으로 한다.

4.1.3 관체 기초

4.1.3.1 일반사항

(1) 관체의 기초를 설계하려면 관체의 설계조건, 기초의 토질, 지하수의 상태, 관의 종류, 관경, 시공방법, 경제성 등을 고려하고 현지상태를 충분히 파악해서 결정하여야 한다.

(2) 또한 도로횡단 등 큰 하중을 받는 곳에서는 강도가 큰 관종을 사용하거나 강도가 적은 관종과 콘크리트 기초 등에 의한 보강공법을 병행하는 방법을 비교 검토해 보는 것이 좋다.

4.1.3.2 기초처리

(1) 관체의 기초에 대한 일반적인 지반 조건별 고려사항은 다음과 같다.

① 암 반

관체를 암반 등 견고한 지반에 직접 매설하면 관체에 국부적인 집중응력이 발생하여 관체가 파손되는 사고가 일어나므로 여굴을 하여 모래 또는 양질토로 치환하고 충분히 다져서 기초를 만든다.

② 양호한 지반

지반이 자갈, 모래질 또는 충분히 다진 점토질 등과 같이 양호한 곳에서는 적합한 공법으로 시공한다. 기초재료는 공사중에 발생되는 토사중 양질의 것을 사용한다.

③ 보통지반

직접 관체를 포설하여 부등침하가 일어날 가능성이 있는 지반에서는 모래 또는 양질토로 충분히 다져서 기초를 만들고 그 위에 관체를 포설한다.

④ 연약지반

연약지반은 원칙적으로 모래로 치환하고 기초 설계는 연약지반의 경우는 원지반의 지지력도 검토하여야 한다.

⑤ 관축 방향으로 지반이 변화하는 경우

관의 축방향으로 지반이 변화할 때에는 각 부분의 지반에 대해 전술한 방법으로 기초를 만든다. 그러나 기초지반의 급격한 변화는 부등침하의 원인이 되고 관의 손상 사고를 일으키게 되므로 급격한 기초바닥의 변화를 피하기 위하여 완화구간을 설치해야 한다.

⑥ 콘크리트 기초

일반적으로 관이 큰 하중을 받을 경우나 그의 포설경사각이 클 경우(최대 포설경사각은 70℃)에는 콘크리트 기초를 하여야 한다. 콘크리트 기초는 약간의 철근으로 보강하면 가장 안전한 기초공이 된다. 콘크리트 기초에는 관의 일부를 받치거나 전체를 감싸는 방식이 있다. 그러나 연성관의 경우는 관의 변형 특성을 살릴 수 있도록 고정지지는 피하는 것이 좋지만 하천횡단이나 도로횡단에 있어서 스러스트 블록 등으로 고정해야 할 경우에는 고정지지를 할 수도 있다.

4.2 하중

4.2.1 하중의 종류와 조합

(1) 관수로의 구조설계에 있어서 검토해야 할 하중의 종류는 토압, 노면하중, 궤도하중, 관체자중,

관내 물 중량, 기초반력, 내수압, 기타하중 등이 있다. 매설한 관체에 작용하는 하중은 지형, 지반의 상태, 기초의 구조, 횡단시설의 상태, 관수로의 수리조건이나 사용조건, 사용하는 관의 종류, 관경, 이음의 구조 및 시공방법 등에 따라 합리적으로 결정해야 한다.

(2) 또한 관내수압 이외의 하중은 관 단면에 휨모멘트를 발생시키며 관단면 전체에 인장력을 발생시키는 내수압과는 성격이 다르므로 이들을 총칭하여 외압이라 하고, 관에 작용하는 내수압(정수압+수격압)을 설계수압 또는 설계내압이라 한다. 이와 같이 매설 관체에 작용하는 하중은 다양하며 어느 하중 하나만 작용하는 것이 아니고 여러 하중이 동시에 작용할 수 있으므로 관체의 구조설계를 위해서는 반드시 하중을 조합하여 검토해야 한다.

<표 4.2-1> 구조계산을 위한 하중의 조합

하중		강성관		연성관			
		구조계산		응력계산		변형량계산	
		평상시	시공시1)	평상시	시공시2)	평상시	시공시1)
토압	연직하중	○	○	○	○	○	○
	수평하중	○	○	○	○	※	※
노면하중	연직하중	○	-	○	-	○	-
	수평하중	-	-	○	-	※	-
상재하중	연직하중	○	-	○	-	○	-
	수평하중	○	-	○	-	※	-
불도저하중	연직하중	-	○	-	○	-	○
	수평하중	-	-	-	○	-	※
관체자중	연직하중	△	△	○	○	○	○
	수평하중	-	-	○	○	※	※
관내물중량	연직하중	○	-	○	-	○	-
	수평하중	-	-	○	-	※	-
기초반력	연직하중	○	○	○	○	-	-
	수평하중	○	-	○	-	-	-
내수압	전체방향	○	-	○	-	-	-

주 : 1) 강성관 시공시의 구조계산에서 안전율은 파괴하중일 때 1.33, 균열하중일 때 1.0으로 한다.
2) 연성관 시공시의 구조계산에서 관체의 허용응력은 평상시의 50% 할증 또는 항복점하중 적은 값으로 한다. 또 보통 시공시의 조건으로 관종이 선정되지 않도록 시공방법 등을 검토하면 좋다.
3) 관지름 및 기초의 상태가 다음과 같은 경우는 수평하중을 무시한다.
- 강성관 : 지름 600㎜ 이하, 지지각 180° 이상의 고정지지
- 연성관 : 관지름 250㎜ 이하의 강관, 덕타일주철관, 강화플라스틱복합관, 관지름 125㎜ 이하의 경질 염화비닐관, 폴리에틸렌관, 지지각 180° 이상의 고정지지
4) 강성관의 최대휨모멘트를 계산할 때 관체자중의 요소가 Pc 및 Hc의 값중에 포함되어 있어 가산할 필요가 없으므로 △로 표기하였다. 또한 강화플라스틱복합관도 같다.
5) ※는 연성관의 변형량 계산에서 수평하중이 고려되고 있다는 것을 말한다.

4.2.2 토 압

4.2.2.1 관체의 매설형태

(1) 관체의 매설형태는 도랑형, 돌출형, 역돌출형 및 널말뚝 시공형의 4종으로 구분할 수 있다.

4.2.2.2 토압분포

(1) 관체에 작용하는 토압분포는 강성관과 연성관에 따라 분류한다. 연직토압은 관체 겉지름을 정부(頂部)에서 투영한 범위에 균등하게 분포되는 것으로 가정하며, 기초의 반력은 기초의 지

지각 2 θ 안의 기초면에 균등하게 분포되는 것으로 가정하고, 강성관 측면의 수평토압은 주동토압만을 고려하여 사다리꼴 분포로 가정한다.

(2) 연성관 측면의 수평토압은 관측중앙을 최대로 하는 관체 중심각 100°사이에서 포물선형의 수동토압으로 가정한다.

(3) 한편 관지름이 작을 경우 수평토압을 무시하는 것은 수평토압은 안전측으로 작용하므로 무시해도 관구조 계산에 별 차이가 없기 때문이다.

4.2.2.3 관체에 작용하는 연직토압공식 적용

(1) 관체 매설형태는 도랑형, 돌출형, 널말뚝 시공형에 따라 연직토압이 다르므로 공식 적용에 유의해야 한다. 매설형태에 따른 강성관과 연성관에 따라 연직토압공식이나 적용방법이 다르다.

① 강성관

도랑형 및 널말뚝시공형의 경우는 돌출형으로 할 때의 토압과 비교하여 적은 값을 그 관에 작용하는 연직토압으로 한다. 역돌출형은 돌출형 토압과 비교하여 적은 쪽의 토압을 적용한다.

② 연성관

매설심도(H) 2m까지는 도랑형, 돌출형, 널말뚝 시공형에 관계없이 수직토압 공식을 사용하며, 2m를 초과하면 마스톤(Marston)공식(도랑형, 돌출형)에 의한 연직토압을 기본으로 한다. 단, H 2.0m로서 마스톤 공식에 의한 토압이 H=2.0m일 때 수직토압 공식에 의한 토압보다 작을 경우는 H=2.0m일때 수직토압 공식에 의한 토압을 채용한다. 도랑형의 경우는 돌출형과 비교하여 작은 쪽의 값으로 그 관에 작용하는 연직토압으로 한다.

4.2.2.4 강성관의 수평토압

(1) 강성관의 수평토압은 Rankine의 주동토압 공식을 이용하고 연성관의 수평토압은 Spangler 공식으로 구한다.

4.2.3 노면하중

(1) 노면하중에는 군중하중과 차량하중을 고려한다. 일반적으로 강성관에서는 수평하중을 고려하지 않으며, 연성관에서도 소구경관(강관, 덕타일주철관, 강화플라스틱관은 250㎜이하, 경질염화비닐관, 폴리에틸렌관은 125㎜이하) 및 지지각 180°이상 고정지지의 경우는 수평하중을 고려하지 않는다.

4.2.3.1 군중하중에 의한 연직하중

(1) 군중하중에 의하여 관체 정부에 작용하는 연직하중은 다음 값을 표준으로 한다.

① 노면에 대형자동차가 들어갈 경우 $W_m = 0.490 N/cm^2$

② 대형자동차가 들어가지 않는 경작도 Wm = 0.294N/㎠
③ 국도, 지방도 등의 보도 Wm = 0.490N/㎠

4.2.3.2 자동차하중에 의한 연직하중

(1) 자동차하중에 의한 연직하중은 Bousinesq 공식을 이용하여 구한다.

4.2.3.3 노면하중에 의한 수평하중

(1) 노면하중에 의한 수평하중은 일반적으로 지름이 큰 연성관에 대하여 고려하며 다른 관은 생략하고 있다. 연성관은 수평하중이 관측면을 중심으로 100°사이의 포물선 형태로 분포하는 것으로 하여 구한다.

4.2.4 기타 상재하중

4.2.4.1 상재하중

(1) 매설관 위에 작용하는 상재하중에 의한 연직하중은 흙의 높이로 환산하여 토피(土被)에 가산하여 계산한다.

4.2.4.2 불도저하중

(1) 매설관위에 작용하는 불도저하중에 의하여 관체에 작용하는 연직하중 강도는 매설 깊이에 따라 구분된다. 수평하중은 노면하중에 의한 수평하중과 동일하게 계산한다.

4.2.4.3 설하중(雪荷重)

(1) 설하중을 노면에서 자동차하중과 같이 고려할 경우는 0.098N/㎠로 한다. 설하중만의 경우에 있어서 다설 지역에서는 적설높이 1m당 0.294N/㎠, 기타 지역에서는 0.196N/㎠으로 하되 군중하중과 비교해서 큰 것을 채택한다.

4.2.5 관체 자중

(1) 강성관 및 강화플라스틱 복합관은 파괴하중으로부터 관종을 선정하므로 관체의 자중은 설계하중으로 고려할 필요는 없으나 연성관중 강관과 같이 균질자재인 관체는 자중에 의하여 발생하는 응력도 다른 응력과 함께 가산하여 관체 설계를 한다. 단, 측면 수평토압에 의한 휨모멘트를 계산할 때 관체 자중은 원칙적으로 무시한다.

4.2.6 관내 물중량

(1) 관체 내외에 물이 있을 경우 관체에 휨모멘트는 발생하지 않으나 지하수가 없을 경우는 휨모멘트가 발생하므로 보통 외수를 무시하고 관체내의 물중량을 설계하중으로 고려한다.
(2) 관내의 물중량은 강성관이나 연성관에서 횡단이나 종단방향 계산에 적용한다. 단, 관체 자중

과 같이 측면수평토압에 의한 휨모멘트 계산에는 원칙적으로 무시한다.

4.2.7 궤도하중

(1) 궤도하중은 등급별 표준 활하중(LS하중)과 레일, 침목, 도상(道床) 등이 있다. 하중은 L하중과 S하중 가운데 구조물에 큰 영향을 주는 것을 사용한다. 또한 궤도중량(레일, 침목, 기타)과 도상(道床)은 상재하중으로 간주하여 이를 흙의 높이로 환산하여 흙 두께에 가산한다.

(2) 궤도하중에 의한 수평하중은 일반적으로 대구경 및 중구경의 연성관에 대해 고려하며 궤도하중은 철도 설계기준을 참고한다.

4.2.8 기초반력

(1) 관체의 기초에 생기는 실제의 반력은 추정하기 곤란하지만 일반적으로 관체 지지각내의 기초면에 등분포한다고 가정한다. 기초반력은 기초의 지지상태에 따라서 변화하지만 일정범위(지지각)만 등분포하는 것으로 생각한다.

(2) 기초반력은 기초가 고정지지가 아닌 한 반드시 등분포로 되는 것은 아니다. 또 연성관은 관의 변형에 의하여 반력분포도 변화될 것으로 생각되지만 이런 경우도 지지각의 기초면에 등분포한다고 가정하고 기초의 설계 지지각을 가정하여 관체를 설계한다.

4.2.9 내수압

(1) 관체의 설계에 사용되는 내수압은 개방식 관로에서는 송수시의 동수압 또는 송수정지시의 정수압 중 큰 값에 수격압을 가산한 값으로 하며, 반 폐쇄식 또는 폐쇄식 관수로에서는 송수정지시의 정수압에 수격압을 가산한 값으로 한다.

4.2.10 관체에 작용하는 하중

(1) 관수로의 관체 구조계산을 검토할 때 관체에 작용하는 하중은 토압 등 8개 종류의 하중이 있다. 단일 하중만 작용할 경우도 있으나 대부분 한 개 이상의 하중이 복합하여 작용할 수 있으므로 작용이 예상되는 하중을 현장과 시공 조건에 맞도록 조합하여 설계한다.

4.3 관체의 횡단방향 설계

4.3.1 기초의 지지각

(1) 시공 지지각은 균등한 반력분포가 기대되는 기초재료를 이용하여 시공하였을 때의 지지각이다. 설계 지지각은 구조물 설계시에 관 외측 하부 쐐기부분에 대한 다짐의 불확실성, 지하수에 의한 영향, 장기 경과후의 안전성 등을 고려 시공지지각보다 작게 사용하는 지지각이다.

(2) 연직하중에 의하여 생기는 기초반력의 범위를 나타내는 지지각은 기초의 상태, 시공방법, 매설토의 다짐정도 등에 따라 다르다. 시공 지지각은 매설재료, 시공방법, 관의 관경 및 경제성을 고려하여 정한다. 단, 콘크리트기초에서는 시공 지지각과 설계 지지각이 같다.

<표 4.3-1> 다짐한 흙기초의 설계지지각

토질분류	흙의 통일분류	관종 / 시공지지각(°)	강성관 120이상	강성관 180이상	연성관 360
역질토 (礫質土)	G, GS		90	90	120
	GF		90	90	90
사질토 (砂質土)	S, SG의 중·소분류에서 SW, SW-G, SGW		90	120	120
	S, SG의 중·소분류에서 SP, SP-G, SGP		90	90	90
	기타의 S, SG, SF		60	60	90

주 : 1) 설계지지각은 관체가 기초위에 포설된 상태에 확실히 균등한 반력분포가 기대되는 범위로 하고 기초재로서 적당하다고 판정된 재료에 대하여 토질시험에 의한 분류에 따라 이 표의 값을 사용한다.

2) 연성관의 기초재는 관저부의 반력과 함께 관 옆부분의 반력에도 유효하게 작용해야 한다. 스팡그라에 의하면 그 반력은 관저부터 관정까지의 되메움재(기초재)의 시공상태에 지배된다고 되어 있다. 이런 의미에서 종래는 기초부, 되메움부와 구분되어 있던 것을 관저에서 관정까지 동일의 기초재로 되메우는 것으로 한다.(시공지지각은 360° 로 된다)

3) Φ 300㎜이하의 소구경관에 있어 기초재료는 ML, CL를 사용하는 경우의 설계지지각은 강성관 30° , 연성관 60° 로 한다. 단 이 경우에도 관저부 아래의 기초재료는 역질토, 사질토를 사용한다.

4.3.2 강성관 설계

(1) 강성관 설계는 연직등분포하중, 관체내 물 중량, 관체 자중, 수평 측면 하중 등을 고려하여 휨모멘트를 계산하고 이를 허용모멘트와 비교하여 관종을 선정한다.

4.3.3 연성관 설계

(1) 연성관 설계는 연직등분포하중, 관체내 물 중량, 관체 자중, 수평 측면 하중 등을 고려하여 휨모멘트를 계산하되, 허용 변형량을 고려하고 이를 허용모멘트와 비교하여 관종을 선정한다.

(2) 연성관의 관종 선정에 있어서는 관 재료의 허용응력에서 결정하는 관두께와 설계변형률로부터 정해지는 관 두께를 구하여 그 양쪽을 함께 충족시킬 수 있는 관의 두께를 채택한다.

(3) 특히 덕타일주철관이나 강관에 대한 최종관두께는 상기에 의해서 구해진 관두께에 부식과 관두께 공차여유 등을 고려하여 결정하여야 하며 강화플라스틱복합관은 강성관과 동일한 방법으로 내외압에 대한 안전성을 검토한다.

4.4 관체의 종단방향 설계

4.4.1 종단방향의 고려 하중

(1) 일반적으로 매설관에서 매설토에 의한 하중과 그 반력이 관의 종단방향의 모든 부분에 있어서 거의 균형이 되므로 종단방향으로 휨모멘트가 가해지지 않거나 또는 매우 적다고 볼 수 있으므로 종단방향의 강도는 보통의 경우에는 검토하지 않지만 지형 및 시공 조건에 따라 검토

가 필요한 경우 종단방향의 하중을 고려한다.

(2) 그러나 다음과 같은 경우에는 관체의 종단방향에 대한 휨모멘트를 고려한다.

① 관체에 지지대를 설치하는 경우 또는 칼라부분이 지점으로 되는 경우

② 관의 한 끝이 콘크리트에 고정되어 있는 경우

③ 대형자동차의 하중이 작용하는 경우(단, 콘크리트기초나 양호한 지반의 경우는 제외)

이러한 경우에는 관체가 하중에 대하여 안전하게 견딜 수 있는지의 여부를 확인하고 필요가 있을 때에는 다음의 대책을 강구하여야 한다. 특히 소구경관은 종단방향의 강도가 낮으므로 ① 종단방향의 보강 검토, ② 관종의 변경 검토, ③ 이음의 구조나 위치 및 시공방법 등의 재검토가 필요하다.

4.4.2 종단방향에 작용하는 휨모멘트

(1) 관의 종단방향의 강도는 다음 식으로 그 안전성을 검토한다.

$$M_R \geqq S \cdot M$$

여기서, MR : 관의 종단방향의 저항휨모멘트 M : 관에 작용하는 휨모멘트
S : 안전율(2.0이상으로 한다. 단, 콘크리트관(RC관, PC관)은 1.5이상으로 한다.)

4.4.2.1 종단방향에서 작용하는 휨모멘트

(1) 하중으로서는 토압, 상재하중, 관자중, 관내수량을 고려하지만 내수압은 벡터(vector)가 상이하므로 고려할 필요가 없다.

① 지지대 위에 관체를 설치하는 경우

가. 가동이음매의 경우 : 단순보로 하여 최대휨모멘트를 구한다.

나. 고정이음매의 경우 : 연속보로 하여 최대휨모멘트를 구한다.

② 관체의 일부를 콘크리트로 고정하는 경우

가. 보통흙기초의 경우 : 외팔보로 하여 최대휨모멘트를 구한다.

나. 잘 다진 모래기초의 경우 : 탄성지반상의 외팔보로 하여 최대휨모멘트를 구한다.

③ 대형트럭 하중의 경우

자동차하중에 의해서 매설관의 일부에 하중이 작용하면 매설관은 휨 작용을 받게 된다. 이 때에 발생하는 응력은 지지상태에 따라 크게 좌우되나 도랑바닥이 평탄하게 탄성지지된 상태를 가정하는 것이 보통이므로 여기에서는 매설관을 탄성 지반상에 포설한 것으로 하여 계산한다. 이 때 관 전체에 걸친 토압, 상대하중, 관 자중, 관내 물 중량 등의 등분포하중은 관축방향의 휨모멘트를 산정하는 데는 고려하지 않는다.

4.4.2.2 관의 저항휨모멘트

(1) 강관, 플라스틱관(단일재료로 구성된 관)의 경우

$$M_R = \sigma_b \cdot Z$$

여기서, MR : 관의 저항휨모멘트(N·㎝) σb : 관재료의 휨강도(kN/㎠),

Z : 관의 단면계수(㎤), Z = (π /32) × (Dc4 - D4)/Dc, Dc : 관의 외경(㎝),
D : 관의 내경(㎝)

(2) 원심력 철근콘크리트관의 경우

$$M_R = r\sigma_{ct}\left(2rt + \frac{A_s n'}{\pi}\right)\beta$$

$$\beta = \frac{1}{1+\cos\alpha}\left[\left\{\frac{\sin\alpha + (\pi-\alpha)\cos\alpha\}\left\{\alpha(\frac{1}{2}+\cos^2\alpha) - \frac{3}{4}sin2\alpha\right\}}{\sin\alpha - \alpha\cos\alpha}\right.\right.$$

$$\left.\left. + \left\{(\pi-\alpha)(\frac{1}{2}+\cos^2\alpha + \frac{3}{4}sin2\alpha\right\}\right]\right.$$

$$\frac{n'}{n}\cdot\frac{2\pi rt + A_s\cdot n}{2\pi rt + A_s\cdot n'} = \frac{\sin\alpha + (\pi-\alpha)\cos\alpha}{\sin\alpha - \alpha\cdot\cos\alpha}$$

여기서, MR : 관의 저항모멘트(N·㎝), t : 관두께(㎝), α : 중립축의 연직선과 이루는 각(°),
σ ct : 관두께 중심 콘크리트의 휨인장응력(N/㎠) (보통 441N/㎠로 함),
As : 종철근의 단면적(㎠), n : Es/Ecc = 9, n' : Es/Ect = 18, r : 관두께 중심반경(㎝)

(3) 코어식 프리스트레스트 콘크리트관의 경우
코어식 프리스트레스트 콘크리트관에 있어서 강선을 감았을 때 종단방향의 휨응력에 대한 검토를 한다.

4.5 경사관로의 설계

4.5.1 경사관로의 정의

(1) 경사관로는 등고선에 대하여 거의 직각방향으로 배관된 것이거나 지수벽 등 특별한 공법을 필요로 하는 종단기울기 이상의 것 또는 되메움 흙이 안정되어 있고 매설관로가 될 수 있는 종단경사 이하의 것 등 3개 조건에 해당하는 것을 말하며, 원지반, 관체, 되메움 흙의 안정에 대하여 검토한다.

4.5.2 검토 사항

(1) 경사관로의 검토에 있어서는 일반적인 검토사항에 대하여 다음 항목을 추가로 검토한다.

① 원지반의 안정
매설관로가 안정하기 위해서는 원지반 자체가 안정되어 있어야 한다. 따라서 노선선정에 있어서는 원지반의 붕괴, 산사태, 침식 등이 생기는 외에 지하수의 용출이나 유하에 의하여 관로의 시공 및 그 유지에 대한 지장이 생기지 않도록 특히 유의한다.

② 관체의 안정
경사에 의하여 관체가 흘러내리지 않도록 관체가 안정되는 것이다. 관체의 안정은 포설경사, 토질조건, 기초공의 종류, 관종 등과의 관계에 대하여 검토한다.

③ 되메움흙의 안정

관체의 되메움흙이 안정되어야 하는데 지형경사, 토질조건 및 지하수 상황 등으로 보아 관 포설 후의 되메움흙이 안정되어 있어야 된다. 이 조건이 만족되지 않으면 매설관로는 성립되지 않는다. 경사가 커지면 되메움의 시공이 곤란해지기 때문에 되메움 재료를 개량하여 사용하도록 한다.

4.5.3 원지반경사의 안정

(1) 경사면의 안정은 주로 원지반의 전단저항과 자중의 균형으로 유지되고 있다. 그러나 호우나 지하수의 침투 등에 의한 간극수압의 증대, 토석유하의 발생, 지진의 진동에 의한 영향, 인공적인 굴착, 절토와 성토 등에 의하여 가끔 원지반이 붕괴되는 일이 있다. 그 원인의 대부분이 복합적이며 지질과도 관련되어 있다. 또 이차원 단면에서의 슬라이딩에 관한 분할법 등에 의한 안정해석도 행하고 있으나, 해석지역 전체의 정확한 토질의 파악이 곤란한 문제가 있다. 그러나 관로의 안정을 보전하기 위해서는 사면붕괴, 표층붕괴(표층붕괴, 깊은사면 붕괴), 산사태(암반 사태, 풍화암 사태, 붕괴토지 사태, 점질토질 사태), 토석흐름 등의 위험지대를 피한 노선선정을 행하는 외에 현지의 상황에 따른 필요한 대책을 강구하는 것이 필요하다. 따라서 경험이 풍부한 지질전문가와 함께 원지반의 안정에 관한 조사와 해석을 시행하여 안정된 원지반을 고려한 노선을 선정한다.

4.5.4 관체의 안정

(1) 관로 기울기의 상한

① 경사관로배관에 있어서의 관체의 안정은 일반적으로 관과 흙의 마찰저항 또는 관 기초와 흙의 마찰저항에 의하여 유지되고 있다. 이론적으로는 점착력이나 측면토압에 의한 마찰저항력도 있으나 특히 이들의 계수가 명확한 것 외에는 관체 저면 또는 기초공 저면의 마찰저항력을 대상으로 하여 검토한다.

② 경사관로 검토에 관련된 인자는 관의 포설기울기, 토질조건(지하수조건), 기초공의 종류, 관종 등이다. 토질조건에는 흙의 내부마찰각, 흙과 관체 저면 또는 흙과 기초공저면의 마찰저항계수, 단위중량, 간극수압 등이 있다. 또 관체가 안정하기 위한 저항력은 관의 활동력에 대하여 안전율 1.5이상을 확보한다.

(2) 활동에 대한 안전율의 검토

활동에 대한 안전율은 다음 식을 만족해야 한다.

$$F_s = \frac{\text{활동에 대한 저항력}}{\text{활동력}} \text{ , } F_s = \frac{P_N \cdot \mu + cA}{P_r} \geqq 1.5$$

여기서, Fs : 활동에 대한 안전율(1.5이상), A : 바닥면적(㎡), PN : 전중량 ΣW의 수직성분(N), PN = ΣW·cosi, Pr : 전중량 ΣW의 접선성분(N), Pr = ΣW·sini,
μ : 저면과 기초지반 사이의 마찰계수
(기초지반이 흙인 경우 μ의 값이 0.6을 넘지 않는 것으로 한다.),
c : 저면과 기초지반과의 점착력(통상은 c=0으로 하고 점착력을 확실히 확인할 수 있는

경우에는 이를 고려해도 좋다.)

(3) 활동방지공법의 검토

① 안정된 원지반에 포설된 경사관로에 있어서는 활동에 대한 안전율이 만족되지 않는 경우는 별도의 안전공법을 검토할 필요가 있다.

② 공법의 선정에 있어서는 관종, 관의 포설기울기, 기초재의 종류, 원지반의 강도 등을 종합적으로 검토하여 결정한다.

4.5.5 되메움 흙의 안정

(1) 되메움 흙의 안정은 흙의 마찰저항력 및 점착력에 의하여 안정되어 있고, 되메움 흙의 표면이 우수 등에 의하여 침식되지 않을 것 등 2가지 조건을 만족시킬 필요가 있다. 이 중 흙의 마찰저항에 의한 안정은 관체안정의 검토와 같은 마찰계수를 사용하면 관체가 안정되면 되메움 흙도 안정한다. 또 되메움 흙은 흙과 접촉하는 부분도 있기 때문에 이 부분에 대해서는 점착력도 볼 수가 있다. 따라서 관체보다도 일층 안전측으로 되는 것이 일반적이다.

(2) 다음에 우수에 의한 되메움흙 표면의 침식에 대해서는 ① 물길이 되기 쉬운 凹지를 피하여 비탈 끝에 노선을 선정할 것, ② 되메움 흙이 안착될 때까지는 필요에 따라 그물공, 죽책공, 식생공 등으로 보호하도록 한다.

(3) 급경사부 매설관로의 사례로는 경사각이 30～40°의 범위에서는 소일시멘트(soil-cement) 처리공법(기초재, 되메움재에 소일시멘트를 사용 : 5～10%의 시멘트량을 혼입하는 경우가 많다), 경사각이 40°이상에서는 콘크리트처리공법(완전 감아 부침 콘크리트 되메움함)이 채용되고 있다.

(4) 또 근대는 원지반경사면의 안정을 목적으로 하여 개발된 연속섬유 보강토공법(연속한 폴리에스터 섬유를 모래속에 3차원적으로 혼입시킴으로서 모래의 겉보기 점착력, 전단저항각을 증대시키는 공법)등을 검토하여 시공할 수 있다.

4.5.6 지수벽의 설치와 용출수대책

4.5.6.1 지수벽의 설치

(1) 경사면에 따라 관체를 포설하는 경우에는 전절에 기술한 관체 안정의 조건을 만족시키는 외에 필요에 따라 지하수대책을 검토한다.

(2) 기초바닥에 투수성이 높은 모래나 사질토 등의 재료를 사용하는 경우는 기초바닥이 물길이 되어 세굴되는 것을 방지하기 위해 필요에 따라 불투수성의 점토 등으로 지수벽을 설치할 수 있다. 더욱 이 경우에는 횡단방향에의 드레인 등을 설치하여 기초바닥부의 지하수위 상승을 방지해야 한다.

(3) 지수벽은 관체의 경사가 10~15°의 경우는 관체 2~3본에 한 개소정도, 10°미만의 경우는 필요하다고 인정되는 경우에만 설치한다.

4.5.6.2 용출수대책

(1) 관체의 포설구에 용수가 있고, 시공중 및 시공후에 있어 기초모래가 유실할 염려가 있는 경우는 배수대책을 우선 시행하고 그래도 부족할 경우는 드레인의 설치, 유실하지 않는 기초공의 채용 등에 대하여 검토한다. 유실하지 않는 기초공에는 쇄석기초, 콘크리트기초 등이 있다.

4.5.7 단락부(段落部)에 있어서의 포설기울기

(1) 단차가 있는 지형에서 상하방향에 배관하는 경우의 관로기울기는 지형기울기보다 완경사의 포설을 검토할 필요가 있다. 토공비와 부대공사비(곡관, 앵커블록, 공기밸브, 맨홀 등의 공사비)를 합하면 완경사로 하는 것이 유리한 경우가 있으므로 검토한다.

4.6 배관설계

4.6.1 배관설계의 개념

(1) 배관설계는 배관의 계통에 따라 여러 가지 관의 간격과 길이 등을 결정하는 것이다.

4.6.2 이음간격

(1) 설계상 이음의 간격은 관 재질에 따라 다르다.

4.6.3 곡관 및 이형관

(1) 곡관 및 이형관은 사용 관종에 적합하고 가능하면 관종별로 규정되어 있는 규격품을 사용하도록 한다. 강판제(鋼板製)의 이형관을 사용하는 경우는 원칙적으로 KS D 3578 (수도용 도복장 강관 이형관)에 정해진 크기 및 제조방법을 사용한다.

4.6.4 조정관(調整管)

(1) 조정관은 PC관이나 RC관과 같이 자유로이 절단할 수 없는 관종을 사용할 경우에는 공사의 시점이나 종점 및 관의 포설방향이 변화되는 점, 공구와 공구의 절점 등에 설치한다.

(2) 조정관은 일반적으로 신축이음을 사용하지만 이것은 고가이므로 따로 신축이음을 필요로 하는 지점과 겸용하든가 또는 부등침하의 위험이 없는 지반에서는 신축이음을 사용하지 않고 용접이음을 할 수 있다.

4.6.5 곡선포설

(1) 관수로는 굴곡이나 분기점에서 약한 것이 보통이다. 따라서 누수사고의 위험이 많을 때에는 조건에 적합한 곡관, T자관 등의 이형관을 사용하여야 한다. 또한 가동이음을 사용해서 관로의 곡선설치를 할 경우에는 각 이음의 설계굴곡각도를 각 이음의 최대허용굴곡각도의 1/2 이내로 한다.

4.6.6 이 음

(1) 관수로는 필요에 따라 신축이음이나 가동이음을 설치한다.

① 가동이음

절토와 성토의 경우 및 부대구조물과의 접속에는 부등침하를 흡수하기 위하여 가동이음을 설치하는 것을 검토한다. 가동이음은 예상되는 변위량에 적합한 형식의 것을 선정한다.

② 신축이음

가. 관의 양단이 고정된 콘크리트밸브박스 등에서는 온도변화에 따라 관에 발생하는 응력의 흡수, 시공시 기계류의 최종설치, 유지관리시 기기의 제거 등을 위하여 여유를 두어야 하며 이러한 경우에 신축이음을 설치한다.

나. 용접이음과 용접이음 등의 고정이음을 사용한 관수로에서는 온도변화에 따른 신축량을 고려하여 신축이음을 설치하는 것이 좋다. 한편 부등침하가 예상되는 지반에서는 신축성과 가동성이 복합된 이음 사용을 검토한다.

4.6.7 구조물과 관의 접속

(1) 밸브박스, 수로, 스러스트블록 등의 콘크리트구조물과 관의 접속은 부등침하나 관이 빠지는 힘이 작용하여도 안전하여야 한다.

① 구조물과 관의 접속

콘크리트구조물과 관수로를 접속할 때는(용접강관은 제외) 구조물과 관 사이를 단관과 가동이음으로 접속하는 것이 좋다.

②구조물과 관의 매입

밸브박스나 수조 등의 콘크리트구조물에 관이 콘크리트벽을 관통할 때에는 스티프너를 설치하여 관이 미끄러지지 않도록 하여야 한다.

4.7 내진설계

(1) 농업용 관수로는 농업생산과 직결되어 있고 구간에 따라 고압으로 대용량의 수량이 흐르며 피해시 주변에 큰 피해가 우려될 뿐 아니라 응급복구가 불가능하고 장기간 급수 중단을 초래할 수 있는 지역에서는 내진 설계를 고려한다.

4.7.1 내진설계의 개념

(1) 관수로에 대한 내진설계는 최근 우리나라 주변에서 지진 발생이 빈번해 지면서 이에 대한 고려가 필요할 것으로 판단되며, 특히 강진대지역(强震帶地域)의 연약지반지대 등을 통과하는 매우 중요한 관수로에 대해서는 내진설계를 고려한다. 지진에 대한 내진 설계는 응답변위법 또는 등가정적하중법 평가를 하고, 구조물의 특성과 지반조건 및 중요도에 따라 필요시 응답스펙트럼방법, 동적해석법(시간이력해석법, 진동수영역해석)등의 동적 내진안정성평가를 병행한다.

4.7.2 지진 피해의 원인

(1) 매설 관수로의 피해사례를 통하여 살펴본 지진피해의 원인은 다음과 같다.

① 지진파동 전파에 의한 것

② 지반의 액상화 및 압축침하에 의한 것

③ 사면활동 및 타구조물의 영향에 의한 것

④ 단층에 의한 것

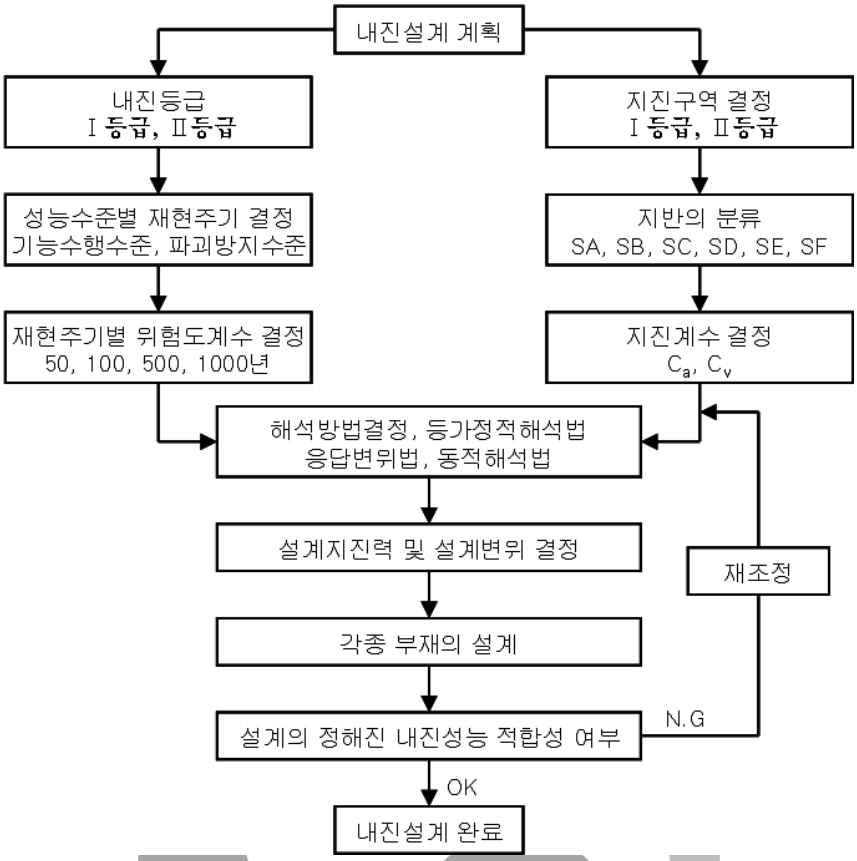
위에서 말한 바와 같이 매설 관수로의 지진피해는 지진시 주변지반에 생긴 변화가 관체에 전달되어서 관체가 변위를 일으키거나, 매설지반 그 자체의 붕괴 등이 원인이 되어 발생하므로 이에 대한 대책을 마련한다.

4.7.3 내진설계 방법

<표 4.7-1> 내진설계 방법

구 분	특 성	적용구조물
등가정적해석법	• 지하구조물의 지진에 따른 지반의 진동하중을 정역학적인 횡토압으로 환산하여 내진설계	지상 및 지하구조물
응 답 변 위 법	• 지중구조물의 응력은 관성력의 영향보다 지반의 상대변위에 따른 강제력으로 간주(SHAKE91 해석결과 이용)	지중구조물 (정수지, 공동구)

4.7.4 내진설계 절차



<그림 4.7-1> 내진설계 절차

4.7.5 내진설계의 유의점

(1) 매설 관수로와 같이 길이가 길고 여러 지반에 걸쳐있으며 따라서 지진의 강도도 장소에 따라 상이한 구조물에서는 전반적으로 균일한 내진성을 확보하기 어려우므로 다음의 피해경감방법을 기본으로 하여 설계를 한다.

① 매설관에 대하여는 지반의 특성이 관체에 큰 영향을 주므로 노선의 선정, 부대 구조물의 위치 결정시 토질조사, 지반조사를 하여 연약지반, 높은 절토, 성토부, 지형, 지질의 급변부 등은 피한다.

② 조정지, 배니시설, 스탠드, 스러스트블록(앵커블록), 제수밸브 및 펌프실 등 관체와 고유주기가 다른 부대구조물과의 접합부에서는 지진시 큰 변형이나 응력이 발생할 수 있으므로 신축가동이음을 한다.

③ 긴 관로에 곡관부가 있으면 지진시 응력집중이 생기기 쉬우므로 수평 및 연직곡관부의 반경을 크게 하여 급격한 굴곡을 피한다.

④ 내진설계시에는 송배수에 따른 위험분산 또는 재해가 지나간 후의 안전대책(송수정지기구의 확립 등) 및 복구공사에 대하여도 생각한다. 따라서 대구경에서는 지진피해가 있을 경우 외부로부터의 점검은 대규모 작업이 되므로 내부에서 점검할 수 있도록 적당한 간격으로 맨홀을 설치한다. 또한 소구경관에서는 구간별로 누수량을 점검할 수 있도록 분수공 및 이

형관 설치 등을 이용하여 제수밸브를 설치한다.

4.7.6 적용범위

(1) 지진에 따른 시설물 손괴시 응급복구가 불가능하여 장기간 급수 중단을 초래할 수 있는 시설에 대해 적용하며 그 대상은 농업용 관수로와 부속구조물로 한다.

4.7.7 등급별 내진설계목표

(1) 농업용 관수로시설의 설계지진시 만족해야할 내진성능수준은 “기능수행수준”과 “파괴방지수준”으로 구분한다. “기능수행수준”은 설계지진 작용시 관수로시설에 발생한 변형이나 손상이 시설의 기능을 차질 없이 수행할 수 있는 범위내로 제한되는 성능수준이고 “파괴방지수준”은 관수로시설에 상당한 변형이나 손상이 발생할 수는 있지만 그 수준과 범위는 시설이 붕괴되거나 또는 시설의 손상으로 인하여 대규모 피해가 초래되는 것을 방지하고 부분적인 급수시설로서의 기능이 유지될 정도의 성능수준을 의미한다.

(2) 내진등급별 시설의 분류와 세부분류는 KDS 17 00 00 내진 설계기준 및 상수도시설 내진 설계기준 마련을 위한 연구('98, 환경부)를 참고한다.

4.7.8 지반의 분류

(1) 국지적인 토질조건 및 지질조건과 지표 및 지하 지형이 지반운동에 미치는 영향을 고려하기 위하여 지반을 SA, SB, SC, SD, SE, SF의 6종으로 분류한다.

(2) 지반종류 SF는 부지고유의 특성 평가가 요구되는 다음 경우에 속하는 지반을 일컫는다.

① 액상화가 일어날 수 있는 흙, 퀵 클레이(Quick Clay)와 매우 민감한 점토, 붕괴될 정도로 결합력이 약한 흙과 같이 지진하중 작용시 잠재적인 파괴나 붕괴에 취약한 지반

② 이탄 또는 유기성이 매우 높은 점토지반(H 〉 3m)

③ 매우 높은 소성을 갖는 점토지반(H 〉 7.5m이고 PI〉 75)

④ 층이 매우 두꺼우며, 연약하거나 중간 정도로 단단한 점토(H 〉 36.5m)

4.7.9 설계지반운동의 특성 표현

(1) 지역적인 특성과 지반성질을 고려한 설계지반운동의 특성은 응답스펙트럼으로 표현되며, 지반별로 표준화된 설계지반운동의 특성은 표준설계응답스펙트럼으로 표현한다.

4.7.9.1 지반운동의 공간적 변화 특성 고려 방법

(1) 구조물의 모든 위치에서 똑같은 지반운동으로 가진되는 것이 비합리적으로 판단되는 구조물에 대해서는 지반운동의 공간적 변화를 고려할 수 있는 모델을 사용해야 한다.

4.7.9.2 가속도시간 이력

(1) 지반 가속도의 시간이력으로 지반운동이 표현될 수 있다. 공간적인 모델이 필요할 때 지반운

동은 동시에 작용하는 3개의 가속도성분(X, Y, Z방향)으로 구성되어야 한다. 구조물의 동적 해석을 위한 지진의 가속도시간이력은 기본적으로 과거의 계측된 시간이력이 사용되는 것이 원칙이나, 관측된 지진기록이 없을 경우 대상지역과 시간이력이 유사하다고 판단되는 지역의 가속도 시간이력 또는 인공가속도 시간이력을 사용한다.

4.7.9.3 인공가속도시간이력

(1) 인공가속도시간이력은 응답스펙트럼과 잘 부합되도록 생성되어야 한다. 지반운동의 장주기 성분이 구조물의 거동이 미치는 영향이 중요하다고 판단될 경우에는 지진원의 발진기구 특성과 국지적인 영향을 고려하여 시간이력을 생성하여야 한다. 인공가속도시간이력의 지속시간은 지진의 규모와 발진기구특성, 전파경로 및 부지의 국지적인 조건이 미치는 영향을 고려하여 합리적으로 결정되어야 한다.

4.7.10 적용방법

(1) 구조물의 특성과 지반조건 및 중요도에 따라 등가정적하중법, 응답변위법으로 기본 평가를 하고, 필요시 응답스펙트럼방법, 동적해석법(시간이력해석법, 진동수영역해석)등의 동적 내진안정성평가를 병행해야 한다.

4.7.10.1 건축물

(1) 건축물은 건축법 제38조 제2항, 건축법 시행령 제32조, 건축물의 구조기준 등에 관한 규칙 제14조를 적용 또는 준용한다. 본 관수로 설계기준에서의 건축물 해당 구조물은 가압장, 배수지, 배수탑, 조절지 등이 해당한다.

4.7.10.2 지중구축물

(1) 지중구축물은 모노노베-오카베(Mononobe-Okabe) 공식을 적용한다. 지중 구축물은 지중에 구축되는 관수로 관련 시설에 해당한다.

① 모노노베-오카베식에 적용될 수평지진계수(K_h)는 다음과 같다.

$$K_h = 2.5 C_a \cdot I$$

가. 지진계수(Ca)의 결정은 지진편(KDS 17 00 00: 2017)에 따른다.

나. 위험도계수(Ⅰ)의 결정은 지진편(KDS 17 00 00: 2017)에 따른다.

② 수직지진계수(Kv)는 특별한 경우를 제외하고는 무시하는 것을 원칙으로 한다.

4.7.10.3 관로

(1) 본 설계기준 "강성관 설계"와 "연성관 설계"의 관두께 결정 방법과 내진설계를 위한 허용변형율을 고려하여 결정한다.

4.7.10.4 수관교

수도시설 내진공법지침·해설(일본수도협회)에 따른다.

4.7.11 지진의 영향

(1) 지진시 구조물과 관로 등 구조의 건전성에 영향을 줄 수 있는 현상은 다음과 같다.
   ① 지진시의 지반 변위 또는 변형
   ② 구조물의 자중과 적재하중 등에 기인된 관성력
   ③ 지진시 토압
   ④ 지진시 동수압
   ⑤ 수면동요
   ⑥ 지진시 지반의 액상화
   ⑦ 지질이나 지형이 급변하는 지반의 지진시 이완 또는 붕괴

(2) 이에 의한 효과는 다른 하중과 조합되어 설계시에 고려하여야 한다. 항목에 대한 계산은 상수도시설 내진 설계기준(한국수자원공사)을 참고로 한다.

4.7.12 내진설계를 위한 상세 계산

(1) 농업용 관수로 설계시 필요한 상세 내진 설계는 1998년 환경부에서 발행한 "상수도시설 내진설계기준 마련을 위한 연구"와 1997년 한국건설기술연구원에서 발표한 "내진설계기준연구"를 주로 참고로 하되, 수관교의 경우는 "수도시설내진공법 지침·해설"(일본수도협회, 1997)를 참고로 한다.

4.8 부식 및 전식방지

(1) 농업용 관수로는 관로에 흐르는 물과 수질에 의해 전기화학적 반응으로 인하여 관로의 내부가 부식되는 경우와 관로가 매설된 주변 환경에 의하여 외부 부식이 발생한다. 매설 관의 부식 및 전식을 방지하여 내구성을 확보하기 위해서는 도장이나 도복장 및 전기방식 대책을 수립해야한다. 부식 및 전식대책 수립시 신기술이 효과와 비용에서 유리하고 안전성이 확보되면 이를 활용할 수 있다.

4.8.1 기본사항

(1) 금속이 물이나 토양과 같은 전해질 속에 놓이게 되면 그 표면의 용존산소, 농도차, 온도차, 불순물, 잔존응력 등에 의해 금속 표면에 부분별로 전위차가 생겨 양극부와 음극부가 형성된다. 이때 양극부에서 음극부로 전류(부식전류)가 흐르는 과정에서 양극부의 금속이 이온상태로 용출되어 점차 전해질 속으로 용해되는 전기화학 반응을 일으키는 데 이를 부식이라고 한다.

(2) 철관은 철광석을 인위적으로 산화 환원하여 생산된 것이므로 안정된 산화철의 상태로 환원하려는 성질을 가지고 있다. 부식 발생이 용이한 장소는 산성 공장폐수나 오염된 하천수 등이 지하에 침투한 장소, 해변가에서 지하수 중에 다량의 염분을 포함한 장소, 유황분을 포함한 석탄으로 성토한 장소, 부식토, 점토 및 이탄(泥炭)지대, 폐기물의 매립지 등이다. 이러한 부식성

에 약한 장소에 관을 매설할 경우는 관 종류 및 방식공법 선정에 주의해야 한다.

4.8.2 관 부식의 종류 및 형태

4.8.2.1 관 부식의 종류

(1) 관의 부식은 주위 환경이나 수질 및 매설환경 등에 의해서 나타나며 자연부식과 전식으로 크게 나누어진다.

① 자연부식은 부식전지의 형성성황에 따라 미크로셀(microcell)부식과 매크로셀(macrocell)부식으로 구분된다. 미크로셀(microcell)부식은 금속관의 표면상 미시(미크로)적인 국부전지 작용에 의하여 발생한다. 매크로셀(macrocell)부식은 구조물에 있어 부분적인 환경의 차이나 재질의 차이로부터 금속관 표면의 일부분이 양극부로 되고 다른 부분이 음극부로 되어 양자가 거대한(macro)한 부식전지를 구성함으로서 발생한다. 매크로셀(거대부식전지)의 양극부와 음극부의 위치와 규모는 일반적인 측정에 의하여 구분할 수가 있다.

② 전식은 직류전기 철도의 누설전류 및 전기방식 설비의 방식전류에 의하여 생기는 부식을 말한다. 전식은 미주전류와 간섭에 의하여 발생하며, 미주전류는 전철에서 발생하며 간섭은 매설배관에 외부전류방식에 의한 경우와 인접하는 다른 매설관에 전기적 영향에 의하여 발생한다.

4.8.2.2 관 부식의 형태

(1) 자연부식은 그 형태에 따라 관의 내면부식과 외면부식이 있으며, 내면부식은 주로 물 등 사용재료에 따라 금속표면의 전기화학적 작용에 의해 발생하며, 외면부식은 주로 토양부식 즉 토양과 접하는 금속체의 토양저항률(토양이 갖는 고유저항)에 의하여 발생한다.

(2) 강관·덕타일주철관 등 철관은 안정된 상태(산화철)로 되돌아오려는 작용을 하며 부식이 발생한다. 강재는 콘크리트(pH 약 12) 등의 고알카리성의 환경에서는 부동태화하고 보통 전위는 -200 ～ -300mV 정도이며, 토양중에서는 일반적으로 -400 ～ -800mV 정도의 전위를 보인다.

(3) 매크로셀 부식은 토질이 서로 다른 곳을 배관이 횡단하는 경우에 생길 수 있는 산소농담(통기차)에 의한 부식과 이종금속의 접촉에 의한 부식 형태가 있다. 관이 콘크리트 구조물을 관통하여 배관된 경우에도 콘크리트(양극)부에서 부식이 발생한다. 토양과 콘크리트 연결부 배관에 도복장되지 않은 관이 매설되어 있다면 기전력 약 300mV(양자의 전위차)를 갖는 매크로셀 부식전지가 형성되어 양극부에서 부식이 발생한다.

(4) 전식은 전철 등의 미주전류에 의한 것과 그 밖에 전기방식 시설 등으로부터 받는 간섭에 의하여 발생한다.

4.8.3 매설관의 방식방법 선정

4.8.3.1 기본사항

(1) 매설관의 부식은 토양, 물의 전해질의 존재하의 강 표면의 양극과 음극반응에 의하여 발생하므로 방식의 기본은 이 반응이 발생하지 않도록 하는 것이다. 이것은 다음과 같은 3가지 방법

이 있다.

① 강 표면과 전해질 (토양, 수분)을 차단(도복장)
강의 표면에 도복장을 하여 매설환경 중의 토양, 물이 강표면에 접하는 것을 방지하여 부식전류 및 누출전류의 유출입을 할 수 없도록 한다.

② 양극과 음극을 차단(절연 마크로셀 부식에 한정함)
부식전류의 흐르는 경로를 차단하는 방식법으로 한다.

③ 양극반응의 진행을 저지(전기방식)
매설관 표면에 방식전류를 유입시켜 양극반응(전류가 유출하는 반응)을 저지하여 부식을 방지한다.

4.8.3.2 방식방법 선정

(1) 매설관의 방식방법으로는 도장이나 도복장 그리고 전기방식이 있으며 방식방법은 다음과 같이 선정한다.

① 강관
A의 경우 미주전류의 발생 등을 고려하여 방식방법을 선정한다. B, C의 경우 주의사항은 다음과 같다.

가. 도복장의 종류는 조사(환경), 관경(제조 여부) 등을 고려하여 선정한다. 전기방식을 병용하는 경우는 폴리에틸렌 피복이 바람직하나 관경에 제약이 있다.

나. 전기방식 방법은 조사 결과에 의하여 결정한다. 전기방식 방법은 외부전원법, 유전(희생)양극법, 배류법 등이 있다.

다. 절연 연결과 등을 구조설계상 검토하여 방식대책 구분을 명확히 한다.

② 덕타일주철관
폴리에틸렌 슬리브의 사용은 ANSI A 21.5 등에 의한다. 주철관의 경우에는 미국의 주철관 연구협회에서 제시한 주철관 부설시의 토양부식성 평가기준으로합계점수가 10점 이상이 되면 특수방식방법을 채용하여야 한다고 권고하고 있으므로 방식 방법과 적용성을 참고로 부식 방지방법을 선정한다.

4.8.4 매설관의 방식방법

(1) 방식대책은 관종의 특성과 현장여건을 충분히 파악한 후에 수립한다. 매설관의 방식대책으로는 도료 및 도복장 방식과 전식방법이 있다.

4.8.4.1 도료 및 도복장 방식

(1) 현재 국내에서 적용중인 수도용 도복장 강관(KS D 3565)의 내·외면을 방식하기 위한 도복장 방법은 공장도복장과 현장도복장이 있다. 공장도복장은 콜타르에나멜, 아스팔트, 타르에폭시수지도료, 액상에폭시수지도료, 폴리에틸렌(PE) 도복장 방법 등이 있고, 현장도복장은 테이프도복장, 조인트코트(고무계 시이트, 열수축계 튜브 및 시이트) 도복장 등이 있다. 도복장

도료는 아스팔트(A), 콜타르에나멜(C), 타르에폭시수지도료(T), 액상액포시수지도료(L), 폴리에틸렌테이프(P), 폴리에틸렌 등이 있다.

① 콜타르에나멜 도료

콜타르에나멜 도료는 내수성이 우수하고 화학적으로 안정되어 토양의 영향을 받아도 부착력이 강하고 또 내연성이 우수하며 취급이 용이하므로 강관의 방식재료로서 훌륭한 성질을 갖고 있으며, 가격이 저렴하여 국내 대구경 강관 내·외면 방식재료로 사용될 수 있다.

② 아스팔트도료

역청질 도료인 아스팔트도료는 콜타르에나멜과 비슷한 성능을 갖지만 일본에서도 상수도 내면에 사용시 수도의 소독용 잔류염소에 의한 영향이나 아스팔트는 온도에 의한 유연화 경향이 큰 이유 등으로 인해 도막이 떨어지는 일들이 발생되기도 하므로 관내에는 사용하지 않도록 한다. 또한 아스팔트는 흡수성이 큰 결점이 있으므로 지중에 매설된 강관의 경우 외면 도막의 절연저항이 저하되는 경향이 있고, 침투된 수분에 의해서 강면과의 밀착력이 떨어진다는 것이 매설시험의 결과에서 관찰되기도 하였으므로 사용을 자제한다.

③ 복장재(覆裝材)

도막중에 섬유질의 물체를 넣어 사용하게 되면 도막의 두께와 강도를 증대시킬 수 있으므로 충격이나 균열을 일으키는 외력에 대한 저항성이 증가하게 된다. 이러한 목적으로 사용하는 것이 복장재(覆裝材)로서 역청질 도료를 이용하는 지하 매설용 강관의 외면방식도장에 없어서는 안 되는 중요한 것이다. 현재 국내에서 인정하고 있는 복장재로는 글라스 클로스, 글라스 매트, 아스베스토스 펠트, 헤시언 클로스 등이 있으나 미국의 경우 근래에는 크라프트지 일체형 폴리에틸렌 복장재 등이 채용되기도 한다.

④ 도복장 방법

우수한 도복장재료라 할지라도 도복장 방법의 적부여하에 따라서 도복장강관의 수명을 지배한다. 따라서 작업표준을 확립하여 완전한 도복장작업이 수행되어야 한다. 국내 관련 KS 규격에서는 재료나 품질이외에도 도복장 작업 착수이전의 준비작업으로부터 완제품 제작 완료시까지의 제반사항을 비교적 상세하게 규정하고 있다. KS D 8307 규격에 규정된 도복장 방법은 미국 수도협회 규격(AWWA C203)에서 규정한 방법과 거의 유사한 방법으로서 미국의 경우 대부분의 토양 환경에 대하여 아스베스토스 펠트 도복장(KS D 8307)만으로도 충분한 방식효과를 얻을 수 있으나 부식성이 강한 토양이나 해저 또는 강을 횡단하는 경우의 매설관 외면은 추가로 글라스 매트를 도복하도록 권장하고 있다.

4.8.4.2 전기방식(電氣防蝕)

(1) 전기방식 방법으로는 전류를 방출하는 측에서 레일이음을 용접하는 등 이음부의 접속을 견고히 하고 레일과 변전소 연결전선의 강화 증설, 레일과 대지간(對地間)의 절연증대를 위한 침목 및 도상의 개량 등 방법을 사용하도록 협조를 구하는 것이 바람직하다.

① 전류를 방출하는 측에서의 대책

누설전류를 방출할 가능성이 있는 전기 철도측과 협의하여 누설전류를 경감하는 것이 좋다. 그 것을 위해서는 레일을 전기적으로 접속하고 있는 이음부의 용접 또는 본드(bond)의

강화, 레일과 변전소를 잇는 전선의 강화 증설, 레일과 지중간의 절연향상을 위한 침목 등 가능한 방법을 강구토록 협조를 구한다.

② 금속관을 매설하는 측에서의 대책

매설하는 금속관의 전기방식 대책으로는 다음과 같은 방법이 있다.

가. 외부전원법

관과 불용성 전극사이에 직류전원을 설치하여 전원 → 전선 → 불용성전극 → 지중 → 관 → 전선 → 전원으로 흐르는 전기회로를 형성하여 관에서 유출되는 전류를 없애는 유입전류를 만들어서 전식을 방지하는 방법이다. 이 방법은 유출전류가 큰 경우 등에 적합하다.

나. 선택배류법

관이 레일에 대하여 정(+)전위로 되는 장소에 선택배류기를 통하여 관과 부(-)의 귀전선 또는 레일을 도선으로 전기적으로 접속하여 관에 흐르는 전류가 직접 땅으로 유출되는 것을 막으며 이것을 일괄하여 레일 등에 귀류시키는 방법이다. 이 방법은 대책지점이 레일 등에 근접하고 있어야 적용할 수 있는 등의 제약조건이 있다.

다. 강제배류법

관과 레일과의 사이에 직류전원을 설치하여 관으로부터 레일로 강제적으로 배류전류를 흘리는 방법으로 원리는 나)와 동일하다. 레일대지 전압의 정(+) 값이 크고 레일 부근에서 관에 유입된 전류가 레일로부터 멀리 떨어진 지역에서 관으로부터 유출되며 거기에 전식을 일으키는 경우에 대한 전기방식법이다.

라. 유전(流電)양극법

관에 표준전극단위가 낮은 금속(magnesium 등)을 양극으로 설치하고 양극과 관과의 사이에 이종 금속전지를 형성시켜서 관에 방식전류를 유입시키는 방법이다.

마. 이음부의 절연화

전식 위험구역 중 변전소 근방 등 전위차가 극단적으로 큰 곳을 제외한 장소에 관을 부설하는 경우에는 관의 이음부에 전기 저항을 갖게 하여 관로 전체로서 미주전류(迷走電流)의 귀로가 되기 어려운 구조로 만드는 것이 전기방식법으로 유효하다.

바. 차단

마.를 보다 효율적으로 절연하는 방법으로서 관주위에 차폐물을 설치하는 방법이 있다. 이 방법은 미주전류(迷走電流)에 대한 차폐물로서의 효과를 발휘함과 동시에 토양부식에 대해서도 방식 효과를 갖는다. 차폐물로는 절연물이나 반도체가 고려되며 절연물은 폴리에틸렌 슬리브법, 폴리에틸렌 코팅법 등의 절연피복이 있으며, 반도체로서는 외관으로 금속관 등을 사용하는 공법이 있다.

또한 (1)은 전기방식대책에 한하지 않고 도복장만으로는 대처할 수 없는 부설조건에 도복장을 병용하면 효과적인 방식대책으로 된다.

일반적으로 도막저항이 우수한 폴리에틸렌피복강관 또는 중소관경과 도막저항이 적은 단거리 관로에는 유전(流電)양극법이, 전식범위가 높고 도막저항이 큰 대구경 장거리 관로에는 외부전원법, 특수부분에는 선택배류법이 유리하다. 이와 같이 전기방식 방법의 사용에

있어서는 대지전위를 측정하여 가장 합리적인 방법을 선택하지만 두 가지 방법 이상을 조합하여 사용하는 것이 바람직하다.

관 매설공사시 PE 코팅관이나 아스팔트 도복장강관의 경우 운반 및 설치과정에서 피복의 손상 없이 100% 완벽하게 시공하였을 경우에는 전기방식을 적용하지 않아도 된다. 하지만 공사현장의 실정상 운반이나 설치하는 과정에서 피복이 손상될 수밖에 없으며 용접부위는 절연을 아무리 잘해도 시일이 흐르면 물이 침투하게 된다. 이렇게 피복이 손상된 부위나 용접부 절연이 취약한 부분은 3～5년이 지나면 집중적으로 부식이 진행하여 그 부위의 관두께가 얇아져서 높은 수압에 견디지 못하고 파열된다. 이러한 부식을 막기 위하여 피복 손상률을 전체 단면적의 약 3～5% 정도로 계산하여 피복 코팅 강관에 전기방식을 보완하여 부식을 방지한다.

상수도 관로의 전기방식법은 외부전원법을 원칙으로 하고 있으며, 현장여건과 관로의 길이를 고려하여 방식방법을 선정한다.

4.8.5 매설관의 방식대책

(1) 관을 매설할 때에는 전식과 기타 부식을 방지하기 위하여 다음과 같이 방식대책을 수립한다.

① 전식이 있는 철로 가까이에 금속관을 매설할 때에는 충분한 상황을 조사하여 전식과 기타 부식을 방지하기 위한 적절한 조치를 취한다.

② 부식성이 강한 토양, 산이나 염수 등의 침입이 있는 지역에 관을 매설할 경우는 상황을 조사한 다음에 관종을 선정하고 적절한 방식대책을 취한다.

③ 관의 콘크리트 관통부, 이종토양간의 부설부, 이종금속간의 접속부에는 매크로부식이 발생하지 않도록 적절한 조치를 위한다.

(2) 산성의 공장폐수 등이 지하에 침투한 장소, 해변의 지하수 중에 다량의 염분이 함유된 장소, 유황분을 함유한 석탄재로 성토한 곳, 이탄지대, 쓰레기로 매립한 지대 등에 부식되기 쉬운 관을 부설할 때는 콘크리트로 씌우거나 아스팔트계도장, 에폭시계도장, 플라스틱피복 또는 각종 부식방지용 테이프 등으로 관외면의 방식공을 시행하여야 한다. 이때에 이음부분의 볼트너트도 스테인레스 강재를 사용하거나 방식산화피막처리, 에폭시 등에 의한 도장, 고무피복, 폴리에틸렌 튜브로 이음부분을 피복하는 등 방식공법을 사용해야 한다. 콘크리트 관종도 유리탄산이 많은 산성토양 중에 매설할 때 시멘트 성분이 용해하며, 경질염화 비닐관에서도 자외선, 고온, 저온, 유기용제 등의 영향을 받지 않도록 한다.

4.8.5.1 방식대책 고려사항

(1) 매설관의 방식대책은 다음의 사항을 고려하여 수립한다.

① 가장 침식되기 쉬운 각종 볼트류는 스테인레스강 제품을 사용하거나 볼트를 설치한 후에 에폭시(epoxy)나 기타 적당한 도료로 피복하여야 한다. 또 관 전체를 플라스틱 포대로 피복하는 방법도 효과가 있다.

② 철관류의 방식대책으로는 되메우기 토사의 치환이나 폴리에틸렌슬리브(polyethylene sleeve)피복, 아스팔트(asphalt)계통 도장, 타르에폭시(tar epoxy)도장, 또는 외면을 콘크리

트 포대나 각종 방식테이프로 감싸도록 한다.

③ 이음부의 볼트 및 너트류는 관 몸체보다도 부식이 비교적 빠르므로 특히 주의하여야 한다. 대책으로서는 내식성 볼트 및 너트(스테인레스강제품 또는 방식 산화피막처리, 에폭시분체도장 등)의 사용, 폴리에틸렌 슬리브를 피복하거나 붙인 후에 타르에폭시나 기타 적당한 도장을 하는 것 등에서 최선의 것을 선택하도록 한다.

④ 각종 밸브실 내부배관(밸브, 플렌지, 신축관, 배기밸브 등)과 가압장 등의 배관중 습기에 노출된 각종 배관류는 공장도복장으로는 부족할 수 있으므로 상수도관 도복용 테이프나 액상 에폭시 등 내식용 재료로 별도 방식을 한다.

4.8.5.2 방식대책 주의사항

(1) 농업용 관수로는 농업생산과 직결되어 있고 구간에 따라 고압으로 수량이 많이 흐르고 있으므로 부식에 의한 피해가 발생하지 않도록 방식조치를 하여야 하며 다음사항을 주의한다.

① 철관류는 내면 부식의 원인이 되는 수질인자에 관하여 충분하게 수질검사를 행하고 이에 대한 제거대책을 강구한다.

② 철관, 제수밸브 등 땅속에 매설된 금속재료는 토질내에 특수한 성분을 포함하였을 경우 심하게 부식을 받는 경우가 있다. 주의할 토질은 지하수에 해수를 포함하였을 경우나 석탄재 등에 의하여 매립된 장소나 토양이 습윤하여 황산염을 포함하고 있는 경우로서 부식은 염소이온 또는 각종 산에 의하거나 황산염 환원박테리아(SRB)의 번식에 의하는 것이 많다. 이와 같은 토질은 재료 선택에 착오가 없도록 하는 것이 중요하며 사용하는 재료의 보호에 주의한다.

③ 경질염화비닐(PVC)관은 적외선 및 현저한 고온이나 저온에 대해 재질의 성질이 떨어진다. 아스팔트 쥬트나 크레오소트, 신나 등 유기용제에도 침투당하기 때문에 이와 같은 영향을 받을 우려가 있는 장소에서는 부설을 피한다.

(2) 한편 국내에서도 부식방지에 관한 자세한 사항은 환경부 제정 "상수도 시설기준"(2004) 및 한국수자원공사의 "전기방식 설계기준" 및 한국건설기술연구원(KICT)의 "수도관 개량을 위한 의사결정지원 시스템 개발", "수도관 개량을 위한 관로진단 매뉴얼" 및 "상수관 부식방지기법 " 보고서 등을 참고 한다.

집필위원	분야	성명	소속	직급
	관개배수	김선주	한국농공학회	교수
	농업환경	박종화	한국농공학회	교수
	토질공학	유 찬	한국농공학회	교수
	구조재료	박찬기	한국농공학회	교수
	수자원정보	권형중	한국농공학회	책임연구원

자문위원	분야	성명	소속
	농촌계획	손재권	전북대학교
	수자원공학	윤광식	전남대학교
	지역계획	김기성	강원대학교
	수자원공학	노재경	충남대학교
	농지공학	최경숙	경북대학교
	관개배수	최진용	서울대학교

건설기준위원회	분야	성명	소속
	총괄	한준희	농림축산식품부
	농업용댐	오수훈	한국농어촌공사
	농지관개	박재수	농림축산식품부
	농지배수	송창섭	충북대학교
	용배수로	정민철	한국농어촌공사
	농도	조재홍	한국농어촌공사 본사
	개간	백원진	전남대학교
	농지관개	이현우	경북대학교
	농지배수	남상운	충남대학교
	취입보	김선주	건국대학교
	양배수장	정상옥	경북대학교
	경지정리	유 찬	경상대학교
	농업용관수로	박태선	한국농어촌공사 본사
	농업용댐	손재권	전북대학교
	농지배수	김정호	다산컨설턴트
	농지보전	박종화	충북대학교
	농업용댐	김성준	건국대학교
	해면간척	박찬기	공주대학교
	농업수질및환경	이희억	한국농어촌공사 본사
	취입보	박진현	한국농어촌공사 본사

중앙건설기술심의위원회	성명	소속
	이태옥	평화엔지니어링
	성배경	건설교통신기술협회
	김영환	한국시설안전공단
	김영근	건화
	조의섭	동부엔지니어링
	김영숙	국민대학교
	이상덕	아주대학교

농림축산식품부	성명	소속	직책
	한준희	농업기반과	과장
	박재수	농업기반과	서기관

설계기준
KDS 67 25 30 : 2018

농업용 관수로 관체의 구조 설계

2018년 04월 24일 발행

농림축산식품부

관련단체 한국농어촌공사
58217 전라남도 나주시 그린로 20(빛가람동 358) 한국농어촌공사
☎ 061-338-5114 E-mail : webmaster@ekr.or.kr
http://www.ekr.or.kr

(작성기관) 한국농공학회
06130 서울시 강남구 테헤란로 7길 22(역삼동 365-4) 과학기술회관 본관 205호
☎ 02-562-3627 E-mail : j6348h@hanmail.net
http://www.ksae.re.kr

국가건설기준센터
10223 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283(대화동)
☎ 031-910-0444 E-mail : kcsc@kict.re.kr
http://www.kcsc.re.kr

※ 이 책의 내용을 무단전재하거나 복제할 경우 저작권법의 규제를 받게 됩니다.

KDS 67 25 35 : 2018

농업용 관수로 부대시설 설계

2018년 04월 24일 제정
http://www.kcsc.re.kr

농림축산식품부



건설기준 코드 제·개정에 따른 경과 조치

이 코드는 발간 시점부터 이미 시행 중에 있는 설계용역이나 건설공사에 대하여 발주기관의 장이 필요하다고 인정하는 경우 종전에 적용하고 있는 기준을 그대로 사용할 수 있습니다.

건설기준 코드 제·개정 연혁

- 이 기준은 KDS 67 25 35 : 2018 으로 2018년 04월에 제정하였다.
- 이 기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 건설기준 간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.
- 이 기준의 제·개정 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요사항	제·개정 (년. 월)
농업생산기반정비사업 계획설계기준 관수로편	• 농업생산기반정비사업 계획설계기준 관수로편 제정 • 기존의 농업용관수로 설계, 시공, 유지관리 지침(2001)을 근거로 제정	제정 (2009. 12)
KDS 67 25 35 : 2018	• 국토교통부 고시 제2013-640호의 “건설공사기준 코드체계” 전환에 따른 건설기준을 코드로 정비 (농업생산기반정비사업 계획설계기준 수로공편 및 수로터널편 합본) • 건설기술진흥법 제44조 및 제44조의 2에 의거하여 중앙건설심의위원회 심의· 의결	제정 (2018. 04)

제 정 : 2018년 04월 24일
개 정 : 년 월 일
심 의 : 중앙건설기술심의위원회
자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회
소관부서 : 농림축산식품부 농업기반과
관련단체(작성기관) : 한국농어촌공사(한국농공학회)

목 차

1. 일반사항 ····· 1
1.1 목적 ····· 1
1.2 적용범위 ····· 1
1.3 참고기준 ····· 1
1.4 용어의 정의 ····· 1
1.5 기호의 정의 ····· 1
2. 조사 및 계획 ····· 1
3. 재료 ····· 1
4. 설계 ····· 2
4.1 부대시설의 정의 ····· 2
4.2 분수공 ····· 2
4.3 급수전 ····· 4
4.4 조절시설 ····· 4
4.5 조압시설 ····· 7
4.6 통기시설 ····· 9
4.7 안전시설 ····· 11
4.8 관리시설 ····· 13
4.9 수관교 ····· 14
4.10 제진시설(除塵施設) ····· 15
4.11 보호공 ····· 16
4.12 신축이음 ····· 17

농업용 관수로 부대시설 설계

1. 일반사항

1.1 목적

(1) 이 코드는 농어촌정비법에 근거한 농업생산기반정비사업으로 신설 또는 개수하는 농업용관수로의 계획, 설계, 시공 및 관리에 있어 준수해야 할 일반적 사항을 규정한 것이다.

1.2 적용범위

(1) 이 코드는 농업용 관수로의 부대시설 설계에 대하여 적용한다.

(2) 코드 내용은 기술수준의 향상 또는 기타 필요에 따라 개정하여 시행하며, 적용이 적합하지 않은 경우에는 기준이 손상되지 않는 범위 내에서 기술심의 및 자문 등으로 실무지침을 정하여 운용할 수 있다.

1.3 참고 기준

· 농업생산기반정비사업계획 설계기준, 2004 : 수로편
· 농업생산기반정비사업계획 설계기준, 2009 : 관수로편
· 농업생산기반정비사업계획 설계기준, 용배수로편 용배수로 일반사항 (KDS 67 20 05 : 2017)

1.4 용어의 정의

· 내용 없음

1.5 기호의 정의

· 내용 없음

2. 조사 및 계획

· 내용 없음

3. 재료

· 내용 없음

4. 설계

4.1 부대시설의 정의

(1) 부대시설은 농업용관수로 시설을 계획하고 설계함에 있어 전체 관수로의 기능을 유지하는데 중요한 절대적인 영향을 주는 시설이며, 용수의 분배와 조절, 압력 조절 및 관리에 필요한 시설을 말한다.

(2) 부대시설의 위치선정, 구조, 유지관리 등에 대하여 유의해야 하며 이 때 고려해야할 사항은 다음과 같다.

① 지하에 매설되는 부대시설은 시설보호나 유지관리를 위하여 구조물 외측 벽에 방수 처리해야 한다.

② 관수로는 대부분 지하에 매설되므로 부대시설은 물론 관 매설 위치를 표시하는 표식을 해야 한다.

③ 제수변, 공기변, 유량계 등을 설치할 때는 시설관리나 물 관리를 위하여 압력계를 병설해야 한다.

④ 매설되는 관의 상부에는 관 매설을 표시하는 적색 테이프(tape)를 매설하여 건설장비 등에 의한 관 파손을 예방해야 한다.

⑤ 제수변 등 각종 밸브의 개폐시설은 향후 TM/TC의 도입 등을 고려하여 전동화 하는 것을 원칙으로 하며 특별한 사유로 전동화 되지 않은 때는 스핀돌에 고정장치를 부착하여 인력으로 개폐가 용이하도록 해야 한다.

4.2 분수공

(1) 분수공은 관수로 간선에서 지선으로 용수를 분배해 주는 역할을 하는 구조물로서 용도, 관수로의 형태와 설치 위치에 따라 적합한 것을 선택하여 사용한다.

4.2.1 분수공의 기능

(1) 분수공은 관수로 설계에서 있어서 용수 간선에서 용수지선으로 용수를 분배하는 분수구조물로서 수로 형태 및 설치 위치에 따라 구조가 다양하다.

(2) 분수공은 수조형과 폐쇄형이 있으며, 일반적으로 개방형 및 반 폐쇄형의 관수로는 자유수면을 갖는 수조형 분수공이 설치되고, 수조형 분수공과 다음 수조형 분수공 사이의 분수지점은 폐쇄형 분수공이 설치된다. 폐쇄형 관수로의 분수공에는 폐쇄형 분수공을 설치한다. 수조형 분수공은 수문수조형, 월류수조형, 플로트밸브형으로 구분된다.

4.2.2 수조형 분수공

4.2.2.1 수문수조(gate stand)형

(1) 용 도

개방형 관수로의 분수공으로 사용한다.

(2) 구조·기능

수조 본체는 보통 철근콘크리트박스 구조이다. 수조에는 분수기능을 확보하기 위해 본선 하류 관수로의 유입구와 지선 유입구에 수위와 수량 조절용 수문을 설치한다. 이 형식의 분수공은 상류로부터의 유하량의 변동에 따라 항상 수문을 조절할 수 없기 때문에 수문을 조절한 후에 상류에서 유하량이 증가하여도 수조를 넘쳐흐르지 않도록 여수토를 설치한다.

4.2.2.2 월류(over flow)수조형

(1) 용 도

개방형 관수로의 분수공으로 사용한다.

(2) 구조·기능

수조의 거의 중앙부 부근에 돌기부가 주위 벽보다 낮은 중간벽이 설치된 박스형 수조 구조로, 본체는 일반적으로 철근콘크리트 구조이다. 분수위(분수량)의 조절은 중간벽에 설치된 수문 및 지선 유입구에 설치된 수문으로 한다. 중간벽을 설치하여 돌기부를 한 단계 낮게 한 것은 분수위를 확보한다는 것과 상류 유량변동 때 중간벽을 통하여 하류에 유하시킴으로서 수조를 넘쳐흐르는 일이 없도록 하기 위함이다. 분수측에 설치한 수문의 직하류에 통기공을 설치하는 것은 수문 수조형 분수공과 같다.

4.2.2.3 플로트 밸브(float valve) 수조형

(1) 용 도

주로 반 폐쇄형의 관수로에 사용한다. 개방형 관수로에서도 관로의 凹부에서 분수할 때 관내 수압이 커서 수문 수조형, 월류 수조형의 분수공이 부적당하거나 비경제적일 때 사용한다.

(2) 구조·기능

이 분수공은 플로트 밸브에 의해서 관수로의 유수를 일단 자유수면을 갖는 수조에 저류하여 지선으로 분수하는 형식이다. 하류측의 본선이나 지선에서 물을 사용하게 되면 사용량에 따라 수조 내 수위가 내려가 본선 토출구에 설치한 플로트 밸브가 열려 수조 내로 물이 흘러 들어간다. 하류측에서 물을 사용하지 않으면 수조내 계획 저수위면에 도달한 후 플로트 밸브가 완전히 닫혀 흐름이 멈춘다. 하류에서 물 사용이 없는 한 플로트 밸브는 열리지 않고 물은 흐르지 않는다. 플로트 밸브는 플로트의 부력을 이용해서 개폐하기 때문에 상류 파이프라인과 상당한 수위차를 필요로 한다. 따라서 분수되는 분수위의 변동에 따라 분수량이 변동한다. 수조 본체는 일반적으로 철근콘크리트 구조가 많다.

4.2.3 폐쇄형 분수공

(1) 용 도

폐쇄형 관수로의 모든 분수공에 사용되고 있으며, 개방형 및 반 폐쇄형 관수로 저위부의 분수공으로 사용할 수 있다.

(2) 구조·기능

관수로의 본선에 정T자형 관로를 부착하여 지선의 관수로를 연결한 구조이다. 분수위(압)의 확보나 분수량을 조절할 필요가 있는 지점은 제수밸브(슬루스 밸브·버터플라이 밸브)를 지선과 본선의 분기점 2곳에 설치하나 지선 혹은 본선의 어느 한쪽에 설치한 구조도 있다. 이 제수밸브는 밸브의 보호와 보수점검 및 조작관리를 위하여 밸브실에 설치한다.

4.3 급수전

(1) 관수로 조직의 말단에서 포장으로 용수를 공급하여 급수하기 위한 장치로서 유량을 조절할 수 있는 밸브를 주로 사용하며 수동, 자동, 전동으로 개폐할 수 있도록 되어 있는 시설이다.

4.3.1 급수전의 기능

(1) 관수로에서 포장으로 용수를 공급하기 위해서는 관수로 말단의 포장지점에 관수로에서 포장으로 용수를 급수하기 위한 장치가 필요하며, 이를 위하여 유량을 조절할 수 있는 밸브를 주로 사용하고, 대부분 수동이나 전동으로 개폐할 수 있도록 되어 있는 밸브를 주로 사용한다.

4.3.2 급수전의 종류와 구조

(1) 관수로의 물을 지상으로 끌어내는 급수전은 관로에 정T관(말단에서는 곡관)을 설치하고, 그 위에 라이져(riser)관을 세워서 상부에 급수전을 설치한 구조이다.

(2) 급수전은 지상으로 나와 있는 구조와 지하에 설치된 철근콘크리트관 등의 보호틀 내에 격납된 구조가 있다. 급수전 본체는 압력수가 유출되므로 내압강도가 큰 청동제나 알루미늄 합금제의 앵글밸브가 사용되고 있다. 토출구는 관이나 호스를 접속할 수 있도록 조인트가 달려 있다. 또 360°회전이 가능한 회전 앵글밸브도 사용한다. 급수전은 수동으로 회전하여 개폐 조작할 수 있는 구조이다.

4.3.3 급수전(급수장치)의 선정

(1) 관수로 급수전은 물관리 효율이 높으며, 물관리 노동력을 절감할 수 있는 자동급수장치 등을 선정한다.

4.4 조절시설

(1) 조절시설은 관개지역이 넓거나 용수체계상 취수량, 통수량 및 수요량을 시기적으로 조절하기 위하여 관수로 용수계통 중간 또는 포장 근처에 용수를 저류하여 물을 적기에 용수를 공급하고 용수의 효율을 높이기 위하여 설치한다.

4.4.1 조절시설의 기능

(1) 조절시설은 취수량, 통수량 및 수요량을 1일에서 수일간 조정하거나 공급량과 수요량의 시간적인 차를 조정할 목적으로 설치하는 시설이며, 용수의 공급에 시간이 걸리는 지역에서 적기에 용수를 공급하고 용수의 낭비를 줄일 수 있는 역할을 한다.

4.4.2 조절시설의 종류

(1) 조절시설에는 취수량, 통수량 및 수요량을 1일에서 수일간 조정할 목적으로 설치하는 조절지와 1일 이내의 공급량과 수요량의 시간적인 차를 조정하는 것을 주목적으로 하는 팜폰드나 배수조(配水槽)가 있다.

(2) 관수로 시스템의 설계에서는 조절시설의 설치위치, 규모 등의 결정이 매우 중요하므로 물 이용계획, 송배수방식, 물 관리방식 등을 고려하여 관수로의 조정기능이 발휘되도록 검토해야 한다.

(3) 조절시설의 규모 결정 등 세부사항은 "농업생산기반정비사업 계획설계기준 용배수로편 (KDS 67 20 20: 2017)"을 참고한다.

4.4.3 조절지

4.4.3.1 조절지 규모

(1) 송배수 대상이 광역이고 물 이용 목적이 다양하면 용수량의 시간적 변동이 크고 복잡해진다. 조절지는 수로 조직내에 있어서 조절지까지의 관수로 조직을 점검, 보수하고자 할 때 조절지 이하의 수요량을 확보함으로써 물이용의 조건을 충족시키고 수로계로서의 유기적이고 탄력적으로 운영하기 위하여 설치하는 것이다. 조절지의 규모는 수원용량에서 말단의 물 이용시스템까지 전체의 관련성을 고려하여 종합적으로 검토하여 결정하여야 한다. 또 시설기능유지, 물 관리의 편의, 사고대비 등을 위하여 조절지를 통하지 않고 우회하여 하류에 직접 관개용수의 공급이 가능한 바이패스관(by-pass)을 설치할 필요가 있다.

4.4.3.2 조절지의 구조

(1) 조절지의 구조는 대규모 관개계획에 의하여 저수용량이 큰 댐을 축조하여 저수하는 본격적인 저수지로부터, 소규모의 것으로 아스팔트라이닝이나 콘크리트라이닝 또는 철근 콘크리트 등으로 만든 조절지까지 있다. 어느 것이나 기술적인 면과 경제성을 충분히 고려하여 그 구조를 결정해야 한다.

(2) 조절지에는 적당한 여수방류시설을 설치하고 하천이나 계곡에 방류할 수 있도록 하여야 한다. 또한 관수로에 토사나 먼지가 유입되지 않는 구조로 한다.

4.4.4 팜폰드(Farm Pond)

4.4.4.1 팜폰드의 설치 목적

(1) 일반적으로 상류측 간선수로의 통수시간과 말단에서의 관개시간과는 차이가 난다. 팜폰드는 말단에서의 관개 휴지 시간중에 간선수로의 통수량을 일시 저류함으로서, 간선수로의 조직용량(최대 통수량)을 줄일 수 있으며, 관리 손실의 감소를 꾀함과 동시에 상류측 간선수로의 송수 관리를 용이하게 한다.

4.4.4.2 팜폰드의 기능과 역할

(1) 팜폰드의 용량결정은 그 사용목적에 따라 다르므로 그 규모를 결정하는데는 팜폰드의 기능과 역할에 대한 이해가 매우 중요하다.

① 말단 관개시간과 간선 통수시간의 시간차 조정
② 물 수요의 시간적 집중에 대한 완화
③ 다목적 이용
④ 펌프시설 및 분수시설의 원활한 운전제어
⑤ 원활한 송수관리

4.4.4.3 팜폰드의 위치

(1) 팜폰드는 지선의 지배구역에 대하여 통수량과 용수량의 시간적 변동을 조정하는 시설로 지선의 분수점 아래에 지선수로 최상부의 지형상 유리한 지점에 설치한다.

4.4.4.4 팜폰드의 용량

(1) 팜폰드의 용량은 다음과 같이 결정한다. 평상시의 피크시 1일 조용수량과 관개시간을 각각 D(㎜/d), T(h), 및 Dp(㎜/d), Tp(h)라면 다음 식이 성립된다.

$$D = \frac{D_P}{T_P} \times T$$

(2) 관개면적을 A(ha)라면 1일 조정용량 V(m3/d)는

$$V = 10AD(24 - T)/24$$

$$V = 10A \frac{D_P}{T_P} \frac{(24T - T^2)}{24}$$

이 식에서 최대 1일 조정용량은 T = 12일 때 발생하며 Vm = 60ADp/Tp이다.
피크시, 24시간 동안 관개를 한다면 위 식에서 Tp = 24를 대입하면 Vm = 60ADp가 된다.

4.4.4.5 팜폰드의 생략

(1) 지형적 또는 경제적 제약 때문에 팜폰드의 설치가 부적당한 경우에는 각 지선의 유량제어를 고도화함으로써 그 기능을 보완할 수도 있다. 그러나 일반적인 관개시설에서는 계획시점에서 구상한 물 이용상황이 반드시 그대로 실현되지 않으며 해가 경과함에 따라 변화하는 경우가 많다. 한편, 팜폰드는 안전시설로서의 기능도 갖고 있으므로 부득이한 경우를 제외하고는 생

략하지 않는 것이 좋으며 부득이 생략하는 경우에도 안전성에 대해서는 충분히 검토해야 한다.

4.4.4.6 팜폰드의 구조

(1) 팜폰드의 구조는 설계조건, 현지 지형조건, 경제성 등을 고려하여 방수시트, 아스팔트라이닝, 콘크리트라이닝, 철근콘크리트 구조 등을 선정한다. 흙 및 먼지 외에도 바람에 의한 잡물의 유입을 방지할 수 있어야 한다. 이끼, 조개류 등의 발생이 예상될 때에는 유지관리상의 대책도 검토하여야 한다.

4.4.5 배수조(配水槽)

4.4.5.1 일반사항

(1) 배수조(配水槽)를 사용하는 송수방식은 펌프송수방식으로서는 가장 바람직한 방법이며, 스프링클러 관개면에서도 가장 좋은 방식이다.

(2) 배수조는 주로 펌프의 운전과 정지시간 동안의 송·배수조정을 하는 것을 목적으로 하기 때문에 조정용량은 비교적 작아도 된다. 그러나 정전이 예상되는 태풍시의 재해방지를 목적으로 하는 경우에는 미리 필요수량의 전부를 배수조에 저류하여야 하기 때문에 꽤 큰 용량을 갖게 된다.

4.4.5.2 배수조의 용량

(1) 배수조의 규모가 클수록 펌프설비의 유지보전 또는 용수의 원활한 배수관리에 유리하므로 시설비가 허용하는 한 크게 하는 것이 바람직하다. 일반적으로 배수조의 최소용적은 배수조내 설정수위에 의하여 펌프의 자동운전을 하는 경우에는 펌프의 On-Off의 허용빈도를 고려하여 결정한다.

(2) 세부사항은 "농업생산기반정비사업 계획설계기준 용배수로편(KDS 67 20 20 : 2017)" 및 "용수로 설계지침"을 참고한다.

4.5 조압시설

(1) 조압시설은 관수로 조직에서 수위나 수압을 조절하여 관수로내 적정압력을 유지하여 용수배분 기능을 유지하거나 손상을 방지하는 시설이다.

4.5.1 조압시설의 기능

(1) 조압시설은 용수의 원활한 배분을 위해서 필요한 수위 조건을 유지하기 위해 수위나 수압을 조절하거나, 잉여압력을 감압시켜 하류 관수로의 압력을 적정하게 유지하기 위하여 사용되는 부대시설이다.

4.5.2 조압시설의 종류

(1) 조압시설은 용수의 원활한 배분을 위해서 필요한 수위 조건을 유지할 수 있는 수위(수압)조절형과, 잉여압력을 감압시켜 하류 관수로의 압력을 적정하게 유지하는 감압형의 2종류로 분류할 수 있다.

(2) 수위조절형은 자유수면을 갖는 수조형(수문 수조형 및 월류 수조형)과 제수밸브를 이용한 밸브조절형이 있다. 감압형은 감압 수조형, 플로트밸브 수조형, 감압밸브형 등이 있다. 수위(수압)조절형을 감압형으로 사용할 수 있다.

4.5.3 수위조절형 조압시설

(1) 수조형

① 수문 수조형

개방형 관수로에 사용하며 대개의 경우 분수공을 겸하고 있다.

② 월류 수조형

중·소규모의 개방형 관수로에 사용하며 분수공을 겸하고 있다. 폐쇄형 분수공이나 급수전에 필요수위(수압)를 유지할 경우에도 사용한다.

(2) 밸브 조절형

폐쇄형 관수로에 이용하며 분수공을 겸하고 있다.

4.5.4 감압시설

4.5.4.1 감압수조형

(1) 용 도

개방형 관수로에서 잉여압력을 감압할 때 사용한다.

(2) 구조·기능

상부가 개방된 철근콘크리트 상자형 구조로 수조내 수면적은 통수단면보다 크고, 관수로의 흐름을 일단 자유수면을 가진 수조내로 방출하여 잉여압력을 감압(공중방출, 수중확산이나 유체마찰)하는 기능을 가지고 있다. 수조 높이는 일반적으로 수조 내 계획고 수위로부터 0.5～1.0m의 여유를 두어야 한다. 일반적으로 수조형 분수공, 통기시설 및 감시매체 등과 겸해서 설치한다. 분수시설, 통기시설이 불필요한 구간에서 감압이 필요한 지점은 감압수조를 설치한다.

4.5.4.2 플로트밸브 수조형

(1) 용 도

반 폐쇄형 관수로에 있어서 잉여압력을 감압할 필요가 있는 경우에 설치한다.

(2) 구조·기능

플로트의 부력을 이용해서 밸브를 자동으로 개폐하는 기능을 갖고 있으며, 구조는 선택하는 플로트 밸브의 종류에 따라서 다르다. 철근콘크리트 박스형 수조내에 디스크형의 플로트 밸브를 설치한 구조와 평형 볼밸브를 설치한 구조 등이 있다. 지하수 등 깨끗한 물을 이용하는

경우는 주밸브를 수조 바깥에 설치하여 주밸브를 작동시키는 파이롯밸브(플로트 밸브)를 수조내에 설치한 구조를 택할 수 있다.

4.5.4.3 감압밸브형

(1) 용 도

폐쇄형 관수로에 사용된다.

(2) 구조·기능

관수로에 자동 감압밸브를 설치한 것이다. 감압밸브의 전후에 제수밸브(슬루스 밸브나 버터플라이밸브) 및 압력계가 각각 설치되어 있는 것외에 밸브여과기 및 제수밸브가 달린 바이패스관이 설치된 구조로 되어 있다. 이 시설은 1차측 압력변동에 상관없이 2차측의 수압을 일정하게 유지하기 위한 감압시설이다. 자동감압밸브는 상하류의 차압을 이용해서 격막(diaphragm)에 의해 자동적으로 작동하며, 관경 50～1,500㎜, 적용압력(내수압) 범위는 1차측 수압 98N/㎠이다.

4.5.4.4 수위검지기형

(1) 용 도

반폐쇄형 관수로에 사용한다.

(2) 구조·기능

수위 검지기와 전동밸브로 하류 수조 수위를 자동으로 제어한다.

4.6 통기시설

(1) 통기시설은 관로에 있는 공기를 배출하여 물의 흐름을 원활하게 하거나 공기를 공급하여 부압이나 수격작용 캐비테이션 등을 방지함으로서 관로를 보호하는 시설이다.

4.6.1 통기시설의 기능

(1) 통기시설은 관수로의 운영 중에 발생할 수 있는 관로의 공기를 관로 밖으로 배출하여 물의 흐름을 원활하게 하거나 또는 관수로 내에 공기를 공급함으로서 관수로에 손상을 줄 수 있는 부압이나 수격작용 캐비테이션 등을 방지함으로서 관로를 보호하는 시설이다.

4.6.2 통기시설의 종류

(1) 통기시설은 크게 통기공, 통기 스탠드, 공기밸브 세가지로 분류할 수 있다.

(2) 통기시설을 배치할 때 기본적으로 고려해야 할 사항은 다음과 같다.

① 관로로 유입하는 취수문의 직하(直下)에 설치한다.

② 평탄한 경사에서 갑자기 하향 경사로 되는 지점에 설치한다.

③ 하향 경사의 노선에 설치된 제수밸브의 직하류(直下流)에 설치한다.

④ 상향 경사의 노선에 설치된 제수밸브의 직하류를 설치한다.

⑤ 노선의 고위부에 설치한다.
⑥ 하향 경사내에서도 관로 경사가 변화하는 등 필요하다고 판단되는 지점에 설치한다.
⑦ 노선의 기복이 없는 직선구간에 있어서도 연장이 긴 때에는 400～500m에 1개소 정도로 설치하도록 한다.

4.6.3 통기공

(1) 관로의 유입구 분수문 또는 밸브의 후방에 설치하여 수문 직하류의 관로의 공기배제 및 공급을 위해 설치한다.

4.6.4 통기스탠드

4.6.4.1 스트레이트밴드형 및 박스밴드형

(1) 용 도
이런 종류의 통기스탠드는 수격압 완화 외에 감압 등의 역할도 겸한다.
(2) 구조·기능
스트레이트밴드형은 원심력 철근콘크리트관의 구조로 관수로와 같은 관경의 관을 부착시킨 구조이다. 박스밴드형은 관수로와 같은 관경 이상의 크기를 가진 철근콘크리트 박스 스탠드를 설치한 구조이다. 스탠드 높이는 일반적으로 지상 1.0～5.0m로 한다. 스탠드 높이가 낮은 경우는 보호선반 등의 위험방지 시설을 설치한다.

4.6.4.2 압축형

(1) 용 도
통기시설의 가장 대표적인 타입이며, 정수두선이나 동수두선 중 큰 쪽의 수두선에서 지표까지 차이가 5.0m이하인 경우에 사용한다.
(2) 구조·기능
라이져관 관경은 일반적으로 관경 50～125㎜의 관을 사용하고, 끝 부분은 180°엘보를 부착한 구조로 되어 있다. 그리고 스탠드내 최고수두 위의 여유는 0.5～1.0m이다.

4.6.5 공기밸브

(1) 공기밸브의 설치목적은 관내공기를 배제하거나 흡입하기 위하여 설치된다. 매설관 및 수관교 등의 관수로 凸부에 설치하여 관내의 공기 배제와 관 내부로 공기 공급을 위하여 사용한다.

4.6.6 유말시설 및 급수전의 이용

(1) 유말시설 또는 급수전이 다수 설치되는 구간의 배수 관로에서는 급수전이 통기의 기능을 겸비할 수 있으므로 일반적으로 통기시설을 생략할 수 있다. 그러나 배기(排氣)하기 어려운 장소에 관로가 있어 배기가 곤란한 때는 통기시설의 설치를 검토하여야 한다. 그리고 관수로의 관경이 급수전의 관경에 비하여 매우 클 때는 공기주머니가 발생할 수 있으므로 배관상의 세

심한 고려가 필요하다.

4.7 안전시설

(1) 관수로에서 예기치 않게 발생할 수 있는 역류, 수격 작용 등 관수로를 안전하게 유지하기 위한 밸브 및 완충장치 등을 안전시설이라고 한다.

4.7.1 안전시설의 기능

(1) 관수로에 발생하는 압력 변동을 경감·배제하고 관로의 안전을 유지하기 위해서 설치하는 시설로서 역류방지 밸브, 안전밸브, 수격압 완충장치 등이 있다.

4.7.2 역류방지 밸브

(1) 펌프의 토출측에 설치하여 펌프 정지시 역류를 방지하는 밸브로 유압장치를 사용한 완폐쇄형, 스프링을 내장한 강제 급폐쇄형 등이 사용되고 있다. 바이패스 밸브를 이용한 펌프 토출측의 역류방지 밸브는 바이패스 밸브를 항시 열어두면 펌프는 언제나 만수상태를 유지할 수 있는 이점이 있으나, 바이패스 밸브를 전부 열어두면 펌프 정지시 역류에 의한 수격압이 후트밸브까지 미쳐 밸브를 파괴시킬 위험이 있기 때문에 바이패스 밸브의 개방 정도는 충분히 주의하여 너무 많이 열리지 않도록 한다. 개방정도는 설계시 결정되기 때문에 이를 참고로 한다.

4.7.3 안전밸브

(1) 안전밸브는 일정한 하중 또는 스프링의 힘으로 눌려져 있기 때문에 평소에는 닫혀 있지만 펌프의 급격한 시동, 정지나 관수로 속에 설치한 제수밸브 등의 급폐쇄시 발생하는 이상 압력에 의하여 밸브가 열려 물이 배출되고 수압이 내려가면 다시 밸브가 닫히는 구조로 되어 있다. 또한 안전밸브는 펌프 토출측의 송수관이나 압력수조에 달려 있으며 관수로의 감압밸브 설치장치에 병행하여 설치한다. 그 외 수격압 완충장치로 펌프송수관이 凸형 배관인 곳은 펌프 급정지시 발생하는 부압에 의한 펌프의 파괴를 막는 장치로 서지탱크 등을 설치하고 있다.

4.7.4 수격압 완충장치

4.7.4.1 서지탱크

송수중의 펌프가 갑자기 구동력을 잃을 경우 펌프의 회전속도가 저하되어 양수능력을 잃게 되고 송수관 내압이 급히 저하된다. 이때 부(-)의 압력이 절대진공 가까이(약 10m)까지 내려가면, 관내의 물이 그 점에서 증발하여 공동부(空洞部)가 발생하고 수주분리(水柱分離)가 생겨 관로가 찌그러드는 수가 있다.

수주분리(水柱分離)후 어느 정도 시간이 경과하면 상류측의 물과 하류측의 물이 부딪쳐서 수주(水柱)가 재결합할 때 높은 충격압이 생겨 관로가 파괴되는 수가 있다. 자연압력식 관로에서는 하류측 밸브의 제어와 관련해서 수격압이 발생하기도 한다.

(1) 보통 서어지탱크

보통 서어지탱크(surge tank)는 관로의 凸부분 부근에 설치하는 것으로 채택할 때에는 다음과 같은 사항을 유의하여야 한다.

① 서어지탱크는 펌프의 시동이나 정지 등에 따른 관내의 유량변동에 대해서 수면변동이 작게 되도록 하는 단면적을 가져야 한다.

② 부압발생 방지를 위해서는 부압발생 예상위치에 가깝게 설치한다.

③ 서어지탱크는 일류하지 않도록 충분한 높이가 되어야 하지만 일류로(溢流路)를 만들어 두는 것이 좋다.

④ 작동중인 탱크에 공간이 생기거나 관로내에 공기가 들어가지 않도록 충분한 용량이 되어야 한다.

⑤ 자연유하의 수격압에도 효과가 있도록 한다.

(2) 원웨이 서지탱크

① 원웨이 서지탱크(one way discharge tank)는 펌프 운전시 관로에서의 역류를 방지하기 위하여 관수로와 탱크사이에 연결관으로 체크밸브(check valve or reflux valve)를 설치하는 것이다. 보통 서지탱크에 비하여 탱크높이를 낮추는 것이 경제적이지만 효과가 없는 경우도 있으므로 주의하여야 한다. 서지탱크에 대한 보충수는 자동급수가 되도록 급수관을 붙여 플로트밸브에 의해 탱크내의 수위를 유지할 수 있도록 한다.

② 원웨이 서지탱크로 설치할 때는 다음 사항에 유의하여야 한다.
탱크와 본관과의 접속관은 2개로 한다. 접속관에 설치하는 체크밸브는 중요한 기기이므로 필요보급수를 동일 관경의 2개의 접속관으로 연결할 경우는 2개의 체크밸브를 병열로 하지만 1개의 접속관으로 연결할 경우는 1개의 체크밸브를 어떻게 배치할 것인가에 대해서 경제성을 고려해서 결정한다.

4.7.4.2 압력수조

(1) 압력수조(Air vessel)는 펌프의 급정지로 인하여 압력이 강하되었을 때 압력수조내의 물을 내부의 공기압력에 의해 관로로 급수하는 것으로 압력강하의 방지와 마찬가지로 압력상승에 대해서도 효과가 있으므로 비교적 소규모의 설비로 압력수조를 이용하여 펌프를 자동 운전하고자 하는 경우에는 이 압력수조에 의한 압력상승 방지효과를 검토하는 것이 효과적이다.
또한 압력수조는 자연유하의 수격압에도 효과가 있다. 압력수조에는 부속품으로서 공기압축기, 배기전자밸브, 수위검출기, 수위계 및 안전밸브 등이 필요하다.

4.7.4.3 공기탱크

(1) 금속제 용기중에 들어 있는 고무제 에어백(Air bag)의 팽창수축에 의해 배관(配管)내의 압력변화를 흡수한다. 연결 관경의 범위는 13～300㎜정도이다. 이 흡수장치의 설치위치는 관재의 탄성계수, 공기탱크의 흡수계수와의 상대적인 결과에 따라 다르므로 수격압의 완화효과를 얻을 수 있는 장소로 한다.

4.7.4.4 안전밸브

(1) 제수밸브의 급개폐, 말단 관수로에 있어서 사용수량의 급격한 증감, 펌프운전의 급격한 시동과 정지 등으로 이상한 압력상승이 생기는 경우, 일정의 하중까지는 스프링의 힘으로 늘려져서 열려지지 않던 안전밸브가 고압에 의해 자동적으로 열려 방류하게 되고 수압이 내려가면 다시 닫히게 된다.

(2) 펌프계나 관로계 모두 펌프의 토출구 부근에 안전밸브를 설치한다. 단, 관로가 짧고, 압력변동의 주기가 짧은 때는 작동이 지체되어 큰 기대를 할 수 없다.

4.8 관리시설

(1) 관수로 조직을 운영하고 관리하기 위해서는 다양한 부대시설이 필요하며 오니나 폐기물을 제거하거나 감시하고 유량을 측정하는 등 관수로의 기능이 제대로 발휘되도록 하기 위하여 설치한다.

4.8.1 관리시설의 기능

(1) 관수로를 안전하고 효율적으로 조작운용하기 위한 관리시설은 제수밸브, 배니시설, 제진시설, 맨홀 및 점검구, 감시수조, 양수시설, 수로 여수토 등으로서 관수로의 기능이 원활하게 발휘될 수 있도록 하기 위하여 설치하는 것이며, 이와 같은 관리시설은 목적에 맞도록 적절하게 배치해야 한다.

4.8.2 제수밸브

(1) 설치목적

제수밸브는 유수정지 및 수량조절을 위하여 설치하며, 사고의 복구나 시설보수, 관내의 점검, 배니(排泥), 배수조작, 충수(充水)조작 등에 활용하는 시설이다. 제수밸브는 설계상 최대수두에 견딜 수 있는 견고한 구조를 갖고 조작에 용이하며 내구성이 있는 것으로 한다.

4.8.3 배니시설 및 유말시설

(1) 용 도

관로 매설 후나 보수시 세정수(洗淨水)의 배수, 유지관리 및 관개기 이후 관내의 물을 배수하기 위해 설치한다. 급수를 시작할 때 관내의 공기를 배제하거나, 급수가 끝날 때 관에 침적된 이토를 배제하는 기능이 있다.

(2) 구조·기능

배수관은 정T관을 배수용 지관과 본관을 연결시켜 배수관에 제수밸브를 달아 방류 장소까지 유도한다, 배수관 말단에는 배수구를 설치하며 대구경의 배수구는 일반적으로 철근콘크리트로 제작한다. 배수구는 배수관에서 분출수를 벽에 부딪혀 감세시키는 구조로 한다.

4.8.4 계량시설(計量施設)

(1) 용 도

분수량 관리를 위하여 유량을 측정할 수 있도록 분수공 등에 설치한다.

(2) 구조·기능

유량계는 사용목적 및 설치장소 등의 조건에 따라서 종류가 다양하다. 대표적인 종류로 차압식(오리피스 또는 벤츄리), 면적식, 초음파식, 날개바퀴식(수도미터)등이 있다.

4.8.5 방류구

(1) 용 도

방류수는 저수조, 배수조, 분수공 등 자유수면을 갖는 시설에 설치한다.

(2) 구조·기능

방류구는 스탠드 측벽의 일정구간을 다른 부분보다 낮추어 수로내의 잉여수를 넘치게 하여 월류 배제한다. 여수토의 월류수(越流水)는 관로에서 하천 혹은 배수로로 연결시킨다. 여수토는 계획 최대유량을 방류할 수 있는 규모로 설치하고, 계획 최대유량을 방류할 수 없는 경우에는 상시 분수량을 방류할 수 있는 규모로 설치한다. 여수토와 배니시설을 겸해서 설치하는 경우도 있다.

4.8.6 맨홀 및 점검구

(1) 맨홀 및 점검구 설치

관내의 점검, 청소, 보수 등을 위해 사람이 관내로 들어갈 수 있도록 호칭지름 800㎜이상의 관수로에는 원칙적으로 맨홀을 설치하고 호칭지름 800㎜이하 관로에는 점검구(이물질배출장치)를 설치하여 하천, 도로횡단 등 향후 유지관리시 관의 내부상태를 파악하여 관의보수나 세척 갱생 등을 할 수 있다. 굴착 등이 어려운 구간 또한 시·종점부에 설치한다.

(2) 구조·기능

맨홀 및 점검구는 직경 600㎜을 표준으로 수관교, 제수밸브 및 지형·지질이 변화하는 장소 등에 설치한다. 맨홀은 보통 상향으로 설치하고 맨홀내의 공기를 배제하기 위해 공기 밸브 또는 급수전을 설치한다. 또한 바로 위에는 맨홀을 만들고 측면 벽에는 사다리를 설치한다. 철판 뚜껑은 관리자가 드나들 수 있도록 Φ500～600㎜정도가 적절하다. 설치지점에의 최고수위가 지상 1.0m이하의 경우에는 감시수조를 설치한다.

4.9 수관교

(1) 하천, 계곡을 횡단하는 경우에 관매설이 경제적으로나 기술적으로 부적당한 경우에 횡단 수단으로 수관교를 사용한다.

(2) 수관교의 형식으로서 종래는 플레이트거더 또는 트러스 등의 수로 전용다리를 가설하여 그 위에 관체를 올려놓는 수관교 형식이 채택되어 왔으나 최근에 관 자체를 주횡목으로 하는 수관교를 설치하고 있다. 또한, 도로 교량 등에 첨가하여 사용하는 경우도 있다.(교량첨가관) 관은 강관을 일반적으로 사용하고 소규모의 경우에는 연성관도 사용한다.

(3) 구조·기능

① 상부구조(관을 주횡목으로 하는 것)

가. 관자체를 보로 하는 파이프빔 수관교(단순지지형식, 일단고정, 타단 단순지지형식, 양단고정식, 연속지지형식)

나. 관자체를 보로 하는 파이프아치 수관교

다. 관과 보강부재와의 조합을 보로 하는 보강 수관교(트러스 보강형식, 타이로드 보강형식, 랭가 보강형식, 사장교(斜張橋) 보강형식, 조교 보강형식)

② 하부구조(교대, 교각)

상부하중, 적재하중 등을 충분히 고려해서 철근콘크리트 구조로 견고하게 설치한다. 수관교는 신축조인트로 본관과 접합시키며 중앙부는 공기밸브를 설치한다. 보수관리 면에서 일반적으로 상부는 통행 가능한 형태로 설치한다. 수관교 부근에는 배수시설, 여수토 등을 병설하는 경우도 있다.

4.10 제진시설(除塵施設)

(1) 관수로내에 부유물이나 토사가 유입되면 제수밸브, 유량계, 관수장치 등이 작동이 곤란하게 되므로 유입부, 조절시설, 관로에 제진시설을 설치한다.

(2) 관수로의 부대시설중에서 수위조정 밸브, 전자(電磁)밸브, 프로펠라식 유량계, 공기밸브, 스프링클러 등은 그의 본체 또는 파일럿부에 몇 ㎜이하의 미소 통수단면을 갖는 것이 있다. 이들의 시설에 있어서는 통수 중에 토사로 인한 고장의 원인이 된다. 또 말단의 소구경 관로에도 곡관부에 토사가 쌓여 통수를 방해하는 예가 있다. 따라서 관수로를 계획하고 설계 하는데 제진에 대한 검토가 매우 중요하다. 검토의 순서는 제1단계로 아주 적은 통수단면을 가진 기기의 사용을 가능하면 피해야 하고, 제2단계로는 관수로의 어떤 위치에 어떤 기능을 가진 제진장치를 두느냐를 검토하며, 최종적으로 기기의 비용과 제진에 따른 유지관리 비용을 종합해서 가장 적합한 시설의 조합이 되도록 검토한다.

(3) 제진방법은 그물눈이나 스폰지 형태의 작은 공극으로 분리하는 방법과 소용돌이에 의해 발생하는 원심력을 이용하는 방법이 있다.

(4) 제진의 목표

말단관수로에서 사용되는 관경은 밭에서는 30㎜, 논에서는 50㎜까지 쓰이는 경우가 있으므로 일률적으로 말할 수는 없으나 허용치를 관경의 1/3로 하면 10～20㎜정도의 제진기능이 필요하게 된다.

(5) 제진시설의 설계

제진시설의 설계에 있어서는 사전에 먼지의 크기, 질, 양 그리고 관로의 계획내용을 충분히 조사하여 이에 적합한 제진위치나 시설의 형식과 용량을 결정한다.

제진은 일반적으로 2~3 단계로 나누어 최초에는 큰 부유물을, 2단계부터는 차례로 중간 또는 작은 부유물을 제거하는 방법이 활용되고 있다. 제진시설의 설치위치로서는 다음과 같은 지점이 좋다.

① 하천 등에서의 취수구 (일반적으로 스크린)

② 양수장의 흡수조 (상동)

③ 팜폰드에서의 취수구 (상동)
④ 개수로에서 분기되는 관수로 시점 (상동)
⑤ 관로중간 (인라인형 스크린, 스트레이너 등)

4.11 보호공

4.11.1 보호공의 크기

(1) 보호공 크기의 여유 폭의 결정에 관해서는 밸브류의 설치작업 등 실제 작업 상황을 조사하여 필요한 작업 폭을 확보한다.
① 제수변과 유량계의 관밑에서 저판까지의 여유는 볼트 조임 작업의 여유를 고려하여 50㎝로 한다.
② 제수변과 유량계의 밸브조작대(무근콘크리트)에서 상판까지의 높이는 밸브의 핸들 조작 등을 고려하여 180㎝로 한다.
③ 제수변과 유량계의 신축이음(플랜지의 어댑터, 슬리브조인트)등 측벽까지의 폭은 볼트의 조임 작업을 고려 30㎝로 한다.
④ 공기변에서 상판까지의 높이는 급속공기변의 볼(boll)의 탈착을 고려하여 30㎝로 한다.
⑤ 공기밸브내의 종폭과 횡폭은 플랜지 외에 볼트의 조임 작업을 고려하여 180×180㎝의 정방형으로 한다.

4.11.2 보호공의 치수 결정

(1) 보호공 내공치수(폭, 길이, 높이)는 관경, 여유폭, 사용하는 밸브류의 크기 등을 고려하여 각 관경마다 내공치수가 결정되나 본 표준도에서는 종폭, 횡폭, 높이의 어느 것이 30㎝ 변할 때마다 하나의 형태로서 결정한다.

4.11.3 보호공의 설계방법

(1) 부재설계 및 배근방법에 대한 세부설계는 "농업용 수리구조물표준도 개발 연구(관수로부대시설편 해설집)"를 참고한다.

4.11.4 관보호블록

(1) 관보호블록에는 수평방향, 연직상방향, 연직하방향의 3가지 형태가 있다.
(2) 관보호블록에 사용하는 계산의 종류, 자중, 해석방법, 부대설계 등은 "농업용 수리구조물표준도 개발 연구(관수로부대시설편 해설집)"를 참고한다.

4.11.5 조립식 방수밀폐형 밸브 보호공

(1) 조립식 방수밀폐형 밸브 보호공의 특징은 ① 관로, 밸브실, 통로관이 일체형으로 근본적 누수 및 외수 차단, ② 공장 제작하므로 공사기간 단축, ③ 배관 라인만 연결하면 되므로 시공 간편, ④ 내부부재의 수리, 점검, 교체 등이 용이하다.

4.12 신축이음

4.12.1 일반사항

(1) 신축이음관은 관로의 온도변화에 의한 신축 및 부등침하에 의한 응력을 흡수하기 위해 설치한다.

(2) 시공계획을 수립할 때 가능한 한 최후의 이음위치는 기계획한 신축이음이 있는 곳이 되도록 하여 신축이음 설치수량을 줄이고, 관부설 작업 및 용접 열응력 소산을 용이하도록 한다.

(3) 열응력을 감소시키는 방법에는 굴착부의 관을 빛으로부터 가리는 방법, 채움재를 단열재로 사용하는 방법, 일부 접합부를 하루중 온도가 가장 낮은 시간에 용접하는 방법 또는 위의 방법의 조합 등이 있다.

(4) 용접은 연속된 비드를 형성하도록 한다.

(5) 연속해서 용착부에 용접을 시행하기 전에 각 비드는 철저히 닦고 녹을 제거한다.

4.12.2 신축이음시 주의사항

(1) 공장으로부터 현장에 반입된 신축이음관은 운송중에 손상이 발생하지 않았는지 검사하여야 한다.

(2) 현장에서 신축이음관을 보관하는 경우는 지면에 직접 보관하는 것을 피하고 각목 등의 받침위에 보관하고 신축관 위에는 중량물을 두지 않아야 한다.

(3) 신축이음관을 소정의 위치에 취부하기 위하여 들어 올리는 작업은 먼저 신축이음관의 중량을 확인하여 적당한 권양기를 설치하고, 매달아 올리거나 내릴 때에 세트볼트나 씨핑앵글 등에 와이어로프를 거치거나 본체에 손상이 일어나지 않도록 주의한다.

4.12.3 신축이음의 접합

(1) 공장에서 세팅된 이음이 설계도의 규정대로 되어 있는지 확인한다. 신축량을 조정할 필요가 있을 때에는 감독자의 승인 후 입회하여 조정해야 한다.

(2) 관로의 신축이음관이 일직선으로 되도록 접합하여 변형이 일어나지 않도록 주의한다.

(3) 신축관 내부에 부착전 임시고정구(stopper)를 제거한 후 관로에 접합하여야 한다.

(4) 신축이음관의 종류에 따라서는 유수 방향이 있으므로 체결시에 확인한다.

(5) 체결 후에 세트볼트, 씨핑앵글의 해체작업이 용이하도록 하기 위해서는 하부방향으로 되지 않는 위치에서 접합한다.

(6) 세트볼트, 씨핑앵글의 해체시기는 일단 자유의 경우는 용접완료 후에 떼어내고 양단고정의 경우는 반대편 측을 임시로 붙여둔 후에 떼어 낸다.

(7) 용접에 있어서는 신축이음관의 고무 등이 용접스패터 등에 의해 손상되지 않도록 보호하며 작업한다. 또 이음에 의해 미끄럼면이 손상되지 않도록 보호하며 작업한다.

(8) 가스버너 등을 부근에서 사용하는 경우에는 화염이나 열에 의한 손상이 없도록 보호하여야 한다.

(9) 강관이나 밸브류의 체결을 완료한 후에는 신축이음관의 내면을 청소하고 도장면이나 관체에 손상이 있으면 즉시 보수하여야 한다.

4.12.4 신축이음의 종류

(1) 신축이음의 종류

① 접동형 : 드레샤, 텔레스코픽, 크로져, 플랜지 아답타 등

② 파 형 : 스텐레스 벨로우즈, 스틸 벨로우즈, 고무 벨로우즈

③ 고무형, 빅토리형 등

4.12.5 도복장 강관

(1) 노출되는 관로부

① 노출부는 매설부 보다 온도변화가 크고, 관주변 흙에 의해 구속되지도 않아 관의 신축량이 크게 발생하므로 용접이음을 사용하는 도복장강관 관로에서는 20～30m의 간격으로 신축이음관을 설치하여야 하나, 사용 신축이음관의 신축량, 온도변화량, 관로 고정방법 등 현지 조건에 부합할 수 있도록 하여야 한다.

② 노출부는 주로 수관교 등 구조물에 설치되므로 관로를 고정하는 Anchor 설치방법은 그 구조물의 신축처리 방식에 적합하여야 한다. 따라서, 최근 교량의 신축이음 배치간격이 장대화되는 경향 등 주변여건을 고려하여 Anchor 설치방법 및 신축이음관 설치를 함께 계획하여야 한다.

(2) 매설되는 관로부

① 매설되는 관로는 관로주변 흙의 마찰력으로 온도변화에 따른 신축변위량을 충분히 억제시키므로 밸브실과 밸브실 사이에 신축이음관이 필요하지 않으나, 일단(一端)이 자유단인 경우와 T형관 또는 신축이음관 등이 근접(100~200m)되어 설치되는 경우와 제수밸브, 펌프 등 관로중간에 자유단이 발생하는 경우에는 밸브실내에 접합관을 설치해야 한다.

② 밸브접합관은 밸브실 내부에서 관로부설작업을 용이하게 하고 밸브실 주변에서 나타나는 잔류신축변위 및 미소한 수직방향의 부등침하를 수용하면서, 밸브실내의 밸브플랜지의 조임, 교체 등 유지보수에 필요한 여유공간을 제공할 수 있도록 물흐름 방향(편수압 작용 방향)에서 밸브 후단에 1개소를 설치하여야 한다.

③ 관의 제수밸브실의 벽체 관통부는 관로와 밸브실 벽체가 일체구조물이 되지 않도록 하고, 수팽창성 지수재료, 수밀장치 등으로 관과 벽체의 틈사이로 외부지하수가 침입할 수 없는 구조로 해야 한다. 수팽창 지수재료를 사용할 경우 수팽창성 지수재료는 콘크리트 타설후 양생초기에 팽창되지 않도록 강구해야 한다.

④ 밸브실 주변지반에서 접합관 및 도복장강관 관로가 허용할 수 없는 부등침하가 발생할 경우, 또는 관주변 토사의 구속력이 부족하여 편수압을 주변지반에 소산시키기 곤란할 경우에는 별도의 대책을 수립해야 한다.

(3) T형관, Y형관 등 분기관의 접합부

① 본관이 온도변화 등에 의해 신축변위를 일으킬 때 분기관의 접합부에서 전단응력이 발생한다. 강관은 허용인장응력에 비하여 허용전단응력이 상대적으로 작으므로 전단 파괴될 가능성이 크게 된다. 따라서 본관의 신축변위를 억제할 수 있도록 되메우기시 다짐을 충분히 하여 흙의 구속력을 증대시켜야 하며, 필요에 따라 신축이음관을 설치할 수 있다.

② 분기관측 밸브가 접합부 인근에 설치되어 밸브폐쇄에 따른 편수압 발생 또는 유지관리시 Flange Bolt 조임에 따른 신축변위가 발생하면서 접합부에 직접 인장응력을 발생시키므로 분기관측 밸브실내에 신축이음관 설치가 필요하게 된다. 그러나 분기관의 주변지반이 양호하고 일정한 구속거리가 확보되어 관로의 온도변화에 따른 신축변위를 흙과의 마찰력으로 제어할 수 있고, 분기관의 보호공이 적절히 계획되었을 경우에는 분기관 주변에 신축이음관의 설치를 생략한다.

(4) 최후의 접합장소 및 준수축이음

① 시공계획 수립시 가능한 한 최후의 이음위치는 기 계획한 신축이음이 있는 곳이 되도록 하여 신축이음 설치수량을 줄이는 한편, 관부설 작업 및 용접 열응력 소산을 용이하도록 한다.

② 관로부설 단계에서 매설 및 통수 초기까지 관이 노출되어 있거나 관주변 흙이 안정될 때까지, 관로의 신축량은 크고 주변지반의 구속력이 저하된 상태이므로 관로의 매 120～150m 간격으로 1개소의 준수축이음 연결부(Special Closure Lap Joint)를 설치하여 관로준공 초기까지의 신축량을 최대한 수용시키도록 하여야 한다.

③ 일반연결부 관로를 되메우기 등 매설작업 완료 후, 준수축이음 연결부는 일반 연결부 보다 깊게 수구에 삽구(Stab)하고 하루중 가장 기온이 낮은 시간대를 이용하여 이 연결부를 용접하여 최종관로를 형성시킨다.

④ 관의 각 변위나 지반의 부등침하량이 적은 경우는 미캐니컬이음, 텔레스코프형신축관, 빅톨릭크로스이음 등을 사용하면 좋으나 지반침하지대 또는 부등침하량이 특히 큰 장소에는 고무링이음이나 벨로우즈형이음 등을 사용하면 좋다.

4.12.6 덕타일주철관

(1) KP메카니컬 접합방식은 접합부가 가요성 이음으로 관경 D=1,200㎜관의 경우 이음부의 허용굴곡각이 약 1.5°정도로 굴곡이 가능하며, 한계굴곡각은 2°40″ 이다. 따라서 허용굴곡각까지 관의 굽힘이 발생된다 하더라도 충분하게 수밀이 보장되므로 관도중에서 신축이음관의 설치가 불필요하다.

집필위원	분야	성명	소속	직급
	관개배수	김선주	한국농공학회	교수
	농업환경	박종화	한국농공학회	교수
	토질공학	유 찬	한국농공학회	교수
	구조재료	박찬기	한국농공학회	교수
	수자원정보	권형중	한국농공학회	책임연구원

자문위원	분야	성명	소속
	농촌계획	손재권	전북대학교
	수자원공학	윤광식	전남대학교
	지역계획	김기성	강원대학교
	수자원공학	노재경	충남대학교
	농지공학	최경숙	경북대학교
	관개배수	최진용	서울대학교

건설기준위원회	분야	성명	소속
	총괄	한준희	농림축산식품부
	농업용댐	오수훈	한국농어촌공사
	농지관개	박재수	농림축산식품부
	농지배수	송창섭	충북대학교
	용배수로	정민철	한국농어촌공사
	농도	조재홍	한국농어촌공사 본사
	개간	백원진	전남대학교
	농지관개	이현우	경북대학교
	농지배수	남상운	충남대학교
	취입보	김선주	건국대학교
	양배수장	정상옥	경북대학교
	경지정리	유 찬	경상대학교
	농업용관수로	박태선	한국농어촌공사 본사
	농업용댐	손재권	전북대학교
	농지배수	김정호	다산컨설턴트
	농지보전	박종화	충북대학교
	농업용댐	김성준	건국대학교
	해면간척	박찬기	공주대학교
	농업수질및환경	이희억	한국농어촌공사 본사
	취입보	박진현	한국농어촌공사 본사

중앙건설기술심의위원회	성명	소속
	이태옥	평화엔지니어링
	성배경	건설교통신기술협회
	김영환	한국시설안전공단
	김영근	건화
	조의섭	동부엔지니어링
	김영숙	국민대학교
	이상덕	아주대학교

농림축산식품부	성명	소속	직책
	한준희	농업기반과	과장
	박재수	농업기반과	서기관

설계기준
KDS 67 25 35 : 2018

농업용 관수로 부대시설 설계

2018년 04월 24일 발행

농림축산식품부

관련단체 한국농어촌공사
58217 전라남도 나주시 그린로 20(빛가람동 358) 한국농어촌공사
☎ 061-338-5114 E-mail : webmaster@ekr.or.kr
http://www.ekr.or.kr

(작성기관) 한국농공학회
06130 서울시 강남구 테헤란로 7길 22(역삼동 365-4) 과학기술회관 본관 205호
☎ 02-562-3627 E-mail : j6348h@hanmail.net
http://www.ksae.re.kr

국가건설기준센터
10223 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283(대화동)
☎ 031-910-0444 E-mail : kcsc@kict.re.kr
http://www.kcsc.re.kr

※ 이 책의 내용을 무단전재하거나 복제할 경우 저작권법의 규제를 받게 됩니다.

KDS 67 25 40 : 2018

농업용 관수로 밸브 설계

2018년 04월 24일 제정
http://www.kcsc.re.kr

농림축산식품부



건설기준 코드 제·개정에 따른 경과 조치

이 코드는 발간 시점부터 이미 시행 중에 있는 설계용역이나 건설공사에 대하여 발주기관의 장이 필요하다고 인정하는 경우 종전에 적용하고 있는 기준을 그대로 사용할 수 있습니다.

건설기준 코드 제·개정 연혁

- 이 기준은 KDS 67 25 40 : 2018 으로 2018년 04월에 제정하였다.
- 이 기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 건설기준 간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.
- 이 기준의 제·개정 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요사항	제·개정 (년. 월)
농업생산기반정비사업 계획설계기준 관수로편	• 농업생산기반정비사업 계획설계기준 관수로편 제정 • 기존의 농업용관수로 설계, 시공, 유지관리 지침(2001)을 근거로 제정	제정 (2009. 12)
KDS 67 25 40 : 2018	• 국토교통부 고시 제2013-640호의 “건설공사기준 코드체계” 전환에 따른 건설기준을 코드로 정비 (농업생산기반정비사업 계획설계기준 수로공편 및 수로터널편 합본) • 건설기술진흥법 제44조 및 제44조의 2에 의거하여 중앙건설심의위원회 심의· 의결	제정 (2018. 04)

제 정 : 2018년 04월 24일
개 정 : 년 월 일
심 의 : 중앙건설기술심의위원회
자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회
소관부서 : 농림축산식품부 농업기반과
관련단체(작성기관) : 한국농어촌공사(한국농공학회)

목 차

1. 일반사항 ····· 1
1.1 목적 ····· 1
1.2 적용범위 ····· 1
1.3 참고기준 ····· 1
1.4 용어의 정의 ····· 1
1.5 기호의 정의 ····· 1
2. 조사 및 계획 ····· 1
3. 재료 ····· 1
4. 설계 ····· 2
4.1 밸브설계의 개념 ····· 2
4.2 밸브의 분류 ····· 2
4.3 밸브 선정요령 ····· 6
4.4 밸브실 방수공법 ····· 8

농업용 관수로 밸브 설계

1. 일반사항

1.1 목적

(1) 이 코드는 농어촌정비법에 근거한 농업생산기반정비사업으로 신설 또는 개수하는 농업용관수로의 계획, 설계, 시공 및 관리에 있어 준수해야 할 일반적 사항을 규정한 것이다.

1.2 적용범위

(1) 이 코드는 농업용 관수로의 밸브 설계에 대하여 적용한다.

(2) 코드 내용은 기술수준의 향상 또는 기타 필요에 따라 개정하여 시행하며, 적용이 적합하지 않은 경우에는 기준이 손상되지 않는 범위 내에서 기술심의 및 자문 등으로 실무지침을 정하여 운용할 수 있다.

1.3 참고 기준

· 농업생산기반정비사업계획 설계기준, 2004 : 수로편
· 농업생산기반정비사업계획 설계기준, 2009 : 관수로편
· 농업생산기반정비사업계획 설계기준, 용배수로편 용배수로 일반사항 (KDS 67 20 05 : 2017)

1.4 용어의 정의

· 내용 없음

1.5 기호의 정의

· 내용 없음

2. 조사 및 계획

· 내용 없음

3. 재료

· 내용 없음

4. 설계

4.1 밸브 설계의 개념

(1) 사용량의 변화에 대응하여 용수를 공급하기 위해서는 관수로의 분기점 등의 주요지점에 각종 밸브를 적절히 배치해야 하며, 밸브의 선택은 관수로 운영에 영향을 주는 중요한 요소로서 유량, 사용 목적 등을 고려하여 적절한 것을 선택한다.

(2) 농업용수의 합리적인 이용을 위해 집중 물 관리시스템 도입에 의한 시설의 현대화가 적극적으로 추진되고 있다. 농업용수로의 시설규모는 피크시 설계용수량에 의하여 결정되나 사용량은 기상조건, 계절, 사용기간, 사용시간에 따라 다양하게 변화하기 때문에 공급량은 관개기에 따라 설계용수량보다 적은 경우가 많기 때문에 사용량의 변화에 대응하여 용수를 공급하기 위해서는 관수로의 분기점 등의 주요지점에 각종 밸브를 적절히 배치해야 한다. 용수량이 풍부한 경우에는 포장에서 자유롭게 취수해도 되나, 가뭄 등에 의하여 용수가 부족한 경우에는 공급자가 공급량을 제한해야 하며, 관수로의 파손 등의 사고가 발생한 경우에는 시설물의 보수를 위해서 용수를 차단해야 한다. 이와 같이 관수로에서 취수량, 분수량의 용수관리 및 시설관리에서 가장 중요한 역할을 하는 것이 밸브이다. 한편 밸브의 선택은 관수로 운영에 영향을 주는 중요한 요소로서 유량, 사용목적 등을 고려 적절한 것을 선택한다.

4.2 밸브의 분류

(1) 관수로에 사용되는 밸브는 용도에 따라 방류용, 차단용, 제어용, 감압용, 기타(안전밸브, 역지밸브, 공기밸브 등)로 분류되며, 이들 밸브는 배관방식, 송수방식, 사용목적 등의 조건에 따라서 그 특성에 맞는 밸브를 선정한다.

4.2.1 방류용 밸브

(1) 방류용 밸브는 저수지의 방수로에 설치되는 밸브로 상류수두와 방류량과의 관계에 의하여 유량제어기능을 충분히 발휘할 수 있어야 하며, 고압에서도 임의의 개도로 방류량을 조절할 수 있어야 한다. 이 밸브는 높은 수두, 빠른 유속조건에서 장시간 계속적으로 방류하는 곳에 사용되며 비교적 대용량이 요구된다. 또한, 작은 개도 상태에서 장시간의 방류를 고려하여 캐비테이션 특성이 우수하며, 소음진동이 적은 콘밸브, 슬리브밸브 등을 사용한다.

(2) 이 밸브는 방류수의 고속에너지에 의한 하류수로의 손상을 방지하기 위하여 방류부에 감세수조(減勢水槽)를 설치하며, 설치방법에 따라 공중방류, 감세수조 내의 방류(수중 또는 반수중), 터널 내 방류 등이 있으나 방류시 감세 에너지가 크면 소음진동이 발생되어 구조물이나 설비가 손상될 수 있으므로 설치시 주의한다.

4.2.2 제어용 밸브

(1) 제어용 밸브는 관로의 입구, 말단, 중간부에 설치하여 밸브 개도로 관내의 압력, 유량을 임의

로 조절하기 위하여 설치한다. 이 밸브는 빈번하게 작동되고 작동에 따른 유량변화의 균일성이 요구되기 때문에 개폐조작이 용이하고 안정적으로 사용할 수 있는 개도의 범위가 넓고 개도에 대한 유량특성이 직선적으로 비례하는 밸브가 적절하다. 제어용밸브는 전기나 유압 등의 외력에 의하여 구동하는 방식과 플로트 또는 관내의 압력 밸런스로 작동하는 방식이 있다.

(2) 플로트밸브에 의한 제어방식은 배수관로 중간수조의 수위를 일정범위로 유지하기 위하여 설치된다. 이 밸브는 관로에 작용하는 정수압이 높은 경우에는 감압용으로 사용되고 있으며, 수조의 수위 관리용으로도 사용되고 있다. 특히, 반폐쇄형 관수로에서 자연압을 이용한 플로트 밸브에 의한 송수방식은 압력조절 용이, 밸브구조 간단, 보수관리가 용이하다.

(3) 이 형식은 하류의 사용여부에 따라 수조수위가 상승 또는 하강하여 밸브가 자동적으로 개폐되어 이 영향이 순간적으로 상류에 영향을 미쳐 송수가 이루어지기 때문에 하류의 사용자가 자유롭게 용수를 사용할 수 있는 특징이 있다. 이 경우 송수차단 및 관리를 위하여 공급자측은 별도로 수동식의 차단밸브 등을 설치할 필요가 있다.

(4) 유량제어는 최소에서 최대까지의 계획량 전역이 제어대상이지만 현실적으로 전개에서 전폐까지의 전개도를 균등하게 조절할 수 있는 밸브는 거의 없다. 유량제어 특성이 뛰어난 밸브는 한정되어 있으며, 어떤 기종도 적은 개도 부근에서 캐비테이션의 위험을 피할 수 없다.

(5) 따라서 제어용 밸브 선정시 구조와 특성을 충분히 검토하여 특별히 고도의 제어가 요구되는 경우에는 제어부의 배관을 2～3개로 분할하여 제어범위를 분담시키거나 또는 직렬로 복수의 밸브를 설치하여 감압기능을 분산시키는 등의 대책이 필요하다. 제어용 밸브는 그 사용목적에 따라 유량제어, 압력제어, 수위제어로 구분된다.

4.2.2.1 유량제어용 밸브

(1) 배수지나 조절지의 유출입량, 펌프의 토출량, 관로의 유량제어에는 제어특성이 비교적 좋은 버터플라이밸브(butterfly valve), 콘밸브(cone valve), 볼밸브(ball valve) 등이 적합하다. 또한 적은 개도(開度)상태에서 캐비테이션 특성이 우수한 밸브를 사용하는 것이 적합하다.

(2) 압력제어용 밸브

압력제어용 밸브는 제어범위와 밸브형식에 따라 다음과 같이 그 사용이 구분된다. 관로내 압력이 낮고 감압량이 적을 때는 버터플라이밸브나 오토밸브(auto valve)를 사용하고 중고압(中高壓)으로 감압량이 중간 정도인 경우는 콘밸브, 볼밸브, 오토밸브가 적합하며, 감압량이 큰 경우는 슬리브밸브나 니들밸브가 적합하다.

(3) 수위제어용 밸브

조절지, 배수지 등의 수위조절용 밸브에는 무동력식인 플로트밸브(float valve)와 오토밸브가 있으며, 전동식에는 버터플라이밸브, 콘밸브, 슬리브밸브, 니들밸브 등을 사용한다.

4.2.3 차단용 밸브

(1) 흐름의 On-Off 제어는 용수시설관리의 기본이며, 이 목적으로 차단용 밸브가 이용된다. 전개 또는 전폐상태에서 주로 사용되기 때문에 폐쇄시는 완전차단이 가능해야 하고 개방시에는 수두손실이 적어야 한다. 차단용 밸브는 관로의 종점, 분기점, 배니시설, 하상 횡단부, 사고발생

가능성이 높은 구간 전후에 설치하여 사고에 따른 영향을 최소화하기 위하여 설치한다. 타 구간에도 유수를 차단할 수 있도록 1~3㎞마다 설치해야 한다.

(2) 방류용 및 제어용 밸브에 대해서도 중요한 곳에는 그 상류 측에 차단밸브를 병행 설치하여 점검, 수리에 대처해야 한다. 이와 같이 차단밸브는 상시에 사용하지 않는 경우가 많기 때문에 견고, 보수 관리용이, 확실하게 용수를 차단할 수 있는 구조가 적절하다.

(3) 일반적으로 차단밸브로는 슬루스밸브가 가장 많이 사용되고 있으며, 대구경 대용량 또는 압력조정을 위하여 자주 조작할 필요가 있는 경우에는 조작성이 뛰어나고 부분개도 사용이 가능한 버터플라이 밸브를 사용한다.

(4) 밸브상하의 압력차가 큰 경우에는 마찰저항 때문에 개폐조작이 곤란하므로 수두 40m정도 이상 관경 400㎜ 이상의 차단밸브에는 부밸브(바이패스밸브)를 설치하여 주밸브 개폐전에 부밸브를 조작하여 상하류의 수압을 조절할 수 있는 구조가 적절하다.

(5) 차단용으로서 개폐빈도가 적고 지수가 장기간 유지될 필요가 있을때에는 제수밸브가 사용된다. 사용빈도가 많고 밸브시트(valve seat)의 내구성이 요구되는 경우는 금속시트 버터플라이 밸브, 콘밸브, 볼밸브 등이 사용된다. 또한 개수로에서는 수문이나 나팔형 원형수문을 사용하는 것이 좋다.

(6) 고압에서의 차단용으로는 글로브밸브(globe valve)가 적절하다. 이외에 지진이나 재해시 관로에 이상이 생길 우려가 있는 곳에는 배수지 등에서의 유출방지 또는 2차 재해방지용으로서 특별한 구동장치를 갖는 긴급차단용 밸브를 사용한다.

4.2.4 감압용 밸브

(1) 감압용 밸브로 사용되는 밸브에는 버터플라이밸브, 콘밸브, 볼밸브 등이 있으나 구동용 전원 또는 제어장치가 필요하기 때문에 배수관로에서는 오토밸브를 사용한다. 오토밸브는 관로내 압력에 의해 무동력으로 작동되므로 전원이 없어도 사용할 수 있다. 전원사용이 가능한 곳에는 전자밸브와 타이머를 조합하여 2차측 압력을 제어하여 감압하는 경우를 고려한다. 이 외에 다공가변(多孔可變)형 오리피스밸브를 컴퓨터를 이용한 제어장치와 조합하여 감압용으로 사용할 수 있다.

4.2.5 안전을 위한 밸브

(1) 관수로의 비정상적인 유황의 발생을 방지 혹은 경감하여 관수로의 안전을 유지하기 위하여 각종 밸브를 사용한다.

4.2.5.1 역지밸브(KWWA B 200)

(1) 역지밸브(역류방지밸브)는 관로의 역류를 방지하기 위하여 토출밸브 측에 설치하여 역류에 의한 장해를 방지한다. 고양정 펌프에서 급정지에 의한 수격압을 완화시키기 위해서는 특수한 역지밸브 및 자동제어가 가능한 밸브를 사용한다. 다른 밸브가 전부 전동, 유압, 공기압, 기타 동력 또는 수동조작에 의해 개폐되는 반면 역류방지용 밸브는 정·역류의 유체의 힘에 의하

여 개폐된다.

① 체크 밸브

가. 펌프나 조압수조(surge tank)의 역류방지용 밸브로는 밸브디스크에 힌지(hinge)가 부착되어 지지되고 그 축 주위를 자유로이 회전하여 개폐 작동하는 스윙(swing)식 체크밸브가 사용되며 보통형, 급폐형, 완폐형이 있다. 저양정으로 역류개시시간이 늦은 펌프 토출측에는 보통형 스윙체크밸브를 설치한다.

나. 폐쇄시간을 줄이고 더욱 완전한 수밀상태를 유지하기 위하여 외부에서 관통시킨 축 끝단에 암(arm)과 중추(重錘, counter weight)를 붙인 것과 밸브디스크의 두께를 증가시켜 중추 역할을 하도록 한 밸브가 있다.

다. 펌프·모터의 관성효과가 작고 어느 정도의 실양정은 있으나 관로연장이 짧아 펌프 정지시점에서 역류개시까지 걸리는 시간이 대단히 짧은 경우(0.2～0.5초)에는 스프링에 의한 급폐형 체크밸브를 사용한다.

라. 완폐형 스윙체크밸브는 펌프가 정전 등의 사고로 정지되었을 때 압력상승을 완화시켜주기 위하여 전폐되는 동안의 폐쇄속도를 매우 느리게 한 것으로서 주밸브 완폐형과 바이패스 완폐형이 있다. 실양정이 낮은 펌프 토출측에는 주밸브 완폐형 체크밸브를 사용한다. 이 밸브는 외부에서 관통시킨 디스크의 축에 암과 대시포트(dashpot)가 부착된 것이다. 밸브 몸체 내부에서 돌출된 대시포트 축에 디스크가 충돌한 후 나머지 10% 정도의 개도를 완폐 시키는 방식과 같이 대시포트를 이용한 여러 가지 구조가 있다.

마. 이 외에도 디스크를 2개 이상으로 분할 설치하여 그중 1개의 디스크는 천천히 닫히도록 한 밸브도 있다. 어떤 형식이든 대시포트(dashpot)의 기능을 제대로 발휘시키기 위해서는 실양정 10m 이상이 필요하고 또한 대구경에서 실양정은 대시포트(dashpot)의 능력보다 20m 이하로 할 필요가 있다. 또한 비교적 실양정이 높을 경우에는 바이패스 완폐형 스윙체크 밸브가 사용된다. 단, 이 경우 실양정은 10m 이상이 필요하다. 이 밸브는 보통형 체크밸브에 완폐 밸브를 내장한 바이패스관이 부착된 것으로서 구조가 복잡하다.

바. 완폐밸브는 유압식 대시포트(dashpot)에 연결되고 항상 디스크가 열리도록 스프링으로 들어 올려져 있다. 일단 주유로(主流路)에서 역류가 시작되어 주밸브가 닫히면 빠져나갈 길을 상실한 압력수는 바이패스 관을 세차게 빨리 통과한다. 이 흐름은 완폐형 밸브에 닫히는 힘을 주게 되나 대시포트에 의해 완만한 폐쇄가 되어 급격한 압력상승 및 슬래밍(slamming; 급패쇄에 의한 충격음)의 발생을 방지한다. 비교적 소구경의 배관에서는 디스크가 시트면에 대하여 수직으로 상하 운동하는 리프트 체크밸브를 사용한다. 여기에는 디스크 자중만으로 닫히는 보통형과 스프링에 의해 자폐력(自閉力)을 증가시킨 스프링 급폐형이 있다.

② 풋밸브(foot valve)

가. 풋밸브는 펌프설비의 흡입측 수직배관 끝에 설치하여 펌프 정지시 흡입관로의 만수상태를 유지시키기 위하여 사용된다. 단, 토출 측에도 체크밸브(완폐형은 제외)를 병용하여 설치한다.

4.2.5.2 공기밸브

(1) 공기밸브는 관내부의 공기배제와 관내로의 공기공급 등의 목적에 사용한다. 즉, 관내에 연행되는 공기 또는 수중에 용해되어 있는 공기가 집적되어 관내에 공기덩어리가 발생되면 통수능력을 저하시키며 또한 공기의 압축성에 의하여 이상압을 발생시키기 때문에 신속하게 공기를 배제해야 한다.

(2) 관내의 물을 배제할 때는 부분적으로 관내압력이 저하되어 외압에 의하여 파이프가 손상되는 경우가 있다. 이와 같은 경우에는 공기를 자동적으로 관내에 흡입시키지 않으면 안 된다. 특히, 농업용 관수로는 복잡한 지형에 설치되기 때문에 공기가 집적하기 쉬운 부분 및 국소 저압부분이 많다. 따라서 공기밸브는 지형과 용수로의 특성을 충분히 고려하여 배치시켜야 한다.

(3) 공기밸브는 ① 노선의 고위부, 평탄부에서 하향기울기로 변하는 지점 등 공기가 집적하기 쉬운 장소 또는 공기를 흡입하기 쉬운 장소에 설치한다. ② 관로 유입구의 직하류부 및 차단밸브의 직하류부 등 압력저하가 발생하기 쉽고 공기의 공급을 필요로 하는 장소에 설치한다. ③ 차단밸브의 중간에 凸부가 없는 경우는 고위부의 차단밸브 직하부에 설치하여 충수작업 때 공기를 배제하기 쉽게 한다. ④ 노선에 기복이 없는 직선구간에도 연장이 긴 경우에는 수백 m정도의 간격으로 공기밸브를 설치할 필요가 있다.

(4) 공기밸브는 통수시의 일상적인 통기 및 주수시, 배수시의 급속한 배기·흡기를 목적으로 하기 때문에 공기밸브를 설치하지 않으면 공기의 집적에 의한 사고의 원인이 된다. 따라서 시설계획시는 충분히 주의해서 배치계획을 수립하고 일상점검을 실시하여 공기밸브가 충분히 기능을 유지할 수 있도록 해야 한다.

(5) 관로내의 배기와 흡기를 위한 공기밸브는 다음과 같이 분류된다. 공기밸브는 부력에 의하여 플로트디스크가 작동하며 다량급속배기, 다량 급속 흡기 및 압력하에서 배기되는 급속공기밸브, 플로트디스크에 의하여 개폐되며 배기, 흡기 및 압력하에서 배기되는 단구형 공기밸브, 플로트디스크에 의하여 개폐되며 다량배기, 다량흡기 및 압력하에서 배기작용을 하는 쌍구형 공기밸브 등이 있다.

4.2.5.3 안전밸브

(1) 이상압이 발생할 때 작동하여 일시적으로 밸브가 열려서 방수되고 수압이 올라가면 다시 밸브가 닫히는 구조의 밸브이다. 스프링을 내장한 방식, 파이럿 회로에 의한 수압밸런스 방식 등이 있으며 설정압에서 확실하게 작동할 수 있어야 한다. 이런 종류의 밸브는 비상용이기 때문에 과대한 기대는 피하고 용수로 조직 계획시 이상압이 발생하지 않도록 시설물을 구성해야 한다. 이를 위해서는 평상시에 유황변동이 완만하게 이루어지도록 간선에서 말단까지의 제어밸브 등의 조작 조건을 규정하고 서지탱크 및 조절지 등을 설치하여 압력 및 유량변화를 감쇄, 둔화시킬 수 있는 계획이 필요하다.

4.3 밸브 선정요령

(1) 밸브의 선정은 밸브의 고유특성과 관로의 수리특성을 고려하여 선정하되, 차단, 제어 등 각각의 용도에 필요한 조건을 만족할 수 있는 특성을 가진 밸브를 선정해야 하며, 유지관리, 가격 등의 조건도 검토해야 하고, 시설간의 수위관계, 종단 등의 조건을 충분히 조사하고, 필요에 따라서 현지조사를 실시하여, 제어밸브, 차단밸브, 방류밸브, 공기밸브, 배수밸브 등 사용용도에 필요한 형식의 밸브를 선정해야 한다.

4.3.1 기본사항

(1) 밸브는 종류에 따라 고유특성을 가지고 있으므로 밸브 선정시는 밸브의 고유특성과 관로의 수리특성을 고려하여 선정해야 한다. 즉, 차단, 제어 등 각각의 용도에 필요한 조건을 만족할 수 있는 특성을 가진 밸브를 선정해야 하며, 선정할 때는 필요기능 외에 유지관리, 가격 등의 조건도 검토해야 한다.

(2) 밸브를 선정할 때는 시설간의 수위관계, 종단 등의 조건을 충분히 조사하고, 필요에 따라서 현지조사를 실시하여, 제어밸브, 차단밸브, 방류밸브, 공기밸브, 배수밸브 등 사용용도에 필요한 형식의 밸브를 적정한 위치에 선정 배치한다. 이때 현장여건, 동력확보의 용이성, 유지관리 등에 대해서도 충분히 검토한다.

4.3.2 밸브 선정시 검토 항목

(1) 밸브형식을 선정할 경우에는 차단밸브와 같이 수리조건만을 검토하여 선정하는 경우와 제어밸브와 같이 관련되는 조건 전부에 대하여 면밀하게 검토해야 한다.

(2) 밸브선정 때 검토해야 하는 공통되는 항목을 열거하면 다음과 같다.

① 용수계획

유량 또는 압력제어 등의 밸브를 설치하는 경우에는 용수계획을 검토하여 최대 또는 최소 유량과 최고 또는 최저압력을 파악한 후에 한계유속, 한계개도, 밸브종류별 특징을 검토한다.

② 수리조건

밸브에 작용하는 최고압력, 밸브를 통과하는 최대유량 등으로 밸브에 작용하는 압력, 밸브 구경을 검토하고 제어용 밸브는 제어특성, 캐비테이션 특성 등을 검토한다.

③ 환경조건

관로의 매설심도에 따라서 입형(立形), 횡형(横形) 등 형식을 검토한다. 제어밸브, 방류밸브 등은 소음, 진동이 주위에 미치는 영향을 조사해야 하는 경우도 발생하며, 환경조건에 따라서 방한, 방습 등의 설비도 검토한다.

④ 캐비테이션

제어, 방류, 감압용의 각 밸브의 캐비테이션을 검토한다.

⑤ 수격현상

펌프의 토출밸브는 수격현상과 관련이 깊기 때문에 개폐시간이 중요하다. 또한, 역류방지밸브도 정전에 의하여 펌프가 급정지하며 관로의 조건에 따라서 수격작용이 발생한다. 따라서 사전에 펌프특성과 함께 관로의 수리특성을 검토해 놓을 필요가 있다. 고양정 펌프의

경우에는 수격압이 발생하기 쉬우므로 역지밸브 외에 플라이휠, 서어지탱크 등 수격현상에 대한 종합적인 대책이 필요하다. 또한, 자연유하식 송수관로에 대해서도 차단밸브를 단시간에 차단하며 수격압이 발생하기 쉽기 때문에 적정한 밸브의 개폐시간을 검토한다.

⑥ 밸브의 구동방식 및 구동장치

밸브의 구동방식 및 구동장치는 밸브의 용도, 개폐빈도, 개폐시간, 동력원설비 설치의 난이성, 유지관리 체제, 경제성 등에 대하여 종합적으로 검토하여 결정한다.

⑦ 경제성 비교

밸브 본체 외에 토목구조물 등의 공사비, 설치후의 유지관리비 등을 포함하여 종합적으로 경제성을 검토하여 밸브형식을 검토한다.

(3) 밸브형식을 선정할 때는 각 용도에 따라서 전술한 바와 같은 검토가 필요하며 특히 유량의 변동에 영향을 받는 제어용 밸브, 방류용 밸브, 감압용 밸브에 대해서는 여러 가지 조건이 구비되어야 하므로 밸브의 기본특성을 충분히 이해한 다음 선정해야 한다.

4.4 밸브실 방수공법

(1) 관수로 밸브실 내부의 밸브, 유량계 등 장비를 보호하기 위하여 콘크리트 벽체에 관이 통과하는 부분에 현장여건을 감안하여 방수공법을 적용한다.

(2) 방수공사의 세부사항은 "상수도공사 표준시방서(2007, 환경부)"를 참조한다.

집필위원	분야	성명	소속	직급
	관개배수	김선주	한국농공학회	교수
	농업환경	박종화	한국농공학회	교수
	토질공학	유 찬	한국농공학회	교수
	구조재료	박찬기	한국농공학회	교수
	수자원정보	권형중	한국농공학회	책임연구원

자문위원	분야	성명	소속
	농촌계획	손재권	전북대학교
	수자원공학	윤광식	전남대학교
	지역계획	김기성	강원대학교
	수자원공학	노재경	충남대학교
	농지공학	최경숙	경북대학교
	관개배수	최진용	서울대학교

건설기준위원회	분야	성명	소속
	총괄	한준희	농림축산식품부
	농업용댐	오수훈	한국농어촌공사
	농지관개	박재수	농림축산식품부
	농지배수	송창섭	충북대학교
	용배수로	정민철	한국농어촌공사
	농도	조재홍	한국농어촌공사 본사
	개간	백원진	전남대학교
	농지관개	이현우	경북대학교
	농지배수	남상운	충남대학교
	취입보	김선주	건국대학교
	양배수장	정상옥	경북대학교
	경지정리	유 찬	경상대학교
	농업용관수로	박태선	한국농어촌공사 본사
	농업용댐	손재권	전북대학교
	농지배수	김정호	다산컨설턴트
	농지보전	박종화	충북대학교
	농업용댐	김성준	건국대학교
	해면간척	박찬기	공주대학교
	농업수질및환경	이희억	한국농어촌공사 본사
	취입보	박진현	한국농어촌공사 본사

중앙건설기술심의위원회	성명	소속
	이태옥	평화엔지니어링
	성배경	건설교통신기술협회
	김영환	한국시설안전공단
	김영근	건화
	조의섭	동부엔지니어링
	김영숙	국민대학교
	이상덕	아주대학교

농림축산식품부	성명	소속	직책
	한준희	농업기반과	과장
	박재수	농업기반과	서기관

설계기준
KDS 67 25 40 : 2018

농업용 관수로 밸브 설계

2018년 04월 24일 발행

농림축산식품부

관련단체 한국농어촌공사
58217 전라남도 나주시 그린로 20(빛가람동 358) 한국농어촌공사
☎ 061-338-5114 E-mail : webmaster@ekr.or.kr
http://www.ekr.or.kr

(작성기관) 한국농공학회
06130 서울시 강남구 테헤란로 7길 22(역삼동 365-4) 과학기술회관 본관 205호
☎ 02-562-3627 E-mail : j6348h@hanmail.net
http://www.ksae.re.kr

국가건설기준센터
10223 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283(대화동)
☎ 031-910-0444 E-mail : kcsc@kict.re.kr
http://www.kcsc.re.kr

※ 이 책의 내용을 무단전재하거나 복제할 경우 저작권법의 규제를 받게 됩니다.

KDS 67 25 45 : 2018

농업용 관수로 물관리 자동화시설(TM/TC) 설계

2018년 04월 24일 제정
http://www.kcsc.re.kr

농림축산식품부



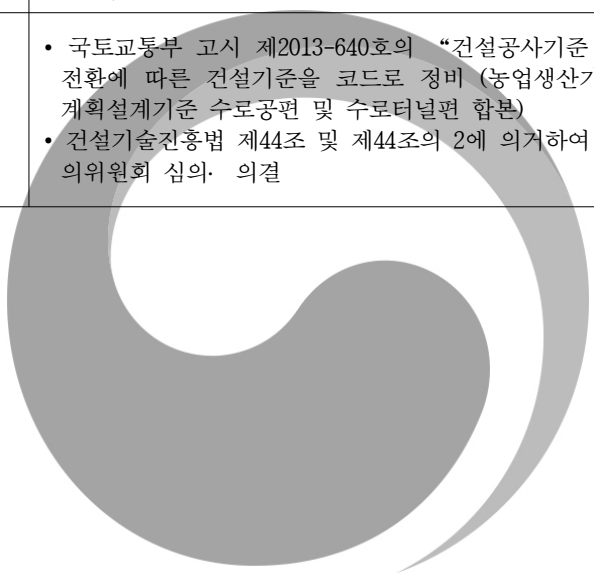
건설기준 코드 제·개정에 따른 경과 조치

이 코드는 발간 시점부터 이미 시행 중에 있는 설계용역이나 건설공사에 대하여 발주기관의 장이 필요하다고 인정하는 경우 종전에 적용하고 있는 기준을 그대로 사용할 수 있습니다.

건설기준 코드 제·개정 연혁

- 이 기준은 KDS 67 25 45 : 2018 으로 2018년 04월에 제정하였다.
- 이 기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 건설기준 간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.
- 이 기준의 제·개정 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요사항	제·개정 (년. 월)
농업생산기반정비사업 계획설계기준 관수로편	• 농업생산기반정비사업 계획설계기준 관수로편 제정 • 기존의 농업용관수로 설계, 시공, 유지관리 지침(2001)을 근거로 제정	제정 (2009. 12)
KDS 67 25 45 : 2018	• 국토교통부 고시 제2013-640호의 “건설공사기준 코드체계” 전환에 따른 건설기준을 코드로 정비 (농업생산기반정비사업 계획설계기준 수로공편 및 수로터널편 합본) • 건설기술진흥법 제44조 및 제44조의 2에 의거하여 중앙건설심의위원회 심의· 의결	제정 (2018. 04)



제 정 : 2018년 04월 24일
심 의 : 중앙건설기술심의위원회
소관부서 : 농림축산식품부 농업기반과
관련단체(작성기관) : 한국농어촌공사(한국농공학회)

개 정: 년 월 일
자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회

목 차

1. 일반사항 ····· 1

1.1 목적 ····· 1

1.2 적용범위 ····· 1

1.3 참고기준 ····· 1

1.4 용어의 정의 ····· 1

1.5 기호의 정의 ····· 1

2. 조사 및 계획 ····· 1

3. 재료 ····· 1

4. 설계 ····· 2

4.1 일반사항 ····· 2

4.2 TM/TC 조사 ····· 3

4.3 TM/TC 기초단계 설계 ····· 4

4.4 TM/TC 시설계획 ····· 6

4.5 자동화시스템 설계 ····· 7

4.6 물관리 지원프로그램(S/W) ····· 7

4.7 시스템의 보안 ····· 7

4.8 태그생성규칙 ····· 7

농업용 관수로 물관리 자동화시설(TM/TC) 설계

1. 일반사항

1.1 목적

(1) 이 코드는 농어촌정비법에 근거한 농업생산기반정비사업으로 신설 또는 개수하는 농업용관수로의 계획, 설계, 시공 및 관리에 있어 준수해야 할 일반적 사항을 규정한 것이다.

1.2 적용범위

(1) 이 코드는 농업용 관수로 물관리 자동화 시설 설계에 대하여 적용한다.

(2) 코드 내용은 기술수준의 향상 또는 기타 필요에 따라 개정하여 시행하며, 적용이 적합하지 않은 경우에는 기준이 손상되지 않는 범위 내에서 기술심의 및 자문 등으로 실무지침을 정하여 운용할 수 있다.

1.3 참고 기준

· 농업생산기반정비사업계획 설계기준, 2004 : 수로편
· 농업생산기반정비사업계획 설계기준, 2009 : 관수로편
· 농업생산기반정비사업계획 설계기준, 용배수로편 용배수로 일반사항 (KDS 67 20 05 : 2017)

1.4 용어의 정의

· 내용 없음

1.5 기호의 정의

· 내용 없음

2. 조사 및 계획

· 내용 없음

3. 재료

· 내용 없음

4. 설계

4.1 일반사항

(1) 물관리 자동화시설은 물의 상태를 실시간으로 파악할 수 있는 시설(Telemetering: TM)과 수리시설물 통제에 활용하는 컴퓨터시스템, 통신체계, 통제시설(Telecontrol: TC)이며, 비시설물적인 준비로서 관개배수 시스템이 효율적으로 운영되도록 통제할 수 있는 운영체계(Optimal Operation Rule)가 있어야 한다.

4.1.1 물관리 자동화시설의 기본원리

(1) 물관리 자동화시설의 기본원리는 수위 및 유량의 자동측정 → 자료의 송신 → 측정자료의 분석과 물관리의 의사 결정 → 시설물의 제어 → 제어결과의 feed back 순서로 진행하여 적시에 적량의 물을 공급함으로써 물관리의 효율화를 달성하는 것으로 물관리 자동화 시설 계획에는 대상지구에 대한 용수이용 현황 및 급수현황, 치수현황, 물관리 방법, 시설물의 조작방법, 물관리 S/W 운영방법, 관리대상시설의 선정 및 감시제어방식 등을 종합적으로 검토하여 지구의 여건에 적합하고 개선과 조정이 쉽도록 계획하여야 한다.

(2) 일반적으로 TM/TC 계획 대상지구는 유형별로 지구특성이나 물관리 특성이 서로 다르고 수리, 수문 현상과 기계, 전기, 전자 등의 설비 및 물관리 S/W 운영방법이 다르므로 TM/TC 계획 시에는 유형별 특성을 고려하여 현지조사 및 설계가 이루어지도록 해야 한다.

4.1.2 물관리 자동화시스템 계획시 고려사항

(1) 물관리 대상에 따른 자동화 계획 수립

물관리는 용수·홍수·수질관리 등을 종합적으로 행할 수 있도록 전체 시스템을 구성하는 것이 바람직하나 사업비가 일시에 투자되어야 한다는 단점 때문에 단계별로 시행하는 것이 일반적이다. 부득이 해당 관개구역 급수만을 위한 자동 물관리 계획을 수립할 경우에는 홍수 및 수질관리와 해당 용수구역 전체에 대한 물관리를 염두에 두면서 수립해야 한다.

(2) 지역특성에 적합한 시스템

물관리 여건은 지구별로 또는 동일 지구 내에서도 구역별로 관리 여건이 다를 수 있으므로 물관리 자동화 시설이 이러한 관리여건을 충분히 고려하지 않고 획일적인 기준에 의해 계획되고 설치되면 문제를 야기할 수 있기 때문에 지구특성에 적합한 시스템이 개발되고 설치 후에 발생하는 문제를 용이하게 해결할 수 있어야 한다.

(3) 단순하고 조작이 용이한 시스템

시스템 개발자들은 관리인의 기술수준과 관리인의 입장에서 문제를 조명해야 하며 시스템 관리인들이 수리상황을 파악하고 조절장치를 조작할 수 있도록 시스템은 조작이 쉽고, 단순하며 내구성과 관리효율을 높일 수 있도록 개발되어야 한다.

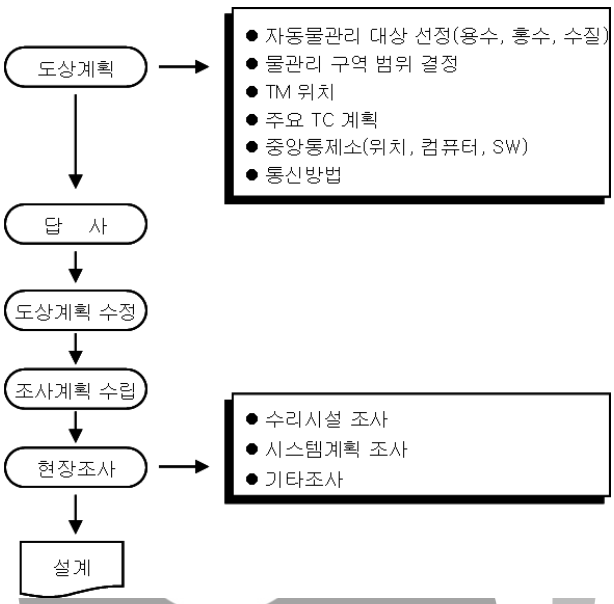
(4) 시스템의 표준화

시스템을 개발하는 전문가와 전문회사에 따라 하드웨어와 소프트웨어가 다양하기 때문에 앞

으로의 기술개발 및 지역의 통합관리에 장애요인으로 작용할 수 있다. 따라서 하드웨어의 기술사양 및 통신용 프로토콜 등과 같은 소프트웨어 등은 기본적으로 표준화하여 경제적인 시스템 개발이 이루어지도록 해야 한다.

4.2 TM/TC 조사

4.2.1 조사 흐름도



<그림 4.2-1> TM/TC 조사 흐름도

4.2.2 도상계획

(1) 도상계획은 대상지구의 지형도(1/5,000~1/25,000) 또는 기존 설계자료를 이용하여 사업구역내의 관개특성과 수원공 및 인근지역의 이수·치수특성, 수리관행, 보조수원공 유무를 검토하고 기상자료, 기존수리시설물 현황 등의 자료를 수집하여 TM/TC 조사설계를 위하여 물관리 대상선정, 물관리 구역범위 결정, TM 위치선정, TC 계획, 중앙관리소, 통신방법 등을 계획한다.

4.2.3 답사

(1) 물관리 대상지구의 답사는 다음 사항을 조사하여 도상계획 검토 결과를 확인할 수 있도록 한다. 또한 답사시에는 반드시 토목, 기계, 전기, 건축, S/W개발, 시설물관리자, 물관리 요원이 공동조사 및 협의를 하여 TM/TC 계획의 기본구상과 조사 및 계획수립의 기초 자료로 활용토록 한다.

4.2.4 도상계획 수정

(1) 답사결과에 따라 지역여건, 시설물의 상태, 관개배수상황 등이 달라 TM/TC 대상의 시설물적

인 사항과 비시설물적인 사항이 변경될 경우에는 도상계획 내용을 수정하여 현장조사 계획을 수립한다.

4.2.5 조사계획 수립

(1) 도상계획 및 답사 결과에 의해 분야별 전문가가 관리대상시설에 대한 TM/TC 계획, 시설물 보강 또는 개보수 계획 등을 협의하여 현장조사 계획을 수립한다.

4.2.6 현장조사

(1) 수리시설 조사

대상지구의 수원공, 관개조직, 배수조직 등의 위치, 용배수 계통(취수시설, 분수시설, 조절시설 등)의 구조물 현황, 시설물의 관리 및 상태, 조작현황을 조사하고 용수원의 수자원 부존량과 취수량, 분수량, 용도별 용수량 등을 파악할 수 있도록 상세하게 조사한다. 특히 설치시기가 오래되어 잦은 개보수사업시행으로 시설물 변경이 많은 지구는 연계된 시설물 능력검토를 할 수 있도록 조사한다.

(2) 시스템 계획 설계에 필요한 조사

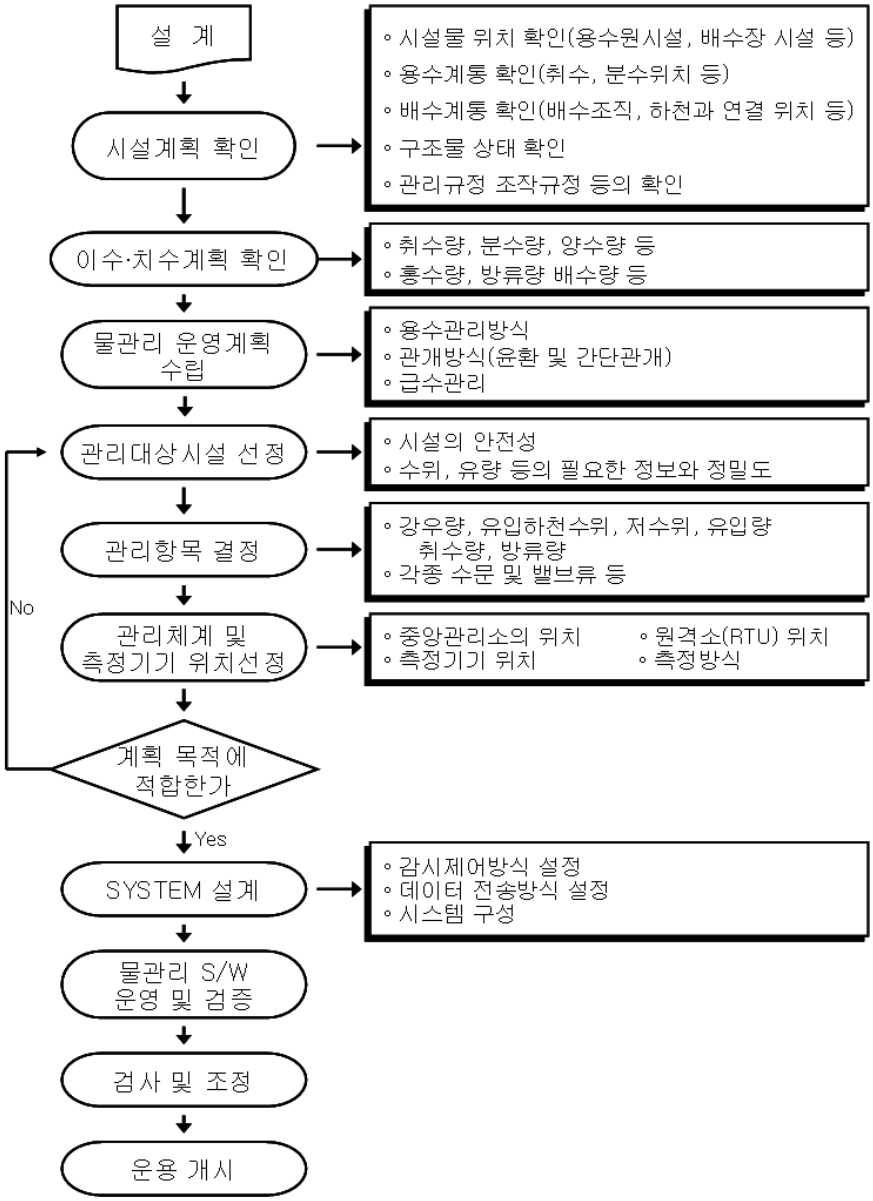
시스템 계획 설계에 필요한 조사는 중앙관리소와 현장시스템의 관리체계, 관리방법, 관리수준, 관리상태, 수리시설의 유지관리체계 등을 고려하여 중앙관리소의 필요성, 통신시스템(유선, 무선, 중계소), 경제성(시설비 및 유지관리비)을 비교 검토한다.

(3) 기타조사

대상지구가 기설지구인 경우에는 기존 수리구조물의 형식, 작동사태 등을 면밀히 조사하여 TM/TC 계획시 조작이 용이하도록 개보수의 필요성 여부를 검토하여야 하며, 관련 수리시설 및 인근 지역의 수문자료, 관개 및 타용도 용수계획, 수질 및 유역의 오염자료 등을 조사한다.

4.3 TM/TC 기초단계 설계

4.3.1 설계 흐름도



<그림 4.3-1> TM/TC 기초단계 설계 흐름도

4.3.2 시설계획 확인

(1) 대상지구의 수리시설 조사내용을 근거로 시설물별 현황표를 작성하고 수원공 및 평야부 구조물 중 관리대상시설은 자동화시설 계획(취수탑 및 사통 조작실, 양배수장 배전반, 펌프류, 밸브류, 문비류 등)에 부합되도록 노후화된 시설물에 대해 개보수 계획을 수립하여야 하며 기설 용수로 구간 중 토공수로 및 통수단면 부족 구간은 보강 개발하는 것으로 계획하여야 한다.

4.3.3 이수치수계획

(1) 대상지구의 저수량 또는 취수가능수량, 도수(導水) 및 분수량, 포장의 필요수량 등을 확인하여 용수이용현황 및 이용 가능량을 분석하고 용수이용계획 및 급수계획을 수립한다.

(2) 대상지구의 설계홍수량, 물넘이 시설의 규모 및 능력검토, 배수장 시설의 규모 및 배수량, 내외수위를 확인하여 홍수관리 및 배수관리 계획을 수립한다.

4.3.4 물관리 운영계획 수립

(1) 대상지구의 효율적인 물관리를 위해서는 물수요량의 정확한 예측과 해당지점에 적기에 적량의 물을 공급하는 것이 전제되어야 한다. 이러한 물수요량은 지구별로 기상, 작물, 토양 등의 물리적인 인자 외에도 경작자의 관행과 기호, 관개조직의 수리적 특징과 수로조직의 물분배 방법에 따라 다르다. 따라서 물관리 운영계획 수립시에는 대상지구의 관개조직을 자세히 조사(계획내용 포함)하고 이수 및 치수 현황을 파악하여 용수이용 계획을 수립한 후 지구 특성에 맞게 용수관리방식, 관개방식, 급수관리, 치수관리 등을 검토하여 효율적인 물관리 계획이 되도록 한다.

4.4 TM/TC 시설계획

4.4.1 대상시설 선정

(1) 농업용수수리시설은 넓은 면적에 산재되어 있으므로 경제성을 고려한 최적 물관리를 위하여 물관리 시스템 관리대상 시설의 선정이 중요하다. 수로로 연결된 많은 수의 농업수리시설을 모두 물관리 자동화 시스템으로 관리하면 용이하겠지만 시스템 설치에 과다한 비용이 소요되고 시스템의 조작 운영이 복잡하고 어려워진다. 관리대상시설은 각시설의 고유기능을 최대한 살리면서 집중관리에 의한 전체시스템의 기능, 조작운용, 사업비, 유지관리비, 관리체계 등을 검토하여 정한다.

(2) 일반적인 관리대상 시설은 저수지, 양배수장, 취입보 등의 수원공과 용수로의 분수문, 제수문, 방수문 등이 있다. 저수지, 취입보 등의 수원공 시설은 수원의 계획적 운용면에서 관리대상시설을 선정하고, 양배수장 및 가압펌프장은 밸브, 수조, 관수로 등을 관리하여야 하며 펌프의 운전, 정지조작은 일상 운용관리의 기본이므로 관리 대상시설로 선정한다.

(3) 용수로시설은 용수의 효율적 이용 및 합리적 배분과 경제성과의 균형, 시설의 중요도를 고려하여 선정한다. 일반적으로 작은 분수문(간선에서 지거 또는 경지로 바로 분기되는 경우)이 여러 개 설치되어 있는 경우는 모든 시설물을 대상으로 감시제어 하는 것은 비경제적이므로 간선과 지선의 분기점 및 방수문 등 특별히 유량측정이 필요한 부분을 선정한다.

4.4.2 관리항목 결정

(1) 관리항목은 관리대상 시설의 기능, 관리방법, 목적 등을 고려하여 결정한다.

(2) 측정기기 선택 및 위치선정은 각 기기의 신뢰성을 확보하기 위하여 계획적이고 합리적으로 설치해야 한다.

(3) 설치장소 및 배치에 관한 사항, 기기환경에 관한 사항, 보수관리에 관한 사항, 설치공사에 관한 사항을 고려하여 결정하며, 상세한 내용은 "집중물관리 시스템 실용화연구(농림부, 1997.12)"를 참조한다.

4.5 자동화시스템 설계

(1) 자동물관리 계획에는 우선 관리대상 시설의 목적과 특징을 파악하여 저수지, 양수장, 취입보, 용배수로 등의 관리시설에 대한 감시제어시설 및 방식을 결정하고, 이에 적합한 데이터 전송 방식을 선정한다.

(2) 주요 검토항목은 통신국의 구성, 전송회선(전송로)의 선정, 정보전송방식, 대향방식, 신호변환방식, 통신방식, 기동방식 등이 있다.

(3) 자동화시스템 설계의 상세한 내용은 "집중물관리 시스템 실용화 연구(농림부, 1997)"와 "설계계산요령(농어촌진흥공사, 1999)"을 참조한다.

4.6 물관리 지원프로그램(S/W)

(1) 물관리 자동화에 필요한 물수지, 관개계획, 한해·홍수대책, 시스템 운영 등의 프로그램을 현장에 맞게 개발하여 적용하고, 이의 검증을 통해 물관리 자동화 사업의 효율성을 증대시키고자 한다.

(2) 자동화시스템 설계의 상세한 내용은 "집중물관리 시스템 실용화 연구(농림부, 1997)"와 "설계계산요령(농어촌진흥공사, 1999)"을 참조한다.

4.7 시스템의 보안

인터넷망을 이용한 중앙관리소와 원격소간 데이터 전송에 따른 시스템보안 대책으로 데이터를 암호화하여 전송하는 VPN(Virtual Private Network)장비를 설치하여 외부의 해킹으로부터 내부 자료를 안전하게 보호하여야 한다.

4.7.1 VPN(Virtual Private Network) 기능

(1) 다양한 접근 제어 기능 제공 (IP, Port, Mac address, URL 등)

(2) NAT (1:1, 1:N, N:N, N:M) 및 PAT 기능 제공

(3) 국가 비공개 알고리즘 등의 다양한 암호화 알고리즘 지원

(4) RIP, OSPF, VRRP 등의 다양한 라우팅 프로토콜 지원

(5) xDSL 고정 및 유동 IP를 지원

(6) 현장에 설치된 VPN장비 장애 복구를 위한 재부팅 기능 제공

(7) 회선 장애 후 복구 시 VPN 터널에 대한 자동 복구 기능 제공

4.8 태그생성규칙

데이터 관리의 효율을 높이기 위해 중앙관리소 MMI와 원격소장치 RTU에 사용되는 모든 태그는 한국농어촌공사 물관리자동화시스템 표준시방서에 정의된 규칙에 의거 생성되어야 한다.

집필위원	분야	성명	소속	직급
	관개배수	김선주	한국농공학회	교수
	농업환경	박종화	한국농공학회	교수
	토질공학	유 찬	한국농공학회	교수
	구조재료	박찬기	한국농공학회	교수
	수자원정보	권형중	한국농공학회	책임연구원

자문위원	분야	성명	소속
	농촌계획	손재권	전북대학교
	수자원공학	윤광식	전남대학교
	지역계획	김기성	강원대학교
	수자원공학	노재경	충남대학교
	농지공학	최경숙	경북대학교
	관개배수	최진용	서울대학교

건설기준위원회	분야	성명	소속
	총괄	한준희	농림축산식품부
	농업용댐	오수훈	한국농어촌공사
	농지관개	박재수	농림축산식품부
	농지배수	송창섭	충북대학교
	용배수로	정민철	한국농어촌공사
	농도	조재홍	한국농어촌공사 본사
	개간	백원진	전남대학교
	농지관개	이현우	경북대학교
	농지배수	남상운	충남대학교
	취입보	김선주	건국대학교
	양배수장	정상옥	경북대학교
	경지정리	유 찬	경상대학교
	농업용관수로	박태선	한국농어촌공사 본사
	농업용댐	손재권	전북대학교
	농지배수	김정호	다산컨설턴트
	농지보전	박종화	충북대학교
	농업용댐	김성준	건국대학교
	해면간척	박찬기	공주대학교
	농업수질및환경	이희억	한국농어촌공사 본사
	취입보	박진현	한국농어촌공사 본사

중앙건설기술심의위원회	성명	소속
	이태옥	평화엔지니어링
	성배경	건설교통신기술협회
	김영환	한국시설안전공단
	김영근	건화
	조의섭	동부엔지니어링
	김영숙	국민대학교
	이상덕	아주대학교

농림축산식품부	성명	소속	직책
	한준희	농업기반과	과장
	박재수	농업기반과	서기관

설계기준
KDS 67 25 45 : 2018

농업용 관수로 물관리 자동화시설(TM/TC) 설계

2018년 04월 24일 발행

농림축산식품부

관련단체 한국농어촌공사
58217 전라남도 나주시 그린로 20(빛가람동 358) 한국농어촌공사
☎ 061-338-5114 E-mail : webmaster@ekr.or.kr
http://www.ekr.or.kr

(작성기관) 한국농공학회
06130 서울시 강남구 테헤란로 7길 22(역삼동 365-4) 과학기술회관 본관 205호
☎ 02-562-3627 E-mail : j6348h@hanmail.net
http://www.ksae.re.kr

국가건설기준센터
10223 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283(대화동)
☎ 031-910-0444 E-mail : kcsc@kict.re.kr
http://www.kcsc.re.kr

※ 이 책의 내용을 무단전재하거나 복제할 경우 저작권법의 규제를 받게 됩니다.

KDS 67 25 90 : 2018

농업용 관수로 유지관리

2018년 04월 24일 제정
http://www.kcsc.re.kr

농림축산식품부



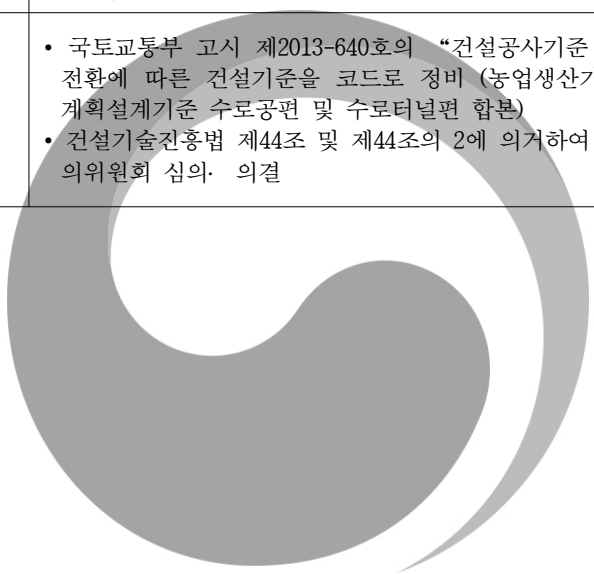
건설기준 코드 제·개정에 따른 경과 조치

이 코드는 발간 시점부터 이미 시행 중에 있는 설계용역이나 건설공사에 대하여 발주기관의 장이 필요하다고 인정하는 경우 종전에 적용하고 있는 기준을 그대로 사용할 수 있습니다.

건설기준 코드 제·개정 연혁

- 이 기준은 KDS 67 25 90 : 2018 으로 2018년 04월에 제정하였다.
- 이 기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 건설기준 간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.
- 이 기준의 제·개정 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요사항	제·개정 (년. 월)
농업생산기반정비사업 계획설계기준 관수로편	• 농업생산기반정비사업 계획설계기준 관수로편 제정 • 기존의 농업용관수로 설계, 시공, 유지관리 지침(2001)을 근거로 제정	제정 (2009. 12)
KDS 67 25 90 : 2018	• 국토교통부 고시 제2013-640호의 “건설공사기준 코드체계” 전환에 따른 건설기준을 코드로 정비 (농업생산기반정비사업 계획설계기준 수로공편 및 수로터널편 합본) • 건설기술진흥법 제44조 및 제44조의 2에 의거하여 중앙건설심의위원회 심의· 의결	제정 (2018. 04)



제 정 : 2018년 04월 24일
심 의 : 중앙건설기술심의위원회
소관부서 : 농림축산식품부 농업기반과
관련단체(작성기관) : 한국농어촌공사(한국농공학회)

개 정: 년 월 일
자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회

목 차

1. 일반사항 ····· 1
1.1 목적 ····· 1
1.2 적용범위 ····· 1
1.3 참고기준 ····· 1
1.4 용어의 정의 ····· 1
1.5 기호의 정의 ····· 1
2. 조사 및 계획 ····· 1
3. 재료 ····· 1
4. 설계 ····· 2
4.1 일반사항 ····· 2
4.2 용수관리 ····· 2
4.3 관수로 시설관리 ····· 17
4.4 부대시설 ····· 19
4.5 수질관리 ····· 28

농업용 관수로 유지관리

1. 일반사항

1.1 목적

(1) 이 코드는 농어촌정비법에 근거한 농업생산기반정비사업으로 신설 또는 개수하는 농업용관수로의 계획, 설계, 시공 및 관리에 있어 준수해야 할 일반적 사항을 규정한 것이다.

1.2 적용범위

(1) 이 코드는 농업용 관수로 유지관리에 대하여 적용한다.

(2) 코드 내용은 기술수준의 향상 또는 기타 필요에 따라 개정하여 시행하며, 적용이 적합하지 않은 경우에는 기준이 손상되지 않는 범위 내에서 기술심의 및 자문 등으로 실무지침을 정하여 운용할 수 있다.

1.3 참고 기준

· 농업생산기반정비사업계획 설계기준, 2004 : 수로편
· 농업생산기반정비사업계획 설계기준, 2009 : 관수로편
· 농업생산기반정비사업계획 설계기준, 용배수로편 용배수로 일반사항 (KDS 67 20 05 : 2017)

1.4 용어의 정의

· 내용 없음

1.5 기호의 정의

· 내용 없음

2. 조사 및 계획

· 내용 없음

3. 재료

· 내용 없음

4. 설계

4.1 일반사항

4.1.1 적용범위

(1) 이 기준은 농업용관수로와 그에 관련된 취수원 등 제반 시설을 유지관리함에 있어 관리방법, 점검, 진단 및 일상적인 유지보수 등을 체계적이고 일괄적으로 운용하기 위하여 기본적인 사항을 규정한 것이다. 특수한 구조물이나 관로시설로서 별도의 기술적용이 필요한 경우에는 적절한 보완을 통하여 이 기준을 적용하여야 한다.

4.1.2 관련법령

(1) 농업기반시설물의 유지관리에 직접 관련되는 법률은 농어촌정비법과 이 법을 기초로 하여 제정된 농업기반시설관리규정이 있으며, 기타 기계, 전기 및 수질관리 등에 관련되는 법률로서 수질관리법, 자연재해대책법, 건설기술관리법, 산업안전보건법, 전기사업법 등 여러 가지 법률이 있으나, 주요사항은 농어촌정비법과 농업기반시설관리규정에 의하여 시행되고 있다. 이 기준은 농업용관수로와 그에 관련된 취수원 등 제반 시설을 유지관리함에 있어 관리방법, 점검, 진단 및 일상적인 유지보수 등을 체계적이고 일괄적으로 운용하기 위하여 기본적인 사항을 규정한 것이다. 특수한 구조물이나 관로시설로서 별도의 기술적용이 필요한 경우에는 적절한 보완을 통하여 이 기준을 적용하여야 한다.

4.1.3 유지관리계획 수립

(1) 농업용관수로의 효율적인 운용과 관리를 위하여 매년 유지관리계획을 수립하여 시행하여야 한다.

(2) 유지관리계획에는 사업목적에 따라 물을 저류, 취수, 송배수, 분수 및 방류하기 위한 물 배분계획의 결정, 조작, 계측, 제어 등의 물관리계획과 관수로 제시설을 유지관리, 점검, 정비, 개량, 재해 복구 등의 시설관리계획이 포함되어야 하며, 가장 경제적인 유지관리가 되도록 계획을 수립하여야 한다.

(3) 유지관리에 대한 세부사항 및 내용은 "농업생산기반정비사업 계획설계기준 수로편"을 참고한다.

4.2 용수관리

4.2.1 기본 방향

(1) 농업용관수로의 용수관리는 제시설, 관리체제, 물 관리방식이 조화되어 물을 효과적으로 운용함으로써 물 수요를 만족해야 한다. 농업용관수로는 설치된 시설이 개별적으로 또한 시스템으로서 기능을 유지하고 정확한 조작에 의하여 지장을 받지 않도록 관리하여야 한다. 농업용관수로의 용수관리를 효율적으로 하기 위해서는 관리조직을 고려한 용수관리계획을 수립

하고 시설의 조작 등에 관한 기준을 지정하여 관수로의 시설과 물 관리가 적절히 이루어지도록 하여야 한다.

4.2.2 용수관리 계획의 수립

(1) 농업용관수로 설계시 검토된 관개계획 자료, 물 사용상황에 대한 예측, 과거의 물 관리기록 등을 토대로 연간 용수관리계획을 수립하여야 하며, 관개기간중 기상상황과 물 수요변화 등을 반영하여 순간관리계획, 일일관리계획 등에 의하여 용수관리를 시행하여야 한다.

4.2.2.1 연간 관리계획

(1) 연간 관리계획은 전년도까지의 관리운영실적을 검토하여 관개시작전에 관리조직을 중심으로 수익자대표를 포함하여 작성한다. 논에서는 못자리용수, 써레질 용수, 생육과정에서의 물 사용, 중간 물 빼기 등을 고려하고 수리계통별로 물 수요특성을 감안하여 계획을 수립한다.

① 생육기별 용수량 검토

가. 못자리 용수량

(가) 기존의 못자리에 의한 육묘방식은 본답면적의 1/10 ~ 1/20 정도의 못자리에 육묘기간은 35 ~ 45일간 이었다. 그러나 근래 농기계의 발달에 따라 육묘방식도 못자리 방식에서 비닐하우스 및 육묘공장(상자육묘)화되고 있으며, 육묘기간은 어린모는 8 ~ 10일, 치묘(치묘)는 15 ~ 20일, 중묘는 30 ~ 35일, 성묘는 35 ~ 45일 정도이므로 계획지구의 육묘방식에 적합한 못자리용수량을 공급해야 한다. 한편, 상자육묘에서 20 ~ 30일 모인 경우에 육묘상자(30×60㎝)1개는 본답 33㎡에 해당되어 파종면적은 본답면적의 1/180이하로 작게 된다. 물 관리의 효율성 제고와 병충해의 공동방제를 위하여 집단못자리를 설치하도록 장려하는 것이 필요하며, 유묘의 조기 이앙이 가능한 보온못자리의 설치를 많이 하는 것도 용수의 이용과 절약에 효과가 있으므로 유의해야 한다.

나. 써레질 용수량

(가) 써레질로부터 이앙까지 필요한 용수량인 써레질 용수량은 건조상태인 논바닥에 급수하여 모내기를 용이하게 하므로 짧은 기간에 다량의 물을 필요로 하며, 평상시 용수량에 비하여 총 급수량은 적으나 포장단위로는 최대치를 나타내기 때문에 용수공급계획시 주의하여야 한다. 우리나라의 써레질 용수량은 평균 100 ~ 150㎜ 정도이나 논의 입지조건에 따라 변화되는바 습답에서는 80 ~ 120㎜, 건답은 100 ~ 180㎜, 누수답은 150 ~ 250㎜까지 필요한 경우도 있다.

(나) 단위포장에서 써레질 용수량은 대략 본답기 1일 용수량의 10배 정도이므로, 용수절약을 위하여 써레질 일수를 적절히 조절하여야 하며 보통 동일경작시기에는 7 ~ 10일간, 경작시기를 달리하는 곳에서는 10 ~ 15일 정도로 계획해야 한다. 세부일정은 지역내 수혜농민과 영농지도 관련기관간의 협의에 의하여 결정하고 그 결과에 따라 수립된 급수계획일정을 게시하거나 통보하여 전체 수혜자가 인지할 수 있도록 조치해야 한다.

다. 초기 관수량(灌水量)

(가) 초기 관수량은 직파재배의 경우에 적용되며, 직파방법은 담수직파방식과 건답직파방식으로 나누어 실시된다. 담수직파의 경우에는 이앙재배와 같은 방법으로 써레질용수를 공급하나, 건답직파방식에서는 써레질용수가 필요 없으므로 초기관수를 실시하게 된다. 이때 초기관수는 3 ~ 4엽기에 최초로 관수한 후 상시담수로 전환되는 기간 중에 수회 실시하게 된다. 초기 관수량은 지하수위가 낮고 투수계수가 큰 논에서는 크고 투수계수가 작은 층이 존재하거나 지하수위가 답면 가까이까지 올라와 있는 경우에는 양이 작아지므로, 초기관수량은 실측치 또는 유사지구에서의 조사치 등을 참고함과 동시에 토양조건과 지하수위 현황을 고려하여 결정되며, 대략 써레질 용수량의 60 ~ 80% 정도로 공급한다.

라. 본답기 용수량

(가) 본답기 용수량은 써레질 이후 낙수기까지의 벼재배에 필요한 용수량으로서 논이 항상 담수상태에 있다고 전제하고 포장단위용수량을 기초로 하여 산정하며, 계획감수심이 같은 구역별로 "계획감수심 × 관개면적"을 산출한 후 합산하여 결정한다. 보충급수계획은 간단 관개방식으로 용수를 절약하도록 노력해야 한다. 계속적인 담수관개는 토양중의 산소 부족으로 벼 뿌리가 약해지고 철분, 칼슘 및 마그네슘 등이 쟁기층 아래로 녹아내려 노후화답이 촉진되며 작물수량도 감소한다. 따라서 이앙 후 활착기까지는 담수심을 7 ~ 9㎝, 활착기 이후 완전 성숙기까지는 4 ~ 5일 간격으로 급수하여 유해물질의 발생과 토양환원을 억제함으로써 용수절약과 농산물 증수를 기하도록 간단관개를 실시하는 것이 바람직하다. 간단 관개가 가장 적합한 기간은 유수형성기부터 출수개화기와 성숙기까지이며 이 기간 중에는 등숙비율을 높여 벼 잎의 질소농도가 높고 뿌리가 건전해지도록 다량의 산소와 물을 필요로 한다.

마. 용탈용수량

(가) 용탈용수량(溶脫用水量, leaching requirement)은 토양의 염분 농도를 어느 일정한 값 이하로 유지하고 작물의 수확량 감소를 방지하기 위하여 근군역을 통해 침출시키는 최소용수량을 의미하며 제염용수량이라고 한다.

(나) 간척지와 같은 염해토양에서의 용수량은 작물의 생육을 위한 필요수량외에 제염을 위한 용탈용수량이 필요하게 된다. 초기 간척논의 토양은 염분농도가 높고 작물재배가 곤란하기 때문에 3 ~ 5년간의 제염이 필요하므로 이에 대한 용수공급이 이루어질 수 있도록 해야 한다.

② 계획수립시 유의사항

가. 수리단위별로 물 수요특성을 감안하여 용수수요를 예측하고 수리계통별로 집계하여 계획을 수립한다.

나. 논에서는 못자리, 써레질 용수, 생육기별 물사용, 중간 물빼기 등 생육단계별 용수량을 검토한다.

다. 밭에서는 작부체계에 의한 관개용수량을 예측한다.

라. 과수 등에서는 방제용수 등을 포함하여 용수수요를 예측한다.

마. 관개기간중의 기상상황과 수원의 용수확보를 예측하고 물수요와 비교 검토하여 용수계획을 수립한다.

바. 용수계획은 수리단위별로 농민대표를 포함하여 계획을 수립한다.

4.2.2.2 순간(旬間) 관리계획

(1) 관리조직을 중심으로 현재의 급수상황을 감안하여 다음 순기의 물 수요를 예측하여 순간 관리계획을 수립해야 한다.

(2) 순간관리 계획의 작성에 있어서는 작물의 생육상황, 급수상황, 기상 및 수원에 관한 정보가 중요하다. 이들 정보 및 농민들의 요청을 기초로 순간 관리계획을 수립하고 농민대표들에게도 이를 전달하여 용수관리에 대한 협조를 받도록 하여야 한다.

4.2.2.3 일일 관리계획

(1) 순간 관리계획에 의하여 나타난 예상 용수량을 최신의 정보에 의거 확인 수정하여 당일의 취수량, 분수량의 목표치를 설정해야 한다.

(2) 용수관리 업무는 용수관리계획에 따라 관수로를 감시 조작하는 것이지만 당일의 강우나 돌발상황에 대하여도 충분히 고려하면서 용수관리를 추진해야 한다.

4.2.3 관리조직

4.2.3.1 용수 관리조직

(1) 조직체계 : 농업용관수로의 물 관리는 물 관리제어시설에 의해서 주도적으로 관리되나 전체 급수구역을 총괄할 수는 없기 때문에 순시관리자 및 농민조직이 유기적으로 연계되어 관리하여야 한다. 관리조직은 다음의 원칙하에 조직되어야 한다.

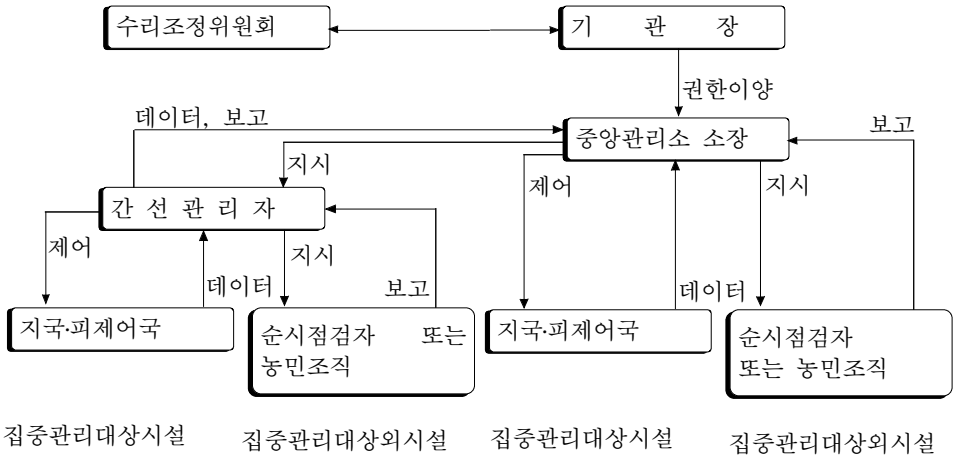
① 용수관리를 원활하게 운용하기 위하여 지휘명령계통의 확립과 함께 권한과 책임을 명확하게 해야 한다.

② 수리단위별로 주민대표를 선정하여 용수관리에 대한 의사결정에 참여케 하고, 관개기간중 용수관리에 협조토록 해야 한다.

③ 부분적으로 물 관리제어시설을 도입하는 경우 물 관리 대상 외의 시설로 농민조직 또는 순시점검자가 관측과 조작을 담당한다. 농민조직과의 연락체계를 긴밀히 유지해야 한다.

(2) 관리조직 : 용수 관리조직은 일반적으로 <그림 4.2-1>과 같으나 각 지구의 실정에 맞는 조직

체제를 정하여야 한다.



<그림 4.2-1> 관리조직도(예)

4.2.3.2 비상시 관리체제

(1) 비상상황 : 비상시 관리체제는 평상시의 근무체제로서는 해결할 수가 없고, 농민조직의 동원 또는 전문기술자의 힘을 빌려야 하는 관리로서 다음과 같은 경우이다.

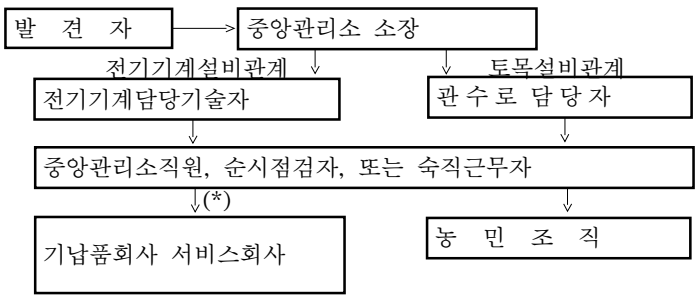
① 초기 충수작업

② 누수사고에 대한 대처

③ 수위 및 수압밸브 등 기기의 고장에 대한 대처

④ 펌프, 전기설비 및 물관리제어 기기의 점검 또는 수리

(2) 비상연락체제 : 비상시에 대비하여 비상연락체제를 구축하여야 한다. 비상시 관리조직의 업무분담, 정보의 연락체제, 소요시간 등에 대하여 기준을 정하여야 하며, 평상시에 교육훈련을 실시하는 방안도 검토 시행해야 한다. 비상시의 연락체제는 <그림 4.2-2>의 예와 같다.



(*) : 기기와 연관된 장애발생시 조사 등의 지원을 의뢰할 필요가 있는 경우

<그림 4.2-2> 긴급시의 연락체제(예)

4.2.4 물관리 제어시설(TM/TC)에 의한 용수관리

4.2.4.1 필요성과 기능

(1) 물관리 제어시설은 농업용 관수로의 기본이 되는 시설이다.

(2) 농업용수는 광범위한 지역에 용수를 공급하여야 하고, 다양한 영농형태와 기상상황에 따라 물 수요변화가 복잡하게 발생되므로 관수로의 유량조절이 빈번하게 발생된다. 농업용 관수로는 높은 수압에 따른 유황특성상 관수로내에 발생되는 수리현상이 단시간에 관수로 시스템을 통하여 전달되기 때문에 관수로의 과도현상 등에 대한 시설의 안정성이 확보될 수 있는 조작관리가 필요하다.

(3) 또한 관수로에는 어떠한 경우에도 공기가 유입되지 않도록 용수의 수요와 공급을 조정하여야 한다. 따라서 관수로의 유량을 즉시 파악하고 제어함으로써 관수로의 안정적 관리와 물 수급을 조절할 수 있는 물관리 제어시설이 필요하다.

4.2.4.2 물관리 제어시설의 시스템

(1) 물관리 제어시스템은 중앙관리소(본국), 현장관리소(지국), 현장시설의 센서 및 기기(분국), 이상의 시설사이를 전송회선에 의해서 구성하는 것이 일반적이다. 이러한 시스템의 운영은 소프트웨어프로그램에 의해서 유기적으로 연결시키고 운영되도록 하여야 한다.

4.2.4.3 감시 및 제어방법

(1) 감시제어대상시설은 댐 및 조절지, 양수장, 농업용 관수로의 중요 제수밸브 및 분수밸브이며, 감시제어는 시설별 특성에 따라 적절히 제어해야 한다.

① 댐(조절지) 취수시설

가. 개 요

(가) 댐에서 용수를 취수하는 취수시설은 수문 및 밸브로 구성되어 있다. 수문은 표면수 취수 또는 비상시 개폐와 이물질유입방지시설(스크린) 기능을 한다. 수위를 측정하여 취수수문을 선정 조작하고, 제수변에 의하여 유량을 조절한다.

나. 감시제어방식

(가) 취수문의 제어방식

취수문을 통하여 관개용수를 취수한다. 저수지 표면수를 취수하기 위하여 수위를 측정하고 수문의 개도 또는 적절한 수문을 선정 개폐한다. 감시제어는 감시만 시행, 수위설정 제어, 수동조작, 원격수동조작이 있다.

(나) 취수밸브

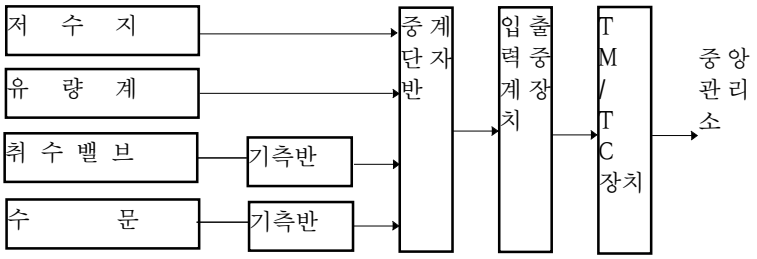
취수밸브의 제어방식은 수동조작 또는 설정유량제어로 한다.

다. 계측 및 감시제어 항목

(가) 감시제어항목은 저수위, 취수문 개도, 취수밸브의 개도 및 취수량 등이며 <표 10-1>과 같다.

라. 장치구성

(가) 댐(조절지)의 장치구성은 <그림 4.2-3>과 같다.



<그림 4.2-3> 댐(조절지)장치 구성도

② 양수장

가. 개 요

양수장은 취수원에서 펌프로 양수하여 토출수조에 송수하고 토출수조에서 관수로 또는 개수로와 연결하여 급수한다. 양수량은 양수기 대수 조절, 회전속도 조절 및 제수변의 개도에 의해 조절되며 설정프로그램에 의거 조작되어야 한다.

나. 제어방식

양수장의 제어는 관수로 형식에 따라 토출수조에 수위계 또는 압력계를 설치하고 수위 또는 압력을 관측하여 양수기의 제어목표치인 수위설정제어 또는 유량설정제어에 의해 제어한다. 제어목표는 시설의 규모, 제어빈도, 제어정밀도 등을 감안하여 설정한다. 일반적으로 반폐쇄식은 설정수위 및 유량제어방식, 폐쇄식은 설정압력 제어방식을 적용하고 있으며, 수동조작 원격제수밸브는 정해진 용수공급량에 따라 밸브의 개도를 제어한다.

다. 계측 및 감시제어 항목

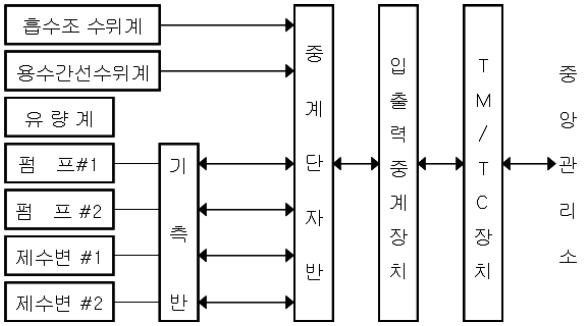
용수관리상 필요한 감시제어 항목은 흡수조수위, 토출유량용 제수밸브 개도 등이며 <표 4.2-1>과 같다.

<표 4.2-1> 계측·감시제어 항목(양수장)

항목 \ 종별		감 시	조작·제어방식		
			기 측	원 격	먼 거 리
흡수조수위	W1	이상상승 이상저하			
펌 프	P1 P2	운전·정지 고 장	수동조작	수 동 조 작 설정수위제어	수동조작 설정수위
급수조수위	W2	이상상승 이상저하			
송수 유량	Q1 Q2				
제수 밸브	Z1 Z2	전개·전폐 고 장	수동조작	수동조작	수동조작

라. 장치구성

양수장의 장치구성은 <그림 4.2-4>와 같다.



<그림 4.2-4> 양수장 장치도

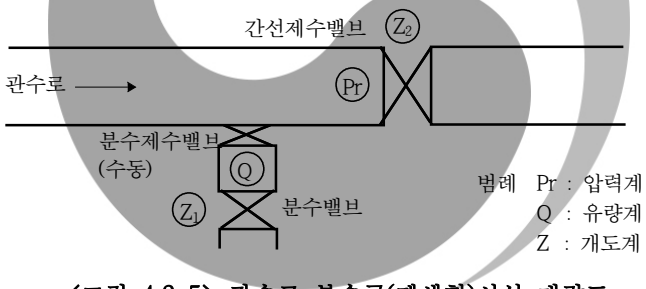
③ 밸 브

가. 개 요

(가) 밸브는 유량과 압력을 필요한 수준으로 유지하는 시설로서 개도에 의해 조절한다.

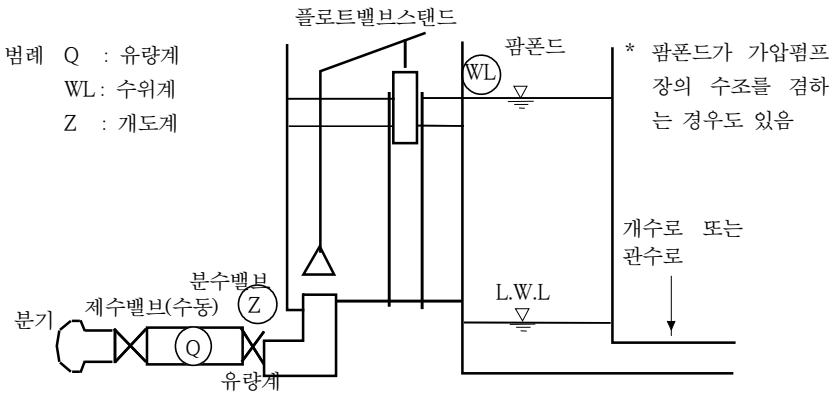
나. 시설개략도

(가) 폐쇄형 관수로



<그림 4.2-5> 관수로 분수공(폐쇄형)시설 개략도

(나) 반폐쇄형 관수로



<그림 4.2-6> 관수로 분수공(반폐쇄형) 시설 개략도

다. 제어방식

(가) 중앙관리소에서 감시만을 하는 경우와 원격수동조작 및 설정치제어 등에 의해 제어한다. 제어는 시설규모, 제어빈도, 제어정밀도에 따라 적절한 방식을 선정하며, 설정제어는 설정유량제어와 설정압력제어방식으로 한다.

라. 계측 및 감시제어 항목

(가) 분수유량은 용수의 적절한 관리상 필요한 항목으로서 계측방식은 유량계와 압력계를 설치하여 측정하며 <표 2.4-2> 및 <표 2.4-3>과 같다.

<표 4.2-2> 계측·감시제어 항목(반폐쇄형)

항목 \ 종별		감 시	조작·제어방식			비 고
			기 측	원 격	먼거리	
유 량	Q					
분수밸브	A	전 개 전 폐 고 장	수동조작		수동조작	
수조수위(팜폰드)	WL	HWL, LWL				전극식수위계

<표 4.2-3> 계측·감시제어 항목(폐쇄형)

항목 \ 종별		감 시	조작·제어방식			비 고
			기 측	원 격	먼거리	
분 수 유 량	Q					
분 수 밸 브	Z1	전개, 전폐 고장	수동조작		수동조작 설정제어	
관수로 수압	Pr					
간선제수밸브	Z1	전개, 전폐, 고장	수동조작		수동조작	

4.2.4.4 관리 프로그램(소프트웨어)

(1) 제어계획의 기본사항

감시제어의 결정에는 다음과 같은 기본사항에 유의해야 한다.

① 수동조작 이외의 제어를 도입하는 경우 예비책으로 수동조작도 변용하여 신뢰성 확보에 노력한다.

② 제어는 모든 것을 장치에 일임하는 것이 아니고 제어방식의 교체, 설정치의 변경 등 주요 조작사항에는 관리자가 개입한다.

③ 장치의 이상, 수리상의 이상 등이 감지되었을 때 수문, 밸브 등의 개도를 현상으로 유지하고 경보를 발생하여 관리자가 신속한 개입판단을 할 수 있도록 한다.

④ 정보처리계가 정지된 경우에도 정보전송계에 의한 필요 최소한의 감시제어가 가능하도록 한다.

(2) 프로그램의 종류와 기능

제어시설에 의해 수집된 계측정보는 데이터 처리장치를 통하여 수리수문 데이터의 계산처리, 데이터의 기억, 데이터의 표시 및 기록, 제어를 위한 계산처리(설정수위 및 유량제어), 경보처리 등을 위한 정보처리를 하여 관수로시스템이 관리되도록 활용되어야 한다. 이러한 조작관리를 위해서는 데이터처리장치가 소정의 기능을 발휘하도록 소프트웨어가 개발되어야 한다. 소프트웨어의 종류와 기능은 <표 2.4-4>와 같다.

<표 4.2-4> 소프트웨어의 종류와 기능

항 목	기 능
운영체제(OS)	각 응용프로그램에 공통으로 작동하는 부분을 표준 프로그램으로 작성한 것이다.
시스템제어	각 응용프로그램의 실행제어를 한다. (주기억장치 관리, 시간관리, 끼어들기 관리 등)
입출력 제어	각종 입출력장치의 제어를 한다.
시스템의 보호, 장애관리	주기억장치의 보호, 장치 전체의 장애관리를 한다.
사용자와의 대화	데이터 처리장치와 사용자와의 대화를 한다.

항 목	기 능
응용프로그램(AP)	응용프로그램은 각 관리대상의 프로세서를 제어하기 위한 프로그램으로 물관리 제어시스템에 이용되는 예로는 아래와 같은 것이 있다.
데이터수집 프로그램	데이터를 수집하여 입력하는 프로그램
계산처리 프로그램	데이터를 계산 처리하는 프로그램
경보처리 프로그램	수리, 수문 데이터를 상·하한 및 각 기기의 이상을 검출하여 경보처리를 하는 프로그램
인쇄처리 프로그램	각종 보고서를 작성하는 프로그램(일보, 월보, 조작 경보)
표시처리 프로그램	각종 표시장치에 데이터를 출력하는 프로그램
전송제어 프로그램	다른 시스템이나 장치간에 데이터를 교환하는 프로그램
온라인제어 프로그램	설정수위, 설정유량 등의 자동제어 프로그램
안내 프로그램	수문개도, 밸브개도, 송수량 등의 안내
각종 예측 프로그램	수요예측, 유출예측 등의 프로그램

(3) 프로그램의 개발

프로그램은 시설의 규모, 제어빈도, 제어의 정밀도 등을 감안하여 적절한 프로그램을 개발하여 운용하여야 한다. 프로그램은 <표 2.4-4>에 표시된 소프트웨어를 개발하여야 하며, 일반적으로 물 관리에 필요한 프로그램은 다음과 같다.

① 설정제어 프로그램 : 설정수위, 설정유량 등 용수 수요변화에 따른 용수공급 조절에 필요한 각종 프로그램 개발

② 용수로 프로그램 : 용수로시설제어를 위한 유량관리 프로그램 개발, 수로내 수리계산 프로그램 개발

③ 재해예방 프로그램 : 이상 진단에 의한 재해예방 프로그램 개발

④ 자료관리 프로그램 : 측정, 제어 및 계산자료의 수집, 편집, 저장프로그램 개발, 자료의 기간별 편집프로그램 개발

⑤ 필요수량 산정프로그램 : 관개지역 필요수량 산정프로그램 개발

⑥ 급수계획 프로그램 : 물 수급에 따른 급수계획 프로그램 개발

⑦ 관개 모의조작 프로그램 : 물 관리자의 의사결정 지원을 위한 프로그램 개발

⑧ 모형보정 프로그램 : 프로그램의 모의 발생치와 실측치의 비교에 의한 프로그램 변경

⑨ 유출프로그램 : 장단기 유출프로그램 개발

⑩ 수원공 프로그램 : 장단기 유출입량 예측에 의한 물수지 모형개발

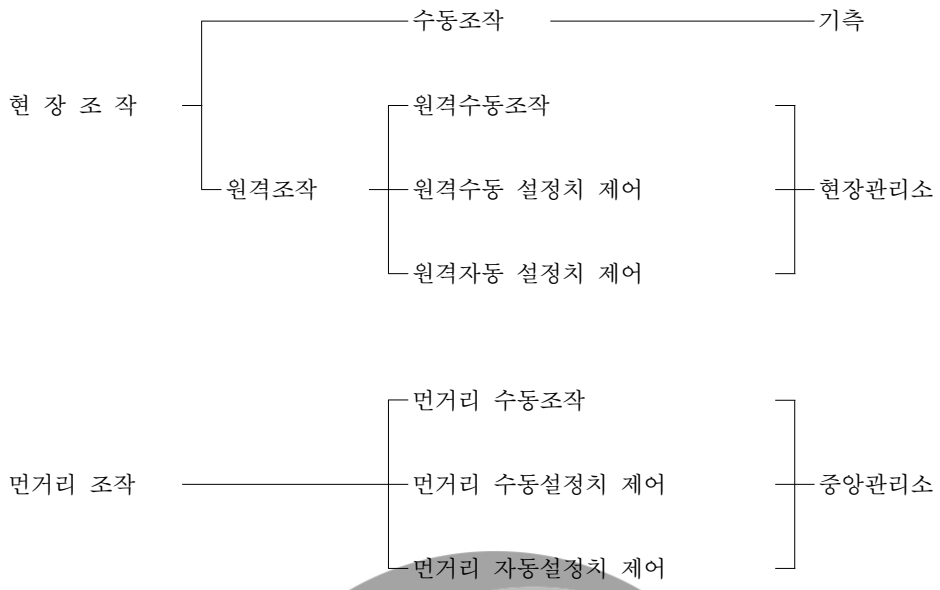
⑪ 관의 파손 및 누수감지 System 도입 물관리자동화 사업의 효율성 증대

⑫ 기타 프로그램 : 물 제어 및 관리에 필요한 기타 프로그램

4.2.4.5 조작관리

(1) 조작형태

관리제어시스템의 조작형태는 조작장소 및 수단에 따라 <그림 4.2-7>과 같이 분류된다.



<그림 4.2-7> 조작형태의 종류

(2) 조작내용

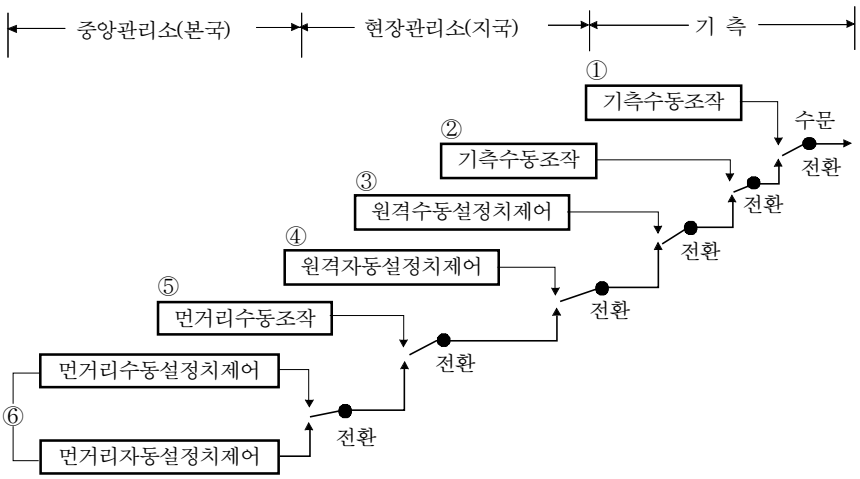
조작형태별 조작내용은 <표 4.2-5>와 같다.

<표 4.2-5> 조작형태별 조작내용

조작형태	조 작 내 용
기측 수동조작	○관리자가 기측반에서 조작 개폐기를 수동으로 조작하여 수문개도조정 등을 시행하는데 가장 기본적인 조작이다. ○이 조작은 다른 모든 조작에 비하여 우선적으로 행하며 다른 제어형태의 백업으로도 사용된다.
원격수동조작	○현장관리소의 조작반에서 기측과 동시에 조작을 행한다.
원격수동 설정치 제어	○현장관리소에 설치된 단기능의 제어장치로서 개도, 유량, 수위, 압력 등의 설정치(제어목표치)를 유지하도록 수문 등의 제어를 행한다.
원격자동 설정치 제어	○현장관리소에 설치된 정보처리장치에 의하여 각종 데이터로부터 제어 목표치를 자동으로 설정하여 수문 등을 제어한다.
먼거리 수동조작	○관리자가 중앙관리소에서 피관리소로부터 TM/TC 장치로 보내오는 개도, 유량, 수위, 압력, 기기상태 등을 감시하여 TM/TC 장치에 의한 조작개폐기를 조작하여, 수문의 개폐나 개도조정 등을 행한다.
먼거리 수동 설정치 제어	○관리자가 현장의 설정치, 제어장치에 수동으로 설정을 하고 TC 장치를 통하여 목표치를 전송한다.
먼거리 자동 설정치 제어	○중앙관리소의 정보처리장치가 각종 데이터를 처리하여, 목표치를 정하여 설정치 제어장치에 자동으로 설정한다. 예를 들면 용수계통 전체의 운용을 중앙관리소의 정보처리 장치가 파악하여 복수의 설정치 제어장치를 집중 관리하는 경우이다.

(3) 조작순서

제어시설의 조작위치는 기측, 원격, 먼거리 순이며 기측을 최우선으로 한다. 조작수단은 수동, 자동의 순이며 수동을 원칙으로 한다.



(주) 1. 숫자는 우선 순위
2. 여기에 기술한 원격 자동제어는 현장관리소에 조작원이 있을 경우이며, 이때 중앙관리소에서 먼거리 제어는 하지 않는다.

<그림 4.2-8> 조작형태 개념도

(4) 주요 제어시설의 조작방법(예)

① 수동식 밸브 제어

제어장치의 조작방법과 순서는 다음과 같다.

가. 각 분수점에서 유량을 계량 : 유량계로 계량

나. 중앙관리소에서 그 양을 감시 : 유량변환기, 수신회로, 변환기, 유량지시계

다. 지선블록내의 급수전개도가 조직용량을 넘는 경우

라. 중앙관리소에서 이를 검출 : 수신회로, 과유량 감시회로

마. 경보 : 벨 또는 버저

바. 동시에 설정유량을 넘는 밸브에 램프로 표시 : 과유량 표시

사. 또한 이 경보를 각 지선블록의 관리소에도 전송 : 벨 또는 버저

아. 경보를 받은 지선블록에서는 적당한 값이 될 때까지 급수전개도를 조절 : 지선블록 관리자가 물 사용자에게 연락하여 급수전을 조절

자. 그 결과 설정유량 범위 내로 들어오면 송수계속

차. 만일 경보로 지선블록내의 사용량을 규제할 수 없을 때는 중앙관리소에서 일정시간별로 경고 : 전용 및 일반전화 또는 전용무선으로 연락

카. 그래도 역시 수정할 수 없을 때에는 중앙관리소에서 분수점의 자동밸브를 설정유량까지 제어. 경우에 따라서는 송수를 정지하는 비상조치 : 선택조작 회로, 신호회로, 수신회로, 모타제어기

② 자동 밸브제어

가. 평상시

말단에서 자동제어의 기능을 모두 갖고 있으며, 중앙에는 대체로 유량만 감시하도록 한다.

나. 이상 상태시

어떤 사정으로 자동제어가 제대로 되지 않을 경우(이것은 중앙관리소의 유량 지시계나 경보로 알 수 있다). 이 경우 자동원격제어방법을 교체하고 중앙관리소에서 원격제어 한다.

(5) 조작시 유의사항

① 농업용 관수로 물 관리는 물관리제어시설에 따라 감시, 제어가 이루어지므로 관리자의 업무능력이 중요하다. 제어프로그램의 내용과 대처방안을 숙지하고 관수로의 상황을 면밀히 파악하여 안전관리를 하여야 한다. 관리직원에 대한 교육도 실시하여야 한다.

② 농업용 관수로 시스템의 밸브는 물의 차단이나 유량조절을 위한 핵심부대시설로서 조작에 유의하여야 한다. 수격작용이 일어나지 않도록 조작시간을 유지한다. 밸브를 전폐할때에는 반드시 하류의 밸브나 급수전 등이 닫혀 있는 것을 확인한 후 닫아야 한다.

③ 양수장의 수량을 조절하기 위하여 운전대수를 증감하거나 토출밸브를 개폐하는 경우에는 조작을 서서히 실시해서 관로 내의 급격한 압력변화를 주지 않도록 해야 한다.

4.2.5 스프링클러(Sprinkler)에 의한 용수관리

4.2.5.1 스프링클러의 종류와 특성

(1) 스프링클러는 밭관개에 많이 사용되며 시스템의 형태와 특성에 따라 여러 가지로 분류되어 기종이 다양하므로 조작시 주의하여야 한다.

(2) 스프링클러는 작동방식에 의하여 회전식과 비회전식이 있으며, 회전기구에 의하여 임팩트방식, 수차방식, 임펠러방식 및 젯트방식 등 4종류로 분류되고 회전식 스프링클러는 다시 전원식(全圓式)과 분원식(分圓式)으로 구분된다.

① 임팩트(impact)방식 : 노즐에서 분출되는 유수의 반동 충격력에 의하여 회전되며 가장 많이 사용되는 방식

② 수차(水車)방식 : 스프링클러 내부의 유수 속에서 수차를 회전시켜 분수하는 방식

③ 임펠러(impeller)방식 : 노즐에서 유수의 분수에 의하여 회전시키는 방법

④ 젯트(jet) 방식 : 스프링클러가 일정방향으로 정속회전하여 원상형으로 살포하는 관개방식

⑤ 전원방식: 스프링클러가 일정 방향으로 정속회전하여 원상형으로 살포하는 관개방식

⑥ 분원방식 : 스프링클러의 회전각도를 자유로이 조절하여 부채꼴 모양으로 살포하는 관개방식

(3) 위의 분류방식 외에 스프링클러를 부착하는 관로의 설치방식에 따라 인력이동방식, 매설정치방식, 지표정치방식 및 자주식(自走式)으로 나누어지며, 각 방식의 특성은 <표 2-6>에 기술되었으므로 관개계획수립시 대상작물, 영농조건, 포장의 지형조건 및 기상조건 등을 종합적으로 검토하여 시설특성에 맞는 시스템을 선정해야 한다.

<표 4.2-6> 포장내 관로 설치 방식

구 분	살 포 기 형 식		
	저압 살포기	중간압 살포기	고압 살포기
인력이동식	야채류 일부(다공관)	보통밭, 야채밭 (최하 10 ~ 20a의 작물 단지 조성필요)	보통밭, 목초지, 과수원(최하 50a 이상 작물단지 형성), 분뇨 관개용
매설정치식	고급 야채 등의 집산 단지	과수원 방제, 시비	시비
지표정치식	윤작체계를 재배하는 고급 야채 등	윤작체계중 관개빈도 높은 작물단지 10 ~ 20a 정도 형성	10a 이상 관개빈도가 높은 작물단지가 있는 경우, 시비
자 주 식		비교적 평탄지로 포장정비가 잘된 경우 목초밭	고도의 집단포장에서 정비가 잘되어 있는 경우

4.2.5.2 스프링클러 관개계획 수립

(1) 스프링클러 관개계획 수립시 다음과 같은 사항을 고려해야 한다.

① 관개대상작물, 사용목적, 기초침입도, 지형 및 토양특성을 고려하여 스프링클러 형식을 선정한다.

② 살포효율은 60%이상 되도록 스프링클러의 살포지관(지거관 및 간선관)의 간격 및 살수기의 간격을 결정한다.

③ 1회의 포장관개수량을 결정한다.

1회의 포장관개수량 = 1회 용수관개수량/적용효율(예 : 95%)

④ 선정된 스프링클러와 살포지관의 배치로부터 허용한계치 이내의 관개강도를 계산한다.

⑤ 1회의 실관개시간(포장관개수량/관개강도)을 결정한다.

⑥ 1회의 관개작업시간(실관개시간＋이동 또는 교체시간)을 결정한다. 1일 작업시간은 보통 16 ~ 20시간으로 하며, 자동화된 고정식의 경우 24시간 관개계획도 가능하다.

⑦ 개별 살포기의 용량을 결정한다.

⑧ 관개조직 전체의 필요 살포량(조직용량)을 결정한다.

⑨ 동일시간에 운전해야 할 스프링클러의 개수를 결정한다.

4.2.6 자료 및 조작기록 보존

4.2.6.1 데이터 및 조작기록

(1) 양수량, 용수공급량 및 조작 등 물 관리시설의 기록에 대한 사항은 관리규정으로 정하여야 하며, 규정에 따라 기록 보존해야 한다.

4.2.6.2 일보, 월보 및 연간 기록

(1) 정기기록 보존자료에 대해서는 관리규정에 정하여야 하며, 규정에 따라 급수실적 자료 등을 기록 보존하여 향후 유지관리 자료에 활용토록 해야 한다.

4.3 관수로 시설관리

4.3.1 관로

(1) 관수로 시설중 관로는 초기통수 조건, 관로의 유지관리, 관로의 점검사항 등을 고려해야 한다.

4.3.1.1 초기 통수

(1) 관수로 초기 통수시 먼저 준비사항을 점검한 후 통수, 누수조사를 실시해야 한다.

① 준비사항

가. 통수관로를 점검하기 위한 순회반을 편성한다.

나. 관리본부를 설치하고 총괄 지시한다.

다. 아래 기자재를 준비한다.

(가) 통신기구 : 휴대폰

(나) 계측기록기 : 카메라, 압력계, 회중전등

(다) 조작기구 : 맨홀개폐기구, 밸브조작핸들

라. 통수구간의 급수시설, 통기시설 등을 사전에 점검한다.

마. 초기통수시는 관로내, 급수공 및 저수조를 청소하고 배수공의 물이 깨끗해질 때까지 방류한다.

바. 제수밸브, 급수밸브의 개도와 유량의 관계를 파악한다.

사. 이상시를 대비하여 제수밸브, 급수밸브, 공기밸브의 위치가 표기된 배관도를 준비한다.

아. 관로 및 밸브의 사고를 대비하여 모델과 제조회사를 파악한다.

② 통수

가. 자동제어반의 작동요령에 따라 스위치를 작동한다.

나. 통수량은 최대유량의 1/5 ~ 1/10 범위내에서 충분한 시간을 갖고 송수하며, 이때 잔류공기가 배기되는 것을 확인한다.

다. 분수공에서 물이 분출되는 상황을 확인하면서 밸브를 조작한다.

라. 관리본부와 분수공 관리자가 긴밀히 연락하여 전원이 송수상황을 파악할 수 있도록 한다.

마. 통수관로에 이상이 발생하면 즉시 하류의 밸브를 개방하여 배수한다.

③ 누수조사

가. 통수 후에는 누수여부를 관측한다.

나. 공기밸브의 작동상태를 확인한다.

다. 제수밸브 및 급수밸브의 작동여부를 확인한다.

라. 관로의 압력저하 및 저수조의 수위 저하 상황을 점검한다.

4.3.2 관로 유지관리

(1) 관로의 유지관리는 일반사항, 유지관리용 자료 비치, 사고예방대책 등을 고려하여 원활하게 이루어지도록 해야 한다.

4.3.2.1 일반사항

(1) 관수로는 사고 또는 인위적으로 비워두는 경우 이외에는 만수상태를 유지해야하고, 송배수(送配水) 과정에서 관로에 공기가 유입되지 않도록 용수의 수요와 공급을 조절할 필요가 있다.

(2) 관수로에서의 수리현상은 개수로보다 전파속도가 짧고 광범위하므로 물관리방법 결정시 주의하여야 한다. 특히 대형 관수로시스템에서 수리단위가 다른 몇 개로 나누어질 경우에는 분수지점에서의 조정시설을 주의 깊게 조작하여 이상이 없도록 하여야 한다.

(3) 동파의 우려가 있을 때 급수를 해야 할 경우에는 제수변 보호통이나 지상의 노출부위가 동파되지 않도록 왕겨나 헌옷 등으로 보호하고 수시로 점검해야 한다.

(4) 관의 이음부 등이 동파되었을 때는 즉시 주관의 급수밸브를 닫아 계속 누수되지 않도록 해야 한다.

(5) 주관로의 파손으로 누수될 때는 상류의 제수문 차단 또는 양수장 가동을 중단하고 파손상태에 따라 보수 계획을 수립해야 한다.

(6) 관은 자연부식이나 전기부식 등에 의하여 훼손되기 쉬우므로 주의하여 점검해야 한다.

4.3.2.2 유지관리용 자료 비치

(1) 송수·급수관로는 연장이 길고 복잡하게 분기되어 있으므로 관리대장 및 배관도 등을 비치하여 효율적으로 관리할 수 있도록 해야 한다.

① 배관도는 설계시의 용수계통도를 근거로 하여 작성한다.

② 송·급수관의 관종, 관경 및 제반 밸브의 위치를 기록한다.

③ 관의 보수, 신설, 증설 및 철거 등의 내용과 일자를 기록한다.

④ 관로부근에 설치된 지상구조물을 기록한다.

⑤ 노선부근의 지하에 매설된 수도관 등 매설물을 기록한다.

⑥ 배관이 복잡한 개소는 부분 확대도면을 첨부한다.

⑦ 분기관, 분수공 등의 시설물 상세도를 첨부한다.

⑧ 유량계가 부착된 관수로는 일정기간마다 물사용량을 기록한다.

⑨ 관로 및 부대시설을 보수했을 때는 시공장면 등을 사진으로 찍어 관리대장에 첨부한다.

4.3.2.3 사고 예방대책

(1) 송·급수관로에 사고가 발생하여 급수가 불가능하게 되면 농작물에 피해를 초래하게 되므로 주의해야한다. 주요 사고원인은 중차량 통과, 관로주변에서의 타 공사, 관이음 불량이나 관체의 부식 또는 동결 등을 들 수 있다. 관로의 사고예방과 조기발견을 위하여 관로순찰을 실시하고, 지상누수, 관로의 함몰, 관로용지의 불법점거, 각종 밸브류 등을 점검하고, 만약 이상이 발견되면 즉시 적절한 조치를 취해야하며, 타 공사가 관로에 주는 영향을 감시하여 사고를 사전에 방지해야 한다.

(2) 관로가 매설된 지반위로 중차량이 통과하면 관체에 과대한 토압이 작용하여 관체 및 이음부 등을 손상하여 누수 등 사고를 유발하므로 중차량의 통행을 방지해야 한다. 또 관로가 매설된 장소에서 다른 공사가 시행되면 관체가 노출되어 사고를 유발할 수 있으므로 시공자와 사전에 협의하여 관체가 안전한 방법으로 시공되도록 해야 한다. 관체가 지반의 동결심도 상부에 매설되어 있는 경우 지반의 동결로 관체가 동파될 염려가 있으므로, 겨울에는 관로 말단의 배수밸브를 열어 미리 배수함으로써 관로의 동결을 예방해야 한다.

4.3.3 관로의 점검

(1) 관로의 점검은 노선, 계기류, 보수기자재 및 재료 준비 등으로 구분하여 체계적으로 실시해야 한다.

4.3.3.1 노선 점검

(1) 송·급수관로는 노선이 길고 부대구조물도 다양하며, 직접 눈으로 확인할 수 없는 부분이 많기 때문에 유지관리가 매우 어렵다. 따라서 관로의 효율적 관리를 위해서는 각종 도면, 관련서류 및 기록 등이 포함된 관리대장을 이용하여 관로 부대시설의 위치와 구조를 점검하여 사고발생시 신속하게 대처할 수 있도록 해야 한다.

4.3.3.2 계기류 점검

(1) 송·급수관로의 파열이나 누수 등 이상이 발생하면, 수압계의 수압이 저하되고 유량계의 유량이 증가되며 수위계의 수위가 저하되므로 관로에 부착된 계기들을 잘 관찰하여 이상이 있을 때는 펌프를 정지하고 제수밸브를 닫고 적절히 보수하여야 한다.

4.3.3.3 보수 기자재 및 재료 준비

(1) 사고 발생시 조기복구를 위하여 보수재료 및 공구 등을 준비하여 보관하고 비상연락망을 만들어 사고 발생시 신속히 대처할 수 있도록 하며, 사고 및 누수원인을 측정하기 위하여 다음과 같은 조치를 취해야 한다.

① 관로보수시 관로 전후로 약 50m정도의 노선배치도를 작성하여 사고위치를 표시한다.
② 사고발생시의 토양상태와 관로상태를 조사하여 기록한다.
③ 관종, 관경, 제작년도 및 사용년도 등을 기록한다.
④ 관로 보수시 보수하는 관의 전후로 관연결부의 이음간격을 측정 기록한다.
⑤ 누수부위 및 그 주변상황을 사진으로 촬영하여 보관한다.
⑥ 전문업체가 시공할 경우에는 업체명을 기록한다.

4.4 부대시설

4.4.1 제수 및 분수밸브

(1) 밸브는 유체의 통로를 개폐시켜 유량을 조절하는 장치로서 이음부 및 개폐장치의 마모에 의

하여 누수가 발생되지 않도록 관리해야 한다.

(2) 밸브의 관리 요령

① 철근콘크리트로 만들어진 밸브보호공의 균열, 침하, 누수, 보호공내 토사유입 또는 우수나 지하수의 침투상황 등을 점검하고 밸브실 주변 및 내부를 청소한다.

② 보호공의 상부 또는 주변의 물건, 진흙, 잡초 등을 제거하여 구조물의 소재지가 분명하게 보이도록 한다.

③ 제수밸브는 배관부의 동결에 의하여 밸브작동이 불안정하게 되는 경우가 있기 때문에 제수밸브 보호공을 방한재로 보호한다.

④ 제수밸브는 특수한 용도를 제외하고는 유량조절용 밸브로 사용하지 않는 것이 바람직하다. 제수밸브의 디스크는 흐름에 수직방향으로 흐름을 차단하거나 통과시키므로 반쯤 열어 사용하면 디스크의 배면에 와류가 발생하여 디스크에 진동과 침식을 일으킬 수 있으며 심하면 밸브가 파손되므로 주의해야 한다.

(3) 밸브의 조작 요령

① 밸브조작시는 완속으로 조작하여 수격작용을 방지해야 한다. 수격작용은 밸브급폐쇄시 발생되는 압력으로 심하면 관체파손이나 연결부 탈락 등 사고발생의 원인이 되므로 주의해야 한다.

② 밸브의 전개(全開) 또는 전폐(全閉)시는 개도계를 확인하여 과도한 개폐가 되지 않도록 조작속도를 조절해야 한다. 과도한 개폐는 밸브대 및 시트면의 손상, 기어 및 디스크의 파손 등을 일으키므로 특히 주의하여야 한다.

③ 밸브의 개폐시에는 회전방향을 사전에 확인한다.

④ 개폐시 동작이 갑자기 둔해지면 조작을 중지하고 2~3회 역조작을 반복한다.

(4) 밸브의 보수점검

① 밸브의 개폐시 갑자기 무거워지거나 힘이 드는 경우 또는 전폐해도 누수가 심하면 밸브에 손상이 있는 것이므로 분해하여 수리해야 한다.

② 밸브를 수리하기 위하여 본체를 분해할 때는 미리 표시를 하여 재조립시 착오가 없도록 주의해야 한다.

4.4.2 공기밸브

(1) 공기밸브는 관수로의 凸부에 설치하여 관내의 공기배제 또는 관내부로 공기를 흡입하기 위한 시설로서 유지관리시 하자가 발생하지 않도록 주의해야 한다.

(2) 공기밸브의 유지관리상 주의할 사항으로는 플로트와 원추상 시트에 흠집이 생기지 않도록 주의하며, 물을 채울 때는 플로트의 공기압에 의한 압착에 유의해야 한다. 또한, 밸브를 개폐하기 전에 회전방향을 확인하며, 한냉지 또는 동계에는 공기밸브의 뚜껑이 동파될 우려가 있으므로 대기와 접촉되지 않도록 방한재 등으로 보호한다.

4.4.3 배니(排泥)밸브

(1) 배니밸브는 관로의 낮은 부위에 설치하여 관로 매설 직후에 세정수를 배제하고 관로의 보수

나 관개기 경과 또는 유지관리상 관로내의 물을 배제하기 위하여 조작하는 밸브이다.

(2) 배니밸브는 관로의 낮은 부위에 설치되기 때문에 진흙 등 이물질이 집적되기 쉽다. 그러므로 관수로의 통수가 원활하지 않을 경우에는 점검구(이물질배출장치)을 열어 이물질 유무를 확인하고 관개가 완전히 끝나면 밸브를 열어 청소를 하여야 한다. 하류의 배수로 수면이 높으면 물이 역류할 수도 있으므로 개폐시에는 배수로의 수위를 미리 점검하여 필요시 적절한 조치를 취해야 한다.

4.4.4 밸브의 고장원인과 대책

(1) 관로는 밸브 고장으로 인해 피해가 발생하지 않도록 고장원인이 될 수 있는 것은 사전에 점검을 통해 대책을 수립해야 한다.

(2) 밸브의 고장원인과 대책은 다음과 같다.(<표 4.4-1~4>참조)

① 제수밸브는 기어의 청소 및 주유(그리스)를 적시에 한다.

② 그랜드패킹은 규격 및 품질이 적정한 것을 사용하고, 균일하게 패킹하며 패킹을 한 장씩 절단하여 절단면이 중복되지 않도록 삽입해야 한다.

③ 제수밸브의 개폐시 동작이 갑자기 둔해지거나 전폐하여도 누수가 심할 경우에는 밸브대의 손상, 디스크의 파손 또는 시트가 손상된 경우이므로 밸브를 분해하여 수리해야 한다.

④ 밸브를 분해할 때는 본체를 분해하기 전에 미리 표시를 하여 재조립할 때 착오가 없도록 주의해야 한다.

⑤ 분해수리 후 시트누수시험시에는 필요 이상의 고압을 부하하지 않도록 주의한다.

⑥ 버터플라이밸브 및 콘밸브의 보수점검은 제수밸브에 준한다.

⑦ 물을 채우기 전에 점검하여 토사가 쌓여있으면 내부를 청소한다.

⑧ 밸브실내의 물을 배수하고 밸브좌 또는 본체가 고착되지 않도록 주의한다.

⑨ 체크밸브는 정기적으로 분해, 점검, 청소를 실시하고 동작 중에는 소음과 진동에 주의하여야 한다.

<표 4.4-1> 체크밸브의 고장과 대책

고 장 내 용	고 장 원 인	대 책
시트에서의 누수, 디스크가 밸브대에서 이탈	세트볼트가 느슨함	세트볼트 조임
	키(key)가 변형됨	밸브대 교환
디스크의 작동불량	베어링부에 물찌꺼기 부착	베어링부 분해 청소
글랜드부에서의 누수	패킹의 마모	패킹 교환
	패킹의 조임 불량	패킹 조임
	패킹누르개의 조임 불균형	패킹누르개용 볼트를 균등하게 조임
	슬리브의 마모	슬리브 교환
완폐시 대시포트에서 오일 누설	개스킷의 열화	개스킷 교환
	개스킷의 조임불량	개스킷 조임
실린더의 작동불량	체크밸브의 밸브대가 비틀림	밸브대 교환

<표 4.4-2> 버터플라이 밸브의 고장과 대책

고 장 내 용	고 장 원 인	대 책
밸브의 개폐 불능	시트에 이물질이 끼어 있음	이물질 제거, 고무시트 교환, 디스크 보수
	감속기의 고장	분해 청소, 부품 교환
밸브의 조작토크가 비정상적으로 크다	베어링의 불량	베어링 교환
	설치시 밸브 개폐대의 중심 맞추기가 불완전함	중심 맞추기
	디스크가 내려가 있음	볼트로 조정
	시트면에 디스크가 깊이 박혀 있음	개도 조정
전폐 부근에서 조작력 이상으로 시트에서 물이 샌다	고무시트의 이탈	고무시트 교환
	이물질의 혼입	이물질 제거
개도계가 전폐를 나타내고 있는데 시트에서 물이 샌다	고무시트면의 손상	고무시트 교환
	개도계의 고장	개도계 조사
	디스크와 개도계의 지시가 일치하지 않음	재조정
소음, 진동	2차감속기 기어의 백러시 (back rush)	기어 교환
	캐비테이션 발생	캐비테이션이 발생하지 않는 개도에서 사용

<표 4.4-3> 공기밸브의 고장과 대책

고 장 내 용	고 장 원 인	대 책
공기구멍에서의 누수	공기구멍시트의 열화	교 환
	플로트에 물찌꺼기 부착	플로트 세척
	플로트의 손상	플로트 교환
관로에 충수시 배기가 잘 안됨	충수유량의 과다	충수유량을 줄임
	플로트가 큰 공기구멍 시트를 막고 있음	배기량을 적게함
관로의 배수시 흡기가 잘 안됨	플로트가 큰공기구멍 시트에 눌러 붙어 있음	분해 청소

<표 4.4-4> 제수밸브(슬루스밸브)의 고장과 대책

고 장 내 용	고 장 원 인	대 책
밸브의 개폐불능	시트에 이물질이 끼어 있음	이물질 제거
	밸브몸통의 가이드부, 디스크, 밸브대, 암나사의 마모,손상	부품 교환
밸브의 조작토크가 비정상적으로 큼	시트면, 밸브대 등에 이물질이 끼어있음	이물질 제거
	밸브가 너무 조여져 시트가 깊이 파이고 잘 열리지 않음	밸브의 개폐시 개도계를 참조하여 과도하게 죄지 말 것
	밸브개폐대의 중심 맞추기가 불완전함	중심을 맞춘다
	패킹누르개가 너무 조여짐	누수가 없을 정도로 조정
	사용압력차가 높음	규정압력차로 조작
	개도지시계가 오물로 막힘	개도지시계 청소
글랜드부에서의 누수	밸브대의 노출부에 토사 등이 붙어 밸브대에 손상이 생김	밸브대 교환
	패킹의 마모	패킹 교환
	패킹의 조임이 약함	패킹누르개를 더욱 조임
	패킹누르개의 조임 불균형	볼트너트를 균등하게 조임
개도계는 전폐를 나타내는데 시트에서 물이 샌다	시트의 마모 및 손상	시트교환 또는 재조합
	배관 등의 외력에 의하여 시트면이 어긋남	배관을 조사하여 무리한 외력제거
	개도계의 고장	개도계 조사
소음, 진동	캐비테이션 발생	캐비테이션이 발생하지 않는 개도에서 사용

4.4.5 밸브 보호시설

(1) 본체의 균열, 파손, 누수 등의 이상 유무와 철제뚜껑의 부식여부 및 덮여있는 상태를 점검하여 필요시 보수하고, 분수공 등 비교적 규모가 큰 밸브실은 울타리 또는 철책이 설치되어 있으므로 이들 외곽시설의 파손이나 부식여부도 점검하여 기능 및 미관 유지에 지장이 없도록 보수해야 한다.

4.4.6 유량계

(1) 유량계는 관수로 시설의 감시와 제어를 원활하게 수행하기 위한 기본이 되는 계측설비이므로 이상현상 발생시 그 원인 및 대책은 계측기기의 측정원리와 유지관리 지침서를 참조하여 수립토록 하고, 점검정비도 신중을 기해야 한다.

(2) 이상 원인과 대책

유량계의 이상 현상과 그 원인 및 대책은 <표 4.4-5>의 예를 참고하여 계측 기기의 측정 원리와 제작사의 유지관리지침서 등을 참고하여 유지 보수하여야 한다.

(3) 검출부 점검 및 정비요령

유량계는 관수로 시설의 감시와 제어를 원활하게 수행하기 위한 기본이 되는 계측설비이므로 점검정비에 대해서는 세심한 주의를 기울여야 한다. 유량계 검출부의 점검·정비는 주로 외관의 육안점검, 영점조정, 스팬조정 등이고, 검출부의 대상 기기별 점검부위의 점검·정비요령(예)은 <표 4.4-6>과 같다

<표 4.4-5> 유량계의 이상 원인과 대책

이상현상	원 인	확인 및 조치
지침이 ⊕측으로 치우친다	최대눈금 이상의 유량인 경우	3-WAY 밸브로 압력을 조절하여 확인함
	변환기의 고장	수리 또는 교환
지침이 ⊖측으로 치우친다	전원(휴즈)의 끊어짐	전원의 점검·수리 및 휴즈교환
	배선의 단선·단락	점검 및 수리
	변환기의 고장	수리 또는 교환
지시가 한쪽으로 치우치는 경향이다	기록계, 지시계에 오차가 있다	점검 및 수리
	변환기에 오차가 있다	점검 및 수리
	변환기의 부하가 허용치를 초과한다	부하 임피던스를 확인하고 허용치 이하로 한다.
지시가 휘청거림	댐핑 조절이 부적당	도압부의 밸브개도 점검·조절
	측정유체중에 기포 또는 이물질이 섞여 있다	공기를 빼고 맑은 물로 청소
	외래 노이즈	노이즈의 제거
	지시·기록계의 불량	점검·정비
유체를 정지시켜도 지시가 '0'이 되지 않는다.	배선의 이상	점검의 수리
	외래 노이즈	노이즈의 제거
	변환기의 고장	수리 또는 교환
	유체가 완전히 충만되지 않음(전자식)	충만시켜서 점검
	전극의 오염(전자식)	취급설명서에 따라서 청소
유체가 흘러도 지시가 '0'인 경우	전원휴즈의 끊어짐	전원선 점검·수리 및 휴즈의 교환
	배선의 단선·단락	점검 및 수리
	변환기의 고장	수리 또는 교환
	기록계 또는 지시계의 고장	수리 또는 교환
	여자코일의 단선(전자식)	수리 또는 교환

<표 4.4-6> 유량계의 점검·정비요령(예)

대상기기	점검부위	점검방법	표준점검주기	판정기준	취급주의사항	예비품
전자식	배선 접속부	눈으로 확인	1년	배선의 단선·단락이 없는것 단자부동 접속부의 느슨함, 부식 등이 없을 것	관내에 물이 없을 때는 여자전원을 끊는다.	
		결연저항 측정	1년	소정의 절연저항치(수백 kΩ ~ 수 kΩ)이상일 것		
	발신기	배관에서 떼어내고 치수를 계측	통상은 필요없음 (올바른계측을얻을 수 없을 때 실시)	라이닝면 손상, 도전성 부착물이 없을 것 전극에 부식, 절연성의 부착물이 없을 것		
		결연저항 측정	1년	소정의 절연저항값 이상일 것		
	변환기	눈으로 확인	1년	도장이 벗겨짐, 부식이 없고, 외함이 확실하게 막혀 있을 것		
		영점조정	1년	흐름이 정지했을 때 출력이 0%일 것		
		스팬조정	1년	최대눈금과 동등한 신호가 입력되었을 때 출력이 100%일 것		
		여류전류치 측정	1년	소정의 값일 것		
		교정	1년	소정의 정도이내일 것		
초음파식	배선 접속부	눈으로 확인	1년	배선의 단선·단락이 없을 것 단자부동 접속의 느슨함, 부식 등이 없을 것		
		결연저항 측정	1년	소정의 절연저항치(수백kΩ ~ 수kΩ)이상일 것		
	검출부	눈으로 확인	1년	PROBE가 올바르게 부착되어져 있을 것		
	변환부	눈으로 확인	1년	도장이 벗겨짐, 부식이 없고, 확실하게 막혀 있을 것		
		영점조정	1년	흐름이 정지했을 때 출력이 0%일 것		
		스팬조정	1년	최대눈금과 동등한 신호가 입력되었을 때 출력이 100%일 것		
		교정	1년	소정의 정도이내일 것		

4.4.7 물관리 제어시스템

4.4.7.1 점검의 구분

(1) 물관리 제어시스템 장치의 기능을 정상적으로 유지하는 데는 보수점검이 필요하므로 일상점검, 정기점검, 임시점검 등을 계획하여 실시해야 한다.

(2) 물관리 제어시스템 점검은 다음과 같이 구분할 수 있다.

① 일상점검 : 일일운전에 최소한 필요한 점검을 말한다.

② 정기점검 : 정기적으로 시설을 순회하면서 외부에서 이상유무를 조사하는 점검이나 장치를 정치상태로 하는 동작시험, 계측, 부품교환, 보수, 조정, 청소 등 손질을 하여 저하된 기능의 복원을 목적으로 하는 점검을 말한다. 점검주기는 점검항목에 따라 3개월, 6개월, 1년에 1

회 정도로 한다.

③ 임시점검 : 지진이나 천둥, 태풍 통과후 등에 임시로 실시하는 것으로 파손이나 손상, 탄 흔적의 유무 등에 대하여 점검하고 필요에 따라 정밀조사나 교환, 수리 등을 한다.

4.4.7.2 점검요령

(1) 물관리 제어시스템 장치의 점검은 장치마다 점검항목, 방법, 순서 등에 대한 요령을 정하여 실시해야 한다.

① 점검은 장치마다 점검항목, 방법, 순서 등의 요령을 정한다. 또한 정기점검에 대해서는 연간 공정을 작성하여 실시하는 것이 바람직하다.

② 구조, 기능에 관한 중요한 정비 기록은 시설의 기능, 차기 정비 및 교체사업 등에 필요한 것이며 영구 보존한다.

③ 일상 점검은 원칙적으로 조작자가 작업시 혹은 인계시에 해야 한다.

4.4.7.3 점검항목

(1) 장치별 일반적인 보수점검은 감시제어장치, 집중관리시설, 계측장치, 기타 장치 항목 등으로 나누어 실시해야 한다.

(2) 장치별 일반적인 보수점검 항목은 <표 4.4-7>과 같다.

<표 4.4-7> 보수 점검 항목(예)

항 목	세 부 항 목	일 상 점 검	정 기 점 검	임 시 점 검
1.감시 제어 장치	조작대 감시반(그래픽, 미니 그래픽) 경보표시판	외관, 내부, 표시계, 램프, 스위치, 밸브, 부저의 더러움이나 이상한 음·악취, 표시, 작동상태	도장, 손상, 작동, 부착상태, 전원부, 접지극의 측정, 배선, 연결구, 단자의 상태	외관의 부식, 발청, 변형, 파손상황, 케이블 피트의 더러움, 물웅덩이의 상황
2.집중 관리 시설	먼거리 감시 제어장치 정보처리장치 현장제어장치 전원설비	외관, 내부, 지시계, 램프, 스위치, 밸브, 부저의 더러움이나 이상한 음·악취, 표시, 작동상태, 프린터, CRT의 작동상태, 프린터 잉크, 용지, 전해액의 보급	도장, 손상, 작동, 부착상태, 전원부, 접지극, 입출력부의 계측, 제외회로, 릴레이, 경보의 작동상태, 절연저항의 측정, 배선, 콘넥터, 단자의 상태, 피뢰기의 점검	외관의 부식, 발청, 변형, 파손상황, 케이블 피트의 더러워짐, 물웅덩이의 상황, 피뢰기의 점검
3.계측 장치	계장장치 본체 수위계 유량계 기상관측기기 기타 기기	외관, 내부, 지시계, 램프, 스위치, 밸브, 부저의 더러움이나 이상한 음·악취, 표시, 작동상태, 기록지, 카트리지, 전지의 보급, 교환	도장, 손상, 작동, 부착상태, 전원부, 접지극, 입출력부의 계측, 측정정도의 확인, 기구부의 작동상태, 케이블, 콘넥터, 단자의 상태, 피뢰기의 점검	외관의 부식, 발청, 변형, 파손상황, 동작, 청소상태의 확인, 청소, 케이블피트의 더러워짐, 물웅덩이의 상황, 피뢰기의 점검
4. 그외 기타 장치	전송로 전화 M.C 방류정보	외관, 램프, 스위치의 더러워짐이나 표시, 작동상태	도장, 손상, 작동, 부착상태, 전원부, 접지극의 측정, 절연저항의 측정, 배선, 케이블, 콘넥터, 단자의 상태, 피뢰기의 점검	외관의 부식, 발청, 변형, 파손상황, 물웅덩이의 상황, 피뢰기의 점검

4.4.8 급수밸브

(1) 급수밸브는 지표에 노출되어 있기 때문에 동파의 우려가 있으므로 한냉지에서는 왕겨나 헌옷 등으로 피복하여 방한대책을 세우고 공내의 밸브나 유량계가 동파되지 않도록 조치해야 하며, 영농기에 농기계 통행으로 파손되지 않도록 주의해야 한다.

(2) 급수밸브의 조작시 유의할 사항은 다음과 같다.

① 사용수량이 부족한 경우 급수구역을 미리 분할하여 구역별로 순번을 정해놓고 관개일수와 시간을 정하여 물을 균등하게 배분할 수 있도록 밸브를 조작한다.

② 급수량은 관개시기별로 사용량을 정하여 전체 사용량 범위 내에서 사용토록 하며, 급수량은 제수밸브와 급수밸브 조작에 의하여 조절되므로 제수밸브의 개폐상태를 기록하고 이때의 분수공 출수상태를 확인하여 균등하게 관개되도록 한다.

4.4.9 재해 대책

(1) 태풍이나 장마 등으로 홍수가 예상될 경우에는 관로시설 및 설비를 사전에 점검하여 피해를 줄이도록 해야하며, 점검할 사항은 관수로의 파손, 연결관 이탈에 의한 누수, 건축물의 안전여부, 각종 시설기기의 기능점검, 전기시설의 안전여부를 정밀 조사하여 적절히 조치해야 한다.

(2) 재해시의 관로이상 및 대책 사항은 다음과 같다

① 송수관로의 파손은 펌프장 계기에 나타나므로 즉시 판단하여 펌프를 정지시킨다.

② 관로의 압력은 관로의 저항에 의한 동수경사선으로 나타나기 때문에 누수가 생겨 관로가 파손되면 파손부의 압력이 대폭 저하되어 쉽게 발견되므로 즉시 조치를 취한다.

③ 관로의 누수개소에서 물이 분출되면 토사가 유실되기 때문에 신속히 펌프를 정지한 후 보수해야 한다.

4.4.10 배수계획

(1) 관수로내의 물을 배제 시킬 때에는 안전시설 및 관리시설의 위치와 수압, 조작순서와 시간 등 설계조건을 충분히 고려하여 계획을 수립한 후 물 빼기를 하여야 한다.

(2) 고압관수로나 대구경관수로의 배수에 있어서는 기기의 조작순서, 방류장소 등의 대책이 철저하지 않으면 부대시설의 손상이나 2차 재해가 발생하여 관수로시스템의 기능에 지장을 초래하게 되므로 당초부터 신중히 검토해야 한다. 또한 배수시 하류하천 또는 수로에 피해가 없도록 대비해야 한다. 배수에 대해서는 사고 등의 비상시에도 대응할 수 있도록 미리 대책을 세워두어야 한다.

4.5 수질관리

4.5.1 환경정책기본법에 의한 수질기준

(1) 농업용수의 수질을 결정하는 요소는 용해물질(溶解物質)과 부유물질(浮遊物質)로 구성되며, 환경정책기본법에 규정된 수질 및 수생태계 환경기준 중 약간나쁨(IV급수)에 해당하는 수질

을 농업용수 수질기준으로 채택하고 있다.

(2) 관개용수 수질의 적합여부는 사람의 건강보호 기준 및 생활환경기준에 의거하여 판정하며, 또한 지하수의 경우에는 지하수법 및 지하수의 수질보전 등에 관한 규칙의 지하수의 수질기준에서 농업용수의 조건을 만족해야 한다. 현재 환경정책기본법에 의하여 적용되고 있는 하천과 호소의 생활환경기준과 지하수의 수질기준을 따른다.

4.5.2 농업용수 수질기준

(1) 현재 환경정책기본법에 의하여 적용되고 있는 하천과 호수의 농업용수 수질기준과 지하수의 수질보전 등에 관한 규칙 제11조에 의하여 적용되고 있는 <표 4.5-1>의 농업용수 수질기준을 따른다. 환경정책기본법에 의한 농업용수 수질기준은 하천수 및 호소수의 경우 약간 나쁨(Ⅳ급수)에 해당한다.

(2) 수질 및 수생태계 상태별 생물학적 특성을 보면 생물등급은 매우좋음~좋음부터 약간나쁨~매우나쁨까지 4개의 등급으로 분류하고 있으며 생물지표종은 저서생물과 어류로 구분하여 생물등급별 지표종을 선별하여 활용한다.

<표 4.5-1> 농업용수 수질기준

구분	수소이온농도 (pH)	생물화학적 산소요구량 (BOD) (㎎/L)	화학적산소요구량 (COD) (㎎/L)	부유물질량 (SS) (㎎/L)	용존산소량 (DO) (㎎/L)	총인 (T-P) (㎎/L)	총질소 (T-N) (㎎/L)	클로로필-a (Chl-a) (㎎/㎥)	질산성질소 (NO3-N)	염소이온 (Cl-)
하천	6.0 ~ 8.5	8 이하	9 이하	100이하	2.0 이상	0.3이하	-	-		
호소	6.0 ~ 8.5	-	8 이하	15이하	2.0 이상	0.10이하	1.0이하	35 이하		
지하수	6.0 ~ 8.5		8 이하						20이하	250이하
전수역 (㎎/L)	카드뮴(Cd) 0.005이하, 비소(As) 0.05이하, 납(Pb) 0.05이하, 6가크롬(Cr6+) 0.05이하 음이온계면활성제(ABS) 0.5이하, 사염화탄소 0.004이하, 1,2-디클로로에탄 0.03이하 테트라클로로에틸렌(PCE)0.04이하, 디클로로메탄 0.02이하, 벤젠 0.01이하, 클로로포름 0.08이하, 디에틸헥실프탈레이트(DEHP) 0.008이하, 안티몬 0.02이하 시안(CN), 수은(Hg), 유기인, 폴리크로리네이티드비페닐(PCB) - 검출되어서는 안됨									

<표 4.5-2> 수질 및 수생태계 상태별 생물학적 특성 이해표

생물등급	생물지표종		서식지 및 생물 특성
	저서(底棲)생물	어류	
매우좋음 ~ 좋음	옆새우, 가재, 뿔하루살이, 민하루살이, 강도래, 물날도래, 광택날도래, 띠무늬우묵날도래, 바수염날도래	산천어, 금강모치, 열목어, 버들치 등 서식	-물이 매우 맑으며, 유속은 빠름 -바닥은 주로 바위와 자갈로 구성 -부착조류가 매우 적음.
좋음 ~ 보통	다슬기, 넓적거머리, 강하루살이, 동양하루살이, 등줄하루살이, 등딱지하루살이, 물삿갓벌레, 큰줄날도래	쉬리, 갈겨니, 은어, 쏘가리 등 서식	-물이 맑으며, 유속은 약간 빠르거나 보통임. -바닥은 주로 자갈과 모래로 구성 -부착조류가 약간 있음.
보통 ~ 약간나쁨	물달팽이, 턱거머리, 물벌레, 밀잠자리	피라미, 끄리, 모래무지, 참붕어 등 서식	-물이 약간 혼탁하며, 유속은 약간 느린 편임. -바닥은 주로 잔자갈과 모래로 구성 -부착조류가 녹색을 띠며 많음.
약간나쁨 ~ 매우나쁨	왼돌이물달팽이, 실지렁이, 붉은깔다구, 나방파리, 꽃등에	붕어, 잉어, 미꾸라지, 메기 등 서식	-물이 매우 혼탁하며, 유속은 느림 -바닥은 주로 모래와 실트로 구성되며, 대체로 검은색을 띰. -부착조류가 갈색 혹은 회색을 띠며 매우 많음.

4.5.3 농업용수의 오염

(1) 일반적으로 관수로의 흐름은 수질오염이 우려되지 않으나 수원공에 유입되는 유량 또는 수원공에서 도수로나 간·지선수로를 통하여 관수로로 유입되기 전에 오염이 발생된다.

(2) 농업용수원의 주요 오염원은 다음과 같다.

① 생활하수 : 국민생활수준의 향상과 생활양식의 변화에 따라 생활하수량이 점차 증가되고 있으며, 특히 10월부터 다음해 2월까지 건기가 계속되어 하천유량이 적기 때문에 하천의 자정능력과 희석작용이 부족하므로 수질오염을 증가시키게 된다.

② 산업폐수 : 산업사회가 급속히 발전함에 따라 농촌지역의 공단에서 산업폐수 발생이 증가되고 있으며, 일반적으로 산업폐수는 중금속 등이 다량 함유되어 유역내 수질오염을 증가시키고 있다.

③ 축산폐수 : 자영농가의 소규모 축산뿐만 아니라 기업화축산 경영에 따른 폐수가 많이 발생되고 있으나, 아직도 폐수정화시설이 미흡하여 수질오염을 촉진하게 되므로 시설기준을 철저히 관리하여야 한다.

④ 농약·비료사용 : 농업생산량 증대를 도모하고 부족한 농업인력을 만회하기 위하여 농약 및 비료 투입량이 확대되므로 농업용 수질오염에 크게 영향을 주고 있다. 최근에는 농약과 비료의 사용량이 줄어드는 추세이나 비점오염원의 주요 원인이 되므로 지속적 관리가 필요하다.

⑤ 기타오염 : 근래 농민소득 향상으로 농촌지역에도 많은 위락시설이 조성되었고, 이곳에 몰려드는 행락객들이 무심코 버리는 음식찌꺼기나 비닐봉지, 빈병, 빈깡통 등 다량의 유해물질로 수질오염의 원인을 제공하고 있다.

4.5.4 수질조사

(1) 농업용수원 및 관개대상지역에 수질문제가 발생하면 독성유무, 오염발생원 장소 및 유독성물질의 농도와 형태 등을 규명하기 위하여 수질조사를 실시하고 개선대책을 강구해야 한다.

(2) 수질조사의 내용은 오염의 발생원인, 장소, 범위 및 발생량 등 수질오염원, 농작물에 피해를 주는 오염수중의 유독물질 농도 및 형태, 취수지점 또는 조절수조의 오염농도의 시간적(연간, 관개기간, 홍수시 및 평수시)변화 등을 조사하여 유량과 오염농도와의 관계를 분석해야 한다.

(3) 적은양의 오염수라도 수년간 계속 관개하면 일정량이 집적된 후 작물에 피해를 줄 수 있으므로 매년 농작물 수확 후 토양을 채취하여 유해물질의 집적도를 조사하고, 오염된 관개용수가 농작물에 미치는 피해정도를 예측하기 위하여 오염된 관개용수의 농도와 작물의 피해량 관계를 시험해야 한다. 유해물질의 형태에 따라서는 교반, 공기접촉(폭기시설 등), 여과, 희석 등 물리적 방법에 의한 수질개선 방법의 적용 여부도 검토하여야 한다.

4.5.5 수질오염 대책

(1) 일반적으로 물 오염은 인간생활 및 산업활동에 의하여 배출된 하수 또는 분뇨 등의 영향으로 생물학적, 물리화학적으로 변화되는 현상을 의미하지만, 경우에 따라서는 광천수의 배출 등 자연현상에 의해서도 오염되는 경우가 있다. 오염된 물을 관개용수로 공급하면 생산물의 품질저하는 물론 심한 경우에는 식품에도 악영향을 끼칠 수 있으므로, 적정수질을 유지할 수 있도록 오염된 수질도 개선하고 나빠질 우려가 있는 용수원은 지속적 관리를 통하여 청정한 농업용수를 공급할 수 있도록 대처하여야 한다.

(2) 농림수산식품부장관이나 농업생산기반시설관리자는 오염물질이 흘러들어 농어촌용수가 오염되어 영농과 농어촌 생활환경에 지장을 줄 우려가 있다고 인정되면 환경부장관이나 지방자치단체의 장에게 다음에서 규정하고 있는 명령과 조치 등을 하도록 요구할 수 있다.

① 수질 및 수생태계 보전에 관한 법률 제12조 및 제39조부터 제44조까지의 규정

② 하수도법 제25조제2항, 제33조, 제40조제1항 · 제2항 및 제41조제1항

③ 가축분뇨의 관리 및 이용에 관한 법률 제17조제4항 · 제5항 및 제25조제3항

④ 지하수법 제16조 및 제16조의3

(3)농림수산식품부장관은 다음의 어느 하나에 해당하는 농어촌용수 오염으로 영농과 농어촌 생활환경에 지장을 줄 것이 우려되면 농어촌용수의 수질개선 대책을 수립 · 시행할 수 있다.

① 저수지 및 담수호 등 호수와 늪의 수질오염

② 농경지에서 발생하거나 배출되는 오염물질로 인한 농어촌용수의 오염

③ 지하수법 제16조의2에 따른 지하수오염유발시설로 인한 농어촌용수의 오염

4.5.5.1 건설현장에서의 수질오염방지 대책

(1) 농업용수원을 오염시키는 주요 건설현장은 저수지, 수로터널 및 준설이나 매립공사에 따른 절토, 성토, 하천의 교량, 콘크리트혼합설비, 골재·석재 채취, 레미콘 제조현장 및 공사현장의

사무실이나 숙소 등으로부터 배출되는 오수는 주변여건을 고려하여 기존의 하수관거에 연결하거나 관로에 연결하여 배수하고, 부득이 한 경우에는 별도의 수집탱크를 설치하여 일시 저장 후 수거토록 해야 한다.

4.5.5.2 비점오염 저감시설

(1) 자연형 시설

① 저류시설 : 강우유출수를 저류(貯留)하여 침전 등에 의하여 비점오염물질을 줄이는 시설로 저류지 · 연못 등을 포함한다.

② 인공습지 : 침전, 여과, 흡착, 미생물 분해, 식생 식물에 의한 정화 등 자연상태의 습지가 보유하고 있는 정화능력을 인위적으로 향상시켜 비점오염물질을 줄이는 시설

③ 침투시설 : 강우유출수를 지하로 침투시켜 토양의 여과 · 흡착 작용에 따라 비점오염물질을 줄이는 시설로서 유공(有孔)포장, 침투조, 침투저류지, 침투도랑 등을 포함

④ 식생형 시설 : 토양의 여과 · 흡착 및 식물의 흡착(吸着)작용으로 비점오염물질을 줄임과 동시에, 동 · 식물 서식공간을 제공하면서 녹지경관으로 기능하는 시설로서 식생여과대와 식생수로 등을 포함한다.

(2) 장치형 시설

① 여과형 시설 : 강우유출수를 집수조 등에서 모은 후 모래 · 토양 등의 여과재(濾過材)를 통하여 걸러 비점오염물질을 줄이는 시설

② 와류(渦流)형 시설 : 중앙회전로의 움직임으로 와류가 형성되어 기름 · 그리스(grease) 등 부유성(浮游性) 물질은 상부로 부상시키고, 침전가능한 토사, 협잡물(挾雜物)은 하부로 침전 · 분리시켜 비점오염물질을 줄이는 시설

③ 스크린형 시설 : 망의 여과 · 분리 작용으로 비교적 큰 부유물이나 쓰레기 등을 제거하는 시설로서 주로 전(前) 처리에 사용하는 시설

④ 응집 · 침전 처리형 시설 : 응집제(應集劑)를 사용하여 비점오염물질을 응집한 후, 침강시설에서 고형물질을 침전 · 분리시키는 방법으로 부유물질을 제거하는 시설

⑤ 생물학적 처리형 시설 : 전처리시설에서 토사 및 협잡물 등을 제거한 후 미생물에 의하여 콜로이드(colloid)성, 용존성(溶存性) 유기물질을 제거하는 시설

(3) 기타

자연형 및 장치형시설과 같거나 그 이상의 저감효율을 갖는 시설로서 환경부장관이 인정하여 고시하는 시설도 포함한다.

4.5.5.3 수질오염 감시단 운영

(1) 농업용수원의 수질오염을 예방하고 오염된 용수원의 처리대책을 수립하기 위하여, 민관합동사무소를 중심으로 농업용수감시단을 설치하여 신고체제를 구축함으로써 용수원을 적절히 관리하여 안전영농을 기하여야 한다.

(2) 감시단의 기능

감시단은 농업용수원의 오염행위에 대한 감시 및 신고, 수질오염 방지대책 수립, 수질보전을

위한 대국민 계몽, 지역별 농업용수 오염예방을 위한 여론수렴 및 건의 등을 하여야 한다. 주요 감시지역은 용수원의 집수유역 및 수원공에 대한 오염배출시설, 마을 오폐수 유입, 양식장, 낙시터, 등산로, 산책로 및 산업시설 단지를 감시하여야 한다.

(3) 여기에서 중점 감시내용은 다음과 같다.

① 하천 및 호수의 수질감시(수질상태 이상유무 및 물고기 폐사 등)

② 환경기초시설의 정상운영 여부

③ 수원공 또는 경작지 배수로 인근 오폐수배출업소의 정화시설 가동상태

④ 차량세차 및 폐기물 무단투여 유무

⑤ 농약 등 독극물 사용에 의한 어패류 남획행위

⑥ 농약과다 사용 또는 농약 빈병 투기 등 행위

⑦ 각종 위락시설 및 음식점의 오폐수 처리 실태 확인

⑧ 행락객 계도 및 홍보

⑨ 기타 수원공과 그 유역, 경작지의 오염원 감시 순찰 등

(4) 수질오염 감시경보

(5) 수질오염 경보의 종류별 조치사항

(6) 감시활동 및 신고

① 활동시기 : 수시 또는 정기 (연중 12회 이상)

② 신고기간 : 시·군 환경관련과, 환경관리청

③ 신고방법 : 전화, e-mail, 서면, 우편 또는 구두로 신고

④ 신고내용 : 오염발생 일시, 장소, 발생자, 오염내용 등을 6하 원칙으로 신고

⑤ 기　타 : 필요한 경우 시료를 채취하여 수질검사 의뢰

집필위원	분야	성명	소속	직급
	관개배수	김선주	한국농공학회	교수
	농업환경	박종화	한국농공학회	교수
	토질공학	유 찬	한국농공학회	교수
	구조재료	박찬기	한국농공학회	교수
	수자원정보	권형중	한국농공학회	책임연구원

자문위원	분야	성명	소속
	농촌계획	손재권	전북대학교
	수자원공학	윤광식	전남대학교
	지역계획	김기성	강원대학교
	수자원공학	노재경	충남대학교
	농지공학	최경숙	경북대학교
	관개배수	최진용	서울대학교

건설기준위원회	분야	성명	소속
	총괄	한준희	농림축산식품부
	농업용댐	오수훈	한국농어촌공사
	농지관개	박재수	농림축산식품부
	농지배수	송창섭	충북대학교
	용배수로	정민철	한국농어촌공사
	농도	조재홍	한국농어촌공사 본사
	개간	백원진	전남대학교
	농지관개	이현우	경북대학교
	농지배수	남상운	충남대학교
	취입보	김선주	건국대학교
	양배수장	정상옥	경북대학교
	경지정리	유 찬	경상대학교
	농업용관수로	박태선	한국농어촌공사 본사
	농업용댐	손재권	전북대학교
	농지배수	김정호	다산컨설턴트
	농지보전	박종화	충북대학교
	농업용댐	김성준	건국대학교
	해면간척	박찬기	공주대학교
	농업수질및환경	이희억	한국농어촌공사 본사
	취입보	박진현	한국농어촌공사 본사

중앙건설기술심의위원회	성명	소속
	이태옥	평화엔지니어링
	성배경	건설교통신기술협회
	김영환	한국시설안전공단
	김영근	건화
	조의섭	동부엔지니어링
	김영숙	국민대학교
	이상덕	아주대학교

농림축산식품부	성명	소속	직책
	한준희	농업기반과	과장
	박재수	농업기반과	서기관

설계기준
KDS 67 25 90 : 2018

농업용 관수로 유지관리

2018년 04월 24일 발행

농림축산식품부

관련단체 한국농어촌공사
58217 전라남도 나주시 그린로 20(빛가람동 358) 한국농어촌공사
☎ 061-338-5114 E-mail : webmaster@ekr.or.kr
http://www.ekr.or.kr

(작성기관) 한국농공학회
06130 서울시 강남구 테헤란로 7길 22(역삼동 365-4) 과학기술회관 본관 205호
☎ 02-562-3627 E-mail : j6348h@hanmail.net
http://www.ksae.re.kr

국가건설기준센터
10223 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283(대화동)
☎ 031-910-0444 E-mail : kcsc@kict.re.kr
http://www.kcsc.re.kr

※ 이 책의 내용을 무단전재하거나 복제할 경우 저작권법의 규제를 받게 됩니다.

KDS 67 30 05 : 2018

양배수장 일반사항

2018년 04월 24일 제정
http://www.kcsc.re.kr

농림축산식품부



건설기준 코드 제·개정에 따른 경과 조치

이 코드는 발간 시점부터 이미 시행 중에 있는 설계용역이나 건설공사에 대하여 발주기관의 장이 필요하다고 인정하는 경우 종전에 적용하고 있는 기준을 그대로 사용할 수 있습니다.

건설기준 코드 제·개정 연혁

- 이 기준은 KDS 67 30 05 : 2018 으로 2018년 04월에 제정하였다.
- 이 기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 건설기준 간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.
- 이 기준의 제·개정 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요사항	제·개정 (년. 월)
농지개량사업 계획설계기준 양배수장편	• 농지개량사업 계획설계기준 양배수장편 제정	제정 (1984. 12)
농업생산기반정비사업 계획설계기준 양배수장편	• 농업생산기반정비사업 계획설계기준 양배수장편 개정	개정 (2005. 12)
KDS 67 30 05 : 2018	• 국토교통부 고시 제2013-640호의 “건설공사기준 코드체계” 전환에 따른 건설기준을 코드로 정비 • 건설기술진흥법 제44조 및 제44조의 2에 의거하여 중앙건설심의위원회 심의· 의결	제정 (2018. 04)

제 정 : 2018년 04월 24일 **개 정 : 년 월 일**

심 의 : 중앙건설기술심의위원회 **자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회**

소관부서 : 농림축산식품부 농업기반과

관련단체(작성기관) : 한국농어촌공사(한국농공학회)

목 차

1. 일반 사항 ····· 1

1.1 목적 ····· 1

1.2 적용 범위 ····· 1

1.3 참고 기준 ····· 2

1.4 용어의 정리 ····· 2

1.5 기호 정의 ····· 2

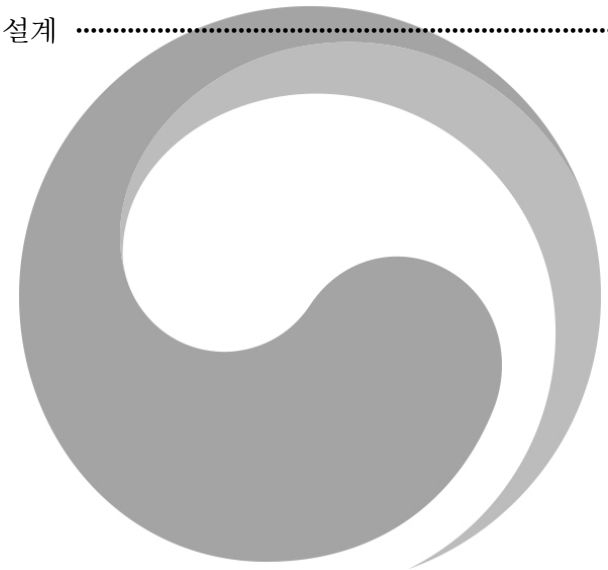
1.6 설계의 기준 ····· 2

1.7 관계 법령 ····· 2

2. 조사 및 계획 ····· 3

3. 재료 ····· 3

4. 설계 ····· 3



양배수장 일반사항

1. 일반사항

1.1 목적

(1) 이 기준은 농업생산기반 정비사업에서 신설 또는 개수하는 양배수장의 설계에 있어 준 수해야 할 일반적인 사항을 규정한 것이다.

1.2 적용범위

1.2.1 기준의 적용범위

(1) 이 기준은 용수공급 또는 배수개선을 목적으로 하는 펌프장에서 표준이 되는 펌프의 형 식 및 규모에 대하여 적용한다.

① 이 기준은 용수공급을 목적으로 하는 용수펌프장, 배수개선을 목적으로 하는 배수펌프장 및 용·배수개선 병용을 목적으로 하는 양배수장에 적용한다. 파이프라인계 수로에 대한 가압펌프장에서도 이 기준이 일부 적용되나 파이프라인의 기능특성에 관한 사항은 농업용 관수로 “KDS 67 25 00”을 참고한다.

② 이 기준에서 취급하는 펌프의 표준 형식 및 규모는 다음과 같다.

가. 펌프형식

(가) 원심력으로 유체를 움직이는 형식 (원심펌프)

(나) 추력(推力)으로 유체를 움직이는 형식 (축류펌프, 축류형 튜블러 (tubular)펌프)

(다) 원심력과 추력으로 유체를 움직이는 형식(사류펌프, 사류형 튜블러 펌프)

나. 펌프규모

<표 1.2.-1> 펌프의 규모

구 분	구 경 (mm)	배출량(㎥/min)	전양정(m)
고 양 정 펌 프	65~1,200	0.35~200	9~300
저 양 정 펌 프	600~2,800	30~1,150	1.5~9

1.2.2 양배수장 구성

(1) 이 기준에서는 펌프설비, 운전관리 설비와 이에 부수되는 연결수로 및 부대설비 등을 포함하는 시설을 총칭하여 양배수장 이라 한다.

(2) 양배수장의 구성은 접속하는 용·배수 계통, 설치위치의 지형 및 운전 관리방식에 따라 각 설비의 배치나 형식 등의 구성을 달리한다.

1.3 참고 기준

· 농지개량사업계획 설계기준, 1984 : 설계, 양배수장편

1.4 용어의 정의

· 내용 없음

1.5 기호 정의

· 내용 없음

1.6 설계의 기준

(1) 설계는 일련의 용배수계통에 있어서 양배수장이 필요로 하는 기능을 확보하고 안전하며 경제적 시설인 동시에 환경과의 조화를 고려하여 시행하는 것을 기본으로 한다.

1.7 관개법령

1.7.1 공공물에 관한 공사의 규제

(1) 하천법(1971년 1월 19일 법률 2292호)
(2) 도로법(1961년 12월 27일 법률 871호)
(3) 국토의 계획 및 이용에 관한 법률(2002년 2월 4일 법률 제6655호)
(4) 항만법(1967년 3월 30일 법률 1941호)
(5) 산림법(1980년 1월 4일 법률 3232호)
(6) 자연공원법(1980년 1월 4일 법률3243호)
(7) 문화재보호법(1962년 1월 10일 법률961호)
(8) 건축법(1962년 1월 20일 법률 984호)
(9) 전기사업법(1990년 1월 13일 법률4214호)

1.7.2 노동관계법규

(1) 근로기준법(1953년 5월 10일 법률 286호)
(2) 산업안전보건법(1981년 12월 31일 법률 3532호)

1.7.3 도로교통 관계법규

(1) 도로교통법(1984년 8월 4일 전문개정 3744호)

1.7.4 폭발 화재 등의 위해방지에 관한 법규

(1) 총포, 도검, 화약류 등 단속법(1991년 12월 14일 전문개정 4419호)
(2) 소방기본법(1981년 4월 4일 법률 3413호)

(3) 고압가스 안전관리법(1973년 2월 7일 법률 2494호)

1.7.5 환경관련법규

(1) 환경정책기본법(1990년 8월 1일 법률4257호)
(2) 환경, 교통, 재해 등에 관한 영향평가법(1999년 12월31일 법률6095호)
(3) 자연환경보전법(2004년 12월31일 법률7297호)
(4) 습지보전법(1999년 2월 8일 법률5866호)
(5) 소음 진동규제법(1990년 8월 1일 법률4259호)

2. 조사 및 계획

· 내용 없음

3. 재료

· 내용 없음

4. 설계

· 내용 없음

집필위원	분야	성명	소속	직급
	관개배수	김선주	한국농공학회	교수
	농업환경	박종화	한국농공학회	교수
	토질공학	유 찬	한국농공학회	교수
	구조재료	박찬기	한국농공학회	교수
	수자원정보	권형중	한국농공학회	책임연구원

자문위원	분야	성명	소속
	농촌계획	손재권	전북대학교
	수자원공학	윤광식	전남대학교
	지역계획	김기성	강원대학교
	수자원공학	노재경	충남대학교
	농지공학	최경숙	경북대학교
	관개배수	최진용	서울대학교

건설기준위원회	분야	성명	소속
	총괄	한준희	농림축산식품부
	농업용댐	오수훈	한국농어촌공사
	농지관개	박재수	농림축산식품부
	농지배수	송창섭	충북대학교
	용배수로	정민철	한국농어촌공사
	농도	조재홍	한국농어촌공사 본사
	개간	백원진	전남대학교
	농지관개	이현우	경북대학교
	농지배수	남상운	충남대학교
	취입보	김선주	건국대학교
	양배수장	정상옥	경북대학교
	경지정리	유 찬	경상대학교
	농업용관수로	박태선	한국농어촌공사 본사
	농업용댐	손재권	전북대학교
	농지배수	김정호	다산컨설턴트
	농지보전	박종화	충북대학교
	농업용댐	김성준	건국대학교
	해면간척	박찬기	공주대학교
	농업수질및환경	이희억	한국농어촌공사 본사
	취입보	박진현	한국농어촌공사 본사

중앙건설기술심의위원회	성명	소속
	이태옥	평화엔지니어링
	성배경	건설교통신기술협회
	김영환	한국시설안전공단
	김영근	건화
	조의섭	동부엔지니어링
	김영숙	국민대학교
	이상덕	아주대학교

농림축산식품부	성명	소속	직책
	한준희	농업기반과	과장
	박재수	농업기반과	서기관

설계기준
KDS 67 30 05 : 2018

양배수장 일반사항

2018년 04월 24일 발행

농림축산식품부

관련단체 한국농어촌공사
58217 전라남도 나주시 그린로 20(빛가람동 358) 한국농어촌공사
☎ 061-338-5114 E-mail : webmaster@ekr.or.kr
http://www.ekr.or.kr

(작성기관) 한국농공학회
06130 서울시 강남구 테헤란로 7길 22(역삼동 365-4) 과학기술회관 본관 205호
☎ 02-562-3627 E-mail : j6348h@hanmail.net
http://www.ksae.re.kr

국가건설기준센터
10223 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283(대화동)
☎ 031-910-0444 E-mail : kcsc@kict.re.kr
http://www.kcsc.re.kr

※ 이 책의 내용을 무단전재하거나 복제할 경우 저작권법의 규제를 받게 됩니다.

KDS 67 30 15 : 2018

양배수장 조사

2018년 04월 24일 제정
http://www.kcsc.re.kr

농림축산식품부



건설기준 코드 제·개정에 따른 경과 조치

이 코드는 발간 시점부터 이미 시행 중에 있는 설계용역이나 건설공사에 대하여 발주기관의 장이 필요하다고 인정하는 경우 종전에 적용하고 있는 기준을 그대로 사용할 수 있습니다.

건설기준 코드 제·개정 연혁

- 이 기준은 KDS 67 30 15 : 2018 으로 2018년 04월에 제정하였다.
- 이 기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 건설기준 간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.
- 이 기준의 제·개정 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요사항	제·개정 (년. 월)
농지개량사업 계획설계기준 양배수장편	• 농지개량사업 계획설계기준 양배수장편 제정	제정 (1984. 12)
농업생산기반정비사업 계획설계기준 양배수장편	• 농업생산기반정비사업 계획설계기준 양배수장편 개정	개정 (2005. 12)
KDS 67 30 15 : 2018	• 국토교통부 고시 제2013-640호의 “건설공사기준 코드체계” 전환에 따른 건설기준을 코드로 정비 • 건설기술진흥법 제44조 및 제44조의 2에 의거하여 중앙건설심의위원회 심의· 의결	제정 (2018. 04)

제 정 : 2018년 04월 24일 **개 정 : 년 월 일**

심 의 : 중앙건설기술심의위원회 **자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회**

소관부서 : 농림축산식품부 농업기반과

관련단체(작성기관) : 한국농어촌공사(한국농공학회)

목 차

1. 일반 사항 ····· 1

1.1 목적 ····· 1

1.2 적용 범위 ····· 1

1.3 참고 기준 ····· 1

1.4 용어의 정리 ····· 1

1.5 기호 정의 ····· 1

2. 조사 및 계획 ····· 1

2.1 조사계획 ····· 1

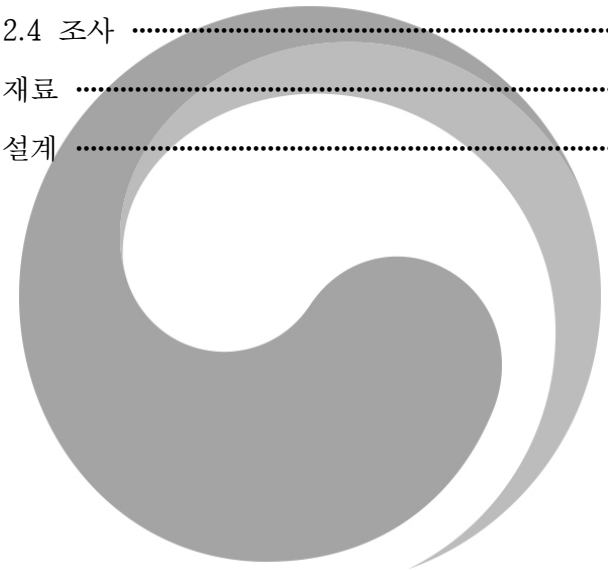
2.2 조사단계 ····· 2

2.3 조사항목 ····· 2

2.4 조사 ····· 3

3. 재료 ····· 8

4. 설계 ····· 8



양배수장 조사

1. 일반 사항

1.1 목적

· 내용 없음

1.2 적용범위

· 내용 없음

1.3 참고기준

· 농지개량사업계획 설계기준, 1984 : 설계, 양배수장편

1.4 용어의 정리

· 내용 없음

1.5 기호 정의

· 내용 없음

2. 조사 및 계획

2.1 조사계획

(1) 조사에서는 양배수장의 설계 및 시공의 기초 자료를 얻기 위하여 양배수장 건설에 따른 필요사항에 대하여 적절한 순서와 방법의 의한 조사 계획을 세워야 한다.

(2) 양배수장의 위치선정, 설계기초수치, 시공조건 등의 기초자료를 얻기 위하여 펌프건설 단계별 조사목적을 기초로 각 단계별 설계 작업에 필요한 조사 사항을 적절한 순서와 기법에 따라 계획을 수립하고 이를 바탕으로 조사한다.

(3) 조사대상이나 방법에서는 ① 넓은 범위의 조사로부터 좁은 범위의 조사로, ② 전체경향을 알 수 있는 조사로부터 특정사항을 알 수 있는 조사로, ③ 정도가 낮은 조사에서 정도가 높은 조사에 이르기까지 기본적인 사항을 염두에 두고 조사함과 동시에 각 단계에서의 조사결과로부터 얻는 조사 자료가 상호 보완될 수 있도록 배려해야 한다.

2.2 조사단계

(1) 양배수장 건설은 ① 조사·계획, ② 전체 실시설계, ③ 실시(시공), ④ 관리단계를 거쳐서 이루어진다. 따라서 조사에 있어서도 이 단계에 호응하여 시행하게 되므로 각 단계에서 필요로 하는 조사사항, 조사범위, 조사방침, 조사 정도 등은 달라진다.

(2) 조사단계는 편의상 다음과 같이 구분한다.

① 계획조사: 양배수장 계획에 대한 기본적인 조건을 명확히 하는 일에 중점을 둔다.

② 전체 설계조사: 구조물의 기본적인 설계·시공 및 개략공사비 검토에 필요한 조건을 명확히 한다.

③ 공사실시조사: 기본적인 설계를 기본으로 하여 세부설계공사비 산정 및 시공계획 입 안 등에 필요한 자료를 수집한다.

④ 보완조사: 설계 및 시공에 있어 추가로 필요한 사항이나 시공 중 필요한 사항에 대한 자료를 수집하기 위한 조사 또는 적절한 시공방법의 결정이나 설계변경에 대하여 충분한 대응책을 마련하기 위한 조사이다. 이와 같이 조사 설계를 입안함에 있어서 각 단계에 대한 조사의 목적을 기초로 하여 다시 각 단계에서의 작업항목을 바탕으로 조사내용, 방법 등을 결정하고, 각 단계 조사결과로부터 얻은 조사 자료가 상호 보완될 수 있도록 하는 것이 특히 필요하다.

2.3 조사항목

(1) 양배수장 건설에 필요하다고 생각되는 조사사항을 설정하여 적절한 순서와 방법에 따라 조사한다. 각 조사단계 및 조사사항에 관하여 고려해야 할 항목을 들면 다음과 같다. 이 가운데 당해 양배수장 건설에 필요하다고 생각되는 사항을 선택하여 합리적이고 효율적인 조사를 실시한다.

2.3.1 설계에 관한 조사항목

(1) 하천계획 등의 지역개발계획
(2) 토지이용상황 및 토지이용계획
(3) 하천유역의 실태
(4) 지역 내의 용배수 상황 조사
(5) 기상, 수문, 해상 (강우, 유출, 하천유량, 조위)
(6) 하천 등의 상황 (하상 상황, 티끌, 수질 기타)
(7) 지형조사
(8) 지반조사

2.3.2 시공에 관한 조사항목

(1) 기상, 수문, 해상조사 (강우, 유출, 하천유량, 조위)
(2) 동력원 조사
(3) 공사시공에 관한 조사

2.3.3 기타 조사

(1) 배의 통행 조사
(2) 보상조사
(3) 유지관리 조사
(4) 환경조사 (생활환경, 자연환경)

2.4 조사

2.4.1 기상, 수문, 해상조사

2.4.1.1 기상

(1) 계획대상지역에 관계되는 기상관측소의 기록을 10개소 이상 수집하여 지역의 기상상황을 파악하여 계획 및 설계에 유용하게 쓰이도록 한다.
① 용수계획에 사용되는 기상자료의 정리사항
가. 우기, 동기 및 연간 평균 강우량, 기온, 평균 강우일수, 최대연속 한발일수, 강우기간, 무상기간, 최다풍향, 풍력 등
② 배수계획에 사용되는 기상자료의 정리사항
나. ①항에서 제시하는 사항 외에 최대 일우량, 4시간 최대우량, 최대 시우량, 최대 2일 연속우량, 최대 3일 연속우량 등

2.4.1.2 수문

(1) 유량 : 하천, 호소의 유량 관측기록에서 설계, 시공, 관리에 필요한 유량을 구한다. 당해지점에 기록이 없을 때에는 인근 관측기록으로부터 추정한다. 관측사항으로서 홍수량, 고수량, 풍수량, 연평균유량, 평수량, 저수량, 갈수량과 같은 자료가 필요하다.
(2) 수위 : 용수계획에서는 취수하천 또는 호소에서 한 관개기 이상 계속하여 관측하고 또한 배수계획에서는 외수위 즉, 배수 본천의 고수위 및 계속시간이 가장 중요한 요소가 되므로 장기간에 걸친 최신 자료를 수집할 수 있도록 해야 한다. 특히 배수 본천이 하천인 경우에는 하천개수상황, 하상 변화 및 하천 상류의 치산, 치수 혹은 지표 변동 등에 따라 수위 및 유량에 변화를 초래하게 되므로 새로 관측시설을 마련하는 것이 바람직하다.
(3) 이상홍수시의 펌프침수대책 등의 검토를 위하여 계획지구내의 내수위는 과거의 홍수흔적, 고문서, 노인의 증언기록 등 기왕의 최대급 홍수 시 자료나, 기상 지형 등 조건이 유사한 지방의 홍수기록 자료도 함께 조사해 두는 것도 중요하다.
(4) 외수위에 관한 관측사항으로는 홍수위, 고수위, 풍수위, 연 평균수위, 평수위, 저수위, 갈수위 등 자료가 필요하다.

2.4.1.3 해상

(1) 배수계획에 필요한 기왕최고조위, 평균조위, 기왕최저조위, 대조·소조의 간만 조위 등 해면조

위변동에 대하여 조사한다.

2.4.2 하천・호소・해빈의 상황조사

(1) 양배수장 계획지점의 하천·호소·해빈의 상황 등은 쓰레기, 수질 등 관측과 자료수집에 의하여 조사한다.

2.4.2.1 하상의 상황

(1) 하상의 상황 조사는 주로 하상형상 (평면도 및 종단면도)에 대해서 한다. 취입구의 턱 높이를 결정할 때나 접속 도수로를 설계할 때에는 하상의 장래 상승 혹은 저하 등 변화를 조사한다. 이를 위해서는 현재 하상이 평형상태로 있는가, 저하 또는 상승하고 있는가를 조사한다.

(2) 기존자료를 입수할 수 없을 때에는 청취 등으로 조사하여 하상변동 상황을 파악해야 한다. 해빈 상에 설치하는 양배수장은 배출수 측의 방수로 배출구가 표사나 비사에 의해서 폐쇄될 염려가 있으므로 해빈의 변동 상황 등을 파악한다.

2.4.2.2 쓰레기

(1) 쓰레기가 양배수장으로 대량 유입하였을 경우에는 펌프기능에 지장을 초래할 염려가 있으므로 미리 인근 유사지역의 쓰레기의 집적 체류량과 쓰레기의 질 등에 대한 실태를 조사한다.

(2) 양배수장에 유입한 쓰레기로 인한 주요 문제점은 다음과 같다.

① 스크린에 집적하여 체류된 쓰레기로 인한 수두손실

② 스크린에 집적하여 체류된 쓰레기 제거 및 처리를 위한 경제손실

③ ①항의 경우는 스크린전면에 집적하여 체류된 쓰레기를 제거함으로써 방지 할 수 있으나 ②항의 문제는 불가피하다. ②의 문제 중 쓰레기 제거는 직접인력으로 제거하는 경우와 기계 (자동 제진기 등)로 제거하는 경우가 있다.

④ 또한 처리는 최근 쓰레기에 대한 유해의식이 크므로 제거된 쓰레기는 매립지에 버리거나 소각을 하는 등 관계법규에 따라 처리해야 한다.

2.4.2.3 수질

(1) 수질에 따라 펌프본체가 크게 마모·부식을 받는 경우가 있다. 이와 같은 경우는 수질에 대한 내마모성·내식성이 강한 금속을 펌프본체의 재료로서 선정해야 한다. 마모는 유수중의 토사 기타 부유물질에 의하여 날개(vane)의 표면이 상하게 되므로 수질조사에 있어서는 유수중의 토사, 기타 부유물질의 유무·양 등에 대한 조사를 하여 그 경향에 대하여 고려한다.

(2) 부식은 금속이 액체와 접해 있을 때 펌프의 동체나 임펠러 표면이 화학적으로 변질하여 해를 입는 것을 말한다. 수질에 의한 부식은 그 요인에 의하여 다음과 같이 분류된다.

① 금속과 액체와의 사이에는 화학적 친화력에 의하여 직접적으로 반응하여 금속화합물을 만들 경우 (산, 알칼리에 의한 금속의 용해)

② 액체중의 용해기체(산소, 질소, 탄산가스 등)가 과포화상태에 있을 경우, 따라서 수질조사

의 대상이 되는 요소는 다음과 같다.

가. pH : (수소이온농도): 수용액중의 수소이온농도(H^+)의 역수의 대수를 pH라 한다. 하천수의 pH는 일반적으로 5.5~7.5의 범위인 것이 많다. 이 범위를 벗어나면 화산, 온천, 광산 또는 인위적 오염에 의한 것이라 생각 할 수 있다. pH의 측정은 채수직 후에 유리전극 pH미터, 비색관법 등을 사용한다.

나. 염분농도: 물에 용해되어 있는 염분농도를 말하며 용해성 증발 잔류물의 농도와 거의 대응한다. 용해성분 중 특히 염소이온은 부식에 영향을 끼쳐 유해하다. 해수에서 염화나트륨농도가 특히 높은 경우에는 전도도와 염분농도는 서로 대응하므로 전기전도도계(EC미터)로 전도도를 측정함으로써 염분농도를 신속하게 계측할 수 있다.

다. 용해기체: 용해기체라 함은 물에 용해되어 있는 기체를 말하며 일반적으로 산소, 질소, 탄산가스 등이다. 보통 물에 용해된 기체량은 약2%이고 이것을 상회하면 과포화상태가 된다. 물은 1기압 진공상태의 경우는 수두가 10.33m 상승함에 반하여 과포화상태가 되면 4~7m정도 밖에 상승되지 않으므로 이미 압력수두가 손실된 상태로 되어 공동 현상이 발생되기 쉽게 된다. 따라서 이로 인한 부식이 촉진되므로 물의 용해기체의 조사도 검토해야 한다. 수질로 인한 부식과는 별도로 금속이 그보다 전위가 높은 다른 금속과 전기적으로 연결되어 전류를 발생시킴으로서 일어나는 부식도 고려할 필요가 있다.

2.4.3 지형조사

(1) 양배수장 계획지점 및 계획대상지역의 지형은 자료수집, 측량 등에 의하여 조사한다.

2.4.3.1 수집자료

(1) 현지에서 조사 및 측량을 실시할 때는 다음과 같은 계획예정지점 주변의 관계지형도 등을 수집해 놓고 조사계획의 입안이나 개략설계에 이용한다.

① 지형도(국립지리정보원) : 1/5,000, 1/25,000(기본도), 1/50,000

② 항공사진 : 1/15,000(산림청) 1/10,000~1/40,000(국립지리정보원, 농업 기반공사)

③ 지질도(한국지질자원연구원) : 1/ 50,000~1/250,000

④ 토지이용계획도 및 토지이용 현황도(건설교통부) : 1/ 25,000

⑤ 학술논문, 조사기록, 공사기록, 재해기록

⑥ 하천개수계획도 등 : 하천관리자가 공사실시기본계획, 하천개수계획을 책정하기 위해서는 작성한 측량성과도도 수집해두면 좋다.

2.4.3.2 측량 등

(1) 계획조사에서는 축척 1/5,000~1/10,000의 지형도를 계획 대상지역전역에 대해서 작성한다.

(2) 전체설계~공사실시조사에서는 양배수장 계획지점주변은 축척 1/5,000 의 지형측량, 양배수장 계획지점은 1/100~1/200 의 평면 및 종횡단 측량을 한다. 비교설계가 필요한 경우는 그들 후보지를 포함한 범위의 측량이 필요하다.

2.4.4 지반조사

(1) 양배수장 계획지점의 기초지반의 성질에 대하여 그 지층, 지반지지력, 지하수위, 토질정수 등을 자료 수집, 시험 등에 의하여 조사한다.

(2) 지반조사는“KDS 11 00 00”지반설계기준을 참고한다.

2.4.5 입지조건조사

(1) 양배수장 계획 지점 및 그 주변에 대한 현장조건 환경조건 및 입지조건 등은 자료수집, 답사 등에 의하여 조사한다.

2.4.5.1 동력원조사

(1) 동력원조사는 ① 공사용 건설전력 ② 시설동력을 대상으로 하여 계획지구부근의 전력사정, 특히 변전소 위치, 용량, 송배전설비의 위치 및 분기점의 위치, 여유전력량 등을 조사하며, 기설 송배전설비에 여유가 없을 경우는 신규 수전노선에 대하여 필요한 시설 및 비용 등을 조사한다.

2.4.5.2 공사시행에 관한 조사

(1) 공사용 기자재

① 공사용 기자재에는 굳지 않은 콘크리트, 강재, 목재 등이 있으나 공장제품은 일시적으로 대량 사용할 경우도 있으므로 이에 대한 공급이 가능한가를 조사해야 한다.

② 건설기계 등의 기자재는 공정 작업능력에 끼치는 영향이 크므로 현장조건에 적합한 기능, 규모를 가진 것을 공사기간 중 확보할 수 있는가의 여부와 특히 교환 부품의 확보, 예비기계의 필요 유무에 대해서도 조사해 둔다.

(2) 기자재의 반출입

① 공사용 재료, 펌프 천장크레인, 게이트 등의 공장제품, 건설기계 등 대량의 자재 또는 무거운 자재, 긴 자재를 운반해야 하므로 도중의 도로, 교량 등의 상태를 정확히 조사한다. 때에 따라서는 이들을 보수 또는 일부 신설하던 가 무거운 자재, 긴 자재 등을 분해해야 할 경우도 생긴다. 현장 내에서의 운반 시설도 충분히 마련해 둘 필요가 있다.

(3) 기타

① 기상 및 유황은 공정을 결정하는데 있어 가장 큰 요소가 되므로 충분한 조사를 한다. 공사기간중의 하천 호소의 유량, 수위, 유속 등의 조사가 필요하며 2.1항 기상, 수문, 해상 조사와 관련시켜 조사하고 가동일수, 가배수로의 수위, 유량 가물막이의 높이 등을 결정하는 자료로 한다.

② 지반조사와 관련하여 기초굴착 등의 지반융기(Heaving)에 대해 조사해 둔다.

③ 시공중의 니수(泥水)가 하류로 흘러내려 탁도가 증가되거나 침니(沈泥)로 인해서 수중 서식생물에 영향이 크게 끼치는 경우가 있으므로 하천내의 어패류의 서식상황을 조사한다.

④ 시공 시 예상되는 소음, 진동을 미연에 방지할 수 있도록 공법의 선택, 시공기간 등에 대하여 충분히 주의하여야 한다. 말뚝 기초 등의 시공을 동반하는 공사는 소음, 진동이 심하여 주변에 병원, 학교 등 정숙이 요구되는 시설이 있는가의 여부를 조사하여 필요에 따라 소음 규제 대책을 강구한다. 대형 덤프트럭 등으로 기자재를 운반할 경우에는 그 통과 경로 등도 조사해야 한다.

2.4.5.3 기타 조사

(1) 운반조사 : 배의 통행이 있을 때에는 배의 크기, 통행량, 시간 등을 조사하고 경우에 따라서는 이를 대신할 수 있는 시설의 검토에 필요한 사항에 대해여 조사한다.

(2) 보상 물건조사 : 보상 물건조사는 조사단계에 따라 실시한다.

① 계획 조사시의 보상조사 : 양배수장 건설지점의 지형조사는 측량, 보링, 시굴, 채취 등에 따른 토지의 차용, 입목벌채 등에 관한 것이 있다.

② 전체설계 공사실시조사시의 보상조사 : 토지 훼손 등 다음과 같은 보상대상에 대한 조사를 한다.

가. 일반보상 ……토지의 취득 또는 사용 물건 등에 관계되는 보상
나. 특수보상 ……어업보상 등
다. 공공보상 ……공공시설 또는 공공적 시설 등
라. 사업손실보상 ……진동, 소음, 유수고갈, 수질오염, 지반 변동 등

③ 유지관리조사 : 시설 관리 형태는 농업기반공사에서 관리하는 경우가 대부분이나 관리수준에 알맞은 관리체제가 정립되도록 관리예정자의 인원확보, 기능 정도 등을 미리 조사해 둔다.

④ 환경조사 : 양배수장을 설치함에 따라 자연환경과 주변주민의 생활에 영향을 끼칠 것으로 생각되므로 주변의 환경을 충분히 조사하여 양배수장의 계획, 설계, 시공, 관리에 반영해서 환경과 조화를 이루도록 고려해야 한다.

3. 재료

· 내용 없음

4. 설계

· 내용 없음

집필위원	분야	성명	소속	직급
	관개배수	김선주	한국농공학회	교수
	농업환경	박종화	한국농공학회	교수
	토질공학	유 찬	한국농공학회	교수
	구조재료	박찬기	한국농공학회	교수
	수자원정보	권형중	한국농공학회	책임연구원

자문위원	분야	성명	소속
	농촌계획	손재권	전북대학교
	수자원공학	윤광식	전남대학교
	지역계획	김기성	강원대학교
	수자원공학	노재경	충남대학교
	농지공학	최경숙	경북대학교
	관개배수	최진용	서울대학교

건설기준위원회	분야	성명	소속
	총괄	한준희	농림축산식품부
	농업용댐	오수훈	한국농어촌공사
	농지관개	박재수	농림축산식품부
	농지배수	송창섭	충북대학교
	용배수로	정민철	한국농어촌공사
	농도	조재홍	한국농어촌공사 본사
	개간	백원진	전남대학교
	농지관개	이현우	경북대학교
	농지배수	남상운	충남대학교
	취입보	김선주	건국대학교
	양배수장	정상옥	경북대학교
	경지정리	유 찬	경상대학교
	농업용관수로	박태선	한국농어촌공사 본사
	농업용댐	손재권	전북대학교
	농지배수	김정호	다산컨설턴트
	농지보전	박종화	충북대학교
	농업용댐	김성준	건국대학교
	해면간척	박찬기	공주대학교
	농업수질및환경	이희억	한국농어촌공사 본사
	취입보	박진현	한국농어촌공사 본사

중앙건설기술심의위원회	성명	소속
	이태옥	평화엔지니어링
	성배경	건설교통신기술협회
	김영환	한국시설안전공단
	김영근	건화
	조의섭	동부엔지니어링
	김영숙	국민대학교
	이상덕	아주대학교

농림축산식품부	성명	소속	직책
	한준희	농업기반과	과장
	박재수	농업기반과	서기관

설계기준
KDS 67 30 15 : 2018

양배수장 조사

2018년 04월 24일 발행

농림축산식품부

관련단체 한국농어촌공사
58217 전라남도 나주시 그린로 20(빛가람동 358) 한국농어촌공사
☎ 061-338-5114 E-mail : webmaster@ekr.or.kr
http://www.ekr.or.kr

(작성기관) 한국농공학회
06130 서울시 강남구 테헤란로 7길 22(역삼동 365-4) 과학기술회관 본관 205호
☎ 02-562-3627 E-mail : j6348h@hanmail.net
http://www.ksae.re.kr

국가건설기준센터
10223 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283(대화동)
☎ 031-910-0444 E-mail : kcsc@kict.re.kr
http://www.kcsc.re.kr

※ 이 책의 내용을 무단전재하거나 복제할 경우 저작권법의 규제를 받게 됩니다.

KDS 67 30 20 : 2018

양배수장 펌프 설계

2018년 04월 24일 제정
http://www.kcsc.re.kr

농림축산식품부



건설기준 코드 제·개정에 따른 경과 조치

이 코드는 발간 시점부터 이미 시행 중에 있는 설계용역이나 건설공사에 대하여 발주기관의 장이 필요하다고 인정하는 경우 종전에 적용하고 있는 기준을 그대로 사용할 수 있습니다.

건설기준 코드 제·개정 연혁

- 이 기준은 KDS 67 30 20 : 2018 으로 2018년 04월에 제정하였다.
- 이 기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 건설기준 간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.
- 이 기준의 제·개정 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요사항	제·개정 (년. 월)
농지개량사업 계획설계기준 양배수장편	• 농지개량사업 계획설계기준 양배수장편 제정	제정 (1984. 12)
농업생산기반정비사업 계획설계기준 양배수장편	• 농업생산기반정비사업 계획설계기준 양배수장편 개정	개정 (2005. 12)
KDS 67 30 20 : 2018	• 국토교통부 고시 제2013-640호의 “건설공사기준 코드체계” 전환에 따른 건설기준을 코드로 정비 • 건설기술진흥법 제44조 및 제44조의 2에 의거하여 중앙건설심의위원회 심의· 의결	제정 (2018. 04)

제 정 : 2018년 04월 24일 **개 정 : 년 월 일**

심 의 : 중앙건설기술심의위원회 **자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회**

소관부서 : 농림축산식품부 농업기반과

관련단체(작성기관) : 한국농어촌공사(한국농공학회)

목 차

1. 일반 사항 ····· 1

1.1 목적 ····· 1

1.2 적용 범위 ····· 1

1.3 참고 기준 ····· 1

1.4 용어의 정리 ····· 1

1.5 기호 정의 ····· 1

2. 조사 및 계획 ····· 1

3. 재료 ····· 1

4. 설계 ····· 1

4.1 흡배출 수위 및 실양정 ····· 1

4.2 전양정 ····· 7

4.3 양배수량의 결정 ····· 7

4.4 펌프 대수 및 양배수량의 결정 ····· 8

4.5 펌프 형식 및 구경의 결정 ····· 9

4.6 펌프의 설치 높이와 회전수의 결정 ····· 9

4.7 원동기의 설계 ····· 20

4.8 기어감속기 ····· 24

4.9 유체커플링 ····· 25

4.10 관내 쿨러 ····· 28

4.11 밸브 류 ····· 29

4.12 보조기계 ····· 29

4.13 수격작용과 조압수조 ····· 32

양배수장 펌프 설계

1. 일반 사항

1.1 목적

· 내용 없음

1.2 적용 범위

· 내용 없음

1.3 참고 기준

· 농지개량사업계획 설계기준, 1984 : 설계, 양배수장편

1.4 용어의 정리

· 내용 없음

1.5 기호 정의

· 내용 없음

2. 조사 및 계획

· 내용 없음

3. 재료

· 내용 없음

4. 설계

4.1 흡배출 수위 및 실양정

4.1.1 용수펌프

양배수장 펌프 설계

(1) 흡입수위

① 용수펌프의 흡입수위는 하천 등의 수원취수지점의 수위로부터 펌프장 흡입수조까지의 도수 손실수두를 뺀 흡입수조내의 수위이고 수원의 유황변동 등에 의한 수위변동을 고려하여 다음과 같이 가정한다. 도수중의 손실수두에 대하여는 "본 설계기준의 전 양정"에 따른다.

가. 계획흡입수위

(가) 하천 또는 호소를 수원으로 하는 경우에는 취수지점에서의 관개기의 대략 10년 빈도 의 갈수위에서 양수장의 흡입수조까지의 손실수두를 뺀 수위를 계획 흡입수위로 한다. 또 하천을 수원으로 하는 경우에는 과거의 하상변동 경향으로부터 장래의 하상변동을 예측하여 충분히 안전한 계획흡입수위를 결정한다. 특히 하천개수계획이나 상류지역에서 댐 등의 개발계획이 있는 경우에는 그 내용을 충분히 검토해서 장래의 하상변동을 예측하여야 한다.

(나) 하천으로부터의 취수를 안정시키기 위해 취입보를 설치하는 경우에는 취입보 상의 갈수위를 기초로 해서 계획흡입수위를 결정한다.

(다) 지하수를 수원으로 하는 경우에는 지하수 조사 등에 의해 충분히 안정된 양수가 될 수 있는 지하수위를 계획흡입수위로 한다.

나. 최고흡입수위

(가) 하천의 수원취수지점에서 예상되는 최고의 수위를 최고흡입수위로 한다. 이 수위를 기본으로 해서 수로 벽의 높이와 펌프장 바닥 등의 표고 결정에 대하여 검토한다.

다. 최저흡입수위

(가) 하천 등의 수원취수지점에서의 기왕의 최저수위 또는 장래 예상되는 최저수위로부터 흡입수조까지의 손실수두를 뺀 수위를 최저흡입수위로 한다. 이 수위에서도 펌프운전이 가능하도록 검토하여야 한다.

라. 상시흡입수위

(가) 관개기간 중 하천의 평수위 등에 의한 평균흡입수위를 상시흡입수위로 한다.

(2) 배출수위

① 용수펌프의 배출수위는 송수방식 및 양수량 변동 등에 의해 다음과 같이 결정한다.

가. 계획배출수위

(가) 배출수조를 설치하는 경우에는 관개구역내의 농지 표고에 그 지점까지의 송수손실수두를 더한 값 중 최대가 되는 배출수조의 수위를 계획배출수위로 한다. 송수손실수두는 송수로 설계에 따른다.

(나) 관개구역내이 기복이 많은 경우에는 전량을 최고 위치까지 양수하지 않고 블록별로구분하여 2단 양수 등을 고려하는 것이 경제적일 경우가 있으므로 충분히 검토하여야 한다. 양정이 300m를 넘는 경우에는 2단 양수를 검토해야 한다.

(다) 배출수조를 설치하지 않고 관개구역에 직송하는 경우에는 일반적으로 폐쇄식 관수로를 많이 사용하며 송수손실수두 외에 말단에서 필요한 압력수두를 고려해야 하므로 계획배출수위를 일률적으로 정하기 어렵기 때문에 수리모형에 의한 시뮬

레이션에 의하여 검토한다.

나. 최고배출수위

(가) 양수량이 최대일 때 펌프, 배출수조, 송수로 등의 설비능력으로부터 예상되는 최고의 수위를 최고배출수위로 한다. 이 수위를 기초로 하여 배출수조의 벽 높이 등을 설계한다.

다. 최저배출수위

(가) 양수량이 최소일 때 송수로 표고 등으로 부터 예상되는 최저의 수위를 최저배출수위로 한다. 이 수위는 배출관 출구의 표고결정의 기초가 된다.

라. 상시배출수위

(가) 관개기간 중 평균 양수량 때의 배출수위를 상시배출수위로 한다.

(3) 실양정

① 배출수위와 흡입수위의 차에 의해 실양정이 결정되는데 용수펌프는 배출수위의 변동이 작기 때문에 주로 흡입수위의 변동에 의해 결정된다.

가. 설계점 실양정

(가) 계획배출수위와 계획흡입수위와의 차를 설계점 실양정으로 한다. 이 설계점 실양정은 펌프형식의 결정 등의 펌프설계의 중요한 지표이다.

나. 최고 실양정 등

(가) 최고배출수위와 최저흡입수위와의 차인 최고 실양정, 또는 최저배출수위와 최고흡입수위와의 차인 최저 실양정은 주로 펌프, 원동기, 및 송수관 등의 기능에 지장을 주지 않는지를 검토하여야 하며, 상시배출수위와 상시흡입수위와의 차인 상시 실양정은 펌프운전경비 등을 검토하는데 적용한다.

4.1.2 배수펌프

(1) 흡입수위

① 배수펌프의 흡입수위는 배수계획상 설정되는 배수로 말단 등의 계획 기준수위에서 배수장의 흡입수조까지의 도수손실수두를 뺀 흡입수조내의 수위로 하고, 홍수시와 평상시에 따라 다음과 같이 설정한다, 계획기준내수위 및 계획기준외수위에 대하여는 “KDS 67 45 00” 농지배수를 참고한다.

가. 홍수시 초기흡입수위

(가) 홍수시의 흡입수위는 홍수의 유입량, 담수량 및 펌프배수량 등에 따른 내수위의 변동에 따라 크게 변동하지만 펌프 운전을 개시할 때의 목표수위가 되며 담수해석계산의 출발치가 되는 초기흡입수위를 설정한다. 초기흡입수위는 일반적으로 수문 폐쇄 시에는 외수위보다 약간 높은 경우가 많고 이 수위를 낮게 설정하면 최고 담수위를 낮게 하는 데는 유리하지만, 반면 도수로나 배수장의 시설규모가 커지므로 관계되는 여러 가지 조건을 종합적으로 검토할 필요가 있으나, 다음의 값을 목표로 해서 비교 검토하여 결정한다.

(나) 수혜구역 내에 담수를 허용하지 않는 배수계획인 경우에는 계획기준 내수위(최저

논표면 표고)에서 0.5m 정도 낮은 수위에서 펌프장 흡입수조까지의 손실수두를 뺀 수위를 홍수시 초기흡입수위로 하고, 담수를 허용하는 경우에는 최저 논 표면 표고에서 펌프장 흡입수조까지의 손실수두를 뺀 수위를 홍수시 초기흡입수위로 한다.

나. 평상시 초기흡입수위

(가) 평상시배수에 있어서 지하수위 저하를 목적으로 하는 펌프의 운전을 개시할 때 목표 수위로서의 상시 초기흡입수위는 평상시배수의 계획기준 내수위(일반적으로 최저 논 표면 표고에서 0.5 ~ 1.0m정도 낮은 표고)에서 펌프장의 흡입수조까지의 손실수두를 뺀 수위로 한다.

다. 최저 흡입수위

(가) 펌프운전을 계속할 수 있는 최저의 수위이며, 이는 초기 흡입수위, 장래 예상되는 지반의 침하량, 배수유출특성, 배수로 저류능력 및 펌프의 운전관리 방식 등을 고려해서 결정하는 데, 일반적으로 홍수시용 펌프에서는 홍수시 초기흡입수위에서 0.5m정도, 평상시용 펌프에서는 평상시 초기흡입수위에서 0.5m정도 낮은 수위로 하는 것이 바람직하다.

라. 최고 흡입수위

(가) 배수지구내에서 기왕의 최고홍수위 등 배수펌프장지점에서 예상되는 최고의 수위를 최고흡입수위로 한다. 이 수위를 기준으로 도수로 벽 높이나 펌프장바닥의 표고 결정 등 홍수시의 침수대책을 검토한다.

(2) 배출수위

① 배출펌프 설계에 따른 배출수위는 하천, 호소, 바다의 외수위에 배수장의 배출수조까지 의 손실수두를 더한 배출수조내의 수위로 하고, 홍수시와 평상시로 구분해서 다음과 같이 결정한다.

가. 홍수시 계획배출수위

(가) 홍수시의 계획 배출수위는 외수위 곡선을 기초로 해서 설정한다. 외수위 곡선은 외수의 상황에 따라 다음과 같이 된다.

㉮ 대하천 등에 배수구를 설치하는 경우: 배수계획 대상지구의 유역면적에 비해서 훨씬 큰 유역을 갖는 하천이나 호소에 배수구를 설치하는 경우는 대유역의 유출해석을 지구내의 유출해석과 함께 하기는 어려우므로 일반적으로는 지구내 강우와 외수위의 상관특성을 이용해서 계획기준 강우에 대한 외수위 곡선을 추정한다. 이 때에는 외수위의 피크치와 그 피크의 지체시간, 외수위의 상승 및 저하특성 등을 고려해야 한다.

㉯ 소하천 등에 배수구를 설치하는 경우: 계획대상지구의 유역면적에 비해서 그다지 크지 않은 유역면적의 소하천이나 호소에 배수구를 설치하는 경우는, 배수본천 등의 유량 및 수위는 계획지구로부터의 배수량에 의해 큰 영향을 받기 때문에 계획기준 강우를 대상으로 배수본천 등의 유출해석을 해서 외수위 곡선을 구한다. 필요에 따라 홍수추적 계산을 해서 계획지구로부터의 배수량의 영

향을 검토하고 경우에 따라서는 배수본천 등의 개선을 동시에 시행하여야 할 경우도 있다.

㉰ 바다에 배수구를 설치하는 경우: 외수위 곡선은 배수(갑)문에 의한 자연배수를 주로 하고 펌프배수를 병용하는 경우는 일반적으로 소조시의 평균조위곡선을, 펌프배수가 주인 경우는 일반적으로 대조시의 평균조위곡선을 기준조위곡선으로 잡고, 여기에 배수구의 바닥높이에 따라 수정을 하고 또 태풍 등의 계획기준 강우시에 예상되는 기압저하 및 바람에 의한 수면의 밀림높이 등의 조위편차를 더한 것으로 한다. 조위 등에 대하서는 “KDS 67 65 00” 해면간척편 을 참고하며, 인근의 관측점에서 장기간의 조위기록을 얻을 수 있는 경우에는 계획기준 강우시에 예상되는 실측조위를 기초로 하여 외수위 곡선을 정해도 좋다. 또 외수위의 위치나 구조에 따라 특히 파랑의 영향을 많이 받는 경우에는 이를 고려하여야 한다.

㉱ 하구 가까이에 배수구를 설치하는 경우: 외수위 곡선은 조위나 하구폐쇄 등의 영향을 받기 때문에 다)항에 의해 구한 조위 등을 가산하거나 부등류 및 부정류에 대한 수리 계산을 병용한다.

나. 평상시 계획배출수위

(가) 평상시의 계획배출수위는 하천 및 호소에 배수구를 설치하는 경우에는 평수위로, 바다에 배수구를 설치하는 경우에는 평균조위로 하고, 여기에 배수장까지의 손실수두를 더한 수위로 한다.

다. 홍수시 최고배출수위

(가) 하천 또는 호소에 배수구를 설치하는 경우에는 계획고수위로, 바다에 배수구를 설치 하는 경우에는 설계고조위에 배수장의 배출수조까지의 손실수두를 더한 수위로 하고, 이와 같은 이상홍수 또는 고조시에 있어서도 홍수시용 배수펌프는 운전이 가능해야 한다.

(나) 그리고 소하천이나 하구근처에 배수구를 설치하는 경우에는 1)의 나) 및 라)에 준해서 검토하고 계획고수위 또는 설계고조위를 기준으로 홍수추적 계산 및 부등류, 부정류 계산 등을 하고 배수구에서의 최고배출수위를 구한다.

라. 평상시 최고배출수위

(가) 평상시용 배수펌프의 운전 상한목표 수위로서 하천 또는 호소는 풍수위, 바다는 대조평균 고조위를 기준으로 배출수조까지의 손실수두를 더한 수위로 한다.

마. 최저배출수위

(가) 일반적으로 배출수조에 접속하는 수로의 바닥 높이로 하지만, 외수조건에 따라 예상 되는 최저수위가 이것보다 높은 경우에는 최저외수위로 한다. 이 수위는 배출관 출구의 표고를 결정하는 기준이 된다.

4.1.2.1 실양정

(1) 배출수위와 흡입수위와의 차로부터 실양정이 결정되나 배수펌프는 일반적으로 실양정의 변

동폭이 크며, 특히 홍수시용 펌프의 실양정은 내외수위의 변동에 따라 변화하고 펌프배출량도 양정에 따라 크게 변화하므로 홍수시용 펌프와 평상시용 펌프를 구분하여 다음과 같이 설정한다.

① 홍수시 배수펌프

가. 계획최고 실양정: 홍수시 배수펌프의 계획최고 실양정은 홍수시의 계획배출수위의 첨두수위 (하천인 경우 하천계획고수위)와 홍수시 초기흡입수위와의 차이로 한다.

나. 설계점 실양정: 펌프효율은 양정에 의해 좌우되는데 펌프배수시에 짧은 시간동안만 나타나는 계획 최고실양정을 설계점으로 하는 것은 비경제적이므로 일반적으로 계획최고 실양정의 80% 정도를 설계점 실양정으로 한다. 이 설계점 실양정은 담수해석에 의하여 검토한 후에 결정하며 펌프 형식의 결정 등에 이용한다.

다. 최고 실양정: 하천의 계획고수위 (이상홍수위 포함) 등에 의한 최고 배출수위와 최저흡입수위와의 차이를 최고 실양정으로 한다. 이와 같이 계획기준홍수위 이외의 이상홍수 또는 고조시에도 홍수용 펌프는 운전가능 하여야 한다.

② 평상시 배수펌프

가. 설계점 실양정: 하천의 평수위 등에 따른 상시계획 배출수위와 상시 초기흡입수위와의 차이를 설계점 실양정으로 한다. 이는 펌프 형식의 결정 등에 이용한다.

나. 최고 실양정: 하천의 풍수위 등에 의한 평상시 최고배출수위와 최저흡입수위와의 차이를 최고 실양정으로 한다. 이를 운전상한 목표 실양정으로 한다.

다. 그리고 평상시용 배수펌프를 홍수시용 펌프로 겸용하는 경우에는 1)항의 홍수시 배수펌프의 실양정에 대하여도 검토하여야 한다.

4.2 전양정

(1) 펌프의 전양정은 실양정과 흡입관로 및 배출관로의 손실수두를 합하여 구한다. 이 때 손실수두의 산정은 펌프의 형식과 구경, 관 및 밸브의 배치 등을 충분히 고려하여야 한다.

① 실양정에 예상되는 각종 손실수두를 더하여 구한 가 전양정과 배출량에 의해 펌프의 형식과 구경을 가정한다.

② 펌프의 설치높이를 검토한다.

③ 펌프, 관로, 밸브 등을 배치한다.

④ 각종 손실수두를 계산하여 전양정을 구한다.

⑤ 전양정과 배출량에 따라 가정한 펌프 형식과 구경이 적절한지 검토한다. 이상과 같이 펌프의 형식과 구경, 관로, 밸브 등의 배치는 손실수두에 큰 영향을 주기 때문에 신중히 검토해야 한다.

4.3 양배수량의 결정

(1) 양배수장의 계획양배수량은 지구의 용배수계획에 따라 결정한다. 이 경우 연간을 통한 양배수량의 변동 등에 대해서도 충분히 검토하여야 한다.

4.3.1 용수 펌프장

(1) 용수 펌프장의 설계양수량은 계획양수량과 펌프의 운전시간에 따라 결정되며, 지구의 관개방식, 관개기간 등을 고려해서 계획기준년도와 평년도에 대하여 각각의 기별 용수량을 기초로 하여 계획 최대양수량과 평상시양수량을 결정한다. 그리고 밭 관개의 계획양수량 등은 “KDS 67 40 00” 농지관개를 참고한다.

4.3.1.1 계획 최대양수량

(1) 펌프 설비용량을 결정하는 계획 최대양수량은 계획기준년도에 있어서의 계획지구의 기별 필요수량 중에서 최대수량에 의해 결정한다.

4.3.1.2 평상시 양수량

(1) 과거 10개년 정도에 대해 유효강우량 등을 기초로 하여 매년의 기별 용수량을 검토하여 가장 빈도가 높은 연간의 기별 용수량을 평상시 양수량으로 한다. 그리고 관개용수 이외의 영농용수나 지역용수 등이 필요한 경우에는 그 이용 현황을 검토해서 관개용수와는 별도로 수량을 확보해야 할 필요가 있으며 이를 평상시 양수량으로 고려해야 한다.

4.3.2 배수펌프장

(1) 배수 펌프장의 계획양수량은 지구의 배수방식, 유출특성 등을 고려해서 홍수시의 배수량과 평상시의 배수량을 근거로 해서 결정한다. 그리고 계획기준강우량, 유출곡선, 평상시 배수량에 대해서는 “KDS 67 45 00” 농지배수를 참고한다.

4.4 펌프 대수 및 양배수량의 결정

(1) 펌프 대수는 주로 양수량과 양정의 변동 및 계속기간과 펌프의 1일 운전시간을 고려하여 양배수장의 건설 및 운전관리가 합리적이고 경제적으로 이루어 질 수 있도록 결정하고, 이를 기초로 하여 배출량을 결정한다.

4.4.1 펌프대수의 결정

(1) 펌프는 배수량과 양정의 변동에 대해서도 높은 효율을 유지하여 운전할 필요가 있기 때문에, 양수량 및 양정 변동의 범위와 그 계속기간, 펌프의 효율 등을 검토한 후 양배수장의 건설비 및 유지관리비가 가장 경제적이 되도록 펌프의 구경을 가정해서 대수를 결정해야 하는데, 만일의 고장 등에 대한 위험분산을 고려하여 대수는 될 수 있는 대로 복수로 한다.

4.4.2 양배수량의 결정

(1) 펌프의 양배수량은 계획 양배수량을 기초로 하여 펌프의 구경 및 대수의 조합에 의해 결정하

고, 펌프설계를 하기 위한 각 펌프 한대 당 설계점 양배수량은 계획양배수량의 변동 등을 고려하여 다음과 같이 결정한다.

4.4.2.1 용수펌프

(1) 용수펌프의 한대 당 설계점 배출량은 기별로 계획 최대양수량을 확보해야 하므로, 일반적으로 대수 분할 결정에 있어서는 양수량 변동역의 한대 당 각 분할폭 중에서 최대양수량을 설계점 배출량으로 한다.

4.4.2.2 평상시 배수펌프

(1) 평상시 배수펌프의 한대당 설계점 배출량은 대수, 분할 결정에 있어서의 양수량 변동역의 한대 당 각 분할폭에 해당하는 계획양수량의 평균치를 설계점 배출량으로 한다.

4.4.2.3 홍수용 배수펌프

(1) 홍수시 배수펌프의 한대당 설계점 배출량은 설계홍수시에 있어서의 유입량에 의한 내수위를 계획기준내 수위 이하로 하던가, 또는 허용담수심 이내의 담수시간을 허용담수 시간 이내로 하기 위해서 필요한 펌프의 평균 소요 양수량을 기초로 해서 펌프의 구경 및 대수의 조합에 의하여 구한 한대 당 평균배출량으로 하는데 펌프의 평균 소요 양수량 및 평균 배출량의 결정시에는 담수해석을 해야 한다.

(2) 펌프 배출량은 평균 소요 양수량을 모든 수위 조건하에서 확보하면 안전하지만 이렇게 하면 펌프의 평균배출량이 평균 소요 양수량을 상회하여 비경제적이므로 설계점 실양정을 가정하고 담수해석을 하여, 펌프의 설계점 실양정을 최적치로 함으로써 펌프의 평균배출량(설계점 배출량)과 평균 소요 양수량을 일치시키도록 한다.

4.4.3 담수해석

(1) 펌프 계획의 초기단계에 있어서는 펌프의 특성곡선을 예상하여 정밀한 담수해석을 하기 곤란하므로, 펌프의 특성을 무시하고 내외수위 차의 변동에 관계없이 펌프는 그 표준 배출량을 계속 배출하는 것으로 가정해서 펌프 용량을 개략 산정 한다.

4.5 펌프 형식 및 구경의 결정

(1) 펌프형식 및 구경은 설계점의 배출량 및 전양정에서 펌프적용선도에 의해 결정한다. 다만, 펌프의 설치조건, 운전관리의 용이성, 소음, 진동 등도 함께 검토해야 한다.

4.6 펌프의 설치 높이와 회전수의 결정

(1) 펌프의 설치높이와 회전수는 흡입높이와 운전범위를 감안하여 유해한 캐비테이션을 일으키지 않도록 결정하여야 한다. 더욱, 펌프설비의 설치 높이는 홍수시의 침수에 의해 펌프의 운전

에 지장을 받지 않도록 기기의 배치 및 건물구조 등도 고려하여 결정하여야 한다.

4.6.1 설치높이와 펌프형식의 관계

(1) 선정된 펌프형식에 대하여 최고흡입수위 이상의 높이에 설치하는 경우 흡입성능상 지장이 없으면 여기에 따라 펌프의 설치높이를 결정하고, 흡입성능에 지장이 있을 경우에는 토목건축구조를 수밀구조로 하여 펌프설치높이를 낮게 하거나 입축펌프로 하여 원동기를 최고흡입수위 이상으로 설치하는 등 토목건축구조와 펌프형식을 양면으로 검토할 필요가 있다.

4.6.2 수배전반 등의 설치높이

(1) 수배전반 등은 침수를 당하면 복구에 장시간이 필요하기 때문에 설치높이를 홍수위 이상으로 하여 재해시에 대해서도 안전한 높이로 할 필요가 있다.

4.6.3 캐비테이션(空洞現像)

(1) 유수 중에 국부적으로 높은 진공이 생기면 물은 기화하여 증기의 작은 기포가 발생한다. 펌프에서는 임펠러입구에서 가장 저압이 되므로 여기에 기포가 발생하는 경우가 있다. 이 기포는 수류에 의해서 이동하고 임펠러의 압력이 높은 부분에 오면 압축되어서 급격히 소멸되고 그 때에 소음이나 진동을 일으켜 효율이나 배출량을 저하시켜 임펠러를 손상시킨다. 이 현상을 캐비테이션이라고 하며, 펌프에 유해한 것이다.

(2) 이러한 캐비테이션은 설계조건과 경계점이 애매할 경우 유동해석으로 검토해 볼 필요가 있다.

(3) 캐비테이션의 원인은 다음과 같다.

① 펌프의 설치 위치가 너무 높다.

② 펌프의 회전수가 너무 빠르다.

③ 펌프의 설계점에 있어 양수능력에 비하여 양수량이 과대하다.

④ 흡입관의 손실수두가 너무 크다.

(4) 캐비테이션의 방지법은 다음과 같다.

① 펌프의 설치위치를 낮추어 흡입실양정을 작게 한다.

② 펌프의 회전수를 낮춘다.

③ 흡입관이 길 경우에는 관경을 크게 하여 손실수두를 작게 한다.

④ 흡입측에서 수량을 줄이는 것을 피한다.

⑤ 흡수조내의 흐름에 와류가 발생하지 않도록 한다.

4.6.4 펌프의 설치높이와 회전수

(1) 펌프의 설치높이를 검토할 때에는 기준이 되는 면이 필요하다. 펌프의 기준면은 배출양정, 흡입양정 등을 계산할 때 위치수두의 기준이 되는 수평면으로서 이것은 임펠러의 날개입구 외주 끝을 통하는 원의 중심점을 포함한 수평면으로 한다.

(2) 이 기준면이 흡입수위보다 높은 위치에 있는 경우를 흡상이라고 하고 낮은 위치에 있는 것을 압입이라고 한다. 흡상으로 하느냐 압입으로 하느냐는 경제비교 등을 하여 결정하는 것이 일반적이다.

(3) 펌프의 설치높이와 회전수는 흡입실양정(고양정일 때는 임펠러중심과 최저흡수수위와의 차, 저양정일 때는 임펠러상단과 최저흡수수위와의 차)과 펌프의 운전범위(배출량이 설계점에 대하여 어느 정도 변화하는가)의 요인에 의거 유해한 캐비테이션이 일어나지 않도록 결정하여야 한다.

(4) 유해한 캐비테이션 발생여부의 판정은 다음에 의한다.

① 고양정 펌프일 때는 아래의 (4.6-1) 식과 <그림 4.6-1> 흡입속도를 이용하여 설치높이와 회전수를 결정하면 유해한 캐비테이션은 발생하지 않는다.

② <그림 4.6-3> 입축사류펌프 회전수 선정도 와 <그림 4.6-4> 저양정 펌프 회전수 선정도은 배출량이 120% 이내의 범위를 조건으로 작성된 것이므로 이용 시에는 주의를 요한다.

③ 저양정일 때는 식 (4.6-2)에 의거 허용 흡입실양정을 구하여 「판정기준」을 만족하면 유해한 캐비테이션을 발생하지 않는다.

4.6.4.1 고양정 펌프

(1) 원심펌프

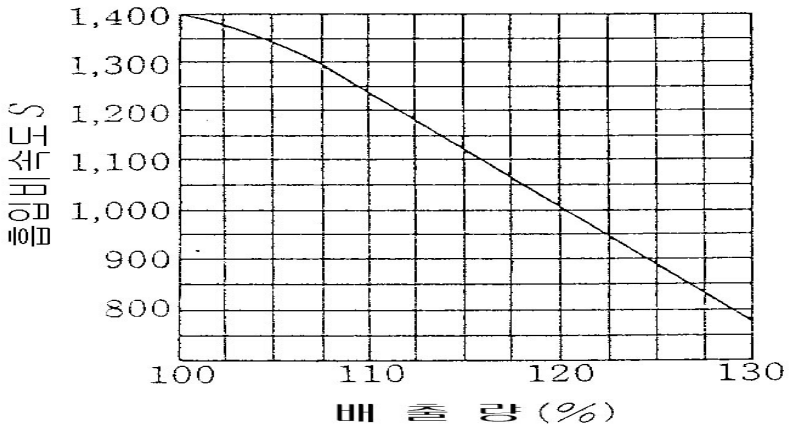
① 원심펌프의 회전수는 일반적으로 다음 식으로부터 구한다.

$$N = \frac{S \cdot (H_v + H_{SI})^{3/4}}{\sqrt{Q}} \qquad (4.6\text{-}1)$$

N: 펌프의 회전수(rpm)

S: 흡입비속도

펌프의 운전범위에 따라 아래 <그림 4.6-1>으로부터 구한 흡입비 속도로 한다.



<그림 4.6-1> 흡입비속도

H_{S1}: 흡입양정(m)

흡입실양정(흡상일 때는 -부호, 압입일 때는 +부호로 한다)- h_{fs}(흡입관손실수두로 캐비테이션 검토시 임의의 배출량에서의 손실수두)

H_v: 10.33(대기압수두)-0.33(수온25℃에서의 포화수두)-0.5(흡입여유수두) = 9.5m

Q: 설계점배출량(㎥/min)

단, 양흡입원심펌프은 Q/2 로 계산한다.

식에서 구한 펌프회전수 N가 원동기 회전수N_m와 다른 경우, $N_m \leq N$의 조건으로 N_m을 선정하여 펌프의 회전수로 한다.

결정한 펌프의 회전수로부터 아래 식으로부터 비속도(N_S)를 구하여 이 값이 특히 적거나 ($N_S \leq 120$) 아니면 큰 경우 ($N_S \geq 650$)에는 펌프효율이나 펌프의 규격, 형상 등에 영향을 미치는 경우가 있으므로 펌프회전수를 결정할 때 상세하게 검토할 필요가 있다.

이는 "<그림 4.6-2> 원심펌프(편흡입, 양흡입)의 회전수와 흡입양정(횡축, 입축 공용)"을 사용하여 펌프의 회전수를 결정할 때도 같다.

$$N_S = N\frac{\sqrt{Q}}{H^{3/4}}$$

N_S: 비속도

N: 결정한 펌프회전수(rpm)

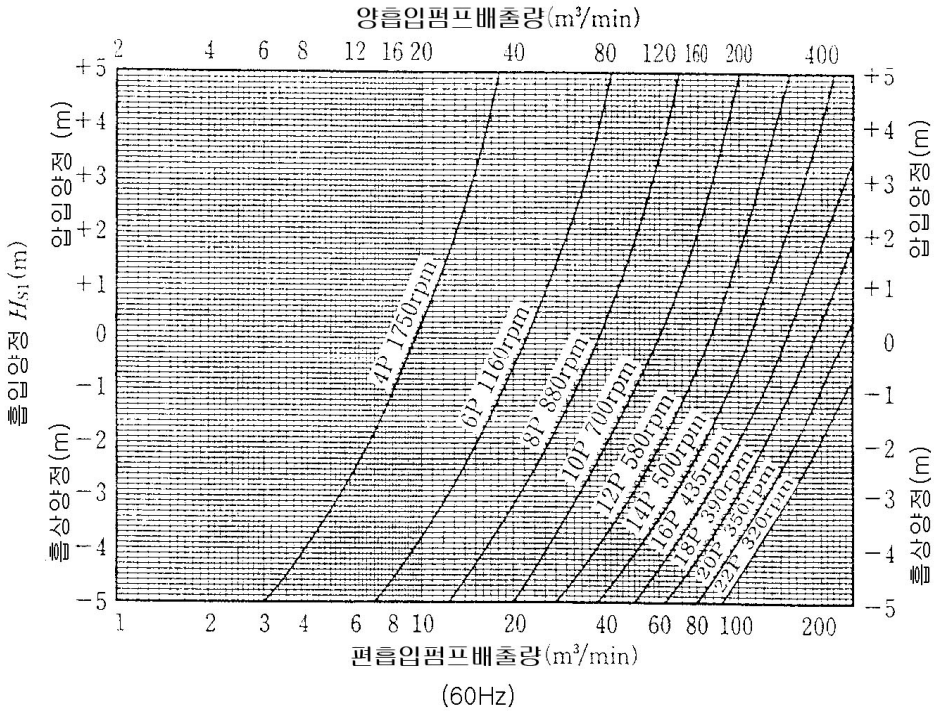
H: 전양정(m)

Q: 설계점배출량(㎥/min)

단, 양흡입원심펌프일 때는 $\frac{Q}{2}$로 계산한다.

회전수를 구하는 간략법으로서 배출량의 최대값의 눈금이 설계점의 120% 이내의 경우는 흡입양정으로부터 <그림 4.6-2>에 의거 회전수를 구할 수 있다.

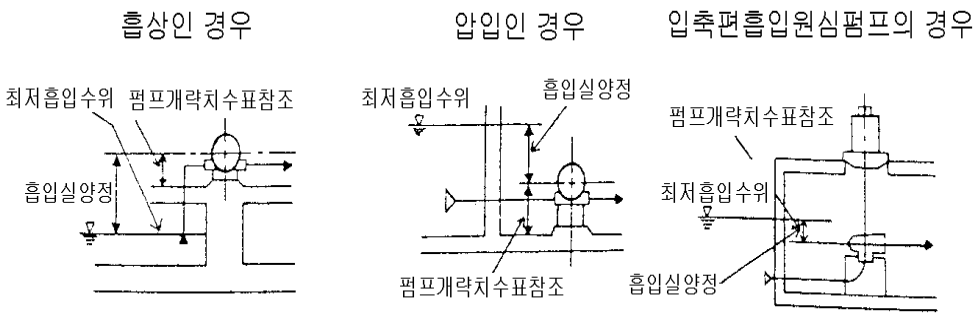
(이 경우 흡입양정은 흡입실양정으로부터 120% Q인 때의 흡입관손실수두로 차인한 것이다)



<그림 4.6-2> 원심펌프(편흡입, 양흡입)의 회전수와 흡입양정(횡축, 입축 공용)

가. 회전수는 동기속도에 3%의 슬립률을 고려한 것이다.

나. 흡입실양정은 다음에 의한다.



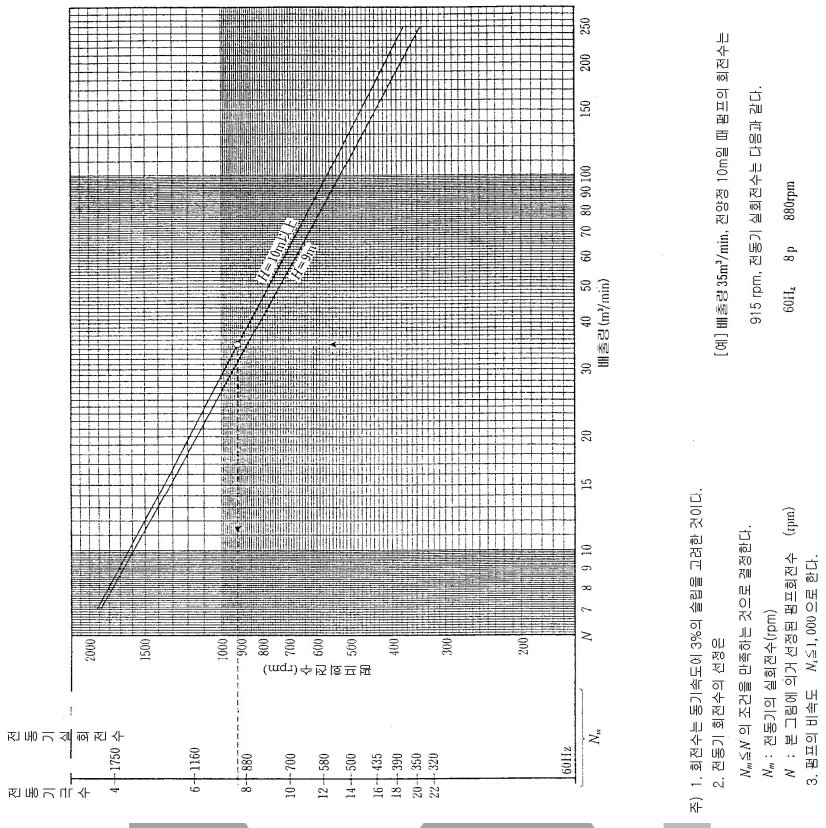
다. 입양정 H_{S1}은 흡입실양정으로부터 흡입관의 배관손실수두를 차인한 것임.

라. 그림중의 배출량은 설계점 배출량이다.

마. 배출량이 120% 이내인 사용범위에 적용

(2) 입축 사류펌프

① 입축 사류펌프의 회전수를 구하는 간략법으로서는 배출량의 최대값의 눈금이 설계점의 120% 정도인 경우 전양정과 설계점 배출량으로부터 아래 <그림 4.6-3>에 의거 구할 수 있다.



<그림 4.6-3> 입축사류펌프 회전수 선정도>

(3) 저양정 펌프

① 저양정 펌프는 흡입양정의 변동, 운전범위의 변동이 크다.
예를 들면 흡수면과 배출수면이 동일 높이로 될 때도 있다. 이 때문에 저양정 펌프는 펌프의 흡입성능 및 설치높이를 검토할 필요가 있다.

(4) 설계점에서 펌프가 요구하는 순흡입수두(H_{SVO})

① 설계점에서 펌프가 요구하는 순흡입수두(H_{SVO}) "<그림 4.6-3> 입축사류펌프 회전수 선정도" 및 "<그림 3.6.4> 저양정 펌프 회전수 선정도"으로서 펌프회전수를 결정하고 "<그림 4.6-5> 펌프가 요구하는 정미흡입수두 H_{SVO}" 및 "<그림 4.6-5> 펌프가 요구하는 정미흡입수두 H_{SVO}"으로 구할 수 있다. 또한, 아래 식 으로부터 계산하여 구할 수도 있다.

$$N = N_S \cdot \frac{H^{3/4}}{Q^{1/2}} \qquad (4.6\text{-}2)$$

N: 펌프회전수 (rpm)

N_S: 비속도 축류펌프 N_S = 1,500 ~ 1,600

사류펌프 N_S = 900 ~ 1,000

H: 설계점에서의 전양정 (m)

양배수장 펌프 설계

Q: 설계점에서의 배출량 (㎥/min)

$$H_{svo} = \left(\frac{N \cdot \sqrt{Q}}{S} \right)^{4/3}$$

H_{svo}: 펌프가 요구하는 순흡입수두

설계점에 있어서 기준「농지배수편」을 참고한다.

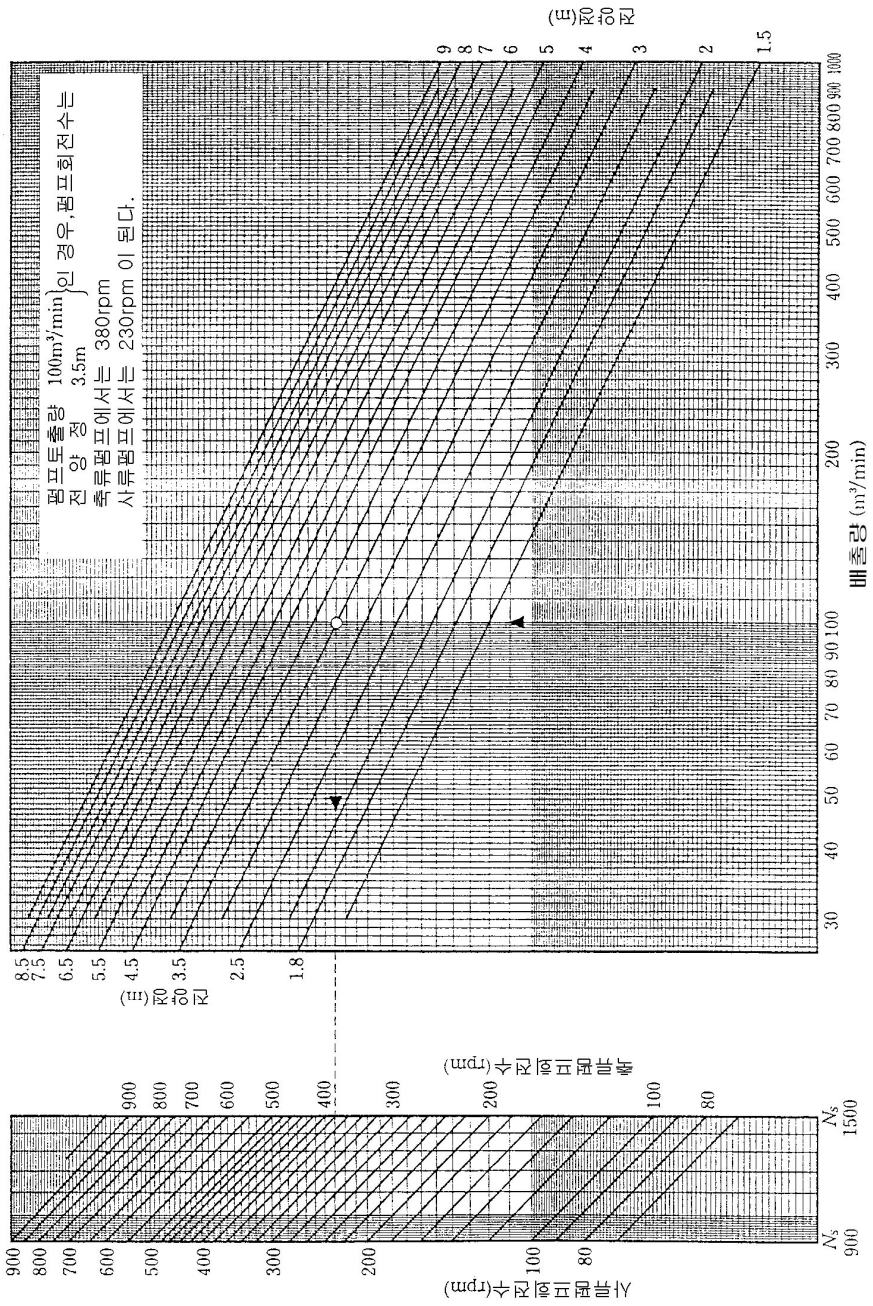
S: 흡입비속도 축류펌프 S = 1,200

사류펌프 S = 1,300

N: 펌프회전수 (rpm)

Q: 배출량 (㎥/min)

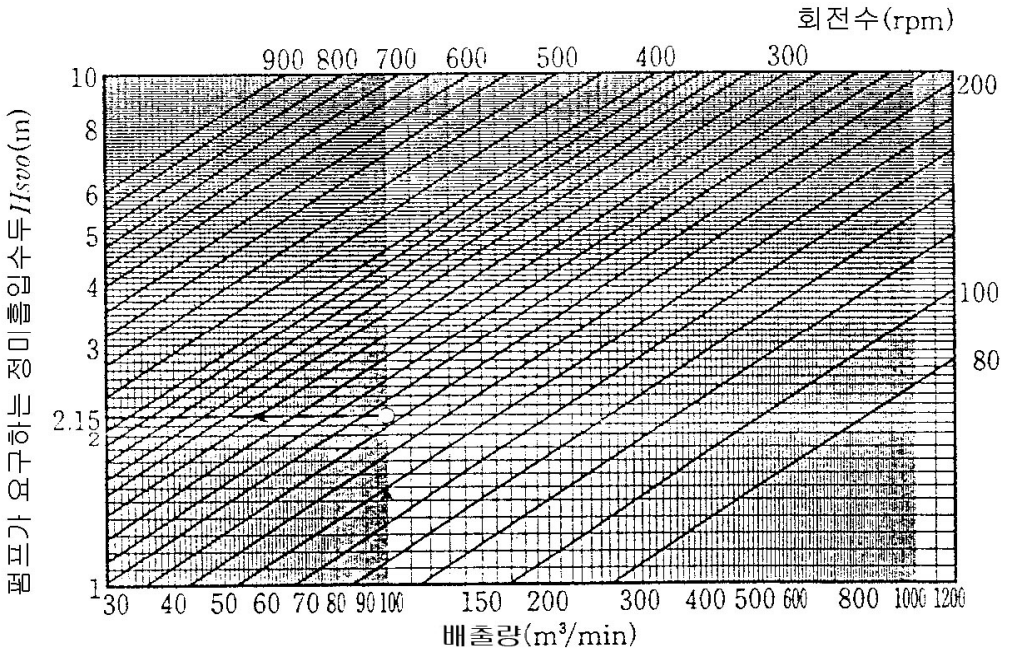




<그림3.5-4> 저양정펌프회전수 선정도(축류펌프 $N_s=1,500$, 사류펌프 $N_s=900$)

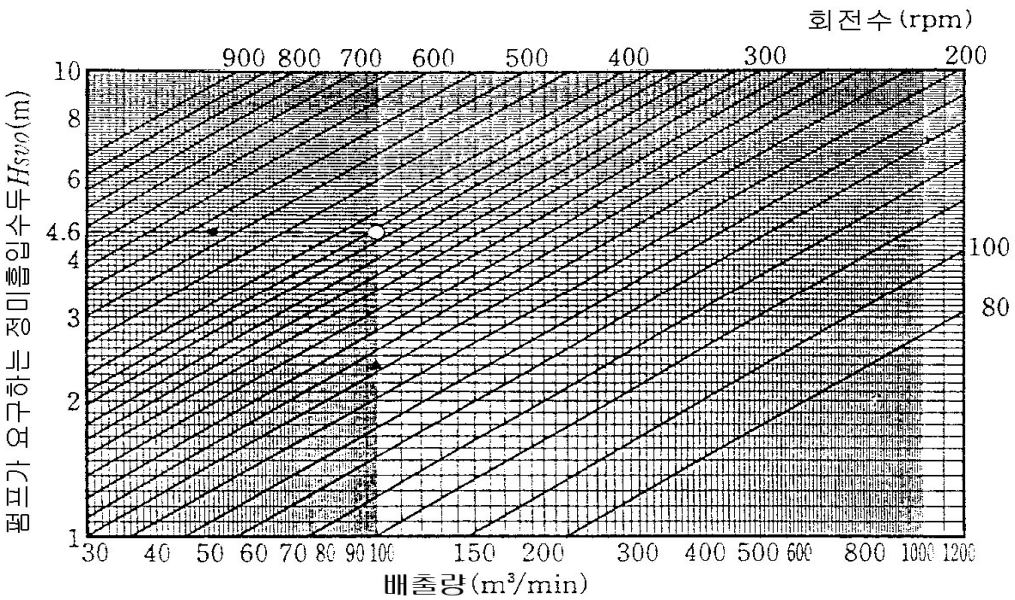
<그림 4.6-4> 저양정 펌프 회전수 선정도

(축류펌프 $N_S = 1{,}500$, 사류펌프 $N_S = 900$)



<그림 4.6-5> 펌프가 요구하는 정미흡입수두 H_{svo}

(축류펌프 S=1,200)



<그림 4.6-6> 펌프가 요구하는 정미흡입수두 H_{svo}

(사류펌프 S=1,300)

(5) 설계점 이외에 있어서 펌프가 요구하는 순흡입수두(H_{sv})

설계점 이외의 운전 범위내에서 펌프가 요구하는 순흡입수두(H_{sv})는 다음과 같은 순서로 산출한다.

① $\frac{h_{amin}}{h_t}$ 를 구한다.

h_{amin}: 최저실양정 (m)

h_t: 설계점에서의 펌프의 전양정 (m)

② $\frac{h_l}{h_t}$ 을 구한다.

h_l: 배관손실 (m)

③ <그림 4.6-6>로부터 $\frac{h_{amin}}{h_t}$ 와 $\frac{h_l}{h_t}$ 의 교점의 배출량비 q를 구한다.

④ <그림 4.6-7> 축류펌프(N_S=1,500)특성도(b) 및 <그림 4.6-8> 사류펌프(N_S=900)특성도 (b)의 q로부터 계수 α를 구한다.

이상 ① ~ ④의 순으로 구한 α 에 의거 설계점 이외에 있어서의 펌프가 요구하는 순흡입수두 (H_{sv})는 아래 식으로부터 구할 수가 있다.

$$H_{sv} = \alpha \times H_{svo}$$

H_{sv}: 설계점 이외에 있어서 펌프가 요구하는 순흡입수두 (m)

α: <그림 4.6-7> 축류펌프(N_S=1,500)특성도(b) 및 <그림 4.6-8> 사류펌프(N_S=900)특성도(b) 으로부터 구한 계수

H_{svo}: 설계점에서 펌프가 요구하는 순흡입수두 (m)

(6) 허용흡입실양정 (H_{S2})

허용 흡입실양정은 아래 식로 구할 수 있다.

$$\pm H_{S2} = P_a - P_v - h_{ls} - H_{sv} - 0.5$$

H_{S2}: 허용흡입실양정 (m)

$+H_{S2}$: 횡축펌프인 경우 $-H_{S2}$: 입축펌프인 경우

P_a: 대기압 = 10.33 m

P_v : 증기압 = 0.33 m

h_{ls}: 배출량비 q 에 있어서 흡입관손실수두 (m)

H_{sv}: 계획점 이외에서 펌프가 요구하는 순흡입수두 (m)

0.5: 흡입여유수두 (m)

(7) 흡입여유수두의 0.5m는 펌프설비를 계획할 경우에 불확정한 제반조건을 고려하여 사용할 여유이다. 이 여유수두를 보는 것으로 ① 펌프가 고가의 형식으로 변하는 경우, ② 설치 축방향이 입축으로 변하여 유지관리가 불리하게 될 경우, ③ 펌프를 운전하는 수위관계, ④ 펌프가 설치되는 바닥높이, ⑤ 펌프의 흡입성능 등을 재조사 검토하여 조정할 때이다. 이 흡입여유수

두는 펌프운전이 안전 확실하게 시행될 경우에는 이 여유수두를 생략하고 되도록 경제적인 유지관리에 유리한 펌프형식·설치방식을 채용하여야 한다.

(8) 판정기준

① 판정을 할 경우에는 다음의 사항에 유의한다.

가. 펌프의 설치높이와 회전수의 적부를 판정하는 것은 펌프설비계획에서 가장 중요한 작업 의 하나이다.

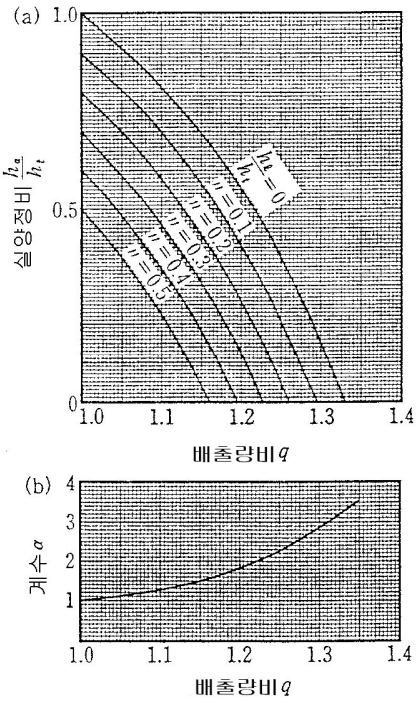
나. 식으로부터 구한 펌프의 허용흡입실양정 H_{S2} 와 실제로 펌프가 설치된 때의 최저수위로부터 펌프 임펠러입구상단까지의 높이 H'_{S2}(입축인 경우는 임펠러입구까지의 깊이)를 비교하여 판정한다.

② 판정기준

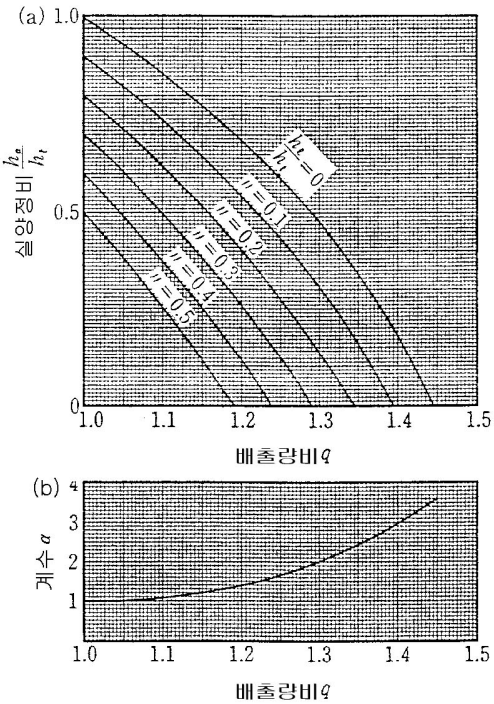
가. 횡축펌프인 경우 : $H_{S2} > 0$, 또 $H'_{S2} \leq H_{S2}$ 를 만족하게 할 것

나. 입축펌프인 경우 : $H'_{S2} \leq H_{S2}$ 를 만족하게 할 것

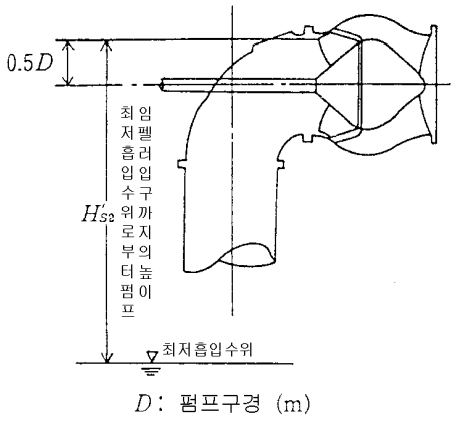
또한 입축펌프에 있어서 H_{S2} 가 물에 잠기는 깊이(E 규격)보다 대단히 클 경우에는 별도 펌프의 비속도를 검토할 필요가 있다.



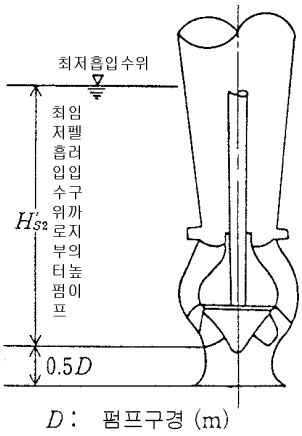
〈그림 4.6-7〉 축류펌프(N_S=1,500)특성도



〈그림 4.6-8〉 사류펌프(N_S=900)특성도



<그림 4.6-9> 횡축펌프의 H'_{s2}



<그림 4.6-10> 입축펌프의 H'_{s2}

4.7 원동기의 설계

(1) 원동기는 동력원의 입지조건, 펌프의 운전상황, 유지관리 및 환경조건 등을 검토하여 신뢰성이 높고, 펌프의 회전수에 맞는 회전수가 확보되며 또한 펌프운전범위에서 과부하가 발생하지 않는 출력을 가져야 한다.

(2) 동력전달장치는 펌프와 원동기의 형식 및 회전수 등을 검토하여 적절한 감속비 및 전달용량을 가진 경제적인 것이어야 한다.

4.7.1 원동기의 선정

(1) 원동기 종류의 선정은 펌프장의 입지조건, 펌프의 운전상황, 신뢰성, 운전관리비 등에 따라서 달라진다.

(2) 입지조건 및 운전상황은 전원을 간단히 얻을 수 있고 특히 상시운전을 필요로 하는 곳에서는 전동기를 선택하고, 전원이 불량한 지구, 혹은 연간 운전시간이 매우 제한되어 있는 지구에서는 내연기관을 선정하는 것이 일반적이다.

(3) 신뢰성 면에서는 평시 강우에도 배수불량이 되고 호우시에 직접 담수피해를 입으며, 통상적으로 높은 외수위가 장시간 계속되는 지구에서는 전원의 고장에 대비하여 전동기와 내연기관을 병용하는 것도 고려할 필요가 있다.

(4) 운전비용은 용수의 경우는 비교적 연간 운전시간은 길고, 배수의 경우는 용수에 비해서 운전시간이 짧은 점 등 조건을 비교 검토하여 경제적인 것을 선정해야 한다. 또한 양수 패턴상 단시간 운전의 펌프는 내연기관을 사용하고 장시간 운전의 펌프는 전동기를 사용하는 병용방식이 기본전기요금관계상 유리할 경우도 있으므로 검토할 필요가 있다.

(5) 펌프의 원동기는 직결운전이 바람직하지만 양자의 회전속도나 회전축방향이 다른 경우에는 기어감속기를 전달 장치로 검토할 필요가 있다.

(6) 원동기가 전동기인 경우는 펌프회전에 따라 전동기의 극수를 증감하는 방법이나 감속기를 장

치하는 방법이 있는데 선정에는 경제성을 검토한다. 특별히 완충작용이나 진동방지 등이 필요한 경우에는 유체계수 등을 전달 장치로 검토할 필요가 있다.

① 원동기의 종류

가. 주 펌프용 전동기

(가) 전동기의 종류를 대별하면 유도전동기, 동기전동기, 직류전동기, 교류정유자전동기 등이 있으며 이들 전동기 가운데 펌프구동용 전동기로서는 유도전동기가 구조가 간단하고 취급이 용이하며 가격이 저렴한 장점이 있기 때문에 가장 많이 사용되고 있다.

나. 전동기의 선정

(가) 전동기를 선정할 경우에는 다음 사항을 검토한다.

㉮ 고효율 전동기 적용은 검토하였는가?

㉯ 전원용량과의 관계에서 시동방식은 타당한가?

㉰ 전동기용량에 있어 전압의 선정은 바르게 되었는가?

㉱ 보호구조, 냉각방식은 사용 환경에 적합한가?

다. 전동기의 시동방식

(가) 내연기관 설비

내연기관은 점화방식, 연료공급방식, 연료의 종류 등에 따라 디젤기관, 가스터빈, 휘발유기관 등으로 분류된다. 펌프구동용으로는 내구성, 설비비, 유지관리비면에서 디젤기관이 일반적으로 사용되고 있으나 환경조건 등에 따라서 가스터빈을 사용하는 경우도 있다.

내연기관을 선정할 때에는 다음 사항에 대하여 유의할 필요가 있다.

㉮ 연료소비가 적을 것.

㉯ 냉각방식이 사용조건에 적합할 것.

㉰ 환경조건에 따라서는 진동, 소음을 검토할 것.

㉱ 시동이 용이하며 확실할 것.

㉲ 운전 및 분해, 점검 등의 유지관리가 용이할 것.

㉳ 가스터빈의 축형식은 1축식과 2축식으로 나누어지는데 전자는 그럿치를 병용할 필요가 있다.

(나) 디젤기관에 대해서는 과급기의 유무를 검토할 것.

4.7.2 원동기의 회전수 및 출력

(1) 원동기의 회전수

① 전동기의 회전수

전동기의 회전수는 동력전달장치를 고려할 경우에는 감속비를 고려하여 회전수를 결정하여야 한다. 펌프와 직결하는 전동기의 회전수는 다음의 조건을 만족하도록 결정하여야 한다.

$$N_m \leq N$$

N_m: 전동기실회전수 (rpm)

유도전동기회전수 = 동기속도-슬립

동기전동기회전수 = 동기속도

$$동기속도 = \frac{120 \times 전원주파수}{극수}$$

N: 펌프회전수 (「펌프의 설치높이와 회전수의 결정」에 따라 구한 회전수)

(2) 내연기관의 회전수

① 내연기관의 회전수는 펌프실 바닥 하중, 펌프실 스페이스, 기어감속기의 감속비, 소음, 진동, 회전부정율(回轉不整率), 동력전달계의 위험속도, 클러치의 용량 등이 직접, 간접으로 영향을 주기 때문에 경제적인 측면을 포함하여 <표 4.7-1> 에서 표시하는 범위로 충분히 검토하여 결정하여야 한다.

<표 4.7-1> 내연기관의 회전수

내연기관의 종류	정격출력	정격회전수
디젤기관	800ps 이하 800ps ~ 1,900ps 이하 1,900ps ~	1,800rpm 이하 1,200rpm 이하 1,000rpm 이하
가스터빈	(출력과 관계 없음)	1,800rpm 이하

(주) 1,800rpm의 고속디젤기관의 경우 클러치가 없이 시동할 경우에는 주의를 요한다

(3) 원동기 출력

원동기의 출력은 다음식으로 산출한다.

$$P = \frac{K \cdot \gamma \cdot Q \cdot H}{\eta_p \cdot \eta_g \cdot \eta_e} \cdot (1 + R)$$

P: 원동기의 출력 (kW 또는 ps)

K: kW 단위 경우 0.163, ps 단위 경우는 0.222

γ: 물의 단위체적중량, 상온청수의 경우는 1.0 (kgf/ ℓ)

Q: 펌프배출량 (㎥/min)

H: 펌프전양정 (m)

η_p: 펌프효율

η_g: 기어감속기의 전달효율

η_e: 유체계수의 전달효율 0.96

R: 원동기의 여유계수 (%) $\times \frac{1}{100}$

원동기출력은 펌프운전범위내에서 과부하가 생기지 않도록 여유를 줄 필요가 있다. 펌프의 축동력은 운전점에 따라 달라지므로 운전범위내의 축동력이 큰 점에서 과부하를 일으키지 않도록 그 점의 축동력에 대해서 전동기의 경우 5%이상, 내연기관의 경우는 10%이상의 여유를

준다

이외에 원동기의 출력과 설계점의 축동력을 비교하여 전동기의 경우 대략 10 ~ 15%, 내연기관의 경우 대략 15 ~ 20%의 범위이면 좋다.

다만 내연기관의 경우 출력을 산출할 때의 대기조건은 다음 표준대기조건으로 한다.

※ 표준대기 조건

대기압 (P_r): 100kPa (750mmHg) 상대습도 (ϕ_r): 30%

대기온도(T_r): 298k (25℃) 급기냉각기의 물 온도 (T_{cr}): 298k (25℃)

(4) 펌프효율

① 펌프효율은 다음 <표 4.7-2>에 표시한 값 이상으로 한다.

<표 4.7-2> 펌프효율

저양정 펌프							고양정 펌프		
구경 (mm)	횡축		입축		수중펌프		구경 (mm)	원심	입축사류
	축류	사류	축류	사류	축류	사류			
400	0.71	0.73	0.70	0.72	0.74	0.75	50		-
500	0.76	0.78	0.75	0.77	0.75	0.76	80		-
600	0.77	0.80	0.76	0.79	0.76	0.78	100	주4)	-
700	0.79	0.81	0.77	0.80	0.77	0.79	125		-
800	0.80	0.82	0.79	0.81	0.78	0.80	150		-
900	0.80	0.82	0.79	0.82	0.79	0.81	200	0.66	-
1,000	0.82	0.84	0.81	0.83	0.80	0.82	250	0.69	-
1,200	0.83	0.85	0.82	0.84	0.81	0.83	300	0.72	0.70
1,350	0.83	0.85	0.82	0.84	0.815	0.835	350	0.75	0.72
1,500	0.83	0.86	0.83	0.85	0.82	0.84	400	0.77	0.74
1,650	0.84	0.86	0.83	0.85	0.825	0.845	450	0.79	0.75
1,800	0.84	0.86	0.83	0.86	-	-	500	0.81	0.78
2,000	0.84	0.86	0.83	0.86	-	-	600	0.83	0.80
2,200	-	-	0.85	0.87	-	-	700	0.84	0.81
2,400	-	-	0.85	0.87	-	-	800	0.84	0.82
2,600	-	-	0.86	0.88	-	-	900	0.85	0.83
2,800	-	-	0.86	0.88	-	-	1,000	0.86	-
-	-	-	-	-	-	-	1,200	0.87	-

㈜ 1. 이 표의 효율은 보증효율로서 취급할 경우의 보증조건은 KS 규격에 따른다.
2. 고양정펌프의 구경 500mm 이하는 표준품의 효율을 나타낸다.
3. 입축펌프의 효율은 설치바닥으로부터 벨 마우스 선단까지 4m(펌프구경 2,000mm 에서는 4.5m)이하인 조건에서 표시된 것으로 이를 초과할 경우에는 1%(=0.01) 감한 값으로 한다.
4. 고양정펌프로 구경 200mm 미만인 펌프의 효율은 KS 규격에 따라서 적당한 값으로 결정한다.

4.8 기어감속기

(1) 펌프와 원동기는 직결운전이 바람직하나, 양자의 회전속도가 다른 경우는 기어감속기를 동력전달장치로서 검토하는 것이 좋다. 원동기가 전동기인 경우, 기어감속기를 사용하는 것과 전동기의 극수의 증감에 따라 펌프회전수에 맞추는 방법도 있다. 이들 가운데 어떤 방식을 선정할 때에는 신뢰성, 경제성을 검토하여 결정할 필요가 있다.

(2) 기어감속기를 개입시키는 것에 대하여 신뢰성 및 효율을 비롯하여 기능면을 고려하면 전동기 구동의 경우는 극수증감에 의한 직결이 바람직 하지만 방식선정에 있어서는 경제성을 포함한

종합적인 검토를 하여 결정할 필요가 있다.

(3) 경제성 검토는 단순히 극수증가에 따른 전동기가격 상승분과 감속기 가격만 비교하는 것이 아니라 예를 들어 입축펌프에도 직교축베벨기어감속기를 설치함에 있어 전동기가 입축으로부터 횡축에 의한 가격저감분도 고려하는 등 종합적인 경제성을 검토할 필요가 있다.

(4) 원동기와 펌프의 회전수를 일치시키는 방법의 하나로 기어감속기를 사용하는 것이 있다. 배수펌프 등에서는 회전수가 낮기 때문에 기어감속기를 필요로 하는 경우가 많다.

(5) 입축펌프에서 횡축 원동기(내연기관 또는 횡축전동기)를 사용하는 경우에는 축방향을 90°로 돌리는 직교축베벨기어감속기가 사용된다.

4.8.1 4.8.1 기어감속기 선정에 필요한 전달용량

(1) 기어감속기의 선정에 필요한 전달용량은 다음 식에 의해 산정한다.

$$\text{전달용량(ps)} = \text{펌프구동용 원동기출력(ps)} \times \frac{\text{하중계수}}{\text{수명계수}}$$

하중계수 : <표 4.8-1>에 의함

수명계수 : <표 4.8-2>에 의함

펌프 구동용 원동기출력은 정확히는 펌프 축입력을 채용해야 하지만, 편의상 원동 기출력을 대입하여도 좋다.

<표 4.8-1> 하중계수

펌프구동용 원동기	가요성(可撓性) 이음	고탄성이음	유체커플링
디젤기관	1.25	1.1	1.0
가스터빈	1.0	-	1.0
전 동 기	1.0	-	1.0

<표 4.8-2> 수명계수

수명시간(h)	12,000 이하	25,000 이하	35,000 이하	50,000 이하	75,000 이하	100,000 이하
수명계수	1.33	1.0	0.87	0.82	0.72	0.65
연간 운전시간(h)	300 이하	600 이하	900 이하	1,200 이하	1,900 이하	2,500 이하

4.8.2 기어감속기의 선정

(1) 펌프용 기어감속기의 선정은 감속비, 원동기회전수, 전달용량 및 허용 스러스트하중 등에 의해서 선정하지만, 선정시에는 경제성 등을 종합적으로 비교해서 선택할 필요가 있다.

① 감속비를 구한다.

$$\text{감속비} = \frac{\text{원동기의회전수}}{\text{펌프의회전수}}$$

원동기 및 축이음의 종류에 따라 하중계수를 선택한다.

펌프의 예상 총 운전시간(수명시간)에 따라 수명계수를 선택한다.

② 전달용량은 상기의 전달용량식으로부터 구한다.

③ 선정도의해 채용해야 할 기어감속기의 형번을 선정한다.

④ 입축펌프는 특히 입축유성기어감속기의 베어링 허용스러스트 하중 이하인가를 점검 한다.

4.9 유체커플링

(1) 원동기에서 동력을 전달할 때에는 완충작용 또는 비틀림 진동방지 등이 필요한 경우, 또는 시동기능의 향상이나 속도제어 등이 요구되는 경우, 유체 커플링을 동력 전달장치로 검토할 필요가 있다.

(2) 원동기에서 특히 내연기관의 경우, 비틀림 진동에 대한 완충작용의 필요성과 원동기 종류를 막론하고 시동성, 속도제어, 무부하운전 등이 요구되는 경우에는 유체커플링을 동력전달장치로 기어감속기와 같이 검토할 필요가 있다.

(3) 유체커플링이 감속기에 내장된 경우, 단독으로 분리된 경우가 있지만, 대별하면 일정충전식(충배유형과 일정량형이 있다)과 가변충전식으로 분류된다.

(4) 일반적으로 클러치기능과 축커플링기능을 가진 일정충전식 배유형이 표준적으로 사용된다. 가변충전식은 속도제어를 할 경우에 사용된다. 유체커플링을 선정할 때에는 기능·용도 등을 고려하여 검토할 필요가 있다.

(5) 유체커플링은 전술한 바와 같이 기어감속기를 내장한 경우와 단독으로 분리되어 사용되는 경우가 있다. 어느 경우도 유체커플링은 작동 상 다음과 같은 목적 등에 사용된다.

① 토크 변동의 흡수, 완충 및 비틀림 진동의 방지

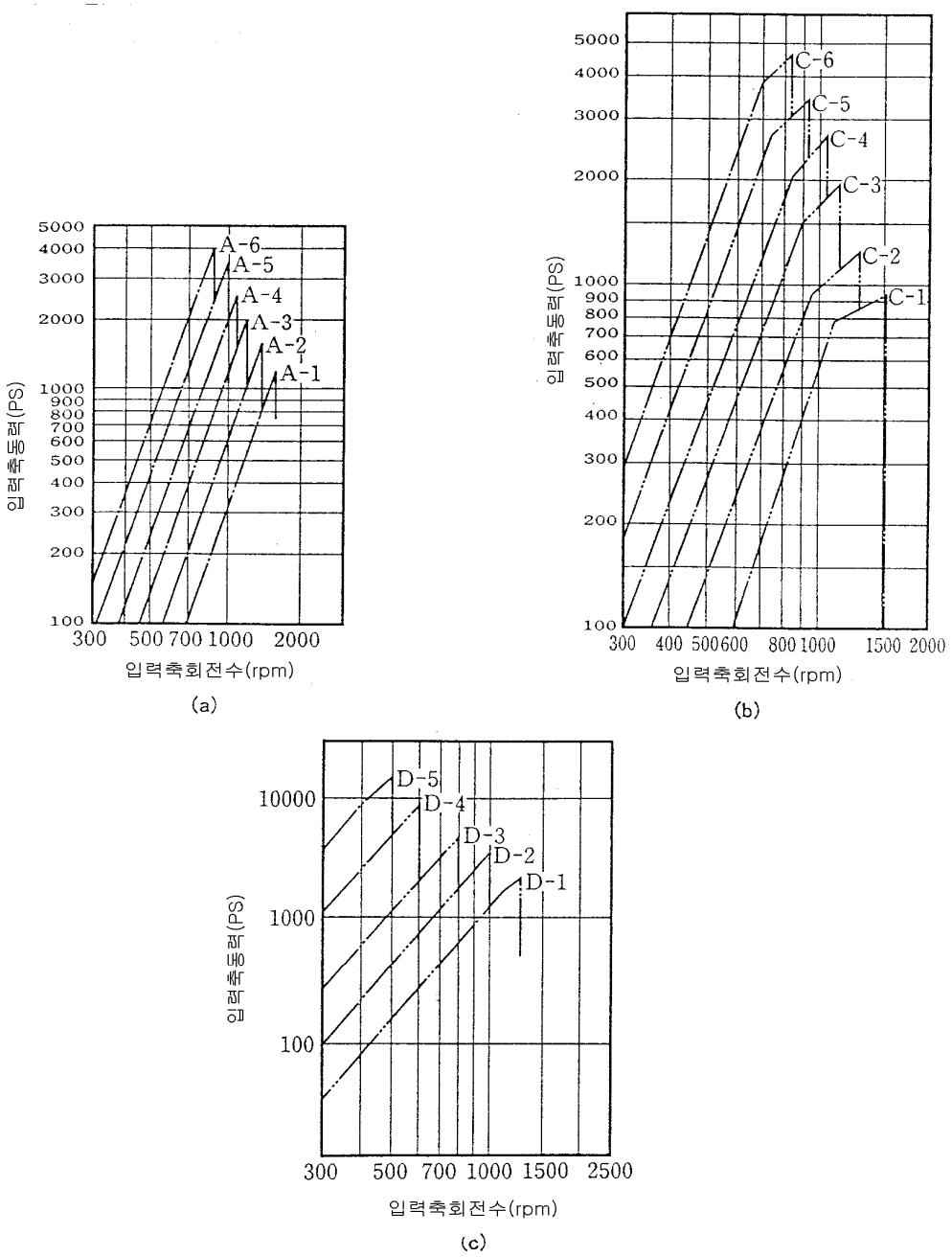
② 원동기의 시동을 용이하게 한다.

③ 클러치 작용

④ 회전속도의 제어

4.9.1 유체커플링의 선정

(1) 유체커플링은 입력축동력과 입력회전수에 따라 선정도 아래 <그림 4.9-1>을 이용해서 채용해야 할 형번을 선정한다.



<그림 4.9-1> 유체커플링선정도(참고)

주) 선정도는 유체커플링의 슬립을 3%로 작도함

4.10 관내 쿨러

(1) 냉각수 계통이 2차 냉각방식인 경우에는 청수냉각기와 동일한 기능을 가진 관내 쿨러를 배출관에 설치하는 것으로 냉각수조의 생략, 기기구성·냉각수계통의 간소화를 도모하는 것으로 종합적인 냉각수방식을 검토할 필요가 있다.

(2) 종래의 청수냉각기를 사용한 2차 냉각방식에서는 설비규모가 크고 냉각수 계통도 복잡하므로 청수냉각기를 배출관 접속의 관내 쿨러를 설치함에 따라 기기구성·냉각수계통의 간소화를 도모함으로써 시설기계설비비의 절감 및 시스템의 신뢰성 향상 등을 고려하여 냉각수방식을 검토할 필요가 있다는 것을 명시한 것이다.

(3) 따라서 냉각수계통이 2차 냉각방식의 변형으로 사용되는 것으로 이전방식과 비교해서 ① 냉각수계통의 보조기계류가 감소, ② 운전조작도 단순화하고 정전시에도 계속운전이 가능, ③ 신뢰성향상 및 냉각수 사용량의 감소, ④ 시스템의 간소화로 전기용량이 저감하는 등 많은 장점이 있지만 채용할 경우에는 다음 사항에 유의할 필요가 있다.

