

KDS 11 80 10 : 2016

보강토옹벽

2016년 6월 30일 제정

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

KC CODE



건설기준 제정 또는 개정에 따른 경과 조치

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

건설기준 연혁

- 이 기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 건설기준(설계기준, 표준시방서) 간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.
- 이 기준은 기존의 건설공사 비탈면 설계기준을 중심으로 철도 설계기준, 도로 설계기준, 구조물기초 설계기준의 해당하는 부분을 통합 정비하여 기준으로 제정한 것으로 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요내용	제정 또는 개정 (년.월)
건설공사 비탈면 설계기준	• 건설공사 비탈면 설계기준 제정	제정 (2006.05)
건설공사 비탈면 설계기준	• 건설공사 비탈면 설계기준 개정	개정 (2009.12)
건설공사 비탈면 설계기준	• 건설공사 비탈면 설계기준 개정	개정 (2011.12)
KDS 11 80 10 : 2016	• 건설기준 코드체계 전환에 따라 코드화로 통합 정비함	제정 (2016.06)
KDS 11 80 10 : 2016	• 한국산업표준과 건설기준 부합화에 따라 수정함	수정 (2018.7)

제 정 : 2016년 6월 30일

심 의 : 중앙건설기술심의위원회

소관부서 : 국토교통부 기술기준과

관련단체 : 한국시설안전공단

개 정 : 년 월 일

자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회

작성기관 : 한국시설안전공단

목 차

1. 일반사항	1
1.1 목적	1
1.2 적용범위	1
1.3 용어의 정의	1
1.4 시설물의 구성	1
1.4.1 보강토 옹벽의 구성요소	1
1.5 기호의 정의	1
1.6 참고기준	1
1.7 해석과 설계원칙	1
1.7.1 설계목표	1
2. 조사 및 계획	2
3. 재료	2
3.1 일반사항	2
3.1.1 전면판	2
3.1.2 보강재	3
3.1.3 뒤채움재료	3
4. 설계	4
4.1 설계일반사항	4
4.1.1 보강토 옹벽 적용기준	4
4.2 내진설계 여부	4
4.3 검토항목	5
4.4 안전율 기준	5
4.5 외적안정해석	5
4.6 내적안정해석	6
4.7 지진 시 안정해석	6
4.7.1 지진 시 안정해석 일반사항	6
4.7.2 지진 시 외적안정해석	6
4.7.3 지진 시 내적안정해석	7
4.8 보강토 옹벽의 배수시설	7

1. 일반사항

1.1 목적

내용 없음

1.2 적용범위

- (1) 이 기준은 금속성 또는 토목섬유 재질의 보강재를 이용하여 시공하는 보강토 옹벽의 설계에 적용한다.
- (2) 보강토 옹벽은 보강토체 내부에 설치된 보강재(띠형, 그리드형 또는 전면포설형)의 인장저항력 및 주변 흙과의 결속력에 의하여 전단강도가 향상된 보강토체에 의하여 배면토압에 저항하는 일종의 중력식 옹벽이다.
- (3) 흙과 보강재 사이의 마찰력을 이용하여 흙을 보강하는 공법이다.

1.3 용어의 정의

내용 없음

1.4 시설물의 구성

1.4.1 보강토 옹벽의 구성요소

- (1) 보강토 옹벽의 전면벽체(Facing)로는 콘크리트 패널이나 콘크리트 블록을 사용하여야 한다. 다만, 설계수명이 짧은 보강토 임시구조물의 경우에는 토목 섬유를 사용한 포장형(Wrapped Around) 전면벽체를 적용할 수도 있다.

1.5 기호의 정의

내용 없음

1.6 참고기준

내용 없음

1.7 해석과 설계원칙

1.7.1 설계목표

- (1) 보강토 옹벽은 설계수명기간 동안 보강토체의 전체적인 안정성이 유지되어야 하며, 벽체를 구성하는 각 구성부재와 연결부가 파괴되지 않아야 한다.
- (2) 옹벽의 사용성을 위해서 과도한 부등침하나 횡방향 변위가 발생하지 않아야 한다.
- (3) 보강토 옹벽의 설계에는 고정하중, 상재하중, 토압, 지진하중, 풍하중 등을 고려해야 하며 차량이나 열차 등에 의한 진동하중은 특별히 고려하지 않는다.

