

KDS 54 80 10 : 2016

댐 부속 수리구조물

2016년 6월 30일 제정
<http://www.kcsc.re.kr>



국토교통부

건설기준 제·개정에 따른 경과 조치

이 기준은 발간 시점부터 사용하며, 이미 시행 중에 있는 설계용역이나 건설공사는 발주기관의 장이 필요하다고 인정하는 경우 종전에 적용하고 있는 기준을 그대로 사용할 수 있습니다.

건설기준 제·개정 연혁

- 이 기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 건설기준(설계기준, 표준시방서) 간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.
- 이 기준은 기존의 댐 설계 시 부속 수리구조물 설계 관련 사항에 해당되는 부분을 통합 정비하여 기준으로 제정한 것으로 제·개정 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요내용	제·개정 (년.월)
댐 설계기준	• 댐 설계기준 제정	제정 (1979.09)
댐 설계기준	• 댐 시설기준의 설계편을 중점적으로 보강 및 댐 건설에 따른 환경문제에 대응할 수 있도록 환경친화적인 개념을 추가	개정 (2001.02)
댐 설계기준	• 필댐의 여유고 산정 및 관련부분 개정	개정 (2005.01)
댐 설계기준	• 신기술, 신공법, 건설 시 단계별 환경 배려사항 제시, 부속수리구조물 추가	개정 (2011.12)
KDS 54 80 10 : 2016	• 건설기준 코드체계 전환에 따라 코드화로 통합 정비함	제정 (2016.6)

제 정 : 2016년 6월 30일

개 정 : 년 월 일

심 의 : 중앙건설기술심의위원회

자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회

소관부서 : 국토교통부 수자원개발과

관련단체 (작성기관) : 한국수자원학회(한국수자원학회)

목 차

1. 일반사항	1
1.1 적용범위	1
1.2 용어정의	1
2. 조사 및 계획	1
3. 재료	1
4. 설계	2
4.1 취수설비	2
4.2 배사설비	4
4.3 상시 및 비상방류설비	5
4.4 어도	6
4.5 저수지 물순환설비(수중폭기장치)	9

댐 부속 수리구조물

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 기준은 취수, 배사, 방류설비 및 어도 설계에 적용한다.

1.2 용어정의

- 취수(取水): 생공, 관개 및 발전 등을 위하여 저수지의 물을 끌어오는 것
- 배사(排砂): 퇴적을 방지하기 위하여 저수지에의 유입토사를 배출시키는 것
- 상시 및 비상방류설비: 상시 또는 비상시 저수지 수위조절, 댐 하류 하천유지유량 조절 등의 목적을 위한 설비
- 어도(魚道): 어도는 하천에 어류의 이동을 곤란 또는 불가능하게 하는 장애물이 있을 경우에 어류의 이동을 원활하도록 만들어진 수로 또는 장치
- 소상(遡上): 어류가 하천을 거슬러 올라가는 것
- 강하(降下): 어류가 하천을 내려가는 것
- 어도입구: 어도의 하류단에서 소상한 어류의 어도 진입구
- 어도출구: 어도의 상류단에서 상류하천으로의 출구
- 소상로: 어류를 어도입구로 유도하는 수로
- 회유(回遊): 어류가 산란, 생육 등을 위해 또는 계절에 따라 정기적 또는 일시적으로 이동하는 것
- 저수지 물순환설비(수중폭기장치): 심층수와 표층수의 순환 및 공기 공급 등으로 조류증식 억제 및 심층산소 증가를 통한 수질개선 시설

2. 조사 및 계획

내용 없음.

3. 재료

내용 없음.

4. 설계

4.1 취수설비

4.1.1 일반사항

- (1) 취수설비는 생활, 공업, 농업, 하천유지용수 및 발전용수 등 각 목적에 적합한 용수를 안정적으로 취수, 공급할 수는 충분한 규모로 계획한다.
- (2) 취수설비는 취수 및 유지관리가 편리한 위치에 설치하며, 도수로는 공사 중의 임시시설인 유수전환 가배수로로 활용하는 것이 가능하다면 겸용하여 설계하는 것이 경제적이다.
- (3) 취수설비는 작용하는 수두의 높고 낮음에 따라 심층 취수설비(Bottom Intake), 표층 취수설비(Surface Intake) 및 선택 취수설비(Selective Intake)로 구분하며 와류발생 및 공동현상에 의한 피해가 발생하지 않도록 설계에 유의한다.
- (4) 취수설비의 적절한 유지관리를 위해 비상수문이 필요할 수 있다.

