

KDS 21 30 00 : 2016

가설휨막이 설계기준

2016년 6월 30일 제정

<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 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 철도, 공동구, 구조물기초, 건축구조 설계기준의 흠막이 설계기준에 해당되는 부분을 통합 정비하여 기준으로 제정한 것으로 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요내용	제정 또는 개정 (년.월)
가설공사표준시방서	• 가설공사표준시방서 제정	제정 (2002.5)
가설공사표준시방서	• 가설공사표준시방서 개정	개정 (2006.12)
가설공사표준시방서	• 가설공사표준시방서 개정 및 설계편 제정	개정 (2014.8)
KDS 21 30 00 : 2016	• 건설기준 코드체계 전환에 따라 코드화로 통합 정비함	제정 (2016.6)
KDS 21 30 00 : 2016	• 한국산업표준과 건설기준 부합화에 따라 수정함	수정 (2018.7)

제 정 : 2016년 6월 30일
심 의 : 중앙건설기술심의위원회
소관부서 : 국토교통부 기술기준과
관련단체 : 한국가설협회

개 정 : 년 월 일
자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회
작성기관 : 한국지반공학회

목 차

1. 일반사항	1
1.1 적용범위	1
1.2 검토사항	1
1.3 설계조건	1
1.3.1 설계외력	1
1.3.2 토압	1
2. 재료	3
3. 설계	3
3.1 흙막이 구조물	3
3.1.1 흙막이 구조물의 선정	3
3.1.2 흙막이 구조물의 해석방법	4
3.2 안정성 검토	4
3.2.1 일반사항	4
3.3 가시설 구조물 설계	6
3.3.1 재료의 허용응력	6
3.3.2 부재 단면의 설계	8
3.3.3 중간말뚝의 설계	10
3.3.4 흙막이판의 설계	10
3.3.5 띠장의 설계	11
3.3.6 버팀대의 설계	11
3.3.7 경사 버팀대(레이커)의 설계	12
3.3.8 지반앵커의 설계	12
3.3.9 그 외의 흙막이 구조물	13
3.4 근접시공	13

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 기준은 지반굴착으로 인한 굴착지반 및 주변지반의 안정성 확보와 피해를 방지하기 위하여 지반굴착 시공 중에 설치되는 가설흙막이의 설계에 적용한다. 이 기준에 명시되지 않은 사항은 관련 기준(KCS 21 30 00 등)을 참고하여 적용한다.

1.2 검토사항

(1) 흙막이벽과 지지구조의 형식에 대한 설계 시 굴착면의 붕괴를 유발시키는 인자인 지형, 지반조건, 지하수 처리, 교통하중, 인접 건물하중, 작업 장비하중 등에 대한 것과 지반변형에 의해 야기될 수 있는 주변 구조물, 지하 매설물의 피해 가능성 및 공사비, 공기 등의 경제성, 시공 가능성, 환경이나 민원발생 가능성 등을 종합적으로 고려하여야 한다. 즉, 흙막이벽의 안정성, 지보공의 안정성, 굴착저면의 안정성에 대한 검토는 필수항목이고, 주변 구조물에 대한 안정성 검토와 지하수 처리에 관한 문제도 반드시 고려하여야 한다.

1.3 설계조건

1.3.1 설계외력

지반굴착 시 가설흙막이에 작용하는 설계외력은 배면토 자중에 의한 토압, 지하수위에 의한 수압, 장비하중 등의 상재하중과 굴착영향 범위 내에 있는 인접건물하중과 인접도로를 통행하는 교통하중 등이며, 이외에 벽체에 작용할 수 있는 하중을 포함하여야 한다.

1.3.2 토압

(1) 일반사항

- ① 가설흙막이에 작용하는 토압분포는 시공방법 및 지지 상태에 따라 변화하므로 벽체 및 지지형식은 물론 토질조건 지하수 및 주변상황을 고려하여야 한다.
- ② 지지구조물의 설치위치와 간격, 시기에 따라 벽체에 작용하는 토압분포가 다르므로 시공단계별 토압분포를 검토하여야 한다.

(2) 굴착 단계별 토압

가설흙막이 설계시 굴착 단계별 검토에는 삼각형 토압분포를 적용하고 버팀구조가 완료된 굴착 후의 장기적 안정성 검토는 경험토압을 적용하여 가설 시설의 안정성 및 부재단면 검토 시 굴착 중, 굴착 완료 시의 검토결과를 종합하여 설계하여야 한다.

(3) 경험토압

- ① 경험토압 분포는 굴착과 지지구조 설치가 완료된 후에 발생하는 벽체의 변위에 따른 토압분포로 벽체 배면 지반의 종류 및 토압분포 연구자에 따라 여러 토압분포가 있으며 시공방법과 주변여건을 고려하여 적용하여야 한다.