- ① 고정하중: 보강토체의 자중, 상재성토 하중 등
 - ② 상재하중: 차량이나 열차 등의 활하중
 - ③ 토압
 - ④ 지진하중: 보강토체의 지진관성력, 동적토압 증가분
 - ⑤ 풍하중: 방음벽 등에 작용하는 풍하중
- (4) 다음과 같은 조건에서는 보강토 옹벽을 사용하지 않는다.
- ① 배수시설 외의 다른 시설물을 옹벽 보강 영역 내에 설치하여야 할 경우. 즉, 보강재를 손상하지 않고는 시설물에 접근할 수 없고, 시설물의 손상이 구조물의 안정성을 위협하는 경우
 - ② 범람으로 인한 침식이나 세굴에 의해 보강토체, 전면판 그리고 기타 지지 기초의 하부층이 손상 받을 수 있는 경우
 - ③ 환경, 장기침식 또는 품질저하에 대한 연구가 수행되지 않은 조건에서, 보강재가 산성의 광산수에 의해 오염된 지표수 또는 지하수, 다른 산업 오염물질, 또는 AASHTO LRFD Bridge Construction Specifications, 7.3.6.3에 해롭다고 명시된 기타 환경적 조건에 노출된 경우

2. 조사 및 계획

내용 없음

3. 재료

3.1 일반사항

3.1.1 전면판

- (1) 전면판 요소는 보강재에서 전면판 접합부까지 작용하는 보강체의 횡방향 힘에 저항하도록 설계해야 한다. 또한 벽체를 시공하는 동안 전면판 주변에서 발생하는 잠재적인 다짐 응력에 대해서도 안정성을 확보하여야 한다.
- (2) 보강재의 인장력은 전면판 배면의 등분포 토압에 의해 지지된다고 가정한다. 전면판에서는 규정된 허용치를 넘어선 횡방향 처짐이나 부풀음이 발생해서는 안 된다. 보강토 옹벽의 전면판과 관련한 상세한 사항은 별도의 관련 규정이나 기준을 참조한다.
- (3) 보강재 연결부와 콘크리트 전면판 보강철근 사이의 강재와 강재 간 접촉은 이질적인 금속 즉, 도금이 안 된 전면판 보강 철근과 도금된 흙 보강 철근간의 접합이 발생되지 않도록 피해야 한다. 염류분사가 예상되는 곳에는 방식 시스템이 제공되어야 한다.
- (4) 보강재와 전면판을 연결하는 부속물은 충분한 저항을 할 수 있는 구조와 강도를 가져야 하며 응력집중에 의한 전면판의 손상을 주지 않아야 한다.

3.1.2 보강재

- (1) 일반적인 보강재의 종류는 금속보강재와 토목섬유가 있으며, 금속보강재는 내구연한을 고려한 부식두께를 고려한다.
- (2) 보강토 옹벽을 위한 보강재는 다음과 같은 조건을 갖춰야 한다.
 - ① 보강목적의 인장강도를 보유하여야 한다. 이 때 보강재의 허용인장응력 내의 변형률은 극한상태의 토압 작용시 지반의 변형률보다 작아야 한다.
 - ② 장기설계인장강도 발생 시 변형률은 5% 이내이어야 한다.
 - ③ 흙과의 마찰저항력이 수평토압에 저항할 수 있어야 한다.
 - ④ 시공 중의 손상에 대한 저항성을 지녀야 한다.
 - ⑤ 화학, 물리 및 생화학적 작용에 대해 내구성을 지녀야 한다.
 - ⑥ 금속보강재는 반드시 방식 처리를 하여야 한다.
 - ⑦ 보강재와 흙과의 결속력은 경계면의 마찰저항 또는 지지저항에 의하여 결정되므로 보강재는 효과적으로 결속력을 얻을 수 있는 형상이어야 한다.
- (3) 보강재의 장기설계인장강도(T_d)는 장기인장강도(T_l)에 안전율을 적용하여 계산한다. 장기인장강도는 재료의 역학적, 장기적인 내구성을 고려하여 결정한다. 금속보강재의 경우는 아연도금을 통한 방청처리를 하고, 내구연한에 따른 부식두께를 제외한 나머지 두께에 대하여 장기인장강도를 산정하고, 토목섬유 보강재는 장기적인 내구성을 고려한 저감요인을 고려하여 장기인장강도를 산정한다.

