

KDS 54 65 00 : 2022

하드필댐

2022년 8월 1일 개정

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

KC CODE



환경부



건설기준 제정 또는 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.

환경부장관은 이 고시에 대하여 「훈령·예규 등의 발령 및 관리에 관한 규정」에 따라 2022년 8월 1일 기준으로 매 3년이 되는 시점(매 3년째의 7월 31일까지를 말한다)마다 그 타당성을 검토하여 개선 등의 조치를 하여야 한다.

건설기준 제 · 개정 연혁

- 이 기준은 최근에 연구 개발된 하드필(Hardfill)댐에 대한 조사, 계획, 재료와 설계에 대한 설계기준을 제정한 것으로 제 · 개정 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요내용	제정 또는 개정 (년.월)
KDS 54 65 00 : 2019	• 하드필댐 설계기준 제정	제정 (2019.01)
KDS 54 65 00 : 2022	• 설계기준 작성 지침에 따라 최소한의 설계기준 제시 • 안전성 검토 관련 내용 변경 및 수정	개정 (2022. 08)

제 정 : 2019년 01월 11일

심 의 : 중앙건설기술심의위원회

소관부서 : 환경부 수자원정책과

관련단체 : 한국수자원학회, 한국수자원공사

개 정 : 2022년 08월 01일

자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회

작성기관 : 한국수자원학회

목 차

1. 일반사항	1
1.1 목적	1
1.2 적용범위	1
1.3 참고기준	1
1.4 용어의 정의	1
1.5 기호의 정의	3
1.6 하드필댐의 특징 및 형식	3
2. 조사 및 계획	4
2.1 조사	4
2.2 계획	5
3. 재료	6
3.1 하드필	6
3.2 콘크리트	7
4. 설계	7
4.1 설계일반	7
4.2 댐 위치 선정	8
4.3 지질과 지반조사	8
4.4 안전성의 검토	8
4.5 표준단면의 설계	9
4.6 세부설계	10
4.7 시공관련 설계 검토	13
4.8 계측설비	13

1. 일반사항

1.1 목적

- (1) 이 기준은 하드필댐의 조사, 계획 및 설계에 필요한 체계적인 기준을 제시하는 것을 목적으로 한다.

1.2 적용범위

- (1) 이 기준은 사다리꼴 하드필댐의 일반사항, 조사와 계획, 재료, 설계에 적용하며, 동일한 형식의 가물막이댐, 부댐 등의 설계에도 적용할 수 있다.
- (2) 댐 형식 결정시 하드필댐도 다른 형식의 댐들과 같이 자연적 조건(댐 지점의 지형, 지질 등), 지역적 조건(축제 재료의 부존도, 교통 관계 등)과 간접적 조건(댐의 건설 목적, 건설장비 등) 등 여러 가지 복잡한 요소가 서로 영향을 미치므로 종합적으로 판단을 하여 댐 건설 목적에 부합할 때, 하드필댐을 적용한다.

1.3 참고기준

1.3.1 관련 법규

- 내용 없음

1.3.2 관련 기준

- KDS 14 20 01 콘크리트구조 설계 일반사항
- KDS 54 10 10 댐 설계 조사
- KDS 54 10 15 댐 설계 계획
- KDS 54 30 00 필댐
- KDS 54 50 00 콘크리트 중력댐
- KDS 54 60 00 롤러다짐콘크리트댐

1.4 용어의 정의

- 구조용 콘크리트 : 제체내 각종 구조물(갤러리(gallery), 여수로, 취수설비 등)을 설치하기 위해 해당 구조물과 그 주변에 설치되는 콘크리트
- 마름모꼴 강도관리(diamond shape strength management) : 가로축에 단위수량, 세로축에 하드필의 강도를 표시한 그래프로, 예상되는 하드필재 입도와 시공 가능한 단위수량으로 설정되는 하드필 강도의 범위를 나타낸 하드필 품질관리 개념
- 모재 : 하드필 생산에 바탕이 되는 주요재료인 하상골재, 굴착토, 암버력재 등의 원재료
- 보호 콘크리트 : 기상환경 변화나 홍수로 인한 제체 월류 등에 대한 내구성을 확보하기 위해 하드필댐의 하류면과 댐마루에 설치하는 콘크리트

- 보호·차수 콘크리트 : 내구성과 수밀성을 확보하기 위해 하드필댐의 상류면에 설치하는 콘크리트
- 부배합 하드필 : 제체의 하부 측과 좌·우안 가장자리 암착부 축조 시에 사용되며, 제체에 축조하는 하드필의 배합보다 시멘트 량을 많게 한 하드필
- 지수 콘크리트 : 암착면의 수밀성을 확보하기 위해 하드필댐 상류측 기초암반 접촉면에 설치하는 콘크리트
- 최대 설정 하드필 강도 : 마름모꼴 강도관리 범위 안에서 설정되는 하드필 강도의 최대 기준값
- 최저 설정 하드필 강도 : 마름모꼴 강도관리 범위 안에서 설정되는 하드필 강도의 최저 기준값
- 프리캐스트 거푸집 : 미리 공장 등에서 제조한 콘크리트 판으로 보호·차수콘크리트와 보호콘크리트 시공 시 적용할 수 있는 거푸집
- 필요 하드필 강도 : 제체에서 발생하는 압축과 인장응력에 필요한 하드필 강도의 범위