- ② 경험토압 분포는 벽체 배면의 수압은 고려하지 않으므로 차수를 겸한 가설 벽체의 경우는 수압을 별도로 고려하여야 한다. 이 토압분포는 계측을 통하여 얻어진 것으로 굴착깊이가 6 m 이상이며, 폭이 좁은 굴착공사의 가시설 흙막이벽을 버팀대로 지지한 경우로서 계측 현장은 지하수위가 최종굴착면 아래에 있으며, 모래질은 간극수가 없고 점토질은 간극수압을 무시한 조건으로 그림 1.3-1은 Peck(1969)의 수정토압 분포도이고, 그림 1.3-2는 Tschebotarioff의 토압분포도를 나타낸 것이다. 경험토압분포는 지지구조의 설치가 완료된 후, 파괴 시에 발생하는 벽체의 변위를 측정된 결과와 벽체에 분포하는 토압분포이며, 설계자가 경험토압 분포이론을 적용 시 조건(그림 1.3-1, 그림 1.3-2의 지하수위를 무시한 조건 등)과 현장조사 자료를 비교하여 지하수위가 굴착면 상부에 있을 경우 토압 외에 수압을 고려하여 설계하여야 한다.

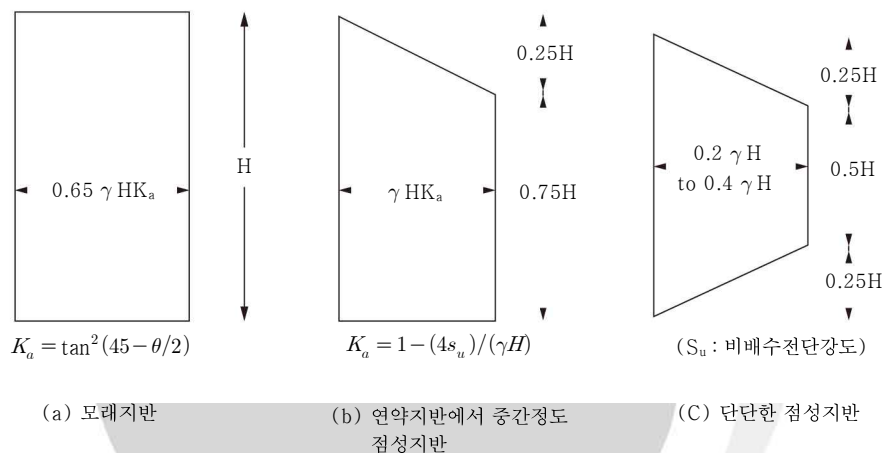


그림 1.3-1 Peck(1969)의 수정토압분포도

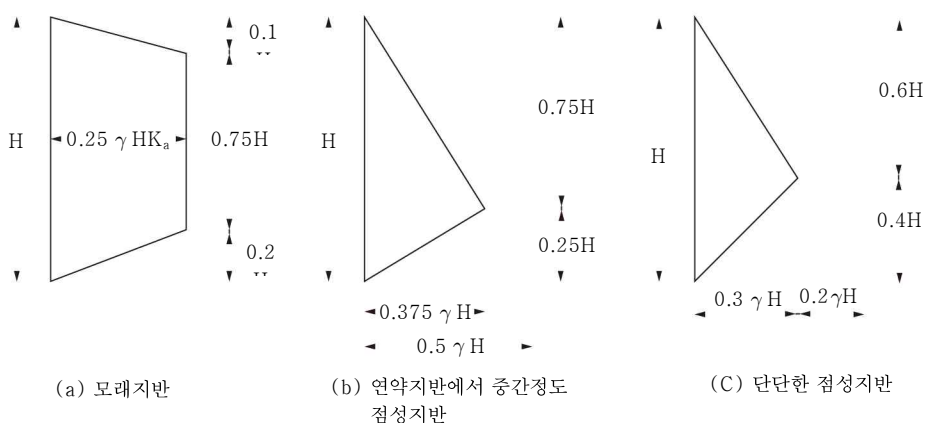


그림 1.3-2 Tschebotarioff(1973)의 토압분포도

- ③ 사질토나 자갈층(투수계수가 큰 지층)에서 흙막이벽이 차수를 겸할 경우에는 이들 토압분포에 수압을 별도로 고려하여야 한다. Peck의 경험토압분포는 차수벽이 설치된 사질토지반에서 주동토압 산정시 수압에 0.65 등의 계수를 곱하여 산정하는 것은 사각형에 0.65를 곱하여 삼각형으로 간주하는 불합리한 형식으로 수압($\gamma_w H$)은 삼각형 분포로 적용함이 타당하며 상재하중의 경우도 마찬가지로($q K_a$)이다. 굴착 단계별 토압계산에서의 H는 전 굴착 깊이이다. Peck의 경험토압분포는 엄지말뚝 기초지반의 지지가 충분하고 엄지말뚝이 어느 정도의 강도를 가지고 있는 경우에 적용된 것이다.
- ④ 암반층 등 대심도 굴착 시 토사지반에서의 경험토압을 적용하면 실제보다 과다한 토압이 산정될 수 있으므로 토압산정 시 신중하게 한다.
- (4) 수압 및 상재하중에 의한 토압
- ① 가시설 배면 지반의 지하수위는 굴착심도, 지반의 특성, 계절적 요인, 가설벽체의 종류에 따라 변하므로 시공여건을 고려하여 가시설 벽체에 작용하는 수압을 설계에 반영하여야 한다.
- ② 가시설 배면의 지층에 피압대수층, 불투수층, 암반 등이 존재할 경우 지하수위에 의한 정수압과는 다른 수압이 작용할 수 있으므로 벽체 배면 지반의 수리학적 특성을 고려하여 별도의 수압을 적용할 수 있다.
- ③ 현장주변 지표에 등분포 하중이 작용할 경우 하중에 토압계수를 곱하여 수평토압으로 환산하여 적용한다.

