

KDS 67 65 30 : 2018

해면간척 용배수 설계

2018년 04월 24일 제정

<http://www.kcsc.re.kr>





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 그대
로 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 방제공편 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	<ul style="list-style-type: none">• 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

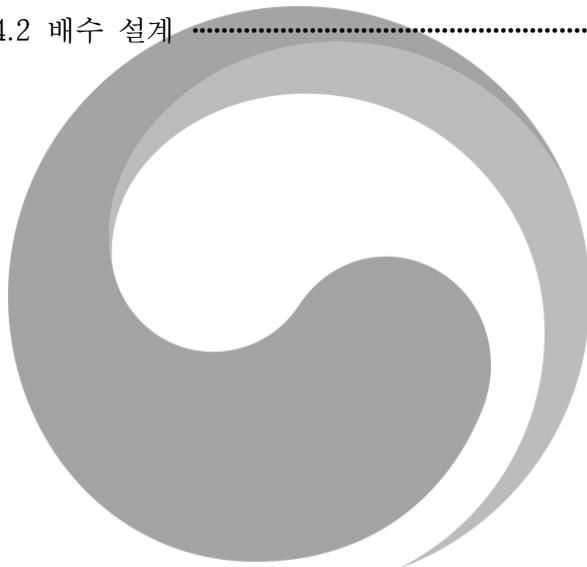
관련단체(작성기관) : 한국농어촌공사(한국농공학회)

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 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 이 수적인 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 토지이용 계획에 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.

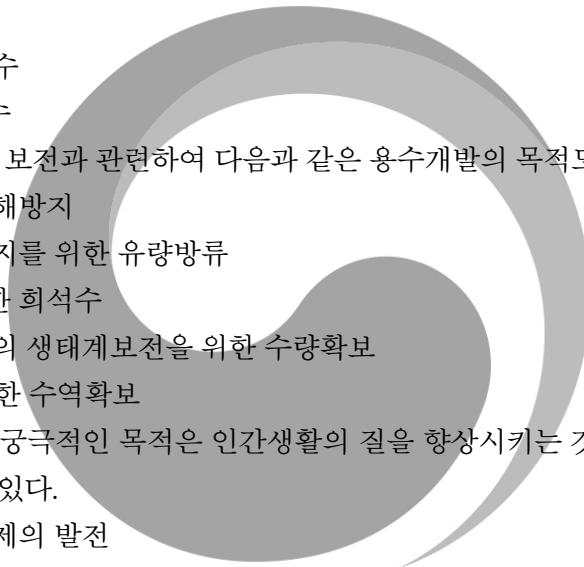
4.1.2 용수개발계획

- (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 필요 유량의 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 수역화보
- (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

해면간척 용수개발 계획

- (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 확대 하도록 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 간접유역으로부터 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 관개조직으로부터 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 기준의 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

해면간척 용배수 설계

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 $21.1 \text{ m}^3/\text{일}/1,000 \text{ m}^2$ 이고 농공지구의 경우 일반 공단보다 적은 $14.7 \text{ m}^3/\text{일}/1,000 \text{ m}^2$ 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 t 당 140천 m^3 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 배놀이, 낚시 또는 수영 등의 위락 시설로서 담수호를 이용하려면 일정 수위를 유지하고 있어야 한다. 이런 의미에서 관광·위락 용수는 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 자연 상태 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 행하여져야 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 회생시켜서는 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

해면간척 용배수 설계

- (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 漸 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 물넓이 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, 물 관리방식, 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

해면간척 용배수 설계

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(필수수량)
- 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. 이 때 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 캐리오버(carry over)방법이 있다.
- (2) 담수호에서 확보해야 할 필요저수량은 통상 담수호를 모의 조작해 볼으로서 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, t 일의 저수량 S_t 는 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 : t 일의 지표수유입량($m^3/일$), U_t : 지하수 유입량($m^3/일$)

P_t : 수면상 강수량($m^3/일$: 강우량x수면적), R_t : 양수장에 의한 용수공급량($m^3/일$)

O_t : 배수문에 의한 잉여수 배제량($m^3/일$), E_t : 수면증발량($m^3/일$:증발량x수면적)

G_t : 지중침투손실량($m^3/일$), D_t : 배수문 및 방조제 누수량($m^3/일$)

② 기간필요저수량

기간필요저수량이란 물수지 계산기간별 저수해야 될 수량을 말한다. 즉, 일별로 물수지계산을 하였을 경우 하루 동안의 유입요소의 합에서 유출요소의 합을 뺀을 경우 그 결과가 “+”이면 잉여수량이 되고 “-”이면 이 값이 당일의 필요저수량이 된다. 계산간격이 10일 또는 월의 경우도 동일하다.

