

KDS 41 19 00 : 2022

건축물 기초구조 설계기준

2022년 10월 11일 개정
<http://www.kcsc.re.kr>



건설기준제정 또는 개정에 따른 경과조치

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 건설기술진흥법 제44조 및 같은법 시행령 제65조에 따라 건설공사의 안전성, 경제성, 성능 및 품질 확보를 위한 것으로 건설기준의 연혁은 다음과 같다.
- 이 기준은 기존의 건축 구조물과 공작물 등의 기초 구조물에 대한 기준으로 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 지형조건에 대한 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)
KDS 41 19 00 : 2022	• 구성체계와 내용의 전면 개편을 통한 신규 제정	개정 (2022.10)

제 정 : 2016년 6월 30일 개 정 : 2022년 10월 11일
 심 의 : 중앙건설기술심의회 자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회
 소관부서 : 국토교통부 건축안전과
 관련단체 : 대한건축학회 작성기관 : 대한건축학회

- 국토교통부장관은 「훈령·예규 등의 발령 및 관리에 관한 규정」에 따라 이 고시에 대하여 2023년 1월 1일 기준으로 매 3년이 되는 시점(매 3년째의 12월 31일까지를 말한다)마다 그 타당성을 검토하여 개선 등의 조치를 하여야 한다.

목차

1. 일반사항	1
1.1 목적	1
1.2 적용범위	1
1.3 참고 기준	1
1.4 용어의 정의	2
1.5 기호의 정의	3
1.6 설계 기본	3
2. 조사 및 계획	4
2.1 일반사항	4
2.2 조사요구사항	4
2.3 조사 기본	4
2.4 지반조사 순서	4
2.5 조사 조건	5
2.6 지반조사보고서 작성	8
3. 재료	9
4. 설계	9
4.1 건축물 기초설계	9
4.2 얕은기초의 추정 지지력	15
4.3 기초벽, 옹벽, 근입 지주 및 지지대	17
4.4 얕은기초	20
4.5 깊은기초	24
4.6 깊은 지하층의 지하외벽, 바닥구조 및 기둥	44

1. 일반사항

1.1 목적

(1) 이 기준은 건축물 하부 지반조사, 기초 설계시 하중 및 고려사항, 기초부의 응력과 변형 검토 등에 대한 기술적 사항을 규정함으로써 건축물 상부 구조의 하중을 안전하게 지반에 전달하도록 하는 것을 목적으로 한다.

1.2 적용범위

- (1) 이 기준들은 건축물의 기초에 적용한다.
- (2) 이 기준에서 규정하지 않은 내용은 KDS 11 00 00을 따른다.

1.3 참고 기준

1.3.1 관련 법규

내용 없음.

1.3.2 관련 기준

- KDS 11 00 00 지반설계기준
- KDS 17 10 00 내진설계 일반
- KDS 14 20 00 콘크리트구조 설계(강도설계법)
- KDS 41 10 05 건축구조기준 총칙
- KDS 41 10 10 건축구조기준 검사 및 실험
- KDS 41 12 00 건축물 설계하중
- KDS 41 17 00 건축물 내진설계기준
- KDS 41 20 00 건축물 콘크리트구조 설계기준
- KDS 41 30 00 건축물 강구조 설계기준
- KDS 41 40 00 건축물 합성구조 설계기준
- KDS 41 50 00 목구조 설계기준
- KDS 41 60 00 조적식구조 설계기준
- KCS 41 40 08 시멘트모르타르계 방수공사
- KS D3504 철근 콘크리트용 봉강
- KS D7002 PC 강선 및 PC 강연선
- KS F2302 흙의 입도 시험 방법
- KS F2303 흙의 액성 한계 · 소성 한계 시험 방법
- KS F2306 흙의 함수비 시험 방법
- KS F2316 흙의 압밀 시험 방법

- KS F2324 흙의 공학적 분류 방법
- KS F2445 말뚝의 압축 정재하 시험방법
- KS F2591 말뚝의 동적재하 시험방법
- KS M1701 목재보존제
- ASTM D3689 Standard Test Methods for Deep Foundations Under Static Axial Tensile Load

1.4 용어의 정의

- 극한지지력 : 흙에서 전단파괴가 발생하는 기초의 단위면적당 하중 (단위: kN/m²)
- 기초 피어 : 수평단면의 길이가 폭의 3배 이하이고 높이가 폭의 4배 미만인 수직기초 부재
- 깊은기초: 기초의 지반 근입 깊이가 깊고 상부구조물의 하중을 말뚝 등에 의해 깊은 지지층으로 전달하는 기초형식
- 나선형 말뚝: 공장에서 제작된 중심 축과 하나 이상의 나선형 베어링 플레이트로 구성된 강재 말뚝
- 마이크로 파일: 지반에 구멍을 뚫고 강봉을 삽입하여 그라우트한 깊은 기초이며 소구경 말뚝이라고 함.
- 얇은기초: 기초 폭에 비하여 근입 깊이가 얇고 상부 구조물의 하중을 분산시켜 기초하부 지반에 직접 전달하는 기초
- 암반소켓(rock socket) : 말뚝의 일부를 근입시키기 위해 암반에 형성한 구멍
- 암반정착파일(rock socketed pile) : 암반과의 지압, 접촉력 또는 마찰을 통해 하중저항력이 생기도록 암반정착소켓에 선단 일부가 근입된 말뚝
- 저항도 재료: 제령 28일의 압축강도가 8.3 MPa 이하가 되도록 제어된 시멘트계 슬러리 재료
- 지반 조사: 각종 시설물의 설계 및 시공에 필요한 지반정보를 얻기 위해 실시하는 조사
- 파일캡: 구조물의 상부로부터의 하중을 단일말뚝 또는 무리말뚝으로 전달하기 위해 단일말뚝 또는 무리말뚝의 머리 위에 만든 콘크리트 구조물
- 현장조사: 부지의 물리적 특성을 조사하는 것
- 허용하중: 극한지지력, 부마찰력, 말뚝간격, 기초 하부 지반의 전반적인 지지력 및 허용침하를 고려한 후 기초에 안전하게 적용할 수 있는 최대하중
- 허용지지력: 침하 또는 부등침하와 같은 허용한도 내에서 지반의 극한지지력을 적정의 안전율로 나눈 값 (단위: kN/m²)