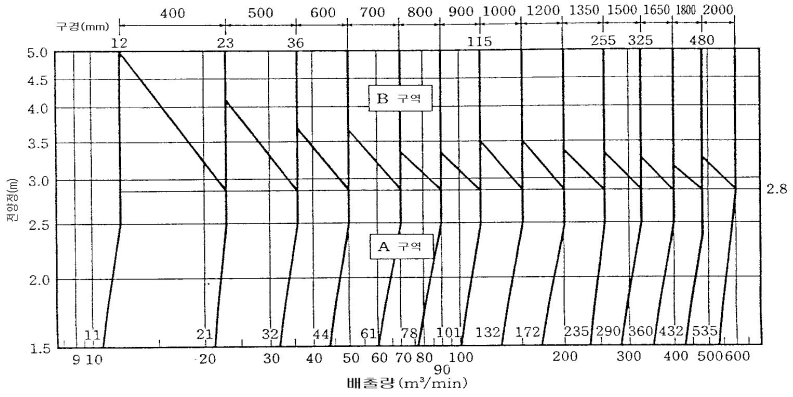
① 전열관을 펌프 배출관 중간에 삽입하기 때문에 수질이 극도로 나쁜(다량의 이물, 강한 부식환경 등)경우에는 채용할 때 충분히 고려할 필요가 있다.

② 이전방식에 비해서 큰 공간이 필요하다.

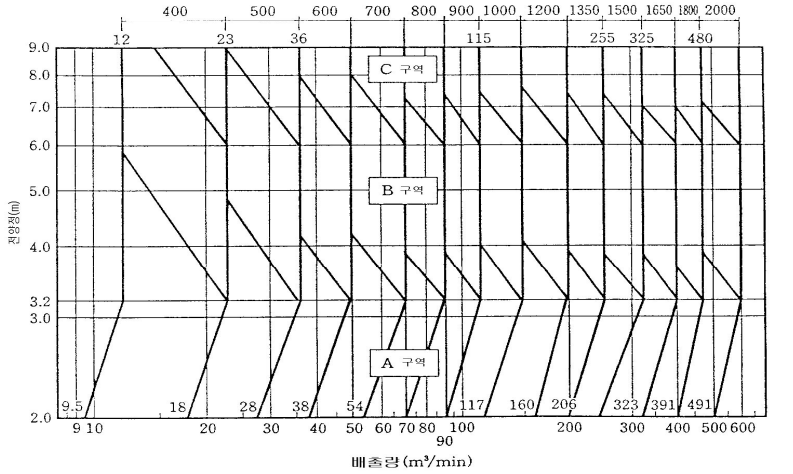
③ 비만관 (非滿管)상태에서는 냉각능력이 저하하기 때문에 설치위치를 충분히 검토할 필요가있다.

4.10.1 관내 쿨러의 선정

(1) 관내 쿨러의 선정방법은 아래 <그림 4.10-1>의 관내 쿨러 선정도에 의거, 배출량과 전양정의 교차점을 구하고 그 상위부근의 영역에서 구경 영역구호를 구한다.



(a) 입·횡축축류펌프



(b) 입·횡축사류펌프

<그림 4.10-1> 관내 쿨러 선정도

4.11 밸브류

(1) 유량조절, 차수, 역류방지 등을 목적으로 설치하는 밸브류는 설치장소, 사용조건 및 유지관리 등을 검토하여 용도에 적당한 형식을 선정한다.

(2) 양배수장에서 사용하는 밸브로는 일반적으로 슬루스밸브(Sluice Valve), 접형밸브(Butterfly Valve), 체크밸브(Check Valve), 플랩밸브(Flap Valve), 로터리밸브(Rotary Valve) 및 푸트밸브(Foot Valve) 가 있다.

(3) 이 가운데 흡입측에 설치되는 것은 슬루스밸브, 접형밸브 및 푸트밸브이고 배출측에 설치되는 것은 슬루스밸브, 접형밸브, 로터리밸브, 체크밸브 및 플랩밸브이다. 밸브 설치는 배관계통의 조건, 설치장소, 사용조건 및 유지관리 등을 검토하여 선정할 필요가 있다.

4.12 보조기계

(1) 펌프설비의 정상적인 운전을 확보하기 위하여 설치하는 각종의 보조기계류는 펌프의 형식, 규모 및 운전조건에 적합하게 구성하고 각기 적절한 기종을 선정하여야 한다.

4.12.1 보조기계류의 종류와 용도

(1) 일반

① 각 보조기계는 주기 전체 공통의 보조기계와 주기마다 설치되는 유니트 방식의 보조 기계로 구분한다. 이중 공통 보조기계의 고장은 직접 주기의 정지원인이 됨으로 중요 도에 따라 예비기를 설치한다. 공통 보조기계의 대수의 분할이나 용량은 펌프설비대 수, 운전방법 등을 고려하여 능률적인 전부하 운전이 되도록 선정할 필요가 있다. 유니 트 방식의 보조기계 고장은 양배수장 전체의 정지원인은 되지 않으므로 보통 예비기 를 설치하지 않는다.

(2) 보조기계의 종류와 용도

① 봉수펌프: 축봉부로 봉수 압송용
② 냉각수펌프: 펌프베어링, 전동기, 기어감속기, 유체커플링, 디젤기관에 냉각수 송수용
③ 급수펌프: 축봉용, 냉각용, 윤활유 등에 사용하는 물의 보급수조, 고가수조 등에 급수 용
④ 윤활수펌프: 압축펌프의 수중베어링 윤활수의 주수용
⑤ 윤활유펌프: 각 기기의 윤활유 공급용
⑥ 압유펌프: 유압가동익펌프, 유압밸브 등의 압유공급용
⑦ 진동펌프: 주펌프의 호수용
⑧ 장내배수펌프: 각 기기에서의 배출수, 드레인의 배수용으로 자연배수가 되지 않는 경 우에 사용한다.
⑨ 연료이송펌프: 연료저유조에서 소출조까지의 연료를 보급하는 것으로 기어펌프가 사 용된다.
⑩ 공기압축기: 내연기관의 시동용 또는 압유용
⑪ 잡용수펌프: 장내의 청소 등의 잡용수 배제용
⑫ 가반식배수펌프: 닥트, 피트 등의 부분적인 배수용
⑬ 자가용발전설비: 정전시의 보조기계동력 및 조명용
⑭ 보급수탱크: 순환사용의 봉수, 윤활수 및 냉각수의 저수용
⑮ 고가물탱크: 봉수, 윤활수의 정압공급용
⑯ 환기장치: 펌프장의 환기를 하는 설비
⑰ 스트레이너: 축봉용, 냉각용, 윤활용 등으로 사용하는 물에 부유물이 있을 경우 이를 제거하는데 사용한다.

4.12.2 보조기계설비의 구성

(1) 보조기계의 구성은 특별한 용도 및 초대형 양배수장의 경우에는 사용빈도나 사용조건에 적합한 보조기계를 별도로 검토해야 한다.

① 예비기를 설치하는 것

가. 복수대수의 주 펌프에 공통으로 사용되는 기기는 예비기를 설치하는 것을 원칙으로 한다. 예를 들면 냉각수펌프(간접냉각방식으로 2차측의 원수의 취수에 사용되는 것 등), 공기압축기, 진공펌프, 연료이송펌프, 윤활수펌프, 장내배수펌프 및 고가물탱크 용 급

수펌프 등이 있다. 고가 물탱크용 펌프 등으로서 타 용도의 펌프와 겸용이 가능 할 때에는 예비기가 필요하지 않는다. 2차 냉각수 펌프계통에 자동 스트레이너 등을 설치할 경우에는 각 2차 냉각수 펌프마다 자동 스트레이너를 설치할 필요가 있다.

② 예비기를 설치하지 않는 것

가. 주 펌프에 공통으로 사용되는 환풍기, 연료저유탱크, 연료소출탱크, 고가물탱크는 예비기를 설치하지 않는다.

나. 연료저유탱크의 용량이 큰 경우(20～30 ㎘ 정도 이상)에는 위험분산과 도로수송의 규격제한 등을 고려해서 복수로 용량을 분할하여 배치함이 바람직하다. 부지의 제약 등도 있으므로 각각의 경우에 따라 검토할 필요가 있다.

③ 자가용발전기(보조기계용)의 설치

가. 주 펌프가 내연기관구동일 때, 상업용 전원이 용이하게 인입될 경우에는 자가용발전기 1대를 예비기로서 설치하고 상업용 전원의 인입이 아닌 경우에는 자가용발전기를 상용, 예비 각 1대를 설치한다.

나. 주 펌프가 전동기구동일 때 양·배수장의 중요도 등으로 필요가 있다고 인정될 경우에는 정전시의 보안전원으로서 자가용발전기를 설치한다. 자가용발전기의 용량은 최소한의 필요량으로 한다.

④ 주요기기 직속의 보조기계

가. 각 주 펌프에 유니트로 부착되어 있는 보조기계는 예비기를 붙이지 않는다.

나. 예를 들면 봉수펌프, 윤활유펌프(기어감속기, 내연기관 등), 급유펌프(유체커플링 등)이다. 내연기관의 시동용 공기탱크는 각 원동기마다 예비기를 설치하며, 각 원동기간에 독립되게 하는 것이 바람직하다. 자가용발전기로서 예비기가 설치되어 있을 때에는 예비의 공기탱크를 설치하지 않는다.

다. 배수펌프로서 내연기관구동일 경우, 냉각수탱크의 용량결정에는 펌프의 운전시간 실태를 고려할 필요가 있다.

⑤ 원전계통과 보조기계의 조합

가. 자가용발전기와 주 펌프의 운전에 앞서 준비조작으로서 운전이 필요한 것 또는 홍수기에 앞선 시운전조정에 필요한 것은 항상 상업용 전원으로도 운전이 될 수 있도록 하는 것이 좋다. 예를 들면 공기압축기, 연료이송펌프, 실내배수펌프, 급수펌프, 천장 크레인, 수위계, 충전회로, 제진기, 수문 등이 있다.

4.12.3 냉각수 등 설비

(1) 펌프설비를 운전할 때 봉수, 윤활수, 냉각수 설비가 필요하다. 이들의 수량은 펌프 형상, 구경, 원동기 형식, 유체커플링, 기어감속기의 유무 등의 조합으로 결정한다.

4.12.4 진공펌프

(1) 진공펌프는 상대풍량을 구해 선정한다. 실제 펌프설비가 설치된 상태에 따라 배관길이가 크게 다른 경우가 있으므로 이러한 때에는 상세한 검토가 필요하다. 관내 쿨러를 사용할 때는 쿨

러 길이를 가산하여 검토한다.

4.12.5 자가용 발전기

(1) 자가용 발전기용량

① 양배수장의 보조기계를 자가용 발전기로 구동하기 위한 자가용 발전기 용량은 ① 상시 부하용량, ② 시동시 부하용량, ③ 시동시 전압강하를 검토하여 그 값의 최대 값을 필요용량으로 한다

(2) 발전기 출력

① 발전기 출력은 ① 상시 부하에 필요한 출력, ② 시동 부하에 필요한 출력, ③ 시동 전압강하에 필요한 출력을 검토해서 그 최대값을 필요출력으로 한다.

4.12.6 환기장치

(1) 양배수장에는 각종 기름, 가스 등의 연소로 발생하는 가스 및 전동기나 내연기관에서 발생하는 열의 배제, 엔진연소에 필요한 공기량, 운전관리자의 건강위생상 필요한 공기의 공급 등으로 인한 환기장치가 필요할 경우가 있다. 환기장치의 용량을 검토하여 결정한다. 그러나 건축법, 근로기준법에 규정된 경우에는 그에 따르도록 한다.

4.13 수격작용과 조압수조

4.13.1 수격작용

(1) 펌프시설은 수격작용에 의한 피해를 방지하기 위하여 부압발생 방지와 압력상승의 경감 등 적절한 대책을 강구하여 안전을 도모해야 한다.

(2) 송수관로에서 밸브의 급폐색이나 펌프의 급격한 시동이나 정지 등을 하면 물의 운동량이 단시간에 변화하며 관로 내에 큰 압력상승과 압력파가 발생한다. 이를 수격작용이라고 부르며 이 때의 상승 압력을 수격압이라 하고, 이 때의 파를 수격파라고 부른다.

(3) 관내의 유속을 급격히 변화시켰을 때 유수의 관성에 의한 에너지가 관로 내를 일정한 속도로 왕복하게 된다. 이 현상을 압력맥동이라고 한다. 그러나 압력맥동과 수격작용을 명확히 구분하기는 어렵다. 만약에 관로 도중에 자유수면이 있으면 이 수면부에서 진동(surging)현상이 발생한다.

(4) 일반적으로 수격작용에 의한 압력상승 또는 강하는 관로의 길이, 초기 유속, 밸브 조작 후의 유량, 압력파의 전파속도, 밸브의 조작속도 및 조작상태 및 동적 특성 등에 따라 변화한다. 이들 중 압력파의 전파속도는 관의 재질에 의하여 결정된다. 특히 농업용 관수로에서는 물이용에 있어서 유량의 변화가 상대적으로 크기 때문에 분수공 또는 펌프장의 밸브 특성과 조작시간 등에 의한 영향이 크다. 따라서 이들을 파악하여 수격압을 작게 하도록 기구를 검토하는 것도 중요하기 때문에 이 현상을 해석하여 송수관로의 부설계획과 함께 적절한 대책을 강구하여야 한다.

4.13.1.1 수격작용의 피해

(1) 관내 압력상승 또는 강하에 의한 관, 밸브, 펌프 등의 기기가 파손된다.
(2) 관내 부압이 크게 됨에 따라 수중에 녹아 있던 공기가 분리 (수주분리)한다든지, 공기밸브로부터 공기의 혼입 등에 의하여 발생하는 공기해머 현상 또는 캐비테이션에 의해 관체나 기기가 파손된다.
(3) 공기의 체류에 의한 통수 및 분수의 기능저하 또는 관로계를 재가동시키기 위한 배기 및 주 수(注水)작업 등에 의한 송수관의 송수기능의 정지 및 노력시간의 투입이 필요하다.
(4) 수면동요에 의하여 분수공과 배출수조 등으로부터 월류가 발생한다.
(5) 펌프 및 원동기 등이 역전 과속에 의한 기기의 파손이 생긴다.

4.13.1.2 수격작용의 경감방법

(1) 부압 (수주분리)발생 방지법
① 플라이 휠 (fly wheel)
펌프에 플라이 휠을 붙여서 펌프 회전부의 관성효과를 크게 하여 펌프 양수량의 급격한 저하를 방지한다. 시설은 비교적 간단하고 효과도 크나 관로가 대단히 긴 경우 또는 관로의 요철이 심한 경우에는 펌프 크기에 비해 대단히 큰 플라이 휠을 필요로 하며 이를 부착하는 것이 불가능한 경우가 있다.
② 조압수조 (surge tank)
관로의 도중에 큰 조압수조를 설치하여 부압을 방지함과 동시에 압력상승도 흡수할 수 있다. 이 경우에는 조압수조 이후에서는 수격작용이 발생하지 않으므로 펌프와 조압수조 사이만 고려하면 된다. 단 관로의 내부 압력이 높은 경우에는 조압수조의 높이가 높아져 건설비가 많아질 뿐만 아니라 설치공간의 제약으로 인하여 제한되는 경우가 있다. 단동 조압수조는 부압이 발생하는 곳에 설치하여 접속부의 관내 압력이 조압수조 내의 압력보다 낮게 되면 체크밸브가 열려 관로에 물을 공급하여 다시 압력강하가 생기는 것을 방지하는 작용을 한다. 단동 조압수조는 단순 조압수조에 비하여 높이를 낮게 할 수 있는 장점이 있다. 그러나 단동 조압수조의 작용이 유효한 관로의 길이는 짧다. 관로 길이가 간 경우 또는 관로 상태에 따라서는 여러 개의 조압수조를 설치해야 하기 때문에 단순 조압수조를 사용하였을 경우와의 경제성 및 유지관리의 용이성을 비교 검토하여 채택여부를 결정하여야 한다. 단동 조압수조는 체크밸브, 슬루스 밸브, 급수장치(급수관, 플로트밸브 등), 월류관 등의 부대시설을 필요로 한다.
③ 압력수조
펌프가 급정지한 후에 발생하는 압력강하 시에 압력수조 내의 물을 내부의 공기압력에 의하여 관로에 급수한다. 일반적으로 압력수조는 비교적 유량이 적은 설비의 경우, 양정이 높은 경우, 압력변화를 억제하는 범위가 넓은 경우 등에 사용된다.
④ 공기밸브 및 공기관
압력강하 시에 물을 공급하는 것이 불가능한 경우 또는 관로가 수평이거나 부압발생점 보다 하류측이 자연유하하는 경우로서 보급수량이 대단히 많아지는 경우에 사용된다. 예를

들면 부압발생 위치가 배출수위보다 높은 경우에는 물을 어느 정도 보급하여도 전부 배출수조로 유입되어 버리기 때문에 공기밸브 또는 공기관을 이용하여 공기를 넣는다. 그러나 관로에 공기를 넣으면 재시동에 시간이 걸리기 때문에 될 수 있는 한 공기를 넣지 않고 부압의 경감을 바라는 것이 바람직하다.

⑤ 기타

가. 관내유속을 작게 한다.

나. 관로의 노선을 변경한다.

(가) 일반적으로 양배수장 가까이에서 배관을 위로 올려 수평이 되게 하는 것은 연직부분에 부압 (수주분리)을 일으키기 쉬우므로 피하는 것이 좋다. 단순 조압수조, 단동 조압수조, 및 압력수조에 대한 상세한 사항은『조압수조』절을 참조한다.

(2) 압력상승 경감방법

① 완폐(緩閉)식 체크밸브

밸브 축에 유압장치를 장비하여 역류 개시후의 역류에 저항하여 밸브를 자동 완폐하는 방법으로 비교적 저양정의 경우에 적합하다.

② 완폐 (緩閉) 바이패스밸브를 붙인 체크밸브

바이패스밸브에 유압장치를 장비하여 역류 개시후의 역류에 저항하여 밸브를 자동 완폐하는 방법으로 고양정의 경우에 적합하다.

③ 급폐쇄 (急閉鎖)식 체크밸브

역류가 크게 되어 급폐쇄하면 높은 압력상승이 발생하기 때문에 역류가 일어나기 직전에 유속이 느릴 때에 급폐쇄하는 방법이다.

이것은 밸브의 폐쇄지연에 의한 압력상승을 방지하는 것뿐이고 관로에 생기는 수격 작용은 방지할 수 없다. 그러나 체크밸브의 폐쇄지연만이 문제가 되고 관로가 짧아서 실양정의 큰 경우에는 유효하다.

④ 유압식 볼 밸브 또는 유압식 뉴들 밸브

정전과 동시에 유압기구에 의한 밸브 개도를 제어하여 유속의 변화를 작게 할 수 있기 때문에 압력상승을 작게 할 수 있다. 고양정 대용량의 경우에 이 밸브를 채용하는 경우가 많다.

⑤ 유압식 압력조절 밸브

이 밸브는 주로 압력 상승시에 강제적으로 밸브를 열어서 관로의 압력상승을 방지하는 것으로 비교적 역수(逆水)규모가 작고 양정이 높은 경우에 적합하다.

이 방식은 압력 강하시에 밸브를 여러 관로에 급수하는 것도 가능하다. 그러나 관 로내의 압력변동이나 유속의 변화가 단기적인 경우에는 동작의 추종성을 검토하여 채택여부를 결정하여야 한다. 이와 거의 동일한 작용을 하는 것으로 자동압력조정 밸브가 있다. 이 밸브는 1차 측의 관로압력에 의하여 자동 개폐하는 형식이다.

⑥ 안전밸브

압력이 설정한 압력보다 상승하면 안전밸브가 열려 이상 압력상승을 방지한다. 그러나 관로가 짧고 압력변동의 주기가 짧은 경우에는 안전밸브의 동작이 느려지는 경우가 있으므로 효과는 그다지 기대되지 않는다.

⑦ 바이패스(側管) 장치

증압 중계펌프장의 시동 또는 정지시에 수격작용 경감에 효과가 있다.

⑧ 배출전동밸브의 2 스피드 방식

정상적인 펌프의 운전상태에 있어서 펌프를 정지할 때에는 보통 우선 배출 밸브를 닫고 정지하지만 관로가 긴 경우에는 정상적인 밸브 개폐시간이라도 압력파의 왕복시간이 길어서 급폐쇄에 가까운 상태가 되어 큰 압력 상승이 생기는 경우가 있다.

특히 흡입관이 긴 펌프계, 예를 들면 증압 중계펌프의 배출전동밸브에 슬루스 밸브와 같은 밸브의 개도가 0 ~ 20%의 범위가 안되면 조리개의 효과가 없는 형식의 밸브를 사용하는 경우에는 이상 압력상승이 일어나는 경우가 있다.

이와 같은 경우에는 배출밸브 완전 개방으로부터 어느 개도까지는 보통 스피드로 폐쇄하고 후반에는 완폐쇄하는 2 스피드 방식을 채택한다.

⑨ 배출관로의 물을 전부 역류시키는 가장 간단한 방법으로 압력상승을 방지할 수 있으나 흡입수조의 역류에 대하여 고려할 필요가 있다. 더욱이 다), 바) 및 사) 항을 제외하고는 어느 것이나 역류를 인정하는 방법이고 흡입수조의 월류를 배려하는 동시에 원동기를 역전에 견딜 수 있게 한다.

(3) 수격작용의 해석

수격작용의 해석은 수격작용 현상의 기본 식에 회전 부분의 운동방정식, 펌프의 특성 및 펌프의 양정과 관로 하류의 압력과의 관계식, 기타 분기점과 합류점 등의 경계 조건을 고려하여 해석한다.

해석방법은 축차계산법, 도식해법, 특성곡선법 등이 있다. 복잡한 배관계통이나 밸브제어 등을 포함한 수격작용은 컴퓨터를 이용하여 계산하지만 단순배관계통에서는 최저압력 값 및 수주분리의 유무를 검토하기 위해서는 간이 계산도표를 이용할 수 있다.

① 이론식에 의한 방법

가. 밸브의 급폐쇄 (t < 2L/a)에 의한 압력상승

정상류인 관로에서 하류측에 있는 밸브를 급폐쇄 (t < 2L/a)하면 밸브 지점에 큰 압력상승이 생긴다. 이 압력상승 값은 아래의 Joukowsky 식에 의하여 구할 수 있다.

$$\triangle H = \frac{a}{g} V_0$$

여기서, $\triangle H$: 최대압력상승 수두 (m)

a : 압력파 전파속도 (m/s)

V_0 : 밸브 폐쇄 전의 관내 평균유속 (m/s)

t : 밸브 폐쇄 시간 (s)

L : 관의 길이 (m)

나. 밸브의 완폐쇄 (t > 2L/a)에 의한 압력상승

밸브의 완폐쇄에 의한 압력상승은 Allieve의 계산식이나 도표를 이용하여 구할 수 있으며, 또한 퀵 (Quick)의 수격선도에서 구할 수 있다.

다. 밸브 개폐중의 유속은 밸브의 특성이나 관로의 마찰손실 때문에 직선적으로 변화하지

않으므로 주의하여야 한다.

② Allieve의 방법

밸브의 완폐쇄시 및 완개방시의 압력상승을 구하는 Allieve의 계산식은 다음과 같다.

$$\frac{\Delta H}{H_0} = \frac{K_1}{2} \pm \sqrt{K_1 + \frac{K_{14}^2}{4}}$$

$$K_1 = \left(\frac{L \cdot V'}{g \cdot H_0 \cdot t}\right)^2$$

여기서, 우변의 + 는 완폐쇄시의 경우이며 – 는 완개방시의 경우이다.

ΔH: 최대압력상승 수두 (m)

L: 관의 길이 (m)

H_0: 밸브 위치에서의 정수두 (m)

V': 관내의 초기 및 종기의 유속 차이 (m/s)

t: 밸브 폐쇄 시간 (s)

윗 식은 일반적으로 t > L/300 의 조건에서 성립되므로 밸브 조작시간도 이를 만족하여야 한다.

③ 퀵 (Quick)의 수격선도 방법

균등하게 밸브를 닫을 때의 밸브 직전에서의 최대압력상승은 퀵 (Quick)의 수격선도에서 구할 수 있다. 관로상수는 다음과 같다.

$$\rho = \frac{a \cdot V_0}{2g \cdot H_a}$$

또 $\mu = \frac{2L}{a}$가 되는 시간 간격에서 측정한 폐쇄시간상수는 다음과 같다.

$$N = \frac{T}{\mu} = \frac{T \cdot a}{2L}$$

이에 의하여 퀵 (Quick)의 수격선도에서 C 값을 구하면 압력상승은 다음 식으로 구한다. 퀵 (Quick)의 수격선도는 관로상수와 수격압상수 C의 관계를 폐쇄시간상수 N을 파 라미터로 하여 나타낸 것이다.

$$\Delta H = 2\rho C H_a$$

여기서, ΔH: 최대압력상승 수두 (m)

Ha: 실양정 또는 실 낙차 (m)

H : 최대 수격압으로 Ha + ΔH (m)

ρ: 관로상수

C: 수격압계수 ($= \frac{g \cdot \Delta H}{a \cdot V_O}$)

a: 압력파 전파속도 (m/s)

V_0: 밸브 폐쇄 전의 관내 평균유속 (m/s)
t: 밸브 폐쇄 시간 (s)
L: 관의 길이 (m)
N: 시간상수

④ 도식 및 수치해석에 의한 수격압 해석방법

분수 밸브를 많이 갖는 복잡한 수지상배관, 관망배관에서 수격압의 계산은 탄성이론을 기본으로 하여 도식계산, 혹은 컴퓨터에 의해 계산할 필요가 있다.

관수로 부정류 기본식은 일반적으로 다음 운동방정식, 연속방정식을 사용한다.

$$\frac{1}{g}\frac{\partial V}{\partial t} + \frac{1}{g}V\frac{\partial V}{\partial t} + \frac{f|V|}{D}\cdot\frac{V}{2g} = 0$$

$$\frac{\partial H}{\partial t} + V\frac{\partial H}{\partial x} + V\sin\alpha + \frac{a^2}{g}\frac{\partial V}{\partial x} = 0$$

여기서, V: 관내유속 (m/s)
D: 관경 (m)
x: 거리 (m)
α : 관수로의 기준선에 대한 경사각도
t: 시간 (s)
a: 수격파의 전파속도 (m/s)
H: 기준선에서의 압력수두 (m)
g: 중력가속도 (m/s2)
f: Darcy- Weisbach의 마찰손실계수

상기의 식에 의해 H와 V에 관한 파동방정식을 얻어서 이것의 일반해를 구하여 무차원화한 도식해법의 기본식인 공역방정식을 구할 수 있다. 그러나 이 도해법은 수격압의 과정을 시각화할 수 있는 이점은 있으나, 정도와 노력을 생각하면 다음에 설명하는 수치해석방법이 일반적이다.

수치해석법으로는 우선 대수적 해법을 들 수 있다. 이 방법은 다음에 서술할 특성곡선법에서 파생한 것인데 동일 구경의 관수로 하나에 대하여 2 개의 경계조건식을 만들어 일정시간이 증가할 때마다 이것을 해석하는 것이다. 이 방정식은 마찰항을 고려하였고 프로그램도 간단하여 연산시간이 짧은 이점이 있다. 그러나 경계조건식은 연립 비선형대수방정식이므로 해법에 약간의 기술이 필요하다.

컴퓨터에 의한 상세한 해석방법은 시간과 비용이 들지만 시뮬레이션 모델이므로 관로 계통 전체의 유황 파악이 가능하므로 특히 주요 간선에 대해서는 행할 필요가 있다.

⑤ 경험에 의한 수격압 해석방법

경험에 의한 방법에서의 수격압 그 자체는 밸브의 특성 및 개폐 속도, 관로 연장, 관내유속, 정수압, 관체 재질 등에 따라서 다르므로 일률적으로 결정하기는 곤란하지만 다음에 의해 결정하면 안전하다.

가. 개방형의 경우

수격압은 정수압(통수시)의 20 %로 한다.

나. 폐쇄형 및 반폐쇄형의 경우

정수압 3.5 kg/cm2미만의 경우는 정수압의 100 %로 한다. 정수압 3.5 kg/cm2 이상인 경우는 정수압의 40 % 또는 3.5 kg/cm2 중 큰 값으로 한다. 여기에서 이들 상기의 설계 수격압의 범위에 들어가기 위해서는 밸브 등의 조작이 반드시 완전폐쇄영역이 되도록 조작시간 t를 정해야 한다. 그것에는 우선 t (설계조건에서 정한⊿H/HO와 ρ의 값을 사용하여 t/2, L/a를 구해 t의 값을 구한다)와 강체이론의 적용한계라고 보는 t = L/300에서 구한 t 중에서 큰 값을 조작시간 t로 한다. 단, 여기에서 결정한 조작시간 t는 균등조작 경우에 한하여 밸브폐쇄개시에서 완전폐쇄까지의 시간으로 하여도 좋으나 일반적으로 균등 조작할 수 없으므로 등가폐쇄시간으로 생각할 수 있다.

⑥ 펌프계통의 수격압 간이계산

가. 기본 자료: 수격작용현상의 계산에는 다음의 자료가 필요하다.

(가) 펌프의 시방, 형식, 배출량, 전양정, 회전수, 펌프효율, 펌프특성곡선.

(나) 펌프 대수와 운전상태, 직렬 또는 최대 병렬대수, 최대배출량.

(다) 실양정 및 말단 잔존압력

(라) 원동기 형식, 출력, 회전수, 주파수, 전압.

(마) 펌프 및 원동기의 회전체의 관성효과 (GD2 값)

(바) 송수 본관의 종단면도, 관종, 관경, 관두께.

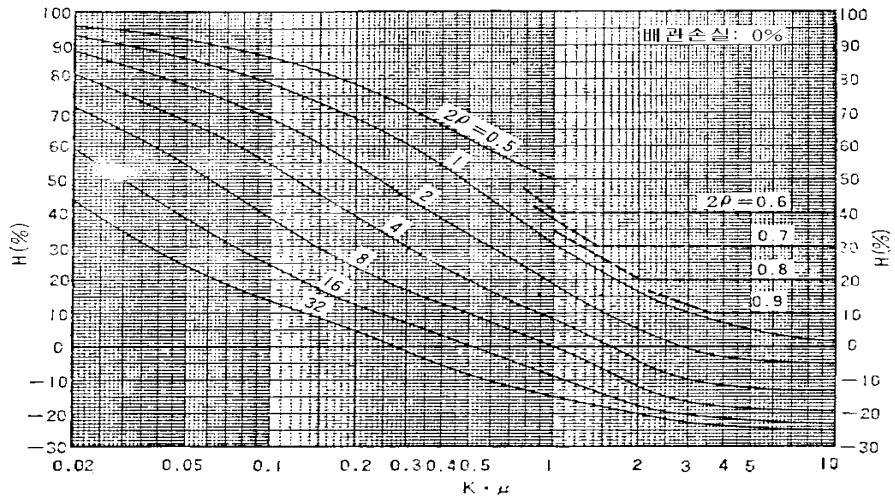
(사) 분기 또는 합류의 유무 또는 분기 또는 합류점의 압력, 유량, 및 관로의 종단면도, 관종, 관경, 관두께.

(아) 펌프배출밸브, 체크밸브의 형식 및 밸브제어방식

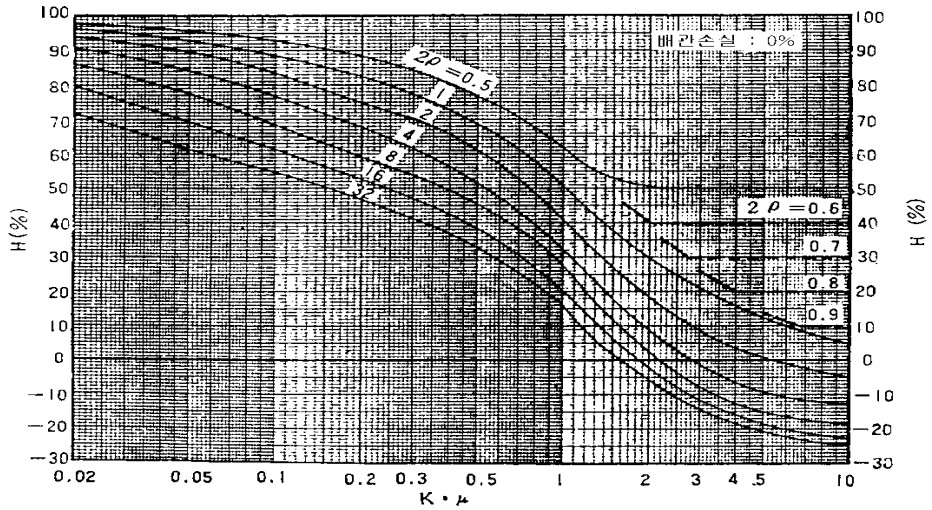
⑦ 간이계산도표

종래 수격작용의 간이계산도표로서 퍼마키안(J. Parmakian)의 도표가 이용되어 왔으나 다시 확장하여 관로손실을 고려한 수격작용의 간이계산도표를 제시하면 아래 <그림 4.13-1>～과 <그림 4.13-9>와 다.

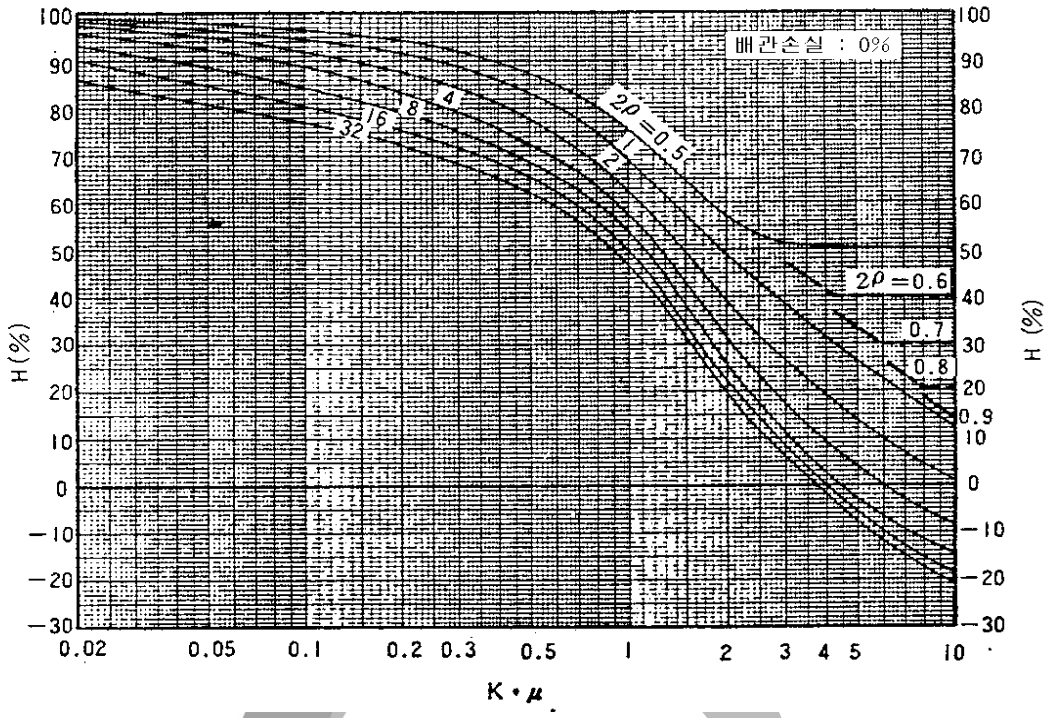
이 그림들은 컴퓨터에 의해서 수치해석을 하여 펌프 급정지시의 압력변화를 펌프 직후 지점, 관로 중간지점 및 관로 3/4 지점의 3개 지점에서의 압력저하를 표시하고 관로손실을 0%, 30%, 60% 의 3개의 값에 대하여 표시하고 있다. 이 그림들에서 압력 H%는 압력변화 후의 관로내의 압력을 전양정으로 나눈 무차원 값이며, 관로내의 실제 압력은 여기에 전양정(Hn)을 곱하면 얻어지며 이는 최저흡입수위로부터의 양정을 나타낸다.



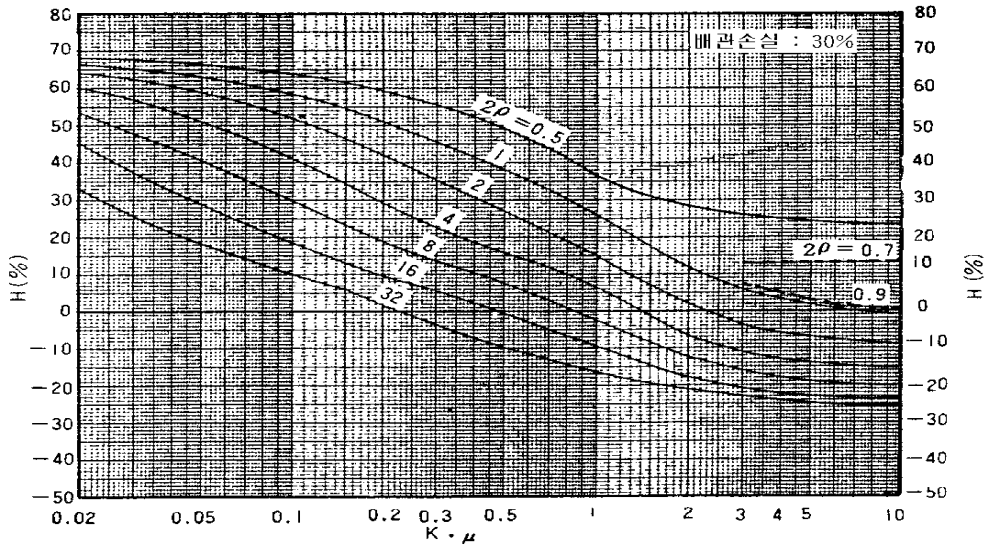
<그림 4.13-1> 관로손실 0%인 때 펌프직후의 최저압력



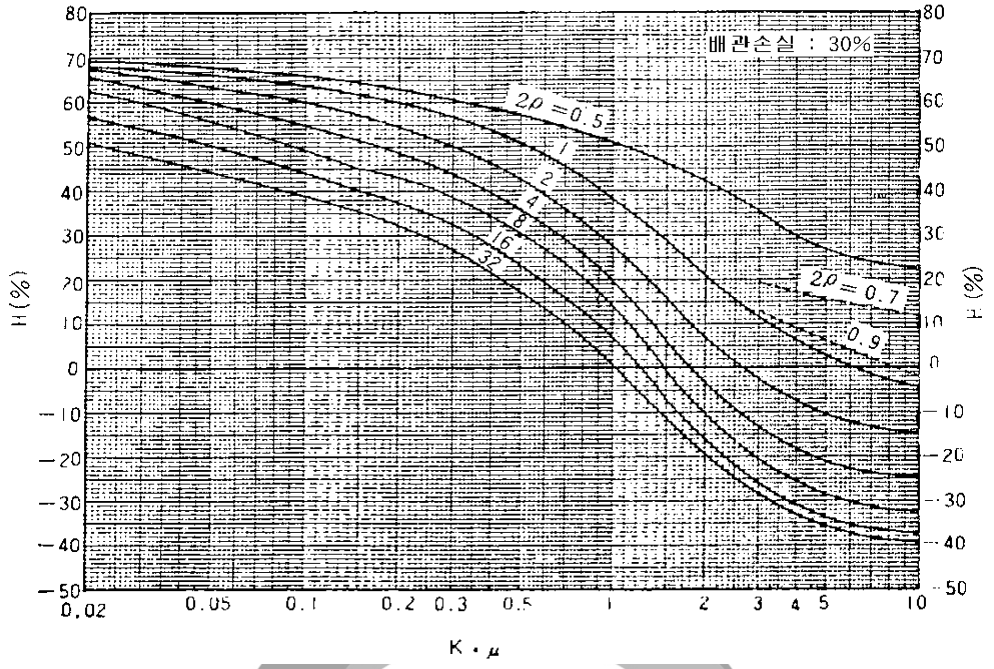
<그림 4.13-2> 관로손실 0%인 때 0.5L 지점의 최저압력



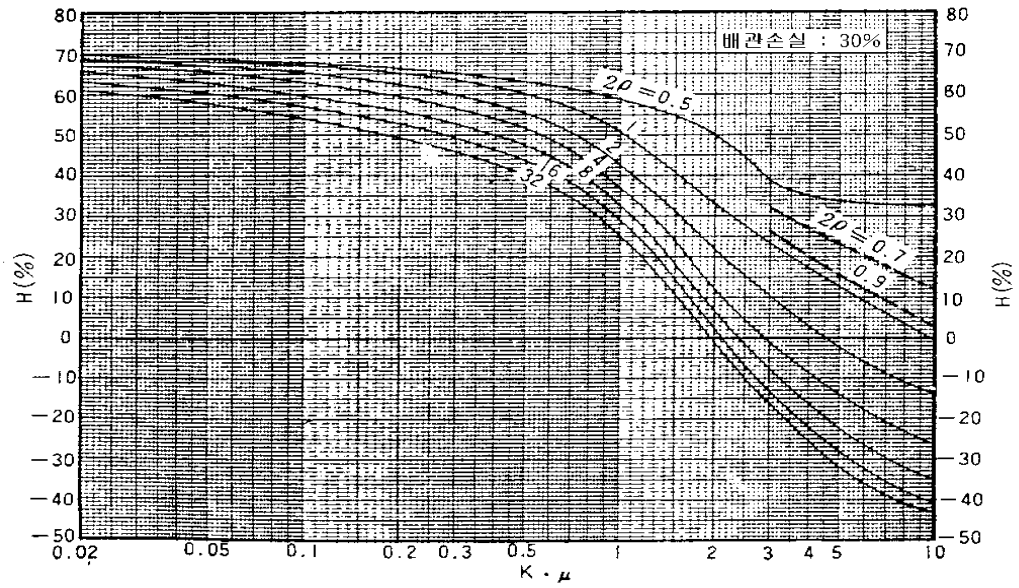
<그림 4.13-3> 관로손실 0%인 때 0.75L 지점의 최저압력



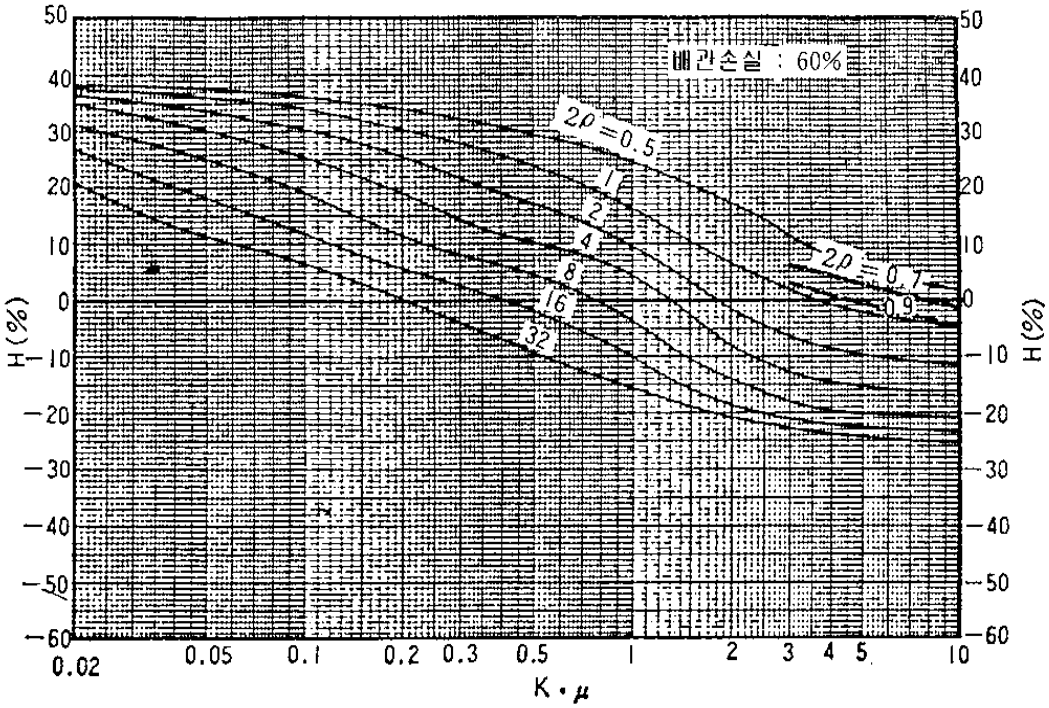
<그림 4.13-4> 관로손실 30%인 때 펌프직후의 최저압력



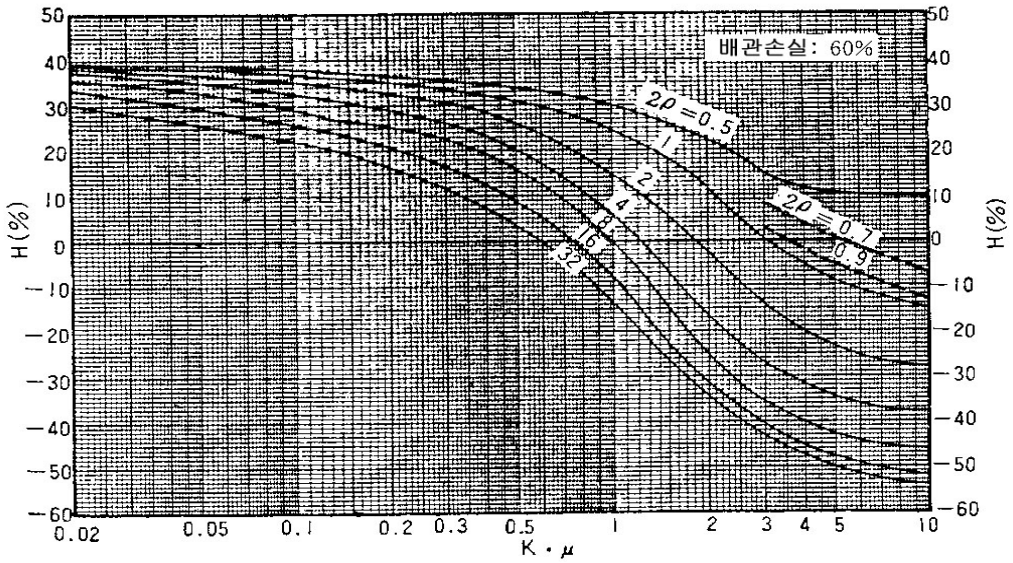
<그림 4.13-5> 관로손실 30%인 때 0.5L 지점의 최저압력



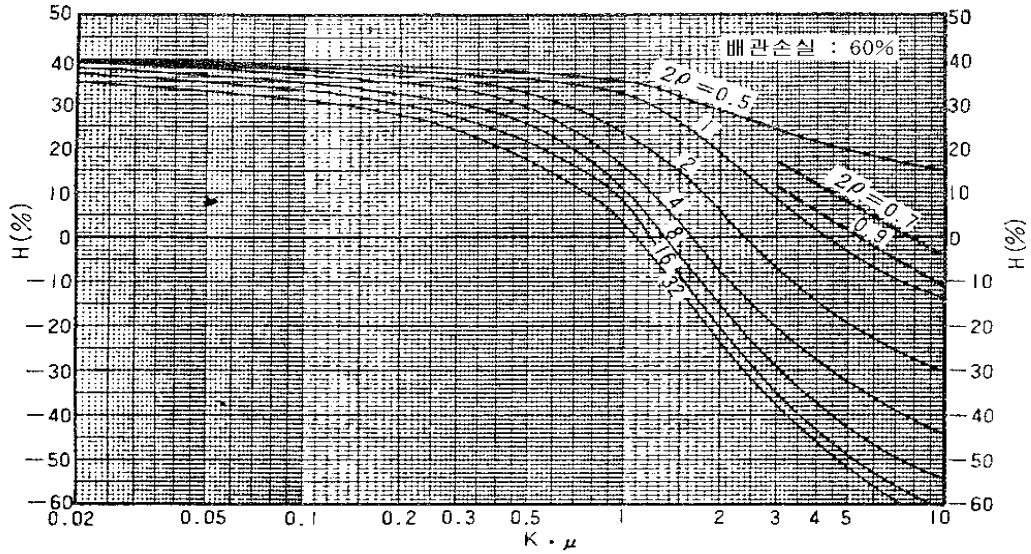
<그림 4.13-6> 관로손실 30%인 때 0.75L 지점의 최저압력



<그림 4.13-7> 관로손실 60%인 때 펌프직후의 최저압력



<그림 4.13-8> 관로손실 60%인 때 0.5L 지점의 최저압력



<그림 4.13-9> 관로손실 60%인 때 0.75L 지점의 최저압력

⑧ 계산순서

가. 펌프 제수치

펌프대수: N대 (병렬운전대수)

축동력: Pn = 9.8 r Qn Hn / η (kW)

여기서 , r: 유체의 비중

Qn: 1대 당 배수량 (m3/s)

Hn: 전양정 (m)

η : 펌프의 효율

토크: Mn = 974 Pn /N (kg m)

여기서, N : 회전수 (rpm)

원동기출력 (전동기): P (kW)

펌프 회전체의 관성효과: (GD2)1 ≒ (GD2)2 x 0.1 (kg ㎡)

원동기 회전체의 관성효과: (GD2)2 (kg ㎡)

플라이 휠의 관성효과 (있는 경우에만 한함): (GD2)3 = G (D12 + D22)/28

여기서, G: 재질 SC 또는 SF인 플라이 휠의 자중 (kg)

G = Wm B π (D22 - D12)/4

D1: 플라이 휠의 내경 (m)

D2: 플라이 휠의 외경 (m)

B: 플라이 휠의 폭 (m)

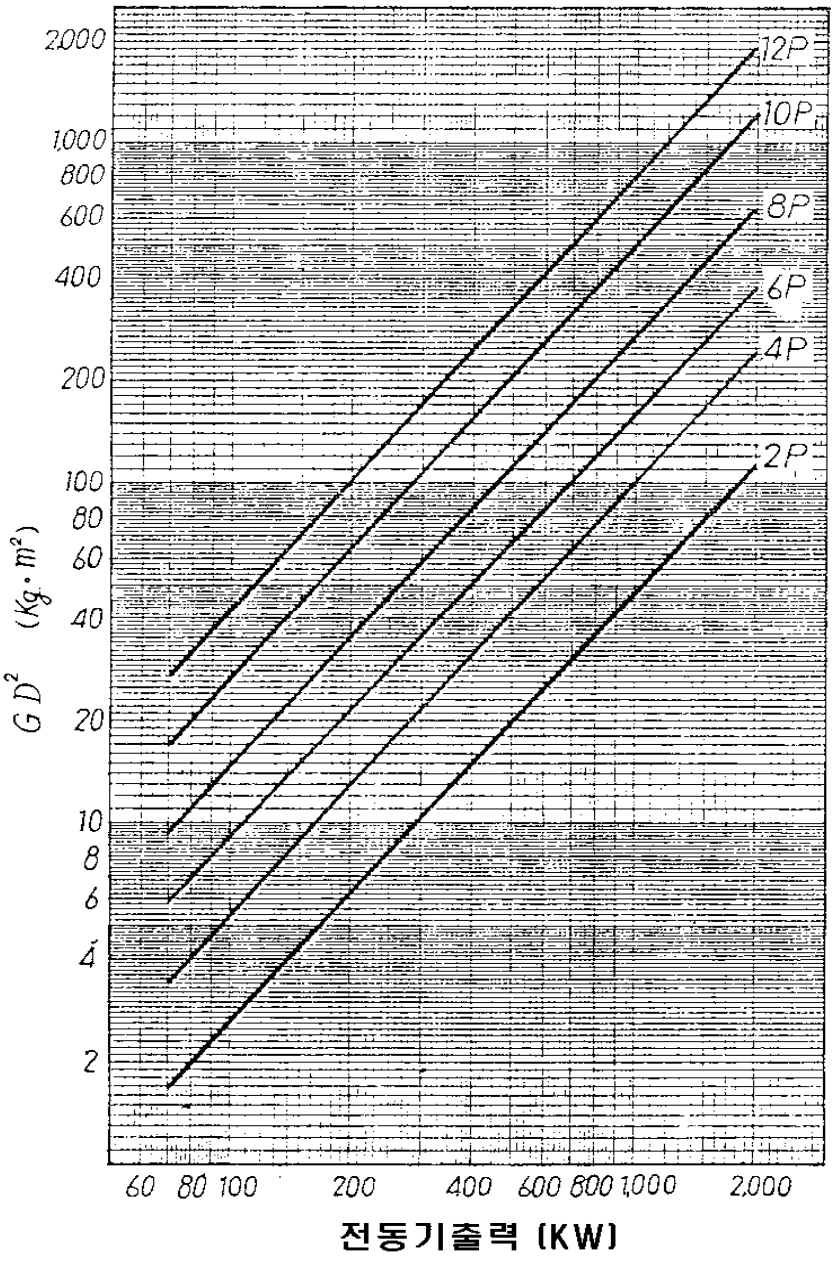
wm: 플라이 휠의 단위중량으로 7,800 kg/m3

회전부분의 전 관성효과: GD2 =(GD2)1+(GD2)2+(GD2)3

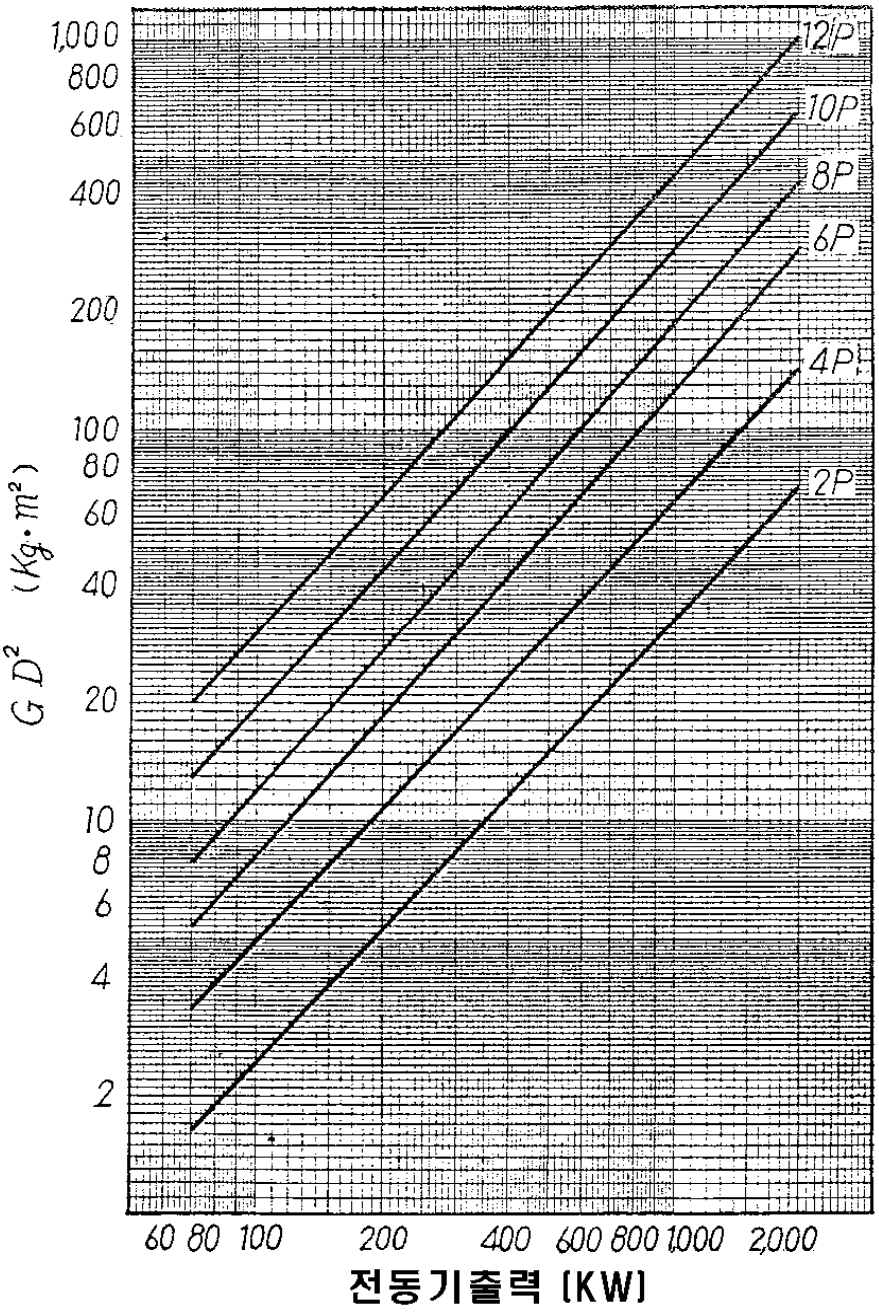
나. 펌프의 관성계수 (K)

$$K = \frac{375\ M_n}{GD^2\ N}$$

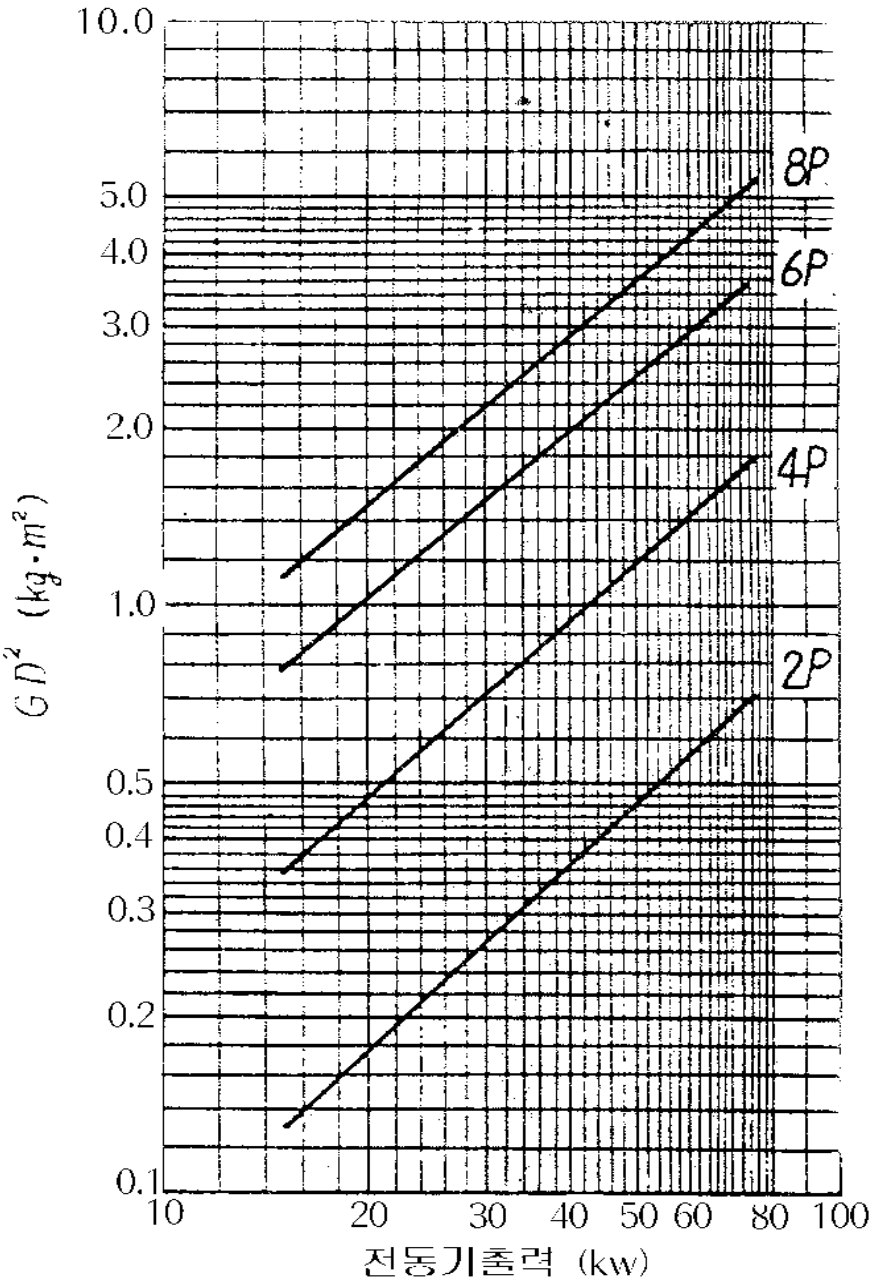
주) 펌프의 관성계수는 종래 도식해법의 편의상 윗 식의 우변의 계수를 187.5로 하고 윗 식에 의한 값의 1/2 값을 취하는 문헌이 많으므로 주의하여야 한다.



<그림 4.3-10> 권선형 전동기의 GD2 선도 (3kV급)



<그림4.13-11> 농형(籠型) 전동기의 GD2 선도 (3kV급)



<그림 4.13-12> 농형(籠型) 전동기의 GD2 선도 (200, 400V급)

다. 관내 유속

송수관로의 내경과 관의 종류가 일정한 경우 평균유속은 다음과 같다.

$$V_n = \frac{Q}{\frac{\pi D^2}{4}} \quad (\text{m/s})$$

여기서 Q : 관 유량 = N · Q n (m3/s)
D : 관 내경 (m)

송수관로 내경과 관의 종류가 일정하지 않는 경우 평균유속은 다음과 같다.

$$V_i = \frac{Q}{\frac{\pi D_i^2}{4}} \quad (\text{m/s})$$

$$V_n = \frac{\sum (L_i V_i)}{\sum L_i} \quad (\text{m/s})$$

여기서, L은 관로 길이이고, 첨자 i는 관 내경 또는 종류가 바뀔 때 마다 산출해야 한다.

라. 압력파의 전파속도

송수관로의 내경과 관의 종류가 일정한 경우 전파속도는 다음과 같다.

$$a = \frac{\sqrt{\frac{E_w}{\rho}}}{\sqrt{1 + \frac{E_w}{E}\frac{D}{t}}} \quad (\text{m/s})$$

여기서 ρ: 물의 밀도, 0℃ 때 101.97 kgf s2/m4
10℃ 때 101.94 kgf s2/m4
20℃ 때 101.79 kgf s2/m4
D: 관의 내경(m)
t: 관의 두께(m)
Ew: 물의 체적탄성계수, 0℃ 때 1.97 x 108kgf/㎡
10℃ 때 2.07 x 108kgf/㎡
20℃ 때 2.11 x 108kgf/㎡

E: 관의 체적탄성계수이며 재질에 따라 다음과 같다.

강관	2.1 x 1010kg/㎡
닥타일 주철관	1.6 x 1010kg/㎡
주철관	1.1 x 1010kg/㎡
PC 관	0.4 x 1010kg/㎡
흄관	0.20 x 1010kg/㎡
석면관	0.26 x 1010kg/㎡
경질염화비닐관	0.03 x 1010kg/㎡
강화플라스틱 복합관	0.1115 ~ 0.230 x 1010kg/㎡

송수관로 내경과 관의 종류가 일정하지 않는 경우 전파속도는 다음과 같다.

$$a = \frac{\sum L_i}{\sum (\frac{L_i}{a_i})} \text{ (m/s)}$$

$$a_i = \frac{\sqrt{\frac{E_w}{\rho}}}{\sqrt{1+\frac{E_w}{E}\frac{D_i}{t_i}}} \text{(m/s)}$$

마. 관로상수 (2 ρ)

$$2\rho = \frac{a \cdot V_n}{g \cdot H_n}$$

여기서 g: 중력가속도
Vn: 관내 평균유속 (m/s)
Hn: 전양정 (m)

바. 압력파의 왕복소요시간 (μ)

$$\mu = \frac{2L}{a} \text{(s)}$$

사. K · μ

펌프의 관성계수 (K)와 압력파의 왕복소요시간(μ)를 곱한다.

아. 최저압력 경사선도의 작성

(가) 관로 종단도를 작성한다.

(나) 관로손실 비율 %를 다음식에 의하여 계산하고 앞의 나)항 간이계산 도표 중 관로손실 비율 %에 가까운 도표를 선정한다.

$$\text{관로손실비율}(\%) = \frac{H_l\ (\text{관로손실})}{H_n\ (\text{전양정})} \times 100\ (\%)$$

단, 관로손실 비율 %가 두개의 계산도표의 중간에 해당하는 경우에는 두 도표에

서 수치를 읽어 보간법에 의하여 구하여 이중에서 관로손실 비율 %가 큰 쪽의 계산도표를 적용하면 시설에 대하여 안전 측의 값이 된다.

(다) 전 항에서 구한 펌프 직후에서의 압력저하와 관로 도중 지점에서의 압력저하 값을 최저흡입수위를 기준으로 관로종단면도에 기입한다.

(라) 최저압력값과 최저배출수위 사이를 완만한 곡선으로 연결하면 관로의 최저압력경사선을 구할 수 있다. 이론상으로 이 부압이 대기압 이하가 되면 수주분리가 일어난다. 그러나 계산상의 오차 등을 고려하여 이 부압이 5～7m 이내가 되도록 대책을 강구한다.

자. 개략 최고압력경사선도의 작성

최고 압력경사선도는 최저 압력경사선도를 최고배출수위를 기준으로 대칭의 위치에 그린다. 즉, 최고배출수위에서 본 최저 압력값 (예를 들면 -H0, -H0.5L, -H0.75L)을 최고배출수위를 기준의 +측에 가산하여(예를 들면 +H0, +H0.5L, +H0.75L) 각 압력점을 고해서 곡선으로 연결하면 최고 압력경사선도를 작성할 수 있다. 이상의 최저 및 최고 압력경사선은 관로내의 개략적인 압력을 구하는 방법이며, 관로의 상세한 설계를 하는 경우에는 실제의 펌프특성, 밸브특성, 더 나아가서는 관로의 정확한 경계조건 등을 고려하여 컴퓨터 등을 이용하여 정확한 압력을 구해야 한다.

4.13.2 조압수조

(1) 조압수조를 채용하는 경우에는 다음과 같은 기본적인 주의사항을 고려하여야 한다.

① 펌프의 가동 또는 정지에 따른 관수로내의 유량변동에 대하여 수면변동이 크지 않도록 충분한 단면적을 가져야 한다.

② 가능한 한 양수장에 가깝게 설치해야 한다. 고양정에서 다른 조건 때문에 양수장에서 멀리 떨어진 곳에 설치하면 조압효과는 감소된다.

③ 부압발생을 방지할 목적으로는 부압이 발생하는 근처에 설치한다.

④ 작동과정에서 조압수조가 비게 되거나, 송수관 내로 공기가 유입되지 않도록 충분한 용량으로 한다.

4.13.2.1 일반사항

조압수조를 채용하는 경우에는 다음과 같은 기본적인 주의사항을 고려하여야 한다.

(1) 펌프의 가동 또는 정지에 따른 관수로내의 유량변동에 대하여 수면변동이 크지 않도록 충분한 단면적을 가져야 한다.

(2) 가능한 한 양수장에 가깝게 설치해야 한다. 고양정에서 다른 조건 때문에 양수장에서 멀리 떨어진 곳에 설치하면 조압효과는 감소된다.

(3) 부압발생을 방지할 목적으로는 부압이 발생하는 근처에 설치한다.

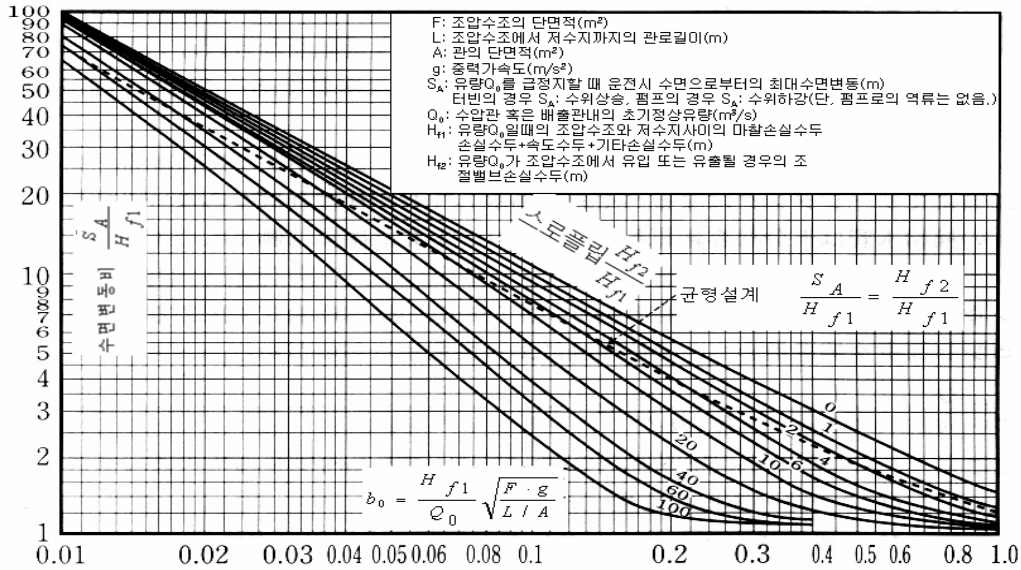
(4) 작동과정에서 조압수조가 비게 되거나, 송수관 내로 공기가 유입되지 않도록 충분한 용량으로 한다.

(5) 아래의 <그림 4.13-13>(a)는 펌프 급정지시의 수면강하량 (Down Surge)을 <그림

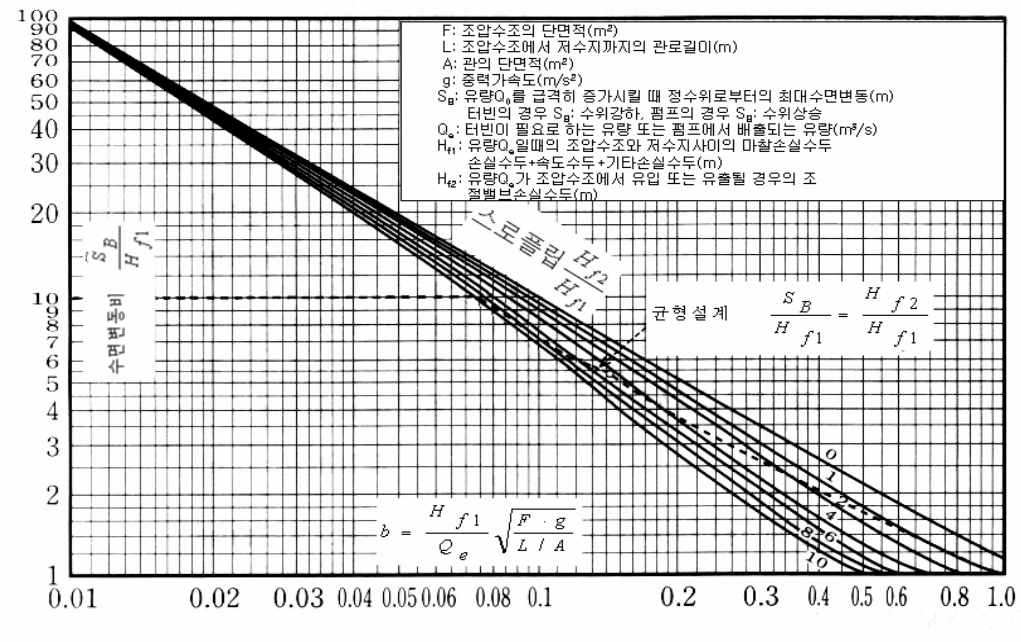
4.13-13>(b)는 펌프 급시동 시의 수면상승량 (Up Surge)을 구하는 방법을 제시한 것이다. 조압수조의 용량 결정방법은 다음과 같다.

① 조압수조의 설치점에서의 최대 수면변동(강하)시 관수로 내에 공기가 흡입되지 않도록 S_A를 가정하여 아래의 <그림 4.13-13>(a)에서 단면적 F(m^2)를 구한다.

② 제수구 조압수조는 아래의 <그림 4.13-13>(a)의 균형설계 곡선(Balanced design curve) 즉 최대변동수위 S_A가 조압수조의 스트로링손실 H_{l1}와 같은 곡선에서 경제적인 단면을 구할 수 있다. 조압수조는 <그림 4.13-13>에서 $H_{l2}/H_{l1}=0$ 의 곡선으로부터 구한다



(a) 펌프 급정지시의 경우



(b) 펌프 급시동시의 경우

<그림 4.13-13> 조압수조의 최대수면변동

4.13.3 저수조 (One-way surge tank or Reservoir)

(1) 저수조를 선택할 경우에는 다음 사항을 주의하여야 한다.

① 저수조와 주 관수로의 접속관에 있는 체크 밸브는 중요한 기기이므로 고장날 때를 대 비하여 2개를 병렬로 설치한다.

② 펌프의 급정지에 의하여 저수조가 일단 작동한 후 펌프가 재가동되었을 때 다음의 급정지에 대

비하여 저수조를 가급적 빨리 만수시켜야 한다. 주관수로로부터 저수조까지의 보급관은 충분한 용량을 주고, 플로트 밸브는 확실히 작동하여야 한다.

(2) 저수조의 개략용량은 다음 식의 강체이론에 의하여 구할 수 있다. 또한, 보다 정확하게 는 컴퓨터 등을 이용하여 탄성이론에 의해 구할 수 있다.

$$V_{av} = \frac{Q_2}{2g}\left(\frac{L_2}{A_2 H_2} - \frac{L_1}{A_1 H_1}\right) \cdot \quad \alpha$$

여기서, V_{av} : 저수조의 유효용량 (m^3)

Q : 관수로의 운전시 유량 ($m^3/\sec$)

H_1 : 흡입수조수면과 저수조 수면간의 실양정(수위차) (m)

H_2 : 저수조수면과 배출수조수면간의 실양정(수위차) (m)

A_1 : 관수로의 단면적(m^2) (펌프-저수조간)

A_2 : 관수로의 단면적(m^2) (저수조-배출수조간)

L_1 : 관수로(m) (펌프 - 저수조간) 길이(m)

L_2 : 관수로(m) (저수조-배출수조간) 길이(m)

g : 중력가속도(m/sec2)

α : 안전계수 (2.0 - 2.5)

4.13.4 압력수조 (Air chamber or Pressure vessel)

(1) 압력수조는 압력강하의 방지와 함께 압력상승에 대해서도 효과가 있으므로 비교적 소규모의 설비로 압력수조를 이용하여 펌프를 자동운전하고 있는 경우에는 압력수조에 의한 압력상승 방지효과를 검토할 필요가 있다.

(2) 압력수조의 부속품으로는 공기압축기, 배기전자(排氣電磁)밸브, 수위검출기, 수위계 및 안전밸브 등이 있다.

4.13.4.1 간이계산도표

(1) 압력수조의 용량 또는 압력상승 및 압력강하의 방지효과는 Evan and Crawford 의 압력수조 도표를 이용하여 계산할 수 있다. 간이계산도표는 다음과 같은 조건에서 도식해법을 수행한 결과이다.

① 압력수조는 펌프근처에 설치되어 있다.

② 펌프의 체크 밸브는 급정지와 동시에 폐쇄된다.

③ 압력수조 내 압축공기의 압력일용적의 관계는 $H^* C^{1.2} =$ 일정한 것으로 한다.

④ 압력수조의 밑 부분에 있는 오리피스의 손실은 동일유량이 유입하는 경우와 유출하는 경우에 2.5 : 1의 비율로 한다. KH_0^*는 Q_0에 대하여 역류가 오리피스를 통과할 때의 손실과 관수로 내의 마찰손실과의 합이다.

배출관로가 최저압력이 되었을 때에도 압력수조 내의 공기가 배출관 내에 들어가면 안 되므로 압력수조의 필요최소용적 C'은 다음 식에 의하여 구한다.

$$C' = C_0 \left(\frac{H_0^*}{H_{min}^*}\right)^{1/1.2} \fallingdotseq \frac{C_0 H_0^*}{H_{min}^*}$$

여기서, C' : 압력수조 내 전용적 (압축공기와 물) (m^3)

C_0 : 압력수조 내에서의 압축공기의 초기의 체적 (m^3)압력수조의 특성치 $\frac{2C_0 a}{Q_0 L}$ (도표의 횡축좌표)으로부터 역산한다.

H_0^*: 압력수조내의 초기절대압력수두 (m) (X 점의 관내압력수두 = $= H_n \pm H_{sl}) + 10.33$(H_{sl}은 흡입수조의 수위가 펌프보다 높은 경우 (+), 흡입수조의 수위가 펌프보다 낮은 경우 (-))

H_f : 관수로 손실수두(m)

a : 압력파의 전파속도(m/sec)

Q_0 : 펌프의 초기유량 (m^3/sec)

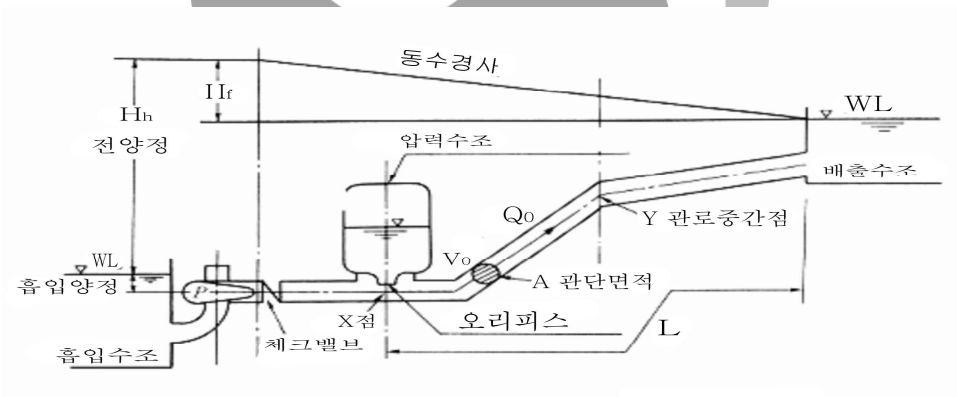
L : 압력수조에서 배출수조까지의 관수로 길이(m)

$2\rho^*$: 관수로상수 (= $\frac{a V_0}{g H_0^*}$)

V_0 : 펌프 배출관내의 초기유량 ($m/\sec$)

g : 중력가속도 ($m/\sec^2$)

K : 유량 Q_0가 압력수조로 유입하는 경우의 전손실을 $K \cdot H_0^*$로 나타내는 수두손실계수



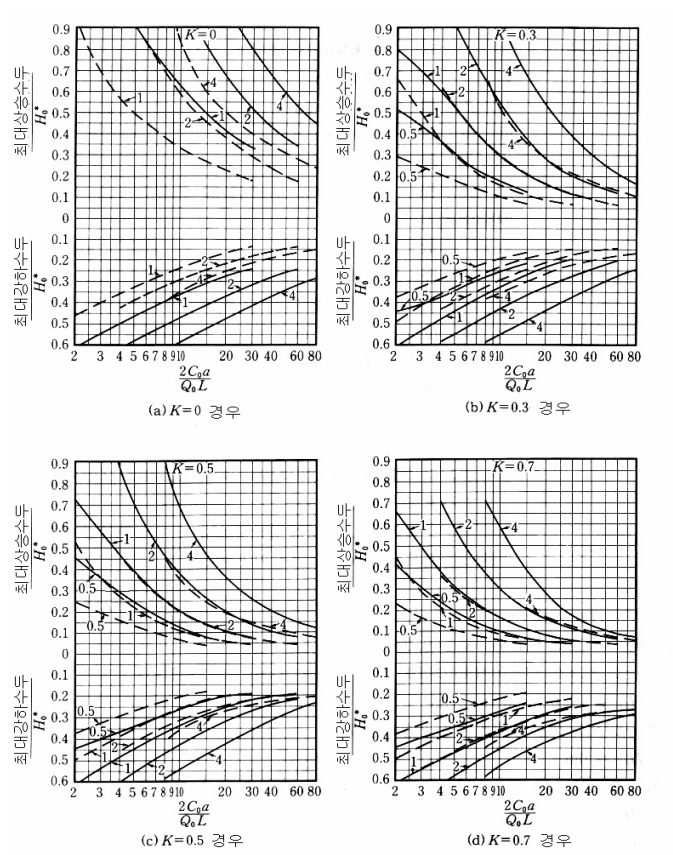
<그림 4.13-14> 압력수조가 있는 펌프와 관수로

4.13.4.2 압력수조의 용량계산

(1) 펌프직후(X점)에서의 최대압력상승 + $\Delta H_{Xmax} = \alpha$, H_0^* 관수로 중간점(Y점)에서의 최대압력강하 - $\Delta H_{Ymax} = \beta H_o^*$ 의 α, β (모두 소숫점)을 설정한다. 즉, ΔH_{Xmax}, ΔH_{Ymax} 이 각각 $\alpha \cdot H_0^*$, $\beta \cdot H_0^*$ 이내 되도록 압력수조의 전용량 C'를 선정하게 된다.

(2) 간이계산도표(그림 3.13.26(a) ~ (d))에서 가)항의 조건을 만족시키는 K와 $\alpha \leq \alpha'$, $\beta \leq \beta'$가

되도록 α′를 결정하고, $\frac{2C_0 \cdot a}{Q_0 \cdot L}$, α″, β′, β″를 읽는다. 펌프직후(X점)의 상승압력 + $\Delta H_{Xmax} = +\alpha' \cdot H_0^*$ 강하압력 - $\Delta H_{Ymax} = -\beta' \cdot H_0^*$ 그리고 관수로 중간점(Y점)의 상승압력 + $\Delta H_{Ymax} = \alpha'' \cdot H_0^*$, 강하압력 - $\Delta H_{Ymax} = -\beta'' \cdot H_0^*$을 계산한다.



<그림 4.13-15> 압력수조 용적의 간이계산도표

(3) $\frac{2C_0 \cdot a}{Q_0 \cdot L} = m$ 으로부터 $C_0 = \frac{mQ_0L}{2a}$를 구한다.

(4) $C' \frac{C_0 \cdot H_0^*}{H_{\min}^*} = \frac{C_0}{1-\beta'}$ 압력수조의 최소용량 C'는 다음 식으로 계산한다.

여기서, $H_{\min}^* = H_0^* - \Delta H_{Xmin} = H_0^*(1-\beta')$

(5) Q_0유량이 압력수조로 유입할 경우의 오리피스에서 발생하는 손실수두는 다음과 같이 구한다.

손실수두 $= K \cdot H_0^* - H_f$

집필위원	분야	성명	소속	직급
	관개배수	김선주	한국농공학회	교수
	농업환경	박종화	한국농공학회	교수
	토질공학	유 찬	한국농공학회	교수
	구조재료	박찬기	한국농공학회	교수
	수자원정보	권형중	한국농공학회	책임연구원

자문위원	분야	성명	소속
	농촌계획	손재권	전북대학교
	수자원공학	윤광식	전남대학교
	지역계획	김기성	강원대학교
	수자원공학	노재경	충남대학교
	농지공학	최경숙	경북대학교
	관개배수	최진용	서울대학교

건설기준위원회	분야	성명	소속
	총괄	한준희	농림축산식품부
	농업용댐	오수훈	한국농어촌공사
	농지관개	박재수	농림축산식품부
	농지배수	송창섭	충북대학교
	용배수로	정민철	한국농어촌공사
	농도	조재홍	한국농어촌공사 본사
	개간	백원진	전남대학교
	농지관개	이현우	경북대학교
	농지배수	남상운	충남대학교
	취입보	김선주	건국대학교
	양배수장	정상옥	경북대학교
	경지정리	유 찬	경상대학교
	농업용관수로	박태선	한국농어촌공사 본사
	농업용댐	손재권	전북대학교
	농지배수	김정호	다산컨설턴트
	농지보전	박종화	충북대학교
	농업용댐	김성준	건국대학교
	해면간척	박찬기	공주대학교
	농업수질및환경	이희억	한국농어촌공사 본사
	취입보	박진현	한국농어촌공사 본사

중앙건설기술심의위원회	성명	소속
	이태옥	평화엔지니어링
	성배경	건설교통신기술협회
	김영환	한국시설안전공단
	김영근	건화
	조의섭	동부엔지니어링
	김영숙	국민대학교
	이상덕	아주대학교

농림축산식품부	성명	소속	직책
	한준희	농업기반과	과장
	박재수	농업기반과	서기관

설계기준
KDS 67 30 20 : 2018

양배수장 펌프 설계

2018년 04월 24일 발행

농림축산식품부

관련단체 한국농어촌공사
58217 전라남도 나주시 그린로 20(빛가람동 358) 한국농어촌공사
☎ 061-338-5114 E-mail : webmaster@ekr.or.kr
http://www.ekr.or.kr

(작성기관) 한국농공학회
06130 서울시 강남구 테헤란로 7길 22(역삼동 365-4) 과학기술회관 본관 205호
☎ 02-562-3627 E-mail : j6348h@hanmail.net
http://www.ksae.re.kr

국가건설기준센터
10223 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283(대화동)
☎ 031-910-0444 E-mail : kcsc@kict.re.kr
http://www.kcsc.re.kr

※ 이 책의 내용을 무단전재하거나 복제할 경우 저작권법의 규제를 받게 됩니다.

KDS 67 30 25 : 2018

양배수장 구조 설계

2018년 04월 24일 제정
http://www.kcsc.re.kr

농림축산식품부



건설기준 코드 제·개정에 따른 경과 조치

이 코드는 발간 시점부터 이미 시행 중에 있는 설계용역이나 건설공사에 대하여 발주기관의 장이 필요하다고 인정하는 경우 종전에 적용하고 있는 기준을 그대로 사용할 수 있습니다.

건설기준 코드 제·개정 연혁

- 이 기준은 KDS 67 30 25 : 2018 으로 2018년 04월에 제정하였다.
- 이 기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 건설기준 간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.
- 이 기준의 제·개정 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요사항	제·개정 (년. 월)
농지개량사업 계획설계기준 양배수장편	• 농지개량사업 계획설계기준 양배수장편 제정	제정 (1984. 12)
농업생산기반정비사업 계획설계기준 양배수장편	• 농업생산기반정비사업 계획설계기준 양배수장편 개정	개정 (2005. 12)
KDS 67 30 25 : 2018	• 국토교통부 고시 제2013-640호의 “건설공사기준 코드체계” 전환에 따른 건설기준을 코드로 정비 • 건설기술진흥법 제44조 및 제44조의 2에 의거하여 중앙건설심의위원회 심의· 의결	제정 (2018. 04)

제 정 : 2018년 04월 24일 **개 정 : 년 월 일**

심 의 : 중앙건설기술심의위원회 **자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회**

소관부서 : 농림축산식품부 농업기반과

관련단체(작성기관) : 한국농어촌공사(한국농공학회)

목 차

1. 일반 사항 ····· 1

1.1 목적 ····· 1

1.2 적용 범위 ····· 1

1.3 참고 기준 ····· 1

1.4 용어의 정리 ····· 1

1.5 기호 정의 ····· 1

2. 조사 및 계획 ····· 1

3. 재료 ····· 1

4. 설계 ····· 1

4.1 설계요령의 개요 ····· 1

4.2 기초의 설계 ····· 3

4.3 흡배출수조 ····· 28

4.4 건물의 설계 ····· 50

4.5 건축 환경설계 기법 ····· 69

4.6 양배수상 세부설계기준 ····· 73

양배수장 구조설계

1. 1. 일반 사항

1.1 목적

· 내용 없음

1.2 적용범위

· 내용 없음

1.3 참고 기준

· 농지개량사업계획 설계기준, 1984 : 설계, 양배수장편
· KDS 11 00 00: 2016 지반설계기준

1.4 용어의 정리

· 내용 없음

1.5 기호 정의

· 내용 없음

2. 조사 및 계획

· 내용 없음

3. 재료

· 내용 없음

4. 설계

4.1 설계요령의 개요

(1) 양배수장의 구조는 펌프 형식과 원동기 종류에 맞도록 설계함은 물론이고, 구조물에 작용하

는 하중과 지반의 지지력, 현장조건, 경제성 등을 고려하여 구조세목을 결정해야 한다.

4.1.1 일반사항

(1) 양배수장의 구조는 펌프 형식과 원동기 종류에 따라 수리적 조건과 구조적 조건이 다르므로 이들 조건에 적합한 설계가 되어야 함은 물론이고 현장의 지형 조건에도 부합되어야 한다. 또 현장조사에서 결정된 지반의 지지력과 지내력이 펌프와 원동기, 각종 기기류, 건물 등의 하중에 대하여 안전하여야 하며 토목구조물의 자중, 토압, 지진력에 대하여도 안전하여야 한다. 즉, 구조물은 일반적으로 저습지역, 지하수위가 높은 연약지반에 축조되는 경우도 많다.

(2) 더욱이 축조되는 깊이도 자연 침하를 원칙으로 하기 때문에 깊어지게 마련이므로 축조는 자중, 적재하중, 수압 및 토압, 풍하중, 지진하중, 적설하중 등에 대해 충분히 안전하고 내구적이어야 한다. 시설에는 관로, 펌프장 등이 있고 토목, 건축, 전기 및 기계 등 각 분야가 포함 되므로 각각 그 기능을 발휘할 수 있도록 하나의 구조물로 할 필요가 있다.

(3) 직접 해수에 접하는 펌프시설 및 방수로 등은 고장 났을 때 침수되어 큰 피해를 가져올 우려가 있으므로 구조는 견고하고 또한 수밀성이 요구된다. 풍하중은 고가탱크나 취수탑 등에 고려해야 하는 데, 지역별 기본풍속기준은 “건축물 구조기준 등에 관한 규칙”을 참고한다.

(4) 적설하중은 지상적설하중의 기본 값을 기준으로 한다.

4.1.2 시설의 설계에 적용되는 기준

(1) 시설의 설계에 적용되는 기준은 다음 항목을 고려하여 정하도록 한다.

① 단위중량, 허용응력도 및 토압 및 수압, 지진력, 적설하중, 풍하중, 온도하중 등은 건축법 및 동 시행령 그리고 정부에서 제정한 해당법령 및 각종 구조물의 설계기준과 기타 일반적으로 인정되는 사항에 따라야 한다.

② 전기시설의 설계는 전기사업법, 소방법 및 이에 연관된 시행령, 규칙, 규정 그리고 산업규격 규정에 따라야 한다.

③ 기계시설의 설계는 근로기준법, 환경보전법, 고압가스 안전관리법 및 이에 연관된 시행법, 규칙 및 산업규격 및 기타 연관된 규정에 의하여야 한다.

4.1.3 재료, 기계 및 기구

(1) 재료, 기계 및 기구는 다음 각항을 고려하여 정하여야 한다.

4.1.4 규격품

(1) 시설에 필요한 재료 기계 및 기구는 KS 및 전기용품취급법규에 의거 형식승인을 얻은 것이어야 한다.

4.1.5 규격외의 품목

(1) 시설에 필요한 재료 및 기계, 기구에 규격외의 품목을 사용할 경우에는 형태, 품질, 치수 및 강

도 등이 목적에 충분히 적합하거나, 동일 목적에 사용되는 규격품 이상이어야 한다. 또한 필요에 따라 수압시험, 강도시험, 및 품질시험 등을 실시하여야 한다. 구조물의 경제성에 대해서는 구조설계의 초기단계에 비교하여 검토해야 한다.

(2) 양배수장 설계는 본 설계기준 외에도 아래에 열거하는 각종 기준서, 기타 정부에 제정한 해당 법령 및 각종구조물의 설계기준과 일반적으로 인정되고 있는 사항에 유의하여야 한다.

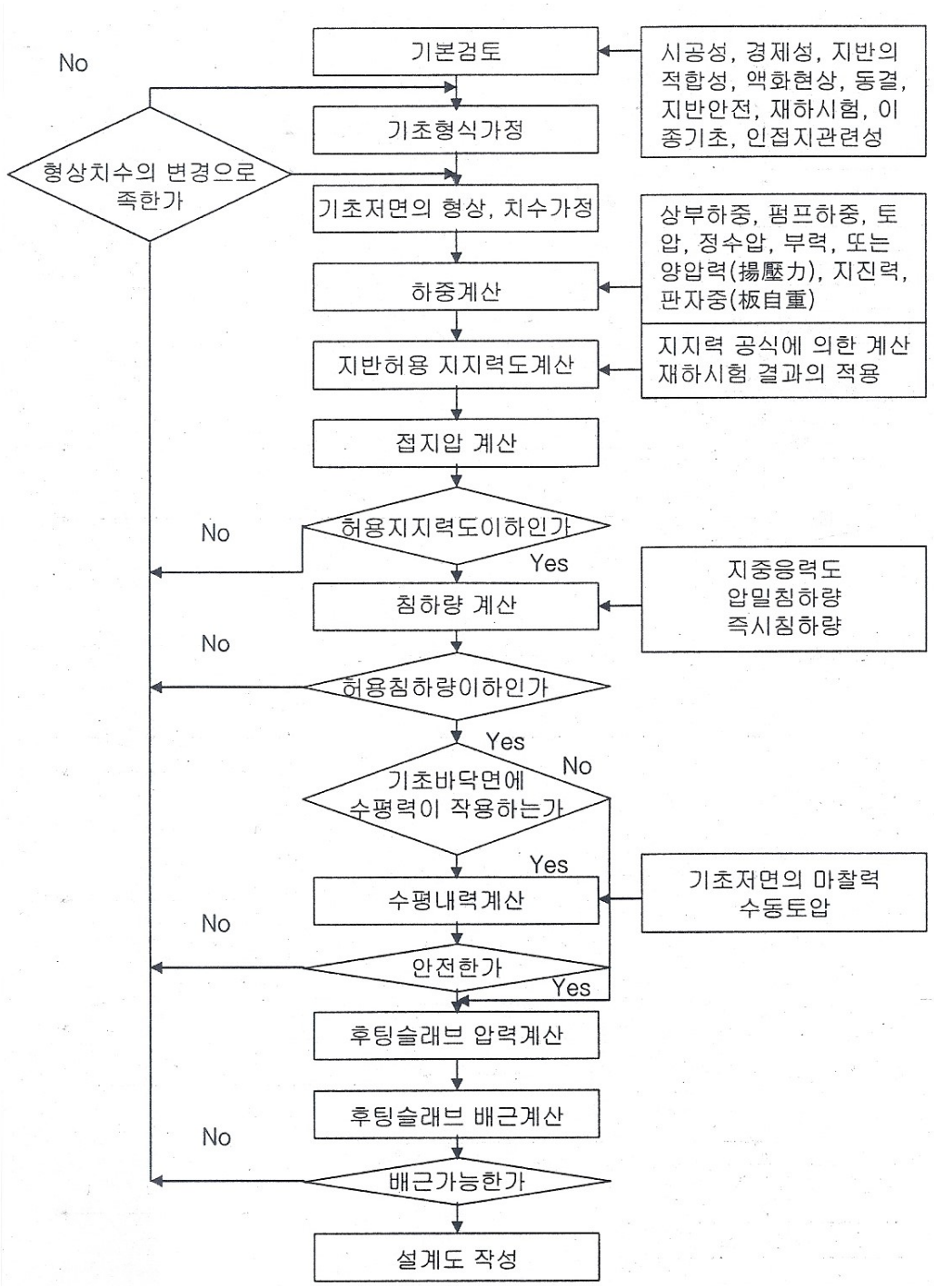
① 건축법 및 동시행령 (건설교통부)
② 하천공사 표준시방서 (한국수자원학회)
③ 농어촌정비공사 전문시방서 (농림부)
④ 농업생산기반정비사업 계획설계기준 (농림부)
⑤ 콘크리트표준시방서해설 (대한토목학회)
⑥ 토목공사 핸드북 (대한토목학회)
⑦ 하천설계기준 (한국수자원학회)
⑧철근 콘크리트 및 강구조계산 및 해설 (대한건축학회)
⑨ 도로교설계기준 (대한토목학회)

4.2 기초의 설계

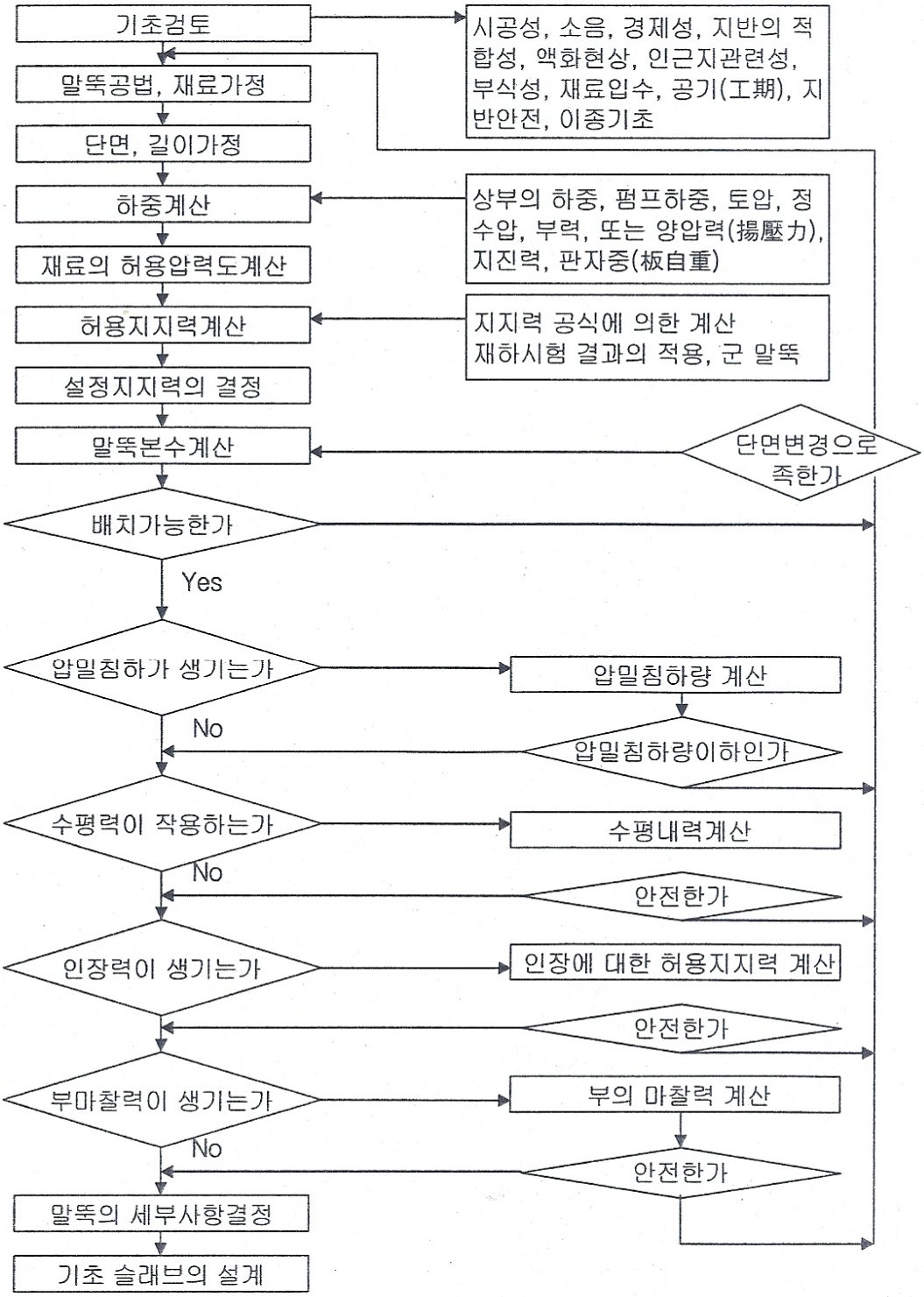
(1) 양배수장 기초설계는 상부구조의 형상, 규모, 구조, 강성 등을 고려하여 상부구조를 안전하게 지지하도록 강구함은 물론 유해한 침하가 발생하지 않도록 유의하여야 한다. 기초는 양질의 지반에 지지시키는 것이 원칙이며 부등침하를 방지할 목적으로 이중구조를 병행하는 방법은 가능한 한 피해야 한다.

4.2.1 기초공의 형식과 선정

(1) 주어진 설계조건에 대하여 기술적인 측면에서 최적이라 생각되는 지지지반으로서 여러 가지 기초구조의 형식이 가능한 경우에는 시공에 소요되는 시간과 경제성을 고려하여 신중히 최종안을 결정하여야 한다. 기초형식을 결정한 후의 설계순서는 아래의 <그림 4.2.-1> 및 <4.2.-2>와 같은 절차에 따른다.



<그림 4.2-1> 직접기초의 설계순서



<그림 4.2-2> 말뚝기초의 설계순서

(2) “KDS 11 00 00” 지반설계기준을 참고하여 선정한다.

4.2.2 하 중

(1) 기초를 설계할 때 고려해야할 하중은 기초상부에서 작용하는 하중 외에 ① 펌프하중, ② 토압, ③ 정수압, ④ 부력 또는 양압력, ⑤ 지진력 등을 고려해야 한다. 기초를 설계할 때에는 지지력(강도)에 대한 안전성과 침하(변형)에 대한 제한성을 검토해야 하는데 이들 2 가지 사항에 대한 하중강도는 그 성질이 약간 다르다. 즉, 지반이나 말뚝의 지지력 계산에서는 예상되는 하중의 최대치를 적용하고 압밀침하 계산에는 평시에 실제로 작용하는 하중강도를 적용하면 된다.

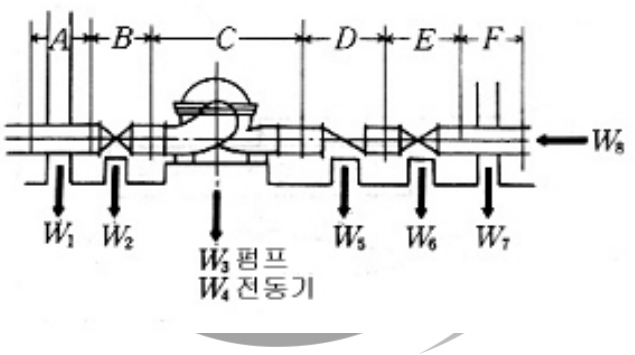
① 펌프하중

가. 펌프실에 설치된 기계의 하중에는 자중에 의한 하중과 운전시의 하중(크기와 작 용방향을 고려한 하중)이 있다. 전자를 정하중, 후자를 동하중이라고 한다. 동하 중은 자중과 운전 상태를 고려하여 산정한다.

나. 펌프하중이란 주펌프를 포함하여 설치된 각 기계의 동하중을 총칭한 것이다. 더 욱, 동하중은 상판하중 혹은 기초하중이라고 한다.

(가) 상판하중

㉮ 고양정 횡축 양흡입 볼류트 펌프의 상판하중



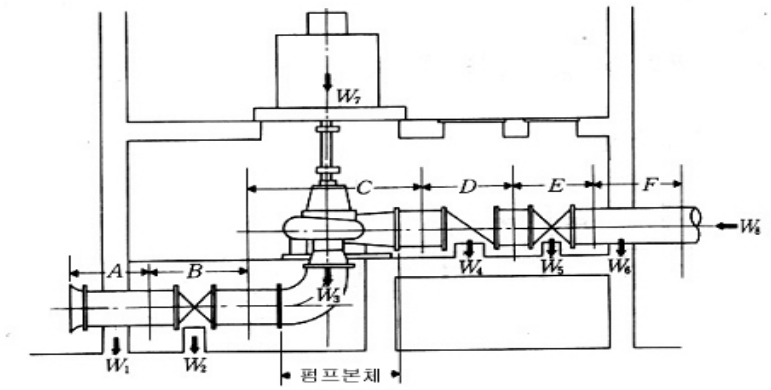
<그림 4.2-3> 고양정횡축양흡입 볼류트 펌프의 상판하중

W1: 그림의 A부분에 상당하는 관하중
W2: 밸브하중과 그림의 B부분에 상당하는 관하중의 합계
W3: 고양정 횡축양흡입 볼트류 펌프의 기초 하중과 그림C 부분 관하중의 합계
W4: (전동기중량) × 1.2
W5: 밸브하중과 그림 D 부분에 상당하는 관하중의 합계
W6: 밸브하중과 그림의 E 부분에 상당하는 관하중의 합계
W7: 그림의 F 부분에 상당하는 관의 하중
W8: [배출구의 단면적(㎠)] × H_a [(실양정 (kg /㎠)] × 2

상기한 W8은 체크밸브의 충격압을 의미하므로, 합류송수의 경우에는 실양정 H_a 대신 전양정 값으로 한다. 또 완폐식 체크밸브인 경우에는 송수압을 2배로 하지 않아도 되나, 수격작용으로 인한 승압(昇壓)을 고려해야 한다.

㉰ 고양정 입축편 흡입 볼류트펌프의 상판하중

· 이 펌프의 상판하중을 결정할 때 고려해야 할 기초하중은 아래 <그림 4.2-4>와 같다.



<그림 4.2-4> 고양정입축편 흡입 볼류트 펌프 상판하중

W1: <그림 4.2-4>의 A부분에 상당하는 관의 하중
W2: 밸브하중과 <그림 4.2-4> B부분에 상당하는 관하중의 합계
W3: 펌프본체의 기초하중과 <그림 4.2-4> C부분에 상당하는 관하중의 합계
W4: 밸브하중과 <그림 4.2-4> D 부분에 상당하는 관하중의 합계
W5: 밸브하중과 <그림 4.2-4> E 부분에 상당하는 관하중의 합계
W6: <그림 4.2-4> F 부분에 상당하는 관하중
W7: [(전동기중량) + 가대(架臺) 중량)] × 1.2 +(펌프 스러스트 하중)

<그림 4.2-4>에서 펌프의 스러스트 하중을 펌프 본체 또는 전종기로서 지지하는 범위를 표시하는 것으로 이 그림에서 스러스트 하중이 펌프본체로 지지되는 범위 내 일 때는 W7의 계산에서 스러스트하중은 고려치 않는다. 펌프본체가 스러스트 하중을지지 하는 범위를 초과하면 전동기가 이를 지지한다. 그림은 펌프 스러스트하중을 나타낸것으로 스러스트 하중은 설계점에 대한 값을 표시한다. 그러므로 밸브를 조여서 운전하는 경우에서와 같이 펌프의 최고사용점이 설계점과 다를 때에는 이 도표의 값을 $H_{\max}/H_T$ 배로 곱한 수정치를 사용해야 한다. ($H_{\max}$ 는 최고 사용점에 대한 양정 (m), H_T는 설계점에 대한 양정 (m)), 또한 펌프의 시동 또는 정지시에 배출측 밸브가 폐쇄되는 형식의 것일 때 그림에 보인 스러스트하중을 1.5배 한 값을 사용한다. 다만 이 경우의 스러스트하중은 펌프의 시동 또는 정지시에만 발생하는 일시적인 단기의 상판하중이다.

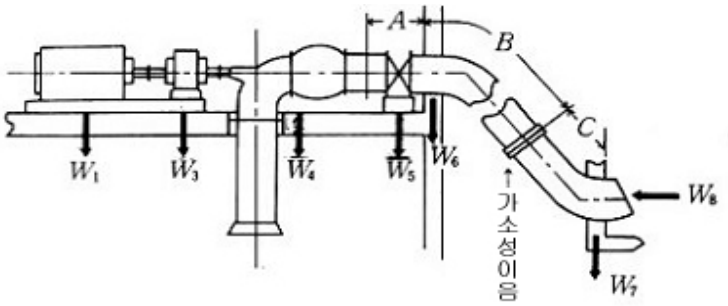
㉱ 저양정 펌프를 운전하는 경우의 상판하중

· 저양정 펌프의 상판하중을 개략적으로 산정할 때 상판 각부에 작용하는 하중과 그 크기를 다음 방법으로 계산한다. 다만, 실시설계단계에서는 펌프의 진동, 회전, 물의 방향전환에 따른 충격력의 영향 등 큰 차가 없음을 확인해야 한다.

㉲ 횡축펌프의 상판하중

· 횡축펌프의 상판하중은 아래와 같이 산출한다.

· 내연기관의 경우



〈그림 4.2-5〉 횡축펌프 상판하중

$$W_1 = F_1 + F_2 + F_3$$

F_1: 내연기관중량

F_2: 전달토크(torque)로 인한 동하중

F_3: 운동부분의 관성력에 의한 동하중

$$F_2 = \frac{T}{\frac{E}{2}}$$

$$T\text{: 토크} = 716.2 \cdot \frac{P_E}{n} \cdot (1 + C)$$

B: 설치폭(m)

n: 회전수(rpm)

P_E: 기관출력(ps)

C: 계산

4 행정 6 실린더 C = 1.0 ~ 1.25 , 4 행정 8 실린더 C = 0.8 ~ 1.0

4 행정 12 실린더 C = 0.5 ~ 0.8 , 4 행정 16 실린더 C = 0.1 ~ 0.4

(단, 345V형의 기관에 대해서는 상기한 C값 중 큰 쪽의 값을, 560V형 기관에 대해서는 작은 쪽의 값을 취한다).

F_3 = (0.08 ~ 0.13) × F_1

· 내연기관 대신 전동기를 사용하는 경우는

W_1: W_1 = 전동기중량 × 1.2

W3: (기어감속기의 중량) × 1.2

W4: 횡축펌프의 기초하중= [(펌프중량)+(흡입관중량)+(물하중)]×1.2

W5: 밸프하중

W6: <그림 4.2-5>의 B부분에 상당하는 관의 하중

W7: <그림 4.2-5>의 C부분에 상당하는 관의 하중 (플랩밸브 (flap valve)가 붙는 경우에

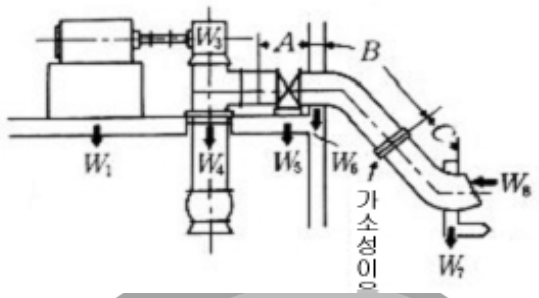
는 가산한다.)

W8: [배출구의 단면적 (㎠)] H_a (실양정 kg/㎠)×2

㉮ 입축펌프 (1상식(床式))의 상판하중

· 입축펌프(1상식)의 상판하중은 아래와 같이 구한다.

· W1, W3, W5, W6, W7, W8 은 횡축펌프의 경우와 동일.



〈그림 4.2-6〉 입축펌프(1상식) 상판하중

W4: W3 +W4‘

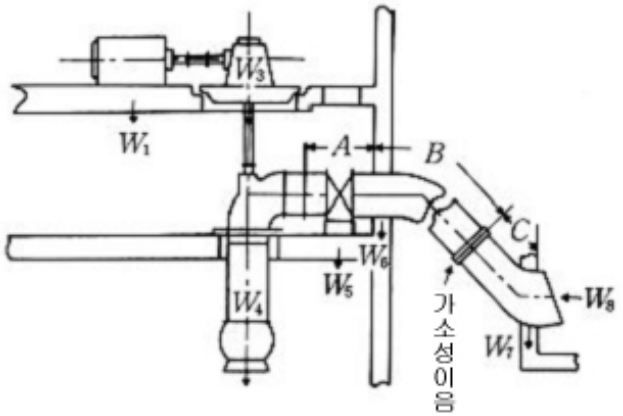
여기서, W_3: (기어감속기중량) × 1.2

$W_4^{'}$: 입축펌프의 상판하중

W_1에는 콘크리트 기초 중량이 고려되지 않았으므로 별도로 이 하중을 고려한다.

㉯ 입축펌프 (2상식)의 상판하중

· 입축(2상식) 펌프의 상판하중은 아래 요령으로 구한다.



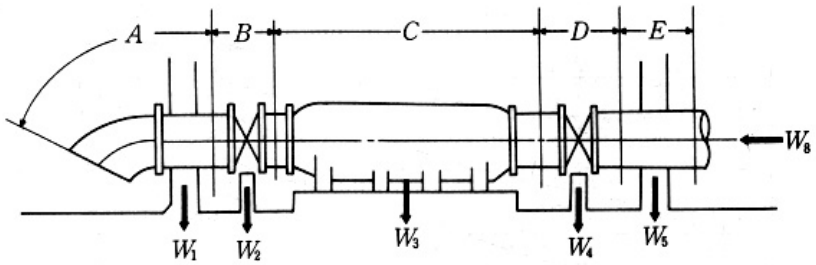
〈그림 4.2-7〉 입축펌프(2상식) 상판하중

W1, W5, W6, W7, W8은 횡축펌프의 경우와 동일하다.
W3: [(기어감속기 중량)+(기어감속기의 가대중량)]×1.2×(스러스트하중)
또 스러스트 하중은 <그림 4.2-20>의 펌프스러스트 하중도에서 구한 값에 사류펌프는 계수 1.2, 축류펌프는 계수 1.1을 곱한 값을 사용할 것.
주) 상기한 계수는 계획점(설계점)보다 높은 양정(최대 전양정)으로 펌프를 운전하는 경우의 계수임.
W4: 입축펌프의 상판하중

입축펌프의 시동 또는 정지시 배출밸브가 폐쇄되는 경우에는 그림에서 구한 스러스트 하중에 1.5배한 수정치를 사용한다. 다만 이 때의 스러스트 하중은 시동 혹은 정지시에만 발생하는 단기하중에 불과하다.

㈏ 튜블러 펌프 (tubuler pump)의 상판하중

· 축류형 튜블러 펌프



<그림 4.2-8> 축류형 튜블러 펌프 상판하중

W1: <그림 4.2-8>의 A부분에 상당하는 관의 하중
W2,: (밸프하중) + (<그림 4.2-7>의 B부분에 상당하는 관하중)
W3: (펌프 본체의 기초하중) + (<그림 4.2-7>의 C부분에 상당하는 관하중)
W4: (밸브하중) + (<그림 4.2-7>의 D부분에 상당하는 관하중)
W5: <그림 4.2-8>의 E부분에 상당하는 관하중
W8: 횡축펌프와 같음

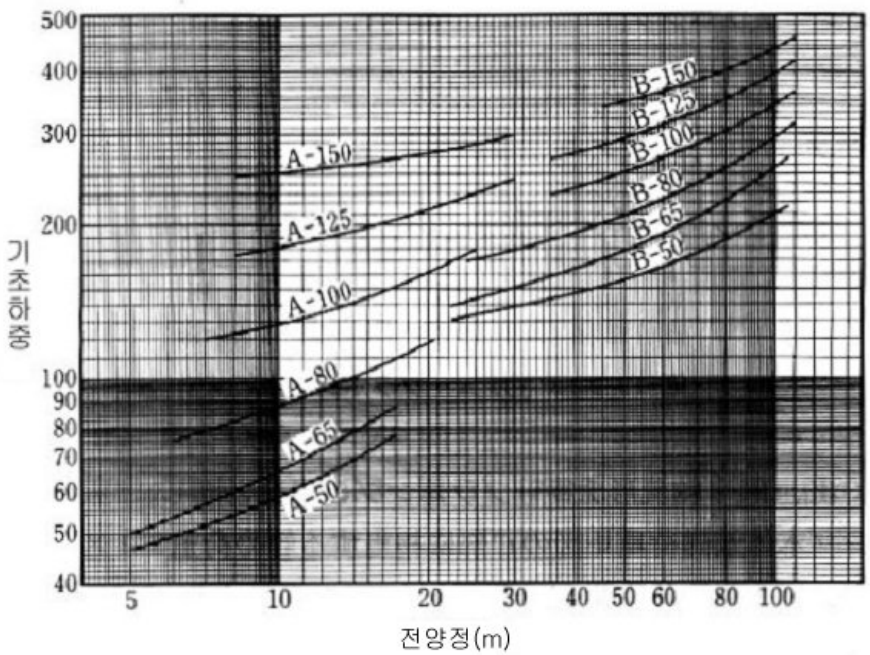
· 사류형 튜블러 펌프

W1, W2, W4, W5은 사류형 튜플러 펌프의 경우와 동일함.
W3: (펌프본체의 기초하중) + (<그림 4.2-8>의 C부분에 상당하는 관하중)
W8: 횡축펌프와 같음

(나) 기초하중 및 기기중량

㈎ 고양정 펌프의 기초하중

· 횡축 편흡입 단단(單段) 펌프 및 다단(多段) 펌프의 기초하중, 횡축 편흡입펌프의 기초하중은 <그림 4.2-9>과 같다.



<그림 4.2-9> 횡축편흡입 단단 및 다단펌프 기초하중

<그림 4.2-9>의 기초하중치는 [(펌프본체의 중량)+(펌프내의 물중량)+(공통상단의 중량)]×1.2로 계산한 값임.

총하중은 상기의 값에 전동기 하중[(전동기중량)×1.2]을 더하면 됨(전동기중량은 그림 참조)

A-OOO, B-OOO 등의 표시는 관의 구경(mm)을 표시하는 것임. A와 B의 구분 ⓐ: 고양정 볼류트펌프 적용선도의 A 존(Zone)에 속하는 횡축 편흡입(片吸入) 단단볼튜트펌프를 표시함 ⓑ: 고양정 볼류트 펌프 적용선도의 B 존에 속하는 횡축편 흡입 다단볼류트 펌프를 표시함

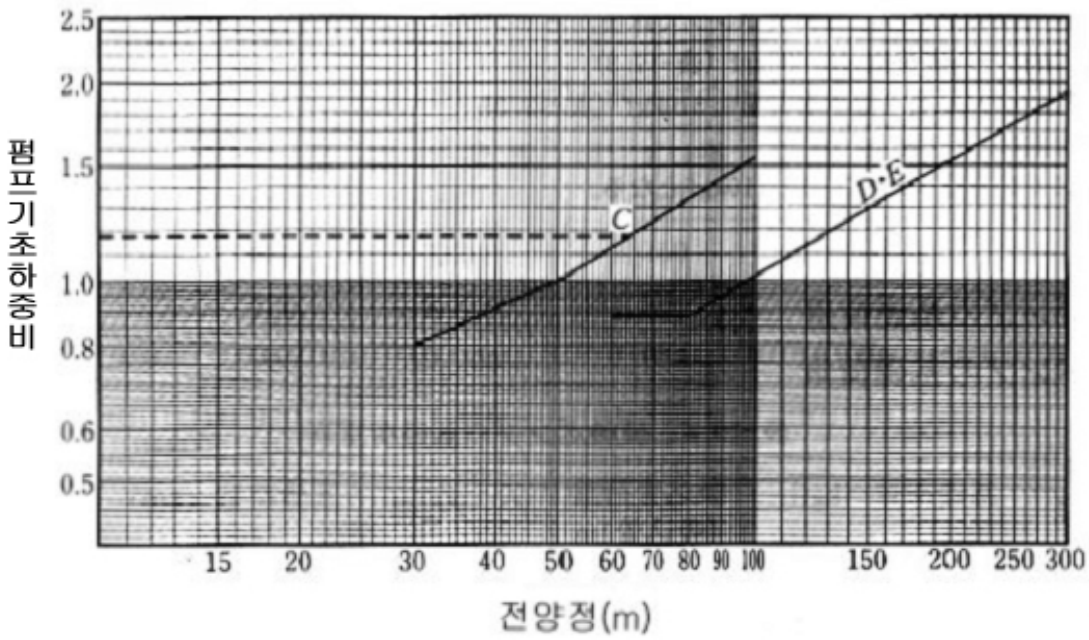
㉱ 횡축양흡입볼류트, 입축축편흡입볼류트 및 횡축편흡입펌프의 기초하중

<표 4.2-1> 횡축양흡입, 입축편흡입, 횡축편흡입볼류트펌프의 기초하중표

펌프 구경 (㎜)	양흡입단단 볼류트펌프 (C존)		입축편흡입 볼류트펌프 (C존)		양흡입다단 볼류트펌프 (D존)		편흡입다단 볼류트펌프 (E존)	
	전양정 50m		전양정 50m		전양정 100m		전양정 100m	
	극 수	기초하중 (kg)	극 수	기초하중 (kg)	극 수	기초하중 (kg)	극 수	기초하중 (kg)
200	4	1,500					4	2,800
250	4	1,700					4	3,700
300	4	2,100	4	3,000	4	5,500		
350	6	3,200	6	3,400	6	7,400		
400	6	4,100	6	4,200	6	9,400		
450	6	5,100	6	5,200	6	11,700		
500	6	6,100	8	7,100	6	14,100		
600	6	8,000	8	10,000	6	18,600		
700	8	13,300	10	13,000	8	31,000		
800	10	19,500	10	17,100				
900	12	26,600	12	22,600				
1,000	14	33,000	14	30,100				
2,200	16	45,000	16	48,500				

<표 4.2-1>의 기초하중은 펌프의 각 구경, 극수, 기준양전에 대한 하중을 표시하는 것으로 아래와 같이 기준양정을 정하여 계산한 값이므로 이 기준치 보다 양정이 다를 때에는 <그림 4.2-8>에 의하여 기초하중을 보정해야 한다.

· 양흡입단단 볼류트 펌프의 C 존 50 m
· 양흡입다단 볼류트 펌프의 D 존 100 m
· 편흡입다단 볼류트 펌프의 E 존 100 m



<그림 4.2-10>기초하중비 선도

<그림 4.2-10>의 기초하중은 [(펌프본체중량)+(펌프내 물중량)+ (공통상판하중)]× 1.2로 계산한 값임.

공통상판이 없는 경우에는 <그림 4.2-10>의 값에서 20%를 감한다.

총 기초하중은 상기한 계산결과에 전동기 하중(전동기중량 × 1.2)을 더하면 됨.(단 전동기 중량은 그림 참조)

흡입조건 또는 다른 이유로 전동기 극수를 변경해야 하는 경우는 극수 변경에 따른 보정을 해야 한다.

<표 4.2-2> 극수변경에 따른 보정계수

변경극수	보정계수	변경극수	보정계수
4p → 6p	1.3	6p → 4p	0.83
6 → 8	1.2	8 → 6	0.865
8 → 10	1.15	10 → 8	0.88
10 → 12	1.11	12 → 10	0.90
12 → 14	1.08	14 → 12	0.915
14 → 16	1.07	16 → 14	0.92

주) 6. 횡축내 흡입단단 볼류트 펌프의 입경이 500mm 이상인 것은 공통상판을 갖

지 않는다.

㉰ 고양정 입축사류펌프의 기초하중

<표 4.2-3> 고양정 입축사류 펌프의 기초하중

구경 (㎜)	기초하중 (t)	양수관 하중(t/m)	구경 (㎜)	기초하중 (t)	양수관 하중(t/m)
300	4.0	0.52	600	8.3	1.05
350	4.6	0.61	700	10.8	1.31
400	5.3	0.68	800	13.8	1.61
450	6.0	0.79	900	17.5	2.02
500	6.9	0.86			

주) 1. 펌프기준장은 펌프상면에서 벨마우스 하단까지 4m 길이로 한 것이다.
2. 표의 기초하중은 펌프기준장 4m에 대한 하중을 표시하는 것임,
3. 기초하중은 [(펌프본체하중)+(펌프내의 물 하중)]×1.2로 계산함.
4. 펌프기준장을 초과하는 관장은 다음 예에 따라 기초하중을 계산한다.

㉱ 저양정 펌프의 기초하중

㉮ 횡축펌프의 기초하중

· 저양정 횡축펌프의 기초하중은 아래 <표 4.2-4>와 같다.

<표 4.2-4> 횡축펌프의 기초하중표

펌프 구경 (㎜)	기초하중 (kg)		흡입관하중 (흡입관 m당의 kg)	펌프 구경 (mm)	기초하중 (kg)		흡입관하중 (흡입관 m당의 kg)
	사류	축류			사류	축류	
400	2,150	2,200	310	1,200	16,600	21,100	2,260
500	3,150	3,500	460	1,350	21,100	27,800	2,830
600	4,400	5,000	660	1,500	27,100	35,400	3,450
700	5,800	6,800	860	1,650	33,700	44,500	4,190
800	7,600	8,900	1,090	1,800	41,000	53,500	4,940
900	9,600	11,300	1,350	2,000	51,500	67,000	6,030
1,000	11,800	14,300	1,620				

주) 1. 표 값은 [(펌프중량)+(흡입관 4m 중량)+(물중량)]×1.2 로 산출한 것임.
2. 흡입관의 기준장은 4m 임.

· 압축펌프의 기초하중

· 저양정 입축펌프의 기초하중은 아래 <표 4.2-5>와 같다.

<표 4.2-5> 입축펌프의 기초하중표

펌프구경 (㎜)	기 초 하 중 (kg)				칼 럼 하 중 (칼럼 m당 kg)	
	1 상 식		2 상 식			
	사 류	축 류	사 류	축 류	사 류	축 류
400	3,200	3,400	3,100	3,300	370	380
500	4,500	5,100	4,100	4,800	550	550
600	6,200	6,600	5,4000	5,800	760	770
700	7,900	8,700	6,900	7,600	1,010	1,010
800	9,900	11,000	8,800	9,400	1,250	1,260
900	12,400	13,900	10,700	11,600	1,570	1,580
1,000	14,700	16,500	12,800	14,100	1,910	1,930
1,200	20,600	23,300	17,800	19,800	2,570	2,570
1,350	24,900	28,400	21,800	24,500	3,170	3,190
1,500	30,100	33,900	26,700	31,100	3,820	3,850
1,650			31,800	35,500	4,570	4,590
1,800			36,400	41,900	5,390	5,430
2,000			46,200	52,300	6,460	6,480

주) 1. 기초하중의 양수관기준장은 4m임(펌프구경 2,000mm는 4.5m임)
2. 양수관하중이란 수중의 임펠러케이싱부와 상판상부의 배출케이싱부를 연결하는 양수관부의 하중을 말한다.

㉮ 튜블러 펌프의 기초하중

· 튜블러 펌프의 기초하중은 아래 <표 4.2-6>과 같다.

<표 4.2-6> 축류형 튜블러 펌프의 기초하중표

펌프구경(㎜)	기초하중(kg)	펌프구경(㎜)	기초하중(kg)
600	7,200	1,350	30,000
700	8,600	1,500	37,000
800	10,200	1,650	56,000
900	13,600	1,800	67,000
1,000	16,900	2,000	79,000
1,200	22,000		

<표 4.2-7> 사류형 튜블러 펌프의 기초하중표

펌프구경(㎜)	기초하중(kg)	펌프구경(㎜)	기초하중(kg)
600	9,500	1,350	38,000
700	11,900	1,500	51,000
800	15,300	1,650	73,000
900	19,200	1,800	87,600
1,000	23,000	2,000	102,000
1,200	30,000		

㈏ 기기의 중량 및 하중

· 펌프 이외의 각종 기기의 중량과 하중은 아래에 설명하는 바에 따른다.

· 기어감속기의 중량은 “KDS 67 30 15 (양배수장 펌프 설계)”를 참고한다.

· 기어감속기 및 전동기의 가대(架臺)

· 기어감속기의 가대(架臺)와 전동기가대(架臺)의 중량은 아래 <표 4.2-8> 및 <표 4.2-9>에 따른다.

<표 4.2-8> 기어 감속기의 가대중량표

펌프구경 (mm)	기어감속기가대중량(kg)		펌프구경 (㎜)	기어감속기가대중량(kg)	
	사류펌프	축류펌프		사류펌프	축류펌프
400	500	600	1,200	2,600	3,300
500	700	750	1,350	3,200	4,100
600	850	900	1,500	3,850	4,900
700	1,200	1,300	1,650	4,550	5,700
800	1,400	1,600	1,800	5,600	6,900
900	1,800	2,000	2,000	7,000	8,700
1,000	2,100	2,400			

<표 4.2-9> 전동기의 가대중량표

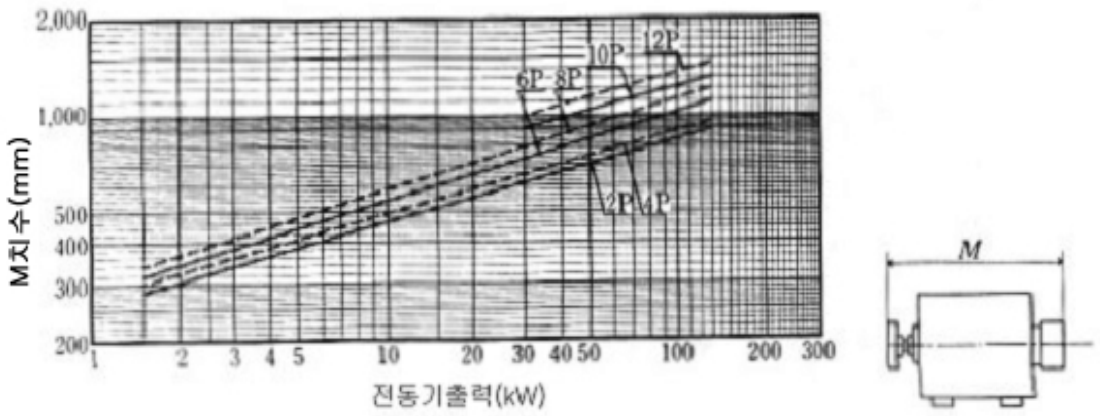
펌프구경 (㎜)	가대중량 (kg)	펌프구경 (㎜)	가대중량 (kg)	펌프구경 (㎜)	가대중량 (kg)
300	900	500	1,800	900	2,800
350	1,100	600	2,000	1,000	3,200
400	1,300	700	2,300	1,200	4,000
450	1,600	800	2,500		

(다) 유체 커플링(hydraulic coupling)

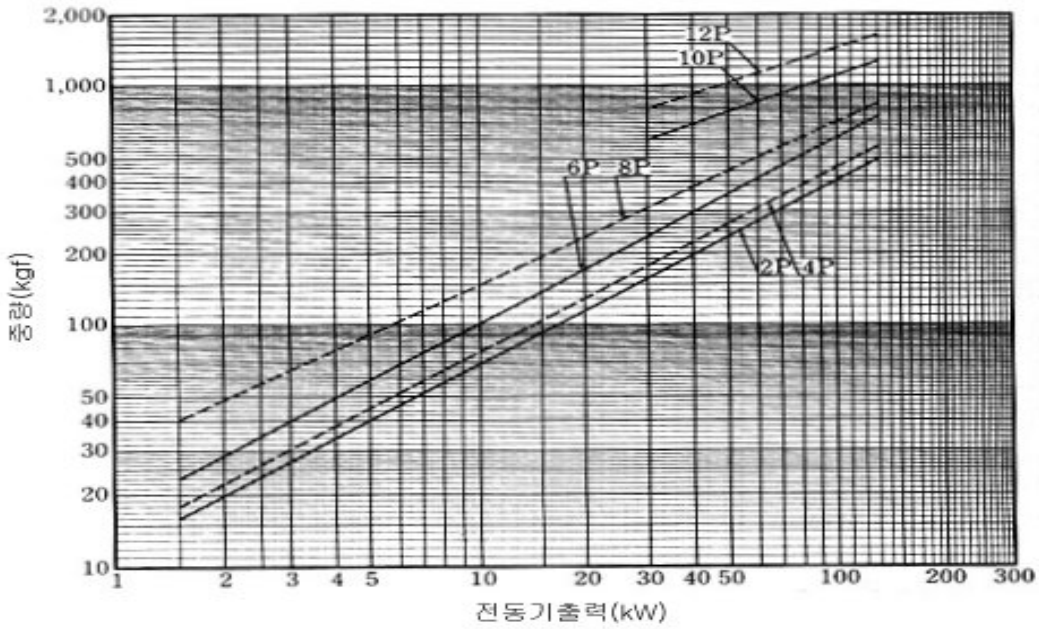
㉮ 유체 커플링의 중량은 KDS 67 30 15 (양배수장 펌프 설계)”의 유체커플 링의 개략치수와 중량표에 제시한 바와 같다.

(라) 전동기

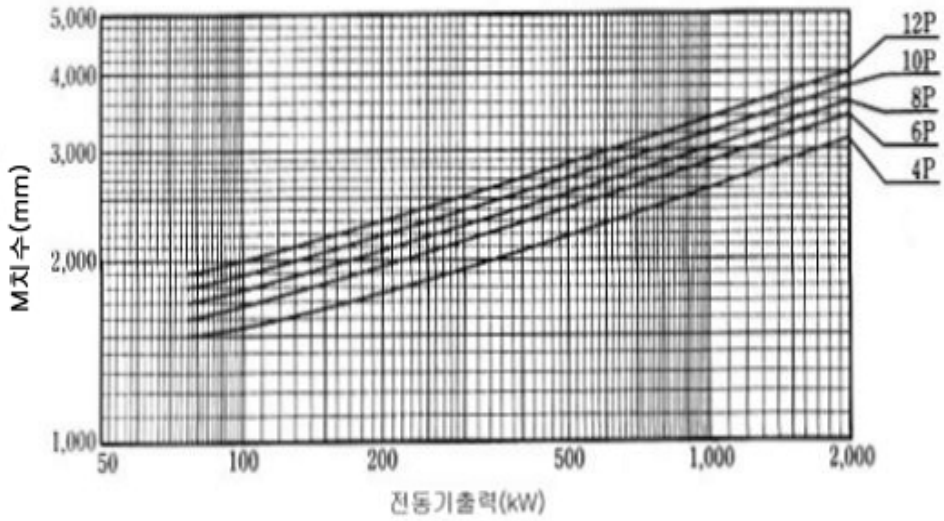
㉮ 전동기의 치수 및 하중은 아래 <그림 4.2-10> 및 <그림 4.2-16>과 같다.



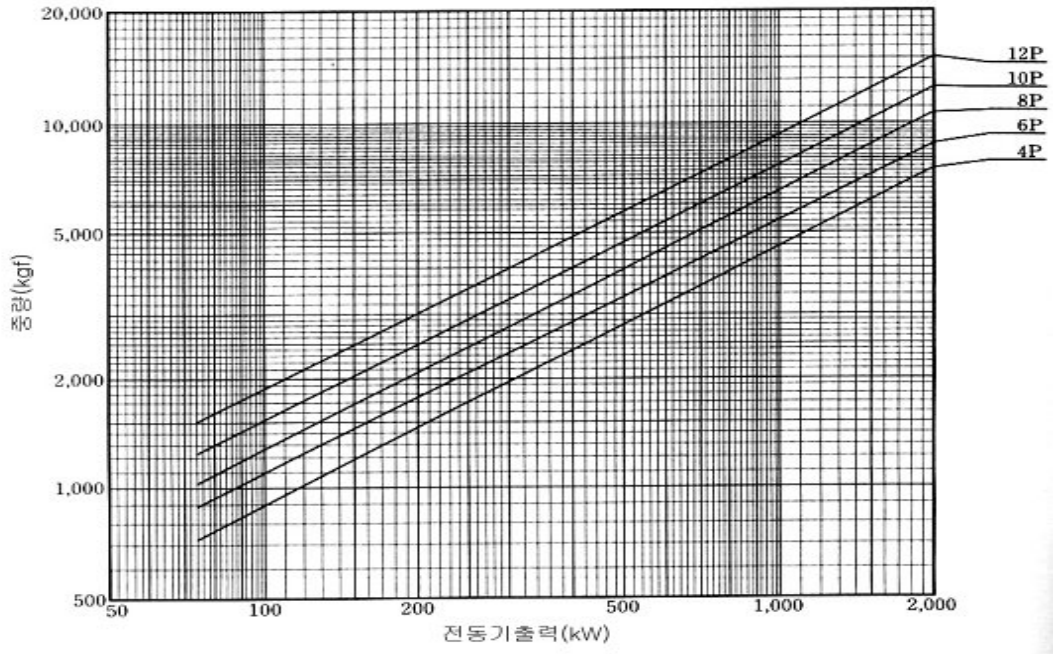
<그림 4.2-11> 횡축 농형 전동기 개략치수 (200V, 400V급)



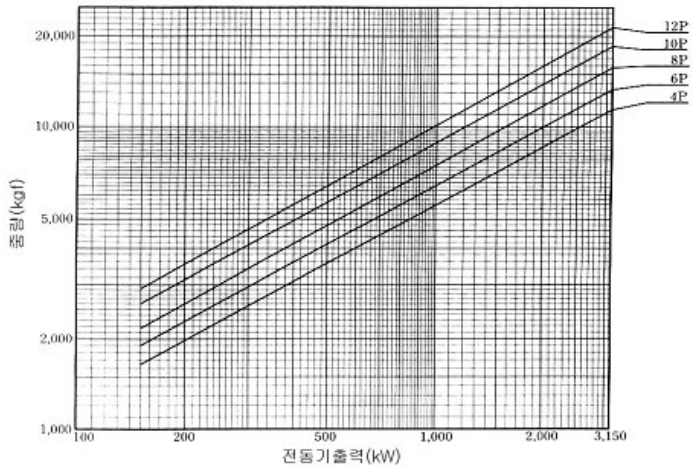
<그림 4.2-12> 횡축 농형 전동기 개략 중량 (200V, 400V급)



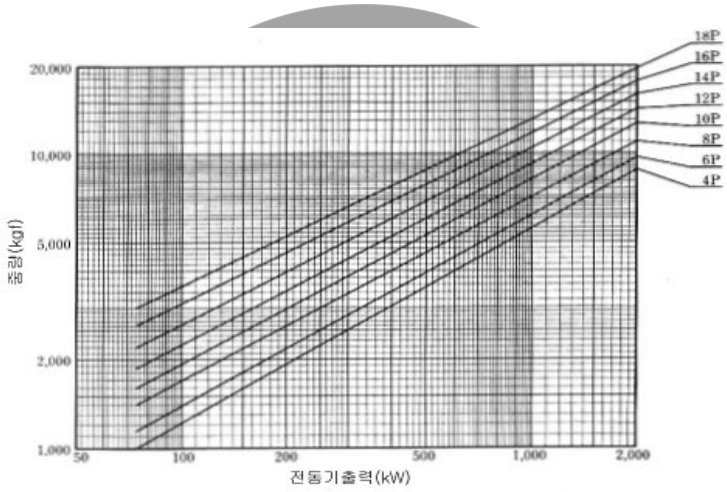
<그림 4.2-13> 횡축 권선형 전동기 길이치수 (3kV급)



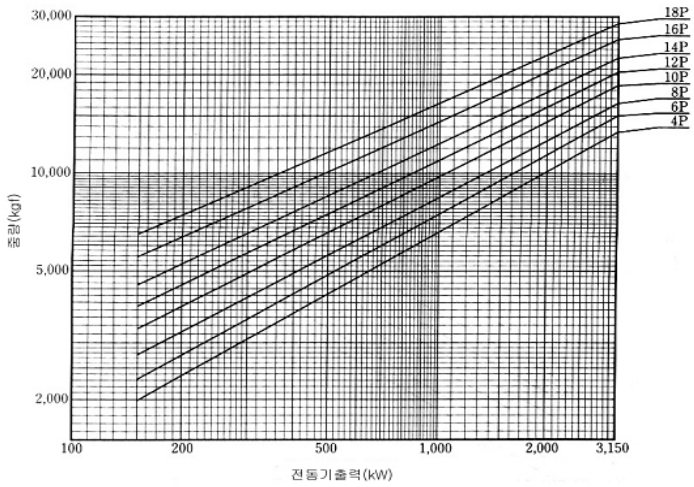
<그림 4.2-14> 횡축 권선형 전동기 중량 (3kV급)



<그림 4.2-15> 횡축 권선형 전동기 중량 (6kV급)



<그림 4.2-16> 입축 권선형 전동기 중량 (3kV급)



<그림 4.2-17> 입축 권선형 전동기 중량 (6kV급)

<표 4.2-10> 밸브류 하중표

밸브 구경 (㎜)	전동슬루즈밸브 (sluice valve)		전동나비형밸브		로드밸브		역지(逆止)밸브		
	전양정 100m 이하	전양정 300m 이하	전양정 9m 이하	전양정 60m 이하	전양정 100m 이하	전양정 300m 이하	전양정 50m 이하	전양정 100m 이하	전양정 300m 이하
100	180	290						190	320
125	220	350						230	400
150	270	420			350	410		270	460
200	350	540			450	630		400	690
250	480	730			650	930		550	920
300	620	960	370	370	1,100	1,480	450	740	1,200
350	800	1,250	450	450	1,400	1,850	910	960	1,500
400	1,100	1,680	490	600	1,600	2,140	1,200	1,240	2,000
450	1,400	2,150	580	740	1,900	2,550	1,620	1,700	2,600
500	1,600	2,560	680	850	3,100	3,880	2,100	2,150	3,300
600	2,500		870	1,200	4,500	5,450	3,200		
700	3,600		1,090	1,650	6,000	7,320	4,500		
800	5,000		1,500	2,200	8,500	10,300	5,750		
900	6,500		1,790	2,900	10,500	12,500	7,600		
1,000	8,200		2,670	3,500	16,200		9,600		
1,200	12,800		3,300	6,000	24,300		14,400		
1,350	17,400		4,220	8,180					
1,500	22,800		5,320	10,200					
1,650			6,530	12,200					
1,800			7,760	13,500					
2,000			9,650	17,800					
2,200			13,600						
2,400			17,000						
2,600			21,700						
2,800			28,500						

주) 하중 = (밸브 중량+밸브내 물중량)×1.2로 산정된 값임.

<표 4.2-11> 플랩밸브의 개략 하중표

적용펌프구경(㎜)	플랩밸브지름(㎜)	하중 (kg)	비고
400	600	250	
500	700	320	
600	800	400	환
700	900	530	
800	1,000	650	
900	1,200	780	
1,000	1,350	1,020	
1,200	1,500	1,440	형
1,350	1,650	1,860	
1,500	1,800	2,400	
1,650	2,000	3,100	
1,800	1,800×2,600	3,800	
2,000	2,000×2,900	5,200	각
2,200	2,200×3,100	6,600	
2,400	2,400×3,400	7,700	형
2,600	2,600×3,700	11,000	
2,800	2,800×4,000	12,000	

주) 1. 표의 하중치는 [(밸브하중)+(밸브내의 물 하중)]×1.2 로 계산한 값
2. 구형밸브는 밸브동체를 주철로 밸브 본체를 동판으로 제작한 것이며 각형 밸브는 밸브본체와 동체를 동판으로 제작한 것임.
3. 밸브의 동체길이는 제작회사에 따라 다르므로 이 표의 수치는 참고로 사용하여야 한다.

(마) 밸브류

㉮ 밸브류의 하중은 <표 4.2-10> 참조

㉯ 플랩밸브(Flap valve)의 하중은 <표 4.2-11> 참조

(바) 관류의 입경별 1m당 하중은 <표 4.2-12> 참조

(사) 펌프 스러스트 하중

㉮ 펌프 스러스트 하중은 <그림 4.2.18> ~<그림 4.2.20>에 의하여 결정한다.

(아) 디젤 기관

㉮ 디젤기관의 치수 및 하중은 <표 4.2-13>을 참조 한다.

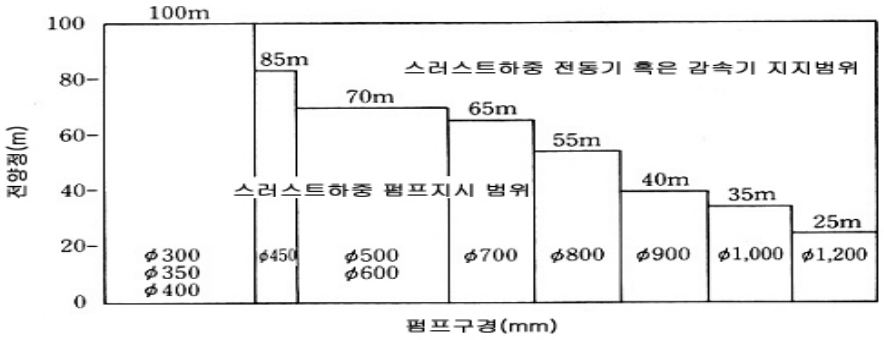
(자) 배전반 기타 (보기류 유압작용) 등의 조건에 따라 고려해야 할 하중“부대설비 설계기준”을 참조한다.

(차) 수격작용에 따른 하중은 “KDS 67 30 15 (양배수장 펌프 설계)기준 수격작용”을 참조 한다

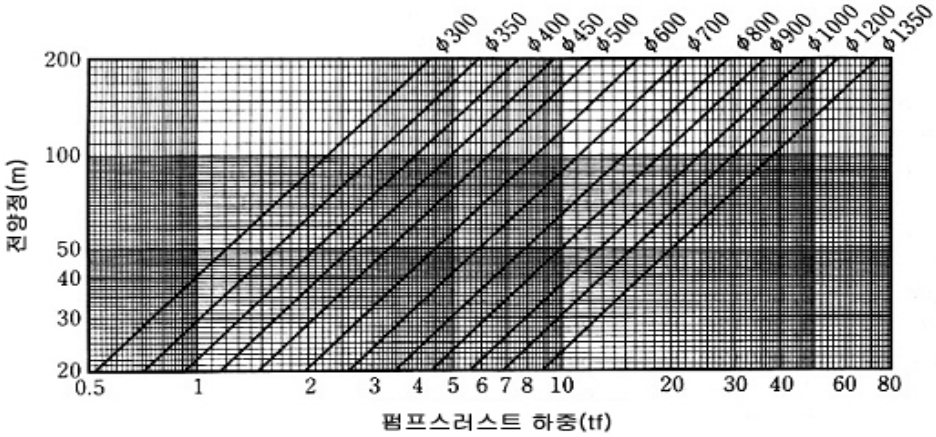
<표 4.2-12> 관하중 일람표

관의 종류	주철관		보통압력관		고압력관	
적용 압력	7.5kg 이하		10kg 이하		10 ~ 30kg	
관경 (㎜)	관하중 (kg)	플랜지(1매) (kg)	관하중 (kg)	플랜지(1매) (kg)	관하중 (kg)	플랜지(1매) (kg)
50	—	2	9(3.8)	2	9(3.9)	2
80(75)	25(8.5)	5	17(4.2)	3	20(5.5)	5
100	35(8.5)	6	25(4.5)	4	30(6.0)	6
125	—	—	34(4.5)	6	40(6.6)	10
150	60(9.0)	7	46(5.0)	8	55(7.1)	12
200	100(11.0)	10	75(5.8)	9	90(8.2)	16
250	140(12.0)	14	110(6.6)	14	110(9.3)	28
300	190(12.5)	17	150(6.9)	15	180(10.3)	33
350	240(13.0)	23	170(6.0)	20	220(11.1)	46
400	300(14.0)	26	220(6.0)	28	280(12.7)	65
450	370(14.5)	34	370(6.0)	35	360(14.3)	85
500	440(15.0)	38	320(6.0)	40	440(15.1)	102
600	600(16.0)	47	440(6.0)	55		
700	790(17.0)	60	590(6.0)	75		
800	1,000(18.0)	80	770(7.0)	101		
900	1,200(19.0)	102	950(7.0)	132		
1,000	1,500(19.0)	121	1,200(8.0)	160		
1,200	2,100(22.0)	168	1,700(9.0)			
1,350	2,600(24.0)	217	2,100(10.0)			
1,500	3,200(26.0)	259	2,600(11.0)			
1,650	3,800(28.0)	343	3,200(12.0)			
1,800	4,500(30.0)	381	3,800(13.0)			
2,000	5,500(32.0)	432	4,700(15.0)			
2,200	6,700(34.0)	509	5,600(16.0)			
2,400	7,700(36.0)	646	6,700(18.0)			
2,600	9,100(37.5)	659	7,900(19.0)			
2,800			9,200(21.0)			

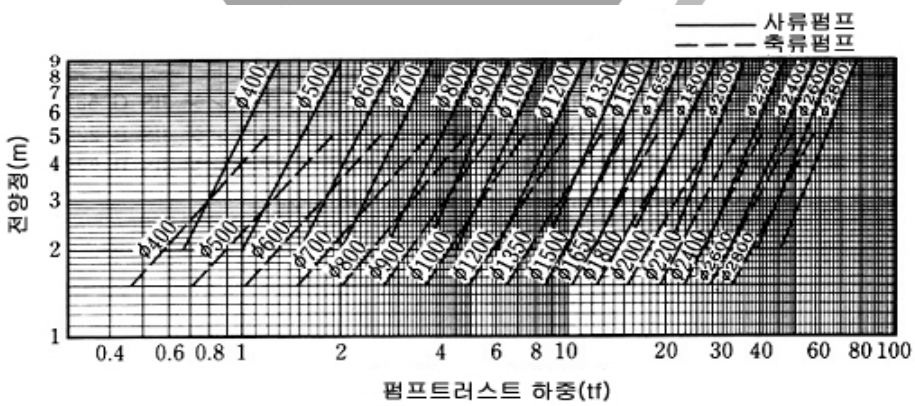
주) 1. 표의 관하중치는 관자중(管自重)과 물하중의 합계에 1.2를 곱한 값임.
2. ( )내의 수치는 관의 두께를 mm로 표시한 수치임. 그러나 관의 실제 두께는 설계조건에 따라 달라지므로 표의 값은 참고로 표시한 것에 유의할 것.
3. 플랜지를 다수 삽입하는 경우는 플랜지 하중도 고려해야 함.



<그림 4.2-18> 입축 편흡입 볼류트펌프 스러스트 하중지지범위도



<그림 4.2-19> 입축 편흡입 볼류트 펌프 스러스트 하중



<그림 4.2-20> 펌프 스러스트 하중 선정도

<표 4.2-13> 디젤기관 치수 및 하중표

기관 출력 (PS)	기관 회전수 (rpm)	실런더수	치수 (㎜)					중량 (kg)
			A	B	C	D	E	
	1,000	3	1,980	510	1,280	1,460	720	1,400
50	1,200	3	1,980	510	1,280	1,460	720	1,400
	1,500	3	1,980	510	1,280	1,460	720	1,400
	1,000	3	2090	510	1,280	1,460	730	1,600
70	1,200	3	1,980	510	1,280	1,460	720	1,400
	1,500	3	1,980	510	1,280	1,460	720	1,400
	1,800	4	1,890	600	1,410	1,390	1,010	1,300
	1,000	5	2,280	510	1,280	1,460	730	1,700
80	1,200	4	2,090	510	1,280	1,460	730	1,600
	1,500	3	1,980	510	1,280	1,460	720	1,400
	1,800	4	1,890	600	1,410	1,390	1,010	1,300
	1,000	5	2,280	510	1,280	1,460	730	1,700
90	1,200	4	2,090	510	1,280	1,460	730	1,600
	1,500	4	1,980	600	1,410	1,390	1,010	1,300
	1,800	4	1,890	600	1,410	1,390	1,010	1,300
	1,000	5, 6	2,300	500	1,310	1,450	840	2,260
100	1,200	4, 5, 6	2,200	500	1,300	1,450	840	1,660
	1,500	4, 6	2,110	530	1,350	1,430	970	1,550
	1,000	6	2,300	500	1,390	1,450	940	1,930
150	1,200	6	2,200	510	1,320	1,420	910	1,770
	1,500	6	2,110	510	1,340	1,410	970	1,620
	1,000	6	2,250	540	1,430	1,490	970	2,040
200	1,200	6	2,300	530	1,410	1,410	960	1,770
	1,500	6	2,230	530	1,390	1,400	970	1,640
	1,000	6	2,250	580	1,650	1,760	1,150	3,160
250	1,200	6	2,530	580	1,560	1,600	1,080	2,830
	1,500	6	2,250	540	1,460	1,460	1,000	2,040
	1,800	6	2,150	530	1,390	1,400	970	1,650
	1,000	6	2,880	630	1,730	1,810	1,220	3,550
300	1,200	6	2,550	580	1,560	1,600	1,110	2,910
	1,500	6	2,300	550	1,480	1,510	1,010	2,180
	1,800	6	2,190	540	1,450	1,460	1,010	1,960
	1,000	6	2,880	630	2,160	1,810	1,220	3,570
350	1,200	6	2,610	600	1,610	1,700	1,220	3,080
	1,500	6	2,370	560	1,530	1,550	1,080	2,640
	1,800	6	2,190	540	1,450	1,460	1,010	1,900
	750	6	3,520	790	2,160	2,230	1,360	6,630
	1,000	6	2,890	630	1,730	1,810	1,220	3,570
400	1,200	6	2,880	630	1,710	1,780	1,220	3,540
	1,500	6	2,530	620	1,580	1,650	1,110	2,840
	1,800	6, 8	2,420	580	1,150	1,510	1,090	2,550
	750	6	3,540	790	2,160	2,230	1,490	6,690
	1,000	6	3,270	690	1,920	1,990	1,320	5,080
500	1,200	6	3,010	630	1,710	1,780	1,240	3,570
	1,500	6	3,010	630	1,720	1,800	1,280	3,560
	1,800	6, 12	2,790	630	1,700	1,620	1,240	3,200

기관 출력(PS)	기관 회전수(rpm)	실린더수	치수 (㎜)					중량(kg)
			A	B	C	D	E	
600	750	6	3,670	800	2,190	2,350	1,510	7,820
	1,000	6, 12	3,280	810	2,130	2,140	1,440	6,440
	1,200	6, 12	3,100	710	1,840	1,850	1,220	4,870
	1,500	6, 12	2,810	640	1,760	1,680	1,250	3,570
	1,800	6, 12	2,880	620	1,740	1,680	1,290	3,450
700	750	6	3,760	800	2,220	2,380	1,420	8,120
	1,000	6, 12	3,550	810	2,150	2,190	1,470	7,070
	1,200	6, 12	3,430	800	2,150	2,240	1,360	7,180
	1,500	12, 16	3,050	700	2,810	1,630	1,360	5,020
	1,800	12	2,820	670	2,910	1,640	1,340	4,600
800	750	6	3,970	920	2,360	2,690	1,530	10,280
	1,000	6, 16	3,680	820	2,180	2,250	1,380	7,950
	1,200	6, 12	3,450	810	2,160	2,210	1,390	7,410
	1,500	12, 16	3,040	690	1,770	1,570	1,360	4,770
	1,800	12, 16	3,050	700	1,810	1,630	1,360	4,980
900	750	6	3,980	950	2,470	2,750	1,540	10,800
	1,000	6, 16	3,680	820	2,180	2,250	2,380	7,950
	1,200	6, 16	3,010	820	2,230	2,320	1,550	8,480
1,000	750	5, 6	4,130	950	2,560	2,720	1,640	10,840
	1,000	6	3,940	900	2,400	2,620	1,520	10,270
	1,200	6, 16	3,700	820	2,230	2,320	1,550	8,540
1,100	750	5, 6, 8	4,640	990	2,750	2,830	1,850	12,610
	1,000	6	3,960	950	2,470	2,720	1,530	10,540
	1,200	6	3,740	860	2,330	2,580	1,630	9,590
1,200	750	5, 6, 8	4,660	990	2,750	2,830	1,850	12,610
	1,000	6	4,260	950	2,560	2,710	1,670	11,100
	1,200	6	4,100	930	2,530	2,680	1,820	10,610
1,300	750	6, 8	4,770	1,030	2,770	2,930	1,890	13,010
	1,000	6	4,450	1,070	2,810	2,860	2,170	12,200
	1,200	6, 12	4,560	1,070	2,810	2,860	2,170	13,580
1,400	750	6, 12	4,700	1,060	2,870	2,970	2,000	14,520
	1,000	6	4,470	980	2,680	2,800	1,900	12,400
	1,200	6	4,500	1,070	2,810	2,860	2,170	13,580
1,500	750	6, 12	4,660	1,060	2,810	3,070	1,990	14,950
	1,000	5, 6, 8	4,760	1,050	2,840	2,880	2,710	13,410
	1,200	6, 8, 12	4,560	1,070	2,860	2,170	2,170	13,580
1,600	750	6, 12	4,660	1,060	2,810	3,070	1,990	14,950
	1,000	5, 6, 8	4,760	1,050	2,840	2,880	2,710	13,470
	1,200	6, 8, 12	4,890	1,070	2,810	2,860	2,170	14,550
1,700	750	6, 8, 12	5,270	1,070	3,080	3,080	2,620	18,600
	1,000	6, 8, 12	4,880	1,070	2,940	2,810	2,170	14,550
	1,200	6, 8, 12	4,890	1,070	2,810	2,860	2,170	14,550
1800	750	6, 8, 12	5,270	1,070	3,080	3,080	2,620	18,600
	1,000	6, 8, 12	4,890	1,070	2,810	2,860	2,170	14,550
	1,200	6, 8, 12	4,890	1,070	2,810	2,860	2,170	14,550
1900	750	6, 8, 12	5,280	1,070	3,080	3,080	2,620	18,660
	1,000	6, 12	5,030	1,080	3,020	2,840	2,230	17,570
	1,200	6, 8, 12	4,940	1,070	2,810	2,860	2,200	14,680
2000	750	6, 12	5,180	1,090	3,110	3,120	2,100	19,480
	1,000	8, 12	5,310	1,080	3,050	2,840	2,210	18,430

② 토압

가. 토압은 KDS 67 20 05 용배수로 설계 및 토목공학 핸드북 [대한토목학회], KDS 11 00 0” 지반설계기준을 참고한다.

나. 정수압

(가) 정수압은 다음 식으로 계산한다.

$$P_h = w_o \cdot h$$

여기서, P_h: 수면에서 깊이 h인 곳의 정수압 (t/㎡)

h: 수면으로부터의 깊이 (m)

w_0: 물의 단위체적 중량 (t/㎥)

다만, 지중에 작용하는 수압이 상식의 이론 수압보다 작은 값으로 작용하는 사실이 명백한 경우에는 그 실제 수압을 작용수압으로 하여도 무방하다.

다. 부력 또는 양압력

(가) 부력 또는 양압력은 연직방향으로 작용하는 것으로 하여 구조물에 가장 불리하게 작용하는 조건으로 설계하여야 한다.

4.2.3 지반의 허용지지력

(1) 지반의 허용지지력은 평판재하시험으로 정하는 방법, 토질시험결과를 이용하여 결정하는 방법이 있으나 구조물 설계에서는 토질시험결과로부터 산정한다.

(2) “KDS 11 00 00” 지반설계기준을 참고한다.

4.2.4 침하량의 계산

(1) “KDS 11 00 00” 지반설계기준을 참고한다.

4.2.5 직접기초

(1) 직접기초는 지지상태로 볼 때 하중이 기초판으로부터 직접 지반에 전달되는 구조를 말한다. 따라서 지반은 허용지지력에 대해 안전하고 침하로 인하여 상부구조에 장해를 주지 않아야 한다. 또 저면에 수평력이 작용할 때에는 활동에 대한 안정성을 검토하여야 한다.

(2) “KDS 11 00 00” 지반설계기준을 참고한다.

4.2.6 말뚝기초

(1) 말뚝기초는 연직력, 편심력, 수평력 및 인발력에 대하여 충분히 안전해야 하고 시공 및 환경조건에도 적합할 필요가 있다.

(2) “KDS 11 00 00” 지반설계기준을 참고한다.

4.2.7 케이슨 기초

(1) 케이슨 기초는 양질지반에 직접 지지시키는 것으로 상부구조에서의 하중토압, 수압과 시공 중의 여러 조건에 대하여 충분히 안전하도록 설계해야 한다.
(2) “KDS 11 00 00” 지반설계기준을 참고한다.

4.2.8 지반개량

(1) 지반을 개량할 때는 흙을 다지거나 흙 속의 물을 제거함으로써 흙의 밀도를 높이는 방법과 안정제를 첨가하거나 주입함으로써 흙을 고결시키는 방법으로 구분할 수 있다.
(2) “KDS 11 00 00” 지반설계기준을 참고한다.

4.3 흡배출수조

4.3.1 흡배출수조의 수리설계

4.3.1.1 일반

(1) 흡배출수조의 수리설계는 양배수장을 설치하는 목적에 따라 소정의 수량을 도수로에서 송수로까지 통일된 기능과 안정성을 가지고 송수할 수 있도록 고려하여야 한다. 이 때 원칙적으로 계획최대유량을 대상으로 하나 이외에 발생빈도가 높은 계획유량에 대해서도 검토하여야 한다.

① 용수펌프장

가. 관개용 용수펌프장의 흡배출수조를 설계할 때 다음 수리현상에 대해서도 검토하고, 흡입송수에 지장이 없는 지를 확인한다.

(가) 취입구 부근과 도수로 내의 토사퇴적

(나) 도수로에서 흡입수조로 흐르는 흐름의 연속성

(다) 송수관에서의 수격작용

나. 토사퇴적에 대한 대책

(가) 취입구의 위치

㉮ 관개용수를 하천에서 취수할 때에는 취입구 부근에 토사가 퇴적하지 않는 장소를 선정해야 한다. 취입구를 직접 하안에 접하여 설치할 때에는 수리모형 실험 결과나 기설 성공사례를 기준하여야 할 것이나, 자연적으로 형성되어 있는 부근의 지형을 크게 변경시키는 것은 좋지 않다.

(나) 도수로의 폭

㉮ 취입구와 도수로의 폭이 같고 지나치게 크면 홍수시에 토사가 도수로 내에 퇴적되어 취수를 곤란하게 하는 수가 있으므로 폭의 치수를 주의해서 결정해야 한다. 이와 같은 평면형상인 때에는 전면에 게이트를 설치하여 홍수시에 게이트를 닫고 토사의 유입퇴적을 방지하는 방법이 유효하다. 그리고 취입구 부근에 취수정을 설치할 때에는 규모가 과대하게 되지 않도록 한다.

(다) 흐름의 연속성 확보

㉮ 하천에 설치한 취입구에서 취입수조까지 거리가 긴 경우에는 그 구간의 흐름이

방향변화 나 유속변화가 크지 않도록 수로단면의 이행형상을 고려할 필요가 있다.

㉯ 유수 속에 토사가 많이 들어 있는 곳에서는 펌프보호를 위하여 침사지를 설치할 필요가 있다. 이 때 침사지로 유입하는 직전에 급격한 굴곡을 주면 침사지유입부에 편류가 생겨 유속의 균일한 확산이 곤란하므로 침사효과를 나쁘게 한다. 따라서 침사지 유입부 직전의 도수로는 그 중심선이 침사지 중심선과 일치하도록 도수로 폭의 3배 이상 직선구간을 설치하는 것이 바람직하다.

㉰ 하천에서 용수를 도입하기 위해 조절수문이 있는 취입구를 설치할 때나 도수로 구간 내에 침사지를 설치할 때의 취입구와 침사지의 수리설계는 [취입보]에 의거 설계한다.

(라) 수격작용 (water hammer)

㉮ “KDS 67 30 15 (양배수장 펌프 설계)를 참조한다.

② 배수펌프장

가. 배수펌프장의 흡입배출수조 혹은 도수로, 송수로를 기존하천에 접속시킬 때는 주변 지형 및 하천의 상황 등을 고려하여 배수기능을 충분히 발휘할 수 있도록 배치한다.

(가) 도수에서 흡입수조까지 원활한 흐름의 확보

㉮ 농지 및 취락배수를 위한 배수펌프장에서는 펌프 가동시에 배수로, 도수로에서 흡입수조로 향하는 흐름에는 급격한 방향변화나 유속변화가 없는 원활한 흐름이 유지되어야 한다. 특히, 대규모펌프의 운전개시에 따르는 배출량과 배수로에서 흡입수조에 유하집수 되는 수량과의 균형을 검토하여 흐름의 연속성을 확보토록 할 필요가 있다. 이를 위해서는 ① 배수로내의 증가유속으로 인한 침식을 방지하기 위하여 수로측벽의 호안축조, ② 적절한 규모의 유수지의 설치 등을 고려한다. 그리고 배수시에 수로 내에 찌꺼기나 잡물이 다량 존재할 것으로 예상되는 경우는 제진기, 쓰레기 소각장을 고려할 필요가 있다.

(나) 자연배수방식과의 병용

㉮ 외수위가 저하되어 지구내배수의 자연배수가 가능하다고 예상되는 경우는 펌프장에 한하여 배수로를 우회시켜 게이트를 조작 배수하는 경우가 많다. 이러한 경우에는 배수로의 방류부분의 수리구조에 유의하여야 한다.

㉯ 자연배수로 선단이 막혀 있어, 펌프장의 방수로와 합치되는 형상일 경우에 펌프가동에 의한 배수시의 유수 속에 함유된 토사가 이 막힌 곳에 퇴적된다. 이 때문에 자연배수를 할 때에 충분히 소사(掃砂)가 곤란해지고, 자연배수 종료 후에 완전하게 문짝을 닫을 수 없게 되는 경우가 있다. 이러한 현상을 방지하기 위해서 다음과 같은 사항을 고려할 필요가 있다.

· 자연배수로내의 배수게이트의 바닥높이는 펌프장의 방수로바닥 표고보다 높게 한다.

· 자연배수로와 방수로와의 합류부는 수로로서 기능을 발휘할 수 있도록 연결부분의 상에 유의한다.

· 배수게이트 하류측에 다소의 진흙이 채이더라도 자연배사시에 소사(掃砂)할 수 있도록 수로에 적당한 기울기를 취한다.
· 배수게이트는 다소의 진흙이 퇴적되어 있더라도 완전히 문짝을 닫을 수 있도록 로프식의 감아올리는 방식보다 스핀들(Spindle) 또는 로크(Lock) 인장방식을 채용하는 것이 관리상 편리한 경우가 많다.

③ 용배수겸용 펌프장

가. 용배수겸용 펌프를 설치할 때에는 용배수의 명명 소요수량을 효율적으로 양수할 수 있도록 검토하고, 도수로 및 용(배)수로를 적절하게 배치한다.

나. 지구 내 포장의 습답상태를 건답화하기 위해서는 당시 배수를 고려하고 동시에 관개기간 중 용수의 부족상태가 발생했을 때에는 배수유량을 용수에 전용하기 위해 자동운전 조작에 의한 용배수겸용 펌프장을 설치하는 사례가 많이 있다. 이 경우에는 구경 대수형식 등의 검토를 하 는 것은 당연하지만 도수로 및 용(배)수로에 대하여도 적절한 배치를 위한 검토가 필요하다.

4.3.1.2 흡입수조의 수리설계

(1) 흡입수조는 도수로로부터 유수를 흡입관에 공기가 흡인됨이 없이 펌프운전을 할 수 있도록 안정된 수위와 원활한 흐름을 확보하여야 하며, 특히 수조 내에 소용돌이가 발생하지 않는 구조로 한다.

① 접속도수로의 설계

가. 도수로는 흡입수조로 향하는 흐름에는 급격한 방향변화 혹은 심한 유속변화를 일으키지 않는 형상, 치수로 해야 한다.

(가) 정의

㉮ 여기에서 말하는 도수로는 흡입수조에 접속하기까지의 수로구간을 의미한다. 이는 펌프의 규모에 따라 그 범위를 달리하고 있다.

(나) 도수로의 형상

㉮ 도수로의 형상, 치수의 양부는 펌프의 성능과 운전상태에 영향을 끼친다. 특히 입축, 축류, 사류펌프와 같이 흡입관 가까이에 임펠러가 있는 것은 그 영향이 매우 크다.

㉯ 흡입수조의 직전에 급격한 굴곡부를 설치하면 이행부나 흡입수조내의 흐름에 편류가 일어나 흡입수조 내에서 와류(渦流)를 일으키기 쉽다.

㉰ 도수로의 형상을 결정하는 수리설계는 농업생산기반 정비사업계획설계기준 [수로공]에 준하여 설계한다.

(다) 수리모형실험

수리적조건 등의 제약으로 도수로로부터 흡입수조까지의 형상, 치수가 복잡하여 기존의 수리실험결과 및 유사구조물의 실시자료를 이용할 수 없어 신뢰할 만한 판단을 얻을 수 없을 때에는 수리모형실험을 하여 그 기능을 검토할 필요가 있다.

㉮ 수리모형실험의 필요성

· 수리 모형실험은 일반적으로 상당한 시간과 비용을 필요로 하지만, ① 수량의 계획에 대한 선택, 채용, ② 계산으로는 해명불능한 부분의 현상파악, ③ 각종 가정조건의 선택의 용이등의 여러 가지 이점을 가지고 있다.

· 흡입수조에 있어서 수리모형실험을 필요로 하는 경우는 흡입수조의 설치예정지에서의 용지상의 제약과 흡입수조내로의 토사유입방지가 요청되는 경우가 많다.

· 즉 ① 간선수로로부터 분파되는 도수로에로의 이행형상, ② 도수로로부터 흡입수조로의 통수단면적 확대에 따른 유향, 유속의 균일화, ③ 도수로에서 흡입수조로의 이행부에 설치하는 도류벽 형상, 배치 등을 검토하고 수리적으로 안정된 형상, 치수를 결정함과 동시에 현지에 시공하는 경우의 적응성, 간략화를 조사하여 경제성을 도모하고자 실시한다.

㉯ 실험의 방법 및 결과의 판정

· 수리모형실험을 할 때의 모형과 원형과의 상사율의 확인, 제작하는 모형의 범위, 모형 축적의 결정, 실험을 위한 설비, 실험의 조작 및 실험결과의 결정에 대해서는 농업생산기반 정비사업계획설계기준 [필댐편]의 수리모형실험을 참조한다.

(라) 유수지

㉮ 배수펌프장 부근의 간선배수로 말단에 유수지를 설치하여 배수로의 유출량과 펌프배수량의 차이를 없애고, 수위변화를 적게 함으로써 수위변동에 의한 단속(斷續)운전을 해소하여 펌프 운전의 효율을 높인다. 특히, 저평지에서는 간선배수로가 길게 되는 일이 많으므로 유수지를 설치하는 것이 바람직하다.

㉯ 이 유수지의 크기는 집수구역, 지형, 홍수유출량, 지구내의 허용침수조건, 배수로의 통수 능력, 펌프배수량, 운전관리 방식 등을 검토하여 결정한다.

② 흡입수조의 설계

가. 흡입수조 설계는 펌프장의 기능, 입지조건 및 운전조건 등을 고려하여 규모, 형상 등을 검토하고, 도수로부터의 원활한 흐름이 계속되도록 설계해야 한다.

나. 그러나 개수로계의 2단 양수펌프 또는 흡입수조구조가 배수로말단에 직결하도록 하는 배수펌프는 지형접속수로와 펌프 운전조작의 관계(특히 펌프 급정지 시)등을 종합적으로 검토하고 필요에 따라 물넘이(여수토) 바이패스(측관), 통문, 통관, 접속수로 등을 설치하여야 한다.

다. 일반적인 펌프장에서의 흡입수조형상은 다음 사항을 유의하고 설계한다.

(가) 와류

㉮ 흡입수조는 펌프 운전시에 수조 내에 와류가 발생하지 않은 형상으로 한다.

(나) 침사지

㉮ 유수속의 토사는 펌프의 주요부의 수명을 저하시킨다. 토사가 많은 곳에서는 펌프보호를 위하여 침사지를 설치하는 것이 바람직하다. 이 때 침사지는 개략 평균유속 0.15 ~ 0.30 m/s, 체류시간 30 ~ 60 s 를 고려한다.

㉯ 침사지는 펌프의 봉수(封水), 윤활수, 냉각수 등에 사용하는 물을 취수하기 위해서도 필요하다. 이때의 침사지는 평균유속 0.02 ~ 0.07 m/s, 체류시간 10 ~ 20

min 을 고려한다.

(다) 배수용의 소규모 수조

㉮ 흡입수조내의 청소가 용이하도록 물 교체용의 소규모적인 가반식 펌프용으로 수조를 설치하는 일이 있다. 이 수조는 흡입수조내의 최저표고가 되는 부분의 한 모서리에 0.6 m×0.6 m×0.6 m 정도 크기로 한다.

(라) 흡입수조의 입구 스크린(Screen)

㉮ 펌프의 임펠러에 쓰레기나 고형물이 쌓여서 일어나는 펌프의 성능저하나 임펠러의 손상을 방지하기 위하여 흡입수조의 입구에다 스크린을 설치한다.

㉯ 가는 눈금의 스크린이 필요한 경우는 로터리 스크린(Rotary Screen) 등을 사용하여 확실히 소제될 수 있도록 한다. 흡입수조 직전의 스크린에서의 유속은 그 부분 평균유속(계획배출량에 있어서)이 0.5 m/s 이하가 되는 것이 바람직하다.

㉰ 스크린은 전후의 수위차가 1.0 m 정도에 대하여 충분한 강도를 갖도록 한다.

(마) 빈지 또는 게이트

㉮ 흡입수조 취입구에는 수조내를 청소할 수 있도록 빈지 또는 게이트를 설치한다.

③ 흡입수조까지의 수리설계

가. 용배수 간선수로에서 접속도수로를 지나 흡입수조에 이르는 흐름의 수리설계는 원칙적으로 계획최대유량에 대하여 충분한 안정성 및 경제성을 확보하도록 노력하여야 한다.

(가) 수리설계의 대상유량

㉮ 흡입수조 내에 도달하기까지의 흐름은 설계에 채택된 계획 최대유량 이외의 유량에 대해서도 검토할 필요가 있다. 예를 들면 최대빈도의 유하유량과 양수량과의 관계에서 간선수로 말단부로부터 접속도수로 부근까지의 상승배수(背水)나 저하배수(背水) 등에 의하여 바람직하지 못한 물결이 발생할 염려가 있기 때문이다.

(나) 개수로의 유량계산

㉮ 허용유속

· 수로의 유속은 토사침전이 일어나지 않고 수중식물이 생육하지 않을 정도의 최소유속과 수로 내면을 조성하는 재료가 유수에 의하여 침식되지 않고, 수리적으로 불완전한 유니(流泥)를 발생시키지 않은 최대유속과의 범위에서 선정한다.

㉯ 최소허용유속

· 수로의 최소허용유속을 설정하는 것은 대단히 어렵지만 일반적으로 이토(Silt)등의 침전 을 방지하기 위해서는 평균유속이 0.45 ~ 0.90 m/s이면 충분하고 통수에 지장을 주는 식물의 생육도 평균유속이 0.7 m/s 이상이면 방지된다.

㉰ 최대허용유속

· 수로 및 수로구조물 내면의 재질에 따라 아래의 <표 4.3-1>에 표시된 값을 제한치로 하고 있다.

<표 4.3-1> 허용최대평균유속

종 별	유속(m/s)	종 별	유속(m/s)
두꺼운 콘크리트(>18 cm)	3.00	블록메쌓기 (뒤거리 30 cm 이하)	1.50
얇은 콘크리트 (<10 cm)	1.50	블록메쌓기 (뒤거리 30 cm 이상)	2.00
아스팔트	1.00	블록찰쌓기	2.50

㉮ 유량계산

· 용배수로의 유하유량은 다음 식으로 계산한다.

$$Q = A \cdot V$$

여기서, Q: 유량(㎥/s)A: 유수면적(㎡)V: 평균유속(m/s)

평균유속은 원칙적으로 매닝(Manning)공식으로 계산한다.

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} I^{1/2}$$

여기서, V: 평균유속(m/s) n: 조도계수 R: 경심(m) I: 동수경사

<표 4.3-2> 라이닝 혹은 조립개수로의 조도계수

수로의 재료와 상태	조 도 계 수		
	최소치	표준치	최대치
시멘트(모르타르)	0.011	0.013	0.015
콘크리트(현장타설 플륨)	0.012	0.015	0.016
콘크리트블록찰쌓기	0.014	0.016	0.017
아스팔트(활면)		0.014	

(다) 개수로의 손실수두 및 수면 저하량

간선흐름에서 흡입수조에 이르기까지의 개수로의 흐름은 여러 가지의 시설과 특수한 흐름으로 다음과 같은 손실이 생긴다. 그리고 수로만곡의 반경이 수면 폭의 10배 이상이 되는 경우는 만곡에 의한 수두손실은 무시한다.

㉮ 마찰에 의한 손실수두의 계산은 Manning 공식에 의한다.

$$h_f = f' \cdot \frac{L}{R} \cdot \frac{V^2}{2g} = \frac{n^2 \cdot V^2 \cdot L}{R^{4/3}}$$

$$f' = \frac{2gn^2}{R^{1/3}}$$

여기서, h_f: 마찰손실수두 (m)

g: 중력 가속도 (m/s^2)

L: 구간거리 (m)
n: 조도계수
R: 수로경심 (m)
f' : 마찰손실계수
V: 평균유속 (m/s)

㉯ 유입에 의한 손실 및 수면저하량

$$h_e = f_e \cdot \frac{V^2}{2g}$$

$$\Delta h_e = h_e + (\frac{V^2}{2g} - \frac{V_1^2}{2g})$$

여기서, h_e: 유입손실수두
Δh_e: 유입에 의한 수위변화량 (m)
f_e: 유입손실계수
V_1: 유입 전의 평균유속 (m/s)
V_2: 유입 후의 평균유속 (m/s)

㉰ 스크린에 의한 손실 및 수면저하량

· 스크린에 의한 손실수두의 계산은 키르쉬메르(Kirschmer)의 공식에 의한다.

$$h_r = f_r \cdot \frac{V_i^2}{2g} = \beta \sin\theta (\frac{t}{b})^{4/3} \cdot \frac{V_1^2}{2g}$$

$$\Delta h_r = f_r \cdot \frac{V_1^2}{2g} + (\frac{V_2^2 - V1^2}{2g})$$

여기서, h_r: 스크린에 의한 손실수두 (m)
Δh_r: 스크린에 의한 수면저하량 (m)
V_1: 스크린 상류부의 유속 (m/s)
V_2: 스크린 하류부의 유속 (m/s)
fr: 스크린 손실계수
θ: 격자의 경사각
t: 격자의 살(bar)의 굵기
b: 격자의 간살의 나비
β: 격자의 살(bar) 단면상태에 따른 계수

. 이 공식은 스크린에 쓰레기가 전혀 끼어있지 않은 상태의 것이다. 쓰레기 유입이 예상되는 경우에는 스즈끼(鈴木)의 식을 참고하여 결정한다.

$$\Delta h_{r1} = 6.69 \cdot \sin\theta (\frac{t}{b})^{4/3} \exp(0.074 \cdot r_w \cdot \frac{a}{H}) \frac{V_1^2}{2g}$$

여기서, Δh_{r1}: 쓰레기에 의한 수면저하량 (m)

a: 쓰레기의 부착높이 (m)

r_w: 습윤 쓰레기의 단위중량 (kg/m^3)(r_w = 200 kg/m^3 정도)

H: 스크린 상류측 수심 (m)

㉱ 단면변화에 따른 손실 및 수면 저하량

· 단면변화에 따른 손실 및 수면 저하량은 각각 다음과 같이 계산한다.

(라) 수로폭의 급확

급확에 의한 손실수두h_{se}는 형상손실 h_e와 마찰손실h_f의 합으로 표시된다.

$$\Delta h_{se} = h_{se} + (\frac{V_2^2}{2g} - \frac{V_1^2}{2g}) = h_e + h_f + (\frac{V_2^2}{2g} - \frac{V_1^2}{2g})$$

$$h_e = f_e \cdot \frac{V_2^2}{2g}$$

$$h_f = \frac{n^2 l}{2} \cdot (\frac{V_1^2}{R_1^{4/3}} + \frac{V_2^2}{R_2^{4/3}})$$

여기서, h_{se}: 단면급확에 의한 손실수두 (m)

Δh_{se}: 단면급확에 의한 수위변화량 (m)

h_e: 급확폭에 의한 형상손실수두 (m)

h_f: 단면 1, 2 사이의 마찰손실수두 (m)

f_e: 급확폭에 의한 형상손실계수

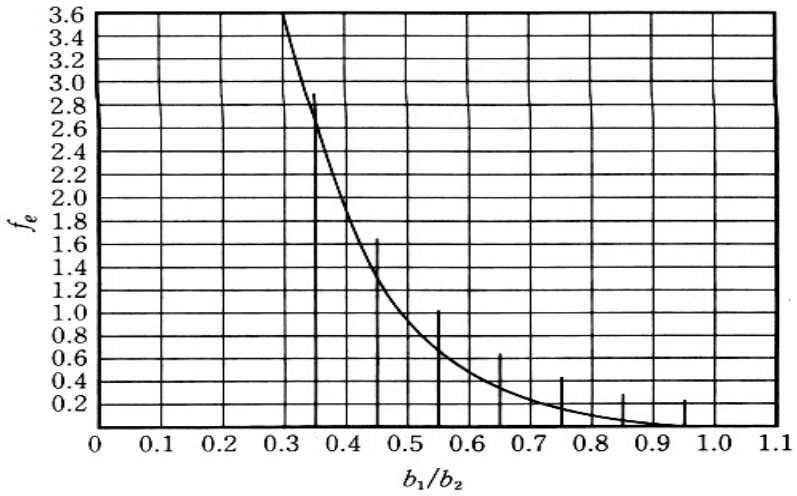
V_1, V_2: 단면급확 전후의 평균유속 (m/s)

n: 조도계수

ℓ: 단면 1, 2 사이의 거리 (m), $\ell \fallingdotseq 30\,(\,b_2 - b_1)$정도

· 급확폭에 의한 형상손실계수 f_e는 급확전후의 수로폭의 비 b_1/b_2 에 의하여 결정한다.

· 주어진 b_1/b_2에 대하여 프루드수 (Froude Number) $Fr_2 = V_2/\sqrt{gh_2}$ 의 값이 어느 한도를 넘으면 급확폭지점의 수심은 한계수심이 되어 지배단면이 생긴다. 아래의 <그림 4.3-1> 각 곡선의 상류측의 영역은 상류상태만을 나타내는 상류천이영역이나 하류측의 영역에서는 사류가 생기는 급확폭지점이 지배단면이 된다. 아래의 <그림 4.3-1>의 f_e는 상류천이영역에 대한 것이다.



<그림 4.3-1> 급확폭에 의한 형상손실계수

(마) 수로폭의 점확

$$\Delta h_{ge} = h_{ge} + (\frac{V_2^2}{2g} - \frac{V_1^2}{2g})$$

여기서, h_{ge}: 점확에 의한 손실수두 (m)

Δh_{ge}: 점확에 의한 수면변화량 (m)

h_e: 점확에 의한 형상손실수두 (m)

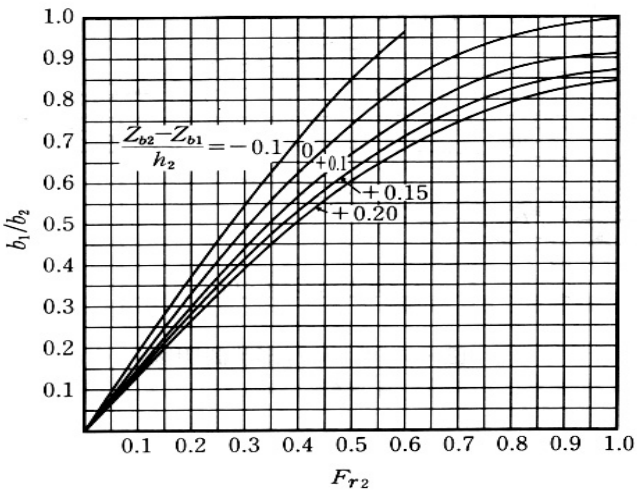
h_f: 트랜지션에 의한 마찰손실계수 (m)

f_{ge}: 점확에 의한 형상손실계수

V_1, V_2: 트랜지션 전후의 평균유속 (m/s)

I_1, I_2: 트랜지션 전후의 동수경사

L: 트랜지션의 길이



<그림 4.3-2> 급확점이 지배단면이 되는 한계조건

· 점확인 때 수면저하량 Δh_{ge}의 값은 일반적으로 부(-)가 된다. 즉, 트랜지션부의 마찰손실이 작을 때는 하류측 수위가 상류측 수위보다 높아진다.

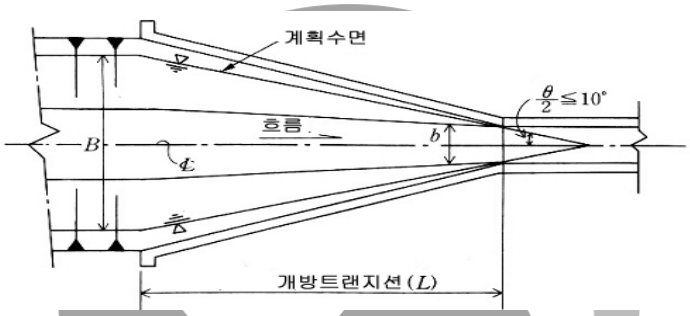
· 포장개수로에 접속하는 개방트랜지션(Open Transition) 형식은 원칙적으로 개량 직선형으로 하고, 연결각은 계획면 $\frac{\theta}{2} \leqq 10^\circ$로 한다. 또 종단 연결각도 같이 취급한다.

$$L = \frac{B-b}{2} \cdot \cot 10^\circ$$

여기서, L: 개방트랜지션의 길이 (m)

B: 개수로의 수면폭 (m)

b: 폐쇄 트랜지션(Closed Transition) 또는 암거, 플룸(Flume) 수면폭(m)



〈그림 4.3-3〉 이행형상 설명도

〈표 4.3-3〉 점확에 의한 형상손실계수(f_{ge}) 및 점축에 의한 형상손실계수(f_{gc})

구분	개방 트랜지션의 형상변화의 상태	f_{ge}	f_{gc}
1	직선형 (직사각형 개구부에)	0.20	0.10
2	직선형 (직사각형에서 원형개구부에, 단, 입구의 구석부분은 헌치(Fillet)를 설치한다.	0.30	0.20
3	개량직선형 (사다리꼴에서 벽끝이 직선상이 되도록 비틀어서 장방형 개구부에)	0.30	0.20
4	개량직선형 (사다리꼴에서 벽끝이 직선상이 되도록 비틀어서 원형개구부에, 단 입구구석부분은 헌치를 설치한다.)	0.40	0.30
5	직선형 (사다리꼴에서 평면을 조합하여 장방형개구부에)	0.50	0.30
6	직선형 (사다리꼴에서 평면을 조합한 원형개구부에)	0.70	0.40

(바) 수로폭의 급축

$$\Delta h_{sc} = h_{sc} + (\frac{V_2^2}{2g} - \frac{V_1^2}{2g}) = h_c + h_f + (\frac{V_2^2}{2g} - \frac{V_1^2}{2g})$$

$$h_c = f_c \cdot \frac{V_2^2}{2g}$$

$$h_f = \frac{n^2 \cdot l}{2}(\frac{V_1^2}{R_1^{4/3}} + \frac{V_2^2}{R_2^{4/3}})$$

여기서, Δh_{sc}: 단면급축에 의한 수위변화량 (m)

h_{sc}: 단면급축에 의한 손실수두 (m)

h_c: 급축폭에 의한 형상손실수두 (m)

h_f: 단면급축 전후의 구간 l 에 있어서의 마찰손실수두 (m)

f_c: 급축폭에 의한 형상손실계수

V_1: 단면급축전의 평균유속 (m/s)

V_2: 단면급축후의 평균유속 (m/s)

g : 중력가속도 (m/s2)

R_1: 단면급축전의 경심 (m)

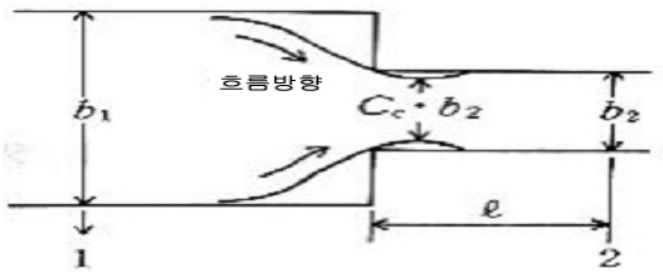
R_2: 단면급축후의 경심 (m)

n: 조도계수

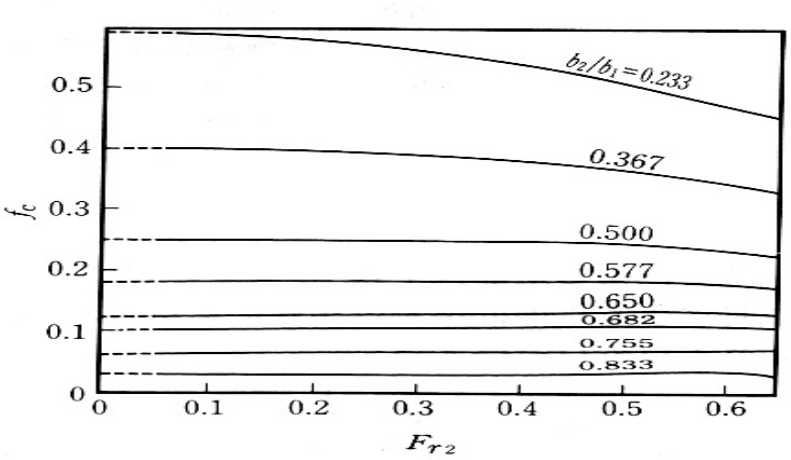
l : 급축전후 단면사이의 거리 (m)

㉮ 급축폭에 의한 형상손실계수 f_c는 프루드수 F_{r_2} 및 급축전후의 수로폭의 비 b_2/b_1에 의하여 결정된다.

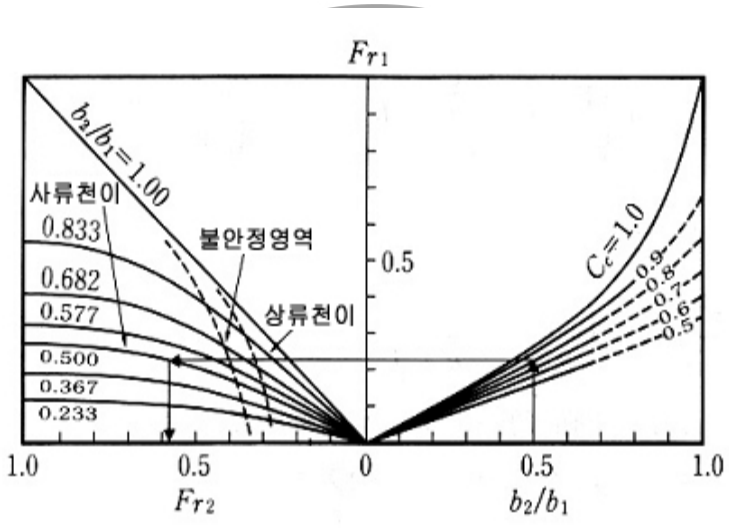
㉯ 급축부에 있어서 천이상태의 판정은 아래 <그림 4.3-4>~<그림 4.3-6>에 의한다. 아래의 <그림 4.3-4>에서 f_c는 전영역에 대하여 적용되는 것이다.



〈그림 4.3-4〉 단면급축부



〈그림 4.3-5〉 급축부에 의한 형상손실 계수



〈그림 4.3-6〉 급축부의 한계하류 조건

주) 이 그림은 상류천이와 사류천이의 경계인 하류수로조건(F_{r_2})을 나타내는 것으로 F_{r_2}가 그림에 의한 값보다 작을 때는 상류천이, 클 때는 사류천이가 된다.

(사) 수로폭의 점축

$$h_{gc} = h_c + h_f = f_{gc} \cdot \frac{(V_1^2 - V_2^2)}{2g} + \frac{I_1 + I_2}{2} \cdot L$$

$$\Delta h_{gc} = h_{gc} + (\frac{V_2^2}{2g} - \frac{V_1^2}{2g})$$

여기서, h_{gc}: 점축(漸縮)에 의한 손실수두(m)

Δh_{gc}: 점축에 의한 수면변화량(m)

h_c: 점축에 의한 형상손실수두(m)

h_f: 트랜지션에 의한 마찰손실수두(m)

f_{gc}: 점축에 의한 형상손실계수

V_1 , V_2: 트랜지션 전후의 평균속도(m/s)

I_1 , I_2: 트랜지션 전후의 동수경사

L: 트랜지션의 길이(m)

④ 교각에 의한 수면저하량

가. 교각에 의한 수면저하량은 다음 식에 의하나 교각이 좁은 간격으로 위치하고 그의 배수가 영향을 끼친다고 인정되는 경우 이외는 생략한다.

$$\Delta h_p = \frac{Q^2}{2g}\left[\frac{1}{c^2 \cdot \ b_2^2 (H_1 - \Delta h_p)^2} - \frac{1}{b_1^2 \cdot \ H_1^2}\right]$$

여기서, Δh_p: 교각에 의한 수면 저하량(m)

c: 교각의 평면형상에 의한 계수

b_1: 교각직전의 수로 폭(m)

b_2: 수로폭에서 교각폭의 총합을 뺀 폭$(b_2 = b_1 - \sum t)$ (m)

t : 교각 1기의 폭(m)

H_1: 교각 상류측의 수심(m)

<표 4.3-4> 교각의 평면형상에 따른 계수

b_2/b_1	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5
전후단부 직각	0.96	1.02	1.02	1.00	0.97
전후단부 반원형	0.99	1.13	1.20	1.26	1.31

주) b_2/b_1= 0.9은 좀 큰 수치이므로 주의가 필요하다.

⑤ 관수로의 유량계산

가. 관수로의 허용유속 유량계산 및 각종 손실수두 등의 계산은 용배수로 및 농업용 관수로 설계기준을 참조한다.

4.3.1.3 흡입관의 설계

(1) 흡입관의 이음부에서 공기를 누입(漏入)시키거나 흡입관에 공기를 고이게 해서는 안 된다.

① 공기 장해와 방지공법

가. 흡입관이 공기를 흡입하면 펌프의 성능이 저하된다. 심할 때는 양수가 불가능하다. 이러한 것은 흡입관이 길고 흡입양정이 클 때 특히 주의하여야 한다.

나. 또 흡입관에 공기가 고인 채 펌프를 운전하게 되면 보통흡입측은 진공이 되기 때문에 공기가 팽창하여 물의 흐름을 방해한다.

다. 이와 같은 현상을 방지하기 위하여 다음 사항을 유의하여야 한다.

(가) 펌프의 흡입구에서 편류나 선회류가 일어나지 않는 구조로 한다.

(나) 관 길이는 가급적 짧게 하고, 곡관의 수는 될 수 있으면 줄이고 손실수두가 작게 되도록 한다.

(다) 공기가 고이지 않도록 펌프로 향하여 1/50 ~ 1/100 정도의 상향기울기가 되도록 한다.

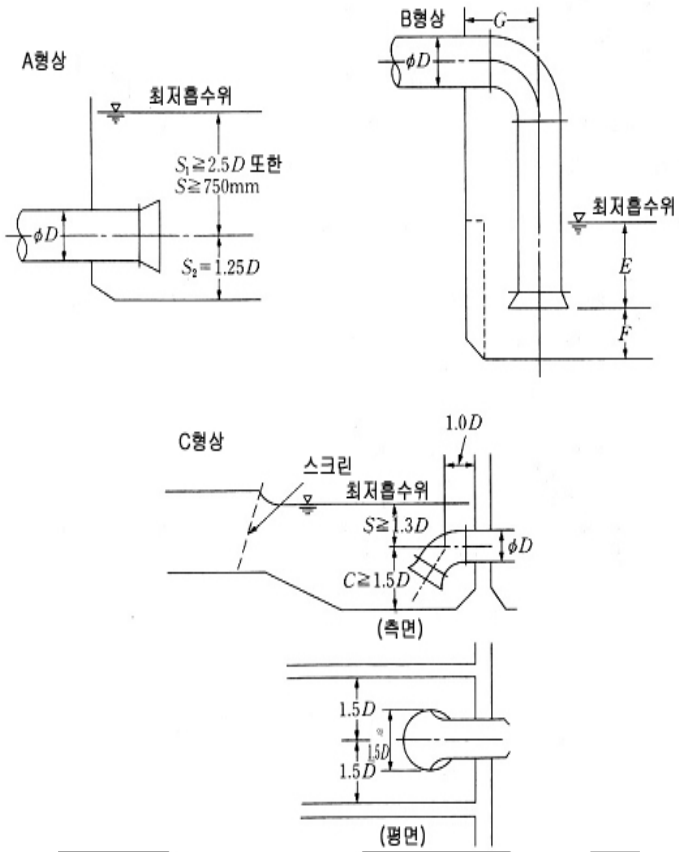
(라) 배관할 때 펌프보다 높게 될 경우에는 기동시는 물론, 운전 중에도 고인 공기를 빼기 위하여 진공펌프를 가동시켜야 하므로 흡입구의 최정부에 진공펌프를 설치한다.

(마) 펌프 흡입구에 직접 곡관 또는 편심편축관(Eccentric Reducer)을 사용한다. 부득이 곡관을 사용할 때는 관내유속을 작게 하고, 곡률반경이 큰 것을 선정하여야 한다.

(바) 관경이 변화하는 부분은 편심편축관을 사용한다.

(사) 관내 압력은 보통대기압 이하가 되므로 공기가 새지 않는 관이음을 선정해야한다.

(2) 표준흡입형상의 채용이 불가능한 경우는 아래 <그림 4.3-7>에 표시하는 참고흡입형상에 의한다.



〈그림 4.3-6〉 흡입형상참고

주) 1. A 형상은 흡입수조 전체의 깊이($S_1 + S_2$)가 커져 경제적으로 불리하여 대구경의 경우는 채용하는 일이 적다.

주) 2. B 형상에서 E, F, G 치수는 " KDS 67 30 15 양수장 펌프 설계의 펌프의 형식 및 구경결정" 을 참고한다. 더욱이 흡입수조 내에 곡관의 접속플렌지가 있을 경우에 는 곡관의 곡률반경을 고려하여 G치수는 1.5D 정도로 한다. 이러한 경우 구경이 600 mm 이상에서는 소용돌이 방지벽을 붙인다.

주) 3. C 형상은 튜블러 펌프나 압입방식의 횡축펌프에 채용되는 것이 많다. S치수에 대해서는 기타 펌프시동시의 만수나 캐비테이션에 대해서도 주의하여야 한다. 이 형식은 구경 2,000 mm 정도까지가 한도이며 그 이상의 대구경은 드라프트(Draft)형 등 별도의 형식을 채용하는 일이 많다.

4.3.1.4 배출수조의 수리설계

(1) 배출수조는 배출관에서 방출된 수로의 감세가 급속히 이루어지기 때문에 접속되는 수로로 유수가 윤활하게 이행할 수 있는 구조로 한다.

① 배출관

가. 배출관의 관경은 꼭 펌프 배출구경에 맞출 필요가 없고 재료비 시설비 및 유지비를 포함시켜 경제적인 배관이 되도록 다음 사항을 고려한다.

(가) 펌프의 배출구경은 펌프본체의 효율과 경제성으로 정해지므로 배출관의 관 경을 펌프의 배출구경에 맞출 필요는 없다.

(나) 관이 긴 경우 관경결정은 펌프, 전동기, 밸브, 관의 재료 등의 가격, 설치비, 토목공사비, 금리, 상각기간, 전력 요금 등의 시설비와 동력비, 유지비등을 포함시켜 검토하여 결정한다.

(다) 장래에 수요량 증대가 예상되는 경우는 수요량 증가를 추정하여 관경이 큰 관을 부설하여 둘 필요가 있다.

(라) 단거리 송수인 경우에는 배관으로 인한 마찰손실이 실양정에 비하여 비교적 작으므로 펌프구경과 동일 구경의 송수관을 사용해도 좋다. 그러나 관내 유속을 그대로 배출수조 등에 배출하게 되면 속도에너지를 손실하게 되므로 배출관 말단에는 편축관(片縮管)을 설치하여 관내 유속을 차차 낮추어서 작은 유속으로 배출하도록 한다.

② 배출수조

가. 배출수조의 설계에 있어서는 다음 사항을 검토해야 한다.

일반적인 배수펌프의 배출수조의 형상 및 치수는 다음 사항에 유의하여 설계 한다.

(가) 배출수조의 중앙부에 수로가 있는 경우

㉮ <그림 4.3-7>의 치수는 필요최소치수를 나타내고 있다.

㉯ B_1치수가 부득이 더욱 작은 치수로 되는 경우에는 배출관단을 중앙부의 배수로에 향하여 약 30° 정도 구부려 유출되도록 한다.

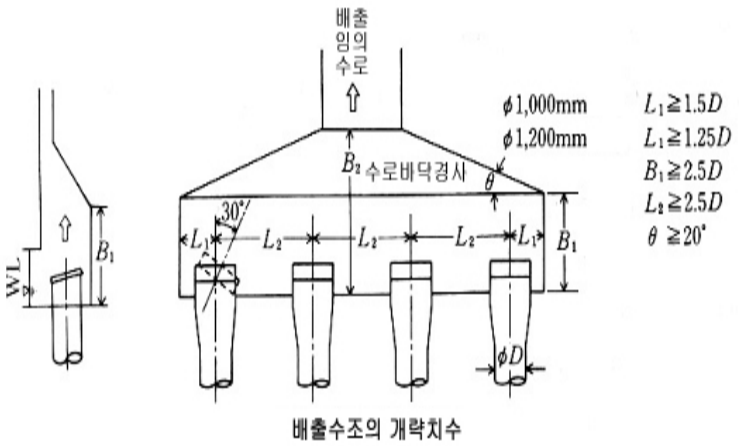
㉰ L_1치수는 토목시공의 관련으로 흡입수조의 폭과 같은 1.5D로 설계되는 경우가 많다.

㉱ L_2치수는 펌프의 설치간격으로 결정되는 경우가 많으나 배출수조 내에서 허용되는 최소 간격으로 2.5D를 나타내고 있다.

㉲ 경사각 θ는 반사파가 옆의 배출관 끝에 직접 향하지 않는 각도로서 $\theta \geqq 20°$로 하고 있다. 배출수조내의 수심과 관련하여 유속이 빠르게 될 경우에는 경사각 θ 를 더욱 크게 한다.

㉳ B_2치수는 양측벽에서 경사각도 θ 와 수로와의 교점으로 구한다.

㉴ 펌프대수가 적을 때(1 ~ 2 대 정도)는 상기한 조건으로 배출수조의 관계치수를 설계하게 되면 표면적이 지나치게 작게 되는 수가 있다. 일반적으로 배출수조내의 유속은 충분히 감속해서 방향을 변환하는 것이 바람직하고 최대유량에 대하여 약 0.3 ~ 0.5m/s 이하로 유속을 억제하면 배출수조 내에서 극단적인 편류나 소용돌이의 발생이 적다. 흐름의 방향변화가 적은 경우는 특히 고려할 필요가 없다.



〈그림 4.3-7〉 배출수조의 개략치수

(나) 배출수조의 한 쪽에 수로가 있는 경우

㉮ <그림 4.3-8>의 치수는 필요 최소치수를 표시한다.

㉯ B_1치수가 부득이 더욱 적어질 경우에는 배출관단을 수로에 향하여 약 30°정도 구부려서 유출되도록 한다.

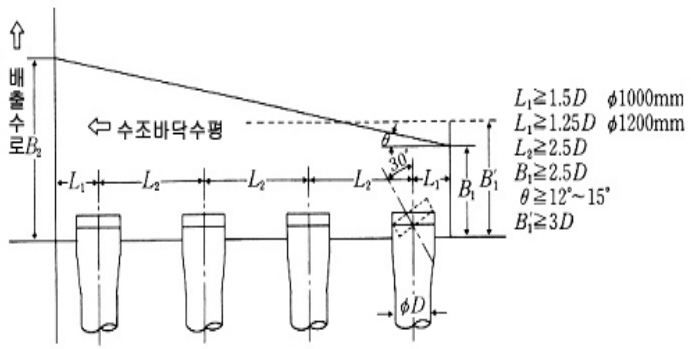
㉰ 반사측 측벽이 경사되지 않고 평행한 측벽으로 되는 경우는 $B_1' \geq 3D$로 한다.

㉱ L_2치수는 펌프의 설치간격으로 결정되는 경우가 많으나 최소치수로서 2.5D를 제시하고 있다.

㉲ 경사각도 θ는 12° ~ 15°로 하고 수조 밑은 수평으로 하나 배출수조내의 수심과의 관계로 유속이 빠르게 되는 경우는 θ를 더욱 크게 한다.

㉳ B_2치수는 θ와 수로와의 교점으로 구해지나 배출수조내의 유속은 최대유량에 대하여 0.3 ~ 0.5 m/s이하가 될 수 있도록 억제한다.

㉴ 적은 대수인 경우도 관계치수는 변하지 않고 상기 배출수조 내의 유속이면 된다.



〈그림 4.3-8〉 배출수조의 개략치수

③ 접속송수로

가. 배출수조에 접속되는 송수로는 급격한 굴곡을 피하고 계획최대유량을 흐르도록 충분한 기능을 가지며 안전하고 경제적인 설계가 되도록 한다.

나. 배출관에 접속하는 송수관 혹은 배출수조에 접속하는 송수로(개수로)의 어느 경우에도 계획 최대유량을 안전하게 송수할 수 있도록 한다. 그렇게 하려면 노선의 급격한 만곡 및 굴절을 피하고 원활한 이행형상을 준다.

(가) 송수관

㉮ 송수관의 노선은 급격한 굴곡을 될 수 있는 대로 피한다. 노선의 급격한 굴곡은 손실 수두를 크게 하고 수리적으로 불리할 뿐 아니라 내압과 동수압에 의하여 관로의 바깥 방향으로 향하는 힘이 작용하여 구조상의 약점이 되므로 될 수 있는 대로 완만하게 구부린다.

㉯ 관경 결정에는 계획최대유량이 흐를 수 있게 단면을 결정해야 한다. 또 관내 유속은 재질에 따라 다르나 소구경에서 1 ~ 2 m/s, 대구경에서 2 ~ 3 m/s 정도로 하는 것이 바람직하다.

㉰ 송수관의 손실수두에는 다음과 같이 각종 손실수두가 있기 때문에 설계조건에 따라 검토할 필요가 있다.

· 마찰손실수두
· 유입에 의한 손실수두
· 유출에 의한 손실수두
· 단면변화에 의한 손실수두
· 만곡 및 굴절에 의한 손실수두
· 분류 및 합류에 의한 손실수두
· 밸브류에 의한 손실수두
· 설계치의 세부사항은 “양배수장 펌프설계의 전양정”을 참조할 것

㉱ 송수관에서는 정전으로 펌프의 동력이 급단 되었을 경우는 수격작용 현상을 나타내는 수가 있다.

㉲ 이 수격작용 현상에 대해서는 “양배수성 펌프설계의 수격작용”을 참조하고 충분한 대안을 세워야 한다. 그리고 송수관로에 대한 상세한 것은 [용배수로 설계기준], 농업용 관수로 설계기준을 참조할 것

(나) 송수로(개수로)

㉮ 배출수조부터의 송수로를 개수로 형식으로 계획하는 경우에는 계획최대유량이 외인 때에 불안정한 흐름이 되는 수가 있다. 예를 들면 부분적인 저하배수, 복잡한 이행형상에 의한 물결의 발생 등이다. 이 때문에 계획최대유량 이외의 최다사용빈도의 유량에 대하여도 검토할 필요가 있다.

㉯ 배출수조에서 개수로에 접속하는 이행부에 설치하는 게이트의 폭이 협소하면 유출시에 유속이 크게 되고 개수로 내에서 조건이 나쁜 물결이 발생하는 경우

가 있으므로 이행부의 형상을 충분히 검토하여야 한다.

㉱ 개수로내 손실수두로서는 다음의 여러 손실수두를 고려해야 한다.

· 마찰손실수두

· 유입에 의한 손실수두

· 단면변화에 따른 손실수두

· 만곡 및 굴절에 의한 손실수두

· 분류 및 합류에 의한 손실수두

㉲ 설계치의 세부사항은 “흡입수조의 수리설계”를 참고한다.

4.3.2 흡배출 수조의 설계

(1) 흡입수조와 배출수조는 펌프의 흡입과 배출 성능을 만족하도록 설계함은 물론이고, 예상되는 하중에 대하여 안전한 구조가 되도록 하여야 한다. 또 접속수로와 조화가 이루어지도록 하여야 하며 유지관리의 용이성도 고려하여야 한다.

① 일반사항

가. 흡입수조와 배출수조의 흡입과 배출 성능을 만족하도록 형상에 대해서는 흡입수조의 수리설계』 요령에 따른다.

나. 흡입수조와 배출수조의 설계에서 고려하여야 할 연직하중은 건물하중, 펌프하중, 원동기하중, 관 및 밸브류의 하중 및 기타 상재하중 등이며 수평하중은 토압하중과 지진하중이 있다.

다. 펌프의 스러스트 하중은 펌프축에 가해지는 펌프날개의 송수하중에 상당하는 반력을 말한다. 횡축 펌프에서는 펌프내부에서 이 하중을 지지하게 되므로 기초에는 스러스트 하중이 작용하지 않는다. 그러나 입축 펌프에서는 2상식은 윗 상판에 스러스트 하중이 작용하며 1상식은 펌프 하중과 함께 지지판에 작용한다.

라. 지하구조물의 이음부, 지하구조물과 관의 연결부, 또는 균열부의 누수 방지대책에 대해서는 농업토목공사 표준시방서 (농림부) 콘크리트 표준시방서 해설 (건교부, 대한토목학회) 등의 제 규정에 따르며 그 외에 다음 사항에 대하여도 유의하여야 한다.

타설이음은 누수의 원인이 되기 쉬우므로 피해야 하나 불가피한 경우에는 누수방지용 지수판, 강판 등을 삽입하여야 한다. 또 주 배관이 벽을 관통하는 부위 등에서 수밀성을 요구하는 경우에는 일시 개구부에 강판 종류를 삽입하든지 관에 10cm 정도의 차양을 만들어야 한다. 그리고 수밀을 요하는 신축이음부에는 고무제 또는 염화 비닐수지제의 지수판을 설치한다.

마. 흡입수조와 배출수조는 관과 밸브류의 연결, 교체 또는 점검에 편리 한 구조가 되도록 설계한다.

② 흡입수조의 설계

가. 흡입수조의 형상

(가) 흡입수조의 형상은 수리적 조건과 펌프의 형식 및 대수로부터 결정한다. 흡입수조의 형상에는 개방형 (open type)과 박스형이 있으며 펌프의 설치 대수에 따라 2

련, 3련, 또는 수련의 구조로 한다. 구경이 다른 펌프를 설치하면 비대칭형의 구조로 된다.

나. 유지관리상 고려사항

(가) 흡입수조의 설계에 있어서 유지관리상 고려해야 할 사항은 아래와 같다.

㉮ 제진기의 점검과 수리 또는 교환, 흡입관의 점검과 교환, 흡입수조내의 점검과 청소 등에 필요한 물을 교체할 수 있도록 제진기 전면의 측벽과 격벽에 빈지 홈을 설치하고 1련분 상당량의 빈지재를 비치한다.

㉯ 흡입부는 위험하므로 위험방지용 난간과 철망 등을 설치한다.

㉰ 유지관리용 트랩(trap)을 각 연(連)마다 설치한다.

다. 구조계산

(가) 구조계산상의 유의사항은 다음과 같다.

㉮ 건물과 흡입수조가 상하로 직결되어 있는 경우에는 이를 서로 연결된 일체의 라멘으로 보아 계산하여야 하나 실용상으로는 건물 하중 중에서 기둥에 작용하는 축방향력과 수평력 및 휨모멘트를 구하여 이를 흡입수조에 작용하는 하중으로 보고 흡입수조의 라멘 해석을 하여도 무방하다.

㉯ 상시 하중을 고려할 때에는 수조내부 수압을 0으로 본다. 지진시에는 수압이 0으로 될 확률이 작으므로 상시수위를 정하여 그 수압을 고려하면 된다.

㉰ 펌프바닥면의 하중은 군집하중과 자재 반출입시의 바퀴 하중 중에서 큰 쪽을 취한다.

㉱ 바닥판의 자중은 기초의 지지력 계산에서는 고려하여야 하나 라멘 계산시에는 바닥판 반력과 균형을 이루지 않을 경우에만 고려한다.

㉲ 바닥면이 슬래브 구조로 펌프 구멍이 개방되어 있는 경우에는 계산이 매우 복잡하므로 하중을 네 방향으로 분해하여 캔틸레버로 보고 계산하는 것이 일반적이다.

㉳ 계산결과 부재두께가 얇더라도 실제 시공치수는 펌프 진동, 앵커볼트 또는 덕트 설치를 고려하여 결정하여야 한다. 도관은 경량콘크리트를 타설하여 설치할 수도 있다.

③ 배출수조의 설계

가. 배출수조의 형상

(가) 배출수조의 형상은 수리적 조건과 펌프의 배치, 대수 및 배출측 수로 (또는 하천 제방 높이) 등으로부터 결정한다.

(나) 하천에 직접 배수하는 배출수조의 상단 높이는 하천시설기준 또는 하천에 관한 인허가 사무처리규정에 따라야 하며 그 요지는 다음과 같다.

㉮ 하천계획이 확정되어 있는 경우에는 계획 제방고 보다 높게 한다.

㉯ 계획제방고가 현재의 제방고 보다 낮은 경우

· 하천관리, 설계 또는 시공상 지장이 없을 것으로 예상되는 경우에는 계획제방고와 같은 높이로 한다.

· 지장이 있을 것으로 예상되는 경우에는 현재의 제방고와 같게 한다.
· 하천 제방에 설치하는 통문과 통관은 하천에 관한 인허가 사무처리규정에 따라야 한다.

나. 유지관리상 고려사항

(가) 배출수조에 플러그 밸브를 설치하는 경우에는 밸브의 반입과 설치가 용이하도록 고려해야하며 각개 플러그 밸브마다 빈지와 점검용 사다리를 설치한다.

④ 흡입관 및 배출관의 설계

가. 중소구경 관

(가) 벨 마우스 구경은 관구경의 1.33～1.43배의 범위로 한다. 배출관은 관 끝의 구경을 크게 하는 편락(片落)관을 설치한다.

나. 대구경 관

(가) 관구경이 2,200mm 이상으로 크게 되면 펌프의 크기에 알맞은 충분한 용량의 흡입수조를 설치하는 것은 비경제적이고 또 지형과 시공면에서도 제약을 받는 것이 일반적이다. 이러한 경우에는 흡입수조 자체를 콘크리트 구조의 수로로 설계하는 것이 일반적이다. 그 이유는 콘크리트 구조의 수로에서는 흡입되는 흐름이 고르고, 유수의 자유면을 억제할 수 있으므로 수심이 작아도 공기를 흡입하는 일이 드물기 때문이다. 또 흡입측을 콘크리트 케이싱으로하고 배출관은 주철관을 사용하는 경우가 간혹 있으나, 관구경이 2,500mm 이상으로 되면 배출측의 구조도 콘크리트내에 강판을 붙이는 것이 일반적이다.

다. 관두께

(가) 관두께는 배관상황에 따라 결정해야 하는데 내수압 또는 토압, 바퀴하중 등의 외부 하중, 여유 두께 등을 고려하여 적절하게 결정하여야 한다. 관두께의 검토는 『용배수로 설계기준 및 농업용관수 설계기준』을 참고한다.

라. 관이음

(가) 관이음에는 플렌지 이음, 용접 이음, 나사식 이음, 유니온 이음, 신축이음이 있다. 신축이음은 다음과 경우에 사용한다.

㉮ 배관의 지지 구조물에 부등침하가 예상되는 경우
㉯ 유체의 온도가 높은 경우
㉰ 기기 제거, 교체 등의 사유로 관의 이음을 해체할 필요가 있는 경우
㉱ 배관을 넣어 기기의 진동이 전달되지 못하도록 하는 경우
㉲ 설치시기의 조정 등의 사유로 시공성에 여유를 갖고자 하는 경우

마. 배관의 지지

(가) 체크밸브 및 구경이 큰 밸브는 밸브자체를 견고하게 지지시켜야 한다. 또 만곡관과 분기관은 관 자체를 직접 지지시키거나 그 부근에서 지지시킨다. 신축이음은 그 형상에 따라 지지 지점과 지지 방법을 선정하여야 한다.

4.4 건물의 설계

4.4.1 설계의 기본

(1) 건물은 토목구조물, 펌프설비 등 다른 공사와의 관련 및 유지관리면도 충분히 고려할 필요가 있다. 반입구의 위치, 흡입수조와 건물이 위치, 기둥의 배치, 관이 벽을 통과할 때의 진동과 방수에 대한 처리, 펌프의 조립과 분해를 할 수 있는 바닥의 스페이스, 펌프설비의 반입·반출, 송수시에 발생하는 추력의 지지 및 하중 등을 충분히 검토하여 설계를 하여야 한다.

4.4.2 건물의 양식

(1) 건물의 양식은 펌프의 기종(축류펌프, 사류펌프, 원심펌프, 튜블러펌프) 및 형식(횡축형, 입축형, 사축형(斜軸形))과 흡입수조가 건물내에 들어올 경우 또한 건물밖에 설치될 경우 등에 따라서 다르게 되므로 이것을 충분히 이해하여 설계할 필요가 있다.

(2) 흡입수조의 일부나 전부 위에 건물이 설치될 경우는 건물의 하중이 흡입수조에 걸리기 때문에 건물의 구조설계는 흡입수조의 구조와 합해서 구조설계를 하여야 한다.

4.4.3 기계반입방식

(1) 펌프 및 원동기 등의 펌프실내에의 반입은 용이하게 될 수 있어야 하므로, 특히 천장크레인이 설치되는 기장에서는 반입방법에 따라서 건물의 설계에 영향이 있기 때문에 다음 사항 등에 관해서 충분히 검토할 필요가 있다.

① 펌프 및 원동기 등이 용이하게 반출입이 될 수 있는 높이와 폭의 반입구가 되어야 한다. 특히 대형 펌프는 트럭이나 크레인으로 반입할 수 있는 크기가 되어야 한다.

② 펌프설치 바닥이 지상에 있을 때에는 그대로 반입바닥이 되지만 펌프 설치바닥(1상식의 경우)이 지하 깊숙이 되는 경우는 주위지반고와 동일한 높이에 반입바닥을 설치하면 건물의 천장이 높아지게 되므로 이의 대책으로는 다음과 같은 방법이 있다.

가. 주위지반으로부터 경사로를 설치하여 반입바닥을 낮춘다.

나. 2단 크레인 형식으로 한다.

다. 옥상 개구부로 통하여 반입한다.

③ 반입구는 건물의 평면계획 및 부지의 선택에 따라 보 방향 또는 거더 방향으로 설치된다.

④ 펌프 설치바닥과 반입구 바닥과의 관계는 펌프 설치바닥이 지하로 깊어지면 천장이 높아지고 때로는 20 ~ 25m 높이로 되어 필요 없는 공간이 많아져서 건축비가 높아져 바람직하지 못하기 때문에 이에 대한 해결로서 다음과 같은 방법이 고려된다.

가. 주위지반으로부터 경사로를 설치하여 반입바닥을 낮게 하는 방법

(가) 경사로의 건설비와 경사로를 낮게 하는 만큼 건물의 높이를 낮추는 방법으 로 이 경우에도 크레인 설치비용과 낮아진 부분의 건물의 건축비를 비교 검 토할 필요가 있다.

나. 2단 크레인형식으로 하는 방법

(가) 펌프 및 원동기 등의 반입용 크레인을 설치하는 건물의 천장 높이를 낮추는 방법으로서 이 경우도 크레인 설치비용과 낮게 만든 부분의 건물의 건축비를 비교 검

토할 필요가 있다.

다. 옥상 개구부를 통하여 반입하는 방법

(가) 옥상에 개폐가 되는 개구부를 설치하여 트럭크레인 등에 펌프 및 원동기 등을 매달아 개구부를 통해서 펌프실내로 반입한다. 다만, 이 방법은 다음의 조건 을 검토할 필요가 있다.

㉮ 지상부분의 건물의 처마높이가 낮고 트럭크레인 등의 매달기가 용이해야할 것.

㉯ 달아 올리는 중량이 트럭크레인 등의 용량 범위내에 있는가를 확인할 필요가 있으며, 대형펌프 등에는 적당한 방법이 아니다.

4.4.4 각실의 설계

(1) 펌프실, 조작실, 전기실, 자가발전기실 등 각실의 설계는 펌프장의 규모, 목적, 운전관리방식 등을 종합적으로 검토하여 기능적으로 우수하고 경제적인 설계가 되어야 한다.

(2) 펌프장의 각 실은 다음과 같은 내용을 검토할 필요가 있다.

① 펌프실은 주로 펌프설비, 부속기기의 반입설치 등에 기능적이고, 운전조작, 보수관리, 조립분해 등이 용이하여야 한다. 또한 환기 및 채광이 쉽고 주위의 환경조건에 따라서는 소음대책을 세울 필요가 있다.

② 조작실은 장내외 설비를 한눈에 볼 수 있는 위치에 설치하는 것이 바람직하다.

③ 전기실은 환기, 채광 및 점검 등을 할 수 있는 넓이로 한다.

④ 자가발전기실은 환기, 소음대책 및 운전조작이 가능한 크기로 한다.

⑤ 지하펌프실, 중앙조작실, 전기실 등의 기계 반입구, 계단

⑥ 환기장치와 그 위치

⑦ 배기소음기의 설치장소

⑧ 흡입수조, 냉각수조의 점검 배제구, 수위검출기의 설치구멍

⑨ 점검보도 (필요한 경우)

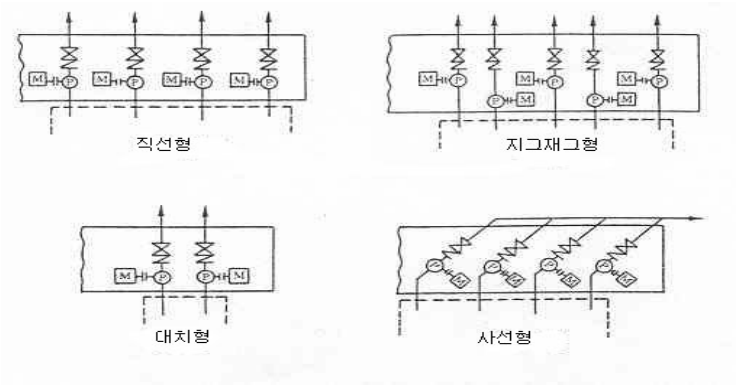
⑩ 배관, 배선, 환기닥트용 관통구

(3) 지하펌프실의 반입구의 크기는 배치될 주 펌프 및 배출밸브 이외의 최대 크기의 기기가 반입될 수 있는 크기로 해야 한다. 이상 수위를 고려할 때 전기실 등은 그 수위 이상으로 설치할 필요가 있다.

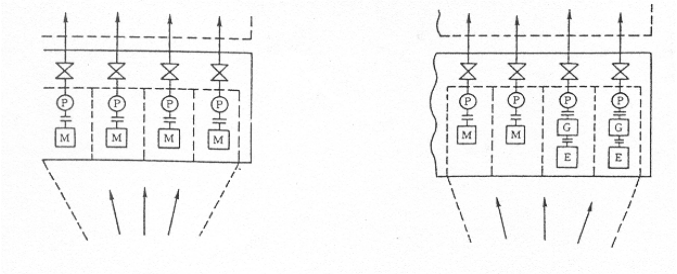
4.4.4.1 펌프실

(1) 펌프의 배열

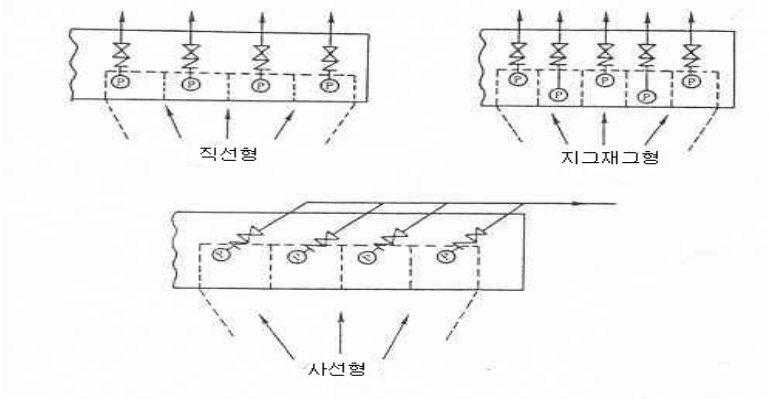
① 펌프실의 평면계획은 펌프 등의 배치에 따라 다르다. 일반적으로 채용되고 있는 배치는 아래 그림 4.4-1>과 같다.



(a) 횡축원심펌프의 배치



(b) 횡축축류 · 사류펌프의 배치



(c) 입축축류 · 사류펌프의 배치

〈그림 4.4-1〉 펌프실에서의 펌프배치

(2) 펌프실의 경간(수류방향의 바닥길이)

① 펌프실의 경간은 원칙적으로 펌프, 밸브, 펌프용 기어감속기, 펌프구동용 원공기 등 천장 크레인으로 수직으로 매달리게 할 수 있도록 산출한다.

가. 고양정 펌프

(가) 횡축원심펌프의 경간은 아래 식으로부터 구한다.

$$L = A + B_1 + B_2$$

L: 펌프실의 경간

A: 입축편흡입 원심펌프의 플랜지 면간의 치수

B_1: 흡입관부 치수

B_2: 배출관부 치수

(나) 입축원심펌프의 경간은 아래 식으로부터 구한다.

$$L = A + B_1 + B_2$$

L: 펌프실의 경간

A: 입축편흡입 원심펌프의 플랜지 면간의 치수

B_1: 흡입관부 치수

B_2: 배출관부 치수

나. 저양정 펌프

(가) 펌프실 경간은 아래 식에 따라 산출하지만 보조기계의 배치, 건물의 표시치수 등을 고려해서 작도한 다음 최종치수를 결정한다.

$$L = A + B + C$$

여기서, L: 펌프실의 경간

A: 펌프중심부터 배출측벽(또는 기둥)면까지의 치수

B: 펌프중심부터 원동기 후방까지의 치수

C: 원동기 후방부터 벽면까지의 치수

<표 4.4-1> 펌프중심부터 벽(또는 기둥)면까지의 치수

구경 (mm)	A 치 수(mm)					
	횡축축류	횡축사류	입축축류 1상식	입축사류 1상식	입축축류 2상식	입축사류 2상식
400	2,100	2,250	1,750	1,750	2,550	2,550
500	2,250	2,450	1,850	2,000	2,600	2,750
600	2,450	2,650	2,100	2,100	2,950	2,950
700	2,600	2,900	2,150	2,450	3,050	3,350
800	2,900	3,400	2,650	2,650	3,450	3,450
900	3,200	3,600	2,750	2,750	3,550	3,550
1,000	3,300	3,750	2,850	2,850	3,800	3,800
1,200	3,800	4,450	3,200	3,200	3,950	4,050
1,350	4,250	5,300	3,400	3,400	4,100	4,200
1,500	4,550	5,600	3,600	3,700	4,250	4,350
1,650	5,200	6,000	-	-	4,700	4,800
1,800	5,650	6,600	-	-	4,850	5,250
2,000	6,200	7,150	-	-	5,450	5,550

주) 1. 이 표는 배출밸브를 크레인으로 수직으로 매다는 것을 전제로 한 치수이다. 건물의 기둥이 장해가 되는 경우에는 A치수를 기둥면으로 한다.
2. 관내 쿨러가 설치된 경우의 치수는 별도의 치수를 가산하거나 또는 개개의 치수를 적산한다.
3. 입축펌프의 A치수는 설치바닥면에서 벨 마우스 끝단까지의 길이 4m (단, 펌프구경 2,000mm는 4.5m)인 경우에는 천장크레인 규격을 기초로 산출하고 있다.

다. 횡축펌프

(가) 펌프중심부터 배출측벽(또는 기둥)면까지의 A치수는 아래 식으로 구한다.

$$A = e + f + g$$

e: 펌프치수

f: 밸브중심까지의 치수 (관내 쿨러가 설치되는 경우는 필요치수를 확보한다.)

g: 밸브중심으로부터 벽(또는 기둥)면까지의 치수,

(나) 펌프중심부터 원동기후방까지의 B치수는 아래 식으로 구한다.

$$B = a + b + c$$

a: 펌프치수,

b: 기어감속기 치수

c: 원동기 치수

(다) 클러치나 유체커플링이 설치될 경우는 필요한 치수를 가산한다.

(라) 원동기 후방부터 벽면까지의 C 치수는 원칙적으로 다음 표에 표시한 값 이상으로 한다.

펌프구경(mm)	400 ~ 1,000	1,200 ~ 2,000
C 치수(mm)	2,500	3,000

주) C 치수는 통로 및 유지관리용 스페이스 확보로 1.5 ~ 2m, 보조기계(내연기관시동용 공기압축기 등)의 설치면적으로 구경별로 1m 혹은 1.5m를 고려하여 정한 값이다. 따라서 보조기계의 배치에 따라서는 C 치수를 2m 정도로 축소시키는 것도 가능하다.

라. 입축펌프 (1상식)

(가) 펌프중심부터 배출측벽(또는 기둥)면까지의 A치수는 아래 식으로 구한다.

$$A = e + f + g$$

e: 펌프치수

f: 밸브중심까지의 치수, 횡축펌프에서 정한 치수와 동일하다.

g: 밸브중심으로부터 벽(또는 기둥)면까지의 치수, 횡축펌프에서 정한 치수와 동일하다.

(나) 펌프중심부터 원동기 후방까지의 B치수는 아래 식에 따라 구한다.

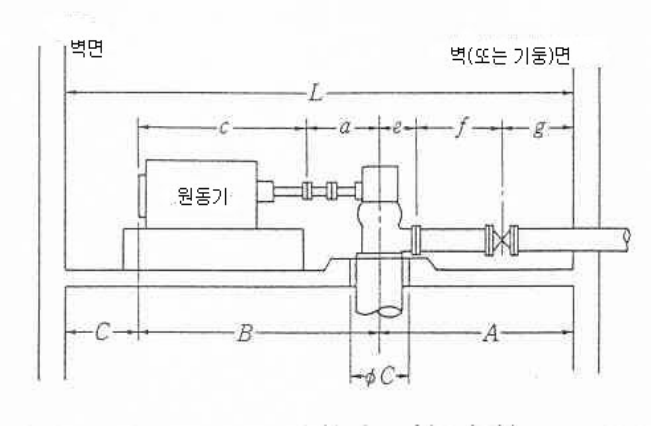
$$B = a + c$$

a : 펌프축 중심으로부터 원동기의 축 끝단까지의 치수, 아래와 같은 치수로한다.

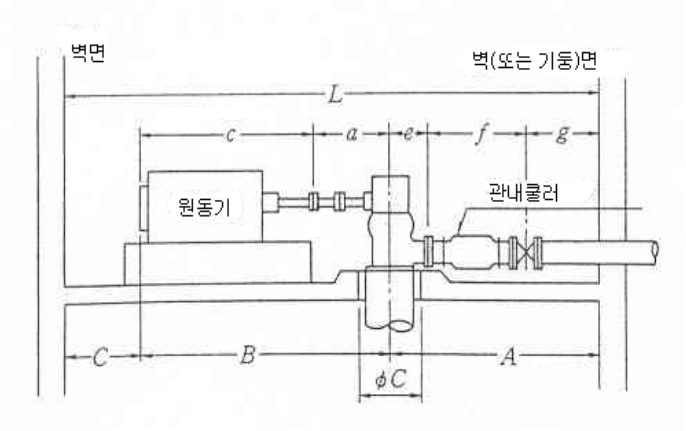
㉮ a 는 실적, 작업성을 고려하여 $1,000mm + \phi C/2$ 로 산출한 값을 100 단위로 정리한 것이다.

㉯ c : 원동기 치수, 횡축펌프에서 정한 치수와 동일하다.

(다) 반2상식인 경우는 1상식에 준하는 것으로 한다.



<그림 4.4-2> 입축펌프 (1상식)



<그림 4.4-3> 입축펌프 (1상식, 관내쿨러)

마. 입축펌프 (2상식)

(가) 펌프중심부터 배출측 벽(또는 기둥)면까지의 A치수는 다음 식에 따라 구한다.

$$A = \frac{\square K}{2} + i + 100 + \frac{V}{2} + g$$

$\square K$: $\square K$ 치수

i: 바닥 지지보의 최대폭, i 는 다음에 표시하는 값을 표준으로 한다.

펌프구경 (mm)	400 ~ 500	600 ~ 900	1,000 ~ 1,500	1,650 ~ 2,000
i 치수 (mm)	900	1,000	1,200	1,500

V: 밸브의 플랜지 면간 치수

g: 밸브중심부터 벽(또는 기둥)면까지의 치수, 횡축펌프에서 정한 치수와 동일하다.

(나) 관내 쿨러를 설치한 경우 A치수는 아래 식으로 구한다.

$$A = e + f + g$$

e: 펌프치수,

f: 관내 쿨러설치 필요 치수

g: 밸브중심으로부터 벽(또는 기둥)면까지의 치수, 횡축펌프에서 정한 치수와 동일하다.

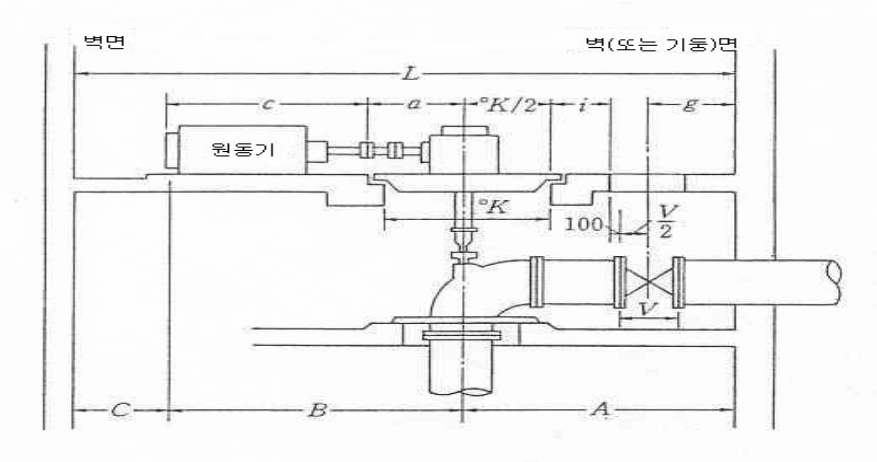
(다) 펌프중심부터 원동기의 후면까지의 B치수는 아래 식으로 구한다.

$$B = a + c$$

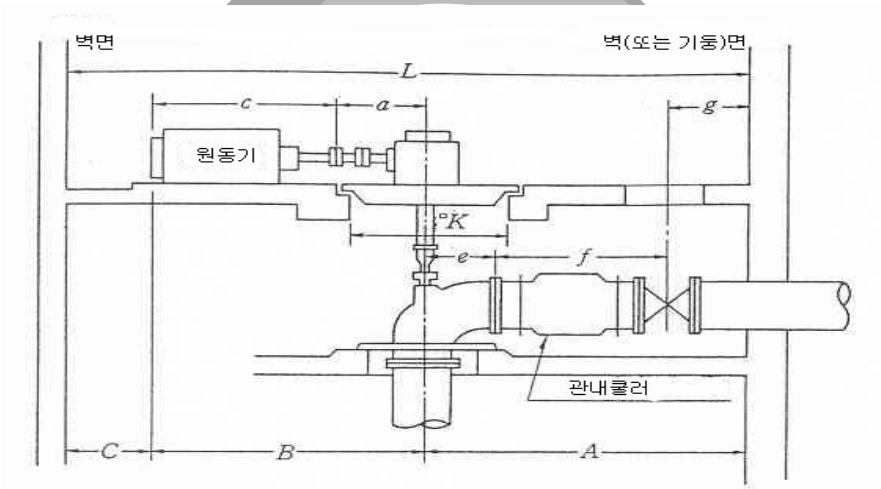
$$a = \frac{\square K}{2} + 500 \text{ (mm)}$$

a: 펌프중심축부터 원동기의 축 끝까지의 치수

c: 원동기 치수, 횡축펌프에서 정한 치수와 동일하다.



〈그림 4.4-4〉 입축펌프 (2상식)



〈그림 4.4-5〉 입축펌프 (2상식, 관내쿨러)

바. 튜블러 펌프

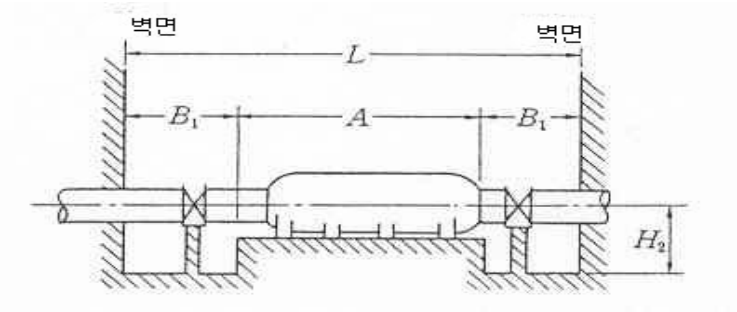
(가) 튜블러 펌프의 경간은 아래 식으로 구한다.

$$L = 2B_1 + A$$

L: 펌프실의 경간

B_1: 흡입관, 배출관부의 치수

A: 튜블러 펌프 플랜지면간의 치수



〈그림 4.4-6〉 튜블러 펌프

〈표 4.4-2〉 축류형 튜블러 펌프의 경간 치수

구경 (mm)	주요치수(mm)			구경 (mm)	주요치수(mm)		
	A	B_1	H_2		A	B_1	H_2
600	2,700	1,900	1,150	1,350	4,300	2,800	1,900
700	2,700	2,000	1,200	1,500	5,000	3,000	2,000
800	2,900	2,100	1,300	1,650	6,500	3,100	2,150
900	3,100	2,200	1,500	1,800	7,000	3,300	2,250
1,000	3,400	2,300	1,600	2,000	7,500	3,500	2,400
1,200	3,900	2,600	1,700				

주) 1. 경간은 위표의 치수를 기본으로 하지만, 보조기계의 배치, 건물의 표시 치수 등을 고려하여 최종치수를 결정한다.
2. 점검보도의 필요성이 있는 경우 1~1.5m 가산한다.
3. 펌프의 설치높이는 펌프동체의 상부가 흡입수위 이하에 위치할 것.

〈표 4.4-3〉 사류형 튜블러 펌프의 경간 치수

구경 (mm)	주요치수(mm)			구경 (mm)	주요치수(mm)		
	A	B_1	H_2		A	B_1	H_2
600	3,000	1,900	1,150	1,350	4,700	2,800	1,800
700	3,200	2,000	1,200	1,500	5,200	3,000	2,000
800	3,600	2,100	1,300	1,650	7,000	3,100	2,150
900	4,000	2,200	1,500	1,800	7,500	3,300	2,250
1,000	4,200	2,300	1,600	2,000	8,000	3,500	2,400
1,200	4,400	2,600	1,700				

(3) 펌프실의 거더 간격(수류에 직각방향의 길이)

① 펌프실의 거더 간격은 다음 사항에 유의하여 산출한다.

가. 펌프상호의 간격은 보수 관리 및 보안상 필요한 거리를 확보한다.

나. 반입스페이스는 펌프실의 거더 방향에 따라 반입하는 경우는 원칙적으로 스팬분만큼 취하지만 트럭 등의 크기 및 작업성을 고려하여 적정한 스페이스로 한다. 보의 방향으로 반입하는 경우는 트럭 등이 펌프실에 들어와서 펌프 등을 천장크레인으로 들어 올리는 작업이 될 수 있는 스페이스로 한다.

다. 밸브조작용 유압펌프 등의 설비를 필요로 하는 경우에는 설치장소를 가산한다.

라. 대규모인 펌프장에서 보조기계가 많은 경우에는 별도로 필요한 스페이스를 고려한다.

마. 거더방향의 기둥 배치는 흡입관 및 배출관을 피해서 기둥간격을 4 ~ 7m 정도로 하고 가능한 등 간격으로 한다.

바. 펌프실의 거더 간격은 맞보는 벽간격의 치수로 한다.

(가) 원심펌프

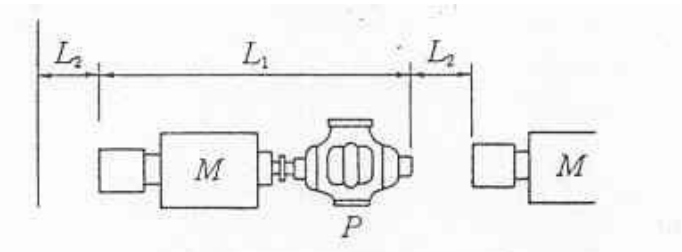
㉮ 펌프 및 전동기의 주위는 보수 관리, 보안상 다음과 같은 치수로 한다.

구경 ø450mm 이하 $L_2 \geq 1$ m

구경 ø500 ~ ø900 $L_2 \geq 1.5$ m

구경 ø1,000 이상 $L_2 \geq 2$ m

흡수탱크 격벽간 중심선과 펌프중심선 및 펌프설치 간격도 모두 검토한다.



<그림 4.4-7> 원심펌프의 거더 간격

(나) 축류펌프 및 사류펌프

㉮ 펌프 1대를 설치하는데 필요한 치수는 아래 식으로로 구한다.

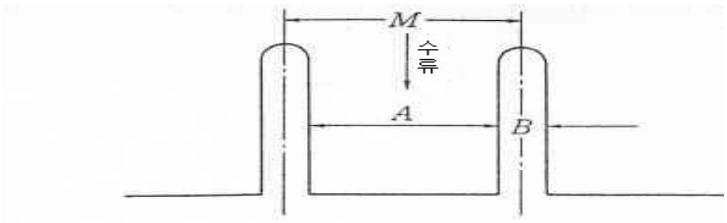
$$M = A + B$$

M: 펌프1대를 설치하는데 필요한 치수

A: 흡수탱크의 유효폭

B: 흡수탱크 격벽의 두께

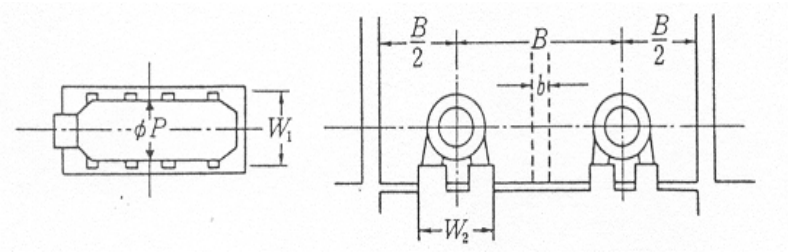
반입에 필요한 치수는 원칙적으로 펌프 1대를 설치하는데 필요한 치수를 확보한다.



<그림 4.4-8> 축류펌프 및 사류펌프의 거더 간격

(다) 튜블러 펌프

㉮ 튜블러 펌프의 거더 간격 치수는 <표 4.4-4>에 따른다.



<그림 4.4-9> 튜블러펌프의 거더 간격

<표 4.4-4> 축류형 튜블러 펌프 거더 간격 치수

구경 (mm)	주요치수(mm)				구경 (mm)	주요치수(mm)			
	$øP$	W_1	W_2	B		$øP$	W_1	W_2	B
600	1,220	1,200	1,500	2,500	1,350	2,000	1,900	2,300	4,500
700	1,320	1,300	1,600	2,800	1,500	2,100	2,000	2,500	5,000
800	1,380	1,400	1,700	3,200	1,650	2,600	2,400	2,900	5,500
900	1,590	1,600	1,900	3,500	1,800	2,760	2,600	3.100	6,000
1,000	1,640	1,600	1,900	3,800	2,000	2,760	2,600	3,100	6,500
1,200	1,760	1,700	2,100	4,000					

주) 1. 펌프의 설치에 필요한 치수는 펌프의 최대치수$øP$와 주위의 작업성을 고려하여 결정한다. 또한 펌프사이에 칸막이 벽이나 보를 넣는 경우에는 그 치수를 별도로 가산한다.
2. 펌프실이 지하로 깊게 설치되어 주위로부터 큰 토압을 받을 경우에는 각 펌프간에지지보 또는 칸막이벽 b를 설치한다. 이 경우 각 펌프의 설치간격은 B치수에 지지보 또는 칸막이 두께를 가산한다.
3. $\frac{B}{2}$결정시에는 작업성 이외에 밸브의 개폐기구의 치수, 계단의 유무, 크레인 등을 전부 검토하여야 한다.

<표 4.4-5> 사류형 튜블러펌프 거더 간격 치수

구경 (mm)	주요치수(mm)				구경 (mm)	주요치수(mm)			
	$øP$	W_1	W_2	B		$øP$	W_1	W_2	B
600	1,350	1,400	1,700	2,500	1,350	1,950	1,800	2,200	4,500
700	1,380	1,400	1,700	2,800	1,500	2,200	2,100	2,600	5,000
800	1,500	1,500	1,800	3,200	1,650	2,600	2,400	2,900	5,500
900	1,640	1,600	1,900	3,500	1,800	2,760	2,600	3.100	6,000
1,000	1,760	1,700	2,000	3,800	2,000	2,760	2,600	3,100	6,500
1,200	1,870	1,700	2,100	4,000					

㉰ 펌프실의 거더 간격의 치수는 상기의 <표 4.4-5>에 표시된 크레인의 주행방향의 근처 M으로부터 크레인의 조작가능범위를 구하는데 주펌프의 축중심선부터 그 범위내에 들어가는 가를 확인 한다. 만일 범위 밖일 경우에는 조작범위를 연장하던가 천장크레인의 제작시에 배려할 필요가 있다.

<표 4.4-6> 크레인의 주행가능한계치수

구 분	용량 (tf)	M (mm)
수동	5까지	1,100
〃	7.5 , 10	1,500
전동	7.5	2,400
〃	10	2,400
〃	13	2,400
〃	15	2,600
〃	20	2,800
〃	25/5	3,000
〃	32/8	3,100
〃	35/8	3,100
〃	40/8	3,100
〃	50/10	3,400

(4) 펌프실의 높이

① 펌프실 천장의 높이는 펌프 등의 설치 및 보수에 필요한 천장크레인의 양정으로 결정된다. 천장높이에 필요한 치수는 아래 식으로 구한다.

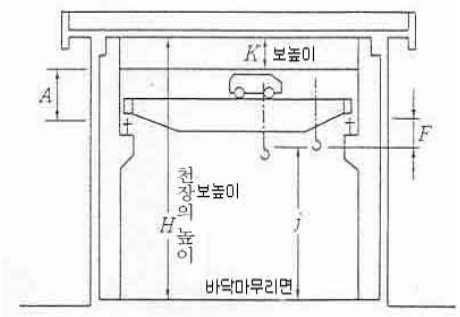
$$H = j + F + A + K$$

H: 천장의 높이

j: 천장크레인의 양정

A, F: 아래 <그림 4.4-10> 펌프실 높이 참조

K: 보의 높이



<그림 4.4-10> 펌프실의 높이

② 천장크레인의 양정은 펌프장의 사용기기의 설치 및 보수에 필요한 것으로서 펌프설치 바닥면부터 크레인 훅의 최고 위치까지로 한다. 아래에서 보이는 양정은 최소치이므로 다른 이유에 따라 필요한 경우에는 더 높여도 된다.

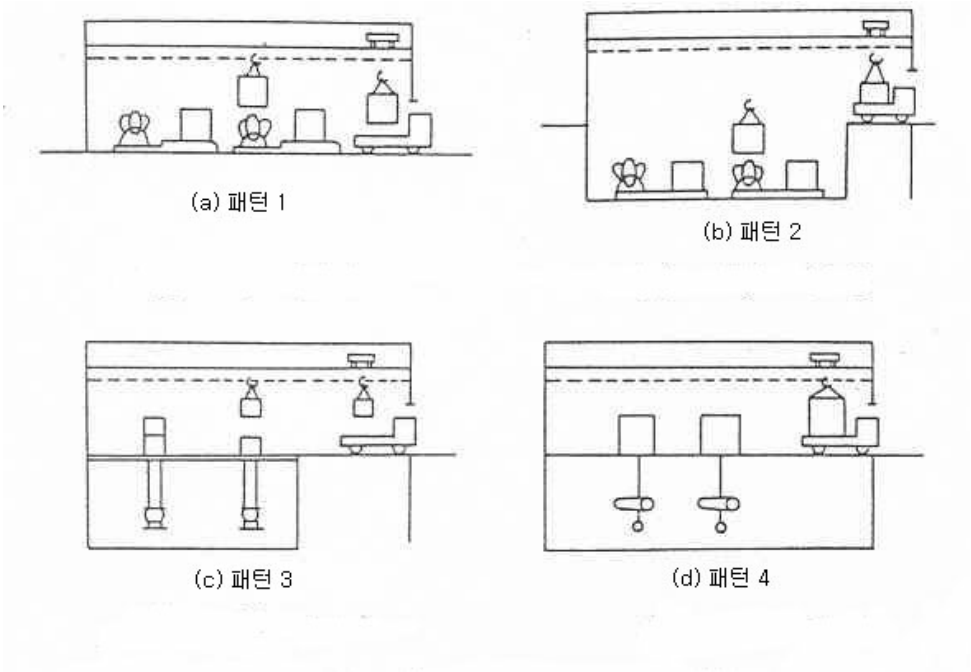
천장크레인 본체, 레일 등을 끌어올리기 위하여 보, 기둥, 측면에 훅을 매설하는 것이 편리하다.

상식의 펌프장 있어서는 보조기계(펌프바닥에 설치하는 경우)의 설치, 점검정비시에 끌어

올리기가 용이하도록 천장에 훅을 매설하는 것이 편리하다.

가. 고양정 펌프

(가) 펌프의 양정을 결정하는 패턴은 아래 <그림 4.4-11>과 같이 네가지 형식으로 한다.



<그림 4.4-11> 펌프의 달아 올리는 높이 형식

㉮ 패턴 1의 달아 올리는 높이

· 고양정 양흡입단단원심펌프는 (<표 4.4-7>) ①에 의함

· 고양정 양흡입다단원심펌프는 (<표 4.4-7>) ③에 의함

㉯ 패턴 2의 달아 올리는 높이

· 고양정 양흡입단단원심펌프는 [<표 4.4-7> ① 또는 (<표 4.4-7> ②+반입 바닥과 설치바닥의 차] 중 큰 값을 취한다.

· 고양정 양흡입다단원심펌프는 [<표 4.4-7> ③ 또는 (<표 4.4-7>) ④+반입 바닥과 설치바닥의 차]중 큰 값을 취한다.

㉰ 패턴 3의 달아 올리는 높이는 (<표 4.4-7>) ⑤에 의함

㉱ 패턴 4의 달아 올리는 높이는 (<표 4.4-7>) ⑥에 의함

<표 4.4-7> 고양정 펌프 천장크레인 양정

펌프 구경 (mm)	① (mm)		② (mm)		③ (mm)	④ (mm)	⑤ (mm)	⑥ (mm)
	전양정 50m이하	전양정 51m이상	전양정 50m이하	전양정 51m이상				
300	3,700	4,330	3,700	4,000	5,750	5,600	5,700	4,300
350	4,250	4,940	4,050	4,500	6,650	6,250	5,800	4,500
400	4,600	5,160	4,300	4,800	7,100	6,550	5,900	4,800
450	4,900	5,880	4,400	5,000	7,550	6,850	6,000	5,000
500	5,400	6,190	4,600	5,100	7,950	7,150	6,100	5,300
600	6,140	7,050	5,100	5,700	8,650	7,550	6,200	5,700
700	6,640	8,090	5,300	6,350	9,250	7,750	6,400	6,350
800	7,620	8,930	5,850	6,850			6,500	6,850
900	8,170	9,430	6,050	7,050			7,000	7,500
1,000	9,070	10,430	6,890	7,930				7,930
1,200	9,800	11,270	7,400	8,510				8,510
비 고	펌프케이싱 위를 통과하여 전동기 본체를 소정위치에 옮기는데 필요한 높이이다. 「고양정양흡입단단원심펌프」 C 존 펌프		전동기를 트럭에 적재하여 반입구로부터 기장내에 넣어서 전동기를 달아 올리는데 필요한 높이 「고양정양흡입단단원심펌프」 C 존 펌프		배출밸브상부를 통과해서 전동기본체를 소정위치에 옮기는데 필요한 높이이다. 「고양정양흡입다단원심펌프」 D존 펌프	②와동일 다만, 「고양정양흡입다단원심펌프」 D존 펌프	㉮ 주펌프 설치분해 ㉯주펌프전동기의 트럭에 의한 반입 ㉰ 전동기 설치, 떼어내는 일 3가지의 어느 것도 가능한 높이이다. 펌프형식은 입축사류펌프로서 설치바닥부터 밸마우스 선단까지 4m를 기준으로 하지만 그 이상 경우에도 이 높이를 채용하여도 지장이 없다.	전동기를 트럭에 적재하여 반입구로부터 기장내에 넣어서 매달아 올리는데 필요한 높이 및 펌프전동기의 설치, 떼어내는데 필요한 높이로서 전동기 바닥부터의 높이를 나타낸다. 「고양정입축편흡입단단원심펌프」 C존 펌프

나. 저양정 펌프

(가) 저양정 펌프의 천장크레인의 달아 올리기 높이는 <표 4.4-8>에 따른다.

<표 4.4-8> 저양정 펌프 천장크레인의 달아 올리기 높이

펌프형식 / 구경(mm)	횡축 펌프(mm)	입축 펌프(mm)	
		1상식	2상식
400	3,500	6,200	5,900
500	3,600	6,200	5,900
600	3,700	6,200	5,900
700	3,700	6,400	6,200
800	3,900	6,500	6,400
900	4,200	7,000	6,700
1,000	3,800	7,500	5,400
1,200	4,000	7,900	5,600
1,350	4,200	8,500	5,700
1,500	4,500	8,900	5,800
1,650	4,800	-	6,000
1,800	5,200	-	6,100
2,000	5,800	-	6,700

주) 1. 펌프의 달아 올리는 높이는 펌프설치 바닥면(2상식인 경우는 상바닥)으로부터 크레인 훅의 최고 위치까지의 치수를 말한다.
2. 위 표에서 표시된 펌프의 달아 올리는 높이는 최소치이므로 다른 이유가 있는 경우는 크레인의 양정을 크게 해도 좋다.
3. 와이어걸이를 벌리는 각도는 90° 이다.
4. 달아 올리는 물건과 바닥면(또는 장해물)과의 높이 방향 클리어런스와 크레인의 브레이크 지연으로 400mm를 가산하였다.
5. 횡축, 입축 1상식, 입축 2상식은 축류펌프, 사류펌프 공통의 치수로 하였다.
6. 횡축펌프는 900mm 이하는 일체로 매닥고, 1,000mm 이상은 분해해서 하부케이싱을 매달았을 경우의 치수이다.
7. 입축펌프는 설치바닥면으로부터 벨마우스선단까지 4m(다만, 2,000 mm는 4.5m)의 것을, 900mm 이하는 일체로, 1,000mm이상은 배출곡관을 분해하여 달아 올리는 치수이다. 이 길이가 변하는 경우는 기준치수 4m(4.5m)와의 차를 증감하여 수정한다.단, 양수관을 분해하여 매달은 경우는 그 차를 증감 수정할 필요는 없다.
8. 크레인용량은 3.2t 정도의 소용량에 대해서는 건물높이를 낮게하기 위해서 고로로 끌어당김에 의해서 반출입을 다를 수도 있다.

<표 4.4-9> 대구경 축·사류펌프 천장크레인의 달아 올리기 높이

펌프형식 / 구경(mm)	축류 (mm)	사류 (mm)	펌프형식 / 구경(mm)	축류 (mm)	사류 (mm)
2,200	5,500	7,000	2,600	6,500	8,000
2,400	6,000	7,500	2,800	7,000	8,500

4.4.4.2 전기실, 조작실, 자가발전기실

(1) 전기실 등의 소요면적을 결정할 때에는 관계법령에 준함은 물론 아래 사항에도 유의할 필요가 있다.

① 전기실의 넓이는 기기의 적정한 배치에 필요한 면적과 보수점검에 대해서도 필요한 통로의 면적을 확보한다.

② 기기의 반입에 지장이 없도록 반입구, 반입로를 고려한다.

③ 전기실 천장높이는(보가 있는 경우는 보 하부까지의 높이) 3m를 표준으로 한다.

4.4.4.3 실내설계

(1) 실내마감 및 창문

① 실내마감

가. 실내마감은 밝은 색으로 한다.

나. 바닥은 청결, 견고하고 미끄러지지 않는 재료로 마감한다.

다. 벽면은 청소하기 쉽고 견고한 재료로서 필요에 따라서 단열, 소음재로 마감한다.

라. 천장은 옥상의 구조에 따라 다르지만 콘크리트 슬래브의 경우는 필요에 따라 단열, 소음재로 마감한다.

② 창문

창문은 채광, 환기 및 출입구의 용도로서 설치하는 것으로 한다.

가. 채광 및 환기를 목적으로 창문을 만드는 경우에는 창문 전체면적 및 창문위치 등을 검토해서 필요이상 크게 되지 않도록 한다.

나. 창은 유리를 사용하고 소제, 설치 등이 용이하게 되도록 한다.

또한 유리는 필요에 따라서는 망사유리로 한다.

다. 염해 우려가 있는 부분은 방청제품을 사용하는 것도 고려한다.

(2) 환기설비

① 환기설비의 설치

가. 원동기, 배전반 등에서 발생하는 열에 따라 실내의 온도의 상승을 방지하고 기기류의 유지, 연료 및 운전관리자의 건강위생상 필요한 공기를 공급하도록 규정한 건축기준법, 노동기준법에 따라 환기량을 확보하기 위해서 환기를 한다.

나. 환기송풍기의 대수를 결정하기 위해서는 펌프설비의 운전대수와 빈도, 가동조건, 닥트계획 및 설치스페이스 등을 고려한다.

다. 원동기로 가스터빈을 사용하는 경우의 환기(량)에 대해서는 제작회사 및 형식과 환 기방법에 따라서 큰 차이가 나기 때문에 주의하여야 한다.

라. 소음규제를 받을 경우에는 소음방지대책을 고려할 필요가 있다.

② 환기방식

가. 환기에는 자연 또는 기계적 수단에 의한 방식이 있으며 기계환기는 송풍기에 의한 강제적인 급기, 또는 배기하는 방법을 말한다.

나. 일반적으로 중소규모의 기장에서 실외로 배출하는 강제배기팬, 대규모 기장에서는 실내로 취입하는 강제급기팬을 사용하고 있다. 자연환기는 소규모 기장에서 주원동기로 전동기를 사용하는 경우 등에 사용되고 있다. 배기팬의 경우에는 실내가 부압이 되지 않는 크기의 유리 또는 급기팬을 설치하여 공기의 취입을 고려한다. 또한 급기구에 대해서는 옥외의 쓰레기나 먼지의 침입 및 소음대책도 고려할 필요가 있다.

③ 환기용량

가. 환기용량은 각 기기로부터 발생하는 열의 배제 및 연료의 연소에 필요한 공기량 을 공

급을 할 수 있는 것으로「KDS 67 30 15 양배수장 펌프설계」를 참조한다.

(3) 조명설비

펌프장에는 조명설비가 설치되는데 운전 및 보수관리에 필요한 조도를 확보한다.

① 펌프장내의 표준적인 소요조도는 아래 <표 4.4-10>과 같다.

<표 4.4-10> 소요 조도

장 소	소요조도(l_x)	비 고
조작실 바닥면	300	
전기실 바닥면	150	
펌프설치 바닥면	150	2상식의 1바닥면(지하펌프실)은 75 l_x
펌프구동용 내연기관 설치바닥면	150	
보조기계 설치 바닥면	150	
제진기 설치 바닥면	50	
흡입수로 수면	30	
게이트 설치 바닥면	30	스크린 부근

② 옥내조명용의 광원에는 자연등, 형광등, 수은등 등이 있다. 조작실, 관리실의 조명은 효율이 좋은 선광선(線光線)의 형광등을 사용하고 천장이 높은 펌프실에는 수은등을, 정전시의 보안등으로는 백열등이 사용되고 있다.

(4) 배수설비

① 펌프실은 바닥면을 청소하여야 하기 때문에 바닥에는 배수구를 설치하여 건물 밖으로 배수되도록 한다.

② 펌프실의 바닥면이 흡수면이나 지반면보다 낮고 자연배수가 안되는 경우에는 장내 배수펌프가 필요하므로 배수탱크를 설치한다.

4.4.5 환경대책

(1) 소음대책

① 소음규제법 중에서「특정공장 등에서 발생하는 소음의 규제에 관한 기준」이 제정되어 있는 이외에 지방자치단체에서도 상세한 규제가 정해져 있는 것으로 이들의 규제를 준수하여 소음대책에 대하여 충분히 검토할 필요가 있다.

② 양배수장의 소음대책을 시행하는 경우에는 펌프·원동기 등의 소음원과 그 특성 및 건물구조, 개구부 등의 소음의 전파경로를 명확하게 밝힌 후에 각 기기의 소음 저감(低減)을 도모함과 동시에 양·배수장의 배치, 기기의 배열 등 양배수장 전체를 다시 종합적으로 검토하여 소음대책을 입안하는 것이 필요하다.

(2) 진동대책

① 진동규제법 중에서「특정 공장 등에서 발생하는 진동의 규제에 관한 기준」이 결정되어 있는 이외에 시, 군, 도에도 상세한 규제가 정해져 있으므로 이들의 규제를 준수하여 진동대책에 대하여 충분히 검토할 필요가 있다.

② 양배수장의 진동대책을 시행하는 경우는 펌프·원동기 등 진동원과 그의 특성 및 건물구조·

하부구조 등 전파경로를 명확하게 밝힌 후에 각 기기의 진동의 저감을 도모함과 동시에 양배수장 배치, 기기 배열 등을 다시 검토하여 종합적인 진동대책을 세운다.

③ 최근에 주로 전기설비에 채용되고 있는 컴퓨터 등의 정밀기기에 악영향을 미치지 않도록 배려할 필요가 있다.

(3) 배출가스 대책

① 양·배수장에서 주펌프 및 자가용발전기 등의 구동용원동기로서 내연기관(디젤기관, 가스터빈)을 사용하는 경우 내연기관 (연료의 연소능력이 중유환산 50 l /h 이상. 디젤기관에서는 대개 200PS, 가스터빈에서는 대개 120PS 이상인 것이 상당)은 대기오염방지법시행령의 규제 대상 시설로서 보일러 등의 종래의 규제 대상 시설과 같이 신설시설에 대해서도 법의 적용을 받는다.

② 연소중의 탄소, 수소 등이 공기 중의 산소와 결합하여 생기는 2산화탄소CO_2(탄산가스)나 물H_2O 이외 대기오염의 대상이 되는 것을 기재하면 다음과 같은 것이 있다.

가. 유황산화물 (SOx)

나. 질소산화물 (NOx)

다. 고형탄소 (C) ……매진(煤塵)

라. 일산화탄소 (CO)

마. 탄화수소 (HC)

③ 이들의 배기가스 성분 중 디젤기관, 가스터빈에서는

가. 유황산화물 (SOx)

나. 질소산화물 (NOx)

다. 고형탄소 (C)……매진(煤塵)

이 대기오염방지법의 대상이 된다.

(4) 쓰레기 대책

① 펌프 운전시에는 유입수로(내수하천을 포함)내의 각종의 부유물이 펌프흡입수조에 유입하고 있다. 이들의 부유물은 제진설비에 의해서 배제할 필요가 있으나 이 배제한 쓰레기의 처리대책이 필요하다.

4.4.6 건물의 구조

(1) 건물의 구조는 펌프설비의 규모 등에 따라 적정한 구조형식을 선정하여야 하며 지붕, 벽 등의 주요구조는 입지조건, 외력조건 및 환경과의 조화 등을 고려하여 결정한다.

4.5 건축 환경설계 기법

(1) 양배수장 건물의 환경친화적 계획 설계기준을 정립할 필요가 있으나, 여기에서는 일반 건축물의 환경친화적 설계기법을 정리하였으므로 이를 참고한다. 자연형 조절, 즉 환경설계기법은 기후조건에 의한 건축물의 배치, 형태, 방향, 구조, 구조체의 열적 특성, 자연환기 및 채광설계 등으로 기계적 장치 없이 외부의 자연환경이 갖고 있는 이점을 최대한 이용하여 실내 환

경을 쾌적하게 조절하는 방법이다. 환경설계 기법은 지역의 기온, 습도, 바람, 일사 등의 기후 특성과 대지의 형태와 향과 경사 등 주변 환경 조건, 그리고 건물의 유형 및 기능에 따라 다르므로 사전에 대상지에 관한 면밀한 검토와 분석이 필요하다.

4.5.1 배치계획

(1) 배치계획은 우선 대지선정과 분석이며 세부분석요소는 지역 기후와 미세 기후, 인접대지, 지형, 배수, 토질, 식생 등을 조사하여 활용방안을 계획해야 한다. 기존 대지의 자연환경을 가능한 손상시키지 않는 배치계획이 요구된다.

(2) 자연지형을 활용한 배치

① 대상지 자연지형의 고유한 특성을 찾아내고 잠재력을 활용하여 건축물로 인한 주변의 영향을 최소화하기 위한 배치방법을 말한다. 대표적 방법에는 경사지를 이용한 배치와 언덕과 계곡, 강, 시냇물, 산림 등의 지형 형태를 이용한 미기후를 조절하거나 자연적인 우수배수체계를 위한 배치방법 등이 있다.

가. 경사지를 이용한 배치: 경사지 특성을 최대한 활용하여 건축 부지를 확보하며, 자연환경 및 경관을 최대한 보존하는 계획을 한다. 경사지 건축의 장점은 평지건축에 비하여 일조, 풍향, 조망 등이 유리하며, 주호밀도를 높일 수 있고, 자연지형과 이상적으로 조화를 이룰 수 있다. 반면, 대지 조성비가 높고 기초공사, 도로공사 등의 초기 건설투자비용이 높은 단점이 있다.

나. 지형 형태를 이용한 미기후 조절을 위한 배치: 지형은 미기후의 주요 결정요소라 할 수 있는데 특히 높낮이가 있는 구릉이나 언덕 등 각 부분에 따라 다른 기후조건을 나타낸다. 이러한 지형 형태에 따른 배치로 미기후 조절을 꾀할 수 있다.

(3) 일조 및 일사를 고려한 배치

① 환경친화 건축에서 에너지절약을 위해 가장 쉽게 접근할 수 있는 방법은 태양에너지를 이용한 난방 에너지와 자연채광에 의한 조명에너지를 감소시키는 것이다. 태양에너지 활용을 극대화하기 위하여 건물의 방향 설정과 인동간격의 확보, Sun Chart를 이용한 대지분석을 통해 일조와 일사 확보를 위한 배치를 선정해야 한다.

가. Sun Chart의 활용: Sun Chart는 위도에 따라 태양 고도와 방위각을 계절 및 시간별로 표시한 도표로 일종의 태양궤적도를 말한다. Sun Chart를 통하여 대지 내 각 지점에서 태양광선이 방해받지 않고 도달할 수 있는 시간과 계절을 알 수 있도록 차폐물의 스카이라인을 표시하면 건물의 배치계획에 유효하게 이용할 수 있다.

나. 건물의 방향: 건물 내 일사와 일조는 시간, 계절, 방위에 따라 달라지는데 1년 내내 열평형이 잘 이루어지기 위해서는 방위설정이 중요하다. 건물의 최적 방위는 대지 조건과 건물의 유형 및 형태에 따라 일률적으로 설정하기는 어렵지만, 보통 우리나라의 기후조건에서는 남향면에 수직으로 도달하는 일사량이 겨울철에는 가장 많고, 여름철에는 가장 적으므로 남향의 배치가 가장 유리하고 서향이 가장 불리하고 동향은 서향보다 유리하다. 정남향을 0° 로 설정하여 일사량 비율을 100%로 했을 경우, 30° 배치시에는 약 88%, 60° 배치시에는 약 57%, 정동이나 정서향인 90° 배치시에는 약 26% 일조량이 줄어

든다.

다. 인동간격: 인동간격이란 일조와 일사를 확보하기 위한 건물과 건물사이의 거리를 말한다. 보통 정남을 향한 건물이 가장 많은 태양열을 받는다는 것은 건물 전면에 장애물이 없는 경우이다. 건물배치 시 충분한 일사량과 일조시간을 확보하기 위해서는 남쪽 면에 위치한 기존 건물이나 구조물로부터 적정한 인동간격을 유지시켜야 한다.

(4) 풍향조절을 위한 배치

① 바람은 냉방이 필요한 여름철에는 긍정적인 요소로, 겨울철에는 부정적인 요소로 작용하므로, 여름철 바람은 통풍과 냉방을 위해 적극적으로 받아들이고 겨울철 바람은 방풍을 위한 배치를 취해야 한다. 바람의 자연적 조절 효과가 큰 대지는 남면을 향한 경사지이다. 여기에 겨울철 바람을 막기 위한 수목과 인공구조물을 조합하여 설치하면 방풍효과를 볼 수 있다. 바람의 형태는 언덕과 계곡 등 대지의 형상에 따라 변화하여 수목이나 인공 구조물에 의해서도 변화되고 건축의 크기와 형태에 따라서도 달라진다. 여름철에는 남풍을 최대한 받아들여야 하는데 그러기 위해서는 남향으로 한다.

4.5.2 건물 형태 계획

(1) 난방에너지를 줄이기 위해 유입되는 열을 최적화하려면 건물 방위는 물론 건물 형태도 고려해야 한다. 건물 형태는 태양 복사열의 수용정도와 열 방출을 결정짓는데 이는 건물의 표면적과 관계가 있다. 건물의 표면적은 바닥의 면적이 같아도 공간형이나 평면형태에 따라 달라지며, 형이 같다면 부피에 따라 달라진다.

(2) 평면 형태

① 건물의 에너지 효율은 보통 평면형태의 장·단면비에 따라 달라진다. 같은 면적의 평면에서는 장·단면비가 1 : 1인 정방형의 밀집된 형태가 가장 에너지를 절약할 수 있다.

② 건물의 평면형태는 정방형 형태가 아닐 경우 남북으로 긴 형태보다는 동서로 긴 형태의 평면이 유리하다. 특히 우리나라와 같은 온대지방에서 가장 유리한 평면 형태의 장·단면비는 1 : 1.6 인 동서로 긴 형태이다. 동서축으로 길어질수록 겨울철 수열량이 많아지고 여름철 수열량이 적어진다. 일사만을 고려하면 이 형태가 가장 유리하지만 표면적이 늘어남으로 열손실 영향이 커지므로 한냉지에서는 1 : 1인 정방형의 형태가 유리하게 된다.

(3) 입면 형태

① 에너지 절약을 위한 입면 형태를 결정할 때는 외피면적에 대한 체적의 비 S/V(surface/volume)로 표시한다. S/V비가 작은 건물일수록 복사, 대류, 전도에 의한 열 획득 및 손실의 영향을 적게 받으므로 에너지 절약에 유리하다. 형이 일정한 경우 실내 용적이 늘어날수록 벽 면적이 늘어나는 비율이 적어진다. 그러므로 난방에너지 절약을 위해서는 건물형태를 단순하게 구성하며 단위면적당 외피면적을 최소화하고 S/V(surface/volume)와 S/F(surface/floor)비를 작게 하는 것이 유리하다. 표면적에 의한 건물형태의 결정은 기후조건, 일사, 바람, 외기 조건 등에 따라 다르게 적용되어야 하며 표면적이 늘어남에 따른 장점과 단점을 알고 형태 결정에 반영해야 할 것이다.

(4) 지붕 형태

① 건축 형태에서 바닥이나 입면 형태와 더불어 전체 형태를 결정짓는 것은 지붕의 형태이다. 지붕 형태를 기후와 주변 환경에 적절하게 형태를 설정할 경우 냉난방 에너지를 절약할 수 있으며 창을 설치할 경우 일사와 일조를 취할 수 있어 조명에 관한 에너지도 절약할 수 있게 된다. 지붕을 통한 실내에서 실외로의 열손실은 지붕면적에 비례하고 단열성능에 반비례한다. 그러므로 평지붕은 이를 기준으로 보면 바깥 표면적이 적어 열손실이 적으나 열의 도피가 어려운 형으로 여름철 수평면의 일사를 과다하게 받으므로 냉방부하를 가중시키고, 겨울에는 야간 복사에 의한 열손실이 경사 지붕보다 많다. 반면 경사 지붕은 눈과 비에도 훌륭한 물매로 작용하며 쉽게 더러워지지 않는 장점이 있으며, 열에너지 효율면에서는 열 취득 면적이 바닥 면적에 비하여 크고, 지붕 밑 공간이 열적 완충 공간으로 작용하여 난방 공간으로 작용하게 된다. 단 경사 지붕을 이용한 에너지 절약을 시도할 경우 천장과 지붕면에 단열 시공을 해야 하며, 남향으로 할 경우 열을 취득하기에도 유리하여 효과를 더욱 볼 수 있다.

4.5.3 공간 계획

(1) 환경친화적 건축에서 방향 설정, 형태 설정과 아울러 효율적 실내 공간 배치는 또 하나의 에너지절약 수단이 된다. 공간계획은 계절별, 시간별 공간패턴을 고려하여 평면 계획을 수립해야 한다. 가능한 일사를 많이 받는 곳에는 주된 생활공간을 배치하여 자연채광과 자연난방을 통한 열부하를 조절하는 것이 공간계획의 기본이 된다. 실내공간의 평면 계획시, 첫 단계는 난방공간과 비난방공간을 분류하고, 또한 거주실과 비거주실을 구분하고 실의 사용 빈도를 측정하여 Zoning을 하면 에너지절감효과를 기대할 수 있다.

(2) 단면에서 공간계획을 할 때도 평면 계획에서와 같이 비주거 부분과 비난방 부분을 외기와 직접적으로 접하는 바닥과 지붕, 일사가 안 되는 북측벽 등에 배치하여 열적 완충공간으로 이용하는 것이 가장 기본적인 방법이다.

4.5.4 자연 통풍 및 환기

(1) 통풍 및 환기는 실내로의 신선한 공기의 보급과 실내 공기 교체로 인한 열과 습기의 이동을 위해 이루어진다. 건물 내의 통풍 및 환기가 제대로 되지 않을 경우에는 실내공기의 오염과 악취, 답답함을 초래하게 되고, 심할 경우 인체에 해를 주므로 반드시 계획에 포함해야 한다. 특히, 추운 지방에서는 채광과 난방이 중요시되어 고기밀화를 추구함으로 인해 환기부분을 소홀히 다룰 수가 있는데 실내오염을 줄이기 위해서는 약간의 열손실이 있더라도 환기계획을 고려해야 한다.

(2) 자연통풍 및 환기의 기본 원리

① 자연통풍 및 환기의 기본 원리는 바람의 이동, 즉 공기의 유동을 이용하는 것이다.

(3) 자연 통풍 및 환기를 위한 건축설계 요소

① 자연형 설계로 바람을 이용하여 건축설계를 할 경우 우선 적극적으로 바람을 이용할 것인가를 정하고 주변바람의 움직임을 정확히 파악하는 것이 필요하다. 상쾌한 바람은 통과하여 통풍과 환기가 되게 하고, 강풍은 막는 형태가 이상적인데 이 두 가지를 수용하기 위해서는 가변적인 장치가 요구된다.

4.5.5 자연 채광

(1) 일반건축에서 조명은 냉방이나 난방에 비해 연중 비교하면 더 많은 에너지가 소비되고 있다. 그러므로 환경 친화적 건축에서는 자연채광으로 에너지 절감효과 뿐만 아니라 자연광에서 얻는 심리적 안정감을 추구하여 실내공간의 거주성을 향상시키는 디자인 전략을 따르게 된다.

(2) 자연채광을 위한 광원은 크게 직사 일광과 확산광선인 천공광으로 구분하며, 땅과 주변 물체들로의 반사광 등을 이용할 수 있다. 직사일광은 강한 방향성을 지니며 태양의 고도와 대기 상태에 따라 이용할 수 없는 상황이 생기는 등 안전성이 결여된 광원이다. 방향성과 태양이동에 따른 시간적 변화는 이용 가능한 공간을 제한하고 음영을 만드는 등 명암분포를 크게 만드는 단점이 있다. 그러나 직사일광은 광선반, 루버, 거울 등 설비형 채광장치를 사용하여 강도와 방향을 조절하는 적극적 채광설계를 이용하여 사용할 수 있다.

(3) 천공광은 확산광원으로서 다소 변동은 있으나 직사일광에 비해 외부기상 조건에 관계없이 얻을 수 있는 안전한 광원이며 북측면을 포함한 모든 방향에서 이용할 수 있는 광원이다. 자연광을 주광으로 적극 활용하고 보조적으로 인공광을 이용하는 통합 계획이 요구된다. 인공광과 자연광의 특징을 이용한 채광설계에서는 창의 위치와 형태, 크기, 높이, 유리 종류 등을 선정하여 계획을 세워야한다.

(4) 자연광은 시간의 제약으로 보통 낮에 이루어지며 이용 계획시 기본 유의사항은 첫째, 건물내부로 가능한 많은 양의 주광을 깊이 삽입시킨다. 실내 일정 거리이내에서는 그다지 많은 양의 빛이 필요 없다. 둘째, 건물의 내외부에서 시야내의 휘도를 조절하고, 시력을 감소시키는 광대한 휘도가 생기지 않도록 한다. 셋째, 주요한 작업면에 감능광막반사(disable veiling refection)현상이 생기지 않도록 한다.

4.5.5.1 창의 위치와 형태에 의한 자연채광

(1) 창의 위치에 의한 채광방법은 크게 4가지가 있으며 각 위치에 따라 빛의 유입각도와 조절방법이 다르며 장단점이 있다. 기본이 되는 것은 벽이나 바닥, 천장면에 반사한 광을 이용하여 광원의 균형을 잡아주고 전체적으로 광을 확산·분산시키는 방법이 중심이다.

4.5.5.2 투과체에 의한 자연채광

(1) 창의 형태와 함께 해당 지역의 일사조건과 빛의 방향등을 고려하여 투과체인 유리의 선택을 함께 고려하면 자연채광의 효과를 높일 수 있다. 그러므로 투과체로서 유리의 종류와 특성을 파악해 두는 것이 필요하다. 유리는 종류에 따라 빛의 투과율과 흡수율, 반사율, 확산성이 다르므로 각 유리의 특성을 파악하여 공간의 용도에 맞게 선정해야한다. 유리의 특성 중 투과 특성이 일정한 경우 투과체의 투과성과 확산성이 반비례하는 경향이 있으므로 어느 정도의 빛을 유입하고 차단할 것인가를 정하여 유리를 선정하는 것이 중요하다.

4.5.6 환경친화적 건축재료

(1) 환경친화적 건축에서 재료의 선택은 진정한 환경친화를 이루기 위한 계획단계로 세심한 검토와 배려가 필요하다.

4.6 양・배수장 세부설계기준

4.6.1 일반사항

(1) 건물규모

① 면적: 펌프용량, 대수와 배치계획에 의해 결정된다.

② 높이: 크레인 및 천장높이, 펌프중량, 크기 및 설치 시 여유높이에 의해 크레인 빔 높이 및 천장높이를 결정한다.

③ 배전반실: 배전반 및 조작반 크기 및 대수와 배치에 의해 결정된다.

④ 부대시설: 사무실, 탕비실, 화장실, 계단실, 창고 숙직실 등은 현장여건을 감안하여 계획한다.

(2) 배치계획

① 대지규모와 형태, 주변도로와 인접시설물, 기계반입위치를 고려하여 건물을 배치한다.

② 대지내 우수처리계획을 세우고 우수관을 대지에 접한 구거에 연결한다.

(3) 공간계획

① 배수장 건물 및 이와 유사한 건물의 기능요구에 대한 면밀한 검토와 합리적인 동선 계획이 되도록 각 실을 배치한다.

② 기계실과 배전반실을 분리 계획한다.

(4) 구조계획

① 합리적인 구조형식과 구조종별, 구조재료를 선정하여 단순 명쾌한 구조체가 되도록 한다.

② 구조체로서 충분히 강성과 강도가 확보되도록 하고 중량, 강성, 강도가 균등히 분포 되도록 한다.

4.6.2 세부설계기준

(1) 평면계획

① 진입위치

가. 주 진입도로 위치에 의해 출입구 위치를 결정한다.

나. 기계실과 배전반실을 분리하여 계획한다.

다. 주 출입구 위치가 기계실 측인 경우는 사무실, 배전반실 등의 공간과 기계실을 막이로 분리하여 설계한다.

라. 주 출입구 위치가 배전반실 측인 경우는 기계실과 배전반실을 분리하지 않고 설계할 수 있다.

② 중층설치

가. 지형 여건상 관리사 건축이 불가능한 경우 설치할 수 있다.

나. 주 출입구가 기계실측이며 배전반실 규모가 협소하여 부대시설 공간 확보가 어려울 경

우 중층을 설치한다.

(2) 입면계획

① 고속도로, 국도, 철도 등으로부터 가시권 지역, 비가시권 지역, 문화재관리구역 등으로 구분 계획한다.

② 단순형태와 주위 경관에 부합되는 형태로 계획한다.

③ 외부창: 채광 및 환기를 고려하여 설치한다.

④ 비례감: 건물 상하 좌우의 비례를 고려한다.

(3) 구조계획

① 구조계획상 경제적이고 기능적인 설계를 한다.

② 펌프규격과 설치간격 확인후 가능한 범위내에서 등간격으로 계획한다.

③ 가급적 장스팬은 지양(12m 이내)한다.

(4) 색채계획

① 건물의 주조색은 주변경관과 조화되도록 범위를 결정하고 건물의 부차색은 주조색과 같은 계통의 색으로 명도 · 채도 · 색상에 크게 차이가 없는 가까운 색중에 선택 하도록 한다.

② 건물의 강조색은 원색도 사용가능하나 전체면적의 20%를 넘지 않도록 하며, 특히 굴뚝과 같이 랜드마크적인 요소에 강조색을 적용하되 검정색 등 산업시설의 특성을 나타내는 저채도 무채색은 지양한다.

(5) 관리사 계획

① 관리사 계획은 주변 환경 여건에 따라 계획유무를 검토한다. 관리사계획이 없 을 시 양 · 배수장 건물 내에 사무와 휴식공간을 배치한다.

4.6.3 각 공종별 설계 전 협의내용

(1) 기계 · 전기시설배치에 따른 기둥간격, 스팬길이, 칸막이벽설치여 부 및 기둥 및 옹벽의 배근 상세

(2) 크레인 설치 유무 및 규격

(3) 진입도로를 고려한 주출입구 및 부출입구 위치

(4) 관리사 계획 유무

(5) 토목과 건축공사의 시공한계(바닥고, 난간, 마감재료 등)

(6) 변전실의 옥상설치여부 및 옥상출입 계단의 옥 · 내외 설치여부

(7) 토목하부구조(기둥, 옹벽)설계 시 건축외부치장벽돌 조적을 위한 받침턱 사전설계에 반영

(8) 외부 출입구 바닥판설치를 위한 토목설계 시 연결용 철근배근

(9) 부대시설(오 · 우수배관, 담장, 정문, 우물 등)의 설계 범위

(10) 지붕 배수용 선홈통의 시공길이 및 외부도장 범위

집필위원	분야	성명	소속	직급
	관개배수	김선주	한국농공학회	교수
	농업환경	박종화	한국농공학회	교수
	토질공학	유 찬	한국농공학회	교수
	구조재료	박찬기	한국농공학회	교수
	수자원정보	권형중	한국농공학회	책임연구원

자문위원	분야	성명	소속
	농촌계획	손재권	전북대학교
	수자원공학	윤광식	전남대학교
	지역계획	김기성	강원대학교
	수자원공학	노재경	충남대학교
	농지공학	최경숙	경북대학교
	관개배수	최진용	서울대학교

건설기준위원회	분야	성명	소속
	총괄	한준희	농림축산식품부
	농업용댐	오수훈	한국농어촌공사
	농지관개	박재수	농림축산식품부
	농지배수	송창섭	충북대학교
	용배수로	정민철	한국농어촌공사
	농도	조재홍	한국농어촌공사 본사
	개간	백원진	전남대학교
	농지관개	이현우	경북대학교
	농지배수	남상운	충남대학교
	취입보	김선주	건국대학교
	양배수장	정상옥	경북대학교
	경지정리	유 찬	경상대학교
	농업용관수로	박태선	한국농어촌공사 본사
	농업용댐	손재권	전북대학교
	농지배수	김정호	다산컨설턴트
	농지보전	박종화	충북대학교
	농업용댐	김성준	건국대학교
	해면간척	박찬기	공주대학교
	농업수질및환경	이희억	한국농어촌공사 본사
	취입보	박진현	한국농어촌공사 본사

중앙건설기술심의위원회	성명	소속
	이태옥	평화엔지니어링
	성배경	건설교통신기술협회
	김영환	한국시설안전공단
	김영근	건화
	조의섭	동부엔지니어링
	김영숙	국민대학교
	이상덕	아주대학교

농림축산식품부	성명	소속	직책
	한준희	농업기반과	과장
	박재수	농업기반과	서기관

설계기준
KDS 67 30 25 : 2018

양배수장 구조 설계

2018년 04월 24일 발행

농림축산식품부

관련단체 한국농어촌공사
58217 전라남도 나주시 그린로 20(빛가람동 358) 한국농어촌공사
☎ 061-338-5114 E-mail : webmaster@ekr.or.kr
http://www.ekr.or.kr

(작성기관) 한국농공학회
06130 서울시 강남구 테헤란로 7길 22(역삼동 365-4) 과학기술회관 본관 205호
☎ 02-562-3627 E-mail : j6348h@hanmail.net
http://www.ksae.re.kr

국가건설기준센터
10223 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283(대화동)
☎ 031-910-0444 E-mail : kcsc@kict.re.kr
http://www.kcsc.re.kr

※ 이 책의 내용을 무단전재하거나 복제할 경우 저작권법의 규제를 받게 됩니다.

KDS 67 30 30 : 2018

양배수장 부대설비 설계

2018년 04월 24일 제정
http://www.kcsc.re.kr

농림축산식품부



건설기준 코드 제·개정에 따른 경과 조치

이 코드는 발간 시점부터 이미 시행 중에 있는 설계용역이나 건설공사에 대하여 발주기관의 장이 필요하다고 인정하는 경우 종전에 적용하고 있는 기준을 그대로 사용할 수 있습니다.

건설기준 코드 제·개정 연혁

- 이 기준은 KDS 67 30 30 : 2018 으로 2018년 04월에 제정하였다.
- 이 기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 건설기준 간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.
- 이 기준의 제·개정 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요사항	제·개정 (년. 월)
농지개량사업 계획설계기준 양배수장편	• 농지개량사업 계획설계기준 양배수장편 제정	제정 (1984. 12)
농업생산기반정비사업 계획설계기준 양배수장편	• 농업생산기반정비사업 계획설계기준 양배수장편 개정	개정 (2005. 12)
KDS 67 30 30 : 2018	• 국토교통부 고시 제2013-640호의 “건설공사기준 코드체계” 전환에 따른 건설기준을 코드로 정비 • 건설기술진흥법 제44조 및 제44조의 2에 의거하여 중앙건설심의위원회 심의· 의결	제정 (2018. 04)

제 정 : 2018년 04월 24일 **개 정 : 년 월 일**

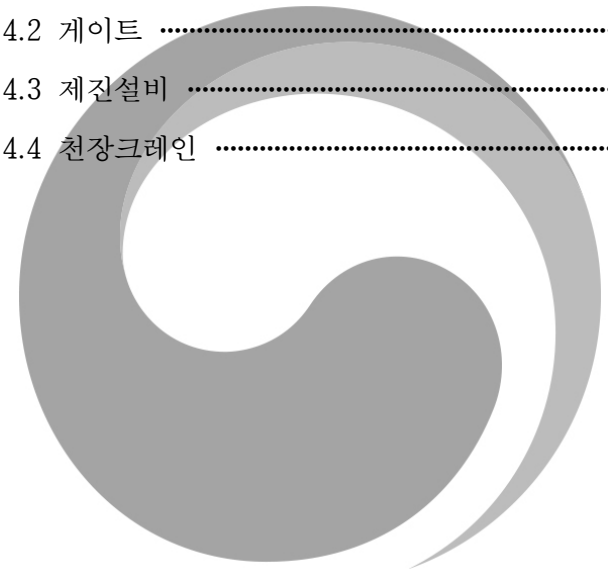
심 의 : 중앙건설기술심의위원회 **자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회**

소관부서 : 농림축산식품부 농업기반과

관련단체(작성기관) : 한국농어촌공사(한국농공학회)

목 차

1. 일반사항 ····· 1
1.1 목적 ····· 1
1.2 적용 범위 ····· 1
1.3 참고 기준 ····· 1
1.4 용어의 정리 ····· 1
1.5 기호 정의 ····· 1
2. 조사 및 계획 ····· 1
3. 재료 ····· 2
4. 설계 ····· 2
4.1 전기설비 ····· 2
4.2 게이트 ····· 22
4.3 제진설비 ····· 29
4.4 천장크레인 ····· 32



양배수장 부대설비 설계

1. 일반사항

1.1 목적

부대설비로서 전기설비, 게이트, 제진설비 및 천장크레인 등은 펌프장 주변의 자연적, 사회적 조건 등을 고려하여 안전하고도 경제적으로 적절하게 설계되어야 한다.

1.2 적용 범위

(1) 전기설비: 수변전설비, 배전설비 및 조명설비등은 펌프장의 규모, 입지 조건, 운전관리의 용이성과 경제성 등을 고려하여 설치한다.
(2) 게이트: 수문은 확실히 개폐되고 필요한 수밀성과 내구성을 가지며 예상된 하중에 대하여 안전한 구조로 한다.
(3) 제진설비: 제진설비는 용수원 또는 배수유역의 이물질의 양과 그 처리 방법 등을 충분히 검토하여 적절한 형식과 규모의 것으로 한다.
(4) 천장크레인: 천장크레인은 펌프설비의 형식과 규모, 보수관리 등 사용 빈도를 충분히 검토하여 적절한 형식과 용량의 것을 필요에 맞게 설치한다.

1.3 참고 기준

· 농지개량사업계획 설계기준, 1984 : 설계, 양배수장

1.4 용어의 정리

· 내용 없음

1.5 기호 정리

· 내용 없음

2. 조사 및 계획

· 내용 없음

3. 재료

· 내용 없음

4. 설계

4.1 전기설비

(1) 양·배수장에 있어서의 전기설비는 수·변전설비, 배전설비 및 조명설비 등으로 되어 있으며, 양·배수장 규모, 입지조건, 신뢰도, 경제성 및 운전관리의 편의성 등을 검토하여 설계하여야 한다.

(2) 전기설비는 전기사업법, 관계법규, 관계기준 및 관계규정에 합치한 적절한 설계가 되어야 한다. 전기설비의 설계에 있어서는 다음 점을 고려하여야 한다.

① 양·배수장의 목적과 규모에 가장 적합한 것이 되어야 한다.
② 환경 및 주위조건이 적합해야 한다.
③ 보수 및 점검이 용이 하여야 한다.
④ 설비비 및 운전비가 경제적이어야 한다.
⑤ 관계법규, 기준 및 규정에 합치되어야 한다.

4.1.1 수·변전설비

4.1.1.1 수전계획

(1) 수·변전설비는 전기공급자(이하 "한전"이라함) 2차 변전소 또는 배전용 변전소로 부터 특별고압, 고압 또는 저압으로 수전한 전력을 부하설비의 적합한 전압으로 변전하기 위한 변압기, 배전반, 각종 안전개폐장치, 계측장치 등의 수·변전장치와 이를 수납하기 위한 수·변전실 큐비클을 말한다. 계획시에는 다음 사항을 고려하여야 한다.

① 기기의 성능이 좋고 신뢰성이 높고 수명이 길어야 한다.
② 소형이며 경량이고 차지하는 면적이 적어야 한다.
③ 사고 또는 공사시 정전범위를 최소한으로 그칠 수 있도록 회로방식 및 보호방식을 채용 되어야 한다.
④ 운전 및 보수가 간단하고 용이하며 잘못 조작하는 우려가 없어야 한다.
⑤ 운전원, 보수원에 대하여 안전한 설비가 되어야 한다.
⑥ 기능적으로 합리화된 경제적인 설비이어야 한다.
⑦ 기기의 반입, 반출이 용이하게 되어야 한다.
⑧ 기기의 소음 등으로 주위의 주택지에 영향이 미치지 않아야 한다.
⑨ 수해, 빙설해, 지진 등 자연재해에 대하여 고려해야 한다.
⑩ 유독가스, 먼지, 매연, 염해 등에 대하여 안전해야 한다.

4.1.1.2 수전방식

(1) 수전방식은 수전용량에 따라 결정되며 수전방식은 인입회선수와 인근지역의 한전의 배전방식 등이 중요한 변수가 된다. 이를 보면 T분기 수전과 1회선 전용수전방식의 1회선 수전방식, 본선과 예비선 수전방식 및 예비수전방식의 2회선 수전방식, 루프회선 수전방식이 일반적이며 최근에는 스폿네트워크 수전방식도 검토하고 있는 추세이다. 또한 이를 응용하여 루프회선지역에서 2회선 수전시 전용회선 1회선과 예비회선으로서 루프회선 연결방식 등도 고려되는 방식이다. 특히 배수장은 정전을 대비 하여 2회선 수전방식 혹은 루프수전방식을 택하는 것이 바람직하다.

4.1.1.3 수배전전압 및 주파수

(1) 수전전압은 한전 전기공급약관에 의거 정해지는 것으로서 수용가가 새로 전기를 사용하거나 계약전력을 증가시킬 경우의 공급방식 및 공급전압은 1전기사용장소내의 계약전력 합계를 기준으로 결정하되, 특별한 사정이 있는 경우에는 달리 적용할 수 있으며, 다만, 고객이 희망할 경우에는 아래표의 기준보다 상위전압으로 공급할 수 있다. 그 전력의 합계가 150kW 미만일 경우에는 저압으로 공급할 수 있다.

계 약 전 력	공 급 방 식 및 공 급 전 압
100kW 미만	교류단상 220V 또는 교류 삼상 380V중 한전이 적당하다고 결정한 한 가지 공급방식 및 공급전압
100kW 이상 10,000kW 이하	교류 삼상 22,900V
10,000kW 초과 300,000kW 이하	교류 삼상 154,000V
300,000kW 초과	교류 삼상 345,000V 이상

(2) 배전전압

① 전등, 전열 : 1∅ 2W 220V

② 비상 동력 : 3∅ 4W 380V/220V

③ 동력 설비 : 저압 : 3∅ 3W 380V

고압 : 3∅ 3W 3,300V, 6,600V

④ 주파수는 60헬츠(Hz)를 표준주파수로 한다.

4.1.1.4 수변전실의 위치 및 면적 선정 방법

양배수장 부대설비 설계

(1) 건물내에 수·변전실을 설치하는 경우 위치 선정 및 면적산정은 설계 시 중요할 뿐만 아니라 전기시설의 유지, 개·보수, 확장 또는 철거 시 매우 중요하다. 따라서 설계 시 항상 유의하여야 한다.

① 수·변전실의 위치 선정에 대한 고려사항은 전기적인사항, 재해에 관한사항, 환경에 관계된 사항, 경제성 등이 있다.

가. 수·변전실은 홍수위선 보다 높을 것.

나. 전기적인 사항으로는 우선 부하의 중심에 있어야 할 것.

다. 장래의 용량증설이나 크기의 확장성이 좋은 곳을 선정 할 것.

라. 재해에 대한 대비로는 위험물 저장소나 폭발물 저장소 부근 등 화재의 우려가 없는 장소일 것.

마. 습기나 먼지가 적고, 물의침입, 침투의 우려가 없는 장소일 것.

바. 기기의 반입 및 반출에 용이하고 유지관리, 점검이 쉬운 장소 일 것 등을 종합적으로 검토하여야 선정한다.

② 수·변전실의 면적은 실제로 배치하여 선정하는 방법과 데이터에 의한 추정 방법이 있다. 실제로 배치하여 산정하는 경우에는 수전 되는 전압의 강압방식, 특고압배전반, 고압배전반, 저압배전반의 수량 변압기의 수량 보수 및 감시 넓이를 포함한 기기의 배치상태 장래 증설에 대한 여유율을 고려해야 한다. 수·변전실의 소요면적을 추정하는 계산식 에는 여러 가지가 있으나 일반적인 계산은 추정 변압기 용량을 근거로 세 가지 계산식을 인용한다.

가. 후나즈시 계산식

$$A[m^2] = K \times \{\text{변압기용량}(kVA)\}^{0.7}$$

여기서 k : 특별고압에서 고압으로 변성: 1.7
특별고압에서 380V로 변성: 1.4
고압에서 저압으로 변성 : 0.98

나. 고바야시 계산식

$$A[m^2] = 3.3\sqrt{\text{최대사용전력}(KW)} \times a$$

여기서 a: 건물면적이 6,000㎡ 미만에서: 2.66
10,000㎡ 미만에서: 3.55
10,000㎡이상의 큐비클 방식에서: 4.30
형식에 구별이 없는 경우,
10,000㎡ 이상에서: 5.50

다. 일본 건설공업협회에서 약식사용

$$A[m^2] = 2.15 \times \{\text{변압기용량}(kVA)\}^{0.52}$$

상기 세 가지 방법의 추정 계산식에 의하여 면적이 추정될 경우 대부분 큰 면적이 산출되고 있으므로 수·변전실의 계획 시 기기의 배치를 스케치해 본 후에 추정계산식 내에서 결정하는 것이 바람직하다.

라. 천장의 높이

(가) 저.고압수전일 경우: 들보 밑 유효높이의 3 ~ 3.5m

(나) 특고압수전일경우에 개방식: 들보 밑 유효높이의 5 ~ 7.5m

(다) 큐비클형: 들보 밑 유효높이의 4 ~ 5.0m 가 필요하며 그 외에 1차측과 2차측의 전선배선 및 제어선 등의 처리도 고려하여 검토한다.

4.1.1.5 수전실 등의 시설

(1) 수전실 또는 큐비클 시설장소의 선정은 원칙적으로 다음 각호에 의하여야 한다.

① 물이 침입하거나 침수할 우려가 없도록 조치를 강구한 장소.

② 고온, 다습한 장소에 설치하는 경우에는 적당한 방호조치를 강구한 장소.

③ 내선규정에서 명기 하는 장소에 설치하는 경우에는 격벽을 설치하는 등의 조치를 강구한 장소.

(2) 수전실 또는 큐비클의 구조는 다음 각호에 의한다.

① 기초는 기기의 설치에 충분한 강도를 가질 것.

② 수전실은 불연 재료로 만들어진 벽, 기둥, 바닥 및 천장으로 계획되고, 또한 출입구에는 방화문을 설치하는 것이 바람직하다. (건축법, 소방기본법을 참조 할 것)

③ 조수류 등이 침입 할 우려가 없도록 조치를 강구할 것.

④ 환기가 가능한 구조.

⑤ 눈·비의 침입을 방지 하는 구조.

⑥ 기기 등의 보수·점검 및 교체에 지장이 없는 넓이와 구조.

⑦ 수전실 또는 큐비클의 조명은 감시 및 조작을 안전하고 확실하게 하기 위하여 필요한 조명설비를 설치하여야하며 정전시의 안전조작을 위한 비상조명설비를 설치하는 것이 바람직하다.

⑧ 수전실 또는 큐비클은 자물쇠로 잠글 수 있는 구조이어야 한다.

(3) 수전실 등에는 적당한 위험표시를 하여야 한다.

(4) 변압기, 배전반 등 수전설비 주요부분이 보유하여야 할 거리의 기준은 원칙적으로 아래 <표 4.1-1>의 값 이상일 것.

<표 4.1-1> 수전설비의 배전반 등의 최소보유거리 (내선규정 705-4절) (단위: m)

구 분	앞면 또는 조작·계측면	뒷면 또는 점 검 면	열상호간 (점검하는 면)	기타의 면
특별고압배전반	1.7	0.8	1.4	-
고압배전반	1.5	0.6	1.2	-
저압배전반	1.5	0.6	1.2	-
변압기 등	0.6	0.6	1.2	0.3

4.1.1.6 변전설비

양배수장 부대설비 설계

(1) 변전설비는 수전전압을 각 부하기기에 적합한 전압으로 변전하는데 필요한 변압기 등의 장치이다. 수전전압이 저압일 경우에는 별도의 장치가 필요 없으나 수전전압이 고압이나 특별고압일 경우는 부하기기 용량에 알맞은 전압으로 변전하여 공급하게 된다.

(2) 배전전압의 결정 (변압기 2차 전압)

양배수장의 규모나 경제성 등에 따라 배전전압을 결정해야 하지만, 내선규정에 따라 전동기 한대의 용량이 50㎾를 초과하는 경우에는 고압 전동기를 사용해야 한다. 다 만, 고압이상의 수전설비가 없는 경우 또는 전기 사업자와 협의할 경우에는 그렇지 않을 수 있다.

① 75kw 미만: 저압 380V

② 75kw ~ 500kw: 고압 3.300V

③ 500kw 이상: 고압 6.600V로 (농업기반공사 기전시설물설계요령, 2003)

(3) 변전소의 구조 (특별고압)

변전소의 구조는 다음에 표시하는 구조가 있으나 선정은 신뢰도, 경제성, 환경조건 등을 충분히 고려하여 가장 적합한 구조를 선정할 필요가 있다.

① 개방형: 개방식 설비의 구조에는 기기가 파이프나 앵글의 프레임에 상태로 부착되여 배선하는 것으로 기본적으로 대기 노출구조이며 기중 절연으로 되어 있다. 근래에는 거의 설치하지 않는다. 개방형의 특징은 다음과 같다.

가. 육안으로 점검하기 쉽다.

나. 현장조립이므로 기기 반입이 용이 하다.

다. 부하설비 변화에 따른 증설, 개조가 쉽다.

라. 설치면적이 폐쇄형보다 커진다.

마. 대기영향을 즉시 받는 등 환경보존, 안전성은 낮으나 비교적 저렴하다.

바. 외부손상이나 침입에 의한 손상, 감전, 도난사고를 방지할 수 었다.

② 폐쇄형: 기기를 모두 옥, 내외용 폐쇄반내에 수납시켜 설비전체가 외부로부터 폐쇄 되어있다. 폐쇄형의 특징은 다음과 같다.

가. 충전부는 접지금속으로 덮여 있으므로 감전이나 내부사고로 인한 위험의 우려가 적다.

나. 외부로부터의 손상이나 소동물 침입방지에 의한 사고를 방지할 수 있다.

다. 폐쇄형이기 때문에 내부의 온도 상승에 대하여 주의하여야 한다.

라. 설치면적이 적다. 다만 반출입 공간은 커지는 경향이 있다.

마. 신뢰성, 안전 및 조작성이 우월하나 개방형 보다 고가 이다.

③ SF6 가스 절연밀폐식 : 일반적으로 6불화유황(SF6) 가스로 절연된 기기이며, 이 가스 자체가 불연성이므로 기기도 불연성이나 난연성이다. SF6 가스절연개폐장치(GIS)는 개폐설비의 대폭 축소화, 염해, 먼지 등에 대한 고신뢰성, 고도의 안전성, 환경조화 등의 특징이 있으므로 수·변전 설비로 보급되어 있다. 점유면적의 축소화는 토지의 과밀화 대책에 대응할 수 있다.

(4) 변전소 규모(변압기)별 설치

변전소 규모는 물론 양배수장 규모와 직결되며 현장조건과 경제성, 안전성에 따라다소 차이는 있지만 양배수장(농업용)의 경우 일반적으로 다음과 같이 선정할 필요가 있다.

① 변압기 용량 100 kVA이상 ~ 300 kVA 까지 H 변대주 가능)

② 변압기용량 300 KVA초과 ~ 1,000 KVA이하 아연도 앵글조립 및 큐비클(간이식)

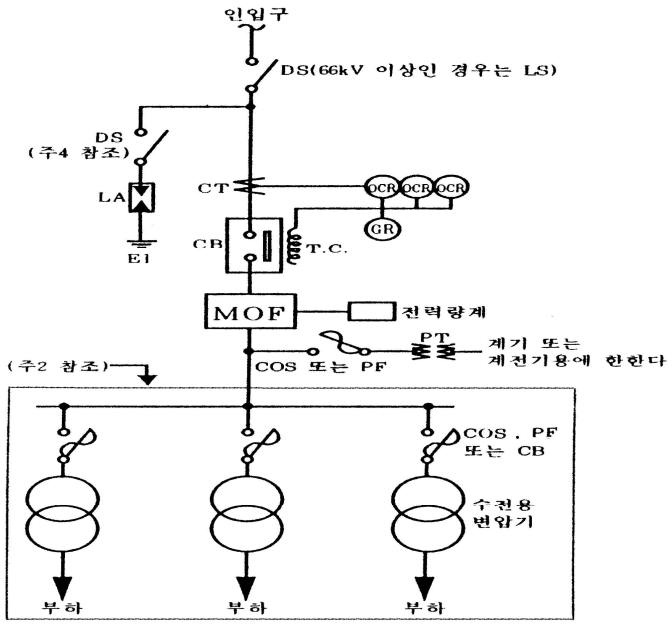
(특별고압 큐비클 4 면 설치)

1,000 KVA이상 아연도 앵글조립 및 큐비클(정식)

(특별고압 큐비클 7 면 설치)

(농업기반공사 수전설비 표준도)

③ 아래의 <그림 4.1-1>은 특별고압 수전설비 결선도이다.



<그림 4.1-1> 특별고압 수전설비 결선도

주) 1. 22.9kV-y 1,000kVA 이하인 경우에는 간이 수전결선도에 의할 수 있다.

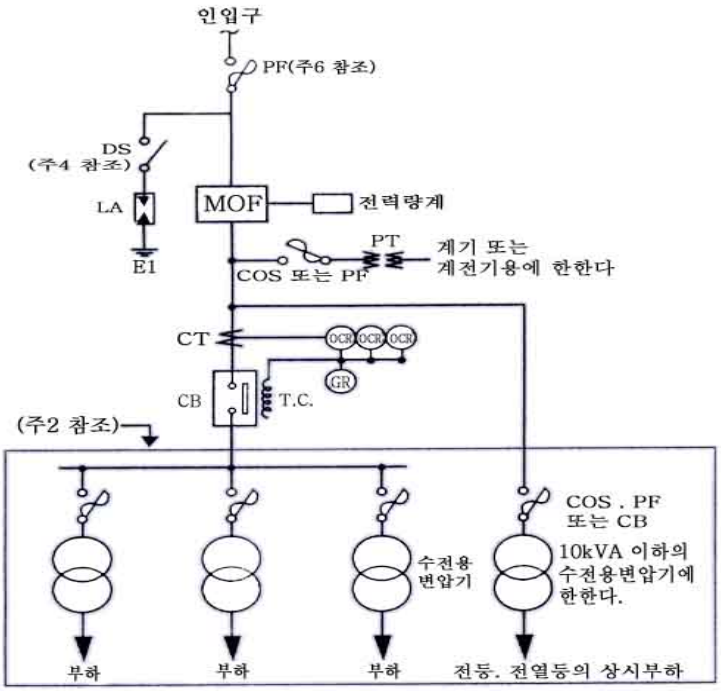
2. 결선도중 점선 내의 부분은 참고용 예시이다.

3. 차단기의 트립 전원은 직류(DC) 또는 콘덴서방식(CTD)이 바람직하며 66kV 이상의 수전설비에는 직류(DC)이어야 한다.

4. LA용 DS는 생략할 수 있으며 22.9kV-y용의 LA는 Disconnector (또는 Isolator) 붙임형을 사용하여야 한다.

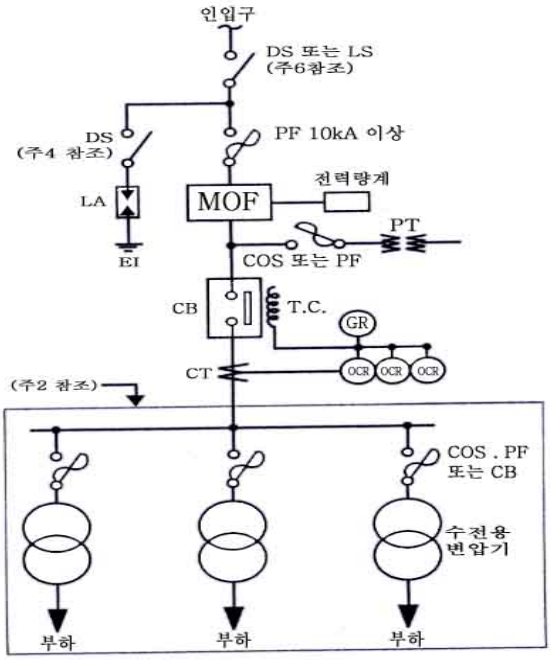
5. 인입선을 지중선으로 시설하는 경우로서 공동주택 등 사고시 정전 피해가 큰 수전설비인 입선은 예비선을 포함하여 2회선으로 시설하는 것이 바람직하다.

6. 지중 인입선의 경우 22.9kV-y 계통에서는 CN/CV케이블, 22kV-△ 계통에서는 CV케이블을 사용한다. 다만 22.9kV-y 지중 인입선으로 침수의 우려가 있을 경우에는 CN/CV-W케이블(수밀형)을 사용하는 것이 바람직하다.[CB 1차측 10kVA 이하의 변압기를 설치하는 경우에 적용가능]



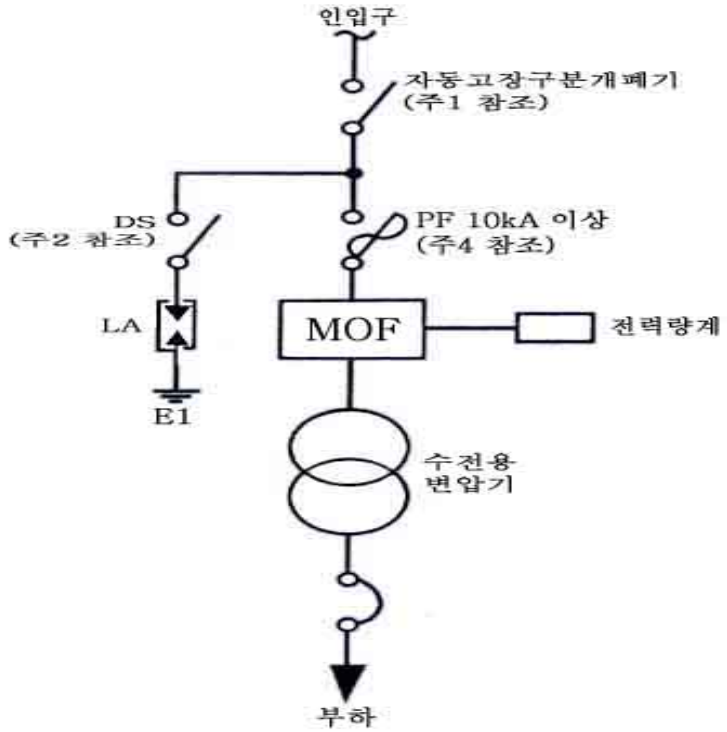
<그림 4.1-2> 특별고압 수전설비 결선

주) 1. 22.9㎸-y 1000㎸A 이하인 경우에는 간이 수전결선도에 의할 수 있다.
2. 결선도중 점선 내의 부분은 참고용 예시이다.
3. 차단기의 트립 전원은 직류(DC) 또는 콘덴서방식(CTD)이 바람직하며 66㎸ 이상의 수전설비에는 직류(DC)이어야 한다.
4. LA용 DS는 생략할 수 있으며 22.9㎸-y용의 LA는 Disconnector(또는 Isolator) 붙임형을 사용하여야 한다.
5. 인입선을 지중선으로 시설하는 경우로서 공동주택 등 사고시 정전 피해가 큰 수전설비 인입선은 에비선을 포함하여 2회선으로 시설하는 것이 바람직하다.
6. 지중 인입선의 경우 22.9㎸-y 계통에서는 CN/CV케이블, 22㎸-△계통에서는 CV케이블을 사용한다. 다만 22.9㎸-y 지중인입선으로 침수의 우려가 있을 경우에는 CN/CV-W케이블(수밀형)을 사용하는 것이 바람직하다.
7. PF 대신 자동고장구분 개폐기(7,000㎸A 초과 시에는 Sectionalizer)를 사용할 수 있으며 66㎸ 이상의 경우에는 LS를 사용하여야 한다.



<그림 4.1-3> 특별고압 수전설비 결선도

주) 1. 22.9㎸-y 1000㎸A 이하인 경우에는 간이 수전결선도에 의할 수 있다.
2. 결선도 중점선 내의 부분은 참고용 예시이다.
3. 차단기의 트립 전원은 직류(DC) 또는 콘덴서 방식(CTD)이 바람직하며 66㎸ 이상의 수전설비에는 직류 (DC)이어야 한다.
4. LA용 DS는 생략할 수 있으며 22.9㎸-y용의 LA는 Disconnector(또는 Isolator)붙임형을 사용하여야 한다.
5. 인입선을 지중선으로 시설하는 경우로서 공동주택 등 사고시 정전피해가 큰 수전설비 인입선은 예비선을 포함하여 2회선으로 시설하는 것이 바람직하다
6. 지중 인입선의 경우 22.9㎸-y 계통에서는 CN/CV케이블, 22㎸-△계통에서는 CV케이블을 사용한다. 다만 22.9㎸-y 지중 인입선으로 침수의 우려가 있을 경우에는 CN/CV―W케 이블(수밀형)을 사용하는 것이 바람직하다.
7. DS 대신 자동고장구분 개폐기(7,000㎸A 초과 시에는 Sectionalizer)를 사용할 수 있으며 66㎸ 이상의 경우에는 LS를 사용하여야 한다.[22.9㎸-y 1,000KVA이하에 적용가능]



〈그림 4.1-4〉 특별고압 간이 수전설비 결선도

주) 1. 300㎸A이하의 경우에는 자동고장구분 개폐기 대신 INT.SW를 사용할 수 있다.
2. LA용 DS는 생략할 수 있으며 22.9㎸-y용의 LA는 Disconnector(또는 Isolator)붙임형을 사용하여야 한다.
3. 인입선을 지중선으로 시설하는 경우로서 공동주택 등 사고시 정전피해가 큰 수전설비 인입선은 예비선을 포함하여 2회선으로 시설하는 것이 바람직하다.
4. 지중 인입선의 경우 22.9㎸-y 계통에서는 CN/CV케이블, 22㎸-△계통에서는 CV케이블을 사용한다. 다만 22.9㎸-y 지중 인입선으로 침수의 우려가 있을 경우에는 CN/CV-W케이블,(수밀형)을 사용하는 것이 바람직하다.
5. 300㎸A 이하인 경우 PF 대신 COS(비대칭차단전류 10㎸ 이상의 것)을 사용할 수 있다.
6. 간이수전설비는 PF의 용단 등의 결상사고에 대해 대책이 없으므로 변압기 2차측에 설치되는 주 차단기에는 결상계전기 등을 설치하여 결상사고에 대한 보호능력이 있도록 함이 바람직하다.

(5) 지중인입케이블

우리나라 배전방식이 다중직접 접지방식의 22.9/13.2(KV-y)방식으로 지락사고시 중성선에 흐르게 되는 지락전류가 단락전류보다 클 경우 문제가 되기 때문에 일반적인 CV케이블 사용시에는 차폐층으로 많은 지락전류가 흘리게 될 확률이 높다. 이 경우 케이블을 훼손시킬 우려 및 지중선로 침수 우려 등을 고려하여 수밀형동심 중성선형 가교 폴리에틸렌비닐시스 전력케이블(CN/CV-W) 혹은 FR-CNCO-W를 사용해야 한다. 케이블은 60㎟×1C×3조 1회선만 설치하면 되지만 고장시(케이블 사고)를 대비하여 2회선을 설치하기도 하고 빈 배관을 예비로 설치한다. 배관의 굵기는 지중관로 ELP ■125이상, ST ■104이상 사용해야 한다. 지중관로

의 굴곡이 90°이상 되는 곳, 100m 이상의 구간 및 건물 인입 부분에 맨홀을 설치한다.

(6) 인입구 개폐기

인입구 개폐기의 종류로서는 단로기 (Disconnecting Switch: DS),선로개폐기(Line Switch: LS, 단로기와 기능 같음) 기중부하개폐기(Interrupter Switch: IS) 자동고장구분개폐기(Automatic Section Switch: ASS) 부하개폐기(Load Break Switch : LBS)등으로 구분할 수 있다.

개폐기의 선정은 이용확률, 관리자의 능력, 목적, 경제성 등을 검토하여 선정 하며, 수전용량에 따라 다음과 같이 계획 하는 것이 바람직하다.

① 수전용량: 300 kVA이하: INT S/W, ASS, LBS.

② 수전용량: 301 kVA～1,000 kVA 이하: ASS, LBS.

③ 수전용량: 1,000 kVA～7,000 kVA 이하: ASS, LBS.

④ 수전용량: 7,001 kVA 이상: Sectionalizer

4.1.1.7 수변전설비의 주요기기

(1) 수전용 차단기의 차단용량 결정은 전력을 공급하는 한전측 변전소 용량이나 변전소로부터 양·배수장까지의 배전선로의 굵기 및 거리 등과 직접적인 관계가 있으므로 계획단계에서 한전과 충분히 협의후 결정 하여야 한다.

(2) 피뢰기는 전력설비의 기기를 이상전압(낙뇌 및 개폐 시 발생하는 이상전압)으로부터 보호하는 장치로서, 기기 선정시 충분히 검토하여야 한다.

(3) 동력용 변압기로서는 기기의 신뢰성 및 경제성 등을 고려하여 단상 및 삼상 변압기가 사용 된다. 사용되는 변압기의 형식은 유입자냉식, 및 몰드식을 많이 사용되고 있다 몰드식 변압기는 기름을 사용하지 않으므로 불연성이며 소형, 경량의 이점은 있지만유입식에 비하여 비싸다. 대용량 변압기는 소음을 발생하므로 설치조건에 따라 소음대책도 필요하다.

(4) 진상콘덴서(Static Condenser) 역률 개선은 에너지절감과 전력요금과 관련되므로 한전과 수급계약시 수용가의 기기 역률을 90%를 초과하는 경우 95%까지는 1% 초과하는데 매 1%당 기본요금을 1% 감액하고, 또 90%에 미달할 때는 매 1%에 대하여 추가 징수하고 있다(한전전기약관 제43조).

4.1.2 배전설비

(1) 배전설비는 채택된 배전전압을 변전소(변압기 2차)로부터 공급받아 양배수장내 동력(주 전동기) 및 전등설비 등에 배전하는 것으로 양배수장 규모, 주 전동기 종류, 보조동력(진공펌프, 제수밸브, 장내배수펌프, 전동크레인, 제진기)등 수량에 따라 운전조작·제어방식 등을 검토하고 배전반을 구성해야 하며, 수·배전반은 차후 물관리 자동화시설에 필요한 자재를 부착하는 방안을 고려할 필요가 있다.

4.1.2.1 수·배전반 구성

(1) 양배수장의 운전조작·제어방식은 경제성과 공간을 고려하여 운전조작·제어방식의 배전반을 선택하는 등 별도 고려할 필요가 있다.
(2) 펌프설비에 관한 조작방식 과 구성기기의 형식에서 펌프설비의 조작은 펌프설비의 규모에 적합한 모드(Mode)를 선정하며 구성기기의 모드는 제어와 표시를 보조릴레이나 프로그램 컨트롤러 가운데 하나로 하고, 조합하여 적용할 수 있다.

4.1.2.2 배전반

(1) 내선규정 제715절 고압전동기(715-1 조작용 배전반) 편의 규정에 의하여 고압전동기에 사용하는 조작용배전반은 각 전동기마다 설치하는 것이 바람직하다.

4.1.2.3 배선

(1) 전기설비에서 배선 설비는 수용가의 자가용 변압기 2차측 고, 저압 배전반부터 각 부하의 분전반까지 선로를 말하며 케이블, 개폐기, 배·분전반 및 조명기구 등으로 구성되어 있다.
(2) 전선의 종류와 용도
① 전선에는 절연전선, 코드, 캡타이어 케이블, 케이블(저압, 고압, 특별고압, 제어용) 등 대단히 많은 종류가 있으며, 이들은 각각 특성상의 특징을 가지고 있으므로 사용할 때는 목적에 가장 적합한 것을 선정하여야 한다.
② 저압배선의 전압강하
가. 저압배선 중의 전압강하는 간선 및 분기회로에서 각각 표준전압의 2% 이하로 하는 것을 원칙으로 한다. 다만, 전기 사용 장소 안에 시설한 변압기에 의하여 공급되는 경우 간선의 전압강하는 3% 이하로 할 수 있다.
나. 공급변압기의 2차측 단자(전기사업자로부터 전기의 공급을 받고 있는 경우에는 인입선 접속점)에서 최말단의 부하에 이르는 전선의 길이가 60m를 초과하는 경우의 전압강하는 전항에 관계없이 부하전류로 계산할 수 있다.
③ 허용 전류
가. 허용전류는 각종 절연물에 허용온도와 사용 장소에 따른 주위조건, 주위온도 등을 고려한 계산식에 의하여 구할 수 있지만, 실제로는 허용전류표 등을 사용하여, 이것을 사용조건에 따른 전류감소계수로 보정하여 사용한다.
(3) 전선관의 굵기의 선정
① 동일한 굵기의 절연전선을 동일관내에 넣을 경우의 전선관의 굵기는 전선의 피복절연물을 포함한 단면적의 총합계가 관면적의 48% 이하가 되도록 하고, 굵기가 다른 절연전선을 동일관내에 넣는 경우의 전선관의 굵기는 전선의 피복절연물을 포함한 단면적의 총 합계가 관면적의 32% 이하가 되도록 선정한다.

4.1.2.4 접지공사

(1) 접지공사의 종류

① 접지공사의 종별은 전기설비기술기준에 정해져 있으며 제1종, 제2종, 제3종 접지공사 및 특별 제3종 접지공사로 대별되어 있다. 접지저항 값은 상한 값으로 그 이하로 유지하여야 한다.

(2) 접지선의 굵기

① 보통 접지선의 굵기를 결정하는 경우는 ① 기계적 강도, ② 내식성 및 ③ 전류용량의 3개 요소로 생각하나 주로 ③ 에 중점을 두고 정하고 있다.

4.1.3 조명설비

4.1.3.1 조명설계의 순서

(1) 조명설계시 사용자의 입장에서 다음과 같이 설계되어야 한다.

(2) 소요조도의 결정

① 조명기구을 설치하는 장소(구조)의 용도, 사용목적, 작업의 내용 등 조명의 목적을 명확히 하고, 사용자의 필요사항 등을 고려하고, 조도기준은 <표 4.1-1>을 참고하여 각 구조물에 적합한 조도를 결정한다.

(3) 조명방식의 선정

① 조명목적에 맞추어 전반조명. 직접조명, 반간접조명 등 조명방식을 결정한다.

(4) 광원의 선정

① 조명의 목적, 조명방식에 맞추어 백열등. 형광등, 수은등, 메탈할라이드, 고압나트륨 등 광원의 종류를 선정 한다.

(5) 조명기구의 선정

① 조명의 방식, 광원. 시설규모(건물)와 조화 등을 검토하여 조명기구의 형식 등을 선정한다.

(6) 조명계산에 의하여 기구 대수를 산출한다.

4.1.3.2 조도기준

(1) 조도기준은 KS A 3011에 따른다.

<표 4.1-1> 조도기준 (KS A 3011)

활 동 유 형	조도 분류	조도범위(Lx)	작업면 조명방법
어두운 분위기 중의 시식별 작업장	A	3-4-6	공간이 전반조명
어두운 분위기의 이용이 빈번하지 않은 장소	B	6-10-15	
어두운 분위기의 공공장소	C	15-20-30	
잠시 동안의 단순작업장	D	30-40-60	
시작업이 빈번하지 않은 작업장	E	60-100-150	
고휘도 대비 혹은 큰 물체 대상의 시작업 수행	F	150-200-300	작업면 조명
일반휘도 대비 혹은 작은 물체 대상의 시작업 수행	G	300-400-600	
저휘도 대비 혹은 매우 작은 물체 대상의 시작업 수행	H	600-1000-1500	
비교적 장시간 동안 저휘도 대비 혹은 매우 작은 물체대사의 시작업 수행	I	1500-2000-3000	전반조명과 국부조명을 병행한 작업면 조명
장시간 동안 힘드는 시작업 수행	J	3000-4000-6000	
휘도대비가 거의 안되며 작은 물체의 매우 특별한 시작업 수행	K	6000-10000-15000	

주) 1. 조도범위에서 왼쪽은 최저, 중간은 표준, 오른쪽은 최고조도 이다.
2. 장소 및 작업의 명칭은 가나다순으로 배열하고 동일 행에 배열된 것은 상호 연관 정도를 고려하여 배열하였음.

<표 4.1-2> 펌프장내의 표준 소요조도

장 소	소요조도(Lx)	비 고
조작실 바닥	300	JIS Z9110-1979(일본법령))에 따른다.
전기실 바닥	150	
펌프실 바닥	150	이상식의 바닥(지하펌프실)은 75Lx
펌프구동용 내연기관 설치바닥	150	
보조기 설치바닥	150	
제진기설치바닥	50	
흡입조 수면	30	여과기 부근
게이트 설치바닥	30	

<표 4.1-3> 광원의 특징과 적용분야

광원의 종류		용량 (W)	효율 (Lm/W)	수명 (h)	특 성	적용 분야
백열전구	일반전구	10 ~ 1000	7 ~ 16	1000	저가, 취급용이, 소형	보안용, 국부조명 용
	반사형 투광전구	50 ~ 500	9 ~ 12	1000 ~ 2000	취급용이, 오염에 강함	투광조명, 보조용 (소용량)
	할로겐램프	100 ~ 500	10 ~ 19	1500 ~ 2000	소형, 경량	투광 조명
	백색(구전구)	40 ~ 100	10 ~ 14	2000	눈부심이 적다	보안용, 국부조명용
형광등	일반램프	4 ~ 40	28 ~ 85	7500 ~ 10000	경제적, 글레어가 작다/열방사 적다.	낮은 천장 전반 조명, 양질 조명
	고출력램프	60 ~ 110	69 ~ 83	10000	고광도	높은 천장의 전반 조명
	반사형램프	20 ~ 40	49 ~ 64	7500 ~ 10000	고광속, 오염에 강함	전반조명, 국부조명
수은등	일반램프	40 ~ 1000	35 ~ 63	6000 ~ 12000	고광속	옥외작업장, 전 반조명
	형광램프	40 ~ 1000	32 ~ 59	6000 ~ 12000	개선된 광속	높은 천장의 전반 조명(5m 이상)
	반사형램프	40 ~ 1000		6000 ~ 12000	오염에 강함	먼지가 많은 장소
	초크레스램프	250 ~ 500	16 ~ 27	6000	광색이 좋다. 시동시간이 짧다	
메탈할라이드	고연색형	125 ~ 400	40 ~ 50	6000	자연광에 근접	높은 천장의 전반 조명 , 투광조명 검사조명
	투명형 형광형	250 ~ 1000	66 ~ 83	6000	광색이 좋다	전반조명
고압나트륨등		250 ~ 700	100 ~ 120	9000	고광도	옥외작업장, 투광조명

(2) 조명기구의 설치

① 옥내 조명용의 광원에는 백열등, 형광등, 메탈할라이드등, 수은등을 설치하고 조작실 및 관리실의 조명에는 효율이 좋은 형광등을 설치, 천장이 높은 펌프실은 메탈할라이드등 및 수은등을 정전시의 보안등에는 백열등을 설치하며, 비 관개기간에는 한전전원이 단전에 따른 시설물의 점검 및 정비에 필요한 조명 시설을 고려해야 한다.

(3) 조도계산

① 조도계산은 평균조도로 한다.

$$\text{소요평균조도}(E) = \frac{N \times F \times U}{A \times D}(1\text{X})$$

N : 램프수 (개)

F : 1개당의 광속 (L m)

U : 조명률
A : 면적 (㎡)
D : 감광보상률

② 조명률 산정시 실지수는 다음에 의한다.

$$\text{실지수} = \frac{XY}{H(X+Y)}$$

X: 방의 가로길이 (m)
Y: 방의 세로길이 (m)
H: 피조면에서 조명기구까지의 높이 (m)

4.1.4 소방 설비

(1) 일반사항

① 전기소방설비의 시설항목에 대하여는 소방법령(소방시설설치유지 및 안전관리에 관한 법률) 및 건축법시행령 등에서 정한 기준을 우선 적용하여야 한다.

② 전기소방설비설계는 소방용 비상전원, 유도등, 비상조명등, 비상콘센트 및 전원배선(내화배선)에 이르는 전력부분과 자동화 재탐지, 누전경보, 비상경보와 같은 약전류 회로 및 무선통신 보조설비 등의 소방용 구내통신설비를 말한다.

(2) 비상전원 및 배선

① 평상시 사용하는 전원(상용전원)의 공급이 끊겼을 경우 공급하는 전원을 비상전원(또는 예비전원)이라 한다.

② 비상전원은 일반전기사업자가 설치한 2개의 서로 다른 변전소에서 수전하는 2계통수전방식(본선 및 예비전원수전), 자가용발전기 및 축전지에 의한 전원으로서 설비별 적용 비상전원은 다음 <표 4.1-4>를 참조한다. 또한 비상전원에서 공급하거나 비상회로에 연결되는 외부전원 수전은 다른 부하의 사고에 의해 회로가 차단되는 등의 우려가 없는 비상전원 수전설비방식에 의한다.

③ 소방설비의 전원회로 배선은 내화배선에 의하고 제어회로의 배선은 내화배선 또는 내열배선에 의한다. 내화 및 내열배선의 공사방법 선정은 다음 <표 4.1-4>를 참조한다.

④ 감지기 사이의 회로배선은 송배선식으로 하고 회로의 끝 부분에는 종단저항을 설치한다. 다만 아날로그 감지기를 사용하는 경우에는 제외.

<표 4.1-4> 소방설비의 내화 및 내열 배선

소 방 설 비	비상전원 구분			공급시간	비 고
	2계통 수전	발전 설비	축전지		
옥내소화전설비 스프링클러설비 포소화설비	○	○	○	20분 이상	
물분무소화설비 (이산화탄소소화설비) (할로겐 소화설비) (분말소화설비)	○	○	○	20분 이상	
유도등			○	20분 이상	
비상조명등	○	○	○	20분 이상	
자동화재탐지설비 비상경보설비			○	감시60분 후 경보10분 이상	
제연설비	○	○	○	20분 이상	
비상콘센트설비	○	○		20분 이상	
무선통신보조설비			○	30분 이상	

4.1.4.1 자동화재 탐지설비

(1) 개요

① 자동화재탐지설비는 화재의 사실을 감지하여 수신기로 연락하는 설비를 총칭하는 것으로서 화재의 조기발견을 목적으로 하는 설비이다.

② 자동화재탐지설비의 구성요소는 수신기, 발신기, 음향장치, 감지기, 중계기 등으로 한다.

구분	사 용 전 선	공 사 방 법
내화배선	600V HIV전선 CV케이블 클로로플렌 외장 케이블 강대외장 케이블 버스 덕트 기타 (고시하는 전선)	1) 제1방법 금속관, 금속가요전선관 또는 합성수지관에 수납하여 내화구조의 벽 또는 바닥에 표면에서 25[mm]이상 깊이로 매설 2) 제2방법 내화성능의 배선전용실 또는 배선용샤프트(ES), 피트, 덕트에 설치 단, 다른설비 배선과 공용시 150[mm]이상 이격하거나, 최대 배선지름의 1.5배 이상 높이의 불연성 격벽을 설치
	내화전선(FR케이블) MI 케이블	케이블공사 방법에 의한다.
내열배선	600V HIV 전선 CV 케이블 클로로플랜 외장 케이블강대외장 케이블 버스 덕트 기타 (고시하는 전선)	1) 제1방법 금속관, 금속가요전선관, 금속덕트 또는 불연성덕트내 설치하는 케이블공사에 의함. 2) 제2방법 내화성능의 배선전용실 또는 배선용샤프트(ES), 피트, 덕트에 설치 단, 다른설비 배선과 공용시 150[mm]이상 이격하거나 최대배선지름의 1.5배이상 높이의 불연성 격벽을 설치
	내화전선(FR케이블) 내열전선(HVV케이블) MI 케이블	케이블공사 방법

(2) 수신기

① 수신기는 P형(1급, 2급), R형과 가스누설경보설비가 시설되는 경우는 GP형, GR형을 사용하거나 가스누설경보기용 수신기는 별도로 설치한다.

② 소방대상물이 지하층, 무창층으로 환기가 잘되지 않는 경우 실내 부피가 작은 경우, 층고가 낮은 경우로서 비화재 경보의 우려가 있을 때는 축적식 수신기를 설치한다.

③ 수신기는 상시 사람이 근무하는 장소(수위실 등)에 설치하며, 방재센터가 설치된 경우 방재센터에 설치하고, 소방대상물내 2개이상 수신기가 설치된 경우에는 상호 동시통화설비를 시설한다.

④ 수신기는 조작 및 점검에 용이한 면적을 갖도록 하고, 전도방지 대책을 수립 한다.

(3) 발신기

① 발신기는 소방대상물의 각 부분에서 수평거리가 25m 이내가 되도록 설치한다.

② 발신기는 일반적으로 지구경종, 위치표시등과 일체화한 패널형태의 단독형 또는 소화전함과 일체형으로 설치되며 스위치까지의 높이를 바닥에서 0.8m이상 1.5m이하에 설치한다.

(4) 음향장치

① 주 음향장치는 수신기에 내장하고 지구음향장치는 소방대상물의 각 부분에서 수평거리 25m이내가 되도록 설치한다.

② 하나의 소방대상물 내 수신기가 2개 이상 설치된 경우 어떤 수신기에서도 지구음향장치를 동작시킬 수 있도록 회로를 구성하고, 일정규모(5층 이상으로 연면적 3000m2)이상인 경우는 우선 경보회로로서 구성한다.

③ 지구음향장치는 일반적으로 발신기, 위치표시등과 일체화한 패널 형태의 단독형 또는 소화전함과 일체형으로 설치한다.

(5) 감지기

① 감지기는 화재 시 발생하는 열, 연기, 불꽃을 감지하여 그 신호를 수신기로 보내는 것이다.

② 차동식, 정온식, 보상식, 열복합식의 스폿형 감지기는 면적에 의한 것 이외에 설치면에서 400mm이상 돌출된 보로서 구획된 부분별로 설치하고, 감지기 하단은 설치면에서 300mm 이내가 되도록 한다.

③ 차동식 분포형(공기관식)감지기의 공기관은 감지구역(벽이나 600mm이상의 보로 구획된 부분)마다 20m이상 100m이하로 하고 설치 면에서 300mm이내가 되도록 하며, 검출부는 5 이상 기울이지 않는다.

④ 정온식 감지기는 주위온도가 공칭 동작온도보다 20℃ 이상 낮은 장소에 설치한다.

⑤ 스폿형 연기감지기는 천장이 낮거나(2.3m미만), 작은(40m3미만) 거실의 경우 입구부분, 천장에 흡기구가 있는 거실은 흡기구 부근에 설치하고, 감지기 하단은 설치면에서 600mm 이내로 벽이나 보로부터 600mm이상 떨어져 설치한다. 또한 복도 및 통로에서는 보행거리 30m(3종은 20m)마다 1개씩, 계단 및 경사로에서는 수직거리 15m(3종은 10m)마다 1개 이상 설치한다.

⑥ 열연기 복합식 스폿형 감지기는 열감지기와 연기식 스폿형감지기의 설치사항을 모두 준수

한다.

⑦ 광전식 분리형감지기는 직접 일광이 수광 되지 않도록 하고, 벽에서 1m이내가 되도록 하며, 광축이 벽과 평행한 경우는 600mm이상 이격한다.

⑧ 감지기는 부착높이에 따라 선정하고 환기가 잘되지 않거나, 실내용적이 적거나 실의 높이가 낮아서 화재 이외의 열기, 연기, 먼지에 의해 화재신호가 발생할 우려가 있는 경우에는 복합형감지기 또는 축적형 감지기를 설치한다.

(6) 중계기

① 중계기는 수신기와 감지기 사이에 설치하며 조작 및 점검이 편리한 장소에 설치한다.

② 수신반 이외에 별도로 전력을 공급받는 경우는 전원입력측 배선에 과전류차단기를 설치하고, 전원 정전시 수신기에 표시되며 상용 및 예비전원의 시험이 가능해야 한다.

4.1.4.2 비상경보설비 및 비상방송 설비

(1) 개요

① 비상경보설비(비상벨, 자동식사이렌, 단독형화재경보기) 및 비상방송설비는 화재시 이 사실을 소방대상물내 거주인원에게 알려주는 설비로서 대피 또는 소화활동에 이르도록 하는 것을 목적으로 한다.

② 비상방송설비가 일반방송과 겸용하는 경우는 비상방송설비 기준이상으로 하여야 한다.

(2) 비상벨 또는 자동식 사이렌

① 소방대상물 각 부분에서 수평거리가 25m이내가 되도록 설치한다.

② 비상벨, 자동식사이렌은 가스, 습기에 의해 부식의 우려가 없는 장소에 설치하여야 하며 조작장치는 바닥으로부터 0.8m이상 1.5m이하에 설치한다.

(3) 단독형 화재경보기

① 소방대상물의 각 실마다 설치하고 각 실의 바닥면적이 150m2를 초과하는 경우 150m2마다 1개 이상 설치한다. 이때 벽체의 상부가 개방되어 공기가 유통되고 각각 30m2이내가 되는 실은 전체를 1개의 실로 본다.

② 대상물의 최상층 계단실 천장에 설치하며, 이때 외기가 통하는 계단은 설치하지 않는다.

(4) 비상방송설비

① 스피커는 각층마다 각층의 각 부분에서 수평거리가 25m이내가 되도록 설치하여 스피커의 음성입력은 3W(실내설치시 1W)이상으로 한다.

② 일반방송과 겸용으로서 음량조절기(ATT)를 설치하는 경우 3선식 배선으로 하여 비상방송에 문제가 없도록 하여야 한다.

③ 하나의 소방대상물내 비상방송 조작장치가 2개 이상 설치된 경우, 각 조작장치사이에 상호동시통화설비를 설치하고, 각각의 조작부에서 전체를 방송할 수 있도록 회로를 경보회로로서 구성하여야 한다.

④ 비상방송 조작장치의 스위치는 바닥에서 0.8m이상 1.5m이하의 높이에 설치하고, 증폭기(AMP) 및 조작장치의 설치는 사람이 상시근무하는 장소(수위실 등)에 설치하며, 방재센터가 설치된 경우는 방재센터에 설치한다.

(5) 유도등

① 개요

가. 유도등은 화재 등 재난시 소방대상물내 거주 인원을 신속하고 안전하게 대피할 수 있도록 피난구의 위치, 피난방향을 표시토록 하는 것을 목적으로 한다.

나. 피난구의 위치를 표시하는 것을 피난구유도등, 피난구까지의 경로를 표시하는 통로유도등, 객석의 통로에 설치하는 객석유도등으로 구분된다.

② 피난구 유도 등

가. 피난구유도등은 옥내에서 직접 지상으로 통하는 출입구 및 그 부속실 출입구, 직통계단, 직통계단의 계단실 및 그 부속실의 출입구에 설치한다.

나. 피난구유도등은 (1)이외에 (1)에서 열거한 출입구로 통하는 복도(또는 통로)로 통하는 출입구와 안전구획된 거실로 통하는 출입구에 설치한다.

다. 피난구 유도등은 피난구의 바닥으로부터 1.5m이상의 높이에 설치한다.

③ 통로유도등

가. 복도 통로유도등은 복도부분, 거실 통로유도등은 거실내의 통로부분, 계단 통로유도등은 각 층의 계단참(또는 경사로 참)부분에 설치한다. 또한 거실내에서 통로부분에 벽체 등이 있는 경우는 복도 통로유도등을 설치한다.

나. 복도 통로유도등 및 거실 통로유도등은 피난로상 유효한 구부러진 모퉁이에 설치하고, 또한 보행거리 20m이내가 되도록 설치하며, 통행에 지장이 없도록 하여야 한다.

다. 복도 통로유도등의 경우는 바닥으로부터 1m이하의 높이에 설치한다.

④ 객석유도등

가. 객석유도등은 객석의 통로, 바닥 또는 벽에 설치한다.

나. 객석내 통로가 경사로, 수평로로 된 경우 다음 식에 의한 산출수량 이상을 설치한다.

(6) 비상조명등

① 비상조명등은 화재 등 재난시 정전에 대비하여 소방대상물내 거주인원의 피난에 필요한 최소한의 밝기를 정한 것이므로 참조한다.

② 비상조명등은 소방대상물의 거실, 거실에서 지상에 이르는 복도, 계단과 통로에 설치한다.

(7) 비상콘센트설비

$$\mathrm{En} \geq \frac{\text{객석통로의 직선부분거리}[m]}{4} - 1$$

여기서, En : 설치수량 [개]

① 비상콘센트는 소화활동 장비의 전원공급을 목적으로 설치한다.

② 비상콘센트용 상용전원회로 배선

가. 저압수전시는 인입개폐기 직후에서 전용배선하여야 한다.

나. 특고압, 고압수전시는 변압기 2차측의 주차단기 1차측에 분기하여 전용배선으로 한다.

③ 비상콘센트용 전원회로

가. 3상교류는 380V로 3kVA, 단상교류는 220V로 1.5kVA 이상을 공급한다.

나. 회로수는 각층에서 2계통(1층에1개 설치시는 1계통가능)이상이 되도록 하며, 이때 1회

로당 10개 이내를 설치하고, 전선의 공급용량은 비상콘센트 수량합계(3개 이상 일 경우 3개)에 해당하는 용량이상으로 하여야 한다.

다. 전원회로는 주배전반에서 전용회로로 해야 하며 다른 설비사고에 의해 회로의 차단 우려가 없는 경우는 예외로 한다.

④ 비상콘센트의 접지극에는 3종 접지공사를 시행한다.

⑤ 비상콘센트 설치기준

가. 소방대상물의 지하층과 지상11층 이상의 각층에 설치한다.

나. 아파트인 경우는 각층 1개씩을 계단으로부터 5m이내, 층별 면적이 1,000m2 미만 인 경우 각층 1개씩을 계단으로부터 5m이내, 아파트를 제외한 층별 면적이 1,000m2이상인 경우 각 계단마다(계단이 3개 이상인 경우 2개 계단) 5m이내에 설치한다. 또한 비상콘센트와 각층의 각 부분까지의 수평거리가 지하가 또는 지하층 바닥 연면적이 3,000m2 이상인 경우는 25m이내, 기타의 경우는 50m이내가 되도록 추가 설치한다.

(8) 무선통신보조설비

① 무선통신보조설비는 일정규모 이상의 지하가와 지하층을 대상으로 하며 화재 발생 시 소방대가 이곳으로 진입할 경우 소방대간 무선통신을 목적으로 하는 설비이다.

② 무선장비 접속단자

가. 지상에서 유효한 소방활동을 할 수 있는 장소(지하가) 출입구, 지하층 출 입구 등)나 상시 사람이 근무하는 장소(수위실 등)에 설치하고 방재센터 (소방제어 실)가 있는 경우 방재센터에 설치한다.

나. 접속단자는 바닥으로부터 0.8m이상 1.5m이하의 높이에 설치하며, 지상에 설치 하는 경우는 보행거리 300m마다 다른 용도의 접속단자와 구분 하여 시설한다.

③ 선로용 기기(분배기, 분파기, 혼합기)는 50Ω의 임피던스를 갖는 것으로 하고, 먼지, 습기, 부식 등에 의해 기능에 이상이 생기지 않아야 한다.

④ 누설동축케이블

가. 소방전용 주파수대역에서 전파의 전송, 복사에 적합한 전용설비로 해야하고(소방대 상호간 무선연락에 지장이 없는 경우는 겸용설비가능), 불연 또는 난연성으로 습기에 의한 전기적 특성변화가 없어야 한다.

나. 동축케이블과 기기와의 연결이나 배관을 사용하여 매입하는 경우는 동축 케이블을 사용하고 케이블의 임피던스는 50Ω으로 한다. 또한 누설 동축케이블의 말단에는 무반사 종단저항을 설치한다.

(9) 케이블 연소방지

① 지하구(공동구, 동도 등)에 설치하는 케이블, 전선은 연소방지도료를 도포하여야 한 다. 단, 내화배선 방법으로 한 경우와 동등이상의 내화성능이 있는 경우는 연소방지 도료를 도포할 필요가 없다.

② 전선관, 케이블, 버스덕트, 배선덕트가 방화구획을 관통하는 경우에는 관통부로 화재의 화염, 열, 연기가 이동하지 않도록 설계한다.

4.2 게이트

(1) 게이트는 확실하게 개폐가 되고 필요한 수밀성 및 내구성을 가지며 언제나 예상 되는 하중에 대하여 안전한 구조이어야 한다.

(2) 양·배수장에 설치되는 롤러게이트, 슬라이드게이트 및 빈지(Stop log)가 있고 그 사용목적에 따라 취수구용, 수로차단용, 배출통관용, 펌프점검·수리용 등이 있다. 게이트 설계는 사용목적에 적당한 형식을 선정하고 확실한 개폐, 수밀성 및 내구성을 가지고 언제나 예상되는 하중에 대하여 안전한 구조로 해야 한다.

4.2.1 롤러 게이트와 슬라이드 게이트의 비교

(1) 롤러게이트(Roller Gate) 및 슬라이드게이트(Slide Gate)는 비교하면 다음과 같이 다르다.

① 비체에 따라 크게 다른 점은 롤러게이트는 롤러에 의하여 수압하중을 호구에 전달하는데 반하여 슬라이드게이트는 지압판에 의하여 전달된다.

② 호구의 철재는 롤러게이트의 경우는 롤러레일과 수밀판으로 구성됨에 반하여 슬라이드게이트는 지압판과 수밀판에 의해서 구성된다.

③ 게이트 규모는 소형게이트(비체면적이 개략 10㎡ 이하)에서는 슬라이드 게이트가 많이 사용되고 그 이상에서는 롤러게이트가 사용된다.

④ 개폐장치로서는 수동, 전동, 유압의 형식이 있다. 슬라이드게이트에서는 스핀들식 또는 래크식, 롤러게이트는 와이어로프식이 일반적이나 양·배수장 기기에 유압을 사용할 때는 유압식을 많이 사용된다. 개폐 속도는 일반적으로 매분 0.3m 정도로 한다.

4.2.2 설계 계산

(1) 하중계산

① 비체의 설계는 자중, 정수압, 니압, 파압, 부력, 개폐력, 빙압, 지진시 동수압, 지 진시 관성력, 풍하중, 설하중, 온도변화에 의한 영향, 유수에 의한 수압의 변화 및 이에 기인한 진동에 의한 하중증가 등을 고려할 필요가 있다.

② 일반적으로 각 하중은 다음에 표시하는 경우에 대하여 고려한다.

가. 자중: 경간에 대하여 비고가 약 1/10 이하의 수문비

나. 니압: 퇴적니토가 있을 경우에 설치되는 문비

다. 개폐력: 개폐력의 전달부분에 대하여 검토한다.

라. 빙압: 극한지에 있어 결빙방지장치가 없는 경우

마. 파압: 파랑의 충돌에 의한 압력을 특히 고려할 필요가 있는 경우

바. 유수에 의한 수압변화 및 이에 기인한 진동으로 인한 하중증가: 큰 수심에서 조작하는 수문비, 비교적 수심이 큰 대형 문비의 저부부근, 장경간의 문비, 배면에 물이 있는 상태로 방류하는 문비, 단, 진동억제를 고려한 고압게이트는 여기에서 제외한다.

사. 온도변화에 의한 영향: 특히 장경간 게이트 등의 경우

아. 풍하중: 수면상에 달아 올리는 비체의 경우

자. 설하중: 눈이 많은 지역에 있어서 수문비의 수평 주빔 및 각주 등에 적설하중을 고려할 필요가 있는 경우

③ 하중의 조합은 용도, 종류, 설치장소에 따라 정할 필요가 있다.

가. 상사: 자중, 정수압, 니압, 파압, 부력, 풍하중, 설하중, 온도변화에 의 한 영향, 유수에 의한 수압변화 및 이에 기인한 진동에 의한 하중증가, 개폐력 및 빙압

나. 지진시: 자중, 정수압, 니압, 파압, 부력, 빙압, 설하중, 지진시 동수압, 지진시 관성력 주된 하중의 계산식을 다음과 같이 표시한다.

(가) 정수압

$$P = w_0 \cdot H_0$$

P: 접촉면상 임의의 점에서의 정수압 (tf/㎡)

w_0: 물의 단위체적중량 (tf/㎥)

H_0: 비체의 직상류의 수위에 파랑고를 가산한 것으로부터 접촉면상 임의의 점까지의 수심(m)

(나) 니압

$$P_e = C_e \cdot w_1 \cdot d$$

P_e: 접촉면상 임의의 점에 있어서 니압의 수평력 (tf/㎡)

C_e: 니압계수 (일반적으로 0.4 ~ 0.6을 사용한다)

w_1: 퇴적니토의 수중에 있어서의 단위체적중량 (tf/㎥)

d: 퇴적니토면부터 접촉면상의 임의의 점까지의 깊이 (m)

(다) 지진시 동수압

$$P_d = \frac{7}{8} \cdot w_0 \cdot k \cdot \sqrt{H \cdot h}$$

P_d: 지진시동수압 (tf/㎡)

w_0: 물의 단위체적중량 (tf/㎥)

k: 설계수평진도

H: 수심(m) 저수면부터 기초지반까지의 높이(바람 및 지진에 의한 파랑고는 포함하지 않음)

h : 저수면부터 임의의 점까지의 수심 (m)

4.2.3 허용응력

(1) 비체, 호구, 고정부 및 스크린에 사용하는 재료의 허용응력은 다음 <표 4.2-1>에 표시한 값을 사용한다.

<표 4.2-1> 주·단강품 및 기계구조용 탄소강의 허용응력도 (단위: kgf/㎠)

강종 / 종류	단강품	주 강 품			기계구조용탄소강		
	SFB4	SC450	SC480	SCW410	SM25C	SM35C	SM45C
축방향인장응력도	1,150	1,150	1,250	1,200	1,350	1,550	1,750
축방향압축응력도	1,150	1,150	1,250	1,200	1,350	1,550	1,750
만곡응력도	1,150	1,150	1,250	1,200	1,350	1,550	1,750
전단응력도	650	650	700	700	800	900	1,000
지압응력도	1,750	1,750	1,900	1,800	2,050	2,350	2,650

<표 4.2-2> 구조용 강재 (단위 kgf/㎠)

강 종류구 분	SS400, SM400(A), SMA41A	SM490A	SMA50A
	두께 ≤ 40mm	두께 ≤ 40mm	두께 ≤ 40mm
1. 축방향 인장응력도 (순단면적에 대하여)	1,200	1,600	1,800
2. 축방향 압축응력도 (총단면적에 대하여) 압축부재 l : 부재의좌굴길이(㎝) r : 부재의 총단면의 단면2차반경(㎝)	$\frac{l}{r} \le 20$: 1,200 $20 < \frac{l}{r} \le 93$: $1,200 - 7.5(\frac{l}{r} - 20)$ $93 < \frac{l}{r}$: $\frac{10,000,000}{6,700 + (\frac{l}{r})^2}$	$\frac{l}{r} \le 15$: 1,600 $15 < \frac{l}{r} \le 80$: $1,600 - 11.2(\frac{l}{r} - 15)$ $80 < \frac{l}{r}$: $\frac{10,000,000}{5,000 + (\frac{l}{r})^2}$	$\frac{l}{r} \le 14$: 1,800 $14 < \frac{l}{r} \le 76$: $1,800 - 13.3(\frac{l}{r} - 14)$ $76 < \frac{l}{r}$: $\frac{10,000,000}{4,500 + (\frac{l}{r})^2}$
압축첨접재	1,200	1,600	1,800
3. 굽힘응력 - Beam의 인장단 (순단면적에 대하여)	1,200	1,600	1,800
- Beam의 압축단 (총단면적에 대하여) A_W : 복판의총단면적(㎠) A_C : 압축 Flange의 총단면적 (㎠) l : 압축 Flange의 고정점간 거리(㎝) b : 압축 Flange폭(㎝) $K = \sqrt{3 + \frac{A_W}{2A_C}}$	$\frac{l}{b} \le \frac{9}{K}$: 1,200 $\frac{9}{K} \le \frac{l}{b} \le 30$: $1,200 - 11(K\frac{l}{b} - 9)$ 단, $\frac{A_W}{A_C} < 2$의 경우는 K=2로 한다.	$\frac{l}{b} \le \frac{8}{K}$: 1,600 $\frac{8}{K} \le \frac{l}{b} \le 30$: $1,200 - 16(K\frac{l}{b} - 8)$ 단, $\frac{A_W}{A_C} < 2$의 경우는 K=2로 한다.	$\frac{l}{b} \le \frac{7}{K}$: 1,800 $\frac{7}{K} \le \frac{l}{b} \le 27$: $1,800 - 19(K\frac{l}{b} - 7)$ 단, $\frac{A_W}{A_C} < 2$의 경우는 K=2로 한다.
Skin Plate등으로 직접 고정된 Beam 경우	1,200	1,600	1,800
4. 전단응력 (총 단면적에 대하여)	700	900	1,050

주) 각 강종에서 두께가 40mm를 초과하는 경우에는
SS400, SM400(A), SMA41A : 두께 ≤ 40mm 인 경우의 0.92배
SM490A : 두께 ≤ 40mm 인 경우의 0.94배
SMA50A : 두께 ≤ 40mm 인 경우의 0.95배

4.2.4 여유두께

(1) 비체에 사용하는 부재의 철판두께는 계산된 철판두께에 다음 <표 4.2-3>에 표시한 부식두께를 가산한 두께 이상으로 한다. 단, 내식성이 양호한 재료 및 표면처리를 하는 경우는 이것에 준하지 않는 것으로 한다.

<표 4.2-3> 여유두께 (단위: mm)

접수조건 / 수질조건	항상 물에 닿고 있는 상태		항상 물에 닿고 있지 않은 상태	
	편면접수부재	양편접수부재	편면접수부재	양면접수부재
담수	1.0	2.0	0.5	1.0
해수	1.5	3.0	1.0	2.0

주) 1. 모래 등에 의해 마모가 우려되는 부재는 필요한 마모두께를 가산할 필요가 있다.
2. 만조시 일시적으로 해수에 접하는 문비는 해수구역에 준한다.
3. 하천에 설치되는 언(堰)·수문 게이트는 일반적으로 양면접수로 간주한다.
4. 다음 조건하의 게이트는 「항상 물에 닿고 있지 않는 상태」로 간주한다.1) 수문이나 통문과 같이 증수되는 경우에 사용하는 게이트2) 수리용 게이트
5. 스테인리스강 등의 내식성이 양호한 재료를 사용하는 경우에는 부식 두께를 가산하지 않는다.

4.2.5 비체의 휨에 의한 처짐

(1) 비체의 휨에 의한 처짐은 경간의 1/800 이하로 한다. 또한, 수밀부가 금속접촉형의 문비는 수밀성을 확보하기 위하여 경간의 1/1,500 이하로 한다.

4.2.6 개폐장치의 안전율

(1) 사용하는 원동기의 정격 토크로부터 계산한 응력이 사용재료의 인장강도에 대하여 아래<표 4.2-4> 이상의 값으로 하고, 최대 토크로부터 산출한 응력이 사용재료의 항복점 응력의 90% 이하가 되도록 하여야 한다.

(2) 또한, 사용재료의 안전율은 <표 4.2-4>에 제시한 이외의 재료에 대해서는 이에 준한다.

4.2.7 개폐동력장치의 용량과 시간정격

(1) 전동기용량은 계산된 개폐력에 대하여 100% 이상의 용량으로 하고 전동기 정격토크에 대해 기동토크는 200% 이상, 최대토크가 300% 이하로 한다.

(2) 전동기의 시간정격은 전양정을 운전하는데 필요한 시간 이상으로 한다. 다만 1회당의 운전계속시간 이상으로 한다.

(3) 자동제어 등에서 기동, 정지를 빈번하게 되풀이하는 경우는 장시간의 반복운전을 해도 지장이 없는 것으로 하여야 한다.

(4) 개폐장치에 직결해서 사용하는 내연기관의 용량은 계산개폐력의 150%이상의 용량의 것이어야 한다.

<표 4.2-4> 사용재료의 안전율

강 종 류	안 전 율		
	인장	압축	전단
일반 및 용접구조용 압연강재(SS, SM재)	5	5	8.7
탄소강 단강품 (SF재)	5	5	8.7
기계구조용탄소강강재 (S-C재)	5	5	8.7
탄소강 주강품 (SC재)	5	5	8.7
스테인리스강봉(STS재)	5	5	8.7
그레이 주철품(GC재)	10	3.5	17
구상흑연 주철품(GCD)	7	2.5	12
청동주물 (BS재)	8	8	10
와이어 로프 (Wire rope)	8 (개폐정하중에 대하여)		
판 링크 체인 (Link chain)	6.5 (개폐정하중에 대하여)		

<표 4.2-5> 각부의 기계효율

구 동 부	기계효율
시브(Sheave) 1개에 대해 (Plane bearing)	0.95
시브(Sheave) 1개에 대해 (Roller bearing)	0.98
드럼(Drum) (Plane bearing)	0.95
드럼(Drum) (Roller bearing)	0.98
평기어 1조에 대해 개방(Bearing을 포함)	0.95
베벨기어 1조에 대해 유욕(油浴)(Bearing을 포함)	0.97
사이클로(Cyclo)감속기(기동시, 주위온도 20℃)	
감속비 1/59 ~ 1/11	0.8~0.85
감속비 1/87	0.75~0.80
감속비 1/121 이상	0.65~0.70
체인구동 쇄차(鎖車) 1개에 대해	0.95
래크, 기어, 래크와 피니온	0.90

<표 4.2-6> 마찰계수

마찰의 종류	마찰계수
스핀들의 스크류면	0.2
웜의 스크류면	0.06 ~ 0.10 (기동시)
웜의 스크류면	0.03 ~ 0.06 (운전시)

4.2.8 제동기

(1) 개폐장치에는 제동기구를 설치하여야 한다. 브레이크 용량이 과대하면 정지시의 충격력이 크게 되므로 전동기의 경우에는 정격토크, 엔진인 경우는 최대토크에 대하여 각각 150% 정도로 함이 바람직하다.

4.2.9 개폐장치의 안전장치 및 부속설비

(1) 개폐장치에는 필요에 따라서 아래와 같은 장치를 설치한다.

① 제한개폐기
② 비상용 제한개폐기
③ 과부하방지장치
④ 비체휴지장치
⑤ 비체경사조정장치
⑥ 비체개도지시장치
⑦ 와이어로프 이완방지장치
⑧ 와이어로우프 이탈방지장치
⑨ 와이어로우프 단말조정자치
⑩ 인터로크장치

4.2.10 유압장치

(1) 유압펌프 및 원동기용량

① 설계압력 및 설계유량은 일반적으로 각각 유압펌프의 정격배출압력의 80%, 정격 배출량의 90% 이하로 한다.

② 한냉지처럼 저온 때문에 손실압력이 정격압력의 20%를 초과하여 실린더 작동압력이 부족한 경우도 있으므로 이러한 경우에는 다음 식으로 산정한다.

$$P_d > \frac{1}{0.9} \cdot (P_0 + P_1 + P_2 + P_3)(MPa) \text{ (MPa)}$$

P_d : 정격압력 (MPa)
P_0 : 개폐하중에 대한 유압실린더내의 압력 (MPa)
P_1 : 유압실린더 무부하작동압력 (MPa)
P_2 : 유압관손실압력 (MPa)
P_3 : 유압유니트손실압력 (MPa)

③ 유압펌프의 구동 원동기의 출력은 설정펌프의 성능에 대하여 충분한 것으로 할 필요가 있다.

(2) 유압실린더

① 유압실린더의 소요 내경은 개폐력과 정격압력에 따라서 결정한다. 또한 유압실린더의 튜브두께를 산정할 때의 허용응력은 인장강도의 1/5로서 부식대를 가산하여 결정한다.

(3) 유압배관

① 유압배관은 KS D 3562 압력배관용탄소강관 또는 KS D 3564 고압배관용 탄소강관을 사용하고 접합부는 기름유출이 없도록 완전히 접합한다.

② 토목구조물의 신축부나 온도변화에 따른 신축에 대해서는 신축이음을 사용하던가 또는 적절한 조치를 강구해야 한다.

③ 유압배관내의 유속이 과대하게 되지 않도록 그 내경을 결정한다.

④ 유압배관을 시행한 후에는 플러싱오일(Flushing oil) 등으로 청소를 해야 한다.

⑤ 1문의 게이트에 복수의 유압실린더를 설치하는 경우는 각 유압실린더가 동조하도록 배려해야 한다.

(4) 작동유

① 작동유는 펌프, 사용압력, 사용온도 범위, 내구성 등을 고려하여 적당한 것을 선정한다. 한냉지에서는 저온유동성이 양호한 것으로서 사용최저온도 보다 적어도 10℃ 낮은 유동점의 작동유를 사용할 필요가 있다.

② 작동유의 사용온도 범위가 넓은 경우는 점도지수가 높은 것을 사용할 필요가 있지만 일반적으로 90~150 정도가 적당하다.

4.3 제진설비

(1) 제진설비는 용수원 또는 배수유역의 쓰레기량과 그 처리방법 등을 검토하여 적절한 형식과 규모를 가진 것으로 설치하여야 한다.

(2) 양·배수장에 적용되는 제진설비에는 스크린과 자동제진기가 있으나 그 사용목적이 펌프의 운전에 지장을 주지 않도록 하기 위한 것으로서 유착되는 쓰레기량과 질에 부합되는 시설로 결정할 필요가 있다.

(3) 또한 보수점검, 내구성, 조작의 난이성 등을 충분히 검토하고 발생된 쓰레기의 처리방법도 함께 고려할 필요가 있다.

4.3.1 스크린

(1) 스크린은 일반적으로 양·배수장 흡입조 입구에 설치하고 쓰레기나 부유물의 유입에 의한 펌프의 폐쇄나 손상을 방지하는 것이다.

(2) 스크린에 걸리는 쓰레기나 부유물을 인력 또는 기계에 의거 제거할 필요가 있다.

(3) 스크린의 유효 목폭은 쓰레기의 량과 질에 따라 결정할 필요가 있다.

<표 4.3-1> 스크린 유효 목폭

펌프구경 (m/m)	스크린유효 목폭(m/m)	펌프구경 (m/m)	스크린유효 목폭(m/m)	펌프구경 (m/m)	스크린유효 목폭(m/m)	펌프구경 (m/m)	스크린유효 목폭(m/m)
200	20	600	60	1,350	80	2,400	100
250	25	700	60	1,500	90	2,600	100
300	30	800	60	1,650	90	2,800	100
350	35	900	70	1,800	100	3,000	100
400	40	1,000	70	2,000	100		
500	50	1,100	70	2,200	100		

주) 1. 스크린의 목폭은 펌프구경의 1/10 ~ 1/30을 표준으로 한다.
2. 3,000mm 이상의 펌프에 대해서는 펌프구경의 1/35 ~ 1/40 정도를 표준으로 한다.
3. 2,000mm 이하의 가동익 펌프의 경우에는 ①항과 ②항에 의거 취한 값보다 다소 적게 할필요가 있다.
4. 스크린을 2개소에 설치할 경우에는 상류측의 스크린의 목폭은 상기 ①, ②, ③항에 의한 것으로 하고, 제진기를 설치할 때에는 상류 측의 스크린에 설치한다. 또한 보안을 목적으로 하류측에 설치하는 스크린의 목폭은 150 ~ 200mm로 한다.

(4) 스크린의 경사각도는 기계제진방식의 경우에는 $\theta = 70°$ 전후, 수동식제진방식인 경우는 $\theta = 45 \sim 60°$ 전후를 표준으로 하지만 될수록 작게 하는 것이 바람직하다.

(5) 스크린 전면의 수로내의 평균유속 V는 계획 유량내에서 운전가능최저수위의 상태로

① 수동식제진방식일 때 $V = 0.3$m/s 이하

② 기계식제진방식일 때 $V = 0.5$m/s 이하를 목표로 하고 계획이외의 과대 유량 시에도 최대 1m/s 이하로 한다.

(6) 스크린 강도는 계획최고수위 상태에서 1m 정도의 수위차가 발생하여도 지장이 없어야하므로 필요에 따라서는 스크린 배후에 보강 빔을 설치한다.

(7) 펌프의 전양정을 정할 때의 스크린의 손실수두는 제진방식에 따라 아래와 같이 한다. 2차 측에 보안용의 조목(粗目) 스크린이 있을 경우에는 스크린의 목폭, 쓰레기의 양에 따라서 수위차가 생기므로 주의를 요한다. 2차 측이란 유입로의 하류측(펌프흡입구 부근)을 말한다.

형 식	스크린 손실수두
정치식 기계제진기	0.1 m
이동식 기계제진기	0.15 m
수동식 제진기	0.3 m

(8) 쓰레기를 끌어올리는 작업과 제진기의 설치, 점검을 하기 위해서 슬래브 공간과 빈지를 설치한다.

기계식 제진	수동식 제진
제진기 설치바닥면적은 기계식 제진기의 형식별로 필요한 공간 또는 점검공간 등을 확보할 필요가 있다. 더욱이 디젤기관의 소음기 등이 그 부근에 설치될 경우에는 3.5m보다도 크게 되는 경우도 있다.	스크린 설치각도 θ 가 작은 경우나 깊이가 큰 경우에는 A치수를 크게 한다.

4.3.2 제진기

(1) 상시운전의 양·배수장이나 증수시에 운전하는 대용량의 양·배수장에서는 스크린에 유착되는 쓰레기를 제거하는데 각종의 제진기가 사용된다.

(2) 양·배수장으로 유하하는 쓰레기의 양은 취수하천의 상황과 배수구역의 산업구조 등에 따라 양 및 종류가 크게 변화함으로 부근의 실태를 조사해서 결정한다. 일반적으로 홍수시의 최대 쓰레기 양은 다음 식으로 추정한다.

$$V = K \cdot Q$$

V : 쓰레기 양 (m^3/h)

Q : 배수량 (m^3/s)

K : 계수 (0.2~0.3)

(3) 제진기의 용량은 유착된 쓰레기의 양을 끌어올려 처리할 필요가 있지만 기구는 쓰레기의 종류나 크기에 적합한 것으로 하여야 한다.
(4) 밭관개에서 스프링클러에 직결할 경우는 로터리스크린, 스트레이너 등 설치에 대하여 검토할 필요가 있다.

4.3.3 반출장치

(1) 제진기에서 수거된 각종의 쓰레기는 펌프장 외로 트럭 등에 의해서 반출될 수 있는 장치가 필요하게 된다.
(2) 또한 수거된 쓰레기의 반출처리방법도 처음부터 충분한 대책을 수립하여야 한다. 반출장치를 구성하고 있는 시설에는 다음과 같은 것이 있다.
(3) 벨트 컨베이어(Belt Conveyor)
① 여러 개의 스크린에서 수거된 쓰레기를 받아서 연속적으로 반출하는 장치를 말하며 일반적으로 가장 많이 사용되고 있다.
② 수평측 방향으로 반출하는 것을 수평 벨트 컨베이어라고 하고 경사지게 설치하여 자동차에 적재하거나 홉퍼(Hopper)에 담게 하는 것을 경사 벨트 컨베이어라고 칭한다. 특히 경사벨트 컨베이어를 설치하는 경우에는 경사각을 수평으로부터 30° 이내로 하여야 한다. 또한 경사벨트 컨베이어에는 미끄럼방지 시설이 되어있는 벨트를 사용하지만 수평벨트 컨베이어에도 미끄럼방지 시설을 갖춘 벨트를 사용하는 것이 좋다.
(4) 에이프론 컨베이어(Apron Conveyer)
① 양측에 엔드레스체인을 설치한 강판제 패널 위에 반출하는 것으로서 대형에 적합하고 체인의 가이드레일에 의해서 곡선운전도 가능하다.
(5) 스킵 호이스트(Skip Hoist)
① 벨트 컨베이어나 트래쉬카로서 운반되어 오는 쓰레기를 대형의 버켓으로 받아 프레임을 따라 거의 수직으로 올려 호퍼에 투입하거나 트럭에 적재시키는 것으로서 경사컨베이어에 비하여 큰 부지를 필요로 하지 않으나 장대물의 처리에는 적당치 않다.
(6) 호퍼(Hopper)
① 컨베이어로 운반된 쓰레기를 모아서 트럭 등으로 장외로 반출하기 위한 것으로 용량은 3㎥로부터 15㎥ 정도가 사용된다. 보통 하부에는 트럭적재에 필요한 높이가 약 2.6m 이상의 공간이 얻어지도록 가대상에 설치한다.
② 호퍼에 달린 게이트의 개폐는 공기압이나 유압 또는 전동식으로 한다.
(7) 반출장치
① 각종의 반출장치 도면과 대형배수장에 설치되는 자동 바-스크린 형식의 자동제진기와 쓰레기 반출장치의 설치도를 표시한다.

4.4 천장크레인

(1) 천장크레인은 펌프설비의 형식과 규모, 그 유지관리 등의 사용빈도를 검토해서 적절한 형식과 용량을 결정하여야 한다.

(2) 천장크레인의 선정은 정격하중을 기초로 하여 크레인형식을 선정할 필요가 있다. 그러나 펌프설비에 따라서는 건물의 보에 훅크 등을 설치하여 천장크레인을 필요로 하지 않는 경우나 건물에 I-빔을 설치해서 여기에 체인블록 등을설치하는 형식도 있다.

(3) 펌프실 위에 조작실 등을 설치하지 않을 경우에는 교형(橋形)크레인을 설치하는 경우도 있다. 따라서 천장크레인의 필요여부는 펌프설비의 형식과 규모, 이에 따른 유지관리 등의 사용빈도를 검토해서 적절히 결정할 필요가 있다.

4.4.1 천정크레인의 형식

(1) 천장크레인의 형식은 특수한 경우를 제외하고는 다음의 4종류로 분류된다.

① 수동식 체인블록(Chain Block)형

② 수동식 트롤리(Trolley)형

③ 전동식 더블레일호이스트(Double Rail Hoist)형

④ 전동식 트롤리형

4.4.2 천장크레인의 선정

(1) 천장크레인은 사용빈도가 많은 경우나 고장시 긴급하게 수리를 요하는 경우 등에는 전동식을 표준으로 하고 대수, 기타 사용빈도가 적다고 판단되는 경우에는 수동식으로 한다. 수동식으로 하는 경우 권상에 시간이 걸리므로(정격하중 10tf 이상으로 양정1m당 10 ~ 20분이 요하고 끌어올리는데 2 ~ 4인이 필요) 권상시에는 전동으로 하는 것도 검토한다(이 경우 A 치수는 전동크레인과 동일하게 한다).

(2) 천장크레인은 평면적 작업을 고려해서 횡행으로 하는 크레인을 표준으로 하고 있지만 작업이 직선인 경우는 주행 없는 전동호이스트 또는 전동체인블록으로 하는 것도 가능하다. 전동호이스트는 양정이 4 ~ 12m, 전동체인블록은 3 ~ 5m의 범위로 사용한다.

(3) 전동식트롤리형의 종류는 JIS B 8801(천장크레인) 및 JIS B 8820(크레인의 정격하중, 정격속도 및 선회반경)에 의거 고속형, 보통형, 저속형으로 분류되고 있지만 펌프의 조립, 설치에 사용되는 천장크레인에 대해서 용량이 큰 경우(특히 입축펌프)는 저속형을 사용하는 것이 바람직하다. 고속형은 스피드가 빨라 작업성이 나쁜 수 있고 전동기 용량이 크게 되는 이유로 사용하지 않을 수도 있다. 또한 작업 조건을 충분히 검토하여 보통형을 사용하는 경우도 종종 있다. 천장크레인의 선정표는 <표 4.4-1>과 같다.

<표 4.4-1> 천장크레인의 선정표

정격하중	천장크레인 형식	
	수동식	전동식
5tf 이하	수동식 체인블록형	-
7.5tf, 10tf	수동식 트롤리형	전동식(저속형)더블레일호이스트형
13tf, 15tf, 20tf	-	전동식(저속형)더블레일호이스트형
25tf	-	전동식(저속형)트롤리형

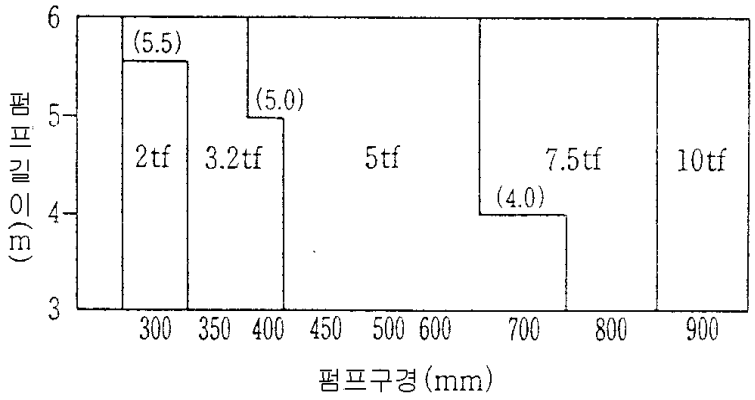
4.4.3 천장크레인의 정격하중 (크레인 후크에 걸 수 있는 최대하중)

(1) 고양정펌프

① 양흡입단단원심펌프, 양흡입다단원심펌프 (C존 펌프, D존 펌프)의 경우는 펌프의 자체분해가 가능하므로 전동기중량은 “KDS 67 30 20 양배수장 구조설계기준”에 따른 하중을 참고한다.

② 입축편흡입원심펌프 (C존)의 경우는 펌프의 자체분해가 가능하므로 전동기 중량은 “KDS 67 30 20 양배수장 구조설계기준”에 따른 하중을 참고한다.

③ 입축사류펌프의 경우는 펌프구경 및 펌프 길이는 아래 <그림 4.4-1>에 따라 정해진다.



<그림 4.4-1> 고양정 입축사류 펌프용 천장크레인 용량 선정도

(2) 저양정 펌프

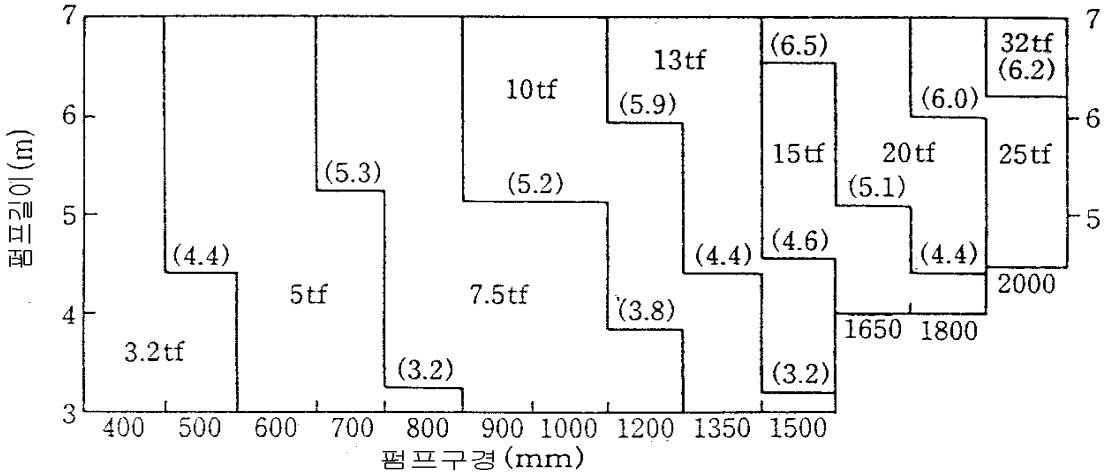
① 횡축축류펌프 및 횡축사류펌프용 천장크레인용량은 아래의 <표 4.4-2>에 의함

<표 4.4-2> 횡축축류펌프 및 횡축사류펌프용 천장크레인용량 선정표

구경 (mm)	횡축축류펌프 (mm)	횡축사류펌프 (mm)	비 고
400	1	1	
500	1	2	
600	2	2	
700	2	3.2	
800	3.2	5	
900	5	5	
1,000	3.2	3.2	
1,200	3.2	5	
1,350	5	7.5	
1,500	5	7.5	
1,650	7.5	10	
1,800	10	13	
2,000	10	15	

주) 1. 900mm 이하는 일체로 달아 올림
2. 1,000mm 이상의 펌프는 분해해서 하부 케이싱을 달아 올림. 따라서 분해중량은 주축, 임펠러, 베어링 등의 중량은 포함되지 않는다.
3. 펌프중량은 전양정이 사류펌프의 경우는 5m, 축류펌프에서는 2.5m, 주요재료는 GC를 사용했을 때의 중량으로 산출 한 것임

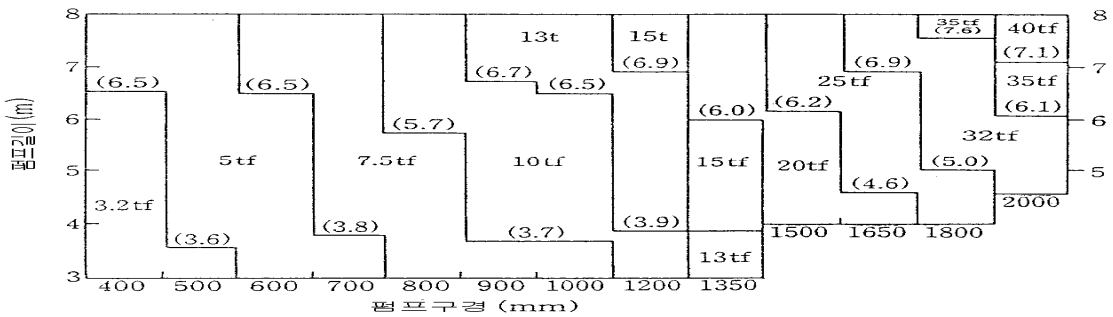
② 입축축류펌프용 천장크레인용량은 아래 <그림 4.4-2>에 의함



<그림 4.4-2> 입축 축류 펌프용 천장크레인용량 선정도

주) 1. 이 <그림 4.4-2>는 펌프구경이 900mm 이하의 것은 일체로 달아 올리고, 1,000mm이상의 것은 배출케이싱을 제외하고 달아 올리는 것으로 작성한 것임
2. 펌프길이(m)는 설치바닥에서 벨 마우스 끝까지를 말한다.

③ 입축사류펌프용 천장크레인용량은 아래 <그림 4.4-3>에 의함



<그림 4.4-3> 입축 사류 펌프용 천장 크레인 용량 선정도

주) 1. 이 <그림 4.4-3>은 펌프구경 900mm 이하는 일체로 달아 올리고, 1,000mm 이상은 배출케이싱을 제외하고 달아 올리는 것으로 작성한 것임.
주) 2. 펌프길이(m)는 설치바닥에서 벨 마우스 끝까지를 말한다.