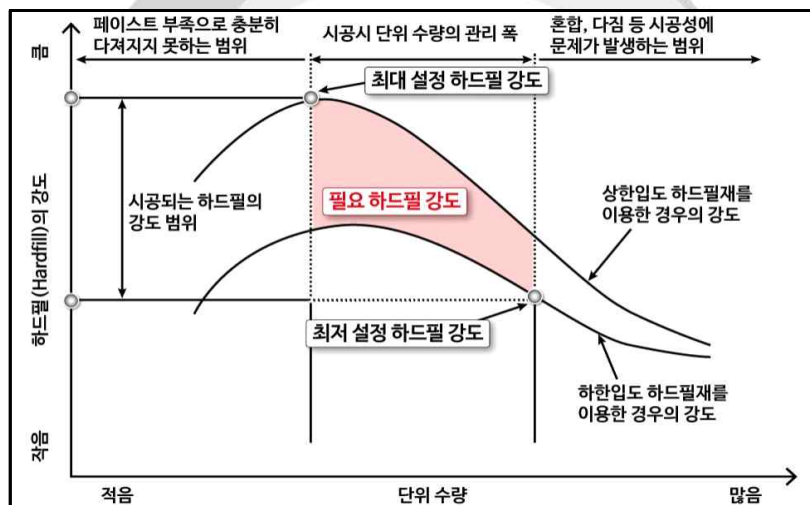


그림 1.4-1 마름모꼴 강도관리 개념도

- 하드필 : 하드필재, 시멘트, 물을 구성 재료로 하여 이들을 비벼서 만든 것 또는 경화된 것

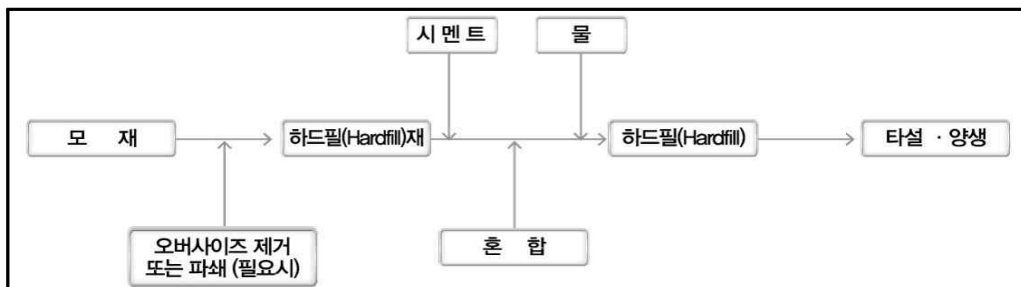


그림 1.4-2 하드필의 일반적인 제조과정

- 하드필 강도 : 하드필의 압축강도시험을 통해 얻을 수 있는 압축강도로 측정된 응력-변형률 곡선의 직선관계에 있는 범위(탄성영역)에서의 최대응력
- 하드필 공법 : 댐 건설 위치 인근에서 구할 수 있는 재료를 최대한 가공하지 않고, 물과 시멘트를 넣어 하드필 혼합설비에서 생산한 재료인 하드필을 펴고르고 툴러다짐 하는 공법
- 하드필 인장강도 : 하드필의 쪼갬인장강도 시험을 통해 얻을 수 있는 인장강도

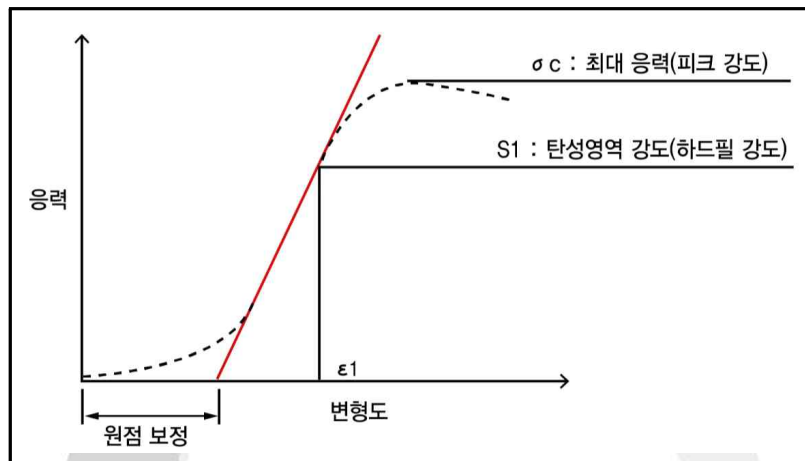


그림 1.4-3 응력-변형도 곡선

- 하드필 탄성계수 : 하드필의 압축강도시험을 통해 얻을 수 있는 응력-변형도 곡선 중 탄성영역에서의 기울기를 통해 구할 수 있는 탄성계수
- 하드필댐 : 하드필 공법을 적용한 사다리꼴 형상의 댐
- 하드필재 : 원재료로 있는 모재를 필요에 따라 최대 입경이상 재료의 제거 또는 파쇄 등의 절차를 거쳐 하드필재의 최대입경 이하로 조정한 재료로서, 이는 콘크리트 골재에 해당