4.1.2 취수탑 및 도수로

- (1) 취수탑은 자중, 수압, 수충압 및 지진 시 관성력 등을 고려하여 구조적으로 안전하고 누수가 발생하지 않도록 설계한다.
- (2) 가배수터널을 도수로로 이용할 경우, 가배수터널은 취수탑과 연결에 적합하고 지반이 양호한 지점에 설치한다.
- (3) 가배수터널 단면은 최대 취수량 및 가배수량 모두 충분히 방류할 수 있는 충분한 크기로 계획하며, 시공 및 유지관리를 위해 내경은 최소 1.6 m 이상으로 하는 것이 바람직하다.

4.1.3 심층 취수설비

- (1) 심층 취수설비의 유입부는 고유속에 의한 공동현상, 진동 등의 모든 수리조건에 안전해야 하며 구조물 설계는 간단하고 경제적이며 많은 유량을 유입시킬 수 있어야 한다.
- (2) 취수설비에서의 유량은 오리피스 흐름으로 식 (4.1-1)에 의하여 산정한다.

$$Q = CA\sqrt{2gh} \quad (4.1-1)$$

식에서, Q : 유량(m^3/s)

C : 유량계수

A : 오리피스 단면적(m^2)

g : 중력가속도(9.8 m/s^2)

h : 작용수두(수면에서 오리피스 중심까지의 수두, m)

(3) 유입구 형상은 대칭형의 Bell Mouth 형상으로 하는 것이 바람직하며, 유입구는 다음과 같은 조건을 고려하여 설계한다.

- ① 공동현상이 발생치 않을 것
- ② 동수경사선의 연속적인 감소
- ③ 미소한 수두손실
- ④ 진동이 없을 것
- ⑤ 경제적 설계 등

4.1.4 표층 취수설비

- (1) 표층 취수설비는 취수 시 공기혼입, 수두손실, 공동현상과 진동의 증대, 부유물 흡입 등의 피해를 끼치므로 와류(Vortex) 현상을 방지할 수 있도록 최소한의 수심을 가진 구조로 설계한다.
- (2) 농업용수 취수시 저온취수는 농작물 냉해피해를 입히므로 약층(변수층) 이하에서의 취수를 피해야 한다.

4.1.5 선택 취수설비

- (1) 저수지 내 수질변화에 따른 양질의 물을 취수하거나 탁수의 장기 방류 및 부영양화의 경감을 위하여 선택 취수설비를 설치한다.
- (2) 선택 취수설비는 저수지내 적절한 수질과 수온의 물을 취수할 수 있는 구조로 취수설비 입구에 설치한다.

4.1.6 급기공

- (1) 급기공은 취수설비의 운영시 발생하는 공기를 방지하거나 원활히 배제할 수 있는 시설로 설치한다.
- (2) 급기공 설계 시 모형실험에 의해 위치 및 규모를 결정하는 것이 바람직하며, 급기공 규모는 최소 10 cm 이상의 직경으로 하는 것이 바람직하다.
- (3) 급기공의 소요 공기량은 미국육군공병단의 『Hydraulic Design Criteria』를 참조하여 결정할 수 있으며, 계획 최대취수량의 15%를 소요 공기량으로 결정해도 좋다.
- (4) 급기공 규모는 결정된 소요 공기량에서 급기공내의 최대풍속은 45 m/s를 기준으로 하여 관 내경을 정한다.

4.2 배사설비

4.2.1 일반사항

- (1) 저수지 퇴사방지를 위한 기본적인 방법은 저수지 준설과 배사설비를 통한 배사가 있으며, 비상방류설비를 배사설비로 이용할 수도 있다.
- (2) 저수지로 유입하는 하천은 배수효과(Backwater)로 인해 삼각주 형성과 하상상승으로 인한 홍수소통에 방해를 주므로 이에 대한 검토와 함께 배사계획을 수립한다.

