

KDS 41 20 00 : 2019

건축물 기초구조 설계기준

2019년 3월 14일 개정

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



국토교통부

건설기준 제·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 제·개정 연혁

- 이 기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 건설기준(설계기준, 표준시방서)간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.
- 이 기준은 기존의 건축 구조물 및 공작물 등의 구조설계에 해당되는 부분을 통합 정비하여 기준으로 제정한 것으로 제·개정 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요내용	제·개정 (년.월)
건축구조설계기준	• 건축구조 설계기준 제정	제정 (2005.4.5.)
건축구조설계기준	• 재검토기한 신설 등 개정	개정 (2009.8.27.)
건축구조기준	• 부분 개정	개정 (2009.12)
건축구조기준	• 재검토기한의 연도 수정 등 개정	개정 (2013.12)
건축구조기준	• 특정한 지형조건의 기본지상적설하중 등 개정	개정 (2015.10)
건축구조기준	• 성능설계법 도입 및 돌발상황에 의한 하중 추가 등 기준 전반에 대한 최근 연구결과 및 개선된 공법 반영	개정 (2016.5)
KDS 41 20 00 : 2016	• 건설기준 코드체계 전환에 따라 코드화로 통합 정비함	제정 (2016.6)
KDS 41 20 00 : 2016	• 한국산업표준과 건설기준 부합화에 따라 수정함	수정 (2018.7)
KDS 41 20 00 : 2019	• 내진설계기준 공통사항을 반영하여 개정	개정 (2019.3)

제 정 : 2016년 6월 30일
 심 의 : 중앙건설기술심의위원회
 소관부서 : 국토교통부 건축정책과
 관련단체 (작성기관) : 대한건축학회

개 정 : 2019년 3월 14일
 자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회

목 차

1. 일반사항	1
1.1 적용범위	1
1.2 목적	1
1.3 용어의 정의	1
1.4 주요기호	3
2. 조사 및 계획	7
2.1 조사	7
2.2 계획	8
3. 재료	10
4. 설계	10
4.1 기초지반의 지지력 및 침하	10
4.2 기초하중	14
4.3 직접기초	15
4.4 말뚝기초	17
4.5 병용기초	28
4.6 케이슨기초	30
4.7 옹벽	30
4.8 지하외벽	31
4.9 흙막이구조물	32
4.10 지반개량	33

건축물 기초구조 설계기준

1. 일반사항

1.1 적용범위

- (1) 이 기준은 건축구조물의 기초, 지하벽, 옹벽 및 흙막이 등에 적용한다.
- (2) 특별한 조사·연구에 의하여 설계할 때에는 이 기준은 적용하지 않을 수 있다. 그 경우에는 그 근거를 명시하여야한다.
- (3) 이 기준은 허용응력설계법을 기준으로 지반 및 말뚝의 안전성을 검토하도록 규정하였으나, 항복지지력이나 극한지지력을 사용할 경우에는 성능에 기반을 둔 강도설계나 한계상태설계도 가능하다.

1.2 목적

기초구조는 상부구조의 하중을 안전하게 지반에 전달하도록 응력과 변형을 검토하여야 한다.

1.3 용어의 정의

- 강재말뚝: 강관말뚝 또는 H형강말뚝
- 기성말뚝: 공장에서 미리 제작된 콘크리트말뚝
- 기초: 기초판과 지정 등을 뜻하며, 상부구조에 대응하여 부를 때는 기초구조라고하기도 한다.
- 나무말뚝: 생나무로 다듬어 만든 말뚝
- 독립기초: 기둥으로부터의 축력을 독립으로 지반 또는 지정에 전달토록 하는 기초
- 마찰말뚝: 지지력의 대부분을 주면의 마찰로 지지하는 말뚝
- 말뚝: 기초판으로부터의 하중을 지반에 전달하도록 하기 위하여 기초판 아래의 지반 중에 만들어진 기둥 모양의 지정지반에 전달하도록 하는 형식의 기초
- 말뚝전면복합기초: 병용기초 중 직접기초와 말뚝기초가 복합적으로 상부구조를 지지하는 기초형식
- 병용기초: 서로 다른 기초를 병용한 기초형식의 총칭
- 말뚝의 극한지지력: 말뚝이 지지할 수 있는 최대의 수직방향 하중

건축물 기초구조 설계기준

- 말뚝의 허용지내력: 말뚝의 허용지지력 내에서 침하 또는 부등침하가 허용한도 내로 될 수 있게 하는 하중
- 말뚝의 허용지지력: 말뚝의 극한지지력을 안전율로 나눈 값
- 매입말뚝: 기성말뚝의 전장을 굴착한 지반 속에 매입한 말뚝
- 복합기초: 2개 또는 그 이상의 기둥으로부터의 응력을 하나의 기초판을 통해 지반 또는 지정에 전달토록 하는 기초
- 부마찰력: 지지층에 근입된 말뚝의 주위 지반이 침하하는 경우 말뚝 주변에 하향으로 작용하는 마찰력
- 분사현상: 모래층에서 수압차로 인하여 모래입자가 부풀어 오르는 현상. 보일링
- 사운딩: 로드와 연결한 저항체를 지반 중에 삽입하여 관입, 회전 및 인발 등에 대한 저항으로부터 지반의 성상을 조사하는 방법
- 성능설계법: 건축구조물 등을 설정한 외력에 대해 사용한계상태, 손상한계상태, 극한한계상태에서의 소요성능을 만족하도록 설계하는 방법
- 슬라임: 지반을 천공할 때 공벽 또는 공저에 모인 흙의 찌꺼기
- 액상화현상: 물에 포화된 느슨한 모래가 진동, 충격 등에 의하여 간극수압이 급격히 상승하기 때문에 전단저항을 잃어버리는 현상
- 연성(軟性)옹벽: 옹벽 전면이 여러 개의 콘크리트 판, 블록, 돌망태, 자연석등의 형태로 구성되어 있고 배면에는 인장력이 강한 보강재(Geogrid, Strap 등)로 저항하거나 자중에 의하여 토압에 저항하며 각각의 구성 요소가 횡 토압에 대하여 독립된 변형 거동을 하는 옹벽구조
- 온통기초: 상부구조의 광범위한 면적 내의 응력을 단일 기초판으로 연결하여 지반 또는 지정에 전달하도록 하는 기초
- 원위치시험: 대상 현장의 위치에서 지표 또는 보링공 등을 이용하여 지반의 특성을 직접 조사하는 시험
- 융기현상: 연약한 점성토 지반에서 땅파기 외측의 흙의 중량으로 인하여 땅파기 된 저면이 부풀어 오르는 현상. 히빙
- 이음말뚝: 2개 이상의 동종말뚝을 이음한 말뚝
- 접지압: 직접기초에 따른 기초판 또는 말뚝기초에서 선단과 지반 간에 작용하는 압력
- 줄기초, 연속기초: 벽 또는 일련의 기둥으로부터의 응력을 띠모양으로 하여 지반 또는 지정에

전달토록 하는 기초

- 지반의 개량: 지반의 지지력 증대 또는 침하의 억제에 필요한 토질의 개선을 목적으로 흩다짐, 탈수 및 환토 등으로 공학적 능력을 개선시키는 것
- 지반의 극한지지력: 구조물을 지지할 수 있는 지반의 최대저항력
- 지반의 허용지지력: 지반의 극한지지력을 안전율로 나눈 값
- 지정: 기초판을 지지하기 위하여 그보다 하부에 제공되는 자갈, 잡석 및 말뚝 등의 부분
- 지지말뚝: 연약한 지층을 관통하여 굳은 지반이나 암층까지 도달시켜 지지력의 대부분을 말뚝 선단의 저항으로 지지하는 말뚝
- 직접기초: 기둥이나 벽체의 밑면을 기초판으로 확대하여 상부구조의 하중을 지반에 직접 전달하는 기초형식으로서 기초판 저면지반의 전단저항력으로 하중을 지지한다. 일반적으로 기초판의 두께가 기초판의 폭보다 크지 않으며 독립기초, 줄기초, 복합기초, 온통기초 등이 있다.
- 측압: 수평방향으로 작용하는 토압과 수압
- 케이슨: 지반을 굴삭하면서 중공대형의 구조물을 지지층까지 침하시켜 만든 기초형식구조물의 지하부분을 지상에서 구축한 다음 이것을 지지층까지 침하시켰을 경우의 지하부분
- 타입말뚝: 기성말뚝의 전장을 지반 중에 타입 또는 압입한 말뚝
- 허용지내력: 지반의 허용지지력 내에서 침하 또는 부등침하가 허용한도 내로 될 수 있게 하는 하중
- 현장타설콘크리트말뚝: 지반에 구멍을 미리 뚫어놓고 콘크리트를 현장에서 타설하여 조성하는 말뚝
- 흙막이구조물: 땅파기에 있어 지반의 붕괴 및 주변의 침하, 위험 등을 방지하기 위하여 설치하는 구조물
- 흙파기: 구조물의 기초 또는 지하 부분을 구축하기 위하여 행하는 지반의 굴삭

1.4 주요기호

A_e : 조사 단면에서의 말뚝의 순단면적(m^2)

A_f : 기초판의 저면적(m^2), 기초하중의 작용면적(m^2)

A_g : 무리말뚝의 외측을 이은 면으로 둘러싸인 다각기둥의 단면적(m^2)

A_{GPi} : 각 말뚝의 부담면적(m^2)

A_n : 인접한 기둥까지 거리의 1/2 범위를 택한 각 기둥의 지배면적(m^2)