1.5 기호의 정의

내용 없음

1.6 하드필댐의 특징 및 형식

1.6.1 하드필댐의 특징

(1) 사다리꼴 댐의 특징

- ① 사다리꼴 댐은 상시와 지진 시 뿐만 아니라 하중상태가 변화되는 상태에도 응력의 변동이 적고, 지진 시에는 제체 저면의 연직응력이 기본적으로 압축영역에 있다.
- ② 사다리꼴 댐은 전도와 활동에 대한 안정성이 높으며, 제체 내에 발생하는 응력이 적다.

(2) 하드필 공법의 특징

- ① 하드필 공법은 현장재료의 효율적 활용과 시공설비의 간소화 등에 의한 비용 절감이 가능한 공법이다.
 - ② 하드필 공법은 원석폐기율이 낮고, 원석산 최소화, 하드필재 제조와 혼합설비를 간략화 할 수 있어 환경부하 경감이 가능한 공법이다.
 - ③ 하드필 공법은 범용장비(덤프트럭, 불도저, 백호우, 진동롤러 등) 사용으로 시공이 가능하며, 이로 인해 시공기간을 단축 할 수 있는 공법이다.
 - ④ 리프트 축조높이는 표면에서의 다짐효과 등을 고려하여 0.5 m ~ 0.75 m를 표준으로 하되, 다짐성능이 우수한 장비를 사용할 때에는 그 이상도 가능하다.
- (3) 하드필댐의 특징
- ① 하드필댐은 제체 내에 발생하는 응력이 적은 사다리꼴 댐의 특징과 댐 인근에서 쉽게 구할 수 있는 재료를 활용하여 환경부하 경감과 비용절감이 가능한 하드필 공법의 특징을 모두 충족 가능한 댐이다.
 - ② 하드필댐은 합리적인 재료, 설계, 시공이 가능한 댐이다.
 - 가. 재료의 합리화 : 제체 재료가 갖추어야 할 강도가 낮아서 재료에 요구되는 성능 기준이 낮고, 재료 선정의 폭이 넓다.
 - 나. 설계의 합리화 : 사다리꼴로 만들어 내진 안정성을 높이고, 제체 재료가 갖추어야 할 강도를 낮출 수 있다.
 - 다. 시공의 합리화 : 간이 시공설비로 신속하게 시공할 수 있다.
 - ③ 하드필댐은 시공특성 상 대규모 석산개발이 불필요하기에 환경부하를 경감시킬 수 있는 댐이다.

1.6.2 하드필댐의 형식

- (1) 하드필댐은 댐 축제재료에 따라서는 콘크리트댐 형식이며, 축제방식에 따라서는 레이어(layer) 타설 형식에 해당된다.

2. 조사 및 계획

2.1 조사

2.1.1 모재 채취지의 조사

- (1) 조사목적
 - ① 모재의 적정성, 생산가능량, 경제성 분석을 검토하는데 있다.
- (2) 조사계획
 - ① 모재 채취지의 지형·지질, 입지 조건 등을 고려하여 적절하게 계획한다.
- (3) 조사범위
 - ① 사업영역 내에서 환경과 경제성을 고려하여 설정한다.
- (4) 유의점

- ① 하상 사력이나 단구 퇴적물 등의 미고결층은 모재 채취지의 유력한 후보가 되므로, 조사의 중요 지점이다.
- ② 현지 발생재의 유용이나 제체 굴착에 의해서 생기는 상류 측 비탈면의 추가 굴착은 유효한 때가 있으므로, 댐 지점 조사와 연속적으로 재료조사를 실시한다.

2.1.2 모재의 조사

(1) 조사목적

- ① 입도와 입도의 변동범위, 밀도, 흡수율을 검토하는데 있다.

(2) 조사계획

- ① 모재의 조사는 현지조사, 기본물성치(밀도, 흡수율, 입도분포 등)의 조사, 하드필 강도시험, 평가 순으로 계획한다.

(3) 유의점

- ① 모재는 하드필의 성능이나 경제성에 큰 영향을 주므로 조사 시 유의한다.

2.2 계획

2.2.1 재료와 배합 계획

- (1) 하드필댐의 재료는 하드필의 강도, 제체의 형상, 체적(필요량), 재료의 효율적 활용, 시공성, 경제성, 재료 채취부터 하드필의 제조까지 종합적으로 고려하여 선정한다.

