

KDS 67 10 35 : 2018

농업용 콘크리트 아치댐 설계

2018년 04월 24일 제정

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



농림축산식품부



건설기준 코드 제·개정에 따른 경과 조치

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

건설기준 코드 제 · 개정 연혁

- 이 기준은 KDS 67 10 35 : 2018 으로 2018년 04월에 제정하였다.
- 이 기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 건설기준 간 중복 · 상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.
- 이 기준의 제·개정 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요사항	제 · 개정 (년. 월)
농업생산기반정비사업 계획설계기준 필댐편	• 농업생산기반정비사업 계획설계기준 필댐편 제정	제정 (1968. 12)
농업생산기반정비사업 계획설계기준 댐편	• 콘크리트댐에 관한 사항을 종합하여 댐편으로 개정	개정 (1982. 12)
농업생산기반정비사업 계획설계기준 콘크리트댐편	• 농업생산기반정비사업 계획설계기준 댐편으로부터 분리하여 콘크리트댐편 제정	제정 (1989. 12)
농업생산기반정비사업 계획설계기준 필댐편	• 농업생산기반정비사업 계획설계기준 필댐편 개정	개정 (2002. 12)
KDS 67 10 35 : 2018	<ul style="list-style-type: none"> • 국토교통부 고시 제2013-640호의 “건설공사기준 코드체계” 전환에 따른 건설기준을 코드로 정비 • 건설기술진흥법 제44조 및 제44조의 2에 의거하여 중앙건설심의위원회 심의 · 의결 	제정 (2018. 04)

제 정 : 2018년 04월 24일

심 의 : 중앙건설기술심의위원회

소관부서 : 농림축산식품부 농업기반과

관련단체(작성기관) : 한국농어촌공사(한국농공학회)

개 정 : 년 월 일

자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회

목 차

1. 일반사항	1
1.1 목적	1
1.2 적용범위	1
1.3 참고기준	1
1.4 용어의 정의	1
1.5 기호 정의	1
2. 조사 및 계획	1
3. 재료	1
4. 설계	2
4.1 댐의 위치와 형식선정	2
4.2 콘크리트의 강도	3
4.3 기초 암반 처리	3
4.4 하중과 외력	3
4.5 설계 및 모형실험	4
4.6 기초처리	12

농업용 콘크리트 아치댐 설계

1. 일반사항

1.1 목적

- 내용 없음

1.2 적용범위

- 내용 없음

1.3 참고기준

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

1.4 용어의 정의

- 내용 없음

1.5 기호의 정의

- 내용 없음

2. 조사 및 계획

- 내용 없음

3. 재료

- 내용 없음

4. 설계

- (1) 콘크리트 아치댐은 댐에 작용되는 외력에 대응하여 안전하여야 한다. 또한 콘크리트 아치댐 설계시 “KDS 54 70 00 : 2017” 콘크리트 아치댐 설계기준을 참고한다.

4.1 댐의 위치와 형식선정

4.1.1 아치댐의 위치조건

- (1) 아치댐의 위치는 댐의 형상계수, 계곡의 형상, 기초암반의 조건, 수문, 수리학적 조건 등을 고려하여 경제적으로 결정한다.
- (2) 아치댐의 위치는 기초조건이 만족할 때 댐의 형상계수 (댐길이/댐높이)가 4이상인 경우가 가장 이상적이나 경우에 따라서는 6 또는 10의 경우도 가능하다. 댐의 높이와 길이에 대한 비율은 기존댐과 대칭여부, 계곡의 형상, 지질 등을 비교할 경우에 이용되며 보통 아치댐의 경제성 여부판정의 기준이 되기도 한다.
- (3) 가장 이상적인 계곡의 형상은 V자형 계곡이나 때로는 U자형 또는 비대칭형인 계곡에도 아치댐을 설치할 수 있다.
- (4) 지질적으로 하상부에서는 중력댐의 경우보다도 전단강도에 대한 제약은 적으나 상부암반에서도 큰 하중이 걸리기 때문에 견고한 암반이 필요하며, 어버트먼트 하류측의 어깨 (Shoulder)가 설계상 중요한 요소가 된다.
- (5) 기초암반은 지층, 골동층, 성층 (Bedding)등과 같이 그라우팅을 할 필요가 있는 암반층은 아치댐 기초로서는 적당하지 않다. 퇴적암지반은 가장 불리하며 혈암, 점판암, 사암 등도 만족한 기초지반이 될 수 없으며 물, 공기 및 압력 등에 의하여 분석되거나 변하는 암반은 모두 적당치 않다.
- (6) 아치댐을 설치할 수 있는 위치는 예상되는 홍수량을 월류시킬 수 있는 충분한 월류폭이 가능하거나 다른 형태의 홍수방류시설이 위치를 고려하여 홍수조절을 함으로써 홍수피해를 막을 수 있는 위치라야 한다.