건축물 기초구조 설계기준

- A_p : 말뚝의 단면적(재료의 순단면적)(m^2)
 A_{pm} : 말뚝의 실단면적(m^2)
 A_S : 말뚝의 중심에서 이웃말뚝의 중심간 거리를 반경으로 하는 원의 면적(m^2)
 B : 장방형 기초의 단변길이(원형의 경우는 지름)(m)
 B_1 : 재하판의 폭(m)
 B_2 : 기초의 폭(m)
 B_t : 시험재하판의 폭(m)
 C_p : 흙의 종류와 말뚝시공법에 따른 경험계수
 c : 기초저면 하부지반의 점착력(kN/m^2)
 D_f : 기초에 근접한 최저지반에서 기초저면까지의 깊이(m)
 D : 말뚝의 폭 또는 지름(m)
 D_0 : 무리말뚝의 영향을 무시할 수 있는 말뚝의 최소중심간격(m)
 d : 말뚝의 지름(m)
 E_S : 지반의 탄성계수(kN/m^2)
 E_p : 말뚝의 탄성계수(kN/m^2)
 e_1 : 응력 σ_{1Z} 에 대응하는 간극비
 e_2 : 응력 $\sigma_{2Z}(=\sigma_{1Z} + \Delta\sigma_Z)$ 에 대응하는 간극비
 f_{ck} : 콘크리트의 설계기준강도(MPa)
 FS : 안전율(극한하중시 3.0, 항복하중시 2.0)
 f_e : 허용지내력(kN/m^2)
 f_s : 말뚝재료의 단기허용응력(kN/m^2)
 H_1 : 지하수위(m)
 I_S : 기초 저면의 형상과 강성에 따라 정해지는 계수
 I_{S1} : 재하판의 침하계수
 I_{S2} : 기초의 침하계수
 K_{sp} : 경험계수(암괴 간의 거리를 고려한 값)
 L : 말뚝의 길이(m)
 L_b : 말뚝의 근입깊이(m)
 L_n : 말뚝머리에서 중립점까지의 거리(m)
 L : 장방형 기초의 장변길이(m)
 M' : 모멘트(주각에 있어서 기둥의 휨모멘트)
 M : 기초 바닥면 중앙에 작용하는 모멘트($=M + Q_z'$)
 N_c, N_r, N_q : 지지력계수(내부마찰각의 함수)
 n : 재료의 허용압축응력을 저감하지 않아도 되는 세장비의 한계값(표 4.4-2)

- n_g : 무리말뚝의 개수(개)
 P : 기초자중을 포함한 기초판에 작용하는 수직하중(kN)
 P_c : 지표면에 작용하는 연직집중하중(kN)
 P_n : 지배면적 안의 기초자중을 포함한 각 기둥의 연직하중 (kN)
 ΣP : 기초자중을 포함한 연직하중의 합(kN)
 P' : 기둥으로부터의 연직하중(kN)
 P_o : 말뚝머리에 가해진 고정하중(kN)
 P_{FN} : 부마찰력에 따라 중립점에 생기는 말뚝의 최대축력(kN)
 P_p : 말뚝머리에 작용하는 장기하중(kN)
 Q' : 기둥으로부터의 수평력(주각에 있어서 기둥의 전단력)(kN)
 Q : 기초 바닥면에 작용하는 수평하중(kN) ($=Q'$)
 z : Q' 작용점과 기초판 바닥면과의 거리
 q_d : 말뚝의 단위면적당 극한선단지지력(kN/m²)
 Q'_a : 부주면마찰력을 고려하여 수정한 허용지지력(kN/m²)
 Q_{pa} : 말뚝에 설계하중이 재하되었을 때 말뚝선단부에 전달되는 하중(kN)
 Q_{fi} : 말뚝에 설계하중이 재하되었을 때 말뚝주면에 전달되는 하중(kN)
 Q_{nf} : 부주면마찰력(kN/m²)
 Q'_u : 중립점보다 밑에 있는 지반에 따른 말뚝의 극한지지력, 즉 중립점과 말뚝선단 사이의 주
 면마찰력과 말뚝선단의 극한지지력(마찰말뚝의 경우에는 무시)의 합(kN/m²)
 q_a : 허용지지력(kN/m²)
 q : 기초에 작용하는 단위면적당 하중(kN/m²)
 q_a : 허용지지력(kN/m²)
 r : 말뚝의 반지름(m)
 R : 하중의 작용점에서 임의의 점까지 거리(m)
 ${}_t R_a$: 무리말뚝의 영향을 고려한 말뚝의 허용인발저항력(kN/개)
 R_F : 중립점에서 하부 말뚝주면의 마찰력에 따른 극한지지력(kN)
 R_{up} : 말뚝선단의 극한지지력(kN)
 S : 침하량(m)
 S_E : 즉시침하량(m)
 S_m : 철근 및 케이싱을 무시한 현장타설콘크리트말뚝의 단면계수(mm³)
 S_s : 흙의 전단강도(kN/m²)
 S_1 : 평판의 침하량(m)
 S_2 : 기초의 침하량(m)
 U_c : ASTM D2938~71에서 제시하는 암석 평균일축압축강도
 W : 무리말뚝의 하단면상에 작용하는 말뚝과 흙의 단위면적당 중량으로 지하수위 이하의 부

건축물 기초구조 설계기준

분에서는 부력을 고려한다.(kN/m²)

- W_B : 건물중량(kN)
- W_P : 말뚝과 말뚝 내부의 흙의 유효중량(kN)
- W' : 중립점보다 위쪽의 말뚝의 유효중량(kN)
- W_s' : 중립점보다 아래쪽의 말뚝으로 치환되는 부분의 흙의 유효중량(kN)
- W_F : 기초의 자중(kN)
- W_S : 기초 바로 위의 되메우기 흙의 중량(kN)
- Z : 침하량을 산정하는 점에서 연직하방으로 측정한 깊이(m)
- Z_S : 지표면에서 임의의 점까지의 깊이(m)
- α_s : 말뚝의 주면마찰력 분포에 따른 계수
- α : 하중의 편심과 저면의 형상으로 정해지는 접지압계수
- β_i : 각 말뚝의 부담면적과 A_s 와의 비(A_{GPi}/A_s)
- α, β : 기초의 형상계수
- α_t, β_t : 시험에 사용한 재하관의 형상계수
- γ_1 : 기초저면 하부지반의 단위체적중량(kN/m³)
- γ_2 : 기초저면 상부지반의 단위체적중량(kN/m³)
- γ : 지반의 습윤단위체적중량(kN/m³)
- γ' : 지반의 수중단위체적중량(kN/m³)
- λ : 말뚝선단의 형상에 따른 계수
- μ : 세장비에 대한 저감률(%)
- μ : 기초바닥면과 지반의 마찰계수
- ν : 지반의 포아송비
- $\Delta\sigma_z$: 지중의 임의점에서의 연직응력증분(kN/m²)
- σ_{1Z} : 건물시공 이전의 Z점에서의 유효지중응력(kN/m²)
- σ_{2Z} : 건물시공 이후의 Z점에서의 유효지중응력(kN/m²)
- σ_y : 말뚝재료의 항복응력(kN/m²)
- σ_e : 설계용 접지압(kN/m²)
- τ : 말뚝주면의 부마찰응력(kN/m²)
- ψ : 말뚝의 주장(m)
- ψ_g : 무리말뚝의 외측의 말뚝표면을 이은 면으로 둘러싸인 다각기둥의 둘레길이(m)

2. 조사 및 계획

2.1 조사

2.1.1 일반사항

기초의 설계에 필요한 자료를 얻기 위한 지반조사는 예비조사와 본조사로 나누어 실시한다.

2.1.2 예비조사

- (1) 예비조사는 기초의 형식을 구상하고, 본조사의 계획을 세우기 위하여 시행하는 것으로서, 대지 내의 개략적인 지반구성, 층을 구성하는 토질의 단단함과 연합 및 지하수의 위치 등을 파악하는 것이다.
- (2) 예비조사는 기초의 지반조사 자료의 수집, 지형에 따른 지반개황의 판단 및 부근 건축구조물 등의 기초에 관한 제조사를 시행하는 것으로 이것이 불충분하다고 생각될 때에는 대지조건에 따라 천공조사, 표준관입시험, 샘플링, 물리탐사, 시굴 등을 적절히 실시하는 것이다.

2.1.3 본조사

본조사는 기초의 설계 및 시공에 필요한 제반 자료를 얻기 위하여 시행하는 것으로 천공조사 및 기타 방법에 따라 대지 내의 지반구성과 기초의 지지력, 침하(沈下) 및 시공에 영향을 미치는 범위 내의 지반의 여러 성질과 지하수의 상태를 조사하는 것이다.

본조사에서의 조사범위 및 조사항목은 다음에 따른다.

- (1) 조사간격, 조사지점 및 조사깊이는 예비조사에서 추정되는 지반상황과 건축구조물 등의 규모, 종류에 따라 정하는 것으로 한다.
- (2) 지반의 상황에 따라서 적절한 원위치시험과 토질시험을 하고, 지지력 및 침하량의 계산과 기초공사의 시공에 필요한 지반의 성질을 구하는 것으로 한다.

2.1.4 조사방법

토질시험, 표준관입시험, 샘플링, 원위치시험 및 지하수에 관한 조사는 다음과 같이 한다.

- (1) 토질시험, 샘플링의 방법은 한국산업규격(KS)에 따른다.
- (2) 평판재하시험의 재하판은 지름 300 mm를 표준으로 하고, 최대 재하하중은 지반의 극한지지력 또는 예상되는 설계하중의 3배로 한다. 재하는 5단계 이상으로 나누어 시행하고 각 하중 단계에 있어서 침하가 정지되었다고 인정된 상태에서 하중을 증가한다.
- (3) 말뚝재하시험은 KDS 41 10 10(10)에 따르고, 말뚝의 재하시험에서 최대하중은 원칙적으로 말뚝의 극한지지력 또는 예상되는 설계하중의 3배로 한다.

건축물 기초구조 설계기준

- (4) 말뚝박기시험에 있어서는 말뚝박기기계를 적절히 선택하고 필요한 깊이에서 매회의 관입량과 리바운드량을 측정하는 것을 원칙으로 한다.
- (5) 지하수에 관한 조사는 각 지층별로 수위 및 투수계수를 측정한다.

2.2 계획

2.2.1 계획의 기본

- (1) 건축구조물 등의 기초는 상부구조에 대한 구조적인 성능을 충분히 파악하여 구조물 전체의 균형을 고려한 기초를 계획하여야 한다.
- (2) 기초구조의 성능은 상부구조의 안전성 및 사용성을 확보할 수 있도록 계획하여야 한다.

2.2.2 지반조사계획

- (1) 기초설계에 필요한 지반정보를 얻기 위하여 건설이 예정된 부지조건 및 구조물의 조건을 고려한 지반조사를 계획하여야 한다.
- (2) 기초구조의 성능을 만족할 수 있는 다음의 검토항목을 선정하고 효과적인 지반조사계획을 세워야 한다.
 - ① 지지력 및 침하
 - ② 지반의 동적특성
 - ③ 수압 및 액상화

2.2.3 지반의 안전성

- (1) 지반조사 또는 현장답사 등에 근거하여 지반의 특징을 정확히 파악하여야 한다.
- (2) 다음의 사항에 대해 사전에 평가 및 검토를 하거나 필요에 따라서 지반개량 등의 대책공법을 검토하여야 한다.
 - ① 지반침하에 따른 영향
 - ② 경사지에서의 부지를 포함한 사면의 붕괴나 변형의 가능성
 - ③ 지진 시 액상화 발생의 가능성

2.2.4 지지지반의 선정

기초는 양호한 지반에 지지하는 것을 원칙으로 한다.