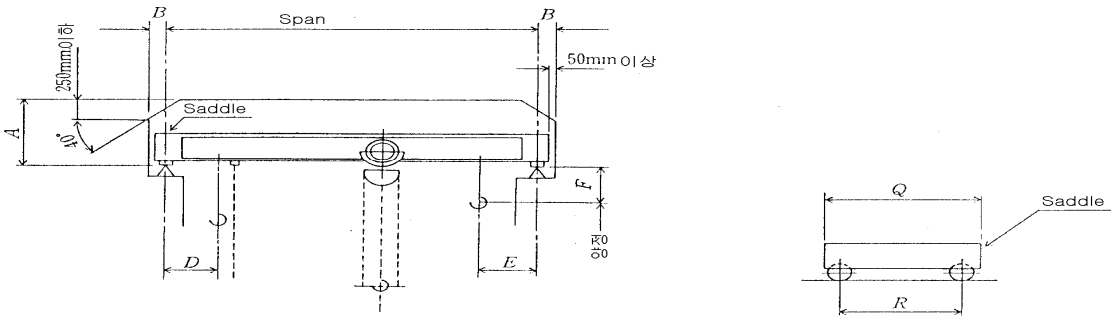
④ 대구경입축·사류펌프용 천장크레인용량은 아래 <표 4.4-3>에 의함

<표 4.4-3> 대구경 입축·사류펌프용 천장크레인용량 선정표

펌프형식 / 구경(mm)	축류펌프(tf)	사류펌프(tf)
2,200	20	25
2,400	25	32
2,600	32	35
2,800	35	40

4.4.4 천장크레인의 주요제원, 주요치수

(1) 수동식 체인블록형 천장크레인

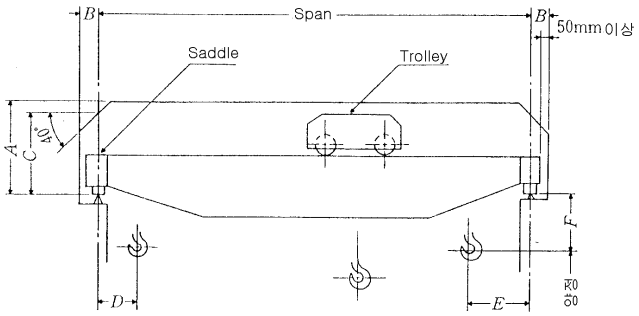


<표 4.4-4> 수동식 체인블록형 천장크레인 주요제원, 주요치수

정격하중 (tf)	스팬 (m)	조작력(kgf)			주행레일 (kgf/m)	주요치수(mm)							최대차륜하중 (tf)	
		권상기	횡행	주행		A	B	D	E	F	Q	R	스팬(m) 6	스팬(m) 10
1	6 ~ 10	30	20	15	15	700	200	500	500	400	1,650	1,400	0.7	0.8
2	6 ~ 10	30	20	15	15	750	200	500	500	400	1,650	1,400	1.2	1.3
3.2	6 ~ 10	30	20	15	15	800	200	500	500	400	1,650	1,400	1.7	1.9
5	6 ~ 10	35	20	15	15	800	200	650	650	600	1,700	1,400	2.7	3.0

주) 1. 새들의 차륜총수량은 4개이다.
2. 이 표에서의 주요치수 A ~ R 은 각각 위 그림에 표시된 A ~ R의 개소의 치수를 나타낸다.

(2) 수동식 트롤리형 천장크레인

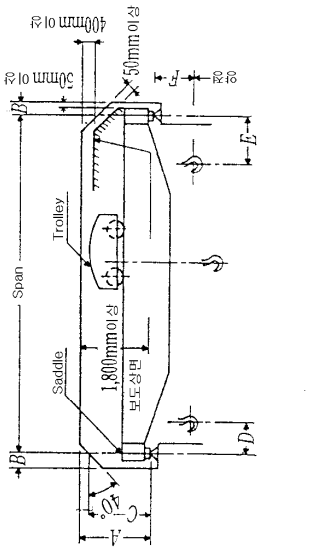


<표 4.4-5> 수동식 체인 블록형 천장크레인 주요제원, 주요치수

정격하중 (tf)	스팬 (m)	조작력(kgf)			주행레일 (kgf/m)	주요치수(mm)								최대차륜하중(tf)			
		권상기	횡행	주행		*A*	*B*	*C*	*D*	*E*	*F*	*Q*	*R*	스팬(m)			
														6	10	15	20
7.5	6 ~ 20	35	20	22	15	1,400	220	1,150	950	900	300	2,550	2,000	4.5	4.8	5.4	6.1
10	6 ~ 20	35	20	27	15	1,400	220	1,150	950	900	400	2,550	2,000	5.8	6.2	6.8	7.5

주) 1. 새들의 차륜총수량은 4개이다.
2. 이 표에서 주요치수 *A* ~ *R* 은 각각 위 그림에 표시된 *A* ~ *R*의 개소의 치수를 나타낸다.
3. 수동식 천장크레인의 재대 차륜하중은 스팬이 6m, 10m, 15m 및 20m의 것을 나타낸 것으로 이 이외의 스팬에 대해서는 이 표에서 정한 값을 이용하여 추정하는 것이 좋다. 권상기, 횡행 및 주행에 대해서는 조작력을 규정하고 주요치수에 대해서는 천장크레인 제작회사 의 평균값을 기준으로 하였다. 트롤리 상면(크레인 한계)과 건축한계와의 극간은 100mm 이상으로 한다.

(3) 전동식 더블레일 호이스트형 천장크레인(저속형)

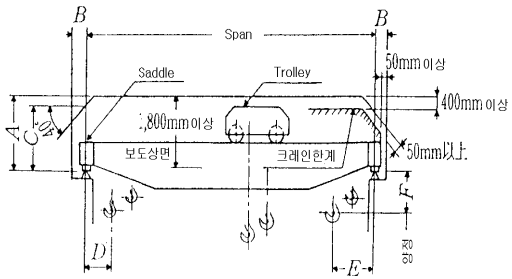


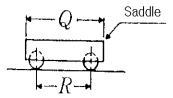
(표5.5-6) 전동식(저속형)더블레일 호이스트형 천정크레인 주요제원, 주요치수

정격하중 권상기 (tf)	스팬 (m)	권상		횡행		주행		주행레일 (kgf/m)	주요치수 (mm)								최대차륜하중 (tf)			
		권상속도 (m/min)	전동기출력 (kW)	속도 (m/min)	전동기출력 (kW)	속도 (m/min)	전동기출력 (kW)		A	B	C	D	E	F	X	Y	R	스팬 (m) 8	12	16	20
7.5	8~20	2.3 (2.8)	4.2	8.3 (10)	0.55	20	0.75×2	22	2,050	220	1,700	1,000	800	0	1,920	1,500	2,400	6.8	7.3	8.2	9.0
10	8~20	2.5 (3.0)	6	8.3 (10)	0.55	20	0.75×2	30	2,100	220	1,750	1,000	800	50	1,920	1,500	2,400	8.0	8.75	9.4	10.0
13	8~20	2.5 (3.0)	8.5	8.3 (10)	0.75	20	1.5×2	30	2,200	230	1,850	1,200	1,000	250	2,600	1,600	2,800	10.8	11.7	13.0	13.7
15	8~20	2.5 (3.0)	8.5	8.3 (10)	0.75	20	1.5×2	30	2,200	230	1,850	1,200	1,000	250	2,600	1,600	2,800	11.3	12.2	13.5	14.2
20	8~20	2.3 (2.8)	11.5	8.3 (10)	0.75	20	1.5×2	30	2,200	230	1,850	1,300	1,100	400	2,800	1,700	3,000	14.2	15.5	16.2	17.6

주 1) 권상속도 및 횡행속도의 ( )내의 값은 60Hz의 경우를 나타냄
2) 전동기는 능형이고 전동기출력은 참고치이다.
3) Saddle의 차륜총수는 4개이다.
4) 이표에서의 주요치수 A~R은 각각 위 <그림>에 표시된 A~R의 개소의 치수를 나타낸다.
5) 더블레일호이스트형 천정크레인의 주요치수 및 권상기, 횡행, 주행용 전동기에 대해서는 호이스트 제작사의 평균치를 기준으로 하였다.
또한 최대차륜하중은 전동식트롤리형 천정크레인을 참고하여 스팬 8m, 12m, 16m 및 20m 것에 대해 나타냈으며 이외 이상의 스팬에 대해서는 본표에서 표시한 값을 이용하여 추정하는 것이 좋다.

(4) 전동식트롤리형 천장크레인(저속형)





(표5.5-7) 전동식(저속형) 트롤리 천정크레인 주요제원, 주요치수

정격하중		스팬	주권상기		보조권상기		횡행		주행		주행레일	주요치수 (mm)								최대차륜하중 (tf)				
																				스팬 (m)				
주권상기 (tf)	보조권상기 (tf)	(m)	권상속도 (m/min)	전동기출력 (kW)	권상속도 (m/min)	전동기출력 (kW)	속도 (m/min)	전동기출력 (kW)	속도 (m/min)	전동기출력 (kW)	(kgf/m)	A	B	C	D	E	F	Q	R	8	12	16	20	25
25	5	6.3~25	2	13	12.5	13	10	1.5	20	1.5×2	30	2,600	320	1,900	1,300	1,600	900	5,500	4,200	17.2	18.4	19.5	20.5	22.0
32	8	6.3~25	1.6	13	10	17	10	1.5	20	2.2×2	30	2,700	320	2,000	1,400	1,700	1,000	5,700	4,400	20.2	22.0	23.1	24.2	26.0
35	8	6.3~25	1.6	17	10	17	10	1.5	20	2.2×2	30	2,800	340	2,100	1,500	1,700	1,100	5,700	4,400	22.0	24.0	25.5	27.0	29.0
40	8	6.3~25	1.6	17	10	17	10	1.5	20	2.2×2	30	2,900	340	2,150	1,600	1,800	1,100	5,800	4,400	25.0	27.0	28.1	30.0	32.0
50	10	8 ~25	1.6	25	8	17	10	1.5	20	3.7×2	37	3,300	340	2,450	1,700	1,900	1,100	6,300	4,900	31.0	32.5	34.0	37.0	40.0

주 1) 횡행, 주행용 전동기는 농형이며 전동기출력은 참고치이다.
2) Saddle의 차륜총수는 4개이다.
3) 이 표에서의 주요치수 A~R은 각각 위<그림>에 표시된 A~R의 개소의 치수를 나타낸다.
4) 전동식트롤리형 천정크레인의 정격하중25tf이상의 것은 주요제원 및 치수는 규정의 저속형을 참고로 하고 있다.
정격하중이 35tf인 스팬과 최대차륜하중에 대해서는 규정된 것은 없으나 이들 이외의 정격하중의 값을 참고하고 주요치수는 제작사의 평균값을 기준으로 표시함
최대차륜하중은 스팬이 8m, 12m, 16m, 20m 및 25m 의 것에 대해서 표시한 것이며 이것 이외의 스팬에 대해서는 본표에서 표시한 값을 사용하여 추정하는 것이 좋다.
또한 주요치수란중에서 A의 값에 대해서는 설치작업을 용이하게 하기 위해 100mm정도 가산하는 것이 바람직하다.
또 전동식트롤리형의 전동기출력에서 주권상기형, 횡행-주행형은 농형의 참고치이다.

집필위원	분야	성명	소속	직급
	관개배수	김선주	한국농공학회	교수
	농업환경	박종화	한국농공학회	교수
	토질공학	유 찬	한국농공학회	교수
	구조재료	박찬기	한국농공학회	교수
	수자원정보	권형중	한국농공학회	책임연구원

자문위원	분야	성명	소속
	농촌계획	손재권	전북대학교
	수자원공학	윤광식	전남대학교
	지역계획	김기성	강원대학교
	수자원공학	노재경	충남대학교
	농지공학	최경숙	경북대학교
	관개배수	최진용	서울대학교

건설기준위원회	분야	성명	소속
	총괄	한준희	농림축산식품부
	농업용댐	오수훈	한국농어촌공사
	농지관개	박재수	농림축산식품부
	농지배수	송창섭	충북대학교
	용배수로	정민철	한국농어촌공사
	농도	조재홍	한국농어촌공사 본사
	개간	백원진	전남대학교
	농지관개	이현우	경북대학교
	농지배수	남상운	충남대학교
	취입보	김선주	건국대학교
	양배수장	정상옥	경북대학교
	경지정리	유 찬	경상대학교
	농업용관수로	박태선	한국농어촌공사 본사
	농업용댐	손재권	전북대학교
	농지배수	김정호	다산컨설턴트
	농지보전	박종화	충북대학교
	농업용댐	김성준	건국대학교
	해면간척	박찬기	공주대학교
	농업수질및환경	이희억	한국농어촌공사 본사
	취입보	박진현	한국농어촌공사 본사

중앙건설기술심의위원회	성명	소속
	이태옥	평화엔지니어링
	성배경	건설교통신기술협회
	김영환	한국시설안전공단
	김영근	건화
	조의섭	동부엔지니어링
	김영숙	국민대학교
	이상덕	아주대학교

농림축산식품부	성명	소속	직책
	한준희	농업기반과	과장
	박재수	농업기반과	서기관

설계기준
KDS 67 30 30 : 2018

양배수장 부대설비 설계

2018년 04월 24일 발행

농림축산식품부

관련단체 한국농어촌공사
58217 전라남도 나주시 그린로 20(빛가람동 358) 한국농어촌공사
☎ 061-338-5114 E-mail : webmaster@ekr.or.kr
http://www.ekr.or.kr

(작성기관) 한국농공학회
06130 서울시 강남구 테헤란로 7길 22(역삼동 365-4) 과학기술회관 본관 205호
☎ 02-562-3627 E-mail : j6348h@hanmail.net
http://www.ksae.re.kr

국가건설기준센터
10223 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283(대화동)
☎ 031-910-0444 E-mail : kcsc@kict.re.kr
http://www.kcsc.re.kr

※ 이 책의 내용을 무단전재하거나 복제할 경우 저작권법의 규제를 받게 됩니다.

KDS 67 30 35 : 2018

양배수장 운전관리 설비 설계

2018년 04월 24일 제정
http://www.kcsc.re.kr

농림축산식품부



건설기준 코드 제·개정에 따른 경과 조치

이 코드는 발간 시점부터 이미 시행 중에 있는 설계용역이나 건설공사에 대하여 발주기관의 장이 필요하다고 인정하는 경우 종전에 적용하고 있는 기준을 그대로 사용할 수 있습니다.

건설기준 코드 제·개정 연혁

- 이 기준은 KDS 67 30 35 : 2018 으로 2018년 04월에 제정하였다.
- 이 기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 건설기준 간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.
- 이 기준의 제·개정 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요사항	제·개정 (년. 월)
농지개량사업 계획설계기준 양배수장편	• 농지개량사업 계획설계기준 양배수장편 제정	제정 (1984. 12)
농업생산기반정비사업 계획설계기준 양배수장편	• 농업생산기반정비사업 계획설계기준 양배수장편 개정	개정 (2005. 12)
KDS 67 30 35 : 2018	• 국토교통부 고시 제2013-640호의 “건설공사기준 코드체계” 전환에 따른 건설기준을 코드로 정비 • 건설기술진흥법 제44조 및 제44조의 2에 의거하여 중앙건설심의위원회 심의· 의결	제정 (2018. 04)

제 정 : 2018년 04월 24일 **개 정 : 년 월 일**

심 의 : 중앙건설기술심의위원회 **자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회**

소관부서 : 농림축산식품부 농업기반과

관련단체(작성기관) : 한국농어촌공사(한국농공학회)

목 차

1. 일반사항 ····· 1
1.1 목적 ····· 1
1.2 적용 범위 ····· 1
1.3 참고 기준 ····· 1
1.4 용어의 정리 ····· 1
1.5 기호 정의 ····· 1
1.6 운전방식 ····· 1
2. 조사 및 계획 ····· 3
3. 재료 ····· 3
4. 설계 ····· 3
4.1 운전관리설비 ····· 3



양배수장 운전관리 설비 설계

1. 일반 사항

1.1 목적

· 내용 없음

1.2 적용 범위

· 내용 없음

1.3 참고 기준

· 농지개량사업계획 설계기준, 1984 : 설계, 양배수장편

1.4 용어의 정리

· 내용 없음

1.5 기호 정리

· 내용 없음

1.6 운전방식

(1) 펌프의 운전방식은 펌프장을 설치한 목적과 해야 할 기능 등에 대해 충분히 파악하는 외에 물관리 시스템, 펌프장의 모든 설비의 성능 특성, 운전조건 등을 종합적으로 검토하여 안전하고도 경제적으로 설계를 하고, 그 적정한 운용을 위해 설비설계를 하여야 한다.

1.6.1 운전방식의 검토

(1) 펌프설비, 게이트, 제진기 등 설비 규모의 검토
(2) 용수 또는 배수펌프 등 사용목적에 따른 검토
(3) 유량의 변동범위 등 사용조건에 따른 검토
(4) 고장에 대비한 보호, 조치의 필요성 여부, 오 조작에 따른 위험도 등 확실성 검토
(5) 현장(기측)조작, 원방조작 등 조작 장소의 검토
(6) 설비비, 유지관리비 등 경제성 검토
(7) 초보자, 단순한 운전자, 기술자 등 운전자의 기능정도의 검토

1.6.2 조작방식에 따른 운전방식

(1) 평상시 펌프를 운전하는 경우에는, 시동조작 개시부터 시동조작 완료까지 주 펌프와 별도의 부속기기를 순차적으로 조작하게 되는데, 각 기기의 일련의 조작을 단독으로 조작하는 것, 각 기기의 일련의 조작을 연동으로 조작하는 수동조작, 필요에 따라 계측기기로부터 지령에 의해 자동적으로 시동이나 정지를 하는 자동운전조작이 있는데, 어느 운전조작을 채택하는 것은 수로계 전체의 물 관리방식의 관점이 중요하고 각 시설규모, 목적, 관리체제 등을 고려하여 결정한다.

1.6.3 조작 장소에 따른 운전방식

(1) 기측조작

① 펌프, 원동기, 보조기계, 게이트, 제진기 등을 직접 감시할 수 있는 장소에서 조작감시가 가능하고 일반적으로 중소규모의 펌프 설비로 펌프를 조작하는 배전반이 펌프본체 가까이 설치되어 있는 경우에 채택된다. 그리고 이 기측조작방식의 경우 각 기기의 조작순서가 각각 단독조작에 의해 이루어지는 경우가 많으며, 예를 들면 펌프본체의 조작, 밸브의 조작, 윤활유펌프와 냉각수펌프의 조작 등을 할 때 운전조작원이 각 기기의 정상동작을 확인하면서 각각의 기기를 단독으로 조작할 수 있다.

(2) 원격조작

① 원격조작은 펌프시설의 운전조작의 주체를 감시실 등에서 원격조작 하는 방식으로, 감시조작반이 펌프 본체의 설치 장소에서 떨어진 조작실에 설비된 경우에 채택된다. 이 조작방식은 펌프의 운전상태가 감시조작반에 표시되고 이들 감시계기를 보면서 펌프의 운전을 연동조작(또 반 연동조작)으로 하는 것이다.

② 또한 이 조작방식도 초기 시운전조정을 쉽게 하기 위해 기측조작반을 설치하여 각 기기의 조작을 단독으로 할 필요가 있다. 이 기측조작반 안에는 조작위치의 선택개폐기가 설치되어 있을 뿐만 아니라, 긴급조작을 위한 개폐기도 설치되어 비상사고가 생기면 펌프를 긴급정지시킬 수 있다.

(3) 원방조작

① 원방조작은 펌프장에서 떨어진 중앙관리소에서 유선 또는 무선의 텔레미터링(Tele-Metering, TM)과 텔레콘(Tele-Control, TC)을 이용하여 펌프시설을 운전 관리하는 것이다. 이 방법은 여러 장소의 펌프장을 집중관리하여 원방에서 운전조작을 하는 경우에 적합하다. 이 경우 중앙관리소에 필요한 운전상태의 표시, 데이터를 저장하는 기기 등이 설비되어 있다. 다만, 시설전체의 설비비가 많이 들기 때문에 시설규모, 목적, 운영관리 등의 검토와 더불어 운용관리자의 의견 등을 고려하여 채택 여부를 결정할 필요가 있다. 물 관리 System을 효율적으로 운영하기 위하여 TM/TC 설비를 할 필요가 있다.

2. 조사 및 계획

· 내용 없음

3. 재료

· 내용 없음

4. 설계

4.1 운전관리 설비

(1) 운전관리 설비는 양·배수장의 운전조작과 보수 관리를 적절하고 안전하게 하기 위해, 펌프설비규모, 운전방식, 입지조건 등을 검토하는 외에도 필요한 운전감시 제어설비와 유지관리 설비 등을 말한다.

(2) 펌프설비 외 지역전체의 용 배수로 계통이나 다른 지역에 주는 영향 을 충분히 배려하여 검토하고 특히 홍수 시에 대해서 충분한 안전대책을 강구하는 설계가 되어야 한다.

4.1.1 운전감시제어설비

(1) 운전감시제어설비는 펌프의 안전하고도 효율적인 운전과 유지관리의 합리화를 위하여 보통 다음 조건 등을 고려하여 설계할 필요가 있다.

① 구조가 단순하고 동작의 신뢰성이 높을 것.
② 제어가 간단하고 잘못 조작할 위험이 없을 것.
③ 일부의 고장이 전체 제어에 뚜렷한 영향을 주지 않을 것.
④ 설치된 환경을 충분히 고려할 것.
⑤ 유지관리가 쉽고 관리비가 적게 들것.
⑥ 제어 내용 등의 간단한 변경에도 대응할 수 있을 것.

4.1.1.1 물 관리 자동화시설

(1) 중앙관리소에 설치하여 펌프설비, 전기설비, 게이트, 제진기 등을 감시·제어하는 장치이다. 물관리 자동화시설은 전력량, 전류, 전압, 주파수, 개도, 온도, 수위, 우량, 압력 등의 계측 데이터 등을 표시하는 중앙감시반, 펌프설비, 전기설비 등의 기기상태의 표시와 원격(원방)조작을 하는 중앙조작반(탁자), 펌프설비의 자동운전에 필요한 시퀀스회로, 보조릴레이, 각종 설정기 등을 모두 포함한 원방제어 릴레이반, 자동제어반 등이 있다.

4.1.1.2 기측(현장)조작반

(1) 기기 동작을 직접 보면서 운전하는 설비로서, 주로 펌프 가까이에 설치한다. 반의 형식은 자립형, 포스트형, 벽걸이형 등이 있다.

4.1.1.3 프로그래머 컨트롤(Programer Control: PC)

(1) 조작제어설비의 조작·제어계에 릴레이회로를 사용하나 프로그래머 컨트롤 (PC)을 사용할 수도 있다. 다만 PC를 사용하면 고온다습하지 않은 설치환경이 필요하고, 그 기준치는 다음과 같다.
(2) 반내 온도 55℃ 이하, 반내 습도 90% 이하

4.1.1.4 기타

(1) 이외에도 대규모 펌프장 등에 있어서는 제어대상범위의 규모, 운전감시제어설비의기능, 경제성을 고려하여 데이터로거, 제어용 컴퓨터, 및 CCTV SYSTEM 등을 사용한 제어시스템을 채택하는 경우도 있다

4.1.2 계측설비

(1) 계측설비는 펌프의 운전, 감시 제어에 필요한 수위, 유량, 우량 등을 계측하는 것으로서, 흡수위 제어, 배출수위제어, 배출수량제어 등 펌프의 제어방식 등에 따라 적당한 기기를 골라 사용목적, 사용조건, 경제성 등을 검토하여 설치하여야 한다.

4.1.2.1 수위계

(1) 수위계의 설치위치, 계측정밀도 등에 있어서는 다음 사항을 유의하여 설치한다.
① 설치위치는 펌프운전방식 등에 따라 흡입수측 또는 배출측의 운전목표수위, 제어수위 및 감시수위 등의 측정에 적합한 위치로 하고 하천 및 수로 등에서는 안정하게 흐르는 장소로 설치한다. 또 수위계 설치 장소에는 참값을 확인하기 위해 필요에 따라 양수표를 병설한다.
② 계측정밀도는 펌프의 운전, 감시, 제어에 적합한 것으로 하고 평상시에는 물론 이상 시에 있어서도 안정된 작동이 유지되고 유수, 쓰레기 등의 피해나 영향을 방지할 수 있는 기구 또는 방식을 채택한다.

4.1.2.2 우량계

(1) 우량계는 조사 시점에 설치된 것을 최대한으로 이용하는 것으로 하는데 펌프운전관리상 필요한 경우에는 설치장소를 충분히 검토해서 추가 설치한다.

4.1.2.3 유량계 등

(1) 펌프의 제어방식, 계측기기의 사용목적, 또는 사용조건에 의해 필요한 경우에는 유량계, 압력계 및 개도계 등 계측 설비를 설치한다.

4.1.3 텔레미터링, 텔레콘트롤 설비와 전송로

(1) TM/TC (Tele-Metering/Tele-Control)설비 및 전송로는 펌프의 운전제어에 필요한 수위, 우량 등의 계측데이터의 전송 및 펌프의 원방감시제어에 필요한 계측데이터, 펌프조작 신호등의 전송을 위해 필요한 설비이다. 전송방식의 선정은 데이터량 및 전송거리를 고려해서 결정

하고 또 설비설계는 신뢰성 및 경제성 등을 유의하여야한다. 전송로에는 유선방식(전용선, 전화선)과 무선방식(VHF, UHF 및 무선 LAN 등)이 있다.

4.1.3.1 계장기기

(1) 검출부란 양·배수장시설의 각 주요개소에 설치하여 측정하고자 하는 변량(유량, 수위, 수압, 온도 및 P-H치)을 지시, 기록 및 조정하기 쉬운 물리량으로 변환되는 부분으로 일차 트랜스듀서(transducer 또는 센서)라고 불리나, 이것을 시설의 일부로서 설치하는 경우가 있으며 이 경우는 전송기 즉 2차 센서(sensor)에 상당하는 부분만을 발신기라고 부르는 일이 많다.

(2) 표현부는 검출한 유량, 수위 및 수압 등 측정치를 각종 변환기(converter)를 거쳐 전기신호 및 유압신호등으로 변환시키거나 직접전송하고 또 변량을 재현시켜 시설의 계측치 또는 운전 상태를 표시하는 부분을 말한다. 표현부는 지시계와 기록계를 주체로 하고 감시반 또는 조작반 등에 설치된다. 또 이들 지시계와 기록계는 수동설정기, 경보설정기, 프로그램 설정기, 적산기 또는 평방근연산기 등의 보조적인 기기와 조합시켜 각종의 용도에 사용되는 경우가 많다. 또한 조절기에는 지시조절계와 기록조절계 등이 있다. 또 표현부에는 스캐닝모니터(scanning monitor), 데이터로거(Data Logger), 컴퓨터의 부속의 표시장치 키보드, 프린터 및 CRT(Cathode Ray Tube) 디스프레이 등도 포함된다. 일반적으로 표시반은 감시와 조작 두개의 기능을 가지고 있으며 그중 어느 것에 중점을 두는가에 따라 감시반과 조작반 으로 분류되는 경우가 있다.

(3) 조절부란 유량 수위 등 제어량을 일정한 목표치로 유지하거나 미리 정해진 프로그램에 따라서 변환시키는 목적으로 설정치와 계측치와의 편차를 도출하고 이 편차가 자동적으로 허용오차 범위내에 들어가도록 신호를 조작부에 보내는 부분을 말한다.

(4) 조작부는 조절부 등으로부터의 신호를 조작량으로 바꾸고 제어대상에 작동하는 부분을 말하며 각종 밸브, 제수 밸브류나 펌프 및 부속장치 등이다. 조작부는 에너지원에 따라 자력식과 타력식으로 구분한다. 자력식은 검출부와 일체가 되어 피제어유체 등의 에너지의 일부를 이용하여 동작하는 것이며 타력식은 보조 에너지를 사용하고 별도로 조정부로부터 신호를 입력으로 하여 조작부를 동작시키는 것이다. 타력식의 보조에너지에는 공기압식, 유압식 및 전기식이 있다. 조작부중 가장 널리 사용하는 것은 유량조정밸브이다. 조절밸브는 on-off 밸브나 전환밸브와 함께 광범위의 제어밸브에 포함된다. 조절밸브는 단지 유체를 통과하는 배관과 다르며 구경 설정을 잘못하면 양호한 제어를 할 수 없으므로 그 특성(밸브개도와 유량의 관계)과 구경에 대하여도 신중하게 결정하여야 한다. 조작부는 지나친 조건에도 견디어야 하므로 양호한 특성을 갖추기 위하여 다음 사항을 유의할 필요가 있다.

① 마찰 기타 외부로부터 조작부에 가해지는 반력에 대하여 충분한 조작력이 있어야 한다.

② 동작속도가 안정성을 잃지 않고 충분히 빨라야 한다.

③ 동작이 확실 하여야한다.

④ 동작범위나 특성이 적당 하여야 한다.

⑤ 설치조건, 사용조건 및 환경조건에 대한 내구성이 충분 하여야 한다.

(5) 전송부는 검출부, 표현부, 조절부 및 조작부 등의 계장이 각 요소간에 신호를 전달하는 부분을

말하고 또 텔러미터, 텔러콘 등이 데이터전송(7)항 데이터전송기기에서 기술하며 여기서는 협의 것을 대상으로 한다. 전송부의 종류에는 공기압신호, 유압신호, 때에 따라서 수압신호를 위해서 도압배관과 전류, 전압, 및 전기저항 등의 전기통신을 위한 전선로가 있다.

(6) 컴퓨터(전자계산기)를 사용하는 것은 시설의 감시, 제어 및 정보처리 중 감시만을 행하거나 또는 감시 외에 어느 정도의 정보처리를 행 하는가 등 각기 사용목적 에 따라서 기억장치의 종류, 용량 및 계산 시간 등 소위 컴퓨터에 능력에 적합하 지 않으면 그 목적을 달성할 수 없게 된다. 사용목적에 대응하는 기억용량, 종류 및 계산시간 등의 범위를 결정하기 위해서는 제네날 플로 차트 등을 미리 작성하 고 그 내용이 의도한 바에 적합한지의 여부를 검토하여 그 결과에 따라서 컴퓨터 의 능력의 컴퓨터를 결정하는 것이 바람직하다.

4.1.4 유지관리 설비

(1) 관리소, 관리용도로, 보안설비 등의 유지관리 설비는 펌프장 규모, 운전방식, 관리방식, 지형, 및 환경 등의 입지 조건 등을 고려해서, 평상시는 물론 이상시에도 양ㆍ배수장의 운전관리 및 보수 관리 업무가 원활하고도 안전하게 수행할 수 있도록 종합적으로 정비하여야 한다.

4.1.4.1 관리소

(1) 관리소는 용배수계 전체 물 관리 또는 양배수장의 운전관리의 중추로서의 기능을 해야 하는 중대한 역할을 지니고 있다. 그 설치형식으로서는 물 관리 시스템에 따라 용배수계 전체의 물 관리를 지배하는 중앙관리소와 각각의 양배수장 운전관리를 지배하는 현장관리소가 있고 또 설치방식도 기기 설치 장소에서 떨어 관리사무소로 서 건설되는 경우와 기기가 설치된 건물 내에 설치되는 경우가 있다.

(2) 관리소의 규모, 구조, 제반설비에 있어서는 다음 점에 유의해서 정비해야한다.

① 관리소의 건물과 부지면적은 펌프설비의 규모 등에 맞추어 운전관리에 필요한 공간을 확보하고 그 배치는 관리업무가 기능적으로 수행 될 수 있도록 검토한다.

② 관리업무를 수행하기 위한 조작실, 사무실 등의 각 실의 규모는 설치하는 기기의 조작성 및 서비스면적 등을 충분히 검토해서 결정한다.

③ 건물의 구조는 관리업무기능을 확보함과 동시에 방범 및 재해 예방 대책에 대해서도 충분히 고려한다.

④ 급수설비, 공조설비. 조명설비, 오수처리 설비 등의 모든 설비는 관리직원의 환경유지, 각종 기기의 기능유지 등을 충분히 고려한다.

4.1.4.2 관리용 도로

(1) 양배수장의 운전관리를 위해 기설도로에서 양배수장까지의 연락도로가 필요한 경우 에는 관리용 도로를 만든다. 관리용 도로의 폭 및 구조는 펌프장으로 반입하는 기기 등의 크기나 중량에 의한 교통차량의 종류, 관리업무를 위한 교통량 등을 검토해서 결정한다. 그리고 낮은 평지나 하천변 등 양ㆍ배수장에서 홍수시에 연락도로가 침수할 염려가 있는 경우에는 노면높이

등에 대해 대책을 검토함과 동시에 비상시 연락방법도 고려해 두어야 한다.

4.1.4.3 양배수장의 구내정비

(1) 양배수장의 부지면적을 양ㆍ배수장 제설비의 규모와 배치, 각종 기기 및 자재의 반입, 쓰레기의 집적처리, 반출, 비상시의 방재용 자재의 반입 등에 대해 검토하고 양배수장의 운전, 관리 및 보수 관리에 필요한 공간을 확보한다.

(2) 펌프나 원동기는 침수되는 일이 없도록 배수시설을 갖추어야 하고 충분한 조명이 주어져야 한다. 또 필요시에는 쇠격자를 설치하고 계단이나 움직이는 기계주위에는 손잡이를 설치하는 등 특히 안전에 유의하여 설계되어야 한다.

(3) 구내의 주요한 통로 및 작업장은 이용 상황에 따라 포장과 동시에 구내배수구나 울타리를 정비해야 한다. 구내 정비는 양배수장 주변의 환경보전 및 관리직원의 환경유지, 각종 기기의 기능유지도 충분히 고려할 필요가 있다.

4.1.4.4 보안설비 등

(1) 보안설비

① 흡입수조, 배출수조, 부대수로 및 전기설비 등의 주변에는 사람의 침입, 추락, 넘어지는 등 사고를 방지하기 위해 필요한 펜스, 가드레일 등을 설치한다.

② 또한 각종 기기의 노출 회전부분 등에는 사고방지를 위해 커버 등을 씌운다.

(2) 옥외조명

① 펌프장의 옥외조명은 펌프장의 각 설비의 운전 및 보수관리를 위한 야간조명을 주로 하는 것으로 게이트, 제진기 등 특히 필요한 부분의 조명에는 투광조명을 해야 한다.

(3) 통신설비

① 양배수장에는 적절한 통신수단이 갖추도록 설계되어야 한다. 양배수장에서는 국선전화 및 휴대폰만으로도 충분하다. 통신설비에는 유선통신과 무선통신이 있으며 양배수장 운영에 없어서는 안 될 시설이다. 무선설비에서는 개국으로부터 운용까지 상세한 것은 전파법 및 동법, 관계법령에 의하여 규제되어 있으므로 운용에 특히 주의해야한다. 무선기는 복잡한 것으로 발신 주파수의 편차 폭이 커지면 자국뿐 아니라 타국에도 영향을 주고 또 출력의 저하는 자국의 운용에 지장을 준다. 따라서 유지관리는 전문업자에 의뢰하는 것이 바람직하다. 무선설비를 운용하는 사람은 반드시 자격을 가져야 한다.

집필위원	분야	성명	소속	직급
	관개배수	김선주	한국농공학회	교수
	농업환경	박종화	한국농공학회	교수
	토질공학	유 찬	한국농공학회	교수
	구조재료	박찬기	한국농공학회	교수
	수자원정보	권형중	한국농공학회	책임연구원

자문위원	분야	성명	소속
	농촌계획	손재권	전북대학교
	수자원공학	윤광식	전남대학교
	지역계획	김기성	강원대학교
	수자원공학	노재경	충남대학교
	농지공학	최경숙	경북대학교
	관개배수	최진용	서울대학교

건설기준위원회	분야	성명	소속
	총괄	한준희	농림축산식품부
	농업용댐	오수훈	한국농어촌공사
	농지관개	박재수	농림축산식품부
	농지배수	송창섭	충북대학교
	용배수로	정민철	한국농어촌공사
	농도	조재홍	한국농어촌공사 본사
	개간	백원진	전남대학교
	농지관개	이현우	경북대학교
	농지배수	남상운	충남대학교
	취입보	김선주	건국대학교
	양배수장	정상옥	경북대학교
	경지정리	유 찬	경상대학교
	농업용관수로	박태선	한국농어촌공사 본사
	농업용댐	손재권	전북대학교
	농지배수	김정호	다산컨설턴트
	농지보전	박종화	충북대학교
	농업용댐	김성준	건국대학교
	해면간척	박찬기	공주대학교
	농업수질및환경	이희억	한국농어촌공사 본사
	취입보	박진현	한국농어촌공사 본사

중앙건설기술심의위원회	성명	소속
	이태옥	평화엔지니어링
	성배경	건설교통신기술협회
	김영환	한국시설안전공단
	김영근	건화
	조의섭	동부엔지니어링
	김영숙	국민대학교
	이상덕	아주대학교

농림축산식품부	성명	소속	직책
	한준희	농업기반과	과장
	박재수	농업기반과	서기관

설계기준
KDS 67 30 35 : 2018

양배수장 운전관리 설비 설계

2018년 04월 24일 발행

농림축산식품부

관련단체 한국농어촌공사
58217 전라남도 나주시 그린로 20(빛가람동 358) 한국농어촌공사
☎ 061-338-5114 E-mail : webmaster@ekr.or.kr
http://www.ekr.or.kr

(작성기관) 한국농공학회
06130 서울시 강남구 테헤란로 7길 22(역삼동 365-4) 과학기술회관 본관 205호
☎ 02-562-3627 E-mail : j6348h@hanmail.net
http://www.ksae.re.kr

국가건설기준센터
10223 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283(대화동)
☎ 031-910-0444 E-mail : kcsc@kict.re.kr
http://www.kcsc.re.kr

※ 이 책의 내용을 무단전재하거나 복제할 경우 저작권법의 규제를 받게 됩니다.

KDS 67 30 90 : 2018

양배수장 유지관리

2018년 04월 24일 제정
http://www.kcsc.re.kr

농림축산식품부



건설기준 코드 제·개정에 따른 경과 조치

이 코드는 발간 시점부터 이미 시행 중에 있는 설계용역이나 건설공사에 대하여 발주기관의 장이 필요하다고 인정하는 경우 종전에 적용하고 있는 기준을 그대로 사용할 수 있습니다.

건설기준 코드 제·개정 연혁

- 이 기준은 KDS 67 30 90 : 2018 으로 2018년 04월에 제정하였다.
- 이 기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 건설기준 간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.
- 이 기준의 제·개정 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요사항	제·개정 (년. 월)
농지개량사업 계획설계기준 양배수장편	• 농지개량사업 계획설계기준 양배수장편 제정	제정 (1984. 12)
농업생산기반정비사업 계획설계기준 양배수장편	• 농업생산기반정비사업 계획설계기준 양배수장편 개정	개정 (2005. 12)
KDS 67 30 90 : 2018	• 국토교통부 고시 제2013-640호의 “건설공사기준 코드체계” 전환에 따른 건설기준을 코드로 정비 • 건설기술진흥법 제44조 및 제44조의 2에 의거하여 중앙건설심의위원회 심의· 의결	제정 (2018. 04)

제 정 : 2018년 04월 24일 **개 정 : 년 월 일**

심 의 : 중앙건설기술심의위원회 **자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회**

소관부서 : 농림축산식품부 농업기반과

관련단체(작성기관) : 한국농어촌공사(한국농공학회)

목 차

1. 일반사항 ····· 1

1.1 관리규정 ····· 1

2. 조사 및 계획 ····· 2

2.1 운전관리계획 ····· 2

2.2 유지관리계획 ····· 3

3. 재료 ····· 3

4. 설계 ····· 3

5. 관리조직 ····· 3

5.1 관리에 관한 위원회 ····· 4

5.2 관리 책임자 ····· 4

5.3 관리운영 협의회 ····· 4

5.4 관리 체제의 정비·확립 ····· 4

6. 운전관리 ····· 5

6.1 양배수장의 조작 규정 ····· 5

6.2 평상시의 운전 관리 ····· 5

6.3 홍수시의 운전 관리 ····· 6

7. 양배수장 및 연결수로의 관리 ····· 9

7.1 유지관리 ····· 9

7.2 사고 방지 ····· 12

8. 설비기기의 관리 ····· 13

8.1 일반사항 ····· 13

8.2 펌프 설비 ····· 16

8.3 전기설비 및 부대설비 ····· 17

8.4 정기 정비 ····· 18

양배수장 유지관리

1. 일반사항

(1) 펌프의 운전목적을 달성할 수 있도록 각 설비기능을 정상으로 유지하고 운전관리를 안전하고도 경제적으로 하기 위해 모든 설비의 성능과 특성, 운전조건 등을 검토하여 적절하게 운전관리 계획과 유지관리 계획을 세워 운영 관리하여야 한다. 양배수장을 설계할 때는 미리 양배수장 완성 후에 해야 할 운전관리와 유지관리의 개요를 파악해 두었다가 운전조작 용이성과 유지관리 경제성 등을 고려하여 관리측면에서 필요하다고 생각되는 설비계획조건에 적합한 설비설계를 해야 한다. 또한 한편으로 양배수장의 시설 능력을 최대한으로 발휘시켜서 가장 효율적으로 펌프 운전의 목적을 달성시키자면 각 설비의 기능을 항상 양호한 상태로 유지하고 제설비의 성능 특성과 운전 조건 등에 부합된 적절한 운전관리를 하는 것이 매우 중요하다.운전관리 및 유지관리에 관한 계획과 규정에 대해서는 사업의 실시 단계에 따라 ① 양배수장 건설사업의 계획단계에서 농업생산기반정비사업 계획서에 수록된 예정관리 방법 등, ② 완성후의 관리사업을 위하여 농업생산기반정비사업 계획서에 수록할 유지관리사업 계획서, ③ 또한 관리사업의 실시 제목을 규정하는 관리 규정, 조작 규정, 보안 규정 등을 정해서 적절하게 운영관리 하여야 한다.

1.1 관리규정

(1) 적정한 관리를 기하기 위하여 관리사업의 실시세목을 규정하는 관리규정 등은 용배수계통 전체의 물 관리에서 발휘되는 각 양배수장의 기능·특성 등의 실정에 따라 다음과 같은 사항에 대하여 규정을 정한다.

1.1.1 관리규정

(1) 관리체제를 명확하게 하고 펌프장의 물 관리조직이 계획된 기능을 충분히 발휘할 수 있도록 운전관리규정을 작성하여 규칙적인 운용을 해야 한다.

① 관리목적 및 대상시설
② 관리자 및 관리체제 (관리운영위원회 등)
③ 운전목표 및 운전제어방법
④ 평상시의 관리 (유지보완, 관측조사, 운전관리기록)
⑤ 이상시의 관리 (홍수 때, 한발 때 등의 체제와 조치)
⑥ 점검정리

1.1.2 조작규정

(1) 운전제어에 필요한 정보를 수집하고, 판단하여 기계를 조작하는 방법에 관한 규정을 작성하여서 원활하게 조작을 할 수 있게 하는 것이다.

① 조작목적 및 대상시설
② 제어목적 및 운전조작방법
③ 조작인의 배치
④ 평상시의 조작 (조작순서, 조작방법)
⑤ 이상시의 조작 (홍수 때, 한발 때 등의 경계체제와 조작)
⑥ 점검정비

1.1.3 보안규정

(1) 전기사업법의 규정에 따라서 양배수장의 전기공작물의 공사, 유지 및 운용에 관한 보안에 대해서 필요한 사항을 정하는 것이다.
① 목적 및 적용범위 (책임분계점, 적용전기공작물)
② 보안관리조직 (관리자, 전기주임기술자, 종사자)
③ 보안교육 및 훈련
④ 공사 (계획, 공사의 실시)
⑤ 유지 (순찰, 점검, 측정, 재해대책)
⑥ 기록 및 정비 (기록 위험의 표시)
관리규정 등에 관한 기술적인 관리기준의 요점은 설치된 양배수장의 제설비가 갖추어 있는 성능특성과 운전조건 등에 따라 적절한 운전관리계획 및 유지관리계획을 세워서 그것에 알맞은 운용을 기도하는데 있으며 이 경우에 유의할 사항은 다음과 같은 것이다.

2. 조사 및 계획

2.1 운전관리계획

(1) 양배수장의 운전관리계획은 용배수계통에서 펌프장을 설치하는 목적과 기능 등 대해서 충분히 이해한 다음 물 관리조직, 양배수장내 제설비의 성능특성, 운전조건 등을 종합적으로 검토하여서 안전하면서 경제적인 계획을 세워 관리해야 한다. 일반적으로 용수펌프의 경우는 물수요에 대응하는 용수를 확실하게 또한 효율적으로 송수하며, 배수펌프의 경우는 배수를 빠르게 안전하게 경제적으로 배제해야 한다. 따라서 수리상황 등에 상응하는 운전조작 개시, 정지시간 및 수위 설정과 소요 양수량의 변동에 대응한 펌프대수 제어 등을 골자로 하는 운전관리계획을 세워야 하는데 이때 다음 사항을 밝혀 두어야 한다.
① 계획년, 평년의 기별용수량과 송수방법 (송수시간 등)
② 평상시 및 홍수시 기별 또는 빈도별 배수량과 그 배수방법 (자연배수와의 병용 등)
③ 운전관리에서 목표로 하는 내수위 또는 우량 등의 기준점과 그 수위 또는 우량
④ 양수량 변동에 대응한 펌프대수제어, 회전수제어 등의 운전제어방법
⑤ 펌프, 원동기, 게이트, 밸브 등의 운전 순서와 각 기계의 조작요령

⑥ 한발 때, 홍수 때 등의 이상시의 대응과 배치

2.2 유지관리계획

(1) 펌프장의 유지관리계획은 펌프시설 등을 항상 양호한 상태로 유지하기 위한 것으로 적절한 관리체제와 보수점검계획을 세워 각각 적절하게 운영한다.

2.2.1 관리체제

(1) 관리체제는 펌프설비와 지역 전체의 용배수 계통과 다른 유역 등에 미치는 영향 등을 충분히 고려하여 검토한다. 특히 홍수 시의 체제에 대해 충분한 안전대책을 세울 필요가 있다. 보통 관리체제의 검토에는 다음 사항에 유의한다.

① 지휘·명령 계통의 통일

② 기동성 있는 체제

③ 관리기술자는 지역을 숙지하고 전문적 지식을 가진다.

④ 말단까지 물 정보를 신속하게 전달하기 위한 체제

2.2.2 유지·점검계획

(1) 펌프의 유지·점검이 불충분하여 고장이 나면 원활한 운영이 곤란하고, 재해 시에 이런 사태가 발생하면 시설뿐만 아니라 농지, 농작물에도 큰 피해를 줄 수 있으므로 펌프 기기와 기타 시설에 대해 충분한 보수점검 계획을 세워 상시 관리하는 동시에, 부유물·퇴사상황 등 주변 감시를 하고 펌프장 기능을 항상 양호한 상태로 유지하며 그 보전에 노력해야 한다.

3. 재료

· 내용없음

4. 설계

· 내용없음

4.1 관리조직

(1) 양배수장 관리에는 당해 양배수장의 관리를 위한 조직을 설치하고 양·배수의 기본 방침, 펌프 운전계획, 홍수시의 조치 등을 정해야 한다. 농업생산기반정비사업에 의해 조성된 양배수장의 관리의 수탁자는 양배수장의 조작 운영에 있어서 관리 위탁 협정서 및 동 협정서에 첨부되는 관리방법에 정해진 사항, 전기사업법 등 관계 법령 및 하천법에 의한 협의시의 조건 등을 준수함은 물론이고 수혜지역에는 비 농지가 포함되는 경우도 있으므로 개개의 시설 마다 재해시의 대책 또는 환경에 대한 배려 등이 필요한 경우가 많다. 따라서 시설을 안전하고도 적정

하게 유지관리하기 위해서는 개개의 양배수장의 실정에 합당한 구체적인 관리조직·관리방법 비상사태에 대한 조치 등을 정한 관리 규정 등을 정해두는 것이 바람직하다.

4.1.1 관리에 관한 위원회

(1) 양배수장을 포함해서 농업생산기반정비시설을 관리하는 농업기반공사는 관리에 관한 위원회, 예를 들어 관리운영위원회라든가 용·배수조정위원회 등을 설치해서 관리에 관한 기본 사항에 대해 이 위원회를 중심으로 심의를 하고 중요한 사항은 자문위원회를 구성하여 자문을 구하고 동시에 지역 주민에 대해서도 홍보를 해둘 필요가 있다.

4.1.2 관리 책임자

(1) 양배수장 등의 기간시설을 관리하는 농업기반공사는 규약에 정한 바에 따라 관리책임자를 배치하여 관리운영위원회 등의 지침을 바탕으로 관리체제를 확립하고 직원이 일체가 되어 관리할 수 있는 체제 정비를 도모할 필요가 있다.

4.1.3 관리운영 협의회

(1) 양배수장의 수혜지역에는 농지 이외의 지역도 포함되는 경우가 있어 재해시에는 양배수장의 조작 여하에 따라 지역에 미치는 영향도 크기 때문에 관계 자치단체 등을 포함하는 관리조직으로서 수혜지역 관계 시, 군, 면 경찰서, 소방서 및 관계 단체들로 구성하는 관리운영협의회와 같은 조직을 설치해서 비율부담의 조정, 펌프운전계획의 결정, 이상사태에 대한 대응책 등을 협의하는 등 관리자 이외의 협력 체제를 강화해두는 것도 중요한 일이다.

4.1.4 관리체제의 정비·확립

(1) 양배수장의 관리는 관리책임자를 배치해서 시설 규모에 합당한 관리요원을 확보함과 동시에 관리요원의 육성, 관리기술의 향상에 의해 관리체제의 정비를 도모하여 적절한 관리를 하도록 한다.

① 양배수장 관리는 시설규모의 기능 등에 맞는 관리요원을 확보하고 시설의 유지관리 운전조작 등에 필요한 관리체제를 정비 확립하지 않으면 안된다.

관리해야할 시설이 작은 경우에는 당해 양배수장의 관리는 규약에서 정한 관리 책임자의 지휘하에 실시해도 되지만 댐, 취입보 등 대규모의 관리 시설이 있는 경우에는 관리책임자 외에 각 시설마다 담당책임자인 시설관리자를 정해서 관리규정 등에 따라 관리한다.

② 양배수장은 홍수시에는 평소 운전관리 이외에 피해방지를 위한 용배수로 순시, 스크린의 쓰레기처리, 관계기관의 연락조정 등의 요원이 필요하다.

홍수 시에는 요원을 신속하게 그리고 합리적으로 확보하려면 관리 책임자의 지 휘 하에 복수 시설까지 포함한 종합적 관리체제의 검토나 기간적 업무 이외의 일부 업무를 외부에 위탁하는 등의 방법에 대해서도 검토할 필요가 있다. 또한 평소에 방재 훈련 등을 실시해서 홍수 시 등에 신속하게 대응할 수 있도록 항상 대비한다.

③ 최근 관리시설 및 기기류가 고도화 복잡화해지므로 이것을 다루는 요원은 시설관리 인계시에 건설사업실시 주체 및 제작 관계자로부터 충분한 지도를 받는 동시에 시설 관리 인계 후에도 관리기술을 습득해야 한다.

4.2 운전관리

4.2.1 양배수장의 조작 규정

(1) 양배수장을 설치하여 양·배수를 하는 경우에 원칙적으로 조작 규정을 정하고 이 규정에 의해 조작해야 한다. 양배수장의 조작규정은 평상시 및 홍수시 수계의 안전을 확보하고 동시에 여기에 맞도록 원활한 운전관리를 하는 것을 규정하는 것이다. 양배수장의 조작 규정의 구성 예를 들면 다음과 같다.

제1장 총칙
① 취지
② 목적
제2장 조작 방법 등
① 조작 방법 (평상시, 홍수시)
② 관계기관에 대한 통지
③ 조작에 관한 기록
제3장 홍수 경계 체제
① 홍수경계 체제
② 홍수경계 체제의 조치
③ 홍수경계 체제의 해제
제4장 기타 잡칙
① 점검 정비에 관한 사항

4.2.2 평상시의 운전 관리

(1) 평상시의 양배수장의 운전관리는 조작규정을 근거로 양·배수에 의해 영농 등에 관계되는 지구내수위의 확보에 유의해서 시행한다. 양배수장은 평상시에는 다음 사항을 고려해서 적절하게 관리한다. 영농계획이나 반복이용수에 대한 영향을 고려해서 내수하천의 용·배수 관리를 한다.

4.2.2.1 운전의 원칙

(1) 운전 수위

관리운영위원회 등에서 정해놓은 운전개시 수위(관개기와 비관개기와는 다른 예가 많다)가 외수위보다 높은 경우에는 과대 유량에 의해 기계의 손상을 가져올 수 있으므로 주의를 요한다.

(2) 운전조작

양·배수량에만 주어서 원칙적으로 대수 제어에 의해 운전을 하되 유입량에 따라 더욱 원활한 대응책이 필요한 경우에는 임펠러 각도제어 및 회전수 제어 등에 의해 경제 운전에 노력해야 한다. 또 펌프의 운전 시간이 평균화할 수 있도록 운전 방법도 검토할 필요가 있다.

4.2.2.2 관리 운전

(1) 시설을 양호한 사태로 유지하기 위해 관리 운전을 한다.
관리 운전의 빈도의 표준치는 펌프는 1개월에 1회, 제진기는 1주일에 1회, 비상용발전기는 2주일에 1회 등이다.

4.2.2.3 홍수량의 산정

(1) 지구내 수위, 홍수량 및 외수 하천수위 등의 산정에는 각종 현상우량에 대한 수문 데이터의 수집 결과를 참고해서 산정한다.
(2) 양배수장에 설치되어 있는 관측 시설 및 기상청 등에서 수집한 기상 수문 자료를 운전 관리에 활용하도록 정리해 둔다.
(3) 양배수장 및 주변 그리고 용·배수로에 대해 감시를 해서 시설의 유지보전에 지장을 초래하는 행위를 배제함과 동시에 퇴사 및 부유물의 상황 조사를 하여 그 처리에 힘을 기울이고 시설을 양호한 상태로 보존해야 한다.
(4) 운전 일지, 월보 및 연보를 작성해서 보존해야 한다.
(5) 조작원, 작업원의 연수를 실시해서 홍수시 이상사태 발생시의 대응을 위해 충분한 훈련을 하도록 한다.
(6) 쓰레기 투기방지에 대한 계몽을 한다. 계몽 방법으로서는 요소에 입간판을 세우던가 주민들에게 팜플렛 등을 배포 한다.
(7) 양배수장 기기의 점검 정비, 필요한 자재의 구입 등을 계획적으로 실시해서 기능 유지에 만전을 기하도록 한다.

4.2.3 홍수시의 운전 관리

4.2.3.1 일반 사항

(1) 홍수시의 양배수장 운전관리는 조작규정에 의해 실시하는 외에 기상수문상황을 파악해서 양배수장으로의 유입량, 배수 하천의 수위 등의 예측을 하면서 그 예측결과를 활용하도록 노력해야 한다. 홍수시의 양배수장 관리는 당해 양배수장의 조작 규정에 의해 실시하고, 상세한 것은 각 항목에서 설명하기로 하고 이것을 총괄하면 다음과 같다.
① 기상, 수문 상황의 파악
② 유하량 내외 수위의 예측
기존의 데이터와 유사한 기상 패턴을 근거로 강우량에 대한 지구내 유출량과 내외 수위의 변동을 예측하여 홍수의 도달에 대비하고 도달시간, 수량, 수위의 예측을 한다.
③ 예비 운전의 실시

운전 초기의 원활한 양·배수를 위한 유로의 확보와 홍수 첨두시의 운전완화에 도움을 주기 위해 예비 운전을 실시한다.

④ 기계설비의 점검, 정비, 조작 요원의 확보 등

기계 기구 등의 점검, 정비, 조작, 쓰레기 처리 작업 등에 관계하는 요원의 확보, 배치 및 관측, 통보, 경보 시설 등에 대해서는 항상 정상적으로 기능을 발휘할 수 있도록 체계를 정비해둘 필요가 있다.

⑤ 운전시의 관계기관에 대한 통보

조작 규정에서 관계기관에 보고 의무가 정해져 있는 경우에 통지 보고한다.

⑥ 기록 정리

양배수장의 조작에 관한 기록을 정리해서 양배수장의 원활한 관리운영 및 관계기관에 대한 보고에 활용한다.

⑦ 운전시의 게이트 및 관계 시설의 조작 순서

기본적인 운전 조작 순서는 급격한 수위 변화를 발생시키지 않는 것이 필요하며 특히 흡수측이나 배출측의 수리현상 파악에 노력하여 변화의 정도를 확인 하면서 조작할 필요가 있다.

⑧ 기타

양배수장 구내의 위험 방지에 유의해야 한다.

4.2.3.2 운전 제한 조치

(1) 홍수에 의해 배수 하천의 수위가 위험한 상황이 되어 펌프의 운전제한을 해야 할 필요성이 있다고 예측되는 경우에는 당해 제한조건을 조작 규정에서 정해 둔다. 배수장은 홍수시 배수하천수위가 위험한 상태에 있을 때는 펌프운전을 계속하면 하천 제방파괴 등의 재해를 초래할 가능성도 있으므로 운전정지를 포함한 제한조치가 필요한 경우가 있다. 하천수위에 따라 운전을 제한할 기준을 명확히 할 수 있는 경우에는 이것을 조작규정에 명기하여 확실하게 할 필요가 있다. 이때 하천관리자와의 협의에 의해 정할 수도 있다.

4.2.3.3 이상사태 발생시의 조치

(1) 사고에 의해 홍수 배제에 영향이 미친다고 인정될 경우에는 기능의 조속한 회복에 힘쓰는 한편 그 상황에 대해 관계기관에 통지한다. 또 피해가 따를 염려가 있는 지진이 발생했을 때는 기계설비의 운전을 중지하고 피해상황을 조사해서 시설의 안전을 확인한 후에 운전을 재개해야 한다. 홍수시에는 낙뢰, 태풍 등에 의한 정전사고로 기계가동이 불가능하게 되어 지구내에 침수 우려가 발생할 경우에는 시급히 기능회복에 힘써야함은 물론이지만 침수가 예상되는 지역에 대해 적절한 조치를 취할 수 있도록 관계 기관에 통지한다. 피해가 우려되는 지진이 발생했을 때는 펌프운전을 일시 정지하고 피해상황을 조사함과 동시에 관계기관과의 연락을 긴밀히 해서 안전을 확인한 후에 운전을 재개 한다.

4.2.3.4 홍수경계시의 조치

(1) 홍수경계시에는 요원을 확보하고 관계기관에 연락함과 동시에 기상, 수리현상의 정보를 수집해서 유입량을 예측하고 예측결과를 활용해서 양배수 하도록 노력해야 한다. 호우 또는 홍수에 관한 경보가 발표되면 홍수경계체제에 들어가고 다음 조치를 취한다.
① 조작요원 등을 확보한다.
② 하천관리자 시설관리자 및 필요한 행정기관과 연락을 취한다.
③ 전기 설비 기계기구 등의 점검을 실시함과 동시에 필요용구 특히 야간작업에 대비해서 조명기구 등의 작업용구 및 자재를 점검한다.
④ 기상, 수문 정보를 수집한다.
⑤ 기상, 수문 상황에 따라 내수위의 저하를 도모하는 등의 예비운전을 실시한다.
⑥ 쓰레기 부유물의 유하 상황에 대해 감시와 제거의 준비를 한다.

4.2.3.5 홍수시의 조치

(1) 양배수장의 정상 기능을 유지하기 위해 점검, 정비, 수선 등을 계획적으로 실시한다. ① 홍수시에는 기상, 수문에 관한 정보, 데이터의 수집 및 유입량, 내·외수위의 측정을 해서 그 결과를 활용하면서 조작 규정에 따라 안전운전에 노력해야 한다.
(2) 관계기관으로 연락을 적절하게 하고 조작 기록의 작성을 해두어야 한다.
(3) 홍수 초기에는 쓰레기 부유물이 대량으로 유입할 가능성이 크므로 그 대책을 수립해야 한다.

4.3 양배수장 및 연결수로의 관리

4.3.1 유지관리

4.3.1.1 양배수장의 유지 보전

(1) 양배수장 및 접속수로는 순찰, 점검을 계획적으로 실시해서 필요에 따라 정비, 제초, 쓰레기 처리, 퇴적토사의 배제 등을 해서 항상 양호한 상태로 유지해야 한다. 관리설비의 유지 보전의 목표를 인체에 비유하면
① 설비가 고장이 나서 수리하는 것은 병에 걸린 후 치료하는 것과 같다.
② 고장나기 전에 점검 수리를 하는 것은 병을 예방하는 것에 해당한다.
③ 설비의 기능을 적절하게 유지하기 위해 개축, 추가하는 것은 건강유지를 도모하는 것에 해당된다.
관리목표는 ②의 고장 원인을 사전에 제거해서 정비하는 것으로 가장 중점적으로 실시하면서 장기적으로는 ③의 설비 불량한 곳의 개량, 갱신, 점검용 안전시설의 충실 등이나 현장에 적합한 보안 관리를 실시하는 것이 중요하다.
양배수장은 여러 가지 설비 기술을 결집한 종한 설비이다. 양배수장의 주변 및 부대 구조물에 있어서도 설비 기능을 양호하게 유지하기 위해 정기적으로 점검, 정비 수선을 해야 한다.

4.3.1.2 양배수장 주변의 점검

(1) 순찰 및 점검 정비

① 순찰, 점검

건축물의 순찰, 점검은 양배수장 및 주변 수로, 제방, 수문관측시설 등의 설치위치를 고려하여 미리 순회도로를 정해서 파손시설의 오손, 이동, 매몰, 토지의 상황변화, 주변의 경계 등을 포함한 점검 항목을 정하고 이에 따라 정기적으로 실시한다.순찰, 점검 시 이상 사태를 발견했을 경우에는 상황에 따라 긴급 조치를 취하고 정비, 보수를 한다.

② 점검의 기록 보존

점검기록상황, 운전조작일지, 관리일지 등은 시설능력 파악, 차기정비 검토, 내용연수 등의 자료로서 필요하기 때문에 기록을 정리 보존해 두어야 한다.

4.3.1.3 구조물 관리

(1) 건물

양배수장 건물을 유지 보전하기 위해 실시되는 항목은 주로 다음과 같다

① 지붕

양배수장 건물의 구조 중에서 철근(철골 포함)콘크리트구조, 블록구조 등의 콘크리트계의 것을 유지 보존하기 위해 요구되는 것은 누수 대책이다. 누수는 아스팔트 방수공 등의 자연열화가 원인이 되는 외에 배수 기울기라든가, 배수 파이프가 작은 경우라든가, 지붕 물받이 둘레에 비산토사가 퇴적해서 여기에 풀이 나는 경우 등으로 말미암아 누수가 되는 경우도 있다. 이것은 점검, 청소회수 부족이 원인이 된 것으로서 인위적인 것이다. 또 양배수장 건물에는 각종 관측계기라던가 부대설비가 설치되어 있는데 이들이 설치됨에 따라 지붕의 형상도 복잡해져서 누수의 원인이 증대되는 경우가 있다.

② 내외벽

콘크리트 타설 이음매의 균열 발생, 철근의 피복두께의 부족, 모르타르의 들뜸 및 콘크리트의 수축, 균열 등의 주로 공사 시공의 부실로 생기는 결함과 시공후의 부등침하에 따른 벽면의 균열 등의 결함은 시설의 경과연수와 함께 진행하여 누수뿐 아니라 철근의 녹에 따른 콘크리트의 박리가 생겨서 시설의 내용연수 확보가 곤란하게 되는 동시에 설치되어 있는 기기류에도 악영향을 주게 된다. 이러한 경우의 보수 공사는 점진적으로 실시하는 것이 바람직 하지만 균열의 정도와 누수의 진행 상황을 일정한 기간 마다 점검, 측정해서 필요한 대책을 강구한다.

③ 실내 설비물 기타

실내 설비물의 내장에 사용되고 있는 재료는 목재에서 스테인레스까지 여러 가지 재질이 사용되고 있는데 그 상태가 나빠지는 요인은 먼지의 부착과 고결, 녹, 사용빈도가 극단적으로 적은 것 등이 원인이 되고 있다. 따라서 정기적으로 점검함은 물론 전체시설을 대상으로 계획적으로 청소하고, 잘못된 곳의 조기 발견과 적기에 정확한 보수를 해야 한다. 평소 보수용 도구나 재료를 상비해두어서 손쉽게 보수작업을 할 수 있는 작업환경을 정비해두어야 한다.

(2) 흡수조

망사실이나 스크린을 통과해서 흡수조에 흘러 들어온 쓰레기, 부유물을 그대로 방치해두면

수조내에 가라앉는다. 장기간 이러한 일이 되풀이되면 펌프의 흡수 장해나 고장의 요인이 될 뿐 아니라 제거 비용도 커지게 된다. 그러므로 관리인 또는 조작원 등은 그 때마다 부유물을 제거해야 한다.

(3) 펌프실

펌프실은 보통 지하에 설치되는데 구조상 주변의 콘크리트를 침투한 물에 의해 습도가 높아지므로 배수, 환기대책이 있느냐 없느냐에 따라 기기의 보전에 크게 영향을 미친다. 그러므로 펌프실은 배수 기울기를 크게 하고 사수가 생기지 않도록 항상 점검하는 동시에 콘크리트면의 곰팡이의 발생, 쇠붙이의 방청을 위해 평소의 환기 설비의 운전을 함과 아울러 개구부를 기상조건에 맞추어서 개방하고 자연 환기에 힘써서 기기류의 보전에 만전을 기해야 한다.

(4) 연료 저장조

연료 저장조의 형식은 지하탱크 저장소, 옥외탱크 저장조, 옥내탱크 저장조가 있다. 이들 저장조는 소방법 등에 준거해서 설치되는데 평상시 점검 중에서 가장 주의해야할 점은 부등침하나 지진 등에 의해 탱크와의 결합부나 건물과의 접속부에서 손상을 받고 있는지 여부를 확인하는 일이다. 또 강철제관을 흙 속에 배관했을 경우 전식(電飾)을 받아 관에 구멍이 뚫리는 일이 있으므로 주의해야 한다. 잘 보이는 곳에 연료 저장조를 알리는 표지판 및 방화에 관해 필요한 사항을 적은 게시판을 설치해야 한다.

(5) 배출수조

배출관에서 누수에 의해 배출수조 주변의 토사가 씻겨 내려가서 부등침하를 일으키는 일이 있으므로 주변의 순찰을 게을리 하지 말아야 한다. 배출수조는 하천 공작물로서 통관, 통문 등과 함께 설치되는 경우가 많은데 그 관리는 하천법에 따라서 적정한 관리를 해야 한다.

4.3.1.4 제방 등의 제초

(1) 제방 등의 제초는 구조물의 파손, 이동, 매몰 토지의 변화현상, 누수 등의 유무를 파악함과 동시에 수로의 유수장애물을 제거하기 위해 실시한다. 적어도 물대기 전과 물대기 중에 한 번 정도씩은 제초를 해야 한다.

4.3.1.5 쓰레기 처리

(1) 최근 농촌지역의 혼주화가 진전함에 따라 수로에 상당량의 쓰레기가 유입하는 경향이 있다. 특히 비닐류, 플라스틱류, 목재 등 부당 투기된 것이 대량으로 부유하는 일이 있다. 양배수장에 유입한 쓰레기가 스크린에 쌓이면 스크린의 상·하류에 큰 수위차가 생기던가, 펌프의 임펠러를 손상시키던가, 휘감겨서 막혀버리거나, 게이트가 밀폐되지 않는 등 운전에 지장을 초래한다. 홍수초기에는 쓰레기가 일시적으로 대량으로 흡수조에 유입하여 쓰레기 처리가 곤란해지므로 평소에 수로를 포함해서 쓰레기 제거에 힘써야 한다. 집적된 쓰레기 처리는 소각 등 관계 법규에 따라 처리해야 한다. 소각시설이 없는 양배수장은 시, 군, 면의 쓰레기 소각장과 사전에 협의해서 처리하도록 한다.

4.3.1.6 안전관리시설의 보전

(1) 양배수장, 수로관리 요원 및 주변 주민 등의 안전을 도모하기 위해 안전관리시설의 보전에 힘써야 한다. 양배수장 주변 및 수로의 안전시설은 다음과 같이 분류 할 수 있다.

① 사람에 대한 안전시설 : 담장, 핸드레일 등

② 출입을 위한 안전시설 : 트랩, 사다리, 계단, 난간 등

③ 야간 운전이나 보수 관리를 위한 시설 : 조명 설비 등

④ 수난사고 등에 대비한 시설 : 구명(救命)도구, 구명 보트 등

⑤ 주의 환기를 위한 시설 : 표지판, 입간판 등

⑥ 양배수장내의 안전시설

모터 등 노출회전·통전(通電)부분에 대한 접촉 방지 커버나 누전설비의 방책(防柵) 등 이중에서 ①의 사람에 대한 안전시설은 주로 제3자의 침사지와 흡수로에 출입하는 것을 방지하거나 관리인의 추락방지를 도모하는 시설이다. ②의 각 시설로 출입하기 위한 안전시설은 관리 작업을 위해 출입하거나, 추락한 사람의 탈출보조를 위한 시설이다. ⑤의 주의환기를 위한 안전시설은 제 3자를 위험한 곳에 진입시키지 않기 위해 설치하는 것이며 특히 아이들도 이해할 수 있도록 그림 등을 이용해서 표시하는 것이 좋다.

4.3.2 사고 방지

(1) 양배수장 및 수로의 관리 요원 및 주변 주민 등의 안전을 도모하기 위해 안전시설의 설치 보존 등을 실시해서 사고의 방지에 힘써야 한다. 수로가 시가지를 통과하거나 수로축조 후에 시가지가 형성되어 수로에로의 추락사고, 통행 차량에 의한 안전시설과의 접촉사고 등이 발생해서 안전시설의 중요성이 늘어나고 있다. 수로에서 제3자의 수난사고나 교통사고를 막으려면 우선 수로시설에 일반인 출입을 금지시키는 일이다. 따라서 원칙적으로 울타리 통행을 막는 문짝 또는 제한 포스트 등의 설치와 아울러 표지판 설명 입간판 등을 필요한 위치에 설치한다. 수로관리요원의 추락사고 방지를 위해서는 관리상 출입이 많은 수로구조물 주변에는 핸드레일 등을 설치한다.관리도로와 일반도로를 겸용하는 경우에는 도로관리자와 협의해서 차량제한 등의 표지에 의해 주의를 환기시킴과 동시에 도로관리의 책임 소재를 명확히 해 둘 필요가 있다. 물놀이, 낚시, 사이클링 등 물가를 찾아 일반인이 수로에 접근할 기회가 늘어나고 있으므로 사람이 접근해도 좋은 곳, 접근해서는 안될 곳을 명확히 구분해서 필요한 사고방지 시설을 설치하는 것이 좋다.

4.4 설비기기의 관리

4.4.1 일반사항

(1) 설비기기의 정상운영을 유지하기 위해 점검, 정비, 수선을 계획적으로 실시해야 한다. 설비기기의 관리는 양배수장의 기능 발휘 및 기능 유지에 크게 영향을 미치기 때문에 계획적으로 적절한 관리를 실시할 필요가 있다. 전기, 설비, 크레인 등은 설비에 따라서는 법령 등으로 점검 실시를 규정해놓은 것도 있으므로 이런 것들에 대해서는 법령이나 규정에 따라 점검을 실시해야 한다.

4.4.1.1 점검 정비 등의 정의

(1) 점검, 정비 등은 다음과 같이 정의한다.

점검: 설비의 순찰, 계측, 작동시험 등에 의한 각 부분의 체크 및 그것에 의한 판단 및 기록하는 것.

정비: 설비의 청소, 조종, 급유, 경미한 부품의 교환, 재도장 등을 하는 것

수선: 파괴, 손모, 변형, 균열 및 기능적 결함 등을 복구시키는 것.

4.4.1.2 점검 정비 등의 내용 구분

(1) 점검 정비 등은 표 8.1.2 과같이 그 내용이 구분된다.

<표 8.1-1> 점검 정비 등의 내용구분

명칭	조작시 점검	일상점검 (정시점검)	월례 점검	정기 정비		
점검주기	조작시	정시 1일1회 정도	월 1회 정도	1년에 1 ~ 2회	수년에 1회	10 ~ 15년에 1회
점검내용	이상 처리	이상 처리	정비	정기정비	분해점검 부품교체 급유 부분도장 또는 전면 재도장	오버홀 전면 재도장 개량

점검명칭	임시점검	기타	휴지기간 중 점검		
점검주기	임시	설비의내용연한	휴지기	휴지중 월 1회 정도	사용개시전
점검내용	월례점검에 준한다.	갱신	월례점에 준한다.	월례점검 에 준한다.	조작시 점검에 준한다.

4.4.1.3 점검 정비 등의 내용

(1) 점검 정비 등의 내용은 다음과 같다.

① 운전조작시의 점검

가. 운전 전 점검

펌프, 원동기, 수변전설비, 배전설비 및 조명설비 등의 설비기기는 조작에 앞서 각 기기가 조작가능 상태에 있는지, 흡수위, 배출수위, 유입량 등 제어대상조건은 적합한지, 조작조건은 충분하게 되어있는지 등에 관해 상태를 확인하는 점검이다.

나. 조작 시 점검

조작개시와 동시에 각 설비기기가 정상적인 동작을 하고 있는지를 확인하는 점검이다. 수위, 유량 등의 변화상태, 각 계기류, 지시계 등의 지시 값 확인, 각 설비기기의 작동상황 등을 확인을 한다. 조작중 이상상태(수위, 유량의 이상변동, 각 계기류의 이상 지시

값, 이상진동, 이상 음, 이상한 냄새, 각 기기의 이상변형, 주위 조건의 이변 등)가 발생한 경우에는 그 내용에 따라 정지·현상복구 등 최적의 대처를 취할 필요가 있으며 이에 더하여 안전사고에 각별히 유의하여야 한다.

다. 조작 후 점검

조작·정지 시 흡입수위, 배출수위 등이 목표 값으로 되어 있으나, 필요에 따라 다음번에 기기가 조작될 수 있도록 준비가 완료되어 있는가를 확인하는 점검이다.

(2) 보수점검

① 시설 및 설비기기의 기능유지를 위해서 행하는 점검이다.

가. 일상점검

일상운전에 있어서 확인해야 할 점검을 말하고, 이상을 발견한 경우에는 즉시 원인을 조사하여 적절한 처치를 한다.

나. 월례점검

월 1회 날짜를 정하여 행하는 점검으로 기기의 청소, 주유, 기록지 등의 교체 및 보급, 기기의 작동부의 점검 등을 한다. 또한 필요에 따라 기기를 분해하여 점검 및 계측 등을 할 경우가 있다.

다. 정기점검

정기적으로 시설을 순찰하여 주로 외부로부터 이상의 유무를 감시하고, 간단한 청소와 유지 보급 등을 하며, 또한 운전에 있어서 작동상태를 체크하여 이상을 발견한 경우 경미한 것은 즉시 수리하고 중요 부분에 대해서는 전문가에게 의뢰한다.

라. 휴지점검

장기간 휴지를 하고 있는 상태로 있는 펌프에 대해서는 점검 또는 운전을 하고 안전을 확인하여 항상 운전 가능한 상태로 해 둘 필요가 있다. 특히 디젤기관은 보수 (녹 방지) 운전을 할 필요가 있다. 또한 보수운전이 불가능한 경우에는 기관을 몇 차례 돌려 피스톤의 위치를 바꾸어 주도록 한다.

마. 긴급 점검

홍수, 지진, 및 낙뢰 후에 하는 점검이다. 홍수, 지진은 그 영향이 시설전반에 미치는 일이 많으므로 사후의 점검은 시설에 관계되는 전 항목에 걸쳐서 시행할 필요가 있다. 낙뢰의 피해는 직격뢰와 유도뢰가 있으며 이들의 영향은 주로 전기기기에 미치는 것으로 낙뢰 발생 후에는 신호의 잘 못, 계기류의 오동작 및 손상 등이 없는 가 충분히 점검 할 필요가 있다. 또 긴급사태가 발생에 대해서는 그 내용부터 판단해서 적절하고 신속하게 대응할 필요가 있으며, 특히 인명사고에 유의하여야 한다.

(3) 보수

① 각 점검에 있어 이상을 발견했을 때에는 속히 긴급조치를 하고, 보수대책을 강구한다.

(4) 정비

① 정기점검 결과에 따라 행하여지는 정비이다. 일반적으로 많은 정비를 필요로 하는 경우가 많으므로 기기의 사용하는 상황에 적합하도록 계획적으로 실시한다.

가. 정기정비

주로 분해하여 하는 정비로 저하된 기능을 복원시키는 것을 목적으로 한다. 이 정비는 전문가의 진단에 의해 하는 정비로 손상, 마모, 기타 이상 부분의 보수, 불량 부품과 경년열화 부품을 교환한다.

나. 임시정비

정기정비 시기가 아직 안되었어도 일상점검, 정기점검으로 이상을 발견한 경우 사고를 미연에 방지하기 위해 필요한 임시정비를 할 필요가 있다.

(5) 기타

① 시설의 기능에 이상이 발생한 경우, 보급 또는 교환 수리 등에 대처하기 위해 연락처 등을 정리해 둘 필요가 있다. 이 보수점검 정비상황, 운전조작일지, 관리일지 등은 시설의 기능 파악, 다음 정비의 검토자료, 내구연수 등의 자료에 필요한 것으로, 이 기록은 활용이 가능하도록 정리하고 보존할 필요가 있다.

4.4.2 펌프 설비

(1) 펌프 설비는 조작시, 평상시(정시), 월례, 정기, 임시, 정지기간 등에 각각 점검 및 정비를 해서 정상적인 운전이 이루어지도록 관리해야 한다.

4.4.2.1 관리

(1) 펌프설비는 조작할 때 정상적 운전이 될 수 있도록 계획적으로 점검정비를 해야 한다. 점검정비의 내용은 각 설비 기기에 의해 각각 다르지만 주된 것으로서는 방청, 도장상황, 각종 볼트의 헐거움, 각 부재의 마모, 변형, 손상, 이상 진동, 이상 음, 베어링 온도, 윤활유의 양, 노후화 정도, 전압, 전류, 절연 저항, 릴레이 스위치(relay switch)의 작동 상황 등에 대해 눈으로 보거나 계기로 측정해서 정상인지 아닌지를 확인하고 이상이 있을 경우에는 정비 보수를 한다. 여기서 다루는 펌프설비는 다음과 같은 것이다.

① 주 펌프

양배수장에 설비된 펌프의 형식은 횡축축류, 횡축사류, 입축축류, 입축사류 등이 있다.

② 밸브류

펌프의 운전 정지에 사용되는 유량제어용 차단용, 역류 방지용 밸브이다.

③ 원동기

주 펌프를 구동하는 원동기에는 디젤기관, 모터, 개스 터빈 등이 있다.

④ 동력전달 장치

펌프와 원동기를 연결하기 위해 축 조인트가 사용된다. 배수펌프는 회전수가 낮기 때문에 원동기의 회전수를 감속하기 위한 기어 감속기가 일반적으로 사용되고 있다.

⑤ 보조기계류

주 펌프의 운전에 필요한 보조 기계류는 펌프형식, 규모, 운전조건에 의해 구성 등이 달라지는데 주된 것은 다음과 같다.

가. 급수계통

펌프 베어링 윤활수용, 기어 감속기, 디젤 기관 등의 냉각수용 급수 펌프, 저수조 등

나. 연료계통

디젤기관의 연료 이송 펌프, 저유조 등

다. 시동 공기 계통

공기시동식의 디젤 기관의 경우에 필요한 공기 압축기, 시동 공기조 등

라. 급유 계통

펌프 베어링 윤활용, 기어 감속기나 디젤 기관의 윤활유를 공급하는 윤활유 펌프 등

마. 펌프장내 배수펌프

각 기기로부터의 배출수, 드레인의 배수용으로서 자연배수가 되지 않는 경우에 사용하는 펌프

바. 환기장치 기타.

4.4.2.2 점검정비

(1) 점검은 각각의 설비나 기기의 완성도서, 취급 설명서에 따라 적절하게 해야 한다. 펌프설비 점검시 및 조작시에 이상상태를 발견했을 경우에는 원인을 파악하고 상황에 따라 신속하게 긴급 조치를 취하고 정비보수를 해야 한다.

4.4.3 전기설비 및 부대설비

(1) 전기설비 및 부대설비는 각 기기가 항상 정상 작동이 될 수 있도록 관리해야 한다.

4.4.3.1 관리

(1) 전기설비 및 부대설비의 각 기기는 조작할 때 정상적인 운전이 될 수 있도록 계획적으로 점검정비를 실시해야 한다. 점검정비의 내용은 다음과 같다.

① 전기설비 관계

방청, 도장 상황, 외형 손상, 변형, 기초볼트 등의 헐거움, 이상 진동, 이상 음, 악취, 유량, 누유(漏油), 온도터미널(terminal) 등의 헐거움, 전압, 전류, 절연저항, 접지저항 등에 대해 눈으로 보거나 계기에 의해 측정을 해서 정상적인지 아닌지를 확인한다.

② 게이트 등 기계 설비 관계

방청, 도장상황, 각종 볼트의 헐거움, 각 부재의 마모, 변형, 손상, 이상 진동, 이상 음, 먼지, 스위치의 작동상황 등에 대해 눈으로 보거나 계기에 의한 측정을 해서 정상적인지 아닌지를 확인한다. 부대설비는 펌프설비에 부대해서 설치되는 것으로서 여기서 다루는 부대설비에는 다음과 같은 것이 있다.

③ 전기설비

펌프설비, 부대설비, 운전관리 설비의 운전조작, 유지관리에 필요한 전력을 공급하기 위한 수변전 설비 및 배전설비 등이 있다.

④ 게이트

취수구용, 수로 차단, 교체용, 펌프 점검, 보수용, 배출측 차수용 등으로 설치되는 게이트이

다.

⑤ 제진 설비

펌프의 기능 저하, 고장의 원인이 되는 유입 쓰레기를 제거하기 위한 스크린이나 제진기가 있다.

⑥ 천장 크레인

펌프설비의 보수관리 등 때문에 필요한 경우에 설치되는 천장크레인 등의 달아 올림 장치가 있다.

4.4.3.2 점검정비

(1) 점검은 각각의 설비나 기기의 사용 설명서 등에 따라 적절하게 해야 한다. 운전관리 설비의 점검시 및 조작 시에 이상상태를 발견했을 경우에는 원인을 파악함과 동시에 상황에 따라 신속하게 처리하여 정비보수를 해야 한다.

4.4.4 정기 정비

(1) 설비 기기의 정기 정비는 표준 내용연수를 유지하기 위해 적정한 주기로 계획적으로 실시해야 한다. 기계설비나 전기설비의 기기는 운전 중에 마모나 변형, 노후화가 진행되고, 또 먼지나 기름, 수분의 부착, 기상 상황이나 인위적 장해 등으로 인하여 성능 저하나 내용연수의 단축을 초래하고 이것이 고장 원인도 되므로 이들 고장, 피로, 노후화 등의 방지 및 저하된 기능을 회복시키기 위해 정기적으로 정비해야 한다. 정기 정비는 설비 기기의 종류, 사용상황, 중요도, 고장빈도, 먼지의 다소, 온도의 고저, 작업의 정도 등에 맞추어 계획적으로 실시하는 것이 바람직하며 주로 기기를 분해해서 손상, 마모, 기타 이상 부분의 보수, 부품 교환을 한다. 설비 기기는 정비가 충분하지 못하면 내용연수가 단축되므로 적정한 주기로 정기정비를 실시해야 한다. 정기정비는 정기점검 결과를 가지고 실시하는 것인데 일반적으로 비용이 많이 들기 때문에 정비 기기의 종류, 사용 상황, 중요도, 고장빈도 등에 맞추어서 적당한 주기로 실시하는 것이 중요하다.

집필위원	분야	성명	소속	직급
	관개배수	김선주	한국농공학회	교수
	농업환경	박종화	한국농공학회	교수
	토질공학	유 찬	한국농공학회	교수
	구조재료	박찬기	한국농공학회	교수
	수자원정보	권형중	한국농공학회	책임연구원

자문위원	분야	성명	소속
	농촌계획	손재권	전북대학교
	수자원공학	윤광식	전남대학교
	지역계획	김기성	강원대학교
	수자원공학	노재경	충남대학교
	농지공학	최경숙	경북대학교
	관개배수	최진용	서울대학교

건설기준위원회	분야	성명	소속
	총괄	한준희	농림축산식품부
	농업용댐	오수훈	한국농어촌공사
	농지관개	박재수	농림축산식품부
	농지배수	송창섭	충북대학교
	용배수로	정민철	한국농어촌공사
	농도	조재홍	한국농어촌공사 본사
	개간	백원진	전남대학교
	농지관개	이현우	경북대학교
	농지배수	남상운	충남대학교
	취입보	김선주	건국대학교
	양배수장	정상옥	경북대학교
	경지정리	유 찬	경상대학교
	농업용관수로	박태선	한국농어촌공사 본사
	농업용댐	손재권	전북대학교
	농지배수	김정호	다산컨설턴트
	농지보전	박종화	충북대학교
	농업용댐	김성준	건국대학교
	해면간척	박찬기	공주대학교
	농업수질및환경	이희억	한국농어촌공사 본사
	취입보	박진현	한국농어촌공사 본사

중앙건설기술심의위원회	성명	소속
	이태옥	평화엔지니어링
	성배경	건설교통신기술협회
	김영환	한국시설안전공단
	김영근	건화
	조의섭	동부엔지니어링
	김영숙	국민대학교
	이상덕	아주대학교

농림축산식품부	성명	소속	직책
	한준희	농업기반과	과장
	박재수	농업기반과	서기관

설계기준
KDS 67 30 90 : 2018

양배수장 유지관리

2018년 04월 24일 발행

농림축산식품부

관련단체 한국농어촌공사
58217 전라남도 나주시 그린로 20(빛가람동 358) 한국농어촌공사
☎ 061-338-5114 E-mail : webmaster@ekr.or.kr
http://www.ekr.or.kr

(작성기관) 한국농공학회
06130 서울시 강남구 테헤란로 7길 22(역삼동 365-4) 과학기술회관 본관 205호
☎ 02-562-3627 E-mail : j6348h@hanmail.net
http://www.ksae.re.kr

국가건설기준센터
10223 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283(대화동)
☎ 031-910-0444 E-mail : kcsc@kict.re.kr
http://www.kcsc.re.kr

※ 이 책의 내용을 무단전재하거나 복제할 경우 저작권법의 규제를 받게 됩니다.

KDS 67 35 05 : 2018

농도 일반사항

2018년 04월 24일 제정
http://www.kcsc.re.kr

농림축산식품부



건설기준 코드 제·개정에 따른 경과 조치

이 코드는 발간 시점부터 이미 시행 중에 있는 설계용역이나 건설공사에 대하여 발주기관의 장이 필요하다고 인정하는 경우 종전에 적용하고 있는 기준을 그대로 사용할 수 있습니다.

건설기준 코드 제·개정 연혁

- 이 기준은 KDS 67 35 05 : 2018 으로 2018년 04월에 제정하였다.
- 이 기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 건설기준 간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.
- 이 기준의 제·개정 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요사항	제·개정 (년. 월)
농지개량사업 계획설계기준 농도편	• 농지개량사업 계획설계기준 농도편 제정	제정 (1986. 12)
농업생산기반정비사업 계획설계기준 농도편	• 농업생산기반정비사업 계획설계기준 농도편 개정 • 기존의 농도편을 설계 및 시공편을 추가하여 농도의 계획설계에 필요한 사항을 기준으로 개정	개정 (1994. 12)
KDS 67 35 05 : 2018	• 국토교통부 고시 제2013-640호의 “건설공사기준 코드체계” 전환에 따른 건설기준을 코드로 정비 • 건설기술진흥법 제44조 및 제44조의 2에 의거하여 중앙건설심의위원회 심의· 의결	제정 (2018. 04)

제 정 : 2018년 04월 24일 **개 정 : 년 월 일**

심 의 : 중앙건설기술심의위원회 **자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회**

소관부서 : 농림축산식품부 농업기반과

관련단체(작성기관) : 한국농어촌공사(한국농공학회)

목 차

1. 일반사항 ····· 1
1.1 목적 ····· 1
1.2 적용 범위 ····· 1
1.3 참고 기준 ····· 1
1.4 용어의 정의 ····· 1
1.5 기호 정의 ····· 1
2. 조사 및 계획 ····· 1
2.1 농도의 종류 ····· 1
2.2 농도의 구성 ····· 2
2.3 계획의 기본 ····· 3
3. 재료 ····· 4
4. 설계 ····· 4
4.1 설계의 기본 ····· 4
4.2 관계법령의 준수 ····· 5

농도 일반사항

1. 일반사항

1.1 목적

이 기준은 농업생산기반정비사업, 농어촌생활환경정비사업 및 경제의 활성화에 기여하는 사업으로 시행하는 농도의 계획, 설계, 시공 및 유지관리에서 준수하여야 할 일반적인 사항을 규정한 것이다.

1.2 적용 범위

이 기준은 농어촌정비법(2007.8.3, 법률 제 8588 호)에 의거 시행하는 농도의 계획, 설계, 시공 및 유지관리에서 준수하여야 할 일반적인 사항으로서 도로법 제23조 및 농어촌 도로정비법 제4조에 규정되지 아니한 도로에 적용한다. 경지정리사업이나 개간, 간척사업 등에서 다루고 있는 농도에 대해서는 이 기준과 함께 별도로 제정되어 있는 농업생산기반정비사업 계획설계기준 KDS 67 50 00 「경지정리편」, KDS 67 60 00「개간편」, KDS 67 65 00「해면간척편」, KDS 67 65 00「수질 및 환경편」에 따르도록 한다.

1.3 참고 기준

· 농림부, 2007, 농업생산기반정비사업계획 설계기준 농도 편

1.4 용어의 정의

· 내용 없음

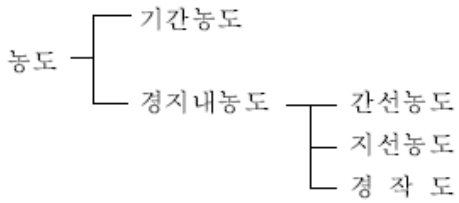
1.5 기호 정의

· 내용 없음

2. 조사 및 계획

2.1 농도의 종류

농도의 종류는 도로의 주된 기능 및 배치에 따라 분류된다.
농도란 농어촌지역주민의 교통편익과 농수산물의 생산유통을 원활히 하는 동시에 농어촌지역의 생활환경개선과 경제의 활성화를 위하여 이용하는 도로를 말한다. 농도의 종류는 주된 기능 및 배치에 따라, 기간농도, 경지내농도(간선농도, 지선농도, 경작도)로 분류한다.



2.1.1 기간농도

농수산업생산활동, 농수산물유통 등의 농수산업용으로 주로 이용되며 농어촌의 사회생활활동에도 이용되는 도로로서 농어촌지역의 기간이 되는 도로

2.1.2 경지내농도

영농자재의 반입, 농산물의 반출 및 경지에서 경작을 하기위한 농기계 통행 등 농업생산활동에 주로 이용되는 도로로서 다음과 같이 구분된다.

(1) 간선농도

부락과 경지구역, 경지구역상호간, 일반도로나 기간농도와 경지구역, 경지구역과 생산, 가공, 유통시설 등을 서로 연결시키는 주요농도

(2) 지선농도

기간농도에서 분기하여 포구, 경구에 연결되는 농도로서 농작업을 위한 왕래, 비료, 농약 등 영농자재의 반입, 수확물을 경지로부터 반출하는데 이용되는 농도

(3) 경작도

수확 및 방제작업 등에 이용하기 위하여 경구의 경계부 또는 경지내에 설치하는 농도

2.2 농도의 구성

농도는 노체, 노상, 포장, 배수공, 주요구조물, 부대구조물, 교통안전시설, 교통운영시설 등으로 구성된다.

2.2.1 노체

성토에 의하여 축조된 것으로 노상의 아래 부분을 노체라 한다.

2.2.2 노상

포장의 하층면으로부터 심도 약 1m의 흙 부분을 노상이라 하고, 성토부에서는 성토상부의 표면으로부터, 절토부에서는 굴착면으로부터 약 1m 아래 부분이 이에 해당된다. 다만, 연약지반을 개량하기 위하여 노상의 전부 또는 일부를 양질의 재료로 치환하든가 석회나 시멘트 등으로 안정처리된 부분, 또는 연약한 노상토가 보조기층에 침입하는 것을 방지할 목적으로 설치하는 차단층 등은 노상에 포함된다.

2.2.3 포장

포장재료에 따라 아스팔트포장, 콘크리트포장, 토사계포장으로 분류된다. 아스팔트포장은 보조기층, 기층, 중간층, 표층으로 구성되고 콘크리트포장은 일반적으로 보조기층(상부보조기층, 하부보조기층), 콘크리트슬래브로 구성되며 토사계포장은 자연 흙을 이용하거나 노상위에 자갈, 쇄석, 모래 등을 깔고, 그 표면을 노면으로 사용하는 포장이다.

2.2.4 배수공

노면 및 인접부의 배수, 기층 및 보조기층, 노상의 배수 등을 목적으로 하는 시설로서 표면배수공, 지하배수공, 동토방지대책 등이 있다.

2.2.5 주요구조물

교량, 터널 등의 구조물을 말한다.

2.2.6 부대시설

방호시설, 암거, 대피소, 환경시설대, 에코 브리지, 자전거 도로 등의 부대적인 구조물이다.

2.2.7 교통안전시설

차량, 보행자 등의 안전과 원활한 통행을 도모하기 위한 시설로서 방호울타리, 조명시설, 도로반사경, 시선유도표식, 보도, 자전거도, 입체횡단시설 등이 있다.

2.2.8 교통운영시설

경계, 규제, 안내, 지시 등을 나타내기 위한 도로표식, 노면표식(Marking) 및 교통신호기 등이 있다.

2.3 계획의 기본

농도 또는 농도망의 계획수립에 있어서는 그 지역의 자연 및 사회경제조건, 농수산업현황, 교통상황 등을 파악하여 농업생산의 근대화, 농수산물유통의 합리화에 이바지할 수 있게 하는 동시에 농어촌 사회환경 개선에도 기여할 수 있게 종합적인 관점에서 구상하여야 한다.

농도는 그 직접적인 목적인 농업생산의 근대화 및 농수산물 유통의 합리화, 농어촌 사회환경개선, 농촌 어메니티 증진 이외에도 농어촌지역을 포함한 주변지역의 여러 산업 및 토지이용과 밀접한 관계를 가지고 있다. 따라서 앞으로의 농어촌지역은 생산 및 생활환경등 농어촌의 정주조건을 정비함이 필수적이므로 종합적인 환경정비의 일환으로 농도를 정비함이 바람직하다. 넓은 지역을 대상으로 하는 농도의 계획수립에는 해당 지역의 개발구상 등 지역계획에 상응한 정비목표를 설정해야 한다.

3. 재료

· 내용 없음

4. 설계

4.1 설계의 기본

농도의 설계는 이용형태, 지형, 지질, 기상, 시공 등을 고려하여 안정성, 내구성, 경제성 및 이용면에서 안전성이 확보되는 시설물로 설계하는 것을 기본으로 한다. 시공은 현장조건을 고려하여 시설내용을 만족시키고, 합리적이고 경제적이며 안전한 작업을 수행할 수 있는 시공계획을 바탕으로 함을 기본으로 한다. 설계 및 시공은 관계법령 등을 준수하여야 한다.

4.1.1 설계의 기본

농도의 설계에 관한 기본적인 방침은 농도정비의 목적인 농업기계와 자동차가 안전하고 원활하게 주행할 수 있음은 물론 내구성과 안전성이 있는 합리적인 농도관리기능을 갖도록 하는 것이다. 더욱이 농도의 본체와 기타 시설, 인접한 산지, 기초지반, 구조물 등은 공사 중이나 완성 후에도 필요한 안전성을 갖도록 설계하여야 한다.
또한, 농도의 경제적인 건설은 지형, 지질, 토질, 토공계획, 농도의 정비수준 등과 깊은 관계가 있으므로 다음 사항을 검토해야 한다.

(1) 농도가 넓은 지역을 통과하는 경우 대상지역의 지형, 지질, 토질이 다양하므로 획일적인 설계는 피하고 각각의 특성에 맞도록 세분하여 설계한다.
(2) 평지부 이외의 도로에서는 절성토가 균형이 되는 토공계획을 원칙으로 한다.
(3) 토질, 지하수상황 등은 공사기간이나 계절적 영향을 받아 변화되므로 이러한 현상에 대응하는 각각의 조건을 고려해야 한다.
(4) 농도의 정비수준은 교통하중의 크기와 양에 대해서 안전하고 원활한 주행성을 확보하는 외에 화물의 손상, 모래나 흙, 먼지 또는 자갈의 비산 등 영농저해의 원인제거 및 완성후의 방법 등에 있어서 사회·영농면에 관한 중요도 등도 고려하여 검토한다.
(5) 기 조사된 내용으로서는 확신있는 설계·시공계획이 수립되지 않을 뿐만 아니라 공사계획의 양부가 공사의 성패에 큰 영향을 끼치는 경우에는 시공현장에서 시험시공을 한 후에 설계한다.

4.1.2 시공의 기본

시공은 설계의 기본방침에 따라 설계내용을 만족시키고, 경제적이고 안전하며 필요한 공사기간내에 건설하는 것을 기본으로 한다. 이를 위해 계획설계의도와 현장조건을 충분히 조정한 시공계획을 수립함과 동시에 공사의 진척사항을 파악하여 당초의 설계조건과 상이한 현장 조건인 경우에는 실제의 현장조건에 부합되게 설계를 재검토하면서 시공하여야 한다.

4.2 관계법령의 준수

농도의 계획, 설계 및 시공은 공사, 환경조건에 대한 규제 등 관계법령이 많으므로 이들 법령에서 정한 사항은 준수하여야 한다.

집필위원	분야	성명	소속	직급
	관개배수	김선주	한국농공학회	교수
	농업환경	박종화	한국농공학회	교수
	토질공학	유 찬	한국농공학회	교수
	구조재료	박찬기	한국농공학회	교수
	수자원정보	권형중	한국농공학회	책임연구원

자문위원	분야	성명	소속
	농촌계획	손재권	전북대학교
	수자원공학	윤광식	전남대학교
	지역계획	김기성	강원대학교
	수자원공학	노재경	충남대학교
	농지공학	최경숙	경북대학교
	관개배수	최진용	서울대학교

건설기준위원회	분야	성명	소속
	총괄	한준희	농림축산식품부
	농업용댐	오수훈	한국농어촌공사
	농지관개	박재수	농림축산식품부
	농지배수	송창섭	충북대학교
	용배수로	정민철	한국농어촌공사
	농도	조재홍	한국농어촌공사 본사
	개간	백원진	전남대학교
	농지관개	이현우	경북대학교
	농지배수	남상운	충남대학교
	취입보	김선주	건국대학교
	양배수장	정상옥	경북대학교
	경지정리	유 찬	경상대학교
	농업용관수로	박태선	한국농어촌공사 본사
	농업용댐	손재권	전북대학교
	농지배수	김정호	다산컨설턴트
	농지보전	박종화	충북대학교
	농업용댐	김성준	건국대학교
	해면간척	박찬기	공주대학교
	농업수질및환경	이희억	한국농어촌공사 본사
	취입보	박진현	한국농어촌공사 본사

중앙건설기술심의위원회	성명	소속
	이태옥	평화엔지니어링
	성배경	건설교통신기술협회
	김영환	한국시설안전공단
	김영근	건화
	조의섭	동부엔지니어링
	김영숙	국민대학교
	이상덕	아주대학교

농림축산식품부	성명	소속	직책
	한준희	농업기반과	과장
	박재수	농업기반과	서기관

설계기준
KDS 67 35 05 : 2018

농도 일반사항

2018년 04월 24일 발행

농림축산식품부

관련단체 한국농어촌공사
58217 전라남도 나주시 그린로 20(빛가람동 358) 한국농어촌공사
☎ 061-338-5114 E-mail : webmaster@ekr.or.kr
http://www.ekr.or.kr

(작성기관) 한국농공학회
06130 서울시 강남구 테헤란로 7길 22(역삼동 365-4) 과학기술회관 본관 205호
☎ 02-562-3627 E-mail : j6348h@hanmail.net
http://www.ksae.re.kr

국가건설기준센터
10223 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283(대화동)
☎ 031-910-0444 E-mail : kcsc@kict.re.kr
http://www.kcsc.re.kr

※ 이 책의 내용을 무단전재하거나 복제할 경우 저작권법의 규제를 받게 됩니다.

KDS 67 35 10 : 2018

농도 계획

2018년 04월 24일 제정
http://www.kcsc.re.kr

농림축산식품부



건설기준 코드 제·개정에 따른 경과 조치

이 코드는 발간 시점부터 이미 시행 중에 있는 설계용역이나 건설공사에 대하여 발주기관의 장이 필요하다고 인정하는 경우 종전에 적용하고 있는 기준을 그대로 사용할 수 있습니다.

건설기준 코드 제·개정 연혁

- 이 기준은 KDS 67 35 10 : 2018 으로 2018년 04월에 제정하였다.
- 이 기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 건설기준 간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.
- 이 기준의 제·개정 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요사항	제·개정 (년. 월)
농지개량사업 계획설계기준 농도편	• 농지개량사업 계획설계기준 농도편 제정	제정 (1986. 12)
농업생산기반정비사업 계획설계기준 농도편	• 농업생산기반정비사업 계획설계기준 농도편 개정 • 기존의 농도편을 설계 및 시공편을 추가하여 농도의 계획설계에 필요한 사항을 기준으로 개정	개정 (1994. 12)
KDS 67 35 10 : 2018	• 국토교통부 고시 제2013-640호의 “건설공사기준 코드체계” 전환에 따른 건설기준을 코드로 정비 • 건설기술진흥법 제44조 및 제44조의 2에 의거하여 중앙건설심의위원회 심의· 의결	제정 (2018. 04)

제 정 : 2018년 04월 24일
개 정 : 년 월 일
심 의 : 중앙건설기술심의위원회
자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회
소관부서 : 농림축산식품부 농업기반과
관련단체(작성기관) : 한국농어촌공사(한국농공학회)

목 차

1. 일반사항 ····· 1
1.1 목적 ····· 1
1.2 적용범위 ····· 3
1.3 참고기준 ····· 3
1.4 용어의 정의 ····· 4
1.5 기호 정의 ····· 4
2. 조사 및 계획 ····· 4
2.1 계획수립순서 ····· 4
2.2 지구선정 ····· 5
2.3 노선배치계획 ····· 6
2.4 계획교통량 ····· 8
2.5 설계속도 ····· 11
2.6 선형 ····· 12
2.7 횡단면 ····· 18
2.8 배수 ····· 25
2.9 토공계획 ····· 27
2.10 환경계획 ····· 27
3. 재료 ····· 28
4. 설계 ····· 28

농도 계획

1. 일반사항

1.1 목적

1.1.1 기본구상

농도 또는 농도망의 계획수립에 있어서는 그 지역의 자연 및 사회경제조건, 농수산업현황, 교통상황 등을 파악하여 농업생산의 현대화, 농수산물유통의 합리화에 이바지할 수 있게 하는 동시에 농어촌생활환경개선, 자연경관의 활용, 어메니티 창출 등에도 기여할 수 있게 종합적인 관점에서 구상해야 한다.

(1) 농도는 그 직접적인 목적인 농업생산의 현대화 및 농수산물유통의 합리화와 농어촌생활환경의 개선 이외에도 농어촌지역을 포함한 주변지역의 여러 산업 및 토지이용과 밀접한 관계를 가지고 있다. 따라서 앞으로의 농어촌지역은 생산 및 생활환경 등 농어촌의 정주조건을 정비함이 필수적인바 종합적인 환경정비의 일환으로 농촌어메니티도 고려하여 농도를 정비함이 바람직하다.

(2) 넓은 지역을 대상으로 하는 농도의 계획수립에는 해당지역의 개발구상 등 지역계획에 상응한 정비요건을 설정함이 중요하다.

1.1.2 목표설정

농도계획은 농어촌지역에 있어서 농도망의 정비를 주체로 하는 지역계획의 한 요소이며 농어촌계획의 일환으로 다루어야 한다. 따라서 계획수립에 있어서는 그 지역의 장래를 정확히 예측하는 동시에 대상지구에서 농도계획이 담당할 역할 및 위치를 명확하게 함으로써 농도정비목표를 분명히 설정해야 한다.

(1) 농도의 정비는 장기고정투자로서 그 효과도 장기간에 걸쳐 지속되는 것이다. 따라서 될 수 있는 한 장기전망에 의하여 어떤 농도로 정비함이 필요한가를 판단해야 한다. 구체적으로 다음과 같은 사항을 고려하여야 한다.

가) 지역정보에 부합된 장래의 농업전망에 비추어 주산지가 형성될 수 있게 분산된 농지를 집단화하고 호당 경영규모의 확대를 꾀하여 개별적으로 행해져 온 경영을 협업화하여 고능률의 농기계를 도입하여 노동력의 철저한 절감이 이루어질 수 있도록 한다. 또한 유통기구를 개선하여 계획적으로 집출하하는 등 일관된 운영 하에 고생산성 농업을 영위할 수 있게 생산단지를 육성해 가도록 해야 한다. 이를 위해서는 생산→유통→소비의 계통적인 흐름속에 농도를 넣어 생산단지내의 농경에서 집출하까지의 일관된 계통적인 작업이 가능하도록 기간농도에 말단지선농도, 경작도에 이르기까지의 농도망을 적절히 배열하여 지금까지 개별분산하여 행해져 온 생산집단을 기능별로 분산시키면서 유기적인 연결이 가능하도록 한다. 이 경우 농협 등의 농업단체조직의 합리화나 집출하시설 등 농업시설의 종합정리 및 확충과 병행하여 농도계획을 수립함으로써 농수산물수송의 대량화, 규격화를 도모할 수 있게

계획함이 중요하다.

나) 농도를 정비함으로써 농지의 외연적인 확대가 유발되는 경우가 있다. 현상에만 집착하여 이와 같은 지역농업의 장래동향을 고려하지 않으면 수송량이 늘어남에 따라 적정한 유통루트의 확보가 곤란한 경우가 생긴다. 따라서 장래의 지역농업형태에 대하여 정확한 예측을 하는 동시에 그 농도가 갖는 역할 및 위치를 알아 두어야 한다.

다) 농도는 일선도로와 함께 농어촌의 발전을 꾀함에 있어 중요한 사회자본의 하나이다. 농어촌지역주민의 생활활동은 직업, 연령, 성별 또는 농어촌의 위치, 교통기관의 상황에 따라 다르다. 따라서 농도계획을 세울 때에는 사회, 경제조건(특히 인구, 직업구성등)의 변화를 정확하게 예측해야 한다. 특히 최근의 농촌사회는 혼주화(混住化)가 늘어나고 농촌거주자의 직업활동이 다양화되며 동력화(Motorization)의 발달에 따라 생활행동권이 광역화하고 있다는 점을 고려하여 교육, 문화, 의료등 높은 수준의 광역공공시설이나 서비스에 대하여 농촌거주자가 이용할 수 있도록 배려함도 중요하다. 또 농촌에는 활동성이 낮은 노인, 아이, 부인 등 동력화에 대응하기 어려운 층도 거주하고 있다는 점에 비추어 이용자의 안전성과 쾌적성에 대하여 특히 배려해야 한다.

라) 설정된 정비목표에 대해 그것을 구체화하는 수단으로서 농도의 정비가 유일한 수단인가, 아니면 다른 수단에 의할 것인가, 또는 다른 수단과의 조합에 의할 것인가를 비교검토하여 목표달성을 위해 가장 타당한 방법을 찾아내야 한다.

(2) 농도의 정비는 그것만으로 완결되어지지 않는다. 따라서 농업기계의 도입, 농업시설의 정비 및 경지정리, 농지개발 등에 의한 경지조건의 정비 및 농어촌의 환경정비등과 함께 추진함이 중요하다.

농도정비계획에 임해서는 그 목표를 달성하기 위한 모든 관련사업을 계획수립단계에서 밝히고, 이것과 관련시켜 계획을 세우는 동시에 농도정비이외의 수단에 따르는 계획도 명확히 하여 두어야 한다. 예컨대 유통, 가공시설의 개선 또는 농업기계의 도입 등을 고려하지 않으면 안되는 경우가 있기 때문이다.

1.1.3 계획수립시의 유의사항

계획수립에 있어서는 다음사항에 유의해야 한다.

(1) 일반도로와는 달리 이용형태의 특수성을 충분히 고려한다.

(2) 수송량의 증대, 유통차량의 대형화 및 장래의 유통형태의 변화에 대응할 수 있도록 한다.

(3) 농기계의 효율적 이용을 꾀할 수 있게 한다.

(4) 농어촌지역주민의 일상생활상의 교통이 안전하고 원활하게 되도록 한다.

(5) 토지이용계획, 농업개발계획 등의 상위계획 및 관련사업계획과 충분히 조화가 이루어지도록 한다.

(6) 지역환경의 보전, 개선 및 어메니티 창출에 기여하도록 한다.

계획수립에 있어서는 설정된 정비목표를 구체화하기 위해 다음 사항에 유의하여 농도의 다각적인 기능이 발휘될 수 있게 해야 한다.

(1) 농도는 그 이용형태로 보아 농수산업 운반차량 및 농업기계를 비롯한 일반차량의 주행에 이

용되며 고속차량과 저속차량의 혼합교통이 되고 있다. 또 농업생산활동의 장소로서 농산물 및 농업용자재의 싣고 부리기 장소, 농업기계의 일시정거장소, 농작업중의 농업기계의 선회장소 등 다각적으로 이용된다. 따라서 이들 이용형태의 특수성을 고려한다.

(2) 처리, 가공, 저장, 유통 등의 농업시설의 정비 및 영업형태의 변화에 따라 농수산물의 수송량, 수송형태, 유통경로 등이 변화한다. 따라서 이들의 장래변화에 충분히 대응할 수 있게 한다.

(3) 농업생산의 현대화에 이바지 할 수 있게 지구의 영농상황에 따라 현재 사용하고 있는 농업기계 또는 장래 도입코자 하는 대형화, 고속화 추세에 있는 농업기계가 효율적으로 가동될 수 있도록 한다.

(4) 농어촌지역의 생활환경개선에 이바지할 수 있게 농어촌지역주민의 일상생활상의 교통편익을 증진시키는 동시에 안전하고도 원활한 교통이 이루어지도록 한다.

(5) 지구내외의 상위계획 및 관련사업과의 조화를 이루도록 한다. 구체적으로는 각종 농어촌정비종합계획, 시·도단위의 개발구상등의 상위계획 및 경지정리사업, 농업용수 및 배수개선사업, 농지조성사업 등의 농업생산기반정리사업, 하천개수사업, 도로개수사업 등에서 농도정리가 지구내외에서 실시중 또는 계획되고 있는 경우에는 이들의 사업시행주체와 사업계획(실시시기, 시공장소, 구조, 규격, 시공방법 등)에 대하여 협의 조정하고 시공에 대해서도 실시시기, 비용분담 방법 등에 대하여 서로 협의하여 중복 또는 되풀이공사가 생기지 않도록 해야 한다.

[참고] 농도계획수립에 있어 조화를 이루어야 할 제반관련계획 (예시)

(1) 토지이용계획관계
  ① 국토이용계획(국토이용관리법)
  ② 농어촌정비종합계획
  ③ 도시계획(도시계획법)
  ④ 산림개발계획(산림개발법 및 산림법)

(2) 지역개발계획관계
  ① 농가소득개발계획
  ② 정주권개발계획
  ③ 지역사회개발계획
  ④ 환경보전 및 어메니티 창출계획

(3) 농업개발계획관계
  ① 지역농업개발계획(복합영농 시범계획)
  ② 농업생산기반정비사업계획

1.2 적용범위

· 내용 없음

1.3 참고기준

· 농림부, 2007, 농업생산기반정비사업계획 설계기준 농도 편

1.4 용어의 정의

· 내용 없음

1.5 기호 정의

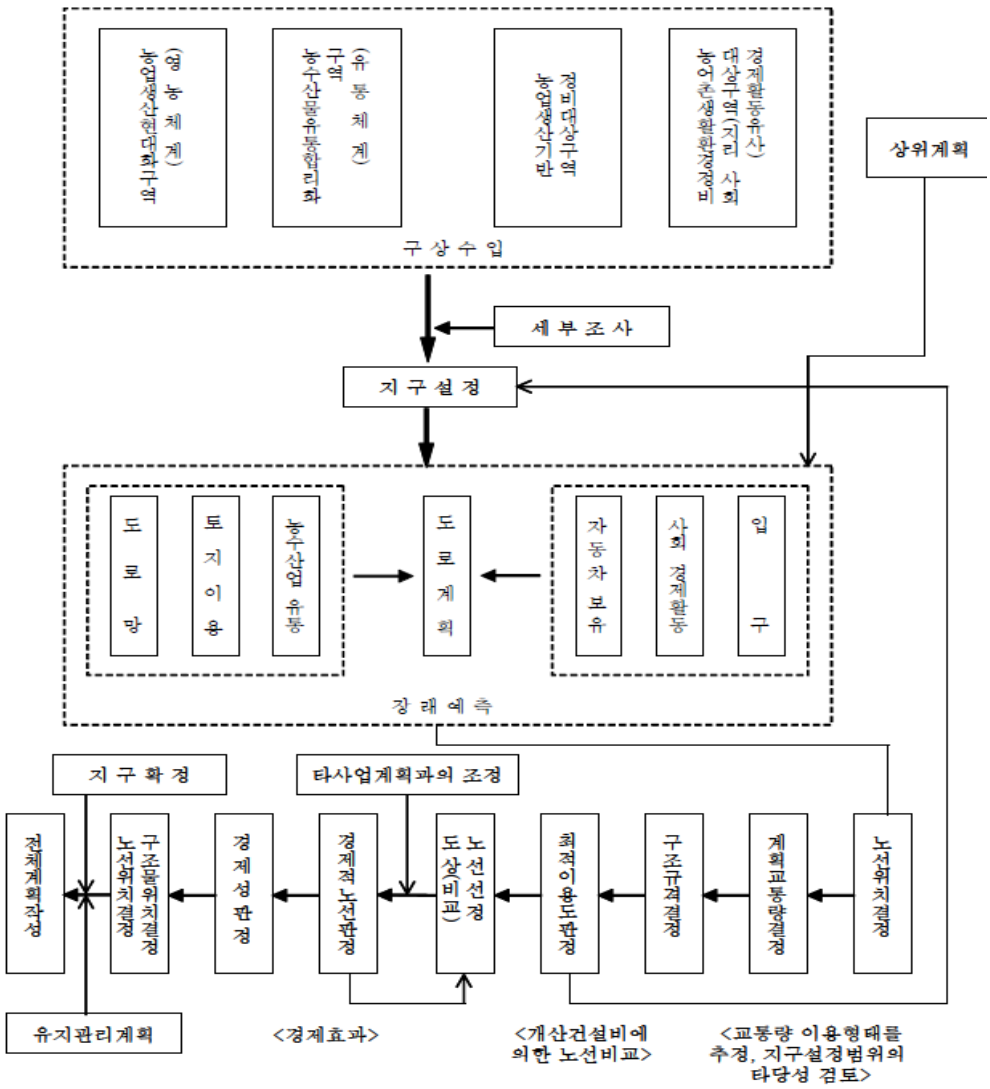
· 내용 없음

2. 조사 및 계획

2.1 계획수립순서

계획수립은 원칙적으로 기본구상에 따라 계획의 각 요소간의 관련성을 고려하면서 골격이 되는 요소에서부터 순차적으로 세부사항을 정해가며 필요에 따라 피드백(Feed back)하여 타당한 계획이 되도록 한다.

사업지구에 따라 농도의 정비목표가 다르고 그 입지조건도 다르다. 따라서 지구의 실정을 참작하면서 계획내용을 검토하여 효율적으로 계획의 각 요소를 결정해 가도록 해야 한다. 또 계획의 입안단계에서는 필요한 경우 피드백하거나 또는 몇 개의 비교안에 대하여 검토하여 가장 타당한 계획을 수립하여야 한다. <그림 2.1-1>은 계획수립의 표준적인 순서를 보인 것이다.



<그림 2.1-1> 계획수위 순서

2.2 지구선정

지구선정은 그 지역의 개발구상 및 주변지역과의 관련성을 고려하면서 계획내용에 따라 다음 사항을 종합적으로 검토하는 동시에 사업시행단계에서 지구변동이 생기지 않도록 해야 한다.

(1) 지형, 지물(산, 하천, 도로, 철도 등) 조건

(2) 시, 도, 읍, 면, 리계 또는 한국농촌공사 지사 및 지소, 농협 등의 농업단체조직의 범위

(3) 경지, 용배수계통, 도로, 하천 등의 정비상황 및 정비계획

(4) 영농형태, 농업시설의 위치 및 규모, 시장, 현재의 유통경로 등의 농수산업 입지조건

(5) 농어촌지역주민의 생활활동권역

(6) 농어촌지역주민의 의향

(7) 각종 지역계획 및 토지이용규제

농도정비에 관계되는 사업지구를 선정함에는 지형, 지상시설물조건, 시, 군, 읍, 면, 리계, 농지개

량조합구역, 농협 등의 행정조직 또는 농업단체조직의 범위 및 경지, 용배수계통, 도로, 하천 등의 정비상황에 대하여 주변지역과의 관련성을 검토 조정하여 결정해야 한다. 이 경우 농수산업시설의 배치상황, 금후의 설립계획도 포함하여 생각하는 동시에 학교, 마을회관, 보건소등의 공공시설 및 농어촌취락 생활권을 기본단위로 하여 농어촌지역주민의 생활활동권역에 대해서도 검토한다.

2.3 노선배치계획

2.3.1 기본구상

계획노선은 지구의 자연조건, 농도의 종류, 기존도로의 배치, 교통상황, 농수산업시설의 배치 등에 대하여 종합적으로 검토하여 이용형태에 알맞은 효율적인 배치가 되도록 한다.

노선배치는 계획의 잘 잘못을 가리는 기본적인 사항이므로 특히 신중히 다루어야 한다. 따라서 지구의 자연조건, 영농조건, 농수산업시설의 배치상황, 경지형태, 기존도로의 배치, 구조, 교통상황, 생활도로로서의 이용 상황, 및 이용목적별 이용가능비율 등에 대하여 종합적인 검토를 하여 우선 농수산물과 농수산업용자재 등의 수송, 생활도로로서의 편익성 등의 측면에서 그 계획노선의 필요성, 타당성을 명확히 한 다음 효율적이며 경제적인 배치가 되도록 한다. 노선배치시 고려해야 할 점은 계획노선의 정비목적 및 농도의 종류, 기능에 따라 다를 것이지만 일반적인 유의사항을 들면 다음과 같다.

(1) 기존도로의 폭을 단순히 확장한다는 것만이 아니고 지역의 효율적인 농도망의 정비에 기여할 수 있도록 배치한다.
(2) 농도는 일반적으로 다각적인 기능을 가지는 것이기 때문에 이들 기능이 충분히 발휘될 수 있도록 한다.
(3) 주변의 노선상황 및 경지의 배치, 구획형상에 알맞도록 배치한다.(적정한 농도밀도를 유지하는 동시에 일반도로의 바이패스적 성격을 갖는 노선배치는 피한다.)
(4) 경제적이고 안전한 노선이 되도록 한다.
(5) 농어가의향이 충분히 반영된 것이라야 한다.
(6) 지역환경의 보전, 개선 및 어메니티 창출이 되도록 한다.

2.3.2 기간농도

기간농도는 경지내 농도, 농어촌취락도로와 연결되고 농수산업시설의 효율적인 이용을 꾀할 수 있도록 배치하여 국도, 지방도 시군도 및 농어촌도로 등과 접속하도록 한다. 접속시에는 안전하고도 원활한 교통을 도모할 수 있도록 해야 한다.

기간농도는 농어촌지역의 기간이 되는 농도이기 때문에 경지내 농도 및 농어촌마을도로와 유기적인 연결이 가능하도록 노선위치를 결정하되 구체적으로 다음 사항에 유의하여야 한다.

(1) 지형조건에 의해 분리된 소단지의 농지를 연결하는 경우에는 기존의 영세한 도로기능을 합쳐 단지를 일관하여 횡단하도록 배치한다.
(2) 가공, 집출하시설 등의 농수산업시설을 중심으로 하여 농작업 및 집출하 등이 일관된 관련 작

업이 될 수 있도록 농업시설, 농지 및 마을이 연결되도록 배치한다.

(3) 농수산물을 시장에 출하하기 위하여 일반도로에 연결하는 것이 필요하지만 이 경우 그 일반도로가 장래에 농수산업상의 이용이 원활히 될 수 있느냐의 여부를 검토하지 않으면 안된다. 일반도로와의 접속위치에 대해서는 관계기관과 협의 조정해야 한다.

(4) 농도는 정비목적여하에 불구하고 일반교통용으로도 공용되는 것이다. 따라서 농도로서의 기능을 유지함에는 공사완료후의 적절한 관리가 필요하지만 노선배치에 있어서도 일반도로의 바이 패스(By-pass)적 성격을 갖는 노선은 피해야 한다.

(5) 농어촌과 도시, 농촌마을을 연결하고 일상교통을 원활하고도 쾌적하게 하며 농어촌의 생활환경개선을 도모하기 위해서는 취락의 위치, 생활권, 농어촌취락과의 연결을 고려하여 노선을 설정해야 한다.

(6) 노선을 신설하는 경우 지형, 지질 등의 자연조건, 용지취득, 주택 등을 고려하여 완전하고도 경제적인 노선을 선정하는 것이 중요하다. 농도는 교통의 안전성, 쾌적성 및 기능을 확보하기 위하여 형태, 구조 등에 일정한 제한을 둔다. 지형에 따라서는 장대교, 터널, 옹벽 등의 구조물이 필요하고 공사비가 증대된다. 이와 같은 경우에는 노선길이가 길어지는 한이 있더라도 골짜기나 산을 우회하는 노선으로 함이 경제적일 수도 있으므로 이에 대해 비교검토하여 노선을 정하도록 한다.

(7) 기간농도는 일반적으로 교통량이 많고, 폭도 크기 때문에 자연환경, 생활환경을 고려하여 계획해야 한다.

2.3.3 경지내 농도

경지내 농도는 지형의 기울기, 경지의 구획형상, 용배수로의 배치, 마을, 농업시설, 기존도로의 위치등과 같이 밀접하게 관련되므로 이들의 상호배치관계에 유의하여 농업교통 및 농작업이 안전하고도 효율적으로 행해지고, 농도망전체로서 경제적 배치가 되도록 계획한다.

경지내 농도는 경지에의 통작, 영농자재의 반입, 농산물의 반출 등 농작업과 밀접한 관련하에 이용된다. 경지내 농도를 정비함으로써 이들의 작업효율을 높이 수 있으나 보다 종합적이고 효과적으로 작업효율을 높이기 위해서는 경지의 구획형질의 변경, 용배수로 정비, 환지, 농지조성 등을 시행하는 경지정리사업과 함께 하는 것이 바람직하다.

경지내 농도는 일반적으로 지역 및 그 주변지역의 자연조건, 기존도로의 위치 등을 감안하여 골격이 되는 간선농도의 배치부터 한다. 다음에 경지의 작부작물, 구획형상, 용배수로의 배치, 농업기계의 사용상황, 호당경영경지면적 등을 고려하여 지선농도, 경작도를 배치한다.

이때 다음 사항에 유의한다.

① 농업시설까지의 농산물수송이 효율적으로 행해질 것.

② 취락에서 각 경구(耕區)까지의 통작(通作)이 편리할 것.

(1) 논지역

논지역에서 경지정리를 고려한 경우의 경지내 농도의 배치는 원칙적으로 용배수로의 배치와 함께 이루어진다. 이 경우 세로 지선농도는 토적면에서 경구의 단변에 접하게 하고 그 방향은 용배수지거방향과 일치시킨다. 한편 가로 지선농도는 포구의 장변길이가 용배수지거(支渠)

의 물관리 및 수로공사비등에 비추어 300~600m정도로 되기 때문에 자연히 그 간격으로 배치하게 된다. 간선농도는 지역의 마을형태에 의해 이용목적 및 이용빈도가 달라진다는 점을 고려하여 농업시설까지의 농산물수송이 가능하도록 적절한 위치에 배치한다. 이 경우 장래의 농업시설의 설치위치도 고려하는 것이 바람직하다.

이들 경지내 농도배치는 평탄지에서는 시간편익면에서 될 수 있는 한 격자형으로 하고 경사지에서도 종단기울기가 한도이상 되는 것을 제외하고는 될 수 있는 한 직선형을 유지하도록 한다.

(2) 밭, 과수원지역

① 밭, 과수원지역에 있어서 경지정리 또는 농지개발을 고려한 경우의 노선배치는 강우량, 강우강도, 지형의 기울기, 작부작물, 토양의 성질, 호당경영경작면적, 경지의 분산상황, 배수로의 위치, 밭 관개시설유무 등에 의해 다르나 일반적으로는 통작도의 간격을 100~200m, 연결도의 간격을 200~1000m로 한다.

② 그러나 밭, 과수원지역은 농지의 집단화가 곤란하여 환지에 지장이 생기거나 수확최성기의 성목을 벌목해야 한다든가, 작물의 단지화를 꾀함이 어렵게 되는 등의 문제로 인해 경지정리를 할 수 없는 경우도 많고 또 지형의 기울기가 급하기 때문에 절성토량이 많아져 무너져 없어진 땅이 많아지는 등 자연적 또는 경제적 이유로 경지정리가 곤란한 경우도 많다.

이와 같은 경우의 노선배치는 간선농도는 지구내 경지에 대하여 이를 관통하는 식으로 지형, 경사에 맞추어 배치하고 지선농도, 경작도는 가급적 각 농가의 경지에 직접진입할 수 있게 배치하는 것이 바람직하다.

③ 급경사지의 밭이나 과수원등에는 호당경영경작면적의 대소에도 불구하고 농도에 의한 무너져 없어진 땅이 많이 생기기 때문에 농도가 제대로 배치되어 있지 않는 경우가 많다. 이와 같은 조건하의 지역에서는 지형, 작부작물, 농업기계의 종류 및 사용상황, 수송에 사용하는 차종, 호당경지면적, 농도정비에 요하는 비용 및 투자효과 등을 감안하여 영농에 지장을 가져오지 않게 간선농도, 지선농도, 경작도를 배치한다. 또 필요에 따라서 궤도 등의 운반시설도 고려한다.

④ 지형, 경사, 농지의 집단화 등에 그다지 어려운 문제가 없고 장차 경지정리가 가능한 밭, 과수원 지역에서는 선행하여 정비하는 농도망이 경지정리에 의해 재정비되는 일이 없도록 배치해야 하며 가능하다면 경지정리사업과 동시에 또는 후에 하는 방안도 검토한다.

2.4 계획교통량

농도의 계획교통량은 장차 목표시점의 교통량을 나타내는 것으로 농수산업교통량과 일반교통량으로 구성되며, 농도의 계획 제원을 결정하는 지표의 하나이다. 따라서 지역의 개발구상을 고려하면서 교통량조사를 기초로 하여 장래의 교통형태 및 교통량을 정확하게 예측하여 계획교통량을 결정해야 한다.

농도의 기본기능인 차량교통에 대해서는 장래의 교통량 예측이 중요하다. 이를 위해 계획교통량을 결정할 필요가 있으며 이는 그 계획노선의 장차 목표시점의 통행차량의 최대 피크대수(보통승용차환산의 왕복 일교통대수)로 표시한다.

2.4.1 계획농수산업교통량

농수산업교통량의 산정은 농수산업관계수송량이 가장 많은 달(피크 월)에 가장 교통량이 많을 것으로 예상되는 교통구간(피크구간)에 대하여 산정하며 계획농수산업교통량은 이때의 일평균 교통량으로 표시한다. 또 이는 농수산물의 수송에 관계되는 것과 농가와 경지간의 통작에 관계되는 것(통작교통량)으로 나누어 산정한다.

(1) 농수산물수송에 관계되는 교통량

이는 라이스센터(Rice center), 선과장, 집하저장고 등 농수산시설의 배치, 경지, 농가, 시장 등의 위치관계로부터 농수산물의 유통 및 수송조건을 명확히 한 다음 피크구간을 설정하여 이 구간을 경유하여 반출되는 지구 내의 농수산물 품목별로 작부면적(사육마리 수), 단위생산량, 생산자재량, 부산물량 및 상품화량에 대한 현재 및 계획 연간 총수송량과 피크월의 수송량을 계측하여 피크월의 일유통량으로 산정한다.

(2) 통작(通作)교통량

이는 피크구간을 경유하여 농가와 경지 간을 직접 왕래할 때 주행하는 교통량을 말하며 영농유형별 통작수단, 연간 취업횟수, 호당 경영규모 및 통작대상면적 등에서 일교통량을 산정한다.

2.4.2 계획일반교통량

일반교통량의 추계는 계획농수산업교통량을 산정한 피크구간 및 피크월에 대해 하되 교통량조사결과에 의한다. 계획일반교통량은 교통량조사결과에 표시되어 있는 현재의 추정유입교통량(일반교통량<보통승용차 환산치>)을 바탕으로 하여 10년 후의 일교통량을 추계한 것이다.

2.4.3 계획교통량

계획농수산업교통량과 계획일반교통량의 합계이다.

2.4.4 포장두께의 설계에 사용하는 교통량

이는 5년 후의 대형차의 1일 추정통과대수로 한다. 1차선의 경우는 1일 2방향의 합계 대수, 2차선의 경우는 1일 1방향의 통과대수로 하고 그 대수에 따라 <표 2.4-1>과 같이 교통량을 구분함을 원칙으로 한다. 다만. 현지의 특수사정에 따라 계획교통량이 대폭 변동되는 사태가 예측되는 경우에는 그 환경조건을 고려하여 교통구분을 검토한다.

<표 2.4-1> 교통량의 구분

교통량의 구분		대형차량교통량(대/일)
L	0	대형차량의 교통이 예상되지 않고, 경차량의 교통이 어느 정도 예상되는 경우
	Ⅰ	15미만
	Ⅱ-1	15이상 ~ 40미만
	Ⅱ-2	40이상 ~ 100미만
A	Ⅲ	100이상 ~ 250미만
B	Ⅳ	250이상 ~ 1000미만
C		1000이상 ~ 3000미만
C		3000이상

주) 교통량이 1000대 이상인 경우는 건설부제정 "도로포장설계시공지침"에 의한다.

(1) 농수산업용의 대형차량계획대수(대/일)는 계획년간농수산업교통이 대형차량연대수를 365일로 나눈 일 평균교통량을 다시 차선수로 나눈 값으로 한다.

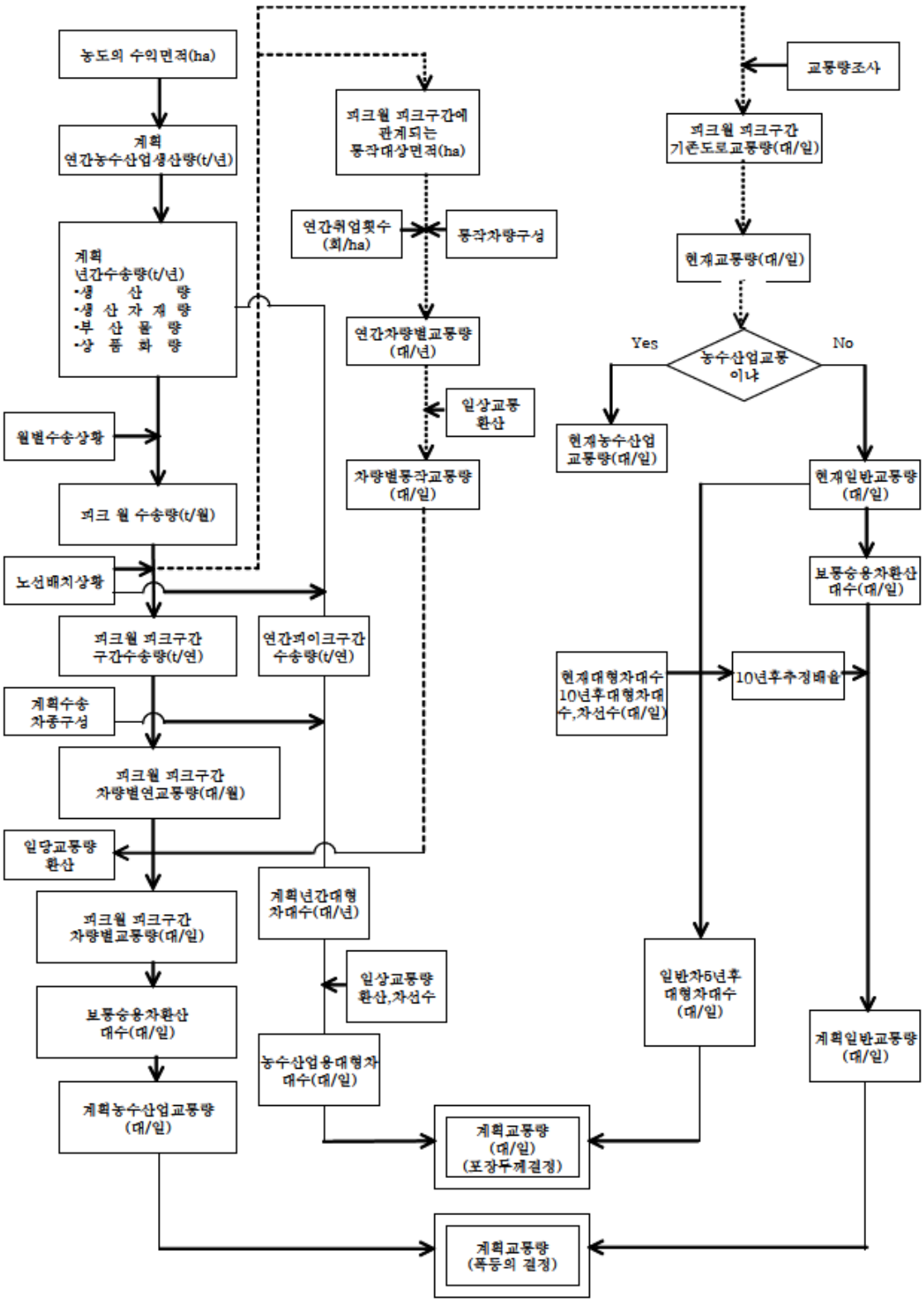
① 농수산업용의 대형차량계획대수(대/일)는 계획년간농수산업교통의 대형차량연대수를 365일로 나눈 일 평균교통량을 다시 차선수로 나눈 값으로 한다.

$$\text{농수산업용 대형차량계획대수(대/일)} = \frac{\text{농수산업용 대형차량의 연간연대수}}{365\text{일}} \div \text{차선수}$$

② 일반차량의 대형차량계획대수(대/일)는 일반교통량조사표의 대형차량의 현재대수에 10년 후의 계획 일교통량을 가산한 대수를 2로 나눈 일평균교통량을 다시 차선수로 나눈 값으로 한다.

$$\text{일반차량의 5년 후의 대형차량계획대수(대/일)} = \frac{\text{현재대형차량대수} + \text{10년 후 대형차량대수}}{2} \div \text{차선수}$$

<그림 2.4-1>은 이들 계획교통량 산정의 흐름도(Flow chart)를 나타낸 것이다.



<그림 2.4-1> 농도에 있어서 지형조사 등의 표준

2.5 설계속도

농도의 설계속도는 농도의 종류 및 기능에 따라서 적절하게 결정한다.
설계속도란 평균적인 기량을 가진 운전자가 농도의 어느 구간에서 쾌적성을 잃지 않고 유지할 수 있는 속도를 말하며 곡선반경, 시거, 종단기울기, 편기울기 등 농도의 기하학적 구조를 검토하고 결정하기 위하여 기본이 되는 속도이다. 농도는 차량 등의 교통이외에 생활상의 보행자나 자전거의 통행 또는 영농상의 주정차에도 이용된다. 따라서 설계속도의 결정에는 농도기능의 특수성을 염두에 두고 필요에 따라 보도, 정차대 등의 구조도 함께 검토하여 각각의 기능발휘에 지장이 없고 안전하게 이용할 수 있도록 정해야 한다.

(1) 기간농도 및 이에 준하는 간선농도와 같이 폭이 크고, 일반교통량이 많은 농도의 설계속도는 40km/h 이상으로 함을 표준으로 하나 속도에 의한 쾌적성을 고려하여 70km/h를 상한으로 한다. 이 경우 접속하는 일반도로의 규격도 고려하여 동일하게 하는 것이 교통상 안전하다.

(2) 지선농도, 경작도의 기능을 고려하여 설계속도의 하한값은 20km/h로 한다.

(3) 설계속도는 교통안전상 될 수 있는 한 긴 구간을 동일하게 하는 것이 바람직하다. 그러나 지형, 경지구획형상, 마을의 배치상황에 따라 불가능하거나 또는 동일하게 함으로써 현저하게 비경제적인 경우에는 이 구간에 대하여 연속적으로 한 등급씩 낮추도록 한다. 이 경우에도 동일속도 구간은 가능한 한 길게 잡도록 한다.

<표 2.5-1> 차선폭과 설계속도의 표준

구분		설계속도	설계속도(특례)	차도폭	차도폭(특례)
기간농도 간선농도	평지	50㎞/h	30㎞/h	6.0이상	-
	산지	40㎞/h	20㎞/h		
지선농도		40㎞/h	20㎞/h	5.0이상	4.0이상
경 작 도		20㎞/h		3.0이상	-

<표 2.5-2> 주요 농기계의 주행속도

농업용기계명	주행속도 ㎞/h	비고
경 운 기(5psal만)	5~15	대형특수자동차의 최고속도 : 50㎞/h
경 운 기(5ps이상)	11~15	소형특수자동차의 최고속도 : 15㎞/h
뒤채움트랙터(30ps미만)	12~15	
뒤채움트랙터(30ps이상)	22~31	
콤 바 인	2~8	

2.6 선형

농도의 선형은 지역의 토지이용과의 조화를 고려하는 동시에 선형의 연속성 및 평면, 종단, 양선형과의 조화를 꾀하고 시공 및 유지관리, 경제성, 농수산업 생산활동, 교통운용상의 득실을 검토하여 결정한다. 농도의 선형은 일반도로의 선형기준과 큰 차이가 없으나, 다음과 같은 사항에 유의하여 결정해야 한다.

2.6.1 기간농도 및 간선농도

(1) 선형계획상 유의사항

농도의 선형은 안전하고 원활한 교통을 확보하기 위하여 중요한 역할을 한다. 극단적인 곡선이나 부적절한 곡선의 종합은 사고를 유발하거나 교통용량을 저하시키고, 시간이나 주행경비의 면에서 경제적 손실을 가져오며 시각적인 미나 연도의 경관과 부조화를 일으키고, 건설비의 부당한 증가를 가져온다. 이와 같은 사태를 피하기 위하여 선형계획계상 유의할 사항은 다음과 같다.

① 지형 및 지역의 토지이용과의 조화
② 선형의 연속성
③ 평면선형, 종단선형 및 횡단구성과의 조화
④ 선형의 시각적 검토
⑤ 교통운용상의 안전성과 경제성검사
⑥ 시공상의 검토
⑦ 지질, 지형, 지물 등의 제약
⑧ 건설비 및 유지관리비 등의 경제성검토
⑨ 노면배수의 지체, 제거에 대한 검토

이들 모든 사항은 서로 관련성이 있기 때문에 각각 분리하여 생각할 수 없으므로 선형의 선정에서는 평면, 종단의 양선형을 종합해서 검토한다.

(2) 구체적인 유의사항

① 농도의 선형

주어진 자연조건 및 사회조건을 조화시켜 이용효율과 안전성을 높일 수 있어야 한다.

② 선형의 연속성

긴 직선부의 종단에 작은 곡선부를 만들어서는 안 된다. 또 큰 반경의 곡선부에서 작은 곡선부로 급격히 변화되는 선형도 피해야 한다. 원곡선에서 직선으로 옮겨가는 경우에는 곡선반경이 유한값에서 급격하게 무한대로 비약하므로 이 사이에서 선형의 연속성을 유지함에는 양자를 연결하는 완화곡선을 넣는 것이 좋다.

③ 농도의 유지 및 부대시설과의 관련

도로옆에 절토 비탈면이나 가로수 등이 없는 경우에는 운전자가 선형에 따라서 주행함에 곤란을 느끼는 수가 있다. 높은 성토구간에서는 노면 밖으로의 전락 등 큰 사고를 일으킬 위험이 있으므로 이와 같은 장소에 곡선을 만들 때에는 큰 반경의 곡선으로 하는 동시에 적절한 시선유도, 방호울타리, 가로수 등을 고려해야 한다.

④ 평면곡선 상호간의 조화

복합곡선을 만드는 경우에는 충분한 검토를 해야 한다. 특히 반경이 작은 곡선부에서는 가능한 한 복합곡선을 피한다. 부득이 이를 만들어야 할 경우에는 인접하는 2개의 곡선반경이 크게 다르지 않도록 하고 지향곡선의 사용도 충분히 검토해야 한다. 급격한 지향곡선부분에서는 잘못 운전할 염려가 있으므로 지향하는 2개의 곡선간 거리는 조건이 허용하는 한 띄

워서 그 사이에 완화곡선을 넣는다.

⑤ 종단선형의 조합

농도가 기복이 있는 구릉지를 횡단할 경우 종단선형을 현 지형에 맞추면 상하의 종단선형이 연속적으로 자주 반복됨으로 인해 종단면으로 볼 때 凹부가 보이지 않고, 凸부만이 연속적으로 보이는 선형이 되어 예기치 않은 사고원인이 되므로 이와 같은 선형은 피해야 한다. 또 같은 방법으로 변곡하는 2개의 종단곡선을 짧은 직선으로 연결하는 것은 피해야 한다.

⑥ 교차점 전후의 선형

평면교차의 전후에서는 평면곡선 및 종단기울기를 가능한 한 완만하게 한다. 이는 교차점에서의 가시거리확보 및 보전성의 보장을 위해 필요하다.

2.6.2 지선농도 및 경작도 계획상의 유의사항

(1) 지선농도의 선형은 경지구획에 따라 좌우되는 면이 많기 때문에 차량의 종류, 사용빈도, 붕괴되어 함몰된 땅, 건설비, 유지관리비, 장래의 확폭여유 등을 고려하여 경제적으로 될 수 있게 한다.

(2) 주요교통기종의 통행가부가 농도이용의 가치를 크게 좌우하므로 차량의 종류, 크기, 회전반경 등을 검토하여 이에 알맞은 선형으로 한다.

(3) 농도는 농기계의 조정, 선회 등 경지의 연장으로 이용될 수 있게 계획해야 한다.

(4) 농도의 교차부에는 차량의 주행을 용이하게 하기 위하여 귀붙이기를 하는 것이 좋다. 단, 경지정리에서 귀붙이기를 하면 경구가 반듯한 직사각형이 되지 않으므로 가능한 한 최소한에 그치도록 한다.

(5) 논으로 들어가는 길(진입로)은 각 경구에 1개소를 표준으로 하고, 지선농도 옆의 소용수로를 넘어서 기계가 경지에 자유로이 출입할 수 있는 폭과 종단기울기로 한다.

(6) 밭, 과수원지역에서 농도와 경지와의 연속성이 단절되는 경우에는 진입로를 만들어야 한다.

2.6.3 평면선형

차도의 굴곡부는 곡선형으로 한다. 곡선형은 교통차량이 안전하고 쾌적하게 주행할 수 있도록 곡선반경, 곡선길이, 곡선부의 확폭, 완화구간, 편기울기, 시거 등을 종합적으로 검토하여 결정한다.

2.6.4 종단선형

차도의 종단선형은 교통차량의 주행속도의 저하, 오르막능력, 시거 등을 감안하여 교통의 혼란, 안전성의 저하가 발생되지 않도록 한다. 그 결정에서는 종단기울기, 종단곡선을 종합적으로 검토한다.

2.6.5 교 차

교차점 부근의 계획에서는 계획교통량, 교통기종, 교통제어 및 교통방법을 적절하게 정하여 구조를 결정해야 한다.

(1) 일반사항

도로의 교차에는 도로와 철도와의 교차와 도로상호간에 교차하는 경우가 있고, 교차의 형태는 평면교차와 입체교차로 대별된다. 농도의 교차를 평면교차 또는 입체교차로 할 것인가는 교차하는 도로상호간의 교통량의 관계가 신호교차점의 교통량에서 산정하여 신호에 의하여 처리할 수 있는 범위를 초과하는지의 여부에 따라 판단하고, 입체교차로 할 경우에는 단지 그 장소뿐만 아니라 노선전체의 영향에 대해서도 충분히 고려할 필요가 있다.

(2) 평면교차

평면교차의 계획은 도로망에서 교차점의 역할과 관련하여 다른 평면교차 및 단로(單路)부의 모든 조건과의 균형을 고려해서 계획해야 한다.

① 교통제어와 교통방법

농도가 평면교차하는 도로에는 농도 뿐 아니라 일반도로가 있다. 일반도로와 교차할 경우에는 그 구조에 대해서 도로관리자 및 필요에 따라서 관계기관과 협의하여 「농어촌도로의 구조 · 시설기준에 관한 규칙」에 준해야 하나 농도 상호간의 경우에는 서로 교차하는 농도의 교통량 및 교차점 부근의 가시상황을 고려하여 신호제어, 일시정지제어, 양보 또는 비교통제어 등 어느 방법으로 할 것인가를 검토한다. 경지내 농도는 교통량이 적고, 교차점부근의 시계가 양호한 경우가 많다는 점과 간선농도와 지선농도의 교차점은 주도로, 종속도로가 명확하다는 점 등에 비추어 일반적으로 교통제어를 하지 않아도 된다. 이밖에 농도의 교차점에서는 비교통제어방법 이외에 신호에 의한 제어나 교통량이 적은 쪽을 일시정지 또는 양보, 제어하는 방법 등을 고려한다. 단, 이들의 설치운용은 사전에 관계기관과 협의, 조정함을 요한다.

교차점에서 좌우굴곡시의 차량교통방법에는 차도전폭사용, 차도의 우측사용 등 몇 가지 방법이 예상되나 교차하는 농도의 종류, 교통기종 및 교통제어방법을 고려하여 정한다.

② 설계속도

교차점부근의 설계속도는 주통과 교통에 대해서는 원칙적으로 단일노선부(단로부)의 설계속도와 같게 한다. 단, 일시 정지되는 교통(종속도로측)에서는 단로부 설계속도에서 정지할 때까지의 속도변화를 고려하여 정지선위치에서의 거리에 따라 변하는(속도기울기가 갖는) 설계속도를 사용할 수 있다.

③ 평면교차점의 형상 및 간격

평면교차점에서의 형상, 교차로수, 교차각, 간격 등 평면교차의 기본적 형태를 규정하는 요소는 계획단계에서 결정되고, 그 형태가 교차의 안전성, 원활성 등에 결정적인 영향을 끼친다.

계획단계에서의 결함은 설계 또는 개량단계에서 근본적으로 수정하는 것은 어려우므로 교통처리능력의 저하나 교통사고의 발생을 초래하지 않도록 다음 사항을 충분히 고려해야 한다.

가. 교차점, 교차각 및 형상

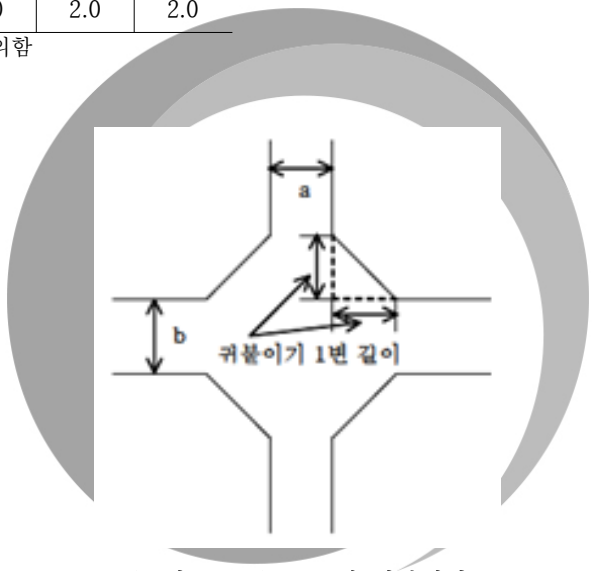
농도는 원칙적으로 동일장소, 동일평면에서 4갈래 이하로 교차시켜야 한다. 농도가 동일평면에서 교차하고 접속할 경우에는 필요에 따라 회전차선, 변속차선, 교통섬 등을

설치하고 귀붙이기를 하며 시야가 적당한 구조가 되도록 한다. 교차점에서의 주 교통은 가능한 한 직선에 가까운 선형으로 하고, 또 주교통의 한쪽에 2개 이상의 노선이 교차하지 않도록 한다. 원칙적으로 교차각은 직각에 가깝게 한다. 교차부의 귀붙이기는 교차점개량의 한 방법이고, 붙이기는 농도의 폭, 교통기종, 교통방법, 교통량, 교차각, 용지 등을 교려해서 결정한다. 교차각이 직각에 가까울 때의 붙이기의 일변의 길이는 <표 2.6-1>의 값을 표준으로 하고, 교차각이 90° 보다 적은 경우나 큰 경우, 기타 특별한 경우에는 주위의 상황 등을 고려해서 곡선으로 하는 것도 검토한다.

<표 2.6-1> 귀붙이기의 1변 길이(m)

교차하는 농도의 차선폭(m)		a		
		3	4	5
b	3	3.0	2.5	2.0
	4	2.5	2.0	2.0
	5	2.0	2.0	2.0

주) a, b는 <그림 2.6-1>에 의함



<그림 2.6-1> 농도의 귀붙이기

나. 교차점의 간격

교차점의 간격은 교통처리상 될 수 있는 한 크게 취함이 바람직하나 교차점의 설치밀도는 농도망 형태, 토지이용상황 등에 따라 어느 정도 정해진다. 예컨대 경지내 농도는 그 성격과 기능으로 보아 교차점의 밀도가 높아 질 수밖에 없다. 그러나, 기간 농도는 농수산업유통 등 교통특성을 고려하여 타당한 설치밀도로 한다.

④ 교차점의 시인거리

평면교차부는 차량이 평면교차점을 안전하고도 용이하게 통과할 수 있도록 교차점의 앞 상당거리로부터 교차점의 존재, 신호, 안전표지(경계표지, 규제표지 등)가 명확하게 시인되는 구조로 해야 한다.

일시정지표지로 제어되는 교차점 또는 신호로 제어되는 교차점에서는 일시정지표지 및 신호의 시인거리는 그 농도의 설계속도에 따라 <표 2.6-2>의 값 이상으로 한다. 또 이들 시인

거리를 도저히 취할 수 없는 경우에는 경계표지로 이를 보완하도록 한다. 또한 비교통제어 교차점에서는 짧더라도 정지시거가 확보되도록 한다.

<표 2.6-2> 교차점의 시인거리

설계속도(㎞/h)		20	30	40	50	60	70
최소시인거리 (m)	일시정지제어	22	39	59	84	113	145
	신호제어	64	102	143	188	237	291

주) 최소시인거리 : 운전자가 표지 또는 신호를 시인하여 정지하기까지의 최소거리

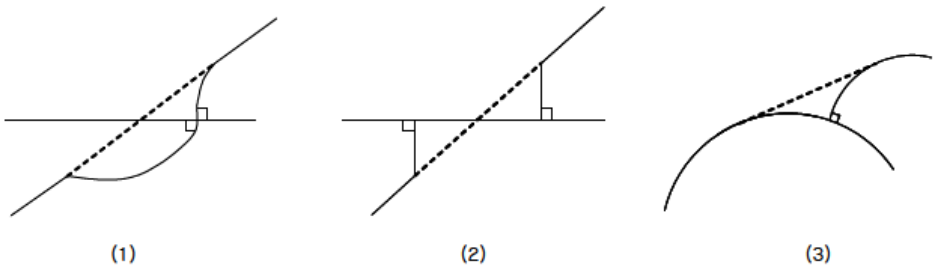
[참 고] 평면교차설치부의 형태

(가) 변칙교차를 피하는 방법



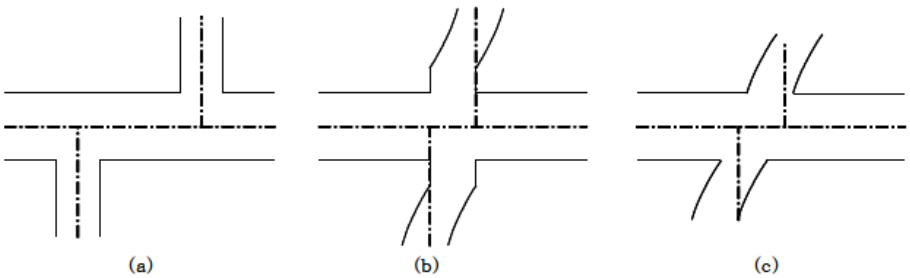
(나) 교차각의 수정방법

(파선표시 교차를 실선과 같이 수정하면 된다.)



(다) 어긋난 교차의 수정방법

<(a)와 같은 경우에는 (b) 또는 (c)와 같이 수정하면 된다>



⑤ 종단선형

교차점 설치부 및 교차점 전후의 상당구간의 기울기는 될 수 있는 한 완만하게 한다. 또 완화곡선의 정부 또는 저부 부근에서는 교차점을 설치하지 않도록 하는 것이 바람직하다.

2.7 횡단면

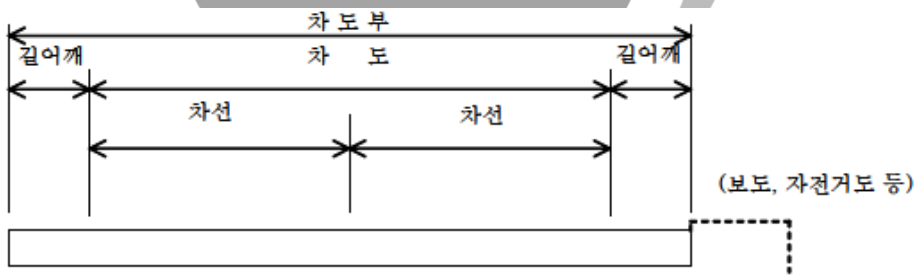
농도의 횡단면은 차도, 길어깨 및 필요에 따라 설치되는 보도, 자전거도 등으로 구성된다. 이들의 노폭계획에서는 장래 교통수요에 따른 처리능력이 보장되고, 농수산업 이용상의 특수성에 대응할 수 있는 폭으로 하는 동시에 보행자 및 자전거 통행이 많은 구간에 대해서는 이들에 대한 안전성을 고려한다.

농도의 횡단면계획을 수립할 때에는 다음 사항에 유의한다.

(1) 계획노선의 장래 교통수요에 따른 교통처리능력을 갖추는 동시에 농도의 특수성에 비추어 농업기계의 통행, 농작업 등의 이용에 지장이 없도록 해야 한다. 예컨대 기간농도와 같이 농수산물의 유통, 농수산업용 자재의 반입에 이용되는 농도는 대형차량의 통행이 비교적 많다는 점과 전체교통량이 크다는 점으로 미루어 폭을 크게 할 필요가 있다. 또 일반도로와 같이 쾌적성도 갖추고 있어야 한다.

(2) 통학, 시장출입 등으로 보행자, 자전거의 통행이 많은 구간에는 특히 이들에 대한 안전성을 고려한다.

(3) 일반도로와 접속 또는 교차하는 경우의 설치방법과 접속부의 횡단면은 교통의 연속성, 안전성, 교통관리측면에서 도로관리자나 관계기관과 협의하여 결정한다.



<그림 2.7-1> 농도의 횡단면 구성요소

2.7.1 폭

폭은 농도의 종류 및 성격에 따라 계획교통량, 설계기준차량, 설계속도, 보행자 및 자전거의 교통량 등을 검토하여 결정한다.

(1) 차도

차도는 차량의 통행을 목적으로 하는 농도의 부분이며 ①차량주행용 차선 ②농작업상 필요에 따라 설치되는 주차대 ③1차선 농도의 대피소(대기차선)등으로 구성된다.

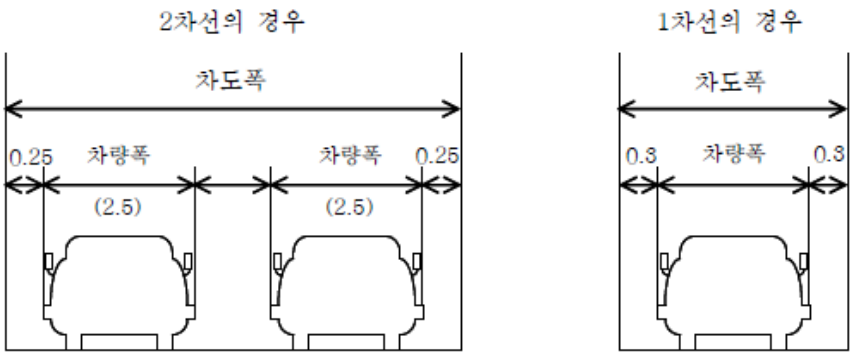
차도폭의 결정방법에는 계획교통량에 의한 방법, 설계기준차량에 의한 방법, 설계속도에 의

한 방법이 있다. 농도와 같이 계획교통량이 적고 그 도로를 이용하는 차량에 대형농기계가 다수포함 되어 있으며 장래 설계기준차량에 많은 대형농기계의 도입이 계획되어 있거나 그 계획이 구체화되어 있고, 농기계의 운행로로 보아 그 계획노선이 피크(Peak) 구간에서의 주행이 다른 차량의 운행에 지장을 끼칠 염려가 있는 경우에는 설계기준차량에 의하여 소요폭을 정하는 것이 합리적이다. 특히 농경용으로 이용되는 경지내농도에서는 농경상의 농기계 이용을 위주로 하여 폭을 정하도록 한다.

농도의 경우에는 설계기준차량으로 농기계를 포함하는 중 대형자동차를 대상으로 한다. 다만 지형상황 등 부득이한 경우에는 경작도에 대하여 소형자동차를 대상으로 설계할 수 있다. 차도폭의 표준은 <표 2.7-1> 이상으로 하고 기간농도 및 간선농도에서 2차선 도로의 차도폭은 중 대형자동차의 폭이 2.5m 이므로 교차시의 안전간격 0.5m와 외측차선의 여유폭 0.5m(즉, 양쪽에 각각 0.25m)를 합하여 6m를 표준으로 한다.(<그림 2.7-2> 참조)

지선농도를 1차선으로 설계하는 경우에는 5m이상의 차도폭을 원칙으로 하되 지형구별 등을 참작하여 부득이 하다고 인정하는 경우에는 차도폭을 4m이상으로 할 수 있다. 지선농도의 경우에는 대형농기계가 통행할 수 있도록 차도폭을 4.5m로 하고 교차시의 간격이 0.5m를 합하여 차도폭을 5m이상으로 한다. 따라서 지선농도의 경우에는 1차선으로 설계할 경우 자동차 대 자동차의 교차는 차도폭만으로는 불가능하여 길어깨 폭을 이용하여 교차가 가능하도록 하였다. 다만 대형농기계 대 리어카나 우마차를 기준으로 하는 경우에는 4m까지 축소할 수 있도록 허용한다.

지선농도에서 교통량이 많은 경우에는 2차선으로 설계하여야 하지만 통행량이 적은 경우에는 경제성과 농지의 지나친 잠식을 피하기 위하여 1차선으로 설계한다. 또 경작도는 경작지와 직접 연결되는 도로이기 때문에 통행량이 적어 농기계로 인한 다른 차량의 운행에 끼치는 영향이 적으므로 차도폭을 3m이상으로 하고 교차는 대피소를 통해서 가능하다.



<그림 2.7-2> 설계기준 차량에 의한 차도폭의 결정

<표 2.7-1> 각종 농기계의 차량폭

명칭	차량폭(m)	명칭	차량폭(m)
승용차	1.7	콤바인(3조)	1.7
대형트럭(6ton 이상)	2.5	콤바인(4조)	1.7
소형트럭(2ton 이상)	1.7	트레일러	1.9
경운기	1.1	옥수수 종자파종기	1.8
승용트랙터(25~40ps)	1.5	농용트랙터용 비료살포기	2.1
승용트랙터(40~50ps)	1.7	농용트랙터용 무논정지기	2.1
승용트랙터(50~60ps)	1.9	디스크해로우	2.2
승용트랙터(60~70ps)	2.1	스피드 스프레이어(500 l)	1.3
승용트랙터(70~80ps)	2.3	스피드 스프레이어(600 l)	1.3
승용트랙터(80ps이상)	2.5	옥수수 수확기	2.3
콩바인(2조)	1.7	대형 4각 베일러	2.8
			2.3

자료) “한국 농기계 카탈로그(1992, 한국 농기구 협동조합)”의 제원을 근거로 작성

(2) 길어깨

① 길어깨의 기능

길어깨의 주된 기능은 다음과 같다.

가. 차도, 보도, 자전거도 및 자전거보행자도에 접속하여 도로의 주요 구조부를 보호한다.

나. 농기계의 주정차장소가 된다.

다. 농업용자재나 농산물의 하치장소가 된다.

라. 고장차가 본선차도로부터 대피할 수 있으므로 사고 및 교통의 혼란을 방지하는데 도움이 된다.

마. 측방 여유폭을 가지므로 교통의 안전성과 쾌적성에 기여한다.

바. 노상시설을 설치하는 장소, 지하매설물 또는 유지작업을 위한 장소가 된다.

사. 특히 절토부 등에서는 곡선부의 시거가 증대되기 때문에 교통의 안정성이 높다.

아. 유지가 잘되는 길어깨는 도로의 미관을 높인다.

자. 보도 등이 없는 도로에서는 보행자등의 대피장소나 통행로가 된다.

차. 적설지역에서는 제설 및 퇴설장소가 된다.

카. 길어깨에서 집수를 하면 차도포장내부로의 우수침투가 포장끝단에서 집수하는 것보다 적으므로 배수면에서도 좋다.

② 길어깨의 폭

길어깨의 폭은 도로의 종류, 이용형태 등으로 정해지는 차도폭, 설치장소, 길어깨의 기능, 보도 등의 유무를 고려하여야 하고 길어깨의 폭은 도로의 구분 및 보도의 설치에 따라 <표 2.7-2>의 값 이상으로 한다. 다만, 지형상황 등 부득이하다고 인정하는 경우에는 길어깨의 폭은 0.5m이상으로, 오르막차선 또는 변속차선을 설치하는 부분과 일방향 2차선이상인 교량, 터널, 고가도로 및 지하차도의 길어깨의 폭은 0.25m이상으로 할 수 있다.

<표 2.7-2> 길어깨의 표준값

구분	보도를 설치하지 아니하는 경우	보도를 설치하는 경우
기간농도 간선농도	1.0	0.5
지선농도	0.75	0.5
경작도	0.5	0.25

또한, 정차대를 설치하는 구간에는 길어깨를 설치하지 않으며, 적설지역에서 제설을 계획하는 도로에 있어서는 다음 식으로 산정한 값까지 넓힐 수 있다.

가. 제설도로의 길어깨폭 = 교통 확보폭+제설 여유폭+퇴설 여유폭-차도폭교통 확보폭 :제설시에 최소한 교통을 확보할 필요가 있는 폭

나. 제설 여유폭 : 고속 제설차에 의하여 옆쪽으로 치워진 눈을 일시적으로 쌓기 위해 필요한 폭

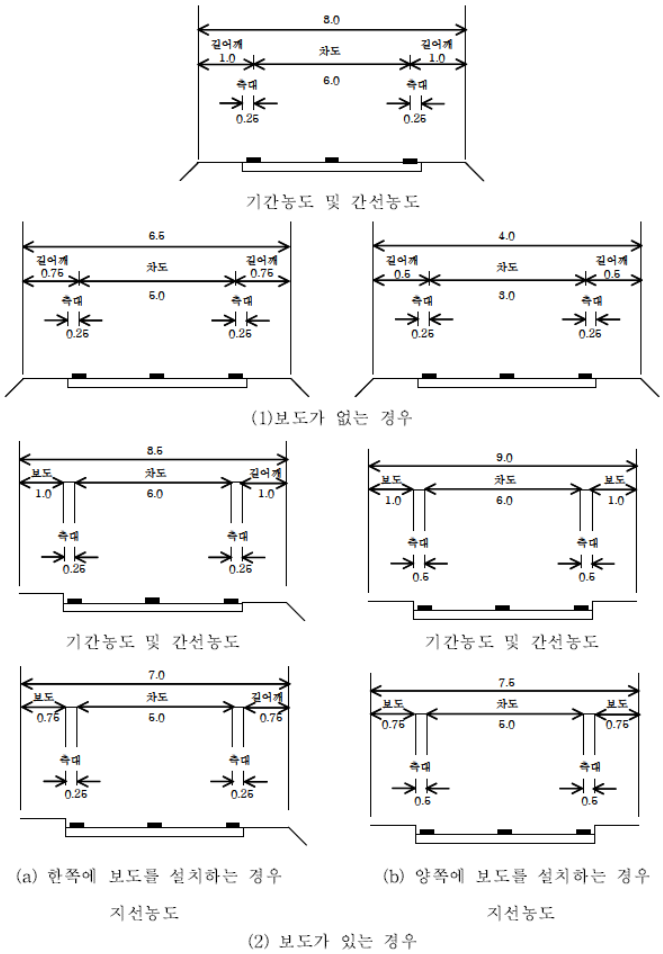
다. 퇴설 여유폭 : 제설로 인해 일시적으로 쌓아 둔 눈을 다시 그 바깥쪽으로 퇴설하기 위한 여유폭

[참고] 표준폭

도로기능에 따라 표준적인 횡단구성 및 폭을 표시(<그림 2.7-3> 및 <표 2.7-3> 참조)하여 가능한한 도로구분에 따라 그 기준을 준용하는 것이 여러 가지 측면에서 합리적이다.

<표 2.7-3> 도로횡단면의 표준

도로구분		설계속도	차선수	차선폭(m)	길어깨(m)			측대	보도(m)	
					우측		좌측			
					보도가 없는 경우	보도가 있는 경우			양측에 설치하는 경우	한쪽만 설치하는 경우
기간농도 간선농도	평지	50~70	2	3	1.0	0.5	0.25	0.25	1.0	1.5
	산지	40~60	2	3	1.0	0.5	0.25	0.25	1.0	1.5
지선농도		40~60	1	5	0.75	0.5	0.25	0.25	0.75	1.0
경작도		20~30	1	3	0.5	0.25	0.25	0.25	-	-



<그림 2.7-3> 도로횡단구성의 표준도

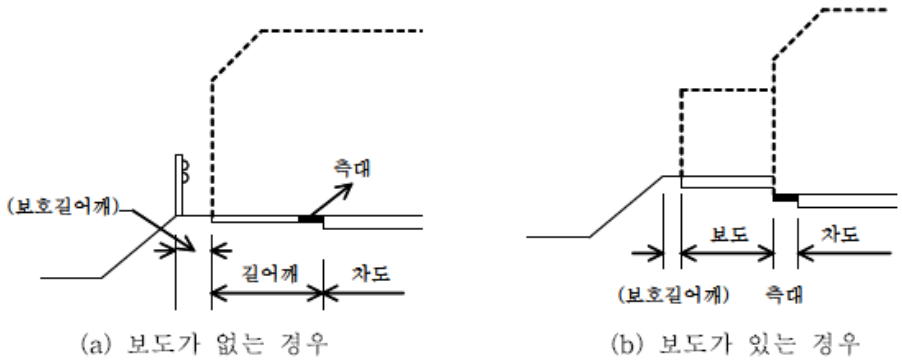
(3) 길어깨의 구조

길어깨(보호길어깨 제외)는 그 기능상 차량의 하중에 견딜 수 있도록 또 보행자, 자전가가 경우에 따라 길어깨를 용이하게 통행할 수 있도록 포장하는 것이 좋다. 또 성토부에는 노면수의 집수를 길어깨에서 받기 위하여 길어깨옆에 연석 등을 설치하는 것이 바람직하다.

(4) 보호길어깨

보호길어깨는 도로의 제일 바깥쪽에 있으며 포장구조 및 노체를 보호하기 위한 것으로 건축한계내에는 포함되지 않는다. 보호길어깨는 노상시설 중 방호울타리, 도로표지 등을 도로 끝에 설치하기 위한 장소로서 설치하는 것과 보도 등에 접속하여 도로 끝에 붙여 설치하는 것의 2종류가 있으며 주로 성토구간에 설치하는 것이다. (<그림 2.7-4> 참조)

또한 (a)의 길어깨의 폭에는 보조길어깨의 폭은 포함되지 않는다.



<그림 2.7-4> 보호길어깨

(3) 정차대

농도에서 농수산업이용차량 등의 주정차 수요가 많은 구간에는 차량의 안전하고도 원활한 통행이 방해가 되지 않도록 주차대를 만들 필요가 있다. 이 경우 정차대는 농도의 기능, 교통량, 입지조건 및 연도주변의 영농형태 등을 감안해서 원칙적으로 다음 기준에 의거 설치한다.

① 차도의 우단에 붙여 설치한다.

② 도로에 연하여 설치한다.

③ 폭은 2.5m로 한다. 단, 대형차량의 교통량비중이 비교적 적을 경우에는 1.5m까지 축소할 수 있다.

④ 설치목적에 유효하고 안전하게 이용할 수 있도록 노면표지, 표지 등을 설치한다. 농도의 정차대는 폭을 유효하게 이용함으로써 농도를 통행하는 트랙터, 콤바인 등의 저속농기계와 농수산물이나 농수산업용 자재를 운반하는 고속차가 안전하고도 원활한 통행을 꾀할 수 있고 농작업장으로도 이용되는 등 그 효용은 광범위하다.

그러나,정차대를 만들면 농지면적이 줄어드는 동시에 농도의 건설비가 증가함으로 정차대의 수요는 길어깨의 활용을 고려하여 그 필요구간에 대해서는 이용형태 등에서 보는 공공성도 고려하여 충분히 검토해야 한다.

(4) 보도

보행자의 안전과 원활한 교통소통을 위하여 필요하다고 인정하는 경우에는 기간농도, 간선농도 및 지선농도에 보도를 설치할 수 있으며 <표 2.7-4>에 표기한 폭 이상으로 한다.

<표 2.7-4> 보도의 폭

구분	보도의 최소 폭(m)	
	양측에 보도를 설치하는 경우	한쪽만 보도를 설치하는 경우
기간농도 간선농도	1.0	0.5
지선농도	0.75	0.5

보도에 노상시설을 설치하는 경우 당해 보도의 폭은 <표 2.7-4>의 규정에 의한 보도의 폭에

당해 노상시설이 가로수인 경우에는 0.75m를, 기타의 시설인 경우에는 0.25m를 가산한 폭으로 한다. 다만 지형상황 등 부득이 하다고 인정되는 경우에는 가산하지 아니한다.

(5) 자전거도 등

안전하고 원활한 교통의 확보를 위하여 필요하다고 인정하는 경우에는 자전거도 또는 자전거 차도를 설치하여야 하며 폭은 1.5m(길이 100m이상인 터널에 있어서는 1m)이상으로 한다. 자전거도 등에 노상시설을 설치하는 경우에는 건축한계를 고려하여 정해야 한다.

2.7.2 건축한계

농도상에서 차량, 보행자 등의 교통안전을 보장하기 위하여 일정한 폭과 높이로 표시되는 건축한계 범위 내에는 장해가 되는 물체를 설치해서는 안된다.

건축한계 내에는 교각이나 교대는 물론, 조명시설, 방호울타리, 신호기, 도로표시, 가로수, 전주 등의 모든 시설을 설치할 수 없다. 따라서 폭을 결정하는 경우에는 각종 시설의 배치계획에 대해서도 충분히 검토하여야 한다.

차도, 보도, 자전거도 등의 건축한계는 「농어촌도로의 구조 시설기준에 관한 규칙해설 및 지침」에 준하며 건축한계의 상한선은 노면과 평행으로 한다. 또 양측선은 보통 횡단기울기를 갖는 구간에서는 연직기울기로 하고 편기울기를 갖는 구간에서는 노면에 직각으로 한다.

2.7.3 횡단기울기

차도 및 차도에 접속하는 길어깨, 보도, 자전거도 등에는 노면배수에 필요한 횡단기울기를 설치한다.

노면의 횡단기울기는 노면에 내린 빗물을 측구로 배제하기 위하여 필요하다. 횡단형상은 노면의 배수를 보장하는 동시에 차량교통에 대해서도 안전하고 지장이 없어야 한다.

횡단기울기는 일반적으로 배수측면에서는 노상유속의 일정한계내에서 클수록 좋으나 차량의 주행측면에서는 작은 편이 좋으며 횡단기울기가 2%이상이 되면 핸들 조작시에 한쪽으로 치우치는 감을 느끼게 되고, 얼어붙은 노면이나 물에 젖은 노면에서는 옆으로 미끄러질 염려가 있으며 급정차시에는 마른 노면에서도 같은 현상이 생긴다. 또 대향2차선 도로에서는 앞지르기차가 노면중앙을 넘을 때 횡단기울기의 급격한 변화에 의하여 사고의 원인이 되는 수가 있다. 그러나 토사계포장도로에서는 주행속도가 느리기 때문에 주행상의 문제보다도 오히려 배수가 문제되므로 횡단기울기를 크게 하는 것이 좋다.

이와 같이 횡단기울기의 값을 결정함에는 교통차량, 주행속도, 기상, 선형, 종단기울기, 노면의 종류 등을 고려하여야 하는데 일반적으로 <표 2.7-5>의 값을 표준으로 한다. 또 횡단면 형상은 원칙적으로 차도는 노면중앙을 정점으로 하여 양측을 향하여 하향기울기로 하고, 보도 등에 대해서는 도로의 중심으로 향하여 직선의 하향기울기로 한다. 단, 측구의 위치에 유의한다.

<표 2.7-5> 횡단기울기

노면의 종류	횡단기울기(%)
아스팔트 및 콘크리트 포장	1.5~2.0
간이포장도로	2.0~4.0
토사계포장도로	3.0~6.0

2.7.4 노면높이

농도의 노면높이는 선형, 토공, 농도의 기능, 용지 등을 고려하여 결정한다.
농도의 노면높이는 도로의 선형, 용지사정 등에 의하여 좌우되며, 농도의 기능, 보조기층 및 기층 등의 보전을 위하여 다음 사항을 고려하여 결정한다.

① 기간농도 및 간선농도 등과 같이 직접 경지로 출입할 필요가 없는 농도일 경우에는 노면높이가 근접하는 수면의 최고수위보다 50cm정도 이상이 되도록 하는 것이 좋다.

② 지선농도이하에서 농기계의 출입을 고려할 경우에는 노면높이를 논지역에서는 논 지면보다 40cm이상, 밭지역에서는 가능한 한 밭 지면과 같거나 조금 높게 하는 것이 좋다.

2.7.5 보도, 자전거도 및 자전거 보행자도

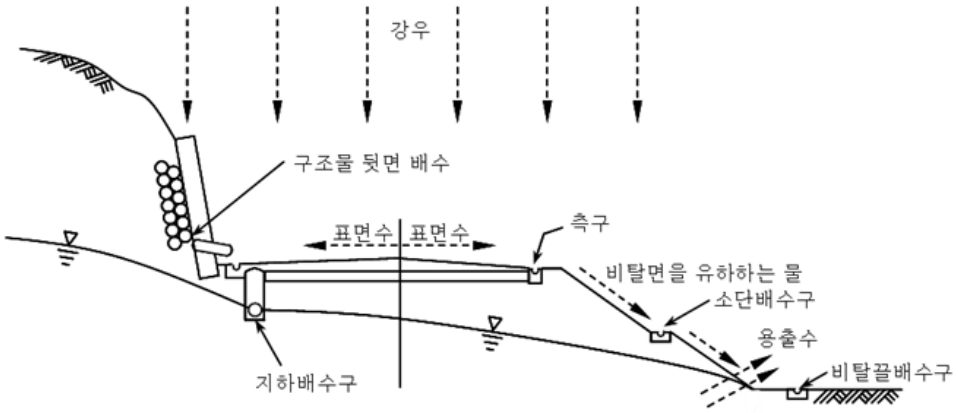
보도, 자전거도 및 자전거보행자도는 보행자와 자전거의 완전한 통행공간을 제공하고, 자동차교통의 안전성과 원활한 흐름을 도모하는 것이며, 보행자와 자전거 및 자동차의 교통을 분리할 필요가 있을 때에 설치한다.
보행자, 자전거 및 자동차는 교통형태, 속도차가 다르므로 각각 다른 통행공간을 갖는 것이 바람직하다. 그러나, 교통량이 적을 경우에는 동일공간을 이용하는 것이 현실적이라 판단된다. 보행자, 자전거, 자동차의 교통을 분리할 것인지는 3자의 교통량, 속도차이, 연도의 상황을 종합적으로 판단해야 한다. 자전거는 이용과 보관이 용이하며 목적지까지의 접근성이 높은 무공해 교통수단이므로 단거리에서는 자동차의 대체수단이 될 수 있다.

2.8 배수

농도의 배수는 상태에 따라 표면배수, 지하배수, 비탈면배수, 구조물의 배수 등 으로 분류한다.
일반적으로 농도의 축조재료는 물의 침입으로 강도가 저하된다. 이 때문에 농도의 파괴는 물이 원인이 되어 일어나는 일이 많다. 또 노면이 침수됨으로써 교통의 기능 및 안전성이 저하되므로 배수시설을 소홀히 취급해서는 안된다.
농도의 배수를 고려할 경우 일반적으로 다음과 같은 사태를 고려하여 표면배수, 지하배수, 비탈면배수, 구조물의 배수에 대해서 검토해야 한다. (<그림 2.8-1> 참조)

(1) 노면배수의 지체로 인한 교통정체나 슬리프(Slip)사고
(2) 노면 또는 인접부에서 유입하는 표면수가 농도 내부로 침투함으로 인한 농도의 파괴
(3) 농도에 인접하는 지대에서 유입하는 물과 지하수위의 상승으로 인한 농도의 노화 및 파괴
(4) 비탈면의 침식, 붕괴
(5) 교량, 터널, 옹벽 등 구조물의 기능저하 및 파괴

더욱이 배수계획에서는 유말처리에 대해서도 충분히 고려해야 한다.



<그림 2.8-1> 배수의 종류

2.8.1 표면배수

표면배수는 강우 또는 강설에 의하여 생긴 노면수 및 인접부에서 농도로 유입해오는 물을 측구 등으로 유도하여 농도 내부로 침투하는 것을 방지함을 목적으로 한다.

2.8.2 지하배수

지하배수는 농도에 인접하는 지대 및 노면에서 보조기층 또는 노상에 침투하는 물을 배수하고, 지하수면에서 상승하는 모관수를 배수함으로서 수압에 의해 농도가 약화하는 것을 방지함을 목적으로 한다. 지하배수중 주로 노상의 배수를 목적으로 하는 것을 노상배수, 보조기층의 배수를 목적으로 하는 것을 보조기층배수라 한다.

(1) 노상배수는 일반적으로 도로측구의 바로 밑에 구를 파서 유공관을 매설하고 모래, 자갈 등의 투수성이 큰 재료로 되메우거나 경우에 따라서는 맹암거로 하는 경우도 있다.

(2) 보조기층배수는 노상토의 투수계수가 작고, 보조기층내에 물이 정체할 염려가 있는 경우에 필요로 하며, 노상토에 모래층 또는 횡단맹암거를 토질 및 배수량의 정도에 따라 10～20m 정도의 간격으로 설치하고, 출구는 반드시 노상배수로 연결시킨다.

2.8.3 비탈면배수

비탈면배수는 강수, 표류수 등이 비탈면에 침투하지 않도록 비탈면을 유하하는 물이나 비탈면내의 지하수를 안전하게 비탈면외의 배수시설로 유도하는 것을 목적으로 한다.

2.8.4 구조물 배수

구조물의 배수는 구조물 뒤채움부의 침수나 구조물내의 누수 및 강우, 강설에 의하여 생긴 구조물의 지표수 등을 제거함을 목적으로 한다. 구조물의 시공중 또는 시공후에 우수, 지하수 등이 구

조물의 배면에 고이거나 구조물내로 누수되는 등의 상태가 되면 구조물의 안전성 저하를 야기시키고, 그것이 구조물의 파손에도 관련이 있기 때문에 배수처리에 대하여 세심한 주의를 하여야 한다. 구조물의 배수에는 교량, 터널, 지하도, 옹벽배면 등의 배수가 포함된다.

2.9 토공계획

토공계획에서는 지형조건, 지질조건, 현지의 시공조건 등을 고려하여 절성토의 균형, 흙 구조물의 안정성, 내구성 및 경제성이 확보되도록 해야 한다.

농도의 토공계획은 절성토의 균형으로 경제성을 확보하고 옹벽, 암거(Culvert) 등의 구조물은 공용후의 교통하중에 견디며 교통차량이 안전하고, 원활한 주행을 확보하기 위하여 포장의 기초로서의 기능을 다함과 동시에 강우, 지진 등의 자연현상으로 생기는 크고 작은 재해에 의하여 농도가 받는 피해, 농도 주변의 인명, 재산에 미치는 피해를 건설시부터 공용기간중 장기간에 걸쳐 최소한으로 하여야 한다. 또 시공중 주위의 자연 및 사회환경에 대한 배려가 필요함과 동시에 시공후의 흙구조물 자체의 주위환경과의 조화도 중요하다.

(1) 절토 또는 구조물의 기초굴착 등으로 생기는 흙은 보통 성토에 유용한다. 그러나 그 토질이 성토재료로서 적합하지 않을 경우, 또 유용하기엔 운반거리가 멀어서 경제적이 되지 못할 경우에는 이를 다른데 활용하든가 또는 사토로 하고, 부족한 성토재료는 다른 취토장에서 보충할 것을 고려한다.

(2) 토공은 그 대상이 자연이며 취급재료는 거의 천연의 흙이나 암이다. 흙이나 암은 장소나 상태에 따라 그 성질은 일정하지 않고, 사전조사나 실험만으로 원지반의 성질을 완전히 파악한다는 것은 곤란하다. 그러므로 시공중에 현장을 잘 관찰하고 판단하여 필요하면 토공계획의 변경을 고려하는 것이 중요하다.

(3) 흙은 그 성질을 잘 이용함에 따라 경제적이고 안전한 구조물을 축조할 수 가 있다. 또 지역성을 고려한 흙구조물은 주위의 환경과 조화가 이루어지게 되는 것이다.

2.10 환경계획

농도는 농촌지역의 주민생활 환경개선, 역사문화유사의 보존, 자연경관과 생태환경의 보존 및 훼손최소화와 복구 그리고 어메니티 창출 등 지역환경이 개선 정비 되도록 계획하여야 한다.

농촌은 산과 강 농과 밭의 들녘 그리고 사람이 사는 마을이 어우러져 아름다운 경관을 형성하고 있고 각종 동식물이 사람과 함께 살아가는 자연의 보고이다.

그러므로 농업생산 환경과 주민생활 환경의 개선향상은 물론 농촌지역에 산재되어 있는 역사 문화유산을 보존하고 농도건설에 의하여 가해지는 자연환경의 훼손을 최소화하고 어쩔 수 없이 훼손된 자연을 조속히 복구하고 자연경관과 생태환경을 보존하도록 환경 정비를 계획하여야 한다.

환경정비계획시의 고려할 사항은 다음과 같다.

(1) 농촌지역 환경과의 조화

(2) 농업생산활동 및 주민 생활환경의 개선

(3) 자연경관의 보존 향상과 어메니티 창출

(4) 생태계 보존 및 보호를 위한 조치
(5) 역사, 유적 및 문화유산의 보전
특히 농도의 경관계획과 생태환경보존을 위한 동식물의 이동통로 및 서식처 보호시설에 대하여 세심한 배려와 시설을 계획하여야 하며 이러한 모든 계획이 농촌지역 환경과 조화를 이루고 지속되도록 계획하는 것이 중요하다.

3. 재료

· 내용 없음

4. 설계

· 내용 없음



집필위원	분야	성명	소속	직급
	관개배수	김선주	한국농공학회	교수
	농업환경	박종화	한국농공학회	교수
	토질공학	유 찬	한국농공학회	교수
	구조재료	박찬기	한국농공학회	교수
	수자원정보	권형중	한국농공학회	책임연구원

자문위원	분야	성명	소속
	농촌계획	손재권	전북대학교
	수자원공학	윤광식	전남대학교
	지역계획	김기성	강원대학교
	수자원공학	노재경	충남대학교
	농지공학	최경숙	경북대학교
	관개배수	최진용	서울대학교

건설기준위원회	분야	성명	소속
	총괄	한준희	농림축산식품부
	농업용댐	오수훈	한국농어촌공사
	농지관개	박재수	농림축산식품부
	농지배수	송창섭	충북대학교
	용배수로	정민철	한국농어촌공사
	농도	조재홍	한국농어촌공사 본사
	개간	백원진	전남대학교
	농지관개	이현우	경북대학교
	농지배수	남상운	충남대학교
	취입보	김선주	건국대학교
	양배수장	정상옥	경북대학교
	경지정리	유 찬	경상대학교
	농업용관수로	박태선	한국농어촌공사 본사
	농업용댐	손재권	전북대학교
	농지배수	김정호	다산컨설턴트
	농지보전	박종화	충북대학교
	농업용댐	김성준	건국대학교
	해면간척	박찬기	공주대학교
	농업수질및환경	이희억	한국농어촌공사 본사
	취입보	박진현	한국농어촌공사 본사

중앙건설기술심의위원회	성명	소속
	이태옥	평화엔지니어링
	성배경	건설교통신기술협회
	김영환	한국시설안전공단
	김영근	건화
	조의섭	동부엔지니어링
	김영숙	국민대학교
	이상덕	아주대학교

농림축산식품부	성명	소속	직책
	한준희	농업기반과	과장
	박재수	농업기반과	서기관

설계기준
KDS 67 35 10 : 2018

농도 계획

2018년 04월 24일 발행

농림축산식품부

관련단체 한국농어촌공사
58217 전라남도 나주시 그린로 20(빛가람동 358) 한국농어촌공사
☎ 061-338-5114 E-mail : webmaster@ekr.or.kr
http://www.ekr.or.kr

(작성기관) 한국농공학회
06130 서울시 강남구 테헤란로 7길 22(역삼동 365-4) 과학기술회관 본관 205호
☎ 02-562-3627 E-mail : j6348h@hanmail.net
http://www.ksae.re.kr

국가건설기준센터
10223 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283(대화동)
☎ 031-910-0444 E-mail : kcsc@kict.re.kr
http://www.kcsc.re.kr

※ 이 책의 내용을 무단전재하거나 복제할 경우 저작권법의 규제를 받게 됩니다.

KDS 67 35 15 : 2018

농도 조사

2018년 04월 24일 제정
http://www.kcsc.re.kr

농림축산식품부



건설기준 코드 제·개정에 따른 경과 조치

이 코드는 발간 시점부터 이미 시행 중에 있는 설계용역이나 건설공사에 대하여 발주기관의 장이 필요하다고 인정하는 경우 종전에 적용하고 있는 기준을 그대로 사용할 수 있습니다.

건설기준 코드 제·개정 연혁

- 이 기준은 KDS 67 35 15 : 2018 으로 2018년 04월에 제정하였다.
- 이 기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 건설기준 간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.
- 이 기준의 제·개정 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요사항	제·개정 (년. 월)
농지개량사업 계획설계기준 농도편	• 농지개량사업 계획설계기준 농도편 제정	제정 (1986. 12)
농업생산기반정비사업 계획설계기준 농도편	• 농업생산기반정비사업 계획설계기준 농도편 개정 • 기존의 농도편을 설계 및 시공편을 추가하여 농도의 계획설계에 필요한 사항을 기준으로 개정	개정 (1994. 12)
KDS 67 35 15 : 2018	• 국토교통부 고시 제2013-640호의 “건설공사기준 코드체계” 전환에 따른 건설기준을 코드로 정비 • 건설기술진흥법 제44조 및 제44조의 2에 의거하여 중앙건설심의위원회 심의· 의결	제정 (2018. 04)

제 정 : 2018년 04월 24일
개 정 : 년 월 일
심 의 : 중앙건설기술심의위원회
자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회
소관부서 : 농림축산식품부 농업기반과
관련단체(작성기관) : 한국농어촌공사(한국농공학회)

목 차

1. 일반사항 ····· 1
1.1 목적 ····· 1
1.2 적용범위 ····· 2
1.3 참고 기준 ····· 3
1.4 용어의 정의 ····· 4
1.5 기호 정의 ····· 4
2. 조사 및 계획 ····· 4
2.1 기상 및 수문조사 ····· 4
2.2 지형조사 ····· 4
2.3 지질·토질조사 ····· 5
2.4 토지이용조사 ····· 7
2.5 사회, 경제조사 ····· 7
2.6 농업조사 ····· 7
2.7 관련사업 조사 ····· 9
2.8 도로조사 ····· 9
2.9 교통량조사 ····· 9
2.10 노선조사 ····· 14
2.11 환경조사 ····· 15
2.12 유지관리조사 ····· 17
3. 재료 ····· 17
4. 설계 ····· 17

농도 조사

1. 일반사항

1.1 목적

조사는 건설예정 농도의 노선선정, 계획, 설계, 시공 및 관리에 필요한 기초자료를 구하기 위하여 농도건설 추진과정의 조사단계별로 필요한 사항에 대하여 적절한 조사계획을 수립하여 실시한다.

1.1.1 일반사항

조사는 농도건설에 필요한 입지조건을 파악하고 농도의 노선, 선형, 종횡단면, 토공량, 하천 및 구거의 횡단장소, 횡단구조물 등 농도시설의 계획, 설계, 시공법의 결정 및 장래의 관리에 필요한 기초자료를 얻기 위하여 실시하는 것이다. 조사는 계획조사, 기본조사, 실시설계의 3단계로 구분하고 농도건설의 목적, 규모, 중요도 등에 따라 각 단계별로 필요한 사항에 대하여 조사의 범위(조사량), 내용, 정밀도 등을 파악하여 조사계획을 수립하여 실시하고 조시한 자료는 항목별로 정리하여 각 단계별로 계획, 설계 및 보고서 작성에 활용하고 규정된 기간 보관한다.

1.1.2 조사의 단계

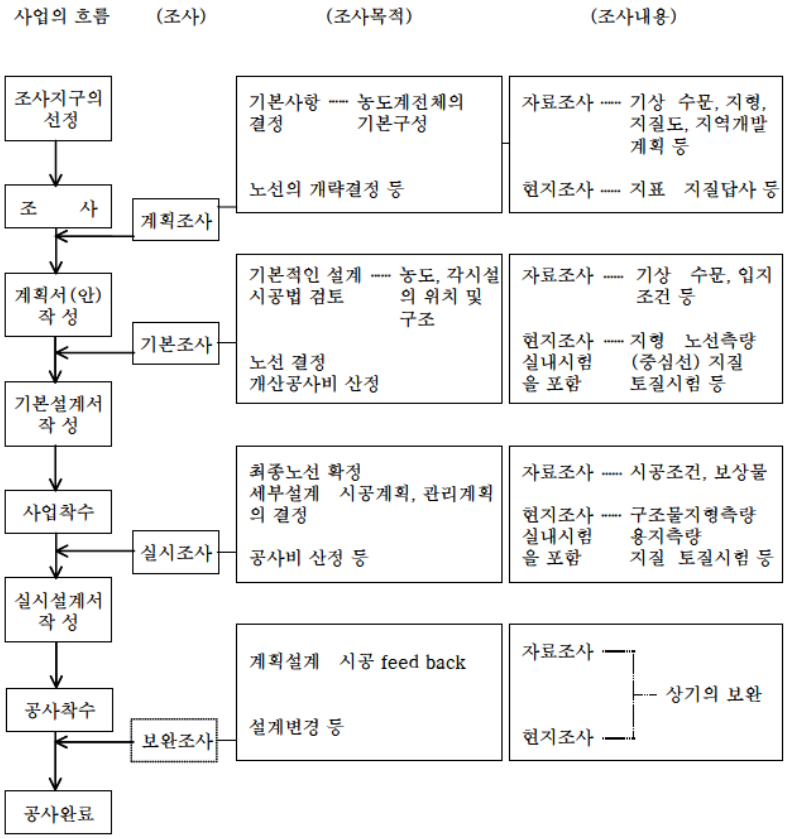
(1) 계획조사

계획조사는 기상, 수문, 지형, 지질, 입지조건 등에 대하여 기존의 자료 등을 수집 검토함과 동시에 현지답사 등 기타 필요한 조사를 병행하여 농도의 기본계획을 세우기 위한 것이다. 따라서 여러 종류의 후보노선의 선정과 그 비교검토에 의해 노선을 2 ~ 3개안으로 설정한다.

(2) 기본조사

기본조사는 기본설계 등을 하기 위한 조사로서 계획조사에서 선정된 노선의 결정, 기본적인 설계·시공 및 개산(槪算)공사비 등의 검토에 필요한 자료를 수집하기 위하여 측량, 현지조사, 토질시험 등을 한다.

보통 이 단계에서 농도의 기본적인 계획이 수립된다. 또 다음 단계에서 필요한 사항에 대하여 행해지는 실시조사나 보완조사에 의하여 계획변경이나 보완이 요구되는 경우도 있으나, 적어도 기본적인 사항에 대하여는 변경을 하지 않도록 충분한 조사를 해야 한다.



<그림 1.1-1> 조사의 순서

(3) 실시설계조사

실시설계조사는 농도건설공사의 실시설계를 하기 위한 조사로서 기본적인 설계에 기초한 세부설계, 공사비의 산출 및 시공계획의 검토에 필요한 자료를 수집하는 것이다. 이 조사는 기본조사결과에 기초하여 질, 양 및 정확도를 높이기 위한 것이다. 즉, 기본조사에 기초하여 검토된 기본적인 설계는 직접 건설공사를 하기에는 충분히 정밀하지 않기 때문에 본 조사는 설계를 가능하고, 확실한 것으로 하기 위하여 시행한다. 이 조사는 계획조사 및 기본조사의 결과를 검토하여 부족한 조사를 하고, 관념적으로 「점」의 자료를 「선」에 연결시키고 「면」적인 자료로 확대하기 위한 조사로 위치를 확고히 하는 것이다.

(4) 보완조사

보완조사는 시공과정에서 더욱 필요성이 발생된 사항에 대하여 소요의 자료를 얻는 것이다. 조사는 실시설계단계까지 상세한 조사를 하여 그 결과가 설계 및 시공계획에 반영되는 것이 이상적이다. 당초 가정한 지반과 크게 다른 현장조건 및 예측하지 못한 사태가 발생한 경우 등 자연적 또는, 사회적 조건에 의하여 농도의 위치나 구조를 기존의 조사자료로 재검토할 수 없는 경우에는 보완조사를 한다.

1.2 적용범위

계획조사, 기본조사, 실시설계조사의 각 단계별로 조사목적에 따라 필요한 사항에 대하여 조사범위, 조사내용, 정밀도 등을 결정하고 이에 대한 체계적이고 효율적인 조사를 위하여 조사방법, 조사인력, 조사장비, 조사일정, 조사비 등에 대하여 합리적인 조사계획을 수집하여 실시한다.

1.2.1 계획조사(예정지 조사)계획

계획조사는 농도의 필요성과 건설가능성을 판단하고 기본골격에 대한 건설계획을 수립하기 위하여 기상, 수문, 지형, 지질 및 지역개발계획 등의 기초자료를 수집하고 현지답사 등의 방법으로 지형, 지표, 지질 등을 조사 확인하고 주민의견청취 등의 방법으로 도로건설상의 제약 여건 등을 조사하여 사업추진 가능성과 기술적, 사회경제적 타당성을 판단할 수 있도록 조사계획을 수립하고 수립된 조사계획에 따라 조사업무를 실시한다. 조사는 지형도검토(국토기본도), 도상계획수립(노선결정 등), 현지답사, 관련기관방문, 자료수집 및 협의, 주민의견청취 등의 순으로 진행한다.

1.2.2 기본조사계획

기본조사는 계획조사에서 개략 선정한 계획노선에 대하여 노선측량 및 보다 정밀한 조사에 의하여 계획노선을 결정하고 도로의 각 시설위치, 구조 등 농도 골격에 대한 기본설계를 하기 위하여 실시하는 조사로서 조사 목적에 부합한 정밀한 조사를 실시하여야 한다. 조사계획은 토목, 지질, 토질, 환경 및 사회경제 등 필요한 모든 분야의 전문가, 기술자들이 모두 참가한 하나의 팀(Team)을 편성하여 기본설계에 필요한 모든 사항을 일제히 조사토록 계획함이 가장 바람직하다. 그러나 각 전문분야별 조사업무수행에 선후가 있고 각 분야의 조사업무특성으로 조사방법, 조사기자재 등이 서로 다를뿐더러 각 분야별 전문인력수급과 운영에 어려움이 따를 수 있으므로 하나의 조사계획으로 모든 전문분야를 동원하여 일제히 조사토록 하는 계획은 현실적으로 실행하기 어려운 방법이 될 수 있다. 이러한 경우에는 통상 전문분야별로 필요한 내용을 조사하여 그 결과를 기본설계에 활용되도록 하는 전문분야별 조사계획과 농도기본설계에 필요한 사항을 관련 전문분야별로 조사계획을 수립하여 조사토록하고 각 분야별 조사결과를 취합정리하여 반영하도록 함으로써 합리적인 기본설계를 하도록 하는 종합조사 계획으로 이원화하여 조사계획을 수립·조사하는 방법을 사용한다.

1.2.3 실시설계조사

이 조사는 농도건설공사 시행에 필요한 실시설계를 하기 위하여 실시하는 조사로서 농도 기본설계에 기초한 세부설계, 시공계획수립, 공사비 적산 등에 필요한 정밀한 자료를 조사하고 필요한 모든 전문분야의 조사가 정밀하게 수행되도록 조사계획을 수립하여 조사토록 한다.

1.3 참고 기준

· 농림부, 2007, 농업생산기반정비사업계획 설계기준 농도편

1.4 용어의 정의

· 내용 없음

1.5 기호 정의

· 내용 없음

2. 조사 및 계획

2.1 기상 및 수문조사

계획대상구역을 대표하는 측후소의 기상·수문자료를 조사한다. 지구(地區)가 광범위한 경우에는 몇 개의 수문 블럭으로 나누어 조사한다. 관측자료는 원칙적으로는 최근 10개년 이상의 것에 의하고 농도의 계획, 설계 및 시공에 직접, 간접으로 필요한 기상 및 수문조건을 조사한다.수문조사는 계획노선과 교차하는 하천 및 샛강, 인공수로 등에 조사한다. 최대유량, 최대수위 및 제방높이는 개수(改修)계획이 있는 하천에서는 계획고수유량, 계획고수위(고조구간에서는 계획고조위) 및 계획제방높이를, 그렇지 않은 하천에서는 기왕최대홍수위 및 제방 높이를 조사한다.

2.2 지형조사

도상(圖上) 및 현지조사로부터 개략 선정한 계획노선의 경제성, 안정성, 시공성 및 기능성 등을 검토하기 위하여 지형측량 및 현지조사 등을 한다.

개략 선정한 계획노선에 대하여 지형측량 및 현지조사 등을 하여 토공량, 하천횡단장소, 교량 및 터널의 길이, 도로 및 철도의 교차장소, 선형 및 기울기 등을 개략적으로 파악하고 농도시공에 필요한 공사비를 산출하여 경제성, 안정성 및 기능성을 종합적으로 검토한다.

계획, 설계 등의 각 단계에 따라서 작성한 지형도, 종횡단면도의 종류 및 그 범위는 일반적으로 <표 2.2-1>과 같다.

<표 2.2-1> 농도에 있어서 지형조사 등의 표준

조사단계	계획조사	기본조사	실시조사
측량방법	항공사진측량 (또는 지상측량)	지상지형측량 (종·횡단은 지형도에 의하여 전개)	지상지형측량 (종·횡단측량 등)
범 위	관계지역전체	편측 25~100m	
측정간적			20.0m(지형변화지점은+말뚝)
등고선간격	1.0~2.0m	1.0m	
특기사항	국토기본도, 감림기본도가 있으면 이것을 이용할 수 있다.	이 조사는 개략노선을 결정하여 농도의 설계·시공·용지확보 등의 자료를 얻기 위한 것으로써 정밀도가 충분해야 한다.	교량 등 구조물에 대해서는 별도로 1/200~1/500축적의 지형측량이 필요하다.

2.3 지질·토질조사

지질·토질조사는 계획노선에 대한 자료를 수집하고, 조사 및 각종 조사시험을 하여 지질구조, 토질 및 지하수 등을 파악한다.

(1) 조사항목과 조사방법

지질 및 토질은 농도의 노선위치, 공종, 구조물 형식, 시공법 등 설계, 시공의 기본을확정하는 중요한 요소이므로 조사는 신중하고 충분하게 해야 한다.

지질 및 토질조사는 ① 계획조사 ② 기본조사 ③ 실시조사 및 ④ 보완조사의 각 조사단계에 따라서 노선결정, 공종결정 등의 목적에 적합한 조사항목을 정리하고 조사방법 및 시험방법 등에 대한 계획을 수립하여 합리적으로 실시한다. (<표 2.3-1> 참조)

<표 2.3-1> 조사단계별 조사항목

단계	계획조사		기본조사	실시조사	보완조사	
목적	기존자료조사	현장조사			시공중 조사	유지관리조사
주된방법	1.노선선정 2.토질 · 지질개요와 문제점 파악		1.구조결정 2.선형의 세부 결정	1.설계자료 2.국부상세설계 자료 3.시공계획자료 4.시공관리자료	1.추가보완 자료 2.시공관리 자료 3.재해복구 자료	1.점검 2.기술자료 수집
구분	1.기존자료수집 2.기존자료독취(讀取)	1.현지조사 2.보링 등	1.현지답사 2.보링 등 3.탄성파탐사	1.탄성파탐사 2.보링 등 3.물리탐사 4.특수조사시험	1.보링 등 2.물리탐사	1.현지조사 2.보링 등 3.추적조사
절토지반	1.지반활동이력의 유무확인 2.기설사면의 실태조사와 확인 3.토석류 · 낙석이력유무의 확인		1.개략적인 토질 · 지질과 그 구조파악 2.사면안정 등 문제점 도출	1.종횡단방향의 상세한 지층분포 및 토사 · 연경암의 판별, 문제지점의 설계를 위해 필요한 정수 · 정보 도출	1.붕괴사면의 규모 · 형태 · 성상 및 복구대책을 위한 정보 파악	1.사면붕괴, 낙석 예측을 위한 실태 파악
취토장	1.취토가능성과 개략적인 토질상태 2.운반거리, 경로 등 개략적인 취토조건		1.개략적인 토질 · 토량의 파악 2.용수유무	1.지층분포와 토량 2.취토토사의 물리, 역학적 성질	1.매장량 및 취토량 계산 2.품질의 균질성	
성토지반	1.연약지반분포와 규모의파악 2.성토시공의 가능여부 판정		1.연약지반에 대한개략적인 안정, 침하 검토 2.기초지반의 토층별 특성검토	1.연약지반에 대한 개략적인 안정, 침하 검토 2.기초지반의 균일한 검토 3.시험성토에 의한 지반변화 판단	1.연약지반상 성토시공중의 안정성 검토 및 시공법	1.침하추적조사(연약지반, 구조물 접속부 등)

① 계획조사

가. 자료조사

자료조사는 기존자료를 수집하여 개괄적으로 대상지역을 파악하며 또한 기본조사 이후의 조사를 유효적절하게 진행하기 위하여 필요에 따라 다음과 같은 자료를 수집한다.

(가) 지형 및 지질도
(나) 지반도
(다) 토성도
(라) 토질조사기록
(마) 공사 및 관리기록
(바) 우물, 지하수에 관한 기록
(사) 재해에 관한 기록

나. 현장조사

현장조사는 자료조사에 의하여 파악한 지역개요를 현장에서 확인하고 필요에 따라 시료채취 및 사운딩(Sounding)을 하며, 조사자료는 다음 단계의 조사방법을 선정하는데 아주 중요한 것이다. 조사시는 다음 사항에 특히 유의하여 조사를 한다.

(가) 지형, 지질의 개략적인 조사
(나) 지표면의 토질 및 지질
(다) 불안한 지형 및 기왕의 재해지
(라) 표층의 퇴적물 상태
(마) 사면의 상황
(바) 토질이용, 식물의 종류와 번성상황
(사) 기존시설의 상황
(아) 용출수위치 및 상태, 우물의 수위
(자) 가연성 가스(Gas)
(차) 대상지 주민의 의견

② 기본조사

이 단계에서 실시하는 조사는 자료조사, 현장조사에 의하여 얻은 토질 및 지질개황을 근거로 개략선정노선의 토질 및 지질을 총괄적으로 명확히 하기 위하여 실시하는 것이다. 조사방법은 농도의 목적, 공종, 토질, 규모 및 그 중요도에 따라 다음 사항을 고려하여 선정한다.

가. 사운딩 (관입시험 등) 및 시료채취
나. 오거보링에 의한 시료채취
다. 기계보링 및 시료채취
라. 물리탐사(탄성파탐사, 음파탐사, 전기탐사 및 물리검층 등)
마. 흙의 물리적 성질 및 역학적 성질시험

③ 실시조사

실시조사에 의하여 노선과 공종이 개략 결정되면 조사대상별로 정밀조사를 실시한다. 그 결과는 공종과 노선의 결정, 기초처리공법의 설계·시공 및 공사비계산에 사용한다. 조사내용은 목적에 따라 상이하며, 농도의 종류, 규모, 지반조건 등에 따라 조사항목, 조사범위, 조사방법 및 정밀도를 결정한다.

(2) 조사결과의 정리 및 이용

토질·지질조사 및 시험결과를 이용하여 토질주상도 또는 토질종횡단면도 등을 작성, 최종노

선의 토질·지질상태를 확인 정리하여 상세한 설계를 위한 기초자료로 활용한다. 지질도 등은 계획노선부근의 토질개요를 파악하여 설계·시공상 주의해야 할 문제점을 예상할 수 있다.
이에 대한 자세한 내용은 국가건설기준 공통편 KDS 11 10 10 “지반조사”를 참조한다.

2.4 토지이용조사

계획대상구역을 포함한 주변지역의 토지이용상황 및 금후의 동향, 개발예정지, 토지이용규제구역 등을 조사한다.

(1) 토지이용상황 및 동향

① 기존통계자료에 의해 조사하되 농지에 대해서는 최근 5～10년간의 지목별 전용(轉用)실적을 조사하여 농지전용동향을 알기위한 자료로 한다.

② 토지등기부상의 면적을 기초로 하여 토지이용현황을 지목별(논, 밭, 과수원, 초지, 산림)로 구분하고 각각의 지적을 조사하여 지구를 확정하기 위한 자료로 한다.

(2) 개발예정지 및 토지이용규제구역

이는 노선 및 농도구조 등의 계획 검토자료로 하기 위한 것으로 국토의 계획 및 이용에 관한 법률(도시, 농업, 산림, 공업지역 등), 산림자원 조성 및 관리에 관한 법률(보안림지정구역), 자연공원법(국립, 도립공원), 문화재 보호법(매장문화재, 지정문화재 보호구역), 자연환경보전법(자연환경보전구역), 광업법(광업권) 등에 의한 개발예정지 및 규제구역을 조사한다. 또 필요에 따라 지목별 표준지가를 조사하여 사업실시시의 용지보상 검토자료로 한다.

(3) 다른 계획과의 관련

국토종합개발계획을 비롯한 각종 지방개발계획과의 관련성을 조사한다.

2.5 사회, 경제조사

계획대상구역의 사회, 경제상황 및 금후의 동향을 예측하기 위하여 사회, 경제조건을 조사한다. 아래에 열거하는 것은 일반적으로 필요한 조사항목이므로 구역의 크기 및 특징, 그리고 이에 수반한 농도의 종류, 성격에 따라 선택하여 조사한다.

(1) 인구 : 최근 5~10년간의 관계구역 읍면리의 인구 및 세대수의 변동추이, 인구동태 등을 파악한다.

(2) 산업 : 최근 5~10 년간의 관계지역 읍면리의 산업별 취업인구, 산업별 생산액의 추이, 산업별 구성비율, 취업인구 1인당생산 등을 산출하여 대상구역의 산업구조 현황과 장래의 산업발전 가능성을 검토하는 자료로 한다.

2.6 농업조사

계획대상구역의 농업현황 및 동향을 파악하여 금후의 농업발전가능성 및 이에 기여할 농도의 역할을 검토하기 위해 농업경영, 영농상황, 농업시설 등을 조사한다.

(1) 농업경영, 영농상황조사

농가의 경영능력, 경영형태, 경영방향 등을 조사하여 금후의 농가동향을 검토하는 자료로 활

용한다. 또 현재의 영농조직, 농업기계이용조직, 농기계작업체계 등을 조사하여 금후의 농업기계이용의 방향설정에 참고로 한다. 또한 농업시설 배치계획을 고려하여 농도의 배치 및 구조를 정하기 위한 기초자료로 한다.

① 농업경영

경영 규모별 농가수, 농가호당 경영 경지면적, 전업·겸업별 농가수, 축산농가수 및 사육두수, 경영유형별 농산물, 판매규모별 농가수의 추이를 조사하여 농가 계층의 동향과 그 특징, 전업, 겸업의 분화정도, 축산농가의 경영규모 및 범위를 파악한다.

② 영농상황

가. 집단적 생산조직, 공동경영조직, 집단재배조직 등에 대하여 참여농가수, 경영규모, 영농관리실태 등을 조사하여 영농계획책정의 기초자료로 한다.

나. 농업기계 및 자동차 보급상황

(가) 종류별, 규모별 대수

(나) 소유형태별 대수 (개인, 공동, 법인소유 등)

(다) 이용상황 : 농업기계의 공동이용조직에 대하여 참여 농가수, 대상경지면적, 1년 주기의 기계화작업체계를 조사하여 이용조직의 범위 및 운영관리의 실태를 파악하고 공동이용조직의 장래계획의 기초자료로 활용한다.

③ 재배작물별 면적 및 작부체계를 조사하여 영농계획수립의 기초자료로 한다.

(2) 농업시설

현재의 농업시설에 대하여 그 이용조직, 이용범위 및 시설간의 상호 기능분담관계 등을 조사하여 생산유통경로도, 이용권도를 작성하고 노선배치계획의 기초자료로 한다. 농업시설은 그것이 계획대상구역 밖의 것이라 할지라도 구역과 관련성이 있는 처리, 가공, 저장, 유통 등의 기능을 가진 시설에 대해서는 조사대상으로 한다.

① 기능별, 규모별 농업시설수 및 위치

지형도에 현재의 농업시설의 위치를 표시한다. 기능별 농업시설에는 아래에 열거하였으며 구역의 상황에 따라 선택하여 조사한다.

가. 종합기능을 가진 시설……농협, 농업기술센타, 한국농어촌공사 지사 및 지소

나. 생산기능을 가진 시설……농기계 수리센타, 자재창고

다. 유통기능을 가진 시설……공동출하장, 처리·가공시설, 시장, 저장시설 등

② 농업시설의 이용조직형태와 운영방법

농업시설의 이용조직(농협, 법인조직 등)형태와 운영방법 및 이용상황에 대하여 조사한다.

③ 농업시설의 이용범위 및 상호관계

가. 각종 생산물의 유통경로도 : 원료 및 생산물의 입하경로, 시장에의 출하경로 등에 대하여 그 유통경로도를 작성한다.

나. 농업시설의 생산, 유통과정에서 지역간 분업과 상호관계에 대하여 파악한다.

다. 가., 나.의 조사를 통하여 이용권도를 작성한다.

④ 기타 농업개발계획

지역단위의 각종 농업개발계획에 대하여 조사한다.

2.7 관련사업 조사

계획대상지역 및 그 주변에서 이미 시행하였거나, 시행중 또는 계획 중의 타사업 내용을 조사하여 이 중에서 계획과 직접 또는 간접적으로 관련이 있는 것에 대해서는 그 세부적인 사업내용을 조사한다.

(1) 이미 시행하였거나 시행중, 또는 계획 중인 각종 농도정비사업, 경지정리사업, 각종 농업생산기반정비사업 등의 계획, 설계, 노선배치, 구조, 시공년도, 시공시의 상황과 이들 사업에 대한 한국농촌공사, 시·군, 농협, 농민들의 평가 등을 계획서 및 설계서 등의 자료나 청문(聽聞)조사에 의해 파악한다.

(2) 국도, 지방도, 시·군도의 개수, 신설사업, 하천개수사업 등의 계획에 직접 또는 간접적으로 관련되는 사업에 대해서도 (1)과 같이 자료수집을 한다.

(3) 취락이전 및 재정비 등의 사업계획이 있으면 그 위치관계를 조사한다.

2.8 도로조사

계획대상 지역의 도로망(계획이 구체화되어 있는 노선을 포함)과 이와 관련되는 주변지역의 도로 그리고 철도, 버스 등 차량운행노선에 대하여 조사하여 도로상황을 파악한다.

(1) 고속도로, 일반국도, 지방도, 시·군도 및 기타 도로(농도 등)별로 노선길이, 노선밀도, 폭, 개량율, 포장율 등을 조사한다. 개수 또는 신설사업계획이 있는 경우에는 도로위치, 부지폭, 구조, 노폭, 시공시기 등에 대하여 조사한다. 이상 분류 조사한 내용을 지형도에 정리하여 도로망도를 작성한다.

(2) (1)에서 조사한 도로중 계획수립에 필요한 범위내의 도로를 대상으로 다음 항목에 대하여 조사한다.

① 구조상태 …… 횡단면의 구성(차도, 길어깨, 보도 등의 폭), 구조, 노면마무리, 기울기

② 유지관리 …… 관리주체, 유지관리 상황

③ 교통장해 …… 교통사고다발지점

④ 교통규제 …… 최고속도, 차량제한, 주차금지

⑤ 교량 …… 가설위치, 길이, 횡단면의 구성, 설계자동차하중, 형식, 가설년도

(3) 열차, 버스 등 교통기관의 운행노선을 조사한다.

(4) 동기 적설지대에 대해서는 제설노선, 제설의 우선도, 제설시간, 제설방법, 제설장비 등을 조사한다.

2.9 교통량조사

계획노선의 위치가 개략적으로 정해지면 장래교통량을 예측하는 자료로 활용하기 위하여 이 노선에 관계되는 주요 기존도로의 교통량을 조사한다.

교통량이란 어느 도로의 특정지점을 단위시간 내에 통과하는 운행차량(<표 2.9-1> 참조)의 대수 또는 사람 수를 말한다. 그러나 특별히 규정하지 않는 경우에는 자동차류의 운행만을 교통량으로

하는 것이 일반적이다. 교통량조사는 농도의 폭, 구조 등을 결정하는 기초로서 또한 장래 목표지점의 교통수요를 수용할 수 있고 경제적으로 정비하기 위해서는 어떠한 교통용량의 농도를 계획해야 하는가를 판단하는 지표로 삼기 위한 중요한 조사사항이다.

(1) 조사노선 및 조사위치

조사대상노선은 계획대상지역에 따라 다르지만 일반적으로 다음과 같은 노선으로 한다.

① 계획노선의 시점 또는 종점과 접속하는 노선

② 계획노선의 중간에서 교차 하는 교통이 많은 노선

③ 계획노선과 병행하는 노선

조사위치는 조사목적에 가장 합당한 곳을 선정해야 하나 일반적으로 ① 및 ②의 노선에서는 계획노선과의 접속점 또는 교차점에 가까운 지점, ③의 노선에서는 계획노선의 시점, 종점, 중간점에 해당하는 3개소 정도로 한다. 또 조사위치의 평균 폭, 보도의 유무, 노면상황 등에 대해서도 조사한다.

(2) 조사방법

농어촌지역에서의 교통량의 시간변동 패턴은 도시지역과는 다르므로 농어촌지역에 적합한 방법으로 조사한다. 조사방법에는 지점관측법과 이동관측법이 있는데 어느 방법을 채택하느냐는 지역 실정에 따라 판단한다.

① 지점관측법

노면상에서 교통량을 관측하는 방법으로 통과교통량을 측정하는 것을 말한다. 시간별, 차종별, 방향별 교통량을 측정한다. 관측시간은 주간 12시간이 일반적이며 이로부터 일교통량을 추정할 수 있다. 그러나 이 방법은 인력에 의존하는 관측방법이기 때문에 적당한 관측원의 확보와 그 업무조건 등에 대해 세심한 배려를 요한다.

② 이동관측법

조사노선상을 왕복하면서 서로 마주친 차량의 대수, 관측차를 앞질러간(추월) 대수 및 관측차에 앞질음을 당한 대수를 관측하는 동시에 통과구간의 주행소요시간을 측정하여 그 결과에서 교통량과 평균 주행시간(왕복 각각의 방향에 대하여)을 구하는 방법이다.

$$q = \frac{60(x+y+z)}{t_s + t_w}$$

$$\bar{t} = t_w - \frac{60(y-z)}{q}$$

여기서, q = 진행방향의 교통량(대/시간)

$\bar{t}$ = 진행방향의 평균주행시간(분)

x = 진행방향과 반대로 주행 중 마주친 대수

y = 진행방향에서 관측차를 추월한 대수

z = 진행방향에서 관측차에 추월당한 대수

t_s = 진행방향과 반대로 주행한 때의 주행시간(분)

t_w = 진행방향으로 주행한 때의 주행시간(분)

교통량측정치의 편차와 주행횟수와의 관계로 보아 주행횟수 5~6회를 경제적으로 타당한 횟수로 삼는다. 이 관측법은 광역에 걸친 조사로서는 편리하다 그러나 교통량이 심히 편중된 곳 또는 통과대수가 아주 적은 곳에서 이 조사에 의해 교통량을 추정하는 것은 부적당하다.

(3) 조사시기

조사시기는 농업교통량에 비하여 일반교통량은 연간변동이 적다는 점과 농업생산 및 농산물 유통에 이용되는 농도에 있어서는 교통량의 주체가 농업교통량이라는 점등에 비추어 농업교통량의 피크(Peak) 달(月)로 하는 것이 바람직하다. 또 일반교통량은 토요일, 일요일과 평일과는 다르기 때문에 농업교통과 일반교통이 동시에 피크가 되는 요일을 택한다. 일반적으로 지점관측법에서는 주간 12시간(피크 교통량을 파악하기 위해서는 13~14시간정도 관측해 두면 좋다.)의 교통량을 2 ~ 3일간 관측하여 일교통량을 추정한다. 주간 12시간 교통량에 대한 일교통량의 비는 도로의 성격, 연도(沿道)상황 등에 따라 다르다.

(4) 조사결과의 정리

조사결과는 <표 2.9-2>와 같이 보행자, 자전거, 동력식 이륜차, 자동차, 농업기계류로 분류하여 취합하는 것이 좋다. 승용차, 트랙터 등은 농업교통수단과 일반교통수단에 모두 사용되고 있으나 농업교통과 일반교통을 구분하여 조사한다. 농업기계의 기종은 교통량조사시간에 따라 다르므로 농작업에 따라 선택하고 기종의 폭, 중량에 대해서도 조사한다. 그리고 국도나 지방도와 같이 이미 교통량조사가 되어 있는 지점에서는 그 자료를 활용한다. 농어촌지역주민의 생산, 일상생활면에 있어서도 교통활동과 조사노선과의 관계를 알 필요가 있을 때에는 통행자(PERSON TRIP)조사를 하는 것도 한 방법이다. 계획대상구역에 관계되는 농업교통과 일반교통과는 다음 기준에 의해 구분한다.

① 농업교통

농업목적을 위한 교통으로서 다음과 같은 교통을 말한다.

가. 농지로 작물재배를 위해 왕래하는 교통, 농업기계의 주행 등

나. 농지 및 농업시설까지 농업용 자재운반을 위한 교통

다. 농지와 농업시설, 취락 등을 연결하는 농산물의 1차 수송에 관계되는 교통

라. 농업지역, 취락 등과 시장, 소비지를 연결하는 2차 수송에 관계되는 교통

② 일반교통

교통량조사에서 얻어진 전체교통량 중에서 1)의 농업교통 이외의 것을 말한다. 이중에서 계획노선의 일반교통은 현시점에서 그 노선에 유입된다고 생각되는 교통을 말하며 아래와 같은 교통을 포함한다.

가. 지구(地區)밖에서의 통과교통(지구밖에서의 농업교통을 포함)

나. 지구내 비농가에 의한 교통

다. 지구내 농가의 농업목적 이외의 교통

일반교통량은 교통량 조사결과에서 계획노선이 설치된 후 피크구간에서의 유입교통량(추정유입 교통량)을 산출하여 이 안에 포함되는 농업교통량을 빼면 된다. 이 경우 추정유입교통량 및 그 안의 농업교통량의 산정은 조사결과를 검토하여 적절히 추정하여야 한다. 산정

결과의 정리는 <표 2.9-3>과 같이 하는 것이 좋다. 또 피크구간이란 계획노선에서 가장 교통량이 많아질 것으로 예상되는 구간을 말하며 계획노선 길이 7~10km 당 1개소, 그리고 통상 1개소 당 피크구간은 1~2km 정도(단, 계획노선 길이가 2~3km 정도의 경우에는 1km 이내)로 설정한다.

<표 2.9-1> 교통량조사 정리표(지점관측법)

관측점 번호	No.						
관측지점	시도 면리	관측일	제1일	제2일	제3일	도로의 평균 차도 폭	m
도로의 종별		년월일				관측지점에서의 보도 유무	유무
노 선 명		시 간				노면의 종류	콘크리트 포장, 아스팔트 포장, 자갈길(간이, 고급)
구간길이		기 상				노면 상황	양, 보통, 불량
		관측자성명				도로 상황	시가지

종별 / 시간	보행자료	자전거류	동력식이륜차류	이용자동차류			화물자동차류					농업기계류				기타
				경	보통	버스	경	소형	화객차	보통	특수차	트랙터	콤바인	경운기	기타	
오전 6~7시																
7~8																
8~9																
9~10																
10~11																
11~12																
오후 12~1시																
1~2																
2~3																
3~4																
4~5																
5~6																
6~7																
7~8																
계																

주) 1. 농업교통과 일반교통을 구분 정리한다.
2. 포장두께의 설계에 사용하는 계획교통량 산정을 위하여 대형차의 통과대수를 구분정리 한다.
3. 통행차량의 종별은 <표 2.9-2>를 참고

<표 2.9-2> 통행차량 등의 관측사항

종별			관측사항	유의사항
보행자류			인원수	보행자 및 하차(荷車)를 미는 사람을 대상으로 함. 하차, 우마차를 끄는 사람은 제외
자전거류			대 수	동력식 이외의 자전거, 리어카를 RM는 자전거는 1대로 한다.
하차(荷車), 우마차류			대 수	하차(荷車), 우마차 이외에 무동력철수(撤水)차 또는 사람이 끄는 리어카, 경운기 등, 하물차(荷物車) 등을 끄는 경우는 1대로 한다.
동력식 이륜차류			대 수	오토바이(경, 소형) 및 원동기가 붙은 자전거, 리어카를 끄는 이륜차류는 1대로 한다.
자동차류	승용자동차	경자동차 (승 용)	대 수	경사륜(經四輪)자동차
		승용자동차	대 수	승용사륜차 및 삼륜차
		합승자동차	대 수	버스 및 봉고차
	화물자동차	경자동차 (화 물)	대 수	경화물용 삼륜차 및 경화물용 사륜차
		화물자동차 (소 형)	대 수	소형 사륜 화물자동차 소형 삼륜 화물자동차 소형 사륜 화물자동차로서 왜건, 픽업 형식의 것 중 좌석이 2열 이상인 것
		화 객 차	대 수	보통 화물자동차
		보통화물 자 동 차	대 수	
		특수차류	대 수	장의차, 소방차, 살수차, 콘크리트 믹서차, 방송선전차, 견인자동차 등 특수용도차

주) 군사용 및 외국인 전용차에 대해서는 각 차종에 따라 관측

<표 2.9-3> 추정유입교통량 추정표

(1) 교통량 조사방법

① 실측조사지점 읍면리 지점(노선명)

② 실측년월일 년 월 일 ~ 일

③ 관측시간 오전 시 ~ 오후 시까지

(2) 조사결과

차선명	12시간 교통량 실측치	추정유입교통량			농업교통량		일반 교통량 (C=a-b)	좌동환산 대수 C×환산률
		유입률	추정 유입량 (12시간)	추정유입일 교통량 (24시간), a	비율	농업교통량, b		

<표 2.9-4> 차종별 환산계수(보통승용차 환산률)

차종	보통승용차	버스	대형트럭 (6t)	소형트럭 (2t)	트럭(경사륜차, 이륜차)	농업용트랙터	경운기
환산계수	1.0	1.9	1.9	1.5	0.8	1.9	1.0

이에 대한 자세한 내용은 국가건설기준 KDS 44 00 00 “도로설계편”를 참조한다.

2.10 노선조사

농도의 설정과 조사는 농도계획설계의 핵심이며 근간이 되므로 농도노선의 선정(계획조사), 결정(기본조사), 확정(실시설계조사)의 각 단계별로 검토, 계획수립을 위하여 시공성, 안전성, 경제성의 확보와 지역주민의 생활환경이 개선되고 농촌의 자연환경, 역사문화환경이 보전, 개선되도록, 필요한 항목들에 대하여 필요한 정밀도를 부여하고 합당한 방법으로 조사한다.

(1) 계획조사

지형도나 항공사진 등으로 지형, 하천, 도로, 철도, 시가지, 공공시설 등을 조사하고 도로망도, 농업시설의 위치도 및 이용권도, 문화재(매장 문화재 등)에 관한 자료와 기타 조사자료를 감안하여 개략적 계획노선을 도상에 도시한다. 이 노선에 대하여 경제성, 안정성, 시공성 등을 종합적으로 검토하고, 계획노선의 결정자료로 하기 위해 다음 사항을 파악한다.

① 도상의 등고선 및 현지 조사자료에 의거 종단면도를 그려 현지반과 계획노면 높이와의 관계 및 개략 토공량

② 하천의 횡단위치, 교량길이, 터널길이, 도로나 철도와의 교차장소, 선형, 기울기 등에 관한 개략적인 사항

③ 건설소요 개산비용

필요한 때에는 비교노선을 설정하여 이들에 대한 조사도 한다.

(2) 기본조사

① 계획조사에 대하여 수집되고 조사된 자료의 내용과 정밀도를 분석·평가하고 개략 계획된 노선과 비교노선에 대하여 검토하고 계획노선을 결정하여 노선측량을 실시 선형을 결정한다.

② 결정된 계획노선에 대하여 현지답사, 측량(목측 또는 간이측량) 등의 방법으로 지형을 파악하고 지표조사, 보링, 탄성파탐사 등의 방법으로 개략적인 토질, 지질과 그 구조 및 분포상황을 조사한다.

③ 연약지반 유무와 분포상황, 용출수가 있을 시 위치 및 수량 등을 조사하고 필요한 현장시험을 실시하며 실내시험을 위하여 시료를 채취하고 시험토록 조치한다.

④ 지형도를 전개하여 종단면도를 작성하고 계획노선과 하천의 교차위치를 파악하여 교량의 길이를 조사하고 부근 평면도를 작성한다. 또한 구거, 도로, 철도의 교차장소를 조사하여 교차방법과 필요시설물 종류와 구조 등을 구상한다.

(3) 실시설계조사

① 이 조사는 농도건설공사를 시공하게 할 수 있는 실시설계를 위한 조사이다. 즉, 계획조사, 기본조사에 기초하여 계획수립된 기본설계도는 직접건설공사를 할 수 없으므로 농도를 시공가능하고 확실한 설계가 되도록 시설 및 도로의 세부설계와 정확한 공사량의 산출 및 공사비의 적산을 포함하여 시공장비의 운용과 시공방법 및 시공계획수립에 필요한 자료를 조사하는 것이다.

② 계획조사, 기본조사에서 조사한 항목중 정밀도가 부족한 항목에 대하여는 필요한 정밀도를

부여하여 재조사하고 전단계 조사에서 조사하지 않은 필요한 항목을 새롭게 조사한다.

③ 계획노선에 대한 종·횡단 측량을 실시하여 정확한 토공량을 산출하고 주요시설 및 구조물 위치를 확정하여 주변지형측량을 실시하며 현장에서의 필요한 시험조사는 물론 농도노선의 지반, 절토, 성토재료의 물리적 성질, 역학적 성질, 원위치시험 등 필요한 실내시험을 위한 시료채취 등을 실시한다.

이에 대한 자세한 내용은 국가건설기준 KDS 44 00 00 “도로 설계편”를 참조한다.

2.11 환경조사

환경조사는 농도노선과 인근지역에 대한 지역사회, 생활환경, 자연환경, 역사문화환경 등에 대하여 자료수집, 답사, 주민청문 등의 방법으로 조사한다. 환경조사는 통합(환경, 교통, 재해) 영향평가를 위한 조사와 연계하여 실시할 수 있다.

환경조사는 농도건설에 의한 지역사회의 산업생산활동과 주민생활환경의 개선 향상을 도모하고 농도건설과정 및 건설후의 자연환경에 대한 훼손 또는 악영향을 최소화하고 자연경관, 생태환경을 보존, 조화, 개선, 향상토록 하기위한 계획자료로 활용한다. 환경조사항목과 내용 등은 관계법령에 의하여 농도건설사업 시행전에 실시하는 통합(환경, 교통, 재해)영향평가를 위한 조사항목 내용등과 대부분 동일하므로 연계하여 조사하는 것이 효율적일 수 있다.

농도 조사

<표 2.11-1> 화경조사항목과 내용

분류	항목	내용	참고문헌
자연환경조사	지형, 지질	보존해야 할 지형, 지질 : 이용 가능한 지점을 검토하기 위하여 특성있는 지형이나 지질에 대하여 조사한다.	• 지형도 • 토지분류 기본조사서 • 토지조건도
	주변환경	보존해야할 아름다운 하천이나 계곡 : 저류지 및 휴게시설 등 정비에 활용되는 수변을 파악하기 위하여 농도와 교차하거나 농도연변을 흐르는 하천이나 수로의 상황 및 연변의 저류지, 습지, 호소 등의 상황을 조사한다.	
	식물	도로변의 식생분류에 대하여 수종, 군락 등을 조사한다. 특히 귀중한 식물에 대해서는 식재수종 등을 검토하는 자료로 활용되기 때문에 문헌에서 조사하고 답사 등을 통하여 현지를 확인하는 것이 필요하다.	• 자연환경 보전 기초조사의 식물분포도 및 보고서 • 희귀한 식물군락(환경부)
	동물	동물서식 환경의 보전대책을 검토하기 위하여 노선에 서식하는 동물종류에 대하여 주로 문헌으로 조사한다. 서식장소가 확인되는 경우에는 현지조사와 주민 청문조사를 병행하여 실시한다.	• 자연환경 기초조사 동물분포도 및 보고서 • 중요한 양서류, 파충류, 담수어류, 곤충류, 멸종위기에 있는 야생생물 관련 자료
	토양	운송수단 및 송유시설 등에 의한 토양오염현황을 조사한다.	
사회환경조사	경관	소공원 정비나 도로에서의 경관보전을 검토하기 위하여 도로에서 조망이 좋은 장소와 경관에 악영향을 주고 있는 건물이나 시설 등을 조사한다.	
	마을	생활측면에서의 도로의 이용상 불편한 곳이나 위험성이 있는 곳을 파악하기 위하여 도로인접의 마을현황을 조사한다.(인구, 농업, 생활환경, 기타)	
	산업	도로주면의 주된 농산물, 특산품 지역산업 및 산업과 관련된 시설 등에 대하여 조사한다.	
	교통	도로의 이용형태 및 교차점의 정비를 검토하기 위하여 농도에의 접근로, 농도와의 교차점 또는 연결점의 상황을 조사한다. 정비계획중의 도로에 대해서도 조사한다.	• 시·군의 도로망도 • 시·군 관내도, 행정지도
	공공시설	농촌생활활동에서 도로의 이용이나 보도, 자전거차도의 필요성 등을 검토하기 위하여 노선에 입지하는 공공시설의 종류, 내용, 이용권 등에 대하여 조사한다.	
	관광·레크리에이션	관광이나 레크리에이션을 위한 도로이용이나 이벤트에의 이용을 바탕으로 한 정비를 검토하기 위하여 노선에 입지하는 관광시설의 내용, 뒤섞임상황 등에 대해서 조사한다. 또한 도로주위에서 행해지고 있는 축제나 이벤트 등에 대해서 조사한다.	• 관광 팜플렛 • 관광지, 관광객 통계 • 민속문화 등의 자료
	토지이용	도로주위의 토지이용 조사 및 식생조사를 함께 조사하는 것이 바람직하다. 토지이용 구분은 다음과 같은 것을 생각할 수 있다. 논, 밭, 과수원, 광역수림, 침엽수림, 대나무밭, 황무지, 습지, 묘지, 대지	• 국토이용계획도
	토지이용규제	자연공원, 조수보호구역 등에 대하여 조사한다.	• 국토이용계획도

분류	항목	내용	참고문헌
역사 환경 조사	사적, 문화재	보존해야 할 사적이나 문화재, 그리고 관광지나 대화의 장으로서 활용 가능성을 검토하기 위하여 도로인접에 위치한 사적, 문화재의 내용, 지정상황 등을 조사한다. 또 전통적인 행사, 풍습에 대해서도 조사한다.	• 시·군의 역사 자료 • 관광 팜플렛 • 시·군이 작성한 소개책자 • 문화재 위치 및 현황도
정비 상황	도로 환경 정비 상황 조사	환경친화적 정비에 있어서 지역내에서의 정비수준을 검토하기 위하여 다른 도로(국도, 지방도, 시·군도 등)에서 기 실시하였거나 하고 있는 환경정비상황에 대해서 조사한다.	
주민 의향 조사	주민 의향 조사	환경정비방법이나 유지관리에 관한 주민의향을 파악하기 위하여 농촌도로환경정비에 대한 지역주민과의 대화 또는 설문을 통하여 조사한다. 방법으로는 직접대화, 설문조사 등을 생각할 수 있다.	

자료) 환경친화적 농촌정비사업 설계지침 농촌도로편(농업기반공사)에 의함

2.12 유지관리조사

농도건설 계획을 수립함에 있어 건설후의 도로 및 중요시설에 대한 유지관리를 고려하여 계획하여야 하므로 유지관리에 필요하거나 직간접으로 영향을 줄 수 있는 요소들을 자료조사, 청문조사 등의 방법으로 조사한다.

건설된 농도시설은 적절하게 유지관리 함으로서 기능이 유지되고 지속될 수 있으므로 계획단계에서부터 유지관리를 고려하여 시설의 종류를 선정하고 시공방법을 검토하여 계획에 반영하여야 한다.

(1) 농도 유지관리체계의 조사

인근 기설농도의 유지관리주체, 유지관리내용, 작업분담체계, 유지관리비의 재원, 규모, 지출방법 등을 조사한다.

(2) 유사시설에 대한 유지관리상의 문제점 조사

기 설치된 다른 도로(국도, 지방도, 시군도 등)의 유지관리에 대한 문제점 등을 조사하여 그 내용을 본 노선의 계획에 반영한다.

(3) 관련된 각종 조직 상황조사

농도건설 후 유지관리작업에 관련될 것으로 예상되는 각종조직의 상황에 대하여 조사한다.

3. 재료

· 내용 없음

4. 설계

· 내용 없음

집필위원	분야	성명	소속	직급
	관개배수	김선주	한국농공학회	교수
	농업환경	박종화	한국농공학회	교수
	토질공학	유 찬	한국농공학회	교수
	구조재료	박찬기	한국농공학회	교수
	수자원정보	권형중	한국농공학회	책임연구원

자문위원	분야	성명	소속
	농촌계획	손재권	전북대학교
	수자원공학	윤광식	전남대학교
	지역계획	김기성	강원대학교
	수자원공학	노재경	충남대학교
	농지공학	최경숙	경북대학교
	관개배수	최진용	서울대학교

건설기준위원회	분야	성명	소속
	총괄	한준희	농림축산식품부
	농업용댐	오수훈	한국농어촌공사
	농지관개	박재수	농림축산식품부
	농지배수	송창섭	충북대학교
	용배수로	정민철	한국농어촌공사
	농도	조재홍	한국농어촌공사 본사
	개간	백원진	전남대학교
	농지관개	이현우	경북대학교
	농지배수	남상운	충남대학교
	취입보	김선주	건국대학교
	양배수장	정상옥	경북대학교
	경지정리	유 찬	경상대학교
	농업용관수로	박태선	한국농어촌공사 본사
	농업용댐	손재권	전북대학교
	농지배수	김정호	다산컨설턴트
	농지보전	박종화	충북대학교
	농업용댐	김성준	건국대학교
	해면간척	박찬기	공주대학교
	농업수질및환경	이희억	한국농어촌공사 본사
	취입보	박진현	한국농어촌공사 본사

중앙건설기술심의위원회	성명	소속
	이태옥	평화엔지니어링
	성배경	건설교통신기술협회
	김영환	한국시설안전공단
	김영근	건화
	조의섭	동부엔지니어링
	김영숙	국민대학교
	이상덕	아주대학교

농림축산식품부	성명	소속	직책
	한준희	농업기반과	과장
	박재수	농업기반과	서기관

설계기준
KDS 67 35 15 : 2018

농도 조사

2018년 04월 24일 발행

농림축산식품부

관련단체 한국농어촌공사
58217 전라남도 나주시 그린로 20(빛가람동 358) 한국농어촌공사
☎ 061-338-5114 E-mail : webmaster@ekr.or.kr
http://www.ekr.or.kr

(작성기관) 한국농공학회
06130 서울시 강남구 테헤란로 7길 22(역삼동 365-4) 과학기술회관 본관 205호
☎ 02-562-3627 E-mail : j6348h@hanmail.net
http://www.ksae.re.kr

국가건설기준센터
10223 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283(대화동)
☎ 031-910-0444 E-mail : kcsc@kict.re.kr
http://www.kcsc.re.kr

※ 이 책의 내용을 무단전재하거나 복제할 경우 저작권법의 규제를 받게 됩니다.

KDS 67 35 20 : 2018

농도 설계

2018년 04월 24일 제정
http://www.kcsc.re.kr

농림축산식품부



건설기준 코드 제·개정에 따른 경과 조치

이 코드는 발간 시점부터 이미 시행 중에 있는 설계용역이나 건설공사에 대하여 발주기관의 장이 필요하다고 인정하는 경우 종전에 적용하고 있는 기준을 그대로 사용할 수 있습니다.

건설기준 코드 제·개정 연혁

- 이 기준은 KDS 67 35 20 : 2018 으로 2018년 04월에 제정하였다.
- 이 기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 건설기준 간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.
- 이 기준의 제·개정 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요사항	제·개정 (년. 월)
농지개량사업 계획설계기준 농도편	• 농지개량사업 계획설계기준 농도편 제정	제정 (1986. 12)
농업생산기반정비사업 계획설계기준 농도편	• 농업생산기반정비사업 계획설계기준 농도편 개정 • 기존의 농도편을 설계 및 시공편을 추가하여 농도의 계획설계에 필요한 사항을 기준으로 개정	개정 (1994. 12)
KDS 67 35 20 : 2018	• 국토교통부 고시 제2013-640호의 “건설공사기준 코드체계” 전환에 따른 건설기준을 코드로 정비 • 건설기술진흥법 제44조 및 제44조의 2에 의거하여 중앙건설심의위원회 심의· 의결	제정 (2018. 04)

제 정 : 2018년 04월 24일
개 정 : 년 월 일
심 의 : 중앙건설기술심의위원회
자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회
소관부서 : 농림축산식품부 농업기반과
관련단체(작성기관) : 한국농어촌공사(한국농공학회)

목 차

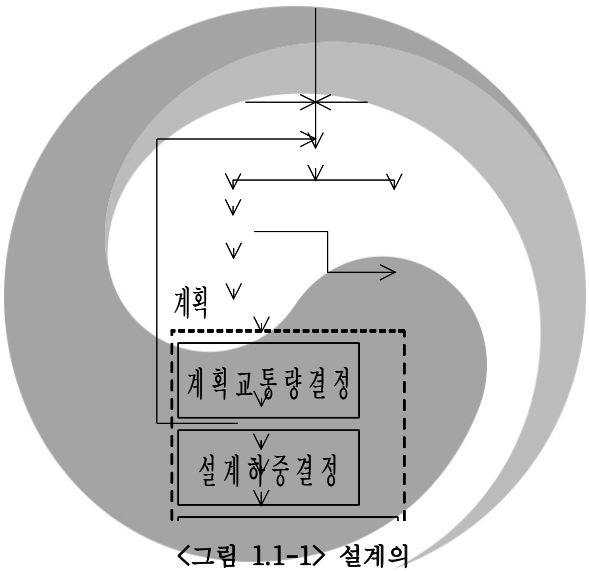
1. 일반사항 ····· 1
1.1 목적 ····· 1
1.2 적용 범위 ····· 1
1.3 참고 기준 ····· 1
1.4 용어의 정의 ····· 1
1.5 기호 정의 ····· 2
2. 조사 및 계획 ····· 2
3. 재료 ····· 2
4. 설계 ····· 2
4.1 토공 ····· 2
4.2 노상 ····· 4
4.3 노체 ····· 4
4.4 포장 ····· 5
4.5 배수공 ····· 5
4.6 주요구조물 ····· 5
4.7 부대구조물 ····· 5

농도 설계

1. 일반사항

1.1 목적

농도에서는 안정성, 내구성 및 경제성을 확보하고 차량, 보행자 등의 안전하고 원활한 교통을 도모하기 위하야 한다. 농도의 설계에서는 지역의 자연조건, 사회경제 조건 등 외부에서 제약되는 조건을 만족하고 또 안전성, 내구성, 경제성, 시공성이 있도록 하기 위하여 복잡하게 관련되는 조건을 충분히 검토하여 합리적인 작업계획·순서에 의해서 실시해야 한다. 일반적인 작업순서는 <그림 1.1-1>과 같다.



<그림 1.1-1> 설계의 순서

1.2 적용 범위

· 내용 없음

1.3 참고 기준

· 농림부, 2007, 농업생산기반정비사업계획 설계기준 농도 편

1.4 용어의 정의

· 내용 없음

1.5 기호 정의

· 내용 없음

2. 조사 및 계획

· 내용 없음

3. 재료

· 내용 없음

4. 설계

4.1 토공

농도에서 토공은 사전조사, 지반조사 등의 결과를 바탕으로, 자연조건이나 사회조건 등의 현지조건을 충분히 고려하여 주변 환경에 조화되도록 경제성 및 시공성을 검토하고 외적하중에 충분한 안정성을 가지도록 설계하여야 한다.

토공의 설계에서는 사전에 기상, 지형, 토질, 지질, 환경, 토지이용, 관련 공공사업, 하천, 문화재, 재료 등의 각종 조사가 필요하다. 합리적인 토공의 설계를 하기 위해서는 이들의 조사결과를 종합적으로 검토하여 설계에 반영해야 하며 특히 다음 사항에 유의하도록 한다.

(1) 기본방침

① 자연조건이나 사회조건 등의 현지조건을 충분히 고려할 것

토공 공사는 복잡하고 다양한 조건에서 실시되기 때문에 지형에 따라 설계 조건이 다르게 되어 획일적으로 설계하는 것이 곤란한 경우가 많다. 따라서 지형이나 지질 및 기후 등의 자연조건이나 주변 상황 등의 사회적 조건을 충분히 고려하여 현지조건에 적합한 설계를 하는 것이 중요하다.

특히, 지형이나 토질 및 지질의 조사는 토공의 설계와 시공에 미치는 영향이 크기 때문에 조사 결과를 세밀히 검토할 필요가 있다. 예를 들면, 흙깎기나 흙쌓기의 비탈면을 설계하는 경우 지질조건이 유사하더라도 기상 조건이 극심한 적설한랭지인 경우는 비탈면의 기울기나 보호공 등에 한층 주의할 필요가 있다. 또한, 지형이 험준하고 절토고가 높을 때는 줄이도록 노력한다.

이 경우는 경제성이나 비탈면의 안정성에 대해서도 충분한 검토를 해 둘 필요가 있다. 또한, 토량의 균형상 순성토인 경우에는 흙깎기 비탈면의 안정성 확보도 겸하여 흙깎기 비탈면의 기울기를 완만하게 하거나 소단폭을 넓게 하는 등의 대책을 강구하는 것이 중요하다.

② 경제성 및 시공성을 중시할 것

도로 건설비에서 차지하는 비용 비율이 큰 토공에서는 경제성의 추구가 중요한 과제이다. 따라서 합리적인 설계로 가능한 한 건설비를 저렴하게 하는 것이 중요하다. 특히 흙깎기에 의해 발생하는 흙은 흙쌓기재료로 유용하게 사용할 필요가 있다. 이들 재료 중에는 흙쌓기 재료로 사용하기에 부적합한 것도 있지만 그 성질을 충분히 파악하여 적절히 사용한다면 대부분의 재료가 사용가능하며 이것은 경제성과도 직접 관련 된다.

경제성을 고려할 경우, 건설비 외에 유지관리비도 포함한 종합적인 비교 검토가 필요하다. 건설비의 절감만을 고려하여 설계·시공한다면 유지관리 단계에서 예기치 않은 문제가 발생하고 그 대책에 막대한 비용이 들어 오히려 비경제적으로 되는 경우가 있으므로 중의한다. 한편, 토공 공사는 막대한 노력과 재료를 필요로 하고 지질이나 기상 등의 자연조건에 좌우되기 때문에 시공에서는 이들 조건을 충분히 고려하여 가능한 한 효율적이고 경제적인 공법을 채용하도록 노력하는 것이 중요하다.

③ 교통하중이나 강우 등의 외적 작용에 대하여 충분한 안정성을 가질 것

흙쌓기부의 노상이나 노체 및 흙깎기부의 노상은 포장과 일체로 되어 교통 하중을 지지하고 원할한 주행성을 확보하도록 해야 한다. 따라서 노상이나 노체의 시공에서는 포장에 악영향을 주는 부등침하가 생기지 않도록 세심한 주의를 기울여야 한다.

따라서 흙쌓기에서는 흙깎기로 발생하는 재료의 특성을 살린 세심한 다짐이 필요하다.

또한, 흙깎기나 흙쌓기부 노상에서는 충분한 지하수 대책이나 연약한 원지반의 치환이 필요하다. 또, 연약지반의 흙쌓기에 있어서는 가능한 한 시간 효과를 활용할 수 있는 합리적인 대책을 세우고 완공 후의 장기침하에도 대응할 수 있는 도로 구조로 하는 것이 중요하다.

한편, 흙깎기나 흙쌓기의 비탈면은 강우 등의 영향을 받아 붕괴를 일으키고 차량이 주행에 지장을 주는 경우가 있다. 특히, 흙깎기 비탈면은 지질이 복잡하고 불균일하므로 설계시에 충분한 조사나 검토를 하지 않으면 시공중에 문제를 일으키거나 완공 후 강우나 풍화 작용으로 붕괴를 일으키므로, 설계·시공단계에서의 충분한 안정검토와 대책이 필요하다.

④ 주변 환경과 조화를 도모할 것

흙깎기나 흙쌓기 등의 토목구조물은 교량 등의 구조물과 함께 가능한 한 주변 환경과 조화를 이루도록 설계 시공하여야 한다. 이를 위해서는 지역의 특성을 사리고 가능한 한 자연 지형을 효과적으로 이용해서 토공량을 적게 하거나 식재 등을 활용해서 변화된 지형을 될 수 있는 한 빨리 복원하는 등의 배려가 필요하다. 또한, 공사에 수반되는 소음, 진동, 먼지, 지반변동, 수질오염, 지하수위의 변화 등에 대한 변화도 충분히 검토해서 주변 환경의 보전에 노력한다.

⑤ 유지관리가 용이할 것

도로의 토공부는 공용후의 유지관리상 자주 문제가 되는 노면의 부등침하나 비탈면 붕괴가 생기지 않도록 배려하고, 변화가 생겼을 때 간단히 복구할 수 있는 구조로 하는 것이 중요하다.

가령, 공용 후의 보수가 비교적 곤란한 터널 출입구 부근이나 인터체인지 연결로, 단차가 생기기 쉬운 구조물 접속부나 절성토경계에서는 특히 세심한 설계 시공이 필요하다. 또, 흙깎

기나 흙쌓기의 비탈면에서는 강우나 풍화에 이해 침식을 받기 쉬워 토질의 보호에 충분한 대책이 필요하며 대절토 비탈면에서는 소단과 연계하여 유지관리를 위한 점검시설을 고려하는 것도 중요한 일이다.

(2) 토공부의 구성

농도의 토공 각부의 명칭과 표준구성은 <그림 4.1-1>와 같으며, 이들의 정의와 역할은 다음과 같다.

① 흙쌓기부 : 원지반부터 노상면까지 흙을 쌓아올린 부분

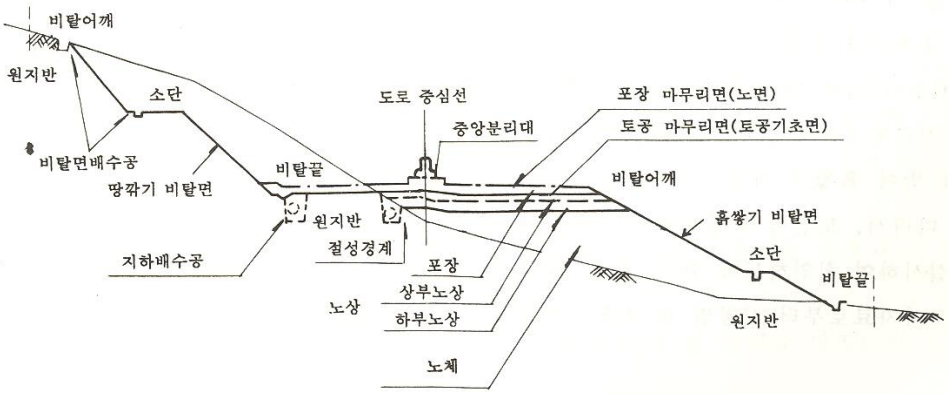
② 흙깎기부 : 원지반부터 노상면까지 원지반의 흙을 굴착한 부분

③ 노체 : 흙쌓기부에서 포장 및 노상 이외의 부분을 말하며, 노상 및 포장층을 지지하는 역할

④ 노상 : 포장층 아래 두께 약 100cm의 거의 균일한 토층을 말하고, 포장층에서 전달되는 교통 하중을 지지하는 역할

⑤ 포장층 : 노면으로부터 노상 윗면까지의 부분을 말하며, 교통 하중을 지지하고 하중을 분산시키는 역할

⑥ 비탈면 : 흙쌓기 및 흙깎기에 의해서 형성되는 사면



<그림 4.1-1> 토공 각부의 명칭

4.2 노상

농도의 토공(노체)은 경제성, 비용 편익, 주행 안정성, 환경보전, 시공성 및 유지관리 등을 포함한 종합적으로 검토하여 설계하여야 한다. 지반조사 등의 결과를 바탕으로 최적의 노선을 선정하고, 지형, 지질 및 기후 등의 자연조건과 도로, 철도, 하천 및 문화재 등의 사회적 조건을 충분히 고려하여 토공계획을 수립하고 준비하여야 한다.

기타 설계와 관련된 자세한 사항은 농어촌도로 구조•설계에 관한 규정 및 도로설계기준(행정자치부) 및 국가설계기준은 KDS 44 00 00 도로설계기준에 준한다.

4.3 노체

흙쌓기는 현장에서 발생하는 흙을 효과적으로 사용하여 장래에 받게 될 외력에 대하여 안정된 내

구적인 흙구조물을 구축하는 것을 목적으로 한다. 따라서 흙쌓기 구조의 대부분을 차지하는 노체는 기초지반, 재료의 특성 및 분포, 시공기계, 안정성, 시공성, 재해사고, 안정계산 등을 충분히 고려해서 경제적인 설계가 되도록 하여야 한다.
기타 설계와 관련된 자세한 사항은 농어촌도로 구조•설계에 관한 규정 및 도로설계기준(행정자치부) 및 국가설계기준은 KDS 44 00 00 도로설계기준에 준한다.

4.4 포장

포장은 공종의 특성을 고려하여 포장목적, 시공조건 등에 적합하고 구조상 안전하며 경제적인 공종을 선정한다.
농로포장의 목적은 구조상으로 노면에 가해진 하중을 안전하게 노상에 분배, 전달하고 이용상으로는 일반도로가 노면을 평탄하게 하여 자동차교통의 주행성과 쾌적성 확보를 목적으로 하고 있는데 비하여 농도에서는 그 외에 농수산물 수송 시의 하상방지, 사진, 자갈, 먼지 등 비산에 의한 농수산물, 농지, 농업시설 등의 피해방지, 영농저해의 원인제거의 목적도 크다. 따라서 포장의 공종을 선정하는데 있어서는 영농의 종류, 이용형태, 지형조건 등을 감안하여 교통의 안정성, 쾌적성, 시공성 및 유지관리를 검토하여 각공종의 특성을 충분히 고려하여 선정 한다.

4.5 배수공

농도는 그 기능이 저하되지 않도록 필요에 따라서 배수구, 배수관, 차단배수층 등의 배수시설의 설치 및 동상방지대책을 해야 한다.
기타 설계와 관련된 자세한 사항은 농어촌도로 구조•설계에 관한 규정 및 도로설계기준(행정자치부) 및 국가설계기준은 KDS 44 00 00 도로설계기준에 준한다.

4.6 주요구조물

교량, 터널 등의 주요구조물은 그 사용목적에 적합하고 안전하며 경제적이어야 한다. 또한 주위 경관과의 조화 및 환경보전문제를 검토하여야 한다.
교량, 터널 등의 주요구조물은 토공과 비교하여 공사비가 고가이고 파괴되었을 경우 복구가 쉽지 않으므로 농도의 사용목적인 안전성, 쾌적성 등을 만족하는 외에 경제적이고 유지, 보수가 쉬워야 한다. 또한 주변 자연환경과의 조화와 환경보전을 고려해야 한다.
자세한 국가설계기준은 공통편 KDS 14 00 00 구조설계기준, KDS 27 00 00 터널설계기준 등을 참고한다.

4.7 부대구조물

대피소, 환경 시설대, 방호시설, 농촌가로공원, 생태이동통로 및 서식지 보호시설 등의 도로부대구조물의 설계는 당해 농도의 규모, 중요도 및 환경조건을 고려하여 안전하고도 경제적이어야 한다.

4.7.1 대피소

대피소는 1차선의 농도에서 안전하고 원활한 통행을 위해 설치한 시설이며 교통량, 시거, 입지조건 등을 감안하여 필요에 따라 설치한다.

1차선의 농도에서는 일방통행인 경우를 제외하고 대향차와의 마주침을 피하기 위하여 대피소를 설치한다. 또 대피소를 설치할 경우에는 지형여건에 따라 안내표지를 설치하는 것이 필요하다. 다만 농지 내에 대피소를 설치하면 농지의 손실, 구획의 부정형(不整形) 등의 지장이 생기므로 대형차량의 교통이 없고, 교차점 등에서 대향차와의 비껴감이 가능하며 교통에 미치는 지장이 적은 경우에는 설치하지 않아도 된다.

대피소를 설치함에는 원칙적으로 다음의 정하는 바에 의한다.

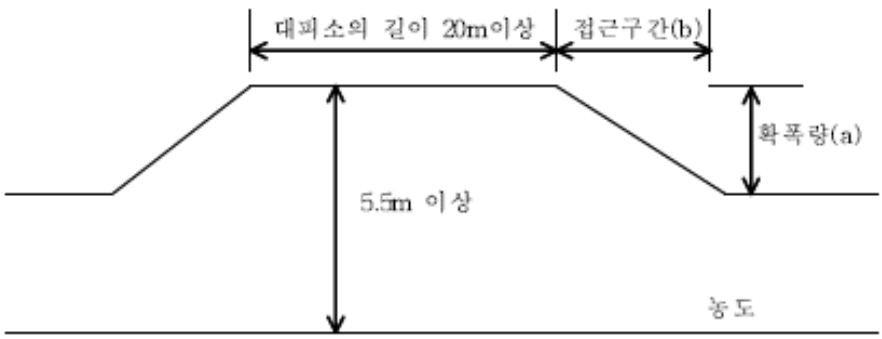
① 대피소 상호간의 거리는 300m 정도로 한다.

② 대피소 상호간은 농도의 어디서나 보일 수 있어야 한다.

③ 대피소의 길이는 최소한 차량 1대가 주차하는데 필요한 길이로서 20m이상으로 하고, 그 구간의 차선폭은 5.5m이상으로 한다.

④ 대피소의 전후에는 차량출입을 용이하게 하기 위하여 <그림 4.7-1>과 같이 접근구간을 설치하는 것이 바람직하며, 그 길이는 b≧2a로 하는 것이 좋다.

⑤ 시각적 악영향을 최소화할 수 있도록 주위 경관과의 조화를 고려한다.



<그림 4.7-1> 대피소의 제원

4.7.2 환경시설대(環境施設帶)

농도에서 교통의 안전과 쾌적성을 높이는 동시에 연도(沿道)의 자연환경 보전, 생활환경의 개선 등을 위하여 환경시설대를 만들도록 한다.

환경시설대란 농도의 기능향상과 환경의 보존을 목적으로 농도의 용지 내에 대상(帶狀) 또는 열상(列狀)으로 설치하는 식재 또는 기존의 식생부분을 말한다.

환경시설대의 계획에서는 지역의 자연적, 사회적 조건 및 농도의 종류, 기능, 구조 등에 따라서 기대되는 환경시설대의 기능을 명확히 하고, 식재형식(대상 또는 열상), 식재 폭, 수종, 수목육성일정 등을 정한다. 이 경우 장래 연도개발 및 교통량을 정확히 예측하여 장기적인 관점에서 계획하

는 것이 중요하다.

4.7.3 농촌가로공원

보행자와 운전자의 휴식 및 지역주민 대화의 공간, 농산물 건조와 같은 작업공간 등의 역할을 고려한 농촌가로공원 조성을 검토한다.
운전자와 보행자에게 휴식공간을 제공하고 마을 입구에 모임과 휴식공간을 조성하여 마을쉼터로 활용한다. 도로변에 경관에 따른 조망이 좋은 곳에 주차와 휴식이 가능하도록 한다.
농촌가로공원은 주변에 농지나 하천 및 노견과 관련된 여유부지를 활용할 수 있는 곳, 버스정류장 등 대중교통이용 장소나 마을입구나 사람의 통행이 많은 곳을 선정한다. 농촌가로공원은 주차공간, 통행공간, 휴식공간, 조망공간, 식재공간 등으로 구성할 수 있다. 또한 농촌가로공원은 휴식이 주 기능이므로 벤치, 파고라, 경관 해설판 등을 설치한다.

4.7.4 생태이동통로 및 서식처 보호시설

농촌도로 건설에 따른 동물이 서식하는 공간 훼손과 동물이동 단절 방지를 최소화하기 위하여 동물(양서류 포함) 이동통로 및 서식처 보호시설의 설치를 검토해 한다.
도로건설로 인하여 자연이 훼손될 우려가 있는 경우에는 사전에 충분한 조사를 하여 노선계획단계에서부터 저감방안 및 대책을 세워야 한다. 그리고 도시화된 지역보다는 비교적 양호한 농촌지역의 생태환경을 보호하기 위한 방안을 검토하여야 한다.
녹지와의 연결성 및 야생동물의 서식처보호를 위해 농도의 입지와 노선을 평가·계획하고, 해당지역의 생태계와 경관을 고려함으로서 도로건설로 인한 자연환경 및 경관변화에 대한 영향을 최소화하는 도로구조를 선택해야 한다. 예를 들어, 광범위한 성토가 요구되는 구간의 경우에는 교량구조로, 또 광범위한 절토가 요구되는 구간은 터널구조로 하여 원래의 자연을 보호할 수 있다.
기타 설계와 관련된 자세한 사항은 농어촌도로 구조·설계에 관한 규정 및 도로설계기준(행정자치부) 및 국가설계기준은 KDS 44 00 00 도로설계기준에 준한다.

집필위원	분야	성명	소속	직급
	관개배수	김선주	한국농공학회	교수
	농업환경	박종화	한국농공학회	교수
	토질공학	유 찬	한국농공학회	교수
	구조재료	박찬기	한국농공학회	교수
	수자원정보	권형중	한국농공학회	책임연구원

자문위원	분야	성명	소속
	농촌계획	손재권	전북대학교
	수자원공학	윤광식	전남대학교
	지역계획	김기성	강원대학교
	수자원공학	노재경	충남대학교
	농지공학	최경숙	경북대학교
	관개배수	최진용	서울대학교

건설기준위원회	분야	성명	소속
	총괄	한준희	농림축산식품부
	농업용댐	오수훈	한국농어촌공사
	농지관개	박재수	농림축산식품부
	농지배수	송창섭	충북대학교
	용배수로	정민철	한국농어촌공사
	농도	조재홍	한국농어촌공사 본사
	개간	백원진	전남대학교
	농지관개	이현우	경북대학교
	농지배수	남상운	충남대학교
	취입보	김선주	건국대학교
	양배수장	정상옥	경북대학교
	경지정리	유 찬	경상대학교
	농업용관수로	박태선	한국농어촌공사 본사
	농업용댐	손재권	전북대학교
	농지배수	김정호	다산컨설턴트
	농지보전	박종화	충북대학교
	농업용댐	김성준	건국대학교
	해면간척	박찬기	공주대학교
	농업수질및환경	이희억	한국농어촌공사 본사
	취입보	박진현	한국농어촌공사 본사

중앙건설기술심의위원회	성명	소속
	이태옥	평화엔지니어링
	성배경	건설교통신기술협회
	김영환	한국시설안전공단
	김영근	건화
	조의섭	동부엔지니어링
	김영숙	국민대학교
	이상덕	아주대학교

농림축산식품부	성명	소속	직책
	한준희	농업기반과	과장
	박재수	농업기반과	서기관

설계기준
KDS 67 35 20 : 2018

농도 설계

2018년 04월 24일 발행

농림축산식품부

관련단체 한국농어촌공사
58217 전라남도 나주시 그린로 20(빛가람동 358) 한국농어촌공사
☎ 061-338-5114 E-mail : webmaster@ekr.or.kr
http://www.ekr.or.kr

(작성기관) 한국농공학회
06130 서울시 강남구 테헤란로 7길 22(역삼동 365-4) 과학기술회관 본관 205호
☎ 02-562-3627 E-mail : j6348h@hanmail.net
http://www.ksae.re.kr

국가건설기준센터
10223 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283(대화동)
☎ 031-910-0444 E-mail : kcsc@kict.re.kr
http://www.kcsc.re.kr

※ 이 책의 내용을 무단전재하거나 복제할 경우 저작권법의 규제를 받게 됩니다.

KDS 67 35 30 : 2018

농도 효과 및 평가

2018년 04월 24일 제정
http://www.kcsc.re.kr

농림축산식품부



건설기준 코드 제·개정에 따른 경과 조치

이 코드는 발간 시점부터 이미 시행 중에 있는 설계용역이나 건설공사에 대하여 발주기관의 장이 필요하다고 인정하는 경우 종전에 적용하고 있는 기준을 그대로 사용할 수 있습니다.

건설기준 코드 제·개정 연혁

- 이 기준은 KDS 67 35 30 : 2018 으로 2018년 04월에 제정하였다.
- 이 기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 건설기준 간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.
- 이 기준의 제·개정 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요사항	제·개정 (년. 월)
농지개량사업 계획설계기준 농도편	• 농지개량사업 계획설계기준 농도편 제정	제정 (1986. 12)
농업생산기반정비사업 계획설계기준 농도편	• 농업생산기반정비사업 계획설계기준 농도편 개정 • 기존의 농도편을 설계 및 시공편을 추가하여 농도의 계획설계에 필요한 사항을 기준으로 개정	개정 (1994. 12)
KDS 67 35 30 : 2018	• 국토교통부 고시 제2013-640호의 “건설공사기준 코드체계” 전환에 따른 건설기준을 코드로 정비 • 건설기술진흥법 제44조 및 제44조의 2에 의거하여 중앙건설심의위원회 심의· 의결	제정 (2018. 04)

제 정 : 2018년 04월 24일
개 정 : 년 월 일
심 의 : 중앙건설기술심의위원회
자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회
소관부서 : 농림축산식품부 농업기반과
관련단체(작성기관) : 한국농어촌공사(한국농공학회)

목 차

1. 일반사항 ····· 1
1.1 목적 ····· 1
1.2 적용 범위 ····· 2
1.3 참고 기준 ····· 2
1.4 용어의 정의 ····· 2
1.5 기호 정의 ····· 2
2. 조사 및 계획 ····· 2
3. 재료 ····· 2
4. 설계 ····· 3



농도 효과 및 평가

1. 일반사항

1.1 목적

1.1.1 농도정비의 효과

농도를 정비함으로써 생기는 효과에는 농도자체가 갖는 기능과 사업계획에 의해 주어지는 역할이니 성격에 의해 직접적인 것에서부터 간접적인 것에 이르기까지 여러 가지가 있다. 따라서 농도계획수립 시에 이들 효과를 계측하여 사업의 경제성과 타당성 평가한다.

(1) 농도가 갖는 기능과 효과

농도는 농도자체가 갖는 기능과 사업계획에 의해 주어진 역할이나 성격에 따라 여러 가지 효과를 발휘하게 되는데 기능과 효과와의 관계를 체계적으로 분류하면 다음과 같다.

(2) 사업별 농도효과

농도정비사업에서의 경제효과는 정비되는 농도의 기능과 능력 또는 기대하는 역할이나 성격에 의해 그 취지가 달라지지만 농도정비사업의 위치에서 분류한 효과의 기대내용을 보면 다음과 같다.

① 기간농도(基幹農道)

농수산사업생산활동 및 농수산물유통(운송)의 합리화를 꾀하기 위하여 생산단지와 유통시설, 또는 소비지와 직접 연결하기 위해 도로를 정비하는 것으로서 농수산물의 집출하에 요하는 시간과 경비절감이 주요한 효과가 된다.

② 경지정리 등에 의한 농도

경지내 및 경지와 취락을 연결하는 지선농도 또는 경작도를 정비할 때 구획정리와 함께 정비되는 농도가 이에 해당된다. 따라서 대형농업기계의 도입에 의한 농작업의 노동력의 철저한 절감과 농업용생산자재, 생산물의 운반능률화 등이 주된 효과가 되며 적기에 적정작업을 가능하게 함에 따르는 농산물이 증수효과도 기대된다.

③ 농지개발에 의한 농도임야 등

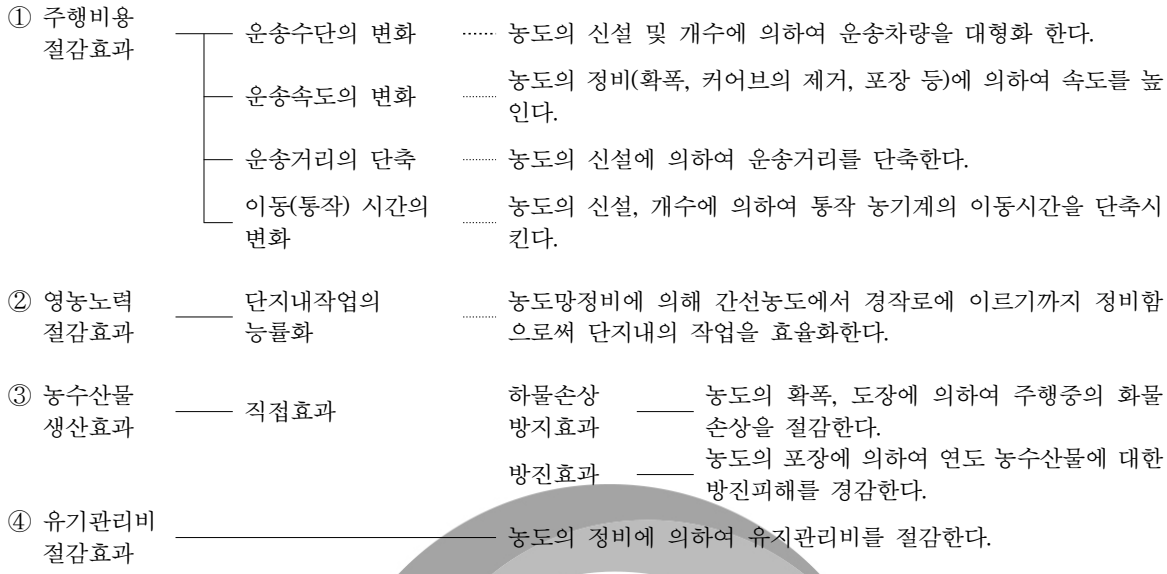
미개간지를 농지로 개발하기 위하여 신설하는 개발도로로서 농지확장에 의한 농산물의 증산효과가 기대된다.

(3) 농도의 경제효과

농도정비에 의해 얻어지는 효과는 상당히 광범위한 분야에 미치므로 그 효과의 전모를 공통적인 가치척도로 평가할 필요가 있다. 그러나 이미 열거한 바와 같이 농도효과 중에는 수량적으로 계측하기 어려운 효과나 장래의 기대효과를 평가하기 어려운 것도 있어 그 계측방법은 농도의 효과(역할)중 수량적으로 계측할 수 있는 범위내의 것으로 한다.

농도 효과 및 평가

농도정비의 효과와 효과발생요인을 체계적으로 분류하면 다음과 같다.



1.2 적용 범위

· 내용 없음

1.3 참고 기준

· 농림부, 2007, 농업생산기반정비사업계획 설계기준 농도 편

1.4 용어의 정의

· 내용 없음

1.5 기호 정의

· 내용 없음

2. 조사 및 계획

· 내용 없음

3. 재료

· 내용 없음

4. 설계

· 내용 없음



집필위원	분야	성명	소속	직급
	관개배수	김선주	한국농공학회	교수
	농업환경	박종화	한국농공학회	교수
	토질공학	유 찬	한국농공학회	교수
	구조재료	박찬기	한국농공학회	교수
	수자원정보	권형중	한국농공학회	책임연구원

자문위원	분야	성명	소속
	농촌계획	손재권	전북대학교
	수자원공학	윤광식	전남대학교
	지역계획	김기성	강원대학교
	수자원공학	노재경	충남대학교
	농지공학	최경숙	경북대학교
	관개배수	최진용	서울대학교

건설기준위원회	분야	성명	소속
	총괄	한준희	농림축산식품부
	농업용댐	오수훈	한국농어촌공사
	농지관개	박재수	농림축산식품부
	농지배수	송창섭	충북대학교
	용배수로	정민철	한국농어촌공사
	농도	조재홍	한국농어촌공사 본사
	개간	백원진	전남대학교
	농지관개	이현우	경북대학교
	농지배수	남상운	충남대학교
	취입보	김선주	건국대학교
	양배수장	정상옥	경북대학교
	경지정리	유 찬	경상대학교
	농업용관수로	박태선	한국농어촌공사 본사
	농업용댐	손재권	전북대학교
	농지배수	김정호	다산컨설턴트
	농지보전	박종화	충북대학교
	농업용댐	김성준	건국대학교
	해면간척	박찬기	공주대학교
	농업수질및환경	이희억	한국농어촌공사 본사
	취입보	박진현	한국농어촌공사 본사

중앙건설기술심의위원회	성명	소속
	이태옥	평화엔지니어링
	성배경	건설교통신기술협회
	김영환	한국시설안전공단
	김영근	건화
	조의섭	동부엔지니어링
	김영숙	국민대학교
	이상덕	아주대학교

농림축산식품부	성명	소속	직책
	한준희	농업기반과	과장
	박재수	농업기반과	서기관

설계기준
KDS 67 35 30 : 2018

농도 효과 및 평가

2018년 04월 24일 발행

농림축산식품부

관련단체 한국농어촌공사
58217 전라남도 나주시 그린로 20(빛가람동 358) 한국농어촌공사
☎ 061-338-5114 E-mail : webmaster@ekr.or.kr
http://www.ekr.or.kr

(작성기관) 한국농공학회
06130 서울시 강남구 테헤란로 7길 22(역삼동 365-4) 과학기술회관 본관 205호
☎ 02-562-3627 E-mail : j6348h@hanmail.net
http://www.ksae.re.kr

국가건설기준센터
10223 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283(대화동)
☎ 031-910-0444 E-mail : kcsc@kict.re.kr
http://www.kcsc.re.kr

※ 이 책의 내용을 무단전재하거나 복제할 경우 저작권법의 규제를 받게 됩니다.

KDS 67 35 90 : 2018

농도 유지관리

2018년 04월 24일 제정
http://www.kcsc.re.kr

농림축산식품부



건설기준 코드 제·개정에 따른 경과 조치

이 코드는 발간 시점부터 이미 시행 중에 있는 설계용역이나 건설공사에 대하여 발주기관의 장이 필요하다고 인정하는 경우 종전에 적용하고 있는 기준을 그대로 사용할 수 있습니다.

건설기준 코드 제·개정 연혁

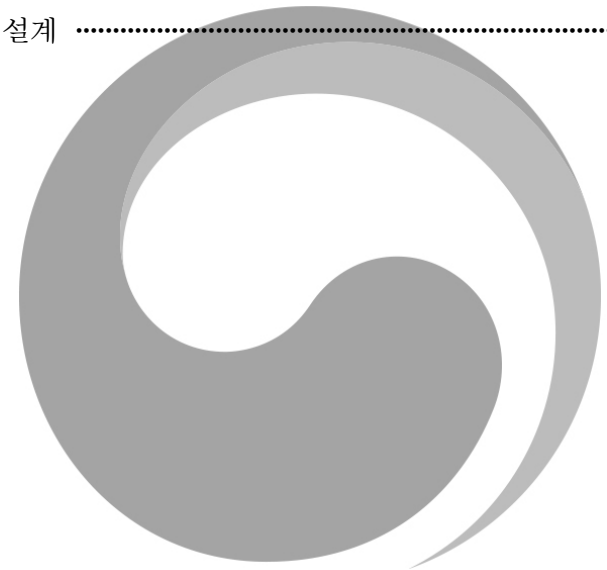
- 이 기준은 KDS 67 35 90 : 2018 으로 2018년 04월에 제정하였다.
- 이 기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 건설기준 간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.
- 이 기준의 제·개정 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요사항	제·개정 (년. 월)
농지개량사업 계획설계기준 농도편	• 농지개량사업 계획설계기준 농도편 제정	제정 (1986. 12)
농업생산기반정비사업 계획설계기준 농도편	• 농업생산기반정비사업 계획설계기준 농도편 개정 • 기존의 농도편을 설계 및 시공편을 추가하여 농도의 계획설계에 필요한 사항을 기준으로 개정	개정 (1994. 12)
KDS 67 35 90 : 2018	• 국토교통부 고시 제2013-640호의 “건설공사기준 코드체계” 전환에 따른 건설기준을 코드로 정비 • 건설기술진흥법 제44조 및 제44조의 2에 의거하여 중앙건설심의위원회 심의· 의결	제정 (2018. 04)

제 정 : 2018년 04월 24일
개 정 : 년 월 일
심 의 : 중앙건설기술심의위원회
자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회
소관부서 : 농림축산식품부 농업기반과
관련단체(작성기관) : 한국농어촌공사(한국농공학회)

목 차

1. 일반사항 ····· 1
1.1 목적 ····· 1
1.2 적용 범위 ····· 1
1.3 참고 기준 ····· 1
1.4 용어의 정의 ····· 1
1.5 기호의 정의 ····· 1
2. 유지관리의 내용 ····· 1
2.1 관리의 기본 ····· 1
2.2 관리의 방법 ····· 2
3. 재료 ····· 10
4. 설계 ····· 10



농도 유지관리

1. 일반사항

1.1 목적

이 기준은 농업생산기반정비사업, 농어촌생활환경정비사업 및 경제의 활성화에 기여하는 사업으로 시행하는 농도의 유지관리에서 준수하여야 할 일반적인 사항을 규정한 것이다.

1.2 적용 범위

이 기준은 농어촌정비법(2007.8.3, 법률 제 8588 호)에 의거 시행하는 농도의 유지관리에서 준수하여야 할 일반적인 사항으로서 도로법 제23조 및 농어촌 도로정비법 제4조에 규정되지 아니한 도로에 적용한다. 경지정리사업이나 개간, 간척사업 등에서 다루고 있는 농도에 대해서는 이 기준과 함께 별도로 제정되어 있는 농업생산기반정비사업 계획설계기준 KDS 67 50 00 「경지정리편」, KDS 67 60 00「개간편」, KDS 67 65 00「해면간척편」, KDS 67 65 00「수질 및 환경편」에 따르도록 한다.

1.3 참고 기준

농림부, 2007, 농업생산기반정비사업계획 설계기준 농도 편

1.4 용어의 정의

· 내용 없음

1.5 기호의 정의

· 내용 없음

2. 유지관리의 내용

2.1 관리의 기본

농도의 관리는 농도의 목적 및 종류에 따라 그 기능이 충분히 발휘되도록 관리자의 의무와 권리를 명확히 함과 동시에 관리체제를 확립하여 적절히 할 필요가 있다.
농도의 이용형태는 농도의 종류에 따라 다르나 일반적으로
(1) 농경을 위한 통행
(2) 농업용자재의 농지에의 반입, 수확물의 농지에서의 반출

(3) 농업용자재와 수종물의 일시적인 저장
(4) 농수산물의 집출하
(5) 농어촌생활상의 교통 및 생활공간 등.
이를 위하여 농도는 일반도로와는 이용형태를 달리하는 면이 많으며 이들을 고려한 안전하고 원활한 교통이 가능하도록 유지관리하는 것이 중요하다. 또 유지관리에서는 관리를 위한 체제, 비용, 관리의 범위, 다른 목적에의 사용 등에 관하여 충분히 검토하여야 한다.

2.2 관리의 방법

농도의 관리방법은 농도 이용상의 특수성에 따른 교통관리와 보전을 위한 유지관리로 구별할 수 있다.

2.2.1 농도의 관리체계

농도의 정비는 장래에도 농수산업용으로 이용되도록 농어촌지역에 대하여 투자되는 사업으로 농어촌주민의 의향이 충분히 반영될 수 있도록 시·도에서 관리하는 것이 바람직하다. 농도가 소정의 목적에 따라 효과를 발휘시키기 위하여는 계획내용에 부합되는 교통을 관리함과 동시에 적절한 일상의 유지관리를 할 필요가 있다. 그러기 위하여는 농도의 관리체계를 정비함과 아울러 수익자에 대하여 자기들의 농도라는 의식의 고양을 도모할 필요가 있다. 이를 위하여 부락 또는 노선별로 관리 위원회를 주민 스스로 자주적으로 보수정비를 하도록 지도하는 것이 필요하다. 농도의 관리자는 농로를 이용하는 자에 대하여 농도임을 인식시키는 안내표식을 설치하는 등 농도의 P·R에 노력하여야 한다. 이 안내표식은 다른 농로와의 연결지점을 비롯하여 주요한 장소에 설치한다. 그러므로 다른 교통의 차량도 영농에 저해가 되지 않도록 운전자가 주의를 게을리 하지 않게 해야 한다.

2.2.2 농도의 교통관리

농도의 관리자는 수익농가와 잘 협조하여 농도의 비목적에 따라 안전하고 원활하며 농수산업과 농어촌생활에서의 이용이 최우선이 되도록 해야 한다.
주된 규칙과 안전시설의 설치 등은 다음과 같은 것이 고려되어야 하며 실시에 있어서는 지역실정에 맞도록 그 시기나 방법 등을 검토한다.
(1) 중량제한(설계하중의 범위내에서 중량제한)
(2) 속도제한(고저속혼합통행의 위험회피를 위한 제한)
(3) 농수산업이용차량의 주정차(기간 · 장소)
(4) 일반교통의 규별
(5) 안전지역등의 설치(장소, 형식)

2.2.3 농도의 유지관리

농도는 적절한 유지관리가 없이는 그 기능을 유지하고 효과를 발휘할 수 없다· 적절한 관리는 도

로의 효과를 높임과 동시에 교통사고와 재해를 미연에 방지하여 농도의 이용연수를 연장하게 되어 전체로서 유지관리비의 경감에 이바지하기 때문이다.

(1) 일상관리

① 정기적인 순찰보수

농도의 이용상황에 맞추어 정기적인 순찰로 현황을 정확하게 파악하여 적절한 보수를 한다는 것은 가장 기본적인 관리이다. 농로의 약점과 피해 예상지점을 파악, 유지관리비의 추정, 보수시기의 예측에 기여할 수가 있다. 순찰 및 보수의 결과는 기록정리할 필요가 있다.

② 강우시의 순찰보수

농로의 파손, 결손 등의 대부분은 물이 원인이 되며 슬라이딩이나 유수 등에 의한 암거와 측구의 통수 저해, 매립토에 의한 지표수의 유입 등은 직접 도로재해의 원인이 되는 것으로 강우시에 순찰하여 응급처치를 강구함으로서 이들 피해를 미연에 방지할 수 있다. 특히 공용개시후의 기계류의 초기고장에 해당되는 이러한 현상이 많이 발생된다.

(2) 유지관리

① 정상적인 유지관리

정상적인 교통에 의한 노면손상, 동절기의 동결융해의 반복에 의한 사면의 슬라이딩, 제초, 교량난간의 도장 등 계절의 변화에 따라 정기적으로 필요한 유지관리를 관리자가 하는 것, 수익자의 출역으로 하는 것, 봉사활동으로 하는 것 등 지역실정에 따라 여러 가지 방법을 고려하는 것이 좋다.

② 응급적인 유지관리

이상기후, 지진, 원인불명의 시설손괴 등으로 발생한 농도의 손상에서 재해에 해당하지 않는 것의 유지관리로 사면의 붕괴, 옹벽전도, 노면침하, 부대시설 파손의 보수, 재해시의 응급공사 등이 이에 해당된다.

2.2.3.1 자갈도의 유지보수

자갈도의 노면은 견고한 것이 아니므로 항상 보수하여야 한다. 요철부가 발생하면 곧 높은 곳을 깎고 낮은 부분은 이를 메워 6 ~ 12mm 정도의 자갈로 보충하여 평탄하게 하게 고른다. 또 노면에 큰 자갈이 나타나면 이를 제거하여야 한다.

(1) 자갈도의 결점

① 유지보수를 항상 하여야 한다.

② 강우시에는 노상이 연약화하기 쉽다.

③ 건조시는 먼지가 많고 동절기에는 동결상해를 받기 쉽다.

(2) 자갈도 유지의 주의점

① 도로의 노면을 항상 평탄하게 할 것

② 요철부위는 적당한 방법으로 채워 노면을 평탄하게 할 것

③ 마멸로 인하여 부족된 재료를 즉시 보충 할 것

<표 2.2-1> 자갈도의 자갈 표준입도

통과체(mm)	19	10	4.75	2.36	1.18	0.425	0.150	0.075
체통과중량(%)	80~100	60~80	42~63	30~50	20~38	10~25	6~8	5~15

<표 2.2-2> 연간 1km당 표층재료 보급량의 평균(차도폭 7.0m)

교통량(대/일)	100~300	300~500	500~1,000	700~1,000	비고
보급량(m^3)	20~60	60~100	100~140	140~200	

2.2.3.2 콘크리트 포장의 유지관리

(1) 콘크리트 포장의 파손

일반적으로 콘크리트 포장의 파손은 줄눈에 있다. 자동차는 줄눈에서 충격을 일으켜 이것이 콘크리트 슬래브를 파손되게 하는 것이다. 또한 줄눈으로 표면수가 들어가 노상을 연약화시켜 콘크리트슬래브를 지지하는 힘을 잃게 하여 콘크리트 포장이 파괴된다. 콘크리트 포장 파손의 대부분은 다음과 같은 순서로 일어난다.

① 줄눈 및 균열(龜裂)의 채움(Sealing) 재료가 박리된다.
② 줄눈 및 균열부분으로 물이 침투한다.
③ 펌핑(Pumping) 작용을 일으킨다.
④ 슬래브에 균열이 발생하든지 또는 침하를 일으킨다.
⑤ 균열이 발달하여 망상이 된다.
⑥ 균열된 슬래브가 침하 하든지 또는 움직인다.

<표 2.2-3> 콘크리트 포장 파손의 원인과 보수방법

~~파손의~~ 종류	원인	보수방법
우각부의 균열	· 노상, 보조기층의 지지력부족 · 콘크리트의 품질불량(배합, 시공, 양생 등) · 우각부의 보강부정합	· 균열의 채움 · 주입공법 · 부분적인 재포장
표면의 미세한 균열이 다수 발생하여 많은 표면박리	· 콘크리트의 배합불량 · 시공불량 · 양생불량 · 동결에 의한 표면 파손 · 알카리 반응을 받은 골재의 사용	· 덧씌우기
포장슬래브의 부등침하	· 타이바, 슬립바가 들어 있지 않은 경우 · 노상, 보조기층의 지지력 부족과 불균일 · 실트질 노상의 동상 · 펌핑 작용	· 주입공법 · 단층(段層)의 수정 · 덧씌우기 · 재포장
가로방향의 균열	· 슬래브 두께의 부족 또는 불균일 · 노상, 보조기층의 지지력 부족 · 펌핑 작용의 진행 · 콘크리트 품질 불량 · 줄눈 간격의 부적당 · 수축줄눈 절단시간지연	· 균열의 채움 · 주입공법 · 덧씌우기
세로방향의 균열	· 노상, 보조기층의 지지력 부족 · 편성토부 또는 성상부 길어깨의 침하	· 균열의 채움 · 주입공법 · 덧씌우기
가로줄눈 부근의 가로방향 균열	· 펌핑 작용 · 줄눈 간격의 부적당 · 블로우업(Blow up) · 수축줄눈의 커팅시기 지연 · 슬립바의 설치불량 · 콘크리트의 품질불량	· 균열의 채움 · 주입공법 · 덧씌우기 · 부분적 재포장
망상균열	· 균열의 진행 · 콘크리트 품질불량 · 철망의 시공불량 · 노상, 보조기층의 지지력부족	· 덧씌우기
표면의 마모 박리	· 콘크리트 품질 및 시공불량 · 표면 마무리 불량 · 중차량 교통의 증대 · 연질골재의 사용	· 덧씌우기

(2) 콘크리트 포장의 유지보수

① 예방적 유지보수

포장이 전혀 파손되지 아니 하였어도 연약부를 점검, 유지관리하는 것을 말한다

가. 줄눈 및 균열의 채움

줄눈 및 균열을 통하여 표면수가 보조기층, 노상에 들어가는 것을 방지하는 것과 줄눈과 균열에 이물질(돌, 진흙)이 들어가는 것을 막는 것이다. 균열과 줄눈으로 들어간 물은 노상, 보조기층을 연약화 시키고 펌핑을 일이키던 지 또는 동상을 일으키고 이물질이 들어가면 슬래브의 팽창을 방해하여 블로우업을 일으켜 줄눈과 균열에 파손을 일으킨다.

나. 주입작업

콘크리트슬래브 아래에 펌핑작용에 의하여 생긴 공극과 공동이 있을 때 이것이 원인이 되어 콘크리트슬래브가 파손되는 것을 방지하기 위하여 실시하는 공법이다.

② 국부적 유지보수

포장이 파손되었을 때 그 파손을 최소한으로 그치게 하기 위한 유지보수를 말한다.

가. 덧씌우기

나. 국부적이고 작은 면적의 재포장

다. 단층(段層)의 수정 결손부의 보수

③ 재포장

포장의 파손이 심하게 되어 다른 유지보수로는 막을 수 없으며 교통에 심한 장해를 주고 있을 경우에 시행하는 것을 말한다.

가. 포장표면을 항상 평탄하게 유지할 것.

나. 노상 및 보조기층을 될 수 있는 대로 건조하게 할 것

2.2.3.3 아스팔트포장, 간역포장 등의 유지관리

아스팔트포장, 간이포장(簡易鋪裝) 등은 교통하중과 기상조건 등 외적작용으로 노면상태가 변하고 포장자체가 노후화 되어 적절한 유지관리를 하지않고 방치하여 두면, 주행성, 최적성, 안정성 등이 저하되고 결국은 원활하고 안전한 교통소통에 지장을 초래하게 된다.

또한 표면마모, 초기균열 등을 적기에 보수치 않을 경우에는 강우 도는 강설시 우수가 침투되어 하부구조를 약화시켜 파손은 급속히 확대, 진행된다. 따라서 표면처리 등을 적기에 실시하는 것이 중요하며 포장도로를 효율적으로 유지보수하기 위하여는 노면을 종합적으로 평가하여 계획적인 유지보수를 하여야 한다.

(1) 유지관리의 분류

① 예방적인 유지보수

포장이 아직 파손되지는 않았으나 표면이 심히 마모되어 우수의 침투로 균열이 예상되거나 약간의 균열이 발생된 상태에서 그것이 커다란 파손으로 발전되지 않도록 하기 위한 아스팔트 포장의 표면처리 등이 여기에 속한다.

② 항구적인 유지보수

포장의 균열상태가 심하지 않으나 국부적으로 파손되었거나 표면처리만으로는 노면의 유지개선이 안될 경우의 처리공법으로 덧씌우기 등을 말한다.

③ 근본적인 유지보수

포장이 완전히 파손되어 다른 공법으로는 유지보수할 수 없을 때 근본적인 대책으로서 포장을 완전히 재시공하는 것을 말한다.

(2) 포장의 파손과 원인

포장은 교통의 반복하중에 의하여 노면성상에 변화가 생기고 종국에는 피로하여 파손에 이른다. 아스팔트포장, 간역포장을 유지관리하는 데는 포장의 파손현상과 그 원인을 이해하는 것이 중요한 일이다. 포장의 파손은 노상토의 지지력, 교통량 및 포장두께의 세 가지 균형이 깨어짐으로 발생한다. 파손의 원인인 노면성상과 포장구조가 서로 관계되어 있어 분리하기가 어려우나 크게 나누면 다음과 같이 된다.

① 주로 노면성상에 관한 파손

공용성에만 관한 것으로 노면의 주행성과 교통의 안전성, 쾌적성, 포장 등에 기인하는 연도환경을 직접적으로 저해하며 종국에는 포장의 내구성과 구조의 기능을 해치는 것을 말한다. 노면의 국부적인 균열변형, 마모 등이 여기에 해당된다.

② 주로 구조에 관한 파손

포장의 내구성과 구조를 직접 저해하고 공용성의 저하, 연도환경의 저해에 연결되는 것으로 전면적인 거북등 모양의 균열 등이 여기에 해당된다. 아스팔트 포장, 파손의 분류와 그 원인은 다음과 같으며 간이포장(簡易鋪裝)(수명 약 5년)에 대해서는 균열, 구멍, 침하 등이 발생하기 쉬우나 이들은 기층 및 보조기층의 지지력부족, 다짐부족, 배수불량 등이 주된 원인이다. 그 밖에 포장결과 통과량의 이상증대와 과대한 윤하중(輪荷重) 등에 의한 원인도 될 수 있다.

<표 2.2-4> 아스팔트 포장 파손의 분류와 원인

파손의 분류			주원인
주로 노면성상에 관한 파손	국부적인 균열	· 미세균열	· 혼합물의 품질불량, 다짐온도의 부적당에 의한 다짐초기의 균열
		· 선상균열	· 시공불량, 절성경계(切盛境界)의 부등침하, 기층의 균열
		· 세로, 가로 방향의 균열	· 노상, 보조기층의 지지력 불균일
		· 시공이음 (Joint)균열	· 포장다짐 불량
	단차(段差)	· 구조물 부근의 요철	· 노상, 보조기층, 혼합물 등의 다짐부족 · 지반의 침하 등에 의한 요철
	변형	· 소성변형 · 세로방향의 요철 · 파상마모 (Corrugation)	· 과대한 대형차교통, 혼합물의 품질불량 · 혼합물의 품질불량, 노상, 보조기층의 지지력불균일 · 프라임코우트, 택코우트의 시공불량
주로 노면성상에 관한 파손	붕괴	· 구멍, 박리, 노후화	· 혼합물의 품질불량, 다짐부족 · 골재와 아스팔트의 친화력 부족 · 혼합물중 아스팔트의 열화(劣化)
	기타	· 타이어자국 · 흠집 · 표면 부풀음	· 이상기온, 혼합물의 품질저하 · 사고 등 · 혼합물의 품질불량, 표면하 공기의 팽창
주로 구조물에 관한 파손	전면적인 균열	· 거북등 균열	· 포장두께의 부족, 혼합물, 보조기층, 노상의 부적당, 계획이상의 교통량 통과, 지하수
	기타	· 동상	· 포장두께, 동상억제층두께의 부족, 지하수

(3) 유지공법

포장의 유지보수는 도로순찰에 의해 결함을 조기에 발견하고 적절한 시기와 방법으로 보수하는 것이 가장 중요하다. 유지공법은 포장의 파손을 근본적으로 수리하는 것이 아니고 일상적으로 보수하는 것을 말한다. 어디까지나 응급적이고 예방적인 유지보수에 의에 포장의 공용성을 유지하도록 하는 것이다.

아스팔트포장의 유지공법을 대별하면 다음과 같다.

① 패칭(Patching) ② 표면처리 ③ 부분 재포장 ④ 기타

① 패칭

패칭이란 아스팔트포장의 구멍(Pothole), 단차(段差), 부분적인 균열 및 침하 등과 같은 파손이 발견되었을 때 포장재료로 채우는 응급적인 처리방법으로 면적이 10㎡ 미만인 표층과

기층까지의 보수 또는 표층만의 보수를 말한다. 패칭은 포장에 발생한 파손부분을 될 수 있는 대로 조기에 수리하는 것을 원칙으로 하며 파손부분에 포장재료를 직접 채우는 임시적인 방법과 불량부분을 약간 크게 절취하여 포장을 수리하는 방법이 있다. 전자는 특히 긴급성을 필요로 하는 경우에 쓰인다. 응급수리작업은 긴급성에 따라 시행하는 것이므로 수리한 부분이 다시 파손되는 것도 있으나 만약 파손되면 즉시 수리를 반복하여 교통에 지장을 주지 않도록 하여야 한다. 사용하는 재료는 기존포장과 같은 재료를 사용하는 것이 바람직하나 긴급히 대응하여야 할 경우와 재료를 얻기 어려울 때 쉽게 구할 수 있는 가설포장(假設鋪裝)과 같은 재료를 사용해도 좋다. 일반적으로 쓰이는 혼합물은 가열혼합식공법, 상온혼합식 공법, 침투식공법 및 폐포장재의 재생이용에 의한 공법 등이 있다.

② 표면처리

표면처리는 아스팔트 포장의 표면에 부분적인 균열, 변형, 마모, 붕괴 등과 같은 파손이 발생한 경우 기존포장에 2.5cm이상의 얇은 층으로 채움층을 시공하는 공법이다. 우기 또는 한랭기 이전에 실시하면 양호한 상태로 포장을 유지할 수 있으므로 예방적인 조치로서 매우 효과적이다. 표면처리에는 일반적으로 다음과 같은 공법이 있다.

가. 실코우트(Seal coat) 및 아모어코우트(Armour coat)

나. 카페트코우트(Carpet coat)

다. 포그 실(Fog seal)

라. 슬러리 실(Slurry seal)

③ 부분 재포장

포장의 파손정도가 심하여 다른 공법으로서는 보수할 수 없다고 판단할 때는 파손이 미친 부분의 표층 또는 기층가지 부분적으로 재포장하는 공법으로 면적이 10m3 이상인 것을 말한다. 재포장은 아스팔트 포장의 유지보수공법 중 가장 공사비가 많이 드는 방법이다.

(4) 보수공법

아스팔트포장의 보수공법에는 덧씌우기, 재포장 등의 공법이 있으나 어느 것이나 유지공법에 비하여 고가이다. 포장이 전면적인 파손에 이르는 원인은 포장두께의 부족, 혼합물의 불량, 노상 및 보조기층의 부실, 지하수, 교통량의 증대 등을 생각할 수 있으나 보수공법을 채택하는 경우에는 시험(試驗) 및 측정결과를 근거로 검토하고 다시 종래의 경험 등을 고려하여 신중하게 결정하여야 한다.

① 덧씌우기

덧씌우기는 기존포장의 강도부족으로 보충하는 것 외에 노면의 평탄성개량, 균열로 빗물의 침투를 방지하는 목적도 있다. 덧씌우기 공법은 공사비가 많이 들고 두께의 선정도 곤란하다. 또한 시가지에서는 노면높이의 상승과 배수 등의 문제로 덧씌우기 공법을 채택할 수 없는 경우가 있으므로 도로상황을 고려하여 공법을 검토하여야 하며 이의 채택이 어려울 때는 굴착 덧씌우기, 재포장 재생공법 등을 검토해야 한다.

② 굴착 덧씌우기

아스팔트포장의 파손이 진행되어 표면처리 등의 유지공법으로서는 노면을 유지할 수 없다고 판단되는 경우

가. 전면적인 재포장을 실시하기까지는 아직 시간이 많이 남아 있으며,

나. 인접지, 보도, 배수시설 등의 높이, 물받이 등의 인상(引上)에 요하는 공사비와 같은 경제적인 문제로부터 덧씌우기가 적합지 않다고 할 때 채택된다.

③ 재포장공법

아스팔트 포장의 파손이 심하게 되어 다른 유지보수공법으로서는 양호한 노면을 유지하기 어렵게 되었을 때 채택하는 공법이다. 따라서 포장의 상태와 파손원인 등을 충분히 조사하는 한편 경제적인 면, 기술적인 면 등을 종합적으로 판단하여 재포장공법의 채택여부를 결정한다. 또한 결손원인이 통상 또는 배수불량에 기인하는 경우에는 동상대책공법 또는 배수공을 실시하여야 한다.

3. 재료

· 내용 없음

4. 설계

· 내용 없음



집필위원	분야	성명	소속	직급
	관개배수	김선주	한국농공학회	교수
	농업환경	박종화	한국농공학회	교수
	토질공학	유 찬	한국농공학회	교수
	구조재료	박찬기	한국농공학회	교수
	수자원정보	권형중	한국농공학회	책임연구원

자문위원	분야	성명	소속
	농촌계획	손재권	전북대학교
	수자원공학	윤광식	전남대학교
	지역계획	김기성	강원대학교
	수자원공학	노재경	충남대학교
	농지공학	최경숙	경북대학교
	관개배수	최진용	서울대학교

건설기준위원회	분야	성명	소속
	총괄	한준희	농림축산식품부
	농업용댐	오수훈	한국농어촌공사
	농지관개	박재수	농림축산식품부
	농지배수	송창섭	충북대학교
	용배수로	정민철	한국농어촌공사
	농도	조재홍	한국농어촌공사 본사
	개간	백원진	전남대학교
	농지관개	이현우	경북대학교
	농지배수	남상운	충남대학교
	취입보	김선주	건국대학교
	양배수장	정상옥	경북대학교
	경지정리	유 찬	경상대학교
	농업용관수로	박태선	한국농어촌공사 본사
	농업용댐	손재권	전북대학교
	농지배수	김정호	다산컨설턴트
	농지보전	박종화	충북대학교
	농업용댐	김성준	건국대학교
	해면간척	박찬기	공주대학교
	농업수질및환경	이희억	한국농어촌공사 본사
	취입보	박진현	한국농어촌공사 본사

중앙건설기술심의위원회	성명	소속
	이태옥	평화엔지니어링
	성배경	건설교통신기술협회
	김영환	한국시설안전공단
	김영근	건화
	조의섭	동부엔지니어링
	김영숙	국민대학교
	이상덕	아주대학교

농림축산식품부	성명	소속	직책
	한준희	농업기반과	과장
	박재수	농업기반과	서기관

설계기준
KDS 67 35 90 : 2018

농도 유지관리

2018년 04월 24일 발행

농림축산식품부

관련단체 한국농어촌공사
58217 전라남도 나주시 그린로 20(빛가람동 358) 한국농어촌공사
☎ 061-338-5114 E-mail : webmaster@ekr.or.kr
http://www.ekr.or.kr

(작성기관) 한국농공학회
06130 서울시 강남구 테헤란로 7길 22(역삼동 365-4) 과학기술회관 본관 205호
☎ 02-562-3627 E-mail : j6348h@hanmail.net
http://www.ksae.re.kr

국가건설기준센터
10223 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283(대화동)
☎ 031-910-0444 E-mail : kcsc@kict.re.kr
http://www.kcsc.re.kr

※ 이 책의 내용을 무단전재하거나 복제할 경우 저작권법의 규제를 받게 됩니다.

KDS 67 40 20 : 2018

논관개

2018년 04월 24일 제정
http://www.kcsc.re.kr

농림축산식품부



건설기준 코드 제·개정에 따른 경과 조치

이 코드는 발간 시점부터 이미 시행 중에 있는 설계용역이나 건설공사에 대하여 발주기관의 장이 필요하다고 인정하는 경우 종전에 적용하고 있는 기준을 그대로 사용할 수 있습니다.

건설기준 코드 제·개정 연혁

- 이 기준은 KDS 67 40 20 : 2018 으로 2018년 04월에 제정하였다.
- 이 기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 건설기준 간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.
- 이 기준의 제·개정 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요사항	제·개정 (년. 월)
농지개량사업 계획설계기준 관개편	• 농지개량사업 계획설계기준 관개편 제정	제정 (1969. 12)
농업생산기반정비사업 계획설계기준 관개편	• 농업생산기반정비사업 계획설계기준 관개편 개정 • 하나의 체제로 되어 있던 설계기준을 변경하여 기준, 편람의 2개 체제로 구분하되 1권으로 합본 • 기준에는 모든 설계에서 지켜야할 기본적이고 명확한 사항만을 규정하여 수록 • 편람에는 기준에서 규정하지 않은 사항이나 설계에 참고가 되는 사항으로 수록하여 설계자의 편의 도모 • 새로운 법령이나 제도의 신설에 따라 필요한 사항을 개정하고, 가급적 현장 실무자의 편의를 도모하기 위하여 평이하고 정확하게 기술	개정 (1998. 12)
KDS 67 40 20 : 2018	• 국토교통부 고시 제2013-640호의 “건설공사기준 코드체계” 전환에 따른 건설기준을 코드로 정비 • 건설기술진흥법 제44조 및 제44조의 2에 의거하여 중앙건설심의위원회 심의· 의결	제정 (2018. 04)

제 정 : 2018년 04월 24일
심 의 : 중앙건설기술심의위원회
소관부서 : 농림축산식품부 농업기반과
관련단체(작성기관) : 한국농어촌공사(한국농공학회)

개 정: 년 월 일
자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회

목 차

1. 일반사항 ····· 1
1.1 목적 ····· 1
1.2 적용 범위 ····· 1
1.3 참고기준 ····· 1
1.4 용어의 정의 ····· 1
1.5 기호 정의 ····· 1
1.6 시설물의 구성 ····· 1
1.7 해석과 설계원칙 ····· 1
1.8 설계 고려사항 ····· 1
1.9 신규기술적용 ····· 4
1.10 구조설계도서 ····· 4
2. 조사 및 계획 ····· 4
2.1 조사 및 계획 일반 ····· 4
2.2 조사 ····· 5
2.3 계획 ····· 7
2.4 수온상승 ····· 16
2.5 사업효과 ····· 19
3. 재료 ····· 22
3.1 재료 일반 ····· 22
3.2 재료 특성 ····· 23
3.3 계획 ····· 23
4. 설계 ····· 23

논관개

1. 일반사항

1.1 목적

(1) 이 기준의 목적은 사업계획을 수립할 때 많은 비교 안에 대하여 가급적 쉽게 계획 작업을 할 수 있도록 적합한 지침을 주는 것이며, 적용범위는 농어촌정비법에 근거한 논관개의 계획, 조사 및 설계에 관한 것이다.

(2) 이 기준에 사용되는 용어의 정의는 농공학용어집의 정의에 따른다.

1.2 적용 범위

· 내용 없음

1.3 참고기준

· 내용 없음

1.4 용어의 정의

· 내용 없음

1.5 기호 정의

· 내용 없음

1.6 시설물의 구성

· 내용 없음

1.7 해석과 설계원칙

· 내용 없음

1.8 설계 고려사항

1.8.1 수온

(1) 수도작과 수온

벼의 생육과 수확량은 수온에 크게 좌우되며 벼의 일생을 통하여 주야의 수온을 일정하게 보존하였을 경우에는 대략 30～32℃가 적온이다. 그러나, 수온의 영향을 벼의 생육시기 또는 주

야로 나누어 볼 때에는 위험수온으로 보이는 고수온(35℃ 이상)이나 저수온(15～20℃)이 생육기간 또는 주야별에 따라 전혀 해를 끼치지 않을 뿐더러 오히려 좋은 영향까지 미치는 수가 있다. 수도의 다수확을 위하여 생육기별로 적정 수온이 되도록 적정한 관개방법 및 시설을 하여 수온을 조절하는 방법을 강구해야 한다.

(2) 하천수온

하천수온은 수면과 하상의 태양복사열에 의한 열교환으로 하천횡단면 내에서도 수온분포가 상이하며, 하천수가 유하하는 도중에 복류수, 용천수, 융설수 등이 합류하는 경우도 영향이 있다. 수면의 열교환 외의 영향인자는 실측해야 하며 하천수를 관개용수를 활용코자 할 때에는 적정한 방법으로 수온을 판단해야 한다.

(3) 호소 및 저수지의 수온

호소나 저수지를 관개용수원으로 이용할 경우에는 수온의 수직분포에 주의해야 한다. 호소나 저수지 수온은 각기 유역 및 저수지의 형상이나 수문학적 특성에 따라서 다른 양상을 나타낸다.

(4) 지하수의 수온

지하수 또는 복류수의 이용계획에 있어서는 먼저 그 취수량 및 산출위치에 따른 수온변화 관계를 고려하여야 한다.

(5) 논의 수온

관개수의 온도는 수원의 종류나 수원으로부터의 거리에 따라서 크게 다를 수가 있다. 논은 물의 단위용적당 수열면적이 하천이나 용수로에 비하여 훨씬 크므로 논에 들어간 용수의 온도는 기상요건에 따라서 정해지는 온도에 급속히 접근된다. 따라서, 관개수온은 직접 벼의 생육을 지배하는 일은 적고 논안에 퍼진 다음에 형성된 논의 수온이 벼 생육과 수확량을 지배하는 요소가 된다.

1.8.2 수온대책

하천수, 댐, 기타 수리시설을 축조하여 자연적인 물흐름에 변화를 주었을 때는 필연적으로 유량과 함께 수온의 변화를 가져오게 된다. 따라서 냉수온 대책을 생각할 때는 단순한 물리적 취급 외에 벼와 수온과의 생리적 영향도 아울러 검토해야 한다. 또한 수원시설, 용수로, 포장 등의 위치에 따라 수리적 열교환 특성이 다르므로 경제적 효과도 생각하여 종합적으로 판단해야 한다.

(1) 온수대책

수원으로부터 논 물꼬까지의 온수대책에는 필요에 따라 저수지에서의 온수취수시설, 온수지 및 온수로의 설치와 수원교환 등을 고려해야 한다.

(2) 논 수온대책

논벼의 적정생육과 다수확을 위하여 논의 수온상승을 꾀함에 있어 필요에 따라 사용수량의 절약, 관개방식의 개량, 물꼬에서의 대책, 약품사용, 재배기술에 의한 방법 등 적절한 대책을 강구하여야 한다.

1.8.3 수온 상승기구

논이나 온수지의 수온은 그를 둘러싸고 있는 공기와의 사이에 일어나는 열의 교환에 의해 정해진다.

(1) 열수지방정식

열수지방정식을 이용하여 온수지의 수온상승도를 계산할 수 있다. 열수지방정식을 구성하는 항목은 순방사, 현열전달, 유입·유출열량, 잠열, 저장열, 지중전도 등으로 되어 있다.

(2) 평형수온과 수온상승도의 계산

평형수온을 알 수 있으면 온수지에 의한 수온상승도의 계산이 용이하다. 이 계산은 비교적 얕은 온수지나 온수로의 수온상승 예측에 유효하다.

1.8.4 수온상승 시설

(1) 계획상의 기초조건

수원의 상승이 18℃ 이하인 경우와 관개기간의 평균수온이 18℃ 이상인 곳에서도 관개초기 또는 유수형성기 등에 냉수피해를 받는 경우에는 수온상승시설의 계획을 수립한다.

(2) 수온상승시설의 종류

수온상승시설은 논구획안에서 조작하는 간이시설을 제외하면 온수지와 온수로로 대별되며 온수지는 저수형과 유수형으로 구분된다.

(3) 수온상승시설의 열효율과 구조

수온상승시설의 수면적 A와 유입량 q가 수온상승도를 결정한다. 그러나 이들은 지형, 토지조건, 관개면적과 용수량 등에 의해서 많은 제한을 받는다. 여기서는 구조조건의 하나로서 열효율을 좋게 하기 위한 조건에 대해서 기술한다.

(4) 수온의 일변화와 구조

수온의 일변화 조절이 가능한 구조로는 ① 야간에 관개수온을 상승시키는 경우는 유수형 온수지 형식, ② 한낮에 관개수온을 상승시키는 경우는 온수로 형식 등이 있다.

1.8.5 온수취수시설

(1) 온수취수의 이론

표층취수에 의하여 고온의 물을 취하려면 저수지가 수온성층을 형성하여 상층이 고온으로 되는 것이 바람직하다. 저수지 표층취수에는 potential 흐름으로 취급하고 밀도의 변화를 가미하는 방법과 밀도차에 의한 불연속면을 갖는 두 층 사이의 흐름으로 취급하는 방법이 있다.

(2) 온수취수시설

농업용수는 물론 발전용으로 취수할 경우에도 하류부 관개답의 수도작에 냉수장해를 줄 염려가 있을 때 우선 온수취수시설을 해야 한다.

1.8.6 수온상승효과

(1) 낮은 수온의 영향

낮은 수온이 벼에 미치는 영향은 복잡하다. 일반적으로 발아 이식 후의 착근 및 분열, 신장 등

의 생육을 방해하는 생육지연형 냉해와 유수의 분화와 발육, 화분의 형성을 저해하는 생식장해형 냉해로 나눌 수 있다.

(2) 냉수관개에 의한 벼의 감수

적정한 수온일 때 벼의 정상수확량을 기준으로 하여 냉수피해로 인한 감수량의 비율을 냉수피해율이라 하며 이는 수온이 낮을수록 커진다.

(3) 연속관개논에서의 용수승온의 증수효과

수온의 상승에 따른 증수효과는 냉각량과 피해율 사이의 상관관계를 실제조사에 의해 유도하고 이를 수식화하여 수온상승에 따른 증수효과를 산출한다.

1.9 신규기술적용

· 내용 없음

1.10 구조설계도서

· 내용 없음

2. 조사 및 계획

2.1 조사 및 계획 일반

2.1.1 계획수립

(1) 계획을 수립하려면 먼저 관개사업의 목적을 명확히 설정한 후, 필요한 관련 자료를 수집한다.

(2) 논관개 계획수립의 기본방침은 수원공에서 포장까지의 관개시스템이 기술적으로 타당하고, 경제적으로 유리하며, 환경적으로 지속가능한 개발이 되도록 하는데 있다.

(3) 관개의 주목적은 벼 재배에 부족한 수량을 공급하는 것이며 기타 목적으로는 제염 또는 해독, 수온조절 등이 있다. 이를 달성함으로써 농지의 생산력향상 및 농작물의 품질향상, 토지이용의 안정성 증대와 범용화 등의 효과를 기대할 수 있다.

(4) 관개계획의 기본방침은 대체로 다음 순서로 정한다.

① 벼 재배에 필요한 용수량은 얼마인가?

② 인근 농촌지역의 생활용수, 공업용수, 환경용수, 수산용수 등의 물수요는 얼마나 되는가?

③ 이들 물수요량을 얻기 위하여 수원시설은 어떤 것을 어떻게 선정할 것인가?

④ 저수지 또는 양수장의 규모는 어느 정도로 한 것인가?

⑤ 단일수원시설에 의할 것인가 댐과 지하수, 댐과 양수장 등 복수 수원시설에 의할 것인가?

⑥ 수질은 허용치 이내에 있는가?

⑦ 용수로 형식은 무엇을 선정하며 물관리시설 및 물관리방법은 어떻게 한 것인 가?

⑧ 어느 정도의 관개효과가 기대되는가?

⑨ 다른 수리권과의 조정이 가능한가?

⑩ 수원시설지역과 관개구역에 다른 개발 계획은 없는가?
⑪ 환경에 미치는 영향은 어떤가 ?

2.1.2 관개계획기준치

(1) 관개계획기준치(설계빈도)는 원칙적으로 지구의 가뭄피해 자료에 따라 결정하지만 보통 10년에 한번 일어날 정도의 한발을 극복할 수 있도록 결정한다.
(2) 관개계획기준치에는 필요저수용량, 하천취수량 및 단위용수량 등이 있다.

2.2 조사

2.2.1 조사 순서

(1) 계획수립을 위한 조사의 순서는 사업의 규모 및 지역의 특성에 따라 결정해야 한다.
(2) 조사와 계획작업은 항상 서로 관련을 가지면서 병행 실시하여 합리적이고 효율적으로 수행하여야 한다.
① 예정지조사는 사업의 필요성을 판정하고 계획의 기본구상과 기본조사계획을 작성하기 위하여 개략적으로 현황을 파악하는 조사이다.
② 기본조사는 계획수립을 위하여 필요한 기초자료를 얻기 위한 조사이며 기본구상 및 예정지조사의 결과에 따라 조사계획을 작성한다.
③ 실시설계조사는 기본조사를 근거로 세부적으로 측량·설계하며, 시공계획 수립과 공사비 산정에 필요한 조사를 하는 조사의 최종단계이다.

2.2.2 조사범위와 기간

(1) 논관개사업의 조사범위에는 관개사업은 물론 경지정리, 배수개선 등 관련 부대사업계획의 기본사항도 포함되어야 한다.
(2) 조사기간은 관개개선사업의 종류, 규모 계획의 난이도, 이용 가능한 기존자료의 양에 따라 조사기간이 좌우된다.
(3) 관개개선사업의 기본조사기간을 일률적으로 한정시키기는 곤란하지만 통계처리 등 필요한 조사자료수집과 종합적인 조사를 위해서는 1～5년 정도의 기간이 필요하다.

2.2.3 조사단계

조사는 농어촌정비법 제6～9조에 규정된 바와 같이 예정지조사, 기본조사 및 실시설계조사 단계로 나누어 시행한다. 기본조사는 농어촌정비법 시행령 제8조에 규정된 ①기본계획의 개요(수혜면적 포함), ②사업별 기본설계도서, ③사업별 추정비 수지계산서, ④사업별 추정비 내역(공사비 포함), ⑤사업효율분석결과, ⑥사업대상지역 위치도, ⑦기타 사업시행계획수립에 필요한 사항 등 기본조사 성과내역을 조사한다.
(1) 예정지 조사
예정지조사시에는 기본계획수립에 앞서 관련 행정기관의 의견과 당해 유지관리 기관의 의견

을 청취하고, 통계자료와 기존자료를 근거로 현지를 답사한 후, 기본구상수립을 위하여 농민의 의견, 관련된 농업 또는 농업 외의 각종 계획에 대한 저촉여부, 사업의 기술적·경제적 가능성 등을 검토하여야 한다.

(2) 기본조사

① 기본조사단계에서 사업의 기술적 경제적·환경적 타당성을 조사분석하여 관개사업의 시행여부를 결정한다.

② 주요시설물의 기본계획을 확정하고 사업비와 사업규모도 결정하게 되므로 고도의 전문적 기술이 요구된다.

③ 특히, 공사비에 있어서는 실시설계의 공사비와 큰 차이가 없어야 한다.

④ 이 단계에서 사업규모, 위치, 정비목표수준, 수혜면적 등을 결정하게 되므로, 총공사에 큰 영향을 미치는 주요 시설물은 가능한 대안에 대하여 비교설계를 할 수 있는 정도 높은 조사가 이루어져야 한다.

2.2.4 기본조사의 항목

(1) 지형 및 지적조사

① 관개계획은 지형에 따라 달라지기 때문에 정확하게 지형조사를 실시해야 하며 계획내용에 상응하는 정도를 갖는 지형도를 작성한다.

② 지형조사는 현장측량에 의한 방법과 이미 발간된 지형도와 GIS 수치지도 등에 의한 방범이 있다.

③ 지적조사는 용지매수와 관련되므로 원칙적으로는 기본조사단계에서는 실시하지 않는다.

(2) 기상조사

① 기상관측소로부터 가능한 한 최장기간의 기상자료를 수집하여야 한다.

② 기상 수문자료는 용수량 결정을 좌우하는 최대인자로서 특히 강우상황은 유역의 식생상황과 더불어 수원과 수량에 영향을 미치므로, 해당지역의 측후소와 기상관측소로부터 가능한 한 최장기간의 기상자료를 수집하여야 한다.

(3) 토양조사

① 토양조사는 사업지역내에 분포한 토양의 화학적, 물리적 제반 성질을 파악하고 분포상황을 답사하여 적합한 작물의 선정, 필요수량, 관개방법, 배수계획, 토층개량계획, 작부계획 등의 자료를 얻는 것을 목적으로 실시한다.

② 기존 조사자료(토양도 및 토양조사 보고서 등) 및 관련 자료를 충분히 활용하고 이들 자료가 불충분할 때에는 현지조사를 실시한다.

(4) 지질조사

지구내외의 지질계통, 모암의 종류 등은 각종 구조물 위치의 적부 및 시공의 적합성, 지하수 부족상황 등과 밀접한 관계가 있으므로 이에 관련 되는 기존 지질자료를 수집함은 물론이고, 필요한 조사시험을 통하여 정확하게 지질을 파악하여야 한다.

(5) 수리현황 조사

① 수리시설의 용수공급능력과 문제점을 파악하여 물부족에 대한 대책을 수립하기 위하여 지구내 및 그 주변에 있는 수리시설의 사용현황을 조사 한다.

② 또한 한발에 의한 피해현황 등에 대하여 조사한다.

(6) 수문 및 수원조사

① 수원계획 수립을 위하여 지구 및 그 주변의 하천, 호소, 지하수 등에 대하여 수량, 수은, 수질 및 수리권 등의 권리 관계를 조사한다.

② 또한 수자원 확보를 위한 수원시설의 선택은 기술적·경제적·환경적으로 타당해야 한다.

(7) 사회경제조건 조사

계획지구의 향후 농업방향을 명백히 하고 이에 맞는 생산기반계획을 수립할 수 있도록 농업을 둘러싼 사회경제조건을 조사한다.

(8) 영농재배상황조사

영농 및 재배상의 문제점과 요인을 명백히 파악하고 개선 방법 및 사업필요성을 검토하여 개발방향의 검토 및 계획의 수립에 이용할 수 있도록 현재의 영농상황 및 재배 관리상황을 조사한다.

(9) 부대조사

사업시행 간접효과 및 지구내외의 용지매수 및 피해보상으로 인한 역효과 및 간접효과를 조사한다.

(10) 농가의 의향조사

관개사업과 장래의 영농구상을 설명하고 농민의 요구사항을 반영하며, 관개사업시행을 위한 동의를 구하기 위하여 농가의 의향을 조사한다.

(11) 관련 사업 등의 조사

지구 및 그 주변에 있어서, 계획과 관련되는 농업생산기반조성사업 및 관련 사업으로서 실시중 또는 계획 중인 것과 특정지역 지정 등에 대하여 조사한다. 관련 사업의 조사방법은 토양조사, 사회경제여건조사, 영농재배상황조사 등을 조사한다.

2.3 계획

2.3.1 기본구상

수혜지구의 범위, 영농·토지이용계획, 용수계획, 수원계획, 용수주요시설, 물관리계획, 협의·조정사항 등에 대한 종합적 검토와 함께 그 지역의 각종 개발계획 등을 감안하여 기본구상을 수립한다.

(1) 수혜지구의 설정

수혜지구는 행정구획 및 지역개발계획, 장래의 영농방향과 주민요청 및 의향 등에 기초를 두고, 이에 따라 자연, 영농, 사회, 경제 등의 조건 및 관리 운영의 효율성을 고려하여 설정한다.

(2) 영농·토지이용계획의 설정

영농·토지이용계획은 관개사업에 의하여 수리시설이 완비된 경우에 지역의 농업생산 및 토지이용이 지향할 상황을 지표로 정하고 농가의 소득향상이나 경영개선의 목표를 정하는 것이다. 영농 토지이용의 변화가 예상되는 경우, 그 변화가 용수계획에 미치는 영향에 대해서도 검

토하여야 한다.

(3) 용수계획의 설정

영농계획, 기상, 토양, 수리상태 등의 자료에 기초하여 용수량을 설정한다. 소비수량은 증발산량과 침투량을 합한 수량이다. 전 자료기간으로부터 증발산량을 계산하고 계획기준년(보통 10년) 빈도에 해당되는 증발산량을 결정한다.

(4) 수원계획의 설정

수원계획에서는 용수공급을 만족시킬 수 있는 수원(하천, 지하수, 복류수등), 개발수량, 수원시설(취입보. 양수장. 지하수공, 저수지 등), 수혜지구까지의 송수방식 등을 정한다.

(5) 물수급계획의 조정

용수수급관계는 계획수립의 가능여부에까지 영향을 주므로 기본구상단계에서 충분히 검토해야 한다.

(6) 주요시설계획의 구상

수원시설, 치수시설, 배수시설 등 주요시설에 대하여 위치, 규모, 구조, 공사비 등을 기술적으로 가능하고 경제적으로 타당하도록 구상해야 한다.

(7) 물관리 계획

물관리계획은 용수절약 및 균등분배, 수온 및 수질의 보전으로 다수확을 목표로 함과 동시에 물관리시설비, 물관리노력, 관리용수량 등 상호간의 종합적 조정 및 농업기계화를 위한 지반조건이 이루어지는 방향으로 구상해야 한다.

물관리에는 다수확, 용수절약, 용수의 균등배분, 수온 수질, 관리용수량과 관리능력, 물관리시설비의 대체관계를 고려해야 한다.

(8) 협의·조정사항

사업의 원만한 수행을 위하여 물이용에 관계되는 협의·조정, 문화재의 취득관계, 기타 경제활동과의 조정 등을 사업계획구상시 명확히 해둘 필요가 있다.

2.3.2 기본계획의 수립

기본구상에 의한 기본조사결과에 의거하여 영농계획, 용수계획, 수원시설계획 및 용수로계획 등을 종합적으로 검토해서 수혜지구의 확정, 영농·토지이용계획, 관개방식의 확정, 용수계획의 확정, 수원계획의 확정, 용수로 시설계획의 확정 등 기본계획을 수립한다.

(1) 수혜지구의 확정

수혜지구의 확정은 계획의 기본이므로, 용수부족 또는 기존 수리시설의 노후화 및 기타 원인으로 한해를 입고 있는 지역을 정확히 조사한 다음 기존수리시설지역을 포함하여 개발하고자 하는 지구에 대한 지형, 지세, 수원공의 종류 및 위치, 지방의 관련 사업, 사회적 경제적 여건, 유지관리 및 농가의 의견 등을 종합 검토하여 지구의 범위를 확정한다.

(2) 영농 ·토지 이용계획

영농계획에 있어서는 작부면적, 재배방식 등과 아울러 영농유형별 경영동향, 지역농업의 전개방향 등을 감안하여 용수 및 수원계획을 수립하는데 필요한 사항을 정한다.

(3) 관개방식의 확정

관개방식은 말단부 물이용에 깊은 관계가 있고 말단부의 시설비 및 유지관리비 등에 영향을 주므로 입지조건, 영농조건, 수리상황 등을 충분히 검토하여 그 지구에 가장 적합한 방식을 확정한다.

(4) 용수계획의 확정

용수계획은 수원 및 시설용량을 결정하는 기본이 되므로, 정밀조사결과에 따라 용수량 기초제원, 용수량의 확정, 수원의존량의 검토, 다목적 이용방법 등을 확정 한다.

(5) 수원계획의 확정

용수계획 및 부존수자원에 대한 기본조사결과에 의하여 수원의 종류, 시설의 위치 및 규모를 정하는 동시에 기존 수원시설의 보강개발여부 및 기존 수리 미치는 영향 등도 종합검토하여 수원계획을 확정한다.

(6) 용수로 시설계획의 확정

용수계획, 수원시설계획 및 용수구역에 대한 기본조사결과에 의거하여 용수 계통, 용수로 형식, 용수로와 조절지의 배치관계 등을 정하고 용수로 시설계획을 확정 한다.

2.3.3 용수계획

(1) 기본구상

용수계획은 수혜지구에서 필요로 하는 수량, 수질 및 수온을 명확하게 한 후, 수혜지구의 면적규모, 포장조건, 품종선정 및 재배양식 등 영농경영상태와 배수계통, 시설형태, 물관리방식 등의 용수량 변동요인을 종합적으로 검토하여 계획된 용수량을 공급할 수 있도록 시설계획을 함께 고려하여 작성한다.

(2) 계획용수량의 구성요소

논관개 계획용수량은 작물의 감수심(증발산 침투량 또는 소비수량이라도 함), 재배관리용수량, 시설관리용수량. 유효우량, 지구내 이용가능량 등으로 구성된다.

(3) 계획용수량의 산정

계획용수량은 필지단위용수량을 기본으로 하여, 현재의 취수량 등 용수량에 영향을 주는 수혜지구의 특성을 감안해서 각각의 구성요소에 의해 적절히 정한다.

① 계획용수량의 산정방법

논관개에 대한 용수량의 산정은 순용수량(필지단위용수량으로부터 유효우량을 뺀 수량)에 시설관리용수량을 더한 조용수량에서 지구내 이용 가능량을 뺀 것으로 한다.

② 필지단위용수량의 유형 설정

용수계획에서는 지구별 필지단위용수량의 유형을 작성하는 것이 원칙이다. 필지단위용수량은 지구를 대표하는 토양구분별로 개개의 포장 또는 몇 개 필지로 구성되는 소블록의 논을 대상으로 하여 생육기별로 검토하고, 계획지구의 대표적 유형을 설정한다.

(4) 필지단위용수량

필지단위용수량은 각각의 포장을 요소로 하는 소블록에서의 소비수량과 재배관리용수량으로 구성되며 벼생육상태에 따라 다르기 때문에 생육시기를 구분하여 용수량을 결정한다.

① 구성

감수심과 재배관리 용수량은 직·간접으로 측정이 가능한 필지단위 용수량을 기초로 산정하며, 못자리용수, 이앙용수 등 관개기 초기에 사용하는 초기용수와 이앙 후의 활착기 또는 직파재배의 경우 담수재배로 전환하는 시점으로부터 최종낙수까지의 벼생육기에 사용하는 본답기 용수로 구분할 수 있다.

② 초기 필지단위용수량

초기용수로서 이앙재배하는 경우에는 못자리용수와 이앙용수, 담수직파 재배를 하는 경우에는 써레질용수, 건답직파재배를 하는 경우에는 초기관개용수가 필요하며, 계획상 필요한 수량을 각각 확보하여야 한다.

③ 본답기 필지단위용수량

본답기 필지단위용수량은 적정한 기별 감수심과 재배관리용수량의 합계치로서 정한다.

(5) 시설관리용수량

시설관리용수량은 수로시스템의 송수배분기능 및 시설기능의 유지·보전을 위한 용수량으로 적정하고 합리적으로 정해야 한다.

① 송수손실수량

가. 일반적으로 송수손실률은 흙수로의 경우 간선용수로 15~25%, 지선용수로 10~20%, 용수지거 10%, 콘크리트 및 아스팔트 수로의 경우 5~7%를 적용한다.

② 배분관리용수량

가. 말단부 논의 수요수량을 과부족 없이 배분하기 위해서는 극히 엄밀한 물관리가 필요하지만 사실상 불가능하다. 또한 송수배분조작에 대한 응답의 지연현상이 불가피하며, 말단에서 시시각각 변동하는 물수요에 대응하고, 수로시설과 수혜지구와의 표고분포에 따라 원활히 용수를 배분할 수 있는 수위를 적절히 유지하기 위하여는 지구사정에 상응한 배분관리용수량이 발생한다.

③ 시설유지용수량

가. 비관개기에도 다음 관개기까지 수로시설의 기능을 유지하기 위한 통수를 필요로 하는 일이 있고 이것을 시설유지용수로 취급하게 된다.

비관개기의 개수로에는 토사퇴적 또는 오수유입에 의한 수로 내 오염 등이 발생하는 경우가 있다. 특히 도시화가 진행된 지역을 수혜지구 내에 갖게 되는 경우에는 이 경향이 두드러진다. 또한 관수로에서는 밸브 폐색부 및 기타 부분으로부터 미량의 누수가 계속되어 관내에 공기의 체류가 생기는 일이 있다. 또한, 용수로청소와 통수기능확보를 위하여 관개용수를 취수하기 전에 통수를 필요로 하는 지구에서는 그 수량을 확보해야 한다. 이 용수량은 수로규모와 통수방식에 따라 다르므로 지구의 실정을 감안하여 정한다.

(6) 유효우량

유효우량은 강우량 중 실제로 답면에서 이용할 수 있는 강우량을 말하며, 관개용수량의 계획에 있어서는 그 만큼을 감소시킨다.

(7) 지구내 이용가능량

지구내 이용가능량은 수혜지구안에 있는 보완적 수원 또는 반복이용에 의해 확보되는 용수량이며, 관개용수량계획에 있어 그 만큼 감소시키게 되는 보충수원량이다. 반복이용가능량 Q는

각 블록마다 필지단위용수량 D로부터 증발산량 E를 뺀 값에 환원율 r 와 논면적 A를 곱하여 산출되는 양이다.

$$Q = \sum (D - E) \cdot \gamma \cdot A$$

2.3.4 수원계획

(1) 기본적 계획방법

수원계획은 수혜지구에서 기설 수원의 이용수량, 수질 및 수온에 대하여 명확히 한후, 계획용수량을 충족할 수 있는 수원을 확보할 수 있도록 작성한다. 새로운 수원을 확보해야 하는 경우에는 기술적가능성과 함께 사회적·환경적 타당성을 충분히 검토하여 용수를 안정적으로 공급할 수 있는 수원이 되도록 하여야 한다.

(2) 수원계획의 순서

수원계획은 계획기준년에 필요하다고 추정되는 용수량이 충족될 수 있도록 개발가능성 및 타당성을 감안하여 수원 의존량, 수원시설의 용량, 형태, 배치, 위치선정 등을 정하는 것이다.

(3) 이용가능수량

이용가능수량은 수원시설이 설치되기 전인 현재의 하천유황, 수리권등을 감안하여 필요한 시기에 이용이 가능한 수량이다.

(4) 설계빈도

관개시설의 설계기준이 되는 수문량을 구하기 위해서는 빈도해석을 실시하며, 원칙적으로 10년 빈도를 기준으로 한다. 이때, 장기간의 기상 수문기록을 기초로 하여 정하는 것이 바람직하다.

① 농업용저수지의 설계빈도

저수지설계에서는 10년 빈도 필요저수용량을 채택하고 있다. 농업용저수지의 필요저수용량 설계빈도는 작물의 용수량, 증발량, 한발일수, 강우량, 저수지 유입수량 등의 여러가지 복합사상에 의해 결정되므로 획일적인 확률논리에 의해 결정할 수는 없다.

② 농촌용저수지의 설계빈도

농촌지역의 생활용수, 공업용수, 농업용수, 환경용수, 수산용수 등을 농촌용수라 한다. 이를 공급하는 농촌용저수지의 설계빈도는 용수부족으로 야기되는 경제적·사회적·환경적 문제의 심각성에 따라 서로 다른 설계빈도를 적절하게 적용하여 필요저수용량을 결정해야 한다.

③ 설계빈도 수문량의 결정방법

계획기준년 방법은 유효우량, 연속한발일수, 증발량 또는 하천유량 등의 수문량 가운데 하나를 선택하여 전체년의 수문자료를 확률처리하여 10년 빈도에 해당되는 특정년을 계획기준년으로 결정하고, 그 해의 저수지 필요저수용량 또는 하천 취수가능량을 설계수문량으로 결정한다.

전체년에 걸친 확률처리방법에는 매년의 수문량(필요저수용량, 하천 취수가능량 등)을 계산하고 확률처리하여 10년 빈도를 설계수문량을 결정하는 방법과 매일의 필요저수량 또는 하천

갈수량의 변화를 모의발생하여 고갈되는 횟수를 빈도해석하여 10년 빈도의 설계수문량을 결정하는 방법이 있다. 확률처리방법에는 대수확률지에 의한 근사해법, Iwai법, Gumbel-Chow법 등이 있으며 실무적으로 가장 많이 적용된다. 고갈빈도 방법은 규모가 큰 관개저수지에서 홍수조절을 하거나 타용도(농촌지역의 생활, 공업용수 등)로 용수를 공급하거나 유역배율(유역면적/관개면적)이 적어 다음 해 만수가 되지 않은 상태로 영농기를 맞는 경우에 적합한 방법이다. 고갈빈도에는 고갈발생년수, 제한급수일수, 공급부족수량 중 어디에 평가의 기준을 두느냐에 따라 적합한 방법을 선택한다.

2.3.5 시설계획

(1) 기본방침

시설계획에서는 용수계획 및 수원계획을 기초로 수리(水利)시스템을 구성하는 저수시설, 취수시설, 송배수시설(送配水施設), 조절(조정)시설 및 관리제어시설 등에 대한 위치, 형식, 주요 제원 및 개략사업비(槪略事業費)를 정한다.

(2) 시설용량의 결정

시설의 용량, 규모 등의 제원은 시설의 안정성 및 기능성의 확보 여부와 경제성 등을 감안한 후 계획용수량을 기초로 하여 결정한다.

(3) 저수시설

저수시설은 용수계획에서 산정한 계획용수량과 수원계획에서 산정한 수원 의존량을 충족시켜주는 기능을 갖는 안전하고 경제적인 구조물이 되도록 그 위치, 형식, 주요 제원 등의 요소에 의해 계획한 시설이다.

① 물수지분석의 기본구조

저수지의 저류량의 거동을 나타내는 기본 저류방정식으로부터 필요 저수용량을 결정한다. 물수지분석에 적용하는 시간간격은 저수시설과 조절시설의 저수용량의 크기와 기능에 따라 년, 월, 일, 시간별로 정한다.

물수지분석에 필요한 인자는 유입량, 취수량, 수면증발량, 침투량 등이 있다.

가. 저수지 유입량의 계산

대상지점에서 장기간 관측한 강우-유량자료를 분석하여 저수지 유입량을 계산하는 것을 원칙으로 한다.

나. 농촌용수의 수요량 계산

농촌지역의 생활용소, 공업용수, 농업용수, 축산용수, 환경용수 및 소수력발전용수, 관광요수 등의 수요량을 계산해야 한다.

(가) 생활용수

농촌지역의 생활용수는 농업용저수지와 지하수에서 공급하며 예상인구, 보급률, 1인당 급수량에 따라 원단위 ㎥/일/인을 적용하여 계획한다.

(나) 농업용수

농업용수는 논관개용수와 밭관개용수를 합한 것을 용수계획에 따라 계산한다.

(다) 축산용수

축산용수는 가축이 생리적으로 필요한 물, 사육관리작업과 환경개선을 위한 물, 초지 및 사료작물의 관개용수 등을 포함한다. 축산용수의 원단위용수량은 한·육우, 건유우 50～60 ℓ/두/일, 젖소(착유우) 120～150 ℓ/두/일, 돼지 20～30 ℓ/두/일, 닭 0.3～1 ℓ/수/일 등을 기준으로 한다.

초지소요면적은 한우의 경우, 부업 15두/ha, 전업 6두/ha를, 젖수의 경우, 소규모 20두/ha, 부업 10두/ha, 전업 4/ha를 참고하며, 초지관개용수는 알팔파 기준으로 연간 300㎜ 정도이다.

(라) 공업용수

농촌지역의 공업용수는 일반적으로 원단위법을 적용하여 ㎥/일로 나타내는데, 여기에는 종업원 원단위, 출하액 원단위, 부지면적 원단위 등이 있고, 우리나라에서는 대부분 부지면적 원단위를 적용한다.

(마) 환경용수

농촌용수 중 환경용수는 농촌지역의 하천생태계보전을 위한 최소한의 하천 기능유지는 물론 환경개선의미를 포함하고 있어 환경과 하천유지용수를 동시에 만족시키는 용수를 뜻한다. 농촌지역의 하천유지용수는 하천생태계보전, 하천경관유지, 하천수질보전, 지하수위유지 등 하천의 정상적인 기능을 수행하는데 필요한 최소한의 하천유량을 말한다. 환경용수는 유역의 평균갈수량과 집단마을 하수처리를 위한 희석수 중 큰 값으로 한다. 관개용저수지를 이용한 소수력발전은 관개저수용량과의 용수사용 경쟁, 사용기간 및 낙차 등 많은 제약이 있다. 특히, 하천유황은 연도별, 시기별로 변화가 크고, 관개기에만 용수를 공급하게 되며, 벼 생육시기별로 소비수량에 차이가 있으므로 발전 최대사용수량을 일반적으로 유황곡선의 25%로 취해야 하는 제약이 따른다. 그러나, 도시화에 따라 관개면적이 격감한 관개저수지의 경우, 하천경관을 개선하고 시민정서함양을 위한 친수공간 확보 차원에서 소수력발전과 연계하여 환경용수를 공급할 수 있다.

다. 저수지의 증발산량 계산

저수지 수면으로부터의 증발손실량은 인근 측후소의 증발계 증발량에 환산계수(보통 0.7)를 곱하여 추정한다.

$$Q = CAE$$

여기서, Q : 증발손실량 (㎥),
A : 수면적 (㎡),
E : 관개기간 중 증발계 증발량(m),
C : 일사, 바람, 기압, 습도 등의 기상요인에 의한 계수로서 0.68～0.72

라. 침전량 계산

저수지는 유역에서의 유사현상으로 어느 정도의 침전량이 있게 마련이며 이에 따라 저수용량이 감소하게 되므로, 저수지의 설계수명 동안의 침전량을 고려하여 저수용량을 결정한다. 퇴사량은 실측하는 것이 원칙이나 자료가 없을 때에는 저수지용적의 3～5%로 계상하고 저수지 사수역내에서 퇴사량용적을 확보하도록 계획한다.

③ 저수지 필요저수용량 결정 방법

저수지 필요저수용량은 10년 빈도 한발년을 기준으로 결정하며 그 산정방법은 타당성조사 단계에서 개략적으로 분석하는 누가곡선(mass curve)방법과 실시설계와 저수지 관리에 적합한 거동분석(behavior analysis) 또는 모의발생(simulation analysis)방법이 있다.

가. 누가곡선방법

저수지의 필요저수용량을 도해로 구하는 방법으로 Ripple(1882)이 제시하여 타당성단계에서 개략적으로 분석하는데 널리 이용되고 있다. 매월의 유입량을 누가하여 유입량 누가곡선(Mass curve)과 매월의 취수량을 누가하여 취수량 누가곡선을 그린다. 매월 취수량이 일정한 경우에는 직선, 매월 취수량이 변하는 경우에는 곡선이 된다. 취수량이 일정한 경우에는 취수량곡선과 평행한 직선을 그었을 때 유입량 누가곡선과 형성되는 최대종거가 필요저수용량이 된다. 이러한 유입, 취수 누가곡선에 대한 작업을 전체 분석기간 또는 10년 빈도에 해당되는 계획기준후보년에 대하여 실시하여 적합한 빈도의 필요저수용량을 구하게 된다. 이때 교차점이 없는 경우에는 그 기간동안의 공급량이 수요량보다 작은 것이므로 이 하천에서는 계획취수량을 공급할 수 없는 것을 뜻한다.

나. 거동분석(모의발생)방법

저류방정식의 시간단위를 일단위로 취하여 저수지의 저류량 거동을 분석하여 매년의 필요저수용량을 빈도분석하는 방법과 일별로 연속적으로 시행착오법에 의한 고갈빈도로부터 필요저수용량을 구하는 방법이 있다.

(가) 매년의 필요저수용량으로 10년 빈도 필요저수용량을 계산하는 방법

보통 20~40년간의 자료를 거동분석방법으로 분석하여 매년의 필요저수용량을 산정하고, 이 값들을 대수확률지법, Iwai법, Gumbel-Chow법, 정규분포법 등 가운데 가장 적합한 분포의 빈도분석방법을 선정하여 10년 빈도 필요저수용량을 구하는 방법으로 실무에서 가장 많이 이용되고 있다.

(나) 저수량 고갈횟수로 10년 빈도 필요저수용량을 계산하는 방법

가정한 필요저수용량에 대하여 장기간 기상수문자료로부터 경년적으로(carry-over) 연속하여 포장으로의 취수량과 유역으로부터의 유입량으로 저수량변화를 모의발생하여 가정된 필요저수용량이 분석기간내에 얼마나 부족한가를 해당설계빈도의 고갈률로 나타내는 시행착오법으로 구하는 방법이다.

④ 설계홍수량

콘크리트댐 물넘이 설계홍수량은 200년 빈도를, 필댐의 경우 안정성을 고려하여 콘크리트댐의 설계홍수량에 20% 가산한 값을 적용함을 원칙으로 한다. 임시배수로 단면결정에는 10년 빈도 설계홍수량 적용을 원칙으로 한다. 산정방법으로는 합리식, 단위도법, 관측 최대홍수량 적용방법, 기존홍수 관측자료의 확률처리 방법 등이 있으며 산정된 값 가운데서 가장 큰 값을 선택한다.

⑤ 홍수조절능력의 검토

홍수조절능력의 검토는 홍수도달시간이 길고 만수면적이 유역면적의 1/30보다 큰 경우에 실시하는 것이 원칙이며 이 경우에도 물넘이의 규모를 과도하게 축소해서는 안된다. 유역

면적이 5㎢ 이하이고, 홍수도달시간이 1시간 미만인 농업용 필댐 물넘이의 계획설계에서는 저수지의 홍수조절 능력을 고려하지 않는 것으로 한다.

⑥ 댐의 여유고

댐의 여유고는 주로 파고에 대한 안전과 수문조작, 방류시설의 기능사고 등에 대비한 여분의 여유도 고려하여 결정한다.

(4) 취수시설

취입보, 양수장, 지하수 이용시설(우물, 집수암거 등) 등 취수시설은 계획용수량인 10년 빈도 갈수량을 취수할 수 있는 기능을 가지며 안정성과 경제성을 갖는 구조물이 되게 한다.

① 취입보

취입보시설은 설계취수량이 취수가능량(갈수량)을 상회하지 않도록 계획하고 홍수시에 위험한 사태가 발생하지 않는 구조로 한다.

② 양수장

양수장 계획은 취입보시설과 동일하게 설계취수량이 하천갈수량을 상회하지 않도록 하며, 운전시간의 제한과 그에 따른 도수시설의 확대, 동력비 및 경상비 등을 고려하여 반드시 타 수원공과의 경제성을 비교, 검토하여 결정해야 한다.

③ 지하수 이용시설

지하수 이용시설에는 우물(관정), 집수지, 집수명거, 집수암거 등이 있으며, 시설계획은 투수시험을 하고 적절한 채수방식과 규모를 검토하여 수립한다.

(5) 송배수시설

취수시설로부터 논 포장에 이르기까지 용수의 송수 또는 배수를 주목적으로 하는 용수로 및 이에 부수하는 분수공 등을 송배수시설이라 한다. 송배수시설은 조정시설, 관리제어시설 등을 포함한 송수배분시스템 전체로서의 경제성 및 유지관리면을 고려한 유기적 연관을 형성할 수 있게 통수 또는 분수를 위한 구조물의 배치, 수로 등의 노선, 시설의 형식, 용량 등의 요소에 의해 계획된다.

(6) 조절시설(調節施設)

조절시설은 도수로 또는 용수로의 길이가 길어 말단부 경지에 필요한 수량을 필요한 시기에 공급하기 어렵거나, 첨두용수량이 커져서 용수로단면이 커질 경우, 중간에 조절지를 설치하여 효율적 물관리와 경제성을 확보하기 위한 것이며, 구조물의 위치, 형식, 용량 등은 수원과 포장에서의 물수지 분석에 의한 모의발생으로 결정한다. 조절시설은 간선수로의 중간 또는 말단에 설치되며, 1일～3일의 수요조정을 목적으로 하는 조절지, 몇시간～1일 이내의 짧은 시간의 수요조정을 꾀하는 것을 목적으로 하는 조정지, 그리고 20～60분 정도의 펌프운전, 시설의 연계동작의 조정 및 과도현상을 완화시켜 시설을 보호하기 위한 배수조 등이 있다.

2.3.6 물관리계획

(1) 기본구상

물관리계획수립의 기본인 시설조직, 수량측정, 수로손실, 관개방법, 관리요원 등에 대해 종합적으로 검사하여 기본구상을 설정해야 한다.

(2) 물관리와 윤환관개

윤환관개는 합리적인 물관리 방법으로서 용수를 절약할 수 있고 수확량도 증가시킬 수 있다.

(3) 윤환관개계획

윤환관개를 성공적으로 시행하려면 적절한 용수배분 및 조절·측정시설과 용수량 공급 및 물분배 계획 등 두 가지 요소가 중요하다. 여기에서는 분수 및 조절·측정장치에 대하여 적절한 계획을 수립해야 한다.

(4) 용수의 균등배분을 위한 물관리

용수의 균등배분은 용수의 효과적 이용, 적기이용, 물수요자의 물분쟁의 해결 등을 위하여 필요하며 이를 위하여는 용수시설, 물공급 및 이용방식, 관개방식 등에 대한 종합적 검토와 대책을 강구하여야 한다.

(5) 용수절감을 위한 물관리

절수를 위한 용수관리계획은 물관리시설과 물관리운영시스템 및 재배관리상의 낭비요인에 대한 대책을 종합적으로 검토하여 가능한 한 효과적인 절수가 되도록 하여야 한다. 여기에는 조절지, 재이용시설, 유량 측정장치, 손실수량 억제방안, 상류제어 물관리방식 등을 도입한다. 훌륭한 물관리는 최적의 토양수분을 유지하여 농작업을 용이하게 하고, 물의 낭비를 방지하면서도 증산의 목적도 달성하도록 하는 것이다.

2.4 수온상승

2.4.1 수온

(1) 벼의 발육에 대한 최저, 최적, 최고온도

벼는 고온의 경우 43℃에서 20～30분, 저온의 경우는 -0.8～1.6℃에서 0℃ 이하가 2시간 지속하면 지하부가 죽는다.

(2) 고수온 및 저수온 피해

저수온피해가 나타나는 수온은 25～21℃ 이하로 보통 23℃ 이하이며, 고수온 피해가 나타나는 수온은 35～38℃ 이상으로 보통 36℃ 이상이다. 고수온과 저수온에 의한 피해는 유수형성기가 가장 심하고 감수분열기는 경미하다.

(3) 수도작과 수온

벼의 생육과 수확량은 수온에 크게 좌우되며 벼의 일생을 통하여 주야의 수온을 일정하게 보존하였을 경우에는 대략 30～32℃가 적온이다. 그러나, 수온의 영향을 벼의 생육시기 또는 주야로 나누어 볼 때에는 위험수온으로 보이는 고수온(35℃ 이상)이나 저수온(15～20℃)이 생육기간 또는 주야별에 따라 전혀 해를 끼치지 않을뿐더러 오히려 좋은 영향까지 미치는 수가 있다. 수도의 다수확을 위하여 생육기별로 적정 수온이 되도록 적정한 관개방법 및 시설을 하여 수온을 조절하는 방법을 강구해야 한다.

(4) 하천수온

하천수온은 수면과 하상의 태양복사열에 의한 열교환으로 하천횡단면 내에서도 수온분포가 상이하며, 하천수가 유하하는 도중에 복류수, 용천수, 융설수 등이 합류하는 경우도 영향이 있다. 수면의 열교환 외의 영향인자는 실측해야 하며 하천수를 관개용수를 활용코자 할 때에

는 적정한 방법으로 수온을 판단해야 한다.

(5) 호소 및 저수지의 수온

호소나 저수지를 관개용수원으로 이용할 경우에는 수온의 수직분포에 주의해야 한다. 호소나 저수지 수온은 각기 유역 및 저수지의 형상이나 수문학적 특성에 따라서 다른 양상을 나타낸다.

(6) 지하수의 수온

지하수 또는 복류수의 이용계획에 있어서는 먼저 그 취수량 및 산출위치에 따른 수온변화 관계를 고려하여야 한다.

(7) 논의 수온

관개수의 온도는 수원의 종류나 수원으로부터의 거리에 따라서 크게 다를 수가 있다. 논은 물의 단위용적당 수열면적이 하천이나 용수로에 비하여 훨씬 크므로 논에 들어간 용수의 온도는 기상요건에 따라서 정해지는 온도에 급속히 접근된다. 따라서, 관개수온은 직접 벼의 생육을 지배하는 일은 적고 논안에 퍼진 다음에 형성된 논의 수온이 벼 생육과 수확량을 지배하는 요소가 된다.

2.4.2 수온대책

하천수, 댐, 기타 수리시설을 축조하여 자연적인 물흐름에 변화를 주었을 때는 필연적으로 유량과 함께 수온의 변화를 가져오게 된다. 따라서 냉수온대책을 생각할 때는 단순한 물리적 취급외에 벼와 수온과의 생리적 영향도 아울러 검토해야 한다. 또한 수원시설, 용수로, 포장 등의 위치에 따라 수리적 열교환특성이 다르므로 경제적 효과도 생각하여 종합적으로 판단해야 한다.

(1) 온수대책

수원으로부터 논 물꼬까지의 온수대책에는 필요에 따라 저수지에서의 온수취수시설, 온수지 및 온수로의 설치와 수원교환 등을 고려해야 한다.

(2) 논 수온대책

논벼의 적정생육과 다수확을 위하여 논의 수온상승을 꾀함에 있어 필요에 따라 사용수량의 절약, 관개방식의 개량, 물꼬에서의 대책, 약품사용, 재배기술에 의한 방법 등 적절한 대책을 강구하여야 한다.

2.4.3 수온 상승기구

논이나 온수지의 수온은 그를 둘러싸고 있는 공기와의 사이에 일어나는 열의 교환에 의해 정해진다.

태양의 단파방사에 의한 수온변화에 유효한 순방사는 공기 중으로의 방열(현열전달), 증발에 의한 열손실(잠열전달), 수온상승에 쓰여진 열량, 물밑에서 지중으로 전달된 열량으로 분배되며, 식이 천수층에 대한 열수지식이다. 식에서 w는 깊이 H(m)의 수층전체를 o는 수면에서의 현상을, s는 토양중의 현상을 표시하고 있다.

$$S = L_o + lE_o + B_w + B_s$$

여기서, S: 순방사량 (cal/㎡/s),
L_0: 현열량전달 (cal/㎡/s),
lE_0: 잠열전달 (cal/㎡/s),
E_0 : 수면증발량 (g/㎡/s),
l : 증발의 잠열 (580cal/g),
B_w : 수층저수량의 변화 (cal/㎡/s),
B_s: 지중전도열량 (cal/㎡/s)

(1) 열수지방정식
열수지방정식을 이용하여 온수지의 수온상승도를 계산할 수 있다. 열수지방정식을 구성하는 항목은 순방사, 현열전달, 유입·유출열량, 잠열, 저장열, 지중전도 등으로 되어 있다.
(2) 평형수온과 수온상승도의 계산
평형수온을 알 수 있으면 온수지에 의한 수온상승도의 계산이 용이하다. 이 계산은 비교적 얕은 온수지나 온수로의 수온상승 예측에 유효하다.

2.4.4 수온상승 시설

(1) 계획상의 기초조건
수원의 상승이 18℃ 이하인 경우와 관개기간의 평균수온이 18℃ 이상인 곳에서도 관개초기 또는 유수형성기 등에 냉수피해를 받는 경우에는 수온상승시설의 계획을 수립한다.
(2) 수온상승시설의 종류
수온상승시설은 논구획안에서 조작하는 간이시설을 제외하면 온수지와 온수로로 대별되며 온수지는 저수형과 유수형으로 구분된다.
(3) 수온상승시설의 열효율과 구조
수온상승시설의 수면적 A와 유입량 q가 수온상승도를 결정한다. 그러나 이들은 지형, 토지조건, 관개면적과 용수량 등에 의해서 많은 제한을 받는다. 여기서는 구조조건의 하나로서 열효율을 좋게 하기 위한 조건에 대해서 기술한다.
(4) 수온의 일변화와 구조
수온의 일변화 조절이 가능한 구조로는 ① 야간에 관개수온을 상승시키는 경우는 유수형 온수지 형식, ② 한낮에 관개수온을 상승시키는 경우는 온수로 형식 등이 있다.

2.4.5 온수취수시설

(1) 온수취수의 이론
표층취수에 의하여 고온의 물을 취하려면 저수지가 수온성층을 형성하여 상층이 고온으로 되는 것이 바람직하다. 저수지 표층취수에는 potential 흐름으로 취급하고 밀도의 변화를 가미하는 방법과 밀도차에 의한 불연속면을 갖는 두 층 사이의 흐름으로 취급하는 방법이 있다.

(2) 온수취수시설

농업용수는 물론 발전용으로 취수할 경우에도 하류부 관개답의 수도작에 냉수장해를 줄 염려가 있을 때 우선 온수취수시설을 해야 한다.

2.4.6 수온상승효과

(1) 낮은 수온의 영향

낮은 수온이 벼에 미치는 영향은 복잡하다. 일반적으로 발아 이식 후의 착근 및 분열, 신장 등의 생육을 방해하는 생육지연형 냉해와 유수의 분화와 발육, 화분의 형성을 저해하는 생식장해형 냉해로 나눌 수 있다.

(2) 냉수관개에 의한 벼의 감수

적정한 수온일 때 벼의 정상수확량을 기준으로 하여 냉수피해로 인한 감수량의 비율을 냉수피해율이라 하며 이는 수온이 낮을수록 커진다.

(3) 연속관개 논에서의 용수승온의 증수효과

수온의 상승에 따른 증수효과는 냉각량과 피해율 사이의 상관관계를 실제조사에 의해 유도하고 이를 수식화하여 수온상승에 따른 증수효과를 산출한다.

2.5 사업효과

2.5.1 관개사업의 효과

관개사업의 효과는 ① 지목변경, ② 작부체계 개선 및 농지이용을 제고 ③ 단위면적당 수확량 증가, ④ 생산비 절감, ⑤ 기타 효과(환경보전, 생태계 유지, 지역사회발전기여, 논의 저수기능, 홍수조절, 관광자원조성 등)를 기대할 수 있으며 이를 객관성 있게 그리고 적정하게 평가하여야 한다. 농업생산기반정비사업이 과거 관개배수개선사업 위주에서 최근에는 경지정리, 정주권개발, 농촌환경정비, 농촌생활용수 등 형태가 다양하며 특히 환경보전개선과 삶의 질 향상 등 행복의 충족도 향상의 기여도를 포함시켜야 하는 측면을 중시하여야 하고 투자효과도 사업의 성격과 유형에 따라 다름을 중시해야 한다. 그리고 사업유형은 기존답의 생산성을 개선하는 농업용수사업과 새로운 농지를 개간, 간척하는 농지조성사업이 있음을 유의하여야 한다.

(1) 지목변경

지목변경효과를 알기 위하여 시행 전후 지목변경표를 작성하여야 한다. 시행 전 농지면적에는 궤폐될 면적을 포함시키고 시행 후에는 농지개량시설부지의 면적을 농지외의 기타 면적으로 표시하여 순경지 면적과 구분 시켜야 한다.

(2) 작부체계 개선 및 농지이용률 제고

사업효과 계산을 위해 사업시행 전후 작부체계 개선표를 작성한다. 시행전 작부체계는 개발대상지의 농업조사를 통하여 파악하고 시행 후 작부체계는 사업내용과 성격에 따라 개발 후에 달라지는 요인을 기초로 하여 이와 유사한 개발사업을 시행한 타 지역의 경험과 각종자료 및 농업기술 전망 등을 고려하여 추정한다.

(3) 단위 수확량 증가

사업시행 전 수확량은 풍흉을 고려한 사업지구의 평년수확량을 현지조사 한다. 이 때의 수확량은 개발기간의 자연증가 추세치가 제외되어 있으므로 이를 고려해야 한다. 사업시행 후의 수확량은 개발효과가 완전한 수준에 도달했을 때의 수확량을 추정하고, 그 이전년도의 것은 숙답률 또는 숙적화율을 적용한다.

(4) 생산비 절감

사업을 실시하면 농작물 재배에 시행후에 생산비가 증가하는 비목과 감소되는 비목이 있으므로 사업시행 전후 작물별 생산비표를 각각 작성해야 한다.

(5) 기타 효과

사업의 직접효과는 지목변경, 작부체계 개선 및 농지이용률을 제고, 단위당 농작물 증수, 생산비 절감 등에 의한 농업순수익의 증가로 나타나며, 간접효과는 직접효과외에 사업으로 인하여 파생되는 모든 경제적 편익을 말한다. 간접효과는 가능한 한 수량으로 표시하며, 비가측적 효과는 내용을 상세하고 간결하게 서술하여야 하며, 객관성 있는 근거를 제시하여야 한다.

2.5.2 경제 및 재무분석

(1) 분석지표

경제분석 지표로는 편익비용비율(B/C ratio), 증가순수익 현재가치(NPW), 경제적 투자수익률(EIRR) 등이 활용되고 재무분석 자료로는 재무적 투자수익률(FIRR), 대표농가수지분석(TFBA) 등이 사용된다.

(2) 분석의 기준시점

사업에 투입된 비용과 사업에서 산출되는 편익을 어느 특정연도 즉, 염연도의 시점에 일치시킨 가격으로 분석해야 한다. 경제분석을 위한 기준년도는 대체로 설계단가의 기준연도와 일치시키는 것이 바람직하다.

(3) 사업기간 및 시설물 내용연한

모든 사업은 내용연한이 다른 시설물이 합하여 이루어진 종합적 유기체이므로 방조제, 철근콘크리트와 같은 내구수명이 긴 시설도 있는가 하면 토공수로, 양수기 등과 같이 수명이 짧은 시설도 있다. 효과분석의 기간 결정은 주된 시설물(저수지, 용수간선 등)의 내구수명을 기본으로 하여 결정한다.

(4) 농산물 가격

농산물 가격은 경제분석의 경우는 잠재가격을, 재무분석의 경우는 농가 수취가격을 적용하여야 하며 수요와 공급의 불균형에서 오는 어느 특징연도에 형성된 특수성은 배제되어야 한다.

(5) 투입물 가격

농업생산비 및 건설비에 포함되는 각종 재화 및 요소의 가격은 경제분석 시점에서 가격의 불확실성 또는 의제가격 등을 배제하고 위장된 가격을 배제하기 위하여 시장가격을 잠재 가격으로 조정 적용하여야 한다.

(6) 환율적용

외환율이란 국내화폐의 대외구매력의 척도로서 외화 1단위에 대한 국내화폐의 교환율을 말한다. 경제분석을 위해 환율을 적용할 경우에는 반드시 잠재환율을 구하여 적용하여야 한다.

(7) 미숙련공 노임

농업노동에 대한 기회비용 적용은 일반적으로 농업노동의 특수성에서 오는 농한기 취업기회의 제한 때문에 취업가능일수와 실제취업일수를 비교하여 고용률을 산출하고 농촌노임은 반드시 기회비용으로 처리하는 것이 바람직하다.

(8) 예비비

예비비는 가격변동에 대처하기 위한 가격 예비비와 예기치 않은 추가 공사 또는 추가물량 수요에 대처하기 위한 물량 예비비의 두가지가 있다. 이 가운데 물가상승 예비비는 경제분석에서 계상할 필요가 없으나 물량변동 예비비는 실제 투입될 가능성이 많으므로 비용으로 처리되어야 한다.

(9) 효과분석을 위한 사업비 조정

공사비 중 제세 공과금, 업자이윤, 물가상승, 예비비는 국민경제적 입장에서 보면 실질비용이 아닌 이전적 지출 또는 의제된 제출이므로 투자비용에서 제외시켜야 하며 실제환율과 잠재환율과의 차익 및 비숙련공 노임은 기회비용으로 조정하여 분석해야 한다.

(10) 유지관리비

조합경상비는 재무분석의 경우 전액을 계상하여야 하나 경제분석의 경우에는 경상비중 시설개량사업비, 개보수비, 제세 공과금 및 시설 적립금이 포함되어 있는 점을 고려하여 경제분석 종합 조정계수를 사용하여 조정하여야 한다.

2.5.3 경제분석

(1) 투자효율 분석

투자효과 분석의 지표는 사업의 비용 및 편익을 현재가치로 할인하지 않는 경우의 투자효율을 표시하는 방법과 현재가치로 할인하는 방법으로 대별되고 있으며 후자의 경우는 ① 순수익의 현재가치법(NPW), ② 회수기간법(PP), ③ 편익비용 비율법(B/C), ④ 내부투자 수익률법(IRR) 등 네가지 방법이 있는데 일반적으로 IRR과 B/C를 쓰고 있다.

(2) 현재가치와 할인율

시간의 경과와 더불어 변화하는 편익과 비용의 시계열적 흐름의 총계를 비교하기 위하여 어떤 일정시점에서의 현재가치로 환산하는데 사용되는 계수를 할인율이라 한다. 적정한 할인율 결정에는 사회적 기회비용의 개념과 시간적 선호율의 개념 및 시장이자율의 개념이 있다. 일반적으로 사회적 기회비용의 개념을 기준으로 한다.

(3) 투자효율산정식의 선택

투자효율을 산출하는 방식으로 영농비와 유지관리비를 어떻게 처리하느냐에 따라 세가지 유형이 있는데 본 설계기준에서는 사업시행 전후의 농업조수익을 차액으로부터 시행 전후의 영농비의 차액을 공제한 증가 순수익을 분자로 하고 투자와 유지관리비 등의 비용을 분모로 하는 방법을 일반적으로 사용한다.

$$B/C = \frac{G_w - C_w - (G_o - C_o)}{I + O\&M} = \frac{(G_w - G_0) - (C_w - C_o)}{I + O\&M}$$
$$= \frac{\text{증가농업순수익}}{\text{투자} + \text{유지관리비}}$$

여기서, I는 투자액, C는 사업비용, G는 사업수익임.

(4) 불확실성에 대한 감응도 분석

모든 사업의 효과분석은 불확실성에 대한 검토가 필요하며 가격변동, 사업추진지연, 비용초과, 생산량변동 등을 고려하여 ① 수익 10% 감소시, ② 사업비 10% 상승시, ③ 공사기간 2년 지연시, ④ 사업비 10%증가 및 공기 2년 지연시 등에 대하여 개연성을 분석하는 것이 바람직하다.

(5) 매몰가치

투자사업 선정의 기준이 되는 것은 장래 투입할 비용에 대한 예상수익임으로 현시점에서 볼 때 과거에 지출된 매몰비용은 투자우선 순위결정에 아무런 영향을 줄 수 없다. 따라서 과거의 투자부문은 영으로 처리한다.

(6) 대체투자 및 잔존가치

모든 사업은 각각 내용연수가 다른 시설물이 모여 이루어 졌으나 사업분석 기간은 동일해야 한다. 이 때 분석기간 중에 수명이 끝나는 주요 시설물에 대하여는 대체투자비를 계상해야 하고 경제적 수명이 끝나지 않은 시설에 대하여는 분석기간의 최종연도에 잔존가치(시설물가치의 약 10%)를 계상하여야 한다.

2.5.4 재무분석

재무분석은 농민, 농업, 기업체, 공공단체 등 사업참여 단위가 투자한 사적 자본에 대한 재무적 수익성을 측정하는 것이다. 농업생산기반정비사업에 대한 재무분석은 농민이나 단체가 사업비의 일부를 부담(융자금이든 지원부담금이든)하는 경우에만 필요한 것이다.

2.5.5 효율분석의 전산처리

모든 분석의 기준(가격, 환율, 수익성, 기회비용, 설계연도, 종합내구수명 등)을 일정하게 고정(농진공의 분석기준 또는 감독관청의 지침)시켜 확정된 전산프로그램에 의해 분석함으로써 조사자 또는 분석자의 주관적인 자료 취택에 따른 오류 가능성을 배제하여 산출결과의 공명성과 투명성을 확보하여야 한다.

3. 재료

3.1 재료 일반

· 내용 없음

3.2 재료 특성

· 내용 없음

3.3 계획

· 내용 없음

4. 설계

· 내용 없음

집필위원	분야	성명	소속	직급
	관개배수	김선주	한국농공학회	교수
	농업환경	박종화	한국농공학회	교수
	토질공학	유 찬	한국농공학회	교수
	구조재료	박찬기	한국농공학회	교수
	수자원정보	권형중	한국농공학회	책임연구원

자문위원	분야	성명	소속
	농촌계획	손재권	전북대학교
	수자원공학	윤광식	전남대학교
	지역계획	김기성	강원대학교
	수자원공학	노재경	충남대학교
	농지공학	최경숙	경북대학교
	관개배수	최진용	서울대학교

건설기준위원회	분야	성명	소속
	총괄	한준희	농림축산식품부
	농업용댐	오수훈	한국농어촌공사
	농지관개	박재수	농림축산식품부
	농지배수	송창섭	충북대학교
	용배수로	정민철	한국농어촌공사
	농도	조재홍	한국농어촌공사 본사
	개간	백원진	전남대학교
	농지관개	이현우	경북대학교
	농지배수	남상운	충남대학교
	취입보	김선주	건국대학교
	양배수장	정상옥	경북대학교
	경지정리	유 찬	경상대학교
	농업용관수로	박태선	한국농어촌공사 본사
	농업용댐	손재권	전북대학교
	농지배수	김정호	다산컨설턴트
	농지보전	박종화	충북대학교
	농업용댐	김성준	건국대학교
	해면간척	박찬기	공주대학교
	농업수질및환경	이희억	한국농어촌공사 본사
	취입보	박진현	한국농어촌공사 본사

중앙건설기술심의위원회	성명	소속
	이태옥	평화엔지니어링
	성배경	건설교통신기술협회
	김영환	한국시설안전공단
	김영근	건화
	조의섭	동부엔지니어링
	김영숙	국민대학교
	이상덕	아주대학교

농림축산식품부	성명	소속	직책
	한준희	농업기반과	과장
	박재수	농업기반과	서기관

설계기준
KDS 67 40 20 : 2018

논관개

2018년 04월 24일 발행

농림축산식품부

관련단체 한국농어촌공사
58217 전라남도 나주시 그린로 20(빛가람동 358) 한국농어촌공사
☎ 061-338-5114 E-mail : webmaster@ekr.or.kr
http://www.ekr.or.kr

(작성기관) 한국농공학회
06130 서울시 강남구 테헤란로 7길 22(역삼동 365-4) 과학기술회관 본관 205호
☎ 02-562-3627 E-mail : j6348h@hanmail.net
http://www.ksae.re.kr

국가건설기준센터
10223 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283(대화동)
☎ 031-910-0444 E-mail : kcsc@kict.re.kr
http://www.kcsc.re.kr

※ 이 책의 내용을 무단전재하거나 복제할 경우 저작권법의 규제를 받게 됩니다.

KDS 67 40 30 : 2018

밭관개

2018년 04월 24일 제정
http://www.kcsc.re.kr

농림축산식품부



건설기준 코드 제·개정에 따른 경과 조치

이 코드는 발간 시점부터 이미 시행 중에 있는 설계용역이나 건설공사에 대하여 발주기관의 장이 필요하다고 인정하는 경우 종전에 적용하고 있는 기준을 그대로 사용할 수 있습니다.

건설기준 코드 제·개정 연혁

- 이 기준은 KDS 67 40 30 : 2018 으로 2018년 04월에 제정하였다.
- 이 기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 건설기준 간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.
- 이 기준의 제·개정 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요사항	제·개정 (년. 월)
농지개량사업 계획설계기준 관개편	• 농지개량사업 계획설계기준 관개편 제정	제정 (1969. 12)
농업생산기반정비사업 계획설계기준 관개편	• 농업생산기반정비사업 계획설계기준 관개편 개정 • 하나의 체제로 되어 있던 설계기준을 변경하여 기준, 편람의 2개 체제로 구분하되 1권으로 합본 • 기준에는 모든 설계에서 지켜야할 기본적이고 명확한 사항만을 규정하여 수록 • 편람에는 기준에서 규정하지 않은 사항이나 설계에 참고가 되는 사항으로 수록하여 설계자의 편의 도모 • 새로운 법령이나 제도의 신설에 따라 필요한 사항을 개정하고, 가급적 현장 실무자의 편의를 도모하기 위하여 평이하고 정확하게 기술	개정 (1998. 12)
KDS 67 40 30 : 2018	• 국토교통부 고시 제2013-640호의 “건설공사기준 코드체계” 전환에 따른 건설기준을 코드로 정비 • 건설기술진흥법 제44조 및 제44조의 2에 의거하여 중앙건설심의위원회 심의· 의결	제정 (2018. 04)

제 정 : 2018년 04월 24일
심 의 : 중앙건설기술심의위원회
소관부서 : 농림축산식품부 농업기반과
관련단체(작성기관) : 한국농어촌공사(한국농공학회)

개 정: 년 월 일
자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회

목 차

1. 일반사항 ····· 1
1.1 목적 ····· 1
1.2 적용 범위 ····· 1
1.3 참고 기준 ····· 1
1.4 용어의 정의 ····· 1
1.5 기호의 정의 ····· 1
1.6 시설물의 구성 ····· 1
1.7 해석과 설계원칙 ····· 1
1.8 설계 고려사항 ····· 1
1.9 신규기술적용 ····· 2
1.10 구조설계도서 ····· 2
2. 조사 및 계획 ····· 2
2.1 조사 및 계획 일반 ····· 2
2.2 조사 ····· 2
2.3 계획 ····· 3
3. 재료 ····· 12
3.1 재료 일반 ····· 12
3.2 재료 특성 ····· 12
3.3 품질 및 성능시험 ····· 12
4. 설계 ····· 12

밭관개

1. 일반사항

1.1 목적

이 기준은 밭관개에 대한 사업계획을 수립하는데 필요한 기본적인 사항에 대하여 표준적인 접근방법과 검토해야 할 점 등을 정한 것이다.
밭관개란 주로 일반 밭, 수원지 및 목초지에서 재배되는 밭작물의 생산환경의 개선 및 보존에 필요한 용수를 공급하기 위한 기본적인 수단을 말하며, 밭작물에 필요한 용수의 보급 및 관개시설의 다목적 이용에 의한 물이용의 고도화를 꾀함으로써 계획지역의 토지생산성 및 노동생산성의 향상에 이바지함을 목적으로 한다.

1.2 적용 범위

· 내용 없음

1.3 참고 기준

· 내용 없음

1.4 용어의 정의

· 내용 없음

1.5 기호의 정의

· 내용 없음

1.6 시설물의 구성

· 내용 없음

1.7 해석과 설계원칙

· 내용 없음

1.8 설계 고려사항

· 내용 없음

1.9 신규기술적용

· 내용 없음

1.10 구조설계도서

· 내용 없음

2. 조사 및 계획

계획수립에 있어서는 수원의 가능성과 경제성, 계획지역의 영농계획, 관련사업 등에 대하여 충분히 검토한다. 동시에 장래의 관리운영을 포함하여 물이용시스템 전체가 균형이 취해지도록 함을 기본으로 한다.

2.1 조사 및 계획 일반

(1) 조사를 합리적이고 효율적으로 수행하기 위해서는 우선 지역의 특성을 거시적으로 파악하고 이에 따라서 필요사항의 상세한 조사를 진행하는 순서로 하는 것이 일반적이다. 즉 조사는 대별하여 예정지조사와 기본조사로 나누어진다.
(2) 예정지조사는 사업의 필요성을 판정하고 계획의 기본구상을 책정함과 동시에 계획의 수립에 필요한 기본조사계획을 작성하기 위하여 수행하는 개략적인 현황파악을 위한 조사이다.
(3) 기본조사는 기본계획을 수립하기 위하여 필요한 기초제원을 얻기 위한 조사이며, 기본구상 및 예정지조사의 결과에 따라 조사계획을 작성하여 실시한다.
(4) 최종적인 단계의 타당성 판정은 기본조사 결과에 따라서 행하여지지만, 예정지조사 단계에서의 사업의 필요성, 타당성의 판정 여하가 이 사업의 실시 여부의 판단을 좌우하게 되므로 신중을 기하여야 한다.

2.2 조사

2.2.1 지형 및 지적조사

지형은 관개계획에 영향을 미치는 중요한 요소이므로 계획의 내용에 따라 필요한 정밀도를 가진 지형도를 작성한다. 지적은 수혜면적을 명확히 하기 위해 적정하게 산정한다.

2.2.2 기상조사

계획대상구역(이하 「지구」라 한다)의 기상은 지구를 대표하는 측후소의 장기간에 걸친 자료에 의해 조사한다.

2.2.3 토양조사

계획의 기초자료로 이용하기 위하여 지구의 토양특성 및 침투율에 대하여 조사한다.

2.2.4 지질조사

시설계획의 기초자료로 하기 위해 지구 및 그 주변의 지질에 대하여 조사한다.

2.2.5 수리상황조사

계획의 기초자료로 하기 위해 지구 및 그 주변에 있어서 수리시설의 설치 및 사용상황, 한발에 의한 피해상황 등에 대하여 조사한다.

2.2.6 수원조사

수원계획수립을 위하여 지구 및 그 주변의 하천, 호소, 지하수 등에 대한 수량, 수온, 수질 및 수리권 등의 권리관계를 조사한다.

2.2.7 사회·경제조건 조사

지구에 있어서 금후의 농업방향을 명확히 하고 이에 알맞는 계획을 작성하기 위해 관련되는 해당 지구의 농업을 둘러싼 사회·경제조건에 대하여 조사한다.

2.2.8 영농재배상황조사

영농 및 재배상의 문제점과 그 요인은 명백히 함으로써, 개선방법 및 사업의 필요성과 개발방향을 검토하고 계획수립을 도모하기 위해 현황의 영농상황 및 재배관리상황에 대하여 조사한다.

2.2.9 농가의향조사

장래의 영농구상, 본사업(밭관개사업) 등에 대한 농가의 의향을 조사한다.

2.2.10 관련 사업 등의 조사

지구 및 그 주변에 있어서 계획과 관련되는 실시 중 또는 계획 중에 있는 농업생산기반정비사업과 관련 사업 및 지역지정 등에 대하여 그 내용을 조사한다.

2.3 계획

2.3.1 계획수립순서

계획수립은 원칙적으로 기본구상에 의해서 기본계획 및 시설계획의 관련성을 고려하면서 골격이 되는 요소에서부터 순서에 따라 세부적인 것으로 진행하고 필요에 따라 수정 조정해서 가장 타당한 계획이 되도록 한다.

2.3.2 기본구상

계획수립에 있어서는 계획의 기본이 되는 수혜지구의 범위, 영농계획, 용수계획, 수원계획 등에 대해 종합적으로 검토함과 동시에 도, 시, 군 등의 각종 개발계획 등을 감안해서 기본구상을 책정할 필요가 있다.

2.3.3 기본계획

기본조사의 결과에 따라 영농계획, 용수계획 및 수원계획을 종합적으로 검토하고 기본구상에 맞추어 기본계획을 책정해야 한다.

2.3.4 용수계획

(1) 용수량결정의 기본

용수량은 수혜지구의 기상, 토양 및 작물의 특성 등을 충분히 파악한 후에 영농 및 작부체계의 추진방향 등을 고려해서 적절하게 결정한다.

(2) 용수계획 제원의 결정

① 수분보급을 위한 용수량은 수혜지구의 기상특성 및 토양수분특성과 관개의 대상이 되는 밭작물의 수분소비특성을 기초로 해서 결정한다.

② 토양수분조사를 위해서 조사지점을 선정하고, 토양수분의 측정과 표시방법을 결정하며, 포장용수량, 생장저해수분점, 유효수분량, 유효토층, 토양수분소비형 등의 수분정수와 소비수량 및 계획일소비수량 등을 결정한다.

③ 제한토층내의 평균토양수분이 포장용수량으로부터 생장저해수분점까지 소비된 시점의 유효토층내의 전소비수량을 총신속유효수분량(TRAM) 이라 하며, 이는 1회분의 순관개수량이 된다.

④ 계획간단일수는 총신속유효수분량을 계획최대일소비수량으로 나누어 얻는 정수치로 한다.

⑤ 물방울관개용수량은 그 관개방법의 특이성을 고려해서 결정한다.

⑥ 다목적 이용계획의 수립에 있어서는 수혜지구의 이용목적에 따라 필요수량 및 필요시기를 명백하게 해야 한다.

⑦ 이용목적에 따라서는 수분보급을 위한 용수량보다 훨씬 많은 경우가 있으므로 용수량을 결정할 때는 시설규모 및 효과도 포함해서 검토할 필요가 있다.

(3) 계획용수량의 결정

계획용수량은 용수계획의 제원에다 수원에서 포장까지의 용수의 반송, 포장에서의 살포 등에 따르는 각종 손실수량을 적정하게 예상해서 결정한다.

2.3.5 수원계획

(1) 계획기준년

계획기준년은 10년에 1회 정도 발생하는 한발년을 원칙적으로 채택한다. 실제적으로는 장기간의 기상, 수문기록을 기초로 해서 판단하는 것이 바람직하다.

(2) 유효우량

밭에 내린 강우량 중에서 작물의 생육에 유효한 것을 유효우량으로 한다. 유효우량은 강우량, 강우강도, 강우분포, 지형, 토양의 투수성, 재배작물의 종류 등을 감안해서 구한다.

밭에 내린 강우량 중에서 5mm미만의 소량의 것을 유효우량으로서 계산하지 않는다. 또한 강우의 유효율은 지형, 토양의 투수성, 재배된 작물의 종류, 강우강도, 강우분포 등을 고려해서 80%정도로 본다. 또한 유효우량의 상한은 총신속유효수분량(TRAM)에서 강우 직전에 있어서 토양의 유효수분량을 뺀 값이며, 최대치는 총신속유효수분량이 되는데, 관개 직후에 내린 경우 유효우량은 거의 영이 된다.

(3) 수원계획

수원계획은 하천수, 지하수, 저수지 등의 각 수원에 대해서 기술적 가능성을 검토한 후에, 관개방식 및 용수량의 다소에 맞추어서 가장 경제적으로 취수할 수 있는 수원방식을 결정한다.

2.3.6 전체조직계획

밭관개에 있어서 포장에서 수원까지의 용수조직은 말단관개조직, 급수조직, 송수조직으로 구성된다. 이들 세가지 조직은 서로 관련이 깊기 때문에 계획수립에 있어서는 경제성, 기능성, 안전성 등을 고려하여 조직전체의 조화를 갖추도록 해야 한다.

(1) 말단관개조직

말단관개조직이란 여러 개의 살포블럭을 지배하는 분수밸브(valve) 등의 밸브류와 이로부터 2차적으로 설치된 시설의 총체를 말한다.

(2) 급수조직

급수조직이란 조절지(farm pond) 또는 저수조에서 말단관개조직에 이르는 일련의 시설총체를 말한다.

(3) 송수조직

송수조직이란 수원에서 급수조직에 이르는 일련의 시설총체를 말한다.

(4) 조절지 또는 저수조 하류측 물관리조직의 분류

면적규모에 따라 살포블럭, 윤번구 및 관개구로 구분된다.

2.3.7 말단관개조직계획

(1) 스프링쿨러 관개

① 스프링쿨러 관개는 영농조건에 충분히 대응한 형태로 계획되어야 하고, 특히 다목적으로 이용하는 경우에는 영농상 다양한 물이용의 요구에 적절하게 대응할 수 있도록 해야 한다.

② 살포블럭의 규모는 영농조건, 시설비, 유지관리비 등을 종합적으로 판단하여 설정한다.