4.1.2 아치댐의 형식

- (1) 아치댐의 형식선정은 댐위치의 지형, 지질, 기상, 수문 등의 제조건을 종합적으로 검토한 후 선정하여야 한다.
- (2) 아치댐은 다음과 같이 개념적으로 분류할 수 있으며, 이들의 중간적인 형식도 설계되고 있으므로 명확한 구분은 어렵다.

① 중력식 아치댐

가. 중력식 아치댐 (Gravity type arch dam)은 중력댐의 폭을 아치형으로 하여 안전율을 다소 높인 대미여 지형이나 지질상으로 얇은 아치댐으로 설계할 수 없는 경우에 선정된다. 아치의 작용은 약하고 주로 댐 중량으로 안정을 유지한다. 따라서 그 단면은 중력댐의 단면에 가깝고, 체적이 크다.

② 얇은 아치댐

가. 얇은 아치댐(Thin arch dam)은 댐폭의 곡면을 크게하여 아치작용이 충분히 작용하도록 설계한 것으로 두께는 얇고, 체적은 적다. 이 종류의 아치댐에는 정반경형, 정각형, 변우경형 등이 있다.

4.2 콘크리트의 강도

- (1) 콘크리트의 재령기준 및 소요강도는 91일강도를 기준으로 한다. 콘크리트의 배합강도는 소요압축강도를 조합해서 응력해석을 고려한 수정계수 및 강도의 변동계수에 대응하는 증가계수를 가지고 보정해서 정한다.

4.3 기초 암반 처리

4.3.1 기초암반의 전단 마찰 저항력 및 탄성계수 또는 변형계수

- (1) 기초암반의 전단마찰저항력 및 탄성계수 또는 변형계수는 원칙적으로 현장시험을 실시하고 그 결과 및 암반의 성상을 고려하여 판정한다.
- (2) 중력댐을 설계할 경우에 필요한 것은 일반적으로 기초암반의 전단마찰저항력이다. 기초암반의 변형을 고려하여 해석할 경우 및 아치댐을 설계할 경우에는 기초암반의 전단마찰저항력, 탄성계수 또는 변형계수가 필요하며, 그 값은 현장시험을 실시해서 판정하는 것을 원칙으로 한다.

4.3.2 기초 암반의 안정률

- (1) 제체와 기초암반과의 접촉면 및 기초암반내의 약점이라고 생각되는 면의 전단마찰저항력은 전단력에 대하여 필요한 안전율을 가져야 한다. 기초암반의 안정해석은 특히 입도가 좋은 방법을 사용하는 것으로 한다.
- (2) 제체와 기초암반과의 접촉면 및 기초암반의 약점이라고 생각되는 면의 안전율은 다음 사항을 유의해서 가장 위험하다고 판단되는 면에 대해서 계산하고, 필요한 경우에는 국부전단마찰안전율로 구한다. 이때의 안전율은 평균안전율로는 4, 국부안전율로는 2를 원칙으로 한다.
 - ① 암반이 겉보기에 균일하다고 생각하는 경우에는 층리의 면이나 방향에 또 금간 조각의 집합체로서 약점을 형성하는 경우가 있다.
 - ② 단층 또는 큰 균열이 있어서 그것들이 단독으로도 위험한 분리면을 형성하고 있는 일이 있다.
 - ③ 어버트먼트로부터 떨어진 장소의 암반분리면에서도 그 규모가 뚜렷하게 큰 경우에는 기초암반의 안전에 영향을 미칠 때가 있다.

4.4 하중과 외력

- (1) 댐의 설계에서 고려하는 하중은 동력댐과 동일하며, 여기에 온도하중을 고려한다.

4.4.1 지진 시 관성력

(1) 제체진도는 동역학적 검토로서 정하는 경우 외의 설계진도는 지반진도의 2배이상을 취하는 것으로 한다. 지진시 관성력은 지체에 대해서 수평으로 작용하는 것으로 하나 상하방향의 지진시 관성력이 제체에 큰 영향을 미친다고 생각하는 경우에는 이에 대한 검토도 있다.

