

KDS 11 80 05 : 2020

콘크리트옹벽

2020년 12월 3일 개정

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

KC CODE



국토교통부



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.

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 05 : 2016	• 건설기준 코드체계 전환에 따라 코드화로 통합 정비함	제정 (2016.06)
KDS 11 80 05 : 2016	• 한국산업표준과 건설기준 부합화에 따라 수정함	수정 (2018.07)
KDS 11 80 05 : 2020	• 건설기준코드의 사용성, 적합성, 신뢰성 향상을 위해 적합성 평가를 실시 후 코드에 반영함	개정 (2020.12)

제 정 : 2016년 6월 30일
 심 의 : 중앙건설기술심의위원회
 소관부서 : 국토교통부 기술혁신과
 관련단체 : 한국시설안전공단

개 정 : 2020년 12월 3일
 자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회
 작성기관 : 한국시설안전공단

목 차

1. 일반사항	1
1.1 목적	1
1.2 적용범위	1
1.3 참고 기준	1
1.4 용어의 정의	1
1.5 기호의 정의	1
1.6 해석과 설계원칙	2
1.7 설계하중	2
2. 조사 및 계획	5
2.1 일반사항	5
2.2 조사	5
3. 재료	6
4. 설계	6
4.1 설계일반사항	6
4.2 옹벽의 보통설계	6
4.3 옹벽의 특수설계	7
4.4 안전율 기준	8
4.5 지진 시 안정해석	11
4.6 옹벽 본체설계	11

1. 일반사항

1.1 목적

- (1) 이 기준은 비탈면의 안정성을 유지하고 옹벽 전면과 배면에 공간을 확보하기 위해 설치하는 콘크리트 옹벽에 대한 일반적인 설계기준과 설계방법을 제시하는 것을 목적으로 한다.

1.2 적용범위

- (1) 콘크리트 옹벽의 형식은 중력식, 반중력식, 캔틸레버식, 부벽식 등이 있으며, 콘크리트 옹벽의 구조형식은 다음의 사항을 고려하여 결정한다.
- ① 콘크리트 옹벽이 설치될 위치와 다른 구조물과의 관계, 공간적 제약
 - ② 콘크리트 옹벽의 높이 및 옹벽이 설치되는 지형
 - ③ 지반조건과 지하수조건
 - ④ 시공에 소요되는 시간 및 경제성
 - ⑤ 콘크리트 옹벽의 미관과 유지관리의 편의성
- (2) 콘크리트 옹벽 기초는 지지지반의 조건에 따라 직접기초, 말뚝기초 등의 적절한 기초 형식을 선정한다.

1.3 참고 기준

1.3.1 관련 법규

내용 없음

1.3.2 관련 기준

- KDS 11 50 05 얇은기초 설계기준(일반설계법)
- KDS 11 50 10 얇은기초 설계기준(한계상태설계법)
- KDS 14 20 00 콘크리트구조 설계(강도설계법)
- KDS 11 90 00 비탈면 내진 설계기준

1.4 용어의 정의

내용 없음

1.5 기호의 정의

내용 없음

1.6 해석과 설계원칙

1.6.1 설계방침

- (1) 옹벽은 높이가 커짐에 따라 순차로 중력식옹벽, 캔틸레버식 옹벽, 부벽식 옹벽을 이용하는 것이 일반적인데 그 외에 현장의 실상에 알맞은 특수한 옹벽이나 구조형식으로 설계할 수 있다.
- (2) 옹벽은 토압에 저항하는 구조물이므로 가능한 한 토압이 작게 발생하도록 그 위치를 선정해야 한다.
- (3) 옹벽배면의 뒤채움 설계 시 토압은 물론, 토압보다도 큰 수압이 작용하지 않도록 배수기능을 고려해야 한다.
- (4) 뒤채움 흙은 다짐이 용이하고 배수가 잘되는 양질의 토사를 사용한다.

1.6.2 옹벽의 보통설계와 특수설계의 구분

- (1) 옹벽의 보통설계와 특수설계의 구분은 뒤채움흙의 조건, 지반조건 및 구조조건 등을 고려하여 정하며 특수설계로 하는 경우는 각각의 조건에 알맞은 검토를 해야 한다.
- (2) 옹벽의 보통설계는 연약하지 않은 평탄한 지반상에 중력식, 캔틸레버식 및 부벽식 옹벽을 이용하고 일반적인 형상의 쌓기를 한 경우이다. 이 이외의 경우에는 특수설계로 적용조항을 표시해야 한다.