③ 살포기구나 밸브 등의 말단기자재는 포장 내에서 물의 살포를 직접 다루는 것으로, 밭관개의 효과를 충분히 올리기 위해서는 대상작물, 영농조건, 경지정리의 상황, 지형, 기상조건 등을 종합적으로 검토하여 선정한다.

④ 말단기자재의 배치는 물이용의 목적에 따라서 그 효과가 충분히 발휘될 수 있도록 적절히 결정한다.

⑤ 말단살포시설의 기능은 그 배관의 적부에 의하여 크게 좌우되기 때문에, 배관계획에 있어서는 그 이용목적에 따라 요구되는 조건을 충분히 만족할 수 있도록 배관방식을 결정해야 한다. 또한 관로의 계획에 대해서는 살포블럭내의 수압차가 작고 관의 종류 및 관경배열이 적절하게 될 수 있도록 유의해야 한다.

(2) 고정관로에 의한 관개

포장에 파이프를 부설하여 관개하는 다공관개나 물방울관개는 파이프의 수리특성과 배치방법을 충분히 검토하여, 관개 후 습윤지역내에 재배작물의 근역이 충분히 들어갈 수 있도록 합리적인 관개계획을 수립해야 한다.

(3) 지표관계

① 고랑관개에서는 관개 후 습윤지역내에 재배작물의 근역이 충분히 포함되도록 침투율에 따라 적정한 고랑유량, 고랑길이, 고랑나비 및 관개시간을 결정하여 합리적인 관개계획을 수립한다.

② 수반관개는 관개후 습윤지역내에 작물의 근역이 충분히 포함될 수 있도록 침투율에 따라 적정한 포장유량, 수반나비, 수반길이 및 관개시간을 결정하고 합리적인 관개계획을 수립한다.

조파하는 잡곡류나 밭벼의 경우는 4%이하의 경사지에, 목초지에서는 6%이하의 경사지에 적용한다. 주변의 두렁은 관개수가 월류하지 않을 정도의 높이로 해야 하지만, 너무 높으면 농기계작업에 지장을 줌으로 주의해야 한다. 포장유량이 30～50 l /s의 경우에는 높이 15㎝, 나비 40～60㎝ 정도가 적당하다.

2.3.8 급수조직계획

(1) 급수조직계획의 기본

급수조직의 지배규모 및 조직구성은 경제성, 기능성, 안전성 등을 고려하여, 관리운영이 원활히 되도록 결정해야 한다.

(2) 급수조직의 지배규모

급수조직의 규모(관개구)는 관개작업 및 시설계획의 단위가 되는 1개 또는 여러 개의 윤환구로 구성된다. 이들의 블럭은 작부계획, 영농계획, 지형조건, 포장의 정비조건 및 시설의 경제성을 충분히 검토한 다음 결정해야 한다.

(3) 조직용량의 결정

조직용량은 급수조직계획의 기본이 되며, 계획적 관개를 실시하기 위하여 필요한 급수시설의 최대통수량이다. 또한 이용목적에 따라 필요로 하는 조직용량이 다르므로, 그 목적에 부합하도록 조직용량을 결정해야 한다.

(4) 급수조직의 자유도

집약적 재배작물의 관개의 대상으로 하는 경우에는 물수요의 시간적 집중에 대응할 수 있도록 급수조직에 자유도를 갖게 하는 것이 바람직하다. 이 경우 경제성에 대해서도 충분히 고려해야 한다.

(5) 급수조직의 구성과 각종 시설의 배치

① 급수조직은 조절지 및 저수조, 펌프시설, 관로, 분.급수시설 등 외에 다목적으로 이용하는 경우에 필요로 하는 시설로 구성되어 있다.

② 이들 시설은 그 합리적 연계를 도모하고, 조직전체에서 본 공학적 기능이 조화될 수 있게 계획한다.

③ 각종 시설의 배치는 말단 필요압력, 제어방식, 포장의 정비조건, 살포작업체계, 이용목적 및 안전성 등을 충분히 고려하여 결정한다.

(6) 급수시설계획

① 급수조직 중에 조절지 또는 저수조를 설치하는 목적은 상위 간선수로의 조직용량과 말단시설의 조직용량과의 조정과 균형을 도모하고, 말단에서 물이용의 자유도를 증대시켜, 펌프를 시발로 하는 유수제어시설의 조작을 원활히 하여 관리손실수량을 경감시키는데 있다.

② 조절지나 저수조는 1개의 관개구에 1개소를 설치하고, 원칙적으로 1일이내의 용수수급관계가 조절될 수 있게 계획한다.

③ 조절지 또는 저수조에서 각 포장까지의 수로형식은 원칙적으로 폐쇄형 관수로로 한다. 단, 지형조건에 따라서는 도중에 압력조절 또는 분수를 위하여 수조를 설치한 반폐쇄형 관수로로 한다.

④ 관수로의 계획에 있어서는 말단시설이 적절히 작동하며 시설의 이용조직과 잘 연계를 갖도록 배치하는 동시에 관의 직경 및 재료를 선정한다.

(7) 약액 및 비료 혼입처리조직계획

① 블럭구성은 살포블럭, 윤환구, 관개구의 순으로 구성한다.

② 기본적 시설구성은 급수시설 및 말단살포시설로 구성한다.

③ 방제, 시비 등의 자재살포를 목적으로 하는 경우에는 자재혼입시설 및 잔액처리시설을 부가한다.

④ 다목적이용조직은 이들의 모든 시설이 통합되는 종합시스템으로서 효과적으로 기능을 다할 수 있도록 계획하여야 한다.

⑤ 병충해방제 및 액비시용을 위한 자재혼입방시의 결정은 포장의 집단상황 및 규모, 작물유형, 작부체계, 작업체계 등에 적합하도록 고려한다.

⑥ 잔액처리는 급수시설과 말단살포시설로 구분하여 실시한다.

⑦ 각 시설내의 잔액처리방식의 선정에 있어서는 자재혼입방식, 영농형태, 작업체계 등에 적합하도록 고려한다.

2.3.9 송수조직계획

(1) 송수방식의 결정

송수조직에서는 수원의 상황, 지형, 관개방식, 용수관리방법 등을 고려하여, 지구에 가장 적합한 송수방식을 결정하고, 이 송수방식을 안전하고도 경제적으로 실현시키는 수로형식을 선정한다.

(2) 조정시설

시설 전체의 경제성 및 조작성을 높여가며, 물이용의 합리화를 도모하고, 효율적인 물관리를

실시하기 위하여, 송수조직의 적당한 위치에 조정시설을 설치할 것을 검토한다. 조정시설의 배치, 용량 및 구조는 목적하는 바 조정기능이 충분히 발휘될 수 있게 계획한다.

(3) 펌프시설

펌프시설은 계획최대유량을 안전하고 경제적으로 확보할 수 있도록 하며, 유량변동, 기타 시설과의 관련성, 운전제어방법, 유지관리 등에 대하여 충분히 고려해서 계획한다.

(4) 부대시설

송수시설의 도수기능 또는 유수제어기능이 안전하고 확실하게 유지되고 발휘될 수 있도록 적절한 부대시설을 설치해야 한다.

(5) 종합수리해석

송수시설, 급수시설 및 물관리시설의 계획을 수립하는 시점에서 이들의 종합적인 수리해석을 실시하여, 계획상의 제조건을 충족시킬 수 있는지의 여부를 송.급수시설의 운영과 제어면에서 검토하는 것이 바람직하다.

2.3.10 관리제어시설

(1) 관리제어시설의 계획목표

① 밭관개시설에 있어서 관리제어의 주목적은 그 시설의 사용목적과 사용조건에 따라 안전하고 확실하게 조작 운영하여 효율적 이용을 달성하는데 있으며, 기간 수리시설, 말단수리시설 및 관리제어시설과 그 조작 운영체제를 일괄적으로 계획하고 정비함으로써 목표를 달성할 수 있다.

② 계획상으로는 작물재배관리의 작업체계에 대응한 말단에서의 물이용을 실현하기 위한 수리시설의 정비를 간.지선 및 말단의 각 수계를 통하여 조직적으로 검토해야 한다.

③ 관리제어시설은 이들의 수리시설을 유기적으로 운용관리하고 보다 효율적이고 합리적인 물이용을 실현하기 위한 보조수단으로서 정의가 있으며, 제어가 수리시설을 보완한다던가 제어시설의 고도화를 전제로하여 수리시설 구조를 경시하는 것은 절대적으로 피해야 한다.

(2) 관리제어시설의 사용조건

① 공업생산분야의 최신기술이 도입되면서 관리제어시설도 차차 고도화되는 경향이 있으나, 밭관개시설에 대한 적용을 생각할 경우 그 특수조건으로서는 일반적으로

가. 야외에서의 사용환경 불량

나. 사용시기의 편재 및 불규칙성

다. 사용횟수(동작횟수)가 적고 그 수명(내용연수)이 길어야 한다는 점

라. 제어 내용이 단순하고 대상이 분산되어 있는 점

마. 조작 및 유지관리의 기술수준의 제약 등

② 부적당한 요인이 많고 시설의 고도화가 반드시 실용면에서의 편익에 연결되지 않는다는 문제를 안고 있다.

③ 따라서 관리제어시설은 정밀도가 다소 낮더라도 튼튼하고 신뢰도가 높고 유지관리가 용이하도록 해야 하며, 꼭 필요하지 않은 기능을 생략하여 될 수 있는 한 간결하고 안전하며 확실성이 있는 구조로 하는 것이 좋다.

(3) 물이용방식과 시설구성

① 밭 관개시설의 계획.설계에서는 살포블럭을 기본단위로 하는 윤환관개가 원칙이며, 이에 의하여 시설용량의 절감과 효율적인 조작운용이 가능하게 된다. 이는 관리제어시설의 계획에 있어서 중요한 전제조건인 바, 예를 들면 조절지 또는 저수조는 간선유량을 평균화하여 분수조작을 용이하게 함과 동시에 말단에서의 물이용을 중앙통제에서 벗어나게 하는 역할을 한다.

② 또한 윤환관개의 원칙으로 한 윤환구내에서 물사용의 자유도는 제한되지만 말단밸브의 조작을 소수의 관리원으로 함에는 적합한 시스템이며, 이와 같은 조작관리하에서는 자동화도 비교적 간단하다.

③ 따라서 관리제어시설은 물이용의 고도화를 위한 시설계획의 일환으로서 종합적으로 검토해야 한다.

④ 말단 살포밸브의 원격집중제어를 중심으로 하는 자동화가 보급되어 적절한 물관리 및 능률화에 효과를 발휘하고 있으나, 인위적 조작에 의하는 경우에도 예를 들면 급수조직의 일부를 복선화하고 말단밸브를 계획적으로 1개소에 집중하는 등의 방법에 의하여 밸브조작노력을 줄일 수 있으므로, 시설비나 사용의 편의성 등을 고려하여 수동.자동의 적부를 검토해야 한다.

(4) 물관리제어의 계층분담

① 밭관개시설은 수언시설, 간선송수시설, 조절지 또는 저수조, 지구내 송.급수시설, 말단 살포시설 및 약액의 혼입.회수시설 등으로 되어 있지만, 사업규모와 그의 실시체제, 지형과 포장형태, 작목과 단지구성 및 물이용의 목적과 방법에 의하여 각 시설의 규모, 구성, 배치, 운영방법 등은 각각 다르므로, 단일 척도로 관리제어시설 계획의 전체를 규정할 수는 없다.

② 소규모의 계획에서는 취수에서 말단 살포가지 단일조직으로 계획됨으로 제어시설도 용이하게 유형화되지만, 특히 대규모의 용수계획에 있어서는

가. 수원의 감시와 간.지선의 송.급수 및 분수의 제어

나. 주요 분수공에서 하류의 지구내 송.급수, 분수, 펌프 등의 감시 및 제어

다. 말단 살포밸브의 제어, 약액의 혼입.회수 조작 등

③ 시설의 계층에 의하여 물관리의 중점항목이 다르며, 이에 따른 관리제어시스템이 구해진다. 이 경우 계층마다 관리되는 정보를 집약해서 필요항목을 한정하여 서로 전달하는 계층관리의 방식이 일반적이고, 다음 그림과 같은 기능분담이 이루어 진다.

④ 이 기준에서는 밭관개에 있어서 말단작업관리의 중요성 및 특수성을 고려하여 관개구를 단위로 하는 말단관개조직 즉 보통 설치하는 조절지 또는 저수조를 기점으로 하는 말단 물이용시설을 대상으로 관리제어의 계획방침을 정한다.

⑤ 또한 복수의 관개구 또는 논 용수를 포함하는 광역의 간. 지선계 물관리 제어 시설에 대해서는 그 자체가 다양한 설계조건을 가지고 있으므로 별도로 검토해야 한다.

2.3.11 시설의 관리운영계획

(1) 관리운영계획

시설계획을 수립함에 있어 밭관개시설의 적절한 관리운영을 도모하기 위해서 그 운영조직과 유지관리방법과를 일괄적으로 검토할 필요가 있다.

(2) 관리항목

밭관개시설은 관리운영에 지장이 생기지 않도록 다음과 같은 관리항목에 대하여 수리시설의 구조 및 배치와 관리제어시설의 기능 등을 충분히 검토한다.

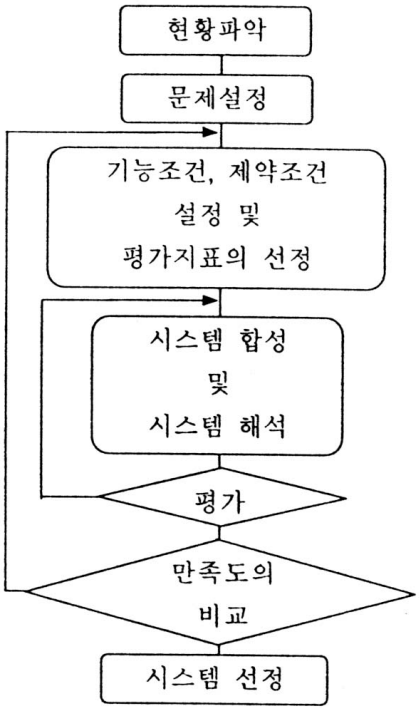
① 수원의 감시와 물이용 계획
② 취수 및 송.급수조작
③ 긴급시의 대응
④ 시설의 점검.정비
⑤ 물관리 데이터의 수집.정리.해석
⑥ 섭외관계

2.3.12 시스템의 계획과 종합평가

(1) 밭관개시설의 계획 전체를 하나의 시스템으로 취급하여, 합리적인 시스템이 되도록 종합적으로 검토. 평가하는 것이 바람직하다.

(2) 좋은 밭관개시스템을 만들기 위해서는 계획과 설계의 과정에 피드백(feed back)의 개념을 도입하는 것이 효과적이다.

(3) 즉 합성된 시스템의 특성분석과 시스템의 평가를 계획과 설계의 과정에 도입하여, 그 평가의 결과를 시스템합성의 단계에 피이드백하고, 다시 시스템을 합성하여 고치는 순서를 취하는 것은 보다 좋은 시스템 개발에 매우 유리하다. 즉 시스템의 계획. 설계와 시스템의 평가 사이에는 불가분의 관계가 있다.



<그림 2.3-1> 시스템선정의 흐름

(4) 여기서 시스템합성, 시스템해석 및 평가는 하나의 피드백 루우프를 이루고 있다. 시스템의 평가는 평가지표 즉 평가함수를 최대화(또는 최소화)하는 것이다. 또 기능과 제약조건의 설정 및 평가 지표의 선정과 그들의 만족도의 비교도 하나의 피드백 루우프를 이루고 있다.

(5) 시스템이 갖는 만족도에 여유가 있는 경우에는 새로운 기능을 부여하거나 당초에 설정한 제약조건을 더욱 엄하게 고칠 가능성을 갖는다고 볼 수 있다.

(6) 한편, 만족도가 확보되지 않은 경우, 예를 들면 시스템의 고도의 기능과 저렴한 비용이 동시에 확보되지 않는 경우에는 시스템의 기능과 제약조건을 조정하고 완화하는 것이 필요하다.

2.3.13 사업의 효과

(1) 다음 사항에 대하여 사업에 의해 생기는 효과를 계측하고 사업의 경제성 및 타당성을 평가한다.

① 작물생산효과

② 영농노력 절감효과

③ 유지관리비 절감효과

④ 기타

(2) 농업생산기반정비사업에 의한 효과를 일률적으로 계량화하여 평가하는 것은 곤란하기 때문에 그 경제효과 측정방법으로서 농업내부의 직접적 효과인 작물증가 순이익액, 영농노력절감액, 유지관리비절감액 등을 계측. 평가하고 투자효율방식에 의한 효과를 측정한다.

3. 재료

3.1 재료 일반

· 내용 없음

3.2 재료 특성

· 내용 없음

3.3 품질 및 성능시험

· 내용 없음

4. 설계

· 내용 없음



집필위원	분야	성명	소속	직급
	관개배수	김선주	한국농공학회	교수
	농업환경	박종화	한국농공학회	교수
	토질공학	유 찬	한국농공학회	교수
	구조재료	박찬기	한국농공학회	교수
	수자원정보	권형중	한국농공학회	책임연구원

자문위원	분야	성명	소속
	농촌계획	손재권	전북대학교
	수자원공학	윤광식	전남대학교
	지역계획	김기성	강원대학교
	수자원공학	노재경	충남대학교
	농지공학	최경숙	경북대학교
	관개배수	최진용	서울대학교

건설기준위원회	분야	성명	소속
	총괄	한준희	농림축산식품부
	농업용댐	오수훈	한국농어촌공사
	농지관개	박재수	농림축산식품부
	농지배수	송창섭	충북대학교
	용배수로	정민철	한국농어촌공사
	농도	조재홍	한국농어촌공사 본사
	개간	백원진	전남대학교
	농지관개	이현우	경북대학교
	농지배수	남상운	충남대학교
	취입보	김선주	건국대학교
	양배수장	정상옥	경북대학교
	경지정리	유 찬	경상대학교
	농업용관수로	박태선	한국농어촌공사 본사
	농업용댐	손재권	전북대학교
	농지배수	김정호	다산컨설턴트
	농지보전	박종화	충북대학교
	농업용댐	김성준	건국대학교
	해면간척	박찬기	공주대학교
	농업수질및환경	이희억	한국농어촌공사 본사
	취입보	박진현	한국농어촌공사 본사

중앙건설기술심의위원회	성명	소속
	이태옥	평화엔지니어링
	성배경	건설교통신기술협회
	김영환	한국시설안전공단
	김영근	건화
	조의섭	동부엔지니어링
	김영숙	국민대학교
	이상덕	아주대학교

농림축산식품부	성명	소속	직책
	한준희	농업기반과	과장
	박재수	농업기반과	서기관

설계기준
KDS 67 40 30 : 2018

밭관개

2018년 04월 24일 발행

농림축산식품부

관련단체 한국농어촌공사
58217 전라남도 나주시 그린로 20(빛가람동 358) 한국농어촌공사
☎ 061-338-5114 E-mail : webmaster@ekr.or.kr
http://www.ekr.or.kr

(작성기관) 한국농공학회
06130 서울시 강남구 테헤란로 7길 22(역삼동 365-4) 과학기술회관 본관 205호
☎ 02-562-3627 E-mail : j6348h@hanmail.net
http://www.ksae.re.kr

국가건설기준센터
10223 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283(대화동)
☎ 031-910-0444 E-mail : kcsc@kict.re.kr
http://www.kcsc.re.kr

※ 이 책의 내용을 무단전재하거나 복제할 경우 저작권법의 규제를 받게 됩니다.

KDS 67 40 40 : 2018

농지관개 수질대책

2018년 04월 24일 제정
http://www.kcsc.re.kr

농림축산식품부



건설기준 코드 제·개정에 따른 경과 조치

이 코드는 발간 시점부터 이미 시행 중에 있는 설계용역이나 건설공사에 대하여 발주기관의 장이 필요하다고 인정하는 경우 종전에 적용하고 있는 기준을 그대로 사용할 수 있습니다.

건설기준 코드 제·개정 연혁

- 이 기준은 KDS 67 40 40 : 2018 으로 2018년 04월에 제정하였다.
- 이 기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 건설기준 간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.
- 이 기준의 제·개정 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요사항	제·개정 (년. 월)
농지개량사업 계획설계기준 관개편	• 농지개량사업 계획설계기준 관개편 제정	제정 (1969. 12)
농업생산기반정비사업 계획설계기준 관개편	• 농업생산기반정비사업 계획설계기준 관개편 개정 • 하나의 체제로 되어 있던 설계기준을 변경하여 기준, 편람의 2개 체제로 구분하되 1권으로 합본 • 기준에는 모든 설계에서 지켜야할 기본적이고 명확한 사항만을 규정하여 수록 • 편람에는 기준에서 규정하지 않은 사항이나 설계에 참고가 되는 사항으로 수록하여 설계자의 편의 도모 • 새로운 법령이나 제도의 신설에 따라 필요한 사항을 개정하고, 가급적 현장 실무자의 편의를 도모하기 위하여 평이하고 정확하게 기술	개정 (1998. 12)
KDS 67 40 40 : 2018	• 국토교통부 고시 제2013-640호의 “건설공사기준 코드체계” 전환에 따른 건설기준을 코드로 정비 • 건설기술진흥법 제44조 및 제44조의 2에 의거하여 중앙건설심의위원회 심의· 의결	제정 (2018. 04)

제 정 : 2018년 04월 24일
개 정 : 년 월 일
심 의 : 중앙건설기술심의위원회
자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회
소관부서 : 농림축산식품부 농업기반과
관련단체(작성기관) : 한국농어촌공사(한국농공학회)

목 차

1. 일반사항 ····· 1
1.1 목적 ····· 1
1.2 적용범위 ····· 1
1.3 참고기준 ····· 1
1.4 용어의 정의 ····· 1
1.5 기호의 정의 ····· 1
1.6 시설물의 구성 ····· 2
1.7 해석과 설계원칙 ····· 2
1.8 설계 고려사항 ····· 2
1.9 신규기술적용 ····· 2
1.10 구조설계도서 ····· 2
2. 조사 및 계획 ····· 2
2.1 조사 및 계획 일반 ····· 2
2.2 조사 ····· 2
2.3 계획 ····· 3
3. 재료 ····· 5
3.1 재료 일반 ····· 5
3.2 재료 특성 ····· 5
3.3 품질 및 성능시험 ····· 5
4. 설계 ····· 5

농지관개 수질대책

1. 일반사항

1.1 목적

이 기준은 농어촌정비법 제19조에 따라 실시하는 수질개선 사업계획을 수립하는데 있어서 필요한 사항을 정한다.

1.2 적용범위

1.2.1 수질기준

(1) 농업용수 수질기준은 하천 및 호소 수역을 수원으로 할 경우 환경정책기본법 제12조 제2항 및 동 시행령 제2조에 규정한 하천 수질환경기준과 호소수질환경기준을 적용한다.
(2) 또한 지하수를 수원으로 하는 경우는 지하수법 제9조의6 3항 및 지하수의 수질보전 등에 관한 규칙 제11조 지하수의 수질기준 등을 활용한다.

1.3 참고기준

1.3.1 수질오염과 농업피해

(1) 농업용수의 수질오염에 의한 피해는 농작물피해, 농작업피해, 농업용 용배수시설의 피해 및 생활 및 노동환경의 악화를 들 수 있다.
(2) 오염수가 논에 유입하여 토양이 나빠지는 것과 벼가 지나치게 자라거나 약해져 도복하므로서 수확량을 감소시키는 농작물 피해와 농작업에 나쁜 영향을 끼치는 농작업피해가 있다.
(3) 농업용 용배수시설에 대한 주된 피해는 부유물의 퇴적으로 유지관리비가 늘어나는 경우와 산성의 오염수에 의하여 구조물이 부식하여 내용연수가 단축되는 경우가 있다.
(4) 농업용수 수질의 오염은 농촌의 생활환경 및 노동환경에 많은 나쁜 영향을 미친다. 특히 여름철에 악취 및 파리, 모기 등은 농가뿐만 아니라 일반주민에게도 문제가 된다.
(5) 더욱이 오염수가 유입된 논(오수답)에서의 작업으로 인한 피부질환 등은 노동환경을 손상하고 노동의욕을 감퇴시킨다.

1.4 용어의 정의

· 내용 없음

1.5 기호의 정의

· 내용 없음

1.6 시설물의 구성

· 내용 없음

1.7 해석과 설계원칙

· 내용 없음

1.8 설계 고려사항

· 내용 없음

1.9 신규기술적용

· 내용 없음

1.10 구조설계도서

· 내용 없음

2. 조사 및 계획

2.1 조사 및 계획 일반

(1) 계획을 수립하기 위한 조사는 계획대상구역(이하 "지구"라 함)의 특성 및 계획의 구상을 감안하여 필요하다고 인정되는 조사사항을 결정하고, 이들 사항에 대해 순서에 입각하여 효율적으로 실시한다.

(2) 계획수립의 조사 순서는 지구의 규모 및 특성에 따라 다르므로 일률적으로 정할 수는 없으나 조사를 능률적으로 수행하기 위해 다음과 같은 조사를 실시한다.

① 예정지 조사: 지구의 특성을 개략적으로 파악

② 기본조사: 예정지 조사를 기초로 필요한 사항에 관해 상세한 조사

(3) 예정지 조사는 사업의 필요성을 판정함과 동시에 기본조사의 실시계획을 작성하기 위한 일반적인 현황파악 및 장래예측의 조사가 포함된다. 또한 계획의 내용에 따라 기본조사의 내용이 달라지기 때문에 예정지조사의 단계에서 미리 계획을 구상하는 것이 좋다.

(4) 기본조사는 계획을 수립하고 이를 기초로 하여 설계.시공계획을 수립하기 위해 필요한 조사이다.

2.2 조사

2.2.1 자연, 토지조건 조사

지구의 자연, 토지조건을 파악하기 위해 다음 사항에 대해 조사한다.

① 지목 및 지적
② 기상
③ 지형
④ 토양

2.2.2 용수관계조사

지구 및 주변 농지에 관한 용수계통, 용수시설, 용수량, 용수관행 등에 대해 조사한다. 또한 수원을 이전하여야 할 경우는 신규수원의 취수가능량에 대해서 조사한다.

2.2.3 배수상황조사

지구 및 그 주변지역의 배수계통, 배수량, 배수시설, 배수관행 등에 대하여 조사한다.

2.2.4 수질조사

지구의 농업용수 수질오염 실태와 그 원인이 되는 오폐수의 유입경로, 오염원의 개황, 관련된 수계의 환경기준상 특별지구 지정상황 및 목표 달성현황 등을 조사한다.

2.2.5 농업개황조사

지구의 농업개황에 대하여 조사한다.

2.2.6 피해상황조사

농업용수의 수질오염에 관계되는 농작물 및 농업용 용배수시설의 피해, 농작물의 피해, 응급대책의 실시상황 등을 조사한다.

2.2.7 관련 사업 등 조사

사업지구내와 주변지역의 관련사업, 농업진흥지역 정비계획, 도시계획 등의 내용을 조사한다.

2.3 계획

2.3.1 수질보전계획

(1) 계획의 기본방향

수질보전계획은 지구의 농업용수 수질오염의 원인과 현황, 오수의 유입경로, 수질오염에 의한 피해 정도와 영향 범위 등 실태를 검토하여 결과적으로 경제적인 대책을 수립함을 말한다.

(2) 계획수립 순서

계획수립작업은 지구의 실태 및 계획 내용에 알맞은 순서에 입각하여 효율적으로 실시한다.

(3) 수혜지구 결정

수혜지구는 용배수 계통, 수질오염상황, 피해발생상황 등으로 인한 수질오염발생 범위와 수질보전대책으로 효과가 발생하는 범위를 기초로 하여 적절히 결정한다.

(4) 영농계획

영농계획은 조사로부터 파악된 수질오염 및 피해상황을 검토하여, 그 피해를 크게 경감시킬 수 있도록, 또한 영농목적에 맞도록 수립한다.

(5) 기본대책 선정

수질오염 방지 기본대책은 오염원 분포, 용배수계통, 지형, 수혜지의 단지구성, 다른 관련사업, 환경보전 등을 고려하여 경제적인 동시에, 장래에 충분한 효과가 나타나도록 몇 개의 대안을 비교, 검토한 후 선정한다.

(6) 용수계획

용수계획은 신설 또는 개수에 관계되는 용수시설의 현재 용수량을 기초로 결정해야 하나 지구의 토지이용 변동이 심한 경우나 용수부족대책 등을 함께 계획하는 경우에는 이들에 대한 요인도 함께 고려하여 적절히 결정한다.

(7) 배수계획

배수계획은 신설 또는 개수할 각 배수시설에 대하여 지표수 또는 오수의 유출(또는 배출)상황, 지구 및 그 주변 지역의 토지이용 등의 조건을 충분히 검토하여 적절히 결정한다.

(8) 타 기관 사업계획과의 조정

계획, 시공 및 시설의 운영관리와 관계가 있다고 생각되는 다른 사업계획의 내용을 검토하고 이들 사업계획과 조정하여야 한다.

2.3.2 시설계획

(1) 시설계획의 기본구상

각종 시설의 배치, 규모, 구조 등의 계획은 지구의 기본대책과 용배수 계획에 따라 유사 지구의 사례를 참고하여 지구설정에 맞도록 적절히 결정한다.

(2) 대책공법과 그 선정

대책공법은 시설을 설치하는 현지 조건을 고려하여 가장 효과적이며 경제적일 뿐만 아니라 이차적 피해를 일으킬 위험이 없는 것을 선정한다.

(3) 시설의 구성과 배치

수질보전대책으로서 용배수 시설의 신설 또는 개수 여부는 해당 지역 용배수 조직의 재편과 관계가 있으므로 조직으로서의 기능성과 안정성을 가지는데 관계되는 여러 시설의 구성 및 배치에 대해서 충분히 검토하여야 한다.

(4) 관련 부대시설

사업실시에 따라 파생되는 문제들에 대처하기 위하여 필요에 따라 시설의 유지.안전등에 관한 여러 가지 시설을 계획한다.

2.3.3 시공계획

본 사업과 관계가 있는 용배수시설은, 마을 내외의 기존 시설과 뒤섞여 있는 경우가 많으므로 노

선 및 공법의 선정에 있어서는 시공의 난이도에 유의함은 물론이고 공사기간 중의 통수, 교통의 확보 등에 관해서 미리 대책을 검토하여 지역의 생산 활동 및 일상생활에 큰 지장을 주지 않도록 해야 한다.

2.3.4 계획의 종합평가

계획의 마무리 단계에서는 시설의 내용 및 그 배치의 적합성과 함께 시설의 유지관리를 포함한 경제성에 대하여 종합적으로 검토, 평가하여 최적한 계획이 되도록 하는 것이 필요하다.

3. 재료

3.1 재료 일반

· 내용 없음

3.2 재료 특성

· 내용 없음

3.3 품질 및 성능시험

· 내용 없음

4. 설계

· 내용 없음

집필위원	분야	성명	소속	직급
	관개배수	김선주	한국농공학회	교수
	농업환경	박종화	한국농공학회	교수
	토질공학	유 찬	한국농공학회	교수
	구조재료	박찬기	한국농공학회	교수
	수자원정보	권형중	한국농공학회	책임연구원

자문위원	분야	성명	소속
	농촌계획	손재권	전북대학교
	수자원공학	윤광식	전남대학교
	지역계획	김기성	강원대학교
	수자원공학	노재경	충남대학교
	농지공학	최경숙	경북대학교
	관개배수	최진용	서울대학교

건설기준위원회	분야	성명	소속
	총괄	한준희	농림축산식품부
	농업용댐	오수훈	한국농어촌공사
	농지관개	박재수	농림축산식품부
	농지배수	송창섭	충북대학교
	용배수로	정민철	한국농어촌공사
	농도	조재홍	한국농어촌공사 본사
	개간	백원진	전남대학교
	농지관개	이현우	경북대학교
	농지배수	남상운	충남대학교
	취입보	김선주	건국대학교
	양배수장	정상옥	경북대학교
	경지정리	유 찬	경상대학교
	농업용관수로	박태선	한국농어촌공사 본사
	농업용댐	손재권	전북대학교
	농지배수	김정호	다산컨설턴트
	농지보전	박종화	충북대학교
	농업용댐	김성준	건국대학교
	해면간척	박찬기	공주대학교
	농업수질및환경	이희억	한국농어촌공사 본사
	취입보	박진현	한국농어촌공사 본사

중앙건설기술심의위원회	성명	소속
	이태옥	평화엔지니어링
	성배경	건설교통신기술협회
	김영환	한국시설안전공단
	김영근	건화
	조의섭	동부엔지니어링
	김영숙	국민대학교
	이상덕	아주대학교

농림축산식품부	성명	소속	직책
	한준희	농업기반과	과장
	박재수	농업기반과	서기관

설계기준
KDS 67 40 40 : 2018

농지관개 수질대책

2018년 04월 24일 발행

농림축산식품부

관련단체 한국농어촌공사
58217 전라남도 나주시 그린로 20(빛가람동 358) 한국농어촌공사
☎ 061-338-5114 E-mail : webmaster@ekr.or.kr
http://www.ekr.or.kr

(작성기관) 한국농공학회
06130 서울시 강남구 테헤란로 7길 22(역삼동 365-4) 과학기술회관 본관 205호
☎ 02-562-3627 E-mail : j6348h@hanmail.net
http://www.ksae.re.kr

국가건설기준센터
10223 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283(대화동)
☎ 031-910-0444 E-mail : kcsc@kict.re.kr
http://www.kcsc.re.kr

※ 이 책의 내용을 무단전재하거나 복제할 경우 저작권법의 규제를 받게 됩니다.

KDS 67 40 90 : 2018

농지관개 유지관리

2018년 04월 24일 제정
http://www.kcsc.re.kr

농림축산식품부



건설기준 코드 제·개정에 따른 경과 조치

이 코드는 발간 시점부터 이미 시행 중에 있는 설계용역이나 건설공사에 대하여 발주기관의 장이 필요하다고 인정하는 경우 종전에 적용하고 있는 기준을 그대로 사용할 수 있습니다.

건설기준 코드 제·개정 연혁

- 이 기준은 KDS 67 40 90 : 2018 으로 2018년 04월에 제정하였다.
- 이 기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 건설기준 간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.
- 이 기준의 제·개정 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요사항	제·개정 (년. 월)
농지개량사업 계획설계기준 관개편	• 농지개량사업 계획설계기준 관개편 제정	제정 (1969. 12)
농업생산기반정비사업 계획설계기준 관개편	• 농업생산기반정비사업 계획설계기준 관개편 개정 • 하나의 체제로 되어 있던 설계기준을 변경하여 기준, 편람의 2개 체제로 구분하되 1권으로 합본 • 기준에는 모든 설계에서 지켜야할 기본적이고 명확한 사항만을 규정하여 수록 • 편람에는 기준에서 규정하지 않은 사항이나 설계에 참고가 되는 사항으로 수록하여 설계자의 편의 도모 • 새로운 법령이나 제도의 신설에 따라 필요한 사항을 개정하고, 가급적 현장 실무자의 편의를 도모하기 위하여 평이하고 정확하게 기술	개정 (1998. 12)
KDS 67 40 90 : 2018	• 국토교통부 고시 제2013-640호의 “건설공사기준 코드체계” 전환에 따른 건설기준을 코드로 정비 • 건설기술진흥법 제44조 및 제44조의 2에 의거하여 중앙건설심의위원회 심의· 의결	제정 (2018. 04)

제 정 : 2018년 04월 24일
심 의 : 중앙건설기술심의위원회
소관부서 : 농림축산식품부 농업기반과
관련단체(작성기관) : 한국농어촌공사(한국농공학회)

개 정: 년 월 일
자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회

목 차

1. 일반사항 ····· 1
1.1 목적 ····· 1
1.2 적용 범위 ····· 1
1.3 참고 기준 ····· 1
1.4 용어의 정의 ····· 1
1.5 기호의 정의 ····· 1
1.6 시설물의 구성 ····· 1
1.7 해석과 설계원칙 ····· 1
1.8 설계 고려사항 ····· 1
1.9 신규기술적용 ····· 1
1.10 구조설계도서 ····· 1
2. 조사 및 계획 ····· 2
2.1 조사 및 계획 일반 ····· 2
2.2 조사 ····· 2
2.3 계획 ····· 2
3. 재료 ····· 2
3.1 재료 일반 ····· 2
3.2 재료 특성 ····· 2
3.3 품질 및 성능시험 ····· 2
4. 유지관리 ····· 2
4.1 논관개 유지관리 ····· 2
4.2 수질대책 유지관리 ····· 3

농지관개 유지관리

1. 일반사항

1.1 목적

· 내용 없음

1.2 적용 범위

· 내용 없음

1.3 참고 기준

· 내용 없음

1.4 용어의 정의

· 내용 없음

1.5 기호의 정의

· 내용 없음

1.6 시설물의 구성

· 내용 없음

1.7 해석과 설계원칙

· 내용 없음

1.8 설계 고려사항

· 내용 없음

1.9 신규기술적용

· 내용 없음

1.10 구조설계도서

· 내용 없음

2. 조사 및 계획

2.1 조사 및 계획 일반

· 내용 없음

2.2 조사

· 내용 없음

2.3 계획

· 내용 없음

3. 재료

3.1 재료 일반

· 내용 없음

3.2 재료 특성

· 내용 없음

3.3 품질 및 성능시험

· 내용 없음

4. 유지관리

4.1 논관개 유지관리

4.1.1 관리목표

(1) 관개시설의 유지관리는 합리적인 보전관리의 방향에서 지역조건에 맞는 유지관리 목표를 설정하여 실시해야 한다.

(2) 물관리는 물의 절약, 노동력의 절약 및 경비가 절약될 수 있도록 해야 한다.

(3) 관개시설의 유지관리는 시설물을 관리하는 시설관리, 유지관리업무를 담당하는 조직관리 그

리고 다른 수리시설간의 조정관리 등 모든 분야에 대하여 이루어져야 한다.

4.1.2 관리 조직 및 체계

(1) 관리조직은 관개용수를 신속, 정확하게 농경지에 전달할 수 있고 수리시설물을 합리적으로 유지관리할 수 있도록 해야 한다.
(2) 관리체계는 구조물의 수리특성을 잘 인식하여 그 기능이 최대로 발휘되고 용수를 효율적으로 사용할 수 있도록 체계화되어야 한다.

4.1.3 물관리

(1) 시설준공 후 1～2년간의 개발 초기에는 기초자료의 조사와 적기 이양을 위주로 물관리계획을 세워 시행하고 그 후에는 각종 자료의 정리, 용수의 합리적 이용, 용수절약 등에 중점을 둔다.
(2) 급수계획은 농민들과 협의하고 농민들에 대한 물관리 교육에도 노력을 기울여야 한다.
(3) 물관리 조직의 편성에서는 신속한 의사 전달, 명령계통의 일원화, 전문 기술의 활용 등에 유의하여야 한다.

4.1.4 시설관리

(1) 시설 관리자는 효율적인 시설관리를 위해서 시설관리 책임자를 주요시설별로 지정하고 적극적으로 활동하도록 지휘 감독하여야 한다.
(2) 시설 관리자는 지구내 수리시설을 효과적으로 유지관리하고 농업생산력을 증대하기 위하여 수리시설에 대해 항상 선량한 보호관리를 하여야 한다.
(3) 시설물의 점검, 위험표지, 비상대비, 개보수 등을 적절히 시행하고 급수현황, 유지관리 현황 등의 조사, 기록에도 유의하여야 한다.

4.2 수질대책 유지관리

4.2.1 관리조직

(1) 시설의 적정한 유지관리 및 농업용수 수질의 재오염방지를 위해 관리조직을 설정하는 것이 중요하다.
(2) 취수시설, 용배수로 등의 유지관리를 적정히 하며 농업용수의 수질을 상시감시하고 재오염을 방지함으로써 수질을 보전하기 위해 관리조직을 구성하는 것은 중요한 일이다.
(3) 따라서 계획수립에 있어 미리 도시 담당부서와 충분히 협의해서 배수로, 오수배수로, 오수처리시설, 쓰레기 처리시설 등의 관리주체, 비용부담방법 등을 설정하여 둘 필요가 있다.

4.2.2 유지관리

(1) 각 시설이 그 기능을 상시 유지하도록 유지관리함과 동시에 농업용수의 수질을 유지보전하기 위하여 상시 감시하여야 한다.
(2) 본 사업의 시설에는 취수시설, 용배수시설, 수질정화시설, 오수처리시설 등이 있다.

(3) 이들 시설의 유지관리는 다양해서 종래 전혀 사용치 않은 시설의 유지관리나 농업용수의 수질 유지보전 등이 포함되기 때문에 확고한 유지관리조직과 그의 운영방법을 확보하여 적정한 유지관리를 할 수 있도록 배려하여야 한다.



집필위원	분야	성명	소속	직급
	관개배수	김선주	한국농공학회	교수
	농업환경	박종화	한국농공학회	교수
	토질공학	유 찬	한국농공학회	교수
	구조재료	박찬기	한국농공학회	교수
	수자원정보	권형중	한국농공학회	책임연구원

자문위원	분야	성명	소속
	농촌계획	손재권	전북대학교
	수자원공학	윤광식	전남대학교
	지역계획	김기성	강원대학교
	수자원공학	노재경	충남대학교
	농지공학	최경숙	경북대학교
	관개배수	최진용	서울대학교

건설기준위원회	분야	성명	소속
	총괄	한준희	농림축산식품부
	농업용댐	오수훈	한국농어촌공사
	농지관개	박재수	농림축산식품부
	농지배수	송창섭	충북대학교
	용배수로	정민철	한국농어촌공사
	농도	조재홍	한국농어촌공사 본사
	개간	백원진	전남대학교
	농지관개	이현우	경북대학교
	농지배수	남상운	충남대학교
	취입보	김선주	건국대학교
	양배수장	정상옥	경북대학교
	경지정리	유 찬	경상대학교
	농업용관수로	박태선	한국농어촌공사 본사
	농업용댐	손재권	전북대학교
	농지배수	김정호	다산컨설턴트
	농지보전	박종화	충북대학교
	농업용댐	김성준	건국대학교
	해면간척	박찬기	공주대학교
	농업수질및환경	이희억	한국농어촌공사 본사
	취입보	박진현	한국농어촌공사 본사

중앙건설기술심의위원회	성명	소속
	이태옥	평화엔지니어링
	성배경	건설교통신기술협회
	김영환	한국시설안전공단
	김영근	건화
	조의섭	동부엔지니어링
	김영숙	국민대학교
	이상덕	아주대학교

농림축산식품부	성명	소속	직책
	한준희	농업기반과	과장
	박재수	농업기반과	서기관

설계기준
KDS 67 40 90 : 2018

농지관개 유지관리

2018년 04월 24일 발행

농림축산식품부

관련단체 한국농어촌공사
58217 전라남도 나주시 그린로 20(빛가람동 358) 한국농어촌공사
☎ 061-338-5114 E-mail : webmaster@ekr.or.kr
http://www.ekr.or.kr

(작성기관) 한국농공학회
06130 서울시 강남구 테헤란로 7길 22(역삼동 365-4) 과학기술회관 본관 205호
☎ 02-562-3627 E-mail : j6348h@hanmail.net
http://www.ksae.re.kr

국가건설기준센터
10223 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283(대화동)
☎ 031-910-0444 E-mail : kcsc@kict.re.kr
http://www.kcsc.re.kr

※ 이 책의 내용을 무단전재하거나 복제할 경우 저작권법의 규제를 받게 됩니다.

KDS 67 45 05 : 2018

농지배수 일반사항

2018년 04월 24일 제정
http://www.kcsc.re.kr

농림축산식품부



건설기준 코드 제·개정에 따른 경과 조치

이 코드는 발간 시점부터 이미 시행 중에 있는 설계용역이나 건설공사에 대하여 발주기관의 장이 필요하다고 인정하는 경우 종전에 적용하고 있는 기준을 그대로 사용할 수 있습니다.

건설기준 코드 제·개정 연혁

- 이 기준은 KDS 67 45 05 : 2018 으로 2018년 04월에 제정하였다.
- 이 기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 건설기준 간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.
- 이 기준의 제·개정 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요사항	제·개정 (년. 월)
농지개량사업 계획설계기준 배수편	• 농지개량사업 계획설계기준 배수편 제정	제정 (1970. 12)
농지개량사업 계획설계기준 배수편	• 농지개량사업 계획설계기준 배수편 개정	개정 (1983. 12)
농업생산기반정비사업 계획설계기준 배수편	• 농업생산기반정비사업 계획설계기준 배수편 개정	개정 (2001. 12)
농업생산기반정비사업 계획설계기준 배수편	• 농업생산기반정비사업 계획설계기준 배수편 개정 • 전문용어를 통일하고, 오자 및 문맥상의 오류 등 수정하고, 관련 법령을 현행 법령체계와 일치 • 이상 기후로 인한 국지성 호우에 대응할 수 있도록 설계강우량 결정방법 강화 • 논밭 혼용지대에서의 배수대책 내용 추가 • 배수장의 양정결정시 계획외수위를 하천등급별 계획기준홍수위로 수정 • 유수지 설계기준 및 하천제방 횡단구조물 설치에 대한 기준 내용 추가 • 배수장 제진기, 비상전원 확보, 펌프형식, 대피시설, 제어시스템에 대한 기준 추가	개정 (2012. 12)
KDS 67 45 05 : 2018	• 국토교통부 고시 제2013-640호의 “건설공사기준 코드체계” 전환에 따른 건설기준을 코드로 정비 • 건설기술진흥법 제44조 및 제44조의 2에 의거하여 중앙건설심의위원회 심의· 의결	제정 (2018. 04)

제 정 : 2018년 04월 24일 **개 정 : 년 월 일**

심 의 : 중앙건설기술심의위원회 **자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회**

소관부서 : 농림축산식품부 농업기반과

관련단체(작성기관) : 한국농어촌공사(한국농공학회)

목 차

1. 일반사항 ····· 1
1.1 목적 ····· 1
1.2 적용 범위 ····· 1
1.3 참고 기준 ····· 1
1.4 용어의 정의 ····· 1
1.5 기호의 정의 ····· 3
1.6 시설물의 구성 ····· 3
1.7 해석과 설계원칙 ····· 3
1.8 설계 고려사항 ····· 3
1.9 신규기술적용 ····· 3
1.10 구조설계도서 ····· 4
2. 조사 및 계획 ····· 4
2.1 조사 및 계획 일반 ····· 4
2.2 조사 ····· 7
2.3 계획 ····· 7
3. 재료 ····· 10
3.1 재료 일반 ····· 10
3.2 재료 특성 ····· 10
3.3 품질 및 성능시험 ····· 10
4. 설계 ····· 10

농지배수 일반사항

1. 일반사항

이 기준은 농업생산기반정비사업에서 농업용 배수시설의 사업계획(이하 계획이라 칭함)을 수립하는데 필요한 기본적인 사항을 규정한 것이다. 이 기준은 농지를 포함한 한정된 지역내의 지표배수 및 지하배수 계획을 다루고 있다.

1.1 목적

농지배수 설계기준에서는 기준관련 사항은 물론, 일반적인 기술해설, 표준적인 사례, 참고사항 등도 기술하였으며, 가급적 손쉽게 계획을 수립할 수 있도록 적절한 자료와 해설을 제공하였다. 또한 이 기준에서 제시되지 않은 사항은 「농업생산기반정비사업 조사설계 실무요령」을 참고할 수 있다.

1.2 적용 범위

(1) 이 기준은 농어촌정비법에 근거한 농업생산기반정비사업으로 이루어지는 배수사업의 조사, 계획, 설계 및 관리에 대하여 적용하며, 이 기준에서 사용된 법규, 기준, 편람, 표준시방서 등의 규정이나 관련근거가 개정된 경우에는 개정된 규정 및 관련근거를 적용한다.

(2) 이 설계기준 내용은 기술수준의 향상 또는 기타 필요에 따라 개정하여 시행하며, 적용이 적합하지 않은 경우에는 기술심의 및 자문 등으로 실무지침을 정하여 운용할 수 있다. 여기에 관련된 주요 자료는 농어촌정비법(2014년 1월 21일 법률 제12329호) 이다.

1.3 참고 기준

· 내용 없음

1.4 용어의 정의

1.4.1 수혜구역(受惠區域)

배수계획에서 배수개선의 대상이 되는 구역을 말한다.

1.4.2 내부유역(內部流域)

수혜구역 밖으로부터 유입수(流入水)가 수혜구역으로 유입하여 그 물을 내수(內水)로 처리하여야 할 경우 그 유역을 내부유역이라 한다. 계획배수량은 수혜구역과 내부유역을 합한 유출면적을 기준으로 하여 계산한다. 설계강우량, 계획배수량을 결정하는데는 수혜구역과 내부유역을 합한 유출지역의 기상, 수문(水文) 자료가 필요하다.

1.4.3 외부유역(外部流域)

내수를 배출하게 되는 외수위(外水位)에 직접적인 영향을 주는 유출수를 발생시키는 유역을 외부유역이라 한다. 일반적으로 배수본천(排水本川)의 유역이 이에 해당한다. 계획기준 외수위를 결정할 때는 외부유역의 기상, 수문자료가 필요하다.

1.4.4 배수 본천

수혜구역 안의 과잉수(過剩水)를 배출하도록 되어 있는 하천, 호소, 바다 등을 총칭하여 배수본천이라 하며, 배수본천의 수위가 외수위이다.

1.4.5 설계강우량(강우량 및 강우형태)

계획배수량 산정기준으로 채택, 사용하는 계획상의 예상 강우로서, 설계강우량이 수혜구역 (내부유역 포함)에 발생하면 이것을 안전하게 배제할 수 있도록 배수계획을 작성한다.

1.4.6 계획기준 외수위(또는 계획 외수위)

계획배수량을 산정하기 위하여 채택하는 계획상의 예상 외수위이다. 즉, 배수본천의 홍수위이다. 이 수위상태를 고려하여 내수를 안전하게 배제할 수 있게 배수계획을 작성한다.

1.4.7 계획기준 내수위(또는 허용담수심)

배수계획을 수립할 때 배수의 목표가 되는 내수위를 말한다. 배수계획에서 지구 내에 담수(湛水)를 허용하는 일은 원칙적으로 피해야 하지만, 이를 고려해주지 않으면 시설규모가 커져서 비경제적이 된다. 그러므로 지구 내 일부 지역에는 피해를 받지 않는 범위에서 담수를 허용하여 공사비 절감을 꾀하는 경우가 있다.

1.4.8 계획배수량

수혜구역 안에서 밖으로 우수(雨水)를 배출하는 배수능력의 크기를 나타내는 배수량을 말한다. 내부유역이 있는 경우의 계획배수량은 수혜구역 면적과 그 내부유역의 면적을 합한 유출면적으로부터의 배수량을 의미한다. 계획배수량을 그 배수구역의 면적으로 나눈 값이 계획단위배수량이며, 이 값은 각 구역의 배수강도(排水强度)를 비교하는데 사용한다.

1.4.9 설계유량

배수시설의 규모를 결정하는 기준 유량을 말한다. 설계유량을 나타낼 때는 그 시설도 겸하여 나타낸다.

1.4.10 배수개선면적(排水改善面積)

토지의 생산력증진, 기계화영농, 영농환경개선 등을 목적으로 과잉수를 조직적으로 배제하여 혜택을 받는 면적으로서, 침수방지 효과를 보는 면적은 물론, 지하수위 저하에 의하여 답리작(畓裏作)이 가능해지는 경지 면적을 모두 포함한다.

1.4.11 침수면적

홍수에 의한 침수피해를 입은 면적으로 지구(地區) 내에서 peak 홍수위 이하에 포함된 면적을 말한다.

1.4.12 수혜면적(受惠面積)

배수개선면적을 포함하여 도로, 구거(溝渠) 등의 면적을 포함한 전체 배수대상면적을 의미한다.

1.4.13 담수 및 담수심(湛水深)

관개 또는 강우에 의하여 고이는 물 및 수심을 의미하며, 이 경우 작물이나 시설에 피해가 없는 상태를 말한다.

1.4.14 침수(浸水) 및 침수심(浸水深)

외부에서 홍수 등이 유입되어 고이는 물 및 그 수심을 의미하며, 작물이나 시설에 피해를 입히는 상태를 뜻한다.

1.5 기호의 정의

· 내용 없음

1.6 시설물의 구성

· 내용 없음

1.7 해석과 설계원칙

· 내용 없음

1.8 설계 고려사항

· 내용 없음

1.9 신규기술적용

· 내용 없음

1.10 구조설계도서

· 내용 없음

2. 조사 및 계획

2.1 조사 및 계획 일반

2.1.1 계획의 원칙

농지배수계획은 그 목적과 입지조건 등을 정확하게 파악한 후에 수립하며, 일련의 시스템으로서 필요한 기능성과 안전성을 확보하고 경제적인 시설이 될 수 있도록 해야 한다. 또한 친환경적인 배수계획이 되도록 한다.

2.1.2 법령의 준수

(1) 농지배수계획은 그 목적과 입지조건 등을 정확하게 파악한 후에 수립하며, 일련의 시스템으로서 필요한 기능성과 안전성을 확보하고 경제적인 시설이 될 수 있도록 해야 한다. 또한 친환경적인 배수계획이 되도록 한다.

(2) 농지배수계획과 관련되는 주요 법령은 다음과 같다.

① 농어촌정비법 (2014년 1월 21일 법률 제12329호)
② 한국농어촌공사 및 농지관리기금법 (2014년 3월 11일 개정 법률 12418호)
③ 하천법 (2014년 1월 14일 개정 법률 12248호)
④ 도로법 (2014년 5월 21일 개정 법률 12639호)
⑤ 국토의 계획 및 이용에 관한 법률(2013년 8월 6일 개정 법률 11998호)
⑥ 건축법 (2014년 1월 14일 개정 법률 12246호)
⑦ 전기사업법 (2014년 1월 28일 개정 법률 12357호)
⑧ 매장문화재보호및조사에관한법률 (2014년 5월 28일 개정 법률 12692호)
⑨ 소음진동관리법 (2014년 1월 14일 개정 법률 12248호)
⑩ 환경영향평가법 (2013년 3월 23일 개정 법률 11690호)
⑪ 농어업·농어촌 및 식품산업 기본법 (2014년 5월 20일 개정 법률 12605호)
⑫ 자연재해대책법 (2013년 8월 6일 개정 법률 11993호)
⑬ 시설물의 안전관리에 관한 특별법 (2014년 1월 14일 개정 법률 12254호)

또한, 농림수산식품부는 물론이며 국토해양부, 환경부 등의 관련 고시나 설계기준 등도 참조하여야 한다. 배수사업계획과 관련 있는 대표적인 설계기준은 다음과 같다.

① 농업생산기반정비사업계획설계기준 수로편(2004)
② 농업생산기반정비사업계획설계기준 양배수장편(2005)
③ 농업생산기반정비사업계획설계기준 친환경편(2008)
④ 농업생산기반정비사업계획설계기준 취입보편(1996)

⑤ 농업생산기반정비사업 조사설계 실무요령 제2편 배수시설 (2011)
⑥ 하천설계기준·해설 (한국수자원학회, 2009)
⑦ 하수도시설기준 (한국상하수도협회, 2011)

2.1.3 계획의 목적 설정

(1) 일반적으로 논을 고도로 이용하기 위해서는 논·밭윤환(輪換)을 가능케 하는 농지기반의 정비가 기본과제가 된다. 벼에 대하여는 보수성(保水性), 밭작물에 대하여는 배수성(排水性)이 중요하기 때문에 용수로와 배수로를 분리시켜 배수조건을 정비하는 것이 필요하다.
(2) 농지배수의 직접적인 목적은 다음과 같다.
① 지표수의 배제
② 과잉토양수분의 배제
③ 토지이용의 안전성 증대와 고도화(高度化), 범용화(汎用化)
④ 농지의 생산성 향상
⑤ 농사일 또는 노동환경의 개선
⑥ 취락생활환경의 개선 등의 성과

2.1.4 계획의 기본방침 결정

계획의 기본방침은 배수불량의 원인을 파악하여 그것을 제거하는 것이다. 배수불량 해소의 기본적 방법은 다음과 같다.
· 외수의 유입을 방지할 것
· 내수의 배출을 촉진시킬 것
· 지구 내에서 내수의 유동(流動)을 촉진시키거나 억제시켜 과잉수가 국부적으로 집중되지 않도록 할 것
배수불량 원인의 기본적 해결방법들은 지구의 자연조건, 사회조건에 따라서 몇 가지씩 조합되어 그 지구 배수계획의 기본방침으로 구체화된다.
경우에 따라서는 특별 조사를 하거나 새로운 정보의 보완이 필요한 경우도 있다. 그리고 기술적 사항과 직접 관련된 문제는 아니지만 노선(路線)이 시가지를 통과할 때는 도시계획과의 조정여부가 사업의 성패를 좌우하는 경우가 많으므로 계획의 초기단계에서 비용부담의 방법을 포함하여 충분히 조정해 두어야 한다.
(1) 평상시 배수(平常時排水)와 홍수시 배수(洪水時排水)
① 평상시와 홍수시는 수위나 유량의 크기, 변화 상황이 각기 다르며 배수의 양상이 전혀 다르므로 기본방침뿐 아니라 배수계획의 내용 전반에 걸쳐 평상시와 홍수시를 구별하여 계획을 수립한다.
② 평상시 배수에서는 지하수유출, 관개용수, 택지(宅地)로부터의 배수가 대상이 되는데 대하여, 홍수시 배수는 강우, 강설에 의한 지표수유출이 주된 대상이다. 일반적으로 같은 배수시설이 평상시와 홍수시에 공용될 때가 많다. 그러므로 그 성능이 평상시와 홍수시 양쪽 모두의 조건을 만족하도록 계획해야 한다.

(2) 외수의 유입

① 외수가 배수지역 안으로 유입하는 것을 방지하자면, 평상시, 홍수시 또는 지표수, 지하수, 지구의 자연조건 등 여러 조건 하에서 방어선을 어디에 둘 것인지에 대해 가장 먼저 생각해 두어야 하며, 이것이 계획의 가장 중요하고도 기본적인 사항이다.

② 이 방어선의 바깥쪽에 있는 물을 외수(통상적으로 제어할 수 없는 물), 그 안쪽에 있는 물을 내수(제어되는 물)라 하며, 내수는 배수조작으로 처리해야 한다. 그러므로 되도록이면 강우 이외의 물은 지구 내로 유입시키지 않는 것이 바람직하다.

(3) 외수의 처리

① 일반적으로 배수계획에서, 외수는 환경조건 때문에 제어를 할 수 없는 여건에 놓인 경우가 많다. 따라서 외수를 제어하려면 많은 비용이 소요되고, 사회적인 제약도 많이 따른다. 그러나 곳에 따라서는 외수처리를 포함시켜 계획하는 것이 유리할 경우도 있다. 예를 들면 지구내를 관통(貫通)하는 중소하천이 상류부인 산지유역부터 범람할 때는 상류부(上流部)의 적당한 장소에 방재(防災) 댐을 건설하여 첨두홍수량(尖頭洪水量)의 크기를 조절하거나 중·하류부(中·下流部)의 하천을 개수하여 홍수위를 낮추도록 한다.

② 또 지구 내로부터의 배수 때문에 배수본천의 유황(流況)이 심하게 영향을 받을 위험이 있을 경우는 배수계획의 일환으로 그 대책을 검토하여야 한다.

(4) 하구개량(河口改良)

배수본천의 하구가 유사(流砂), 파랑(波浪) 때문에 폐쇄되어 그것이 배수불량의 주된 원인일 때에는 하구개량을 포함한 배수계획을 검토한다.

(5) 수리관행(水利慣行)

사회적인 관행이 배수불량의 원인이 될 때는 수리관행에 저촉하지 않도록 그대로 남길 것인가, 또는 이것을 배수계획에 넣어서 포괄적으로 배수개선을 도모할 것인지 여부가 배수의 기본방침을 결정하는데 중요하므로 신중한 검토가 필요하다.

(6) 내수위와 외수위

① 외수에 대한 방어선이 설정되어 있을 때 내수(과잉수) 배제를 직접적으로 좌우하는 것은 내외수위차(內外水位差)이다. 따라서 배수계획을 수립할 때는 내수위와 외수위가 어떻게 변동하는가를 추적해 보는 것이 그 배수계획의 성능을 판단 하는데 큰 도움이 된다.

② 이와 같은 추적은 어느 지구에서나 평상시, 홍수시에 관계없이 행해지고 있다. 내수위와 외수위의 시간적 경과를 추적하는 일은 자연배수구나 배수펌프의 용량을 결정하는 계산과정에서도 유효하게 이용되는 중요한 방법일 뿐 아니라, 계획의 기본방침을 정할 때 기계배수가 필요한 정도를 판단하는데도 유용한 방법이다.

(7) 용수와의 관계

① 논의 배수계획을 세울 때에는 계획 후에 용수량(用水量)이 어느 정도 변화하는가(논을 밭으로 이용하는 것 등을 포함하여)를 반드시 검토하여야 한다. 만약 용수량이 증대하여 용수부족이 생길 우려가 있을 때는 용수계획도 병행하여 검토하여야 한다.

② 또한, 지구현황이 용·배수 겸용수로(用 · 排水兼用水路)로 되어 있을 경우의 계획은 될 수 있는 대로 용·배수를 분리하는 쪽으로 계획을 수립해야 하나, 용·배수 분리가 곤란하여 용 ·

배수 겸용수로로 그냥 사용할 경우는 용수의 수질변화(오염)에 주의해야 한다.

③ 배수에 의한 희석(稀釋)작용으로 용수로서의 수질을 겨우 유지할 경우가 많으므로 배수로의 설정이나 평상시 배수량을 결정할 때는 주의해야 한다.

2.2 조사

배수불량 요인은 복잡하기 때문에 손쉽게 판단하기 힘든 사항이 많다. 따라서 배수사업의 필요성을 충분히 이해시키기 위해서는 여러 각도에서 이를 뒷받침할 수 있어야 하며 자료를 수집할 때는 조사 사항을 광범위하게 책정해야 한다.

2.3 계획

2.3.1 계획기준치 결정

(1) 환경조건이 좋지 않은 악조건인 경우에는 많은 비가 오거나 높은 외수위가 생기는 빈도(頻度)를 생각하고(예를 들면 몇 년 동안에 1회 발생할 가능성이 있는 값 또는 확률빈도) 이에 해당되는 계획기준치를 예상하여 여기에 견딜 수 있도록 계획을 작성한다.

(2) 확률이 낮은 빈도를 채택할수록 안정도가 높은 계획이 되나 그 만큼 소요경비도 많이 든다. 이와같은 기준치에는「설계 강우량」 및「계획기준 외수위」등이 있다.

(3) 다음으로, 배수정도의 목표조건은 일반적으로 지구 내 내수위의 변동상태로 나타낸다. 그리고 내수위 변동상태의 지표는 목표상한수위(目標上限水位)와 담수 계속시간으로 나타낸다. 이 기준치를 홍수시의「계획기준내수위」라 하며,「허용담수심」으로 나타낼 때도 있다.

(4) 평상시 배수와 홍수시 배수에서 이에 적용하는 계획기준치는 그 성격과 수치가 전혀 다르다. 평상시 배수의 목표수위는 담수위(湛水位)가 아니며, 지하수위를 저하시키는 데 필요한 수위와 수질 보전 상 필요한 평상시 유수(流水)의 수위를 고려하여 설정한다.

(5) 이 기준치를 평상시 배수의「계획기준 내수위」라 한다. 배수계획의 환경조건과 목표조건은 서로 독립된 것이 아니므로, 택지, 논, 밭 등 토지이용상황에 따라서 이 양자를 관련시켜 생각한다.

(6) 계획기준치와 유사한 것에 계획배수량이 있다. 계획배수량은 배수시설의 용량을 결정하는 기준값으로서 일반적으로 계획수립의 기준값은 아니며, 설계강우량이나 계획기준 외수위에 따라 산출되는 이차적인 기준치로 생각할 수 있다. 단, 평상시 배수계획에서는 계획배수량을 강우로부터 산출하는 것이 아니고, 지하수 유출, 관개용수, 택지 등으로부터 배출되는 배수량 등에 의해 산출한다.

(7) 계획기준치를 정할 때는 장기간에 걸친 기상, 수문자료를 필요로 할 때가 많으므로 이것을 수집하고 처리하기 위해서 특별한 배려가 있어야 한다. 이들 자료는 현재의 상황을 나타내고 있다는 점에 주의할 필요가 있다. 즉, 장래 유역 내에서 행해질 개발행위나 시가지의 확장 등 토지이용의 변화가 예상되거나, 이 사업으로 말미암아 유황에 변화가 있을 때는 이 자료를 보정(補正)하여 보정 계획기준치를 결정하여야 한다.

2.3.2 계획안의 작성

(1) 계획초안의 작성

① 배수개선 대상 구역이 명확히 설정되어 있으며 이와 관련된 유역, 배수본천 등의 외부조건이 명확하여야 한다.

② 기설(旣設) 및 신설(新設)을 포함한 제방, 승수로(承水路), 자연배수구, 배수펌프, 유수지(遊水池), 간지선배수로(幹支線排水路) 등 배수시설의 배치와 그 배수조직이 명확하여야 한다.

③ 배수의 목적을 달성하기 위해서 신설 또는 개량을 하는 시설의 종류와 규모가 표시되고 그것에 필요한 경비가 개략적으로 추산되어 있어야 한다.

④ 이 계획이 실시되었을 때 배수상황이 어떻게 변하는가를 구체적으로 표시하고 있어야 한다.

⑤ 계획초안을 작성하는 단계에서는 될 수 있는 한 여러 가지 방안을 생각해 보는 것이 중요하다. 만약, 그 과정에서 기본방침까지 거슬러 올라가 문제가 있다고 판단되면 기본방침의 수정을 검토할 경우도 있을 수 있다. 그리고 계획초안은 항시 계획전체의 소요경비를 적게 들이는 방향으로 검토하여야 한다.

(2) 계획안의 선정

① 계획작성에서 최종결정에 이르기까지의 각 단계는 양적 해석(量的 解析)에 따라서 진행할 것이나, 중요한 부문은 경험이 풍부한 기술자의 판단에 따르는 것이 좋다.

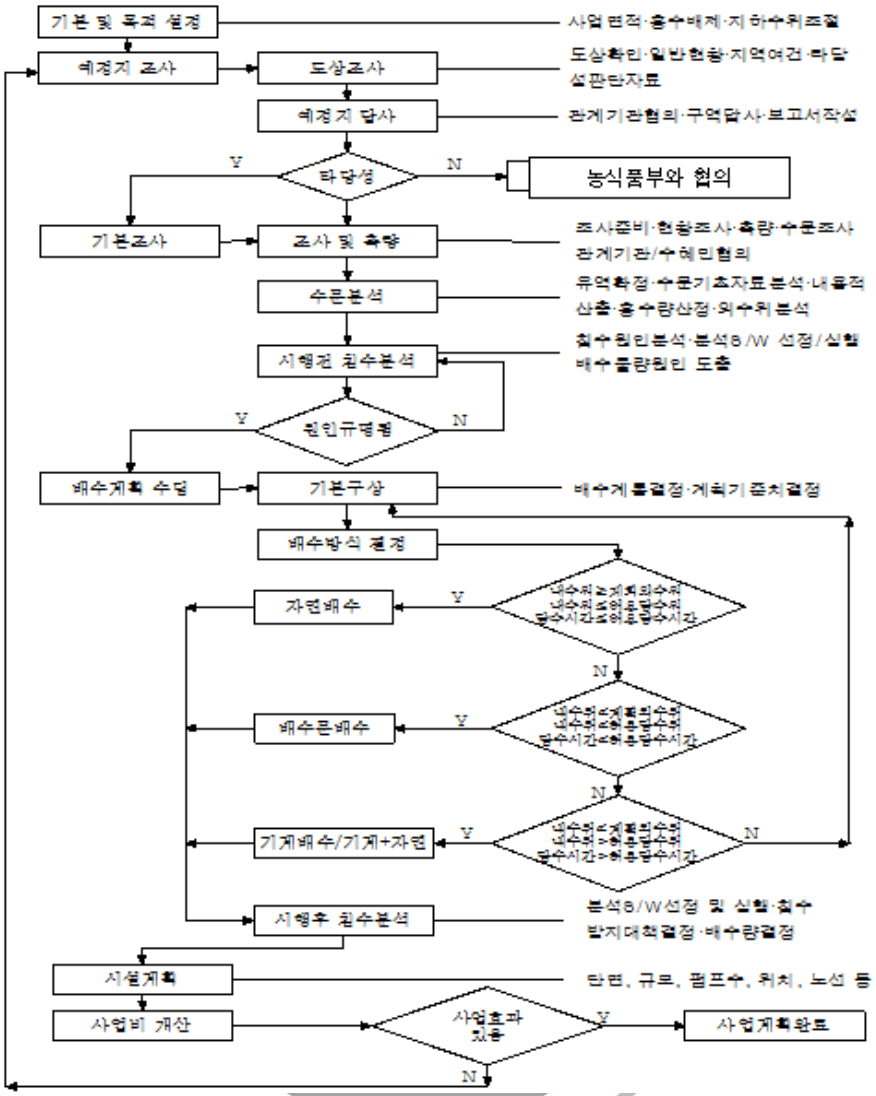
② 또한, 과거에 실시된 배수계획 사례도 참고가 된다. 그러나 이것도 신중한 검토가 따라야 비로소 유익한 자료로 활용될 수 있다.

2.3.3 계획의 수립

계획은 현지의 자연적, 사회적, 제조건을 종합하여 골격이 되는 것으로부터 시작하여 합리적인 순서에 따라 세부적인 것으로 진행한다. 배수계획의 수립은 다음의 순서로 행하는 것을 원칙으로 하나, 각 단계의 작업은 상호 연계하여 진행한다.

(1) 계획수립 순서

계획수립의 일반적인 순서는 다음과 같다.



<그림 2.3-1> 계획수립작업 순서

(2) 예정지조사

농지배수 계획수립에 필요한 자료를 얻기 위하여 예정지구의 자연적, 사회적, 환경적 제반조건을 정확하게 조사한다.

(3) 기본계획

기본조사를 바탕으로 필요한 경우 관계기관과 협의하여 배수구역 및 수혜면적 확정, 배수시설의 형식선정 및 규모검토, 배수계통 결정 등에 대한 여러 대안을 검토하고 최적 안을 결정한다.

(4) 세부설계

기본계획을 기초로 세부설계 지구가 선정되면 설치해야 할 각 배수시설의 수리 계산 및 구조설계를 실시하고 사업비를 산출한다.

3. 재료

3.1 재료 일반

· 내용 없음

3.2 재료 특성

· 내용 없음

3.3 품질 및 성능시험

· 내용 없음

4. 설계

· 내용 없음

집필위원	분야	성명	소속	직급
	관개배수	김선주	한국농공학회	교수
	농업환경	박종화	한국농공학회	교수
	토질공학	유 찬	한국농공학회	교수
	구조재료	박찬기	한국농공학회	교수
	수자원정보	권형중	한국농공학회	책임연구원

자문위원	분야	성명	소속
	농촌계획	손재권	전북대학교
	수자원공학	윤광식	전남대학교
	지역계획	김기성	강원대학교
	수자원공학	노재경	충남대학교
	농지공학	최경숙	경북대학교
	관개배수	최진용	서울대학교

건설기준위원회	분야	성명	소속
	총괄	한준희	농림축산식품부
	농업용댐	오수훈	한국농어촌공사
	농지관개	박재수	농림축산식품부
	농지배수	송창섭	충북대학교
	용배수로	정민철	한국농어촌공사
	농도	조재홍	한국농어촌공사 본사
	개간	백원진	전남대학교
	농지관개	이현우	경북대학교
	농지배수	남상운	충남대학교
	취입보	김선주	건국대학교
	양배수장	정상옥	경북대학교
	경지정리	유 찬	경상대학교
	농업용관수로	박태선	한국농어촌공사 본사
	농업용댐	손재권	전북대학교
	농지배수	김정호	다산컨설턴트
	농지보전	박종화	충북대학교
	농업용댐	김성준	건국대학교
	해면간척	박찬기	공주대학교
	농업수질및환경	이희억	한국농어촌공사 본사
	취입보	박진현	한국농어촌공사 본사

중앙건설기술심의위원회	성명	소속
	이태옥	평화엔지니어링
	성배경	건설교통신기술협회
	김영환	한국시설안전공단
	김영근	건화
	조의섭	동부엔지니어링
	김영숙	국민대학교
	이상덕	아주대학교

농림축산식품부	성명	소속	직책
	한준희	농업기반과	과장
	박재수	농업기반과	서기관

설계기준
KDS 67 45 05 : 2018

농지배수 일반사항

2018년 04월 24일 발행

농림축산식품부

관련단체 한국농어촌공사
58217 전라남도 나주시 그린로 20(빛가람동 358) 한국농어촌공사
☎ 061-338-5114 E-mail : webmaster@ekr.or.kr
http://www.ekr.or.kr

(작성기관) 한국농공학회
06130 서울시 강남구 테헤란로 7길 22(역삼동 365-4) 과학기술회관 본관 205호
☎ 02-562-3627 E-mail : j6348h@hanmail.net
http://www.ksae.re.kr

국가건설기준센터
10223 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283(대화동)
☎ 031-910-0444 E-mail : kcsc@kict.re.kr
http://www.kcsc.re.kr

※ 이 책의 내용을 무단전재하거나 복제할 경우 저작권법의 규제를 받게 됩니다.

KDS 67 45 10 : 2018

농지배수 계획

2018년 04월 24일 제정
http://www.kcsc.re.kr

농림축산식품부



건설기준 코드 제·개정에 따른 경과 조치

이 코드는 발간 시점부터 이미 시행 중에 있는 설계용역이나 건설공사에 대하여 발주기관의 장이 필요하다고 인정하는 경우 종전에 적용하고 있는 기준을 그대로 사용할 수 있습니다.

건설기준 코드 제·개정 연혁

- 이 기준은 KDS 67 45 10 : 2018 으로 2018년 04월에 제정하였다.
- 이 기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 건설기준 간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.
- 이 기준의 제·개정 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요사항	제·개정 (년. 월)
농지개량사업 계획설계기준 배수편	• 농지개량사업 계획설계기준 배수편 제정	제정 (1970. 12)
농지개량사업 계획설계기준 배수편	• 농지개량사업 계획설계기준 배수편 개정	개정 (1983. 12)
농업생산기반정비사업 계획설계기준 배수편	• 농업생산기반정비사업 계획설계기준 배수편 개정	개정 (2001. 12)
농업생산기반정비사업 계획설계기준 배수편	• 농업생산기반정비사업 계획설계기준 배수편 개정 • 전문용어를 통일하고, 오자 및 문맥상의 오류 등 수정하고, 관련 법령을 현행 법령체계와 일치 • 이상 기후로 인한 국지성 호우에 대응할 수 있도록 설계강우량 결정방법 강화 • 논밭 혼용지대에서의 배수대책 내용 추가 • 배수장의 양정결정시 계획외수위를 하천등급별 계획기준홍수위로 수정 • 유수지 설계기준 및 하천제방 횡단구조물 설치에 대한 기준 내용 추가 • 배수장 제진기, 비상전원 확보, 펌프형식, 대피시설, 제어시스템에 대한 기준 추가	개정 (2012. 12)
KDS 67 45 10 : 2018	• 국토교통부 고시 제2013-640호의 “건설공사기준 코드체계” 전환에 따른 건설기준을 코드로 정비 • 건설기술진흥법 제44조 및 제44조의 2에 의거하여 중앙건설심의위원회 심의· 의결	제정 (2018. 04)

제 정 : 2018년 04월 24일 **개 정 : 년 월 일**
심 의 : 중앙건설기술심의위원회 **자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회**
소관부서 : 농림축산식품부 농업기반과
관련단체(작성기관) : 한국농어촌공사(한국농공학회)

목 차

1. 일반사항 ····· 1
1.1 목적 ····· 1
1.2 적용 범위 ····· 1
1.3 참고기준 ····· 1
1.4 용어의 정의 ····· 1
1.5 기호의 정의 ····· 1
1.6 시설물의 구성 ····· 1
1.7 해석과 설계원칙 ····· 1
1.8 설계 고려사항 ····· 1
1.9 신규기술적용 ····· 1
1.10 구조설계도서 ····· 2
2. 조사 및 계획 ····· 2
2.1 조사 및 계획 일반 ····· 2
2.2 조사 ····· 2
2.3 계획 ····· 2
3. 재료 ····· 2
3.1 재료 일반 ····· 2
3.2 재료 특성 ····· 2
3.3 품질 및 성능시험 ····· 2
4. 설계 ····· 2
4.1 계획의 방침 ····· 2
4.2 농지배수 방식 ····· 4
4.3 홍수시 배수와 평상시 배수 ····· 5
4.4 자연배수와 기계배수 ····· 7
4.5 지표배수와 지하배수 ····· 26
4.6 논밭혼용 지구에서의 배수대책 ····· 29

농지배수 계획

1. 일반사항

1.1 목적

농지배수계획은 농지배수시설이 갖추어야할 기본적인 조건과 제원을 결정하는 일이다. 따라서 계획의 목적에 따라 홍수시 배수, 평상시 배수 또는 두 가지를 연계하는 계획을 세울 것인지를 결정한다. 침수 원인에 따라 침수분석 방향을 결정한 후 시행전 침수분석을 실행하여 배수불량 원인을 도출한다.

1.2 적용 범위

· 내용 없음

1.3 참고기준

· 내용 없음

1.4 용어의 정의

· 내용 없음

1.5 기호의 정의

· 내용 없음

1.6 시설물의 구성

· 내용 없음

1.7 해석과 설계원칙

· 내용 없음

1.8 설계 고려사항

· 내용 없음

1.9 신규기술적용

· 내용 없음

1.10 구조설계도서

· 내용 없음

2. 조사 및 계획

2.1 조사 및 계획 일반

· 내용 없음

2.2 조사

· 내용 없음

2.3 계획

· 내용 없음

3. 재료

3.1 재료 일반

· 내용 없음

3.2 재료 특성

· 내용 없음

3.3 품질 및 성능시험

· 내용 없음

4. 설계

4.1 계획의 방침

(1) 농지배수계획은 농지배수시설이 갖추어야할 기본적인 조건과 제원을 결정하는 일이다. 따라서 계획의 목적에 따라 홍수시 배수, 평상시 배수 또는 두 가지를 연계하는 계획을 세울 것인지를 결정한다. 다음에는 침수 원인에 따라 침수분석 방향을 결정한 후 시행전 침수분석을 실행하여 배수불량 원인을 도출한다.

(2) 시행전 침수분석결과 및 내·외수위 관계에 따라 자연배수, 기계배수, 양자를 혼합한 배수 등의 배수방식에 대한 시행후 침수분석을 실시하여 최종적으로 배수방식을 결정한다.

4.1.1 수혜구역의 결정

(1) 계획의 대상범위를 결정하는 일은 배수개선의 기술적인 방법, 즉 배수시설의 신설 및 개수 등의 구체적인 수단과 관련되어 있을 뿐 아니라, 그것에 따라 일어나는 결과가 배수계획의 경제적 사회적인 효과에 영향을 크게 미치므로 몇 개의 비교 안을 준비하여 신중하게 검토해야 한다.

(2) 일반적으로 배수가 불량한 구역은 그 대상유역 내에 내리는 강우뿐만이 아니라, 그 구역의 외부로부터 유입하는 유입수의 영향을 받는 경우도 많다. 그러므로 외수유입을 방지하는 방어선을 어디에 설정하는가에 따라 수혜구역의 경계선이 대략 결정된다.

(3) 수혜구역의 경계선은 보통 외부로부터 유입수가 이 선을 넘어서 유입하지 못하게 하는 위치를 선택한다. 만약 유입할 우려가 있을 경우에는 그 선에 제방이나 승수로 등을 설치하여 유입을 방지하는 조치를 취한다.

(4) 대책을 강구하는 것이 곤란하거나 유입해 오는 외수의 발생구역이 지형상으로나 토지이용상 대상구역과 연속되는 하나의 단지를 구성하고 있는 경우에는 이 둘을 합하여 하나의 단지로서 수혜구역을 정하는 것이 타당하다.

(5) 또한, 지역의 배수개량에 따라 하류부 배수상황에 미치는 영향을 고려하여 판정하되 만약 배수상황이 악화되는 경우에는 대책을 강구해야 한다. 또, 이 같은 조치로 하류부에 배수개량에 따른 어떤 이익이 발생할 경우에는 이 부분도 수혜구역으로 포함하는 것이 타당하다.

(6) 이와 같이 지역전체의 배수효과가 높아지도록 구역을 설정하는 것이 계획구역의 범위를 결정하는 원칙이지만 배수에 관해서는 과거부터 관행이 성립되어 있는 것이 많아서 탁상에서의 생각대로 배수계획을 세울 수 없는 경우가 많다. 종래의 관행을 변경할 경우에는 대상지에서 조정을 충분히 하고 부과금(賦課金)이 있을 경우 그 부담방법, 사업완료 후 지구의 운영방법 등도 충분히 고려하여 수혜지역을 결정하는 것이 중요하다.

4.1.2 수혜구역 안에서의 배수계통의 결정

(1) 수혜구역은 내부의 배수계통에 따라 여러 개의 블록(block)으로 나뉜다.

(2) 현재의 배수계통은 대부분의 경우, 그 지역의 자연적, 사회적인 조건에 따라 조직화되어 왔기 때문에 그 배수계통에 맞게 내부의 블록을 분할할 수 있다.

(3) 그러나 조건에 따라서는 유역변경 또는 배수관행의 변경 등을 실시하여 배수계통을 변경하는 것이 더 좋은 효과를 가져오는 경우도 있으므로 내부의 블록 분할이나 배수계통 결정 시에는 충분한 검토가 필요하다.

4.1.3 배수구 위치결정

(1) 수혜구역의 배수가 잘 되고 안 되는 것은 배수구가 그 기능을 다하고 있는가 에 달려있는 경우

가 많다. 배수구의 기능은 무엇보다도 그 위치의 조건에 좌우된다. 그러므로 배수구 위치는 주의 깊게 결정하여야 한다.

(2) 배수구는 보통 지구내의 가장 낮은 장소나 그 부근을 선택하게 된다. 한편 외부에 대해서는 배수본천에 가급적 가깝고 배수본천의 수위가 낮은 곳이라야 한다. 이 경우에 배수본천의 계획외수위가 배수구의 위치를 결정하기 위한 기준으로 사용된다.

(3) 배수구의 위치가 부적당하여서 외수위가 높아 담수가 생기는 경우에는 배수구의 위치를 하류쪽으로 옮겨서 외수위를 낮추는 방법을 검토해 본다. 이때는 수로의 신설에 필요한 공사비 및 용지매수문제를 병행하여 고려해야 한다.

(4) 배수구 위치의 이전이 어려울 경우는 수문의 설치나 기계배수 채택 여부를 검토한다. 배수구의 수문은 반드시 하나가 좋다고 말할 수 없다.

(5) 평상시와 홍수시의 내외수위차는 여러 가지 양상을 나타나므로 몇 개의 안을 세워서 검토해 보도록 한다.

(6) 자연 배수구의 위치와 구조를 결정할 경우에 생각해 두어야 할 다른 한 가지 요건은 배수구나 그 방수로에 토사의 퇴적이 발생하여 통수(通水)를 저해하는 현상이다.

(7) 기계배수의 경우는 배수구 근처에 유수지를 설치할 수 있으면 시설의 규모를 축소할 수도 있고 배수관리를 쉽게 하는데 도움도 된다. 그러므로 배수구의 위치를 결정할 때는 유수지의 설치 가능성을 검토하여 만약 유수지 설치가 가능하다면 이것과 관련하여 배수구의 위치와 규모를 정한다.

(8) 또한, 배수구의 위치는 기초지반이 연약한 곳을 피하고 침투수에 대하여 안정한 곳을 택할 것이며, 외부 하천에서 풍파(風波)나 조석류(潮汐流) 등의 충격을 적게 받는 곳을 선정해야 한다. 특히 태풍에 주의해야 한다.

4.1.4 배수로의 배치

(1) 배수로의 배치는 계획구역 내외의 지형, 배수의 목적 및 배수방법 등에 따라 다르게 되므로 이들 사항을 충분히 고려한 후 수혜구역의 실정에 맞게 결정한다.

(2) 간선배수로의 노선은 집수(集水)를 좋게 하기 위하여 가급적 저위부(低位部)를 통과하도록 하면서 집수 된 물을 짧은 거리로 배수구에 보내도록 배치하는 것이 유리하다. 그러나 지구내의 블록 분할, 배수계통, 배수구의 위치 등과 밀접한 관계를 가지고 있기 때문에 이것들과 연관시켜서 결정해야 한다.

(3) 현재 배수계통의 배수노선은 보통 계획구역의 자연적, 사회적 조건에 따라 만들어진 것이므로 계획노선을 선정할 때는 먼저 현 노선의 이용을 고려하여 보는 것이 좋다.

4.2 농지배수 방식

(1) 일반적으로 농지의 배수는 먼저 홍수시 발생한 지표의 과잉수를 지표배수 시키고, 다음에 지표의 잔류수와 토양 중에 있는 과잉수를 지하배수 시킨다.

(2) 자연배수와 기계배수방식을 결정할 때는 지표배수와 지하배수를 서로 연관해서 계획해야 한다. 또한, 현황조사 결과 및 침수분석에 의하여 판명된 배수불량의 원인과 그 상황을 기초로

하여 먼저 자연배수의 가능성을 검토하고, 그것이 곤란한 경우에는 수혜지역의 전부 또는 일부에 대하여 기계배수방식을 선정한다.

(3) 홍수시 배수는 호우(豪雨)나 융설(融雪)에 의한 하천범람이나, 포장(圃場)의 담수를 배제하여 농작물의 담수피해를 적게 하고, 농지의 생산력을 안정시킴과 함께, 주민의 생활환경을 좋게 하여, 토지이용의 고도화를 도모한다. 이 때문에 홍수시 배수에서는 호우시(豪雨時)와 같은 비상시의 배수를 대상으로 계획을 세운다.

(4) 농지배수는 도시배수와 달리 지표부근의 지하수를 제어해야하는 특징이 있다. 평상시 배수에서는 포장의 지하수위를 제어함으로써, 토양의 물리적, 화학적 성질을 개량하고, 농작물 뿌리의 생육환경을 좋게하고, 토지생산력을 증대시킴과 함께 농작업(農作業)의 노동환경을 좋게 하여 노동 생산성을 향상시킨다. 이 때문에 평상시 배수에서는 일상적으로 흔히 내리는 강우나 지하유출, 관개용수나 택지 등으로부터의 유출수 등을 대상으로 계획을 세운다.

(5) 자연배수는 기계배수에 비하여 시설 설치비와 유지관리비가 적어도 되므로 자연배수를 우선적으로 계획한다. 배수방식을 결정할 때는 지구내ㆍ외의 여러 가지 조건들을 고려하여 지역적으로나 시간적으로 최대한 자연배수를 할 수 있도록 잘 검토해야 한다. 이것은 평상시 배수나 홍수시 배수나 동일하다.

(6) 자연배수의 가능성을 검토한 결과 자연배수가 불가능하거나 또는 현저하게 불리한 부분이 있을 경우에는 이것을 분할하여 그 부분에 대하여 기계배수를 실시한다. 또 어떤 기간에 걸쳐 자연배수가 불가능할 경우에는 자연배수와 기계배수를 병용(倂用)할 수 있도록 계획하는 것이 좋다.

(7) 대상지역내의 과잉수의 집적은 그 지역의 강우특성과 지역특성에 관계되므로 단순하지 않다. 일반적으로 지표수는 유출과 정체에 따른 시간이 지하 정체수에 비하여 빠르고, 지표잔류수는 작물에 주는 피해가 지하 정체수에 비하여 크다. 그러므로 배수계획에서 배수량과 배수위가 중요한 요소가 된다.

(8) 과잉수의 배제는 지표배수와 지하배수로 분류되는데, 지표수와 지하 정체수는 서로 관련이 있으므로 엄밀하게 양자를 구별한다는 것은 어렵다.

4.3 홍수시 배수와 평상시 배수

4.3.1 홍수시 배수와 평상시 배수의 개념

(1) 홍수시는 평상시에 비하여 유량이 크고 배수의 비율이나 양상이 전혀 다르므로 농지배수에서는 기본방침 뿐만이 아니고, 계획의 기준도 평상시와 홍수시에는 서로 다르게 해야 한다.

(2) 우리나라의 배수사업은 이제까지는 배수가 나쁜 저지대(低地帶)의 논지대가 대상이었기 때문에 홍수시의 배수를 주 대상으로 하였다.

(3) 요즈음에 들어서는 밭 전환 등 농지의 범용화(汎用化)가 증가하였으므로, 앞으로의 농지배수는 토지의 고도이용, 생산성의 향상, 물의 합리적 이용 등을 도모하기 위하여 홍수시 배수와 평상시배수를 함께 검토할 필요가 있다.

(4)일반적으로 홍수시와 평상시의 배수계획은 각각 다른 계획기준치에 의하지만, 배수계통이 같기 때문에 양자의 계획은 배수시설물을 공용(共用)으로 하는 일이 많으므로, 양자가 잘 만족

할 수 있는 계획을 수립해야 한다.

4.3.2 홍수시 배수

(1) 홍수시 배수는 계획기준 강우에 의해 내부유역에서 발생하는 유출수를 계획기준 외수위 조건하에서 가능한 한 수혜구역 내에 담수하지 않고 빨리 배수할 수 있도록 계획한다. 다만, 수혜구역 내에 재배되는 작물이 담수를 허용하는 작물인 경우에는 피해정도를 감안하여 어느 정도는 담수하게 할 수 있다.

(2) 과거에는 수혜지역 내에 재배되고 있는 작물이 논벼 등과 같이 담수를 어느 정도 허용함으로서 허용담수위(許容湛水位)까지 지구 내 담수를 하여 배수시설규모를 작게 계획하려고 하였지만, 앞으로는 논의 범용경지화(汎用耕地化)가 필요함으로 침수시간이 최소화되도록 하는 배수계획이 필요한 경우가 생기게 된다.

(3) 홍수시 수혜구역 내에 담수가 일어나는 원인으로서 과잉수(過剩水)와 배수불량을 생각할 수 있다. 과잉수는 호우에 의한 것과 지표수로서 유입하는 외수 등이 있다. 외수로서는 인접 고지대(高地帶), 택지로부터의 유출수, 관개용수, 배수본천으로부터의 역류수(逆流水), 배수본천 제방으로부터의 침투, 누수(漏水) 등이 있다. 또 현재 상황에서 과잉수를 배제하지 못하는 이유로서는 내ㆍ외수위차의 부족, 배수구의 협소, 배수펌프의 배수능력부족, 배수관행에 의한 배수량 억제에 따른 배수구의 배수능력 및 통수능력 부족, 취입보(取入洑) 및 제수문에 의한 인위적 통수 장해(障害) 등이 있다.

(4) 배수계획에서는 외수의 유입방지와 내수의 배수촉진 및 구역내의 유수 억제에 의하여 과잉수가 국소적(局所的)으로 집중하지 않도록 한다.

(5) 따라서, 배수계획을 세울 때는 위와 같은 배수불량 원인에 유의하여 지구 사정에 합치되는 계획이 되도록 하여야 하며, 다음과 같은 방법으로 홍수배제계획을 수립한다.

(6) 먼저 계획 대상 내부유역에서 수혜구역으로 유입하는 유량은 설계기준강우량을 사용하여 홍수유출량계산 방법에 의해 계산한다. 수혜지역 내부에서 물의 저류현상(貯溜現象)을 고려하지 않을 경우, 예를 들면 승수로를 설계할 때는 첨두유량(尖頭流量)을 구하고, 이것을 사용하여 배수(背水)해석 또는 수로단면설계를 한다.

(7) 수혜구역 내부에서 물의 저류현상을 고려해야 하는 경우, 예를 들면 배수구나 배수펌프계획을 할 때는 유입수문곡선(流入水文曲線)을 구해야 한다. 이 경우에 유입수문곡선과 배수구의 배출량에 따르는 유·출입과 저류(貯溜)를 고려하여 담수해석을 하든지 내수위의 변동 추이(趨移)를 계산한다. 그리고 이렇게 계산된 내수위가 계획내수위를 초과하는지 어떤지를 검사하여 배수계획의 결과를 판정한다.

(8) 담수해석에서 설계강우량, 계획기준 외수위 및 계획기준 내수위는 모두 배수시설의 규모를 결정하는 데 영향을 크게 끼치는 중요한 인자들이다.

(9) 홍수시 배수에서는 특히 계획기준 내수위를 결정하는 방법이 배수사업의 소요경비와 담수피해액(즉, 배수개량으로 얻는 편익(便益))을 결정하는 중요한 인자가 된다. 계획기준 내수위를 어떻게 결정하는가는 지구내의 토지이용상황에 따라 달라지므로 홍수시 배수계획의 규모도 토지이용상황에 따라 달라지게 된다. 이와 같이 토지이용과 배수는 서로 밀접한 관계가 있으

므로 토지이용계획(논의 밭 이용을 포함한다)과 배수계획(하위의 배수계획과의 적합성을 포함한다)을 서로 연관시켜 계획하여야 한다.

4.3.3 평상시 배수

(1) 평상시 배수는 지하수 유출, 농지로부터의 배수, 주택지로부터의 배수 등을 포함한 배수량을 계획기준 외수위 내에서 정상적으로 수혜구역 밖으로 배제할 때 배수로 수위가 계획기준 내수위를 유지하도록 계획해야 한다.

(2) 평상시에는 수혜구역 안에 있는 배수로의 수위를 필요에 따라 여러 가지 수위로 조절한다. 그러므로 조절 수위를 어디까지 내릴 것인가를 주안점으로 하여 배수계획을 작성해야한다.

(3) 평상시에는 배수로의 수위나 유량이 계절에 따라 변동하는데, 평상시 배수계획을 수립할 때에는 지구내의 지하수위를 가장 낮게 유지하고 싶은 시기(예를 들면 논에서는 비관개기)의 평균적인 상황을 고려하여 계획기준치를 선정한다.

(4) 평상시 배수량은 원칙적으로 실측에 의해 구하고, 논 지대에서는 관개기와 비관개기로 나누어 검토한다. 비관개기의 평상시 배수량은 주로 지하배수에 적합한 배수로 바닥높이를 설계하기 위하여 사용하며, 관개기의 평상시 배수량은 주로 펌프의 대수(臺數)를 산정 하는데 이용한다.

(5) 일반적으로 평상시 배수량은 일평균 배수량을 실측하여 그 도수분포도를 작성하고, 일정기간 내에 가장 많은 빈도(頻度)로 출현하는 배수량을 찾아서 이를 평상시 배수량으로 한다. 그러나 계획초기나 자료가 적은 경우에는 관개기 0.2～0.5㎥/s/㎢, 비관개기 0.05～0.1㎥/s/㎢의 범위에서 적당하다고 생각되는 값을 선정하여도 좋다.

(6) 평상시 배수계획에서는 수혜구역 내의 전지역에 걸쳐서 배수로의 수위를 요구되는 높이로 유지할 것을 목표로 정하여 배수로 내의 정상류에 대해서 수리계산을 하고, 배수로의 단면과 수로의 바닥높이를 결정한다.

(7) 평상시 배수의 계획내수위는 지구내의 암거배수와 밀접한 관계를 가지고 있으므로 평상시 배수계획을 수립할 때는 지구내의 지하배수계획과 연계가 잘 되게 하는 것이 중요하다.

4.4 자연배수와 기계배수

4.4.1 내수위와 외수위의 관계

농지배수계획을 수립할 때 내수위와 외수위의 조건에 따라 자연배수와 기계배수방식이 결정된다고 할 수 있으므로 이에 대하여 신중히 검토하여야 한다.

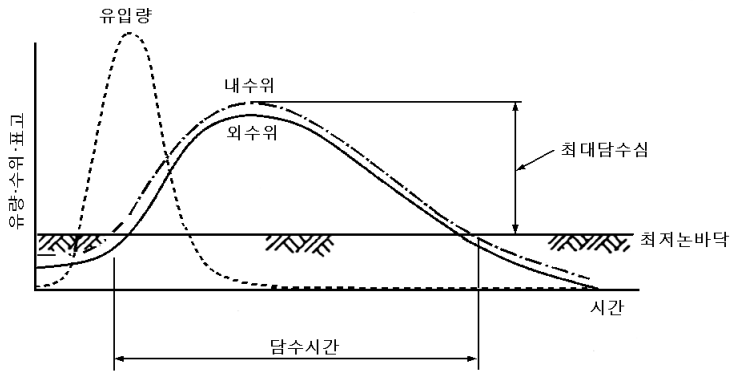
평상시의 배수에서 발생하는 내수위는 외수위에다 지구 내로부터 물이 배수될 때, 수로나 수문 등에 의하여 생기는 흐름의 손실수두(損失水頭)를 합한 것이다. 그러나 홍수시 배수의 내수위는 앞의 내수위에 지구내의 저류에 의해 일어나는 담수심을 가산한 것이 된다. 이 담수심은 시간에 따라 변화하므로 내수위가 어디까지 상승하는 가를 알기 위해서는 담수가 시작되기 전부터 내외수위가 어떻게 변해 가는가를 추적해야 한다.

내외수위 관계는 배수의 조건에 따라 여러 가지 형상으로 나누어진다.

지구내의 최저답고를 기준으로 하여 최고 외수위를 Ho, 최고 내수위를 H, 허용 담수심을 Ha, 담수시간을 T, 허용담수시간을 Ta로 하면

Ho≤H, H≤Ha, T≤Ta인 경우

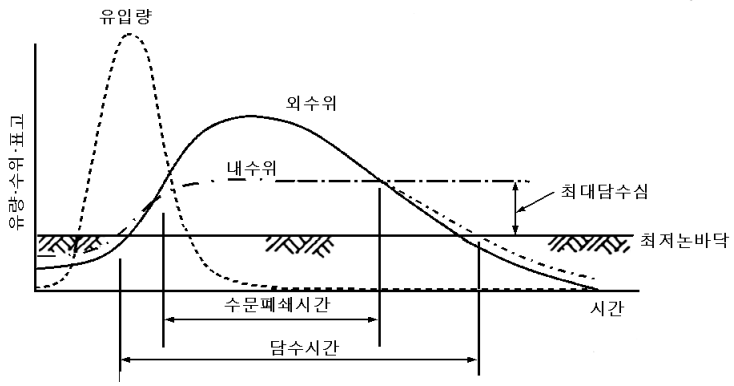
(1) 이 경우는 최고내수위가 최고외수위 보다는 높고, 허용담수심 보다 낮으며, 담수시간이 허용담수시간보다 짧을 경우이다.
(2) 이 경우에는 배수문이나 배수펌프가 불필요한 자연배수가 가능하다.



<그림 4.4-1> 자연 배수시의 내외수위 관계

Ho≥H, H≤Ha, T≤Ta인 경우

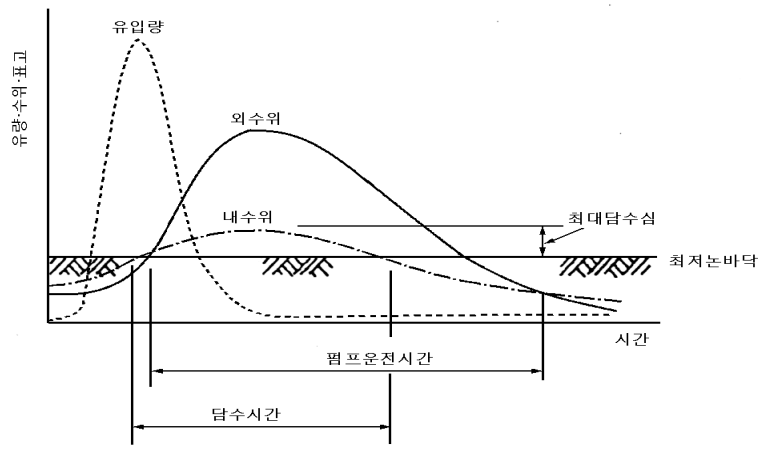
(3) 외수위가 내수위보다 높아 제방을 설치하여 외수위의 유입을 막고 배수구에 역수문(逆水門)을 설치하여 외수의 역류를 방지하면서 자연배수를 한다.
(4) 이 경우 외수위가 내수위보다 높은 기간 동안은 수문이 닫혀 있으므로 내수위를 저하시킬 수가 없다. 만약 최대담수심이 허용담수심(범용경지화의 경우 최저 경지면 표고)을 초과할 경우에는 자연배수가 불가능하다고 판정되므로 기계배수를 고려한다.



<그림 4.4-2> 배수문 배수시의 내외수위 관계

Ho≥H, H>Ha, T>Ta인 경우

(5) 기계배수를 채택하면 수문이 닫혀 있는 동안에도 배수펌프로 지구내의 물을 배출시키므로 내수위를 내릴 수가 있다.



<그림 4.4-3> 기계배수시의 내외수위 관계

(6) 이와같이 내 · 외수위 관계는 지구에 유입하는 유입량과 외수위, 그리고 그 외의 지구로부터 유출되는 배수량에 따라 영향을 받는다. 결국 배수계획은 이 배출을 어떻게 할 것인가를 결정하는 것이 주된 일이라 할 수 있다.

(7) 그리고 내수위의 변동은 담수를 일으키는 지구내의 지형에 따라 좌우되므로, 내외수위관계를 추적하자면 앞에서 언급한 인자 외에 지구내의 담수위와 담수면적관계를 파악해 두어야 한다.

4.4.2 자연배수

(1) 자연배수는 배수문 신설 및 확장, 문비설치 및 개량(전동화), 승수로 설치, 매립복토 등에 의해 과잉수를 배제하는 방식이다. 자연배수방식을 선택할 경우는 안전성에 대하여 신중히 검토해야 한다. 따라서 자연배수에서 계획외수위의 결정은 확실한 자료에 기본을 두고 해야 한다.

(2) 일반적으로 자연배수는 경제성은 우수하지만 배수를 자연기울기에 의존하여 실행해야하기 때문에 안전하게 대처할 수 있는 배수조건의 폭이 비교적 좁다. 따라서 계획을 작성할 때 미리 예상하여 결정한 배수조건이 크게 바뀔 염려가 있을 경우, 예를 들면 배수구가 퇴사(堆砂)로 막히기 쉬운 경우에는, 이것에 대응할 수 있는 확실한 대책을 강구해 두어야한다. 만약 안일하게 자연배수를 채택하면 오히려 결과가 불리하게 되는 수가 있다. 자연배수의 효과에 대해 불안감이 남아있을 때는 그 안전성에 관하여 신중하게 검토해야한다.

(3) 자연배수의 안정성을 좌우하는 가장 중요한 요소는 외수조건(外水條件)과 배수구이다. 자연배수의 배수량은 개수로 흐름의 경우 내 · 외수위 차의 평방근에 비례하며, 자연배수 시에는 내외수위차가 작아도 배수량에는 큰 변화를 주는 일이 많다. 그리고 외수위의 상승은 거의 그대로 내수위의 상승으로 연결된다. 따라서 자연배수에서 계획외수위는 확실한 자료에 기초를 두어 결정하는 것이 중요하다.

(4) 배수구의 크기와 구조도 배수량에 직접 영향을 미치므로 중요하다. 특히 담수해석에 의하여

내수위를 설정하는 경우에는 배수구의 수리특성, 예를 들면 수문의 유량계수(流量係數)와 개폐도 등이 최고 내수위를 좌우하는 중요한 인자가 된다.

(5) 자연배수에서 담수해석에는 다음 4종류의 자료가 필요하다.

① 유입량(Q) 수문곡선 (이것은 보통 내부유역의 강우량에 대하여 수문학적 유출해석을 하여 얻는다.)

② 담수위(h)와 담수면적(A)의 관계 즉 $A=f(h)$(담수면을 수평으로 간주하고, 수혜지역의 등고선 분포를 분석하여 얻는다.)

③ 외수위(h_1) 수문곡선 (이것은 배수본천의 수문조사로 얻을 수 있다.)

④ 배출구에서의 내외 수위차($h-h_1$)과 배수량(q)과의 관계 (이것은 배수구의 수리특성 $a_t=f_1(h-h_1)$에 의해서 얻는다.)

(6) 이상의 Q, h, h_1은 모두 시간 t의 함수이므로 다음 연속방정식이 성립한다.

$$\frac{dh}{dt}=\frac{Q_{(t)}-q_{(t)}}{f(h)}$$

(7) t=0 일 때 Q, h, h_1의 값을 주어서 이 방정식을 풀면 담수위(h)를 구할 수 있다. 방정식의 해법에는 도식해법 또는 수치해법(Runge-Kutta법, Runge-Kutta-Gill법, Milne법 등) 등이 있다.

(8) 자연배수 계획은 결국 배수구의 규모와 구조를 결정하는 것이 주 목표가 될 경우가 많다. 따라서 설계강우량과 계획기준 외수위 하에서 여러 가지 크기의 배수구를 가정하여 앞에서 언급한 담수해석을 하여, 그 결과로 얻은 최대 담수위가 허용 내수위를 초과하지 않도록 배수구의 규모를 결정한다.

(9) 자연배수방식은 사업비 및 유지관리사업비가 저렴한 반면 이상 강우에 의한 홍수량 증가시 피해발생 우려가 높기 때문에 무리하게 자연배수계획으로 유도해서는 안된다.

(10) 자연배수로 계획수립하는데 필요한 기본 인자는 ①내용적 ②홍수량 ③외수위 ④배수구 지점의 제원 등이며 배수갑문 능력검토를 위한 전산프로그램(예를 들어 농어촌공사의 'GATE')를 이용하여 문비가 있는 경우 및 없는 경우 등의 해석이 가능하다. 특히 분석에 적용할 외수위는 자연배수방식의 채택으로 인하여 예상되는 문제점 등을 고려했을 때 배수에 최대의 악조건이 되는 시기의 외수위를 선정하여 초기 외수위로 해야 한다.

4.4.3 기계배수

(1) 기계배수는 자연배수에 비해 설치비와 유지관리비용이 과다하고 유역이 큰 경우에는 초기투자비가 너무 커진다. 그러므로 자연배수가 불가능할 경우의 대안으로 이 방식을 선택하며, 이러한 경우 경제성과 유효성을 비교하여 결정해야 한다.

(2) 기계배수는 동력을 이용하여 과잉수를 배제하는 것이므로 이론적으로는 이것으로 광범위한 배수개선을 수행할 수 있을 것이다. 그러나 실제로는 비용과 편익의 균형 문제 때문에 사용할 수 있는 배수펌프용량은 제한되고, 배수효과도 그것에 따라 한정된다. 기계배수는 자연배수에 비하여 많은 시설비와 유지관리비를 필요로 하므로 그 비용과 그것으로 얻어지는 편익과의 균형에 대하여 깊은 주의를 기울어야 한다. 이 균형은 일반적으로 배수펌프의 용량을 어떻

게 정하는 가에 따라 좌우된다. 따라서 기계배수를 계획할 때 배수펌프용량의 결정은 기계배수의 채택에 대한 가부와 함께 가장 중요한 작업이다.

(3) 기계배수를 적용코자 할 때는 우선 이것이 없을 경우에 생기는 담수피해를 추정하고, 기계배수로 그 피해를 제거할 수 있다는 것을 증명하고, 이 밖에는 더 효과적인 방법이 없다는 것을 명시해야 한다.

(4) 그리고, 피해를 제거하는데 필요한 배수펌프 용량을 명시한다. 이와 같이 하여 기계배수의 유효성과 규모를 나타낸 다음에 배수계획을 작성하는 세부작업을 진행한다.

(5) 기계배수는 그 시설의 성질상 배수능력의 상한(上限)이 뚜렷이 나와 있고 여유가 없다. 그러므로 계획기준을 초과하는 큰 강우가 있을 경우에 그 시설이 어떻게 자신의 역할을 달성할 것인가에 관하여서도 생각해 두어야 한다. 또 예기치 않은 사고로 동력원이 절단되는 경우의 취급에 대해서도 계획단계에서 고려해 두어야 한다.

(6) 기계배수는 자연배수와 달라서 동력으로 내수를 배제하기 때문에 수혜구역의 과잉수가 배수펌프장으로 집수되는 유량과 배수펌프에 의해 지구 밖으로 배제되는 배출량 사이에 정확한 균형이 이루어지기 힘들고, 구역내의 상류부와 중류부에 상당한 담수가 남아있는 데도 불구하고 배수펌프 흡수조(吸水槽)의 수위가 저하하여 배수펌프의 운전을 계속할 수 없게 되는 일이 있다. 이와 같은 현상을 일으키지 않고 배수펌프의 배수능력을 최대한으로 발휘케 하려면 구역내의 물이 지체 없이 흡수조에 모일 수 있도록 충분한 통수능력을 가진 배수로를 배치해야 한다. 간선배수로에 어떤 통수능(설계수위와 설계유량)을 부여할 것인가는 배수펌프용량의 결정과 더불어 기계배수 계획에서 중요한 사항이다.

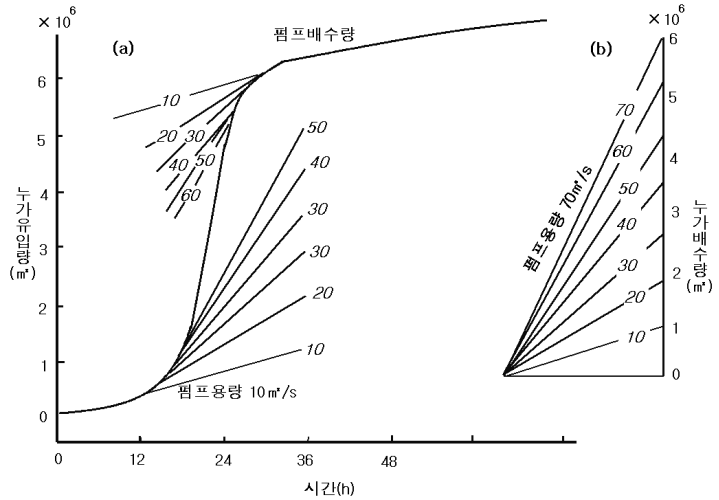
(7) 그밖에 배수펌프의 운전조작을 원활하게 하기 위하여 흡수조와 가까운 곳에 유수지를 설치하여 될 수 있는 대로 충분한 저류수면(貯溜水面)을 확보해 두어야 한다. 특히 이단(二段)배수를 계획하는 경우는 상류와 하류의 배수펌프를 연결하는 수로의 손실수두를 고려함과 동시에 그 사이의 저수용량을 충분히 확보해 두어야 한다.

(8) 배수펌프 용량을 결정하려면 자연배수에서와 같이 담수해석을 해야 한다. 다만 이 경우에는 자연배수 시에 이용했던 내 · 외수위차($h-h_1$)와 배수량(q)의 관계 대신 배수펌프의 전양정(全揚程)과 배출량(排出量)의 관계를 나타내는 배수펌프 특성곡선(特性曲線)을 이용하게 된다. 그런데 계획 당초에는 배수펌프의 특성곡선을 예측하기가 곤란하기 때문에, 처음에는 배수펌프의 특성을 무시하고 내외수위차의 변화를 고려하지 않은 채 계획을 진행해도 좋다. 즉, 실제 내외수위차의 변화에도 불구하고 배수펌프는 일정량의 표준 배출량을 계속 배출하는 것으로 가정하여 담수해석을 하는 것이다. 이 경우에는 외수위(h1)는 관계가 없고, 배수량(q)이 일정하기 때문에 연속방정식의 해법은 간단하게 된다. 또 배수펌프의 용량을 구하려면 직접 방정식을 풀어서 담수위(h)의 변동을 구할 필요 없이 다음과 같은 약산에 따르는 것이 더 좋다.

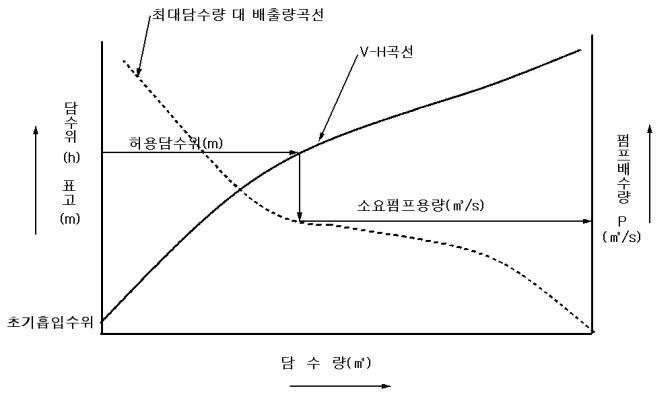
(9) 유입량의 누가곡선(a)의 상부와 하부에서 배수펌프의 배출량에 대응하는 누가배출량곡선(累加排出量曲線)(b)에 평행한 접선을 그으면 각각의 배출량에 대응하는 두 접선간의 연직거리가 최대담수량을 나타낸다. 이와 같이 하여 배출량과 최대담수량의 관계를 구한 후 이들을 <그림 4.4-4(b>]의 점선과 같이 나타낸다. 한편 수혜구역의 지형에서 담수량과 담수위(V ~H

곡선)관계를 구할 수 있다.

(10) 여기서 주의하여야 할 것은 담수위~담수량곡선의 기준표고이다. 양자의 관계는 이 기준표고에 따라 변화한다. 기계배수계획의 경우는 배수펌프의 초기 흡수위를 기준표고로 해야 한다.



<그림 4.4-4(a)> 유입량, 배출량, 담수량의 관계



<그림 4.4-4(b)> 유입량, 배출량, 담수량의 관계

(11) 두 개의 곡선이 그려진 후 왼쪽의 허용담수위에서 출발한 화살표를 따라가면 오른쪽에서 허용담수위에 상응하는 배수펌프용량을 개략적으로 구할 수 있다.

(12) 앞에서 언급한 바와 같이 배수펌프의 초기흡수위는 배수펌프의 용량에 영향을 줄 뿐 아니라, 평상시배수에서 배수위를 좌우하는 중요한 항목이다. 따라서 기계배수계획을 세울 때는 여러 가지 흡수위에 대하여 비교ㆍ검토해야 한다.

(13) 기계배수에서 또 하나 중요한 사항은 과잉수의 배제에 소요되는 시간이다. 이것은 배수펌프의 운전조작과 배출량의 변동에 따라 좌우되므로 배제시간을 구할 때는 배수펌프의 대수비율(臺數比率)과 배수펌프의 특성을 고려한 담수해석이 필요하다. 다만 계획의 당초부터 정밀한

담수해석을 실시할 필요는 없고, 초기에 누가유입량을 배수펌프용량으로 나눈 값을 가지고 대략의 배제시간을 추정하여 계획을 진행하고, 어느 정도 계획이 고정된 단계에서 컴퓨터 등을 이용하여 담수해석을 하고, 담수위의 변동을 명백히 하여 배제시간을 추정하는 것이 좋다.

(14) 컴퓨터를 이용하는 담수현상의 시뮬레이션은 배수펌프의 운전조작계획을 수립하는데도 도움이 된다. 이 목적을 위해서는 단지 설계강우량과 외수위 뿐만이 아니고 그 밖의 광범위한 환경조건에 대해서도 어떻게 대응하는가를 검토하고 운전방법을 결정한다.

(15) 기상정보에 의해 큰 비가 올 것이 예상되는 경우에는 사전에 배수펌프의 운전을 시작하여 미리 내수위를 내려놓는 예비운전을 하는 경우가 있다. 배수계획의 초기단계에서 예비운전을 고려하는 것이 반드시 필요하지는 않지만 그 가능성을 검토해 보는 것도 좋다. 예비운전의 효과를 높이는 데는 배수펌프의 흡수조 부근에 높은 저류수면이 있어야 한다.

(16) 기계배수를 결정하는데 있어 배수갑문 능력검토를 위한 전산프로그램을 이용할 수 있다. 이 프로그램을 이용하는데 필요한 기본자료는 ① 내용적(표고별 내용적), ② 시간별 홍수량(FAS, HEC-1), ③ 외수위 (하천등급별 계획홍수위 및 조위), ④ 기설배수구의 시설제원 및 sill 표고 등이다.)

4.4.4 자연배수와 기계배수의 조합

한 수혜구역 내에서 자연배수와 기계배수를 구역별 또는 시간별로 조합해서 계획을 수립할 경우는 각각의 구역과 시간에 대하여 자연배수와 기계배수를 별도로 검토하고 이들을 정리하여 조합해 보아서 가장 유효하며 경제적인 조합을 채택한다.

(1) 지구 내를 고위부와 저위부로 분할하여 고위부는 자연배수로 하고 저위부는 기계배수로 하는 경우

① 이때는 분할된 구역에 각기 자연배수와 기계배수의 계획방법을 적용하여 어느 정도 그 내용을 고정시킨 후에, 필요하다면 양자를 연결하는 시설과 그 사용방법을 검토한다.

② 이 경우 수혜지역 전체로서 가장 유리한 계획을 고려해야 하지만, 이와 동시에 자연배수 구역과 기계배수 구역의 배수효과가 크게 불균형하게 되지 않도록 하는 일도 명심해야 한다. 이 점은 시설계획보다 오히려 관리방법에 기대하는 바가 크다.

(2) 평상시는 자연배수를 하고, 홍수시에 외수위가 상승하는 기간만 기계배수를 하는 경우

① 이때는 시설계획으로 기계배수방법을 적용한다.

② 배수펌프와 더불어 자연배수를 위해 설치되는 수문은 보조적인 역할을 하는 것이므로, 수문의 구조와 규모는 기계배수계획의 내용에 따라 결정된다.

③ 또한, 배수펌프의 용량뿐만 아니라, 배수펌프의 조작방법에 따라서 수문의 역할도 달라지게 되므로, 이 계획에서는 배수펌프와 수문의 조작계획도 중요한 의미를 가진다.

4.4.5 배수방식별 특성비교

자연배수, 기계배수, 자연배수 및 기계배수의 조합 방식 등 각 배수방식별 특성을 비교하면 표 4.4-1과 같다.

〈표 4.4-1〉 배수방식별 특성 비교

구 분	자연배수	기계배수	자연배수+기계배수
□ 대상지구	○중소하천 주변 또는 하천 상류에 위치한 지구 ○서해 중부, 남해동부 연안에 위치한 지구	○대하천 주변 또는 하천하류부에 위치한 지구 ○서해중부, 남해서부 연안에 위치한 지구	○기계배수 대상지역 중산지유역이 큰 지구 ○산지유역의 홍수량을 직접 하천 또는 해안으로 제 가능한 지구
□ 검토방향	○배수로 단면이 협소하여침수피해 발생 ○배수로확장개수 또는 산지유역 홍수량을 직접배제하기 위한 승수로 설치	○배수장에 의한 강제배수 ○외수의 역류방지를 위한 배수문 설치 ○지구내 홍수량을 배수장으로 유도하기 위해 배수로 확장개수	○저위부는배수장에 의한 강제배수 ○저위부에 외수의 역류방지를 위한 배수문 설치 ○지구내 홍수량을 배수장으로 유도하기 위한 배수로 설치 ○산지유역 및 고위부 홍수량은 승수로를 설치 직접 하천 또는 해안으로 배제
□ 주 요 배수시설	○배수로 ○배수문 ○승수로	○배수장 ○배수문 ○배수로	○배수장 ○배수로 ○배수문 ○승수로
□ 장 · 단점			
장 점	○사업비 및 유지관리비 저렴 ○경제성이 가장 양호	○배수관리에 안정성이 높음 ○소량 강우시 완전배수	○배수관리에 안정성이 높음 ○유지관리비 저렴
단 점	○계획적 배수관리 곤란 ○이상 홍수 발생시 외수의 범람으로 피해 발생	○사업비가 자연배수에 비해 과다 ○유지관리비 과다	○승수로가 길어질 경우사업비 과다 ○수혜지역과 승수로의 위치가 상이하여 용지매수 곤란

4.4.6 침수분석 방법

배수계획 수립은 구역내 내수위의 변동상황, 배수불량원인 규명, 배수시설규모 결정 등을 실시하는 일련의 과정이다. 침수분석은 이 같은 결정과정을 총칭하는 것이다

(1) 침수분석의 목적과 순서

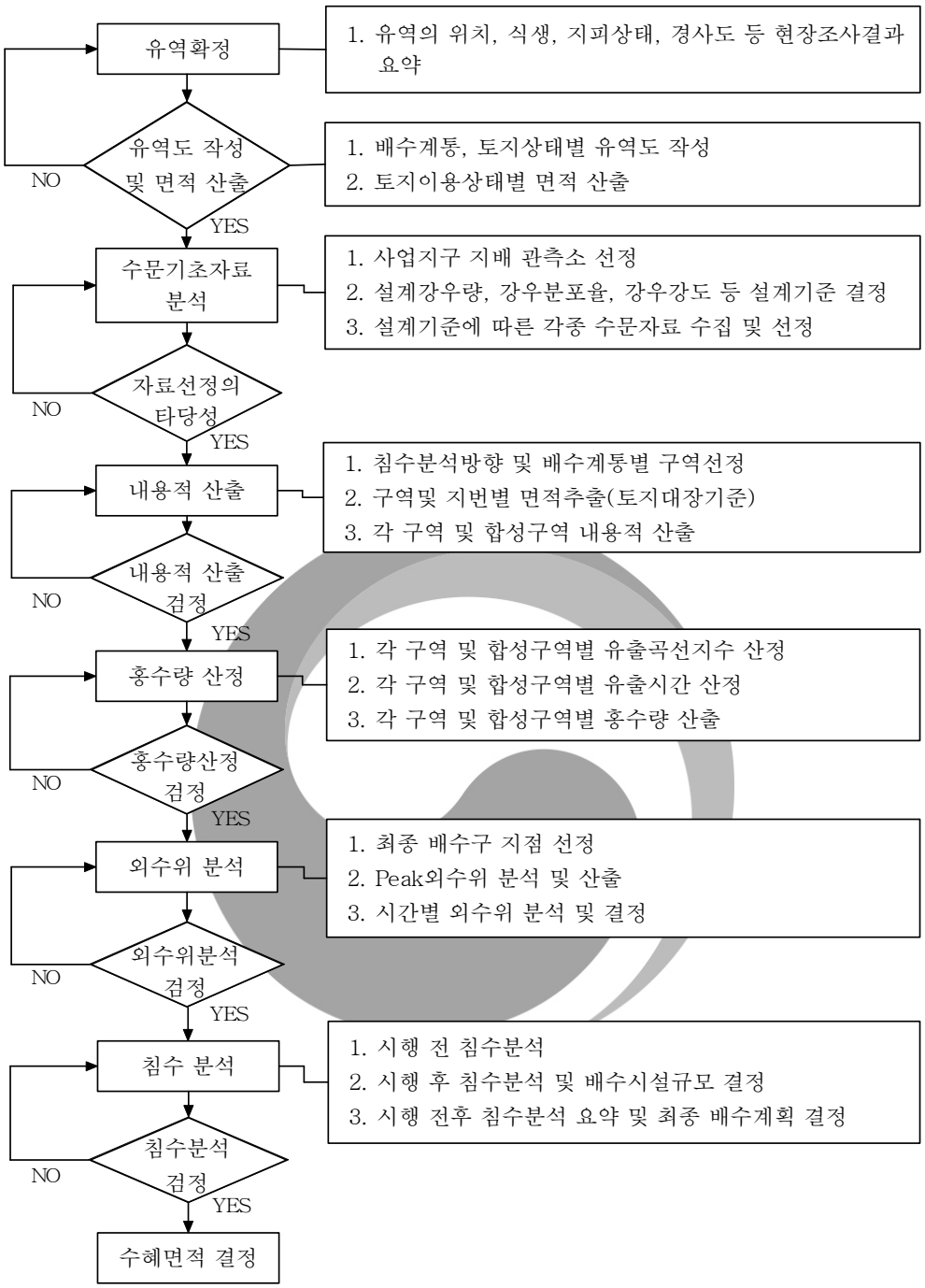
① 침수분석의 목적

배수구역에 관한 각종 자료 및 계획기준치를 기초로하여 구역내 내수위의 변동상황을 분석함으로서 배수불량의 원인을 밝히고, 이를 토대로 배수시설규모를 결정하여 최종 배수계획을 수립하는데 도움을 주기 위한 것이다.

② 시행 전 침수분석과 시행 후 침수분석

시행 전 침수분석은 배수개선대책을 시행하기 이전의 침수 원인을 밝히고 침수분석의 방향을 결정하기 위한 것이며, 시행 후 침수분석은 몇 가지 침수방지 계획안을 적용하였을 때 어느 계획안이 가장 적정한지를 규명하여 최종 배수개선계획을 결정하는데 도움을 주기 위한 것이다.

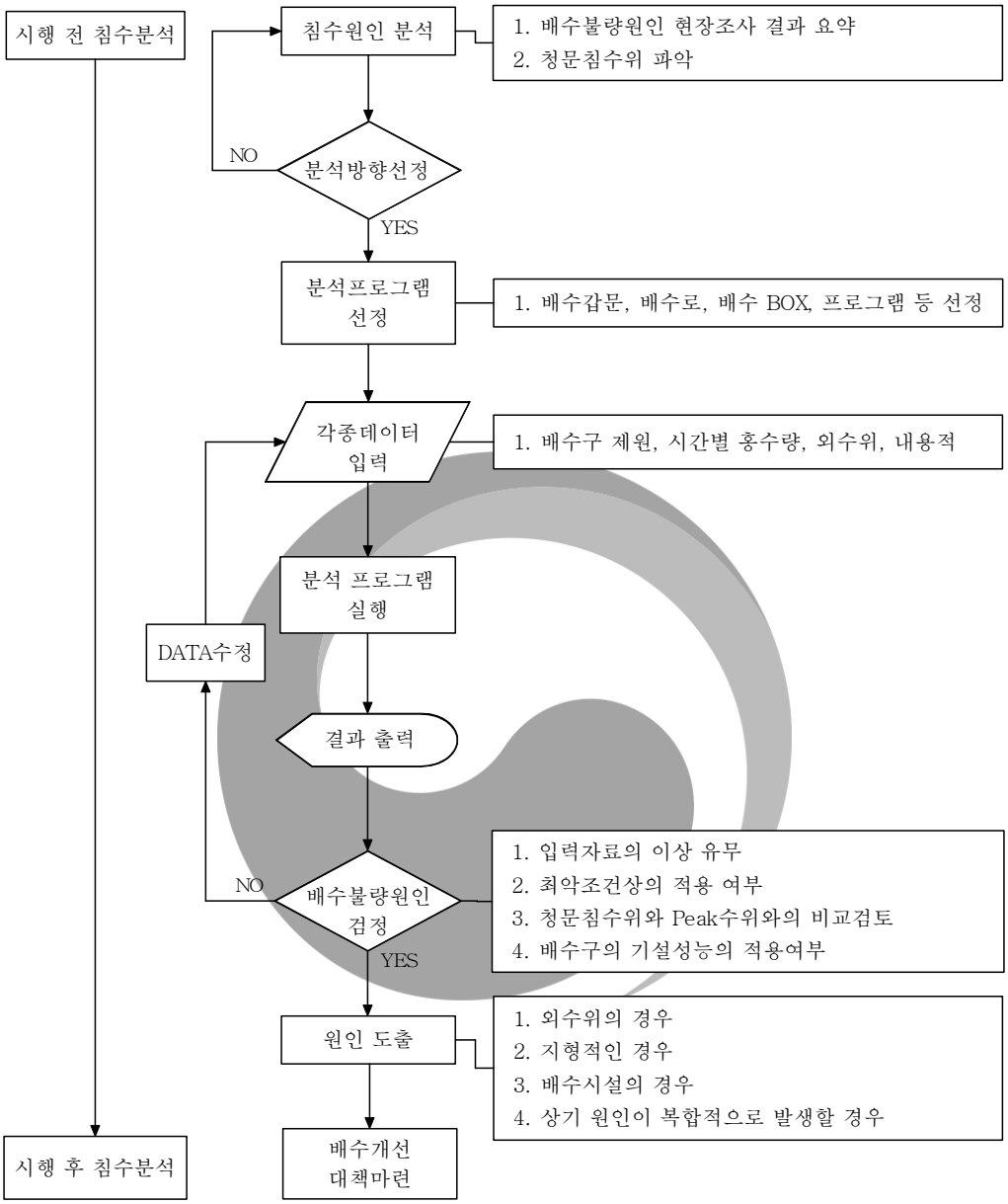
③ 침수분석 순서



<그림 4.4-5> 침수분석 흐름도

(2) 시행 전 침수분석

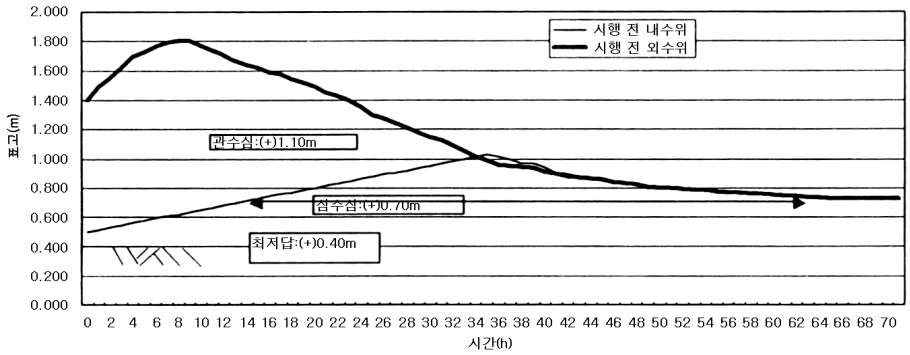
① 시행 전 침수분석 순서



<그림 4.4-6> 시행 전 침수분석 흐름도

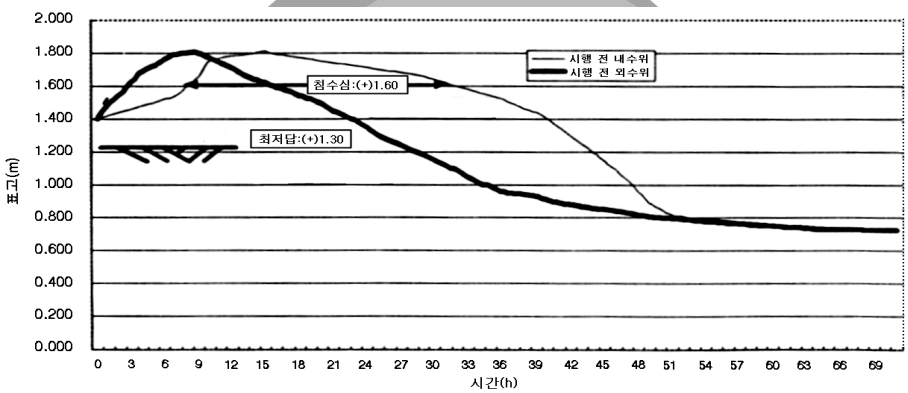
② 침수원인 분석

가. 하천수위 또는 해면이 농경지보다 높고 지구내 자연배수가 불가능한 경우: 이런 경우에는 외수위가 내수위보다 높으므로 하천이나 바다로부터 경지로 물이 역류하는 현상이 발생한다.



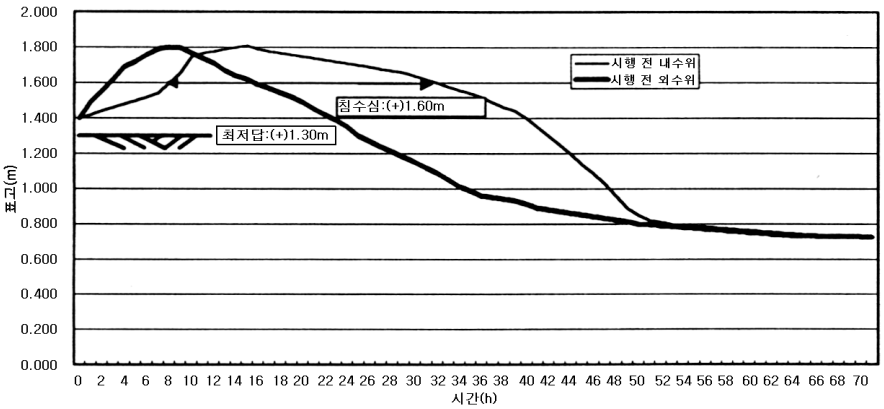
<그림 4.4-7> 외수위가 높아 자연배제가 불가능한 경우 내외수위 곡선(예)

나. 인접지구로부터 지표수나 지하수의 유입이 있는 경우: 유역경계와 상관없이 관로나 수로가 연결되어 있어 홍수시 지표수가 유입되거나 차단 가능한 유역에서 지표수가 유입되어 상류로부터 침수가 시작되는 경우이다.



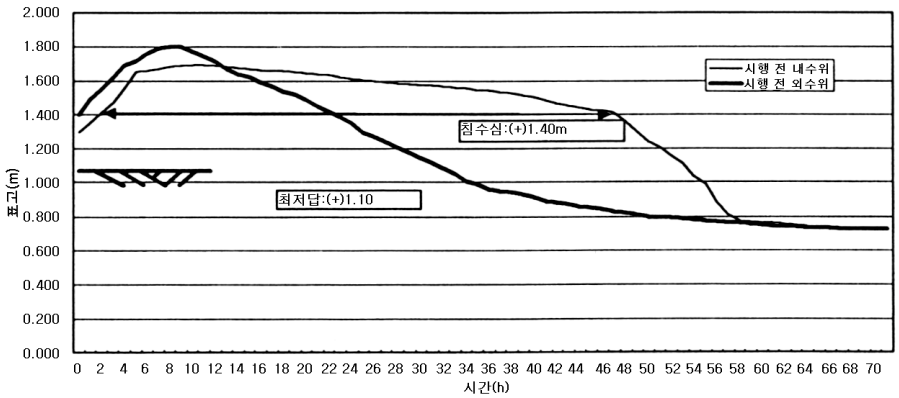
<그림 4.4-8> 지표수나 지하수 유입이 발생하는 경우 내외수위 곡선(예)

다. 지형이 오목한 분지 모양으로 된 경우: 강우가 발생하면 낮은 곳으로 강우가 모여 침수가 되는 경우로 침수가 지구의 낮은 곳으로부터 시간에 따라 침수구역이 커진다.



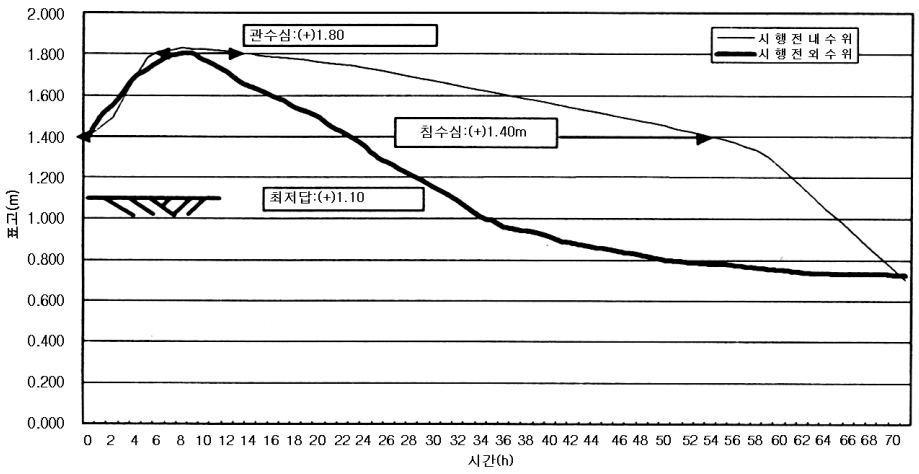
<그림 4.4-9> 지형이 오목한 분지형인 경우 내외수위 곡선(예)

라. 지형이 평탄하여 배수를 위하여 충분한 기울기를 확보할 수 없는 경우: 이는 평지의 논지대나 간척지 또는 대하천의 말단부에서 보이는 침수현상이다.



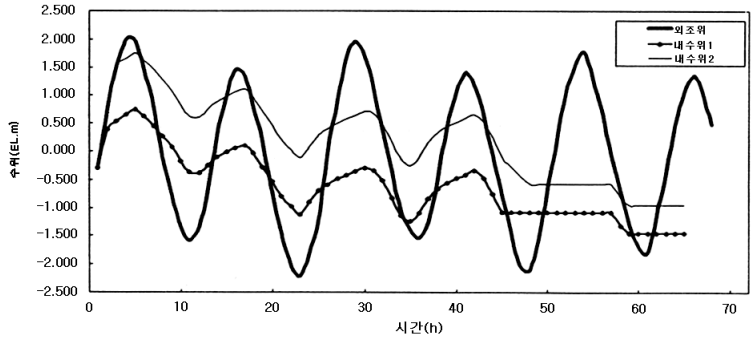
<그림 4.4-10> 지형이 평탄한 경우 내외수위 곡선(예)

마. 지구내의 하천, 배수로 또는 배수시설물의 규모가 부족한 경우: 하천의 경우 제방을 넘어 지구내로 물이 들어오므로 제방이 유실되는 경우가 생기고, 지구의 말단부에서 부터 침수가 생기는 것이 아니라 해당되는 배수시설 근처로부터 침수가 되는 현상이 발생한다.



<그림 4.4-11> 배수시설규모 부족인 경우 내외수위 곡선(예)

바. 외조위의 영향을 받으면서 배수시설물 규모가 부족한 경우: 배수갑문의 폭이 충분하면 간조시 조위곡선을 따라 움직이나 규모가 부족하면 간조시 조위곡선 보다 매우 높게 움직인다.



<그림 4.4-12> 외조위 배수시설물 규모에 따른 내외수위 곡선도

③ 침수분석의 실제

가. 최종배수구의 배수시설이 배수문이거나 배수갑문인 경우

(가) 침수분석에 사용 가능한 프로그램을 이용하여 적용하되, 내용적, 외수위, 홍수량, 배수시설물 규모를 자료로서 준비하고 자료의 정확성을 검토한 후 입력을 하여 결과를 산출한다.

(나) 배수시설의 규모는 대장상의 자료를 입력하는 것이 아니라 현재의 성능을 입력하여 결과를 도출하여야 한다.

(다) 배수로 퇴적, 기설의 노후화, 작동시기 등을 종합적으로 검토하여 적용한다.

(라) 외수위의 영향으로 지구내 역류를 방지하기 위한 자동문비가 설치되어 있는 경우는 자동문비를 고려하여 분석 하여야 한다.

나. 최종배수구의 배수시설이 문비가 달리지 않은 배수암거인 경우

(가) 관련 프로그램을 이용하여 적용하되, 내용적, 외수위, 홍수량, 배수시설물 규모를 자료로서 준비하고 자료의 정확성을 검토한 후 입력을 하여 결과를 산출한다.

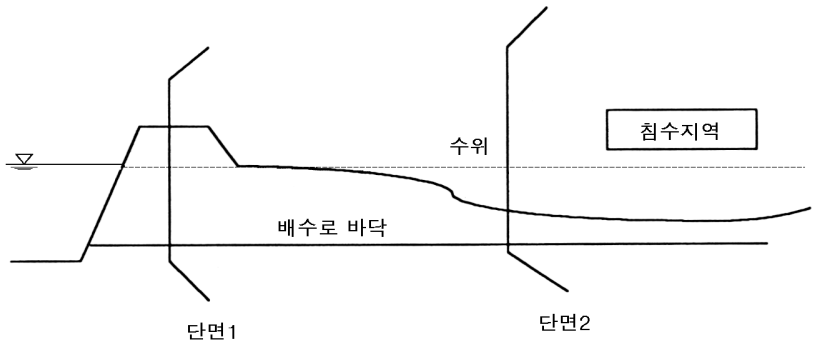
(나) 배수시설의 규모는 현상태 구조물의 전후의 퇴적상태를 고려하여 규모를 입력하여 결과를 유도하여야 한다.

(다) 결과물의 유속, 유입량, 배제량 등을 검토하여 이상유무를 확인하고 이상치는 입력인자의 이상으로 보고 프로그램을 재 가동 하여야 한다.

다. 최종배수구의 배수시설이 없고 배수로로 개방되어 있을 경우

(가) 관련 프로그램을 이용하여 적용하되, 외수위, 내용적, 홍수량, 배수시설물 규모를 자료로서 준비하고 자료의 정확성을 검토한 후 입력을 하여 결과를 산출한다.

(나) 배수로의 규모는 실제 측량한 종·횡단측량 결과를 자료로 입력해야 하며 퇴적 및 단면부족 등도 입력인자에 반영을 하여야 한다.



<그림 4.4-13> 배수로 저류분석 모식도

라. 배수문이 있으나 배수본천이 소규모 하천인 경우

(가) 시간별 외수위를 알고 있는 하천으로부터 배수위 계산을 하여 원하는 지점의 시간별 수위를 추정한다.

(나) 배수본천의 유역은 간접유역으로 유역산정을 하고 부등류 계산을 하여 수위를 검토하여야 한다.

④ 침수분석결과의 해석

가. 침수분석의 결과는 현재의 대상지구의 내수위의 변화를 나타내고 있으므로 시간별 수위를 면밀히 파악하여 결과치가 의심이 갈 때에는 입력자료로부터 다시 검토하여야 한다.

나. 1차 침수분석을 한 후 청문조사 및 예상침수면적과 비교하여 분석을 재 실시한다.

다. 몇 번에 걸쳐 분석을 하여 현장조사에 프로그램 결과 값이 근소하게 근접하면 기타 조사결과와 비교 후 침수분석 결과 선정한다.

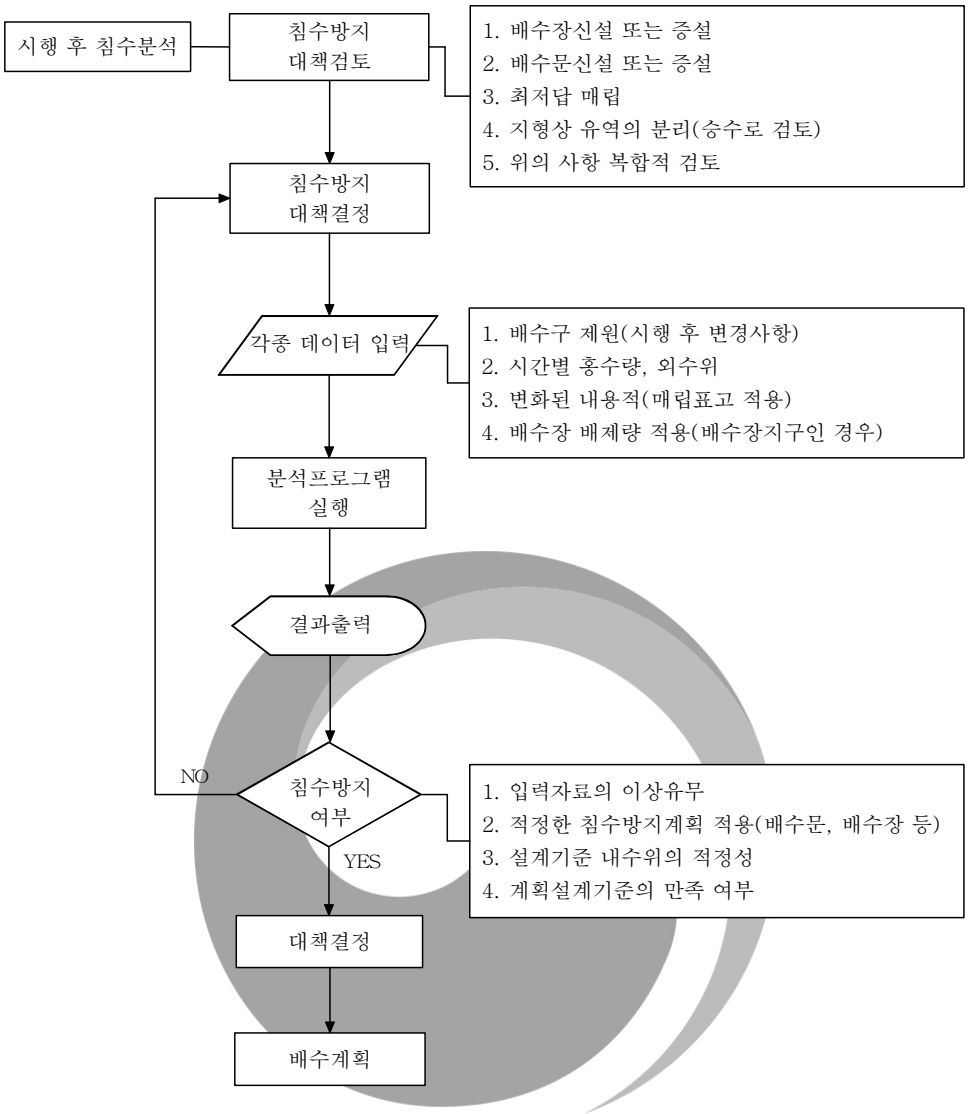
⑤ 침수원인 도출

가. 최종 침수분석 결과 값을 검토하여 침수가 되는 주요 원인을 도출한다.

나. 외수위가 원인인 경우에는, 지형적인 여건의 경우, 배수시설물의 경우, 복합적인 경우 등으로 나누어 명확하게 원인을 분석한다.

(3) 시행 후 침수분석 및 시설규모 결정

① 시행 후 침수분석 순서



<그림 4.4-14> 시행 후 침수분석 및 시설규모 결정 흐름도

② 시행전 침수분석 결과에 따른 침수분석의 방향

가. 결과값이 침수시간이 많고 관수시간이 상대적으로 적을 경우

(가) 침수가 되는 표고의 면적이 많은 경우 이와 같은 결과가 나오는 것이 일반적이다.

(나) 자연배제가 가능한 경우는 외수위가 내수위보다 낮을 때 일시에 배제량이 많아지도록 배수문과 같은 배수시설의 규모를 크게 하여야 한다.

(다) 자연배제가 불가능할 경우는 배수장을 검토하되 배수시설규모를 적합하게 하여' 자연+기계'배제시설이 되도록 비교, 검토한다.

(라) 분석 결과 값에 따라 규모를 설정하되 기준에 준하여 계획한다.

나. 결과값이 침수시간이 적고 관수시간이 상대적으로 많은 경우

(가) 최저답이 지구전체에 대하여 상대적으로 표고차가 크고 면적이 작은 경우 이와 같은 현상이 일반적으로 발생한다.

(나) 이 경우 매립을 먼저 검토하여 계획기준답의 표고를 높이고 그 결과에 따라 자연배제가 가능한 경우 배수시설규모를 크게 하고 자연배제가 불가능한 경우'기계+자연'배제로 분석을 하여야한다.

(다) 적정규모의 시설이 결과값으로 도출되면 그것으로 규모를 결정하고 기준에 따라 배수계획을 한다.

③ 내 외수위 관계에 따른 침수분석의 방향

지구내의 최저답고를 기준으로 하여 최고외수위를 Ho, 최고내수위를 H, 허용담수심을 Ha, 담수시간을 T, 허용담수시간을 Ta로 하면

Ho≤H, H≤Ha, T≤Ta 인 경우: 배수문, 배수펌프가 불필요한 자연배수

Ho≥H, H≤Ha, T≤Ta 인 경우: 배수문만 필요한 배수문 배수

Ho≥H, H>Ha, T>Ta 인 경우: 배수문과 배수펌프가 필요한 기계배수

④ 침수분석시 유의사항

가. 유역을 구분할 수 있는 승수로를 가장 먼저 검토하여야 한다.

나. 자연배제는 배수문확장, 매립, '배수문확장+매립' 을 검토한다.

다. 자연배제가불가능 할 경우 기계배제를 검토하되 '매립+기계' 배제, 전량기계배제, '배수문확장+기계' 배제, '배수문확장+매립+기계' 배제를 검토하여 가장 타당한 방법을 채택하여 침수분석과 함께 배수시설 규모를 결정한다.

⑤ 시행후 침수분석 대안검토

<표 4.4-2> 홍수배제 방법에 따른 대안검토

구 분	1 안	2 안	3 안
배제방식	자연배수	기계배수	자연배수+기계배수
배수방법	○배수문신설 및 확장 ○문비설치 ○승수로설치 ○매립복토에 의한 기준답 숭상	○배수장 설치	○1안+2안→혼합방식
특 징	○기계배수에 비해 시설의 설치비와 유지관리비가 적어지므로, 자연배수를 우선적으로 검토해야 한다.	○자연배수에 비해 설치비와 유지관리비용이 과다하고 유역이 큰 경우는 초기투자비가 너무 커진다.	○지구형상이 고지대와 저지대로 분할되어 있는 경우는 자연배수와 기계배수의 혼용방식을 선택해야 한다.
고려할 사항	○자연배수방식을 선택 할 경우는 안전성에대하여 신중히 검토해야 한다. 따라서 자연배수에서 계획외수위의 결정은 확실한 자료에 기본을 두고 해야한다.	○기계배수 방식을 선택할 경우는 경제성과 유효성을 적절히 비교하여 선택해야 한다.	○자연배수가 가능한 구역은 자연배수를 유도해야 하며 가급적 기계배수의 용량을 작게 하는 방법을 검토해야 한다.

가. 제1안(자연배수방식)의 경우

(가) 배수문확장에 의한 자연배수(안)으로 침수문제가 해결되지 않으면 승수로설치(안)을 검토해야한다. 승수로를 검토한 경우는 승수로의 설치조건(유역의 유출수처리가능 여부, 경제성, 용지 매수 등)을 만족하는 경우에 한해서 검토해야 한다.

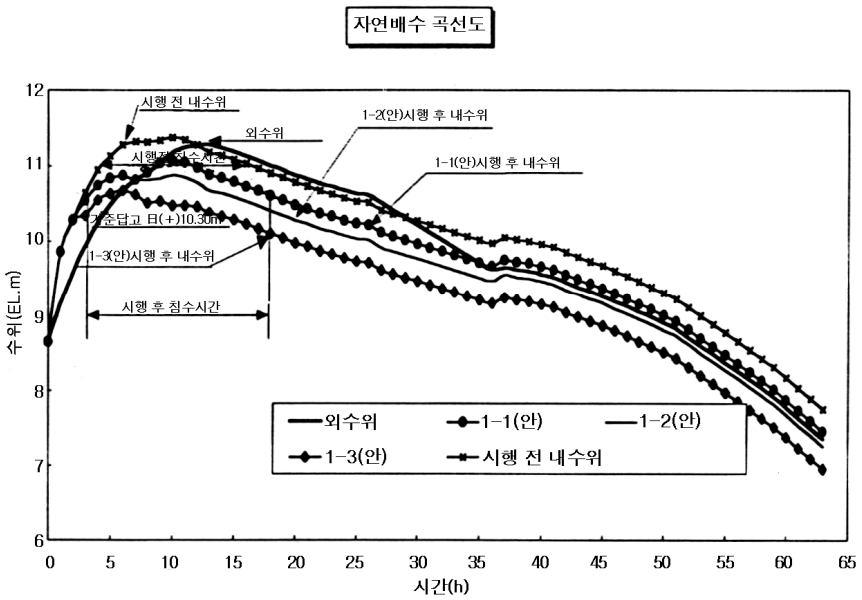
(나) 승수로 배치로 해결 불가능 하거나, 배치자체가 불가능한 경우 매립복토에 의한 기준답고 숭상을 검토해야 한다.

(다) 매립 복토로 해결되지 않을 경우 서로 조합하여 해결방법을 검토하고 그것이 불가능 할 경우 기계배수를 검토해야 한다.

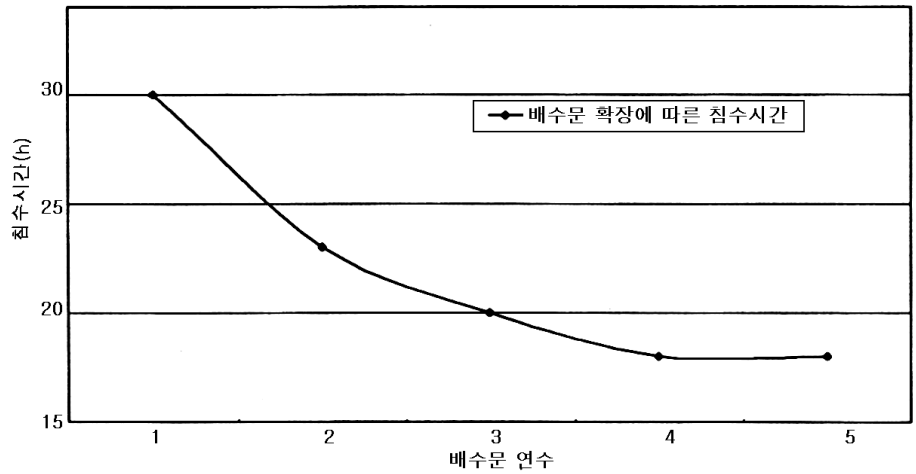
(라) 상기사항에 대한 대안검토를 순서에 입각하여 순리대로 상세하게 분석을 해야 하며, 본문에서는 배수문을 확장할 경우에 대하여 대안제시하는 방법을 검토해야 한다.

<표 4.4-3> 제1안(배수문을 확장할 경우의) 대안 예

구 분	1-1 안	1-2 안	1-3 안	1-4 안	1-5 안
배수방법	배수문 확장	배수문 확장	배수문 확장	배수문 확장	배수문 확장
배수(갑)문 (기설)	2.0×2.0×1련	2.0×2.0×2련	2.0×2.0×3련	2.0×2.0×4련	2.0×2.0×5련
침수시간 <관수시간>	30시간 < 0시간 >	23 < 0 >	20 < 0 >	18 < 0 >	18 < 0 >
채 택	자연배수에서는 배수문을 확장하는 경우와 매립 등을 고려하여 최적 안을 결정해야 하기 때문에 적절히 안을 결정해야 함.				



<그림 4.4-15> 제1안 (배수문을 확장할 경우의) 침수분석 예



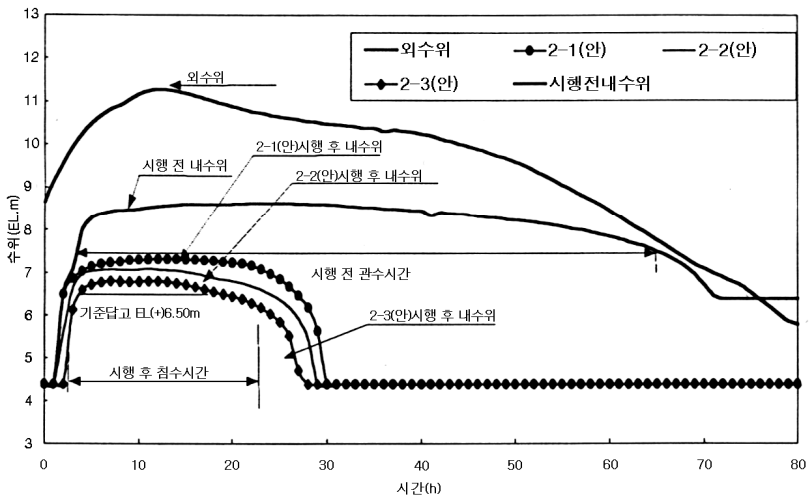
<그림 4.4-16> 제1안 배수문 확장에 따른 침수시간의 변화

나. 제2안(기계배수방식)의 경우

<표 4.4-4> 제2안 (배수장 규모를 증가시키는 경우) 대안 예

구 분	2-1 안	2-2 안	2-3 안
배수방법	배수량 증가	배수량 증가	배수량 확장
배수장규모	Q=10m3/s	Q=13m3/s	Q=15m3/s
침수시간 <관수시간>	24시간 < 0시간 >	20 < 0 >	17 < 0 >
채 택	기계배수에서는 배수장규모를 확장할 경우는 규모가 과대하지 않도록 경제성을 고려한 최적안을 따른다.		

기계배수 곡선도



<그림 4.4-17> 제2안(배수장 규모를 증가시키는 경우)의 침수분석 예

다. 제3안(자연배수+기계배수)방식의 경우

(가) 1안에서 배수문 대안이 결정되었어도 여전히 침수가 발생하면 기계배수를 추가하고

(나) 승수로가 가능하면 승수로 유역을 제외하고 나머지 유역에 대한 배수구역에 대하여서는 자연배수 및 기계배수를 검토해야 한다.

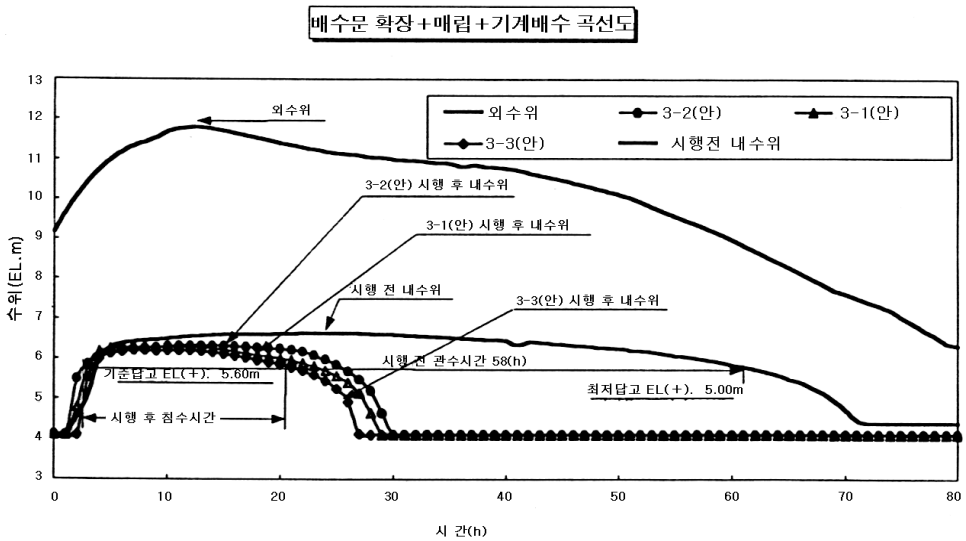
(다) 매립숭상을 검토할 때는 용수공급체계에 이상이 없는 범위 내에서 매립고를 결정하고 여전히 침수가 될 때에는 기계배수를 검토한다.

(라) 배수문 또는 배수펌프장보다 상류지대에서 침수가 발생하여 배수로확장(안)이 유리할 경우에는 이를 홍수배제방식 조합과는 별개로 검토한다.

(마) 상기 안들의 검토 결과 대안으로 선택되었다 해도 공사비 측면에서 최적공사비를 채택한다.

<표 4.4-5> 제3안 (배수문 확장 +매립복토+기계배수)의 예

구 분	3-1 안	3-2 안	3-3 안
배수방법	배수문 확장+기계배수	매립+기계배수	배수문 확장+매립+기계배수
배수장 규모	Q=12m3/s	Q=9m3/s	Q=6m3/s
배 수 문	기설:2.0×2.0×1련 확장:2.0×2.0×2련	기설:2.0×2.0×1련	기설:2.0×2.0×1련 확장:2.0×2.0×2련
매 립		최저답고 : 5.00m 기준답고 : 5.60m	기준답고 : 5.60m 답고숭상(△h=0.6m)
침수시간 <관수시간>	24시간 < 0시간 >	20 < 0 >	17 < 0 >
채 택	혼합배수방식에서는 조합할 수 있는 여러 경우의 수를 비교 분석하여 각 안에 대한 사업성, 경제성, 지역적 여건 등을 고려하여 대안을 채택해야 한다.		

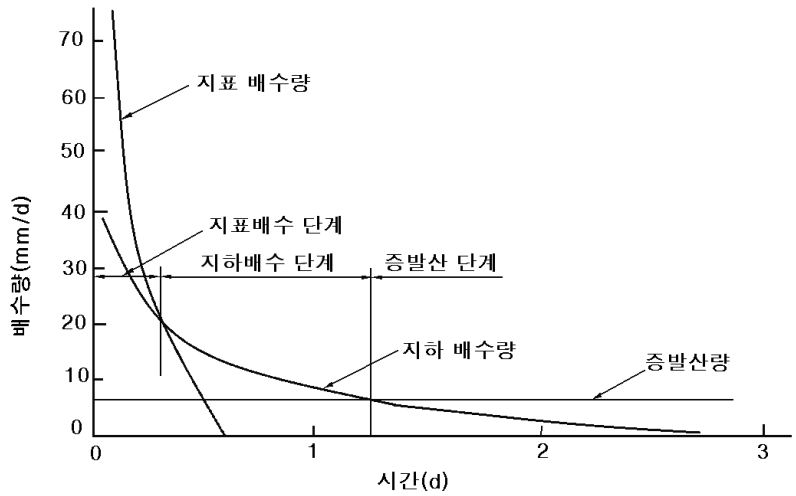


<그림 4.4-18> 제3안(자연배수+기계배수)방식의 경우의 침수분석 예

4.5 지표배수와 지하배수

4.5.1 배수방식의 선정

농지의 배수는 먼저 지표의 과잉수를 지표배수 시키고, 다음에 지표의 잔류수와 토양 중에 있는 과잉수를 지하배수 시킨다. 강우 후 지구내의 과잉수는 초기에 많은 양이 배수되는데 이를 지표배수단계라 한다. 이러한 지표배수는 시간이 경과함에 따라 급속히 감소하고 이어서 지하배수가 많아진다. 이때를 지하배수단계라 하며 주로 암거를 통하여 배수된다. 여기서 다시 시간이 지나면 지하배수량이 감소하고 증발산량이 많아지는 증발산 단계로 접어들게 된다. 따라서 지표배수량과 지하배수량을 산정하여 각 배수단계의 시기를 결정해야 한다.



<그림 4.5-1> 배수량의 시간적 변동

4.5.2 지표배수

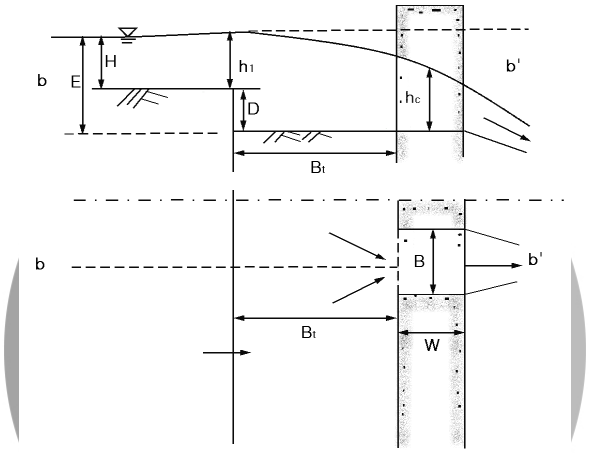
지표배수는 홍수시를 주 대상으로 하여 그 계획배수량을 배제할 수 있도록 계획한다.
홍수시는 내부유역에서 유출하는 유량도 많고, 배수본천의 수위도 높으므로, 홍수시 배수량을 대상으로 지표배수계획을 수립한다.
포장의 계획배수량은 설계강우량을 대상으로 하여 벼 단일작일 때는 「1일 강우량을 1일 배제」로 하고, 답리작이나 밭의 경우는 「4시간 강우량을 4시간 배제」 하는 것을 기준으로 한다.
범용경지화에 따라 논·밭이 상당히 혼합되어 밭작물에 대한 비중이 큰 지구에서는 밭작물의 담수에 대한 취약성을 감안하여 밭에 대한 계획배수량을 채택하고, 논·밭 겸용에 대한 단지구분이 명확한 경우나, 계획적인 논·밭 윤환이 이루어지는 단지에서는, 각각의 계획배수량을 적용하도록 한다.
지표배수를 촉진하는 방법에는 경지면에 배수구를 설치하는 방법과 그밖에 경지면 경사법, 장변단축법 등을 강구할 수 있다. 전자는 지면기복의 영향이 경사의 영향보다 크기 때문에 지면을 평탄하게 해야 그 효과가 크고, 후자는 장변을 20m 정도로 짧게 하여야 효과가 있으므로 논에서는

실제로 통용하기 어렵다. 그러나 단변 방향에도 경지면 배수구를 설치하면 그 효과를 기대할 수 있다.

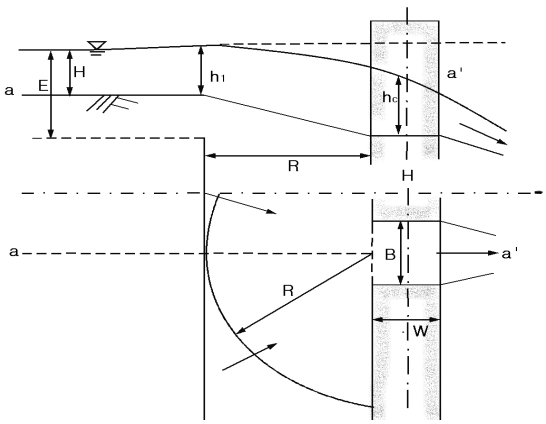
배수로의 계획수위는 경지면보다 낮게 하지만 저습답(低濕畓) 지대는 경우에 따라 피해정도를 감안하여 일시적인 담수를 허용한다.

배수로의 경사를 조절할 때는 표토(表土)의 유실이나 침식방지에 주안점을 두어야 한다. 배수로는 초생(草生)과 콘크리트로 안쪽 사면을 피복하여 수로자체가 침식되지 않도록 해야 하며, 배수로 도중에는 낙차공이나 침사지(沈砂池)를 설치하여 유수(流水)의 파괴력을 흡수하도록 한다.

답의 구획면적이 큰 경우는 포장내의 담수를 전부 배제하는데 오랜 시간이 걸리므로 포장내의 얕은 배수구 외에 논두렁(畦畔) 안쪽을 따라 가배수구를 설치하거나, 낙수구(落水口) 근방에 반원형의 낙차부(落差部)를 설치하면 배수효과가 좋아진다.



<그림 4.5-2> 논의 낙수구 (가배수구)



<그림 4.5-3> 논의 낙수구 (반원형낙차부)

4.5.3 지하배수

지하배수는 평상시를 주 대상으로 하여 계획지하배수량을 배제하도록 하고, 지하배수의 효과를

충분히 기대할 수 있는지를 확인한다. 지하배수는 지표배수를 한 다음에 남아 있는 지표잔류수와 토양 속의 정체수를 명거(明渠)나 암거에 침출(浸出) 시켜 경지 밖으로 배제하는 것이다.
암거배수는 지하배수 방법으로서 광범위한 조건 아래에서 그 효과를 기대할 수 있는 표준적인 방법이다. 그러나 조건에 따라서는 명거배수로 목적을 달성할 수도 있고, 때로는 보통의 암거배수로는 거의 그 기능을 나타낼 수 없는 경우도 있다. 따라서 암거배수를 실시할 때는 그 효과에 대하여 충분한 검토가 있어야 하고, 또 그 시행에 따른 배수개선과 경제적 이익에 대한 손익을 검토한 다음에 실시해야 한다.
지하배수는 흙의 투수도(透水度)와 경지 주변의 지하수면의 높이에 따라 좌우되는데 투수계수가 적거나 지하수위가 높을수록 배수가 곤란하다. 지구가 지표수의 일시적인 담수로 물이 고이거나 토양의 투수성이 충분히 클 경우에는 명거로 배수하는 계획이 유리하다. 암거배수계획을 수립할 때는 지표잔류수가 있을 때와 없을 때를 고려하는 것이 좋다.

(1) 지표잔류수가 있는 경우

① 배수일수가 논에서는 1~2일 정도이고, 밭에서는 재배되는 작물의 종류, 비관개기의 이모작 등에 따라 다르므로 이에 따른 배수량을 배제할 수 있는 단면을 충분히 갖추어야 한다.

② 다만, 습해 등을 해결할 경우는 영농의 측면에서도 경지의 정지(整地), 배수구, 심토파쇄(心土破碎), 보조암거 등을 시공하여 배수를 촉진하는 것이 중요하다.

(2) 지표잔류수가 없는 경우

① 강우 시에 투수성이 큰 토양은 암거에 충분한 조직 배수량을 주어서 허용시간 안에 잔류수가 배제되게 한다. 허용시간도 극단으로 단축할 필요가 없으므로 계획배수량은 30mm/day 정도면 된다.

② 계획초기에 암거배수의 효과를 예측하지 못할 경우는 본 암거와 보조암거를 이용하여 어떤 단계까지 효과를 얻을 수 있는 방법을 실시하여 그 실적을 본 다음에 그 기능을 보충하는 수단을 강구하는 단계적인 방법을 택하는 것이 좋다.

③ 배수로의 계획수위는 경지에서 요구되는 지하수위보다 낮게 취하는 것이 보통이다.

<표 4.5-1> 계획지하수위

토지이용구분	강우후 2~3일의 지 하 수 위	평상시 지하수위 (강우후 7일)	비 고
수 도 단 일 작 목 초	30~40㎝	40~50㎝	지하수면임
밭 윤 환 일 반 밭 작 물	40~50㎝	50~60㎝	
다 년 생 작 물	50~60㎝	60~100㎝	

4.5.4 지표배수와 지하배수의 조합

배수방식을 결정할 때는 지표배수와 지하배수를 서로 연관해서 계획해야 한다.
지표배수와 지하배수는 계획의 대상을 달리하고 있지만 어느 배수방식을 하건 항상 양자를 조합하여 계획하여야 한다. 왜냐하면 작물의 생육환경을 양호하게 하며 토지의 이용도를 높이고, 농

작업의 환경을 개선하고 능률을 향상시키기 위한 지구의 배수는 단일배수방식만으로 그 목적을 달성하기가 매우 어렵기 때문이다.
그러므로 명거(明渠)의 단면을 깊게 하면 배수효과를 높일 수 있어서 유리하다. 지구 외부로부터 침투해 들어오는 지하수가 있을 때는 차단시설을 설치해야 한다.

4.6 논밭혼용 지구에서의 배수대책

논에서의 밭작물 재배 및 논·밭 윤환경지 증가 등 영농여건 변화에 대응하여 수혜구역내 밭작물을 많이 재배하는 지구에 대하여는 홍수시 밭작물 침수피해를 최소화하기 위한 배수대책을 수립한다.
수혜면적내 밭작물 재배면적이 큰 지역에 대해서는 전작 또는 특수작물 재배지역에 적합한 유출곡선지수(CN)를 적용하여 설계홍수량 및 배수로 단면을 결정한다.
논과 밭의 유출곡선지수(CN : Curve Number)는 논 78 ~ 80, 밭 78 ~ 80, 비닐하우스 지역 97 ~ 98로 한다.
평상시 배수를 고려하여 배수장내 소형펌프 설치를 검토하여 소량의 강우와 강우초기에 배수펌프를 조기 가동하여 밭작물 침수피해에 사전 대비한다.
배수계획구역내 원예작물이 집단화된 지역을 구분하는 것이 유리한 지역은 별도로 구분하여 배수계획을 수립할 수 있다.
논에서 밭작물 재배 및 논·밭 윤환경지를 조성하는 경우 홍수시 침수피해에 대비하여 밭 지역은 가급적 지구내 고위부에 설치토록 계획한다.

집필위원	분야	성명	소속	직급
	관개배수	김선주	한국농공학회	교수
	농업환경	박종화	한국농공학회	교수
	토질공학	유 찬	한국농공학회	교수
	구조재료	박찬기	한국농공학회	교수
	수자원정보	권형중	한국농공학회	책임연구원

자문위원	분야	성명	소속
	농촌계획	손재권	전북대학교
	수자원공학	윤광식	전남대학교
	지역계획	김기성	강원대학교
	수자원공학	노재경	충남대학교
	농지공학	최경숙	경북대학교
	관개배수	최진용	서울대학교

건설기준위원회	분야	성명	소속
	총괄	한준희	농림축산식품부
	농업용댐	오수훈	한국농어촌공사
	농지관개	박재수	농림축산식품부
	농지배수	송창섭	충북대학교
	용배수로	정민철	한국농어촌공사
	농도	조재홍	한국농어촌공사 본사
	개간	백원진	전남대학교
	농지관개	이현우	경북대학교
	농지배수	남상운	충남대학교
	취입보	김선주	건국대학교
	양배수장	정상옥	경북대학교
	경지정리	유 찬	경상대학교
	농업용관수로	박태선	한국농어촌공사 본사
	농업용댐	손재권	전북대학교
	농지배수	김정호	다산컨설턴트
	농지보전	박종화	충북대학교
	농업용댐	김성준	건국대학교
	해면간척	박찬기	공주대학교
	농업수질및환경	이희억	한국농어촌공사 본사
	취입보	박진현	한국농어촌공사 본사

중앙건설기술심의위원회	성명	소속
	이태옥	평화엔지니어링
	성배경	건설교통신기술협회
	김영환	한국시설안전공단
	김영근	건화
	조의섭	동부엔지니어링
	김영숙	국민대학교
	이상덕	아주대학교

농림축산식품부	성명	소속	직책
	한준희	농업기반과	과장
	박재수	농업기반과	서기관

설계기준
KDS 67 45 10 : 2018

농지배수 계획

2018년 04월 24일 발행

농림축산식품부

관련단체 한국농어촌공사
58217 전라남도 나주시 그린로 20(빛가람동 358) 한국농어촌공사
☎ 061-338-5114 E-mail : webmaster@ekr.or.kr
http://www.ekr.or.kr

(작성기관) 한국농공학회
06130 서울시 강남구 테헤란로 7길 22(역삼동 365-4) 과학기술회관 본관 205호
☎ 02-562-3627 E-mail : j6348h@hanmail.net
http://www.ksae.re.kr

국가건설기준센터
10223 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283(대화동)
☎ 031-910-0444 E-mail : kcsc@kict.re.kr
http://www.kcsc.re.kr

※ 이 책의 내용을 무단전재하거나 복제할 경우 저작권법의 규제를 받게 됩니다.

KDS 67 45 15 : 2018

농지배수 조사

2018년 04월 24일 제정
http://www.kcsc.re.kr

농림축산식품부



건설기준 코드 제·개정에 따른 경과 조치

이 코드는 발간 시점부터 이미 시행 중에 있는 설계용역이나 건설공사에 대하여 발주기관의 장이 필요하다고 인정하는 경우 종전에 적용하고 있는 기준을 그대로 사용할 수 있습니다.

건설기준 코드 제·개정 연혁

- 이 기준은 KDS 67 45 15 : 2018 으로 2018년 04월에 제정하였다.
- 이 기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 건설기준 간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.
- 이 기준의 제·개정 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요사항	제·개정 (년. 월)
농지개량사업 계획설계기준 배수편	• 농지개량사업 계획설계기준 배수편 제정	제정 (1970. 12)
농지개량사업 계획설계기준 배수편	• 농지개량사업 계획설계기준 배수편 개정	개정 (1983. 12)
농업생산기반정비사업 계획설계기준 배수편	• 농업생산기반정비사업 계획설계기준 배수편 개정	개정 (2001. 12)
농업생산기반정비사업 계획설계기준 배수편	• 농업생산기반정비사업 계획설계기준 배수편 개정 • 전문용어를 통일하고, 오자 및 문맥상의 오류 등 수정하고, 관련 법령을 현행 법령체계와 일치 • 이상 기후로 인한 국지성 호우에 대응할 수 있도록 설계강우량 결정방법 강화 • 논밭 혼용지대에서의 배수대책 내용 추가 • 배수장의 양정결정시 계획외수위를 하천등급별 계획기준홍수위로 수정 • 유수지 설계기준 및 하천제방 횡단구조물 설치에 대한 기준 내용 추가 • 배수장 제진기, 비상전원 확보, 펌프형식, 대피시설, 제어시스템에 대한 기준 추가	개정 (2012. 12)
KDS 67 45 15 : 2018	• 국토교통부 고시 제2013-640호의 “건설공사기준 코드체계” 전환에 따른 건설기준을 코드로 정비 • 건설기술진흥법 제44조 및 제44조의 2에 의거하여 중앙건설심의위원회 심의· 의결	제정 (2018. 04)

제 정 : 2018년 04월 24일 **개 정 : 년 월 일**
심 의 : 중앙건설기술심의위원회 **자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회**
소관부서 : 농림축산식품부 농업기반과
관련단체(작성기관) : 한국농어촌공사(한국농공학회)

목 차

1. 일반사항 ····· 1
1.1 목적 ····· 1
1.2 적용범위 ····· 2
1.3 참고 기준 ····· 3
1.4 용어의 정의 ····· 3
1.5 기호의 정의 ····· 3
1.6 시설물의 구성 ····· 3
1.7 해석과 설계원칙 ····· 3
1.8 설계 고려사항 ····· 3
1.9 신규기술적용 ····· 3
1.10 구조설계도서 ····· 3
2. 조사 및 계획 ····· 4
2.1 조사 및 계획 일반 ····· 4
2.2 현장 조사 ····· 7
2.3 계획 ····· 16
3. 재료 ····· 17
3.1 재료 일반 ····· 17
3.2 재료 특성 ····· 17
3.3 품질 및 성능시험 ····· 17
4. 설계 ····· 17

농지배수 조사

1. 일반사항

1.1 목적

1.1.1 예정지 조사

예정지 조사의 목적은 사업시행을 위한 기본조사의 시행여부를 판단키 위한 자료를 수집하는데 있으며, 도상확인과 현장조사를 거쳐 보고서를 작성하고 기본조사의 시행여부를 판단한다.

1.1.2 기본조사

예정지조사 결과 기본조사가 필요하다고 판단되면, 예정지 조사보고서를 참고하여 농지배수 기본계획 수립에 필요한 자료를 조사, 수집한다.

1.1.3 세부설계를 위한 조사

사업 시행을 위한 세부설계단계에서 필요한 자료를 수집하는 것으로 기본조사 자료를 확인 검토 후 이용하는 것이 원칙이지만, 기본조사 자료가 미흡하거나 새로운 자료가 필요할 때는 따로 조사한다.

1.1.4 조사 단계

(1) 단계별 조사는 농림수산사업시행지침서에 따라서 수행하여야 한다.

(2) 사업시행예정자(시·군·구 및 한국농어촌공사)는 매년 농림축산식품부가 시달하는 사업예정지 조사요령을 참조하여 지구당 50ha 이상 사업예정지를 조사하여 시·도지사에게 제출한다.

(3) 시·도지사는 사업시행예정자가 사업시행을 신청하거나, 수해상습지 해소 등 필요하다고 인정되면 예정지 조사를 실시하고, 사업 타당성 및 시행여건 등을 감안하여 우선 순위를 정하여 농림축산식품부에 예정지조사결과 및 기본조사 대상지를 제출한다.

(4) 예정지 조사항목은 현황, 투자소요액, 사업효과, 위치도, 그 외 사업 타당성 판단에 필요한 자료 등이다.

(5) 기본조사는 기본계획을 작성하는 데 기초가 되는 데이터를 수집, 분석하는 조사이다. 수혜면적이 50ha 미만인 경우에는 시·도지사가 기본계획을 수립한다. 기본계획수립에 전문기술을 필요로 할 때는 기술용역으로 기본조사를 실시한 후 기본계획을 수립하고 그러지 아니한 경우에는 예정지 조사서를 토대로 기본계획을 수립할 수 있다.

(6) 기본조사자는 배수개선사업에 대한 자원조사가 되어있지 아니한 경우에는 농어촌정비법 시행령 제3조에서 규정하는 농지의 분포상태 및 이용, 마을의 분포 및 인구변동의 추이, 생산기반정비, 농지의 경사도·토양 및 배수상태의 특성, 산업별 배치사항, 산지분포 및 이용 등에 대한 조사를 포함하여야 한다.

(7) 또한 타법, 타사업관련, 주민호응도, 현지여건 등을 확인하여야 한다. 또 지역주민, 하천관리기관, 자치단체, 농어촌공사 등의 의견을 수렴하여야 하고 인근에 경지정리사업 및 각종 농촌마을개발사업과 함께 실시하는 것이 사업의 효과를 높이고 농업경영의 합리화에 기여한다고 인정될 때에는 조사를 병행할 수 있다.

(8) 기본계획이 수립되면 세부설계자는 사업시행 예정지구에 대한 측량설계 실시계획을 수립하고 조사반을 편성하여 측량설계를 실시한 후 세부설계를 실시한다. 세부설계에는 완공 후 배수장, 배수문 등의 효율적인 운영을 하기 위하여 설계기준 및 빈도별 강우에 대한 시간별 추정홍수량과 홍수위에 대한 조견표 및 시설운영지침 등을 제시하여야 한다.

1.2 적용범위

1.2.1 현황 조사

현재의 용·배수상황과 배수불량 원인 그리고 과거의 침수상황을 조사한다.

1.2.2 지형 조사 및 측량

계획대상지역의 지형과 노선위치나 배수장 위치 등 각종 시설물의 설치에 필요한 사항들을 측량한다.

1.2.3 기상, 수문, 수리 조사

계획대상지역의 유역상황과 강우량, 강우강도 등 각종 수문기상 요소에 대한 자료를 조사, 수집한다. 그리고 용ㆍ배수 및 하천상황을 조사한다.

1.2.4 재료 및 품셈조사

계획대상 지구의 공사에 필요한 재료채취, 현장위치 및 현황, 도로망, 물가, 소요재료 등을 조사한다.

1.2.5 토양 및 토질 조사

계획대상지구의 토양과 공사에 필요한 토질공학적 조사를 한다.

1.2.6 농업경제 조사

경제성 분석과 영농계획 수립에 필요한 자료를 수집한다.

1.2.7 기계·전기·건축 조사

계획대상지구의 수리조건, 지형조건에 따른 건축 및 기전시설물의 설치계획수립에 필요한 자료를 조사한다.

1.2.8 환경 조사

공사와 관련하여 야기될 수 있는 각종 환경오염 방지, 문화재나 지역자원에 영향을 최소화하기 위한 대책 수립 등에 필요한 자료를 조사한다.

1.2.9 기타조사

각종 시설 및 기기의 설치 위치 선정을 위한 답사나 공사시행여건 및 지장물, 관련사업 등을 조사한다.

1.2.10 관계기관 및 수혜민 협의

관계기관의 의견을 청취하고 수혜민과의 협의를 통해 계획을 보완할 수 있는 자료를 수집한다.

1.3 참고 기준

· 내용 없음

1.4 용어의 정의

· 내용 없음

1.5 기호의 정의

· 내용 없음

1.6 시설물의 구성

· 내용 없음

1.7 해석과 설계원칙

· 내용 없음

1.8 설계 고려사항

· 내용 없음

1.9 신규기술적용

· 내용 없음

1.10 구조설계도서

· 내용 없음

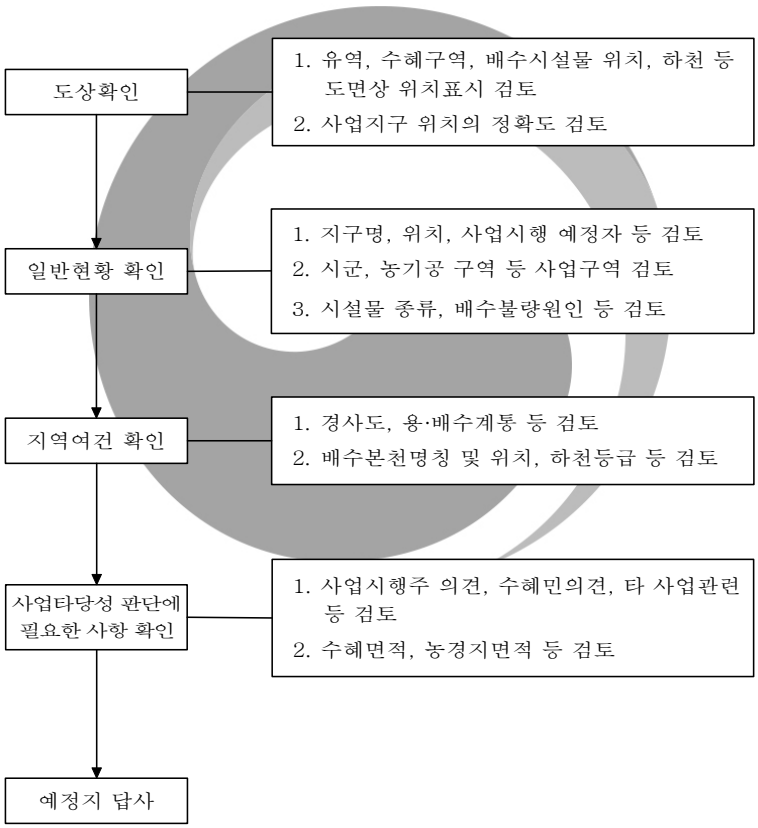
2. 조사 및 계획

2.1 조사 및 계획 일반

2.1.1 도상확인

(1) 시·도지사가 보고한 예정지조사 도면 중 유역도, 수혜구역, 주요배수시설물 위치, 하천 등 도면상 위치표시를 검토하고 답사도면에 기입한다.

(2) 시·도지사가 보고한 예정지조사 내용 중 사업지구 위치를 정확히 검토하고 답사보고서에 기입한다.



<그림 2.1-1> 예정지 검토 흐름도

2.1.2 예정지 조사

(1) 일반현황 확인

① 답사시 해당구역면적, 위치, 사업시행예정자 등을 확인한다.

② 시 · 군, 한국농어촌공사 구역 등 사업구역을 확인한다.

③ 시설물 종류, 배수불량 원인 등을 확인한다.

(2) 지역여건 확인

① 경사도, 용·배수계통 등을 검토한다.

② 배수본천 명칭 및 위치, 하천등급 등을 검토한다.

(3) 기타사항 확인

① 사업시행예정자 의견, 수혜민 의견, 타 사업관련 등을 검토한다.

② 수혜면적, 농경지면적 등을 검토한다.

(4) 관련기관 협의 및 지역계획 등의 확인

① 사업시행예정자가 파악하고 있는 사항과 의견을 검토·파악한다.

② 사업시행경위, 수혜면적, 진흥지역 지정여부, 농어촌발전계획, 농촌마을종합개발계획, 도시계획지정여부 등을 확인한다.

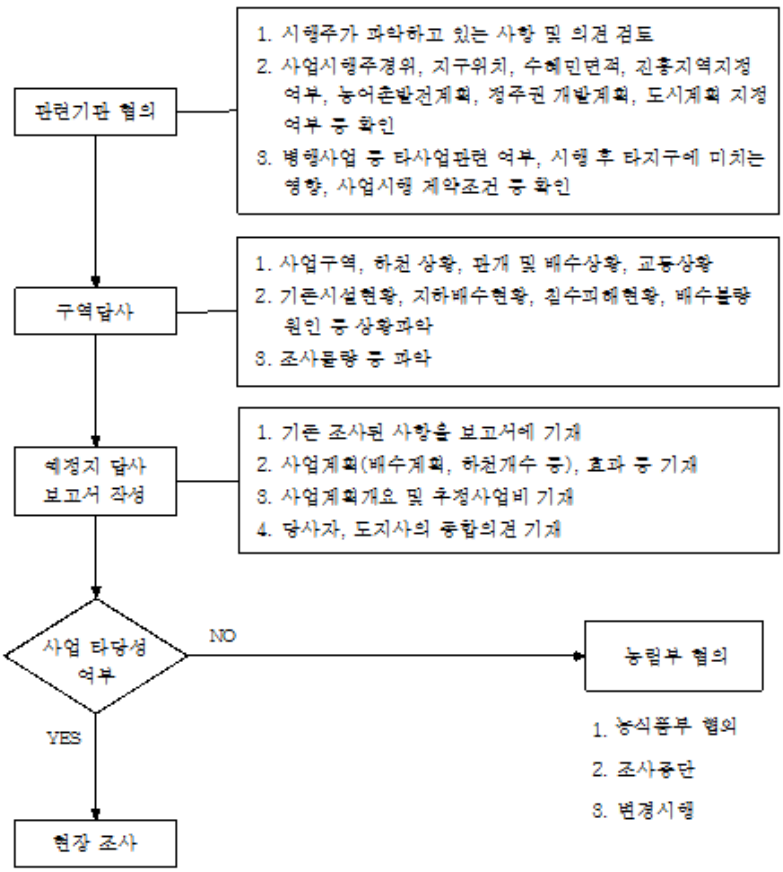
③ 병행사업 등 타사업 관련여부, 시행후 타지구에 미치는 영향, 사업시행 제약조건 등을 확인한다.

(5) 구역답사

① 사업구역, 하천상황, 용수 및 배수상황, 교통상황 등을 파악한다.

② 기존수리시설현황, 지하배수현황, 침수피해현황, 배수불량원인 등을 객관적 사실에 의거 파악하고 결과를 작성한다.

③ 청문조사 등을 통해 해당지구의 기타상황 및 조사물량을 파악하고 현장조사시 필요한 특이사항을 기록한다.



<그림 2.1-2> 예정지 조사 흐름도

2.1.3 예정지 조사보고서 작성

(1) 농어촌정비법 제7조에 의한 보고사항

① 사업예정지구의 현황

② 사업별 투자소요액

③ 사업시행의 효과

④ 사업시행 예정지의 위치도

(2) 기타 보고사항

① 예정지 조사중 파악된 조사내용과 사업타당성 판단에 필요한 사항을 기재한다.

② 조사자, 도지사의 종합의견을 기재한다.

(3) 관계기관 협의

① 예정지 조사보고서 작성 후 다음과 같은 사항은 농림축산식품부와 협의를 하여 기본조사 시행여부를 판단하여야 한다.

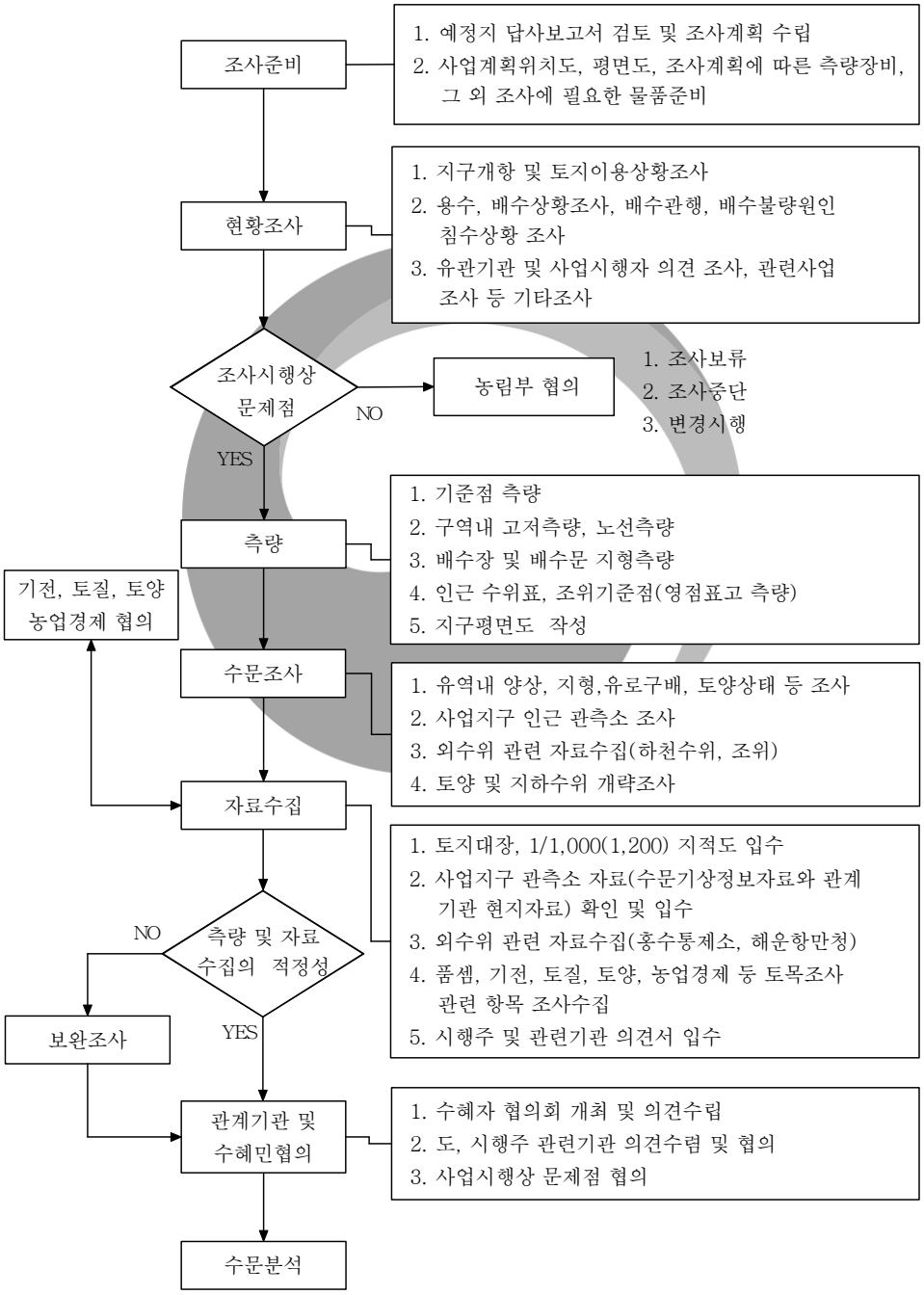
② 예정지 조사결과 2개지구 이상이 유역, 수혜면적, 수계 등 수문학적·지형적으로 근접하거나 동일한 경우

③ 수혜면적이 50ha 미만으로 판단될 경우

④ 지역주민들의 호응도가 낮을 경우

⑤ 비진흥지역이 전체 수혜면적에 비해 과다하게 분포되어 있는 경우
⑥ 예정지 조사 후 주요 공종이 바뀌어 질 때 (예 : 배수로지구→배수펌프장지구)
⑦ 이외에 조사자가 판단하여 농림축산식품부와의 협의가 필요하다고 생각되는 경우

2.2 현장 조사



<그림 2.2-1> 현장조사 흐름도

2.2.1 조사준비

(1) 예정지 조사보고서 검토 및 조사계획 수립

① 기 표시된 소축척의 지형도(예정지 보고서)에 의하여 도상검토 및 예정지 조사를 통하여 현지조사에 필요한 자료를 수집 및 준비한다.

② 인근지역과의 관련성 및 유역상황, 배수계통 등을 사전 검토한다.

③ 지구의 범위와 지형 및 지세의 개황을 파악한다.

④ 배수불량의 원인과 배수관행 및 배수상황을 개략적으로 파악한다.

⑤ 하천상황을 파악한다.

⑥ 지역 및 지구의 사회, 경제적 개황을 파악한다.

⑦ 조사계획에 따른 인원, 소요예산 및 장비 등을 준비한다.

(2) 현장조사 준비물품

① 사업계획위치도, 평면도와 조사계획에 따른 측량장비, 인원, 소요예산과 그 외 조사에 필요한 물품을 준비한다.

② 기타 상세한 현장조사 준비사항은 “농업생산기반정비사업 조사설계 실무요령” (한국농어촌공사, 2011년)을 참조한다.

2.2.2 현황조사

(1) 지구개황조사

준비된 소축척 및 대축척의 지형도에서 사업계획지역의 예정지 현장조사 결과를 확인하고 지형, 토질, 토양, 지하수위, 토지이용상황, 소유현황 및 토지상황 등을 파악한다.

① 지구의 지형 및 지세파악

가. 유역의 분수령, 형상, 방향성, 평균경사, 최고표고와 최저표고, 평균표고, 식생, 토양, 경사도를 조사하고 사업지구내의 경사방향, 경사도 등을 파악한다.

나. 경사도별로 면적을 구분하고 논, 밭을 구분한다.

② 토질조사

가. 조사의 정도

(가) 지구내 기초지반의 특성파악

(나) 기초지반상의 문제점 파악

(다) 기본적인 기초처리 방안 수립

나. 조사내용

(가) 휴대형 콘 관입시험

(나) 불교란 시료채취

③ 토양조사

가. 토양환경조사 1:25,000 지형도 및 1:5,000 정밀토양도를 휴대하고, 전 조사지역을 답사하면서 지형, 경사, 토지 배수상태, 모래, 식생 및 토지이용 현황, 지표면의 돌, 자갈, 암반노출 상황, 건습상태, 인위적인 토양 변동 상황 등을 조사 기록한다.

나. 토양단면 조사는 시항 및 시굴지점의 토양층위 배열, 유효토심, 토색, 토성, 반문, 사력함량, 구조, 공극치밀도, 점착성, 식물근의 분포상황, 토양배수 및 경반층의 유무 등을 조사 기록한다.

다. 토양분류는 토양환경 조사 및 토양단면 조사 결과를 종합 분석하여 1:25,000 지형도 및 1:5,000 정밀토양도상에 토양의 종류(토양통)을 구분하고, 그 경계선을 작성한 후 토양종류 마다 토양부호를 기입한다.

라. 토양시료 채취는 대표 토양의 시항 및 시굴지점과 각 복토원의 시굴지점에서 토양시료를 채취한다.

마. 복토원 조사는 복토 대상지에서 가까운 곳에서 시굴을 통하여 점토함량이 많은 지역을 조사 선정하고 토양시료를 채취한다.

바. 토양분석 시험은 현장에서 채취한 토양시료는 표준 토양분석시험 방법에 준하여 분석한다.

④ 지하수위조사

가. 지하수위 조사는 기본적으로 토양조사보고서를 이용하여 확인하고 현장에서 논의, 습윤상태 구분 및 배수공법의 결정을 위한 기초조사를 실시하고 현장상황을 판단한다.

나. 조사된 토양의 대표지점에서 Auger-hole method에 의해 지하수위를 측정하고, 기설 우물이나 배수로 수위 등을 이용하여 그 수위를 측정한다.

⑤ 토지이용상황

가. 지구의 토지이용에 관한 사항은 계획수립의 기초자료가 되므로 지목별 면적, 답리작 가능면적, 실제 답리작 면적, 답리작이 불가능한 사유 등 현황을 상세히 조사하고 금후의 토지이용계획도 파악한다.

(2) 용수상황조사

배수계획에서는 관개계획에서 요구하는 정도의 높은 용수상황조사는 필요로 하지 않으나 배수와의 관련성을 파악하며 배수불량에 따른 영향을 검토할 수 있을 정도의 용수상황을 조사할 필요가 있다. 특히 배수로와 겸용하고 있는 지구에서는 더욱 주의 깊게 조사해야 하며 조사자료를 근거로 관개시설 현황을 작성한다.

① 용수계통조사는 용수원, 용수조직, 지배면적을 조사한다.

② 용수관리조사는 수리권, 용수관리관행, 관리단체 등을 조사한다.

(3) 배수상황조사

① 배수계통은 현지답사에 의한 배수시설의 위치, 지배면적, 용·배수겸용 부분이 있으면 용수를 위한 시설의 위치, 규모 등을 명확히 하여 현행 배수계통도를 작성하고 배수시설별 현황을 작성한다.

② 배수시설

가. 배수펌프장, 배수문, 배수로, 승수로 등의 배수시설 규모, 시설별 유역면적, 능력상태, 유지관리상황 등을 조사한다.

나. 시설물의 위치, 규모, 구배, 단면, 능력, 유지관리 상태를 조사한다.

다. 시설물별 배수지배면적을 조사한다.

라. 시설물의 노후상태를 조사한다.

마. 용배수겸용 여부를 조사한다.

바. 대형 승·배수로(간선 혹은 별도의 능력 검토가 필요한 배수로)일 경우 종·횡단 측량을 시행한다.

사. 기설 배수펌프장 및 배수문은 세부규격조사를 시행하되 필요한 경우 지형측량을 실시한다.

③ 배수관행

현행 배수관행을 충분히 조사하여 그것이 배수불량의 원인이 되는지를 검토하고, 사업시행 후 배수관행의 변경으로 농민간에 분쟁의 원인이 되는 수가 있으므로 관계기관이나 농민의 의견을 충분히 청취하여 사업 시행후 민원등 문제점이 없도록 신중히 검토한다. 기존 배수관행이 배수불량의 원인이 될 경우는 다음과 같다.

가) 배수로 말단이 배수본천의 상류부에 접속될 경우

나) 배수로 구배가 역으로 이루어져 있는 경우

다) 제수문등 구조물이 흐름을 방해하는 경우

라) 배수본천의 흐름이 지구 배수구의 배수 흐름을 방해하는 경우

(4) 배수불량 원인

최적의 배수개선대책은 정확한 배수불량원인을 규명하는데서 시작되고, 배수불량의 원인을 제거하는 데에 주목적이 있으므로, 침수피해의 원인이 외수위의 영향에 의한 것인지, 배수시설 및 배수관행의 영향인지 또는 기타 지형적인 측면에 기인하는 것인지를 명확히 조사하여 그에 상응하는 대책을 수립하여야 한다.

① 과잉수가 발생하는 요인

가. 강우

나. 지표수 상태로 유입하는 외수

(가) 외부유역으로부터 유입되는 지표수

(나) 관개용수, 택지 등으로부터 유입되는 유출수

(다) 배수본천(배수구)로부터 역류하는 유출수

(라) 해안제방을 월류하는 물 (해수)

다. 지하수 상태로 유입하는 외수

(가) 주변으로부터의 침투수

(나) 피압 지하수

② 배수불량의 원인

가. 배수구에서 배수가 불가능하거나 배수능력이 부족한 경우

(가) 내수위가 외수위보다 낮거나 수위차가 부족하다.

(나) 배수구가 폐쇄되었거나 좁다.

(다) 배수펌프의 능력이 부족하다.

(라) 배수관행에 의하여 배수량이 억제되어 있다.

나. 지구내에서 물의 유동이 잘 안되는 경우

(가) 지형이 평탄하거나 미정리 상태이다.

(나) 토양의 투수성이 낮다.

(다) 배수로의 통수능력이 부족하다.

(라) 관개용수 부족으로 인해 배수로에 인위적으로 물을 가두어 놓았다.

(5) 침수상황조사

당해 지역에서 최근 10~20개년의 침수피해 발생면적, 홍수위, 침수위, 담수시간 등에 관한 통계자료의 수집과 흔적조사 또는 청문조사를 하여 침수피해 현황을 작성한다.

(6) 도로조사

지구내외의 관련도로상황, 도로의 신설계획이나 확·포장 계획 등 교통여건을 조사하여 공사시행상의 여건을 파악할 수 있도록 한다.

(7) 농가 및 기타조사

① 농가 및 유관기관 의견조사

가. 농민의 호응도 및 시행상 관심사항

나. 사업시행예정자 의견조사

다. 사업시행상의 문제점조사

② 관련사업 및 지방자치단체의 중·장단기 계획조사

가. 관련사업조사

나. 관련사업의 조사 및 조정

③ 공사시행상 여건조사

가. 공사시행상의 여건

나. 지장물 조사

2.2.3 측량

(1) 범위

배수개선사업에서의 측량의 범위는 기준점 측량, 구역내 고저측량, 노선측량, 주요 배수시설물에 대한 지형측량 등이다.

(2) 기준점 측량

① B.M. 측량은 건설교통부 1등 또는 2등 수준점을 기점으로 하여 측량하되, 2개소의 수준점에 대한 확인측량을 실시한 후 지구내로 연결해야 한다.

② 기존 국립지리원의 수준점이 망실되었거나 확인이 불가능할 때는 인근 기설지구의 B.M을 이용할 수도 있으나, 가B.M 일수도 있으므로 인근 하천 정비 표석이나 타 기관의 B.M과 비교, 검토하여 보완한다.

③ B.M.의 설치위치는 유지관리에 안전하고 발견하기 쉬운 지점에 설치하여야 하며, 습지 또는 제방상단 등 영구보전이 부적당한 장소는 가급적 피해야 한다.

④ B.M.의 설치는 지구당 1본 이상의 석재 B.M.을 매설하고 필요에 따라 증설하거나 목재 B.M.을 매설한다.

⑤ 측량성과는 공공 측량기준에 의하며 성과표를 작성하여 보고서에 첨부한다.

⑥ B.M.측량의 오차는 기계오차, 개인오차, 자연현상에 의한 오차 등으로 인하여 발생하나 국토지리정보원에서 정하고 있는 허용오차 이내에 들어야 한다.

(3) 고저측량

① 배수개선사업의 사업계획은 지구내 침수위 및 내용적에 의하여 방향이 결정되므로 구역내 각 경지마다, 기설수로는 저변과 제정(뚝마루)을 구분하여 실측한다.

② 지형도의 축척이 S=1/3,000 정도일 경우 등고선 간격은 0.5m 정도로 하되 담수를 고려할 경우 담수구역을 중심으로 보다 조밀한 간격(0.1m)으로 표고별 면적을 정리한다.

(4) 노선측량

① 기설 승·배수로의 성능과 활용정도, 유지관리 상태, 폐기 및 철거시 공사물량 등을 파악하기 위한 측량을 시행한다.

② 배수로 조사는 가능한 한 지역의 가장 낮은 곳으로 하여 수로의 경사도 배분, 부대시설 등 기술적, 경제적으로 합리적인 계획이 수립될 수 있도록 대축척의 지형도에서 도상 예측 후 현지답사를 실시하여 노선을 확정한다.

③ 위치선정은 수로의 조직이나 배치형태, 용지매수, 용·배수 관행 등의 종합적인 판단과 기술적, 경제적, 사회적 조건 등을 고려하여 결정한다.

④ 중요측량 항목은 노선선정 및 선점, 중심선측량, 종ㆍ횡단측량과 구조물조사 등이 있다.

⑤ 노선에 설치된 주요 수리구조물의 표고, 규격, 유지관리상태 등을 기록한다.

⑥ 노선 대상은 주로 간선급 배수로를 위주로 하며 중요도에 따라 지선급도 대상이 될 수 있다.

⑦ 지구내외 타 노선과의 연결사항을 조사한다.

⑧ 배수본천이나 방수제 등에 대한 측량도 시행한다.

(5) 배수펌프장 및 배수문 측량

위치선정 및 선점과 중심선측량, 종단측량, 지형측량 등을 시행하며 기설배수문 성능도 동시에 조사한다.

(6) 지구평면도 작성

① 농어촌 정비법 제120조에 따라 시·군에 비치된 지적도 및 임야도를 열람하여 필요한 부분을 복사하고 해당지구에 관련된 토지대장을 열람한다.

② 복사한 지적도 및 임야도를 이용하여 계획평면도를 작성하고, 측량성과 및 현황을 상세히 기입한다.

③ 지구계획 평면도에 의거 배수개선 대상면적을 결정하고 권리자명부를 작성한다.

④ 수문분석에 필요한 내용적을 산출한다.

(7) 인근 수위표, 조위기준점(영점표고) 측량

① 수위표 및 조위기준점의 영점표고 측량은 국토지리정보원의 1등 또는 2등 수준점을 기점으로 측량한 지구내 기점을 활용하여 측량을 시행하고 왕복측량을 하여 반드시 확인을 한다.

② 해안의 경우 조위기준점 또는 알고 있는 조위기록 위치로부터 해당 지구가 멀어 보정을 요하는 경우, 같은 날 같은 시각에 조위를 측정하여 그 기록치의 차만큼 보정하여 지구내의 수준점과 왕복 측량하여 확인을 한다.

2.2.4 수문 조사

(1) 기상자료 수집

① 지배관측소 결정은 대상지구에서 지형상으로 가장 근접하고 수문학적으로 대표값을 나타내는 관측소를 선택하여야 한다.

② 수문통계적 자료를 사용하므로 30년 이상의 재현기간을 갖는 관측소를 선정하되 자료의 정확성과 일관성 등을 고려하여 최근 30개년 이상의 자료에서 결측치가 발생하지 않고 관측소의 위치변경으로 이전 자료가 일관성이 없어지는 일이 없도록 면밀히 검토하여야 한다.

③ 관측소는 기상청, 국토해양부, 각 지방자치단체 및 연구소 등에서 운영하는 관측소 등 사업지구 주위 관측소를 모두 조사하여 가장 적합한 관측소를 선정한다.

④ 강우량 결측치의 추정은 인근 관측지점의 기록이 동질성이 있고 정확히 관측되었다고 판단되면 산술평균법, 정상 연강수량의 비율법, 등우선법 및 거리가중법(quadrant method) 등에 의하여 가능하다.

(2) 유역상황 조사

① 계획대상지구의 유역경계를 현지 조사하여 S=1/25,000～1/50,000 지형도에 표시하고 유역내의 지형, 임상, 유로구배, 토양상태 등 유역상황을 조사한다.

② 유역의 수문조사는 유역의 평균경사, 방향성, 최고점 표고와 최저점 표고, 유로연장, 유로의 길이, 유역형상 등을 조사하고 기록한다.

③ 유로의 조사는 홍수도달시간 계산공식에 사용하는 유로의 개념이 여러 가지이므로 적용공식에 따라 조사하여야 한다.

(3) 강우분포 및 강우강도

① 강우분포 상태, 강우강도, 연속강우일수, 연속강우량 등이 유출량에 큰 영향을 미치므로 자세히 조사해야 하며 해상(海象)은 배수구가 조위의 영향을 받을 경우에 조사한다.

② 기관의 자료를 이용할 경우 최신자료가 입력되어 있는가를 확인한다.

(4) 외수위 조사

외수위는 하천수위와 조위로 구분될 수 있으며, 배수불량의 원인분석, 자연배수 가능여부의 판단, 배수시설의 규모결정 등에 큰 영향을 주므로 상세하고 광범위하게 조사한다.

① 수계, 하상재료 및 조도계수, 하천경사, 하천개수현황 등 조사

② 홍수흔적조사, 과거 홍수 청문조사

③ 수위관측 및 유량관측 현황조사

④ 사업계획지구 근처에 국토해양부, 지방국토관리청, 또는 행정기관의 수위관측소가 있으면 그 자료를 수집하여 분석, 사용하고, 직접 사용할 수 있는 자료가 없으면 수위를 직접 관측하여 사용해야 한다.

⑤ 배수본천의 홍수위는 당해 하천의 하천정비계획을 참고하여야 한다.

⑥ 사업계획지구가 바다에 접해 있을 경우는 조위를 외수위로 해야하므로 가까운 지역의 해양항만청 조위관측자료를 수집하여 분석, 사용해야 한다.

⑦ 그러나 수집된 자료가 사업계획지점과 거리가 너무 멀어서 보정할 필요가 있을 경우는 사업계획지점과 해양항만청 조위관측소에서 동일 동시의 조위를 실측하여 두 지점의 조위차

와 보정결과를 비교, 검토하여야 한다.

⑧ 이때 수집자료는 대조와 소조를 구분하여 시간별로 조사하고 대조시와 소조시의 조위곡선으로 지구내 배수상태를 비교하여 악조건일 경우를 외수위 또는 외수위곡선으로 채택하여 사용한다.

2.2.5 기타 조사

(1) 농업 및 농업경제조사

① 지역농업조사

가. 지역농업의 개요

(가) 지역에서 농업이 차지하는 위치(산업별 인구 및 호수)

(나) 지역개발의 역사

(다) 농지의 전용실적

나. 지역개발의 개요

(가) 일반개발의 개요

(나) 농업개발의 계획

다. 지역농업의 현황과 동향

(가) 현 황 : 경영농지면적 상황, 주요 작물 작부 상황, 농작물시장 현황

(나) 농업의 동향

② 지구농업 구조조사

가. 지구농업의 개요

(가) 수익농가 경지규모별 호수, 전업 또는 겸업별 호수

(나) 경영형태별, 경지규모별 경영규모(답작, 전작, 낙농별로 구분)

(다) 농업의 경제개황

나. 생산기술

(가) 벼 재배방식 및 재배품종

(나) 밭작물 재배방식 및 재배품종

(다) 주요작물별 작부체계

다. 토지기반 정비상황

(다) 관리단체(배수)

(나) 유지관리비(배수)

(2) 기계 · 전기 · 건축 조사

① 기계조사

가. 해당 지구의 수리조건, 지형조건에 대한 기전시설물의 설치계획 조사

나. 배수펌프장 및 배수문 설치 예정지 및 구조형식 조사

다. 시설물의 용량에 따른 배치계획, 운전계획, 관리계획 조사

라. 기계 형식, 규모 결정 및 개략 공사비 산출

② 전기조사

가. 인입선로 조사
나. 제반 관련법규의 적용대상여부 검토 및 조사(소방설비, 비상발전기 등)
다. 입지조건 조사(염해, 뇌해 등)
라. 전기실의 배치위치 및 계획검토
마. 비상전원의 결정(비상발전기 및 예비변압기)
바. 통신조건 조사- 유선 : 인입조건 조사- 무선 : 주변지형 조사
사. 배수장 감시제어시스템 적용사항 검토- 제어범위, 제어실, 제어방법 등
아. 유지관리부서의 의견 조사

③ 건축조사
가. 지역조건과 건축물 설치에 따른 환경, 조건조사
나. 배수펌프장 건물 규모결정 및 개략 공사비 산출
다. 인근의 유사 시설물과 연계한 유지관리 계획조사

(3) 재료 및 품셈 조사

계획대상 지구의 공사에 필요한 재료채취, 현장위치 및 현황, 도로망, 물가, 소요재료 등을 조사한다.

2.2.6 자료수집

(1) 수문자료 수집

① 각종 수문관련 현장조사가 끝난 후 대상지구를 정확하게 분석하려면 최대한 현장에서 수문자료를 얻을 수 있어야 한다.

② 수문자료는 공공기관에서 제공하는 자료를 기초로 하되 현장에서 얻을 수 있는 홍수흔적, 수해를 입은 사진자료와 해당 날짜의 강우자료, 최근 10년간의 강우사상, 홍수통제소 기록 이외의 해당 기관이나 지정 기록자가 보관하고 있는 수위자료 등을 충분히 얻어야 한다.

③ 수집한 수문 자료에 대하여 관측이나 기록상의 착오여부, 자료의 동질성, 일관성 및 적합성 등을 검정하고 취사선택하여 자료를 입수 할 수 있어야 한다.

④ 수집단계에서 관측조건, 관측방법, 지점 주변의 물리적 환경상태와 그 변천까지 조사하여 해당 수문자료가 대상지구 수문분석에 적합한 자료인지를 판단하여 수집하여야 한다.

⑤ 기록 자료에 대하여서는 오측, 기록의 오기, 정리나 복사시의 오류 등과 같은 우발적 오차, 또는 계통적 오차 외에 결측으로 인하여 기록이 불완전한 경우도 있으므로 직접 이용을 목적으로 한 자료 외에도 어떤 기간의 누계치, 평균치, 극치 등과 같은 자료를 동시에 수집하는 것이 바람직하다.

(2) 지적도 및 지적공부 열람

농어촌정비법 제120조에 의해 지적도, 등기부등본, 토지대장을 열람할 수 있으므로, 대상지구에 해당하는 자료를 열람, 복사를 하고 자료를 충분히 확인하여야 한다.

(3) 기타자료 수집

① 배수펌프장 공종을 필요로 하는 지구인 경우 기설 시설물에 대하여 기계, 전기 직종 기술자와 사전 충분히 검토를 하여야 하며, 수문분석에 필요한 자료를 요청하여 현장조사에서 충

분히 조사될 수 있도록 하여야 한다.

② 현장조사시 조사반은 사업시행예정자와 지역주민들의 의견을 충분히 청취하여 계획에 반영하도록 하며 의견을 서면으로 받을 수 있도록 한다.

2.2.7 관계기관 및 수혜민 협의

(1) 관계기관 의견

① 사업시행에 따른 종합의견을 수렴, 검토한다.

② 사업시행의 절차 및 사업의 성격 등을 구체적으로 설명하고 사업의 특성 및 효과 등을 종합적으로 설명하고 이해시킨다.

③ 도 및 관련기관과 면밀히 의견교환을 하고 사업시행상 문제점을 충분히 협의하여 사업이 원활히 진행되도록 한다.

(2) 수혜민 협의회

① 현장조사 중 검토하지 못한 부분에 대한 의견을 중점적으로 청취한다.

② 사업시행 체계를 비롯하여 사업전반에 관하여 충분히 설명하고 제반여건과 문제점을 도출시킨다.

③ 수혜민의 의견을 충분히 반영하여 설계시 상이한 의견개진이나 민원이 발생하지 않도록 해야 한다.

2.2.8 조사시 유의사항

(1) 기본조사는 시·도지사의 예정지 조사서를 참고하여 유역별로 실시함을 원칙으로 한다. 다만 경우에 따라서는 하천개수, 경리정리, 농촌마을종합개발, 수해대책사업 등 유역이 상이한 지구를 1개 지구로 구성하여 조사할 수 있다.

(2) 기본조사자는 당해 농어촌정비사업에 대한 자원조사가 되어있지 아니한 경우에는 농어촌정비법 시행령 제3조에서 규정하는 농지의 분포상태 및 이용, 마을의 분포 및 인구변동의 추이, 농업생산기반정비, 농지의 경사도, 토양 및 배수상태의 특성, 관광휴양자원, 산업별 배치사항, 산지분포 및 이용, 농어촌 주택의 상태와 이용, 농어촌 경관 등에 대한 조사를 포함하여야 한다.

(3) 기본조사자는 현지 하천관리기관 등 행정기관과 한국농어촌공사 등의 의견을 참고하여야 한다.

(4) 경지정리, 농촌마을종합개발사업과 함께 실시하는 것이 사업의 효과를 높이고 농업경영의 합리화에 기여한다고 인정될 때에는 조사를 병행할 수 있다.

2.3 계획

· 내용 없음

3. 재료

3.1 재료 일반

· 내용 없음

3.2 재료 특성

· 내용 없음

3.3 품질 및 성능시험

· 내용 없음

4. 설계

· 내용 없음

집필위원	분야	성명	소속	직급
	관개배수	김선주	한국농공학회	교수
	농업환경	박종화	한국농공학회	교수
	토질공학	유 찬	한국농공학회	교수
	구조재료	박찬기	한국농공학회	교수
	수자원정보	권형중	한국농공학회	책임연구원

자문위원	분야	성명	소속
	농촌계획	손재권	전북대학교
	수자원공학	윤광식	전남대학교
	지역계획	김기성	강원대학교
	수자원공학	노재경	충남대학교
	농지공학	최경숙	경북대학교
	관개배수	최진용	서울대학교

건설기준위원회	분야	성명	소속
	총괄	한준희	농림축산식품부
	농업용댐	오수훈	한국농어촌공사
	농지관개	박재수	농림축산식품부
	농지배수	송창섭	충북대학교
	용배수로	정민철	한국농어촌공사
	농도	조재홍	한국농어촌공사 본사
	개간	백원진	전남대학교
	농지관개	이현우	경북대학교
	농지배수	남상운	충남대학교
	취입보	김선주	건국대학교
	양배수장	정상옥	경북대학교
	경지정리	유 찬	경상대학교
	농업용관수로	박태선	한국농어촌공사 본사
	농업용댐	손재권	전북대학교
	농지배수	김정호	다산컨설턴트
	농지보전	박종화	충북대학교
	농업용댐	김성준	건국대학교
	해면간척	박찬기	공주대학교
	농업수질및환경	이희억	한국농어촌공사 본사
	취입보	박진현	한국농어촌공사 본사

중앙건설기술심의위원회	성명	소속
	이태옥	평화엔지니어링
	성배경	건설교통신기술협회
	김영환	한국시설안전공단
	김영근	건화
	조의섭	동부엔지니어링
	김영숙	국민대학교
	이상덕	아주대학교

농림축산식품부	성명	소속	직책
	한준희	농업기반과	과장
	박재수	농업기반과	서기관

설계기준
KDS 67 45 15 : 2018

농지배수 조사

2018년 04월 24일 발행

농림축산식품부

관련단체 한국농어촌공사
58217 전라남도 나주시 그린로 20(빛가람동 358) 한국농어촌공사
☎ 061-338-5114 E-mail : webmaster@ekr.or.kr
http://www.ekr.or.kr

(작성기관) 한국농공학회
06130 서울시 강남구 테헤란로 7길 22(역삼동 365-4) 과학기술회관 본관 205호
☎ 02-562-3627 E-mail : j6348h@hanmail.net
http://www.ksae.re.kr

국가건설기준센터
10223 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283(대화동)
☎ 031-910-0444 E-mail : kcsc@kict.re.kr
http://www.kcsc.re.kr

※ 이 책의 내용을 무단전재하거나 복제할 경우 저작권법의 규제를 받게 됩니다.

KDS 67 45 20 : 2018

농지배수 계획기준치 및 유출량

2018년 04월 24일 제정
http://www.kcsc.re.kr

농림축산식품부



건설기준 코드 제·개정에 따른 경과 조치

이 코드는 발간 시점부터 이미 시행 중에 있는 설계용역이나 건설공사에 대하여 발주기관의 장이 필요하다고 인정하는 경우 종전에 적용하고 있는 기준을 그대로 사용할 수 있습니다.

건설기준 코드 제·개정 연혁

- 이 기준은 KDS 67 45 20 : 2018 으로 2018년 04월에 제정하였다.
- 이 기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 건설기준 간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.
- 이 기준의 제·개정 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요사항	제·개정 (년. 월)
농지개량사업 계획설계기준 배수편	• 농지개량사업 계획설계기준 배수편 제정	제정 (1970. 12)
농지개량사업 계획설계기준 배수편	• 농지개량사업 계획설계기준 배수편 개정	개정 (1983. 12)
농업생산기반정비사업 계획설계기준 배수편	• 농업생산기반정비사업 계획설계기준 배수편 개정	개정 (2001. 12)
농업생산기반정비사업 계획설계기준 배수편	• 농업생산기반정비사업 계획설계기준 배수편 개정 • 전문용어를 통일하고, 오자 및 문맥상의 오류 등 수정하고, 관련 법령을 현행 법령체계와 일치 • 이상 기후로 인한 국지성 호우에 대응할 수 있도록 설계강우량 결정방법 강화 • 논밭 혼용지대에서의 배수대책 내용 추가 • 배수장의 양정결정시 계획외수위를 하천등급별 계획기준홍수위로 수정 • 유수지 설계기준 및 하천제방 횡단구조물 설치에 대한 기준 내용 추가 • 배수장 제진기, 비상전원 확보, 펌프형식, 대피시설, 제어시스템에 대한 기준 추가	개정 (2012. 12)
KDS 67 45 20 : 2018	• 국토교통부 고시 제2013-640호의 “건설공사기준 코드체계” 전환에 따른 건설기준을 코드로 정비 • 건설기술진흥법 제44조 및 제44조의 2에 의거하여 중앙건설심의위원회 심의· 의결	제정 (2018. 04)

제 정 : 2018년 04월 24일 **개 정 : 년 월 일**

심 의 : 중앙건설기술심의위원회 **자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회**

소관부서 : 농림축산식품부 농업기반과

관련단체(작성기관) : 한국농어촌공사(한국농공학회)

목 차

1. 일반사항 ····· 1
1.1 목적 ····· 1
1.2 적용 범위 ····· 1
1.3 참고기준 ····· 1
1.4 용어의 정의 ····· 1
1.5 기호의 정의 ····· 1
1.6 시설물의 구성 ····· 1
1.7 해석과 설계원칙 ····· 1
1.8 설계고려사항 ····· 1
1.9 신규기술적용 ····· 1
1.10 구조설계도서 ····· 2
2. 조사 및 계획 ····· 2
2.1 조사 및 계획 일반 ····· 2
2.2 조사 ····· 2
2.3 계획 ····· 2
3. 재료 ····· 2
3.1 재료 일반 ····· 2
3.2 재료 특성 ····· 2
3.3 품질 및 성능시험 ····· 2
4. 설계 ····· 2
4.1 계획기준치의 결정 ····· 2
4.2 홍수유출량의 계산 ····· 8

농지배수 계획기준치 및 유출량

1. 일반사항

1.1 목적

이 기준은 농업생산기반정비사업의 농지배수 사업에 있어서 배수시설의 계획기준치 및 홍수유출량을 설계하는데 목적이 있다.

1.2 적용 범위

이 기준은 농업생산기반정비사업의 농지배수 사업에 있어서 설계강우량으로부터 계획기준 내수위 및 외수위, 허용담수 및 침수방지 계획기준, 계획배수량을 설계하고, 첨두홍수량으로부터 홍수 수문곡선을 설계하는 등 배수시설의 설계에 대하여 적용한다.

1.3 참고기준

· 내용 없음

1.4 용어의 정의

· 내용 없음

1.5 기호의 정의

· 내용 없음

1.6 시설물의 구성

· 내용 없음

1.7 해석과 설계원칙

· 내용 없음

1.8 설계고려사항

· 내용 없음

1.9 신규기술적용

· 내용 없음

1.10 구조설계도서

· 내용 없음

2. 조사 및 계획

2.1 조사 및 계획 일반

· 내용 없음

2.2 조사

· 내용 없음

2.3 계획

· 내용 없음

3. 재료

3.1 재료 일반

· 내용 없음

3.2 재료 특성

· 내용 없음

3.3 품질 및 성능시험

· 내용 없음

4. 설계

4.1 계획기준치의 결정

4.1.1 설계강우량

(1) 설계강우량은 기상이변에 따른 국지적 집중호우에 대비하여 최근의 이상강우가 배수계획 수립에 반영될 수 있도록 한다.

(2) 계획지구를 중심으로 주위의 모든 기상관측소를 대상으로 연최고치 계열의 강우자료를 수집하여 수문학적으로 계획지구를 대표할 수 있는 지배관측소의 강우자료를 선정한다. 그 지배관측소의 관측개시년도부터 전체 강우자료와 최근 30개년 이상 강우자료를 빈도 분석하여 큰 값을 설계강우량으로 채택한다.

(3) 홍수시 계획배수량의 기본이 되는 유출량은 계획기준 강우로부터 추산하되, 첨두유출량을 계획의 기본으로 하는 경우는 단시간 강우강도를 대상으로 하고, 침수분석과 같이 유출량 수문곡선을 계획의 기본으로 하는 경우는 적당한 분포를 가진 20년 빈도 임의지속 48시간의 연속강우를 계획의 대상으로 택하는 것을 원칙으로 한다.

(4) 다만, 배수계획구역 중 침수에 의한 피해가 큰 원예작물 등 밭작물이 집단화된 지역은 재배작물 유형, 침수피해 정도 및 경제성 등을 종합 분석 평가하여 필요시 설계강우량을 30년 빈도 임의지속 48시간 강우량으로 할 수 있으며 침수시간이 최소화되도록 계획하여야 한다.

(5) 승수로나 공공적 성격의 배수로는 50년 빈도 이상의 강우를 적용한다.

(6) 최근 기상이변, 기상조건의 변화로 과거의 설계기준 강우량보다 많은 강우가 단시간에 내리는 국지적 집중호우가 발생하여 배수시설물의 홍수배제능력 부족으로 인한 농경지 침수피해가 발생하므로 이에 대비하여 설계기준을 수정하였다.

(7) 침수분석에서는 2일 연속강우를 임의지속 48시간 연속강우로 바꾸고, 20년 빈도를 원칙으로 하나 원예작물단지 등에서는 경제성 등을 종합 분석 평가하여 필요한 경우 30년 빈도로도 할 수 있도록 하였다. 또한, 지배관측소의 관측개시년도부터 전체 강우자료를 사용함으로써 설계강우량이 작게 나타나고 있으므로, 전체 강우자료와 최근 30개년 이상 강우자료를 빈도 분석하여 비교하여 큰 값을 설계강우량으로 채택한다.

(8) 홍수조절댐 또는 유수지로 유하량이 조절되거나, 저위부에 홍수량을 일시적으로 담수 시켰다가 펌프나 배수문으로 배수하는 계획에서는 홍수량을 이용하여 내·외수위에 대한 수문곡선을 구할 필요가 있으며, 이러한 경우에는 연속강우의 지속기간, 길이 및 분포형태가 문제가 된다.

(9) 일반적으로 소규모 홍수조절댐에서는 1일 우량을, 대규모 홍수조절댐에서는 2일 우량을, 기계배수를 하는 낮은 평균배수계획에서는 1~3일 강우량에 대한 확률계산을 통하여 확률강우를 결정한 후 적절한 단위시간마다 강우량을 배분하여 우량주상도를 결정하는 방법을 취한다.

(10) 여기서, 경사지 유출량을 대상으로 하는 경우에는 홍수도달시간 또는 1/2 정도의 시간을 정수로 고친 것이고, 기계배수를 하는 낮은 평야지대의 경우에는 단위유량도로 유출량을 산출하는데 3~6시간 정도를 취하면 충분하다.

(11) 앞서 기술된 연속강우의 우량 배분법은 다음과 같은 3가지 방법이 고려되는데, 일반적으로 ① 혹은 ②의 방법이 주로 이용되고 ③의 방법은 최적계획을 구하는 경우에 사용된다.

① 단일강우를 대상으로 하는 적절한 식 혹은 그림을 이용하여 첨두강우로부터 순서대로 분포를 합성하는 방법

② 과거에 발생했던 하나 혹은 여러 호우분포를 고려하여 확률우량/실제우량의 비를 실제 강우강도에 곱하여 강우분포를 합성하는 방법

③ 과거에 발생했던 많은 호우분포의 통계적 특성을 추출하고 난수를 이용하여 확률적으로 모

의 발생시키는 방법

(12) 강우량 자료의 해석

① 확률강우 빈도분석

강우량 자료는 시우량 및 일우량으로부터 지구의 배수계획에 필요한 강우를 구한다. 강우의 해석결과는 관측자료가 증가함에 따라 달라지므로 계획수립에는 가장 새로운 자료를 기본으로 해야 한다. 설계강우량은 설계홍수량을 산정하기 위한 기준강우량으로 설계목적에 따라 1시간, 수시간, 1일, 2일 연속, 임의지속 48시간의 강우지속시간에 해당하는 빈도별 확률강우량을 구해야한다. 설계강우량을 구하기 위해서는 우선적으로 몇 개 확률분포형 중에서 χ^2 및 K-S 에 의한 적합도 검정에 의해 적정확률분포형을 선정한 다음 이에 의한 빈도분석에 의해 빈도별 설계강우량을 산정한다. 우리나라에서는 제 1형 극치분포(Gumbel법)에 의한 설계강우량이 주로 추천되고 있다(건설부, 1988).

② 강우강도-지속기간-빈도(IDF)곡선의 활용

가. 지속기간별 확률강우강도를 추정하는 방법은 우선 강우의 자기기록이 있는 경우에는 개략 추정방법인 확률지법을, 그리고 이론적이고 정밀성이 높은 방법으로서는 확률분포형에 의한 빈도계수법을 이용할 수 있다.

나. 대상지점의 강우자료를 얻을 수 없는 경우에는 각 지역별 확률강우강도식이나 확률강우량도 등을 이용할 수 있다.

다. 강우강도와 지속기간과의 관계는 아래식에 의해 추정 할 수 있다.

$$\left.\begin{array}{ll} \text{Talbot형} & I=\dfrac{a}{t+b} \\ \text{Sherman형} & I=\dfrac{c}{t^{n}} \\ \text{Japanese형} & I=\dfrac{d}{\sqrt{t}+e} \end{array}\right\}$$

I : 강우강도 (mm/h)

t : 지속기간 (min)

$a, b, c, d, , e , n$: 지역에 따른 상수

라. 우리나라 주요지점에 대한 재현기간별 확률강우강도식은 <표 4.1-1>와 같다.

<표 4.1-1> 주요관측지점별 확률강우강도식 (t : min)

관측소	재 현 기 간 (년)					
	5	10	20	30	50	100
서울	$\frac{420}{\sqrt{t}+0.34}$	$\frac{497}{\sqrt{t}+0.19}$	$\frac{569}{\sqrt{t}+0.11}$	$\frac{610}{\sqrt{t}+0.09}$	$\frac{660}{\sqrt{t}+0.05}$	$\frac{727}{\sqrt{t}+0.02}$
대전	$\frac{371}{\sqrt{t}+1.02}$	$\frac{446}{\sqrt{t}+0.89}$	$\frac{518}{\sqrt{t}+0.82}$	$\frac{560}{\sqrt{t}+0.78}$	$\frac{611}{\sqrt{t}+0.74}$	$\frac{711}{\sqrt{t}+0.62}$
청주	$\frac{3,575}{\sqrt{t}+37.3}$	$\frac{4,087}{\sqrt{t}+36.7}$	$\frac{4,902}{\sqrt{t}+37.6}$	$\frac{5,561}{\sqrt{t}+45.4}$	$\frac{5,236}{\sqrt{t}+35.3}$	$\frac{5,720}{\sqrt{t}+35.4}$
인천	$\frac{400}{\sqrt{t}+0.39}$	$\frac{474}{\sqrt{t}+0.34}$	$\frac{529}{\sqrt{t}+0.15}$	$\frac{9,826}{\sqrt{t}+60}$	$\frac{10,504}{\sqrt{t}+58}$	$\frac{11,371}{\sqrt{t}+56}$
강릉	$\frac{211}{t^{0.44}}$	$\frac{246}{t^{0.44}}$	$\frac{279}{t^{0.45}}$	$\frac{297}{t^{0.45}}$	$\frac{320}{t^{0.45}}$	$\frac{349}{t^{0.45}}$
추풍령	$\frac{4,634}{t+39}$	$\frac{5,376}{t+39}$	$\frac{6,064}{t+40}$	$\frac{6,452}{t+40}$	$\frac{6,929}{t+40}$	$\frac{7,559}{t+40}$
포항	$\frac{347}{t^{0.57}}$	$\frac{423}{t^{0.58}}$	$\frac{498}{t^{0.59}}$	$\frac{542}{t^{0.60}}$	$\frac{599}{t^{0.61}}$	$\frac{676}{t^{0.62}}$
대구	$\frac{4,856}{t+43}$	$\frac{5,656}{t+42}$	$\frac{6,394}{t+42}$	$\frac{6,809}{t+41}$	$\frac{7,319}{t+41}$	$\frac{7,988}{t+41}$
울산	$\frac{285}{t^{0.45}}$	$\frac{312}{t^{0.43}}$	$\frac{333}{t^{0.41}}$	$\frac{344}{t^{0.40}}$	$\frac{356}{t^{0.39}}$	$\frac{371}{t^{0.38}}$
부산	$\frac{455}{\sqrt{t}+1.11}$	$\frac{550}{\sqrt{t}+1.28}$	$\frac{641}{\sqrt{t}+1.40}$	$\frac{693}{\sqrt{t}+1.46}$	$\frac{757}{\sqrt{t}+1.51}$	$\frac{843}{\sqrt{t}+1.58}$
여수	$\frac{362}{\sqrt{t}+0.27}$	$\frac{425}{\sqrt{t}+0.44}$	$\frac{486}{\sqrt{t}+0.60}$	$\frac{521}{\sqrt{t}+0.69}$	$\frac{565}{\sqrt{t}+0.80}$	$\frac{625}{\sqrt{t}+0.95}$
목포	$\frac{331}{t^{0.51}}$	$\frac{375}{t^{0.51}}$	$\frac{413}{t^{0.51}}$	$\frac{434}{t^{0.51}}$	$\frac{458}{t^{0.51}}$	$\frac{489}{t^{0.50}}$
광주	$\frac{433}{t^{0.54}}$	$\frac{465}{t^{0.53}}$	$\frac{436}{\sqrt{t}-0.21}$	$\frac{463}{\sqrt{t}-0.15}$	$\frac{496}{\sqrt{t}-0.08}$	$\frac{539}{\sqrt{t}}$
전주	$\frac{416}{\sqrt{t}-0.35}$	$\frac{500}{\sqrt{t}-0.18}$	$\frac{10,069}{t+56}$	$\frac{10,885}{t+57}$	$\frac{11,911}{t+59}$	$\frac{13,300}{t+61}$

마. 일강우량 자료를 사용하여 24시간 이내의 지속기간별 강우강도를 추정하는 방법은 다음의 Mononobe의 공식을 이용한다.

$$I_t = \frac{R_{24}}{24}\left(\frac{24}{t}\right)^n$$

여기서, R_{24} : 일강우량(mm)

t : 강우지속 기간(h)

n : 지역에 따른 상수

바. 참고로, 우리나라의 지역별 상수인 n값은 <표 4.1-2>와 같다.

〈표 4.1-2〉 모노노베(物部)식의 지역에 따른 상수 n 값

관측소명	n값	관측소명	n값
강릉	0.5008	속초	0.4922
광주	0.5563	수원	0.5977
군산	0.5541	여수	0.5304
대구	0.5570	익산	0.4804
대전	0.5486	인천	0.5863
목포	0.5186	전주	0.6002
서귀포	0.4930	제주	0.5047
서산	0.5722	진주	0.5788
서울	0.5917	춘천	0.5764
추풍령	0.5272		

주) 신고 응용수문학(향문사, 권순국외 8인, 2000)

사. 전술한 바와 같이 강우강도-지속기간 관계에 그 강우의 생기빈도를 제3의 변수로 도입하면 지역별 강우강도-지속기간-생기빈도 곡선을 얻을 수 있다. 이 관계곡선은 어떤 지역의 지속기간별 최대강우강도를 기록년한 동안의 자료로부터 추출하여 시계열을 작성한 후 통계학적 처리에 의해 얻을 수 있다. 우리나라의 IDF 곡선은 전국 24개 관측소를 대상으로 작성되어있다(건교부).

아. IDF 곡선은 홍수도달시간이 1시간 미만의 작은 유역의 확률강우량을 구할 시 사용되며, 홍수도달시간이 1시간 이상인 경우에는 지역별 확률강우강도식이나 Mononobe의 공식을 사용하여 강우강도를 구한다.

4.1.2 계획기준 내수위

(1) 홍수시의 배수계획을 세우는 기준 내수위는 홍수시 첨두수위 때의 허용상한수위로서 수혜 지구내의 가장 낮은 논 표고를 기준한다. 단, 수혜지구내에서 담수를 허용하는 경우는 지구내 가장 낮은 논 표고에 허용담수심 30cm를 더한 높이를 계획기준 내수위로 정한다.

(2) 평상시 배수기준 내수위는 평소의 배수목적이 되는 배수로 수면의 높이이고, 그 수위는 수혜지구의 지하수위를 필요한 깊이까지 낮추는데 소요되는 높이로 정한다.

(3) 계획기준 내수위는 수혜지구내의 배수목표를 가리키는 수위이다. 이것은 두가지 기술방법이 있다. 그 하나는 담수 수면고(水面高)이고, 다른 하나는 배수로에 흐르는 수면의 높이이다. 전자는 침수분석을 할 때의 상한 목표 수위로서 단일수치로 표현되는데 비하여, 후자는 배수해석을 할 때의 배수로 상한수면으로서 수로에 연한 수면의 높이를 나타내는 한 조의 수치로 표시하는 것이다. 이 숫자들이 나타내는 위치는 배수로 기울기를 지배하는 중요한 점들(예를 들면 배수로 합류점, 상류단, 그 밖의 배수로 중요점) 중에서 필요한 곳을 선정한 것이다. 어떤 경우에도 해석 결과에서 구한 계산 내수위가 계획기준 내수위를 넘지 않도록 하는 것이 기본이

된다.

4.1.3 허용담수 및 침수방지

(1) 벼 단일작 구역에서 설계강우량 하에서 허용담수심은 30cm로 한다. 이를 초과할 경우 관수(통상 70cm 깊이)가 발생하지 않는 범위 내에서 허용침수시간은 24시간으로 한다.

(2) 다만, 배수계획구역 중 침수에 의한 피해가 큰 원예작물 등 밭작물이 집단화된 지역은 재배작물 유형, 침수피해 정도 및 경제성 등을 종합 분석 평가하여 침수시간이 최소화 되도록 계획하여야 한다.

(3) 또한, 배수계획구역내 원예작물 등 밭작물이 집단화된 지역을 구분하여 배수계획을 수립하는 것이 유리한 지역은 별도로 구분하여 계획할 수 있다.

(4) 배수계획수립 과정에서 배수개선사업 시행과 관련한 침수여건 변화 등이 포함된 내용을 해당 지역주민들에게 사전 공지하여야 한다.

4.1.4 계획기준 외수위

(1) 승수로, 배수로, 배수문, 배수펌프장 등 배수시설물의 배제량을 결정짓는 계획기준 외수위는 해당시설물의 설계빈도와 동일하게 결정한다. 이때, 배수본천 하천, 저수지(담수호) 하구 또는 바다 등에 따라 그 형태를 달리 한다.

(2) 일반적으로 배수로, 배수문, 배수펌프장 등은 20년 빈도의 설계기준을 가지며, 승수로, 배수펌프장의 기계바닥표고 등은 50년 빈도의 확률에 대해 설계한다.

(3) 자연배수방식을 채택하는 경우에는 과거의 외수위 자료로부터 얻은 계획확률빈도 홍수시에 자연배수가 문제없이 이루어질 수 있으면 된다. 그러나, 지구내에 일시담수를 허용하고 배수문이나 기계배수로 배제하고자 계획하는 경우에는 외수위와 이의 시간적인 변화 상황이 중요하다.

(4) 배수펌프장의 계획기준 외수위는 배수본천의 하천등급별 계획홍수위를 기준으로 한다.

(5) 배수구를 배수본천에 설치할 경우

① 하천에 배수하는 경우 내수배제 시설의 설계강우에 상응하는 외수위 수문곡선을 적용하고 배수로 등은 20년 빈도로, 승수로는 50년 빈도의 외수위를 채용한다.

② 배수펌프장의 계획기준외수위는 과거의 20년 빈도로는 홍수시 하천수위의 잦은 상승으로 배수장의 홍수배제능력을 충분히 발휘할 수 없으므로 하천등급별 계획홍수위를 기준으로 결정한다.

③ 현행 하천등급별 계획홍수위는 국가하천의 경우 100～200년 빈도, 지방하천의 경우 50～100년 빈도, 소하천의 경우 30년 빈도를 사용하고 있다.

④ 외수위 수문곡선의 추정에서는 외수위 첨두값, 외수첨두의 지연, 외수위 상승, 감퇴 특성에 대하여 충분한 검토를 할 필요가 있다

(6) 배수구를 배수본천의 하구 가까이에 설치할 경우

① 외수위 수문곡선이 조위(潮位)나 하구폐쇄(河口閉鎖) 등의 영향으로 강우와의 상관관계가 떨어지는 경우도 있다. 이와 같은 경우에는 조위를 요인으로 첨가하기도 하고 부등류(不等

流), 부정류(不定流) 계산을 병용하여 상관관계의 개선을 꾀하는 등 기술적으로 독창적인 연구가 필요하다.

② 계획기준강우와 비슷한 몇 개의 실제조건을 대상으로 외수위 수문곡선을 얻을 경우는 그것들을 대비하여 기준외수위 수문곡선으로 정하여도 지장이 없다. 또한 배수기의 양정을 결정할 때의 언급한 기준외수위 수문곡선의 첨두값 이외에 강우량과 외수위 첨두값의 상관을 검토하는 과정에서 작성된 회귀곡선으로부터 실측치와의 편차를 고려하여 구한 외수위 첨두값 또는 외수위 첨두값의 확률계산 결과로 추정된 계획확률 외수위 첨두값 중에서 어느 쪽이건 큰 값을 기준으로 선택한다.

(7) 배수구가 바다에 붙어있는 경우

① 배수구가 바다에 붙어있는 경우의 배수계획은 소조(小潮)시 또는 대조(大潮)시의 평균조위(潮位)곡선이 외수위 수문곡선이 된다. 배수문을 조작하는 자연배수방식에서는 대부분의 경우 전자가 배수규모를 좌우하나, 기계배수를 병용하는 지역은 후자가 계획규모를 좌우하는 경우도 있다.

① 양수기의 양정(揚程)은 대조시 태풍이 북상하여 고조(高潮)가 겹쳐지는 경우를 가정하여 최고조위 확률계산치를 기준으로 정하며, 그 위에 파고를 고려해도 좋다. 또한 근방의 관측점에서 장기 조위기록을 얻을 수 있는 경우는 직접 년 최고조위 등을 기본자료로 확률계산을 한다.

4.1.5 계획배수량

(1) 계획배수량은 설계강우량이나 계획기준 외수위에 의해 정해지는 기준값으로, 이는 배수상황이 저류현상을 고려치 않는 경우, 담수를 허용하는 경우 및 배수문이나 배수펌프장 설치가 필요한 경우 등으로 나누어 구한다.

(2) 농경지내에 저류현상을 고려치 않는 경우에는 설계강우량에 의한 첨두홍수량을 계획배수량으로 하며, 산정방법에는 FAS(홍수분석시스템), 합리식, HEC-1 등의 유출해석법을 사용한다.

(3) 농경지내에 저류현상을 고려하는 경우에는 설계강우량에 의한 농경지내 유입홍수량을 침수분석을 통한저류현상을 고려하여 적정배수량을 결정하여 사용한다.

4.2 홍수유출량의 계산

홍수유출모형은 기본적으로 강우-유출 관계를 나타내는 것으로, 홍수유출모형을 이용하여 강우량으로부터 홍수유출량을 추정할 수 있다.

4.2.1 첨두홍수량

(1) 경사지에서 배수로와 승수로 등 홍수조절 능력을 무시하는 시설의 용량을 결정하는 경우에는 첨두홍수량 만을 사용하며, 소유역의 농지배수계획에는 합리식(合理式)을 주로 사용한다.

(2) 합리식은 홍수도달시간을 고려하여 최대강우강도에 의한 홍수량을 결정하는 방법으로, 원래

는 도시하수도의 설계를 위하여 제안되었으나, 식의 간편함과 함께 홍수도달시간 및 설계강우강도를 위한 경험공식 등의 제안에 힘입어 광범위하게 이용되고 있으나, 제한 조건을 잘 이해한 후 사용해야 한다.

(3) 일반적으로 합리식 사용을 위한 소유역의 규모는 5㎢ 이하에 적용하나 유역 특성의 균일성에 따라 소유역 규모는 달라질 수 있다. 이런 이유로 해서 우리나라 소유역의 경우 논의 토지이용이 높다면 합리식의 사용을 자제해야 한다.

(4) 배수계획에서 각 시설마다 배수량을 정할 필요는 있으나, 동일 수로계 내에서는 지형적인 상황 등으로 판단해서 타당하다고 인정되는 지점을 기준점으로 정한 다음에 이 지점에서 유출해석을 하여 유출량을 구한다.

(5) 기준점은 일반적으로 다음과 같은 지점을 선정한다.

① 홍수시 배수할 때의 기준점: 유역경계가 명확하게 설정되고 홍수시에 유역내의 범람으로 저류가 생기지 않고 유량관측에 적당한 지점

② 상시 배수할 때의 기준점: 계획후의 상시배수상황과 비슷하고 관측이 용이한 지점

4.2.2 홍수 수문곡선

(1) 홍수유출해석에서 홍수 수문곡선을 필요로 하는 경우 계측유역에서는 단위유량도법을 무계측 유역에서는 합성단위유량도법, 유역홍수 추적법, 저류함수법, 탱크모형, HEC-1 및 홍수분석시스템(FAS) 등의 수문모형에 의해서 추정한다.

(2) 홍수 수문곡선의 추정은 상기한 여러 가지 방법으로 구할 수 있지만, 실측치로 그 타당성을 검증하여야 한다. 완경사로 된 배수로를 갖는 저지대는 유출량이 하류의 수위조건에 따라 좌우되기 쉬우므로 부정류 계산법을 적용하는 것이 원칙이나, 실용적으로는 적용의 경제성을 평가하여 채택하여야 한다.

(3) 일반적으로 다음과 같은 경우에는 수문곡선에 의해 분석되어야 한다.

① 홍수조절용 댐을 건설할 경우

② 경사지에서 나오는 유출수라도 그 일부 또는 전부를 저지대에 유도해서 일시 저류시킬 경우

③ 저지대에서 나오는 유출수를 일시 저류시켜 기계배수 또는 자연배수를 할 경우

(4) 유출해석법은 일반적으로 홍수를 주 대상으로 한 유출해석법과 저수를 주 대상으로 한 장기유출해석법으로 구분된다.

(5) 유역에 강우가 발생하였을때의 유출계수는 표면유출, 중간유출 및 지하유출의 3개 성분으로 나누어지며, 표면유출과 중간유출을 합해서 직접유출이라 하고 이것이 배수계획상 중요한 단위유출의 주 성분이 된다.

(6) 직접유출을 정량적으로 해석하는 방법을 일반적으로 홍수유출해석법 혹은 단기유출해석법이라 하며, 홍수유출해석법에는 단위유량도법, 합성단위유량도법, 저류함수법, 탱크모형법, 우수류법, 전산모형에 의한 모의법 등으로 분류된다.

(7) 직접유출과 지하수유출을 정확하게 분리하기 위해서는 유역의 범위, 지하대수층의 지질, 투수능, 통수능력 등 유역의 지질수문학적 특성을 알아야 하지만, 일반적으로 다음과 같은 몇 가

지 간략법을 사용하여 직접유출을 계산한다.

① 수평직선분리법: 일반적으로 많이 사용되고 있는 방법으로서 지하수유출을 일정하다고 가정하여 수문곡선의 상승부 시점부터 수평선을 그어 감수하강곡선과의 교점까지 연결하여 상부는 직접유출, 하부는 지하수유출로 분리하는 방법이다.

② N-day법 및 수정 N-day법: 첨두홍수량이 발생한 시각으로부터 직접유출이 끝나는 시각까지의 시간을 유역면적 크기의 함수로 산정하여 분리하는 방법이다.

③ 감수곡선법: 수문곡선상의 감수곡선을 대수로 취하고 반대수지에 도식하여, 제1변곡점을 지표유출이 끝난 시점, 제2변곡점을 중간유출이 끝난 시점으로 가정하여 분리하는 방법이다.

(8) 강우 초기의 일부 강수는 식물에 의해 차단되고, 지표에 떨어진 강수도 저류되거나 침투하는 등의 과정을 통하여 직접유출에 영향을 미치는 유효강우를 산정하게 되는데, 총 강우량과 유효강우량과의 관계는 많은 조건에 좌우되므로 정량적으로 표현하기는 어려우나 실용적으로 다음과 같은 방법이 사용되고 있다.

① 누가우량과 누가손실우량의 관계: 유역내에에 저류된 손실우량의 누가치는 누가우량의 증대에 따라 크게되나 마침내 일정치에 가까워지고 그 이상의 강수는 직접유출로 발생한다고 가정하는 방법으로서, 이 방법은 시간개념이 명확하게 정의되어 있지 않은 결점이 있으나 취급이 매우 간단하여 널리 사용되고 있다.

② 손실능(損失能): 직접유출을 하지 않는 단위시간당 손실유량을 손실능이라 하며, 손실능 이상의 강우량을 유효강우량으로 산정하는 방법이다.

(9) 직접유출에 관여되는 유효우량을 산정한 후, 단위유효우량 10mm로 인해 발생하는 직접유출 수문곡선인 단위유량도를 산정하게 되는데, 단위유량도 산정시 다음과 같은 점에 유의해야 한다.

① 단위유량도를 유도하기 위해서는 충분한 강우와 유량의 관측자료를 필요로 하므로 수문자료가 적을 때는 신뢰성이 문제가 된다.

② 단기간의 강우로 유도되는 수문곡선을 이용할 때는 강우가 전 유역에 걸쳐 거의 균일한 강도로 내렸는지의 여부를 확인할 필요가 있다.

③ 단위유량도법은 범람의 영향을 고려할 수 없기 때문에 유량 관측점의 선정 및 강우의 크기에 충분히 유의해서 범람을 일으키지 않을 정도의 수문곡선과 이에 해당하는 강우를 사용하여 단위유량도를 작성해야 한다.

④ 큰 홍수와 작은 홍수로부터 유도된 단위유량도는 상이할 때가 많다. 이와 같은 경우 경사지에 대해서는 강우강도별로, 저지대의 경우에는 총 우량별로 단위유량도를 작성하는 방법이 쓰여지고 있다.

⑤ 단위유량도의 단위시간, 즉 유효강우의 지속시간은 일반적으로 단위강우와 단위유량도의 첨두홍수량의 발생시간차인 지체시간(遲滯時間)의 반 정도를 취한다.

(10) 단위유량도의 작성방법에는 Sherman, Bernard, Collins, Snyder, Clark 등의 많은 방법이 있으나, 이 중에서도 특징적이고 많이 사용하는 Synder의 합성단위유량도법, S.C.S의 무차원 단위유량도, Nash 등에 의한 순간단위유량도법과 농어촌공사에서 개발한 홍수분석시스템

(FAS)이 주로 사용된다.

(11) 단위유량도에서는 강우-유출의 관계를 선형으로 가정하고 있으나, 실제의 유출현상은 비선형인 경우가 대부분이므로 유역의 저류 개념을 도입하여, 1개의 비선형저수조 혹은 수개의 선형저수조 내의 물수지 계산에 의하여 유출수문곡선을 유도하는 저류법을 사용할 수 있다. 또한, 저류법이 우수의 저류효과를 중시하여 도출한 방법인데 반하여 유출은 우수의 흐름이라 정의하고 수리학에서 다루는 수류(水流)의 기초식을 근거로 하여 우수류를 추적하는 우수류법을 사용할 수 있다.

4.2.3 부정류 모형 및 저평지 탱크모형의 적용

(1) 논의 범용경지화(汎用耕地化)에 따른 배수해석의 필요성과 배수개량의 검토, 광역의 배수시설 능력과 배수로별 통수능과의 균형문제, 광역배수조직의 시스템관리운용의 검토 등을 포함하여 범람침수구역의 유출현상을 정확히 해석하기 위해서는 수리학적 유출해석법의 적용을 검토할 수 있다.

(2) 일반적으로 저평지 하천의 흐름은 위치적으로, 시간적으로 변화하는 비정상류의 흐름이므로, 이에 관한 부정류식 또는 부등류식에 기초한 해석법으로서는, 부정류 모형, 저평지 탱크모형이 있다.

(3) 이들의 해석법은 논→지선·간선 배수로→배수구, 배수문 또는 배수펌프장으로 구성되는 배수계통, 조직의 각 제원을 그대로 모형화하고, 초기조건과 배후지로부터의 유출량과 배수시설 조작조건을 경계조건으로 하여 수치계산을 한다. 이 때문에 현황뿐만이 아니고 배수개량조건을 넣어 계산하면 개량 후의 유황의 재현이 가능하여지므로 위의 과제해결에 적합한 수치 시뮬레이션 기법으로서 널리 사용되고 있다.

(4) 또한, 저평지에서는 하천제방이나, 용수 취수구의 누수, 논둑 침투량, 택지의 하수량 등이 무시될 수 없는 양이 되는 일이 있으므로, 해석 대상기간의 유역전체의 물수지를 검토할 필요가 있다.

4.2.4 평상시 배수량

(1) 평상시 배수량은 원칙적으로 실측치에 의해서 구하며, 논지대는 관개기, 비관개기로 나누어 검토한다.

(2) 평상시 배수량(平常時 排水量)은 배수시설(수로, 펌프)의 설계에 쓰인다.

(3) 평상시 배수량은 일정기간 내에 가장 많은 빈도로 나타나는 배수량으로 한다.

(4) 논지대는 관개기간과 비관개기간의 배수량에 상당한 차이가 있으므로 이를 구분해서 각각에 대하여 평상시 배수량을 정한다.

(5) 비관개기간 중의 평상시 배수량은 주로 지하배수에 적합하도록 배수로의 바닥높이를 설계하는데 쓰이고 있다. 또한 관개기의 평상시 배수량은 주로 펌프의 대수(臺數)를 결정할 때 이용된다.

(6) 평상시 배수량은 일평균배수량을 실측해서 그 도수분포로부터 구하는 것을 원칙으로 한다.

(7) 하지만, 계획초기에는 그다지 높은 정도(精度)의 값이 아니더라도 되므로 자료가 작을 경우에

는 다음 범위에서 적당하다고 생각되는 값을 선정한다.

① 관개기 : 0.2～0.5㎥/s/㎢

② 비관개기 : 0.05～0.1㎥/s/㎢



집필위원	분야	성명	소속	직급
	관개배수	김선주	한국농공학회	교수
	농업환경	박종화	한국농공학회	교수
	토질공학	유 찬	한국농공학회	교수
	구조재료	박찬기	한국농공학회	교수
	수자원정보	권형중	한국농공학회	책임연구원

자문위원	분야	성명	소속
	농촌계획	손재권	전북대학교
	수자원공학	윤광식	전남대학교
	지역계획	김기성	강원대학교
	수자원공학	노재경	충남대학교
	농지공학	최경숙	경북대학교
	관개배수	최진용	서울대학교

건설기준위원회	분야	성명	소속
	총괄	한준희	농림축산식품부
	농업용댐	오수훈	한국농어촌공사
	농지관개	박재수	농림축산식품부
	농지배수	송창섭	충북대학교
	용배수로	정민철	한국농어촌공사
	농도	조재홍	한국농어촌공사 본사
	개간	백원진	전남대학교
	농지관개	이현우	경북대학교
	농지배수	남상운	충남대학교
	취입보	김선주	건국대학교
	양배수장	정상옥	경북대학교
	경지정리	유 찬	경상대학교
	농업용관수로	박태선	한국농어촌공사 본사
	농업용댐	손재권	전북대학교
	농지배수	김정호	다산컨설턴트
	농지보전	박종화	충북대학교
	농업용댐	김성준	건국대학교
	해면간척	박찬기	공주대학교
	농업수질및환경	이희억	한국농어촌공사 본사
	취입보	박진현	한국농어촌공사 본사

중앙건설기술심의위원회	성명	소속
	이태옥	평화엔지니어링
	성배경	건설교통신기술협회
	김영환	한국시설안전공단
	김영근	건화
	조의섭	동부엔지니어링
	김영숙	국민대학교
	이상덕	아주대학교

농림축산식품부	성명	소속	직책
	한준희	농업기반과	과장
	박재수	농업기반과	서기관

설계기준
KDS 67 45 20 : 2018

농지배수 계획기준치 및 유출량

2018년 04월 24일 발행

농림축산식품부

관련단체 한국농어촌공사
58217 전라남도 나주시 그린로 20(빛가람동 358) 한국농어촌공사
☎ 061-338-5114 E-mail : webmaster@ekr.or.kr
http://www.ekr.or.kr

(작성기관) 한국농공학회
06130 서울시 강남구 테헤란로 7길 22(역삼동 365-4) 과학기술회관 본관 205호
☎ 02-562-3627 E-mail : j6348h@hanmail.net
http://www.ksae.re.kr

국가건설기준센터
10223 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283(대화동)
☎ 031-910-0444 E-mail : kcsc@kict.re.kr
http://www.kcsc.re.kr

※ 이 책의 내용을 무단전재하거나 복제할 경우 저작권법의 규제를 받게 됩니다.

KDS 67 45 30 : 2018

농지배수 지표배수 시설계획

2018년 04월 24일 제정
http://www.kcsc.re.kr

농림축산식품부



건설기준 코드 제·개정에 따른 경과 조치

이 코드는 발간 시점부터 이미 시행 중에 있는 설계용역이나 건설공사에 대하여 발주기관의 장이 필요하다고 인정하는 경우 종전에 적용하고 있는 기준을 그대로 사용할 수 있습니다.

건설기준 코드 제·개정 연혁

- 이 기준은 KDS 67 45 30 : 2018 으로 2018년 04월에 제정하였다.
- 이 기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 건설기준 간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.
- 이 기준의 제·개정 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요사항	제·개정 (년. 월)
농지개량사업 계획설계기준 배수편	• 농지개량사업 계획설계기준 배수편 제정	제정 (1970. 12)
농지개량사업 계획설계기준 배수편	• 농지개량사업 계획설계기준 배수편 개정	개정 (1983. 12)
농업생산기반정비사업 계획설계기준 배수편	• 농업생산기반정비사업 계획설계기준 배수편 개정	개정 (2001. 12)
농업생산기반정비사업 계획설계기준 배수편	• 농업생산기반정비사업 계획설계기준 배수편 개정 • 전문용어를 통일하고, 오자 및 문맥상의 오류 등 수정하고, 관련 법령을 현행 법령체계와 일치 • 이상 기후로 인한 국지성 호우에 대응할 수 있도록 설계강우량 결정방법 강화 • 논밭 혼용지대에서의 배수대책 내용 추가 • 배수장의 양정결정시 계획외수위를 하천등급별 계획기준홍수위로 수정 • 유수지 설계기준 및 하천제방 횡단구조물 설치에 대한 기준 내용 추가 • 배수장 제진기, 비상전원 확보, 펌프형식, 대피시설, 제어시스템에 대한 기준 추가	개정 (2012. 12)
KDS 67 45 30 : 2018	• 국토교통부 고시 제2013-640호의 “건설공사기준 코드체계” 전환에 따른 건설기준을 코드로 정비 • 건설기술진흥법 제44조 및 제44조의 2에 의거하여 중앙건설심의위원회 심의· 의결	제정 (2018. 04)

제 정 : 2018년 04월 24일 **개 정 : 년 월 일**

심 의 : 중앙건설기술심의위원회 **자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회**

소관부서 : 농림축산식품부 농업기반과

관련단체(작성기관) : 한국농어촌공사(한국농공학회)

목 차

1. 일반사항 ····· 1
1.1 목적 ····· 1
1.2 적용 범위 ····· 1
1.3 참고 기준 ····· 1
1.4 용어의 정의 ····· 1
1.5 기호의 정의 ····· 1
1.6 시설물의 구성 ····· 1
1.7 해석과 설계원칙 ····· 1
1.8 설계 고려사항 ····· 1
1.9 신규기술적용 ····· 1
1.10 구조설계도서 ····· 2
2. 조사 및 계획 ····· 2
2.1 조사 및 계획 일반 ····· 2
2.2 조사 ····· 2
2.3 계획 ····· 2
3. 재료 ····· 2
3.1 재료 일반 ····· 2
3.2 재료 특성 ····· 2
3.3 품질 및 성능시험 ····· 2
4. 설계 ····· 2
4.1 지표배수시설의 종류와 기능 ····· 2
4.2 배수로 ····· 4
4.3 배수(갑)문 ····· 12
4.4 배수펌프장 ····· 13
4.5 매립복토 ····· 22
4.6 하구개량 ····· 22

농지배수 지표배수 시설계획

1. 일반사항

1.1 목적

(1) 지표배수시설은 홍수시 배수량과 평상시 배수량을 안전하게 배제할 수 있어야 한다. 수문 및 수리 분석기술을 이용하여 설계강우에 대한 홍수발생 상황을 재현하여 배수시설의 기능을 분석한다.

(2) 지표배수방법의 선정은 먼저 자연배수에 대하여 검토하고, 자연배수로는 불충분 할 때에는 기계배수, 또는 자연배수와 기계배수의 조합을 고려한다.

1.2 적용 범위

· 내용 없음

1.3 참고 기준

· 내용 없음

1.4 용어의 정의

· 내용 없음

1.5 기호의 정의

· 내용 없음

1.6 시설물의 구성

· 내용 없음

1.7 해석과 설계원칙

· 내용 없음

1.8 설계 고려사항

· 내용 없음

1.9 신규기술적용

· 내용 없음

1.10 구조설계도서

· 내용 없음

2. 조사 및 계획

2.1 조사 및 계획 일반

· 내용 없음

2.2 조사

· 내용 없음

2.3 계획

· 내용 없음

3. 재료

3.1 재료 일반

· 내용 없음

3.2 재료 특성

· 내용 없음

3.3 품질 및 성능시험

· 내용 없음

4. 설계

4.1 지표배수시설의 종류와 기능

주요한 지표배수시설로는 배수로, 승수로, 배수문, 배수펌프장, 매립, 하구처리시설이 있으며, 기타 관련시설로는 제방, 방수공, 유수지, 침사지 등이 있다. 자연배수시설에는 배수로, 승수로, 배

수문이 있으며, 기계배수와 관계되는 시설은 배수문, 배수펌프장, 유수지, 침사지가 있다.
지표배수시설은 각 시설의 기능을 명확하게 파악한 후에 지형, 배수본천 등 현장 여건을 고려하여 배수가 효율적으로 이루어질 수 있도록 알맞게 선택하여야 한다.

4.1.1 수로

(1) 배수로

지구내의 배수를 모아서 배수구를 통하여 지구밖으로 이끌기 위해서 배치하는 수로로서 간선, 지선 및 지거 배수로로 이루어진다.

(2) 승수로

지구 밖 배후지로부터 강우 유출이나 용출수가 지구내로 유입되는 것을 방지하기 위하여, 지구 경계부근에 설치하는 수로를 승수로라 한다. 또한 하천제방이나 해안제방의 내측에 설치하여 제방 침투수를 받아서 처리하는 수로도 승수로라 한다.

(3) 방수로

승수로에 유입된 유량이 계획유량을 초과하는 경우 이 초과량을 지구밖의 배수구로 연결시키는 수로를 방수로(放水路)라 한다. 또 하천에 첩수로(Cutoff)로 연결하여 홍수를 안전하게 배제하기도 하는데, 이 첩수로도 방수로의 한 종류이다. 그밖에 방수공으로 연결되는 방수로도 있다.

4.1.2 수문

(1) 배수문

지구의 말단 저위부에 설치하는 문짝으로, 홍수시 외수위가 내수위보다 높아져서 외수가 지구내로 역류할 때는 문을 닫아 외수의 역류를 막고, 반대로 내수위가 높아지면 수문을 열어 방수하게 한다. 일반적으로 제방의 일부를 완전히 절단하여 설치한 것을 배수문이라 하고, 제방에 관을 매설하여 설치한 것을 통관 또는 통문이라 한다.

(2) 제수문

배수문은 배수본천 또는 간선배수로에 연하여 설치하여 잉여수의 배제를 원활하게 하는 시설이지만, 제수문은 지구내 배수로망중의 적당한 장소에 배수로에 직각으로 설치하여 지구내의 수로계마다 홍수피크(peak)의 차이에서 오는 배수(背水)의 영향을 방지하고, 또 평상시 배수시에는 지하수위를 포함한 지구내 수위를 조절하기 위하여 설치하는 수문이다.

4.1.3 제방

지구와 경계를 이루는 하천, 기타 외수의 침입이 예상되는 위치에 축조한다. 제방이 지구를 포위할 때는 이것을 윤중제라 한다. 또 자연배수지구에서 수문을 설치하지 않을 경우 홍수시에 지구내에 외수의 배수(背水)가 미칠 때는 지구내 하천이나 간선수로에 제방을 축조하여 농지를 보호할 수도 있다.

4.1.4 방수공

지구내의 유출량이 계획배수량을 초과하게 되는 비상시에는 배수펌프장이나 제방 등을 보호하여 피해를 경감하기 위하여 제방의 계획고수위선에 설치하는 방류시설을 방수공이라 하며, 월류웨어와 수문 등의 형식이 있다.

4.1.5 배수펌프

자연배수만으로는 불충분 또는 불가능한 경우에는 배수펌프를 설치하여 배수한다.

4.1.6 매립복토

매립복토는 효과적인 자연배제를 유도하기 위하여 지구내 최저 논바닥 표고를 인위적으로 상승시키는 것을 말한다

4.1.7 유수지

농지배수에 있어서는 도시배수와 달리 홍수 집수시간이 느리고 배수펌프장과 연결된 배수로로부터 펌핑(pumping)에 필요한 홍수유입이 충분하지 않은 경우 배수펌프장 가동이 단속(斷續)되는 경우가 생기므로 이를 방지하기 위해 유수지가 필요하다. 즉 배수펌프장 시설용량과 배수로 통수량의 차이가 나는 시기를 조절하기 위해 유수지가 필요하다.

4.1.8 하구처리시설

하구가 표사나 유사에 의하여 폐쇄되는 것을 방지하기 위하여 도류제(導流堤)나 하구 암거 등의 시설을 설치한다.

4.2 배수로

4.2.1 배수로의 설계유량 및 설계수위

(1) 배수로의 설계유량 및 설계수위는 홍수시의 유량배제와 평상시의 지하수위 제어의 두가지 기능을 할 수 있도록 설정되어야 한다.

(2) 설계유량 및 설계수위는 평상시 배수와 홍수시 배수에 대하여 정하여야 한다. 배수구역내에 배치하는 동일계통의 배수지거에서는, 비유량 (어느 지점의 설계유량을 그 지점이 지배하는 유역면적으로 나눈 것) 값이 전 노선에 걸쳐 어느 지점에서나 비슷한 값이 되는 것을 원칙으로 한다. 다만 유수지가 있는 경우나 지형차이 등에 따라 상하류에서의 비유량은 변할 수 있다.

(3) 홍수시와 평상시의 비유량은 서로 다르다. 홍수시 배수의 비유량은 배수구에서의 첨두유량을 유역면적으로 나눈 값을 채택하는 것이 원칙이다. 다만, 기계배수의 경우는 내수저류효과 및 경제성을 고려하여 이것을 수정할 수 있다. 평상시의 비유량은 평상시 배수량을 유역면적으로 나눈 값으로 규정한다.

(4) 지구내에 있는 배수로의 수로구간(인접하는 합류점 사이에 끼어 있는 수로)은 모두 그 수로의

비유량에 그 구간의 지배유역면적을 곱한 값을 그 수로 구간의 설계유량으로 한다. 다만, 하류측 인접구간의 설계유량과의 차이가 작을 때는 이것과 같게 취하여도 된다. 이렇게 하여 각 구간마다 고유한 설계유량을 정하게 된다.

(5) 또한, 배수로의 설계수위도 홍수시와 평상시가 서로 다르다. 홍수시 배수의 설계수위는 수로에 연(沿)한 지면표고를 되도록 초과하여서는 안 된다. 이에 대하여 평상시 배수의 설계수위는 경지에 매설한 배수암거 출구의 표고를 초과하면 안 된다.

(6) 배수로가 지표배수기능만 하는 경우에 배수로 바닥깊이는 논바닥보다 50～60cm 낮게 하는 것이 보통이다.

(7) 배수로가 지표배수와 지하배수를 동시에 담당하는 경우에는 배수로 바닥깊이는 논바닥보다 1.0～1.2m 낮게 한다.

(8) 배수기능 측면에서 보면 설계수위는 가급적 낮은 것이 좋으나, 수로 공사비 측면에서 보면 높은 편이 바람직하다. 따라서 설계수위는 이러한 조건을 감안하여 가장 적절하다고 판단되는 것을 선정한다.

4.2.2 노선선정

(1) 배수로 노선의 배치는 기술적으로 가능한 몇 가지 안을 세워서 수혜구역 내외의 지형, 배수목적과 방법, 용지취득의 난이, 배수관행, 유지관리비 등을 비교ㆍ검토하여 가장 유리한 안을 선정한다.

(2) 배수로는 그 지구의 배수가 잘 이루어질 수 있도록 가장 낮은 위치에 배치되어야 한다.

(3) 노선은 도상계획과 현지답사를 통하여 가능한 몇 개를 선정하여, 각 노선에 대한 여러 가지 조건을 충분히 조사하여 배수계획의 타당성과 공사비를 비교ㆍ검토한 후 가장 유리한 노선을 선정한다.

(4) 또한, 배수로 노선은 공사비와 유지관리비 등 경제적인 면과 시공의 난이 등 기술적인 면을 종합적으로 검토하여 가장 유리한 노선을 선정한다. 이때 용지매수비가 비싼 곳은 배수로 저폭을 좁게, 싼 곳은 저폭을 넓게 하여 상대적으로 공사비가 최적이 되도록 각 노선을 비교할 필요가 있다.

(5) 배수간선, 배수지선, 배수지거, 및 배수구의 위치는 지형, 선형, 토질 등을 고려하고 안전하게 배수기능을 할 수 있도록 배치한다.

(6) 노선선정 요령은 1/25,000～1/5,000의 지형도를 기본으로 현지답사를 실시하여 가능한 몇 개의 노선을 선정한다. 그 다음에 각 노선에 대하여 수위, 수로공 종류, 구조 등을 가정하고, 또 토지이용형태 등의 사회적 조건도 충분히 조사하여 배수계획의 타당성과 공사비를 비교ㆍ검토하여 가장 우수한 노선을 선정한다.

4.2.3 배수로 종단기울기 및 단면

(1) 배수로의 종단기울기는 수혜구역의 지형, 배수로 노선의 배치 및 배수구의 위치로부터 허용최대유속 및 최소유속을 고려하여 가장 유리한 것을 선정한다. 이때 배수구의 수위를 기점수위로 하여 상류로 진행시키면서 기울기를 선정해 간다.

(2) 배수로의 단면은 원칙적으로 매닝(Manning)의 평균유속공식을 사용하여 설계유량을 통과시키도록 계산한다.

(3) 수로의 계획깊이를 결정할 때는 이상의 여러 조건들을 기본으로 하여 지구내에 매설하는 암거의 깊이 등을 고려할 필요가 있다. 수로 종단기울기의 표준은 <표 4.2-1>과 같으며, 토질에 따른 수로 종단기울기의 표준은 <표 4.2-2>와 같다.

<표 4.2-1> 수로 종단기울기 표준

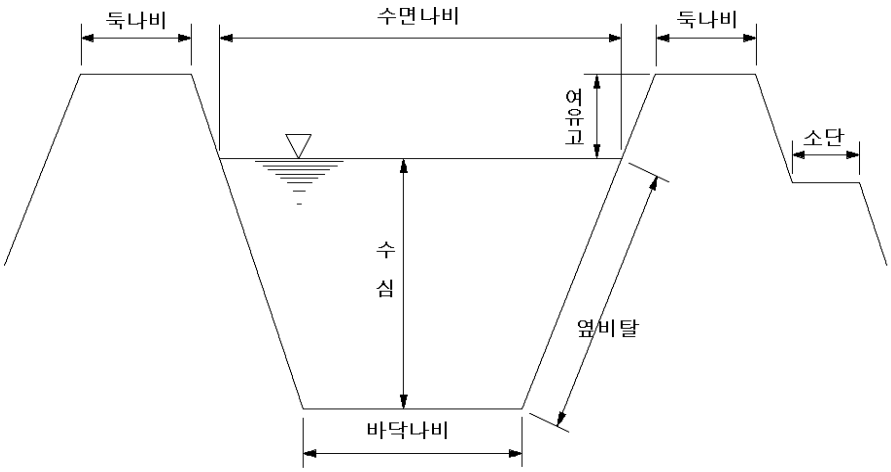
구 분	기 울 기
간 선 배 수 로	1/3,000～1/5,000
지 선 배 수 로	1/1,000～1/3,000
지 거 배 수 로	1/300～1/1,000

<표 4.2-2> 토질에 따른 수로 종단기울기 표준

미사	부식토	모래	자갈	중점토
$\frac{1}{6,000}$	$\frac{1}{1,000}$	$\frac{1}{800}$	$\frac{1}{250}$	$\frac{1}{150}$

(4) 배수로는 설계유량을 안전하게 처리할 수 있는 통수능력을 가져야 한다. 배수로의 통수능력을 결정하는 인자중의 하나가 조도계수이다. 배수로의 유지관리가 불충분하면 잡초가 무성하게 되어 조도계수가 크게 증가하게 된다. 따라서 어느 정도의 관리를 전제로 한다 하더라도 수로 건설 후 몇 년 후를 생각하여 조도계수 값을 예상하여 그 값을 사용해서 수로단면을 결정하는 것이 바람직하다. 예를 들면 오래된 배수로를 자연유로로 본다면 돌과 잡초가 있는 경우에 조도계수는 0.035이상이 된다. 이렇게 한다면 관리를 잘 할 경우에는 여유를 준 것과 같은 결과가 된다.

(5) 수로기울기는 지형이 지배하지만 일반적으로 허용최대유속 범위안에서 급경사로 하는 것이 바람직하고, 또 단면의 형상은 수리적으로 유리한 단면으로 한다. 지형 때문에 부득이 지나치게 급경사로 될 때는 낙차공을 설치하거나 라이닝을 하여 허용최대유속을 증가시킨다. 반대로 기울기가 너무 완만한 경우에는 유출 이토의 퇴적이나 수초의 번무로 통수능력을 크게 저하시키는 경우가 있으므로, 통수장애물을 소류(掃流)할 정도의 유속을 가지도록 계획한다. 사다리꼴 배수로의 표준 단면형상은 <그림 4.2-1>과 같다.



<그림 4.2-1> 사다리꼴 배수로 표준단면형상

① 배수로 종단면 결정

종횡단면 결정을 위한 유량계산은 원칙적으로 매닝(Manning)의 평균유속공식을 사용한다.

$$V = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} I^{\frac{1}{2}}$$

$$Q = AV$$

여기서, V : 평균유속 (m/s),
n : 조도계수,
R : 경 심,
I : 동수경사,
Q : 유량 (m3/s),
A : 흐름단면적 (m^2)

간선배수로의 계획고는 홍수시를 고려해서 결정해야 하며, 평상시의 배수관리를 위하여 지선의 유입부에 수위조절 시설을 할 필요가 있다. 이때 지선수로 내에는 수초가 번성하기 쉬우므로 주의해야 한다. 배수로 재료별 조도계수는 <표 4.2-3>과 같다.

배수로 종단면 설계는 다음 순서를 따른다.

가. 먼저, 홍수시 배수의 설계수위에 대하여 수로의 상류단에서 하류단에 이르는 수로구간의 표고 관계를 감안하여 각 수로 구간마다 홍수시 배수에 대한 설계 수면경사선을 그린다.

나. 통수단면적은 홍수시 수면경사선 조건하에서 홍수시 설계유량을 유하시킬 수 있는 수로나비와 수심을 구하여 결정한다.

다. 위에서 구한 수로단면에 대하여, 평상시 배수의 설계유량을 사용하여, 하류단으로부터

평상시 배수의 수면을 추적하여 수면곡선이 설계수위를 초과하지 않는 것을 확인하고, 이에 따라 수로 바닥높이의 타당성을 검토한다.

② 허용최대유속

수로의 세굴을 방지하기 위한 허용 평균최대유속은 일반적으로 <표 4.2-4>의 값을 기준으로 하는데, 홍수단면 부분에서와 같이 일시적인 유속은 이 값의 1.5배까지로 한다.

<표 4.2-3> 배수로의 조도계수

배수로의 재료 및 상태	조도계수		
	최소값	표준값	최대값
1) 호안이 되어 있는 배수로			
모르터	0.011	0.013	0.015
콘크리트(강제 패널 거푸집)	0.012	0.015	0.016
콘크리트(거친 목재 거푸집)	0.015	0.017	0.020
콘크리트(기성제품 플룸)	0.012	0.014	0.016
콘크리트 블록쌓기(매끄러운 이음매)	0.014	0.016	0.017
콘크리트 블록쌓기(거친 이음매)	0.015	0.017	0.018
점토 라이닝		0.025	
아스팔트 라이닝 (매끄러운 면)	0.013	0.013	
아스팔트 라이닝 (거친 면)	0.016	0.016	
깬돌 찰쌓기	0.017	0.025	0.030
깬돌 메쌓기	0.023	0.032	0.035
초생 피복(떼)	0.030	0.040	0.050
2) 굴착 또는 준설 배수로			
흙, 일직선 (잡초 없음, 완공직후)	0.016	0.018	0.020
흙, 일직선 (잡초 없음, 야외방치 후)	0.018	0.022	0.025
흙, 일직선 (잡초 없음, 자갈)	0.022	0.025	0.030
흙, 일직선 (짧은 풀 있음)	0.022	0.027	0.033
흙, 불규칙 만곡 (식물피복 없음)	0.023	0.025	0.030
흙, 불규칙 만곡 (약간의 잡초)	0.025	0.030	0.033
흙, 불규칙 만곡 (바닥은 돌, 측면은 잡초)	0.025	0.035	0.040
Dragline 굴착, 준설 (식물피복 없음)	0.025	0.028	0.033
Dragline 굴착, 준설 (비탈에 약간의 관목)	0.035	0.050	0.060
3) 자연 하천			
평야의 작은 하천(직선, 잡초와 웅덩이가 없음)	0.025	0.030	0.033
평야의 작은 하천(사행, 약간의 여울, 잡초, 돌)	0.035	0.045	0.050
평야의 작은 하천(사행, 약간의 여울, 잡초, 많은 돌)	0.045	0.050	0.060
대규모 하천(큰돌이나 관목이 없는 규칙적 단면)	0.025	-	0.060
대규모 하천(거칠고 불규칙적 단면)	0.035	-	0.100

<표 4.2-4> 허용 평균최대유속

수로의 재료	유속(m/s)	수로의 재료	유속(m/s)
사질토	0.45	얇은 콘크리트 (두께 10cm 이하)	1.50
사질양토	0.60	두꺼운 콘크리트	3.00
양토	0.70	아스팔트	1.00
점질양토	0.90	호박돌 메쌓기(뒷길이 30cm 이하)	1.50
점토	1.00	호박돌 메쌓기(뒷길이 30cm 이상)	2.00
모래혼입점토	1.20	호박돌 찰쌓기	2.50
연암	2.00	연결식 콘크리트 블록	1.50
중경암	2.50	측면 블록, 저면 바닥보호공	3.00
경암	3.00		

주) “연결식 콘크리트 블록”은 블록 중량에 따라서 할증할 수 있으며 최대는 2.0m/s 이다.

③ 허용최소유속

유수 중에 포함되어 있는 토립자가 퇴적하거나 수초가 번성하는 것을 방지하기 위하여 평균유속은 허용최소유속보다 작아서는 안된다. 허용최소유속의 계산은 일반적으로 케네디(Kennedy)(1985)의 실팅(Silting) 이론에 의한 식은 아래식을 이용한다. 이 식에서 C와 m이 각각 0.415 및 0.64 일 때 수심에 따른 허용최소유속은 <표 4.2-5>와 같다.

$$Vo = Cdm$$

여기서 Vo : 허용최소유속 (m/s),
d : 수로의 수심 (m),
C, m : 수로 재료와 단면형에 따른 계수

<표 4.2-5> 수심별 허용최소유속

수심 (m)	0.3	0.6	0.9	1.2	1.5	1.8	2.1	2.4	2.7	3.0
유속(m/s)	0.19	0.30	0.39	0.47	0.54	0.60	0.67	0.73	0.78	0.84

④ 옆 비탈

흙 수로의 옆 비탈 기울기는 원칙적으로 사면안전도 분석결과에 따라 결정하되, 토질시험치가 없는 경우에는 현지의 상황에 따라 적절히 선정하는데 표준은 <표 4.2-6>과 같다. 다만, 호안공이 있을 때에는 옆비탈 기울기를 더 급하게 할 수 있다.

〈표 4.2-6〉 토질별 수로의 옆비탈 기울기 1:N (연직:수평)

토 질	절 토	성토(안비탈)		성토(바깥비탈)	
		높이 3m 미만	높이 3m 이상	높이 3m 미만	높이 3m 이상
사질토	1.5 ~ 2.0	2.0 ~ 2.5	2.5	2.0	2.5
사력토	1.0 ~ 1.5	1.5 ~ 2.0	2.0	2.0	2.0
양 토	0.5 ~ 1.0	1.0 ~ 2.0	2.0	1.5	2.0
점질토	0.5 ~ 1.0	1.0 ~ 2.0	2.0	1.5	2.0
자갈혼입점토	0.5 ~ 1.0	1.0 ~ 2.0	2.0	1.5	2.0
암	0.0 ~ 0.5	-	-	-	-

⑤ 여유고

배수로의 여유고는 설계 수면에서 제방 둑마루까지의 높이로 수로의 안전을 위하여 필요하다. 여유고는 수로 조도계수의 변동, 유속수두의 정수두로의 변화, 수로내의 파동 등에 대처할 수 있어야 한다. 여유고는 수심, 유속, 및 유량과 관계가 크다. 수로의 여유고는 "농업생산기반정비사업계획설계기준 수로편(2004)"을 참고한다.

가. 흙수로와 라이닝 수로

흙수로와 라이닝 수로의 여유고는 원칙적으로 아래의 식으로 구한다.

$$Fb = 0.05d + hv + (0.05 \sim 0.15)$$

여기서, Fb : 여유고 (m), d : 설계 유량에 대한 수심 (m), hv : 속도수두 (m)

최소여유고는 0.15m로 한다. 일시적으로 발생하는 고수위에 대하여는 최고수심의 1/10로 하되 0.15m이상으로 한다. 유량에 따라서는 19m3/s이상의 경우에 여유고는 0.8m로 한다.

나. 옹벽형 수로

옹벽형수로(플륨, 옹벽수로, 수로교, 기성품수로 등)의 여유고는 아래의 식으로 구한다.

$$Fb = 0.07d + hv + (0.05 \sim 0.15)$$

다. 터널 및 암거

터널과 암거(단, 직사각형 암거는 플륨에 준한다)의 여유고는 다음의 가), 나) 중에서 큰 값을 택하는 것을 원칙으로 한다.

설계유량에 대하여

$$d/D = 0.80 \sim 0.83$$

여기서, d : 설계유량에 대한 수심 (m)
D : 터널 또는 암거의 높이 (m)

단, D-d ≥0.30m 이어야 한다.

홍수를 유입시키는 경우

$$d/D = 0.90 \sim 0.93$$

여기서, d : 홍수를 더한 유량에 대한 수심 (m)
D : 터널 또는 암거의 높이 (m)
그러나, 최소시공단면 터널이나 부등류 흐름이 되는 터널과 암거에 대하여는 여유고를 더 크게 할 수 있다.

⑥ 계획 수로깊이

배수로의 바닥높이는 경지의 지반높이보다 낮을수록 배수기능이 확보되지만 토공비가 많아진다. 계획 수로깊이는 수리계산에 의한 필요 최소절토깊이와 현지의 암거매설깊이 등에 의하여 구한 현황 최소절토깊이를 비교하여 큰 것을 선택한다.

현황 최소절토깊이 = 포장암거 매설깊이 + 평상시 수심

여기서, 포장암거 매설깊이는 보통 1.0m 정도이며, 평상시 수심은 평상시 배수량에 해당하는 수심을 취한다.

⑦ 단면의 변화

배수로 단면변화 지점은 수로여건의 변화에 따라서 계획유량이 25% 정도 변화하였을 때 변경하는 것을 원칙으로 하고, 이러한 조건이 만족되는 다음과 같은 지점에서 단면을 변경한다.

가. 지거 또는 지선배수로가 유입되는 지점

나. 도로나 횡단구조물 등으로 인하여 유역이 변하는 지점.

⑧ 복합단면 등 친환경 배수로 단면

배수로의 단면계획은 홍수시 계획유량을 배제할 수 있는 충분한 능력을 가질 수 있도록 고려한 다음, 사면 및 구조적 안정, 경제적 효율성과 함께 친환경적인 단면계획을 해야 한다. 배수로 주변의 토양배수불량에 대비한 복합단면(저위부 개거)과 생태계 파괴 최소화를 위한 자연형 하천공법의 도입을 검토하여야 한다.

배수개선지구에 흔히 적용하고 있는 복합단면(저위부 개거)으로 계획시에는 환경친화적 계획수립을 위해 낙차부에 어도나 동물보호측구(등선로)를 설치하는 것을 검토한다.

복합단면 설계요령은 다음과 같다.

가. 복합단면 계획시 저수로 단면결정의 기준이 되는 설계유량(계획배수량)은 평 상시 배수량(0.5 ~ 0.75m3/s/km2)으로 한다.

나. 저수로 부분 단면만 구조물 또는 환경친화적인 호안을 계획한다.

다. 배수로 단면은 가능하면 콘크리트 개거로 계획하는 것을 지양하고 환경친화기능, 생태계 파괴 최소화, 토질여건, 홍수배제 기능 등을 종합검토하여 계획한다.

라. 저수로 구조물 규모

저폭이 6.0m이하는 단일단면으로 계획한다.

소형배수로(저폭 10m 미만)일 경우: 저수로 저폭 6.0m 이하, 높이 0.5 ~ 1.0m로 한다.

대형배수로(저폭 10m 이상)일 경우: 저수로 저폭 6.0m 이하, 높이 0.5 ~ 1.5m로 한다.

4.2.4 호안공

호안공은 유수에 의한 수로 단면의 세굴을 방지하기 위하여 필요한 경우에 시공한다. 시공위치는 현지의 실정에 맞추어 계획하되, 친환경 설계를 고려한다.

4.2.5 낙차공, 급류공

지표면 기울기가 급할 때 배수로를 지표면 기울기에 따라 설치하면 너무 급경사가 되어 허용유속을 초과하게 된다. 이 경우 배수로 기울기를 줄이기 위하여 수로의 도중에 낙차공이나 급류공이 필요하다. 낙차공이나 급류공에는 큰 에너지가 집중하기 때문에 위치와 구조의 선정에 신중을 요한다.

(1) 위치

직선부의 흐름이 안정된 지점을 선정하며, 직상류나 직하류에 굴곡이 있는 지점을피한다.

(2) 낙차

낙차공은 잠수상태로 되면 감세효과가 크게 감소하므로 가급적 잠수하지 않도록 하류수위를 정한다. 부득이 잠수상태로 될 경우는 하류쪽 보호시설 구간을 충분히 길게 취하여야 한다.

(3) 규모

낙차공은 상류쪽 개수로의 수면폭을 축소하지 않도록 한다.

(4) 어도의 설치

낙차공과 급류공은 단락 등에 의해 어류의 소상을 방해할 우려가 있으므로, 어도의 설치를 검토해야 한다.

4.2.6 유말공, 합류공

유말공 및 합류공의 배치와 구조는 유입위치, 유입배수로의 상태 등을 고려하여 가장 효과적이고 경제적이 되도록 결정한다.

4.2.7 친환경 배수로

친환경 배수로 계획은 기능 및 경제적 측면, 인문사회적 측면, 주변의 자연생태계 등을 종합적으로 고려하고, 특히 지역의 전통문화, 관광, 친수성, 생태계 보전, 경관, 수질정화 등을 고려하여야 한다

4.3 배수(갑)문

내·외수위 관계가 자연배수로 충분한 경우에는 배수구만 있으면 충분하나, 외수위가 내수위 보다 일시적으로 또는 항상 높으면 배수(갑)문을 설치하여 외수의 역류를 방지할 수 있어야 한다. 배수(갑)문은 수혜구역의 홍수를 배제하기 위하여 배수본천이나 바다로 내보내는 최종 배수시설이다.

4.3.1 위치 결정

(1) 배수(갑)문은 유역내에서 유입하는 홍수를 바다, 하천쪽으로 배제하는 것이 목적이므로 노선

중 최저위부에 위치하여 배수능력이 크고, 공사가 용이하며 기초지반이 암반으로서 비교적 견고하고 침투에 대하여도 안전한 곳을 선정한다.

(2) 배수(갑)문이 바다에 연하여 있으면 간조시에 지구내 홍수를 배제하는 것을 목적으로 하므로 되도록 넓은 면적을 지배하도록 하며, 배수능력을 최대한 발휘하도록 하기 위해 가급적 방조제 노선중 지반이 가장 낮은 지점에 설치한다. 그러나 최저부위는 일반적으로 갯골에 해당되고 지반의 토질이 연약하여 시공이 어려운 경우가 많으므로 신중히 고려하여야 한다.

(3) 배수(갑)문은 외수와의 소통이 양호해야 하며, 조류·풍파·홍수 등에 의하여 토사가 퇴적되어 수문이 열리지 않거나 파손될 염려가 있는 위치는 피한다.

(4) 임시물막이 공사도 감안하여 위치를 선정하도록 한다.

4.3.2 바닥높이 결정

(1) 배수(갑)문의 바닥높이는 배수로의 바닥높이와 배수본천의 바닥높이를 고려하여 배수가 원활하게 이루어지도록 하며, 배수문 안팎의 수위나 수로바닥 높이를 고려하여 유지관리가 용이하도록 정해야 한다.

(2) 자연배수의 경우 지구내 최저 내수위를 소조평균간조위로 하면 배수(갑)문의 바닥표고는 일반적으로 이보다 약 0.3m 이상 낮게 한다.

(3) 실제로 경지는 내수위보다 0.5~1.0m 정도 높아야 하고, 배수를 위한 수위차 0.1m를 고려하면 배수문의 바닥표고는 경지의 최저지반고 보다 약 0.9~1.4m 이상 낮게 한다.

(4) 바다에 접하는 배수개선 대상지구가 여하한 경우에서도 위의 경우를 만족하지 못하는 경우 적절한 분석 프로그램을 이용하여 계획 설계강우량시 첨두홍수량이 발생하는 시간에 경제적·기술적으로 만족하면서 관수, 침수시간이 설계기준을 만족하고 순간 최대배제량이 발생하는 배수문의 규모를 선택하면 된다.

4.3.3 배수(갑)문 설계기준

배수(갑)문의 설계는 KDS 51 60 40 하천 하구시설 설계기준을 참고한다.

4.3.4 유량계산

배수(갑)문의 유량산정방식은 내수위와 외수위의 변화, 구조 및 단면에 따라서 흐름형식이 결정되므로 먼저 각 조건별 흐름형식을 결정하고, 이에 적정한 유량공식을 적용하여 계산한다.

4.4 배수펌프장

내 · 외수위 관계에서 기계배수가 필요한 경우에는 배수문과 함께 배수펌프장을 설치하여야 한다.

4.4.1 배수펌프장의 위치

배수펌프장을 설치하는 위치는 수혜구역내의 지형조건, 기초지반의 지질조건, 동력원 확보의 난

이 등의 위치조건 및 배수본천의 상황 등을 감안하여 결정한다.

(1) 지형

① 배수펌프장의 위치는 지형에 부응한 배수계통을 계획하고 나면 스스로 결정된다. 즉 지구의 최저위부를 지나도록 간선배수로가 계획된 경우라면 배수펌프장은 간선배수로와 배수본천과의 합류점 부근의 최저위부에 설치하는 것이 가장 좋을 것이다. 그런데 지구의 지형, 유역 및 배수본천, 혹은 해안, 호소 등의 위치와 상황, 그밖에 수위관계에 따라서는 반드시 최저위치에 설치하여야 한다고 볼 수는 없다. 예를 들면 배수펌프장의 위치를 지구의 최저위에 둘 경우에 배수본천의 지류가 그 위치의 상류부에서 합류하여 이상한 외수위가 발생한 경우는 펌프의 양정, 배수량에 미치는 영향이 크므로 지형적으로는 약간 상류부나 혹은 하류부에 두어서 펌프의 경제적인 운전과 배수 효과 등을 고려하여 배수펌프장의 위치를 선정해야 한다.

② 그밖에 배수펌프장의 위치선정에서 중요한 사항은 다음과 같다.

가. 재해의 유무, 진동에 의한 제방의 영향 등을 고려하여 하천, 호소 등의 제방에 너무 근접하여 설치하지 말 것

나. 지구의 상황에 따라 배수펌프장 및 그 부대시설의 크기에 알맞은 공간을 충분히 확보할 수 있을 것

③ 배수펌프장 부근 간선배수로의 말단에 유수지를 만들면 배수로의 유출량과 펌프배수량의 차이량을 메워서 수위변동을 작게 하여 수위변동에 의한 단속운전이 해소되고 펌프 운전효율이 높아진다. 특히 저지대는 유역내의 유출율이 작아도 간선 배수로가 길어지는 경우가 많으므로 유출량과 펌프배수량의 차이량을 메우기 위한 유수지설치가 바람직하다. 유수지의 크기는 집수구역, 지형, 배수용량 등에 따라서 결정한다.

④ 공사비와 유지관리비 측면에서 보면 배수펌프장은 가급적 1개소에 설치하는 것이 바람직하지만, 광대한 지구나, 좁고 긴 지구에서는 비교·검토한 후 2개소 이상으로 계획하는 것이 유리할 수도 있다.

(2) 기초지반

배수펌프장의 기초지반상태는 배수펌프장 본체공과 기초공 설계와 시공 및 배수펌프장 공사비에 큰 영향을 미치므로 배수펌프장 예정지점에서 설계하중 등으로부터 예상되는 소요지지력을 구할 수 있는 깊이까지 보링을 하여 지질상태, N값 등을 조사해 두는 것이 바람직하다.

(3) 전원확보의 난이

지형과 지질조건이 모두 배수펌프장 위치로 최적이더라도 동력원인 전원의 유무에 따라 배수펌프장의 위치가 좌우될 때가 간혹 있으므로 배수펌프장 위치 선정시에는 전원의 유무, 배수펌프장까지 인입선 가설 가능성 등을 고려하여야 한다. 특히 상시배수를 전동기에 의지하는 일이 많은 지구라든지 지하수 배제도 동시에 해야 하는 배수지구에서는 반드시 고려하여야 한다.

① 농업생산기반시설의 활용

농업생산기반정비사업 목적과 기능이 훼손되지 않는 범위 내에서 농업생산기반시설을 활용한 신재생에너지 개발 가능성을 고려하여 계획토록 한다.

4.4.2 배수펌프장

(1) 배수펌프장은 철근 콘크리트조나 이와 유사한 구조로 축조하며, 배수(갑)문, 통관과는 절연한 구조로 만든다. 기계실 건물은 수밀하게 되어야 하며, 기계실 바닥의 침수에 대비하여 토사배출밸브를 설치하여야 한다.

(2) 배수펌프장 시설은 기능에 따라 토목구조물, 건축구조물, 기계설비, 전기설비, 기타부대설비 등으로 구성된다. 자연배수가 불가능하거나 불충분한 지구에서는 배수문 시설을 하든지, 또는 배수문과 배수펌프장을 동시에 설치하여 내수배제를 원활하게 하여야 한다.

(3) 배수펌프장의 위치는 일반적으로 배수로 조직의 말단부에 선정하며, 지형, 기초지반상태, 전원확보의 난이 등을 고려하여 가장 효율적이고 경제적이 되도록 선정하여야 한다. 기계실은 외수침입에 대해 기계 및 배수시설을 보호할 수 있어야 하므로 수밀하게 되어야 하며, 만약 흙탕물에 의해 침수되었을 경우를 대비하여 기계실 바닥에 역수방지변이 부착된 토사 배출밸브를 설치하여야 하며, 배전반에서 이 밸브를 조작할 수 있는 구조를 가져야 한다.

(4) 배수펌프장 건물 벽에는 문양거푸집을 적용하거나 벽화를 그리는 방안을 강구한다. 배수펌프 및 내연기관 등에서 발생하는 연속진동에 의하여 배수펌프장과 제방 등에 나쁜 영향을 미쳐서는 안 된다. 또한 배수펌프장 안이 침수되면 운전조작을 하는 사람의 활동을 방해할 뿐만 아니라, 엔진 등의 운전에도 지장을 가져오므로 계획내수위에 어느 정도 여유를 가산한 수위에 대하여 안전하도록 배수펌프장 바닥면을 높이거나 건물자체를 수밀하게 축조하여야 한다.

4.4.3 양정

실양정은 흡입수위와 배출수위의 차이다. 양정은 펌프의 종류 및 용량 등을 결정하는데 매우 중요한 값이며, 설계양정은 홍수시용 펌프와 평상시용 펌프를 구분하여 결정하여야 한다.

4.4.4 배수펌프의 흡입· 배출수위 및 실양정

펌프의 흡입수위는 내 · 외수위와 밀접한 관계가 있으며, 홍수시 및 평상시 초기흡입수위, 최저흡입수위, 최고흡입수위 등으로 구분할 수 있다. 흡입수위와 배출수위는 실양정 계산의 기초가 된다.

(1) 흡입수위

배수계획에서 중요한 뜻을 가지고 있는 펌프의 흡입수위(흡입수조안의 수위에서 스크린 손실수두 등을 뺀 것)에는 최저흡입수위와 초기흡입수위가 있다. 최저흡입수위는 펌프의 운전을 계속할 수 있는 가장 낮은 수위이다. 실제 수위가 이 수위 이하로 저하한다면 외수의 침투에 의하여 제방의 기초부에 퀵샌드(quick sand) 등의 위험이 발생하거나, 흡수관으로부터 공기의 흡입이나 공동현상(cavitation)을 일으킬 위험이 있으므로 이와 같은 조건을 잘 검토하여 최저흡입수위를 정하여야 한다.

초기흡입수위는 일반적으로 홍수시와 평상시에 따라 다르다. 평상시배수의 초기흡입수위는 주로 지하수위를 내리기 위하여 펌프를 운전할 때의 목표수위로서 계획내수위에 가까운 값이

된다. 그러나, 홍수시배수의 초기흡입수위는 지하수위 저하를 목적으로 하지 않는 운전기간의 흡입수위로서 수문폐쇄 외수위 (외수위가 이것보다 낮을 때 수문은 반드시 열려 있음)보다 약간 높은 수위로 될 때가 많으며, 배수로의 설계수면경사선의 목표가 되는 중요한 값이다.

홍수시 및 평상시 흡입수위는 구분해서 다음과 같이 설정한다.

① 홍수시 초기 흡입수위

홍수시의 흡입수위는 홍수의 유입량, 담수량 및 펌프배수량 등에 따른 내수위의 변동에 따라 크게 변동하지만 펌프 운전을 개시할 때의 목표수위가 되며 담수해석계산의 출발치가 되는 초기흡입수위를 설정한다. 초기 흡입수위는 일반적으로 수문 폐쇄시에는 외수위보다 약간 높은 경우가 많고 이 수위를 낮게 설정하면 최고담수위를 낮게 하는데는 유리하지만, 반면 도수로나 배수장의 시설규모가 커지므로 관계되는 여러 가지 조건을 종합적으로 검토할 필요가 있으나, 다음의 값을 목표로 해서 비교ㆍ검토하여 결정한다.

수혜구역내에 담수를 시키지 않는 배수계획인 경우에는 계획기준 내수위(최저 논표면 표고)에서 0.5m 정도 낮은 수위에서 펌프장의 흡입수조까지의 손실수두를 뺀 수위를 홍수시 초기흡입수위로 하고, 담수를 허용하는 경우에는 최저 논표면 표고에서 펌프장 흡입수조까지의 손실수두를 뺀 수위를 홍수시 초기흡입수위로 한다.

② 평상시 초기 흡입수위

평상시배수에 있어서 지하수위 저하를 목적으로 하는 펌프의 운전을 개시할 때 목표수위로서의 상시 초기흡입수위는 평상시배수의 계획기준 내수위(일반적으로 최저논표면 표고에서 0.5～1.0m 정도 낮은 표고)에서 펌프장의 흡입수조까지의 손실수두를 뺀 수위로 한다.

③ 최저 흡입수위

펌프운전을 계속할 수 있는 최저의 수위이며, 이는 초기 흡입수위, 장래 예상되는 지반의 침하량, 배수유출특성, 배수로 저류능력 및 펌프의 운전관리 방식 등을 고려해서 결정하는 데, 일반적으로 홍수시용 펌프에서는 홍수시 초기흡입수위에서 0.5m 정도, 평상시용 펌프에서는 평상시 초기흡입수위에서 0.5m 정도 낮은 수위로 하는 것이 바람직하다.

④ 최고 흡입수위

배수지구내에서 기왕의 최고홍수위 등 배수펌프장 지점에서 예상되는 최고의 수위를 최고 흡입수위로 한다. 이 수위를 기준으로 도수로벽 높이나 펌프장 바닥의 표고 결정 등 홍수시의 침수대책을 검토한다.

(2) 배출수위

배출펌프 설계에 따른 배출수위는 하천, 호소, 바다의 외수위에 배수장의 배출수조까지의 손실수두를 더한 배출수조내의 수위로 하고, 홍수시와 평상시로 구분해서 다음과 같이 결정한다.

① 홍수시 계획배출수위

홍수시의 계획 배출수위는 외수위 곡선을 기초로 해서 설정한다. 외수위 곡선은 외수의 상황에 따라 다음과 같이 된다.

가. 대하천 등에 배수구를 설치하는 경우

배수계획 대상지구의 유역면적에 비해서 훨씬 큰 유역을 갖는 하천이나 호소에 배수구

를 설치하는 경우는 대유역의 유출해석을 지구내의 유출해석과 함께 하기는 어려우므로 일반적으로는 지구내 강우와 외수위의 상관특성을 이용해서 계획기준 강우에 대한 외수위 곡선을 추정한다. 이 때에는 외수위의 피크치와 그 피크의 지체시간, 외수위의 상승 및 저하특성 등을 고려해야 한다.

나. 소하천 등에 배수구를 설치하는 경우

계획대상지구의 유역면적에 비해서 그다지 크지 않은 유역면적의 소하천이나 호소에 배수구를 설치하는 경우는, 배수본천 등의 유량 및 수위는 계획지구로 부터의 배수량에 의해 큰 영향을 받기 때문에 계획기준 강우를 대상으로 배수본천 등의 유출해석을 해서 외수위 곡선을 구한다. 또 필요에 따라 홍수추적 계산을 해서 계획지구로 부터의 배수량의 영향을 검토하고 경우에 따라서는 배수본천 등의 개선을 동시에 시행하여야 할 경우도 있다.

다. 바다에 배수구를 설치하는 경우

외수위 곡선은 배수(갑)문에 의한 자연배수를 주로 하고 펌프배수를 병용하는 경우는 일반적으로 소조시의 평균조위곡선을, 펌프배수가 주인 경우는 일반적으로 대조시의 평균조위곡선을 기준조위곡선으로 잡고, 여기에 배수구의 바닥높이에 따라 수정을 하고 또 태풍 등의 계획기준강우시에 예상되는 기압저하 및 바람에 의한 수면의 밀림높이 등의 조위편차를 더한 것으로 한다.

② 평상시 계획배출수위

평상시의 계획배출수위는 하천 및 호소에 배수구를 설치하는 경우에는 평수위로, 바다에 배수구를 설치하는 경우에는 평균조위로 하고, 여기에 배수장까지의 손실수두를 더 한 수위로 한다.

③ 홍수시 최고배출수위

하천 또는 호소에 배수구를 설치하는 경우에는 계획고수위로, 바다에 배수구를 설치하는 경우에는 설계고조위에 배수장의 배출수조까지의 손실수두를 더한 수위로 하고, 이와 같은 이상홍수 또는 고조시에 있어서도 홍수시용 배수 펌프는 운전이 가능해야 한다.

그리고, 소하천이나 하구근처에 배수구를 설치하는 경우에는 가)의 소하천등에서 배수구를 설치하는 경우에 준해서 검토하고 계획고수위 또는 설계 고조위를 기준으로 홍수추적 계산 및 부등류, 부정류 계산등을 하고 배수구에서의 최고배출수위를 구한다.

④ 평상시 최고배출수위

평상시용 배수펌프의 운전 상한목표 수위로서 하천 또는 호소는 풍수위, 바다는 대조평균고조위를 기준으로 배출수조까지의 손실수두를 더한 수위로 한다.

⑤ 최저배출수위

일반적으로 배출수조에 접속하는 수로의 바닥 높이로 하지만, 외수조건에 따라 예상되는 최저수위가 이것보다 높은 경우에는 최저외수위로 한다. 이 수위는 배출관 출구의 표고 결정의 기준이 된다.

⑥ 배출수위와 흡입수위와의 차로부터 실양정이 결정되나 배수펌프는 일반적으로 실양정의 변동폭이 크며, 특히 홍수시용 펌프의 실양정은 내외수위의 변동에 따라 변화하고 펌프배

출량도 양정에 따라 크게 변화하므로 홍수시용 펌프와 평상시용 펌프를 구분하여 다음과 같이 설정한다.

가. 홍수시 배수펌프

(가) 계획최고 실양정 = 계획배출수위의 첨두수위(하천인 경우 하천등급별 계획홍수위) - 홍수시 초기흡입수위

(나) 설계점 실양정 = 계획최고 실양정×0.80

(다) 최고 실양정 = 하천등급별 계획홍수위(이상홍수위 포함)

(라) 최저흡입수위

나. 평상시 배수펌프

(가) 설계점 실양정 = 하천의 평상시 계획배출수위 - 평상시 초기흡입수위

(나) 최고 실양정 = 하천의 평상시 최고배출수위 - 최저 흡입수위

평상시용 배수펌프를 홍수시용 펌프로 겸용하는 경우에는 가)항의 홍수시 배수펌프의 실양정에 대하여도 검토하여야 한다.

4.4.5 펌프의 선정

(1) 펌프의 선정은 입지조건, 계획배수량 및 양정 등을 고려하여 가장 적당한 것을 선정하여야 한다. 일반적으로 배수 펌프는 저양정 대용량인 사류펌프와 축류펌프가 주로 사용된다. 펌프의 설치방향은 현장 상황에 따라 횡축 또는 입축으로 설치하며, 이상홍수에 대한 안정성이 요구되는 경우에는 수중펌프를 설치한다.

(2) 펌프의 대수는 고장 등을 고려하여 두 대 이상으로 하는 것이 좋다. 펌프의 조합은 배수구역의 지형, 펌프배수량의 변동, 경제성 등을 검토하여 평상시와 홍수시를 구분하여 가장 유리하도록 결정한다.

(3) 펌프의 조합은 발생 홍수량의 규모에 따라 펌프운전 효율을 높이고 불시의 고장 등을 고려하여 가장 유리하게 되도록 결정한다.

(4) 기설 배수장 보강시 침수시에도 배수기능을 유지할 수 있는 펌프형식으로 검토·적용하여야 한다.

4.4.6 펌프의 설치높이와 회전수 관계

펌프의 설치높이와 회전수는 흡입고와 펌프운전범위를 감안하여 공동현상을 일으키지 않도록 정해야 한다. 또한 침수로 인하여 배수에 지장을 가져오지 않도록 내수위도 함께 고려하여 결정한다. 기계실, 배전반실, 변전실 등의 표고는 침수가 되지 않도록 계획하여야 한다.

(1) 기계실 표고

계획내수위에 어느 정도의 여유를 가산한 수위에 대해 안전하도록 바닥을 높이거나 건물자체를 수밀하게 하여야한다. 기계실은 배수장 불가동시 기왕최대 강우량에 의한 내수위와 50년 빈도 강우량에 의한 내수위를 비교하여 높은 수위에 여유고 30cm를 가산한 높이를 기준으로 하되 펌프의 흡입양정 범위 내에서 결정해야 한다.

(2) 배전반실, 변전실 표고

배전반실과 변전소는 침수되면 시설전체를 교체해야 하므로 어떤 경우라도 전기시설이 침수가 되지 않도록 계획 제방고 이상으로 하되 하천등급별 계획홍수위 이상으로 하여야 한다.

(3) 펌프의 바닥면 위치는 공동현상(cavitation)을 방지하기 위하여 낮을수록 좋다고 하나 배수펌프장이 홍수에 침수되거나 배수불능에 빠져서는 안 된다. 기왕 최대의 강우가 발생하여 흡입수위가 상승하더라도 침수되지 않도록 최고 내수위에 여유고를 감안하여 기계실 바닥표고를 결정한다.

4.4.7 원동기

원동기는 입지조건 및 펌프의 운전상황에 따라서 선정하는데 소요출력은 양정 및 계획배수량에 의해서 결정한다.

4.4.8 흡입수조와 흡입관

흡입수조와 흡입관의 구조, 형상, 크기는 흡입부에서 와류가 생기지 않고 흡입관에 공기가 들어가지 않도록 하여 안정된 수위와 원활한 흐름을 확보하여야 한다. 흡입관 끝은 나팔모양으로 하고 와류의 발생을 방지하기 위하여 정류벽을 설치할 수 있다.

4.4.9 배출수조와 배출관

배출수조는 배출관으로부터 방출되는 수류가 감쇠되도록 하며, 배출측 수로로 수류가 원활히 배출될 수 있도록 한다.

(1) 펌프시설과 배수통문, 통관 사이에는 압력조절용 수조를 겸한 배출수조를 설치하여 정수압 상태에서 배출하도록 한다. 단, 통문, 통관이 횡단하는 하안 또는 제방의 구조에 지장을 줄 염려가 없을 때에는 예외로 한다.

(2) 제방에 구조물을 설치하는 경우에는 제방의 유지관리상 제방 정규단면을 손상시키는 구조물을 설치하는 것은 바람직하지 않지만 부득이 배수문 등의 구조물을 제방에 설치할 경우에는 제방의 구조적 안정성이 확보될 수 있도록 충분한 대책을 강구해야 한다.

(3) 배수펌프장에 통문, 통관이 있을 경우에는 배출수조를 설치하는 것을 원칙으로 한다. 또한 배출수조의 설치는 펌프의 진동에 의한 제방이나 통관에 미치는 영향의 완화 및 배출수를 정수압의 상태로 필요한 수두를 가지고 제외로 배수하는 것 등이기 때문에 이들의 지장이나 영향을 무시할 수 있을 경우에는 반드시 설치할 필요는 없다.

(4) 하천부지 내에 배수시설물을 설치하기 위해서 하천관리청의 하천점용허가를 받아야 한다.

(5) 배출수조의 형상은 수리적 조건과 펌프의 배치, 대수 및 배출측 수로(또는 하천의 제방 높이) 등으로부터 결정한다.

(6) 하천에 직접 배출하는 수조의 상단 높이는 하천설계기준 또는 하천공사 표준시방서 및 하천점용허가 사무처리 규정에 따라야 하는 데 그 요지는 다음과 같다.

① 하천계획이 확정되어 있는 경우에는 계획 제방고보다 높게 한다.

② 계획 제방고가 현 제방고 보다 낮은 경우

③ 하천관리, 설계 또는 시공상 지장이 없을 것으로 예상되는 경우에는 계획제방고와 동일한 높이로 한다

④ 지장이 예상되는 경우에는 현재의 제방고와 같게 한다. 그리고 하천 제방에 설치되는 통문과 통관은 하천에 관한 허가 사무처리 규정에 따라야 한다.

(7) 배출수조는 펌프에 의하여 배수된 물을 일단 자유수면이 있는 수조를 통해 정수압을 이용하여 제방 밖으로 배수하고, 펌프가 비상 정지되거나 급격히 시동될 경우의 수격작동(관내의 압력의 급상승, 급강하)을 흡수하여 배수통문과 통관을 보호하도록 하여야 한다.

(8) 배출수조와 상단높이는 펌프를 동시에 작동할 때의 최고 상승수위에 대하여 안전한 높이가 되도록 하고 펌프의 급격한 가동시 물의 진동현상, 이상홍수 등과 관련하여 배수통문과 통관이 횡단하는 제방(계획제방) 높이 이상으로 하여야 한다.

(9) 배출수조내 플러그 밸브를 설치하는 경우는 밸브의 반입과 설치가 용이하도록 하여야 하며, 각개 플러그 밸브마다 힌지와 점검용 사다리 시설을 하여야 한다.

4.4.10 스크린과 제진기

농촌지역의 복합영농증가, 도시화, 산업화에 따른 비닐, 수초, 생활 및 산업폐기물, 쓰레기 등 협잡물 유입으로 인해 스크린 파손, 펌프고장 및 가동장애가 발생하지 않도록 배수장으로 유입되는 협잡물 제거를 위한 대책(스크린 및 제진기 설치 등)을 마련하여야 한다. 단, 협잡물의 종류, 유입정도, 경제성 등을 고려하며, 인력에 의한 제거가 가능할 경우에는 스크린만 설치할 수 있다.

(1) 스크린의 유효간격은 협잡물의 질이나 양에 따라 20～100 mm의 범위에서 결정한다. 스크린의 표준 유효간격은 펌프구경이 3,000mm 미만인 경우에는 펌프구경의 1/10～1/30을 표준으로 하고, 3,000mm 이상인 경우에는 펌프구경의 1/35～1/40을 표준으로 한다.

(2) 스크린의 경사각도는 기계식 제진방식인 경우 70°전후로 하고 수동식 제진방식인 경우 45～60°전후로 한다. 배수장에서 스크린 전면 수로내의 평균유속은 계획유량 하, 펌프운전 가능 최저수위의 경우에는 0.5 m/s 이하, 최대배출량의 경우에도 1.0 m/s 이하로 한다. 스크린은 협잡물의 충돌, 수위차에 의한 수압 등에 견딜 수 있는 구조이어야 한다.

4.4.11 유수지

유수지는 일반적으로 배수장에 유입되는 첨두홍수량을 감소시키고 배수로의 통수능력과 펌프용량 사이의 불균형을 완화시키기 위하여 배수로 말단 및 배수장 내측에 설치하며, 그 크기는 배수로의 통수능력, 펌프용량 등에 의해 결정된다. 특히 농지배수를 위한 유수지는 배수로로부터 펌핑에 필요한 홍수유입이 충분하지 않아 배수장 가동이 단속(斷續)되는 것을 방지하기 위해 필요하다.

4.4.12 침사지

유수 속에 토사가 많이 함유된 곳에서는 펌프보호를 위하여 침사지를 설치해야 한다. 침사지 내에서의 평균유속은 0.15～0.30m/s이고, 체류시간은 30～60초를 표준으로 한다. 침사지 설계에

대한 자세한 내용은 “하수도 시설기준 (한국상하수도협회, 2011)”및“농업생산기반정비사업계획설계기준 취입보편(농림부, 1996)”을 참고한다.

4.4.13 인수로

인수로는 침수지역으로부터 배수펌프장까지 홍수량을 유도하는 배수로로서 계획수위 이하에서도 배수펌프를 가동하여 최대한의 초기배제를 도모하며, 수초와 매몰에 의하여 수로단면이 축소될 것을 감안하여 계획유량은 통상 배수펌프량의 1.5배 이상으로 하며, 구조 등은 배수로와 같다.

4.4.14 하천제방 횡단구조물(토출암거) 설치

토공으로 된 하천제방을 횡단하여 설치되는 배수장 토출암거는 하천수위 상승시 안정성 확보를 위하여 제체의 누수방지 대책, 토출암거 주변 및 토출암거 내부에 대한 누수방지와 기초지반을 통한 누수 및 침하 등의 발생을 방지하기 위한 대책을 수립하여야 한다.

4.4.15 배수장 비상전원 확보

기상이변에 따른 집중호우 및 낙뢰시에도 배수장의 안정적인 가동을 위하여 비상전원을 확보해야 한다.

(1) 이중 인입선로

한전 전원의 인입선로를 이중으로 구성하는 것으로 가장 안정적이고 편리한 데, 여기에는 별도의 수전설비(ALTS반 등)를 갖추기 위한 공간이 필요하다. 수전설비는 상시전원과는 별도로 비상전원을 수전받기 위한 설비로서 비상전원을 확보해야 하는 펌프장의 위치와 전력회사 변전소의 계통, 비상부하의 용량 등을 감안하여 선택할 수 있으나 객관적으로 비상전원의 공급 신뢰성이 확보되어야 한다. 수전설비에는 고압 수전설비, 저압 수전설비 등이 있다.

(2) 자체 비상용 발전기

자체 비상용 발전기에는 디젤엔진, 가스터빈 엔진 등이 있다. 가스터빈 엔진은 디젤엔진에 비해 열효율이 떨어지고 가격이 비싼 단점을 가지고 있으나, 소음이 작고, 냉각수가 필요 없으며, 회전속도가 균일해서 발전되는 전기의 품질과 신뢰성이 높은 장점을 가지고 있다.

① 발전기 설치에 요하는 면적은 대략 1.7P/m2 (P는 원동기의 마력수)로 계산하는데 이에 충분한 면적이 확보되어야 한다.

② 실내 (지하실 등)에 설치할 때는 유지 보수용 크레인 등을 설치할 수 있도록 5m 정도는 돼야 한다.

③ 내연기관을 설치하는 경우에는 운전에 필요한 연료를 저장하기 위한 적절한 용량의 연료저장탱크를 설치해야 한다.

4.4.16 배수장 낙뢰보호시스템

낙뢰시에도 배수장의 안정적인 가동을 위하여 피뢰침, 등전위 본딩, 서지보호장치(Surge Protective Device : SPD) 등의 낙뢰보호시스템이 설치되어야 한다.

4.4.17 배수장 대피시설 및 장비

배수장 가동 중 갑작스런 수위상승에 대비하여 운전원들의 안전한 대피를 위한 시설과 장비를 확보하여야 한다.

4.5 매립복토

4.5.1 개요

배수개선사업에서 내·외수위 차를 고려하여 경지의 표고가 너무 낮거나 제반 사회적인 여건으로 인하여 배수시설물을 확장, 정비 또는 추가할 수 없을 때와 배수시설물의 계획이 너무 과다하다고 판단될 때에는 매립(복토)를 계획해야한다.

4.5.2 펌프배수량과 매립량의 관계

(1) 배수개선사업에서 펌프배제량과 매립량(면적)은 반비례 관계이다.
(2) 배수개선사업에서 기준 논바닥높이에 따른 펌프배제량과 매립량곡선을 한 그래프에 그리고 관계를 살펴보고 되도록이면 두 곡선의 교차점에서 펌프배제량과 매립량을 결정한다.

4.5.3 매립량 결정방법

(1) 매립은 주로 시행전 침수분석에서 침수시간이 허용기준치 이상이면서 그 시간이 1～4시간 정도인 경우 매립으로서 자연배제를 유도할 수 있고, 그 이상이라도 매립으로 펌프배제량의 규모를 줄일 수 있다.
(2) 매립량 곡선과 펌프 배제량의 교차점에서 매립량 및 펌프배제량을 결정하나 사업비 및 기타 지형적, 사회적 여건에 따라 합리적으로 그 양을 가감할 수 있다.
(3) 매립면적은 통상적으로 수혜면적의 10% 정도 이내로 하며, 그 이상의 값이 나오면 과다한 것으로 판단할 수 있다.
(4) 매립두께가 0.3m 이상이 되면 용수계통에 문제가 없는가를 검토하고 이상이 없을시 매립을 할 수 있고, 배수시설물을 신설, 확장, 정비하는 것보다 용수로 표고를 상향조정하는 것이 합리적이라고 판단될 경우 그렇게 할 수 있으나 되도록 지양한다.

4.6 하구개량

4.6.1 하구개량의 기본

하구개량은 하천의 배수개량을 목적으로 시행하는 하구처리이며, 하천이 배수로로서의 기능을 충분히 발휘하도록 하거나 또는 개량을 위하여 시행하는 하구처리시설이 그 대상이 된다.

4.6.2 하구개량과 배수계획

하구개량에 따른 배수계획은 일반 배수 계획과 같은 요령으로 배수구역, 배수량, 허용담수, 배수

방법 등을 수립하여 시행한다.

4.6.3 하구폐쇄

하구개량을 위하여 하구폐쇄에 작용하는 기상, 해상(해안의 파, 파압, 파력, 조위, 조류, 하구류, 표사, 소류력, 소류사, 비사 등) 등 하구폐쇄에 영향을 미치는 제(諸) 해안현상의 파악, 검토가 필요하며, 장기적인 조사·연구가 필요하다.

4.6.4 하구처리의 기본조사

하구처리를 위한 기본조사는 각 하구의 특성을 고려하여 그에 알맞게 수행한다.

4.6.5 하구처리계획

하구처리를 위한 공법으로는 암거공법, 개거 공법, 하구호안 공법, 도류제 공법, 방사 공법, 기타 공법이 있으며, 현지 조건을 충분히 조사·검토하여 기술적, 경제적으로 가장 합리적인 처리방법을 계획한다.

집필위원	분야	성명	소속	직급
	관개배수	김선주	한국농공학회	교수
	농업환경	박종화	한국농공학회	교수
	토질공학	유 찬	한국농공학회	교수
	구조재료	박찬기	한국농공학회	교수
	수자원정보	권형중	한국농공학회	책임연구원

자문위원	분야	성명	소속
	농촌계획	손재권	전북대학교
	수자원공학	윤광식	전남대학교
	지역계획	김기성	강원대학교
	수자원공학	노재경	충남대학교
	농지공학	최경숙	경북대학교
	관개배수	최진용	서울대학교

건설기준위원회	분야	성명	소속
	총괄	한준희	농림축산식품부
	농업용댐	오수훈	한국농어촌공사
	농지관개	박재수	농림축산식품부
	농지배수	송창섭	충북대학교
	용배수로	정민철	한국농어촌공사
	농도	조재홍	한국농어촌공사 본사
	개간	백원진	전남대학교
	농지관개	이현우	경북대학교
	농지배수	남상운	충남대학교
	취입보	김선주	건국대학교
	양배수장	정상옥	경북대학교
	경지정리	유 찬	경상대학교
	농업용관수로	박태선	한국농어촌공사 본사
	농업용댐	손재권	전북대학교
	농지배수	김정호	다산컨설턴트
	농지보전	박종화	충북대학교
	농업용댐	김성준	건국대학교
	해면간척	박찬기	공주대학교
	농업수질및환경	이희억	한국농어촌공사 본사
	취입보	박진현	한국농어촌공사 본사

중앙건설기술심의위원회	성명	소속
	이태옥	평화엔지니어링
	성배경	건설교통신기술협회
	김영환	한국시설안전공단
	김영근	건화
	조의섭	동부엔지니어링
	김영숙	국민대학교
	이상덕	아주대학교

농림축산식품부	성명	소속	직책
	한준희	농업기반과	과장
	박재수	농업기반과	서기관

설계기준
KDS 67 45 30 : 2018

농지배수 지표배수 시설계획

2018년 04월 24일 발행

농림축산식품부

관련단체 한국농어촌공사
58217 전라남도 나주시 그린로 20(빛가람동 358) 한국농어촌공사
☎ 061-338-5114 E-mail : webmaster@ekr.or.kr
http://www.ekr.or.kr

(작성기관) 한국농공학회
06130 서울시 강남구 테헤란로 7길 22(역삼동 365-4) 과학기술회관 본관 205호
☎ 02-562-3627 E-mail : j6348h@hanmail.net
http://www.ksae.re.kr

국가건설기준센터
10223 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283(대화동)
☎ 031-910-0444 E-mail : kcsc@kict.re.kr
http://www.kcsc.re.kr

※ 이 책의 내용을 무단전재하거나 복제할 경우 저작권법의 규제를 받게 됩니다.

KDS 67 45 40 : 2018

농지배수 지하배수계획

2018년 04월 24일 제정
http://www.kcsc.re.kr

농림축산식품부



건설기준 코드 제·개정에 따른 경과 조치

이 코드는 발간 시점부터 이미 시행 중에 있는 설계용역이나 건설공사에 대하여 발주기관의 장이 필요하다고 인정하는 경우 종전에 적용하고 있는 기준을 그대로 사용할 수 있습니다.

건설기준 코드 제·개정 연혁

- 이 기준은 KDS 67 45 40 : 2018 으로 2018년 04월에 제정하였다.
- 이 기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 건설기준 간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.
- 이 기준의 제·개정 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요사항	제·개정 (년. 월)
농지개량사업 계획설계기준 배수편	• 농지개량사업 계획설계기준 배수편 제정	제정 (1970. 12)
농지개량사업 계획설계기준 배수편	• 농지개량사업 계획설계기준 배수편 개정	개정 (1983. 12)
농업생산기반정비사업 계획설계기준 배수편	• 농업생산기반정비사업 계획설계기준 배수편 개정	개정 (2001. 12)
농업생산기반정비사업 계획설계기준 배수편	• 농업생산기반정비사업 계획설계기준 배수편 개정 • 전문용어를 통일하고, 오자 및 문맥상의 오류 등 수정하고, 관련 법령을 현행 법령체계와 일치 • 이상 기후로 인한 국지성 호우에 대응할 수 있도록 설계강우량 결정방법 강화 • 논밭 혼용지대에서의 배수대책 내용 추가 • 배수장의 양정결정시 계획외수위를 하천등급별 계획기준홍수위로 수정 • 유수지 설계기준 및 하천제방 횡단구조물 설치에 대한 기준 내용 추가 • 배수장 제진기, 비상전원 확보, 펌프형식, 대피시설, 제어시스템에 대한 기준 추가	개정 (2012. 12)
KDS 67 45 40 : 2018	• 국토교통부 고시 제2013-640호의 “건설공사기준 코드체계” 전환에 따른 건설기준을 코드로 정비 • 건설기술진흥법 제44조 및 제44조의 2에 의거하여 중앙건설심의위원회 심의· 의결	제정 (2018. 04)

제 정 : 2018년 04월 24일 **개 정 : 년 월 일**

심 의 : 중앙건설기술심의위원회 **자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회**

소관부서 : 농림축산식품부 농업기반과

관련단체(작성기관) : 한국농어촌공사(한국농공학회)

목 차

1. 일반사항 ····· 1
1.1 목적 ····· 1
1.2 적용 범위 ····· 1
1.3 참고 기준 ····· 1
1.4 용어의 정의 ····· 1
1.5 기호의 정의 ····· 1
1.6 시설물의 구성 ····· 1
1.7 해석과 설계원칙 ····· 1
1.8 설계 고려사항 ····· 1
1.9 신규기술적용 ····· 1
1.10 구조설계도서 ····· 1
2. 조사 및 계획 ····· 2
2.1 조사 및 계획 일반 ····· 2
2.2 조사 ····· 2
2.3 계획 ····· 2
3. 재료 ····· 2
3.1 재료 일반 ····· 2
3.2 재료 특성 ····· 2
3.3 품질 및 성능시험 ····· 2
4. 설계 ····· 2
4.1 암거의 종류 ····· 2
4.2 계획의 구상 ····· 3
4.3 암거의 계획기준치 ····· 3
4.4 암거배수 조직의 기본구성 ····· 5
4.5 토양조건에 따른 암거배수조직 계획 ····· 9

농지배수 지하배수계획

1. 일반사항

1.1 목적

· 내용 없음

1.2 적용 범위

· 내용 없음

1.3 참고 기준

· 내용 없음

1.4 용어의 정의

· 내용 없음

1.5 기호의 정의

· 내용 없음

1.6 시설물의 구성

· 내용 없음

1.7 해석과 설계원칙

· 내용 없음

1.8 설계 고려사항

· 내용 없음

1.9 신규기술적용

· 내용 없음

1.10 구조설계도서

· 내용 없음

2. 조사 및 계획

2.1 조사 및 계획 일반

· 내용 없음

2.2 조사

· 내용 없음

2.3 계획

· 내용 없음

3. 재료

3.1 재료 일반

· 내용 없음

3.2 재료 특성

· 내용 없음

3.3 품질 및 성능시험

· 내용 없음

4. 설계

4.1 암거의 종류

일반적으로 암거의 종류는 기능에 따라서, 또는 사용하는 재료에 따라서 구분한다.
암거의 종류는 그 기능에 따라서 흡수거, 집수거, 승수거, 보조암거로 구분하며, 재료에 따라서는 토관, 도관, 콘크리트관, PVC 유공주름관 등의 유재료암거와 지하배수의 기능을 촉진시키기 위한 두더지암거, 횡단암거 등의 무재료 암거로 구분한다.

4.2 계획의 구상

4.2.1 지구배수와의 관계

(1) 지하배수계획을 세울 때는 지구의 지표배수계획과의 관련을 검토하여 지하배수의 배수기능이 손상되지 않도록 지구내 배수로의 통수능, 배수위 제어기능, 배수관리 조직이 목적대로 인가 아닌가 등을 검토해야 한다.

(2) 그 배수기능이 충분히 발휘되지 못한 경우는 지표배수시설의 정비를 고려한다. 또한, 암거의 배수구 높이는 수리계산에 의해 가정한 배수로의 계획 수위로부터 적어도 5~20cm 이상 높게 한다.

4.2.2 경지조건과의 관계

계획을 수립할 때는 그 대상이 되는 경지의 이용형태 및 환경조건(토지, 지형, 외수, 기상 등)을 충분히 고려하여야 한다.

4.2.3 용수와의 관계

계획을 세울 때는 용수원이 우선 확보되어야 하며, 지하배수를 할 경우 용수량이 증가하는 것에 대해서도 충분한 검토를 하여야 한다.

4.2.4 지표배수조직과의 관계

암거배치를 계획할때는 흡수거와 간선배수로, 또는 지선배수로와의 연락수로를 명거방법(배수지거), 암거방법(집수거) 및 이들의 조합방식 중 어느 것이 적당한가를 비교ㆍ검토하여 가장 합리적인 방법을 채택한다.

4.2.5 농지범용화의 관계

농지배수에 대한 계획을 수립할 때는 논의 높은 생산성을 활용한 생산확대, 논을 밭으로 이용함으로써 필요에 따라 다양한 농산물을 생산할 수 있는 전천후 영농체제를 위한 논의 범용화에 대하여 충분히 검토하여야 한다.

4.3 암거의 계획기준치

4.3.1 계획 암거배수량

(1) 계획 암거배수량은 경지구획의 평탄정도, 넓고 좁음, 토양의 투수성, 토지이용 형태 등에 따라서 10～30mm/day로 정한다.

(2) 계획 암거배수량은 계획암거배수량에 대한 접근방법, 암거배수량의 필요성, 지표잔류수가 있는 경우의 계획 암거배수량, 지표잔류수가 없는 경우의 암거배수량을 구분하여 산정하여야 한다.

4.3.2 계획 암거배수량의 산정

(1) 지표잔류수를 대상으로 계획암거 배수량을 산정하는 경우 범용농지에서는 밭작물을 대상으로 하기 때문에 지표수가 포장 내에 정체하는 것은 습해의 큰 원인이 되므로 이것을 허용시간 내에 신속히 배제하는 방법을 채택하여야 한다.

① 지표잔류수를 대상으로 하는 경우

논의 지표 잔류수 배제에 필요한 허용일수는 기존의 시험자료와 경험에서 종합하면 1～2일 정도라고 할 수 있다. 또, 밭작물의 경우에는 침수시간이 최소화되도록 신속히 배제하여야 한다.

따라서, 지표잔류수가 있는 경우의 계획암거배수량은 벼 재배의 경우 기계의 도입이나 적당한 물 관리를 위해서 논바닥의 물 배제는 1～2일 이내에 가능하도록 해야한다. 강우량에 비하여 투수성이 충분히 큰 토양으로서 지표잔류수가 없는 경우의 암거배수량은 지표잔류 허용시간을 단축시키기 위해서 암거 조직용량을 크게 만들어도 비경제적이므로 계획배수량은 30mm/day 정도가 알맞다.

<표 4.3-1> 논 지표잔류수의 허용일수

기 별	기별의 구분	허용일수
관 개 기	제초기 · 액비시용 시	1 ~ 2일 이내
	담수 직파의 아간(牙干) 시	1일 이내
	중간 시	2 ~ 3일 이내
	관개종료 시	3 ~ 5일 이내
비 관 개 기 (강우시 배제)	경기(耕起) · 땅고르기 작업기	1 ~ 3일 이내
	건답직파 파종작업기	1 ~ 2일 이내
	건답직파 발아기	1 ~ 2일 이내
	수확작업기	1 ~ 2일 이내
	이작기(裏作期)	2 ~ 3일 이내
	추경작업기	3 ~ 5일 이내

주) 대형기계화영농에 적합한 포장 형태 기준

지표잔류량은 구획정리 후에 측정한 각 포장 평면도의 시공관리 자료에서 실측 또는 계산하면 20 ~ 30mm의 범위의 것이 많다. 또 이미 시공되어 양호한 결과를 얻고 있는 암거의 피크(Peak) 배수량은 30mm 전후의 것이 많이 제시되고 있다.

② 토양 중력수를 대상으로 하는 경우

지표 잔류수가 제거된 후에 강우에 대한 토양 중력수를 관개기 N_1일, 비관개기 N_2일로 배제하는 판단법은 식(4.3-1)에 의해 구해진다.

$$q = \frac{R \times P \times 10^4 \times 10^3}{N \times 10^3 \times 84{,}400} - 0.1157\, R \times P/N \qquad (4.3\text{-}1)$$

여기서, q : 단위암거배수량(l /s/ha)
R : 유효토층 두께(mm)
N : 배제일수(day)
P : 유효간극률(Drainable porosity)

(2) 지표잔류수가 없는 경우 또는 지료잔류수를 배제한 후에는 토양중력수를 허용시간 내에 계획 지하수위까지 저하시킬 수 있는 양이어야 한다.

4.3.3 계획 지하수위 및 지하수위 저하속도

경지정리 목표의 기본적인 지표가 되는 계획지하수위 및 그 저하속도는 지구의 토지이용형태, 도입작물의 종류 등을 고려하여 결정하여야 한다.

4.4 암거배수 조직의 기본구성

4.4.1 암거배수조직 계획의 기준

암거 배수조직계획의 기준은 암거배수의 조직계획에 관한 기본적인 사항을 정하는 것이며 농지의 경사나 토양형에 관계없이 모든 지구에 대해 적용되는 것이다.

4.4.2 암거배수조직 계획

(1) 암거배수의 조직계획은 지형조건에 따라서 평탄지와 경사지로 구분하고 또한 토양조건에 따라서, 사질 토양, 양토질 토양, 난투수성 토양 및 이탄 토양, 간척지 토양으로 구분해서 배수조직계획을 수립한다.

① 사질 토양
지표아래 1m까지의 토층으로 투수계수가 대략 1×10-3cm/s 이상이고, 배수개선에 따른 토양의 특성변화가 뚜렷하지 않은 토양

② 양토질 토양
지표아래 1m까지의 토층으로 투수계수가 대략 1×10-5cm/s 이상, 1×10-3cm/s미만으로 보통의 투수성을 가진 토양

③ 난투수성 토양
지표아래 1m까지의 토층으로 투수계수가 대략 1×10-5cm/s 미만으로 일반적인 암거배수조직 만으로는 충분한 배수효과를 기대할 수 없는 토양

④ 이탄 토양(peat soil)
이탄층이 두껍고 배수개량에 따라 경지면의 침하나 시설물이 부등침하 할 염려가 있는 토양

⑤ 경사지 논
평균지형경사가 1/50 이상이고 지구내로부터 침투수가 많아서 특수한 암거배수처리를 필요로 하는 논

⑥ 간척지 토양

회색층 점토가 항시 팽윤상태에 있으며, 흡습도(吸濕度)가 높은 2가 철(Fe+2)이 다량으로 함유되어 투수계수가 1×10-5cm/s 미만으로 극히 낮은 토양

(2) 본 항에서 제시하는 기준은 모든 지구에 공통적으로 적용되나, 이 기준이 설계자의 경험에 따른 판단을 구속해서 계획을 획일적으로 제한하려는 것이 아니고, 계획의 원칙적인 고찰방법과 추진방향을 제시하는 것이다.

(3) 따라서, 설계자는 이 원칙의 방향에 따르면서 경험에 의한 정확한 판단을 내려서 타당한 계획을 수립하여야 한다.

4.4.3 암거배수 기본조직의 선택

암거배수조직은 배제되는 물이 암거배수조직을 통하여 용이하게 지선배수로, 간선배수로에 도수되도록 하여야 한다.

4.4.4 암거배수조직의 구성

암거배수조직은 일반적으로 흡수거, 집수거, 수갑, 배수구로 구성된다. 이 밖에 필요에 따라 흡수거 상류단에 청소구(입상관)와 통기구, 집수거가 관로인 경우에는 유지관리나 청소 등을 위한 맨홀 등을 설치해야 한다.

4.4.5 암거배수조직의 배수방식

흡수거, 집수거, 수갑 및 맨홀, 배수구, 승수거 등의 시설로 구성되는 암거배수조직의 배수방식은 지역의 지형조건, 용•배수조건 및 토지이용의 상황 등에 따라서 집수거 배수방식 또는 직접배수방식으로 구분할 수 있다.

(1) 집수거 배수방식

지하수위 조절시설인 수갑 및 배수구 등의 배출시설을 설치하기 용이한 평탄지 포장에서 많이 사용되고 있다. 그러나, 통수저해가 나타났을 때 조직 전체의 기능이 현저히 저하하며 그 조사 범위가 넓어 곤란하다.

(2) 직접 배수방식

수갑 및 배수구 시설의 설치는 배수로의 수위에 직접 관계되어 선택의 범위가 한정된다. 그러나, 통수저해가 생긴 경우 그 조사 범위가 좁아 조사가 용이하다.

이 방식은 급경사 지대의 포장에서 자주 사용되고 있다.

4.4.6 흡수거의 구조 및 재료

(1) 흡수거는 흡수거와 여과재(Filter)나 소수재로 구성되며 석력, 목재, 대나무 및 왕겨 등을 사용하는 간이 암거와 재료를 사용치 않은 무재료 암거로 두더지 암거, 절단 암거 등도 있다.

(2) 흡수관은 필요한 통수단면적, 강도, 내구성 및 흡수성능을 가지고 있어야 한다.

(3) 여과재 및 소수재는 토양의 투수성 증진과 토사가 흡수관으로 유입하는 것을 방지하는 기능이 있고, 어느 정도의 내구성이 있어야 한다. 또한, 암거재료는 작물에 유해한 물질이나 수질

을 오염시키는 물질을 화학 합성하거나 용출해서는 안 된다.

4.4.7 흡수거의 매설깊이 및 간격

(1) 흡수거의 매설깊이는 『지표면에서 계획지하수위까지의 깊이 + 여유심』으로 하며, 일반적으로 흡수거의 상류단에서 0.6～1.0m, 하류단에서 0.8～1.2m로 한다. 다만, 주흡수거의 상단부 매설깊이를 최소한 0.6m 이상으로 해야 한다.

(2) 국내외 자료를 분석 정리한 결과 계획지하수위 및 암거배수 기준치는 다음 표와 같다.

<표 4.4-1> 암거배수 기준치

작 기 / 배 수 요 인	담 수 기 (수 도)	비 담 수 기 (답 리 작)
· 감 수 심	10 ~ 15mm/일	-
· 삼투속도	5 ~ 10mm/일	-
· 토양투수계수	10-5cm/s	10-4cm/s
· 지표잔류수 허용일수	물떼기후 3 ~ 5일	강우후 1 ~ 2일
· 강우후 5일째		
- 20cm층위 토양수분	-	pF 2.5
- 계획지하수위	-	지표하 50cm

(3) 흡수거의 여유심(α)은 배수로의 심도, 지하수위의 하강촉진과 배수개선에 따른 지반의 수축침하, 영농기계의 주행하중 및 동결 등에 대한 암거 보호를 위한 것으로 대략 (α) = 20～50cm로 하는 것이 타당하며, 여유심(α)을 크게 해야 할 조건으로는,

① 토양의 투수성이 커서 흡수거의 간격이 넓은 경우

② 간척지 주변의 육지부, 경사지 및 인접고지대 등에서 깊은 침투수의 차단이 필요한 경우

③ 배수개선에 의해서 토층의 수축이 예상될 경우

④ 심근성의 영년생 작물이 도입될 경우 등이다.

(4) 흡수거의 간격은 지형, 토양조건 및 토지이용형태 등에 따라서 결정한다.

4.4.8 집수거

(1) 집수거는 흡수거의 물을 지체없이 배제시키며 또한 배출수량을 조절(제어)하는 기능을 구비해야 한다.

(2) 이 경우에 집수거의 배치 및 기울기는 각 흡수거 하류단(집수거와의 합류점)을 합류시키는 것을 원칙으로 하나, 집수거의 기울기를 적정하게 확보하기 위해 흡수거의 하류단 높이를 낮추어 조절하는 경우도 있다.

4.4.9 승수거

(1) 계획지구 외부로부터의 유입수를 차단할 필요가 있는 경우, 지구주변에 승수거를 설치한다.

(2) 불투수층이 얕고 유입수 중에 지표수의 양이 많을 때는 승수거를 개수로로 하는 것이 좋다. 그

러나 불투수층이 깊어서 유입수의 대부분이 지하로 흐를 때는 암거로 하는 것이 좋다.

① 계획지구에 인접하여 높은 지대가 있거나 골짜기 사이의 경지와 같이 지구 주변이 고지일 경우 비탈면을 흘러내린 빗물은 지표수 또는 지하삼투수로 되어 평탄지를 과습하게 만든다.

이와 같은 경우에는 지구의 주변에 등고선과 평행하게 유입수 차단을 위한 승수거를 설치하여 유입수를 모아 배수로에 배제토록 하는 것이 효과적이다.

② 지구외로부터의 유입수가 불투수층이 얕은 지대를 흐를 때는 물이 지표면에 나타나게 되어 과습의 원인이 된다. 이런 곳은 개수로식 승수거를 지구 주변에 등고선과 평행하게 설치하는 것이 효과적이다.

유입수만을 차단 흡수하기 위해서 개수로 승수거를 설치하는 경우도 있지만, 경지정리계획의 일환으로 설치하는 경우에는 용수로, 승·배수로 또는 도로측구 등에 개수로식 승수거의 기능을 겸하게 하는 것이 경제적이다.

③ 불투수성 지층이 지표면보다 깊게 깔려 있을 경우에는 고지대에 인접한 지구의 상류측보다 오히려 낮은 하류지가 더 과습하게 된다.

이런 경우에는 암거 승수거를 지구내 과습지에 설치하되 등고선과 평행하게 설치하고 깊이는 피에조미터(Piezometer)에 의해 유입수의 경로를 조사한 후 결정하는 것이 타당하다.

암거 승수거로 하는 경우에는 흡수거의 통수단면과 피복단면을 크게 하는 것을 원칙으로 한다. 단면이 큰 흡수거가 없을 때는 작은 단면의 흡수거를 여러개 사용해도 된다.

이 경우에 계획지구의 하류측에 비닐막 등을 둘러싸서 차단벽을 설치하면 효과가 있다.

④ 암거 승수거는 직접 배수로에 연결시키는 것을 원칙으로 하며 집수거에 연결시키는 경우에는 집수거 단면이 충분한가를 검사해야 한다.

⑤ 승수거 암거의 단면은 D=300mm이상으로 한다.

4.4.10 수갑 및 맨홀

(1) 수갑은 주로 암거로부터의 배수량을 조절하는 장치이며, 밭의 암거에는 일반적으로 설치하지 않는다. 수갑의 설치위치는 지형, 관의 배치 및 기울기와 그밖에 토양조건, 토지이용의 형태 등에 따라서 결정한다.

(2) 맨홀은 수세의 감쇄(減殺), 침사 및 관로의 점검 등을 주목적으로 하고, 관의 합류점, 관의 기울기가 급변하는 장소 등에 설치한다. 또한 수갑과 같이 배수의 조절기능을 겸하게 하는 경우도 있다.

4.4.11 배수구

(1) 배수구는 배수로나 하천 등의 외수위에 의해서 암거의 유출에 지장을 주지 않는 위치에 설치하고 배출수에 의해서 배수구 자체 또는 배수로에 손상을 주지 않는 구조 및 형상으로 하여야 한다.

(2) 또한 홍수로 외수위가 상승시에 쓰레기 또는 이토의 유입이 예측되는 경우는 배수구에 역수방지변 등을 설치해서 이를 방지하여야 한다.

4.4.12 암거의 배치

(1) 흡수거의 배열방향, 수갑 등의 암거 배수시설의 배치는 배수를 더욱 신속하게 할 수 있도록 하고, 배수기능을 보다 장기간 유지할 수 있게 충분히 검토해서 결정한다.
(2) 논 또는 밭과 논으로 윤환되는 논의 암거배수조직은 암거배수의 조절을 쉽게 할 수 있도록 배치해야 한다.
(3) 평탄지에서 암거의 배열방향은 설치방향과 관계없이 흡수작용에 큰 영향은 없으나, 경사지에서는 암거의 배열방향에 따라서 흡수성능은 물론 공사비에도 상당한 영향을 미친다.

4.4.13 암거의 관경 및 기울기

(1) 흡수관의 관경은 계획배수량이 만류가 되지 않고 충분히 유하 할 수 있는 크기로 한다. 그러나 특별한 경우를 제외하고 최소관경은 50mm(A=19.6㎠)로 하며 경지정리답의 배미구 장변(100m인 경우)에 맞추어 흡수관 길이를 95m, 흡수관경을 50mm로 하면 충분하다.
(2) 흡수거의 기울기는 평탄지에서 인력매설시는 1/300～1/600, 기계매설시는 1/500～1/1,000로 하면 적당하다. 그런데 침하로 균일한 기울기의 유지가 곤란하므로 가급적 기울기가 급한 쪽이 바람직하다.
(3) 관내유속은 최대유속시에 0.3m/s이상～1.0m/s 범위에 있는 것이 바람직하다.

4.4.14 구획 암거배수계획

(1) 암거배수시설에 의해 입체적 물관리를 가능케 하자면, 지구내의 배수로수위를 필요에 따라 충분히 낮게 유지해야 한다. 그러나 평탄지에서 기설배수로의 수위가 높을 경우는 배수로 보완공사에 과다한 공사비가 소요되므로 비경제적이다.
(2) 또한 종전에는 평상시 자연배수가 충분했던 구획에서도 암거배수를 위해 별도의 펌프장을 신설하거나 기설펌프장의 양정을 높여야 할 필요가 있다.

4.5 토양조건에 따른 암거배수조직 계획

암거배수는 토양조건에 의하여 가장 크게 영향을 받는다. 다음 토양조건에 따라 기술하는 공식이나 설계기준은 일반적인 사항이며 토양의 특성에 맞게 설계하기 위해서는 오히려 인근개발지역의 설계자료, 유사지구의 시공사례나 설계자의 경험 등을 참고하거나, 이것들이 없는 경우는 사전에 소규모 시험포를 해당 지구내에 설치 운영하여 여기서 얻은 시험결과를 참고하여 최적의 방법을 선택하는 것이 바람직하다.

4.5.1 사질 토양지대

(1) 적용범위

사질 토양지대의 암거배수조직계획의 기준은 지표하 1.0m 까지의 평균투수계수가 대략 1×10-3cm/s 이상의 토양지대로서 암거배수를 해도 토양의 성질이 크게 변화하지 않는 지대

에 적용한다.

(2) 흡수거의 매설심 및 간격

흡수거의 매설심은 암거배수의 기본배수조직계획의 기준에 따라 상류단에서 0.6～1.0m 범위 내에서 정하고, 간격은 계획배수량 및 적정 지하수위를 만족하도록 검토하여 대략 20～35m 범위에서 정한다. 단 간척지 및 경사지는 이와 다르다.

4.5.2 양토질 토양지대

(1) 적용범위

양토질 토양의 암거배수조직계획은 지표면 1.0m 까지의 평균투수계수가 대략 1×10-5cm/s 이상 1×10-3cm/s 미만의 범위 내에 속하는 토양에 적용한다.

(2) 흡수거의 매설깊이 및 간격

흡수거의 매설깊이는 기본암거배수조직계획의 기준에 따라서 0.6m~1.0m의 범위내에서 정하고, 간격은 계획암거배수량 및 계획지하수위 하강속도를 다같이 만족하도록 결정해야 하며, 대략 10m~20m의 범위 내에서 정해진다. 그러나 경사지 논 등과 같이 특수조건의 지대에선 이에 구애될 필요가 없다.

4.5.3 난투수성 토양지대

(1) 적용범위

난투수성 토양지대의 암거배수조직계획은 지표면하 1.0m 까지의 평균투수계수가 대략 1×10-5cm/s 이하이고 일반적으로 이론 방정식에 의하여 계산된 암거 배수조직만으로는 충분한 배수효과를 기대할 수 없거나 혹은 배수효과의 지속성이 불량한 토양에 적용한다.

(2) 암거배수조직

난투수성 토양지대의 암거배수조직은 지표 잔류수 및 표토층의 배수를 신속히 하기 위해서 심도가 얕고(40cm～60cm) 간격이 좁은(2.0m~5.0m) 보조암거와 보조암거에 집수된 물의 배수와 지하수위 저하를 위하여 설치한 주암거를 결합시킨 복합암거 배수조직으로 한다.

주암거는 보조암거의 결합을 감안한 형상과 단면으로 하고, 또한 내구성이 있는 재료와 구조로 한다. 보조암거는 내구성이 다른 여러 가지 종류와 방법이 있으므로 토양조건에 따라서 적당한 것을 선정한다.

(3) 보조암거와 복합암거조직

중점질 토양처럼 토양의 투수성이 극히 낮고 물길이 되는 토양균열의 형성이 흡수거까지 도달하기 어려운 경우는 지표 잔류수의 신속한 배제를 기대할 수 없으며, 또한 일반적으로 초기에 주암거까지 충분한 배수가능 공극의 형성이 어려운 경우가 많다.

따라서, 이런 토양에서는 보조역할을 하는 두더지암거, 심토파쇄, 두꺼운 소수재충전 등을 시행하여 인위적으로 물길을 조성하여 줌으로써 흡수거의 기능이 충분히 발휘될 수 있도록 할 필요가 있다. 이와 같은 목적으로 주암거에 결합시켜 시공하는 암거를 보조암거라 하며, 주암거에 보조암거를 결합시킨 배수조직을 복합암거조직이라 한다.

보조암거는 주암거에 비하여 시공비가 저렴하고 내구성이 짧기 때문에 반복적으로 시행하는

경우가 많다.

(4) 흡수거(주암거)의 매설깊이 및 간격

복합암거의 하부에 매설하는 주암거의 간격은 토양구조가 발달하여 투수성이 증대하여 주암거 만으로 배수할 수 있는 상태가 되었을 때의 필요간격으로 취하고 매설깊이는 기본암거 배수조직계획의 기준에 준한다.

4.5.4 이탄토 토양지대

(1) 암거배수조직

이탄토지대의 암거배수조직계획은 원칙적으로 기본암거 배수조직계획에 준한다. 다만, 이탄의 분해가 불량한 지대의 토층은 암거배수에 따른 부등침하가 크므로 우선 보조암거에 의한 배수를 한 다음에 주암거를 양토질 토양의 기준보다 약간 깊게(20～30cm 정도) 계획하는 것이 바람직하다.

비교적 배수가 잘 되고 이탄의 분해가 양호한 경우에는 단지 주암거를 조금 깊게 설치하는 것만으로도 좋다.

이탄의 분해가 불량한 경우에 사용하는 배수자재는 길이가 긴 흡수관이나 접합부가 견고하고 유연성이 있는 재료를 사용해서 부등침하에 의해서 관접합부가 이탈하는 일이 없게 하고 관경은 관의 굴곡에 의한 장해를 경감하기 위하여 관경이 약간 큰 것이 좋다.

(2) 흡수거의 매설깊이 및 간격

흡수거의 매설깊이는 이탄층의 상태에 따라서 0.8m~.2m 범위로 하고 간격은 공식에 의하여 계산하되, 대략 10m~0m 범위 내에서 정하는 것이 적당하다.

지하수위의 저하가 곤란한 경우에는 흡수거의 매설깊이는 그대로 두고 흡수거에 직교되게 절단 암거를 설치하거나 또는 흡수거의 간격을 좁힌다.

(3) 수 갑

이탄토 지대에서는 수갑의 수는 되도록 적게 하고 또한 수갑의 주위는 점토 등으로 충분히 다져서 누수를 방지한다.

(4) 배수구 및 승수거

배수구 부근의 승수거는 사면붕괴 수로바닥의 융기 등에 의해서 흡수거에서 나오는 물의 유출에 지장을 초래하지 않는 구조로 해야 한다.

4.5.5 경사지 논지대

(1) 지구밖에서 침입하는 침투수처리

경사지 논은 지구밖에서 침투하는 물을 차단하기 위하여 승수거를 설치하여야 한다.

(2) 집수거의 배치

경사지에 두는 암거 배수조직은 논바닥과 배수로와의 낙차가 허용하는 한 암거를 합쳐 그 수를 줄여서 집수거의 길이를 최소한으로 줄여야 한다.

(3) 흡수거의 간격 및 매설깊이

흡수거의 평균간격은 토성에 따라서 결정하되, 평탄지의 경우와 동일한 방법으로 정한다. 그

러나 고지대로부터 흘러오는 용출수의 상태를 감안해서 산측에서는 좁게, 계곡측(배수로)에서는 넓게 배치한다.

흡수거의 매설깊이는 원칙적으로 평탄지의 경우와 동일하게 하지만, 배수불량의 원인이 주로 용출수일 경우는 기준치보다 약간 깊게 할 필요가 있다.

(4) 특수 배수처리

경사지 논이나 이탄지 논에서 용출수 지점이 산재하여 용출수가 발생하는 경우는 특수한 배수대책을 강구하여야 한다.

(5) 배수자재 및 시공

경사지 논의 암거 배수시설에는 보통 때 보다 소수재(疎水材) 등의 자재를 충분히 사용하고 시공도 보다 철저하게 할 필요가 있다.

4.5.6 간척지의 제염

(1) 암거배수에 의한 제염

간척지에서 가장 효율적인 제염방법은 암거배수(수직배수)에 의한 염분용탈 방법이다. 따라서 초기간척지에서 토양의 투수성을 얼마나 빨리 증진시켜 주느냐에 따라서 간척지의 제염효과가 좌우된다.

(2) 암거배수조직계획

간척지에서 암거배수조직계획은 첫째, 건토화를 위해서 깊이 0.4m~0.7m, 윗나비 0.8m~1.2m 정도의 소배수구가 간척지 내의 갯고랑을 향하도록 적절하게 많이 배치하여 굴착하므로서 신속한 지표배수를 꾀한다.

둘째는 어느 정도 토층의 건조화가 진행되면 하부토층의 배수를 촉진시키기 위해서 보조암거(두더지 암거, 소수재 매설암거, 심토파쇄 등)을 시공한다.

끝으로 토층건조에 따른 토양구조발달이 지표면하 50cm~0cm까지 파급되었을 때 주암거(흡수거+소수재)를 보조암거와 연결되도록 배치한다.

집필위원	분야	성명	소속	직급
	관개배수	김선주	한국농공학회	교수
	농업환경	박종화	한국농공학회	교수
	토질공학	유 찬	한국농공학회	교수
	구조재료	박찬기	한국농공학회	교수
	수자원정보	권형중	한국농공학회	책임연구원

자문위원	분야	성명	소속
	농촌계획	손재권	전북대학교
	수자원공학	윤광식	전남대학교
	지역계획	김기성	강원대학교
	수자원공학	노재경	충남대학교
	농지공학	최경숙	경북대학교
	관개배수	최진용	서울대학교

건설기준위원회	분야	성명	소속
	총괄	한준희	농림축산식품부
	농업용댐	오수훈	한국농어촌공사
	농지관개	박재수	농림축산식품부
	농지배수	송창섭	충북대학교
	용배수로	정민철	한국농어촌공사
	농도	조재홍	한국농어촌공사 본사
	개간	백원진	전남대학교
	농지관개	이현우	경북대학교
	농지배수	남상운	충남대학교
	취입보	김선주	건국대학교
	양배수장	정상옥	경북대학교
	경지정리	유 찬	경상대학교
	농업용관수로	박태선	한국농어촌공사 본사
	농업용댐	손재권	전북대학교
	농지배수	김정호	다산컨설턴트
	농지보전	박종화	충북대학교
	농업용댐	김성준	건국대학교
	해면간척	박찬기	공주대학교
	농업수질및환경	이희억	한국농어촌공사 본사
	취입보	박진현	한국농어촌공사 본사

중앙건설기술심의위원회	성명	소속
	이태옥	평화엔지니어링
	성배경	건설교통신기술협회
	김영환	한국시설안전공단
	김영근	건화
	조의섭	동부엔지니어링
	김영숙	국민대학교
	이상덕	아주대학교

농림축산식품부	성명	소속	직책
	한준희	농업기반과	과장
	박재수	농업기반과	서기관

설계기준
KDS 67 45 40 : 2018

농지배수 지하배수계획

2018년 04월 24일 발행

농림축산식품부

관련단체 한국농어촌공사
58217 전라남도 나주시 그린로 20(빛가람동 358) 한국농어촌공사
☎ 061-338-5114 E-mail : webmaster@ekr.or.kr
http://www.ekr.or.kr

(작성기관) 한국농공학회
06130 서울시 강남구 테헤란로 7길 22(역삼동 365-4) 과학기술회관 본관 205호
☎ 02-562-3627 E-mail : j6348h@hanmail.net
http://www.ksae.re.kr

국가건설기준센터
10223 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283(대화동)
☎ 031-910-0444 E-mail : kcsc@kict.re.kr
http://www.kcsc.re.kr

※ 이 책의 내용을 무단전재하거나 복제할 경우 저작권법의 규제를 받게 됩니다.

KDS 67 45 50 : 2018

농지배수 효과

2018년 04월 24일 제정
http://www.kcsc.re.kr

농림축산식품부



건설기준 코드 제·개정에 따른 경과 조치

이 코드는 발간 시점부터 이미 시행 중에 있는 설계용역이나 건설공사에 대하여 발주기관의 장이 필요하다고 인정하는 경우 종전에 적용하고 있는 기준을 그대로 사용할 수 있습니다.

건설기준 코드 제·개정 연혁

- 이 기준은 KDS 67 45 50 : 2018 으로 2018년 04월에 제정하였다.
- 이 기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 건설기준 간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.
- 이 기준의 제·개정 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요사항	제·개정 (년. 월)
농지개량사업 계획설계기준 배수편	• 농지개량사업 계획설계기준 배수편 제정	제정 (1970. 12)
농지개량사업 계획설계기준 배수편	• 농지개량사업 계획설계기준 배수편 개정	개정 (1983. 12)
농업생산기반정비사업 계획설계기준 배수편	• 농업생산기반정비사업 계획설계기준 배수편 개정	개정 (2001. 12)
농업생산기반정비사업 계획설계기준 배수편	• 농업생산기반정비사업 계획설계기준 배수편 개정 • 전문용어를 통일하고, 오자 및 문맥상의 오류 등 수정하고, 관련 법령을 현행 법령체계와 일치 • 이상 기후로 인한 국지성 호우에 대응할 수 있도록 설계강우량 결정방법 강화 • 논밭 혼용지대에서의 배수대책 내용 추가 • 배수장의 양정결정시 계획외수위를 하천등급별 계획기준홍수위로 수정 • 유수지 설계기준 및 하천제방 횡단구조물 설치에 대한 기준 내용 추가 • 배수장 제진기, 비상전원 확보, 펌프형식, 대피시설, 제어시스템에 대한 기준 추가	개정 (2012. 12)
KDS 67 45 50 : 2018	• 국토교통부 고시 제2013-640호의 “건설공사기준 코드체계” 전환에 따른 건설기준을 코드로 정비 • 건설기술진흥법 제44조 및 제44조의 2에 의거하여 중앙건설심의위원회 심의· 의결	제정 (2018. 04)

제 정 : 2018년 04월 24일 **개 정 : 년 월 일**
심 의 : 중앙건설기술심의위원회 **자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회**
소관부서 : 농림축산식품부 농업기반과
관련단체(작성기관) : 한국농어촌공사(한국농공학회)

목 차

1. 일반사항 ····· 1
1.1 목적 ····· 1
1.2 적용 범위 ····· 3
1.3 참고 기준 ····· 4
1.4 용어의 정의 ····· 4
1.5 기호의 정의 ····· 4
1.6 시설물의 구성 ····· 4
1.7 해석과 설계원칙 ····· 4
1.8 설계 고려사항 ····· 4
1.9 신규기술적용 ····· 4
1.10 구조설계도서 ····· 4
2. 조사 및 계획 ····· 4
2.1 조사 및 계획 일반 ····· 4
2.2 조사 ····· 4
2.3 계획 ····· 5
3. 재료 ····· 5
3.1 재료 일반 ····· 5
3.2 재료 특성 ····· 5
3.3 품질 및 성능시험 ····· 5
4. 설계 ····· 5

농지배수 효과

1. 일반사항

배수개선사업은 지표배수와 지하배수로 구분하며, 이에 대한 사업의 효과를 열거하면 다음과 같다.

(1) 파괴적 피해 및 침수피해 방지
(2) 작물의 감수방지 및 증수
(3) 제염효과의 증대
(4) 건토효과
① 지력증대
② 지내력의 증진
③ 토양 물리성 개량
④ 토지이용도 증대(범용화)

1.1 목적

1.1.1 파괴적 피해 및 침수피해 방지

홍수의 범람으로 인한 시설물 파괴, 농경지 유실 등을 방지하고, 작물이 침수되는 것을 방지한다.

1.1.2 감수방지 및 증수

감수방지의 효과는 주로 지표배수에 의해서 농경지의 일반적 또는 상습적 침수로 인한 피해를 방지함으로써 얻는 효과이다.
농작물 증수효과는 주로 지하배수에 의해서 투수성 증가에 따라 적정지하수위를 유지하도록 하여 농작물의 단위수확량을 제고 시켜주는 효과이다.

<표 1.1-1> 지하배수개선에 의한 증수효과

작물	배수구(kg/10a)	무배수구(kg/10a)	증수율(%)	비고
논벼	525	478	10	조 곡
보리	461	327	41	종실중(種實重)
밀	499	317	57	종실중

<자료 : UNDIPOK 시험결과 : '77 ~ '81 기간중의 3개 시험값의 평균 증수량임>

<표 1.1-2> 지하수위 저하속도와 보리 수확량('81년)

지구	배수처리	지하수위 저하속도	보리 수확량(kg/10a)	증수율(%)
진성	암거배수구	3 ~ 4일에 50cm 하강	404	151
	무 배 수 구	7 ~ 9일에 50cm 하강	267	100
부여	암거배수구	3 ~ 4일에 50cm 하강	402	128
	무 배 수 구	7 ~ 9일에 50cm 하강	314	100

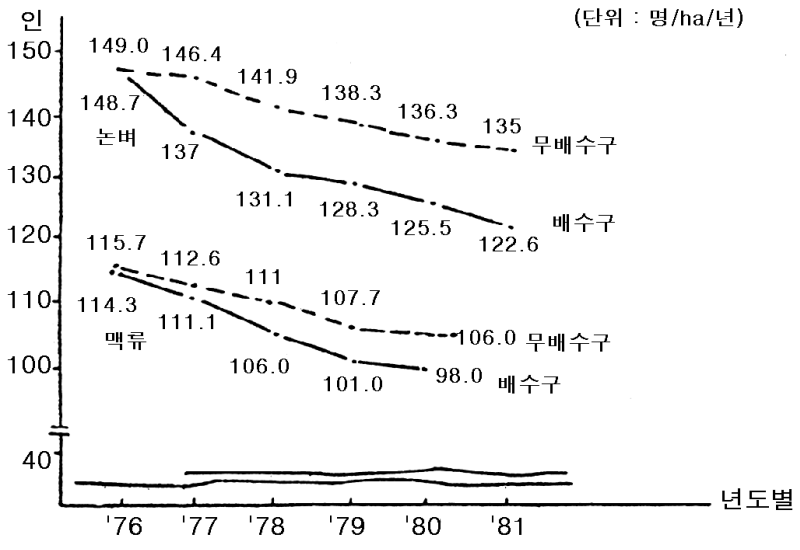
<자료 : UNDIPOK 지하배수 시험보고서>

1.1.3 제염효과의 증대

간척지나 건조지대의 흙과 같이 염분이 많은 땅에서는 이 염분농도를 상당한 수준까지 내리지 않으면 염분에 의한 작물의 생육장애가 생겨 작물재배가 불가능하다. 따라서 중요한 것은 조속한 제염을 통하여 작물재배가 하루빨리 안정적으로 이룰 수 있게 하여야 하는 일로서, 이런 땅에는 흙의 배수성(투수성)을 높이기 위한 건토화와 함께 적절한 지표배수 및 지하배수시설을 계획하면 원활한 배수에 의한 제염효과를 크게 높일 수 있어 작물재배를 위한 기반이 좋아진다.

1.1.4 건토효과

저습농경지의 건토화로 포장조건을 개선하여 단위수확량 제고와 농지의 범용화로 작물에 선택적 확대생산효과를 가져온다. 또한, 지내력 증진은 농작업 효율의 향상으로 영농 노동력의 절감과 영농기계화 기반을 구축한다.



<그림 1.1-1> ha당 영농인력 절감효과

<자료 : UNDIPOK 지하배수시험보고서>

(1) 지력증대

배수불량지는 침수되거나 지하수위가 높아 토양이 습윤상태에 있어 일반적으로 건답에 비하여 토양중에 미분해 유기물질이 많다. 토양이 건조하면 쉽게 분해할 수 있는 유기물이 분해하

여 다량의 암모니아태 질소 및 질산태 질소가 생성되어 지력이 증대되고, 그 결과로 작물의 뿌리 활력이 커져서 다수확과 고품질을 기대할 수 있다.

(2) 지내력 증진

배수개선에 의하여 지하수위가 하강하게 되면 토양중의 과잉수분이 제거되어 투수성 및 치밀성이 증가하고, 따라서 지반의 지내력 증진으로 영농기계작업 효율이 높아지고 영농노동력의 절감효과를 기대할 수 있다.

<표 1.1-3> 지하배수에 의한 농기계 주행성 비교

조사항목 \ 기종		암거배수구		무배수구	
		트랙터	경운기	트랙터	경운기
주행속도(m/min)		54.2	91.8	39.1	43.3
지하수위[지면하(m)]		46.7		17.6	
수분함량(%)		38.0		71.3	
깊이별 지내력 (kgf/㎠)	5cm	2.87		1.40	
	10cm	4.15		1.94	
	20cm	6.42		7.52	
	30cm	9.73		7.36	
	40cm	8.31		8.06	

주) (1) 시험장비 : 트랙터 ; 대동 FORD 3,000형 : 46HP
경운기 ; 대동 D.T형 8HP
(2) 자료 : UNDIPOK 지하배수시험보고서

(3) 토양물리성 개량

지하수위가 저하되면 작토층은 강우와 증발산에 의해 습윤과 건조가 반복되어 투수성과 통기성이 좋은 입단구조가 형성되어 토양의 물리성이 개량된다. 그 결과 토양의 유효수분량이 증대되고 작물이 뿌리가 심근성이 되며, 토양 내에서 발생하는 유해물질을 희석 또는 용탈시킬 수 있게 된다.

(4) 토지이용도 증대(범용화)

과습경지가 지하수위 조절로 영농기반이 개선되면 답리작과 밭의 전작이용 등 농지의 범용화로 토지이용도가 증대되며, 작물의 선택적 확대생산이 가능하게 되어 농작물 생산의 안정성을 향상시킬 수 있다.

<표 1.1-4> 연차별 토지이용률의 비교

처리별 \ 연차별	시험전'77년	1차년 '78년	2차년'79년	3차년'80년	4차년'81년	사업후 4개년 평균
배 수 구	131	142	159	139	155	149
무배수구	124	128	132	130	121	128

1.2 적용 범위

· 내용 없음

1.3 참고 기준

· 내용 없음

1.4 용어의 정의

· 내용 없음

1.5 기호의 정의

· 내용 없음

1.6 시설물의 구성

· 내용 없음

1.7 해석과 설계원칙

· 내용 없음

1.8 설계 고려사항

· 내용 없음

1.9 신규기술적용

· 내용 없음

1.10 구조설계도서

· 내용 없음

2. 조사 및 계획

2.1 조사 및 계획 일반

· 내용 없음

2.2 조사

· 내용 없음

2.3 계획

2.3.1 사업후 환경변화 대응

(1) 배수개선에 따라 농경지가 건토화되면 용수량도 변화하므로 용수에 대한 검토가 필요하다.
(2) 배수개선에 의하여 포장의 현상태가 계획한 기준상태로 진행되는 기간에는 비배관리 등 영농 관리상의 사항에 대하여도 유의할 필요가 있다.
(3) 배수개선에 따른 기타 변화는 토양의 수축으로 인한 지반침하 발생과 지하수위 저하의 영향이 지구외로 파급되는 사태가 발생되기 쉬우므로 충분한 고려가 필요하다.

2.3.2 사업비와 투자수익

배수개선사업의 경제적 타당성을 판단하기 위하여는 연도별로 사업비와 효과간의 상관관계를 검토분석 해야한다. 즉, 연도별 효과를 배수개선사업에 의하여 설치된 시설물의 내용년수기간 중의 전체효과로 산정한 것으로, 투자수익과 비용의 현재가치에 대한 편익비용비율인 투자효율(B/C)에 의한 사업의 경제적 타당성의 판단 기준으로 한다.

3. 재료

3.1 재료 일반

· 내용 없음

3.2 재료 특성

· 내용 없음

3.3 품질 및 성능시험

· 내용 없음

4. 설계

· 내용 없음

집필위원	분야	성명	소속	직급
	관개배수	김선주	한국농공학회	교수
	농업환경	박종화	한국농공학회	교수
	토질공학	유 찬	한국농공학회	교수
	구조재료	박찬기	한국농공학회	교수
	수자원정보	권형중	한국농공학회	책임연구원

자문위원	분야	성명	소속
	농촌계획	손재권	전북대학교
	수자원공학	윤광식	전남대학교
	지역계획	김기성	강원대학교
	수자원공학	노재경	충남대학교
	농지공학	최경숙	경북대학교
	관개배수	최진용	서울대학교

건설기준위원회	분야	성명	소속
	총괄	한준희	농림축산식품부
	농업용댐	오수훈	한국농어촌공사
	농지관개	박재수	농림축산식품부
	농지배수	송창섭	충북대학교
	용배수로	정민철	한국농어촌공사
	농도	조재홍	한국농어촌공사 본사
	개간	백원진	전남대학교
	농지관개	이현우	경북대학교
	농지배수	남상운	충남대학교
	취입보	김선주	건국대학교
	양배수장	정상옥	경북대학교
	경지정리	유 찬	경상대학교
	농업용관수로	박태선	한국농어촌공사 본사
	농업용댐	손재권	전북대학교
	농지배수	김정호	다산컨설턴트
	농지보전	박종화	충북대학교
	농업용댐	김성준	건국대학교
	해면간척	박찬기	공주대학교
	농업수질및환경	이희억	한국농어촌공사 본사
	취입보	박진현	한국농어촌공사 본사

중앙건설기술심의위원회	성명	소속
	이태옥	평화엔지니어링
	성배경	건설교통신기술협회
	김영환	한국시설안전공단
	김영근	건화
	조의섭	동부엔지니어링
	김영숙	국민대학교
	이상덕	아주대학교

농림축산식품부	성명	소속	직책
	한준희	농업기반과	과장
	박재수	농업기반과	서기관

설계기준
KDS 67 45 50 : 2018

농지배수 효과

2018년 04월 24일 발행

농림축산식품부

관련단체 한국농어촌공사
58217 전라남도 나주시 그린로 20(빛가람동 358) 한국농어촌공사
☎ 061-338-5114 E-mail : webmaster@ekr.or.kr
http://www.ekr.or.kr

(작성기관) 한국농공학회
06130 서울시 강남구 테헤란로 7길 22(역삼동 365-4) 과학기술회관 본관 205호
☎ 02-562-3627 E-mail : j6348h@hanmail.net
http://www.ksae.re.kr

국가건설기준센터
10223 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283(대화동)
☎ 031-910-0444 E-mail : kcsc@kict.re.kr
http://www.kcsc.re.kr

※ 이 책의 내용을 무단전재하거나 복제할 경우 저작권법의 규제를 받게 됩니다.

KDS 67 45 90 : 2018

농지배수 유지관리

2018년 04월 24일 제정
http://www.kcsc.re.kr



농림축산식품부



건설기준 코드 제·개정에 따른 경과 조치

이 코드는 발간 시점부터 이미 시행 중에 있는 설계용역이나 건설공사에 대하여 발주기관의 장이 필요하다고 인정하는 경우 종전에 적용하고 있는 기준을 그대로 사용할 수 있습니다.

건설기준 코드 제·개정 연혁

- 이 기준은 KDS 67 45 90 : 2018 으로 2018년 04월에 제정하였다.
- 이 기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 건설기준 간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.
- 이 기준의 제·개정 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요사항	제·개정 (년. 월)
농지개량사업 계획설계기준 배수편	• 농지개량사업 계획설계기준 배수편 제정	제정 (1970. 12)
농지개량사업 계획설계기준 배수편	• 농지개량사업 계획설계기준 배수편 개정	개정 (1983. 12)
농업생산기반정비사업 계획설계기준 배수편	• 농업생산기반정비사업 계획설계기준 배수편 개정	개정 (2001. 12)
농업생산기반정비사업 계획설계기준 배수편	• 농업생산기반정비사업 계획설계기준 배수편 개정 • 전문용어를 통일하고, 오자 및 문맥상의 오류 등 수정하고, 관련 법령을 현행 법령체계와 일치 • 이상 기후로 인한 국지성 호우에 대응할 수 있도록 설계강우량 결정방법 강화 • 논밭 혼용지대에서의 배수대책 내용 추가 • 배수장의 양정결정시 계획외수위를 하천등급별 계획기준홍수위로 수정 • 유수지 설계기준 및 하천제방 횡단구조물 설치에 대한 기준 내용 추가 • 배수장 제진기, 비상전원 확보, 펌프형식, 대피시설, 제어시스템에 대한 기준 추가	개정 (2012. 12)
KDS 67 45 90 : 2018	• 국토교통부 고시 제2013-640호의 “건설공사기준 코드체계” 전환에 따른 건설기준을 코드로 정비 • 건설기술진흥법 제44조 및 제44조의 2에 의거하여 중앙건설심의위원회 심의· 의결	제정 (2018. 04)

제 정 : 2018년 04월 24일 **개 정 : 년 월 일**

심 의 : 중앙건설기술심의위원회 **자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회**

소관부서 : 농림축산식품부 농업기반과

관련단체(작성기관) : 한국농어촌공사(한국농공학회)

목 차

1. 일반사항 ····· 1
1.1 목적 ····· 1
1.2 적용 범위 ····· 1
1.3 참고 기준 ····· 1
1.4 용어의 정의 ····· 1
1.5 기호의 정의 ····· 1
1.6 시설물의 구성 ····· 1
1.7 해석과 설계원칙 ····· 1
1.8 설계 고려사항 ····· 1
1.9 신규기술적용 ····· 1
1.10 구조설계도서 ····· 1
2. 조사 및 계획 ····· 2
2.1 조사 및 계획 일반 ····· 2
2.2 조사 ····· 2
2.3 계획 ····· 2
3. 재료 ····· 2
3.1 재료 일반 ····· 2
3.2 재료 특성 ····· 2
3.3 품질 및 성능시험 ····· 2
4. 설계 ····· 2
4.1 지표배수시설의 유지관리 ····· 2
4.2 지하배수시설의 유지관리 ····· 6
4.3 관리운영계획 ····· 12

농지배수 유지관리

1. 일반사항

1.1 목적

· 내용 없음

1.2 적용 범위

· 내용 없음

1.3 참고 기준

· 내용 없음

1.4 용어의 정의

· 내용 없음

1.5 기호의 정의

· 내용 없음

1.6 시설물의 구성

· 내용 없음

1.7 해석과 설계원칙

· 내용 없음

1.8 설계 고려사항

· 내용 없음

1.9 신규기술적용

· 내용 없음

1.10 구조설계도서

· 내용 없음

2. 조사 및 계획

2.1 조사 및 계획 일반

· 내용 없음

2.2 조사

· 내용 없음

2.3 계획

· 내용 없음

3. 재료

3.1 재료 일반

· 내용 없음

3.2 재료 특성

· 내용 없음

3.3 품질 및 성능시험

· 내용 없음

4. 설계

4.1 지표배수시설의 유지관리

배수시설이 갖는 배수능력을 최대한으로 발휘시키기 위하여, 포장(암거), 배수로, 수문, 배수펌프장 등에 대하여 관리계획을 작성함과 함께 관리에 필요한 시설은 배수시설 건설시에 설치토록 계획하여야 한다.