① 댐이 지진을 받으면 제체에는 처짐을 동반한 탄성진동을 일으키고 일반적으로 지진진도보다 상당히 큰 진도를 받는다. 이때에 생기는 진동형은 기준진동형으로서 취급할 수 있고, 진동주기, 진동감축성 등에 의해 정하는 것이라고 생각한다. 진동에 의한 작용을 관성력 및 동수압의 외력으로서 취급하므로 제체의 기준진동형에 따라 제체내부에서는 각각 다른 진도를 취하지 않으면 안된다. 일반적으로 제체진도는 지반진도보다 크다. 종래 행해진 소위진도방법, 즉 지반과 동일한 진도의 관성력을 제체의 정하중으로서 작용시키는 방법의 경우에도 제체관성계수에 상응한 댐의 처짐이 생기고, 동역학적으로는 그만큼 제체가 지반진도보다 상당히 큰 진도를 받은 것이 되고, 그 주어진 진동형은 최저 다음의 제체기준진동형 (이하 기준진동형이라 한다)에 가깝다. 그러나 이대로의 값으로는 제체에 대한 설계진도를 잡는데 충분하지 않다. 이상의 여러사항 및 댐의 진동이 동일진동에 대해 통상기본진동형일때가 가장 큰 응력상태를 나타낸다고 생각되는 점등을 고려해서 일반적으로 제체진도를 지반진도의 2배이상의 값을 취하여 계산한다.

② 특히 중요한 댐에서는 제체진도를 다시 정밀하게 검토하고, 또 진동형을 확인하게 고려하기 위해 ①에서 기술한 정의적방법에 의하지 않고 동역학적검토를 행하는 것이 바람직하다.

진동학적방법의 일예를 들면 먼저 댐지점에 있어서 기왕의 지진활동성, 실제규칙의 결과등에 의한 지진의 파형, 최대가속도의 값을 예정한다. 댐의 기준 진동형 및 진동주기를 과거의 관측연구의 결과로부터 상정하고 또 모형실험에 의해 구한다 그에 의해 단위지반진도에 의한 제체의 기준진동형의 진폭을 계산한다. 또 댐의 감쇠계수를 과거의 실측 및 연구의 결과로부터 상정한다. 이상의 제인자를 써서 상정지진파에 의한 댐의 응답도의 스펙트럼을 구해서 설계에 사용할 제체진도의 배율을 정한다. 단위진도에 의한 제체진폭에 배율을 곱하고 기본진동형에 상응하는 진폭의 크기를 구해서 그것으로부터 댐의 응력을 계산하고 이 댐에 있어서 지진에 대한 안전성을 검토한다. 이 경우 특히 높고 또 큰 댐에서는 고차기준진동에 대해서도 검토할 필요가 생길 때도 있다.

③ 댐에 작용하는 수평지진관성력의 방향으로는 일반적으로 상하류방향일 때가 하류에 직각방향일 때에 비해 더 위험한 경우가 많다고 생각된다. 또 연직방향으로 만곡한 단면을 갖고 연직방향의 진동이 제체의 안정에 큰 영향을 미친다고 생각되는 경우에는 이 방향에 대해서도 검토를 할 필요가 있다.

4.4.2 지진 시 동수압

- (1) 지진시 동수압은 수평아치의 반경방향으로 작용하는 것으로 한다. 지진시 동수압에 댐의 진동에 의한 처짐의 영향 및 계곡의 형상의 영향을 고려할 때 또는 하류와 직각방향의 진동 및 고차진동을 고려하는 경우에 대해서는 특별한 검토를 한다.

4.4.3 온도 하중

- (1) 온도하중은 이음매의 그라우팅 후에 예상되는 내부온도의 변화량에 의해 정한다.

- ① 일반적으로 캔틸레버 및 아치의 온도상승에 의한 휨모멘트 및 반경방향의 전단력은 수압하중 등에 의한 휨모멘트와 반경방향의 전단력과 기호가 반대로 되어 안전하게 된다. 또 아치추력에 대해서는 동기호가 된다. 이 값은 일반적으로 댐의 안전을 해치는 정도의 것이 아니다.

따라서 댐의 응력을 계산하는 경우에는 일반적으로 아치작용이 확보된 후의 온도저하만을 고려하면 좋다. 그러나 낮고 얇은 댐에서는 온도상승에 의해 최대응력이 생기는 일이 있으므로 이와 같은 경우에는 온도상승에 대해서도 고려할 필요가 있다.

또 기초의 안정을 검토하는 경우에는 일반적으로 아치추력이 온도상승에 의해 증가하므로 온도상승에 대해 검토할 필요가 있다.

따라서 댐의 응력을 계산하는 경우에는 아치댐의 내부온도와외의 차이에서 온도저하만을 고려해도 좋다. 미국개척국 (USBR)의 Design of Arch dams에서 댐의 내부온도는 구조물이 완전한 결합체로 형성되어 아치작용이 시작될 때의 온도를 콘크리트 평균온도로 규정하고 있다.

- ② 댐의 내부온도에 의한 응력을 구하는 경우의 인자로서 다음의 3가지를 들 수 있다.