1.7 설계하중

1.7.1 하중 종류

- (1) 콘크리트 옹벽 설계 시 고려하는 하중은 콘크리트 옹벽의 사용기간 중에 발생가능한 모든 형태의 하중조합을 고려하여 설계한다.
- (2) 콘크리트 옹벽의 안정검토(활동, 전도, 지지력, 전체안정성, 침하)를 할 때에는 하중계수를 고려하지 않은 사용하중(service load)을 사용하여 안전율 기준에 의한 허용응력설계법을 적용하고, 단면설계를 할 때에는 강도설계법에 의한 계수하중을 적용하며, 구조계산을 할 때에는 고정하중, 지표면 재하하중 등의 영향을 고려하여 설계한다. 기타의 옹벽(보강토 옹벽, EPS 옹벽 등)은 현재 강도설계법이 확정되지 않은 관계로 설계특성에 따라 사용하중(service load)을 사용하여 안전율 기준에 의한 허용응력설계법을 적용할 수 있다.
- (3) 콘크리트 옹벽의 안정해석 시 고려하는 하중의 종류는 다음과 같다.
 - ① 콘크리트 옹벽과 뒤채움재의 자중 등 고정하중
 - ② 콘크리트 옹벽에 작용하는 토압과 상재 하중에 의한 토압증가량
 - ③ 배수가 되지 않는 조건에서는 수압과 부력
 - ④ 콘크리트 옹벽에 직접 작용하는 외력
 - ⑤ 지진에 의한 하중 등

1.7.2 자중

- (1) 콘크리트 옹벽에 작용하는 자중은 옹벽의 자중과 뒤채움 흙의 자중으로 한다.
- (2) 자중은 콘크리트와 흙의 일반적인 단위중량을 적용하며, 실제 하중이 명백한 경우는 그 값을 사용한다.

1.7.3 토압

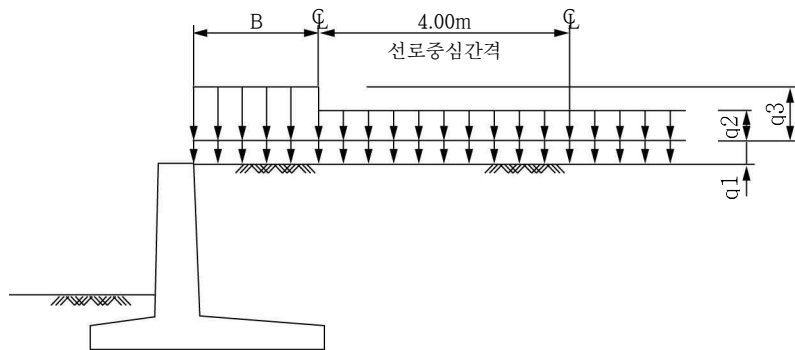
- (1) 콘크리트 옹벽에 작용하는 토압은 벽체의 변위에 따라서 주동토압, 수동토압, 정지토압이 있으며, 실제 옹벽의 변형조건에 따라 적절한 토압을 적용한다.
- (2) 토압 계산방법은 Coulomb 토압이론, Rankine 토압이론을 적용할 수 있다. 일반적인 경우는 Coulomb 토압이론을 사용하고, 켈틸레버 옹벽과 같이 가상배면에 토압을 작용시키는 경우는 Rankine 토압이론을 이용하여 계산할 수 있다.
- (3) 콘크리트 옹벽 배면의 뒤채움 형상이 불규칙하거나 상재하중 조건이 불규칙한 경우는 Coulomb의 흙썰기 이론에 기초한 시행썰기법을 이용한다.

1.7.4 상재하중에 의한 토압

- (1) 콘크리트 옹벽 배면에 건설장비의 이동, 자재야적 등에 의한 일시하중, 도로와 철도 등에 의한 교통 상재하중, 구조물의 기초에 의한 영구하중이 작용하는 경우는 이를 설계에 고려한다.
- (2) 일시적인 하중을 고려하기 위하여 콘크리트 옹벽 배면지반에는 10 kN/m²의 등분포 하중이 작용하는 것으로 간주하여 콘크리트 옹벽의 안정해석과 구조검토를 실시한다.
- (3) 철도시설물의 경우 설계상 필요 없다고 생각되는 경우에도 경사면을 제외하고 15 kN/m²의 상재하중을 고려해야 한다. 궤도중량이나 열차하중은 선로규격 등에 의하여 달라지지만 그에 따른 하중의 차이가 옹벽에 미치는 영향이 크지 않으므로 일반적으로 표 1.7-1에서 나타낸 상재하중으로 하여도 좋다.
 - ① 옹벽설계에 이용하는 하중의 조합은 표 1.7-1에 의해야 한다.
 - ② 안정검토 시에는 하중의 조합에 부력을 고려해야 한다.
 - ③ 수압, 풍하중, 설하중, 지반변위의 영향 등은 필요에 따라 고려해야 한다.

표 1.7-1 상재하중 (kN/m²)

구분	일반철도	고속철도
q1	15	15
q2	35	35
q3	73/B	78/B



주) q1 : 궤도하중에 의한 상재하중(kN/m²)
 q2, q3 : 열차 활하중에 의한 상재하중(kN/m²)

그림 1.7-1 상재하중 (kN/m²)

(4) 도로의 경우 옹벽 배면지반에 작용하는 상재하중은 KDS 24 12 21 (4.3.1)에 따르며, 상재하중에 의한 수평토압의 증가량은 다음과 같이 산정하여 적용할 수 있다.

$$\Delta_p = k\gamma h_{eq} \tag{1.7-8}$$

여기서, Δ_p = 상재하중에 의해 발생된 수평방향의 토압 증가량(kN/m²)