2.2.5 기초형식의 선정

- (1) 구조성능, 시공성, 경제성 등을 검토하여 합리적으로 기초형식을 선정하여야 한다.
- (2) 기초는 상부구조의 규모, 형상, 구조, 강성 등을 함께 고려해야하고, 대지의 상황 및 지반의 조건에 적합하며, 유해한 장애가 생기지 않아야 한다.
- (3) 기초형식 선정 시 부지 주변에 미치는 영향을 충분히 고려하여야하며, 또한 장래 인접대지에 건설되는 구조물과 그 시공에 따른 영향까지도 함께 고려하는 것이 바람직하다.
- (4) 동일 구조물의 기초에서는 가능한 한 이중형식기초의 병용을 피하여야 한다.

2.2.6 지반침하

2.2.6.1 침하예측

기초는 과도한 침하, 기울어짐 등이 일어나지 않도록 검토하여야한다. 따라서 기존의 지반관련 자료나 지반조사결과를 검토하여 지반침하의 유무, 크기, 발생가능성 등을 예측하여야 한다.

2.2.6.2 침하대책 수립

- (1) 예상되는 지반침하에 대하여 구조물은 안전성과 사용성을 확보하여야한다.
- (2) 지반침하가 구조물에 손상을 야기할 가능성이 있는 경우 다음 중 하나의 대책을 세워야 한다.
 - ① 지반침하에 따라 발생하는 응력에 대해 기초가 충분한 강도를 가지도록 한다.
 - ② 지반침하에 따라 기초도 변형하도록 한다.
 - ③ 지반침하의 진행에 따라 침하량을 조절하는 장치를 기초구조에 사용한다.

2.2.7 경사지반

- (1) 건축부지의 경사면 특히 구조물의 공사과정에서 생길 수 있는 사면은 반드시 안정성을 확보하여야 한다.
- (2) 기초형식은 구조물의 규모, 형상, 구조를 고려하여 선정하되 특히 경사지반 특유의 지형과 지반의 상황에 적합하도록 하여야 한다.
- (3) 기초를 설계할 때 경사지반 특유의 작용하중과 지형 및 지반의 상황에 유의하여야 하고, 지반의 지지력과 말뚝의 수평저항 등은 사면의 영향을 고려하여 평가하여야 한다.

2.2.8 지반개량

- (1) 연약지반에 구조물을 세우는 경우 시공과정이나 후에 여러 가지 문제가 발생하므로 연약지반의 공학적 조사와 더불어 개량공법 등의 대책을 수립하여야 한다.

건축물 기초구조 설계기준

- (2) 개량공법을 선정할 때는 각 공법의 타당성을 충분히 검토하여 지반의 특성 및 주위상황에 적합한 공법을 선정하여야 한다.

2.2.9 지반의 액상화

- (1) 포화모래지반 등 액상화 발생 가능성이 높은 지반 위에 놓이는 기초는 액상화의 피해를 입지 않도록 액상화 발생 가능성을 검토하여야 한다.
- (2) 액상화 발생 가능성이 있는 지반에 대해서는 KDS 41 17 00에서 정의한 설계지진 규모 및 지반가속도를 사용하여 내진등급에 따라 현장시험결과를 이용하여 액상화를 평가하여야 한다.
- (3) 액상화평가결과 대책이 필요한 지반의 경우는 지반개량공법 등을 적용하여 액상화 저항능력을 증대시키도록 하여야 한다.

3. 재료

내용 없음

4. 설계

4.1 기초지반의 지지력 및 침하

4.1.1 기본방침

- (1) 기초는 상부구조를 안전하게 지지하고, 유해한 침하 및 경사 등을 일으키지 않도록 하여야 한다.
- (2) 기초는 접지압이 지반의 허용지지력을 초과하지 않아야 하며, 또한 기초의 침하가 허용침하량 이내이고, 가능하면 균등해야 한다.
- (3) 기초형식은 지반조사결과에 따라 달라지며, 직접기초에서는 기초저면의 크기와 형상, 그리고 말뚝기초에서는 그 제원, 개수, 배치 등을 결정하여야 한다.

4.1.2 지반의 허용지지력

- (1) 지반의 허용지지력은 식 (4.1-1)로 산정한다.

허용지지력 :

$$q_a = \frac{1}{3}(\alpha \cdot c \cdot N_c + \beta \cdot \gamma_1 \cdot B \cdot N_r + \gamma_2 \cdot D_f \cdot N_q) \quad (4.1-1)$$

여기서, q_u : 허용지지력(kN/m²)

c : 기초저면 하부지반의 점착력(kN/m²)

γ_1 : 기초저면 하부지반의 단위체적중량(kN/m³)

γ_2 : 기초저면 상부지반의 단위체적중량(kN/m³)

(γ_1, γ_2 : 지하수위 위치를 고려하여 단위체적중량 값을 환산한다.)

α, β : 표 4.1-1에 표시한 형상계수

N_c, N_r, N_q : 표 4.1-2에 표시한 지지력계수 내부마찰각 ϕ 의 함수

D_f : 기초에 근접한 최저지반에서 기초저면까지의 깊이(m), 인접 대지에서 흩파기를 시행할 경우가 예상될 때에는 그 영향을 고려하여야한다.

B : 기초저면의 최소폭(m), 원형일 때에는 지름

(2) 지반의 허용지지력은 평판재하시험을 할 경우 재하시험의 최대접지압(q_{test})을 근거로 하여 지지력계수($c \cdot N_c$ 또는 $\gamma_1 \cdot N_r$)를 식 (4.1-2)와 식 (4.1-3)에 따라 산출한 후 기초의 치수효과와 근입효과를 고려하여 식 (4.1-1)로 산정할 수 있다. 다만, 이때에는 지반의 성층상태에 주의하여야 하며, 암반층의 경우 현장재하시험 및 경험적인 방법으로 허용지지력을 산정할 수도 있다.

점토지반의 경우 :

$$c \cdot N_c = q_{test} / \alpha_t \quad (4.1-2)$$

사질지반의 경우 :

$$\gamma_1 \cdot N_r = q_{test} / \beta_t \cdot B_t \quad (4.1-3)$$

여기서, α_t, β_t : 시험에 사용한 재하판의 형상계수로서 (표 4.1-1) α, β 를 사용할 수 있다.

B_t : 재하판의 폭(m)

표 4.1-1 형상계수

기초저면의 형상	연속	정방형	장방형	원형
α	1.0	1.3	$1.0 + 0.3B/L$	1.3
β	0.5	0.4	$0.5 - 0.1B/L$	0.3

B : 장방형 기초의 단변길이

L : 장방형 기초의 장변길이

건축물 기초구조 설계기준

표 4.1-2 지지력계수

ϕ	N_c	N_r	N_q
0°	5.7	0.0	1.0
5°	7.3	0.5	1.6
10°	9.6	1.2	2.7
15°	12.9	2.5	4.4
20°	17.7	5.0	7.4
25°	25.1	9.7	12.7
30°	37.2	19.7	22.5
35°	57.8	42.4	41.4
40°	95.7	100.4	81.3
45°	172.3	297.5	173.3
48°	258.3	780.1	287.9
50°	347.5	1153.2	415.1

4.1.3 침하량의 산정

4.1.3.1 지중응력

기초의 연직하중에 따라 생기는 지중응력의 연직방향성분은 식 (4.1-4)에 따라 산정하며, 등분포 하중에 따른 응력증분은 별도 식으로 정한다.

$$\Delta\sigma_z = \frac{P_c \cdot 3Z_s^3}{2\pi \cdot R^5} \quad (4.1-4)$$

여기서, $\Delta\sigma_z$: 지중의 임의점에서의 연직응력증분(kN/m²)

P_c : 지표면에 작용하는 연직집중하중(kN)

Z_s : 지표면에서 임의의 점까지의 깊이(m)

R : 하중의 작용점에서 임의의 점까지의 거리(m)

4.1.3.2 압밀침하량

압밀침하량 산정은 식 (4.1-5)에 따른다. 단, 압축지수 C_c , 압밀계수 C_v 를 알 수 있는 경우 침하량을 별도 식으로 산정할 수 있다.

$$S = \int \frac{e_1 - e_2}{1 + e_1} \cdot dz \quad (4.1-5)$$

여기서, S : 침하량(m)

Z : 침하량을 산정하는 점에서 연직하방으로 측정된 깊이(m)

e_1 : 응력 σ_{1Z} 에 대응하는 간극비

e_2 : 응력 $\sigma_{2Z}(=\sigma_{1Z} + \Delta\sigma_Z)$ 에 대응하는 간극비

$$\sigma_{1Z} : \text{건물시공 이전의 Z점에서 유효지중응력(kN/m}^2\text{)}$$

$$= \gamma H_1 + \gamma'(Z_s - H_1)$$

$$\sigma_{2Z} : \text{건물시공 이후의 Z점에서 유효지중응력(kN/m}^2\text{)}$$

$$= \sigma_{1Z} + \Delta\sigma_Z$$

여기서, γ : 지반의 습윤단위체적중량(kN/m³)
 γ' : 지반의 수중단위체적중량(kN/m³)
 H_1 : 지하수위(지표면에서 지하수위 상단까지의 깊이, m)
 Z_s : 지표면에서 임의의 점까지의 깊이(m)

4.1.3.3 즉시침하량

즉시침하량은 지반을 탄성체로 보고 탄성이론에 기초한 지반의 탄성계수와 포아송비를 적절히 설정하여 식 (4.1-6)에 따라 산정하거나, 평판재하시험의 하중과 침하량의 관계식 식 (4.1-7)를 이용하여 추정한다.