가. 단면내 평균온도

- (가) 단면내 평균온도는 댐의 두께, 방향의 평균온도로서 동일 수평단면에서 두께가 다른 경우에는 그에 따라서 다른 값을 취한다.

나. 상하류방향의 온도경사

- (가) 일반적으로 댐의 내부온도분포는 곡선분포를 하고 있으나 여기서 말하는 상하류방향의 온도경사란 실제의 온도분포도를 그 면적 및 1차모멘트가 각기 일치하도록 직선온도분포도 (등가직선온도분포도)로 바꾸어 놓았을 때의 경사를 말한다.

다. 상하류면 가까이 형성되는 온도경사

- (가) 여기서 말하는 상하류면 가까이 형성되는 온도경사란 실제의 온도분포와 등가직선 온도분포와의 차에 의해 생기는 것을 말한다.

- ③ 단면내 평균온도(I)의 변화는 댐의 처짐, 아치응 추력, 아치의 휨모멘트 및 캔틸레버의 휨모멘트에 크게 영향을 준다. 상하류면방향의 온도경사(II)는 아치의 휨모멘트에 상당한 영향을 준다. 아치추력 및 댐의 처짐에 미치는 영향은 적다. 상하류면 가까이 형성되는 온도경사 (III)는 국부응력의 형으로 영향을 줄 뿐이다. 따라서 설계계산에는 (I) 및 (II)를 합해서 고려하는 것을 원칙으로 하고 (II)를 계산에 넣지 않는 경우

에는 종래의 계산예를 고려해서 크라운(Crown)의 설계압축응력도는 0.5~1MPa (5~10kgf/cm²)정도 크게 잡을 필요가 있다.

4.5 설계 및 모형실험

4.5.1 댐 형상의 설계

- (1) 댐형상의 설계는 계곡의 형상, 암반의 성상 및 홍수처리의 방법을 고려하여 제체 및 기초암반의 안전을 확보할 수 있도록 한다.

4.5.1.1 기본형상

- (1) 아치댐은 기본적으로 3차원 특성에 지배되는 구조물이므로 기초암반의 성상, 계곡의 형상 등의 요소에 의하여 기본형상을 달리한다. 따라서 중심각 및 두께를 적절히 선정하고, 제체응력 및 기초암반에 발생하는 응력을 조정하여 제체 및 기초암반의 안전을 기하는 것이 필요하다. 이때 다음과 같은 사항에 유의할 필요가 있다.

① 형상설계의 요령

가. 댐의 형상은 그 기반이 되는 계곡의 전암선형을 기초로 하여 검토한다. 가장 간단한 형식은 정각형과 정반경형이지만 실제의 댐에서는 그 중간적인 형을 취한다. 아치작용을 크게 발휘시키기 위해서는 어느 표고에 있어서도 수평아치의 곡율이 크게 취해진 정각형에 가까운 형이 바람직하나, 한편으로는 댐 양압부의 기초의 활동에 대한 안정상 추력(Thrust)을 유리하게 작용시키기 위하여 중심각을 작게 할 수 밖에 없는 경우가 많다.

② 계곡의 형상과의 관계

가. 댐의 중앙연직단면은 보통 하류측으로 오버행을 준 형상으로 한다. 이것은 양압에 가까운 댐부분의 상류측으로의 오버행을 그만큼 줄이고 댐의 상·하부 아치에 적당한 중심각을 주면 유리하게 되고 또 공사중 댐의 안정상으로도 이점이 있다. 부득이 상류측으로의 오버행이 과도하게 된 댐에서는 받침대 또는 굴착모양에 따른 받침대를 설치할 필요가 있다. 그 반대 댐의 하류측으로의 오버행을 과도하게 주면 그 기저부 부근 상류측의 인장응력을 조장할 우려가 있다.

나. 수평단면에 있어서 아치의 곡선형에 대해서는 단심엔, 삼심엔, 포물선, 쌍곡선등을 이용하고, 동일두께 또는 부등두께 아치를 사용하여 아치응력의 조절을 꾀하는 동시에 아치응력의 기초에 전해지는 방향에 유의하고 어깨(Shoulder)로 되는 전암의 모양과 크기와의 관계도 고려하여 아치의 형상을 검토할 필요가 있다.

③ 암반의 성상과의 관계

가. 댐의 위치는 그 부근 일부의 암반에 대하여 실시한 상세한 지질조사의 결과를 근거로 하여 양암 다같이 암질이 견고하고 구조상 되도록이면 약점이 적은 지점을 택해야 하며, 최종적으로는 댐의 기초가 될 부분에 대하여 여러가지 현지암석시험으로 확인해서 가장 안전도 높은 장소를 선정한다. 그러나 기초암반으로

아직 불충분하다고 생각되는 부분이 있는 경우에는 가능하고 유효한 기반의 개량을 고려함과 동시에 댐의 형상에 대하여도 연구할 필요가 있다.

