

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 관중 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) 송배수관로 : 물을 송수하는 관으로 직관, 이형관과 이들을 연결하는 이음관 등으로 이루어져 있다.
- (2) 조절시설 : 조절시설은 용수의 원활한 배분조정과 효율적 물이용이나 관수로의 보수점검 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 윌류스탠드형이 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.

농업용 관수로 설계

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 चे수밸브, 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 지질 상황, 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

농업용 관수로 설계

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 $98\text{N/cm}^2(10.0\text{kgf/cm}^2)$ 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 송배수방식, 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 송배수방식, 관수로형식, 배관방식, 물관리 제어방식 등 요소를 고려하여 구성할 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.

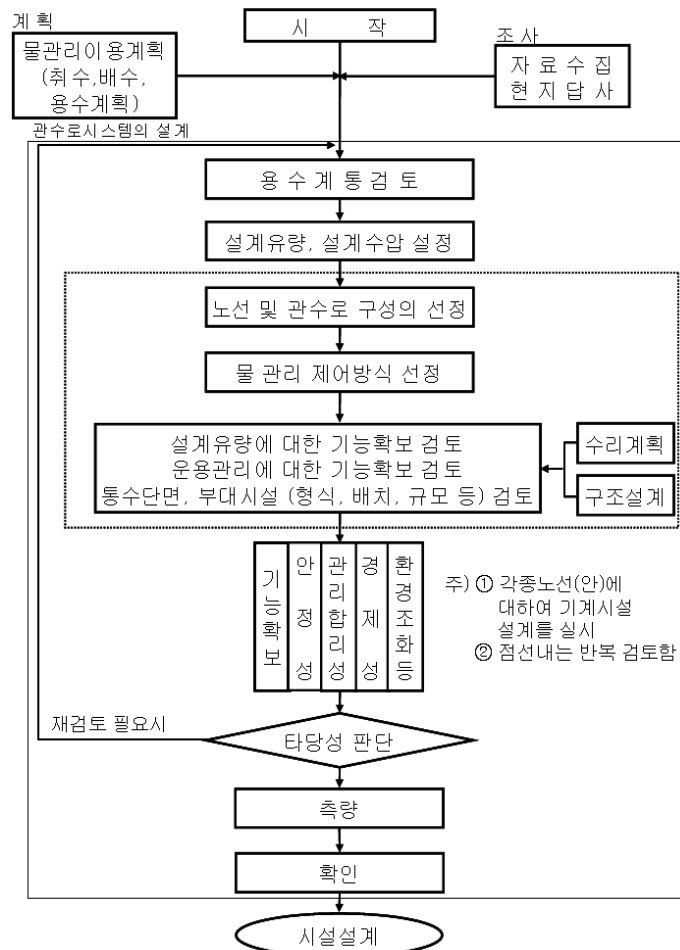
4.2.3 관수로의 설계순서

4.2.3.1 관수로 시스템의 설계 순서

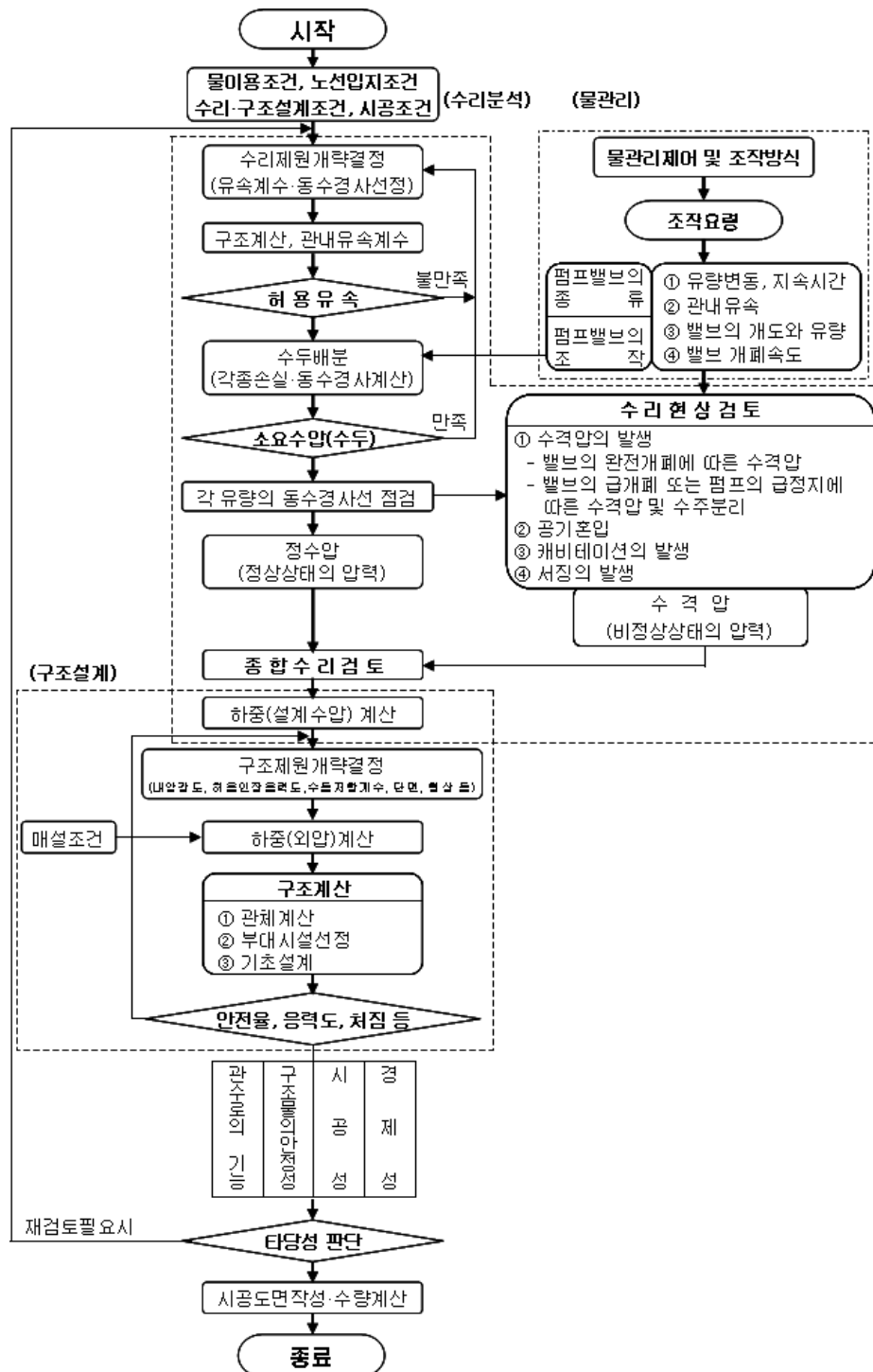
- (1) 관수로의 설계는 수리 및 구조설계 외에 조작관리 등에 이르기까지 고려해야 할 사항이 복잡하게 관련되어 있다. 따라서 이들에 대한 관련성을 충분히 이해한 후 적절한 순서로 설계를 한다. 관수로 설계시 주어진 제반조건을 기초로 기능성, 안정성, 경제성을 고려하고 적절한 관수로의 구성 및 물관리 이용방식을 선정하여 그 시스템을 설계한다.