(1) 탄성이론에 따른 계산

$$S_E = I_S (1 - \nu^2) qB / E_S \tag{4.1-6}$$

여기서, S_E : 즉시침하량(m)
 I_S : 기초저면의 형상과 강성에 따라 정해지는 계수, 표 4.1-3 참조
 q : 기초에 작용하는 단위면적당 하중(kN/m²)
 B : 기초의 단변길이(원형의 경우는 지름)(m)
 L : 기초의 장변길이(m)
 E_S : 지반의 탄성계수(kN/m²)
 ν : 지반의 포아송비

표 4.1-3 침하계수 I_s (유연한 기초의 경우)

기초저면 형상		기초저면 상의 위치	I_s
원형(지름 B)		중앙	1.00
장방형(B×L)	L/B=1	중앙	1.12
	1.5		1.36
	2.0		1.52
	2.5		1.68
	3.0		1.78
	4.0		1.96
	5.0		2.10
	10.0		2.54

건축물 기초구조 설계기준

(2) 평판재하시험에 따른 추정

$$S_2 = S_1 \cdot \frac{I_{S2} \cdot B_2}{I_{S1} \cdot B_1} \quad (4.1-7)$$

여기서, S_1 : 평판의 침하량(m)

S_2 : 기초의 침하량(m)

I_{S1} : 재하판의 침하계수, 표 4.1-3 참조

I_{S2} : 기초의 침하계수, 표 4.1-3 참조

B_1 : 재하판의 폭(m)

B_2 : 기초의 폭(m)

4.1.4 허용침하량

4.1.4.1 부등침하

- (1) 허용침하량은 지반의 조건, 기초의 형식, 상부구조의 특성, 주위상황들을 고려하여 유해한 부등침하가 생기지 않도록 정하여야 한다.
- (2) 지반의 상황에 따라 과도한 침하를 피할 수 없을 때에는 적당한 개소에 신축조인트를 두거나 상부구조의 강성을 크게 하여 유해한 부등침하가 생기지 않도록 하여야 한다.

4.1.4.2 기초의 증강

기초는 지반의 복잡성, 계산의 정도, 시공의 부실, 부식 또는 인접지에서의 영향 등을 고려하여 필요에 따라 증강한다.

4.2 기초하중

4.2.1 하중일반

건축구조물 등의 기초설계용 하중은 다음에 따른다.

- (1) 지반의 지지력을 산정할 때는 KDS 41 10 15에서 규정한 값으로 한다. 다만, 실정에 따라 상부구조 또는 말뚝에 접하여 지지력에 영향을 미치는 흙의 중량을 가산한다.
- (2) 침하량을 산정할 때, 구조물의 자중, 침하에 영향을 미치는 적재하중 및 흙의 중량을 가산한 값으로 한다. 다만, 실정에 따라 흙막이에 따른 배토중량 또는 이것의 일부를 감할 수 있다.

4.2.2 토압·수압·접지압

지하구조부에서 흙과 접하는 벽에 대해서는 토압과 수압을, 기초판에 대해서는 상부에서 오는 하중에 대응하는 접지압을 고려하여야 한다.

4.2.3 말뚝작용력

말뚝에 대하여 상부구조에서 전달되는 하중 및 자중에 대응하는 축방향 압축력 또는 인발력이 작용하는 것으로 보고 실정에 따라 상부구조에서 전달되는 수평력 또는 이의 일부를 횡력으로 고려하여야 한다. 또한 지반침하에 따른 부의 주변마찰력이 발생할 우려가 있을 때에는 이를 고려하여야 한다.

4.2.4 진동·반복하중

진동 또는 반복하중을 받는 기초의 설계는 상부구조의 사용상 지장이 없도록 하고 또한 주위에 미치는 영향도 고려하여 하중을 결정해야 한다.

4.2.5 하중의 조합

기초구조물의 강도와 지반 및 말뚝의 지지력은 KDS 41 10 15(1.5)에 규정한 하중조합에 따라 적절하게 검토하여야 한다.

4.3 직접기초

4.3.1 기본사항

4.3.1.1 허용지내력

허용지내력은 4.1.2에 규정한 지반의 허용지지력 이하가 되도록 하며, 또한 4.1.3에 따라 산정한 침하량이 4.1.4의 허용침하량 이하가 되도록 정하여야 한다.

4.3.1.2 안전성·사용성·내구성

직접기초는 예상 최대하중에 대해서 상부구조가 파괴되거나 전도되지 않아야 하고, 일상적으로 작용하는 하중상태에서는 구조물의 사용성이나 내구성에 지장을 주는 과도한 침하나 변형이 발생되지 않도록 하여야 한다.

4.3.1.3 기초깊이

직접기초의 저면은 온도변화에 의하여 기초지반의 동결 또는 체적변화를 일으키지 않으며, 또한 우수 등으로 인하여 세굴되지 않는 깊이에 두어야 한다.

4.3.1.4 비탈면과 직접기초의 이격

- (1) 보강토옹벽 및 석축 등 연성옹벽의 배면에서 건축물 직접기초까지의 거리 및 연성옹벽 전면에서 건축물까지의 이격거리는 상호 구조물의 안전에 영향을 주지 않는 범위까지 확보하여야 한다.
- (2) 비탈면의 상부 및 하부에서 건축물의 직접기초는 지반 및 구조물의 안전에 영향을 주지 않을

건축물 기초구조 설계기준

정도의 충분한 이격거리를 확보하여야 한다.

4.3.1.5 내진설계

직접기초의 내진설계를 할 때에는 기초에 대한 하중분포를 고려하여 기초 전체의 안정을 검토하고 특히 지진으로 액상화가 예측되는 경우에는 적절한 대책을 강구해야 한다.

4.3.1.6 활동저항

구조물의 양측에서 지표면의 고저차가 있거나 지진 등으로 구조물에 수평력이 작용할 경우 바닥면의 마찰저항, 근입된 부분의 수동저항 및 그 외 미끄럼방지 돌기에 따른 기초의 활동저항을 검토하여야 한다.

4.3.1.7 지반개량

지반개량을 실시하여 직접기초를 적용하는 경우에는 4.10에 따라야 한다.

4.3.1.8 단면설계

직접기초의 단면설계는 KDS 41 30 00(4.10)에 따라야 한다.

4.3.2 접지압

4.3.2.1 독립기초

(1) 독립기초 기초판 저면의 도심에 수직하중의 합력이 작용할 때에는 접지압이 균등하게 분포된 것으로 가정하여 식 (4.3-1)로 산정할 수 있다.

$$\sigma_e = \frac{P}{A_f} \leq f_e \quad (4.3-1)$$

여기서, σ_e : 설계용접지압(kN/m²)

P : 기초자중을 포함한 기초판에 작용하는 수직하중(kN)

A_f : 기초판의 저면적(m²)

f_e : 허용지내력(kN/m²)

(2) 편심하중을 받는 독립기초판의 접지압은 직선적으로 분포된다고 가정하여 식 (4.3-2)로 산정할 수 있다.

$$\sigma_e = \alpha \cdot \frac{P}{A_f} \leq f_e \quad (4.3-2)$$

여기서, σ_e : 설계용접지압(kN/m²)

α : 하중의 편심과 저면의 형상으로 정해지는 접지압계수

P : 기초자중을 포함한 기초판에 작용하는 수직하중(kN)

A_f : 기초판의 저면적(m^2)

f_e : 허용지내력(kN/m^2)

4.3.2.2 복합기초

복합기초의 접지압은 직선분포로 가정하고 하중의 편심을 고려하여 식 (4.3-3)으로 산정할 수 있다.

$$\sigma_e = \alpha \cdot \frac{\Sigma P}{A_f} \leq f_e \quad (4.3-3)$$

여기서, σ_e : 설계용접지압 (kN/m^2)

α : 하중의 편심과 저면의 형상으로 정해지는 접지압계수

ΣP : 기초자중을 포함한 연직하중의 합 (kN)

A_f : 기초판의 저면적 (m^2)

f_e : 허용지내력 (kN/m^2)

4.3.2.3 연속기초

연속기초의 접지압은 각 기둥의 지배면적 범위 안에서 균등하게 분포되는 것으로 가정하여 식 (4.3-4)로 산정할 수 있다.

$$\sigma_e = \frac{P_n}{A_n} \leq f_e \quad (4.3-4)$$

여기서, σ_e : 설계용접지압 (kN/m^2)

A_n : 인접한 기둥까지 거리의 1/2 범위를 택한 각 기둥의 지배면적 (m^2)

P_n : 지배면적 안의 기초 자중을 포함한 각 기둥의 연직하중 (kN)

f_e : 허용지내력 (kN/m^2)

4.3.2.4 온통기초

온통기초는 그 강성이 충분할 때 복합기초와 동일하게 취급할 수 있고 접지압은 식 (4.3-3)에 의하여 산정할 수 있다.

4.3.2.5 강성 등의 고려

강성이 적거나 기둥 하중의 분포에 심한 차이가 있는 연속기초나 온통기초에 대해서는 접지압 분포를 고려하여야 한다.

4.4 말뚝기초

4.4.1 기본사항

(1) 말뚝은 시공 상 지장이 없고 신뢰할 만한 내력이 있는 것을 선택하여야 한다.

건축물 기초구조 설계기준

- (2) 말뚝의 허용내력은 4.4.3에 따른다.
- (3) 말뚝기초의 허용지지력은 말뚝의 지지력에 따른 것으로만 하고, 특별히 검토한 사항 이외는 기초판 저면에 대한 지반의 지지력은 가산하지 않는 것으로 한다.
- (4) 말뚝기초의 설계에 있어서 하중의 편심에 대하여 검토하여야 한다. 특히 1본의 말뚝에 따라 기둥을 지지하는 경우는 기초보의 강성 및 내력을 증대시키는 등 주각의 고정에 대한 대책을 강구하여야 한다.
- (5) 충격력, 반복력, 횡력, 인발력 등을 받는 기초에 있어서는 말뚝기초에 대한 지반의 저항력 및 말뚝에 발생하는 복합응력에 대하여 안전성을 검토하여야 한다.
- (6) 동일 구조물에서는 지지말뚝과 마찰말뚝을 혼용해서는 안 된다. 또한 타입말뚝, 매입말뚝 및 현장타설콘크리트말뚝의 혼용, 재종이 다른 말뚝의 사용은 가능한 한 피해야 한다.
- (7) 말뚝의 최소간격은 4.4.10의 규정에 따른다.
- (8) 말뚝머리 부분, 이음부, 선단부는 충분히 응력을 전달할 수 있는 것으로 하여야 한다.

4.4.2 말뚝의 허용지지력

4.4.2.1 타입말뚝

타입말뚝의 허용지지력은 4.4.2.5에 따른 허용압축응력에 최소단면적을 곱한 값 이하, 재하시험을 할 경우에는 항복하중의 1/2 및 극한하중 이하 값의 1/3 중 작은 값으로 하고, 재하시험을 하지 않는 경우는 지지력산정식에 따라 구해지는 극한지지력의 1/3 중에서 가장 작은 값으로 한다.