나. 그 경우에 다음과 같은 방법을 취하는 것이 보통이나 그밖에도 일반적인 얇은 댐을 대신하여 두꺼운 댐을 선택하는 경우가 있다.

(가) 중심각을 줄여서 아치추력의 방향을 개량한다.

(나) 수압면을 확대한다.

(다) 인공어버트먼트와 같은 보조구조물을 이용한다.

④ 암반의 탄성계수와 관계

가. 기초암반의 탄성계수 E_r 은 제체콘크리트의 탄성계수 E_c 와 함께 댐의 응력검토를 위한 하나의 요소가 된다.

예를 들면 E_c/E_r 가 클 때는 아치의 하중부담률이 커지고 크라운(아치의 마루)의 압축응력도 크게 나타나는 경향이 있는 것 등을 고려하여 댐형상을 설계한다.

나. 저수지 초기만수시 기초암반의 변형이 현저하게 제체의 응력분포에 영향을 끼친다고 생각되는 경우에는 탄성계수 대신에 변형계수를 사용하여 검토할 필요가 있을 때도 있다.

⑤ 아치중단의 형상

가. 아치중단의 암반과의 접촉면은 반경방향으로 하는 것이 원칙이다. 비반경방향으로 굴착하면 암반과 연하는 블록형상이 부적당한 것이 되기 쉽고 또 균열이 생기는 원인도 된다. 더욱이 캔틸레버의 저면이 하류로 내려가게 되고 어깨가 얇은 경우에는 기초암반의 안정성을 잃어버리는 경향이 있어 일반적으로 좋지 않다. 단, 댐하부의 비교적 두꺼운 부분에서 암반이 깊게 틈이 생겨 상층의 견암을 많이 잃게 되는 경우에는 지나친 굴착을 중지하고 상류측 반경도를 거의 10° C의 비반경방향으로 굴착하여도 안정상 영향이 작다고 생각된다.

⑥ 기타 고려해야 할 사항

가. 물넘이가 제체에 설치되고 그 규모가 큰 경우에는 댐의 안정성에 현저한 영향을 주는 수도 있으므로 그 형상의 설계에 주의를 요한다.

나. 댐의 표면은 엔골한 곡면으로 하여 국부적으로 응력이 집중되지 않도록 한다.

4.5.1.2 설계시 고려할 요소

(1) 댐길이와 높이의 비율

① 댐길이와 높이의 비율은 기존댐과 대칭여부, 계곡형상, 지질 등을 비교할 때 이용되며, 보통 아치댐의 경제성여부판정의 기준이 되기도 한다. 이 비율이 6보다 작은 경우가 경제적인 것으로 되어 있다. 물론 이 기준에 만족한다 하더라도 댐의 건설비용과 물넘이 건설비용 등을 복합적으로 고려하여 댐형식을 결정해야 한다. 이 비율이 4보다 작으면 아치댐으로 가장 바람직한 경우가 된다.

농업용 콘크리트 아치담 설계

(2) 대칭성

- ① 응력분포의 관점에서 보면 아치의 형상이 대칭인 것이 바람직하다. 부득이 비대칭으로 설계를 할 경우에는 다음의 방법을 사용하여 비대칭성을 개선한다.
 - 가. 적절한 장소를 더 깊게 굴착한다.
 - 나. 인공적인 점안장치를 건설한다.
 - 다. 댐축을 재조정하거나 다시 설정한다.
- ② 개선이 불가능한 경우에는 2심엔 아치담으로 설계를 한다. 이 경우 아치형상의 연속성을 유지하기 위해 좌·우측의 중심은 중앙 캔틸레버를 포함하는 수직면에 따라 좌우해야 한다.

(3) 계곡형상

- ① 계곡의 형상은 다음과 같이 분류될 수 있다.

가. U자형 계곡

- 계곡의 밑폭 b 가 높이 H 보다 작다.

나. 좁은 V자형 계곡

- 계곡의 밑폭 b 가 거의 0이다.
- $\phi < 35^\circ C$

다. 넓은 V자형 계곡

- $b \neq 0$
- $\phi < 35^\circ C$

라. V자형과 U자형의 복합계곡

- $b < 2H$
- $\phi < 15^\circ C$

- ② 댐의 중심각, 댐높이 및 아치형상 등의 요소가 서로 같다고 가정하면, 넓은 계곡에 맞는 아치담은 협곡의 아치담보다 캔틸레버의 강성에 대해 좀더 융통성이 있다.

(4) 캔틸레버형상

- ① 넓은 계곡의 댐인 경우 사하중에서 얻을 수 있는 최대의 효과를 얻는 것이 바람직하다.