3.1.3 뒤채움재료

- (1) 보강토 옹벽의 뒤채움재료로 사용하는 흙은 다음의 성질을 갖는 재료를 사용한다.
 - ① 흙-보강재 사이의 마찰효과가 큰 사질토
 - ② 배수성이 양호하고 함수비 변화에 따른 강도 변화가 적은 흙
 - ③ 균등계수가 크고, 입도분포가 양호한 흙
 - ④ 보강재의 내구성을 저하시키는 화학적 성분이 적은 흙
 - ⑤ 소성지수(PI)가 6 이하인 흙
- (2) 보강토 옹벽의 안정해석은 장기적인 안정성이며 사용하는 전단강도정수는 유효전단강도정수(c' , ϕ')를 사용한다.
 - ① 보강토 옹벽 뒤채움재료의 내부마찰각은 30도 이상이라야 하며, 소성지수(PI)는 6 이하라야 한다.
 - ② 보강토 옹벽 뒤채움재료의 입도기준은 표 3.1-1과 같다.

표 3.1-1 보강토 옹벽 뒤채움재료의 입도기준

입경 (mm)	통과중량백분율 (%)	비고
53	75~100	
19	75~100	
4.75(No.4)	20~100	
0.425(No.40)	0~60	
0.075(No.200)	0~15	

※ No.200체 통과량이 15% 이상인 경우라도, 0.015 mm 입경통과율이 10% 이하이면 사용가능하고, 0.015 mm 입경통과율이 10%~20%이고, 흙의 내부마찰각이 30도 이상이면 사용가능

※ 뒤채움 재료의 최대입경은 102 mm까지 사용할 수 있으나, 시공시 손상을 입기 쉬운 보강재를 사용하는 경우에는 최대입경을 19 mm로 제한할 수 있다.

4. 설계

4.1 설계일반사항

4.1.1 보강토 옹벽 적용기준

- (1) 보강재의 길이는 전면판 기초부터 벽체높이의 0.7배 이상이어야 하며 최소 2.5 m보다 길어야 한다. 실제 보강재 길이는 상재하중과 외력, 보강재와 뒤채움과의 마찰저항력을 고려하여 최종적으로 결정한다.
- (2) 보강재의 설치길이는 전체높이에 걸쳐 동일하게 하며, 특별한 하중조건이나 목적을 위해서 상부나 하부의 보강재 길이를 길거나 짧게 할 수 있다.
- (3) 보강재의 수직설치간격은 0.8 m를 초과하지 않도록 하고, 최상단 보강재의 설치위치는 전면벽 최상부 표면에서 0.5 m 이내로 한다.
- (4) 저항영역내로 설치되는 보강재의 길이는 최소 1.0 m 이상이 되어야 한다.
- (5) 전면벽체는 기초지반내로 최소 0.5 m 이상, 경사지반의 경우에는 0.6 m 이상 근입되어야 하며, 기초지반이 동상피해가 예상되는 경우는 동결심도 이상 근입시켜야 한다.
- (6) 전면벽의 기초는 적정한 근입깊이에 위치하여야 하고, 전면벽의 형식, 높이, 지반조건 및 경사도 등을 고려하여 기초 형식을 결정할 수 있다.
- (7) 보강토 옹벽이 경사지반에 설치되는 경우에는 벽체 전면에 최소 폭 1.2 m 이상의 소단을 설치하여야 한다.

4.2 내진설계 여부

- (1) 일정규모 이상의 중요도가 있는 경우 또는 보강토 옹벽의 상부나 하부에 파괴로 인한 피해 범위 내에 가옥이나 고정시설물이 있는 경우에는 필요에 따라 지진 시 안정성 검토를 수행한다.

4.3 검토항목

- (1) 보강토 옹벽의 안정해석은 외적안정해석과 내적안정해석으로 구분하여 수행한다.
- (2) 외적안정과 내적안정에서 검토하는 항목은 다음과 같다.
 - ① 외적안정: 저면활동, 지지력, 전도, 전체안정성, 침하에 대한 안정성
 - ② 내적안정: 인발파괴, 보강재파단, 내적활동, 보강재와 전면판의 연결부 파단
- (3) 보강토 옹벽의 우각부 등의 경우에는 파괴조건 및 보강재에 작용하는 하중조건이 달라질 수 있으므로 이를 고려하여 설계한다.