4.1.1 포장의 배수관리

(1) 논, 밭 등의 입지조건이나 영농조건에 따라 상이하지만, 일반적으로 포장내의 배수시설로서 지표배수용의 배수도랑(排水溝)과 지하배수용의 암거의 유지관리가 중요하다.
(2) 이들 시설은 가급적 유지관리가 쉽게 이루어질 수 있는 구조로 하고 연간 2회 정도의 청소를 하도록 해야한다.
(3) 지하배수의 소기의 목적을 달성하고 그 기능을 영속적으로 증진시키기 위하여는 배수시설의 유지관리 뿐만 아니라 적절한 포장의 물관리를 적극적으로 도입한 영농상의 대책도 효과적이다.
① 논바닥의 균평화와 배수구도랑 설치에 의한 지표배수의 촉진
② 중간낙수의 강화와 최종낙수기의 조기화에 의한 논바닥건조와 균열발달의 촉진
③ 비관개기의 배수에 의한 균열의 심층화의 촉진
④ 건답직파재배나 논ㆍ밭윤환의 도입에 의한 균열발달의 도모

4.1.2 배수로 및 수문관리

(1) 배수로 및 수문 관리는 그 유지관리가 중요하다. 유지관리 작업으로는 잡초, 쓰레기 토사 등의 제거, 파손부분의 보수 등이다.
(2) 수로나 제방에서의 제초는 계획수량의 통수단면 확보와 통수능력을 향상시키는데 중요한 역할을 하며 파손, 이동, 매몰, 누수 등 구조물의 상태를 확인하는데 필요하다.
(3) 따라서 제초작업은 시설의 안정성을 파악함과 더불어 개보수 등을 적기에 하는 것이 중요하다.
(4) 하천이나 배수로에 버려지는 쓰레기는 일반쓰레기 뿐 아니라 비닐류, 농약 등 공병류, 프라스틱제품 및 목재 등 다양하게 유입되어 스크린에 집적되어 배수펌프장 가동에 많은 지장을 초래하게 한다.
(5) 따라서 홍수초기에 쓰레기 등이 일순간에 대량으로 유입되어 쓰레기 처리가 곤란해지는 일이 없도록 이에 대한 대책을 수립해야 한다.
(6) 배수로내의 토사처리는 통수에 지장을 주지 않도록 수로내에 쌓이는 토사도 쓰레기와 함께 일상점검을 통하여 수시로 제거해야 한다.
(7) 수로가 연약지반 위에 축조되어 있을 때는 수로내에 땅이 솟아오르거나 부등침하에 의하여 기능이 저하하거나 마비되는 경우가 있다.
(8) 유지관리작업은 종전에는 관계 수혜자의 노동력에 의존하여 온 경우가 많지만, 도시화 공장화로 수혜구역에서의 농지비율이 낮아지는 지구에서는, 이 방식의 운영은 상당히 어려워지고 있다. 이와 같은 지구에서는 배수관리자(농어촌공사)가 직영으로 관리하는 방법이 생각되지만, 작업을 하기 쉬운 수로구조물을 계획단계부터 고려하여 둘 필요가 있다.
(9) 또 배수로, 수문 등에 큰 장해가 되고 있는 쓰레기 유입은 어느 정도 피할 수 없는 사실이지만, 쓰레기 성분 중 특히 문제가 되는 풀의 수로에의 투기를 방지하기 위하여는 수로의 유수 단면에서는 아스콘, 콘크리트 등 풀이 무성하게 자라지 않게 하는 구조로 하는 것이 바람직하다.
(10) 배수로의 수위제어에 관하여는, 특히 큰 유역을 지배하고 있는 간선배수로에는 수로 제어용의 수위계, 유량계 등의 설치가 필요하다.

(11) 또한 경사진 밭에 있어서는 배수로의 매몰에 의한 통수불량으로 하류쪽의 포장에 큰 피해를 가져오므로, 배수로, 승수로의 토사제거를 정기적으로 시행하는 등 유지관리에 유의하여야 한다.

4.1.3 배수펌프장의 관리

(1) 배수펌프장 관리의 기본은 시설물의 안전점검과 적정한 유지관리를 통하여 재해 및 재난을 예방하고 시설물의 효용을 증진시키는 안전관리와 홍수시에는 초기에 신속하게 홍수량을 배제하여 침수요인을 제거하는데 있다.

(2) 배수펌프장의 설치목적은 수혜지구의 담수(湛水) 및 침수의 방지에 있다. 이들에 대응하기 위해서는 펌프, 원동기 및 관련되는 부대시설물을 적정히 유지관리하는 대책을 수립해야 한다.

(3) 시설관리자는 시설물의 특성, 규모 등을 고려한 장기 유지관리기준을 마련하고 그 기준에 따라 매년 유지관리계획을 수립하여 적절한 유지관리를 시행하여야 한다.

(4) 대규모화 또는 현대화된 배수장의 유지관리는 운전기간 중 고장 등 비상대처와 각종자료의 수집분석 등 다양한 분야의 풍부한 경험과 숙련된 기술자가 필요하다.

(5) 만일의 경우 사고나 고장이 발생되면 시설의 원활한 운영에 지장을 초래할 우려가 있으며 또한 예측할 수 없는 사태가 발생되면 시설뿐만 아니라 농지, 농작물, 가축은 물론 인명까지 피해를 입히게 된다.

(6) 따라서 완공시설의 기능을 보전하고 시설물 이용자의 편의와 안전을 도모하기 위하여 일상적으로 점검정비하고 손상된 부분을 복구하는 등 시설의 기능유지 · 보전에 필요한 안전관리에 유의해야 한다.

(7) 배수펌프장 시설은 기능에 따라 토목구조물, 건축구조물, 기계설비, 전기설비, 기타부대설비 등으로 구성된다. 이들 시설물들이 제기능을 발휘할 수 있도록 해당분야 관련자들은 상호 긴밀한 협조체제를 유지해야 한다.

(8) 배수펌프장의 유지관리는 초기점검에 의한 시설물의 현상평가로부터 시작된다. 이 점검을 행할 때에는 당해 시설물의 계획, 설계, 시공자료를 이용하는 것이 점검내용을 정하는 데에 매우 유용하다. 특히, 기록의 신뢰성이 높은 경우에는 점검내용을 상당히 줄일 수 있다. 기록은 유지관리 단계별로 매우 유용하게 이용되므로 기록을 철저히 정리하여 보관하여야 한다. 또한 시설관리자는 장기적인 유지관리계획을 마련하고 그 계획에 따라 유지관리를 행해야 한다.

(9) 배수장과 배수로의 등 부대시설은 순회, 점검 등을 정기적으로 실시하고 배수로의 제초, 퇴적된 토사제거 및 쓰레기의 처리 등을 시행하여 항상 양호한 상태로 유지 보존하여야 한다.

(10) 배수펌프장을 중심으로 배수로, 배수문 등 부대시설 주변상황의 점검, 정비해야 하며, 이때 고려해야 할 사항은 다음과 같다.

(11) 토목, 건축구조물의 고려사항

① 건물 : 슬래브, 내외벽, 내장재 및 기타

② 유수지 및 흡입수조

③ 펌프실

④ 연료저장탱크

⑤ 토출수조

(12) 배수로의 고려사항

① 제초

② 쓰레기

(13) 토사처리의 고려사항

① 인수로와 흡입수조 내의 토사처리

② 배수로 내의 토사처리

(14) 배수펌프장 및 주변배수로에는 수로관리요원과 주변주민 등의 안전을 도모하기 위하여 안전관리시설을 설치하고 유지보존하여 사고를 방지하는데 노력하여야 한다. 주변안전시설은 다음과 같이 나눌 수 있다.

① 사람에 대한 안전시설 : 울타리, 핸드레일 등

② 출입하기 위한 시설 : 트랩, 사다리, 계단, 난간 등

③ 야간운전, 보수관리시설, 또는 도난방지를 위한 : 조명시설

④ 구명도구, 구명보트 등

⑤ 주위 안내 시설 : 안내표지판, 팻말 등

⑥ 기타 안전시설 : 안전모, 누전안전시설, 경보시설 등

(15) 일반적으로 안전시설이 미비하여 사고 발생시에는 민‧형사상의 법적문제로 발전하고 경우에 따라서는 재산상으로도 많은 지출이 따르게 된다. 따라서 제3자가 위험한 장소에 접근 또는 출입을 통제하는 시설과 표지판 등을 설치하는 것은 물론 아이들이 이해할 수 있도록 그림 등으로 표시하는 것도 중요하다.

(16) 배수펌프장을 관리하는데는 농어촌정비법 등 관련법규에서 정한 바에 따라 시설관리자는 유지관리 계획에 의하여 안전점검 및 정밀안전진단을 실시하도록 해야 한다. 또한 시설물의 안전관리에 관한 특별법에서도 안전 및 유지관리계획을 수립해서 시행하는데 있어 안전점검 및 정밀안전진단의 실시에 관한 사항을 포함하도록 하고 있다.

(17) 시설관리자는 안전점검 또는 정밀안전진단결과에 의거 시설의 개보수계획을 수립하여야 한다.

(18) 대규모 또는 현대화된 배수시설의 유지관리는 다양한 기술분야가 관련되어 시설물관리가 복잡하다. 만일 노후화된 시설이 사고나 고장이 발생하면 시설의 원활한 운영이 불가능 할 뿐 아니라 예측할 수 없는 사태의 발생으로 각종 재해가 초래된다. 따라서 항상 양호한 상태로 시설관리를 철저하게 하기 위하여 시설관리자는 정기적인 점검과 진단결과에 따라 정비와 개보수를 실시하여야 한다.

(19) 수문, 배수펌프장의 관리에는 유지관리와 운전조작관리가 있다. 이들의 관리는 관리규정(농업기반시설 관리지침 양배수장편 참조), 전기사업법에 기초한 전기안전관리규정, 하천법 등에 따르는 겸용공작물의 조작 등에 의해 이루어진다.

(20) 일상적인 유지관리는 배수펌프장의 쓰레기 처리가 대단히 중요하다. 특히, 지구 안에 주거지역을 가지는 경우에는 배수펌프장으로 모여드는 쓰레기의 양도 많고, 그 성분도 비닐 제품 등을 함유하고 있으므로, 스크린에는 제진기(除塵機)가 필요하게 된다. 또 일반적으로 지배면적

이 1,000ha 이상에서 유역내의 도시화율이 10% 이상인 경우에는 자동식 제진기와 소각로의 설치도 검토해야한다.

(21) 운전조작에 대하여는, 먼저 수문상황을 해석하고, 배수구역 안에서 일어날 수 있는 사태나, 그 때의 환경조건을 예상하여, 수위조건을 설정하고, 이에 맞추어 펌프 및 수문을 조작한다.

4.2 지하배수시설의 유지관리

4.2.1 유지관리의 중요성

(1) 지하배수시설 시공후 암거가 적절한 배수기능을 발휘하기 위해서는 암거가 설치되어 있는 농지의 관리주체인 경작자가 주의 깊게 유지관리 하여야 한다. 이를 위해서는 농가에 대하여 암거배수의 올바른 목적과, 암거시설의 기능을 어떻게 올바로 발휘시킬 것인가를 잘 이해시키고, 관리에 대한 설명이 필요하다.

(2) 지하배수시설을 조성했다하여도 이것이 계속 적절한 배수기능을 발휘한다고는 말할 수 없다. 예로 지금까지 서술해온 바와 같이 설계, 시공이 정확히 되었다 하여도 이후의 유지관리가 부적절하면 암거의 효과는 급속히 감소해 버리고 때에 따라서 완전히 시공 전의 과습상태로 되돌아가는 경우도 생긴다. 암거도 역시 다른 시설과 같이 제대로 유지관리하면, 그 기능을 양호한 상태로 유지하여 내용연한을 연장할 수 있다.

(3) 암거의 유지관리를 고려할 때 특히 중요한 것은 지하배수 시설의 시공 후 관리 주체가 농가이며, 더욱 암거자체가 농지에 직접 설치되어 있는 것이므로 경작자가 주의 깊게 유지관리하는 것 이외에 다른 방법이 없다는 것이다.

(4) 이 때문에 농가에 대하여 지하배수의 올바른 목적과, 암거시설의 기능을 어떻게 올바로 발휘시킬 것인가를 잘 이해시키는 것이 우선 필요하며, 관리에 대한 요령을 잘 주지시켜야 한다.

(5) 따라서 경작자에 의한 유지관리를 더욱 철저히 시키기 위해서는 관할 행정기관과 농어촌공사, 지역농민단체 등에 대한 유지관리 지도체계를 확립하여 정기적인 순회 점검정비를 실시하여, 수익지구 전체로서도 효과가 발휘되도록 관리조직을 확립하는 것이 대단히 중요하다.

(6) 인간의 신체와 같이 시설을 건전한 상태로 오래 유지시키기 위해서는 잘못된 부분의 조기발견과 신속적절한 처치가 무엇보다 중요하다.

4.2.2 시설의 기능이 발휘되지 않는 제원인과 진단법

암거설치 후 기능이 충분히 발휘 안되는 원인을 조사하여 배수기능을 회복할 수 있도록 하여야 한다. 흔히 현장에서 들리는 말로서 「암거를 조성하였는데 전혀 효과가 없다. 이번 암거는 불량품이므로 새로 재시공해야 한다」라고 하는 등의 불만이 나온다. 그러나 효과가 저하된 원인은 대부분 농가측의 불충분한 유지관리에 원인이 있는 경우가 많다. 기능이 충분히 발휘 안되는 원인을 충분히 조사하여, 보수하고 적절한 유지관리를 하면 새로 암거를 재조성할 것까지는 없고, 배수기능을 회복시킬 수 있는 경우도 있다.

(1) 배수로 및 배수구의 관리 불량

① 암거를 매설했는데 논이 종전과 같이 전면적으로 과습상태로 있는 경우, 소배수로에 개구(開口)되어 있는 배수구가 막혀 있을 가능성을 의심해 볼 필요가 있다.

② 암거는 원칙적으로 소배수로의 수면보다 위에 그 배수구가 위치하고 있는 것이 기능보전의 입장에서 바람직하다.

③ 배수구가 수면 아래에 위치하게 되면 이토로 막힐 위험성이 크다. 이토로 막히면 근본적으로 암거관 내의 수두는 그렇게 크지 않으므로, 관거내 물의 유출은 정말로 기대할 수 없게 된다.

④ 또 이토 뿐만 아니라, 수초의 줄기나 뿌리 등이 배수구를 막고 있는 경우도 많다. 따라서 배수로와 암거 배수구의 상황을 정기적으로 순회 점검하는 것이 바람직하다.

⑤ 배수구가 수중에 있을 때, 출구가 막혀 있는지의 여부를 조사하기 위해서는 폐쇄된 상태로 있는 수갑을 급격히 열어보면 유출상황이 관찰되므로 비교적 간단히 검사할 수 있다.

(2) 암거관(흡수거, 집수거)의 관리 불량

① 암거관은 지하에 매설되어 있으므로, 이의 기능이 제대로 발휘되고 있는지의 여부를 확인하기는 어렵다. 그 때문에 관리불량이 되어 내용연수를 단축시키는 경우가 많다. 다음에 암거관에 생기기 쉬운 고장원인에 대해 설명한다.

② 흑니토(黑泥土), 화산회 등 토립자가 이동하기 쉬운 토양에서는 시공 후 1년간 정도의 사이에 관내에 미립토가 유입, 퇴적하는 경우가 있다.

③ 어느 정도 지하수의 물길이 안정되어, 흙이 굳어지면 유입은 대개 끝나나 당초에 유입된 흙을 그대로 방치해 두면 흡수관의 기능이 저하되고, 극단적인 경우에는 완전히 기능이 상실되는 경우도 있다.

④ 이와 같은 예는 흡수거를 부설하는 깊이에 사질토층 등이 일부분 혼재되어 있는 경우에도 있고, 세립자가 흡수거내에 유입, 내부를 폐쇄하는 경우도 있다. 흡수거 구멍 크기에 따라서는 갈대 등의 뿌리가 침입하여 기능을 저해하는 경우도 있다.

⑤ 또 시공시점에서는 정확히 암거관이 부설되었다해도 유지관리 하는 과정에서 부등침하가 발생하여 기능의 발휘를 손상하는 경우가 있다.

⑥ 토양이 건조하면 체적변형이 크게 나타나는 이탄토, 흑니토, 혹은 연약한 간척 후의 저습지의 점성토 등에서 이와 같은 예가 보인다. 즉, 부등침하에 의해 흡수거에 굴곡이 생겨, 내부에 가스가 저장되는 것에 의해 통수가 저해되고, 극단적인 경우에는 암거관의 접속부가 빠져 수리적 연속성이 절단되고 마는 사태로 된다.

⑦ 또, 간척지 등에서 보이는 예로서 암거관의 배수구 등을 콘크리트 등의 기초로 무리하게 고정시켜 놓으면, 포장내의 지반 침하에 의해 암거관이 역기울기로 되어 통수 기능이 손상되는 경우가 있다. 연약한 지반에서는 유지관리에 각별한 배려를 해야 한다.

⑧ 암거관의 어느 부분에서 고장이 발생하고 있는가를 확인하기 위해서는 다음과 같이 한다. 우선 배수구가 메워졌는지 여부를, 수갑조작에 의해 조사한다. 다음에 답면 담수를 배제시킨 후 강우에 의한 답면 요철부의 잔류수의 소실상황을 잘 관찰한다. 만약 암거관에 고장이 있으면 고장지점부터 상류부분의 담수 소실상황에 차이가 생겨 부분적으로 과습한 부분이 보이게 된다.

⑨ 이럴 때 암거관 배수구의 배수상황을 조사해보면 고장이 없는 건전한 상황의 암거관과 차이가 보이므로, 고장의 진단이 한층 정확하게 된다. 또한 암거관의 어느 부분에서 고장이 발생하고 있는가를 다시 상세히 조사하는 데는 다음과 같이 한다.

⑩ 우선 과습상태로 되어 있는 부분의 약간 하류부에서 암거관을 노출시켜 관의 매설심보다 약간 깊이 시험공을 판다. 암거관을 관찰가능한 상태로 해서 만약 여기서 물을 분출하면 고장개소는 여기보다 하류측에 있는 것이므로 다시 하류측을 시공한다. 만약 물이 분출되지 않으면 여기부터 상류측에 고장장소가 있는 것이므로 상류측으로 시굴을 진행해간다. 이와 같이 해서 최종적으로 고장위치를 발견하게 되는 것이다.

(3) 수갑의 관리 불량

① 수갑은 지하배수시설 중 그 구조와 기능상 가장 눈에 띠기 쉬우며, 시공 후 가장 외적 조건에 좌우되기 쉽고 고장이 많은 부분이라고 할 수 있다. 즉, 조작상에 무리가 있는 것(농민은 지수봉을 잘 조작한다고 하나, 똑바로 상하로 움직이지 않으면 쉽게 파손된다). 또, 구조상이나 재질면에서도 많은 검토의 여지가 있다. 또 지상부에 노출되어 있는 수갑의 염화비닐관이 파손되는 경우도 많다.

② 지상부에 관련된 파손은 전체파손개수 중 약 24%가 되고 있다. 지상부는 농작업에 방해가 되는 것이 많으므로 보호대책과 구조상의 개선이 필요하다.

③ 재질이 플라스틱인 경우 한냉지의 저온이 악영향을 미치고 또한 논두렁에 쥐불을 놓는 곳도 있어, 잡초가 연소하는 열에 의해 수갑의 지상부가 변형하고 있는 사례도 있다.

④ 만약 수갑의 기능이 원활하면 암거관 내의 수위가 상승할 것이다. 만약 암거관부의 수위가 상승하지 않으면 일단 지수부의 다짐불량이며, 또 하나는 수갑관 이음에서의 누수가 생각되므로, 각각의 상황에 따라 판단한다.

⑤ 수갑을 폐쇄해도 흡수거의 수위가 상승하지 않는 원인 중 하나는 논두렁 균열에서의 누수가 있다. 이것은 논두렁의 방호대책, 즉 소배수로의 수위관리대책 등 별도 측면에서의 대응이 필요하다.

4.2.3 시설의 유지관리 요령

지하배수 시설의 기능이 발휘되지 않는 제 원인이 정확히 파악되어 고장 장소가 확인되면 보수는 가능한 한 조기에 실시하여야 한다. 또, 지하배수 시설의 기능을 충분히 발휘시키기 위해서는 농지의 이용방법 연구와 영농상의 대응도 극히 중요하다. 특히 논의 밭작물 재배 이용을 위해서는 이와 같은 유지관리의 중요성이 크다

(1) 배수로의 유지관리

① 전술한 바와 같이 배수로는 평상시 정비해서 암거의 배수구가 배수로의 평수위 이상에 있게 하도록 평상시 그 수위를 낮추도록 하는 것이 중요하다.

② 배수로는 용수로와 같이 상시 정기적으로 점검을 하고, 보수해야 한다. 즉, 봄철의 영농기 전과 가을의 낙수 후의 춘추 2회는 최소한으로 정기점검을 지역별로 해서 비탈의 보수, 수로바닥 이토의 준설, 수초제거 등을 할 필요가 있다.

③ 또, 급격히 물을 보낸 후는 토사가 퇴적되어 있을 가능성이 많으므로 수위를 조절하고 준설

작업을 하도록 해야한다.

(2) 암거관의 유지관리

① 우선 수갑의 조작에 의한 암거관내의 청소에 대해 기술한다. 즉, 수갑을 폐쇄하고 암거관 내의 수위가 충분히 상승한 후 급격히 수갑을 연다. 이와 같은 작업을 써레질 전 및 낙수기 전의 연간 2회 실시하면 좋다. 특히 이토 등 미립의 토립자가 시공 직후 흡수관 내에 유입하기 쉬운 조건하에서는 이와 같은 청소를 행하는 것이 중요하며 시공 후 1년째가 중요한 시기라고 할 수 있다. 만약 이 시기를 지나치면 관내에 유입된 미립의 흙이 고결해버리고, 지하배수의 기능이 대폭 줄어 회복불능 상태가 된다.

② 수갑의 조작만으로는 청소가 불충분한 경우에는 흡수거의 최상류부에 흡수거 청소공을 설치하는 것도 생각해야 한다.

③ 일반적으로 흡수거는 그 최상류부를 논두렁에서 일정의 거리를 두어 매설하고 있어 그 때문에 이 부분이 배수불량의 원인으로 되고 있는 경우가 많다. 그러나 이러한 흡수거 청소공을 설치하면 배수 촉진의 역할도 한다.

④ 또한 청소공은 선단부가 농작업에 장애가 안되도록 낮게 하고, 사용시 이외는 캡을 씌워둔다.

⑤ 최근 암거관 내의 청소를 위해 젯트노즐에 의한 물의 압송이 행해지고 있다. 화란 등 지하배수의 선진지에서는 옛날부터 행해지고 있는 방법으로 지름 1인치 정도의 내압 호스로부터 압력수(약 10kgf/㎠ 정도)를 역분사시키면서 관내에 그 호스를 넣어 세정하는 것이다. 드레인 클리너라고 불리는 이 장치로는 길이 400m 정도의 세정 능력을 갖는 것도 있다.

⑥ 시공 후 흡수거가 극단적으로 굴곡이 생기던지 관내의 접속부분이 빠져버렸을 때는 그와 같은 고장부분을 보수해야 한다. 전술한 시굴공에 의한 관찰 등으로 고장장소를 발견하면 그 부분의 관을 정성껏 보수한다. 보수 후 수갑을 조작해서 흡수거내를 세정해주면 이상적이다. 또한 집수거에 대해서도 그 길이가 길고, 수로바닥, 도로, 제방밑 등을 통과할 경우는 관에 기능장애를 초래하기 쉬우므로 주의가 필요하다.

⑦ 이외 플라스틱 암거에서 피복재로서 필터를 부착시킨 것에서도 고장이 발생할 때가 있다. 이와 같은 얇은 필터는 이토가 관내에 유입하는 것을 방지하기 위해 고안된 것이다. 토질에 따라서는 역으로 세립토가 이 필터를 메꾸어 불투수성의 것으로 변하여 버리는 경우가 있다.

⑧ 지하배수가 필요한 토양중에는 환원상태(還元狀態)로 되어 있는 것이 보통이므로 흐르는 물중에는 철, 망간 등이 가용체로 되어 있다. 이런 것이 필터에 접촉되었을 때 관내의 공기에 의해 산화되어 불용화해서 침착한다. 이 때문에 필터는 물리적·화학적 작용으로 급속히 불투수성이 되어버린다. 시공 직후 물을 잘 배제하고 있었는데 2 ~ 3년 후에 완전히 배수능력을 상실한 사례도 있다.

⑨ 또한 피복재로서 볏집 등을 사용하면 단기간에 부패해 역으로 투수성을 손실하는 경우도 있어 주의를 요한다. 또 왕겨 등도 비교적 부패가 안되는 재료이긴 하나 논밭 전환 등을 실시하는 조건하에서는 수년간에 약간 그 재질이 변질하였다는 보고 예도 있어 그 내용연수에 대한 검토가 필요하다.

(3) 수갑의 유지관리

① 수갑의 고장원인의 대부분은 지수전이나 지상부에 있다. 따라서 농가측의 주의를 깊이 환기하는 것이 우선 첫째로 중요하나, 한편으로는 고장을 일으키기 어려운 재질이나 구조도 고려해야 한다. 또, 농작업 시에 눈에 띄게 지상부를 잘 보이는 색으로 도색하는 것도 유효할 것이다.

② 그러나 기본적으로는 지상부에 나와 있어 농작업으로 접촉되는 것이 파손의 원인이 되므로 접촉되어도 쉽게 파손되지 않는 보호관을 설치하는 방법과 또, 지상에 나오지 않게 하는 방법도 있다.

③ 수갑을 폐쇄했을 때 흡수거 내의 수위가 순조롭게 상승되지 않으면 우선 지수전의 밀착 불충분이 생각된다. 이 때에는 지수전(止水栓)의 수리나 교체가 필요하다. 또 수갑의 이음매에서 누수되고 있을 때도 있다. 이때의 처리로서는 수갑을 파내어 이음매부분을 점토, 이화토, 모르터 등으로 되메움하여 잘 다진다.

4.2.4 영농기의 배수관리 요령

영농기에 지하배수 시설의 기능을 충분히 발휘시키기 위해서는 논바닥의 물을 가능한 한 신속히 배제하여 토양건조를 도모하고 균열의 발생을 촉진하여 암거의 투수성 개선을 도모하는 것이 반드시 필요하다. 또 논뿐만 아니라 전환 밭에 있어서는 이러한 사항이 더 중요한 의미를 갖는다.

(1) 논바닥 지표수의 관리

① 포장의 건조를 도모하기 위해서는 우선 지표배수를 촉진할 필요가 있다. 지하배수와 지표배수는 능률이 크게 다르다. 예로 투수성이 극히 큰 기반으로 구성되고 있는 사질답의 지하배수 능률도 지표배수에 비하면 얕은 값에 불과하다.

② 더욱이 일반 토양에서는 지표의 담수를 토양을 통과시켜 지하배수 시키려고 하면 배수를 위한 시간이 대폭적으로 지연될 뿐만 아니라, 토양은 과습하게 되어 지내력은 상승하지 않게 된다.

③ 지표배수를 지배하는 인자로서 하나는 답면의 지균상태이고, 다른 하나는 낙수구의 구조이다. 특히 답면의 지균상태가 좋은 경우에도 낙수구를 향해 약간 경사되어 낮아지는 것이 이상적이다. (수구 부근의 답면에 대해 낙수구 부근의 답면이 10cm 정도 낮은 것이 좋다). 역으로 수구에 대해서 낙수구가 높으면 배수는 저해된다. 또 답면의 요철도 지표배수에 영향이 있으므로 이와 같은 때에는 농작업에 지장이 없는 정도의 얕은 배수소구를 설치하면 좋다.

④ 또, 포장정비 직후는 논바닥의 요철도 많으므로 영농단계에서도 지균작업을 하도록 배려해야 한다. 통상의 영농관리에서 3년 정도 경과하면 지균(地均) 정도가 다시 향상하는 경우가 많다.

(2) 중가낙수 등 재배법과 포장건조

① 수도작의 경우 토양건조를 도모하는 뜻에서 중요한 것의 하나로 중간낙수가 있다. 이 시기는 증발산도 왕성하고 작토층은 건조해져 pF2 이상이 되며 완전한 균열이 생긴다. 조건이 양호하면 하층토 30 ~ 40cm 까지의 토양수분까지도 현저히 저하시킬 수 있다.

② 이와 같은 조건하에서 작토에 발생한 균열은 재 담수하여도 재차 폐쇄되지 않고 물길로서 유효하다. 따라서 중간낙수 후는 투수성이 증대되고 지내력도 향상된다.

③ 가을에 낙수한 후에도 중간낙수의 효과가 지속되어 건조와 지내력의 증대가 진행된다. 벼 재배상의 물관리에서 보면, 중간낙수기와 낙수 이후의 비관개기의 포장 건조는 극히 중요하며, 이 시기는 수갑을 개방해 주고, 최대한으로 배수효과를 발휘시켜야 한다. 이외 포장건조를 촉진시키기 위해서 유리한 재배법으로서는 다음과 같은 것이 있다.

가. 건답직파

나. 써레질

다. 무담수재배

라. 담수기간의 단축

④ 또, 포장건조의 효과를 특히 거양하여, 증산력이 강하고, 심층까지 건조하게 하는 작물을 의도적으로 도입하면 유효한 경우도 있다. 이와 같이 포장건조의 촉진과 토양구조의 발달에 생물의 힘을 빌리는 것을 종종 연구해볼 필요가 있을 것이다.

(3) 보조암거의 시공

① 토층이 중점토로서 투수성이 불량한 경우는, 본암거에 보조암거를 조합시켜 시공하지 않으면 충분한 배수효과가 없는 경우가 있다. 일반적으로 보조암거는 본암거보다 얕게, 조밀하게 시공한다. 보조암거 중에서도 가장 광범위하게 쓰이는 탄환암거(맹암거)는 지지판하에 설치된 대포 탄환모양의 것을 트랙터나 윈치에 의해 토중에 인입시켜 그 통과적(通過跡)으로 생긴 연속된 구멍에 의해 암거의 역할을 유지시키는 방법이며, 시공이 간단하고, 경비가 싸며, 심토파쇄 효과가 기대되며, 속효성이 있는 것이 이점이다. 반면 무자재이므로 효과가 지속되지 않으며 한본의 길이로 너무 길게 할 수 없는 것 등의 결점도 있다.

② 보조암거는 본암거에 직교하여 시공한다. 이때 본암거와 보조암거의 수리적 접속을 좋도록 암거의 피복재는 충분히 두껍게 해둔다.

③ 이 보조암거가 지표부의 휴간(畦間)과 직교하는 경우에는 휴간의 담수 배제에 또한 유효하다. 이와 같이 보조암거는 토양의 투수성을 대폭 향상시켜 본암거의 기능을 충분히 발현시킨다. 보조암거의 배치는 1본의 연장을 50m 이내로 하고 영농작업의 일환으로 고려하여 격년정도에 반복 시공하면 좋다.

④ 보조암거가 효과를 발휘하지 못하는 경우의 하나는 시공 시의 토층이 연약한데 무리하게 시공하는 경우이다. 시공시의 토층의 경도와 암거공 단면비(토중에 생긴 보조암거공의 단면적과 탄환의 단면적의 비율)를 보면 단면비 80%를 유지하기 위해서는 콘 지수 2kgf/㎠ 정도가 필요하다는 것을 알 수 있다. 단면비가 너무 적으면 배수의 통수능이 나빠질 뿐더러 심토파쇄적 효과가 기대될 수 없다. 또, 시공시 지표에 담수 등이 남아있으면 지판(支板)이 통과한 자리에서 이토가 유입되어, 기능을 저하시키는 원인이 되므로 주의를 요한다.

(4) 논의 밭 이용에 대한 고려

① 이상에서 기술한 것은 주로 논의 지하배수에 대한 것이지만 여기서는 논의 밭 이용에 대해서 기술한다. 말할 것도 없이 논의 밭 이용에 있어서 가장 큰 요점은 배수의 강화이다. 따라서 지하배수의 기능을 정확히 발휘시키는 것은 그대로 밭으로서의 이용의 성공에 연계된

다.

② 단, 밭의 경우는 논의 경우와 달리 담수에 대한 여유가 적으므로, 강우에 대해서는 4시간 우량, 4시간 배제(논의 경우 24시간 우량, 24시간 배제)의 배수량을 취하며, 또 지표배수의 강화는 물론이며 지하배수의 목표치로 작물에 따라서는 논의 경우보다도 엄격한 값을 채택할 부득이한 경우도 생긴다. 또, 배수상의 요청에서 보면 구획계획에 대해서도 대응이 필요하게 될 경우도 생긴다. 또, 인접 논에서의 침입수의 배제도 중요하며, 이점에서 집단적 전작(轉作)이 전제로 된다.

③ 특히, 논의 밭 이용에 있어 중요한 것은 포장의 구조가 논 그대로를 유지하는 것을 전제로 하고 있기 때문에, 영농 배수상의 대응이 중요한 의미를 갖고 있다.

④ 일본에서 전국 17지구에서 1,487필지의 전환(轉換) 밭에 대해서 설문조사를 실시한 결과를 보면 다음과 같은 영농 배수상의 경향을 볼 수 있다. 영농단계에서의 배수촉진 대책으로서는 두렁상 재배, 배수구 시공 등이 있다.

⑤ 이런 것은 하나의 포장에서 여러 종류가 조합되어 실시되는 경우가 있으므로 작물과 장변 길이와의 관계까지 집계해 보면 영농배수는 집약작물에 많고, 조장작물에서는 적다. 또 집약작물에서는 길수록 배수상의 요구가 강해지고, 실시율이 증대되고 있다.

⑥ 또, 지표의 잔류수 상황을 보면 명확히 영농배수상의 효과가 보이며, 배수시간의 단축이 예견된다. 또, 농가쪽에서도 명확한 효과가 있다고 판단하고 있는 것을 알 수 있다.

⑦ 이와 같이 영농단계에서의 대응은 극히 중요하며 이와 같은 수단으로 포장 건조를 진행하는 것에 의해 토양구조는 밭의 그것에 향해 발달해, 균열이 암거층까지 발달해가게 된다. 그러나 반면 이와 같은 포장건조가 진행되면 지형과 토양조건에 따라서는 재차 논으로 돌아갔을 때에 논용수량의 증대를 초래하는 것에 대해서도 배려해야 할 경우가 생긴다.

이와 같은 논의 밭 이용기술 체계에 대해서는 지하배수 시설의 유지관리만 논해도 끝이 없다고 할 수 있다.

4.3 관리운영계획

4.3.1 관리운영계획

배수시설에 대한 관리운영계획은 그 시설이 갖는 배수능력을 최대한으로 발휘할 수 있도록 관리운영조직과 관리제어방법이 일체가 되게 검토하여 수립해야한다. 배수시설에 관해서도 보전관리가 필요하다. 배수시설은 배수로, 배수펌프장, 배수문등으로 구성되며 이러한 보전관리는 용수로의 (송수시설, 급수시설), 취수펌프, 수문 등의 보전관리와 같으며 각각의 기술을 참조해야 한다. 또한 배수시설은 배수가 유하하여 그 수질은 일반적으로 용수보다는 좋지 않다. 특히 염분농도를 나타내는 전기전도도도 용수보다 크며 이 수질이 미치는 시설에의 영향(금속부의 부식이나 전기계통예의 영향 등)에 특히 유의해야 한다.

4.3.1.1 관리운영계획의 기본

(1) 농업기반시설의 관리는 농어촌정비법과 관련법의 규정에 따라 농어촌공사 또는 지방자치단

체 등이 관리자가 되어 시행하는 것이 일반적인 원칙이다.

(2) 관리자는 농어촌정비법과 관련법의 규정에 정해진 관리규정, 하천법의 규정에 의하여 정해진 조작규정 기타 관계법령 등을 준수하여 농업기반시설의 관리를 할 필요가 있다. 이 때문에 사업계획에 있어서도 관리운영조직 및 관리제어방법에 관계되는 관리의 기본사항을 명확히 할 필요가 있다.

(3) 또한 설치한 시설에 대하여 효율적 이용을 할 수 있으면서 원활히 관리운영을 하기 위하여는 관리운영계획에서, 시설의 관리운영을 실행하는 조직, 비상시의 대책을 포함하는 관리제어의 방법, 점검, 보수에 관한 사항, 비용부담 방법 등을 종합적으로 정할 필요가 있다.

(4) 이 관리운영계획의 수립에 있어서는 일반적으로 다음 사항에 유의한다.

① 관리의 체제 및 조직 : 구성, 조직의 운영방법

② 시설의 관리제어 : 조작, 운전

③ 시설의 관리운영방법 : 관리항목, 보수점검 및 정비보수의 방침 등

④ 관리운영비 : 비용, 부담자, 부담방법 등

4.3.1.2 관리운영계획의 체제

(1) 관리운영을 위한 체제는 배수의 조건변화에 대하여 고려하고, 홍수시, 평상시 및 비상시 등에 필요한 대응이 될 수 있게 계획한다. 또 비상사태에 있어서는 신속히 적절한 대응이 될 수 있는 체제가 필요하다.

(2) 이 체제는 지역의 실상을 반영하여 시설의 기능이 최대한 발휘될 수 있도록 다음과 같은 상황을 고려하여 정한다.

(3) 지금까지는 주로 논벼에 관한 배수관리로서 관행적으로 비교적 단순한 제어조작에 의한 배수관리가 되어 왔다.

(4) 한편, 요즈음에는 논의 범용경지화가 요구되어 이에 합치되는 배수계획 및 배수관리가 되게, 더욱 정밀성과 확실성이 요청되고 있다. 또, 농가의 겸업화의 진행에 따르는 노동력의 부족으로, 오늘의 관리운영을 전적으로 농업기반시설 관리자가 맡아 하는 형태를 취하고 있다. 이와 같은 새로운 상황에 대응하여 시설의 적정한 관리를 유지하기 위하여 관리제어의 장치화, 시스템화가 계획될 전망이다.

(5) 농업기반시설의 관리는 하나의 농업생산기반정비사업으로 실시한다. 시설의 소유주체와 다른 자라 하더라도 농어촌정비법에 따르는 소정의 절차를 거쳐 시설의 관리를 할 수 있다.

(6) 시설의 관리주체에 의해 관리조직이 달라지므로 관리주체를 명확히 할 필요가 있다.

(7) 관리체제는 배수계획에 기초하여 시설계획 등을 검토하여 최소의 인원으로 말단에 이르는 배수에 관한 정보를 신속 정확하게 파악하여, 필요한 시설의 조작이 기동적인 것이 될 수 있도록 계획한다.

4.3.1.3 시설의 운영관리

(1) 배수계획을 정확하고 효율적으로 이루어지게 하기 위하여는 관리제어를 하여야 할 항목, 시설의 유지ㆍ점검의 방법 등을 관리운영계획에 적절히 설정하여야 한다.

(2) 배수시설의 적정 원활한 운영을 위하여 배수계획 및 시설계획을 검토함과 함께, 다음과 같은 생각에 따라 관리제어를 하여야 할 항목을 정리한다.
(3) 배수시설의 계통별로 각 시설의 계획에서 감시 및 제어와 그들의 조작순서 등에 대하여, 각각의 기능확보와 전체의 적합성(균형성)을 배려하여 중점이 될 항목을 정한다.
(4) 일반적으로 다음과 같은 목표가 설정된다.
① 배수수위의 적정화: 홍수시의 각 단계별 목표 내수위의 설정, 평상시의 배수로 내수위의 설정
② 시설기능의 보전: 시설의 적정조작의 확보, 이상 상태의 조기발견 등
③ 관리경비의 절감: 동력비 등 시설의 운전경비절감, 관리인건비의 절약 등
④ 기타: 신속, 확실한 유지관리작업 등
(5) 관리제어 시스템에서의 배수제어시설, 계측시설, 전송시설 등의 기능을 유지하기 위하여는 정기점검을 하여 그 작동상황을 정확히 파악함과 함께 필요에 상응한 유지관리기록을 보존하는 기틀을 만든다.
(6) 시스템의 유지보존은 제어기기, 계측기 등의 관리시설에 대한 가동상황, 문제점, 특성 등의 운전에 관한 여러 점을 파악함과 함께, 이들의 관리방법을 충분히 이해하여 행할 필요가 있다.
(7) 이상 상태에 대비하여 비상시에 취하여야 할 조치 및 보수방법에 대하여도 생각하여 둔다.
(8) 계획된 여러 시설의 기능을 충분히 발휘시키기 위하여는 필요항목을 정리한 관리제어 기준을 작성하고, 규칙적 운용을 하는 것이 바람직하다.

4.3.2 포장의 관리계획

(1) 포장에서의 관리시설 및 관리기준은 밭, 초지, 논 등의 입지조건이나 영농조건에 따라 상당히 다르다. 그러나 일반적으로 포장내의 배수시설로서 지표배수용 배수구(낙수구)와 지하배수용 암거의 보수관리가 중요하므로 이에 대하여 충분한 검토가 있어야 한다.
(2) 포장에서의 배수관리는 포장을 작물생육에 적합한 조건으로 하기 위해 과잉된 물을 신속히 배제하는 것이다.
(3) 바람직한 배수조건은 농작물의 수량이나 품질, 생산량이나 생산액을 최대화시키고 토지생산성을 증대시키며, 농작업의 환경을 개선하고 노동생산성을 높일 수 있도록 하는 것이다. 따라서 포장에서의 배수관리는 해당 지역의 지역적인 배수조건의 정비나 관리를 전제로 해서 실현시켜야 한다.
(4) 포장의 배수시설로서는 포장에서의 지표수 배수를 위한 배수구(낙수구), 지하배수를 위한 암거 등이 있다. 통상 이 포장배수시설의 관리조작은 각 포장의 경작자가 행한다. 포장의 소유자와 경작자가 다른 경우에서도 통상의 배수관리는 경작자가 행하는 것이 보통이다. 또한 각 포장의 경작자가 아니라 위임을 받은 특별한 임무를 갖는 자가 전문적으로 조작하는 경우도 있다.
(5) 배수시설은 될 수 있는 한 보수관리가 쉬운 구조로 하고 년간 2회 정도의 청소가 필요하다. 특히 흡수거, 집수거 등에는 토사의 유입이 많으므로 보수시 신중한 주의를 해야 한다. 또한, 수갑은 지하수를 조절하는데 중요한 시설이므로 누수가 없도록 주의해야 한다.

(6) 암거의 배수구에 대한 위치, 구조의 적부는 배수의 상태를 좌우하여 암거배수의 기능을 제약하므로 수로의 수위와 관계시켜 설계하여야 한다.

4.3.2.1 포장배수구에서의 배수량의 관리

(1) 포장에 설치된 지표배수구(낙수구)에는 다음과 같은 형식이 있다

① 논두렁 등의 일부를 절개하여 그 결구부에서 배수로 등에 유출시키는 형태로 이 경우는 시설이라고 말 할 수 없을 정도로 간단한 구조이다.

간단한 보나 오리피스 형상의 구조물을 경유하여 배수하는 형태로 논두렁의 결 구부에 적당한 것(판, 돌, 흙 등)으로 월류 수위를 조절할 수 있도록 한 것 등이다.

(2) 한편, 포장배수구의 배수량의 총량은 포장내에 저류된 과잉한 지표수 중 침투나 증발로서 소비되지 않는 수량을 말한다. 이것을 가능한 한 단시간에 배수시키는 조건에서 포장배수량을 결정해야 한다.

(3) 포장에서의 과잉 담수는 기본적으로 작물의 적정한 생육에 장해가 되는 지표수의 양이며, 논의 경우는 포장내의 바람직한 담수심 이상의 담수량이 된다.

(4) 우수배수의 경우는 강우중이나 강우후의 배수구 조작에 의해 배수량이 결정된다.

(5) 포장에서 배수되는 소배수로의 배수수위나 유량에 의해서도 포장에서의 배수량이 규정된다.

(6) 그 배수로의 수위가 높으면 당연히 포장에서의 배수는 불충분하게 되며 포장면 이상이 되면 역으로 배수가 포장에 침입하게 되므로 이에 대한 관리계획을 세워야 한다.

4.3.2.2 암거에 의한 지하배수량의 관리

(1) 포장에서 과잉된 토양수분의 배제를 암거를 설치해서 촉진시키는 경우, 암거는 일반적으로 흡수거, 집수거, 수갑, 배수구 등으로 형성된다. 이러한 암거시설을 이용 지표배수에서 배제하지 못한 지표의 담수나 과잉된 토양수를 포장지하수위의 저하를 도모하면서 배제할 경우, 개선된 토양수분조건에 의해 균열이나 대소의 수로가 토층내에 형성되어 투수성이 증가하고 배수량이 증대될 수 있도록 지하배수량을 철저히 관리해야 한다.

(2) 암거배수량은 토양의 지하수위, 암거의 매설깊이 · 간격 · 관재료 · 소수재 등에 따라 달라질 수 있다. 따라서 암거배수량을 집수거 등에 설치한 맨홀에서 유량이나 수위를 제어하여 조절하는 경우나 논에서와 같이 관개기(담수시)에 수갑의 폐쇄를 통해 조절하는 경우 이의 관리에 대한 사항을 충분히 검토해야 한다.

4.3.3 배수로 및 문비

(1) 배수로와 문비의 관리는 보수가 중요한 것으로 관리구역내에서 농지의 비율이 낮거나 원거리에 위치할 경우 유지관리가 상당히 어려우므로 보수작업이 쉬운 구조로 해야 한다. 또한, 배수로 문비의 개폐에 큰 장해가 되는 쓰레기의 유입에 대한 대책을 검토해야 한다.

(2) 배수로 내에 어느 정도 쓰레기의 유입은 피 할 수 있으나 쓰레기 성분 중에서 특히, 문제가 되는 수로 유수단면내의 풀이 무성하지 않는 구조를 검토해야 한다.

(3) 배수로의 수위제어에 관해서는 특히 큰 유역을 지배하고 있는 간선배수로에는 수위제어에 원활을 기하기 위한 수위계, 유량계 등의 설치를 검토해야 한다.

4.3.3.1 배수로에서의 수위의 관리제어

(1) 배수에 있어서는 목표로 하는 농지의 담수ㆍ수분조건이나 그것을 실현하기 위한 배수로의 목표수위를 설정해야 한다.
(2) 배수로의 수위는 문비나 배수통문의 조작이나 배수펌프의 운전조작에 의해 제어한다.
(3) 배수펌프의 배수량은 통상 배수로 등의 수위제약을 받으면서 운전하는 펌프의 규모나 대수의 선택, 회전수 등이나 밸브조작 등에 의해 제어되며 외수위의 영향도 받는다. 배수로의 수위나 유량에서 자연배수의 경우, 배수로내에 수위조절시설(문비 등)이 설치되어 있는 경우에는 배수원인 하천 등의 외수위에 의하여 관리제어된다.
(4) 배수로가 지구외에 접속되어 있는 지점에서 제방을 암거로서 통과시킨 후 하천에 배수통문이 설치되어 있는 경우에는 통문조작에 의하여 수위나 유량이 규정된다. 이 배구통문은 지구내의 수위와 지구외 하천 등의 수위나 그 변화상황에서 개폐를 제어한다.
(5) 기계배수의 경우는 배수펌프의 운전에서 배수량이 규정되며 그것에 의해 배수로의 수위ㆍ유량이 제어된다. 배수펌프의 배수량은 배수로의 수위나 유량에도 규정되지만 외수위에 의해서도 양정이나 배수가능량이 변화하기 때문에 그 영향도 받는다.

4.3.4 배수펌프장 및 기타

(1) 홍수시 배수펌프장의 운전관리는 관련규정에 따라 조작하는 외에 기상, 수문 상황을 파악해 배수펌프장으로 유입하는 홍수량과 배수본천의 수위 등을 예측하면서 그 예측 결과를 활용해서 관리하도록 하여야 한다.
(2) 펌프의 조작에 관해서는 수문해석 결과에서 얻어지는 배수장의 목표 내수위(각 단계별)에 대하여 펌프, 수문 등의 운전조작개시, 정지 등을 명확하게 한다. 펌프장의 목표내수위의 경우 홍수시에는 우량과 현상수위로서 예상하고, 관개기 상시배수에서는 관개용수량, 우량, 증발산량, 지하침투량 등으로 추정한다.
(3) 배수펌프장에서의 배수수위나 배수량의 관리제어를 위한 펌프제어방식은 그 규모, 대수, 사용빈도, 운전경비 등으로 정한다. 동일지역에 다수의 배수펌프가 있는 경우는 상호간에 연대를 가지면서 효율적ㆍ경제적인 운전과 제어가 중요하다.
(4) 펌프의 운전조작은 펌프의 설치위치에서 행하는(기측조작) 경우와 떨어진 장소에서 행하는(원격조작ㆍ원방조작) 경우가 있다. 또한 조작에는 모든 조작수준을 인력으로 행하는 경우(수동조작)와 처음 시동조작 이외에는 자동적으로 행하는 경우(자동조작)가 있다.
(5) 배수량의 측정은 통상 배수기의 용량과 양정 등을 이용하여 산정한다. 펌프에 방수용의 관로가 직렬하는 경우 관수로내의 수압과 유속이 측정되어 유량으로 환산된다.
(6) 배수량이나 그 변경은 필요한 기관에 보고ㆍ연락해야 한다. 사전연락이든지 사후보고이든지 양쪽 다 이든지 연락보고의 시점, 수단ㆍ방법은 계절ㆍ시기, 방류량이나 상대기관에 의해 달라진다.

(7) 펌프의 운전기록이나 배수량은 적당한 시간간격으로 수량을 기록해 둘 필요가 있다. 1일 단위의 1기록(1일 1회 측정)으로 충분한 경우가 많다. 홍수배수에서 배수량의 변동이 커지면 적당한 빈도로 행한다.

4.3.4.1 운전조작관리

운전조작관리에 있어서는 우선 수문 상황을 해석하고, 배수구역내에서 발생하기 쉬운 상태와 환경 조건을 예상하여 수위조건을 설정하고, 이에 합당하게 펌프와 수문을 조작해야 한다.

4.3.4.2 평상시 운전관리

평상시 배수펌프장의 운전관리는 자연배수나 기계배수에 의해 영농 등에 관개되는 지구내 수위의 확보에 유의하여야 한다.

4.3.4.3 관계기관 등에 통보

배수펌프장 가동시 공공의 이익에 중대한 영향이 생긴다고 인정될 때는 관계기관에 통보하여야 하며, 또 필요에 따라서는 지구내 상ㆍ하류의 주민에게도 통보하여야 한다.

4.3.4.4 운전제한의 조치

홍수시 배수본천구역 하천수위가 침수피해 등 위험이 발생할 상황으로 되어 배수펌프장 가동을 제한 할 필요가 있다고 예측될 때에는 해당제한 조건을 배수장 조작요령에 정하여야 한다.

4.3.4.5 이상시의 조치

배수펌프장 가동시 정전 등 사고가 발생되지 않도록 사전에 한전 등과 협조체제를 구축하고 천재지변 등에 의하여 홍수배제에 영향이 발생된다고 우려될 때에는 기능의 조속한 회복에 노력함과 아울러 관계기관 및 인근주민에게 통보하여야 한다.

4.3.4.6 홍수경계단계의 조치

기상청의 호우 또는 태풍주의보가 있을 때에는 준비단계로 들어간다. 이때에는 배수펌프장을 관리하기 위한 시설관리담당자를 소집하며 기상, 수문경보를 수집하고 관계기관 등과 연락체계를 유지하고 운전관리에 필요한 기기류 및 자재의 점검, 내외수위의 예측과 배수펌프장 가동에 대한 준비를 한다

4.3.4.7 홍수단계의 조치

기상청의 홍수 또는 태풍경보가 발령되어 홍수단계(비상(적색))로 될 때에는내외수위, 쓰레기처리 등에 주의하고 안전한 배수장 관리에 의해 홍수배제에 노력하여야 한다.

4.3.4.8 홍수단계의 해제

기상청의 기상특보가 해제되거나 홍수염려가 없다고 판단될 때에는 홍수단계를 해제한다.

4.3.4.9 설비기기의 관리

(1) 배수장에 설치되어 있는 설비기기의 정상적인 운용을 유지하기 위하여 점검, 정비, 보수 등을 계획적으로 실시하여야 한다.
(2) 점검ㆍ정비는 계획된 주기에 따라 점검빈도와 점검시기를 정하고 정해진 항목에 따라 계획적으로 실시하여야 한다. 설비기기의 점검, 정비 등의 결과를 기록한 자료를 정리하여 그 활용을 도모해야 한다.
(3) 기계설비도 정해진 점검항목에 따라 조작시, 1일(정시), 월례, 정기, 긴급, 휴지기간 등으로 구분하여 각종 점검 및 정비를 하여 정상적인 운전이 될 수 있도록 관리하여야 한다.
(4) 전기설비 및 부대설비는 각 기기가 항상 정상적으로 운전이 될 수 있도록 계획적으로 관리를 하여야 한다.
(5) 제어설비 등은 각 기기가 항상 정상적인 작동이 될 수 있도록 관리하여야 한다.
(6) 설비기기의 정기정비는 표준내용년수를 유지하기 위하여 적정한 주기로 계획적으로 실시하여야 한다.
(7) 설비기기의 부속품 및 예비품은 사업의 준공과 함께 설계서에 명시된 대로 인수 보관 관리하여야 하며 사용한 후에는 필요한 양을 보충하여야 한다.

4.3.4.10 보수관리

보수관리에 있어서 배수펌프장에서는 쓰레기 처리가 중요하다. 특히, 지구내에 주택지가 있을 때에는 배수펌프장에 집적되는 쓰레기량이 많고 성분도 비닐, 농약병 등 이물질이 들어 있어서 이를 자동으로 제거하기 위한 제진기와 소각장의 설치에 대하여도 검토해야 한다.

4.3.5 자동관리시스템

(1) 배수시설 관리의 효율화 및 갑작스런 홍수에 효율적으로 대처하기 위하여 TM/TC와 같은 관리와 운영의 자동화 시설의 계획과 컴퓨터를 이용한 종합정보관리시스템인 GIS의 활용도 적극 검토하여야 한다.
(2) 자동관리시스템은 배수시설 관리와 운영을 관리인이 직접 현장에 가서 시설물을 경험에 의해 조작하는 대신에 기계, 전기, 전자, 통신, 컴퓨터 기술을 이용한 원격관측/제어(TM/TC : Tele-Metering/Tele-Control)운영기법으로 사업구역내의 배수시설의 운전 상태, 주요시설과 지점의 상황을 감시, 점검, 제어 할 수 있으며 자료수집과 응급조치가 가능하고 컴퓨터에 의해 예측을 실시함으로써 효율적으로 배수관리를 할 수 있는 시설이다.
(3) 따라서 배수시설을 효율적으로 이용하고 합리적으로 관리하기 위해서는 첨단 전자, 통신, 컴퓨터 기술 등을 도입한 배수자동화시설이 필요하며, 하드웨어와 소프트웨어가 필요하다.
(4) 하드웨어로는 물의 상태를 실시간으로 파악할 수 있는 TM/TC가 있으며, 소프트웨어로는 배

수시스템이 효율적으로 운영되도록 통제할 수 있는 운영체계(Optimal Operation Rule)가 있어야 한다. 즉, 자동관리 시스템의 구성요소는 중앙제어장치, 원격제어장치(RTU), 관측센서, 통신시설 및 운영체계 프로그램으로 이루어진다.

(5) 또한, 배수와 관련된 각종 시설물에 대한 위치정보, 속성정보(배수시설물의 명칭, 기호, 시설관리자, 관경, 재질, 설계도면 등)를 연계하여 시설물 관리에 소요되는 비용과 인력을 절감케 하고 관리부실로 인한 재난을 사전에 방지하기 위한 지리정보시스템(GIS : Geograhic Information System)활용도 검토해야 한다.

4.3.5.1 배수관리 자동화시설의 기본원리

배수관리 자동화시설의 기본원리는 수위 및 유량의 자동측정, 자료의 송신, 측정자료의 분석과 배수관리의 의사 결정, 시설물의 제어, 제어 결과의 feed back 순서로 진행하여 적시에 적량의 물을 배수함으로써 배수관리의 효율화를 달성하는 것으로 배수관리 자동화 시설 계획은 대상지구에 대한 시설물의 조작방법, 배수관리 S/W 운영방법, 관리대상 시설의 선정 및 감시 제어방식 등을 종합적으로 검토하여 지구의 여건에 적합하고 개선과 조정이 쉽도록 계획하여야 한다.

4.3.5.2 배수시설 제어시스템 적용

(1) 배수시설물 계획시 배수시설 제어시스템을 적용하여 단위 시설물에 연계된 일정량의 설비를 통합하여 제어함으로써 평상시에는 관리자의 시설 사용능력을 향상시키고, 배수장 가동시에는 사고예방 및 위기대처 능력을 제공하여야 한다.

(2) 다음과 같은 경우에는 배수시설 제어시스템을 적용하면 1~2인의 인력으로도 여러 개의 배수장 및 수문 등 배수시설을 감시·조작함에 있어 운용능력 및 비상사태시 대처능력을 배가시킬 수 있어 배수개선 사업의 효과를 더욱 향상시킬 수 있으며, 배수시설의 고장에 대해서도 원격감시제어로 즉시 대처가 가능하다.

① 동일지구 및 유역의 배수장을 대상으로 한 장소에서 감시 및 운전을 함으로서 최소인원으로도 운영 및 위기관리가 용이해지는 시설

② 조수의 특성이나 강우 다발지역으로 관리자의 상주, 간시·운전이 필요함에 따라 인력수급과 긴급운전에 문제가 있어 원격감시·운전을 필요로 하는 시설

③ 단위 배수장에 연계된 시설물로 내·외부 이동거리가 길고 장비 운전상태 파악이 곤란하여 1인 운전이 불가능한 시설.

4.3.5.3 배수관리 자동화시설의 효과

(1) 배수관리에 소요되는 인력을 노동생산성에 관계없이 자동화시설로 대체함으로써 소요 인건비를 절감하고, 인력에 의한 배수관리에 비해 상대적으로 배수관리의 품질을 높일 수 있으며 관리비용을 절감할 수 있다.

(2) 밤중에 갑작스런 홍수가 와도 자동관리시스템에 의한 자동제어로 배수가 가능하므로 홍수피해를 방지할 수 있다.

4.3.5.4 배수펌프장의 자동제어

(1) 배수펌프장의 자동관측, 감시, 제어 항목은 다음과 같다.
① 내수위: 수위를 관측하고 이상상승 및 이상저하를 감시한다.
② 배수문: 전개, 전폐, 고장 등을 감시하고 설정수위를 제어한다.
③ 배수펌프(홍수시): 운전, 전지, 고장 등을 감시 및 제어한다.
④ 하천수위: 수위를 관측하고 이상상승을 감시한다.
⑤ 제수문: 개도를 측정 및 제어한다.
⑥ 수전설비: on/off, 전압, 전류 등을 감시 및 제어한다.

(2) 배수펌프는 기계배수에 이용되며 배수로에서 흡수조로 도수된 물을 양수하여 배출수조를 통하여 하천으로 배수한다. 배수문은 배수로에 설치되어 자연배수에 이용하고 배수하천의 수위상승으로 펌프로 배수를 할 경우에는 닫는다.

(3) 홍수시 배수펌프는 계획기준 내수위를 설정하여 홍수량에 의한 내수위 상승에 따라 가동하는 펌프대수를 제어한다.

(4) 배수문은 내외수위차에 의해 개폐를 감시 제어한다.

(5) 배수관리에는 내수위, 하천수위 등의 항목과 운전조작과 시설 관리에 필요한 수전량(전압, 전류, 전력량 등) 등의 항목을 측정, 감시, 제어한다.

(6) 평상시는 내수위에 따라 배수문 개폐를 원격자동조작하고, 홍수시는 배수펌프 및 배수문을 원격자동 조작한다.

4.3.6 종합적인 배수관리와 환경보전

4.3.6.1 종합적인 배수관리

배수관리 특히 우수배수의 경우 모든 과잉수를 지구외로 단시간에 배출하는 것만이 아니라 그 비용이나 효과를 생각하여 지구내에 일부 저류시키고 서서히 배수시키는 방식, 포장 등에 담수시켜 농작물의 수확을 하지 못하거나 일정기간만 허용할 수 있는 범위내에서 담수시키는 방식, 대규모적인 유수지를 지역내에 설치하여 거기서 대량의 저수에 의해 지구전체의 배수조건을 확보하는 경우 등에 대하여 종합적으로 검토하여 가장 효율적인 배수관리가 될 수 있도록 해야 한다.

4.3.6.2 생태계 및 환경보전

(1) 지구의 배수관리는 지구내의 생태계나 환경에 영향을 미치는 경우가 있다. 따라서, 농지로부터 오탁물질이나 농약 등의 오염물질이 포함되어 배수로내의 수질오탁ㆍ오염을 초래하는 경우, 또한 지역의 농업집락이나 다른 산업으로부터의 배수, 공장폐수 등이 포함되어 있는 경우 그 배출수질에 의하여 하천이나 호소 등의 수질이 악화되지 않도록 해야 한다.

(2) 배수된 물을 재이용하는 경우 그 수질(염분농도 포함)을 정기적으로 상시 감시할 필요가 있다.

(3) 배수로는 기본적으로 인공수로이지만 기존수로를 이용하고 있는 경우도 많고 하천과 같이 생

태계나 환경의 형성을 하고 있기도 하다. 배수관리를 적절히 하여 저습지가 건조하고 서식하는 동식물에 영향이 나타나는 등 습지생태계에 영향이 생기는 경우가 있다.

(4) 지역에서의 배수에는 농지로부터의 오탁물질이나 농약 등의 오염물질이 포함되어 있는 경우가 있어 배수로내의 수질오탁·오염을 초래한다.

(5) 농지배수에는 지역의 농업집락이나 다른 산업으로부터의 배수가 포함되어 있는 경우도 많다. 농지배수에 공업폐수가 포함되어 있는 경우는 그 배출수질에는 특히 유의해야 한다. 또한, 배수의 오탁·오염은 그것이 배출되는 하천이나 호소 등의 수질을 악화시킨다.

(6) 오탁물질의 부하를 지구외로 감소시키기 위해 배수를 관개용수로서 순환 재이용하는 경우가 있다.

(7) 배수를 재이용하는 경우 그 수질(염분농도 포함)을 감시할 필요가 있다.

집필위원	분야	성명	소속	직급
	관개배수	김선주	한국농공학회	교수
	농업환경	박종화	한국농공학회	교수
	토질공학	유 찬	한국농공학회	교수
	구조재료	박찬기	한국농공학회	교수
	수자원정보	권형중	한국농공학회	책임연구원

자문위원	분야	성명	소속
	농촌계획	손재권	전북대학교
	수자원공학	윤광식	전남대학교
	지역계획	김기성	강원대학교
	수자원공학	노재경	충남대학교
	농지공학	최경숙	경북대학교
	관개배수	최진용	서울대학교

건설기준위원회	분야	성명	소속
	총괄	한준희	농림축산식품부
	농업용댐	오수훈	한국농어촌공사
	농지관개	박재수	농림축산식품부
	농지배수	송창섭	충북대학교
	용배수로	정민철	한국농어촌공사
	농도	조재홍	한국농어촌공사 본사
	개간	백원진	전남대학교
	농지관개	이현우	경북대학교
	농지배수	남상운	충남대학교
	취입보	김선주	건국대학교
	양배수장	정상옥	경북대학교
	경지정리	유 찬	경상대학교
	농업용관수로	박태선	한국농어촌공사 본사
	농업용댐	손재권	전북대학교
	농지배수	김정호	다산컨설턴트
	농지보전	박종화	충북대학교
	농업용댐	김성준	건국대학교
	해면간척	박찬기	공주대학교
	농업수질및환경	이희억	한국농어촌공사 본사
	취입보	박진현	한국농어촌공사 본사

중앙건설기술심의위원회	성명	소속
	이태옥	평화엔지니어링
	성배경	건설교통신기술협회
	김영환	한국시설안전공단
	김영근	건화
	조의섭	동부엔지니어링
	김영숙	국민대학교
	이상덕	아주대학교

농림축산식품부	성명	소속	직책
	한준희	농업기반과	과장
	박재수	농업기반과	서기관

설계기준
KDS 67 45 90 : 2018

농지배수 유지관리

2018년 04월 24일 발행

농림축산식품부

관련단체 한국농어촌공사
58217 전라남도 나주시 그린로 20(빛가람동 358) 한국농어촌공사
☎ 061-338-5114 E-mail : webmaster@ekr.or.kr
http://www.ekr.or.kr

(작성기관) 한국농공학회
06130 서울시 강남구 테헤란로 7길 22(역삼동 365-4) 과학기술회관 본관 205호
☎ 02-562-3627 E-mail : j6348h@hanmail.net
http://www.ksae.re.kr

국가건설기준센터
10223 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283(대화동)
☎ 031-910-0444 E-mail : kcsc@kict.re.kr
http://www.kcsc.re.kr

※ 이 책의 내용을 무단전재하거나 복제할 경우 저작권법의 규제를 받게 됩니다.

KDS 67 50 05 : 2018

경지정리 일반사항

2018년 04월 24일 제정
http://www.kcsc.re.kr

농림축산식품부



건설기준 코드 제·개정에 따른 경과 조치

이 코드는 발간 시점부터 이미 시행 중에 있는 설계용역이나 건설공사에 대하여 발주기관의 장이 필요하다고 인정하는 경우 종전에 적용하고 있는 기준을 그대로 사용할 수 있습니다.

건설기준 코드 제·개정 연혁

- 이 기준은 KDS 67 50 05 : 2018 으로 2018년 04월에 제정하였다.
- 이 기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 건설기준 간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.
- 이 기준의 제·개정 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요사항	제·개정 (년. 월)
농지개량사업 계획설계기준 경지정리편	• 농지개량사업 계획설계기준 경지정리편 제정	제정 (1970. 12)
농지개량사업 계획설계기준 경지정리편	• 농지개량사업 계획설계기준 경지정리편 개정	개정 (1983. 12)
농업생산기반정비사업 계획설계기준 경지정리편	• 농업생산기반정비사업 계획설계기준 경지정리편 개정 • 대구획 경지정리에 관한 기준을 설정하였고, 농업기계화의 효율을 제고하기 위하여 구획 및 농도, 용배수 조직의 정비 기준을 정립 • 농지의 집단화를 도모하기 위하여 새로운 환지법을 도입하였고, 공사비 및 유지관리비 절감을 위하여 적정 시공기계 및 기계화 시공체계로 전환하고, 물관리 효율을 높일 수 있도록 시설기준을 개선	개정 (1995. 12)
KDS 67 50 05 : 2018	• 국토교통부 고시 제2013-640호의 “건설공사기준 코드체계” 전환에 따른 건설기준을 코드로 정비 • 건설기술진흥법 제44조 및 제44조의 2에 의거하여 중앙건설심의위원회 심의· 의결	제정 (2018. 04)

제 정 : 2018년 04월 24일 **개 정 : 년 월 일**

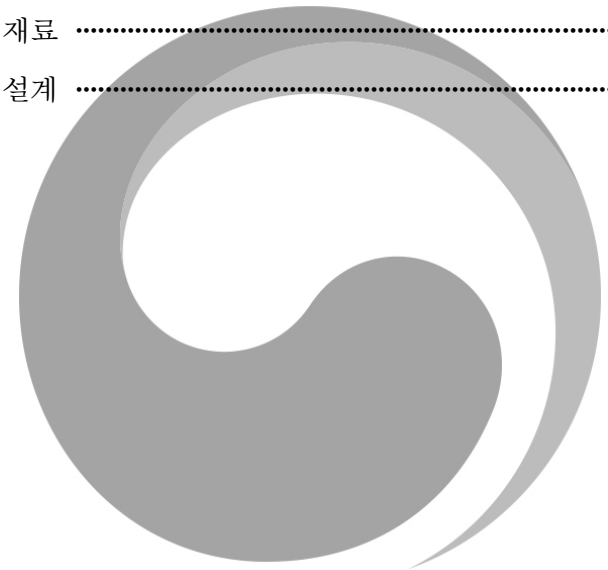
심 의 : 중앙건설기술심의위원회 **자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회**

소관부서 : 농림축산식품부 농업기반과

관련단체(작성기관) : 한국농어촌공사(한국농공학회)

목 차

1. 일반사항 ····· 1
1.1 목적 ····· 1
1.2 적용 범위 ····· 2
1.3 참고 기준 ····· 3
1.4 용어의 정의 ····· 3
1.5 기호의 정의 ····· 3
2. 조사 및 계획 ····· 3
2.1 조사 및 계획 일반 ····· 3
2.2 조사순서 ····· 3
2.3 조사항목 ····· 5
3. 재료 ····· 7
4. 설계 ····· 7



경지정리 일반사항

1. 일반사항

1.1 목적

(1) 경지정리는 지역개발의 일환으로서 농업생산 및 농촌환경의 주된 구성요소인 포장조건을 종합적으로 정비함으로써 농업생산성의 향상을 도모함과 동시에 농촌환경의 보전에 기여하는 것이므로 계획은 다음과 같은 기본적인 사항에 유의하여 수립해야 한다.

① 대상지역에 대해 장래 예측되는 영농의 형태에 적합하고, 토지 및 노동 생산성이 높고 효율적이며 합리적인 영농을 할 수 있을 것.

② 농촌의 환경조건(생산환경 및 생활환경) 정비의 일환으로서 바람직한 농촌환경의 형성 보전에 기여할 수 있을 것

③ 대상지역의 지형조건, 토양조건, 영농조건, 사회·경제조건, 기타 지역 특성에 따라 중·소구획으로 할 것인가 또는 대구획으로 할 것인가를 결정하고, 아울러 농지의 범용 화를 고려하여 계획을 세울 것.

(2) 경지정리의 목적은 경지구획의 정비와 함께 용·배수 및 토층의 개량, 도로의 정비 및 경지의 집단화 등을 일괄해서 실시함으로써 농지를 장래의 영농형태에 적합하게 하고 농업기계의 효율적인 운행과 합리적인 물관리를 할 수 있는 조건으로 정비하여 농업생산성을 높이는데 있다.

① 영농의 효율화: 노동생산성의 향상을 도모하기 위해서는 1) 포장의 대구획화에 의한 고능률 농기계의 효율적인 운행, 2) 벼의 직파재배, 밭작물의 불경기 재배 등 생력적인 재배 기술의 도입, 3) 용.배수관리의 생력화, 4) 농지의 집단화에 의한 농기계 실작업의 향상 등 영농의 효율화에 의해 대규모 경영을 추진해 나갈 필요가 있다

② 토지의 유효이용: 토지생산성의 향상을 도모하기 위해서는 토지를 효율적으로 이용해 나가는 것이 중요하며 답리작의 도입에 의한 토지 이용율의 향상, 범용화에 의한 작물선택의 자유도 확대 등이 필요하다.

③ 포장조건의 개선: 영농의 효율화 및 토지의 유효이용을 도모하기 위해서는 생산의 기초가 되는 토지 기반을 정비하는 것이 필수조건이다. 토지기반의 정비에 있어서는 포장의 대구획화와 아울러 기능적인 용·배수 조절을 할 수 있는 범용화 논으로 만들 필요가 있다.

(3) 대구획 경지정리의 계획은 지역단위의 자연조건, 사회·경제조건 등의 지역특성을 충분히 고려해서 지역에 적합한 계획을 수립해야 한다.

① 지형 조건: 대구획 논의 정비는 지형의 경사로 인해서 정지토공량의 증대라든가 인접 포구의 단차의 증대 등 경제성이나 비탈면 안정성 등에 스스로 한계가 있으므로 비교적 평탄한 지역을 대상으로 해야 한다. 또한 경제성에 대해서는 포구 단변을 길게 할 수 있는 경우에는 도수로 밀도가 적어져서 도로공이나 수로공 등의 공사비가 감소되는 한편, 암거배수 등의 배수시설을 중심으로 하는 시공비는 상승할 수 있기 때문에 전체 사업비에 대해 비교 검토

해야 한다.

② 토양 조건: 대구획 논에서는 특히 배수에 있어서 포구 단변이 길어지는 경우에는 배수로 간격이 넓어져서 배수지배길이가 늘어나게 되어 지표배수가 어렵게 되기 쉽다. 또한 암거배수에 대해서도 그 길이가 길어지므로 토양의 투수성이 불량한 지대에서는 지하배수에 지장을 초래하기 쉽고 배수불량이 되는 경우가 있다. 따라서 점토질 등 투수성이 작은 토양지대에서는 암거의 밀도를 높이는 등의 대책이 필요하게 되어 공사비의 증가, 암거조직의 복잡화에 의한 유지관리의 어려움이 염려된다. 또 대구획 논은 대형 농업기계를 이용하는 일이 많기 때문에 지내력이 작은 토양지대에서는 농기계의 주행상 지장을 초래하기 쉽다. 따라서 대구획화에 있어서는 배수가 양호하고 지내력이 큰 토양지대를 대상으로 하는 것이 바람직하며, 토양조건에 대해 면밀히 검토한 후 계획해야 한다.

③ 경영규모와 농지의 집단화: 대구획화에 의한 노동생산성의 향상을 실현하는데는 경영규모의 확대가 뒤따라야 한다. 단지로서 5~10 ha 이상의 농지를 개인이 소유하고 있는 경우에는 대구획화에 별 지장이 없다. 그러나 소규모 경영지역에서 계획하는 경우에는 농지의 이용권 설정 등에 의한 경영규모의 확대와 생산조직 등을 통한 농작업 수탁 등에 의한 규모확대에 대한 충분한 조정 검토가 필요하다. 또한 농지의 집단화는 대구획화의 전제조건이며 농업기계 실작업율의 향상에 유효하다. 이를 위해서 토지이용권의 면적집적, 환지 등에 의한 개별경영이나 농업생산조직에 있어서 토지이용의 집단화가 원활하게 추진되도록 고려해 둔다. 또 대구획 자체가 농지의 집단화를 촉진하는 요소를 갖추고 있는 점을 고려해서 계획을 수립해야 한다.

④ 재배 기술: 중·소구획에 대응한 관행 재배기술이나 농업기계장비로서는 대구획 논에 있어서의 벼재배에 충분히 대응할 수 없는 면이 있기 때문에 대구획화의 효과가 충분히 발휘되지 못하는 경우가 있다. 그러므로 대구획화 후의 재배기술, 기계장비에 대해 미리 계획해 둘 필요가 있다. 또 현재 일반화되어 있는 재배기술 외에 보다 더 생력적인 재배 기술을 도입하여 대구획에 효율적으로 이용할 수 있으므로, 직파재배(담수직파 및 건답직파), 불경기 등 새로운 재배기술 자체의 검토가 중요하다.

⑤ 기상 조건: 대구획화를 실시하면 바람에 의한 물결이나 몰아침이 커지므로 부묘가 생기고 관리작업에 지장을 초대하는 경우가 있다. 방풍대책으로서 방풍망을 설치하던가, 용수로쪽으로 향해서 몰아침이 생길 때는 용수로측의 논바닥을 5cm 정도(나비 3~4 m) 높게 한다. 강풍기를 피해서 이앙을 하는 것도 한 가지 방법이다. 따라서 계절풍 등 지역에 특유한 기상을 충분히 고려해서 계획을 세워야 한다.

⑥ 농업 구조: 지역에 따라 집약적 농업지대, 토지이용형 농업지대, 이러한 지역이 혼재하고 있는 지대 등 여러가지 농업양상을 볼 수 있는데, 구획 계획에 있어서는 장래의 농업구조를 예측한 위에 계획을 세워야 한다. 획일적으로 대구획 또는 중·소구획을 조성할 것이 아니고 지역특성을 고려해서 구획의 적정배치를 검토해야 한다. 또한 포장은 농촌환경을 구성하는 주요한 요소이므로 좋은 농촌환경의 정비보전에 기여할 수 있도록 계획해야 한다.

1.2 적용 범위

· 내용 없음

1.3 참고 기준

· 농업생산기반정비사업계획 설계기준, 1996 : 경지정리편

1.4 용어의 정의

· 내용 없음

1.5 기호의 정의

· 내용 없음

2. 조사 및 계획

2.1 조사 및 계획 일반

· 내용 없음

2.2 조사순서

(1) 계획수립을 위하여 필요한 조사의 순서는 실시하고자 하는 사업의 규모 및 지역 특성에 따라 일률적으로 규정하는 것은 적절하지 못하다. 우선 예정지조사에 의해서 지역의 개략 적인 현황을 파악하고 그 결과에 의해 사업의 필요성을 판단함과 동시에, 도·시·군·의 개발계획 및 관련 농업생산기반 정비사업계획 등에 의해 그 지역 장래의 개발 방향에 발맞춘 농업생산기반 정비사업의 기본방침을 명백하게 한다. 이 정비의 기본방침 및 예정지 조사의 결과를 토대로 해서 조사계획을 수립하고 기본조사를 실시한다.

(2) 기본조사의 결과에 따라 계획을 확정하고 설계를 하는 것인데, 이것은 모든 조사를 완료 한 다음에 계획과 설계를 한다는 것을 뜻하는 것은 아니다. 조사와 계획 및 설계는 언제나 연계를 유지하면서 병행적으로 추진시키고, 계획 및 설계 도중에 발생하는 새로운 사태에 대응해서 소정의 조사가 이루어질 수 있도록 한다.

2.2.1 예정지조사에서 밝혀두어야 할 사항

(1) 기상, 토양, 지질, 지형의 개요

(2) 도로의 나비와 배치, 구획의 크기와 형상 및 배치, 농경지의 건습상황, 토층개량, 암거배수포장의 정비상황, 농업생산기반 정비상황 등

(3) 수리상황(용·배수상황, 주요 용·배수시설상황)

(4) 지역 및 지구의 사회·경제, 영농상황

(5) 도·시·군의 장래 개발구상 및 관련사업
(6) 농가의 의향

2.2.2 예정지조사 순서

(1) 예정지조사는 다음 순서에 의해 실시한다. 기존 자료를 수집하고, 이것에 의해 당해 지구의 개황을 파악한다.
① 국토지원 발행지도 (축적 1/50,000 또는 1/25,000)
② 도·시·군·면 요람 및 도·시·군·면 관내 지도
③ 토양도(농촌진흥청 작성)
④ 수원별 관내 구역도
⑤ 농경지에 있어서 필요한 농업생산기반정비 조사서
(2) 청문 및 설문조사에 의해 현황 농지기반의 상황, 영농상황 등에 대한 지역 주민의 의견 및 이들의 개선방향을 파악한다.
(3) (1)과 (2)에서 밝혀진 각 지역 농민의 의향 및 지구의 개황과 용수계통, 배수계통, 영농집단, 도·시·군·면 경계 등으로부터 답사의 범위를 결정해서 답사에 착수한다.
(4) 답사에는 기존 자료와 간단한 측정기구를 휴대하고, 대상 범위 내 농지기반의 상황(도로의 배치 및 나비, 구획의 크기, 수로의 배치 및 구조, 토층개량의 필요성 여부 등) 및 주요 구조물(교량, 취입보 시설, 간선용수로 및 배수로 등)의 구조, 규모, 노후정도 등을 조사한다. 답사시에는 지구의 실정에 밝은 사람을 대동하는 것이 좋고, 답사 결과는 휴대한 도면에 기입한다.
(5) 답사와 병행해서 지구의 영농, 경영, 경제개황, 도·시·군의 장래 구상, 용수부족상황, 배수불량상황 등을 자료수집, 청문 및 설문 등에 의해 조사한다. 예정지조사에 의해 밝혀진 사항을 기초로 해서 당해 지역에 있어서 경지정리사업의 필요성과 타당성을 검토하여, 이것과 도·시·군의 개발계획 및 관련 농업생산기반정비 사업계획 등에 의해 그 지역 장래의 발전방향에 맞는 경지정리사업의 기본방침을 제정한다. 이 기본방침 및 예정지조사의 결과를 바탕으로 하여 조사계획을 수립하고 기본조사에 착수한다.
(6) 경지정리사업은 농업경영의 기반이 되는 농경지를 근대적인 농업생산의 터전으로 정비함과 동시에 양호한 농촌환경의 정비에 기여하는 것을 목적으로 하기 때문에, 단순한 경지의 구획정비에 그치는 것이 아니라 주변의 농촌환경도 배려하면서 농촌계획의 일환으로써 넓은 시야에 서서 계획해야 한다.

2.2.3 기본조사

(1) 기본조사에 앞서 현지답사를 실시해서 이것과 기존의 도면, 지역 주민의 의향 등에 따라 조사위치, 관측시설의 설치장소 등을 정한 조사계획을 작성하고, 이것을 바탕으로 하여 조사를 진행시킨다.
(2) 조사는 그 내용으로 보아 ①현황을 파악해서 장래의 모습과 비교하여 불비한 점을 지적하고 개량의 필요성 여부를 판단해서 사업계획의 기초자료로 할 성질의 것(현황 용수조사 및 현황 시설의 기능조사 등), ②장래에 있어야 할 모습을 발견하기 위해 실시하는 성질의 것(계획용

수량 결정을 위한 조사 및 장래의 영농계획 책정을 위한 조사 등), ③현황의 미비점을 개량하기 위한 방법을 탐색하기 위한 것(신규 수원대책 조사 및 객토의 취토장조사 등)으로 대별된다. ③의 부류에 속하는 조사는 ①,②의 조사 결과에 의해 개량방법이 명확해진 단계에서 실시해야 할 것이지만, 이 종류의 조사는 일반적으로 장기간을 요하는 경우가 많기 때문에 예정지 조사의 결과와 기왕의 실시예 등으로부터 개량방법을 생각하고 ①,②의 조사와 병행해서 추진시켜야 한다.

(3) 조사는 언제나 계획과 연계를 유지하면서 진행시킬 필요가 있다. 조사 도중에 그때까지 얻은 자료에 의해 사업계획을 수정해야 할 경우에는 이 수정된 사업계획으로부터 거꾸로 조사내용을 재검토해서, 이것에 수정하는 일을 반복하여 비로소 타당한 조사결과를 얻을 수 있다.

2.3 조사항목

2.3.1 자연조건

(1) 기상

① 계획대상구역의 기상은 지구를 대표하는 기상관측소 등의 자료에 의해 조사한다. 기상(해상)상황의 파악은 원칙적으로 10개년 이상에 걸친 자료에 의한다. 대상구역이 광역에 걸쳐 있는 경우에는 몇 개의 블록으로 구분해서 조사한다.

(2) 지형도의 작성

① 지구 및 그 주변에 대해 계획 및 설계에 필요한 정밀한 지형도를 작성한다.

② 대상지구의 도면이 국토 기본조사, 지적조사, 관련 농업생산기반정비사업 등에 의해 이미 작성되어 있는지 여부를 검토해서 이미 1/1,000~1/5,000 의 도면이 있는 경우에는 그것을 사용하면 되며, 없는 경우에는 당초에 1/500~1/1,200 의 도면을 작성해 둘 필요가 있다.

(3) 지형 및 표층지질

① 구획계획, 도로계획, 토층계획, 용·배수계획, 공사계획 등의 작성 및 토양조건의 판정에 기여하기 위해 지형 및 토층지질을 조사한다.

② 경지정리계획에 있어서는 지구의 지형조건과 표층의 지질조건이 구획의 형상, 용·배수계획 및 공사계획 등을 크게 좌우한다. 또한 토양의 물리화학성, 건습정도 등의 토양의 형질은 모재인 표층지질에 의해 규정된다고 볼 수 잇다. 따라서 토양조사나 지하수조사 등의 성과를 정확하게 계획에 반영시켜 지구의 실태에 맞는 계획을 작성하기 위해 지형구분 및 표층지질을 조사할 필요가 있다.

2.3.2 경지조건

(1) 토양 및 지내력

① 암거배수, 토층개량 및 표토처리의 필요성 여부를 판정함과 아울러 용·배수량 및 지내력을 파악하고 또한 영농계획수립의 지침으로 삼기 위해 지구 내 토양의 유형별 분포상태와 물리·화학적 성질에 대해 조사한다.

(2) 용배수 및 농지보전

① 경지정리에서는 특히 말단의 용·배수조직이 계획수립시의 주요한 대상이 되므로 지구 및 그 주변에 있어서의 용수배분, 소비기구, 상시배수기구, 용·배수시설 및 그 관리상황 등의 실태파악에 중점을 두고 조사한다.

(3) 지하수위

① 포장의 건습상황과 지하수위의 현황을 파악하고 배수개선대책을 검토하기 위해 지구 및 그 주변의 지하수위를 조사한다.

(4) 밭의 지하수위

① 밭의 지하수 배제대책에 기여하기 위해 지하수위 및 주변 고위부로부터 침입수의 상황을 조사한다.

(5) 구획, 도로 및 수로

① 다음 사항을 지구 및 그 주변에서 지형도 및 현지에 대해 조사한다.

가. 구획관계 ; 크기, 형상, 배치, 답면차

나. 도로 및 수로관계 : 나비, 구조, 배치, 관리주체, 이용상황, 주요 부대구조물, 유지관리상황

2.3.3 사회·경제적 조건

(1) 대상지구에 대한 금후 농업의 방향을 분명하게 하고 여기에 맞는 계획작성에 기여하기 위해 사회·경제조건을 조사한다.

(2) 대구획 논의 계획은 중소구획의 경지정리에 비해 지역의 사회·경제적 조건에 의해 크게 좌우되므로, 그 지구의 농업은 물론 지역 전체의 동향을 파악한다.

2.3.4 영농재배상황

(1) 영농상 및 재배상의 문제점과 그 요인을 밝힘으로써 사업의 필요성 및 대구획 논의 필요성과 개선의 가능성을 검토하고, 개발방향 및 계획책정의 자료로 쓰기 위해 현재의 영농상황 및 재배관리상황을 조사한다.

2.3.5 농가의 영향

(1) 장래의 영농구상과 본사업 등에 대한 농가의 의향을 조사하는 것인데, 특히 대구획 논의 계획에 대한 기본구상을 책정하기 위해 영농구상, 토지소유, 이용 등의 영농상황과 구획형태 등에 대해 농가의 의향을 조사한다.

2.3.6 농지의 이용집적에 관한 조사

(1) 계획지구와 여기에 관계되는 지역에 있어서 농지의 이용집적이 실시 또는 계획되고 있는 경우에는 그 내용을 조사해서 영농계획, 환지계획 등의 기초자료로 이용한다.

2.3.7 관련사업 등

(1) 지구 및 그 주변에 있어서 실시완료, 실시중 또는 계획중인 다른 사업의 내용을 조사한다. 이 중에서 본사업과 직접 또는 간접적으로 관련이 있는 것에 대해서는 다시 그 사업내용을 더욱 상세하게 조사해서 본계획과의 조정을 도모해야 한다.

3. 재료

· 내용 없음

4. 설계

· 내용 없음



집필위원	분야	성명	소속	직급
	관개배수	김선주	한국농공학회	교수
	농업환경	박종화	한국농공학회	교수
	토질공학	유 찬	한국농공학회	교수
	구조재료	박찬기	한국농공학회	교수
	수자원정보	권형중	한국농공학회	책임연구원

자문위원	분야	성명	소속
	농촌계획	손재권	전북대학교
	수자원공학	윤광식	전남대학교
	지역계획	김기성	강원대학교
	수자원공학	노재경	충남대학교
	농지공학	최경숙	경북대학교
	관개배수	최진용	서울대학교

건설기준위원회	분야	성명	소속
	총괄	한준희	농림축산식품부
	농업용댐	오수훈	한국농어촌공사
	농지관개	박재수	농림축산식품부
	농지배수	송창섭	충북대학교
	용배수로	정민철	한국농어촌공사
	농도	조재홍	한국농어촌공사 본사
	개간	백원진	전남대학교
	농지관개	이현우	경북대학교
	농지배수	남상운	충남대학교
	취입보	김선주	건국대학교
	양배수장	정상옥	경북대학교
	경지정리	유 찬	경상대학교
	농업용관수로	박태선	한국농어촌공사 본사
	농업용댐	손재권	전북대학교
	농지배수	김정호	다산컨설턴트
	농지보전	박종화	충북대학교
	농업용댐	김성준	건국대학교
	해면간척	박찬기	공주대학교
	농업수질및환경	이희억	한국농어촌공사 본사
	취입보	박진현	한국농어촌공사 본사

중앙건설기술심의위원회	성명	소속
	이태옥	평화엔지니어링
	성배경	건설교통신기술협회
	김영환	한국시설안전공단
	김영근	건화
	조의섭	동부엔지니어링
	김영숙	국민대학교
	이상덕	아주대학교

농림축산식품부	성명	소속	직책
	한준희	농업기반과	과장
	박재수	농업기반과	서기관

설계기준
KDS 67 50 05 : 2018

경지정리 일반사항

2018년 04월 24일 발행

농림축산식품부

관련단체 한국농어촌공사
58217 전라남도 나주시 그린로 20(빛가람동 358) 한국농어촌공사
☎ 061-338-5114 E-mail : webmaster@ekr.or.kr
http://www.ekr.or.kr

(작성기관) 한국농공학회
06130 서울시 강남구 테헤란로 7길 22(역삼동 365-4) 과학기술회관 본관 205호
☎ 02-562-3627 E-mail : j6348h@hanmail.net
http://www.ksae.re.kr

국가건설기준센터
10223 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283(대화동)
☎ 031-910-0444 E-mail : kcsc@kict.re.kr
http://www.kcsc.re.kr

※ 이 책의 내용을 무단전재하거나 복제할 경우 저작권법의 규제를 받게 됩니다.

KDS 67 50 10 : 2018

경지정리 계획

2018년 04월 24일 제정
http://www.kcsc.re.kr

농림축산식품부



건설기준 코드 제·개정에 따른 경과 조치

이 코드는 발간 시점부터 이미 시행 중에 있는 설계용역이나 건설공사에 대하여 발주기관의 장이 필요하다고 인정하는 경우 종전에 적용하고 있는 기준을 그대로 사용할 수 있습니다.

건설기준 코드 제·개정 연혁

- 이 기준은 KDS 67 50 10 : 2018 으로 2018년 04월에 제정하였다.
- 이 기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 건설기준 간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.
- 이 기준의 제·개정 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요사항	제·개정 (년. 월)
농지개량사업 계획설계기준 경지정리편	• 농지개량사업 계획설계기준 경지정리편 제정	제정 (1970. 12)
농지개량사업 계획설계기준 경지정리편	• 농지개량사업 계획설계기준 경지정리편 개정	개정 (1983. 12)
농업생산기반정비사업 계획설계기준 경지정리편	• 농업생산기반정비사업 계획설계기준 경지정리편 개정 • 대구획 경지정리에 관한 기준을 설정하였고, 농업기계화의 효율을 제고하기 위하여 구획 및 농도, 용배수 조직의 정비 기준을 정립 • 농지의 집단화를 도모하기 위하여 새로운 환지법을 도입하였고, 공사비 및 유지관리비 절감을 위하여 적정 시공기계 및 기계화 시공체계로 전환하고, 물관리 효율을 높일 수 있도록 시설기준을 개선	개정 (1995. 12)
KDS 67 50 10 : 2018	• 국토교통부 고시 제2013-640호의 “건설공사기준 코드체계” 전환에 따른 건설기준을 코드로 정비 • 건설기술진흥법 제44조 및 제44조의 2에 의거하여 중앙건설심의위원회 심의· 의결	제정 (2018. 04)

제 정 : 2018년 04월 24일 **개 정 : 년 월 일**

심 의 : 중앙건설기술심의위원회 **자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회**

소관부서 : 농림축산식품부 농업기반과

관련단체(작성기관) : 한국농어촌공사(한국농공학회)

목 차

1. 일반사항 ····· 1
1.1 목적 ····· 1
1.2 적용 범위 ····· 1
1.3 참고 기준 ····· 1
1.4 용어의 정의 ····· 1
1.5 기호의 정의 ····· 1
2. 조사 및 계획 ····· 1
2.1 조사 ····· 1
2.2 계획의 구상 ····· 1
2.3 계획수립 방법 및 순서 ····· 2
2.4 지구의 설정 ····· 2
2.5 영농계획 ····· 3
2.6 논의 구획계획 ····· 5
2.7 밭의 구획계획 ····· 9
2.8 농도 계획 ····· 10
2.9 토층개량계획 ····· 11
2.10 용수계획 ····· 12
2.11 논의 배수계획 ····· 14
2.12 밭의 배수계획 ····· 15
2.13 기상재해방지계획 ····· 16
2.14 사업효과 ····· 16
2.15 다른 사업과의 조정 ····· 16
3. 재료 ····· 16
4. 설계 ····· 16

경지정리 계획

1. 일반사항

1.1 목적

· 내용 없음

1.2 적용 범위

· 내용 없음

1.3 참고 기준

· 농업생산기반정비사업계획 설계기준, 1996 : 경지정리편

1.4 용어의 정의

· 내용 없음

1.5 기호의 정의

· 내용 없음

2. 조사 및 계획

2.1 조사

· 내용 없음

2.2 계획의 구상

2.2.1 기본구상

(1) 계획은 영농, 구획, 농도, 토층, 용·배수, 환지 등에 관하여 정하는 것이며 경지정리는 지역개발의 일환으로 농업생산기반 및 농촌환경 조건의 개선에 기여함을 목적으로 실시하는 것이므로, 해당지역의 장래 개발방향을 정확히 파악함은 물론 이에 적합한 농업의 형태, 농촌환경 조건 등을 전망하여 이를 농촌근대화에 기여할 수 있도록 경지조건의 종합적인 계획을 수립하여야 한다.

2.2.2 대구획 계획의 구상

(1) 대구획 논의 경지정리에 대한 기본구상을 수립함에 있어서는 정밀조사항목의 분석에 의해 해당지역 장래의 변화를 예측하여, 그 지역 장래의 농업형태에 적합한 구상을 세우도록 한다. 특히 구획의 규모와 형상을 결정함에 있어서는 지역조건 및 영농구상에 적합한 구획이 될 수 있도록 충분히 고려해서 정한다.

2.3 계획수립 방법 및 순서

2.3.1 목표의 설정

(1) 경지정리사업계획은 장래 농업경영의 목표를 확정하고 이 목표달성을 위한 토지기반 및 영농조건에 관한 정비방법을 결정한다.

2.3.2 경지정리의 특성

(1) 경지정리는 경지의 전면을 근본적으로 개량하는 것으로, 그 대상은 흙이 주가 된다. 흙 구조물이 생산시설로서 안정된 기능을 발휘하기 위해서는 시공후 어느 정도의 기간이 경과해야 되므로, 계획수립단계에서 설계 및 시공에 대한 시공후의 변화과정을 충분히 검토하고 이에 대한 대책을 수립하여야 한다. 또한 경지는 작물생육의 터전이므로 여기에 바람직한 토층 및 생태환경을 보전할 수 있도록 고려해야 한다.

2.3.3 계획수립 순서

(1) 논의 경우 계획수립의 순서는 계획의 각 요소 상호간 관련성을 고려하여 골격이 되는 요소로부터 시작해서 세부요소가 되는 사항에 이르기까지 순차적으로 결정하는 것을 원칙으로 한다. 경지정리계획에는 관련요소가 많고 지구마다 토지 및 수리조건 등을 달리하고 있어 각 요소간의 관계를 일률적으로 규정할 수 없으므로, 각 지구마다 계획내용을 검토하고 각 요소를 효율적으로 결정해야 한다. 또 계획의 수립단계에 있어서는 여러가지 안을 비교 검토하여 가장 타당한 계획을 채택해야 한다.

(2) 밭의 경우 계획수립의 순서는 먼저 영농계획을 수립하여, 이에 적응되도록 구획계획 및 토지생산성 향상대책을 세워야 한다. 어느 계획이라도 계획내용은 서로 관련성을 가지고 있으므로, 관련사항과의 관계를 잘 검토하여 전체적으로 생산성이 가장 높게 되도록 계획하여야 한다.

2.4 지구의 설정

2.4.1 일반지구의 설정

(1) 일반적으로 지구의 설정은 지역의 개발구상 및 주변 지역과의 관련성을 고려하여 다음 사항에 대해 종합적으로 검토하므로서, 사업실시과정에서 변경되는 일이 없도록 충분히 조정해야 한다.

① 지형, 지물(산, 하천, 도로, 철도)등 토지조건의 분포

② 시·군·읍·면·리의 경계
③ 농지개량조합 구역의 경계
④ 용·배수계통
⑤ 용도지정구역(공업단지, 도시계획구역 등)의 경계
⑥ 농민의 의견
⑦ 경지집단화의 용이성
⑧ 농업진흥지역 여부
⑨ 이미 시행된 정비 상황

2.4.2 대구획지구의 설정

(1) 지역의 개발구상 및 주변지역과의 관련성 등을 고려하여, 다음과 같은 점에 유의해서 종합적으로 검토한 다음 대구획지구를 설정하고, 여러가지 지역적 조건 및 특성이 대구획에 적절하지 않은 경우는 중·소구획으로 배치한다.
① 지형경사조건
② 토양조건
③ 용·배수계통 및 도로망
④ 농지의 집단화 등과의 관련성
⑤ 농업구조 및 영농방법
⑥ 농촌생활환경과의 조화

2.5 영농계획

2.5.1 일반적인 영농계획

(1) 영농계획은 도입작물, 작부면적, 재배체계, 경영단위의 규모, 경영조직, 농업기계의 규모 및 이용조직, 영농시설의 규모 및 이용조직, 작업체계, 작업조직 등을 고려하여 결정해야 한다. 또한 영농계획은 미리 예측한 해당 경지정리지구를 포함한 넓은 지역의 개발구상에 맞추어 조사한 지구의 영농조건, 기상조건, 토지조건, 수리조건, 사회·경제조건 등과 아울러 장래의 전망까지 고려하여 결정해야 하며, 그것에 도달할 때까지 사이의 추이상황 및 대응책에 대해서도 검토해야 한다.

2.5.2 대구획논의 영농계획

(1) 영농구상
① 대구획논 경지정리지구에 있어서는 토지이용형 대규모경영을 장래의 주요목표로 하고 지역의 실정에 적합한 경영형태, 경영규모, 재배작부체계 등의 계획을 수립해야 한다.
(2) 농업생산조직 계획
① 토지이용형 농업경영의 생산성을 높이기 위해서는 지역의 실정을 고려하여 농작업수 위탁, 경영수 위탁, 농업기계 및 시설의 공동이용, 집단재배, 협업경영 등 농업생산조직의 육성에

대해 검토해야 한다.

(3) 농지의 집단화계획

① 토지이용형 농업의 확립을 도모하는데 있어 농지이용의 집단화를 통한 경영규모의 확대를 추진해야 한다. 집단화방법에는 소유권의 이전, 임차권의 설정, 사용대차에 의한 권리 의 설정 등이 있는데, 지역의 상황에 알맞은 방법에 의해 단지적인 농지의 집단화계획을 검토한다.

(4) 작부체계계획

① 대구획논에 있어서 주작물은 벼이지만 논농업의 체질강화를 도모한다는 점에서 논의 밭이용 가능성과 도입 가능한 밭작물을 검토하여 작부체계를 결정한다.

(5) 벼재배방식의 검토

① 현재는 이앙기에 의한 치묘 또는 중묘의 이식재배가 가장 많이 실시되고 있고 또한 안정된 생산에 기여하고 있지만, 더욱 ① 생산성을 높이고, ② 전후작의 관계를 원활하게 하고, ③ 노동력을 감소시키는 등의 목적으로, 대구획 포장에서는 그 유리한 점을 살린 각종 벼 재배방법을 검토해야 한다.

(6) 농업기계이용계획

① 농업기계이용계획은 토지이용형 농업의 생산성향상을 도모하는데 중요한 요인이므로, 도입할 주요기계는 구획계획과 영농규모에 맞추어 효율적이고 안전한 가동이 이루어질 수 있도록 적절한 기종과 규격을 선정해서 정해야 한다.

2.5.3 밭의 영농계획

(1) 밭의 영농계획은 지역의 입지조건에 적응한 작물의 선택과 그것에 대응하는 기계시설을 중심으로 한 생산방식의 확립을 목표로 해야 한다.

2.5.3.1 작부계획

(1) 기간작물은 자연적조건, 사회적조건 및 경제적조건 등에 크게 규제를 받으며 선택된다. 한 경영단위에서 작부되는 작물은 단일의 경우도 있으나, 밭작물에서는 기간작물에 몇 개의 작물이 조합되어 특징 있는 작부체계를 취하는 경우가 많다. 그것은 단일의 경우보다 생산요소를 효과적으로 이용할 수 있으며, 경영전체로서 이익이 증가하고 생산성이 향상되기 때문이다. 유지관리나 각종작물의 조합에 있어서 고려하여야 할 중요한 점은 토지, 노력, 기계, 시설 등의 이용 및 지력의 위험분산 등이다.

2.5.3.2 기계 및 시설 이용계획

(1) 기계 및 시설의 효율적 이용

① 기계 및 시설의 이용계획을 세울 때에는 이들의 효율적 이용을 위해 밭의 집단화, 배수로 및 농도의 정비, 밭의 크기 등을 고려하는 동시에 생산조직, 기계 및 시설의 운영관리체제의 확립을 고려하여 수립해야 한다.

(2) 기계화 작업체계의 구성

① 기계화 작업체계를 수립을 할 때는 작업체계를 구성하는 각 개별작업이 유기적으로 결합하여 서로 조정이 이루어져야 한다.

2.5.3.3 집단적 생산조직

(1) 집단적 생산조직의 종류 및 규모는 기간작물에 따라서는 그 생산과 유통에 관련이 있는 기계 및 시설의 종류와 능력을 감안하여 결정한다.

2.6 논의 구획계획

2.6.1 일반적인 구획계획 및 구획의 정의

(1) 구획계획은 구획의 형상, 크기, 용·배수로 및 농도의 배치등을 고려하여 수립되어야 한다. 포장의 구획은 경구, 포구 및 농구로 구분되며, 그 형상과 크기는 각각 유기적인 관련을 가지고 있다.

① 경 구: 주변이 논두렁, 용수지거, 배수지거, 농도[경작도]로 둘러싸여 경계가 분명한 경작상의 최소단위이다. 일반적으로 구획이라 할 때는 이 경구를 말할 때가 많고 구획계획의 기준이 되는 단위이며, 경구의 형상과 크기는 고성능농업기계에 의한 효율적인 작업관리와 용·배수관리를 원활하게 할 수 있도록 정해야 한다. 특히 대구획논에서는 경구의 장변에 평행한 논두렁을 필요에 따라 설치, 이동 또는 철거함으로써 경구의 형상과 크기를 조절할 수 있도록 계획하는 것도 검토한다.

② 포 구: 벼농사에 있어서 물관리를 적정하게 할 수 있는 형상을 갖는 최대의 구획으로, 배수지거 와 농도 등(일반적으로 농도에 접하여 용수로가 설치됨)의 기본적인 고정시설로 둘러싸인 구획이 중·소구획에서는 1개의 포구가 보통 10~15개의 경구로 구성되어 있으며, 대구획에서는 5~10개의 경구로 구성되어 있다. 대구획에서 특별한 경우에는 5개이하의 경구로 구성될 때도 있고, 1개의 경구가 1개의 포구로 될 수 있다.

③ 농 구: 농구는 주변이 농도, 간선 또는 지선 용·배수로 등으로 둘러싸인 장방형의 구획으로, 동일한 조건의 물관리 및 작업관리를 할 수 있으므로, 경영, 재배관리 및 토지이용계획상의 단위로서 쓰여진다. 보통 배수지거를 경계로 하여 양쪽에 있는 2개의 포구가 합해져서 1개의 농구로 구성된다.

2.6.2 대구획논의 구획계획

(1) 대구획논의 구획계획은 포구를 기본단위로 해서, 이에 대응한 용·배수로 및 농도 등의 배치를 결정한다. 이 때 용·배수계획에 지장이 없는 한 1포구는 동일한 표고의 수평으로 해야 한다. 또한 경구에 대해서는 영농규모, 농기계작업체계, 물관리 등에 따라 수시로 논두렁을 설치하거나 이동 또는 철거시켜서 필요한 경우에 구획의 크기를 조정할 수 있도록 계획해야 한다.

2.6.3 용배수로, 농도 및 구획의 배치

(1) 용·배수로, 농도 및 구획의 배치에 있어서는 이들이 서로 밀접하게 관련되어 있기 때문에 언제나 전체적인 관계에서 배려해야 하지만, 우선 지구 및 그 주변의 자연조건(지형, 기울기 등), 용·배수계통, 도로망 등을 감안하여 골격이 되는 지구내의 용·배수로 및 농도를 배치하고, 다음에 포구 및 경구를 결정하는 등 세부계획에 들어가야 한다. 이때 유의하여야 할 점은 다음과 같다.

① 용·배수로, 농도 및 구획의 배치는 다음 조건을 만족하도록 해야 한다.

가. 부락에서 각 경구까지의 통행이 편리할 것.

나. 각 경구 또는 각 포구마다 독립된 용·배수조작이 가능할 것.

② 용·배수로는 완전분리를 원칙으로 하고, 이것이 가능하도록 간·지선용수로 및 간·지선 배수로를 배치한다.

③ 원칙적으로 농도는 간·지선용배수로 및 용수지거에 접하여 배치한다.

④ 구획은 용·배수로 및 농도와의 관계에 있어서 우선 포구의 형상 및 배치를 결정한다.

2.6.4 포구의 형상 및 크기

2.6.4.1 일반적인 기준

(1) 포구의 형상 및 크기는 원칙적으로 다음 범위로 정한다.

① 장변의 길이는 용수지거의 허용길이로 하되, 원칙적으로 300~600 m로 한다.

② 단변의 길이는 논의 지표배수를 원활하게 할 수 있도록 배수지거로부터의 거리를 고려하여 원칙적으로 100~150 m로 한다.

③ 포구의 면적은 원칙적으로 100×300 m(3 ha) ~ 150×600 m (9 ha)로 한다.

2.6.4.2 대구획논에 있어서 포구의 형상 및 크기

(1) 포구의 장변길이

① 대구획 논에 있어서도 포구의 장변은 중·소구획의 일반적인 경우와 마찬가지로 용수지거의 허용길이로 하고, 그 길이는 원칙적으로 300~600 m로 한다.

(2) 포구의 단변길이

① 대구획논의 포구 단변길이는 포장의 배수성 및 농업기계의 포장작업효율이 제약요인이 되는데, 포장의 배수성을 확보하기 위해서 배수지거로부터의 허용최장거리에 의해 정하고 있으며, 중·소구획의 일반적인 경우와 같이 원칙적으로 100~150m로 한다.

(3) 포구의 면적

① 대구획 논의 포구면적도 중·소기획의 일반적인 경우와 같이 단변과 장변의 허용길이로부터 100×300m(3 ha) ~ 150×600m(9 ha)로 하며, 답면의 차이가 있는 포구에 대해서는 재검토를 필요로 한다.

2.6.4.3 포구의 형상과 배치 및 지형

(1) 포구의 형상과 배치에 있어서는 지형적인 요인이 공사비 및 포장의 배수성에 깊은 관계가 있

으므로 종합적으로 비교 검토하여 결정하도록 한다.

2.6.5 경구의 형상 및 크기

2.6.5.1 일반적인 기준

(1) 경구의 형상은 장방형을 원칙으로 하지만, 경사진 곳에서는 절선 또는 곡선으로 계획하는 것도 검토할 수 있다.

(2) 경구의 형상 및 크기는 다음과 같은 점을 검토하여 결정한다.

① 도입기계의 작업능률

② 지형경사도

③ 용·배수관리의 편의성

(3) 중·소기획을 기준으로 하는 경구의 표준적인 형상 및 크기는 원칙적으로 <표 2.6-1>과 같다.

<표 2.6-1> 경구의 표준적인 형상 및 크기

지형별		건·습지대	단 변 (m)	장 변 (m)	면 적 (a)
평 탄 지 1/200 이하		건답지대	30 ~60	100 ~ 150	30 ~ 90
		습답지대	30 ~ 60	100	30 ~ 60
경사지	완경사지 1/200~1/50	건답지대	30	100 ~ 150	30 ~ 45
		습답지대	30	100	30
	급경사지 1/50~1/20		20 ~ 30	100	20 ~ 30

2.6.5.2 대구획논에 있어서 구획의 형상 및 크기

(1) 대구획논 경구의 형상 및 크기는 다음의 제인자를 검토하여 결정하며, 장방형을 원칙으로 한다.

① 도입기계의 작업효율

② 용·배수관리

③ 땅고르기작업

④ 범용이용

⑤ 환지 · 집단화 · 경영면적

(2) 대구획화 경지정리는 기울기 1/200 이하의 평탄지, 답면배수가 원활한 배수 양호지역, 경지의 집단화 및 범용화가 가능한 토지이용형 농업지대를 우선 대상으로 한다.

(3) 기울기 1/200 이하인 평탄지의 대구획논 경구의 형상 및 크기는 원칙적으로 <표 2.6-2>를 기준으로 하고, 1/200 이상의 경사지 및 기타 대구획화의 조건에 적합하지 않은 지역은 중·소구획으로 계획하며 2.6.5.1. 일반적인 기준에 준한다.

<표 2.6-2> 대구획 논 경구의 형상 및 크기

지형조건	토양조건	경구단변 (m)	경구장변 (m)	경구면적 (ha)
평 탄 지 (기울기 : 1/200 이하)	배수양호	60 이상	100 ~ 150	0.6 ~ 0.9 이상
	배수불량	60 이상	100	0.6 이상

2.6.6 특수한 경구의 처리

(1) 자연입지조건, 영농조건 등으로 표준적인 형상 및 면적을 취하지 못할 때는 다음과 같이 검토한다.

① 기존의 국도, 지방도, 철도, 하천 및 인접지와의 관계 등으로 부정형답의 형성이 불가피한 때에는 농업기계의 능률이 현저하게 낮아지지 않는 형상 및 면적으로 수정하도록 검토한다.

② 기울기 1/20 이상의 경사지 또는 지형변화가 많을 때는 장변을 등고선에 따른 접선 또는 곡선으로 하는 것도 검토한다.

③ 이모작과 논밭윤환에 따른 밭작물의 도입이나 하우스원예를 중요시할 때는 논바닥의 배수 및 수확물의 반출노력을 고려하여 장변의 길이를 100 m 이하로 하는 것을 검토한다.

2.6.7 재 경지정리

2.6.7.1 기본방향

(1) 중·소기획으로 구획정리를 끝낸 지구에 있어서 구획규모를 대형화하여 공동영농의 활성화와 대형농기계의 작업효율을 높여 생산비를 절감하므로서 농업의 경쟁력을 높이고, 사업수준의 향상과 사업비의 효율적인 집행을 도모하고자, 재경지정리사업을 시행할 때에는 다음 사항을 검토하고 구획의 크기 및 형상을 결정한다.

① 가능한 한 도로, 수로 등의 기존시설물을 최대한 이용하여 공사비를 최소화하고 장변의 논두렁을 제거하여 구획을 확대한다.

② 10 a 이하의 소구획에서 용·배수로가 미비하거나 도로가 극단적으로 좁은 기존의 경지정리 지구에서는 전면적으로 새로운 구획으로 재정비한다.

2.6.7.2 적용범위 및 대상지구의 선정

(1) 대형농기계 및 공동영농화의 활성화에 효율적으로 대처할 수 있도록 구획규모를 크게 하고, 농기계작업 및 용·배수관리 등 영농조건을 개선하기 위한 경지정리사업계획 수립에 적용한다. 재경지정리의 대상지역은 지형조건, 토양조건, 경영규모와 농지의 집단화, 재배기술, 농업구조, 기타 여러 가지 지역적 특성을 검토하여 결정한다.

2.6.7.3 구획계획

(1) 다음 사항을 종합적으로 검토하여 재경지정리의 구획계획을 수립한다.

① 지역에 따라서 집단화된 농업지대 또는 토지이용형 농업지대가 복합된 지대 등 여러가지

농업형태가 있으므로 구획계획에 있어서 장래의 농업구조를 예상한 계획을 수립한다.

② 경사지대에서 대구획화는 답면높이차, 절성토량의 과다 등으로 경제성이 없고 유지관리가 어려우나, 평야지에서는 대구획이 기계화영농 등에 유리하다. 따라서 획일적으로 대구획·중소구획으로 계획하는 방법을 지양하고 지역특성을 고려하여 구획의 적정규모 및 배치계획을 수립한다.

③ 특히, 농지는 농촌환경을 구성하는 주요한 요소이므로 농촌환경 보존과 토지이용도를 높일 수 있는 방안을 강구해야 한다.

2.6.8 간이경지정리

2.6.8.1 기본방향

(1) 경지정리사업 대사중 중산간 계곡답지대에서 노후답의 지력증진을 위하여 시행하고 있는 합배미식 객토사업과 병행하여 소형기계화영농이 가능하도록 간이 경지정리사업을 시행하므로서 지역간 균형발전과 영세농민의 영농의욕을 고취시키도록 한다.

2.6.8.2 적용범위 및 대상지구의 선정

(1) 경지정리사업 대상지중에서 일반경지정리 대상지구내의 급경사지나 대상에서 제외된 1단지 규모가 2~10ha 정도인 지역으로, 주민의 참여도가 좋아 사업시행이 가능하고 사업시행 후 기계화영농효과가 뚜렷이 나타날 수 있는 지역을 대상지구로 선정한다.

2.7 밭의 구획계획

2.7.1 밭기반정비 대상지구의 선정

(1) 지역사회적조건 및 지형조건을 고려하여 기반정비에 의해 토지생산성과 노동생산성을 향상시켜 다수확 및 상품의 고품질화와 기계화영농이 가능한 지역으로 작목별 단지의 집단화가 유리한 지역을 대상지구로 선정한다.

2.7.2 구획계획 및 정의

(1) 구획계획은 재배작물, 기계작업, 농지보전, 용·배수, 기상재해방지 등을 고려하여 구획의 형상 및 크기, 용·배수로 및 농도의 배치 등을 정하는 것이다.

(2) 계획할 때 사용하는 구획의 정의는 다음과 같다.

① 소유구 : 1농가의 1소유단지의 구획.

② 경 구 : 경운, 파종, 수확 등 일련의 기계작업의 1단위로 되는 구획. 이 구획은 윤작체계의 설정방식에 의하여 또 생산조직의 발전에 의하여 그 형상 및 면적은 항상 변하는 것으로 논과 비교하면 극히 유동적이다.

③ 포 구 : 도로, 수로, 방풍림 등의 고정시설로 에워싸인 구획, 경구와 동일하게 되는 수도 있다. 사업을 할 때의 기본계획이며, 기계작업, 영농체계, 농지보존, 용·배수, 방풍림 등 많은 관점에서 합리적인 형상 및 면적으로 하여야 한다.

2.7.3 포구의 선정

(1) 포구를 설정할 때에는 지형, 토양, 경영규모 및 영농방식 등을 구체적으로 파악해 야 한다.

2.7.4 소유구 및 경구의 크기

2.7.4.1 소유구

(1) 소유구의 계획에는 해당지역의 농가경영규모 및 소유구 분포와의 관계에서 소유구를 구성하는 환지의 단위구획(이상 「환지구획)이라 함)의 크기를 합리적으로 정하여 되도록 큰 작물단지가 되게 고려하여야 한다.

2.7.4.2 경구

(1) 경구의 크기 및 형상은 기계작업효율, 관개방법 및 관리작업 등 세가지 조건에 따라 합리적으로 정하여야 한다.

2.7.5 농지보전상의 주의사항

(1) 정지, 도로 및 배수로의 계획에 있어서는 농지보전에 특히 유의해야 한다.

2.8 농도 계획

(1) KDS 67 35 00 농도 설계를 참조한다.

(2) 일반적으로 농업·농촌도로는 사용목적, 이용형태에 따라 농지비율(농지가 도로를 따라 인접하고 있는 비율)이 대략 50% 이상이거나, 중산간지에서의 농가 진입도·연락도로를 말한다.

(3) 기간농도는 농촌도로의 성격을 띠고 있으며 이의 정비는 그 규모 및 기능면에서 농촌지역의 활성화에 큰 역할을 맡고 있다. 농업면에서의 활성화는 광역적인 산지형성에 의한 농축산품의 선택적 확대, 시장유통권의 확대에 의한 농산물가공·시판의 촉진, 미이용지의 농지개발 등을 들 수 있다. 생활환경의 측면에서는 생활권의 확대에 의한 매물 등의 선택기회의 증대, 통근권의 확대에 의한 고용기회의 증가, 의료시설로의 도달시간 단축에 의한 생활불안의 해소, 긴급재해시에 대한 생활불안의 해소, 새로운 농촌사회 커뮤니티의 형성, 주변도로의 혼잡해소 등의 효과가 있다. 그러나 기간농도의 기능은 단독으로 이루어지는 것이 아니고, 유도기능을 갖는 마을내 도로 및 경지내 농도와의 유기적인 연락이 요구되며, 이를 바탕으로 농도의 네트워크를 확립하는 것이 중요하다.

(4) 경지내 농도는 간선농도, 지선농도, 경작도로 구분한다. 간선농도는 장래 지역농업생산의 발전에 기여하고 또한 지역발전과 교통편리를 고려해서 배치하며 촌락 내부에 직접 접속시키거나 외주에 배치한다. 간선농도는 농기구센터, 수확조정, 가공저장, 집·출하시설 등 여러종류 시설과의 관계를 충분히 고려하는 동시에 기설 마을내 도로와의 취합 및 마을정비와의 관계를 검토하여 정한다. 간선농도는 포장구획의 형상 등에 따라서 결정하는데, 특히 밭의 경우 경구의 단변방향으로 설치하는 종지선농도는 각 공구의 변에 평행시키므로 그 간격은 포장구획

의 크기에 따라 자동적으로 결정되며, 종지선농도를 서로 연락하는 횡지선농도는 지구의 영농계획 등에 따라 결정한다.

2.9 토층개량계획

2.9.1 토층개량의 필요성

(1) 작물이 발아하여 생장해 가기 위해서는 발아조건을 만족하는 토양수분, 공기, 햇빛 및 지온이 필요하다. 표토를 갈아 파종하면, 발아후 줄기와 뿌리의 생장과정에서 서서히 흙이 다져져 토립자와 밀착한 뿌리망이 줄기를 지지하고 물과 양분을 공급한다. 뿌리의 호흡작용은 토립자간 공극에 존재하는 공기가 부담하며, 또한 이 공극은 과잉수를 배제한다.

(2) 이와 같이 토양의 물리성은 작물생육에 매우 중요한 역할을 하고 있으며, 입단구조의 흙이 이들의 기능을 이상적으로 하는 역할을 한다. 따라서 위와 같이 작물생육에 이상적인 토양 조건을 조성하기 위해서는 토층개량이 필요하다.

2.9.2 유효토층

(1) 유효토층의 두께는 작물뿌리의 신장을 고려하여 결정한다.

2.9.3 토층개량공법

(1) 토층개량공법에는 객·복토, 표토처리, 돌·자갈치우기, 심토파쇄, 토층혼합 및 치환, 불량 토층제거, 배수개선대책 등이 있다.

2.9.4 지내력

(1) 논은 농업기계의 주행에 필요한 지내력을 확보해야 한다.

2.9.5 땅고르기

(1) 정지후 논바닥의 땅고르기정도는 ±3.0cm이내를 목표로 하고 논바닥경사는 수평이거나 배수로측을 따라 약간 낮게 한다.

(2) 정지에서 심토기반표면은 될 수 있는 대로 고르게 하고 절토부는 성토부보다 약간 낮게 해야 한다.

2.9.6 토양오염대책

(1) 토양오염이란 인체에 대한 유해물질 즉, 중금속 및 화합물(카드뮴, 구리, 비소, 수은, 납, 시안, 페놀 등)이 대기나 물을 통해 토양으로 혼입해 축적되는 것이다. 이와 같이 오염된 토양을 매체로 사람의 건강을 손상하는 농축산물이 생산되거나 농작물의 생육이 저해되는 문제가 발생하고 있으므로, 이에 대한 대책을 강구해야 한다.

2.10 용수계획

2.10.1 계획의 기본방침

(1) 용수계획은 수익지구의 현황에서 필요한 수량 및 수질을 명확하게 한 다음 수익지구의 면적규모, 포장조건, 품종의 선정, 재배방식 등의 영농경영형태, 배수계통, 시설형태, 물관리방식 등의 용수량의 변동요인을 종합적으로 검토해서 예상되는 용수량을 충족시키고 또 한 시설계획과 합치되도록 해야 한다.

2.10.2 계획용수량의 구성요소

(1) 계획용수량은 증발산침투량[감수심], 재배관리용수량, 시설관리용수량, 유효우량, 지구내 이용가능량 등으로 구성된다.

2.10.3 계획용수량

(1) 계획용수량은 안정된 수원이 확보되었다고 보고 다음과 같은 점을 고려해서 결정한다. 장래의 작부체계 및 재배체계에 대응한 관개기간중의 총용수량 및 시기별 용수량 써레질시기와 다른 경종관리시기를 비교 검토해서 결정한 최대용수량이다.

2.10.4 계획용수량의 산정순서

(1) 계획용수량은 포장단위용수량을 기본으로 현황의 취수량 등 용수량에 영향을 주는 수익 지구의 특성을 감안해서 각각의 구성요소를 바탕으로 하여 정한다.

2.10.5 포장단위 용수량

(1) 포장단위용수량은 개개의 포장을 요소로 하는 소블럭에 있어서의 증발산침투량(증발산량과 침투량을 합한 감수심)과 재배관리용수량으로서 구성된다.

2.10.6 시설관리 용수량

(1) 시설관리용수량은 수로시스템의 송배수기능 및 시설기능의 유지보전을 위해 적정하고도 합리적으로 정해지는 용수량이다.

2.10.7 유효우량

(1) 유효우량은 강우 중 논 안에서 이용되는 것으로 보고 실제의 강우량을 환산해서 얻는 수량을 말하며, 관개수량에 포함되는 용수계획상의 보급량이다.

2.10.8 지구내 이용가능량

(1) 지구내 이용가능량은 수익지구 안에 있는 보완적 수원 또는 반복이용에 의해 확보되는 용수량이며, 관개수량에 포함시킬 수 있는 용수계획상의 보급량이다.

2.10.9 용수로

(1) 용수로는 원칙적으로 배수로와 완전히 분리한다.

(2) 수로형식은 개수로 또는 관수로로 한다. 개수로로 하는 경우에는 콘크리트 구조 또는 포장라이닝을 원칙으로 한다.

(3) 단면은 최대용수시의 통수가 가능하도록 한다.

(4) 용수지거의 길이는 원칙적으로 300~600m로 하고, 단면은 상·하류 동일단면으로 한다.

(5) 용수지거를 개수로로 하는 경우는 지반의 투수성이 작고($k=10^{-4}$cm/sec이하 정도), 누수손실이 10%이하이고, 지반 또는 수로용지가 세굴·붕괴되지 않고 유지관리가 쉬운 경우, 또는 이탄지 등 특수한 토양이라서 라이닝이 곤란한 경우를 제외하고는 원칙적으로 U자 개거를 하는 것이 좋다.

(6) 용수지거의 단면은 전술한 최대용수시점(써레질시기, 건답직파 초기관개시, 담수직파 발아시, 중간낙수 직후, 제초·방제·시비시)에 대해 벼재배적기폭, 각종 기계작업능률 등을 검토해서 다음과 같은 기준을 참고로 하여 배수계획을 세워 최대통수량을 결정해서 정한다.

① 각 경구의 관개는 1일 이내에 완료할 것

② 각 포구(3~9ha)의 관개는 5일 이내에 완료할 것

③ 지구내(300~500ha)의 관개는 동일 경작기에서 10일 이내에 완료할 것

(7) 이상의 최대용수시 및 평시의 용수보급은 어느 것이든 1일 24시간 관개(펌프양수의 경우는 제외함)를 원칙으로 하지 않으면 단면은 과대하게 된다. 따라서 1일 중에서 단시간에 집중적으로 관개할 필요가 있을 경우에는 수리규제가 필요하다.

2.10.10 물꼬

(1) 물꼬의 배치는 용수지거에 딸린 변에 1개소 이상, 간격 50 m 이내에 설치하는 것이 바람직하다. 이때 1개소에만 설치하는 경우에는 상류측에 설치한다.

(2) 단면은 개수로의 경우 취수량에 맞추어서 나비의 최대한을 50cm 이내로 하고, 그 이상의 나비가 필요할 때는 2개소 이상으로 나누어 설치한다. 부설 높이는 논바닥 위 0~10 cm 정도로 한다.

(3) 구조는 개폐조작이 편리하게 만든다. 관수로의 경우에는 밸브방식으로 한다.

2.10.11 논두렁

(1) 논두렁의 배치는 각 경구의 경계선에 설치하고, 구조는 흙으로 쌓는 것을 원칙으로 한다.

2.10.12 밭의 용수계획

(1) 농업생산에 있어서 물의 구실은 단순히 생리상의 필요성뿐만 아니라, 영양관리, 재배관리 및 재해방지 등이 합리적으로 이루어지도록 하기 위하여 필요한 조건이다. 이를 위한 용수계획은 사업이 노동 및 토지생산성을 높여서 안정시키는 것이므로, 그 지구의 영농, 기상, 토양 등

의 모든 조건에 적응한 합리적인 계획이 되어야 한다.

2.11 논의 배수계획

2.11.1 계획배수량

(1) 배수계획은 지표수배제와 토양수 및 지하수배제의 면에서 검토하고, 원칙적으로 지구내 담수를 남기지 않는 것을 기본으로 한다. 대구획논에서는 밭으로 이용하는 경우, 밭작물생육에 적정한 토양조건이나 논의 대형 농기계작업상 양호한 주행조건 등을 확보하기 위해 지표배수의 촉진 및 지하배수의 강화를 도모해야 한다. 포장에 있어서 홍수시의 계획배수량은 다음의 여러가지 점을 고려해서 결정한다.

① 말단포장(용수지거 및 지선배수로의 일부)에 있어서는 원칙적으로 벼단작의 경우 일우량 일배제에 의하고, 답리작이나 논밭윤환을 도입하는 경우는 4시간우량 4시간 배제에 의해 산정해서 얻은 배수량

② 저평지의 하류부에 있어서 감문이나 배수기의 설치가 필요한 경우에는 허용담수를 감안해서 얻은 배수량

2.11.2 답면배수

(1) 각 경구의 답면배수는 낙수개시 후 1~2일 이내에 완료하여야 한다.

2.11.3 아랫배수

(1) 아랫물꼬의 배치는 각 경구의 배수지거에 딸린 변에 1개소 이상, 간격 50m 이내에 설치한다. 이때 1개소만 설치하는 경우는 하류측에 설치한다.

(2) 단면폭의 최대한은 50 cm 이내로 하고, 그 이상의 폭이 필요한 경우에는 2개소 이상으로 나누어 설치한다. 아랫물꼬의 바닥높이는 논바닥과의 차이를 5~20cm 이내로 한다.

(3) 구조는 개폐조작이 편리하게 하고 배수로측에 설치할 때는 낙차공형식으로 한다.

2.11.4 배수로

(1) 배수로의 형식은 개수로를 원칙으로 한다.

(2) 단면은 지하수위의 고저에 의해 다음의 2종류로 한다.

① 지하수위가 항상 낮은 경우: 지표수의 초대배수량이 충분히 통과할 수 있는 단면으로 한다.

② 지하수위가 높은 경우: ① 외에 지하배수도 고려한 단면으로 한다.

(3) 호안이 필요한 경우 호안의 높이는 원칙적으로 1~2년에 1번 발생하는 홍수위까지로 한다.

(4) 배수지거의 길이는 최대 600 m 를 원칙으로 하고, 단면은 상하 동일단면으로 한다.

2.11.5 배수펌프

(1) 자연배수가 불가능한 경우 또는 블럭배수가 필요한 경우에는 배수펌프를 설치한다.

2.11.6 지하배수(암거배수)

(1) 배수로의 정비 및 답면배수대책에 의해서도 지표잔류수의 배제 또는 지하수의 저하가 불충분한 논에 대해서는 암거에 의한 지하배수를 계획한다.

(2) 암거배수에 대해서는 다음 각항에 의해서 정한다.

① 암거는 깊이, 간격, 기울기의 순으로 토층의 투수성을 중시해서 결정한다.

② 암거조직은 개폐조작이나 유지관리의 편의를 고려해서 정한다.

③ 투수성이 낮은 토양에서는 보조암거와 혼합한 조직으로 할 것도 검토해서 정한다.

(3) 암거(흡수거)의 기울기는 일반적으로 1/100～1/600로서 관내의 유속은 0.2～1.0m/sec의 범위가 적당하다. 집수거의 유속은 흡수거보다도 크게 한다. 암거의 크기는 지름 50mm이상으로 한다.

2.11.7 수문 및 물막이

(1) 배수로에는 필요에 따라 수문 또는 물막이를 설치할 수 있다. 수문 및 물막이의 구조는 조작과 관리가 용이해야 한다.

2.11.8 블록배수

(1) 부분적으로 벼 이외의 작물을 도입함으로써 지하수의 제어가 필요한 경우에는 소형펌프를 이용한 블록배수조직에 대해 검토한다.

2.12 밭의 배수계획

2.12.1 계획의 기본방침

(1) 배수계획의 수립에 있어서는 밭에 내린 빗물이 밭의 보전, 작물의 습해, 영농기계의 작업효율 등에 중요한 영향을 주는 것이므로 신중하게 대처해야 한다.

2.12.2 계획배수량

(1) 포장에 있어서 홍수시의 계획배수량은 포장의 상태 및 주변 유역의 상황을 감안해서 산정하여 얻은 유량으로 한다.

2.12.3 배수로 설계유량

(1) 배수로 설계유량은 구획의 배치에 따라 빗물이 배수로에 유입되는 지점이 정해지므로, 배수로 각 부분의 단면은 매닝공식에 의한 등류계산법에 의해 전파지연에 의한 합류시간의 차이만을 고려해서 설계한다.

2.12.4 배수로의 형식 및 구조

(1) 수로형식은 개수로를 원칙으로 한다.

(2) 단면은 지하수위의 고저를 따라 다음의 2종류로 한다.
① 지하수위가 낮은 경우: 지표수 최대배수량의 통수가 가능한 단면으로 한다.
② 지하수위가 높은 경우: ①외에 지하배수도 고려한 단면으로 한다.
(3) 유속 등에 의한 호안의 필요성을 검토한다.

2.12.5 암거배수계획

(1) 암거배수계획은 지하수위가 높거나 불투수층이 얕은 곳에 있기 때문에, 생산성의 저하를 가져올 우려가 있는 경우 이를 제거하기 위해 그 원인을 검토한 다음에 세워야 한다.

2.13 기상재해방지계획

(1) 기상재해방지계획에서는 풍해, 염해, 동상해 등의 기상재해를 받을 염려가 있는 곳에 대해 그 피해를 방지하기 위한 계획을 세운다.

2.14 사업효과

(1) 경지정리사업의 경제적 타당성을 판정하기 위해서 다음 사항들에 대해 사업으로 말미암아 발생하는 효과를 계량화하고 평가한다.
① 작물 생산효과
② 영농노동력 절감효과
③ 유지관리비 절감효과
④ 기타(갱신효과 등)

2.15 다른 사업과의 조정

(1) 경지정리사업은 지역전체에 대한 종합적인 사업이기 때문에 다른 사업과의 조정이 필요한 경우가 많이 생긴다. 계획의 수립에 있어서는 다른 사업과의 관계를 명확하게 하고 충분한 협의와 조정을 거쳐야 한다.

3. 재료

· 내용 없음

4. 설계

· 내용 없음

집필위원	분야	성명	소속	직급
	관개배수	김선주	한국농공학회	교수
	농업환경	박종화	한국농공학회	교수
	토질공학	유 찬	한국농공학회	교수
	구조재료	박찬기	한국농공학회	교수
	수자원정보	권형중	한국농공학회	책임연구원

자문위원	분야	성명	소속
	농촌계획	손재권	전북대학교
	수자원공학	윤광식	전남대학교
	지역계획	김기성	강원대학교
	수자원공학	노재경	충남대학교
	농지공학	최경숙	경북대학교
	관개배수	최진용	서울대학교

건설기준위원회	분야	성명	소속
	총괄	한준희	농림축산식품부
	농업용댐	오수훈	한국농어촌공사
	농지관개	박재수	농림축산식품부
	농지배수	송창섭	충북대학교
	용배수로	정민철	한국농어촌공사
	농도	조재홍	한국농어촌공사 본사
	개간	백원진	전남대학교
	농지관개	이현우	경북대학교
	농지배수	남상운	충남대학교
	취입보	김선주	건국대학교
	양배수장	정상옥	경북대학교
	경지정리	유 찬	경상대학교
	농업용관수로	박태선	한국농어촌공사 본사
	농업용댐	손재권	전북대학교
	농지배수	김정호	다산컨설턴트
	농지보전	박종화	충북대학교
	농업용댐	김성준	건국대학교
	해면간척	박찬기	공주대학교
	농업수질및환경	이희억	한국농어촌공사 본사
	취입보	박진현	한국농어촌공사 본사

중앙건설기술심의위원회	성명	소속
	이태옥	평화엔지니어링
	성배경	건설교통신기술협회
	김영환	한국시설안전공단
	김영근	건화
	조의섭	동부엔지니어링
	김영숙	국민대학교
	이상덕	아주대학교

농림축산식품부	성명	소속	직책
	한준희	농업기반과	과장
	박재수	농업기반과	서기관

설계기준
KDS 67 50 10 : 2018

경지정리 계획

2018년 04월 24일 발행

농림축산식품부

관련단체 한국농어촌공사
58217 전라남도 나주시 그린로 20(빛가람동 358) 한국농어촌공사
☎ 061-338-5114 E-mail : webmaster@ekr.or.kr
http://www.ekr.or.kr

(작성기관) 한국농공학회
06130 서울시 강남구 테헤란로 7길 22(역삼동 365-4) 과학기술회관 본관 205호
☎ 02-562-3627 E-mail : j6348h@hanmail.net
http://www.ksae.re.kr

국가건설기준센터
10223 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283(대화동)
☎ 031-910-0444 E-mail : kcsc@kict.re.kr
http://www.kcsc.re.kr

※ 이 책의 내용을 무단전재하거나 복제할 경우 저작권법의 규제를 받게 됩니다.

KDS 67 50 20 : 2018

경지정리 환지계획 설계

2018년 04월 24일 제정
http://www.kcsc.re.kr

농림축산식품부



건설기준 코드 제·개정에 따른 경과 조치

이 코드는 발간 시점부터 이미 시행 중에 있는 설계용역이나 건설공사에 대하여 발주기관의 장이 필요하다고 인정하는 경우 종전에 적용하고 있는 기준을 그대로 사용할 수 있습니다.

건설기준 코드 제·개정 연혁

- 이 기준은 KDS 67 50 20 : 2018 으로 2018년 04월에 제정하였다.
- 이 기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 건설기준 간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.
- 이 기준의 제·개정 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요사항	제·개정 (년. 월)
농지개량사업 계획설계기준 경지정리편	• 농지개량사업 계획설계기준 경지정리편 제정	제정 (1970. 12)
농지개량사업 계획설계기준 경지정리편	• 농지개량사업 계획설계기준 경지정리편 개정	개정 (1983. 12)
농업생산기반정비사업 계획설계기준 경지정리편	• 농업생산기반정비사업 계획설계기준 경지정리편 개정 • 대구획 경지정리에 관한 기준을 설정하였고, 농업기계화의 효율을 제고하기 위하여 구획 및 농도, 용배수 조직의 정비 기준을 정립 • 농지의 집단화를 도모하기 위하여 새로운 환지법을 도입하였고, 공사비 및 유지관리비 절감을 위하여 적정 시공기계 및 기계화 시공체계로 전환하고, 물관리 효율을 높일 수 있도록 시설기준을 개선	개정 (1995. 12)
KDS 67 50 20 : 2018	• 국토교통부 고시 제2013-640호의 “건설공사기준 코드체계” 전환에 따른 건설기준을 코드로 정비 • 건설기술진흥법 제44조 및 제44조의 2에 의거하여 중앙건설심의위원회 심의· 의결	제정 (2018. 04)

제 정 : 2018년 04월 24일 **개 정 : 년 월 일**

심 의 : 중앙건설기술심의위원회 **자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회**

소관부서 : 농림축산식품부 농업기반과

관련단체(작성기관) : 한국농어촌공사(한국농공학회)

목 차

1. 일반사항 ····· 1

1.1 목적 ····· 1

1.2 적용범위 ····· 1

1.3 참고기준 ····· 1

1.4 용어의 정의 ····· 1

1.5 기호 정의 ····· 1

2. 조사 및 계획 ····· 1

3. 재료 ····· 1

4. 설계 ····· 1

4.1 환지의 정의 ····· 2

4.2 환지의 방법 ····· 2

4.3 환지의 절차 ····· 2

4.4 환지계획의 수립업무 ····· 3

4.5 농지의 집단화계획 ····· 3

4.6 환지선정의 요점 ····· 3

4.7 일시이용지의 지정 ····· 4

4.8 창설환지의 설정 및 타용도환지를 위한 비농경지의 지정 ····· 5

4.9 환지등기(환지의 마무리) ····· 5

경지정리 환지계획 설계

1. 일반사항

1.1 목적

· 내용 없음

1.2 적용범위

(1) 환지계획의 적용범위로서는 기초조사, 계몽보급, 환지설계기준작성, 환지계획원안 작성, 환지변경계획서작성(환지계획의 변경에 따른 변경계획서의 작성과 환지면적 확정을 위한 확정측량을 포함)등의 업무를 시행한다.

1.3 참고기준

· 농업생산기반정비사업계획 설계기준, 1996 : 경지정리편

1.4 용어의 정의

· 내용 없음

1.5 기호 정의

· 내용 없음

2. 조사 및 계획

· 내용 없음

3. 재료

· 내용 없음

4. 설계

4.1 환지의 정의

(1) 환지는 공사전의 토지를 종전토지로 보고 공사 후의 구획된 토지를 환지로 보아 어느 시점을 경계로 하여 환지를 종전의 토지로 간주한다는 처리방식이며, 종전토지와 환지와의 조합적 관계를 공권적으로 정하는 것을 환지계획이라 한다. 이 계획에 따라 권리의 귀속을 확정하는 것을 환지처분이라 하며, 환지계획은 원칙적으로 경지의 집단화와 이 밖에 농업구조의 개선에 이바지하도록 정하지 않으면 안된다.

4.2 환지의 방법

(1) 종전의 토지와 환지는 다음 세가지 사항 중 어느 것에도 해당되게 정해야 한다.

① 보통환지

가. 토지의 이용구역이 종전토지와 환지가 같도록 되어야 할 것.

나. 용도, 지적 및 등급을 종합적으로 감안할 때 종전토지와 환지 상호간에 비슷할 것.

다. 환지의 지적이 권리면적이 될 환지교부기준지적에 비하여 20% 이상의 증감이 없을 것.

(2) 이상의 어느 것과도 맞지 않는 경우에는 종전토지에 대한 관계권리자의 동의를 얻어야 한다.[특별환지]

(3) 종전토지의 소유자의 신청 또는 동의 및 소유권 이외의 권리자의 동의가 있으면 종전토지에 대한 환지의 교부를 하지 않고, 청산금의 교부로 대신 할 수 있다.[불환지]

(4) 종전토지가 없어도 환지를 정할 수 있는 경우가 있다.[창설환지]

(5) 생활환경정비사업 병행시에 다른 용도 환지지정을 위하여 토지소유자의 신청 또는 동의가 있을 경우에는 비농경지를 지정할 수 있다.[비농경지지정]

(6) 농지개량조합의 소유 토지로서 농업생산기반시설 등 공공용으로 이용되어온 시설이 폐지되거나 변경되어, 그 용도에 대신하여 새로운 시설이 건설되는 경우에 필요한 토지는 그 폐지된 시설의 토지와 교환할 수 있다.[기능교환]

(7) 농림사업부장관은 정비사업의 시행으로 인하여 국공유인 도로, 관개용수로, 배수로, 제방, 저수지 및 하천부지의 전부 또는 일부를 폐지할 필요가 있다고 인정하는 경우에는 그 국공유지를 정비사업 지역 내 토지소유자 또는 사업시행자에게 무상으로 양여할 수 있고, 이에 대신할 새로 건설된 시설의 토지는 무상으로 정부가 또는 지방자치단체에 증여할 수 있다.[양여와 증여]

4.3 환지의 절차

(1) 환지의 절차는 다음과 같이 이루어진다.

① 환지계획수립[먼저 기초조사 및 계몽·보급과 함께 수혜자총회 구성] → ②환지계획공고 → ③동의서 징구 → ④이의 신청→ ⑤ 환지심의위원회의 심의 → ⑥시장·도지사의 적부 결정[환지계획설정] → ⑦인가신청 → ⑧시장·도지사의 인가 → ⑨환지처분 고시·통지 → ⑩ 환지등기·청산

4.4 환지계획의 수립업무

(1) 계획수립의 업무내용으로서는 기초조사, 계몽보급, 환지설계기준작성, 환지계획원안 작성, 환지변경계획서작성(환지계획의 변경에 따른 변경계획서의 작성과 환지면적 확정을 위한 확정측량을 포함)등의 업무를 시행한다.

4.5 농지의 집단화계획

4.5.1 지대별 및 그룹별 단지설정과 환지방법

(1) 환지선정을 할 때 농지의 집단화방법으로서, 마을별, 영농그룹별, 지목별 등으로 지역을 크게 구분하여 각각의 구분에 따라 집단화하는 방법을 취한다.

4.5.2 개인별 집단화의 방법

(1) 개개 농가의 환지선정은 마을별 집단화와의 관련성을 유지하면서 결정하지만, 그 방법으로서는 종전의 토지가 가장 밀집되어 있는 위치를 중심으로 집단화하는 방법, 지역내를 지형, 수리 등에 의하여 크게 구분하여 각각의 블록으로 집단화하는 방법, 도시근교의 영세경영지대에서 종전토지의 위치를 중심으로 집단화하는 방법 등이 있다.

4.6 환지선정의 요점

4.6.1 환지교부 권리면적 산출

(1) 환지선정에 있어서 각 농가에 교부하는 권리면적은 종전토지의 면적을 기준으로 하여, 농업생산기반시설 등을 제외한 공사후의 토지를 비례적으로 배분한다.

4.6.2 환지교부의 주체

(1) 환지의 선정은 경작자를 주체로 하여 진행시켜야 한다.

4.6.3 특수지의 취급

(1) 환지선정에 있어서 특수조건에 의하여 종전토지의 소유자나 기타 특정인에게 교부할 필요가 있는 토지가 존재할 경우에는, 집단화 등에 대하여 특히 유의하여야 한다.

4.6.4 환지불능지의 취급

(1) 국공유지 또는 농지개량조합 소유토지 외의 토지중 법적지목이 구거, 도로, 하천, 제방 또는 유지인 토지로서 실제 경작하지 않는 경우와 환지계획구역 안에 $1{,}000\mathrm{m}^2$이하의 농경지 소유자가 있는 경우에는 환지를 지정하지 아니하고 금전으로 청산한다.

4.6.5 환지배분과 논 경구와의 관계

(1) 환지선정에 있어서 그 지구에서 표준구획인 경구와 그 위치에서의 환지 배분면적이 일치하지 않는 경구에 대해서는, 포장의 합리적 이용을 확보하기 위하여, 환지배분면적을 기준으로 영농조건 및 지형조건을 고려해서, 논두렁을 이동시켜 경구의 단변길이를 일정한 범위 안에서 가감시킬 수 있다.

(2) 또한 경구의 크기를 일정하게 한 경우에는 동일 경구 안에서 일정한도 이하로 경구를 분할해서는 안된다.

4.6.6 환지배분과 밭 소유구와의 관계

(1) 환지선정에 있어서는 포장의 합리적 이용을 위하여 환지배분면적에 알맞게 하고 영농조건 및 지형조건을 고려하여, 경구의 단변길이를 일정한 범위내에서 가감하여 소유구를 설정할 수 있다.

(2) 또한 경구의 크기를 일정하게 하는 경우, 동일한 경구내에서 일정한도 이하로 소유구를 분할해서는 안된다.

4.6.7 자투리지적의 증감 및 여유율

(1) 각 농가의 환지선정에 있어서, 교부기준지적인 권리면적과 실제의 교부면적의 증감폭에 대해서는 그 지역의 실정에 맞는 한도를 정한다. 또 선정과정에서는 일정한 여유율을 갖게 해야 한다.

4.6.8 환지선정의 순서

(1) 환지의 선정에 있어서는 선정이 원활히 진행될 수 있게 함과 동시에 합리적이고 공평한 환지선정을 위하여, 그 지구의 실정을 충분히 감안한 후 지구에 적합한 선정순서를 정하여 이에 따라 진행시킨다.

4.7 일시이용지의 지정

(1) 한 지구의 공사가 수년에 걸쳐 시행되는 경우에는 지구전체 환지계획의 입장에서 매년 일시이용지의 지정 및 지정결과를 조정할 필요가 있다.

(2) 환지계획의 입장에서 보면 하나의 환지계획을 수립한 지구[사업지구 또는 환지구]의 공사를 단년에 완료하지 않으면, 매년마다 공사가 완료된 부분에 대한 일시이용지의 지정과 지구전체의 환지계획을 조정하기가 곤란하다. 따라서 될수 있는대로 환지구의 설정방법까지도 포함하여 1개 환지구에 대하여 단년에 공사가 완료되도록 환지구의 구분 및 매년의 공사시행범위를 정하지만, 부득이 수년에 걸치는 경우에는 연도별 공사구간의 집단화 및 감보율의 다름을 조정하기 위하여 다음과 같은 조정방법을 강구해야 한다. 이 조정과정(특히 감보율의 조정)에서 구획의 세분화가 되지 않도록 특히 유의한다.

① 일시이용지의 지정은 환지계획 또는 원안에 따라 실시하지만, 이미 완료된 공사부분에 종

전토지를 가지고 있고 아직 공사되지 않은 부분에 환지를 받을 예정자와 아직 공사되지 않은 부분으로부터 이미 공사가 된 부분에 환지를 받을 예정자와의 사이에 교환지정을 하게 되며, 아직 공사중인 토지에 대해서는 환지예정지의 공사가 완료될 때까지 사용수익의 일시정지 등의 조정을 한다. 이 경우에는 사용수익정지에 따른 손실보상이 필요하게 된다.

② 일시이용지의 지정은 매년 공사지구의 권리자에 대하여 실시하고, 공사완료후에 최종 적으로 조정한다. 최종적으로 조정할 때에 연도별 공사구간의 감보율은 조정하려고 하면 토지의 세분화가 생기므로, 될 수 있는대로 환지구 전체의 감보율을 최초에 산출하여 이에 따라 해마다 배분하며, 작은 면적의 차이는 청산금 등으로 처리하도록 한다.

4.8 창설환지의 설정 및 타용도환지를 위한 비농경지의 지정

(1) 창설환지의 설정 및 타용도환지를 위한 비농경지의 지정은 경지의 집단화 등 농업구조 개선의 목적에 합치되도록 설정하여야 한다.

(2) 농업생산기반정비사업은 농경지의 개발 및 개량, 집단화 등에 의하여 농업구조와 개선을 목적으로 하고 있으므로, 창설환지의 설정 및 비농경지의 지정은 이들 목적에 합치되도록 해야 한다.

4.8.1 설정대상

(1) 마을회관, 어린이놀이터, 미곡종합처리장, 공동집하장 등 지구내 농가의 생활 또는 농업 경영상 필요한 시설 및 기타 공공시설용지가 필요한 경우

(2) 지구의 조건에서 볼 때 농지의 전용이 예견되어 공사후 농지의 효율적 이용을 확보하기위해 필요한 겨우(공장용지, 주택용지의 설정 등)

4.8.2 창설환지 및 타용도 지정을 위한 환지

(1) 창설환지 및 타용도 지정을 위한 환지는 농업생산기반정비사업 시행과정에서 종전 농경지를 농업 외의 타용도 토지로 전용시키는 점에서는 같은 성격을 지니고 있으나, 전자는 새로 조성된 농업생산기반 시설용지를 비롯한 농업경영의 합리화, 농수산업구조개선, 기타 농어촌 발전과 농어민의 복지향상 등을 위한 용지라는 점에서 순전히 공공성을 지닌 용지인데 대하여, 후자는 그 용도가 공장용지, 주택용지 등으로 다분히 사적 성격을 지닌 용지라는 점에서 다르다.

(2) 따라서 후자는 생활환경정비사업 병행시 토지소유자의 신청 또는 동의가 있을 경우에 시행되며, 특히 종전소유자의 소유권을 인정하는 것이므로 환지후 지상권 설정 등의 제약이 과연 원활할 것인가 하는 문제가 있기 때문에 적용하는데 있어서 신중을 기해야 한다.

4.9 환지등기(환지의 마무리)

(1) 환지처분은 환지계획의 인가고시로서 법적인 요식절차는 종결되지만, 이를 사실상 마무리하기 위해서는 지구내 토지에 대한 권리관계와 청산금 등이 확정됨과 동시에 이에 따른 환지등기와 청산금의 징수 및 교부업무가 조기에 완료되도록 힘써야 한다.

(2) 환지계획의 인가가 있을 때에는 지체없이 이 계획속에 있는 토지 및 건물에 대한 등기를 위촉 또는 신청해야 하며, 환지처분이 없는 경우에도 이미 경지정리사업으로 등기된 토지의 표시에 변경이 있을 때에는 사업시행자는 토지표시의 변경등기를 촉탁 또는 신청해야 한다.

① 농업생산기반정비사업에서 토지에 관한 등기의 신청은 사업시행지구 전부를 일괄하여 동일신청서에 의해 신청해야 하지만, 지구가 나뉘어진 경우에는 각 지구마다 이를 일괄신청해야 한다.

② 농업생산기반정비사업으로 인한 등기는 등기의 내용에 따라 대위등기와 변경등기 및 환지등기(본등기)에 의하도록 한다.

③ 청산금의 확정: 환지는 원칙적으로 종전토지와 대등해야 한다. 그러나 구획정리 및 공공용시설의 확장, 신설 등으로 종전토지와 환지간에 면적의 과부족은 물론 같은 면적에도 단가의 차로 인한 금액의 증감이 생기게 된다. 이와 같은 금액의 증감에 따르는 개인별 청산금의 과부족을 종합계산하여 징수하거나 교부하게 되며, 환지계획의 인가고시가 있을 때에 환지청산금이 확정된다. 따라서 사업시행자는 인가를 받은 환지계획에 의하여 청산금을 징수하거나 교부해야 한다.

④ 청산시한 및 징수방법: 환지청산금은 환지계획이 인가된 날로부터 90일 내에 청산해야 하며, 환지청산금의 징수는 지방세의 징수에 준하여 시행하도록 한다.

집필위원	분야	성명	소속	직급
	관개배수	김선주	한국농공학회	교수
	농업환경	박종화	한국농공학회	교수
	토질공학	유 찬	한국농공학회	교수
	구조재료	박찬기	한국농공학회	교수
	수자원정보	권형중	한국농공학회	책임연구원

자문위원	분야	성명	소속
	농촌계획	손재권	전북대학교
	수자원공학	윤광식	전남대학교
	지역계획	김기성	강원대학교
	수자원공학	노재경	충남대학교
	농지공학	최경숙	경북대학교
	관개배수	최진용	서울대학교

건설기준위원회	분야	성명	소속
	총괄	한준희	농림축산식품부
	농업용댐	오수훈	한국농어촌공사
	농지관개	박재수	농림축산식품부
	농지배수	송창섭	충북대학교
	용배수로	정민철	한국농어촌공사
	농도	조재홍	한국농어촌공사 본사
	개간	백원진	전남대학교
	농지관개	이현우	경북대학교
	농지배수	남상운	충남대학교
	취입보	김선주	건국대학교
	양배수장	정상옥	경북대학교
	경지정리	유 찬	경상대학교
	농업용관수로	박태선	한국농어촌공사 본사
	농업용댐	손재권	전북대학교
	농지배수	김정호	다산컨설턴트
	농지보전	박종화	충북대학교
	농업용댐	김성준	건국대학교
	해면간척	박찬기	공주대학교
	농업수질및환경	이희억	한국농어촌공사 본사
	취입보	박진현	한국농어촌공사 본사

중앙건설기술심의위원회	성명	소속
	이태옥	평화엔지니어링
	성배경	건설교통신기술협회
	김영환	한국시설안전공단
	김영근	건화
	조의섭	동부엔지니어링
	김영숙	국민대학교
	이상덕	아주대학교

농림축산식품부	성명	소속	직책
	한준희	농업기반과	과장
	박재수	농업기반과	서기관

설계기준
KDS 67 50 20 : 2018

경지정리 환지계획 설계

2018년 04월 24일 발행

농림축산식품부

관련단체 한국농어촌공사
58217 전라남도 나주시 그린로 20(빛가람동 358) 한국농어촌공사
☎ 061-338-5114 E-mail : webmaster@ekr.or.kr
http://www.ekr.or.kr

(작성기관) 한국농공학회
06130 서울시 강남구 테헤란로 7길 22(역삼동 365-4) 과학기술회관 본관 205호
☎ 02-562-3627 E-mail : j6348h@hanmail.net
http://www.ksae.re.kr

국가건설기준센터
10223 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283(대화동)
☎ 031-910-0444 E-mail : kcsc@kict.re.kr
http://www.kcsc.re.kr

※ 이 책의 내용을 무단전재하거나 복제할 경우 저작권법의 규제를 받게 됩니다.

KDS 67 50 90 : 2018

경지정리 유지관리

2018년 04월 24일 제정
http://www.kcsc.re.kr

농림축산식품부



건설기준 코드 제·개정에 따른 경과 조치

이 코드는 발간 시점부터 이미 시행 중에 있는 설계용역이나 건설공사에 대하여 발주기관의 장이 필요하다고 인정하는 경우 종전에 적용하고 있는 기준을 그대로 사용할 수 있습니다.

건설기준 코드 제·개정 연혁

- 이 기준은 KDS 67 50 90 : 2018 으로 2018년 04월에 제정하였다.
- 이 기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 건설기준 간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.
- 이 기준의 제·개정 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요사항	제·개정 (년. 월)
농지개량사업 계획설계기준 경지정리편	• 농지개량사업 계획설계기준 경지정리편 제정	제정 (1970. 12)
농지개량사업 계획설계기준 경지정리편	• 농지개량사업 계획설계기준 경지정리편 개정	개정 (1983. 12)
농업생산기반정비사업 계획설계기준 경지정리편	• 농업생산기반정비사업 계획설계기준 경지정리편 개정 • 대구획 경지정리에 관한 기준을 설정하였고, 농업기계화의 효율을 제고하기 위하여 구획 및 농도, 용배수 조직의 정비 기준을 정립 • 농지의 집단화를 도모하기 위하여 새로운 환지법을 도입하였고, 공사비 및 유지관리비 절감을 위하여 적정 시공기계 및 기계화 시공체계로 전환하고, 물관리 효율을 높일 수 있도록 시설기준을 개선	개정 (1995. 12)
KDS 67 50 90 : 2018	• 국토교통부 고시 제2013-640호의 “건설공사기준 코드체계” 전환에 따른 건설기준을 코드로 정비 • 건설기술진흥법 제44조 및 제44조의 2에 의거하여 중앙건설심의위원회 심의· 의결	제정 (2018. 04)

제 정 : 2018년 04월 24일 **개 정 : 년 월 일**

심 의 : 중앙건설기술심의위원회 **자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회**

소관부서 : 농림축산식품부 농업기반과

관련단체(작성기관) : 한국농어촌공사(한국농공학회)

목 차

1. 일반사항 ····· 1
1.1 목적 ····· 1
1.2 적용 범위 ····· 1
1.3 참고 기준 ····· 1
1.4 용어의 정의 ····· 1
1.5 기호의 정의 ····· 1
2. 조사 및 계획 ····· 1
3. 재료 ····· 1
4. 설계 ····· 1
4.1 공사직후의 포장관리 ····· 2
4.2 농도의 유지관리 ····· 2
4.3 논두렁의 유지관리 ····· 3
4.4 용·배수시설의 유지관리 ····· 4

경지정리 유지관리

1. 일반사항

1.1 목적

· 내용 없음

1.2 적용 범위

· 내용 없음

1.3 참고 기준

· 농업생산기반정비사업계획 설계기준, 1996 : 경지정리편

1.4 용어의 정의

· 내용 없음

1.5 기호의 정의

· 내용 없음

2. 조사 및 계획

· 내용 없음

3. 재료

· 내용 없음

4. 설계

4.1 공사직후의 포장관리

(1) 경지정리사업이 준공되어 영농으로 연계되는 과정에서 다음과 같은 문제가 발생하기 쉬우므로 충분한 대책을 세워야 한다.

① 지내력의 악화

가. 표토처리를 하지 않을 경우는 동일한 경구내에서도 절토부와 성토부에 지내력의 차이가 발생하기 쉬우므로, 써레질이나 시비법 등의 개선에 의하여 단기간내에 해소될 수 있도록 해야 한다.

② 답면의 땅고르기불량

가. 구획의 확대, 정지공사의 불충분, 정지후의 부등침하 등에 의하여 공사직후에는 답면의 땅고르기가 불량하게 된다. 따라서 수중땅고르기 등 정지공법을 연구함과 동시에 매년 써레질할 때에 여러번 계속해서 땅고르기를 하는 것이 요망된다.

③ 투수성의 변화

가. 정지공사에 따른 시공기계의 다짐과 되이김으로 토양의 투수성이 낮게 되어 벼생육이나 답면배수에 악영향을 끼치는 경우가 많다. 따라서 중간낙수, 비관개기의 답면배수, 소배수구의 굴착 등에 의하여 답면의 건조를 촉진하고, 경우에 따라서는 심토파쇄에 의하여 투수성의 회복을 도모하여야 한다.

④ 건답화에 따른 토성의 변화

가. 습답의 건답화과정에서 미분해 유기물의 분해가 촉진됨에 따라 토양의 성질이 현저하게 변화되어가고 있으므로, 그 변화에 대응하여 비배관리면에서 유의해야 한다.

4.2 농도의 유지관리

(1) 농도의 유지관리는 포장의 종류에 적합한 방법으로 실시해야 한다. 농도는 영농규모의 대형화에 따라 사용 농기계대수가 적어지며, 특히 공동작업으로 하면 더욱 감소하므로, 토사도 등은 잡초가 무성해진다. 표준구획을 크게하여 경작도를 정리하고, 모래를 까는 방법으로 질적 향상을 도모하게 되면 제초작업이 곤란해지므로, 제초제살포 등에 의하여 잡초의 생육을 억제하거나 철저한 노면관리를 실시해야 한다. 따라서 농도의 유지관리는 다음과 같이 명확한 기준을 세워 철저하게 관리할 필요가 있다.

① 토사도

가. 노면을 항상 평탄하게 하고 횡단기울기를 유지시켜 노면배수를 양호하게 하며, 측구유수의 흐름을 방해하지 않도록 항상 청결하게 보수한다. 노면의 재료는 동질의 토사를 사용하고, 쇄석이나 자갈 등의 재료를 부분적으로 깔아서는 안된다.

② 입도조정 자갈도

가. 노면의 형상이나 배수에 대해서는 토사도의 경우와 같다. 노면의 보수는 강우직후와 같이 적당한 수분이 있을 때 실시하며, 정기적으로는 한냉시기전과 봄의 융빙직후가 좋다. 입도조정 자갈의 보충두께 2~5cm 정도로 나누어 조금씩 포설하는 것이 좋다.

③ 자갈(쇄석)도

가. 노면의 땅고르기는 표층용 자갈(쇄석)을 얇게 깔고 결합재를 섞어 살수하면서 다진다. 이때 자갈의 최대입경은 가급적 작은 규격(20mm내외)을 사용하여야 유지관리가 용이하다. 노면은 적당한 습도를 주기 위해 자주 살수해주어야 한다.

④ 아스팔트 콘크리트 포장의 시공관리

가. 연속식플랜트의 경우는 배합조정을 각 재료의 함유량조정으로 하기 때문에 배합체크 및 혼합시간의 조정 등이 어렵지만 혼합능력은 우수하다. 플랜트에서의 혼합은 1차 비빔(가열아스팔트를 살포하지 않은 상태로 골재만 비빔)으로 약 10초, 2차 비빔으로 가열아스팔트를 살포하여 약 40초간 혼합한다. 이 때의 온도는 ① 아스팔트(침입도 60~100정도):130~150°C, ② 골재 : 160~180°C , ③ 혼화물 : 150°C 전후로서, 다짐 할 때의 온도는 120~135°C 정도가 표준이며, 마무리다짐은 80~90°C 에서 실시한다. 또한 다짐할 때 타이어로울러의 압력은 1차 다짐의 겨우 40kgf/cm^{2}정도가 적당하다.

⑤ 시멘트 콘크리트 포장의 시공관리

가. 배합설계(휨강도 기준), 타설, 응결 등에 따른 발열량을 최소화하도록 노력하고, 이음부(종단 및 횡단)의 파손 등에 유의해야 한다.

이 밖에 농도 및 농도교의 유지관리 내용은 다음과 같다.

(가) 배수시설의 정비

(나) 교각의 정비

(다) 비탈면의 정비

(라) 교통안전시설의 정비

(마) 교통관리순찰의 빈도

(바) 순찰중의 조사내용

(사) 유지보수의 방법

(아) 노면의 정비

㉮ 균열처리

㉯ 기층·보조기층 및 노상의 교체

㉰ 폿트 홀의 처리

㉱ 바퀴자국의 처리

㉲ 반사의 처리

㉳ 표면처리

㉴ 타이어체인이나 스파이크 타이어에 의한 마모 보수

4.3 논두렁의 유지관리

(1) 논두렁의 유지관리에서는 사용재료에 부합되는 방법으로 관리해야 한다.

① 논두렁은 시공후 1~2년만에 붕괴되기 쉬우므로 급경사지에서는 특히 붕괴에 유의해야 한다.

② 시공후 수년이 지나면 두더지, 뱀구멍 등이 생겨 누수가 시작되므로 누수방지대책을 강구해야 한다.

③ 사람이 많이 통행하지 않으면 논두렁에서 잡초가 번성하여 병충해방제에 지장을 초래하므로 제초에 유의하여 유지관리를 하는 것이 좋다.

4.4 용·배수시설의 유지관리

(1) 용수로가 토공인 경우는 시공후 1~2년만에 비탈면붕괴나 세굴이 일어나기 쉬우므로 주의해야 한다.

(2) 용수로가 관로인 경우는 오물로 막히기 쉬우므로 취수구의 오물제거에 유의해야 한다.

(3) 배수로는 토질에 따라 붕괴와 매몰이 심하므로 이의 유지관리는 중요하다. 따라서 매년 준설이 필요하며, 매몰이 심하게 일어날 때는 비탈면보호, 간이호안공설치 등을 검토해야 한다.

(4) 암거배수는 토사의 유입, 작은 동물의 파헤침 등으로 막히는 경우가 많으므로, 매년 1회 관내를 만수시킨 후 일시에 개방해서 씻어내어야 한다. 또한 수갑의 파손도 많으므로 주의해야 한다.



집필위원	분야	성명	소속	직급
	관개배수	김선주	한국농공학회	교수
	농업환경	박종화	한국농공학회	교수
	토질공학	유 찬	한국농공학회	교수
	구조재료	박찬기	한국농공학회	교수
	수자원정보	권형중	한국농공학회	책임연구원

자문위원	분야	성명	소속
	농촌계획	손재권	전북대학교
	수자원공학	윤광식	전남대학교
	지역계획	김기성	강원대학교
	수자원공학	노재경	충남대학교
	농지공학	최경숙	경북대학교
	관개배수	최진용	서울대학교

건설기준위원회	분야	성명	소속
	총괄	한준희	농림축산식품부
	농업용댐	오수훈	한국농어촌공사
	농지관개	박재수	농림축산식품부
	농지배수	송창섭	충북대학교
	용배수로	정민철	한국농어촌공사
	농도	조재홍	한국농어촌공사 본사
	개간	백원진	전남대학교
	농지관개	이현우	경북대학교
	농지배수	남상운	충남대학교
	취입보	김선주	건국대학교
	양배수장	정상옥	경북대학교
	경지정리	유 찬	경상대학교
	농업용관수로	박태선	한국농어촌공사 본사
	농업용댐	손재권	전북대학교
	농지배수	김정호	다산컨설턴트
	농지보전	박종화	충북대학교
	농업용댐	김성준	건국대학교
	해면간척	박찬기	공주대학교
	농업수질및환경	이희억	한국농어촌공사 본사
	취입보	박진현	한국농어촌공사 본사

중앙건설기술심의위원회	성명	소속
	이태옥	평화엔지니어링
	성배경	건설교통신기술협회
	김영환	한국시설안전공단
	김영근	건화
	조의섭	동부엔지니어링
	김영숙	국민대학교
	이상덕	아주대학교

농림축산식품부	성명	소속	직책
	한준희	농업기반과	과장
	박재수	농업기반과	서기관

설계기준
KDS 67 50 90 : 2018

경지정리 유지관리

2018년 04월 24일 발행

농림축산식품부

관련단체 한국농어촌공사
58217 전라남도 나주시 그린로 20(빛가람동 358) 한국농어촌공사
☎ 061-338-5114 E-mail : webmaster@ekr.or.kr
http://www.ekr.or.kr

(작성기관) 한국농공학회
06130 서울시 강남구 테헤란로 7길 22(역삼동 365-4) 과학기술회관 본관 205호
☎ 02-562-3627 E-mail : j6348h@hanmail.net
http://www.ksae.re.kr

국가건설기준센터
10223 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283(대화동)
☎ 031-910-0444 E-mail : kcsc@kict.re.kr
http://www.kcsc.re.kr

※ 이 책의 내용을 무단전재하거나 복제할 경우 저작권법의 규제를 받게 됩니다.

KDS 67 60 05 : 2018

개간 일반사항

2018년 04월 24일 제정
http://www.kcsc.re.kr

농림축산식품부



건설기준 코드 제·개정에 따른 경과 조치

이 코드는 발간 시점부터 이미 시행 중에 있는 설계용역이나 건설공사에 대하여 발주기관의 장이 필요하다고 인정하는 경우 종전에 적용하고 있는 기준을 그대로 사용할 수 있습니다.

건설기준 코드 제·개정 연혁

- 이 기준은 KDS 67 60 05 : 2018 으로 2018년 04월에 제정하였다.
- 이 코드의 제·개정 주요사항은 다음과 같다.

건설기준	주요사항	제·개정 (년. 월)
농지개량사업 계획설계기준 개간편	• 농지개량사업 계획설계기준 개간편 제정	제정 (1972. 12)
농업생산기반정비사업 계획설계기준 개간편	• 농업생산기반정비사업 계획설계기준 개간편 개정 • 모든 용어 및 내용 등은 한글 사용을 원칙으로 개정 • 기술용어 등은 관련분야의 개간업무편람 및 농공용어사전을 참고하였으며, 관련 법규 및 법령을 최신으로 수정 • 토지이용을 위한 환경영향검토 부분 신설 • 도로계획에서 교량의 폭 및 농도의 모서리 폭을 시대 변화에 맞도록 개정 • 개간과 관련된 부대시설에 대해 환경친화적으로 계획할 수 있도록 기준 정립	개정 (2006. 12)
KDS 67 60 05 : 2018	• 국토교통부 고시 제2013-640호의 “건설공사기준 코드체계” 전환에 따른 건설기준을 코드로 정비 • 건설기술진흥법 제44조 및 제44조의 2에 의거하여 중앙건설심의위원회 심의· 의결	제정 (2018. 04)

제 정 : 2018년 04월 24일
심 의 : 중앙건설기술심의위원회
소관부서 : 농림축산식품부 농업기반과
관련단체(작성기관) : 한국농어촌공사(한국농공학회)

개 정: 년 월 일
자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회

목 차

1. 일반사항 ····· 1
1.1 목적 ····· 1
1.2 적용범위 ····· 3
1.3 참고 기준 ····· 3
1.4 용어의 정의 ····· 3
1.5 기호의 정의 ····· 3
2. 조사 및 계획 ····· 3
3. 재료 ····· 4
4. 설계 ····· 4



개간 일반사항

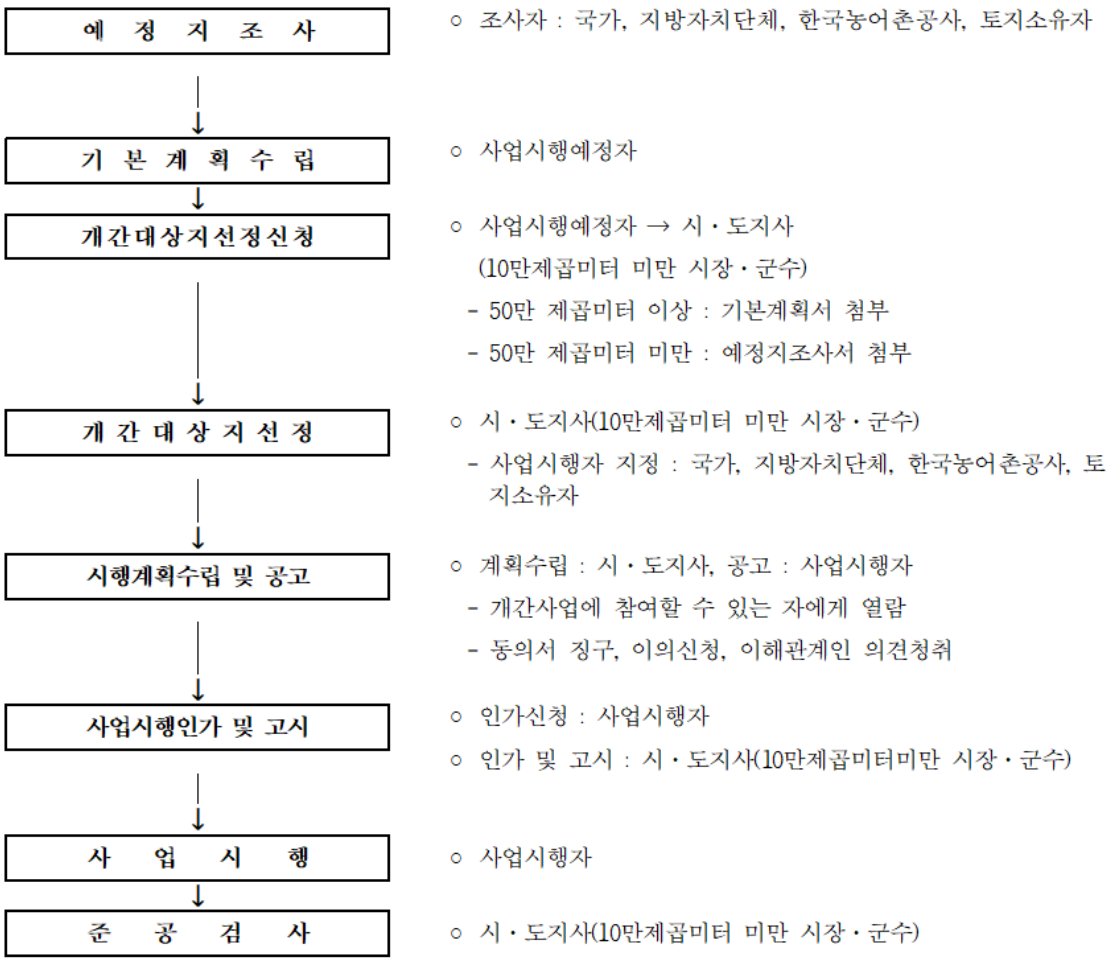
1. 일반사항

1.1 목적

개간의 목적은 농업에 이용하여 생산을 증대시킬 목적으로 황무지, 소택지(沼澤地), 폐염전, 임야 등의 미간지를 개발하여 논, 밭, 과수원 등의 농지로 조성하고 그 부대시설을 설치 또는 변경하는 것을 말한다.

일반적으로 개간의 내용은 개간작업, 부대시설로 대별된다. 개간작업은 미간지를 농지의 형태로 정비하기 위한 작업으로서 농지로 만드는 것을 말한다. 부대시설은 당해 개간지의 영농을 위하여 필요한 시설로서 관리사, 창고, 퇴비사 및 고정온실 등을 말한다.

<그림 1.1-1>은 개간사업 시행 체계도를 보여주고 있다.



<그림 1.1-1> 개간사업 시행 체계도

1.1.1 개간의 기본방향

개간은 종합개발의 일환으로 추진되어야 하며 단순한 물리적·공간적인 농지의 확장이라는 개념을 떠나 산업입지로서 지속가능한 농업을 위한 시설구비에 역점을 두어야 한다.

개간은 토지자원의 농업용지로의 규모 확대 가능성은 크지만 개발조건으로 볼 때 대부분의 대상지가 경사지라는 입지조건으로 인해 어려운 경우가 많다. 장차 농지로 조성할 수 있는 개간적지에 조림을 한다거나, 목야지 또는 과수원으로 밖에 이용할 수 없는 토지를 밭으로 개간하는 등과 같은 잘못된 토지이용과 특히 경사지에 대해서 토양침식도 고려하지 않고 개간하는 등 잘못된 개발은 조성된 농지자체에서 얻는 수익보다 간접적인 피해와 국토의 황폐를 초래하게 된다. 따라서 올바른 개발이용을 위해서는 자연상태에 있는 토지자체를 면밀히 평가 분석한 토지능력구분에 근거를 두고 여기에 기술적·사회적인 여건에 적합한 개발이 이루어져야 한다.

개간을 하는 데 있어서 주요 기본방향을 보면 다음과 같다.

(1) 개간은 종합개발의 일환으로 추진되어야 한다. 이제까지의 개간은 주로 논이나 밭을 주 대상으로 하는 산발적인 농지조성이었다. 그러나 금후의 과제는 기경지를 포함한 그 지역전체의 토지이용도를 최대한으로 높인다는 관점에서 종합적이고 입체적인 구조 위에 새로운 영농체제를 유치할 수 있는 방향으로 개발하여야 한다.

(2) 개간사업의 내용은 단순한 물리적·공간적인 농지의 확장이라는 개념을 떠나 산업입지로서 새로운 농업전개를 위한 시설구비에 역점을 두어야 한다. 산업도로의 개설 또는 정비를 비롯하여 관개 및 배수시설과 방재시설 등 기간시설의 건설이 타 사업과의 유기적인 관계 하에 이루어져야 한다.

1.1.2 개간의 특수성

개간은 대개 입지조건이 불리한 곳이 대상이 되므로 개발에 과다한 노력이 투입되며, 숙전, 숙답화 까지 소요되는 영농노력의 과중과 용수조건의 제약 등이 따르게 된다. 또한 토지소유자와 개간자가 서로 다른 경우 개간지의 소유권과 분배문제를 비롯하여 투하자본과 수익성에 대한 보장 등 많은 문제점을 내포하고 있다.

우리나라의 개간대상지가 주로 경사지 임야이며 기존 농지에 비하여 비교적 높은 곳에 위치하기 때문에 노동의 부담과 토지생산력의 저하는 피할 수 없다. 그러나 국지기후 및 토성의 다양성을 이용하여 새롭고 적합한 품종을 시험개발하거나 또는 이에 적응하는 특수작물의 재배지로서의 이용은 개간지에 기대되는 농업개발의 새로운 분야라 할 수 있다.

개간은 농업생산의 기반조성을 목적으로 농지를 조성하는 공사이기 때문에 일반적인 토목공사 등과는 성격을 달리하는 점이 많으며 다음과 같은 특수조건을 포함하고 있다.

(1) 입지조건이 나쁜 장소이다.

(2) 면공사이기 때문에 설계의 기초가 되는 각종 조사항목을 개간예정지 전 구역에 걸쳐서 상세히 조사한다는 것은 어려우므로 일반적으로 표준조사에 의존하게 된다.

(3) 설계조건을 획일적으로 설정하기 곤란하여 현지의 상황에 따라 변경조치를 취하는 경우가 많다.

(4) 토지 및 노동의 생산성이 높은 포장을 조성하는 것이 최종 목적이므로 완성된 후에 형상, 치수

등의 물리적 요소만으로 평가하기 어렵다.

(5) 동일면에 대해서 몇 종류의 공사를 반복 시공할 뿐 아니라 취급하는 흙의 함량에 따라 시공이 제약되므로 기상조건, 특히 강우, 서리, 눈의 영향을 심하게 받는 경우가 많다.

(6) 여러 가지 공종이 서로 관련되어 있어서 공정관리가 어려우며, 공사기간의 결정은 강우 등의 기상조건 외에 조성지에서 영농할 작부체계와 파종 등의 재배관리와도 관련이 있기 때문에 이를 고려하여야 한다.

(7) 지형, 식생 등의 형태를 광범위하게 바꾸게 되므로 재해방지에 특별히 주의해야 한다.

1.1.3 개간사업의 효과

개간사업의 투자효과는 국토의 효율적 이용에 있다.

1.2 적용범위

이 기준은 농어촌정비법(2015년 1월 6일 법률 제12963호) 제2조 제5호의 규정에 근거하여 시행하는 농업생산기반정비사업으로 이루어지는 개간사업과 관련된 조사, 계획, 설계, 시공 및 관리에 관한 일반적인 사항을 기술한 것으로 개간 사업과 관련되는 기술과 방법의 체계화 및 기술 수준의 향상에 기여함을 목적으로 한다.이 기준은 농어촌정비법에 근거한 농업생산기반정비사업으로 이루어지는 개간의 조사, 계획, 설계 및 관리에 대하여 적용하며, 이 기준에서 사용된 법규, 기준, 편람, 표준시방서 등의 규정이나 관련 근거가 개정된 경우에는 개정된 규정 및 관련 근거를 적용한다.

여기에 관련된 주요 자료는 농어촌정비법(2015년 1월 6일 법률 제12963호), 개간업무지침(2004. 12. 24. 농림부 훈령 제1184호), 개간업무편람(2005. 6.), 산림기본법(2015. 1. 20. 법률 제13025호), 개간사업 추진에 관한 규정 (2013. 11. 15. 농림축산식품부 고시 제2013-294호) 등이다.

1.3 참고 기준

· 농림부, 2006, 농업생산기반정비사업계획 설계기준 개간 편

1.4 용어의 정의

· 내용 없음

1.5 기호의 정의

· 내용 없음

2. 조사 및 계획

· 내용 없음

3. 재료

· 내용 없음

4. 설계

· 내용 없음



집필위원	분야	성명	소속	직급
	관개배수	김선주	한국농공학회	교수
	농업환경	박종화	한국농공학회	교수
	토질공학	유 찬	한국농공학회	교수
	구조재료	박찬기	한국농공학회	교수
	수자원정보	권형중	한국농공학회	책임연구원

자문위원	분야	성명	소속
	농촌계획	손재권	전북대학교
	수자원공학	윤광식	전남대학교
	지역계획	김기성	강원대학교
	수자원공학	노재경	충남대학교
	농지공학	최경숙	경북대학교
	관개배수	최진용	서울대학교

건설기준위원회	분야	성명	소속
	총괄	한준희	농림축산식품부
	농업용댐	오수훈	한국농어촌공사
	농지관개	박재수	농림축산식품부
	농지배수	송창섭	충북대학교
	용배수로	정민철	한국농어촌공사
	농도	조재홍	한국농어촌공사 본사
	개간	백원진	전남대학교
	농지관개	이현우	경북대학교
	농지배수	남상운	충남대학교
	취입보	김선주	건국대학교
	양배수장	정상옥	경북대학교
	경지정리	유 찬	경상대학교
	농업용관수로	박태선	한국농어촌공사 본사
	농업용댐	손재권	전북대학교
	농지배수	김정호	다산컨설턴트
	농지보전	박종화	충북대학교
	농업용댐	김성준	건국대학교
	해면간척	박찬기	공주대학교
	농업수질및환경	이희억	한국농어촌공사 본사
	취입보	박진현	한국농어촌공사 본사

중앙건설기술심의위원회	성명	소속
	이태옥	평화엔지니어링
	성배경	건설교통신기술협회
	김영환	한국시설안전공단
	김영근	건화
	조의섭	동부엔지니어링
	김영숙	국민대학교
	이상덕	아주대학교

농림축산식품부	성명	소속	직책
	한준희	농업기반과	과장
	박재수	농업기반과	서기관

설계기준
KDS 67 60 05 : 2018

개간 일반사항

2018년 04월 24일 발행

농림축산식품부

관련단체 한국농어촌공사
58217 전라남도 나주시 그린로 20(빛가람동 358) 한국농어촌공사
☎ 061-338-5114 E-mail : webmaster@ekr.or.kr
http://www.ekr.or.kr

(작성기관) 한국농공학회
06130 서울시 강남구 테헤란로 7길 22(역삼동 365-4) 과학기술회관 본관 205호
☎ 02-562-3627 E-mail : j6348h@hanmail.net
http://www.ksae.re.kr

국가건설기준센터
10223 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283(대화동)
☎ 031-910-0444 E-mail : kcsc@kict.re.kr
http://www.kcsc.re.kr

※ 이 책의 내용을 무단전재하거나 복제할 경우 저작권법의 규제를 받게 됩니다.

KDS 67 60 10 : 2018

개간 계획

2018년 04월 24일 제정
http://www.kcsc.re.kr

농림축산식품부



건설기준 코드 제·개정에 따른 경과 조치

이 코드는 발간 시점부터 이미 시행 중에 있는 설계용역이나 건설공사에 대하여 발주기관의 장이 필요하다고 인정하는 경우 종전에 적용하고 있는 기준을 그대로 사용할 수 있습니다.

건설기준 코드 제·개정 연혁

- 이 기준은 KDS 67 60 10 : 2018 으로 2018년 04월에 제정하였다.
- 이 코드의 제·개정 주요사항은 다음과 같다.

건설기준	주요사항	제·개정 (년. 월)
농지개량사업 계획설계기준 개간편	• 농지개량사업 계획설계기준 개간편 제정	제정 (1972. 12)
농업생산기반정비사업 계획설계기준 개간편	• 농업생산기반정비사업 계획설계기준 개간편 개정 • 모든 용어 및 내용 등은 한글 사용을 원칙으로 개정 • 기술용어 등은 관련분야의 개간업무편람 및 농공용어사전을 참고하였으며, 관련 법규 및 법령을 최신으로 수정 • 토지이용을 위한 환경영향검토 부분 신설 • 도로계획에서 교량의 폭 및 농도의 모서리 폭을 시대 변화에 맞도록 개정 • 개간과 관련된 부대시설에 대해 환경친화적으로 계획할 수 있도록 기준 정립	개정 (2006. 12)
KDS 67 60 10 : 2018	• 국토교통부 고시 제2013-640호의 “건설공사기준 코드체계” 전환에 따른 건설기준을 코드로 정비 • 건설기술진흥법 제44조 및 제44조의 2에 의거하여 중앙건설심의위원회 심의· 의결	제정 (2018. 04)

제 정 : 2018년 04월 24일
심 의 : 중앙건설기술심의위원회
소관부서 : 농림축산식품부 농업기반과
관련단체(작성기관) : 한국농어촌공사(한국농공학회)

개 정: 년 월 일
자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회

목 차

1. 일반사항 ····· 1
1.1 목적 ····· 1
1.2 적용범위 ····· 1
1.3 참고기준 ····· 1
1.4 용어의 정의 ····· 1
1.5 기호의 정의 ····· 2
2. 조사 및 계획 ····· 2
2.1 구획계획 ····· 2
2.2 용배수계획 ····· 4
2.3 도로계획 ····· 5
2.4 부대시설 ····· 6
3. 재료 ····· 12
4. 설계 ····· 12
4.1 계단형 개간 ····· 12
4.2 원지형 개간 ····· 20
4.3 사면형 개간 ····· 22
4.4 개량 원지형 개간 ····· 29
4.5 토양개량 ····· 32

개간 계획

1. 일반사항

1.1 목적

개간공사는 산지·원야지 등을 개발하여 밭·논·수원지 등의 농용지를 조성하는 공사로 농업생산의 기반조성을 목적으로 한다. 단순히 벌목을 하고 뿌리뽑기를 하는 토목공사를 포함하여 지력향상을 고려한 개간이 되어야 한다. 또한 농지의 이용목적을 효과적으로 달성할 수 있도록 사업비·공사기간 등을 고려하여 적합한 조성공법과 시공방법을 결정한다.

1.2 적용범위

개간방식과 그에 따른 공법은 다음 표와 같다.

<표 1.1-1> 개간방식과 특징

포장 형태	개간 방식	공법	적 용 조 건		조성방법과 특징
			경사도	토층	
계단밭	계단형 개간	초생대형	15° 이상	보통	절·성토를 횡단방향으로 유용하여 수평에 가까운 전면을 조성
		승수로형	15° 이상	보통	
경사밭	원지형개간	집약형	0 ~ 15°	얕음	현 지형대로 전면 경운
		간이형	특별한 제한 없음	얕음	현 지형대로 부분 경운하거나 축력 경운
	사면형 개간	다단심경형	15° 이상	깊음	대체로 현 지형대로 등고선에 따라 경운하여 하단으로 떨어뜨린다.
		경작로형	특별한 제한 없음	깊음	계단부를 경작로로 하고 사면을 경운한다.
	개량 원지형개간	경사완화형	특별한 제한 없음	깊음	크게 흙을 깎거나 쌓아 완경사로 만든다.
		상층개량형	15° 이상	깊음	상단의 흙을 하단에 떨어뜨려 조성경사를 현경사로 만든다.
개 답		침투억제형	특별한 제한 없음	자갈땅 저습지 화산회 경사지	객토, 바닥다짐 병용
		침투촉진형	특별한 제한 없음	이탄지	개거, 암거 배수 병용

1.3 참고기준

· 농림부, 2006, 농업생산기반정비사업계획 설계기준 개간 편

1.4 용어의 정의

· 내용 없음

1.5 기호의 정의

· 내용 없음

2. 조사 및 계획

2.1 구획계획

구획계획은 재배작물, 기계작업, 용지보전, 용·배수, 기상재해 방지 등을 고려하여 구획의 형상 및 크기, 용·배수로 및 농도의 배치 등을 정한다.
이에 대한 자세한 내용은 KDS 67 50 15 (농업생산기반정비사업 계획설계기준 - 경지정리편) “계획”에 준한다.

2.1.1 구획계획의 방향

(1) 소유구

소유구는 한변에 도로를 붙여서 설치하며, 둘레에는 고정시설을 설치하지 않는다(그림 2.1-1 참조). 소유구를 설정할 때에는 기계이용방법 등과의 관계를 고려할 필요가 있으며, 기계 이용 시에는 경영조건이 유사한 농가의 일정규모별로 환지계획을 수립한다.

기계이용이 진전되면 가능한 한 큰 면적에 동일 작물을 재배해서 모든 작업을 단순화하는 것이 유리하지만, 농가의 소유지가 1단지이면 윤작체계를 채택하는 곳은 2～3단지 정도로 묶는다.

기계 이용 시에는 가능한 한 대규모 면적에 동일 작물을 재배해서 모든 작업을 단순화하는 것이 유리하지만, 농가의 소유지가 1단지이면 경작권의 교환 등을 하지 않는 한 다품목재배를 할 수 없게 되어 개별경영을 전제로 하는 영농에 장해가 될 수 있다.

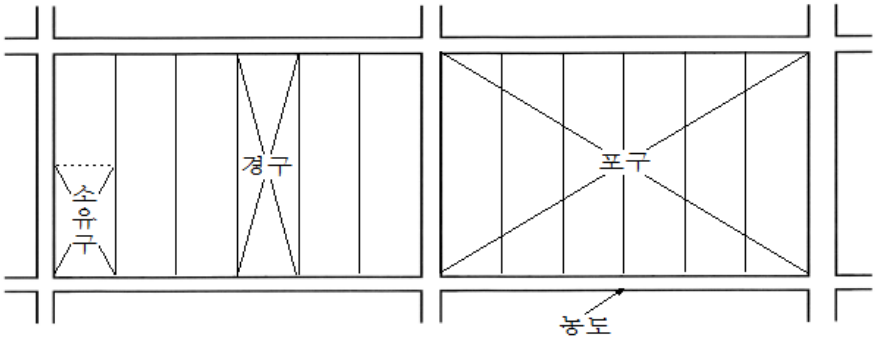
(2) 경구

경구(field lot)의 크기와 형상을 결정하는 요인은 작업체계마다 기계작업 · 재배관리작업·관개방법의 세 가지이다. 경구의 장단변의 길이는 기계작업의 효율을 되도록 높일 수 있게 하고, 또 시비·방제·수확·운반 등의 재배관리에도 적합하게 만든다. 경구는 원칙적으로 동일 작물이 재배되는 밭으로 계획하고 관개의 1단위가 된다.

(3) 포구

포구(field block)의 크기와 형상은 간지선농도의 배치에 의해 정해지는데, 도로배치계획을 세울 때에는 도로의 기능증진 외에 포구 내의 토양보전, 경구 및 소유구의 배치 등과의 관계를 고려한다. 토양보전은 기존에 소구획으로 구분되어 있던 포구가 확대되고 정돈된 경구를 구성하게 되면 포구 내의 지표유출수는 짧은 시간에 흘러내려 토양침식을 가속화할 우려가 있기 때문에, 포구는 토양·지형·밭두둑의 방향·윤작체계 등을 고려해서 지표배수계통을 정비하

도록 계획한다.



<그림 2.1-1> 밭구획의 개념도

2.1.2 구획의 크기와 형상

인력으로 경운하는 밭은 한 구획의 크기나 형태가 크게 문제 되지 않으나, 생산수단이 축력농구에서 동력농기구로 변화함에 따라 구획과 노동능률 사이에 큰 관계가 있다. 1일의 작업공정을 책정하는 기준은 가장 힘이 드는 경운작업을 대상으로 정하는 경우가 많다.

경운작업공정은 토질·농기구·경운법 등에 따라 다르다. 1일 공정은 축력이용의 작업공정에서 밭은 0.25～0.4ha가 많으며 0.3ha가 표준이다.

구획의 길이는 우경에서 보통 120～140m가 한계이고, 자동경운기나 트랙터는 길이의 한계가 더 길어진다. 중형(30HP) 트랙터 경운에 적합한 구획은 장변 250～1,800m 이며, 단변은 농기계의 회전에 필요한 길이로 15～20m의 정수배가 된다. 밭관개를 하는 곳은 <표 2.1-2>의 구획장변에 따른다.

<표 2.1-2> 밭관개에서 이랑 길이의 기준(m)

토질	이랑의 경사				
	1/100	1/150	1/200	1/250	1/300
식토	120	80	60	40	20
양토	90	60	40	30	15
사토	60	40	30	20	10

밭구획 계획에서 경구의 크기와 형상은 기계의 작업효율, 관리작업, 관개방법, 농가 경영면적 등의 요인을 고려하여 결정한다.

2.1.3 경사지의 구획

소는 경사 25°까지 활동할 수 있으나 농기구는 종류에 따라 다르다. 쟁기는 8°(최대 10°)까지 평지와 같이 경운할 수 있으나. 그 이상 되면 별도의 쟁기를 사용하며 한계는 25° 이하이다. 모워

(mower)로 베기작업을 하거나 해로(harrow)로 쇄토·정지를 하게 되면 10°까지는 평지와 같으나. 그 이상 되면 능률이 저하되며 사용한계는 15°(최대 20°) 이하이다.
컬티베이터(cultivator)로 중경·제초·배토하는 작업은 경사지에서 어렵고, 등고선에 평행하게 휴간작업을 하는 일은 7～8°까지 할 수 있으나 아래쪽의 작물이 매몰되는 경향이 많다.
전체적으로, 경사 10° 이하에서는 평지와 같은 크기의 구획에서 작업할 수 있으나 경사 10～15°인 경우에는 등고선이랑을 만들고 승수로를 만들어야 하므로, 구획의 장변이 등고선과 평행하게 된다. 초지에서는 상·하경작업을 할 수 있어서 최대 20°까지 기계화 관리작업(경운·쇄토·정지·시비 등)이 가능하다.

2.2 용배수계획

용·배수계획은 농지의 노동생산성을 향상시키기 위하여 농지에 발생하는 강우, 증발산, 침투 등 물의 자연적인 순환을 보완하여 인위적으로 농지의 수분환경을 조절하기 위하여 실시한다. 즉, 농지의 생산성 향상이라는 관점에서 물의 자연순환이 적절한지의 여부를 판단해서 부족한 경우에는 물을 보급하고, 과잉인 경우에는 배제하도록 계획을 수립한다.

2.2.1 용수계획

농지개간 및 농지정비시 다음과 같은 사항을 주의하여 사업을 실시한다.
용수계획은 자유로운 물이용을 전제로 세우는 것으로 새로운 작물도입이 가능해지는 경우가 많으나, 새로운 작물은 대체적으로 노동집약적인 것이 많다. 따라서 용수계획은 기계이용계획과 관련하여 지구에 적응하도록 합리적으로 결정한다.
수분보급 이외의 다른 목적을 위하여 용수계획을 세우면 여러 가지 효과가 있으나 큰 의미는 없다. 따라서 용수조직계획을 세울 때에는 경제성과 함께 생력화가 큰 과제가 되며, 다음과 같은 사항에 유의한다.

(1) 채소를 기간작물로 하는 지구는 기계화작업, 관개수의 생력화로 보아 지표정치식을 채용하는 것이 유리하다.
(2) 보통 밭작물·목초 등을 기간작물로 하는 지구는 이동식 대형살수기 또는 자주식 살수기 등이 경제적이다.
(3) 과수원지나 채소밭에서 가장 효율적인 방법은 집중자동제어방식이지만, 이를 위해서는 대규모 작물단지가 형성되어야 한다.

이와 관련된 자세한 사항은 KDS 67 40 20 (농업생산기반정비사업 계획설계기준 - 농지관개편: 논관계) “계획”과 KDS 67 40 50 (농업생산기반정비사업 계획설계기준 - 농지관개편:밭관계) “계획”에 준한다.

2.2.2 배수계획

농지의 배수시설은 강우에 의한 피해를 방지하며 지하수위를 적절히 유지해서 작물이나 목초의 생육조건을 양호하게 하여 관리용기계의 작업에 알맞은 농지로 유지하기 위한 필수시설이다.

배수에는 계획배수량을 배수하천까지 안전하게 배제하는 홍수시배수와 평상시 유출수를 정상적으로 배수하는 상시배수가 있는데, 양자 모두 고려하여 결정한다.
KDS 67 45 20 (농업생산기반정비사업 계획설계기준 - 농지배수편) “계획”에 준한다

2.2.3 수원계획

기존의 수원은 대부분 논에 이용되고 있으며, 수리권 관계로 새로 하천수를 이용하기 위해서는 용수량의 검토 또는 종합적 수원이용계획의 검토 등을 통한 하천수의 효율적인 이용이 필요하다.
지형, 지질을 고려하여 밭관개의 경우 구릉지와 같이 하천유량이 부족한 지역에서는 일반적으로 하천수의 이용이 곤란한 경우가 많고, 또한 이용수량이 적을 때 스프링클러 관개를 위해 가압(加壓)이 필요한 경우 등 직접 지하수를 양수하는 편이 경제적이다.
심층지하수는 장소에 따라서 소규모적인 밭관개용수로서 적당하지만 그 수원수량에는 한계가 있기 때문에 보링, 전기탐사, 방사능탐사, 양수시험 등의 충분한 조사를 통하여 부존량의 실태를 파악해야 한다.
저수지는 필요한 시기에 필요한 양을 공급할 수 있으므로 밭관개와 같은 간단관개에 적합한 수원이다.
어떤 수원시설을 채택하더라도 밭관개의 수원으로서 이용가능수량에 대해서는 필요수량의 시기별 변화를 고려해서, 그 총량과 함께 시기별 변화를 파악한다.
이용가능수량에 대해서는 장기간의 실측자료를 기본으로 하여 통계처리에 의해 수원의 확실성을 파악하고 계획을 수립한다. 갈수량이 적은 하천에서 최대한으로 취수하는 경우에는 특히 수원과 관개지구의 중간에 조절지 또는 저수조를 설치하고, 펌프 운전시간의 연장, 펌프 시설용량의 감량 등 수원시설에 대한 검토가 필요하다. 이 경우 펌프의 운전시간은 24시간을 기준으로 계획한다.
수원계획의 결정에 있어서는 도입될 작물체계나 작부율 등을 검토하여 용수를 효율적으로 사용하도록 한다. 수리시설의 구조나 물관리조직의 내용에 따라서는 용수시스템 계통내에서 물관리를 위한 관리손실을 예상해야 할 경우가 있으므로, 이를 위한 수원수량의 확보를 고려한다.
계획기준년은 10년에 1회 정도 발생하는 한발년을 채택한다. 하천취수의 경우에는 확률 1/10정도의 갈수년을 계획기준년으로 한다. 저수지의 경우에는 원칙적으로 저수용량 확률 1/10 정도의 해를 채택하는데 관개기간 중의 연속 한발일수 및 유효우량에 대해서도 검토한다.
기타 수원인 경우에는 관개기간 중의 연속한발일수 및 유효우량을 통계처리해서 확률 1/10 정도의 해를 계획기준년으로 한다. 이들 계획기준년 결정의 기본이 되는 기상, 수문기록 등의 자료처리는 원칙적으로 20년 이상으로 한다.

2.3 도로계획

농도의 신설 또는 개량에 따른 기능과 효과는 지역사회의 농업 및 경제·교통조건 그리고 생활환경에 큰 영향을 주는 것으로, 그 기능은 다양·복합적이므로 종합적으로 판단하여 결정한다.
도로는 개발한 후에도 생산활동 영역의 확대, 농지의 수확물 반출, 비료, 그 밖의 자재반입, 수송노동력 및 비용의 경감, 학생의 통학 등 새로운 농촌기반시설이 되도록 계획한다.

이와 관련된 자세한 사항은 KDS 67 30 30 (농업생산기반정비사업 계획설계기준 - 농도편) “농도계획”에 준한다.

2.4 부대시설

개간사업후 안정적인 영농활동을 위해서는 기반시설의 정비와 함께 관련 부대시설의 정비가 필요하다. 주민의 안정적인 생활용수 확보, 주택 및 공동시설의 확보, 자연재해로부터 방재 안전시설의 확보, 정비와 함께 환경적 측면도 고려한 종합적인 농지개발이 되도록 계획한다.

2.4.1 생활용수시설

생활용수량은 기후·풍토·습관·환경 등에 따라 다르나, 농촌은 도시에 비하여 용수량이 적어서 평야지대의 농촌은 1호당 150 ~ 250 l , 빗물을 이용하는 산촌은 100 ~ 150 l 를 기준으로 한다.
안정적인 농촌생활을 위해서는 음료·취사·세탁·목욕 등에 필요한 물과 가축사육에 필요한 물, 즉 농촌생활용수를 확보한다.
계획 급수량의 표준은 <표 2.4-1>과 같으며 여기에 계획급수대상수량을 곱하면 된다. 기본적인 생활용수이외에 위생·방화 등의 용수량을 고려하면 1호당 하루에 500 l 의 급수계획을 세우는 것이 안전하며, 농산물 가공을 고려하면 용수량은 별도로 추가한다.
총 생활용수량이 결정되면 개간대상지인 구릉지·대지·산지 등에서 필요수량을 확보한다. 용수원은
(1) 지표수(하천수·호수·저수지),
(2) 지하수(천층수·심층수·용천수·복류수),
(3) 천수(직접 이용) 등이 있다.

<표 2.4-1> 계획급수량 (표준)

급 수 종 별		계획단위	1일평균 급수량 (l/인·일)	1일최대 급수량 (l/인·일)	비 고
음 생	일반	인구 1인당	100~150	150~225	
료 활	학교	1인당	35	52	1일 최대/1일
수 용	여관	숙박 1인당	70	105	평균= 1.5 정도
수	병원	1인당	250	375	
가	젖소	1 마리당	150	225	
축	비육우	1 마리당	50	75	
사	말	1 마리당	45	67	1일 최대/1일
육	돼지	1 마리당	20~50	30~75	평균= 1.5 정도
용	양	1 마리당	8	12	
수	닭	1 마리당	0.2~1.0	0.3~1.5	
	귤	10a 당		500~1,000 l /10a	
방*	차	10a 당		300~400 l /10a	
제	뽕나무	10a 당		100~200 l /10a	
용	기타 수원지	10a 당		200~1,000 l /10a	
수	하우스 채소	10a 당		300~400 l /10a	
	기타 작물	10a 당		200~500 l /10a	
세	트랙터·트럭	1대당	100	150	
정	승용차	1대당	350	525	
용	트레일러	1대당	50	75	
수	기타	1대당	5	7	
	채소·과실	1대당	적당량	적당량	
육묘용수		10a 당		700~800 l /10a	
관개용수		10a 당		3,000~8,000 l /10a	

주) 급수량은 표준값으로 지역 실정에 따라 증감할 수 있다. * 방제용수 계획 1일 최대급수량은 작물마다의 방제시기·회수·대상면적을 조합한 다음에 연간의 순별 1일 최대급수량을 구한다.

2.4.2 방재시설

개간지구의 생활과 생산을 유지하고, 지구 내·외의 안전을 위하여 방재시설이 필요하다. 방재시설에는 방풍림·방무림·방조림·토사방지림 등의 방재림과 경사지에 대한 수식방지시설이 있다.

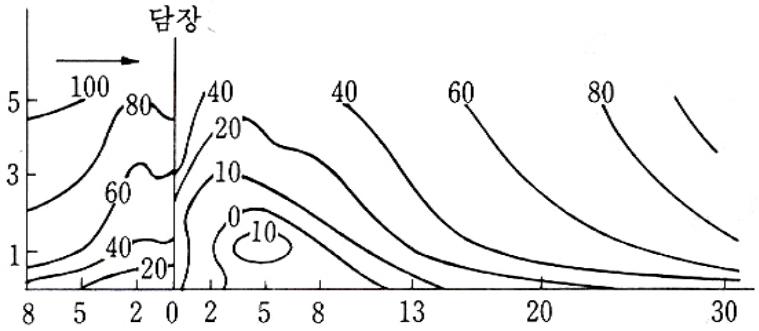
자연지는 식물로 보호를 받고 있기 때문에 폭풍우의 침식을 받더라도 정상침식(normal erosion)이 나타나며, 인위적으로 개간된 토지는 목초 등으로 피복될 때 까지 가속침식(accelerated erosion)이 발생한다. 적절한 보전대책을 세우지 않으면 수식과 풍식으로 작물이 피해를 입게 되며, 경지는 지력을 잃어 파괴되며, 주택과 제반 시설도 위협을 받게 된다.

(1) 방풍림

방풍림은 바람의 파괴작용을 막고 보온작용(1 ~ 4℃)을 하는 것으로, 강풍이 부는 해안·하안·산기슭·고원·대지 같은 곳에 조성한 개간지는 바람 때문에 작물·경지·시설 등에 나쁜 피해를 주므로 지구 내외의 보전상 방풍림(wind breaks)이 필요하다. 방풍림을 만들면 경지면적이 줄고 그늘이 져서 기존개간지에 신설하기는 매우 어려우므로 사전에 방풍계획을 수립한다.

① 방풍기능

방풍림의 풍상·풍하에서 소용돌이가 생기면서 풍속이 감소하고 풍향을 상공으로 바꾸는 역할을 하는데, 특히 풍하에서는 높은 곳과 낮은 곳에서 서로 반대방향의 기류가 생기면서 풍속이 없는 풍안이 생긴다. 풍속감소의 효과는 방풍림의 밀도와 풍속에 따라 다르며, 일반적으로 풍상에서 5배, 풍하에서 20배 되는 거리까지 그 영향이 미친다(<그림 2.4-1> 참조).



(거리는 담장높이의 배수, 풍속은 원풍 14m/s의 %를 나타낸다.)

<그림 2.4-1> 방풍담장 부근의 비풍속 분포도

② 방풍림 조성

방풍림은 지대가 평탄하고, 주풍이 5m/s 이상인 토지나 5m/s 이하로 흙이 가벼운 화산회토나 사토로서 건조하기 쉬운 토지, 계절적으로 폭풍이 부는 토지, 냉해의 우려가 있는 고랭지에서는 방풍림을 조성한다.

방풍림의 위치는 방풍기능을 충분히 발휘하면서 농지 피해가 적도록 제방·능선·논두렁·도로·하천부지 등 영농에 적합하지 않은 지대를 이용하며, 방향은 주풍에 직각으로 설치하며 입지조건에 따라 45°까지 설치한다.

방풍효과를 위해서는 주방풍림에 직각으로 부방풍림을 두어 전체가 바둑판 모양을 이루도록 방풍림망을 형성하면 효과적이다. 방풍림대의 길이는 길수록 좋고, 중간에 절단된 곳이 나무높이의 2배 이상 비어 있으면 풍속이 더해진다. 방풍림대폭은 보통 나무높이의 2~4배, 열수는 3~5열이 적당하다. 주방풍림폭은 20~50m, 부방풍림폭은 10~30m가 표준이다.

방풍림대의 간격은 유효거리로는 나무높이의 25배이나 안전상 20배로 한다. 방풍림은 전체가 하나의 장벽을 형성하면서 나무높이가 높고, 수간이 밀생하면서 가지가 낮게 뻗어 있는 것을 선택한다. 수목열 중에서 중앙은 침엽수, 양 바깥쪽에 활엽수를 중앙부터 연차간격(3~5년)을 두면서 심는 것이 좋으며, 추후 갱신할 때에도 유리하다.

수종은 가) 기후, 풍토에 알맞고, 나) 바람에 대한 저항력이 강하고, 다) 생장이 빠르며, 라) 인공조림과 천연갱신이 잘 되고, 마) 강건하고 수명이 길며, 바) 수간이 밀생하고 가지가 아래까지 붙어 있으며, 사) 연료, 용재 등으로 이용가치가 높아야 한다.

침엽수는 활엽수보다 풍·설해에는 약하나 나무의 높이가 높기 때문에 방풍효과가 큰 것이 많다. 방풍림은 단순림이 아닌 혼효림으로서 침·활엽수와 교목·관목 등을 적당히 혼합하여 조림한다.

이와 관련된 자세한 사항은 KDS 67 70 20 (농업생산기반정비사업 계획설계기준 - 농지보전편) “농지보전 계획”에 준한다.

(2) 토사방지림

사면붕괴는 지질구조와 관련이 많은데, 같은 기울기의 비탈에서 일어나는 일은 드물고, 비탈이 S자형을 이루고 있는 변곡점 부근에서 볼록형 부분이 떨어지는 경우가 많다. 따라서 계류 하천 기슭의 경사지나 산복 요곡부, 경사가 급한 산복으로 S자형의 돌출부는 붕괴되기 쉽다. 경사도 20° 이하와 40° 이상 되는 비탈은 비교적 붕괴가 적고, 30° 내외의 산복에서 많이 일어나므로, 산지나 구릉지를 개간할 때에는 충분히 고려한다.

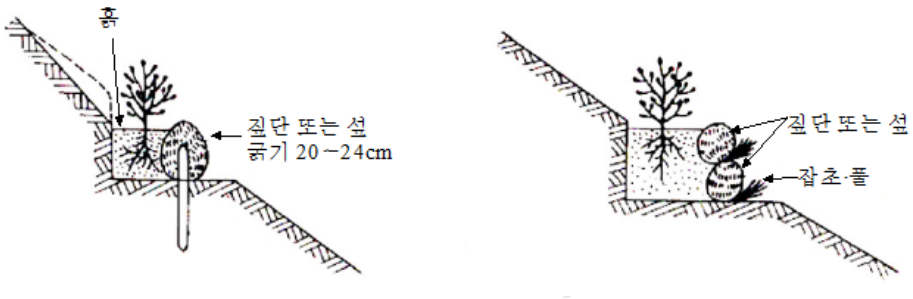
산림은 산지가 붕괴되는 것을 ① 뿌리로 흙을 감싸고, ② 임목 자체의 무게로 지면을 압밀하고, ③ 낙엽부식토로 수식을 방지하고, ④ 뿌리로 기암의 경계를 둘러싸서 보호한다.

토사방지림 조성법 중 산복공사 방법은 다음과 같다.

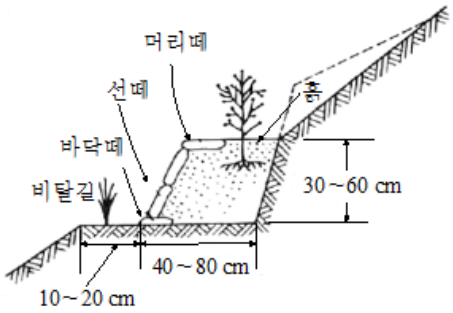
산복의 경사가 완만하면 직접 조림할 수 있으나 25° 이상 되면 산복공사를 한 다음에 조림한다. 산복공사는 지면을 고정시켜 수식과 토사붕괴를 예방한다. 산복에는 불규칙한 요철이 있어 빗물이 낮은 곳으로 집중하여 흐를 때 수식이 발생한다. 이곳은 침식을 받기 쉬우므로 길이 30~40cm, 폭 20~25cm, 두께 3~6cm의 떼잔디를 입혀둔다. 이것을 비탈다듬기(整度工, slope grading works)라 한다. 지반이 연약한 비탈은 짚이나 섶으로 덮고, 횡목으로 누른 다음 말뚝을 박아서 고정시킨다. 이를 섶덮기공, 짚덮기공이라 한다(<그림 2.4-2> 참조).

비탈다듬기를 한 산복은 경사의 완급에 알맞게 등고선에 따라 수직고 1.2 ~ 2.0m마다 폭 0.6 ~ 1.0m의 계단을 만들고, 그 위에 선떼공,·석축공·편책공과 같이 흙을 모으고 묘목을 심는다. 성토사면에는 근처에서 쉽게 구할 수 있는 재료로 보호한다(<그림2.4-3> ~ <그림 2.4-5> 참조).

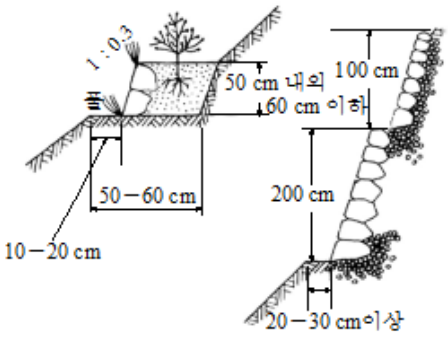
간단한 산복공에서는 비탈다듬기를 한 후 수직고 1m마다 폭 0.5m의 계단을 만들고, 계단 가장자리에 풀이나 칡을 심고, 안쪽에 묘목을 심는데, 이것이 풀 계단공(grass strip-terracing structures)이다 (<그림 2.4-6> 참조).



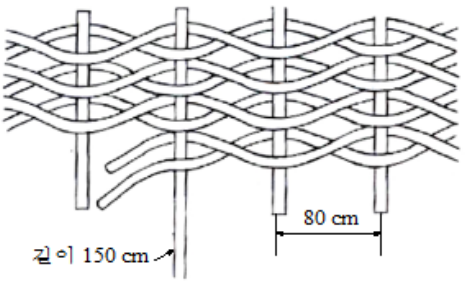
<그림 2.4-2> 짚단·섶 덮기



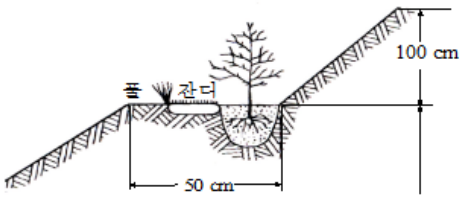
〈그림 2.4-3〉 선떼공



〈그림 2.4-4〉 석축공



〈그림 2.4-5〉 편책공



〈그림 2.4-6〉 풀 계단공

토사방지림은 기존림을 이용하고 부족분만 보완하는 것이 좋으나, 신설할 경우에는 ① 토지를 빨리 고정시킬 것, ② 발아력이 강할 것, ③ 장래 지상부의 중량으로 균열이 일어나지 않을 것, ④ 건조에 강하며 내구력이 강할 것, ⑤ 지상부에 비하여 나무뿌리의 신장력이 클 것, ⑥ 동해·병충해·한해 등에 저항력이 강한 수종을 선택하며, 침엽수보다 활엽수가 좋다.

오리나무류는 번식력이 강하고, 메마른 땅에서도 잘 자라며, 뿌리가 땅 속에서 흙을 고결시키고, 측근은 비탈을 고정시키는 작용이 있으며, 뿌리에서는 근저균의 작용으로 공중질소를 고정시키므로 좋은 수종이다. 소나무는 척박지·암석지 등에서도 잘 자라나 송충·소나무흑벌레의 피해가 심하고, 해송은 해안에 알맞다. 초본류는 목본류와 같이 혼파하여 1차적으로 초본류로 지표면을 덮어 표토의 이동을 방지한 후, 2차적으로 목본류를 식생 조성하여 토사의 붕괴를 방지하는 것이 더욱 효과적이다.

(3) 수식방지시설

수식은 강우·융설·해빙으로 토립자가 아래로 운반되는 현상으로 빗방울침식·면상침식·세류침식·걸리(gully)침식의 네 가지로 구분한다. 완경사지에서는 이토가 가장 침식이 잘 되나 경사가 17°이상이 되면 사질토에서 침식이 크게 나타난다.

수식방지대책에는 농법상의 대책과 공법상의 대책이 있다. 전자는 개간후 지력유지를 위하여 등고선경작과 대상재배를 하는 것이고, 후자는 배수시설·걸리(gully) 안정공·계단밭 조성 등 일련의 토목적인 수단에 의하는 것이다. 이러한 수식방지시설은 유지관리를 소홀히 하면 그

효력을 충분히 발휘하지 못한다.

수식에서 가장 피해규모가 크게 나타나는 걸리(gully)침식에서 걸리(gully)가 유역의 분수계 부근에 나타나면 식물보호대를 조성한다. 유역의 중간 부분에서 걸리(gully)가 발생하여 진행 상태에 있으면 적절한 방지수단이 필요하다.

걸리(gully)를 복구하는 가장 좋은 방법은 걸리 전체나 또는 걸리 앞부분을 식물로 덮는 것이다. 걸리에는 심토가 노출되어 있어 식물생육이 어려우므로 관리에 유의한다. 칡은 다년생 만초로 생육이 좋은 것은 1년에 10m 정도 자라므로, 식재가 불가능한 급경사 사면 등에 침식방지 효과가 있다.

걸리(gully) 부분에 식물을 심어 뿌리가 안정될 때까지는 유출수가 걸리(gully) 부분에 집중하지 않도록 하며, 이를 위해서는 다음과 같은 방법이 있다.

① 유역 안에 강우를 저류하는 방법

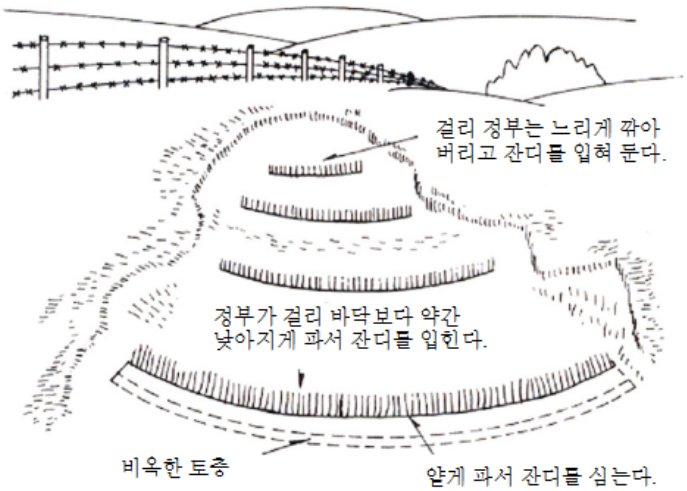
사방보·소류지 등을 축조하여 유출수를 감소시키고, 간접적으로는 등고선경작·대상재배 등의 수식방지농법을 채택하거나, 밭을 초지나 산지로 전환한다.

② 걸리(gully)에 유출수가 들어가지 않도록 유향을 바꾸는 방법

앞의 방법을 적용해도 유출수가 생기면 걸리 앞부분에 유수로를 만들고, 유수로 주변에 영년생 식물의 여과대를 만들어서 토사가 유수로에 흘러들어가는 것을 방지한다. 유수로는 위험강우기의 최대유출수를 모두 배수할 수 있는 단면으로 한다. 유수로가 막파기 흙수로이면 1/100 이하의 기울기로 하며, 걸리 앞부분에서 걸리 깊이의 3배 이상 떨어진 곳에 설치한다.

③ 걸리(gully)에 들어온 유출수를 안전하게 흘려 보내는 방법

식생이나 식생과 구조물을 병용해서 걸리(gully)에 유입해 들어온 물을 안전하게 흘려 보낸다. 식생으로는 수목·관목·잔디·목초 등을 심는다. 걸리의 유로부에는 유로를 횡단하여 2~3m 간격으로 초생대를 만든다. 초생대의 폭은 0.3m 이상으로 취하고, 걸리 양측에 고수위 이상의 높이까지 심는다(<그림 2.4-7>). 불충분할 경우에는 추가로 섶·말뚝·철망 등을 사용하여 일시적인 저수보를 설치한다.



<그림 2.4-7> 잔디 저지보

저수보(둑)는 걸리(gully) 앞부분과 유로부의 침식을 방지하여 식물의 생육환경을 좋게 하기 위해 설치한다. 둑은 높이 30cm 정도 되는 작은 것을 계단상으로 많이 만들고, 5~10년에 일어나는 최대유량을 월류시키는 단면으로 한다.

저수보 하류에는 짧은 물받이(apron)공으로 하는 것이 안전하고, 둑의 수명은 3~8년 정도이다. 대규모의 걸리로 유역이 넓으면 돌·콘크리트·흙으로 본격적인 구조물을 설치한다.

이와 관련된 자세한 사항은 KDS 67 70 20 (농업생산기반정비사업 계획설계기준 - 농지보전편) “농지보전 계획”에 준한다.

3. 재료

· 내용 없음

4. 설계

4.1 계단형 개간

산지 지역에서는 급경사지가 많아서 개량원지형 개간 또는 계단형 개간으로 조성할 경우가 많다. 일반적으로 토지경사도 15°이상 되는 경사지의 개간은 토양보전을 꾀하기 위하여 계단형으로 조성한다. 흙의 이동량이 많아서 조성비가 많이 들고 조성 면적에 비하여 재배면적이 작고 또 농작업의 기계화에 제약을 받기 때문에 영농작물의 종류 및 수익성을 고려하여 조성방법을 결정한다.

4.1.1 분류

- 계단형 개간
  - 형태상 분류
    - 콘터 테라스(contour terrace)
    - 벤치 테라스(bench terrace)
  - 시공상 분류
    - 절성토 공법
    - 전단면 절토공법

① 형태상의 분류

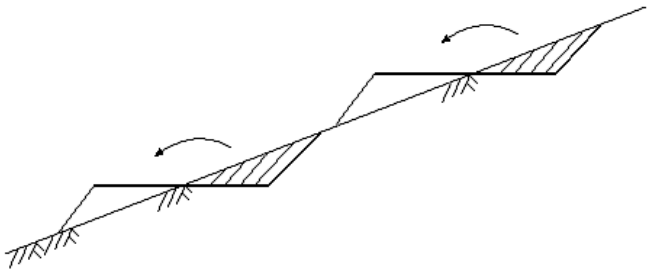
가. 콘터 테라스(contour terrace) : 등고선 모양으로 조성하는 테라스로 원경사도에 의하여 테라스 나비가 증감하고 또 일정한 경사도를 넘어서면 테라스가 끊어지고 경사가 느리게 되면 조각 계단이 조성되기도 한다.

나. 벤치 테라스(bench terrace) : 각 단마다 독립한 계단밭으로서 종래 흔히 보는 계단밭으로 원경사의 완급에 구애됨이 없이 일정한 나비의 테라스로 조성하며, 개량원지형 개간공법(경사 완화형)은 이 벤치 테라스를 대형화한 것이라 볼 수 있다.

콘터 테라스가 주로 흙의 횡단유용만으로 기반조성을 하는데 반해 벤치 테라스는 흙의 횡단유용 외에 흙의 종단유용도 따르는 점이 차이가 있다. 실제로 시공할 때는 양자를 병용하는 경우가 많다.

② 시공상의 분류

가. 절·성토공법 : 기반조성을 할 때 동일단면내의 절·성토(횡단유용)를 지구의 상단에서 등고선 상으로 시공하여 흙의 이동을 최소로 하는 공법이다. (<그림 4.1-1> 참조)



<그림 4.1-1> 절·성토공법

나. 전단면 절토공법 : 지구의 최하단은 절·성토 공법으로 기반조성을 하고 상단으로 옮겨서 그 단면의 흙을 전부 절토하여 하단에 떨어뜨린다. 다음에 상단으로 옮겨가서 단면의 절토 전량을 2단에 옮긴다. 이와 같은 방법으로 각 단마다 치환하여 나가는 방법이다 (<그림 4.1-2> 참조).

기반의 안정과 표토를 따로 다루게 되어 경작표토의 조성을 좋게 할 수 있는 좋은 방법이다. 본 공법의 특징은 다음과 같다.

(가) 원경사면에 성토하는 일 없이 모두 절토면에 경토를 얹어두고 있기 때문에 강우로 붕괴할 위험성이 가장 적다.

(나) 경작토의 팽연화와 표토, 심토 및 공기의 혼합으로 토양의 물리적 개량을 촉진한

다.

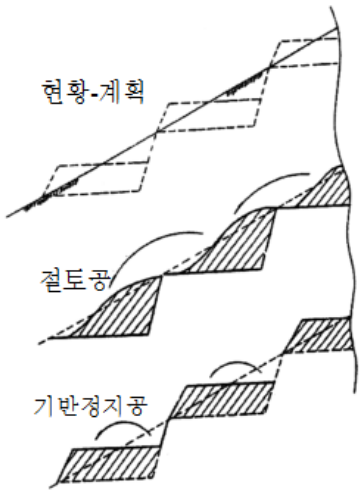
(다) 과수원에서는 재식 구덩이의 굴착이 쉽다.

(라) 경작토가 두터워서 보수력이 증감한다.

(마) 협잡물의 제거가 쉽다.

(바) 절성토 공법과 비교하면 기반조성에서 절토공과 정지공(경토의 형성)의 두 공정을 거치게 되어 공사비가 증가한다.

(사) 운전사가 숙련되어야 한다.



〈그림 4.1-2〉 전단면 절토공법

4.1.2 포장의 형태 결정

포장의 모양은 작물의 종류 배수계획 및 시공기계의 종류 등에 의하여 결정한다.

(1) 작물의 종류에 의한 포장의 형태 결정

표준단면과 원 경사를 고려하여 영농전문가와 협의 후 조성 폭과 조성순서를 결정한다.

(2) 배수 계획에 의한 포장의 형태 결정

① 일시에 배수하는 계획 : 배후지에서 유입하는 유입수와 지구 내의 강수를 한데 모아 지구 밖으로 배수하도록 하는데, 테라스는 원지형과 역기울기로 만들어 비탈끝에 승수로를 설치하여 지선배수로, 간선배수로를 거쳐서 지구 밖으로 배수토록 한다. 집중호우 때는 일시적으로 유하하기 때문에 지선 및 간선배수로 단면을 크게 만들어야 한다.

② 유출시간을 늦추는 배수계획 : 유입수와 지구 내 강수를 한곳으로 집중시키지 않고 지구 내 강수는 각각 전 지면과 사면에 유하시켜서 그 동안에 보수시켜 일시에 지구 밖으로 배수시키는 일 없이 유출시간을 늦추는 것으로 테라스는 원경사에 순기울기가 되게 만든다.

(3) 시공기계에 의한 포장의 형태결정

① 소형기계 (7톤 급) : 영농형태상 작은 나비로 만들기 때문에 소형기계를 사용할 경우 경토질흙, 자갈, 근주 등의 영향을 받기 쉬워서 시공상 매우 곤란을 받으며 시공손실이 상당히 생긴다.

② 중형기계 (11톤 급) : 기계의 작업 폭, 출력 안정도 등으로 보아 테라스의 나비, 절토량 및 경사 등이 알맞아서 가장 좋다.

③ 대형기계 (18톤 급) : 큰 단면(폭 5m 이상)의 조성에는 알맞으나 계단형 개간공법에는 잘 쓰지 않는다. 시공 장소가 산간부에 한정되어 기계를 도입하는데 도로장해가 많다.

4.1.3 토공의 시공한계

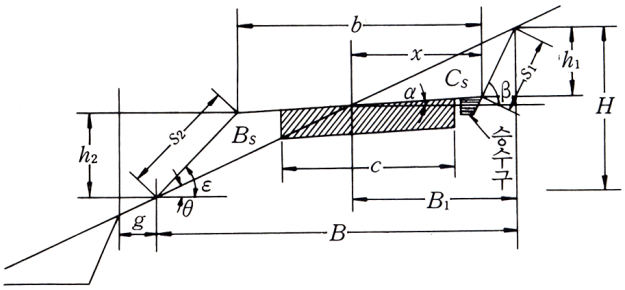
절성토 공법의 조성 기울기는 순기울기로 5 ° 까지 가능하나 3 ° 정도가 알맞으며, 5 ° 이상일 경우에는 시공을 할 때 현재 사면상의 성토부분을 발판으로 하여야 하기 때문에 위험성이 따른다. 전단면 절토공법에서는 현재 사면의 성토위에서 작업하는 일이 없어서 전자보다 위험성은 적으나 7 ° 이상은 곤란하다. 현재 경사와 관련되는 위험성으로 시공한계를 결정하면 다음 표와 같다.

<표 4.1-1> 토지경사별 시공한계

토지경사	절성토 공법	전단면 절토공법
15~25 °	시공용이	시공용이
25~28 °	약간 곤란하나 시공가능	약간 곤란하나 시공가능
28~30 °	약간 곤란하나 시공가능	숙련을 요하고 부분적으로 불가능한 곳이 생긴다.
30 ° 이상	숙련을 요하고 영농상 문제가 많아 부득이 한 경우가 아니면 계획하지 않음.	계획하지 않음.

4.1.4 계단밭의 표준단면

계단밭은 ① 재배작물과 재배관리, ② 토양보전, ③ 시공기계의 종류 등을 감안하여 결정하는데 <그림 4.1-3>은 계단밭의 표준단면이다. 등고선에 따라서 조성하는 계단밭(콘터테라스)에서는 원경사 Θ에 따라서 전면폭 b가 변화하는데 절토층 C_s와 성토층 B_s가 같은 경우를 예로 계단밭의 제원을 계산한 결과는 <표 4.1-2>와 같다.



<그림 4.1-3> 계단밭의 표준단면

b : 전면폭　　α : 전면경사도

B: 계단폭 Θ : 원경사도

B_1 : 절토폭 β : 절토사면 경사도

h_1 : 절토고 ε : 성토사면 경사도

h_2 : 성토고 C_s: 절토량

H: 계단고 B_s: 성토량

g: 초생대폭 x: 중심점에서 상단 비탈

S_1 : 절토사면 길이 끝까지의 거리

S_2 : 성토사면 길이 B_1 : 중심점에서 상단 비탈

C: 경지폭 머리까지의 거리

<표 4.1-2> 원경사별 계단발 단면 제원

Θ °	x	$C_s=(B_s)$	B_1	$B-B_1$	h_1	h_2	S_1	S_2	H
15.0	0.515b	0.0347b2	0.569b	0.604b	0.107b	0.119b	0.120b	0.168b	0.314b
17.5	0.520b	0.0458b2	0.590b	0.640b	0.141b	0.159b	0.158b	0.225b	0.388b
20.0	0.526b	0.0586b2	0.614b	0.681b	0.207b	0.207b	0.199b	0.293b	0.491b
22.5	0.532b	0.0663b2	0.642b	0.729b	0.219b	0.261b	0.145b	0.369b	0.568b
25.0	0.538b	0.0907b2	0.671b	0.790b	0.266b	0.328b	0.297b	0.464b	0.681b
27.5	0.548b	0.1132b2	0.711b	0.860b	0.325b	0.408b	0.363b	0.577b	0.823b
30.5	0.559b	0.1416b2	0.751b	0.952b	0.384b	0.511b	0.439b	0.723b	0.984b

주) $\alpha = 5°$, $\beta = 63°26'(\tan\beta = 2)$, $\varepsilon = 45°$

(1) 전면 경사도 (α)

조성 기울기라고도 하는데 토질, 강우강도, 시공 및 영농용 기계, 계단고 등을 고려하여 결정한다. 일반적으로 8 ° 이내의 순기울기로 만드는 경우가 많다. 강수를 단시간에 배제할 목적으로 산쪽으로 경사지는 역기울기로 하기도 하나 다루는 토양이 많고 큰 단면의 배수로를 필요로 할 뿐 아니라 승수로의 배수능력을 넘는 강우가 아니면 절토부가 과포화되어 붕괴할 위험이 따르기 때문에 주의하여야 한다.

(2) 전면 폭 (b)

테라스 나비라고도 한다. 재배작물, 영농기계, 시공기계 등에 따라 결정된다. 과수원일 경우에는 성장후 수관의 크기를 추정하여 이것에 관리 작업상 필요한 통행폭을 감안하여 결정하는데 최소한 수관 직경에다 0.5m를 가산한 폭이 필요하다.

(3) 사면경사도 (ε, β)

성토, 절토의 사면기울기는 토질에 따라 사면의 안정을 유지할 수 있도록 결정한다. 토질 시험에 의한 상세한 값을 기본으로 원호활동면법으로 이론적인 산출을 하는 방법도 있으나, 개간공사의 실태에서 볼 때, 경험적 값을 사용해도 지장이 없다. 토양에 의한 일반적인 기준은 <표 4.1-3>과 같다.

<표 4.1-3> 사면의 경사기준

토 양	절토기울기 (β)	성토기울기 (ε)
화강암질	1 : 1.0	1 : 1.0~1.5
고생층질	1 : 0.5~1.0	1 : 0.8~1.0
안산암질	1 : 0.3~0.5	1 : 0.8~1.0

주) 성토 높이는 1.5m 이내로 하고, 부득이한 경우라도 2.0m를 한도로 한다.

(4) 계단밭의 길이와 종단기울기

포장의 장변은 관리 작업 기계의 운행상 길수록 좋으나 기계의 도입이 어려울 경우에는 너무 길면 수확물의 반출 등이 불편하다. 또 장변의 길이가 증가할수록 승수둑의 단면도 크게 되기 때문에 100~200m 정도로 하는 것이 보통이다. 전단의 종단기울기는 배수를 고려하여 중앙을 높게 만들고 좌우는 1/150~1/200의 기울기를 만든다.

4.1.5 경토면의 조성 및 기울기

(1) 경토면의 경사 기울기 (Θ)

토성과 작물에 따라 다르나 기울기 (Θ)가 클수록 안기장(l)이 길어서 재배면적이 크고 추가 토양이 적으므로 조성비도 싸게 할 수 있다. 그러나 기울기가 크면 그만큼 침식방지 효과가 감소되며 기계시공이 곤란하므로 영농에 출력과 기계력을 이용할 수 있게끔 Θ = 3~5 ° 로 하고 최대 8 ° 이하로 하는 것이 좋다. 일반적으로 경토면의 기울기는 6 ° 이하가 좋고 3~5 ° 가 가장 좋으며 수평으로 만들 필요는 없다. 반면 10 ° 이상이 되면 토양이나 비료가 유실되기 쉬우므로 계단밭은 사면경작과 크게 차이는 없다.

(2) 계단비탈의 경사각 (P)

계단비탈의 기울기가 급할수록 경작토 면의 넓이는 늘어나나 붕괴될 위험도 커진다. 그러므로 흙의 안식각 이내로 시공하는 것이 좋으나 경토 면적이 많이 줄어들기 때문에 실제 비탈면은 잔디로 보호하여 흙의 안식각 이내로 시공하지 않는다. 비탈기울기, 원경사도, 계단폭에 대한 비탈면과 경작면이 차지하는 나비는 <표 4.1-4>와 같다.

<표 4.1-4> 원경사도 비탈기울기 계단폭에 대한 비탈면과 경작면폭 (경작면이 수평인 경우)

비탈기울기	50 ˚				60 ˚				70 ˚			
계단폭	27m		36m		27m		36m		27m		36m	
항 목 / 원경사도(˚)	비탈 면폭	경작 면폭	비탈 면폭	경작 면폭	비탈 면폭	경작 면폭	비탈 면폭	경작 면폭	비탈 면폭	경작 면폭	비탈 면폭	경작 면폭
12	7.5m	22.2m	9.9m	29.7m	6.6m	23.7m	8.7m	31.5m	6.0m	24.9m	8.1m	33.3m
14	8.7	21.3	11.7	28.5	7.8	23.1	10.5	30.9	7.2	24.6	9.6	32.7
16	10.2	20.4	13.5	27.3	9.0	22.5	12.0	30.0	8.4	24.3	11.1	32.4
18	11.4	19.5	15.3	26.1	10.2	21.9	13.5	29.4	9.3	23.7	12.6	31.8
20	12.9	28.9	17.1	24.9	11.4	21.3	15.0	28.5	10.5	23.4	14.1	31.2
22	13.1	18.0	18.9	23.7	12.6	20.7	16.8	27.6	11.7	23.1	15.6	30.6
24	15.6	16.8	21.0	22.5	13.8	20.1	18.6	26.7	12.9	22.5	17.1	30.3
26	17.1	15.9	22.8	21.3	15.3	19.5	20.4	25.8	14.1	22.2	18.6	29.7
28	18.6	15.0	24.9	19.8	16.5	18.6	22.2	24.9	15.3	21.9	20.4	29.1
30	20.4	13.8	27.0	18.6	18.0	18.0	24.0	24.0	16.5	21.3	22.2	28.5

비탈면에 잔디를 심는 대신 다년생 목초나 사료, 비료목을 심도록 하면 β를 무리하게 만들지 않아도 좋다. 비탈 기울기의 한계는 <표 4.1-5>와 같이 절토면은 60~65 ˚, 성토면은 50~55 ˚로 하고, 목초비탈면이면 35~45 ˚, 석축은 75 ˚로 하는 것이 일반적인 한계이다.

<표 4.1-5> 계단밭의 비탈 기울기

경사도(˚)	수직거리	수평거리	기 울 기
75	1	0.27	1 / 0.27 석축
70	〃	0.36	1 / 0.36 〃
65	〃	0.47	1 / 0.47 절취면
60	〃	0.58	1 / 0.58 〃
55	〃	0.70	1 / 0.70 성토면
50	〃	0.84	1 / 0.84 〃
45	〃	1.00	1 / 1.00 목초성토면
40	〃	1.40	1 / 1.40 〃
34	〃	1.50	1 / 1.50 〃

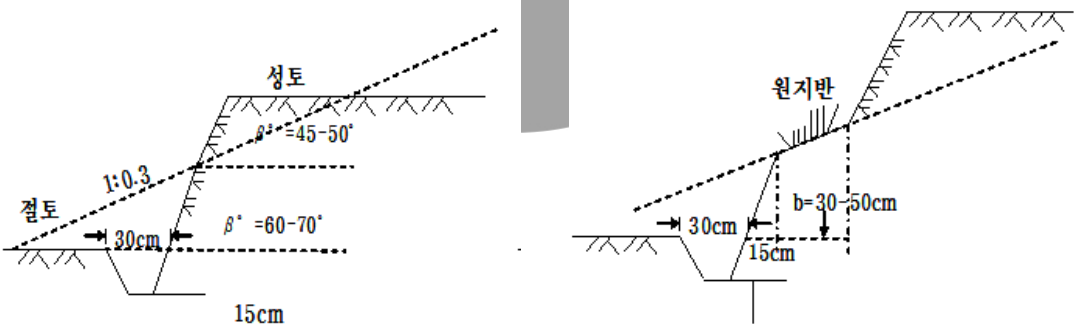
계단밭의 토공방법은 규준틀을 짜고 그 사이에 줄을 쳐서 설계 크기로 시공한다. 흙은 굴착하면 일반적으로 용적이 늘어나지만 공사 중의 압축, 준공 후의 수축, 침하 등으로 인해 당초 용적보다 감소되므로 성토할 때 미리 소정의 단면보다 높이 및 폭을 약간 크게 할 필요가 있다. 이것을 더돋기(extra banking)라 한다. 더돋기 양은 지반, 성토 토질, 성토 높이에 따라 가감하는데 대체적인 표준은 높이의 10% 정도를 더 돋는다. 각종 토질에 따른 표준은 <표 4.1-6>과 같다.

<표 4.1-6> 더돋기

종 별	u	h
자 갈	H / 40	H / 40
모 래	H / 15	H / 23
보통토	H / 9	H / 24
점 토	H / 8	H / 12

돌을 쉽사리 얻을 수 있는 곳이면 석축이 좋으나, 최근에는 대부분 녹색공간의 조성을 많이 하므로 식생공이 가장 좋은 방법이라 할 수 있다. 근래에는 식생 종자를 대량으로 취급하는 종자뿜기공을 많이 사용한다. 종자뿜기 방법에는 세 가지 방법이 있으며, 압축공기에 의한 종자뿜기공(모르터 건 : mortar gun), 수공에 의한 종자뿜기공(하이드로시더 : hydroseeder), 멀치 스프레더(mulch spreader) 방법이 있다.

계단밭을 만들고 나서 절토가 어느 정도 다져지거나 비탈면에 초목이 무성하여 보호 작용을 할 때까지는 토양 침식의 우려가 있으므로 거친 토양 조건에서 <그림 4.1-4(a)>와 같이 비탈의 성토부분을 절토 부분보다 느리게 하거나 <그림 4.1-4(b)>와 같이 비탈중간에 원지반의 일부를 30~50㎝ 정도 남겨 두어서 비탈길로 이용하는 특수형도 좋은 방법이다. 때로는 비탈머리에 소일시멘트 (soil cement)를 시공하거나 석회를 섞어 이겨서 이화토를 만들어 보호하기도 한다.



(a) 기울기 (b) 비탈길

<그림 4.1-4> 계단 비탈면

(3) 계단높이(h)와 계단폭(l)

원지형이 급하면 계단높이가 높아지고 안기장이 짧아진다. 계단높이가 커지면 상하 계단면과의 연결이 불편하고 호우에 무너질 우려가 있으므로 되도록 낮은 것이 좋고 흙비탈일 경우 1.5m 석재이면 2m를 한도로 한다. 계단폭(l)은 영농상 최소한 3m는 필요하고 불도우저로 계단밭을 시공할 때도 3m 이하는 능률이 떨어져서 좋지 않다.

(4) 배수구

비탈면에 흘러내리는 빗물을 처리하기 위하여 계단의 비탈끝에 폭 30㎝, 깊이 15㎝ 정도의 배수구를 만들고 다시 이 배수구의 물을 받아 아래로 배수하기 위하여 등고선에 직각으로 약 100m 간격의 배수지선을 배치한다. 실제로 경작도로에 접해서 설치되는 경우가 많다. 배수지선은 일반적으로 급기울기로 만들어야 하기 때문에 수로저면이 매우 심하게 세굴된다. 낙차공이나 장석공 또는 초생수로 호안공사 같은 것을 만들어 보호해야 한다. 승수로나 배수로의 단면결정은 기준우량으로 5~10년에 1회 정도 발생할 것으로 예상되는 10분간 최대우량을 취하고 초생수로의 허용유속은 1~2m/s 이내로 한다.

승수로나 배수로에 군데군데 수조를 만들어 두면 필요에 따라 관개수나 소독용수로 이용할 수 있다. 배수로는 강우가 없을 때 농도로 이용하도록 하는것도 좋다. 개간밭의 둑간배수는 등고선 두둑이 작은 배수구에 접하는 부분 1 ~ 2m를 등고선보다 조금 아래로 굽혀서 둑고랑에 기울기를 붙여두면 둑간 과잉수를 작은 배수로에 쉽게 뽑아낼 수 있기 때문에 걸리(gully) 침식을 막을 수 있다. 이 목초대는 축우나 기계의 회전 장소로 편리하게 이용할 수 있다. 목초는 라디노 클로버와 같이 단초형(短草型)의 포복성(匍匐性)을 가진 목초가 좋다.

4.1.6 배수로 계획

(1) 일시에 배수하는 계획

배후지에서 유입하는 유입수를 지구 내 강수와 한꺼번에 배수할 경우, 각 테라스의 비탈 끝에 승수둑를 등고선과 직각 방향으로 설치하여 경작 도로측구를 지선 배수로로 겸용시키고 지구내 최하단에 간선 배수로를 두어서 지구 밖으로 배제한다. 때로는 지구의 계곡부를 현재대로 보존하여 자연 배수대로 하여 지선배수로 또는 간선 배수로의 기능을 갖도록 한다. 승수로의 단면은 윗나비 0.5m, 깊이 0.2~0.3m 정도의 막파기 수로로 만든다. 지선배수로, 간선 배수로의 단면과 간격은 집수량에 알맞도록 결정한다.

(2) 유출시간을 늦추는 배수계획

유입수 및 지구내의 강수를 일시에 배제하지 않고 배수시간을 늦추어 분산시킬 경우로 각 테라스에 승수둑를 설치하지 않고 지선배수로(경작도로 측구, 자연 배수대와 겸용일 경우도 있음)와 간선배수로로 배수한다. 지구내 강우 및 배후지에서의 유입수를 모으는 간선 배수로는 집수면적이 여러개로 되어 지표수 유하 중에 지표작용이 현저하게 나타나며 유역 중에 침수성이 큰 부분이 있을 것으로 보아 배수량 설계는 10년빈도 확률홍수량을 배제하여야 한다. 이에 대한 자세한 내용은 KDS 67 20 30 용배수로 설계기준에 준한다.

4.2 원지형 개간

지형상 원지형 그대로 개간하는 것이 기술적으로 매우 곤란하거나 토양 보전상 좋지 않다고 생각되는 지대를 제외하고 이 개간방법에 의하면 조성면적에 비하여 재배면적 비율이 높고 절·성토에 따른 흙을 이동하지 않기 때문에 다른 개간 방법에 비하여 조성비가 적은 이점이 있어 널리 적용되고 있다.

일반적으로 토지 경사도 15 ° 이하의 경우에 적용하고 있으나 초지 조성사업이 확대되는데 따라

조성 후에 지표가 식생으로 파괴되어서 토양 보전에 염려가 없는 경우에는 15 ° 이상의 급경사지에서도 방목지로 조성한다.
원지형 개간의 계획 포장 배치는 ① 구획 분할을 결정하는 포장계획, ② 토양, 토성, 토층의 개량계획, ③ 지구 내의 도로배치계획, ④ 밭관개 및 연료수, 잡용수 계획, ⑤ 배수지로부터의 유입수 및 지구 내 강우에 대한 배수계획 등을 고려하여 결정한다.

4.2.1 포장의 구획

토지이용구분에서 정한 영농조건을 만족시키는 면적을 가지고, 농기계의 작업능률을 높이기 위하여 장단변의 비가 큰(4:1) 장방형이 좋다. 그런데 개간지는 대개 뿌리뽑기작업이 따르게 되어 배근선의 위치, 즉 근주의 경제적 운반거리에 따라 구획분할이 결정되는 수가 많다. 또 경사지에서는 일반적으로 등고선 재배를 전제로 구획분할을 하게 되는데, 경사 8 ° 이하는 등고선에 평행하게 얕은 승수로를 설치하는 것 이외에는 평지와 같이 취급할 수 있다. 경사도 8 ° 이상으로 토양보전·등고선경작을 해야 할 경우에는 이것을 고려하여 구획의 방향을 정하고, 영농수단에 따라 도입되는 작업기의 운행·암거배수·심토파쇄 등이 시공에 지장이 생기지 않는가를 충분히 검토한 다음에 결정해야 한다.

4.2.2 토양, 토성, 토층의 개량

토지분류·토양조사 등에 의하여 작물생육에 저해되는 요인이 있다고 인정된 경우에는, 토양개량제로서 석회·인산비료 등을 치환산도·인산흡수계수 등의 시험성적에 따라 살포한다. 또, 필요에 따라서는 암거배수·심토파쇄·객토 등의 토층개량도 실시한다.

4.2.3 지구 내 도로의 배치

재배작물의 종류, 관리용 기계 등에 따라 다르나 포장 내 어느 지점에서나 50m 정도에서 도로에 나갈 수 있도록 노선밀도(대체적인 표준은 200~250m/ha)를 정한다. 지구 내 도로망의 배치는 개설도로의 위치, 신설노선의 선형 및 종단 기울기를 고려하여 정하고 나비는 통행차량의 종류에 의하여 결정한다.
이에 대한 자세한 내용은 KDS 67 30 30 (농업생산기반정비사업 계획설계기준 - 농어촌도로편) “계획”에 준한다.

4.2.4 용·배수로의 배치

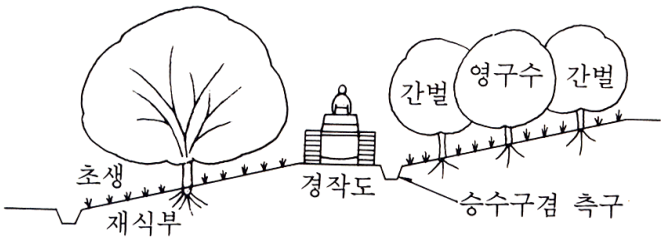
관개방법이 살수관개 또는 고랑관개에 따라 전면의 정지 정도가 달라지므로 사전에 미리 관개방법을 결정해 두어야 한다. 배수로는 지구 안 뿐 아니라 배후지의 유입수도 배수할 수 있는 단면이어야 하고, 그 배치는 일반적으로 도로의 양측구를 최대한 이용하게 되며, 도로망에 준하는 수로망을 형성하는 경우가 많으므로 용수계획과 배수계획은 KDS 67 40 20 (농업생산기반정비사업 계획설계기준 - 농지관개편:논관개)“계획”, KDS 67 40 50 (농업생산기반정비사업 계획설계기준 - 농지관개편:밭관개)“계획” 그리고 KDS 67 45 20 (농업생산기반정비사업 계획설계기준 - 농

지배수편)“계획”을 참고하여 결정한다.

4.3 사면형 개간

영농기계의 운행을 위하여 나비 2m 정도의 경작로를 배치하고 간선도로, 지선도로, 경작로를 유기적으로 연결하여 일관된 기계운행 체계가 가능하도록 배치한다. 형식적으로는 종래의 계단형 개간에서의 테라스 면을 경작로로 하고 사면에 재배하는 것이고, 조성 기술면으로는 전단면 절토방식 계단형 개간 또는 개량 원지형 개간에 의한 변형이라 할 수 있다.

사면형은 <그림 4.3-1>처럼 전체 모양은 계단밭과 닮았으나 사면을 재배대상으로 하고 테라스 면을 경작도로로 이용하여 관리작업 기계를 운행하는 것으로 토지의 효율적인 이용과 기계화 영농에 관한 계단밭의 단점을 보완하는 방식이다. 단 밭면이 경사지고 조성 기울기는 일반적으로 원경사보다 급하게 되므로 경사 전체의 초생에 의한 토양침식 방지를 할 수 있는 과수원지 조성에 한정된다. 원경사 15～25°정도에 적용되는 방식이다.



<그림 4.3-1> 사면형 개간공법

사면전의 장점은 다음과 같다.

(1) 토지 이용률이 높다.

(2) 기계화 영농에 적응성이 높다.

(3) 급경사지의 기계에 의한 심경이 가능하다.

이 공법은 밭면이 경사면이어서 수식(水蝕)을 받기 쉬우므로 사면 전체를 초생으로 피복하여 침식을 방지할 수 있는 수원지(樹園地)에 한정된다.

사면형 개간의 계획은 ① 영농기계를 효율적으로 작동할 수 있는 도로배치, ② 강우로 발생하는 지표수, 용수의 배수처리 및 토양보전, ③ 조성하기 위한 공정계획, ④ 밭관개, 방제용수의 시설배치 등을 염두에 두고 설정해야 한다.

4.3.1 포장계획

(1) 재식나비의 결정 : 과수의 종류, 작업기 운반기계의 기종, 규격, 밀식계획, 간벌계획, 영구적인 나무의 정지, 정지방식에 따라 다르나 일반적으로 사과는 7 ˜ 8m 정도이다. 현재 경사가 급할 경우에는 재식부를 넓히는 것이 조성 기울기가 완만하게 되어 적과(摘果), 시비 등 인력작업을 편하게 할 수 있다. 일반적으로 조성 기울기는 30°정도에서 재식부를 결정한다. 재식 폭은

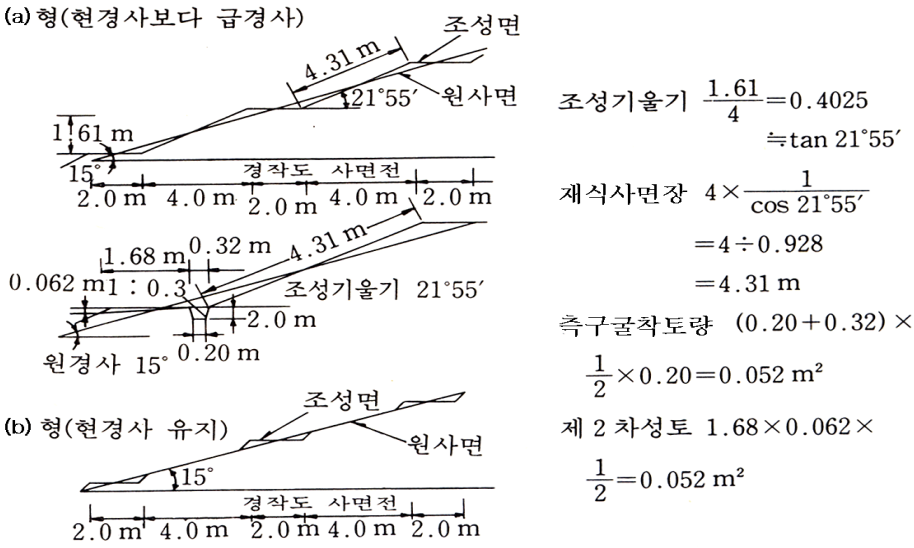
한 포장 안에서 표준 경사도를 정하여 표준 폭을 설정하며, 포장 내에서 경사도가 바뀌는 부분은 재식폭을 적당히 선택하여 경작로의 종단기울기가 균일하게 되도록 만든다. 또 경사도가 매우 느린 부분에서 재식 폭이 표준에 비하여 2배 이상으로 확대되는 부분에서는 사이에 경작로를 배치하여 2차 사면 밭을 조성한다.

(2) 경작로 : 경작로는 원경사가 20° 이하이면 트랙터나 소형 트럭이 통행할 수 있도록 2.0m 정도의 폭을 취한다. 경작로의 측구, 즉 승수로(承水溝)는 저폭 0.3m, 깊이 0.3m, 사면 기울기 1:0.3 정도로 만들어 단면으로 소정의 수량을 배제할 수 있게 종단기울기를 1/30～1/50로 정하며, 횡단기울기는 5°이내가 되게 만든다.

(3) 배수로 : 경작로 측구를 원지형의 오목한 부분 또는 연장 100m 정도에서 집수하여 등고선에 직각방향으로 설치한다. 이 종단배수로는 당초 식생에 의한 배수대, 현장 채취 돌 또는 콘크리트 제품으로 포장한다. 이 종단수로 방식으로 배수처리를 하면 상하방향으로 설치하는 지선수로의 측구는 필요없게 되어 지선수로와 경작로의 연결이 용이하다.

(4) 토양보존 : 사면전의 조성 기울기는 원지형개간이나 개량 원지형 개간에 비하여 급경사로 되기 때문에 토양보존에 특별히 주의한다. 밭면은 물론 경작로를 포함하여 밭면을 초생으로 피복한다. 잡초의 자연 번식을 기다리는 경우 침식을 받을 우려가 있으므로 목초, 야초의 파종 및 짚깔이를 한다.

(5) 표준단면도 : <그림 4.3-2(a)>는 비탈면을 조성 기울기로 수정하여 전혀 경작로의 둑이 없는데 <그림 4.3-2(b)>는 경작로의 절단토로 둑이 생겨서 원경사도가 급할수록 길게 되어 있으며, 또 계단 높이가 생겨서 살포각도에 미치지 못하는 부분이 생기는 단점이 있으므로 일반적으로 <그림 4.3-2(a)>의 방식이 좋다.



<그림 4.3-2> 경작도형 사면전의 표준단면도

(6) 방제용 수조시설 : 고속 살포기를 운행할 때 탱크차를 수반하여 방제용수를 급수하기도 하나 경사지에서는 이 방법이 매우 비효율적이다. 방제효율을 높이기 위하여 경작로 200~300m마

다 1㎥정도의 수조를 설치하여 배관으로 수원에서 수조에 급수하여 이 수조로부터 고속살포기의 자급펌프로 보급하는 방식으로 한다. 방제 필요수량은 1회당 500 l /10a 이다.

이에 대한 자세한 내용은 KDS 67 50 15 (농업생산기반정비사업 계획설계기준 - 경지정리편)“계획”에 준한다.

4.3.2 도로계획

사면밭을 관리하기 위한 영농기계의 통행을 원활하게 하기 위하여 폭 2m 정도의 경작도를 재식조열(栽植條列)마다 배치하고, 간선농도·지선농도·경작도를 유기적으로 연계하여 일관된 기계운행체계가 원활하게 유통될 수 있도록 계획한다.

경작지, 과수원의 도로밀도는 원경사·작업체계·조원형태 등에 따라 변화하는데, 현재의 기계화작업 실태를 살펴볼 때 경작도 예정지에도 과수를 심어 이 곳을 일시적으로 이용하고 있어서 경작도는 5~6수열에 1줄씩 만들어져 있다.

그러나 영농상 포구를 둘러싸는 지선농도망은 불가결한 것이어서 이를 포함한 필요 최저도로밀도는 300~430m/ha이다. 각 작업체계에 적합한 도로밀도는 아래 표와 같다.

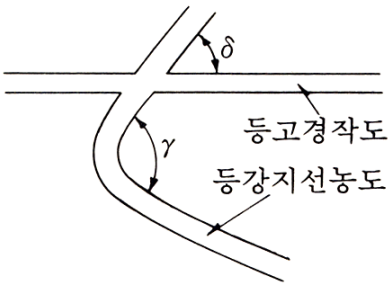
<표 4.3-1> 작업체계에 적합한 도로밀도

작업체계	도로구분	폭(m)	도로밀도(m/ha)
A, B형 0~10°	지선농도 작업기통로	4.0 2.0	300~350 1,400
A, B형 10~20°	지선농도 경 작 도	4.0 2.0	320~380 1,400
C, D형 20~25°	지선농도 경 작 도	4.0 1.0	380~430 1,400
E형 20~25°	지선농도 경 작 도	4.0 0.3 ~ 0.7	380~430 1,400

주) 경작도는 각 수열마다 축조한다.

경사진 밭은 특히 간선농도·지선농도·경작도가 일관적으로 체계있게 짜여서 기계운행이 원활해야 한다. 일반적으로 경사지(8°이상)에서 경사방향과 경사도가 농도의 배치를 강하게 규제하여 급경사지에서는 지선농도를 그 종단기울기의 허용한계 내로 유지하기 위하여 경사면을 좌우로 S자를 그리도록 배치해야 한다. 그러면서도 지선농도의 폭은 공사비의 절감, 토지이용도의 제약으로 좁은 것이 보통이어서 지선농도와 경작도의 교각을 크게 만들어야 기계의 출입이 원활하게 된다 (<그림 4.3-3> 참조).

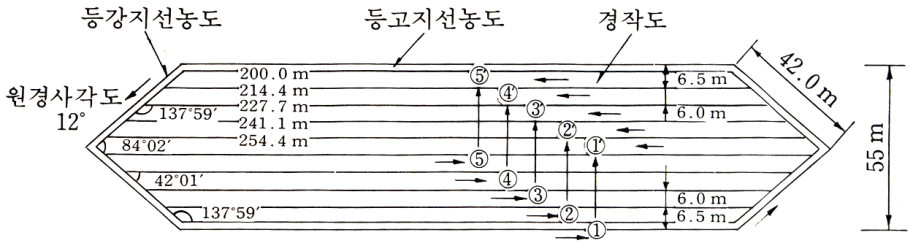
<그림 4.3-4>는 농도배치와 운행순서의 한 예이다. 지선농도의 곡률반경·종단기울기 등은 작업기의 선회반경·등판각도·횡전각도(橫轉角度) 등에 의하여 결정하는데, 다음의 3형식이 기본적인 도로배치법이다.



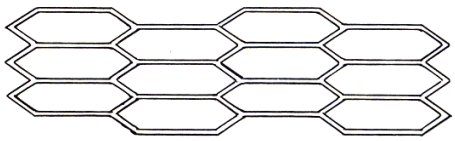
<그림 4.3-3> 농도의 교각

(1) 귀갑방식

등강지선농도(종단기울기 β)의 뇌광부의 굴절각도 ɣ 및 등강지선농도의 등고경작도(또는 등고지선농도)의 교각 δ 는 원경사각 α 가 클수록, 또는 β 가 작을수록 작게 된다(<그림 4.3-4> 참조). 그리하여 ɣ 와 δ 가 작게 될수록 차바퀴의 선회가 곤란하게 되므로 교차각이 적어도 120° 이상 되어야 한다.

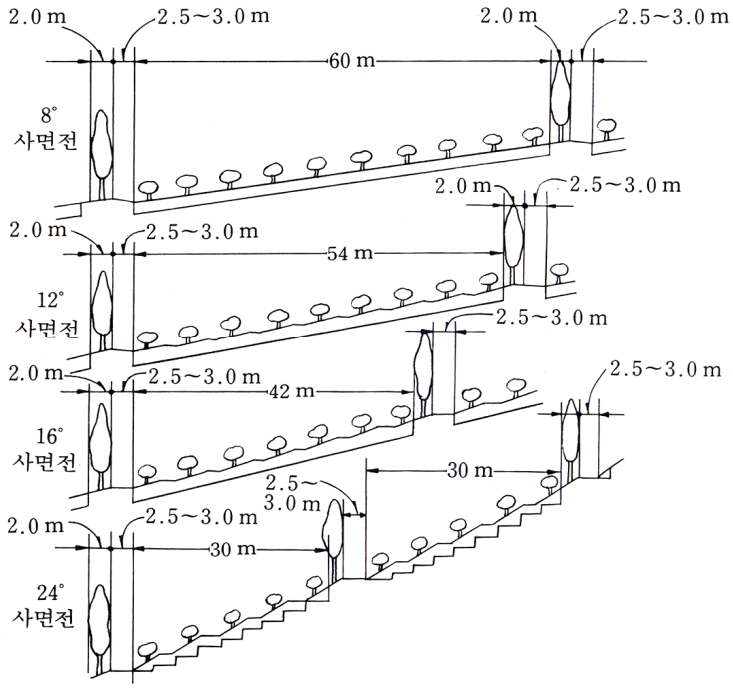


(a) 귀갑형 도로배치



(b) 뇌광형 도로

<그림 4.3-4> 뇌광형 도로



〈그림 4.3-5〉 원경사도별 사면전 횡단배치도

경작도형 사면밭(작업체계 A, B형)의 등강지선농도 굴곡부를 좌우대칭으로 배치하고, 이것을 등고지선농도와 연결해서 지선농도로 둘러싸인 포구 내에 우수초의 경작도를 설치하여 등강지선농도와 경작도 사이를 출입할 때 쉽게 선회하면서 순회경로를 거쳐 재배관리작업을 하게 된다. 즉, <그림 4.3-4(a)>에서 ① → ①′ → ② → ②′ 는 그 경로를 표시한 것이다. 순회주행에서 등강지선농도의 주행은 농작업에 무효주행에 해당하며, 다만 경작도를 둔각으로 출입하는 데 필요한 주행이다.

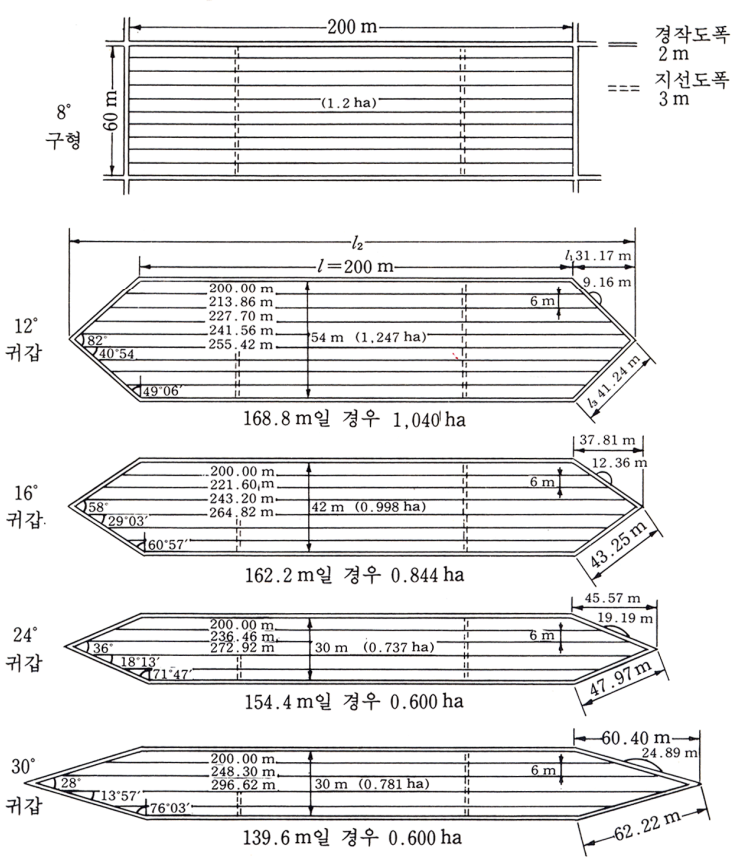
따라서, 그 비율은 귀갑형포구의 장변을 길게 만들수록 감소시킬 수 있다. 그런데 장변이 길게 되면 포구면적이 늘어나므로 농가의 경영면적이 작을 경우에는 농지분배상 문제가 생긴다.

한 귀갑단위의 포구를 상하좌우로 연결시키면 등강지선농도가 뇌광형이 되어 대향하는 뇌광형의 정점을 횡방향으로 맺는 지선농도가 만들어진다(<그림 4.3-4(b)> 참조).

뇌광형 농도의 순회주행에서 등강농도의 굴절부만으로는 교차각이 90° 이하로 되어 차량의 선회가 어렵다. 그러므로 이 부분은 충분히 여유를 준 곡률선형으로 설정할 필요가 있다. 뇌광형의 회전반경은 최소 3.5m만 있으면 스피드 스프레이어의 통행이 가능한데, 10m를 확보할 수 있으면 대형 일반차량도 통행이 가능하다.

종단기울기는 도로의 성능상 1/10 이내로 좋으나, 노선연장이 길어져서 무효주행거리가 증가하므로 최대 1/7(약 8°) 이하로 하되 지형상황에 따라 되도록 느리게 해야 한다. 지선도로 폭은 3.0 m 정도 있으면 충분하다.

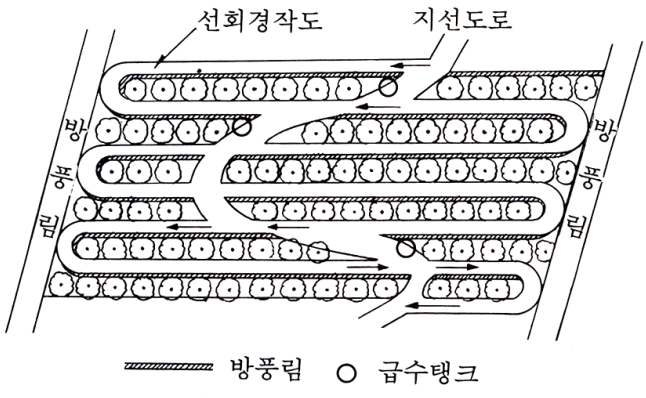
다음은 각종 경사도에 따른 귀갑형의 배치도를 나타낸 것이다(<그림 4.3-6> 참조).



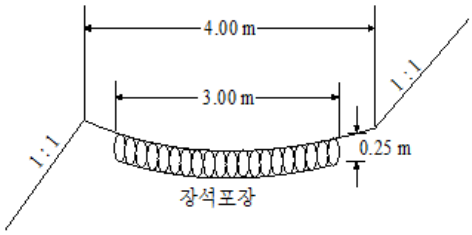
〈그림 4.3-6〉 원경사도에 대응한 경작도 배치

(2) 양단회전방식

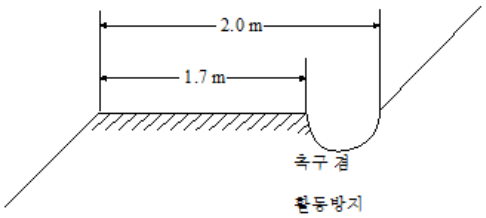
양단회전방식의 경우에는 <그림 4.3-7>과 같이 경사면 밭에 2m로 설치한 경작도의 양단부에서 상하의 경작도를 곡선으로 연결하여 최상부의 경작도에서 최하부의 경작도까지 S자로 연결하고, 출입거리의 단축과 방향전환을 위하여 중앙에 비스듬히 상하로 관통하는 폭 4m의 등강지선농도를 배치한다. 지선농도는 <그림 4.3-8>과 같은 단면으로 만들어서 일반차량의 통행 외에 작업기의 횡단선회가 가능하면서 배수로도 겸하게 한다. 선회경작도는 상단으로 옮기는 사면전의 산쪽에 <그림 4.3-9>와 같이 측구를 두어 작업기의 활동을 방지한다. 그리고 경작도는 중앙의 지선농도를 향해서 1/30 ~ 1/50의 종단기울기를 붙여서 배수를 겸하게 한다.



<그림 4.3-7> 양단선회식 농도배치



<그림 4.3-8> 등강지선농도

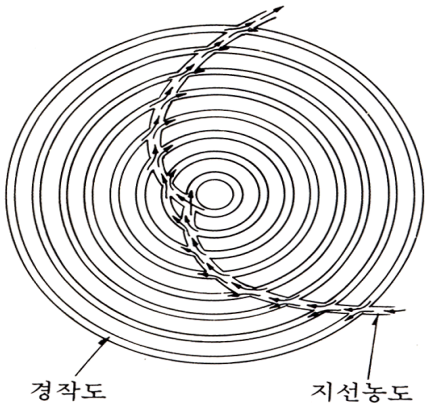


<그림 4.3-9> 경작도의 단면

(3) 동심원방식

동심원방식은 독립한 등고선으로 형성되는 지형에 채용되는 도로배치방식으로 <그림 4.3-10>에서 동심원으로 표시하였으나 타원형·원형·요철(凹凸)이 있는 다변형일지라도 대체로 등고선에 평행하게 환상(環狀)으로 경작도를 만들고, 종단기울기 1/10 이하를 가진 지선농도로 상·하단을 연결하고 이와 대칭형이 되게 또 하나의 지선농도를 설치하면 된다. 이 방식은 기계의 주행을 일정한 방향으로 규제하면 몇 대의 작업기일지라도 지체 없이 운행할 수 있으며, 또한 무효주행이 매우 적은 장점이 있다.

도로계획에 대한 자세한 내용은 KDS 67 30 30 (농업생산기반정비사업 계획설계기준 - 농도편)“계획”에 준한다.



<그림 4.3-10> 동심원형 도로 배치방식

4.4 개량 원지형 개간

복잡한 지형의 경사지를 크게 절·성토하여 토지의 이용률을 높이며 고도의 기계화 영농이 가능하도록 포장을 조성하는 공법이다. 절·성토 작업은 계단밭 조성의 토공을 대표적으로 확장한 것이지만 조성후의 모습이 기복이 없는 원지형 개간과 같기 때문에 개량 원지형 개간이라 부르고 있다. 개간작업에 많은 토량의 이동이 따르므로 원지형 개간이나 계단형 개간에 비해서 공사비가 많이 들기 때문에 경제성이 유리하여야 하며, 토사의 유출방지, 사면보호에 대하여도 특별한 조치가 있어야 한다.

개량 원지형 개간은 현재의 지형에 따라서 다음 3가지 형으로 대별한다.

(1) 습곡정형형 : 현재 지표면의 작은 기복을 깎고 메워서 균일한 조성 기울기를 가진 밭으로 만드는 방법으로 원지형 개간에 가까운 성격을 가진다.

(2) 경사완화형 : 산정부나 사면을 대담하게 절토하여 계곡부에 성토함으로써 0 ~ 7°정도의 완경사를 가진 일정한 기울기의 밭을 조성하는 방법으로 개량 원지형 개간 중에서 대표적인 공법이다.

(3) 토층개량형 : 전단면 절토 방식의 계단형 개간과 같이 사면의 저위부로부터 등고선에 따라 절토하여 1단 위의 흙을 하단에 떨어뜨려서 배치하여 나가는데 조성면을 복상으로 만들지 않고 현재 경사와 비슷하게 만드는 공법으로 경사지의 심경(토층개량)을 행할 경우가 많다.

4.4.1 계획

현재 지형, 영농작물, 영농기계의 종류, 농지보전, 경제효과, 시공의 난이 등을 검토하여 ① 조성방식, ② 포장의 구획, ③ 테라스 나비와 테라스면 기울기, ④ 기경깊이, ⑤ 비탈면 높이와 비탈면 기울기, ⑥ 비탈면 보조공, ⑦ 경작도로의 배치, ⑧ 배수처리에 대한 종합계획을 세운다. 그리고 이 방식은 원지형 개간과는 달리 계곡부나 오목한 땅에 성토할 때 뿌리뽑기한 근주를 묻으므로 배근선이 특별한 경우를 제외하고는 존재하지 않기 때문에 구획 분할은 오직 도로와 배수로의 위치에 의하여 결정된다.

(1) 습곡정형형

등고선에 따라서 승수로, 경작도로를 배치하고 이에 직각방향으로 배수로, 지선도로를 연결하는데 이들 도로, 수로의 상호간격에 따라 구획의 형상, 크기가 결정된다. 재식 폭은 작물의 종류, 방제 작업기의 기종, 간격, 밀식계획, 간벌계획에 따라 정하되 영농 전문가와 협의하여 결정해야 한다. 배수 계통 평면도에서 표시한 바와 같이 구획의 장변은 반드시 직선일 필요는 없으나 등고선에 나란히 설치해야 한다. 주의할 사항은 다음과 같다.

① 조성 기울기 : 현재 경사와 거의 같게 되므로 토지경사 20°이상인 지대는 이 형식이 맞지 않는다.

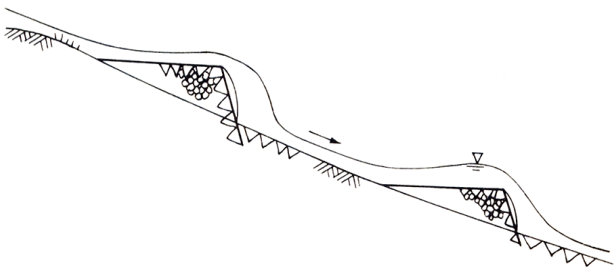
② 재식면의 기경 : 작물에 따라 약간 다르나 과수류 0.6m, 뽕나무 0.9m, 기타 0.3m가 보통이다.

③ 경작도로 : 나비는 최소한 2m로 종단기울기는 등고선에 따라 설정하는데 측구의 통수를 가능하게 하기 위하여 1/30 ~ 1/50 정도 취한다. 측구단면은 바닥나비 0.3m, 길이 0.3m, 옆기울기 1:0.3 ~ 0.5정도의 막파기 수로를 만든다. 한편 경작도로의 횡단기울기는 5° 이내로 만든다.

④ 승수로 : 경작도로와 평형하게 배치하여 경작도로 측구와 같게 만들거나 또는 자연 배수대에 이끌어 낸다. 단면은 경작도로 측구와 같게 만들거나 또는 얕고 넓은 단면의 초생도로(나비 0.5 ~ 10m, 깊이 0.1 ~ 0.2m로 만든다. 승수로의 간격은 배재 폭에 따라 계획한다.

⑤ 지선배수로 : 경작도로 측구 및 승수로에서 흘러오는 유수를 받아서 간선 배수로 등에 종단배수하는 것으로. 집수량에 따라서 단면형상, 간격, 기울기를 결정한다. 재료는 현장 채취의 자갈이나 콘크리트 제품을 사용한다.

⑥ 자연배수대 : 현재의 계곡부를 습곡정지하지 않고 남겨서 원 식생(입목은 벌채) 그대로 배수로로 이용하는 것이다. 돌붙임이나 콘크리트 제품을 사용할 경우에 비하여 시공의 어려움(소운반 등)이 없을 뿐 아니라 완공 후에 붕괴할 위험이 적은 이점이 있다. 현재 경사가 급하고 자갈의 현장 채취가 가능할 경우 <그림 4.4-1>과 같이 간단한 낙차공을 설치하면 효과적이다.



〈그림 4.4-1〉 자연배수대의 소낙차공

⑦ 지선도로 : 경사지의 개간에서 경작도로와 지선도로의 배치는 영농상 가장 유의하여 설계해야 한다. 현재 경사가 7°이내이면 지선도로는 경작도로와 직각방향에 직선으로 배치할 수 있다. 그러나 종단기울기를 1/8(최소한 1/7정도)에서 멈추게 하는 것이 바람직하므로 8° 이내의 경사지에서는 배향곡선(Mair Pin Curve)을 설치할 필요가 있다. 이 경우에 경작도

로와 둔각으로 교차하는 부분은 별도로 하고 예각으로 교차하는 부분은 문제가 된다. 현재 경사 10°까지는 예각부분의 확대 폭으로 무리하나마 영농기계의 운행(포장에서 다음 단의 포장으로)이 가능하나 10°이상의 예각부분에서는 소형트랙터의 운행만 가능하며 전진작업을 하여야 하므로 피견인 작업기의 운행에 지장을 가져온다. 따라서 고속 살포기 등의 작업을 목적으로 하는 지선도로를 만들자면 귀갑방식, 양단회전방식, 동심원방식 등을 취하여야 한다. 도로를 자재(비료, 종자) 운반에만 사용하고 고속살포기 등이 통용하지 않을 경우에는 단순히 지선도로와 경작도로를 연결시키는 것만으로도 좋다. 이 경우 지선도로의 간격은 100~160m 정도로 한다. 또 습곡부에서 부득이 종단기울기가 1/7로 될 경우에는 콘크리트 포장(두께 0.15 ~ 0.20m)을 하여 소형트랙터의 운행을 하게 할 수 있다. 폭은 넓을수록 좋으나 토지이용과 경제성 등을 고려하여 일차선 운행이 가능하게 2.0 ~ 3.0m로 한다(<표 4.4-1> 참조). 지선도로 측구는 지선 배수로와 같은 기능을 갖도록 하고 단면은 확률 1/10년 정도의 강우를 대상으로 결정하여 석재 또는 콘크리트 블록포장을 한다.

<표 4.4-1> 농로의 나비

도로폭(m)	교 통 종 류	해당노선		
5.0~7.0	콤바인과 같이 나비가 넓은 농기계의 운행			간선도로
5.0~6.5	트럭과 트럭의 교행			
5.0~6.0	트럭과 경운기의 교행		지선도로	
3.5~4.0	경운기와 경운기의 교행	경작도로		
2.5~3.5	경운기와 리어카의 교행			
2.5~3.0	리어카와 리어카 또는 경운기와 사람의 교행			
2.0	리어카와 사람의 교행			
1.5	사람과 사람의 교행			
0.75	사람			

⑧ 간선배수로 : 자연 배수대를 간선 배수대로 할 경우도 있으나 일반적으로 지구 안에서 지구 밖으로 통하는 말단 배수계획이 필요하다. 각 지선 배수로와 도로측구에서 유입하는 토사 혼입의 혼수를 일단 침사지 또는 낙차공으로 받아서 양수만 지구 밖으로 배수하는 것이 간선 배수로의 역할이다. 단면 형상은 집수량에 따라서 계획하고 재료는 콘크리트 제품을 사용한다. 낙차공과 침사지도 콘크리트 제품을 사용하고 현장타설 콘크리트는 피하는 것이 경제적이다.

(2) 경사완화형

개량 원지형 개간 중에서 가장 이상적인 형태로 현지형을 완전히 변화시키기 때문에 구획 형상도 비교적 자유로이 취할 수 있다. 고속 살포기를 도입하는 영농 방식에서는 영농작업의 성력화가 크게 기대되기 때문에 이 형식이 가장 바람직하다. 지선도로와 지선 배수로를 그대로 두고 경작도로의 유수를 바꿈으로써 다른 작물에도 적용할 수 있다. 주의사항은 다음과 같다.

① 조성 기울기 : 0~7°가 일반적이다.

② 재식면의 기경 : 습곡정형형과 같다.
③ 경작도로 : 습곡정형형과 같다.
④ 승수로 대 경작도로 : 바닥나비 0.2m, 옆기울기 1:0.3 정도의 흙수로 또는 바닥나비 0.5m, 깊이 0.1~9.2m 정도의 초생수로가 적합하다.
⑤ 비탈끝 배수로 : 배후지에서의 유입수 및 사면강우를 비탈 끝에서 받아 지선 배수로를 거쳐 배제할 목적으로 설치한다. 흙 수로나 초생수로가 가격이 저렴하나 시공 후 사면에 흐르는 토사가 퇴적되어 수로청소를 쉽게 할 목적으로 콘크리트제품을 일반적으로 사용한다. 단면과 형상은 집수량에 따르지만 지구내 배수계통은 비교적 소단면으로도 가능하며 U자를 많이 사용하고 있다.
⑥ 지선도로 : 포장 조성 기울기를 0~7°로 만들게 되므로 테라스(terrace)의 절단경사에 따라서 직선적으로 배치할 수 있다. 나비는 토지 이용도를 충분히 고려하여 2.0~3.0m로 한다. 특수한 예로서 조성 기울기를 15°정도로 크게 취할 경우 및 기타의 사항은 습곡정형형을 참조한다.
⑦ 간선 배수로 : 습곡정형형을 참조할 것.
⑧ 암거배수 : 습곡부의 최심부(대개는 습곡부를 이루고 있음)에 지름 200~300㎜의 집수관을 설치하되 집수량 및 절토단면의 크기에 따라 자갈 또는 섶단의 양을 결정하여 집수관을 감아서 설치한다. 섶단은 지름 0.3~0.5m 정도가 설치하기 알맞다.
⑨ 사면보호 : 절토 사면 경사는 1:0.5~1.0로 하되 토질에 따라 변화시킨다. 높이 3m 이상일 경우에는 적당히 나비 0.5~1.0m의 비탈길을 설치한다. 절토면이 보통 흙, 사질토이면 풀씨를 뿌린다. 성토사면 경사도는 1:1.0~1.5로 하고 줄잔디를 입히고, 높이 2m 이상일 경우에는 나비 0.5~1.0m의 비탈길을 설치한다. 또 비탈의 밑다짐공으로서 돌(연장 35㎝ 정도) 또는 콘크리트 판 등을 시공한다.

(3) 토층개량형

개량 원지형 개간의 한 종류이나 사면형 개간과 유사하다. 다른 점은 사면전이 배재면 1단마다 경작도로를 배치하여 고속살포 방식이 가능하도록 지선도로와 결합하고 있는데, 이 토층개량형 원지형 개간은 경작도로의 간격을 15~20㎝로 취하여 고속살포방식을 그다지 고려하지 않고 급경사지의 심경(토층개량)을 주목적으로 한 공법이다.

4.5 토양개량

토지분류·토양조사·수문조사 등의 결과를 통하여 토층의 투수성·비옥도 등에 결함이 있어서 작물의 생육을 저해하는 조건이 있을 경우에는 토지생산성 및 노동생산성을 개선할 목적으로 토층개량을 한다.

토양개량방법에는 심경, 심토파쇄경, 혼층경, 불량토층의 제거, 객토, 밑다짐 등이 있으며, 토양의 이화학적 성질을 개량하여 작물의 생육과 농작업에 알맞도록 경작토층을 만들어야 한다.

4.5.1 개간지의 토양조건

개간으로 새롭게 조성된 밭과 기반정비 후의 밭은 토양의 이화학성에 단점이 있어서 기존 밭에 비

하여 작물생육이 부진하다. 개간지와 기반정비 후의 토양이 개량되어 안정되고 높은 생산력을 가진 토양조건을 갖추도록 한다.

토양의 단점을 개량하면서 재배를 계속하면 밭은 점차 작물의 요구에 적합하게 된다. 즉, 개간 초기에 존재하였던 유해물질이 감소하고, 물·공기와 영양분이 작물이 필요로 하는 때에 공급되어 작토의 두께가 충분하게 된다.

정상적인 밭 토양에서 작물 요구에 따라 물·공기·영양분을 공급할 수 있는 것은 부식과 단립상태가 좋은 표토를 가지고 있기 때문이다. 부식상태가 좋고 단립화한 표토는 투수성·통기성·보수성이 뛰어나며 인산효과로 인하여 미생물의 움직임이 활발하다.

일반적으로 개간초기의 토양이 생산성이 낮은 이유는 다음과 같다.

(1) 심토의 노출과 시공시 다짐 과다

대규모의 조성·정비에 따라 심토가 노출하는 경우가 많아진다. 또한, 대형 시공기계의 압력으로 인하여 토양이 견고하게 되어 배수불량과 통기불량 상태가 된다.

(2) 산성이 강하다

미개간 토양은 산성인 경우가 많다. 이는 첫째 유기산에 의한 것이고, 둘째 점토입자에 수소이온이 흡착되기 때문이다. 노출된 심토는 중성에 가까운 것도 있으나 심토의 완충능력이 약해지면 pH는 쉽게 변화한다.

(3) 새로 개간된 토양으로 산성이 강해지면, 특히 화산회토에서는 알루미늄 이온에 의한 피해가 크게 나타난다. 알루미늄 이온은 뿌리를 직접 손상시키고, 영양분 대신에 점토에 흡착되어 토양의 영양분 보유능력을 약화시킨다. 또한, 인산이온과 결합하여 불용성 인산알루미늄을 만들어 인산을 무효화시킨다.

(4) 유효한 영양분의 결여

심토가 노출된 경우에는, ① 유기성분이 적어지고, 이와 관련하여 ② 양분 함유량이 적어지며, ③ 살포한 비료의 보유력도 작아지게 된다. 새로 조성·정비된 밭에서는 질소, 인, 칼륨의 3요소가 부족하며, 마그네슘, 붕소 등 특정요소가 부족하게 된다.

(5) 미생물 움직임이 약하다

산성토양에는 곰팡이 종류는 많으나, 유기물을 분해하여 질소와 같은 영양분을 만드는 세균류는 적다. 새로 개간된 토양에서는 근입균이 생식하지 않게 된다.

대책으로는, ① 석회 살포로 산성을 교정, ② 퇴비 등 유기물 비료의 살포, ③ 인산비료의 증가 살포, ④ 심토파쇄 등 토층개량을 실시한다.

4.5.2 토층개량

토층개량의 주 목적은 토층의 결함시정을 통하여 토층의 이화학적 성질을 개선하고, 농지의 토지생산성 및 노동생산성 향상에 있다. 또한 토지의 투수성을 증대시켜 토양침식을 경감시키며 보수력을 높여 강우의 급격한 유출증대를 막는 등 지역의 수문순환을 조절하기 위하여 토층개량을 실시한다.

(1) 토층개량의 대상 및 효과

토층개량의 대상이 되는 농지는, ① 배수불량으로 지내력이 약하여 농기계작업능률이 크게

떨어지고 있는 농지, ② 작토는 얕은데 속흙이 너무 굳은 층으로 되어 있는 농지, ③ 작토는 불량하나 속흙은 비옥한 토층으로 되어 있는 농지, ④ 자갈층으로 구성되어 작물뿌리의 신장이 저해되거나 누수가 많은 농지, ⑤ 노후화되어 생산력이 떨어지는 농지, ⑥ 경작에 장애가 될 만큼 자갈 또는 불량토층이 많이 존재하는 농지 등이 있다.

토층개량의 효과는 다음과 같다.

① 객토로 작토의 두께를 증대시키며, 작토의 이화학적 성질을 개선하거나 지내력을 높인다.

② 혼층경이나 심경에 의해 유효토층을 깊게 하고, 토양의 이화학적 성질을 개선한다.

③ 심토파쇄 등에 의하여 하층경반을 부드럽게 하여 투수성 및 보수력을 높이는 동시에 토양침식을 감소시킨다.

④ 경작에 장애가 되는 불량토층이나 자갈을 제거하여 작업능률을 높이는 동시에 작물 생육환경을 개선시킨다.

⑤ 바닥다짐을 하거나 차수재를 작토 밑층에 깔아서 누수를 억제시킨다.

⑥ 토양의 통기성을 좋게 하여 유기물의 분해를 촉진시켜 작물뿌리의 생육이 활발해 진다.

⑦ 하층의 철·칼륨·규산 등의 성분을 표층에 되돌려서 그 화학적 성질을 좋게 한다. 우리나라와 같이 강우량이 많고, 산성토양이 많이 분포되어 있으면 각종 토양성분이 하층으로 이동하게 되므로 이들 성분을 표층에 되돌려 비료성분의 천연공급력을 증가시키는 것이 효과적이다.

⑧ 토양의 보수력과 비료성분의 흡수력을 높이고 심경을 하여 한해를 방지한다.

(2) 토층개량방법

① 심경작토층이 얕으면 작물뿌리의 신장을 저해하고, 양분의 흡수범위가 좁아서 높은 생산력을 기대하기 어렵다. 새로 개간한 땅이나 쟁기 바닥층에 경반이 형성되어 작토의 깊이가 한정되어 있는 경지는 보통의 경지보다 깊게 갈아 근군역을 확대시키는 한편 포장용수량 및 통기·투수성을 높여야 한다.

이를 위하여 깊게 갈이 하는 것을 심경이라 한다. 속흙이 모래흙 또는 자갈층으로 된 경우와 속흙이 아산화철 등과 같은 유해물질을 함유하고 있는 밭의 경우에는 심경이 피해를 주는 경우도 있으므로 사전에 충분한 토양조사가 필요하다.

쟁기 바닥층에 경반이 형성되는 깊이는 사용하는 쟁기의 종류에 따라 다르며, 그 개요는 다음 표와 같다.

<표 4.5-1> 쟁기 바닥층의 경반 깊이와 가는 깊이

경운에 사용되고 있는 쟁기	쟁기바닥층의 경반깊이(㎝)	심경 깊이 (㎝)
축력용쟁기	14~18	20~25
경운기	15~20	20~25
휠형 트랙터 직결플라우	16~25	22~30

심경할 때는 심토경플라우·대형 로터베이터·브러시 브레이커쟁기 등을 사용한다. 이를 사용한 최적경심은 다음 표와 같다.

<표 4.5-2> 심경용 기계와 최적경심

기 계 명	견 인 차	최적 경심(㎝)
대형 로터베이터	7톤급 트랙터	18~23
브러시 브레이커쟁기	7톤급 트랙터	20~30
심토경 플라우	7톤급 트랙터	25~30

② 심토 파쇄경

화강암질 풍화토(석비레)와 같은 경층이 지표 가까이 있거나 중점토지대는 근군역이 좁을 뿐 아니라 비가 오면 과습하고, 가뭄시에는 너무 건조하여 경반이 형성된다. 이와 같은 곳은 팬 브레이커(pan breaker)·리퍼(ripper)를 11~18ton급 트랙터로 끌거나 레이크도저로 경반을 파쇄하여 심토층을 연약하게 만들어 준다. 팬 브레이커는 두더지암거굴착기의 탄환부분을 치즐(chisel, 끌모양의 날)로 바꾼 것으로, 중형 또는 대형 트랙터로 견인하여 깊이 40~60㎝까지의 심토를 파쇄하여 느슨하게 한다. 작업에 앞서서 지표면에 석회를 뿌려 두면 심토가 파쇄된 균열 사이로 침투하여 더욱 효과적인 토양개량이 된다.

③ 혼층경

제3기층의 화산회토나 화강암지대의 화강암질풍화토(석비레), 해안지대의 이점토, 중점토지대의 중점토 등이 분포된 곳은 심토가 단단하나, 표토에 비하여 양분이 많다고 판단되면 심토를 반전하여 표토와 혼합하거나 또는 표토와 치환하기 위하여 혼층경을 한다. 혼합할 깊이는 토층단면에 따라 결정하지만 보통 60 ~ 80㎝ 깊이까지 혼합한다.

대형 플라우를 트랙터로 견인하는데 경심이 80㎝ 이상이 되면 초대형 플라우와 18t급 이상의 트랙터가 필요하여 전체길이가 7~10m에 이른다. 최근에는 1~2m의 대형 디스크 플라우를 많이 사용한다.

일반적으로 하층토가 반전되어 표면에 올라오는 비율은 발토판 플라우보다 디스크 플라우 쪽이 높다. 플라우잉 만으로는 각 층의 혼합(1차)이 충분하지 못하므로 반드시 디스크 해로잉을 하여 흙을 잘 혼합(2차)한다.

혼층경의 작업능률은 다음 표와 같다. 필요에 따라 승수로를 적당한 간격으로 설치하여 배수를 촉진하며, 이 경우 전체의 배수망을 정비하여 지구 내의 배수는 물론 배후지에서 오는 지표수와 복류수의 유입유무도 조사하여 승수로를 설치한다.

<표 4.5-3> 혼층경의 작업능률(h/ha)

플라우	견인 트랙터	경심 (㎝)	구획면적(ha) (단변(m)×장변(m)	포장조건			
				양 호	보 통	약간불량	불 량
대 형	11 t급	60	0.5 (50×100) 1.0 (50×200)	8.6~13.2 6.1~ 9.2	9.1~13.5 6.4~ 9.4	9.7~14.3 6.8~10.0	10.8~16.1 7.5~11.2
초대형	18 t급	80	0.5 (50×100) 1.0 (50×200)	10.3~15.1 7.4~10.9	10.9~16.1 7.8~11.5	11.4~17.2 8.2~12.3	12.8~19.0 9.1~13.6
초대형	23 t급	110	0.5 (50×100) 1.0 (50×200)	10.8~15.9 8.1~11.8	11.5~17.0 8.5~12.6	12.0~18.1 8.9~13.5	13.4~20.0 10.0~14.9

주) 포장조건은 경사, 흙의 부착성 등을 고려하여 정한다.

④ 불량토층의 제거

작물재배시 좋은 흙과 좋지 못한 흙이 서로 층을 이루고 있는 지대의 토층개량은 혼층경이 효과적이지만, 좋은 흙과 혼합해도 풍화되기 어려운 화강암질풍화토(석비레)·자갈 등은 농지 밖으로 제거한다.

작토 중에 함유되는 자갈의 허용량은 작목에 따라 다르다. 과수원에서는 묘목을 심는 부분까지는 자갈을 제거하여야 하고, 논과 밭에서는 경운하는데 지장이 없는 깊이까지 제거한다.

4.5.3 객토

토양이 열악하여 바닥다짐만으로는 누수성을 개선할 수 없거나 경토의 노후화, 저습지의 경토부족, 또는 불량토성으로 형성된 곳은 토성을 개선하기 위하여 객토한다.

개간지의 토층이 얕거나 토성이 사력토 또는 불량토이거나 저습지이면 객토에 의해 경토를 개선한다. 객토량은 다음 식으로 계산한다.

$$H_1 = \frac{W_3 H_3 - W_2 H_2}{W_1} \qquad (4.5\text{-}1)$$

$$H_2 = \frac{W_3 H_3 (P_3 - P_1)}{W_2 (P_2 - P_1)} \qquad (4.5\text{-}2)$$

식에서, W_1 : 원토(개량할 흙)의 가비중

W_2 : 객토의 가비중

W_3 : 개량토(객토 후 개량된 흙)의 가비중

P_1 : 원토(개량할 흙)의 점토함유율

P_2 : 객토의 점토함유율

P_3 : 개량토(객토 후 개량된 흙)의 점토함유율

H_1 : 객토를 혼합한 원토의 깊이(㎝)

H_2 : 객토의 두께(㎝) H_3 : 개량토층의 두께(㎝)

W_1, W_2, P_1, P_2는 원토와 객토를 분석하여 결정한다. P_3은 25~50%(양토나 식양토)를 취하고, P_3이 정해지는 데 따라 W_3도 대체로 결정된다. H_3은 15~20㎝로 정한다.

이들 값을 사용하여 먼저 식 (2)에서 객토의 두께 H_2(㎝)를 구한다. 이 H_2값을 사용하여 식 (1)로부터 H_1(㎝)을 구한다. 이 H_1은 객토를 혼합한 원토의 깊이이다.

만약에 $H_1 + H_2 = H_3$이라 가정하면 H_2는 다음 식으로 구한다.

$$H_2 = \frac{W_1 H_3 (P_3 - P_1)}{W_2 (P_2 - P_3) + W_1 (P_3 - P_1)} \qquad (4.5\text{-}3)$$

이 식은 $H_1 + H_2 = H_3$의 가정에 한계가 있으나 그 값이 불명확한 W_3을 포함하지 않는 점이 식 (2)보다 우수하다. 어느 식을 이용하더라도 결과에 큰 차가 없다. 다만, 채토량은 수축·침하를 고려하며, 여유량은 토질에 따라 보통 점토는 10%, 점질토는 22%, 사질양토는 12~15% 정도의 기준에 따른다.

<표 4.5-4> 점토함량별 객토 대상면적

점토함량(%)	5 이하	5~10	10~15	계
대상면적(천 ha)	44	70	189	303

<표 4.5-5> 경토심 18㎝의 점토함량을 15%로 올리는데 필요한 객토량 (M/T/10a)

대상지 점토함량(%)	객토의 점토함량(%)						
	25	27.5	30	32.5	35	35.5	40
6	103	90	81	73	67	62	57
7	95	84	76	68	61	57	52
8	88	78	68	62	56	51	47
9	81	70	61	55	50	46	42
10	72	62	54	48	43	39	36
11	61	52	45	40	36	33	30
12	50	42	36	32	29	25	23
13	36	30	25	23	20	18	16

객토의 비용은 흙의 비용이나 보상비는 비교적 적고 운반비가 대부분을 차지한다. 운반할 토량, 운반거리 등의 조건을 고려하여 적합한 운반방법을 선택하며 능률적이고 경제적인 방법으로 객토한다.

일반 토공작업에서의 운반횟수는 다음 식으로 나타낸다.

$$N = T / \frac{2D}{V} + t \qquad (4.5\text{-}4)$$

식에서, N: 1일의 운반횟수

T: 순노동시간 450분으로 가정함.

D: 운반거리(m)

V: 평균속도로 트럭 250m/분

t : 적하 대기시간으로 토운차 6~15분, 트럭 20~25분

<표 4.5-6> 운반방법과 특성

기 구	규 격	단위용적 (㎥)	적하대기시간 (분)	동력	1㎞왕복 시간(분)	운반거리 (m)	비고
지게	가로 91㎝, 깊이 52㎝, 열린각 70°	0.04~0.05	2~2.5	인력 1인 어깨	29	50~80	1 ㎥ 는 20~25짐
목도	85cm평방	0.06~0.07	2		29	100	1 ㎥ 는 15~18짐
리어카	2바퀴	0.2~0.3		인력 2인 어깨	28	200	
손수레	1바퀴	0.08~0.14	8	인 력	29	150	
우마차	4바퀴	0.72	8	축 력	27~32	100~1,000	
토운차	2인압	0.6~0.7	20	인 력	27	200~700	
트럭	보통 덤프차	0.6~1.2	7	기관력		6,000	
토운차	8ton 다수연결	1.2	20	기관력		4,000	
스크레퍼 (카리올)		3.0~6.5		기관력		100~500	
턴아플 (모터스크레퍼)		6.5		기관력		1,500	
불도저		1.2~2.4		기관력		50~100	

<표 4.5-7> 객토방법

종 별	개 량 요 점	재료와 객입기준
(가) 토성개량 (사질·점질이 많은 경우)	① 사질이 많으면 양질의 점토를 넣어 수분과 양분을 흡수·유지하고, 벼의 쓰러짐·냉해 등의 피해를 막는다. ② 점질이 많으면 사토를 넣어 공기와 물의 소통과 비료분해를 촉진하고, 벼의 생육 장해를 막는다.	경토 10㎝가 사양토가 되도록 계산한다. ① 논의 객토기준점토 10a당 25~40㎥(2.5~4㎝두께) ② 밭의 객토기준 사토 10a당 18~40㎥(1.8~4㎝두께)
(나) 양분보급 (경토가 부족할 경우)	① 원토에 모자라는 비료와 3요소 중의 성분, 희소광물질을 포함하는 흙을 선정한다. ② 물리성 개선에 의한 지온상승과 화학성 개선에 의한 유기질분해의 촉진	객토기준은 (가)에 준함
(다) 경토보충 (경토부족일 경우)	① 양질경토·저수지·호수·수로·하천 바닥의 퇴적토를 넣어서 한해·냉해·병충해를 막는다. ② 경토는 한번에 전량을 모두 넣는다.	경토가 15~20㎝이상 되게 넣는다. ① 양질경토는 10a당 60㎥ (두께 6㎝)으로 한다. ② 퇴적토는 1회에 10a당 30㎥ 이내로 넣고 총량 60㎥를 한도로 한다.
(라) 사력질하층지반의 누수방지(누수과다 또는 냉해논의 경우)	바닥다짐을 하지 못할 경우에 실시함. ① 표토를 걷고 심토면에 점토를 넣어 다지고 표토를 다시 펴놓는다. ② 위에 준하여 심토 10㎝를 파 일으키고 점토나 벤토나이트를 혼입하여 다진 다음 표토를 다시 펴놓는다. ③ 풋베기호밀 등을 함께 넣으면 효과가 있고 경제적이다.	객입점토는 보수력, 벼의 신장, 원토의 상태를 조사하여 결정한다. ① 점토 10a당 40~60㎥ (두께 4~6㎝) ② 벤토나이트 10a당 1~2t
(마) 노후답개량 (1) 건답지대의 일반 노후답(선상지·경사지로 지하수가 낮고 건조한 논)	① 철·염기가 많아 치환성이 높은 젊은 점토로 된 산토를 넣어 경토나 바닥에서 용탈하는 철분·인산·활성점토를 보충하여 황화수소의 발생을 억제하고 뿌리부패로 인한 냉해·병해를 막는다. ② 산토는 일시에 너무 많이 넣지 않고 퇴비 사용에 주의한다. ③ 바닥에 산화철이 집적되어 있으면 제거후 경토 를 잘 혼합한다. 누수방지에 주의한다.	① 퇴적토는 좋은 재료이다. ② 산토는 안산암·제삼기혈암 등의 중성암계·염기성암계가 좋다. ③ 객토기준 10a당 25㎥(두께 2.5㎝) 이상 40㎥ 정도로 넣는다.
(2) 습답지대의 노후된논(경토부족 논·누수과다 논)	① 위의 경우에 준해서 철분을 보충하고 냉해·병해를 막는다. ② 배수설비·매립·누수방지도 겸하여 병행한다.	재료는 일반노후화논인 경우에 준해서 선택하고 원인에 따라 적절히 객토한다.
(3) 산성관개수에 의한 노후화 논	① (마)~(1)에 준하여 철분을 보충한다. ② 산성관개수를 중화시킨다.	(마)~①에 준한다.

4.5.4 산성토양의 개량

산성토양을 개량하여 숙지화하기 위해서는 우선 염기를 보충하여야 하며, 경제적으로 가장 보충하기 쉬운 성분이 석회이다. 석회는 토양의 이학적 성질을 개량하는데도 효과가 있다. 경지에 금비를 시용하면 그 속에 포함되어 있는 산기에 의하여 토양을 산성화시키는 작용이 있으므로, 석회를 사용하여 중화시킴으로써 산성화를 방지한다.

개간 계획

우리나라는 산성암의 분포가 넓고 강우량이 많아 토양생성 과정에서 석회, 칼리, 소다 고토 등의 염기류가 용탈되기에 가장 알맞은 조건을 갖추고 있다. 지금까지 자연상태로 방치된 미간지의 대부분은 산성토양 또는 염기 결핍 토양이다. 개간지의 평균치환 산도는 20.2를 나타내며, 이중에서 치환산도 5 이상이 73%이다. 치환산도 5 이상의 토양은 칼슘비료를 시용하지 않으면 보리, 밀 등과 같이 산성에 약한 작물은 영향을 받게 된다.

산성토양의 개량에 쓰이는 석회의 대부분은 소석회와 석회암분말(통칭, 탄산석회)로 최근 개간지에도 탄산석회를 사용하고 있다. 소석회와 탄산석회의 석회분 함유비율은 대체로 1 : 0.5이다. 석회의 비효는 분말도에 따라 매우 다르며 분말도 100메쉬(mesh) 이하는 비료효과가 거의 없다.

산성토양의 개량에 쓰이는 석회시용량은 토양의 산도에 따라 결정된다. 토양의 산도를 나타내는 방법에는 수소이온농도(pH)에 의한 방법 즉 산성의 정도를 그 높이로 표시하는 방법과 전산도(全酸度) 또는 가수산도에 의한 방법 즉 산성의 정도를 그 양으로 표시하는 2가지 방법이 있다. 이 2가지 방법으로 표시되는 산도의 상호관계는 토성에 따라 다르다. 예를 들면 사질토는 pH는 높으나 전산도는 크지 않고, 점질토는 pH는 낮으나 전산도는 대단히 크다.

(1) 전산도 또는 가수산도부터 토양의 산성을 중화시키는데 필요한 탄산석회의 시용량(소석회일 경우의 시용량은 그 0.7배)은 다음과 같다.

〈표 4.5-8〉 전산도와 탄산석회 시용량 (t / ha)

전산도 또는 가수산도	중화할 경토의 두께			비 고
	10㎝	15㎝	20㎝	
10	0.5	0.75	1.0	
20	1.0	1.5	2.0	
30	1.5	2.25	3.0	산출기초
40	2.0	3.0	4.0	(1) 토양가비중을 1로 함.
50	2.5	3.75	5.0	(2) 경토두께 10㎝, 1ha의 토양 중량을
60	3.0	4.5	6.0	1,000t으로 함.
70	3.5	5.25	7.0	(3) 탄산석회의 순도는 가산하지 않음.
80	4.0	6.0	8.0	(규격은 95% 이상)
90	4.5	6.15	9.0	
100	5.0	7.5	10.0	

(2) 산성의 세기(pH치)로부터 바로 중화에 필요한 탄산석회 시용량을 결정하는 일은 어려우나 실질적인 개략치를 표시하면 다음 표와 같다.

<표 4.5-9> pH값과 탄산석회 시용량의 개략값(t / ha)

토양의 염화가리 침출액의 pH치	경토의 두께 10㎝	비 고
4.0	1.50 이하	부식산성 토양은 보통 이 기준표의 3배 정도가 필요하다.
4.5	1.50	
5.0	1.13	
5.5	0.75	
6.0	0.38	
6.5	소 량	
7.0	불 요	

집필위원	분야	성명	소속	직급
	관개배수	김선주	한국농공학회	교수
	농업환경	박종화	한국농공학회	교수
	토질공학	유 찬	한국농공학회	교수
	구조재료	박찬기	한국농공학회	교수
	수자원정보	권형중	한국농공학회	책임연구원

자문위원	분야	성명	소속
	농촌계획	손재권	전북대학교
	수자원공학	윤광식	전남대학교
	지역계획	김기성	강원대학교
	수자원공학	노재경	충남대학교
	농지공학	최경숙	경북대학교
	관개배수	최진용	서울대학교

건설기준위원회	분야	성명	소속
	총괄	한준희	농림축산식품부
	농업용댐	오수훈	한국농어촌공사
	농지관개	박재수	농림축산식품부
	농지배수	송창섭	충북대학교
	용배수로	정민철	한국농어촌공사
	농도	조재홍	한국농어촌공사 본사
	개간	백원진	전남대학교
	농지관개	이현우	경북대학교
	농지배수	남상운	충남대학교
	취입보	김선주	건국대학교
	양배수장	정상옥	경북대학교
	경지정리	유 찬	경상대학교
	농업용관수로	박태선	한국농어촌공사 본사
	농업용댐	손재권	전북대학교
	농지배수	김정호	다산컨설턴트
	농지보전	박종화	충북대학교
	농업용댐	김성준	건국대학교
	해면간척	박찬기	공주대학교
	농업수질및환경	이희억	한국농어촌공사 본사
	취입보	박진현	한국농어촌공사 본사

중앙건설기술심의위원회	성명	소속
	이태옥	평화엔지니어링
	성배경	건설교통신기술협회
	김영환	한국시설안전공단
	김영근	건화
	조의섭	동부엔지니어링
	김영숙	국민대학교
	이상덕	아주대학교

농림축산식품부	성명	소속	직책
	한준희	농업기반과	과장
	박재수	농업기반과	서기관

설계기준
KDS 67 60 10 : 2018

개간 계획

2018년 04월 24일 발행

농림축산식품부

관련단체 한국농어촌공사
58217 전라남도 나주시 그린로 20(빛가람동 358) 한국농어촌공사
☎ 061-338-5114 E-mail : webmaster@ekr.or.kr
http://www.ekr.or.kr

(작성기관) 한국농공학회
06130 서울시 강남구 테헤란로 7길 22(역삼동 365-4) 과학기술회관 본관 205호
☎ 02-562-3627 E-mail : j6348h@hanmail.net
http://www.ksae.re.kr

국가건설기준센터
10223 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283(대화동)
☎ 031-910-0444 E-mail : kcsc@kict.re.kr
http://www.kcsc.re.kr

※ 이 책의 내용을 무단전재하거나 복제할 경우 저작권법의 규제를 받게 됩니다.

KDS 67 60 13 : 2018

개간 영농계획

2018년 04월 24일 제정
http://www.kcsc.re.kr

농림축산식품부



건설기준 코드 제·개정에 따른 경과 조치

이 코드는 발간 시점부터 이미 시행 중에 있는 설계용역이나 건설공사에 대하여 발주기관의 장이 필요하다고 인정하는 경우 종전에 적용하고 있는 기준을 그대로 사용할 수 있습니다.

건설기준 코드 제·개정 연혁

- 이 기준은 KDS 67 60 13 : 2018 으로 2018년 04월에 제정하였다.
- 이 코드의 제·개정 주요사항은 다음과 같다.

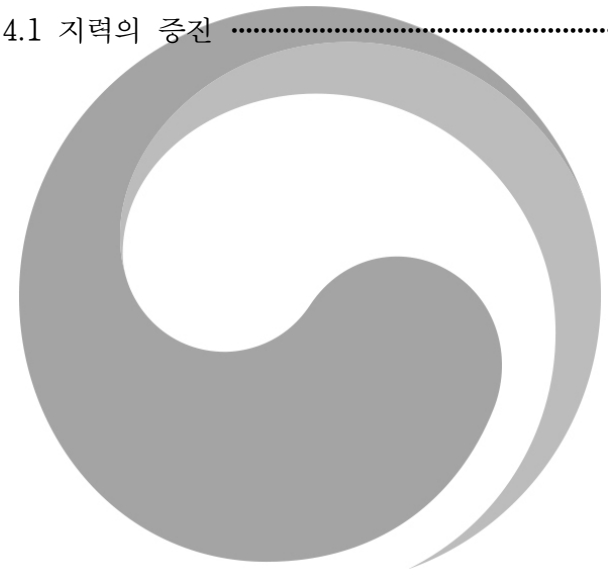
건설기준	주요사항	제·개정 (년. 월)
농지개량사업 계획설계기준 개간편	• 농지개량사업 계획설계기준 개간편 제정	제정 (1972. 12)
농업생산기반정비사업 계획설계기준 개간편	• 농업생산기반정비사업 계획설계기준 개간편 개정 • 모든 용어 및 내용 등은 한글 사용을 원칙으로 개정 • 기술용어 등은 관련분야의 개간업무편람 및 농공용어사전을 참고하였으며, 관련 법규 및 법령을 최신으로 수정 • 토지이용을 위한 환경영향검토 부분 신설 • 도로계획에서 교량의 폭 및 농도의 모서리 폭을 시대 변화에 맞도록 개정 • 개간과 관련된 부대시설에 대해 환경친화적으로 계획할 수 있도록 기준 정립	개정 (2006. 12)
KDS 67 60 13 : 2018	• 국토교통부 고시 제2013-640호의 “건설공사기준 코드체계” 전환에 따른 건설기준을 코드로 정비 • 건설기술진흥법 제44조 및 제44조의 2에 의거하여 중앙건설심의위원회 심의· 의결	제정 (2018. 04)

제 정 : 2018년 04월 24일
심 의 : 중앙건설기술심의위원회
소관부서 : 농림축산식품부 농업기반과
관련단체(작성기관) : 한국농어촌공사(한국농공학회)

개 정: 년 월 일
자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회

목 차

1. 일반사항 ····· 1
1.1 목적 ····· 1
1.2 적용범위 ····· 1
1.3 참고기준 ····· 1
1.4 용어의 정의 ····· 1
1.5 기호의 정의 ····· 1
2. 조사 및 계획 ····· 1
2.1 작물 ····· 1
3. 재료 ····· 2
4. 설계 ····· 2
4.1 지력의 증진 ····· 2



개간 영농계획

1. 일반사항

1.1 목적

개간지에 작물을 농업경영에 도입하여 합리적인 경영에 의하여 소득을 높이려면 우선 지역의 입지조건에 적절한 재배작물을 선정하여 생산성과 수익성이 확보 되도록 하여야 한다.

1.2 적용범위

· 내용 없음

1.3 참고기준

· 농림부, 2006, 농업생산기반정비사업계획 설계기준 개간 편

1.4 용어의 정의

· 내용 없음

1.5 기호의 정의

· 내용 없음

2. 조사 및 계획

2.1 작물

2.1.1 작물 선택상의 유의점

영농상 적합한 작물은 자연적인 재배환경에 잘 적응하여야 하며 경영, 경제적으로 유리한 조건을 구비하여야 한다. 그러므로 작물을 선택하는 데는 먼저 기상, 토양 등의 자연환경에 적합한 종류를 고르고, 그 중에서 가장 수익성이 높은 것을 선택하도록 한다. 그런데 같은 작물 중에서도 품종에 따라서 환경 적응성이 다르고 품질에 차이가 있어서 수익성도 다른 경우가 많으므로, 개간지에서는 우선 기상・토양 등의 자연재배환경을 과학적으로 면밀히 조사한다. 이 중에서 기상환경은 해마다 일정하지는 않지만 다년간의 경험과 개간지 인근에 있는 기상관측소 및 그 관련기관이나 농촌진흥청, 각도 농업기술원, 각시군 농업기술센터 등에서 관측한 결과를 참고로 할 수 있으므로 비교적 용이한 편이다. 그러나 토양환경은 지역에 따라서 차이가 심하고, 특히 전혀 작물을 재배한 바 없는 새로운 개간지는 경험이나 육안으로는 충분히 토양의 특성을 파악할 수 없으므로

관계기관에 의뢰하여 물리화학적인 분석을 하도록 하며, 이러한 토양 조사는 개간지 개량의 기초 자료로도 중요하다. 분석조사가 곤란한 경우에는 개간지와 비슷한 다른 지역 기개간지의 실례를 조사하여 참고로 한다.
또한, 경영・경제적 조건이 유리하여 수익성이 높아야 하므로 재배목적(이용성), 토지이용도, 노동력 확보, 경제적 입지조건(시장성) 등 여러 가지 사항에 대한 충분한 연구와 배려를 하여 재배작물을 선택한다.

2.1.2 작물의 작부계획

작부체계는 일정한 토지에 몇 가지 작물을 조합하여 일정한 순서로 순환적으로 재배하는 방식을 말한다. 작부체계에는 재배되는 전후 작물의 조합과 동시에 간작, 혼작 등의 공간적인 조합인 협의의 작부체계와 작물의 조합뿐 만 아니라 재배하는 작물의 생산을 위해 필요한 자원관리, 자재투입, 재배기술 등을 포함한 광의의 작부체계가 있다.
작물을 재배하려면 포장에 어떤 작물을 어떤 순서로 작부할 것이냐 하는 계획을 수립해야 한다. 작물을 선택할 때는 작부계획을 염두에 두고 하여야 하지만 이것은 불변인 것은 물론 아니고 수요의 변동 경영형태와 규모의 변화 지력의 변화 등에 따라 항상 변한다. 특히 신개간지에서는 토양이 개량될 때까지는 지력을 고려하고 재배가 가능한 작물로서 순차적으로 그 개량에 도움이 되는 작부방식을 수립한다.

3. 재료

· 내용 없음

4. 설계

4.1 지력의 증진

개간지 농업의 성공여부는 그 토양의 지력에 따라 달라진다. 우리나라는 밭토양이 논토양보다 지력이 낮으며 생산기반조성이 상대적으로 부족한 실정이다. 기경작 되고 있는 밭도 같은 조건이며 개간지 밭은 대체로 산성이다. 또한, 부식과 점토가 적고, 토양구조가 불량하며, 인산을 위시한 비료성분도 적어서 더욱 지력이 낮은 것이 일반적이므로 우선 영농의 목표는 토양의 물리·화학적 성질을 개선하여 토양의 비옥도(지력)를 높이도록 해야 한다.

4.1.1 개간지 토양의 특성

개간지 토양을 숙전화 하기 위해서는 물리적 성질 개량과 함께 토양산성의 교정, 유기질비료의 증시 등 화학적 성질을 개량하여야 하며 토양침식의 방지도 병행하여야 한다.
(1) 개간지 토양의 물리적 성질

① 개간지 토양은 주로 구릉지대나 경사지이기 때문에 경사지형을 하고 있다. 따라서 토양침식이 크고 토양단면은 표층이 얇으며 공극률이 낮고 고상비율이 커서 경토의 가비중도 크다.

② 개간지는 기경지에 비하여 액상공극량은 많으나 기상공극량이 매우 적으며 전공극량도 기경지 숙전(熟田)에 비해 매우 작은데 이는 대공극이 적기 때문이다. 또한 개간지는 토양구조(soil structure)가 발달되지 못하고 경사지이기 때문에 강수의 지중침투의 기회가 적고 유실되기 때문이다. 그리고 토양의 보수력이 낮아서 한해를 받기 쉬운 조건에 있다.

③ 토성(soil texture)은 사질인 경우가 많고 식질의 경우에는 점토함량이 과다한 경우가 많다.

④ 이밖에 개간지토양은 경도가 커서 경운(ploughing)이 곤란하며, 유효심토(경토의 두께)가 낮아 작물의 정상생육이 대체로 곤란하다.

(2) 개간지 토양의 화학적 성질

① 개간지 토양은 기경지 숙전에 비하여 이미 산성화된 토양이거나 경사지 또는 기복지에 위치하므로 산성화되기 쉬운 조건에 있다. 따라서 화학적 성질의 면에서도 작물의 정상생육이 곤란한 상태에 있다.

② 작토의 pH는 대부분 5.3 이하로 산성화되어 있으며, 유효인산의 함량이 4.2ppm 이하로 매우 적어 인산의 흡수계수가 600~2,000(mg/100g)으로 매우 높다.

③ 또한, 개간지 경토의 유기물함량(有機物含量)은 1.0% 이내로 매우 빈약하고 미량 요소도 매우 결핍되어 있으며, 치환성염기 특히 Ca, Mg, KO2, Na 등의 함량이 기경지에 비하여 극히 낮아 염기포화도(%)는 25% 내외에 불과하여 완충능(緩衝能)도 적은 것이 큰 특징이다.

④ 이러한 원인은 우리나라 토양의 모재가 산성암인 화강암과 화강편마암에서 유래되었다는 사실과 장기간동안 강우 등에 의해 나지상태에서 염기의 용탈이 이루어졌기 때문이다. 또한 유기물함량이 낮은 것은 경사지나 기복지이기 때문에 토양침식이 크게 작용하여 유거수와 함께 이들 유기물이 유실되었기 때문이다.

개간지는 주로 밭으로 이용되는데 대부분 부식이 극히 부족하거나 미숙한 부식이 많은 경우(산간지)가 있고, 인산, 마그네슘, 망간, 붕소 등의 미량원소가 적게 함유되어 있으며, 산성이 강하고 경사지가 많아서 토양의 침식이 심한 것이 일반적이다. 강산성토양에서는 유용한 미생물의 활동이 저해되어 유기물의 분해가 잘 되지 않고 암모니아의 흡수력이 약해서 시용해도 용탈되어 비료성분의 손실이 커지며 인산은 시용해도 불용성이 되어 효과를 볼 수 없고 알루미늄 등 유해한 이온이 용출되어 해로운 등 여러 가지 원인 때문에 작물생육에 해롭다.

4.1.2 지력증진 방법

새로 조성되는 개간지의 지력 증진을 위해서는 토심의 증대, 유기물의 시용, 석회질 및 인산질 비료의 시용과 토양보전을 위한 대책을 수립하여야 한다.

(1) 토심(土深)의 증대

① 개간지토양은 표토가 유실되어 작토가 얇고 대부분 잔적토이므로 토양의 경도가 매우 크다. 따라서 작토의 증대를 위한 심경(深耕)이 필요하므로 기계력 등을 이용하여 우선 심경에 주력하여야 한다.

② 개간지 토양은 토양의 경도가 커서 경운이 곤란한 점이 있으나 농용석회의 시용과 다량의 유기물질의 시용으로 가비중을 감소시킴으로써 점차 경도의 개선이 이루어질 것이며, 동시에 작토의 보수력, 투수력의 향상과 작물근역분포범위의 확대 등으로 심층토의 풍화가 촉진되어 유효토심(작토)도 점차 증대된다.

③ 유효토심을 증대시키기 위해서는 심경을 하여야 하나 이때는 유기물·농용석회 기타 시비량을 증대시켜야 하며, 이것이 또한 유효토심의 증대에 크게 기여한다.

(2) 유기물의 다량 시용

① 개간지토양은 가속침식(加速侵蝕)으로 인하여 표토의 유실이 많고 부식이 집적될 시간적인 여유가 없으며 대체로 유기물함량이 극히 낮다. 즉 개간지토양의 유기물함량은 1%내외로 기경지숙전의 1/2 정도이므로 다량의 유기물이 필요하다.

② 작토의 유기물함량을 제고하기 위한 잠정적 방법으로는 작토중의 유기물함량이 소정의 목표함량(2～3%)으로 유지되게 하기 위하여 유기물투입량을 산정하여야 한다.

③ 완숙퇴비는 부숙도가 30% 정도이나 개간지에 있어서는 다량의 유기물시용을 요하며, 가속침식의 방지는 물론 보수력 등도 큰 문제가 되므로 생짚 등 미숙 퇴구비(manure)를 부초(敷草)하여 유효수분 보존, 토양유실방지를 기한 후 이를 갈아 엎어서 유기물증대를 도모하는 방법도 적용되어야 한다.

④ 이와 같은 방법으로 유기물질이 작토층에 투입되면 토양미생물에 의해 무기화되는 과정에서 미숙부식이나 균사, 폴리우러나이드(polyuronide) 등에 의해 토양의 미세입자들이 입단화되고 따라서 대공극이 증가되어 기상비율과 전공극량이 증대되어 보수력과 투수력 등 물리적 성질이 개선되어 작물생육이 촉진된다.

⑤ 작물생육이 촉진되면 근계가 발달하고 지상부의 생장량(生長量)이 증가하고 이에 따라 토양에 환원되는 유기물함량도 증가될 것이므로 토양 유기물함량이 증대된다.

⑥ 유기물을 시용하면 이에 함유된 각종 NH_4, Mg^{+2}, Na^{+}, Li^{+}, K^{+}와 미량요소인 Fe, Cu, Zn, Mn, B, Mo 등도 공급되어 특히 산성화된 개간지토양에서 고정되기 쉬운 불용성인산을 활성 Al^{+3}, Cu^{+2}등 중금속이온과 결합(협상착염, chelate)하여 인산의 유효도를 증대시키는 효과가 있다.

(3) 석회 물질의 시용

① 개간지의 기경지숙전의 화학적 성질은 매우 달라서 보통 개간지의 토양반응(pH)은 산성화되어 그 값이 낮고, 치환성 Ca, Mg의 함량이 낮아 염기포화도도 기경지의 1/3 정도이고 대부분의 교질물이 미포화교질임이 알려져 있다. 따라서 신개간지의 화학적 성질을 개량하기 위해서는 Ca, Mg 함량이 많은 농용석회나 용성인비를 시용하여야 한다.

② 용성인비는 본래 인산질 비료이기 때문에 인산성분을 공급할 목적으로 그 시용량이 정해져야 한다. 그러나 인산공급목적으로 시용되는 용성인비의 양이 10a당 50kg 이상일 경우에는 농용석회 시용량을 용성인비에서 공급되는 Ca나 Mg함량만큼 감소시킬 수가 있다. 그 까닭은 용성인비 중에는 농용석회석분말과 거의 대등한 Ca 및 Mg가 부성분으로 함유되어 있으며 산도 교정능력도 거의 같기 때문이다.

③ 농용석회의 적정 시용량은 토양의 성질에 따라 각기 다르므로 개간지에 따라서 작토의 토

양시료에 대한 토양검정을 실시하고 그 결과에 의해서 소정의 적정산도(pH 6.5 정도)를 유지할 수 있는 양으로 산정하여야 한다.

④ 개간지에 따라 pH가 각각 다르므로 작토의 토양시료에 대한 석회소요량을 검정하여 적정 석회소요량을 산정하여 시용하여야 하며 용성인비를 사용하는 경우에는 농용석회 적정소요량에서 용성인비 시용량 중의 석회함량을 감하여야 한다.

(4) 인산질 비료의 다량 시용

① 개간지 토양은 Ca, Mg 등의 염기 함량은 물론 인산 (P_2O_5)의 함량이 매우 낮아 유효인산 함량이 기경지 작토중의 함량의 1/10정도로 알려져 있다. 즉 개간지 토양은 일반적으로 산성화되어 있어서 Al-P, Fe-P의 형태로 고정되어 유효태인산함량이 매우 낮다. 이 때문에 개간지토양에서는 인산의 부족이 거의 모든 작물의 정상생육에 제한인자가 되고 있다.

② 인산질 비료를 작토에 시용하면 이의 흡착이 적음은 물론 흡착된다 하여도 유효태인산이 토양교질물 표면에서 고정되고 작물이 흡수 이용하기 어려운 형태로 만드는 능력 즉, 토양의 인산흡수계수가 개간지토양에서는 일반적으로 더 크다. 따라서 인산질 비료의 다량시용이 개간지토양에서는 더욱 요구된다.

③ 일반적으로 인산흡수계수의 5%에 해당하는 인산성분량이 작토의 유효인산함량이며 작토중의 유효인산함량이 인산흡수계수의 5%에 미달일 경우에는 용성인비·중과석 등 유효인산을 시용하여야 한다.

④ 개간지 토양에 있어서는 인산흡수계수가 큰 반면 유효인산함량이 적기 때문에 인산질비료 시용량은 크게 증가한다.

(5) 토양보전과 종합 대책

① 개간지는 대부분 경사지나 기복지에 위치하므로 평탄기경지와 비교해 볼 때 비옥도에서 숙전화 이후에도 세심한 토양관리에 유의할 점이 많다. 그 중에서도 토양침식을 방지하여 적절하게 토양을 보전할 것인가 하는 문제는 매우 중요한 개간지 토양관리 사항이다.

② 경사 개간지토양에서는 토양유실을 방지하기 위하여 재배법으로서 유거수 조절을 위한 경작법이 도입되어야 한다. 경사도 5°이하의 개간지에서는 등고선재배법, 경사도 5°～15°경사 개간지에서는 초생대 설치 및 대상재배법, 15°이상의 경사개간지에서는 단구(段丘, terrace)설치재배법 등 경사도에 따라서 적절히 도입해야 한다.

③ 연간 나지기간을 단축하기 위하여 피복도가 큰 내식성(耐蝕性)작물을 도입하여 윤작, 간작, 교호작 등의 합리적인 작부체계를 수립해야 한다.

④ 숙전화 기간은 물론 숙전 후에도 계속적으로 강우나 강설 후에 유거수량과 유거수 속도를 줄이고, 빗방울의 지표타격작용으로부터의 입단파괴 침식과 비옥도 침식을 방지하기 위해 야생풀 등으로 피복하는 부초법을 적용한다.

(6) 작물에 일어나기 쉬운 원소결핍

개간지 토양의 경우 지력부족이나 토양성분의 부족으로 인해 작물에서 원소결핍이 발생하는 경우가 있다. 따라서 작물재배 전에 아래 표와 같이 각각의 재배작물별로 발생하기 쉬운 원소결핍을 검토하여 적절한 양분관리를 실시해야 한다.

집필위원	분야	성명	소속	직급
	관개배수	김선주	한국농공학회	교수
	농업환경	박종화	한국농공학회	교수
	토질공학	유 찬	한국농공학회	교수
	구조재료	박찬기	한국농공학회	교수
	수자원정보	권형중	한국농공학회	책임연구원

자문위원	분야	성명	소속
	농촌계획	손재권	전북대학교
	수자원공학	윤광식	전남대학교
	지역계획	김기성	강원대학교
	수자원공학	노재경	충남대학교
	농지공학	최경숙	경북대학교
	관개배수	최진용	서울대학교

건설기준위원회	분야	성명	소속
	총괄	한준희	농림축산식품부
	농업용댐	오수훈	한국농어촌공사
	농지관개	박재수	농림축산식품부
	농지배수	송창섭	충북대학교
	용배수로	정민철	한국농어촌공사
	농도	조재홍	한국농어촌공사 본사
	개간	백원진	전남대학교
	농지관개	이현우	경북대학교
	농지배수	남상운	충남대학교
	취입보	김선주	건국대학교
	양배수장	정상옥	경북대학교
	경지정리	유 찬	경상대학교
	농업용관수로	박태선	한국농어촌공사 본사
	농업용댐	손재권	전북대학교
	농지배수	김정호	다산컨설턴트
	농지보전	박종화	충북대학교
	농업용댐	김성준	건국대학교
	해면간척	박찬기	공주대학교
	농업수질및환경	이희억	한국농어촌공사 본사
	취입보	박진현	한국농어촌공사 본사

중앙건설기술심의위원회	성명	소속
	이태옥	평화엔지니어링
	성배경	건설교통신기술협회
	김영환	한국시설안전공단
	김영근	건화
	조의섭	동부엔지니어링
	김영숙	국민대학교
	이상덕	아주대학교

농림축산식품부	성명	소속	직책
	한준희	농업기반과	과장
	박재수	농업기반과	서기관

설계기준
KDS 67 60 13 : 2018

개간 영농계획

2018년 04월 24일 발행

농림축산식품부

관련단체 한국농어촌공사
58217 전라남도 나주시 그린로 20(빛가람동 358) 한국농어촌공사
☎ 061-338-5114 E-mail : webmaster@ekr.or.kr
http://www.ekr.or.kr

(작성기관) 한국농공학회
06130 서울시 강남구 테헤란로 7길 22(역삼동 365-4) 과학기술회관 본관 205호
☎ 02-562-3627 E-mail : j6348h@hanmail.net
http://www.ksae.re.kr

국가건설기준센터
10223 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283(대화동)
☎ 031-910-0444 E-mail : kcsc@kict.re.kr
http://www.kcsc.re.kr

※ 이 책의 내용을 무단전재하거나 복제할 경우 저작권법의 규제를 받게 됩니다.

KDS 67 60 15 : 2018

개간 조사

2018년 04월 24일 제정
http://www.kcsc.re.kr

농림축산식품부



건설기준 코드 제·개정에 따른 경과 조치

이 코드는 발간 시점부터 이미 시행 중에 있는 설계용역이나 건설공사에 대하여 발주기관의 장이 필요하다고 인정하는 경우 종전에 적용하고 있는 기준을 그대로 사용할 수 있습니다.

건설기준 코드 제·개정 연혁

- 이 기준은 KDS 67 60 15 : 2018 으로 2018년 04월에 제정하였다.
- 이 코드의 제·개정 주요사항은 다음과 같다.

건설기준	주요사항	제·개정 (년. 월)
농지개량사업 계획설계기준 개간편	• 농지개량사업 계획설계기준 개간편 제정	제정 (1972. 12)
농업생산기반정비사업 계획설계기준 개간편	• 농업생산기반정비사업 계획설계기준 개간편 개정 • 모든 용어 및 내용 등은 한글 사용을 원칙으로 개정 • 기술용어 등은 관련분야의 개간업무편람 및 농공용어사전을 참고하였으며, 관련 법규 및 법령을 최신으로 수정 • 토지이용을 위한 환경영향검토 부분 신설 • 도로계획에서 교량의 폭 및 농도의 모서리 폭을 시대 변화에 맞도록 개정 • 개간과 관련된 부대시설에 대해 환경친화적으로 계획할 수 있도록 기준 정립	개정 (2006. 12)
KDS 67 60 15 : 2018	• 국토교통부 고시 제2013-640호의 “건설공사기준 코드체계” 전환에 따른 건설기준을 코드로 정비 • 건설기술진흥법 제44조 및 제44조의 2에 의거하여 중앙건설심의위원회 심의· 의결	제정 (2018. 04)

제 정 : 2018년 04월 24일
심 의 : 중앙건설기술심의위원회
소관부서 : 농림축산식품부 농업기반과
관련단체(작성기관) : 한국농어촌공사(한국농공학회)

개 정: 년 월 일
자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회

목 차

1. 일반사항 ····· 1
1.1 목적 ····· 1
1.2 적용 범위 ····· 1
1.3 참고 기준 ····· 2
1.4 용어의 정의 ····· 2
1.5 기호의 정의 ····· 2
2. 조사 및 계획 ····· 2
2.1 조사순서 ····· 2
2.2 기본도 작성 ····· 4
2.3 입지조건조사-적지조건 ····· 5
2.4 토지이용현황 조사 ····· 7
2.5 토지분류 조사 ····· 8
2.6 토지이용능력 조사 ····· 13
2.7 기상 및 수문 조사 ····· 15
2.8 지형 및 지질조사 ····· 17
2.9 토양 및 식생조사 ····· 19
3. 재료 ····· 24
4. 설계 ····· 24

개간 조사

1. 일반사항

1.1 목적

개간조사는 농어촌정비법 제2조 제5호의 규정에 따라 농업생산기반정비사업 중 개간사업을 시행함에 있어 미간지를 농지로 개발함에 따르는 기본사항을 조사, 분석, 검토하기 위한 것이다.
개간사업은 지금까지 농지로 이용하고 있지 않던 토지를 사업대상으로 하고 있다. 그러므로 그곳의 자연적 입지조건, 토양조사, 사회경제여건조사 등에 대해서 신중히 조사하여 그 결과를 토대로 계획을 수립하여 사업을 실시하게 된다. 이를 위해 해당 농가 및 농업관련기관, 행정기관 등이 함께 사업추진체계를 구성하여 조사계획의 검토에서 실시설계 및 시공에 이르기까지 면밀한 협조가 있어야 하는데, 특히 단계별로 다음과 같은 점에 유의한다.

1.1.1 조사계획단계

조사계획단계에서는 해당 지역의 입지조건, 지역주민의 의견, 그리고 관련기관과의 긴밀한 협조 등을 고려하여 사업계획을 수립한다. 조사계획단계에서 유의할 점을 보면 다음과 같다.

(1) 개발대상지역의 자연적 입지조건이나 해당 농가의 의견 등을 충분히 수렴하여 사업계획을 수립한다.

(2) 농업기관이나 행정기관과 협조하여 지역의 농업기술 수준을 고려하여 실현 가능한 사업계획을 수립한다.

(3) 사업계획에는 경영의 안정을 위하여 소요되는 비용이나 수익자 부담 등의 검토도 포함하여야 하며, 그 내용에 대해서 수익자나 지역관계자 등의 이해를 얻도록 한다.

1.1.2 실시단계

개간에 적합한 지역의 선정에는 자연적·사회적·경제적 입지조건을 상세히 조사한 후 그 토지를 개간하여 목적에 부합하는 농업경영을 할 수 있는지, 국토자원의 이용목적에 부합하는지, 농지보전을 할 수 있는지, 다른 산업과의 조정이 가능한지 등을 신중히 검토한다. 실시단계에서 유의할 점은 다음과 같다.

(1) 사업계획서의 내용을 토대로 지역의 조합, 수익자, 행정기관 등과 사업의 실시 및 내용에 대해서 분석·검토할 수 있는 조직을 구성한다.

(2) 사업계획서의 검토 결과에 따라 내용을 변경할 필요가 있을 경우에는 지역관계자에게 비용부담의 증감 등을 포함한 변경내용에 대한 이해와 합의를 얻도록 한다. 개발의 필요성과 목적에 부합하는 사업계획이 되도록 기본조사를 실시하며 실시설계가 이루어지도록 한다.

1.2 적용 범위

· 내용 없음

1.3 참고 기준

· 농림부, 2006, 농업생산기반정비사업계획 설계기준 개간 편

1.4 용어의 정의

· 내용 없음

1.5 기호의 정의

· 내용 없음

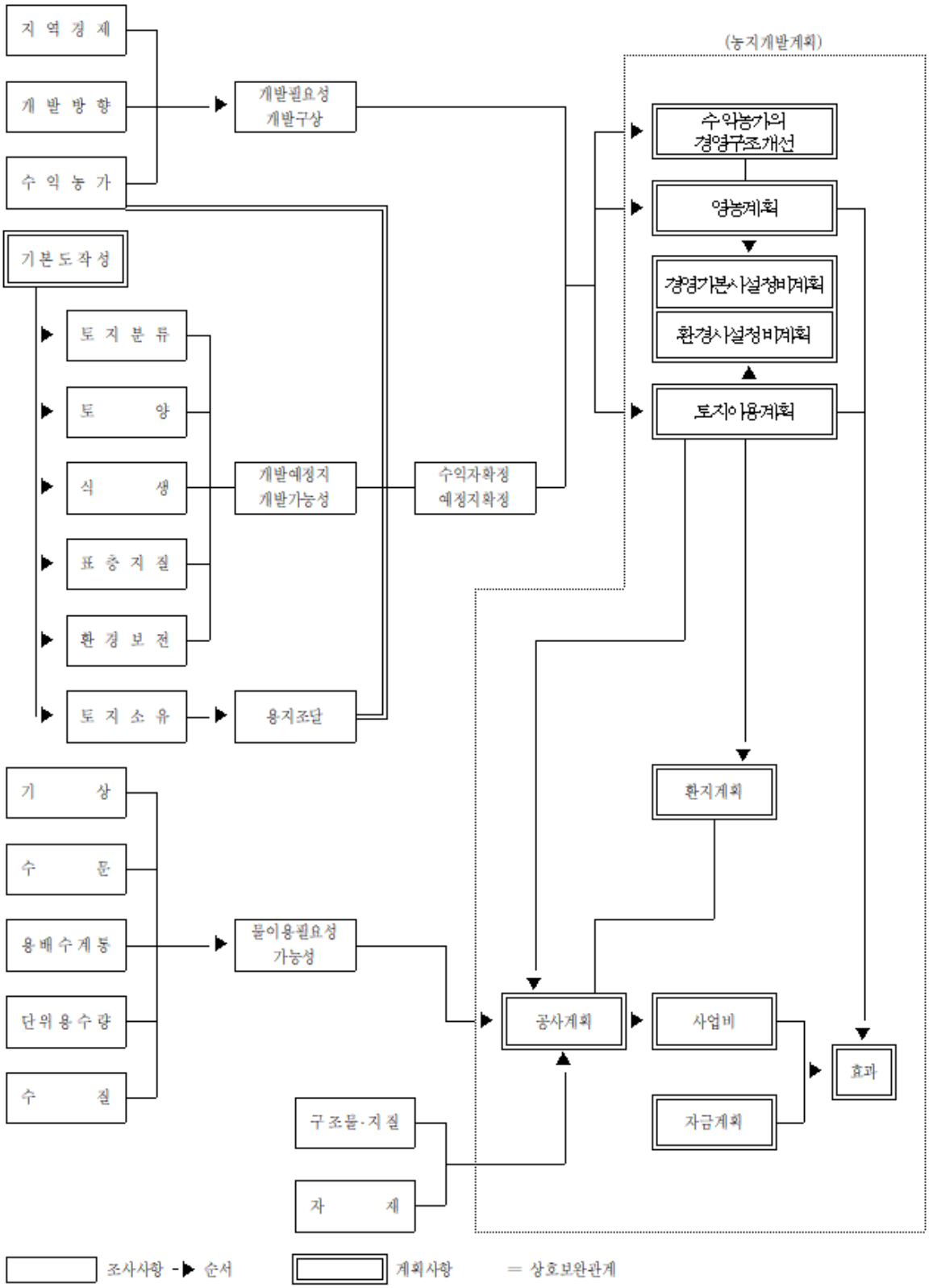
2. 조사 및 계획

2.1 조사순서

계획수립에 필요한 조사의 순서는 사업의 규모 및 지역특성에 따라 일률적으로 규정하는 것은 적절하지 않다. 우선 예정지조사에 의해서 지역의 개략적 현황을 파악하고 그 결과에 의해 사업의 필요성을 판단함과 동시에 해당 지역의 개발계획 및 관련 농업생산기반정비사업계획 등 그 지역의 장래 개발방향에 따라 개간사업의 기본방침을 설정한다. 이 기본방침 및 예정지 조사의 결과를 토대로 하여 조사계획을 수립하고 기본 조사를 실시한다.

기본조사의 결과에 따라 계획을 확정하고 실시설계를 시행한다. 이것은 모든 조사가 완료된 후 계획과 설계를 시행한다는 것을 의미하는 것은 아니다. 조사, 계획, 설계는 언제나 연계될 수 있도록 병행·추진시키고, 계획 및 설계 시행 중에 발생하는 새로운 문제에 대응하여 필요한 조사를 한다.

<그림 2.1-1>은 개간사업조사계획의 흐름을 나타낸 것이다. 일반적으로 기본도를 작성하고 이를 바탕으로 토지자원측면에서 개발적지 조사 및 토지권리 조정을 위한 조사와 개발방향을 명시하기 위한 사회·경제적 조사, 그리고 기상, 수문 등의 수자원 조사 등으로 구분된다. 이들 조사를 병행 실시하여 상호간의 관계를 검토한 후 개발구상을 수립하고 조사결과에 따라 영농계획, 토지이용계획, 공사계획 등의 계획서를 작성한다.



<그림 2.1-1> 개간사업 조사계획 흐름도

2.2 기본도 작성

개간계획 수립시의 첫 단계는 기본도의 작성이다. 개발예정지역에서 개발가능지 선정은 토지분류, 기상, 수문, 농업개황 등의 조사와 영농계획, 토지이용계획, 공사계획 등의 검토가 필요하다. 개간사업은 조사와 계획의 내용이 다양하고 조사범위가 광범위하기 때문에 기본도는 토지분류, 농지분배 및 공사 등의 각종 계획과 사업실시에 있어 매우 중요한 자료가 된다.

2.2.1 기본도의 종류

기본도는 조사와 계획의 내용, 그리고 조사단계에 따라서 적절한 축척을 사용한다. 개간계획 수립을 위한 기본도의 경우 다음과 같은 축적을 사용한다.

(1) 유역면적을 파악하고, 기상 및 수문 관측기록의 적용범위 결정 등에는 1/25,000 또는 1/50,000 지형도를 이용한다.

(2) 토지분류, 식생조사, 토지이용현황 조사, 용·배수계통 조사, 토지소유자 조사, 공사계획 조사 등에는 1/5,000 지형도 또는 1/6,000 임야도를 이용한다.

(3) 개량원지형공(改良原地形工)의 계획, 공사설계, 환지계획 등에는 일반적으로 1/1,000 또는 1/1,200의 기본도를 이용한다.

2.2.2 대상구역의 결정

지형도, 토지이용현황도 등 각종 도면자료를 수집하여 개발예정지역의 현황을 파악하여 대상구역을 결정한다. 국토지리정보원 발행의 1/25,000 지형도 등을 기본으로 하여 항공사진, 토지소유관계도(임야도, 지적도)와 개발예정지역의 토지이용 현황도를 참고로 하여 수정·보완하고 그 도면을 기초로 개발가능지의 개략적인 형태를 표시한다.

수익자의 의사와 용지 조달 가능성을 고려하여 조사대상구역을 결정하는 동시에 수원시설, 용·배수시설, 농로 등의 계획과 범위를 고려하여 대상구역을 결정한다.

2.2.3 기본도의 작성

원도(原圖)의 작성방법은 항공사진을 도화(圖化)하는 방법과 임야도와 지적도의 복사본을 기본으로 지상에서 지형측량한 도면을 이용하여 작성하는 방법 등이 있다. 개간 대상구역은 넓고 산지를 주 대상으로 하기 때문에 일반적으로 항공측량에 의하여 도화하는 것이 바람직하다.

도화작업은 답사 → 표지설치 → 촬영 → 도화 → 성과확인의 순서로 시행한다. 도화하는 지형도의 축척은 1/1,200 ~ 1/3,000로 하고, 등고선의 간격을 1.0 ~ 2.0m로 한다.

2.2.4 경계측량

도화된 지형도에 토지소유자별 지적의 경계를 표시하는 작업으로서 지상측량에 의하여 얻은 성과와 임야(토지)대장을 참고하여 관계자의 입회하에 측량한다.

개발예정지는 임야 또는 황무지로서 기존경계가 불분명하고, 수목이 우거져 있을 뿐 아니라 변형된 지형이 많은 지역을 대상으로 하기 때문에 경계측량을 할 때는 세심한 주의를 필요로 한다. 환

지(換地)가 필요한 경우에는 확정측량에 앞서 종전 지적측량을 하게 되므로 분쟁이 발생하지 않도록 신중을 기한다.

2.3 입지조건조사-적지조건

미간지(개발예정지) 내에는 농경지가 될 수 있는 양호한 토지와 농경지로 전혀 이용할 수 없는 토지가 다양하게 분포하기 때문에 기본계획 수립 시에는 해당 토지를 일정한 기준에 의해 분류함과 동시에 입지조건을 검토하여 합리적인 이용계획을 수립한다.

어느 지구의 토지를 개간하는 것이 기술적으로나 경제적으로 적합한가 하는 것을 심의하는 기준으로서 기상, 토지의 표고, 경사, 토양, 용수, 농지보전, 도로와 교통, 사회·경제적 조건 등 다양하게 고려하여야 한다.

개간 적지는 개간 후에 안정된 농사를 지을 수 있어야 하고, 개간하는 것이 현재의 용도로 이용하는 것 보다 효과적이어야 하며 농지보전상 지장이 없도록 유의하여야 하며, 다음과 같은 사항들을 중심으로 검토한다.

(1) 기상

개간 대상지역의 기상은 농업과 밀접한 관계가 있기 때문에 작물재배에 적합한 기후와 기상조건을 갖추어야 한다. 작물생육에 중요한 기상인자에는 기온, 일조시간, 강우량, 서리의 시기, 풍향 및 풍속 등 매우 다양하다. 이중 작물 생육에 가장 지배적인 요인으로는 기온을 들 수 있다.

한랭지대의 농업지역은 월평균기온이 10℃ 이상 되는 달이 4개월 이상이고, 혼합농업과 경종(耕種) 농업지역은 일평균기온 13℃ 이상인 일수가 110일 이상이며, 5월부터 9월까지의 월평균기온이 15℃ 이상이면 영농이 가능하다.

그러나 다른 조건이 양호하고 일평균기온 13℃ 이상인 일수가 90일 이상이며, 5월부터 9월까지의 월평균기온이 13℃ 이상이면 혼합농업과 경종농업이 가능하다.

(2) 토지의 표고

토지의 표고가 높아지면 기온이 낮아진다. 우리나라는 대략 고도 100m당 약 0.7℃씩 낮아지고 있는데, 일반적으로 토지의 경사도가 완만하면 그 감소율이 낮고 급하면 높다. 그러나 획일적으로 표고의 한계를 정할 수 없으므로 개간지의 표고를 조사하여 고도가 재배할 작물의 생육에 적절한 기온의 범위 안에 드는 곳을 선정한다.

(3) 토지의 경사

우리나라는 국토의 대부분이 산지로 이루어져 있으므로 개간 가능지를 산지에서 찾게 되며, 논의 약 20%, 밭의 약 40%, 과수원의 약 70%는 산지에 있는 경사지를 개간한 것이다.

개간적지의 경사조건은 다음과 같다.

① 지형의 경사도에 따라 주거지에서 경지 사이의 생산물 및 자재 운반의 노동력에 차이가 나타나며(상승에 2.0~2.3배, 하강에 1.5~1.7배), 그 한계경사는 대체로 25°이다.

② 경지 자체의 경사도가 급하면 영농노동력이 약 27% 가량 증가하여 생산비 또한 증가한다. 일반적으로 농작업의 경우 경운기나 트랙터는 8~10°, 우마는 15°, 인력은 30°~40°가 경사한계이다.

③ 15°이하이면 등고선 경작과 대상재배로 토양침식을 방지할 수 있으나, 그 이상은 토양보전 시설을 갖추거나 또는 계단공이나 개량원지형공으로 경지면의 경사를 낮추어야 한다.

급경사가 개간을 제한하는 중요인자는 되지 못하지만 소득향상을 위하여 집약재배를 하거나 기계화를 통한 대규모 영농에서는 토지경사를 기계경작에 알맞도록 절토나 성토공사로 낮추어야 한다. 그러나 토공작업을 무리하게 시행하게 되면 과다한 비용지출로 적지조건을 충족시키지 못할 수도 있다.

(4) 토양

개간사업은 절토 및 성토공사 작업만으로 완료되는 것이 아니라 그곳에서 작물을 적절히 재배할 수 있는 토양의 조건이 매우 중요하다. 유효토층의 두께, 토성, 자갈 함유량 등이 적지조건의 요소가 될 수 있으나 인위적으로 토양을 개량할 수 있으므로 극단적으로 불량한 토양이 아니면 개간은 가능하다. 즉, 농지로 적합한 토양은 토심이 깊고 자갈이 적으며 토양수분이 많을수록 좋다. 이와 같이 토양조건을 갖추어야 개간 후에 작물 경작이 이루어질 수 있기 때문에 토양조건이 개간의 적지선정에 매우 중요한 기준이 된다.

(5) 용수

개간지의 안전한 영농을 위해서는 작물의 생육에 필요한 물을 충분히 확보하여야 한다. 또한, 개간지 영농에 종사할 사람들을 정착시키는 계획을 수립할 경우에는 농가에 필요한 생활용수도 안정적으로 공급하여야 한다. 일반적으로 위생·방화시설을 고려하여 500 l /일/호의 급수계획을 수립한다.

음용수는 수질이 양호하여야 하므로 빗물에 의존하는 일은 드물고 지표수나 지하수에 의존하는데, 계절적으로 갈수(渴水)가 되지 않는 수원이어야 한다.

(6) 농지보전

우리나라는 지세나 기상 여건상 풍수해가 자주 발생하므로 경사지의 침식과 붕괴, 강풍지대의 풍식 등의 재해를 방지한다. 이러한 재해는 지표의 식생상태와 밀접한 관계가 있으므로 국토보전 차원에서 재해예방을 목적으로 현존하는 산림보전지역을 재평가하여 그 지역은 조사대상에서 원칙적으로 제외한다. 즉, 특수 우량림, 모수림(母樹林)(종자 ·접수(接穗) ·삽수(揷穗) 등을 얻기 위해 육성 지정한 우량림)등 보호를 요하는 곳, 토양보전과 치산치수를 위한 보안림, 사방 지정지 등의 녹지와 토양보전 대상지는 개간대상에서 제외한다.

(7) 도로와 교통

개간 대상지는 기존의 도로 가까이 위치하거나 교통에 지장이 없는 지역이 적합하다. 효율적인 영농을 위해서는 기존 도로까지 연결하는 도로를 신설하여야 하며, 이에 대한 기술적, 경제적 관점에서 그 타당성을 고려해야 한다. 도로밀도는 250m/ha가 적정하며 고립성이 강한 산간의 소규모 생산지를 방사상으로나 순환상으로 연결하여 도로망을 형성해야 한다. 이와 함께 ① 각종 농산물생산지를 단지화하여 기계화영농을 촉진시키고, ② 다양한 농산물을 집·출하지점에 집중시켜 유통시키고, ③ 농지, 주거지 및 시장을 직결·긴밀화시키고, ④ 농업과 관광을 연계하도록 한다.

(8) 사회·경제적 조건

개간적지를 판단할 경우 물리적 조건뿐만 아니라 채소, 화훼, 과수 등 각종 농산물의 생산과

유통이 원활하게 지원되는 지역인지, 또는 작목별 생산자 단체 등이 조직되어 잘 운영되고 있는 지역인지 등 사회적, 경제적 조건 등도 충분히 검토하여야 한다.

(9) 기타 조건

채초지, 임지(林地) 등을 개간할 경우에는 토지이용상의 조정이 필요하며, 수산업이나 광업권과 관계가 있는 토지는 관련기관과 협의를 한다.

이상의 여러 조건을 충족하는 경우라도 공공목적의 사업계획이 확정된 지역이나 채종림(採種林) 보존을 위한 국유림이나 시험림, 명승고적지, 공설묘지 등은 제외한다.

2.4 토지이용현황 조사

개간사업 토지이용계획의 기초자료를 얻는 데 필요한 조사로서 해당 개간사업지역의 토지이용현황 즉 경지, 초지, 임야 등 이용구분별 개발 가능면적 등을 조사한다.

대상구역 전반에 걸쳐 기존의 각종 자료(지형도, 법적 용도구역 자료 등)에 의하여 도면상에서 이용구분별 면적을 조사하고 이를 기초로 하여 현지에서 조사·확인하여 <표 2.4-1>에 정리·기재한다. 그리고 계획지구 내의 토지에 대하여 시·군에 비치되어 있는 지적원도와 토지대장에 의하여 공부(公簿)상의 지적을 조사하고 이를 현지에서 확인하여 <표 2.4-2>에 정리한다. 마지막으로 토지소유자별 면적을 공부(公簿)상에서 조사하여 <표 2.4-3>에 정리·기재한다.

<표 2.4-1> 토지이용현황 조사표

구 분	면 적(ha)	이용상태	비 고
임 야			
경 지			
논			
밭			
과수원			
목야지(牧野地)			
채초지(집약초지)			
도 로			
폐염전(廢塩田)			
하 천			
유 지(溜池)			
택 지			
구 거(溝渠)			
기 타			

<표 2.4-2> 지구내 토지이용현황

토지소유지	지번	공부상 지목 및 지적		현재 지목 및 지적		비고
시(군)면리	번지	지목	지적	지목	지적	

<표 2.4-3> 토지 소유자별 공부상 면적

소유지	지 번	지 목	지 적	토지소유자		비고
				주 소	성 명	

2.5 토지분류 조사

토지분류 조사는 농지개발의 적합성 여부를 판단하는 중요한 조사로서, 경사, 토층의 두께, 토성, 자갈함량, 침식도의 5개 항목을 중심으로 영농계획, 토지이용계획, 공사계획 등을 수립하기 위한 자료를 얻기 위하여 조사한다.

2.5.1 예비조사

토지분류 조사를 효율적으로 실시하기 위하여 경사 및 표층지질에 대해서 기존자료를 기본으로 개략경사구분도(예찰도)와 지표지질도를 작성하여 현지조사의 구체적인 방법·순서 등을 정해서 실시한다.

예비조사의 기본이 되는 개략경사구분도 작성은 지형도(1/2,500~1/5,000)를 사용해서 경사도를 측정하는데, 그 기준계산식은 아래 식과 같다.

$$\tan\theta = \frac{h}{d \cdot M} \qquad (2.5\text{-}1)$$

여기서, θ : 경사도(°),

h : 표고차

d : 지형도상 등고선의 간격

M : 지형도축척의 도수 (예: 축척 1/5,000인 경우 5,000)

경사도는 소유역단위로 구분하여 가장 낮은 곳과 가장 높은 곳의 평균경사도를 말한다. 여기서 경사도를 %로 나타내면 다음과 같다.

$$\text{경사도}(\%) = \tan\theta \times 100 \qquad (2.5\text{-}2)$$

실제로 작업을 할 때에는 사용하는 지형도의 축척에 따라 다음 표와 같은 조견표를 작성한다.

<표 2.5-1> 경사도의 조견표

축척 1/25,000 (M=25,000), 표고차 50m (h=50)인 경우					
d (cm)	Θ (도)	d (cm)	Θ (도)	d (cm)	Θ (도)
11.458	1	0.746	15	0.346	30
2.286	5	0.579	20	0.286	35
1.134	10	0.429	25	0.238	40

표층지질도는 지형·표층지질·표층지질의 층두께·구성지질·지질의 경도 등의 조사결과를 표시 식으로 나타낸다.

2.5.2 현지조사

개략경사 구분도와 표층지질도를 기본으로 각 항목별로 조사하며, 개략조사와 정밀조사로 구분하여 실시한다.

(1) 개략조사

개략조사는 조사지구의 현황을 파악해서 정밀조사를 할 때 각 요인별 측정조사가 전체적으로 다르지 않도록 사전에 개략적인 현지조사를 한다.

조사지역 전체를 대상으로 지형·지질·토양·기후·식생 등을 직접 조사하고, 토양단면의 특징과 제한인자 등을 파악·고찰해서 경제성과 효율성을 고려하여 정밀조사방침·정밀조사순서·기계준비 등을 결정한다.

(2) 정밀조사

정밀조사 측점이 많을수록 정밀도는 높아지나, 조사기간·인원 등의 제한이 있으므로 소지형단지(대략 5 ha 미만) 또는 100~200m 방안에 따라서 경사·유효토층의 두께·토성·자갈함유량·침식정도 등을 측정·확인한다.

대규모단지(대략 5ha 이상)인 경우에는 1단지 내에서도 다른 등급이 존재할 경우가 많으므로 일단 100~200m 방안(1~4ha)에 1점 비율로 측정한다. 각 항목별 조사결과는 개발형태별(밭·초지별)로 정해진 등급과 기호로 나누어 구분한다.

(3) 항목별 조사

① 경사

핸드레벨(hand level), 클리노미터를 사용하여 예비경사구분의 확인조사를 실시하여 <표

2.5-2>를 기준으로 현지경사가 예비조사결과와 다를 경우에는 현지에서 수정한다.

② 유효토층의 두께

기암·반층 또는 역층까지의 두께를 나타내는 것으로 <표 2.5-3>의 기준에 따라 토층을 제한하는 요인을 확인한다. 조사지점에 대해서 보링 스틱이나 핸드 오거(hand auger)로 시굴조사를 하고, 또한 25ha에 1점 비율로 상세조사를 한다. 시굴깊이는 1.0~1.5m이다.

③ 토성

지표 아래 50㎝까지의 토성을 대상으로 토양의 점착성, 모래함량, 촉감의 정도 및 건토의 응집력의 대소 등을 종합해서 <표 2.5-4>의 기준에 따라 판정한다. 조사는 100~200m 방안의 각 교점에 대해서 시굴조사를 실시하며, 25ha에 1점 비율로 상세조사도 실시한다.

<표 2.5-2> 토지경사 분류기준(밭)

급위	구분	경 사	적 성	도면의 채 색
Ⅰ	1	3° 이하	침식의 위험성이 없음. 승용 트랙터에 의한 기계화 일관작업에 전혀 지장이 없음.	녹
Ⅱ	2-a 2-b 2-c	3~8° 8~12° 12~15°	침식의 위험성 소~중. 승용 트랙터에 의한 기계화 일관작업에 어느 정도 지장이 있음.	황
Ⅲ	3-a 3-b 3-c	15~20° 20~25° 25~30°	침식의 위험성 중˜대. 작업효율은 낮으나 기계의 부분이용이 가능함.	적
Ⅳ	4-a 4-b	30~35° 35° 이상	침식의 위험성 큼. 개간의 한계. 개간부적합	자

<표 2.5-3> 토층의 두께 분류기준(밭)

급위	유효토층 두께(㎝)	적 성
Ⅰ	100 이상	적정한 생산을 올리고, 적절한 관리작업 가능
Ⅱ	100~70	계단공은 경사에 따라 공법이 제한됨. 원지형개간에 적합
Ⅲ	70~40	계단공은 경사에 따라 어느 정도 공법이 제한됨. 원지형개간에는 대체로 적합
Ⅳ	40 이하	계단공은 조성 곤란. 원지형개간은 가능하나, 적정한 생산을 올리고 적절한 관리작업은 곤란

<표 2.5-4> 토성 분류기준

급위	토 성	밭
Ⅰ	점토함량 15~45% (사질양토~미사질식토)	적정한 생산과 적절한 관리작업을 하는데 거의 제한인자가 없다.
Ⅱ	점토함량 5~15% (조사질양토~미사질양토)	적정한 생산과 적절한 관리작업을 하는데 어느 정도 제한인자가 있어서 토양에 따라서는 토지개량대책이 필요하다.
Ⅲ	점토함량 45% 이상 (중점토 또는 저위, 중간이탄토)	적정한 생산과 적절한 작업을 하는데 매우 큰 제한인자가 있기 때문에 토지개량대책이 필요하다.
Ⅳ	점토함량 5% 이하 (미사 또는 고위이탄토)	적정한 생산과 적절한 관리작업을 하는데 각각 커다란 제한인자가 있기 때문에 개간에 적합하지 않다.

④ 자갈함유량

25ha에 1점 비율로 시굴조사(깊이 <표 2.5-5> 참조, 폭 1.0m, 길이 1.0m)를 실시하여 영농에 지장이 있는 자갈(직경 5.0㎝이상의 미풍화 또는 반풍화력)의 용적비를 구하여 <표 2.5-6>의 기준에 따라 분류한다. 표층지질도 등을 사용하여 자갈함량이 제한요인이 된다고 판단되면 5~10ha에 1점 비율로 시굴조사를 한다. 자갈의 크기는 <표 2.5-7>과 같이 구분한다.

<표 2.5-5> 자갈제거의 목표와 조사할 깊이(H)의 표준치

구 분	자갈제거 목표		조사할 깊이 H (㎝)
	대 상	작토 두께(㎝)	
논	소력 또는 중력 이상	15~20	30~60
보통밭	중력 또는 중력 이상	20~25	60~90

주) 소력 : 30~50mm, 중력 : 50~100mm

<표 2.5-6> 자갈함유량 분류기준 (밭)

급위	자갈함유량 (경사도)	적 성
Ⅰ	5% 이하 (3° 이하)	작목에 관계없이 적정한 생산과 적절한 관리작업을 쉽게 할 수 있다.
Ⅱ	5~10% (3~8°)	작목에 따라서는 적정한 생산과 적절한 관리작업을 하는 데 약간의 지장은 있으나 제거할 필요는 없다.
Ⅲ	10~30% (8~15°)	적정한 생산과 적절한 관리작업을 하자면 커다란 지장이 생기므로 제거할 필요가 있다.
Ⅳa	30% 이상 (15~25°)	경지로서의 이용은 부적합. 단, 작목에 따라서는 제거후 이용가능
Ⅳb	노암	개간 부적합지

<표 2.5-7> 자갈의 구분

구 분	크기의 범위	적 요
미소력	30㎜ 체를 통과하고 2㎜ 체에 잔류하는 것	체규격은 KSF에 준한다.
소력	50㎜ 체를 통과하고 30㎜ 체에 잔류하는 것	
중력	100㎜ 체를 통과하고 50㎜ 체에 잔류하는 것	
대력	지름 10 ~ 20 ㎝	
거력	지름 20 ~ 30 ㎝	
거암	지름 30 ㎝ 이상	

⑤ 침식도

기본도에 100~200m 방안을 짜서 교점마다 20m×20m 크기의 표본구를 설치하고, 표토유실의 정도와 심토 노출, 걸리(gully) 발생을 <표 2.5-8>에 따라 분급한다.

<표 2.5-8> 침식도 분류기준

급 위	적 성
Ⅰ	표토의 유실이 지표면의 25% 이하로서 잔여표토가 15㎝ 이상인 것
Ⅱ	표토의 유실이 지표면의 25 ~ 75%로서 잔여표토가 15㎝ 미만인 것
Ⅲ	표토의 유실이 지표면의 75% 이상으로 심토 일부가 유실된 것
Ⅳ	걸리(gully) 침식지

각각의 분류기준을 종합한 개간적지 선정기준은 <표 2.5-9>와 같다.

<표 2.5-9> 개간적지 선정기준 (밭)

인자 / 급위	경사 (%)	유효토층 두께(cm)	토 성	자 갈 함량(%)	침 식 도
Ⅰ	0~3° (0~5)	100 이상	점토함량 15~45% (사질양토~미사질식토)	5 이하	지표유실 25%이하, 잔여 표토두께 15㎝ 이상
Ⅱ	3~8° (5~14)	100~70	점토함량 5~15% (조사질양토~미사질양토)	5~10	지표유실 25~75%, 잔여 표토두께 15㎝ 이하
Ⅲ	8~15° (14~26)	70~40	점토함량 45% 이상 (중점토 또는 저위, 중간 이탄토)	10~30	지표유실 75% 이상, 심토 일부 유실
Ⅳ	15~25° (26~46)	40 이하	점토함량 5% 이하 (사토 또는 고위 이탄토)	30 이상	걸리(gully)침식지

⑥ 보완조사

농지조성에서 개량원지형개간과 같이 대규모 절·성토를 하는 토지는 깊은 시굴이나 보링을 하며, 계획조성지의 토성·자갈함량 등의 경향을 파악해서 토층개량계획과 공사계획을 수립한다.

2.5.3 개간적지 여부의 결정

개간적지 선정기준의 분석결과 및 농지조성 종합판단 적성분석 결과를 토대로 관련법규의 저촉여부, 환경에의 영향, 영농조건 등 관련사항을 종합적으로 검토하여 결정한다.

개간적지 여부의 결정은 대상토지에 대해 주요 요인별로 현지 조사한 결과를 종합화한 <표 2.5-9> 개간적지 선정기준과 <표 2.5-10> 농지조성 종합판정과 적성 분석 결과에 따르는 것을 원칙으로 한다. 즉, 일반 밭작물 등 농지이용 목적에 따른 농지적지 조건을 고려하며, Ⅰ, Ⅱ 등급에 대해 우선적으로 적지선정을 하도록 한다. 부득이하게 Ⅲ, Ⅳ등급지인 경우에는 관련법규, 환경성, 영농조건 등을 종합적으로 검토 판단하여 제한적 또는 부적합 요인을 사전에 해결하는 경우에 한해 관계기관의 심의를 거쳐 조성할 수 있다.

개간 대상지 선정과 관련하여 개간대상 제외지역과 개간대상지 선정은 각각 개간 업무지침 제4조와 제6조 규정에 따른다.

<표 2.5-10> 농지조성 종합판정과 적성

급위	발 적 성
Ⅰ	농지로 가장 적합한 토지로서 거의 제한인자가 따르지 않으며, 경사가 거의 수평(0~3°)이고, 침식위험이 적고, 토심이 깊고(100m 이상), 자갈이 거의 없고(5% 이하), 배수가 잘되어 작업하기 쉬우며, 보수력이 좋아서 생산성이 보통 이상인 우수한 토지
Ⅱ	토양관리와 침식에 의한 농지보전이 요구되나 느린 경사(3~8°)로 기계화 경운이 가능하고, 깊은 토심(70~100m)으로 일반적으로 등고선 경작·대상재배 등으로 안전하게 경운작물과 목초재배를 할 수 있는 생산력이 보통인 토지
Ⅲ	중간 경사도(8~15°)와 중간 자갈함량(10~30%), 얕은 토심(40~70cm), 낮은 보수성, 낮은 비옥도 등으로 Ⅱ급지보다 더욱 엄격한 제한이 따르는 것으로 농지보전대책을 적극적으로 세워서 작물선택을 해야 농경에 약간 적합한 토지로 생산성이 보통 이하가 된다. 그러나 경제적인 채산이 맞도록 영농할 수 있으므로 증단용지로 우선 분배되어야 하는 토지
Ⅳ	매우 엄격한 제한이 따르므로 일반적으로는 농경에 부적합하다. 다만, 기후 또는 경제적 여건이 매우 좋고 엄격한 작물 선택과 엄격한 관리를 하면 경지로 이용할 수 있으나, 일반적으로는 임지 방목지로 적합하다. 급한 경사(15~25°), 심한 침식, 얕은 토심(40cm 이하), 많은 자갈함량(30% 이상), 낮은 보수력 등은 많은 개선대책이 필요한 토지

2.6 토지이용능력 조사

토지이용능력등급을 구분할 때에는 토지분류조사의 5가지 제한인자를 표기하되, 등급의 종합표시는 로마자로 표기한다. 특별히 사용할 가능성이 있거나, 침식에 유의해야 하는 것은 등급 다음에 별도의 기호로 표기한다. 개간의 최종목표는 농지조성이므로 토양특성에 근거를 두고, 생산능력·기상조건·토성 등 토지이용시 제한조건을 중심으로 토지이용능력을 등급별로 판정한다.

2.6.1 토지형태 분류

토지형태분류(land-type classification)는 토지의 3성격(자연적 성상, 위치적 성질, 현황이용형

태)에 대해서 각각 생산능력 면에서 공통성을 가지는 몇 가지 범주(기후구분· 지형분류· 토양분류· 자연식생구분·교통편의분류· 현황토지이용분류 등)로 토지형태를 분류하여 토지이용계획 작성 시 비교대조자료로 이용한다.

2.6.2 토지이용능력 분류

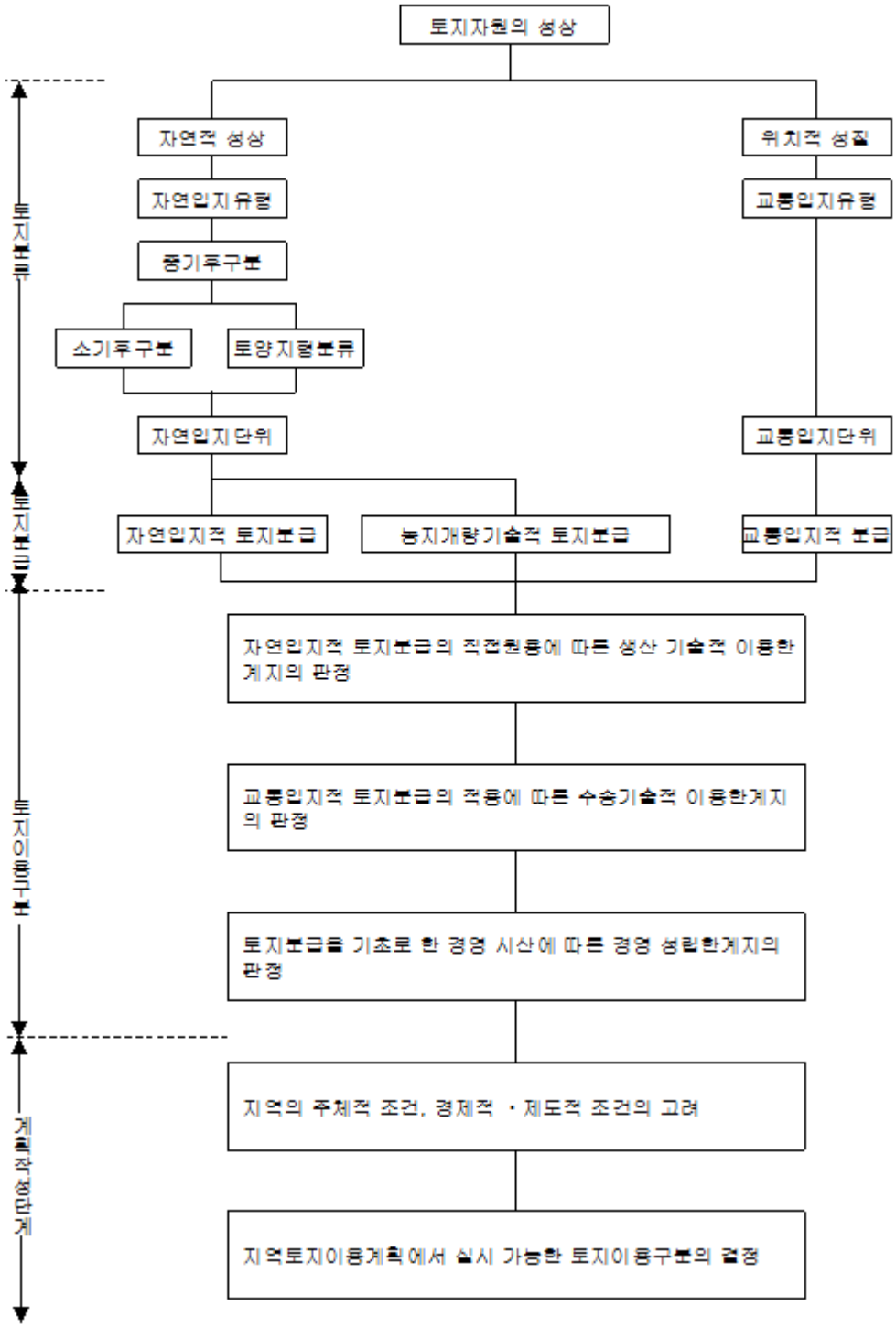
토지이용능력분류(land-use-capability classification)은 토지형태분류에 의해서 토지취급단위마다 분류한 토지를 밭·수원지로 개간하는데, 자연적 조건, 위치적 조건 및 농지개량 기술적 조건 등의 측면에서 이용의 적합성 또는 가능성에 따라 등급을 나눈다.
토지이용능력의 등급 구분 시에는 자연적 조건으로 경운·관리 및 침식방지의 효율성, 생육의 제한성 등을 검토해야 하고, 위치적 조건에는 생산물 수송의 경제적 거리한계, 농지개량 기술적 조건으로는 계단형·관개형·지력증진 등의 농지개량 기술시공의 효율성을 검토한다.

2.6.3 토지이용 구분

토지이용구분(land-use classification)은 토지이용계획 작성기법의 최종단계로 장래에 목표로 하는 토지이용형태를 나타내는 중요한 기법이며, <그림 2.6-1>의 개념도에 따라 실시한다.
토지이용능력 구분에 의해서 이용의 적응성 또는 가능성을 평가하여 등급을 매긴 토지를 다시 농업의 생산용지로서 각각 밭·수원지·임지 등의 적합성과 효율성을 비교 및 판정하여 토지이용계획의 기본방향을 결정한다.
생산용지에서는 토지 순수익 또는 지역 순생산을 최대로 높이는 관점에서 토지이용구분을 하고 있다. 경지 등 농지의 이용구분은 다음과 같은 방법으로 실시한다.

① 자연입지적 토지이용능력분급(개간적지기준) 및 교통입지적 토지 분류기법을 직접 적용해서 이용적지나 부적합지를 구별하여 판정한다.
② 토지이용능력구분 결과를 토대로 경영의 적지나 부적합지를 판정한다.
③ 어떠한 이용에도 적지로 판정되는 토지는 상대적인 적합성을 판정한다.

이와 같은 토지이용구분은 농업생산이라는 특정조건을 전제로 한 것이지만, 지역발전을 위한 토지이용계획은 종합적인 배려와 조정을 한다.
앞으로 국토이용계획법 중에서 농업진흥지역·산림보전지역·자연환경보전지역 등도 재검토되고, 토지이용관계법령도 정비되어 종합적이고 계획적이며, 질서 있는 토지이용이 되도록 재정립한다.



<그림 2.6-1> 토지이용구분방법의 개념도

2.7 기상 및 수문 조사

2.7.1 기상조사

영농계획, 용·배수계획, 방재계획 등의 기초자료 확보에 필요한 조사로서 지역의 일반기상, 특수

개간 조사

기상, 재해기록에 대해서 조사한다. 기상자료는 계획대상지역이나 인근 관측소에서 수집하며, 사전에 관측소의 위치, 표고, 관측항목, 기간, 신뢰성 등을 조사한다. 기존 관측소의 자료를 얻을 수 없을 때나 부족할 때에는 관측기구를 설치해서 관측한다.

일반기상 자료는 가능한 한 장기간 동안의 자료를 조사하며, 최근 10년 동안에 대해서 기온, 강수량, 풍향, 풍속, 서리, 눈, 일조시간, 가뭄일수 등을 조사한다.

특수기상은 관개계획, 방재계획 수립에 필요한 자료로 특히 강우량, 가뭄일수 등에 대해서 조사한다. 재해기록은 과거의 이상기상에 의한 해당 지역 부근의 재해현황 등을 포함하여 조사한다. 재해기록의 수집, 청취, 답사 등에 의해서 하천범람, 침수상황, 냉해, 연속가뭄, 연속강우, 폭설, 강풍 등의 농업 재해기록을 조사한다.

기상조사 항목과 각종 계획과의 관계는 <표 2.7-1>과 같다.

<표 2.7-1> 상조사 항목과 각종 계획과의 관계

항 목	일반기상	특이기상	영농 계획	관개 계획	배수 계획	방재 계획	시공 계획
기 온	최고·최저기온		○				○
	연평균기온		○				
	일평균기온						
	작물생육기간 평균기온		○				
강수량	연강수량		○				
	월강수량		○				
	일우량	최대일우량		○	○	○	
	시간우량	최대시간우량			○	○	
	4시간우량	최대4시간우량			○	○	
	연속우량	최대연속우량			○	○	
	강수일수						○
	가뭄일수						
	연속가뭄일수	최대연속 가뭄일수		○			
	관개기간	관개기간최대					
	연속가뭄일수	연속가뭄일수		○			
풍 향 풍 속	월별평균풍속		○				
	월별최대풍속						
	최다풍향		○			○	
안 개	월별발생일수		○				
서 리	초상일(初霜日)		○				
	만상일(晩霜日)		○				
	무상기간		○				
눈	초설일		○				○
	종설일		○				○
	적설기간		○				○
	최대적설심						○
일 조	일조시간		○				

2.7.2 수문조사

지역개발에 수반한 용·배수계획 및 지역의 수자원보전계획 등을 수립하는 기초자료로 활용하기

위하여 용·배수현황 조사, 용수량 및 신규수원 조사, 유출기구 조사 등을 시행한다.
개간사업지구는 기득 수리권이 없고 신규 이수(利水)가 필요하다. 그러므로 특히 수리실태와 취수 가능량 조사가 중요하다. 또한 농지조성이 광범위할 경우에는 유황변화에 수반한 홍수량의 증가, 갈수량의 감소 등을 검토한다.

(1) 용·배수현황 조사

관련되는 하천이나 계곡수 등에 대하여 수리현황, 홍수에 의한 피해상황을 조사하여 이수 및 치수 측면의 이용현황, 필요한 수원 및 배수현황을 파악한다. 특히 관련 수계에서 발전, 상수도, 공업용수, 농업용수 등 각종 물의 이용에 대해서 수리권, 허가수량, 관행 취수량, 시기별 취수량 등을 조사한다. 이를 위하여 각종 시설계획과 설계내용을 면밀히 검토함과 동시에 현지조사, 유량 측정 등을 실시하여 취수예정지점에서 취수량의 과부족 상태를 파악한다.

유량은 기존 실측자료로부터 평년(일반적으로 10개년 정도의 평균) 및 기준년(1/10 확률년)의 유량을 구하게 되는데 자료가 필요시에는 조사기간 중에도 실측한다.

배수현황에 대해서는 각 배수계통과 습지, 담수 등에 의한 침수지역의 범위를 현지에서 확인하고 배수불량의 주요원인으로 지적되는 ① 지형적 원인, ② 토양적 원인, ③ 호수와 바다 등 외수의 영향, ④ 하천의 범람 등에 대한 특성을 분석한다. 또한 특수기상, 배수로 상황, 담수흔적, 피크 지속시간 등의 계수 판단에 필요한 청취, 배수관행 등에 대해서도 조사한다.

(2) 용수량 및 신규 수원조사

밭 조성에 따른 물이용 형태별 필요수량을 조사한다. 밭관개 등의 소비수량은 물론 음용수, 방재용수 등에 대해서도 충분히 검토한다. 수원조사는 용·배수 현황조사에서 실시하는데 지하수 이용의 경우에는 시굴 또는 시추를 하여 양수시험에 의해서 이용가능수량을 확인한다.

(3) 유출기구조사

지역 내에서 우량과 유출량의 상관을 조사함과 동시에 지형, 경사도, 지목·지표상태를 파악하여 지역의 유출 메커니즘을 분석한다. 또한 인근에 농지를 조성한 지구가 있는 경우에는 조성 전후의 유량 등 자료를 수집하여 유출변화 현황을 파악한다.

2.8 지형 및 지질조사

2.8.1 지형조사

지형조사의 주요 내용은 지형분류이며 지형분류는 토지의 자연적인 성격을 파악하기 위한 것이다. 따라서 지형의 성인적(成因的) 분류를 중심으로 형태 및 지표·지질 분류를 시행한다.

(1) 일반적 기준

① 지표면의 기복량(起伏量)

평탄, 느린 경사, 느린 파상기복(波狀起伏), 심한 톱니모양의 기복, 급한 경사 등을 조사한다. 가능한 적당한 방향의 평균경사도 일정면적(예: 1㎢)내 최고 해발표고와 최저 해발표고와의 표고차를 구하고 필요하다면 지형단면도를 작성한다.

② 하천, 계곡수의 분포상태

하천이나 계곡의 너비, 하천 바닥면에 대한 평수시(平水時)의 수면 폭의 비, 하안(河岸)의 비고차(比高差), 언덕의 기울기 등을 조사한다.

③ 토지표면의 미세지형

1/25,000 지형도에 표시되지 않을 정도의 미세지형도 파악한다.

④ 침식 및 충적작용에 따르는 변화

강우, 특히 호우시 지표에 있어서 붕괴되기 쉬운 부분 또는 유출물이 퇴적될 수 있는 위치 및 넓이와 주위와의 관계 등을 조사한다.

(2) 지형구분 및 조사의 기준

지형은 일반적으로 충적저지(沖積低地), 홍적대지(洪積台地), 선상지(扇狀地), 단구(段丘), 구릉, 화산산지, 일반산지, 고원 등 8가지로 구분된다. 이들 지형구분을 토대로 지형의 특징을 파악하고 수원취득의 난이도 및 수원의 종류, 주요한 지질조건, 토양층의 발달 여부, 시공대책을 강구할 수 있으며, 특히 미세 지형상 주의할 점 등에 대해서도 조사한다.

2.8.2 지질조사

지질조사는 충적층과 홍적층의 구분, 제3기층, 화산퇴적물, 암반의 종류, 암질과 그 분포상황 등을 주요 내용으로 하여 조사한다.

(1) 충적층과 홍적층

충적층(沖積層)은 강, 호수, 바다 등 물이 있는 곳의 연안(沿岸) 주변에 분포한다. 주로 자갈, 모래, 진흙 및 이들의 혼합층으로 이루어지며 하천부지, 삼각주 및 일부의 선상지(扇狀地) 등에 분포하고 대체로 연약하고 두께는 산간평야부가 수 m에서 수십 m정도, 해안평야에서 10m에서 20~30m 정도, 때로는 이보다 깊다.

홍적층(洪積層)은 주로 굵은 돌, 자갈, 모래, 진흙, 로옴(loam) 등으로 되어 있고 부분적으로는 연약하나 대체로 충적층보다 고결도(固結度)가 높다.

충적층과 홍적층의 구별은

① 지형에 따라 낮은 평지를 포함한 평야, 분지(盆地), 소선상지를 홍적층 지대로 구분한다.

② 노두(露頭)에 보이는 고결도가 아주 낮은 경우에는 충적층, 손으로 비벼서 떨어져 흩어지는 정도 또는 그 이상 약간 단단한 경우에는 홍적층으로 판단한다.

(2) 제3기층

지형적으로 구릉, 낮은 단구(段丘)를 이루며 대지(台地)의 기반(基盤)에 해당되는 부분이며 때로는 역암층(礫岩層)을 가지나 보통은 사암, 혈암(頁岩)의 누층(累層)으로 사암(砂岩)의 경우에는 부근에 노출암(露出岩)이 많고 혈암이 많은 경우에는 둥근 지형을 이루고 있는 경우가 많다.

이러한 지질의 토지는 토질이 좋으나 부분적으로 심도의 차가 크고 소량의 수원(水源)을 얻기에는 어렵지 않으나 대량의 용수를 얻기 위해서는 조사연구가 필요하다. 또 토양층의 깊이, 수원의 유무 등을 알기 위해서는 암석의 분포상태, 주향(走向)과 경사, 단단함과 무름, 풍화의 정도 등을 조사한다.

(3) 화산퇴적물

화산회(火山灰), 화산사력, 응회암(凝灰岩), 집괴암(集塊岩) 및 각종 용암류(溶岩類)로서 이들의 구별은 보통의 지질도에는 일괄하여 화산회, 사력층 또는 용암(대개의 경우에는 안산암(安

山岩)으로 이밖에 현무암(玄武岩), 기타 등)으로 표시되어 있는 수가 많다. 지하의 비교적 얕은 곳에 응회암, 집괴암 또는 용암이 있는 것이 일반적이며 이들 암석이 나타나기까지 표층토의 심도, 아래 지반의 투수(透水)의 정도 등을 자세히 조사한다.

(4) 고기암반(古期岩盤)

중·고생대의 수성암(水成岩)은 사암(砂岩), 경사암(硬砂岩), 점판암(粘板岩), 혈암(頁岩), 석회암(石灰巖), 규암(珪岩)을 포함하며 매우 단단한 암반이다.