γ = 흙의 단위중량(kN/m³)

k = 토압계수

h_{eq} = 교통 상재하중에 대한 등가 흙의 높이(m, 표 1.7-2, 1.7-3 참조)로서 표에 제시되지 않은 중간 값은 선형보간법으로 구함

표 1.7-2 차량의 이동방향과 평행하는 옹벽의 교통 상재하중에 대한 등가상재하중 높이(h_{eq})

이격거리 ¹⁾	옹벽 높이 H (m)	등가 상재하중높이 h_{eq} (m)
0 m	1.5	0.85
	3.0	0.75
	≥ 6.0	0.70
0.3 m	1.5	0.70
	3.0	0.65
	≥ 6.0	0.60

1) 옹벽 벽체 또는 가상배면으로부터 상재 차량하중까지의 이격거리

표 1.7-3 차량의 이동방향과 직교하는 옹벽의 교통 상재하중에 대한 등가상재하중 높이(h_{eq})

옹벽 높이 H (m)	등가 상재하중높이 h_{eq} (m)
1.5	1.85
3.0	1.50
≥ 6.0	1.15

- (5) 콘크리트 옹벽 벽체 또는 옹벽배면의 가상파괴면 내에 하중(집중하중, 선하중, 분포하중 등)이 작용하는 경우에는 이에 의해 콘크리트 옹벽에 가해지는 수평토압의 증가량을 고려한다. 상재하중에 의한 수평토압의 증가량은 탄성지반에 작용하는 하중을 고려한 이론해를 이용할 수 있다.

1.7.5 수압과 부력

- (1) 콘크리트 옹벽 배면에 물이 고여 있는 상태로 존재하게 되는 **구조물의** 경우에는 콘크리트 옹벽에 직접 작용하는 하중으로서 수압을 고려하여야 한다. 이때 수면 아래의 토압을 계산할 때는 수중단위중량을 이용한다.
- (2) 콘크리트 옹벽 배면의 뒤채움 내부에 배수시설 또는 배수층을 별도로 설치한 경우에는 콘크리트 옹벽 배면 내에 존재하는 정상상태의 수두를 고려하여 가상배면 또는 시행책기에 작용하는 수압으로 작용시킨다. 단, 배수층에 의해 가상배면범위 내에 수위가 발생하지 않도록 한 경우에는 수압을 고려하지 않을 수 있다.

1.7.6 옹벽에 직접 작용하는 하중

- (1) 콘크리트 옹벽 구조물 상단에 무시할 수 없는 규모의 벽체구조물이 설치되는 경우에는 이들 구조물로부터 전달되는 하중을 고려하여 옹벽의 외적안정성과 콘크리트 옹벽 구조물 벽체를 설계하여야 한다.

1.7.7 깎기 경계구간의 토압

- (1) 콘크리트 옹벽 배면의 원지반을 굴착(또는 그대로 둔 상태)하여 옹벽을 설치하고 뒤채움을 하는 경우에는 파괴면이 이론적인 범위와 달라질 수 있으므로 깎기면 또는 자연지반면을 파괴면으로 간주하여 토압을 계산한다.

2. 조사 및 계획

2.1 일반사항

내용 없음

2.2 조사

2.2.1 옹벽설계 및 시공을 위한조사

- (1) 기초지지력 등 안정검토에 필요한 설계지반정수를 구하기 위한 지반조사
 - ① 높이 8 m 이하의 옹벽인 경우에는 뒤채움재의 종류에 따라 단위중량이나 토압계수가 결정되므로 뒤채움재를 흙의 분류방법에 따라 자갈 또는 모래와 자갈의 혼합물, 사질토 및 실트, 점성토(단, $WL < 50\%$)의 3종류로 구분하는 것이 좋다.
 - ② 높이 8 m 초과 옹벽에 대해서는 뒤채움재에 대한 역학시험결과를 판단하여 설계정수를 산정해야 한다.

- ③ 기초지반의 조사깊이는 지지력, 활동, 침하 등에 영향을 미치는 범위에 대해 실시해야 한다. 일반적으로 기초지반이 활동파괴를 일으키는 범위는 배면쌓기 높이의 1.5배 이내의 깊이로 접지압에 의한 침하의 영향범위는 쌓기 높이의 1.5~3배 이내인 것으로 알려져 있으므로 기초지반 조사의 범위를 설정해야 한다. 그러나 산정된 범위를 넘어 활동파괴나 압밀침하가 발생할 수 있는 연약층이 존재하면 그 층 전체에 대해 활동 및 침하에 대한 공학적 성질을 조사할 필요가 있다.

(2) 주변 조건의 조사

- ① 옹벽파괴원인의 대부분은 집중호우 등에 의한 배수불량과 동시에 기초지반의 불량에 의한 것이므로 배면지반의 배수계통과 기초의 지반조건을 검토하여 설계해야 한다.
- ② 옹벽을 특수한 조건의 지반에 설치해야 하는 경우 예를 들면 비탈면상의 옹벽에는 비탈면 전체로서의 안정을 우선 고려해야 하며 연약지반에서는 압밀침하나 수평변위, 인접구조물과의 상대변위 등의 영향을 고려하여 옹벽의 형식, 기초의 구조나 지지방식을 결정해야 한다.
- ③ 좁은 용지에서는 기초폭을 가능한 한 작게 한 특수한 기초형식을 이용해야 하는 경우가 많다. 이러한 경우에 이용되는 옹벽은 설계가 복잡함과 동시에 다소의 약점을 가지므로 그 적용에 있어서는 신중하게 장·단점을 검토해야 한다.