4.4 안전율 기준

- (1) 보강토 옹벽의 안정해석에 적용하는 기준 안전율은 다음과 같다. 지진 시는 지진하중을 고려하여 검토한다.

표 4.1-1 보강토 옹벽의 설계안전율

구분	검토항목	평상시	지진 시	비고
외적안정	활 동	1.5	1.1	
	전 도	2.0	1.5	
	지지력	2.5	2.0	
	전체 안정성	1.5	1.1	
내적안정	인발파괴	1.5	1.1	
	보강재 파단	1.0	1.0	

* 전도에 대한 안정은 수직합력의 편심거리 e 에 대한 다음 식으로도 평가할 수 있다.

평상시, $e \leq L/6$: 기초지반이 흙인 경우,

$e \leq L/4$: 기초지반이 암반인 경우

지진 시, $e \leq L/4$: 기초지반이 흙인 경우,

$e \leq L/3$: 기초지반이 암반인 경우

* 보강재 파단에 대한 안전율은 보강재의 장기설계인장강도를 적용하므로 1.0으로 한다.

4.5 외적안정해석

- (1) 보강토 옹벽의 외적안정해석은 보강토체를 중력식 옹벽으로 간주하여 다음의 각 항목에 대한 안정해석을 수행한다.
 - ① 저면활동에 대한 검토
 - ② 전도에 대한 검토
 - ③ 지지력에 대한 검토
 - ④ 전체안정성에 대한 검토
- (2) 보강토 옹벽이 연약지반 상에 시공되는 경우에는 기초지반의 침하에 대한 안정성을 검토한다.

4.6 내적안정해석

- (1) 보강토 옹벽의 내적안정해석은 보강토체를 활동영역과 저항영역으로 나누고, 각각의 보강재에 발생하는 최대작용하중을 계산 후 보강재의 인장파괴와 보강재가 저항영역으로부터 빠져나오는지의 인발파괴에 대하여 검토한다.
- (2) 파괴면은 각 보강재에 발생하는 최대인장력을 연결한 선이며 형상은 벽체저면에서 대수나선형태로 발생한다. 안정해석의 간편성을 위하여 직선 또는 이중직선으로 가정할 수 있다.
- (3) 파괴면에서 각각의 보강재에 작용하는 최대유발인장력(T_{max})은 각 보강재 위치에서 작용하는 수평토압계수와 보강재의 수직설치 간격을 고려하여 계산한다.
- (4) 내적안정해석은 각각의 보강재 위치에서 구한 최대인발하중보다 보강재의 장기설계인장강도(T_a)가 크거나 또는 인발저항력(P)이 커야 한다.

4.7 지진 시 안정해석

4.7.1 지진 시 안정해석 일반사항

- (1) 지진 시 보강토 옹벽의 안정해석에서 고려하는 하중은 정적상태에서 작용하는 하중과 지진에 의해 작용하는 지진관성력 및 동적토압이며, 일시적인 상재하중은 고려하지 않는다.
- (2) 지진관성력은 보강된 토체의 중량에 의해 작용하는 지진하중이며, 토체의 자중과 수평지진계수를 곱하여 산정하고 보강토체의 도심에 수평으로 작용시킨다.
- (3) 동적토압은 보강된 토체 뒷부분의 파괴췌기에 의해 보강토체에 작용하는 토압이며 파괴췌기의 자중과 수평지진계수를 곱하여 산정한 토압이며 Mononobe -Okabe(유사정적해석법)의 방법을 이용하여 산정한다.

4.7.2 지진 시 외적안정해석

- (1) 지진 시 외적안정해석에는 이 기준의 4.5에서와 동일하게 다음의 사항을 검토한다.
 - ① 저면활동에 대한 검토
 - ② 전도에 대한 검토
 - ③ 지지력에 대한 검토
 - ④ 전체안정성에 대한 검토
- (2) 외적안정해석에서는 정적하중, 지진관성력, 동적토압의 1/2만 작용시켜 안정해석을 실시하며, 지진관성력은 토체의 중심에, 동적토압은 옹벽높이의 0.6H에 작용시킨다.
- (3) 외적안정해석에서 지진관성력은 관성력의 영향을 받는 보강토체의 자중과 지진계수를 곱하여 산정한다.