(2) 하드필 강도 특성

- ① 하드필 강도는 「탄성영역강도」로 한다.
- ② 하드필의 강도는 하드필재의 입도, 단위수량 등에 의해 영향을 받는다.
- ③ 하드필재는 최소한의 선별작업 후 혼합되며 입도의 범위가 넓기에 하드필의 강도 범위가 존재한다.
- ④ 입도의 변경에 따라 단위수량의 정량화가 어려워 단위수량의 범위도 존재한다.
- ⑤ 이에 따라 다음 (3)과 같이 하드필 배합계획을 수립하여야 한다.

(3) 하드필 배합계획

- ① 하드필 배합계획은 하드필재 입도분포 범위를 산정함과 동시에 단위수량 범위를 산정하기 위함이다.
- ② 하드필재 입도와 단위수량이 시공 가능한 관리 범위를 가지므로 하드필 강도는 하드필재 입도분포 범위에 의하여 정해진 강도의 범위와 단위수량의 관리범위에 의하여 형성되어진 마름모꼴 강도관리 범위 내에 분포한다.
- ③ 단위수량 범위 산정방법

가. 다양한 입도분포에 따라 단위수량의 정량화를 할 수 없어 단위수량 범위가 존재한다. 단위수량이 적으면 물 부족으로 강도가 나오지 않고, 반대로 단위수량이 많으면 강도가 낮아지며 혼합 시에 믹서날개 등에 달라붙어 실제 시공에 적합하지 않으므로 단위수량에 강도, 시공성에 따른 허용범위가 존재하며, 이 허용범위를

구하기 위해 표준공시체 시험이 이용된다.

나. 시공성 측면에서 단위수량 결정은 성상관찰(믹서 내부 상태와 교반시료 배출직후 상태, 배출직후 혼합시료 상태, 공시체 조성 시 다짐정도)을 통해 단위수량 범위를 산정한다.

2.2.2 하드필댐의 계획

(1) 하드필댐은 하드필의 강도와 변형성과 댐 기초의 변형성을 고려하여 계획한다.

- ① 하드필댐은 사용하는 모재의 선택범위가 넓어, 댐 지점마다 하드필 강도특성 차이가 발생되므로, 그 지점 댐의 강도 특성에 따라 계획한다.
- ② 하드필댐에서 기초암반의 탄성계수의 값은 제체내의 응력에 영향을 주는 가장 큰 요소이므로, 기초암반의 변형성을 고려한 응력해석 결과를 기반으로 계획한다. 즉, 상대적으로 기초암반이 제체에 비해 변형성이 크면 제체 바닥에서 수평 방향으로 발생하는 휨 인장응력이 커지고, 그 결과 바닥부의 필요강도가 커진다는 것과 관련된다.

3. 재료

3.1 하드필

3.1.1 하드필재

(1) 하드필재의 최대치수

- ① 하드필은 품질과 시공성 등을 확보하기 위하여 하드필재의 최대치수를 80 mm 이하로 한다.

(2) 하드필재의 입도분포

- ① 하드필재의 입도분포는 하드필 강도에 크게 영향을 주므로 하드필재 입도의 편차 범위를 파악하여야 한다.

3.1.2 하드필 배합

(1) 배합

- ① 하드필의 배합은 하드필재, 물, 시멘트와 다짐 종료 시 간극으로 구성되며, 용적이 1 m³가 되도록 단위량을 정한다.

(2) 시험의 종류

- ① 하드필 배합시험에는 40 mm 습식체가름(wet screening) 시료를 사용한 표준공시체(Φ 150 mm × 300 mm)와 최대크기(최대입경 80 mm) 시료를 이용한 대형공시체(Φ 300 mm × 600 mm) 시험이 있다.

(3) 시험의 항목

- ① 하드필 시험은 밀도, 강도특성, 시공성을 파악하는 항목에 대하여 실시한다.

3.1.3 표준공시체 시험

(1) 시험목적

- ① 표준공시체 시험은 당해 댐에 사용하는 하드필의 기본적인 강도특성을 파악하는 것을 목적으로 하는 시험과 실제 시공에 있어서의 품질관리를 목적으로 하는 시험으로 실시한다.

(2) 시험항목

- ① 하드필의 기본적인 강도특성을 파악하는 것을 목적으로 하는 시험에서는 하드필 밀도, 강도 특성, 시공성을 파악할 수 있는 항목 모두에 대하여 시험한다.
- ② 실제 시공에 있어서의 품질관리를 목적으로 하는 시험에서는 하드필의 밀도와 탄성영역 강도를 확인한다.

(3) 시험방법

- ① 시험은 통일된 규격으로 실시한다.

(4) 시험결과 정리

- ① 압축강도 시험결과를 바탕으로 하드필의 강도, 탄성계수, 최대 강도를 기록한다.