- (2) 설계 순서는 먼저 송수계와 배수계의 기능을 구분하고 조절지, 조압수조 및 분수시설 등에 따라 송수계의 공급조건과 배수계의 수요조건을 완충하는 시설을 배치한다. 그리고 구분된 각각에 대해서 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 적합한지의 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.

농업용 관수로 설계

- (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 4부에서 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 수혜지와 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 분수공까지를 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 조정 후 영농시기에 맞추어 급수하는 것
관수로 형식	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 관제 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 발관개 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 씨레질용수와 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

농업용 관수로 설계

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 시설 관리 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 물 관리제어를 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 발생하는 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

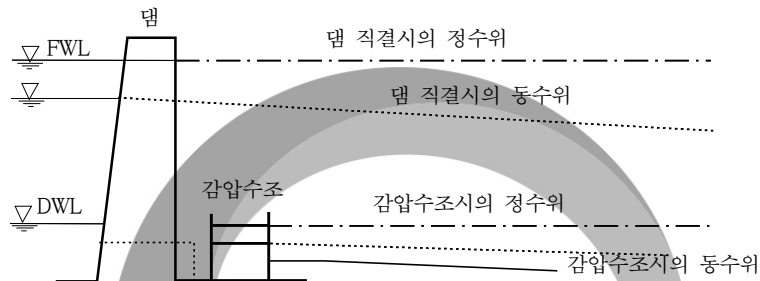
- (1) 관수로에서 설계유량을 경제적으로 송배수하기 위하여 수두배분이 필요하며 관수로의 통수단면 결정에 있어서는 동수경사선의 형상과 경제적인 관로의 설계라고 하는 개념에 대해서 관로상의 각 점의 필요수위를 만족하면서 경제적인 동수경사를 결정하는 것이 중요하다.
- (2) 수리단위내의 수두배분과 통수단면의 결정은 다음 사항을 참고로 해서 검토한다.
 - ① 동수경사선은 아래로 볼록한 형태(최적배분선)가 되도록 결정하는 것이 좋다.
 - ② 관내유속은 관경이 작아짐에 따라 빨라진다.
 - ③ 관경을 줄일 경우는 되도록 상류의 대구경관을 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