중앙 캔틸레버형상은 상류측면이 기초를 절단하고 하류측면이 마루에서 오버행(Overhang) 되는 형태를 갖는 것이 바람직하다.

(5) 아치형상

- ① 아치형상은 대부분 일정한 두께를 갖는 것이 이용되고 있다. 일반적인 것은 「댐형상의 설계」를 참조하기 바라며, 넓은 계곡에서 좀 더 균일한 응력분포를 얻기 위해 몇 가지 기술적인 장치가 필요하다.

가. 아치단면의 두께를 변화시키는 방법

나. 3심엔 아치를 이용하는 방법

다. 타원형, 포물선이나 쌍곡선형의 아치형상을 취하는 방법

- ② 암반에 작용하는 응력을 완화조정하기 위하여 접안부의 확장이 필요한 경우에는 하류면 쪽으로 필렛(Fillet)을 설치한다. 이 필렛을 설계할 경우에는 다음 사항을 고려하여야 한다.

가. 필렛의 중심은 평면내의 원활한 곡선 내에 존재해야 한다.

나. 아치의 하류형상과 댐의 양쪽 필렛 사이의 접선궤적은 원활한 곡선을 나타내야 한다.

다. 필렛 반경은 접안부에 전달되는 응력이 안전하게 향하게 하기 위해 충분한 길이가 필요하다.

(6) 아치접안부

- ① 아치접안부는 양호한 암반에 잘 연결되도록 이음부 등에 특별한 주의가 필요하다. 접안부의 방향은 댐 축에 수직으로 하는 것이 암반의 지지력 등에도 이점이 있다. 접안부의 반경방향 길이 전체를 암반과 연결시키기 위해서 과도하게 많은 양의 굴착이 필요하다면, 적은 양의 굴착을 수행하여 이용할 수 있는 다른 접안부형상을 이용한다.
- ② 하류측 아치단면과 등고선과 나란한 선과의 사이각은 $30^{\circ}C$ 보다는 커야하며, 필렛을 사용할 경우 이 값은 $45^{\circ}C$ 보다 커야 한다.

4.5.2 제체의 응력해석

- (1) 제체의 응력해석은 그 형상 및 기초의 구속조건이 응력에 미치는 영향을 고려해서 댐의 응력상태를 적절히 판정할 수 있는 방법으로 계산하고, 필요에 따라서는 모형실험을 한다.
- (2) 댐의 응력계산법에는 하중분해법, 수평아치법, 경사아치법, 셸(Shell) 이론에 의한 방법, 탄성이론에 기초한 유한요소법 및 모형실험법 등이 있다.
- (3) 수평아치법 및 경사아치법은 현재로서는 예비설계목적 이외에는 사용되지 않고, 또 셸 이론에 의한 방법은 아직 본격적으로 사용되는 단계에 이르지 않고 있다. 또 근년에 유한요소법에 의한 응력해석법이 개발, 실용화되고 있다.

4.5.3 자중에 의한 응력해석

- (1) 댐의 자중에 의한 응력계산은 그 형상 및 시공방법에 따라 자중을 캔틸레버에만 부담시키는 방법 또는 캔틸레버와 아치에 분담시키는 방법중에서 택한다.
- (2) 일반적으로 캔틸레버로 부담하는 것으로 하여 응력계산을 한다. 시공중에 아치작용을 일으키고 있다고 생각되는 경우에는 댐의 자중에 의한 캔틸레버의 변위와 일부가 아치작용에 의해 경감되는 것으로 하여 응력계산을 할 수 있다. 이 경우 댐의 시공순서에 따라 수단계로 구분하여 자중이 걸리는 것으로 하여 댐의 변위를 구하는 것이 정밀한 방법이지만, 예비설계에서는 간단한 방법으로 자중의 일부를 캔틸레버만으로 부담하고, 나머지를 댐전체(아치와 캔틸레버)에 작용시키는 것으로 계산하는 방법도 있다.

4.5.4 어버트먼트 보조 구조물의 설계

- (1) 댐지점의 지형 또는 지질상을 보정하거나 댐의 안정성을 개선하기 위해서 필렛, 스러스트블록, 중력어버트먼트, 새들, 플러그, 날개댐 등을 사용하는 경우는 댐지점의 상황에 따라 그 규모 및 형상을 정한다.

4.5.4.1 필렛

- (1) 여기서 말하는 필렛(Fillet)은 제체의 기본형상에는 관계없고 암반에 작용하는 응력을 완화조정하기 위해서 어버트먼트에 가까운 제체에 부가하는 국부적인 증서부분이다.