③ 연최대필요저수량

기간 필요저수량을 앞에서 제시한 물수지식에 따라 전기간의 저수량 즉 $t-1$ 일의 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.

연최대 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

해면간척 용배수 설계

하는 것이다. 이는 앞에서 구한 년최대 필요저수량의 시계별 자료를 빙도 분석함으로서 해결된다.

한편 이렇게 빙도분석된 10년 빙도의 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 요구되는 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 깊은 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 여기에서 수학적 접근방법과 수리학적 접근방법에 대하여 연구한다.

(2) 수학적 접근방법

과거의 담수화과정에 대한 경험적 요소를 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(奥田)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/m^3), $C2$: 염수층의 염도 또는 초기의 해수의 염도(tf/m^3)

CI : 하천유입수의 염도(tf/m^3), Q : 하천의 유입량(m^3/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.

$$\text{호의 증발량} = \text{일계기 증발량} \times \text{호수의 표면적} \times 0.7$$

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 계산 한다.

$$EPS = 0.0291 (HI - HS)$$

여기서, HI : 담수호수위(m)

HS : 외조위(m)

수두차, $DH = HI - (HS + EPS)$ 이다.

나. 제염암거 배제량(QC) 계산은 다음 식에 의한다.

$$FD = \frac{2gN^2}{R^{1/3}}$$

$$\bar{V} = \sqrt{\frac{2g \times DH}{FD \times \frac{CL}{R} + 1.5}}$$

$$QC = A \times \bar{V}$$

여기서, FD : 마찰손실계수, g : 중력가속도($9.8\text{m}/\text{s}^2$), N : 조도계수

R : 윤변(m), \bar{V} : 유속(m/sec), CL : 제염암거의 연장(m), A : 제염암거단면적(m^2)

다. 제염펌프의 배수량

제염펌프의 배수량은 담수호의 유입량, 제염효과에 따라 그 규모를 정한다.

라. 제염암거 및 제염펌프의 효율

해면간척 용배수 설계

제염암거 및 제염펌프의 제염효율에 대한 실험결과에 의하면 0.89~0.80정도 이다.

마. 제염암거 및 제염펌프의 제염효율변화

⑥ 해수염분화산율

해수염분화산율은 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 흘입되는 염분화산속도(VK) 담수호의 실험결과를 이용하는 것이 보통이며 평균적인 실험결과치는 $VK = 10^{-8} m/sec$ 이다.

⑧ 풍량에 의한 흘입속도(VKW)

풍량에 의한 염수층에서 담수층으로의 흘입속도는 풍속, 대안길이, 수심, 및 담수층의 깊이에 따라 다르다.

⑨ 호저토로 부터의 염분화산 속도(VSD)

호저토에서의 염분화산속도(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 크지 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(m^3/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 방조제 끝막이후 배수문 및 제염시설을 통하여 유입 하천수 및 염수층의 염수를

해면간척 용배수 설계

배제시킴으로서 호내의 담수총 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 담수총의 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 둑어서 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 담수총이 얇어지고 이 총의 염도도 증가하여 동시에 염수총이 상승하게 된다. 이때에 내부경계층의 이동상황을 고려하여 양수장에 설치된 양수기의 흡입부의 위치 등을 설계 계획시 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 따른 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 대상범위 별 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

논의 높이	배수방식
상하현 평균면조위 이상일때	자연배수
상하현 평균조위와 삭망평균면조위와의 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 비용편의 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 합이 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

해면간척 용배수 설계

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 담의 지하수위의 저하에 소요되는 시간 이내에 담수호나 조유지의 상시수위가 되도록 함이 좋다.

③ 계획기준외수위

설계홍수량을 지구외로 배수시의 외수위(조위)조건은 관측치에 의한 조화 분석에 따라 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 수로구간상호의 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 평坦하거나, 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 지반고 보다 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 준하여 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 기준하여 지형 유지관리, 배수지의 중요도, 홍수지속시간, 축제재료 등에 따라 둑마루 나비는 증가될 수 있으나 최소 3.0m 이상으로 해야 한다.