농업용 관수로 설계

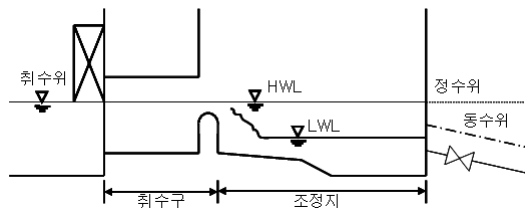
- 가. 댐 직결 관수로의 경우는 관수로에 작용하는 최대의 정수압은 FWL(HWL)로 되고 동수위의 최저는 DWL(LWL)의 때에 발생한다. 댐의 수위는 수심이 큰 경우에는(일반적으로는 제고 15m 이상을 댐으로서 취급한다) 관개기간의 동수위가 크게 변동해서 물 관리가 어려워지기 때문에 자연유하의 관수로에서는 댐 직하에 감압수조를 설치하는 경우가 많다.
- 나. 댐 직결로서 댐수위 저하시에 펌프에 의해서 양수되는 경우에는 펌프의 운전요금을 비교하고 직결로 할 것인가 감압방식으로 할 것인가를 판단한다. 이 경우는 댐의 물수지 계산으로부터 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

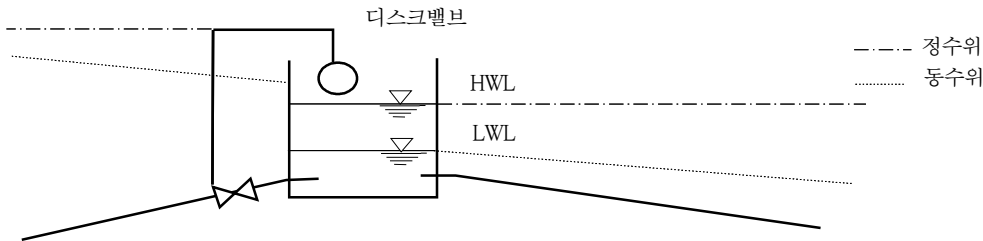
③ 중간수조가 있는 경우의 설계시점 수위

- 가. 관수로의 중간에 조정지, 조압수조, 팜폰드 등 수조가 있는 경우는 이후의 관수로 설계시점 수위는 다음과 같이 결정한다.

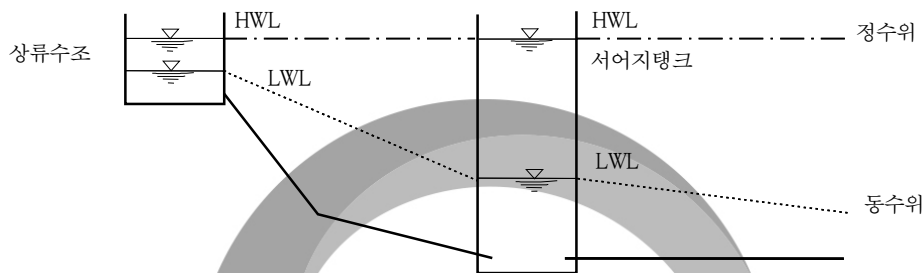
(가) 유입부에 감압 플로트(디스크밸브)밸브가 있는 경우

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 HWL이며, 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 발의 스프링클러 관개에서는 일반적으로 대략 294kPa 정도, 즉 30#의 스프링클러의 토출압력에 살수전의 손실수두를 더한 것을 고려하고 논의 급

농업용 관수로 설계

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 수해지의 필요수두와의 차이 및 수원으로부터 수해지까지의 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, 중점 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 펌프드와 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 모르타, 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 유속 계수 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 한다. 안전성은 내압(수압)과 외압에 의하여 결정되는 것으로 어떤 경우에도 건디는 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