암석의 종류에 따라서는 경연(硬軟), 풍화, 수식(水蝕)에 대한 저항력의 정도, 분해의 속도에 차이가 있으므로 암질(岩質) 및 분포범위에 대하여 조사한다.

점판암, 혈암은 풍화하기 쉬우며 양질의 토양이 되기 쉽고, 화강암(花崗岩) 지대에서는 석영입자(石英粒子)로 인하여 주로 모래 토양이 되며, 수원(水源) 으로서는 석회암(石灰巖) 이외에서 계곡수(溪谷水)나 소량의 용출수(湧出水)를 얻을 수 있다.

2.9 토양 및 식생조사

2.9.1 토양조사

토양은 지형, 지질과 관련이 깊으며 표토가 생산성이 높은 근군역(根群域)을 형성하는 토양에 알맞아야 한다. 따라서 표토의 성질을 파악하여 근군역 토양에 알맞도록 개량하기 위한 자료 취득이 기본이다.

토양조사는 현지토양조사와 토양분석조사로 구분되며, 표토의 깊이, 유효토층의 두께, 부식함량, 토성, 자갈함량, 노암비율, 토양수분관계, 경사, 침식 등을 조사한다. 이를 바탕으로 개발구역의 판정, 토지이용계획, 작목결정, 토층개량계획 및 토양개량제 투입량의 산정에 크게 영향을 끼친다고 판단되는 토양구간의 경계를 확인한다.

(1) 현지 토양조사

토양도(농촌진흥청)를 이용해서 개략조사한 후 현지에서는 <표 2.9-1>과 같이 조사목적에 따라 그 지점을 설정하여 조사한다.

조사는 핸드오거(soil auger)나 천공(穿孔)으로 실시하는 것이 원칙이다. 때로는 25ha에 1점 비율로 깊이 1.0~1.5m의 시갱을 파서 토양단면을 관찰함과 동시에 토층의 두께, 층계(層界), 토성, 역·부식, 이탄, 토색, 구조, 공극, 정밀도, 그레이(gray)층, 산화침전물, 함수량, 가소성, 점착성, 흙의 경도, 식물뿌리의 분포상황 등을 조사한다. 토양침식이 문제가 되는 지대는 단면 조사지점 부근에서 침식의 종류와 정도를 조사한다.

개간 조사

<표 2.9-1> 토양조사지점 설정기준 일람

조사항목	측정지점 설정기준	목 적
시굴조사	일반적으로 1h에 1점 이상	토양통 경계를 정하기 위하여 보링스틱 등으로 실시
시갱(試坑)조사	일반적으로 25ha에 1점	1㎡ 넓이에서 1m 깊이의 구멍을 파서 토양단면 조사
pH 조사	5ha 방안(方眼)의 교점마다	산성토양 개량자료를 산정 하기 위하여 지표에서 25cm 까지 사이의 시료 채취
부식함량조사	5ha 방안(方眼)의 교점마다	완충능(緩衝能) 측정지점 선정, 이화학 특성의 파악
토양분석조사	토양통 또는 100ha에 1점 pH·치환산도는 25ha에 1점	

(2) 토양분석조사

토양통마다 또는 일반적으로 100ha에 1점 비율로 층위별 시료에 대해서 입경조성, 염기치환용량, 치환성 석회, 인산 흡수계수를 조사하고, 25ha에 1점 비율로 pH, 치환산도, 유기물을 조사한다.

산지토양은 다음과 같이 적황색토, 유사반층토, 암석토, 갈색삼림토로 분류하고 있다.

① 적황색토

주로 경사가 완만한 저구릉지, 구릉지, 홍적대지에 분포하는데, 토양배수가 양호하며 유효토심이 깊고, 점토의 함량이 높으며, 유기물함량이 낮다.

특히 화강암이나 화강 편무암을 주요 재료로 발달한 토양은 강한 산성을 띠며 양이온 치환용량이 낮고, 인산 등이 부족하여 농경지로 이용하려면 토양의 물리·화학적 성질을 개량한다.

② 유사반층토

주로 산록 및 구릉지의 경사가 완만한 개발가능지대에 많이 분포하고 있는 토양으로, 표토 30cm 하부에 단단한 점토반이 형성되어 있어서 심토파쇄에 의한 물리적 개량이 선행되어야 한다.

③ 암쇄토

산악토라고도 하며 주로 경사가 급한 구릉지를 비롯하여 산악지에 넓게 분포하고 있어서 토양침식이 심하고, 표토의 유실이 많아 토심이 얕으며, 비옥도가 낮아서 개발대상지에서 제외되는 토지이다. 즉, 기존 경지에 비하여 공극률이 낮고, 경도가 매우 단단하다. 또한 토양삼상 중 기상(氣相)이 낮고 고상(固相)이 높다.

④ 갈색삼림토

높은 산악지대나 비교적 경사가 완만한 활엽수림 아래에서 발달된 토양으로, 고지대의 저온으로 유기물의 분해가 늦고 유기물 함량이 높아서 토색이 암갈색 또는 갈색을 띠는 것이 특징이다. 감자 채종지(採種地)나 여름무, 배추의 재배지로 이용되고 있다.

2.9.2 식생조사

개발예정지구 내의 식생현황을 파악하여 농지, 목초방목지, 방풍림 등의 토지이용구분의 기초자료로 이용함과 동시에 개간예정지에 대한 입목의 벌채, 흙태우기, 뿌리뽑기 등에 필요한 공사비 산정의 기초자료가 된다.

대상지구에 성장하고 있는 다년생 식물에 대해서는 주요 수종과 밀도 및 수령을 조사하는 동시에 지피물(地被物)의 상태를 파악한다. 또한 일년생 식물에 대하여 지역에서 잘 성장하는 종류를 조사하여 토양의 성질과 개간 후의 적정 작물을 선정한다.

기본도는 1/2,500~1/5,000 지형도를 사용하며, 식생조사는 사전조사(도상검토)와 현지 조사로 나눌 수 있다.

(1) 사전조사(도상검토)

항공사진, 산림관련 도면 및 산림대장 등의 기존자료를 이용하여 실내작업을 실시한다. 이에 앞서 <표 2.9-2> ~ <표 2.9-5>과 같은 식생상태의 구분과 기준을 참고하여 현지조사를 위한 준비를 한다.

<표 2.9-2> 식생상태의 구분 및 기준

명 칭		기 호	비 고
암 석		R	
나지(裸地)		Ba	
경 지		Cu	
입 목 지	침엽수림	N	침엽수 75% 이상
	활엽수림	L	활엽수 75% 이상
	침활혼효림	NL	침활혼효율 25~75%
생육지류	죽림지	B	
	갈대지	S	
	야초지	G	
	벌채적지 (伐採跡地)	C	
	기 타	E	도로, 수로, 수면 등

<표 2.9-3> 수관소밀도(樹冠疎密度) 구분기준

소 밀 도	기 호	비 고
높음(密)	a	수관밀도 80% 이상
보통(中)	b	수관밀도 50~80%
낮음(疎)	c	수관밀도 20~50%
매우 낮음(極疎)	d	수관밀도 20% 이하

(2) 현지조사

사전조사에서 작성한 식생관련 도면을 현지 조사 시 휴대하면서 <표 2.9-1>과 <표 2.9-2>에 따라 식생상태를 확인한다.

입목지, 벌채적지를 대상으로 임상구분, 수종, 수관 소밀도를 구분할 때에는 각 구분마다 선정한 현지 표본구(20m×20m)에 대해서 <표 2.9-3>의 요령으로 <표 2.9-4>의 측정항목을 조사

한다.

<표 2.9-4> 표본조사법

조 사 법	내 용
면에 의한 방법 : 방형구법(方形區法, Quadrat method)	방형틀을 사용하여 조사하는 방법으로 틀내의 식피율(植被率)·피복도 및 빈도·풀의 길이·풀의 양 등을 측정(조사개수는 식생형(植生型)마다 5~8개소를 무작위로 선정)
선에 의한 방법 : 라인법(線狀被覆度法, 線狀頻度法)	선을 사용하여 조사하는 방법으로 그 선에 닿는 종의 빈도와 피복도를 측정(조사개수는 식생형마다 5~10라인을 무작위로 선정)

주) 방형구법에서 틀의 1변장(邊長) 및 라인법에서 라인장(長)의 기준은 다음과 같다.

구 분	단초형 (短草型)	장초형 (長草型)	양치형 (羊齒型)	억새형	관목형 (灌木型)	수림형 (樹林型)
틀의 1변장(m)	0.25	1.0	1.0~2.0	1.0~2.0	20 이상	10 이상
라인장(m)	10	2.0	20	20	20 이상	20 이상

<표 2.9-5> 측정항목

측정항목		내 용
초생지·관목지	식피율	전 식물의 관부(冠部)에 의하여 피복되는 부분의 면적률을 10% 간격으로 10계급으로 표시
	피복도	식물 관부의 퍼짐에 대한 투영면적을 의미함 10% 간격으로 10계급으로 나타내며, 다음과 같이 4계급으로 나타낼 경우도 있음 매우 높은 밀도 : 70% 이상 높은 밀도 : 50 ~ 70% 낮은 밀도 : 25 ~ 50% 매우 낮은 밀도 : 25% 이하
	빈 도	측정틀을 단위로 한 종(種)의 출현률을 나타냄
	풀의 길이	주요 풀의 평균적 풀의 길이(지상에서 잎 끝까지의 길이)인데, 우점도(優占度)의 산출에 사용할 경우에는 최장의 1개체 측정도 가능함
	풀의 양	방목, 예취(刈取)로 이용 가능한 풀의 양(지상 5~10cm 예취)을 ha당 kg으로 표시
수림지	수 령	생육의 경과년수
	수 고	측고기(測高器) 및 목측(目測)으로 측정
	울폐도 (鬱閉度)	각 수종 관부의 지면에 대한 정사영(正射影)의 외연(外緣)을 맺은 면적의 단위면적에 대한 비율을 통해 다음과 같이 나타냄 매우 높은 밀도 : 70% 이상 높은 밀도 : 50~70% 낮음 밀도 : 25~50% 매우 낮음 밀도 : 25% 이하
	직 경	수종마다 흉고직경과 지상 10cm 부위의 직경을 측정
	재적 (材積)	수종, 밀도(ha당 나무 수), 직경, 나무높이로부터 입목간재적표(立木幹材積表) 등에 의해 추정

식생과 지력, 흙의 산도, 토양수분의 관계는 다음과 같다. 일반적으로 삼림지는 초생지 보다 지력이 높다.

① 식생에 의한 지력 판단

가. 일반적인 판단

(가) 수목이 굵고 높으면 : 비옥토

(나) 수목이 밀생하고 낮으면 : 불량토

(다) 수목이 굵고 낮으면 : 토층이 얕고 자갈이 많다.

② 수목에 의한 지력 판단

가. 수종에 의한 판단

(가) 가장 기름진 토지 : 느릅나무, 고로쇠나무, 전나무, 오동나무, 밤나무, 식나무, 팽나무, 참피나무, 칠엽수, 층층나무, 노린재나무 등

(나) 기름진 토지 : 들매나무, 오리나무, 느티나무, 떡갈나무, 엄나무, 물푸레나무, 뽕나무, 단풍나무, 황철나무(백양), 낙엽송, 가문비나무, 보리수 등

(다) 약간 기름진 토지 : 생열기나무(까치밥, 까마귀밥), 후박나무, 회화나무, 상수리나무, 잎갈나무 등

(라) 지력이 불량한 토지 : 자작나무, 해송, 소나무, 자귀나무, 아카시아, 버드나무, 철쭉, 향나무, 노간주나무, 리기다소나무, 다름나무 등

③ 초생에 의한 지력 판단

가. 일반적인 판단

(가) 풀의 길이가 길고 굵은 토지 : 비옥토

(나) 풀의 길이가 짧은 토지 : 불량토

나. 초생의 종류에 의한 판단

(가) 가장 기름진 토지 : 쑥, 야고초, 쐐기풀, 조릿대풀, 칡, 호장근 등

(나) 습지로서 비옥한 토지 : 논냉이, 물매화풀, 물창개나무 등

(다) 비옥하지 않은 토지 : 참억새, 고사리, 참나무, 마타리, 도라지, 은방울 꽃, 싸리 등

(라) 습지로서 비옥하지 않은 토지 : 갈대, 붓꽃, 등심초(골풀), 독미나리, 창포, 돌단풍, 박하, 부처꽃, 큰중나리, 난쟁이붓꽃, 개미나리 등

④ 토양수분과 식생과의 관계

가. 건조지를 나타내는 식물 : 소나무, 해송, 자작나무, 밤나무, 졸참나무(굴 밤나무), 가죽나무(떡갈나무), 물참나무, 병꽃나무, 마타리, 고사리, 노간주나무, 향나무, 녹나무 등

나. 습지를 나타내는 식물 : 수양버들, 오리나무, 사시나무, 칠엽수, 호두나무, 선마(관중, 회초미), 황철나무, 들매나무, 리기다소나무, 귀롱나무, 까치박달, 자작나무, 물봉선화, 수레꽃 등

⑤ 흙의 산도와 식생과의 관계

가. 활엽수가 많은 토지 : 토층이 깊고 산성이 약하다.

나. 침엽수가 많은 토지 : 토층이 얕고 산성이 강하다.

⑥ 토양의 깊이

가. 깊은 토양에 자라는 수종 : 갈참나무, 밤나무, 느릅나무, 느티나무, 물푸레나무, 전나무 등

나. 보통 깊이에 자라는 수종 : 소나무, 오리나무, 단풍나무 등

다. 얕은 토양에 자라는 수종 : 사시나무, 황철나무, 자작나무, 버드나무, 가문비나무 등

⑦ 토양의 조밀

가. 치밀한 토양에 견디는 수종 : 소나무, 전나무, 낙엽송, 가문비나무, 상수리나무, 느티나무 등

나. 느슨한 토양에 견디는 수종 : 아카시아, 소나무, 해송, 오리나무 등

⑧ 토양의 종류

가. 식토에 견디는 수종 : 갈참나무, 상수리나무, 벚나무, 소나무, 낙엽송

나. 사토에 견디는 수종 : 소나무, 버드나무, 아카시아, 황철나무 등

다. 석탄토에 견디는 수종 : 느릅나무, 느티나무, 단풍나무, 낙엽송, 소나 무, 전나무, 수수꽃다리 등

라. 산성토에 견디는 수종 : 소나무, 해송, 가문비나무, 전나무, 갈참나무, 낙엽송, 물푸레나무 등

3. 재료

· 내용 없음

4. 설계

· 내용 없음

집필위원	분야	성명	소속	직급
	관개배수	김선주	한국농공학회	교수
	농업환경	박종화	한국농공학회	교수
	토질공학	유 찬	한국농공학회	교수
	구조재료	박찬기	한국농공학회	교수
	수자원정보	권형중	한국농공학회	책임연구원

자문위원	분야	성명	소속
	농촌계획	손재권	전북대학교
	수자원공학	윤광식	전남대학교
	지역계획	김기성	강원대학교
	수자원공학	노재경	충남대학교
	농지공학	최경숙	경북대학교
	관개배수	최진용	서울대학교

건설기준위원회	분야	성명	소속
	총괄	한준희	농림축산식품부
	농업용댐	오수훈	한국농어촌공사
	농지관개	박재수	농림축산식품부
	농지배수	송창섭	충북대학교
	용배수로	정민철	한국농어촌공사
	농도	조재홍	한국농어촌공사 본사
	개간	백원진	전남대학교
	농지관개	이현우	경북대학교
	농지배수	남상운	충남대학교
	취입보	김선주	건국대학교
	양배수장	정상옥	경북대학교
	경지정리	유 찬	경상대학교
	농업용관수로	박태선	한국농어촌공사 본사
	농업용댐	손재권	전북대학교
	농지배수	김정호	다산컨설턴트
	농지보전	박종화	충북대학교
	농업용댐	김성준	건국대학교
	해면간척	박찬기	공주대학교
	농업수질및환경	이희억	한국농어촌공사 본사
	취입보	박진현	한국농어촌공사 본사

중앙건설기술심의위원회	성명	소속
	이태옥	평화엔지니어링
	성배경	건설교통신기술협회
	김영환	한국시설안전공단
	김영근	건화
	조의섭	동부엔지니어링
	김영숙	국민대학교
	이상덕	아주대학교

농림축산식품부	성명	소속	직책
	한준희	농업기반과	과장
	박재수	농업기반과	서기관

설계기준
KDS 67 60 15 : 2018

개간 조사

2018년 04월 24일 발행

농림축산식품부

관련단체 한국농어촌공사
58217 전라남도 나주시 그린로 20(빛가람동 358) 한국농어촌공사
☎ 061-338-5114 E-mail : webmaster@ekr.or.kr
http://www.ekr.or.kr

(작성기관) 한국농공학회
06130 서울시 강남구 테헤란로 7길 22(역삼동 365-4) 과학기술회관 본관 205호
☎ 02-562-3627 E-mail : j6348h@hanmail.net
http://www.ksae.re.kr

국가건설기준센터
10223 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283(대화동)
☎ 031-910-0444 E-mail : kcsc@kict.re.kr
http://www.kcsc.re.kr

※ 이 책의 내용을 무단전재하거나 복제할 경우 저작권법의 규제를 받게 됩니다.

KDS 67 60 20 : 2018

개간 환경성검토

2018년 04월 24일 제정
http://www.kcsc.re.kr

농림축산식품부



건설기준 코드 제·개정에 따른 경과 조치

이 코드는 발간 시점부터 이미 시행 중에 있는 설계용역이나 건설공사에 대하여 발주기관의 장이 필요하다고 인정하는 경우 종전에 적용하고 있는 기준을 그대로 사용할 수 있습니다.

건설기준 코드 제·개정 연혁

- 이 기준은 KDS 67 60 20 : 2018 으로 2018년 04월에 제정하였다.
- 이 코드의 제·개정 주요사항은 다음과 같다.

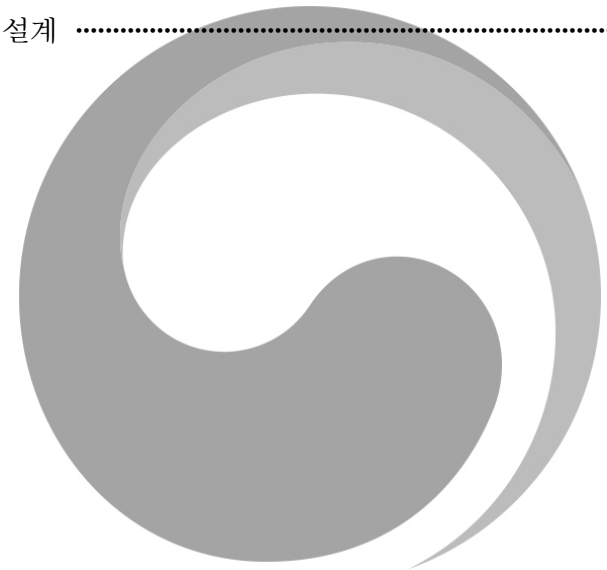
건설기준	주요사항	제·개정 (년. 월)
농지개량사업 계획설계기준 개간편	• 농지개량사업 계획설계기준 개간편 제정	제정 (1972. 12)
농업생산기반정비사업 계획설계기준 개간편	• 농업생산기반정비사업 계획설계기준 개간편 개정 • 모든 용어 및 내용 등은 한글 사용을 원칙으로 개정 • 기술용어 등은 관련분야의 개간업무편람 및 농공용어사전을 참고하였으며, 관련 법규 및 법령을 최신으로 수정 • 토지이용을 위한 환경영향검토 부분 신설 • 도로계획에서 교량의 폭 및 농도의 모서리 폭을 시대 변화에 맞도록 개정 • 개간과 관련된 부대시설에 대해 환경친화적으로 계획할 수 있도록 기준 정립	개정 (2006. 12)
KDS 67 60 20 : 2018	• 국토교통부 고시 제2013-640호의 “건설공사기준 코드체계” 전환에 따른 건설기준을 코드로 정비 • 건설기술진흥법 제44조 및 제44조의 2에 의거하여 중앙건설심의위원회 심의· 의결	제정 (2018. 04)

제 정 : 2018년 04월 24일
심 의 : 중앙건설기술심의위원회
소관부서 : 농림축산식품부 농업기반과
관련단체(작성기관) : 한국농어촌공사(한국농공학회)

개 정 : 년 월 일
자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회

목 차

1. 일반사항 ····· 1
1.1 목적 ····· 1
1.2 적용 범위 ····· 6
1.3 참고 기준 ····· 6
1.4 용어의 정의 ····· 6
1.5 기호의 정의 ····· 6
2. 조사 및 계획 ····· 6
2.1 사전재해영향성 검토 ····· 6
2.2 원상복구 ····· 9
3. 재료 ····· 10
4. 설계 ····· 10



개간 환경성검토

1. 일반사항

1.1 목적

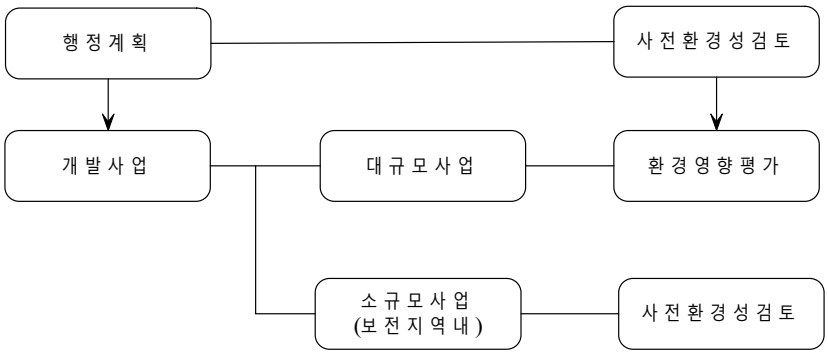
환경성 검토를 통하여 일정한 보전수준을 유지하는 사업계획을 수립해야 하는 것은 물론, 사업구역 내의 자연환경을 보전하며, 주변에도 나쁜 영향을 끼치지 않도록 환경정비계획을 수립한다. 여기에는 경관 · 문화재 · 학술적 보호의 대상이 되는 생물 · 지형 · 지질 · 자연현상 등을 보전하기 위한 조치가 포함된다.

농업개발이 주변의 환경에 미치는 영향요인으로는 ① 농지 구성에 관련된 공사, ② 공사완료 후의 농지 · 도로 · 수리시설 등의 존재, ③ 농지에서 실시하는 영농, ④ 농지 외의 도로 · 수리시설 등의 공용화와 인구증가에 의한 생활활동 등이 있다.

환경에 관련되는 영향을 넓게 추출하기 위하여 환경영향요인에 의한 직접적인 영향뿐 아니라, 간접적 영향이나 요소 간의 상호관계로 생기는 현상에 대해서도 취급한다. 계획을 수립할 때에는 공사 진행과정 및 공사완료 후에는 환경보전과 영속적 · 안정적 생산을 목표로 한다. 환경에 가장 큰 영향을 끼치는 것은 공사 중에 발생하는 경우가 많으므로, 공사계획의 검토결과에 따라서는 사업량 · 공법 · 공사기간 등을 재검토한다. 이 경우 ① 수질 및 수량의 보전, ② 붕괴 등의 재해방지, ③ 자연보호(식생 · 야생동물 · 기타), ④ 경관보전, ⑤ 악취방지, ⑥ 소음 · 진동방지 등의 항목에 유의한다.

1.1.1 환경성 검토의 법적 근거

대규모 개발사업에 대해 그 시행에 따른 환경영향저감방안을 검토하는 환경영향평가와 개발관련 행정계획 또는 보전이 필요한 지역내 소규모 개발사업에 대해 미리 환경성을 검토하는 사전환경성검토로 구분하며, 그 체계는 <그림 1.1-1>과 같다.



<그림 1.1-1> 환경성평가의 체계

사전환경성검토 법적근거는 환경정책기본법 제25조이며, 요청시기는 동법 제25조에 따르며, 환

경영향평가의 법적 근거는 환경·교통·재해 등에 관한 영향평가법이고, 개발사업에 따른 환경영향을 최소화하기 위한 제도이다.

1.1.2 환경성 검토 업무체계도



<그림 1.1-2> 환경성검토 업무체계도

<표 1.1-1> 사전 환경성검토와 환경영향평가

구 분	사전 환경성 검토	환경영향평가
법 적 근 거	○환경정책기본법	○환경·교통·재해 등에 관한 영향평가법
주 요 기 능	○개발 관련 행정계획 또는 개발사업의 적정성, 입지의 타당성 등을 검토	○개발사업으로 인한 환경영향을 최소화하는 저감방안 강구
협 의 시 기	○행정계획의 수립 확정 전, 개발사업 인허가 전	○행정계획이 확정된 이후 개발사업을 위한 실시계획 승인전
대 상 사 업	○개발 관련 행정계획 * 16개 분야 83개 ○보전용도지역(19종)내 소규모 개발 사업 (행정계획이 수립되지 아니하는 사업)	○대규모 개발사업 * 17개 분야
협 의 요 청 기 관	○행정계획 수립(또는 승인)기관, 개발사업 인허가 기관	○개발사업 인허가 기관
평 가 서 류	○사전환경성검토서	○환경영향평가서
의 견 수 렴	○주민공람·설명회, 공청회 등	○공고, 공람, 설명회, 공청회 - 사전환경성검토시 실시한 경우 생략 (3년이 경과하지 않고, 사업규모 변경이 30%이하일 경우 등의 요건 충족시)
협 의 체 계	○중앙행정기관의 장인 경우 환경부 장관과 협의, 그 외는 지방환경청장과 협의	○좌 동
협 의 기 간	○30일 이내(10일 연장)	○45일 이내(15일 연장)
총소요 기 간	○2-3개월(현장조사 1계절)	○1년 이상(현장조사 4계절)

주) 환경정책기본법 시행령 제7조 [별표2] 제1호 행정계획[별표2] 제2호 보전이 필요한 지역 내의 개발사업[별표3] 중점검토항목·의견수렴방법·환경성검토협의회구성 등에 관하여 별도로 고시할 수 있는 행정계획의 범위

1.1.3 환경성 검토 대상사업

(1) 사전환경성 검토 대상사업

환경정책기본법 시행령 <표 1.1-2>에 의거 농림지역, 개발제한구역, 생태계보전지역 등 보존용도지역에서의 5,000～50,000㎡ 이상의 개발사업은 인·허가(승인)전에 사전환경성검토를 받아야 한다.

<표 1.1-2> 보전이 필요한 지역에서의 개발사업(환경정책기본법 시행령)

구 분 \ 사업계획면적	5,000㎡ 이상	7,500㎡ 이상	10,000㎡ 이상	50,000㎡ 이상
국토의 계획 및 이용에 관한 법률	자연환경보전지역 보전관리지역	농림지역 생산관리지역	계획관리지역	
개발제한구역의 지정 및 관리에 관한 특별조치법	개발제한구역			
자연환경보전법	생태보전핵심구역 자연유보지역	생태보전완충구역	생태보전전이구역	
야생동식물 보호법	야생동식물 보호구역			
산지관리법			공익용산지	공익용 산지 외 산지
자연공원법	공원자연 보존지구	공원자연 환경지역		
습지보전법	습지보호지역	습지주변관리지역 습지개선지역		
수도법	광역상수도 설치지역 (공동주택의 건설)	광역상수도 설치지역 (공동주택의 경우 제외)		
하천법			하천구역	
소하천정비법		소하천구역		
지하수법	지하수보전구역			
그 밖의 개발사업	사업계획 면적이 가목 내지 사목에 따른 최소 사전환경성검토대상 면적의 60% 이상인 개발사업 중 환경오염, 자연환경훼손 등으로 지역균형발전과 생활환경이 파괴될 우려가 있는 사업으로서 관계 행정기관의 장이 미리 시·도 또는 시·군·구 환경보전자문위원회의 의견을 들어 사전환경성검토가 필요하다고 인정한 사업			

주) 1) 위 표에 따른 사전환경성검토대상이 중복되는 경우에는 중복하여 검토하지 아니하며, 하나의 개발사업이 가목에는 해당하나 나목·다목 및 마목 내지 사목에 해당되지 아니하는 경우에는 가목을 적용함
2)「산림법」 제5조에 따른 조림·육림·벌채 및 병해충구제 등 산림사업, 「사방사업법」 제2조 제2호에 따른 사방사업, 「농지법」 제20조에 따른 토양의 개량·보전을 위한 사업 및 「농어촌정비법」 제2조 제3호 나목에 따른 농업생산기반개량사업은 위 표의 사전환경성검토대상에서 제외한다.
3) 위 표의 가목의 지역 중 농림지역 및 관리지역에서의 「농어촌정비법」 제2조 제2호에 따른 농어촌정비사업에 대하여는 그 사전환경성검토대상이 되는 규모를 환경부장관이 따로 정하여 고시할 수 있다.

(2) 환경영향평가 대상사업

환경·교통·재해 등에 관한 영향평가법 시행령 중 다음 표의 기준에 근거하여 해당사업의 경우 평가 실시한다.

<표 1.1-3> 환경영향평가 대상사업 범위

구 분	대상사업의 범위	평가서 제출시기 또는 협의요청시기
개간 및 공유수면의 매립	(1) 공유수면매립법 제2조 제3호의 규정에 의한 매립사업 중 면적이 30만㎡ 이상인 것. 다만, 항만법 제2조 제2호의 규정에 의한 지정항만 및 신항만건설촉진법 제2조 제1호의 규정에 의한 신항만 또는 국토의계획 및 이용에 관한 법률 제6조 제4호의 규정에 의한 자연환경보전 지역에서는 3만㎡ 이상인 것	공유수면매립법 제9조의 규정에 의한 매립면허 전(국가·지방자치단체 또는 정부투자기관이 매립하는 경우에는 동법 제38조 제1항의 규정에 의한 매립의 협의 또는 승인 전)
	(2) 농어촌정비법 제2조 제3호의 규정에 의한 간척 또는 개간사업 중 면적이 100만㎡ 이상인 것	농어촌정비법 제8조의 규정에 의한 사업시행 계획의 수립 전

<표 1.1-4> 환경영향평가 항목

평가분야	평가항목	주요 평가 내용
공통사항		토지이용계획, 시설배치계획, 특정야생동식물 등의 보호대책
자연환경 (4)	기 상	기온, 일조시간 등 기상변화 예측 및 대책
	지형지질	지형변화, 토지사면의 안정성, 지반침하 여부
	동식물상	동식물상의 서식지·자생지 훼손, 해양 동·식물상 변화 대책
	해양환경	해양수질 오염도, 해저지형 및 수심변화
	수리수문	수량변화 및 급수계획, 유지용수량, 유출계수 변화
생활환경 (11)	토지이용	주변 토지이용 상황을 고려한 입지분석, 완충녹지 설치계획
	대기질	배출원별 오염물질 저감방안, 연료사용계획, 비산먼지 저감대책 등
	수질	오폐수 처리계획, 용수공급계획, 하천 및 지하수 오염방지대책 등
	토양	오염물질에 의한 토양오염 발생 및 방지대책
	폐기물	쓰레기 발생량 예측 및 처리대책 폐기물 처리시설의 입지 검토
	소음진동	소음진동발생원 및 완충녹지 방음벽 등 저감대책
	악취	발생원, 영향범위 및 저감대책
	전파장해	전파장애요인, 전파장애 정도 및 저감대책
	일조장애	일조영향을 고려한 시설물 배치계획
	위락경관	지역경관특성, 주요 조망점에서의 경관변화 및 대책
	위생공중보건	공중위생시설, 질병유발요인 및 보건위생대책
사회경제환경 (7)	인구	인구밀집에 따른 환경영향 및 대책
	주거	주거지역에 미치는 환경영향 및 대책
	산업	산업구조변화, 피해예측 및 대책
	공공시설	공공시설의 분포규모 등 수용용량 분석 및 대책
	교육	교육시설의 수용용량에 미치는 영향 및 대책
	교통	교통량 변화, 교통량차선용량 등 분석 및 대책
	문화재	문화재, 보전가치가 있는 건조물유적에 미치는 영향 및 보호대책

1.2 적용 범위

· 내용 없음

1.3 참고 기준

· 농림부, 2006, 농업생산기반정비사업계획 설계기준 개간 편

1.4 용어의 정의

· 내용 없음

1.5 기호의 정의

· 내용 없음

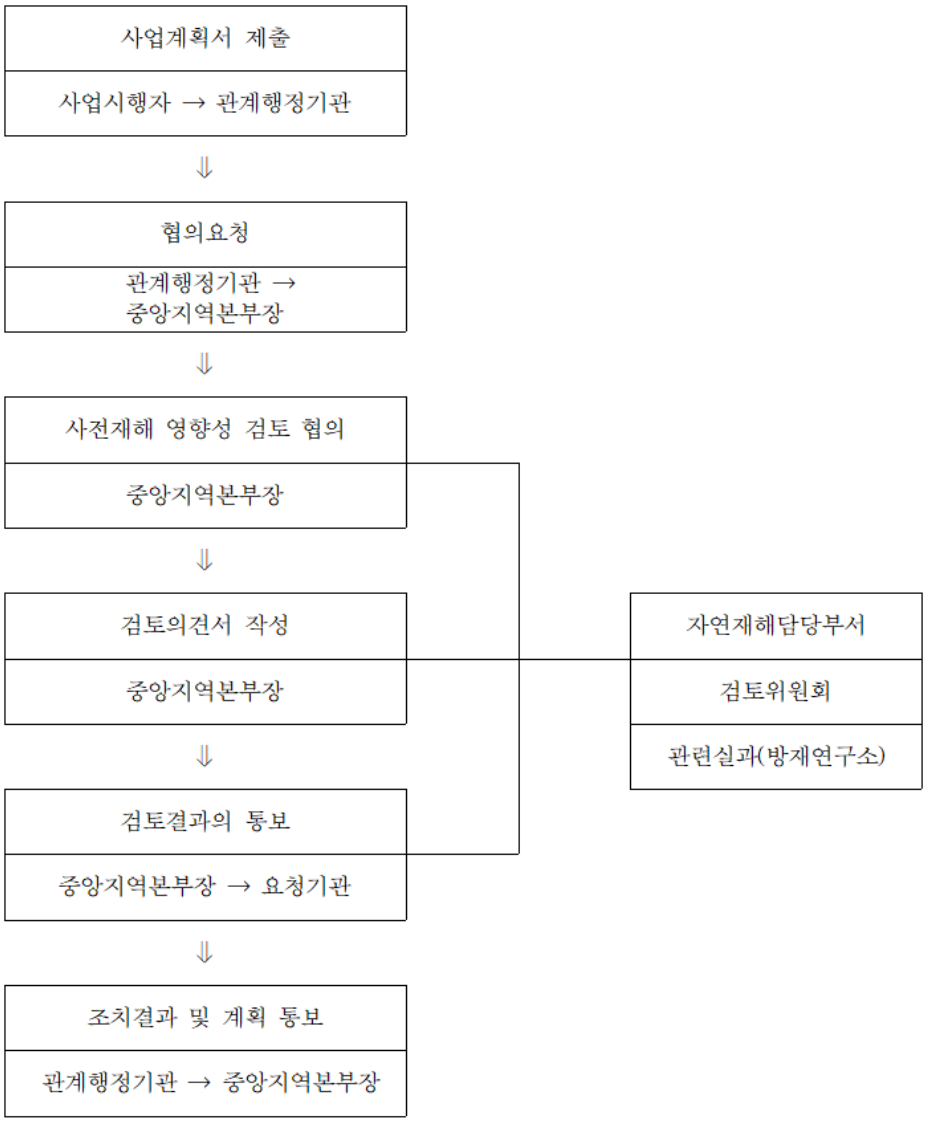
2. 조사 및 계획

2.1 사전재해영향성 검토

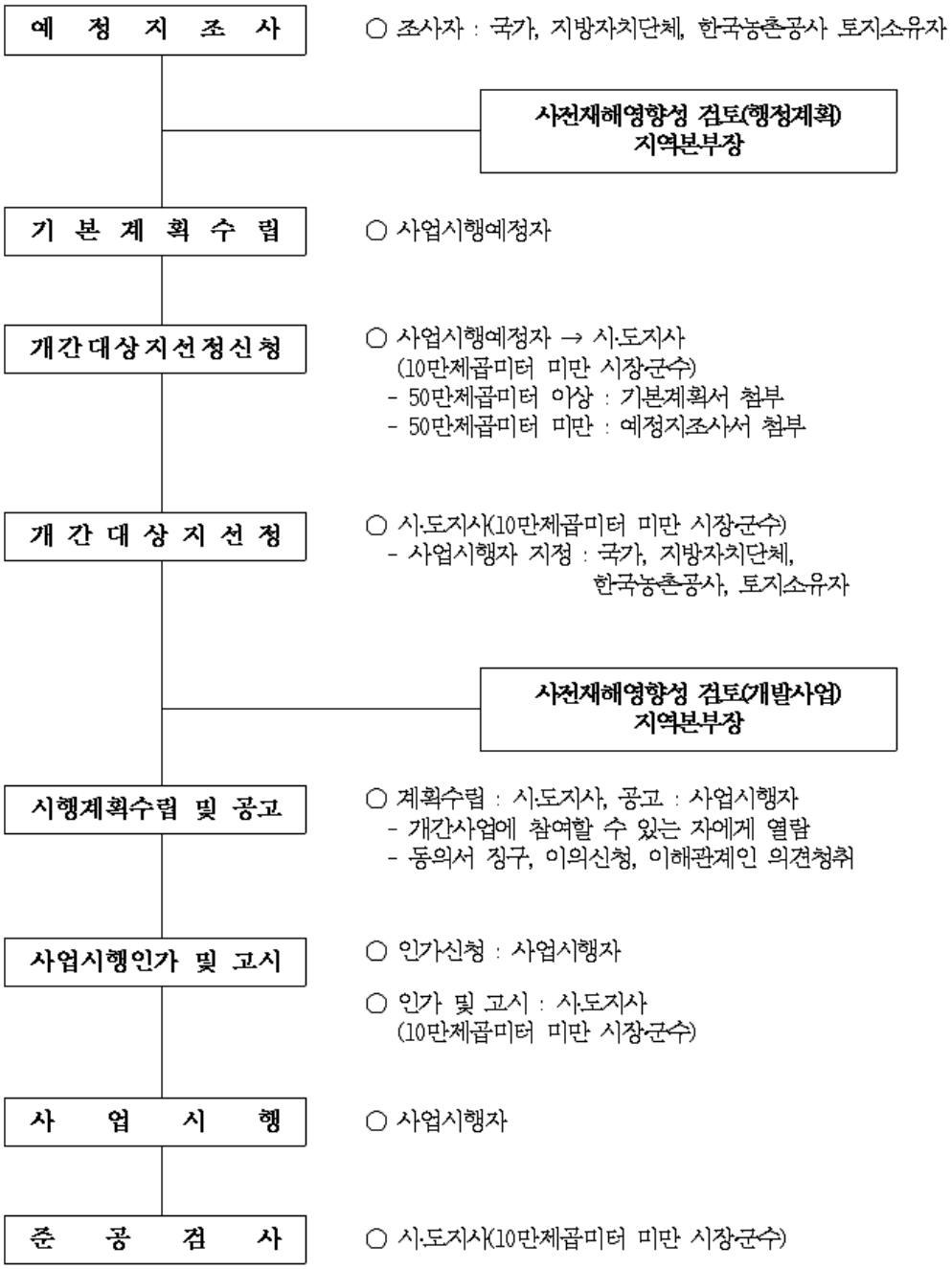
개간을 할 때에는 사전재해영향성검토를 통하여 개간에 따른 재해유발요인을 예측하고 분석하여 이에 대한 대책을 강구해야 한다.
"사전재해영향성검토"라 함은 자연재해에 영향을 미치는 각종 행정계획 및 개발사업으로 인한 재해유발요인을 예측·분석하고 이에 대한 대책을 강구하는 것을 말한다. 사전재해영향성검토 협의제도 기능은 재해유발요인의 사전검토를 통하여 개발사업에 대한 계획초기단계의 재해에 미치는 영향을 최소화하는데 있다.

2.1.1 법적근거

사전재해영향성검토의 법적 근거는 농어촌정비법 제6조의 규정에 의한 농업생산기반정비계획 및 동법 제8조의 규정에 의한 농업기반정비사업시행계획 등의 각종 개발사업이 사전재해영향성검토 협의제도의 대상사업으로 규정되어 있다.
또한, 자연재해대책법의 제2조의 규정에 사전재해영향성검토 항목이 규정되어 있으며, 동법 제4조 사전재해영향성검토협의와 동법 5조 사전재해영향성검토협의대상, 그리고 동법 6조 사전재해영향성검토협의 이행의 관리·감독 등이 규정되어 있다.



<그림 2.1-1> 사전재해영향성검토 협의 업무 흐름도



<그림 2.1-2> 개간사업 사전재해영향성검토 협의절차

<표 2.1-1> 사전재해 영향성 검토

구 분	사전재해 영향성 검토
법적근거	○ 농어촌정비법, 자연재해대책법
주요기능	○ 개발 관련 행정계획 또는 개발사업의 적정성, 입지의 타당성 등을 검토
협의시기	○ 농어촌 정비법 제8조 규정에 의하여 시행계획 수립 전에 협의
대상사업	○ 행정계획 ※ 34법령 48개 계획 ○ 개발사업 ※ 40법령 47개 사업
협의요청기관	○ 행정계획 수립(또는 승인)기관, 개발사업 인허가 기관
평가서류	○ 사전재해영향성 검토서
협의체계	○ 중앙본부장 또는 지역본부장
협의기간	○ 30일 이내 (부득이한 사유가 있는경우 10일 범위 안에서 연장 할 수 있다)
총소요기간	○ 2 ~ 3개월 (현장조사 1개월)

2.1.2 사전재해영향 검토사업

(1) 대상사업

대상사업은 다음과 같이 12가지로 분류하여, 각 사업 특성에 따라 유형별 검토를 통해 각 사업 단계별로 제시되고 있는 재해영향 관련 항목들을 정리하고, 기본계획 및 세부설계시 반영하고 있는 한국농촌공사 기준의 재해 관련 항목에 대해 분석한다. 다음은 재해영향평가 실무지침서에서 발췌된 적용 가능한 항목들에 대해 각 사업별로 분류한다.

① 농촌용수개발사업 : 행정계획
② 경지정리사업 기본계획 : 행정계획
③ 배수개선사업 : 행정계획
④ 수리시설개보수사업 기본계획(수원공) : 행정계획
⑤ 수리시설개보수사업 기본계획(평야부) : 행정계획
⑥ 밭기반정비사업 기본계획 : 행정계획
⑦ 농촌용수개발사업 세부설계 : 개발사업
⑧ 경지정리사업 세부설계 : 개발사업
⑨ 배수개선사업 세부설계 : 개발사업
⑩ 수리시설개보수사업 세부설계(수원공) : 개발사업
⑪ 수리시설개보수사업 세부설계(평야부) : 개발사업
⑫ 밭기반정비사업 세부설계 : 개발사업

(2) 평가항목

농촌용수개발, 경지정리, 배수개선, 수리시설개보수, 밭기반정비사업에 대한 사전재해영향성검토서 협의시 필수적으로 검토하여야 할 항목들을 <표 2.2-1>에 수록 하였다.

2.2 원상복구

불법개간지 산지관리법에 의하여 처리한다.

<표 2.2-1> 사전재해영향성 필수검토항목

평가항목	항목분류	주요내용
공통 항목	행정 계획	재해위험요인 기초조사
		인근지역 및 시설에 미치는 재해영향 및 예방
		재해위험지구 및 과거 재해발생현황
		침수위험지구 현황 및 침수가능성 분석
		개발계획 현황 및 토지이용 계획
		대상지역내 하천 및 소하천 조사
		재해저감시설 현황 및 재해예방
	개발 사업	재해위험요인 기초조사
		인근지역 및 시설에 미치는 재해영향 및 예방
		재해위험지구 및 과거 재해 발생현황
		침수위험지구 현황 및 침수가능성 분석
		재해저감을 고려한 토지이용계획이나 시설물 배치여부
		과도한 지형변경으로 인한 재해발생여부
		대상지역내 하천 및 소하천의 복개나 유로변경 여부
		대상지역내 우수유출 저감대책
		재해저감시설 현황 및 재해예방
입지 유형별		개발로 인한 절·성토면의 토사유출 및 사면붕괴 방지대책
		침수예상구역 파악 및 피해방지 대책
		재해취약요인 분석
		제반 피해방지 대책 수립 제시
협의대상 유형별		충분한 지역조사를 통한 시행계획 수립
		무분별한 개발행위 방지를 위한 사업계획 적정성 검토
		농업기반시설 설치에 따른 재해영향예측 및 저감대책 수립
대상사업 범위별		시설안전과 재해예방 및 경보체계 등 방재관리에 대한 사항검토

3. 재료

· 내용 없음

4. 설계

· 내용 없음

집필위원	분야	성명	소속	직급
	관개배수	김선주	한국농공학회	교수
	농업환경	박종화	한국농공학회	교수
	토질공학	유 찬	한국농공학회	교수
	구조재료	박찬기	한국농공학회	교수
	수자원정보	권형중	한국농공학회	책임연구원

자문위원	분야	성명	소속
	농촌계획	손재권	전북대학교
	수자원공학	윤광식	전남대학교
	지역계획	김기성	강원대학교
	수자원공학	노재경	충남대학교
	농지공학	최경숙	경북대학교
	관개배수	최진용	서울대학교

건설기준위원회	분야	성명	소속
	총괄	한준희	농림축산식품부
	농업용댐	오수훈	한국농어촌공사
	농지관개	박재수	농림축산식품부
	농지배수	송창섭	충북대학교
	용배수로	정민철	한국농어촌공사
	농도	조재홍	한국농어촌공사 본사
	개간	백원진	전남대학교
	농지관개	이현우	경북대학교
	농지배수	남상운	충남대학교
	취입보	김선주	건국대학교
	양배수장	정상옥	경북대학교
	경지정리	유 찬	경상대학교
	농업용관수로	박태선	한국농어촌공사 본사
	농업용댐	손재권	전북대학교
	농지배수	김정호	다산컨설턴트
	농지보전	박종화	충북대학교
	농업용댐	김성준	건국대학교
	해면간척	박찬기	공주대학교
	농업수질및환경	이희억	한국농어촌공사 본사
	취입보	박진현	한국농어촌공사 본사

중앙건설기술심의위원회	성명	소속
	이태옥	평화엔지니어링
	성배경	건설교통신기술협회
	김영환	한국시설안전공단
	김영근	건화
	조의섭	동부엔지니어링
	김영숙	국민대학교
	이상덕	아주대학교

농림축산식품부	성명	소속	직책
	한준희	농업기반과	과장
	박재수	농업기반과	서기관

설계기준
KDS 67 60 20 : 2018

개간 환경성검토

2018년 04월 24일 발행

농림축산식품부

관련단체 한국농어촌공사
58217 전라남도 나주시 그린로 20(빛가람동 358) 한국농어촌공사
☎ 061-338-5114 E-mail : webmaster@ekr.or.kr
http://www.ekr.or.kr

(작성기관) 한국농공학회
06130 서울시 강남구 테헤란로 7길 22(역삼동 365-4) 과학기술회관 본관 205호
☎ 02-562-3627 E-mail : j6348h@hanmail.net
http://www.ksae.re.kr

국가건설기준센터
10223 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283(대화동)
☎ 031-910-0444 E-mail : kcsc@kict.re.kr
http://www.kcsc.re.kr

※ 이 책의 내용을 무단전재하거나 복제할 경우 저작권법의 규제를 받게 됩니다.

KDS 67 60 90 : 2018

개간 유지관리

2018년 04월 24일 제정
http://www.kcsc.re.kr

농림축산식품부



건설기준 코드 제·개정에 따른 경과 조치

이 코드는 발간 시점부터 이미 시행 중에 있는 설계용역이나 건설공사에 대하여 발주기관의 장이 필요하다고 인정하는 경우 종전에 적용하고 있는 기준을 그대로 사용할 수 있습니다.

건설기준 코드 제·개정 연혁

- 이 기준은 KDS 67 60 90 : 2018 으로 2018년 04월에 제정하였다.
- 이 코드의 제·개정 주요사항은 다음과 같다.

건설기준	주요사항	제·개정 (년. 월)
농지개량사업 계획설계기준 개간편	• 농지개량사업 계획설계기준 개간편 제정	제정 (1972. 12)
농업생산기반정비사업 계획설계기준 개간편	• 농업생산기반정비사업 계획설계기준 개간편 개정 • 모든 용어 및 내용 등은 한글 사용을 원칙으로 개정 • 기술용어 등은 관련분야의 개간업무편람 및 농공용어사전을 참고하였으며, 관련 법규 및 법령을 최신으로 수정 • 토지이용을 위한 환경영향검토 부분 신설 • 도로계획에서 교량의 폭 및 농도의 모서리 폭을 시대 변화에 맞도록 개정 • 개간과 관련된 부대시설에 대해 환경친화적으로 계획할 수 있도록 기준 정립	개정 (2006. 12)
KDS 67 60 90 : 2018	• 국토교통부 고시 제2013-640호의 “건설공사기준 코드체계” 전환에 따른 건설기준을 코드로 정비 • 건설기술진흥법 제44조 및 제44조의 2에 의거하여 중앙건설심의위원회 심의· 의결	제정 (2018. 04)

제 정 : 2018년 04월 24일
심 의 : 중앙건설기술심의위원회
소관부서 : 농림축산식품부 농업기반과
관련단체(작성기관) : 한국농어촌공사(한국농공학회)

개 정: 년 월 일
자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회

목 차

1. 일반사항 ····· 1

1.1 목적 ····· 1

1.2 적용 범위 ····· 2

1.3 참고기준 ····· 2

1.4 용어의 정의 ····· 2

1.5 기호의 정의 ····· 2

2. 조사 및 계획 ····· 3

3. 재료 ····· 3

4. 설계 ····· 3

4.1 유지관리의 내용 ····· 3

4.2 유지관리의 실시 ····· 4



개간 유지관리

1. 일반사항

1.1 목적

1.1.1 유지관리의 목표

개간에 따른 토지와 부대시설의 유지관리는 합리적인 보전관리의 방향에서 지역의 자연조건에 맞고 안전을 확보할 수 있는 방법으로 유지관리 목표를 설정하여 실시한다.

개간시설의 유지관리는 조성된 토지와 부대시설, 시설물을 관리하는 시설관리, 유지관리업무를 담당하는 조직과 인원에 대한 운영관리, 그리고 주변 지역의 자연환경과의 조정관리 등 개간시설을 이용하는 모든 분야에 대하여 이루어져야 한다.

개간시설은 만들어지면서부터 오랜 기간 동안 지역주민과 주변의 자연환경과 조화를 이룰 수 있도록 보전해 가기 위해서는 장기적이고 종합적인 유지 및 관리가 이루어지도록 하여야 한다.

개간시설의 관리는 사업시점보다 상당히 뒤에 시작되는 것이므로 개간사업 실시기간 동안의 사회적, 경제적, 기술적인 변화와 상태를 충분히 고려하고 이들 변화에 대응할 수 있는 시설계획을 수립한다.

개간에서의 유지관리는 유지관리를 위한 노동력의 최소화, 경비의 절약, 개간지역의 안정성 등을 확보할 수 있도록 하여야 하나 이 세 가지 조건을 동시에 만족시키기는 어려움이 따른다. 따라서 개간지역 조건에 맞는 다음 사항을 고려하여 유지관리를 계획한다.

(1) 지역조건에 적합한 영농방법과 작목을 선택하여 식량의 안정적인 공급이 가능하도록 유지관리를 할 필요성이 있다.

(2) 농경지를 확장하여 토지소유의 영세성을 탈피하며, 농업경영의 규모 확대에 의한 생산성 향상이 가능하도록 시설을 배치하여 유지관리해가야 할 것이다.

(3) 밭 농업의 발달로 벼농사 위주의 경제구조를 개선하여 농업생산의 선택적 확대를 도모하고, 산사태 등의 자연재해 발생을 최소화하도록 한다.

(4) 간접적으로는 농촌 유휴실업자의 구제와 안정농가의 육성, 농업구조의 개선 등 농촌지역 사회의 활성화 역할을 하도록 인적 물적 자원의 효율적인 활용이 가능하도록 유지관리를 할 필요성이 있다.

(5) 산지의 효율적인 이용으로 국토자원의 이용을 확대하되 지역의 지형과 지질 특성을 최대로 살릴 수 있는 방법으로 유지관리 되어야 될 것이다.

(6) 개간사업 실시 후는 적절한 사면보호를 실시하여야 한다. 유지관리를 위해 고려할 수 있는 공법은 사면보호공법, 식생공법 등이 있다. 사면보호공법은 시공후의 기상과 지반의 변이, 주변환경 변화 등에 따른 열화와 변형이 발생할 수 있으며, 식생공법은 목표로 하는 군락형성이 순조롭지 못한 경우가 발생하기도 한다. 이와 같은 상태의 발생을 미연에 방지하고 사면보호공의 목적인 사면의 안정성, 환경과의 조화, 경관의 보전 및 부속시설물과의 영속성 확보가 될 수 있도록 조치를 취하여야 한다.

(7) 개간사업에 따른 사면은 비와 눈 등에 취약하여 항상 토사유출의 위험을 가지고 있다. 토사유출을 줄일 수 있는 배수시설과 처리에 대한 대책을 마련하여야 한다.
(8) 토사유실로 인한 수질오탁 및 수질오염을 줄일 수 있는 조치를 취하고 유지관리가 잘 될 수 있도록 감독하여야 한다.
(9) 항상 사면을 양호한 상태로 유지될 수 있도록 점검, 조사, 보정, 보수 등을 실시하여야 한다.
이와 같은 목표를 설정함에 있어서 다음과 같은 사항이 고려되어야 한다.
① 유지관리의 목표 및 시설의 정도는 현실적이어야 한다.
② 개간에 의한 자연의 재해발생을 최소화할 수 있도록 배수시설 등을 배치하고 관리한다.
③ 장래 유지관리비가 적게 들어야 한다.
④ 농업환경의 변화 등을 고려하여 현재 상태를 점진적으로 개선할 수 있도록 탄력적인 시설과 시설배치 등이 이루어져야 한다.

1.2 적용 범위

개간사업의 유지관리는 정기적 유지관리와 비정기적 유지관리로 구분하여 계획을 수립한다.
개간사업을 통해 인위적으로 조성된 농지와 시설물이 본연의 기능을 수행할 수 있을 때까지는 일정기간이 필요하며, 그 기간 안에 발생하는 여러 가지 장애요인과 방해물은 적절히 제거하고 파괴된 곳과 각종 시설물은 보수하여야 한다. 이와 같은 유지관리는 개간 계획과 설계에 반영한다.
유지관리의 공간적 범위는 개간공사에 따른 개간지를 비롯한 토양개량 및 부대시설이며, 기능적 관리범위는 지형적 안정성, 생태적 기능성, 자연적 경관, 환경에 미치는 영향의 최소화 및 공간적 이용을 포함한다.
유지관리는 개간지내 일의 내용에 따라 다음과 같이 정기적 유지관리와 비정기적 유지관리로 구분할 수 있다.
(1) 정기적 유지관리 : 개간지내 정지작업 및 토사제거, 배수로 정비, 토사유실의 위험성, 사면의 안정성, 수목전정, 제초
(2) 비정기적 유지관리 : 사면의 침식과 퇴적에 따른 유입토사의 처리, 산사태 등이 발생한 경우, 시설물이 파괴된 경우, 돌과 나무뿌리 제거, 기타 개간지로서의 기능에 장애를 가져오는 경우 등

1.3 참고기준

· 농림부, 2006, 농업생산기반정비사업계획 설계기준 개간 편

1.4 용어의 정의

· 내용 없음

1.5 기호의 정의

· 내용 없음

2. 조사 및 계획

· 내용 없음

3. 재료

· 내용 없음

4. 설계

4.1 유지관리의 내용

4.1.1 유지관리 내용

개간사업의 유지관리 내용은 개간공사, 토양개량, 구획계획, 용·배수계획, 도로계획, 부대시설로 구분하여 유지관리계획을 수립한다.

개간사업에 따른 시설물은 홍수와 장마에 의한 개간지 상·하류의 세굴과 퇴적, 개간지의 지형변화, 태풍 등에 대한 사전대비 미흡과 관리 소홀 등 시설의 파괴는 물론 인명과 재산손실 등 큰 재해를 발생시킬 가능성이 있다. 또한, 개간 시설물의 기능유지를 위하여 정기적인 시설점검, 진단분석, 보강과 보수 등을 실시하여야 한다. 개간공사, 토양개량, 구획계획, 용·배수계획, 도로계획, 부대시설은 관리가 매우 중요하므로 유지관리 및 모니터링을 지속적으로 실시한다.

개간은 개간공사, 토양개량, 구획계획, 용·배수계획, 도로계획, 부대시설 계획에 따라 사업이 실시되고 유지관리 되면서 지역의 새로운 자연환경을 형성하고 있다. 이는 유지관리 계획에 기초하여 시·군을 주체로 지역주민과 주변의 자연환경에 조화를 이루며 지역의 안전과 생명보호, 하류지역과 주변 지역의 재해방지를 위한 대책마련으로 적정한 유지관리를 실시하는 것이 중요하다.

4.1.2 시공지의 유지관리법

개간공사, 토양개량, 구획계획, 용·배수계획, 도로계획, 부대시설을 시공 후 목표로 하는 개간조건으로 조성한다하여도 순조롭게 자연으로 추이된다고는 할 수 없다. 특히, 시공직후에 강우 등으로 인해 힘든 노력과 장기간에 걸쳐 완성한 시공면의 일부가 파괴 또는 유실되는 경우가 있다. 이러한 경우 가능한 한 빨리 대처하여 조기에 보수하는 하는 것이 필요하다. 개간 시공지에 초기단계에서 국부적인 붕괴가 발생하여 나지로 되는 것은 지표수의 흐름과 침투수의 집중에 의해 개간지의 기능 상실은 물론 개간이 어려운 나지부분의 확대와 사면의 붕괴 등으로 이어질 수 있다. 이러한 나지 및 토양유실과정은 시공한 기초구조물의 파괴와 관련되는 경우도 있다. 따라서 시공면

의 파괴원인, 유발요인을 명확히 조사하고 조기 대처는 확대와 재발을 방지하는데 매우 중요하다. 구체적인 방법으로는 용·배수계획, 도로계획, 부대시설 계획을 통해 개간지 조건에 적합한 배수방법과 토사 배제와 유출 제어방법을 채용한다.

개간지 식생의 천이는 그 입지조건에 적합한 최고의 상태(climax)를 향해 점차 진행해 가는 것으로 볼 수 있다. 그러나 그 과정 중에 유지관리가 불충분한 경우 지금까지 강화되어온 방재기능이 떨어져 다시 황폐지로 역행하는 경우도 있다. 이를 방지하기 위해서는 잡초제거와 나무뿌리 뽑기, 토양개량 등을 통하여 개선해 갈 필요가 있다. 이러한 유지관리 결과 개간지의 다면적 보전기능을 높일 수 있을 것이며 식생회복의 유도에도 효과를 발휘할 것이다.

따라서 식량의 확보, 경지면적의 확대, 그리고 토지의 효율적인 이용 등을 위해 자연환경에 조화로운 개간이 될 수 있도록 시공지의 적절한 유지관리를 실시해 가야 할 것이다.

4.1.3 점검과 조사

개간에 따른 사면의 점검과 사면손상 조사는 평상시에 정상적으로 실시하는 것과 호우, 태풍, 눈사태, 지진 등 단기간에 사면에 손상을 일으킬 수 있는 사태 발생 등 이상시에 실시되는 점검과 조사가 있다.

(1) 평상시 점검과 조사

① 개간지 사면하부에의 낙석, 토사의 유출
② 농업시설물과의 이음부의 매립과 토사 유출상태
③ 사면의 배부름과 균열상태
④ 성토 상부의 균열과 침하
⑤ 사면으로부터의 용수상태
⑥ 식생의 유실, 쇠퇴, 도복 등
⑦ 물과 토양 흐름의 방향과 크기
⑧ 배수로, 소단(小段) 배수구 등의 퇴적물과 하천에 유하하는 토사량

(2) 이상시 점검과 조사

① 지표수와 지하수, 용수의 위치와 수량 및 탁한 정도
② 낙석 및 붕괴토의 규모와 발생 위치의 상태
③ 사면의 배부름과 균열의 규모와 상태
④ 식생사면의 활동 현상, 사면과 상부의 도복
⑤ 구조물의 균열 확대 및 침하
⑥ 붕괴발생이 있는 경우에는 그 규모의 확대 유무 및 개간지 주변에 미치는 영향

4.2 유지관리의 실시

4.2.1 사면 보호공의 유지관리

개간지의 유지관리 실시는 특히 사면에서 많이 발생할 수 있는 문제점을 점검하고 대책을 세워 이를 보완해 갈 필요성이 있다. 사면의 경우 개간으로 인한 토사 유실과 침식 및 토사 유출 등으로 인

해 발생할 수 있는 배수로와 수리구조물의 매몰과 퇴적 및 유출토사에 의한 탁수형성 등 수질오염과 밀접한 관련을 가지고 있다. 이러한 문제해결을 위해서는 사면 보호공을 실시하여야 한다. 사면을 보호하는 공법은 크게 식생공법과 구조물공법을 이용하여 실시하고 적절한 유지관리를 하여야 한다. 여기서 식생공법의 대부분은 개간 완공시에 완성품이 아닌 시간을 들여서 목표로 하는 군락으로 이행하게 한다. 한편 구조물공법은 공사 완성시 완성품으로 소정의 성능을 발휘하게 하는 것이다. 이러한 식생공법과 구조물공법의 점검항목과 유지관리방법을 정리하면 표 1과 표 2와 같다.

<표 4.2-1> 식생공법의 점검항목과 유지관리방법

점검 항목	점검 내용	유지관리 방법	조 치
식 생 상 황	생육상황	생육의 상태	심기, 추비
		번무 장해의 유무	풀베기, 제초, 간벌
		통행 장해의 유무	
	손 상	고사, 손상 정도	추파, 추비, 보식
	병충해	종류와 증상 확인	풀베기, 제초, 간벌, 약제 살포
	침입식물	파생정도	제초제 살포, 인력제초
식 생 기반의 상 황	손 상	지반 노출의 유무	생육기반의 부분 보수 등
		균열, 함몰, 붕괴 유무	용수처리, 배수로의 부분 보수 등
		용수, 누수	
녹 화 기초공의 상 황	손 상	철망의 부상 유무	철망의 고정, 부분 보수 등
		손상의 정도	틀의 부분 보수 등
		틀의 균열, 변형, 함몰 유무	
기 타	손 상	수로 막힘의 유무	배수구 청소

<표 4.2-2> 구조물공법의 점검항목과 유지관리방법

공 종	점검 항목	원인, 유의 사항	유지관리 방법
콘크리트 붙임 공법	균 열	단순(건조, 수축)한 원인	진행을 막음. (V컷, 모르터 충진)
	단차가 있는 균열, 부풀음, 밀려 나옴	원인이 토압이나 동결, 동토에 의한 경우	원인, 규모, 정도에 따른 보강방법의 검토 또는 재시공
돌붙임 공 법	느슨해짐, 헐거움	돌 배면의 침하, 유출	충진, 다짐
블럭붙임 공 법	침 하	토사 유실, 평면토사의 침하, 유출	충진, 다짐, 침출방지 처리, 재점검
	배불림	평면 토사의 토압(활동)	침투수, 용수처리 후의 재시공
	기초부의 침하	토사의 세굴	기초처리, 배수, 재시공
현장타설 콘크리트 공 법	거푸집의 균열	단순한 균열	폭, 길이 등의 관찰
		거푸집 단면의 중대한 균열	원인 규명, 정도의 검토를 통해 보강처리
	거푸집 하부의 공동	물에 의한 세굴	충진(모르터 등), 물 처리
	거푸집 표면의 박리	원인 : 동결에 의한 경우, 원인 : 노후화(중성화)	원인 상태에 따라 처리
	거푸집의 배부름	이상 토압의 발생	정도에 따라 대책공법 검토 또는 재시공
망 태 공 법	미끄럼 등	배면토사의 유출	유하수의 처리, 식물의 도입
		기초부의 세굴	유수의 처리, 기초부의 보강
	쌓기 돌의 붕괴	철선의 절단과 부식	철선의 보수
그물선반 공 법	미끄럼 등	퇴적토사의 증가, 말뚝, 기둥의 부식	제거 식물의 도입, 보강, 재시공

4.2.2 사면 유지관리의 유의점

(1) 식생공

식생공의 역할은 안정 기능 이외에 환경과 경관보전기능을 기대하는 경우가 많다. 따라서 사면에 어떠한 식물군락을 유지할 것인가(피복 목표)를 명확하게 할 필요가 있다. 따라서 식생공의 유지관리는 사면자체의 파손개소의 보수 및 위험 예방작업, 목표로 하는 식물군락에 접근하는 작업, 목표가 달성된 식물군락을 유지하기 위한 작업이 있다.

(2) 구조물공법

구조물의 파손은 폭풍, 호우, 지진 등의 재해 및 동결·융해 등에 의한 시간경과에 따른 열화를 원인으로 발생하는 경우가 많다. 또한 시공시에 생각하지 못한 외력의 작용에 따른 변형과 붕괴가 발생하기도 한다. 점검시에는 사면의 구조물 자체를 대상으로 하는 이외에 주변을 포함한 물의 거동에도 관심을 가져야 한다.

(3) 낙석대책공

낙석의 위험성은 폭풍, 호우, 지진 등의 재해 및 동결·융해 등으로 인한 시간경과에 따른 열화로 사면이 붕괴되는 경우가 많다. 낙석대책공을 실시하는 사면은 경사가 급한 경우가 많으므

로 일상의 점검에 의해 낙석 예방과 보호기능이 저하하지 않도록 세심한 주의와 충분한 조사를 통해 필요에 따라 적절한 대책을 강구할 필요가 있다.
이에 대한 자세한 내용은 국간건설기준 공통-지반편, KDS 11 70 10 비탈면보호공법 설계기준, KDS 11 70 15 비탈면보강공법 설계기준, KDS 11 70 20 낙석토석대책시설 설계기준 그리고 KDS 11 70 20 비탈면 배수시설 설계기준 에 준한다.



집필위원	분야	성명	소속	직급
	관개배수	김선주	한국농공학회	교수
	농업환경	박종화	한국농공학회	교수
	토질공학	유 찬	한국농공학회	교수
	구조재료	박찬기	한국농공학회	교수
	수자원정보	권형중	한국농공학회	책임연구원

자문위원	분야	성명	소속
	농촌계획	손재권	전북대학교
	수자원공학	윤광식	전남대학교
	지역계획	김기성	강원대학교
	수자원공학	노재경	충남대학교
	농지공학	최경숙	경북대학교
	관개배수	최진용	서울대학교

건설기준위원회	분야	성명	소속
	총괄	한준희	농림축산식품부
	농업용댐	오수훈	한국농어촌공사
	농지관개	박재수	농림축산식품부
	농지배수	송창섭	충북대학교
	용배수로	정민철	한국농어촌공사
	농도	조재홍	한국농어촌공사 본사
	개간	백원진	전남대학교
	농지관개	이현우	경북대학교
	농지배수	남상운	충남대학교
	취입보	김선주	건국대학교
	양배수장	정상옥	경북대학교
	경지정리	유 찬	경상대학교
	농업용관수로	박태선	한국농어촌공사 본사
	농업용댐	손재권	전북대학교
	농지배수	김정호	다산컨설턴트
	농지보전	박종화	충북대학교
	농업용댐	김성준	건국대학교
	해면간척	박찬기	공주대학교
	농업수질및환경	이희억	한국농어촌공사 본사
	취입보	박진현	한국농어촌공사 본사

중앙건설기술심의위원회	성명	소속
	이태옥	평화엔지니어링
	성배경	건설교통신기술협회
	김영환	한국시설안전공단
	김영근	건화
	조의섭	동부엔지니어링
	김영숙	국민대학교
	이상덕	아주대학교

농림축산식품부	성명	소속	직책
	한준희	농업기반과	과장
	박재수	농업기반과	서기관

설계기준
KDS 67 60 90 : 2018

개간 유지관리

2018년 04월 24일 발행

농림축산식품부

관련단체 한국농어촌공사
58217 전라남도 나주시 그린로 20(빛가람동 358) 한국농어촌공사
☎ 061-338-5114 E-mail : webmaster@ekr.or.kr
http://www.ekr.or.kr

(작성기관) 한국농공학회
06130 서울시 강남구 테헤란로 7길 22(역삼동 365-4) 과학기술회관 본관 205호
☎ 02-562-3627 E-mail : j6348h@hanmail.net
http://www.ksae.re.kr

국가건설기준센터
10223 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283(대화동)
☎ 031-910-0444 E-mail : kcsc@kict.re.kr
http://www.kcsc.re.kr

※ 이 책의 내용을 무단전재하거나 복제할 경우 저작권법의 규제를 받게 됩니다.

KDS 67 65 05 : 2018

해면간척 일반사항

2018년 04월 24일 제정
http://www.kcsc.re.kr

농림축산식품부



건설기준 코드 제·개정에 따른 경과 조치

이 코드는 발간 시점부터 이미 시행 중에 있는 설계용역이나 건설공사에 대하여 발주기관의 장이 필요하다고 인정하는 경우 종전에 적용하고 있는 기준을 그대로 사용할 수 있습니다.

건설기준 코드 제·개정 연혁

- 이 기준은 KDS 67 65 05 : 2018 으로 2018년 04월에 제정하였다.
- 이 기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 건설기준 간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.
- 이 기준의 제·개정 연혁은 다음과 같다.

건설기준 코드	주요사항	제·개정
농지개량사업 계획설계기준 해면간척편	• 농지개량사업 계획설계기준 해면간척편 제정	제정 (1972. 12)
농지개량사업 계획설계기준 방제공편	• 농지개량사업 계획설계기준 방재공편 제정	제정 (1987. 12)
농지개량사업 계획설계기준 해면간척편	• 농지개량사업 계획설계기준 해면간척편 개정	개정 (1991. 12)
농업생산기반정비사업 계획설계기준 해면간척편	• 농업생산기반정비사업 계획설계기준 해면간척편 개정	개정 (1997. 12)
KDS 67 65 05 : 2018	• 국토교통부 고시 제2013-640호의 “건설공사기준 코드체계” 전환에 따른 건설기준을 코드로 정비 (농업생산기반정비사업 계획설계기준 해면간척편 및 방제공편 합본) • 건설기술진흥법 제44조 및 제44조의 2에 의거하여 중앙건설심의위원회 심의· 의결	제정 (2018. 04)

제 정 : 2018년 04월 24일 **개 정 : 년 월 일**
심 의 : 중앙건설기술심의위원회 **자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회**
소관부서 : 농림축산식품부 농업기반과
관련단체(작성기관) : 한국농어촌공사(한국농공학회)

목 차

1. 일반사항 ····· 1

1.1 목적 ····· 1

1.2 적용 범위 ····· 1

1.3 참고기준 ····· 1

1.4 용어의 정의 ····· 1

1.5 기호의 정의 ····· 1

1.6 간척사업의 필요성과 금후의 계획 수립 방향 ····· 1

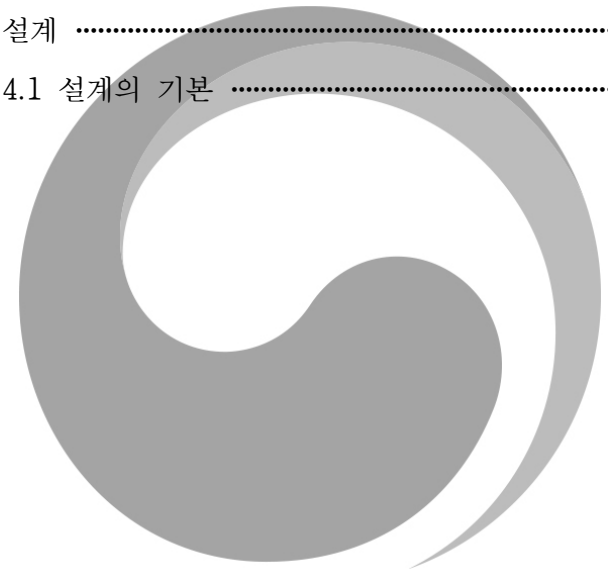
1.7 사업 시행 절차 ····· 2

2. 조사 및 계획 ····· 2

3. 재료 ····· 3

4. 설계 ····· 3

4.1 설계의 기본 ····· 3



해면간척 일반사항

1. 일반사항

1.1 목적

(1) 이 코드는 농어촌정비법에 근거한 농업생산기반정비사업으로 신설 또는 개수하는 해면간척의 계획, 설계, 시공 및 관리에 있어 준수해야할 일반적 사항을 규정하여 기술수준의 향상과 체계화에 기여함을 목적으로 한다.

1.2 적용 범위

(1) 이 코드는 공유수면에 방조제 또는 하구둑을 축조하여 조류를 차단하고 간석지를 육지화 하는 사업이나 담수호를 조성하는 사업의 외곽시설과 매립 및 내부개발계획의 수립, 조사, 설계에 대한 사항을 정한 것으로 해면간척사업으로 시행하는 모든 시설에 적용한다. 코드 내용은 기술수준의 향상 또는 기타 필요에 따라 개정하여 시행하며, 적용이 적합하지 않은 경우에는 기준이 손상되지 않는 범위 내에서 기술심의 및 자문 등으로 실무지침을 정하여 운용할 수 있다.

1.3 참고기준

· 농업생산기반정비사업계획 설계기준, 1991 : 해면간척편.

1.4 용어의 정의

(1) 해면간척이란 해면하(海面下)토지의 이용가치를 높이기 위하여 공유수면을 토목공학적인 수단에 의하여 축조한 방조제로 해수를 차단하여 간석지를 육지화 하는 토지조성사업을 말한다.

(2) 매립은 공유수면을 대조만조위 또는 고수위까지 토사 등으로 매립하여 토지를 조성하는 것을 말한다. 이들 사업은 새로운 국토를 조성하는 의의를 갖고 있다.

1.5 기호의 정의

· 내용 없음

1.6 간척사업의 필요성과 금후의 계획 수립 방향

(1) 1970년대까지 간척사업은 생존을 위한 식량의 자체달성을 목적으로 정부주도의 개발시대를 거쳤다. 1980년대 이후는 주곡의 자급자족과 국민생활 수준의 향상으로 사업목적도 지역사회발전에 기여하도록 다목적으로 변천되었다. 사업시행에 있어서는 수산업 및 타산업과의 이

해상충에서 오는 경합, 어업권 등 각종 기득권의 주장과 보상, 생계대책 및 환경영향대책 등 더욱 심도 있는 처리가 필요하게 되었다. 기술개발에 의한 경제성 제고에 못지않게 사업시행의 타당성 검토에 필수적 조건이 되었다.

(2) 따라서, 앞으로 간척 계획수립의 방향은 해양공학, 수리학, 토질공학 및 시공법의 발달이나 현대화된 대형 특수장비의 개발 등에 따른 간척기술의 개발과 완벽한 토목공학적인 기술처리도 중요하다. 그러나 사업목적이 국가종합개발계획과 지역사회발전계획이 부합되는 종합계획이여야 하며 정확한 환경영향의 예측과 보전에 관한 기술, 수질관리나 오염대책 및 적정한 보상계획 등 사회적인 문제들을 더욱 정도 높게 처리되어야 할 것이다

1.7 사업 시행 절차

1.7.1 시행의 법적 근거

(1) 간척농지 개발사업은 공유수면관리 및 매립에 관한 법률과 농어촌정비법이 정하는 바에 의하여 시행한다.

1.7.2 사업 시행 구분

(1) 사업은 국가사업, 공공단체사업 및 민간사업으로 구분시행 된다. 국가사업은 정부 및 지방자치단체가 시행하고 공공단체사업은 한국농어촌공사가 시행하는 사업이다.

(2) 민간사업은 민간인 및 민간대기업이 참여하여 민자에 의해 추진되는 사업을 뜻한다.

1.7.3 사업 시행 절차

(1) 간척농지개발사업의 시행절차는 농어촌정비법과 공유수면관리 및 매립에 관한법률의 각각 독립된 절차에 따라 사업을 추진해야 한다. 국가 또는 공공단체사업으로 시행할 시는 보조금과 농지관리기금이 지원되거나 공유수면매립공사와 더불어 배후지를 개발하는 사례가 많다. 이때는 상기 양개법(兩個法)이 정하는 절차를 함께 거쳐 사업을 시행해야 한다. 특히, 매립법에 의한 매립면허처분이 있은 후 농어촌정비법에 의한 사업시행인 가처분을 받아야 하며, 매립면허에 의한 공사의 준공처리는 매립법에 의하여 준공인가처분을 받음으로써 효력이 발생한다. 즉 보조금은 농어촌정비법에 의하여 사업을 시행하는 자에게 교부되므로 (보조금교부규정 제1조)농근법 제96조 규정에 의한 사업시행인가의 처분이 있어야 하고, 사업시행인가는 토지소유자(농어촌정비 제11조의 자격자)의 동의를 요건으로 하고 있으므로 공유수면구역내의 권리자의 동의도 있어야 한다.

(2) 또한, 농어촌정비법에 의한 사업시행은 사업 준공보고의 확정으로 사업이 확정으로 사업이 완료되는 반면 공유수면법에 의한 공유수면매립공사는 공유수면법법에 의한 준공인가처분을 받음으로써 매립지에 대하여 수면허권자(受免許權者)에게 소유권을 취득할 수 있게 된다.

2. 조사 및 계획

· 내용 없음

3. 재료

· 내용없음

4. 설계

4.1 설계의 기본

(1) 설계는 해면간척에 필요한 기능과 안전성을 갖는 한편 경제적 시설인 동시에 환경에 부합되도록 시행하는 것을 기본으로 한다. 이 경우 관계 법규 등을 준수해야 한다.

집필위원	분야	성명	소속	직급
	관개배수	김선주	한국농공학회	교수
	농업환경	박종화	한국농공학회	교수
	토질공학	유 찬	한국농공학회	교수
	구조재료	박찬기	한국농공학회	교수
	수자원정보	권형중	한국농공학회	책임연구원

자문위원	분야	성명	소속
	농촌계획	손재권	전북대학교
	수자원공학	윤광식	전남대학교
	지역계획	김기성	강원대학교
	수자원공학	노재경	충남대학교
	농지공학	최경숙	경북대학교
	관개배수	최진용	서울대학교

건설기준위원회	분야	성명	소속
	총괄	한준희	농림축산식품부
	농업용댐	오수훈	한국농어촌공사
	농지관개	박재수	농림축산식품부
	농지배수	송창섭	충북대학교
	용배수로	정민철	한국농어촌공사
	농도	조재홍	한국농어촌공사 본사
	개간	백원진	전남대학교
	농지관개	이현우	경북대학교
	농지배수	남상운	충남대학교
	취입보	김선주	건국대학교
	양배수장	정상옥	경북대학교
	경지정리	유 찬	경상대학교
	농업용관수로	박태선	한국농어촌공사 본사
	농업용댐	손재권	전북대학교
	농지배수	김정호	다산컨설턴트
	농지보전	박종화	충북대학교
	농업용댐	김성준	건국대학교
	해면간척	박찬기	공주대학교
	농업수질및환경	이희억	한국농어촌공사 본사
	취입보	박진현	한국농어촌공사 본사

중앙건설기술심의위원회	성명	소속
	이태옥	평화엔지니어링
	성배경	건설교통신기술협회
	김영환	한국시설안전공단
	김영근	건화
	조의섭	동부엔지니어링
	김영숙	국민대학교
	이상덕	아주대학교

농림축산식품부	성명	소속	직책
	한준희	농업기반과	과장
	박재수	농업기반과	서기관

설계기준
KDS 67 65 05 : 2018

해면간척 일반사항

2018년 04월 24일 발행

농림축산식품부

관련단체 한국농어촌공사
58217 전라남도 나주시 그린로 20(빛가람동 358) 한국농어촌공사
☎ 061-338-5114 E-mail : webmaster@ekr.or.kr
http://www.ekr.or.kr

(작성기관) 한국농공학회
06130 서울시 강남구 테헤란로 7길 22(역삼동 365-4) 과학기술회관 본관 205호
☎ 02-562-3627 E-mail : j6348h@hanmail.net
http://www.ksae.re.kr

국가건설기준센터
10223 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283(대화동)
☎ 031-910-0444 E-mail : kcsc@kict.re.kr
http://www.kcsc.re.kr

※ 이 책의 내용을 무단전재하거나 복제할 경우 저작권법의 규제를 받게 됩니다.

KDS 67 65 15 : 2018

해면간척 조사

2018년 04월 24일 제정
http://www.kcsc.re.kr

농림축산식품부



건설기준 코드 제·개정에 따른 경과 조치

이 코드는 발간 시점부터 이미 시행 중에 있는 설계용역이나 건설공사에 대하여 발주기관의 장이 필요하다고 인정하는 경우 종전에 적용하고 있는 기준을 그대로 사용할 수 있습니다.

건설기준 코드 제·개정 연혁

- 이 기준은 KDS 67 65 15 : 2018 으로 2018년 04월에 제정하였다.
- 이 기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 건설기준 간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.
- 이 기준의 제·개정 연혁은 다음과 같다.

건설기준 코드	주요사항	제·개정
농지개량사업 계획설계기준 해면간척편	• 농지개량사업 계획설계기준 해면간척편 제정	제정 (1972. 12)
농지개량사업 계획설계기준 방제공편	• 농지개량사업 계획설계기준 방재공편 제정	제정 (1987. 12)
농지개량사업 계획설계기준 해면간척편	• 농지개량사업 계획설계기준 해면간척편 개정	개정 (1991. 12)
농업생산기반정비사업 계획설계기준 해면간척편	• 농업생산기반정비사업 계획설계기준 해면간척편 개정	개정 (1997. 12)
KDS 67 65 15 : 2018	• 국토교통부 고시 제2013-640호의 “건설공사기준 코드체계” 전환에 따른 건설기준을 코드로 정비 (농업생산기반정비사업 계획설계기준 해면간척편 및 방제공편 합본) • 건설기술진흥법 제44조 및 제44조의 2에 의거하여 중앙건설심의위원회 심의· 의결	제정 (2018. 04)

제 정 : 2018년 04월 24일 **개 정 : 년 월 일**
심 의 : 중앙건설기술심의위원회 **자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회**
소관부서 : 농림축산식품부 농업기반과
관련단체(작성기관) : 한국농어촌공사(한국농공학회)

목 차

1. 일반사항 ····· 1
1.1 목적 ····· 1
1.2 적용 범위 ····· 1
1.3 참고기준 ····· 1
1.4 용어의 정의 ····· 1
1.5 기호의 정의 ····· 1
2. 조사 및 계획 ····· 1
2.1 조사 계획 ····· 1
2.2 지형조사 ····· 3
2.3 지질조사 ····· 5
2.4 지하수조사 ····· 8
2.5 토양조사 ····· 11
2.6 토질조사 및 시험 ····· 14
3. 재료 ····· 17
4. 설계 ····· 17

해면간척 조사

1. 일반사항

1.1 목적

(1) 이 코드는 농어촌정비법에 근거한 농업생산기반정비사업으로 신설 또는 개수하는 해면간척의 조사 및 계획에 있어 준수해야할 일반적 사항을 규정하여 기술수준의 향상과 체계화에 기여함을 목적으로 한다.

1.2 적용 범위

· 내용 없음

1.3 참고기준

· 농업생산기반정비사업계획 설계기준, 1991 : 해면간척편.
· 농업생산기반사업 계획설계기준, 2017 : 농지관개편 조사 (KDS 67 40 10 : 2017)

1.4 용어의 정의

· 내용 없음

1.5 기호의 정의

· 내용 없음

2. 조사 및 계획

2.1 조사 계획

(1) 조사는 계획과 설계 대상이 되는 시설물의 설치 목적을 충분히 이해하고 계획과 설계에 영향을 끼치는 기술적, 경제적, 사회적 제 조건을 빠짐없이 조사하도록 해야 한다.

2.1.1 조사의 기본방향

(1) 간척사업은 조사, 계획, 설계, 시공 및 관리의 단계로 추진된다. 조사는 대상지구의 규모나 간척의 목적 및 예상되는 공사의 난이도등 지구실정에 따라서 조사의 항목과 내용을 적절하게 선정해야 하므로 조사단계를 고려한 조사계획을 수립해야 한다.

2.1.2 조사계획

조사는 사업추진 단계에 맞는 적절한 계획을 수립하고 그 계획에 의하여 수행해야 한다.
일반적으로 조사의 추진단계는 ① 계획조사 ② 기본조사 ③ 실시조사 ④ 보완조사로 구분하여 시행한다.

2.1.3 조사사항

2.1.3.1 계획에 관련된 조사

(1) 공유수면 매립구역과 개발가능성
  ① 방조제 예정선과 매립면적
  ② 매립면적과 간척지 조성면적
  ③ 조성면적과 토지이용계획
  ④ 토지이용계획과 개발방안
(2) 수원공 계획과 개발가능성
  ① 계획구역내의 기설 수리시설 실태
  ② 하천유황의 실태(갈수량, 평수량, 홍수량 및 기준유량 등)
  ③ 담수호 또는 신규 수원공 확보 가능성
(3) 타 사업 관련조사
  ① 방조제노선과 타 사업관련
  ② 수원공 계획과 타 사업관련
  ③ 사업계획지구와 배후지 사업
  ④ 기존수리권, 광업권, 기타 취득권 관련
  ⑤ 수산업 관련
  ⑥ 타 사업계획 및 타법과의 관련 및 저촉여부
(4) 물 수급
  ① 농업, 생활 및 공업용수 수요
  ② 장단기 지역용수 수급전망과 계획
  ③ 합리적 용수 활용 가능성

2.1.3.2 설계에 관련된 조사

(1) 기상, 해상, 수문
(2) 하천상황, 조석, 조류 및 유황
(3) 지형, 지질, 토질 및 토양
(4) 축조재료 및 시공장비
(5) 연안 시설물 현황, 각 행정상의 구역경계
(6) 기타 필요한 사항

2.1.3.3 시공에 관련된 조사

(1) 기상, 해상 및 수문
(2) 축조 재료의 분포와 운반 상황
(3) 인력 확보의 범위와 가능성
(4) 용지 조달의 범위와 가능성
(5) 전력 공급의 가능성
(6) 어업권 보상 범위와 시공성
(7) 지역사회의 여건과 상황

2.1.3.4 관리에 관련된 조사

(1) 기상, 해상 및 수문
(2) 하천 및 조석(潮汐)상황
(3) 배후지 시설의 관리상황
(4) 기설 방조제 시설관리 및 안전관리 상황자료

2.1.3.5 보상에 관련된 조사

2.1.3.6 권리에 관련된 조사

2.1.3.7 환경에 관련된 조사

2.1.3.8 공사재료, 기타에 관련된 제조사

2.2 지형조사

(1) 조사 범위는 간척예정 지구내 및 방조제 예정선의 바깥쪽 200m이상, 배후지는 수륙(水陸)경계선으로부터 100m이상 및 용·배수 기타 간척매립으로 인하여 이해관계가 생기는 구역을 조사 범위로 한다.
(2) 간척계획에 사용하는 표고 기준은 국립지리원에서 설치한 수준점 표석의 표고로 한다.
① 지형측량은 간척, 매립 계획에 있어 계획지구 및 주변 지역의 지세, 지설, 면적, 표고, 해안선, 간석지, 갯고랑(유체)등의 상황이 정확히 파악되도록 실시해야 한다.
② 지형도는 기본설계, 실시설계, 시공 등의 각 단계마다 조사 목적에 부합되는 정밀도로 작성되어야 한다.

2.2.1 조사의 범위

(1) 지형 조사의 범위는 지형조건에 따라 조사단계와 조사항목을 적절하게 조정하여 결정한다.

국립지리원이 발행한 도면, 지도, 기타 기록에 의거 현지와 대조하여 명확히 표기하는 동시에 항만, 어항, 해안보전, 하천, 자연공원, 국사공권, 수산보전, 도시 및 산업공단 등 제반 행정지정 관리구역을 관계기관 자료를 기초로 확인해야 한다.

2.2.2 표고의 기준 및 수준표의 설치

(1) 우리나라 표고의 기준은 1963년 12월 국립건설연구소(현 국립지리정보원)에서 인천의 인하대 교정내에 설치한 26.6871m를 수준점으로 한다. 실제로는 편의상 이 기준으로부터 전국에 설치한 수준점의 표고를 이용한다.

(2) 즉 조사지구내에 수준표석을 설치한 다음 부근의 수준점 표석으로부터 표고를 연결하고 필요에 따라 인근의 검조소, 항만, 하천 및 기개발지구의 수준표의 표고 관계를 구한다. 표고의 기준점으로 사용하는 수준점 표석도 지반변동 등에 따라 표고가 변동되는 경우가 있으므로 이의 여부를 관계기관에 조회하여 확인한다.

2.2.3 해도의 수심과 기준면

(1) 해양수산부 수로국 발행 조석표 및 중앙기상대 발행의 조위표 기준면(0점 표고)은 기본수준면을 취한 것이다. 기본수준면은 해도의 기준면이다. 해도의 수심 표기 기준면은 나라마다 다르나 우리나라에서는 조석 관측지점의 주요 4개 분조(M_2 , S_2 , K_1 , O_2)의 반진폭의 합계만큼 그 지점의 평균해면하 표고를 기본수준면으로 취하여 사용하며 이것을 각 항구마다 표석을 설치하여 관리하고 있다. 일반적으로 항만공사에서는 기본수준면을 계획 및 공사의 기준표고로 사용하고 있다. 따라서 간척조사측량은 육상기준표고와 해상수준표고와의 상관관계를 분명히 해야 한다.

2.2.4 지형측량

(1) 지형도는 간척매립 등의 계획, 검토를 위하여 필수적으로 작성되어야한다. 이 때 지형도의 축척은 1:1,000, 1:3,000, 1:5,000, 1:10,000의 4종을 표준으로 하고 조사단계에 따라 적절한 축척을 택하되 등고선은 원칙적으로 평지 20㎝, 산지 5m 간격으로 삽입한다. 지형도 도화의 대상범위는 간척예정지구 및 그 주변과 수원시설, 용·배수시설, 도로 등의 계획범위를 고려하여 결정한다.

(2) 원도작성 방법은 지상측량과 공중사진촬영에 의한다. 최근에 간척계획이 대규모화 및 배후지를 포함한 종합개발계획차원에서 추진됨에 따라 공중사진측량을 이용하는 경우가 많아졌다. 도화(圖化)작업은 국립지리정보원의 「공공측량시행규정」 및 「단형도의 기본도 도식(圖式)과 도식적용규정」 에 준한다.

2.2.4.1 방조제 예정선 측량

(1) 방조제 노선은 일반적으로 짧은 방조제 연장으로 최대의 개발면적을 포용하고 공사비가 저렴하며 시공상 및 유지관리상 문제점이 적고 필요저수량과 담수화 등에 유리해야 한다.

(2) 방조제 시·종점 부근의 지형측량은 축척을 1:500～ 1:1,000, 등고선 간격은 산지 1.0m, 간석지 0.2m～0.5m를 표준으로 하고 시·종점 설치 기준점의 좌표와 표고, 암석, 고압선, 도로 기타 주요장애물을 상세히 도시한다.

(3) 방조제 종횡단 측량은 가능하면 간조시 직접 종횡단 측량에 의하여 시행하여야 하나, 수중작업으로 인하여 측량이 어렵거나 불가능한 경우에는 수심측량에 의한다. 수심측량은 음향측심기로 하는 것을 원칙으로 한다. 그러나 수심이 얕은 경우에는 측간(pole), 측심추에 의한 직접측정 방법으로 한다. 이때 측심점의 위치, 깊이 측심 시각과 인근 조위표 또는 조위관측소의 조위를 정확하게 기록해 두어야 한다.

2.2.4.2 간석지 지형측량

(1) 간척사업이 대규모화되면서 공유수면 매립구역내의 간석지 부위는 개발면적으로 확정하고 침해구역은 담수호로 계획하게 됨으로써 개발 가능면적 확정과 담수호 규모의 결정 등 개발계획 수립을 위하여 정확한 지형측량 자료가 만들어져야 한다. 이를 위한 측량은 기선측량, 간석지 지형측량, 수심측량, 연안경계선 측량 등으로 시행한다.

2.2.4.3 연안해역선 경계측량

(1) 간척매립 구역 확정을 위하여 다음과 같은 자료조사 또는 경계측량을 실시해야 한다.

① 지적도(임야도포함)의 지적경계와 간석지 경계
② 매립구역내의 법정하천 경계
③ 공유수면경계(지적법 제26조 참조)
④ 공유수면매립지와 공유수면과의 경계
⑤ 기타 필요사항

2.2.4.4 지형원도의 작성

(1) 원도의 작성은 국립지리원의 1 : 5,000 기본도제작 및 도식규정에 따른다.

2.3 지질조사

방조제 및 배수문 등 간척시설물의 기초지반과 축조재료 과장(科場)은 지질조사를 실시하여 지질특성을 정확히 파악해야 한다.

2.3.1 단계별 조사항목

(1) 지질조사는 답사, 기본조사, 실시조사단계로 시행한다. 조사항목은 지표지질조사, 물리탐사, 보링조사, 지하수조사 등으로 구분할 수 있다.

(2) 단계별 조사항목은 <표 2.3-1>과 같다.

(3) 지표지질 조사시의 주요 관찰사항은 <표 2.3-2>와 같다.

<표 2.3-1> 단계별 조사항목

기 본 조 사	실 시 조 사
○지표지질조사	○지표지질조사
지형 및 토질조사	필요시 좌와 동일
지질분포 및 지질 구조대조사	
구조물지반의 형성과 안전성 조사	
○물리(음파) 탐사	○물리탐사
방조제(배수문)종단방향	실시설계를 위한 보완조사
방조제(배수문)횡단방향	(기본조사의 미비 탐사지역 등)
○보링조사	○보링조사
방조제(배수문) 중심선방향	실시설계를 위한 세부조사
방조제(배수문) 상하류	(좌와 동일)
가체절부 Line 중심선방향	기본조사의 보완시추
배수문 유입부 유출부 원위치시험 병행조사	문제지점 및 중요구조물 위치의 세부 정밀조사
○지하수 조사	○불교난시료 채취 토질정수파악

<표 2.3-2> 지표 지질조사시의 주요 관찰사항

노두(露頭)	지층, 암석의 종류와 질	암의 종류, 색조, 경도(硬度), 풍화암질의 정도와 두께, 균열의 방향, 빈도, 단층 파쇄대의 방향과 규모, 주향(走向)과 경사, 기타사항
	타 종류의 지층 암석의 관계	整合, 부정합, 단층, 점이(漸移)관계 등의 구별, 경계면의 방향과 상황, 기타
	기타사항	피복층의 종류와 두께, 용출수의 양, 수온, 수질, 화석의 유무, 기타사항, 금속, 비금속(석암, 활석, 고령토) 광물 및 석재 부존여부
지형	하천, 계곡형상	하천, 계곡의 나비, 하천경사, 산복경사
	평탄지	준평원, 화산성대지(火山性臺地), 단구(段丘)
	특수지대	카르스트, 산사태, 붕괴, 단층애, 단층곡, 기타

2.3.2 지표, 지질조사

(1) 지표, 지질조사는 일반적으로 자료수집, 현장 지질조사 등을 병행하여 실시한다. 자료조사는 지형도, 지질도, 해역도, 기상 및 해상자료를 수집하며, 대상지역, 지질조사와 관련된 연구기관 (동력자원연구소, 해양연구소 등)과 기타 유관기관으로부터 기 조사된 자료를 입수한다.

(2) 현장 지질 답사는 조사 대상 지구에 대한 지형, 토질 및 지질 상태를 광범위한 조사 자료를 수집해야 한다.

(3) 특히, 계획지구 주변의 지형은 1 : 50,000 지형도를 기본도로 한다. 조사범위는 원칙적으로 공유수면 매립대상구역을 포함한 예정지구 해면과 배후유역을 대상으로 한다.

(4) 갯고랑은 지구내 용·배수계획, 설계, 시공 등에 밀접한 관계가 있으므로 정확히 조사하여 개소수, 위치, 형상, 깊이, 방향 등을 파악해야 한다.

(5) 또한, 지형을 기록할 때에는 다음 내용이 포함되어야 한다.

① 하천 수계의 분포, 기울기, 하천부지내의 퇴적물 상황, 주요 하천유역의 형상 및 유역의 황폐, 침식 상황

② 간척 예정 해면에서 토사의 유출과 퇴적상황, 지반변동 상황
③ 배후지 및 해저지형의 특징과 그 성인(成因)
④ 기타 간척계획 수립에 참고가 될 사항

2.3.3 물리탐사

(1) 물리탐사는 지하 지질에 관한 제반사항을 간접적인 방법에 의하여 규명하는 조사이다.
(2) 이에는 육상에서 지질조사를 목적으로 한 전기탐사, 탄성파탐사 등과 방조제 노선이나 배수문의 기초지반, 해사의 매장량 등의 조사를 목적으로 하는 해저지층 탐사 등이 있다.
(3) 직접법이며 점조사방법인 보링 및 현장시험은 시간과 경비관계로 조사밀도가 제한된다. 그러나 물리탐사는 가장 빠른 시간에 효율적인 조사 결과를 얻을 수 있는 이점이 있다.
그러나 보다 정확한 판단을 하고자 할 때는 물리탐사와 보링조사를 병행한다. 방조제 노선조사를 위한 물리탐사법은 해상에서 음파를 이용하여 해저지층의 지질조사를 얻는 해상음파 탐사가 이용되고 있다.
(4) 방조제에서의 탐사 작업량은 방조제 종단방향으로 왕복 3개선을 조사하는 것을 원칙으로 한다. 횡단방향과 배수문 위치는 지구여건에 따라 추가하여 탐사한다. 탐사보고서에는 측선위치도, 탐사기록 지지층 대비(보링조사)결과도 등이 포함된다.
(5) 지하수조사 방법에는 전기탐사, 탄성파탐사가 많이 이용되고 있으며 방사능탐사, 자력탐사도 이용된다. 비 고결퇴적물은 대수성이 양호한 조립질 모래나 사력층 중 두께가 두꺼운 지역을 전기 및 탄성파탐사로 확인할 수 있으며 구 하상은 자력탐사로 탐색할 수도 있다.
(6) 암반지하수는 퇴적암과 화산분출암을 제외하고는 대부분 암석 내에 발달된 대소구조대내에 지하수가 부존되어 있으므로 이러한 심부의 지질구조대를 방사능 탐사를 이용하여 개략적으로 확인할 수 있다.

2.3.4 보링조사

(1) 배수문을 포함한 방조제 기초지반의 지질조사는 방조제와 제 시설물을 안전하게 설계할 수 있도록 필요한 지점에 대한 보링조사는 물론이고 불교란시료를 채취하여 정확한 강도정수를 결정해야 한다.
(2) 보링조사에서 유의해야 할 일반적인 사항은 다음과 같다.
① 방조제노선의 보링조사는 경지반층(일반적으로 암반층)까지의 심도와 토층변화를 확인할 수 있는 밀도로 조사공을 배치되도록 한다.
② 주요 구조물의 설치예정지점, 축제예정선과 갯고랑과의 교차점 등은 반드시 보링조사를 실시하여 지하 지질구조를 확인해야 한다.
③ 연약지반의 심도가 얕거나 지층구성이 모래층과 교차 구성 되는 등 지층 구성이 복잡한 지형에서는 연속시료를 채취한다.
④ 또한 사질 지반은 이곳을 통하여 지구내로 해수가 침투할 우려가 있으므로 다음 사항을 조사해야 한다.
가. 구성된 각 지층의 두께와 구조 및 상태

나. 구성된 각 지층의 투수성
다. 지하수위의 측정(시험공의 설치)
라. 지하수의 수질 (염농도)

⑤ 보링조사의 결과로부터 시추주상도, 방조제 종단방향에 대응한 지질단면도(일반적으로 1 : 2,000)를 작성하고 복잡한 지층일 때는 판넬 단면도를 작성한다. (보링조사, 불교란시료의 채취, 강도정수의 결정 등에 대한 상세한 내용은 6. 토질조사 및 시험을 참고)

2.4 지하수조사

(1) 지하수 조사는 사업계획지구의 지하수 이용현황, 간척으로 인한 지하수위 변동의 예측, 지하수의 수자원 부존량과 이용 등 조사 시행 목적과 용도에 적합한 조사를 실시하여야 한다.

2.4.1 조사항목과 순서

(1) 지하수조사를 효과적으로 수행하기 위한 일반적인 조사 순서와 조사 항목은 다음과 같다.

① 기존 자료수집 (타 조사 방법에 준함)
② 우물현황 조사
③ 지하수의 이용 현황조사
④ 지하수위 관리망 작성
⑤ 수질관리망 작성
⑥ 수리지질조사
가. 식표 지질조사
나. 식구 물리탐사
다. 시험공 설치 및 대수성 시험

2.4.2 지하수위의 변동

(1) 간척으로 인하여 배후지의 지하수위가 저하하여 기존 우물, 감수심에 영향을 끼치는 수가 있으므로 미리 이를 예측해 둘 필요가 있다. 물가선의 후퇴 또는 평균해면의 저하에 의한 배후지의 지하수위 변동의 정량적인 추정은 어려우나 경제적인 방법과 해석에 의한 방법으로 추정할 수 있다.

2.4.2.1 경험적인 방법

(1) 경험적인 방법은 대수층, 투수성, 지하수의 현황, 염수의 지하침투, 지하수위와 조위와의 관계 또는 유사한 기설 간척지의 기록을 참고로 하되 정량적인 지하수위의 변동은 추정하기 어렵기 때문에 현저하게 수위가 저하하는 범위를 개략적으로 정한다.

2.4.2.2 해석법

(1) 마쓰바라(松原)법

지하수면과 평균해면의 교점을 지나는 연직선과 불투수 기반 면과의 교점을 지나는 수평선이 지하수의 마루를 지나는 연직선과 만나는 점을 원점 0으로 하고, 두개의 연직선 사이의 길이를 L, 불투수기반의 기울기를 α, 거리가 x되는 점의 지하수의 깊이를 z라고 할 때 z를 구해 해석하는 방법이다.

(2) 룽게, 쿠터(Runge-Kutter)법(근사해법)
지하수면과 평균해면과의 교점을 지나는 연치선과 기반면과의 교점을 원점 0, 지하수위 정부까지의 수평거리를 L, 불투수기반의 기울기를 α라 하면 거리 X인 지점에서의 Z를 구해 해석하는 방법이다.

2.4.3 지하수 이용 가능량 추정

(1) 대수층 내에 저류된 지하수의 저유량 및 이를 채수하여 이용할 수 있는 양을 알기 위해서는 대수성 시험을 하여야 한다. 많이 사용하고 있는 관계 식은 다음과 같다.

2.4.3.1 가이벤 헬츠베르그(Gyben-Herzberg) 법칙

(1) 대양(大洋)에 있는 섬이나 해안사구(砂丘)에서 담수는 해수위에 Lenz 모양으로 떠 있고 이들은 일정한 관계가 있다. 해수와 담수의 비중 차이에 의해서 생기는 정수역학적인 균형관계는 다음과 같다.

$$(H+h)\rho = H\rho'$$

$$H/h = \frac{\rho}{\rho' - \rho} = 42$$

여기서, ρ : 담수비중(1.0), ρ' : 해수비중(1.024)

2.4.3.2 지하수면이 경사진 경우

$$R = \frac{h-d}{J}$$

여기서, R : 영향반경(m), J : 지하수면의 기울기
h : 지하수심(m), d : 우물깊이(m)

2.4.3.3 우물에서의 용수량

(1) 우물에서의 용수량은 양수시험에 의하여 투수계수 K, 영향권 R, d대수층의 두께 m를 알고, 우물 지름 R이 결정되면 우물 안 수심 d에 대한 용수량 Q(㎥/sec)를 계산할 수 있다.

① 자유면지하수를 채수하는 경우

가. 우물 바닥이 불투수층에 달하고 지하수가 측벽으로부터 유입하는 경우

$$Q = \frac{\pi K(h^2 - d^{2})}{2.3\log\frac{R}{r}}$$

여기서, Q : 용출수량 (㎥/day), K : 투수계수 (m/day)
h : 수위강하전의 수위 (m), d : 수위강하후의 수위 (m)
R : 지하수위영향반경 (m)　　(우물의 수심)
r : 우물의 반경 (m)

나. 우물 바닥이 불투수층에 달하지 않은 경우

(가) 우물 바닥으로만 유입하는 경우

$$Q = 4KrS_o$$

여기서, Q : 용수량 (㎥/day), K_r : 투수계수 (m/day), S_o : 저류계수

(나) 측벽과 바닥으로부터 유입하는 경우

$$Q = \frac{\pi K(h^2 - d^2)}{2.3\log\frac{R}{r}(t + \frac{d}{0.5r})^{0.5}(\frac{d}{2h-t})^{0.25}}$$

여기서, H : 지하수심, h : 불투수층에서 우물수면까지의 높이, t : 우물깊이

(3) 다이스(Theiss)의 비평형식

$$\left.\begin{aligned} Q &= \frac{ST}{0.0793\,W(u)} \\ U &= \frac{r^2 S}{4Tt'}\ T = hK \end{aligned}\right\}$$

여기서, Q : 용수량 (㎥/day), S : 저유계수,
T : 투수량 계수 (m/day),
W(u) : 우물관수(Wensel의 우물관수),
u : 우물함수, h : 수위강하전수위(m),
t : 경과시간(hr), r : 우물반경(m),

② 피압면 지하수를 채수하는 경우

가. 채수층이 한 층이고 그 두께가 m인 경우의 유량 산정

$$Q = \frac{2\pi mk(H-h)}{2.3\log\frac{R}{r}}$$

여기서, m : 대수층의 두께

나. 다이스(Theiss)의 비평형식에 의한 유량 산정

$$\left.\begin{aligned} Q &= \frac{ST}{0.0793\,W(u)} \\ U &= \frac{r^2 S}{4Kt}\ T = mK \end{aligned}\right\}$$

따라서 용수량을 크게 하려면 우물반경을 크게 해야 한다. 그러나 우물 반경이 커짐에 따라 생기는 용수량의 증가는 대단히 작으므로 용수량의 증가를 위해서는 한 지역 안에 여러 개의 작은 우물로 계획하는 것이 효과적이다.

2.5 토양조사

(1) 작물의 선정, 용수량산정, 배수계획, 제염계획 및 객·복토량 산정 등에 필요한 기본 자료를 얻기 위하여 실시하는 것으로 간석지 토양의 형태적, 화학적, 물리적 성질과 특성을 밝히고 그 분포상태를 조사하도록 한다.

2.5.1 조사 기준과 조사 추진과정

(1) 해면간척을 위한 토양조사는 답사, 기본조사, 실시계획의 3단계로 시행한다.

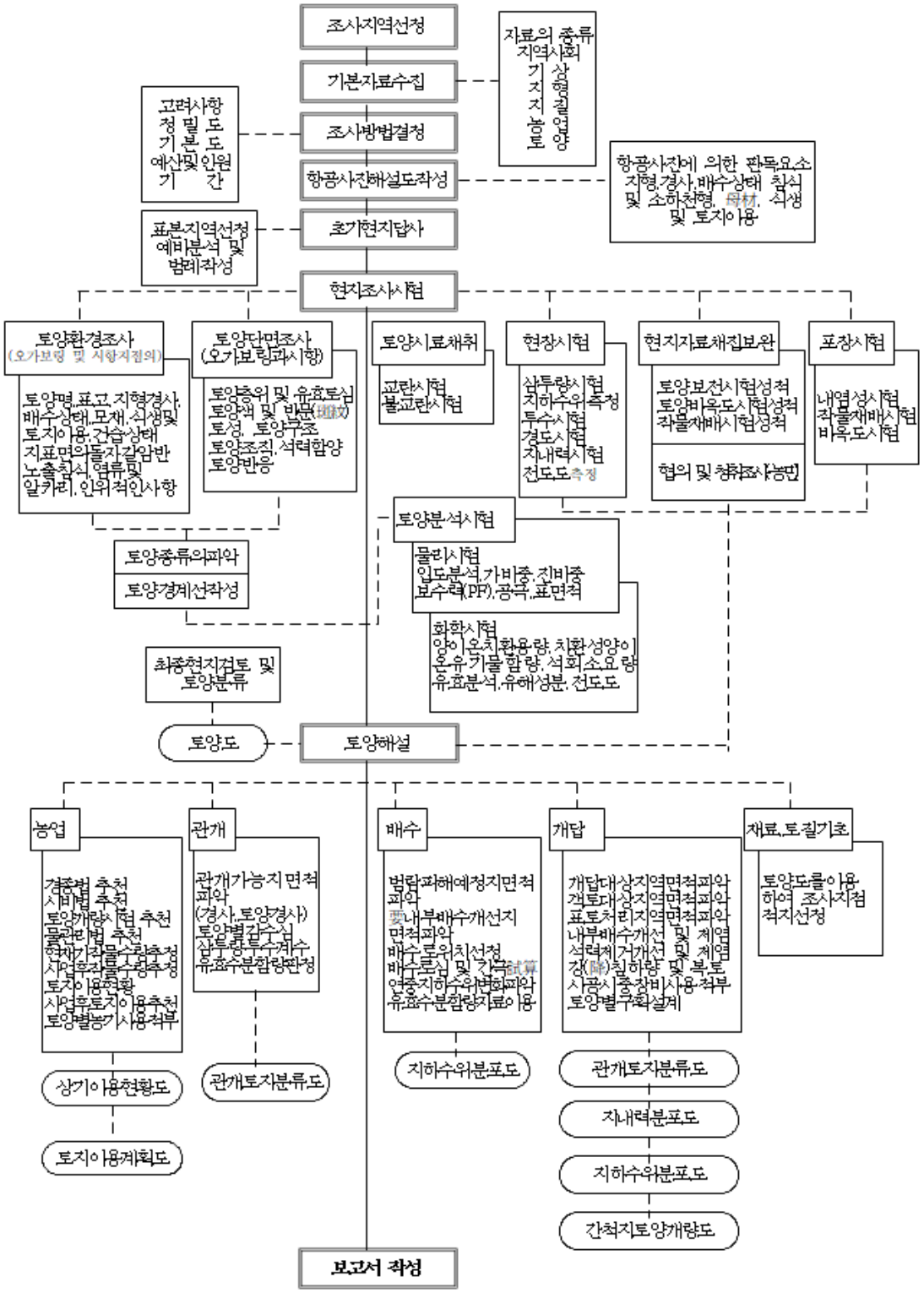
(2) 일반적인 토양조사방법은 국토건설종합계획법 제22조 제2항에 규정한 "토양조사 작업준칙"과 농촌진흥청 농업기술연구소 간행 토양조사편람 제1편에 따른다. 간척사업에서는 상기 내용 이외에 현장에서 지하수위, 전도도, 투수시험, 삼투량, 객·복토원조사 등을 시행하여 필요한 자료를 수집해야 한다.

2.5.2 조사 내용과 방법

2.5.2.1 조사범위

(1) 간척예정지에 대한 토양조사 범위는 예정지 구역 범위로 한정하지 말고 필요한 경우에는 배후지 또는 구역외의 해면부위도 대상으로 한다. 예를 들면 해면일부를 간척 대상지로 할 경우 토양의 분석, 퇴적양상, 생성원인 등을 명확히 하기 위하여 조사한다.

해면간척 조사



<그림 2.5-1> 토양조사 업무 추진 과정도

2.5.2.2 조사 내용

(1) 조사지점의 토양명, 토양분류 단위, 조사연월일, 조사자 위치 등 조사지점에 대한 일반적인 사

항을 기록한 다음 환경사항에 대해서는 표고, 지형, 기울기, 건습상태, 지표면의 석역함량, 암반 노출상태, 침식, 염류의 집적, 인위적인 관리 등 사업시행에 참고가 될 사항을 기록한다.

2.5.2.3 조사방법

(1) 토양의 생성 및 분포와 깊은 관계가 있는 조사지역의 지형, 지질 및 식생 등을 참고하여 현지에서 조사지점을 결정하는 방법이다.
(2) 지형도나 항공사진을 이용하여 조사지형을 몇 개소의 지형구로 나누고, 이 지형구마다 실내에서 도면에 조사지점을 미리 정하는 방법이다.
(3) 이들 방법의 선택은 조사목적과 대상지구의 토지이용상황, 토양의 성질 등에 따라 다르나 산지나 구릉지 등 자연 상태의 토양을 조사하는 경우에는 전자를, 평탄지(논, 밭 포함)와 같이 인위적인 영향을 받은 곳에서는 후자의 방법이 일반적으로 쓰인다.

2.5.3 토양분석시험

(1) 토양시료 채취 방법은 두 가지가 있다.
① 토양생성 분류학적 조사로서 대표지점의 토양단면의 층위에 중점을 두고 각 층위에서 시료를 채취하는 방법이다.
② 어느 지구의 평균적 토양 성질을 알기 위한 비옥도나 중금속 분포 등을 알기 위한 조사로서 기구내의 표층 또는 표층 밑의 층에서 임의 또는 계통적으로 많은 시료를 채취하는 방법이다.
(2) 간척사업을 위한 토광조사에서는 시험굴 지점에서 층위별로 교란시료 및 불교란시료를 채취하는데 이때 교란시료는 2kg정도 채취하고 불교란 시료는 시료원통(Core can)으로 채취한다.
(3) 토양조사 시 채취한 시료는 실내시험을 실시한다.

2.5.3.1 물리성 시험

(1) 입도, 삼상, pF, 비중, 함수비 등을 측정한다.

2.5.3.2 화학분석시험

(1) pH, 석회소요량, 유기물, 유효인산, 치환성양이온, 양이온 치환용량, 가준성 양음이온(K, Na, Ca, Mg, HCO_3 , CO_3 , Cl, $S0_4$), 전도도 등을 분석한다.

2.5.4 토양도 및 보고서 작성

(1) 현지 조사시험과 실내에서 시행한 토양분석시험, 기존자료 등을 종합 검토하여 토양의 종류를 분류하고 도상에서는 토양 종류별로 경계선을 그려 넣는다.
(2) 토양분류시 토양군, 토양통, 토양구, 토양상으로 분류 단위를 구분하고, 이를 다시 작도 단위로 토양도상에 표시한다. 일반적으로 개략조사에서는 토양군을 작도단위로 한다.
(3) 반정밀조사에서는 토양군, 복합토양, 토양상 등이 작도단위가 되며, 정밀 및 극정밀 조사에서

는 토양상으로 표시한다.

(4) 모든 조사에서 분석과 검토가 완료되면 사업계획, 설계, 시공, 농업 및 영농계획 유지관리계획 수립에 토양자료의 이용이 편리하도록 토양도를 작성하고 토양해설 및 보고서를 작성하여야 한다.

(5) 이때 토양 해설내용은 생산력, 비옥도, 침식성, 추천작물, 시비방법 및 양·토양개량방법, 객복토량, 지하배수, 삼투량, 대형기계 사용여부, 제염기간추정, 제염용수량 산정, 침하량계산, 개량후 예상수량 추정 등을 기술한다.

(6) 토양 해설도는 필요에 따라 토지이용현황도, 토지이용계획도, 관개토지분류도, 지하수위분포 및 흐름도, 지내력분포도, 토지능력구분도, 내부배수설계도 등을 작성한다.

2.6 토질조사 및 시험

(1) 토질조사시험은 방조제, 배수갑문 등 구조물의 위치선정, 규모, 형식결정 및 시공계획에 필요한 기본자료를 얻기 위한 것이다. 토질상황은 조사단계 및 목적에 따라 조사범위, 토질조건, 사업 및 공사의 규모, 지형, 수문, 기타의 작업조건을 고려하여 파악한다.

2.6.1 조사계획

(1) 간척사업 계획지역은 일반적으로 넓고 토층의 퇴적상태가 복잡하고 또한 조사대상 구조물 종류도 다양하다. 이와 같은 경우 토질조사는 초기단계에서 조사지역의 성인 퇴적층의 구성에 관한 일반적 조사를 하고 전반적인 토질의 개요를 종합적으로 파악하여 정밀도가 높은 토질자료를 얻어 설계 및 시공에 적용토록 세밀한 조사계획을 세워야 한다.

(2) 조사계획을 세울 때에는 다음 사항을 충분히 검토해야 한다.

① 사업의 목적 및 특성
② 조사지역의 자연 및 환경
③ 구조물의 종류, 규모, 구조, 기능, 시공방법, 대기 등
④ 조사의 단계성
⑤ 조사방법의 적응성
⑥ 필요한 토질상수 등

2.6.2 토질조사 및 시험 방법의 선정

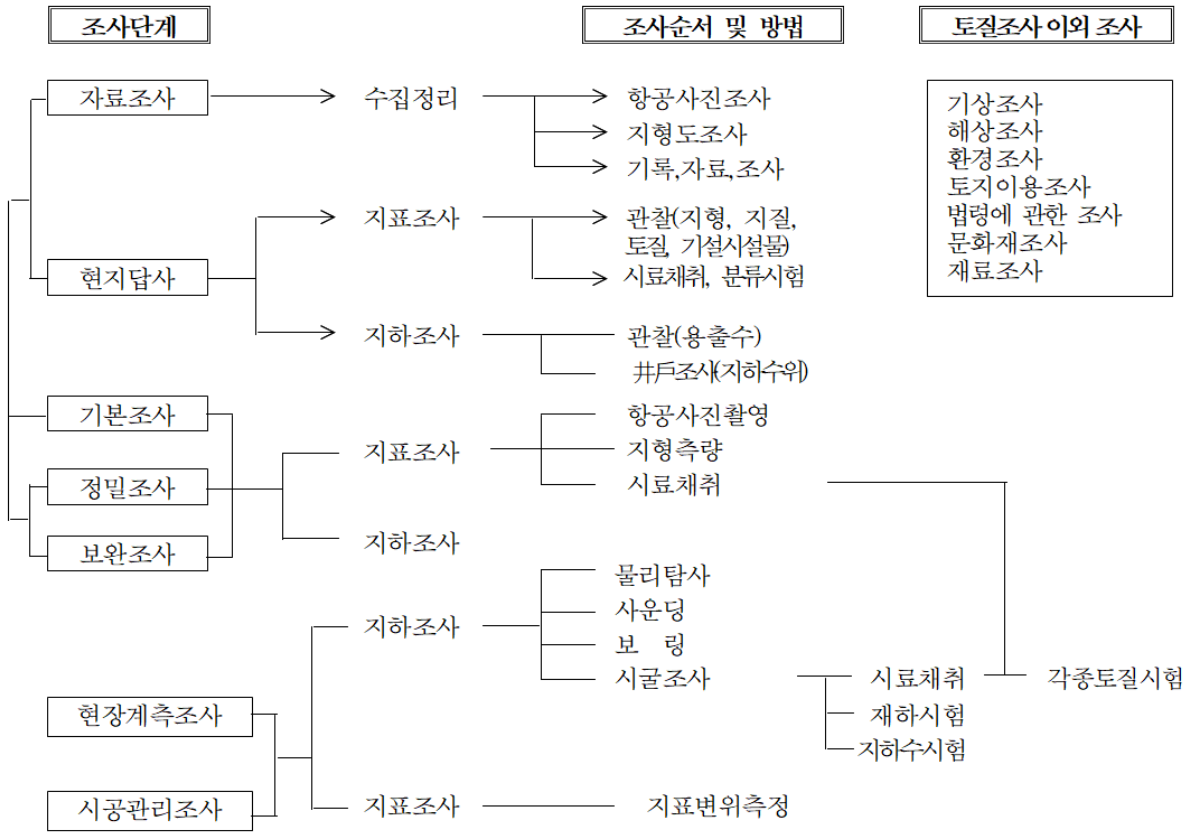
(1) 토질조사 및 시험은 목적에 적합한 종류를 선정하여 실시한다.

(2) 조사 종류는 사운딩, 시료채취, 지하수 조사, 동태관측 등으로 대별할 수 있다.

2.6.3 조사 순위와 방법

2.6.3.1 자료조사

(1) 토질조사의 순서는 다음 <그림 2.6-1>과 같다.



<그림 2.6-1> 조사단계위별 순서와 방법체계도

(2) 토질조사를 위해 수집할 자료로서 주로 배후지에 관해 토질추정에 도움이 되는 다음 자료를 조사한다.

① 지형도 및 해도
② 지질도 및 토양도
③ 부근토질조사보고서
④ 부근 성토 및 기초공사 등의 공사기록
⑤ 지반침하 등의 재해기록
⑥ 기상 및 수문

2.6.3.2 현장답사

(1) 해면간척 대상지구는 대부분 평탄하고 넓으며 연약지반이므로 지반상태를 판단하기는 매우 어렵다. 따라서 가능한 한 조사지구 부근을 광범위하게 답사하여 거시적인 관찰을 한 후 지형, 지질 및 토질 등의 개요를 파악한다.

(2) 현장답사 사항은 다음과 같다.

① 도형 및 배수상태
② 기설성토 및 구조물의 침하 또는 파괴 등, 시공후의 변형과 온도변화, 압성토 등, 기타 특별한 대책공이 시공되어 있는지 여부

③ 지하수상태 특히 용출수의 유무
④ 식물의 종류 및 생육상태
⑤ 현지주민에 의한 탐문조사
⑥ 본 조사시 필요한 보링 등의 조사 위치 선정
⑦ 간단한 사운딩기로 간이 지반조사 ⑧ 채석장, 취토장, 급경사면의 지질

2.6.3.3 기본조사

(1) 기본조사는 자료조사 및 현장답사결과를 토대로 구조물계획에 필요한 토질상태를 파악하는 조사로서 시추조사, 원위치시험 및 실내시험 등이 있다. 이는 정밀조사가 효율적으로 실시되어야 한다.

(2) 기본조사는 조사지역의 전반에 대해 토층의 구성과 퇴적상태 및 범위 등 그 지역 토질의 개요를 종합 판단하고, 또한 ① 방조제노선, 배수문, 양배수장, 기타 구조물위치의 적합성에 대한 평면적 또는 입체적 조사 ② 축제재료의 성질 및 매장량조사 ③ 지하수조사 간척사업의 기본계획을 수립하는데 기초 자료를 제공한다.

2.6.3.4 정밀조사

(1) 정밀조사는 기본조사결과에서 파악된 토질 및 토질공학상의 문제점을 확인하고 이에 대한 조사방법, 위치 및 조사물량을 결정해야 한다.

① 조사 내용과 방법

조사 내용과 방법은 구조물의 종류, 규모, 기능 등 특성과 위치에 따라 다르지만 치밀한 계획을 세워 각 공사에 적합한 조사를 하여야 하며 일반적인 조사내용 및 방법은 <표 2.6-1>과 같다.

<표 2.6-1> 조사내용 및 방법

조사종목 / 구조물종별	조 사 내 용	조 사 방 법	비 고
구조물기초	지지력(수직, 수평) 침하토압	보링, 관입시험(사운딩) 재하시험(지반, 말뚝), 횡방향 K치, 시료채취	터파기 병행시는 투수시험
도 로	지지력, 침하, 토압, 흙쌓기 재료, 사면안정, 포장	보링, 관입시험(사운딩), 시료채취(토질시험), 지하수(투수, 양수),다짐, CBR, K측정	
방조제 및 필댐	지지력, 침하, 사면안정, 흙쌓기 재료, 침투, 투수성	보링, 시료채취(토질시험), 지반(암반) 전단, 다짐, 투수성시험, 간극수압 측정	
지중 구조물	투수, 지지력, 토압. 주변지반	보링, 시료채취, 사운딩, 투수시험, 간극수압 측정, 토압, 침하측정	
사면 활동	사면활동 양상, 토압, 지하수	보링, 시료채취(토질시험), 지하수위, 간극수압 측정, 활동면 변위	

2.6.4 시료채취와 토질시험

2.6.4.1 시료채취

(1) 흙의 공학적 성질을 실내시험으로 구명하기 위해 교란시료와 불교란 시료로 구분하여 시료를

채취한다. 해면간척 및 매립에 있어 기초지반의 역학적 성질판단 결과에 따라 방조제 단면과 축조계획 및 물량이 결정되므로 흙의 역학적 성질은 지층의 상태가 그대로 유지되도록 현장 채사와 시료채취가 되어야 한다.

2.6.4.2 토질시험

(1) 실내시험은 기본조사 및 본 조사(정밀조사)시 현장에서 채취한 시료에 대해 물리성 시험은 전 시료를, 역학시험은 조사목적 및 구조물의 특성에 따라 시험 종목과 시료를 선정하여 실시한다. 시험방법은 KS 규정에 준한다.

(2) 실내시험방법은 KSF 규정에 없는 시험 종목이나 특별한 경우는 외국의 기준, 규격 및 관련도서를 준용하여 실시할 수 있다.

(3) 토질시험결과의 이용

토질시험에서 얻은 결과 이용은 요약하면 <표 2.6-2>과 같다.

3. 재료

· 내용 없음

4. 설계

· 내용 없음

집필위원	분야	성명	소속	직급
	관개배수	김선주	한국농공학회	교수
	농업환경	박종화	한국농공학회	교수
	토질공학	유 찬	한국농공학회	교수
	구조재료	박찬기	한국농공학회	교수
	수자원정보	권형중	한국농공학회	책임연구원

자문위원	분야	성명	소속
	농촌계획	손재권	전북대학교
	수자원공학	윤광식	전남대학교
	지역계획	김기성	강원대학교
	수자원공학	노재경	충남대학교
	농지공학	최경숙	경북대학교
	관개배수	최진용	서울대학교

건설기준위원회	분야	성명	소속
	총괄	한준희	농림축산식품부
	농업용댐	오수훈	한국농어촌공사
	농지관개	박재수	농림축산식품부
	농지배수	송창섭	충북대학교
	용배수로	정민철	한국농어촌공사
	농도	조재홍	한국농어촌공사 본사
	개간	백원진	전남대학교
	농지관개	이현우	경북대학교
	농지배수	남상운	충남대학교
	취입보	김선주	건국대학교
	양배수장	정상옥	경북대학교
	경지정리	유 찬	경상대학교
	농업용관수로	박태선	한국농어촌공사 본사
	농업용댐	손재권	전북대학교
	농지배수	김정호	다산컨설턴트
	농지보전	박종화	충북대학교
	농업용댐	김성준	건국대학교
	해면간척	박찬기	공주대학교
	농업수질및환경	이희억	한국농어촌공사 본사
	취입보	박진현	한국농어촌공사 본사

중앙건설기술심의위원회	성명	소속
	이태옥	평화엔지니어링
	성배경	건설교통신기술협회
	김영환	한국시설안전공단
	김영근	건화
	조의섭	동부엔지니어링
	김영숙	국민대학교
	이상덕	아주대학교

농림축산식품부	성명	소속	직책
	한준희	농업기반과	과장
	박재수	농업기반과	서기관

설계기준
KDS 67 65 15 : 2018

해면간척 조사

2018년 04월 24일 발행

농림축산식품부

관련단체 한국농어촌공사
58217 전라남도 나주시 그린로 20(빛가람동 358) 한국농어촌공사
☎ 061-338-5114 E-mail : webmaster@ekr.or.kr
http://www.ekr.or.kr

(작성기관) 한국농공학회
06130 서울시 강남구 테헤란로 7길 22(역삼동 365-4) 과학기술회관 본관 205호
☎ 02-562-3627 E-mail : j6348h@hanmail.net
http://www.ksae.re.kr

국가건설기준센터
10223 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283(대화동)
☎ 031-910-0444 E-mail : kcsc@kict.re.kr
http://www.kcsc.re.kr

※ 이 책의 내용을 무단전재하거나 복제할 경우 저작권법의 규제를 받게 됩니다.

KDS 67 65 20 : 2018

해면간척 방조제 설계

2018년 04월 24일 제정
http://www.kcsc.re.kr

농림축산식품부



건설기준 코드 제·개정에 따른 경과 조치

이 코드는 발간 시점부터 이미 시행 중에 있는 설계용역이나 건설공사에 대하여 발주기관의 장이 필요하다고 인정하는 경우 종전에 적용하고 있는 기준을 그대로 사용할 수 있습니다.

건설기준 코드 제·개정 연혁

- 이 기준은 KDS 67 65 20 : 2018 으로 2018년 04월에 제정하였다.
- 이 기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 건설기준 간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.
- 이 기준의 제·개정 연혁은 다음과 같다.

건설기준 코드	주요사항	제·개정
농지개량사업 계획설계기준 해면간척편	• 농지개량사업 계획설계기준 해면간척편 제정	제정 (1972. 12)
농지개량사업 계획설계기준 방제공편	• 농지개량사업 계획설계기준 방재공편 제정	제정 (1987. 12)
농지개량사업 계획설계기준 해면간척편	• 농지개량사업 계획설계기준 해면간척편 개정	개정 (1991. 12)
농업생산기반정비사업 계획설계기준 해면간척편	• 농업생산기반정비사업 계획설계기준 해면간척편 개정	개정 (1997. 12)
KDS 67 65 20 : 2018	• 국토교통부 고시 제2013-640호의 “건설공사기준 코드체계” 전환에 따른 건설기준을 코드로 정비 (농업생산기반정비사업 계획설계기준 해면간척편 및 방제공편 합본) • 건설기술진흥법 제44조 및 제44조의 2에 의거하여 중앙건설심의위원회 심의· 의결	제정 (2018. 04)

제 정 : 2018년 04월 24일
심 의 : 중앙건설기술심의위원회
소관부서 : 농림축산식품부 농업기반과
관련단체(작성기관) : 한국농어촌공사(한국농공학회)

개 정 : 년 월 일
자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회

목 차

1. 일반사항 ····· 1

1.1 목적 ····· 1

1.2 적용 범위 ····· 1

1.3 참고기준 ····· 1

1.4 용어의 정의 ····· 1

1.5 기호의 정의 ····· 1

2. 조사 및 계획 ····· 1

3. 재료 ····· 1

4. 설계 ····· 1

4.1 방조제의 노선과 형식 ····· 1

4.2 방조제의 설계 ····· 4

4.3 안정성검토 ····· 33

4.4 끝막이공의 기본 ····· 51



해면간척 방조제 설계

1. 일반사항

1.1 목적

· 내용 없음

1.2 적용 범위

· 내용 없음

1.3 참고기준

· 농업생산기반정비사업계획 설계기준, 1991 : 해면간척편.

1.4 용어의 정의

· 내용 없음

1.5 기호의 정의

· 내용 없음

2. 조사 및 계획

· 내용 없음

3. 재료

· 내용 없음

4. 설계

4.1 방조제의 노선과 형식

4.1.1 설계의 기본방침

(1) 방조제의 설계는 설계의 대상이 되는 시설의 기능과 목적을 충분히 이해하고 설계에 영향을 끼치는 여러 조건을 고려하여 가장 적합한 시설이 경제적으로 건설되도록 해야 한다.

4.1.1.1 일반사항

(1) 모든 시설의 설계는 그 목적과 설계에 관한 여러 조건을 충분히 파악함과 동시에 방조제시설이 지역사회에 대한 역할, 다른 시설 계획과의 연관성, 외곽으로서의 기능 향상 등 종합적 관점에서 신중하게 검토하고 목적에 맞는 시설을 설계해야 한다.

4.1.1.2 설계에 영향을 끼치는 요소

(1) 방조제 시설물의 기능
각 시설은 방조제를 구성하는 요소의 하나임을 인식하고 방조제 전체의 기능이 최대가 되도록 각 시설을 설계해야 한다.

(2) 시설물의 기능
어떠한 기능을 가진 시설을 만드느냐 하는 것은 그 시설의 목적을 이해하고 이용자의 편의와 경제성을 충분히 고려해서 결정해야 한다.

(3) 시설물의 중요도
내용연수, 자연조건 하중 및 안전율 등을 결정하는 경우에는 시설의 중요도를 염두에 두어야 한다.

(4) 내용연수
시설물을 설계할 때에는 그 내용연수를 검토하여 설계해야 한다. 그러나 내용연수라는 개념 중에는 경제적, 기능적, 물리적 요건이 포함되어야 한다. 앞의 두 가지는 주로 계획단계에서 고려하고 설계단계에서는 물리적인 면을 중점적으로 고려해야한다.

(5) 안전율
안전율은 안전성을 나타내는 것이기도 하지만 현재로서는 오히려 설계에 있어서 여러 가지 불명확한 점을 보강하는 계수로서의 의미가 더 강하다.
이 기준에서는 표준적인 조건하에서 충분히 안전하다고 판단되는 값을 취하도록 한다. 다만 조건에 따라서는 이들 안전율의 값을 낮출 수도 있으나 이러한 경우는 충분한 이유가 있을 때에 한하며 신중한 판단으로 결정해야 한다.

(6) 방조제의 안전율 결정시에는 자연조건 축조재료의 입수여건, 끝막이 시기, 시공 장비, 시공성의 난이 등도 고려되어야 한다.

4.1.2 방조제 노선 선정시의 고려사항

(1) 방조제 노선은 기상, 해상, 지형, 지질 등에 의해서 현지상황에 적합함은 물론 간척의 규모, 기존시설, 토지 및 수면의 이용 상황과 장래계획을 신중히 고려하여 가장 적합한 노선계획을 수립해야 한다.

(2) 방조제 노선결정시에 고려해야 할 사항은 다음과 같다.

① 가급적 파랑이 집중되는 위치는 피해야 한다.
② 지진이 불량한 곳은, 가급적 피하고, 또 끝막이를 포함한 일반물막이가 쉬운 위치이어야 한다.
③ 갑(岬)이나 섬 등을 가능한 이용하는 것이 좋으며 또한 시공하기 쉬운 위치이어야 한다.
④ 방조제 설치후의 인접구역에 미치는 영향에 대하여 충분히 고려해야 한다.
⑤ 장래의 발전을 저해하지 않는 위치여야 한다.
⑥ 배수시설을 포함한 부대시설 설치조건이 양호해야 한다.
⑦ 임해 산업시설로 활용할 경우 선박의 접안, 하역, 정박등에 지장을 초래하지 않는 충분한 수역을 확보할 수 있어야 한다.

4.1.3 방조제의 분류와 형식의 선정

(1) 방조제 형식을 선정할 때는 방조제 특성을 고려하여 배치조건, 자연조건, 이용조건, 시공조건, 축제 재료조건, 중요도, 유지보수의 난이, 공기, 공사비 및 보상비 등을 합리적으로 비교 검토한 후 결정해야 한다.

4.1.3.1 방조제의 형식과 분류

(1) 방조제 형식은 바깥쪽 비탈의 기울기, 구조, 축제재료 등에 따라 분류할 수도 있으나 경사형과 직립형은 바깥쪽 비탈의 기울기에 따라 구분한다. 두 형식은 수리, 구조, 축제재료 등에서 차이가 있다. 혼합형은 장소와 목적에 따라서 양형식의 장점을 살릴 수 있도록 절충한 것이다.

4.1.3.2 형식의 선정

(1) 방조제 형식의 선정은 대단히 어려우며 일방적인 측면에만 치우쳐서는 안 된다.
(2) 기상, 해상 및 토질 조건은 이론 또는 실험 치로써 그 결과를 추정할 수가 있지만 이에는 여러 가지의 불확실성이 내포되어있어 풍부한 체험과 실증적인 면을 유효적절하게 활용하여 방조제의 형식을 선정해야 한다.
(3) 일반적으로 간사지의 기초 지반은 이토인 경우가 많고 심해로 갈수록 제고가 높아지므로 지반에 대한 안전이 문제가 된다. 제고가 높아짐에 따라 기초지반파괴와 함께 제체 활동 및 침하 등이 수반되게 마련이다.
(4) 이러한 요소를 정확히 검토해야하며 만약 지반의 지지력이 부족시 부지 폭이 넓은 완경사형을 취하는 것과 기초지반개량 또는 압사석(압성토 포함)등을 검토하여 결정해야 한다. 그러나 지반이 견고하고 지반고가 높거나 간석지 규모가 비교적 작을 때와 방조제의 부지가 제한되어 있을 때는 직립형이 유리하나 일반적으로 연약한 지반에서는 경사형이 지반지지력상 유리하다.
(5) 한편, 수리 조건으로 볼 때 조위자체가 형식 선정을 크게 좌우하는 요소는 아니지만 제방전면의 상고사석, 압사석 및 콘크리트 불록 등으로 인해 충분한 감세 역할을 못하면 직립제 전면에 완전한 중복파가 발생치 않고 파랑은 쇄파되어 최악의 조건인 파력이 발생하게 된다. 그러므

로 쇄파수심이내에서의 수심에서는 직립형을 택해서는 안 된다.

(6) 일반적으로 쇄파가 일어날 가능성이 있는 수심 범위에서 파력을 분산시키고 충격압을 완화하기 위하여 완경사형을 택하는 것이 안전하다. 이외에도 끝막이의 계획 단면과의 연관성 등 복합적으로 고려되어 적합한 형식을 취해 야하고 새로운 형식을 채용할 때는 반드시 수리모형실험을 통하여 제체전체에 미치는 영향 등 충분한 검증을 해야 한다.

4.2 방조제의 설계

4.2.1 기상 및 해상

(1) 우리나라는 선진국에 비해 기상 및 해상자료가 미약하고 더욱이 사업지역에 대한 실측자료는 거의 없기 때문에 되도록 각종자료를 사전에 실측할 것이며 특히 해상풍(海上風) 및 각 요인에 의한 조위편차의 추정이나 설계파의 결정 등은 여러 가지 방법으로 비교하고 인근 기설지구의 현황 등을 고려하여 신중하게 결정해야 한다.

4.2.1.1 바람

방조제의 둑마루 결정을 위해서는 파압, 파고, 설계고조위의 추산인자(推算因子)인 해상풍의 풍향, 풍속의 정확한 결정이 필요하다. 해상풍의 풍속추정방법은 일기도를 이용하는 방법과 연안관측소의 풍속자료에 의한 방법이 일반적으로 사용되고 있다.

(1) 풍향과 풍속 추정자료

해상의 바람을 추정하는 일반적인 방법은 일기도에 의한다. 그러나 대안거리가 100㎞이하의 해안에서는 측후소 또는 관측소의 수치를 보정한 후에 사용할 수 있다.

상당히 큰 수역에서도 선박이나 육상의 측후소 사이의 동시 관측자료 또는 장기관측 자료를 비교하는 등으로 해상풍과 해안풍(海岸風)과의 사이에 상관관계가 있음이 확인되어 있는 경우에는 해안풍에서 해상풍을 추정할 수 있다.

따라서, 해상풍의 추정은 일기도에 의한 방법만으로 한정할 것이 아니라 자료의 정리가 간편한 육상측후소의 자료를 채택하여도 무방하다.

(2) 풍향 결정방법

풍향은 방조제의 위치와 방향을 정하는데 중요한 요소가 된다. 방조제노선의 방향과 위치는 특히 최다 풍향 및 최대 풍속 등을 고려하여 결정해야 한다.

또한 해상풍의 풍향과 해안풍의 풍향은 $\triangle\alpha$ 만큼의 차가 있으므로 설계시 풍향 결정에 유의해야한다.

① 해상풍의 풍향

일기도(日氣圖)에서 해상풍의 풍향 결정은 해당 이론 및 경험법칙에 따른다.

② 해안풍의 풍향

해안풍의 풍향은 해상풍의 풍향과 육상 측후소의 풍향에서 추정한다.

③ 풍향의 보정

이들의 풍향은 어느 것이나 실측 풍향에 의해 보정하여 사용한다.

(3) 해상풍의 풍속 결정방법

① 일반사항

가. 해상풍의 직접 관측은 가장 이상적인 방법이나 우리나라는 해양기상 관측 체계가 정립되지 않아 연근해의 해상풍 관측 자료가 전무한 상태이다. 만약 선박으로 부터 관측한 풍속자료가 있을 시는 관측시의 편차를 제거하고 관측된 고도에서의 해상풍으로 다음 식에 의해 환산한다.

$$U = 2.50\, U_s^{\frac{7}{9}}$$

여기서, U, U_s의 단위는 m/s U= 해상풍(m/s), U_s= 관측된 풍속(m/s)

해상풍 추정 방법은 일기도를 이용하는 방법과 연안관측소의 풍속자료로부터 일반적으로 추정하고 있다.

② 일기도를 이용하여 추정하는 방법

가. 등압선이 거의 평행한 직선의 경우

풍속은 지충풍과 같은 것으로 하고 다음 식에 의해 산출한다.

$$V = K \times \frac{2 \cdot \triangle b}{b} \times \frac{(273+t)}{L \cdot \sin\varphi} \times 10^8$$

여기서, V: 해상풍속 (m/s), L : 등압선 간격 (㎝), φ : 위도 (도), b : 등압선의 기압 (mb)
$\triangle b$: 등압선간의 기압차 (mb), t : 온도 (℃), K: 보정계수

나. 등압선이 곡선인 경우

이론 풍속은 경도풍과 같다고 보고 다음 식에 의해 산출한다.

$$V = K\left\{\sqrt{\frac{R}{\rho}G + (WR\sin\varphi)^2} - WR\sin\varphi\right\} \times 10^{-2}$$

여기서, V : 해상풍속 (m/s), ρ : 공기의 밀도 $\frac{1.293}{103} \times \frac{273}{273+t} \times \frac{b}{1{,}013}(g/cm^2)$

b : 등압선의 기압 (mb), R: 등압선의 곡률 반경 (㎝),

G: 기압경도= $\frac{1{,}000\triangle b}{L}(g/cm^2 \cdot S^2)$

W: 지구자전의 각속도 = 7.3×10^{-5}, φ : 위도 (도), $\triangle b$: 등압선간의 기압차 (mb)

L : 등압선 간격 (㎝), t : 온도 (℃), K: 보정계수

③ 연안관측소의 풍속자료로부터 추정하는 방법

연안관측소의 관측된 자료를 월별 년별 풍향별로 최대풍속을 추출하여 통계적 외삽법으로 설계 재현기간을 갖는 설계풍속을 정한다. 해상풍속은 연안관측소의 위치에 따라 육상의 표면조도, 지형, 온도차를 고려하여 해상풍(海上風)으로 보정하여 추정한다.

지상풍으로부터의 보정방법은 다음의 순서에 의한다.

가. 지상관측소가 국지적 변화를 일으키는 곳인가 검토한다.

나. 고도보정을 한다.

다. 해안상에 풍속계가 설치되어 있는 경우

R_L (지상풍에 대한 해상풍의 비)은 보정하지 않는다.

라. R_L보정은 그림에 의하고 대안거리가 16㎞이내이면R_L =1.2를 사용하고 U_L> 18.5m/s 일 때는 R_L=0.9를 사용한다.

마. R_T (해수와 대기의 온도차를 고려한 보정)를 수정한다.

바. 지속시간에 따른 보정을 한다.

사. 다음 식으로 풍력변수를 보정한다.

$$U_A = 0.71\,U^{1.23}(m/s)$$

(4) 취송(吹送)거리와 시간

① 취송거리는 일기도에서 다음과 같이 구한다. 단, 바람의 방향으로 측정한 대안거리가 불어오는 거리에 비해서 작을 경우에는 그 방향의 대안거리를 취하여 취송거리로 한다.

가. 등압선이 퍼져있지 않을 경우

바람이 불어오는 구역의 가장자리는 소요지점을 중심으로 하여 직선자를 회전시켜 이것이 저기압(태풍)의 전면에 있어서 각각의 등압선과 10°~15°에서 만나는 교점을 이은 곡면이 된다. 마찬가지로 후면의 가장자리는 저기압의 후면에 있어서의 각각의 등압선과 45°~65°에서 만나는 경우의 곡면이다.

이 경우에 불어오는 거리는 풍향의 방향으로 측정한 두 곡면간의 거리이다.

나. 등압선이 퍼져있는 경우

등압선이 저기압지역의 전면 또는 후면에 분포되어 있을 경우에는 취송 영역의 전선 및 후선은 그 퍼지는 지점에 해당한다.

② 취송(吹送)시간

취송시간은 육상측후소의 바람에 관한 자료로부터 산정한다.

단, 자세한 일기도를 얻을 수 있을 때에는 일기도에서 추정한다. 파랑의 예보 또는 추산을 할 경우에 불어오는 시간은 풍향의 변화가 $\pm 22^\circ 30'$의 범위 내에 있는 시간을 사용한다.

③ 10분 평균풍속에 대한 취송시간 평균풍속의 비

우리나라 서남해안측후소에서의 최대 10분 평균풍속에 대한 취송시간의 평균풍속의 비는 구해진 그림을 이용한다.

4.2.1.2 조위

(1) 설계고조위

① 설계조위의 결정방법

설계조위는 구조물이 가장 위험할 때에 조위로 하는 것이 원칙이다. 방조제시설과 같이 배후지를 고조나 파랑에 대한 방호시설은 악조건의 설계조위를 선택할 필요가 있다.

방조제, 방파제, 호안 등의 설계에서 파력을 계산할 때에는 구조물 전면에서 파랑이 부서져

최대의 파력이 생길 수 있는 조위를 검토하여 구조물이 안전하고 또한 소기의 기능을 발휘할 수 있도록 한다.

② 설계고조위의 추정

고조대책 시설에 대한 설계고조위의 결정방법에는 다음과 같은 방법이 있으므로 최적방법을 채택하도록 한다.

가. 기왕최고조위 또는 이것에 약간의 여유를 더한 조위

나. 대조평균 조위에 기왕의 최대고조위차 또는 모델고조의 조위 편차를 더한 조위

다. 기왕의 이상조위의 발생확률곡선을 구하고, 외삽법으로 어떤 回歸年數, (예 100～1,000년 등)기간에 이보다 높은 조위의 발생회수빈도가 1인 조위

③ 실측값이 없는 경우

실측값이 없는 경우에는 다음의 방법에 따른다.

가. 1년 이상의 조위관측기록에서 평균해면 대조평균만(간)조면, 평균만(간)조면 또는 소조평균만(간)조면을 구하고 단기조화분해로 조화상수를 구한다. 소요지점에서의 조위관측기록을 얻을 수 없거나 또는 조위관측소가 없는 경우에는 국토교통부 수로국의 조석표를 이용하여 인접지역 중에서 조건이 유사한 표준항의 값을 수정하여 사용한다.

나. 기왕의 3년 이상에 걸친 조위관측 기록에서 이상조위의 편차를 구하고 편차가 생긴 일시에 있어서의 각각 풍속, 풍향, 취송시간, 기압, 지형 등을 고려하여 기상에 의한 조위편차를 구하고 이것과 장시간의 기록이 있는 지점과의 상관관계에 대해 검토를 하고 설계에 사용하는 기상종목에 따라 조정한다.

④ 고조 해일 부진동의 동시발생

고조(이상조위) 해일은 드물게 일어나는 현상이므로, 동시에 발생하지 않는 것으로 본다.

(2) 고조 (이상조위)

설계에 사용하는 고조의 제원은 최고조위, 조위편차 및 지속시간이며 여기에 고조조위 곡선과 고조위 발생확률에 대해서도 검토하는 것이 이 제원은 30년 이상의 실측자료로부터 구하는 것을 원칙으로 한다.

① 관측기간

고조의 기록은 될수 있는 대로 장기간에 걸쳐 검토하는 것이 요망되며 30개년은 최소한 관측기간으로 본다. 단, 30개년 정도의 검조기록을 얻을 수 있는 간척 계획지는 거의 없으므로 인접항의 관측치와 기상조건으로 부터 추산하고 또한 기왕의 재해기록의 조사와 현지주민으로부터 기왕의 재해 상황을 청취하는 방법 등을 병용해서 되도록 장기간의 고조에 관해서 검토해야한다.

② 기상조건으로부터의 추산

기압 및 태풍에 수반되는 고조의 추산은 전산처리 함을 원칙으로 한다. 기상고조는 대체로 강한 풍속과 그 취송시간 및 일정한 풍향과 그 계속시간 취송거리 그리고 발달된 저기압내에서 발생하는 너울 등에 의하여 그 규모가 결정된다. 조위편차 추산은 여러 가지 방법이 있으나 방법의 적용은 그 지역의 특성에 따라 다르므로 기존 방조제의 설계내용을 준공 후 재해가 발생하였는지를 검토한 후 적절한 방법을 채택해야한다.

(3) 기상에 의한 조위편차

기상에 의한 조위편차를 분석하기 위해서는 이에 관련된 장기간의 관측기록을 (30개년이상) 수집하여 실제 기록조위와 천문조위를 비교함으로써 이상조위 편차를 구한다.

4.2.1.3 쓰나미(해일)에 의한 편차

설계에 적용되는 해일의 제원은 최고 및 최저수위, 파랑의 상승(쳐오름) 높이 및 주기이다.
이 제원은 될 수 있는 대로 장기간에 걸쳐 실측치 기타자료를 기본으로 한다.

(1) 쓰나미(해일) 제원의 산정

해일은 주로 해저지진에 의하여 異狀파랑이 발생되는 현상을 말하며 지진자체가 매우 우발적인 현상일 뿐만 아니라 지진에 의한 해일의 발생지역도 충분히 해명되어 있지 않으므로 해양상의 해일 제원을 결정하는 것은 매우 어렵다.

또한 해일은 만내에 침입한 뒤부터 그 변화가 현저하여지므로 설계에 적용되는 해일의 제원은 그 지점의 기왕의 해온 기록으로부터 결정하는 것이 이상적이다.

우리나라 연안의 해일 현상은 별로 없으며 대부분의 경우 기상고조현상이가 할 수 있다.

해일의 파장 $L = T \cdot \sqrt{gh}$

해일의 전파속도 $C = \sqrt{gh}$

해일의 파고변형: $\frac{H}{H_o} = (\frac{b_o}{b})^{1/2} \cdot (\frac{h_o}{h})^{1/4} - Green$ 법칙

여기서, L : 해일의 파장 (m), T : 해일의 주기 (s), g : 중력가속도 (9.8m/s²), h : 수심 (m)
C : 해일의 전파속도 (m/s), H : 소요지점의 해일의 높이 (m)
H_o : 수심ho 만의 나비가 b_o인 점에서의 파고(m), b : 소요지점의 만폭 (m),
H_0 : 파고측정지점의 수심 (m), h : 소요지점의 수심 (m)

(2) 해일의 런업 (Runup)높이

해안경사가 1 : 30인 경우

$$\frac{R}{H} = 0.381(\frac{H}{L})^{-0.316}$$

해안경사가 1 : 60인 경우

$$\frac{R}{H} = 0.206(\frac{H}{L})^{-0.316}$$

여기서, R : 정수면으로부터 측정한 해일의 런업 한계 높이(m)
H : 임의점의 압력 (m), L : 파고측정점에서의 파장 (m)

(3) 해일의 수평압력

$$P = \frac{W}{2} \cdot H$$

여기서, P : 해일가 구조물에 작용하는 수평압력 (tf/㎡)

W : 해수단위중량 (tf/㎥), H : 구조물 전면의 파고(m)

(4) 부진동(副振動)에 의한 편차

부진동을 일으키기 쉬운 만구(灣口)나 항에서는 설계조위의 결정이나 정온도(靜穩度)를 검토할 때에는 부진동을 고려해야한다.

설계에 사용하는 부진동의 제원은 탁월주기와 진폭이다.

(5) 파랑에 의한 수면상승

① 물결파랑에 의한 수면상승은 수면이 평형상태에 도달하는 데 충분한 기간동안의 많은 파동의 운동을 포함하고 있으며 평형을 이루는데 필요한 시간은 알려지지 않았지만 최소한 1시간정도라고 한다.

② 또한 스펙트럼상에서 매우 파고가 큰 것은 빈번하게 발생되지 않으므로 수면상승에 현저한 영향을 미치지 못하는 유의파고(H_s)를 설계에 적용하여도 무방하다.

③ 해안상에 파랑의 런업에 의해서 도달되는 최고높이를 구하려면 파랑에 의한 수면상승(H_{m0}) 및 기타 영향인자(천문조 바람에 의한 수면상승 등)에 의해 발생되는 런업의 높이를 추정해야 한다.

가. 단색파에 의한 수면상승

나. 임의파에 의한 수면상승

4.2.1.4 파랑

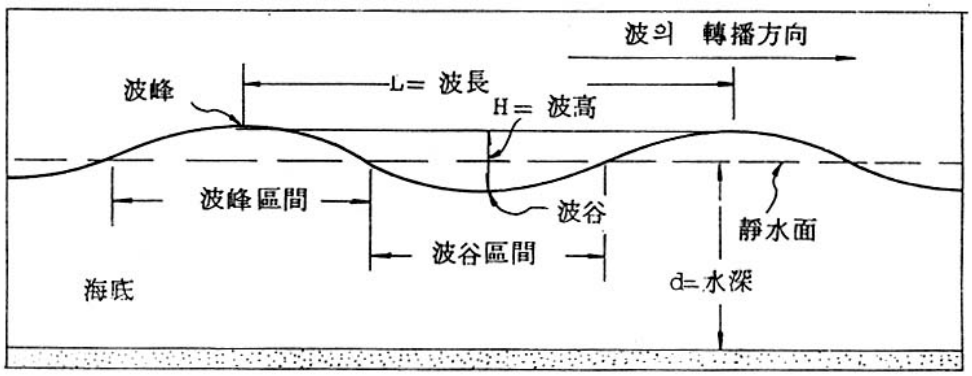
(1) 일반사항

설계파 결정을 위해서는 파랑의 제원, 중력파의 성질, 파형의 성질, 파랑의 통계적 성질 등을 명확히 파악해야 한다.

① 파랑의 제원

파랑에 관한 제원가운데 설계에 필요한 항목 및 기호는 다음과 같은 것으로 한다.

파고H(m), 수심d(m), 제방선에 대한 파향(θ), 파장L(m), 주기 T(S), 파속C(m/s), 파력 P(tf/㎡), 런업 (Run up), 높이R(m), 월파량 Q(㎥), 전에너지(1파장당) E(tfm), 단위시간에 단위나비(폭)를 수송할 수 있는 평균에너지 W(tfm), 해수단위중량 w(1.03tf㎥), 중력가속도 g(m/s²), 원주π, 심해파 제원은 기호의 아래에 첨자 $_o$을 붙이고 쇄파제원은 첨자를 붙이지 않는다.



〈그림 4.2-1〉 파장, 파고, 파속의 관련도

여기서, 파고 (H) : 파봉으로 부터 파곡까지의 높이 (m)
파장 (L) : 파봉으로 부터 파봉까지의 수평거리 (m)
주기 (T) : 파봉과 파봉사이의 시간간격 (s)
파속 (C) : 파형의 전파속도 (m/s)
수심 (d) : 해저로부터 정수면까지의 깊이 (m)
파형경사 (H/L) : 파고와 파장과의 비

② 중력파의 성질

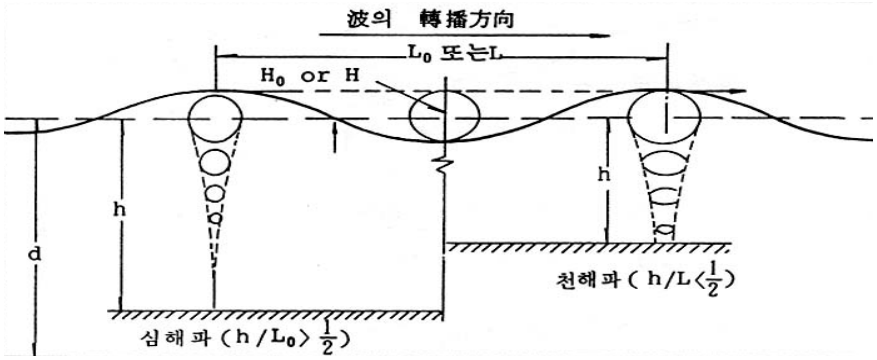
중력파는 심해파와 천해파로 아래와 같이 구분하여 추정한다.

가. 중력파의 주기는 1～30s이며 해안 공학적으로 중요한 범위의 주기는 그 중 5～15s이다.

나. 수심과 파장과의 관계로 부터 천해파와 심해파로 구분할 수 있다.

〈표 4.2-1〉 수심과 파장과의 관계

구 분	d/L	$2\pi d/L$	$\tanh(2\pi d/L)$
심해파	$>\frac{1}{2}$	$>\pi$	≈ 1
천이파	1/25 ~ $\frac{1}{2}$	1/4 ~ π	$\tanh(\frac{2\pi d}{L})$
천해파	$<\frac{1}{25}$	$<\frac{1}{4}$	$\approx \frac{2\pi d}{L}$



〈그림 4.2-2〉 심해파, 천해파의 구분도

③ 파형 및 파랑의 성질

가. 심해파 (h > L / 2)

$$C_0 = \sqrt{\frac{gL_0}{2\pi}} = \frac{gT}{2\pi} = 1.56T$$

$$L_0 = \frac{gT^2}{2\pi} = 1.56T^2$$

$$E_0 = \frac{1}{8} WH_0^2 \ L_0$$

$$W_0 = \frac{1}{16} W H_0^2 \ C_0$$

나. 천해파 (h < L / 2)

$$C = \sqrt{\frac{gL}{2\pi} tan\, h \frac{2\pi h}{L}}$$

$$L = \frac{gT^2}{2\pi} tanh \frac{2\pi h}{L}$$

$$C = \frac{Wh^2}{16} \sqrt{\frac{gL}{2\pi} tan\, h \frac{2\pi h}{L}} \left(1 + \frac{4\pi h/L}{\sin \frac{4\pi h}{L}}\right)$$

여기서, C_0 , C : 천해파의 속도 (m/s), L_0 , L : 심해파, 천해파의 파장 (m)

E_0 , E : 심해파, 천해파의 전에너지 (1파장당) (tf·m)

W_0 , W : 심천해파의 단위시간에 단위 폭을 수송할 수 있는 평균에너지 (tf·m)

④ 파랑의 통계적 성질

가. 단기간의 통계적 성질

유의파에서 1/10최대파와 평균파를 구할 때는 다음 식을 사용한다.

(가) $P(H > \widehat{H}) = \exp\left\{-(\frac{\hat{H}}{H_s})^2\right\}$

여기서, $H_{rms} = \sqrt{\frac{1}{N} \cdot \sum_{j=1}^{N} H_j^2}$

H_j : j번째의 파고(m), N : 전파의 수

$P(H > \widehat{H})$: $\hat{H}$보다 큰 파랑의 수(n)며 n/N으로 나타낸다.

(나) 유기파고(Significant height : h_s) $\frac{1}{10}$ 최대파고(H_{10})

1/100 최대파고 (H_{100}), 최대파고 (H_{max}), 평균파고 ($\overline{H}$) 간의 관계

$$H_s = \sqrt{2}\, H_s$$

$$H_{10} = 1.27 H_s \qquad H_5 = 1.37 H_s$$

$$H_1 = 1.67 H_s$$

$$H_{max} = H_s \sqrt{\frac{e_n N}{2}} \qquad \overline{H} = 0.886 H_s$$

나. 파랑의 변형을 연속적으로 기록하면 불규칙적이다. 이와 같은 불규칙파의 한 대표치로 1/3 최대파, 1/10 최대파, 평균파 등을 사용한다.

(가) 최고파 H_{max}, T_{max}: 파군(波群) 중에서 최대의 파고를 나타내는 파랑.

(나) 1/10 최대파 $H_{1/10}$, $T_{1/10}$: 파군 중에서 파고의 큰 쪽으로 부터 셈해서 1/10 수의 파랑까지 파고와 주기를 평균한 것으로 ⑦과 ④의 평균파와 평균주기를 가진 것과 같은 파랑이다.

(다) 1/3 최대파 $H_{1/3}$, $T_{1/3}$: 파군 중에서 파고의 큰 쪽으로 1/3 수의 파랑까지 파고와 주기를 평균한 것. 1/3 최대파는 유의파 (Significant wave)라고 불리는 때가 많다.

(라) 평균파 $\overline{H}$, $\overline{T}$: 모든 파랑의 파고와 주기를 평균한 수치와 동등한 파고와 주기를 가진 것과 같은 파랑이다.

다. 가.항의 불규칙파에서 파고 또는 주기를 구할 때는 파봉에서, 파봉법과 제로교점 (Zero up Cross) 법이 있다.

라. 파고의 출현정도가 레일레이(Rayleigh) 분포에 따르는 경우는 이들의 관계를 이론적으로 구할 수도 있다.

마. 20분간 연속관측한 파형기록에서 구한 최대파 (H_{max})와 $H_{1/3}$와의 관계도 대략 일정하다. 그러나 관측시간이 길수록 H_{max}도 크게 되어 $H_{1/3}$와의 비도 달라진다. H_{max}에 대한 $H_{1/3}$의 비는 파수에 따라 다르며 룽게-히긴(Longuet-Higgine)은 다음 식을 제안하였다.

$$H_{\max}/H_{1/3} = 0.707\sqrt{\log_e N}$$

여기서, N은 파수이다.

바. 방조제와 같이 내파구조물을 설계할 때는 원칙적으로 유의파를 대상으로 하지만 방조제의 규모가 크고 내수면 및 배후지의 활용도를 고려하여 최대파의 1/10으로 검토하는 경우도 있다.

(2) 설계파 결정방법

설계파의 제원은 기왕의 최대 유의파 및 장기간에 걸친 유의파의 통계적 성질을 참고로 결정해야 한다.

① 설계파의 결정인자

가. 기상자료 인용방법

설계파의 결정에는 장기간에 걸친 믿을만한 실측자료가 있으면 좋으나 현 단계에서는 불가능하므로 30년 이상의 기상자료를 토대로 하여 추산치를 구한 다음 어느 정도의 실측치가 있다면 참작하여 이를 보정하도록 한다.

나. 추산치 보정

기상자료로 부터 구한 추산치를 보정할 경우 이에 필요한 실측자료는 최소 3개년치 이상이 필요하며 각종 기상자료(태풍 경로 등을 포함)를 검토해서 그 관측기간에 매우 작은 파랑만이 생기는 특별한 경우가 아닌가를 확인해야 한다.

다. 인접지 실측자료 보정

현지에서 실측자료를 전혀 얻을 수 없으며 아울러 경비나 시간적으로 실측자료를 얻기 어려울 때에는 자연조건이 유사한 인접지의 실측자료를 보정 활용하여도 무방하다.

라. 설계파의 제원

설계파의 제원으로서 기왕의 최대파를 쓰느냐 또는 재현기간이 얼마인 파랑을 적용하느냐 또는 구조물의 내용기간에서 발생확률이 몇 퍼센트인 파랑을 적용할 것인가는 구조물의 기능, 구조, 중요도, 내용연수, 투자효과 등에 지배되며, 그 원칙을 일반적으로 세울 수 없으므로 그때그때 책임기술자의 판단에 따라 정해야 한다.

마. 설계파 적용범위

설계대상 구조물에 인접한 기존 구조물의 외력과 재해에 대한 과거의 실태를 참고하여 설계파를 정한다.

바. 설계파 추정을 위한 자료

기상자료에 의한 추정기간 이외 (예 : 그 이전 년대의 시기에도 특히 이상한 기록이 있다면 참고)

사. 위치별 설계파

구조물이 받는 파의 작용형태는 구조들의 위치, 조위, 시각에 따라 변화하므로 구조물 각 부위 및 조위면에 대해서 검토한다.

아. 구조물의 종류별 설계파

천해에서 파가 쇄파되지 않은 때는 통계분석국에 의해서 파고를 결정하며 구조물의 종

류에 따라 다음 값을 채택한다.

(가) 강체(剛體) : H_1

(나) 준강체 : $H_1 \sim H_{10}$

(다) 소성체 : $H_5 \sim H_s$

사석재는 소성체로 간주하고 H_5 또는 H_s의 선택은 다음 사항을 고려하여 결정한다.

(라) 구조물의 중요도 및 유지관리, 배후지의 경제가치의 대소

(마) 구조물의 기능 및 목적

(바) 구조물의 형식 및 모양

(사) 설계의 대상 (안정계산, 강도계산, 피복공, 둑 마루높이)

(아) 파랑을 추정하는 데 활용된 신뢰도

(자) 방조제 내에 생활권의 형성유무

자. 설계파의 채택원칙

설계파는 원칙적으로 심해파로 하고 방조제에 있어서 1～3방향의 설계파를 정한다. 단, 내수면이나 만구와 같이 수심이 낮은 경우는 천해파를 설계파로 해도 좋다.

② 파랑의 파향과 취송거리

실제의 파랑의 방향은 주방향의 주위로 다소의 변동이 있으므로, 구조물에 대한 입사각은 주방향의 ±15°의 범위로 하며 위험한 측으로 편향된 것을 취함을 원칙으로 한다. 단, 지형조건에 따라 방향변동이 아주 적은 경우와 장기간에 걸친 파향의 실측치가 있는 경우에는 이 각도를 다소 가감할 수 있다.

(3) 파향과 파장과의 관계

파향과 벽면이 이루는 각도의 관계에서 반드시 파고, 주기가 최대인 것이 최대파압이나 파력을 발생한다고 할 수 없으므로 이 파향 등을 참작해서 발생될 것으로 예상되는 파장중 최대파력을 설계에 사용하는 파랑의 제원으로 정한다.

(4) 취송거리(Fetch)

① 취송거리는 풍향 및 풍속이 일정한 지역으로 정한다.

② 풍향이 15 °를 초과하면 추정 정도에 영향을 끼치기 시작하며 45°를 초과하면 현저한 차이가 발생하므로 일반적으로 ±22.5°채택한다.

③ 풍속은 평균풍속과 2.5 m/s 이상의 차이가 발생하면 정도에 영향을 끼치므로 그 이하의 변화는 일정한 것으로 간주한다.

④ 육수역(陸水域 만, 하구, 호수, 저수지 등)의 경우 취송거리는 수체(水體)주위의 지형에 의해 결정된다.

(5) 심해파의 추정

해저 깊은 곳에서의 발생하는 파의 추정은 S.M.B법, 일기도로부터 풍역과 풍속을 결정하는 법, 윌슨(Wilson)의 추정법, 태풍에 의한 파랑추정법에 의한다.

(6) 천해파의 추정

바다의 얕은 부분에서의 발생파의 추정은 부레느슈나이더 (Brets cnneider)법, 사까모도-이지

마 (진본 정도)법, 모리터(Moliter)법, 사까모도-이시마법 등에 의하여 종합적으로 추정한다.

(7) 파랑의 변형

설계의 대상이 되는 심해파에서의 파랑은 수심이 파장의 1/2이하의 얕은 부분에 진행하면 변형한다. 따라서 설계구조물이 얕은 부분에 있고 실측에 따르지 않을 경우는 파랑의 변형을 추산하여 설계파형을 결정한다.

① 수심에 의한 파고의 변화

파랑이 굴절 및 회절을 받지 않고 경사가 완만한 해안에 진입할 때의 파고변화는 다음 식을 따른다.

$$K_s = H/H_0 = \sqrt{\frac{1}{2n} \cdot \frac{C_0}{C}}$$

여기서, $n = \frac{1}{2}(1 + \frac{4\pi h/L}{\sin h \frac{4\pi h}{L}})$, $C_0 = \frac{gt}{2\pi}$

$C = \sqrt{\frac{g\ell}{2\pi} tan h \frac{2\pi h}{L}}$

여기서, K_s : 천수계수, H : 소요위치에 대한 파고 (m)

H_o : 심해에서의 파고 (m), C_o : 심해파랑의 속도 (m/s),

C : 소요위치의 파랑의 속도 (m/s)

② 굴절에 의한 파향(波向) 변화

일반적으로 수심이 진행과정의 1/2이하가 되면 해저의 영향을 받아 파봉은 굴절하여 물가선형과 평행하게 되고 파고가 변화한다. 굴절에 따른 파고의 변화는 굴절계수 K_r로 표시하며 굴절도에서 구한다. 단, 해저 지형이 복잡하고 등심선 간격이 현저하게 분산되어 있으며 해저기울기가 1/10보다 급할 경우, 쇄파대의 경우에는 작도에 의하지 않고 모형실험에 의하여 굴절도를 작성한다.

가. 입사각이 $\alpha < 80^\circ$ 인 경우

나. 입사각이 $\alpha > 80^\circ$ 인 경우로 구분하여 작성한다.

③ 굴절에 의한 파고변화

굴절에 의한 파고의 변화는 다음과 같이 산정한다.

가. 소요지점을 포함한 두개의 파향선에 있어서 심해부에서의 파향선 간격과 소요지점부근 전면에서의 파향선 간격 b와 비에 대한 제곱근 즉 굴절계수(K_r)를 산정한다.

$$K_r = \sqrt{b_0/b}$$

나. 굴절과 수심변화를 고려한 경우의 파고변화는

$$H/H_o = K_s K_r = \sqrt{\frac{1}{2n} \frac{c_0 b}{c} \frac{b_0}{b}}$$

④ 회절에 의한 변화

파랑이 산모퉁이 방파제등과 같은 구조물에 의하여 차단될 때에는 그 선단부에서 회절현상

이 일어난다. 이 회절효과는 회절도에 의해 산정한다.

가. 반무한 제방단(半無限堤防端)에서의 회절

반 무한제방단에서의 회절계수는 입사파의 진행방향과 반 무한 제방이 이루는 각이 45～135 ° 범위에서 사용한다.

나. 개구부에서의 회절

(가) 개구부에서의 법선과 입사파와의 이루는 각도가 90。의 경우의 회절계수는 그림을 이용하여 구한다. 이들의 구간나비가 1/2L, L, 1.41L, 1.64L, 1.78L, 2L, 2.5L, 2.95L, 3.82L, 5L의 것이 있으나 개구부의 나비가 다를 경우에는 내삽법으로 구한다.

(나) 개구부 구간의 법선과 입사와의 이루는 각도가 90°이외의 경우 열린구간 나비의 입사파향에 직각인 선상에 투영한 나비를 가지고 가상나비로 한다.

⑤ 굴절과 회절의 합성

방파제 도제 등의 바다 쪽 및 육지 쪽이 모두 평탄하지 않을 경우에는 회절과 굴절이 일어난다. 이러한 경우 다음과 같은 방법으로 파향 파고를 추정한다.

가. 제방선까지의 굴절도를 그린다.

나. 여기에서 해안 쪽으로 3～4 파장만큼 굴절을 고려하지 않고 회절도를 작성한다.

다. 작성한 회절도에서 구한 굴절도의 물가선에 가장 가까운 파봉선으로 표시되는 파향을 사용하여 소요지점 또는 파봉선까지 굴절도를 그린다.

라. 물가선에 가장 가까운 파봉선의 파고와 새로운 굴절도에서 소요지점 또는 쇄파선에서의 파고를 추정한다.

⑥ 쇄파대 및 해안선 쪽의 변화

쇄파는 매우 복잡하므로 모든 해안에 적용하거나 또한 정확한 결과를 줄 수 있는 것은 아니다. 따라서 쇄파높이 쇄파길이 쇄파후의 파고변화 등을 정확히 알기 위해서는 실측을 해야 한다.

⑦ 방향분산

해안에서의 파랑은 전부 동일한 방향은 아니므로 이중 어느범위 내의 파랑 중 가장 위험성이 있는 방향을 취하여 설계파향으로 할 수 있다.

(8) 파랑의 반사

파랑의 반사는 해안구조물의 설계에 필요한 인자이며 반사율은 입사파고와 반사파고의 비로서 나타낼 수 있다.

경사면, 해안, 방조제등에서의 반사는 경사, 조도, 투수성 등에 따라 좌우된다. 또한 파형경사, 파랑의 접근방향 등과 관계가 있다.

① 입사파와 반사파

가. 반사율 $(x = H_r / H_i)$

H_r : 반사파고 (m), H_i : 입사파고 (m)

나. 불투수성 수직벽은 대부분의 입사파고를 반사시킨다. (x ≒ 1.0)

$$즉\ H_i \fallingdotseq H_r$$

다. 이때 중복파의 파고는 로 나타낼 수 있다.

η : 중복파의 파형식, η_i : 입사파의 파형식, η_r : 반사파고의 파형식

$$\eta = H_i \cos(2\pi x/L)\cos(2\pi t/T)$$

여기서, L : 파장, T : 입사파의 주기

라. 복에서의 중복파고는 입사파고의 2배이며 결절점 (node)에서의 파고는 0이다.

② 파형경사와 파의 접근방향과의 관계

가. 직각으로 입사할 때 반사량을 판단하는 기준으로서 베티에스 (Battjes)가 제시한 입사파 유의성 파라미터 (Surf Similarity Parameter)는 다음과 같다.

$$\zeta = \frac{L_0}{Cot\theta \sqrt{H_i/L_i}}$$

여기서, θ : 구조물의 경사각, H_i : 입사파고 (m), L_0 : 심해파의 파장 (m)

나. X = H_r/H_i

다. 입사파 유의성 파라미터에 대한 반사율은 그림을 이용하여 추정할 수 있다.

라. 사면이 피복석등으로 축조되어 있을 때는 α_1 및 α_2의 계수를 곱하여 이용한다.

(9) 쇄파

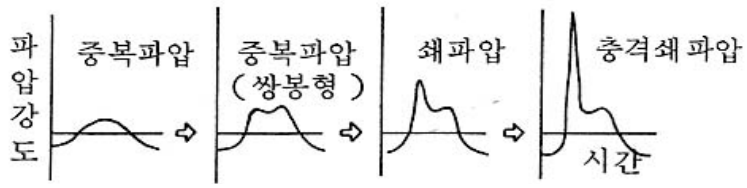
진행파는 다음과 같은 경우에 쇄파가 되는 것으로 본다. 쇄파고와 쇄파수심은 설계쇄파고의 계산에 의해 추정한다.

(10) 파력

방조제에 작용하는 파력은 중복파, 쇄파의 파압, 쇄파후의 파압 등을 검토하여 결정한다. 이때 파랑의 입사각 보정, 양압력등도 검토해야 한다.

① 파압의 판정

파랑이 구조물에 접근할 때 구조물의 전면이 수직벽면인 경우 수심이 파고의 2배 이상일 때 (h > 2H) 중복파가 생겨 중복파압이 발생하고 수심이 파고의 2배 이하일 때(h < 2H) 중복파의 한계를 넘어 쇄파되며 쇄파압이 작용하게 된다. 쇄파압이 작용할 경우 해저경사가 급하거나 혼성제의 사수부위가 높고 경사가 완만한 경우에 파랑의 조건에 따라 강한 파압이 발생하며 이것을 충격 쇄파압이라 한다. 파압의 판정은 <그림 4.2-3>과 같다.



〈그림 4.2-3〉 중복파압에서 충격 쇄파압으로의 이행

② 수직벽면에 작용하는 중복파의 파력

수직벽면에 작용하는 중복파의 파압을 일반적으로 상프르(Sainflow)의 간략공식으로 구한다.

③ 쇄파의 파압 (breaking wave force)

파랑이 진행하면서 해안에 접근하면 해저의 마찰,인파와의 총장애물에 의해 쇄파되어 파랑은 부서지면서 구조물에 대해서는 흐름, 충돌, 흡출 등이 작용하게 되며 구조물 직전에서 쇄파할 때 최대파압이 작용한다. 이와 같은 조건에서는 히로이(광정), 미니킨(Minikin) 공식으로 구한다.

④ 쇄파 후 파압

파랑이 구조물에 도달하기 전에 쇄파되어 쇄파후의 파랑이동이 구조들에 작용하는 파력은 모형실험에 의하여 결정해야하나, 구조물이 정수기과 쇄파점 사이에 위치한 경우와 구조물이 정수면 밖에 위치한 경우로 구분하여 개략적인 파력을 구할 수 있다.

⑤ 파랑의 입사각 보정

파랑이 구조물에 비스듬히 입사할 때 파력의 동압력성분은 구조물전면에 직각으로 입사할 때 보다 작아지므로 입사각에 의한 보정과 구조물 전면의 형태에 의한 파력의 동압력성분을 보정해야 한다.

⑥ 양압력

구조물이 기초가 투수성이고 압력이 전달된다고 인정되는 경우 기초에서 상향의 압력이 작용하며 이를 양압력이라 하여 정수압과 합한 압력을 받는다.

가. 중복파 양압력

(가) 구조물에 월파가 일어나지 않는 경우 구조물에 작용하는 양압력은 구조물 전체하단에서 압력강도가 $P_u = wH/\cosh \cdot \frac{2\pi h}{L}(t/m^2)$이고 구조물 후면하단의 압력이 0인 삼각형 압력분포로 작용하며 양압력이외에 정수면 이하에 작용하는 부력도 가산해야 한다.

(나) 구조물을 완전월파하는 경우 구조물 전체에 부력이 작용한다고 본다.

나. 쇄파의 양압력

구조물에 쇄파가 작용하고 그 기초가 투수성인 경우에는 다음의 방법으로 양압력을 구한다.

(가) 구조물에 월류가 일어나지 않는 경우 구조물 저면에 작용하는 양압력은 구조물 전면하단에서 압력강도가 이고 구조물 후면하단의 압력이 0인 삼각형 압력분포

로 작용한다.

(나) 구조물을 완전월파하는 경우 구조물 전제에 부력이 작용한다고 본다.

⑦ 경사형

가. 경사형 구조에 작용하는 파력은 입사파랑이 사면피복공 위에서 부서지는 동시에 그 에너지가 소멸되므로 경사면 피복공 규모를 파랑에 대해서 안전을 유지할 수 있는 사석 및 콘크리트 블록의 개당 중량으로 계획 한다.

나. 경사면에서의 사석 및 콘크리트 블록의 안정중량

(가) 허드슨 (Hudson)공식

$$W = \frac{w_s H^3}{K_D (S_r - 1)^3 \cot\theta}$$

여기서, W: 피복층의 개당중량 (tf), W_s : 피복공의 공기중 단위중량 (tf/㎥)

S_r : 피복공의 해수에 대한 비중 (W_r / W_W), θ : 구조물 경사각,

H: 설계파고 (m), K_D : 안정계수

(11) 런업 (Run up) 높이

해안제방의 둑마루 높이를 결정에 필요한 런업 높이의 추정은 단면형태, 파형에 따라 적절한 방법으로 결정하여야 한다.

① 고려사항

런업의 높이는 구조물의 모양, 조도, 구조물의 비탈끝에서의 수심, 구조물 전면의 해저경사 및 입사파의 특성에 좌우된다. 런업은 많은 변수가 내포되어 있기 때문에 모든 가능한 범주의 기하학적 변수와 파의 상태를 고려하여 런업 상태를 완전히 분석하기는 복잡하므로 중요한 방조제에 대해서는 모형시험을 하여 확인하는 것이 좋다.

② 런업 높이의 추정방법

가. 단일 단면의 런업 높이는 2가지 조건으로 구분하여 추정한다.

(가) 사면 전면에서 파랑이 쇄파되지 않는 경우

(나) 사면전면에서의 파랑이 쇄파되는 경우

나. 복합단면의 런업 높이는 2가지 조건으로 구분하여 계산한다.

(가) 델프트 (Delft) 수리실험소 수정식

(나) 사빌 (Saville)의 가상 경사법의 계산방법

다. 런업의 추정

라. 감세법

감사면 기울기를 갖는 구조물의 유효 런업높이 (R)는 다음 식으로 추정한다.

$$R = R_n \cdot r_R \cdot r_B \cdot r_\beta$$

여기서, R_n : 평활한 사면상의 런업의 높이 정수면상의 수직높이로 규정

r_R : 사면의 조도 및 투수성에 의한 감세계수 reduction, r_B : 소단에 의한 감세계수

r_β : 사기랑 (obliquewaves)의 내습에 의한 감세계수, ξ : 쇄파지수 (breaker index)

③ 불규칙파의 런업 높이

각종 사면상에 작용하는 불규칙파의 런업을 예측키 위한 모델시험 결과는 아직까지 제한되어 있지만 아렌스(Ahrens)의 결과를 제시하였다. 여기서 런업높이는 파고의 레일레이(Rayleigh) 분포를 따른다고 가정한다.

4.2.1.5 조류

(1) 해안구조물의 설계에 사용하는 조류는

① 파랑류, 연안류, 이안류(離岸流)

② 조석류(潮汐流)

③ 취송류(吹送流)

④ 하구류(河口流)

로 하며 그 탁월류(卓越流)는 유향, 유속은 장기간에 걸친 실측치에 의하여 결정함을 원칙으로 한다.

(2) 실측에 의하지 않고 추정하는 방법은 다음에 의한다.

① 파랑류의 추정

해안에 직각방향의 파랑류 (난안류)는 추산할 수 없다.

$$V=\left[\left(\frac{1}{4x^2}+y\right)^{\frac{1}{2}}-\frac{1}{2x}\right]^2 \quad x=\frac{646\,H_b\cdot i\cos\alpha_b}{T}$$
$$y=C\cdot\sin\alpha_b$$
$$C=\sqrt{2.28gH_b}$$

여기서, V: 해안에 연한 파랑류의 유속 (m/s), H_b : 쇄파의 파고 (m)

i : 쇄파선에서 물가선 (정선)까지의 평균해저 기울기 (tan α)

α_b : 쇄파선에서의 파봉과 물가선과 이루는 각 (°)

T: 파랑의 주기 (s), g : 9.8 m/s², α_b 값은 원칙적으로 굴절도에서 구한다.

② 취송류의 추정

$$V=U\frac{0.0127}{\sqrt{\sin\varphi}}$$

여기서, V: 취송류의 유속 (m/s), U: 풍속 (m/s), φ : 위도 (°)

취송류의 유향은 마찰심도의 1/10이하의 수심인 곳에서는 풍향과 일치하는 것으로 생각해도 좋다.

$$D=\frac{7.6}{\sqrt{\sin\varphi}}U$$

여기서, D : 마칠심도 (m), φ : 그 점의 위도 (°), U : 풍속 (m/s)

③ 조석류의 추정

가. 아주 길고 등심인 물길(수도)에서의 조석류

자유조랑이 물길내로 진행하는 경우 유속은 석조 및 간조시 최대로 되며 평균 수면의 유속은 0이 되고 낭향(浪向)은 반전한다. 최대유속은

$$V = \frac{R}{2}\sqrt{\frac{g}{h}}$$

여기서, V : 조석류의 최대류속 (m/s), g : 중력가속도 (m/s²), R : 조권(潮卷) (m)
h : 수로의 평균수심 (m)

나. 조석류가 담고 위상차가 있는 경우

$$V = C\sqrt{2g(\xi - \xi')}$$

여기서, V : 조석류의 유속 (m/s), g : 중력가속도 (m/s²),
ξ : 평균수면에서 측정한 높은쪽의 해면상승량 (m),
ξ' : 평균 수면에서 측정한 낮은쪽의 해도상승량 (m)
(단 해면이 평균 수면이하의 경우에는 부호를 취함),
C : 계수 해협이 길고 큰 경우 C < 1.0 해협이 좁고 짧을때 C ≒ 1.0

④ 하구밀도류

가. 하구부의 어느 단면에서 해수층을 완전히 배제하고 하상에 하수를 접촉시키는데 필요한 하천류의 유속은 다음 식에 의한다.

$$V_c = \sqrt{\frac{\rho_2 - \rho_1}{\rho_2} gh}$$

여기서, V_c : 해수층을 배제하기에 필요한 하천류의 한계유속 (m/s), ρ_1 : 하수의 밀도 (kgf/㎥),
ρ_2 : 해수의 밀도 (kgf/㎥), g : 중력 가속도 (m/s²), h : 소요단면에서의 전수심 (m)

나. 하수의 유속이 한계유속에 달하고 염수 쐐기가 정지하는 한계조건에 있을 때는 염수의 쐐기의 길이는 다음 식에 의한다.

$$L = \frac{C_i^2 h}{g}\left[\frac{1}{5}\frac{\varepsilon g h}{V_0^2} - 2 + \sqrt[3]{\frac{V_0^2}{\varepsilon g h}} - \frac{6}{5}\left(\sqrt[3]{\frac{V_0^2}{\varepsilon g h}}\right)^2\right]$$

여기서, ε : $\frac{\rho_2 - \rho_1}{\rho_2}$, L : 한계조건에 있는 염수쐐기의 길이 (m),
ρ_1 : 하수의 밀도 (kgf/㎥), ρ_2 : 해수의 밀도 (kgf/㎥), g : 중력 가속도 (m/s²)
h : 소요단면에서의 전수심 (m), V_o : 무감조구역의 하수유속 (m/s)

C_i : 저항계수, C_i^2= 300,000～1,000,000

⑤ 주의사항

가. 해안의 흐름

나. 탁월류의 유향 유속

다. 하구밀도류

이들에 의한 하상의 매몰을 방지하기 위하여 한계유속 이상으로 하천유속을 증대하거나 도류제의 설치 하천단면의 적정유지 등으로 제어한다.

4.2.2 방조제의 기본형

(1) 방조제의 형식에서 가장 중요한 바깥 및 안비탈의 기울기는 피복공의 종류, 제체의 재료 기초지반의 토질, 전면의 수심과 해상 및 시공법 등을 검토하여 결정하되 되도록 완경사로 함이 바람직하다. 둑마루 표고 바깥비탈의 기울기 및 피복공의 구조 소단의 나비 등은 상호연관이 되므로 여러 가지 방안을 비교하고 현지여건을 검토하여 가장 안전하고 경제적인 형식으로 결정해야 한다.

4.2.2.1 둑마루 표고결정

(1) 방조제의 둑마루 표고(펫트, 흉벽 등이 있는 경우는 둑마루 높이)는 설계고조위 (파랑에 의한 수면상승고 포함)에 파랑의 런업 높이와 여유고를 더한 값으로 하고 기초지반 또는 제체의 침하가 장기간에 걸쳐 계속되는 곳에서는 이들의 영년 변화량을 가산한다.

(2) 파라핏공 등을 설치하는 경우의 흙쌓기 표고는 적어도 설계고조위에 반파고를 더한 값으로 한다.

① 파고가 쇄파하는 경우 파고 × 1.0～1.3

② 파랑이 런업하는 경우 파고 × 1.0～2.5

(3) 설계 빈도

① 방조제 건설의 목적에 따가 정도의 차이는 있겠으나 제방이 결괴되면 그 피해는 매우 심각한 만큼 조위, 홍수, 기상, 지진, 해일 등 발생빈도를 높여 충분히 분석된 자료를 이용하여 둑마루 표고를 결정하여야한다. 그러므로 설계빈도는 100년을 기준으로 하고 중요한 목적을 갖는 방조제는 100년 이상 10,000년 빈도의 자료를 사용하되 충분한 검토가 요망된다. 파랑의 월파로 인하여 내부피해가 없는 경우도 둑마루부를 포함한 시설물자체가 피해가 없도록 견고하게 피복을 해야 하며 배수처리 계획이 수립되어야 한다.

② 둑마루표고 결정의 지배적인 요소는 천문조위 (대조평균위조위)와 기압변화 및 바람 등에 의한 조위상승고, 파랑에 의한 런업높이 기초지반 및 제체의 침하를 고려한 여유고 및 기타를 합하여 추정한다.

(4) 설계 고조위

설계 고조위는 원칙적으로 기왕의 최고조위로 하든가 대조평균만조위에 기왕의 최대 조위(또는 모델 고조위, 조위차)편차를 더한 조위 및 기타 방법에 의하여 구한다.

설계 고조위의 추정방법은 다음 4가지가 있으며 일반적으로 제 2방법을 사용하나 특수목적을 갖는 경우 또는 대규모 방조제의 경우는 제 3, 4 방법을 비교 검토하여 실측기간, 발생도수, 간척의 규모, 고조대책시설비 및 사고시의 피해정도 등을 고려하여 결정한다.

(5) 쇄파고 및 런업의 높이

파랑의 쇄파고 및 런업의 높이는 2.1.4 항에 따라 구하며 상하 한계는 파고의 1.0～1.3배의 범위 내에서 취한다.

① 파랑이 쇄파하는 경우 : 파고 × 1.0～1.3

② 파랑이 런업하는 경우 : 파고 × 1.0～2.5

즉 계산상 파고의 1.0이하인 경우는 모두 1.0 으로 하고 1.3～2.5배 이상인 경우는 상부구조가 취약하므로 방조제의 바깥쪽 비탈 피복공에 소단을 설치하는 등 비탈의 모양 구조의 변화를 주어서 쇄파고 또는 런업의 높이를 억제하든가 둑마루 및 피복공의 구조를 강화해야한다.

(6) 설계파고

파랑의 쇄파고 및 런업의 높이 산정할 때 사용하는 파고의 추정방법은 2.1 4 항에 의한다.

① 파랑의 쇄파고 및 런업의 높이를 산정할 때 사용되는 파고는 방조제 예정선 전체에서의 파고와 파장이다.

계산할 때는 우선 설계에 쓰이는 심해파로 부터 굴절, 회절, 수심변화, 쇄파 기타시설물 등의 영향을 고려하여 방조제 예정선 전면의 파고에 대한제원을 구하여 그 제원 또는 그것에 상당하는 심해파(Ho')의 제원으로부터 쇄파고와 런업의 높이를 구한다.

② 방조제의 제항표고 결정을 위한 런업높이 추정과 피복공의 규모 및 규격결정에 쓰이는 파고는 일반적으로 유의파 (H_s)를 채택하여도 무방하나 2.1.4항에서 언급한 바와 같이 방조제의 규모가 크거나 간척지의 중요도에 따라 Hs～H5 범위 내에서 채택할 수 있다. 방조내에 공업단지, 도시개발 등 중요한 시설이 계획된 경우에는 모형실험을 통하여 설계파를 결정하여야한다.

(7) 여유고 및 장기침하

방조제의 둑마루 표고는 2.1.4항에서 합리적으로 결정된 표고라 하여도 절대적으로 신뢰할 수 있다고 말할 수는 없다. 따라서 개괄적인 여유고 높이를 가산하게 되나 이것은 지반 또는 제체의 장기침하량과 기타 인접한 구조물과의 관계 또는 배후지를 포함한 간척지의 규모와 이용도 등을 고려하여 1m내외로 적절히 결정한다. 장기간에 걸쳐서 지반 또는 제체에 침하가 예상되는 경우에는 원칙적으로 이들의 값을 가산한 것을 둑마루 높이로 한다. 그러나 이들의 변화가 장기간에 걸쳐서 일어나는 것이므로 건설공사에서는 공사완료 시점부터 3년까지를 기준으로 하여 가산하고 그 이후에 대해서는 정도에 따라 더 돋기를 고려한다.

① 여유고

방조제의 여유고의 결정은 사업의 성격 구조물의 중요도 유지관리, 배후지의 이용계획, 구조물의 설치지점의 지질과 축조재료, 구조물의 기능, 축조구조물의 형식 및 형태, 피복공의 구조 등에 따라 결정되나 특별한 경우를 제외하고는 1.0m 전후로 여유고를 두고 영년변화량이 클 때에는 근원적인 기초지반 개량을 통해 대책을 강구한다.

② 장기침하

방조제 침하의 주요 원인은 성토제 및 기초지반의 압밀 등에 의해 발생되는 것으로 침하량이 과다할 때에는 지반을 개량해야 하며 피치 못할 침하에 대해서는 제방구조의 목적에 따라 악영향이 미치지 않도록 대책을 강구한다.

4.2.2.2 둑마루 나비

(1) 둑마루나비의 결정기준은 다음에 의한다.

① 경사형이고 파라밋이 있는 경우

피라밋공을 제외한 둑마루 나비는 3m이상으로 한다.

② 경사형이고 파라밋이 없는 경우

월파가 허용되는 경우 둑마루 나비는 4 m이상으로 한다.

③ 직립형인 경우

단괴식, 부벽식 등의 방조제에서는 마루나비는 0.5m 이상으로 한다. 또한 배면에 토사를 사용하는 경우에는 콘크리트형을 제외한 마루나비는 3.0m 이상으로 한다.

(2) 둑마루 나비의 결정은 방조제의 설치 목적과 규모 둑마루의 시공재료 등에 따라 다르겠으나 월파의 침식등을 고려하면 둑마루나비가 넓은 것이 유리하나 경제성도 고려하여 경사형은 둑마루 부근에 작용하는 파력이 작으므로 3m이상 직립형에서는 도수(도수) 뚜는 연파의 낙하점을 가능한 둑마루에 있게 하는 것이 유리하다.

(3) 그러나 이밖에도 양안의 연결도로와의 관계, 보수시의 노폭, 누수와의 관계, 장래의 이용계획, 미관 등을 고려하여 결정해야 한다.

4.2.2.3 비탈의 기울기

(1) 바깥쪽비탈의 기울기

① 바깥쪽 비탈의 기울기는 제체의 안정, 기초지반의 토질, 피복공의 재료와 구조, 방조제 전면에서의 수심과 파고, 시공의 난이, 배후지의 이용 및 해안의 이용 등을 고려하여 결정해야 한다.

② 바깥쪽비탈 기울기는 원칙적으로 표2.2-1에 따른다.

③ 바깥쪽비탈 기울기가 1:1.5 ~ 1:2.0 정도인 것은 파랑의 런업 높이가 가장 크므로 주의해야 하며 풍파가 큰 해안에서는 바깥쪽비탈에 나비가 넓은 소단을 만들어 파랑의 에너지를 감쇄하든가 파력에 따라 기울기를 바꾸는 것이 좋다. 이때 기울기의 변환점에 파력이 집중하는 경향이 있으므로 각 면으로 연결하든가 그 부분의 구조를 강화하는 등 고려한다.

<표 4.2-2> 바깥비탈 기울기

형 식	비탈기울기
점토피복식	> 3.0 할
아스팔트 피복식	> 3.0
사석식	> 2.0
돌붙임식	> 1.0
콘크리트블록 붙임식	> 1.0
콘크리트 피복식	> 1.0
돌쌓기식	0.3 ~ 1.0
반중력식	0.5 정도
부벽식	0.5 정도
이형블록식	> 1.5

(2) 안비탈의 기울기

① 안비탈의 기울기는 제체 토질 기초지반 피복공의 종류 각종 담수호의 이용 등을 고려하여 결정한다.

② 일반적으로 피복공 재료별 안비탈 기울기는 표 4.2-2으로 하는 것이 좋다.

③ 제고가 5m이상인 경우 또는 필요한 경우는 5m이하라도 나비 1.5m 이상의 소단을 만드는 것이 좋다.

연약지반의 경우는 하중을 분산시키기 위해서 저폭이 넓어지도록 소단을 설치하는 것이 좋다.

방조제 기초에 바닥다짐용(사석 및 돌망태 등)을 설치할 경우 피이핑 및 누수의 우려가 있으므로 침투로장을 확대시키기 위하여 기울기를 완만하게 할 필요가 있으며 소단 폭은 도로이용 목적 등을 고려한다.

<표 4.2-3> 안비탈 기울기

형 식	비탈기울기
점토 피복식	1:2 ~ 1:3
아스팔트 피복식	1:2 ~ 1:3
돌붙임식(사석식)	1:2 ~ 1:6
콘크리트블록 붙임식	1:1 ~ 1:3
콘크리트 피복식	1:1 ~ 1:3
돌쌓기식	0:3 ~ 1:0

4.2.2.4 안쪽 및 바깥쪽 소단

(1) 안쪽 및 바깥쪽 소단은 비탈의 기울기, 제체의 안정, 기초지반의 토질, 축조재료, 피복공의 구조, 제고 및 도로이용계획 등을 고려하여 결정한다.

① 하부 의 소단나비와 표고는 해상과 시공조건들을 고려하여 결정한다.

② 바깥쪽 상부소단은 시공중의 운반로의 역할과 단면완성 후 파랑을 효율적으로 감세할 수 있도록 충분한 나비를 (나비의 범위는 또는 4H, L : 파장, H : 파고) 부여하여야 하며 경제성과 안전성에 대하여 검토해야 한다.

4.2.2.5 접속도로

(1) 도로표고 나비 및 구조는 건설중의 운반로 역할과 제방구조로서 결함이 없으며 도로 구조령에 부합되도록 계획하여야 한다.

(2) 도로의 위치

방조제의 도로는 파랑이 직접 내습하는 위치는 피해야한다. 단, 설계빈도이상의 기상여건에서 월파를 허용되는 방조제는 아스팔트 및 콘크리트 포장을 원칙으로 하고 측구를 설치한다.

(3) 도로표고

도로표고는 고조위나 홍수위에 침수되지 않고 침윤선이 선택층이 하여야 하고 그 지역의 동결심도를 고려하여야 하며 제체침하에 따른 상기조건의 영향을 받지 않도록 하기 위하여 지반이 충분히 안정된 후에 여유고를 고려해서 도로를 완성해야 한다.

4.2.3 방조제의 구조

(1) 방조제 구조는 외해의 수심과 해상조건, 기초지반의 토질, 구득이 용이한 축제재료, 축제공법 방조제 제체의 이용계획 및 간척지내부의 이용계획 등을 종합적으로 검토하여 결정한다. 각 구조 간에 연대성이 양호하고 상호균등한 안전율을 부여하며 유지관리 및 보수가 용이하며 외부에 노출되는 구조에 대하여는 외관도 고려하여 안전하고 경제적인 구조로 결정한다.

4.2.3.1 성토공

(1) 성토 재료의 선정은 제방의 규모, 육상 및 수중의 시공조건, 토취장의 토취조건, 유속조건, 운반장비, 공기, 지수(止水) 효과 등 흙의 공학적 성질과 경제성을 고려하여 결정 하여야한다.

(2) 성토층은 해수침입을 방지하는 제체의 본체로서 그 공법은 소규모방조제 또는 시공초기에는 직접 축제가 가능하지만 수심이 깊고 조석량이 많은 대규모 방조제에서는 축제로 인한 침수단면의 축소로 조류속이 증대되어 유실량이 많아져 물막이가 곤란하므로 빠른 유속에 견딜 수 있는 재료로 우선 가물막이 (1차 물막이)한 후 성토층을 축조하는 것이 상례이다.

(3) 성토공의 단면은 둑마루 나비 도로 폭 및 성토재료의 안식각 등을 고려하고 또한 지반의 침하, 활동, 파이핑 작용 등이 발생치 않도록 만족한 단면이어야 하며 기초공 필터공 피복공과 일체가 되어야 한다.

(4) 성토 단면의 결정은 성토재료의 공학적 성질에 따른 침투로 길이와 비탈기울기를 검토하고 제체의 안전도가 고려되어야 하며 침윤선이 내제 비탈면에 벗어나지 않도록 필터공을 설치한다.

4.2.3.2 바깥쪽 비탈의 피복공

(1) 바깥비탈면의 피복공은 파랑에 의하여 침식, 마모와 피복공 이면의 토사의 유출을 방지하며 토압, 파압 등의 마력에 대하여 안전한 구조이어야 한다.
(2) 비탈면에 작용하는 파압은 거의 모형시험에 의한 결과이므로 각점의 파압분포의 상대적인 관계는 대체로 알 수 있으나 그것으로 곧 각 점의 피복공의 강도가 정해지는 것이 아니므로 피복공의 설계는 경험적이어야 한다. 실제의 방조제에 대한 파압을 알 수 없다.
(3) 피복공의 강도 또는 그 재료의 크기는 작용하는 파랑의 성질 비탈면의 모양과 구조 재료 등에 의해 시공 장소 마다 다음에 기술하는 구조를 표준으로 하여 결정한다.
(4) 활동은 돌붙임이나 부록붙임인 경우는 돌빠짐 콘크리트 부침의 경우의 균열 파손 등으로 피복공 전체 또는 일부가 내려앉는 수가 있다.
(5) 피복공을 지지하고 있는 것은 지반의 토사 조약돌과 비탈끝의 바닥다짐공의 일부이므로 비탈기울기가 1:2와 같은 급한 비탈에서는 양 압력을 받은 피복재가 쉽게 이탈되므로 이러한 곳에 대해서는 비탈면에 소단을 설치하는 것이 효과적이다.
(6) 튼튼한 피복공도 영구적으로 견디는 것이 아니며 그 기능을 다하면서 외력에 의해 점점 약해져가므로 늘 보수를 하여야한다. 이 때문에 마모에 강하고 어느 정도 요성(요성)을 가지며 부분적인 보수를 할 수 있는 구조가 좋다.
(7) 피복공의 재료 선택은 재료의 특성을 고려하여 내구성과 경제적인 면을 고려하여 채택해야 한다.

4.2.3.3 기초공

(1) 기초공은 상부 구조물을 안전하게 지지하고 파랑에 의한 세굴에 견디는 구조로 한다.
(2) 물막이 기간 중 유속에 의한 세굴과 유실이 되지 않는 구조로 한다.
(3) 기초공은 방조제의 축조 후에 상부 구조물을 안전하게 지지하여야 하고, 파랑에 의한 제체 하부의 세굴방지와 방조제 끝막이 과정에서 발생하는 조류 속에 의한 기초지반의 세굴을 방지해야 되므로 기초공의 변조는 방조제의 규모, 하중, 수심, 기초지반의 토질조건, 발생유속, 시공성, 공기 등을 충분히 고려하여 결정한다.

① 받침대 기초

받침대 기초는 돌쌓기고 돌붙임공의 기초로서 사용하고 파랑에 의한 침식으로 노출되지 않도록 충분한 깊이로 넣는다. 지반이 연약할 경우는 말뚝박기 기초공을 함께 사용하여 멈춤말뚝 (지항)이 붙은 사다리꼴 받침대로서 사용하면 효과적이다.

받침대는 콘크리트 제품을 사용하는 것이 목재는 항상 물에 잠겨있거나 해수 중에 있어 피해가 적을 때에만 사용한다.

② 말뚝박기 기초

이 공법은 파일 기초공이라고도 할 수 있으며 널말뚝식을 포함한 넓은 의미의 말뚝박기 기초이다.

말뚝은 원칙적으로 콘크리트 또는 철근 콘크리트제품을 사용하고 그 치수 간격은 목적에 따라 토질조사 및 재하시험을 하여 결정하나 말뚝을 타압함으로써 토질 구조를 파괴하는 일이 없도록 주의한다.

③ 현장타설 콘크리트 기초

기초공과 상부 구조는 일체가 되어야 하므로 줄눈은 동일개소에 두고 줄눈께는 물막이(지수)판 줄눈재를 사용하여 성토재의 흡출에 대비한다. 이 공법은 양호한 지반에서는 일반적으로 안전하고 확실한 공법이기는 하나 수중시공에는 적합하지 않으므로 빠른 시공이 요구되는 수중공사에서는 타당한 공법이라고는 볼 수 없다. 이 점을 개량한 것으로 프리펙트 콘크리트가 있으며 방조제에서는 이를 사용한 것이 많다.

④ 콘크리트 블록기초

이 공법은 수심이 비교적 깊은 경우에 사용하나 각 블록이 일체가 되어 블록의 접촉부에서의 흡출작용을 방지하도록 블록의 물팀에 유의함과 동시에 블록의 상층에 적어도 두께가 40cm 이상의 현장타설 콘크리트를 시공한다.

블록 1개의 중량은 안정상으로 보아서는 클수록 좋으나 시공 중의 안전 및 운반을 고려하면 2～3tf 정도가 좋다.

⑤ 셀루라 블록기초

셀루라 (Sellular) 블록기초공법은 수심이 비교적 깊은 경우 사용하고 설치한 후 속채움을 하여 일체화 한다. 속채움에 깬돌, 자갈 등을 사용할 경우에는 잘 채워서 표면을 콘크리트로 덮을 필요가 있다.

⑥ 사석기초

가. 모래질 지반

사석은 수중시공에 용이하다는 점이 있으나 제체 흙의 흡출방지가 곤란하므로 이 점에 대한 대책이 필요하다.

최근에는 널말뚝 또는 매트리스 등에 의한 여러가지 차단층이 고안되어 사용되고 있으나 이들은 시공방법에 유의해야 한다.

표층 사석중량은 허드슨공식 또는 이리바렌 (Iribarren)의 수정공식에 따라 결정하나 소요중량의 돌을 얻을 수 없는 경우에는 샌드마스틱 아스팔트 공법이나 콘크리트 블록으로 한다.

기타 파랑의 영향을 받지 않는 부분의 분재는 채취 및 시공상 가장 경제적이 되도록 한다.

나. 연약지반

방조제의 급격한 침하를 방지하기 위해 기초면적을 넓혀서 하중을 지반에 넓게 분포시켜 단위 지지력의 경감시켜 주로 수중시공이 편리하고 또한 바닥다짐의 유적을 겸하는 것이다. 차단층을 두어 흙의 유실을 방지하도록 유의해야한다.

또 사석을 현저하게 두껍게 할 경우는 연약지반이 치환된 상태가 된다.

따라서 하중을 장기에 걸쳐 서서히 가하는 것이므로 사석부분이 제체에 비하여 비교적 큰 경우에 적합하다.

이 공법은 우리나라에서는 오래전부터 사용하고 있는 것으로 석재 노동력을 손쉽게 구할 수 있어 가장 유리하다.

그러나 빠른 시공이 요망되는 최근에는 시공기계의 발달과 더불어 원거리에서 모래를

경제적으로 운반함이 가능하므로 모래를 주체로 한 기초공을 채용하는 경우가 많아졌다.

⑦ 깐모래 기초

제체 하중에 따라 충분히 두꺼운 모래를 깔아 시공하면 뜬기초가 되므로 제체 전체로서의 압밀침하는 면치 못하더라도 파괴 침하를 방지할 수 있다.

이 경우 깐모래 (Sandman)의 충분한 두께라는 것은 단위하중이 불량지반의 허용지지력 이하가 되도록 넓게 균등하게 분포시키는데 필요한 충분한 두께를 말한다.

이때 불량지반에 작용하는 하중은 깐모래의 양만큼 증가하나 깐모래 내부의 마찰저항의 증가가 지반의 지지력을 강화함과 동시에 제체외의 깐모래가 카운터웨이트 (Counter Weights) 역할을 한다.

뜬기초를 형성하는데 필요한 깐모래의 두께는 50cm 정도라고 하나 기초지반 표층이 극히 연약한 곳에서는 시공관리의 면에서 2m 정도의 치환을 하는 수도 있다.

⑧ 매트리스 기초

매트리스 기초는 그 하부에 깐모래 상부에 사석 등을 병용하는 것이 보통이다.

매트리스의 넓이는 되도록 넓게 하며 방조제 바닥 전체에 걸치게 하며 특히 기단방향으로 튼튼하게 넓게 연결시킨다. 매트리스 소요인장 강도는 테르자기의 극한지지력 공식으로 구한다.

⑨ 치환기초

이 공법의 가장 완전한 형태는 연약층을 완전히 제거하고 모래자갈 기타의 안정도가 높은 재료로 치환하는 것이다.

치환재료로서 가장 적당한 재료는 잔모래이다.

⑩ 샌드드레인 기초

이 공법은 연약토층의 탈수를 촉진시켜 지반의 지지력을 강화시키기 위해서 연약층안에 모래말뚝 상태의 투수부를 설치하여 이것을 제체 밖으로 이끌어내고 다시 하중을 실어 공극수를 배제하는 것이다. 이때의 말뚝의 깊이 지름 간격 재하속도는 정밀한 토질조사와 계산에 따라 결정한다.

모래말뚝의 깊이는 치환공법과 같이 밑층의 지반에 도달하는 것이 좋으나 실제로는 공사비 및 시공면에서 20m 정도를 한계로 한다. 따라서 연약층이 두꺼운 경우에는 말뚝 아래쪽의 압밀 유동 등의 변화와 함께 말뚝군 내부의 압밀에 따라 생기는 제체의 침하는 고려해야한다.

⑪ 역청재 부설기초

이는 필요한 크기의 석재를 얻을 수 제고 유속에 의한 모기지반 세굴을 방지하면 어느 정도의 수밀성이 요구될 때 사용한다. 역청재 부설을 위하여 보조기층으로서 호박돌 또는 이와 유사한 돌을 잘 깔아놓고 샌드마스틱 (Sand mastic) 아스팔트 또는 역청재공법을 써서 일체화되도록 한다.

4.2.3.4 사석공

(1) 방조제 축조재료로 사석은 끝막이터와 피복석용, 필터를 포함한 깬돌로 구분하여 용도에 따라 적정한 규격, 단위중량, 비중 등 시공성, 내구성, 경제성 등을 고려하여 결정해야 한다.
(2) 석재는 방조제의 물막이용 사석을 비롯하여 할석, 방괴석, 호박돌, 조골재 등 다량으로 소요되고 있다. 특히 방조제 끝물막이용 사석은 개당 중량이 가급적 커야하고 축조 후 파손되는 것은 유실의 우려가 있으므로 양질의 석재가 요구된다.
(3) 일반적으로 석재원의 조건은 다음과 같다.
① 재료조건
가. 흡수률이 적고 내구성이 있는 암석
나. 발파시 적정규격으로 생산 가능한 암석 (절리상태가 적어야 한다.)
다. 비중이 큰 암석(흐름유속에 안정)으로서 보통암 이상으로 한다.
② 경시적 조건
가. 운반거리가 가까운 곳
나. 운반도로가 양호한 곳
다. 암석채취 공간과 량이 충분한 곳.
라. 활용도가 다양할 것
③ 주위환경조건
가. 토심이 얕고 자연경관 훼손이 적은 곳
나. 개발 후 절개지가 적고 복구가 용이할 것
다. 인근에 학교 등 발파 시 인원이 최소화 될 수 있는 위치
라. 채취허가의 결합이 없는 위치

4.2.3.5 필터공

(1) 방조식의 단면에서 조석 또는 강우 등으로 피복공 또는 사석층과 성토층 사이에는 토입자가 흡출되므로 반드시 필터공을 설치해야 한다.
(2) 방조제 축조에 있어 많이 사용되고 있는 사석, 콘크리트블록, 돌망태 등은 공극이 커 연속되는 파력이 공극을 통하여 성토부까지 그 영향을 끼치어 토립자가 흡출되므로 토립자가 빠져 나가지 않도록 양층 사이에 2～3개 층으로 화학섬유, 모래, 자갈 조약돌순 등으로 필터공을 설치한다.
(3) 필터재의 입도곡선
이상적인 필터재의 입도는 흙, 모래, 조약돌 사석층 순으로 각층의 입도곡선이 서로 평행하는 것이 좋다.
(4) 필터재가 갖추어야 할 조건
성토층의 안정성과 내구성을 조장하고 있는 필터공은 아래와 같은 2개의 주요 필수 조건을 갖추어야 한다.
조건 I : 필터층을 통하여 수분은 통과하지만 토립자가 통과하지 않는 구조이어야 한다.
조건 II : 필터재의 투수성은 성토재의 투수성보다 큰 것이 원칙이나 적어도 같아야 한다. 이것은 조위와 파동에 의해 변화되는 수압이 필터공내로 잘 침투되면서 소멸하기 위한 것이며 또

한 필터층이 과압을 받지 않도록 하기 위해서이다.

(5) 토목섬유 필터

① 토목섬유 필터는 방조제의 경우 모래 필터층으로 대신하거나 돌붙임공 뒷면의 토입자 흡출을 방지하기 위해 설치하는데 널리 활용 되고 있다. 토목섬유의 필터는 운반 및 부설이 용이한 반면 외부에 노출되면 재질의 변질이 촉진되고 석재의 돌출부위 등에 의해 재료의 손상과 시공 후 재질의 압밀과 세립자 층의 차단 등 필터역할이 저해될 여건이 많으므로 채택에 신중을 기하도록 한다.

② 피복돌붙임공 뒷면에 설치되는 필터공은 필터를 보호할 수 있는 충분한 보호용 자갈층과 율석층등 점진적인 변화층을 두어야 한다.

③ 투수유속이 크게 발생하는 구간에서는 시공성을 고려하여 결정해야 한다.

4.2.3.6 바닥다짐공

(1) 바닥다짐공은 바깥쪽비탈 피복공의 비탈끝 또는 기초공의 앞면에 접속하여 설치하는 것으로서 방조제본체와는 독립하여 침하 또는 가요성 구조로 한다.

(2) 바닥다짐공은 보통 바깥쪽 비탈피복공 또는 기초공의 전면에 설치되며 파력을 감쇄하는 효과 및 파랑에 의한 세굴을 방지하여 피복공, 기초공을 보호하는 역할을 한다. 따라서 지반이 양호하여 비탈기슭의 세굴염려가 없는 경우에는 바닥다짐공이 필요치 않다. 그러나 방조제를 축조하면 해안의 평형이 깨져 앞면이 세굴되는 등 해안선에 예기치 않은 변화가 일어나므로 원칙으로 바닥다짐공을 하도록 한다.

(3) 바닥다짐공은 바깥쪽 비탈 피복공의 비탈기슭 기초공의 앞면에 접속하는 위치에 설치하며 이때 가요성이 있어야 하며 단독으로 침하될 수 있도록 피복공이나 기초공과 띄어 놓는 것이 좋다. 이밖에 바닥다짐공 자체가 세굴에 의하여 기울어져 기초공 또는 피복공과의 사이에 틈이 생기거나 바닥다짐블록 사이의 지반이 파랑에 노출되지 않도록 잘 시공해야한다. 세굴에 의한 바닥다짐공의 흐트러짐을 방지하기 위하여 작은 깬돌, 섶다발 아스팔트, 매트 등을 부설하는 경우도 있다. 또한 연약지반인 경우는 모래기초공, 섶다발기초공 등의 위에 돌을 깔기도 하고 그 위에 바닥다짐을 한다. 직립형의 바깥쪽 비탈피복공인 경우는 바닥다짐 나비를 넓게 하는 것이 좋다.

(4) 바닥밑 다짐공의 규모결정에 활용되는 공식은 특수한 조건에서의 실험식이기 때문에 바닥다짐공 연장결정에 일치되는 것이 아니므로 세굴심도와 세굴범위를 추정하여 공사 기간중 안정성이 유지할 수 있는 범위와 상고공이 유실되었을 때의 끝막이 공사에 미치는 경제적, 기술적 제반여건을 검토하여 결정되어야 한다.

① 바닥다짐 연장계산은 Bligh식을 이용한다.

② 세굴심도 계산은 바닥다짐이 있는 경우 Spaagaren 실험식을 이용한다.

③ 사석바닥 다짐공

이 공법은 일반적으로 널리 사용되지만 최근에는 큰돌을 구하기 어려워서 비교적 파랑이 작은 곳에 채용된다. 사석의 두께는 1m이상 둑마루 폭은 2～5m 비탈기울기는 1 : 1.5 ～ 1 : 3 정도가 표준이다.

④ 콘크리트 블록공

이 공법은 사석대신 최근에 널리 채용되고 있으며 여러 가지 형상의 콘크리트 블록이 사용되고 있다. 그러나 콘크리트 블록공은 공극이 매우 크므로 사석, 섶다발 등을 병용하는 것이 좋다.

각 블록은 충분한 크기의 것을 사용하여 흩어지지 않도록 배려해야 한다. 특히 제일 선단에 있는 것은 이동하기 쉬우므로 그 부분만 중량을 크게 하는 것도 한 방법이다. 블록은 일반으로 2단 쌓기로 하며 바닥나비는 사석인 경우와 같은 정도이다.

4.2.3.7 파라핏공

(1) 파라핏공은 제체와 일체가 되도록 견고하게 연결해야하며 원칙적으로 철근콘크리트 구조로 하고 신출이음은, 바깥비탈피복공의 신축이음과 일치되도록 한다.

① 파라핏 (Parapet)공은 피복공에 충돌한 파랑을 바다 쪽으로 돌려보내는 기능을 갖는 것으로 제체의 마루에서 돌출시켜 설치한 구조물을 말한다. H= 1.65～4.7m의 파랑을 대상으로 한 모형실험으로 부터 얻은 2m정도 높이의 파라핏공의 표준형이다. 파라핏에는 상당히 강한 파력이 작용하므로 제례와 일례인 구조로 할 필요가 있다. 그러므로 철근콘크리트 구조를 원칙으로 한다.

② 바깥비탈 피복공은 보통 직선형이므로 파라핏공이 그 위에 설치되면 절선이 된다. 이런 경우 접촉부는 약한 부분이 되기 쉽기 때문에 접속부를 매끈하게 시공할 필요가 있다.

③ 바깥비탈 피복공이 콘크리트 피복공인 경우에는 파라핏공의 철근 1m 이상 바깥비탈 피복공 속에 묻어 바깥비탈 피복공과 일체가 되도록 한다.

4.2.3.8 소파공(消波工)

(1) 소파공에 의하여 둑마루 높이를 낮출 때는 소파공의 둑마루 폭은 이형블록 2개의 폭 이상 소파공의 둑마루 높이는 표 4.2-4에 나타낸 높이로 해야 한다. 여기서 hc는 설계조위 위의 제방 둑마루 높이다, 또한 이형블록의 개수는 제일 위 층의 블록에 대한 것으로 한다.

<표 4.2-4> 소파공의 소요 둑마루 높이

소파공의 둑마루 폭(B)	소파공의 소요마루 높이(h_m)
블록 2개를 놓을 때	$0.8h_c$ 이상
블록 3개를 놓을 때	$0.7h_c$ 이상
블록 4개이상을 놓을 때	$0.5h_c$ 이상

(2) 소파공은 다음과 같은 경우에 사용된다.

① 기초지반이 연약하여 필요한 높이의 제방을 축조할 수 없는 경우

② 배후지의 용도가 중요하여 많은 양의 월파를 허용치 않을 경우

③ 파랑이 커서 아주 높은 제방이 필요하지만 소요높이로 할 수 없는 경우

(3) 소파공은 충분한 둑마루 높이와 둑마루 나비가 없으면 큰 소파효과를 기대하기 어려운 경우 등이다. 만일 소파공의 둑마루 높이가 부족하여 설계고조위시에 수몰 또는 수면에 약간 돌출하는 경우에는 오히려 월파를 더 심하게 할 위험이 있으므로 이러한 단면은 피해야 한다.
(4) 소파공의 내부는 흡출되지 않을 만한 크기의 졸 또는 블록을 채우고 표면 부근에는 소요중량의 블록 등을 설치하는 것이 공사비도 저렴하고 또 유실에 대하여도 효과적이다.
(5) 소파공은 방조제 비탈기슭의 세굴, 제체 위로 흡출되는 것을 방지하는 효과가 있으나 이를 설치했다고 하여 비탈피복공의 기초공사를 극단으로 간단하게 해서는 안 된다.

4.2.3.9 기슭 보호공 (根止工)

(1) 제체의 안쪽 및 바깥쪽 비탈끝에는, 원칙적으로 기슭 보호공을 설치한다.
(2) 안쪽비탈 기슭 보호공
① 기슭보호공은 안쪽비탈 보호공의 이동, 침하를 방지하며 비탈기슭을 보호하기 위해 근입깊이는 충분하게 할 필요가 있다.
② 기슭보호공의 둑마루를 너무 높게 하는 것은 토압이 증대하여 좋지 않다. 또한 기슭보호공을 배수로의 한쪽 벽과 병용할 수 있다.
③ 기슭보호공체는 일반으로 현장타설 콘크리트가 사용되며 근입깊이는0.5～1.0m 정도이다. 때로는 널말뚝, 콘크리트 채움말뚝, 콘크리트 관, 울타리공 등이 사용된다. 또한 연약지반일 때에는 필요에 따라 말뚝기초로 한다.
(3) 바깥쪽 비탈기슭 보호공
① 바깥쪽 비탈기슭보호공은 파랑에 의한 바깥쪽 비탈보호공의 이동 유실 침하를 방지하여 비탈기슭을 보호하므로 그 구조는 피복공의 중량, 기초지반의 지지력 및 앞면의 수리조건 등에 따가 결정한다. 지반이 좋은 경우에는 콘크리트 기초, 콘크리트 블록 기초 등이 사용된다. 기초지반이 연약하여 단순한 기초로는 충분한 지지력을 기대할 수 없는 경우는 2종류 이상의 기초공을 병용하는 경우도 많다.
② 매우 연약한 지반의 경우에는 모래기초공, 사분 또는 사블록기초공, 섶다발 기초공 또는 연약지반 처리공법에 의한 처리를 한다.

4.3 안정성검토

4.3.1 개설

(1) 방조제 안정을 위해서는 제체 자체의 안정성과 기초의 안정검토가 중요한 사항이며 부득이한 경우 안정성을 높이기 위해서는 지반을 개량해야 한다. 또 방조제의 중요도에 따라 내진설계를 해야 한다.
(2) 방조제의 안정도 검토는 이를 축조할 기초지반에 대한 안전검토와 방조제 자체의 안정검토로 나누어서 생각할 수 있다.
(3) 연약 기초지반 위에서는 아무리 완벽한 단면을 갖는 방조제를 축조하더라도 기초지반위에 작용하는 하중에 의하여 지반이 침하하거나 활동이 일어나기 쉽다. 이러한 방조제의 침하량은

연약층 두께가 클수록 크게 되고 또 활동은 이것이 일어나는 위치에 따가 달라지므로 기초지반의 안정도는 세심한 검토를 해야 한다.

(4) 방조제는 일반적으로 암반이나 견고한 지반위에 축조하는 일은 거의 없고 대부분 연약한 지반위에 축조하게 된다. 또 간척규모가 커짐에 따라 방조제의 규모도 대형화되고 있으며 따라서 기초지반상에 작용하는 제체의 단위하중도 증가하게 되어 이에 대한 기술적 검토의 필요성이 더욱 요구되고 있다.

(5) 이와 같이 연약지반상에 축조하는 방조제의 안정성을 높이기 위해서는 연약한 기초지반을 개량하여 지지력을 증가시키고 침하량을 작게 하는 방법과 제방의 형태를 개선함으로써 기초지반에 작용하는 하중을 작게 하는 방법으로 대별할 수 있다.

(6) 연약지반의 개량공법에는 제방을 지지하기 위한 여러 가지 기초공법이 채택되고 있으며 또한, 지반자체를 개량하는 방법도 많이 연구되고 있으나 공사비가 많이 소요되는 결점이 있다.

(7) 제방의 형태를 개선하는 방법은 기초의 나비를 넓혀 제체하중을 분산시켜 단위하중을 작게 하여 제방의 안정도를 높이는 것이다.

(8) 연약지반상에 방파제를 설계할 때는 기초지반에 대한 충분한 현장조사와 시료를 채취해서 실내시험 결과를 토대로 하여 지지력과 침하에 대한 안정검토를 해야 한다.

(9) 또한, 제체의 성토재료로는 공사현장 부근의 토사, 해사 또는 이토 등이 있으나 현장여건에 따가 양질의 재료를 얻지 못하는 경우가 많으므로 현장여건에 적합한 실내토질시험을 하여 재료선정에 따른 안정도를 검토해야 한다. 특히 방조제의 안정검토를 위해서는 안전율을 구하는데 사용하는 토질정수의 정확한 값을 구하도록 노력해야 한다.

(10) 제체에 작용하는 외력으로는 정수압, 파력, 양압력, 토압 등이 있으며 이로 인해 발생하는 제체의 활동, 전도 침하 등에 대한 안정검토를 해야 한다.

(11) 간척지의 방조제는 외수위의 승강에 따라 내외수위차가 생겨서 제체내의 수류는 바깥쪽에서 안쪽으로 또는 안쪽에서 바깥쪽으로 이동 방향이 바뀌면서 흐르게 된다. 이때에 바깥쪽에서 안쪽으로 침투하는 유량은 허용범위 내에 들어야하며 파이핑이 일어나지 않도록 침투로의 길이를 충분히 길게 취해야 한다. 또한 외수위가 강하하였을 때 방조제 바깥쪽에서 작용하는 양압력의 변화에 대해서도 안전할 뿐만 아니라 침윤선 이하 부분의 성토재료가 포화되어 공극수압의 증가에 따른 전단력이 감소하는 경우에도 제체는 안전해야한다.

(12) 간척지에 축조되는 방조제의 안전율은 조위의 변동이나 간척공사완료후의 안정조건의 변화 등에 따라 달라지므로 이들 각각의 조건에 대한 안전율 중에서 가장 위험한 상태에 대하여 검토해야한다.

(13) 실제의 문제로서 안정성을 검토하는 방법의 적합성을 검토하는 것도 중요하겠으나 안정해석에 채택되는 흙의 강도정수에 대한 검토가 더욱 중요하다.

4.3.2 제체의 안정

(1) 제체의 안정검토는 파괴면을 가정하고 파괴이상에 작용하는 역학적 조건들을 고려하여 안전율을 산출한다. 본질적으로 불정정적인 문제의 해석을 위해 여러 가지 해석방법이 제시되고 있으나 평형조건의 만족을 위한 가정조건들이 각각 다르기 때문에 산출된 안전율도 다르게

나타난다. 단괴제 및 토압의 문제도 같은 범주에 속하며 이를 모든 해석방법에 적용하는 기본 개념은 한계평형방법이다.

4.3.2.1 안정해석의 접근방법

(1) 방조제와 같이 흙으로 구성된 제체 및 기초의 안정해석은 가정된 단면에 미치는 수압, 파력, 토압, 상재하중 등 외력에 대한 지반 및 제체가 갖는 저항력을 고려하여 안전율을 구하고 이 안전율로서 제체의 안정성을 평가한다.

(2) 기존의 역학적인 평형조건해석에 의한 안전율 산출방법과 더불어 근래에는 확률적 개념에 의해 안정성을 검토할 수도 있으나 불확실조건에 대한 개념과 그 영향력 규명의 어려움 하나의 기준으로 적용된 안전율과의 연계성 부족, 토질분야에서의 확률적 개념 미정착 등으로 국내의 경우 기존의 한계 평균개념에 의한 안전율을 설계의 기준으로 적용하는 것을 원칙으로 하고 있다.

4.3.2.2 제체의 안정해석

(1) 안정해석의 원리

① 간편하게 사용할 수 있는 펠레니우스 (Fellenius) 방법과 작도법을 주로 적용한다. 또한 별도의 계산과정이 필요 없이 투표에 의해 안정계수를 적용하여 수로제방과 같이 비교적 간단하게 제체에 적용할 수 있는 방법을 택하여 실무에 적용하여 왔다. 그러나 이러한 안정해석 방법은 힘과 모멘트의 평형조건 모두를 만족시키지 못하는 이론상의 결함을 가지고 있다.

② 이러한 방법 외에 복잡한 계산을 요구하고 이론적으로 보다 진보된 Bishop, Janbu, Spencer, Morgenstern과 Price 방법 등이 컴퓨터의 보급으로 실용화가 가능하게 되었으며 이들 방법을 적용함으로써 이론적 완벽성 이외에 최소안전율을 나타내는 임계권의 추출 계산상의 오차 등 반복적인 계산의 정확성을 기할 수 있으므로 고급해석방법을 적용한 전산프로그램을 사용하여 안정해석을 하는 것을 원칙으로 해야 한다.

(2) 한계평형방법과 안전율

한계평형방법에서는 흙의 변형을 무관하며 일반적으로 모어 - 쿨롬(Mohr- Coulomb)의 파괴기준을 적용한다.

한계평형방법은 안정해석 뿐만 아니라 지지력 및 토압문제에도 적용되며 실제적인 면에서 한계평형방법에 의한 안전율은 그 값이1.0인 경우에만 이론과 부합되며 기타의 조정에서의 안전율의 크기에 대한 개념은 그 값이 커지거나 작아짐에 따가 안전성이 비례적으로 증가하거나 취약해짐을 뜻하는 것은 아니다. 즉 안전율이 1.0인 경우 한계적인 평형을 나타내며 파괴와 안정의 갈림점이 되는 것으로서 안전율 0.9와 0.8의 차이는 숫자상의 차이는 있으나 이미 파괴가 발생되었다는 점에서는 공통적으로 같다. 그 이유는 안전율이 가상된 파괴면에 대해 한계평형개념에 의해 산출되기 때문이다.

(3) 안전율

설계에 적용하는 최소안전율은 " 1) " 항에서 언급한 바와 같이 절대적인 값으로 정할 수 없으

며 원칙적으로는 설계자가 안정계산에 적용된 토질정수의 대표성 안정해석방법 및 계산회수, 시공과 설계의 일치가능성여부, 외적 하중조건의 변화, 지진, 파이핑, 세굴 및 각종 조사 자료의 신빙성 등을 고려하여 결정해야 한다. 설계기준 안전율은 지구별, 노선별, 형태별로 다를 수 있고 또 설계자에 따라 다를 수 있으나 특별한 경우를 제외하고는 방조제 완성후의 단면은 1.2이상을 1차 단면은 1.0이상을 기준으로 한다.

이밖에 항복점에서의 전단강도 적용시의 안전율 1.5를 1기준으로 하나 일반적으로는 1.2～1.4를 적용한다. (영국 캐나다 및 미국)

결론적으로 설계기준 안전율은 제반여건을 고려하여 설계자가 안정성을 충분히 확보할 수 있는 범위에서 정해야 하며 확신을 얻지 못할 경우는 유사한 조건의 타 제체의 설계 및 현 상태의 안정여부 등을 참고하여 결정하고 자료가 빈곤하거나 기본설계 시에는 종래의 적용기준을 사용하여도 무방하다.

(4) 안정해석방법에 따른 안전율 비교

동일한 조건하에서 여러 가지 방법을 적용하여 계산된 결과를 비교하면 Spencer Morgenstern과 Price 방법은 거의 유사한 결과를 나타내며 Fellenius 방법은 안전율이 다른 방법에 비해 작은 값으로 산출된다. 비숍(Bishop)의 간편법은 차이는 작으나 전반적으로 큰 값을 나타내는 경향이 있다.

4.3.2.3 토질정수의 선정

(1) 제체 및 지반의 안정계산 시에는 무엇보다도 토질정수의 선정이 중요하다. 일반적으로 지반 파괴면에 작용하는 전단응력은 그 응력을 발생시키는 외력을 고려하여 토질정수를 결정한 후 안정해석을 한다. 사체의 경우, 가정 파괴면에 작용하는 실제의 전단응력이 만일 전단강도보다 작다면 안전율이 1.0이상이 되며 이때는 파괴가 발생하지 않는 것으로 생각한다.

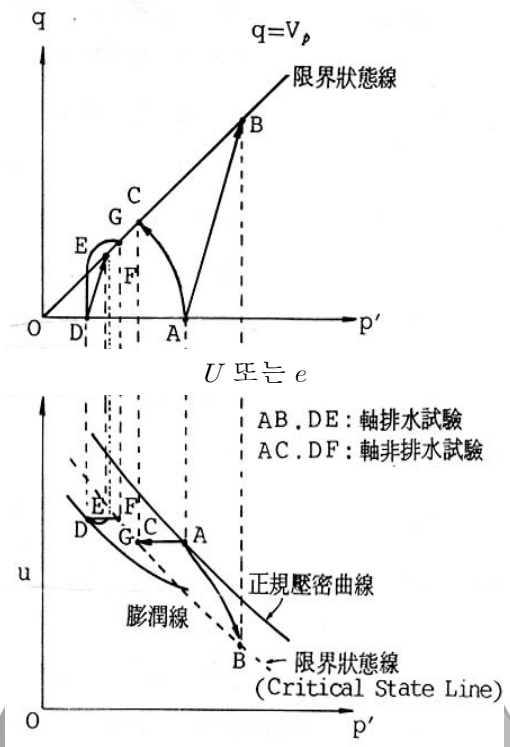
(2) 이와 관련하여 비숍(Bishop)과 비에룸(Bjerrum)은 포화연약지반의 안정문제를 단기와 장기로 구분하여 해석해야 한다고 지적하고 있다.

① 전응력 설계법

투수성이 매우 적은 포화점토지반상에 비교적 단기간에 제체를 축조할 경우 제체 하중으로 발생하는 과잉간극수압이 시공 중에 대개 완전히 소산되지 않으며 결국 비배수상태가 된다. Cam-Clay 모델에 의하면 재하에 의한 지반내의 응력변화가 삼축압축 상태에 있다고 가정하고 그림 4.3-1의 응력경로와 같이 정규압축점토에서는 비배수상태의 강도가 C점에 나타나 배수상태의 B점보다 매우 작게 된다. 이러한 경우 외력에 대해 비배수상태가 되며 비배수전단강도계수 $C_u, \varnothing_u$를 적용하여 안정해석을 한다.

② 유효응력설계법

과압밀된 점토의 경우 비배수상태의 강도인 F점은 배수상태에서는 E점으로 된다. 따라서 과압밀점토의 경우는 정규압밀점토와는 달리 배수상태가 비배수상태보다 더 위험하게 되므로 유효응력에 의한 정수 C', Φ'를 적용한다.



<그림 4.3-1> 삼축압축시험의 응력경로

③ 다짐과 전단강도

방조제의 초기의 성토는 수중에서 진행되므로 다짐이 현실적으로 어렵게 된다. 따라서 성토재료의 전단강도를 적당한 다짐에 의해 규정할 필요가 있다. 수중성토부분에 대한 자연다짐은 전성토의 하중 및 시공완료 후 경과기간수위 및 지반조건의 영향을 받으나 일반적인 방법으로 최적함수비 상태에서의 최대건조밀도의 약90%를 취하고 이때의 밀도에 대한 전단강도를 적용하도록 되어있다. 그러나 수중성토부분의 단위중량 추정이 어려우므로 토질 및 제 여건을 관련하여 안전치로 택해야 하며 시공 중에 확인검토가 필요하다.

④ 간극수압의 산정

방조제 한쪽은 정상침투류로 간주할 수 있는 반면 외측은 비정상류로 해석해야 한다. 정상류는 일반적 침투해석방법인 유선망을 사용하여 제체 및 지반의 간극수압을 구할 수 있다. (3.3 침투해석 참조)

그러나 내측의 수위급강하시 또는 외측 조위의 변화에 따른 영향에 대하여 보다 정확한 해석을 하기 위해서는 Laplace 방정식을 이용하여 비포화 흐름을 고려한 방법으로 해석하고 그 결과에서 얻은 간극수압을 안정해석에 적용해야 한다. 수위급강하 또는 수위 급상승의 경우는 조위와 같이 일정한 주기로 수위가 변화하는 경우에 비해 간극수압의 변화가 크며 외측의 조위의 영향은 고정된 이력(Hysterisis)으로 나타나므로 투수층의 표면부분에 변화가 생기고 하류 쪽은 거의 고정된 간극수압을 나타낸다.

안정해석을 위한 간극수압의 산출은 일반화된 유한요소법을 사용한 여러 가지 전산프로그램으로 쉽게 적용할 수 있고 작도법 또는 경험식으로 구한 값보다 정확한 값을 얻을 수 있다.

수위변화에 따른 비정상류의 침투해석시 간극수압은 가장 위험한 상태의 수위조건에서의 정상류로 가정하여 안정해석을 할 수 있다.

4.3.2.4 안정해석과 전산처리

(1) 제체의 활동에 대한 안정검토는 각 방법별로 전산프로그램이 개발되어 임의로 선택하여 사용할 수 있으나 해석방법 및 프로그램의 정밀도와 신뢰도를 파악하여 적응하여야 한다.

4.3.2.5 단괴제에 대한 안정검토

(1) 제체가 사석 콘크리트 등 흙이 아닌 구조물로서 기초지반과 일체로 작용하지 않는 경우에 대해서는 지지력, 활동 및 전도에 대한 안정검토가 필요하다. 단괴제(單塊提)에서의 활동은 대개 제체와 지반의 경계면 즉 이질층의 경계면에 따른 활동을 의미한다. 이와 함께 취약층을 따라 파괴되는 현상과 구조물의 하중으로 인한 지반의 원호활동도 검토되어야 한다.

(2) 활동에 대한 안정검토

기본적인 개념은 제체의 안정해석 개념과 동일하다. 단괴제에 대한 안정검토를 위한 일반적인 방법으로서의 안전율은 Deere의 식을 적용할 수 있다.

(3) 전도에 대한 안정검토

단괴제의 경우 전도에 대한 안정검토가 필요하다. 안정검토방법은 옹벽의 경우와 같으며 일반적인 전도에 대한 안전율로 구한다. 최소안전율은 1.5를 적용하되 지반이 점질토이거나 수동토압을 고려할 경우에는 2.0을 적용한다.

4.3.2.6 내진에 대한 안정성 검토

(1) 제체에 대한 내진설계

제체의 안정성에 영향을 이치는 동하중으로는 지진력 차교하중, 파력 등이 있다.

지진에 의한 제체 및 기초지반의 안정은 지진에 대한 기록치와 현장의 지반 및 토질상태 또한, 진앙지(震央地)에 관한 자료와 흙의 동적시험자료 등 여러 가지 자료에 의해 별도의 안정성 검토가 필요하다.

우리나라는 아직 내진설계를 위한 자료가 충분치 않고 또한 강도 및 발생빈도가 적어 제체 또는 지진 지반의 동적해석은 생략하거나 간략법에 의한 여유확보라는 의미로 안정성을 고려하고 있으나 특히 하이드로릭필공법으로 축조한 규모가 큰 방조제의 경우는 보다 정확한 내진설계를 필요로 한다. 제체 또는 지반의 내진설계는 국내의 경우 일반적으로 진도법에 의한다. 근래에는 설계 진도를 높여서 적용하는 사례가 많다. 원자력발전소의 경우에는 0.2이상의 값을 택한 예가 있다. 지진에 대한 영향이 심할 것으로 판단되는 경우 계측자료 또는 모의자료를 통해 별도의 동적 해석을 할 수 있으며 여기에 적용되는 대표적인 해석 프로그램으로 SHAKE (SEED 및 Schnabel, 1972)가 있다.

(2) 액상화 판정

흙 구조물(제체) 혹은 기초지반을 구성하는 흙이 지진력에 의한 간극수압의 발생에 따라 토립

자 사이의 전단강도를 상실하는 현상을 액상화라 한다.

사질지반에 축조되는 방조제는 액상화에 의해 제체의 안정성이 급격히 저하하는 경우가 있으므로 축조지점의 액상화에 대해 충분한 검토를 해야 한다. 사질지반의 액상화 조사법은 다음 2가지 방법이 있으며 일반적으로 사용에 간편한 간이법과 상세한 조사가 필요할 때 하는 엄밀법의 2가지 방법이 있다.

① 간이법

모래지반의 액상화 가능성은 과거·액상화 사례나 이에 대한 각종 검토결과를 참고하여 판정하는 것이 바람직하다.

이 방법은 주로 N치에 의해 판정하며 그 상세한 설법은 구조물기초설계기준(건설부 1986)을 참고하여 조사결과 액상화 가능성이 있으면 이에 대한 대책을 강구해야 한다.

가. 액상화 간이예측법 (케이스I)

원지반면에서 깊이 10m이내의 포화각질토층은 표준관입시험의 N치가 10m이하 균등계수(V_c)가 6이하 입도분포곡선의 D_{20}이 0.04～0.5mm 범위에 있을 때 액상화가 용이하며 내진계산상 지지력을 무시하는 토층으로 취급한다.

단, D_{20}이 상기의 범위이외라도 0.004～1.2mm 범위의 입경은 액상화가능성이 있으므로 주의를 요한다.

나. 액상화 간이예측법 (케이스II)

「액상화의 위험성과 N치」는 상대밀도를 표준관입시험의 N치로 표시하여 지하수위가 대략 지표면에서 2～3 m의 깊이에 있을 때 진도 0.2g 정도의 지진시 액상화를 일으키는 한계 N치를 Seed와 Idriss의 연구결과를 토대로 그린 것이다. 그림에서 N치가 A의 범위에 있으면 액상화 가능성은 적고 C의 범위에 있으면 그 위험성은 매우 높고 또 B의 범위에 있으면 지반이나 지진동와 특성에 좌우되므로 판정을 내리기가 곤란하다. 따라서 이와 같은 지반은 액상화 방지대책을 수립하거나 보다 상세한 검토를 해야 한다.

다. 액상화 간이예측법 (케이스III)

입도분포 및 N치에 의한 방법으로 액상화를 예측하는 경우 한계 N치 이하일 때는 액상화 발생의 우려가 있다.

구조물의 건설대상지반은 다양하므로 각 조건을 적용할 때 이들이 유도된 과정을 잘 이해하여 적절하게 적용하도록 유의해야 한다.

방조제는 진도법에 의해 내진설계를 하는 경우가 많은데 이 경우 제체의 내진설계에 고려하는 지진동과 액상화에 대한 지반의 안정검토시에 고려하는 지진동을 대략 같은 것이 되도록 하려면 설계진도와 지진동의 최대가속도의 대응함수가 필요하게 된다.

라. 액상화 간이예측법 (케이스 IV)

액상화 저항계수(F)를 산정하여 $F \leq 1$인 경우는 액상화가 발생하며 $F \geq 1$인 경우는 액상화가 발생하지 않는다고 판정하는 방법이다.

② 엄밀 판정법

방조제의 액상화 가능성에 대하여 보다 상세한 조사가 필요하다고 판단될 때는 현지에서 채취한 교란되지 않은 시료를 이용하여 토질시험을 하거나 현지의 지반조사를 실시하여 동

적해석에 의해 액상화 발생여부를 판정하는 것이 더욱 정확하다.
다만, 동적실내시험을 실시하기 곤란한 경우는 같은 종류의 지반에서의 상위조사결과를 이용하여 액상화 발생여부를 판정하는 경우도 있다.

4.3.3 침투

(1) 방조제는 담수위와 조위를 고려하여 침윤선, 침투유량 파이핑 등을 검토하여 안정성이 있는 구조물이 되도록 설계해야한다.

4.3.3.1 침투해석

(1) 방조제는 시간에 따라 주기적으로 변화하는 외수위와 접하므로 제체내의 침투류는 비정상류가 되므로 침투류의 정확한 해석은 곤란하다. 방조제의 침투해석은 포화 및 비포화 흐름을 함께 고려하는 최근의 방법에서부터 경험적인 요소가 고려된 작도법에 이르기까지 다양하다. 수계산이 가능한 통상의 방법으로 제체를 통하는 침투량을 구할 경우 대조평균만조위(HWOSTL)를 외수위로 취하고 사수위 (DWL)까지 매1.0m마다 경과시간에 관련시켜 구하되 모두가 허용범위 내이어야 한다.

(2) 침투선

① 제체가 투수성 재료로 축조되었을 때 제체속 최상부의 자유수면도 하나의 유선으로 취급하며 이를 침윤선(phreatic line) 이라고 한다. 이때에 상류측의 비탈면은 등퍼텐샬선의 하나로 되고 침윤선은 이에 직교한다.

② 제체내의 침윤선은 길보이 (Gilboy) 카사그랜드 (Cassagrande) 등 여러 가지 방법으로 구할 수 있다. 침윤선이 제체 외측비탈면으로 침출되지 않도록 제체의 단면을 조정하거나 드레인 (drain)을 설치해서 침윤선을 저하시키고 이곳으로 유입되는 물을 모아 배제하는 방법이 많이 사용된다.

(3) 방조제의 침윤선

① 일반적으로 적용되고 있는 저수지의 침윤선 결정 방법에서는 침투류가 한 방향으로만 흐르고 있으며 투수계수의 영향이 전혀 고려되지 않고 있다. 그러나 방조제의 침윤선은 조위승강에 따라서 침투류의 방향이 반대방향으로 규칙적으로 변하며 침투압도 변하고 있으므로 조위의 승강에 의하여 침윤선이 영향을 받는 범위를 우선 결정해야 한다.

② 이러한 범위는 조위만화의 크기 및 경과시간과 방조제 성토재료의 투수성 등과 밀정한 관계를 가지고 있다. 성토재료의 투수계수가 큰 경우는 방조제외수위의 변동 즉 간만조차에 따가 침윤선의 변화는 제체 전단면에 걸쳐서 발생하나 성토재료의 투수계수가 작은 경우 외수위변화의 영향은 외해에 접한 쪽에 한정되고 방조제내측에서는 조위변동의 영향이 없다. 또한 담수호에서는 내수위가 거의 일정하나 내제 측 조류권의 수위는 만조시는 상승하고 간조시는 하강한다.

③ 이와 같이 내수위의 변동에 의한 침윤선의 영향은 성토재료의 투수계수에 크게 좌우된다.

④ 투수계수에 관계되는 외수위의 영향권 내에서 만조 때는 침윤선의 경사가 급해지고 간조 때는 그 경사가 완만해지며 내수위쪽에서는 수위가 일정한 저수지보다는 내수위가 상승함

에 따라 침윤선의 경사가 완만하게 되어 침투압이 감소되고 안정성이 높아질 것이다.

⑤ 카사그랜드 이론을 수위변동이 심한 방조제의 침윤선 해석에 그대로 적용하는 것은 불합리하다. 따라서 방조제의 침윤선 해석을 위해서는 성토재료별로 모형시험 등을 실시하고 장기적인 관측자료에 의하여 수위변동에 의한 영향권의 범위 침출도의 위치 유선망 및 포화 한계선 등을 결정해야 하며 설계단계에서의 침투해석은 외수위의 시간적 변화를 고려할 수 있도록 포화 및 비포화 흐름을 함께 취급할 수 있는 방법을 적용하여 분석하는 것이 좋다.

⑥ 침투에 의한 안쪽비탈면의 붕괴 : 침투선이 제체의 안쪽비탈면에 침출하게 되면 이 부분에는 침투수에 의한 비탈면의 침식이 발생하고 점차 확대되어 제체붕괴를 유발할 가능성이 커지게 된다. 앞에서 설명한 방법으로 대조평균 고조위를 외수위로 해서 침윤선을 그려서 이 침윤선이 안쪽비탈면에 나타나는 경우에는 둑마루 폭을 넓혀 방조제의 단면을 크게 하거나 안쪽비탈면의 기울기를 완만하게 하기 위하여 소단을 설치 또는 비탈끝에 침투수를 배제하기 위한 적당한 입도의 필터를 설치하여 침윤선이 비탈면에 침출되지 않도록 저하시켜서 위험을 방지할 필요가 있다.

4.3.3.2 침투수량

(1) 제체 또는 기초지반을 통해서 침투하는 수량은 제체의 안정도에 영향을 줄뿐만 아니라 담수호에서는 해수의 침투로 인해서 염해를 유발하게 된다. 이와 같은 제체의 침투수량은 제체의 성토재료와 기초지반의 투수성에 따라 다르게 된다.

(2) 제체의 침투수량을 추정하는 방법은 포물선 침투류에 의한 방법과 유선망에 의한 방법으로 구분된다.

① 포물선 침투류에 의한 방법

이 방법은 제체단면이 균질 기초지반이 불투수성일 경우와 투수성일 경우로 구분해서 침투수량을 구한다.

② 타원(楕円) 침투류에 의한 방법

제체와 불투수성이고 기초가 투수성일 경우는 유선의 형상을 타원으로 가정하여 기초지반을 통하는 침투수량을 구한다.

③ 유선망에 의한 방법

도식해법 기타의 방법에 의한 계산 또는 모형 실험 등으로 유선망을 그리고 유선 간의 간극과 등포텐샬선 (equipotential line)의 간극을 같게 취하면 단위시간당의 침투수량을 구한다.

④ 비등방성 지반에서의 침투수량

위에서의 설명은 모두가 등방성의 경우에 대한 것이나 퇴적토는 대부분이 수평방향의 투수계수가 수직방향의 투수계수보다 훨씬 큰 경우가 많다. 이와 같은 비등방성 토층의 침투현상은 외수위를 일정한 정상류로 가정할 경우를 적용하여 해석할 수 있다.

4.3.3.3 파이핑

(1) 지반속에서 양압력이 발생하고 동수경사가 한계동수경사 (icr)와 같게 되면 파이핑(piping) 현상이 일어난다.

(2) 파이핑 발생의 판단기준이 되는 한계동수경사는 다음과 같이 표시된다.

$$i_{cr} = r_{sub} / r_w$$

$$r_{sub} = r_{sat} - r_w = \frac{G_s - 1}{1+e} r_w$$

$$\therefore i_{cr} = \frac{r_{sub}}{r_w} = \frac{G_s - 1}{1+e}$$

여기서, r_{sub} : 수중단위중량 (tf/㎥), r_{sat} : 포화단위중량 (tf/㎥)

식 에서 G_s와 e의 값을 대입해서 계산되는 i_{cr} 값은 대략 0.85～1.10 사이에서 변화한다.

(3) 널말뚝에서 파이핑에 의한 파괴는 널말뚝으로부터 D/2 이내에서 일어나므로 이와 같은 구조물의 안정은 하류측의 단위두께와 단면 $D \times \frac{D}{2}$의 토주를 사용해서 결정한다.

(4) 양압력은 유선망을 사용하여 다음 식과 같이 결정한다.

$$U = \frac{1}{2} \cdot r_w \cdot D \cdot h_a$$

여기서 h_a는 토주저면에서의 평균수두이다. 하류측에서 연직으로 작용하는 토주의 수중중량은 다음 식으로 구한다.

$$W' = \frac{1}{2} r_{sub} D^2$$

(5) 파이핑에 대한 안전율은 다음 식으로 구할 수 있고 이 값은 대략 4이상이면 안전하다고 한다.

$$F_s = \frac{W'}{U} = \frac{\frac{1}{2} r_{sub} D^2}{\frac{1}{2} r_w D h_a} = \frac{D r_{sub}}{h_a r_w}$$

방조제와 같은 제체의 유효폭을 결정할 때는 파이핑에 대한 안정성을 고려하여 정한다.

(6) 파이핑 검토를 위한 실험적 기준으로서 크리프비 (creep ratio : C_r)를 적용한다.

$$c_r = \frac{l}{h_{cr}}$$

여기서, C_r : 크리프비 (Creep ratio), h_{cr} : 최대수두차 (m) , l : 침투로의 길이 (m)

4.3.4 지반의 지지력과 침하

(1) 방조제는 기초지반의 지지력에 대한 안정조건과 압밀에 의한 침하에 대하여 검토하고 대책을 세워서 설계해야 한다.

4.3.4.1 일반사항

(1) 방조제의 기초지반은 충분히 견고하여 방조제 축조에 충분한 지지력을 가지며 압밀침하가 없는 곳이 좋다. 그러나 대부분이 방조제의 기초지반은 이토질의 연약한 간석지이므로 연약지반에 대한 토질조사와 시료채취 및 토질시험을 실시하여 토질정수를 구하고 이를 토대로 하여 지반의 지지력과 압밀침하에 대한 안정도를 검토해야 한다.

(2) 방조제의 기초지반이 연약할 경우에는 연약지반처리에 특별한 주의를 해야 한다. 특히 콘크리트 구조물을 축조할 때에는 연약지반을 개량하여 직접기초로 설계할 것인지 또는 연약지반처리를 하지 않고 간접기초로 설계할 것인지를 검토하여 안전하고 경제적인 구조물이 되도록 설계해야 한다. 그리고 연약지반위에 제방을 축조할 때는 지반의 지지력 부족으로 인하여 기초지반의 파괴가 일어나므로 이에 대한 안정도를 검토해야 한다.

(3) 침하에 대한 검토는 지반의 변형에 따른 간접적인 제방의 침하에 대한 것으로서 압밀침하로 인한 제방의 붕괴가 일어나서는 안 되며 공사완료후의 압밀침하에 대하여도 대책을 강구해야 한다.

(4) 기초지반의 지지력과 압밀침하는 별개의 문제로서 세립토의 기초지반에서는 구조물 시공시에 지지력에 대한 안정처리를 했어도 공사완료 후에도 압밀침하는 계속되므로 연약지반위에 제방을 설계할 때에는 지지력과 침하문제를 각각 별도로 검토해야 한다.

4.3.4.2 지반의 지지력

(1) 지반의 지지력은 방조제의 직접적인 안정과 깊은 관계가 있다. 방조제·성토하중에 의한 유효지중응력과 지반의 상재하중에 대하여 지지력이 부족시에는 지반파괴가 일어나며 따라서 성토단면도 변형된다. 그러므로 방조제의 사면 안정 검토시에는 기초지반을 포함한 저부 활동에 대하여 원호 활동면법으로 검토하는 것이 일반적이다. 그리고 방조제 성토에 의한 기초지반의 치환심도를 결정할 경우나 기초지반위에 콘크리트와 같은 강성기초로 된 구조물을 축조시에는 지반의 지지력은 제방의 직접적인 안정과 깊은 관계가 있으므로 지반의 허용지지력에 대하여 검토해야 한다.

(2) 지반의 허용지지력은 일반적으로 테르자기(Terzaghi)의 공식으로 계산한 극한지지력을 안전율 (SF= 2～3)로 나누어서 구한다.

① 방조제 기초지반의 지지력

지반의 지지력은 방조제를 대상기초로 보고 이에 대한 국부전단 파괴시의 지지력 공식을 사용하여 구한다.

방조제는 해수와 접하고 있어 조위에 따라 성토재료의 포화중량이 달라지므로 지반의 안정은 가장 위험한 조위와 시기에 대한 지지력을 검토해야 한다. 특히 연약지반에서는 기초지반 파괴에 대하여 안전해야 하며 이는 원호활동면법으로 검토하는 것이 일반적이다.

② 편심하중을 받지 않는 구조물의 지지력

연약한 기초지반위에 축조되는 콘크리트 구조물의 지지력 검토는 일반적으로 테르자기의 수정지지력 공식을 많이 사용하며 지반의 허용지지력 (qa)이 구조물의 최대 접지압 즉 지반의 최대응력 ($q_{\max}$)보다 커야한다.

지반의 허용지지력은 극한지지력을 안전율 (SF≒3)로 나누어서 테르자기의 수정극한지지력 공식으로 구한다.

③ 편심하중을 받을 때의 지지력

구조물의 접지압 (q)은 구조물의 총하중 (P)이 푸팅 중심에 작용할 때는 $q = P/A$로 되나 편심하중이 작용할 때는 편심거리가 멀어질수록 최대접지압 ($q_{\max}$)은 더욱 커진다. 그러므로 구조물을 설계할 때에는 가급적 편심거리를 짧게 해야 한다.

4.3.4.3 기초의 침하

(1) 콘크리트 구조물은 부등침하를 방지하기 위하여 지지력이 큰 지반에 축조해야 하며 만약 연약지반위에 축조할 때는 가급적 연약지반을 개량하거나 지지층까지 연결되는 간접기초로 시공해야 한다.

(2) 연약층의 두께가 커서 압밀침하가 불가피한 경우에는 침하로 인한 구조물의 기능장애 및 각 부재의 변위발생 등에 대하여 면밀히 검토해야 한다. 연약지반에 방조제를 축조할 때는 연약층의 토질상태와 성토의 시공조건에 따라서 표층부의 연약층이 옆으로 유동되면서 연약층의 일부분이 성토재로 치환되는 경우가 많으며 이때에는 치환된 심도만큼은 압밀층의 두께가 줄어들게 된다.

(3) 치환심도를 정확하게 산정하는 일은 대단히 중요하며 이 값은 같은 연약층이라도 성토재료의 종류와 두께 시공장비 시공속도 등에 따라 달라진다.

① 압밀침하량

침하량은 즉시 침하와 압밀침하로 구분할 수 있으나 즉시침하는 주로 오래 지반에서 발생되므로 대개는 시공 중에 거의 완료된다. 그러므로 침하량은 공사완료 후에도 장기간에 걸쳐 발생하는 점질토 기초지반의 압밀침하에 대하여 검토해야 한다.

가. 치환두께

기초지반의 치환은 수직 및 평균방향에 대해서 각각 성토하중과 기초지반의 극한지지력을 대비하여 구한다. 이 중에서 기초지반의 표면에 가장 먼저 시공되는 성토에 의하여 연약한 지반토가 측방으로 유동되면서 성토로 치환되는 양이 제일 중요하며 이 후로도 성토고가 높아짐에 따라 치환량은 증가될 수도 있다.

치환심도는 성토하중과 지반의 극한지지력이 평형을 이루는 심도까지로 판단하는 것이 일반적인 방법이다.

성토하중을 계산할 때 성토재료의 하중은 시공장비의 하중을 고려해야 한다. 장비하중은 성토재료의 등분포하중으로 환산하는 경우가 많으며 성토두께가 두꺼울수록 장비하중의 영향은 작다.

또한, 기초지반은 단위중량이 작은 점질토이므로 단위중량이 큰 사석재나 산토재로 치환될 때 지반토의 하중도 증가된다. 따라서 성토하중에 의하여 치환되는 부분의 지중응력은 성토고 (H)가 높고 치환심도가 깊을수록 증가된다.

지반의 지지력계산은 성토를 할 때의 기초지반의 변형상태를 고려하여 국부전단파괴시의 극한지지력으로 계산하는 것이 일반적이다.

한편 치환폭은 일반적으로 상재하중이 30 °로 분포되는 폭 이상으로 하며 굴착경사는 굴착심도와 당초 지반의 전단강도에 따라 결정되는데 1:1.5～ 2.0정도로 한다.

나. 지반내의 지중응력

연약지반위의 축조되는 콘크리트 구조물에 의해 생기는 기초지반내의 수동응력은 일반적으로 근사해법으로 구한다.

다. 압밀침하량

기초지반의 치환이 선행된 다음에 장기적으로 일어나는 압밀침하량은 연약지반이 정규압밀상태인지 또는 과압밀 상태인지에 따라 달리 산정한다.

4.3.5 연약지반처리공법

(1) 방조제를 비롯한 간척사업지구내의 각종 구조물은 연약지반에 축조되는 경우가 많다. 이와 같은 때때는 활동 또는 부등침하에 의한 파괴를 일으키지 않도록 지반을 처리해야 한다. 연약지반처리공법은 시공성이 좋고 경제적이며 시공 후 안정성이 있는 공법을 택해야 한다.

4.3.5.1 처리공법의 선정

(1) 말뚝기초 케이슨 기초 등은 가장 전형적인 연약지반용 기초이다. 그러나 이들 기초는 공사비가 많이 소요되므로 연약지반자체를 개량 이용하는 것이 경제적인 경우가 많다. 여기서 연약지반이라 함은 연약점성토 지반은 물론이고 공극비가 크고 포화되어 있는 느슨한 사질토 또는 유기질토와 이탄토도 포함된다.

(2) 연약지반개량공법은 개량목적과 현지여건에 따라 구분할 수 있으며 지역특성에 따라서는 특수공법을 적용해야 하는 경우도 있다.

(3) 개량원리적인 면에서 지반의 지지력 부족으로 과대한 침하에 의한 구조물의 파괴가 우려될 때에는 지중전단응력이 작게 작용하도록 경량자재를 이용하거나 구조물 기초저면적을 확대하여 하중을 분산 또는 압성토를 이용하여 활동파괴를 방지하는 방법도 검토대상이 될 수 있다.

(4) 치환공법은 연약점토지반을 단기간에 확실한 개량을 기대할 수 있는 공법이다.

(5) 샌드드레인과 같은 배수공법은 점토층이 두터워서 자연압밀공법으로는 공기 내에 완료하기 어려울 때 이용된다. 다짐공법은 사질지반을 대상으로 진동을 가하는 등으로 지반을 개량하는 공법이다.

(6) 고결공법에는 주입방법 열처리방법 동결방법이 있으며 시공시에 석회, 점토 약액 등을 흙의 문극에 주입하여 지반을 고결시키는 공법이다. 지수 또는 말뚝용 고압분사주입방법도 여기에 속한다.

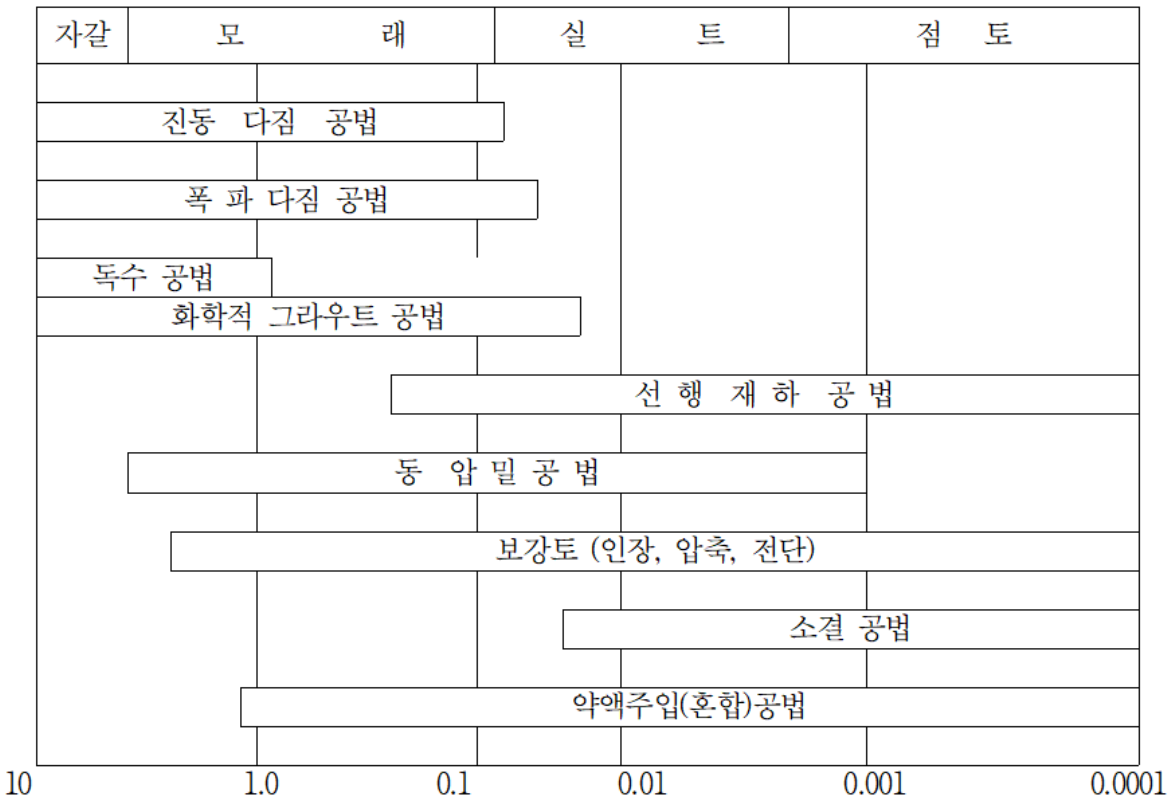
(7) 이상과 같이 지반개량공법은 그 목적 대상 토질(모래지반, 점토지반 등) 기대되는 개량효과 : 공기, 공비, 기능, 규모 등은 물론 필요한 재료, 기계의 확보, 시공성, 환경의 영향 등의 제요소를 바탕으로 종합적으로 비교 평가하여 가장 적합한 공법으로 설계해야 한다. 경우에 따라서는 두 가지 이상의 공법을 같이 사용하여 개량의 효과를 높일 수 있다.

<표 4.3-1> 연약지반의 원리와 개량공법 범례 : ○ 적합한 공법, △ 가능한 공법

분류	개량원리	주요공법	적용지반			효과					유사공법
			점성토	사질토	호(互)층	촉진침하	저감침하	억제활동의	동방지측방유	차수수	
하중조절	경량화	경량자재	○				○	○			부초(blanking)공법 네트(net)공법
	하중평형	압성토공법	○					○			
	하중분산	쉬트공법	○					○	△		
		샌드매트공법	○					○			
		표층혼합처리공법	○					○	△		
지반개량	치환	굴착치환공법	○					○	○		파머(폭파)치환공법
		강제치환공법	○		○			○	○		
	배수 및 탈수	선행하중(preloading)공법	○		○	○		○			자연압밀(완속압밀)공법 서차지(여성토)공법 Nick drain 공법 Pack drain 공법 진동치환(stone column)공법 전기침투공법 침투압공법,자연배수공법 깊은우물(deep well)공법 강력진공배수공법 소결공법
		샌드드레인공법	○		○	○		○			
		보드계(페이퍼)드레인공법	○		○	○		○			
		웰포인트공법		○	○			○			
		대기압재하공법	○		○	○		○	○		
		생석회말둑공법(화학적탈수)	○					○			
	다짐	샌드콤팩션파일공법	○	○	○	○	○	○	○		폭파다짐공법 진동물다짐공법 로드(rod)다짐공법 전기충격공법 맘모스바이브로탬퍼공법
		바이브러플로테이션공법		○			○				
		바이브러콤포우져공법		○			○				
		동압밀공법		○	○		○				
	고결	석회계 심층혼합처리공법	○		○		○	○	○		전기화학적고결공법 표층(심층)교반(혼합)공법 분사혼합공법
		시멘트계심층혼합처리공법	○		○		○	○	○	△	
		분사교란공법	○		○		○	○	○	△	
		동결공법	○	○	○				○	○	
	지수	약액주입공법		○	○				○	○	지하연속벽공법 다이아프램웰공법 그라우팅공법
		분사주입공법	○	○	○				○	○	
		지수시트웰공법		○	○				○	○	
지중구조물	골격형성	체절성토공법	○	○	○			○		○	지지말뚝공법,말뚝슬래브공법, 말뚝캡공법

(8) 다음은 간척사업에서 활용빈도가 높거나 금후 활용이 기대되는 연약지반 개량공법에 대한 계

획설계 방법을 요약한 것이다.



<그림 4.3-2> 안정처리 방법에 대한 적용 입도 범위

4.3.5.2 압성토 공법

(1) 기초지반의 활동파괴의 위험이 예상되는 경우 축조물의 측방에 압성토를 시공하여 원호활동에 저항하는 모멘트를 증가시킴으로써 안정성을 높이는 공법이다. 이 때 압성토 부분은 본체성토를 시공한 후에도 그대로 남겨두거나 시공 중 또는 시공 후에 일부 또는 전부를 제거하는 경우가 있다. 이 공법은 원리가 단순하며 설계대로 시공이 가능하고 시공효과가 확실한 점 등 모든 면에서 신뢰성이 높으므로 안정대책으로서 매우 효과적인 대책공법으로 알려져 있다.

(2) 또한, 공사 중에는 압성토 부분을 공사용 도로로서 활용하거나 공사완료 후에는 주변지역의 측도로 제공하는 등의 장점이 있다. 다만 이 공법은 구조물의 압밀침하에 대한 고려가 되어있지 않으므로 구조물 시공후의 침하량을 계산하여 이에 대한 별도의 조치를 취해야 한다.

(3) 압성토 공법의 설계는 형상(폭, 높이)과 지반개량조건(개량범위, 간격 등)에 따라 여러 가지 설계계산조건을 가정할 수 있으며 이 중에서 안정성과 경제성을 고려한 최적단면을 결정해야 한다.

(4) 압성토 높이가 결정되면 압성토 폭(L)과 본체성토높이(H) 및 본체성토 부지폭 (B)의 관계를 결정한다. 압성토를 공사용도로나 측도로 이용하고자 하면 각성토의 폭은 4～20 m 범위가 좋다.

(5) 압성토 공법은 후술하는 샌드드레인 페이퍼드레인등 탈수공법과 같이 사용하여 그 효과를 높이는 경우도 있다.

4.3.5.3 시트(Sheet) 및 네트(Net)법

(1) 연약지반에 시공기계를 진입시킬 때나 성토를 국부적으로 할 때는 함몰 또는 파괴가 일어나는데 이러한 곳에 인장강도가 큰 시트(sheet)를 깔아 지지력을 증가시키는 공법이다. 설계상 가장 중요한 것은 시트의 인장강도와 개량토의 휨 인장강도이다.

(2) 시트를 깐 지반의 극한지지력(qult)은 연약지반 자제의 얕은 기초로서의 지지력 쉬트 인장력의 연직 정분으로서의 지지력 쉬트의 인장력에 의한 토피압의 지지력의 합으로서 설계할 수 있다.

(3) 여기서 사용되는 시트는 일반적으로 P.P. 매트로 알려져 있으나 여기서는 보강기능을 가진 토목섬유 (Geothyn the tic)일체 (Geotextile, Geomembrane, Geogrid, Geocomposite 등)를 말하려 네트 (net)도 Winkler이론과 케이블 이론을 도입하여 시트와 같은 목적으로 설계할 수 있다.

4.3.5.4 치환공법

(1) 구조물의 안정 또는 침하에 대하여 연약층(점성토)의 일부 또는 전부를 여러 가지 방법으로 배제하여 양질토(조립토)로 치환하는 공법이다. 이는 지반개량공법 중에서 가장 단순 정확한 공법이며 굴착치환공법, 강제치환공법, 폭파치환공법이 있다.

① 굴착치환공법

지반을 굴착하여 양질토로 치환하는 공법으로서 배제된 연약층의 처리가 용이하고 치환재료의 취득이 쉬울 때 가장 경제적인 공법이다. 설계조건은 치환재료의 시공완료시 기대되는 강도정수에 지배된다.

② 강제치환 공법

강제(활동)치환은 지지력이 부족한 재재지반을 양질의 감토 하중으로 파괴시키면서 측방 및 전방으로 압출시켜 부풀게 한 후 이를 안정시키는 방법이며 연약토층의 두께가 변은 경우 혹은 매우 연약한 지반에 효과적이다. 유사한 공법으로 대구경 말뚝을 조밀하게 타설하여 강제배토로 다짐사질토 지반을 조성하는 강제치환공법도 이용되고 있다.

③ 폭파치환공법

폭파치환공법은 충격파 발생가스의 팽창들에 의하여 연약층을 제거함과 동시에 양질토로 치환하는 공법이며 지반조건에 따라 토피도 블라스팅 (topedo blasting) 언더필 (under fill) 등의 공법이 이용되고 있다.

폭파치환공법에 적합한 토질은 실트 20 %와 이하 점토 50 %이하의 사질토이다.

4.3.5.5 탈수공법

(1) 선행재하중 공법

① 재하중공법은 성토의 시공속도를 지연시키는 완속압밀공법(자연압밀공법)을 비롯하여 압밀기간을 단축시켜 공사가 완료되기 전에 침하를 가능한 한 많이 진행시키는 방법을 선행재하중(Preloading)공법이다. 시공시 계획고 이상으로 성토를 하여 계획단면의 하중에 의해 예상이상의 침하가 강제로 이루어지게 하여 압밀침하를 촉진시키는 서차지(여성토)공법 등이 이용되고 있다. 선행재하에 의하여 압밀배수를 주목적으로 하는 공법은 지반의 허용지지력내의 하중에서 지반의 침하를 촉진(압밀시간의 단축)시키고 그 압밀에 따라 점성토의 강도를 증가(고밀도화)시키는 등의 양면효과를 얻도록 계획하는 경우가 많다.
재하수단은 재하중의 크기와 재료취득의 용이성 재하후 처리조건 등의 면에서 성토재하가 많이 이용되며 이 성토재 자체를 구조물이나 지반으로 이용하면 더욱 경제적이다.
선행재하공법의 설계시는 선행재하하중의 초기재하기간, 침하량, 재하시기 등에 대하여 검토해야 한다. 이상의 재하중을 이용한 배수공법은 토입자 구조의 재배열 크리프 거동 등에 의한 2차 압밀침하량을 조기에 촉진시키는 것으로 침하량에 민감한 영향을 받는 구조물의 경우에는 더욱 효과적인 공법이다.

(2) 연직배수 (vertical drain)공법

① 연직배수공법의 대표적인 것으로는 샌드드레인(모래말뚝)과 페이퍼드레인(보드계 드레인)공법 등이 있다.

② 샌드드레인 공법은 전술한 재하중에 의한 탈수공법에 비해 점성토층이 두껍고 공기가 시공한 경우 압밀촉진수단으로 모래말뚝과 깐 모래(Sand mat)를 동시에 시공하면서 지반을 개량하는 공법이다. 지반개량에 필요한 성토고와 성토 폭은 다음 식을 기초로 하여 목표 강도 증가 및 허용장래 침하량을 고려하여 결정한다.

③ 페이퍼드레인 (paper drain)공법은 모래말뚝 대신 바론 (Baryon)의 이론에 맞는 드레인보드(drain board)를 연약지반에 압입하여 압밀을 촉진시키는 공법으로 액성지수가 1이상인 지반에서 이 공법이 유리하다. 드레인 보드 폭은 대략 100mm 두께는 3mm 정도이며 이는 Ø= 5cm의 샌드드레인과 거의 같은 배수효과가 있다. 따라서 dw= 5cm의 엔주형 샌드드레인으로 환산하여 압밀도(V), 압밀시간(t) 침하량 등을 결정한다. 페이퍼드레인의 간격은 1.0～1.8m 정도가 일반적으로 채택되며 그 깊이는 최대 20m 정도이다.

4.3.5.6 지하수위 저하공법

(1) 지하수위의 저하공법은 대상지반의 수리학적 성질 저하의 목적, 공사내용, 장소, 공기 등에 따라 적절한 방법을 선정해야 한다.

(2) 깊은 우물 (Deep well) 공법은 깊은 우물을 대수층 중에 굴착하여 지하수를 양수함으로써 지하수면이나 지하수압의 저하를 도모하는 것이다.

(3) 웰포인트(Well point)공법은 일종의 탈수공법으로서 선단에 부착한 집수관을 1.0～2.0 m 간격으로 지중에 설치하고 진공펌프와 원심펌프의 조합에 의하여 지하수위를 강제로 양수 저하시키는 탈수공법이다. 토질은 투수계수(k)가 1×10^{-1}～$\times10^{-4}$ (cm/sec) 정도의 중력배수가 곤란한 실트질 모래에 적합하다.

(4) 이 공법은 용수에 의한 비탈면의 붕괴, 굴착저면의 보일링현상등을 방지하는 장점이 있다. 그

러나 넓은 지역의 지하수위를 저하시켜 주위의 지반을 침하시킬 우려도 있으므로 주변에 기존시설물이 있는 경우에는 이에 대한 대책이 필요하다.

(5) 이론적으로 수위저하최대깊이는 10.3m 까지 이나 실용상 저하시킬 수 있는 최대수위는 5.5～6.1m 가 경제적이다. 이 보다 깊을 때에는 다단식이나 고양정 웰포인트공법, 강력진공펌프 등을 이용해야 한다.

(6) 여과모래의 입경과 스트레일너의 망눈의 크기는 소정의 규정에 맞아야 한다. 웰포인트 우물의 반경은 머스켙(Muscat)의 이론에 의해 구한다.

(7) 배수량 계산을 Thiem식을 사용하는 것이 좋으며 영향원의 반경을 구하는 방법은 여러 가지가 있으나 수위저하시간은 비평형식으로 계산할 수 있다.

4.3.5.7 다짐 공법

(1) 샌드콤펙션파일공법

① 샌프콤펙션파일공법의 개량대상지반은 사질토와 점성토 모두에 적용된다. 사질토 또는 이와 유사한 지반의 경우는 다짐에 효과적인 수단(진동 충격에 대한 물다짐 수위저하)을 이용하여 파일재료와 재래지반을 다져 파일재료의 압입효과를 이용하여 밀도를 증가시켜서 지지력의 증강, 압축침하의 감소 수평저항의 증가 지반의 균일화를 도모하는 공법이다.

② 모래말뚝의 간격은 1.5～3.0m 정도가 적합하며 깊이는 25m 정도까지 시공한 예가 있다.

③ 점성토에 대해서는 점성토와 샌드파일로 된 복합지반으로서의 효과를 나타내는 이론으로 해석한다.

④ 축조된 복합지반상에 하중이 재하된 경우 점성토와 압축된 샌드파일과는 분담하는 하중이 다르고 파일 쪽으로 응력이 집중되므로 지지력 증대 침하감소 효과가 나타난다. 설계에 앞서 개량대상지반은 시공 전후의 N치 또는 점착력 단위중량 등을 조사 측정해야 하며 파일시공시 진동에 의한 점토지반의 강도저하(강도회복에 소요되는 시간은 1～2개월이 걸림)에 유의해야 한다.

(2) 바이브로플로테이션공법(vibro-floatation method)

매립지 등의 느슨한 사질지반에 대한 물다짐 거동다짐의 효과를 이용하는 공법으로 수평방향으로 진동하는 바이브로블로트로 사수와 진동을 동시에 일으켜서 생긴 빈틈에 모래나 자갈을 채워서 느슨한 모래지반을 개량하는 공법이다.

(3) 동압밀공법(動壓密)

본 공법은 당초에는 모래, 자갈, 사석 등의 다짐을 목적으로 하였으나 최근에는 점성토의 개량에 적용하면서 부터 동압밀공법이라고도 한다.

이 공법의 시공은 15～40 m의 높이에서 저면적 2～4㎡, 10～20t의 하중을 지표면에 반복 낙하시켜 그 낙하력과 진동에 의하여 지반을 압밀강화하는 공법이다. 개량효과를 나타내는 깊이는 10～40 m로서 1회의 타격에너지를 증가시킬수록 개량심도가 높아지므로 지반의 성질에 따라 해머의 중량 및 낙하고를 조절하여 사용한다.

4.3.5.8 약액주입 및 혼합공법

(1) 약액의 종류와 주입방법

약액을 지중에 주입하거나 혼합하여 국부적인 지반을 고결 또는 경화시켜 지반강화하고 차수효과를 얻기 쉬한 지반개량공법으로 토압의 경감, 히빙 (Heaving)과 파이핑방지효과도 얻을 수 있다.

주입재를 지반내에 주입하는 형태에 따라 침투주입, 割裂주입 (fracturing grouting), 압축주입 (Compression grouting) 및 충전주입 (voidfilling) 교반주입 등의 주입공법이 있다.

그라우트 주입시에 지반파괴를 일으키는 한계주입압은 수압할렬현상의 개념을 이용하여 산출할 수 있으나 실제와는 차이가 있으므로 충분한 지반조사를 실시하고 그 결과와 비교하여 선정해야 한다.

(2) 심층혼합처리공법

석회 시멘트계를 주로 하는 괴상분수상 혹은 현탁액상의 화학적 안정재를 원위치의 지반에 첨가, 혼합하여 안정처리상을 지반 중에 형성하는 공법을 총칭하여 심층혼합처리공법이라 한다.

심층혼합처리방범의 일종으로 JSP공법은 초고압 분류방법을 이용하여 지하심층에 약액을 주입고결하여 기둥을 연속적으로 형성케 하는 공법이다.

4.3.5.9 기타공법

(1) 이밖에도 최신공법이 많이 개발되어 있으므로 지반특성에 적합한 공법 설정 이용함으로서 경제적이고 내구적인 간척구조물을 설계 시공할 수 있을 것이다.

4.4 끝막이공의 기본

4.4.1 계획

(1) 끝막이 계획의 기본은 기상, 해상, 식형, 토질, 축제재료 운반 장비 등의 여러 여건을 검토하고 끝막이공사의 방식, 공법, 기간 등 여러 안을 신중하게 비교분석하여 결정해야 하며, 끝막이공사전 일반물막이공사의 안전과 끝막이공사 전후의 내수위에 의한 배후지의 배수영향 등을 검토해야 한다.

4.4.1.1 끝막이공의 개념

(1) 방조제의 표준단면과 공법은 해상, 지반고, 토질, 축제재료 등에 따라 달라지며 이러한 일반조건들이 비슷하다 하더라도 공사 진행에 따라 통수단면의 축소로 수리조건이 악화되므로 점차적으로 보강된 재료, 단면, 공법으로 변경되어야 한다. 이 공사과정을 축제공사의 초기단계 중기인 일반단계 및 최종단계로 구분할 때 초기단계는 물론이고 일반단계에서도 그리 어렵지 않게 조속(潮速) 및 수리조건에 견디는 축제재료나 공법을 배상할 수 있다. 그러나 최종단계에서는 통수단면의 축소로 내외수위차 및 조류속이 증가되어 일반기계에서의 축제재료나 공법으로는 축제가 불가능하여 특수한 재료와 공법이 요구되며 공사기간도 위험기간을 최소로 단축하기 위하여 최대의 능력으로 단시일 내에 축제해야 한다. 이 특수한 재료와 공법으로 최

대의 능력을 발휘하여 시공해야 하는 구간 및 공사를 끝막이구간 및 끝막이공사라 한다.

(2) 이러한 특수 재료나 공법에 따라 끝막이방법을 분류하면 공사방식에 의하여 점고식, 점축식, 점고점축양자병행식으로 분류되고 시공재료에 따라서 소규모이고 간척조건이 좋았던 과거에 시행된 바 있는 흙가마 쌓기, 빈지공법 등이 있고 현재 우리나라의 대규모 간척공사를 가능하게 한 사석 및 돌망태공법, 화란에서 발전시켜온 케이슨공법과 케이불에 의한 콘크리트블럭공법, 일본에서 시공한 鐵프레임공법 등으로 분류할 수 있다.

(3) 공사기간에 따라 소규모에서와 같이 끝막이공사를 소조로 넘기지 않고 시행하는 단기 끝막이와 공사수량이 많아서 대조를 넘기면서 시공하는 끝막이를 장기끝막이라 한다.

(4) 끝막이 공법은 지구여건에 따라 선정해야 하나 나라마다 기상, 해상, 축제재료, 시공장비, 토질조건 등에 따라 독자적인 기술개발이 이루어져 왔다. 우리나라의 사석 및 돌망태에 의한 점축식공법이나 화란에서의 케이슨공법 등이 그것이다.

(5) 끝막이 공사는 우리나라의 경우 사석 및 돌망태에 의한 사각제의 1차물막이와 계속 시공되는 차수층의 성토물막이가 있으나 사석 및 돌망태에 의한 1차물막이가 극히 어려운 공사이므로 보통 끝막이공사라 함은 사석 및 돌망태에 의한 1차물막이를 말한다.

4.4.1.2 끝막이 계획 기법

(1) 끝막이공의 계획은 자연적조건, 축제재료, 운반조반, 시기, 공사기간, 경제성 등을 고려하여 결정하며 일반적인 검토시서는 다음과 같다.

① 공법 : 과거의 경험지구의 여건 등을 고려하여 끝막이방법과 공법을 선정한다.

② 위치 : 축제재료의 운반, 지형 및 조류수리조건, 지반의 토질조건 등을 검토하여 끝막이구간의 위치를 선정한다.

③ 바닥다짐표고 : 수리조건 및 공사량과 시공여건 등을 검토하여 바닥다짐 표고를 결정한다.

④ 구간연장 : 수리조건, 공사량, 공사기간 등을 검토하여 끝막이구간의 연장을 결정한다.

⑤ 끝막이시기 : 기상 및 해상조건과 타공종과의 관련을 검토하여 끝막이 시기를 결정한다.

⑥ 끝막이공의 구조 (예 : 케이슨 또는 사석제 등), 기초지반 보호공 및 바닥다짐은 해상, 수리조건 및 시공여건에 부합되도록 설계(구상)한다.

⑦ 해상 및 조류속 등을 고려한 공정계획수립 (예 : 케이슨공법; 케이슨의 현지운반, 임시대기정위치에 고정 침강정치(沈强定置) 개문(開門) 등 사석제, 육상 및 해상 운반능력검토, 일별작업계획, 기간별 작업계획 등)

⑧ 끝막이기간중 조위와 끝막이공사전 및 공사기간의 조류속, 내외수위차를 계산한다.

⑨ 계산된 수리조건이 시공재료와 제시설계획이 안전하고 최선의 것인지를 판단하고 끝막이공사착수전 일반물막이구간의 안전여부와 계획내수위가 배후지에 미치는 영향 등 제요소별로 재검토하고 시산하여 가장 안전하고 효율적인 계획을 수립한다.

(2) 끝막이공은 반드시 몇 가지의 안을 비교, 검토, 분석한 후 택일하도록 신중을 기해야 한다.

4.4.2 끝막이 구간

(1) 끝막이구간은 방조제 노선 중에서 해수가 가장 자연스럽게 유출입하고 지형, 기초지반, 공사

용재료 등을 고려하여 공사조건에 부합되고 경제적이며 시공이 용이한 위치를 선정해야 한다.

(2) 방조제 공사의 끝막이공법은 여러 가지가 있으나 안전하고 확실한 공법을 채택해야 한다. 가장 적절한 공법도 끝막이공사 진행에 따라 발생한 내외수위차로 큰 유속이 생긴다. 사석제인 경우 축제재료의 크기, 끝막이구간의 세굴방지공, 끝막이직후의 파이핑에 의한 세굴유실과 수압에 의한 전도 등의 대책을 수립해야 한다.

(3) 끝막이구간에 대한 계획 설계 또는 공사를 위한 일반적 검토사항은 끝막이 계획 기법에 따른다.

4.4.2.1 위치선정

(1) 방조제 노선에서 끝막이구간은

① 기초지반에 암반이 노출되었거나, 암반선이 표면으로부터 깊지 않은 위치 또는 조류속도에 의하여 세굴되지 않을 경토층이 있는 곳

② 자연적으로 형성된 갯고랑구간을 선정하되 수리학적, 토질공학적 적부를 판단하여 결정하고,

③ 연약지반이나 모래지반의 경우 세굴 및 파이핑 작용을 방지할 수 있는 보호공을 고려해야 하며,

④ 축제재료의 경제적생산 및 투입을 할 수 있는 육상 또는 해상운반투하가 용이한 곳,

⑤ 끝막이 구간을 유출입하는 조류속은 4.0m/sec 이상을 고려하여 기초지반의 세굴을 방지할 수 있는 구간을 선정해야 한다.

(2) 일반적으로 방조제의 축제구간은 연약지반이므로 우선 바닥보호공 또는 바닥다짐을 사석으로 계획하고 시공하는 것이 원칙이며 끝막이구간은 바닥보호공이나 바닥다짐고을 사전에 시행해야 한다. 침하융기가 예상되는 연약지반은 모래치환 등 지반을 개량할 필요가 있다. 끝막이구간은 조류속이 크게 발생하며 지반세파 및 침식이 많으므로 견고한 지반을 택하여 바닥다짐고과 바닥보근공의 비용을 절감하는 것이 바람직하다.

(3) 끝막이구간 위치결정에 있어서 지형여건과 조류수리상황측면의 검토는 가급적 지반이 낮고 평원한 곳이 유리한 점이 많다. 지반이 낮으면 연장에 비하여 통수단면이 크기 때문에 조류부담을 경감시켜 공사용 재료와 시공이 용이하고 끝막이구간이 짧기 때문에 바닥 보호공이나 바닥다짐공 시공구간이 단축되어 공사비절감을 할 수 있다.

(4) 끝막이구간은 축조재료의 확보 및 저장 공사계획 및 작업조건을 고려한 위치가 선정되어야 한다.

(5) 지역에 따라서는 채석장 또는 취토장과 해상운반시설조건이 어느 한쪽에만 있을 수 있으므로 끝막이 공사에 장비 및 노무의 가동에 공백을 주는 등의 저해 요인이 없도록 유의해야 한다.

(6) 수리학적 검토

끝막이구간의 수리현상은 ①축제재료의 유실, ②지반의 세굴 및 침식, ③해상작업의 장해 등의 영향을 끼치게 된다. 축제재료의 충실에 대해서는 유속에 저항할 수 있는 개당 중량물을 투하해야 하고 지반의 세굴 및 침식에 대해서는 이에 저항할 수 있는 지반보호공 또는 바닥다짐

공을 시행해야 하기 때문에 수리학적 검토는 대단치 중요하다. 끝막이공사가 진행됨에 따라 조류가 출입하는 통수단면은 축소되며 내측의 수위변동은 점차 작아지고 내외수위차는 증가하게 된다. 통수단면이 작아질수록 조류출입이 원활하지 못하여 외수위와 같이 일정한 수위변화를 지속할 수 없게 되며 내외수위의 간만조시간이 각각 상이하게 되어 수위차가 생기기 때문이다. 따라서 유속도 $\sqrt{h}$ (h : 내외수위차)에 비례하여 커지며 수위차와 유속발생지속시간도 증가하게 되고 끝막이구간이 작아질수록 최대유속이 발생하는 시간은 외수위가 만조위와 간조위로 되는 시간으로 접근한다.

일반적으로 끝막이 구간에서의 조류의 유출입은 사다리꼴단면의 일류언으로 보아 수리계산을 한다. 끝막이구간의 조류현상은 조위승강작용에 따라 완전월류와 불완전월류가 교차하면서 반복되기 때문에 시산으로 계산 한다.

(7) 시공조건의 검토

끝막이구간의 위치선정에 있어서 시공조건의 검토는 우선 끝막이공법의 선정에 따라 달라져야하나 축제재료의 육상운반 및 해상운반조건이 최고조건이여야 하며 일반적 검토사항은 ① 각종 축제재료의 생산이 계획된 일별소요량을 초과할 수 있는가의 여부, ②소요중장비(육상 또는 해상)의 능력과 대수의 판단, ③물량운반 및 투하를 위한 진입로, 야적장 및 선착장의 규모판단, ④끝막이기간 내의 주야간작업을 위한 조명, 통신시설의 확보, ⑤전담기술자와 각종 기능공의 확보 (주·야간교대), ⑥각종안전사고에 대한 대비 등이다.

4.4.2.2 통수단면의 결정

(1) 가장 효율적인 통수단면 (끝막이구간)의 설정은,

① 일반 물막이공사는 공내기간 중 발생하는 조류수리조건에 지장 없는 일반단면에 의하여 안전하게 시공(통수단면크기의 만족조건)할 수 있고,

② 끝막이공사기간 중 발생되는 조류수리조건에 대해 구득이 용이한 축제재료로 계획기간 중에 시공이 가능한 공법이어야 한다.

(2) 끝막이 위치와 공법이 결정되면 지반고 및 조류수리조건 등에 의해 가장 효율적인 바닥다짐표고를 결정하고 위의 조건을 만족시키는 통수단면은 끝막이구간의 연장으로 조정한다.

(3) 그러나, 우리나라 서해안과 같이 간만의 조차가 크거나 간척계획면적이 넓거나 또는 하구둑과 같이 유출입 조석량에 비해 방조제연장이 짧을 때에는 위의 두 가지 조건을 만족할 수 없는 경우가 많다. 이때에는 준끝막이 구간을 설치하여 일반물막이극면이 아닌 끝막이단면에 가까운 구조로 계획하는 경우가 많다.

(4) 바닥다짐표고의 결정

① 바닥다짐표고와 수리조건

끝막이 구간에서의 발생하는 최대유속의 변화요인은 조석조건, 지구내의 표고별 담수용량조건, 끝막이구간의 바닥다짐표고 및 연장 등이며 끝막이 기간 중에는 시공능력에 따라 1회 소조기 또는 수회소조기에 가능한지의 여부에 따라 즉, 최후의 대조를 어떠한 상태로 넘기느냐에 따라 달라지므로 시공능력이 추가된다.

이중 끝막이구간에서 바닥다짐표고와 조류속의 관계는 끝막이연장이 일정할 때 바닥다짐

고의 바닥표고가 상승함에 따라 조류속은 점차 증가하다가 어느 표고이상이 되면 유출입 조석량도 줄고 유속도 감소된다. 따라서 끝막이구간의 바닥다짐표고는 반드시 최대유속발생표고로 연장별로 검토하여 그 이하표고에서 선정해야 한다. 강력한 조류속에 견디는 재료나 공법만 있다면 되도록 바닥다짐고의 표고를 낮추어 수리학적으로 유리한 단면으로 유출입 조석량을 증대시켜 내외수위차를 감소시키는 것이 여타구간에 끼치는 영향이 유리하다.

② 바닥 다짐표고의 결정범위

바닥다짐표고는 조석, 지구내 담수용량 조건 및 규모 등 여러 가지 인자들이 관련되어 있어 일률적으로 규정할 수 없으나 대략 다음 범위 내에서 선정할 수 있다. 다만 지반이 높거나 아주 소규모일 때는 예외이다.

바닥다짐 표고 결정범위

가. 최대유속발생표고보다 최소 1m 이하

나. 대조평균간조위 이하

다. 수심이 깊을 때에는 지반보호공의 기능만 유지되면 낮을수록 수리학적으로 유리하나 동일 통수단면시에 공사물량이 많게 된다. 그러나 끝막이사석제는 육상작업이고 바닥다짐공은 해상작업조건이므로 수리 및 공사조건, 경제성 등을 종합적으로 검토하여 결정한다.

(5) 끝막이구간의 연장

끝막이구간의 연장은 바닥다짐 표고와 관련된다. 지형 및 수리학적인 조건으로 유연한 바닥다짐표고가 결정되면 다음 요인들을 검토하여 연장을 결정한다.

대규모 간척공사에서의 끝막이구간은 일반물막이공사의 진행에 따라 통수단면적이 축소되어 유출입조류속이 증가되므로 끝막이 계획은 특별한 구조와 공법으로 시공되어야 하며 끝막이 구간의 전연장과 끝막이 기간 중 최악의 수리조건인 마지막 대조를 넘기는 연장 등의 검토가 필요하다. 전자는 수리조건과 일반 및 끝막이제의 구조와 공법에 따라 결정되며 후자는 대조를 지나고 다음 대조까지의 끝막이 작업가능일수 약 9일간의 시공능력에 따라 결정한다.

(6) 최대시공능력의 검토

방조제공사 중 최악의 수리조건은 끝막이 공사기간 중에 발생되며 간척규모가 커서 수회의 소조기에 걸쳐 시행하는 장기끝막이의 경우에는 끝막이기간 중의 마지막대조기간이다. 이 기간 중의 수리조건은 통수단면적(끝막이 바닥다짐표고와 연장)이 클수록 안전하며 작을수록 위험하다. 끝막이 공사를 안전하게 수행하기 위하여 시대능력의 극대화와 큰 통수단면적으로 마지막대조를 넘기는데 있으며 다음 사항의 검토를 해야 한다.

① 육상운반 : 운반조건은 거리, 방법, 도로상태 투입방법, 차량규모, 대당소요시간, 투입 개소수, 일작업 시간, 일작업량, 기간중 작업일수, 기간중 작업량 등

② 해상운반 : 예인선 및 태섬의 확재량과 작업수심(투하수설)적재소요시간, 운반거리 및 소요시간, 적재 및 투하 개소수, 개소당 가동선박(태선)수, 일작업 가능회수, 일작업 물량, 기간중 작업가능일수, 기간 중 작업물량 등

(7) 끝막이기간의 검토

끝막이연장이 결정되면 끝막이 계획을 검토하고 끝막이 기간을 결정한다.

① 최후단계 : 육상 및 해상운반(주 운반 및 보조운반수단)능력을 총동원하여 시공 가능한 최대연장을 결정한다.

② 선행설계 : 잔여연장은 최종단계에 준하여 시행할 수도 있으나 보통은 최종단계에 최대능력을 발휘할 수 있도록 하기 위하여 최종단계의 시공계획을 준비점검하고 연습하는 정도로 하여 1회 소조기간에 가능한지 2회 소조기간에 시행할 것인지 또는 일반물막이 최종부분부터 일부구간을 준 끝막이 구간으로 할 것인지를 검토한다.

(8) 조류속 및 시공재료의 검토

끝막이구간의 바닥다짐표고 연장 및 끝막이 계획이 수립되면 예상되는 시기의 조석에 의하여 유출입 조류속을 계산하고 끝막이 기간 중 발생되는 조류속에 대하여 끝막이 둑의 재료, 단면 및 공법이 안전한지를 검토해야 한다.

(9) 일반적인 개념

일반적으로 끝막이 통수단면을 결정하는데 중요한 사항은 최대유속을 제한하는 것이나 이는 각국의 조석 및 시공재료와 공법이 다르므로 일률적으로 규정지을 수 없으며 경험적으로는 방조제 노선의 3/4까지 방조제를 축조할 때 까지는 통수단면적이 수리조건에 큰 변화가 없다가 이 부근을 넘어서부터 급격하게 증가되어 간다. 따라서 이 범위내에서 부터 검토하는 것을 원칙으로 한다.

(10) 앞으로의 대규모 간척사업 등에서는 장기끝막이가 불가피하고 또 1차 소조기에서도 최종단계의 소조기와 같이 최대의 능력으로 시공함은 물론 3회 소조기에 걸친 끝막이 기간도 구상해야 할 것이다.

4.4.2.3 바닥다짐공 (상고공)

(1) 끝막이구간에서 기초지반이 암반이나 조류속에 유실되지 않는 지반에는 아무런 문제가 없으나 사질토 또는 이토질의 지반인 경우에는 물막이공사시에 조석류에 의한 유실, 세굴, 침하, 파이핑현상이 발생되므로 안전한 구조로 보호해야 한다. 구조상 바닥보호공은 기초공, 피복공, 지수공으로 구분되며 끝막이규모와 시공능력, 조류수리상황 등에 따라 달라진다.

(2) 기초공

끝막이구간의 기초는 일반구간에 비해서 끝막이공사시 급속재하를 받게 되어 보다 큰 지지력이 필요하므로 이에 대응해야 한다. 끝막이구간에 사용되는 기초공의 시공방법은 매트리스 부설(나무섶 토목섬류의 직포)한 후 사석 또는 돌망태로 정치한다.

(3) 바닥피복공

바닥기초공을 한 후, 끝막이기간 동안에 조류속도에 충분히 견딜 수 있는 재료로서 자초지반을 보호해야 한다. 유실, 세굴 및 양압력에 안전하도록 하는 방법으로서는 ①강점토와 혼합된 사력깔기로써 간조시 노출되는 유속이 아주 작은 소규모 끝막이구간의 바닥보호공으로 이용되며, ②사석, 콘크리트블럭, 돌망태 등을 투하하여 유속에 유실되지 않도록 해야 한다. 이때 지반위에는 매트리스를 깔아서 필터 역활을 하게 함으로써 지반의 혼입자가 유실되지 않도록 해야 한다. ③아스팔트 페이빙공법으로서 지반에 쇄석 등을 포설한 다음 아스팔트를 충진하

거나 시멘트모르터를 주입하여 지반을 보호하는 방법이다.

(4) 지수공

끝막이가 완료되면 끝막이 둑으로 부터 누수 외에 바닥다짐한 밑으로 부터 삼투현상이 일어난다. 이 경우 수위차를 비교하여 삼투로장이 짧으면 파이핑 또는 히빙(heaving)으로 인하여 기초의 파괴가 일어난다. 이런 경우 물막이벽(지수벽)을 넣는 등 삼투연장을 충분히 길게 하든가 파이핑의 방지를 위하여 필터공법 등 대책이 필요하다.

(5) 끝막이공의 부대시설

바닥다짐고을 한 후 조류속에 의한 세굴현상을 막기 위하여 내외측에 대형사석으로 보호하는 한편 월류현상에 의하여 깊이 파진 부분은 끝막이후에 원지반까지 되메움을 한다. 끝막이 부분으로부터 흐름이 제방선에 따라 유출입할 경우는 성토된 부위 및 모각지반에 세파로 인하여 시공이 어려우므로 도류제나 돌출제 등의 수제공을 설치한다. 구조는 끝막이가 끝날 때 까지 일시적인 것이므로 흙가마니둑이나 사석제 등으로 적절히 보호하는 것이다.

(6) 축조재료의 검토

최종끝막이 공사에서 축조재료가 유속에 의해 유실되면 아무리 많은 물량을 투하해도 실패하게 된다. 그러므로 기초지반과 바닥다짐공의 재료입경, 조류속과 바닥다짐공 재료의 크기, 조류속과 끝막이 재료의 중량 등으로 구분하여 적절한 재료의 크기를 결정해야 한다.

4.4.3 끝막이 시기

(1) 끝막이공사의 시기는 해상, 기상조건 및 타공종 계획 등을 연관해서 결정해야 하고 고려할 사항은 다음과 같다.

① 작업능률의 극대화를 위하여 우기 및 강풍기를 피해야 한다.

② 연중 조위가 낮은 시기로서 수리조건이 유리해야한다.

③ 상류의 유출조절과 내외수위차 및 조류속 저하를 위하여 배수갑문이 완공된 이후

④ 끝막이공사가 완료되면 내외수위차가 급증하게 되어 지반의 파이핑 작용, 제체의 전도의 위험성이 있으므로 성토 물막이를 할 수 있는 기간을 충분히 고려해야 한다.

(2) 끝막이 공사계획은 지역별로 다르나 자연적 현상인 해상 및 기상조건의 유리한 시기를 활용할 수 있도록 충분히 검토하여 계획공종대로 물막이공사를 완료할 수 있도록 하는 것이 최선의 방법이다. 검토 불충분으로 사태 발생시에는 피해가 크므로 방조제공사를 계획할 때 끝막이시기를 항상 염두에 두어야 한다.

4.4.3.1 해상조건

(1) 우리나라 해안의 조석은 일조불등으로 서해안의 조차가 커서 고조 부등현상을 볼 수 있으며 간만차는 세계적으로 특이하여 그 변화도 매우 크다.

(2) 평균해면은 연중 2월이 최저이고 8월에 최고로 되며 그 차는 0.5 m에 달한다. 수심 0.5m의 유출입조석량은 방조제내부면적에 따라 다르지만 평균수심이 5.0m일 때 1/10의 조석량의 증감을 고려할 때 끝막이시기는 특수한 사항을 제외하고는 물막이 유속과 조석량이 적은 2～4월에 공사를 시행하는 것이 안전하고 경제적이다.

4.4.3.2 기상조건

(1) 2～4월에 끝막이공사를 시행하면 다음과 같은 장점이 있다.
① 주간의 시간이 길어서 작업능률이 향상된다.
② 이 기간은 우리나라 기후조건상 온화하고 우천일수가 적다.
③ 우리나라서남해안의 계절풍(11월～1월)을 피할 수 있다.
④ 물막이 직후에 성토제 및 피복공 시행 등 우기와 단풍시기이전에 마무리작업을 할 수 있다.
(2) 특히, 6～10월간의 하추절(夏秋節)은 피해야 하며 이 시기는 장마철과 태풍이 많고 음력7월의 백중사리를 전후해서 연중 최대조고가 발생하므로 해일피해가 예상되므로 끝막이시기로서는 부적당하다.

4.4.3.3 다른 공정과의 관계

(1) 끝막이공사의 계획은 일반물막이 착수이전에 확정하고 공종계획에 반영하여 추진되어야 한다.
(2) 방조제 공사는 일반적으로 방조제축조와 배수문공사의 공정으로 구분해서 추진하고 있으나 배수문의 기초 굴착암을 방조제에 유용할 때는 배수문공사의 지연으로 방조제공사를 진행할 수 없게 될 경우가 많다.
(3) 그러므로 배수문공정과 대조해서 일선물막이 진행속도를 조절해가는 끝막이시기의 변경은 불가피할 때가 있다.
(4) 끝막이시기는 대략 일년전이며 제 공정을 고려하여 추정할 수 있으므로 이때 물막이계획을 재검토하고 수정하되 전술한「가, 나」항의 조건을 고려하여 최종계획을 수립해야한다. 한편 물막이 3개월전이면 확실하게 전모가 들어나므로 세부계획을 수립하여 추진하고 세부계획수립은 다음사항을 고려해야 한다.
① 일반물막이 공정계획수립
② 배수갑문공사의 통수시까지의 세부공정계획검토
③ 해상조건과 기상조건을 고려한 끝막이 공정 계획
④ 장비, 공사용 자재확보를 고려한 끝막이 준비 계획
⑤ 끝막이구간의 지형측량, 조류속 검토 및 조위관측 및 분석계획
특히 방조제물막이의 점축 시공에 따른 조류속 측정과 내외수위관측을 계속적으로 시행하고 적기별로 지형측량을 시행하여 끝막이구간의 바닥다짐공의 보강에 주력해야 한다.

4.4.4 끝막이 공법

(1) 끝막이 공법은 해상조건인 조석, 조위, 유속과 지역조건인 지질 등을 고려하여 검토 채택되어야 한다. 끝막이 공법은 다음과 같이 분류할 수 있다.
(2) 끝막이 공법은 다음과 같이 분류할 수 있다.
① 끝막이 기간에 따른 공법

가. 단기 끝막이 방법 (Short Term Period Method)

나. 장기 끝막이 방법 (Long Term period Method)

② 조류수리에 의한 공법

가. 점고식 방법 (High Sill Method)

나. 점축식 방법 (Deep Sill Method)

다. 병행식 방법 (Combined High & Deep Sill Method)

③ 공사용 재료 및 구조에 의한 공법

가. 흙가마니 쌓기방법

나. 빈지 (각락식) 설치 방법 (철시판 포함)

다. 부석제 쌓기 방법 (돌망태 방법 포함)

라. 부체 Cassion 설치 방법

(3) 끝막이공사의 위치, 구간 및 시기가 결정되면 소요물량과 능력 그리고 운반수단 등을 고려하여 끝막이 소요기간을 계획한다. 끝막이소요기간이 결정되면 적절한 공법과 조류수리현상에 따른 끝막이 방법을 결정하고 끝막이 재료와 구조방법을 세부적으로 계획하여 완벽한 끝막이가 성공되도록 해야 한다.

4.4.4.1 방식 및 공법선정

(1) 끝막이 기간에 따른 공법

끝막이 공사는 대조를 피하고 소조시 끝막이를 하는 것이 단기끝막이 방법이며 장기끝막이 방법에서는 끝막이도중 대조를 맞이하게 된다. 따라서 장기끝막이 방법에서는 대조가 지난다음부터 끝막이를 개시하여 다음 대조전까지 끝막이를 완료하는 것이 조류 수리상 유리하다. 그러나 끝막이 완료 후 닥쳐오는 조위는 대조이므로 많은 내외수위차가 생기며 파이핑 작용, 침투류 속에 의한 지반세파에 유의해야 한다.

① 단기 끝막이 방법

조석량이 적고 기초지반이 높은 소규모방조제의 경우 3～4일 또는 소조기간동안에 끝막이 공사를 완료하는 것으로, 최대유속을 감소시킴으로써 끝막이공사용재료를 절감할 수 있어 경제적이다.

② 장기 끝막이 방법

연석량이 많고 규모가 큰 끝막이구간은 소요물량이 과대하므로 1회 소조기간에 끝막이가 어려울 때 2회 이상의 소조기간이 소요되는 방법이며 2～3개월간이 소요되는 경우도 있다. 이러한 장기 끝막이에서도 공사도중 대조기에 유속은 최대로 되어 기존의 축조물량유실 지반세굴, 파이핑 작용 등으로 많은 피해를 가져오는 예가 있으므로 철저한 끝막이 준비를 해야 한다.

(2) 조류수리에 의한 공법

방조제 공사의 끝막이를 성공적으로 완성하기 위하여 가장 중요한 것은 조류수리상 유리하고 확실한 대법이 채택되어야 한다. 일반적으로 공법은 점고식, 점착식 그리고 병행식의 3가지로 구분할 수 있고 이들은 각기 다른 수리현상특성을 가지고 있으며 채택되는 공법에 따라 사용

장비도 달라진다.

(3) 재료 및 구조에 의한 분류

이는 현장 여건, 규모, 장비, 재료, 기술 등을 고려하여 여러 가지 공법이 있겠으나 재료 및 구조에 의한 공법에 대해 현재까지 알려진 것을 소개하면 다음과 같다.

① 흙가마니쌓기 공법
② 빈지 (각락)공법
③ 사석제공법
④ 돌망태 (Gabion) 공법
⑤ 콘크리트블럭 공법
⑥ 부체 케이슨공법
⑦ 대형 철푸레임 사석채우기 공법

4.4.4.2 끝막이둑의 결정(사석제공법)

(1) 우리나라에 풍부한 자연축제재료인 석재와 돌망태에 의해 마찰력을 증대시켜 강력한 조류속에 대항할 수 있고 시하이 간편하여 작업능률을 극대화할 수 있는 조차가 큰 우리나라여건에 가장 효율적인 공법이다.

(2) 이 끝막이둑은 1차적인 물막이둑인 동시에 앞으로 시공할 끝막이둑의 운반로로 이용되어야 하므로 둑마루 표고가 높고 나이가 넓으면 시공이 안전하고 시공능률은 오르나 경제성을 고려하여 지구여건에 맞도록 검토해야 한다.

4.4.4.3 장비의 운용

(1) 기계화시공의 필요성

① 인력시공에 비해 시공범위의 확대
② 공사비절감
③ 공기단축
④ 질의 향상 및 균일화
⑤ 시공의 안전성
⑥ 시공관리의 합리화를 들 수 있다.

(2) 장비의 관리

공사의 종류, 규모, 현장조건, 공정 등을 검토한 후 사용기계의 종류와 수량을 결정한다. 현장공사관리는 장비의 관리가 주체이며 이의 양부는 공사의 성패에 크게 좌우한다. 따라서 공사의 목적을 달성하기 위해 다음과 같은 장비의 관리가 필요하다.

① 장비의 선정과 조합
② 대정에 맞는 도입과 사용계획
③ 운전자의 관리 및 시공지도
④ 안전관리
⑤ 소음, 진동, 수질오염 등 공해발생방지와 제어

이들은 장비의 교체등도 포함하여 유효적절한 운용을 해야 한다.

(3) 장비의 선정

각 공사의 작업내용, 현장조건(공기, 조석, 바람, 파랑, 강우, 기온, 지형지질, 수심, 시공에 따른 장해물의 유무, 노면상태 소음, 진동규제, 수질오염방지 등) 안전성 재료구득의 난이 등을 고려한 후 선정한다.

장비의 선정은 소정의 품질과 공기를 만족시키고 안전이고 경제적으로 공사를 수행할 수 있으며 필요시 추가투입 가능한 보유 장비의 상황 등을 고려하여 결정한다.



집필위원	분야	성명	소속	직급
	관개배수	김선주	한국농공학회	교수
	농업환경	박종화	한국농공학회	교수
	토질공학	유 찬	한국농공학회	교수
	구조재료	박찬기	한국농공학회	교수
	수자원정보	권형중	한국농공학회	책임연구원

자문위원	분야	성명	소속
	농촌계획	손재권	전북대학교
	수자원공학	윤광식	전남대학교
	지역계획	김기성	강원대학교
	수자원공학	노재경	충남대학교
	농지공학	최경숙	경북대학교
	관개배수	최진용	서울대학교

건설기준위원회	분야	성명	소속
	총괄	한준희	농림축산식품부
	농업용댐	오수훈	한국농어촌공사
	농지관개	박재수	농림축산식품부
	농지배수	송창섭	충북대학교
	용배수로	정민철	한국농어촌공사
	농도	조재홍	한국농어촌공사 본사
	개간	백원진	전남대학교
	농지관개	이현우	경북대학교
	농지배수	남상운	충남대학교
	취입보	김선주	건국대학교
	양배수장	정상옥	경북대학교
	경지정리	유 찬	경상대학교
	농업용관수로	박태선	한국농어촌공사 본사
	농업용댐	손재권	전북대학교
	농지배수	김정호	다산컨설턴트
	농지보전	박종화	충북대학교
	농업용댐	김성준	건국대학교
	해면간척	박찬기	공주대학교
	농업수질및환경	이희억	한국농어촌공사 본사
	취입보	박진현	한국농어촌공사 본사

중앙건설기술심의위원회	성명	소속
	이태옥	평화엔지니어링
	성배경	건설교통신기술협회
	김영환	한국시설안전공단
	김영근	건화
	조의섭	동부엔지니어링
	김영숙	국민대학교
	이상덕	아주대학교

농림축산식품부	성명	소속	직책
	한준희	농업기반과	과장
	박재수	농업기반과	서기관

설계기준
KDS 67 65 20 : 2018

해면간척 방조제 설계

2018년 04월 24일 발행

농림축산식품부

관련단체 한국농어촌공사
58217 전라남도 나주시 그린로 20(빛가람동 358) 한국농어촌공사
☎ 061-338-5114 E-mail : webmaster@ekr.or.kr
http://www.ekr.or.kr

(작성기관) 한국농공학회
06130 서울시 강남구 테헤란로 7길 22(역삼동 365-4) 과학기술회관 본관 205호
☎ 02-562-3627 E-mail : j6348h@hanmail.net
http://www.ksae.re.kr

국가건설기준센터
10223 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283(대화동)
☎ 031-910-0444 E-mail : kcsc@kict.re.kr
http://www.kcsc.re.kr

※ 이 책의 내용을 무단전재하거나 복제할 경우 저작권법의 규제를 받게 됩니다.

KDS 67 65 30 : 2018

해면간척 용배수 설계

2018년 04월 24일 제정
http://www.kcsc.re.kr

농림축산식품부



건설기준 코드 제·개정에 따른 경과 조치

이 코드는 발간 시점부터 이미 시행 중에 있는 설계용역이나 건설공사에 대하여 발주기관의 장이 필요하다고 인정하는 경우 종전에 적용하고 있는 기준을 그대로 사용할 수 있습니다.

건설기준 코드 제·개정 연혁

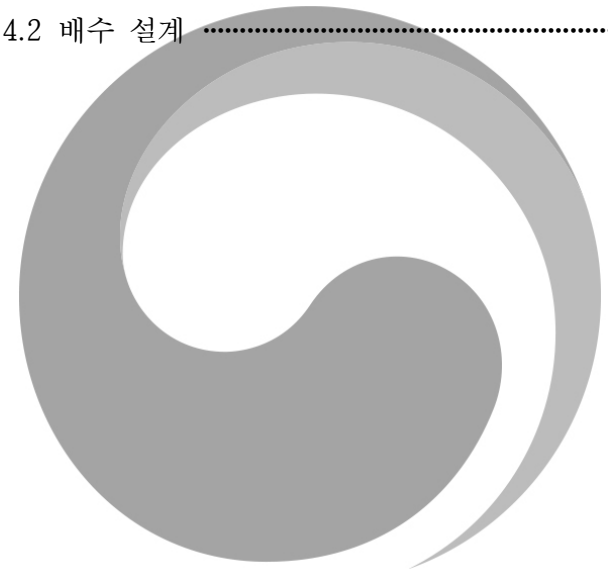
- 이 기준은 KDS 67 65 30 : 2018 으로 2018년 04월에 제정하였다.
- 이 기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 건설기준 간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.
- 이 기준의 제·개정 연혁은 다음과 같다.

건설기준 코드	주요사항	제·개정
농지개량사업 계획설계기준 해면간척편	• 농지개량사업 계획설계기준 해면간척편 제정	제정 (1972. 12)
농지개량사업 계획설계기준 방제공편	• 농지개량사업 계획설계기준 방재공편 제정	제정 (1987. 12)
농지개량사업 계획설계기준 해면간척편	• 농지개량사업 계획설계기준 해면간척편 개정	개정 (1991. 12)
농업생산기반정비사업 계획설계기준 해면간척편	• 농업생산기반정비사업 계획설계기준 해면간척편 개정	개정 (1997. 12)
KDS 67 65 30 : 2018	• 국토교통부 고시 제2013-640호의 “건설공사기준 코드체계” 전환에 따른 건설기준을 코드로 정비 (농업생산기반정비사업 계획설계기준 해면간척편 및 방제공편 합본) • 건설기술진흥법 제44조 및 제44조의 2에 의거하여 중앙건설심의위원회 심의· 의결	제정 (2018. 04)

제 정 : 2018년 04월 24일 **개 정 : 년 월 일**
심 의 : 중앙건설기술심의위원회 **자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회**
소관부서 : 농림축산식품부 농업기반과
관련단체(작성기관) : 한국농어촌공사(한국농공학회)

목 차

1. 일반사항 ····· 1
1.1 목적 ····· 1
1.2 적용 범위 ····· 1
1.3 참고기준 ····· 1
1.4 용어의 정의 ····· 1
1.5 기호의 정의 ····· 1
2. 조사 및 계획 ····· 1
3. 재료 ····· 1
4. 설계 ····· 1
4.1 용수 설계 ····· 2
4.2 배수 설계 ····· 18



해면간척 용배수 설계

1. 일반사항

1.1 목적

· 내용 없음

1.2 적용 범위

· 내용 없음

1.3 참고기준

· 농업생산기반정비사업계획설계기준, 1991 : 해면간척편.
· 농업생산기반정비사업계획설계기준, 2017 : 농업용댐 (KDS 67 10 20 : 2017)
· 농업생산기반정비사업계획설계기준, 2017 : 농지관개 (KDS 67 40 20 : 2017)
· 농업생산기반정비사업계획설계기준, 2017 : 농지배수편 (KDS 67 45 20 : 2017)
· 농업생산기반정비사업계획설계기준, 2017 : 양배수장편 (KDS 67 30 20~60 : 2017)

1.4 용어의 정의

· 내용 없음

1.5 기호의 정의

· 내용 없음

2. 조사 및 계획

· 내용 없음

3. 재료

· 내용 없음

4. 설계

4.1 용수 설계

4.1.1 해면간척과 용수

(1) 해면간척으로 발생하는 용수문제는 용수의 개발(주로 담수호) 과 용수의 공급이다. 용수의 개발은 일반적인 수자원개발과 비교해서 수질과 용수공급체계, 용수의 재이용 및 유량파악, 홍수시 수위상승과 배수영향 거리 등에 있어 차이가 있으며 용수계획은 이러한 문제들을 고려해야 한다. 용수의 공급은 간척지의 토지이용계획에 따라 용수수요가 다양화되고 있는 것에 주의해야 한다.

(2) 해면간척과 용수의 관계는 양면성을 가지고 있다. 하나는 방조제에 의해 조성되는 용수의 연발(담수호)이고 다른 하나는 간척지의 토지 이용계획에 따라 필요한 용수를 공급하는 것이다. 해면간척의 주요한 목적중의 하나가 용수의 개발이며, 또 다른 목적을 효과적으로 달성하기 위해서는 용수의 이용이 중요한 문제가 된다.

(3) 해면간척에 의한 용수의 개발은 일반적인 수자원개발과는 많은 점에서 차이가 있다. 먼저 이수적인 측면에서 수질이 용수로 이용하기 전에 먼저 담수호화가 이루어져야 하며, 이러한 염도뿐만 아니라 일반 수질, 예로 상류에서 사용된 후의 퇴수를 저류하였다가 사용하게 되므로 일반적인 수자원개발보다 영양분이 많은 물을 저수하게 되며 또한 용수공급체계에 있어서도 불리하다. 일반적인 수자원개발(지표수댐)은 대부분 자연흡수가 가능한 반면에 해면간척에 의한 용수개발은 양수장에 의해 공급해야 하기 때문이다. 그 외 특징으로는 담수호와 물수요지가 동일 유역내에 있으면 용수의 재이용률이 높게 되며, 담수호가 일반적으로 하천 말단부에 위치하기 때문에 조수의 영향을 받아 유량파악이 어려운 점도 본 특징 중의 하나로 볼 수 있다.

(4) 치수적인 측면에서 해면간척에 의한 용수개발은 홍수 시 불리한 특징을 가지고 있다. 조석변화에 따른 제한된 시간 내 홍수배제로 종래보다 홍수위가 높아질 수도 있으며, 이로 인한 배수(back water)의 영향은 더 먼 거리까지 상류로 미친다. 특히 감조구간에서 수리해석이 복잡하다.

(5) 간척에 의해 조성된 토지에는 용수의 공급이 필요하다. 종래의 용수공급은 간척지의 대부분이 경지로 이용되었기 때문에 농업용수만을 계획하면 되었으나, 최근에는 효율적인 토지이용계획에 따라 도시, 공업, 축산, 수산용지 등 다양한 용도로 개발되므로 이에 맞추어 용수의 공급도 다양화되어야 한다. 이렇게 볼 때 용수의 다목적 사용과 조석의 영향 및 간척지의 배수문제 등과 함께 새로운 담수호계획에 필요한 기법이 개발되어야 한다.

(6) 이와 같이 용수의 개발이 종래 단일 목적에서 다목적(Multi-Purpose)으로, 단일 시설물에서 여러 개의 조합된 시설물(Multi-Unit)로, 또한 단일 목표에서 다목표(Multi-Object)로 전환하기 위해서는 현대적인 분석기법 즉, 체계분석법(System Analysis), 최적화기법(Operation Research) 및 컴퓨터의 프로그래밍기법 등의 도입이 필수적이다.

4.1.2 용수개발계획

(1) 간척지의 토지이용이 다용도로 계획되기 때문에 용수의 개발도 다목적이 된다. 여기에는 필

요한 용수를 공급하는 것뿐만 아니라 용수의 개발과 관련된 수질관리 및 자연과 사회 환경보전 등도 여의의 용수개발의 목적이 될 수 있다.

4.1.2.1 개발 목적

(1) 해면간척에 의한 용수의 개발목적은 여러 가지 측면에서 생각할 수 있다. 우선 간척지개발에 따른 각종 물 수요를 공급 (Water Supply)하는 것이며 다음으로 주운과 같은 수역내에서 필요유량의 유지(in stream Flow) 등을 용수개발의 목적으로 할 수 있다. 한편 용수개발의 목적을 사회·경제적인 측면에서도 고찰할 수 있으며, 생태계의 보전과 수질관리를 위한 환경보전도 용수개발의 중요한 목적중의 하나이다.

(2) 용수공급이 다목적일 경우 다음과 같은 용수수요를 고려해야 한다.

① 관개용수(답, 전)
② 생활용수
③ 공업용수
④ 축산 및 수산용수
⑤ 발전소의 냉각수

(3) 또한, 배수 및 환경보전과 관련하여 다음과 같은 용수개발의 목적도 고려한다.

① 홍수조절 및 재해방지
② 주운 및 하구유지를 위한 유량방류
③ 수질관리를 위한 희석수
④ 하구 및 담수호의 생태계보전을 위한 수량확보
⑤ 관광·위락을 위한 수역확보

(4) 한편, 용수개발의 궁극적인 목적은 인간생활의 질을 향상시키는 것이라고 볼때 다음과 같은 목적도 생각할 수 있다.

① 지역 및 국가경제의 발전
② 개인의 수익증대
③ 건강한 삶과 안전한 생활 향유
④ 교육 및 문화적 기회부여
⑤ 재해에 대한 예방

4.1.2.2 개발계획 수사 과정

(1) 용수개발계획 수사단계는 목표를 절정하고, 이 목표를 달성하는 데 있어 여러 가지 문제점을 도출하여 분석한 다음 이 문제점을 해결하기 위한 다양한 방안을 수립하고 이 방안이 미치는 영향을 개략적으로 평가한다. 다음으로 여러 가지 방안을 공평하게 비교하기 위해 기준을 설정하고 이로 인한 상세한 영향을 평가 하도록 한다. 그 후 우선순위 및 공정계획을 수립하고 최종적인 안을 확정한다.

4.1.2.3 개발 계획 수립시 고려사항

(1) 기후와 기상변화, 한발의 불확실성과 위험도 (Risk)를 고려하여 신뢰도가 90%(10년 빈도)가 되도록 용수개발계획을 수립한다.
(2) 홍수배제와 한발 모두를 만족시킬 수 있는 비시설물의 계획에 중점을 둔다. 즉 최대한 간척지 면적을 늘리기 위하여 방수제(담수호내제)를 과도하게 담수호 측으로 옮길 경우 만조시 홍수의 일시 저류능력을 감소시켜 홍수를 유발시킬 가능성이 많다. 여기서 비시설물이란 물 관리 체계의 확립, 홍수보험 및 토지이용계획의 조정 등 시설물이 아닌 모든 수단을 의미한다.
(3) 관개용수를 최대로 절약할 수 있도록 관개조직을 구성하고 타 용도의 용수사용 기회를 확대하도록 계획한다.
(4) 담수호를 수원으로 할 경우 유입수의 수질을 예측하고 특히 비점오염 (Non-Point Pollution)의 관리방안을 구상한다.
(5) 유역내 토양침식과 유사이동 등을 관찰하여 수리시설물 및 환경에 미치는 영향을 파악해야 한다.
(6) 가까운 장래 용수공급을 확대할 획기적인 기틀은 아직 없으므로 간척지를 포함한 배후지의 토지이용계획 및 물 수요에 대한 정확한 예측이 필요하다.
(7) 다용도 용수를 공급하는 계획일 경우 최적이용관리 방안을 염두에 두고 계획한다.
(8) 물 관리 중 용수의 절약이 가장 저렴한 용수개발임을 고려하고, 특히 약간의 관개용수절약이 타 생·공업용수의 경우 완전공급이 가능해질 수 있음을 고려하여 계획을 수립한다.

4.1.2.4 개발모형

(1) 해면간척에 의한 용수개발모형은 일반 저수지, 담수호, 양수, 저유지 등 3가지로 분류된다. 담수호방식은 다시 금강형, 대호형, 영암호형 등 3가지 유형으로 분류할 수 있다. 일반적으로 대호형이 이치수면에서 무리가 없다. 향후의 서해안 담수호 개발형태는 영암호형이 많아질 것으로 보인다. 양수저류지 방식은 용수개발측면에서 피하는 것이 좋다.
(2) 해면간척과 관련된 용수개발은 이제까지 3개 유형 정도로 분류된다. 소위 담수호, 저수지 및 양수 저류지 등이며 이 밖에 각 유형 중에서 간접유역으로 부터 도수방법에 따라 몇 개 유형이 더 있을 수 있다.
(3) 우리나라에서 이제까지의 용수개발방법은 간척방식에 따라 변해왔다. 일제시대의 간척과 미완공 간척방식 (여기서 미완공 간척이란 방조제만을 축조하고 간척지개발이 유보된 간척방식)의 경우 대부분 간척지의 조성에 주목적을 두었기 때문에 담수호에 의한 용수개발방식은 이루어지지 못하고 주로 배후유역의 기존 관개조직으로 부터 용수를 공급받거나 신규 저수지를 축조함으로써 용수를 해결하였다. 이러한 방식은 배후유역의 수자원부존량이 풍부한 것에 연유하기도 하지만, 방조제가 짧고 물막이가 용이한 지리적 여건이 깊은 갯고랑구간을 회피하였기 때문으로 풀이할 수 있다.
(4) 한편 미완공 간척 중에 양수저유방식이 나타났다. 이는 배후유역을 고려하지 않고 간척지역 조성에만 중점을 둔 결과 배후지에는 저수지의 적지가 없고 간척지내에는 깊은 갯고랑구간이 없어 담수호조성도 불가능한 곳이기 때문이다. 이 경우 간척지내 또는 인근에 저류지를 축조하고 유역에서 유출된 수량을 양수하여 저류하는 방식이다.

(5) 그 후 대단위 농업종합개발사업의 일환으로 담수호에 의한 용수개발방식이 채택되어 왔다. 이 방식은 아산·남양지구에서 최초로 시작되어 주위 간척지의 용수공급은 물론 배후지에 관개용수도 함께 공급하고 있다. 이러한 담수호용수개발방식이 가능했던 배경은 깊은 갯고랑구간의 물막이공법이 발달하였기 때문이다.

(6) 일반적인 저수지를 용수원으로 개발하는 방식에 대해서는 농업생산기반정비사업계획설계기준 (댐편, 2002) 및 농업용댐(KDS 67 10 20 : 2017)을 참조한다.

4.1.3 용수 수요 추정

(1) 용수수요 추정은 간척지의 토지이용계획과 배후지의 관발계획에 따라 필요한 모든 용수수요를 고려해야 한다. 관개용수는 경지면적의 개념으로 추정하고 나머지 생·공·축·수산용수 등은 원단위용수 개념으로 추정한다. 관광·위락용수는 관광객 수에 의한 수익을 고려하여 타 용수공급과의 최적배분량을 결정해야 한다.

(2) 용수수요는 간척지와 배후지의 개발계획의 목적에 따라 종합적으로 수요를 추정해야 한다. 특히 배후지의 경우 물수요는 기존의 수리권(시설현황)과 추정능력을 판단해야 하며 물 공급체계에 비효율적인 요소가 없는가를 파악해야 한다. 간척지를 포함한 일정지역의 용수수요는 별도의 용수개발계획이 가까운 장래에 없다고 보고 가능한 한 넓은 지역의 용수수요를 추정할 필요가 있으며 인근지역의 용수개발계획도 연계해서 파악해야 한다.

(3) 물수요의 목표연도도 장래 토지이용계획과 인구 및 산업계획에 따라 달라지므로 타 개발계획의 목표연도를 참고하여 되도록이면 장기간의 목표연도를 채택하도록 한다.
각 용수수요별로 추정방법을 살펴보면 다음과 같다.

4.1.3.1 관개용수

(1) 관개용수는 전답 등 경지에 필요수량을 공급하는 것이다. 간척지를 경지로 개발할 경우 특히 용수부족이 발생하지 않도록 해야 한다. 이는 물이 부족할 경우 토괴속의 염분이 모세관현상에 의해 상승하기 때문이다. 일반적으로 관개계획은 10년 빈도(물부족이 발생하지 않을 확률 90%)를 기준으로 하지만 배후지의 경지에 비해 동일한 한발에도 그 피해는 더 심할 수 있기 때문에 숙답이 될때까지 물관리에 주의하는 수밖에 없다.

(2) 관개용수의 상세한 추정방법은 농업생산기반정비사업계획설계기준 (관개편, 1998) 및 농지관개(KDS 67 40 20 : 2017)을 참조한다.

4.1.3.2 생활용수

(1) 생활용수의 추정은 장래 인구수에 1인 1일 급수량(1pcd)을 곱하여 얻는다. 인구수는 용수공급 예정식구내의 인구를 추정하여야 한다. 인구추정방법은 과거의 인구변동상황을 수십 년간 조사 자료에 연평균 증가률 또는 감소률을 구하여 목표연도(보통 2015을 목표로 한다)까지 최소자승법 또는 등비급수법에 의해 추정한다.

(2) 급수대상 인구는 전체 추정인구에서 해당지역의 취수실태 (특성)을 고려하여 100～70%의

범위 내에서 결정한다.

4.1.3.3 공업용수

(1) 공업용수의 원단위 추정은 여러 가지 방법으로 할 수 있다. 예를 들면 공종별 생산량에 의하는 방법과 공장종업원수에 의하는 방법 및 공장부지면적에 의하는 방법 등을 들 수 있다. 앞의 방법 2가지는 장래 임의지역의 산업형태와 지역경제개발계획에 따라 업종이 변할 수 있기 때문에 출하액과 종업원 수의 예측이 곤란하다. 그에 비해 공장부지면적당 기준 급수량(업종별 평균)을 정해 놓고 장래 공장계획 또는 확장계획만을 조사하여 단위면적당 용수량을 곱하면 수요추정이 가능해 진다.

(2) 일반적으로 우리나라의 공업용수량은 업종평균 21.1㎥/일/1,000㎡이고 농공지구의 경우 일반 공단보다 적은 14.7㎥/일/1,000㎡이다.

4.1.3.4 축산용수

(1) 축산용수 추정은 사육종목과 사육두수 및 사육방법에 따라 달라진다. 사육종목과 사육두수의 추정은 장기적인 지역농업 개발계획에 수립된 곳에서는 이 계획을 수용하면 되나 그렇지 못한 지역의 경우 또는 간척지내에 축산단지를 계획할 경우 현재 축산업 현황을 조사하고 향후 산업개발에 대한 주민의 요구를 파악하여 이의 개발모형을 적용하는 방법도 있다.

(2) 축산계획이 확정되면 장래 축산두수에 1일 급수량을 곱하여 축산용수를 추정할 수 있다.

4.1.3.5 수산용수

(1) 수산용수의 추정은 수산종목과 생산량에 따라 달라진다. 일본의 경우 연평균 수산생산량 t당 140천㎥의 용수를 공급한 실적이 있다.

4.1.3.6 관광. 위락용수

(1) 관광· 위락의 종류에 따라 용수는 달리 확보된다. 단순한 자연경관을 감상하는 것이라면 관광객에 대한 생활용수차원에서 해결할 수 있으나, 보트 또는 뱃놀이, 낚시 또는 수영 등의 위락시설로서 담수호를 이용하려면 일정 수위를 유지하고 있어야 한다. 이런 의미에서 관광. 위락용수는 일반적인 용수공급과는 이율배반적인 관계에 있다. 이와 같은 용수를 만족시키면서 관광·위락용수의 추정은 저수지의 모의조작을 통해서 가능하다. 이와 함께 관광·위락용수의 확보와 용수공급으로 얻어지는 수익을 시기별로 분석할 필요도 있다.

(2) 기타 사항은 농업생산기반정비사업계획 설계기준 농지관개편(KDS 67 40 10 : 2017)을 따른다.

4.1.4 수자원 부존량 추정

(1) 수자원 부존량은 강우가 담수호로 유입되는 수량으로 설명할 수 있다. 유입되는 수량은 자연상태 유출량, 증가유출량 및 수면강수량 등 여러 형태로 유입된다.

4.1.4.1 자연상태 유출량

(1) 자연상태 유출량이란 유역이 개발되지 않은 상태하의 유출량을 의미한다. 이의 추정방법은 직접법과 간접법이 있으며 직접법은 장기간에 걸쳐 수위관측과 정기적인 유속 및 하천횡단측량이 행하여 져야 한다. 반면에 간접법은 수문모형에 의해 강우량으로부터 유출량을 추정하는 것이다. 이 방법은 유역의 특성, 수문자료의 유효성, 용수개발의 목적 등에 따라 적절히 적용해야 한다.

(2) 완전한 자연상태의 유역이란 있을 수 없으며 어느 정도의 개발은 불가피하다. 이 경우 유역내에 자연상태 유출량을 전량 소모하는 개발형식이 있을 수 있으며, 반대로 기존의 유출량을 증가시키기 위한 개발형식도 있다.

(3) 자연상태의 유출량은 수문학적인 방법에 의해 산정 또는 추정한다. 여기서 수문학적인 방법이란 유역의 특성, 수문자료의 질과 량, 용수개발의 목적 등에 따라 수문학적인 이론이 달리 적용됨을 의미한다. 이를 위한 수문학적인 방법은 많이 있으나 여기서는 종류와 이에 따른 고려사항을 위주로 언급하고자 하며 구체적인 분석방법은 해당 전문서적을 참고한다.

① 직접법

직접유량을 측정하는 방법(간접법)은 다음의 절차에 의하여 유출량을 산정한다.

② 간접법

간접법은 일반적으로 수문모형에 의해 강우량으로부터 유출량을 추정하는 것이다. 이러한 수문모형에는 많은 종류가 있으나 실무적인 입장에서는 대상지역의 조건을 만족시킬 수 있는 모형이 선정되어야 한다.

가. 관개용수를 포함하는 경우 일 변화에 대응할 수 있도록 일단위 유출량을 추정할 수 있어야 한다.

나. 일반적으로 실측 유출량 자료가 없는 경우가 많으므로 모형의 매개변수는 현장에서 실측할 수 있는 것이 좋다.

다. 단기간의 실측 유출량 자료가 있는 경우에는 이 자료에 의해 모형의 매개변수를 보정(calibration)한 후 사용하기 때문에 입력자료의 수가 적고 모형의 구조가 단순해야 한다.

라. 상기 조건을 만족시키기 위하여 모형의 출력인 유출량의 정확성을 희생시켜서는 안 된다. 다시 말해서 될수록 정확한 결과를 얻을 수 있는 모형을 선정하여 사용할 수 있도록 해야 한다.

(4) 실제적으로 상기 4가지 조건을 동시에 만족시키는 수문모형이란 존재할 수 없다. 예를 들면 우리나라 장기 유출량 추정에 가장 많이 사용되는 가지야마(梶山)식은 입력 자료수가 적고 실측 유출량 자료가 없는 유역에서도 쉽게 적용할 수 있는 이점은 있으나, 시간 간격이 순단위이다. 그 정확성에 있어서는 타 모형에 비해 떨어짐이 그 동안 많은 국내 수문학자들에 의해 증명된 바 있다.

4.1.4.2 증가 유출량

(1) 증가 유출량은 상류댐에 의한 하천 유지수, 인접유역으로부터 도수 및 회복수로 구성된다. 대규모 하천의 댐인 경우 하천유지 수량은 추정이 용이하며 인접유역의 도수량은 시기별로 파악함이 중요하다. 회복수는 유역의 물수지에 의해 간접적으로 추정이 가능하다. 정확한 회복율과 그 시기의 추정은 거의 불가능하다.
(2) 증가 유출량(Augmentation Flow)은 자연상태 유출량보다 임의 기간에 있어 증가된 유량을 말한다. 증가되는 원인은 일반적으로 상류의 저수지에 의해 하천유량이 조절되고나 인접유역으로부터 도수되어 오거나 洑 또는 양수장에 의해 급수된 후 퇴수로서 회복되는 것 등에 의해 일어난다.
(3) 용수계획 수립시 이러한 하천유지 용수량 또는 향후 계획수량 등을 하천지점별로 조사하여 담수호 유입량 산정시 고려되어야 할 것이다.

4.1.4.3 유역물수지

(1) 유역물수지는 저수지를 포함하여 유역내 발생하는 모든 물수지 요소를 임의의 계산지점을 중심으로 계산하는 기법이다. 이를 통해 담수호의 유입량을 합리적으로 추정함이 가능하다. 유입요소로는 자연상태 유출량, 지류유입, 회복수, 지하수유입 등이 있고, 유출요소로는 용수공급, 증발, 하천유지수 등이 있다. 계산지점은 유입, 유출이 분명한 곳을 선정해야 하며, 계산간격은 일별로 하는 것이 좋다.
(2) 계산지점의 선정은 유입유출이 분명하게 나타날 수 있는 소유역의 경계가 되거나 지류와의 합류점전후, 댐 직하류지점 등이 되도록 하고 경지의 중간이나 저수지 직하류가 되지 않도록 한다.
(3) 유역물수지의 계산시간 간격은 담수호 물수지계산과 일치시킨다.

4.1.4.4 담수호유입량

(1) 담수호로 유입하는 수량은 일반 저수지유역으로부터 유입하는 수량과 그 종류와 유사하다. 즉 자연상태 유입량, 증가 유입량, 지하수 유입량, 수면강수량, 간천지로부터의 회복수 등을 들 수 있다. 일반 저수지와 다른 점은 회복수의 비중이 크다는 점이다.
(2) 자연상태 유입량은 직접법과 간접법이 있으며 간접법은 수문모형을 이용하여 추정하는 것이다. 증가 유출량은 유역조사를 통해 댐 관리자로부터 해당 자료를 구할 수 있다. 수면강수량은 담수호 만수면적과 강우량으로부터 계산이 가능하다. 그러나 지하수 유입량과 회복수에 관해서는 어떤 구체적인 방법이 제시되어 있지 않다. 따라서 지하수유입량에 대해서는 안전을 고려하여 보통 생략하며 회복수에 대해서는 기존의 간척지구의 예를 참조하여 지구의 크기, 간척지의 토양, 경지의 물관리 행태 등을 고려하고 급수량의 비율을 적용하여 산정할 수밖에 없다.
(3) 자연상태 유입량을 간접법에 의해 추정할 때 유역내 관개용 저수지가 있을 경우 동 유역면적을 제외하고 추정해야 한다. 이 경우 하천 길이가 길고 유역내 관개용 저수지가 산재할 경우 원칙적으로 앞에서 기술한 유역물수지 기법을 도입해야 하지만, 개략적인 방법으로서 다음과 같은 방법도 많이 사용된다.

① 관개용 저수지를 중심으로 물 수지를 계산한다.
② 물넘이 방류량만을 담수호 유입량으로 간주한다. 이때 저수지의 규모에 따라 방류량과 그 시기가 달라진다.
③ 동 저수지의 급수구역이 담수호 유역내에 있다면 회복수량도 생각할 수 있다.

(4) 기타 사항은 농업생산기반정비사업계획 설계기준 농지관개편 (KDS 67 40 10 : 2017)을 따른다.

4.1.5 담수호 규모 결정

(1) 담수호의 규모는 호의 홍수위, 만수위, 사수위를 결정함과 동시에 계절별 여러 가지 관리수위를 검토하여 결정한다. 다시 말하면 총저수량, 유효저수량, 사수량, 홍수저유용량 등을 각각 결정하여 방조제단면 또는 내방수제높이 결정시에 기초자료를 제공하게 된다.

4.1.5.1 저수용량 구분

(1) 담수호 저수용량의 종류는 일반 저수지와 동일하며 총저수량, 유효저수량(필요저수량), 사수량, 홍수저유용량 등으로 구분된다. 다만 홍수저류용량에 있어, 일반 저수지의 홍수조절용량은 하류의 홍수조절에 기여하는데 비하여 담수호의 경우 만조시 홍수의 일시 저류역할만을 수행하기 때문에 홍수저류용량으로 구분하였다.

(2) 만수위를 가정하고 담수호의 규모조작에 의해 필요저수량을 확정하면 사수위가 결정된다. 동 사수위는 다시 배수문바닥표고와 연관하여 조정된다. 총저수량은 만수위 이상에서 주어진 설계홍수가 유입하였을 때 최고로 상승한 수위까지의 용량이므로 배수문 나비(통수단면적)과 관계가 있다.

(3) 저수용량 결정 방법은 종류에 따라 <표 4.1-1>과 같이 요약할 수 있다.

<표 4.1-1> 담수호 저수용량의 종류

저수용량의 종류	결정방법	수위
(1) 총저수위	(2)+(3)+(4)	홍수위-최심바닥
(2) 유효저수량(필요저수량)	모의조작	만수위-사수위
(3) 홍수저유용량	홍수추적	홍수위-만수위
(4) 사수량	비수갑문 바닥표고	사수위-최심바닥

4.1.5.2 만수위

(1) 담수호의 만수위는 조위, 간척지의 지배적인 표고, 호의 홍수저유능력, 필요저수량의 크기, 물관리방식, 제염방식 및 사수위 등의 여러 인자에 의해 결정된다. 이런 인자는 하나 또는 그 이상 상호 연관되어 있으며 지구에 따라서는 모든 인자를 고려해야 할 경우도 있다. 따라서 최적화 기법을 사용하여 최적화된 만수위를 결정해야 한다.

(2) 담수호의 만수위는 보통 소조평균 간조위 부근이 유리하다고 할 수 있다. 이는 담수호의 수위

를 인위적으로 조절하지 않을 경우 자연적으로 유지되는 수위이기도 하다. 자연적인 방법에 의해 담수호의 수위를 가장 낮춘다고 하더라도 대조평균간조위 이하로는 거의 불가능할 것이다. 이론적으로는 약최저간조위까지 낮아질 수는 있으나 유입량과 배수문 배제시 필요한 수두로 인해 사실상 이 수위까지 저하되기는 힘들다. 그 외 만수위 결정에 관련되는 인자는 다음과 같다.

① 조위(소조평균간조위)
② 주변 간척지의 지배적인 표고(최저개발표고)
③ 담수호내 홍수저류능력
④ 필요저수량(필요수량)
⑤ 관리수위(물관리방법)
⑥ 제염방식(담수호화정도)
⑦ 사수위

(3) 주변 간척지의 지배적인 표고는 간척지개발의 최저표고가 될 수 있다. 만수위는 상기 표고가 정해진 후 평상시 지하수위를 고려하여 0.8m～1.0m정도 낮게 결정하는 것이 일반적이다. 이때 소조평균간조위를 기준한 만수위와 비교 검토하여 개략적인 만수위의 범위를 정할 수 있다. 이와 같이 만수위의 개략 범위가 결정되면 여러 가지 인자를 고려하여 최종적으로 만수위를 확정해야 한다.

(4) 특히, 최고 홍수위의 상승에 여유가 없을 경우 만수위를 낮추어야 하고, 필요저수량의 확보가 어려울 경우 반대로 만수위를 높여야 함은 당연하다. 최고 홍수위의 상승은 기설 배후지에 영향을 미치지 않아야 하고 개발간척지의 배수에 지장이 없어야 한다. 필요저수량의 확보가 어려울 경우 담수호에서는 일반 저수지의 경우와 달리 사수위를 낮추는 것이 일반적이나 제염과 배수문의 공사비 등의 제한을 받아 사수위를 낮출 수 없는 경우도 있으므로 만수위를 올려 조정할 수밖에 없다.

(5) 만수위는 물관리기술에 따라 여러 수위가 있을 수 있다. 만수위는 원래 미래의 물 부족에 대한 불확실성으로 인하여 많은 양을 가지고 있어야 한다. 최근에는 자동계측 및 조작 장비의 발달로 이의 여유를 점차 줄여 갈수 있게 되었다. 이러한 방식의 물 관리로 만수위의 결정은 실제 시설물을 관리하는 입장에서 얻을 수 있는 효과이고 계획단계에서는 장기간에 걸쳐 모의조작을 해보다야 알 수 있다. 즉 계절별 필요저수량의 변화와 연중 집중되는 물 부족의 기간 및 일수 또한 이들의 발생빈도 등은 모두 장기간에 걸친 모의조작에 의해서만 가능하다.

(6) 제염방식이 만수위결정에 미치는 영향은 사수위와 연관되어 있다. 배수문만으로 제염을 하면 배수문바닥 이하에는 여전히 담수호화가 되지 않아 용수로서 사용하기 곤란하기 때문에 사수위는 배수문 바닥표고 이하로는 낮출 수 없다. 만약 배수문방식이 아니고 제염암거를 병용하는 제염방식일 경우 담수층은 깊어지고 따라서 사수위를 낮출 수 있기 때문에 만수위는 사수위가 낮아진 만큼 이론적으로 낮출 수 있다.

(7) 만수위 결정에 미치는 여러 인자들 간에는 최적화가 이루어져야 한다. 만수위를 어느 선에서 확정하면 개발면적 수자원을 최대로 확보하면서도 사업비는 최소로 되는가 등의 문제를 생각해 보아야 한다. 상기 예에 사용된 변수는 3가지에 불과하지만 실제로는 앞에서 예시한 7가지

인자 모두가 상호 연관되어 있으므로 지구 성격에 따라 적합한 최적화모형을 개발해야 한다.

4.1.5.3 필요저수량

(1) 필요저수량은 담수호의 모의조작을 통해 얻어지며 이 모의조작은 주로 물수지 방법에 의해 이루어진다. 주어진 기간의 물수지 결과 "—"가 되는 해당기간의 필요저수량을 누가하고 이것으로부터 연최대 필요저수량의 시계열을 구성하여 10년 빈도치를 구하면, 구하고자 하는 필요 저수량이 된다. 기간 필요 저수량을 누가할 때는 이웃하는 해의 결과를 연속해서 누가 하느냐에 따라 제로베이스(zero base)방법과 케리오버(carry over)방법이 있다.

(2) 담수호에서 확보해야 할 필요저수량은 통상 담수호를 모의 조작해 봄으로서 알 수 있다. 여기서 모의조작이라 함은 담수호를 중심으로 해서 유입유출수량의 시간적인 변화에 따라 담수호의 수위 또는 저수량의 반응을 살피는 것으로 볼 수 있다. 이는 통상 물 수지를 계산함으로써 달성될 수 있다.

① 담수호 물수지방정식

담수호에 있어 물수지 요소의 종류와 그 관계를 식으로 나타내면 다음과 같은 물수지방정식을 얻을 수 있다. 즉, t일의 저수량 S_t는 다음 식과 같다.

$$S_t = S_{t-1} + I_t + U_t + P_t - (R_t + O_t + E_t + G_t + D_t)$$

$S_{t-1} = t-1$일의 저수량

여기서, I_t : t일의 지표수유입량(㎥/일), U_t : 지하수 유입량(㎥/일)

P_t : 수면상 강수량(㎥/일: 강우량x수면적), R_t : 양수장에 의한 용수공급량(㎥/일)

O_t : 배수문에 의한 잉여수 배제량(㎥/일), E_t : 수면증발량(㎥/일:증발량x수면적)

G_t : 지중침투손실량(㎥/일), D_t : 배수문 및 방조제 누수량(㎥/일)

② 기간필요저수량

기간필요저수량이란 물수지 계산기간별 저수해야 될 수량을 말한다. 즉, 일별로 물수지계산을 하였을 경우 하루 동안의 유입요소의 합에서 유출요소의 합을 뺏을 경우 그 결과가 "+"이면 잉여수량이 되고 "-"이면 이 값이 당일의 필요저수량이 된다. 계산간격이 10일 또는 월의 경우도 동일하다.

③ 년최대필요저수량

기간 필요저수량을 앞에서 제시한 물수지식에 따라 전기간의 저수량 즉 t-1일의 저수량에 더해 가면, 일별 저수량의 변화를 추적함과 동시에 필요저수량을 누가해 나간다. 이 때 "-"저수량이 연속되어 계속 누적된 것 중 최대치를 연최대 필요저수량이 되고 담수호에서는 이 저수량을 확보해 두어야 물부족이 없이 용수공급이 가능해 진다.

년최대 필요저수량을 계산할 때 전년도의 기간 필요저수량을 고려하느냐에 따라서 제로베이스(zero base)방법과 캐리오버(carry over)방법으로 구분한다.

④ 필요저수량의 빈도

필요저수량의 빈도는 몇 년만에 발생하는 갈수년에 대해 용수공급을 보장할 것인가를 결정

하는 것이다. 이는 앞에서 구한 년최대 필요저수량의 시계별 자료를 빈도 분석함으로서 해결된다.

한편 이렇게 빈도분석된 10년 빈도의 필요저수량을 가정된 만수위에서 빼면 사수위가 얻어지며 또한 담수호의 규모도 결정된다.

(3) 기타 사항은 농업생산기반정비사업계획 설계기준 농지관개편 (KDS 67 40 10 : 2017)을 따른다.

4.1.6 담수호화 계획

(1) 담수호는 호의 규모 및 방조제축조의 적정단위선정 등 건설조건에 따라서 하구의 일부 또는 전체가 바다와 접하는 해안에 건설된다. 담수호는 배수시설인 배수문을 포함하는 방조제를 축조함으로써 조성된다.

4.1.6.1 담수호의 정의와 분류

(1) 담수호의 정의

외해와 격리된 해수는 배수문을 적당히 운영하거나 해수를 배제하는 수리시설(제염암거)에 의하여 점진적으로 담수로 치환시킨다.

담수호의 해수염도를 용수로 사용할 수 있는 낮은 염도로 전환시키는 진행과정을 염수화 과정이라 한다.

담수호 염도의 변화를 평가하는 작업 즉 염수화 분석은 저수지 염수화 계획에 가장 중요한 업무이다. 저수지 염도수지에 근거를 둔 이 작업은 염도의 변화를 예견하고 어떤 염도까지 도달하는데 필요한 기간을 추정하는데 특별한 의의가 있다. 그러므로 이 업무로부터 나온 결과는 담수화가 요수되는 수질을 만족시킬 수 있는지의 여부에 대한 중요한 자료를 제공할 수 있다.

(2) 담수호는 일반저수지와 비교할 때 다음과 같은 유리한 점이 있다.

① 담수호는 여러 갈래의 하천으로부터 풍부한 담수를 공급받을 수 있고 집중적이고 다목적의 물 소요량을 충족시킬 수 있다.

② 몽리면적이 비교적 담수호 가까이 있기 때문에 물공급은 경제적이다.

③ 단위 수량 당 건설비가 저렴하다.

④ 배후지는 염해로부터 경감될 수 있다.

⑤ 기존 수리권의 심각한 분쟁은 발생되지 않는다.

(3) 담수호의 분류

담수호를 특성에 따라 지형의 형태, 수자원이용의 시기적 형태, 및 염수배제의 기술적 형태 등에 따라 분류할 수 있다.

① 얕은 담수호

배수문이 하천바닥 최저부에 설치가 가능한 지형·형태로서 일반적으로 해수가 쉽고 완전하게 배제될 수 있다.

② 깊은 담수호

기술적 경제적 제한 때문에 배수문을 하천최심부에 설치가 불가능한 지형의 담수호를 말하

며 배수문 문턱(sill) 표고 이하에는 해수가 저류되어 보조적인 해수배제기술이 필요한 경우를 말한다.

(4) 수자원이용의 시기적 형태에 따른 분류

① 계절담수호

집중적인 물수요가 있는 계절에만 담수화시키는 경우이며 지형적 조건으로 영구화가 불가능할 때 농업용수개발계획으로 계획될 수 있다.

② 영구담수호

연중 필요한 용수를 사용할 수 있도록 계획된 영구적인 담수호를 말하며 대부분의 담수호가 이 형태에 속한다.

(5) 염수배제의 기술적 형태에 따른 분류

① 배수문에 의한 담수호

염수배제작업을 홍수배제기능을 가지고 있는 배수문으로만 수행한다.

② 배수암거에 의한 담수호

저수지의 형태가 깊은 담수호이고 외해의 조위차가 클 때에는 이 방법이 효과적이다. 제염암거의 한 쪽 입구는 가능한 한 호내의 최저깊이에 설치하고 다른 한쪽은 외해에 가라앉힌다. 그리고 유출 입구에 자동밸브를 부착시켜 내외수위 차에 의하여 높은 염도를 가진 저위부 해수를 자연 배제시킬 수 있다.

③ 배수펌프에 의한 담수호

저수지의 수위가 해수의 조위보다 항상 낮을 때에는 저수지 바닥에 저류되어 있는 염수는 배수펌프를 이용하여 배제해야 한다.

④ 배수암거 및 배수펌프에 의한 담수호

담수호가 필요로 하는 수질에 따라서 배수펌프와 배수암거를 같이 설치하여 담수화를 진행시키기도 한다.

4.1.6.2 담수호의 제염시설 및 수리구조물

(1) 담수호 가용수량의 수질개선을 위하여 제염시설을 설치하여야 할 경우는 제염시설의 종류, 규모, 시설의 효율을 고려한 시설계획을 수립해야 한다.

(2) 담수호 시설은 담수호 요수 이용목적에 따라 달라지며 관계시설로만 이용할 경우는 비교적 간편한 시설로 충분한 경우도 있으나 생활용수를 포함하여 다목적으로 이용되는 담수호의 시설은 저염분 농도를 항상 유지시켜야 되므로 세심한 검토를 해야 한다.

(3) 담수호내의 전체 수질이 비교적 균일한 농도로 변하는 담수호에서는 배수문에 의한 배제만으로 가능할 수 있지만 배수문 문턱(sill) 표고 보다 수심이 깊은 호에서는 문턱(sill)을 경계로 상층수와 하층수의 염분농도 차에 따라 밀도차가 발생되며 밀도류의 개념을 도입한 수리학적 특성을 생각할 수 있다.

(4) 저층부의 질은 염분농도를 배제하고 이 염분층이 상승하지 않도록 조절하기 위하여 제염시설이 필요하게 된다. 이들 시설로서는 제염암거, 제염펌프, 배수문, 방조제, 해수역류저수조 등이 있으며 그 밖의 구조물로서는 통선문이 있다.

4.1.6.3 담수화 이론

(1) 담수화 과정계획을 수립하는데 있어서 여러 가지 이론적 방법을 생각할 수 있으나 여기에서는 수학적 접근방법과 수리학적 접근방법에 대하여 연구한다.

(2) 수학적 접근방법

과거의 담수화과정에 대한 경험적요소를 분석하고 이것을 수식화하여 수학적 공식을 유도함으로서 새로운 담수호의 담수화기간 및 목표염도를 수식에 의하여 구하는 방법을 말한다.

이 방법을 이용한 경우 수식화되어 있는 공식을 이용하기 때문에 쉽게 담수화 과정을 추정할 수 있다는 이점이 있으나 지형적. 수리학적 특성을 세밀히 수식에 고려할 수 없어서 어떤 경우에서는 실제 담수화 과정과 추정계산 결과에 큰 차이가 생길 수 있는 결함이 발생될 수 있다.

이 방법에는 젠센(Jansen)이론식과 오꾸다(이전)이론식이 있다.

(3) 수리학적 접근방법

담수호를 하나의 수리학적 모델로 착고하고 유입될 수 있는 모든 수리학적 조건을 검토하여 이에 따르는 수량적 수지를 계산하고 염도배제량을 추정하여 담수화과정에 영향을 주는 모든 인자를 실험 또는 관측에 의하여 결정하고 이를 담수화계획수립에 적용하는 방법으로서 미나미 이론식이 있다.

(4) 미나미 담수화이론식

미나미의 담수화이론식에서는 담수화과정에 필요한 요소로서 다음과 같은 수리학적 특성을 고려하였다.

① 대류적 담수화과정

② 내부경계면을 통하여 염수층으로부터 담수층으로 확산되는 염분의 혼합작용

③ 호내의 호저토로부터 염분확산

젠센과 오꾸다(奧田)는 위의 3요소를 고려하지 않았기 때문에 표준담수호에 적용하기에는 적당하지 않다.

위의 수학적 접근방법의 결함을 개선하고 표준담수호의 특성을 고려한 미나미 담수화이론식은 다음과 같다.

$$C1\,(t=\infty)=\frac{CI\times Q+VK\times A1\times C2+VSD\times A2\times C2}{Q+VK\times A1+VSD\times A2}$$

여기서, $C1$: 담수층의 염도(tf/㎥), $C2$: 염수층의 염도 또는 초기의 해수의 염도(tf/㎥)

CI : 하천유입수의 염도(tf/㎥), Q : 하천의 유입량(㎥/s)

VK : 내부경계층에서 담수층으로 혼입되는 염분확산속도(m/s)

VSD : 호저토에서 담수층으로 확산되는 염분확산속도(m/s)

$A1$: 내부경계면의 표면적, $A2$: 담수층과 호저토가 접하는 면적

4.1.6.4 담수화계산

(1) 조사사항

담수화계산에 필요한 조사사항은 일강우량, 증발량, 풍속 등 기상자료와 해상자료인 조위, 제

염배수량 각종 염분 확산도(VK, VKW, VSD), 지하수 유입량, 용탈(leaching) 환원수와 관개 환원, 수문(gate)역류입량, 제방 침투량, 농업용수 취수량 등이 있다.

① 일강수량

일강수량은 담수호상에 강하하는 유입량을 계산하고 용탈(leaching) 용수공급시 삼투량이 강우량보다 많으면 용탈용수를 그 차이만큼 공급하게 되며 삼투량이 강우량보다 작으면 용탈용수를 공급하지 않는다.

② 증발량

증발량은 호내의 증발량을 계산하기 위하여 일계기 증발량을 순별로 계산하며 다음 식에 의해서 개략적인 호내 증산량을 계산한다.

호의 증발량=일계기 증발량× 호수의 표면적×0.7

③ 풍속

풍속에 따라서 풍량에 의한 혼입속도(VKW)치가 변화되며 일년 자료만 입력하여 반복하여 사용한다.

④ 조위

조위는 연중 대표적인 월을 선택하여 1개월치만 입력하고 연속적으로 반복 사용한다.

⑤ 제염암거 및 제염펌프(pump)의 배제량 계산

가. 밀도에 의한 수두차 계산

외해의 염수밀도는 1.03, 담수의 밀도는 1.0으로 보고 밀도에 의한 수두차(EPS)를 계산한다.

$$EPS = 0.0291\,(HI - HS)$$

여기서, HI : 담수호수위(m)

HS : 외조위(m)

수두차, $DH = HI - (HS + EPS)$이다.

나. 제염암거 배제량(QC) 계산은 다음 식에 의한다.

$$F\,D = \frac{2gN^2}{R^{1/3}}$$

$$\overline{V} = \sqrt{\frac{2g \times DH}{FD \times \frac{CL}{R} + 1.5}}$$

$$QC = A \times \overline{V}$$

여기서, FD : 마찰손실계수, g : 중력가속도(9.8m/S^2), N : 조도계수

R : 윤변(m), $\overline{V}$: 유속(m/sec), CL : 제염암거의 연장(m), A : 제염암거단면적(㎡)

다. 제염펌프의 배수량

제염펌프의 배수량은 담수호의 유입량, 제염효과에 따라 그 규모를 정한다.

라. 제염암거 및 제염펌프의 효율

제염암거 및 제염펌프의 제염효율에 대한 실험결과에 의하면 0.89～0.80정도 이다.

마. 제염암거 및 제염펌프의 제염효율변화

⑥ 해수염분확산율

해수염분확산율은 게이트의 역류수량, 방조제침투수량, 지하수유입량, 관개환원수량 등에서 담수층으로 확산되는 율을 말하며 일본에서의 시험수치는 다음과 같다.

가. 게이트의 역류수량 확산율 = 0.1

나. 방조제 침투수량 확산율 = 0.1

다. 지하수 유입량 확산율 = 0.1

라. 관개환원 수량 확산율 = 0.2

⑦ 내부경계층으로부터 담수층으로 혼입되는 염분확산속도(VK) 담수호의 실험결과를 이용하는 것이 보통이며 평균적인 실험결과치는 $VK = 10^{-8}\ m/\sec$이다.

⑧ 풍량에 의한 혼입속도(VKW)

풍량에 의한 염수층에서 담수층으로의 혼입속도는 풍속, 대안길이, 수심, 및 담수층의 깊이에 따라 다르다.

⑨ 호저토로 부터의 염분확산 속도(VSD)

호저토에서의 염분확산속도(VSD)는 미나미에 의하면 개략 $10^{-9} m/s$정도라고 하지만 일반적으로 확산속도는 경과시간증가에 따라 감소하는 영향이 있기 때문에 네덜란드의 실험식을 쓴다.

$$VSD = \alpha \sqrt{\frac{K}{\pi t}}$$

여기서, α : 호저토의 공극률, K : 확산상수, t : 경과시간(day), VSD : 확산속도(m/day)

⑩ 지하수 유입량

간척지로부터 담수호로 유입되는 지하수유입량을 계산하기 위해서 다음 식을 이용한다.

$$QPP = DIS \times CK \times \frac{HG^2 - HO^2}{2R}$$

여기서, DIS : 호안장(m) 즉 만수위와 홍수위중간에 있어서의 호조변장
CK : 호주변 간척지의 투수계수, R : 호에서 간척지까지의 영향반경
Ho : 호수면에서 불투수층까지의 깊이
HG : 간척지 끝부분의 지하수위에서 불투수층까지의 깊이

⑪ 하천유입량 및 유입수염도

하천유입량은 유역면적이 크기 않고 유역내 유량관측치가 없는 데에서는 가지야마유출량 공식을 이용하고 유량관측치가 있으면 탱크모델(Tank Model) 등 유출모형을 사용하여 계산된 유입량자료를 이용한다.

하천유입수 염도는 수질조사에 의하여 결정하는 것이 좋으나 대략 100ppm정도라고 가정하여 사용한다.

⑫ 도시하수 및 공장배수와 그의 염분농도

생활용수와 공장용수로 취수된 후 다시 도시하수와 공장배수가 배수계통을 통하여 다시 유입되는 량을 말하며 그의 염분농도는 측정치가 없을 경우 보통 500ppm으로 가정한다.

⑬ 용탈환원수와 관개 환원수

용탈용수는 간척지 몽리면적에서의 삼투되는 수량만큼 급수하는 것으로 계산하여 이 삼투량 전량이 환원된다고 가정하고 관개용수도 삼투량 만큼 환원된다고 본다.

⑭ 용탈환원수의 염도 및 관개환원수의 염도

용탈환원수와 관개환원수의 농도는 담수호가 진행됨에 따라 간척지토양의 염도가 저하되므로 환원수의 염도도 토양염도에 비례하여 저하된다.

그러므로 이러한 현상을 고려하여 토양조사에 의하여 측정된 염도를 기간별로 분류하고 현실에 맞도록 시기별로 염도를 감조정하여 적용한다.

⑮ 게이트의 역류입량 및 방조제 침투량

게이트 역 유입량은 게이트에서 누수되는 수량과 게이트조작관리 잘못으로 역 유입되는 양을 예상하여 게이트 역유입량(㎥/s)을 추정한다.

방조제 침투량은 외수위가 내수위보다 높을 때 수두차로 침윤선을 통하여 역 유입되는 해수의 양을 말하며 다르시(Darcy)공식을 응용하여 계산한다.

⑯ 농업용수 취수량

농업용수 취수량은 몽리면적에 필요한 필요수량을 펜만(Penman)식 또는 브레니-크리들(Bleney-Criddle)식을 이용하여 작부체계에 따라 순별로 전산처리한 결과를 사용한다.

⑰ 생활용수 및 공업용 수취수량

생활용수와 공업용수의 취수계획은 사업계획에 포함시키거나 또는 인근 도시발전계획과 연관시켜 담수화계획에 반영시키는 것이 좋다.

⑱ 보급요수량 및 보급용수의 염도

자체유역의 용수공급만으로는 목표로 하는 저염도까지 염도가 저하되지 않을 때 인근유역의 용수를 도수하여 공급할 수 있으면 그 공급 가능량을 순별로 계산하여 보급용수량으로 하고 그 용수의 염도를 측정하여 계산에 사용한다.

⑲ 기타 필요한 자료

가. 담수호 내용적

나. 담수호 관리수위

다. 최초의 담수층의 깊이 및 그 염도

라. 담수호 유역면적(담수호표면적 포함)

마. 간척지 경지면적

바. 간척지 경지면적 이외의 면적

사. 관개면적의 삼투량

(2) 담수화기간의 단계적 분류

담수화기간은 초기단계, 용탈단계, 농업용수취수단계로 분류하여 계산한다.

① 초기단계

초기단계는 방조제끝막이후 배수문 및 제염시설을 통하여 유입 하천수 및 염수층의 염수를

배제시킴으로서 호내의 담수층 염도를 2000ppm까지 저하시키는 단계이다.

② 용탈단계

초기단계에서 희석된 담수를 간척지에 도수하여 간척지토양의 염분을 제거시키는 과정을 말하며 용탈보급수량은 토양의 삼투량과 같다고 보고 삼투량만큼 공급한다.

③ 농업용수 취수단계

이 단계는 담수층의 염도가 1000ppm이하로 떨어져서 호내수자원을 농업용수로 사용할 수 있는 단계를 말한다.

④ 농업용수 취수단계에서 검토해야 할 사항

담수화 계산은 약 20년간의 유입량자료를 사용하여 단계별담수화 과정을 분석하는 것이 보통이다.

특히, 20년중 5～3년씩 연속적으로 묶어서 가장 유입량이 적은 갈수기를 선택하여 농업용수 취수시기에 맞추어 놓은 다음 담수화 계산을 하여 보는 것이다. 이 기간에는 유입량이 적어 내수위가 떨어진다. 따라서 지하 유입수, 외해에서 역 유입되는 침투수 등 유입염수가 증가하여 담수층이 얇어지고 이 층의 염도도 증가하여 동시에 염수층이 상승하게 된다. 이때에 내부경계층의 이동상황을 고려하여 양수장에 설치된 양수기의 흡입부의 위치 등을 설계계획시 검토되어야 한다.

(3) 기타 사항은 농업생산기반정비사업계획 설계기준 농지관개편 (KDS 67 40 10 : 2016)을 따른다.

4.2 배수 설계

(1) 강우시 농지를 포함한 어느 한정된 구역내의 지표 및 지하과잉수를 배제함으로써 토지 및 노동생산성을 높일 수 있으므로 배수계획은 계획지구의 현황을 조사하여 배수불량의 원인을 규명하고 배수방식별 배수량, 배수시설규모 및 유지관리방법 등을 경제적, 사회적 조건에 조화되도록 검토한다.

(2) 간척지는 상대적으로 외수면보다 얕으므로 배수의 좋고 나쁨이 간척사업 전반의 성공여부를 좌우한다.

(3) 강우량, 유역상황에 다른 유입량, 배수량, 지구내의 지반높이, 조석(또는 홍수위), 유지관리 및 개발목적 등에 관한 조사 및 계획결과는 현지여건에 적합하도록 계획해야 한다.

(4) 이 경우 인접배후지의 용.배수 사업과 기타 관계 사업을 포함하여 종합적으로 실시하는 것이 좋다.

4.2.1 용수의 방식

(1) 배수는 대상범위에 따라 포장배수, 지구내 배수, 지구외 배수로 구분할 수 있으며 각 대상범위별 배수방법, 시설규모, 배수조직 등을 검토한다.

(2) 배수는 강우시 과잉수를 될 수 있는 대로 빨리 지구 외로 자연배제 시켜 지구내의 배수량을 경감시켜야 한다.

(3) 일반적으로 소규모 간척지에서는 외수위보다 높은 곳에 승수로를 설치하여 지구외로 자연배

수 하든가 방조제의 일부에 배수문을 설치하여 저조시에 자연배수 하는 것이 가장 경제적이다.

(4) 그러나, 해측 조위와 비교하여 지구내 지반이 얕은 경우는 자연배수와 기계배수를 겸용하거나 매우 얕고 자연배수가 곤란한 경우는 기계배수에 의해야 한다. 또 배수처리는 홍수시와 평상시로 나누어 검토할 필요가 있다. 배수는 가급적 자연배수로 계획해야 하며 따라서 대규모 간척개발에 있어서는 필연적으로 지구외 조위의 영향을 줄이기 위하여 <담수호나 조류지를 계획하여> 배수문을 통한 홍수배제도 고려해야 한다.

<표 4.2-1> 논의 높이와 배수방식

논 의 높 이	배 수 방 식
상하현 평균면조위 이상일때	자연배수
상하현 평균조위와 삭망평균만조위와의 사이일때	자연배수와 기계배수의 병용 자연배수와 매립의 병용
삭망평균 간조위 이하일때	기계배수

(5) 기타 사항은 농업생산기반정비사업계획 설계기준 농지배수편(KDS 67 45 10 : 2017)을 따른다.

4.2.2 지구외 배수

(1) 지구외 배수계획은 지구내 배수불량으로 인한 피해가 최소화 될 수 있도록 수립해야 하며, 지구내 배수처리계획과 관련하여 대상시설의 계획홍수 산정과 그 확률평가, 실행 가능한 복수의 배수처리방식별 비용편익 비교에 의해서 최적의 배수처리 및 시설규모가 되도록 한다.

(2) 지구외 배수는 자연배수방식이 일반적으로 채택되나 지구조건상 기계배수와 병행하거나 기계배수방식으로 계획할 경우도 있다. 지구외 배수는 배수로, 승수로, 방수제, 배수장(배수펌프), 배수문(통관, 통문포함), 담수호(조유지, 유수지, 저유지 포함) 등의 여러 가지 방식이 있으며 그 지역의 장래 발전 방향을 고려한 최소의 비용이 드는 시설 계획이 되도록 한다.

4.2.2.1 계획기준

(1) 지구외 배수계획을 수립하기 위해서는 타당한 강우 규모를 결정하고 그에 의한 홍수량을 대상으로 시설계획을 한다.

(2) 홍수량은 유역내 또는 인근에 분포되어 있는 관측소, 측후소 및 기타의 강우 기록과 장기간의 홍수 실측치를 기초로 함이 좋으나 위치적으로 보아 장기간 호수 실측치를 얻는다는 것은 매우 어려우므로 강우기록으로 추정하는 경우가 많다. 특히 대상 배수시설이 법정시설(직할, 지방 및 준용하천 등)과 관련될 경우는 법 규정을 따라야 한다.

① 계획기준 강우량

계획기준 강우량의 규모는 연초과 확률 또는 빈도년으로 평가하는 것으로 하고 강우규모의 결정은 기왕홍수를 검토하여 사업의 효과, 계획대상지구의 규모, 피해실태, 민생안정 등의

요소를 종합적으로 고려하는 것이 좋다.

② 계획기준 내수위

홍수배제란 계획기준 시간내에 내수위가 기준수위 또는 그 이하로 내려가고 계획기준홍수위 이상 올라가지 않는 상태를 말한다.

그러므로 계획강우량에 의한 내수위 기준은 계획하고자 하는 배수시설물의 규모를 배수제기준에 만족할 수 있도록 계획해야 한다. 따라서 가능한 한 최저 답의 지하수위의 저하에 소요되는 시간 이내에 담수호나 조유지의 상시수위가 되도록 함이 좋다.

③ 계획기준외수위

설계홍수량을 지구외로 배수시의 외수위(조위)조건은 관측치에 의한 조화 분석에 다라 대조, 중조, 소조로 구분 검토해야 한다. 그러나 지구 여건에 따라 장기 관측치(약최고조위)가 있을 때는 설계홍수량의 계획확률년값과 동일한 빈도치를 적용할 수도 있다.

4.2.2.2 배수로 및 승수로

(1) 하천이나 대형 배수로 설계에서는 계획유량, 수위, 종단기울기, 외수위, 배수대상 지역의 지형 등을 고려하여 반드시 수면기울기에 의하여 설계하고 배수가 시작되는 논에서부터 최종 유출구까지의 수면상황을 확인 검토해야 한다.

① 설계유량과 수위

하천이나 배수로의 구간마다 그 수로의 비유량(단위배수량)과 그 구간의 지배 유역면적을 고하여 그 수로 구간의 설계유량으로 하거나 해당 유역면적에 대한 홍수량을 실측치 또는 계산에 의하여 설계유량으로 한다.

설계수위는 홍수배제를 위한 수위와 지하배수(상시배수)를 위한 수위가 서로 다르므로 동시에 만족되도록 계획해야 한다.

배수로의 수위는 배수기능면에서 낮을수록 좋으나 사업비가 높아지는 문제점이 있으므로 비교 검토가 필요하며 최종 유출구의 외수위(조위 또는 하천수위)보다 낮아지면 안 된다.

홍수시 배수의 설계수위에 대하여는 수로의 상류단에서 하류단에 달하는 각 수로구간·상호의 표고 관계를 고려하여 홍수시 배수에 대한 설계수면 기울기선을 각 수로 구간마다 결정한다.

이 수면기울기에 따라 설계유량을 흐를 수 있는 수로 폭과 수심을 결정하면 배수로의 단면이 결정되고 수로의 바닥 계획고가 결정되는 것이다.

② 수면기울기 결정 방법

외수위의 영향을 직접 받는 배수로 또는 지형이 평탄하거나, 배수장에서 원거리의 구역에 저지대가 있을 경우 배수장으로 인수하는 배수로를 계획할 때 등의 수면기울기를 추적하는 방법은 여러 가지가 있으나 여기서는 직접축차법으로 계산하고 시산법으로 검산하는 방법을 사용한다.

4.2.2.3 방수제

(1) 노선(하천법선) 및 하폭의 결정

방수제의 노선(하천법선 및 하폭)은 계획홍수량이 안전하게 배제되도록 정하되 연안의 토지 이용계획, 홍수시의 유황, 현재 및 장래의 하도, 경제성, 현지형, 기초지반 등을 고려하여 결정해야 한다.

방수제는 담수호의 주변에 간척지의 이용면적을 최대가 되도록 설치되는 경우와 하천의 홍수량을 안전하게 배제될 수 있도록 상류의 기존 하천에 연결되어 사업이 완료될 경우 하천으로 관리되는 경우로 구분하고, 방수제의 안전에 지장이 없도록 결정해야 한다.

하폭은 계획홍수유량에 따라 하천의 종단기울기, 지형, 지질, 연안의 토지 이용 상황 등을 고려하여 정한다. 하천의 계획하폭은 계획 홍수유량에 관계가 있을 뿐 아니라 각각의 하천의 하상과 주위의 상황에 의해 정해지는 것이다. 계획홍수유량은 동일해도 수심, 경사, 하상의 조도가 다르면 적정한 하폭은 달라진다. 또한 기설제방의 상태, 연안의 가옥밀집상황, 용지취득의 상황에 의해서도 달라진다. 따라서 하폭은 하도 전체의 검토를 하는 입장에서 정할 필요가 있다.

(2) 둑마루 표고

방수제의 둑마루 표고는 담수호 또는 하천의 계획홍수위에 여유고를 가산하여 결정하며 여유고는 계획홍수량에 따라 방수제 기초지반의 토질, 파고, 하상변동예측, 만곡부의 수위상승, 합류부의 백워터(back water) 등을 고려하여 증감해야 한다.

(3) 계획홍수위

① 계획홍수위는 계획홍수유량, 하도의 종횡단 형태와 연관하여 정하는데 하천연안의 지반고보다 낮게 하고 가능하면 기왕의 최고 홍수위의 이하로 하는 것이 요망된다. 특히 계획규모가 작은 하천에서 충분히 수면기울기가 취해지는 경우 계획홍수위를 제내 지반고정도로 설정하는 것으로 한다.

② 방수제 계획에 필요한 계획홍수위는 담수호에 연한 경우는 담수호의 계획홍수위를 채택하면 되고 하천(배수로)의 경우는 내수배제, 지류처리 등을 고려하여 하천 관리청의 규정에 준하되 기왕의 최고 홍수위보다 낮게 취한다.

③ 상하류의 하도조건이 저수시에 있어 지하수위의 확보, 각종 용수를 위한 취수위의 확보, 기타 유수의 정상적 기능의 유지를 도모하기 위한 대책이 충분히 행해지는 경우 굴입식(堀入式)하도로 하는 것을 적극적으로 검토한다. 따라서 계획홍수위는 지반고 정도로 하는 것이 가장 바람직한 것이다.

(4) 둑마루 나비

① 방수제의 둑마루 나비는 계획홍수량을 기준하여 아래 표를 기준하되 지형 유지관리, 배수지의 중요도, 홍수지속시간, 축제재료 등에 따라 둑마루 나비는 증가될 수 있으나 최소 3.0m 이상으로 해야 한다.

<표 4.2-2> 계획홍수량에 따른 둑마루폭

계획홍수량 (㎥/s)	둑 마 루 폭 (m)
500미만	3
200 이상 ~ 2,000미만	4
2,000 이상 ~ 5,000미만	5
5,000 이상 ~ 10,000미만	6
10,000 이상	7

(5) 소단의 설치

① 방수제 비탈면 사태(沙汰) 및 누수를 방지하고 기초의 안정, 유지관리 등을 위하여 비탈면 중간에 소단을 설치하며 소단의 나비는 2～3m 로 하고 안비탈면에는 수직높이 3～5m마다. 제내쪽은 수직 높이 2～3m마다 소단을 설치한다.

② 소단의 너비는 제방의 안정상 필요에 따라 정하는데 수방작업시 통행 가능한 2.0～3.0m의 1차선은 확보해야 한다. 소단은 여름철 호우가 내릴 때 제방의 비탈면을 흘러내리는 우수에 의한 비탈면의 침식을 방지할 수 있는 효과가 있다.

(6) 성토부의 비탈기울기와 호안

① 방수제 성토의 비탈기울기는 성토 높이가 0.6m미만이거나 콘크리트 등으로 비탈면을 보호하는 호안공 구간을 제외하고는 1:2.0이상의 완만한 기울기로 해야 하며 비탈면의 안전계산에서 안전율은 <표 4.2-3>와 같다.

<표 4.2-3> 방수제의 안전율

제체상태	간극수압상태	안전율
연직 crack 불고려	간극수압을 고려치 않는 경우	2.0이상
	간극수압을 고려치 하는 경우	1.4이상
연직 crack 고려	간극수압을 고려하는 경우	1.3이상
	간극수압을 고려치 않는 경우	1.8이상

② 호안의 비탈기울기

호안으로 보호받고 있는 제방부분의 비탈기울기는 특별히 1:2.0이상의 완경사로 할 필요는 없다. 호안의 비탈기울기에 대해서는 비탈피복공의 구조 및 높이에 따라 일반적으로 <표 4.2-4>의 값보다 완만한 기울기로 해야 한다.

<표 4.2-4> 호안의 비탈기울기

비탈 피복공의 구조		비탈 피복공의 수직고(m)	비탈경사 (할)
돌 쌓 기	찰쌓기	3이상 5미만	0.5 0.3
	메쌓기	3미만	1.0
석 재 피 복	찰쌓기피복		1.5
콘크리트 블럭피복	메쌓기피복	3미만	2.0
콘크리트 피복			1.5
연결코크리트 블럭피복		3이상 3미만	2.0 1.5
돌망태 피복	KSF 4601		2.0

(7) 하천 수리계산

배수로 및 하천의 수리계산은 통수단면, 종단기울기, 수위 및 유량변화 등에 따라 다음의 원칙에 따라 계산한다.

① 단면형과 기울기가 일정한 수로, 시간적으로 일정한 유량이 흐를 경우, 원칙적으로 등류계산에 의한다.

② 단면형과 기울기가 변화되는 수로에 유량 흐름이 시간적으로 일정하다고 생각되는 경우는 원칙적으로 부등류 계산에 의한다.

③ 하도의 어떤 점에서 수위나 유량 등이 시간적으로 변화하는 흐름에서는 그 시간적 변화를 무시할 수 없다. 이런 경우에는 부정류(비정상류) 계산에 의하여 계산한다.

4.2.2.4 기타 시설

기타 시설에는 배수장, 배수문, 담수호시설 등이 있다.

(1) 배수장

배수장 시설에 관한 것은 2.4항 지구내 배수 및 설계기준 계획배수편 2.4항 배수기 규정을 따른다.

(2) 배수문(하구둑 포함)

배수문에 관한 것은 2.3항 배수문, 2.4항 지구내배수 및 설계기준 계획배수편 배수문과 배수통문 및 하구개량 규정에 따른다.