4.4.2.2 매입말뚝 및 현장타설콘크리트말뚝

매입말뚝 및 현장타설콘크리트말뚝의 허용지지력은 4.4.2.5에 따른 허용압축응력에 최소단면적을 곱한 값 이하, 재하시험결과에 따른 항복하중의 1/2 및 극한하중의 1/3 중 가장 작은 값으로 한다. 다만, 현장타설콘크리트말뚝에서 재하시험을 하지 않을 경우에는 지지력산정식에 따라 구해지는 극한지지력의 1/3 이하의 값으로 할 수 있다.

4.4.2.3 선단개방말뚝

4.4.2.1에 있어서 선단개방말뚝의 허용지지력을 지지력산정식에 따라 구할 경우에는 선단폐색 효과를 고려할 수 있다.

4.4.2.4 마찰말뚝

점성토 중의 마찰말뚝에 대하여는 토질, 말뚝개수, 말뚝간격 및 길이에 따라 무리말뚝으로서 지지력을 검토한다.

4.4.2.5 말뚝재료의 허용응력

말뚝재료의 허용응력은 4.4.6에서 정하는 값으로 하고, 이음 및 세장비에 따른 저감은 4.4.7에 따른다.

4.4.2.6 지반침하의 고려

지반이 침하할 염려가 있는 지층을 관통하고 있는 지지말뚝의 허용지지력에 대해서는 유효한 방법에 따라 부마찰력을 저감하거나 또는 4.4.8에 따라 말뚝에 작용하는 부마찰력을 고려하는 것으로 한다.

4.4.3 말뚝의 허용내력

말뚝기초를 설계할 때 말뚝의 허용내력은 4.4.2에 규정하는 말뚝의 허용지지력 이하로 하며, 침하에 따라 상부구조에 유해한 영향을 주지 않아야 한다.

4.4.3.1 무리말뚝

(1) 다수의 말뚝에 의하여 지지되는 기초에 있어서 무리말뚝으로서의 지지력 및 침하를 검토하여 그 내력을 정하여야 한다. 이때 무리말뚝의 효율은 식 (4.4-1)로 산정할 수 있다.

$$\eta = \frac{Q_{g(u)}}{\Sigma Q_u} \quad (4.4-1)$$

여기서, η : 무리말뚝효율

$Q_{g(u)}$: 무리말뚝의 극한지지력

ΣQ_u : 외말뚝들의 지지력 합

(2) 최근 공동주택 수직증축 시 기존말뚝에 보강말뚝을 추가하는 경우에도 무리말뚝효과를 검토하여 파일의 내력을 결정하여야 한다.

4.4.3.2 압밀침하

압밀침하의 우려가 있는 말뚝기초에 있어서 4.1.3.2에 따라 하부지반에 따른 압밀침하량을 검토하여 상부구조에 유해한 침하가 발생할 우려가 없는가를 확인하여야 한다.

4.4.3.3 말뚝기초의 침하량

말뚝기초의 침하량 산정에 있어서 지지말뚝의 경우는 그의 선단면을, 마찰말뚝의 경우는 마찰반력의 합력이 작용하는 면을 기초하중의 작용면으로 생각하며, 그 면내에서 하중은 균등하게 분포하는 것으로 볼 수 있다.

건축물 기초구조 설계기준

4.4.4 말뚝의 수평내력

- (1) 수평력을 받는 말뚝에 대하여는 말뚝재료의 응력이 그 허용값을 넘지 않도록 검토하고 또한 말뚝이 전 깊이에 걸쳐 회전 또는 횡이동과 같은 지반의 파괴에 대해서 충분히 안전한가를 확인하여야 한다.
- (2) 수평력을 받는 말뚝에 대하여는 그의 변위가 상부구조에 유해한 영향을 미치지 않는가를 확인하여야 한다.

4.4.5 말뚝의 허용인발저항력

4.4.5.1 허용인발저항력

말뚝에 인발력이 작용하는 경우의 허용인발저항력은 다음과 같이 정한다.

- (1) 단일말뚝의 허용인발저항력은 4.4.2.5의 허용인장응력에 최소단면적을 곱한 값 이하, 또한 다음 ① 또는 ②에서 정하는 값 이하로 한다.
 - ① 인발시험을 할 경우는 극한하중의 1/3 또는 항복하중의 1/2 중 작은 값
 - ② 인발시험을 하지 않을 경우는 말뚝의 인발저항력 산정식에 따라 구해진 값 또는 재하시험에 따른 허용인발저항력의 추정값 중 작은 값
- (2) 무리말뚝에 인발력을 작용시킬 경우는 (1)에 정하는 값 외에 식 (4.4-2)의 값 이하로 한다.

$${}_tR_a = (1.5A_g \cdot W + \psi_g \cdot L \cdot S_s) / 3 \cdot n_g \text{ (kN/개)} \quad (4.4-2)$$

여기서, ${}_tR_a$: 무리말뚝의 영향을 고려한 말뚝의 허용인발저항력(kN/개)

S_s : 흙의 전단강도(kN/m²)

n_g : 무리말뚝의 개수(개)

L : 말뚝길이(m)

A_g : 무리말뚝의 외측을 이은 면으로 둘러싸인 다각기둥의 단면적(m²)

W : 무리말뚝의 하단면상에 작용하는 말뚝과 흙의 단위면적당의 중량으로 지하수위 이하의 부분에서는 부력을 고려한다.(kN/m²)

ψ_g : 무리말뚝의 외측의 말뚝표면을 이은면으로 둘러싸인 다각기둥의 둘레길이(m)

4.4.5.2 말뚝이음의 인장강도

인발력을 받는 말뚝이음의 인장강도는 모재와 동등 이상의 값을 확보하여야 한다.

4.4.6 말뚝재료의 허용응력

4.4.6.1 나무말뚝

나무말뚝의 허용압축응력은 소나무, 낙엽송, 미송에 있어서 5 MPa, 기타의 수종에 있어서는 KDS 41 33 02에서 표시한 상시 습윤상태에 있는 경우의 값과 5 MPa 중 작은 값을 택한다. 여기

서 허용지지력은 나무말뚝의 최소단면에 대해 구하는 것으로 한다.

4.4.6.2 기성콘크리트말뚝

기성콘크리트말뚝의 허용압축응력은 콘크리트설계기준강도의 최대 1/4까지를 말뚝재료의 허용압축응력으로 한다. 사용하는 콘크리트의 설계기준강도는 35 MPa 이상으로 하고 허용지지력은 말뚝의 최소단면에 대하여 구하는 것으로 한다.

4.4.6.3 현장타설콘크리트말뚝

- (1) 현장타설콘크리트말뚝의 최대 허용압축하중은 각 구성요소의 재료에 해당하는 허용압축응력을 각 구성요소의 유효단면적에 곱한 각 요소의 허용압축하중을 합한 값으로 한다.
- (2) 콘크리트의 최대 허용압축응력은 표 4.4-1에 따른다. 단, 수중 또는 안정액 속에서 타설하여야 하는 경우에는 콘크리트가 물 또는 안정액과 섞이지 않도록 트레미공법 등에 의해 소정의 콘크리트 품질이 확보되어야 한다. 표의 케이싱 재료는 강재로 제한한다.

표 4.4-1 압축을 받는 콘크리트의 허용압축응력

조건	최대허용응력
① 영구케이싱이 없는 현장타설콘크리트	$0.30f_{ck}$
② 강관 및 이외 영구케이싱 또는 암 내부의 현장타설콘크리트	$0.33f_{ck}$
③ 영구케이싱 내부의 현장타설콘크리트 ¹⁾	$0.40f_{ck}$

- 주 1) ③의 조건은 다음 사항을 모두 만족시키는 경우에 해당한다.
- 1. 케이싱의 단면적은 허용압축하중의 계산에 포함하지 않는다.
 - 2. 케이싱은 주변 흙과 접촉되는 전체길이를 축회전방식(mandrel)으로 설치되어야 한다.
 - 3. 케이싱의 두께는 1.75mm 이상으로 한다.
 - 4. 케이싱의 단면은 콘크리트를 구속할 수 있도록 이음부가 없거나 이음부의 강도가 모재 이상이어야 한다.
 - 5. 케이싱 강재의 설계기준항복강도는 콘크리트의 설계기준압축강도의 6배 이상이어야 한다.
 - 6. 케이싱의 공칭직경은 406mm 이하이어야 한다.

- (3) 현장타설말뚝의 보강재의 장기허용압축응력은 항복강도의 40% 이하로 한다.

4.4.6.4 강재말뚝

강재말뚝의 허용압축력은 일반의 경우 부식부분을 제외한 단면에 대해 재료의 항복응력과 국부 좌굴응력을 고려하여 결정한다.

4.4.6.5 허용인장응력

말뚝재료의 허용인장응력은 4.4.6.1부터 4.4.6.4까지 기술한 단면에 대하여 구하는 것으로 한다.

건축물 기초구조 설계기준

4.4.6.6 허용전단응력 및 허용부착응력

휨 및 전단을 받는 콘크리트말뚝의 콘크리트 허용전단응력 및 콘크리트에 대한 철근의 허용부착응력은 말뚝의 종별 및 시공조건에 따라 4.4.6.2, 4.4.6.3에 표시한 콘크리트의 허용압축응력에 대응하여 결정한다.

나무말뚝은 KDS 41 33 00, 강재말뚝은 KDS 41 31 00을 따른다.

4.4.7 말뚝재료의 허용응력 저감

이음말뚝 및 세장비가 큰 말뚝에 대해서는 4.4.6에 정한 말뚝재료의 허용압축응력을 다음과 같이 저감한다.

4.4.7.1 이음말뚝의 저감

이음말뚝에 있어서 이음의 종류와 개수에 따라 말뚝재료의 허용압축응력을 저감한다.

4.4.7.2 무타격말뚝의 저감

타격력을 전혀 사용하지 않고 시공하는 말뚝의 이음에 대해서는 타입말뚝 이음저감률의 1/2을 택할 수 있다.

4.4.7.3 세장말뚝의 저감

말뚝의 세장비가 큰 말뚝에 있어서 그 말뚝의 재질, 단면의 형상, 지반상황 및 시공방법에 따라 다음 식으로 산정되는 $\mu(\%)$ 에 해당하는 비율만큼 말뚝재료의 허용압축응력을 저감한다.

$$\mu = \frac{L}{d} - n \quad (4.4-3)$$

여기서, μ : 세장비에 대한 저감률(%)

L/d : 말뚝의 세장비

n : 재료의 허용압축응력을 저감하지 않아도 되는 세장비의 한계값(표 4.4-2)

표 4.4-2 세장비에 따른 허용응력 감소의 한계값

말뚝 종류	n	세장비의 상한값 ¹⁾
RC말뚝	70	90
PC말뚝	80	105
PHC말뚝	85	110
강관 말뚝	100	130
현장타설콘크리트말뚝	60	80

주 1) 세장비에 따른 말뚝재료의 허용응력 감소를 감안하더라도 세장비의 상한값 이상의 긴 말뚝은 설계하지 않는 것이 좋다.