(5) 기타 시험

- ① 그 밖에 하드필의 특성을 파악하기 위해 필요한 시험(인장강도, 전단강도 시험 등)을 실시한다.

3.1.4 대형공시체 시험

(1) 시험목적

- ① 대형공시체 시험은 시공 품질관리 측면에서의 밀도관리가 가능하도록 최대크기(최대입경 80 mm) 하드필 밀도와 강도의 대응관계 파악을 목적으로 실시한다.

(2) 시험항목

- ① 대형공시체로 최대크기(최대입경 80 mm) 하드필의 밀도 시험, 압축강도시험을 실시한다.

(3) 시험방법

- ① 시험은 통일된 규격으로 실시한다.

(4) 시험결과 정리

- ① 다짐 밀도와 강도의 관계에 대한 시험결과를 정리한다.

3.2 콘크리트

- (1) 콘크리트 재료에 관한 사항은 KDS 14 20 01을 따른다.

4. 설계

4.1 설계일반

- (1) 하드필댐은 일반적으로 사다리꼴 형태로, 탄성영역 강도 범위에서 설계하는 탄성체 설계이다.
- (2) 외적안정성(활동, 전도)과 내적안전성(응력)을 만족하도록 설계하고, 내진 안전성 검토를 실시한다.
- (3) 그 외 설계일반에 관한 사항은 KDS 54 10 10을 따른다.

4.2 댐 위치 선정

- (1) 댐 위치는 댐 기초의 조건을 바탕으로 제체 체적, 재료 채취, 시공설비 배치, 시공방법 등을 종합적으로 판단하여 선정한다.
- (2) 그 외 댐 위치 선정에 관한 사항은 KDS 54 10 10, KDS 54 10 15를 따른다.

4.3 지질과 지반조사

4.3.1 조사항목

- (1) 기초암반조사는 탄성계수, 마찰저항계수, 투수성 등에 대하여 실시한다.

4.3.2 탄성계수

- (1) 기초 암반의 탄성계수는 공내수평재하시험 등의 적절한 시험 방법에 따라 조사한다.

4.3.3 마찰저항계수

- (1) 기초 암반의 마찰저항계수는 전단시험 등으로 확인한다.

4.3.4 투수성

- (1) 기초 암반의 투수성은 수압시험(lugeon test) 등으로 조사한다.

4.3.5 기타사항

- (1) 그 외 기타사항은 KDS 54 10 10을 따른다.

4.4 안전성의 검토

4.4.1 검토방법

- (1) 제체의 안전성 검토는 제체의 형상과 기초의 특성 등이 제체 안전성에 미치는 영향을 고려해서 제체의 적절한 방법으로 계산한다.
- (2) 안정성 검토는 자중, 정수압, 지진 시 지진동 및 동수압, 퇴사압, 양압력을 고려한다.
- (3) 이들 하중은 저수지의 수위에 따라 그 조합을 달리하며, 하중조합에 대한 세부적인 사항은 표 4.4-1을 따른다. 단, 양압력은 외적안정성 검토시에만 적용한다.

표4.4-1 하드필댐의 설계하중조합

상 태	하 중	수 위
상시(비지진시)	자중, 정수압, 퇴사압, 양압력	최저수위, 상시만수위, 설계홍수위
설계지진시	자중, 정수압, 퇴사압, 지진동, 동수압, 양압력	최저수위, 상시만수위
검증지진시	자중, 정수압, 퇴사압, 지진동, 동수압, 양압력	최저수위, 상시만수위

(4) 동수압, 양압력, 퇴사압의 산정은 KDS 54 50 00을 따르고, 지진동은 KDS 54 17 00을 따른다. 단, 검증지진의 지진가속도는 설계지진의 지진가속도에 비해 위험도계수를 최소한 한 단계 높여서 적용하되 0.25 g 이하로 한다.

4.4.2 외적안정성의 검토

(1) 전도안정성

① 체체의 전도안정성에 대해서는 검토 수위, 하중 조합의 모든 조건하에서 체체 바닥면의 연직 응력이 압축응력이면 만족한다.

(2) 활동안정성

① 체체의 활동안정성에 대해서는 검토 수위, 하중 조합의 모든 조건하에서 필요한 마찰저항력을 가지도록 설계하여야 하며, 전단마찰 안전율이 평상시(지진 미발생)에는 2.0, 설계지진 시에는 1.5, 검증지진 시에는 1.2 이상을 만족해야 한다.

4.4.3 내적안전성의 검토

(1) 검토 수위, 하중 조합의 모든 조건하에서 체체내 각 부위의 발생응력에 따라 산정된 하드필 압축강도가 실제 사용하는 하드필 압축강도(마름모꼴 강도범위의 최저값) 보다 작도록 설계한다. 필요 하드필 압축강도산정시 안전율이 평상시(지진 미발생)에는 2.0, 설계지진 시에는 1.5, 검증지진시 1.2 이상을 만족해야 한다. 또한 체체 내부 응력 검토 시 기초지반의 변형성을 고려해야 한다.