3. 재료

내용 없음

4. 설계

4.1 설계일반사항

4.1.1 검토항목

- (1) 콘크리트 옹벽의 안정해석은 다양한 하중조건하에서 한계상태가 발생하지 않도록 하는 것이며 다음의 항목에 대하여 검토한다.
 - ① 활동파괴(sliding failure)
 - ② 전도파괴(overturning failure)
 - ③ 지지력 파괴(bearing capacity failure)
 - ④ 전체안정성(overall stability)
 - ⑤ 기초지반의 침하(settlement)

4.2 옹벽의 보통설계

- (1) 옹벽의 보통설계는 1.7.5에 표시한 토압을 적용하여 설계해야 한다.
- (2) 옹벽은 구조형식 및 하중상태에 따라 「지하구조물」에 기술되어 있는 슬래브, 보 등에 준하여 설계계산을 해야 한다.

4.3 옹벽의 특수설계

4.3.1 옹벽의 특수설계법

- (1) 옹벽의 특수설계는 다음에 해당하는 항목에 대한 것으로 각 경우 활동, 전도, 지지력과 변위 및 부재의 강도가 필요한 안전도를 갖도록 설계해야 한다.
- ① 주동토압 산정에 배면토의 점착력을 고려하는 경우
 - ② 배면의 지표면 형상이 복잡한 경우
 - ③ 옹벽배면이 원지반 또는 구조물에 근접한 경우
 - ④ 국부 하중이 작용하는 경우
 - ⑤ 연약지반상의 옹벽
 - ⑥ 비탈면상의 옹벽
 - ⑦ 특수한 구조의 옹벽
- (2) 특수설계 조건인 경우에는 보통설계의 검토만으로는 불안전하거나 비경제적이 될 수 있으므로 조사 및 설계에 있어서 검토가 필요하다.
- (3) 특수조건에 대한 검토는 아직 규명되지 않고 있는 사항도 있으므로 조사와 계산결과에 대한 세심한 판단이 필요하다.

4.3.2 연약지반상의 옹벽

- (1) 연약지반 위에는 옹벽을 설치하면 안 되지만 부득이 설치해야 하는 경우에는 비탈면 안정 및 압밀침하에 대하여 주의해야 한다.

4.3.3 U형 옹벽

- (1) U형 옹벽의 설계는 형상, 토압, 지반반력 등을 검토해야 한다.
- (2) 측벽의 내측공간을 사용한 U형 옹벽의 설계는 일반적으로 다음과 같이 해야 한다.
- ① 토압의 산정
 - 가. 좌·우측벽의 높이가 유사한 경우 측벽 및 저판의 단면산출에는 정지토압이 수평으로 작용하는 것으로 생각해야 한다. U형 옹벽에는 일반적으로 배수공을 만들지 않기 때문에 지하수의 영향을 고려할 필요가 있다.
 - 나. 좌·우측벽의 높이가 다른 경우에는 그 정도와 지반조건에 따라 좌우의 측벽에 작용하는 토압을 변화시키도록 해야 한다.
 - ② 부상 및 침하에 대한 검토

U형 옹벽은 증가하중이 적어서 부(-)로 되는 경우가 많으므로 부상의 검토를 수행할 필요가 있다. 특히 느슨한 사질토의 경우에는 액상화에 의한 부상 및 침하에 대하여 검토할 필요가 있다.

4.3.4 흙채움 U형 옹벽

- (1) 흙채움 U형 옹벽의 설계는 형상, 토압 등을 검토해야 한다.

- (2) 부재설계에 있어서는 일반적으로 정지토압으로 고려한다. 측면에 작용하는 토압은 채워진 흙의 성질과 다짐 정도에 영향을 받는다.
- (3) 저판설계에 있어서는 측벽으로부터 전달된 휨모멘트와 축방향 인장력을 고려해야 한다. 흙채움 U형 옹벽에는 옹벽 내부로부터의 배수에 주의할 필요가 있다.

4.3.5 내진설계 여부

- (1) 콘크리트 옹벽의 내진설계는 다음에 해당하는 경우에 수행한다.
 - ① 시설물의 안전관리에 관한 특별법 시행령에 의해 2종 시설물로 분류되는 규모인 경우
 - ② 콘크리트 옹벽 상부와 하부의 피해범위 내에 내진설계를 요하는 주구조물 또는 1, 2종 시설물이 있는 경우
 - ③ 발주자가 요구하거나 설계자가 필요하다고 판단하는 경우
- (2) 콘크리트 옹벽의 지진 시 안정해석은 이 기준의 4.5와 KDS 11 90 00 비탈면 내진설계기준을 참조한다.

4.4 안전율 기준

- (1) 콘크리트 옹벽의 안정해석에서 적용하는 기준 안전율은 표 4.4-1과 같다. 지진 시는 지진하중을 고려하여 검토한다.