2. 재료

내용 없음.

3. 설계

3.1 흙막이 구조물

3.1.1 흙막이 구조물의 선정

- (1) 가시설 흙막이 구조물 벽체형식과 지지구조는 지형과 지반조건, 지하수위와 투수성, 주변구조물과 매설물 현황, 교통조건, 공사비, 공기, 시공성을 고려하여야 하며 공사시의 소음과 진동, 굴착배면의 지하수위저하, 주변지반 침하가 미치는 주변 및 환경영향 등을 고려하여 선정한다.
- (2) 가시설 흙막이벽은 구조적 안전성, 인접건물의 노후화 정도와 중요도 그리고 이격거리 및 구조형식, 지하수위, 차수성, 굴착깊이, 공기, 공사비, 민원 발생 가능성, 장비의 진출입 가능성, 시공성, 공사시기 등을 검토하여 가장 유리한 형식을 선정한다.

- (3) 가시설 흙막이벽의 지지구조는 벽의 안전성, 시공성, 민원발생 가능성, 인접 건물의 이격거리 및 지하층 깊이와 기초형태 등을 검토하여 가장 유리한 형식을 선정한다.
- (4) 차수나 지반보강 등이 필요한 경우에는 적용목적에 부합하는 보조공법을 선정한다.

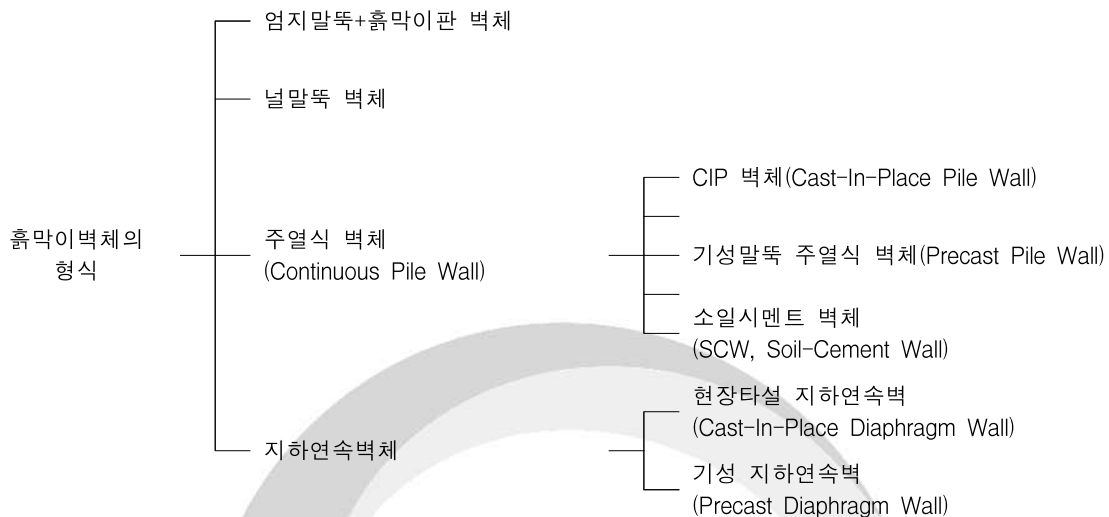


그림 3.1-1 흙막이벽체 형식

3.1.2 흙막이 구조물의 해석방법

- (1) 흙막이벽과 지지구조의 해석은 벽의 종류, 지지구조, 지반조건 및 근접시공 여부 등을 고려하여 실시한다.
- (2) 흙막이벽과 지지구조 해석방법으로는 벽을 보로 취급하는 관용적인 방법과 흙-구조물 상호작용을 고려하여 벽과 지반을 동시에 해석하는 방법이 있으며 설계자는 현장조건을 고려한 해석법을 적용하여야 한다.
- (3) 지지구조를 가지는 버팀 흙막이벽 형식에 대해서는 굴착진행과 버팀대 해체에 따라 변화하는 토압에 대하여 단계별로 해석하며 해석방법은 탄소성 지반상 연속보해석법과 유한요소법 및 유한차분법 등이 있다.
- (4) 굴착이 끝나고 버팀구조가 완료된 후의 벽체해석에는 경험적인 토압을 적용하며 단순보해석, 연속보해석 및 탄성지반상 연속보 해석법 등을 적용한다. 이때 수압, 토층분포 등의 현장조건과 해석조건을 고려하여 설계한다.

3.2 안정성 검토

3.2.1 일반사항

- (1) 가시설의 안정검토 시 부재단면의 안정과 굴착저면의 안정검토가 종합적으로 수행되어야 한다.
- (2) 흙막이 벽체, 지지구조 및 부재단면에 대한 안정성 검토를 수행하여야 한다.