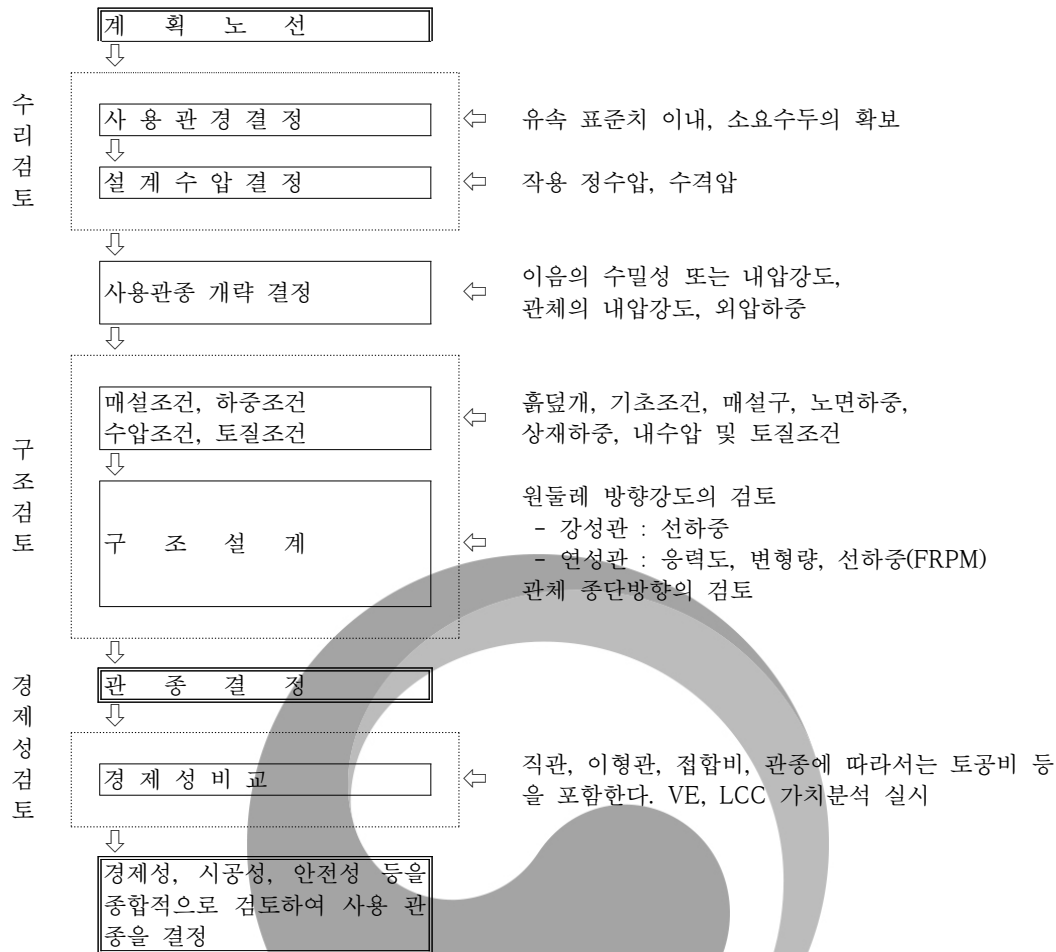
- (1) 일반적으로 덕타일주철관, 강관(폴리에틸렌피복강관), 경질염화비닐관(PVC관), PE관 및 기타 화학제품재료에 의하여 제작된 관 등이 많이 사용된다. 그러나, 송배수관의 경우 자연유하로, 수압이 낮고 수압변동이 없으면서 매설되는 지반이 튼튼하여 부등침하의 염려가 없는 조건에서는 프리스트레스 콘크리트관이나 원심력 콘크리트관을 사용할 수도 있다.
- (2) 관종 선정에서 내압 및 외압에 대한 안전성, 환경조건, 시공조건 등을 감안하여 최적의 것을 선정하지 않으면 안 되며 안전성은 수압과 외압에 의하여 좌우되는 것으로 외압이든 내압이든 어떤 경우에도 건디는 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 등 외에 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 이 형관 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 대상 지구의 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

농업용 관수로 설계

적으로 식(4.8-1)으로 결정한다.

$$H_{sc} \geq SH \quad (4.8-1)$$

여기서, H_{sc} : 관이음의 수밀성(N/cm²)

H : 설계내수압(정수압+수격압) (N/cm²)

S : 안전율(부설상황에 따라 다르나 일반적으로 2.0이상)

② 이음의 내수압 강도를 검토해야 하는 경우

접착, 용착 등의 접합방식으로 이음하는 관종은 내수압(耐水壓)강도에 대해서 검토해야 한다. 일반적으로 경질염화비닐관(접착접합)이나 폴리에틸렌관(용착접합 등)같은 관종이 이에 속한다. 접착, 용착 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 통수능력은 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 통수 조건에 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 관제 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 물관리비용이 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
	농업용담	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	박대선	한국농어촌공사 본사
	농업용담	손재권	전북대학교
	농지배수	김정호	다산건설턴트
	농지보전	박중화	충북대학교
	농업용담	김성준	건국대학교
	해면간척	박찬기	공주대학교
	농업수질및환경	이희억	한국농어촌공사 본사
	취입보	박진현	한국농어촌공사 본사

중앙건설기술심의위원회	성명	소속
	이태욱	평화엔지니어링
	성배경	건설교통기술협회
	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.