표 4.4-1 옹벽의 기준안전율

검토항목	평상시	지진 시
활동(sliding)	1.5 / 2.0	1.2
전도(overturning)	2.0	1.5
지지력(bearing capacity)	3.0	2.0
전체안정성(overall stability)	1.2~1.5	1.1

* 옹벽전면 흙에 대한 수동토압을 활동저항력에 포함한 경우의 안전율

4.4.1 활동 안정성

- (1) 활동에 대한 안정성은 기초지반면과 콘크리트 옹벽 저면에서의 미끄러짐이 발생하는가에 대한 검토이다. 경사하중 또는 비탈면상에 설치된 기초, 수평력을 받는 구조물의 기초에 대해서는 활동에 대한 파괴를 검토하여야 한다.
- (2) 활동에 대한 검토는 활동을 유발하는 횡방향 하중과 활동에 저항하는 저항력의 비율이 기준안전율 이상이어야 한다.

$$FS = \frac{S_R}{S_D} > FS \tag{4.4-1}$$

여기서, S_R : 활동저항력(resisting force to sliding)

S_D : 활동력(sliding force)

- (3) 점성토지반상의 콘크리트 옹벽기초에 대해서는 지반의 건조수축과 침하로 인하여 지반과 기초사이의 이격이 생길 가능성을 고려하여야 한다. 콘크리트 옹벽 전면 흙의 수동토압을 활동 저항력으로 고려하고자 하는 경우에는 기초 전면 흙이 장기적으로 유지될 수 있는지 여부를 확인하여야 한다.
- (4) 옹벽 저판의 설치깊이는 동결심도 이상이어야 하며 동결심도가 얇은 지반이라 하더라도 지표면 아래로 최소한 1.0 m 이상의 깊이에 설치해야 한다. 그리고 비록 저판이 소요깊이를 확보하더라도 다음과 같은 점에서 수동토압에 의한 저항을 무시하는 것이 안전측이다.
 - ① 수동토압이 발생하기 위해서는 상당한 옹벽의 변위가 필요하다.
 - ② 우수나 유수에 의해 옹벽 앞굽 주변의 흙이 세굴될 수 있다.
 - ③ 옹벽 앞굽 주변은 되메운 흙으로서 초기 강도를 기대하기 곤란하다.
- (5) 옹벽 앞굽 앞에 있는 저판 바닥 위의 토피 두께가 그대로 유지될 수 있다면 활동에 대한 안정 검토 시 수동토압을 고려할 수 있으나 이때의 최소안전율은 2.0 이상이어야 한다.
- (6) 저판과 흙 사이의 마찰력이나 부착력에 의한 저항만으로 활동에 대한 안정이 제대로 얻어지지 못하는 경우에는 저판 바닥면에 돌출부를 설치하거나 말뚝을 설치하여 활동에 대한 저항력을 증대시킬 수 있다.

4.4.2 활동저항력의 증가

- (1) 횡방향 하중에 대한 활동저항력을 증가시키기 위하여 기초 저판하부에 돌출된 활동방지벽(shear key)을 설치하거나 또는 지반과 접하는 기초를 경사지게 설치하는 방법이 있다. 활동방지벽의 높이는 일반적으로 저판높이의 2/3배 이상, 기초폭의 **10% ~ 15%**로 하는 것이 바람직하다.
- (2) 활동방지벽을 설치한 경우 활동에 대한 검토는 활동을 유발하는 횡방향 하중과 활동에 저항하는 지반의 저항력과 활동방지벽에 의한 저항력을 함께 고려한다.

$$FS = \frac{S_R + R_{key}}{S_D} \tag{4.4-2}$$

여기서, S_R : 기초저면의 활동저항력

R_{key} : 활동방지벽에 의한 활동저항력

S_D : 활동력

- (3) 기초저면을 경사지게 하더라도 역학적으로 지지력에 대한 문제는 없으나 쉽게 흐트러지기 쉬운 지반조건에서는 주의한다.

4.4.3 전도 안정성

- (1) 전도는 콘크리트 옹벽의 앞굽을 중심으로 콘크리트 옹벽 전체가 앞으로 회전하는지 여부에 대하여 검토한다. 옹벽은 배면의 횡방향 토압으로 인해 저판앞굽을 중심으로 전도하므로 옹벽은 이에 대해 충분히 안전하게 저항하여야 한다.
- (2) 전도의 검토는 콘크리트 옹벽에 작용하는 하중의 조합에 의해 작용모멘트와 저항모멘트의 비율이 기준안전율 이상이어야 한다.

$$FS = \frac{M_R}{M_D} \geq FS \quad (4.4-3)$$

여기서, M_R : 저항모멘트 (resisting moment)

M_D : 활동모멘트 (driving moment)

- (3) 별도의 계산을 하지 않더라도, 하중저항계수설계법에서는 다음 기준을 만족하면 전도에 대해 안정한 것으로 간주한다.
 - ① 기초지반이 흙인 경우, 힘의 합력이 기초중심에서 1/4 B 이내에 있는 경우
 - ② 기초지반이 암인 경우, 힘의 합력이 기초중심에서 3/8 B 이내에 있는 경우

4.4.4 지지력 검토

- (1) 지지력 검토는 다음과 같이 콘크리트 옹벽 하부에 발생하는 지반반력(q_{max})과 지반의 극한지지력(q_u)의 비율이 기준안전율 이상이어야 한다.

$$\frac{q_u}{q_{max}} \geq FS \quad (4.4-4)$$

여기서, q_u : 지반의 극한지지력

q_{max} : 지반반력

- (2) 지반의 지지력의 계산은 KDS 11 50 05와 KDS 11 50 10을 참조한다.