4.2.2 저수지 퇴사제거 방법

- (1) 저수지 배사계획은 저수지 상류측에 발달하는 삼각주에 의한 이수용량 감소와 저수지의 밀도류 형성 등을 고려하여 수립한다.
- (2) 저수지로부터 배사방법은 이용용량과 배사구의 기능과 관련이 있으며, 저수지에 직접 적용될 수 있는 기법으로는 침사지, 상류측 침사용 댐과 배사용 우회 배수로, 저수지 준설, 배사설비 등을 고려할 수 있다.

4.2.3 침사지

- (1) 침사지는 저수지의 직상류에 설치하고 매년 우기 전과 큰 홍수 후에 준설한다.
- (2) 침사지는 하도의 규모, 유입량, 유입 유사농도 등을 고려하여 설계한다.
- (3) 침사지 퇴사량은 필요에 따라 제거 또는 준설하여 퇴사기능을 유지할 수 있도록 한다.

4.2.4 침사용 댐과 배사용 우회배수로

- (1) 침사용 댐은 저수지에 유입되는 유송토사를 저감하기 위해 보조댐을 저수지 유입부에 설치하는 시설이다.
- (2) 침사용 댐 하류수위와 본댐의 상류측 수위는 본댐 저수지 퇴적 방지에 유리한 조건으로 한다.
- (3) 배사용 우회수로는 홍수 시에만 가동되며, 우회수로가 퇴적물에 의해 막히는 것을 방지하기 위하여 충분한 소류력이 유지되도록 한다.

4.2.5 배사시설

- (1) 댐의 배사시설은 배사기능이 원활히 이루어질 수 있도록 저수지 퇴사 정면에 설치한다.
- (2) 배사시설은 항상 운영되지 않아 침전물 전면 진행에 따라 막힐 수 있으므로 배사시설을 청소하기 위해 분사기를 설치한다.

4.3 상시 및 비상방류설비

4.3.1 일반사항

- (1) 상시 및 비상방류설비(Low-Level Outlet, Bottom Outlet)는 여수로와 함께 저수지의 저류수를 안전하게 배제시킬 수 있는 구조물로서 큰 댐에는 반드시 설치하며, 콘크리트댐은 댐체 내에 설치하고 필댐은 공사비 절감을 위해 유수전환시설인 가배수터널 내에 설치하는 것이 일반적이다.
- (2) 비상방류설비는 저수지 초기 담수 시, 운영 시 또는 유지관리 시 저수지를 비워야 할 경우에 비상시 사용되며, 여수로 웨어마루 이하의 저류수를 가능한 빠른 시간 내에 안전하게 배제시킬 수 있는 시설물이다.
- (3) 상시방류설비는 생공용수, 농업용수, 하천유지용수 등 하류 용수공급을 위해 항상 운영되는 시설로서 방류관의 규모는 비상방류설비보다 작은 것이 보통이며, 경제성이 있을 경우에는 유출부에 소수력 발전설비를 설치하기도 한다.

4.3.2 형식 선정

- (1) 상시 및 비상방류설비의 형식은 유량조건, 압력조건, 제체 및 유량조절 구조물의 구조조건, 방수 처리상의 제약, 지형조건 및 유지관리상의 문제 등을 고려하여 선정한다.
- (2) 방류관은 관내의 유황이 전 길이에 걸쳐 관수로 흐름이 되는 전관수로형과 관의 도중에서 단면이 확대되어서 개수로 흐름으로 되는 반관수로형으로 나눌 수 있다.

4.3.3 규모 결정

- (1) 상시 및 비상방류설비는 영구설비로서 유입구는 사수위보다 높게 설치하여 저수지 운영기간 동안 퇴사에 의해 유입구가 막히지 않도록 한다.
- (2) 비상방류설비의 방류능력은 저수지 유입량을 감안하여 그 기능이 충분히 발휘될 수 있도록 하되, 수위의 급저하, 하류하천의 피해, 저수지 주변 사면의 슬라이딩 등이 없도록 한다.
- (3) 비상방류 시 가능한 한 저수지를 단기간에 배제하는 것이 바람직하므로 비상방류설비 규모를 최대한 크게 계획하나 배제대상 저수용량의 규모, 저수지 유입량의 크기, 하류하천의 상태 등을 고려하여 비상방류관의 규모와 배제기간을 결정한다.
- (4) 저수지 배제기간 산정 시 저수지용량 중, 홍수조절용량과 사수량은 고려치 않으며, 일반적으로 여수로로 방류할 수 없는 여수로 월류웨어 마루표고 이하를 대상으로 한다.