- (3) 히빙 및 파이핑에 대한 안정성 검토를 수행하여 굴착저면의 안정성을 확인하여야 한다. 단, 굴착저면의 지층이 풍화암 이상의 단단한 지반으로 구성되어 있는 경우에는 히빙과 파이핑에 대한 안정성 검토를 생략할 수 있다. 히빙 검토는 하중 지반 지지력식에 의한 방법과 모멘트 평형에 의한 방법으로 구분된다. 하중-지반지지력식에 의한 방법은 Terzaghi - Peck (1967)식, Tschebotarioff(1973) 방법과 Bjerrum and Eide(1956) 방법 등이 있으며, 모멘트 평형에 의한 방법으로 일본 건축기초 구조설계 기준(1974)과 일본도로협회(1967)의 계산법 등이 있다. 한편, 흙막이벽체의 종류, 지반조건, 어떤 설계규정에 근거하느냐에 따라 검토 결과는 상당한 차이를 보이므로 여러 가지 방법으로 검토한 후 이들을 비교하여야 한다. 파이핑 검토는 유선망 해석을 실시하고, Terzaghi 간편식과 한계동수구배를 고려한 방법도 비교 검토하여 두 조건을 만족하도록 한다.
- (4) 벽체의 근입깊이는 안정검토시 안전율은 1.2 이상이 되어야 하며 히빙이나 파이핑에 대하여도 안전한 깊이로 설치하여야 한다.
- (5) 해석에 사용된 지반정수는 지반조사 자료를 토대로 산정하여야 한다.
- (6) 각 조건의 설계 시 적용 안전율은 발주처의 기준을 우선하며, 별도의 기준이 없을 경우 아래 표를 참조할 수 있다.

표 3.2-1 가설흙막이의 안전율

조건		안전율		비고
지반의 지지력		2.0		극한지지력에 대하여
활동		1.5		활동력(슬라이딩)에 대하여
전도		2.0		저항모멘트와 전도모멘트의 비
사면안정		1.1		1년 미만 단기안정성
근입깊이		1.2		수동 및 주동토압에 의한 모멘트 비
굴착저부의 안정	보일링	2.0		사질토
	히빙	1.5		점성토
지반앵커	사용기간 2년 미만	토사	2.0	인발저항에 대한 안전율
		암반	1.5	
	사용기간 2년 이상	2.5		

- (7) 흙막이 공사 시공 중 응력 변형 등의 예측결과가 설계 시 예측된 값과 다를 경우 설계 내용을 재검토하여 시공 중 안전성을 확보할 수 있어야 하며 특히 지하수위 저하가 예측되거나 발생하는 경우 지반침하를 검토하도록 한다.

3.3 가시설 구조물 설계

3.3.1 재료의 허용응력

(1) 허용응력 할증계수

이 기준에서 제시된 허용응력 값들에 다음과 같은 할증계수를 곱하여 적용한다.

① 가시설구조물의 경우: 1.5(철도하중 지지 시 1.3)

② 영구구조물로 사용되는 경우

가. 시공도중: 1.25

나. 완료 후: 1.0

③ 공사기간이 2년 미만인 경우에는 가설구조물로 2년 이상인 경우에는 영구구조물로 간주하여 설계한다. 만약, 가설구조물이 2년을 경과하면 안정성을 보장할 수 없으므로 안전점검 또는 안전진단을 실시하여 흙막이벽의 상태를 파악하여야 하며 잔여공사기간을 고려하여 안정성이 확보되는 대책을 수립하여야 한다.

④ 중고 강재 사용 시 : 신강재의 0.9 이하로 하되 시험치를 적용할 수 있으나, 중고 강재의 손상상태가 충분히 반영된 시험결과이어야 한다.

(2) 철근 및 콘크리트

① 콘크리트의 허용응력

가. 허용휨응력

$$f_{ca} = 0.40f_{ck} \quad (3.3-1)$$

나. 허용전단응력

$$V_a = 0.08\sqrt{f_{ck}} \quad (3.3-2)$$

② 철근의 허용(압축 및 인장) 응력

가. 허용휨인장응력

$$f_{sa} = 0.5f_y \quad (3.3-3)$$

나. 허용압축응력

$$f_{sa} = 0.4f_y \quad (3.3-4)$$

(3) 강재의 허용응력

① 구조용 강재

일반구조용 압연강재의 허용응력은 표 3.3-1의 값 이하로 한다.

② 강널말뚝(SY 30)

강널말뚝의 허용응력은 다음 값 이하로 한다.

가. 허용 휨 인장응력 180 MPa

나. 허용 휨 압축응력 180 MPa

다. 허용 전단응력 100 MPa

라. 현장의 자재수급계획에 따라 설계와 다르게 재사용 강재를 사용할 경우 재사용 강재의 허용응력은 책임기술자가 반복사용 정도, 부식 정도, 변형상태, 볼트구멍 등을 종합적으로 검토하여 강재종류별, 용도별로 응력보정계수를 설정하여 사용한다.