4.4.5 전체안정성

- (1) 전체 안정성이란 옹벽구조물 뿐만 아니라 옹벽기초 아래 및 옹벽 벽체뒤의 지반이 포함된 전체의 안정성을 의미한다. 특히 연약지반상에 구조물이 축조되는 경우 전체 안정성이 문제될 수 있으며 이에 대한 평가를 위해서는 현장에 대한 지질학적 탐사, 토질역학적 조사 및 시험과 이를 바탕으로 한 안정성 해석이 필요하다. 전체안정성 해석에는 수정 Bishop법, Janbu의 간편법, Spencer방법 등이 사용될 수 있다. 전체 안정성이 문제될 수 있는 연약지반의 경우 다음과 같은 현상이 발생할 수 있다.
 - ① 옹벽 구조물 하중으로 인한 압밀침하
 - ② 장기간의 경과에 따른 크리프 침하

- ③ 지반의 측방유동으로 인한 구조물의 수평이동
- (2) 옹벽을 포함한 굴착면 전체의 안전율이 1.5 이하인 경우 아래의 방법을 취해야 한다.
 - ① 기초 슬래브 하부의 돌출부 깊이를 증가시킨다.
 - ② 기초지반이 연약하고 비교적 얇은 곳에 지지층이 있는 경우, 연약층을 치환해야 한다. 치환재료는 뒤채움재와 동등 이상의 것으로 하고, 지하수가 있는 경우에는 쇄석 등 양질의 것을 사용해야 한다.
 - ③ 일반적으로 연약층이 얇은 경우는 양질의 재료로 치환하는 것이 경제적이지만, 치환재료 획득이 곤란하거나 수동토압을 기대할 수 있는 옹벽에서는 기초 슬래브 저면을 지지층까지 내리는 것이 경제적일 수 있으므로 치환여부는 현장조건을 감안하여 결정해야 한다.
 - ④ 기초지반이 경사진 경우 또는 기초 슬래브 저면의 일부가 불량한 경우, 그 부분을 굴착하여 콘크리트로 치환해야 한다. 치환하는 위치의 저면은 수평으로 굴착하고 필요에 따라 최소 0.5 m 정도의 받침대를 설치하는 것이 좋다.
 - ⑤ 말뚝기초를 검토해야 한다.
 - ⑥ 상기 방법에 의해서도 안전율을 확보할 수 없는 경우, 옹벽설치에 관한 전체계획을 변경해야 한다.

4.5 지진 시 안정해석

- (1) 지진 시 콘크리트 옹벽의 안정해석에서는 다음의 사항을 검토한다.
 - ① 기초지반의 액상화에 대한 검토
 - ② 활동에 대한 검토
 - ③ 전도에 대한 검토
 - ④ 지지력에 대한 검토
 - ⑤ 전체 안정성에 대한 검토
- (2) 기초지반의 액상화에 대한 검토는 KDS 11 90 00을 참조한다.

4.6 옹벽 본체설계

4.6.1 옹벽 본체설계

- (1) 중력식 옹벽

자중에 의해 토압을 지지하는 형식으로, 토압과 자중의 합력에 의해 구체단면이 콘크리트 허용인장응력 이상의 인장응력이 발생하지 않도록 설계해야 한다.
- (2) 반중력식 옹벽
 - ① 중력식 옹벽과 같이 자중에 의해 토압을 지지하는 형식으로 지형 및 기타 물리적 제약에 의해 중력식 옹벽의 경우보다 벽체 두께를 얇게 해야 하는 경우에 적용해야 한다.
 - ② 설계방법은 중력식 옹벽과 동일하나 토압과 자중의 합력에 의해 단면 내에 생기는

인장력을 담당할 수 있도록 필요한 양의 철근을 배근해야 한다.

③ 반중력식 옹벽의 인장철근 설계

반중력식 옹벽에서 인장영역이 발생되면 인장응력을 철근이 부담하도록 배근해야 한다.

(3) 캔틸레버식 옹벽

① 캔틸레버식 옹벽의 벽체와 기초는 접합부를 고정단으로 하는 캔틸레버로 설계해야 한다.

② 벽체는 자중을 무시하고 토압의 수평분력을 고려해서 설계해야 한다.

③ 앞판은 상향의 지반반력과 하향의 앞판 자중을 고려하여 설계해야 한다.

④ 뒷판은 뒷판 상부의 흙의 중량, 토압의 연직분력, 지표면의 상재하중, 뒷판 자중 및 지반반력을 고려하여 설계해야 한다.

⑤ 기초슬래브의 앞판 상측과 뒷판 하측은 균열방지 등을 위해 반대측 주철근량의 1/3 이상을 배근해야 한다.