댐 부속 수리구조물

4.3.4 유입구 형상

- (1) 방류관 유입구에는 위험한 공동현상이 일어나지 않도록 적당한 나팔형으로 한다. 공동현상에 대하여 허용부압은 3 N/cm^2 이내로 한다.
- (2) 나팔형은 가급적 실험에 의해서 결정하는 것이 좋다. 나팔형에 실험곡선이 사용될 경우에는 방류관 단면형상에 관계없이 타원곡선을 사용할 수 있다.

4.3.5 공동현상

- (1) 방류관은 소정의 방류능력을 확보하고, 또 위험한 공동현상이 발생하지 않아야 한다. 공동현상에 대한 안전성에 대해서는 가급적 실험에 의해서 확인하는 것이 좋다.
- (2) 공동현상의 발생을 방지하기 위해서 방류관 출구 부근의 관 단면적을 점축시키고 아울러 문틀홈, 트랩(Trap) 안 및 트랩과 제체 하류면 연속부 부근 등 국부적으로 부압이 발생하기 쉬운 곳에 통기공을 설치할 수 있다.

4.3.6 반관수로형 방류관의 개수로부

- (1) 반관수로형(半管水路型) 방류관의 개수로부는 공동현상의 발생을 피하는 형식을 취하고 또 유적의 증대에 대해서 지장이 없는 단면을 가져야 한다.
- (2) 개수로 시점에는 수문의 진동을 고려하여 충분히 큰 공기구멍을 설치한다. 공기구멍의 설계는 방류관내의 허용부압수두를 $1.5 \sim 2.0 \text{ m}$ 정도로 하고 공기관내의 풍속을 45 m/s 이하로 하는 것이 좋다.

4.3.7 고압수문 및 밸브

- (1) 수두 25 m 이상 및 방류량 $5 \text{ m}^3/\text{s}$ 이상인 경우, 방류관의 고압수문 또는 밸브는 유량조건, 압력조건, 댐의 형식 및 방류관의 구조, 유지 관리상의 문제 등을 고려하여 그 형식을 선정하고 예비수문을 설치한다.
- (2) 수두가 25 m 미만 혹은 방류량 $5 \text{ m}^3/\text{s}$ 미만인 경우의 수문 또는 밸브는 해당 수두에 맞추어서 선정한다.

4.4 어도

4.4.1 일반사항

- (1) 댐 건설 시 어도설치 목적은 유용한 수산자원의 보호와 자연생태계의 보전을 위하여 회유성 어류들의 이동이 가능하도록 하여 물고기가 살기 좋은 하천 상태를 유지하도록 하는데 있다.

- (2) 댐에 설치되는 어도는 수산자원의 보호적인 측면보다 자연생태계의 보전적인 측면이 강하므로 대표어종에 한정치 말고 가능한 한 서식하는 물고기들이 사용할 수 있도록 어도 형식을 결정한다.
- (3) 어도는 어류의 진입과 소상이 용이하여야 하며, 구조가 간단하고 견고하며 유지관리가 쉬워야 한다.
- (4) 이 설계기준에 규정하지 않은 기타 사항은 KDS 51 00 00의 기준을 따른다.