4.4.7.4 세장이음말뚝의 저감

이음말뚝으로 세장비가 n 보다 큰 경우의 허용압축응력에 적용하는 저감률은 위의 각항에 따라

정해진 각 저감률의 합으로 한다.

4.4.8 말뚝에 작용하는 부마찰력

지반침하가 생기는 지역 및 그 가능성이 있는 지역으로 15 m 이상에 걸쳐 압밀층 및 그 영향을 받는 층을 관통하여 타설된 말뚝 설계에 있어서 일반하중에 대한 검토 외에 말뚝 주변에 하향으로 작용하는 부마찰력에 대해 다음의 각항에 따라 말뚝내력의 안정성을 검토하여야 한다.

4.4.8.1 부마찰력의 검토

부마찰력 검토는 다음 식 (4.4-4) 및 식 (4.4-5)에 따른다.

$$(P_p + P_{FN}) / A_{pm} \leq f_s \quad (4.4-4)$$

$$P_p + P_{FN} \leq (R_{up} + R_F) / 1.2 \quad (4.4-5)$$

- 여기서, P_p : 말뚝머리에 작용하는 하중(kN)
 P_{FN} : 부마찰력에 따라 중립점에 생기는 말뚝의 최대축력(kN)
 A_{pm} : 말뚝의 실단면적(m²)
 f_s : 말뚝재료의 허용응력(kN/m²)
 R_{up} : 말뚝선단의 극한지지력(kN)
 R_F : 중립점에서 하부 말뚝 주변의 마찰력에 따른 극한지지력(kN)

4.4.8.2 단일말뚝

단일말뚝의 P_{FN} 과 R_F 는 다음의 식 (4.4-6) 및 식 (4.4-7)에 따라 산정한다.

$$P_{FN} = \lambda \cdot \psi \cdot \int_0^{L_n} \tau \cdot dz \quad (4.4-6)$$

$$R_F = \lambda \cdot \psi \cdot \int_{L_n}^L \tau \cdot dz \quad (4.4-7)$$

- 여기서, λ : 말뚝선단의 형상에 따른 계수 λ 값은, 타입콘크리트말뚝이 개단선단으로 지름이 600 mm 이상 : 0.8
타입말뚝, 매입말뚝은 실정에 따라 : 1.0~0.6
기타 : 1.0으로 한다.

- ψ : 말뚝의 주장 (m)
 τ : 말뚝주면의 부마찰응력 (kN/m²)
 L_n : 말뚝머리에서 중립점까지의 거리 (m)
 L : 말뚝의 전길이 (m)

건축물 기초구조 설계기준

4.4.8.3 무리말뚝

무리말뚝의 각 말뚝에 작용하는 부마찰력은 말뚝상호간의 영향을 고려하여 단일말뚝의 P_{FN} 을 저감하여 구한다.

$$P_{FNi} = \beta_i \cdot P_{FN} \quad (4.4-8)$$

여기서, β_i : 각 말뚝의 부담면적과 A_s 와의 비($=A_{GPi}/A_s$)

A_{GPi} : 각 말뚝의 부담면적 (m^2)

A_s : 말뚝의 중심에서 이웃 말뚝의 중심간 거리를 반경으로 하는 원의 면적 (m^2)

4.4.9 말뚝의 침하

4.4.9.1 침하검토

예상되는 하중에 따른 말뚝의 침하량 및 부등침하량과 말뚝의 침하에 따라 발생하는 기초부재 또는 상부구조의 응답값이 설계용 한계값에 이르지 않도록 검토하여야 한다. 침하검토가 중요하지 않은 말뚝기초에서는 말뚝하중이 설계용 한계값인 극한지지력의 1/3 이하인 경우에 한해 침하검토를 생략할 수 있다.

4.4.9.2 지중응력

말뚝의 침하량은 말뚝머리에 작용한 하중이 말뚝본체에서 지반에 전달되어 생기는 지중응력을 산정하여 지중응력의 증가에 따른 지반의 변형을 적분해서 평가한다.

4.4.9.3 압밀침하

말뚝기초가 일상적으로 작용하는 하중에 대해서 압밀침하가 발생할 우려가 있는 연약점성토층이나 중간모래층에 지지된 경우에는 말뚝침하량을 즉시침하량과 압밀침하량의 합으로 한다.

4.4.9.4 단일말뚝의 침하량

단일말뚝의 침하량은 연직재하시험 또는 말뚝-지반계를 적절히 모델화한 침하해석에 따라 평가할 수 있다.

4.4.9.5 무리말뚝의 즉시침하량

무리말뚝의 즉시침하량은 간이계산법이나 상세계산법으로 산정할 수 있다.

4.4.9.6 기초의 변형각 및 경사각

기초의 변형각 및 경사각은 원칙적으로 상부구조의 강성을 고려한 해석에 따라 평가하여야 한다.

4.4.9.7 지진의 영향

지진 시 액상화 가능성이 있는 지반에 설치된 말뚝은 액상화 영향을 고려하여 침하량을 평가하여야 한다. 또 지진 시 말뚝에 인발력이 작용하는 경우에는 기초의 변형이 인발력에 따른 말뚝의 부상에 따라 발생하기 때문에 말뚝기초 전체에 대해 검토하여야 한다.

4.4.10 말뚝재료별 구조세칙

4.4.10.1 나무말뚝

- (1) 나무말뚝은 갈라짐 등의 흠이 없는 생통나무 껍질을 벗긴 것으로 말뚝머리에서 끝마구리까지 대체로 균일하게 지름이 변화하고 끝마구리의 지름이 120 mm 이상의 것을 사용한다.
- (2) 나무말뚝의 양단 중심점을 이은 직선은 말뚝 밖으로 나와서는 안 된다.
- (3) 나무말뚝은 항상 그 전장이 지하수위 아래에 있는 경우 또는 균해, 충해에 대한 적절한 조치에 따라 내구성이 보증된 경우 이외에는 사용하지는 안 된다.
- (4) 나무말뚝을 타설할 때 그 중심간격은 말뚝머리지름의 2.5배 이상 또한 600 mm 이상으로 한다.

4.4.10.2 기성콘크리트말뚝

- (1) 기성콘크리트말뚝은 운반, 타입 또는 매입 등에 따라 균열 또는 파손이 생기지 않는 것이어야 한다.
- (2) 말뚝의 철근배치 및 피복두께는 원심력을 이용하여 제조한 말뚝의 경우는 KS F 4301, KS F 4303, KS F 4306에 따르는 것으로 하고, 기타 말뚝의 경우는 다음에 따른다.
 - ① 주근은 6개 이상 또한 그 단면적의 합은 말뚝의 실단면적의 0.8 % 이상으로 하고, 띠철근 또는 나선철근으로 상호 연결한다.
 - ② 주근의 피복두께는 30 mm 이상으로 한다.
- (3) 기성콘크리트말뚝을 타설할 때 그 중심간격은 말뚝머리지름의 2.5배 이상 또한 750 mm 이상으로 한다.

4.4.10.3 강재말뚝

- (1) 강재말뚝은 운반, 타입 또는 매입 등에 대해 충분한 강도를 갖도록 그 단면을 정하고 필요에 따라 보강재를 설치하여야 한다.
- (2) 강재는 부식에 대해 검토하고 필요하면 유효한 대책을 강구하여야 한다.
- (3) 강재말뚝을 타설할 때 그 중심간격은 말뚝머리의 지름 또는 폭의 2.0배 이상(다만, 폐단강관 말뚝에 있어서 2.5배) 또한 750 mm 이상으로 한다.

건축물 기초구조 설계기준

4.4.10.4 타입말뚝

- (1) 타입에 사용하는 기성말뚝은 나무말뚝, 기성콘크리트말뚝 및 강재말뚝의 각각에 대하여 4.4.10.1부터 4.4.10.3까지를 만족하는 것이어야 한다.
- (2) 타입말뚝의 사용에 있어서 타격에 따라 말뚝체를 손상함이 없이 소정의 관입조건이 얻어지기까지 타입하여야 한다.

4.4.10.5 매입말뚝

- (1) 매입말뚝에 사용하는 기성콘크리트말뚝 및 강재말뚝에 대하여는 각각 4.4.10.2 및 4.4.10.3을 만족하는 것으로 한다.
- (2) 매입말뚝의 저부는 지지층에 확실히 도달시키는 것으로 하고, 선단지지력이 유효하게 발휘되도록 조치를 강구하여야 한다.
- (3) 매입말뚝을 배치할 때 그 중심간격은 말뚝머리지름의 2.0배 이상으로 한다.

4.4.10.6 현장타설콘크리트말뚝

- (1) 현장타설콘크리트말뚝의 시공에 있어서 공벽의 붕괴, 보링 및 굴착기기를 뺄 때의 흡인현상 등에 따라 지지층이 교란되지 않도록 충분한 고려를 하여야 한다. 또한 공저의 슬라임에 대한 제거대책을 강구하여야 한다.
- (2) 현장타설콘크리트말뚝의 단면적은 전길이에 걸쳐 각 부분의 설계단면적 이하이어서는 안 된다.
- (3) 현장타설콘크리트말뚝의 선단부는 지지층에 확실히 도달시켜야 한다.
- (4) 현장타설콘크리트말뚝은 특별한 경우를 제외하고 주근은 4개 이상 또한 설계단면적의 0.25% 이상으로 하고 띠철근 또는 나선철근으로 보강하여야 한다. 이 경우 철근의 피복두께는 60 mm 이상으로 한다.
- (5) 저부의 단면을 확대한 현장타설콘크리트말뚝의 측면경사가 수직면과 이루는 각은 30° 이하로 하고 전단력에 대해 검토하여야 한다.
- (6) 현장타설콘크리트말뚝을 배치할 때 그 중심간격은 말뚝머리 지름의 2.0배 이상 또한 말뚝머리 지름에 1,000 mm를 더한 값 이상으로 한다.
- (7) 케이싱이 없는 현장타설콘크리트말뚝의 설계균열모멘트(ϕM_n)는 식 (4.4-9)에 따라 구할 수 있다.

$$\phi M_n = 0.25\sqrt{f_{ck}} \cdot S_m \quad (4.4-9)$$

여기서, f_{ck} = 콘크리트의 압축강도(MPa)

S_m = 철근 및 케이싱을 무시한 단면계수(mm^3)

4.4.11 말뚝기초의 기초판 설계

- (1) 말뚝기초에 있어서 말뚝의 반력을 기초판 저면에 작용하는 집중하중으로 보고 KDS 41 30 00의 규정에 따라 단면을 산정한다.
- (2) 기초판 주변으로부터 말뚝 중심까지의 최단거리는 말뚝지름의 1.25배 이상으로 한다. 다만, 말뚝머리에 작용하는 수평하중이 크지 않고 철근의 정착에 문제가 없는 경우의 기초판은 말뚝의 수직외면으로부터 최소 100 mm 이상 확장한다.