⑥ 수동토압을 고려하는 경우에는 앞판위의 가상 지표면 아래 흙의 중량을 고려해야 한다.

⑦ 벽체설계에 사용하는 토압은 옹벽배면이 경사진 경우 안정계산을 할 때와 같은 위치의 토압을 취하면 매우 크게 되므로 일반적으로 전벽 배면 위치에서의 토압으로 설계해야 한다.

⑧ 기초 슬래브의 뒷판 설계에 있어서 뒷판(벽체 연결부)의 휨모멘트가 벽체의 휨모멘트를 초과하는 경우 설계계산에 있어 휨모멘트는 벽체의 휨모멘트를 쓰는 것으로 해야 한다.

(4) 뒷부벽식 옹벽

① 벽체는 뒷부벽으로 지지된 연속판이 토압의 수평분력에 저항하도록 설계해야 한다.

② 뒷부벽은 저판에 고정된 변단면 T형 캔틸레버 보로 간주하여 벽체에 작용하는 전 토압의 수평분력에 저항할 수 있도록 설계해야 한다.

③ 기초 슬래브는 뒷부벽으로 지지된 연속판으로서 저판 위의 흙의 중량, 토압의 연직분력, 지표면의 상재하중, 판의 중량 및 지반반력을 고려하여 설계해야 한다.

④ 기초 슬래브의 앞판 설계는 캔틸레버식 옹벽과 같은 방법으로 설계한다.

⑤ 벽체 및 기초 슬래브의 양쪽 단부는 부벽에 지지된 캔틸레버 보로 설계해야 한다.

(5) 앞부벽식 옹벽

① 앞부벽식 옹벽의 부벽은 저판에 지지된 구형보로 설계하며 벽체 및 기초는 앞부벽으로 지지된 연속판으로 보아 설계해야 한다.

② 앞부벽, 벽체, 기초의 설계에 있어서 외력의 고려방법은 뒷부벽식 옹벽과 같은 방법으로 설계한다.

4.6.2 옹벽의 구조상세

(1) 철근콘크리트의 철근배근, 이음 등은 KDS 14 20 00과 다음 (2)~(5)에 의해야 한다.

(2) 배근

- ① 피복두께는 벽의 노출면에서는 50 mm 이상, 콘크리트가 흙에 접하는 면에서는 50 mm 이상, 직접 흙 중에 묻히는 기초 슬래브에서는 80 mm 이상으로 해야 한다.
- ② 철근콘크리트에서는 수축 및 온도변화에 의한 균열을 방지하기 위하여 벽의 노출면에 가깝게 수평방향으로 벽의 높이 1m당 5cm² 이상의 단면적을 가진 철근을 중심간격 300 mm 이하로 배치해야 한다. 이 철근은 가는것을 좁은 간격으로 배치하는 것이 좋다.
- ③ 뒷부벽식 옹벽에서는 전면벽과 기초 슬래브에 의해 부벽에 전달되는 응력을 지지하기 위해 필요한 철근을 부벽에 배근해야 한다. 또 전면벽과 기초슬래브에는 인장철근의 20% 이상의 배력철근을 두어야 한다.
- ④ 앞부벽식 옹벽의 전면벽에는 인장철근의 20% 이상의 배력철근을 두어야 한다.
- ⑤ 수평철근의 콘크리트 총 단면적에 대한 최소철근비는 ①~④ 같아야 한다.
 가. 설계기준항복강도 400 MPa 이상으로서 지름이 16 mm 이하인 이형철근: 0.0020
 나. 기타 이형철근 : 0.0025
 다. 지름이 16 mm 이하인 용접강선망 : 0.0020
 라. 수평철근의 간격은 벽체 두께의 3배 이하 또는 450 mm 이하

(3) 연결부

- ① 시공이음부에는 시공이음, 수축변형의 영향을 줄이기 위한 수축이음, 전단면에 걸쳐 일정간격으로 신축이음을 두어야 한다. 다만 옹벽의 길이가 짧거나 콘크리트의 수화열, 온도변화, 건조수축 등 부피변화에 대한 별도의 구조해석을 수행한 경우에는 종방향 철근을 연속으로 배근하여 신축, 수축이음을 두지 않을 수 있다. 또한 응력집중이 발생하는 모서리에는 이음을 두지 않아야 한다.
- ② 시공이음(construction joint)
 중력식 옹벽의 시공이음에는 가외철근을 사용하고 시공이음은 계산상 요구되지 않더라도 흙막이벽에서 배근된 만큼 가외 철근을 배근해야 한다.
- ③ 수축이음(contraction joint)
 가. 벽체의 전면에 수축이음부를 두면 콘크리트의 수축변형에 의한 영향을 줄일 수 있다. 일반적으로 폭 6~8 mm, 깊이 12~16 mm인 수축이음부의 흠을 9 m 이하의 간격으로 만들며 옹벽 기초 슬래브 상부에서 벽체 상단까지 연속시킨다. 이때 철근을 끊지 않아야 한다.
 나. 부벽식 옹벽의 경우에는 수평방향의 철근량이 많으므로 수축이음을 설치하지 않아도 좋다.
- ④ 신축이음
 가. 길이가 긴 옹벽의 경우 온도변화나 지반의 부등침하가 콘크리트 구조물에 미치는 영향에 대비하여 길이방향으로 유연성 재료의 신축이음을 설치해야 한다.
 나. 신축이음 설치 간격은 중력식 옹벽의 경우는 10 m 이하, 캔틸레버식 및 부벽식 옹벽에서는 15~20 m 이하의 간격으로 설치하여야 한다. 신축이음에서는 철

근이 끊겨야 한다.