해면간척 용배수 설계

〈표 4.2-2〉 계획홍수량에 따른 득마루폭

계획홍수량 (m^3/s)	득마루폭 (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 너비는 2~3m로 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 (활)
돌 쌓기	찰쌓기	3이상 5미만	0.5 0.3
	메쌓기	3미만	1.0
석재 피복	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

해면간척 용배수 설계

횡단시설 또는 간척지 외곽시설의 통수설비로서 통수단면이 비교적 큰 것을 수문(일반적으로 경간이 3.0m 이상)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 필수요량, 조석, 산업구조 및 농업경영 등을 고려하여 자연배제 또는 기계배제의 배수방식을 택해야 한다.
- (2) 내수위는 개설 배후지와 간척지 내부개답의 최저 담면을 기준으로 하여 허용 담수위가 계획 담수 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 기존 지역의 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 선정도록 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 불임 배수로 공사비가 과대하지 않도록 한다.
- 다. 불임배수로 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 지장을 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 배제유 속에 의한 기초지반침식, 세굴이 구체 안전상 위험 요소가 없도록 수로 바닥보호용, 정 수지 등 감세공을 계획하여야 하며, 계산만으로 불확실한 경우는 수리모형시험을 거쳐 처리해야 한다.
- 다. 지형여건상 연약지반에 계획될 경우 기초지반을 시추조사와 토질조사를 하여 가능한 한 암반이 얇고 넓게 분포된 구간을 선정하여 확대기초, 말뚝, 지수판등 기초처리 비용 이 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 수의지구의 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 인명피해 와 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 방수 제 계획을 수립하는 것이 효과적이다.
- ② 방수제 계획시 홍수위가 기설배후지 침수피해를 주지 않도록 배수곡선, 부등류, 부정류법 등으로 홍수추적 검토가 필요하다.

해면간척 용배수 설계

(3) 관리수위

댐의 상시 만수위와 유사한 수위이며 평상시 배후의 유입수량과 외조위 조건에 따라 문비개 폐 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 여건 상 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 고려 해야 한다.
- ⑤ 담수호내 제염시설(저충배수) 설치 유무에서 결정되는 담수총 내용적이 필요저수량 이상 되게 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.마3항의 값을 취하

는 것으로 한다.

③ 즉, 우리나라 내진설계기준은 ATC-3-06의 방법을 기준으로 하여 1986년도 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 계획 기준허용수위와 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 고려 하되 관수 면적의 대소를 판단하여 방수제계획과 기계배수 계획의 타당성이 검토되어야 한다.
 - ③ 답작을 기준으로 할 때 최저답면에 30cm를 더한 높이를 허용 담수심으로 볼 수 있으며 허용 담수위를 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 30~50cm 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 50cm 이상 깊게 유지하도록 농지를 조성해야 하며 이에 따른 관리수위의 타당성이 검토되어야 한다.
 - ⑥ 수리계산은 농업생산기반정비사업계획설계기준 “농지배수편”계획배수편(KDS 67 45 20)

해면간척 용배수 설계

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 계획 기준 이내가 되는 단면을 정한다.

(5) 문비높이와 지수방법

지수방법에 따라 문비 높이가 결정되며, 3방지수방법과 4방지수방법이 있다. 3방지수는 지수 벽이 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 3방지수방법을 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(slue 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 연주수가 줄어지므로 수리조건이 좋아져 효과적인 홍수배제를 할 수 있다.
- ⑦ 문비 고장시 홍수배제에 위험률이 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 있다. 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 구조물을 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

해면간척 용배수 설계

하여 유속을 서서히 감소시켜 흐르도록 해야 한다.

가. 도수장

문비개방시 통과유량에 의한 도수장은 실측 또는 수리모형 시험에 의하여 정하는 것이 좋으나 수리계산에 의한 추정방법은 블라이(Bligh)식, 스메타나(Smetana)식 및 아산 배수문에서 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 감세 공 규정을 따른다.

(12) 수문

① 수문비

수문비는 강제를 주요 부재로 하며 일반적으로 扇體(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 한지형식 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 Gate), 장경간 로울러 게이트, 마이터 게이트(Mitre Gate), 플랩 게이트(Flap Gate), 바이서 게이트(Visor Gate) 및 진도 게이트(Bottom 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 해축에 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 원치식: 중형 수문비 및 대형 수문비에 널리 사용된다.
- 나. 스픬들시 및 랙식: 소형 수문비(10m^2 이하)에 적합하다. 또한 대형 수문비(50m^2 이상)이상 도는 고양정(수두 25m 이상)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(counter weight) 등을 이용해서 개폐하는 수문비의 경우에는 부력으로 비체기 진동하지 않도록 하는 대책도 필요하다.