4.4.2 어도의 형식

- (1) 어도 설계 시 어도 형식별 특징을 충분히 검토하고 다음 조건에 적합한 형식을 선정한다.
 - ① 대상으로 하는 하천유량, 수위의 범위
 - ② 어도의 유량
 - ③ 대표어종의 소상능력의 한계치
 - ④ 입지조건 및 경제적 조건
 - ⑤ 설치대상 댐의 특수성
 - ⑥ 유지보수 등
- (2) 어도의 형식은 크게 풀(Pool)식, 수로식, 조작식 등으로 분류되며 그 종류는 다음과 같다.
 - ① 풀식 어도: 계단식, 아이스하버(Ice Harbor)식, 버티칼 슬롯(Vertical Slot)식
 - ② 수로식 어도: 도벽식, 인공하도식, 데닐(Denil)식, 횡구배 돌불입식
 - ③ 조작식 어도: 엘리베이터식, 리프트(Lift)식, 갑문식, 피시펌프(Fish Pump)식, 볼랜드(Borland)식
 - ④ 기타 어도: 암거식(Culvert), 혼합식, 복합식(Hybrid)
- (3) 댐의 경우에는 상·하류의 수위차가 크기 때문에 조작식 어도의 엘리베이터식, 리프트식, 볼랜드식 등을 주로 많이 사용한다.
 - ① 엘리베이터식 어도는 엘리베이터 상자에 어류를 모이게 한 후 이를 수직으로 들어 올리는 구조로서, 어류가 제 힘으로 이동할 수 없는 낙차가 큰 높은 댐에 적합하다.
 - ② 리프트식 어도는 엘리베이터식 어도와 같은 원리로 물고기를 댐 사면이나 주변의 경사면을 따라 설치된 레일을 따라 저수지 상부까지 들어 올려 저수지에 방류하는 방식으로 댐이 완공된 후에도 적은 비용으로 설치할 수 있다.
 - ③ 볼랜드식 어도는 상·하류의 수위차가 큰 경우에 댐 상·하류단에 각각 수조 및 수문을 설치하여 상·하류의 수문조작에 의해 어류의 이동을 가능케 한 일종의 갑문식 어도이다.

4.4.3 어도의 설계조건

- (1) 어류가 어도를 통하여 소상하기 위한 전제조건은 다음과 같다.
 - ① 어도 내 최대유속이 어류의 돌진속도보다 작을 것
 - ② 흐름이 안정되어 어류가 쉽게 피곤하지 않고 유영할 수 있을 것
 - ③ 어류가 어도 내에서 휴식을 취할 수 있는 적당한 공간이 있을 것
 - ④ 수심이 충분히 확보되어 어류의 유영능력을 최대한 발휘할 수 있을 것
- (2) 어도에서 어류의 소상에 필요한 유량은 많을수록 좋으나, 어도의 기능을 유지하기 위한 최소 유량은 소상촉진 최소유량으로 한다.
- (3) 어도의 폭은 댐에서 방류할 수 있는 유량(통수량), 소상 어류의 종류와 크기 등을 고려하여 댐 길이의 1~15% 범위에서 결정하며, 평수기의 유량이 모두 어도로 유하할 수 있을 정도로 하는 것이 좋다.
- (4) 어도의 길이는 저수지의 높이와 경사에 의해서 결정되며, 길이가 너무 긴 경우에는 소상어류가 피로하지 않도록 중간 휴식터 등을 설치한다.
- (5) 어도의 경사는 댐의 경사와 이용 어류의 다양성을 고려하여 현지 여건에 적합하게 정한다.
- (6) 어류가 어도를 소상할 때는 하천의 가장자리를 따라서 이동하므로 어도는 하천의 양안에 설치하는 것이 바람직하다.

4.4.4 어도의 설계절차

어도의 설계는 다음 5단계의 절차에 따라 진행한다.

- (1) 기본자료의 수집 및 분석
- (2) 설계조건 설정
- (3) 어도 기본설계
- (4) 어도 상세설계
- (5) 어도시설 유지관리계획 설계

4.4.5 어도의 부대시설

- (1) 어도에 필요한 부대시설에는 통수량 조절장치, 유인수 장치, 찌꺼기 제거용 스크린, 입구보호설비, 계수·관찰장치, 유지관리설비 등이 있다.
- (2) 부대시설은 어도형식을 고려하여 필요한 시설을 설치한다.

4.5 저수지 물순환설비(수중폭기장치)

4.5.1 설계일반

- (1) 저수지 물순환설비는 심수층의 수질개선, 인의 용출억제, 조류(藻類)의 증식제어, 냄새문제 해결과 발생방지 등을 위하여 설치한다.
- (2) 물순환설비는 대상 댐의 성층강도, 수심변화 등 물리적 환경과 수온, 조류 등의 수질현황, 물순환설비별 적용 가능성 및 경제성 등을 고려하여 계획한다.