4.5.4.2 스러스트블록

- (1) 스러스트(Thrust) 블록은 제정부근에서 계곡이 급하게 열려있는 경우 또는 지질상의 결함이 있는 경우는 제체와 암반과의 사이에 설치해 제체로부터의 추력(Thrust)을 암반에 전달하는 것이다. 스러스트블록의 형상을 적당히 선택함에 의해 제체의 형상을 지형 또는 지질상의 국부적인 결함에 좌우됨이 없이 정할 수 있다.

4.5.4.3 중력어버트먼트

- (1) 중력어버트먼트는 그제정부근에 지형 또는 지질상의 결함이 있는 경우에 쓰이는 점에서 스러스트블록과 같으나 이는 암반면에 작용하는 응력을 경감하고 추력을 그대로 배후의 암반에 전하는 것이며 중력어버트먼트는 그 증가작용에 의해 댐의 추력을 암반에 전하는 점에서 스러스트블록과 다르다.
- (2) 그런데 중력어버트먼트를 채용하는 경우는 날개댐의 유무를 고려해서 그 규모와 형상을 정할 필요가 있다.

4.5.4.4 새들

- (1) 새들(Saddle)은 제체와 암반과의 사이에 설치해서 제체의 전주변 또는 일부에 불연속으로 증진된 단면형상을 갖고 암반에 작용하는 응력을 완화조정하는 것이다. 그러나 최근에는 새들을 쓰는 경우가 적어지고 있다.

4.5.4.5 플러그

- (1) 플러그(Plug)는 지형에 깊은 틈이 있는 개소, 또는 단층, 그밖의 취약층을 제거한 자리에 채우는 콘크리트로서 제체의 기본형상과 구별해서 그 크기와 형상을 정할 수 있는 것을 말한다.

4.5.4.6 날개댐

- (1) 날개댐(Wing dam)은 댐 상부의 기초암반면에 저수가 직접 작용하는 것을 피하기 위해,

또 중력어버트먼트의 채용에 따라 부근의 지하수위를 저하시키기 위해 설치하는 차수 구조물이고, 댐 종단의 상류에서 지형, 지질의 실정에 따라 보통 아치의 반경방향에 설치한다.

- (2) 날개댐에는 각종형식의 벽체가 쓰이고 이에 의해 암반내의 침투거리를 길게 하고 간극벽을 감해서 기초암반전체의 개선에 기여한다.

4.5.5 어버트먼트 보조 구조물의 응력해석 및 안정계산

- (1) 어버트먼트 보조구조물에 대해서는 안정계산을 하여야 하며, 필요한 경우에는 모형실험으로 그 안정을 확인하는 것으로 한다. 필렛, 스러스트블록, 중력어버트먼트, 새들, 플러그, 날개댐 등의 어버트먼트 보조구조물의 안정계산은 다음과 같은 방법으로 한다.
- ① 필렛은 일반적으로 제체의 응력분포에 그렇게 큰 영향을 미치지 않으므로 필렛에 의한 증가부의 응력은 댐 본체의 기본형상에 대해 구한 단면을 그대로 써서 계산해도 좋다.
 - ② 스러스트블록은 제체에 비해서 저폭이 충분히 크고, 또 소성이 뚜렷하면 제체의 설치시 암반과 같이 취급할 수 있다. 이경우 스러스트블록은 제체의 단면력을 직접 작용시켜 그 안정성을 검토하면 좋다. 그러나 그 규모에 대해서는 제체의 일부로서 취급하지 않으면 안되는 경우가 있다.
 - ③ 중력어버트먼트는 스러스트블록과 똑같이 계산한다.
 - ④ 새들을 실상에 따라 필렛 또는 스러스트블록과 똑같이 취급해서 그 증가부에 대한 응력을 계산하면 좋다. 그러나 새들이 광범위하게 걸치는 경우에 그 증가단면을 최초부터 고려한 제체의 응력계산을 하는 것이 좋다.
 - ⑤ 플러그는 그 역학적작용을 고려한 안정계산을 한다.
 - ⑥ 날개댐은 그 형상에 맞는 계산방법에 의해 계산한다.

4.5.6 마루 물넘이, 방수관, 갤러리 등이 있는 경우의 계산

- (1) 댐에 마루물넘이, 방수관, 갤러리 등이 있는 경우에는 그 규모에 따라 계산 또는 모형실험에 의하여 댐의 국부적 또는 전체 응력해석을 한다.
- (2) 댐마루에 홍수로등의 홈이 있는 경우에 그 깊이가 크지 않을 때는 그 부분의 아치작용을 무시한 댐의 응력계산을 하여도 좋다. 그러나 깊이가 클 때에는 홈에 의해 생긴 자유단을 갖는 만곡보로 생각한 댐전체에 계산을 하다.
- (3) 방수관, 수압철관 등은 그 규모에 따라 국부응력의 계산 또는 개구부에 의해 소성이 감소한 댐으로서의 응력계산을 합과 동시에 모형실험에 의하여 검토한다.
- (4) 갤러리는 단면의 규모가 댐의 크기에 비하여 그렇게 크지 않는 것이 보통이므로 국부응력을 계산하는 것만으로도 지장이 없다.