표 3.3-1 가시설물에 사용되는 강재의 허용응력 (MPa)

종류		일반구조용 압연강재 SS - 400, SWS400	SWS - 490	비고
축방향인장 (순단면)		210	285	140×1.5=210 190×1.5=285
축방향압축 (총단면)		$\frac{1}{\gamma} \leq 20$ 일 경우 210	$\frac{1}{\gamma} \leq 15$ 일 경우 285	l(cm) : 유효좌굴장 γ (cm) : 단면 2차반경
		$20 < \frac{1}{\gamma} \leq 93$ 일 경우 $210 - 1.30 \left(\frac{1}{\gamma} - 20 \right)$	$15 < \frac{1}{\gamma} \leq 80$ 일 경우 $285 - 1.95 \left(\frac{1}{\gamma} - 15 \right)$	
		$\frac{1}{\gamma} > 93$ 일 경우 $\left[\frac{1,800,000}{6,700 + \left(\frac{1}{\gamma} \right)^2} \right]$	$\frac{1}{\gamma} > 80$ 일 경우 $\left[\frac{1,800,000}{5,000 + \left(\frac{1}{\gamma} \right)^2} \right]$	
휨 이 력	인장연 (순단면)	210	285	l : 플랜지의 고정점 간 거리 β : 압축플랜지 폭
	압축연 (총단면)	$\frac{1}{\beta} \leq 4.5$; 210 $4.5 < \frac{1}{\beta} \leq 30$ $210 - 3.6 \left(\frac{1}{\beta} - 4.5 \right)$	$\frac{1}{\beta} \leq 4.0$; 285 $4.0 < \frac{1}{\beta} \leq 30$ $285 - 5.7 \left(\frac{1}{\beta} - 4.0 \right)$	
전단응력 (총단면)		120	165	
지압응력		315	420	강관과 강판
용접 강도	공 장 현 장	모재의 100% 모재의 100%		

(4) 목재의 허용응력

- ① 목재의 섬유방향의 허용휨응력, 허용 압축응력 및 허용 전단응력의 값은 표 3.3-2의 목재 허용응력 값 이하로 한다.

표 3.3-2 목재의 허용응력 (일반의 경우)

목재의 종류		허용응력 (MPa)		
		휨	압축	전단
침엽수	소나무,해송,낙엽송,노송나무,솔송나무,미송	9	8	0.7
	삼나무,가문비나무,미삼나무,전나무	7	6	0.5
활엽수	참나무	13	9	1.4
	밤나무, 느티나무, 졸참나무, 너도밤나무	10	7	1.0

- ② 목재의 섬유방향의 허용 좌굴응력의 값은 식 (3.3-5) 또는 식 (3.3-6)으로 산출한 값 이하로 한다.

$$l_k/r \leq 100 \text{인 경우 } f_k = f_c (1 - 0.007 l_k r) \quad (3.3-5)$$

$$l_k/r > 100 \text{인 경우 } f_k = \frac{0.3 f_c}{(l_k/100r)^2} \quad (3.3-6)$$

여기서, l_k : 지주길이(지주의 구속점 사이의 길이 가운데 최대의 길이) (mm)

r : 지주의 최소단면 2차반지름(mm)

f_c : 허용 압축응력(MPa)

f_k : 허용 좌굴응력(MPa)

(5) 볼트의 허용응력

보통볼트 및 고장력 볼트의 허용응력은 표 3.3-3 값 이하로 한다.

표 3.3-3 볼트의 허용응력 (일반의 경우)

볼트의 종류	응력의 종류	허용응력 (MPa)	비고
보통볼트	전단	90	SS400 기준
	지압	190	
고장력볼트	전단	150	F8T 기준
	지압	235	SS400 기준

(6) 기둥의 유효좌굴 길이

구조용 강재의 허용응력 계산 시 유효좌굴 길이는 강교 및 강합성교에 따라 설계한다.

3.3.2 부재 단면의 설계

(1) 공통사항

- ① 흙막이벽은 휨모멘트와 전단력에 대하여 안전하여야 한다.

- ② 경사앵커의 수직분력, 복공하중, 과재하중 등의 연직하중이 있을 때는 합성응력에 대해서도 안전하여야 한다.
- ③ 연직하중은 말뚝의 허용지지력 보다 작아야 한다. 정역학적 공식에 의한 극한 지지력으로부터 허용지지력 산정시 안전율은 2.0을 적용한다.
- ④ 흙막이벽의 수평변위는 배면지반 침하량 및 부등침하 경사각을 검토하여 판정하되, 최대수평 변위는 최종 굴착깊이, 지층 등을 고려하여 기준을 산정한다. 기준변위를 초과할 때는 주변시설물에 대한 별도의 안정성검토가 필요하다.

(2) 엄지말뚝

- ① 엄지말뚝은 축방향력과 휨모멘트에 대하여 모두 안전하도록 설계한다.
- ② 암반구간에서 엄지말뚝에 작용하는 축압을 무시할 수 있는 경우에도 말뚝의 좌굴 영향을 검토하여야 하며 록볼트와 슛크리트 등으로 좌굴 및 변형을 방지하고 안전을 확보하여야 한다. 다만 암반의 심도가 깊을 경우에는 중간 중간에 별도의 방식으로 보강하여야 한다.
- ③ 엄지말뚝 배면지반이 배수 등의 원인에 의해 침하할 우려가 있는 경우에는 이로 인해 발생하는 부마찰력을 별도의 축하중으로 엄지말뚝에 가산하여야 한다.

(3) 강널말뚝

- ① 강널말뚝에 작용하는 주동토압과 수동토압의 분포폭은 강널말뚝 폭 전폭으로 한다.
- ② 강널말뚝 응력계산에 사용되는 단면계수는 이음부가 완전 결합된 단면계수를 채감하여 사용하며 80% 이하로 한다.
- ③ 강널말뚝은 축방향력과 휨모멘트에 대하여 모두 안전하게 설계하여야 한다.