4.5 표준단면의 설계

4.5.1 기본성능

(1) 하드필댐은 예상되는 하중에 대한 안정성을 확보하는 것과 동시에 내구성, 수밀성을 확보한다.

4.5.2 체체 단면 구성

(1) 하드필댐의 구조는 하드필에 의한 체체, 댐마루와 하류면의 보호 콘크리트, 상류면의 보호·차수 콘크리트, 상류측 저면부의 지수 콘크리트, 바닥면의 부배합 하드필, 갤러

리와 차수 그라우팅(curtain grouting) 등으로 구성한다.

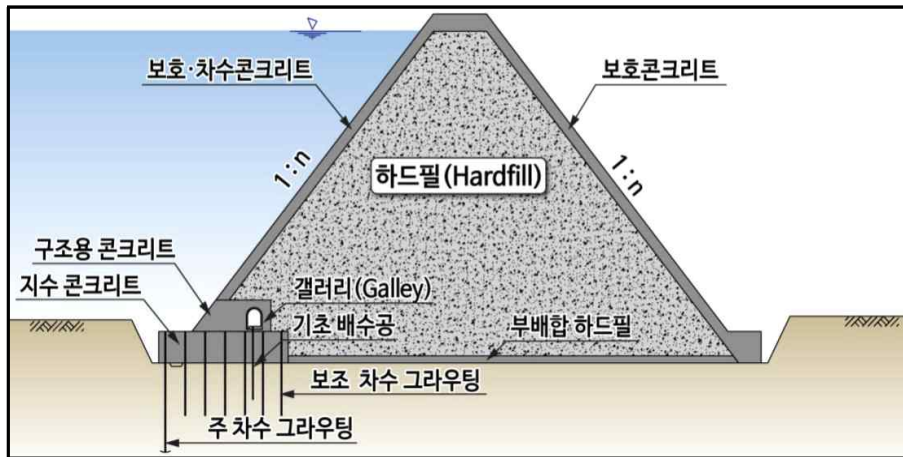


그림 4.5-1 하드필댐 개념도

4.5.3 댐마루 표고와 여유고

(1) 일반사항과 기타 세부적인 사항은 KDS 54 50 00을 따른다.

4.5.4 댐마루 폭

(1) 댐마루 폭은 댐체의 안정성을 확보하고, 시공기계의 주행공간과 안전성, 상·하류와 댐마루의 보호 콘크리트를 고려하여야 하며, 8.0 m 이상으로 한다.

4.5.5 제체 비탈면경사

(1) 제체 비탈면경사는 안정성 검토결과에 따라 결정하며, 일반적으로 1:0.8 ~ 1:1.0 정도의 범위 내에서 정한다.

4.6 세부설계

4.6.1 기초설계

(1) 하드필댐의 기초설계에 대한 일반사항과 기타 세부적인 사항은 KDS 54 30 00, KDS 54 50 00을 따른다.

4.6.2 보호·차수 콘크리트와 보호콘크리트의 설계

(1) 하드필댐의 제체 표면 중 상류면에는 내구성과 저수에 대한 수밀성을 확보하기 위해 보호·차수 콘크리트를 배치하며, 댐마루와 하류면에는 기상환경 변화나 홍수로 인한 제체 월류 등에 대한 내구성을 확보하기 위해 보호 콘크리트를 설치한다.

(2) 두께는 필요한 품질을 확보하기 위하여 시공성 저하를 피해야 하므로 시공성을 고려하여야 한다. 이에 따라 기상작용 등 외부 환경에 대한 내구성뿐만 아니라 상·하류면

프리캐스트 거푸집 설치 작업과 콘크리트 타설 시의 시공성을 고려하여 수평 폭 2.0 m를 기본으로 한다.

(3) 가로이음

- ① 기본적으로 균열방지를 위하여 댐축의 직각방향 15.0 m 간격으로 가로이음을 설치하며, 세부적인 사항은 KDS 54 50 00을 따른다.

(4) 보호·차수 콘크리트의 지수판과 이음 배수공

- ① 보호·차수 콘크리트는 콘크리트 중력댐과 동일하게 주지수판, 부지수판과 이음 배수공을 배치한다.
- ② 이음 배수공은 지수판의 하류측에 설치하여 지수판을 거쳐 흘러 들어온 누수를 모아 제체내 갤러리내의 측구로 유도하는 것으로, 지수판에 의한 지수성의 판단과 가로이음 안으로 침입한 누수의 배제를 목적으로 설치한다.
- ③ 지수판과 이음 배수공에 대한 세부적인 사항은 KDS 54 50 00을 따른다.

4.6.3 지수 콘크리트의 설계

(1) 암착면의 수밀성을 확보하기 위해 하드필댐 상류측 기초암반 접촉면에 지수 콘크리트를 배치한다. 지수 콘크리트부는 콘크리트 중력댐과 동일하게 암반면을 처리하고 보조 차수 그라우팅(secondary curtain grouting)으로 제체 암착부의 차수성을 개량하고 강한 침투류를 억제함과 동시에 침투경로를 확보한다.