4.6. 기초처리

4.6.1 기초암반의 개량

- (1) 댐에 마루물넘이, 방수관, 갤러리 등이 있는 경우에는 그 규모에 따라 계산 또는 모형 실험에 의하여 댐의 국부적 또는 전체 응력해석을 한다.
- (2) 기초암반의 일부에 구조상 또는 수밀성에 약점이 있는 경우는 기초암반의 개량을 한다. 수밀성을 확보하기 위해서는 일반적으로 그라우팅을 실시하고, 암반내의 지하수위를 낮추기 위해서는 경수공을 설치한다.
- (3) 댐의 기초암반의 안정성에 대해서는 「기초암반의 안정성 검토」에 준하되 필요에 따라서 다음과 같은 방법을 단독 또는 병행해서 실시한다.
 - ① 추력전달구조물
가. 단면을 통해서 추력을 심부의 벽암에 전달하기 위한 콘크리트의 기둥 또는 벽이다.
 - ② 다웰링(Dowelling)
 - ③ 철재에 의한 기초암반의 벽결공법
 - ④ 고압 압밀그라우팅
- (4) 기초암반의 응력도가 높은 부분을 보강 또는 개량하기 위해 비교적 높은 주입압력으로 행하는 압밀그라우팅이다. 그 시공은 주입압에 의해 댐이 손상되지 않는 높이까지 콘크리트를 친 후에 한다.


4.6.2 이음

- (1) 이음은 콘크리트의 균열을 방지하기 위하여 반경방향으로 설치해서 여기에 그라우팅을 한다.
 - ① 횡단이음매는 일반적으로 15m 정도의 예가 많으며 그 단형은 지진시, 시공중등의 안정을 유지하면서 설치하는 것이 바람직하다. 아치추력이 시공중에도 작용하도록 설치된 댐, 특히 그 하부의 사수위(이용수심이하)에 있어서는 설치하지 않는 경우도 있다.
단형의 형상과 수는 응력집중 및 온도에 의한 균열이 생기지 않을 것과 시공이 용이할 것 등을 고려해서 정한다.
 - ② 시공기간중에 홍수에 의한 피해의 우려가 없는 경우에는 이음매와 그라우팅에 의하지 않고 슬롯(Slot)을 설치해서 이를 담수전에 채우는 경우도 있다.
기초에 비교적 큰 변화가 예상되고, 아치추력을 경감할 필요가 있는 경우 또는 구조상 날개댐과 제체간의 경계면을 설치할 필요가 있는 경우에는 개방이음매를 사용할 때도 있다.
 - ③ 제체와 새들, 플러그 톤느 스러스트블록과의 사이에 접촉을 잘하기 위해 주변이음을 채용할 때가 있으나 최근에는 그 예가 적다.
 - ④ 아치작용을 되도록 발휘시키기 위하여 이음의 방향은 반경방향으로 한다. 따라서 수

- 평아치의 중심이 높이에 따라 다르고, 이음면이 평면이 아닌 비틀림면으로 형성된다.
또 아치정부에는 최대응력이 발생하므로 크라운에는 이음을 두지 않는 것으로 한다.
- ⑤ 아치댐은 자동개#작용이 있다고 생각되므로 #형이음매를 두지 않는 예도 있으나, 댐 구조물을 일체로 하여 전단응력의 전달과 안전성을 높이기 위하여 #형이음매를 두고 이음그라우팅을 하는 경우가 많다.



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



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

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

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

농림축산식품부	성명	소속	직책
	한준희	농업기반과	과장
	박재수	농업기반과	서기관

설계기준
KDS 67 10 35 : 2018

농업용 콘크리트 아치댐 설계

2018년 04월 24일 발행

농림축산식품부

관련단체 한국농어촌공사

58217 전라남도 나주시 그린로 20(빛가람동 358) 한국농어촌공사

☎ 061-338-5114 E-mail : webmaster@ekr.or.kr

<http://www.ekr.or.kr>

(작성기관) 한국농공학회

06130 서울시 강남구 테헤란로 7길 22(역삼동 365-4) 과학기술회관 본관 205호

☎ 02-562-3627 E-mail : j6348h@hanmail.net

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

국가건설기준센터

10223 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283(대화동)

☎ 031-910-0444 E-mail : kcsc@kict.re.kr

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

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