4.4.12 말뚝기초의 내진해석

- (1) 말뚝기초의 내진해석에서는 기초지반과 상부구조물의 특성을 고려하여 지진하중을 말뚝머리에 작용하는 등가정적하중으로 환산한 후 정적해석을 수행한다.
- (2) 무리말뚝의 경우 무리말뚝 해석을 통하여 구조물의 하중을 각 단일말뚝에 분배하고, 이 때 가장 큰 하중을 받는 단일말뚝에 대하여 등가정적해석을 수행한다.

4.4.13 말뚝기초의 내진상세

- (1) 내진설계범주 C 또는 D로 분류된 구조물에 사용하는 콘크리트 말뚝의 띠철근 및 나선철근은 KDS 41 30 00(4.3 및 4.18)에서 규정하고 있는 갈고리 상세에 따라 배근하여야 한다.
- (2) 내진설계범주 C 또는 D로 분류된 구조물에 사용하는 말뚝의 이음부는 다음 중 작은 값에 견딜 수 있어야 한다.
 - ① 말뚝재료의 공칭강도
 - ② KDS 41 17 00(8.1.2.3)의 특별지진하중으로 부터 발생된 축력, 전단력, 모멘트
- (3) 내진설계범주 C 또는 D로 분류된 구조물에서 프리텐션이 사용되지 않은 기성콘크리트말뚝의 종방향 주철근비는 전체 길이에 대해 1% 이상으로 하고, 횡방향철근은 직경 9.5 mm 이상의 폐쇄띠철근이나 나선철근을 사용하여야 한다.
- (4) 내진설계범주 C로 분류된 구조물의 현장타설말뚝에서 종방향 주철근은 4개 이상 또한 설계 단면적의 0.25% 이상으로 하고, 말뚝머리로부터 다음에 규정하는 최댓값의 구간에 배근하여야 한다.
 - ① 말뚝길이의 1/3
 - ② 말뚝최소직경의 3배
 - ③ 3.0m
 - ④ 말뚝의 상단으로부터 식 (4.4-9)에 따라 계산한 설계균열모멘트가 KDS 41 10 15(1.5)의 하중조합을 반영하여 산정한 소요휨강도를 초과하는 지점까지의 거리

건축물 기초구조 설계기준

- (5) 현장타설말뚝의 횡방향철근은 직경 10 mm 이상의 폐쇄띠철근이나 나선철근을 사용하고, 간격은 말뚝머리부터 말뚝직경의 3배의 구간에는 주철근직경의 8배와 150 mm 중 작은값 이하로 하고, 나머지 구간의 간격은 주철근직경의 16배를 초과하지 않아야 한다.
- (6) 내진설계범주 D로 분류된 구조물에 사용되는 현장타설말뚝의 종방향 주철근은 4개 이상 또한 설계단면적의 0.5% 이상으로 하고, 말뚝머리로부터 다음에 규정하는 최댓값의 구간에 배근하여야 한다.
- ① 말뚝길이의 1/2
 - ② 말뚝최소직경의 3배
 - ③ 3.0 m
 - ④ 말뚝의 상단으로부터 식 (4.4-9)에 따라 계산한 설계균열모멘트가 KDS 41 10 15(1.5)의 하중조합을 반영하여 산정한 소요휨강도를 초과하는 지점까지의 거리
- (7) 내진설계범주 D로 분류된 구조물에 사용하는 말뚝은 기초판과의 구속에 따른 인발력 및 휨모멘트에 의해 발생하는 축력을 조합하여 설계하여야 하며, 말뚝의 인장강도의 25% 이상 발휘할 수 있도록 기초판속으로 정착하여야 한다. 또한 말뚝머리의 정착은 다음의 규정을 만족하여야 한다.
- ① 종방향 주철근 직경의 12배
 - ② 말뚝 최소직경의 1/2
 - ③ 305 mm
- (8) 내진설계범주 D로 분류된 구조물에 사용되는 현장타설말뚝의 종방향 주철근은 4개 이상 또한 설계단면적의 0.5% 이상으로 하고, 말뚝머리로부터 다음에 규정하는 최댓값의 구간에 배근하여야 한다.
- ① 인발에 대한 정착은 다음중 최솟값에 저항할 수 있어야 한다.
 - 가. 말뚝의 종방향 주철근의 공칭인장강도
 - 나. 철골부재의 공칭인장강도
 - 다. 말뚝과 지반 사이의 마찰력의 1.3배
 - ② 비틀림저항에 대한 정착은 KDS 41 17 00(8.1.2.3.)의 특별지진하중에 의해 발생하는 축력, 전단력, 휨모멘트를 저항하도록 설계하거나 또는 말뚝의 축력, 휨, 전단에 대한 공칭강도를 저항할 수 있어야 한다.

4.5 병용기초

4.5.1 기본사항

병용기초는 각기 다른 2종류 이상의 기초형식을 병용하는 것으로 병용기초의 설계에 있어서 단독의 직접기초 또는 말뚝기초보다 그 거동이 복잡하기 때문에 기초와 지반의 상호 조건을 신중하게 고려해서 설계하여야 한다.

4.5.2 병용기초의 형식 및 설계조건

병용기초의 형식은 크게 이종기초 및 말뚝전면복합기초(Piled Raft Foundation)로 분류할 수 있으며, 다른 기초와 마찬가지로 지지력과 침하량에 대하여 검토해야 하고, 설계에서 요구하는 지지력 이상과 구조적인 안전을 확보할 수 있는 허용침하량을 확인하여야 한다.

4.5.3 이종기초

(1) 이종기초에는 여러 가지의 조합이 가능하지만 다음과 같은 기초형식의 조합에 적용한다.

- ① 직접기초와 말뚝기초
- ② 기초슬래브의 형식 또는 지지층이 다른 직접기초
- ③ 지지형식 또는 시공법이 다른 말뚝기초 및 지지층이 다른 말뚝기초

(2) 직접기초 부분 및 말뚝기초 부분은 각각 개별적으로 다음에 대하여 검토하여야 한다.

① 직접기초 부분

가. 기초지반의 지지력, 침하량(전체침하량 및 부등침하량), 활동저항을 4.3에 준해서 검토한다.

나. 각 하중조합에 따라 산정된 부재응력에 대해 기초판을 검토한다.

② 말뚝기초 부분

가. 각 하중조합에 따른 말뚝기초의 연직지지력 및 침하량, 인발저항력 및 인발량, 수평지지력 및 수평변위량을 4.4에 준해서 검토한다.

나. 각 하중에 따라 말뚝체 및 이음부에 발생하는 응력에 대해 말뚝체의 단면을 설계한다.

(3) 이종기초에 있어서는 개개의 기초에 대한 연직 및 수평방향의 지지특성과 변형특성을 정밀하게 평가하고, 기초보를 포함한 상부구조와 기초구조와의 변위의 적합조건과 응력의 평형조건을 고려한 해석을 수행하여야 한다. 또한 침하나 변형에 따라 상부구조에 유해한 장애가 생기지 않아야 하며, 부가응력에 대해서도 각 부재가 충분한 내력을 확보하고 있는지 확인하여야 한다.

4.5.4 말뚝전면복합기초

(1) 말뚝전면복합기초는 직접기초와 말뚝기초가 복합적으로 상부구조를 지지하는 기초형식으로서 직접기초의 설계요구조건을 기본으로 하고, 말뚝체 및 말뚝머리 접합부 등의 관련 부분에 대한 설계요구조건을 동시에 만족하여야 한다.

(2) 말뚝전면복합기초는 다음의 사항을 검토하여 안전성을 확인하여야 한다.

- ① 상부구조에 대하여 영향을 줄 수 있는 기초부재의 변형 및 변형각이 구조적인 안전성을 확보할 수 있는 허용치 이내가 되도록 해야 한다.
- ② 기초부재에 작용하는 각 부재의 응력, 변형각, 균열폭 등에 대하여 검토하여야 한다.
- ③ 기초지반의 연직지지력, 침하량을 검토하고 전면기초판 하부 지반의 다짐도를 확인해야

건축물 기초구조 설계기준

한다. 또한 KDS 41 10 10(10)에 따라 시험을 실시하여 말뚝 및 기초지반의 안전성을 확인하여야 한다.

4.6 케이슨기초

4.6.1 기본원칙

케이슨은 상부구조로부터의 응력, 토압, 수압 외에 시공 중의 각 조건에 대해 충분히 안전하도록 그 각 부분을 설계하여야 한다.

4.6.2 지지력

케이슨기초의 지지력 산정에 있어서 그 지지력은 선단지지력만으로 하고 지지력과 침하량은 4.3의 설계에 준한다.

4.7 옹벽

4.7.1 일반사항

4.7은 건축구조물 등의 부지에 사용되는 철근콘크리트옹벽, 무근콘크리트옹벽 및 보강콘크리트 블록옹벽에 적용한다.

4.7.2 옹벽의 안정

옹벽은 구조물 부지 전체의 활동에 대한 안정성을 확보한 후 4.2에서 규정한 하중에 대하여 다음 사항을 만족하여야 한다.

- (1) 옹벽설계를 위해서는 지반조건, 하중조건 등의 설계조건을 적절히 설정한다.
- (2) 옹벽, 지반계를 적절하게 모델화하여 해석할 수 있다.
- (3) 옹벽의 안정성 평가는 다음의 조건에 대하여 검토한다.

4.7.2.1 전도에 대한 안정

옹벽에 대한 전도모멘트값은 안전율을 고려한 안정모멘트값을 초과하지 않아야 한다.