(4) 소일시멘트벽체

- ① 소일시멘트벽체에 작용하는 축력은 H형강 간격을 지간으로 하는 아치에 작용하는 등분포하중에 의한 아치로 보고 해석한다.
- ② 전단력은 H형강 순간격을 지간으로 하는 보로 계산한다.
- ③ 허용압축응력은 소일시멘트 일축압축강도의 1/2을 사용하고, 허용전단응력은 일축압축강도의 1/3을 적용한다.
- ④ 시멘트 모르타의 물-결합재비와 설계배합비는 현장의 토질, 지하수의 상황 등 종합적인 조건을 고려하여 결정한다.

(5) 주열식 콘크리트벽체

- ① 주열식 벽체는 천공경의 면적과 등가인 등가사각형의 단철근보로 설계할 수 있다.
- ② 흙막이벽에 작용하는 모멘트와 전단력을 H형강이 모두 부담하는 것으로 하는 경우에는 주열식벽 검토를 생략할 수 있다.
- ③ 철근 피복은 80 mm 이상으로 하고 주철근의 형상이 정확히 유지되도록 하여야 한다.
- ④ 띠철근은 D13 이상의 철근으로 하고 그 간격은 천공경, 축방향철근의 12배 이하, 그리고 300 mm 중 작은 값 이하이어야 한다.

(6) 지하연속벽

- ① 지하연속벽 공법은 현장타설 철근콘크리트 지하연속벽과 PC지하연속벽 등이 있으며 대심도 굴착에서 주변지반의 이동이나 침하를 억제하고 인접구조물에 대한 영향을 최소화하도록 설계한다.
- ② 지하연속벽 벽체는 하중지지벽체와 현장타설말뚝 역할을 할 수 있으며 내부의 지하 슬래브와 연결 시에는 영구적인 구조체로 설계할 수 있다.
- ③ 지하 슬래브와 지하연속벽체의 연결은 절곡철근을 사용할 경우 되퍼기 시 철근의 강도를 보증할 수 없으므로 절곡철근의 사용은 지양하여야 한다.
- ④ 지하연속벽 벽체에 작용하는 하중은 주로 토압과 수압이며 본체 구조물로 사용하는 경우에는 각종 구조물하중에 대한 검토가 필요하다.
- ⑤ 지하연속벽 시공 시 주변지반의 침하 및 거동을 최소화하고 영구벽체로서 안정된 지하구조물을 형성하기 위한 트렌치 내에 사용하는 안정액의 조건은 굴착면의 안정성을 확보할 수 있도록 한다.
- ⑥ 콘크리트의 설계기준강도는 콘크리트 타설 시의 지하수의 유무와 특성에 따라 다음과 같이 감소시켜서 정하여야 한다.
 가. 지하수위가 없는 경우: $0.875f_{ck}$
 나. 정수 중에 타설하는 경우: $0.800f_{ck}$
 다. 혼탁한 물에 타설하는 경우: $0.700f_{ck}$
- ⑦ 철근의 피복은 부식을 고려하여 80mm 이상으로 한다.
- ⑧ 지중연속벽이 가설구조물로 이용되는 경우는 허용응력을 50% 증가시켜서 사용하며, 지중연속벽이 본 구조물로 이용되는 경우는 콘크리트의 허용응력을 시공 중에는 25% 증가시키고 시공 완료 후에는 증가시키지 않는다.
- ⑨ 지하연속벽의 변위한계를 설계 시 제시하여야 하며, 시공관리를 위해 지중경사계를 벽체 내에 설치토록 제시하여야 한다.

3.3.3 중간말뚝의 설계

- (1) 중간말뚝에 작용하는 연직하중은 자중, 버팀대의 자중 및 적재하중, 노면 복공으로 부터의 하중(충격하중 포함), 매설물로 부터의 하중으로 한다.
- (2) 중간말뚝의 종방향 강성을 증가시키기 위해 중간말뚝 사이에 사재 등의 보강 부재를 조립시킨 경우에는 하중분배를 고려할 수 있다. 다만, 트러스 형태의 보강이 없는 중간말뚝은 단독으로 연직하중을 지지하는 것으로 한다.
- (3) 중간말뚝에 작용하는 연직하중이 그 허용지지력을 넘지 않도록 하여야 한다.

3.3.4 흙막이판의 설계

- (1) 흙막이판은 목재, 철근콘크리트, PE, 철판 등의 재료를 사용할 수 있다.
- (2) 흙막이판에 작용하는 토압은 흙막이벽에 작용하는 토압을 적용한다.
- (3) 전단력과 휨모멘트를 구하는 지간은 엄지말뚝의 플렌지폭을 고려하여 정한다.

(4) 흙막이판의 두께는 모멘트와 전단력 모두 만족시킬 수 있도록 정한다.