(3) 담수호

담수호에 관한 것은 1.5항 용수, 2.3항 배수갑문 및 제염 및 제염시설 규정에 따른다.

(4) 기타 사항은 농업생산기반정비사업계획 설계기준 농지배수편(KDS 67 45 15 : 2017)을 따른다.

4.2.3 배수문

(1) 홍수제어, 일반용수의 취수, 배제, 고조 및 조수유입방지 등의 목적으로 하천이나 하구의 제체

횡단시설 또는 간척지 외곽시설의 통수설비로서 통수단면이 비교적 큰 것을 수문(일반적으로 경간이 3.0m이상)이라하고 주문비와 동일 문비가 내외측에 설치되어 통선이 가능한 수문을 갑문이라 한다. 통수단면이 적은 것을 통관 또는 통문이라 한다.

4.2.3.1 배수문 계획

(1) 간척사업에 있어 가장 중요한 것은 외곽시설인 방조제와 배수문이며 외해로부터 조수를 차단하고 강우시 유역에서 유출되는 홍수를 배제시켜 침수피해를 방지하는 역할을 하게 된다. 일반적으로 간척지는 외수위보다 낮으므로 유역상황, 지형, 강우량, 개발계획에 따른 배수 및 필요수량, 조석, 산업구조 및 농업경영 등을 고려하여 자연배제 또는 기계배제의 배수방식을 택해야 한다.

(2) 내수위는 개설 배후지와 간척지 내부개답의 최저 답면을 기준으로 하여 허용 담수위가 계획담수 시간을 초과하지 않고 계획기준 시간이내에 홍수배제가 될 수 있도록 통수단면을 정해야 하고 간척 목적이 농업목적 이외에 다목적 개발계획일 경우는 지구내 산업시설 뿐만 아니라 인명피해까지도 고려한 통수단면을 계획해야 한다.

(3) 간척지에서 자연배수면적 확대를 위하여 계획내수위를 무리하게 낮게 계획할 경우 배후 기존지역의 지하수위 저하로 인하여 지반침하 또는 용수 우물물의 부족을 초래하는 수가 있으므로 주의하여 계획해야 한다.

4.2.3.2 위치선정

(1) 배수문의 설치위치는 지반의 표고의 토질, 풍향, 파랑, 표사, 기타의 입지조건의 조사 결과에 따라 배수능력의 양부(良否), 시공의 난이, 공사비의 대소, 유지관리의 적부 등을 충분히 검토하여 배수대상면적이 크게 되는 위치에 선정한다.

(2) 배수문의 위치는 구조물의 안전상 지지력과 투수에 관해서 비교적 양호한 기초지반을 선정토록 하는 것이 중요하다. 또한 방조제등에 붙여서 시설하는 부분은 제방의 일부가 치환된 것이 되므로 방조제의 약점이 될 수도 있다. 다음 사항에 대해 충분히 검토하여 안전한 위치를 선정하여야 한다.

① 기능조건

가. 지구내 과잉수를 외해로 배제하는 기능을 가져야 하므로 가능한 한 넓은 지배면적을 갖도록 한다.

나. 바닥(sill)표고가 낮을수록 배수기능은 좋으나 기초 터파기 및 내외 붙임 배수로 공사비가 과대하지 않도록 한다.

다. 붙임배수로 연장이 가능한 한 짧게 되는 곳을 택하여 배수기능이 좋도록 한다.

라. 병행설치 시설물(통선문, 제염시설, 어도 등)계획이 있을 경우 병행설치 시설물의 기능을 발휘하도록 병행과 분리의 타당성을 고려하여 종합 계획한다.

마. 풍랑에 직면하여 문비의 개폐에 지장을 주거나 파손될 염려가 있는 곳은 피하여야 하며 조류 등으로 토사가 퇴적되어 문비작동 및 배수 기능에 저장을 초래될 수 있는 곳은 피해야 한다.

② 기초기반조건

가. 기초지반은 가능한 한 암반이어야 하며 암반상에 균열과 절리 등으로 누수 우려가 있는 곳은 지수벽 또는 그라우팅 등으로 적절한 지수조치를 취한다.

나. 암반이 아닌 곳은 충분한 지지력과 침투에 관해서 비교적 양호한 지반을 택하고 배제유속에 의한 기초지반침식, 세굴이 구체 안전상 위험 요소가 없도록 수로 바닥보호용, 정수지 등 감세공을 계획하여야 하며, 계산만으로 불확실한 경우는 수리모형시험을 거쳐 처리해야 한다.

다. 지형여건상 연약지반에 계획될 경우 기초지반을 시추조사와 토질조사를 하여 가능한 한 암반이 얕고 넓게 분포된 구간을 선정하여 확대기초, 말뚝, 지수판등 기초처리 비용이 최소가 되도록 하여야 한다.

③ 시공조건

가. 기초 터파기량이 최소가 되는 곳

나. 가물막이둑의 소요 물량이 최소가 되고 시공공간 면적이 최대가 되는 곳

다. 가적치장 부지 및 기계, 전기, 조작실, 기타 필요 시설 부지확보가 가능한 곳

라. 방조제 공사에 가능한 한 지장을 적게 주며 끝막이 계획에 유리한 곳

마. 시공재료의 반입이 편리한 곳

④ 유지관리 조건

가. 문비 전동화에 따른 송전설비 비용이 저렴하게 소요되는 곳

나. 수위조작과 돌발 사고시 신속한 대처를 위하여 기존인가와 가까운 곳

다. 관리인 생활을 위해 생활용수 공급이 가능한 곳

4.2.3.3 계획기준치의 결정

(1) 내수위

홍수시 계획기준 내수위는 홍수피크 수위 때의 허용상한수위로서 포장면(답)배수계획에 따라 정하여 지나 방수제 계획과 기설배후지의 홍수피해와 배수개선 효과를 고려해서 정한다.

상시 계획기준 내수위는 수익지구의 지하수위를 필요한 깊이까지 낮추는 높이까지로 정하되 담수호의 경우 필요 저수량 확보와 외조위 조건을 고려하여 정한다.

허용 내수위 설정기준은 간척목적에 따라 달라질 수 있다. 농업목적일 경우 2.2항과 2.4항의 기준에 따라야 하지만 간척지내 산업시설 및 취락구성 등 종합개발 목적일 경우는 인명피해와 예상하지 못한 재해방지를 고려 500년 이상의 계획빈도채택이 필요하며 시설투자비용 대 예상피해액을 대비하여 합리적인 시설규모가 계획되도록 내수위를 정해야 한다.

내수위 결정시 고려해야 할 일반적인 사항은 다음과 같다.

(2) 홍수위

① 전작의 경우 가능한 한 관수피해가 발생되지 않도록 하는 것이 좋으며 부득이한 경우 방수제 계획을 수립하는 것이 효과적이다.

② 방수제 계획시 홍수위가 기설배후지 침수피해를 주지 않도록 배수곡선, 부등류, 부정류법 등으로 홍수추적 검토가 필요하다.

(3) 관리수위

댐의 상시 만수위와 유사한 수위이며 평상시 배후의 유입수량과 외조위 조건에 따라 문비개폐 작동에 의해 조절되는 계획기준 내수위 부근의 수위를 관리수위라고 한다. 기상 및 해상조건에 의해 계획수위를 정확히 유지하기에는 어려움이 있어 다소 상하오차를 허용하는 가변적 수위라고 볼 수 있다.

① 필요 저수량(농업, 공업, 생활용수 등을 포함)을 확보할 수 있도록 정한다.

② 가능한 한 담수호화에 지장이 없도록 함이 좋다.

③ 외조위 조건을 고려하여 문비에 의해 언제나 수위조절이 가능토록 하는 것이 좋으나 여건상 그렇지 못할 경우는 기계배수의 타당성 검토 또는 홍수기와 평수기의 차등관리 수위를 계획할 수 있으나 수익지구의 지하수위 강하에 소요되는 시간을 신중히 고려해야 한다.

④ 조성된 담수호가 부영양화 등으로 인하여 주위 환경에 부적합한 영향을 주지 않도록 고려해야 한다.

⑤ 담수호내 제염시설(저층배수) 설치 유무에서 결정되는 담수층 내용적이 필요저수량 이상되게 하는 것이 좋다.

⑥ 간척지 개발면적이 최대가 될 수 있는 수위

⑦ 지구내 기계배수 면적이 최소가 될 수 있는 수위

⑧ 양, 배수장의 양정이 최소가 될 수 있는 수위

⑨ 통선문을 통한 선박의 운행에 편리한 수위

(4) 외수위

계획 외수위는 소조기, 중조기 및 대조기의 조위곡선이 외수위곡선이 되며 월평균 해면 변화를 고려하여 정한다.

시설물 계획수위가 하천 또는 하구 가까이에 위치하는 경우 동기준 계획 배수편의 규정을 따르는 것이 좋다. 조위 자료는 시설물 계획위치 부근에서 시간별 장기 관측된 자료중 가장 불리한 조건이 겹치는 계절(그 지방의 홍수가 많은 계절)의 대중소조기의 조위곡선을 기초로 하면 좋으며 일반적으로 7～9월의 조위가 해당된다.

주의사항으로 계산 지점의 평균해면, 표고를 반드시 확인하여야 하며 육상에 설치된 B.M과의 관계를 고려하여 적용해야 한다.

(5) 하중

구조물에 작용하는 설계하중은 여러 가지가 있으나 여건에 따라 선정 적용하며, 응력해석은 시공여건을 고려하여 허용응력 또는 강도법으로 할 수 있다.

(6) 지진

① 배수문은 시설규모에 따라 필요한 경우는 내진설계를 한다. 지진에 대한 방조제의 안정해석은 기존의 한계평형해석 방법에 지진에 의한 관성력(initial force)을 가산하여 설계하는 것으로 한다.

② 방조제의 내진설계방법은 정적해석법, 진도법, 응답변위법, 동적해석법 등 여러 가지가 있으나 한계평형에 의한 안정해석방법에 지진에 의한 관성력을 가산하여 설계하는 것이 편리하나 여기서 지진에 의한 관성력은 지역에 따라 다르며 잠정적으로 2.6.마3)항의 값을 취하

는 것으로 한다.

③ 즉, 우리나라 내진설계기준은 ATC-3-06의 방법을 기준으로 하여 1986 년도 건설부에서 건축물의 내진구조 및 방제기준에 관한 연구 결과를 잠정적으로 이용하고 있다. 전국의 지진구역은 각각 0, 1, 2의 것으로 분류하고 각각의 구역에 대해 지역계수는 0.04, 0.08, 0.12 g로 규정하고 있다. 구조물이 변위 발생이 쉬운 연약지반에 접해 있을 때는 지진으로 인하여 이 구조물은 주변지반에 생기는 변위변형 등의 영향을 크게 받는다. 특히 구조물의 단위중량이 주변지반의 단위중량보다 큰 경우는 지진영향 구조물의 자중에 기인한 관성력이 지배적인 요소가 된다. 따라서 중요하다고 인정되는 배수문에 대하여는 내진설계를 해야 한다.

4.2.3.4 배수문의 설계

(1) 배수문은 계획홍수와 상시배수를 안전하게 처리할 수 있어야 하며 계획홍수를 초과하는 경우에 대하여도 배수문이 어떻게 기능을 발휘하는가를 충분히 검토해야 한다.

(2) 간척지 외곽시설로서의 배수문은 배수계통의 최종 목적물이 될 뿐만 아니라 고조를 방지하는 역할을 하므로 위치 및 규모결정에 신중을 기해야 한다. 규모결정에 있어서 계획기준 홍수를 안전하게 처리할 수 있는 단면이 되어야 함은 물론 사회적 경제적 여건을 고려하여 계획기준 이상의 홍수에 대한 규모를 포함한 시설투자비용 대 홍수규모 예상 피해액에 대한 경제적 최적화 규모를 검토할 필요가 있으며 계획시설이 하천법 등 관계법령에 합치되도록 하여야 할 것이다. 이 때 배수문 내구연한을 40년으로 하는 것이 일반적이다.

(3) 통수단면

① 배수를 위한 통수단면은 배후유역상태 및 계획 강우에 의한 유출량에 따라 결정되며 계획기준허용수위와 배수시간을 초과하지 않는 범위 내에서 통수단면이 결정되어야 한다.

② 침수에 의한 작물의 피해는 종류, 품종, 시기, 탁도, 수온, 침수시간 등에 의해 차이가 있지만 특히 답작의 경우 관수시 피해는 크게 나타나므로 지구내 배수와 지구외 배수기준을 고려하되 관수 면적의 대소를 판단하여 방수제계획과 기계배수 계획의 타당성이 검토되어야 한다.

③ 답작을 기준으로 할 때 최저답면에 30㎝를 더한 높이를 허용 담수심으로 볼 수 있으며 허용담수위를 초과한 홍수가 24시간 이내에 배제되어야 한다.

④ 최저답면까지의 배수기준은 농업생산기반정비사업계획설계기준 “농지배수편”을 참조한다. 또는 개답구역내 지하수위저하 등을 고려하여 담수호의 관리수위까지는 일우량은 2일 이내, 2일 우량은 2일 이내 배제 가능하도록 통수단면을 정하는 것이 일반적이다.

⑤ 간석지 내부개답시 지하수위 저하 등으로 발생될 수 있는 지반(계획답면) 침하량의 예상을 고려해야 하며 사업시행후 배수불량의 근본 원인이 될 수 있으므로 세심한 주의를 요한다. 기설 간척지의 경우 내부개답후 2～5년 경과 후에 부분적으로 30～50㎝ 정도의 답면이 침하된 사례가 있고 이탄토 지대에서 속도랑 시공후 구역의 토질 및 토양에 따른 적정 예상 침하량이 고려되도록 할 필요가 있다. 또한 배수를 고려한 지하수위를 답면에서 50㎝이상 갚게 유지하도록 농지를 조성해야 하며 이에 따른 관리수위의 타당성이 검토되어야 한다.

⑥ 수리계산은 농업생산기반정비사업계획설계기준“농지배수편”계획배수편(KDS 67 45 20)

을 참조한다.

(4) 통수단면 능력검토

① 능력검토는 최근 컴퓨터의 발달로 대부분 전산 처리되고 있으며 전산자료 입력시 고려되어야 할 사항은 다음과 같다.

가. 외조위와 관련된 대중소조시 호내 홍수위가 최대가 되는 외수위 시간을 검토하여 조위 적용 시간을 정한다.

나. 유량공식에서 흐름 상태별 유량곡선이 배제능력에 지장을 주지 않는 범위 내에서 연속성이 될 수 있도록 유량계수 값을 정한다.

다. 담수호조건상 홍수유입 이전 사전배제를 계획할 경우 갈수기 유입량이 2～3일 이내에 관리수위를 유지할 수 있는가를 신중히 검토 판단하여 수자원 확보에 지장이 없어야 된다. 일반적으로 사전 배제의 계획은 고려하지 않는 것이 좋다.

이상의 제 조건은 문비나비, 문비높이별, 바닥표고별 홍수위와 침수시간을 검토하여 계획기준 이내가 되는 단면을 정한다.

(5) 문비높이와 지수방법

지수방법에 따라 문비 높이가 결정되며, 3방지수방법과 4방지수방법이 있다. 3방지수는 지수벽이 없이 문비만으로 외조위가 차단되는 방법이며 설계고조위에 파고 또는 도파고를 더한 높이까지를 문비 높이로 한다. 4방지수방법의 경우 홍수시 유하물이 통수단면을 축소시키지 않고 문비 취부시설물의 유지관리에 편리하도록 계획홍수위 이상으로 정하는 것이 좋으나 계획홍수의 출현빈도, 담수호조건, 경제성, 관련 법령 등을 고려하여 지구여건에 부합되도록 정할 수 있다. 그러나 최근에는 기계적인 측면에의 4방지수는 지수재료의 내구성문제와 어폐류 등이 문비와 지수벽(curtain wall)에 부착되어 완벽한 지수에 어려움이 있어 문비 경간장이 15.0m이상이고 담수호가 조성되는 경우 담수호화를 고려하여 3방 지수방법을 많이 채택하고 있다.

(6) 문턱(sill)표고

문턱표고는 배수능력만을 고려한다면 낮을수록 좋으나 지구내 최저지반표고, 배수본천(호)와 외조위, 담수호제염 효과 등을 고려하여 경제적이고 효과적인 배수기능을 유지할 수 있도록 한다.

(7) 문비 폭의 결정

문비 경간장은 구조적, 수리학적, 경제적 측면을 고려하여 정해야 하며, 원활한 배수를 위한 문비 폭의 나누기는 다음 사항을 참고한다.

① 휨모멘트가 크게 되어 문비규모는 슬루스형(,sluce type) 플레이트형(plate type), 쉘형(shell type)으로 된다.

② 문비규모가 크게 되어 언주나비가 넓어진다.

③ 교량은 슬랩형(slab type) T형보(T-beam), P.C.보(P.C.-beam), 강교 순으로 된다.

④ 권양기대는 슬래브형(slab type)에서 권양기실형으로 되어 스톱-로그(stop-log) 운반을 위한 별도시설이 필요하게 된다.

⑤ 구체는 라멘구조에서 독립기초 구조로 되어 단면이 과대하게 된다.

⑥ 언주수가 줄어지므로 수리조건이 좋아져 효과적인 홍수배제를 할 수 있다.

⑦ 문비 고장시 홍수배제에 위험율이 커진다.

⑧ 홍수시 유수 등에 의한 통수단면 축소 위험이 적다.

⑨ 일시에 대동력이 필요하게 되므로 수전설비 규모가 커진다.

⑩ 소규모 유출수량 배제 또는 일시적인 문비 작동시 대동력 사용으로 인한 관리비가 많이 소요된다.

⑪ 관광 목적물로서 미관이 좋아질 수 있다.

일반적으로 소규모간척지에서는 문비경간장을 1.5～3.0m 정도를 흔히 사용하여 왔으나 근래에는 기술과 장비의 발달로 장경간화 추세에 있다.

(8) 구체형식

간척사업에 있어 배수문은 홍수배제 기능 이외에 외해로부터 조수를 차단하고 수자원 확보를 위한 담수화 및 부영양화방지 등의 중요한 역할을 하므로 그 목적을 달성할 수 있도록 구체형식을 선정하여야 한다.

(9) 구체형식의 설계

① 배수문은 철근콘크리트 구조가 일반적이며 간척사업에서 가장 중요한 구조물이라 할 수 잇다. 방조제, 담수호와 함께 관광자원으로서도 역할을 할 수 있도록 시설기능, 역학적 안전성, 경제성, 미관, 유지관리 측면을 고려한 구체형식의 검토선정이 필요하다.

(10) 기초처리

① 기초지반의 지질, 토질조건, 구조물의 특성, 시공조건, 환경조건, 공사비, 시공 계획에 따라 적합한 기초처리를 해야 한다.

가. 직접기초의 경우 지지력이 크고 침하량이 극히 적은 양질의 지지층에 적용된다.

나. 말뚝기초의 경우 지지층이 깊은 경우 푸팅의 설치에 지장이 없고 구조물 하중이 크기 않을 때 유리하게 적용될 수 있다. 말뚝기초는 지지층에 의해 지지하는 것이 원칙이나 지지층에 도달하는 것이 중간층의 상태로 인하여 곤란한 경우 등에는 마찰말뚝, 불안적 지지말뚝을 사용하는 것을 검토해야 한다. 말뚝 기초는 많은 종류가 있고, 설계, 시공상의 특징도 크게 다르므로 말뚝 종류 선정에도 충분한 검토가 필요하다.

다. 케이슨 기초의 경우 지지층이 깊은 대형구조물에 적절하며 말뚝기초가 어려운 곳에 적용된다.

위와 같이 각 기초에는 서로 다른 특징이 있으므로 이에 대한 충분한 비교 검토후 목적에 적합한 것을 선정해야 한다.

(11) 하상세굴 방지대책

① 하천, 하구 또는 간척지 외곽시설로서 배수문을 설치할 경우 하상이 세굴 되는 것을 방지하기 위하여 필요에 따라 상하류측에 조도계수가 큰 재료로 세굴방지공을 설치해야 한다.

② 구조물 설치로 인하여 홍수, 평수유출 또는 방조제 끝막이때 하상이 세굴되는 것을 방지하고 구조물을 보호하기 위하여 세굴 방지공으로 물받이공과 바닥보호공이 계획된다. 세굴방지공은 하상에 따라 수평으로 설치되는 것이 원칙으로 되어 있으나 내외수위 조건에 의해서 도수장이 길어질 경우 공사비와 시공성을 고려하여 정수지 등의 유속감세 공법을 적용

하여 유속을 서서히 감소시켜 흐르도록 해야 한다.

가. 도수장

문비개방시 통과유량에 의한 도수장은 실측 또는 수리모형 시험에 의하여 정하는 것이 좋으나 수리계산에 의한 추정방법은 부라이(Bligh)식, 스메타나(Smetana)식 및 아산배수문에서 실측분석에 의한 이희영식이 있다.

나. 정수지

정수지 형식은 順경사형, 역경사형, 강제도수형 등 여러 가지 형태가 있으나 문비의 배수능력, 감세기능 및 하류하상에 끼치는 영향에 대하여 신뢰할 수 있는 해석과 판단이 얻어지는 경우 외에는 모형실험을 통하여 계획되어야 한다.

각 정수지에 대한 제 규정은 농업생산기반정비사업 계획설계기준(농업용댐편)의 감세공 규정을 따른다.

(12) 수문

① 수문비

수문비는 강재를 주요 부재로 하며 일반적으로 扉體(지승부호함), 戶溝, 고정부, 개폐장치로 구성된다.

이 기준에 있어 강제이외의 수문비(스테인레스(Stainless)강제, 알루미늄(Aluminum)제, 강화 플라스틱(Plastic)제)는 대상으로 하지 않았다. 비체는 수압을 직접받는 부분과 하중을 고정부에 전하는 부분이며, 호구는 콘크리트속에 묻혀서 비체의 수밀부와 접촉, 지수하는 부분을 말한다. 고정부라 함은 비체의 지승부(支承部)로부터 콘크리트에 하중을 전하는 부분이지만 힌지형식 이외에서는 일반적으로 호구라고 칭하고 있다. 비체를 개폐하기 위한 것을 개폐장치라 한다.

② 배수문

배수문은 하구 또는 방파제방 등을 횡단해서 설치하는 수문비이며 고조의 거슬러 올라옴을 방지하고 홍수시에 내수위를 조절하는 기능을 가지고 상시 사용상태에 있는 것과 상시 사용상태에 있지 않은 것이 있으며 슬라이드-게이트(Slide Gate), 로울러 게이트(Roller Gage), 장경간 로울러 게이트, 마이터 게이트(Mitre Gate), 플랩 게이트(Flap Gate), 바이서 게이트(Visor Gate)및 진도 게이트(Botton Hinge Flap Gate) 등이 사용되고 스톱-로그(Stop Log) 프로팅 게이트(Floating Gate) 등은 문비의 수리용으로 사용된다.

③ 통선문

선박이 통행하는 곳에 설치된 둑 수문으로 선박의 안전한 통행을 목적으로 설치하는 수문비이다.

통선을 위해 사용 회수가 많은 게이트이므로 구조가 간단하고 작동에 확실한 것이어야 하며, 로울러 게이트, 레이디얼 게이트, 마이터 게이트, 섹터 게이트(Sector Gate) 및 횡인(橫引) 게이트(Sliding Gate) 등이 일반적으로 사용되고 배수용 소형게이트를 같이 달고 있는 것도 있다.

④ 제염수문

간척지의 제염을 위하여 제염 수로에 설치되는 수문비이다. 일반적으로 하구 둑 또는 대규

모 간척지구에 설치되며 조위가 낮을 때 비중차를 이용하여 저류지 저위부의 염분을 해측에 방류하는 것으로 구조가 견고하고 개폐가 확실한 것이어야 하며 슬라이드 게이트, 로울러 게이트, 게이트 밸브(Gate Valve) 및 버터플라이밸브(Butterfly Valve) 등이 사용된다.

⑤ 어도수문(Fishway Gate)

하구둑 등 하천의 배수문상, 하류측 수위차가 있는 상태에서 어류가 거슬러 올라가도록 수로에 설치하는 게이트이다.

⑥ 수문 설계 조건

수문비는 다음 조건에 적합하도록 설계해야 한다.

가. 예상되는 하중에 대하여 안전할 것

나. 충분한 수밀성을 갖도록 할 것

다. 개폐가 용이하고 확실할 것

라. 내구성이 클 것

마. 사용함에 있어 유해한 진동이 생기지 않을 것

바. 보수가 편리할 것

⑦ 개폐장치의 선정

개폐장치 형식은 수문비의 종류, 크기, 사용목적, 사용빈도 및 설치장소를 충분히 고려하여 선정해야 한다.

가. 와이어-로프 원치 식 : 중형 수문비 및 대형 수문비에 널리 사용된다.

나. 스핀들시 및 랙식 : 소형 수문비(10㎡이하)에 적합하다. 또한 대형 수문비(50㎡이상)이상 도는 고양정(수두 25m이상)의 수문비에는 구조상 무리가 있으므로 사용하지 않는 것이 좋다.

다. 유압실린더식: 고압게이트에 널리 사용된다.

⑧ 개폐용 동력장치

수문비에는 언제든지 신속하고 확실하게 개폐할 수 있는 동력장치를 설치해야 한다. 다만, 간단한 수문비에 대해서 수동설비로 할 수 있다. 동력설비로서는 일반적으로 전동기가 사용되지만 소규모의 지구에서는 내연기관을 사용하는 경우도 있다. 이 경우에는 관리의 적정성, 홍수발생빈도, 수위 상승속도를 고려하여 동력장치의 형식, 대수 등을 결정할 필요가 있다. 부력이나 카운터 웨이트(caunter weight) 등을 이용해서 개폐하는 수문비의 경우에는 부력으로 비체기 진동하지 않도록 하는 대책도 필요하다.

수동설비의 경우 인력권상(捲上)능력은 10kg이하로 필요높이를 30분정도 권상할 수 있는 것이 일반적인 한도이며, 그 이상의 것에는 소형동력 설비가 필요하게 된다.

⑨ 개폐속도

비체의 개폐속도는 사용목적에 적합해야 하며 상하류에 대한 영향 등을 고려해서 보통 0.3～0.5m/min정도로 한다.

다만 자동제어 또는 기타 장치의 개폐속도는 0.1m/min정도이고, 통선문 등에서는 1.0～5.0m/min정도로 한다. 또 전도게이트 등으로 유량조절을 할 경우 개폐속도는 10～20분 정도로 한다.

⑩ 양정

비체의 양정은 권상(捲上)후에 있어 유수의 부유물에 대해 안전하도록 결정해야 한다.

홍수배제시 권상후 비체의 하단과 유수면과의 간격은 부유물의 크기. 형상 등에 따라 결정되어야 하지만 권상후의 비체의 하단은 설계홍수량을 방류시의 월류수면보다 1.5m이상의 여유가 필요하다. 다만 월류수심이 2.5m이하에 있어서는 1.0이상으로 한다.

⑪ 예비동력설비

가. 중요한 수문비는 홍수시에 송전선의 고장 등으로 상용의 전력이 정지했을 때를 대비하여 신속하고 확실하게 조작할 수 있는 예비전력 설비를 시설하여야 한다.

상하류에 중대한 피해를 까칠 우려가 없거나 비체의 부력을 이용한 자동전도게이트 등의 시설에서는 예비전력설비를 시설하지 않아도 되는 경우가 있다.

나. 예비전력설비로서는 일반적으로 내연기관발전소가 설치되며 또 예비전원을 송배전선로에서 직접분기해서 수전하는 일도 있으나 상용전원과 동시에 정전이 생기지 않는 다른 송전계통에서 수전하는 것으로 하고 그 전원이 확실히 예비동력으로서의 기능을 수행할 수 있어야 한다. 또한 예비동력으로서 내연기관을 수문비의 개폐기구에 직결한 예도 있다.

⑫ 문비의 재료

수문비 제작자는 사용전에 재료시험을 거쳐 KS에 부합되는가를 확인해야 한다. 다만 그 재료가 제철회사가 시행한 재료시험성적표로서 인정되면 수문비제작자의 시험으로 대체할 수 있다.

⑬ 재료시험

가. 재료를 사용할 경우 검사, 시험 및 제조의 방법에 대해서 강재의 검사통칙(KSD0001) 및 비철금속재료의 검사통칙(KSD0002)을 준용한다.

나. 특히, 두께가 큰 것 및 특수한 재료를 사용할 경우는 그 재료의 용접성 기타에 대해 시험하는 것으로 한다.

⑭ 비체 호구, 고정부는 허용응력 범위에서 적용한다.

(13) 기타 사항은 농업생산기반정비사업계획설계기준 농지배수편(KDS 67 45 20 : 2017) 계획을 참조한다.

4.2.3.5 어도 및 통선문

(1) 어도

하천에 폭포, 제수시설, 하구를 가로막은 방조제 등이 있어 어류의 통행이 불가능한 경우 이동의 목적이 달성될 수 있도록 만든 수로 또는 장치를 총칭하여 어도라 한다.

어도구조는 통수량, 조절장치 및 부속시설에 따라 어류의 군집율과 이동율이 다르므로 이상적인 어도는 어류의 생태와 하구 둑 시설 등 주변여건에 맞은 시설형식이 되도록 계획해야 한다.

① 어도의 종류

가. 수로식 어도

(가) 평면식 어도 : 통수만을 하는 원시적인 수로이며, 단순통선문, 댐의 개구, 제염암거 등이 해당된다. 연어, 송어 등 유영력이 강한 어류에게는 이와 같은 어도로 충분한 경우가 많다.

(나) 도벽식 어도 : 수로내에 유세를 완화하는 제수용 도벽이 설치된 것을 도벽식 어도라 한다.(주 이용어종 : 은어, 피라미 등)

(다) 계단식 어도 : 평면경사수로에 제수용 격벽을 설치하여 저유와 월류가 발생하도록 설계된 어도이며, 대부분의 어도가 이 형식이다.(주 이용어종 : 연어, 송어, 농어, 숭어 등)

(라) 역류식 어도 : 수로내 통수유속이 너무 빨라 어류의 영력한계를 초과하는 경우 특수한 제수벽 또는 장치를 설치하여 물을 역류시켜 수류를 억제시키는 형의 어도이다.(주이용 어종: 은어, 송어 등)

(마) 터널식 어도 : 일반 어도에 천정을 두어 채광과 통풍용 창구를 설치한 것이며 연어용 어도로서 낙차가 작은 곳에 적합하다. (주 이용어종 : 연어, 송어, 농어, 숭어 등)

(바) 장어 어도 : 장어의 행동, 습성을 응용하여 암거, 토관 또는 돌망태 내에 옥석, 나뭇단, 대패밥, 마디를 뚫은 대나무 등을 채운 것을 사용한다. 장어역상용(長魚逆上用)은 원통형돌망태에 대패밥 등을 넣어 격리판에 부착시키며, 강하용(降下用)은 언벽(堰壁)에 구멍을 뚫거나 하천변에 따라 수로를 만듦으로서 목적을 달성할 수 있을 것이다. (주 이용어종 : 뱀장어, 참개유생)

나. 엘리베이터식 어도

일종의 트램식 어도라고 할 수 있으며, 동력으로 어류를 떠올려 상류쪽에 방류시키는 고댐에 적용한 형식이다. 이 방법은 독립적으로는 효과를 기대할 수 없으며, 유어(誘魚)장치, 연결수로, 저류지 등의 부속시설이 필요하다.(주 이용어종: 일반어종)

다. 록크 게이트식 어도

문비를 개폐하여 수실을 만들고 내부수위를 조절하여 소상어(遡上魚)를 상류로 유도하도록 되어 있으며, 통선문과 같은 형식이다. 일반적으로 통선문 상하류측에 양수기에 의한 방류장치를 어류유인용으로 병설하여 대용하는 사례가 많다(주 이용어종 : 일반어종)

라. 기타 어도

어도의 효과향상과 특수목적으로 설치되는 어도로서 트랩식 어도, 포어(捕魚)용 어도 유인(誘引)水式 어도, 선형어도, 부어도(浮魚道) 등이 있다.

마. 부속시설

어도의 효과를 향상시키기 위하여 통수량조절과 유도유인장치 시설이 필요하다.

② 어도의 구비조건

어도가 효과를 충분히 발휘하기 위한 조건은 다음과 같다.

가. 출입구를 쉽게 발견하거나 이것이 어류를 유인할 수 있을 것

나. 방류수량 및 방수상태가 적당할 것

다. 모든 어종체장에 적합한 구조일 것
라. 어류손상이나 극도의 피로를 주는 구조는 피할 것
마. 유지관리가 간편하고 비용이 절감되는 구조일 것
바. 견고하고 내구성이 있는 구조

(2) 통선문

① 하천제수시설, 하구언 또는 방조제를 축조할 경우 통선시설을 계획하여 선박의 통행이 가능하도록 할 필요가 있으며, 통선문은 지반, 파랑, 조류, 표사, 수위차 등의 자연조건과 통과 선박의 크기와 수 등을 고려하여 원활한 통선이 되도록 위치를 선정해야 한다.

② 통선문이란 수위가 다른 두 수면간을 선박이 운항가능토록 하는 시설로서 지구내 배후지의 이용 상황이나 육상교통조건 등과 앞으로의 계획을 충분히 고려하여 계획되어야 한다.

4.2.3.6 가물막이 및 붙임 배수로

(1) 가물막이

수중 또는 흐름에 접한 곳에 구조물을 설치할 때 육상시공조건과 동일상태로 계획하는 것이 일반적이며, 본구조물의 건설을 위해 임시로 계획되는 물막이를 가물막이라 한다.

가물막이는 토압, 수압 등 외력에 견딜 수 있는 강도와 수밀성이 요구되나 가구조물로서 철거하기 쉽고 경제적이어야 한다.

① 계획기준

가물막이는 본 공사시행이 편리하도록 작업공간의 여유를 고려하여 계획되어야 하며, 계획단면은 다음 조건을 비교 검토하여 재료와 단면형을 선정함이 좋다.

가. 가물막이 내에서는 육상시공조건과 동일상태로 시공할 수 있도록 지수성이 있어야 한다.

나. 토압, 수압, 파랑 등 외력에 대하여 안전한 구조가 되고 1.2이상의 안전율이 있어야 한다.

다. 본 공사시행에 필요한 임시 시설물이므로 기상과 해상자료는 20년 빈도 값이 일반적 기준이 되지만 재해발생의 경우 공사현장 뿐만 아니라 주변피해가 예상될 경우 계획빈도 값을 상향 조정하되 과대공사가 되지 않도록 해야 한다.

라. 본 공사 완료 후 제거작업이 용이하고 안전성 있는 단면을 계획한다.

② 단면형식

가. 가물막이 재료는 토석과 강널말뚝을 많이 사용되며 강널말뚝의 경우 1열강널말뚝, 2열강널말뚝 및 셀(cell)형 강널말뚝으로 분류될 수 있다. 일반적으로 재료의 구득이 쉬운 토석제형이 많이 적용되고 있으나 유속, 파랑, 기초지반조건 및 공사비 등의 제여건에 따라 강널말뚝형이 적용될 경우도 있다.

나. 기초지반과 사면안전도 검토결과에 따라 적정한 성토 기울기를 정해야 한다. 특히 성토 기울기는 파랑의 런업 조건에 맞도록 계획되어야 하며, 평균해면고 이하부위는 시공중 파랑에 의한 침식과 사면보호공과의 관계를 고려하여 적정기울기가 되도록 하는 것이 좋다.

(2) 붙임배수로

① 붙임배수로는 배수문을 기준으로 內(潮)側과 外(海)측 배수로로 구분될 수 있다. 내외측 배수로단면은 모두 계획홍수를 충분히 배제할 수 있도록 계획해야 한다.

② 배수문의 홍수배제 능력검토시 계산되는 내외수위는 내외측 붙임배수로 전구간을 포함하여 부정류법으로 검토되는 경우를 제외하고는 문비를 통과하는 지점에서의 수위를 나타내는 것이 일반적이므로 붙임 배수로 단면 산정시 이와 같은 검토방법상의 문제점을 고려해야 할 것이다. 붙임 배수로 연장이 짧을 경우는 어려움이 없을 것이나 내측배수로의 연장이 길어질 경우는 유입부에서 배수문까지 수위차는 10㎝이내가 되도록 부정류법 등으로 수면변화를 검토하여 단면을 정하면 좋으나 수로장이 길고 지구여건이 나쁜 경우 20㎝를 초과하지 않도록 계획하는 것이 좋다.

③ 외(해)측 배수로는 조위와 배수(갑)문 문비지점의 계산외수위와의 차를 내측배수로와 동일조건으로 검토하여 원만한 홍수배제가 될 수 있도록 계획해야 한다. 특히 내외측 붙임 배수로의 각 수위차의 합이 무리하게 큰 경우는 지구내 배수불량 등을 초래할 수 있으므로 배수문 위치와 붙임 배수로노선의 재선정 등의 검토가 필요하다.

④ 수리설계 : 가정한 수로단면의 적정성 판단을 위하여 부등류 또는 부정류법으로 수위차 검토를 해야 한다.

4.2.4 지구내 배수

(1) 간척지의 배수는 지형적인 특성을 고려하여 배수불량 원인을 분석하고 적절한 대책을 강구해야 하며 토지이용계획에 알맞은 배수계획을 구상해야 한다.

4.2.4.1 계획의 구상

(1) 간척지는 지형적인 특성으로 대부분 해안에 발달된 저평지로서 경사가 완만하며 담수호 수위의 영향을 받아 배수가 불량한 경우가 많다. 따라서 지형적인 특성에 따른 배수불량원인을 분석하고 적절한 대책을 강구해야 한다.

(2) 간척지의 토지이용계획은 사업구역의 자연적인 입지조건 및 경제·사회적인 특성을 최대한 활용하여 이용목적별로 단지를 적정배분 함으로써 개발의 잠재수익을 효과적으로 발굴하고 자원을 최대한 활용할 수 있도록 계획하며 배수계획은 이러한 토지이용계획에 알맞은 시설계획을 구상하여 지표수와 흙속의 과잉수를 효과적으로 배제할 수 있도록 계획을 수립해야 한다.

4.2.4.2 계획 배수량

(1) 배수계획을 수립할 때의 계획배수량은 홍수시 배수는 물론 평상시 배수도 고려해야 한다.

(2) 간척지배수는 홍수시 배수와 평상시 배수로 구분할 수 있다.

(3) 홍수시 배수는 담수호나 배수 본천의 수위상승으로 인한 외수의 역류를 막고 내부유역의 유출수를 신속히 배제하여 침수로 인한 피해를 줄이는데 목적이 있으며 평상시 배수는 영농기간 중 작물의 생육에 알맞은 지하수위를 유지하도록 하여 토지생산성 및 노동생산성을 향상

하고 합리적인 포장 물 관리를 하는데 목적이 있다. 특히 간척농지에서의 암거배수에 의한 제염촉진은 필수적이라 할 수 있다.

(4) 지금까지의 배수계획은 홍수시 침수방지를 위한 지표배수에 역점을 두는 경우가 대부분이었으나 농경지에서 완전한 배수개선의 효과를 기대하려면 지표배수와 지하배수를 동시에 시행하는 것이 중요하므로 양자를 병행하여 검토해야 한다.

(5) 홍수시 배수는 계획기준 강우로 내부유역에서 발생하는 유출수를 계획기준 외수위아래에서 가능한 한 수익 구역내에 담수하지 말고 수익 구역내에서 빨리 배수할 수 있도록 계획한다. 다만, 수익 구역내에서 재배되는 작물이 담수를 허용하는 경우에는 피해정도를 감안하여 어느 정도 담수하게 할 수 있다.

(6) 평상시 배수는 지하수로부터의 배수, 주택지 등으로부터의 배수 등을 포함한 배수량을 계획기준외수위 아래에서 정상적으로 수익구역 밖으로 배제하도록 할 때 그 배수로수위가 계획기준 내수위를 유지하도록 계획한다.

4.2.4.3 계획기준치의 결정

(1) 계획기준 강우량

① 홍수시 배수계획의 기본이 되는 유출량은 계획기준 강우로부터 추산하되 피크 유출량을 계획의 기본으로 하는 경우는 단시간 강우강도를 대상으로 하고, 유출량 하이드로그래프를 계획의 기본으로 하는 경우는 적당한 분포를 가진 연속강우를 계획의 대상으로 택하는 것을 원칙으로 한다.

(2) 계획기준 내수위

① 홍수시 계획기준 내수위는 피크수위 때의 허용상한수위로서 수익구역내의 가장 낮은 경지면(답)표고로 정한다. 단, 수익구역 내에서 담수를 허용하는 경우는 지구내 가장 낮은 경지면 표고에 허용담수심을 더한 높이로 정한다.

(3) 계획기준 외수위

① 배수구에서의 계획기준, 외수계획의 기본방침을 결정하기 위한 중요 기준치이며 외수상황(담수호, 바다, 하천 등)을 고려하여 정한다.

② 자연배수방식을 채택하는 경우는 과거의 외수위자료로부터 계획 확률빈도의 홍수시에 자연배수가 이루어질 수 있으면 된다. 반면에 지구내에 일시담수를 허용하고 배수문이나 배수기로 유입량을 배제하고자 계획하는 경우는 외수위 하이드로그래프를 정하는 방법이 문제가 된다.

(4) 암거배수량

① 암거배수량은 경지구획의 평탄도, 넓고 좁음, 토양의 투수도, 토지이용형태 등에 다라 10～50mm/일로 정한다.

② 암거배수의 주요한 역할은 토양중의 과잉수 배제뿐만 아니라 최근의 조사연구에 따르면 지표잔류수의 배제에도 중요한 역할을 하고 있는 것으로 새로이 인식하게 되었다. 따라서, 계획암거배수량은 지표잔류수 및 토양중의 과잉수를 허용시간 내에 배제해야 하는 양이라고 정의할 수 있다. 지표유출후의 지표잔류량은 지표의 평탄도에 의하여 정한다. 경지정리사

업의 평탄도의 기준(±5㎝)에 따라 고려하면 지표잔류량은 0～50mm정도가 된다. 따라서 지표잔류수의 최고값을 50mm정도 취하면 무난할 것이다. 지표잔류수의 목표배제일수는 기존의 시험자료와 경험 등을 종합해 보면 벼 재배의 경우는 기계의 도입이나 적정한 물관리를 위해서 논바닥의 물 배제는 대략 1～2일 이내에 가능하도록 하고 밭작물의 경우는 1일 이내에 배제되도록 한다. 여기서 지표잔류수 배제를 위한 계획암거배수량은 평균 10～50mm/일가 된다.

(5) 지하수위 및 지하수위 저하속도

① 지하수위와 작물생육과의 관계, 지내력과의 관계, 토양상태와의 관계는 농업생산기반정비사업계획설계기준 “농지배수편” (KDS 67 45 20 : 2015)을 참조한다.

4.2.4.4 배수로

(1) 노선선정

배수로선의 배치를 배수구의 위치는 기술적으로 가능한 몇가지 안을 세워서 수익구역내외의 지형, 배수목적과 그 방법, 용지취득의 난이, 배수관행, 유지관리 등과 비교 검토하여 가장 유리한 안을 결정한다.

① 배수구의 위치

가. 될 수 있는 대로 자연배수가 가능한 지점일 것

나, 배수통문이나 배수장을 설치할 경우는 기초가 양호한 지점일 것

다. 배수구가 유사나 비사(飛砂)로 폐쇄되지 않는 위치일 것

라. 고조 등 외수에 대해서 위험한 장소는 피할 것

② 간선배수로

가. 선형은 기존 유로를 이용하고 가급적 직선으로 한다. 단, 경사가 급한 하천을 기간배수로로 개수 이용할 경우는 지나친 직선화를 피하여 기존 유로 등을 이용하도록 하면서 직선을 투입하여 완만하게 사행시키는 것이 안전하다. 토질이 불안한 곳은 가급적 피하며 도한 인가, 교통시설에 위험을 주지 않아야 한다.

나. 원칙적으로 절토 수로단면을 확보하고, 축제배수로는 가급적 피해야 하며 노선은 지구의 최저위와 중앙부를 통과하도록 정한다. 지구의 일부를 기계배수할 경우에도 상단배수로 하단배수로로 구분하여 자연배수의 활용을 최대한 검토한다.

다. 전 지구를 모두 기계배수할 경우도 고위부, 저위부, 혹은 중위부 등으로 나누어서 배수로를 2단 또는 3단식으로 배치함으로써 배수경비를 절약할 수도 있으므로 충분히 검토해야 한다.

③ 배수지선 및 배수지거

가. 이들의 배치는 배수간선의 위치, 경지의 구획형상, 도로, 용수로 배치 등을 고려하여 결정하며 일반적으로 평탄한 답지대는 배수지거를 용수지거와 교호로 평행하게 배치한다.

나. 간선과 지선과의 합류는 흐름에 부응하도록 접합시키고 도한, 지선과 지거의 합류는 직각으로 설치하는 것이 보통이다.

다. 지형에 따라서 용수로와 겸용할 경우도 있으므로 논의 밭 전환 이용이나 용배수 관행 등도 충분히 고려하여 검토한다.

④ 노선선정 요령

가. 1/1,000～1/5,000의 지형도를 기본으로 현지답사도 실시하여 가능한 몇 가지 비교 노선을 선정한다. 다음에 각 노선에 대해서 수위, 수로공정, 구조 등을 결정하고, 다시 토질이용 형태 등의 사회적 조건 등도 충분히 조사하여 배수계획의 타당성과 건설비의 비교검토를 하여서 노선을 결정한다.

(2) 배수로의 설계유량 및 수위

① 배수로의 설계유량 및 설계수위는 홍수시의 빗물배제와 평상시의 지하수위 제어의 두 가지 기능을 감당할 수 있어야 하며 배수구에서의 배수방식에 따라 결정되어야 한다.

② 배수로의 단면형과 기울기는 평상시 배수의 설계유량과 설계수위로부터 홍수시 배수의 설계유량과 설계수위에 이르기까지 어느 것이나 만족하도록 정해야 하며 배수로 말단부인 배수구에서의 배수방식 즉 기계배수를 해야 하는지 자연배수가 가능한지를 검토한 후 결정해야 한다.

가. 설계유량

수익 구역내에 배치하는 동일계통의 배수로는 비유량(어느 단면의 설계유량을 그 지점이 지배하는 유역면적으로 나눈 값)의 값이 전노선에 걸쳐 단면에서나 모두 동일치가 되도록 하는 것을 원칙으로 한다. 다만, 지형 등에 따라서 약간 수정할 수도 있다. 그리고 중간에 유수지가 있을 경우는 그 상하류에서는 비유량은 변하게 된다. 비유량은 홍수시와 평상시에 서로 다르다. 홍수시 배수의 비유량은 일시저유현상이 발생하지 않는 지역일 경우 배수구에서의 피크 유량을 그 유역면적으로 나눈 값을 채택하는 것이 원칙이다. 그러나 기계배수의 경우와 자연배수라 하더라도 담수를 허용하는 배수방식일 경우는 내수저유효과와 경제성을 고려해야 하므로 지구내 계획배수량과 배수구 최대 배제 가능량(설계수위 상태에서)에 어느 정도의 여유(1.5배정도)를 고려한 유량을 비교하여 안전한 유량을 채택해야 한다. 이에 대응하여 평상시의 비유량은 평상시 배수량을 유역면적으로 나눈 값으로 규정한다. 지구내에 있는 배수로의 수로구간(인접하는 합류점의 사이에 끼어있는 수로)은 모두 그 수로의 비유량에 그 구간의 지배유역 면적을 곱한 값을 그 수로구간의 설계유량으로 한다.(다만, 하류측 인접구간의 설계유량과의 차이가 작을 때 즉 1/4이내에 변화가 생겼을 때는 이것과 같게 취하여도 된다).이렇게 하여 각 구간마다 고유한 설계유량을 정하게 된다.

나. 설계수위

배수로의 설계수위도 홍수시와 평상시가 서로 다르다. 홍수시 배수의 설계수위는 수로에 연한 지면표고를 초과하여서는 안 된다. 이에 대하여, 평상시배수의 설계수위는 포장에 매설한 배수암거 출구의 표고를 초과하면 안 된다. 그러나 설계수위는 설계유량과 같이 간단하게 정해지는 것이 아니다. 배수기능적인 입장에서 보면, 설계수위는 가급적 낮은 것이 좋으나, 수로의 건설비용 측면에서 보면 높은 편이 바람직하다. 따라서 설계수위는 이러한 조건을 고려하여 가장 적절하다고 판단되는 것을 채용하되 계획 내수

위를 초과할 수는 없다. 또한, 기계배수방식일 경우 펌프의 초기 흡수위와의 상관관계를 고려해야 한다. 배수로의 단면설계는 일반적으로 다음과 같이 한다. 먼저, 홍수시배수의 설계수위에 대한 수로의 상류단에서 하류시에 이르는 각 수로구간 서로서로의 표고관계를 감안하여 홍수시 배수에 대한 설계수면 경사선을 각 수로 구간마다 그린다. 홍수면 경사선의 밑에서 배수시의 설계유량을 유하시킬 수 있는 수로나비와 수심을 구한다. 이렇게 하여 배수로의 통수단면적이 구하여 진다. 다음은 위와 같이 하여 구한 수로에 대하여 평상시 배수의 설계유량을 사용하여, 하류부에서부터 평상시배수의 수면을 추적하여 그 배수곡선이 설계수위를 초과하지 않음을 확인하고 이에 따라, 수로바닥높이의 타당성을 검토한다.

(3) 배수로의 통수능력과 배치

① 배수로는 설계유량을 안전하게 처리할 수 있는 통수능력을 가져야 하고 그 지구의 배수가 가장 효과적으로 배제될 수 있는 위치에 배치되어야 한다.

② 배수로의 통수능력을 결정하는 인자중의 하나로 조도계수를 들 수 있다. 배수로의 유지관리가 불충분하면 자초가 무성하게 되며 조도계수가 크게 증가하게 된다. 따라서 어느 정도의 관리를 전제로 한다 하더라도 조도계수는 몇 년 지난 다음의 값을 예상하여 그 갓을 사용해서 단면을 결정하는 것이 바람직하다. 이렇게 한다면 관리를 잘 할 경우에는 여유를 준 것과 같은 결과가 된다. 배수로의 위치는, 자연배수가 될 수 있도록 얕은 곳에 배치한다. 수로기울기는 지형이 지배하지만 일반적으로 허용최대유속의 범위 안에서 급한 경사로 하는 것이 바람직하고 또 단면의 형상은 수리적으로 유리한 단면으로 한다. 일부 라이닝을 한다. 간선배수로의 계획고는 홍수시를 고려해서 결정해야 되며 평상시의 배수관리를 위하여 지선의 유입부에 수위조절용 시설을 할 필요가 있다. 이 때 지선 수로내에서는 수초가 무성하기 쉬우므로 주의해야 한다.

(4) 배수로의 종단기울기 및 단면

① 배수로의 종단기울기는 수익구역의 지형, 배수로선의 배치 배수구의 위치로부터 허용 최대유속 및 소유유속을 고려하여 가장 유리하도록 결정한다. 배수로의 단면은 원칙적으로 매닝(Manning) 평균유속공식을 사용하여 설계유량을 통과시키도록 계산한다.

② 배수로의 종단기울기는 배수구의 위치와의 관계에 따라서 제약되는 경우가 많은데, 일반적으로는 최대허용 유속이내에서 경사가 급할수록 유리하다. 또 경사가 너무 급하여 최대허용유속을 초과할 경우는 낙차공, 급류공 등을 설치하여 기울기를 완화하거나, 라이닝으로 최대허용유속을 증가시키도록 한다. 반대로 기울기가 너무 완만할 경우는 유출토사의 퇴사나 수초의 번무로 통수능력을 크게 저해하는 일이 있으므로, 통수장해물을 소류할 정도의 유속은 가지도록 계획한다. 유량계산은 원칙적으로 만닝 평균유속공식을 사용하여 계산한다. 계획수로의 깊이를 결정할 때는 이상의 계산결과를 기본으로 지구내에 매설하는 암거의 깊이 등을 고려할 필요가 있다.

(5) 호안공

① 호안공은 낙차공 등에 의한 종단기울기 조정을 검토한 다음에 필요한 경우에 시공한다. 시공개소는 현지의 실정에 맞추어서 계획한다.

② 호안공은 유수작용으로부터 배수로의 비탈을 보호하기 위하여 필요할 경우에 배수로의 안쪽 비탈 또는 안쪽 소단에 설치한다.

③ 호안고는 배수로 설치지점의 토질, 배수로내의 최대유속, 담수에 의한 수위변동 또는 수위급강하에 의한 영향, 융설 때의 영향 등을 검토한 다음 필요한 범위까지로 한다.

④ 호안공의 종류는 콘크리트, 연결블럭, 블럭, 아스팔트포장, 콘크리트 책거(柵渠), 널말뚝 등이 있는데 현지상황에 따라서 결정한다.

(6) 낙차공 및 급류공

낙차공은 배수로의 안전한 기능유지를 위하여 주어진 경사도 배분 중에서 생기는 잉여낙차를 조정하는 구조물이며, 수로 중에서 큰 에너지가 집중하는 곳이므로 위치 및 구조에 세심한 배려를 해야 한다. 다단식 낙차공으로 된 경우는 지형조건에 따라서 급류공이 유리한 경우도 있으므로 비교 검토해야 한다.

① 위치

직선부로 흐름이 안전한 지점을 선정하며, 직상류나 직하류에 굴곡이 있는 지점을 피한다.

② 낙차

낙차공은 잠몰상태로 되면 크게 감세효과를 상실하므로 가급적 잠몰하지 않도록 하류수위를 취한다. 부득이 잠몰상태로 될 경우는 하류쪽 보호를 충분히 길게 취해야 한다.

③ 규모

낙수구는 상류쪽 개수로의 수면폭을 축소하지 않도록 한다.

(7) 낙수구와 합류공

① 낙수구공 및 합류공의 배치와 그 구조는 유입위치, 유입배수로의 상태 등을 고려하여 가장 효과적이고 또한 경제적이 되도록 결정한다.

② 이를 배수로의 부대시설물은 계획노선에 연하여 상세한 조사를 하고 지방민의 의견을 충분히 파악하여 그 위치, 규모를 결정한다.

(8) 굴착토량의 유용

① 굴착토량은 가능한 한 성토부분에 유용해야 하며 그 성질에 따라 합리적 유용계획을 수립해야 한다.

② 간척지 토양은 염분이 함유되었거나 산성토양일 경우가 많으므로 배수로 굴착토량은 도로 등의 성토재료로 유용하는 것이 바람직하며 물리적 화학적 성질에 따라 경지에 살포할 수 있는지의 여부를 결정해야 한다. 경제성을 고려하여 경지에 살포해야 할 경우 토층개량계획을 동시에 수립해야 한다.

4.2.4.5 배수문

(1) 농업생산기반정비사업계획설계기준 농지배수편(KDS 67 45 20 : 2017) 배수(갑)문 계획 부분을 참조한다.

4.2.4.6 배수장

(1) 농업생산기반정비사업계획설계기준 농지배수편(KDS 67 45 20 : 2017) 계획 부분을 참조한

다.

(2) 농업생산기반정비사업계획설계기준 양배수장편(KDS 67 30 20~60 : 2017) 계획 부분을 참조한다.

4.2.4.7 암거배수시설

(1) 농업생산기반정비사업계획설계기준 농지배수편(KDS 67 45 20 : 2017) 계획 부분을 참조한다.

집필위원	분야	성명	소속	직급
	관개배수	김선주	한국농공학회	교수
	농업환경	박종화	한국농공학회	교수
	토질공학	유 찬	한국농공학회	교수
	구조재료	박찬기	한국농공학회	교수
	수자원정보	권형중	한국농공학회	책임연구원

자문위원	분야	성명	소속
	농촌계획	손재권	전북대학교
	수자원공학	윤광식	전남대학교
	지역계획	김기성	강원대학교
	수자원공학	노재경	충남대학교
	농지공학	최경숙	경북대학교
	관개배수	최진용	서울대학교

건설기준위원회	분야	성명	소속
	총괄	한준희	농림축산식품부
	농업용댐	오수훈	한국농어촌공사
	농지관개	박재수	농림축산식품부
	농지배수	송창섭	충북대학교
	용배수로	정민철	한국농어촌공사
	농도	조재홍	한국농어촌공사 본사
	개간	백원진	전남대학교
	농지관개	이현우	경북대학교
	농지배수	남상운	충남대학교
	취입보	김선주	건국대학교
	양배수장	정상옥	경북대학교
	경지정리	유 찬	경상대학교
	농업용관수로	박태선	한국농어촌공사 본사
	농업용댐	손재권	전북대학교
	농지배수	김정호	다산컨설턴트
	농지보전	박종화	충북대학교
	농업용댐	김성준	건국대학교
	해면간척	박찬기	공주대학교
	농업수질및환경	이희억	한국농어촌공사 본사
	취입보	박진현	한국농어촌공사 본사

중앙건설기술심의위원회	성명	소속
	이태옥	평화엔지니어링
	성배경	건설교통신기술협회
	김영환	한국시설안전공단
	김영근	건화
	조의섭	동부엔지니어링
	김영숙	국민대학교
	이상덕	아주대학교

농림축산식품부	성명	소속	직책
	한준희	농업기반과	과장
	박재수	농업기반과	서기관

설계기준
KDS 67 65 30 : 2018

해면간척 용배수 설계

2018년 04월 24일 발행

농림축산식품부

관련단체 한국농어촌공사
58217 전라남도 나주시 그린로 20(빛가람동 358) 한국농어촌공사
☎ 061-338-5114 E-mail : webmaster@ekr.or.kr
http://www.ekr.or.kr

(작성기관) 한국농공학회
06130 서울시 강남구 테헤란로 7길 22(역삼동 365-4) 과학기술회관 본관 205호
☎ 02-562-3627 E-mail : j6348h@hanmail.net
http://www.ksae.re.kr

국가건설기준센터
10223 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283(대화동)
☎ 031-910-0444 E-mail : kcsc@kict.re.kr
http://www.kcsc.re.kr

※ 이 책의 내용을 무단전재하거나 복제할 경우 저작권법의 규제를 받게 됩니다.

KDS 67 65 40 : 2018

해면간척 제염 설계 및 지구내 계획

2018년 04월 24일 제정
http://www.kcsc.re.kr

농림축산식품부



건설기준 코드 제·개정에 따른 경과 조치

이 코드는 발간 시점부터 이미 시행 중에 있는 설계용역이나 건설공사에 대하여 발주기관의 장이 필요하다고 인정하는 경우 종전에 적용하고 있는 기준을 그대로 사용할 수 있습니다.

건설기준 코드 제·개정 연혁

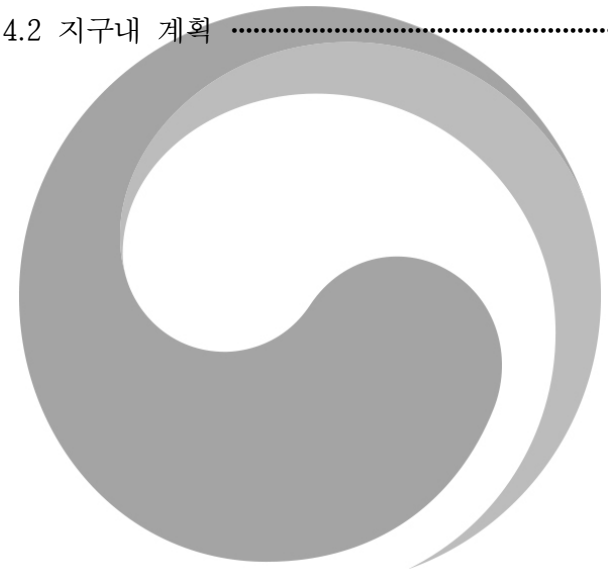
- 이 기준은 KDS 67 65 40 : 2018 으로 2018년 04월에 제정하였다.
- 이 기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 건설기준 간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.
- 이 기준의 제·개정 연혁은 다음과 같다.

건설기준 코드	주요사항	제·개정
농지개량사업 계획설계기준 해면간척편	• 농지개량사업 계획설계기준 해면간척편 제정	제정 (1972. 12)
농지개량사업 계획설계기준 방제공편	• 농지개량사업 계획설계기준 방재공편 제정	제정 (1987. 12)
농지개량사업 계획설계기준 해면간척편	• 농지개량사업 계획설계기준 해면간척편 개정	개정 (1991. 12)
농업생산기반정비사업 계획설계기준 해면간척편	• 농업생산기반정비사업 계획설계기준 해면간척편 개정	개정 (1997. 12)
KDS 67 65 40 : 2018	• 국토교통부 고시 제2013-640호의 “건설공사기준 코드체계” 전환에 따른 건설기준을 코드로 정비 (농업생산기반정비사업 계획설계기준 해면간척편 및 방제공편 합본) • 건설기술진흥법 제44조 및 제44조의 2에 의거하여 중앙건설심의위원회 심의· 의결	제정 (2018. 04)

제 정 : 2018년 04월 24일 **개 정 : 년 월 일**
심 의 : 중앙건설기술심의위원회 **자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회**
소관부서 : 농림축산식품부 농업기반과
관련단체(작성기관) : 한국농어촌공사(한국농공학회)

목 차

1. 일반사항 ····· 1
1.1 목적 ····· 1
1.2 적용 범위 ····· 1
1.3 참고기준 ····· 1
1.4 용어의 정의 ····· 1
1.5 기호의 정의 ····· 1
2. 조사 및 계획 ····· 1
3. 재료 ····· 1
4. 설계 ····· 1
4.1 제염 및 제염시설 ····· 2
4.2 지구내 계획 ····· 7



해면간척 제염 설계 및 지구내 계획

1. 일반사항

1.1 목적

· 내용 없음

1.2 적용 범위

· 내용 없음

1.3 참고기준

· 농업생산기반정비사업계획설계기준, 1991 : 해면간척편.
· 농업생산기반정비사업계획설계기준, 2017 : 경지정리편 계획(KDS 67 50 15 : 2017).
· 농업생산기반정비사업계획설계기준, 2017 : 농도편 (KDS 67 35 30 : 2017).
· 농업생산기반정비사업계획설계기준, 2017 : 농지관개편 (KDS 67 40 10 : 2017).
· 농업생산기반정비사업계획설계기준, 2017 : 농지배수편 (KDS 67 45 15 : 2017).

1.4 용어의 정의

· 내용 없음

1.5 기호의 정의

· 내용 없음

2. 조사 및 계획

· 내용 없음

3. 재료

· 내용 없음

4. 설계

4.1 제염 및 제염시설

(1) 방조제를 축조한 후 간척지를 효율적으로 이용하기 위해서는 간척개발 초기의 제염문제가 매우 중요하다.

(2) 장기적인 시야에서 어떠한 제염문제에도 대처 할 수 있는 제염대책을 수립하여 효과적인 제염방법과 제염시설을 통해 이 목적을 달성해야 한다.

(3) 개발초기의 간척지의 토양은 대부분 가용성염류와 치환성나트륨이 많이 함유되어 있기 때문에 염분농도가 높다. 토양내의 가용성염류는 토양용액의 삼투압을 증가시키며 치환성나트륨은 토양용액의 알칼리성을 증가시켜 작물의 생육에 큰 저해요인이 된다.

(4) 치환성 나트륨은 토양입자의 분산과 팽윤(膨潤)현상에 밀접한 관계가 있어 토양의 투수성에 지대한 영향을 끼치고 있으므로 초기 간척지토양의 염분용탈이 매우 어렵다. 따라서 방조제 축조후 인위적 제염으로 가급적 조기에 근권역내(根圈域內)의 과잉염분을 제거하고 표토층으로 염분이 집적하는 것을 방지하여 작물이 정상적으로 생육할 수 있도록 제염대책을 강구해야 한다.

(5) 간척지토양의 제염방법으로는 물 관리에 의한 방법, 배수시설에 의한 방법, 생물학적 방법, 화학적 방법, 경운 및 객토에 의한 방법 등이 있다. 합리적인 제염효과를 얻기 위하여 먼저 토양의 염분농도, 투수성, 제염용수량, 제염기간, 경제성 기타 지하수위 및 기상조건 등의 지역적 특성을 고려하여 한 가지 방법 또는 두 가지 이상의 방법을 병용할 것인가를 결정해야 한다. 염분농도가 높고 투수성이 낮은 간척지토양에서는 보통 물 관리에 의한 제염방법과 배수시설에 의한 제염방법에 의하거나 이 두 가지 방법과 생물학적 제염방법, 화학적 제염방법 및 기타의 제염방법을 적절하게 조합시켜 염분을 제거한다.

4.1.1 물 관리에 의한 제염방법

(1) 물 관리에 의한 제염은 염분농도가 높은 신간척지의 경우 단기간 내의 초기영농을 위해서는 대단히 효과적인 방법으로서 제염에 필요한 용수원이 확보되어 있어야 한다.

(2) 물 관리에 의한 제염방법은 간척지토양내의 염분이 물에 잘 녹는 가용성이라는 점을 이용하여 염분을 용탈시켜 제거하는 방법으로 염분용탈수의 배수방법 및 표토층의 토양관리방법에 따라 다음과 같이 분류된다.

4.1.1.1 염분용탈수의 배수방법에 따른 분류

(1) 수세법(水洗法)

① 수세법은 토양에 물을 공급한 후 경운 및 써레질을 하여 염분의 용해를 촉진시킨 다음 용탈수는 주로 지표배수에 의해 배출시키는 방법이고, 침출법은 토양표면에 물을 공급하여 근역을 통해 하층부로 침투시켜 토양내의 염분을 용탈시키며 침출수는 주로 지하배수에 의하여 배제시키는 방법이며, 수세침출법은 수세법과 침출법을 병용하는 방법이다.

② 수세법의 경우 여러 번 환수시키면 염분농도가 높은 초기 간척지에서도, 단기간 내에 표토층에서 큰 제염효과를 얻을 수 있다. 그러나 제염용수량이 많이 소요되고 심토층의 제염이

어려우며 건조기에는 염분이 표토층으로 상승하여 염분농도가 높아지는 단점이 있다.

(2) 침출법

① 침출법의 경우는 수세법에 비하여 제염용수량이 적게 소요되며 투수성이 양호한 토양에서는 심토층까지 제염이 가능하다. 그러나 대부분의 간척지토양은 투수성이 낮기 때문에 제염기간이 길며, 제염용수의 침출이 가능할 정도의 투수성을 유지하기 위해서는 제염배수시설 또는 토양개량제의 시용이 불가능하다.

(3) 수세침출법

① 제염배수시설과 토양개량제 시용으로도 침출이 불가능하거나 투수성이 불량한 토양에서는 수세법이 효과적이고, 투수성이 양호한 토양에서는 침출법이 효과적이다. 그 밖의 경우는 수세법과 침출법의 장단점과 토양의 투수성, 제염용수량, 제염기간 및 경제성 등을 고려하여 두 가지 방법을 적절하게 조합시켜 병행하는 수세침출법이 바람직하다.

4.1.1.2 표토층의 토양관리방법에 따른 분류

(1) 담수법

① 담수법은 토양표면에 물을 담수시켜서 표토층의 염분을 용탈시키는 방법이고, 경운담수법은 표토층을 깊이 경운한 후에 담수시켜서 염분을 용탈시키는 방법이다. 담수경운법은 토양표면에 담수후 경운과 써레질을 하여 염분을 용탈시키는 방법이다.

② 담수법의 경우 표토층에서는 염분이 물에 용해되어 염분농도가 상당히 낮아지지만 하층부에서는 오히려 염분농도가 증가 하므로 경작층 아래까지 제염효과를 기대할 수는 없다. 염분의 용해도는 담수초기에 크지만 점차로 감소된다. 따라서 처음 담수할 때는 담수심을 깊게 하고 담수기간을 짧게 하는 것이 효과적이며, 점차 담수회수가 많아짐에 따라 담수심을 얕게 하고 담수기간을 길게 하는 것이 효과적이다.

(2) 경운담수법

① 경운담수법의 경우는 경운에 의하여 토양을 부드럽게 해줌으로써 표토층에 집적된 염분의 용탈을 쉽게 하고 토양의 모세관을 파괴시켜 염분상승을 방지하는 효과가 있다. 경운담수법은 담수법과 경운에 의한 제염효과가 동시에 나타나기 때문에 담수법에 비하여 제염효과가 크다.

(3) 담수경운법

① 담수경운법의 경우는 담수로 인하여 염분의 상승을 억제하는 동시에 경운과 써레질을 통해 염분의 용해를 빠르게 하여 쉽게 용탈시키고, 염분용 탈수는 지표배수는 물론이고 토양의 하층부로 침출시키기 때문에 이 방법을 반복함으로써 단기간내에 염분농도를 현저하게 낮출 수 있다. 따라서 담수법이나 경운담수법에 비하여 제염효과가 상당히 크게 나타나며 개발초기 고염도 간척지의 제염에 널리 적용된다.

4.1.2 배수시설에 의한 제염방법

(1) 간척지에서 심토층까지 제염시키고 지하수위가 높은 토양의 투수성을 높이며 표토층으로의 재 염화현상을 방지하기 위해서는 제염배수시설을 해야 한다. 제염배수시설인 지하암거는 농

경지의 감소가 생기지 않으며 농기계 작업에도 지장을 주지 않는다.

(2) 배수시설에 의한 제염방법은 일반적으로 지하수위가 높고 투수성이 낮은 간척토양에서 제염배수구(제염도랑) 또는 제염배수암거를 설치하여 침투수에 용해된 염분과 지하수에 용해된 염분을 제거하는 방법이다.

(3) 간척지의 제염 배수시설로는 방조제를 축조한 후 먼저 지표배수로 표토층이 건토화 되도록 소규모의 배수구를 많이 굴착하여 어느 정도 표토층의 건토화가 이루어지면 하층토에 대한 지하수위를 낮추며 또 토양의 투수성을 높이기 위하여 제염배수암거를 설치하는 것이 효과적이다. 제염배수암거는 먼저 보조암거로서 주로 두더지암거 또는 절단암거를 설치한 다음 토층건조에 따른 토양구조의 발달이 지표면 아래 0.5～0.6m까지 이르게 되면 주암거로서 토관, 콘크리트관, PVC유공주름관 등을 보조암거와 연결하는 복합식 암거배수조직이 바람직하다.

(4) 제염을 목적으로 배수구나 배수암거를 설치할 때는 간척지의 전반적인 배수조직을 검토해야 하고 모든 제염시설은 반드시 배수로에 연결시키도록 계획해야 한다.

(5) 제염배수시설의 규모와 조직은 지형, 지하수위, 토양의 투수성과 염분함량, 토지이용형태 및 경제성 등을 고려하여 대체적으로 다음과 같이 결정한다.

4.1.2.1 제염배수구

(1) 제염배수구(제염도랑)은 윗나비 0.8～1.2m, 깊이 0.4～0.7m정도로 해서 5～10m간격으로 배치한다.

제염배수암거 없이 제염배수구에 의해서만 제염을 실시하여 작물을 재배할 경우에는 깊이를 좀 더 깊게 하고 배치간격을 넓혀서 경지면적의 감소를 줄이는 것이 바람직하다.

4.1.2.2 보조암거

(1) 보조암거(두더지암거)는 유수공의 직경 8～12㎝, 매설심도 0.4～0.6m, 배치간격 2～5m정도 되도록 설치하는 것이 좋다.

4.1.2.3 주암거

(1) 주암거의 매설심도는 상류단에서 0.6～1.0m, 하류단에서 0.8～1.2m 정도 되게 하는 것이 적당하며, 배치간격은 지하배수의 이론방정식(Hooghoudt공식, Ernst공식, Glover-Dumn공식 등)을 적용하여 산출하되 대략 10～20m정도 범위 내에서 결정하는 것이 좋다.

4.1.2.4 암거의 배치와 내구성

(1) 보조암거와 주암거는 직교시켜 설치하는 것을 원칙으로 하며, 보조암거에서 집수된 물을 주암거를 통해 배수시키기 위해서는 주암거의 소수재(疏水材)를 두텁게 넣어서 보조암거와 연결되도록 해야 할 필요가 있다.

(2) 주암거는 내구성 재료를 사용하고, 보조암거와의 결합을 고려한 형상과 단면구조로 한다. 보조암거로는 두더지암거 이외에도 내구성이 다른 여러 가지 종류가 있으므로 토양조건 및 설

치공비 등을 고려하여 적당한 방법을 선정한다.

4.1.3 생물학적 제염방법

(1) 간척지토양에 내염성이 강한 작물을 재배함으로써 토양내에 포함된 염분을 흡수시키고 토양구조를 변화시켜 토양의 이화학적 성질을 개량할 수 있으며, 또한 토양표면을 피복하게 되므로 염분이 상승하여 표토층으로 집적되는 현상을 방지할 수 있다.

(2) 염분농도가 높은 토양에서 자랄 수 있는 내염성이 강하고, 성장속도가 바른 작물을 간척지토양에 재배하게 되면, 근권역에서는 뿌리의 생장에 의하여 토양내의 염분을 흡수하고 토양구조를 변화시켜 모제관작용에 의한 염분집적을 억제할 수 있다.

(3) 작물이 생장함에 따라 줄기나 잎이 토양표면을 피복하여 줌으로써 지면증발을 적게 하여 지표면으로 염분이 상승하는 것을 방지할 수 있다. 토양내에서 부식된 작물의 뿌리는 유기물을 공급하여 토양을 개량하고 비옥도를 높여 준다.

(4) 생물학적 제염방법은 물관리 및 배수시설에 의하여 토양의 염분농도를 감소시켜 내염성이 강한 녹비작물을 비롯한 각종 목초들이 자랄 수 있을 정도로 되면, 벼 등 주작물을 재배하기에 앞서 이들 내염성작물을 재배하여 염분농도를 낮추는데 효과적이며 토양구조와 토성을 개량시켜 주작물의 생육조건을 향상시킬 수 있다.

(5) 제염을 목적으로 재배할 작물은 내염성과 월동력(越冬力)이 강한 추파작물이 적합하다. 예를 들면 벼를 재배하기 전년도 가을에 추파작물을 재배하여 이듬해 봄철에 토양표면을 피복해 줌으로써 염분이 토양표면에 집적되는 것을 방지할 수 있고, 토양의 염분농도를 낮추어 이앙 후 활착과 정상생육을 원활하게 할 수 있다.

(6) 이와 같이 간척지에서 내염성과 월동력이 강한 추파작물로 토양표면을 피복하여 주는 것은 제염의 중요한 방법중 한가지라고 볼 수 있다.

4.1.4 화학적 제염방법

(1) 염분농도가 높고 점질성인 토양에서의 제염에는 토양개량제를 시용하여 토양의 이화학적 성질에 나쁜 영향을 끼치는 치환성 나트륨을 제거하고 토양의 투수성을 개량하여 제염효과를 현저하게 높일 수 있다.

(2) 화학적 제염방법은 고염도 간척지토양의 이화학적 성질에 나쁜 영향을 기치는 치환성 나트륨을 칼슘의 치환작용에 의해 쉽게 제거할 수 있다는데 근거를 두고 있으며, 보통 칼슘을 함유하고 있는 염은 치환성 나트륨을 제거하고, 토양의 투수성을 높여 제염효과를 증가시킨다.

(3) 일반적으로 점토와 치환성나트륨을 많이 함유하고 있는 고농도 간척지토양을 지하배수에 의한 방법으로 제염하는 경우는 제염과정중 전해질농도가 감소되고 점토의 분산 및 영윤현상이 일어나 토양공극을 폐쇄하기 때문에 토양의 투수성이 현저하게 감소된다. 이러한 경우 지하배수에 의한 제염효과가 부족하므로 화학적 제염방법과 병행시킬 때 큰 제염효과를 얻을 수 있다.

(4) 따라서, 이러한 토양에는 토양개량제를 시용하면 양이온 치환효과와 전해질농도의 증가로 인하여 토양의 초기투수성이 높아지고 이것이 오래 유지되어 제염작업이 용이할 뿐만 아니라

제염기간을 단축시킬 수 있다.

(5) 간척지토양의 제염에 일반적으로 사용되는 토양개량제로는 석고($CaSO_4,2H_2O$), 석회($CaO, Ca(OH)_2, CaCO_3$), 염화칼슘($CaCl_2 \cdot 2H_2O$)등이 있는데 이 중에서 석고는 저렴한 값으로 구득이 용이하고 효과도 크게 나타나기 때문에 널리 사용되고 있다.
간척지 토양의 제염에 필요한 석고의 시용량은 FAO에서 Beyce(1973)가 제시한 다음과 같은 석고 소요량 방정식을 적용하여 결정한다.

$$GR = (860 \times 10^{-6}) \cdot (\rho_b \times D_s \times A) \cdot (\frac{ESP_i - ESP_f}{100}) \cdot CEC$$

여기서, GR : 석고소요량(톤), ρ_b : 토양의 가비중, D_s : 제염토양깊이(m)
A : 제염대상 면적(㎡), ESP_i : 제염전 치환성나트륨백분율(%)
ESP_f : 제염후 치환성나트륨백분율(%), CEC : 토양의 양이온치환용량(meq/100g)

4.1.5 경운 및 객토에 의한 제염방법

(1) 간척지 토양을 깊게 경운하면 표토층의 염분집적작용이 억제되어 재 염화현상을 방지할 수 있으며, 적합한 토양으로 객토함으로써 제염과 동시에 토양의 이화학적 성질을 개량할 수 있다.

4.1.5.1 경운에 의한 제염방법

(1) 추수한 직후에는 경작층에서의 연중 염분함량이 가장 적지만, 추수후 경작층이 점차로 건조하게 되면서 모세관작용으로 표토층에 하층토의 염분이 집적한다. 그러므로 추수가 끝난 후에 후경을 하여 하층토와 경작토를 분리시켜 줌으로써 염분이 표토층에 집적하는 것을 방지할 수 있다.
(2) 따라서 추경은 될 수 있는 대로 깊게 갈아 경작층을 두껍게 하는 것이 좋다.
(3) 만약 간척답에서 추수가 끝난 후에 추경을 가지 않고 그대로 방치하면 이듬해 봄에 표토층으로 염분이 집적되며, 춘경을 함으로서 뿌리가 뻗을 깊이에 염부니 섞이게 되어 이양후 활착기에 염해를 받게 된다.

4.1.5.2 객토에 의한 제엄방법

(1) 객토작업은 일반 경작지에서 시행되는 토층개량과 상당히 밀접한 관계가 있다.
(2) 간척지에서의 객토는 염분을 함유하고 있지 않은 부식토가 적합하며, 염분함유량이 많을수록 객토량을 증가시켜야 한다. 또한 객토대상 토양의 토성을 면밀히 조사한 후에 객토계획을 세워야 한다.
(3) 투수성이 낮은 점토지대는 야산이나 밭의 사질부식토로 객토하여 투수성을 높여서 제염이 빨리 이루어지게 하고, 반면 투수성이 매우 높은 사질토 지대는 점토성의 미세하고 부식질이 많은 흙으로 객토하여 영양물질이 쉽게 빠져 나가는 것을 방지하여 토양의 비옥도를 유지하도

록 한다.

4.1.6 작물의 내염성

(1) 모든 작물은 생태학적 특성에 따라 내염성이 각기 다르므로 간척지토양의 제염을 생물학적 제염방법으로 실시할 경우 작물의 선정과 제염후 재배작물의 환경에는 내염성과 제염하고자 하는 토양의 염분농도 한계치를 정해 둘 필요가 있다.

(2) FAO의 Ayer와 Westcot(1976), Bernstein(1964; salt tolerance of plants), Mass와 Hoffman(1977; crop slat tolerance) 등의 자료를 참조한다.

4.2 지구내 계획

4.2.1 계획 일반

(1) 지구내 계획의 목적은 합리적이고 쾌적한 산업 활동 공간을 창조함에 있으므로 이에 따른 기본토지이용계획이 수립되어야 하며 이를 위해서는 지구내외의 토지이용 및 시설배치계획이 수립되어야 한다.

(2) 지구내 계획은 조성이 완료된 간척지를 합리적이고 효과적으로 개발하여 쾌적한 생활공간 및 산업활동 공간을 창조함이 기본 목적이다.

(3) 따라서, 지구내 계획에는 이러한 목적달성에 필요한 각종의 물리적 및 물리외적 계획이 포함되어야 하므로 농촌지역계획 또는 농촌계획에서 다루어지고 있는 대부분의 계획내용을 미시적인 차원에서 수용하거나 또는 준용하여야 한다.

(4) 지구내 계획의 내용은 기본적으로 생활 및 생산 활동 관련시설을 지구내에 두는 경우와 지구외 배후지역에 두는 경우에 따라 크게 상이하다.

(5) 일반적으로 간척지의 규모가 크고 중심도시에서 멀리 떨어져 있으며 지구내의 시설입지여건이 양호한 경우에는 간척지내에 각종시설을 설치위치를 정하는 반면, 간척지의 규모가 작고, 기존시설의 이용이 용이하여 간척지 인근의 배후지역에 적당한 시설입지가 가능한 경우에는 지구외에 설치위치를 정한다.

(6) 그러므로 지구내 계획의 내용은 간척지 자체의 개발여건, 배후지역의 개발여건, 다목적 개발의 여부, 지역적 도는 국가적 개발목표 등을 종합적으로 검토하여 결정해야 한다.

4.2.2 계획 여건의 종합적 분석

(1) 여건의 종합적 분석을 위해서는 먼저 사회경제구조, 상위계획 및 관련계획, 자원의 이용 상황, 생활 및 생산 환경 등을 종합적으로 분석하여야 한다.

(2) 계획여건의 종합적 분석에는 간척사업에 의해 조성되는 유형 또는 무형 자원(토지자원, 수자원, 만족감)이 갖는 제약조건과 잠재력을 계획적으로 분석 평가하는 것이 기본 내용이다.

(3) 이를 위해서는 간척지조성사업에 의해 창출되는 자원의 크기와 이용가능성을 평가하여 이를 기본 전제조건으로 삼으며 주변 또는 배후지역을 포함한 영향권역 전체에 대해 다음 사항을 조사 분석한다.

4.2.2.1 사회, 경제구조

(1) 기본사항
위치, 범위, 자연조건, 역사적 연혁
(2) 사회구조
인구, 사회단체 및 조직 생활행동과 생활권역
(3) 경제구조
소득수준, 취업인구 구조, 산업입지 배치

4.2.2.2 상위 및 관련계획

(1) 국가 및 지역수준의 종합개발계획, 부문별 계획, 관련대책, 관련 연구사항

4.2.2.3 자원의 이용

(1) 토지이용
토지이용권, 토지소유, 지가, 매매상황, 이용상의 지정 및 용도제한, 도시계획, 광물자원의 이용제한
(2) 수자원이용
수자원 이용 상황(수량, 수질), 수리권, 수가, 공급 상황, 이용상의 지정 및 제한, 지하수자원

4.2.2.4 생활 및 생산관련시설

(1) 설치위치, 시설의 이용 상황, 시설의 질적 수준과 내용, 시설관리, 환경에의 영향, 산업별 생산시설 현황, 농촌주택, 농촌생활시설(사회복지, 학교교육, 사회교육, 보건의료, 구매시설, 묘지 등) 체육 및 위락시설, 공급처리 시설(상하수도, 가스, 전력, 하수 및 분뇨처리, 쓰레기처리), 농촌도로망, 하천 및 수로망

4.2.2.5 지방행정

(1) 지방자치단체의 기구 및 조직, 재정상황 재정자립도, 기존 각종 계획

4.2.2.6 환경

(1) 대기, 수역 및 해양(수량, 수질, 냄새) 지표상태(토사유실, 침식), 생태계(토지이용형태의 변화에 수반된 육상, 수상, 수중, 지하 동식물상의 변화), 생활환경(굉음, 진동, 악취, 농락공해, 교통상의 장해, 일조, 통풍, 해충의 발생), 사적 및 문화재 이상의 조사 분석 내용을 바탕으로 개발과 관련된 제약조건을 적출하며, 종합적 개발 잠재력을 평가한다. 개발 잠재력은 “덜 개발된 것”(Under-utilized) “개발되지 못한 것(Non-utilized) “잘못 개발된 것”(Mul-utilized)으로 구분하여 분석평가 한다.
(2) 최종적으로는 간척지조성으로 인해 간척지 자체와 배후지역에 부여하게 될 역할과 기능을 도

출한다.

4.2.3 개발 목표와 지표

(1) 개발 목표와 계획지표는 장기적이고 다각적인 면에서 설정되고 결정되어야 한다.

4.2.3.1 개발 목표의 설정

(1) 일반적으로 간척지 개발사업은 간척지조성에서부터 완전한 인구정착단계에 이르기까지 장구한 기간이 요구되므로 장기적인 관점에서 개발목표가 설정되어야 한다. 따라서 현황적 여건분석도 중요하지만 장기간에 걸친 사회 및 경제적 변화에 효과적으로 대처할 수 있는 잠재적 여건분석에 근거하여 개발목표가 설정되어야 한다.

(2) 이러한 관점에서 개발 목표 설정시에는 다목적 개발, 효율성과 균형의 조화, 계획의 탄력성 유지 등이 고려되어야 한다.

4.2.3.2 주요 계획지표의 결정

(1) 개발목표를 구체적으로 형상화하기 위해서는 이를 수치로 표현 가능한 주요계획지표가 결정되어야 한다. 이는 세부계획에서 준거해야 할 구체적인 지침의 성격도 갖는다.

(2) 지표는 국가 및 도 단위의 상위 장기발전지표를 수용하고 지역특유의 여건을 고려하여 작성되어야 한다.

(3) 주요 지표 항목은 다음과 같다.

① 인구지표 : 총인구 및 가구, 농가인구 및 농가구, 호당인구, 성별, 연령구조, 출산 및 사망률

② 경제구조지표 : GRP, 1인당 GRP, 경제밀도, 농가소득구조, 취업구조, 산업구조

③ 영농 및 생산기반지표 : 호당경지면적, 작부체계, 농가기계화율, 농지 이용율, 생산관련시설확충도, 1인당 공업용지율

④ 생활환경지표 : 도로율, 도로 포장율, 상하수도 보급율, 1일1인당 급수량, 상수처리율, 대학진학율, 1인당 의사수, 녹지율

4.2.4 기본토지이용계획

(1) 토지이용계획의 기본은 지역전체의 토지이용계획과 취락내 토지이용계획으로 양분되는데 토지이용질서를 확립하고 토지기반의 종합적 가치를 높이는데 있다.

(2) 토지이용계획이란 토지이용 목적, 용지의 적절한 배분, 조정을 기초로 하여 토지이용질서를 확립하고 토지기반의 종합적 가치를 제고시키기 위한 계획을 말한다.

(3) 간척지내 계획에서의 토지이용계획은 지역전체의 토지이용계획(기본토지이용계획)과 취락내 토지이용계획으로 구분할 수 있다.

(4) 기본토지이용계획은 지역전체의 구조계획(structure plan)성격을 갖는 것으로서 농용지, 취락용지, 공업용지, 임지, 녹지, 레크리에이션 용지 등 각종 용지를 배분하고 용지간의 적정한 이용조정을 도모하는 계획이다.

(5) 기본토지이용계획의 수립순서는 다음과 같다.
① 전제조건(상위 및 관련계획, 기존토지이용계획, 사회 산업 구조계획에서 정해지는 시설용지규모)
② 우선용지의 적출(토지평가)
③ 부문별 용지의 배분
④ 부문별 용지 배분의 종합조정

4.2.4.1 토지산업 개발계획시의 고려사항

(1) 지역(배후지역 포함)의 인적 물적 자원상태의 사회간접자원 실태를 분석하여 이를 소득으로 활용하는 방안이 강구되어야 한다.
(2) 산업의 생산 활동과 유통대책을 일관성 있게 체계화하고 지역특화 또는 생산 단지화 하여 경쟁력을 제고시켜야 한다.
(3) 2차 산업은 1차 산업으로부터 추출되는 원료와 노동력 그리고 기술조건을 배합하여 가능한 한 주민 소득증대에 기여도가 클 수 있도록 계획하고 3차 산업은 1차 및 2차 산업의 하부구조 확충기능과 생산행위의 촉진기능, 소득관리의 매개기능이 강조되어야 한다.

4.2.4.2 관광 및 위락계획의 순서

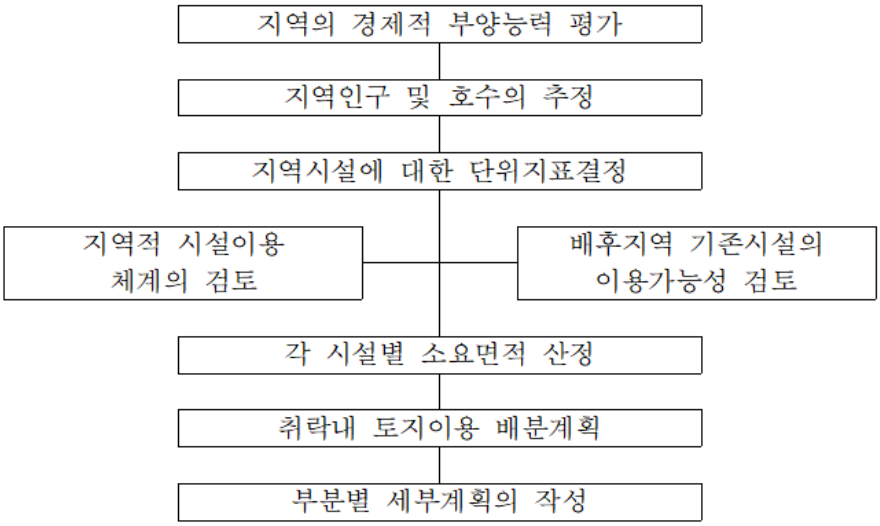
(1) 관광 및 위락자원 현황 파악
(2) 관광 및 위락자원 평가
(3) 관광 및 위락수요 추계(지구내외)
(4) 관광 및 위락공급 계획

4.2.4.3 지구내 도로망계획

(1) 지구내 도로계획은 도로망(결절점, 연결선, 통행차량), 터미널 및 유지시설(승하차 및 하물상하차구역, 저장시설, 유지관리시설), 제도 및 통제기구(교통산업조직, 물리적 통제, 관련법규 및 규제, 요금) 등 4가지의 구성요소를 갖는다.
(2) 도로는 지구의 연결도로와 지구내 도로망으로 구분한다. 지구외 연결도로는 배후지의 주변도로상황을 고려하여 계획하는데 지구내에서 유발되는 지구외로의 교통요소를 최대한 신속하게 연결시킬 수 있도록 계획한다.
(3) 지구내 도로망은 간선도로, 지선도로, 경작도로로 구성되는데 간선 및 지선도로는 지구외 연결도로와 접속시키거나 취락지역과 간척지내 생산지역을 연결시키는 기능을 수행한다.
(4) 도로망의 배치밀도와 도로까지의 거리는 다음 표와 같으므로 도로까지의 허용도달거리를 먼저 결정한 후 배치밀도를 산정한다.
(5) 일반적으로 간선도로는 1,000ha 이상의 경우 5～6개 노선을 배치하고 200ha 이하의 소규모 간척지에서는 1～2개 노선을 배치한다. 특별한 경우를 제외하고는 간척지 중앙부에서 십자상으로 교차하는 중심도로망과 주변부를 일주하는 외곽도로망을 간선도로망으로 한다.

4.2.4.4 취락조성계획

취락조성계획의 일반적 절차는 <그림 4.2-1>과 같다.



<그림 4.2-1> 취락조성계획의 흐름도

4.2.4.5 인구계획

(1) 간척지구내 취락의 계획인구는 다음 방식으로 추정한다.

① 농가호수를 산정한 후 이에 비농가율을 고려하여 총가구수를 산정하고 이에 가구당 인구수를 곱하여 총인구를 산정하는 방식

② 농가구수, 산업별 취업가구수, 외부통근가구수를 산정 합산한 후 이에 가구당 인구수를 곱하여 총인구를 산정하는 방식

연령구조의 장기적인 안정을 도모하기 위하여 입식가구를 단계별로 조정할 수도 있다.

4.2.4.6 취락내 토지이용계획

(1) 취락내 토지이용의 용도 구분은 다음과 같다.

① 중심지역 : 업무용지, 편의시설용지, 교육시설용지, 체육 및 공원시설용지, 교류용지

② 주거지역 : 택지 및 소주거구 센터

③ 도로용지 : 기간, 간선도로, 가로, 소가로, 보도

④ 산업시설용지 : 농기계 격납고 및 수리공장, 건조가공시설, 자재창고, 간척영농시험시설, 출하 및 선별장, 농공단지

⑤ 녹지 및 기타 : 완충녹지, 임지, 공급처리 시설단지

(2) 각 용도별 토지이용의 소요면적은 각 시설의 단위지표와 총인구 추계치에 의해 산정하는 것이 원칙이다.

4.2.4.7 취락구조계획

(1) 취락조성계획도면의 종류는 다음과 같다.

① 정주단위 배치도(축척1:10,000-1:25,000) : 정주단위 배치도에는 다음 사항이 포함되어야 한다.

가. 정주 단위 내에서 부락배치

나. 생활중심지의 위치 표시

다. 도로의 분급 및 배치

라. 주거지역, 동인접지역, 농경지, 매초지 과수원, 임지, 개발부적지, 보전임지, 저수지, 기존부락, 단개발지

마. 간선 용, 배수로

바. 각 부락별 주택배치, 경구, 부락중심지

사. 2m 간격의 등고선

② 부락 및 서비스센터 배치도(축척1:5,000~1:10,000) : 부락 및 서비스센터 배치도에는 다음 사항이 포함되어야 한다.

가. 부락센터의 배치

나. 도로의 배치

다. 주구 및 경구의 배치

라. 용 배수로의 배치

마. 2m 이내의 등고선

③ 중심 서비스 지역 및 주거지역 세부배치도(축척1:500~1:2,000)

④ 주구 및 주택, 각종 시설의 세부배치도(축척1:50~1:100)

4.2.5 시설의 세부 배치 방향

(1) 시설의 세부 배치 시는 개발비용, 이용거리, 시설물의 장래 활용성 등을 고려한 최적 배치방안을 다각적으로 검토해야 한다.

(2) 중심지역의 개발비용 및 이용거리를 최소화하기 위하여 토지이용률 제고에 의한 점유면적 축소측면과 확장용이성 확보를 위한 충분한 유보단지확보라는 측면에서 균형을 이루어야 한다.

(3) 주거지역은 농가의 경우 가정채원을 주거지내에 포함시키며 비농가는 전원주거풍이 가능하도록 보통의 도시택지규모보다 크게 한다.

(4) 하부구조 시설투자 및 유지비용을 최소화하기 위하여 주구를 집중배치하고 학교를 비롯한 각종 서비스기능을 중앙지역에 집중 배치한다.

(5) 경구에서의 접근이 용이하도록 농업생산관련시설은 주거외곽에 집중배치하며 출입차량의 접근이 용이하도록 간선도로 우각부에 배치한다.

(6) 자동차교통과 보행자교통은 가능한 한 분리한다.

(7) 각 용도지역 주위를 녹화하여 주변 환경에 주는 영향을 최소화한다.

(8) 버스센터 지역은 중심기능을 대상으로 배치하여 이용자가 편리하도록 하고 중앙부에 녹지공

간을 두어 휴식 또는 광장기능을 제공한다.

(9) 넓은 면적을 필요로 하는 공원, 체육공원 등은 별도 배치한다.

(10) 상가 및 시장지역은 서비스센터의 초점을 형성하도록 하고 다른 주요 시설들을 주변에 배치하며 서비스센터 전체를 부락간선도로를 따라 선형으로 배치하여 별도의 진입로설치를 피할 수 있게 한다.

(11) 학교 및 커뮤니티센터는 유보용지(녹지)에 인접하여 중앙중심대에 배치한다.

(12) 행정기관, 진료소 등은 이들 시설의 이용자들이 이동거리를 최소화할 수 있도록 집중배치하고 도로에 면하도록 주차장을 설치함으로써 출입차량의 진입이 용이하도록 한다.

4.2.6 영농계획

(1) 영농계획은 재배조건을 고려함은 물론 수익성과 유통조건 및 노동력 등을 고려한 경영형태와 작부체계를 결정해야 한다.

(2) 영농계획은 토양조사의 결과에 따른 토지분류, 재배시험, 기타의 관련자조사결과와 용배수계획 및 시장조건, 유통조건 등 사회적, 경제적 제 조건을 종합적으로 감안하여 책정되어야 한다. 또 간척지는 처녀지로서 영농구조를 근대화시킬 수 있는 우위성을 가지고 있으므로 계획에 있어서는 주변지역에 대한 전시효과가 높은 시범적 영농방식을 도입하도록 유의해야 한다.

4.2.6.1 경영 형태

(1) 경지의 세분화를 피하고 효율적인 기계화 영농을 할 수 있는 적정영농규모로 계획해야 한다.

(2) 계획의 단계에 있어서는 경영규모, 작부체계, 노동력 배분의 균형을 꾀하여 경영수지의 균형화를 도모해야 한다.

4.2.6.2 작부체계

(1) 기계화, 노동력 배분의 조정을 꾀하고 기상조건, 시장조건을 고려한 경제물의 도입에 유의하여 계획을 한다.

(2) 또한, 야채, 목초 등을 도입한 토지이용방식을 채택하는 경우에는 수작방식, 용배수의 관리방식 등을 고려하여 수 개년 간의 작부체계를 세울 필요가 있다.

4.2.7 경지정비

(1) 간척지의 경지정비계획은 경지이용도와 도로의 이용률 장래의 전답윤환, 지반의 침하 등을 고려한 계획이어야 한다.

(2) 간척지의 경지정비계획은 영농면에서 요구되는 각종 조건을 만족시키고 고도의 생산성을 유지할 수 있는 것이어야 한다. 그 중요 요소가 되는 용배수로, 도로 등은 각각의 설계기준에 의하되 여기서는 간척지의 특수성에 대해서만 기술한다.

4.2.7.1 도로계획

(1) 일반적으로 흙쌓기에 필요한 흙을 지구내에서 구하는 것은 곤란하지만 배수로의 굴착토를 유용할 수 있는 경우에는 배수로와 병설하는 것이 경제적이다.

(2) 또한 도로의 이용은 수확시에 집중되고 또 작용하는 하중도 트럭 또는 트레일러에 의해 운반해야 할 정도로 무거우므로 도로의 구조에 대해서는 충분한 검토가 필요하다. 또 경지와 도로와의 관련에 대해서는 구획의 단변방향에 따라 경작도를 설치하고 그 크기는 유효나비 4m 이상으로 하며 장변방향의 도로는 주·간선도로간의 연락기능을 갖도록 한다.

(3) 그 밖의 사항은 농업생산기반정비사업계획설계기준 경지정리편(KDS 67 50 15 : 2017) 계획 및 농도편(KDS 67 35 30 : 2017)을 참조한다.

4.2.7.2 용수계획

(1) 경지에 도착할 때까지의 수로는 경운 등 경지에의 기계출입에 방해되지 않도록 도로높이 이하로 하는 것이 좋다. 또 간척지는 용수의 확보가 곤란할 때가 많으므로 용수계획은 작부체계와 관련시켜 효율적으로 계획되어야 한다.

(2) 그 밖의 사항은 농업생산기반정비사업계획설계기준 농지관개편(KDS 67 40 10 : 2017)을 참조한다.

4.2.7.3 배수계획

(1) 간척지의 배수는 배수문 또는 펌프에 의존하게 되므로 허용할 수 있는 범위에서 그 부담을 고려할 것이며 경우에 따라서는 답면 저류효과, 우회효과 등도 고려할 필요가 있다. 또 배수계획은 영농조건에 따라 생각해야 하며 주로 작부체계 즉 윤환에 따라 목초, 근채류 등이 도입될 수 있는가의 여부 또는 작부는 어떠한 구분에서 되는가 등에 따라 지배된다.

(2) 그러나, 장래의 농산물 수요의 전망 또는 농업의 계기화 등을 고려할 경우 작부체계에 관계없이 전답윤환이 가능한 배수조건을 구비해 두는 것이 좋다.

(3) 또한, 연약지반에서는 기계화영농을 할 경우 암거배수는 필수조건이 된다. 따라서 흡수관의 유효거리, 배수로관리수위, 구획의 크기 등을 종합적으로 검토하여 기계가 효율적으로 운행되도록 경지를 정비해야 한다.

(4) 배수로의 관리수위는 일반적으로 답면아래 1.0m 이상의 여유를 갖도록 계획하는 것이 좋다. 그러나 국부적인 저위부에 대해서는 별도로 고려할 수 밖에 없는 조건도 있다.

(5) 그 밖의 사항은 농업생산기반정비사업계획설계기준 농지배수편(KDS 67 45 15 : 2017) 계획을 참조한다.

4.2.7.4 지반침하

(1) 간척지의 지표표고는 착공전의 지표표고와는 크게 달라진다.

(2) 따라서, 지구내부 공사의 착수에 있어서는 재차 지형측량을 하는 것은 물론이나 간척후 최종적으로 안정되기까지에는 장기간이 소요되므로 계획수립단계에서 충분한 검토가 필요하다.

어떤 경과년 변화시의 지형을 채택하느냐 하는 것은 내부에 축조될 구조물, 시설의 중요도, 영농형태의 변화 등을 고려하여 종합적으로 결정해야 한다.

집필위원	분야	성명	소속	직급
	관개배수	김선주	한국농공학회	교수
	농업환경	박종화	한국농공학회	교수
	토질공학	유 찬	한국농공학회	교수
	구조재료	박찬기	한국농공학회	교수
	수자원정보	권형중	한국농공학회	책임연구원

자문위원	분야	성명	소속
	농촌계획	손재권	전북대학교
	수자원공학	윤광식	전남대학교
	지역계획	김기성	강원대학교
	수자원공학	노재경	충남대학교
	농지공학	최경숙	경북대학교
	관개배수	최진용	서울대학교

건설기준위원회	분야	성명	소속
	총괄	한준희	농림축산식품부
	농업용댐	오수훈	한국농어촌공사
	농지관개	박재수	농림축산식품부
	농지배수	송창섭	충북대학교
	용배수로	정민철	한국농어촌공사
	농도	조재홍	한국농어촌공사 본사
	개간	백원진	전남대학교
	농지관개	이현우	경북대학교
	농지배수	남상운	충남대학교
	취입보	김선주	건국대학교
	양배수장	정상옥	경북대학교
	경지정리	유 찬	경상대학교
	농업용관수로	박태선	한국농어촌공사 본사
	농업용댐	손재권	전북대학교
	농지배수	김정호	다산컨설턴트
	농지보전	박종화	충북대학교
	농업용댐	김성준	건국대학교
	해면간척	박찬기	공주대학교
	농업수질및환경	이희억	한국농어촌공사 본사
	취입보	박진현	한국농어촌공사 본사

중앙건설기술심의위원회	성명	소속
	이태옥	평화엔지니어링
	성배경	건설교통신기술협회
	김영환	한국시설안전공단
	김영근	건화
	조의섭	동부엔지니어링
	김영숙	국민대학교
	이상덕	아주대학교

농림축산식품부	성명	소속	직책
	한준희	농업기반과	과장
	박재수	농업기반과	서기관

설계기준
KDS 67 65 40 : 2018

해면간척 제염 설계 및 지구내 계획

2018년 04월 24일 발행

농림축산식품부

관련단체 한국농어촌공사
58217 전라남도 나주시 그린로 20(빛가람동 358) 한국농어촌공사
☎ 061-338-5114 E-mail : webmaster@ekr.or.kr
http://www.ekr.or.kr

(작성기관) 한국농공학회
06130 서울시 강남구 테헤란로 7길 22(역삼동 365-4) 과학기술회관 본관 205호
☎ 02-562-3627 E-mail : j6348h@hanmail.net
http://www.ksae.re.kr

국가건설기준센터
10223 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283(대화동)
☎ 031-910-0444 E-mail : kcsc@kict.re.kr
http://www.kcsc.re.kr

※ 이 책의 내용을 무단전재하거나 복제할 경우 저작권법의 규제를 받게 됩니다.

KDS 67 65 50 : 2018

해면간척 환경보전 및 부대시설

2018년 04월 24일 제정
http://www.kcsc.re.kr

농림축산식품부



건설기준 코드 제·개정에 따른 경과 조치

이 코드는 발간 시점부터 이미 시행 중에 있는 설계용역이나 건설공사에 대하여 발주기관의 장이 필요하다고 인정하는 경우 종전에 적용하고 있는 기준을 그대로 사용할 수 있습니다.

건설기준 코드 제·개정 연혁

- 이 기준은 KDS 67 65 50 : 2018 으로 2018년 04월에 제정하였다.
- 이 기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 건설기준 간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.
- 이 기준의 제·개정 연혁은 다음과 같다.

건설기준 코드	주요사항	제·개정
농지개량사업 계획설계기준 해면간척편	• 농지개량사업 계획설계기준 해면간척편 제정	제정 (1972. 12)
농지개량사업 계획설계기준 방제공편	• 농지개량사업 계획설계기준 방재공편 제정	제정 (1987. 12)
농지개량사업 계획설계기준 해면간척편	• 농지개량사업 계획설계기준 해면간척편 개정	개정 (1991. 12)
농업생산기반정비사업 계획설계기준 해면간척편	• 농업생산기반정비사업 계획설계기준 해면간척편 개정	개정 (1997. 12)
KDS 67 65 50 : 2018	• 국토교통부 고시 제2013-640호의 “건설공사기준 코드체계” 전환에 따른 건설기준을 코드로 정비 (농업생산기반정비사업 계획설계기준 해면간척편 및 방제공편 합본) • 건설기술진흥법 제44조 및 제44조의 2에 의거하여 중앙건설심의위원회 심의· 의결	제정 (2018. 04)

제 정 : 2018년 04월 24일
심 의 : 중앙건설기술심의위원회
소관부서 : 농림축산식품부 농업기반과
관련단체(작성기관) : 한국농어촌공사(한국농공학회)

개 정 : 년 월 일
자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회

목 차

1. 일반사항 ····· 1
1.1 목적 ····· 1
1.2 적용 범위 ····· 1
1.3 참고기준 ····· 1
1.4 용어의 정의 ····· 1
1.5 기호의 정의 ····· 1
2. 조사 및 계획 ····· 1
3. 재료 ····· 1
4. 설계 ····· 1
4.1 환경보전 ····· 1
4.2 부대시설 ····· 9



해면간척 환경보전 및 부대시설

1. 일반사항

1.1 목적

· 내용 없음

1.2 적용 범위

· 내용 없음

1.3 참고기준

· 농업생산기반정비사업계획 설계기준, 1991 : 해면간척편.

1.4 용어의 정의

· 내용 없음

1.5 기호의 정의

· 내용 없음

2. 조사 및 계획

· 내용 없음

3. 재료

· 내용 없음

4. 설계

4.1 환경보전

4.1.1 간척사업과 자연환경

(1) 간척사업지역의 환경을 상세히 조사하고 사업시행과 관련되는 모든 환경 요소와 환경 인자를

면밀히 분석 예측하여 환경영향을 최소화하도록 대책을 강구해야 한다.

4.1.1.1 일반사항

(1) 해면간척 사업은 방조제가 건설되기 때문에 지형과 해안선이 달라지며 주변 환경이 여러 가지 형태로 영향을 받게 되는데 특히 조석체계의 변화로 인하여 물 환경과 생태환경에 직접적으로 영향을 끼친다. 조위 및 조류속의 변화는 연안생태계와 수질에 큰 영향을 줄 뿐만 아니라 장기적으로는 국지적 기상변화와 함께 해안선의 퇴적, 침식체계의 변화를 초래한다.

(2) 특히, 방조제내측은 해수유입의 차단으로 지형여건상 호수와 간척지가 형성되는데 초기호수의 염도는 해수와 같은 30,000ppm 내외로 농업용수로 사용할 수 없다.

(3) 따라서 과학적으로 담수화 촉진방법을 강구하여 이수목적에 맞도록 담수화해야 한다.

(4) 담수호는 유역에서 각종 오염물질이 유입되나 정체 수역이므로 오염물질의 자정력이 부족하고 분해, 확산도 느리므로 대부분의 미분해 물질은 호저에 침전되기 때문에 이는 축적되어 부영양화 등 수질오염이 가중될 수 있다.

(5) 또한, 방조제내의 해양생물은 점차로 도태되고 담수생물이 생성되는 생태계의 변화를 가져온다.

(6) 방조제 외측은 해안선의 변화로 조류속의 체계가 바뀌어 퇴적과 침식현상이 발생할 수 있다.

(7) 그리고 담수의 유출현상과 무기영양염류의 공급체계가 달라져 동물성 또는 식물성 프랑크톤의 성장과 어패류의 서식환경이 변화된다.

(8) 방조제 축조에는 성토재의 유실과 사석투하 등으로 인하여 부유 토사에 의한 수질의 오탁은 인근의 어장과 양식장에 영향을 줄 수 있다.

(9) 따라서, 해면간척사업은 주변 환경에 지대한 영향을 주기 때문에 계획지구의 환경영향평가가 선행되어야 한다.

(10) 환경영향평가는 그 평가과정에서 모든 환경영향요소와 환경영향요인의 상호관계를 면밀히 조사 분석하고 공사기간 또는 공사후의 환경변화를 예측하여 적절한 보전대책을 수립해야 한다.

주요 환경영향요소와 환경영향요인과의 관계는 <표 4.1-1>과 같다.

<표 4.1-1> 환경영향요소와 요인과의 관계

환경영향요소	환경영향요인
○ 지반침하	○ 담수호, 저수지의 공용
○ 진 동	○ 방조제 공사
○ 해상(조위, 조류, 해저지형, 파랑)	○ 방조제 설치
○ 수 질	○ 담수호, 저수지의 공용
	○ 방조제공사 (부유물질)
○ 기상(기온)	○ 담수호, 간척지의 조성
○ 대기질 (대기오염물질)	○ 간척지의 공용
	○ 방조제 공사
○ 소 음	○ 방조제 공사
○ 육생생물 (식물 및 동물)	○ 담수호 · 간척지의 조성
○ 수생생물 (해생 및 하천생물)	○ 방조제설치 및 간척지의 조성
○ 교통 (해상교통)	○ 방조제의 설치
○ 어업 (어선, 어업 및 양식업)	○ 방조제의 설치
○ 경 관	○ 방조제의 설치
○ 폐기물	○ 간척지의 공용

4.1.1.2 지형 및 지질

(1) 공사를 위한 토석재의 채취, 진입도로의 건설, 용수로와 배수로의 설치 등 자연적인 지형을 개조하거나 부득이 훼손해야 할 지역에 대해서는 자연경관 보호대책이 수립되어야 한다.

(2) 토취장 및 채석장의 처리

공사용으로 채취된 토석장은 미관상 흉하고 사면이 붕괴될 위험도 있다. 따라서 토석장과 사면이 그 지역의 지형과 조화를 이루도록 정리하고 환경에 적합한 수종을 식재하거나 녹화해야 한다.

4.1.1.3 해상

(1) 조석변화

① 방조제나 하구둑의 건설은 해안지형의 변화를 가져옴으로서 인근해역에서 발생하는 조석운동에 영향을 준다. 조차의 변화는 조석파의 공명현상(resonnance) 해저의 마찰계수(frictional parameter)등의 지형적 변화에 민감하게 반응을 한다. 조류속과 유향은 조석량과 해안지형의 변화 즉 해안의 굴곡, 유로(tidal channel)의 형태에 의한 영향을 받는다. 조석의 주기는 창조와 낙조류의 지속시간 최강유속 발생시각의 편차로서 나타나며 위에서 기술한 요소들의 영향을 받는다.

② 조위의 관측 자료는 각종 해수면의 결정과 주기의 계산에 이용한다. 조류속과 유향의 관측자료는 최강유속의 결정, 조화상수의 계산, 해역의 수평적 및 대류적 확산(advective and convective dispersion)계산 등에 이용된다. 유속의 관측은 라그랜지(Largrange) 식과 오일러(Euler)식이 있으며 물질의 확산을 규명하기 위해서는 두 가지를 병행하는 것이 바람직하

다. 또한 국지적인 조석운동의 특성을 규명하기 위해서는 25시간의 지속적 관측이 요구되며 이것을 이용하여 창락조류에 의한 물질의 운반을 규명할 수 있다. 그러나 이러한 방법들은 정성정량적 현황 규명과 정성물 예측(quantitative and qualitative analysis and qualitative forecast)에 사용될 수는 있으나 정량적 예측에는 수리모형이나 수치모형에 의한 시험과 검증이 요구된다.

③ 수리모형은 일정해역을 일정한 축척으로 축소하여 경계조건을 설정한 후 방조제건설에 따른 변화를 시험하는 방법으로 과대한 비용과 시간이 요구되는 것이 단점이다. 또한 물질의 확산문제에 있어서는 축소된 조건에서의 확산계수가 현장에서 적용되는가에 대한 검증이 필수적이다.

④ 수치모형은 적용되는 기본식에 따라서 조화모형 1차원 동수역학 모형, 2차원 동수역학 모형 등의 모형이 있다. 지형특성에는 1차원모형을 해역의 물질 확산이나 조석계산에는 2차원모형을 적용하는 것이 바람직하다. 수치모형시험의 결과는 입력되는 제반 경계조건(boundary condition)에 따라 좌우되므로 모형의 시험결과가 대상해역의 현황과 부합하는지의 여부를 검증하는 것이 요구된다.

(2) 부유사 확산

① 간척공사시 발생하는 부유물질의 확산을 규명하고 등농도곡선을 계산하며 영향범위를 추정한다.

② 방조제 건설은 조류의 간섭을 야기함으로 표사량의 변화를 초래할 뿐만 아니라 배수문으로부터 방류되는 담수가 해수와 혼합하는 과정에서 부유물의 확산변화도 있을 수 있다.

③ 배수문 개방시 방류수역의 부유물은 해수와 혼합하는 과정에서 플록(floc)이 형성되어 쉽게 침전되기도 하나 조류의 방향에 따라서는 비교적 넓은 규모의 확산도 가능하다. 따라서 이에 대한 영향의 정도를 사전에 검토하여 해양환경에 끼치는 영향을 분석하는 것이 필요하다.

④ 부유물 확산에 대한 추정방법은 조석변화에서와 같이 수리모형이나 수치모형을 적용할 수 있는데 대상해역에 적합한 방법을 사용해야 할 것이다.

(3) 퇴적변화

① 파랑과 조류의 변화에 따른 퇴적변화를 규명하여 생태계에 끼치는 영향을 계량화하고 영향저감대책을 강구한다.

② 방조제로 인한 퇴적변화는 조류속과 파랑의 변화에 기인하며 배수문의 방류유량과도 밀접한 관계를 갖는다. 그리고 부유물의 확산정도에 따라 퇴적변화의 범위와 규모 등도 달라진다.

③ 조류속 감소에 의한 영향은 조류에 실려온 부유물이 연안 해역에서 침전 퇴적되는 현상을 나타내며, 조류속의 증가는 퇴적물질은 재부유(Resuspension)시켜서 외측으로 운반 확산시킨다.

④ 파랑의 영향은 연안류에 의한 해빈의 토사이동으로 발생되며 주로 해안선 가까이에서 관찰된다.

⑤ 대상해역의 퇴적변화예측은 아직 정성적 판단이 가능할 뿐이다. 예측방법에는 수리모형과

수치모형 등의 두 가지가 있는데, 주어진 여건에 적합한 것을 사용하도록 한다.

⑥ 퇴적변화로 인한 생태계의 영향이나 해상 구조물의 영향 등은 적절한 방법과 절차를 적용하여 계량해야 하며, 피해대책을 검토해야 한다.

4.1.1.4 천연자원

(1) 어족자원의 보호

① 어족자원 중에는 생태학적으로 보호할 것도 있겠으나 특히 수산자원으로 중요한 어족에 대해서는 그들의 서식환경을 조성해 주어야 한다.

② 뱀장어, 은어 등 주요 소하성어류의 회유를 원활하게 하기 위해서는 방조제에 어도를 설치한다. 또한 담수호에는 초어, 떡붕어 유럽잉어 등의 치어를 방류하여 내수면의 생산성을 높여 준다.

(2) 천연기념물 및 희귀동식물 보호 천연기념물이나 기타 법으로 지정 보호해야 될 생물은 현장에 그대로 보호하는 것을 원칙으로 하나 수몰 등 불가피한 경우 이전을 해서라도 보호해야 한다.

① 식물

가. 자생지 보호

간척사업으로 직접적인 피해는 받지 않으나 미기상의 변화 등 피해예측이 어려운 간접적인 영향을 받는 것은 가급적 자생지에서 보호해야 한다. 겨울철의 기온강하로 냉해를 받을 우려가 예측될 때는 주위에 방풍림을 조성하는 등의 조치가 필요하다.

나. 이식

매몰, 수몰, 혹은 토취 등으로 불가피하게 제거되어야 하는 희귀종은 전문가의 자문을 받아 부근의 환경이 비슷한 곳에 이식해야 한다.

② 동물

가. 어류 보호구역 설정

조사된 희귀종에 대하여는 사업전과 마찬가지로 공사로 인한 영향을 받지 않도록 현장에서 계속 서식할 수 있게 보호를 조치하고 필요한 경우 수산업법 제 64조 및 내수면어업개발촉진법 시행령 제 33조에 의거 보호구역으로 지정해야 한다.

나. 이식

수몰, 매립, 오염의 증가, 유로의 변경 등으로 계속 서식이 불가능한 보호대상 어종은 전문가의 자문을 받아 인근의 환경이 비슷한 곳으로 이식한다.

다. 조류 보호구역 설정

조사된 천연기념물 등 희귀종에 대하여는 사업시행전과 마찬가지로 계속 도래할 수 있도록 보호 조치하고 조수보호 및 수렵에 관한 법률 제 4조에 의거 보호지역으로 지정해야 한다.

라. 도래지의 조성

필요시에는 담수조 안에 주위 경사가 완만한 인공섬을 조성하고 늪지를 만들어 물새들의 도래가 가능토록 해야 한다.

4.1.2 생태계 보호

(1) 간척사업으로 인한 어·조류의 생태계 피해를 최소화하기 위해서는 가능한 한 이에 대한 적절한 보호조치를 강구해야 한다.

4.1.2.1 어류

(1) 공사중 부유물의 증가와 수질의 악화, 유량의 변화로 인한 어류생태계의 피해를 방지하기 위하여 필요한 조치를 취하고 공사 후 영향을 취소화하기 위하여 환경보전 조치를 취하고 어도를 설치해야 한다. 어도 입구의 상하류에 각각 그 지구의 특성을 고려하여 적당한 면적을 수산업법 제 64조 및 내수면어업개발촉진법시행령 제 33조에 의거 보호구역으로 지정해야 한다.

4.1.2.2 조류

(1) 사업지구내에 절대보호를 요하는 국제 주요습지선정기준인 섭금류 20,000개체, 수금류 10,000개체 이상이 도래하는 간석지는 개발구역에서 이 부분을 제외하고 방조제 위치를 결정해야 한다. 사업기간중은 물론 사업 완료 후에 계속 도래할 수 있도록 보호조치하고 조수보호 및 수렵에 관한 법률 제4조에 의거 보호구역으로 지정해야 한다.

4.1.3 수질오염대책

(1) 수질오염방지책을 수립하기 위해서는 공사중 또는 공사 완료 후에 나타날 담수호내 및 용배수 계통내의 수질오염을 상정함과 동시에 수질오염방지를 위한 공사대책을 비롯하여 유역대책, 유입하천대책, 호내대책 등 종합적 대책을 강구하도록 한다.

4.1.3.1 수질오염의 피해

(1) 수질오염과 농업피해

수질오염원으로는 도시하수, 공장폐수, 광산폐수, 축산폐수 등으로 구분된다.

도시하수에 의한 수도피해는 질소과잉에 의한 도복, 등숙 불량, 병충해 유발, 유기부유물질로 인한 토양환원 피해 등이다.

공장폐수는 업종, 공정에 따라 오염물질의 배출농도와 피해양상이 매우 다르다. 식품, 펄프 피혁공업폐수 등은 유기물 함량이 높아서 도시하수와 같은 피해가 일어나며 화학, 금속, 제련 공업폐수 등은 강산성 또는 강알카리성이며, 또한 고농도의 염류와 유해물질 중금속류가 함유되어 있다. 그러므로 단기간에 격심한 피해를 주거나 생물농축으로 인축에 피해를 주는 경우도 있다.

축산폐수는 도시하수와 같이 유기물과 질소, 인의 함량이 높아서 질소과잉 피해와 조류의 이상 증식으로 폐쇄수역의 부영양화의 원인이 된다.

농업용수의 오염이 농업에 끼치는 피해는 농작물의 생육장해와 수량감소, 농지의 지력약화와 유해물질 오염, 농작업 장애와 노동환경 악화, 농업용 수리시설의 피해 등이다.

(2) 수질오염과 수산피해

수질오염은 수생생태계에 큰 영향을 끼친다. 따라서 유해물질, 유독물질은 수생생물을 일시에 죽게 하거나 치사량보다 훨씬 낮은 농도라도 수생생물의 농축에 의하여 수산물의 품질이 저하되고 이것을 식용으로 할 때 인축에 간접적인 피해를 가져온다. 최근에는 농약사용량의 증가와 공장폐수중의 각종 유독물질이 하천, 호소, 해역에 유입되어 양식어장에 심한 피해를 주어 종종 민원발생의 원인이 되기도 한다.

특히, DDT, BHC, Endrin, Dieldrin, PCB, 2-4-D 등은 합성물질은 독성이 강하고 수중 생물에 심한 피해를 주며 식이연쇄로 사람의 건강에 피해를 주므로 유기염소계 농약과 유기인계농약의 제조를 규제한 바 있다. 또한 수질환경보전법 45조에는 유해물질 중 수은, 동, 납, 6가크롬, 시안화합물의 허용농도이상인 수역에서는 수산물양식과 재배를 제한하거나 그곳에서 생산된 수산물은 폐기할 수 있도록 규정하고 있다.

4.1.3.2 수자원개발과 수질개선

(1) 용수계획

간척사업의 수원개발은 수질예측결과를 토대로 하여 이용목적에 적합하지 않을 경우에는 오염발생원을 제거하든지 저감방안을 강구해야 한다. 그러나 이런 대책은 현실적으로 불가능할 경우가 많다.

오염발생원 대책에는 하수도정비와 하수종말처리장건설, 공단폐수종말처리장건설·배출시설의 규제강화 등이 있으며 이는 해당시도, 환경처, 건설부 등의 관계기관과 협조하여 가능한 오염방지대책을 충분히 검토함이 안전하다.

오염발생원의 대책이 어려울 경우 과다한 부담이 되지 않은 범위내에서 오폐수배수로를 우회시켜 오수가 유입하지 못하도록 하는 방안을 강구해야 한다.

담수호의 경우 담수화분석 결과에 따라 용수계획기간까지 제염이 어려울 때에는 저층고염수를 배제하는 제염암거, 제염펌프설치 등 시설제염을 검토해야 한다. 이들 수질개선대책은 장래의 유지관리방법 등을 충분히 검토하여 적절한 대책이 되도록 하는 것이 중요하다.

배후지의 개발에 있어서 기설지구의 수질오염방지대책은 희석수의 공급, 수원대체, 용배수분리 등의 수질개선대책이 필요하므로 전술한 관계기관과의 충분한 협의하에 오염발생원 대책과 병행시행이 되도록 계획함이 더욱 효과적이다.

용수로가 도시지역이나 공업단지 또는 축산단지를 통과해야 할 경우는 관수로 또는 복개수로로 하여 차후에 이 시설이 하수도나 폐수배수로가 되지 않도록 대비해야 한다.

(2) 배수계획

간척사업의 배수계획은 홍수시 담수의 대량배제로 하구 또는 연안해역의 염도저하, 탁류로 인한 수산업피해에의 대비와 간척지에 공단을 조성하거나, 도시 또는 취락지구의 개발과 관광지 조성 등을 계획할 경우에는 공단폐수종말처리장, 하수정화시설 등을 계획해야 한다.

(3) 관련 사업과의 관계

인접지역의 타 사업으로 인한 본 사업지구의 용수원수질에 영향이 예상될 경우 그 영향을 조사하여 수질보전계획에 차질이 없도록 해야 한다. 또한 본사업의 계획, 시공 및 시설의 운영관

리에 관계가 있다고 생각되는 타 사업은 그 내용에 대하여 검토하고 이를 본 사업계획과 연관하여 조정을 도모해야 한다.

4.1.3.3 공사중 수질오염 방지

(1) 간척사업은 주요공종인 방조제, 배수문, 진입도로, 양배수장, 용배수로, 내부개답, 공단조성 등이 장기간에 걸쳐 시행된다. 각 공종마다 토목공사에 의한 수질오염을 예측하고 그 대책을 수립해야 한다.

(2) 외곽공사

간척사업에서 방조제, 배수문, 제염암거 등의 공사에 따른 해저의 지반정지, 방조제의 성토, 가체절 등의 작업으로 하류지역의 수질이 혼탁될 수 있다. 따라서 해수욕장 또는 양식장에 피해를 줄 수 있으므로 공사전에 탁류의 영향권을 파악하여 대책을 강구해야 하며 해일, 태풍 등에 의한 성토구간의 유실을 최소화하는 방안을 강구해야 한다. 또한 양식기간, 홍수시 및 휴양기간중은 공사중단, 공기단축 등 공기조절방안과 탁류의 영향권을 최소화할 목적으로 방진망을 설치하는 방안도 검토해야 한다.

(3) 토취장 또는 골재채취장

토취장 또는 골재채취장에서도 강우시에 탁류가 발생할 수 있으므로 침전지 등을 설치할 필요가 있다.

(4) 용배수로 및 터널공사

용배수로의 터파기 또는 터널공사의 용출수 등에서 오염물질이 발생하여 하류지역에 피해를 줄 우려가 있으므로 하류지역의 용수시설상황을 조사하여 대책을 강구해야 한다.

(5) 건설장비 수리장 및 유류창고 관리

장비수리장의 안전한 폐유처리와 유류저장탱크 등의 사고를 미연에 방지해야 한다.

4.1.3.4 담수호의 수질오염 방지대책

(1) 간척사업은 장기간에 걸쳐 시행되므로 방조제 등 외곽공사가 완료되었어도 예견치 못했던 여건변동으로 간척지이용계획과 용수계획이 수정될 수 있다. 또한 오염저감대책의 시행변경, 새로운 오염원의 발생, 담수화의 지연, 부영양화 등으로 당초의 예측보다 수질추이가 크게 달라질 수 있다. 그러므로 방조제 착공시부터 수질추이를 조사하여 용수계획에 적합한 수질을 보전하기 위한 수질관리대책이 필요하다. 따라서 영양염류의 유입 부하량, 담수호의 영양 상태와 인부하량, 총부하량의 조절 가능성을 검토하여 보다 구체적이고 실현가능한 영양염류의 유입 억제와 제거 대책이 수립되어야 한다.

(2) 유역대책은 영양염류의 발생억제 방법으로

① 점오염원(도시하수, 산업폐수, 축산폐수)의 배출규제

② 오폐수처리장의 개선(인 제어효율 증대)

③ 합성세제의 저인화와 인대체 세제의 개발 보급

④ 시비의 적정화와 토지이용의 제한 등이 있다.

이들 유역대책은 광역 수질보전 대책으로 고려될 사항이며, 사업주체로서는 법적·행정적인

사항이다.

(3) 유입하천 대책은 오염물질의 유입을 방지하는 방법으로

① 오염하천의 유로변경으로 오염수 유입방지(우회배수로 포함)

② 오수분리관의 설치(가까운 도시지역의 하수를 분리하여 집수역 밖으로 방류)

③ 호유입구에서의 폭기시설의 설치(강중 폭기조)

④ 호 인접 하류의 수생초생대 설치(수초에 질소, 인을 흡수제거) 등이다.

이들 대책은 지방자치단체와 협의하여 지역실정에 적합한 방법을 택하여 계획할 필요가 있다.

(4) 호내의 대책으로는 방지시설의 설치, 호저오니의 준설, 약제의 사용, 생물학적 대책, 수위관리 및 희석수도입 등이다.

① 방지시설의 설치

수심이 깊은 하구호에서 성층현상이 있는 경우 제염암거 또는 펌프를 설치하여 저층수를 배수함으로써 오염물질을 제거하고, 저층에 산소를 공급하여 분해를 촉진시킨다.

또한 공기양수 폭기통을 설치하여 정체층과 표층수를 순환시켜 폭기 함으로서 용존산소를 저층까지 증가시키고 조류발생을 억제하는 방법이다.

② 호저오니의 준설

준설은 저수량을 늘리고 인접 낮은 간척지의 지반을 높이고 비옥도를 높이는 효과도 있다.

③ 약제의 사용

조류발생이 심한 시기에 황산동을 살포하여 조류를 죽여서 제거하는 방법이다.

또한, 활성탄을 살포하면 일광을 차단하여 조류발생을 억제하고 인과 불쾌한 냄새를 흡수 제거하는 효과가 있으나 이들 약제의 살포는 또 다른 오염을 유발할 수 있다.

④ 생물학적 대책

호변에 수초를 제배하여 수중의 영양염류를 흡수 제거하고 포락을 방지하며 수초를 먹는 초어 등을 양식하면 더욱 효과적이다.

⑤ 수위조절 및 희석수 도입

배관개기에 수위를 낮추어서 내부 간척지의 물리적 성숙을 조장하고 관개기전에 희석수를 공급하면(인접지역 수자원이 있고 도수로가 설치되었을 때) 효과적이다. 또한, 수위를 낮춘 후 호상부의 오니준설을 동시에 시행하는 것도 바람직하다.

⑥ 법적 행정적 조치

간척사업지구 상류지역의 배출시설에서 수질환경보전법에 규정된 배출허용기준치보다 높은 농도의 오염물질을 배출할 경우 배출시설의 배출규제를 해당시도 또는 시군에 요청할 수 있다. 또한 하구담수호의 상류수역의 광역대책이 필요할 때에는 지방자치단체나 관련기관과 협의하여 업무분담과 부담금의 조정을 요청해야 한다.

4.2 부대시설

(1) 방조제의 부수시설인 부대시설, 공사용가시설의 설계와 공사기간중의 유지관리 및 보수에 대하여 충분히 검토하여 전체적으로 소정의 기능을 발휘할 수 있는 시설이 되도록 설계해야 한

다.

4.2.1 조작 및 관리시설

(1) 조작 및 관리시설은 방조제와 그 부속시설을 조작관리하기 위하여 필요한 부대시설로서 배수문, 어도, 제염설비 등의 가동을 위한 조작실과 시설물관리사무실, 시설물 경비를 위한 청원경찰초소 및 숙소, 관리인숙소 및 이들 시설의 부속설비인 창고, 우물 기타 편의시설들을 위치 규모, 현지여건 장래의 변화 등 제반조건을 고려하여 설계해야 한다.

4.2.2 방호시설

(1) 현재 해안 연변을 따라 설치되어 있는 해안방호 철책, 초소 군부대 시설 현황을 파악하고 사업시행 후 방조제상에 방호시설 이전설치 계획과 방법을 해당부대와 협의 반영해야 한다.

4.2.3 관측시설

(1) 관측시설은 시설물 조작운영 및 변화 측정을 위하여 일반적으로 기상관측 시설, 해상관측 시설 및 매설관측 시설로 나누어 검토 조사한다.

① 기상관측 시설

기상관측 시설은 사업지구 인근의 관측소 자료가 적정한지 필요시 언제라도 입수가능한가를 조사하고 기상관측 시설 설치여부 측정기구, 형식 및 시방 설치규모, 관리유지방안 등을 조사 검토해야 한다.

② 검조시설

배수(갑)문 조작을 위하여 자기검조계가 조작실에 설치되나 작동불량 또는 중단시를 대비하여 간이 검조척의 설치가 필요하며 검조설비는 갑문조작시 수류, 조류바람 지형변동이 없으며, 관리측정이 용이한 장소를 선정해야 하며 현지에 적합한 측정기구, 형식 및 시방, 설치방법 유지관리방법 등에 대하여 조사하고 검토해야 한다.

③ 매설장비

시설물의 안전성을 도모하기 위하여 방조제 및 배수(갑)문 등에 매설하는 토압계 간극수압계, 침하량계 등의 측정계기는 설치장소, 설치위치, 설치개수, 측정계기의 성능, 시방 형식 매설방법, 관측방법, 관리방법 기타 필요한 사항을 검토해야 한다.

4.2.4 선착장, 물양장 등의 시설

(1) 사업시행으로 인하여 방조제가 구조됨에 따라 공유수면내의 기존 선착장과 물양장 등의 시설물이 그 기능을 상실하게 되므로 이들의 시설규모, 사용실태, 시설이전에 따른 기득권자의 의견 등을 조사하고 위치이전에 의한 대체시설의 위치 및 시설규모 등의 시설계획은 주민의견과 시설물활용문제가 발생하지 않도록 충분한 검토를 해야 한다.

4.2.5 침식 및 매몰대책시설

(1) 침식대책시설
사업시행으로 인한 지형, 조석, 조류, 유향 변동에 따라 간정선이 후퇴하는 현상을 침식이라 하며 사업시행시 침식발생 가능성 해안 및 배후지의 상황, 인접 해안에 미치는 영향, 조석과 조류변화 등을 충분히 검토해야 한다.

(2) 매몰대책시설
시행전후 지형, 조석, 조류상황이 변화함에 따라 배수문, 어도, 통선문 등 시설 전면에 표사, 비사 및 유출토사 등이 퇴적, 매몰되어 시설물 기능에 장해를 주게 되므로 이에 대응한 시설계획이 수립되도록 해야 한다.

4.2.6 기타 시설

(1) 준공기념 시설, 휴게시설, 조명시설 및 적지 복구를 포함한 환경조경 시설 등은 사업목적, 추진배경, 향후 사업지구 인근의 발전방향, 지구여건, 주민의향 등 자연적, 사회적, 경제적 제 사항을 검토하여 필요한 시설계획을 수립해야 한다.

4.2.6.1 공사용 가시설

(1) 공사용 가설물 중 현장사무소 창고, 작업소, 합숙소, 시험실 등의 가설물의 규모는 건설부제정 표준품셈 규정에 따르며 공사용도로, 용수, 전력, 기타 가시설 및 설비는 공사계획, 규모 공사조건, 지구여건, 공사가 주위환경에 끼치는 영향 등을 충분히 검토하여 계획해야 한다.

4.2.6.2 공사기간중 유지관리보수대책

(1) 공사용으로 사용하는 도로는 기존도로든 공사용가도로이든 중차량 및 장비의 통행으로 파손이 불가피하므로 그에 따른 공사중 유지관리 보수가 필요하며, 배수문 통선문, 제염시설은 방조제최종 체절전에 완공 가동되어야 하므로 이들 시설의 공사중 가동과 처리 관리 보수가 불가피하다. 이 밖에도 시설물 공사시설 및 관리 등에 대하여도 필요한 적정계획을 수립해야 한다.

집필위원	분야	성명	소속	직급
	관개배수	김선주	한국농공학회	교수
	농업환경	박종화	한국농공학회	교수
	토질공학	유 찬	한국농공학회	교수
	구조재료	박찬기	한국농공학회	교수
	수자원정보	권형중	한국농공학회	책임연구원

자문위원	분야	성명	소속
	농촌계획	손재권	전북대학교
	수자원공학	윤광식	전남대학교
	지역계획	김기성	강원대학교
	수자원공학	노재경	충남대학교
	농지공학	최경숙	경북대학교
	관개배수	최진용	서울대학교

건설기준위원회	분야	성명	소속
	총괄	한준희	농림축산식품부
	농업용댐	오수훈	한국농어촌공사
	농지관개	박재수	농림축산식품부
	농지배수	송창섭	충북대학교
	용배수로	정민철	한국농어촌공사
	농도	조재홍	한국농어촌공사 본사
	개간	백원진	전남대학교
	농지관개	이현우	경북대학교
	농지배수	남상운	충남대학교
	취입보	김선주	건국대학교
	양배수장	정상옥	경북대학교
	경지정리	유 찬	경상대학교
	농업용관수로	박태선	한국농어촌공사 본사
	농업용댐	손재권	전북대학교
	농지배수	김정호	다산컨설턴트
	농지보전	박종화	충북대학교
	농업용댐	김성준	건국대학교
	해면간척	박찬기	공주대학교
	농업수질및환경	이희억	한국농어촌공사 본사
	취입보	박진현	한국농어촌공사 본사

중앙건설기술심의위원회	성명	소속
	이태옥	평화엔지니어링
	성배경	건설교통신기술협회
	김영환	한국시설안전공단
	김영근	건화
	조의섭	동부엔지니어링
	김영숙	국민대학교
	이상덕	아주대학교

농림축산식품부	성명	소속	직책
	한준희	농업기반과	과장
	박재수	농업기반과	서기관

설계기준
KDS 67 65 50 : 2018

해면간척 환경보전 및 부대시설

2018년 04월 24일 발행

농림축산식품부

관련단체 한국농어촌공사
58217 전라남도 나주시 그린로 20(빛가람동 358) 한국농어촌공사
☎ 061-338-5114 E-mail : webmaster@ekr.or.kr
http://www.ekr.or.kr

(작성기관) 한국농공학회
06130 서울시 강남구 테헤란로 7길 22(역삼동 365-4) 과학기술회관 본관 205호
☎ 02-562-3627 E-mail : j6348h@hanmail.net
http://www.ksae.re.kr

국가건설기준센터
10223 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283(대화동)
☎ 031-910-0444 E-mail : kcsc@kict.re.kr
http://www.kcsc.re.kr

※ 이 책의 내용을 무단전재하거나 복제할 경우 저작권법의 규제를 받게 됩니다.

KDS 67 65 90 : 2018

해면간척 유지관리

2018년 04월 24일 제정
http://www.kcsc.re.kr

농림축산식품부



건설기준 코드 제·개정에 따른 경과 조치

이 코드는 발간 시점부터 이미 시행 중에 있는 설계용역이나 건설공사에 대하여 발주기관의 장이 필요하다고 인정하는 경우 종전에 적용하고 있는 기준을 그대로 사용할 수 있습니다.

건설기준 코드 제·개정 연혁

- 이 기준은 KDS 67 65 90 : 2018 으로 2018년 04월에 제정하였다.
- 이 기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 건설기준 간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.
- 이 기준의 제·개정 연혁은 다음과 같다.

건설기준 코드	주요사항	제·개정
농지개량사업 계획설계기준 해면간척편	• 농지개량사업 계획설계기준 해면간척편 제정	제정 (1972. 12)
농지개량사업 계획설계기준 방제공편	• 농지개량사업 계획설계기준 방재공편 제정	제정 (1987. 12)
농지개량사업 계획설계기준 해면간척편	• 농지개량사업 계획설계기준 해면간척편 개정	개정 (1991. 12)
농업생산기반정비사업 계획설계기준 해면간척편	• 농업생산기반정비사업 계획설계기준 해면간척편 개정	개정 (1997. 12)
KDS 67 65 90 : 2018	• 국토교통부 고시 제2013-640호의 “건설공사기준 코드체계” 전환에 따른 건설기준을 코드로 정비 (농업생산기반정비사업 계획설계기준 해면간척편 및 방제공편 합본) • 건설기술진흥법 제44조 및 제44조의 2에 의거하여 중앙건설심의위원회 심의· 의결	제정 (2018. 04)

제 정 : 2018년 04월 24일
심 의 : 중앙건설기술심의위원회
소관부서 : 농림축산식품부 농업기반과
관련단체(작성기관) : 한국농어촌공사(한국농공학회)

개 정 : 년 월 일
자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회

목 차

1. 일반사항 ····· 1

1.1 목적 ····· 1

1.2 적용 범위 ····· 1

1.3 참고기준 ····· 1

1.4 용어의 정의 ····· 1

1.5 기호의 정의 ····· 1

2. 조사 및 계획 ····· 1

3. 재료 ····· 1

4. 설계 ····· 1

4.1 담수호의 수위 및 수질관리 ····· 1

4.2 방조제의 관리 ····· 3

4.3 배수(갑문)의 관리 ····· 4

4.4 계획관리 ····· 5

해면간척 유지관리

1. 일반사항

1.1 목적

· 내용 없음

1.2 적용 범위

· 내용 없음

1.3 참고기준

· 농업생산기반정비사업계획 설계기준, 1991 : 해면간척편.

1.4 용어의 정의

· 내용 없음

1.5 기호의 정의

· 내용 없음

2. 조사 및 계획

· 내용 없음

3. 재료

· 내용 없음

4. 설계

4.1 담수호의 수위 및 수질관리

4.1.1 수위관리

(1) 담수호의 수위는 계획 관리수위를 기준으로 용수원의 확보와 조성된 답의 침수를 방지, 방조

제의 안전 등을 고려하여 관리해야 한다.

4.1.1.1 관리수위의 검토

(1) 담수호의 수위는 계획 관리수위를 기준으로 용수량확보 이상 수위시 농경지의 침수피해방지와 홍수배제가 가능해야 하며 방조제의 안전여부도 충분히 검토하여 관리해야 한다.

4.1.1.2 수위관리 계획

(1) 담수호의 수위가 높으면 용수원의 확보면에서는 유리하나 방조제 제체의 안전에 이상을 초래할 수 있고 배수불량의 요인이 된다.
(2) 또한 낮은 수위를 유지시키면 역시 방조제의 제체 안전이 불안해질 수 있으며 용수확보가 어렵게 되므로 계획 관리수위를 기준으로 관리하여야 한다.
(3) 다만 장·단기 기상예보에 따라 가뭄 및 홍수가 예견될 때는 관개수량 및 홍수유입량을 고려하여 농경지에 피해가 가지 않는 범위내에서 관리수위를 조절할 수 있다.
(4) 특히 홍수시의 수위관리에는 조위변화에 따라 배제 가능량이 달라지므로 유의해야 한다.

4.1.2 수질관리

(1) 담수호의 수질은 환경정책기본법에 규정한 환경기준에 맞도록 수질관리를 해야 한다.

4.1.2.1 수질기준

(1) 담수호의 수질은 환경정책기준법규정에 의한 수질을 유지시켜야 하며 수역별 목표 수질기준에 적합한 수질을 유지토록 하여야 한다. 농업용수의 경우 수질기준은 다음 표와 같이 요약된다.

〈표 4.1-1〉 농업용수 수질기준(환경정책기본법 제 10조)

항목 구분	등급	수역	pH	BOD mg/l	COD mg/l	SS mg/l	DO mg/l	T-P mg/l	T-N mg/l
생활황경	Ⅳ	하천	6.0~8.5	〈 8	〈 8	〈 100	〉2	-	-
		호소	6.0~8.5	-	〈 8	〈 15	〉2	〈 0.10	〈 1.0
사람의 건강보호	전수역	전수역 cd : <0.01 mg/l, Ag : <0.05 mg/l, Pb : 〈 0.1 mg/l Cr: 〈 0.05 mg/l, CN, Hg, 유기인, PCB : 검출되어서는 안됨 음이온 계면활성제(ABD) : 05 mg/l							

4.1.2.2 수질관리

(1) 담수호의 수질을 적정한 수준으로 유지시키기 위하여는 연 4회이상 정기적인 수질조사를 실시하고, 관개시기에 한발이 지속될 때는 수시로 수질조사를 해야 한다.
(2) 또한 유역내의 환경변화로 인하여 수질에 영향이 미친다고 판단될 경우 요인을 분석하여 적

절한 조치를 취해야 한다.

(3) 특히 담수호내의 양식, 위락시설물을 허가할 때는 사전에 수질오염에 대한 충분한 검토가 필요하며, 유역내의 오염배출시설의 설치 또한 같다.

(4) 담수호 조성시 제염 등 수질이 관개용수가능 기준으로 개선되지 않았을 때나 간척지염분용태 및 호저토에서의 염분유출 등으로 염수층의 염분상승이 염려되는 담수호는 제염시설을 이용하여 조치를 취하여야 하며 이때 해양 양식장 등에 피해가 가지 않도록 유의해야 한다.

4.2 방조제의 관리

(1) 관리통제소를 설치하여 조위 및 기상변화를 기록유지하고 수시 점검을 실시하여 기능에 이상이 없도록 조치하는 등 적절한 처리를 해야 한다.

4.2.1 관리통제소 및 보호

(1) 방조제의 관리통제소는 가급적 배수문에 접하여 설치하며 방조제의 제원 설계조위 등을 기록유지하고 기상변화예상 및 안전에 위험을 초래할 수 있다고 판단될 경우 출입통제 등 적절한 조치를 취해야 한다.

(2) 방조제의 안전관리를 위하여 방조제내에는 관리상 필요한 시설이외에는 원칙적으로 일절의 추가 시설을 해서는 안된다.

(3) 또한 유지관리상 필요하다고 인정되는 해측의 공유수면과 최소안전 활동권 반경내의 형질변경, 어축(漁築) 및 양식장 등을 허가해서는 안된다.

(4) 조작 및 관리시설은 방조제와 그 부속시설을 조작관리하기 위하여 필요한 부대시설로서 배수문, 어도, 제염설비 등의 가동을 위한 조작실과 시설물관리사무실, 시설물 경비를 위한 청원경찰초소 및 숙소, 관리인숙소 및 이들 시설의 부속설비인 창고, 우물 기타 편의시설들을 위치 규모, 현지여건 장래의 변화 등 제반조건을 고려하여 설계해야 한다.

4.2.2 방조제의 관리

(1) 방조제는 조위변화 및 파도에 직접 영향을 받으므로 축조형태의 취약점 및 설계 제원을 숙지하고 수시 관찰 및 점검을 실시하여 점검 내용을 기록 비치해야 하며 이상이 있을 때는 긴급조치를 실시한 후 즉시 전문직으로 하여금 진단을 실시토록 하여 항구적인 대책을 수립해야 한다.

(2) 방조제의 점검 세목은 별도의 점검 항목을 작성하여 수시 및 정기 점검을 실시해야 하며 일반적인 기준은 표 4.2-1과 같다.

<표 4.2-1> 방조제의 일반적인 점검 기준

구분	점검 사항	점검 시기	비고
조위	조위변화 측정	일상	조위 측정기기 사용
내수위	내수위 측정	일상	수위 측정기기 사용
방조제 제정 및 도로	균열 여부 점검	수시 및 정기 정밀점검	
	세굴, 침하 및 변형여부		
	배수처리의 적정 유무		
해측 사면	침식 축조재료 이탈 유무	〃	
	파이핑 작용 발생 유무	〃	
	침하, 융기로 인한 활동 유무	〃	
해측 지반	융기의 유무	〃	
	압사석의 유실유무	〃	
내측사면	누수, 파이핑 발생 유무	〃	
	균열, 융기 및 활동 유무	〃	
	침식, 보호공의 이탈, 식생상태	〃	
내측 지반	누수, 파이핑 발생 유무	〃	
기타	방조제 및 인근 주변의 무단 점유 유무	일상	

4.3 배수(갑문)의 관리

(1) 배수(갑)문은 항시 조작이 가능할 수 있도록 관리하여야 하며, 방조제와 그 부대 시설물의 기능유지 및 방조제의 안전을 위하여 필요한 경우 적절한 개폐를 행해야 한다.

4.3.1 시설물의 관리

(1) 시설의 지속적인 기능 유지를 위하여 관리책임자를 지정하여야 하며 관리시설의 규모 및 중요성, 재해의 위험정도, 주요 안전관리 대책 시설 및 시설물의 특성 등을 고려하여 적절한 관리를 할 수 있도록 관리자는 관리요령을 숙지하여야 하며, 수시 점검 및 정기 점검을 실시하고 그 기록을 유지 보존해야 한다.

(2) 또한 비상시의 대책 등을 강구하여 시설물의 기능이 항시 유지될 수 있도록 조치해야 한다.

4.3.2 배수(갑)문의 조작 시기

(1) 배수문은 방조제의 안전 및 수위, 수질의 적절한 관리를 위하여 다음경우에 조작해야 한다.

① 담수호의 수위관리

② 담수호의 수질관리상 필요한 경우

③ 방조제 배수문의 기능에 문제가 발생하여 보수가 필요한 경우

④ 배수문의 부속시설로 설치된 통선문, 어도 등 기타 특수한 경우의 일부 개폐

⑤ 기타 필요하다고 인정될 경우

4.3.3 배수(갑)문의 조작

(1) 위에서 열거한 필요시 배수문 및 그 부대시설의 조작을 할 때는 조작요령에서 정해진 순서에 따라 조작하고 가동시간, 배제량, 기타 필요한 사항을 기록 유지해야 한다.

(2) 이때에 해측의 각종, 어업권 및 시설물 등에 피해가 발생되지 않도록 유의하여야 하며 불가피하다고 판단될 때에는 사전 조치를 강구해야 한다.

(3) 특히 제염을 위한 부대시설의 조작에는 해측 오염으로 인한 피해여부 등 세밀한 검토를 한 후 조작해야 한다.

(4) ※ 어도나 통선문이 설치된 경우는 별도의 체크리스트를 작성 배수문에 준하여 시행하고 각 지구별 여건을 고려 운용해야 한다.

<표 4.3-1> 배수문의 일반적 점검 기준

구 분	점 검 사 항	점검기간
수전설비	변압기, 연단기(連斷器), 수전기	작동전 및 주간
조작설비	조작반, 원격제어반, 개폐지시계	
비상전원	비상 발전기	
수문설비	권양기, 게이트, 와이야 상태	
부대설비	조명설비, TV 카메라, 기타구조물	

4.4 계획관리

(1) 방조제 및 배수갑문과 내부 매립 개발지구의 설치 목적에 부합되도록 관리하기 위하여 적절한 계측계획과 필요한 계측기계를 선정하여 설치하고 관리해야 한다.

4.4.1 계측계획의 수립 및 계측기기 선정

(1) 지구의 사업내용을 충분히 해석하고 예상되는 문제점을 사전에 파악한 뒤 다음 사항을 고려하여 계측계획을 수립하고 계측실시로 인하여 지구의 유지관리에 어떻게 도움이 될 것인가를 판단하여 수립해야 한다.

① 주요구조물의 종류
② 주요구조물의 단면 시공상태
③ 구조물의 능력
④ 기초지반의 상태
⑤ 관리 수위 및 조위 변화
⑥ 담수호 방류시 해측오염 및 환경조건

⑦ 기타 지구의 특수 여건 고려

(2) 계측기기의 선정시 유의할 점은 관리하기 쉽게 조작, 관리할 수 있는 것이어야 하며 견고하고 오차가 적은 것으로 선정해야 한다. 또한 지구의 취약점도 파악하여 필요한 계측시설을 빠뜨리지 않도록 해야 한다.

4.4.2 계측기기의 설치

(1) 지구여건에 부합되는 계측기기를 선정, 설치하되 특히 그 목적을 달성할 수 있도록 위치선정에 유의해야 한다.

4.4.3 계측기기의 관리

(1) 계측기기는 종류에 따라 정치식과 이동식으로 구분할 수 있으며 정치식기기는 기기주변의 장애물 및 오물 등을 수시 제거하여 그 기능이 항시 유지될 수 있도록 관리해야 하며, 이동식기기는 사용 후 기기의 특성에 따라 제사용이 가능하도록 조치해야 한다.

<표 4.4-1> 계측기기의 설치목적과 위치

종류	설치 목적	설치 위치	비고
침점판	방조제 지반활동 관리로 적정단면 유지	방조제 제정 500m마다	취약지점은 별도로 설치
조위측정기	주위변화 측정 및 배수문 작동	배수갑문 작동시 영향을 받지 않는 곳	
내수측정기	이상강우시 침수파악 및 내수위 조정	배수갑문 작동시 영향을 받지 않는 곳	
우량계	강우량 파악 및 홍수량 검토	장애물에 영향을 받지 않는 곳	
풍향, 풍속계	이상기후 대처 및 피해 판단자료	장애물에 영향을 받지 않는 곳	
조류속측정기	이상기후 대처 및 피해 판단자료	장애물에 영향을 받지 않는 곳	
염도측정기	담수호 이용시 관개용수 가능 판단		

집필위원	분야	성명	소속	직급
	관개배수	김선주	한국농공학회	교수
	농업환경	박종화	한국농공학회	교수
	토질공학	유 찬	한국농공학회	교수
	구조재료	박찬기	한국농공학회	교수
	수자원정보	권형중	한국농공학회	책임연구원

자문위원	분야	성명	소속
	농촌계획	손재권	전북대학교
	수자원공학	윤광식	전남대학교
	지역계획	김기성	강원대학교
	수자원공학	노재경	충남대학교
	농지공학	최경숙	경북대학교
	관개배수	최진용	서울대학교

건설기준위원회	분야	성명	소속
	총괄	한준희	농림축산식품부
	농업용댐	오수훈	한국농어촌공사
	농지관개	박재수	농림축산식품부
	농지배수	송창섭	충북대학교
	용배수로	정민철	한국농어촌공사
	농도	조재홍	한국농어촌공사 본사
	개간	백원진	전남대학교
	농지관개	이현우	경북대학교
	농지배수	남상운	충남대학교
	취입보	김선주	건국대학교
	양배수장	정상옥	경북대학교
	경지정리	유 찬	경상대학교
	농업용관수로	박태선	한국농어촌공사 본사
	농업용댐	손재권	전북대학교
	농지배수	김정호	다산컨설턴트
	농지보전	박종화	충북대학교
	농업용댐	김성준	건국대학교
	해면간척	박찬기	공주대학교
	농업수질및환경	이희억	한국농어촌공사 본사
	취입보	박진현	한국농어촌공사 본사

중앙건설기술심의위원회	성명	소속
	이태옥	평화엔지니어링
	성배경	건설교통신기술협회
	김영환	한국시설안전공단
	김영근	건화
	조의섭	동부엔지니어링
	김영숙	국민대학교
	이상덕	아주대학교

농림축산식품부	성명	소속	직책
	한준희	농업기반과	과장
	박재수	농업기반과	서기관

설계기준
KDS 67 65 90 : 2018

해면간척 유지관리

2018년 04월 24일 발행

농림축산식품부

관련단체 한국농어촌공사
58217 전라남도 나주시 그린로 20(빛가람동 358) 한국농어촌공사
☎ 061-338-5114 E-mail : webmaster@ekr.or.kr
http://www.ekr.or.kr

(작성기관) 한국농공학회
06130 서울시 강남구 테헤란로 7길 22(역삼동 365-4) 과학기술회관 본관 205호
☎ 02-562-3627 E-mail : j6348h@hanmail.net
http://www.ksae.re.kr

국가건설기준센터
10223 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283(대화동)
☎ 031-910-0444 E-mail : kcsc@kict.re.kr
http://www.kcsc.re.kr

※ 이 책의 내용을 무단전재하거나 복제할 경우 저작권법의 규제를 받게 됩니다.

KDS 67 70 05 : 2018

농지보전 일반사항

2018년 04월 24일 제정
http://www.kcsc.re.kr

농림축산식품부



건설기준 코드 제·개정에 따른 경과 조치

이 코드는 발간 시점부터 이미 시행 중에 있는 설계용역이나 건설공사에 대하여 발주기관의 장이 필요하다고 인정하는 경우 종전에 적용하고 있는 기준을 그대로 사용할 수 있습니다.

건설기준 코드 제·개정 연혁

- 이 기준은 KDS 67 70 05 : 2018 으로 2018년 04월에 제정하였다.
- 이 기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 건설기준 간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.
- 이 기준의 제·개정 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요사항	제·개정 (년. 월)
농지개량사업 계획설계기준 농지보전편	• 농지개량사업 계획설계기준 농지보전편 제정	제정 (1975. 12)
농지개량사업 계획설계기준 객토편	• 농지개량사업 계획설계기준 객토편 제정	제정 (1975. 12)
농지개량사업 계획설계기준 방재공편	• 농지개량사업 계획설계기준 방제공편 제정	제정 (1987. 12)
KDS 67 70 05 : 2018	• 국토교통부 고시 제2013-640호의 “건설공사기준 코드체계” 전환에 따른 건설기준을 코드로 정비 (농지개량사업 계획설계기준 농지보전편 및 객토편, 방재공편 합본) • 건설기술진흥법 제44조 및 제44조의 2에 의거하여 중앙건설심의위원회 심의· 의결	제정 (2018. 04)

제 정 : 2018년 04월 24일
심 의 : 중앙건설기술심의위원회
소관부서 : 농림축산식품부 농업기반과
관련단체(작성기관) : 한국농어촌공사(한국농공학회)

개 정 : 년 월 일
자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회

목 차

1. 일반사항 ····· 1
1.1 목적 ····· 1
1.2 적용범위 ····· 1
1.3 참고기준 ····· 1
1.4 용어의 정의 ····· 1
1.5 기호 정의 ····· 1
2. 조사 및 계획 ····· 1
3. 재료 ····· 1
4. 설계 ····· 2



농지보전 일반사항

1. 일반사항

1.1 목적

농촌보전이란 토지보전의 일환으로 경작의 목적에 제공 토지의 토양침식을 방지하는 사업이다. 동일규모의 경지에서 농지보전을 통하여 단위면적당 생산성을 늘여 보다 많은 식량을 생산하고, 또한 지속적인 생산이 가능하게 해서 보다 많은 수익을 얻을 수 있다.

1.2 적용범위

농지보전을 시행하여야 하는 지역은 농지경사도 5% 이상, 토양침식도(유실률) 25% 또는 유실속도 1mm/year 이상되는 지역으로 과중한 노력이 소요되는 농경지(이것과 밀접한 관련이 있는 주택지, 도로, 채초지를 포함함)가 20ha 이상 집단으로 존재하는 구역으로 농지면적이 이들 총면적의 약 2/3 이상을 고유한다고 인정되는 곳(급경사지구로 호칭함)이다.
이따금 태풍의 내습을 받고, 우량이 매우 많으며 또한 특수한 화산, 토회나 화강암풍화토 기타 특별히 침식을 받기 쉬운 성상의 토양으로 둘러 쌓여 지형상 해마다 재해가 발생하여 농업생산력이 매우 떨어지는 구역 등이다.

1.3 참고기준

· 농림수산부, 1975, 농지개량사업 계획설계기준 농지보전 편

1.4 용어의 정의

· 내용 없음

1.5 기호 정의

· 내용 없음

2. 조사 및 계획

· 내용 없음

3. 재료

· 내용 없음

4. 설계

· 내용 없음

집필위원	분야	성명	소속	직급
	관개배수	김선주	한국농공학회	교수
	농업환경	박종화	한국농공학회	교수
	토질공학	유 찬	한국농공학회	교수
	구조재료	박찬기	한국농공학회	교수
	수자원정보	권형중	한국농공학회	책임연구원

자문위원	분야	성명	소속
	농촌계획	손재권	전북대학교
	수자원공학	윤광식	전남대학교
	지역계획	김기성	강원대학교
	수자원공학	노재경	충남대학교
	농지공학	최경숙	경북대학교
	관개배수	최진용	서울대학교

건설기준위원회	분야	성명	소속
	총괄	한준희	농림축산식품부
	농업용댐	오수훈	한국농어촌공사
	농지관개	박재수	농림축산식품부
	농지배수	송창섭	충북대학교
	용배수로	정민철	한국농어촌공사
	농도	조재홍	한국농어촌공사 본사
	개간	백원진	전남대학교
	농지관개	이현우	경북대학교
	농지배수	남상운	충남대학교
	취입보	김선주	건국대학교
	양배수장	정상옥	경북대학교
	경지정리	유 찬	경상대학교
	농업용관수로	박태선	한국농어촌공사 본사
	농업용댐	손재권	전북대학교
	농지배수	김정호	다산컨설턴트
	농지보전	박종화	충북대학교
	농업용댐	김성준	건국대학교
	해면간척	박찬기	공주대학교
	농업수질및환경	이희억	한국농어촌공사 본사
	취입보	박진현	한국농어촌공사 본사

중앙건설기술심의위원회	성명	소속
	이태옥	평화엔지니어링
	성배경	건설교통신기술협회
	김영환	한국시설안전공단
	김영근	건화
	조의섭	동부엔지니어링
	김영숙	국민대학교
	이상덕	아주대학교

농림축산식품부	성명	소속	직책
	한준희	농업기반과	과장
	박재수	농업기반과	서기관

설계기준
KDS 67 70 05 : 2018

농지보전 일반사항

2018년 04월 24일 발행

농림축산식품부

관련단체 한국농어촌공사
58217 전라남도 나주시 그린로 20(빛가람동 358) 한국농어촌공사
☎ 061-338-5114 E-mail : webmaster@ekr.or.kr
http://www.ekr.or.kr

(작성기관) 한국농공학회
06130 서울시 강남구 테헤란로 7길 22(역삼동 365-4) 과학기술회관 본관 205호
☎ 02-562-3627 E-mail : j6348h@hanmail.net
http://www.ksae.re.kr

국가건설기준센터
10223 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283(대화동)
☎ 031-910-0444 E-mail : kcsc@kict.re.kr
http://www.kcsc.re.kr

※ 이 책의 내용을 무단전재하거나 복제할 경우 저작권법의 규제를 받게 됩니다.

KDS 67 70 10 : 2018

농지보전 계획

2018년 04월 24일 제정
http://www.kcsc.re.kr

농림축산식품부



건설기준 코드 제·개정에 따른 경과 조치

이 코드는 발간 시점부터 이미 시행 중에 있는 설계용역이나 건설공사에 대하여 발주기관의 장이 필요하다고 인정하는 경우 종전에 적용하고 있는 기준을 그대로 사용할 수 있습니다.

건설기준 코드 제·개정 연혁

- 이 기준은 KDS 67 70 10 : 2018 으로 2018년 04월에 제정하였다.
- 이 기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 건설기준 간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.
- 이 기준의 제·개정 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요사항	제·개정 (년. 월)
농지개량사업 계획설계기준 농지보전편	• 농지개량사업 계획설계기준 농지보전편 제정	제정 (1975. 12)
농지개량사업 계획설계기준 객토편	• 농지개량사업 계획설계기준 객토편 제정	제정 (1975. 12)
농지개량사업 계획설계기준 방재공편	• 농지개량사업 계획설계기준 방제공편 제정	제정 (1987. 12)
KDS 67 70 10 : 2018	• 국토교통부 고시 제2013-640호의 “건설공사기준 코드체계” 전환에 따른 건설기준을 코드로 정비 (농지개량사업 계획설계기준 농지보전편 및 객토편, 방재공편 합본) • 건설기술진흥법 제44조 및 제44조의 2에 의거하여 중앙건설심의위원회 심의· 의결	제정 (2018. 04)

제 정 : 2018년 04월 24일
심 의 : 중앙건설기술심의위원회
소관부서 : 농림축산식품부 농업기반과
관련단체(작성기관) : 한국농어촌공사(한국농공학회)

개 정: 년 월 일
자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회

목 차

1. 일반사항 ····· 1
1.1 목적 ····· 1
1.2 적용범위 ····· 3
1.3 참고기준 ····· 3
1.4 용어의 정의 ····· 3
1.5 기호 정의 ····· 3
2. 조사 및 계획 ····· 3
2.1 배수계획 ····· 3
2.2 농도계획 ····· 4
2.3 풍식계획 ····· 4
2.4 걸리방지 계획 ····· 5
2.5 영농개선계획 ····· 5
2.6 객토 ····· 7
3. 재료 ····· 9
4. 설계 ····· 9

농지보전 계획

1. 일반사항

1.1 목적

1.1.1 계획수립의 방향

토양침식을 지배하는 인자는 기후, 지형, 식생 토양 및 인위작용을 들 수 있어서 이들 관계를 일반식으로 표시하면 다음과 같다.

$$Es = f(C \cdot \quad T \cdot \quad V \cdot \quad S \cdot \quad H)$$

여기서, Es : 토양침식, C : 기후, T : 지형, V : 식생, S : 토양, H : 인위작용

물론 여기서 각 인자간 서로 밀접한 관련성이 있어서 토지침식은 이들의 복합작용으로 이루어지게 된다.

여기서 각 독립인자 중 V, H 및 S의 화학성은 인위적으로 직접 조절이 가능하나, C, T 또는 S의 물리성은 일반적으로 간접적인 조절이 가능할 뿐 직접 조절은 할 수 없는 인자이다.

(1) 농지보전계획의 검토

① 토지능력구분

토지구분을 하는 목적을 요약하면 다음과 같다.

가. 현재의 토지이용상태를 과학적인 방법으로 분석하여 불합리한 점의 시정 및 농지정책 수립의 자료를 얻는다.

나. 공장부지, 주택지 등 도시팽창에 따른 농지의 택지전용에 대한 합리적인 대책을 세운다

다. 밭, 초지, 임야 등을 각 지목별로 이용방식의 고도화를 꾀한다

라. 미이용 또는 조방적으로 이용하고 있는 목야지, 입지의 합리적 이용배분 즉 효과적인 조림사업과 개간사업, 초지조성, 농지보전사업을 촉진한다. 따라서 토지능구분은 토지를 관리하는데, 반응이 유사한 능력단위로 모아서 동일한 정도의 보전시설을 하여야 한다. 예를 들면 토양을 개량하는데 토양개량제의 살포만이 그 목적을 이루는 것이 아니라 용수의 이용, 배수개량, 홍수범람방지를 위한 축제까지도 그 계획을 세워야 할 것이며, 어떤 지역은 사력을 제거하거나 토양중의 경층을 파쇄거나 염기를 용탈시키는 일도 포함될 것이다. 환언하면, 동일한 능력급지에 들어 있는 토양군을 작물에 대한 적합성이 근사하고 대체적으로 근사한 토양관리대책이 필요한 것으로 급지는 다음과 같다.

(가) I 급지 : 토지가 비교적 평탄하고(0~5%) 침식이 거의 없으며 토층이 두껍고(100cm 이상) 자갈이 거의 없으며(5% 이하), 배수가 양호하고 보수력이 좋아서 시비에 대한 반응이 좋아 높은 수익을 얻을 수 있는 토지로 용도가 광범위하고 일반 작물의 재배는 물론 초지, 목초지로도 사용할 수 있어서 토지이용에 제한 받지 않는 토지이다.

(나) II 급지 : 조심스러운 토양관리와 토지보전을 요구하기는 하나, 경운작물, 목초 등

의 농지에 적합한 토지이다. 느린 경사도(5~15%)와 자갈이 적고(5~10%), 중간의 침식도, 깊은 심경(70~100cm), 토양조성과 작업의 형편이 간혹 좋지 못하며, 과습, 과건조, 낮은 비옥도 등으로 토양을 사용하거나 관리하는데 간혹 어려운 제한이 따르나 비교적 용이하게 개량할 수 있다. 일반적으로 안전하게 토지를 이용 하려면 대상배재, 등고선재배, 윤작, 초생배수로, 피복작물, 녹비작물, 멀칭, 비료 및 석회시용 등의 처리가 필요한 토지이다.

(다) III 급지 : II 급지보다 더욱 엄격한 제한이 따르는 것으로 작물선택의 범위가 더욱 축소되며 작물을 재배할 때는 적극적인 토지보전대책을 세워야 한다. 중간의 험준한 경사도(15~25%), 중간의 자갈함량(10~30%), 고도의 침식, 하층토의 매우 느린 투수성, 얕은 토심(50~70cm), 낮은 보수성, 낮은 비옥도, 중간 기상조건을 가진 토지이다. 그러므로 연작의 기피, 재배시기, 경운, 수확기, 작물의 선택 등을 잘 해야 한다.

(라) IV 급지 : 매우 엄격한 제한이 따라서 작물의 선택이 부자유스럽고 매우 조심 스러운 관리가 필요하다. 보전대책과 유지가 더욱 어려워져서 무리를 하면 경지로 이용할 수 있으나 일반적으로 임지, 초지에 적합하다. 급한 경사(25~35%), 많은 자갈(30~50%), 심한 침식, 얕은 토심(25~50cm), 낮은 보수력, 중간의 기상조건을 가진 토지이다.

(마) V 급지 : 급경사(35~45%), 매우 심한 침식, 낮은 보수력, 극심한 자갈함량(50%이상), 얕은 토심(10~25%), 과습, 범염, 기상조건의 불리 등으로 각종 제한인자를 극복하기 어려워서 일반작물의 재배는 할 수 없어서 목초지, 방목지, 임야로 이용하는데, 석회시용, 배수개선, 수로변경, 등고선경작, 초생배수로설치 등의 농지보전대책을 적극적으로 강구해야 한다.

(바) VI 급지 : 토양제한은 V 급지보다 더 엄격하여 매우 급한 경사도(45~55%) 급심한 침식, 얕은 토심(10cm 이하), 극히 많은 자갈(50% 이상), 기상조건의 불량 등을 교정할 수 없어서 부분적으로 방목지, 임야로 이용될 뿐인데, 그것도 엄격히 관리와 제한을 받아야 하며 때로는 식수, 사방사업 등으로 토양을 보호하여 인접지에 피해를 미치지 못하도록 해야 될 곳도 있다.

(2) 농지보전사업의 검토

① 강수의 지표면 처리

가. 우적의 운동에너지를 절감시키기 위하여 멀칭(mulching) 또는 재식작물 윤작형태를 고려하여 우기에 지표면이 노출하지 않도록 피복시켜 준다.

나. 유출수의 유속을 경감시켜 토양입자의 유하를 억제하기 위하여 등고선재배 또는 초생대를 설치한다.

다. 강수의 토양안 침투를 조장시키고 나아가서 지력을 유지하기 위하여 퇴구비 또는 토양개량제를 이용한다.

② 경수계획

토양용수량이상의 강수가 있을 경지 안에서 유출되는 유출수를 안전하게 지구 밖으로 분산

유하시키는 동시 지구 밖으로 부터의 경지 안 유입을 막이 위하여 경수로 등을 설치한다.

③ 농도계획

급경사지농업에서 농도는 운반목적 이외에 경수로설치에도 활용할 수 있도록 배려한다. 그리고 농도를 설치하기 어려운 곳은 색도를 설치한다.

해안지대로 바람으로 경토가 비산할 염려가 있는 곳은 방풍림을 설치한다.

④ 걸리(gully)방지와 처리

걸리방지는 사전에 충분히 그 발생 원인을 검토하여 대책을 수립한다.

⑤ 영농개선

농지보전계획의 일환으로 지력유지 및 침식방지농법을 강구한다.

1.2 적용범위

(1) 토양보전

① 농지보전사업을 시행할 수 있는 농지의 일단지, 면적은 대략 20ha이상으로 한다.

② 경수로를 축조할 때는 성토량을 절토량 범위 내에서 취한다.

③ 식생공은 토양보전상 필요한 것으로 공공성이 있어야 한다.

(2) 농 도

① 수익되는 농지의 1원지 면적은 대략 14ha 이상으로 한다.

② 농도 전 연장은 원지당 500m 이상이라야 한다.

③ 부락간의 연락용 도로와 같이 공공성을 가진 도로는 계획에서 이를 제외한다.

④ 도로의 유효폭은 1.5m~4m로 한다.

1.3 참고기준

· 농림수산부, 1975, 농지개량사업계획 설계기준 농지보전 편

1.4 용어의 정의

· 내용 없음

1.5 기호 정의

· 내용 없음

2. 조사 및 계획

2.1 배수계획

강우가 토양의 침투능 이상 내리면 지표유출을 시작하여 유출수가 사면상을 박층류를 이루거나

빗물줄기를 형성하면서 유하한다. 이때 토양유실을 방지하기 위하여 경지내의 이제수를 유속을 감하면서 속히 지구 밖으로 분산유출 시키기 위하여 테라스 수로 및 배수로를 설치하며 이때 유의할 사항은 다음과 같다.

(1) 지구 외로부터의 유입수를 방지하기 위하여 승수로를 설치한다.
(2) 밭은 등고선 경작으로 하되 경지 내에는 일정한 간격으로 테러스 수로를 설치하여 과잉수를 배수로로 연결배제 한다.
(3) 보통형 계단공을 순경사형으로 축조할 때는 경지면 경사가 8° 이하 되게 하고 계단 비탈면 및 비탈머리부의 보호에 유의하며 비탈 끝에 승수구를 설치한다.
(4) 배수로는 경사도와 연장을 고려하여 낙차공, 침사공, 급류공 등을 설치하는 동시에 지구 밖의 하천으로 연결시킨다.
(5) 걸리의 확대를 방지하기 위하여 계천바닥에 바닥멈춤공과 바닥다짐공 및 낙차공을 설치하고 식생 또는 잡석을 깔아주되 걸리의 측면은 비토주머니로 쌓아올려 안정 시키거나 초목류를 심어 전면 녹화하여 보호한다.
(6) 경사도 및 경작거리관계상 경작한계를 벗어나는 농지는 임지 또는 수초방목지로 환원하여 토지이용을 합리화 한다.

배수량산출방법은 기타 자세한 내용은 KDS 67 45 20 농지배수 설계기준에 준한다.

2.2 농도계획

급경사지는 일반적으로 농도등의 정비가 불완전하여 수확물, 퇴구비, 기타 농용자재의 운반이 곤란할 경우가 많다. 그 결과 경지의 관리가 게을리 되고 토양침식이 촉진되어 수확량은 점차 떨어지는 실정에 있다. 농도계획에 관한 기타 자세한 사항은 KDS 67 45 20 (농업생산기반정비사업 계획설계기준 - 농로편) “계획”에 준한다.

2.3 풍식계획

풍식을 받을 염려가 있는 지대는 풍력을 약화시키기 위하여 풍향과 직각으로 나무를 3~5열 심어 풍식을 방지한다. 방풍림의 효과는 나무높이의 15~20배 초과범위까지 있어서 경지보호용 방풍림의 점유면적을 대략 농지의 6~7% 정도 취하면 경지전체가 바람에 적당히 보호된다. 방풍조성은 높이 자라는 속성활엽수종을 3~5열로 정도하여 연차적으로 심고 이와 평행하여 생육이 늦으며 수명이 긴 상록수를 1~3열 이상 심어서 방풍림망을 형성한다.

말뚝에 간략하게 설치하는 방법으로는 밭 북족에 옥수수나 수수를 심어서 곡실만 수확하고 대는 그대로 남겨놓아 바람을 막아 월동하는 방법도 있다. 물대기가 쉬운 곳은 관수하여 흙이 바람에 날리는 것을 막는다.

풍식 또는 강풍지구의 경사지면이나 풍실작용을 받기 쉬운 농지에 제식 조성하여 풍식 및 농작물의 풍해를 경감시키거나 또는 방지하여 강풍에 의한 작물의 생리 또는 기계적 상해를 감소시키고 작물의 증발산량을 감소시키며 염해를 감소시킨다. 그리고 초생대 겸 조림목을 조성할 경우에는 초기성장을 보호하고 임목이 성장한 다음은 하목을 연료로 사용한다.

2.4 걸리방지 계획

거리침식은 비교적 많은 물이 모여서 유하할 경우에 경사면을 흘러내리는 소류력으로 경사면 바닥을 침식하여 걸리를 형성하는 것으로 그 대책으로는 경사지와 배수계획을 확립하여야 하는데 특히 배수로망의 형성, 도로, 수로의 구조 및 보호 등을 위해 다음과 같은 사항을 강구해야 한다.

(1) 대지상의 배수
(2) 사면의 수로공
(3) 걸리머리 안정공
(4) 댐
(5) 급류공, 낙차공

2.5 영농개선계획

급경사지대 또는 수식성 토양지대에 있어 농업기술의 개량과 농업경영의 합리화 계획은 다음 사항을 유의하여 수립한다.

(1) 토양유실을 방지하고 토양의 보수력과 투수성을 좋게 하여 지력증진을 기하기 위하여 다음 사항을 계획한다.
(2) 등고선경작을 살 수 있도록 경지를 구획하고 내식성작물 또는 목초를 대상으로 경작한다.
(3) 경사가 급한 곳은 계단공을 설치하되 계단공의 사면과 비탈 머리부는 적당한 작물이나 초목류를 심어 보호한다.
(4) 풍식의 우려가 있는 지대는 풍향과 풍력을 감안하여 방풍림이나 방풍담을 설치한다.

2.5.1 재식작목

식생이 토양유실과 유출수의 억제에 미치는 역할은 매우 큰 것으로 그 항목을 들면 다음과 같다.

(1) 기엽이 우적을 분산.차단 및 증발시킨다.
(2) 토양수분이 식물체를 통해서 증산작용을 일으킨다.
(3) 밀생한 초본류나 작물은 비적의 종격작용을 차단한다.
(4) 근으로 표토층을 팽연화 시킨다.
(5) 근이 흙속으로 침투하여 많은 관로를 만들어서 우수의 침입을 증대한다.
(6) 토양속에 유기물을 증가하여 토양의 포입화 부수력의 증대, 지력유지를 증대한다.
(7) 지표면의 조도가 커져서 유출량과 유속이 감소한다.
(8) 지표면의 조도가 커져서 유출수를 분산하고 배수로에 유입하는 것을 지연시킨다.
(9) 토양의 공극률이 커져서 통기가 좋아지며 박테리아의 활동이 왕성해 진다.

2.5.2 작부체계

수목, 목초 및 작물에 따라서 유출량 및 토양침식상대가 다르므로 작부상황을 계획한다. 또 나지는 침식이 가장 심하므로 식부방법에 따라서 경지가 나지로 되는 시기와 일수를 조절하여야한다.

그리고 작부체계에 두과식물이나 목초류를 삽입하면 지력을 증진하므로 토양침식에 큰 영향을 준다. 그러므로 작부체계를 정할때는 이것을 고려하여 토양침식이 최소한에서 그치도록 할 것이다. 특히 우리나라 6. 7. 8월에 강우가 많은데 이때가 또한 전작과 후작의 교체기여서 침식을 입을 위험이 크다. 따라서 작물재배는 작목 자체가 토양침식이 기여하는 정도를 재배하여 토양침식억제작물과 유발작물 및 중간형 작물을 적당한 순서로 섞어 심어서 경지전체가 일시에 장기간 노출되는 일이 없도록 막아 주어야 한다.
작물의 간작, 곤작은 농지보전상 유리한 방법이므로 작목의 선정은 지방에 따라 고려 되어야 한다. 개활지에 과목을 심을 경우 나무사이에 간작으로 작물을 재배하거나 두로작물이나 녹비작물을 재배하여 과수원 땅을 피복하여 토양침식을 억제한다.

2.5.3 멀칭

짚 또는 풀을 지상에 살포 피복하여 토양속에 우수의 침임을 정진시키면서 토양침식 및 유출량을 억제한다. 멀칭의 효과는 우적침식과 풍식을 방지하고 토양면증발을 감소시켜 토양의 건조를 주어 토양의 단립구조를 유지시키고 비료분의 유실을 방지하고 잡초의 무성을 방지하며 멀칭재료가 썩어 토양속에 들어가면 부식의 보급원이 되어 비료성분이 되어서 유익한 토양미생물의 번식을 정진시킨다.

2.5.4 시비

(1) 토양의 비옥도는 토양보전에 있어 중요한 역할을 한다.
(2) 재배폭은 KDS 67 60 50 농지개량사업계획 설계기준-개간편 “개간 영농계획”에 준한다.

2.5.5 심경과 심토경

심경이란 땅을 깊이 갈아서 물의 흡수력을 좋게하여 유출수량을 억제하는 것이다. 깊이 갈수록 흡수력이 증가할 뿐 아니라 이때 퇴비, 구비, 석회를 시용하고 깊이 깔면 근군성의 극대로 작용생육도 좋아 지고 가뭄도 덜 타게 되어 그 효과가 크다. 이와 같은 결과는 많은 실험에 의하여 나타났다. 그러나 한꺼번에 너무 깊이 파 엎으면 분쇄한 아래층 흙이 위로 올라오게 되어 초년에는 작물생육이 좋지 못할 경우도 있다. 기타 자세한 내용은 KDS 67 60 40 (농업생산기반정비사업 계획설계기준 - 개간편) “개간계획”에 준한다.

2.5.6 초생

과수원에서 토양침식방지책으로 경지면에 목초를 재배하여 토양을 생초로서 피복한다. 초생법에는 원내에 항상 초생상태로 놓아두는 영구초생법과 피복목초를 일정기간만 재배하는 단기초생법이 있다. 생초는 일반적으로 연 2~3회 예취하여 수관하나 또는 주간에 멀칭한다. 초생은 토양유실방지 외에 토양의 부식을 증가시켜 입단화를 촉진시키고 과실의 성숙화를 빠르게 하여 낙과방지 또는 중경에 드는 노력을 절감하는 등의 효과도 있다. 과수주간의 거리가 넓으면 그 공지만을 초생으로 피복하고 수관 아래는 멀칭을 하는 초생법과 부초법을 병행하는 방법이 쓰인다. 초

생법에 이용하는 작물에 클로버류, 오챠드그래스, 알팔파 등이 있는데 특히 클로버류는 귀중한 질소분의 공급원이기도 하다.

2.6 객토

객토공사는 경지의 토성개량을 위하여 주로 경지 외부에서 흙을 반입하여 경토에 혼합(흙넣기)하는 작업이므로 객토공사에서는 흙이 중요한 요소가 된다.

객토공사는 취토 → 운반 → 흙넣기의 3 공종으로 요약할 수 있다. 이중 객토공사의 중심을 이루는 것은 운반공종이며 객토사업의 대상면적이 커지면 운반토량도 방대하여지며 운반비가 차지하는 비중이 전체 사업비의 90% 전후를 점하게 되는 것이 일반적이다. 그러므로 어떠한 운반수단을 채택하는 가에 따라 객토공사의 성패가 좌우된다 할 수 있다.

따라서 객토공법을 운반수단에 따라 분류하면 흙을 고체상태 그대로 운반하는 반입객토와 객토용 흙을 일단 이수(니수)로 만들어 유송하는 이수객토의 2 가지로 구분할 수 있다. 반입객토, 이수객토 외에 Bentonite객토가 있다. 이것은 운반수단보다 객토재료에 주안을 두어 구분한 용어이다.

2.6.1 반입객토

인력객토, 축력객토, 궤도 또는 중기객토와 같이 흙을 고체상태 그대로 반입하는 객토법의 총칭이다. 기타 케이블을 이용하는 삭도객토, 콘베이어를 이용하는 콘베이어객토 등도 반입객토에 속하며 궤도객토라 할 때도 인력으로 행하는 인력궤도객토와 축력을 이용하는 축력궤도객토 또는 기관차로 견인하는 동력궤도객토 등 여러 가지의 명칭이 가능하나 편의상 다음과 같이 용어를 구분할 수 있다.

(1) 인력객토

지게, 목도 등을 이용하는 순수한 인력객토와 이륜손수레, 토운차 등을 이용하는 객토방법이다. 인력객토의 장비용량과 각 방식의 적용거리는 <표 2.6-1>과 같다.

<표 2.6-1> 인력객토의 장비별 용량 및 적용운반거리

장 비	용 량	적용운반거리	경제거리	적정토량
목도·지게	0.06 ~ 0.07㎥	100m이내	30m전후	소량
1륜차	0.08 ~ 0.14㎥		150m 내외	
하차(하차)	0.2 ~ 0.3㎥	500m이내	200m 내외	
토운차	1인작업:0.3 ~ 0.4㎥ 2인작업:0.6 ~ 0.7㎥		200 ~ 600m 200 ~ 700m	1,200㎥

<표 2.6-2> 목도 운반소요 공구량

구 분	목도판	봉	삽	곡갱이
소단위	18㎥당 1매	120㎥당 1본	절취 50㎥당 1구	절취 150㎥당 1구
대단위	100㎥당 5.5매	100㎥당 0.85본	100㎥당 2구	100㎥당 0.7구

(2) 축력객토

하차, 토운차 등을 축력으로 운반하는 객토방법이다. 축력하차는 운반거리가 인력하차의 운반거리 500m를 초과할 때에 있어 상당한 운반거리까지 운반이 가능하나 그 경제적 거리는 1km 이내이다. 토운차를 이용할 때는 3 ~ 6륜을 연결하여 운반하며 총 토량의 적정량은 9,000㎥, 경제적 거리는 700 ~ 2,000㎥이나 대체적인 표준은 1.5km까지를 축력으로 그 이상은 기관차로 한다. 축력궤도의 경우 침목의 수는 우마의 발이 침목에 걸리지 않도록 보행거리를 참조하여야 하며 또 보행에 있어 우마의 발이 손상되는 것을 방지하기 위하여 침목에 각을 둥글게 하든지 침목을 흙에 묻어주어야 한다. 인력과 축력 공히 토운차를 이용하는 방법은 다른 방법보다 능률적이고 보편적으로 쓰이는 방법이다.

<표 2.6-3> 축력객토의 장비별 용량 및 적용운반거리

운반거리	용량	경제거리	토량적량
하차(하차)	0.3 ~ 0.4㎥	1,000m 이내	
토운차	0.6 ~ 0.7㎥ 3 ~ 6륜 연결	700 ~ 2,000m 대체로 1.5km까지	9,000㎥

(3) 궤도객토

원칙적으로 궤도를 이용하는 객토방법의 총칭으로서 인력과 축력 또는 동력을 이용하는 기관차객토 등의 전부가 이 범위에 속하나 본 장에서는 특별히 언급하는 경우를 제외하고는 기관차객토의 뜻으로 사용한다.

(4) 기계객토

불도져, 스크레이퍼 등의 중기로 객토하는 방식과 삭도, 콘베이어 기타의 운반기계를 이용하는 객토방법이 다 여기에 속하나 본 장에서는 중기를 사용하는 중기객토의 뜻으로 사용한다.

2.6.2 이수객토(泥水客土)

흙을 이수화 하여 유송하는 객토법을 말하며 유수객토법과 펌프객토법이 있다.

(1) 유수객토

객토용 토양를 일단 이수로 만들어 기존 용수로를 이용하여 경지까지 유송하는 객토방법이며 다음 2)항에서 언급하는 펌프객토에 비하면 일종의 개거식 이수객토공법이라 할 수 있다.

(2) 펌프객토

이수로 만든 객토를 관로를 이용하여 펌프로 압송하는 객토방법을 말한다.

2.6.3 벤토나이트객토

삼투손실이 큰 논에 침투억제를 목적으로 벤토나이트를 객토하는 것을 말한다.

2.6.4 삭도객토

케이블에 의한 객토법으로서 취토장과 객토지 사이에 하천이나 고속도로 또는 철도 등이 있어 육상운반에 지장이 있는 경우, 혹은 취토장과 객토지의 고저차가 커서 운반도로나 횡단구조물의 시설에 고액의 비용을 필요로 하는 등의 특수한 조건이 있을 때에만 이용할 성질의 것이다. 삭도에 의하여 객토할 때에는 운반시설이 고정되므로 삭토 적하장에서 객토지까지는 궤도, 중기, 기타의 투입 객토법으로 연결하여야 한다. 이 때문에 공사비가 비싸게 되는 단점이 있고 또 삭도 시설비 자체도 큰 비용이 소요되는 단점이 있다.

3. 재료

· 내용 없음

4. 설계

· 내용 없음

집필위원	분야	성명	소속	직급
	관개배수	김선주	한국농공학회	교수
	농업환경	박종화	한국농공학회	교수
	토질공학	유 찬	한국농공학회	교수
	구조재료	박찬기	한국농공학회	교수
	수자원정보	권형중	한국농공학회	책임연구원

자문위원	분야	성명	소속
	농촌계획	손재권	전북대학교
	수자원공학	윤광식	전남대학교
	지역계획	김기성	강원대학교
	수자원공학	노재경	충남대학교
	농지공학	최경숙	경북대학교
	관개배수	최진용	서울대학교

건설기준위원회	분야	성명	소속
	총괄	한준희	농림축산식품부
	농업용댐	오수훈	한국농어촌공사
	농지관개	박재수	농림축산식품부
	농지배수	송창섭	충북대학교
	용배수로	정민철	한국농어촌공사
	농도	조재홍	한국농어촌공사 본사
	개간	백원진	전남대학교
	농지관개	이현우	경북대학교
	농지배수	남상운	충남대학교
	취입보	김선주	건국대학교
	양배수장	정상옥	경북대학교
	경지정리	유 찬	경상대학교
	농업용관수로	박태선	한국농어촌공사 본사
	농업용댐	손재권	전북대학교
	농지배수	김정호	다산컨설턴트
	농지보전	박종화	충북대학교
	농업용댐	김성준	건국대학교
	해면간척	박찬기	공주대학교
	농업수질및환경	이희억	한국농어촌공사 본사
	취입보	박진현	한국농어촌공사 본사

중앙건설기술심의위원회	성명	소속
	이태옥	평화엔지니어링
	성배경	건설교통신기술협회
	김영환	한국시설안전공단
	김영근	건화
	조의섭	동부엔지니어링
	김영숙	국민대학교
	이상덕	아주대학교

농림축산식품부	성명	소속	직책
	한준희	농업기반과	과장
	박재수	농업기반과	서기관

설계기준
KDS 67 70 10 : 2018

농지보전 계획

2018년 04월 24일 발행

농림축산식품부

관련단체 한국농어촌공사
58217 전라남도 나주시 그린로 20(빛가람동 358) 한국농어촌공사
☎ 061-338-5114 E-mail : webmaster@ekr.or.kr
http://www.ekr.or.kr

(작성기관) 한국농공학회
06130 서울시 강남구 테헤란로 7길 22(역삼동 365-4) 과학기술회관 본관 205호
☎ 02-562-3627 E-mail : j6348h@hanmail.net
http://www.ksae.re.kr

국가건설기준센터
10223 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283(대화동)
☎ 031-910-0444 E-mail : kcsc@kict.re.kr
http://www.kcsc.re.kr

※ 이 책의 내용을 무단전재하거나 복제할 경우 저작권법의 규제를 받게 됩니다.

KDS 67 70 15 : 2018

농지보전 조사

2018년 04월 24일 제정
http://www.kcsc.re.kr

농림축산식품부



건설기준 코드 제·개정에 따른 경과 조치

이 코드는 발간 시점부터 이미 시행 중에 있는 설계용역이나 건설공사에 대하여 발주기관의 장이 필요하다고 인정하는 경우 종전에 적용하고 있는 기준을 그대로 사용할 수 있습니다.

건설기준 코드 제·개정 연혁

- 이 기준은 KDS 67 70 15 : 2018 으로 2018년 04월에 제정하였다.
- 이 기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 건설기준 간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.
- 이 기준의 제·개정 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요사항	제·개정 (년. 월)
농지개량사업 계획설계기준 농지보전편	• 농지개량사업 계획설계기준 농지보전편 제정	제정 (1975. 12)
농지개량사업 계획설계기준 객토편	• 농지개량사업 계획설계기준 객토편 제정	제정 (1975. 12)
농지개량사업 계획설계기준 방재공편	• 농지개량사업 계획설계기준 방제공편 제정	제정 (1987. 12)
KDS 67 70 15 : 2018	• 국토교통부 고시 제2013-640호의 “건설공사기준 코드체계” 전환에 따른 건설기준을 코드로 정비 (농지개량사업 계획설계기준 농지보전편 및 객토편, 방재공편 합본) • 건설기술진흥법 제44조 및 제44조의 2에 의거하여 중앙건설심의위원회 심의· 의결	제정 (2018. 04)

제 정 : 2018년 04월 24일
심 의 : 중앙건설기술심의위원회
소관부서 : 농림축산식품부 농업기반과
관련단체(작성기관) : 한국농어촌공사(한국농공학회)

개 정: 년 월 일
자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회

목 차

1. 일반사항 ····· 1
1.1 목적 ····· 1
1.2 적용범위 ····· 1
1.3 참고기준 ····· 1
1.4 용어의 정의 ····· 1
1.5 기호 정의 ····· 1
2. 조사 및 계획 ····· 1
2.1 대상지역 선정 ····· 1
2.2 조사방법 ····· 3
2.3 기본계획 작성기준 ····· 7
2.4 기본계획 작성 ····· 10
2.5 토양조사 ····· 10
2.6 기상조사 ····· 11
2.7 배수조사 ····· 11
2.8 용수조사 ····· 12
2.9 도로조사 ····· 12
2.10 농지보전시설조사 ····· 13
2.11 농업 및 경제조사 ····· 13
3. 재료 ····· 13
4. 설계 ····· 13

농지보전 조사

1. 일반사항

1.1 목적

농지보전사업은 농지로 이용하고 있는 토지를 사업대상으로 하고 있다. 그러므로 그곳의 자연적 입지조건 등에 대해서 신중히 조사하여 그 결과를 토대로 계획을 수립하여 사업을 실시하게 된다. 이를 위해 해당 농가 및 농업관련기관, 행정기관 등이 함께 사업추진체계를 구성하여 조사계획의 검토에서 실시설계 및 시공에 이르기까지 면밀한 협조가 있어야 한다.

1.2 적용범위

· 내용 없음

1.3 참고기준

· 농림수산부, 1975, 농지개량사업계획 설계기준 농지보전 편

1.4 용어의 정의

· 내용 없음

1.5 기호 정의

· 내용 없음

2. 조사 및 계획

2.1 대상지역 선정

대상지역 선정은 다음과 같은 단계로 실시되어야 한다.

(1) 기존자료의 활용

관계부처에서 기조사 발간된 각종 자료에 의거하여 다음 사항을 고려하여 조사 대상지를 선정한다.

① 토지이용능력 급위에 의한 4등급지까지의 개발대상지

② 산지이용구분도에 의한 상대임야

③ 토양도에 의한 개발대상

④ 토지이용계획도 및 토지이용현황도에 의한 개발대상지 보수

⑤ 항공사진판독결과 개발대상지

(2) 각도지사 및 토지소유자 또는 개발희망자의 신청지역

(3) 상기 개발대상지 근접한 개정지로서 단지조성의 편입이 불가피한 지역

(4) 조사대상지 선정계통

<표 2.1-1> 관계부처 기존자료

자료명칭	조사연도	주요내용	담당기관
1. 산지이용구분도 및 구획(S=1/5만)		상대임야 321천ha (C1, ~ C4)	산림청
2. 토지이용능력구분도 및 조사 (S=1/5만)		Ⅰ-Ⅵ 급지 655천ha	농림수산식품부
3. 토양도 (S=1/25,000~1/5만)		대토양군 또는 토양통 특성에 따라 개간적지 선정	농촌진흥청
4.토지이용 현황도 (S = 1/25,000)		성림지, 미성림지, 농경지, 도시지역	국토해양부
5.토지이용계획도안 (S = 1/25,000)		개간촉진지역, 농업지역, 공업지역, 도시지역	국토해양부
6.항공사진		전국 임야 (S = 1/ 15,000)	산림청
		국토 전역 (S=1/10,000~1/40,000)	

<표 2.1-2> 대상지역 선정 절차

1. 산지이용능력구분도 (산림청)
2. 토지이용능력구분도 (UN개간조사기구)
3. 토양도 (농촌진흥청)
4. 토지이용계획도 (국토해양부)
5. 토지이용현황도 (국토해양부)
6. 각 도지사 및 토지소유자 또는 개간희망자의 신청
7. 항공사진 (산림청)

⇨

조사대상지역선정
⬇
예비조사
(적부개략조사)
⬇
기본조사정지결정
⬇
기본조사
⬇
기본계획작성

2.2 조사방법

2.2.1 예비조사

각종 기존자료에 의하여 예비조사지역을 선정하고 (별첨양식 1)에 답사후보지조사를 작성하여 답사에 임한다.

(1) 답사사항

기본조사의 필요성여부를 판단할 수 있을 정도의 개략조사를 실시하여 답사항목은 (별첨양식 2)의 사항으로 한다.

(2) 답사기록부작성

예비답사에서 조사된 사항을 (별첨양식 2)대장으로 작성하여 보관한다.

2.2.2 기본조사

농지보전사업상 필요한 사항에 대해 아래와 같이 조사한다.

(1) 토지분류조사

토지분류 조사는 농지개발의 적합성 여부를 판단하는 중요한 조사로서, 경사, 토층의 두께, 토성, 자갈함량, 침식도의 5개 항목을 중심으로 하고, 토지분류조사 플로우 챠트 위 5개항에 따르는 급수분류 기준표는 <표 2.2-1> ~ <표 2.2-7>과 같다.

<표 2.2-1> 토지경사 분류기준

전 지					초 지		
급위	구분	경 사	적 성	도면의 채색	구분	경 사	적 성
Ⅰ	1	3° 이하	침식의 위험성이 없음. 승용 트랙터에 의한 기계화 일관작업에 전혀 지장이 없음.	녹	1-a 1-b	0 ~ 3° 3 ~ 8°	대형기계에 의한 기계화 일관작업이 쉽다. 원지형공. 침식의 위험성이 적다고보는 토지
Ⅱ	2-a 2-b 2-c	3 ~ 8° 8 ~ 12° 12 ~ 15°	침식의 위험성 소 ~ 중. 승용 트랙터에 의한 기계화 일관작업에 어느 정도 지장이 있음.	황	2-a 2-b	8 ~ 12° 12 ~ 15°	대형기계에 의한 기계화 일관작업이 어느 정도 지장이 있다. 원지형공. 침식의 위험성이 소 ~ 중 정도. 채초.방목 등 어떤 초지 이용방법도 가능하다고 보는 토지
Ⅲ	3-a 3-b 3-c	15 ~ 20° 20 ~ 25° 25 ~ 30°	침식의 위험성 중 ~ 대. 작업효율은 낮으나 기계의 부분이용이 가능함.	적	3-a 3-b	15 ~ 20° 20 ~ 25°	대형기계에 의한 기계화 일관작업이 매우 곤란하다. 침식의 위험성이 중 ~ 대 정도. 채초이용은 곤란하나 .방목이용에 적합하여 불경운법에 의한 초지조성도 병용되는 토지
Ⅳ	4-a 4-b	30 ~ 35° 35° 이상	침식의 위험성 큼. 개간의 한계. 개간부적합	자 (단, 4b는 무착색)	4-a 4-b	25 ~ 30° 30° 이상	대형기계에 의한 기계화 작업은 부적당. 침식의 위험성이 대. 불경운법에 의한 초지조성 또는 야초지이용이 적당하다고 보는 토지

<표 2.2-2> 토층의 두께 분류기준

전 지			초 지		
등급	유효토층 두께 (cm)	적 성	유효토층 두께 (cm)	적 성	비 고
I	100 이상	적정한 생산을 올리고, 적절한 관리작업 가능	75 이상	초지의 고도이용이 가능하다고 보는 초지	개량원지형공으로 절토량이 많을 경우 (절토심이 클 경우)는 본표의 적성란을 적용할 수 없으므로 주의해야 한다.
II	100 ~ 70	계단공은 경사에 따라 공법이 제한됨. 원지형개간에 적합	75 ~ 40	경사에 따라 조성방식에 약간 제약되는 부분도 있으나 목초생산 및 관리작업을 하는 데 지장이 없는 토지	
III	70 ~ 40	계단공은 경사에 따라 어느 정도 공법이 제한됨. 원지형개간에는 대체로 적합	40 ~ 20	개량원지형공 등의 조성방법은 매우 곤란하며, 불경운법에 의한 초지조성도 병용되는 토지	
IV	40 이하	계단공은 조성 곤란. 원지형개간은 가능하나, 적정한 생산을 올리고 적절한 관리작업은 곤란	20 이하	개량원지형공 등의 조성방법은 부적당하며, 불경운법에 의한 초지조성 또는 야초지이용을 할 수 있다고 보는 토지	

<표 2.2-3> 토성 분류기준

급 위	토 성	전 지	초 지
I	점토함량 15 ~ 45% (사질양토 ~ 미사질식토)	적정한 생산과 적절한 관리작업을 하는데 거의 제한인자가 없다.	초지를 조성하는데 특별한 토성개량 대책이 불필요한 토지
II	점토함량 5 ~ 15% (조사질양토 ~ 미사질양토)	적정한 생산과 적절한 관리작업을 하는데 어느 정도 제한인자가 있어서 토양에 따라서는 토지개량대책이 필요하다.	초지를 조성하는데 특별한 토성개량 대책이 불필요한 토지
III	점토함량 45% 이상 (중점토 또는 저위, 중간이탄토)	적정한 생산과 적절한 작업을 하는데 매우 큰 제한인자가 있기 때문에 토지개량대책이 필요하다.	초지를 조성하는데 토성개량 대책이 필요한 토지
IV	점토함량 5% 이하 (미사 또는 고위이탄토)	적정한 생산과 적절한 관리작업을 하는데 각각 커다란 제한인자가 있기 때문에 개간에 적합하지 않다.	초지로 이용하자면 어느 정도 토성개량을 하여야 하며, 토성개량대책을 세우지 않을 경우에는 초지로써 이용하기에는 부적당한 토지.

<표 2.2-4> 자갈제거의 목표와 조사할 깊이(H)의 표준치

구 분	자갈제거 목표		조사할 깊이 H (cm)
	대 상	작토 두께(cm)	
논	소력 또는 중력 이상	15 ~ 20	30 ~ 60
보통밭	중력 또는 중력 이상	20 ~ 25	60 ~ 90

주) 소력 : 30~50cm, 중력 : 50~100cm

<표 2.2-5> 자갈함유량 분류기준

구분	급위	자갈함유량 (경사도)	적 성
밭	Ⅰ	5% 이하 (3° 이하)	작목에 관계없이 적정한 생산과 적절한 관리작업을 쉽게 할 수 있다.
	Ⅱ	5 ~ 10% (3 ~ 8°)	작목에 따라서는 적정한 생산과 적절한 관리작업을 하는 데 약간의 지장은 있으나 제거할 필요는 없다.
	Ⅲ	10 ~ 30% (8 ~ 15°)	적정한 생산과 적절한 관리작업을 하자면 커다란 지장이 생기므로 제거할 필요가 있다.
	Ⅳa	30% 이상 (15 ~ 25°)	경지로서의 이용은 부적합. 단, 작목에 따라서는 제거후 이용가능
	Ⅳb	노암	개간 부적합지

<표 2.2-6> 자갈의 구분

구 분	크기의 범위	적 요
미소력	30㎜ 체를 통과하고 2㎜ 체에 잔류하는 것	체 규격은 KSF에 준한다.
소력	50㎜ 체를 통과하고 30㎜ 체에 잔류하는 것	
중력	100㎜ 체를 통과하고 50㎜ 체에 잔류하는 것	
대력	지름 10 ~ 20 ㎝	
거력	지름 20 ~ 30 ㎝	
거암	지름 30 ㎝ 이상	

<표 2.2-7> 침식도 분류기준

급위	적 성
Ⅰ	표토의 유실이 지표면의 25% 이하로서 잔여표토가 15㎝ 이상인 것
Ⅱ	표토의 유실이 지표면의 25 ~ 75%로서 잔여표토가 15㎝ 이하인 것
Ⅲ	표토의 유실이 지표면의 75% 이상으로 심토 일부가 유실된 것
Ⅳ	걸리 침식지

(2) 법적 제한사항 조사

① 국가, 지방자치단체 또는 공법인이 공동 또는 공동용의 목적에 사용하고 있거나 또는 사용계획이 확정된 토지

② 보안림, 채종림, 요재국유림, 시험림

③ 경사 55% 이상의 임야, 경사 25%이상 55%미만의 임야로서 입목본경도 30% 이상의 임야, 연료림 또는 유실수

④ 국립묘지, 공설묘지, 사설묘지 및 문중산묘지와 국가 또는 지방자치단체가 지정한 국립 또는 공설묘지의 예정지

⑤ 고적시찰의 보존상 필요한 토지

(3) 이용구분별 개발가능면적

(4) 토지의 소재지, 지번, 지목, 지적 및 토지소유자의 주소성명과 권리설정관계

(5) 토지의 예정가격

(6) 인근 부락과의 거리, 교통상의 편의, 농가호수 및 농지분포상황

(7) 농업 및 경제조사

합리적인 영농계획을 수립하는데 필요한 기초적인 사항에 대하여 조사한다.

① 조사방법

지역조사와 농촌지도기관조사로 구분하여 실시한다.

가. 지역조사

개발구역내 부락의 이장 또는 지도자 및 농가를 통하여 지역의 영농실태 및 일반적인 작부, 작물별 생산량 및 생산비 등을 조사한다.

나. 농촌지도기관조사

개발구역을 관할하는 농촌지도기관을 통해 구역 내의 작부체계, 개발방향 등을 조사한다.

② 조사규모

<표 2.2-8> 조사규모

조 사 구 분	방 법	비 고
지 역 조 사 농촌지도기관조사	인접부락수의 반수 현지청취조사 농촌지도소 면단위지소	

③ 조사내용

<표 2.2-9> 조사내용

조사사항	조사내용	조사구분	
		지역조사	지도기관
①기본통계	호수, 인구, 경지면적 및 분포상황, 노동력	○	
②작부체계	토지이용, 작물별 식부면적	○	○
③노동력	이앙기의 경합작업의 투하노동, 노동증대	○	○
④작물별 생산량 및 이익성	주작물의 반당생산량 및 생산비 숙전소요 연수	○	○
⑤기 타	지가	○	○

2.3 기본계획 작성기준

(1) 개발기준

<표 2.3-1> 개간적지 선정기준

인자 / 급위	경사		유효토층 두께(cm)		토 성	자갈함량 (%)		침식도
	전지	초지	전지	초지		전지	초지	
Ⅰ	0 ~ 3°	8° 이하	100 이상	75 이상	점토함량 15 ~ 45% (사질양토 ~ 미사질식토)	5 이하	5 이하	지표유실 25%이하, 잔여 표토두께 15㎝ 이상
Ⅱ	3 ~ 8°	8 ~ 15°	100 ~ 70	75 ~ 40	점토함량 5 ~ 15% (조사질양토 ~ 미사질양토)	5 ~ 10	5 ~ 30	지표유실 25 ~ 75%, 잔여 표토두께 15㎝ 이하
Ⅲ	8 ~ 15°	15 ~ 25°	70 ~ 40	40 ~ 20	점토함량 45% 이상 (중점토 또는 저위, 중간 이탄토)	10 ~ 30	30 ~ 50	지표유실 75% 이상, 심토 일부 유실
Ⅳ	15 ~ 25°	25° 이상	40 이하	20 이하	점토함량 5% 이하 (사토 또는 고위 이탄토)	30 이상	50 이상	걸리 침식지

(2) 녹지존속

<표 2.3-2> 녹지존속 구분

구 분	존치계획	부 기
산정(山頂)	존 치	촌락주변은 배후지능선으로 고속도에는 조경을 참작 저수지규모에 따라 수원함양림 존치
촌락주변	30m ~ 50m	
도로(국도)	좌우30m ~ 50m	
간선농도	좌우5m ~ 10m	
연락도	좌우2m ~ 5m	
집단묘지주변	10m	
개간지와 기경지접촉부분	2m ~ 5m	
저수지유역	존 치	

(3) 농도

<표 2.3-3> 농도 구분

항목		간선농도	지선농도	경작도
도로폭	차도	6.0m 이상	5.0m 이상	3.0m 이상
	길어깨	0.5 ~ 1.0m	0.5 ~ 0.75m	0 ~ 0.5m
노면높이		0.5m이상	0.4m이상	0.3m이상
비탈기울기		비탈기울기는 1:1 ~ 1:1.2 정도가 바람직하다. 단, 일반교통 주행빈도가 높은 간선농도, 노면이 높은 도로는 노상의 토질을 검토한 후 결정한다. 규모가 큰 포장을 전제로 할 때에는 1:1.5로 할 수도 있다.		
횡단기울기		아스팔트및 콘크리트포장의 경우 : 1.5 ~ 2.0% 흙 포장의 경우 : 3.0 ~ 6.0%		
종단기울기		간선농도의 최대 종단기울기는 일반적인 경우 8%, 특별한 경우 14%를 표준으로 한다.	지선농도에 대한 구획의 배치는 단차를 고려한 종단기울기로 하고, 최대종단기울기는 12%를 원칙으로 한다. 그러나 지형적으로 이와 같은 기울기로 시공할 수 없는 특수한 경우에도 20% 이하가 되도록 설계하고, 농도에서 경구로 출입을 용이하게 한다.	

(4) 배수조직

<표 2.3-4> 배수조직 구분

구 분	접 속	저 폭	부 기
휴반부승수구	배수구	최소단면	등고선 방향
배수구	승수로	표준단면	凹부에 설치
배수로	기존배수로 , 하천	단면계산	
승수로	배수로 또는 하천	〃	
유지	기경지 또는 답	〃	

(5) 토양개량

① 목표

<표 2.3-5> 토지개량

PH	유기물 %	인산 PPM	붕소 PPM	치환성염기 me/100g		
				Ca	Mg	K
6.5	3.5	200	0.3	6.0	2.0	0.5

② 개발 초년도에는 개량목표달성에 필요한 개량제 전량을 사용한다.

③ 1작 후는 토양검정결과에 따라 부족성분에 대해 보정 시용한다.

<표 2.3-6> ha당 개량제 시용기준

종류	ha당 시용기준량	비 고
석회	2.5 ~ 3.5M/t	
용성인비	1.5M/T	
붕 사	20 ~ 30kg	
유기물	대작기 10 ~ 20M/T	퇴비가 없을 시는 생엽 5M/T을 시용

(6) 영농계획

① 작목배치기준

개간적성급수	토지이용	비고
Ⅰ~Ⅱ	전 작 지	토심 및 지역적 특성 고려하여 작목선정
Ⅲ	일부전작	
	과원, 상전, 초지	
Ⅳ	유실수	
	일부과원	
	간이초지	

② 토양조건, 사회환경조건 및 농민의 희망을 참작하여 작목을 결정한다.

(7) 분묘이장

농지광대개발촉진법 제 3조 3항의 규정에 의거

① 개발제외지역

국립묘지, 공설묘지, 산중산묘지, 사설묘지 및 국립 또는 공설묘지예정지

② 공동묘지신설

전기(1)항 이외의 묘지는 유록, 무록으로 구분 묘수를 조사하여 이전을 원칙으로 하며, 지구내의 기존 공동묘지 또는 사설묘지에 이장하고, 지역 내에 집단된 이장지가 없을 때는 공동묘지 수지를 조성한다.

계획기준면적(기당) : 유연묘 19.8m2(6坪)이하
무연묘 3.3～6.6m2(1～2坪)

(8) 기 타

국가의 이주정착계획 또는 신개간지의 영농상 필요한 취락계획 등은 관계부처 협의 하에 계획

2.4 기본계획 작성

(1) 지구별 기본계획서

농지개발 기본계획서 양식 8에 의거작성

(2) 종합보고서

기본조사실적 및 지구별 개발기본계획서 등을 행정구역별로 종합작성

2.5 토양조사

토양은 지형, 지질과 관련이 깊으며 표토가 생산성이 높은 근군역(根群域)을 형성하는 토양에 알맞아야 한다. 따라서 표토의 성질을 파악하여 근군역 토양에 알맞도록 개량하기 위한 자료 취득이 기본이다.

(1) 토양조사의 목적

토양특성에 따라 토양의 종류를 밝히고, 이들의 분포상태를 지도상에 표기함과 아울러 밝혀진 토

양을 계통적으로 구분하여 토양자원을 올바르게 이용하는데 그 목적이 있으며, 이 자료는 다음과 같이 활용된다.

① 국토의 합리적 이용관리
② 개간적지선정
③ 토양별, 작목별 시비개선 및 토양개량
④ 지대별 주산단지조성
⑤ 농업용수 개발에 따른 용수량 책정

(2) 토양조사의 종류

토양조사는 목적에 따라 극정밀토양조사, 정밀토양조사, 반정밀토양조사 및 개략토양조사 등으로 나눌 수 있다.

① 극정밀 토양조사

극정밀 토양조사는 지역을 특수한 목적으로 개발 또는 이용코져 할 때 실시한다. 예컨대 목장 또는 농장의 설계와 개간, 간척 등을 실시코져 할 때 실시한다. 조사 지점간의 거리는 50m를 넘지 못하며, 사용하는 기본도는 1:10,000 또는 1:6,000 때로는 1:1,200등 축척이 큰 기본도를 사용하며 분류단위는 토양통, 토양구, 토양상과 특수 부호를 사용한다.

② 정밀토양조사

정밀토양조사는 일반적으로 군 또는 소유역을 대상으로 하여 실시되는 조사이다. 조사지점간의 거리는 100m를 넘지 못하며, 사용하는 기본도는 축척 1:20,000 이하이고, 분류단위는 토양통, 토양구 및 토양상이 작도단위가 된다.

③ 개략토양조사

개략토양조사는 비교적 광대한 지역에 대하여 실시되는 것으로서, 대체로 도(道)이상의 대지역 조사에 적용되며, 기본도는 축척 1:20,000 이상이다. 조사지점간의 거리는 보통 500~1,000m이며, 사용되는 분류단위는 토양군이다.

개략토양조사의 결과로는 작은 지역의 개발계획에는 이용할 수 없으나 개략적인 개발가능성의 분포파악과 정책수립의 자료로 이용된다.

토양조사의 자세한 사항은 KDS 67 60 20 (농업생산기반정비사업 계획설계기준 - 개간편) “토양 및 식생조사”를 준용한다.

2.6 기상조사

기상조사의 자세한 사항은 KDS 67 60 20 (농업생산기반정비사업 계획설계기준 - 개간편) “기상 및 수문조사”를 준용한다.

2.7 배수조사

사업기구내외의 협곡, 야계 ,하천, 배수,시설등에 대해서 다음 사항을 조사한다.

(1) 하천조사

협곡, 야계, 하천 등에 대해서 유로의 단면 기울기 굴곡상황 종횡침식의 상태 사방공의 유무,

제방, 호안의 유무, 홍수위, 홍수량, 타산업과의 관계등을 상세히 기재한다.

(2) 사업지역내외의 배수상황

지역내외의 배수계통 및 유입 유출하는 수량 토량, 모래양등에 대하여 상세히 기재한다.

(3) 배수설비

배수로 배수시설등이 있으면 그 종류 위치 규모 능력 및 유지 및 유지 관리상황등에 대해서 조사 기재하고 특히 하천과의 관계를 명기한다.

(4) 사방조사

수원에서 하구에 이르기까지의 토사유출의 실태를 일치하여 단속적으로 조사하고 토사유실 방지 계획의 정도를 높혀야 한다.

(5) 붕괴조사

토사생산의 기구를 해명하고 사방계획의 기초자료를 얻기 위한 목적으로 실시한다. 암양지의 형태 수문, 지형, 지질, 임상 등의 조사를 시행하고 장차 붕괴확대가 예상되는 양 및 붕괴의 우려가 있는 개소를 추정하여 가능하면 이것을 양적으로 파악한다. 이 조사는 항공사진 및 답사로 행한다.

(6) 하상변동량조사

하상변동의 실태를 파악하기 위하여 종횡단 측량을 한다. 이것은 주로 개수구역 내에서 하도내의 변동량을 알기 위한 목적으로 시행한다. 기준표고부터 하부 및 상부에 있는 단면적을 정 및 부의 값으로 하고 그 총합계에 의해서 기준표고의 단면적을 구하여 하상의 변동량을 계산한다.

(7) 유송토사량 조사

하상변동의 추정을 합리적으로 하자면 유송토사의 조사를 하여야 한다. 유송토사의 조사는 유송토사량과 부유유사량의 조사로 충분하다. 유토사량의 측정은 그 목적에 따라 적당한 채수기를 사용하여 측정한다. 부유유사량의 측정은 유송조사량측정과 동일하게 적당한 채수기 등으로 채수하고 채수된 물은 최소 24시간 침전시켜 위 물을 제거하여 침전물을 건조 측정해서 함사율을 구하고 유속과의 적산으로 부유유사량을 구한다.

이장의 조사결과를 종합하여 생산토사량과 유송토사량의 실태를 파악한다.

기타 자세한 것은 KDS 67 45 15 (농업생산기반정비사업 계획설계기준 - 농지배수편) “조사”에 준한다.

2.8 용수조사

자세한 사항은 KDS 67 40 15 (농업생산기반정비사업 계획설계기준 - 농지관개편) “조사”에 준한다.

2.9 도로조사

사업지역 밖과의 연결도로, 지구 내 간지선도로, 경작도로 등에 대하여 그 위치 및 노면의 상태를 동시에 도로가 침식과 관계가 있을 때는 그 위치, 나비, 기울기, 노면 및 측구의 상태 침식정도(노

면의 침하 및 암양, 유지관리상태 등을 상세히 기술한다.
자세한 사항은 KDS 67 30 20 (농업생산기반정비사업 계획설계기준 - 농로편) “농어촌도로 조사”에 준한다.

2.10 농지보전시설조사

사업지구와 집수유역 내에 개설 또는 장차계획이 있는 보전시설(사방공, 급류공, 비탈 멈춤공 등)이 있을 때는 그 시공 주체 시공 년 월 일 공법 현재의 능력, 효과 등을 상세히 명기하고 그 위치를 지도에 기입한다. 이 밖에 각 농가에서 종래 시행되어 온 토양침식방지농법 또는 간단한 시설이 있을 때는 그 상세한 사항을 조사 기재한다.

2.11 농업 및 경제조사

(1) 조사범위

부락단위, 농가단위, 행정기관 및 농촌지도 기관단위로 구분 조사한다.

(2) 내용 및 대상

<표 2.11-1> 사업별 조사내역

조사구분	개 발 대 상	
	기본조사	세부조사
부락단위	○	-
농가단위	-	○
농촌지도기관단위	○	-
행정기관단위	-	○

3. 재료

· 내용 없음

4. 설계

· 내용 없음

<별첨양식 1> 농지개발예비답사 후보지조서

시도	Code No.	지구명	위 치		답 사 후 보 지 도 상 검 토				답 사 면 적	판 정	비 고
			군	면	산지이용 구분도	토지이용 능력구분도	토양도	기 타			
									ha		

<별첨양식 2> 농지개발후보지 답사기록카-드 Code No.

1. 지 구 명						반장직성명	
2. 위 치	도 군 면 리					답사자직성명	
3. 답 사 면 적	ha		미간지 ha	기경지 ha		답사자직성명	
4. 기본조사대상	ha		미간지 ha	기경지 ha			
5. 지세 및 지형	지 세		남 북 km	/		답 사 기 간	
			동 서 km	/		일 197	
	지 형					지 197 . . . .(일간)	
6. 토 양	토 성		토 심(cm)	역 도(%)		침 식	
	사 토	ha	25이하 ha	5%미만 ha		면상침식표토 0-5%유실	ha
	사양토	ha	50-25 〃	5-10 〃		〃 5-15% 〃	ha
	양 토	〃	70-50 〃	10-30 〃		세유침식	ha
	식양토	〃	100-70 〃	30-50 〃		걸리침식	ha
	식 토	〃	100이상 〃	50 〃		모재노출	ha
7. 임 상	경 사	수 종	수 경 (cm)	입목도 (%)	면 적 (ha)		
	25%미만					25%미만	
	25~55%					25~55%	
	55%이상						
	계					계	
8. 교통상황						9. 법정제한사항	
가. 국 도	에서			km		가. 공공용사용지	ha
나. 지 방 도	에서			km		나. 공공용사용계획확정지	ha
다. 기 타	에서			km		다. 파종임요존국유림시험림	ha
라. 최근역명	선			역		라. 공공 종중 사설묘지	ha
마. 고속도로	인터체인지	선에서		km		마. 고적등찰의 보존상 필요한 토지	ha
10. 답사개평(개괄적경사포함)						11. 판 단	

집필위원	분야	성명	소속	직급
	관개배수	김선주	한국농공학회	교수
	농업환경	박종화	한국농공학회	교수
	토질공학	유 찬	한국농공학회	교수
	구조재료	박찬기	한국농공학회	교수
	수자원정보	권형중	한국농공학회	책임연구원

자문위원	분야	성명	소속
	농촌계획	손재권	전북대학교
	수자원공학	윤광식	전남대학교
	지역계획	김기성	강원대학교
	수자원공학	노재경	충남대학교
	농지공학	최경숙	경북대학교
	관개배수	최진용	서울대학교

건설기준위원회	분야	성명	소속
	총괄	한준희	농림축산식품부
	농업용댐	오수훈	한국농어촌공사
	농지관개	박재수	농림축산식품부
	농지배수	송창섭	충북대학교
	용배수로	정민철	한국농어촌공사
	농도	조재홍	한국농어촌공사 본사
	개간	백원진	전남대학교
	농지관개	이현우	경북대학교
	농지배수	남상운	충남대학교
	취입보	김선주	건국대학교
	양배수장	정상옥	경북대학교
	경지정리	유 찬	경상대학교
	농업용관수로	박태선	한국농어촌공사 본사
	농업용댐	손재권	전북대학교
	농지배수	김정호	다산컨설턴트
	농지보전	박종화	충북대학교
	농업용댐	김성준	건국대학교
	해면간척	박찬기	공주대학교
	농업수질및환경	이희억	한국농어촌공사 본사
	취입보	박진현	한국농어촌공사 본사

중앙건설기술심의위원회	성명	소속
	이태옥	평화엔지니어링
	성배경	건설교통신기술협회
	김영환	한국시설안전공단
	김영근	건화
	조의섭	동부엔지니어링
	김영숙	국민대학교
	이상덕	아주대학교

농림축산식품부	성명	소속	직책
	한준희	농업기반과	과장
	박재수	농업기반과	서기관

설계기준
KDS 67 70 15 : 2018

농지보전 조사

2018년 04월 24일 발행

농림축산식품부

관련단체 한국농어촌공사
58217 전라남도 나주시 그린로 20(빛가람동 358) 한국농어촌공사
☎ 061-338-5114 E-mail : webmaster@ekr.or.kr
http://www.ekr.or.kr

(작성기관) 한국농공학회
06130 서울시 강남구 테헤란로 7길 22(역삼동 365-4) 과학기술회관 본관 205호
☎ 02-562-3627 E-mail : j6348h@hanmail.net
http://www.ksae.re.kr

국가건설기준센터
10223 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283(대화동)
☎ 031-910-0444 E-mail : kcsc@kict.re.kr
http://www.kcsc.re.kr

※ 이 책의 내용을 무단전재하거나 복제할 경우 저작권법의 규제를 받게 됩니다.

KDS 67 70 20 : 2018

농지보전 설계

2018년 04월 24일 제정
http://www.kcsc.re.kr

농림축산식품부



건설기준 코드 제·개정에 따른 경과 조치

이 코드는 발간 시점부터 이미 시행 중에 있는 설계용역이나 건설공사에 대하여 발주기관의 장이 필요하다고 인정하는 경우 종전에 적용하고 있는 기준을 그대로 사용할 수 있습니다.

건설기준 코드 제·개정 연혁

- 이 기준은 KDS 67 70 20 : 2018 으로 2018년 04월에 제정하였다.
- 이 기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 건설기준 간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.
- 이 기준의 제·개정 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요사항	제·개정 (년. 월)
농지개량사업 계획설계기준 농지보전편	• 농지개량사업 계획설계기준 농지보전편 제정	제정 (1975. 12)
농지개량사업 계획설계기준 객토편	• 농지개량사업 계획설계기준 객토편 제정	제정 (1975. 12)
농지개량사업 계획설계기준 방재공편	• 농지개량사업 계획설계기준 방제공편 제정	제정 (1987. 12)
KDS 67 70 20 : 2018	• 국토교통부 고시 제2013-640호의 “건설공사기준 코드체계” 전환에 따른 건설기준을 코드로 정비 (농지개량사업 계획설계기준 농지보전편 및 객토편, 방재공편 합본) • 건설기술진흥법 제44조 및 제44조의 2에 의거하여 중앙건설심의위원회 심의· 의결	제정 (2018. 04)

제 정 : 2018년 04월 24일
심 의 : 중앙건설기술심의위원회
소관부서 : 농림축산식품부 농업기반과
관련단체(작성기관) : 한국농어촌공사(한국농공학회)

개 정: 년 월 일
자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회

목 차

1. 일반사항 ····· 1
1.1 목적 ····· 1
1.2 적용 범위 ····· 1
1.3 참고 기준 ····· 1
1.4 용어의 정의 ····· 1
1.5 기호 정의 ····· 1
2. 조사 및 계획 ····· 1
2.1 토양침식의 종류 ····· 1
2.2 토양침식과 그 원인 ····· 1
2.3 토양침식량의 예측 ····· 2
3. 재료 ····· 3
4. 설계 ····· 3
4.1 농지보전농법 ····· 3
4.2 소류지(farm ponds) ····· 6
4.3 보전관개(conservation irrigation) ····· 6
4.4 경사지 논의 보전 ····· 7
4.5 객토공법 ····· 7

농지보전 설계

1. 일반사항

1.1 목적

농지보전을 위한 올바른 토지작용은 농지보전을 위한 가장 기본적인 대책이며, 적절한 영농방안 및 공학적 대책들을 적용한 설계는 농지보전을 위한 기초가 된다.

1.2 적용 범위

· 내용 없음

1.3 참고 기준

· 농림수산부, 1975, 농지개량사업계획 설계기준 농지보전 편

1.4 용어의 정의

· 내용 없음

1.5 기호 정의

· 내용 없음

2. 조사 및 계획

2.1 토양침식의 종류

여기서 취급하는 토양침식은 인위적 또는 강우, 바람등의 자연적 간섭에 의해서 토양의 정상적인 작형을 깨트리므로써 발생하는 토양의 이동 또는 비산을 가르킨다. 토양침식을 대별하면 그 발생 원인에 따라 풍식과 수식으로 나눈다. 다시 수식은 다음 2가지로 볼수 있다.

(1) 강우에 의한 경우

(2) 동결 및 융해에 의한 경우

일반으로 수식은 침식상태에 따라서 면상침식(Sheet erosion)과 걸리침식(Gully Erosion)의 두 형태로 분류한다.

2.2 토양침식과 그 원인

수식을 지배하는 인자는 기상, 지형, 대대, 토성, 식생 및 인위적작용 등이다. 이들 중에서 직접침

식에 가장 관계가 깊은 것을 기술하면 다음과 같다.

(1) 강우

(2) 경사

(3) 사면장

(4) 토질, 지질

(5) 지면피복도

2.3 토양침식량의 예측

년 평균유실토량을 구하는 실험식은 다음 식 (2.3-1)과 같다.

$$A = R \cdot K \cdot S_e \cdot C \cdot P \qquad (2.3\text{-}1)$$

여기서, A : 예측되는 년 평균유실토량

R : 강우계수로 $R = E_k \cdot I_{60}$의 일년 간의 합계치이다.

K : 토양계수로

$$K = \frac{0.278}{600} \times E \qquad (2.3\text{-}2)$$

S_e : 사면장계수로

$$S_e = \sqrt{L}\,(0.067S + 0.952\,S^2) \qquad (2.3\text{-}3)$$

L:사면장(m), S:$\tan\theta(\theta < 30^\circ)$에 의해서 구한다.

C :작물계수로 다음 표에서 구한다.

<표 2.3-1> 각종작물의 토양침식화 C값 비각

목 초	0.007	제충국	0.342
귀 리	0.093	아스파라가스	0.400
잡 초	0.202	고 구 마	0.433
소 맥	0.213	옥 수 수	0.747
감 자	0.301	콩	0.756

P : 보전계수로 다음 표에서 구한다.

<표 2.3-2> 각종보전방법에 따른 p값

경 사 도	등 고 선 경 작	등고선대상재배
0%~7% (0° ~ 4°)	0.55	0.27
7~11.3 (4~7)	0.60	0.30
11.3~17.6 (7~10)	0.80	0.40
17.6~26.8 (10~15)	0.90	0.45
26.8이상 (15이하)	1.00	0.50

3. 재료

· 내용 없음

4. 설계

4.1 농지보전농법

4.1.1 윤작

올바른 토지작용은 농지보전을 위한 가장 기본적인 대책이며, 적절한 윤작은 농지보전을 위한 경작의 기초가 된다. 윤작이란 동일 경지에 서로 다른 작물을 연작하는 것을 가르킨다. 윤작에는 명백히 좋은 방법과 좋지 못한 방법이 있다. 그러므로 농지보전의 목적을 달성하고자 하면 반드시 목초류와 곡물류를 윤작재배해야 한다.

4.1.2 등고선경작

밀생한 식물을 경지면에 피복하여 토양보전의 효과를 얻는 것과 마찬가지로 경사면을 등고선상으로 경작하는 일은 경사도가 중위에서 고위로 방지하는 중요한 침식방지농법이다.

등고선이랑은 물을 저류하여 지중에 침투시키고 강우가 급속히 흐르는 것을 방지하여 물의 유출량과 토양유실을 감소할 뿐 아니라 보수력이 증가하여 작물의 생육을 도와서 수량이 증가하며 농사작업이 수평으로 이루어지기 때문에 노력이 종휴(상하 방향작물)나 사휴 보다 덜 드는 이점이 있으며 종휴는 횡휴에 비해서 유출수량이 약 10배, 토양침식량이 약 2.5배나 많았다. 그리고 완경사지는 사면의 길이가 짧으면 등고선이랑(횡휴)과 종휴 사이에 물과 토양의 유실량에 그다지 차가 없으나, 사면이 길어지면 양자 사이의 차가 점점 뚜렷하게 나타난다. 또한 완경사지는 등고선이 일 때 사면장의 장단이 침식에 그다지 영향을 미치지 않으나 종휴에서는 차가 심하다.

(1) 기준등고선

모든 작물의 재배와 경운작업은 기준등고선에 맞추어서 이루어 져야한다. 소규모 경지나 경사도가 고른 경지는 기준등고선 하나만 설치하는 경우도 있으나, 경사장이 길며 경사도가 고르지 못한 곳은 경작에 유리하도록 여러 개의 기준등고선을 설정해야 한다.

경사지에서 기준등고선을 처음 설치할 때는 가장 높은 지점에서 아래쪽으로 경사도에 따라 24m~30m 간격으로 등고선을 배치해야 한다. 그러나 완경사지는 사면장이 길면 45m 이상으로 기본등고선 간격을 넓힐 수 있으며 급경사지는 25m 이하로 간격을 주어야 한다.

기준등고선을 하나만 설치할 때는 경사지의 중간부에 그 위치를 선정하여 모든 이랑과 고랑이 이 기준등고선에 평행해야 하므로 경사장이 길 때는 이랑과 고랑이 기준등 고선의 평행방향에서 벗어나지 않게 보조기준선을 설치할 필요가 있다. 고위부에 최초의 기준등고선을 설치한 이후는 표척의 위치를 기정 기준선에서 하향으로 이동하되 시준목표가 된 사람은 동일등고선(동일표고)을 어림하여 시준자로부터 횡 방향으로 15m~30m간격에 표척을 설치하여 동일 표고임을 확인한 다음에 기준등고선을 설정한다.

그러나 경사장이 90m 이상일 경우는 꼭대기에서 45m 거리에 설치된 기준등고선에서 매 60m 아래마다 기준등고선을 추가해서 그려야 한다. 경사도가 불규칙한 지형은 경사가 가장 급한 부분을 기준으로 거리를 측정하여 기준등고선을 설치한다.

만약 꼭대기 능선부분이 꾸불꾸불 할 때는 가장 낮은 부분을 기점으로 45m아래에 첫 기준등고선을 설치하고 추가 시에도 기준등고선의 가장 낮은 부분을 기점으로 60m 간격으로 설치한다.

(2) 등고선경운의 한계

등고선 경작법은 경사도가 고르거나 등고선이 한 두 방향일 때는 아주 아주 효과적으로 이루어지나 불규칙한 지형이거나 경사면의 기복이 심한 지역은 매우 까다로워 실시하기 어렵다. 초생수로는 등고선경작을 전제로 걸리(Gully)가 발생할 우려가 있는 곳에 설치하는 것이 보통이다.

(3) 등고선경작과 테러스

경운, 쇄토, 직부, 중경 등의 경작자업은 대상재배를 하지 않고서도 등고선에 따라 할 수 있으나 확실한 표적이 없어서 실시하기 어려울 때가 있다. 그런데 대상재배를 하면 명확한 도표가 되는 등고선이 있어서 경작자업이 쉽다. 또 테러스를 만들면 수식을 방지하는 효과가 있다. 유출수가 집결하는 작은 요지나 부곡사이의 토지에 대상재배를 실시하자면 테러스공이 병용되어야 한다.

대상재배에서 상부의 전지에서 흘러내리는 유출수를 받아내기 위하여 일정한 간격의 테러스 대신에 물을 받아내는 승수구를 만드는 것이 유리할 때가 많다.

건조경작지대에서 대상재배를 실시할 경우는 테러스를 수평으로 만들어 그 양단을 막아서 유실을 막고, 삼투촉진으로 토양수분을 증가시킬 수 있으며, 유실이나 침식을 방질하기 위하여 대상재배지에 테러스 공을 병용하면 윤작 중에 많은 작조작물을 재배할 수 있어서 대상지의 폭을 넓힐 수 있다.

4.1.3 대상재배

(1) 대상재배의 종류

대상재배는 어떠한 토질이나 지형조건 중에서도 침식방지에 상당한 효과가 있는 것으로 판명되었다. 특히 불규칙한 경사도나 다른 지형적인 특성으로 말미암아 테러스를 설치할 수 없는

경우에도 윤작과 더불어 대상재배를 하면 토양유실방지의 효과가 크다.

농가는 자기 토지에 대하여 토지이용도를 잘 알고 있어야 한다. 평탄한 토지는 풍식의 우려가 거의 없을 뿐 아니라 침식보전의 필요성도 적다.

(2) 등고선 대상재배계획설계

등고선 대상재배의 설계는 주로 다음 3가지 방법이 널리 쓰인다.

① 등고선 간격을 대상폭으로 결정하는 방법

② 기존등고선에 평행히 대상폭을 일정하게 고정하는 방법

③ 상기 두가지 방법을 응용하는 방법

(3) 대상폭의 결정

어떤 형태의 토지에도 적용할 수 있는 대상재배의 띠폭을 결정하는 일정한 규제는 없으며 경사도, 경사장, 토질, 토양침식의 정도, 강우량, 강우강도, 작일, 윤작에 따른 작물 배열, 영농장비의 규모 등에 따라서 결정하는데 보통 승윤지대는 20~50m 정도의 폭을 사용한다. 띠폭은 비탈면의 기울기, 길이 토양의 투수성, 내수성, 강우량과 강도, 윤작작물의 종류와 재배방법, 또는 경작기구의 종류에 따라 달라지는데 건조경작지에서 땅콩을 심었을 때 4m의 좁은 폭을 곡물을 심었을 때 넓어도 약 100m의 띠폭이 풍식에 의해서 유효하다고 한다.

(4) 전지대상지, 방풍대상지 및 완충대상지의 설계

방풍대상지는 등폭대상지를 설치하되 추풍이 불어오는 방향과 교차가 되도록 해야 하며 대상지의 경계는 바로 필지 또는 구역경계선이 된다. 폭은 영농에 편리하도록 결정한다.

전지대상지는 경사방향과 교차되는 방향(등고선방향)으로 설치하되 그 폭은 적절히 결정하되 한 대상지와 이웃 대상지가 가급적 평행하도록 설치한다.

4.1.4 등고선대상재배

등고선에 따라서 작물대와 목생대를 서로 번갈아 바꾸어 대상으로 배열하여 재배하는 방법이다. 즉 토양보전효과가 초생대와 비교적 보전력이 적은 작물대를 번갈아 둠으로서 유실하는 물과 토양을 초생대에서 걸리게 하는 재배방식이다.

4.1.5 석회이용과 시비

습윤지대에서 대상재배의 효과는 목초지의 질에 따라 크게 좌우된다. 잘자란 다년생목초와 보과목초는 침식방지의 효과가 크며 또 토양을 개량하여 작물의 생산을 증가시킨다. 생산을 증가시키기 위하여 다년생목초류를 도입하는 윤작은 필요에 따라 석회나 비료를 시비하여야 한다. 그리고 대상재배를 하면 규칙적인 계획하에 각대에 대해서 비료 및 석회를 시비하므로 연중을 통해서 수입지출의 예정을 세우기 쉽다.

4.1.6 피복경작법

대상재배는 토지를 경운하여 그 위에 작물의 뿌리나 그루를 덮어서 토양침식을 억제하고 수분을 보전하는데 비해서 피복경작법은 휴한상태에 있는 토양의 수분을 보전하여 잡곡, 경조작물 등을

재배할 차기작물의 준비기간에 있는 토지를 보호하는 방법이다.

4.1.7 초생수로

대상재배조직의 일부분으로 경작구획 내에 설치하는 수로는 야초, 목초, 잔디 등 밀생하는 식물로 피복 보호되어야 한다. 따라서 전지에 대상재배를 실시할 경우 중요한 수로는 모두 파종하도록 계획하여야 한다. 대상재배를 시작하는 초기는 야초를 남겨둔다. 초생수로의 파종공이나 잔디공은 목초지나 경지의 종자파종과 동시에 실시하는 것이 가장 효과적이나 별도로 파종하여도 좋다. 수로가 심한 침식을 받았거나 붕괴되었으면 그것을 어느 정도 고른 다음 파종상을 만들어야 한다. 종자 파종 후 식생이 고르게 될 때까지 건초나 짚으로 덮어서 보호하고 파종한 종자나 심은 잔디가 유수로 유실된 부분은 보식할 것이다.

4.1.8 대상재배의 유지관리

대상재배를 면밀하게 계획하여 전지에 정확하게 실시하면 영구적으로 유지하기 쉽다. 일반적으로 경운작업 그 자체는 대상지에서나 보통 전지에서 별차가 없으나 대상지의 경우는 윤작의 유지, 경운과 식부등에 약간의 주의가 필요하다.

4.2 소류지(farm ponds)

팜폰드는 중요한 토양보전시설의 하나이다. 가축용수, 관개용수, 약제살포용수, 방화용수 및 걸리를 안정시키는데 쓰인다. 농장배면에 소유지를 설치하면 메마른 땅을 윤작초지로 이용할 수 있게 되어 생산지나 보전지로 전환할 수 있다. 그리고 소유지는 주변에 야생동물의 서식처를 제공한다. 후암 폰드의 설계는 토양, 강우, 유역상황, 물의 이동 등에 대한 지식과 기지 설치지점에서 이들 자료를 적용할 수 있는 기술과 경험이 필요하다.
소유지 설치에 필요한 사항들은 다음과 같다.
(1) 부지선정
(2) 위치선정
(3) 유역조사
(4) 여수토
(5) 파이프 수여토
(6) 부지정리
(7) 중심점토
(8) 축제
기타 자세한 내용은 KDS 67 10 20 (농업생산기반정비사업 계획설계기준 - 농업용댐 : 필댐편) “설계”에 준한다.

4.3 보전관개(conservation irrigation)

보전관개란 물이나 흙을 유실시키지 않고 영속적으로 높은 생산력을 지속할 수 있게 농우경관개

하는 것을 의미한다. 보전관개는 용수의 확보 침식의 억제 생산비의 인하 및 생산성의 지속을 약속하고 나아가서 산성토양의 중화, 저습지의 개선은 물론 조훌등 광범한 지역에서 볼 수 있는 경종상의 조건을 해결하는 최종의 수단이라 말할 수 있다.
보전관개에 에 필요한 사항들은 다음과 같다.
(1) 관개방법의 결정
(2) 각종 관개방법
(3) 보전관개의 준비
(4) 경작지의 관개조직
기타 자세한 내용은 KDS 67 40 10 논관개 설계기준, KDS 67 40 30 밭관개 설계기준에 준한다.

4.4 경사지 논의 보전

논의 보전에서 문제가 되는 것은 경사지에 조성한 계단논의 침식과 붕괴이다. 논은 밭과 달라서 한 단구가 수평으로 만들어져 주위가 휴반으로 둘러 쌓여 있으므로 호우 때 강우는 논 내부에 모인다. 그러므로 이것이 휴반을 넘쳐 흐르지 않으면 수식이나 붕괴를 일으킬 위험은 비교적 적다. 그러나 경사가 급하여 계단고가 2~3m나 되는 지대는 때로는 지하수면이 휴반의 비탈 끝에 나타나서 그 부분이 약하다.

4.5 객토공법

객토공사는 경지의 토성개량을 위하여 주로 경지 외부에서 흙을 반입하여 경토에 혼합(흙넣기)하는 작업으로 최근에는 건설기계의 급속한 발전에 따라 불도져, 굴삭기 등 건설용 기계를 이용하는 방식이 주를 이루며, 흙(객토)을 이수(니수)화하여 유송하는 이수객토공법도 있다.

4.5.1 기계객토(중기객토)

기계객토는 트럭, 불도져, 기관차, 삭도 혹은 콘베어 등의 기계로서 객토를 운반하는 모든 방법을 총칭하는 것이나 본 절에서는 트럭 및 불도져 등의 중기를 이용하는 중기객토법을 다루는 것으로 한다.
(1) 중기운반용량 및 경제거리
편의상 트럭계 운반중기와 트랙터계 운반중기로 구분한다. 트럭계는 2,000m정도까지가 적정거리이며 단기작업을 계획하는 경우에 능률적이고, 트랙터계는 굴삭과 운반, 살포를 겸할 수 있는 것이 많으며 단거리 작업에 능률적이다.
(2) 트럭계 운반중기
트럭이나 덤프트럭은 가장 보편적인 운반기계이다. 다만, 대형은 접지압이 커서 지반이 특별이 강한 경우 이외에는 흙을 포장 근처에 일시 쌓았다가 인력 기타의 방법으로 살포하여야 하는 불편이 있다.
(3) 트랙터계 운반중기
주로 단거리 운반에 편리하며 굴삭과 운반 및 살포를 겸할 수 있는 것이 많다. 객토에는 블도우

져 버킷도우져 및 스크레이퍼도우져 등이 이용된다.

4.5.2 유수객토

유수객토는 객토를 운반함에 있어 흙을 이수로 만들어 기존의 용수로를 유송로로 이용하여 객토하는 방식이다. 이 객토방법을 적용할 때에는 이수의 유송중에 토립자의 침전이 일어나지 않아야 하므로 수로의 기울기가 상당히 커야하는 조건이 따른다.

그러므로 용수로가 급경사를 이루고(1/200 ~ 1/300) 방사선상으로 분포되어 있는 경우의 유수객토는 규모의 대소와 운반거리의 원근에 불구하고 경제성이 높으며 대량의 흙을 운반하는 데는 다른 방법보다 능률이 높다.

유수객토는 취토→(미립화)→유송→흙넣기의 공정으로 이루어진다. 다만 각개 공정이 긴밀히 연관되어 있으므로 국부적인 차질이 있어도 전체 공정에 영향을 준다.

(1) 취토

① 사수법(사수법)

펌프로 양수하여 가압한 물을 내압호스로 취토면에 이끌어 노즐로 분사하여 흙을 파쇄하며 이것을 운반수로에 유도하여 다시 물을 가하여 적당한 함토율로 조정한 후에 용수로에 흘려 유송한다.

노즐은 토질의 굳은 정도에 따라 직경을 달리할 필요가 있으므로 공사에 임해서는 19mm, 22mm, 25mm등 수종을 준비해야 한다.

분사압력이 너무 크면 취토면의 붕괴가 빠른 대신 흙의 붕괴량에 비해 수량공급이 따르지 못하므로 취토면 부근에 흙이 충적되며 이것을 다시 분사할 필요가 생긴다. 또 압력이 과소하면 이수의 농도가 부족하게 되며 취토면의 붕괴가 어려워진다.

그러므로 취토면의 토질과 유수의 필요농도에 응하여 적당한 분사압을 선정하여야 하며 대체로 5 ~ 8kg/cm²가 적당하다(분사법 참조).

그리고 분수법에서 필요한 분사용수량의 기준은 대체로 굴삭토량의 3 ~ 5배이며 여기에 약간의 여유를 보면 된다.

분수법에서는 용수를 펌프로 양수하므로 급수로가 취토지보다 낮아도 무방하며 호스는 100mm이상을 연장할 수가 있으므로 취토지점의 이동이 용이하다. 이뿐 아니라 노즐구경을 적당히 교환해 주면 취토면의 토질변화에 응한 취토가 가능한 이점이 있다.

그러나 펌프설비는 이동이 어려움으로 1개소당의 굴삭가능 토량이 적을 때는 비경제적이다.

② 기계굴삭법

불도우져, 스크레이퍼, 셔블, 버킷 등의 굴삭기로 흙을 굴삭하며 수로에 투입하여 교반하여서 이수로 만들어 유송한다.

이 방법에서 중요한 점은 이수의 함유량을 적절하게 유지하기 위하여 적당량의 흙을 규칙적으로 수로에 투입해야 하는 점이다. 흙을 수로에 투입하는 방법에는 벨트콘베이어로 연속적으로 투입하는 방법과 덤프트럭, 불도져 등으로 규칙 단속적으로 투입하는 2가지 방법이 있다.

기계굴삭은 굴삭에 물을 사용하지 않으므로 용수원이 없어도 되며 통로만 있으면 취토장이 분산되어 있어도 가능하다. 그리고 굴삭에는 토공기계 외에 특별한 시설이 필요하지 않으므로 소규모 객토에도 경제적 시공이 가능한 이점이 있다.

다만 취토지와 수로 투입지점까지의 운반에 있어 도로와 기상조건이 나쁘면 기계성능이 저하되는 수가 있으면 이러한 조건에서는 분수법보다 불리하다.

③ 세굴법

취토면이 경사면을 이루는 경우에 이 경사면의 상부에 (자연)유수를 유도하여 이를 사면상에 유하시킴으로서 세굴을 일으켜 이수를 만드는 취토방법이다.

이 방법에서는 세굴을 진행시켜 표면에서 취토를 하게 되므로 취토면이 단단 할 때는 화약이나 기계력으로 분쇄할 필요가 있을 때도 있다 세굴법으로 이수를 만드는 데는 침식법과 저류법의 두 가지 방법이 있다.

전자는 팽윤된 취토경사면의 일부분에 침식수로를 만들어 침식을 촉진하면서 서서히 수로를 이동해 나가는 방법이며 경사가 비교적 크고 수량이 풍부할 때에 적합하다.

후자는 수량이 풍부하지 못한 경우에 이용되는 방법이며 팽윤된 취토면에 간단한 소구획을 설치하여 물을 도입, 담수한 후에 인력 또는 기계력으로 쓰레질하여 이수를 조성하는 방법이다.

세굴법은 자연유수를 이용하여 이수를 만드는 방법이므로 별다른 특수시설을 필요로 하지 않는다. 그러나 침식법에서는 조성된 이수의 함토율이 변화하기 쉬워서 그 조정이 어렵고 저류법에서는 교반에 노력이 소요되어 일반으로 높은 함토율을 갖는 이수를 만들기가 어렵다.

이상에서 설명한 3종의 취토법에 있어 어느 방법을 채택할 것인가는 취토지의 여건에 따라야 하며 분수법과 기계굴삭법을 병행해야 할 필요가 있을 때도 있다.

보통토사는 분수법만으로 취토가 가능하나 토질이 단단할 때는 기계로 굴삭한 후에 다시 분수로 흙덩어리를 분쇄하는 방법를 써야 유리하며 지반이 더욱 단단할 때는 화약에 의한 폭파가 필요할 때도 있다.

(2) 흙의 미립화

분수법, 세굴법 또는 기계굴삭법 등으로 이수를 조성하여도 이수 중에는 입경이 큰 토립자나 덩어리가 큰 토입단이 혼합되는 것이 일반적이다. 이수가 큰 덩어리의 토립단 또는 토립자를 혼합하고 있으면 유송 중에 수로에 침전·퇴적되어 수로가 패색되는 등 지장을 초래한다. 그러므로 조립자는 유송 전에 제거하던지 미립화해서 유송하여야 한다.

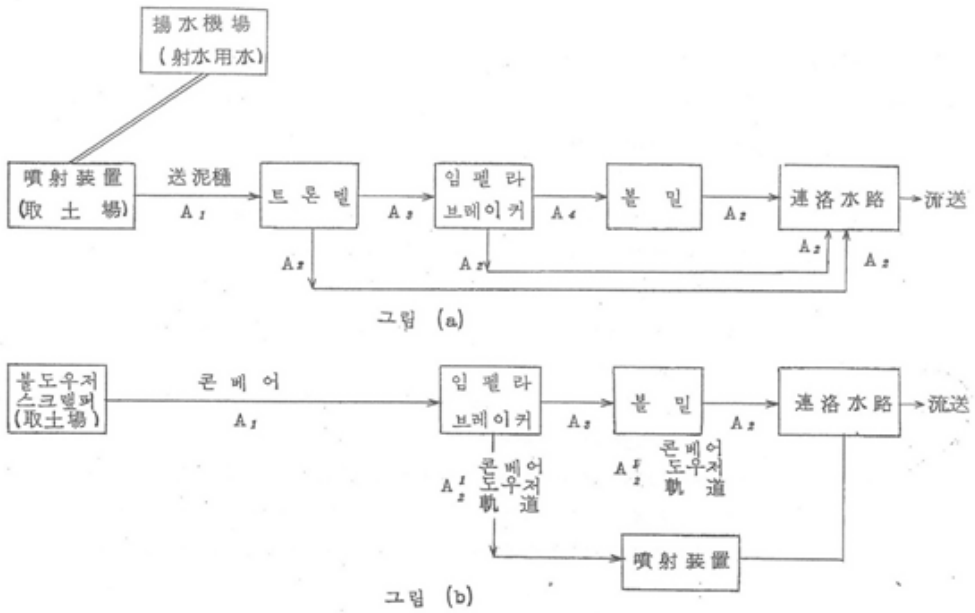
미립화시설의 주요 기구는 조립자를 선별하는 트론멜장치와 트론멜에서 선별된 조립자를 타격으로 미립화하는 임펠라브레이커의 두 가지 장치이다. 트론멜은 원통형의 회전장치로서 투입된 객토재료가 여기서 선별된다.

유수객토나 펌프객토 모두 이수의 소립자입경이 3mm이하로 되는 것이 이상적이므로 트론멜의 구경은 3mm인 것이 일반적이다. 그리고 임펠라브레이커는 마모에 견딜 수 있는 합금강으로 만든 고속의 회전타격판과 고정된 반발판으로 되어 있으며 트론멜에서 선별된 조립자가 투입되면 이를 분쇄한다.

분수법이나 세굴법에서는 이 임펠라브레이커의 분쇄가 이수상태에서 이루어지며 기계로 굴삭하는 취토법에서는 트론멜을 거치지 않고 흙을 직접 임펠라브레이커에 투입하게 되므로 건식분쇄가 이루어진다.

한편 지형조건에 따라 취토지와 기설 용수로(유송수로)를 연결하는 연결수로가 역경사를 이루어 관로(예 싸이폰)를 이용하여야 할 때에는 관로로 흙을 압송해야 하는 관계상 입자를 더욱 미립화해야 하므로 임펠라브레이커외에 저압선별통과 볼밀(ball mill)장치를 설치하여야 한다. 볼밀을 이용하면 0.42mm까지 미립화된 예도 있다.

<그림 4.5-1>은 실제의 유수객토 공사에서 사용된 미립화 장치의 예를 보여주는 것이다.



〈그림 4.5-1〉 미립화 시설 예

이 장치에 의한 흙의 미립화과정은 다음과 같다.

① 그림(a) : 사수취토의 경우의 미립화

가. 사수로 조성된 이수를 트론멜에 도입한다. (공정 A1)

나. 트론멜에서 선별된 3mm이하의 토립자를 직접 연결수로에 유송한다. (공정 A2)

다. 트론멜에서 잔류된 3mm이상의 토립자는 임펠라브레이커에 투입하여(공정 A3) 여기서 분쇄된 이수를 연결수로에 도수한다. (A2), 임펠라브레이커 중 흙탕이 기계에 부착되어 효율이 저하되는 것을 방지하기 위하여 세제용 물을 끊임없이 공급하여야 한다.

라. 3mm이하로 분쇄된 토립자를 더욱 미립화 필요가 있을 때는(연결수로가 역경사를 이루어 싸이폰등으로 유송하게 되는 경우) 임펠라브레이커에서 분쇄된 이수를 다시 볼밀에 유도하여 (A4) 미립화한 다음 연결수로로 유송한다. (A2)

② 그림(b) : 기계취토의 경우의 미립화

가. 불도져등의 기계로 굴삭한 때에는 흙을 직접 트론멜에 넣지 않고 임펠라브레이커에 넣

어 건식분쇄한 후에 미립화 된 흙을 연결수로에 투입하여 이수화한다. 기타의 공정은 그림(a)의 경우와 동일하다.

취토지와 객토 대상지가 수 km 떨어져 있는 경우는 야간에 작업을 중단하면 다음날 객토대상지에 일정 함토율의 이수가 도달하는 것은 오후가 되어 취토지와 객토 대상지에 있어 반나절의 격차가 생긴다. 또 취토작업을 중단하여 이수가 청수로 변하면 소류력이 증가하기 때문에 유송수로의 안정 기울기가 국부적으로 변화되어 입자가 이동하게 되며 이것이 소수로 내에 퇴적하여 범람함으로서 주변농지에 피해를 입힌다. 그러므로 취토작업은 3 ~ 4교대제로 하여 24시간 작업을 행하는 것이 바람직하다.

(3) 유송

유송에 있어 몇 조의 간선용수로를 이용할 것인가는 간단히 말할 수 없으나 유송거리가 장거리일 때는 소수의 수로에 유송수량을 집중하는 것이 효과적이다.

유송에 필요한 물의 양은 단위시간의 유송토량과 이수의 함토량에 따라 달라지며, 이수의 체적함토율(Cv)을 Cv = 5%라 할 때, 유송용수량은 100/5 = 20배가 된다.

유송수로에 배수가 유입하면 함토율과 수량에 변화가 일어나 작업능률이 저하되며 객토되는 양도 일정치 않게 되므로 공사시행 전에 충분한 조사를 하여 배수로 대체 대책을 강구해야 한다.

① 토사의 유송기구

유송수로 내의 토사의 흐름은 원칙적으로 홍수시의 하천이 대량의 토사를 유송하는 원리와 기본적으로 같으나 유수객토의 경우는 수로의 크기가 한정되어 있으므로 토사가 수로 내에 퇴적하는등 흐름 조건이 악화되어 수송이 곤란하여지는 경향이 있다. 따라서 수로의 형, 기울기, 수량, 함토율 등을 적절히 조절하지 않으면 안 된다.

수로내의 토사는 흐름의 속도가 커짐에 따라 처음에 수로의 바닥을 활동하는 상태로 흐르다가 점차로 부유하여 흐르게 된다.

이 양자의 사이에는 명확한 한계가 있는 것은 아니라, 부유토사는 바닥의 소류토사보다 진전된(유속증대) 상태로 파악하면 된다.

유수 중의 부유토사의 농도분포에 대해서는 Rouse, 속수등의 연구가 있으며, 이중 속수의 실측결과는 일반 유수객토의 수로에 적용할 수 있는 것이 확인된 것으로 그 이론은 다음과 같다.

$$\log\frac{C}{C_a} = -\frac{2W_o}{K\sqrt{gDI}}\Omega(\xi)$$

$$\Omega(\xi) = \int_{\xi}^{0.999} \frac{\sqrt{1+\xi}}{(1+\xi^2)\sqrt{\xi}}d\xi$$

$$\xi = \frac{y}{D}$$

여기서, y : 수면에서의 깊이

D : 수심

C: 깊이 y에서의 농도
K: 난류계수로서 0.2-0.3, 맑은 물은 0.3
I: 수로 기울기
W_o : 토립자 침강속도

위식에서 C/Ca가 10 ˜ 5보다 작을 때의 농도 C를 C = 0이라 가정하고 또 K = 0.2라 보아 Wo/ $\sqrt{gDI}$의 여러 값에 대한 유송 상방한계를 계산하면 Wo/ $\sqrt{gDI}$ ≤ 0.2인 때에 부유입자가 전단면에 분포하는 것으로 된다. 이 계수로부터 가장 능률적인 유송상태 즉 이수의 토립자가 전단면에 분포하여 균질혼합액 상태로서 흐를 때의 상한입경 (Wo에 따른 입경 d)을 구 할 수 있다.

지금 현실적인 문제로서 K=0.3 ˜ 0.2로 보고 또 부유입자가 전단면의 80%(y/D 〈0.2)정도까지 분포하는 것을 유송조건이 양호한 것으로 간주하면 Wo/ $\sqrt{gDI}$ ≤0.3 ˜ 0.2가 되며 이 관계에 g, D, I의 값을 대입하여 Wo의 상한치를 얻을 수 있다.

이 입경이 부유입경의 상한치로서 이보다 작은 입경을 가지는 소립자는 수로 내에서 퇴적됨이 없이 부유상태로서 능률적으로 유송이 가능하게 된다.

식 Wo/K $\sqrt{gDI}$ 중의 침강속도 Wo는 Stokes 법칙에 따라 점성계수에 역비례하며 점성계수는 수온이 높을수록 작아짐으로 Wo는 수온의 상승에 따라 커진다. 그러므로 온도의 변화에 대응하여 Wo/K $\sqrt{gDI}$ 값이 동일하게 되도록 하기 위해서는 분모중의 가변수인 수심 D와 기울기 I를 크게 하여야 한다. 바꾸어 말하면 입경의 상한치가 동일한 조건에서는 기온이 높을수록 I 나 D 를 크게 하여야 하는 조건이 따르게 되어 유송조건이 불리하여진다. 그렇기 때문에 유수객토공사는 수온이 높은 하절기보다 동절기가 유리하다.

② 유송수로의 관리

유수객토는 이수를 기설 수로를 통하여 유송하는 것이므로 수로의 퇴적, 세굴 등 사고가 잦다. 그렇기 때문에 수로관리의 철저를 기하지 않으면 않된다.

유송개시 전 간선과 말단수로까지를 준설하고 유송 중에는 간선 1 ˜ 2km마다 1인의 수로감시원을 배치하며 객토 대상지구내에서는 2 ˜ 3인이 한조가 된 수로보수관을 배치하여야 한다.

가. 토사퇴적에 대한 대책

유송 중에 토사 퇴적이 잘 일어나는 곳은 수로 기울기가 급경사에서 완경사로 변하는 점, 수로의 확대구간, 보의 상류부, 수로 변곡부의 내측 등이다.

폭이 넓은 수로에서는 토사 퇴적이 진행되면 수로 폭이 좁아지고 소류력이 크게 되어 퇴적의 진행을 방해하므로 수로바닥의 상승이 정지되어 자연적으로 평행상태에 이른다. 따라서 확폭 수로에 있어서는 수로바닥의 상승에 대비하여 1 ˜ 2단의 흙가마니를 제방에 시설하면 충분하다.

소폭 수로나 목통 수로에서는 토사 퇴적으로 인하여 유송이 저해되는 경우가 흔하다. 이러한 때에는 퇴적구간의 하류부를 판자 등으로 막아 유로 폭을 작게 하여 주면 와류가 생겨 토사가 점차 하류로 유하된다.

수로 기울기가 일정한 수로단면이 급격히 확대하는 경우는 유심부에 흐름이 집중되어 수로 양안의 유속이 감소되며 이 부분에 퇴적이 일어난다. 이 결과 수로가 흐름이 더욱 유심에 집중되어 유량에 상응한 유로단면이 형성된다. 이때 평형기울기는 대체로 자연경사에 같게 되므로 퇴적에 대비한 제방보강의 필요는 없다.

나. 토사퇴적의 예방

수로가 긴 경우에는 퇴적 토사를 처리하는데 많은 비용이 소요되므로 유송공사에 있어서는 퇴적을 미리 예방하는 조치가 바람직하다.

유송 중에 토사가 침전하지 않도록 하는 사전 대책은 이수 중의 토사가 부유상태로 유송되도록 강구하면되며 기 이론은 앞서 설명한 바와 같이 $Wo/\sqrt{gDI} < 0.3$인 조건을 충족하도록 수로조건을 계획하면 된다. 즉 토사퇴적을 예방하는 대책으로서는 ① 유송수로에 있어 조건이 나쁜 구간에서도 최대입자가 $Wo/\sqrt{gDI} < 0.3$인 조건을 만족하도록 객토용토를 선별하든지, 입경이 부유상한치보다 큰 입자를 선별제거하거나 분쇄기로 미립화 한다. ② 유송수로 전선에 걸쳐 $\sqrt{gDI}$의 값이 동일하게 되도록 조치하여 국부적으로 $\sqrt{gDI}$의 값이 작은 구간이 없도록 한다. 특히 수로를 분기시킬 때에는 분기 전·후의 $\sqrt{gDI}$의 값이 같게 되도록 D 또는 I를 조정한다.

다. 세굴대책

이수를 유송할 때에 사류상태로 유송하면 그 사류부위에서 수로의 손상이 커진다. 특히 사류중의 토사는 수로 시설물에 대해 많은 손상을 입히며 콘크리트수로의 굴곡부나 낙차공의 수두부 등에서 손상이 크다. 그러므로 유송 시는 사류상태로 유송하는 것은 피해야하며 이수에 조립자가 혼입되는 것을 막아야 한다.

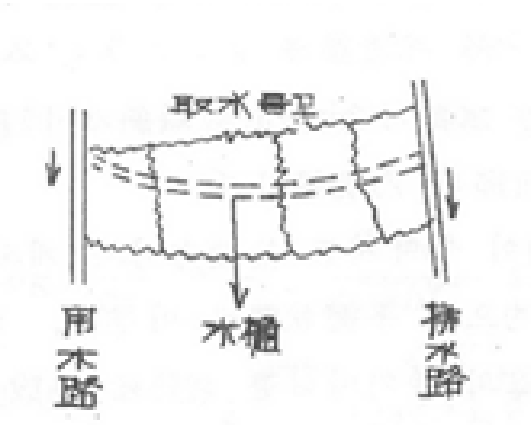
(4) 흙넣기

유송된 이수(니수)를 경지에 도입하여 침전시키는 것이 흙넣기이다. 흙넣기에 있어 중요한 점은 계획된 토량을 경지에 고루 분포시키는 일이다.

① 이수를 수로에서 경지에 도수하는 방법

이수는 간선수로→지선→지거를 통하여 경지에 도입된다. 경지의 각 구획이 지거에 직접 연결되어 있는 경우는 이 지거를 통하여 이수를 경지에 직접 도수하면 되고 월답관개처럼 지거가 각필지에 직접 연결되지 않는 경우는 몇 개의 구획을 1단지로 하여 목통등을 이용하여 흙넣기를 하여야 한다.

수로에서 경지에 이수를 넣을 때는 목통을 사용하는 것이 편리하다. 이 목통은 연결과 분리를 쉽게 하기 위하여 폭을 약 30cm, 높이를 약 18cm, 길이를 약 180cm로 만들어 필요한 수량만큼 연결하거나 분리하며 흙넣기를 할 때에는 이수로의 물꼬(취수구)에서 말단 필지의 중앙부근의 지점까지 연결하면 된다.



<그림 4.5-2> 목통에 의한 이수의 도입

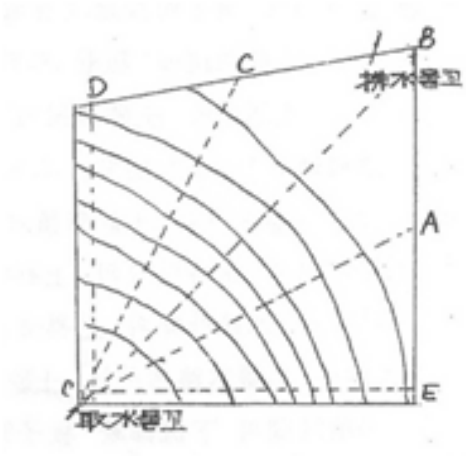
그리고 흙넣기를 할 때에 말단 목통의 위치를 적절히 이동하여 주면 경지면의 침전이 고르게 된다. 예정된 필지의 흙넣기가 끝나면 하단위치의 경지에서 목통을 분리하고 점차 상단 필지로 옮기면 된다. 이 방법은 객토량을 비교적 균일하게 분포시키는 장점이 있으나 목통의 이동 철거에 노력이 소요된다.

상기한 방법 외에 이수로에서 직접 상단구획에 인수하는 방법, 경지면에 40 ~ 50cm폭의 도랑을 만들어 도수하는 방법이 있다. 그러나 이들 방법에서는 이수로에서 인수하는 물꼬지점과 기타부근의 도랑에 조립자가 두껍게 퇴적되며 거리가 멀어질수록 퇴적두께가 엷게 되는 흠결이 있다.

② 이수의 침전방법

경지에 도수된 이수를 침전시키는 방법에는 담수법과 월류법이 있다. 담수법은 이수를 경지에 담수시켜 경지의 흙 속에 흡수시키는 방법이며 이수의 함토율이 높아 1 ~ 2회 정도의 담수로서 계획토량의 침전이 가능한 경우에 적합하다. 1회째의 흡수는 수 시간에 완료되나, 2회째는 전회의 침전토층 때문에 침투가 늦어지며, 3회째는 시간상으로 보아 담수가 거의 불가능하기 때문이다.

월류법은 경지에 도수한 이수를 배수구를 만들어 상층의 맑은 물을 월류시키는 방법이다. 배수구는 상층의 청수가 엷게 월류하도록 하기 위하여 판자등을 이용하여 넓고 얇게 설치하여야 한다. 이때 월류수의 함토량은 무시할 정도로 소량이며 대체로 0.28 ~ 0.68g/ l 정도이다.



〈그림 4.5-3〉 객토침적토사의 분포

③ 함토율의 현장측정

수로에서 경지에 유입되는 이수의 함토량은 이수의 함토율과 유량의 곱으로 알 수 있다. 함토율은 수로의 각 단면마다 다르며 동일단면에서도 위치에 따라 다르다. 전술한 도수목통 단면 내의 함토율의 분포를 측정한 결과에 의하면 흐름의 중앙부의 함토율이 전단면의 함토율 평균과 대체로 같다. 따라서 평균함토율과 함토량을 알려면 단면중앙에서 채수하여 측정하면 된다.

4.5.3 펌프객토

유수객토는 니수를 용수로(개수로)를 이용하여 유송하는데 비하여 펌프객토는 이수를 관로를 통해 압송한다.

펌프객토의 공정은 취토→조니→압송→흙넣기의 4 공정으로 요약할 수 있다. 송니용 펌프로는 왕복펌프(reciprocating or power pump)와 원심펌프(Centrifugal pump)의 2종이 있으며, 이들 펌프는 중량함토율 최고 35%까지 유송할 수 있어 펌프선에 비하면 약 3배의 고농도 수송도 가능한 것으로 알려져 있다. 펌프유송을 위한 유송관의 실용구경은 100㎜ 정도가 하한치이며 이보다 구경이 작으면 마찰저항이 커져 실용성이 없게 된다. 100㎜구경의 유송관의 수송토량은 20㎥/hr, 125㎜ 구경관은 약 40㎥/hr정도 이다.

(1) 취토

취토의 방법은 불도져, 스크레이퍼 등에 의한 기계굴삭 또는 사수법에 의하며 기 요령은 유수객토의 경우와 동일하다.

펌프객토를 실시할 때에는 취토장 선정의 일반적 요건이 되는 매장량조건과 토질조건외에 유송시설의 설치요건도 고려하여야 한다. 즉 조니시설과 유송펌프의 설치여건, 고압동력선의 이용 가능성 및 조니용 용수의 확보 편의성등을 참조하여야 한다. 또 객토원토에 전석(전석), 자갈 및 나무뿌리 등이 혼재되지 않아야 하며 유송과정에서도 이들을 잘 제거하여야 한다.

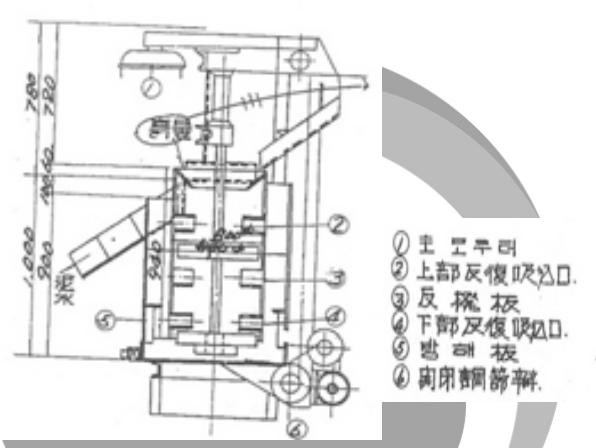
(2) 조니

유수객토에서는 이수의 체적함토률 C_v는 5% 전후가 되나 펌프송니에 있어서는 능률토 함토

률을 이 보다 훨씬 높여 주어야 한다. 펌프에 의하여 수송 가능한 함토률은 C_v=17% (C_w=35%)이며 함토율이 높을수록 작업능률이 향상된다. 또 유송되는 이수의 토립자 지름의 상한치는 펌프의 종류와 구경에 따라 제한되며, 원심펌프에서는 30㎜이하 왕복펌프에서는 3㎜이하가 표준이다. 따라서 조니에 있어서는 이 범위의 이수가 되도록 조정하여야 하나 연속적인 조성이 어려운 점이 있다. 조니에는 기계적 방법에 의한 조니, 사수에 의한 조니, 침전지에서 이수를 농축하는 방법 등이 실용되고 있다.

① 기계적 방법에 의한 조니법

펌프로 흙을 수송하는 데는 취토장에서 굴삭한 흙의 농도가 높은 이수로 만들어야 하며, 이 고농도 이수의 조성이 송니과정의 핵심이 된다. 고농도 이수를 조성하려면 토공기계로 굴삭한 흙에 물을 가하여 잘 풀어주는 것이 요점이 된다.



〈그림 4.5-3〉 흙의 파쇄기

<그림 4.5-3>은 시험 제작된 흙 파쇄기의 단면을 보여주는 것으로, 이 기계는 이중의 원통으로 구성되어 있으며 안쪽원통에는 이단 교반날개가 붙은 축이 내측 원통내에서 300회/분으로 회전하도록 설계되어 있다. 흙과 물을 안쪽원통에 유입시키면 교반에 의하여 흙이 분산되어 이수로 되어 통내를 침강한다. 이 침강수는 하단의 교반날개작용에 의하여 내외의 원통사이에 밀려 상승하며 외통, 상부를 월류하게 된다. 한편 입자가 커서 외통상부를 월류하지 못한 조립자는 안쪽원통의 흡입구를 통하여 내통에 다시 안쪽 원통에 흡수되어 재 교반된다. 또 덩어리가 몹시 커서 이상의 과정에서 밀려난 큰 흙덩어리는 외통하부에 설치된 인출구에서 빼내어 버킷엘리베이트(Bucket elevator)로 다시 내통에 투입하든지 제거한다. 이 장치에 의하면 함토율이 상당히 높은 니수를 조성할 수 있다. 그러나 수중에서 분산이 어려운 흙을 파쇄기에 넣어도 상당한 양의 조립자가 남게 된다.

<그림 4.5-3>의 파쇄기로 시험한 결과에 의하면 C_v = 16%의 이수가 조성될 때 입경 4㎜이상의 입자가 18% 혼합된 결과를 나타내고 있다. 그러므로 왕복펌프를 사용하는 경우에는 (입경 상한치 3㎜) 파쇄기로 이수를 다시 임펠라브레이커, 볼밀 등으로 미립화하여야 한다.

파쇄기로 조니하는 데는 흙의 공급이 연속적으로 이루어져야한다. 흙의 공급에 있어 에이

프론 피더(apron feeder)를 사용하면 흙이 건조하였을 때는 조건이 양호하나 흙이 습하거나 강재 중에는 피더 판(feeder)에 흙이 부착하든지 아치(arch)작용을 일으켜 연속적 송토가 어렵게 된다. 이러한 점에서는 버킷 엘리베이트는 굴삭과 동시에 벨트콘베이어 (belt Conveyer)로 송토하게 되므로 흙의 공급면에서 볼 때는 이상적이다.

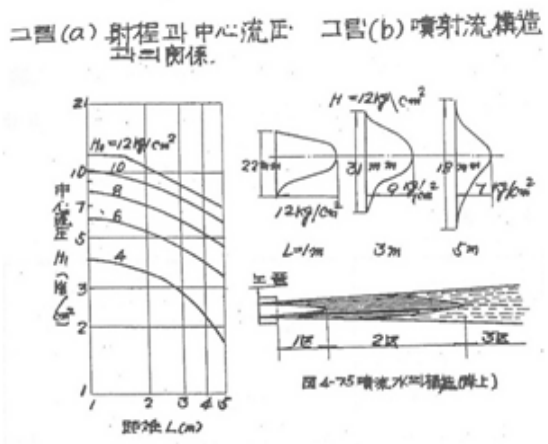
② 사수법

분사수로서 이수를 조성하는 방법을 말한다. 취토공정 자체를 사수로 하는 방법 에서는 원지반에 직접 사수하여 취토하게 되므로 이수의 C_v = 5 ~ 6%의 범위가 되는 것이 보통이나 불도져등의 중기로 일단 굴삭한 흙을 사수로 조니하면 C_v=10% ($C_w \fallingdotseq$ 22%) 전후의 고농도 함토율을 얻을 수 있다.

<표 4.5-1> 굴삭한 흙에 사수할 때의 쇄토능력(실예)

실 예 / 구 분	A	B	C	비 고
토 질	논아래층 점토 불도져로 밀어냄	자갈이 혼합된 산점토 스크레이퍼로 집토	심토, 불도져로 밀어냄	A : 유수 객토
사수펌프 양정(m)	100m	90m	55m	B : 펌프 객토
사수량(㎥/분)	1.4㎥/분 ~ 1.3㎥/분	1.5㎥/분	1.1㎥/분	C : 〃
노 즐	ϕ22㎜ 2본 분사압 7 ~ 8kg/㎠	ϕ19㎜ 3본	ϕ15㎜ 2본 분사압 5kg/㎠	
시간당쇄토량(㎥) 지산토(㎥/ha)	28 ~ 43	약 30	37 ~ 46	
이수비중	1.19 ~ 1.27	1.22 ~ 1.12	1.15 ~ 1.17	
이수함토율(%)	11.0 ~ 15.4	13.2 ~ 7.20	9.20 ~ 10.50	

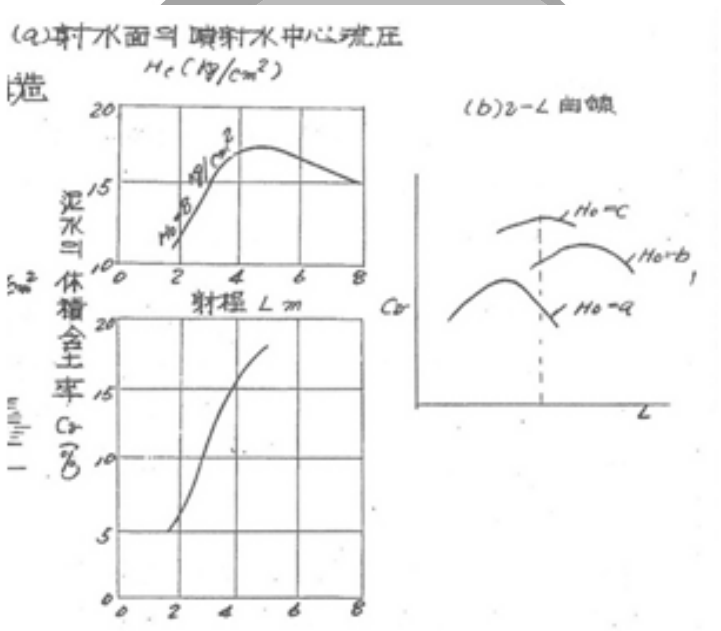
사수법으로 이수를 조성할 때에는 분사수의 사정과 유압과의 관계, 유압과 함토율의 관계가 중요하다.



<그림 4.5-4> 노즐특성 및 분사류 구조

<그림 4.5-4>의 (a)는 구경 17㎜의 소방용 노즐에 대하여 피토관(pito tube)를 사용하여 측정한 사정과 중심유압과의 관계이며 (b)는 분사수의 구조를 보여주는 그림이다. 그림에서 알 수 있는 바와 같이 분사수의 사정이 짧을수록 유압이 크나 (b)에서 보는 분사수 제 1구는 거리가 너무 짧아 작업에는 비능률적일 뿐 아니라 조성된 이수의 함토율도 낮아 수력파쇄를 목적으로 할 때에는 보통 제 2구를 사용한다.

굴삭 능률이 가장 높은 사정거리는 구경의 약 200배로서 300 ~ 500배까지도 굴삭이 가능하다. 실제로 분사수의 흙덩어리 파쇄시험에서 얻은 결론에 의하면 능률이 가장 좋은 사정거리는 L=4 ~ 5m 범위이며(<그림 4.5-5> 참조) 이때의 중심유압은 7 ~ 8kg/㎠, 노즐의 분사구 압력은 12kg/㎠전후이다. 다시말하면 능률적인 사정거리는 분사수의 분사구압력과 사정거리, 노즐구경 등에 따라 달라질 뿐 아니라 흙의 종류에 따라서도 달라지므로 최적 분사압과 사정을 알려면 <그림 4.5-5> (b)그림과 같이 각종의 노즐 구경에 대하여 분사압 Ho를 변화시켜 $C_v - L$곡선을 그리고 이로부터 최대 C_v를 얻는 Ho와 L을 구해야 한다.



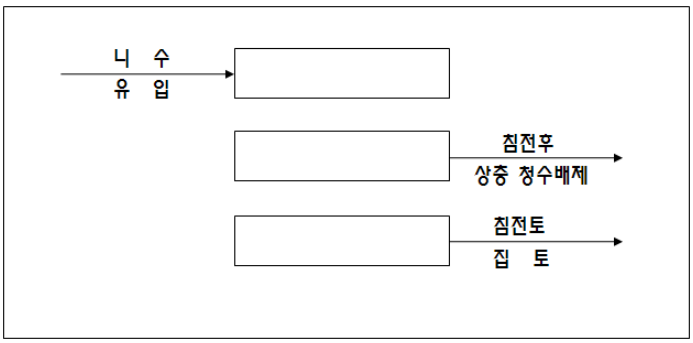
<그림 4.5-5> Cv와 Ho, L을 구하는 그래프

③ 침전지로 이수(니수)를 농축하는 방법

조성된 이수(니수)를 침전지에 도입하여 일단 농축한 다음에 송니하는 방법이며 타 방법에 비하여 가장 높은 함토율을 얻을 수 있다.

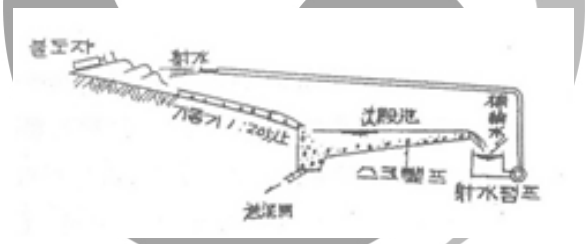
사수법에 의해서 가능한 함토율은 C_v=10%(C_w=22%) 전후이며 이것을 그대로 펌프에 흡입시켜 유송하여도 되나 단위시간당 수송량을 증가시키기 위해서는 사전에 임펠라브레이커 등으로 건식 분쇄한 흙을 이수에 첨가 하여도 되고 아래에 설명하는 침전법을 이용하여도 된다.

침전법 중 간단한 것은 광산에서 광니(Slime)를 수송할 때에 이용하는 방법이며 <그림 4.5-6>과 같이 3개의 침전지를 병렬로 설치하여 이수의 도입과 침전농축 및 침전토의 집토 등 작업을 순차로 행하는 방법이다. 침전지에서 농축된 침전토는 스크레이퍼로 모아 흡입 탱크에 투입한다.



<그림 4.5-6> 병렬식 침전법

이보다 진전된 방법으로는 <그림 4.5-7>과 같은 연속농축 방법이 있다. 사수법으로 조성된 이수를 침전지에 유도하여 토립자를 침강시켜 바닥의 농축된 이토를 유송하며 침강이 안된 미립자를 포함하는 이수는 월류시켜 이것을 사수용으로 재이용한다.



<그림 4.5-7> 이수의 연속농축 시설

이 방법에 대한 실예로서 폭 5m, 길이 20m, 수심 50㎝의 침전지에 대한 실적결과가 있으며, 이 결과에 의하면 거의 완전하게 용토를 침전시켜 송니용으로 뽑아 쓸수 있다는 사실을 알게 되었다(<표 4.5-2> 참조).

<표 4.5-2> 침전방식에 의한 농축효과

구 분	이수비중 (평균)	함 토 율(%)		
		C_w	C_u'	C_v
사수법에서 조성된 이수	1,125	18	18	7
침전지 바닥에서 뽑아낸 이수(유송용)	1.19 ~ 1.50	25 ~ 50	27 ~ 70	11 ~ 30
침전지에서 월류한 이수	1.006 ~ 1.012	1 ~ 2		

그러나 침전 농축법을 이용하는 데에는 여러 가지의 문제점이 있으며 이를 요약하면

가. 미립자를 함유하는 월류수를 재이용하는데 따른 노즐 분사구의 마모

나. 노즐 분사구의 마모에 따라 노즐 분사류의 유속 긴밀성이 줄어 원거리까지의 고압유지가 어려운 점

다. 침전지에서 뽑아낸 유송을 송니 펌프로 유송함에 있어 적당한 함토율로 조정하는 일이 까다로운 점 등

일반적으로 침전법은 고농도 이수를 조성하는 데는 이상적이나 상기한 문제점 외에도 고액의 시설비와 넓은 용지를 필요로 하므로 경제적인 면에서 불리하다.

(3) 유송니(유송니)

① 유송관

앞에서 언급한 바와 같이 유송용 펌프로는 왕복펌프와 원심펌프가 적합하다. 전자는 대체로 장거리, 고압유송에 적합하며 후자는 단거리 저압유송에 적합하다.

가. 왕복펌프

과거에 주로 광산에 광니 수송에 사용되었고 배출압력이 높은 것이 특징이다. 이 펌프에서는 밸브작동에 방해가 없도록 하기 위하여 이수의 토립자를 5㎜정도 이하, 이상적으로는 3㎜이하로 제한하는 것이 바람직하다. 이 때문에 조니시설이 크게 되는 단점이 있으나 이 펌프로 유송할 때에는 객토를 미립화하게 되므로 유송관내의 유속을 작게 하여도 관 흐름의 폐색이 일어날 염려가 없어 또 흙넣기가 균일하게 되는 이점이 있다. 그리고 배출압이 60㎏/㎠이상까지 달하므로 수송거리 10㎞까지는 1대의 펌프로서도 가능한 특징을 지니고 있다. 송니에 왕복펌프를 사용할 때에는 그 배출압이 높으므로 말단거리가 3㎞이상일 때에는 고압관을 사용해야 한다.

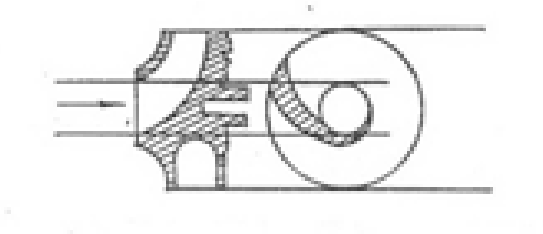
<표 4.5-3> 왕복펌프와 원심펌프의 특성 비교

구 분	왕 복 펌 프	원 심 펌 프
이수조성	까다롭다 (조성입경 소)	비교적 간단
수송 가능한 이수의 최고함토율	$C_v = 17\%$ ($C_w \fallingdotseq 35\%$)	
최대배출압	60㎏/㎠ 이상	7㎏/㎠
최대배출량	170㎥/hr 정도	무제한
펌프효율	80%	50%
마모대책	주요부품은 교환	주요부 수리
유 관	말단 약 2,000m 구간 이외는 고압관 사용	저압관으로 가능
유송거리	대당 10㎞ 정도	대당 최고 1.5㎞ 이상은 부스터펌프[booster pump] 직열배치

② 원심펌프

객토유송용 원심펌프로는 블래이드가 없는 원심펌프(bladeless centrifugal pump)가 이용된다. 이 펌프는 고체 수송에 적합하며 종래에 펄프, 석탄, 플라이애쉬 등의 수송에 이용되고 있다. 이 펌프의 구조는 외견상 Volute pump와 흡사하다. 다만 runner의 날개가 한 장(1

매)으로 된 원심펌프로서 흡입관의 내경과 동일한 직경을 가지는 구가 runner의 중심에서 원심력을 받아 던져졌을 때에 그리는 궤적에 따라 원통형의 구멍을 뚫은 구조로 되어있다 (<그림 4.5-8> 참조). 그러므로 흡입된 액체는 분해됨이 없어 원래 형태를 그대로 유지한 상태에서 원심력이 부여되므로 상당히 큰 고형물을 가지는 액체수송에 적합하다. 일반으로 유송관경의 1/3정도의 지름은 가지는 흙덩어리가 포함된 이수도 수송이 가능하므로 조니가 용이하며 이 부분이 왕복펌프보다 장점이 된다. 다만 배출압력이 최대 7kg/㎠를 초과할 수 없으므로 유송거리가 커지면 부스터 펌프를 직렬로 연결하여 운전해야 하는 단점이 있다.



<그림 4.5-8> bladeless 펌프의 runner 단면

원심펌프용 유송관은 고압관을 요하지 않는다. 그러나 공사중에 이설의 필요가 없는 간선 유송관은 안전도가 높은 강관을 사용하는 것이 바람하지만 간선유송 관이라 할지라도 이동을 요하는 경우 또는 지선관에 있어서는 경량의 경질염화 비닐관을 사용함이 편리하다. 염화비닐관의 사용에 있어 주의할 점은 재질과 열팽창계수의 문제이다. 염화 비닐관은 저온일 때에는 충격에 대한 저항이 급격히 감소되므로 한냉지에서는 파손률이 높아 관의 조달시에 재질검사를 잘하여야 하며 열팽창문제는 팽창계수가 강관의 7배까지 달하는 것도 있으므로 200m정도의 거리마다 신축 이음를 설치하여야 한다. 그리고 신축 이음외에 관하부에 생목등으로 침목을 하여 약간 사행배관이 되도록하여 열에 의한 신축을 이 사행부에서 흡수하도록 강구 하여야 한다.

한편 곡관이 필요할 때는 원심펌프나 왕복펌프 공히 곡관의 곡률반경이 관경의 5배 정도의 것을 사용하고 분기관은 T형 보다 45° 분기형을 사용하는 것이 유익하다. 이것은 관내에 있어 니토의 침전에 의한 폐색이나 마모를 피하기 위한 것이다. 경지에 니수를 살포하는 말단 부분은 연질 폴리에티렌관을 사용하면 흙넣기 작업이 편리하여진다.

③ 유송관의 실용(관내)유속

현장조건에 따라 유송거리가 결정되면 이로부터 유송펌프의 양정, 원동기의 마력, 유송관의 지름과 유속등의 제원을 결정해야 한다. 이들 양을 결정하려면 이수의 흐름에 대한 유송관의 저항 즉 토립자를 혼합하는 이수의 흐름에 대한 손실수두를 알아야 한다.

조립자나 흙덩어리를 가지는 이수가 유송관을 흐를 때에는 이들 입자가 유속의 크기에 따라 관바닥에서 활동하거나 도약하면서 흐르기 때문에 유속이 줄어들면 관바닥에 침전퇴적하며 이결과 흐름이 불안정하게 되어 수격(surging)현상이 일어나 관이 폐색되기 쉽다. 그러므로 실용적인 면에서는 관내유속을 침전이 시작되는 한계유속 Vcr보다 약 30%이상 크

게 되도록 하여야 한다. 이 조건을 만족시키는데는 $V/\sqrt{gD(G-1)} \leq 1.5$인 관계로부터 계산해 보면 다음과 같이 된다.

<표 4.5-4> 관경과 실용유속

관경 D(㎜)	100	150	200	250
유속 V(m/sec)	1.9	2.3	2.7	3.0

이상은 토립자를 혼합하는 이수가 관을 흐를 때의 관경과 최저 실용유속과의 관계이나 소정토량을 수송하는데 필요한 펌프의 동력은 유속 외에도 이수의 함토율에 따라서도 달라지므로 펌프의 경제마력을 정하는 문제가 중요한 문제로 된다. 즉, 정해진 펌프에 대하여 이수의 함토량과 유속을 어떻게 조정하면 수송능률이 가장 효율적으로 될 것인가의 문제가 된다. 이 문제를 해결하는 데는 정해진 펌프에 대하여 현장시험곡선을 작성하여 경제유속과 함토량을 정한다.

④ 유송관내의 유동저항(압력강하)

이수의 흐름에 대한 관 저항문제를 다루는데 있어서는 관내를 흐르는 이수의 유동상태를 다음과 같이 구별하는 것이 편리하다.

가. 어떤 특정의 입경범위를 갖는 고체(입군)를 혼합하는 물의 흐름, 예컨대 유량입경 0.075mm이하의 입자군을 혼합하고 있는 균질혼합액의 흐름

나. 현실적인 펌프객토의 유송수와 같이 크고 작은 모래와 자갈을 함께 혼합하는 불균질 혼합액의 흐름

상기한 가.의 경우는 관 저항을 이론적으로 취급할 수 있으며 이론치와 실측치가 잘 일치하므로 균질혼합액의 흐름에 대해서는 이론식에 의하여 압력강하(관저항)를 계산할 수 있다. 균질혼합액의 흐름저항을 구하는 데는 종례부터 여러 가지의 방법이 있으나 이 중 대표적인 것은 원유 굴삭시에 이수의 관저항을 계산하는데 사용하는 Mesaros의 식이다. 이 Mesaros의 식은 서두에서 언급한 바와 같이 이론상으로는 입자군의 입경범위가 0.075mm 이상인 때에 성립되나 실제 경험에서 입경범위가 3mm이상인 때에도 0.075mm이상의 입경을 가지는 입자가 80%이상을 차지할 때는 그 흐름에 대한 압력강하의 실측치가 이론식에 의한 계산치와 잘 부합하는 것이 입증된 바 있어 실용적으로는 Mesaros의 식을 입자군 3mm이상의 경우까지 확장하여 사용한다.

Messaros의 식

·층류인 때의 압력손실

$$i=\frac{\ell\tau}{225D}+\frac{\mu\ell v}{1{,}500D^2}$$

·난류인 때의 압력손실

$$i = \frac{0.001296 \times f\ell rv^2}{D}$$

여기서, i = 압력손실($\ell b/\mathrm{in}^2$)

ℓ = 관 길이(ft)

D= 관 안지름(inch)

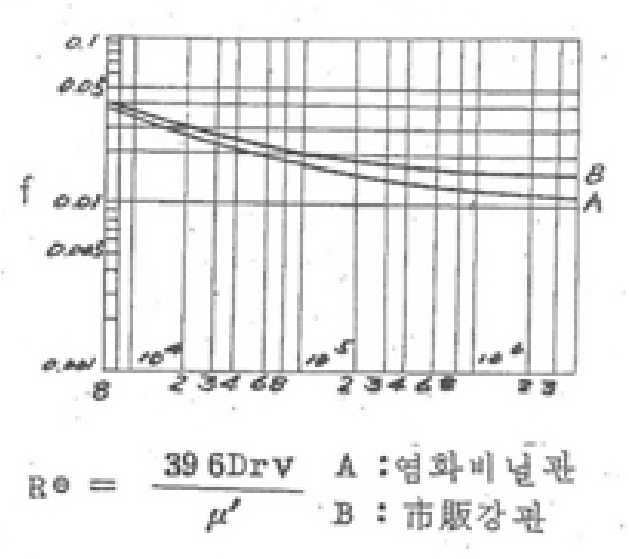
V = 관내 평균유속(ft/sec)

μ = 동점성계수(c·p)

τ = 항복치(1ℓb/100ft2)

r = 혼합액 단위체중량(1b/100ft3)

f = 마찰계수로서 Re=$\frac{396Drv}{\mu^8}$ 에 의하여 Re를 계산하고 <그림 4.5-9>에서 의해 f를 구함(Re : 난류에 있어서의 Reynolds number)



<그림 4.5-9> Re와 마찰계수 f

위 식에서 소점성계수 μ'와 항복치 τ및 단위 체적중량 r는 실측을 해야 한다.
또 층류와 난류의 한계유속 Vc(ft/sec)는

$$\mathrm{Vc} = \frac{8.07\mu' + 9.07\sqrt{\mu'^2 + 1.65r\tau D^2}}{rD}$$

다음 나.의 경우인 불균질 혼합액의 흐름에 있어서는 모래, 자갈, 흙덩어리 식을 혼합하고 있어 흐름에 직각방향으로 와류가 일어나며 함토율은 관 바닥에 가까울수록 크게 된다. 이러한 흐름은 이수 중의 세립자가 가.의 경우에 해당하는 균질혼합액을 형성하고 그속을 큰 입자가 혼합하여 흐르는 유량형태가 이론적 해석이 어렵다. 이와 같이 나.의 경우에 해당하는 불균등 혼합액에 대해서는 실험에 의하여 계수를 구하여 관저항을 구하는 Durand의 공식이 가장 보편성이 있는 것으로 알려져 있다.

Durand의 공식

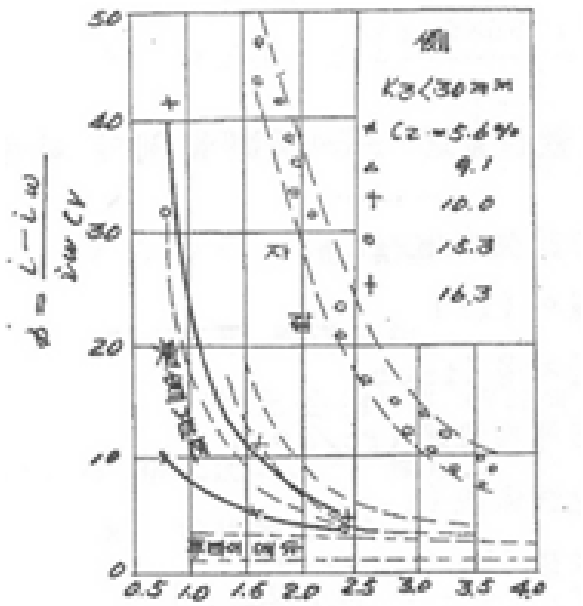
$$i = i_w(1 + \phi C_v)$$

여기서, i = 혼합액의 관내 압력손실(ℓb/in2)
i_w = 물의 관내 압력손실(ℓb/in2)
C_v = 체적함토율
ϕ = 실험에 의해서 정하는 계수로서 V/ $\sqrt{gD}$ 또는 V/ $\sqrt{gD(G-1)}$ 의 함수로 표시함 (G는 고체 토립단의 비중)

Durand의 공식으로 i의 값을 정하려면 입자군의 여러 가지의 상한입경에 대하여 실험으로 ϕ의 값을 미리 정해 두어야 한다.

<그림 4.5-10>은 i와 i_w를 실측하여 Durand의 식으로 ϕ를 계산하고 이것을 v/ $\sqrt{gD(G-1)}$ 에 대하여 작도한 실험결과이며, 이수가 3mm이상의 큰 토립단을 혼합할 때에 대한 것이다. 이 그림에서 실선은 30mm이하의 입군에 대한 실내실험결과이며, 그 사이의 반점선은 2개 지구의 객토공사 실측에서 현장실측한 결과로서 이 중에는 60mm mesh를 통과한 흙을 객토로 유송한 현장이 포함되어 있다.

<그림 4.5-10>를 검토해 보면 현장실측치는 다 같이 실내 실험결과인 실선범위 내에 속한다. 이 사실로 보아 유송객토의 입군이 50mm이하인 때의 ϕ는 그림의 현장 실측선을 표준으로 함이 타당하며 이수의 함토율이 크고 토립단의 크기가 실내실험에서 사용하였던 이수의 입경(30mm)보다 더 클 때는 상부의 실선에 가깝게, 반대일 때는 하부의 실선에 가깝게 잡아 Durand식으로 i를 계산하면 실용상 큰 오차 없는 것을 알 수 있다.



$$\frac{V}{\sqrt{gD(G-1)}}$$

<그림 4.5-10> v/gD(G-1)와 ∅와의 관계

⑤ 곡선의 저항

곡관의 관저항의 표준은 관지름이 4 inch, 90도 곡관으로서 B≒1.5D인 때에 1 개소 당 최대의 경우에도 같은 지름의 직관의 관 길이 3.5m의 저항에 상당하는 정도로 잡으면 된다.

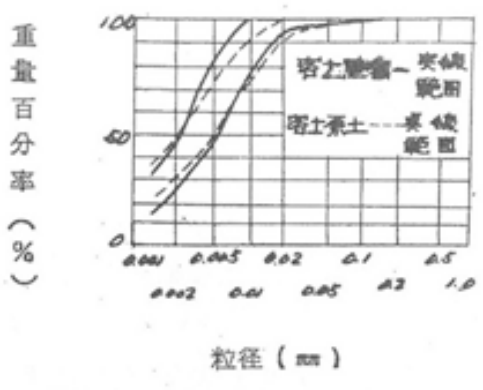
(4) 흙넣기

펌프객토에 의하면 흙넣기 후의 객토층 두께와 입도분포가 유수객토에 비하여 훨씬 균일하며 균일 흙넣기를 위한 조작도 간단한 것이 특색이다.

객입용토가 점질토로서 미립화되어 있고 함토율이 높을 때에는 이수가 상당한 점성을 가지므로 유송관에서 배출된 이수는 점성이 강한 물엿같은 현탁액으로 경지에 퍼지게 되어 침적두께나 입도분포가 거의 일정하게 된다. 이와 같이 흙넣기가 균일하게 될 때에는 말단의 배출관을 끝에서 부터 순차로 해체해 나가면 균일한 객입을 이룩할 수 있다. 반면 객토입용토가 점질토이고 미립화되어 있지 않아 조립상태로 유송될 때에는 배출구 부근에 이들 조립자가 대량으로 퇴적되어 객토층 두께가 불균일하게 되기 쉬우나 입도분포는 고르게 된다. <그림 4.5-11>은 이와같은 사실을 보여주는 실예로서 객토구간 1개구의 대각선상에서 9점의 객토를 따서 입도분석한 결과이다. 그림에서 실선은 객토된 흙의 입도가속곡선 범위이며 점선은 객토용토의 입도 범위를 나타내고 있으므로 객토용토와 객토된 흙 사이에는 입도의 차이가 거의 없음을 알 수 있다.

한편 객토용토가 사질토인 경우는 물의 분급작용에 의하여 객토용토와 객토된 흙 사이에는 입도에 큰 차이가 나타난다. 그러나 이러한 경우는 유송관 말단에 연질 포리에틸렌관이나 비닐호스를 연결하여 객토가 경지의 각 부분에 고루퍼지도록 하여주고 또 담수 중에 침적 두께가 고르지 못한 부분을 잘 골라주면 객토를 균일하게 할 수 있어 객토조작도 비교적 간단하게 시행할 수 있다.

경지에 객토하기 전에 휴반을 보수할 필요가 있을 때도 있다. 그러나 휴반이 특별히 얕은 경우를 제외하면 이 휴반보수도 생략되는 경우가 보통이다. 예컨대 객토량을 30㎥/10a C_v = 10%라 가정할 때 담수심은 12㎝가 되므로 보통휴반 높이로서도 충분히 이수의 월류를 막을 수 있기 때문이다.



<그림 4.5-11> 펌프객토의 입도 분석

4.5.4 벤토나이트 객토

벤토나이트(bentonite)는 물을 흡수하여 팽윤하는 성질을 가지는 몬모리오나이트(montmorionite) 족의 특수 점토암이여서 벤트나이트객토는 벤트나이트의 팽윤성과 염기치환특성을 이용하여, 소량으로 객토목적을 달성하려는 것이다. 이 객토법에 의하면 토양의 여러 가지 이화학적 특성을 개량할 수 있을 뿐 아니라 경작토의 투수성이 현저하게 억제되며 이것이 벤트나이트객토의 특징이 되고 있다. 벤트나이트의 시용량은 객토 대상지의 토양의 형태에 따라 다르나 대체적인 표준은 7 ~ 10 ton/ha이며 경작토의 투수성이 클 때에는 20ton/ha, 투수성이 약한 때에는 4 ton/ha의 시용량으로도 충분한 경우가 있다. 벤토나이트객토는 타 객토법에 비하여 시용량이 소량이고 재료도 시판되는 것이 있으므로 객토시행에 있어서도 대량의 흙을 운반하는 타 객토공사와 달라 운반수단이 큰 문제가 되는 것은 아니며 객토목적에 부합한 적정 시용량의 추정과 흙넣기 작업의 시공계획에 만전을 기하는 것이 중요한 과제로 된다.

(1) 벤토나이트객토의 실시방법

벤토나이트를 경작토에 혼입하는 혼입법과 작토와 심토의 중간에 층상으로 부설하는 층상법이 있다. 전자가 보편적인 방법이며 후자는 개간, 개전등지에 있어 표토처리를 하는 경우에 시행하면 효과적이다.

① 작토혼입법

기 경작지역은 거친 써레질 전의 건토상태에서 답면에 벤토나이트 분말을 고루 살포하고 거친 써레질로 작토층 10 ~ 15㎝에 혼입한다. 기경과 거친 쓰레질은 횟수가 많을수록 효과적이며 살포는 시비 시에 병행하여도 된다. 거친 써레질 후 다시 잔써레질을 하여 혼입을 치밀하게 한다.

② 층상법

작토를 깍아 지표하 30㎝정도의 깊이에 벤토나이트를 층상으로 깐다. 심토가 조립이여서 벤토나이트가 하방으로 유실될 염려가 있을 때에는 벤토나이트에 다른 세립토를 혼합하여 벤토나이트의 유실을 방지한다. 또 층상으로 깐 벤토나이트층은 손작업으로 다지거나 작토의 복토 후 중기로 다지면 더욱 효과적이다. 층상시공의 경우의 시용량은 혼입법의 경우와 같다. 층상시공에 있어 주의할 점은 벤토나이트층의 깊이를 표토에서 최소 30㎝이내로 해서는 않되는 점이다. 층의 깊이를 이보다 얕게 하면 기경작업 때 층이 파괴되기 쉽고 지표에서는 그 파괴을 탐지하기가 어려우므로 보수가 곤란하다.

(2) 벤토나이트객토의 적용 범위와 적정 시용량

벤토나이트객토의 적정범위와 시용량은 조사·설계 단계에서 이미 정해져 있을 것이나 원토와 객토는 복잡한 이화학적성질을 가지고 있으므로 공사과정에 있어 예측외의 상황이 일어날 수 있다. 그러므로 공사과정에 있어서도 적절한 시기에 간단한 시험과 실험을 행하여 객토목적의 달성여부를 점검하여 공사비의 절감과 공사의 적정시행을 기하는 것이 바람직하다. 이미 언급한 바와 같이 벤토나이트객토는 경지의 투수성 억제가 주요 목적이므로 본 절에서는 공사시행에 병행할 수 있는 벤토나이트객토의 적용범위, 점검방법과 적정 시용량의 추정방법에 대해 살펴보기로 한다. 다만 객토재료로서의 벤토나이트 자체의 이화학적특성은 조사·계획

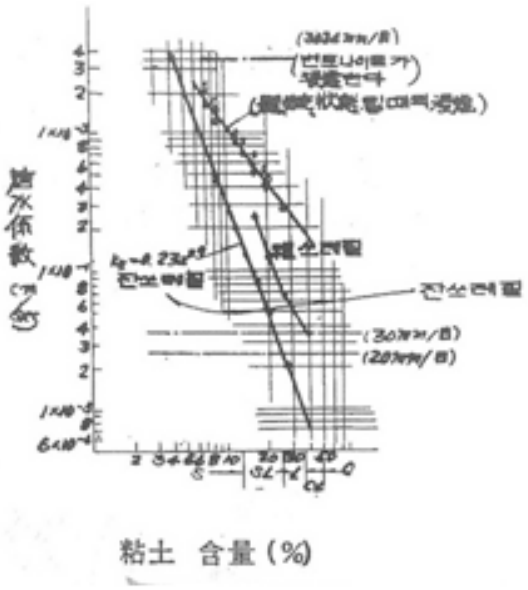
시의 객토 선정단계에서 사전에 결정될 성질의 것이므로 여기서 자세히 언급하기는 어려우나 입경위주로 본 벤토나이트 재료의 적정기준을 요약하면 벤토나이트 재료는 입경이 작을수록 효과적이며, 이론상으로는 325 ~ 375mesh 이하의 입경이 타당하나 농업용으로는 단립의 지름이 10㎜ 이하이면 충분하다.

① 작토의 투수계수를 기준으로 한 벤토나이트의 적용범위

일반적으로 작토의 투수계수가 3.5×10-3cm/sec(3,000㎜/일) 이상이면 벤토나이트를 시용해도 그 입자가 유실되므로 객토효과는 기대할 수 없다. 따라서 이 투수계수 값이 벤토나이트 시용여부를 결정하는 상한치의 기준이 된다. 한편 수도의 적정 감수심은 17 ~ 20㎜/일 로서 경토의 투수계수가 이보다 작으면 투수성 억제를 목적으로 한 벤토나이트객토는 필요없게 된다. 경작토의 일감수심 20㎜/일을 ㎝단위로 환산하면 k≒3.0×10-5㎝/sec가 되며 이 투수계수 값이 벤토나이트객토의 시용여부를 결정하는 하한치가 된다. 다시 말하면 경지의 투수계수가 k = 3.5×10-3㎝/sec ~ 3.0×10-5㎝/sec인 때에 벤토나이트객토의 시행효과를 기대할 수 있는 것으로 경작토의 투수계수 값이 이 범위를 벗어나면 벤토나이트객토의 효과는 없게 된다. 따라서 공사 시행과정에서도 적절한 시기에 벤토나이트객토의 시행에 따른 경지의 안정투수계수를 측정하여 객토의 계속여부를 결정하는 것이 바람직하며, 특히 벤토나이트공사를 연차적으로 시행할 때에는 이와 같은 효과측정이 필요하다.

② 작토의 세립토함량을 기준으로 한 벤토나이트객토의 적정 시용량

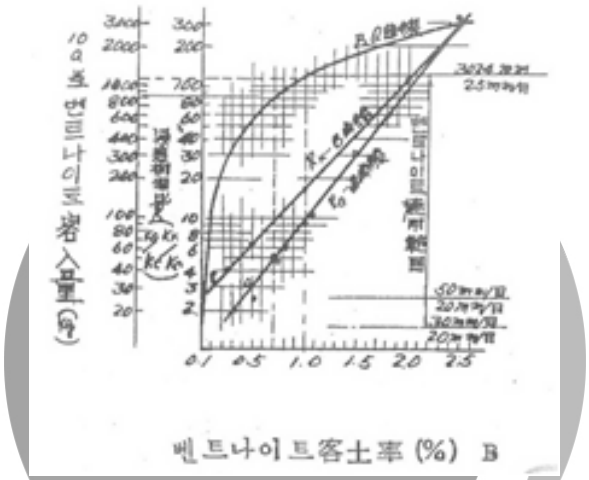
작토의 세립토함량(입경 : 0.01㎜)은 그 투수계수와 밀접한 관계가 있으며 그 관계는 <그림 4.5-12>에서 보는 바와 같다. 그러나 흙의 투수계수는 세립토함량 외에도 흙의 입도와 조직 및 구조, 기타의 요인에 따라서도 달라지므로 객토예정지에 대한 시험자료가 있으면 시험자료를 이용함이 타당하다.



<그림 4.5-12> 세립토 함유량(%)

<그림 4.5-12>에서 보면 풍건상태에서의 작토의 투수계수가 크더라도 잔써레질을 적절히 하면 상당한 범위까지 작토의 투수계수를 저하시킬 수 있다는 것을 알 수 있고 세립토(0.01㎜)의 함량이 25%인 때에는 잔써레질만으로 삼투량을 적정선인 20㎜/일까지 억제할 수 있다는 것을 알 수 있다. 또 세립토의 함량이 5%이하인 때에는 작토의 투수계수가 k=3.5×10-3㎝/sec 이상인 것으로 나타나 전술한 바와 같이 벤토나이트를 객토하여도 효과는 기대할 수 없게 된다.

이 사실은 벤토나이트객토의 적용범위가 작토의 세점토함량이 5 ˜ 25%정도인 것을 말해주는 것이며 벤토나이트객토는 이 범위의 세점토함량을 가지는 작토에 대하여 그 삼투량을 적정선인 20mm/day 전후로 억제하는 것이 요점인 것을 알 수 있다.



<그림 4.5-13> 벤토나이트 객토량과 투수억제비의 관계

<그림 4.5-13>은 작토의 점토함량을 기준으로 하여 벤토나이트객토의 적정 시용량을 구하는 도표이다. 이 도표는 벤토나이트 객토 이전에 있어 잔써레질을 한 작토의 안정투수계수를 Kk, 벤토나이트 객토량을 여러 가지로 변화시켜 객토한 후 잔써레질 한 다음의 안정투수계수를 kc로 하여 Kk와 Kc의 비 Rk = $\frac{Kk}{Kc}$ 를 종축에 놓고 벤토나이트 객토율 13% (작토심 9㎝, 가비중 1.3으로 가정할 때, 건토중량에 대한 벤토나이트량의 중량백분율)를 횡축에 놓을 때의 실험결과를 나타내는 것이다. 이 도표에 의하여 벤토나이트 객토량을 구하는 순서는 다음과 같다.

가. 작토를 입도분석하여 <그림 4.5-13>에서 Kk를 구한다.(점토 0.01㎜를 기준으로 함)

나. 목표로 하는 적정 삼투량의 값에 대한 투수계수를 k로 하여 Pk = $\frac{kk}{k}$ 를 계산한 다음 <그림 4.5-13>에서 B의 값을 구한다.

다. <그림 4.5-13>의 B ˜ Q 곡선에 의하여 Q를 구하면 단보당(10a)의 벤토나이트 시용량(kg)을 얻을 수 있다.

한편 노력절약 때문에 잔써레질 대신 거친 써레질을 한 때에는 <그림 4.5-13>에서 KG≒

2.5Kk ~ 3Kk 임에 착안하여 Kk로부터 KG를 추정하고 RG = $\frac{KG}{k}$ 에 의하여 RG 를 계산한 다음 <그림 4.5-13>의 RG ~ B 곡선에서 B를 구하면 된다.

집필위원	분야	성명	소속	직급
	관개배수	김선주	한국농공학회	교수
	농업환경	박종화	한국농공학회	교수
	토질공학	유 찬	한국농공학회	교수
	구조재료	박찬기	한국농공학회	교수
	수자원정보	권형중	한국농공학회	책임연구원

자문위원	분야	성명	소속
	농촌계획	손재권	전북대학교
	수자원공학	윤광식	전남대학교
	지역계획	김기성	강원대학교
	수자원공학	노재경	충남대학교
	농지공학	최경숙	경북대학교
	관개배수	최진용	서울대학교

건설기준위원회	분야	성명	소속
	총괄	한준희	농림축산식품부
	농업용댐	오수훈	한국농어촌공사
	농지관개	박재수	농림축산식품부
	농지배수	송창섭	충북대학교
	용배수로	정민철	한국농어촌공사
	농도	조재홍	한국농어촌공사 본사
	개간	백원진	전남대학교
	농지관개	이현우	경북대학교
	농지배수	남상운	충남대학교
	취입보	김선주	건국대학교
	양배수장	정상옥	경북대학교
	경지정리	유 찬	경상대학교
	농업용관수로	박태선	한국농어촌공사 본사
	농업용댐	손재권	전북대학교
	농지배수	김정호	다산컨설턴트
	농지보전	박종화	충북대학교
	농업용댐	김성준	건국대학교
	해면간척	박찬기	공주대학교
	농업수질및환경	이희억	한국농어촌공사 본사
	취입보	박진현	한국농어촌공사 본사

중앙건설기술심의위원회	성명	소속
	이태옥	평화엔지니어링
	성배경	건설교통신기술협회
	김영환	한국시설안전공단
	김영근	건화
	조의섭	동부엔지니어링
	김영숙	국민대학교
	이상덕	아주대학교

농림축산식품부	성명	소속	직책
	한준희	농업기반과	과장
	박재수	농업기반과	서기관

설계기준
KDS 67 70 20 : 2018

농지보전 설계

2018년 04월 24일 발행

농림축산식품부

관련단체 한국농어촌공사
58217 전라남도 나주시 그린로 20(빛가람동 358) 한국농어촌공사
☎ 061-338-5114 E-mail : webmaster@ekr.or.kr
http://www.ekr.or.kr

(작성기관) 한국농공학회
06130 서울시 강남구 테헤란로 7길 22(역삼동 365-4) 과학기술회관 본관 205호
☎ 02-562-3627 E-mail : j6348h@hanmail.net
http://www.ksae.re.kr

국가건설기준센터
10223 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283(대화동)
☎ 031-910-0444 E-mail : kcsc@kict.re.kr
http://www.kcsc.re.kr

※ 이 책의 내용을 무단전재하거나 복제할 경우 저작권법의 규제를 받게 됩니다.

KDS 67 70 30 : 2018

농지보전 공법

2018년 04월 24일 제정
http://www.kcsc.re.kr

농림축산식품부



건설기준 코드 제·개정에 따른 경과 조치

이 코드는 발간 시점부터 이미 시행 중에 있는 설계용역이나 건설공사에 대하여 발주기관의 장이 필요하다고 인정하는 경우 종전에 적용하고 있는 기준을 그대로 사용할 수 있습니다.

건설기준 코드 제·개정 연혁

- 이 기준은 KDS 67 70 30 : 2018 으로 2018년 04월에 제정하였다.
- 이 기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 건설기준 간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.
- 이 기준의 제·개정 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요사항	제·개정 (년. 월)
농지개량사업 계획설계기준 농지보전편	• 농지개량사업 계획설계기준 농지보전편 제정	제정 (1975. 12)
농지개량사업 계획설계기준 객토편	• 농지개량사업 계획설계기준 객토편 제정	제정 (1975. 12)
농지개량사업 계획설계기준 방재공편	• 농지개량사업 계획설계기준 방제공편 제정	제정 (1987. 12)
KDS 67 70 30 : 2018	• 국토교통부 고시 제2013-640호의 “건설공사기준 코드체계” 전환에 따른 건설기준을 코드로 정비 (농지개량사업 계획설계기준 농지보전편 및 객토편, 방재공편 합본) • 건설기술진흥법 제44조 및 제44조의 2에 의거하여 중앙건설심의위원회 심의· 의결	제정 (2018. 04)

제 정 : 2018년 04월 24일
심 의 : 중앙건설기술심의위원회
소관부서 : 농림축산식품부 농업기반과
관련단체(작성기관) : 한국농어촌공사(한국농공학회)

개 정 : 년 월 일
자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회

목 차

1. 일반사항 ····· 1
1.1 목적 ····· 1
1.2 적용 범위 ····· 1
1.3 참고 기준 ····· 1
1.4 용어의 정의 ····· 1
1.5 기호 정의 ····· 1
2. 조사 및 계획 ····· 1
3. 재료 ····· 1
4. 설계 ····· 1
4.1 사방댐 ····· 1
4.2 걸리방지공 ····· 2
4.3 계천 안전공 ····· 4
4.4 수로공 ····· 7
4.5 테라스공 ····· 10

농지보전 공법

1. 일반사항

1.1 목적

사방댐, 걸리방지공, 계천안전공, 수로공, 테라스공 등 농지보전공법들에 대한 설계방안 제시에 있다.

1.2 적용 범위

· 내용 없음

1.3 참고 기준

· 농림수산부, 1975, 농지개량사업계획 설계기준 농지보전 편

1.4 용어의 정의

· 내용 없음

1.5 기호 정의

· 내용 없음

2. 조사 및 계획

· 내용 없음

3. 재료

· 내용 없음

4. 설계

4.1 사방댐

산지나 구릉지 중복으로 농경지의 외곽 또는 구역 내에 걸리침식이 심하게 진행되거나 계곡이 형

성되어 상류측에서 유출수와 같이 토사가 유하하는 곳은 그 규모에 따라 사방댐을 두어서 토사가 하류측으로 유하해서 농경지나 기타 시설물들을 해치는 것을 막아야 한다. 그러므로 사방댐은 토사를 막는 구조물로서 저수댐과는 그 목적이 다르다.
사방댐은 보통 그 부근에서 쉽게 구할수 있는 야지석, 호박돌, 간지석 등을 이용해서 메쌓기나 찰쌓기로 쌓거나 또는 콘크리트로 축조하기도 한다.

4.2 걸리방지공

걸리가 발생하였을 때 이것을 토목적 수단으로 방지하려면 일반적으로 공사비가 증가 하므로 농경지로 이용하던 것을 중지하고 초지나 임지로 전환하는 것이 오히려 이로울 경우가 있다. 걸리안정공은 단독공사로는 무의미하므로 농지보전농법과 동시에 실시 할 것이다. 걸리안정공은 다른 공법으로 방지하기 곤란할 경우에 실시하는 영구적으로 또는 일시적 구조물을 축조하는 방법으로 유역에서 흘러오는 유출수를 구조물을 거쳐 월류시키는 것이 보편적이다. 어느 경우 이건 그 구조물을 설계 할때는 다음에 주의할 것이다.

① 걸리의 위치와 크기
② 걸리의 측경사면과 종단기울기
③ 유역의 넓이, 형상, 피복 및 배수상태
④ 토양형
⑤ 걸리를 되메워서 다시 작물재배가 가능한지 혹은 일부 걸리를 되메워서 배수로로 사용할 수 있는지 혹은 단지 그 이상의 침식이 일어나지 않도록 확대를 막을수 있는지를 알아야 한다. 그러나 결국 토양침식이 일어날 것인가를 결정하는 가장 유력한 인자는 유출량과 속도이다. 이 유출량은 상기 제인자의 각종조합에 의해서 결정된다.

(1) 놋지(Notch)의 소요용량

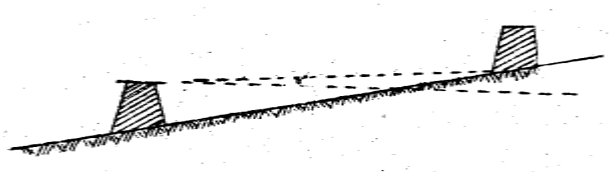
일시적인 경우 이건, 영구적인 경우 이건 저수우이 그 소기의 계능을 발휘하지 못하는 보편적인 원인은 놋지(Notch)의 용량 즉 단면의 부족이다. 걸리양안에서 범람하는 일 없이 강우때 물을 배출할 수 있을 정도로 놋지가 크면 저서우의 양날개 주변이 유수로 세굴될 것은 확실하여 언를 두는 효과가 없어진다.
이것을 대책으로 그 유역의 특성을 판정하여 계획유출량을 산정하여 이것이 저수언의 놋지에서 안전하게 유출하도록 놋지의 크기를 결정한다.

(2) 저수언의 높이

특별한 예방책을 강구하지 않는 일시적인 저수언의 높이 즉 놋지의 중심에서 걸리는 바닥까지의 높이는 1.0 m 정도가 적당하다. 이것은 언의 높이가 높아지면 정수압이 증가하여 댐아래에 누수가 생길 경향이 증대하고 또 낙하에 의한 침식을 억제하기 어렵기 때문이다.

(3) 저수언의 간격

저수언의 간격은 언의 언정표고와 이것과 인접하는 상류의 언저면표고가 같도록 계단상으로 두면된다. 환언하면 저수언이 수밀하다고 가정하면 저수가 상류측의 인접한 언의 물받이가까지 확대되도록 하는 것이 이상적이다.



<그림 4.2-1> 저수언의 간격

(4) 누수보호

유거수를 처리하자면 상술한바와 같이 놋지에 충분한 용량을 주고 또 언의 간격을 알맞게 두는 외에 언의 양날개 주변에서 침출하는 물이나 걸리를 씻어가는 물에 대해서 안전하게 하기 위하여 저수언을 걸리의 양안에 충분히 요입시켜 축조해야 한다. 보통 언을 양안의 안정된 사면에 0.5~0.7 m 정도 요입 시킨다. 여기전 안정된 사면이란 측사면의 기울기가 안식각에 해당하는 사면이다.

(5) 낙하보호

상당히 큰 걸리는 일반적으로 급격한 낙차의 걸리의 최상유단에 있기 마련이다. 물이 이 걸리머리를 낙하할 때 걸리바닥에 충격을 주어 침식을 일르킨다. 그 대책으로는 낙하하는 물로 파인 구멍을 짚이나 섶으로 메꾸는 방법도 있으나 이 방법은 일반적으로 걸리머리의 침식을 방지할 수는 있으나 완만한 누수가 짚이나 섶을 거쳐 수며 나오고, 심한 강우에 의한 유출량이 이 방벽주변을 넘어서 전에는 단지 한 갈래이던 누수가 두 갈래로 되기 쉽다.

4.2.1 일시적 걸리방지

(1) 철망언

계곡이 협소한 소유역의 세굴에 한정하여 설치할 수 있는 간이시설이다. 보의 설치는 월류 부분을 길게 하기 위하여 하류측으로 배를 내밀어 반원형으로 되게 하고 중앙부를 낮게한다.

(2) 섶언

현지에서 재료를 쉽게 구할 수 있으며 축조비가 낮고 용이하게 축조할 수 있으며 그 수명은 3~5년이다. 말뚝을 방부제로 처리하면 수명을 연장할 수 있다.

(3) 석축언

적당한 크기와 성질을 가진 석재를 쉽게 구할 수 있는 곳으로 유역면적이 20ha이하인 경우에 사용한다. 위의 2가지 보다 내구성이 좋다

(4) 판언

철망, 잔디 보 보다 비교적 유역면적이 큰 계곡에 사용한다. 재료는 말뚝, 판재, 침목 등으로 값싸게 구할 수 있는 경우에 적당하다.

(5) 둥글목언

직경 1.0cm 이상의 둥글목이 풍부한 곳에서 적용하는데, 그 유역면적은 12ha 이하이다.

4.2.2 영구적 걸리 방지공

(1) 흙댐

(2) 석축댐
(3) 콘크리트 댐
상세한 설계는 농업생산기반 정비사업 계획설계 기준 KDS 67 10 00 농업용댐편 참조한다.

4.2.3 걸리머리 처리공

(1) 수식토양지대에는 직접 물을 떨어뜨리지 말고 이끌어 내어야 한다. 부득이하면 활동하고 있는 걸리머리부분을 피해서 안정된 장소에서 떨어뜨려야 한다.
(2) 걸리 침식구역의 사면은 급각도로 잘라서 우적의 침식을 방지한다. 완경사로 잘라야 하는 곳은 생육이 빠른 식물을 심거나 또는 식생법을 쓴다.
(3) 식생반
식생반은 부토, 초종자 및 비료를 혼합하여 가볍게 다져서 반을 만든 것이다. 단위면적당 시공단가를 종래의 공법보다 훨씬 떨어트려서 임지의 조기녹화를 기대 할 수 있게 되었다.
(4) 수식성 토양지대는 일정한 간격을 띄워서 비경작대를 둔다.
(5) 강우는 가급적 느리게 유출하도록 승수로 방수제를 배치하며 승수로는 초본류를 심도록 한다.
(6) 용수부 처리
사면에 용수점이 있으면 가급적 빨리 용수를 뽑아내어야 한다. 양이 많으면 집수암거를 설치한다. 소량이면 철망돌망태, 콘크리트틀에 조약돌을 채워서 흙이 침출되는 것을 막는다. 단 계상이 저하하지 않도록 목공침상이나 바닥다짐이 필요하다. 계곡에서는 곡류로 산각이 붕괴되기 쉬우므로 수로는 직선형으로 기슭을 산각에서 멀리 전지대의 중앙을 통과시켜야 한다.

4.3 계천 안전공

침식이 걸리형태를 벗어나서 이제는 계곡을 형성하여 강우 때는 본격적으로 유역의 유출수를 받아서 유하시키는 곳은 종단침식과 횡단침식을 방지하여 계천자체를 안정시켜야 평형경사도를 이루어서 상류측에서 흘러오는 유출수와 토사가 그 주변에 아무 피해를 주는 일 없이 아래로 유하시킬 것이다. 계천을 안정시키려면 종단침식과 주로 관계가 깊은 계곡을 우선다듬질하고 횡단침식과 주로 관계가 깊은 계천의 보호하며 계천의 흐름 자체를 어느 정도 제재하는 수제공이 동시에 이루어져야 한다. 그리고 계천변에 흙이 무너지거나 급한 계곡의 상류에서 흙이 무너지거나 요지에 물이 고이는 것도 막아야 할 것이다. 이러한 일들을 총칭하여 계천안전공 이라 한다.

4.3.1 보곡공 (check dam)

계상의 침식을 방지할 목적으로 그 상류부에 속하는 산복의 소계곡에 퇴적하는 토사를 저지하기 위하여 축설하는 간략한 댐의 일종이다.
(1) 석력 보곡공
구조 : 돌댐과 거의 닮았는데 높이가 최고 2m 이하로 돌댐에서 하류측비탈면에 해당하는 부분만 쌓서 물넘이를 들지 않는 것이 보통이다.

축설 개소 ; 산복의 계곡으로 계곡의 바닥기울기가 급해서 종단침식이 심하게 일어나는 곳에 축설한다.

(2) 떼잔디 보곡공

구조 : 언제와 같이 계곡바닥을 횡단하여 성토하고 제정과 하류측 비탈면만 떼잔디를 입히되 비탈 기울기는 일할내외로 하고 상류측 비탈면 근처의 흙을 괭이로 뭉기기 (정도공) 하여 계곡의 사면기울기를 약간 낮추어 둔다.

축설 개소 : 석재는 구하기 어려우나 떼뜨기가 쉬운 곳에서 축조한다.

(3) 편책 보곡공

구조 : 둥근 말뚝을 소계곡에 박아 버들, 사시나무등 붕아력이 강한 가지 (미구직전 8cm 내외)를 바구 니 역듯이 엮어서 구축한다.

축설 개소 : 석재를 구하기 어려우며 다습하고 토층이 깊어서 암반이 노출하지 않는 곳이 알맞다.

(4) 철망 보곡공

구조 : 8번선 또는 10번선의 철선을 8-15cm의 마름모꼴(능형)로 망을 엮어서 말뚝을 받아 고정한 것이다.

4.3.2 바닥보호공 (consolidate work)

계상의 종단침식은 방지하며 계곡의 바닥기울기를 늦추어서 기슭보호공의 밀바닥 침식을 방지할 목적으로 축설한다. 바닥보호공은 계곡의 바닥보다 너무 돌출하지 않도록 시공하는 것이 보통이며 사용재료에 따라 돌바닥 보호공, 콘크리트 바닥보호공, 나무바닥 보호공, 혼합바닥 보호공, 철망바닥 보호공이 있다.

4.3.3 기슭보호공 (Retaining wall, Revet ment)

유수로 계곡의 기슭이 침식되는 것을 보호하고 양안의 산복에서 토사가 붕락하는 것을 방지한다.

(1) 돌쌓기 기슭보호공

산복에서 계류로 토석이 심하게 붕락하는 곳이나 유수의 충돌이 극심한 곳에 축설하는데 재료에 따라 메쌓기 기슭보호공과 찰쌓기 기슭보호공이 있다.

(2) 장석 기슭보호공

계천의 폭이 비교적 넓어서 계천 기슭의 기울기가 느리면 출수때 상당한 높이까지 수위가 올라오는 곳에 축설한다. 비탈기울기는 1 : 1.5 정도이다. 재료에 따라 찰쌓기, 메쌓기를 하게 된다.

(3) 철망 기슭보호공

계천기슭의 밑바닥을 보호하기 위하여 비교적 낮은 기슭에 철망돌망태를 펴서 말뚝으로 고정하여 기슭을 보호하는 것으로 세굴 등에 의한 파괴가 없어서 수명이 길다.

(4) 편책 기슭보호공

사역유출이 적은 소계천에 적합한 것으로 0.6 ~ 1.0 m 간격으로 1.2 m 의 말뚝을 박아 지상고 0.5 m 정도는 버들가지 섶 등을 엮어서 성토하여 떼를 입힌다.

4.3.4 수제공 (Spur dick)

계천기슭의 침식을 방지하기 위하여 축설하는 공작물로 계천의 기슭에서 유심을 향하여 거의 직각방향으로 돌출물을 만들어서 유수의 에너지를 감살하고 흐름을 유심에 모이게 하며 연약한 기슭을 보호한다. 재료에 따라 돌쌓기 수제공, 철망 수제공 등으로 나눈다.

4.3.5 뭉기기 (정도공) (Grading)

산복에 흙덩이가 쌓여 침식붕괴할 위험이 있어서 그대로는 선떼공이나 파종공을 할 수 없는 위험지를 정리하는 일이다. 뭉기기의 비탈기울기는 35° 내외가 이상적이나 많은 양의 토사를 깎게되면 경비가 많이 들뿐아니라, 아래쪽에 자라는 지피 식물에 피해가 크므로 최소한으로 돌출부와 굴곡부를 뭉겨서 정리 할 것이다.

4.3.6 묻히기 (매설공)

뭉기기나 계단조성으로 생기는 잉여 토사를 산복의 요곡부에 이동매립하여 그 유실을 방지하는 한편 산각부를 고정시키고자 하는 이동작업이다. 사용재료에 따라 돌 묻히기, 흙 묻히기 편책 묻히기 등이 있다.

4.3.7 흙멈춤공 (토류공)

붕괴지에서 무너져 내려온 유실토사를 멈추어 고정시킴과 동시에 수로공, 선떼공 등의 기초를 마련하고자 가설하는 것으로 재료에 따라 돌담흙 멈춤공, 떼붙임 흙멈춤공, 편책흙멈춤공 등이 있다.

4.3.8 사방계단공

Ⅴ급지나 Ⅵ급지로 경사가 급하여 목초지로 이용할 수 없고 걸 리가 일어날 우려가 있는 곳은 사사계단공을 설치하여 경사면을 짧게 층층히 계단상으로 절단하여 사면을 짧게 만들어서 토사의 유하를 억제하고 신탄임지로 조성하여 수원 양과 신탄용재를 생옥하는 것이 토지이용률을 높이는 일이다.

(1) 떼붙임공 (Sodding work)

산복부로 경사가 비교적 급격한 곳은 수직고 1~2 m 간격으로 계단을 만들어서 계단 비탈면에 선떼 (입지)를 입혀 계단을 고정시키고 단구에 식수 또는 파종한다.

(2) 줄공 (조공 Strip work)

비교적 느린 경사로 된 산복면에 수평으로 계단을 만들어서 잔디, 짚 잡초 등을 이용하여 줄(조)로 심어어서 그 안쪽에 수초를 파식하는 것으로 재료에 따라 다음과 같이 구분한다.

(3) 석 축 공

산복이나 산복부에 토사의 추적이 많아서 붕괴유출이 심한 습하거나 또는 지반이 단단하여 뭉기기(정도)가 곤란한 기복지 등으로 선떼공을 하기 곤란한 곳에 축설하는데 재료에 따라 메

쌓기와 찰쌓기가 있다.

(4) 띠 잔디공 (Strip Sodding)

산복부에서 등고선에 나란히 떼 새(훤) 등을 대상으로 심어서 토사의 유실을 방지하며 지피물을 증가 시킨다. 보통 계단간의 사거리가 길고 경사가 급하며 흙덩이의 유실이 예상되는 곳 또는 수로면에 흙덩이의 유출이 예상되는 곳에 실시하는 일이 많다.

(5) 편책공 (Wicker work)

산복을 덥어 입는 지표의 토사를 멈추게 하기 위하여 축설하는 공작물로 부근에서 떼잔디를 구하기 어렵거나 잔디공을 실시 할 수 없는 개소에 많이 채용한다. 구조는 편책보곡공, 편책보안공 등이 있다.

4.4 수로공

산복을 유하하거나 테라스 수로를 유하한 물을 경사방향으로 설치한 테라스 배수로를 거쳐 배수지선, 배수간선 또는 하천으로 가장 안전한 방법으로 유하시키고자 배수로망을 경사지에 설치하는 공작물이다. 수로의 형상은 포물선형, 제형이 보통인데 수량이 많으면 제형을 수량이 적으면 포물선형을 채용한다.

이에 대한 자세한 내용은 KDS 67 20 40(농업생산기반정비사업 계획설계기준 - 용배수로편) “수로시설의 설계”에 준한다.

4.4.1 초생수로공

초생수로는 농민들이 농지보전을 위하여 사용하는 수로의 가장 기본적인 형태의 하나이다.

강우 때 마다 잉여수는 유출의 형식으로 수로를 거쳐 배제된다. 윤작, 등고선경작, 대상작물재배, 또는 테라스 (Terrace)의 설치 등 각종 농지보전책을 아무리 강구하더라도 호우 때나 토양이 포화상태인 경우는 유출이 생기기 마련이다. 따라서 농지보전의 성패는 이와 같은 과잉수가 경지에 피해를 입히는 일이 없이 배제되는데 달려있다.

(1) 초생수로의 설치위치

수로를 설치하기 가장 적합한 위치는 지구내의 낮은 곳이나 자연배수대 위치이다.

(2) 초생수로의 설계

강우가 있은 후 유출수가 걸리를 발생시키지 않도록 인공적으로 그 흐름을 도와주어야 한다.

(3) 수로 유속의 결정

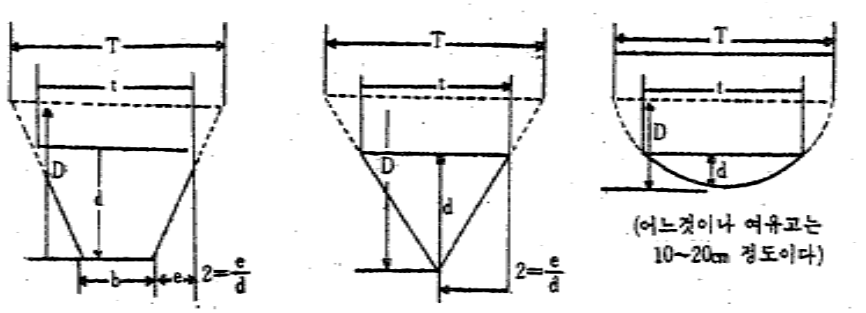
초생수로를 설계하자면 추정된 유출량이 수로내부의 초생피복을 해치지 않고 배제할 수 있는 단면을 결정하여야 한다.

(4) 수로단면의 계산

Q = 0.2778 CiA로 산출되는 유출량을 안전하게 배출하는 초생수로단면형에는 <표 4.4-1>과 같이 3가지가 있다.

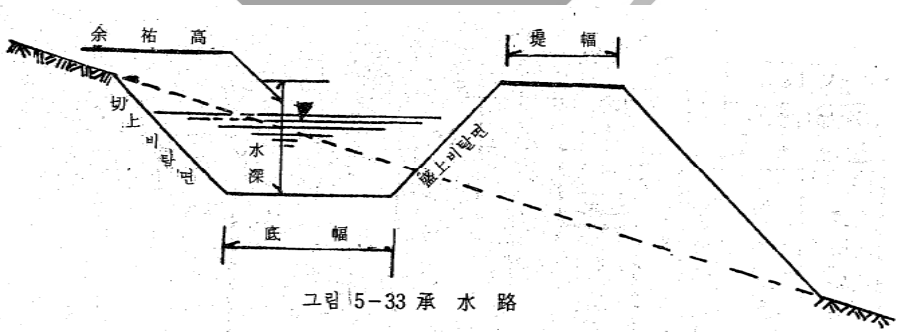
<표 4.4-1> 수로단면과 각종 공식

수로형	단면적(A)	주 변(P)	동수반경 (R)	수로상폭 (t)
제 형	$db+Zd^2$	$b + 2d\sqrt{Z^2+1}$	$\frac{bd+Zd^2}{b+2d\sqrt{Z^2+1}}$	b+2 dz
삼 각 형	Zd^2	$2d\sqrt{Z^2+1}$	$\frac{Zd}{2\sqrt{Z^2+1}}$	2 d · z
포물선형	$\frac{2}{3}td$	$t+\frac{8d^2}{3t}$	$\frac{t^2d}{1.5^2+4d^2}$	$\frac{A}{0.67d}$



4.4.2 승수로

등고선에 근사한 방향으로 도랑을 설치하여 위쪽에서 흘러내리는 유출수를 받아서 안전지점에 도수하여 침식이 발생하는 것을 막아 아래쪽에 있는 토지나 시설물을 보호하는 도랑을 승수로라 하며, 유출수를 돌려서 농경지 및 시설물의 피해를 방지하고 유출수를 차단하여 걸리 침식을 방지한다. 그 표준단면은 <그림 4.4-1>과 같다.



<그림 4.4-1> 승수로

4.4.3 장석수로

경사가 급하고 유출수량이 많은 산복이나 걸리지 또는 농경지의 배수로망에 설치하는 것으로 경사도와 중요성 등을 고려하여 현장의 돌을 이용하여 돌붙임으로 수로면을 라이닝하여 침식을 받지 않게 보호하여 안전하게 유출량을 배제한다. 돌붙임은 수로의 중요도에 따라 찰쌓기와 메쌓기가 있으며 형상은 포물선형과 제형이 있다. 장석수로를 설치하는 곳은 다음과 같다.

① 농지의 배수계통이나 농장소유지 (Farm pond)의 물넘이 또는 농로측만 등으로 비교적 유속이 빠르고 토양침식이 쉽게 일어나는 사면등에 알맞다.
② 수로 저면의 기울기가 큰 곳에 적용한다.
③ 돌이 많은 곳으로 장석수로가 경제적인 지구에 알맞다.
④ 전구획과 도로가 교차하는 곳은 장석수구를 얕은 포물선형단면으로 만들면 농기구의 통행이 가능하다.
⑤ 유속이 클 때는 메쌓기 장석수로는 알맞지 못하다.
⑥ 최하류 부와 적당한 거리마다 정수지 또는 낙차공을 설치한다.

4.4.4 벽돌 수로

농경지의 배수로계통에서 유속이 토수로나 초생수로의 허용유속한계를 초과 할 때는 벽돌을 쌓아서 유출을 빠르게 하고 수로저면의 침식을 방지하는 벽돌수로가 있다. 설계는 승수로 기준에 준한다. 축조요령은 다음과 같다.

① 지형이 복잡하고 수로저면 기울기의 변화가 크고 석괴가 없는 곳에 적용한다.
② 얕은 단면의 벽돌 수로는 보도로 겸용할 수 있으며 경사가 급한 곳은 계단을 붙쳐 보도로 겸용할 수 있다.
③ 적당한 거리 또는 하류부에 정수지 또는 낙차공을 설치하여야 한다.

4.4.5 기성콘크리트 제품수로

유출량이 많은 급경사지로 운반이 불편하고 물이 없어 현지시공이 곤란한 곳에 설치 하는데 규정된 규격에 따라 공장에서 미리 제작한 콘크리트 제품이어서 운반이 간편하고 현지시공에 노력이 적게 들고 공사 기간을 단축시킨다. 수로폭이 30cm 내외되는 것을 보통 사용하는데 측암력이 과대한 도로의 측구에는 사용할 수 없으며 농도나 승수구와 교차하는 지점은 암거를 설치한다.

4.4.6 배수암거

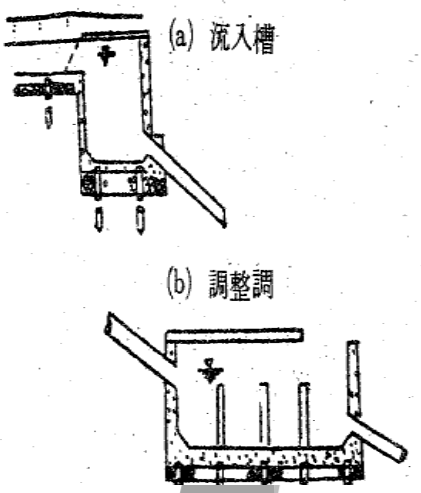
집수면적 5ha 이내의 농지배수망을 갖인 배수조직과 농도망이 교차하는 지점에 매설하는 암거로 농잔구의 통행에 지장이 없이 유출수를 안전하게 배제하여 침식을 억제한다. 사용하는 토관은 ϕ 60cm 이하가 원칙이며 그 이상되면 별도로 검토한다. 암거의 기울기는 3%보다 급하게 하고 최대 심수는 0.8D로 하여 토사 또는 수지 등이 막히지 않게 한다. 단 유량이 적고 토질이 양호하며 돌이 많은 지구는 깊이가 얕은 포물선형단면의 메쌓기 장석수로나 초생수로로 대체한다.

4.4.7 낙차공

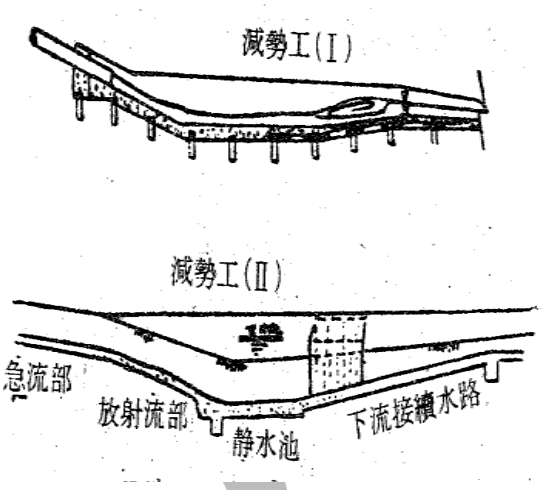
수로의 종단기울기가 너무 급하여 허용유속을 초과하거나 계속 침식이 확대되는 곳에서 유속이 한계유속을 초과하지 않도록 제한하여 적당한 거리에 두는 수직낙차공으로 유속을 줄이고 수로 저면의 침식을 방지하여 수세를 감세하기 위하여 수로노선상에 설치한다. 낙차는 3m가 상한이고 3m를 초과하면 별도로 검사 설계한다.

4.4.8 감세공

급류공의 부대 시설물로 두는 감세공과 조정수조는 <그림 4.4-2>, <그림 4.4-3>과 같다. 이들은 반드시 성토된 곳을 피하여 절토된 곳에 두어야 한다. 기초에 조약돌만 깔면 침두로를 형성하여 기초를 강화시키는 일이 있으므로 활근방지를 겸한 말뚝박기나 저수벽을 두는 것이 효과적이다.



〈그림 4.4-2〉 조정수조



〈그림 4.4-3〉 감세공

4.5 테라스공

테라스는 경사지에 조성한 경지의 토양침식을 억제하기 위하여 이 곳에서 발생하는 유출수를 모아서 안전하게 유도 배수하기 위하여 경사지를 횡단해서 축조한 지표배수로를 가르킨다. 따라서 테라스는 긴 경사장을 여러 개로 잘라서 집수구역내에서 발생하는 유출을 배제한다. 테라스수로에 유입된 물은 피해가 없는 하류지역으로 배제되거나 또는 토양의 흡수율이 높을 때는 테라스의 종단기울기를 수평으로 만들어서 집수된 물을 정체시켜 지하로 삼투시킨다.

4.5.1 테라스의 계획과 설계

테라스는 장기간 유지되고, 영농작업에 편리하도록 축조해야 한다. 따라서 축조에 다소시간이 걸리드라도 축조후에 많은 시간을 절약할 수 있도록 만드는 것이 옳은 방법이다.

4.5.2 테라스의 형식

일반적으로 테라스는 ① 도랑형(channel type) 테라스, ② 이랑형(ridge type) 테라스, ③계단형(bench type) 테라스로 분류한다. 이 중에서 계단형테라스는 급경사지에서 종종 사용되는 형이다. 장소에 따라서는 흡수와 전류의 양쪽이 동시에 터러스의 중요한 목적일 수도 있다.

4.5.3 광폭테라스

(1) 도량형테라스

도량형테라스는 경사도 2~12%인 경사지로 삼투속도가 느린 토양에 알맞다. 테라스종단 기울기를 0.1~0.6%로 하는데 일반적으로 0.3~0.5%가 표준이다.

(2) 이랑형테라스

이랑형테라스에 의한 침식방지는 경사도 0.5~5%인 경사지로 삼투속도가 빠른 토양에 알맞다. 테라스의 종단 기울기는 영이다. 물을 저류함으로써 토양의 흡수와 지하삼투에 의해서 간접적으로 그 목적을 이루는 것이다. 물의 흡수를 증가시키기 위하여 유출수를 가급적 넓은 면적에 담수하도록 한다. 가장 효과적으로 담수하려면 지표의 경사가 평탄할수록 좋고, 테라스 이랑의 높이는 넓은 면적에 물을 저류시킬 수 있는 높이를 가져야 한다. 이랑을 만드는 용토는 유출수가 소면적에 집중되는 일이 없도록 정지하여 굴착해야 한다. 이들 조건을 어느 정도 만족시키느냐 하는 것은 공사방법이나 토양의 경사에 의해서 제한을 받는다.

4.5.4 테라스조직

테라스를 설계·시공하려면 토목적인 기본원리는 물론 농업상의 배경과 침식방지에 따른 관계를 충분히 이해하여 판단하는 것이 매우 중요하다. 테라스조직을 짤 때에는 ① 농장 내의 어느 부분이든 손쉽게, 그리고 불부한 비용을 들이지 않고 테라스를 만들 수 있으며, 전테라스 조직이 조화를 이루도록 고려해야 한다. ② 그 곳에 알맞은 토지이용과 농장경영방식에 적합한 밭·담장(Wall)·도로 등의 재정비에 관해도 주의를 기울여야 한다. ③ 토지의 융기, 배수구, 도로, 걸리, 경사의 급격한 변화, 지세, 테라스의 길이 등이 테라스구의 분할선을 결정하는 요소가 되며, ④ 항상 배수단위를 기준으로 진행시켜야 한다.

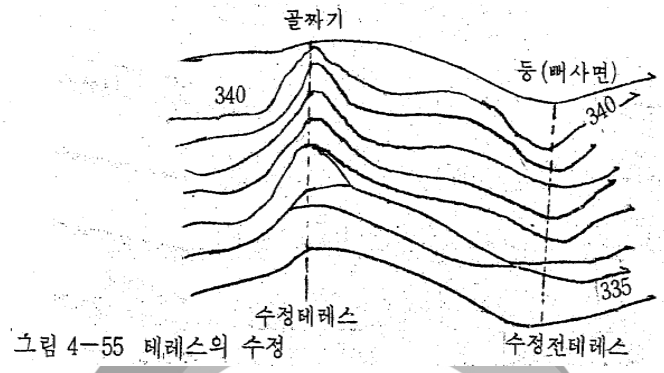
4.5.5 테라스의 기준

지금까지 테라스의 설계에 관해서 상지의 경사, 우량, 유출량, 토양의 성질 등을 보아 왔는데, 최종적으로 테라스의 설계에서 이들 조건을 일일이 수치로 취급한다는 것은 어려운 일이어서 실용적으로 어느 지역을 설계하려면 그와 닮은 지역을 참고삼아 실험치를 인용하여 도움을 얻고 있다.

4.5.6 테라스노선의 설정

최초에 테라스의 위치를 정하는 기준은 분수계로 이 분수계에서 말뚝을 박아 내려간다. 그런데 다른 조건 때문에 제한을 받으면 그렇지도 않다. 예를 들어 테라스와 이 유출수를 받는 배수로사이의 연결이 잘 되도록 말뚝을 박으려면 배수로 쪽부터 시작하는 것이 좋으므로 이곳에서 상류단으로 향해 정해진 기울기에 따라서 각 점의 말뚝을 박게 된다. 그리하여 토막이랑의 발생을 줄이기 위하여 측점을 설치할 때 기울기를 조절하여 가급적 기선에 평행하도록 한다. 그런데 테러수배수로가 한쪽만의 테라스물을 받을 경우에는 반드시 배수로 쪽에서 말뚝을 박지 않아도 된다.
말뚝은 굴곡부를 제외하고는 15m 간격으로 박아 나가고 굴곡부나 요부는 7.5m 간격으로 박는다. 말뚝의 위치는 테라스이랑의 중심선을 지나도록 하는 것이 보통이다. 테라스 기선의 표고는 도랑

형이면 테라스 도랑바닥에 맞추고 이랑형이면 테라스 이랑마루에 맞춘다. 테라스노선의 노선말뚝을 모두 박은 다음에는 급한 굴곡부를 고치거나 공사상의 변의, 경작상의 지장등을 고려하여 계획 테라스의 위치를 다소 수정하게 된다. 수정의 정도는 토지의 기복상황에 따라서 다르겠으니 (수정정도는 규정된 수직간격의 15~20%를 넘지 않아야 한다) 급굴곡인 곳은 몇 개의 말뚝을 사면상에 상하로 적당히 이동시켜서 가장 알맞은 노선을 선정한다(<그림 4.5-1> 참조) 최종적으로 테라스 및 배수로의 위치가 완전하다고 생각되면 높은 지대의 테라스를 먼저 설치한다.



<그림 4.5-1> 테레스의 수정

4.5.7 광폭테라스의 축조

테라스를 축소할때는 수직고를 측정하기 위하여 가장 높은 지대의 테라스는 상류부로부터 외수의 유입이 있기 때문에 이를 배제할 수 있어야 한다. 그러므로 제일 높은 지대에 설치하는 테라스의 위치는 외수 유입을 감안하여 적절히 그 위치를 결정해야 한다.

일반적으로 제일 높은 지대의 테라스 위치는 산꼭대기에서 테라스 하나를 설치할 만한 간격아래 부분부터 설치하는 것이 보통이다.

제일 높은 지대에 설치하는 기준테라스는 일반적으로 다음 기준에 의한다.

① 산꼭대기 부분에 설치할 때는 테라스간격을 보통 테라스보다 1배 또는 1.5배정도 좁게 한다.

② 테라스휴반을 길게 설치할 수 있을 때는 보통테라스 간격을 사용한다.

③ 배수면적은 1.0ha를 초과할 수 없다.

4.5.8 V형 테라스 수로

경사도 40%의 보통형계단전이나 55% 이하의 과수원용 사면형 계단전에서 등고선방향에 적당한 간격으로 수평면에 대해서 역경사로 얕은 V형의 도랑을 만든 테라스 수로이다. 이것은 사면장을 줄여서 유출을 분탄시켜 침식을 방지함과 동시에 이곳을 경지내의 작업도로 겸용할 수 있어서 관리작업을 편리하게 하여 성력경영의 기초가 되는 이점이 있다.

4.5.9 돌담테라스 수로

경사지면위에 등고선 방향으로 적당한 간격마다 지구내에 흩어져 있는 석괴를 모아 쌓아 테라스 수로를 만드는 것으로 석력이 많은 경사지는 경작에 장애가 되는 석력을 청소하면서 이동의 이득을 가져 온다. 돌담사이는 등고선경작과 보전농법을 실시한다.

4.5.10 벤치 테라스

벤치테라스는 토목적 방법으로 침식을 방지하는 가장 오래된 형식이다. 사회의 경제적 조건으로 보아 급경사지에서 경작을 해야 하는 인구밀도가 높은 나라에서 널리 이용되고 있다. 즉 급경사지(기울기 20~30%)의 사면을 횡단하여 수평 또는 수평에 근사한(전면경사도 10%이하)대상으로 계단형을 만드는 것이다. 이 대상지는 거의 수직한 측경사로 구획하고, 그 비탈면은 석력이나 밀생한 식물로 피복하여 보호한다. 테라스라는 말의 본래의 의미는 이 형식의 테라스에서 유래한 것이다.



집필위원	분야	성명	소속	직급
	관개배수	김선주	한국농공학회	교수
	농업환경	박종화	한국농공학회	교수
	토질공학	유 찬	한국농공학회	교수
	구조재료	박찬기	한국농공학회	교수
	수자원정보	권형중	한국농공학회	책임연구원

자문위원	분야	성명	소속
	농촌계획	손재권	전북대학교
	수자원공학	윤광식	전남대학교
	지역계획	김기성	강원대학교
	수자원공학	노재경	충남대학교
	농지공학	최경숙	경북대학교
	관개배수	최진용	서울대학교

건설기준위원회	분야	성명	소속
	총괄	한준희	농림축산식품부
	농업용댐	오수훈	한국농어촌공사
	농지관개	박재수	농림축산식품부
	농지배수	송창섭	충북대학교
	용배수로	정민철	한국농어촌공사
	농도	조재홍	한국농어촌공사 본사
	개간	백원진	전남대학교
	농지관개	이현우	경북대학교
	농지배수	남상운	충남대학교
	취입보	김선주	건국대학교
	양배수장	정상옥	경북대학교
	경지정리	유 찬	경상대학교
	농업용관수로	박태선	한국농어촌공사 본사
	농업용댐	손재권	전북대학교
	농지배수	김정호	다산컨설턴트
	농지보전	박종화	충북대학교
	농업용댐	김성준	건국대학교
	해면간척	박찬기	공주대학교
	농업수질및환경	이희억	한국농어촌공사 본사
	취입보	박진현	한국농어촌공사 본사

중앙건설기술심의위원회	성명	소속
	이태옥	평화엔지니어링
	성배경	건설교통신기술협회
	김영환	한국시설안전공단
	김영근	건화
	조의섭	동부엔지니어링
	김영숙	국민대학교
	이상덕	아주대학교

농림축산식품부	성명	소속	직책
	한준희	농업기반과	과장
	박재수	농업기반과	서기관

설계기준
KDS 67 70 30 : 2018

농지보전 공법

2018년 04월 24일 발행

농림축산식품부

관련단체 한국농어촌공사
58217 전라남도 나주시 그린로 20(빛가람동 358) 한국농어촌공사
☎ 061-338-5114 E-mail : webmaster@ekr.or.kr
http://www.ekr.or.kr

(작성기관) 한국농공학회
06130 서울시 강남구 테헤란로 7길 22(역삼동 365-4) 과학기술회관 본관 205호
☎ 02-562-3627 E-mail : j6348h@hanmail.net
http://www.ksae.re.kr

국가건설기준센터
10223 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283(대화동)
☎ 031-910-0444 E-mail : kcsc@kict.re.kr
http://www.kcsc.re.kr

※ 이 책의 내용을 무단전재하거나 복제할 경우 저작권법의 규제를 받게 됩니다.

KDS 67 70 40 : 2018

농지보전 사업효과

2018년 04월 24일 제정
http://www.kcsc.re.kr

농림축산식품부



건설기준 코드 제·개정에 따른 경과 조치

이 코드는 발간 시점부터 이미 시행 중에 있는 설계용역이나 건설공사에 대하여 발주기관의 장이 필요하다고 인정하는 경우 종전에 적용하고 있는 기준을 그대로 사용할 수 있습니다.

건설기준 코드 제·개정 연혁

- 이 기준은 KDS 67 70 40 : 2018 으로 2018년 04월에 제정하였다.
- 이 기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 건설기준 간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.
- 이 기준의 제·개정 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요사항	제·개정 (년. 월)
농지개량사업 계획설계기준 농지보전편	• 농지개량사업 계획설계기준 농지보전편 제정	제정 (1975. 12)
농지개량사업 계획설계기준 객토편	• 농지개량사업 계획설계기준 객토편 제정	제정 (1975. 12)
농지개량사업 계획설계기준 방재공편	• 농지개량사업 계획설계기준 방제공편 제정	제정 (1987. 12)
KDS 67 70 40 : 2018	• 국토교통부 고시 제2013-640호의 “건설공사기준 코드체계” 전환에 따른 건설기준을 코드로 정비 (농지개량사업 계획설계기준 농지보전편 및 객토편, 방재공편 합본) • 건설기술진흥법 제44조 및 제44조의 2에 의거하여 중앙건설심의위원회 심의· 의결	제정 (2018. 04)

제 정 : 2018년 04월 24일
심 의 : 중앙건설기술심의위원회
소관부서 : 농림축산식품부 농업기반과
관련단체(작성기관) : 한국농어촌공사(한국농공학회)

개 정 : 년 월 일
자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회

목 차

1. 일반사항 ····· 1
1.1 목적 ····· 1
1.2 적용 범위 ····· 3
1.3 참고 기준 ····· 4
1.4 용어의 정의 ····· 4
1.5 기호 정의 ····· 4
2. 조사 및 계획 ····· 4
3. 재료 ····· 4
4. 설계 ····· 4



농지보전 사업효과

1. 일반사항

1.1 목적

농지보전사업의 투자효과는 다음과 같다.

① 농업생산의 영속적인 증대

② 농가소득의 향상

③ 유휴노동에 대한 고용기증의 증대

④ 국토자원의 이용률 증대

이상은 국가적 시점에서 농업생산의 영구적 증가와 영구적 유지를 의미하며 이는 식량자급의 제고는 물론 윤출증가와 윤입대체에 의한 외화가득액의 증대 또는 외화의 소비를 억제하고 농경지의 최대한 활용과 농가소득의 향상을 자극한다.

이는 한편으로 농가의 경영규모를 확대하여 중농층의 육성과 이에 따른 농촌사회의 안정 등 부수적인 효과도 가져와서 농촌지역의 계절적 실업을 구제하는 것은 물론 집단, 협동, 자조정신의 억양으로 농민에게 조리있는 생활근거를 마련해 준다. 그러므로 사회정책적인 의의가 크며 경제적으로 계량화할 수 없는 효과까지도 초래하게 된다.

이상과 같이 농지보전사업은 다각적인 효과를 지니고 있을 뿐 아니라 다른 농지개량사업에 비해서 유역단위로 종합개발의 특징을 지니고 있어서 다목적이며 다양한 개별사업이 종합적인 형태로 나타나서 투자비용이 낮고 효과가 느리기는 하나 영구적이며 점증하는 종합적 사회형태로 나타나는 이점을 지니고 있다.

농지보전사업의 효과는 일반적으로 유역단위로 나타나는 것으로 지역별 격차는 다음 사항으로 특징지을 수 있다.

① 지역내의 지질, 토성 및 입지조건

② 농지보전자금의 효율적 투입

③ 해당지역 농민의 이해와 협조

④ 농지보전농법의 여행과 재배개선

그런데 투자효과를 높이기 위하여 다음의 여러 조건이 충족되어야 한다.

① 사업전개의 가능성에 대한 지리적 및 입지적 여건을 철저하게 조사해야 한다.

② 투입자금의 효율적인 사용에 관한 현 기준을 설정해야 한다.

③ 대상농가의 적격성을 검토해야 한다.

④ 수익을 최대한으로 보장하는 재배분계를 선택해야 한다.

1.1.1 직접효과

직접효과는 다음 표와 같이 측정할 수 있다.

농지보전 사업효과

<표 1.1-1> 직접효과

구 분	년 생 산 량	비농업부문효과	년간감수량	비농업부문피해

주) 사업시행전후에 발생한 비농업부문의 홍수피해액을 공제한 것임

토양보전 및 농업용수시설의 유지사업인 경우에도 이 사업으로 직접 생산증가를 가져오는 것이 아니라 유수방지나 토양유실 예방자체에서 수익이 발생된다.
그런데 때로는 어떤 사업계획이 손실방지에 의한 수익에 수반하여야 그 생산자체가 증가하는 특수한 경우도 없지 않다. 이 경우는 손실방지수익과 증산수익이 같이 포함 되어야 한다.

1.1.2 재해감소회수 및 예상감소피해액

재해역소횟수는 과거 발생한 재해를 토대로 장래도 같은 경향으로 발생할 것을 예상한 재해중에서 본 계획에 의하여 방지할 수 있다고 추정되는 것에 대해서 과거의 기록, 기간(재과년수) 및 개발횟수를 가지고 표시한다.
예상역소피해액은 과거 본지구내 및 본지구의 영향을 받아 발생한 지구 외 재해에 대해서 「농지」「농업용시설」은 그 복구비에 누계액(복구예상을 포함)를, 「작물」에 대해서는 직접 피해액 누계를 각각 현재가격으로 환산해서 기재한다(표 2)

<표 1.1-2> 재해횟수 단위 : 천원

항 목	회 수		재 해 (누계)			년평균 피해액 (B/A)
	경과년수(A)	발 생 횟 수	수 량	금 액	환산액 (B)	
농 지	년	회				
농업용시설						
작 물						
계						

단, 이때 본 계획에 의한 사업으로 방지할 수 없는 재해는 기재해서는 안된다.
과거에 나타나지 않았던 피해 또는 기록이 없는 피해로 금후 발생이 예상되는 피해에 의해서는 그 근거를 명시하고 추정재해횟수 및 추정피해액을 동일하게 내서로 같이 기록한다.

1.1.3 기타효과

이 사업의 시행으로 기대할 수 있는 시설 추정관리비에 절감 <표 1.1-3> 및 유통부분의 운송사업계획에서 전술한 비용절감수익외에 시간절약과 사고방지수익 및 영농토효과에 대하여 기술하고 다음 표를 작성하는 동시에 사회적효과등을 기재한다.
그 밖에 특별히 뚜렷한 효과가 있으면 병행하여 기입한다.

<표 1.1-3> 유지관리비절감액

구 분		계 획 전			계 획 후			절감량 (A-B)	비 고
명 칭	종 별	수 량	단 위	계 (A)	수 량	단 위	계 (B)		
	자재및기타		원	원		원	원		
	인 부		인 (원)	인 (원)		인 (원)	인 (원)		
	〃								
	〃								
합 계									

1.1.4 객토의 효과

(1) 객토공의 효과

객토대상지는 토성이 극단적으로 조립 또는 세립이거나 토심이 얕으며 저습으로서 배수가 양호 하든지 아니면 추락답, 화산회토등 토양조건이 작물생육에 부적당함으로서 한해, 냉해, 습해 등을 받거나 상습적으로 병충해를 입으나 객토 후에는 이들 재해가 감소된다.

① 토양수분과 작물생육 : 작물은 토양수가 많으면 습해를 받게되면 부족하면 한해를 받게 되는 것이다. 작물생육에 밀접한 토양수분은 토양입자의 크기에 따라 유효수분 범위가 다르다.

② 토성과 작물생육 : 토양과 수량을 보면 수답에 있어서는 식양토 및 양토에서 많은 수량을 얻는 빈도가 높고 사양토에서는 수량이 낮은 빈도가 많다. 사양토에서는 양분의 용탈이 심하여 필요한 양분의 결핍상태로 되기 쉽기 때문이다. 밭에서는 식양토보다는 양토에서 수량이 높았다. 전작물은 모래함량이 적당하여 통기가 좋고 배수가 양호하기 때문이다.

(2) 객토재료에 따른 효과

① 산적토 : 구입이 용이하지만 효과는 낮은 단점이 있다.

② 저니토 : 부식 및 규산질을 많이 함유하고 있으며, 치환용량이 커서 효과가 매우 높다.

③ 해니토 : 염분농도가 높지만 염기의 농도가 높고 염기치환용량이 커서 객토재료로서 효과는 좋다.

④ 벤토나이트 : 염기함량이 다소 적으나 비표면적이 매우 커서 수분 및 양분 흡수력이 매우 크다. 따라서 사력토 혹은 사양토의 객토에 적당하다.

1.2 적용 범위

· 내용 없음

1.3 참고 기준

· 농림수산부, 1975, 농지개량사업계획 설계기준 농지보전 편

1.4 용어의 정의

· 내용 없음

1.5 기호 정의

· 내용 없음

2. 조사 및 계획

· 내용 없음

3. 재료

· 내용 없음

4. 설계

· 내용 없음

집필위원	분야	성명	소속	직급
	관개배수	김선주	한국농공학회	교수
	농업환경	박종화	한국농공학회	교수
	토질공학	유 찬	한국농공학회	교수
	구조재료	박찬기	한국농공학회	교수
	수자원정보	권형중	한국농공학회	책임연구원

자문위원	분야	성명	소속
	농촌계획	손재권	전북대학교
	수자원공학	윤광식	전남대학교
	지역계획	김기성	강원대학교
	수자원공학	노재경	충남대학교
	농지공학	최경숙	경북대학교
	관개배수	최진용	서울대학교

건설기준위원회	분야	성명	소속
	총괄	한준희	농림축산식품부
	농업용댐	오수훈	한국농어촌공사
	농지관개	박재수	농림축산식품부
	농지배수	송창섭	충북대학교
	용배수로	정민철	한국농어촌공사
	농도	조재홍	한국농어촌공사 본사
	개간	백원진	전남대학교
	농지관개	이현우	경북대학교
	농지배수	남상운	충남대학교
	취입보	김선주	건국대학교
	양배수장	정상옥	경북대학교
	경지정리	유 찬	경상대학교
	농업용관수로	박태선	한국농어촌공사 본사
	농업용댐	손재권	전북대학교
	농지배수	김정호	다산컨설턴트
	농지보전	박종화	충북대학교
	농업용댐	김성준	건국대학교
	해면간척	박찬기	공주대학교
	농업수질및환경	이희억	한국농어촌공사 본사
	취입보	박진현	한국농어촌공사 본사

중앙건설기술심의위원회	성명	소속
	이태옥	평화엔지니어링
	성배경	건설교통신기술협회
	김영환	한국시설안전공단
	김영근	건화
	조의섭	동부엔지니어링
	김영숙	국민대학교
	이상덕	아주대학교

농림축산식품부	성명	소속	직책
	한준희	농업기반과	과장
	박재수	농업기반과	서기관

설계기준
KDS 67 70 40 : 2018

농지보전 사업효과

2018년 04월 24일 발행

농림축산식품부

관련단체 한국농어촌공사
58217 전라남도 나주시 그린로 20(빛가람동 358) 한국농어촌공사
☎ 061-338-5114 E-mail : webmaster@ekr.or.kr
http://www.ekr.or.kr

(작성기관) 한국농공학회
06130 서울시 강남구 테헤란로 7길 22(역삼동 365-4) 과학기술회관 본관 205호
☎ 02-562-3627 E-mail : j6348h@hanmail.net
http://www.ksae.re.kr

국가건설기준센터
10223 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283(대화동)
☎ 031-910-0444 E-mail : kcsc@kict.re.kr
http://www.kcsc.re.kr

※ 이 책의 내용을 무단전재하거나 복제할 경우 저작권법의 규제를 받게 됩니다.

KDS 67 80 05 : 2018

농업 수질 및 환경 일반사항

2018년 04월 24일 제정
http://www.kcsc.re.kr

농림축산식품부



건설기준 코드 제·개정에 따른 경과 조치

이 코드는 발간 시점부터 이미 시행 중에 있는 설계용역이나 건설공사에 대하여 발주기관의 장이 필요하다고 인정하는 경우 종전에 적용하고 있는 기준을 그대로 사용할 수 있습니다.

건설기준 코드 제·개정 연혁

- 이 기준은 KDS 67 80 05 : 2018 으로 2018년 04월에 제정하였다.
- 이 기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 건설기준 간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.
- 이 기준의 제·개정 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요사항	제·개정 (년. 월)
농업생산기반정비사업 계획설계기준 친환경편	• 농업생산기반정비사업 계획설계기준 친환경편 제정	제정 (2008. 12)
KDS 67 80 05 : 2018	• 국토교통부 고시 제2013-640호의 “건설공사기준 코드체계” 전환에 따른 건설기준을 코드로 정비 • 건설기술진흥법 제44조 및 제44조의 2에 의거하여 중앙건설심의위원회 심의· 의결	제정 (2018. 04)

제 정 : 2018년 04월 24일
심 의 : 중앙건설기술심의위원회
소관부서 : 농림축산식품부 농업기반과
관련단체(작성기관) : 한국농어촌공사(한국농공학회)

개 정 : 년 월 일
자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회

목 차

1. 일반사항 ····· 1
1.1 목적 ····· 1
1.2 적용범위 ····· 1
1.3 참고 기준 ····· 1
1.4 용어의 정의 ····· 1
1.5 기호의 정의 ····· 1
1.6 농업 수질 및 환경의 설계 개념 ····· 1
1.7 농촌환경의 특징과 생물다양성 ····· 2
1.8 친환경적인 사업진행 ····· 2
1.9 친환경 개발지표 설정 ····· 2
1.10 미티게이션 원칙 ····· 2
2. 조사 및 계획 ····· 2
2.1 환경조사 ····· 3
3. 재료 ····· 3
4. 설계 ····· 3
4.1 설계 ····· 3

농업 수질 및 환경 일반사항

1. 일반사항

1.1 목적

(1) 이 코드는 농어촌정비법에 근거한 농업생산기반정비사업으로 축조, 개수 또는 보수하는 농업용 저수지, 용·배수로, 양·배수장의 계획, 설계, 시공 및 관리에 있어 준수해야할 일반적 사항, 표준적 규범을 규정하여 기술수준의 양상과 친환경 설계의 체계화에 기여함을 목적으로 한다.

1.2 적용범위

(1) 이 코드는 농업생산기반시설 중 저수지, 용·배수로, 양·배수장 설계의 친환경 시설에 관련된 설계, 시공, 유지관리에 대하여 적용하는 것으로 한다. 기타 친환경 이외의 일반적인 설계내용에 대해서는 기존의 설계기준(필댐편, 관개편, 수로편, 배수편, 양·배수장편)을 따르도록 한다.

(2) 친환경 설계기준내용은 기술수준의 향상 또는 기타 필요에 따라 개정하여 시행하며, 적용이 적합하지 않은 경우에는 기준이 손상되지 않는 범위 내에서 기술심의 및 자문 등으로 실무지침을 정하여 운용할 수 있다.

1.3 참고 기준

· 농업생산기반정비사업계획 설계기준, 2002 : 필댐편
· 농업생산기반정비사업계획 설계기준, 1998 : 관개편
· 농업생산기반정비사업계획 설계기준, 2004 : 수로편
· 농업생산기반정비사업계획 설계기준, 2012 : 배수편
· 농업생산기반정비사업계획 설계기준, 2008 : 친환경편

1.4 용어의 정의

· 내용없음

1.5 기호의 정의

· 내용없음

1.6 농업 수질 및 환경의 설계 개념

(1) 설계는 농업 수질 및 환경에 필요한 기능과 안전성을 갖는 한편 경제적 시설인 동시에 환경에

부합되도록 시행하는 것을 기본으로 한다. 이 경우 관계법규 등을 준수해야 한다.

1.7 농촌환경의 특징과 생물다양성

1.7.1 농촌지역의 특징

(1) 농촌은 지속적인 농업활동을 가능하게 하여 생물의 서식환경인 2차적인 자연을 보전하고 형성하는 역할을 하고 있으므로 농업생산기반정비사업시 생물다양성에 영향을 미치는 측면이 있어 생물다양성을 시작으로 한 농촌 환경을 배려하여 사업을 실시할 필요가 있다.

1.7.2 농촌지역의 생물다양성

(1) 농촌지역의 환경을 보존하며, 다양한 생물이 서식할 수 있는 환경과 이동경로를 확보를 하고, 멸종위기종을 보전하며 농업생산기반정비사업으로 인한 파괴를 최소화 한다.

1.8 친환경적인 사업진행

친환경적인 사업진행은 그 네트워크의 보전과 형성에 초점을 맞추어 조사, 계획, 설계의 각 단계를 거친다.

(1) 조사 : 지역 생물 중에서 주목할 만한 생물을 선정하여 그 생물에 관한 현지조사 등으로 네트워크의 파악과 사업으로 인한 영향을 예측한다.

(2) 계획 : 농업생산 기반정비시설 등이 네트워크의 보전과 형성에 미치는 역할을 검토하여 사업지구 전체의 환경과의 조화를 배려한 계획을 작성한다.

(3) 설계 : 사업에 의한 정비를 실시할 농지·수리시설 등에 대하여 위의 계획을 구체적으로 설계에 반영한다.

1.9 친환경 개발지표 설정

(1) 친환경 개발을 위해서는 환경 개선에 대한 목표를 설정하여 사업시행 전·후의 환경변화를 평가할 필요가 있으므로 사업 조사 및 계획 단계에서 친환경 개발지표를 설정하여 설계에 반영하고 시행 전·후의 사업효과 분석에 활용한다.

1.10 미티게이션 원칙

(1) 친환경 개발을 위해서는 미티게이션 5원칙에 의하여 계획을 수립하는 것을 기본으로 한다. 미티게이션 5원칙을 적용하는데 있어서는 농업의 생산성 향상 등 사업목적을 달성하는 데 필요한 비용, 유지관리 등의 관점에서 가능성을 순차적으로 검토하여 가장 적절한 기법을 선정한다.

2. 조사 및 계획

2.1 환경조사

2.1.1 조사의 진행

(1) 친환경적 설계를 실시하기 위해서는 대상 시설물과 농업생활 활동 등이 지역 생태계에 어떠한 기능과 영향을 미치고 있는지에 대한 조사를 실시한다.

① 생물의 서식상황과 환경 정보 등을 수집하고 생물의 네트워크를 명확하게 하면서 생태계에 미치는 영향을 예측한다. 조사는 사업으로 인해 생태계에 미치는 영향을 예측·분석하고 생태계에의 어떤 영향을 미치는 가에 대한 정보를 얻는데 있다. 친환경적 사업실시는 지역 환경과 생태계에 미치는 영향을 최소화하여 적극적으로 생태계의 보전과 환경개선을 목적으로 그 지역 환경과 생태계에 적절한 대책을 검토한다.

② 이를 위해서는 지역특성에 따라 요구되는 조사를 실시하여 사업 대상지역 생태계의 특징과 사업 실시시 미치는 영향을 파악하는 등 적절한 환경 검토를 위해 필요한 정보를 정리한다. 조사순서는 조사 실시, 환경보전 목표의 설정, 고려해야 할 생물의 선정, 정밀조사 방침의 작성, 정밀조사의 실시 순으로 한다.

2.1.2 친환경 계획의 작성

(1) 친환경 계획은 사업주체 외에 지방자치단체와 농가를 포함한 지역주민 등이 지역 환경에 관한 의식을 높여 환경보전에 대한 의사 통일을 하기 위한 자료로 활용될 수 있도록 알기 쉽게 작성한다.

3. 재료

· 내용 없음

4. 설계

4.1 설계

4.1.1 설계의 진행

(1) 조사 결과 및 친환경 계획 등을 바탕으로 현지 도입이 가능한 복수의 친환경 공법을 선정하여, 현지 조건으로부터 설정된 설계조건을 기초로 공법을 결정하고 상세설계를 한다.

4.1.2 친환경공법의 선정

(1) 친환경적 공법의 선정에 있어서는 단순히 시공구간에 대한 고려뿐만 아니라 생태 네트워크를 구성하는 서식 환경과 이동 경로로 농지와 수리시설의 역할을 명확하게 하고 현지에 도입이

가능한 공법을 선정한다.

4.1.3 설계조건의 설정

(1) 조사 결과 및 친환경 계획 등을 기초로 보전대상 생물의 네트워크 보전과 형성을 위한 조건, 유역과 수계 등의 조건, 용지조건, 자재이용조건, 유지 관리조건 등 현지조건으로부터 설계조건을 명확하게 한다.

4.1.4 친환경공법의 결정

(1) 설계조건을 기초로 대상 시설의 기능성, 안정성, 경제성, 시공성, 유지관리, 작업성, 경관 등을 고려하여 종합적인 검토를 실시하고 친환경 공법을 결정한다. 공법 검토는 해당 시설만이 아니라 주변 환경도 고려한다.

집필위원	분야	성명	소속	직급
	관개배수	김선주	한국농공학회	교수
	농업환경	박종화	한국농공학회	교수
	토질공학	유 찬	한국농공학회	교수
	구조재료	박찬기	한국농공학회	교수
	수자원정보	권형중	한국농공학회	책임연구원

자문위원	분야	성명	소속
	농촌계획	손재권	전북대학교
	수자원공학	윤광식	전남대학교
	지역계획	김기성	강원대학교
	수자원공학	노재경	충남대학교
	농지공학	최경숙	경북대학교
	관개배수	최진용	서울대학교

건설기준위원회	분야	성명	소속
	총괄	한준희	농림축산식품부
	농업용댐	오수훈	한국농어촌공사
	농지관개	박재수	농림축산식품부
	농지배수	송창섭	충북대학교
	용배수로	정민철	한국농어촌공사
	농도	조재홍	한국농어촌공사 본사
	개간	백원진	전남대학교
	농지관개	이현우	경북대학교
	농지배수	남상운	충남대학교
	취입보	김선주	건국대학교
	양배수장	정상옥	경북대학교
	경지정리	유 찬	경상대학교
	농업용관수로	박태선	한국농어촌공사 본사
	농업용댐	손재권	전북대학교
	농지배수	김정호	다산컨설턴트
	농지보전	박종화	충북대학교
	농업용댐	김성준	건국대학교
	해면간척	박찬기	공주대학교
	농업수질및환경	이희억	한국농어촌공사 본사
	취입보	박진현	한국농어촌공사 본사

중앙건설기술심의위원회	성명	소속
	이태옥	평화엔지니어링
	성배경	건설교통신기술협회
	김영환	한국시설안전공단
	김영근	건화
	조의섭	동부엔지니어링
	김영숙	국민대학교
	이상덕	아주대학교

농림축산식품부	성명	소속	직책
	한준희	농업기반과	과장
	박재수	농업기반과	서기관

설계기준
KDS 67 80 05 : 2018

농업 수질 및 환경 일반사항

2018년 04월 24일 발행

농림축산식품부

관련단체 한국농어촌공사
58217 전라남도 나주시 그린로 20(빛가람동 358) 한국농어촌공사
☎ 061-338-5114 E-mail : webmaster@ekr.or.kr
http://www.ekr.or.kr

(작성기관) 한국농공학회
06130 서울시 강남구 테헤란로 7길 22(역삼동 365-4) 과학기술회관 본관 205호
☎ 02-562-3627 E-mail : j6348h@hanmail.net
http://www.ksae.re.kr

국가건설기준센터
10223 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283(대화동)
☎ 031-910-0444 E-mail : kcsc@kict.re.kr
http://www.kcsc.re.kr

※ 이 책의 내용을 무단전재하거나 복제할 경우 저작권법의 규제를 받게 됩니다.

KDS 67 80 10 : 2018

농업 수질 및 환경 저수지 일반사항

2018년 04월 24일 제정
http://www.kcsc.re.kr

농림축산식품부



건설기준 코드 제·개정에 따른 경과 조치

이 코드는 발간 시점부터 이미 시행 중에 있는 설계용역이나 건설공사에 대하여 발주기관의 장이 필요하다고 인정하는 경우 종전에 적용하고 있는 기준을 그대로 사용할 수 있습니다.

건설기준 코드 제·개정 연혁

- 이 기준은 KDS 67 80 10 : 2018 으로 2018년 04월에 제정하였다.
- 이 기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 건설기준 간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.
- 이 기준의 제·개정 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요사항	제·개정 (년. 월)
농업생산기반정비사업 계획설계기준 친환경편	• 농업생산기반정비사업 계획설계기준 친환경편 제정	제정 (2008. 12)
KDS 67 80 10 : 2018	• 국토교통부 고시 제2013-640호의 “건설공사기준 코드체계” 전환에 따른 건설기준을 코드로 정비 • 건설기술진흥법 제44조 및 제44조의 2에 의거하여 중앙건설심의위원회 심의· 의결	제정 (2018. 04)

제 정 : 2018년 04월 24일
심 의 : 중앙건설기술심의위원회
소관부서 : 농림축산식품부 농업기반과
관련단체(작성기관) : 한국농어촌공사(한국농공학회)

개 정 : 년 월 일
자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회

목 차

1. 일반사항 ····· 1
1.1 목적 ····· 1
1.2 적용범위 ····· 1
1.3 참고 기준 ····· 1
1.4 용어의 정의 ····· 1
1.5 기호의 정의 ····· 1
1.6 저수지의 취급 범위 ····· 1
1.7 저수지의 구조 ····· 1
1.8 저수지의 특징 ····· 2
1.9 저수지의 분류 ····· 2
1.10 저수지의 다원적 기능 ····· 2
1.11 저수지 유지관리 현상 ····· 2
1.12 생물의 서식공간으로서 저수지의 특징 ····· 2
2. 조사 및 계획 ····· 3
3. 재료 ····· 3
4. 설계 ····· 3

농업 수질 및 환경 저수지 일반사항

1. 일반사항

1.1 목적

(1) 이 코드는 농어촌정비법에 근거한 농업생산기반정비사업으로 축조, 개수 또는 보수하는 농업용 저수지의 계획, 설계, 시공 및 관리에 있어 준수해야 할 일반적 사항, 표준적 규범을 규정하여 기술수준의 양상과 친환경 설계의 체계화에 기여함을 목적으로 한다.