4.7.3 지진 시 내적안정해석

- (1) 지진 시의 내적안정해석은 지진관성력에 의해 각각의 보강재에 추가되는 하중에 대하여 보강재파괴와 인발파괴가 발생하지 않도록 한다.
- (2) 내적안정해석에서 지진관성력은 활동영역의 자중과 지진계수를 곱하여 산정하고, 활동영역내의 각각의 보강재가 차지하는 면적비율로 지진관성력을 분담하는 것으로 한다.
- (3) 지진 시 내적안정해석은 각각의 보강재 위치에서 지진에 의해 추가되는 인장력을 고려하여 정적상태와 동일하게 계산한다.

4.8 보강토 옹벽의 배수시설

- (1) 보강토체에 이용되는 뒤채움재료는 비교적 배수성이 양호하고 전면 배수공이 충분한 양질의 토사를 이용하지만, 다량의 배면 유입수로 뒤채움 흙이 포화되면 흙의 전단강도가 급격히 저하하여 불안한 상태가 될 수 있으므로 배면 용출수의 유무, 수량의 과다에 따라 적절한 배수시설을 하여야 한다.
- (2) 보강토 옹벽에 적용하는 배수시설의 종류는 다음과 같다.
 - ① 보강토체 내부 배수시설
 - 가. 전면벽체 배면의 자갈, 쇄석 등 배수층 및 암거
 - 나. 전면벽체 배면의 토목섬유 배수재
 - 다. 보강토체 내부의 수평배수층
 - ② 보강토체 외부 배수시설
 - 가. 벽체상부 지표수 유입을 방지하기 위한 지표면 배수구
 - 나. 보강토 옹벽 배면에서 유입되는 용수 처리를 위한 보강토체와 배면토체 사이의 경계면 배수층
 - ③ 침수시의 대책
 - 가. 보강토체가 수중에 잠기는 경우, 내외수면이 같아지도록 투수성이 양호한 뒤채움 재료를 사용하여야 한다. 또한 전면판 또는 전면보호재의 이음부에도 원활한 배수가 가능하고 토립자의 유실을 방지할 수 있는 필터재를 적용하여야 한다.
 - 나. 또한 보강토 옹벽 전면의 침식 및 세굴에 대해서도 저항할 수 있도록 설계하여야 한다.

집필위원

성명	소속	성명	소속
권지혜	한국시설안전공단	성주현	한국시설안전공단
김용수	한국시설안전공단	이종건	한국시설안전공단
박광순	한국시설안전공단	장범수	한국시설안전공단
박기덕	한국시설안전공단	최병일	한국시설안전공단
배성우	한국시설안전공단	허인영	한국시설안전공단

자문위원

성명	소속	성명	소속
김동욱	인천대학교	송병웅	다산컨설팅
김태훈	대우건설 기술연구원	윤찬영	강릉원주대학교
문준식	경북대학교		

건설기준위원회

성명	소속	성명	소속
구찬모	한국토지주택공사	배병훈	한국도로공사
김운형	다산컨설팅	임대성	삼보ENG
김유봉	서영엔지니어링	정상섬	연세대학교
김홍문	평화엔지니어링	정충기	서울대학교
박성원	유신	최용규	경성대학교
박종호	평화지오텍		

중앙건설기술심의위원회

성명	소속	성명	소속
구자흡	삼영엠텍(주)	이근하	(주)포스코엔지니어링
김현길	(주)정림이앤씨	차철준	한국시설안전공단
박구병	한국시설안전공단	최상식	(주)다음기술단

국토교통부

성명	소속	성명	소속
정선우	국토교통부 기술기준과	김병채	국토교통부 기술기준과
김광진	국토교통부 기술기준과	박찬현	국토교통부 원주지방국토관리청
김남철	국토교통부 기술기준과	이선영	국토교통부 기획총괄과

(분야별 가나다순)

설계기준
KDS 11 80 10 : 2016

보강토옹벽

2016년 6월 30일 제정

소관부서 국토교통부 기술기준과

관련단체 한국시설안전공단
52856 경상남도 진주시 에나로128번길 24 윤현빌딩 (충무공동 289-3)
Tel : 1588-8788 E-mail : kisteckr@kistec.or.kr
<http://www.kistec.or.kr>

작성기관 한국시설안전공단
52856 경상남도 진주시 에나로128번길 24 윤현빌딩 (충무공동 289-3)
Tel : 1588-8788 E-mail : kisteckr@kistec.or.kr
<http://www.kistec.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>