3.3.5 띠장의 설계

- (1) 띠장은 흙막이벽에서의 하중을 받아 이것을 버팀대 등에 평균하여 전달시키기 때문에 하중을 전달할 수 있는 강성을 갖는 것이어야 한다.
- (2) 띠장은 버팀대 또는 앵커의 반력으로 인한 휨모멘트 및 전단력에 대하여 안전하여야 하고, 앵커의 수직분력을 고려하여 띠장 지지대를 검토하여야 한다. 사보강재가 있는 버팀대의 경우 사보강재로 인한 축방향력 및 축직각방향력을 고려하여 띠장 안정성을 검토하여야 한다.
- (3) 휨모멘트 및 전단력은 버팀대 또는 앵커 위치를 지점으로 하는 단순보로 계산하되 양호한 이음구조일 때는 연속보로 계산하여도 좋다. 버팀대에 사보강재가 있을 때는 지간을 감소하여 계산할 수 있다.
- (4) H형강을 띠장으로 사용할 때는 버팀대 또는 앵커와 띠장의 접합부에 압축력이 크게 작용하므로 플랜지가 변형되지 않도록 보강재(stiffener)를 반드시 2개소 이상 설치하여야 한다.
- (5) H형강을 띠장으로 사용할 때 전단 단면적은 웹만의 단면적을 사용하여야 하며, 보강재(stiffener)를 충분히 보강하였을 경우에는 플랜지 단면적을 전단 단면적으로 볼 수 있다.

3.3.6 버팀대의 설계

(1) 설계일반

- ① 버팀대는 압축재로서 좌굴하지 않도록 단면과 강성을 가져야 한다. 또, 버팀대가 긴 경우에는 중간말뚝 등을 설치하여 보강하여야 한다.
- ② 버팀대 위에는 재하해서는 안 된다. 그러나 부득이 재하할 경우에는 축력과 휨이 작용하는 부재로 설계하여야 한다.
- ③ 버팀대에는 이음을 설치하지 않으나 부득이 이음을 설치할 때는 보강을 하여 강도를 확보하여야 한다.
- ④ 버팀대와 띠장의 접합부는 느슨함이 생기지 않는 구조로 하여야 한다.
- ⑤ 버팀대의 축방향력 및 휨모멘트에 의한 합성응력은 좌굴을 고려한 허용응력보다 작아야 한다.

(2) 버팀대의 보강

- ① 버팀대는 가시설구조물 전체의 강성을 확보할 수 있도록 일정간격으로 인접 버팀대와 수평 브레이싱을 설치하여 보강하여야 한다.
- ② 브레이싱의 설치는 좌굴해석에 의해 위치 및 부재규격을 결정하여야 한다.

(3) 사보강재의 설계

- ① 사보강재는 버팀대의 수평간격을 넓게 할 때, 모서리의 띠장하중의 받침 또는 띠장을 보강할 목적으로 설계한다.

- ② 사보강재의 접합부는 활동에 대하여 내력이 있는 구조로 하여야 한다.
- ③ 사보강재를 버팀대에 설치하는 경우에는 반드시 좌우대칭으로 하여 버팀대에 편심 하중에 의한 휨모멘트가 생기지 않도록 하여야 한다.
- ④ 모서리에 사용하는 사보강재는 45° 각도로 설치하는 것을 기준으로 한다.
- ⑤ 사보강재는 축력을 받는 압축재로 설계하는 것을 원칙으로 하되, 실제로는 두 방향의 힘이 발생하는 부재이므로 휨모멘트가 과도하게 발생하지 않도록 설계하여야 한다.
- ⑥ 사보강재를 설치하는 띠장은 수평력에 대하여 밀리지 않도록 보강하여야 한다.

3.3.7 경사 버팀대(레이커)의 설계

- (1) 레이커와 띠장의 연결부에는 상향력이 작용하므로 이에 대하여 보강하여야 한다.
- (2) 레이커를 지지하는 블록 또는 말뚝은 활동, 전도 및 지지력에 대하여 안전하여야 한다.
- (3) 레이커를 지지하는 블록 또는 말뚝에서의 수동토압에 의한 반력은 주동변위와 수동변위를 고려하여 정하여야 한다.
- (4) 흙막이벽체의 큰 변위가 우려되는 경우에는 지지기능이 확보되는 데 시일이 소요되는 콘크리트 블록에 의한 지지방식은 충분히 검토하여 적용토록 한다.

3.3.8 지반앵커의 설계

- (1) 앵커의 사용목적, 사용기간 및 환경조건 등을 고려하여 부식방지에 관해 검토하여야 한다.
- (2) 영구앵커는 정착지반의 장기적 안정성, 부식에 대한 안정성 및 공사 후 유지관리 방법 등을 검토하여야 한다.
- (3) 앵커의 사용기간이 지난 후 제거하는 방법에 관해서도 만족하여야 하며, 사용기간 동안에 그 성능이 안정되어야 한다.
- (4) 지반앵커는 대상으로 하는 구조물의 규모, 형상, 지반조건을 고려하여 선정하고, 설계 하중에 대해서 안전율이 고려된 인발저항력을 갖도록 설계하여야 한다.
- (5) 앵커의 허용인장력은 앵커의 사용기간, 강재의 극한강도 및 항복강도를 고려하여 정한다.
- (6) 지반앵커는 설계앵커력에 대해 안전율이 확보되는 양호한 지반에 정착하는 것으로 하고, 그 길이 및 배치는 토질 조건, 시공조건, 환경조건, 지하매설물의 유무, 흙막이벽의 응력, 변위 및 구조체의 안정을 고려하여 설계한다.
- (7) 지반앵커의 초기 긴장력은 지반조건, 흙막이벽의 규모, 설치기간, 시공방법 등을 고려하여 설계하여야 한다.
- (8) 대좌 및 지압판은 설계 정착력에 대하여 강도를 갖고, 유해한 변형이 발생하지 않도록 설계한다.
- (9) 앵커의 자유장은 예상 파괴면까지의 길이에 여유길이를 더하여 정한다.