① 지수 콘크리트의 설치

가. 지수 콘크리트를 타설할 때는 굴착을 끝낸 기초암반에 모르타르를 부설하여 기초 암반과 일체화시킴으로써 하드필댐과 기초암반과의 경계부에 강한 침투류가 발생하는 문제를 방지한다. 지수 콘크리트의 길이는 상부에 갤러리 설치와 보조 차수 그라우팅 시공 등을 고려하면 약 15.0 m가 되며, 기초암반의 투수성, 댐 규모 등을 종합적으로 검토하여 적절히 설정하고, 지수 콘크리트의 두께는 기본적으로 2.0 m 이상으로 한다.

② 지수 콘크리트 배치설계시 유의점

- 가. 지수 콘크리트 상부에 갤러리가 배치되므로 갤러리 배치와의 관계를 고려하여 지수 콘크리트의 시공이음 위치를 고려한다.
- 나. 경사부에서는 시공에 필요한 폭을 확보하기 위하여 좌·우안 방향으로 약 5.0 m를 확보한다.
- 다. 지수 콘크리트 하류측은 하드필과의 경계부가 되므로 하드필 펴고르기와 다짐 작업의 시공성을 고려하여 수평 폭을 약 8.0 m 이상 확보한다.

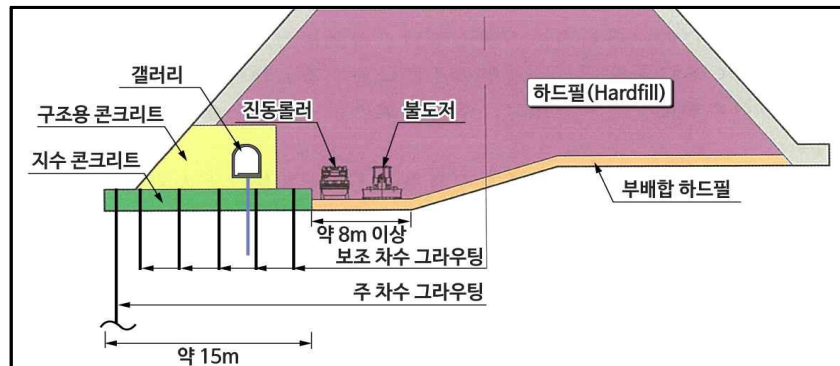


그림 4.6-1 지수 콘크리트 횡단면도

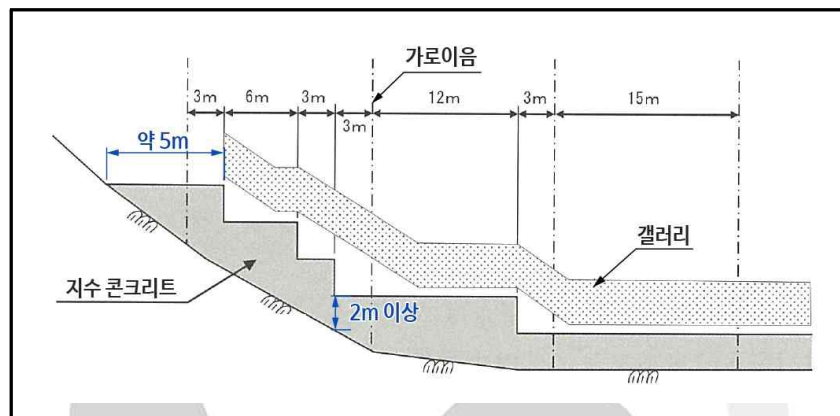


그림 4.6-2 지수 콘크리트 종단면도

4.6.4 부배합 하드필의 설계

- (1) 사다리꼴 하드필댐에서 하드필 암착부는 활동에 대한 저항성과 내구성을 향상시키기 위해 부배합 하드필을 배치하여 암반의 요철에 대한 충전성을 높인다.
- (2) 부배합 하드필의 단위시멘트량은 기초암반의 성질과 상태에 따라 달라지지만 기본적으로 약 100 kg/m³로 배합한다.

4.6.5 이음(joint)의 설계

- (1) 하드필부 이음의 설계에 대한 일반사항과 기타 세부적인 사항은 KDS 54 60 00을 따른다.
- (2) 콘크리트부 이음의 설계에 대한 일반사항과 기타 세부적인 사항은 KDS 54 50 00을 따른다.

4.6.6 차수 그라우팅과 보조 차수 그라우팅의 설계

- (1) 기초 암반의 차수성을 확보하기 위해 차수 그라우팅과 보조 차수 그라우팅을 설계한다. 차수 그라우팅은 상류 푸팅(footing) 또는 갤러리에서, 보조 차수 그라우팅은 지수 콘크리트에서 시공한다.