4.7.2.2 활동에 대한 안정

옹벽에 작용하는 토압의 수평성분에 따른 수평방향의 활동에 대하여 안전하여야 한다.

4.7.2.3 지지력에 대한 안정

4.1에서 규정한 기초의 조건을 만족하고 유해한 침하 및 지반의 지지력에 대하여 안전하여야 한다.

4.7.2.4 사면활동에 대한 안정

옹벽을 포함한 사면 전체의 활동에 대하여 안전하여야 한다.

4.7.3 구조체 설계

- (1) 옹벽구조체의 응력, 균열폭 및 부재변형각에 대해서는 KDS 41 30 00에 준하여 검토한다.
- (2) 철근콘크리트옹벽 구조체의 설계 세부사항은 KDS 41 30 00(4.10)과 KDS 41 30 00(4.11)에 따른다. 다만, 부벽식 옹벽의 경우에는 수평방향의 연속성을 유지하도록 적절한 보강을 하여야한다.

4.7.4 신축이음

옹벽이 수평방향으로 긴 경우 상황에 맞도록 적절히 신축이음을 설치한다.

4.7.5 배면배수

옹벽은 배면 지하수가 원활하게 배수되도록 설계하여 옹벽에 수압이 작용하지 않도록 하여야한다. 다만, 특수한 경우나 공공의 안전에 영향이 있다고 판단될 경우에는 수압을 고려하여 설계할 수 있다.

4.7.6 지반액상화

옹벽 주변지반에 액상화의 가능성이 있는 경우 그 영향을 고려한다.

4.7.7 철근콘크리트구조 이외의 옹벽

철근콘크리트구조 이외의 옹벽에 대하여는 4.7.2와 4.7.4부터 4.7.6까지의 규정에 따른다. 이 외에 벽체·기초 등 옹벽의 구조가 강도, 변형 및 내·외적 안정에 대하여 안전하도록 설계한다.

4.8 지하외벽

지하외벽은 한쪽 면이 직접 지반에 접하고 면외방향으로 토압 및 수압 등이 작용하는 벽으로서 다음과 같은 구조로 한다.

- (1) 지반을 절취한 후 상부구조처럼 거푸집을 사용하여 현장타설 된 철근콘크리트구조벽
- (2) 지하연속벽공법에 따라 구축된 철근콘크리트구조의 흙막이벽을 건축구조물의 지하외벽으로 이용하는 벽 및 내측에 구축되는 철근콘크리트벽과의 합성구조벽

4.8.1 적용하중

구조물의 지하구조부로 주위 지반에 접하는 지하외벽은 상부구조에서 오는 응력과 함께 4.2에

건축물 기초구조 설계기준

서 규정한 토압 및 수압에 대하여 안전하도록 설계하여야 한다.

4.8.2 흙막이한 지하외벽

지반의 흙막이를 한 후에 지상 부분과 동일한 공법에 따라 구축하는 콘크리트구조의 지하외벽 설계는 면외방향 하중의 경우 슬래브로 간주하여 응력을 검토하고 면내방향 하중의 경우 전단벽으로 간주하여 응력을 검토하며 설계 세부사항은 KDS 41 30 00(4.11)에 따른다.

4.8.3 지하연속벽의 지하외벽

지하연속벽공법은 현장타설 콘크리트지하연속벽과 PC지하연속벽 등이 있으며, 대심도 굴착에서 주변지반의 이동이나 침하를 억제하고 인접구조물에 대한 영향을 최소화하도록 설계한다. 지하연속벽은 하중지지벽과 현장타설말뚝의 역할을 할 수 있으며, 내부의 지하층 슬래브와 연결될 경우에는 영구적인 구조체로 설계할 수 있다.

4.8.4 시공 중 측압 및 완성 후 측압

- (1) 전항의 방법으로 구축하는 지하벽에 대하여는 4.8.1에 명시한 건축구조물의 완성 후에 작용하는 토압 및 수압 외에 4.9.2에 따라 시공 중에 가해지는 측압에 대하여도 안전하게 설계하여야 한다.
- (2) 현장타설철근콘크리트 주열 흙막이벽과 4.8.3에 따른 방법으로 구축한 흙막이벽이 구조체의 일부로 사용될 경우에는 시공 중 또는 구조물을 완성한 후의 모든 기간에 가해지는 토압과 수압에 대하여 안전하게 설계하여야 한다.

4.9 흙막이구조물

4.9.1 일반사항

흙막이구조물은 지반을 개착식으로 굴착할 때 작업장의 안정성 확보와 주변구조물의 피해를 방지하기 위하여 설치하는 구조물로서 설계 시 굴착공사 단계별로 흙막이벽 자체의 안정성을 검토하고 지하매설물과 인접구조물에 미치는 영향을 검토하여야 한다.

4.9.2 흙막이구조물 설계

흙막이는 지반굴착에 따른 지반의 붕괴 혹은 과대한 변형을 방지할 수 있도록 공사 중에 작용하는 측압에 대해 안전한 구조로 하고 충분한 강도와 강성을 갖는 것이어야 한다.

4.9.2.1 배면측압

흙막이구조물의 설계에서는 벽의 배면에 작용하는 측압을 깊이에 비례하여 증대하는 것으로 하고 토압계수는 토질 및 지하수위에 따라 다르게 적용해야 한다.

4.9.2.2 상재하중

구조물이나 기타 재하물 등에 근접하여 굴토하는 경우에는 4.9.2.1에 따라 구한 측압에 구조물의 기초하중 또는 재하물 등에 따른 지중응력의 수평성분을 가산한다.

4.9.2.3 흙막이구조의 형식

흙막이벽은 구조적 안전성, 인접건물의 노후화 및 중요도, 지하수위, 굴착깊이, 공기, 공사비, 민원발생 가능성, 장비의 진출입 가능성, 공사시기 등을 검토하여 가장 유리한 형식을 선정한다. 그리고 흙막이벽의 지지구조는 벽의 안전성, 시공성, 민원발생 가능성, 인접건물의 이격거리 및 지하층 깊이와 기초형태 등을 검토하여 가장 유리한 형식을 선정한다.

4.9.3 굴착저면의 안정

융기현상 및 분사현상 등에 따른 파괴의 우려가 있는 지반에 있어서는 각각 안정성을 검토하여야 한다.

4.9.4 흙파기 사면의 안정

사면형성을 위해 흙파기를 하는 경우는 사면의 안정성을 검토하여야 한다.

4.9.5 지하수의 처리

지하수위가 높고 투수성이 좋은 지반 또는 피압대수층을 갖는 지반 등을 굴착할 때는 상세한 조사를 하고 배수공법 또는 지수공법에 따른 지하수의 처리에 대하여 검토해야 한다. 또한 지하굴착공사 중 및 굴착완료 후 주변지반에 대한 지반침하, 함몰 등에 대한 지하 공극조사 계획을 수립하여 필요한 경우 지반공극에 대한 그라우트충진 등의 조치를 취하여야 하며, 지하구조체공사 완료 후의 지하수위의 회복에 따른 주변지반에 미치는 영향을 충분히 고려하여야 한다.

4.9.6 흙막이 구조물의 시공 중 안정

흙막이 구조물의 시공 중 안정성을 위하여 필요한 경우 계측계획을 수립하여야 한다.

4.10 지반개량

4.10.1 개량공법

지반을 개량할 경우는 공법의 적용성을 충분히 고려하여 지반의 성상 및 주위 상황에 적합한 개량 방법을 사용한다.

4.10.2 확인시험

지반개량을 실시한 후의 지반에 대하여는 지반조건에 적합한 시험법에 따라 개량의 목적에 대해

건축물 기초구조 설계기준

충분히 적합한가를 확인하여야 한다.

4.10.3 부등침하의 안전 확인

지반을 부분적으로 개량할 때에는 개량 부분 지반의 상황에 따라 그 하부지반에 대해서도 지지력과 함께 부등침하에 대해 건축구조물이 안전한가를 확인해야 한다.

집필위원

성명	소속	성명	소속
금동성	삼우구조컨설팅	이봉열	시지이앤씨
김성수	성진구조안전기술단	황의석	대림산업(주)
이중재	에스텍컨설팅그룹		

자문위원

성명	소속	성명	소속
강현구	서울대학교	이철호	서울대학교
김석구	(주)쓰리디엔지니어링	전봉수	(주)전우구조건축
김종호	(주)창민우구조컨설팅	정광량	(주)동양구조안전기술
김홍진	경북대학교	정란	단국대학교
민경원	단국대학교	정재철	국민대학교(명예교수)
박문재	국립산림과학원	조봉호	아주대학교
박지훈	인천대학교	천성철	인천대학교
박흥근	서울대학교	최경규	송실대학교
신성우	한양대학교	최창식	한양대학교
이경구	대한건축학회	하영철	금오공과대학
이기학	세종대학교	홍건호	호서대학교
이리형	한양대학교(명예교수)	홍성걸	서울대학교
이상현	단국대학교	홍성목	서울대학교(명예교수)

국가건설기준센터 및 건설기준위원회

성명	소속	성명	소속
이용수	한국건설기술연구원	신영수	이화여자대학교
구재동	한국건설기술연구원	김승원	뉴테크구조기술사사무소
김기현	한국건설기술연구원	류현희	CS구조엔지니어링
김태송	한국건설기술연구원	이승은	포스코
김희석	한국건설기술연구원	이왕희	씨앤피엔지니어링
류상훈	한국건설기술연구원	정광량	동양구조안전기술
주영경	한국건설기술연구원	최준식	단이앤씨
최봉혁	한국건설기술연구원	최경규	송실대학교

건축물 기초구조 설계기준

중앙건설기술심의위원회

성명	소속	성명	소속
윤경구	강원대학교	안상로	한국지하안전협회
이병구	희림종합건축사사무소	신영수	이화여자대학교
김제철	한국교통연구원	최창식	한양대학교
김영진	한국콘크리트학회		

국토교통부

성명	소속	성명	소속
남영우	국토교통부 건축정책과	최대경	국토교통부 건축정책과
정치영	국토교통부 건축정책과		

설계기준
KDS 41 20 00 : 2019

건축물 기초구조 설계기준

2019년 3월 14일 발행

국토교통부

관련단체 대한건축학회
06687 서울특별시 서초구 효령로 87(방배동 917-9)
☎ 02-525-1841 E-mail : webmaster@aik.or.kr
<http://www.aik.or.kr/>

국가건설기준센터
10223 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283(대화동)
☎ 031-910-0444 E-mail : kcsc@kict.re.kr
<http://www.kcsc.re.kr>