1.2 적용범위

(1) 이 코드의 적용범위는 댐 높이에 제한을 두지 않고 농촌용수 공급을 목적으로 하는 농업용저수지에 대하여 적용한다.

(2) 기준내용은 기술수준의 향상 또는 기타 필요에 따라 개정하여 시행하며, 적용이 적합하지 않은 경우에는 기준이 손상되지 않는 범위 내에서 기술 심의 및 자문 등으로 실무지침을 정하여 운용할 수 있다.

1.3 참고 기준

· 농업생산기반정비사업계획 설계기준, 2002 : 필댐편
· 농업생산기반정비사업계획 설계기준, 2008 : 친환경편

1.4 용어의 정의

· 내용 없음

1.5 기호의 정의

· 내용 없음

1.6 저수지의 취급 범위

(1) 저수지편에서 취급 범위는 제체 부분(저수지 하류의 습지 포함)에 대한 환경배려 공법과 저수지내 준설, 제체와 배후지의 연속성 확보를 위한 수변공간을 포함하는 영역을 대상으로 한다.

1.7 저수지의 구조

(1) 저수지는 물의 흐름을 막는 제체(제방)와 수량을 조절하기 위한 수문과 취수탑이 설치되어 있다. 또한 필요 이상(잉여)의 물을 안전하게 저수지 밖으로 배제할 목적으로 제방의 일부를 낮게 한 구간을 두어 여수로(spillway) 등의 배수설비를 만들어 물을 배제한다.

(2) 물과 육지가 만나는 연안영역의 수변공간은 생물의 서식과 이동통로 역할을 하는 곳으로 친수환경조성과 생태학습장으로 중요하다.

1.8 저수지의 특징

(1) 저수지는 축조되어 오랜 기간을 지내오면서 작물 재배와 인간과 지역생태계와 함께 다양한 문화와 생물 종의 다양성을 확보하면서 형성된 역사를 가진 시설이다.
(2) 한편 인간 활동으로 환경에 대응하는 여러 가지 식물, 수생곤충, 어류, 양서류, 조류 등이 서식하는 2차적 자연공간을 형성하고 있다.

1.9 저수지의 분류

(1) 저수지는 지형조건 형태에 따라 계곡형 저수지와 접시형 저수지로 구분된다.
(2) 계곡형 저수지는 산간부, 구릉지와 같은 하천 상류부에 많이 위치한다.
(3) 접시형 저수지는 평야부(하류부)에 위치하는 경우가 많다.
(4) 각각의 입지조건, 식생, 수질(영양도) 등의 차이에 따라 서식하는 식물, 동물에 있어서도 차이를 보인다.

1.10 저수지의 다원적 기능

(1) 저수지는 용수공급기능(用水供給機能) 즉 이수기능(利水機能)에 더하여 방재기능, 저수기능, 수자원 함양기능, 친수기능, 환경보전기능, 관광자원으로서의 기능과 다양한 생물종 확보 기능 등의 다원적 기능을 가지고 있다.

1.11 저수지 유지관리 현상

(1) 유지관리에 대한 관심결여, 농촌 일손부족, 농업인구의 고령화, 관리체계의 변화, 주인의식 결여는 유지관리에서 주로 풀베기 등이 중심이 되고 있으며 물 빼기, 준설 등은 감소 경향에 있다.
(2) 농업수리시설의 노후화와 지구온난화의 영향에 따른 국지적인 호우와 태풍 등의 피해가 커져가는 추세에 있어 재해방지를 위한 풀베기는 물론 주기적인 물 빼기와 준설작업을 실시할 필요가 있다. 이는 저수지의 저수용량 확보는 물론 친수공간의 확보와 제방의 안전 확보를 위해 매우 중요하다.

1.12 생물의 서식공간으로서 저수지의 특징

(1) 저수지는 호소와 비교하여 규모와 수역면적이 적고 수심도 얕아 영농활동에 따라 인위적으로 수위가 변함으로써 다변하는 환경을 형성한다. 또한 경사가 완만한 수변 등이 저수지주변에 분포하여 수초가 서식하기 좋은 환경으로 되어 있다. 따라서 저수지는 수생곤충, 어류, 양서류, 조류 등 다양한 생물의 서식과 생활공간이 되고 있다.

2. 조사 및 계획

· 내용 없음

3. 재료

· 내용 없음

4. 설계

· 내용 없음

집필위원	분야	성명	소속	직급
	관개배수	김선주	한국농공학회	교수
	농업환경	박종화	한국농공학회	교수
	토질공학	유 찬	한국농공학회	교수
	구조재료	박찬기	한국농공학회	교수
	수자원정보	권형중	한국농공학회	책임연구원

자문위원	분야	성명	소속
	농촌계획	손재권	전북대학교
	수자원공학	윤광식	전남대학교
	지역계획	김기성	강원대학교
	수자원공학	노재경	충남대학교
	농지공학	최경숙	경북대학교
	관개배수	최진용	서울대학교

건설기준위원회	분야	성명	소속
	총괄	한준희	농림축산식품부
	농업용댐	오수훈	한국농어촌공사
	농지관개	박재수	농림축산식품부
	농지배수	송창섭	충북대학교
	용배수로	정민철	한국농어촌공사
	농도	조재홍	한국농어촌공사 본사
	개간	백원진	전남대학교
	농지관개	이현우	경북대학교
	농지배수	남상운	충남대학교
	취입보	김선주	건국대학교
	양배수장	정상옥	경북대학교
	경지정리	유 찬	경상대학교
	농업용관수로	박태선	한국농어촌공사 본사
	농업용댐	손재권	전북대학교
	농지배수	김정호	다산컨설턴트
	농지보전	박종화	충북대학교
	농업용댐	김성준	건국대학교
	해면간척	박찬기	공주대학교
	농업수질및환경	이희억	한국농어촌공사 본사
	취입보	박진현	한국농어촌공사 본사

중앙건설기술심의위원회	성명	소속
	이태옥	평화엔지니어링
	성배경	건설교통신기술협회
	김영환	한국시설안전공단
	김영근	건화
	조의섭	동부엔지니어링
	김영숙	국민대학교
	이상덕	아주대학교

농림축산식품부	성명	소속	직책
	한준희	농업기반과	과장
	박재수	농업기반과	서기관

설계기준
KDS 67 80 10 : 2018

농업 수질 및 환경 저수지 일반사항

2018년 04월 24일 발행

농림축산식품부

관련단체 한국농어촌공사
58217 전라남도 나주시 그린로 20(빛가람동 358) 한국농어촌공사
☎ 061-338-5114 E-mail : webmaster@ekr.or.kr
http://www.ekr.or.kr

(작성기관) 한국농공학회
06130 서울시 강남구 테헤란로 7길 22(역삼동 365-4) 과학기술회관 본관 205호
☎ 02-562-3627 E-mail : j6348h@hanmail.net
http://www.ksae.re.kr

국가건설기준센터
10223 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283(대화동)
☎ 031-910-0444 E-mail : kcsc@kict.re.kr
http://www.kcsc.re.kr

※ 이 책의 내용을 무단전재하거나 복제할 경우 저작권법의 규제를 받게 됩니다.

KDS 67 80 15 : 2018

농업 수질 및 환경 저수지 조사

2018년 04월 24일 제정
http://www.kcsc.re.kr

농림축산식품부



건설기준 코드 제·개정에 따른 경과 조치

이 코드는 발간 시점부터 이미 시행 중에 있는 설계용역이나 건설공사에 대하여 발주기관의 장이 필요하다고 인정하는 경우 종전에 적용하고 있는 기준을 그대로 사용할 수 있습니다.

건설기준 코드 제·개정 연혁

- 이 기준은 KDS 67 80 15 : 2018 으로 2018년 04월에 제정하였다.
- 이 기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 건설기준 간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.
- 이 기준의 제·개정 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요사항	제·개정 (년. 월)
농업생산기반정비사업 계획설계기준 친환경편	• 농업생산기반정비사업 계획설계기준 친환경편 제정	제정 (2008. 12)
KDS 67 80 15 : 2018	• 국토교통부 고시 제2013-640호의 “건설공사기준 코드체계” 전환에 따른 건설기준을 코드로 정비 • 건설기술진흥법 제44조 및 제44조의 2에 의거하여 중앙건설심의위원회 심의· 의결	제정 (2018. 04)

제 정 : 2018년 04월 24일
심 의 : 중앙건설기술심의위원회
소관부서 : 농림축산식품부 농업기반과
관련단체(작성기관) : 한국농어촌공사(한국농공학회)

개 정 : 년 월 일
자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회

목 차

1. 일반사항 ····· 1
1.1 목적 ····· 1
1.2 적용범위 ····· 1
1.3 참고기준 ····· 1
1.4 용어의 정의 ····· 1
1.5 기호의 정의 ····· 1
2. 조사 및 계획 ····· 1
2.1 저수지 조사의 필요성과 순서 ····· 1
2.2 저수지의 개략조사 ····· 2
2.3 저수지 조사방침의 작성 ····· 3
2.4 환경보전 목표 설정 ····· 3
2.5 주목 생물의 선정 ····· 4
2.6 저수지의 정밀조사 ····· 4
2.7 조사 범위 및 방법 결정 ····· 5
3. 재료 ····· 5
4. 설계 ····· 5

농업 수질 및 환경 저수지 조사

1. 일반사항

1.1 목적

· 내용 없음

1.2 적용범위

· 내용 없음

1.3 참고기준

· 농업생산기반정비사업계획 설계기준, 2002 : 필댐편
· 농업생산기반정비사업계획 설계기준, 2008 : 친환경편

1.4 용어의 정의

· 내용 없음

1.5 기호의 정의

· 내용 없음

2. 조사 및 계획

2.1 저수지 조사의 필요성과 순서

2.1.1 저수지 조사의 필요성

(1) 지역 환경과 생태계 배려 대책을 실시하기 위해서는 대상으로 하는 저수지와 농업 활동 등이 지역 생태계에 어떠한 기능과 역할을 하고 있는지 또는 영향을 미치는지에 대한 관점에서 요구되는 조사를 실시할 필요가 있다.

(2) 현재 우리나라의 경우 농업생산기반정비사업계획설계기준 필댐편에서 댐 설계에 대한 조사사항을 제시하고 있으나 환경배려와 생태계에 대한 조사사항이 설정되어 있지 않으므로 친환경관련 조사는 다음 사항에 유념하여 조사를 실시한다.

① 저수지의 친환경사업 실시는 지역 환경과 생태계에 미치는 영향을 최소화하고 적극적으로 생태계의 보전과 환경조건 개선을 목적으로 지역 환경과 생태계에 적절한 배려 대책을 검토한다.

② 이를 위해서는 지역특성에 따라 요구되는 조사를 실시하여 사업 대상지역의 생태계 특징과 사업 실시가 미치는 영향 정도를 파악하는 등 적절한 환경배려 대책 검토에 필요한 정보를 정리한다.

2.1.2 저수지 조사의 순서

(1) 조사로는 대상지역의 「개략조사」와 「정밀조사」를 실시하여 계획 수립에 필요한 정보를 파악한다.

① 지역 환경의 개황 파악을 위한 개략조사를 실시하여 대상지역 생태계 등의 개황을 파악한다.

② 적절한 환경배려 대책 검토를 위해 보다 상세한 정보파악과 중점적인 조사가 필요한 조사항목 등에 대해 조사방침 안을 작성한다.

③ 필요에 따라 지역 생태계와 환경에 관계되는 정보와 의견 교환 협의회를 구성하여 조사방침 안에 관한 의견교환을 실시하고 의견 내용을 반영하여 방침을 결정한다.

④ 조사방침에 기초하여 구체적인 정비 내용 검토에 필요한 정보를 얻을 수 있는 정밀조사를 실시한다.

⑤ 조사 성과를 정리하여 계획에 반영한다.

2.2 저수지의 개략조사

(1) 저수지의 개략조사는 문헌조사, 설문조사, 청문조사, 현지답사 등을 이용하여 지역 환경과 생태계 정보를 폭 넓게 파악하는 조사이다.

(2) 또한, 조사 초기의 개략조사 단계부터 농가를 포함한 지역 주민의 환경에 대한 의견 파악, 주민 참가를 적극 유도하여 지역 생태계와 환경을 파악하는 등 적극적인 조사 참여를 실시하여 환경배려에 관한 공통 인식을 배양한다.

(3) 저수지의 개략조사는 다음과 같이 실시한다.

① 저수지의 개략조사는 가칭 지역의 전원과 생태 환경정비 마스터플랜(이하 「마스터플랜」이라 한다)에서 계획한 지역 환경 현황과 환경 배려의 기본방침을 파악하고, 지역 환경과 저수지 파악에 유용한 정보에 관하여 문헌조사, 설문조사, 청문조사 및 현지조사 등을 통해 자료를 수집하고 정리한다.

② 문헌조사로 대상 저수지 지역에 대한 환경배려대책 검토에 필요하다고 판단되는 기초적인 정보를 수집한다. 부족한 정보는 현지조사와 설문조사, 청문조사에 의해 보다 중점적으로 조사한다. 여기서 얻어진 결과를 종합하여 「현황조사도(지역 환경 유형 구분, 주로 생물정보 등)」의 형태로 정리한다. 지역에서 저수지를 배경으로 한 역사적 문화적 동식물의 가치 등에 대한 자료와 정보를 수집하여 정리한다.

③ 또한, 농가를 포함한 지역주민을 대상으로 사업 실시에 대한 의향 파악과 주민 참가 현지답사 등 시작 초기단계부터 적극적으로 참여하여 관심을 갖도록 한다. 지역 주민의 환경배려에 대한 지역 공통인식 배양과 환경배려 대책을 검토하여 반영한다.

2.3 저수지 조사방침의 작성

2.3.1 조사 방침

(1) 조사방침은 개략조사에서 정리된 지역 환경의 개략적인 상황에 대해 사업 실시로 예상되는 영향을 보다 상세하게 파악할 항목을 추출하여 관계되는 조사방법 등을 정한다.

2.3.2 조사 방침 작성 순서

(1) 환경배려 대책 검토를 위해 파악할 정보는 저수지를 중심으로 하는 지역 특성 정보이다. 생물 서식환경으로 적합한 저수지는 저수지 자체가 갖는 환경요소는 물론 주변 논과 수로, 숲 등과의 연속성이 중요하다. 저수지를 생활거점으로 계절에 따라 이동과 번식하며 서식하는 종이 많다는 점 등 수집해야 할 지역 생태계와 환경 정보에 관한 사항은 다양하다.

(2) 따라서 지역 특성과 사업내용에 따라 환경배려 대책을 적절하게 실시할 수 있도록 조사항목의 중점화 검토 등 효율적인 수단 선택이 중요하다.

(3) 조사방침은 지역 환경 특성과 저수지 정비에 관계되는 환경배려 대책을 생각하면서 결정한다.

① 지역 생태계에서 주목해야 할 생물종을 선정한다.

② 중요한 환경요소(서식 환경 특성, 네트워크 구조 등)를 추출한다.

③ 사업실시로 예상되는 영향정도 파악 등 환경정보 파악을 위해 필요한 조사항목, 조사방법(조사범위, 조사수법, 조사시기와 빈도)에 대하여 기본적인 형식과 기준을 정한다.

④ 조사방법은 마스터플랜에서 목표로 하는 지역 환경 형태와 환경배려 방침, 개략조사에서 파악한 지역 환경 정보를 기초로 전문가 등의 지도와 조언을 들어 조사한다. 자료는 기초한 합의형성 과정을 통하여 작성하고 필요에 따라서는 환경에 관계되는 가칭 지역정보협의회 등을 구성하여 의견교환을 통해 결정한다.

2.4 환경보전 목표 설정

2.4.1 환경보전 목표

(1) 환경보전 목표란 지역이 지향하는 앞으로의 지역 환경과 그 실현을 위한 기본 사상을 말한다. 저수지를 포함한 지역 환경보전 목표에 따라 농가를 비롯한 지역 주민이 앞으로 만들어 갈 지역 환경 모습에 대한 공통인식을 가질 수 있을 것이다.

(2) 또한, 환경배려 방법을 효과적이고 효율적으로 적용하는 것이나 지역 환경교육과 환경보전 활동 전개 등 사업에서 환경배려를 넘는 환경보전 전개와도 관련을 갖는다.

2.4.2 환경보전 목표 설정 순서

(1) 개략조사에서 얻어진 지역 환경 개황 및 지역주민 등의 의향을 바탕으로 지역 생태계 및 경관, 역사와 문화 등 환경에 관해 어떻게 구성해 갈 것인가와 농업경영 방법 및 농지, 농업수리시설 등과의 관련을 명확하게 한다.

(2) 다음으로 지역이 지향하는 앞으로의 지역 환경 모습 및 그 실현을 위해 해야 할 기본 방침을 장기적 관점에서 세워 검토하고 환경보전 목표로 취합 정리한다.
(3) 또한, 설정단계에서는 생물에 관한 정보 및 사업에 따른 영향 정보 등이 충분하지 않을 수 있으므로 정밀조사를 바탕으로 계획단계에서 점검하고 수정한다.

2.4.3 환경보전 목표 검토 때 유의점

(1) 알기 쉬운 목표를 설정한다.
(2) 경험자나 전문가의 지도와 조언을 기초로 한 목표를 설정한다.
(3) 지역의 강점을 이끌어낼 수 있는 노력을 실시한다.
(4) 따라서 환경보전목표를 설정하는데 지역 생태계나 경관을 보전하는 일이 지역 환경을 앞으로 귀중한 자산으로 남기는 일이며 지역 사업 추진으로 농산물의 브랜드 가치창출 및 생태관광 등 지역 살리기와 연결된다는 점 등 구체적인 이미지를 제시한다.

2.5 주목 생물의 선정

(1) 생태계 구조는 매우 복잡하여 생태계에 관련된 모든 요인 관계를 밝히고 사업이 생태계에 미치는 영향을 예측하는 것은 현실적으로 불가능하다. 따라서 사업실시가 생태계에 미치는 영향을 예측하는 것은 복잡한 생태계를 대표하는 생물에 주목하는 것이 중요하다. 이를 위해 지역에 서식하는 생물중에서 생태계를 대표하는 것으로 판단되는 생물을 주목 생물로 선정한다.
(2) 또한, 주목 생물 네트워크에 관한 정보는 계획과 설계를 할 때 중점사항으로 활용할 수 있을 것이다. 이를 위해 주목 생물은 계획단계에서 설정하는 보전대상 생물의 후보가 되기도 한다.

2.6 저수지의 정밀조사

(1) 정밀조사는 조사방침에 기초하여 지역 생태계를 보전하는데 주목해야 할 생물종, 중요한 환경요소 등에 대해 상세한 조사를 실시하는 것이다. 이 조사는 계획을 수립하고 결정하는데 필요한 정보를 파악하는데 이용된다.
(2) 정밀조사 결과는 계획과 설계에 크게 영향을 미치므로 관계기관과 관련 유경험자의 지도와 조언을 들어 조사를 실시하는 등 필요한 수준 마련과 확보가 필요하다.
① 정밀조사는 지역 생태계와 환경과 조화를 배려한 대책을 검토하는데 필요한 생태계와 환경 정보를 중점적으로 상세하게 조사하고, 사업실시로 지역 환경에 미치는 영향 정도를 밝히는 조사이다. 정밀조사 결과가 환경배려 계획과 설계에 크게 영향을 미치는 점에서 관계기관과 전문가 등의 지도와 조언을 들어 조사를 실시하는 등 필요한 수준을 확보해야 한다.
② 저수지에 관계되는 환경조사의 경우 저수지 자체가 갖는 환경요소(지형, 식생 등)는 물론 주변 환경과의 연속성을 갖는 특징이 있다. 따라서 이를 대상으로 하는 환경 요소에 폭이 생기게 된다. 주변 야산 및 논과 수로의 연속성 때문에 이를 이용하는 생물종도 매우 다양하다. 조사내용을 기초로 저수지에 관계되는 환경조사를 실시한다.

③ 따라서 지역 생태계를 대표할 수 있는 지표(희소성, 상위성, 전형성 등)종, 사업실시로 동식물의 서식에 크게 영향을 미치는 종, 지역을 대표할 수 있는 종 등의 관점에서 주목해야 할 생물종과 주요한 환경요소를 몇 가지 추출하여 중점적이고 상세하게 조사한다. 많은 조사항목(요소) 중에서 중요도를 정리한 높은 정도의 조사를 실시하는 것이 적절한 환경 배려 계획 검토를 위해 적절한 수단이라 할 수 있다.

④ 지역 주목종의 서식 상황(분포, 이동성, 정착성 등)과 주요한 서식 환경 관련 상황 등을 상세하게 조사하여 조사지역 생태계 특성을 확실하게 한다. 저수지 유지관리와 영농 등의 인위적 교란과 지역 생태계와 관계, 사업 실시가 미치는 환경 정도 등을 검토하여 계획에 반영한다.

2.7 조사 범위 및 방법 결정

(1) 환경친화적 농촌용수개발사업의 기본조사시 환경조사는 환경영향의 최소화를 위한 생태, 수질, 생태이동통로 등에 관한 구체적인 사항을 조사한다.

(2) 또한, 사전환경성검토 및 환경영향평가에 따른 환경현황, 영향예측, 저감방안 등과 연계·추진하고, 대상지구의 특성을 고려하여 필요한 경우 관련 전문기관 및 전문가에게 조사를 의뢰할 수 있다.

(3) 사업으로 인한 생태계 영향을 파악하고 생태계 배려에 필요한 정보를 합리적으로 얻기 위하여 환경영향평가 주요 내용과 주목 생물의 서식상황과 네트워크에 관한 정보 수집을 위한 정밀조사 방침을 작성한다.

(4) 정밀조사 방침 작성과 유의사항은 주목 생물의 서식상황 및 네트워크에 관한 정보 수집을 위해 전문가 등의 의견을 들어 필요한 조사 항목, 범위 등을 명확하게 하고 정밀조사 방침을 작성한다. 또한, 작성에는 정밀조사 결과를 시공 중과 시공후의 모니터링 결과와 함께 환경배려 대책 평가를 할 때 활용할 수 있도록 염두에 두고 조사한다.

3. 재료

· 내용 없음

4. 설계

· 내용 없음

집필위원	분야	성명	소속	직급
	관개배수	김선주	한국농공학회	교수
	농업환경	박종화	한국농공학회	교수
	토질공학	유 찬	한국농공학회	교수
	구조재료	박찬기	한국농공학회	교수
	수자원정보	권형중	한국농공학회	책임연구원

자문위원	분야	성명	소속
	농촌계획	손재권	전북대학교
	수자원공학	윤광식	전남대학교
	지역계획	김기성	강원대학교
	수자원공학	노재경	충남대학교
	농지공학	최경숙	경북대학교
	관개배수	최진용	서울대학교

건설기준위원회	분야	성명	소속
	총괄	한준희	농림축산식품부
	농업용댐	오수훈	한국농어촌공사
	농지관개	박재수	농림축산식품부
	농지배수	송창섭	충북대학교
	용배수로	정민철	한국농어촌공사
	농도	조재홍	한국농어촌공사 본사
	개간	백원진	전남대학교
	농지관개	이현우	경북대학교
	농지배수	남상운	충남대학교
	취입보	김선주	건국대학교
	양배수장	정상옥	경북대학교
	경지정리	유 찬	경상대학교
	농업용관수로	박태선	한국농어촌공사 본사
	농업용댐	손재권	전북대학교
	농지배수	김정호	다산컨설턴트
	농지보전	박종화	충북대학교
	농업용댐	김성준	건국대학교
	해면간척	박찬기	공주대학교
	농업수질및환경	이희억	한국농어촌공사 본사
	취입보	박진현	한국농어촌공사 본사

중앙건설기술심의위원회	성명	소속
	이태옥	평화엔지니어링
	성배경	건설교통신기술협회
	김영환	한국시설안전공단
	김영근	건화
	조의섭	동부엔지니어링
	김영숙	국민대학교
	이상덕	아주대학교

농림축산식품부	성명	소속	직책
	한준희	농업기반과	과장
	박재수	농업기반과	서기관

설계기준
KDS 67 80 15 : 2018

농업 수질 및 환경 저수지 조사

2018년 04월 24일 발행

농림축산식품부

관련단체 한국농어촌공사
58217 전라남도 나주시 그린로 20(빛가람동 358) 한국농어촌공사
☎ 061-338-5114 E-mail : webmaster@ekr.or.kr
http://www.ekr.or.kr

(작성기관) 한국농공학회
06130 서울시 강남구 테헤란로 7길 22(역삼동 365-4) 과학기술회관 본관 205호
☎ 02-562-3627 E-mail : j6348h@hanmail.net
http://www.ksae.re.kr

국가건설기준센터
10223 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283(대화동)
☎ 031-910-0444 E-mail : kcsc@kict.re.kr
http://www.kcsc.re.kr

※ 이 책의 내용을 무단전재하거나 복제할 경우 저작권법의 규제를 받게 됩니다.

KDS 67 80 20 : 2018

농업 수질 및 환경 저수지 계획

2018년 04월 24일 제정
http://www.kcsc.re.kr

농림축산식품부



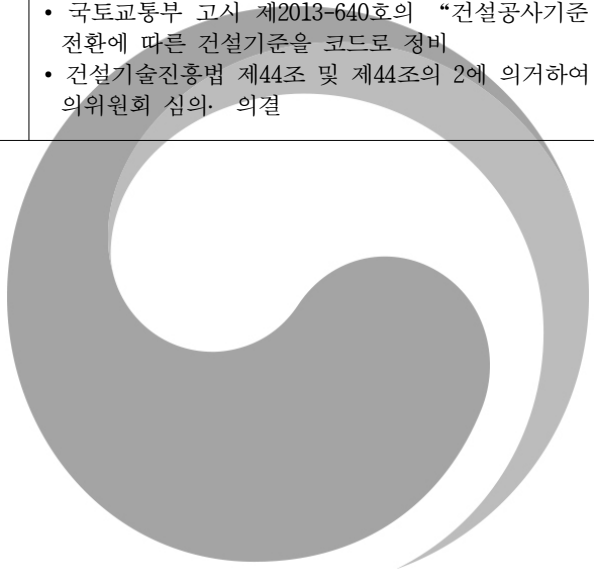
건설기준 코드 제·개정에 따른 경과 조치

이 코드는 발간 시점부터 이미 시행 중에 있는 설계용역이나 건설공사에 대하여 발주기관의 장이 필요하다고 인정하는 경우 종전에 적용하고 있는 기준을 그대로 사용할 수 있습니다.

건설기준 코드 제·개정 연혁

- 이 기준은 KDS 67 80 20 : 2018 으로 2018년 04월에 제정하였다.
- 이 기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 건설기준 간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.
- 이 기준의 제·개정 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요사항	제·개정 (년. 월)
농업생산기반정비사업 계획설계기준 친환경편	• 농업생산기반정비사업 계획설계기준 친환경편 제정	제정 (2008. 12)
KDS 67 80 20 : 2018	• 국토교통부 고시 제2013-640호의 “건설공사기준 코드체계” 전환에 따른 건설기준을 코드로 정비 • 건설기술진흥법 제44조 및 제44조의 2에 의거하여 중앙건설심의위원회 심의· 의결	제정 (2018. 04)



제 정 : 2018년 04월 24일
심 의 : 중앙건설기술심의위원회
소관부서 : 농림축산식품부 농업기반과
관련단체(작성기관) : 한국농어촌공사(한국농공학회)

개 정 : 년 월 일
자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회

목 차

1. 일반사항 ····· 1
1.1 목적 ····· 1
1.2 적용범위 ····· 1
1.3 참고기준 ····· 1
1.4 용어의 정의 ····· 1
1.5 기호의 정의 ····· 1
2. 조사 및 계획 ····· 1
2.1 저수지 계획의 기본 사고 ····· 1
2.2 보전 대상종의 선정 ····· 1
2.3 대책영역 설정 ····· 2
2.4 저수지와 주변 환경의 네트워크 ····· 2
2.5 영역의 환경배려 대책 검토 ····· 2
2.6 시설정비계획 ····· 2
2.7 친수·녹지 공간 정비 ····· 2
2.8 유지관리 계획 ····· 8
3. 재료 ····· 9
4. 설계 ····· 9

농업 수질 및 환경 저수지 계획

1. 일반사항

1.1 목적

· 내용 없음

1.2 적용범위

· 내용 없음

1.3 참고기준

· 농업생산기반정비사업계획 설계기준, 2002 : 필댐편
· 농업생산기반정비사업계획 설계기준, 2008 : 친환경편

1.4 용어의 정의

· 내용 없음

1.5 기호의 정의

· 내용 없음

2. 조사 및 계획

2.1 저수지 계획의 기본 사고

(1) 저수지의 환경배려 계획에서는 조사의 결과와 전원 환경정비 마스터플랜의 환경배려에 관한 기본방침을 검토하고 조사결과에 기초하여 보전 대상종을 설정하며 구체적인 배려대책을 검토한다.

(2) 그 때 배려대책 검토의 시점이 되는 보전 대상종의 서식환경에 필요한 보전대책 범위(지역)를 설정하고 지역 간의 미티게이션(mitigation) 5원칙을 기본(환경영향평가)으로 영향을 최소화할 수 있는 대책을 검토하고 시설 정비계획과 유지관리계획을 책정한다.

2.2 보전 대상종의 선정

(1) 환경배려에 관계되는 대책과 목적을 명확하게 하기 위한 보전 대상종을 선정한다.

(2) 보전 대상종은 조사 결과에서 나타난 지역 생태계에서 주목할 만한 생물종을 기본으로 사업

실시의 영향과 농가를 포함한 지역주민의 의향, 환경배려 대책 실시의 현실성 등을 종합적으로 검토하여 관계기관과 전문가의 지도와 조언을 들어 설정한다.

2.3 대책영역 설정

(1) 보전 대상종이 이용하고 있는 환경요소, 다른 생물종과의 관계, 영농과 유지관리 등의 인위적 교란과의 관련 등 보전 대상종을 둘러싼 환경조건을 포함한 보전 대상종의 서식 환경을 보전하기 위해 필요한 범위를 대책영역으로 설정하여 배려 대책 검토의 요점을 명확하게 한다.

2.4 저수지와 주변 환경의 네트워크

(1) 저수지를 이용하는 생물은 그 생활사에 따라 주위의 논, 농업용 용·배수로, 주변의 야산, 습지 등을 이용하며 저수지와 그 주변 환경과의 네트워크 형성이 잘되어 있는 곳일수록 종의 다양성 유지가 가능하다. 생태계의 안정성은 각각의 생물이 필요로 하는 환경요소의 네트워크와 다른 개체군과의 관계가 확실 할수록 높다.

(2) 저수지가 여러 개 배치되어 있는 경우 저수지간의 생태계 네트워크가 형성되어 종의 다양성 유지가 가능해진다. 따라서 보전 대상종 특성에 대응하는 건전한 네트워크를 검토하고 그것에 맞는 영역을 설정하는 것이 중요하다.

2.5 영역의 환경배려 대책 검토

(1) 보전 대상종의 서식환경 확보를 위하여 설정한 영역을 대상으로 구체적인 배려 대책을 검토한다.

(2) 영역설정 단계에서 정리한 배려대책 검토의 고려사항을 포함하여 미티게이션 5원칙을 토대로 현재의 서식환경 보전(영향회피)이 가능한가를 충분히 검토하고 불가능한 경우는 가능한 경감대책을 복수안 마련하여 검토한다.

2.6 시설정비계획

(1) 영역의 환경배려 대책으로 검토한 복수의 구체적인 대책에 대해서는 대책실시의 실현성(시설기능, 유지관리, 지역 영농 등)을 포함한 적절한 배려대책을 결정하고 저수지 정비 사업에 대한 시설정비 계획에 반영한다.

2.7 친수・녹지 공간 정비

(1) 저수지 유역은 홍수조절, 농업생산을 위한 관개, 휴양과 휴식, 생태적 기능을 갖고 있으면서 독특한 경관을 유지하고 있다. 또한, 저수지의 수면은 매력적인 경관요소이며 주변의 수림과 더불어 인근 주민의 휴식 및 관광목적으로 활용할 수 있는 잠재력이 매우 크다.

(2) 이러한 잠재력을 환경 친화적 관점에서 적극 활용하여 환경교육, 휴식, 오락적 기능을 수용하기 위해 이러한 기능 발휘가 가능한 저수지 설계의 경우는 생태공원의 개념을 근거로 하는 친

수·녹지 공간 조성을 검토한다.

2.7.1 저수지 생태공원의 입지조건으로 고려되어야 할 사항

(1) 저수지주변의 생태적 환경이 잘 보전되어 있으나 생태계 훼손 위험이 있는 지역으로 물을 포함한 다양한 서식환경을 지닌 지역

① 저수지주변의 특정한 생태적 환경이 잘 보전되어 있으나 귀중한 생물자원을 보전하는 정책이 수립되어 있지 않는 지역으로 생태공원으로서의 잠재력이 높은 지역

② 저수지와 유입 하천과 같이 물을 포함한 수변생태계와 육상생태계의 특징을 잘 보여주는 지역으로 생태계 훼손 위험이 있는 지역을 보전할 수 있는 지역

③ 지역의 대표종 등 지역의 희귀동식물 자원이 풍부한 곳

(2) 저수지 주변의 자연환경이 파괴 또는 훼손되어 복원이 필요한 지역

① 도시 확장으로 파괴 또는 훼손되어 가는 저수지 주변지역의 보호와 회복이 필요한 지역

② 방치된 지역과 이전의 기능이 상실된 지역

③ 저수지와 야산 등을 연결하는 green network의 거점으로서 인공적으로 조성하는 경우

(3) 접근성이 확보되어 교육적 · 오락적 목적의 접근이 가능한 저수지 등

① 저수지 물은 수면으로써의 매력적인 경관요소일 뿐 아니라, 저수지 물과 유입하천, 수위변동으로 인한 습지, 수변, 주변의 산림, 농지, 초지 등의 자연환경요소는 수중생태계와 육상생태계가 만나는 곳으로 다양한 서식환경을 조성한다.

2.7.2 저수지 주변의 토지이용

2.7.2.1 토지이용계획 원칙

(1) 공간분할의 명확성

① 보존과 이용의 조화를 이루기 위하여, 인간의 휴식 · 여가장소를 제공함과 동시에 생물의 서식공간을 조성하지만 생물의 서식처와 인간 활동 지역을 구분한다.

② 인간 활동 지역(자연학습 공간 등)과 서식처 보전지역과의 완충공간을 설정한다. 이 때, 완충공간은 전이지역의 성격을 가지도록 한다.

③ 물 가장자리에는 상업적인 흥행을 위한 시설을 배제하고, 자연경관특성을 유지한다.

(2) 저수지와 유입하천, 주변 산을 하나의 유역개념으로 접근

생태적인 건전성을 생각해 저수지 및 그 주변의 물환경(水環境)만을 고려하는 것이 아니라 유역차원에서 에너지의 흐름, 생태적 단위(ecological unit)사이의 상관성을 고려한다.

(3) 공간이용의 정도와 지형단면의 특징에 기초를 둔 토지이용

① 공간이용의 정도에 따른 자유허용지역, 제한허용지역, 절대보전지역으로의 구분한다.

② 지형단면의 특징에 따라 산림계곡, 초지, 담수습지로 구분한다.

③ 공간이용과 지형단면의 특징에 기초를 둔 토지이용으로 저수지 주변의 생태적 구조에 부합되도록 한다.

(4) 토지소유와 접근의 고려

① 토지소유권에 문제가 생기지 않도록 하며 저수지 및 주변지역에의 접근을 원활하게 한다.

(5) 저수지주변의 토지이용에 있어서는 방문객들에 의한 발생오수, 폐기물의 발생이 최소화되도록 한다. 또한, 수질보전 또는 수질이 확보되도록 토지이용계획 및 시설물 설계, 배치 등을 고려한다.

2.7.2.2 계획

(1) 저수지의 지형단면 구분

① 산림계곡

가. 산림생태계와 계곡생태계를 이해하고 표고와 사면에 따른 다양한 임상구조에 관한 자연학습을 할 수 있다.

나. 산림·계곡보존지역, 관찰지역, 인공서식환경시설지구 등을 포함한다.

다. 다양한 학습공간을 제공함과 동시에 심신단련을 통한 정신적 건강을 위해 시설지구(삼림욕 등)의 도입이 가능하다.

② 초지

가. 산림과 저수지를 연결하는 추이대로서 다양한 동·식물이 서식할 수 있는 환경을 조성하고 생태적으로 자연 천이가 되는 과정을 학습을 할 수 있다.

③ 담수지

가. 저수지로 유입되는 하천의 하류지역에 조성되는 것으로, 자연자원을 보전하고 이용하여 식생구조 및 식물관찰을 목적으로 하는 점이지대로서 중요성을 일깨워주는 공간을 조성한다.

나. 수변공간의 형태에 따라 특징지어지는 생태적 특성과 육지와 연결되는 점이지대의 공간으로 다양한 생물서식환경을 이해하고 체계적인 공간별 학습을 할 수 있다.

(2) 공간이용의 정도에 따른 지역 구분

저수지의 규모 및 공간이용의 정도에 따라 자유허용지역, 제한허용지역, 절대보전지역으로 구분한다. 그러나 소규모 저수지를 활용할 경우는 제한허용지역과 절대보전지역으로 계획하는 것이 바람직하다.

① 자유허용지역

가. 인공시설물 위주의 공간으로 생태공원의 중심역할을 담당하며 관찰 동선의 출발점 및 도착지의 역할을 한다.

나. 방문객센터(visitor center)나 광장을 두어 쉽게 접근할 수 있도록 하며 관리 및 실내학습 공간 등이 도입될 수 있다.

다. 이벤트성 공간을 통한 레크리에이션 지구 등으로 자연과 친근감을 가질 수 있는 공간

② 제한허용지역

가. 초지, 산림, 연못, 습지 등의 자연학습 공간으로 관찰로를 따라 안내원의 지시에 따라 소그룹별로 관찰 및 체험을 할 수 있는 지역

나. 다양한 소생물권(biotope)을 조성하여 종 다양성을 촉진시키고 생태적 안정화를 꾀할 수 있는 지역

③ 절대보전지역

가. 서식처보호지역으로서 기존 수변이 낮고 갈대 등 서식환경이 잘 조성되어 있으며, 은신처의 조건이 충족되어 있는 장소로서 인간의 간섭을 배제할 수 있는 지역

나. 관리를 위한 출입을 제외하고는 일체의 접근을 할 수 없도록 한다.

(3) 토지이용구분

전체적인 토지이용계획을 살펴보면 기존 저수지설계의 기능적인 설계보다는 환경 친화적인 측면을 고려하여 먼저 간섭(활동)정도와 공간이용의 정도에 따라 자유허용지역, 제한허용지역, 절대보전지역으로 구분한다. 그리고 지형단면에 따라 산림계곡, 초지, 담수습지로 구분하여 저수지의 생태적인 특성을 잘 나타낼 수 있도록 기본적인 토지이용 계획기준을 설정한다. 또한, 토지이용 계획시 건전한 생태계 확보와 양질의 용수 공급을 위해서는 각 사업지구의 주변여건 및 특색을 고려하여 토지이용계획 기준을 설정한다. 이를 바탕으로 하여 생태공원에 도입될 수 있는 활동유형들을 수용할 수 있도록 공간을 세분한다.

① 자유허용지역에는 인간 활동의 중심역할을 담당하는 공간과 인공시설물위주의 공간으로 관리시설지구, 편익시설지구, 레크리에이션 지구, 휴식 및 여가지구 등의 토지이용이 가능하다.

② 제한 허용지역에는 인간의 활동이 이루어지기는 하나 환경에의 영향이 적은 관찰·학습지구, 연구시설지구 등의 토지이용이 가능하다. 관찰·학습 지구는 저수지의 생태적인 특성을 지형단면에 따라 구분하여 관찰할 수 있도록 습지지구, 초지지구, 산림지구로 구분한다.

③ 절대 보전지역은 동식물의 서식환경이 조성되어 생태적인 가치가 높은 공간으로 야생조류 보전지구, 서식처 보전지구 등의 생태기반 시설지구의 토지이용이 가능하다.

2.7.3 동선체계

2.7.3.1 동선계획 원칙

(1) 기존 동선의 활용

(2) 동선체계의 위계화 : 진입 및 서비스도로, 주동선 및 시설간연결동선, 자연탐방로, 관찰로, 산책로 등

(3) 자연지형의 최대한 활용, 자연훼손 및 절성토의 최소화

(4) 차량진입 허용정도의 최소화

2.7.3.2 계획

(1) 동선체계의 유형

① 순환형

가. 주 출입구를 중심으로 자전거 동선과 보행동선이 저수지를 순환하면서 각 공간단위를 루프형식으로 연결하는 형식

나. 평지형의 저수지와 같이 주변을 순환할 수 있는 공간이 있는 저수지에 유리하다.

다. 저수지 주변을 모두 관찰할 수 있는 장점이 있으나, 저수지 주변이 모두 인간의 행위에

노출된다는 단점이 있다.

② 부분 순환형

가. 순환할 수 없는 지역이 있는 경우, 이를 제외한 공간을 순환하면서 각 공간단위를 연결하는 형식이다.

나. 계곡형 저수지와 같이 주변 일부가 급경사지나 절벽과 같이 접근이 불가능한 지역이 존재하거나, 절대적으로 보존해야 할 지역이 있는 경우에 적용할 수 있다.

다. 접근가능한 지역이 동선을 순환시킬 만한 공간이 충분할 때 적용할 수 있는 유형

③ 비순환형

가. 순환할 수 없는 지역이 있는 경우, 이를 제외한 공간을 선형으로 연결하는 형식

나. 부분순환형과 마찬가지로 저수지의 주변 일부가 급경사지나 절벽과 같이 접근이 불가능한 지역이 존재하거나, 절대적으로 보존해야 할 지역이 있는 경우에 적용

다. 접근 가능한 지역이 동선을 순환시킬만한 공간이 부족할 때 적용

(2) 동선별 계획

① 저수지 설계에 생태공원의 개념을 도입하고자 하므로, 차량진입 허용정도를 최소화하고 동선체계를 3단계로 위계화 하는 원칙을 설정하였다. 따라서 전체적인 동선체계를 주동선, 보조동선 및 관찰로, 차량동선 및 서비스도로 위계화하며 계획 대상지 내에서는 보행동선을 위주로 한다.

② 차량동선 및 서비스도로는 방문객센터가 위치한 편익시설지구까지만 진입을 허용하고, 비상차량을 위한 동선은 보행로를 이용하는 것으로 한다. 주동선은 각 지구의 중심부를 연결하는 보행로 및 자전거로로 구성되며, 보조동선 및 관찰로는 대상지 내의 자연에 대한 흥미유발과 동시에 자연현상에 대한 이해와 경험을 돕고, 교육적 효과를 얻고자 하는 목적으로 주 관찰로, 보조 관찰로, 습지 관찰로로 구성된다.

2.7.4 시설물 배치

2.7.4.1 시설물 배치 원칙

(1) 친환경적인 소재를 사용한 시설물

① 저수지 주변에 위치한 공원임을 감안하여 시설물을 도입한다.

② 친환경적 소재를 사용하여 생태적으로 건전한 공간을 조성한다.

③ 다양한 생물을 유입하기 위한 자연서식환경시설 및 인공서식 환경시설을 도입한다.

④ 시설물 자체에 서식처로서의 기능을 부여한다.

⑤ 포장은 원반다짐으로 생태적 영향을 최소화한다.

(2) 자연과 조화된 시설물 설계

① 시설물은 주변경관 및 환경특성에 조화되게 설계한다.

② 시설물 설계시 생태계 요소로서의 장소성을 고려하고, 주변 환경과의 조화를 추구한다.

③ 지형을 최대한 살려 절성토를 최소화한다.

(3) 필수적 시설물의 제한적 도입

① 가급적 시설물의 설치를 제한한다. 편의만을 강조하여 많은 수의 시설물을 설치하기보다는

꼭 필요한 시설 외에는 설치를 제한하여 자연적 경관의 모습을 유지한다.

② 기능뿐만 아니라 교육적인 효과를 고려하여 시설물을 설치한다.

③ 시설물 자체에 서식처로서의 기능을 함께 할 수 있도록 설계한다.

(4) 효율적 유지관리를 위한 시설물 배치

① 이용객의 활동편의, 접근성 및 환경보존을 고려하여 시설을 배치한다.

② 유지관리의 효율성을 감안하여 배치한다.

2.7.4.2 시설물 배치계획 및 설계

(1) 시설물별 배치기준

저수지 주변의 친수 및 녹지 공간 조성에 생태공원의 개념을 도입하여 시설물을 배치한다. 따라서 생태공원의 일반적인 기능인 관찰·학습기능, 레크리에이션기능, 연구기능, 관리기능을 지원할 수 있는 시설물들을 안내시설, 생태기반시설, 관찰시설, 편의시설, 연구시설로 구분한다.

① 안내시설은 생태공원의 정보를 전달하는 시설물로서 정보판, 해설판, 이용안내판 등을 포함한다.

② 생태기반시설은 동식물의 서식처를 제공하며, 안정적인 생태계를 유지할 수 있는 시설물로서 생태연못, 인공습지, 야생초화원, 관목숲, 곤충서식처, 새집, 어도 등을 포함한다.

③ 관찰시설은 유인되는 동식물상을 관찰 · 학습하게 하는 시설물로서 전망 데크, 전망둔덕, 관찰 데크, 관찰마루, 관찰용 판벽, 차폐용 판벽 등을 포함한다.

④ 편의시설은 휴식 · 여가를 위한 시설물로서 퍼골라, 벤치, 음수대 등을 포함하며, 연구시설은 생태실험 단지 등을 포함한다.

(2) 시설물 배치유형

① 친수·녹지공간을 구성하는 각종 시설의 배치는 효율성과 인접한 자연자원에 대한 부정적 영향의 최소화라는 상충되는 2가지 목표를 동시에 고려하여야 한다.

② 친수 · 녹지공간내의 지원시설물(주차시설, 안내시설, 휴게시설, 관리시설, 매점 등)을 배치하는데 있어 3가지 유형을 제시할 수 있다.

가. 집중형 : 지원시설을 단일지역에 집중적으로 배치하고 각 용도지구에서 공동으로 이용, 개별적 활동에 있어 공통적으로 요구되는 시설과 일정규모 이상이 필수적으로 요구되는 시설들을 단일지역에 집중적으로 배치

나. 혼합형 : 기초시설을 몇 개소에 나누어 배치

다. 분산형 : 지원시설을 각 용도지구별로 분산 배치, 현장성 및 접근성을 높임

(3) 시설배치유형별 기회성 및 제한성

시설물을 배치유형은 지원시설 및 기초시설의 집중정도에 따라 집중형, 혼합형, 분산형으로 구분된다. 이런 3가지 배치유형은 효율성과 인접한 자연자원에 대한 부정적 영향의 최소화라는 상충되는 목표의 달성과 예산소요의 정도에 있어 차이를 보이고 있다. 집중형은 이용효율은 높은 반면, 환경용량의 초과가 우려된다. 이에 반해 분산형은 환경성저하우려가 적은 반면, 이용효율이 적다. 따라서 각 용도지구와 공간의 특성에 맞게 적절한 배치유형을 선택해야 한

다.

2.8 유지관리 계획

(1) 유지관리계획에는 환경배려 대책에 관한 합의형성을 충분히 검토한 후 앞으로 어떠한 체제와 방법으로 유지관리를 할 것인가에 대해 검토한다. 이를 위해서는 계획의 검토 단계에서부터 관리 주체인 시군과 한국농촌공사 등을 중심으로 시군과 농가 등의 지역 관계자와 충분한 협의 조정을 실시하여 합의형성을 도출한다. 생태계를 보전하기 위한 활동, 농가 이외의 주민 참가의 촉진 등에 대해서도 검토할 필요가 있다.

(2) 또한 친환경 또는 환경배려 사업을 실시한 지구의 경우도 유지관리 계획을 체계적으로 마련해야 한다.

2.8.1 유지관리 계획 마련의 필요성

(1) 저수지는 오랜 기간에 걸쳐 벼 재배와 인간과의 관계 속에서 풀베기, 물 빼기, 준설 등 전통적인 관리가 행해지고 있는 자연적·역사적인 시설이다. 따라서 앞으로도 그 기능을 발휘할 수 있도록 하기 위해서는 기존의 전통적인 유지관리 방법을 포함하는 시군과 한국농촌공사 등을 중심으로 농가 이외의 주민참가를 유도한 이벤트실시 등 지역이 하나가 되는 새로운 유지관리 방법을 검토할 필요가 있다.

(2) 또한 앞으로도 적절한 유지관리가 될 수 있도록 계속적으로 현재 실시되고 있는 자율 관리구제도를 보완하고 적극적으로 대응하여 한국농어촌공사와 지역 농가의 합의 형성에 기초한 유지관리 계획을 실시하는 것이 바람직하다.

2.8.2 유지관리 내용

(1) 유지관리 계획 마련에는 지역의 환경배려 대책에 대한 충분한 검토와 합의를 형성하여 앞으로 어떠한 체제와 방법으로 실시할 것인가에 대해 검토한다.

(2) 계획 마련에서는 보전 대상종에 관해 충분한 지식이 필요하기 때문에 경험자나 전문가 등의 지도와 조언을 들어 마련하는 것이 바람직하다.

(3) 생태계 배려 공법의 효과에 대해서도 유지관리를 할 때 수질 등과 함께 간이 모니터링이 가능한 방법 검토도 중요하다.

(4) 또한, 준설로 인한 인위적 교란에 의해 종의 다양성이 확보될 수 있다는 점에서도 준설토를 비료 등으로 이용하는 것만이 아니라 저수지 연안대에 옮겨 종의 다양성 확보를 검토하는 것도 중요하다.

(5) 또한, 재래종 이외의 식물과 어류 등의 도입은 가능한 한 피하고 물 빼기 등을 실시할 때 생태계 교란 외래종 구제를 실시하는 등의 검토가 필요하다.

2.8.3 수질 모니터링

(1) 농업용수로 적절한 수질을 유지하기 위해 공사 전후에 저수지의 수질에 관해 모니터링을 실

시한다. 이 경우 간이 수질분석 기구 등으로 측정하는 것으로 하고 수질오염이 염려되는 경우는 농업용수 수질기준으로 설정된 항목 등을 참고로 필요한 수질분석을 하는 등 지역 관계기관 등을 포함하는 수질보전을 위한 조직을 구성하는 것도 검토한다.

2.8.4 주민참가의 촉진

(1) 유지관리 계획 마련에는 체제 정비를 하는 것도 중요하나 지금까지 유지관리에 관여하고 있는 시군과 한국농촌공사, 농업인구의 고령화 등도 감안하여 계획 책정 단계에서부터 목적별로 분류한 정비시설에 대응하여 지역주민과 지역 홍보를 위한 이벤트, 시민단체 등도 유지관리에 참가할 수 있도록 검토한다.

(2) 현재 농촌 지역주민의 고령화와 도시화에 따라 저수지와 주변 공간에 대한 주인의식의 결여가 크게 대두되고 있다. 앞으로 농촌계획을 통해 지역발전을 계획하는 경우 지역주민과 관계기관의 관심, 적극적인 예산 요구에 의해 자율관리구제도를 보완할 수 있는 관리제도의 재검토도 필요할 것이다.

(3) 특히 친수 정비를 위한 저수지는 지역 주민과 관심 있는 도시민, 유치원과 초등학교 학생의 참가 이벤트 장소로도 활용가치가 높다. 따라서 생태계를 배려한 정비를 실시한 저수지는 지역의 환경 학습장으로 활용하고 수질 모니터링에 협력을 구하는 등 지역 주민이 저수지에 대해 친근감을 가질 수 있도록 유지관리에 대한 주민참가를 촉진한다.

(4) 또한, 주민이 참가할 때에는 사고방지 등의 관점에서 안전성 확보에 충분히 유의할 필요가 있다.

3. 재료

· 내용 없음

4. 설계

· 내용 없음

집필위원	분야	성명	소속	직급
	관개배수	김선주	한국농공학회	교수
	농업환경	박종화	한국농공학회	교수
	토질공학	유 찬	한국농공학회	교수
	구조재료	박찬기	한국농공학회	교수
	수자원정보	권형중	한국농공학회	책임연구원

자문위원	분야	성명	소속
	농촌계획	손재권	전북대학교
	수자원공학	윤광식	전남대학교
	지역계획	김기성	강원대학교
	수자원공학	노재경	충남대학교
	농지공학	최경숙	경북대학교
	관개배수	최진용	서울대학교

건설기준위원회	분야	성명	소속
	총괄	한준희	농림축산식품부
	농업용댐	오수훈	한국농어촌공사
	농지관개	박재수	농림축산식품부
	농지배수	송창섭	충북대학교
	용배수로	정민철	한국농어촌공사
	농도	조재홍	한국농어촌공사 본사
	개간	백원진	전남대학교
	농지관개	이현우	경북대학교
	농지배수	남상운	충남대학교
	취입보	김선주	건국대학교
	양배수장	정상옥	경북대학교
	경지정리	유 찬	경상대학교
	농업용관수로	박태선	한국농어촌공사 본사
	농업용댐	손재권	전북대학교
	농지배수	김정호	다산컨설턴트
	농지보전	박종화	충북대학교
	농업용댐	김성준	건국대학교
	해면간척	박찬기	공주대학교
	농업수질및환경	이희억	한국농어촌공사 본사
	취입보	박진현	한국농어촌공사 본사

중앙건설기술심의위원회	성명	소속
	이태옥	평화엔지니어링
	성배경	건설교통신기술협회
	김영환	한국시설안전공단
	김영근	건화
	조의섭	동부엔지니어링
	김영숙	국민대학교
	이상덕	아주대학교

농림축산식품부	성명	소속	직책
	한준희	농업기반과	과장
	박재수	농업기반과	서기관

설계기준
KDS 67 80 20 : 2018

농업 수질 및 환경 저수지 계획

2018년 04월 24일 발행

농림축산식품부

관련단체 한국농어촌공사
58217 전라남도 나주시 그린로 20(빛가람동 358) 한국농어촌공사
☎ 061-338-5114 E-mail : webmaster@ekr.or.kr
http://www.ekr.or.kr

(작성기관) 한국농공학회
06130 서울시 강남구 테헤란로 7길 22(역삼동 365-4) 과학기술회관 본관 205호
☎ 02-562-3627 E-mail : j6348h@hanmail.net
http://www.ksae.re.kr

국가건설기준센터
10223 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283(대화동)
☎ 031-910-0444 E-mail : kcsc@kict.re.kr
http://www.kcsc.re.kr

※ 이 책의 내용을 무단전재하거나 복제할 경우 저작권법의 규제를 받게 됩니다.

KDS 67 80 25 : 2018

농업 수질 및 환경 저수지 설계

2018년 04월 24일 제정
http://www.kcsc.re.kr

농림축산식품부



건설기준 코드 제·개정에 따른 경과 조치

이 코드는 발간 시점부터 이미 시행 중에 있는 설계용역이나 건설공사에 대하여 발주기관의 장이 필요하다고 인정하는 경우 종전에 적용하고 있는 기준을 그대로 사용할 수 있습니다.

건설기준 코드 제·개정 연혁

- 이 기준은 KDS 67 80 25 : 2018 으로 2018년 04월에 제정하였다.
- 이 기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 건설기준 간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.
- 이 기준의 제·개정 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요사항	제·개정 (년. 월)
농업생산기반정비사업 계획설계기준 친환경편	• 농업생산기반정비사업 계획설계기준 친환경편 제정	제정 (2008. 12)
KDS 67 80 25 : 2018	• 국토교통부 고시 제2013-640호의 “건설공사기준 코드체계” 전환에 따른 건설기준을 코드로 정비 • 건설기술진흥법 제44조 및 제44조의 2에 의거하여 중앙건설심의위원회 심의· 의결	제정 (2018. 04)

제 정 : 2018년 04월 24일
심 의 : 중앙건설기술심의위원회
소관부서 : 농림축산식품부 농업기반과
관련단체(작성기관) : 한국농어촌공사(한국농공학회)

개 정 : 년 월 일
자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회

목 차

1. 일반사항 ····· 1

1.1 목적 ····· 1

1.2 적용범위 ····· 1

1.3 참고기준 ····· 1

1.4 용어의 정의 ····· 1

1.5 기호의 정의 ····· 1

2. 조사 및 계획 ····· 1

3. 재료 ····· 1

4. 설계 ····· 1

4.1 저수지 설계의 기본사고 ····· 2

4.2 저수지 설계시 검토사항 ····· 2

4.3 저수지 설계 순서 ····· 3

4.4 구조물 등의 설계 ····· 4

4.5 수변의 단면·공법 선정에 요구되는 사고 ····· 16

4.6 도로 사면의 녹화계획 및 설계 ····· 16

4.7 도로의 생태 이동통로 계획 ····· 20

4.8 토취장, 석산, 사토장 등 ····· 23

4.9 호안 등 공법 선정 기초 ····· 24

4.10 저수지 호안정비 ····· 26

4.11 저수지 호안 형상과 소재 등을 고려한 공법 선정 ····· 30

농업 수질 및 환경 저수지 설계

1. 일반사항

1.1 목적

· 내용 없음

1.2 적용범위

· 내용 없음

1.3 참고기준

· 농업생산기반정비사업계획 설계기준, 2002 : 필댐편
· 농업생산기반정비사업계획 설계기준, 2008 : 친환경편
· 농업생산기반정비사업계획 설계기준, 2017 : 농업용댐편 KDS 67 10 45 물넘이 및 부속구조물 설계
· 환경부, 생태통로 설치 및 관리지침, 2010.

1.4 용어의 정의

· 내용 없음

1.5 기호의 정의

· 내용 없음

2. 조사 및 계획

· 내용 없음

3. 재료

· 내용 없음

4. 설계

4.1 저수지 설계의 기본사고

(1) 저수지 설계는 기존 저수지의 개수(改修)가 주체가 되며, 환경과 조화를 배려한 설계에서는 제체의 누수방지, 침식방지, 홍수의 안정 배제 등 농업수리시설로서의 기능은 물론 생물의 서식환경 확보 기능을 갖도록 하는 것이 중요하다.

(2) 이러한 기능 확보는 설계할 때 경제성과 유지관리 등과 상반되는 부분이 있기 때문에 지역조건에 따라 적절한 설계가 될 수 있도록 농가를 포함한 지역주민과 전문가 등의 의견을 들어 지역 구성원의 합의를 형성하여 종합적으로 검토할 필요가 있다.

① 기존 저수지 설계는 제체의 누수방지, 콘크리트 블록과 사석 등에 의한 침식방지, 물넘이(여수토)의 설계홍수 유량 이하의 유하 등에 관한 안전성, 취수시설의 유지관리에 대한 작업성과 경제성 확보가 일반적인 고려사항이었다. 반면에 생물의 서식환경을 배려한 설계는 매우 적었다. 앞으로 환경과 조화를 배려한 저수지 설계 때는 계획에서 정한 시설정비 계획, 유지관리 계획을 포함한 농업수리시설의 기능과 생물의 서식공간으로서 기능 확보가 가능하도록 종합적인 검토가 필요하다.

② 설계와 시공 단계에서 새롭게 중요성이 밝혀진 조건이 환경배려 기본조건과 배치되는 경우는 기존의 계획내용에 상관없이 필요한 부분에 대해서 계획단계의 조사내용으로 되돌려 환경 배려 기본부터 재검토하는 것을 포함하는 탄력적인 대응과 고려가 매우 중요하다.

③ 설계와 시공 단계에서 저수지주변의 표토(부식토)는 잘 보전하여 지역의 식물이 잘 서식할 수 있도록 활용한다. 표토(부식토)의 활용은 저수지 주변 환경을 배려하는데 검토해야 할 중요한 사항이다.

④ 지금까지 설계에서 고려해 왔던 구조물의 안전성과 유지관리 용이성 또는 작업성, 경제성은 물론 생물의 서식환경이 확보되도록 하고 저수지가 갖는 다원적기능이 확보 되도록 설계할 필요가 있다.

4.2 저수지 설계시 검토사항

4.2.1 기본 검토사항

(1) 환경 조화를 배려한 저수지는 농업수리시설로서의 기능 확보와 함께 ① 생물 서식환경의 확보, ② 구조물로서의 기본 조건 확보, ③ 환경을 배려한 자재 활용, ④ 기타 다원적 기능(친수성 및 경관 등)에 대한 배려가 필요하다.

(2) 저수지 설계 때는 농업용수 확보와 재해방지만이 아니라 저수지가 갖는 다원적 기능에 대한 검토가 필요하다.

4.2.2 생물 서식환경의 확보

(1) 생물이 서식하는 곳이나 그 주변은 가능한 한 보전하고 생물 서식에 적합한 요철이 많은 곡선의 물가와 수변, 변화가 많은 지형 형상, 연간의 수위변동을 고려하여 수심이 얕은 천수역과 부분적으로 물이 깊은 심수역이 확보되도록 노력한다.

(2) 생활사에 따라 서식장소를 이동하는 동물종도 있으므로 필요하다고 생각되는 서식범위를 고

려하여 보전 대상종에 적합한 산란, 먹이사냥, 휴식, 피난장소 확보 검토가 중요하다. 이 경우에 배후지나 주변 논과 수로와의 연속성, 다른 저수지와의 네트워크를 검토한다.

4.2.3 구조물의 기본조건 확보

(1) 환경 조화를 배려한 저수지도 구조물로서 요구되는 기본적 요건을 만족해야 한다. 첫째 구조물로서 충분한 강도가 확보되어 안전성을 가져야 한다. 둘째 경제성이 확보되어야 한다. 셋째 유지관리가 편리하고 작업을 하는데 어려움이 없어야 한다. 이러한 조건을 만족할 수 있도록 비교 설계하고 충분한 검토과정을 거치는 작업이 필요하다.

4.2.4 환경을 배려한 자재의 활용

(1) 지역에서 확보 가능한 자연 재료는 주변 환경과 조화하기 쉽고 공사비를 저렴하게 하는 경우도 있으므로 그 활용을 검토하는 것이 바람직하다.

(2) 발생 자갈과 모래 등의 골재와 준설토를 재활용하는 것은 폐기물 발생 억제에 의한 환경배려, 사회적 비용 감축과 공사비 감축에도 효과적이므로 적극적으로 검토할 필요가 있다. 그러나 환경 유해 폐기물 등이 섞이지 않게 하는 것이 중요하므로 이에 대한 대책마련도 함께 이루어져야 한다.

(3) 저수지 수변 식생은 생물의 서식환경을 보전하는 역할을 하므로 녹화 식물에 외래종이나 이입종(移入種)을 사용하면 저수지의 생태계 교란을 일으킬 수 있고, 주변 생태계에 영향을 미칠 수 있기 때문에 생물 다양성 보전 관점에서 녹화식물 취급방법에도 충분한 배려가 필요하다.

4.2.5 수질보전에 대한 고려 사항

(1) 저수지는 농업용수에 적합한 수질보전이 필요하며 기본적으로 유입부하가 경감되도록 하여 수질보전이 확보되도록 노력한다. 계획단계에서 농업용수로 이용 가능한 수질확보 보전대책이 필요하다고 판단되는 경우 깨끗한 물의 도입과 수생식물 이용 등 저수지내 수질보전 대책을 검토한다. 또한, 수질보전을 위해 정기적으로 물 빼기와 토사 제거(준설)를 실시하는 것이 바람직하다.

4.3 저수지 설계 순서

(1) 환경과의 조화를 배려한 저수지 설계는 계획단계에서 설정한 기본 사항을 포함하며, 구체적인 사항은 개개의 현지조건에 맞추어 설계조건을 설정한다. ① 기본 구조물(제체, 물넘이 등)의 설계 ② 수변 단면과 공법의 검토와 선정 ③ 경제성 검토 ④ 시공성 검토 ⑤ 유지관리 작업성 검토 순서로 실시하고 저수지 제체와 호안, 그리고 기타 구조물 등을 결정한다.

(2) 설계는 농가를 포함하는 지역 주민과 유경험자 등의 의견을 청취하여 적용 가능한 다양한 공법을 선정하여 이 사항을 지역주민에 설명하고 더 많은 의견을 듣는 등 지역주민 의견을 가능한 한 설계에 반영하는 것이 중요하다.

① 설계 단계에서는 환경과의 조화를 배려한 대책공법과 범위를 크게 생각하여 설계조건이 되는 기본사항 (보전 대상종에 대한 배려 대책 등)을 정한다. 설계단계는 이것을 포함하는 현지측량과 용지조사에서 밝혀진 구체적인 지형 입지나 용지조건 등을 종합하여 계획에서 영역구분을 기초로 영역특성을 고려하고 기능성(「농업생산성 향상」과 「보전 대상종 보전 등의 환경과 조화 배려」의 양면), 안전성, 경제성 및 유지관리 관점에서 공법을 선정하고 시설설계를 실시한다.

② 구체적으로 영역별 제체와 호안 설계, 공법선정은 여러 안을 마련하여 비교 설계하고 농가를 포함한 지역주민과의 합의형성을 이루어가며 결정한다. 또한, 계획을 포함하여 저수지 주변 상황에 따라 용지조건, 유지관리조건 등의 설계조건이 다른 경우가 있으므로 제체와 제체 이외의 수변에 대한 호안공법 선정은 설계조건을 포함하여 영역별로 검토한다.

③ 최종적으로 선정한 구조와 공법은 환경과의 조화를 배려한 저수지 요건(저수지 본래의 기능과 생물 서식공간 기능)을 만족하는지를 확인할 필요가 있다.

④ 저수지 설계에서 기준에 나와 있는 사항 이외에 필요한 사항은 KDS 67 10 20 농업용댐 설계 및 농업생산기반정비사업 조사·설계실무요령 「필댐편」 등에 따른다.

⑤ 설계조건은 조사, 계획과 농가를 포함한 지역주민, 전문가 등의 의견을 포함하도록 설정한다.

<표 4.3-1> 저수지 설계조건의 설정

항 목	저수지 설계조건	저수지 설계조건을 기초로 검토한 사항
(1) 보전 대상종 생물의 서식조건	· 보전대상 식물의 서식범위 보전대상 식물의 서식에 필요한 수심 (시공기간 중의 설정 수위) · 보전 대상 동물의 서식범위	· 시공 장소, 강철판에 의한 가체절 · 시공시기 · 기간 · 범위 등 · 생물 서식을 배려한 호안 공법과 범위 · 저수지 바닥에 이동통로 경사 설치
(2) 수계와 유역 조건	· 유지해야 할 습지와 소류지의 유역 범위	· 시공 방법, 시공 범위 등
(3) 수리조건	· 연간의 저수지 필요수위	· 시공시기, 시공기간, 시공방법
(4) 지하수 조건	· 시공기간 중의 지하수위	· 강철판(가체절)의 구조설계
(5) 용지 조건	· 용지 배분 가능 범위	· 배후지 이용에 의한 완경사 호안
(6) 자재이용 조건	· 콘크리트 발생량 · 벌채목, 나무뿌리 발생량	· 재생 쇄석의 이용량, 방법, 범위 · 잘게 잘라 사용할 때의 이용량, 방법, 범위
(7) 유지관리 조건	· 유지관리 내용, 범위, 빈도, 참가 규모 등	· 저수지 바닥에 계단이나 경사 설치 · 방호책 설치

4.4 구조물 등의 설계

4.4.1 기본 구조물(제체 · 물넘이 등)의 설계

(1) 제체, 물넘이(여수토), 취수시설 등의 기본 구조물의 설계는 구조물로서의 안전성 등의 기본조건을 확보한 후에 계획에서 정한 영역구분을 기초로 생물 서식환경 확보를 검토한다.

(2) 제체는 저수지에서 가장 중요한 구조물로 붕괴할 경우 하류에 막대한 인명과 재산피해를 가져올 수 있다. 따라서 안전성을 고려하여 기본단면을 확보한 후 식생을 배려한 자연재료와 환

경친화형 블록 도입을 검토할 필요성이 있다. 또한, 준설토 재활용은 경우에 따라 제체와 호안 성토 등에 이용할 수도 있다.

(3) 또한, 제체에 나무를 심는 것은 피하고 저수지 주변에도 쓰러진 나무나 뿌리가 뻗어 제체 파괴와 붕괴로 이어질 수 요인은 제거한다. 식생에 의한 제체의 손상과 붕괴 등은 안전에 영향을 미치므로 나무 등의 식재에는 충분한 주의가 필요하다. 그러나 뿌리가 깊지 않고 경관을 확보해주는 꽃 등은 제체 기울기면에 적용하는 것도 검토해 볼 수 있다.

(4) 기존의 제체에는 식물이 무성한 경우가 많으므로 그 중 귀중하다고 생각되는 종으로 확인되는 경우 그 이식처를 확보할 수 있도록 검토한다. 제체에 존재하는 나무의 경우 뿌리 등으로 인한 제체 안정을 확인하고 안전조치를 취할 필요가 있다.

(5) 저수지에서 제체는 물을 저류하는 기능부터 물의 연속성이 단절되어 환경변화가 큰 지점이기도 하다. 따라서 다양한 기능과 물의 성질 및 이용 등에 대한 학습하고 이해하는 공간으로도 매우 중요하다. 따라서 제체와 물넘이(여수토)는 방재에 큰 문제가 없는 경우 환경과 학습활동을 위한 공간으로 적극 활용할 수 있도록 설계할 필요성이 있다.

4.4.2 저수지 내용적 결정

(1) 저수지의 저수용량은 저수지의 활용 목적에 따라 필요한 이수용량, 홍수조절용량 및 환경용수량을 확보할 수 있도록 한다. 기존에는 관개용으로 활용하는 방법만 검토하였으나 저수지 주변 마을 등을 경유하여 이용할 수 있는 환경 또는 지역 용수 개념이 반영되어 활용될 수 있도록 한다.

① 농업용수, 생활용수, 공업용수, 축산용수, 수산용수 등

「농업생산기반정비사업 조사·설계 실무요령의 용수이용계획 및 필요수량 산정」 편을 참조한다.

② 환경용수

환경용수는 농촌지역내 하천 및 용·배수로의 정상적인 기능을 수행하는데 필요한 최소한의 유량 또는 관개구역내 중심 마을의 하수처리 희석수 및 친수공간 조성에 필요한 친수용수량 등 농촌환경보전과 경관유지 등에 필요한 수량을 말한다.

[환경용수량] = [최대치(농촌환경보전유량, 기준갈수량)]

가. 환경용수량은 기준갈수량과 농촌 환경보전 유량으로 구분하며, 저수지 내용적을 결정할 때 환경용수량은 저수지 지점의 기준갈수량 또는 농촌 환경보전 유량 중에서 큰 값을 적용한다. 기준갈수량은 저수지 계획지점의 10년 빈도 갈수량으로 매년의 갈수량을 빈도분석하여 비초과 확율 10％에 해당하는 갈수량을 말한다.

나. 농촌 환경보전 유량은 희석용수량과 친수용수량으로 구분되며, 희석용수량은 생활용수, 공업용수, 농업용수 등의 오폐수가 하천에 방류될 때 희석하여 수질환경기준에 맞도록 수질악화를 방지하는 용수량이다.

다. 농촌 환경보전 유량 중 친수용수량은 수혜지구 주민들의 호응도가 높고, 농촌의 경관유지기능 및 주민 친수활동 공간으로 활용가능성이 높을 때 친수공간 조성에 필요한 용수로서 기준갈수량 또는 희석용수량 범위내에서 고려하는 것을 원칙으로 한다. 단, 친수

공간 조성에 필요한 용수량이 기준갈수량 및 희석용수량을 초과할 경우 관련기관 및 주민의견을 수렴하여 별도의 초과용수를 고려할 수 있다. 여기서 친수활동이란 수변공간 중의 산책, 스포츠, 물놀이 등의 레크리에이션이나 경관을 통하여 심리적, 정서적 만족을 얻는 활동을 말한다.

라. 친수용수량은 친수활동의 유형, 수로의 종류, 지역적인 수리관행, 유역의 수문특성 등에 따라 많은 차가 있으며, 관개기의 평균 월별용수량과 비관개기의 친수용수량의 비로 결정한다. 일본의 경우 대략 기존 관개용수량의 0.25 ~ 0.33 정도로 추정하고 있으며, 친수용수로의 희망수심은 20㎝～30㎝로 경관수위와 수로기울기 등으로부터 결정된다.

마. 농촌마을종합개발사업 등 농촌에 존재하는 마을 활성화 사업 등과 연계하여 관개용수 공급만이 아니라 농촌의 환경과 생태계 보전을 위한 용수로 활용할 수 있도록 하여 환경과 생태계를 보전하도록 노력한다.

바. 농촌의 물을 배경으로 하는 문화 창출에 활용될 수 있도록 하며 주민에게 계절에 무관한 친수환경을 제공할 수 있도록 배려한다.

사. 환경용수량, 기준갈수량 및 희석용수량에 대한 상세한 내용은 “농업생산기반정비사업 계획설계기준 필댐편”(농림부, 2002), KDS 67 10 20 농업용 필댐 설계 및농업생산기반정비사업 조사·설계 실무요령의 수문편을 참조한다.

4.4.3 댐 형식의 분류 및 선정

(1) 댐 형식은 댐터의 지형, 지질, 기상 및 수문, 축제재료 종류 및 매립량 등의 자연조건과 댐의 이용목적, 규모, 공사기간, 안전성, 경제성 등을 종합적으로 검토하고, 환경 친화적 댐이 되도록 다음 사항을 착안하여 계획된 지점에 가장 적합한 형식을 선정하여야 한다.

① 치수가 용이하고 재해의 안전성이 확보되어야 한다.

② 댐터, 축조재료, 저수능력, 시공성을 고려하여야 하며 경제적이어야 한다.

③ 자연훼손을 최소화하고 주변경관에 잘 어울려야 한다.

(2) 기타의 사항은 KDS 67 10 05 농업용댐 설계 일반사항 및 KDS 67 10 20 농업용 필댐 설계에 따른다.

4.4.3.1 콘크리트 댐

(1) 콘크리트댐 종류는 중력식 및 공동중력식 콘크리트댐, 아치댐 등이 있다.

(2) 콘크리트 댐의 제체는 소요 수밀성과 강도를 가지며 활동 또는 전도되지 않는 것이어야 한다.

(3) 콘크리트 표면은 주위 경관 및 지역적 특성을 반영하는 문양거푸집 사용, 타일 부착, 댐체 상단부의 일부 또는 전체 형상을 조형적인 미를 나타낼 수 있는 환경 친화적인 설계를 고려하여야 한다.

4.4.3.2 필댐

필댐 종류로는 균일형, 존형, 표면차수벽형, 코어형 댐 등이 있으며, 필댐의 제체 및 기초지반은 소요의 수밀성과 강도를 가지며 활동파괴 또는 침투파괴가 생기지 않는 것으로 하여야 하며, 자연훼손 최소화와 주위 경관과의 조화를 고려하여야 한다.

(1) 댐축의 선정 : 댐축은 지형 및 지질조건, 제체의 규모, 형식, 부대구조물의 형식 및 배치, 시공의 난이 등을 종합적으로 판단하여 가장 적합하다고 생각되는 곳에 설치한다.

(2) 제체의 단면구성 : 필댐의 제체 단면구성(zoning)은 소정의 기능을 발휘 할 수 있고, 비용 최소화를 위해 기초지반, 제체재료, 시공조건, 시공 예 등을 종합적으로 판단하여 결정한다. 또한, 축제재료는 가능한 한 수몰지에서 확보하거나 유용함으로써 자연훼손의 최소화를 유도한다.

(3) 댐사면의 경사와 소단

① 사면 경사 : 댐 높이(H)의 기준을 다음과 같이 대략 사면기울기를 정한 다음 토질재료, 댐 수위조건, 지진 등을 고려하여 사면안전도 검토를 실시하여 최소 안전율이 되는 경우를 설계값으로 결정한다.

상류사면 : S1 = 0.05H + 1.5

하류사면 : S2 = 0.05H + 1.0

② 소단 설치 : 상류사면 기울기의 변화부는 만수면이나 최저수위 부근에 소단을 설치하고 최저수위 부근의 변화부는 3 ~ 6m정도의 소단을 설치함이 좋다. 또한, 하류사면의 소단은 제체 안정증가, 세굴방지의 역할을 하므로 10 ~ 15m마다 폭은 2 ~ 3m크기로 설치한다.

③ 사면 보호공 : 상류사면은 사석, 장석, 콘크리트 블록 등을, 하류사면은 떼붙임공(줄떼, 평떼), 종자뿌리기 등을 고려할 수 있다.

(4) 제당경관 식재 : 저수지 주변에서는 풍경을 즐기는 것이 중요한 활동 중의 하나이므로, 저수지 여건에 따라 여러 시설물이 눈에 띄지 않고 주변 환경과 조화를 이루도록 하는 경관식재가 필요하다.

① 홍수터 부지와 제당사면 하류 절토부분 등에 대하여는 주변 경관을 고려하여 식재를 검토할 수 있으며, 식재 종은 주위 식생분포를 감안하여야 하고 제체의 안전과 유지관리가 용이한 종류의 식생을 선택하여야 한다.

② 제당안전과 유지관리를 위해 목본류 식재는 가능한 지양 한다.

③ 주변과 같은 종류의 식생을 댐사면에 식생하여 외형적으로 인공구조물인 댐체를 시선에서 가리어 주변 산이나 구릉의 연장으로 보이도록 한다.

④ 주변의 식생과 조화를 이루도록 주변의 초·목본류의 이식계획을 포함한 식재계획을 수립한다.

4.4.4 물넘이(여수토, spillway)

(1) 물넘이는 저수지 설계홍수량 이하의 유수를 안전하게 유하시키는 구조이다. 물넘이를 유하하는 유수의 수세를 완화할 필요가 있는 경우에는 적당한 감세공을 설치하도록 한다. 또한, 물넘이는 제체 및 기초지반에 지장을 주지 않는 구조로 한다. 특히, 물넘이는 콘크리트 구조물로서 주위경관과의 조화를 고려하는 식재방안을 검토하여야 한다.

(2) 물넘이는 소정의 설계홍수량일 때에도 제체를 안전하게 유지하기 위한 시설이므로 안전성을

제일 중요하게 생각해야 한다.

(3) 특히, 최근 들어 빈번해진 국지성 호우와 지구온난화 등으로 인한 기후변화는 저수지의 유출량을 증가시키고 노후화된 물넘이의 붕괴위험이 커지고 있어 재해에 대한 충분한 검토를 실시해야 한다. PMP적용 수문을 설치하는 경우 하류의 범람 위험과 침수에 대한 배려와 하류에 서식하는 동식물에 큰 영향을 주지 않도록 배려할 필요가 있다.

(4) 저수지 설계에는 물넘이 규모가 기존 것과 비교하여 크게 되는 경우가 많으므로 물넘이 주변 법면(비탈면)이 크게 될 가능성이 있다. 따라서 물넘이 주변 법면(비탈면)의 녹화로 주변의 자연환경과 조화를 이룰 수 있도록 하는 것이 바람직하다.

4.4.4.1 물넘이 구성요소와 형식

(1) 물넘이의 구성요소와 형식의 구체적인 내용은 “농업생산기반정비사업계획설계기준 필댐편(2002)”및 KDS 67 10 45 농업용댐의 물넘이를 참조한다.

4.4.4.2 물넘이 설계

(1) 물넘이 설계의 구체적인 내용은 “농업생산기반정비사업계획설계기준 필댐편(2002)”및 KDS 67 10 45 농업용댐의 물넘이를 참조한다.

(2) 물넘이 구조물의 원래 기능을 유지하면서 주변 환경과 조화가 되도록 식재하여 콘크리트 구조물의 돌출을 최소화한다.

4.4.5 취수시설

(1) 저수지의 취수시설에는 취수부(사통, 취수탑), 조절부(게이트, 밸브류), 도수부(복통, 취수터널) 등으로 구성되며, 취수탑은 주변경관과 지역의 문화적 특성을 고려하여 시설물의 색깔 및 모양을 결정하거나 이미지를 부각시켜 주변 환경과 조화를 꾀하고 경관훼손을 최소화한다.

4.4.6 어 도

(1) 어도는 하천에서 어류 등 수생동물이 이동하는데 장애물이 있을 경우 어류 등의 원활한 이동을 위하여 만들어진 인공적인 수리시설물을 말한다.

4.4.6.1 어도 설치의 목적

(1) 어도 설치 목적은 하천을 횡단하는 인공수리구조물(댐, 보, 방조제등)로 인하여 소하성 어류들의 이동이 차단되는 경우 이러한 어류들의 이동을 가능하도록 하여 유용한 수산자원을 보호하고 자연생태계를 보전하는 데 있다.

4.4.6.2 대상 동물

(1) 어도를 설치할 때는 그 하천에 서식하는 어류를 비롯한 모든 수서 동물이 이동 가능하도록 설치해야 한다.

4.4.6.3 어도 계획시 고려할 사항

(1) 어도는 설치하지 않는 것이 가장 좋다.

(2) 좋은 어도의 조건

① 소상어가 어도 입구 이외의 장소에 모여들지 않아야 한다.

② 어도 내에 진입한 모든 소상어가 신속하고·쉽고·안전하게 그 어도를 소상할 수 있어야 한다.

③ 어도 통과 후에 소상어가 안전하고 신속하게 하천 상류로 소상할 수 있어야 한다.

④ 어류의 손상이나 피로를 피할 수 있어야 한다.

⑤ 구조가 간단하고 견고하며, 유지관리가 쉽고 비용이 절감될 수 있어야 한다.

4.4.6.4 설계 조건의 설정

(1) 어도의 위치

어도가 홍수시에 수리시설물이나 제방에 영향을 주지 않아야 하며, 어도 입출구가 퇴적되어 막히는 일이 없어야 한다. 어도 입구가 하천의 유심과 연결되어 가뭄 때에도 수로가 단절되지 않아야 한다.

(2) 어도내의 유속

어도내의 통수 유속은 소상의욕이 저하되지 않는 범위내에서 최대한 느린 것이 좋으나, 우리나라의 하천유황을 감안하여 0.5～1.0m/sec 정도의 유속분포를 갖도록 조성하는 것이 바람직하다. 유속은 격벽 중심의 중간수심에서 측정하는 것을 대표 값으로 한다.

(3) 어도 유량의 결정

어도의 유량은 대상하천의 유량, 취수조건, 대상 물고기의 종류 등 여러 가지 조건을 고려해서 설정한다. 많을수록 좋다고 어도의 폭을 과다하게 설치하고 물을 많이 보내면 주민들이 물 사용을 위하여 어도 출구(유입부)를 막고 어도로 물을 보내지 않을 수 있어, 가능하면 취수하고 남는 물을 모두 어도로 보낸다는 기본 개념으로 설계하는 것이 좋다.

(4) 수위변동 검토

① 어도 입구의 수위는 현재 하천의 수위를 기준으로 설계하고 있으나, 장래의 하천의 하상 변화를 예측하여 미리 저하 가능한 수위까지 어도입구를 맞추어 시공하는 것이 바람직하다.

② 어도 출구(물의 유입부)의 수위는 수리시설물의 설계 취수위를 기준으로 하고 수위변화에 대응할 수 있는 어도 형식을 사용하는 것도 좋다. 그러나 어도 형식에 따라서는 수리변화에 대응할 수 없는 것도 있으므로 어도 출구부의 통수량을 조절할 수 있도록 설계하는 것이 좋다.

(5) 물고기의 유영

① 물고기가 소상할 때는 흐름을 거슬러 올라가는 정의 주류성을 가지고, 강하할 때는 반대로 흐름을 따라 내려가므로 부의 주류성을 가진다.

② 물고기가 소상할 때는 하천흐름의 주류 부근의 자기 유영력에 맞는 부분을 따라 이동한다. 유영력이 큰 은어나 송어 같은 종은 유속이 빠른 중앙으로 이동하고, 유영력이 떨어지는 소

형어류는 주 흐름의 가장자리 유속이 약한 곳으로 주로 이동한다.

③ 유영력

가. 유영속도 : 물고기가 헤엄쳐 나갈 수 있는 속도이고 이는 다시 장시 지속하여 낼 수 있는 순항속도와 순간적으로 낼 수 있는 돌진속도로 구분한다. 어종에 따라 변이가 크지만 일반적으로 순항속도는 2～4BL/s 이고, 돌진속도는 10BL/s 정도이다(BL은 체장). 어도를 설계할 때는 어도 내 최대유속이 돌진 속도 이하여야 한다.

나. 유영력 : 유영력은 유영속도에 하천의 유속을 합한 것이다.

다. 사면 소상력 : 소상중인 물고기가 경사면을 올라가는 능력으로 어종별 유영력에 따라 변화한다. 길이 6～9cm의 치은어의 경우 유속이 2.5m/s일 때 경사각 30°와 60°의 경우 소상면의 길이는 각각 1.0m와 0.4m 정도이다.

라. 물고기의 도약 : 물고기가 이동할 때는 일반적으로 수중을 유영하고 장애물을 만났을 때 할 수 없이 뛰어 오르는 것이다. 어도를 설계할 때는 물고기가 도약하지 않고 소상할 수 있게 어도를 설계하는 것이 좋다. 그러나 계단식 어도를 만들 때는 도약을 전제로 한 것이므로 풀의 길이나 깊이를 결정할 때는 물고기가 도약에 필요한 깊이와 길이를 확보하여야 한다.

마. 물고기가 헤엄칠 때 꼬리치는 폭은 체장의 1/2을 넘지 못한다.

④ 어도의 색은 일반적으로 주변 하상의 색이 좋으며, 소상어의 계수시설, 친수시설 및 유지관리시설도 계획에 포함되어야 한다.

4.4.6.5 어도의 종류

(1) 국내 하천에 적용 가능한 어도의 종류는 도벽식, 계단식, 아이스하버식, 버티컬슬롯식 어도를 표준형식으로 선정하였다.

(2) 어도별 장단점 비교는 <표 4.4-1>과 같다.

<표 4.4-1> 어도의 형식별 장・단점 비교표

검토안	장 점	단 점	비고
계단식	구조가 간단하다. 시공이 간편하다. 시공비가 저렴하다. 유지관리가 용이하다.	어도내의 유황이 고르지 못하다. 풀내에 순환류가 발생할 수 있다. 도약력, 유영력이 좋은 물고기만 이용하기 쉽다.	
아이스 하바식	어도내의 유황이 고르다. 소상중인 물고기가 쉴 휴식공간을 따로 둘 필요가 없다.	계단식보다는 구조가 복잡하여 현장 시공이 어렵다.	
인공 하도식	모든 어종이 이용할 수 있다.	설치할 장소가 마땅치 않다. 길이가 길어져서 공사비가 많이 든다.	
도벽식	구조가 간편하여 시공이 쉽다.	유속이 빨라 적당한 수심을 확보하기 어렵다. 어도내 수심을 20cm 이상으로 할 경우 수리시설물에서 배출되는 수량이 많아 용수손실이 크다. 어도내의 유속이 고르지 못하다.	
버디컬 슬롯식	좁은 장소에 설치가 가능하다.	구조가 매우 복잡하고, 공사비가 많이 든다. 어도내 수심을 20cm 이상으로 할 경우 수리시설물에서 배출되는 수량이 많아 용수손실이 크다. 다양한 물고기가 이용하기 어렵다. 폭이 좁아 동시에 많은 물고기가 이용 곤란하다. 경사를 1/25 이상으로 완만하게 하지 않을 경우 빠른 유속으로 어류이동이 제한된다.	

4.4.6.6 어도의 설계

(1) 어도 형식의 선정

어도 형식을 결정하기 위해서는 모든 어종과 참게 등이 유영력에 관계없이 모두 이용할 수 있어야 하고, 수위가 변해도 어도 기능이 있어야 하며, 관리가 쉬워야 하고, 경관도 고려해서 <표 4.4-2>와 같이 어도형식을 선정한다.

<표 4.4-2> 상황별 어도형식 선정 기준표

고려 사항 \ 어도 형식		도벽식	계단식	아이스 하버식	버티컬 슬롯식
①이용어종의 다양성		1	2	3	3
②대상어종의 유영력	강한 어종	4	3	3	2
	약한 어종	1	3	4	1
③낙차공 길이	10m이하	4	3	1	1
	10 ~ 100m	2	3	3	2
	100m 이상	1	3	4	3
④어도의 유량	부족할 때	3	2	2	3
	충분할 때	2	3	4	4
⑤수리시설물의 낙차	1m이하	4	3	2	2
	1 ~ 5m	1	3	4	3
	5 ~ 20m	1	2	3	2
⑥상류 수위변동폭	클 때	3	1	2	4
	적을 때	2	3	4	2
⑦어도의 공사비		4	3	3	2
⑧어도의 유지관리비		4	3	3	2
⑨휴식 Pool의 필요성		2	3	4	2

(2) 어도의 선정 과정은 우선 하천의 하폭 등 수리시설물이 위치한 하천의 고려항목별 세부기준에 따라 각각의 어도형식별 배점을 구한다. 모든 고려 항목이 추출되면 어도 형식별로 제시된 배점을 합산하여 가장 높은 점수를 받은 어도형식을 선정한다.

(3) <표 4.6-2>에서 고려 항목별 점수의 배점은 다음과 같이 설명할 수 있다.

① 이용어종의 다양성

가. 어도형식이 갖는 고유한 구조적 특징에 따라 나타나는 이용 어종의 다양성에 따라 점수를 배점하였으며, 어도를 이용할 수 있는 어종이 많을수록 좋은 점수를 준 것으로 가장 좋은 것은 아이스하버식과 버티컬슬롯식 어도이다.

② 대상어종의 유영력

가. 어도를 설치할 때는 대상하천에 서식하는 어류 중에서 가장 유영력이 약한 물고기를 기준으로 어도를 계획하는 것이 원칙이지만 환경부 보호종이나, 천연기념물로 지정된 종, 혹은 지방 특산어를 주요 대상으로 하는 등 특정한 어종의 이동 필요성에 따라 조성되는 어도의 경우에 있어서는 대상 어종의 유영력에 따른 판단 기준이 필요하다.

나. 대상어종이 유영력이 강한 어종인 경우는 어떤 어도에서든 이동이 가능하므로 어도에 따라 시공성이나 경제성을 중심으로 판단할 수 있도록 점수를 배점하였고, 유영력이 약한 어종을 기준으로 한 경우에는 이러한 어종이 유영 또는 도약하여 소상할 수 있어야 하므로 어도의 기능적인 면을 통하여 판단할 수 있도록 점수를 배점하였다.

다. 따라서 유영력이 강한 어종이 대상일 경우에는 도벽식이 가장 편리하게 시공할 수 있고, 유영력이 나쁜 어종을 대상으로 할 때는 도벽식이나 버티컬슬롯식 어도는 어도내부의 유속이 빠르므로 설치하지 않는 것이 좋다. 아이스하버식 어도는 비월류벽 뒤에서 휴식할 수 있어 유영력이 약한 어종도 이용 가능하다. 1:20의 경사를 갖는 아이스하버식 어도는 유영력에 관계없이 모든 어종이 이용하는 것을 확인하였다.

③ 낙차공 길이

가. 낙차공의 길이가 10m 이하인 좁은 하천에서는 유량이나 이용어종 등을 고려할 때 아주 간단한 도벽식 어도만 설치 가능하다는 의미이고, 100m 이상의 큰 하천에서는 아이스하버식 어도와 같은 어도 이용효율이 높고 정밀한 시공이 필요한 어도를 설치할 수 있다.

④ 어도의 유량

가. 유량이 많은 하천이라도 용수수요가 많아 어도로 보낼 수 있는 유량이 적은 경우가 있을 수 있으므로 하천의 유량이 아닌 어도로 보낼 수 있는 유량을 기준으로 배점한 것이다.

나. 어도로 보낼 수 있는 유량이 적은 경우에는 어도를 통한 유량이 적은 어도가 용수 이용면에서 적합할 것이고, 유량이 풍부할 경우에는 다양한 어종이 이용 가능한 기준으로 점수를 배점하였다. 다만 용수이용을 위한 취입보가 아닌 경우에는 이의 판단을 배제하는 것도 가능하다.

⑤ 수리시설물의 낙차

가. 예산, 이용 어종의 다양성, 경관 등을 감안하여 1m 이내로 낮으면 예산, 설치장소 등에

지장을 받지 않고 설치할 수 있으므로 수로형식 어도가 가능하다. 5m 이하에서는 물고기가 자력으로 유영하여 올라갈 수 있어 풀형식의 어도 설치가 가능하다. 5m가 넘으면 중간에 휴식장소도 설치해야 하고 유영력이 약한 어종은 이용이 불가능 한 점이 있는 등 어려운 점이 많고, 20m 이상으로 높아지면 물고기가 자력으로 올라가기 어렵기 때문에 표준모형으로 제시된 어도형식으로는 설치가 곤란하며, 조작형식의 도입이 필요하다.

⑥ 상류 수위 변동 폭

가. 어도 상류의 저수지의 수위 변화가 크면 어도의 출구 설계가 어렵고 비용이 많이 들으며 사람이 운영해야 하므로 변동 폭이 크면 운영 조작식으로 하는 것이 가장 좋고, 버티컬슬롯식도 버티컬슬롯의 깊이만큼 수위가 변화하여도 어도로 물이 흐를 수 있으므로 별도의 시설이나 조작이 없이 대응이 된다.

나. 그러나 물이 흐르는 단면이 기본적으로 크기 때문에 용수의 유실이 많아서 수리시설물의 관리입장에서는 회피하는 경향이 있다. 아이스하버식 어도의 점수가 높은 것은 수위가 변하여도 비월류벽 뒤에서 소상중인 물고기가 휴식할 수 있다.

⑦ 어도의 공사비

가. 낙차를 20m를 경계로 한 것은 모든 어도 연구가들이 풀형식 어도를 설치할 수 있는 높이를 20m 이하로 보기 때문이다. 20m 이하에서는 도벽식이 가장 간단하여 시공비가 덜 들고, 기타의 어도형식에서는 구조적인 세밀함이나 규모 등에 의하여 시공비가 많이 소요되므로 그 사이에서 예산 등을 감안하여 선택하도록 한 것이다. 20m 이상에서는 운영조작식 어도를 설치해야한다.

⑧ 어도의 유지관리비

가. 도벽식 같은 것은 설치 후 거의 방치하기 때문에 비용이 발생하지 않지만 일반적으로 풀형식의 어도는 풀 내부와 하류에 퇴적물이 형성될 수 있으므로 이의 관리비용 등이 필요하다.

⑨ 휴식 pool의 필요성

가. 어도의 길이가 길어지면 소상중인 물고기가 지치게 되므로 유속이 없는 곳에서 쉬었다 갈 수 있는 장소가 필요한데 이때에는 풀 내부에서 순환류가 발생하지 않도록 주의하여야 한다.

나. 아이스하버식 어도에 점수를 높게 준 것은 아이스하버식 어도는 비월류부가 있어 이 후면에 유속이 없고 소상중인 물고기가 휴식할 수 있으므로 따로 휴식풀을 설치하지 않는다. 도벽식에 가장 낮은 점수를 설정한 것은 도벽식의 경우 유속이 빠르므로 자주 휴식풀을 만들어야 된다는 의미이다.

이 선정기준표에 의한 어도형식 선정은 절대적인 기준이 되는 것은 아니며, 어도의 형식을 선정할 때 참고자료로만 사용해야한다.

(4) 어도의 폭은 어도를 설치할 하천의 용수를 제외한 갈수량을 어도로만 유하시킬 때 월류수심을 10cm 정도로 유지할 수 있도록 결정하는 것이 좋다. 따라서 어도의 폭은 평수기의 물은 어도로만 흐르고 수량이 증가하면 수리시설물 전체로 물이 넘지 않고 그 물을 어도 유인수로 사

용할 수 있는 계획을 수립해야 한다. 어도의 폭을 평수기를 기준으로 결정했다면 갈수기에는 수심이 낮아 물고기 이용이 어려울 수 있으므로 수위 저하에 대한 계획도 수립해야 한다.

(5) 어도의 길이는 수리시설물의 높이와 경사도에 의해서 결정된다.

(6) 어도의 높이는 어도의 출구 수위와 입구의 수위 차이로 설치하는 수리구조물의 높이에 따라 결정된다.

(7) 어도의 기울기는 하천에 서식하는 모든 종류의 어류와 수서 동물이 이용 가능하게 하기 위해서 풀형식 어도의 경사도는 1:20 보다 완만하게 설치하여야 하고 수로식에서는 더 완만해야 한다. 기울기는 어도의 입구와 출구의 높이 차이(h)와 어도의 길이(l)의 비 h/ l 로 계산한다.

(8) 어도의 수심

어도의 최소 수심은 어도의 형식이나 이용어류의 종류 등에 따라 달라지나 수로 형식에서는 어도를 이용하는 어류 체고의 2배 정도의 수심만 있으면 가능한 것으로 보는 견해가 많다.

(9) 어도의 부대시설

① 수위 조절장치

어도 내의 유황은 어도로 유입하는 물의 수위 변화에 따라 크게 달라지므로 유량을 조절할 수 있는 것이 좋다. 대형 댐에서는 댐 출구에 가동언을 두어 상류 수위가 올라가면 가동언이 상승하고 수위가 내려가면 가동언이 내려가서 입구의 수위가 항상 일정하게 할 수 있으나 소형 수리시설물에서는 이런 수위 대응이 비용 때문에 불가능하다. 따라서 소형 수리시설에서는 어도 출구에 각낙판을 설치하여 수위조절을 하는 것이 일반적이다. 이때 각낙판도 하나의 격벽으로 보아서 계획된 어도의 격벽의 높이보다 높지 않게 하여야 한다.

② 유인수로

유인수란 어도입구로 물고기를 유인하기 위하여 어도 입구에 보내는 물로 이 물을 보내는 수로가 유인수로이다. 어도의 폭이 좁아 하천유량에 여유가 있을 때에는 어도 이외로 물이 흐를 기회가 많으므로 어도로 물고기가 모이지 않게 된다. 물이 어도 이외로 흐를 때 어도로 물고기가 모이도록 하기 위해서는 여분의 물을 유인수로 활용하는 것이 좋다. 원리는 유인수로에서 아주 강한 흐름을 주면 물고기는 강한 흐름은 피하고 강한 흐름의 주변에 자기가 좋아하는 유속이 있는 곳으로 모이게 된다. 그러나 유인수량이 부족하여 유인수로의 유속이 빠르지 않으면 물고기는 유인수로로 들어가려고 하므로 주의할 필요가 있다.

③ 어도입구 보호설비

어도입구가 하상 저하나 퇴사로 물고기가 어도에 진입하지 못하는 것을 방지하기 위해서 일종의 정수지를 설치하면 입구의 세굴을 방지할 수 있다. 그러나 침식보다 침전이 유력한 하천구간의 어도에 정수지를 설치하면 퇴사에 의하여 어도입구가 차단될 수 있으므로 유의하여야 한다.

4.4.6.7 어도의 설계 절차

(1) 자료수집 단계

① 어도설치 대상 수공구조물에 관한 자료

② 하천의 수문 및 수리

③ 하천의 수생 동식물 자료
④ 어도설치 지점의 하천이용 및 기타 자료

(2) 어도의 설계조건 설정
① 하천생태유지 기본유량
② 수공시설물에서 어도의 위치
③ 어도의 설계유량 및 어도의 개수
④ 수공구조물 하류부의 어도설계 기본 하상고
⑤ 수공구조물 상류부 및 하류부의 어도설계 기본수위
⑥ 회유성 수생동물의 한계유영속도
⑦ 어도 건설비용

(3) 어도 기본설계
① 어도의 기본형식 선정
② 어도의 평면배치 설정
③ 어도의 입구부 및 출구부 설계
④ 어도 제원의 개략 설계

(4) 어도 상세설계
어도 기본설계에서 확정된 안은 다음과 같은 순서에 따라 상세 설계를 한다. 어도 상세설계에서는 홍수시 어도의 안정성과 어도에 의한 홍수시 하천흐름 변동, 어도내 유속분포 및 어류 통과 단면적 등을 충분히 고려하여야 한다.
① 어도의 폭과 깊이 산정
② 입구부 상세설계
③ 어도출구부 상세설계
④ 어도경사를 기준으로 하여 어도길이 결정
⑤ 어도길이가 긴 경우 어도내 회유성 어류가 휴식할 pool의 장소와 크기 설정
⑥ 격벽 간격 및 월류격벽의 제원
⑦ 비월류격벽에 의한 pool 규모
⑧ 설계유량에 대한 어도내 수면계산
⑨ 최대유속 및 월류수심 추정
⑩ 월류격벽이나 비월류격벽의 물과 접촉하는 모서리는 흐름의 박리현상이 일어나지 않도록 유선형 등으로 처리
⑪ 등류흐름조건 만족 여부 판단
⑫ 홍수시 어도가 하천 흐름에 미치는 영향 검토

(5) 어도시설 유지관리 계획 설계에서는 다음과 같은 항목을 반드시 포함시켜야 하며 이는 어도 건설 이후 어도의 정상적인 기능 유지에 필요하다.
① 홍수전후의 어도관리
② 주요 회유성 어류 이동시기의 유지관리
③ 어도의 효과 판정을 위한 계획

(6) 그 밖의 어도에 관한 구체적인 내용은 농업용댐편 물넘이 및 부속구조물 설계 KDS 67 10 45 3.어도를 참조한다.

4.4.7 지역 실정(여러 조건)을 충분히 파악한 후에 환경 배려 범위를 설정

(1) 지금까지 언급된 사항을 고려하여 제체 등에 적용하고 앞으로 제초나 퇴사제거(준설) 등의 유지관리가 필요한 경우는 제체 등의 녹화 등 환경배려 범위는 농가를 포함한 지역주민에 의한 유지관리의 계속성이 확인 가능한 범위에서 설정하는 것이 중요하다.

(2) 제체에 적용되는 친환경 설계와 시공 공법은 설계와 시공뿐 아니라 건설이후의 유지관리에 관련되는 사항을 염두에 두고 적용할 필요가 있다.

4.5 수변의 단면・공법 선정에 요구되는 사고

(1) 저수지 수변의 단면과 공법은 영역별 시설정비계획과 보전 대상종의 서식환경 조건과 수변 특징을 고려하여 선정한다.

(2) 단면과 공법 선정은 현황 단면의 개량을 기본으로 하며 다양한 비교 안을 검토하여 각 영역의 기본적인 단면과 구조를 결정한다. 기본적으로 단면구조의 검토는 물론 보전 대상종과 현장 조건, 경제성, 농가를 포함한 지역주민의 의향을 들어 적절한 공법을 선택한다.

(3) 또한, 배후지 등의 용지조건, 경제성, 유지관리 작업성 등도 함께 고려하고 수변을 완경사로 함으로써 다양한 생태계 보전을 위한 수변공간을 창출하는 것이 바람직하다.

4.6 도로 사면의 녹화계획 및 설계

(1) 저수지 이설도로 건설에 따른 사면은 토양이나 암반이 그대로 노출되어 시각적으로 부정적 영향을 줄 뿐만 아니라 붕괴 등의 위험이 있다. 따라서 사면안정시설과 함께 주위 경관과 조화할 수 있는 자연재료를 활용한 사면보호 녹화공법을 적용하여야 한다.

4.6.1 설계원칙

(1) 비탈면 발생을 적극 억제한다.

기복이 있는 지형에서 저수지의 진입·이설도로를 건설하는 경우 어쩔 수 없이 비탈면이 발생하게 된다. 비탈면 정비의 기본적인 개념은 첫째 비탈면의 발생량을 적극적으로 억제하는 것이며, 노선 선형을 설정할 때에 가능한 한 등고선에 따라 선형을 설정하도록 검토한다.

(2) 주변 환경과의 조화를 고려하여야 한다.

어쩔 수없이 발생한 비탈면에 대해서는 토공단계부터 적극적으로 주변 환경과 조화를 고려하여 녹화계획을 수립하는 것이 바람직하다.

또한, 비탈면은 재해발생이 일어나지 않도록 해야 하며 부득이 한 경우 비탈면 주변의 식생과 서식환경을 고려하여 주변 환경을 배려한 비탈면 처리 방법을 적용한다.

4.6.2 설계시 고려사항

4.6.2.1 비탈면의 형상

(1) 토공단계에서는 비탈면 형상을 주변 환경과 조화를 이루게 하고 녹화를 용이하게 하기 위하여 가능한 한 기울기가 적게 하는 것이 바람직하다. 그리고 농지와 접하는 부분의 비탈면은 휴식이나 농기구를 놓아두는 곳 등으로 이용되는 것을 고려한 설계가 바람직하다. 토공단계의 정비방법으로는 비탈면을 완만하고 둥글게 하기 위하여 라운딩(rounding)하는 방법이 있다.

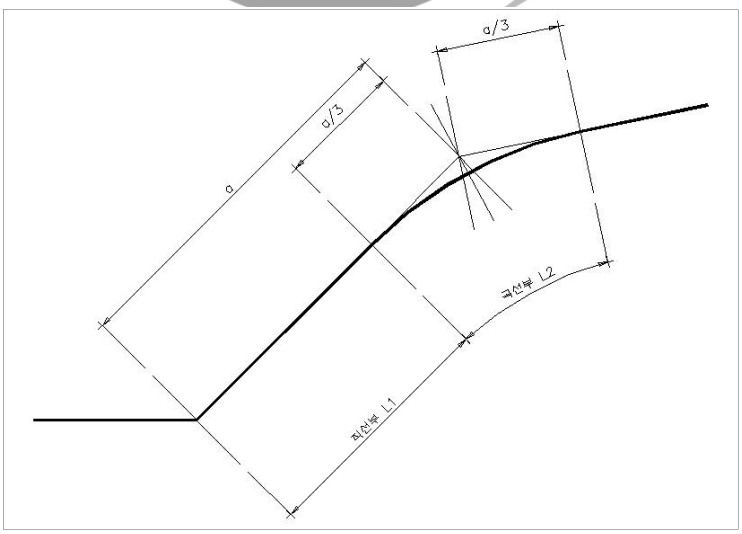
(2) 비탈 경사는 가능한 한 완만하게 하고 큰 곡선으로 둥글게 하는 것이 바람직하다. 그러나 이렇게 하는 것은 비탈면 용지 폭을 크게 하고 면적을 많이 사용하므로 가급적 적은 폭의 작은 면적을 사용하면서 라운딩 효과를 크게 할 수 있도록 한다.

4.6.2.2 라운딩 방법

(1) 비탈의 라운딩은 비탈면 전체에 적용하는 것이 이상적이다. 특히 평지에서 급한 산지로 들어가는 부분의 절토 비탈면에 대해서는 넓은 범위에 라운딩을 하면 부드러움이 생겨 효과가 크다.

4.6.2.3 라운딩 설치 방법

(1) 라운딩은 비탈단면의 곡선을 강조하도록 곡선 길이를 직선 길이보다 길게 잡는 것이 원칙이다. <그림 6.2-1>과 같이 직선부의 길이를 L1, 곡선부의 길이를 L2라고 하면 L1 ≦ L2가 되어야 한다. 또 비탈단면에 대한 곡선부의 접선 길이를 T로 하면, T ≒ L2/2가 되고, L1 = L2 로 한 경우 L1 = 2T가 되고 비탈 길이를 a로 하면 a ≒ 3T, T ≒ a/3 로 된다. 여기서, 비탈 어깨 상하에 대하여 T ≒ 1/3 범위, 즉 비탈 어깨에서 아래쪽으로 1/3 지점까지, 위쪽으로 1/3지점 범위에 대하여 곡선을 주면 비탈면의 직선부와 곡선부의 길이가 거의 같아져 비탈면의 직선성이 억제되며, 이 이상으로 곡선을 주면 비탈면의 곡선을 강조하는 것으로 된다.



<그림 4.6-1> 사면 라운딩 방법의 모식도

4.6.3 비탈면 녹화 방법

(1) 비탈면을 녹화하는 경우 어떠한 식물을 어떻게 도입하여 녹화하는가를 분명히 할 필요가 있다.

4.6.3.1 도입하는 식물

(1) 도입하는 식물은 기본적으로 다음 조건을 만족할 필요가 있다.
① 기상조건에 적합할 것
② 토양조건에 적합할 것
③ 재생 목표에 적합할 것

(2) 또한, 도입하는 식물은 크게 초본식물과 목본식물로 구분할 수 있다. 지금까지 비탈면 녹화는 경비가 저렴하고 간단하게 도입할 수 있는 초본식물이 많이 사용되어 왔다. 그러나 목본식물은 근계(根系)의 긴박력이 강하고 초본식물과 비교할 때 붕괴가 어려운 비탈면을 조성함으로 목본식물 도입이 바람직하다. 목본식물의 도입은 지역에서 자생하는 식물을 우선으로 하며 다음 사항을 고려하여 도입한다.
① 주변의 자연경관과 조화가 용이
② 생태계의 조기회복에 유효
③ 자연의 회복력이 영속적으로 지속
④ 식생의 유지관리가 적음
⑤ 목본식물은 도입 후 거의 쇠퇴하지 않음

4.6.3.2 도입방법

(1) 도입방법에는 파종법과 식재법이 있으며, 파종에 의하여 생육된 수목은 입지조건에 따라 뿌리가 생장하고 지상부에 생육한다. 이 때문에 고사하거나 강풍에 의한 도복은 적다. 식재에서는 지역의 기후나 토양에 적합한 수목을 식재한 경우 식생의 복원이 조기에 실현된다. 파종한 수목과 식재한 수목을 비교할 경우 식재한 수목은 토양이 딱딱하면 뿌리가 심은 구멍 외에는 생장하지 않고 뽑혀지는 강도가 타종목과 비교하여 매우 적어 쉽게 도복된다.

4.6.3.3 파종에 의한 조기수림 형성방법

(1) 종자의 배합

조성하는 군락이목본식물만으로 구성할 때에는 표면침식이 생기거나 표층토의 형성이 진행되지 않고 생태계의 회복이 늦어지는 경향이 있다. 이 때문에 목본군락을 조성하는 경우에는 주 목본류와 초본식물 그리고 주목본류와 초본식물 사이의 중간 목본류를 혼합함이 바람직하다.

중간 목본류는 비료목 또는 혼식물이라고도 하고 특히 불량한 생육환경을 개선하는 역할을 하고 있다. 이는 주 목본류의 생육환경을 조절하여 생장을 돕는 일을 하기 때문이다. 그리고 초본식물은 생장이 빠르기 때문에 목본식물은 피압되어 고사하고 초본군락으로 되어버리는

경우가 많기 때문에 초본식물의 초기생장을 억제하는 대책이 필요하다. 일반적으로 종자의 배합은 주 목본류 1～2종, 중간 목본류 2～3종, 초본식물 1～2종을 선정하여 조합한다.

(2) 초본식물의 초기생장을 억제한다.

목본식물과 초본식물을 혼합 파종할 때에 용출시간이 빠른 비료를 사용하면 초본식물의 초기생장이 왕성해지기 때문에 완효성 비료가 유리하다. 그리고 목본식물의 생장을 촉진할 필요가 있어 인산성분이 많은 비료를 사용함으로써 목본식물의 생장이 촉진된다.

(3) 기 타

그 이외에 아래와 같은 점에 유의하는 것이 바람직하다.

① 중간 목본식물을 사용하는 경우 질소, 유기질을 다량으로 사용해서는 안된다.

② 시공 적기는 3~5월이다.

4.6.4 잠재 자연식생에 의한 식재법

(1) 이 방법은 온실 등에서 재배한 30㎝정도의 어린 묘목을 무작위로 혼식하여 1년 후에 수고 1m, 5년 후에 5m, 10년 후에는 수고(樹高) 8～10m의 수림지로 생육시키는 방법이다. 어린 묘목의 수종은 잠재 자연식생으로서 그 토지의 기후나 토양에 알 맞는 것을 선정해야 하는 것이 특징이다.

4.6.4.1 수종의 선정

(1) 잠재 자연식생이라고 하는 것은 어느 시점에서 인위적인 작용이 정지하였을 때 거기에 나타나는 식생력이다. 이것은 어느 지역에 있어 인간이 그 지역의 식생조건을 개조 변경하기 이전의 식생조건과 반드시 일치하는 것은 아니며 지형이나 식생조건이 변경된 현재의 상태를 기준으로 하고 있다. 잠재 자연식생을 추정하기 위해서는 현지에서 식물 생태학적 기초조사를 실시하는 것이 필요하다.

4.6.4.2 식재방법

(1) 묘목의 육성

선정된 수종의 종자를 채집하여 묘상에 파종하며, 발아 후 2～6잎 정도의 잎이 나온 육묘를 포트(pot)에 이식한다. 또한, 자연림 내에서 주목주변에 있는 자연 발아한 어린 묘목을 채집하여 포트에 이식하여도 좋다. 이럴 경우 묘목 키는 10～20cm 정도의 어린 묘목을 선택하는 것이 생존율이 높다.

(2) 식 재

묘목 키가 30～60cm, 잎이 5～8잎 정도, 뿌리가 포트 속에 빈틈없이 꽉 찬 묘목을 식재한다. 식재하는 곳의 토양이 극단적으로 나쁠 경우에는 가능한 한 유기질이 풍부한 표토를 20～30cm 정도 치환하거나 유기물을 혼합하여 토양을 뒤집어 주는 것이 바람직하다. 급경사지나 계곡 같은 곳에서는 표토의 유실과 침식을 방지하기 위하여 나무 가지를 엮어 주거나 나무말뚝을 박는 등 흙이 머물게 하는 공사를 하도록 한다. 식재는 여러 종류의 묘목을 무작위로 밀

식하며, 밀식도는 1㎡당 3～4본으로 한다.

(3) 육 성

묘목 식재 후에는 즉시 짚을 깔거나 그와 유사한 유기물로 뿌리둘레를 덮어준다. 이것은 토양 침식을 억제하며 토양건조 및 잡초의 침입을 방지하는 동시에 부식되어 유기질 비료가 되는 등의 효과가 있다. 식재 후 1～2년간은 필요에 따라 제초를 하거나 표토가 극도로 건조할 경우 적당히 물을 주거나 보살필 필요가 있으나 3년째부터는 자연의 관리에 맡겨 둔다.

4.6.5 암반이 노출된 경우의 대책

(1) 암반 또는 경질토가 노출된 경우에는 비탈면의 침식이 풍화작용에 의하여 일반토질에 비하여 심하기 때문에 경사면 보호가 필요하게 된다. 일반적으로 몰탈 또는 콘크리트 뿜어 붙임에 의한 비탈면 보호는 주변경관 속에서 위화감을 갖게 하는 경우가 많기 때문에 부득이한 경우를 제외하고는 경사면 녹화에 사용하지 않는 것이 바람직하다. 이런 경우에는 지반의 경도, 함유 비료분의 유무에 따라 파종만으로는 불충분할 경우 토양조사를 바탕으로 인공토양 기반재의 시공 등에 의하여 녹화가 확실하도록 해야 한다.

4.7 도로의 생태 이동통로 계획

(1) 주변 지역에 대한 충실한 생물상 조사를 통하여 생물종, 서식공간의 위치와 이동경로 등을 파악하여 도로가 이들 공간을 우회하거나 불가피할 경우에는 동물들의 이동통로를 확보해야 한다.

4.7.1 생태 이동통로의 위치 선정시 고려사항

(1) 대상 동물을 선정하고 주요 이동경로를 파악하여야 한다.

(2) 대상동물의 서식특성, 서식범위, 산란 및 번식 패턴 등을 고려하여야 한다.

4.7.2 이동통로 형식 선정

4.7.2.1 생태교량(eco-bridge)

(1) 생태교량은 야생동물의 이동을 위하여 도로 상단부에 교량을 설치하는 형식이다. 이는 주로 도로 개설에 따라 동물의 서식지가 둘로 나뉘게 될 때, 야생동물로 하여금 다른 서식지로의 이동을 도와준다.

(2) 지하박스(box culvert)가 주로 계곡부와 저지대의 야생동물의 이동통로로 이용되는데 반하여 생태교량은 능선부와 높은 지역에 서식하는 야생동물들의 이동 통로가 될 수 있다.

(3) 생태교량의 자세한 사항은 환경부, 2010. 생태통로 설치 및 관리지침을 참고한다.

4.7.2.2 생태터널

(1) 생태터널은 도로의 하단부에 설치하는 유형으로 교량에 비하여 규모가 작으며 적은 비용으로 많은 장소에 설치가 가능한 장점이 있다. 생태이동통로를 조성함에 있어 저수지 주변 도로에

지형 여건상 생태교량을 설치할 수 없는 경우나 소형동물의 이동을 위한 경우에는 생태터널을 조성한다.

(2) 생태터널의 형태가 박스인 경우 박스의 규모는 가로, 세로 크기가 각각 4.27m 이상으로 한다. 육교, 터널 등의 경우 폭에 대하여는 명시적인 자료가 없으나 하천변 및 저수지 주변의 수변식생을 야생동물 이동 통로로 이용 할 경우 약 15m 정도의 폭으로 한다. 다만 박스형, 육교, 터널의 길이는 짧을수록 좋다.

(3) 설계원칙

① 노면은 포장하지 않는 것이 좋다.

② 야생동물의 접근을 용이하게 할 수 있도록 유도 식재를 한다.

③ 터널 상단부에 식재를 한다.

(4) 설계시 고려사항

① 인접된 경사면은 주변의 수림과 지하박스의 거리를 짧게 하여 동물이 불안하지 않게 이용할 수 있도록 유도 식재를 한다.

② 사슴, 멧돼지 등이 이용하기 위해서는 넓이와 높이가 4m 이상 필요하다. 멧돼지는 직경 2.5m 를 확보하고 사슴, 노루는 높이를 길이의 1/10 이상을 확보한다.

③ 너구리와 족제비 등은 터널 측구를 잘 이용하므로 측구 설치가 요망된다.

④ 측구를 이용하거나 측구에 떨어진 소동물의 탈출이 용이하도록 경사로를 설치한다.

⑤ 측구에 흐르는 물의 양이 많지 않을 경우 동물의 발이 물에 적시지 않도록 측구에 소단이나 디딤돌을 설치한다.

⑥ 입구 주변은 야생동물의 이동과 파충류의 이동시 은폐를 위하여 인근 자생 수목과 동일한 수목을 식재하여 수림을 조성한다.

⑦ 도로외의 부분에서는 야생동물이 횡단하는 것을 막기 위해 펜스의 유도식재 등에 의해 횡단시설의 입구로 야생동물을 유도한다. 횡단용 시설과 주변 띠상의 경관 요소가 직접 접하고 있지 않은 경우에는 도로에 평행하게 노변에 유도 식재를 한다.

⑧ 횡단용 시설 입구 부근에서는 불빛과 시각적 영향을 완화하기 위해서 밀식한다. 이는 사람이 접근하지 않게 하기 위한 기능도 포함한다. 식재 높이는 1.5m 이상으로 한다.

⑨ 침입방지 식재 : 야생동물이 도로로 침입하지 못하도록 대책을 세워야한다. 펜스를 설치하거나 생 울타리를 조성하거나 목재 편책을 설치하면 동물의 도로 침입을 막을 수 있다. 이때 침입방지 시설은 통로 양측으로 100m 정도 설치해주는 것이 바람직하다.

(5) 생태터널의 자세한 사항은 환경부, 2010. 생태통로 설치 및 관리지침을 참고한다.

4.7.2.3 배수로

(1) 양서류를 위한 이동통로의 경우 도로 개설에 따라 배수 목적으로 설치된 구조를 이용한다. 특히, 저수지 주변의 경우 양서류에게 양호한 서식 조건을 갖추고 있으므로 도로 개설에 따라 고립된 서식지는 배수로에 의한 생태통로를 조성하여 연계시킨다. 암거(box culvert) 설치장소가 양서류, 파충류 등의 소형동물 이동 가능성이 있을 경우에는 소형동물이 이용하기 쉽도록 출입구 위치를 U자 형으로 정비하여 유도하는 것이 효과적이다.

(2) 양서류를 위한 수로와 관은 저수지의 수변생태 서식지를 연결하는 형태로 설치하는 것이 요망된다.

(3) 또한, 배수용으로 설치하는 지하수로(pipe culvert)는 너구리, 담비, 족제비 등의 중·소형 동물의 이동통로로 이용되고 있다. 설치위치는 이동경로가 많은 지역에 골짜기를 따라 이동경로를 연결하는 것이 효과적이다. 따라서 동물의 이동에도 불편이 없도록 설계하는 것이 중요하다.

(4) 설계시 고려사항

① 지하배수관에 단을 설치하여 동물의 발이 물에 적시지 않고 통행할 수 있도록 고려한다.

② 지하배수관의 직경은 관 길이에 따라 달라진다. 너구리 등 중형 포유류의 이용을 고려할 경우는 그림 2.4.33과 같이 직경 1m 이상이 필요하다. 참고로 저수지주변 서식 동물의 크기와 종류에 따라 표 2.4.11 등을 참고하여 동물의 이동과 유수 및 토사배제가 원활하게 될 수 있는 길이와 지름을 선정하여 적용한다.

③ 지하배수관 출입구의 집수 웅덩이에 동물이 편리하게 이용할 수 있도록 계단 또는 경사로(slope) 등의 설치가 필요하다.

④ 집수정에서 탈출할 수 있도록 경사로를 조성해 준다. 집수정은 수면 45% 이상의 경사로를 만들어 소동물이 오르기 쉽도록 배려한다.

(5) 노루 및 멧돼지의 경우 도로 주변에 설치된 가드레일에 의해서 이동 제한을 받는 것이 관찰되는데, 자동차 통행안전에 지장이 없는 경우에 가드레일 1개 정도만 제거해도 대형동물이 이동할 수 있다.

(6) 저수지와 수로가 연결되어 있는 경우 수로에서 주변 야산 등으로 이동 또는 탈출할 수 있는 이동통로를 대상 생물의 행동패턴에 맞추어 만들어준다. 이러한 이동통로의 경우 가급적이면 도로를 피하여 설치하는 것이 바람직하다. 또한, 이동통로를 확보하기 위해서는 돌과 식생을 활용한 방법이 바람직하다.

4.7.3 주요 서식처 보호시설

(1) 야생동물들은 빛, 소리, 진동 등의 요인으로 생활환경이 훼손되기 때문에 그에 대한 대책이 필요하다. 야간 도로 통행의 라이트 불빛이나 차량소음 등의 감소를 위한 방지대책을 식생 또는 시설물로 설치하여 실시한다.

① 빛의 차단을 위한 열식 수림대 조성이나 환경시설대의 설치 또는 목재나 자연스러운 소재로 차광벽을 설치하여야 한다.

② 소음방지를 위해서는 도로환경 조형물 기능을 겸한 주변과 어울리는 아름다운 방음벽을 설치한다.

4.7.4 생물서식기반 조성

(1) 저수지주변의 생물서식환경 조성을 위해서는 저수지공사에서 발생하는 표토 즉 부식층 표토를 잘 보전하여 활용하는 것이 매우 중요하다.

① 건강한 생물서식기반 환경의 모태가 되는 토양은 부식층 표토를 충분히 포함한다(식재식

물의 성장촉진과 토양 소동물을 유치하여 소형동물의 먹이와 정착을 유도).

② 수계는 다양한 생물의 서식과 이동에 중요한 역할을 수행한다.

③ 자연재료를 활용하여 폭 1m내외의 곡선형 계류를 조성한다.

④ 지형 복원

가. 최대한 다양한 지형을 구성하기 위해 마운딩 및 저습지를 조성한다.

나. 인간 활동으로 생기는 빛과 소음 등의 부정적 영향을 최소화하기 위해 전체적으로 중심부분이 낮게 유지되도록 자연스러운 계곡형상을 이루도록 한다.

⑤ 식생복원

가. 습기, 양분, 온도, 광 등의 환경인자를 고려한다.

나. 식생 수종 선정의 경우 주변지역에 생육하며 야생동물을 유인할 수 있는 종으로 선정한다.

다. 식생의 연속된 흐름을 형성하고 파악된 동물의 이동경로에서와 유사한 식생 유형을 형성한다.

라. 인간 활동과 접하는 부분에는 침엽수와 관목을 밀생하여 소음 및 불빛을 차단한다.

4.8 토취장, 석산, 사토장 등

(1) 농업용 저수지 건설시 공사용 재료의 확보와 공사시 발생하는 사토 및 암석처리를 위한 토취장, 석산, 사토장 등은 주위 경관에 미치는 악영향 완화를 위한 식재 계획과 강우시 다량의 토량유실 발생 억제를 위한 시설을 검토하여야 한다.

4.8.1 토취장에서 굴착운반 작업시 유의 사항

(1) 인접한 주위상황에 따라 발파 및 미끄럼 방지를 위한 시설을 설치하여야 한다.

(2) 공사중 강우 등으로 흙의 함수비에 영향을 준다고 판단될 때에는 가배수로를 설치하여 함수비 증가를 방지하여야 한다.

(3) 절토과정에서 흙과 발파암이 혼합되어 토질이 변화되지 않도록 주의하여야 한다.

(4) 주변 지형과의 조화와 비탈면 안정을 위해 균일한 단면과 안정된 기울기(1:1.5이상)로 깎아야 한다.

4.8.2 사토장 선정 및 작업시 유의 사항

(1) 사토장이 산지, 경사지, 저습지 등 지형·지질이 불량한 위치에 계획되어 있거나 흙쌓기에 사용하기 어려운 불량토가 많을 때에는 이토분의 침전지, 방재 조절지, 가배수로 등을 설치하여 주위환경에 미치는 영향을 최소화하여야 한다.

(2) 사토장은 진입로의 보수, 사전배수, 비탈면 보호공 등을 검토하여 먼지, 토양 침식에 의한 환경오염을 최소화하여야 한다.

(3) 사토장으로 농지를 이용할 때에는 당초 표토를 집토해 두었다가 공사완료 후 복구할 수 있도록 토사의 유출방지, 강우로 인한 범람 등의 재해안전대책을 검토하여야 한다.

(4) 사토장의 비탈면 기울기는 지구의 여건을 고려하되 1:2보다 완만하여야 한다.
(5) 암사토의 경우에는 암사면 노출의 최소화 방안을 검토하여야 한다.
(6) 그 밖의 사토장에 관한 사항은 KDS 67 10 35 농업용댐 설계에 따른다.

4.9 호안 등 공법 선정 기초

4.9.1 계곡형 저수지의 경우

(1) 산간부에 위치한 계곡형 저수지는 배후지가 산림 등으로 구성되어 있고 저수지와 연속성을 갖는다. 수변은 곡선으로 구성되어 지형 변화를 다양하게 표현해주며 생물의 서식환경이 확보되어 있다.

4.9.2 접시형 저수지의 경우

(1) 평야부의 접시형 저수지는 저수지 주위가 제방으로 되어 있다.
(2) 평야부에 도시화가 진행되면서 저수지주변이 논에서 주택으로 변화하여 도심에 위치한 경우가 많다.
(3) 저수지 주위는 농지, 택지, 도로 등으로 구성되어 생물의 서식환경이 한정되어 있다.

<표 4.9-1> 생물의 서식환경으로 본 제체와 제체 이외 수변의 일반적 특징

제 체		제체 이외의 수변
• 누수 되지 않는 구조상 안전한 재료 사용 • 침식방지 호안을 조성	기본 조건	• 법면의 풍화와 침식 우려가 있는 장소는 호안으로 함 • 호안은 구조상 안전한 것으로 함
• 제체 하류는 농지와 수로로 제체에 의한 연속성은 없다	배후지 등과의 연속성	• 산림 등의 배후지와 유입수로와의 연속성 확보가 쉬움. • 어류나 소동물 등의 서식환경 을 넓게 확보하기가 쉬움
• 안전성이 확보되는 1:1.5 ~ 3 의 기울기 단면으로 하여 제방 높이가 높을수록 완만 하게 한다.	단 면	• 저수량 확보가 가능한 단면으로 하나 저수량에 여유가 있는 경우는 완경사로 하는 등 단면을 검토하여 적용
• 침식방지와 경제성 등에서 콘크리트 블록으로 하는 경우가 많으나 환경친화형 블록으로 하는 등 검토의 여지가 있음	호안 구조	• 침식과 붕괴 위험이 있는 장소는 블록쌓기 등의 호안이 많음 • 계곡형 연못은 호안을 하지않는 경우가 많음
• 상기의 특징으로 생물의 서식환경의 확보에는 제체의 구조물로서 안전성 확보와 공법 등의 선택에 충분한 검토가 필요하다.	종합 (생물의 서식환경)	• 상기의 특징으로부터 생물의 서식환경의 확보는 제체와 비교하여 선택 가능한 공법 등의 범위에 자유도가 있음

(4) 선정에 있어서 유의점
접시형 저수지에서 생물의 서식환경을 확보하는 경우는 경제성과 유지관리, 작업성 등을 특히 고려할 필요가 있다.

4.9.3 저수지 주변의 생물 네트워크

(1) 저수지 설계에 있어서 지형조건에 따라 다양한 수심과 식생확보가 가능하도록 저수지의 호안 형상과 소재 등을 고려한다.
(2) 사용재료는 저수지에서 발생하는 재료를 활용하고 주변 환경과 조화를 이루고 경관을 형성할 수 있도록 하여 서식생물의 양호한 네트워크가 형성되도록 한다.
(3) 설계에 있어서 다양한 수심과 식생확보가 가능하도록 저수지의 호안 형상과 소재 등을 고려한다.

4.9.3.1 호안형상

(1) 저수지의 안전성과 유지관리를 감안하여 시트파일이나 호안을 중심으로 하는 정비보다 환경의 단순화를 초래하지 않는 호안형상으로 한다.
(2) 또한, 수위변동이 큰 저수지나 사면 기울기가 급한 저수지는 경사면을 복단면 또는 계단형태로 하는 등 수위변동에 따라 얕은 흐름이 형성되도록 노력한다.

4.9.3.2 호안재료

(1) 저수지의 호안재료는 식물의 성장에 따라 흙, 석재, 목재 등의 자연소재, 생물을 배려한 콘크리트 2차 제품 등이 있으나 공사에서 발생하는 석재의 재이용이나 지역의 간벌재 등의 이용을 검토한다.
(2) 저수지의 퇴적토는 토양의 양호도에 따라 지반개량용으로 활용하거나 제체의 보강재료와 호안재료로 이용하는 것을 검토한다.

4.9.3.3 저수지 주변 사면의 식재

(1) 저수지는 지형조건에 따라 계곡형과 접시형으로 만들어져 조건에 따라 서식하는 생물도 다르나 주변 환경 상황에 따라 원예식물은 피해 지역에서 자라온 식물을 선정하는 것이 중요하다.
(2) 또한, 어류나 곤충류의 성장장소나 수질정화, 호안의 보호 등 식물 종류의 차이에 따라 확보되는 기능이 다르기 때문에 추수식물, 부엽식물, 침수식물 등 다양한 식물군락이 형성되도록 많은 종류의 식물을 선택하는 것이 중요하다.
(3) 수변 사면의 식생이 부족한 경우는 식재하여 보충한다. 또한, 저수지 연안부는 수위변동이 크고 파랑에 의해 침식되기 쉬우므로 식생기반으로 불안정하기 때문에 기반 정비와 수위변동에 강한 수종을 선정한다.
(4) 저수지 바닥은 수생식물의 종자가 섞여 있는 경우가 있기 때문에 종자가 섞여 있을 것을 생각해 저수지 퇴적토 이용을 검토한다.

4.9.3.4 대상조치의 검토

(1) 저수지 공사를 할 경우 물 빼기를 하면 저수지 바닥이 드러나 건조하게 되고 그곳에 서식하는 생물이 죽게 될 가능성이 있으므로 저수지 일부에 생물이 서식할 수 있는 저류 부분을 만드는

것을 검토한다. 이것이 곤란한 경우는 공사기간 중에 생물을 일단 다른 비슷한 환경을 갖는 장소에 이동하거나 이식해 공사후에 제자리에 되돌리는 것도 검토한다.

4.9.3.5 외래생물에 대한 대응

(1) 저수지는 외래생물을 포함한 다양한 생물의 네트워크 거점이 되어 있다. 따라서 설계시에 외래 생물의 서식영역이 확대되지 않도록 하는 것이 중요하다. 예를 들면 저수지에 유입되는 수로와 저수지의 낙차를 해소하기 위한 공법을 적용하였을 경우 외래생물의 분포 영역이 확대되는 염려가 있을 수 있다. 이러한 경우는 이 장소의 낙차해소를 하지 않는 것도 생각해 볼 필요가 있을 것이다.

(2) 또한, 공사에 따른 물 빼기로 하류에 외래생물이 떠내려갈 염려가 있는 장소는 저수지 안에 물을 저류할 수 있는 깊이를 확보하여 생물이 수로로 떠내려가지 않게 하는 것도 생각해 볼 수 있을 것이다.

4.10 저수지 호안정비

(1) 저수지 호안은 육지 생태계와 담수 생태계가 만나는 천이지대로 다양한 생물 서식처를 제공하는 매우 가치 있는 공간으로 육지 생태계와 담수 생태계의 단절 방지를 위해 자연생태계를 고려한 호안을 만드는 것은 매우 중요하다.

(2) 따라서 저수호안을 생태적으로 건강하고, 자연경관과 조화롭고, 주민의 여가·교육공간으로 활용성을 높일 수 있는 호안정비방안을 검토하여야 한다.

4.10.1 저수지 상·하류 호안 사면의 정비

4.10.1.1 호안정비공법 선정 기준

(1) 안전성
  ① 기초세굴에 대한 안전성
  ② 뒷채움 토사의 유출에 대한 안전성
  ③ 배후에서 토압, 수압에 대한 붕괴에 대한 안전성
  ④ 유수에 의한 비탈덮기면의 붕괴에 대한 안전성

(2) 경관미
  ① 자연적 호안의 이미지를 조성
  ② 기존 자연경관과의 조화성
  ③ 친수성과 활동성
  ④ 연속적 경관 연출

(3) 생태적 기능
  ① 수역과 육역의 경계부인 추이대를 조성
  ② 수생식물의 생존이 가능하도록 조성

4.10.1.2 식생호안공법

(1) 생태공법(materials & eco-technology)

① 생태연못과 저습지의 특성에 적합한 식생 호안의 설계

가. 섶단(facsines, vegetations fachinen) 및 녹색주머니

(가) 기단부에 섶단을 누이고 말뚝으로 고정하고 기단부 섶단 사이에 퇴적된 토양 및 종자에 의해 식생의 자연발아를 촉진한다.

(나) 죽은 가지와 살아있는 나뭇가지를 혼합해서 지름은 30～50㎝, 길이는 2～3m의 규격으로 섶단은 나무말목으로 지면에 고정시킨다. 지름의 1/2～2/3 정도는 흙 속에 묻히게 하여 수분이 공급될 수 있도록 한다. 말목은 약 75㎝의 길이로 1m 간격으로 고정시킨다.

(다) 비탈면은 녹색주머니(green bag)을 쌓고 섶단과 함께 침식의 저항성을 높이며 세굴의 방지효과를 증진시킨다.

② 버드나무가지그물(Willow brush mat)

(가) 버드나무 가지로 지면의 약 80%를 덮도록 하며 잘려진 부분은 뿌리가 나올 수 있도록 물가의 흙 속에 묻고 돌이나 섶단 등으로 눌러 놓는다.

(나) 빠른 기간 내에 뿌리가 나오고, 효과적으로 사면을 덮어 표면침식을 막아준다.

(다) 홍수 피해가 우려되는 지역에 빠르고 오랫동안 지속될 수 있는 호안 보호 공법이다.

③ 말뚝가지(trunks with branch)

(가) 아래 사진의 5번에 해당되는 버드나무 가지엮기에 해당된다.

(나) 말뚝을 10～20㎝간격으로 설치한 후, 버드나무 가지의 기저부를 토양속에 심은 후, 말뚝 사이로 엇가기로 엮어 가는 방법을 말한다.

④ 윗가지 공법(wattling)

(가) 윗가지로 피복된 비탈면에 토사가 퇴적되어 다양한 습생 식물의 정착을 유도한다.

(나) 비탈면을 윗가지 덮기 한 후 갈대, 달뿌리풀, 매자기 등을 식재 할 수 있다.

⑤ 돌망태 꺽꽂이(rip-rap with cutting)

② 식생호안공법을 지원하는 식물 재료

① 정수식물

② 갈대 호안

③ 식생호안공법을 지원하는 보조재료

식물의 근경부 보호 및 활착을 위한 토양섬유재료

① 야자섬유 두루마리

(가) 유수의 충격을 흡수하여 사면을 보호하고 자연스러운 선형의 하천 조성이 가능하다.

(나)- 호안에 단독으로 사용이 가능하며 수변식물 식재시 유수에 의해 유실되기 쉬운 식물의 뿌리가 강하게 고정시켜 준다.

(다) 섬유공극의 접촉 산화기능에 의한 자연정화를 촉진한다.

② 황마매트 및 녹색주머니

(가) 황마매트는 피부호흡을 하는 양서류 및 파충류가 서식하는데 어려움이 있으므로 꼭 필요한 곳에 가능한 적은 면적에 설치하여야 한다.

4.10.1.3 유수 특성에 따른 식생호안공법

(1) 저수로 호안의 경관 유형은 유수(流水) 특성에 따라 사주(砂州 : point bar), 수충부(水衝部 : attack point), 기타 지형경관으로 나뉜다. 이 구분은 유수 특성을 반영해 침식과 세굴을 방지하여 안정성을 유지하도록 한 것이다. 저수지에 이르는 유입하천은 물론 저수지 내부의 호안도 파의 세기에 따라 달리 적용될 수 있다.

(2) 사주(砂州)의 식생호안공법

사주는 저수지 상류의 유속이 비교적 느린 부분에 해당되는 곳으로, 중·완류하천의 세굴이 우려되지 않는 호안부에 적당한 식생호안공법이다. 호안의 물과 접하는 지점에는 나무말뚝을 박아 유속과 침식을 완화하고 건강한 자연수림경관을 창출하며 호안에 습생 식물대가 형성되도록 하여 야생동물의 서식처를 제공한다. 어류, 조류, 수서곤충류에 직접적인 생태적 효과를 볼 수 있으며, 식생효과, 경관효과, 수질효과에도 직접적 요인이 될 수 있다. 사주의 식생호안공법에도 유속의 정도에 따라 각기 다른 설계기법이 적용되는데 다음은 사주에서도 세굴이 가장 적은 곳에 적당한 식생호안공법을 적용한 예를 나타낸 그림이다.

(3) 수충부의 식생호안공법

수충부는 유속이 비교적 빠른 부분에 물의 흐름에 따른 충격력이 많이 작용하는 지점이다. 이러한 지점은 호안침식이 우려되는 곳에 해당하므로 적당한 식생호안공법을 적용할 필요가 있다. 수류의 흐름이 강한 기초부에 자연석과 사석, 자갈을 담은 돌망태 등을 나무말뚝으로 고정시켜 호안침식과 유실, 세굴을 완화·방지한다.

수충부의 식생호안공법에도 세굴과 안정성 확보의 정도에 따라 각기 다른 설계기법이 적용되고 있다. 다음은 수충부에서도 세굴정도가 중간인 곳에 적용되는 기법으로 자갈을 담은 돌망태를 이용한 식생호안기법의 예이다. 이러한 공법 적용은 접시형 저수지의 상류유역에서 흐름이 빠른 지점에 적용할 수 있는 공법이다.

4.10.1.4 호안 공법의 효과 분석

(1) 식생호안공법은 다양한 생물서식처를 제공하고 친수성과 환경성의 측면에서 콘크리트호안공법보다 우월하다. 또한, 저수지주변에서 발생하는 식생재료를 활용한다는 점에서 주변 환경과 경관을 배려한 공법으로 매우 유용한 것으로 보고되고 있으나 우리나라의 경우 아직 적용한 구간이 거의 없다. 그러나 앞으로 적극 검토하여 적용해 가야 할 것이다.

4.10.2 호안의 식생 처리

(1) 저수지의 평수위와 홍수위 사이의 호안사면과 저수지 유입부의 하천수위변동 및 수면에서 이

는 파도에 의해 사면에 발생하는 침식을 방지하고, 주변 환경과 조화를 이루며 경관적으로 바람직한 식생에 의한 사면처리 방법의 설계요소를 고려하여야 한다.

4.10.2.1 식재계획의 원칙

(1) 식재 대상지역은 경관적으로 민감한 돌출 부위와 생태 서식공간를 우선적으로 검토한다.
(2) 종 선정시에 유지관리가 용이하고 자연환경에 적응 가능한 수종을 선정 한다.
(3) 저수지 주변의 토양분포 및 사면경사를 고려하여야 한다.
(4) 주변의 식생과 식재 목적을 고려한다.
(5) 사람의 이용에 따른 인위적 간섭작용을 고려한다.

4.10.3 식재계획 및 설계

(1) 저수지의 하류부에는 제체와 여수로가 위치하고 상류부에는 유입하천이 있다. 그리고 저수지 주변으로는 일반적으로 담수지, 농지, 산림지가 단계적으로 나타난다. 따라서 이러한 토지피복 상태를 고려하고 경관생태학적 원리를 도입하여 식재계획을 수립하고 설계한다.

4.10.3.1 수변지구(저수지의 평수위에서 홍수위의 완만한 경사지)

(1) 계획 및 설계 원칙
① 저수지의 식생 구조를 고려하여 단계별로 구분하여 설계한다.
② 관찰 데크를 따라 다양한 식물의 관찰과 경관을 고려하여 식재한다.
③ 생태학적 추이대로 다양한 생물이 서식할 수 있도록 설계한다.
④ 습기가 많은 곳에서 잘 자랄 수 있는 식물재료를 택한다.
⑤ 수생식물을 이앙하지 않더라도 자연적으로 수생식물이 번식할 수 있도록 유도한다.
⑥ 비오톱(Biotope)이 형성되면 그에 적응할 수 있는 동·식물이 자생하게 되므로 처음부터 지나친 경관용 식재를 피한다.
⑦ 침식의 위험이 있을 때에는 토목용 재료(무생명 재료)를 혼합하여 침식에 의한 피해를 가능한 한 최소화한다.
⑧ 수역을 정비할 때는 연안구역에 다양한 변화를 주어 급경사지, 완경사지, 돌출부분, 섬 등을 조성하고 그 특성을 부여할 수 있는 식재를 하여 생물상이 풍부하게 한다.

4.10.3.2 농지지구

(1) 계획 및 설계원칙
① 농지 등은 곤충의 서식처와 어류의 서식공간이므로 저수지주변의 농지는 생물의 네트워크로 적극 활용한다.
② 조류 및 설치류 등이 겨울철 등에 이동과 먹이 취득에 활용할 수 있는 공간으로 저수지와 산림이 연결될 수 있는 완충지대이므로 적극 활용할 수 있도록 한다.

4.10.3.3 산림지구

(1) 계획 및 설계원칙

① 기존의 식생을 최대한 보존한다.

② 산림곤충 및 조류를 관찰할 수 있도록 계획한다.

③ 장기적으로 외래종 및 인위적인 군집을 제거하고 자연식생 군집구조로 천이를 유도할 수 있도록 설계한다.

④ 기존 산림의 수직적, 수평적 구조를 고려하여 내부종과 틈새종을 고려하고, 지피종과 관목종, 아교목층, 교목층을 고려하여 설계한다.

4.11 저수지 호안 형상과 소재 등을 고려한 공법 선정

(1) 저수지 주변의 생물 네트워크를 고려한 설계에 있어서 다양한 수심과 식생확보가 가능하도록 저수지의 호안 형상과 소재 등을 고려한 공법적용이 필요하다.



집필위원	분야	성명	소속	직급
	관개배수	김선주	한국농공학회	교수
	농업환경	박종화	한국농공학회	교수
	토질공학	유 찬	한국농공학회	교수
	구조재료	박찬기	한국농공학회	교수
	수자원정보	권형중	한국농공학회	책임연구원

자문위원	분야	성명	소속
	농촌계획	손재권	전북대학교
	수자원공학	윤광식	전남대학교
	지역계획	김기성	강원대학교
	수자원공학	노재경	충남대학교
	농지공학	최경숙	경북대학교
	관개배수	최진용	서울대학교

건설기준위원회	분야	성명	소속
	총괄	한준희	농림축산식품부
	농업용댐	오수훈	한국농어촌공사
	농지관개	박재수	농림축산식품부
	농지배수	송창섭	충북대학교
	용배수로	정민철	한국농어촌공사
	농도	조재홍	한국농어촌공사 본사
	개간	백원진	전남대학교
	농지관개	이현우	경북대학교
	농지배수	남상운	충남대학교
	취입보	김선주	건국대학교
	양배수장	정상옥	경북대학교
	경지정리	유 찬	경상대학교
	농업용관수로	박태선	한국농어촌공사 본사
	농업용댐	손재권	전북대학교
	농지배수	김정호	다산컨설턴트
	농지보전	박종화	충북대학교
	농업용댐	김성준	건국대학교
	해면간척	박찬기	공주대학교
	농업수질및환경	이희억	한국농어촌공사 본사
	취입보	박진현	한국농어촌공사 본사

중앙건설기술심의위원회	성명	소속
	이태옥	평화엔지니어링
	성배경	건설교통신기술협회
	김영환	한국시설안전공단
	김영근	건화
	조의섭	동부엔지니어링
	김영숙	국민대학교
	이상덕	아주대학교

농림축산식품부	성명	소속	직책
	한준희	농업기반과	과장
	박재수	농업기반과	서기관

설계기준
KDS 67 80 25 : 2018

농업 수질 및 환경 저수지 설계

2018년 04월 24일 발행

농림축산식품부

관련단체 한국농어촌공사
58217 전라남도 나주시 그린로 20(빛가람동 358) 한국농어촌공사
☎ 061-338-5114 E-mail : webmaster@ekr.or.kr
http://www.ekr.or.kr

(작성기관) 한국농공학회
06130 서울시 강남구 테헤란로 7길 22(역삼동 365-4) 과학기술회관 본관 205호
☎ 02-562-3627 E-mail : j6348h@hanmail.net
http://www.ksae.re.kr

국가건설기준센터
10223 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283(대화동)
☎ 031-910-0444 E-mail : kcsc@kict.re.kr
http://www.kcsc.re.kr

※ 이 책의 내용을 무단전재하거나 복제할 경우 저작권법의 규제를 받게 됩니다.

KDS 67 80 30 : 2018

농업 수질 및 환경 용배수로 일반사항

2018년 04월 24일 제정
http://www.kcsc.re.kr

농림축산식품부



건설기준 코드 제·개정에 따른 경과 조치

이 코드는 발간 시점부터 이미 시행 중에 있는 설계용역이나 건설공사에 대하여 발주기관의 장이 필요하다고 인정하는 경우 종전에 적용하고 있는 기준을 그대로 사용할 수 있습니다.

건설기준 코드 제·개정 연혁

- 이 기준은 KDS 67 80 30 : 2018 으로 2018년 04월에 제정하였다.
- 이 기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 건설기준 간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.
- 이 기준의 제·개정 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요사항	제·개정 (년. 월)
농업생산기반정비사업 계획설계기준 친환경편	• 농업생산기반정비사업 계획설계기준 친환경편 제정	제정 (2008. 12)
KDS 67 80 30 : 2018	• 국토교통부 고시 제2013-640호의 “건설공사기준 코드체계” 전환에 따른 건설기준을 코드로 정비 • 건설기술진흥법 제44조 및 제44조의 2에 의거하여 중앙건설심의위원회 심의· 의결	제정 (2018. 04)

제 정 : 2018년 04월 24일
심 의 : 중앙건설기술심의위원회
소관부서 : 농림축산식품부 농업기반과
관련단체(작성기관) : 한국농어촌공사(한국농공학회)

개 정 : 년 월 일
자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회

목 차

1. 일반사항 ····· 1
1.1 목적 ····· 1
1.2 적용범위 ····· 1
1.3 참고기준 ····· 1
1.4 용어의 정의 ····· 1
1.5 기호의 정의 ····· 2
2. 조사 및 계획 ····· 2
3. 재료 ····· 2
4. 설계 ····· 2
4.1 친환경적 용·배수로 정비의 기본계획 ····· 2



농업 수질 및 환경 용배수로 일반사항

1. 일반사항

1.1 목적

(1) 이 기준은 용·배수로에 관한 사업계획을 수립하는데 있어 환경피해를 최소화하고 지속 가능한 추진을 유도하기 위하여 기본적인 사항 및 조사·설계시 고려하여야 할 사항에 대해 표준적인 접근방법과 검토해야 할 점 등을 제시한 것이다.

(2) 농촌의 대내외 여건 변화로 인해 농업용 수로의 기능과 가치가 새롭게 인식되고 있다. 또한, 농촌공간의 문제와 가치개발을 위한 방안으로서 지속가능개발, 생태복원, 그린투어리즘, 환경보전 등의 패러다임과 함께 농촌 어메니티에 대한 논의가 이루어지고 있다. 이에 농업용 수로의 정비방향도 홍수 등 재해예방과 농업용수 확보의 중요성만 강조되던 것에서 주민이용의 편의와 농촌경관 개선 그리고 환경보전 등을 고려하는 다목적 기능이 요구되고 있다.

(3) 본 기준은 농업생산기반정비사업의 조사·설계 업무를 담당하는 실무자에 대한 친환경 마인드 확산과 사업 시행시 자연환경 훼손 및 생태계 파괴를 최소화하고 주위의 문화재 및 지역특성, 경관 등을 고려하여 지역주민과 인접 도시민에게 쾌적한 생활공간을 제공하는 환경 친화적인 조사·설계에 도움을 주기 위하여 설계시 검토하여야 할 기본적인 사항을 규정한 것이다.

1.2 적용범위

(1) 본 기준은 친환경적인 농업·농촌정비사업 조사·설계에 적용한다.

(2) 본 기준은 농업·농촌정비사업의 친환경적인 조사·설계를 위해 고려하여야 할 사항을 규정한 것으로서 제반 설계의 일반적인 사항은 농업생산기반정비사업 계획 설계기준「수로편」을 기준으로 하되 친환경적인 요소를 반영할 시 본 기준을 적용하며 물리적, 사회적 지역여건 및 경제적 관점에서 본 종합적인 분석평가를 통하여 합리적인 조사·설계가 이루어질 수 있어야 하며, 본래의 조사·설계 목적에 부합되도록 한다.

(3) 제반 설계의 일반적인 사항은 KDS 67 20 10 용배수로 설계 일반사항에 따른다.

1.3 참고기준

· 농업생산기반정비사업계획 설계기준, 2004 : 수로편
· 농업생산기반정비사업계획 설계기준, 2008 : 친환경편
· 농업생산기반정비사업계획 설계기준, 2017 : KDS 67 20 10 용배수로 설계 일반사항

1.4 용어의 정의

· 내용 없음

1.5 기호의 정의

· 내용 없음

2. 조사 및 계획

· 내용 없음

3. 재료

· 내용 없음

4. 설계

4.1 친환경적 용·배수로 정비의 기본계획

4.1.1 기본방향

(1) 환경친화적 용·배수로 정비의 기본방향은 용·배수로 본연의 기능을 유지활용하며, 자연환경의 보전과 조화, 농촌생활환경의 개선과 어메니티의 창출, 그리고 농촌관광과 연계되는 정비로 이루어져야한다.

(2) 자연환경은 생태환경과 자연경관으로 대별되므로 용·배수로가 설치되는 지역의 자연환경뿐만 아니라 생활 환경, 생산 환경과 이들이 만들어낸 경관까지도 보전하고 개선하며 용·배수로 본래의 기능인 물을 흘려보내는 특성을 살리고 활용하여 계획하는 것을 친환경적 용·배수로 계획의 기본방향으로 하여 계획에 임해야 한다.

4.1.1.1 수로 본연의 기능을 유지활용

(1) 용·배수로 설치목적과 기능은 농경지에 필요한 물을 공급하고 잉여수 등을 적기에 배제하는 것이다. 이러한 목적과 기능을 항상 만족할 수 있는 상태를 유지해야 하며, 용수로는 하류로 갈수록 단면이 축소되는 특성을 가지고 있다. 그러나 규모가 축소되고 지형이 변해도 용·배수로 본래의 기능은 유지되어야 한다. 또한, 용·배수로에는 물이 흘러간다는 특성을 활용하여 생태환경, 생활환경 어메니티를 보전하고 창출한다는 기본자세를 유지해야 한다.

4.1.1.2 자연환경의 보전과 조화

(1) 생태환경을 보전하고 피해를 극소화하며 부득이한 피해에 대하여는 빠른 시일에 복원되도록 조치하며, 자연경관의 훼손을 최소화하고 보전 및 복원하는 계획이 되도록 해야 할 것이다.

4.1.1.3 농촌생활 환경의 개선과 어메니티의 창출

(1) 지역주민의 생활환경에 대한 배려

(2) 주민의 용·배수로 이용형태에 대한 다양한 방법 검토

용·배수로의 기능을 달성하면서 지역주민 생활에 보탬이 되도록 배려하는 계획이 되어야 한다. 흘러가는 물이 있으므로 이를 직·간접적으로 이용하는 수단을 강구하거나 주변에 수변환경을 창출하여 휴식의 장소, 교육의 장소로 활용하는 등 다양한 이용형태의 창출로 지역주민의 생활에 다양한 이용형태의 창출로 지역주민의 생활에 편리함과 활력을 제공하는 수단을 고려할 필요가 있다.

4.1.1.4 농촌관광과 연계되는 정비

(1) 농촌체험, 생태체험들을 매개로 한 농촌관광의 활성화를 도모하는 차원에서 새로운 사회적 요구 및 변화를 수용하는 용·배수로 정비방안을 고려한다. 또한 용·배수로가 입지한 지역의 여건을 감안하여 다양한 친수시설 및 수변정비를 고려하며, 특히 용·배수로 겸 용수로로서 소하천의 기능을 가진 수로의 경우 주변 농촌관광지와의 연계를 고려한다.

4.1.1.5 양과 질을 함께 고려한 정비

(1) 친환경적인 용·배수로의 정비를 위해서는 유지 용수량 확보 및 수질을 함께 고려한 정비방안을 계획한다. 특히 용·배수로의 고전적인 기능뿐만 아니라 다양한 기능을 함께 활용하기 위해서는 효과적인 수질관리 방안 및 유지용수 확보방안 고려하여 계절별 수량의 편차를 줄이며 안정된 수질을 유지할 수 있도록 한다.

집필위원	분야	성명	소속	직급
	관개배수	김선주	한국농공학회	교수
	농업환경	박종화	한국농공학회	교수
	토질공학	유 찬	한국농공학회	교수
	구조재료	박찬기	한국농공학회	교수
	수자원정보	권형중	한국농공학회	책임연구원

자문위원	분야	성명	소속
	농촌계획	손재권	전북대학교
	수자원공학	윤광식	전남대학교
	지역계획	김기성	강원대학교
	수자원공학	노재경	충남대학교
	농지공학	최경숙	경북대학교
	관개배수	최진용	서울대학교

건설기준위원회	분야	성명	소속
	총괄	한준희	농림축산식품부
	농업용댐	오수훈	한국농어촌공사
	농지관개	박재수	농림축산식품부
	농지배수	송창섭	충북대학교
	용배수로	정민철	한국농어촌공사
	농도	조재홍	한국농어촌공사 본사
	개간	백원진	전남대학교
	농지관개	이현우	경북대학교
	농지배수	남상운	충남대학교
	취입보	김선주	건국대학교
	양배수장	정상옥	경북대학교
	경지정리	유 찬	경상대학교
	농업용관수로	박태선	한국농어촌공사 본사
	농업용댐	손재권	전북대학교
	농지배수	김정호	다산컨설턴트
	농지보전	박종화	충북대학교
	농업용댐	김성준	건국대학교
	해면간척	박찬기	공주대학교
	농업수질및환경	이희억	한국농어촌공사 본사
	취입보	박진현	한국농어촌공사 본사

중앙건설기술심의위원회	성명	소속
	이태옥	평화엔지니어링
	성배경	건설교통신기술협회
	김영환	한국시설안전공단
	김영근	건화
	조의섭	동부엔지니어링
	김영숙	국민대학교
	이상덕	아주대학교

농림축산식품부	성명	소속	직책
	한준희	농업기반과	과장
	박재수	농업기반과	서기관

설계기준
KDS 67 80 30 : 2018

농업 수질 및 환경 용배수로 일반사항

2018년 04월 24일 발행

농림축산식품부

관련단체 한국농어촌공사
58217 전라남도 나주시 그린로 20(빛가람동 358) 한국농어촌공사
☎ 061-338-5114 E-mail : webmaster@ekr.or.kr
http://www.ekr.or.kr

(작성기관) 한국농공학회
06130 서울시 강남구 테헤란로 7길 22(역삼동 365-4) 과학기술회관 본관 205호
☎ 02-562-3627 E-mail : j6348h@hanmail.net
http://www.ksae.re.kr

국가건설기준센터
10223 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283(대화동)
☎ 031-910-0444 E-mail : kcsc@kict.re.kr
http://www.kcsc.re.kr

※ 이 책의 내용을 무단전재하거나 복제할 경우 저작권법의 규제를 받게 됩니다.

KDS 67 80 35 : 2018

농업 수질 및 환경 용배수로 조사

2018년 04월 24일 제정
http://www.kcsc.re.kr

농림축산식품부



건설기준 코드 제·개정에 따른 경과 조치

이 코드는 발간 시점부터 이미 시행 중에 있는 설계용역이나 건설공사에 대하여 발주기관의 장이 필요하다고 인정하는 경우 종전에 적용하고 있는 기준을 그대로 사용할 수 있습니다.

건설기준 코드 제·개정 연혁

- 이 기준은 KDS 67 80 35 : 2018 으로 2018년 04월에 제정하였다.
- 이 기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 건설기준 간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.
- 이 기준의 제·개정 연혁은 다음과 같다.

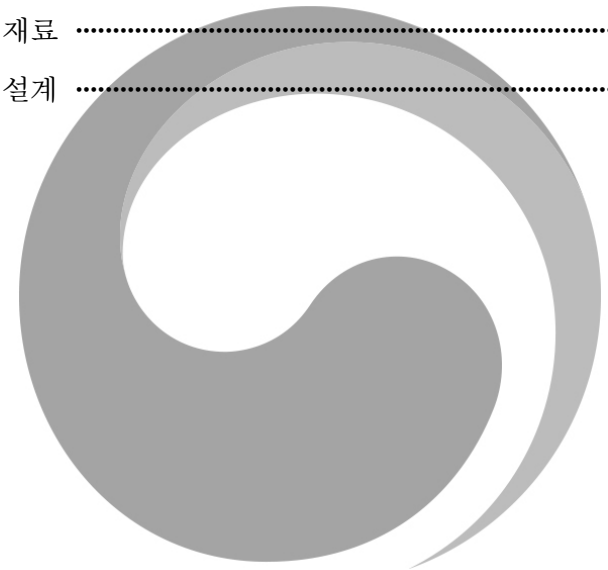
건설기준	주요사항	제·개정 (년. 월)
농업생산기반정비사업 계획설계기준 친환경편	• 농업생산기반정비사업 계획설계기준 친환경편 제정	제정 (2008. 12)
KDS 67 80 35 : 2018	• 국토교통부 고시 제2013-640호의 “건설공사기준 코드체계” 전환에 따른 건설기준을 코드로 정비 • 건설기술진흥법 제44조 및 제44조의 2에 의거하여 중앙건설심의위원회 심의· 의결	제정 (2018. 04)

제 정 : 2018년 04월 24일
심 의 : 중앙건설기술심의위원회
소관부서 : 농림축산식품부 농업기반과
관련단체(작성기관) : 한국농어촌공사(한국농공학회)

개 정 : 년 월 일
자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회

목 차

1. 일반사항 ····· 1
1.1 목적 ····· 1
1.2 적용범위 ····· 1
1.3 참고기준 ····· 1
1.4 용어의 정의 ····· 1
1.5 기호의 정의 ····· 1
2. 조사 및 계획 ····· 1
2.1 조사의 기본 ····· 1
2.2 현황조사 ····· 4
2.3 조사의 정리 ····· 7
3. 재료 ····· 8
4. 설계 ····· 9



농업 수질 및 환경 용배수로 조사

1. 일반사항

1.1 목적

· 내용 없음

1.2 적용범위

· 내용 없음

1.3 참고기준

· 농업생산기반정비사업계획 설계기준, 2004 : 수로편
· 농업생산기반정비사업계획 설계기준, 2008 : 친환경편
· 농업생산기반정비사업계획 설계기준, 2016 : KDS 67 20 20 용배수로 설계 조사

1.4 용어의 정의

· 내용 없음

1.5 기호의 정의

· 내용 없음

2. 조사 및 계획

2.1 조사의 기본

(1) 친환경적 용·배수로를 계획하가 위하여 그 지역의 생태환경, 인문사회 환경, 역사 문화 환경, 자연경관 등을 종합적으로 고려해야 하며, 일정량의 물이 계속적으로 흐르거나 용수확보가 용이한 수로를 대상으로 한다. 특히 해당 용·배수로의 주변에 농촌관광 관련 시설물이 입지한 경우에는 시설물의 용도 및 그에 따른 친수 및 수변공간 조성 등, 신규 요구사항을 파악하여 설계에 반영할 수 있도록 한다.

2.1.1 조사의 중요성

(1) 지역 환경이나 사업특성에 따라 효율적인 조사를 실시하기 위해 예비조사로 수집한 정보를 정리하고, 환경에 관계된 전문가의 지도 조언이나 토지개량 진단 평가 등에 입각하여 조사 방

침을 결정한다.

(2) 조사방침은 효율적인 조사를 실시하는 데에 필요로 하는 것만이 아니라, 사업에 의한 환경의 영향 평가나 환경 배려 대책의 기본적인 시점을 정하는 중요한 것이라는 것에서 충분한 검토를 하여 정할 필요가 있다.

① 지역 현황이나 지역이 목표로 하는 미래 환경 모습은 지역에 따라 다르고 또, 사업 내용에 따라 다르므로 효율적이고 효과적인 조사를 실시하기 위해서는 지역이나 사업의 특성에 따른 조사항목에 중점화를 두는 것이 중요하다. 따라서 예비조사로 수집한 정보를 정리하여, 환경에 관계된 전문가의 지도·조언이나 토지개량 시설의 진단·평가 등에 입각하여, 조사방침을 결정한다.

② 조사 방침으로는 해당 지역에 있어서 친환경대책을 실시하면서 주목해야 할 생물이나 생태계 및 이것에 관계된 친수 기능이나 경관 보전 대상종이나 생태계에게 관계된 환경 요소, 보전 대상 종의 서식·생육 상황, 생태계의 조사 방법(조사범위, 채용한 수법, 빈도, 장소 등), 사업에 의한 환경 영향을 평가한 수법(평가항목, 평가방법 등), 스케줄 등이 있다.

③ 지역 전체의 의논·합의 형성에 의하여, 지역이 목표로 하는 바람직한 환경이 결정된다. 농업생산기반정비사업을 실시하는데 있어서, 지역주민 스스로가 개별적인 지역특성에 입각하여 지역 환경의 현재의 상태와 장래의 지역이 바람직한 환경의 본래 있어야 할 모습을 검토하여 자연과 전원 환경을 어떻게 창조해 가는가에 있어서 구상을 명확하게 해 두는 것이 바람직하다.

2.1.2 조사 방침의 책정 방법

(1) 조사 방침은 마스터플랜으로 목표하고 있는 지역 환경의 모습 및 농업 생산기반 정비사업의 친환경적 방침을 기본으로 하면서 지역 환경의 데이터 및 환경에 관한 전문가의 지도·조언에 입각하여 필요에 따라 환경에 관계된 정보 협의회에서 의견 교환을 실시하고 방침 안을 책정한다.

(2) 조사 실시에 앞서, 사업이 환경에 미친다고 생각되는 영향을 상정하여 배려해야 할 환경이나 환경 배려상의 과제와 그 효과 등의 전망을 정리해 둠에 따라 적절한 조사방법을 선택할 수 있도록 한다.

① 지역 관계자가 목표로 하는 미래의 지역 환경 모습이나 사업에 있어서 친환경 조성 방침, 환경 창조 구역이나 친환경 조성 구역 등 채택에 앞서 마스터플랜 또는 농촌 환경 계획으로 명백하게 되어 있어야 한다. 이 마스터플랜의 내용을 기본으로 하면서 환경에 관한 전문가의 지도·조언 등으로부터 필요하다고 판단될 경우에 편의, 배려해야 할 지역 환경 요소나 범위를 추가 하거나 수정한다.

② 조사 방침은 환경 조사 및 영향 평가나 친환경 대책 검토의 기본이 되는 중요한 것이기 때문에 그 결정에 있어서는 내용 및 결정 결과에 관하여 객관성, 투명성이 높은 것으로 하는 것이 중요하다. 따라서 조사 방침 안의 책정 과정에서 환경에 관계된 전문가 등의 지도·조언을 받는 것만이 아닌, 필요에 따라 환경에 관계된 정보 협의회에서 의견 교환을 하고, 그 곳과 의견을 충분히 거쳐서 최종적으로 결정한다.

③ 조사할 경우에는 지역이 정한 바람직한 환경은 어떤 것인지를 파악하고 그것을 실현하기 위해서는 어떤 요소를 파악할 필요가 있는가를 명확하게 한 다음 지역주민의 의견을 거쳐 다음 조사항목을 결정해서 조사를 실시한다.

(3) 지역이 목표로 하는 바람직한 환경을 실현하기 위해서는 다양한 조사항목 중, 어느 요소가 중요한지를 명확하게 한 다음 그 요소에 관한 조사를 중점적으로 실시할 필요가 있다.

2.1.3 지역 선정시 고려사항

(1) 지역 선정시 고려해야 할 사항들은 크게 다음과 같이 4가지로 나눌 수 있다.

① 수로의 기능적 요소

가. 수로바닥의 폭이 일정폭 이상이며, 사면경사가 완만한 수로

나. 상류지역에 일정유량 및 조절이 가능한 용수원이 확보된 수로

다. 기존의 홍수시 범람이 없었거나, 통수단면이 계획홍수량에도 안전성이 보장되는 수로

라. 인접마을의 오폐수가 별도의 배수로로 배제되는 수로

마. 가능한 한 흙수로이며 퇴적량이 적은 수로

② 생태적 요소

가. 기존의 수로에 갈대나 부들, 억새 등의 수질정화능력을 갖는 식물이 자라며, 제방부에 버드나무나 노티나무 등의 수종이 서식하는 수로

나. 용수로의 상류지역에 자연습지나 인공연못이 있는 수로

다. 주변의 자연이 비교적 잘 보존되어 있거나 기존의 생태계와 연결성을 지닌 수로

라. 수로내 수생생물의 성장·번식에 적합한 수준의 수량 및 수질이 유지되는 수로

마. 기존의 수로 내에 어류가 서식하고 있거나, 상류나 하류부분에 어류가 서식하고 있는 자연하천이 위치한 수로

바. 상류지역에 특정 오염원이 없는 수로

사. 풍부한 종 다양성을 유지할 수 있는 수로

③ 친수활동적 요소

가. 인접마을에서 300m이내에 위치하거나, 마을내를 통과하는 수로

나. 지역주민들의 주요 통행로와 인접한 수로

다. 마을의 가구수가 50가구 이상인 지역

라. 수변 및 수변시설에서 휴식을 취하며 원경을 감상할 수 있는 지역

마. 인근에 초등학교나 어린이 놀이시설이 있는 지역

바. 주변에 악취나 다량의 오염물 발생시설이 없는 지역

④ 개발의 용이성

가. 주민들의 대다수가 친환경적 수변공간 시설의 유치를 희망하는 지역

나. 사업시행시 계획과 유지관리에 대한 지역주민의 참여의지가 높은 지역

다. 마을구성원 중 해당지역의 장기 거주자가 많은 지역

라. 마을에 청년회나 마을발전추진위원회 기타 유사한 단체가 있거나 이미 마을단위의 사업을 시행한 경험이 있는 지역

마. 지역주민의 화합이 잘되며, 정기적인 마을행사가 있는 지역
바. 대상수로 부근에 개간 등의 신규개발이 없는 지역
사. 친수공간으로서의 활용을 위한 접근이 용이하고, 인근 생태관광자원과의 연계가 가능한 지역

2.2 현황조사

(1) 기본적인 현황조사는 KDS 67 20 20 용배수로 설계 조사사항에 따르며, 기존 설계지침 및 조사·설계 실무요령 등을 참고한다.
(2) 친환경적 용·배수로를 계획하기 위하여 그 지역의 생태환경, 인문·사회, 역사·문화·환경, 자연경관 등의 현황을 파악한다. 특히 해당 용·배수로의 주변에 농촌관광 관련 시설물이 입지한 경우에는 시설물의 용도 및 그에 따른 친수 및 수변공간 조성 등, 신규 요구사항을 파악하여 설계에 반영할 수 있도록 한다.

2.2.1 생태조사

(1) 생태조사의 경우, 대다수 조사항목 및 조사방법에 있어 전문성이 필요하기 때문에 조사계획의 작성 및 조사업무를 관련 전문가와 협의할 수 있다.
(2) 용·배수로 노선 주변에서 보존해야 할 경관, 조망이 좋은 지점 등을 조사한다.

2.2.1.1 지형

(1) 용·배수로 노선에서 보존해야 할 지형, 암석 등을 조사하고 이용 가능한 지점과 특징 있는 지점을 조사하며, 용·배수로 정비 사업을 통해 자연경관의 훼손을 최소화할 수 있는 방안을 검토한다.

2.2.1.2 주변 환경

(1) 용·배수로 주변의 아름다운 계곡, 하천, 저류지, 습지 등을 조사하고, 용·배수로 정비사업과 연계하여 정비가 가능한 지를 파악한다.

2.2.1.3 동·식물 조사

(1) 식물
① 용·배수로 주변의 식생에 대한 수종, 식생분포 등을 문헌 등에 의하여 조사하고 현지 확인한다.
② 희귀 및 천연기념물의 유무를 확인한다.
(2) 동물
① 용·배수로 주변에 서식하는 동물종류(어패류, 양서류, 곤충류, 조류, 포유류 등)를 조사하고 서식 습성 및 생태, 생활사를 조사한다.
② 희귀, 천연기념물 및 보호종의 유무를 확인한다.

(3) 친환경적인 농업생산기반정비사업의 전개를 위해서는 농업용 용·배수로 및 논 주변에 서식·생육하는 동·식물의 생태를 충분히 파악하는 것이 중요하다.
(4) 다양한 생물종 가운데 지역에 관계가 깊은 생물종을 기본으로 생활사, 특성 등을 파악한 것이 중요하다.
(5) 지역의 특성에 입각하여, 생물종의 서식·생육 환경을 확보한 용·배수로, 논 등에 있어서, 환경과의 조화에의 배려해야 할 모습에 관하여 검토하는 것이 필요하다.
(6) 농업수리시설은 "물 흐름"에 의하여 「하천→간·지선 용수로→소 용수로→논→소·배수로 → 간·지선 배수로→하천」로 분류되고, 서식·생육하는 생물의 종류를 보면 논을 중심으로 한 이동 형태를 취한다. 간·지선 배수로란 하천등과 직접 연결되어 있는 수로 및 지선을 말한다. 소수로란 논과 직접 연결되어 있는 수로를 말한다.

2.2.2 인문・사회환경조사

2.2.2.1 마을조사

(1) 생활측면에서 용·배수로 이용형태, 불편사항 등을 검토하기 위하여 마을 현황을 조사한다.
(2) 마을오수 및 기타 유입수의 유무를 확인한 후 마을주민 및 관계기관과 협의하여 그 대책을 수립할 수 있다.

2.2.2.2 산업조사

(1) 지역의 산업, 농산물, 특산품 등을 조사하여, 산업 및 영농활동에 요구되는 현재 및 미래 수요용수량을 파악하여 대책을 수립할 수 있다.
(2) 특히, 관광산업과 관련된 시설 및 단지의 입지현황을 파악하여 향후, 주변 시설물의 입지에 따른 영향을 파악할 수 있는 기초자료로 활용할 수 있다.

2.2.2.3 토지이용

(1) 용수로 주변의 토지이용을 조사한다. 논, 밭, 과수원, 산림, 대지, 습지 등을 조사하고, 농촌관광시설 관련 토지이용 상황을 조사한다.
(2) 일반적으로 인위적인 물 관리에 의하여 물이 흐르게 되는 농업용 용·배수로는 유속, 유량 모두 기후 등에 크게 좌우되는 하천과 달리, 관개 기간 중에 안정된 수량이 흐르기 때문에, 환경으로서는 비교적 안정되어 있다. 한편, 가뭄일 때는 대폭적으로 수량이 감소하는 일이 많다. 이와 같은 특징이 농촌 지역의 생태계를 특징적인 것으로 하고 필요한 것을 입각하여 조사를 실시한 것이 중요하다. 지역에 따라서는 동수의 확보 등에 의하여 상기의 상황이 다른 경우도 있어, 각지구의 물 관리의 실태를 밟아가는 것이 중요 하다. 또 수량뿐만 아니라 수질의 시점에 대해서도 유의하여 조사를 할 필요가 있다.

2.2.3 역사・문화 환경조사

(1) 사업지구 주변의 역사 시설물, 유적지 등을 파악하고, 역사적 배경 및 의의 등을 조사한다.(사

찰, 공원, 서원, 고분 등)
(2) 당해 시설물 및 유적지의 보존 및 관리 상태를 파악한다.
(3) 당해 시설물 및 유적지의 이용 및 개발 가능성을 파악한다.
(4) 신규로 발견되는 역사 시설물 및 유적은 문화재지표조사 관련 담당자의 협조를 받는다.

2.2.4 주변 여건 조사

(1) 경관조사 : 용·배수로 노선 주변에서 보존해야 할 경관, 조망이 좋은 지점 등을 조사한다.
(2) 용·배수로 정비사업을 통해 자연경관의 훼손을 최소화 할 수 있는 방안을 검토한다.
(3) 각종 체험시설의 일반현황(명칭, 규모, 관리주체 및 운영 상태 등)을 파악한다.
(4) 각종 수련장의 일반현황(명칭, 규모, 관리주체 및 운영 상태 등)을 파악한다.
(5) 각종 관광지의 일반현황(명칭, 규모, 관리주체 및 운영 상태 등)을 파악한다.
(6) 관련기관 및 주민의견을 수렴하여 이들 시설물과 연계하는 수로정비계획을 수립할 수 있다.
(7) 사업대상지 부근에서 이용 가능한 자연재료를 조사하여 용·배수로 정비사업에 활용할 수 있다.

2.2.5 수질조사

2.2.5.1 오염발생원 조사

(1) 오염발생원 조사는 수질관리에 중요한 정보를 제공하므로 가능한 한 높은 정확도를 갖도록 조사한다.
(2) 오염발생원 조사는 답사 및 지방행정부처의 조사결과를 활용할 수 있다.
(3) 오염발생원은 하천, 호수 및 저수지 또는 이들에 유입하는 수로, 또한 이들에 유입하는 배수로는 시설 배수구역별로 분류하여 정리한다.
(4) 오염발생원 조사는 최종적으로 연단위의 통계를 필요로 하지만, 보다 구체적인 수역의 수질관리 목적을 달성하기 위하여 오염발생원별 원단위의 자료가 요구된다.
(5) 오염원의 배출특성에 따라 월별 변동이 매우 심한 축산폐수, 관개용수(용수의 배수특성 및 비료 사용특성), 관광객 수 등은 월별 통계가 요구된다.

2.2.5.2 오염부하량 조사

(1) 발생 오염부하량 산출
① 오염발생원 조사 결과에 기초하여 실측치 또는 원단위를 이용하여 산출
② 발생 오염부하량은 인간의 생활·생산활동, 가축분뇨 등의 발생원에서 발생된 오염물의 전체부하량
③ 발생 오염부하량은 이들 오염원별로 배출 총량을 구하고 실측결과 또는 기타 지역에서 측정되어 산출된 오염원별 오염 부하 원단위를 이용하여 계산한다.
(2) 배출 오염부하량 산정
① 배출 오염부하량을 산출한 모든 오염 발생원에서의 처리 또는 별도 처리에 의한 부하의 감

소상황을 고려하여 원칙적으로 실측치를 기준으로 필요한 수질항목에 대하여 산정

② 처리시설에서 처리되지 않은 오염부하량(예를 들면, 가정하수, 농경지배수, 삼림오염 부하 등)은 발생 부하량과 동일한 값

(3) 유출 오염부하량

① 유출 오염부하량은 해당 수역이 하천일 경우, 하천에 유입하는 지천, 배수로에 의한 오염 부하량이며, 해당 수역이 저수지 등 폐쇄수역일 경우는 하천, 배수로 등에 의한 오염 부하량이다.

② 이들 오염 부하량 측정은 대상 유역으로부터의 모든 배수가 배출된 후에야 가능하다.

③ 단, 해당 수역이 감조하천인 경우의 관측지점은 조석간만의 영향을 입으므로 그 영향이 없는 곳으로 하고, 하류의 오염 부하량은 별도의 방법으로 측정한다.

2.2.6 주민의향 조사

(1) 용·배수로에 대한 이용방법 및 형태에 대한 주민의견과 요망사항, 용·배수로 주변의 수변환경 조성과 휴게소 설치 등의 의견 및 용·배수로 주변에서의 양어장 등 용·배수로를 이용한 산업활동의 가능성 등을 조사하고, 용·배수로 준공 후의 유지관리에 관한 사항 등을 조사한다.

2.3 조사의 정리

(1) 조사를 통하여 파악한 주요한 동식물의 서식·생육 상황, 서식·생육 환경, 수역이나 녹색의 네트워크의 상황에 관하여 정리함과 동시에, 환경에 관한 전문가의 지도·조언 및 지역 주민의 의견에 입각하여 사업에 의하여 산정된 환경에의 영향, 환경 배려 대책의 기본방침, 사업 계획 책정으로 향한 유의점 등에 관하여, 조사 보고서를 모아 종합한다.

(2) 조사 보고서의 종합정리에서는, 필요에 따라 환경에 관계된 정보 협의회와 의견 교환을 한다. 지역이 광범위한 경우, 동식물의 서식·생육 상황이나 환경 상황을 표시한 비오톱 맵을 작성하는 것에 의해 파악이 용이해진다.

2.3.1 조사 정리 내용

(1) 조사 정리는 조사에 의한 객관적인 데이터와 과학적인 시점에 입각한 검토를 행하는 것과 함께, 지역주민의 의식이나 장래의 의향 등을 감안하고 종합적으로 검토하여, 환경에 관계된 정보 협의회의 의견을 듣는 것에 의하여, 객관성과·투명성이 높은 절차를 밟으면서 행하는 것이 중요하다

2.3.2 조사 정리의 마스터 플랜

(1) 적절한 환경 배려 대책을 실시하기에는 중장기적인 전망을 갖고 지역적인 확산 가운데에서의 적합성을 확보하는 것이 필요하다. 이 때문에 각 지역의 환경 특성에 입각하여 환경을 배려한

기본적인 방침을 종합한 마스터 플랜을 책정하는 것이 사업 실시의 전제 조건이 된다.

(2) 마스터 플랜은 사업 채택에 이전에 책정되는 것으로서 지역 환경 상황, 현재의 상태와 장래적으로 지역 환경의 모습, 사업 실시에 해당하는 친환경적인 모습 등 기본 사항을 종합함과 동시에, 환경 창조 구역(자연과 공생한 환경을 창조한 구역) 및 친환경 조성 구역(환경에의 영향 완화 등을 배려한 공사를 실시한 구역)을 설정한 것이다. 또, 마스터 플랜의 작성에 있어서는 다른 기본계획도 참고로 하는 것이 필요하다. 마스터 플랜 책정에 있어서 지역 환경의 파악 정리 현황의 토지개량 시설이 환경에 대하여 맡고 있는 역할이나 조화의 상황 평가, 과제의 추출, 앙케이트나 좌담회 등에 의한 지역주민 의향의 집약, 전문가의 의견 등이 실시되고 있는 것으로 사업 계획 책정으로 향한 환경 조사나 환경 배려 대책의 검토를 효율적으로 실시하기 위해서는 이들을 충분 입각이 필요하다. 또, 농촌 지역의 환경 배려에 관한 기본계획에는 다른 농촌 환경 계획 등에 있어 마스터 플랜 등의 내용을 충분 입각하여 사업실시를 하는 것이 중요하다.

2.3.3 친환경과 관련된 정보의 협의

(1) 자연과 공생의 지속성이 미래에 걸쳐 확보된 사업 계획을 책정함과 동시에 객관성과 투명성을 확보하면서 사업의 원활한 추진과 지역의 합의 형성에 이바지하도록 전문가 및 지역 주민 등으로 형성된 정보 협의회를 설치하고 환경 조사에 관한 의견 교환을 실시하는 것이 필요하다. 친환경적인 사업이 되도록 하기 위해서는 사전조사 뿐만 아니라 사업 실시 중, 완료후의 모든 단계에서도 정보 협의회에서 의견 교환을 하면서 친환경적 조사, 검토를 실시하는 것이 필요하다.

(2) 환경은 지역에 따라서 다양하고 그 파악 방법도 다르다. 지역의 실정에 입각하면서 환경과의 조화를 검토하기 위해서는 전문가나 지역주민 등의 의견을 충분히 반영하는 것이 중요하다. 또한 조사 방법이나 환경 배려 대책의 검토 등의 과정을 객관성과 투명성을 높이기 위해 전문가나 지역주민의 대표 농업 관계자 등에 의해 구성된 환경에 관한 정보 협의회를 설치한다. 또, 환경에 관계된 정보 협의회에 지역의 행정 관계자와 토지개량의 대표 사업의 수익자 대표 등의 관계자도 참가함으로써 환경과의 조화와 배려의 구체적인 내용에 관하여 원활히 지역의 합의 형성이 진행되도록 하는 것이 중요하다.

(3) 사업 실시 주체는 사업 계획의 책정에 관하여, 친환경적 조사·계획에 관하여, 조사 방침의 결정으로부터 조사 보고서의 종합정리에 이르기까지의 일련의 내용에 관하여 환경에 관계된 정보 협의회에서 의견 교환을 실시한다.

(4) 정보 협의회에서 배포 자료나 회의록 등은 투명성 확보의 관점에서 공개를 원칙으로 하는 것이 바람직하다. 단, 야생생물의 서식지 정보 등 공표함에 따라 환경보전에 지장을 미칠 우려가 있는 정보에 관해서는 비공개로 한다.

3. 재료

· 내용 없음

4. 설계

· 내용 없음

집필위원	분야	성명	소속	직급
	관개배수	김선주	한국농공학회	교수
	농업환경	박종화	한국농공학회	교수
	토질공학	유 찬	한국농공학회	교수
	구조재료	박찬기	한국농공학회	교수
	수자원정보	권형중	한국농공학회	책임연구원

자문위원	분야	성명	소속
	농촌계획	손재권	전북대학교
	수자원공학	윤광식	전남대학교
	지역계획	김기성	강원대학교
	수자원공학	노재경	충남대학교
	농지공학	최경숙	경북대학교
	관개배수	최진용	서울대학교

건설기준위원회	분야	성명	소속
	총괄	한준희	농림축산식품부
	농업용댐	오수훈	한국농어촌공사
	농지관개	박재수	농림축산식품부
	농지배수	송창섭	충북대학교
	용배수로	정민철	한국농어촌공사
	농도	조재홍	한국농어촌공사 본사
	개간	백원진	전남대학교
	농지관개	이현우	경북대학교
	농지배수	남상운	충남대학교
	취입보	김선주	건국대학교
	양배수장	정상옥	경북대학교
	경지정리	유 찬	경상대학교
	농업용관수로	박태선	한국농어촌공사 본사
	농업용댐	손재권	전북대학교
	농지배수	김정호	다산컨설턴트
	농지보전	박종화	충북대학교
	농업용댐	김성준	건국대학교
	해면간척	박찬기	공주대학교
	농업수질및환경	이희억	한국농어촌공사 본사
	취입보	박진현	한국농어촌공사 본사

중앙건설기술심의위원회	성명	소속
	이태옥	평화엔지니어링
	성배경	건설교통신기술협회
	김영환	한국시설안전공단
	김영근	건화
	조의섭	동부엔지니어링
	김영숙	국민대학교
	이상덕	아주대학교

농림축산식품부	성명	소속	직책
	한준희	농업기반과	과장
	박재수	농업기반과	서기관

설계기준
KDS 67 80 35 : 2018

농업 수질 및 환경 용배수로 조사

2018년 04월 24일 발행

농림축산식품부

관련단체 한국농어촌공사
58217 전라남도 나주시 그린로 20(빛가람동 358) 한국농어촌공사
☎ 061-338-5114 E-mail : webmaster@ekr.or.kr
http://www.ekr.or.kr

(작성기관) 한국농공학회
06130 서울시 강남구 테헤란로 7길 22(역삼동 365-4) 과학기술회관 본관 205호
☎ 02-562-3627 E-mail : j6348h@hanmail.net
http://www.ksae.re.kr

국가건설기준센터
10223 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283(대화동)
☎ 031-910-0444 E-mail : kcsc@kict.re.kr
http://www.kcsc.re.kr

※ 이 책의 내용을 무단전재하거나 복제할 경우 저작권법의 규제를 받게 됩니다.

KDS 67 80 40 : 2018

농업 수질 및 환경 용배수로 계획

2018년 04월 24일 제정
http://www.kcsc.re.kr

농림축산식품부



건설기준 코드 제·개정에 따른 경과 조치

이 코드는 발간 시점부터 이미 시행 중에 있는 설계용역이나 건설공사에 대하여 발주기관의 장이 필요하다고 인정하는 경우 종전에 적용하고 있는 기준을 그대로 사용할 수 있습니다.

건설기준 코드 제·개정 연혁

- 이 기준은 KDS 67 80 40 : 2018 으로 2018년 04월에 제정하였다.
- 이 기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 건설기준 간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.
- 이 기준의 제·개정 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요사항	제·개정 (년. 월)
농업생산기반정비사업 계획설계기준 친환경편	• 농업생산기반정비사업 계획설계기준 친환경편 제정	제정 (2008. 12)
KDS 67 80 40 : 2018	• 국토교통부 고시 제2013-640호의 “건설공사기준 코드체계” 전환에 따른 건설기준을 코드로 정비 • 건설기술진흥법 제44조 및 제44조의 2에 의거하여 중앙건설심의위원회 심의· 의결	제정 (2018. 04)

제 정 : 2018년 04월 24일
심 의 : 중앙건설기술심의위원회
소관부서 : 농림축산식품부 농업기반과
관련단체(작성기관) : 한국농어촌공사(한국농공학회)

개 정 : 년 월 일
자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회

목 차

1. 일반사항 ····· 1

1.1 목적 ····· 1

1.2 적용범위 ····· 1

1.3 참고기준 ····· 1

1.4 용어의 정의 ····· 1

1.5 기호의 정의 ····· 1

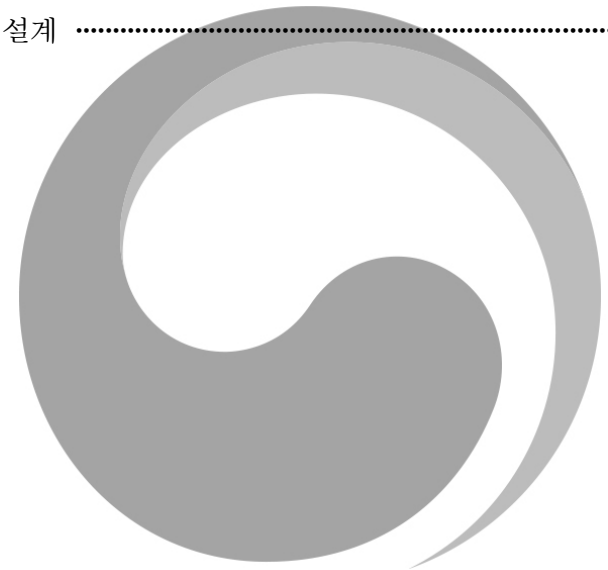
2. 조사 및 계획 ····· 1

2.1 친환경적 용배수로 정비계획 수립 ····· 1

2.2 기본방침설정 ····· 2

3. 재료 ····· 8

4. 설계 ····· 8



농업 수질 및 환경 용배수로 계획

1. 일반사항

1.1 목적

· 내용 없음

1.2 적용범위

· 내용 없음

1.3 참고기준

· 농업생산기반정비사업계획 설계기준, 2004 : 수로편
· 농업생산기반정비사업계획 설계기준, 2008 : 친환경편

1.4 용어의 정의

· 내용 없음

1.5 기호의 정의

· 내용 없음

2. 조사 및 계획

2.1 친환경적 용배수로 정비계획 수립

(1) 용배수로의 친환경적 정비계획은 현황조사 결과를 활용하여 현황 특성 분석, 계획수립의 과제도출, 계획의 기본방침 설정 등의 절차를 거친다. 정비계획에는 유지관리 내용도 포함한다.

2.1.1 현황특성의 분석

(1) 조사내용을 분석하여 각 요소별 현 상황의 특성을 정리함으로써 친환경적 용·배수로 정비목표를 설정하고 계획수립에 활용한다.

① 자연환경요소 : 지형적 특성, 용수로 노선주변의 수변환경, 동식물의 서식환경, 주요경관 등
② 사회환경요소 : 마을의 위치와 규모, 학교, 수련장, 체험시설, 도로 교통상황, 농업시설, 농산물, 지역특산물, 인근의 농촌관광지(관광지) 등
③ 역사문화 환경요소 : 용·배수로 인근의 행사, 역사, 문화유적지, 마을 고유의 풍속, 의례 등

2.1.2 계획수립의 과제 도출

(1) 정리된 현황특성 요소 하나하나에 대하여 환경 친화적 관점에서 보존할 것인가, 개선 할 것인가, 현 상태로 활용할 것인가를 검토함으로서 과제를 발굴한다.

2.1.2.1 보존되어야 할 요소

(1) 보존해야 할 요소들 중 자연생태계 및 역사문화재에 관한 것들에 대하여는 특별 한 고려가 있어야 한다.
(2) 희귀 동·식물의 서식처, 지정문화재 등은 물론이고, 현재 지정되지 않은 것들에 대하여도 지역주민이 애착을 가지고 있는 요소, 경관형성에 유리한 요소들은 보존하도록 노력해야 한다.
(3) 지역경관은 지역주민 뿐만 아니라 필요한 경우 전문가 의견 및 자문을 통해 판단할 수 있다.

2.1.2.2 개선이 필요한 요소

(1) 개선을 요하는 요소들, 특히 농촌관광과 연계할 수 있는 경우에는 가능한 현재 시점에서 개선될 수 있도록 정비하는 것이 바람직하다.
(2) 주변에 학교, 농촌체험시설 및 수련장이 있는 경우 친수공간과 수변환경 정비를 고려할 수 있다.
(3) 절개지의 나지는 주위경관에 악영향을 주므로 자연식재를 통하여 주위경관과 조화를 이루게 하는 등의 방법이 있다.

2.1.2.3 현재 상태를 유지할 필요가 있는 요소

(1) 용·배수로 주변에 위치한 것으로서 용·배수로 환경과 일체적으로 활용 가능한 요소가 대상이 된다.
(2) 또한 현재로서는 별로 이용하지 않지만 앞으로 보다 유용하게 활용될 수 있는 요소들의 발굴도 포함한다.

2.1.2.4 신규 조성 요소

(1) 현재는 없지만 필요한 요소들을 찾아내어 정리한다.
(2) 용·배수로를 이용한 친수 공간, 용·배수로 주변 휴게시설, 낙수기에 어류의 피난처가 될 수 있는 어도, 침사지를 겸용 여울, 팜폰드(farm pond) 등 친환경적 요소들을 발굴하여 정리한다.

2.2 기본방침설정

(1) 용·배수로의 전 노선(시점부터 종점까지)을 지형, 이용형태, 마을과의 거리, 구간별 특성을 조사하고, 구간을 나누어 각각의 특성을 고려하여 정비방향을 설정한다.
(2) 환경친화적 용·배수로 정비구간(구역)은 다음 사항을 고려하여 설정한다.
① 용·배수로 주변 환경 : 용·배수로 노선주변의 지형이나 토지이용형태의 변화 등 노선의 환

경 변화에 유의한다.

② 용·배수로 이용형태 : 용·배수로는 농업생산뿐 아니라 그 지역의 산업이나 마을주민의 생활면에서 다양하게 이용될 수 있으므로 이용형태에 대하여 유의한다.

③ 용·배수로 주변의 특징물 : 용·배수로 주변에 있는 특정물에 유의한다.

2.2.1 용수로 계획

2.2.1.1 용수간선

(1) 용수로는 해당 지역의 농경지보다 높은 곳에서 등고선방향으로 유하하면서 가능한 한 높은 지대의 농경지에도 자연급수가 되도록 설치하는 것이 일반적이다. 최근에는 구릉 경사지대의 용수개발을 많이 하고 있으므로 용수로 노선 전구간이 평탄한 지역만을 지날 수 없는 실정이다.

(2) 용수로의 경우 하천 상류에 설치된 수원공(저수지, 양·배수장, 보 등)에서 하류의 평야부까지 송수되기까지는, 하천변 또는 경지를 통과하는 구간, 마을을 통과하는 구간, 산지의 경사면을 통과하는 구간, 기타(환경용수 확보를 통해 연중 물이 흐르는 지구) 등 여러 경우를 생각할 수 있다.

① 하천변 또는 경지를 통과하는 구간

가. 수로와 연접하여 사적지, 문화유적지 또는 나대지 등이 있고, 영농활동에 지장을 주지 않는 범위내에서 주민들의 의견을 청취하여 쉼터(소공원 등)를 계획할 수 있다.

나. 조절지 또는 팜폰드를 계획하여 영농편의를 제공하고 비오톱을 형성하여 낙수기에 수서생물의 피난처를 제공하며 논과 수로, 수로와 늪지(조절지)를 연결하는 생태환경의 조성을 검토할 수 있다.

다. 깨끗한 용·배수로의 수질과 하천의 부영양화 방지를 위하여 휴경지를 활용한 인공습지 및 정화논 등을 계획하여 농업생산 활동시 발생하는 비점오염원 처리와 용·배수로의 수질관리를 위한 방안 검토할 수 있다.

② 마을을 통과하는 구간

가. 마을종합정비계획을 검토하고 그 일환으로 수로계획을 수립하며, 수로의 다각적인 이용방안을 검토하고 주민의견을 청취하여 계획수립에 반영할 수 있다. 수로의 다각적 이용방안과 경관형성에 특히 유의하여 계획을 수립한다(수변공원, 쉼터, 산책로, 정자 등).

나. 안전에 유의하여 그에 대한 대책을 계획한다.

다. 경관을 고려한 수로 구조물을 계획한다.

라. 마을의 생활하수 처리계획과 연계하여 수질오염 방지 대책과 처리수를 이용한 유지용수 확보를 계획한다.

③ 산지의 경사면을 통과하는 구간

가. 이 구간에서 특히 고려해야 할 사항은 수로의 안전성이다. 따라서 이 구간은 수로의 안전과 유지관리를 고려하여 콘크리트 개거, 암거, 관수로 등으로 계획한다.

나. 콘크리트 개거로 계획할 때에는 개거에 들어간 양서류, 작은 동물 등이 빠져 나 올 수 있

는 탈출로 등을 계획한다. 양서류, 작은 동물 등이 자주 이동하는 곳에는 이런 동물들이 빠지지 않고 이동할 수 있도록 암거 또는 덮개를 갖춘 콘크리트 개거 등으로 계획한다.

다. 수로 설치로 인하여 단절되는 생태환경에 대한 대책을 수립한다 (동물의 이동 통로로서 생태다리를 계획하고 이에 대한 안전대책과 유도로 등을 계획).

라. 수로설치로 인한 절·성토면 보호와 나지의 경관복수에 대한 계획을 수립한다.

④ 기타(환경용수 확보를 통해 연중 물이 흐르는 지구)

가. 생태계의 보전을 위하여 물 흐름의 연속성을 유지하도록 계획한다.

나. 지형여건과 수로의 수리안정성 등을 고려하여 설치하는 낙차공은 완만한 기울기의 전단면 어도구조(계단공 등)로 하여 어류 등의 생물이동이 가능하도록 배려한다.

다. 건전한 수질을 유지하기 위하여 자연의 자정작용을 극대화 할 수 있도록 재폭기 계수 상승을 유도하고 오염이 우려되는 구간에 유지관리가 편한 자연정화시설을 계획한다.

2.2.1.2 용수지선 및 지거

(1) 용수로 망을 계획할 때는 수로의 형식과 구조에 있어 먼저 관수로 및 암거화에 의한 수로망으로 계획하는 것을 검토한다.

(2) 용수지선을 관수로 또는 암거화로 하지 않고 개수로로 할 경우에는 수로 단면의 형식은 수리적, 구조적 안정성과 수로의 기능성, 물관리의 생력화 등을 고려한 구조형식으로 한다.

(3) 용수지선을 친환경적으로 계획할 시에는 병행하는 농로나 수로 둑을 이용하여 꽃나무, 정원수, 과일나무 등을 심어 비오톱을 연결하는 녹지선의 구축을 검토하고, 콘크리트 수로안에 들어갔던 동물이 빠져나올 수 있도록 탈출로는 검토한다.

(4) 용수지거를 관수로 또는 암거가 아닌 개수로로 계획할 경우에는 물관리 생력화를 고려하여 생태계의 영향을 최소로 하는 구조물 형식으로 계획한다.

2.2.2 배수로 계획

2.2.2.1 배수간선

(1) 배수로의 경우 그 특성에 따라 단순 농경지 배수뿐만 아니라 거주지의 생활하수까지를 배제하는 시설로 용수로와 차별되고 있고, 하천변 또는 경지를 통과하는 구간, 마을을 통과하는 구간, 다른 수계와 연결구간을 고려할 수 있다.

① 하천변 또는 경지를 통과하는 구간 및 마을을 통과하는 구간

세부정비방안은 용수로의 경우와 유사하며, 배수로 구간의 특성을 파악하고 그 특성에 따라 각 구간에 맞는 단면현상, 구조, 경관조성, 이용계획 등을 수립하도록 한다. 또한 마을을 통과하는 구간의 경우는 효과적인 마을생활하수처리 계획과 연관된 처리수의 활용 방안등을 함께 고려하여 계획한다.

② 다른 수계와 연결구간

가) 배수로 종점부에서 다른 수계와 구조물 없이 직접 연계(낙차 유무)되는 구간과 배수문, 배수장, 배수갑문을 통해 연계되는 구간으로 구분하여 각 특성에 맞는 정비계획을 고려

한다.

나) 상시 흐름이 유지되어 수생 생태계가 양호한 지역의 경우에는 이에 대한 대책을 수립한다(어도 등).

2.2.2.2 배수지선

(1) 생태·환경적 측면에서 볼 때 하천의 생태계가 배수로를 거슬러 올라와 배수지선으로 연결된다고 할 수 있으므로 생태 환경을 고려한 단면으로 계획한다. 그러나 배수지선부터는 치수 목적의 수로이므로 이를 소홀히 할 수도 없다. 그러므로 수로 바닥을 흙으로 하고 가능한 한 갈수기에도 바닥에 물이 있도록 하는 것이 좋다. 또한 계획수위까지는 호안을 하되 콘크리트가 아닌 친환경적인 재료를 사용토록 계획수위 높이에 소단을 두는 등 이상 수위에 대비 하도록 계획한다.

(2) 배수지선의 종점과 배수로가 만나는 지점에서는 단차(표고차)를 가급적 없도록 계획하고, 수로 바닥의 표고차에 대한 처리는 낙차공이나 어도 구조의 여울공 구조로 계획한다.

2.2.3 환경 친화적 물꼬

(1) 흄관에서 콘크리트 수로에 폭포와 같이 떨어지는 접속 형태에서는 양서류의 이동이 불가능하다. 수로사면을 경사진 구조물을 설치하여 소규모 어도로서의 기능을 가지게 하는 것이 바람직하다.

2.2.4 정비계획의 수립

(1) 대상 수로의 정비과제 및 구간별 정비목적을 설정하여 그에 맞게 정비계획을 수립하고, 동일 정비구간 내에서도 필요할 경우 세부구간을 설정하여 정비계획을 수립할 수 있다.

2.2.5 유지관리 수준의 설정과 관리방안

(1) 친환경적 시설의 유지관리는 계획내용에 따라 크게 달라질 수 있다. 당초 훌륭한 환경시설을 시공하였다 하더라도 유지관리가 적절히 시행되지 않는다면 기대한 효과를 발휘할 수 없게 된다. 또한 설치 후의 시설이 기대만큼의 효과를 거두고 있는지 여부를 조사 평가 하는 것도 유지관리의 중요한 내용이 될 수 있다.

(2) 친환경적 용·배수로를 계획하는 단계에서는 시설 완공 후 큰 줄기의 유지관리 수준을 설정하고 이에 대응한 계획수립을 검토할 수 있다. 시설물 유지관리 수준은 누가 어떻게 어떠한 수단을 이용하여 가장 최적의 관리방법을 찾는 것이고 이때 비용의 최소화가 요구된다.

(3) 유지관리의 수준은 다음과 사항을 검토할 필요가 있다.

① 누가 - 유지관리 주체

② 어느 정도의 사간과 노력으로 - 유지관리 내용, 일정, 빈도

③ 어느 정도의 금액으로 - 유지관리비

(4) 이러한 사항을 검토하여 관리방안을 설정하고 그에 합당한 계획을 수립하며, 공공근로사업과

취로사업을 활용한 시설물 유지 및 관리방안을 관련기관과 협의할 수 있다.

(5) 또한, 당해 사업지구가 농촌체험단지 및 유사시설 범위 내에 위치한 경우에는 해당 단지의 관리자에게 수리권을 제외한 유지관리 업무를 위탁하여 체험프로그램으로 활용할 수 있도록 관련기관 및 관리자와 협의 할 수 있다.

2.2.6 보전 대상 종의 설정

(1) 지역의 실정을 파악하고, 계획에 따라 보전대상 종(그 지역의 생태계에 있어 특징적 또는 대표적인 종이나 식물군)을 설정하고 보전에 필요한 환경 조건 조합을 검토한다.

(2) 설정에 있어서는 조사 결과에 근거하여 그 지역에 성립하고 있는 생태계(동·식물 및 그 종간 관계 등)의 관점에서 검토함으로서 농촌의 생태계의 특징에 입각하여 농가를 포함한 지역주민의 의식 역사 문화의 계속성, 영농과의 관계의 시점에서도 검토를 하고 전문가의 의견을 참고한다.

(3) 또한, 유지관리의 현실성 등의 시점을 밟아가며 선정한 환경조건이 장래에 걸쳐 지속성이 있을지 어떨지를 충분히 검토하는 것이 필요하다.

(4) 또한, 지속관리의 실현성 등의 시점에서도 충분히 검토를 행하고 적절한 보전 대상 종을 설정할 필요가 있다.

2.2.7 보전 대상 종의 지역 설정

(1) 보전 대상종이나 그 종의 보전을 위해 필요한 환경 요소를 연속으로 적절하게 확보하기 위해서는 지구마다의 환경 조건이나 취락의 입지 조건, 영농이나 지역 생활 등의 사회적 조건, 정비 사업의 계획내용 등에 입각하여 효율적·효과적으로 설정할 수 있는 범위나 구역(지역)을 설정한다.

(2) 지역 설정은 마스터플랜으로 설정한 대략적인 기능 분담인 환경 창조 구역을 보전 대상 종을 보전하기 위해 필요한 환경 요소를 구체적으로 어느 지점에 확보하는지를 산정한다.

(3) 지역 설정에 의해 자연조건의 활용이나 지역 생활, 장래의 유지 관리와 환경과의 조화에 배려 등을 대책한 후, 사업 지구에서의 친환경 대책이 구체화되어 관계자 간의 조정을 할 때에 유효하게 된다.

2.2.8 시설 계획의 검토

(1) 시설 계획의 검토에 있어서는 환경 조사에 입각하여 「시설」에 있어서 대응 가능한 공법과 「지역에서 보전해야 할 종」의 특성에 근거한 친환경중점사항이 겹치는 범위로부터 선택하는 것이 바람직하다.

(2) 시설 계획상의 친환경 중점사항을 생각한 뒤에 「시설」의 종류로서는 물이 흐르고 서식환경이 다르기 때문에 「용·배수로」, 「논 및 소수로」 및 「저수지」에 구분 할 수 있고 배려항목으로서는, 「자유로운 이동」, 「서식이 가능한 환경」, 「식성, 산란상의 확보」로 크게 나뉜다.

(3) 「시설」을 계획한 데에 배려해야 할 중점사항 으로서는 서식 가능한 유량, 유속등에 유의한다.

(4) 「지역에 있어 배려해야 할 종」에 친환경 시설 계획을 행하는 것에는 생활 수심이나 유영 능력 등의 물리 조건, 수온, 수질, 산란상의 확보에 유의한다.

(5) 선정한 시설 계획에 의하여 건설비용 외, 장래에 걸친 유지 관리의 방법이나 환경과의 조화의 효과의 정도도 달라지는 것으로 여러 안에 관하여 현지의 의향에 입각한 검토를 하고 채용 안에서는 농가를 포함한 주민에게 알리는 것이 중요하다. 시공 방법이나 시공 중의 관리 방법, 시공후의 유지 관리방법에 대해서도 친환경적 수법을 검토할 필요가 있다.

2.2.9 유지 관리 계획의 검토

(1) 친환경적인 효과를 높이기 위해는 사업 완료후의 시설의 유지 관리가 적절하게 실시되는 것이 중요해진다. 따라서 사업 계획 검토 시점에서 필요한 유지 관리 내용이나 체제 만들기에 관해서는 극력 구체화한 것을 목적으로 하여 현지 관계자와 충분한 협의 조정을 하는 것이 중요하다.

(2) 그 때에 친환경적 정비는 다양한 요인의 영향을 받는 것도 있고 그것의 효과, 변화 등에 관해서는 불확정요소가 있는 것을 지역 주민에게 충분 설명해 두는 것도 필요하다.

(3) 친환경적 정비에 의한 효과는 지역 전체에 이른 것으로 시설의 유지 관리는 토지나 지역주민만의 부담으로 실시한 것은 아니고 정부, 지방자치단체 등의 협력을 얻어 합의하는 것이 중요하다. 이 때문에 사업 계획 내용의 검토를 할 때에 이 점을 포함한 검토를 충분히 하는 것이 중요하다. 또 환경과의 조화에 의한 효과가 지역 주민에 있어 자기와 가까운 것이 되도록 경관·친수 기능면으로의 방법을 도모 하는 것이 중요하다. 그 밖의 다양한 지역 활동과의 연휴를 도모한 활용 방법에 대해서도 검토를 하는 것이 바람직하다.

2.2.10 계획 책정시 일반적 유의사항

(1) 친환경 계획 책정시 용·배수로의 정비 계획을 책정함에 있어서는 다음과 같은 점에 유의 할 필요가 있다.

① 수로는 가능한 한 지형으로 따른 사행을 확보하도록 하여 자연스러운 여울이나 연못의 형성을 도모하도록 노력한다.

② 면적 확보가 가능 하다면, 수로 법면의 구배는 부드럽게 하여 침수 식물로부터 추수 식물, 물가의 지상 식물까지 연속하고 생육하기 쉬운 환경을 창출하도록 노력한다.

③ 수로 내(특히 수중 부)에는, 동물의 휴식 장소나 숨을 장소가 된 공극이나 소 공간을 많게 또는 여러 가지 형태로서 확보한 것이 바람직하다.

④ 수로 바닥부는 식물이 생육한 토사나 진흙이 필요하다. 또 용수나 유수가 있는 장소 곳에서 바닥부를 콘크리트 라이닝 하는 것은 용수의 고갈 등에 의하여 수질이 악화하고, 생태계에 악영향을 미치는 가능성이 있기 때문에, 충분히 유의한다.

⑤ 용·배수로 분리나 지역의 수리용 형태의 변화에 따라 수로내의 물이 일시적이라도 모두 없어지지 않도록 할 필요가 있다. 또 완전하게 없어지는 상태가 아닌 경우에도, 갈수기 물 양

이 감소한 것은 수로내의 수질이 극단적으로 악화한 되지 않도록 충분히 유의 할 필요가 있다. 경우에 따라서는, 페인 곳, 관개기에 수생 생물이 피난할 수 있는 피난장소를 확보하는 것이 필요해질 경우도 있다.

⑥ 수로 주변의 수목이나 수풀은, 수로에 그늘을 형성하고 수중 생태계에 다양한 환경을 제공한 예로 중요하다. 이와 같은 수목이나 수풀은, 어느 정도의 크기가 되고 효과를 미치기 때문에 가능한 한 기존의 나무를 활용할 필요가 있다. 이와 같이 물가에 생육한 수목은 지하수위에 영향을 주는 것이 많기 때문에 개수 후에 있어도 같은 지하수위가 되도록 계획할 필요가 있다.

⑦ 낙차공이나 벽이 어류 등의 이동의 장애가 되어 서식지역을 좁히거나 분단한 일이 없도록 할 필요가 있다. 낙차공에 관해서는 그 수를 늘리고, 낙차를 작게 한 것이 어떤지, 또는 어도의 설치가 필요인지 어떤지 등을 검토한다.

3. 재료

· 내용 없음

4. 설계

· 내용 없음



집필위원	분야	성명	소속	직급
	관개배수	김선주	한국농공학회	교수
	농업환경	박종화	한국농공학회	교수
	토질공학	유 찬	한국농공학회	교수
	구조재료	박찬기	한국농공학회	교수
	수자원정보	권형중	한국농공학회	책임연구원

자문위원	분야	성명	소속
	농촌계획	손재권	전북대학교
	수자원공학	윤광식	전남대학교
	지역계획	김기성	강원대학교
	수자원공학	노재경	충남대학교
	농지공학	최경숙	경북대학교
	관개배수	최진용	서울대학교

건설기준위원회	분야	성명	소속
	총괄	한준희	농림축산식품부
	농업용댐	오수훈	한국농어촌공사
	농지관개	박재수	농림축산식품부
	농지배수	송창섭	충북대학교
	용배수로	정민철	한국농어촌공사
	농도	조재홍	한국농어촌공사 본사
	개간	백원진	전남대학교
	농지관개	이현우	경북대학교
	농지배수	남상운	충남대학교
	취입보	김선주	건국대학교
	양배수장	정상옥	경북대학교
	경지정리	유 찬	경상대학교
	농업용관수로	박태선	한국농어촌공사 본사
	농업용댐	손재권	전북대학교
	농지배수	김정호	다산컨설턴트
	농지보전	박종화	충북대학교
	농업용댐	김성준	건국대학교
	해면간척	박찬기	공주대학교
	농업수질및환경	이희억	한국농어촌공사 본사
	취입보	박진현	한국농어촌공사 본사

중앙건설기술심의위원회	성명	소속
	이태옥	평화엔지니어링
	성배경	건설교통신기술협회
	김영환	한국시설안전공단
	김영근	건화
	조의섭	동부엔지니어링
	김영숙	국민대학교
	이상덕	아주대학교

농림축산식품부	성명	소속	직책
	한준희	농업기반과	과장
	박재수	농업기반과	서기관

설계기준
KDS 67 80 40 : 2018

농업 수질 및 환경 용배수로 계획

2018년 04월 24일 발행

농림축산식품부

관련단체 한국농어촌공사
58217 전라남도 나주시 그린로 20(빛가람동 358) 한국농어촌공사
☎ 061-338-5114 E-mail : webmaster@ekr.or.kr
http://www.ekr.or.kr

(작성기관) 한국농공학회
06130 서울시 강남구 테헤란로 7길 22(역삼동 365-4) 과학기술회관 본관 205호
☎ 02-562-3627 E-mail : j6348h@hanmail.net
http://www.ksae.re.kr

국가건설기준센터
10223 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283(대화동)
☎ 031-910-0444 E-mail : kcsc@kict.re.kr
http://www.kcsc.re.kr

※ 이 책의 내용을 무단전재하거나 복제할 경우 저작권법의 규제를 받게 됩니다.

KDS 67 80 45 : 2018

농업 수질 및 환경 용배수로 설계

2018년 04월 24일 제정
http://www.kcsc.re.kr

농림축산식품부



건설기준 코드 제·개정에 따른 경과 조치

이 코드는 발간 시점부터 이미 시행 중에 있는 설계용역이나 건설공사에 대하여 발주기관의 장이 필요하다고 인정하는 경우 종전에 적용하고 있는 기준을 그대로 사용할 수 있습니다.

건설기준 코드 제·개정 연혁

- 이 기준은 KDS 67 80 45 : 2018 으로 2018년 04월에 제정하였다.
- 이 기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 건설기준 간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.
- 이 기준의 제·개정 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요사항	제·개정 (년. 월)
농업생산기반정비사업 계획설계기준 친환경편	• 농업생산기반정비사업 계획설계기준 친환경편 제정	제정 (2008. 12)
KDS 67 80 45 : 2018	• 국토교통부 고시 제2013-640호의 “건설공사기준 코드체계” 전환에 따른 건설기준을 코드로 정비 • 건설기술진흥법 제44조 및 제44조의 2에 의거하여 중앙건설심의위원회 심의· 의결	제정 (2018. 04)

제 정 : 2018년 04월 24일
심 의 : 중앙건설기술심의위원회
소관부서 : 농림축산식품부 농업기반과
관련단체(작성기관) : 한국농어촌공사(한국농공학회)

개 정 : 년 월 일
자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회

목 차

1. 일반사항 ····· 1

1.1 목적 ····· 1

1.2 적용범위 ····· 1

1.3 참고기준 ····· 1

1.4 용어의 정의 ····· 1

1.5 기호의 정의 ····· 1

2. 조사 및 계획 ····· 1

3. 재료 ····· 1

4. 설계 ····· 1

4.1 설계의 기본방향 ····· 1

4.2 종단설계계획(연속성의 확보) ····· 4

4.3 횡단면 설계 ····· 6

농업 수질 및 환경 용배수로 설계

1. 일반사항

1.1 목적

· 내용 없음

1.2 적용범위

· 내용 없음

1.3 참고기준

· 농업생산기반정비사업계획 설계기준, 2004 : 수로편
· 농업생산기반정비사업계획 설계기준, 2008 : 친환경편

1.4 용어의 정의

· 내용 없음

1.5 기호의 정의

· 내용 없음

2. 조사 및 계획

· 내용 없음

3. 재료

· 내용 없음

4. 설계

4.1 설계의 기본방향

(1) 용·배수로는 필요한 수량을 안전하며 효율적으로 유하하는 농업 수리 시설로서의 기능을 가

지는 동시에 생물의 서식·생육 환경을 확보한 기능도 겸비한 것이 요구된다.

(2) 이러한 기능의 확보는 설계를 할 때에 상반된 부분이 있기 때문에 지역 조건에 따른 적절한 것이 되도록 관계 농가를 포함한 지역주민, 전문가 등의 논의나 의견에 입각하여 지역의 합의 형성을 도모하면서 종합적으로 검토할 필요가 있다. 또한, 설계·시공의 단계에서 중요한 생물종의 서식·생육이 새롭게 확인되거나, 환경 배려의 기본에 관계될 것 같은 중요한 현지 조건이 분명해진 경우에는 필요에 따라 계획단계의 조사내용까지 되돌아와 환경 배려의 기본으로부터 재검토를 하는 탄력적인 대응이 중요하다. 설계순서는 대체적으로 조건의 정리, 설계 목표 설정, 상세조사, 설계 작업 순으로 이루어진다.

4.1.1 조건의 정리

(1) 상위계획, 관계되는 유역의 장·단기 계획, 영향을 미칠 수 있는 하위의 계획이나 요지의 취득, 치수상의 제약조건, 개발상황과 입지조건 등을 충분히 고려하여 그에 적절한 대책마련 및 사후에 야기될 수 있는 문제점들을 최소화하도록 강구한다. 원래의 수로의 설계로는 효율적 · 경제적인 송수의 관점에서 경제단면으로 직선화함과 동시에, 모래나 식생을 방지할 수 있는 유속을 설정한 것이 일반적이었지만, 이와 같은 수로는 어류 등의 수생 생물의 서식 · 생육은 곤란해진다. 친환경적인 수로의 설계를 행할 때에는, 지역 주민의 합의 형성에 노력하면서, 농업생산기반시설로서의 기능과 수로와의 연속성에 배려한 생물의 서식 · 생육 공간으로서의 기능을 확보하고 얻고, 종합적인 검토가 필요하다.

(2) 계획 책정에 앞서 필요한 조사는 실시되고 있지만 설계에 있어 상세한 것은 현지 측량이나 용지 조정 등을 진행하고 있을 때에 계획 단계로서 파악할 수 있지 않았을 것 같던 현지 조건이 밝혀질 경우가 있다. 예를 들면, 중요한 생물의 서식·생육, 국지적인 용수의 존재에 의한 독특한 생태계의 존재, 노선 계획이나 시설 구조에 관계된 용지상의 제약 등이 있다.

(3) 새롭게 밝혀진 조건이 환경 배려의 기본에 관계될 것 같은 경우에는 기존의 계획 내용에 취하지 않고 필요한 부분에 관하여 계획 단계의 조사 내용으로까지 되돌아와 재검토를 행하는 것이 필요하고 이것은 효율적으로 적절한 설계 시공을 진행하는 것이 중요하다.

4.1.1.1 대상 종의 서식 · 생육 조건

(1) 대상 종의 서식·생육 환경에 관계된 조사 결과나 농가를 포함한 지역주민 등으로부터 서식·생육 상황이나 환경에 관한 청취 결과 등으로부터 대상 종의 서식·생육에 적합한 유속, 수심 등을 결정한다.

4.1.1.2 수리 조건

(1) 가뭄기간 등에 유량이 대폭적으로 감소한 경우나 수량이 전혀 없게 된 경우에는, 서식·생육 가능한 생물종이 제한된다. 이 때문에 관개기에 있어서 기간별 다른 유량, 가뭄에 있어서는 기간별의 유량, 가뭄기의 유량등 대상생물의 서식·생육 기간을 가설한 유량의 변화를 파악할 필요가 있다.

(2) 또한, 가뭄기에 있어서 수량의 확보의 가능성에 대해서도 검토한다.

4.1.1.3 지하수 조건

(1) 용·배수로에서는 지하수위가 높아 누수의 가능성이 낮은 경우에는 바닥을 바르지 않는 등의 단면 공법으로 채용하고, 지하수위의 파악이 필요하다. 논을 통과한 수로로는 가뭄기와 비 가뭄기에는 지하수위가 크게 변화하는 것으로부터 기별의 다른 지하수위를 파악한다.

4.1.1.4 용지 조건

(1) 친환경적 용·배수로의 단면 공법에 의해서는, 종래의 수로 설계와 비교하여 넓은 용지 폭이 필요한 경우가 있다. 이 때문에 수로 용지 확보의 가능성을 정리해 둔다.

4.1.1.5 수리 조건

(1) 수리 조건에 입각하여 수리 설계에 필요할 계획 최대 유량, 최다 빈도 유량이나 최소 유량을 설정한다.

4.1.1.6 자재 이용 조건

(1) 친환경적 용·배수로는 지역에서 채취할 수 있는 자연재료나 건설 부산물 등을 이용한 것이 환경과의 조화나 공사비 면에서도 유효하다. 이 때문에, 지역에서 입수 가능한 자재에 관하여, 종류나 개략의 이용 가능량 등을 정리해 둔다.

4.1.1.7 유지 관리 조건

(1) 친환경적 용·배수로는 농가를 포함한 지역주민 등의 유지 관리에의 대응의 정도에 의하여 단면 공법의 선택이 다르다. 이 때문에 농가나 지역주민으로부터 장래에 걸쳐 대응 가능한 유지 관리 작업, 작업의 빈도 등 유지 관리 조건을 확인해 둔다.

4.1.2 설계목표의 설정

(1) 조건정리가 진행되는 도중에 설계목표범위는 대략 정해진다. 공간의 여유 유·무나 주변 환경 조건 등은 큰 제약이 되어 설계목표를 제한하게 된다. 제약이 심한 장소의 경우에는 당연히 조건을 제고하기도 하고, 경관은 생각하지 않는 것도 하나의 방법이기도 하다. 지역주민의 요구와 전문가의 타당성검토를 통하여 의견의 합일점을 얻은 후 정비방향을 설정한다. 예를 들면, 자연환경보전, 생태공원조성, 주민의 휴식공간마련, 지역의 문화적 배경을 고려한 정비 등을 설정하는 단계이다.

4.1.3 상세조사

(1) 구역구분계획에서 조사한 내용을 근거로 하여 설계에 필요한 수로와 주변의 상세조사를 실시

한다. 조사항목은 장소에 의해 크게 다르지만 대략 구역 구분시의 항목으로 한다. 이 단계에서는 수로의 친수성에 관련된 현황 특성뿐만 아니라, 지역주민의 친수활동과 지역과의 관계조사 및 지역요구와 수로조건에 관하여 면밀한 조사를 수행한다.

(2) 예를 들면, 이용의 대상 및 방식, 미래에 이용 가능한 방식, 수로의 경계나 용지 매수의 필요성과 가능성, 주민의 의식, 지역의 도로계획, 토지구획정리사업의 실시가능성 정보, 수위의 변화로서 홍수시의 흐름과 평수시의 흐름에 대한 정보 등 평수시의 데이터가 현실적이지 않은 경우도 많으므로 그 장소에서 간편한 측정이 가능하도록 한다.

4.1.4 설계 작업

(1) 설계 작업은 「설계대체안 만들기」와 「경관의 예측 및 설계평가」로 이루어진다. 설계 시에는 어느 정도가 좋은지 자문자답하는 것이 필요하다. 여기서 중요한 것은 설계한 것이 계획도상에서 어떤 모양으로 그려지려면 그것이 완성되었을 때의 구체적인 이미지로서 이해할 수 있는 것이다. 도면에서 그은 선이 지상에서 어떻게 보여 지는가를 상상하며 설계한다.

4.1.4.1 수로단면 공법 선정 방식

(1) 친환경적 수로의 단면·호안 등의 공법은 용수로·배수로 각각의 특징에 입각하여 선정한다. 공법 선정은 현황수로 단면의 개량을 기본으로 한 수 종류의 비교 안을 검토하여 기본적인 단면·호안 구조를 결정한다.

4.1.4.2 수리설계

(1) 친환경적 용·배수로의 수리 설계는 ① 계획 최대 유량(설계 유량)을 안전하게 흐르게 하는지(송수 기능의 발휘), ② 최다 빈도 유량, 최소 유량 등(비 가뭄기의 수량)의 유량에 대해 생물의 서식·생육에 적합한 수심, 유속을 확보할 수 있는지의 관점에서 수로의 종단 면 및 횡단면의 규모·형상·구조에 관하여 검토한다.

(2) 또한, 생물의 서식·생육에 적합한 유속을 단면 평균 유속으로 확보하기 위해서는 수로 단면이 대폭 확대되는 경우가 있기 때문에, 수로 단면내의 유속 분포를 고려하여, 단면의 일부에 생물의 서식·생육에 적합한 공간 확보를 검토한다.

4.1.5 종합적인 사고

(1) 설계는 이러한 여러 가지 사항을 동시에 진행시키는 것이다. 현지의 상세조사를 하면서 대체안을 이미지하고 그 가능성을 꾀한다. 설계목표를 설정하면서 구체적인 설계안을 의식하고 전제나 제약조건에서 없애는 것은 아닌가?, 덧붙이는 것은 아닌가? 등을 생각한다. 즉, 이러한 전망을 몇 번이나 반복하는 동시진행 작업이다.

4.2 종단설계계획(연속성의 확보)

(1) 수로의 연속성이 유지되도록 시설물을 계획한다.

(2) 팜폰드, 조정지, 유수지, 저류지 등 수생생물의 서식처 제공을 위한 시설물을 계획한다.

(3) 어류 등의 서식 환경으로서, 종단 방향으로서의 생물의 입장에서 보았던 수역의 연속성 및 유량의 변화는 중요하다. 이 때문에 어류 등의 이동 가능한 유속·수심을 확보하기 위해 종단 구배를 완구배로 하거나, 종단 방향의 낙차를 대상 종의 이동을 방해하지 않도록 가능한 작게 함과 동시에 공법을 고려하는 것이 바람직하다. 또 다양한 흐름을 창출하는 종 등이 도처에 형성되는 것이 바람직하고, 그를 위한 장치하고 만들기가 중요하다. 특히, 평상시 흐름이 빠른 수로에 있어서는 연못·웅덩이는 어류 등의 휴식 장소로 중요하다.

① 친환경 수로정비지구에서는 수리·수문학적 분석을 통해 수로단면의 다양화를 고려한다.

② 수로의 연속성을 유지할 필요한 있는 지구에서는 일정 흐름이 지속될 수 있는 용수량(환경용수, 하천유지용수 등)확보를 계획한다.

③ 용·배수로 특정 구간에 팜폰드, 조정지, 유수지, 저류지라고 할 수 있는 넓은 수로 단면을 계획한다.

④ 용수여건이 가능하다면 비관개기에도 일정량의 물 흐름이 유지되도록 계획한다. 낙수기에 어류 등의 피난처로서 팜폰드 등을 검토하고 양서류의 탈출로 등을 계획한다.

4.2.1 낙차공

(1) 낙차공은 설계상의 포인트로서 다음 사항을 고려한다.

① 낙차가 큰 경우 가능한 한 소 낙차의 여러 단이 지나도록 한다.

② 낙차 상하 흐름을 깊게 설치하고, 수심을 확보한다.

③ 낙차 하류에 연못을 설치한다.

④ 낙차부의 모서리는 둥글게 한다.

⑤ 계단식 낙차공 토사가 퇴적하기 때문에 유지 관리가 필요하다.

4.2.2 급류공

(1) 급류공의 설계상 포인트는 다음 사항을 고려한다.

① 조석(자연석)을 설치하는 것에 의하여 유속이 약해진다.

② 급류공 하류에 연못을 설치한다.

③ 어류의 이동시의 휴식 장소가 확보하고 계단식 낙차공에 뒤떨어지지만, 토사 퇴적이 적다.

4.2.3 여울・연못・웅덩이

(1) 여울·연못·웅덩이의 설계상의 포인트로서, 다음과 같은 것을 들 수 있다.

① 종단, 횡단 방향을 고려한 여울·연못·웅덩이를 설치한다.

② 물의 깊이는 대상 어류로부터 설정한다.

4.2.4 배수로

(1) 일반적으로 농지에서의 평상시의 배수와 동시에 강우의 배수를 실시하기 위해, 연간을 통하

여 상류 단계로서의 유입이 있는 등, 용수로와 비교하여 통수 기간이 길다.

(2) 이 때문에 배수로에서는 환경에의 배려가 비교적 용이하고, 논에서 간선 배수로까지의 광범위하게 생물의 서식·생육에 바람직한 환경을 확보할 수 있는 경우가 많다. (용수로도, 통년 통수가 가능한 경우 또는 용·배수 겸용의 경우 등은, 유수의 연속성을 확보할 수 있다)

① 지선·말단 배수로에 있어서 수량 확보

지선·말단 배수로에서는 물이 대부분 흐르고 없고 경우가 많기 때문에 보다 긴 기간수를 확보하고, 유지관리상의 문제가 없는 범위 내에서 흙받이 설치 또는 노치 부착 간이 봇둑, 잠수하는 통 등으로 한다.

② 배수로 낙차 부등에의 소형어도 설치

말단배수로와 지선배수로 지선배수로와 간선 배수로의 연결 부분에는 단사가 있어 어류의 소상을 방해하는 경우가 많아 소형어도 등의 설치를 검토해야 한다.

③ 논에의 접근 시설 설치

모든 논을 산란장으로 할 필요는 없지만 일부 수전(흐르게 하는 물 관리, 휴경전의 활용을 포함)에 대한 어류의 역상을 가능하게 하는 접근 시설 설치를 검토한다.

배수로의 높이를 논에 가까운 레벨(높이 20cm정도 이하)까지 높게 하면 어류의 이동이 가능하고 단사가 있는 경우라도 사로를 설치해 소규모 어도로서의 기능을 가지는 방법도 생각 할 수 있다. 말단 배수로와 지선배수로, 지선과 간선배수로 연결부분에 소형어도를 설치 검토 할 필요가 있다.

4.3 횡단면 설계

(1) 일정 구간의 용배수로 횡단면은 설치목적과 기능, 안전 등을 충족시키면서 어류, 곤충류, 양서류 등의 서식이 가능하도록 설계한다.

① 단면 형상 : 단면 형상은 설정된 구간별로 설계하며, 같은 구간 내에서도 필요한 경우 다른 형상으로 설계할 수 있으며, 특히 유의할 사항은 어류, 곤충류 등의 휴식장소, 대피장소, 산란장소가 형성될 수 있도록 배려한다.

② 수로 바닥 및 호안 : 수로 바닥과 양측 경사면은 흙, 돌, 모래, 자갈 등 자연재료의 이용을 고려한다.

③ 수로둑 : 수로둑은 흙둑으로 하고, 식생으로 보호하며, 둑마루 폭은 가능한 한 넓게 하여 산책로, 자전거로(유지관리도로) 및 식수대의 활용을 검토한다.

4.3.1 횡단면 설계의 일반사항

(1) 용·배수로의 횡단면은 수로기능 확보 측면에서 중요하다. 최근에는 경제적 측면(용지매수 및 보상비 절감)과 유지관리 측면(수로의 안전 및 유지관리 곤란)에서 흙수로를 기피하고, 콘크리트 라이닝 또는 콘크리트 개거로 설계하는 것을 선호하는 경향이 있으나 환경적 측면에서는 바람직하지 않다.

(2) 용·배수로 횡단면 설계는 여러 가지 요인에 의하여 결정되지만 바람직한 친환경적 횡단면계획을 위해서는 완경사의 흙수로에 경사면 호안은 식생(줄떼 또는 평떼)호안으로 하여 수로 바

닥에는 물의 흐름과 유지관리에 지장을 주지 않는 범위내에서 놓임돌, 뜬돌을 놓아 어류 등의 피난처, 휴식처, 산란처를 만들어 주고, 뚝마루 폭은 넓게 확보하여 산책로, 자전거로 등으로 이용할 수 있게 하고, 식수대(植樹帶)로도 활용할 수 있도록 배려하는 것이라고 할 수 있다.

(3) 용·배수로의 횡단면은 수로기능 확보 측면에서 중요하다. 최근에는 경제적 측면(용지매수 및 보상비 절감)과 유지관리 측면(수로의 안전 및 유지관리 곤란)에서 흙수로를 기피하고, 콘크리트 라이닝 또는 콘크리트 개거로 설계하는 것을 선호하는 경향이 있으나 환경적 측면에서는 바람직하지 않다.

(4) 용·배수로 횡단면 설계는 여러 가지 요인에 의하여 결정되지만 바람직한 친환경적인 횡단면 계획을 위해서는 완경사의 흙수로에 경사면 호안은 식생(줄떼 또는 평떼) 호안으로 하여 수로 바닥에는 물의 흐름과 유지관리에 지장을 주지 않는 범위내에서 놓임돌, 몬돌을 놓아 어류 등의 피난처, 휴식처, 산란처를 만들어 주고, 뚝마루 폭은 넓게 확보하여 산책로, 자전거로 등으로 이용할 수 있게 하고, 식수대(植樹帶)로도 활용할 수 있도록 배려한다.

4.3.2 횡단면 설계의 고려사항

(1) 일부 배수로는 자연하천의 한 지류로서 하천과 함께 어류, 곤충류, 양서류 등의 서식 장소, 산란장소로서의 생태환경을 형성하고 있다. 이러한 배수로를 계획함에 있어 어류, 곤충류, 양서류 등의 생활습성을 파악한다.

4.3.2.1 배수로 단면 형상 계획에 고려할 사항

(1) 어류의 서식과 산란장소에 대한 배려
(2) 수서곤충의 서식장소와 산란장소에 대한 배려
(3) 양서류의 번식과 서식지

4.3.2.2 배수로의 벽면 또는 경사면의 호안

(1) 수리적으로 안전한 친환경 호안공법을 검토
(2) 부득이한 경우에 한하여 콘크리트 호안을 검토

4.3.2.3 수로바닥

(1) 수로바닥은 흙, 모래, 자갈, 돌망태 등 자연재료를 활용한다.
(2) 누수, 안전 등 문제가 있을 때에는 별도의 대책을 수립한다.

4.3.2.4 배수로 둑

(1) 수로둑은 가능하면 흙둑으로 하고 식생으로 보호한다.
(2) 둑마루 폭은 가능한 한 넓게 계획한다.
(3) 기타 사항은 「환경친화적 농어촌정비사업 설계지침」의 농어촌도로편 경지내 농도를 참고

4.3.3 용·배수로 수질관리

(1) 용·배수로 일정구간에 침사지를 설치하여 수중 부유물의 침전을 유도한다. 침사지 이후에는 수질관리 수로 절차를 검토한다. 식물에 의한 수질관리구간, 접촉여재(돌, 자갈 등)의 산화구간과 포기 또는 여울 등을 두어 물속의 산소를 증대시키는 방안을 강구하는 수질 관리대책을 계획한다.

(2) 지역 또는 수원공에 따라 수질관리를 계획할 수 있다. 특히 중소하천에서 직접 취수하는 경우(취입보 또는 양수장)와 주변에 점오염원(축사 등)이 위치하여 오염물이 직접 유입되고 있는 지구에는 수질관리계획을 검토할 수 있다. 지구 여건에 따라 침사지만을 설치하든지 식물 정화구간을 설치하는 방법, 여울이나 폭기장치를 배제하는 방법 등을 검토할 수 있다. 수중 산소량을 증대시키는 방법은 여러 가지 있으므로 적정한 방법을 택하여 설계한다.

4.3.4 용수로 바닥표고

(1) 용수로 바닥표고에 변화를 주어 유속이 빠른 구간, 반대로 유속이 느린 구간을 두어 다양한 생태환경을 조성한다.

(2) 이때 유의할 사항은

① 전체적인 유량의 변동이 없어야 한다.

② 수로의 안전(빠른 유속에 의한 세굴 등)을 고려하여 대책을 수립한다.

③ 전체적인 수두배분에 지장이 없어야 한다.

(3) 현실적으로 용수로 설계시 종단계획은 수로 바닥 기울기로 설계하는 기술자들이 많이 있다. 용수로 바닥기울기가 곧 수면기울기라는 인식이 있기 때문이다. 그러나 이것은 잘못된 생각이다. 용수로 종단기울기는 반드시 수면기울기로 설계하여야 한다. 그러므로 용수로 바닥표고가 일정 기울기를 유지할 필요는 없으며, 높았다 낮았다하여 여울을 형성하기도 하는 것은 수중 산소량을 증대시킬 수 있는 수단으로서 생태환경에 여러 측면에서 바람직하다. 그러나 이러한 설계는 어디까지나 용수로 본연의 목적, 기능(유량문제, 안전문제, 수두배분 문제 등)에 지장이 없어야 한다.

4.3.5 용·배수로 종점 처리

(1) 용수로 종점은 배수로 또는 세류하천 등으로 연결을 고려할 수 있으며, 용수로 종점의 바닥과 연결되는 배수로 또는 하천의 바닥과는 단차가 없는 것이 제일 바람직하며, 단차가 생길 때는 완경사의 어도공 구조로 하여 어류 등의 이동이 가능하도록 한다.

(2) 일반적인 계획 및 설계는 기존의 지침을 참고하고, 저류지 등의 사면에 대한 안정성 검토를 수행하여 콘크리트 이외의 친환경 재료를 사용한다.

4.3.5.1 용수로 종점 처리

(1) 하천에서 취수한 물이 용수로를 흘러 농지에 공급되고 농지에 공급된 물은 배수로로 흘러나와 배수로 말단에서 다시 하천으로 합류하는 것이 일반적인 농업용수 시스템이라고 할 수 있

다.

(2) 용수로에는 취수된 물뿐만 아니라 유역에서 흘러 들어오는 물도 있으며 농경지에서 물이 필요 없을 때는 농경지로 유입시키지 않고 배수로 또는 하천으로 직접 유하시켜야 한다. 물의 연속성이 유지되는 수계의 경우 어류 등이 하천에서 용수로로 들어왔다가 하천으로 다시 이동할 수 있도록 해야 한다.

4.3.5.2 배수로 종점 처리

(1) 일반적인 계획 및 설계는 기존의 지침을 참고하고, 저류지 등의 사면에 대한 안정성 검토를 수행하여 콘크리트 이외의 친환경 재료의 사용을 검토할 수 있다.

4.3.6 수로의 연속성 유지

(1) 용·배수로의 물 흐름이 단절되지 않도록 연속성을 유지하도록 한다.

① 용·배수로에서 낙차공이 필요한 경우에는 전단면 완경사의 어도를 채택하여 계획 설계한다.

② 단, 상시 물 흐름이 가능한 수로를 대상으로 한다.

(2) 낙차공은 과거의 구조는 완전히 턱이 질뿐만 아니라 단차가 커서 생물의 이동이 불가능하게 되어 있다. 즉 종전의 낙차공 구조에서는 어류 등의 소상이 불가능하며, 낙차공 밑에 갇히게 되는 등 생태적 단절이라는 폐해가 있다.

(3) 따라서 한 번의 큰 낙차를 지양하고 여러 개의 작은 낙차공을 적절한 방법으로 배치하는 어도를 설치한다.

4.3.7 계획시 유의점

(1) 농업생산기반정비사업을 진행하기 위해서는 시공계획에 있어 현지 조건에 따른 정확한 시공 시기의 설정, 시공 순서 등의 적절한 가설 계획 책정을 행함과 동시에 계획 설계 내용이 확실하다. 시공 담당자에게의 전달, 현장 조건의 변화에 정확하게 대응한 체제 만들기가 중요하다.

① 설계 단계에서 공사 구역 및 그 주변에 주목받는 생물종이 확인된 경우는 시공 전에 대상종의 서식·생육 상황이나 장소 등의 확인하고, 시공 방법, 시공 시기 등의 검토할 필요가 있다. 또 필요에 따라 영향의 절감이나 대상 조치를 강구하는 것이 필요하다.

② 친환경적 수로 설계에는 단계적인 시공을 함으로써 설계 의도를 착실히 현장에 반영하는 게 중요하다.

예를 들어 설계 취지를 반영해 연못 등 현장 상황에 맞추어서 시공하는 경우 단계적 시공을 함으로써 각 단계의 시공 후에 일정 기간에 수로 내의 토사 분이나 유황의 안정 생태계의 회복 등을 확인 한 후에 다음 단계 시공을 하는 방법으로 적확한 시공 결과를 얻을 수 있다.

③ 가설계획 책정에 있어서도 공사 실시 중에도 생물 생식, 생육 조건 확보 여부는 확인 하는 것이 중요하다. 필요에 따라 탁수 처리 외에 수생생물의 생식, 생육에 필요한 일정 수량을 확보하는 등의 노력이 필요하다. 또한, 공사실시 중은 생식, 생육 조건의 확보가 곤란할 때

에는 일시적으로 생물을 이동 시켜 대응 하는 검토가 필요하다.

④ 원래의 설계 도면만으로는 환경 배려 대책의 사고방식은 시공 담당자에게 전해지기 어렵고, 생각하지 않는 오해에 따라서 예기하지 않는 결과가 우려된다. 이 때문에 설계도면에 도면대로 시공하는 장소와 의도를 갖고 현장 맞춤으로 시공한 장소의 지시나 그 내용 등을 기재하거나, 간단한 설명을 하는 것이 바람직하다. 또, 친환경 시공 팜플렛 등을 준비하고 현지에서 시공 관계자에게의 설명회 등을 실시한다.

⑤ 특히 자연환경의 보전이나 자연스럽게 생태계의 유지를 주로한 정비의 경우에는 시공 현장으로의 관리도 중요한 것으로 보아 계획에서부터 설계까지의 경위를 잘 이해하고 있는 사람이나, 전무가등에게 지도·조언을 얻어 계속해서 협력·지원을 얻는다.

⑥ 설계 내용과 다른 현장 조건이 생긴 경우에는, 자연 생태계의 보전이라고 하는 목적을 달성하기 위한 좋은 시공 방법에 관하여 탄력적으로 검토하여, 필요에 따라 설계 변경을 실시한다. 또한, 시공 담당자나 시공 관리자의 현장으로의 경험이 다음 시공에 정확히 반영될 것 같은 피드백에 대해서도 검토한다.



집필위원	분야	성명	소속	직급
	관개배수	김선주	한국농공학회	교수
	농업환경	박종화	한국농공학회	교수
	토질공학	유 찬	한국농공학회	교수
	구조재료	박찬기	한국농공학회	교수
	수자원정보	권형중	한국농공학회	책임연구원

자문위원	분야	성명	소속
	농촌계획	손재권	전북대학교
	수자원공학	윤광식	전남대학교
	지역계획	김기성	강원대학교
	수자원공학	노재경	충남대학교
	농지공학	최경숙	경북대학교
	관개배수	최진용	서울대학교

건설기준위원회	분야	성명	소속
	총괄	한준희	농림축산식품부
	농업용댐	오수훈	한국농어촌공사
	농지관개	박재수	농림축산식품부
	농지배수	송창섭	충북대학교
	용배수로	정민철	한국농어촌공사
	농도	조재홍	한국농어촌공사 본사
	개간	백원진	전남대학교
	농지관개	이현우	경북대학교
	농지배수	남상운	충남대학교
	취입보	김선주	건국대학교
	양배수장	정상옥	경북대학교
	경지정리	유 찬	경상대학교
	농업용관수로	박태선	한국농어촌공사 본사
	농업용댐	손재권	전북대학교
	농지배수	김정호	다산컨설턴트
	농지보전	박종화	충북대학교
	농업용댐	김성준	건국대학교
	해면간척	박찬기	공주대학교
	농업수질및환경	이희억	한국농어촌공사 본사
	취입보	박진현	한국농어촌공사 본사

중앙건설기술심의위원회	성명	소속
	이태옥	평화엔지니어링
	성배경	건설교통신기술협회
	김영환	한국시설안전공단
	김영근	건화
	조의섭	동부엔지니어링
	김영숙	국민대학교
	이상덕	아주대학교

농림축산식품부	성명	소속	직책
	한준희	농업기반과	과장
	박재수	농업기반과	서기관

설계기준
KDS 67 80 45 : 2018

농업 수질 및 환경 용배수로 설계

2018년 04월 24일 발행

농림축산식품부

관련단체 한국농어촌공사
58217 전라남도 나주시 그린로 20(빛가람동 358) 한국농어촌공사
☎ 061-338-5114 E-mail : webmaster@ekr.or.kr
http://www.ekr.or.kr

(작성기관) 한국농공학회
06130 서울시 강남구 테헤란로 7길 22(역삼동 365-4) 과학기술회관 본관 205호
☎ 02-562-3627 E-mail : j6348h@hanmail.net
http://www.ksae.re.kr

국가건설기준센터
10223 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283(대화동)
☎ 031-910-0444 E-mail : kcsc@kict.re.kr
http://www.kcsc.re.kr

※ 이 책의 내용을 무단전재하거나 복제할 경우 저작권법의 규제를 받게 됩니다.

KDS 67 80 50 : 2018

농업 수질 및 환경 양배수장 일반사항

2018년 04월 24일 제정
http://www.kcsc.re.kr

농림축산식품부



건설기준 코드 제·개정에 따른 경과 조치

이 코드는 발간 시점부터 이미 시행 중에 있는 설계용역이나 건설공사에 대하여 발주기관의 장이 필요하다고 인정하는 경우 종전에 적용하고 있는 기준을 그대로 사용할 수 있습니다.

건설기준 코드 제·개정 연혁

- 이 기준은 KDS 67 80 50 : 2018 으로 2018년 04월에 제정하였다.
- 이 기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 건설기준 간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.
- 이 기준의 제·개정 연혁은 다음과 같다.

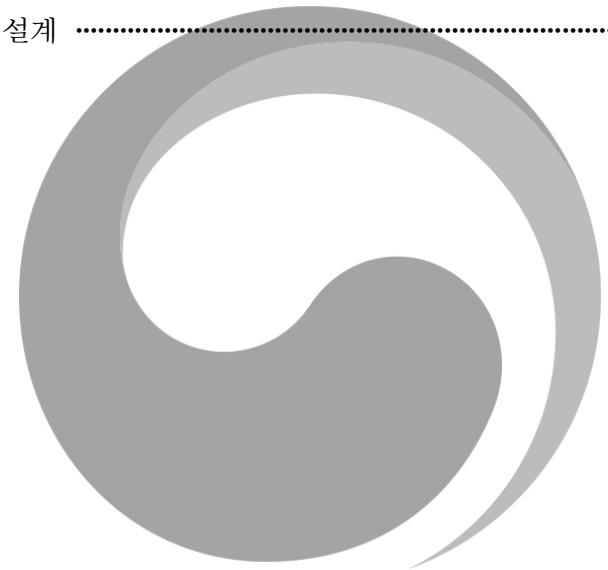
건설기준	주요사항	제·개정 (년. 월)
농업생산기반정비사업 계획설계기준 친환경편	• 농업생산기반정비사업 계획설계기준 친환경편 제정	제정 (2008. 12)
KDS 67 80 50 : 2018	• 국토교통부 고시 제2013-640호의 “건설공사기준 코드체계” 전환에 따른 건설기준을 코드로 정비 • 건설기술진흥법 제44조 및 제44조의 2에 의거하여 중앙건설심의위원회 심의· 의결	제정 (2018. 04)

제 정 : 2018년 04월 24일
심 의 : 중앙건설기술심의위원회
소관부서 : 농림축산식품부 농업기반과
관련단체(작성기관) : 한국농어촌공사(한국농공학회)

개 정 : 년 월 일
자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회

목 차

1. 일반사항 ····· 1
1.1 목적 ····· 1
1.2 적용범위 ····· 1
1.3 참고기준 ····· 1
1.4 용어의 정의 ····· 1
1.5 기호의 정의 ····· 1
1.6 법령상의 규제 ····· 1
1.7 양・배수장의 구성 ····· 2
2. 조사 및 계획 ····· 3
3. 재료 ····· 3
4. 설계 ····· 3



농업 수질 및 환경 양배수장 일반사항

1. 일반사항

1.1 목적

· 내용 없음

1.2 적용범위

(1) 이 기준은 농업생산기반정비사업에서 신설 또는 개수하는 양·배수장의 조사, 설계 및 시공에 있어 준수해야 할 일반적인 사항중 친환경시설과 관련된 일부사항을 규정한 것이다.

① 이 기준은 용수공급을 목적으로 하는 용수펌프장, 배수개선을 목적으로 하는 배수펌프장 및 용·배수개선 병용을 목적으로 하는 양·배수장의 조사, 설계 및 시공 에 있어 준수하여야 할 일반적인 사항 중 친환경시설과 관련된 일부사항에 적용한다.

② 양·배수장의 조사, 설계 및 시공에 있어 일반적인 기준을 정한 것이므로 개개 양·배수장의 설계 및 시공시에는 설치 목적·위치·규모, 양·배수장의 구성, 사회여건, 시공조건 등을 고려하여 적절히 이 기준을 적용하여야 한다.

③ 양·배수장 계획상의 기본적 수치 (계획내외수위, 계획용수량, 계획배수량 등) 및 이 기준에서 언급되지 않은 사항은 별도 제정되어 있는 농업생산기반정비사업 계획설계기준 「양·배수장 편」에 따른다.

1.3 참고기준

· 농업생산기반정비사업계획 설계기준, 2005 : 양배수장편
· 농업생산기반정비사업계획 설계기준, 2008 : 친환경편

1.4 용어의 정의

· 내용 없음

1.5 기호의 정의

· 내용 없음

1.6 법령상의 규제

(1) 양·배수장 계획에서는 농업생산기반정비사업과 관련하여 하천법, 도로법, 건축법 등에 기인한 각종 시행령 및 조례 등 법규와 규제에 대하여 충분히 고려하여야 한다.

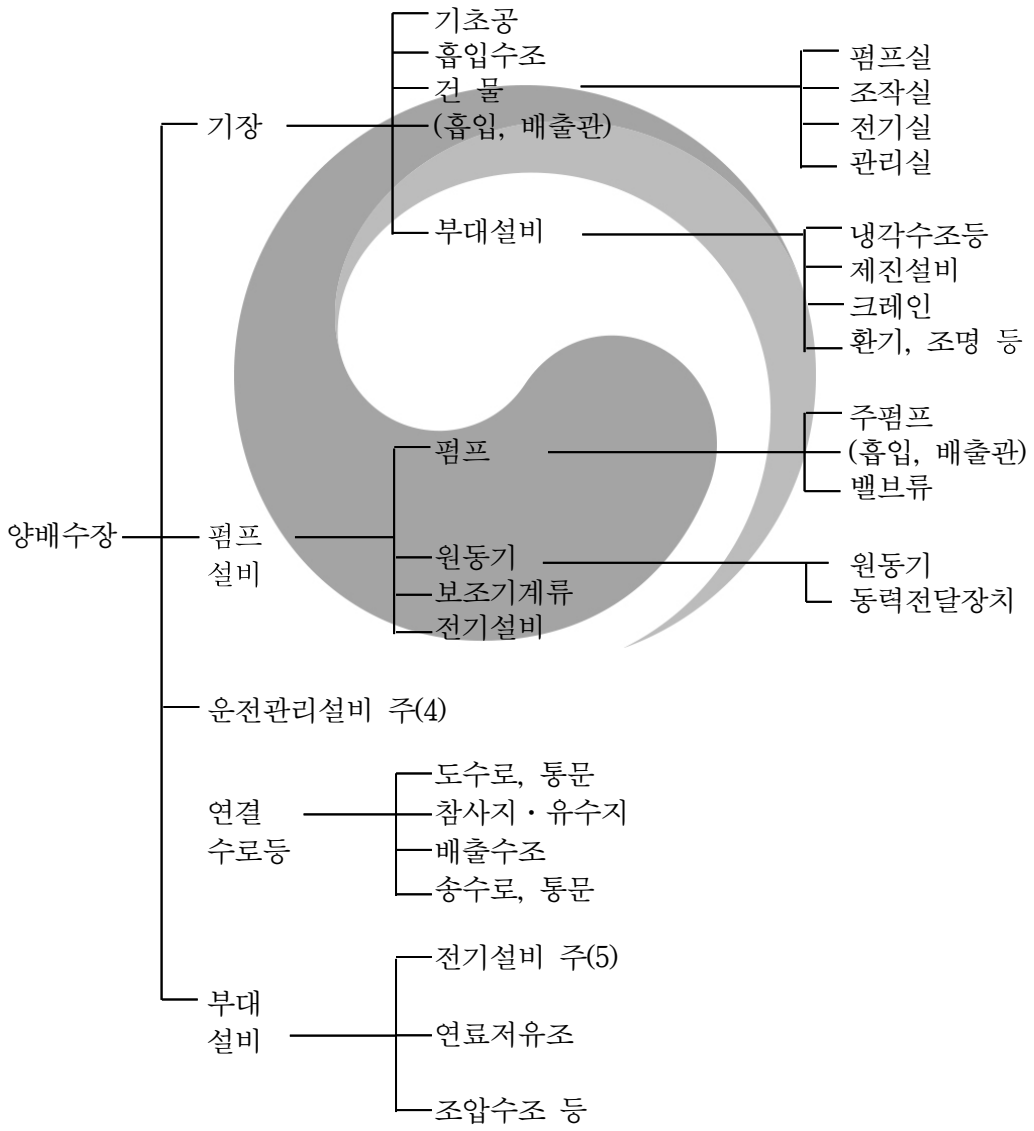
(2) 양·배수장 계획에서 각 시설의 배치, 규모, 구조 및 능력 등을 결정하려면 농어촌정비법을 비

롯한 각종 법령 및 조례를 전제로 해야 하며, 소음, 진동 규제 등 관련 법령에 기인한 규제에 관하여도 충분히 배려하여 이 규제에 적응할 수 있도록 계획함과 동시에 유지관리상의 문제도 포함하여 우선 대응책을 검토해 두어야 한다.

1.7 양·배수장의 구성

(1) 이 기준에서는 펌프 설비, 운전관리 설비와 이에 부수되는 연결수로 및 부대설비 등을 포함하는 시설을 총칭하여 양·배수장이라 한다.

(2) 양·배수장의 구성은 접속하는 용배수 계통, 설치위치의 지형 및 운전관리 방식에 따라 각 설비의 배치나 형식 등의 구성을 달리한다.



〈그림 3.1-1〉 양·배수장 구성도

2. 조사 및 계획

· 내용 없음

3. 재료

· 내용 없음

4. 설계

· 내용 없음

집필위원	분야	성명	소속	직급
	관개배수	김선주	한국농공학회	교수
	농업환경	박종화	한국농공학회	교수
	토질공학	유 찬	한국농공학회	교수
	구조재료	박찬기	한국농공학회	교수
	수자원정보	권형중	한국농공학회	책임연구원

자문위원	분야	성명	소속
	농촌계획	손재권	전북대학교
	수자원공학	윤광식	전남대학교
	지역계획	김기성	강원대학교
	수자원공학	노재경	충남대학교
	농지공학	최경숙	경북대학교
	관개배수	최진용	서울대학교

건설기준위원회	분야	성명	소속
	총괄	한준희	농림축산식품부
	농업용댐	오수훈	한국농어촌공사
	농지관개	박재수	농림축산식품부
	농지배수	송창섭	충북대학교
	용배수로	정민철	한국농어촌공사
	농도	조재홍	한국농어촌공사 본사
	개간	백원진	전남대학교
	농지관개	이현우	경북대학교
	농지배수	남상운	충남대학교
	취입보	김선주	건국대학교
	양배수장	정상옥	경북대학교
	경지정리	유 찬	경상대학교
	농업용관수로	박태선	한국농어촌공사 본사
	농업용댐	손재권	전북대학교
	농지배수	김정호	다산컨설턴트
	농지보전	박종화	충북대학교
	농업용댐	김성준	건국대학교
	해면간척	박찬기	공주대학교
	농업수질및환경	이희억	한국농어촌공사 본사
	취입보	박진현	한국농어촌공사 본사

중앙건설기술심의위원회	성명	소속
	이태옥	평화엔지니어링
	성배경	건설교통신기술협회
	김영환	한국시설안전공단
	김영근	건화
	조의섭	동부엔지니어링
	김영숙	국민대학교
	이상덕	아주대학교

농림축산식품부	성명	소속	직책
	한준희	농업기반과	과장
	박재수	농업기반과	서기관

설계기준
KDS 67 80 50 : 2018

농업 수질 및 환경 양배수장 일반사항

2018년 04월 24일 발행

농림축산식품부

관련단체 한국농어촌공사
58217 전라남도 나주시 그린로 20(빛가람동 358) 한국농어촌공사
☎ 061-338-5114 E-mail : webmaster@ekr.or.kr
http://www.ekr.or.kr

(작성기관) 한국농공학회
06130 서울시 강남구 테헤란로 7길 22(역삼동 365-4) 과학기술회관 본관 205호
☎ 02-562-3627 E-mail : j6348h@hanmail.net
http://www.ksae.re.kr

국가건설기준센터
10223 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283(대화동)
☎ 031-910-0444 E-mail : kcsc@kict.re.kr
http://www.kcsc.re.kr

※ 이 책의 내용을 무단전재하거나 복제할 경우 저작권법의 규제를 받게 됩니다.

KDS 67 80 55 : 2018

농업 수질 및 환경 양배수장 조사

2018년 04월 24일 제정
http://www.kcsc.re.kr

농림축산식품부



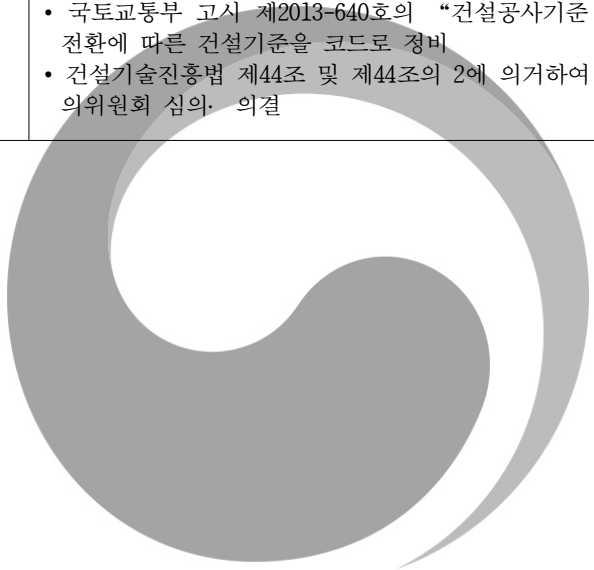
건설기준 코드 제·개정에 따른 경과 조치

이 코드는 발간 시점부터 이미 시행 중에 있는 설계용역이나 건설공사에 대하여 발주기관의 장이 필요하다고 인정하는 경우 종전에 적용하고 있는 기준을 그대로 사용할 수 있습니다.

건설기준 코드 제·개정 연혁

- 이 기준은 KDS 67 80 55 : 2018 으로 2018년 04월에 제정하였다.
- 이 기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 건설기준 간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.
- 이 기준의 제·개정 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요사항	제·개정 (년. 월)
농업생산기반정비사업 계획설계기준 친환경편	• 농업생산기반정비사업 계획설계기준 친환경편 제정	제정 (2008. 12)
KDS 67 80 55 : 2018	• 국토교통부 고시 제2013-640호의 “건설공사기준 코드체계” 전환에 따른 건설기준을 코드로 정비 • 건설기술진흥법 제44조 및 제44조의 2에 의거하여 중앙건설심의위원회 심의· 의결	제정 (2018. 04)

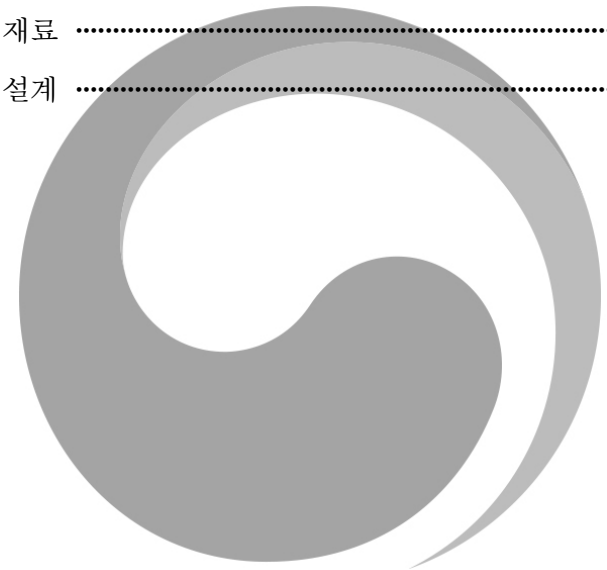


제 정 : 2018년 04월 24일
심 의 : 중앙건설기술심의위원회
소관부서 : 농림축산식품부 농업기반과
관련단체(작성기관) : 한국농어촌공사(한국농공학회)

개 정 : 년 월 일
자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회

목 차

1. 일반사항 ····· 1
1.1 목적 ····· 1
1.2 적용범위 ····· 1
1.3 참고기준 ····· 1
1.4 용어의 정의 ····· 1
1.5 기호의 정의 ····· 1
2. 조사 및 계획 ····· 1
2.1 조사계획 ····· 1
2.2 양·배수장의 위치선정 조건 ····· 3
2.3 조 사 ····· 4
3. 재료 ····· 11
4. 설계 ····· 11



농업 수질 및 환경 양배수장 조사

1. 일반사항

1.1 목적

· 내용 없음

1.2 적용범위

· 내용 없음

1.3 참고기준

· 농업생산기반정비사업계획 설계기준, 2005 : 양배수장편
· 농업생산기반정비사업계획 설계기준, 2008 : 친환경편
· 농업생산기반정비사업계획 설계기준, 2017 : 양배수장편 KDS 67 30 10 설계 조사

1.4 용어의 정의

· 내용 없음

1.5 기호의 정의

· 내용 없음

2. 조사 및 계획

2.1 조사계획

(1) 조사에서는 양·배수장의 설계 및 시공의 기초 자료를 얻기 위하여 양·배수장 건설에 따른 필요사항에 대하여 적절한 순서와 방법에 의한 조사 계획을 세워야 한다.

2.1.1 일반사항

(1) 양·배수장의 위치선정, 설계기초수치, 시공조건 등의 기초자료를 얻기 위하여 펌프 건설 단계별 조사목적을 기초로 각 단계별 설계 작업에 필요한 조사 사항을 적절한 순서와 기법에 따라 계획을 수립하고 이를 바탕으로 조사한다.
(2) 조사대상이나 방법에서는 ① 넓은 범위의 조사로부터 좁은 범위의 조사로, ② 전체경향을 알 수 있는 조사로부터 특정사항을 알 수 있는 조사로, ③ 정도가 낮은 조사에서 정도가 높은 조

사 방식으로 실시하되 기본적인 사항을 염두에 두고 조사함과 동시에 각 단계에서의 조사결과로부터 얻는 조사 자료가 상호 보완될 수 있도록 해야 한다.

2.1.2 조사단계

(1) 양·배수장 건설은 ① 조사·계획, ② 전체 실시설계, ③ 실시(시공), ④ 관리단계를 거쳐서 이루어진다. 따라서 조사에 있어서도 이 단계에 따라 시행하게 되므로 각 단계에서 필요로 하는 조사사항, 조사범위, 조사방식, 조사정도 등은 달라진다.

(2) 조사단계는 편의상 다음과 같이 구분한다.

① 계획조사 : 양·배수장 계획에 대한 기본적인 조건을 명확히 하는 일에 중점을 둔다.

② 전체 설계조사 : 구조물의 기본적인 설계·시공 및 개략공사비 검토에 필요한 조건을 명확히 한다.

③ 공사실시조사 : 기본적인 설계를 기본으로 하여 세부설계공사비 산정 및 시공계획 입안 등에 필요한 자료를 수집한다.

④ 보완조사 : 설계 및 시공에 있어 추가로 필요한 사항이나 시공 중 필요한 사항에 대한 자료를 수집하기 위한 조사 또는 적절한 시공방법의 결정이나 설계변경에 대하여 충분한 대응책을 마련하기 위한 조사이다. 이와 같이 조사 설계를 입안함에 있어서 각 단계에 대한 조사의 목적을 기초로 하여 다시 각 단계에서의 작업항목을 바탕으로 조사내용, 방법 등을 결정하고, 각 단계 조사결과로부터 얻은 조사 자료가 상호 보완될 수 있도록 하는 것이 필요하다.

2.1.3 조사항목

(1) 양·배수장 건설에 필요하다고 생각되는 조사사항을 설정하여 적절한 순서와 방법에 따라 조사한다. 각 조사단계 및 조사사항에 관하여 고려해야 할 항목은 다음과 같다. 이 가운데 당해 양·배수장 건설에 필요하다고 생각되는 사항을 선택하여 합리적이고 효율적인 조사를 실시한다.

2.1.3.1 계획에 관한 조사항목

(1) 하천계획 등의 지역개발계획
(2) 토지이용상항 및 토지이용계획
(3) 하천유역의 실태
(4) 지역내의 용배수 상황 조사
(5) 하안정비를 통한 친수 · 녹지공간 조성의 가능성 및 활용도 조사

2.1.3.2 설계에 관한 조사항목

(1) 기상, 수문, 해상(강우, 유출, 하천유량, 조위)
(2) 하천 등의 상황(하상 상황, 티끌, 수질 기타)
(3) 지형조사

(4) 지반조사
(5) 지역특성을 고려한 자연경관과의 조화

2.1.3.3 시공에 관한 조사항목

(1) 기상, 수문, 해상조사(강우, 유출, 하천유량, 조위)
(2) 동력원 조사
(3) 공사시공에 관한 조사
(4) 기타조사
① 배의 통행 조사
② 보상조사
③ 유지관리 조사
④ 환경조사(생활환경, 자연환경)
⑤ 양수 후 하천생태계에 미치는 영향조사

2.2 양·배수장의 위치선정 조건

(1) 양·배수장의 위치는 수익지구의 지형에 대응하는 수리, 구조조건의 확보, 환경조건의 적합성을 고려하여 용배수 계통 계획을 검토하는 과정에서 개략적으로 후보지를 선정하고 다시 종합적인 검토를 하여 결정한다.

2.2.1 위치의 개략결정

(1) 수익지구 전체의 용·배수계획은 당해 양·배수장이 담당해야 할 기능이 충분히 확보되도록 거시적 관점에서 가장 유리한 위치를 정해야 한다. 개략 결정된 위치는 당해 양·배수장의 기능을 제약하는 조건 즉, 지구계획과의 연계, 소음, 진동 등의 환경보전대책 등에 대하여 충분히 검토해야 한다.

2.2.2 위치의 결정

(1) 개략 결정된 후보지를 다음 각 항과 같은 조건을 종합적으로 검토하여 가장 유리한 곳을 양·배수장의 위치로 결정한다.

2.2.2.1 지형조건

(1) 수혜지역과 양·배수장과의 위치연계는 양수장에서는 지역의 최상류부에, 배수장에서는 지역의 최저위부에 설치하는 일이 많고, 내외수위의 연계에서 볼 때는 되도록 양정을 적게 할 수 있을 것.
(2) 하천취수 등의 경우는 토사부유물의 유입퇴적이 적고 홍수에 대한 시설의 안전과 그 기능을 확보할 수 있을 것.

(3) 양·배수장에 접속하는 도수로 또는 송수로 연장은 되도록 짧게 하여 그 선형을 가급적 직선으로 선정할 수 있을 것.

2.2.2.2 지질조건

(1) 기초공은 안전하며 경제적으로 시공할 수 있을 것.
(2) 장래 지반침하와 사면붕괴가 생길 위험성이 없고 지반이 안정되어 있으며, 특히 계획지역의 지반이 침하되는 지대인 경우는 미리 침하동향을 정확히 파악하여 이를 설계에 반영하도록 할 것.

2.2.2.3 환경조건

(1) 환경보전용지, 방재용지 등 지역의 토지이용계획과의 조화를 이룰 수 있을 것.
(2) 양·배수장 시설에 따라 부근의 기존시설 등에 장해가 되는 일이 적을 것.
(3) 소음, 진동 등이 주변의 환경보전 상 문제가 되지 않을 것.
(4) 쓰레기 처리를 하는데 문제가 적을 것.
(5) 수질이 농업용수로 적합할 것.

2.2.2.4 기타

(1) 용지확보가 용이할 것.
(2) 시공시 및 양·배수장 완공 후 필요한 동력 확보가 용이할 것.
(3) 기자재의 반입반출이 편리할 것.
(4) 가설공사가 용이할 것.
(5) 유지관리가 편리할 것.
(6) 양수후 상하류의 유량감소로 인해 하천생태계 변화가 예상되지 않는 곳.

2.3 조 사

(1) 양배수장 설계를 위한 조사는 다음과 같이 실시한다.
(2) 다만, 수질 및 친환경에 관련된 사항을 제외한 일반적인 조사 사항 및 내용은 농업생산기반정비사업계획설계기준 양·배수장편(2017) KDS 67 30 10 양배수장 설계 조사 규정을 따른다.

2.3.1 기상・수문・해상조사

(1) 양·배수장 계획대상지역의 기상·수문·해상은 강수량, 수위, 조위, 유량 등의 관측과 자료수집에 의하여 조사한다.
(2) 기상·수문·해상조사의 대상에는 기온, 강수량, 풍향, 풍속과 하천, 호소 등의 수위, 유량, 조위, 조석 등이 있고 계획, 설계, 시공, 관리 각 과정에 중요한 자료로 활용되고 있다.
(3) 기상·수문·해상조사는 특히 계획단계에 중점을 두고 있다. 즉, 계획단계에서는 기본조건이 되는 계획용수량, 계획배수량, 계획흡입수위, 계획배출수위 등을 결정하기 위한 조사가 이루어

지고, 설계 단계에서는 펌프형식을 결정하기 위한 조사가 이루어지고, 실시단계에서는 흡입 배출수조 등의 수리설계, 구조설계, 시공계획 및 관리계획을 입안하는데 필요한 조사가 중심이 된다. 그러나 계획에서 설계시공 단계까지 상당한 기간이 경과될 것으로 생각되므로 설계단계에서 필요한 개소에는 우량, 유량 등의 계측 시설을 설치하여 계측을 기록함과 동시에 설계시공이 완료될 때까지는 물론이고 관리단계에서도 필요하다고 생각되는 관측소는 존속시켜 끊임없이 최신 자료를 수집 검토해야 한다.

2.3.1.1 기상

(1) 계획대상지역에 관계되는 기상관측소의 기록을 10개소 이상 수집하여 지역의 기상상황을 파악하여 계획 및 설계에 유용하게 쓰이도록 한다.

① 용수계획에 사용되는 기상자료의 정리사항

우기, 동기 및 연간 평균 강우량, 기온, 평균 강우일수, 최대연속 한발일수, 강우기간, 무상기간, 최대풍향, 풍력 등

② 배수계획에 사용되는 기상자료의 정리사항

①항에서 제시하는 사항 외에 최대 일우량, 4시간 최대우량, 최대 시우량, 최대 2일 연속우량, 최대 3일 연속우량 등

2.3.1.2 수문

(1) 유량 : 하천, 호소의 유량 관측기록에서 설계, 시공, 관리에 필요한 유량을 구한다. 당해지점에 기록이 없을 때에는 인근 관측기록으로부터 추정한다. 관측사항으로서 홍수량, 고수량, 풍수량, 연평균유량, 평수량, 저수량, 갈수량과 같은 자료가 필요하다.

(2) 수위 : 용수계획에서는 취수하천 또는 호소에서 한 관개기 이상 계속하여 관측하고 또한, 배수계획에서는 외수위 즉, 배수 본천의 고수위 및 계속시간이 가장 중요한 요소가 되므로 장기간에 걸친 최신 자료를 수집할 수 있도록 해야 한다. 특히 배수 본천이 하천인 경우에는 하천개수상황, 하상 변화 및 하천 상류의 치산, 치수 혹은 지표 변동 등에 따라 수위 및 유량에 변화를 초래하게 되므로 새로 관측시설을 마련하는 것이 바람직하다. 이상 홍수시의 펌프침수대책 등의 검토를 위하여 계획지구내의 내수위는 과거의 홍수흔적, 고문서, 노인의 증언기록 등 기왕의 최대급 홍수 시 자료나, 기상 지형 등 조건이 유사한 지방의 홍수기록 자료도 함께 조사해 두는 것도 중요하다.

(3) 외수위에 관한 관측사항으로는 홍수위, 고수위, 풍수위, 연 평균수위, 평수위, 저수위, 갈수위 등 자료가 필요하다.

2.3.1.3 해상

(1) 배수계획에 필요한 기왕최고조위, 평균조위, 기왕최저조위, 대조·소조의 간만 조위 등 해면조위변동에 대하여 조사한다.

2.3.2 하천・호소・해빈의 상황조사

(1) 양·배수장 계획지점의 하천·호소·해빈의 상황 등은 쓰레기, 수질 등 관측과 자료수집에 의하여 조사한다.

(2) 하천·호소·해빈의 상황조사 사항은 하상의 상황, 쓰레기, 수질 등이 있다.

2.3.2.1 하상의 상황

(1) 하상의 상황 조사는 주로 하상형상 (평면도 및 종단면도)에 대해서 한다. 취입구의 턱 높이를 결정할 때나 접속 도수로를 설계할 때에는 하상의 장래 상승 혹은 저하 등 변화를 조사한다. 이를 위해서는 현재 하상이 평형상태로 있는가, 저하 또는 상승하고 있는가를 조사한다. 기존 자료를 입수할 수 없을때에는 청취 등으로 조사하여 하상변동 상황을 파악해야 한다. 해빈 상에 설치하는 양·배수장은 배출수 측의 방수로 배출구가 표사나 비사에 의해서 폐쇄 될 염려가 있으므로 해빈의 변동 상황 등을 파악한다.

2.3.2.2 쓰레기

(1) 쓰레기가 양·배수장으로 대량 유입하였을 경우에는 펌프기능에 지장을 초래할 염려가 있으므로 미리 인근 유사지역의 쓰레기의 집적 체류량과 쓰레기의 질 등에 대한 실태를 조사한다.

(2) 양·배수장에 유입한 쓰레기로 인한 주요 문제점은 다음과 같다.

① 스크린에 집적하여 체류된 쓰레기로 인한 수두손실

② 스크린에 집적하여 체류된 쓰레기 제거 및 처리를 위한 경제손실

①항의 경우는 스크린전면에 집적하여 체류된 쓰레기를 제거함으로써 방지할 수 있으나 ②항의 문제는 불가피하다. ②항의 문제 중 쓰레기 제거는 직접인력으로 제거하는 경우와 기계(자동 제진기 등)로 제거하는 경우가 있다. 또한, 제거된 쓰레기는 매립지에 버리거나 소각을 하는 등 관계법규에 따라 처리해야 한다.

2.3.2.3 수질

(1) 수질에 따라 펌프본체가 크게 마모·부식을 받는 경우가 있다. 이와 같은 경우는 수질에 대한 내마모성·내식성이 강한 금속을 펌프본체의 재료로 선정해야 한다. 마모는 유수중의 토사 기타 부유물질에 의하여 날개(vane)의 표면이 상하게 되므로 수질조사에 있어서는 유수중의 토사, 기타 부유물질의 유무·양 등에 대한 조사를 하여 그 경향에 대하여 고려한다.

(2) 부식은 금속이 액체와 접해 있을 때 펌프의 동체나 임펠러 표면이 화학적으로 변질하여 해를 입는 것을 말한다. 수질에 의한 부식은 그 요인에 의하여 다음과 같이 분류된다.

① 금속과 액체와의 사이에는 화학적 친화력에 의하여 직접적으로 반응하여 금속화합물을 만들 경우(산, 알카리에 의한 금속의 용해)

② 액체중의 용해기체(산소, 질소, 탄산가스 등)가 과포화상태에 있을 경우, 따라서 수질조사의 대상이 되는 요소는 다음과 같다.

가. pH : (수소이온농도): 수용액중의 수소이온농도(H +)의 역수의 대수를 pH라 한다.

$$pH = \log\frac{1}{(H^+)} = -\log(H^+)$$

하천수의 pH는 일반적으로 5.5 ~ 7.5의 범위인 것이 많다. 이 범위를 벗어나면 화산, 온천, 광산 또는 인위적 오염에 의한 것이라 생각 할 수 있다. pH의 측정은 채수 직후에 유리전극 pH미터, 비색관법 등을 사용한다.

나. 염분농도 : 물에 용해되어 있는 염분농도를 말하며 용해성 증발 잔류물의 농도와 거의 대응한다. 용해성분 중 특히 염소이온은 부식에 영향을 끼쳐 유해하다. 해수에서 염화나트륨농도가 특히 높은 경우에는 전도도와 염분농도는 서로 대응하므로 전도도계(EC미터)로 전도도를 측정함으로써 염분농도를 신속하게 계측할 수 있다.

다. 용해기체 : 용해기체라 함은 물에 용해되어 있는 기체를 말하며 일반적으로 산소, 질소, 탄산가스 등이다. 보통 물에 용해된 기체량은 약 2%이고 이것을 상회하면 과포화상태가 된다. 물은 1기압 진공상태의 경우는 수두가 10.33m 상승함에 반하여 과포화상태가 되면 4 ~ 7m정도 밖에 상승되지 않으므로 이미 압력수두가 손실된 상태로 되어 공동 현상이 발생되기 쉽게 된다. 따라서 이로 인한 부식이 촉진되므로 물의 용해기체의 조사도 검토해야 한다. 수질로 인한 부식과는 별도로 금속이 그보다 전위가 높은 다른 금속과 전기적으로 연결되어 전류를 발생시킴으로서 일어나는 부식도 고려할 필요가 있다.

라. 농업용수수질기준 : 수질은 농업용수로 사용가능 하여야 한다. 환경정책기본법에 따르면 농업용수수질환경 기준은 Ⅳ등급이상이어야 한다.

2.3.3 지형조사

(1) 양·배수장 계획지점 및 계획대상지역의 지형은 자료수집, 측량 등에 의하여 조사한다.

(2) 지형조사는 송수방식, 배수방식을 고려하여 양·배수장의 적합한 위치를 결정하고 펌프의 설계 흡입배출수조의 수리설계 및 구조설계와 함께 시공계획을 책정하기 위한 전제로서의 지형상의 제약요인을 명확히 하는 것을 목적으로 하는 것이므로 지반조사, 수문조사와 함께 중요한 조사이다.

2.3.3.1 수집자료

(1) 현지에서 조사 및 측량을 실시할 때는 다음과 같은 계획예정지점 주변의 관계지형도 등을 수집해 놓고 조사계획의 입안이나 개략설계에 이용한다.

① 지형도(국립지리정보원) : 1/5,000, 1/25,000(기본도), 1/50,000

② 항공사진 : 1/15,000(산림청) 1/10,000 ~ 1/40,000(국립지리정보원, 한국농촌공사)

③ 지질도(한국지질자원연구원) : 1/50.000 ~ 1/250,000

④ 토지이용계획도 및 토지이용 현황도(국토해양부) : 1/25,000

⑤ 학술논문, 조사기록, 공사기록, 재해기록

⑥ 하천개수계획도 등 : 하천관리자가 공사실시기본계획, 하천개수계획을 책정하기 위해서는 작성한 측량성과도도 수집해두면 좋다.

2.3.3.2 측량 등

(1) 계획조사에서는 축척 1/5,000 ~ 1/10,000의 지형도를 계획 대상지역전역에 대해서 작성한다.

(2) 전체설계 ~ 공사실시조사에서는 양·배수장 계획지점주변은 축척 1/5,000의 지형측량, 양·배수장 계획지점은 1/100 ~ 1/200의 평면 및 종횡단 측량을 한다. 비교설계가 필요한 경우는 그들 후보지를 포함한 범위의 측량이 필요하다.

(3) 노선측량 (IP 측량)

① 노선(IP)측량이란 노선중심선의 진행방향이 바뀌는 지점(변곡점)에 측점을 설치하여 말뚝을 박아 위치를 표시한 후 노선진행방향으로 접선각을 측정하며, 측정된 각도를 이용하여 곡선의 접선장(TL), 곡선장(CL), 외선장(SL)을 계산하고, 곡선시점(BC), 곡선종점(EC), 곡선중간점(SP)을 산출하여 노선 중심선의 곡선을 설치한다.

② 측정된 각과 시종점의 기준좌표를 사용하여 결합다각측량법에 의하여 각 변곡점의 X Y좌표를 구한다.

③ 이때 검측을 위하여 중간의 몇 개 측점에 대하여는 기준점 측량에 의한 좌표를 구하여야 한다.

(4) 중심선 측량

① 중심선 측량이란 수로의 중심선을 정하기 위한 측량을 말하며, 기점에서부터 일정한 간격으로 측점을 설치하고 측점말뚝(C항)을 설치하며, 기점에서부터 측점번호를 기입하고 필요에 따라 보조측점을 설치한다.

② 주요 구조물 위치는 삼각측량 또는 다각측량에 의한 좌표를 구하여야 한다. 측점간 간격은 도로, 양수장 주요구조물 등은 20m, 용·배수로는 50m 간격으로 설치하는 것을 원칙으로 하고 필요시 (+)측점을 설치한다.

(5) 종단 측량

① 종단측량이란 중심선에 배치된 측점 및 보조측점의 지반고를 측정해서 중심선에 따라서 종단면도를 작성하기 위한 측량을 말한다.

② 기준이 되는 수준점은 노선을 따라서 일정한 간격으로 설치해 둔다.

③ 종단면도는 수로조직설계 및 시설물설계에 이용되는 중요한 측량 도면이며, 종단면도에는 계획수위, 수로 바닥높이 등을 표기한다.

(6) 횡단 측량

횡단측량은 중심선 측점 및 보조 측점에서 중심선에 대해 직각방향의 지형 및 지물의 변화점의 위치와 높이를 구하는 측량이며, 측량결과는 정리하여 횡단면도를 작성하고, 횡단구조물 설계 시 이용하며, 절토 또는 성토의 단면 등을 기입하여 시공물량의 산출에 이용한다.

(7) 평판 측량

평판측량은 지형, 지물, 경계등을 측정하고 도면화 하는 측량이다. 평면도는 설계나 시공계획 등에 이용되고, 노선 및 구조물의 중요도에 따라 각각 필요한 범위와 축척을 가져야 한다. 일반적으로 수로 노선은 S=1/1,000 ~ 1,200, 중요 구조물은 S=1/500 ~ 600의 축척을 사용한다.

2.3.4 지반조사

(1) 양·배수장 계획지점의 기초지반의 성질에 대하여는 그 지층, 지반지지력, 지하수위, 토질정수 등의 자료 수집 및 시험 등에 의하여 조사한다.

(2) 지반조사에서 조사할 사항은 ① 지반을 구성하는 각 토층의 깊이, 두께, 토성, ②토층의 전단강도(지지력), 압축성, 투수성, ③ 지하수위의 위치와 같은 양·배수장의 구조설계와 시공계획에 필요한 지반의 공학적 성질이다.

(3) 계획조사에서는 토질공학적으로 본 양·배수장 위치 선정(가령 구조물, 기초공법의 기술적인 비교검토 및 공사비의 비교 등) 다음 단계의 전체 설계조사나 공사실시조사를 하기 위한 조사방침의 검토에 필요한 흙의 공학적 성질을 명확히 함을 목적으로 한다. 따라서 계획조사에서는 기존구조물의 기초공에 관한 자료 수집이 중심이 되는 자료조사와 현지답사를 실시하고, 이것이 불충분하다고 생각될 때에는 지반조건이나 양·배수장 규모에 상응하여 보링, 표준관입시험, 사운딩, 물리탐사, 시굴 등의 현지조사를 실시한다.

(4) 전체설계조사, 공사실시조사는 구조물 기초 및 건물 등의 구조설계, 공법의 검토, 시공계획의 검토 등에 필요한 지반의 공학적 수치를 얻는 것을 목적으로 한다. 따라서 이 조사에서는 보링과 함께 샘플링을 하여 실내시험을 실시하고, 구조물 규모 등에 따라 말뚝박기 시험, 재하시험, 투수시험 등 원위치 시험을 필요에 따라 실시하는 등 본격적인 조사를 한다.

(5) 세부적인 조사내용이나 시험에 관련된 사항은 농업생산기반정비사업계획설계기준 양·배수장편(농림부, 2005) 및 KDS 67 30 10 양배수장 설계 조사편을 참조한다.

2.3.5 입지조건조사

(1) 양·배수장 계획 지점 및 그 주변에 대한 현장조건, 환경조건 및 입지조건 등은 자료수집, 답사 등에 의하여 조사한다.

(2) 양·배수장 건설에는 자연조건 이외에 사회적 조건 및 환경조건 등도 중요한 요건이 되므로 이에 대한 입지조건의 조사는 필요에 따라 각 조사 단계에서의 타 조사와 병행하든가 또는 선행하여 다음 조사 사항에 대하여 조사를 한다.

2.3.5.1 동력원 조사

(1) 동력원조사는 ① 공사용 건설전력 ② 시설동력을 대상으로 하여 계획지구부근의 전력사정, 특히 변전소 위치, 용량, 송배전설비의 위치 및 분기점의 위치, 여유전력량 등을 조사하며, 기설 송배전설비에 여유가 없을 경우는 신규 수전노선에 대하여 필요한 시설 및 비용 등을 조사한다.

2.3.5.2 공사시행에 관한 조사

(1) 공사용 기자재

① 공사용 기자재에는 굳지 않은 콘크리트, 강재, 목재 등이 있으나 공장제품은 일시적으로 대량 사용할 경우도 있으므로 이에 대한 공급이 가능한가를 조사해야 한다.

② 건설기계 등의 기자재는 공정 작업능력에 끼치는 영향이 크므로 현장조건에 적합한 기능, 규모를 가진 것을 공사기간 중 확보할 수 있는가의 여부와 특히 교환 부품의 확보, 예비기계의 필요 유무에 대해서도 조사해 둔다.

(2) 기자재의 반출입

공사용 재료, 펌프, 천장크레인, 게이트 등의 공장제품, 건설기계 등 대량의 자재 또는 무거운 자재, 긴 자재를 운반해야 하므로 도중의 도로, 교량 등의 상태를 정확히 조사한다. 때에 따라서는 이들을 보수 또는 일부 신설하던가 무거운 자재, 긴 자재 등을 분해해야 할 경우도 생기므로 현장내에서의 운반시설도 충분히 마련해 둘 필요가 있다.

(3) 기타

① 기상 및 유황은 공정을 결정하는데 있어 가장 큰 요소가 되므로 충분한 조사를 한다. 공사기간중의 하천, 호소의 유량, 수위, 유속 등의 조사가 필요하며 2.3.1항 기상·수문·해상 조사와 관련시켜 조사하고 가동일수, 가배수로의 수위, 유량, 가물막이의 높이 등을 결정하는 자료로 한다.

② 2.3.4항 지반조사와 관련하여 기초굴착 등의 지반융기(Heaving)에 대해 조사해 둔다.

③ 시공중의 니수(泥水)가 하류로 흘러내려 탁도가 증가되거나 침니(沈泥)로 인해서 수중 서식생물에 영향이 크게 끼치는 경우가 있으므로 하천내의 어패류의 서식상황을 조사한다.

시공 시 예상되는 소음, 진동을 미연에 방지할 수 있도록 공법의 선택, 시공기간 등에 대하여 충분히 주의하여야 한다. 말뚝 기초 등의 시공을 동반하는 공사는 소음, 진동이 심하여 주변에 병원, 학교 등 정숙이 요구되는 시설이 있는가의 여부를 조사하여 필요에 따라 소음규제 대책을 강구한다. 대형 덤프트럭 등으로 기자재를 운반할 경우에는 그 통과 경로 등도 조사해야 한다.

2.3.5.3 기타 조사

(1) 운반조사 : 배의 통행이 있을 때에는 배의 크기, 통행량, 시간 등을 조사하고 경우에 따라서는 이를 대신할 수 있는 시설의 검토에 필요한 사항에 대하여 조사한다.

(2) 보상 물건조사 : 보상 물건조사는 조사단계에 따라 실시한다.

① 계획 조사시의 보상조사 : 양·배수장 건설지점의 지형조사는 측량, 보링, 시굴, 채취 등에 따른 토지의 차용, 입목벌채 등에 관한 것이 있다.

② 전체설계, 공사실시조사시의 보상조사 : 토지 훼손 등 다음과 같은 보상대상에 대한 조사를 한다.

가. 일반보상	- 토지의 취득 또는 사용 물건 등에 관계되는 보상
나. 특수보상	- 어업보상 등
다. 공공보상	- 공공시설 또는 공공적 시설 등
라. 사업손실 보상	- 진동, 소음, 유수고갈, 수질오염, 지반 변동 등

③ 유지관리조사 : 시설 관리 형태는 한국농촌공사에서 관리하는 경우가 대부분이나 관리수준에 알맞은 관리체제가 정립되도록 관리예정자의 인원확보, 기능 정도 등을 미리 조사해 둔다.

④ 환경조사 : 양·배수장을 설치함에 따라 자연환경과 주변주민의 생활에 영향을 끼칠 것으로 생각되므로 주변의 환경을 충분히 조사하여 양·배수장의 계획, 설계, 시공, 관리에 반영해서 환경과 조화를 이루도록 고려해야 한다. 환경조사에는 수질조사를 포함하여 조사하며 수질은 농업용수 수질기준에 맞는 수질을 확보할 수 있어야 한다.

3. 재료

· 내용 없음

4. 설계

· 내용 없음

집필위원	분야	성명	소속	직급
	관개배수	김선주	한국농공학회	교수
	농업환경	박종화	한국농공학회	교수
	토질공학	유 찬	한국농공학회	교수
	구조재료	박찬기	한국농공학회	교수
	수자원정보	권형중	한국농공학회	책임연구원

자문위원	분야	성명	소속
	농촌계획	손재권	전북대학교
	수자원공학	윤광식	전남대학교
	지역계획	김기성	강원대학교
	수자원공학	노재경	충남대학교
	농지공학	최경숙	경북대학교
	관개배수	최진용	서울대학교

건설기준위원회	분야	성명	소속
	총괄	한준희	농림축산식품부
	농업용댐	오수훈	한국농어촌공사
	농지관개	박재수	농림축산식품부
	농지배수	송창섭	충북대학교
	용배수로	정민철	한국농어촌공사
	농도	조재홍	한국농어촌공사 본사
	개간	백원진	전남대학교
	농지관개	이현우	경북대학교
	농지배수	남상운	충남대학교
	취입보	김선주	건국대학교
	양배수장	정상옥	경북대학교
	경지정리	유 찬	경상대학교
	농업용관수로	박태선	한국농어촌공사 본사
	농업용댐	손재권	전북대학교
	농지배수	김정호	다산컨설턴트
	농지보전	박종화	충북대학교
	농업용댐	김성준	건국대학교
	해면간척	박찬기	공주대학교
	농업수질및환경	이희억	한국농어촌공사 본사
	취입보	박진현	한국농어촌공사 본사

중앙건설기술심의위원회	성명	소속
	이태옥	평화엔지니어링
	성배경	건설교통신기술협회
	김영환	한국시설안전공단
	김영근	건화
	조의섭	동부엔지니어링
	김영숙	국민대학교
	이상덕	아주대학교

농림축산식품부	성명	소속	직책
	한준희	농업기반과	과장
	박재수	농업기반과	서기관

설계기준
KDS 67 80 55 : 2018

농업 수질 및 환경 양배수장 조사

2018년 04월 24일 발행

농림축산식품부

관련단체 한국농어촌공사
58217 전라남도 나주시 그린로 20(빛가람동 358) 한국농어촌공사
☎ 061-338-5114 E-mail : webmaster@ekr.or.kr
http://www.ekr.or.kr

(작성기관) 한국농공학회
06130 서울시 강남구 테헤란로 7길 22(역삼동 365-4) 과학기술회관 본관 205호
☎ 02-562-3627 E-mail : j6348h@hanmail.net
http://www.ksae.re.kr

국가건설기준센터
10223 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283(대화동)
☎ 031-910-0444 E-mail : kcsc@kict.re.kr
http://www.kcsc.re.kr

※ 이 책의 내용을 무단전재하거나 복제할 경우 저작권법의 규제를 받게 됩니다.

KDS 67 80 60 : 2018

농업 수질 및 환경 양배수장 설계

2018년 04월 24일 제정
http://www.kcsc.re.kr

농림축산식품부



건설기준 코드 제·개정에 따른 경과 조치

이 코드는 발간 시점부터 이미 시행 중에 있는 설계용역이나 건설공사에 대하여 발주기관의 장이 필요하다고 인정하는 경우 종전에 적용하고 있는 기준을 그대로 사용할 수 있습니다.

건설기준 코드 제·개정 연혁

- 이 기준은 KDS 67 80 60 : 2018 으로 2018년 04월에 제정하였다.
- 이 기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 건설기준 간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.
- 이 기준의 제·개정 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요사항	제·개정 (년. 월)
농업생산기반정비사업 계획설계기준 친환경편	• 농업생산기반정비사업 계획설계기준 친환경편 제정	제정 (2008. 12)
KDS 67 80 60 : 2018	• 국토교통부 고시 제2013-640호의 “건설공사기준 코드체계” 전환에 따른 건설기준을 코드로 정비 • 건설기술진흥법 제44조 및 제44조의 2에 의거하여 중앙건설심의위원회 심의· 의결	제정 (2018. 04)

제 정 : 2018년 04월 24일
개 정 : 년 월 일
심 의 : 중앙건설기술심의위원회
자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회
소관부서 : 농림축산식품부 농업기반과
관련단체(작성기관) : 한국농어촌공사(한국농공학회)

목 차

1. 일반사항 ····· 1
1.1 목적 ····· 1
1.2 적용범위 ····· 1
1.3 참고기준 ····· 1
1.4 용어의 정의 ····· 1
1.5 기호의 정의 ····· 1
2. 조사 및 계획 ····· 1
3. 재료 ····· 1
4. 설계 ····· 1
4.1 설계의 기본 ····· 1
4.2 양·배수장의 설계순서 ····· 2
4.3 양·배수장의 설계조건 ····· 3
4.4 펌프 설계시 기본적 결정사항 ····· 3
4.5 양·배수장 시설의 설계에 적용되는 기준 ····· 4
4.6 건물의 설계 ····· 5
4.7 환경대책 ····· 6
4.8 건축환경 설계기법 ····· 8
4.9 환경 친화적 건축재료 ····· 13
4.10 주변 환경과의 조화 ····· 15

농업 수질 및 환경 양배수장 설계

1. 일반사항

1.1 목적

· 내용 없음

1.2 적용범위

· 내용 없음

1.3 참고기준

· 농업생산기반정비사업계획 설계기준, 2005 : 양배수장편
· 농업생산기반정비사업계획 설계기준, 2008 : 친환경편
· 농업생산기반정비사업계획 설계기준, 2017, (KDS 67 30 05～30) 양배수장 설계

1.4 용어의 정의

· 내용 없음

1.5 기호의 정의

· 내용 없음

2. 조사 및 계획

· 내용 없음

3. 재료

· 내용 없음

4. 설계

4.1 설계의 기본

(1) 설계는 용배수 계통에 있어서 양·배수장이 필요로 하는 기능을 확보하고 안전하며 경제적 시설인 동시에 환경과의 조화를 고려하여 적절한 형식과 수리구조가 되도록 한다.

(2) 양·배수장 설계의 기본방침은 설치 목적, 운전 조건과 일치하는 기능을 확보하고 안전하며 경제적인 시설이 되도록 기장 및 펌프설비와 이에 부수된 설비를 포함한 시설전체로서의 조직적인 수리조건, 환경조건, 운전관리조건 등 종합적 관계를 충분히 파악하여 양·배수장 위치, 구조형식, 펌프기종, 부대시설 등에 대하여 검토하는 것이다.

(3) 양·배수장의 조직적인 수리조건을 파악할 때는 다음 사항에 유의해야 한다.

① 현재의 용·배수계통과 계획 용·배수계통과의 연계

② 용·배수관행과 양·배수장 계획과의 연계

③ 용·배수로계와 양·배수장과의 조직적인 수리계획 및 수리 구조설계상의 연계

(4) 양·배수장 위치는 수익지구의 지형에 대응하는 수리, 구조 조건의 확보, 환경조건의 적합성을 고려하여 용배수 계통 계획을 검토하는 과정에서 개략적으로 후보지를 선정하고 다시 종합적인 검토를 통하여 결정해야 한다.

(5) 양·배수장의 구조형식은 주로 지형, 지질, 수문 등 물리적 조건 및 펌프기종의 특성에 대하여 기능을 확보할 수 있고 아울러 기장, 펌프 설비, 운전관리 설비, 연결수로, 부대설비가 적절히 조화를 이루도록 구성되어야 한다.

(6) 펌프 기종은 당해 양·배수장에 대한 수력학적 조건, 구조조건 및 운전관리조건 등에 따라 적절히 선정하여야 한다.

(7) 기장은 흡입수조, 펌프설비 등을 수용, 보호하는 건물 및 부대설비로 이루어지며 양수 기능에 적합하도록 환경조건을 고려하여 기초공 선정, 건물구조, 부대설비규모 등을 충분히 검토해야 한다.

(8) 펌프 설비는 펌프는 물론이고 원동기, 보조기계류를 말한다. 펌프설비의 규모, 규격을 선정할 때에는 계획 양·배수량을 정확하고 효율이 높게 양수할 수 있으며 안전하고 경제적인 시설이 되도록 검토해야 한다. 특히 운전관리 방식 및 관리체제 등에 대해서도 미리 충분하게 검토해야 한다.

(9) 운전관리 설비는 양·배수장의 운전관리를 합리적으로 수행할 수 있도록 목적에 따른 시설을 갖추어야 한다. 운전관리 설비는 펌프를 안전하고 확실하게 운전할 수 있도록 해야 하며 또 조작취급이 용이한 운전방식을 선정하여 적정한 운전제어설비의 구성 등에 대하여도 충분히 검토해야 한다.

(10) 부대설비는 펌프설비의 운전관리를 위하여 기장내에 설치하는 것과 양·배수장의 각종시설의 보호 관리를 위하여 기장밖에 설치하는 것이 있다. 부대설비는 양·배수장 규모, 중요도, 입지조건을 검토하며 필요에 따라 설치한다.

4.2 양・배수장의 설계순서

(1) 양·배수장의 설계는 설계의 기준을 고려하여 설계하며, 일반적인 설계순서는 다음과 같다.

① 위치선정

② 양·배수량의 결정

③ 양정결정
④ 내외수위 검토
⑤ 펌프기종 선정
⑥ 양·배수장 형식 및 규모결정
⑦ 양·배수장 구조계획 계산
⑧ 부대설비 검토 결정 순서로 한다.
산기반정비사업 계획설계기준 양배수장편」을 참조하도록 할 필요가 있음

4.3 양・배수장의 설계조건

(1) 양·배수장을 설계할 경우의 일반적인 설계조건은 <표4.3-1> 과 같다.

<표 4.3-1> 일반적인 설계조건

항 목		내 용
용도, 취급수질, 온도		용수, 배수, 용배수 겸용, 수질에 의한 마모 부식 등
운전조건	대 수	배수의 분할, 예비기 필요 여부
	배 출 량	배출량에 변동이 있을 경우에는 계획, 최대, 최소 또는 시간, 기별 변동 범위 등
	양 정	실양정, 전양정 또는 압력・흡입・배출수위 또는 압력양정 변동이 있을 경우는 변동 범위 등
	운전조건	펌프시동・정지・제어에 관한 조건(수위・압력・유량)혹은 기설펌프 설비와의 관계
	운전시간	배출량・양정에 변동이 있을 경우는 빈도분포
	기 타	유입량변화와 저류량조건(배수장계획의 경우)연차적 확장계획
입지조건	기장용지	면적, 지형, 지반고, 지질, 지반침하량
	관로노선	종단면도, 조압수조, 관로 및 압력조절 용지
	환경조건	소음 규제치, 반입도로, 수송한계, 중량제한 등
	기 타	기장 부근의 홍수위, 파랑의 영향, 냉각수, 윤활용수의 유무
조작・제어방식		수동, 자동, 기측, 원격 조작방식, 자동제어(배출량, 압력, 수위, 축동력) 방식
전원・원동기		주파수, 수전전압, 수전방식, 원동기의 지정 등
공기・시공한계		관련 타 공사와의 공정, 시공한계 등

4.4 펌프 설계시 기본적 결정사항

(1) 펌프 설계시는 기본적으로 아래사항에 대하여 검토한다.
① 양·배수량의 결정
② 펌프의 흡·배출수위 결정
③ 전양정의 결정
④ 펌프형식의 결정
⑤ 펌프기종의 선정
⑥ 펌프의 구경, 토출량, 유속의 관계

⑦ 펌프의 대수결정
⑧ 펌프의 설치높이와 회전수결정
⑨ 소요동력 등을 결정하여야 한다.

(2) 각 항목별 세부내용은 농업생산기반정비사업계획설계기준 양·배수장편(농림부, 2005) 및 (KDS 67 30 05～30:2017)을 참조한다.

4.5 양 · 배수장 시설의 설계에 적용되는 기준

양·배수장의 구조는 펌프 형식과 원동기 종류에 맞도록 설계함은 물론이고, 구조물에 작용하는 하중과 지반의 지지력, 현장조건, 경제성 등을 고려하여 구조세목을 결정해야 한다.

4.5.1 일반적인 고려사항

(1) 양·배수장의 구조는 펌프 형식과 원동기 종류에 따라 수리적 조건과 구조적 조건이 다르므로 이들 조건에 적합한 설계가 되어야 함은 물론이고 현장의 지형 조건에도 부합되어야 한다. 또 현장조사에서 결정된 지반의 지지력과 지내력이 펌프와 원동기, 각종 기기류, 건물 등의 하중에 대하여 안전하여야 하며 토목구조물의 자중, 토압, 지진력에 대하여도 안전하여야 한다. 즉, 구조물은 일반적으로 저습지역, 지하수위가 높은 연약지반에 축조되는 경우도 많다.

(2) 더욱이 축조되는 깊이도 자연 침하를 원칙으로 하기 때문에 깊어지게 마련이므로 축조는 자중, 적재하중, 수압 및 토압, 풍하중, 지진하중, 적설하중 등에 대해 충분히 안전하고 내구적이어야 한다. 시설에는 관로, 펌프장 등이 있고 토목, 건축, 전기 및 기계 등 각 분야가 포함 되므로 각각 그 기능을 발휘 할 수 있도록 하나의 구조물로 할 필요가 있다. 직접 해수에 접하는 펌프시설 및 방수로 등은 고장 났을 때 침수되어 큰 피해를 가져올 우려가 있으므로 구조는 견고하고 또한, 수밀성이 요구된다. 풍하중은 고가탱크나 취수탑 등에 고려해야 하는 데, 지역별 기본풍속기준은 “건축물 구조기준 등에 관한 규칙”을 참고한다. 적설하중은 지상적설하중의 기본 값을 기준으로 한다.

4.5.2 시설의 설계에 적용되는 기준

(1) 시설의 설계에 적용되는 기준은 다음 항목을 고려하여 정하도록 한다.

(2) 단위중량, 허용응력도, 토압 및 수압, 지진력, 적설하중, 풍하중 등은 건축법 및 동 시행령 그리고 정부에서 제정한 해당법령 및 각종 구조물의 설계기준과 기타 일반적으로 인정되는 사항에 따라야 한다.

(3) 전기시설의 설계는 전기사업법, 소방기본법 및 이에 연관된 시행령, 규칙, 규정 그리고 산업규격 규정에 따라야 한다.

(4) 기계시설의 설계는 근로기준법, 자연환경보전법, 고압가스 안전관리법 및 이에 연관된 시행법, 규칙 및 산업규격 및 기타 연관된 규정에 따른다.

4.5.3 재료, 기계 및 기구

재료, 기계 및 기구는 다음 각항을 고려하여 정하여야 한다.

(1) 규격품

시설에 필요한 재료 기계 및 기구는 KS 및 전기용품취급법규에 의거 형식 승인을 얻은 것이어야 한다.

(2) 규격외의 품목

시설에 필요한 재료 및 기계, 기구에 규격외의 품목을 사용할 경우에는 형태, 품질, 치수 및 강도 등이 목적에 충분히 적합하거나, 동일 목적에 사용되는 규격품 이상이어야 한다. 또한, 필요에 따라 수압시험, 강도시험 및 품질시험 등을 실시하여야 한다. 구조물의 경제성에 대해서는 구조설계의 초기단계에 비교하여 검토해야 한다.

양·배수장 설계는 본 설계기준 외에도 아래에 열거하는 각종 기준서, 기타 정부에서 제정한 해당 법령 및 각종구조물의 설계기준과 일반적으로 인정되고 있는 사항에 유의하여야 하며, 관련법령 및 기준은 다음과 같다.

① 건축법 및 동시행령(국토해양부)
② 하천공사 표준시방서(한국수자원학회)
③ 농어촌정비공사 전문시방서(농림수산식품부)
④ 농업생산기반정비사업 계획설계기준(농림수산식품부)
⑤ 콘크리트표준시방서해설(대한토목학회)
⑥ 토목공사 핸드북(대한토목학회)
⑦ 하천설계기준(한국수자원학회)
⑧ 철근 콘크리트 및 강구조계산 및 해설(대한건축학회)
⑨ 도로교설계기준(대한토목학회)

4.6 건물의 설계

(1) 건물은 토목구조물, 펌프설비 등 다른 공사와의 관련 및 유지관리면도 충분히 고려할 필요가 있다. 반입구의 위치, 흡입수조와 건물의 위치, 기둥의 배치, 관이 벽을 통과할 때의 진동과 방수에 대한 처리, 펌프의 조립과 분해를 할 수 있는 바닥의 스페이스, 펌프설비의 반입·반출, 송수시에 발생하는 추력의 지지 및 하중 등을 충분히 검토하여 설계를 하여야 한다.

(2) 건물의 설계, 시공시에는 별도로 규정된 건축기본법, 동시행령 및 소방기본법, 동시행령 등 관련법규와 각종 구조계산 기준 및 지방공공단체의 조례 등을 사전에 조사하여 확인하고 이것을 준수할 필요가 있다.

(3) 건물은 펌프 송수시에 발생하는 추력을 확실하게 지지되는 구조로 하여야 한다.

4.6.1 건물의 규모

(1) 면적 : 펌프용량, 대수와 배치계획에 의해 결정한다.

(2) 높이 : 크레인 및 천장높이, 펌프중량, 크기 및 설치 시 여유높이에 의해 크레인 빔 높이 및 천장높이를 결정한다.

(3) 배전반실 : 배전반 및 조작반 크기 및 대수와 배치에 의해 결정하되 기계실과 배전반실을 분리

하여 계획한다.

(4) 부대시설 : 사무실, 탕비실(湯沸室), 화장실, 계단실, 창고, 숙직실 등은 현장여건을 감안하여 계획한다.

(5) 진입위치 : 주진입도로 위치에 의해 출입구 위치를 결정한다.

(6) 입면계획 : 고속도로, 국도, 철도 등으로부터 가시권 지역, 비가시권 지역, 문화재 관리구역 등으로 구분 계획하고, 주위 경관에 부합되는 형태로 계획한다.

4.6.2 건물의 양식

(1) 건물의 양식은 펌프의 기종(축류펌프, 사류펌프, 원심펌프, 튜블러펌프) 및 형식(횡축형, 입축형, 사축형(斜軸形))과 흡입수조가 건물내에 들어올 경우 또한, 건물밖에 설치될 경우 등에 따라서 다르게 되므로 이것을 충분히 이해하여 설계할 필요가 있다.

(2) 흡입수조의 일부나 전부 위에 건물이 설치될 경우는 건물의 하중이 흡입수조에 걸리기 때문에 건물의 구조설계는 흡입수조의 구조와 합해서 구조설계를 하여야 한다. 건물의 양식을 대별하면 1상식(一床式)과 2상식(二床式)이 있다.

(3) 건축양식에 대한 세부내용은 농업생산기반정비사업계획설계기준 양·배수장편(농림부, 2005) 및 (KDS 67 30 25:2017)을 참조한다.

4.6.3 건물의 구조

(1) 건물의 구조는 펌프설비의 규모 등에 따라 적정한 구조형식을 선정하여야 하며 지붕, 벽 등의 주요구조는 입지조건, 외력조건 및 환경과의 조화 등을 고려하여 결정한다. 특히, 건물의 지붕은 전통양식을 고려하는 것도 검토한다.

4.7 환경대책

4.7.1 소음대책

(1) 소음 진동규제법 중에서 생활소음 규제기준이 제정되어 있는 이외에 지방자치단체에서도 상세한 규제가 정해져 있으므로 이들의 규제를 준수하여 소음대책에 대하여 충분히 검토한다.

(2) 양·배수장의 소음대책을 시행하는 경우에는 펌프·원동기 등의 소음원과 그 특성 및 건물구조, 개구부 등의 소음의 전파경로를 명확하게 밝힌 후에 각 기기의 소음 저감(低減)을 도모함과 동시에 양·배수장의 배치, 기기의 배열 등 양·배수장 전체를 다시 종합적으로 검토하여 소음대책을 입안한다.

4.7.2 진동대책

(1) 소음 진동규제법 중에서 생활 진동 규제기준이 제정되어 있는 이외에 시, 군, 도에도 상세한 규제가 정해져 있으므로 이들의 규제를 준수하여 진동대책에 대하여 충분히 검토한다.

(2) 양·배수장의 진동대책을 시행하는 경우는 펌프·원동기 등 진동원과 그의 특성 및 건물구조, 하부구조 등 전파경로를 명확하게 밝힌 후에 각 기기의 진동의 저감을 도모함과 동시에 양·배

수장 배치, 기기 배열 등을 다시 검토하여 종합적인 진동대책을 세운다. 최근에 주로 전기설비에 채용되고 있는 컴퓨터 등의 정밀기기에 악영향을 미치지 않도록 배려한다.

4.7.2.1 진동의 종류 및 전파경로

(1) 양·배수장에서의 진동은 대별하면 ① 펌프의 진동 ② 원동기의 진동이 있으며 고양정 펌프에서 발생하는 진동에는 원인에 따라 ① 유체적 진동과 ② 기계적 진동으로 나뉜다. 또, 유체적 진동에는 펌프내의 압력변동, 소용돌이, 캐비테이션, 서징, 워터해머 등에 기인하는 진동이 있고, 기계적 진동에는 회전체의 불균형, 회전축의 위험속도, 오일Wipe 또는 오일Hole, 공진, 베어링의 마모 등에 기인하는 진동이 있다.

(2) 그리고 원동기 등의 진동은 펌프의 기계적 진동과 거의 같으나 특히 디젤기관은 왕복식으로 진동이 비교적 크며 축 길이가 긴 경우에는 비틀림 진동이 발생할 때가 있어 충분한 사전 검토가 필요하다.

4.7.2.2 진동의 방지대책

(1) 진동의 방지대책은 소음과 공통점이 많으며 진동 특유의 원인과 대책에 대하여는 농업생산기반정비사업 계획설계기준 양·배수장편(농림부,2005)을 참조한다.

4.7.2.3 배출가스 대책

(1) 양·배수장에서 주펌프 및 자가용발전기 등의 구동용원동기로서 내연기관(디젤기관, 가스터빈)을 사용하는 경우 내연기관(연료의 연소능력이 중유환산 50L/h 이상, 디젤기관에서는 대게 200PS, 가스터빈에서는 대게 120PS 이상인 것이 상당)은 대기 환경보전법시행령의 규제대상 시설로서 보일러 등의 종래의 규제 대상 시설과 같이 신설시설에 대해서도 법의 적용을 받는다.

4.7.3 쓰레기 대책

(1) 펌프 운전시에는 유입수로(내수하천을 포함)내의 각종 부유물이 펌프흡입수조에 유입하고 있다. 이들의 부유물은 제진설비에 의해서 배제할 필요가 있으나 이 배제한 쓰레기의 처리대책이 필요하다.

4.7.3.1 쓰레기의 종류

(1) 수로에 흘러 내려오는 쓰레기는 생활환경의 변화에 따라 자전차, 가구, 가전제품 등의 큰 쓰레기, 비닐하우스의 비닐, 깡통, 맥주병, 나무조각, 잡초 등 여러 가지가 있다.

4.7.3.2 쓰레기의 관리

(1) 배제한 쓰레기는 일반으로 흡퍼내나 배수장 부지내에 야적하는 때가 있다.

(2) 이들 쓰레기는 악취를 내는 것이 많고 오랫동안 그대로 방치하여 두면 부근 주민에게 고통을

주게 된다. 따라서 될 수 있는 한 빨리 처리하던지 다른 곳으로 이동시킬 필요가 있다.

4.7.3.3 쓰레기의 처리

(1) 쓰레기 처리는 스스로 시행하던지, 제3자에 의뢰하던 가 어느 한 방법을 선택한다. 스스로 시행하려면 예상되는 쓰레기의 종류, 양에 의해 작은 소각공장을 건조하면 된다. 쓰레기 선별장치, 파쇄장치, 소각로 등을 필요로 한다.
(2) 이들의 설비비와 펌프의 가동 빈도를 고려하면 제3자에게 그 처리를 의뢰하는 방법을 취하는 것이 경제적일 수도 있다.
(3) 또한, 법에 따라 쓰레기 수거에 지방자치단체가 개입하게 될 경우에는 지방자치단체와 충분히 협의하여 쓰레기 처리가 신속하고 확실하게 이루어지도록 하여야 한다.

4.8 건축환경 설계기법

(1) 양·배수장 건물의 환경친화적 설계기법은 기후조건에 의한 건축물의 배치, 형태, 방향, 구조, 구조체의 열적특성, 자연환기 및 채광설계 등으로 기계적 장치 없이 외부의 자연환경이 갖고 있는 이점을 최대한 이용하여 실내환경을 쾌적하게 조절함과 동시에 건축물의 모양을 주변여건과 부합되게 하는 것이다.
(2) 환경친화적설계 기법은 지역의 온도, 습도, 바람, 일사 등의 기후특성과 대지의 형태와 방향, 경사 등 주변 환경 조건 그리고 건물의 유형 및 기능에 따라 다르므로 사전에 대상지에 관한 면밀한 검토와 분석이 필요하다.

4.8.1 배치계획

(1) 배치계획은 대지규모와 형태, 주변도로와 인접시설물, 기계반입위치를 고려하여 건물을 배치한다.
(2) 배치계획시 세부적으로 분석할 요소는 지역기후와 미기후, 인접대지, 지형, 배수, 토질, 식생 등을 조사하여 활용방안을 계획하며, 기존대지의 자연환경을 가능한 손상시키지 않도록 자연과 부합된 배치계획을 세운다. 또한, 단지 내 우수처리계획을 세우고 우수관을 대지에 접한 구거에 연결한다.

4.8.1.1 자연지형을 활용한 배치

(1) 대상지 자연지형의 고유한 특성을 찾아내고 잠재력을 활용하여 건축물로 인한 주변의 영향을 최소화하기 위한 배치방법을 말한다. 대표적 방법에는 경사지를 이용한 배치와 언덕과 계곡, 강, 시냇물, 산림 등의 지형 형태를 이용한 미기후를 조절하거나 자연적인 우수배수체계를 위한 배치방법 등이 있다. 경사지를 이용한 배치는 경사지 특성을 최대한 활용하여 건축부지를 확보하며, 자연환경 및 경관을 최대한 보존하는 계획을 한다. 경사지 건축의 장점은 평지건축에 비화여 일조, 풍향, 조망 등이 유리하며, 주호밀도를 높일 수 있고, 자연지형과 이상적으로 조화를 이룰 수 있다. 반면, 대지 조성비가 높고 기초공사, 도로공사 등의 초기 건설투자 비용

이 높은 단점이 있다.

4.8.1.2 일조 및 일사를 고려한 배치

(1) 환경친화 건축에서 에너지절약을 위해 가장 쉽게 접근할 수 있는 방법은 태양에너지를 이용한 난방 에너지와 자연채광에 의한 조명에너지를 감소시키는 것이다. 태양에너지 활용을 극대화하기 위하여 건물의 방향 설정과 인동간격의 확보, Sun Chart를 이용한 대지분석을 통해 일조와 일사 확보를 위한 배치를 선정해야 한다.

① Sun Chart의 활용

Sun Chart는 위도에 따라 태양 고도와 방위각을 계절 및 시간별로 표시한 도표로 일종의 태양궤적도를 말한다. Sun Chart를 통하여 대지내 각 지점에서 태양광선이 방해받지 않고 도달할 수 있는 시간과 계절을 알 수 있도록 차폐물의 스카이라인을 표시하면 건물의 배치계획에 유효하게 이용할 수 있다.

② 건물의 방향

건물 내 일사와 일조는 시간, 계절, 방위에 따라 달라지는데 1년 내내 열평형이 잘 이루어지기 위해서는 방위설정이 중요하다. 건물의 최적 방위는 대지 조건과 건물의 유형 및 형태에 따라 일률적으로 설정하기는 어렵지만, 보통 우리나라의 기후조건에서는 남향면에 수직으로 도달하는 일사량이 겨울철에는 가장 많고, 여름철에는 가장 적으므로 남향의 배치가 가장 유리하고 서향이 가장 불리하며, 동향은 서향보다 유리하다. 정남향을 0o 로 설정하여 일사량 비율을 100%로 했을 경우, 30o 배치시에는 약 88%, 60o 배치시에는 약 57%, 정동이나 정서향인 90o 배치시에는 약 26% 일조량이 줄어든다.

③ 인동간격

인동간격이란 일조와 일사를 확보하기 위한 건물과 건물사이의 거리를 말한다. 보통 정남을 향한 건물이 가장 많은 태양열을 받는다는 것은 건물 전면에 장애물이 없는 경우이다. 건물배치 시 충분한 일사량과 일조시간을 확보하기 위해서는 남쪽 면에 위치한 기존 건물이나 구조물로부터 적정한 인동간격을 유지시켜야 한다.

4.8.1.3 풍향조절을 위한 배치

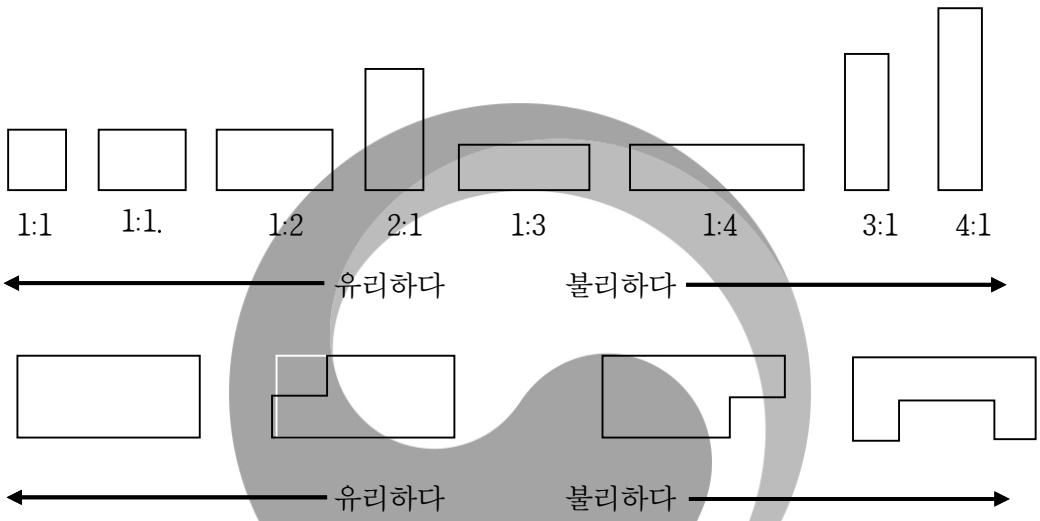
(1) 바람은 냉방이 필요한 여름철에는 긍정적인 요소로, 겨울철에는 부정적인 요소로 작용하므로, 여름철 바람은 통풍과 냉방을 위해 적극적으로 받아들이고 겨울철 바람은 방풍을 위한 배치를 취해야 한다. 바람의 자연적 조절 효과가 큰 대지는 남면을 향한 경사지이다. 여기에 겨울철 바람을 막기 위한 수목과 인공구조물을 조합하여 설치하면 방풍효과를 볼 수 있다. 바람의 형태는 언덕과 계곡 등 대지의 형상에 따라 변화하여 수목이나 인공 구조물에 의해서도 변화되고 건축의 크기와 형태에 따라서도 달라진다. 여름철에는 남풍을 최대한 받아들여야 하는데 그러기 위해서는 남향으로 한다.

4.8.2 건물형태 계획

(1) 난방에너지를 줄이기 위해 유입되는 열을 최적화하려면 건물 방위는 물론 건물 형태도 고려해야 한다. 건물 형태는 태양 복사열의 수용정도와 열 방출을 결정짓는데 이는 건물의 표면적과 관계가 있다. 건물의 표면적은 바닥의 면적이 같아도 공간형이나 평면 형태에 따라 달라지며, 형이 같다면 부피에 따라 달라진다.

4.8.2.1 평면형태

(1) 건물의 에너지 효율은 보통 평면형태의 장·단면비에 따라 달라진다. 같은 면적의 평면에서는 장·단면비가 1 : 1인 정방형의 밀집된 형태가 가장 에너지를 절약할 수 있다. 장·단면비에 따른 에너지의 절약의 우선순위를 보면 <그림 4.8-1>과 같다.



<그림 4.8-1> 건물의 장·단면비에 따른 에너지 절약순위

(2) 건물의 평면형태는 정방형 형태가 아닐 경우 남북으로 긴 형태보다는 동서로 긴 형태의 평면이 유리하다. 특히 우리나라와 같은 온대지방에서 가장 유리한 평면 형태의 장·단비는 1 : 1.6인 동서로 긴 형태이다. 동서축으로 길어질수록 겨울철 수열량이 많아지고 여름철 수열량이 적어진다. 일사만을 고려하면 이 형태가 가장 유리하지만 표면적이 늘어남으로 열손실 영향이 커지므로 한냉지에서는 1 : 1인 정방형의 형태가 유리하게 된다.

4.8.2.2 입면형태

(1) 에너지 절약을 위한 입면 형태를 결정할 때는 외피면적에 대한 체적의 비 S/V (Surface/Volume)로 표시한다. S/V비가 작은 건물일수록 복사, 대류, 전도에 의한 열 획득 및 손실의 영향을 적게 받으므로 에너지 절약에 유리하다. 형이 일정한 경우 실내 용적이 늘어날수록 벽면적이 늘어나는 비율이 적이진다. 그러므로 난방에너지 절약을 위해서는 건물형태를 단순하게 구성하며 단위면적당 외피면적을 최소화하고 S/V (Surface/Volume)와 S/F (Surface/Floor)비를 작게 하는 것이 유리하다. 표면적에 의한 건물형태의 결정은 기후조건,

일사, 바람, 외기 조건 등에 따라 다르게 적용되어야 하며 표면적이 늘어남에 따른 장점과 단점을 알고 형태 결정에 반영해야 할 것이다.

(2) 지붕형태

건축 형태에서 바닥이나 입면 형태와 더불어 전체 형태를 결정짓는 것은 지붕의 형태이다. 지붕 형태를 기후와 주변 환경에 적절하게 설정할 경우 냉난방 에너지를 절약할 수 있으며 창을 설치할 경우 일사와 일조를 취할 수 있어 조명에 관한 에너지도 절약할 수 있게 된다. 지붕을 통한 실내에서 실외로의 열손실은 지붕면적에 비례하고 단열성능에 반비례한다. 그러므로 평지붕은 이를 기준으로 보면 바깥 표면적이 적어 열손실이 적으나 열의 도피가 어려운 형으로 여름철 수평면의 일사를 과다하게 받으므로 냉방부하를 가중시키고, 겨울에는 야간 복사에 의한 열손실이 경사 지붕보다 많다. 반면 경사 지붕은 눈과 비에도 훌륭한 물매로 작용하며 쉽게 더러워지지 않는 장점이 있으며, 열에너지 효율면에서는 열 취득 면적이 바닥 면적에 비하여 크고, 지붕 밑 공간이 열적 완충 공간으로 작용하여 난방 공간으로 작용하게 된다. 단 경사지붕을 이용한 에너지 절약을 시도할 경우 천장과 지붕면에 단열 시공을 해야 하며, 남향으로 할 경우 열을 취득하기에도 유리하여 효과를 더욱 볼 수 있다.

(3) 또한, 지붕을 포함한 양·배수장 본체건물은 지역의 역사나 향토적 특성을 반영하고 주변의 자연경관과 조화를 고려한 적합한 건축양식을 검토하고, 양·배수장의 이미지를 나타내는 심볼 등도 고려한다.

4.8.3 공간계획

(1) 환경친화적 건축에서 방향 설정, 형태 설정과 아울러 효율적 실내 공간 배치는 또 하나의 에너지절약 수단이 된다. 공간계획은 계절별, 시간별 공간 패턴을 고려하여 평면 계획을 수립해야 한다. 가능한 일사를 많이 받는 곳에는 주된 생활공간을 배치하여 자연채광과 자연난방을 통한 열부화를 조절하는 것이 공간계획의 기본이 된다. 실내공간의 평면 계획시, 첫 단계는 난방공간과 비난방공간을 분류하고, 또한, 거주실과 비거주실을 구분하고 실의 사용 빈도를 측정하여 Zoning을 하면 에너지절감효과를 기대할 수 있다.

(2) 단면에서 공간계획을 할 때도 평면 계획에서와 같이 비주거 부분과 비난방부분을 외기와 직접적으로 접하는 바닥과 지붕, 일사가 안 되는 북측벽 등에 배치하여 열적 완충공간으로 이용하는 가장 기본적인 방법이다.

4.8.4 구조계획

(1) 구조계획은 합리적인 구조형식과 구조종별, 구조재료를 선정하여 단순명쾌한 구조체가 되도록 하며 구조체로서 충분히 강성과 강도가 확보되도록 하고 중량, 강성, 강도가 균등히 분포 되도록 한다. 또한, 구조계획상 경제적이고 기능적인 설계가 되도록 해야 하며 펌프규격과 설치간격 확인후 가능한 범위내에서 등간격으로 계획한다. 스팬은 최근에는 15m까지 설계가 가능하나 가급적 긴 스팬은 지양하고 12m 이내로 설계한다.

4.8.5 자연통풍 및 환기 계획

(1) 통풍 및 환기는 실내로의 신선한 공기의 보급과 실내 공기 교체로 인한 열과 습기의 이용을 위해 이루어진다. 건물 내의 통풍 및 환기가 제대로 되지 않을 경우에는 실내공기의 오염과 악취, 답답함을 초래하게 되고, 심할 경우 인체에 해를 주므로 반드시 계획에 포함해야 한다. 특히, 추운 지방에서는 채광과 난방이 중요시되어 고 기밀화를 추구함으로 인해 환기부분을 소홀이 다룰 수가 있는데 실내오염을 줄이기 위해서는 약간의 열손실이 있더라도 환기계획을 고려해야 한다.

(2) 통풍 및 환기계획에는 전문성이 요구되므로 세부적인 사항은 농업생산기반정비사업계획설계기준 양·배수장편(농림부, 2005)을 참조한다.

4.8.6 자연채광

(1) 일반건축에서 조명은 냉방이나 난방에 비해 연중 비교하면 더 많은 에너지가 소비되고 있다. 그러므로 환경친화적 건축에서는 자연채광으로 에너지 절감효과 뿐만 아니라 자연광에서 얻는 심리적 안정감을 추구하여 실내공간의 거주성을 향상시키는 디자인 전략을 따르게 된다.

(2) 자연채광을 위한 광원은 크게 직사 일광과 확산광선인 천공광으로 구분하며, 땅과 주변 물체들로의 반사광 등을 이용할 수 있다. 직사일광은 강한 방향성을 지니며 태양의 고도와 대기 상태에 따라 이용할 수 없는 상황이 생기는 등 안전성이 결여된 광원이다. 방향성과 태양이동에 따른 시간적 변화는 이용 가능한 공간을 제한하고 음영을 만드는 등 명암 분포를 크게 만드는 단점이 있다. 그러나 직사일광은 광선반, 루버, 거울 등 설비형 채광장치를 사용하여 강도와 방향을 조절하는 적극적 채광설계를 이용하여 사용할 수 있다.

(3) 천공광은 확산광원으로서 다소 변동은 있으나 직사일광에 비해 외부기상 조건에 관계없이 얻을 수 있는 안전한 광원이며 북측면을 포함한 모든 방향에서 이용할 수 있는 광원이다. 자연광을 주광으로 적극 활용하고 보조적으로 인공광을 이용하는 통합 계획이 요구된다. 인공광과 자연광의 특징을 이용한 채광설계에서는 창의 위치와 형태, 크기, 높이, 유리 종류 등을 선정하여 계획을 세워야 한다.

(4) 자연광은 시간의 제약으로 보통 낮에 이루어지며 이용 계획시 기본 유의사항은 첫째, 건물내부로 가능한 많은 양의 주광을 깊이 사입시킨다. 실내 일정거리이내에서는 그다지 많은 양의 빛이 필요 없다. 둘째, 건물의 내외부에서 시야내의 휘도를 조절하고, 시력을 감소시키는 광대한 휘도가 생기지 않도록 한다. 셋째, 주요한 작업면에 감능광막반사(disable veiling refection)현상이 생기지 않도록 한다.

(5) 창의 형태와 함께 해당 지역의 일사조건과 빛의 방향등을 고려하여 투과체인 유리의 선택을 함께 고려하면 자연채광의 효과를 높일 수 있다. 그러므로 투과체로서 유리의 종류와 특성을 파악해 두는 것이 필요하다. 유리는 종류에 따라 빛의 투과율과 흡수율, 반사율, 확산성이 다르므로 각 유리의 특성을 파악하여 공간의 용도에 맞게 선정해야한다. 유리의 특성 중 투과 특성이 일정한 경우 투과체의 투과성과 확산성이 반비례하는 경향이 있으므로 어느 정도의 빛을 유입하고 차단할 것인가를 정하여 유리를 선정하는 것이 중요하다.

4.8.7 색채계획

(1) 건물의 주조색은 주변경관과 조화되도록 범위를 결정하고 건물의 부차색은 주조색과 같은 계통의 색으로 명도, 채도, 색상에 크게 차이가 없는 가까운 색중에서 선택하도록 한다.
(2) 건물의 강조색은 원색도 사용가능하나 전체면적의 20%를 넘지 않도록 하며, 특히 굴뚝과 같이 랜드마크적인 요소에 강조색을 적용하되 검정색 등 산업시설의 특성을 나타내는 저채도 무채색은 지양한다.

4.9 환경 친화적 건축재료

(1) 환경 친화적 건축에서 재료의 선택은 환경 친화를 이루기 위한 계획단계로 세심한 검토와 배려가 필요하다.

4.9.1 건축 재료에 의한 유해 요소와 실내오염

(1) 건축물 내부 실내오염물질로는 CO2, CO, NOX, SOX, O3 등 많은 화학물질이 있으며, 건축자재와 관련된 유해물질은 포름알데히드(Formaldehyde)와 라돈(Radon), 톨루엔(Toluene) 키시렌(Xyledne), 목재 보존이나 방충을 위해 처리되는 유기인계의 약제나 피레스로이드계의 약제, 가소제(可塑劑)등을 들 수 있다. 이러한 자재에서 나오는 유해한 물질에 대한 피해를 줄이기 위한 기본적인 방법은 다음과 같다.

가) 적절한 재료의 선택으로 유해물질을 방산하는 재료사용을 줄이거나 발산량이 적은 재료를 선택한다.
나) 환기와 통풍을 충분히 배려한다. 환기량이 많아지면 실내 농도가 희석되어 오염도가 낮아진다.
다) 구조나 적절한 재료 선택을 위한 목표치를 정하여 적절한 시공을 한다.

4.9.2 환경 친화적 건축 재료의 조건

(1) 환경 친화적 건축재료는 원료의 채취, 생산, 물품제조에서 사용, 유지관리, 폐기처리에 이르는 Life-Cycle상의 환경부하를 최소화할 수 있는 재료를 의미한다. 즉 모든 과정에서 파괴의 최소화, 오염의 최소화, 에너지의 최소화, 비용의 최소화가 가능한 재료로 다음과 같은 조건을 갖추어야 한다.

① 환경파괴나 자원고갈을 초래하지 않는 건축자재
② 제조나 유통에 에너지를 적게 소비하는 건축자재
③ 장기간 사용이 가능하고 폐기처리가 용이하며 리사이클링이 용이한 건축자재
④ 접촉이나 흡입에 의해 건강에 장해를 초래하지 않으며 사람에게 편안함을 주는 건축 자재
⑤ 일상적일 때나 화재시, 소각시에 유해가스가 발생하지 않는 건축자재
⑥ 오존층을 파괴하는 프레온 가스를 포함한 발포 단열재와 같은 발포제 등은 사용하지 않는다.
⑦ 실내 환경의 조정이나 건강을 증진하는 효과를 지닌 건축자재(조습재, 원적외선 방사재 등)

4.9.3 환경 친화적 건축 재료의 종류와 특성

(1) 건축 재료의 범주를 분류하면, 기초재와 구조재, 마감재, 외장재 등이며, 옥외 공간에 쓰이는 조경재도 포함시킬 수 있다.

4.9.3.1 천연재료

(1) 천연 재료는 흙이나 나무, 돌 같은 소재로, 원재료를 채취하여 절단, 연마 등 간단한 물리적 가공만을 가하여 사용할 수 있는 것을 의미한다. 천연 소재들은 오랫동안 인간 생활에 친숙해 왔고 무엇보다 인간에게 무해하고, 오히려 친 건강자재들이 더 많으므로 환경 친화 건축에서 가장 좋은 재료가 된다.

① 목재

목재는 환경 보존적이며, 재에너지화 할 수 있는 대표적 재료이며 보드, 규격목과 용재를 총괄적으로 일컫는다. 목재의 장점은 가볍고 강하며, 절단이나 못박기 등 가공이 편리하고, 유해물질에 대한 흡입성, 흡수력을 지니고 평균수명도 다른 재료보다 길고, 습도조절 능력이 있고, 열이나 전기를 잘 전하지 않으며, 증·개축이 용이하고, 자연성 자연색, 독특한 냄새와 좋은 분위기를 연출하고 쾌적한 느낌을 준다는 것이다. 반면 불에 잘 타는 것과 벌레나 균의 침해가 가능하고, 흡·방습에 의해 치수형상이 변하는 단점이 있다. 목재의 특성으로는 낮은 전도율로 에너지효율이 높다. 목재는 충격흡수력이 뛰어나 태풍과 지진에도 강하고, 차음효과도 있고 개조와 리노베이션도 용이하므로 건축수명이 100년 이상 유지할 수 있다.

② 흙

흙은 자연친화적이며 재생 가능한 자연재료로 가장 큰 특징은 축열 기능과 조습기능이다. 흙을 이용한 건축은 기후 조건에 따라 건조시에는 습기를 발산하고 흐린 날에는 습기를 흡수함으로 습도를 조절하고, 단열성이 뛰어나 열 차단효과가 우수하여 여름에 시원하고 겨울에 따뜻한 환경을 만들어 준다.

그러나 건물이 고층화, 대형화됨으로 인해 흙은 건축재료로서 용도 폐기되고, 대신에 콘크리트가 사용되어 통기성이 나쁘고 결로로 인해 곰팡이나 해충이 서식하기 좋을 뿐 아니라 자체에서 방출되는 라돈가스가 환경에 축적되어 인체에 나쁜 영향을 미친다는 점이다. 이를 해결하기 위한 방안이 검토되면서 흙이 새로운 건축재료로 다시 부각되고 있다. 현재 흙 재료의 시공 불편과 균열 및 분진, 내구성 부족 등의 문제는 압축·사출공법으로 해결하고 있으며 재료의 단조로움을 내장용 흙벽돌, 외장용 흙벽돌, 일반 벽체용, 나무무늬형 흙벽돌, 황토 인트로킹, 황토블럭, 황토타일, 황토모르타르 등 다양한 형태와 무늬로 개발하여 사용하고 있다.

4.9.3.2 석재

(1) 석재가 건축재로 사용된 것은 2~3천년 전부터 이지만 철근콘크리트가 들어오고부터는 구조적으로 보다는 장식재와 외부바닥재로 많이 사용되고 있다. KS규격에서는 석재용 석재를 성인(成因)과 형상, 물리적 성질로 분류하는데 성인에 의한 석재는 화성암, 수성암, 변성암으로

나뉘고 세부적으로 분류하면 화강암류, 안산암류, 사암류, 점판암류, 응회암류, 대리석 및 사문암류 등이다.

(2) 대부분 자연석은 훌륭한 압축강도, 열저장력, 내구성과 리사이클링이 가능하고 자연과도 잘 조화되므로 소비가 점점 증가하는 추세이다. 그러나 자연석을 환경친화적 건축자재로 활용하기 위해서는 오염물질을 배출하는 표면처리 작업을 최소화하고 접합재료만으로 쉽게 재사용이 가능하게 제작해야 한다.

4.9.3.3 기타

(1) 이외에도 천연직물, 천연페인트, 코르크 등이 친환경 건축자재로 많이 사용되고 있다.

4.9.4 지속 가능한 재료

(1) 지속 가능한 재료는 재료 자체가 훼손이 되지 않고 썩지 않는 재료로 세대를 교체하며 영구히 사용할 수 있는 재료들을 말한다. 스틸과 동판, 알미늄, 강철 등 금속재들이 대부분이며 깨질 위험이 없고, 다양한 형태를 연출할 수 있다. 같은 용도로 지속적으로 쓰거나 용도를 변경하여 재활용 할 수 있다. 재활용시에는 소량의 에너지만 필요로 한다. 최근 조적조나 목조를 대체하는 새로운 스틸 하우스가 지속가능한 건축의 대안으로 나오고 있다. 스틸하우스는 기존 주택의 특징과 외관을 모두 가질 뿐만 아니라 시공이 간편하여 공사기간이 단축되고, 주요 구조부의 내진성, 내구성이 우수하고, 경량구조로 내부평면 변경이 쉬우며, 스틸을 사용함으로 폐자재 재활용이 가능한 장점을 가진다. 스틸 등 금속재를 유용하게 가공하여 건축재로 사용하면, 환경, 경제, 관리, 공간 활용측면 등 여러 가지로 이점이 많다.

4.10 주변 환경과의 조화

(1) 양·배수장 위치가 주변 환경과의 조화를 이루기 위해서는 마을인근에 소공원, 유수지 등을 계획하고, 각공종별로 사전협의를 거칠 필요가 있다.

(2) 양·배수장이 주변 환경과의 조화를 이루기 위해서는 주변마을 또는 지역의 역사나 문화유산, 향토적 특성을 반영하여야 하며, 그 지역 행정기관과의 협의 및 각종 법률규제사항의 검토를 필요로 한다.

4.10.1 소공원(쉼터)계획

(1) 양·배수장이 마을과 가까운 거리에 위치할 시는 양·배수장 주변을 소공원으로 조성하여 휴게시설과 편익시설을 설치하여 주민들에게 옥외생활행위의 쾌적성을 부여하며, 마을주민과 농업생산기반정비사업이 친할 수 있는 계기를 만드는데 핵심적인 역할을 할 수 있도록 한다.

(2) 휴게시설의 종류로는 주민들이 모여서 휴식을 취할 수 있는 의자, 파고라, 원두막, 전통정자 등이 있으며, 편익시설로는 음수대, 휴지통, 화장실, 자전거보관대등을 설치하고, 버스정류장 유치 등도 고려한다.

(3) 이러한 시설들은 많은 이용자의 신체적 접촉을 감안하여 재료, 제작, 조립, 설치시 이용자의

안전성 및 내구성과 기능성을 충분히 고려하여 설치해야 한다. 또한, 다양한 형태의 휴게시설물이 계속 개발되고 있으며 재료도 재료산업의 발전에 따라 매우 다양해지고 있어 새로운 휴게시설물의 경우 친환경 재료를 사용한 시설물인지를 확인할 필요가 있다.

4.10.2 유수지(遊水池) 계획

(1) 유수지는 홍수시 물을 저장하여 하천수의 수량을 조절하는 자연적 또는 인공적으로 만든 저수지이다. 따라서 유수지는 배수에서 홍수 집수시간이 느리고 배수 펌프장과 연결된 배수로로부터 양수에 필요한 홍수유입이 충분하지 않은 경우 펌프가동이 중단되는 것을 방지하기 위해 설치하는 경우가 있다. 또한, 유수지는 배수 펌프장 시설 용량과 배수로 통수량의 차이가 나는 것을 조절하는 역할을 하기도 한다. 그러나 본 편에서는 배수펌프장 부근에 인공적으로 유수지를 설치하고 그 주변에 소공원(쉼터)과 연계한 휴게시설 및 편의시설을 설치하여 주민의 쉼터공간으로 활용하는 것을 주목적으로 한다.

4.10.3 협의사항

(1) 양·배수장은 주변과 어울리는 외적인 조화뿐만 아니라 내적으로도 아래 사항에 대하여 설계 전에 상호 협의를 거치므로 공사시공에 원활을 기 할 수 있도록 한다.

가) 기계·전기시설배치에 따른 기둥간격, 스팬길이, 칸막이벽설치여부 및 기둥 및 옹벽의 배근 상세

① 크레인 설치 유무 및 규격
② 진입도로를 고려한 주 출입구 및 부출입구 위치
③ 관리사 계획 유무
④ 토목과 건축공사의 시공한계(바닥고, 난간, 마감재료 등)
⑤ 변전실의 옥상설치여부 및 옥상출입 계단의 옥·내의 설치여부
⑥ 토목하부구조(기둥, 옹벽)설계 시 건축외부치장벽돌 조적을 위한 받침턱 사전설계에 반영
⑦ 외부 출입구 바닥판설치를 위한 토목설계 시 연결용 철근배근
⑧ 부대시설(오·우수배관, 담장, 정문, 우물 등)의 설계 범위
⑨ 지붕 배수용 선홈통의 시공길이 및 외부도장 범위 등

집필위원	분야	성명	소속	직급
	관개배수	김선주	한국농공학회	교수
	농업환경	박종화	한국농공학회	교수
	토질공학	유 찬	한국농공학회	교수
	구조재료	박찬기	한국농공학회	교수
	수자원정보	권형중	한국농공학회	책임연구원

자문위원	분야	성명	소속
	농촌계획	손재권	전북대학교
	수자원공학	윤광식	전남대학교
	지역계획	김기성	강원대학교
	수자원공학	노재경	충남대학교
	농지공학	최경숙	경북대학교
	관개배수	최진용	서울대학교

건설기준위원회	분야	성명	소속
	총괄	한준희	농림축산식품부
	농업용댐	오수훈	한국농어촌공사
	농지관개	박재수	농림축산식품부
	농지배수	송창섭	충북대학교
	용배수로	정민철	한국농어촌공사
	농도	조재홍	한국농어촌공사 본사
	개간	백원진	전남대학교
	농지관개	이현우	경북대학교
	농지배수	남상운	충남대학교
	취입보	김선주	건국대학교
	양배수장	정상옥	경북대학교
	경지정리	유 찬	경상대학교
	농업용관수로	박태선	한국농어촌공사 본사
	농업용댐	손재권	전북대학교
	농지배수	김정호	다산컨설턴트
	농지보전	박종화	충북대학교
	농업용댐	김성준	건국대학교
	해면간척	박찬기	공주대학교
	농업수질및환경	이희억	한국농어촌공사 본사
	취입보	박진현	한국농어촌공사 본사

중앙건설기술심의위원회	성명	소속
	이태옥	평화엔지니어링
	성배경	건설교통신기술협회
	김영환	한국시설안전공단
	김영근	건화
	조의섭	동부엔지니어링
	김영숙	국민대학교
	이상덕	아주대학교

농림축산식품부	성명	소속	직책
	한준희	농업기반과	과장
	박재수	농업기반과	서기관

설계기준
KDS 67 80 60 : 2018

농업 수질 및 환경 양배수장 설계

2018년 04월 24일 발행

농림축산식품부

관련단체 한국농어촌공사
58217 전라남도 나주시 그린로 20(빛가람동 358) 한국농어촌공사
☎ 061-338-5114 E-mail : webmaster@ekr.or.kr
http://www.ekr.or.kr

(작성기관) 한국농공학회
06130 서울시 강남구 테헤란로 7길 22(역삼동 365-4) 과학기술회관 본관 205호
☎ 02-562-3627 E-mail : j6348h@hanmail.net
http://www.ksae.re.kr

국가건설기준센터
10223 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283(대화동)
☎ 031-910-0444 E-mail : kcsc@kict.re.kr
http://www.kcsc.re.kr

※ 이 책의 내용을 무단전재하거나 복제할 경우 저작권법의 규제를 받게 됩니다.

KDS 67 80 90 : 2018

농업 수질 및 환경 유지관리

2018년 04월 24일 제정
http://www.kcsc.re.kr

농림축산식품부



건설기준 코드 제·개정에 따른 경과 조치

이 코드는 발간 시점부터 이미 시행 중에 있는 설계용역이나 건설공사에 대하여 발주기관의 장이 필요하다고 인정하는 경우 종전에 적용하고 있는 기준을 그대로 사용할 수 있습니다.

건설기준 코드 제·개정 연혁

- 이 기준은 KDS 67 80 90 : 2018 으로 2018년 04월에 제정하였다.
- 이 기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 건설기준 간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.
- 이 기준의 제·개정 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요사항	제·개정 (년. 월)
농업생산기반정비사업 계획설계기준 친환경편	• 농업생산기반정비사업 계획설계기준 친환경편 제정	제정 (2008. 12)
KDS 67 80 90 : 2018	• 국토교통부 고시 제2013-640호의 “건설공사기준 코드체계” 전환에 따른 건설기준을 코드로 정비 • 건설기술진흥법 제44조 및 제44조의 2에 의거하여 중앙건설심의위원회 심의· 의결	제정 (2018. 04)

제 정 : 2018년 04월 24일
심 의 : 중앙건설기술심의위원회
소관부서 : 농림축산식품부 농업기반과
관련단체(작성기관) : 한국농어촌공사(한국농공학회)

개 정 : 년 월 일
자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회

목 차

1. 일반사항 ····· 1
1.1 목적 ····· 1
1.2 적용범위 ····· 1
1.3 참고기준 ····· 1
1.4 용어의 정의 ····· 1
1.5 기호의 정의 ····· 1
2. 조사 및 계획 ····· 1
3. 재료 ····· 1
4. 설계 ····· 1
4.1 저수지의 유지관리 사항 ····· 1
4.2 저수지 수질을 조류(藻類) 발생으로 아는 방법 ····· 4
4.3 저수지의 친환경정비 이후의 유지관리 ····· 4
4.4 용배수로 유지관리의 목적 및 범위 ····· 6
4.5 용배수로 유지관리 현황 ····· 6
4.6 용배수로 유지관리계획 ····· 7
4.7 용배수로 유지관리 내용 ····· 7
4.8 양배수장 유지관리 일반사항 ····· 9
4.9 양배수장 유지관리 계획 ····· 10
4.10 양배수장 유지관리 조직 ····· 11

농업 수질 및 환경 유지관리

1. 일반사항

1.1 목적

· 내용 없음

1.2 적용범위

· 내용 없음

1.3 참고기준

· 농업생산기반정비사업계획 설계기준, 2008 : 친환경편

1.4 용어의 정의

· 내용 없음

1.5 기호의 정의

· 내용 없음

2. 조사 및 계획

· 내용 없음

3. 재료

· 내용 없음

4. 설계

4.1 저수지의 유지관리 사항

(1) 저수지는 만들어지면서부터 오랜 기간 동안 지역주민과 관리부처에 의해 유지관리 되면서 자연적이고 문화적이며 역사적인 시설로서 형성되어왔다. 앞으로도 저수지는 유지관리 계획에

기초하여 시군이나 한국농촌공사를 주체로 지역주민과 시민 등의 참가와 관계기관과의 연대에 의해 적정한 유지관리를 실시하는 것이 중요하다.

(2) 저수지의 모니터링은 유지관리와 환경 학습의 일환으로 실시하고 결과의 객관성 확보라는 관점에서 정기적이고 지속적으로 실시되어야 한다.

(3) 친환경정비를 실시한 이후 유지관리는 매우 중요하다. 사업실시 이후의 유지관리방안을 마련하고 필요에 따라 보수와 보강이 이루어질 수 있도록 그 대책을 마련해야 한다.

4.1.1 유지관리의 계속적인 추진

(1) 저수지는 농업수리시설로서의 기능뿐 아니라 자연적이고 지역의 문화적인 토대에서 만들어진 역사를 지닌 시설이다.

(2) 또한 지역주민의 정서함양과 레저 및 어업생산 장소로서도 유지관리 되고 있다. 한편 용수공급에 따른 수위변동이나 준설 등의 적절한 유지관리(인위적 각반)를 통해 생물의 다양성이 확보되는 등 2차적 자연공간을 형성하고 있다.

(3) 앞으로도 생물의 서식환경을 보전하기 위해 저수지 주변의 쓰레기와 폐기물 등의 불법투기 방지, 정기적인 물빼기와 준설 등의 유지관리가 계속될 수 있도록 시군과 한국농촌공사를 주체로 지역주민 등의 적극적인 참가를 유도하여 유지관리를 정기적으로 실시하고 지역이 하나가 되어 개발과 유지 활동을 실시하는 것이 바람직하다.

4.1.2 풀베기와 쓰레기 줍기 시행과 쓰레기의 불법 투기 방지

(1) 제체 등의 풀베기는 제체나 취수시설로부터의 누수를 발견하여 제체의 안정과 하루지역의 안전을 확보하는 것과 밀접하게 연관되므로 매우 중요하다. 또한 낚시꾼들이 쓰다 버린 낚시줄이나 쓰레기투기는 저수지를 서식처로 하는 생물들에게 치명적인 피해를 줄 수 있다. 특히 낚시줄 등은 새와 물고기 등이 먹이사냥이나 놀이와 휴식을 취할 때 다칠 수 있는 위험요소로 쓰레기와 함께 생물에 위해를 줄 수 있으므로 정기적으로 쓰레기 줍기를 할 필요가 있다.

4.1.3 정기적인 준설과 유역내의 수질오염방지 대책

(1) 저수지 특유의 다양한 생물상은 정기적인 물빼기나 준설 등의 인위적 각반에 의해 유지되며 부영양화 방지에도 관련되므로 생물의 서식환경을 검토한 후 준설 등의 빈도와 횟수를 검토하는 것이 바람직하다. 그러나 우리나라에서는 이러한 준설과 물빼기 작업이 제대로 이루어지고 있지 못한 실정이다. 저수지의 수질오염방지를와 저수량 확보를 위해서는 적극 검토해야 한다. 또한 수질오염을 방지하기 위해 유역내 농지에서의 비료나 농약의 적정한 사용과 축사에서 발생하는 가축분뇨의 처리와 관리에 유의해야 한다.

4.1.4 재래종의 생물보호대책

(1) 저수지와 저수지 주변에 재래종 이외의 식물 등을 도입할 경우는 현재의 생태계에 미치는 영향을 충분히 검토할 필요가 있다. 또한 어류 등에 대해서는 이입종의 구제에 대해서도 검토한

다.

4.1.4.1 재래종의 감소와 삭감 예

(1) 블랙배스나 브루길 등의 방류로 재래종 어류의 감소와 멸종위기
(2) 식용개구리와 거북이, 열대어 등의 방류로 재래종 어류와 생물의 급격한 감소
(3) 질경이 등의 도입에 의한 생태계의 변화

4.1.4.2 이입종의 어류 구제와 확산방지 대책

(1) 재래종의 생물보호를 위해서는 적절한 시기에 저수지 물을 완전히 배출하여 블랙배스 등의 이입종을 구제하는 방법도 생각해야 한다. 또한 저수지 방류를 실시할 때나 유입할 경우는 저수지와 연속체로 구성된 수로, 하천, 호소 등의 환경에 미치는 영향을 충분히 검토하여 실행에 유의한다. 또한 블랙배스나 브루길 등의 이입종이 서식하는 경우 해당종이 확산되지 않도록 유출방지 등 필요한 대책을 검토한다.

4.1.4.3 이입종의 어류 방류, 쓰레기나 폐기물 등의 불법투기 방지 대책

(1) 저수지에서 생물의 서식환경에 크게 영향을 미칠 수 있는 이입종 어류의 대량 방류와 쓰레기 폐기물의 불법투기 등을 방지하기 위하여 필요에 따라 차량의 진입을 규제하는 등의 대책을 검토한다.

4.1.4.4 주민참가의 장으로 활용

(1) 물빼기는 준설과 함께 저수량 확보 기능으로서도 중요하지만 전통행사의 장으로서도 역할을 하기도 한다. 저수지의 물빼기는 지역주민 참가에 의한 이벤트로서 활용하는 것도 가능하다.

4.1.5 모니터링

(1) 자연 생태계의 성립은 복잡하게 구성되어 있어 다양한 검토 결과 선택한 보전대책이 마련된다하더라도 그대로의 효과 발휘와 기대효과는 예측하기 어렵다. 따라서 유지관리와 보전대책 실시후 일정한 기간은 생태계 상황 변화를 모니터링하고 필요에 따라서는 대책의 보정과 대응 실시가 중요하다.
(2) 모니터링 결과는 해당 사업지구의 시공, 유지관리에 반영하고 새로운 계획을 마련하는데도 순차적으로 반영하여 보다 환경과 조화할 수 있도록 배려해 가는 것이 중요하다.
(3) 모니터링 방법은 보전대책의 규모와 영향 정도 지역상황에 따라서 다를 수 있으나 꼭 본 조사에 의해서만이 아니라 지역 활동 (시민단체 활동, 초등학교나 중학교에서의 환경교육 또는 캠프 등)의 일환으로 실시할 수 있는 간이방법으로도 가능할 것이다. 초등학교나 중학교에서의 환경교육의 일환으로 실시되는 물에 대한 이해 프로그램을 운영하여 저수지 등의 홍보와 중요성을 인식시키고 고부가가치 농산물 생산에서의 수질의 중요성 등을 인식할 수 있도록 간단한 모니터링 교육을 실시할 필요성이 있다.

4.2 저수지 수질을 조류(藻類) 발생으로 아는 방법

4.2.1 물의 투명도 측정

(1) 저수지의 투명도 측정을 위한 도구는 세키원판(Sacch Disk) 혹은 투명도 원판이라 불리는 직경 약 30cm의 백색 원판을 사용한다. 세키(Sacch)란 이 판을 연구해 낸 이탈리아의 물리학자이자 천문학자인 그의 이름을 딴 것이다. 측정방법은 현장에서 추와 로프를 매어 판을 배위에서 물속으로 넣는다. 조용히 물속으로 집어넣어 백색판이 보이지 않게 되었을 때의 깊이를 투명도라고 한다.

4.2.2 물의 투시도를 측정

(1) 수질측정을 위한 투시도(透視圖)는 가장 간단한 방법으로는 가늘고 긴 유리관 바닥에 2중의 십자선을 부착하여 이것이 확실하게 보이는 유리관 안의 물의 깊이(cm)를 나타낸다. 유리관 대신에 페트병 등을 사용하여 간단하게 만들어 사용할 수 있을 것이다. 그러나 일반적인 방법은 클로로필-a 조사에 의한다.

(2) 인 농도가 높은 저수지는 여름에 조류가 발생하여 물의 투시도가 현저하게 떨어지는 특징을 보인다.

4.2.3 물의 색을 관찰

(1) 물색이 녹색과 황녹색 띠를 이루는 경우는 조류가 발생하고 있다는 중요한 정보를 제시하는 것이다. 물색의 정확한 판별과 조류발생과의 관계를 파악하고자 하는 경우는 수색계(水色計)의 색 표본을 이용한다. 수색계는 색의 상태를 조금씩 변화시킨 물을 앰플에 봉한 것으로 고유번호가 붙어 있다. 수색계의 색과 저수지 물을 비교하여 비슷한 색조의 앰플 번호를 찾아 기록한다.

(2) 물의 색을 관찰하는 일례로 물 순환이 잘되지 않아 부식질이 많은 저수지의 물색은 일반적으로 갈색으로 나타난다.

4.2.4 pH를 측정

(1) 저수지 물의 pH는 조류의 발생량을 아는 좋은 지표가 된다. pH를 측정하는 계기는 간편하고 저렴한 기기에서부터 다양하게 공급되고 있다.

(2) pH측정결과의 일례로 여름에 녹조가 발생하는 저수지의 경우 pH가 10이 넘는 경우도 있다. 조류 발생하여 왕성하게 광합성작용을 하면 조류에 의한 이산화탄소 소비량이 많아져 물은 알칼리성이 된다.

4.3 저수지의 친환경정비 이후의 유지관리

(1) 친환경정비를 실시한 이후 유지관리는 매우 중요하다. 따라서 사업 계획시 실시사업실시 이

후의 유지관리방안을 마련하고 필요에 따라 보수와 보강이 이루어질 수 있도록 그 대책을 마련해야 한다.

(2) 사업실시 이후에도 환경배려 대책을 실시한 시설 등이 생물의 서식환경과 이동경로(네트워크)의 기능을 충분히 발휘할 수 있도록 하기 위해서는 정비 이후에도 시설의 적절한 유지관리가 중요하다. 또한 지역 환경보전 효과는 지역 전체가 일체가 되어 유지관리 실시를 실시할 수 있도록 사후 유지관리 체계를 마련하는 것이 중요하다. 물관리, 제초 등의 영농활동에도 환경과의 조화를 배려에 힘써 환경배려 대책에 의한 네트워크의 보전과 형성 효과가 높아질 수 있으므로 농가와 지역주민의 협력을 얻어 추진해 가는 것이 중요하다. 이러한 영농활동에 영향이 미치지 않도록 적절한 보수 보강 계획이 필요하다.

4.3.1 모니터링의 진행

(1) 저수지의 환경배려 대책의 효과를 확인하기 위해 시공후에도 지속적으로 모니터링을 실시하고 환경배려 대책의 평가를 실시하는 것이 중요하다.

4.3.1.1 모니터링의 진행방법

(1) 저수지의 환경배려 대책의 효과를 확인하기 위해 시공후에도 지속적인 모니터링을 실시하여 환경배려 대책의 평가를 실시해야 한다. 환경배려대책의 효과 확인을 위해서는 공사전의 조사 결과를 기초로 보전대상생물의 생활사를 충분히 고려하여 모니터링 범위, 방법, 기간을 적절하게 정하고, 대책 전후의 네트워크 상태를 비교할 수 있도록 해야 한다. 이를 위해 모니터링 내용과 사후 보수 보강 계획을을 미리 모니터링 계획으로 정리하고, 시공후에도 네트워크 상태를 지속적으로 모니터링 하는 것이 중요하다.

(2) 또한 시공후 일정 기간 모니터링을 실시한 후 결과를 정리하여 미리 상정한 네트워크가 충분하게 기능을 발휘하는가를 평가하고 평가결과에 기초하여 필요에 따라 시설 수정과 보수 보강을 실시하는 등 순응적 관리를 실시하는 것이 중요하다.

4.3.1.2 모니터링과 보수 보강 계획

(1) 모니터링과 보수 보강 계획 작성은 조사 단계에서 파악한 네트워크 상태를 기초로 전문가의 지도와 조언을 얻어 대상으로 하는 보전대상 생물에 대해 생물종간의 조사 방법, 조사지점 및 조사 빈도를 설정한다.

(2) 모니터링과 보수 보강 계획은 모니터링 결과의 평가와 시설의 수정 등 순응적 관리의 기초가 되는 것을 전제로 작성하며, 지역주민 등이 모니터링에 참가할 수 있게 하고 필요성 등을 쉽게 이해할 수 있도록 배려할 필요가 있다. 모니터링 결과 보수 보강의 필요성이 발생할 경우 보수 보강이 적절히 이루어질 수 있도록 한다.

4.3.2 모니터링 결과의 평가 및 유지관리 등의 피드백

(1) 모니터링과 보수 보강 계획에 기초하여 계속적인 조사를 실시하고 환경배려 대책 효과의 확

인이 가능하도록 결과를 정리한다. 목표에 대한 효과가 불충분할 경우는 계획, 설계 수정 등을 사업에 반영하여 필요에 따라 시설 수정과 보수 보강을 실시하는 등 순응적인 관리를 실시하는 것이 중요하다.

(2) 모니터링 결과와 순응적 관리 결과를 포함한 환경배려 대책의 방법 및 성과에 관한 정보를 정리 취합하여 다음에 실시하는 사업에 대한 대책과 인근 지역에서 실시하는 대책에 계획과 설계에 반영하여 지역 전체의 환경배려 대책의 수준을 향상시키는데 기여할 수 있게 하는 것이 중요하다.

(3) 따라서 친환경 정비는 사업실시만이 아니라 사후 유지관리가 무엇보다 중요하다. 친환경정비 사업을 실시한 이후에 지속적이고 체계적인 유지관리 체계를 마련하여 환경에 대한 배려대책이 제대로 기능과 역할을 하고 있는지에 대한 지속적인 모니터링과 문제점 해결을 대책을 마련해 유사한 사업에 반영해 갈 필요가 있다.

4.4 용배수로 유지관리의 목적 및 범위

(1) 친환경적 용 · 배수로의 유지관리는 정기적 유지관리와 비정기적 유지관리로 구분하여 계획을 수립한다.

(2) 친환경적 수로정비가 이루어진 용 · 배수로에서 이 · 치수 기능과 조화를 이루면서 수로환경 기능을 확보하고 보전해 나가기 위해서는 장기적이고 종합적인 유지 및 관리가 이루어 지도록 하여야 한다.

(3) 인위적으로 조성된 수로가 본연의 기능을 수행할 수 있을때 까지는 일정기간이 필요하며, 그 기간 안에 발생한 여러 가지 방해물은 적절히 제거하고 파괴된 곳은 보수하여야 한다. 이와 같은 수로 관리를 환경 친화적 수로의 유지관리라 하며 유지관리는 수로계획 및 설계에 반영하여야 한다.

(4) 유지관리의 공간적 범위는 저수로를 비롯한 수변, 제방 및 시설물이며, 기능적 관리범위는 수리적 안정성, 생태적 기능성, 자연적 경관성 및 공간적 이용을 포함한다. 유지관리는 일의 내용에 따라서 다음과 같이 정기적 유지관리와 비정기적 유지관리로 구분할 수 있다.

① 정기적 유지관리: 제초, 토사제거, 수목전정

② 비정기적 유지관리: 예기치 못한 침식 또는 퇴적으로 이 · 치수상의 문제가 발생한 경우, 시설물이 파괴된 경우, 기타 친환경 수로에 유리하지 못한 현상이 나타난 경우

4.5 용배수로 유지관리 현황

(1) 농업생산 기반시설은 한국농촌공사 관리시설과 지방자치단체 관리시설로 이원화되어 있다. 한국농촌공사 관리시설은 1999년까지는 농지개량조합에서 관리를 하였으나 2000년 1월 농지개량조합, 농지개량조합연합회, 농어촌진흥공사 3개 기관이 통합하여 농업기반공사가 출범(현재 한국농촌공사)하면서 104개 농지개량조합에서 관리하던 시설이 농업기반공사로 일원화되었으며, 지방자치단체 관리시설은 시장과 군수가 관리하고 있다.

(2) 관리기관별 시설관리현황을 살펴보면 한국농촌공사는 전체 수리시설 62,936개수 중 11,707

개소(19%)를 관리하고 있으며 전국 총 관개면적 812,870ha의 62%인 505,788ha를 관개하고 있으며, 지방자치단체는 51,299개소(81%)로 307,082ha를 관개하고 있다.

(3) 이는 지방자치단체 관리시설이 시설물의 규모와 시설물별 수혜면적이 비교적 작다는 것을 보여주고 있다.

(4) 친환경적 수로정비의 최종목표는 수로가 스스로 발전할 수 있도록 하여 수고가 제 기능을 갖게 하는데 큰 의의가 있다. 그러나 인위적으로 조성된 친환경적 수로가 스스로 발전할 수 있을 때까지는 일정기간이 필요하며 그 기간 안에 발생한 여러 가지 적절히 제거하거나 파괴된 곳은 보수하여야 한다. 이와 같은 수로 돌봐주기를 지관리라 하며 유지관리계획은 수로설계상에서 반드시 포함되어야 한다.

(5) 유지관리의 공간적 범위는 저수로를 비롯한 호안 제방 및 시설물이며 기능적 관리범위는 수리적 안전성, 생태적 기능성, 자연적 경관성 및 공간적 이용성을 포함한다. 유지관리는 일 의 내용에 따라서 다음과 같이 규칙적인 유지관리와 불규칙적인 유지관리로 분류할 수 있다.

① 규칙적인 유지관리: 제초 및 예초, 유사제거, 수목전정

② 불규칙적인 유지관리 : 예기치 못한 침식 또는 퇴적으로 치수상의 문제가 발생한 경우, 시설물이 파괴된 경우, 기타 친환경적 수로발전에 유리하지 못한 현상이 나타난 경우

4.6 용배수로 유지관리계획

4.6.1 저수로

(1) 저수로내의 유속이 느린 구간에는 여러 가지 수중식물, 조류 및 생물들이 번식하며 때로는 수중식물체들이 유속을 방해하는 경우가 있다. 생장하는 수생식물은 수질을 정화하는 기능을 하지만, 죽은 식물체가 분해되면 수질이 악화될 수 있다. 따라서 너무 많은 양의 수중식물체가 출현하였을 경우 대비하여 년 1회 또는 2회 일정구간에 대해 제초계획을 수립할 필요가 있다.

4.6.2 제방

(1) 제방은 홍수를 막기 위해 만든 중요한 치수안전을 위한 시설물로서 규칙적인 관찰 계획을 수립하여 훼손된 곳이 방치되지 않도록 한다. 제방의 특성, 즉 재료의 종류에 따라 유지관리가 다르므로 이에 적합한 계획이 수립되어야 한다. 예를 들면 다년생 초본류로 제방을 설계한 경우 특히 피복율과 토양다짐을 위해 1년에 두 차례의 예초계획이 수립되어야 한다면 환경호안블록을 이용한 경우는 년 1회의 예초로 가능하다.

4.7 용배수로 유지관리 내용

(1) 친환경적 용 · 배수로의 유지관리 내용은 수로, 제방 및 기타 시설물로 구분하여 유지관리계획을 수립한다.

4.7.1 수로

4.7.1.1 제초계획 수립

(1) 저수로내의 유속이 느린 구간에는 여러 가지 수생식물, 조류(alage) 및 생물들이 번식하며 때로는 수중생물들이 유속을 방해하는 경우가 있다. 또한 죽은 식물들이 완전히 분해되지 못하게 되면 수질을 악화시키는 요인이 된다. 따라서 너무 많은 양의 수생식물이 출현하였을 경우를 대비하여 년 1~2회 일정구간에 대해 제초계획을 수립할 필요가 있다.

4.7.1.2 수로준설계획 수립

(1) 다양한 원인에 의해 발생되는 수로내 토사를 처리할 수 있는 방안을 강구한 후, 인력 및 기계를 이용한 수로준설계획을 수립한다.

4.7.2 제방

(1) 제방은 침수피해를 막기 위해 만든 중요한 시설물로서 지속적인 관찰계획을 수립하여 훼손된 곳이 방치되지 않도록 한다. 제방의 특성, 즉 재료의 종류에 따라 유지관리가 다르므로 이에 적합한 계획이 수립되어야 한다.

4.7.3 기타 시설물

(1) 해당 수로시설물의 내구연한 등을 고려하여 수로시설물의 유지관리를 위한 규칙적인 점검계획을 수립한다.

4.7.4 모니터링

(1) 자연생태계의 성립은 복잡하기 때문에, 다양한 검토의 결과로서 선택한 보전 대책이 상정한 대로의 효과를 발휘하는가는 예측하기 어렵다. 이 때문에 보전 대책의 실시 후 일정한 기간은 생태계의 상황에 관하여 모니터링 조사를 실시하고, 필요에 따라 대책의 수정 대응을 실시하는게 중요하다. 또, 모니터링은 유지 관리의 일환으로서 행한 것을 원칙으로 하여, 결과의 객관성을 확보하는 관점에서, 정기적 · 계속적인 실시가 바람직하다.

(2) 가. 자연생태계는 다양한 환경 요소를 필요로 하는 다양한 생물종의 상호로 관계로 이루어지고 복잡한 구조를 갖고 있다. 이 때문에, 사전 검토 결과에서는 최선의 보전 대책을 강구하였다고 하여도, 예기치 않은 생태계의 변화나 감퇴를 일으키는 일도 있을 수 있다. 이것은, 생태계 보전 대책에 관계된 식견의 부족뿐만 아니라 생태계가 성립되고 복잡함 그 자체에 기인한 문제이다. 이 때문에 보전 대책을 실시하는 경우에는 그 후의 생태계의 회복상황 등을 계속적으로 모니터링 함으로써 미티게이션 5 원칙 등을 염두에 둔 보전 대책의 효과의 발휘 상황을 파악함과 동시에, 보전 대책의 수정을 행하는 것이 적절한 경우에는 수시로 수정을 행한다고 한 적응형 관리(adaptive management)를 하는 것이 바람직하다.

(3) 나. 모니터링 결과는 해당 사업 지구의 시공, 유지 관리에 반영되는 동시에, 새로운 계획 책정대로 순차적으로 반영될 필요가 있다. 그 반복에 의해 바람직한 환경과의 조화에 배려한 대략의 실시가 지원되는 것이 된다.

(4) 다. 모니터링의 방법은, 보전 대책의 규모나 영향의 정도, 지역의 상황에 의하여 사정이 다르

지만 반드시 본격적인 조사에 의한 것이 아니고 지역 활동(시민 단체 활동, 초 · 중 고등학교에서의 환경 교육 등)의 일환으로서 관리를 하는 것도 가능하다.

4.8 양배수장 유지관리 일반사항

(1) 펌프의 운전목적을 달성할 수 있도록 각 설비기능을 정상으로 유지하고 운전관리를 안전하고 경제적으로 하기 위해 모든 설비의 성능과 특성, 운전조건 등을 검토하여 적절하게 운전관리 계획과 유지관리 계획을 세워 운영 관리하여야 한다.

(2) 양 · 배수장을 설계할 때는 미리 양 · 배수장 완성 후에 해야 할 운전관리와 유지관리의 개요를 파악해 두었다가 운전조작 용이성과 유지관리 경제성 등을 고려하여 관리측면에서 필요하다고 생각되는 설비계획조건에 적합한 설비설계를 해야 한다. 또한 한편으로 양 · 배수장의 시설 능력을 최대한으로 발휘시켜서 가장 효율적으로 펌프 운전의 목적을 달성시키자면 각 설비의 기능을 항상 양호한 상태로 유지하고 제설비의 성능 특성과 운전 조건 등에 부합된 적절한 운전관리를 하는 것이 매우 중요하다.

(3) 운전관리 및 유지관리에 관한 계획과 규정에 대해서는 사업의 실시 단계에 따라 ① 양 · 배수장 건설사업의 계획단계에서 농업생산기반정비 사업계획서에 수록된 예정관리 방법 등, ② 완성후의 관리사업을 위하여 농업생산기반정비 사업계획서에 수록할 유지관리 사업계획서, ③ 또한 관리사업의 실시 세목을 규정하는 관리 규정, 조작 규정, 보안 규정 등을 정해서 적절하게 운영관리 하여야 한다.

4.8.1 관리규정

(1) 적정한 관리를 기하기 위하여 관리사업의 실시세목을 규정하는 관리규정 등은 용배수계통 전체의 물 관리에서 발휘되는 각 양 · 배수장의 기능, 특성 등의 실정에 따라 다음과 같은 사항에 대하여 규정을 정한다.

4.8.1.1 관리규정

(1) 관리체제를 명확하게 하고 펌프장의 물 관리조직이 계획된 기능을 충분히 발휘할 수 있도록 운전관리규정을 작성하여 규칙적인 운용을 해야 한다. 관리규정에 포함될 사항은 다음과 같다.

① 관리목적 및 대상시설
② 관리자 및 관리체제(관리운영위원회 등)
③ 운전목표 및 운전제어방법
④ 평상시의 관리(유지보완, 관측조사, 운전관리기록)
⑤ 이상시의 관리(홍수시 , 한발시 등의 체제와 조치)
⑥ 점검정리

4.8.1.2 조작규정

(1) 운전제어에 필요한 정보를 수집하고, 판단하여 기계를 조작하는 방법에 관한 규정을 작성하여 원활하게 조작을 할 수 있게 하는 것이다. 조작규정에 포함될 사항은 다음과 같다.
① 조작목적 및 대상시설
② 제어목적 및 운전조작방법
③ 조작인의 배치
④ 평상시의 조작(조작순서, 조작방법)
⑤ 이상시의 조작(홍수시, 한발시 등의 경계체제와 조작)
⑥ 점검정비

4.8.1.3 보안규정

(1) 전기사업법의 규정에 따라서 양 · 배수장의 전기공작물의 공사, 유지 및 운용에 관한 보안에 대해서 필요한 사항을 정하는 것이다. 보안규정에 포함될 사항은 다음과 같다.
① 목적 및 적용범위(책임분계점, 적용전기공작물)
② 보안관리조직(관리자, 전기주임기술자, 종사자)
③ 보안교육 및 훈련
④ 공사(계획, 공사의 실시)
⑤ 유지(순찰, 점검, 측정, 재해대책)
⑥ 기록 및 정비(기록 위험의 표시)

4.8.2 운전관리계획

(1) 양 · 배수장의 운전관리계획은 용 · 배수계통에서 펌프장을 설치하는 목적과 기능등에 대해서 충분히 이해한 다음 물 관리조직, 양 · 배수장내 제설비의 성능특성, 운전조건 등을 종합적으로 검토하여 안전하고 경제적인 계획을 세워 관리해야 한다. 일반적으로 용수펌프의 경우는 물 수요에 대응하는 용수를 확실하게 또한 효율적으로 송수하며, 배수펌프의 경우는 배수를 빠르고 안전하게 경제적으로 배제해야 한다. 따라서 수리상황 등에 상응하는 운전조작 개시, 정지시간 및 수위 설정과 소요 양 · 배수량의 변동에 대응한 펌프대수, 제어 등을 골자로 하는 운전관리계획을 세워야 하는데 이때 다음 사항을 밝혀 두어야 한다.
① 계획년, 평년의 기별용수량과 송수방법(송수시간 등)
② 평상시 및 홍수시 기별 또는 빈도별 배수량과 그 배수방법(자연배수와의 병용 등)
③ 운전관리에서 목료로 하는 내수위 또는 우량 등의 기준점과 그 수위 또는 우량
④ 양수량 변동에 대응한 펌프대수제어, 회전수제어 등의 운전제어방법
⑤ 펌프, 원동기, 게이트, 밸브 등의 운전 순서와 각 기계의 조작요령
⑥ 한발시, 홍수시 등 이상시의 대응과 배치

4.9 양배수장 유지관리 계획

(1) 펌프장의 유지관리계획은 펌프시설 등을 항상 양호한 상태로 유지하기 위한 것으로, 적절한

관리체제와 보수점검계획을 세워 각각 적절하게 운영하여야하며, 연중 생태계 유지수량의 확보와 생활용 폐수의 유입방지 대책 등을 수립 관리하여야 한다.

4.9.1 관리체제

(1) 관리체제는 펌프설비와 지역 전체의 용 · 배수 계통과 다른 유역 등에 미치는 영향 등을 충분히 고려하여 검토한다. 특히 홍수시의 체제에 대해 충분한 안전대책을 세울 필요가 있다. 보통 관리체제의 검토에는 다음 사항에 유의한다.

① 지휘·명령 계통의 통일

② 기동성 있는 체제

③ 관리기술자는 지역을 숙지하고 전문적 지식을 가진다.

④ 말단까지 물 정보를 신속하게 전달하기 위한 체제

4.9.2 유지 · 점검계획

(1) 펌프의 유지·점검이 불충분하여 고장이 나면 원활한 운영이 곤란하고, 재해 시에 이런 사태가 발생하면 시설뿐만 아니라 농지, 농작물에도 큰 피해를 줄 수 있으므로 펌프 기기와 기타 시설에 대해 충분한 보수점검 계획을 세워 상시 관리하는 동시에, 부유물·퇴사상황 등 주변 감시를 하고 펌프장 기능을 항상 양호한 상태로 유지하며 그 보전에 노력해야 한다.

4.10 양배수장 유지관리 조직

(1) 양 · 배수장 관리에는 당해 양 · 배수장의 관리를 위한 조직을 설치하고 양 · 배수의 기본 방침, 펌프 운전계획, 홍수시의 조치 등을 정해야 한다.

(2) 농업생산기반정비사업에 의해 조성된 양 · 배수장 관리의 수탁자는 양 · 배수장의 조작 운영에 있어서 관리 위탁 협정서 및 동 협정서에 첨부되는 관리방법에 정해진 사항, 전기사업법 등 관계 법령 및 하천법에 의한 협의시의 조건 등을 준수함은 물론이고 수혜지역에는 비 농지가 포함되는 경우도 있으므로 개개의 시설 마다 재해시의 대책 또는 환경에 대한 배려 등이 필요한 경우가 많다. 따라서 시설을 안전하고도 적정하게 유지관리하기 위해서는 개개의 양 · 배수장의 실정에 합당한 구체적인 관리조직, 관리방법 및 비상사태에 대한 조치 등을 정한 관리규정 등을 정해두는 것이 바람직하다.

4.10.1 관리에 관한 위원회

(1) 양 · 배수장을 포함해서 농업생산기반정비시설을 관리하는 한국농촌공사는 관리에 관한 위원회, 예를 들어 관리운영위원회라든가 용·배수조정위원회 등을 설치해서 관리에 관한 기본사항에 대해 이 위원회를 중심으로 심의를 하고 중요한 사항은 자문위원회를 구성하여 자문을 구하고 동시에 지역 주민에 대해서도 홍보를 해둘 필요가 있다.

4.10.2 관리 책임자

(1) 양 · 배수장 등의 기간시설을 관리하는 한국농촌공사는 규약에 정한 바에 따라 관리책임자를 배치하여 관리운영위원회 등의 지침을 바탕으로 관리체제를 확립하고 직원이 일체가 되어 관리할 수 있는 체제 정비를 도모할 필요가 있다.

4.10.3 관리운영 협의회

(1) 양 · 배수장의 수혜지역에는 농지 이외의 지역도 포함되는 경우가 있어 재해시에는 양 · 배수장의 조작 여하에 따라 지역에 미치는 영향도 크기 때문에 관련자치단체 등을 포함하는 관리조직으로서 수혜지역 관계 시, 군, 면, 경찰서, 소방서 및 관련단체들로 구성하는 관리운영협의회와 같은 조직을 설치해서 비율부담의 조정, 펌프운전계획의 결정, 이상사태에 대한 대응책 및 생활용 폐수 유입방지 대책 등을 협의하는 등 관리자 이외의 협력 체제를 강화한다.

집필위원	분야	성명	소속	직급
	관개배수	김선주	한국농공학회	교수
	농업환경	박종화	한국농공학회	교수
	토질공학	유 찬	한국농공학회	교수
	구조재료	박찬기	한국농공학회	교수
	수자원정보	권형중	한국농공학회	책임연구원

자문위원	분야	성명	소속
	농촌계획	손재권	전북대학교
	수자원공학	윤광식	전남대학교
	지역계획	김기성	강원대학교
	수자원공학	노재경	충남대학교
	농지공학	최경숙	경북대학교
	관개배수	최진용	서울대학교

건설기준위원회	분야	성명	소속
	총괄	한준희	농림축산식품부
	농업용댐	오수훈	한국농어촌공사
	농지관개	박재수	농림축산식품부
	농지배수	송창섭	충북대학교
	용배수로	정민철	한국농어촌공사
	농도	조재홍	한국농어촌공사 본사
	개간	백원진	전남대학교
	농지관개	이현우	경북대학교
	농지배수	남상운	충남대학교
	취입보	김선주	건국대학교
	양배수장	정상옥	경북대학교
	경지정리	유 찬	경상대학교
	농업용관수로	박태선	한국농어촌공사 본사
	농업용댐	손재권	전북대학교
	농지배수	김정호	다산컨설턴트
	농지보전	박종화	충북대학교
	농업용댐	김성준	건국대학교
	해면간척	박찬기	공주대학교
	농업수질및환경	이희억	한국농어촌공사 본사
	취입보	박진현	한국농어촌공사 본사

중앙건설기술심의위원회	성명	소속
	이태옥	평화엔지니어링
	성배경	건설교통신기술협회
	김영환	한국시설안전공단
	김영근	건화
	조의섭	동부엔지니어링
	김영숙	국민대학교
	이상덕	아주대학교

농림축산식품부	성명	소속	직책
	한준희	농업기반과	과장
	박재수	농업기반과	서기관

설계기준
KDS 67 80 90 : 2018

농업 수질 및 환경 유지관리

2018년 04월 24일 발행

농림축산식품부

관련단체 한국농어촌공사
58217 전라남도 나주시 그린로 20(빛가람동 358) 한국농어촌공사
☎ 061-338-5114 E-mail : webmaster@ekr.or.kr
http://www.ekr.or.kr

(작성기관) 한국농공학회
06130 서울시 강남구 테헤란로 7길 22(역삼동 365-4) 과학기술회관 본관 205호
☎ 02-562-3627 E-mail : j6348h@hanmail.net
http://www.ksae.re.kr

국가건설기준센터
10223 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283(대화동)
☎ 031-910-0444 E-mail : kcsc@kict.re.kr
http://www.kcsc.re.kr

※ 이 책의 내용을 무단전재하거나 복제할 경우 저작권법의 규제를 받게 됩니다.