- (2) 보조 차수 그라우팅의 배치는 기초 배수공 보다 상류측에 추가하고 하류측에도 2열 정도 배치한다. 배치간격은 댐축 방향 약 5.0 m, 상·하류 방향 약 3.0 m가 일반적이지만 암반의 투수 상태에 따라 적절하게 설정한다.
- (3) 그 외 그라우팅 설계에 관한 세부적인 사항은 KDS 54 30 00을 따른다.

4.7 시공관련 설계 검토

4.7.1 기초굴착과 처리

(1) 하드필부의 굴착

- ① 하드필부의 기초 굴착은 제체 기초로 적절한 암반까지의 굴착과 암반 청소로 이루어지며, 계획 굴착면상의 0.5 m 정도까지 하고 나머지 0.5 m는 지렛대, 브레이커, 픽, 해머 등으로 굴착한다.
- ② 하드필부의 굴착은 기초 암반의 요구 성능을 확보하기 위해 거친 굴착과 축조 전에 실시하는 2차 굴착으로 구분한다. 축조 직전에 암반청소를 실시하여 부석과 이완된 범위를 제거한다.

(2) 콘크리트부의 굴착

- ① 지수 콘크리트부의 기초굴착은 암착면에 지수가 될 수 있는 암반을 확보하기 위한 목적으로 실시한다.
- ② 지수 콘크리트부의 기초암반은 콘크리트 중력댐과 동등한 암반면 처리를 한다.

(3) 용수처리

- ① 암착부에 용수가 있을 때에는 하드필과 콘크리트 품질에 영향을 미치므로 적절한 공법을 선정하여 용수를 처리한다.
- ② 용수처리는 콘크리트 중력댐에서 일반적으로 사용하는 시공방법을 적용한다.

- (4) 그 외 기초굴착과 처리에 관한 사항은 KDS 54 50 00을 따른다.

4.7.2 시공설비

- (1) 시공설비(골재관련 설비, 시멘트관련 설비, 하드필 혼합설비, 콘크리트 혼합설비, 운반설비, 냉각설비 등)는 사회환경조건, 설계조건, 지형·지질·기상 등 현장조건을 고려하여 모재의 성질과 상태에 따라 시공성, 경제성, 안전성이 우수한 것을 선정한다.
- (2) 하드필재는 모재의 채취량과 품질, 경제성을 고려하여 필요에 따라 최소한의 설비를 이용해서 오버사이즈를 제거하거나 파쇄 한다.
- (3) 하드필 혼합장치는 성능을 확인한 후에 채택 여부와 필요한 대책을 검토한다.
- (4) 하드필의 운반설비 및 축조설비는 축조능력과 경제성을 고려해서 선정한다.

4.8 계측설비

- (1) 하드필댐의 계측설비에 대한 일반사항과 기타 세부적인 사항은 KDS 54 50 00을 따른다.

집필위원

성명	소속	성명	소속
송용진	도화엔지니어링	박래건	도화엔지니어링

자문위원

성명	소속	성명	소속
이기하	경북대학교	하익수	경상대학교
장창래	한국교통대학교	김경욱	(주)이산
강부식	단국대학교	김혜성	도화엔지니어링
전경수	성균관대학교	박창열	(주)삼안
허준행	연세대학교	정성영	동부엔지니어링
조성은	한경대학교	최익배	평화엔지니어링

국가건설기준센터 및 건설기준위원회

성명	소속	성명	소속
이영호	한국건설기술연구원	주영경	한국건설기술연구원
구재동	한국건설기술연구원	최봉혁	한국건설기술연구원
김기현	한국건설기술연구원	허원호	한국건설기술연구원
김태송	한국건설기술연구원	김 원	한국건설기술연구원
김희석	한국건설기술연구원	송석근	(주)삼안
류상훈	한국건설기술연구원	안병선	(주)한국종합기술
원훈일	한국건설기술연구원	유철상	고려대학교
이상규	한국건설기술연구원	이규원	동부엔지니어링(주)
이승환	한국건설기술연구원	장창래	한국교통대학교
이여경	한국건설기술연구원	전세진	(주)도화엔지니어링
이용수	한국건설기술연구원		

중앙건설기술심의위원회

성명	소속	성명	소속
지운	한국건설기술연구원	최성욱	연세대학교
김재운	한국수자원공사	박철우	강원대학교
이종세	한국수자원공사	정광섭	포스코건설
김명일	한국농어촌공사		

환경부

성명	소속	성명	소속
김구범	수자원정책과	강민지	수자원정책과

KDS 54 65 00 : 2022

하드필(Hardfill) 댐

2022년 08월 01일 개정

소관부서 환경부 수자원정책과

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

한국수자원공사
34350 대전광역시 대덕구 신탄진로 200
☎ 042-629-3581
<http://www.kwater.or.kr>

작성기관 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)
Tel : 031-910-0444 E-mail : kcsc@kict.re.kr
<http://www.kcsc.re.kr>