- (10) 인장형 앵커의 정착장은 앵커체와 지반과의 마찰저항장과 앵커강재와 그라우트체와의 부착저항장을 비교하여 큰 값으로 한다. 정착장 결정시에는 진행성 파괴를 고려하여야 한다.
- (11) 정착부에서 지표면까지의 최소 높이가 확보되어야 한다.
- (12) 흙막이벽과 앵커 전체를 포함한 안정해석을 하여야 한다.
- (13) 앵커의 긴장력은 정착장치에 의한 감소와 릴렉세이션에 의한 감소를 고려하여 정한다.
- (14) 앵커정착장이 위치하는 지반이 크리프가 우려되는 경우에는 지반크리프에 의한 앵커력 손실을 고려하여 설계앵커력을 정하도록 한다.
- (15) 설계 시 추정되는 극한인발저항력을 시공 시 확인하여 안전한 시공이 될 수 있도록 정착지반별 인발시험계획을 제시하여야 한다.

3.3.9 그 외의 흙막이 구조물

이 기준에 언급되지 않은 소일네일, 락볼트, 주열식 강관벽체, 강관버팀대 등은 국내외에서 널리 쓰이는 설계법 중에서 합리적이고 안전한 설계방법을 사용한다.

3.4 근접시공

- (1) 근접시공 시에는 가설흙막이구조물 자체의 안정과 인접구조물에 미치는 영향을 검토한다.
- (2) 근접시공 시에는 지반특성, 횡토압, 지반진동, 지하수위 변화와 지반손실, 굴착이 주변에 미치는 영향, 대상구조물의 특성 등을 고려하여 설계한다.
- (3) 근접시공으로 인한 지하수위 변화가 인접 시설물에 영향을 미치는 경우에는 차수식 벽체로 설계하는 것이 바람직하며, 이때 지하수에 의한 배면수압을 고려한다.
- (4) 주변 지반 침하 예측 방법은 이론적 및 경험적 추정 방법이 있으며, 이 중 설계자가 현장여건, 지층조건, 굴착방법, 흙막이벽체와 지지체의 형식을 종합적으로 고려하여 선택한다.
- (5) 굴착에 의한 배면 지반의 변위를 산정한 후, 허용 변위량을 기준으로 인접 구조물의 손상 여부를 분석하고 필요시 대책을 강구한다.
- (6) 필요 시 3차원적인 지반거동도 고려하여 설계한다.
- (7) 배면지반 침하와 인접구조물에 대한 영향 예측
 - ① 흙막이 벽의 변위에 따른 주변 지반의 침하는 실측 또는 계산에 의하여 구한 흙막이 벽의 변위로부터 주변지반 침하를 추정하는 방법과 버팀 구조와 주변지반을 일체로 하여 구하는 유한요소법 또는 유한차분법으로 해석하는 방법이 있다.
 - ② 주변 지반 침하 예측 방법은 이론적 및 경험적 추정 방법 중에서 설계자가 현장여건, 지층조건, 굴착방법, 흙막이 벽 및 지지체의 형식을 종합적으로 고려하여 선택, 적용하여야 한다.
 - ③ 인접구조물에 대한 침하, 부등침하(각변위), 수평변형율, 경사 등에 관한 허용값은 대상 구조물에 따라 관련 설계기준과 건축기준 등을 참고로 하여 결정한다.

집필위원

성명	소속	성명	소속
백승철	안동대학교	이중재	에스텍컨설팅그룹
김대영	현대건설	임재승	쌍용건설
김정훈	에스텍컨설팅그룹		

자문위원

성명	소속	성명	소속
이재호	GS건설	유남재	한국건설생활환경시험연구원
박이근	지오알앤디		

건설기준위원회

성명	소속	성명	소속
김기석	희송지오텍	이태옥	평화엔지니어링
강인규	브니엘컨설턴트	김의중	서보건축
임대성	삼보ENG	임남기	동명대학교
박찬민	코비코리아	하영철	금오공대
황훈희	한국도로교통협회	오민수	동명기술공단
이지훈	서영엔지니어링	김철규	한국토지주택공사

중앙건설기술심의위원회

성명	소속	성명	소속
김승철	(주)한화건설	송 훈	(주)건화
문현경	(주)장원	유성진	(주)일신이앤씨
박주경	(주)대한이앤씨	이상민	(주)비엔티엔지니어링

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 21 30 00 : 2016

가설흙막이 설계기준

2016년 6월 30일 제정

소관부서 국토교통부 기술기준과

관련단체 한국가설협회

06511 서울특별시 금천구 디지털로 173 (가산동 60-93) 엘리시아빌딩 7층

Tel : 02-3283-7321 E-mail : kaseol114@naver.com

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

작성기관 한국지반공학회

06732 서울특별시 서초구 서운로 19, 1202호(서초동)

Tel : 02-3474-4428 E-mail : kgssmfe@hanmail.net

<http://www.kgshome.org>

국가건설기준센터

10223 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283(대 화동)

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

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