다. 신축이음부 양측의 일체성을 유지하기 위하여 강철봉을 사용하여 벽체(stem)를 가로지르는 방향으로 보강을 실시해야 한다. 강철봉이 콘크리트에 강하게 부착되면 신축이음의 효과가 상실될 수 있으므로 강철봉 표면에 윤활유를 바르는 방법 등을 적용해야 한다.

(4) 본체

- ① 노선에 접해있는 벽체의 전면은 미관 및 주행상 일반적으로 1:0.02 이상의 경사를 설치해야 한다.
- ② 옹벽 상단에는 소단을 설치하는 것이 좋다. 소단의 길이(l)는 설치장소에 따라 다르지만 일반적으로 0.7 m를 적용해야 한다.
- ③ 연속된 옹벽에서 옹벽의 상단 또는 저면의 높이가 변하는 경우 설치위치, 구조형식 등을 고려하여 접속시켜야 한다. 일반적으로 설치위치에 의해 정해지는 근입깊이를 기준으로 1블럭의 길이를 결정하며 저판은 수평으로 시공하는 것이 좋다.
- ④ 옹벽저면에 배수시설, 배수관 등을 설치하거나 저판 앞면에 U형 측구, 우수받이 등을 설치함으로써 유효단면의 감소가 있을 때에는 다음 사항에 주의해야 한다.
 가. 가정하는 단면에서 옹벽 블록사이의 단면감소의 합계가 1블럭길이 L 의 6% 이하로 되게 하고 가능한 한 균등하게 분포시킨다. 이와 같이 하면 철근간격을 조절하는 등의 조치만으로 충분하며 별도로 보강할 필요는 없다.
 나. 가의 제한을 넘을 경우에는 단면 감소가 있는 부분의 응력을 계산 하여 필요시 철근으로 보강해야 한다.

(5) 활동방지 벽(Shear key)

- ① 활동에 대한 효과적인 저항을 위하여 저판에 활동방지벽을 적용하는 경우 저판과 일체로 설치해야 한다.
- ② 활동방지 벽의 형상은 돌출부의 깊이, 토질상태 등에 따라 구조물 굴착선에 맞는 형상으로 설치해야 한다.
- ③ 사질토 지반에서는 유효하나 점성토 지반에서는 점성토의 비배수 전단강도에 의하여 활동에 대한 저항력이 결정되기 때문에 효과가 적을 수 있으므로 세부검토를 통해 적용 여부를 결정해야 한다.

집필위원

성명	소속	성명	소속
최병일	한국시설안전공단	성주현	한국시설안전공단
정민형	한국시설안전공단	서정은	한국시설안전공단
정문경	한국건설기술연구원	서승환	한국건설기술연구원
김동욱	인천대학교	강인규	(주)브니엘컨설팅
윤찬영	강릉원주대학교		

자문위원

성명	소속	성명	소속
윤준웅	한국시설안전공단	김윤태	부경대학교
장현익	한국도로공사	김경석	한국도로공사
권오일	한국건설기술연구원	김범주	동국대학교
윤형구	대전대학교	황영철	상지대학교

국가건설기준센터 및 건설기준위원회

성명	소속	성명	소속
이영호	한국건설기술연구원	정충기	서울대학교
구재동	한국건설기술연구원	김기석	(주)희송지오텍
김기현	한국건설기술연구원	김동민	(주)한국종합기술
김나은	한국건설기술연구원	김범주	동국대학교
김태송	한국건설기술연구원	김운형	(주)다산컨설팅
김희석	한국건설기술연구원	남문석	한국도로공사
류상훈	한국건설기술연구원	박성원	(주)유신
원훈일	한국건설기술연구원	박이근	(주)지오알앤디
이용수	한국건설기술연구원	박종호	평화지오텍(주)
이용준	한국건설기술연구원	여규권	(주)삼부토건
주영경	한국건설기술연구원	오정호	한국교통대학교
최봉혁	한국건설기술연구원	이규환	건양대학교
허원호	한국건설기술연구원	하익수	금오공과대학교

중앙건설기술심의위원회

성명	소속	성명	소속
강명석	(주)삼영기술	류은영	(주)태암엔지니어링
김중철	(주)무진이엔씨	이강일	대진대학교
김찬기	대진대학교	이래철	에스큐엔지니어링㈜

국토교통부

성명	소속	성명	소속
박명주	기술혁신과	양성모	기술혁신과
유진욱	기술혁신과		



KDS 11 80 05 : 2020
콘크리트옹벽

2020년 12월 3일 개정

소관부서 국토교통부 기술혁신과

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

작성기관 한국시설안전공단
52856 경상남도 진주시 에나로128번길 24 윤희빌딩 (총무공동 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>