수동설비의 경우 인력권상(捲上)능력은 10kg 이하로 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 $0.3\sim0.5\text{m/min}$ 정도로 한다.

다만 자동제어 또는 기타 장치의 개폐속도는 0.1m/min 정도이고, 통선문 등에서는 $1.0\sim5.0\text{m/min}$ 정도로 한다. 또 전도게이트 등으로 유량조절을 할 경우 개폐속도는 $10\sim20\text{분}$ 정도로 한다.

해면간척 용배수 설계

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 1.5m 이상의 여유가 필요하다. 다만 월류수심이 2.5m이하에 있어서는 1.0 이상으로 한다.

⑪ 예비동력설비

- 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.
- 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

- 재료를 사용할 경우 검사, 시험 및 제조의 방법에 대해서 강재의 검사통칙(KSD0001) 및 비철금속재료의 검사통칙(KSD0002)을 준용한다.
- 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

- 수로식 어도

- (가) 평면식 어도 : 통수만을 하는 원시적인 수로이며, 단순통선문, 댐의 개구, 제염암 거 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.(주 이용어종: 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 : 뱃장어, 참개유생)

나. 엘리베이터식 어도

일종의 트랩식 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

해면간척 용배수 설계

- 다. 모든 어종체장에 적합한 구조일 것
- 라. 어류순상이나 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 운항가능도록 하는 시설로서 지구내 배후지의 이용 상황이나 육상교통조건 등과 앞으로의 계획을 충분히 고려하여 계획되어야 한다.

4.2.3.6 가물막이 및 불임 배수로

(1) 가물막이

수중 또는 흙틀에 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, 계획 단면은 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, 2열 강널말뚝 및 셀(cell)형 강널말뚝으로 분류될 수 있다. 일반적으로 재료의 구들이 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, 평균해면과 이하부위는 시공중 파랑에 의한 침식과 사면보호공과의 관계를 고려하여 적정기울기가 되도록 하는 것이 좋다.

(2) 붙임배수로

- ① 붙임배수로는 배수문을 기준으로 内(潮)側과 外(海)측 배수로로 구분될 수 있다. 내외측 배수로 단면은 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 10cm이내가 되도록 부정류법 등으로 수면 변화를 검토하여 단면을 정하면 좋으나 수로장이 길고 지구여건이 나쁜 경우 20cm를 초과하지 않도록 계획하는 것이 좋다.
- ③ 외(해)측 배수로는 조위와 배수(갑)문 문비지점의 계산외수위와의 차를 내측배수로와 동일 조건으로 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

해면간척 용배수 설계

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 수의 구역내에 담수하지 말고 수의 구역내에서 빨리 배수할 수 있도록 계획한다. 다만, 수의 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 계획 기준외수위 아래에서 정상적으로 수의구역 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 수의구역내의 가장 낮은 경지면(답)표고로 정한다. 단, 수의구역 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 따라 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($\pm 5\text{cm}$)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 계획임거배수량은 평균 10~50mm/일가 된다.

(5) 지하수위 및 지하수위 저하속도

- ① 지하수위와 작물생육과의 관계, 지내력과의 관계, 토양상태와의 관계는 농업생산기반정비 사업계획설계기준 “농지배수편” (KDS 67 45 20 : 2015)을 참조한다.

4.2.4.4 배수로

(1) 노선선정

배수로선의 배치를 배수구의 위치는 기술적으로 가능한 몇가지 안을 세워서 수의구역내외의 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 절도 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.

해면간척 용배수 설계

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 퍼크 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, 홍수시 배수의 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 평상시 배수의 수면을 추적하여 그 배수곡선이 설계수위를 초과하지 않음을 확인하고 이에 따라, 수로바닥 높이의 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 값을 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. 수로 기울기는 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 수의구역의 지형, 배수로선의 배치 배수구의 위치로부터 허용 최대 유속 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 만ning 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.

해면간척 용배수 설계

- 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 수위 급강하에 의한 영향, 응설 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	전국대학교
	양배수장	정상옥	경북대학교
	경지정리	유찬	경상대학교
	농업용관수로	박태선	한국농어촌공사 본사
	농업용댐	손재권	전북대학교
	농지배수	김정호	다산컨설턴트
	농지보전	박종화	충북대학교
	농업용댐	김성준	전국대학교
	해면간척	박찬기	공주대학교
	농업수질 및 환경	이희억	한국농어촌공사 본사
	취입보	박진현	한국농어촌공사 본사

중앙건설기술심의위원회	성명	소속
	이태우	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.