4.5.2 물순환설비 방식

- (1) 물순환설비 방식에는 전층을 순환하는 전층폭기 방식, 밀도 차이를 이용하여 순환하는 밀도류 확산방식, 심수층에 공기를 공급하기 위한 심층폭기 방식 등이 있다.
- (2) 우리나라에서는 전층폭기 방식이 일반적으로 사용되며, 이 방식은 호수 전체를 혼합·순환하여 수표면과 바닥과의 수온 차이를 3℃ 이하로 작게 유지하여 저층수의 수질개선 뿐만 아니라 유해조류 억제, 악취 방제 등에 효과적이다.
- (3) 전층폭기 방식에는 간헐식(공기양수통형) 방식, 산기식 방식, 대류식(펌프양수형 등) 방식이 있다.

4.5.3 대상 수면적 설정

- (1) 물순환설비를 활용하여 수질개선을 목표로 하는 수면적을 설정하며, 현장 실측자료 또는 수질예측 결과를 바탕으로 조류 발생, 심층 혐기화 발생 지역을 설정한다.
- (2) 기본적으로 규모가 작은 저수지는 수면적 전체를 대상 수면적으로 설정하나, 규모가 큰 저수지는 개선이 필요한 일부 지역을 대상 수면적으로 설정할 수 있다.
- (3) 물순환설비는 취수탑으로부터 일정거리(100 m 등) 이상 이격하여 상류 쪽에 설치하되, 저수지내 수심분포를 고려하여 강한 성층이 발생할 것으로 예상되는 지역, 댐 가장자리의 정체구역, 조류 집중발생 지역 및 영양염류 농축 지역 등을 고려한다.
- (4) 물순환설비는 설치와 컴프레서와의 연결성 등의 시공성 및 유지관리 용이성을 고려하여 설치 위치 및 배치 형태를 결정한다.

4.5.4 설계절차

물순환설비의 설계는 일반적으로 다음 절차에 따라 수행한다.

- (1) 댐 환경분석 및 대상 수면적을 설정한다.
- (2) 댐 운영패턴 및 환경에 따른 설치가능 방식을 검토한다.

댐 부속 수리구조물

- (3) 설치 목적을 고려한 폭기량 및 설비용량을 정한다.
- (4) 설치 방식별 전력비 등 경제성을 분석한다.
- (5) 설치 방식을 선정한다.
- (6) 설치 위치 및 배치 형태를 결정한다.



집필위원	분야	성명	소속	직급
	하천댐	이재응	아주대학교	교수
	하천댐	최익배	(주)유신	전무
	하천댐	안태진	한경대학교	교수

자문위원	분야	성명	소속
	하천댐	이경기	(주)도화엔지니어링
	하천댐	양현모	(주)도화엔지니어링
	하천댐	신희범	(주)삼안
	하천댐	노진수	제일엔지니어링

건설기준위원회	분야	성명	소속
	하천댐	전세진	(주)도화엔지니어링
	하천댐	장봉석	한국수자원공사
	하천댐	김형수	인하대학교
	하천댐	오규창	(주)이산
	하천댐	이상렬	(주)이산
	하천댐	이상만	동부엔지니어링(주)
	하천댐	최성욱	연세대학교
	하천댐	이준근	한국수자원공사

댐 부속 수리구조물

중앙건설기술심의위원회	성명	소속
	김영환	한국시설안전공단
	이지원	(주)한국종합기술
	조경준	(주)대경이앤씨
	윤여승	평화엔지니어링
	신영호	한국수자원공사
	임건묵	한국수자원공사
	심명섭	그룹K

국토교통부	성명	소속	직책
	우정훈	국토교통부 수자원개발과	서기관
	오세찬	국토교통부 수자원개발과	사무관

설계기준

KDS 54 80 10 : 2016

댐 부속 수리구조물

2016년 6월 30일 발행

국토교통부

관련단체 한국수자원학회
06671 서울특별시 서초구 효령로 237, 302호(서초동, 서초한신리빙타워)
☎ 02-561-2732 E-mail : master@kwra.or.kr
<http://www.kwra.or.kr>

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