1.5 기호의 정의

- A : 지표면 불구속 조건에 있는 지주의 근입깊이를 산정하기 위한 매개변수($A=2.34F_y/S_yb$)
- A_g : 말뚝의 단면적 (mm²)

- A_{sh} : 횡보강 철근의 단면적(mm²)
- b : 원형인 지주, 기초의 직경, 또는 정방형인 지주, 기초의 대각치수(m)
- d : 지주, 지지대 또는 기둥의 지중 근입깊이(m)
- D_f : 지표면으로부터 직접기초의 밑면까지의 깊이
- f_{ck} : 콘크리트 또는 그라우트의 압축강도(MPa)
- F_h : 근입지주의 지주에 작용하는 횡력(kN)
- f_{yh} : 나선철근 또는 횡보강 철근의 항복강도(MPa)
- h : 지표면에서 적용 횡력 F_h 까지의 거리(m)
- h_c : 후프철근의 중심간격으로 산정한 말뚝중심부의 단면치수(mm)
- M_g : 지표면에서 지주의 휨모멘트(kN.m)
- q_u : 허용 수직지지력
- q_u : 극한 수직지지력
- q_u : 기초의 저면 수평선에서 상부지반의 유효중량에 의한 압력
- P : 하중조합에 의해 결정된 말뚝의 축하중(kN)
- P_a : 나선형 말뚝의 허용설계축하중
- P_u : 나선형 말뚝의 허용설계축하중을 산정할 때 사용하는 각종 극한 지지력 중 최소 극한지지력
- s : 말뚝의 길이 방향 횡보강 철근의 간격(mm)
- SF : 극한지지력으로부터 허용지지력을 산정하기 위한 안전계수
- S_m : 철근과 케이싱을 무시한 말뚝단면의 탄성 단면계수(mm³)
- S_f : 얕은기초의 수직 총침하량
- S_1 : 근입깊이의 1/3깊이를 기준하여 4.2에 명시된 허용횡방향 지지력(kPa)
- S_3 : 근입깊이에 해당하는 깊이를 기준하여 4.2에 명시된 허용횡방향지지력(kPa)
- γ'_s : 기초저면 위에 있는 원지반의 유효 단위중량
- ρ_s : 나선철근체적비 (나선철근체적/콘크리트체적)

1.6 설계 기본

- (1) 이 기준에서 제시하는 허용지지력, 허용응력에 대한 설계 수식들은 KDS 41 12 00 (1.7.2)에서 규정한 허용응력설계법의 하중조합을 사용하여야 한다.
- (2) 굴착과 기초에서 구조적으로 사용하는 구조재료의 품질과 설계는 KDS 41 10 05, KDS 41 10 10, KDS 41 12 00, KDS 41 20 00, KDS 41 30 00, KDS 41 40 00, KDS 41 50 00, KDS 41 60 00에 규정된 내용을 따른다.

2. 조사 및 계획

2.1 일반사항

- (1) 지반조사는 2.2의 규정에 따라 수행하여야 하며, KDS 11 10 10을 참고한다.
- (2) 지반조사보고서는 2.6의 규정에 따라 작성하여야 한다. 담당원이 요구하거나 현장시험, 실내시험 또는 공학적 계산을 포함한 지반조사는 토질·지질분야 전문기술자가 수행하여야 한다.

2.2 조사요구사항

- (1) 지반조사는 2.3 ~ 2.5에 따라서 수행하여야 한다.
- (2) 예외조항으로 담당원은 2.5.1 ~ 2.5.6, 2.5.10, 2.5.11에 있는 조사 조건 중 인접지역의 지반조사 자료를 활용하여 지반 자료를 얻어 추가적인 조사가 필요 없을 것으로 토질·지질분야 책임기술자가 판단하는 경우, 지반조사를 요구하지 않을 수 있다.

2.3 조사 기본

- (1) 지반의 분류는 관찰과 적절한 위치에서 수행된 천공, 시험타파기, 기타 지하탐사에 의해 확인된 재료들에 대한 시험에 근거해야 한다.
- (2) 비탈면 안정성, 지반강도, 하중지지지반의 위치와 적합성, 지지력에 대한 지하수위의 영향, 압축성, 액상화, 팽창성 등을 평가하기 위하여 필요에 따라 추가적인 조사 및 시험을 수행하여야 한다.

2.3.1 조사 범위

- (1) 지반조사의 범위는 보링 또는 샘플링의 수와 종류, 천공 또는 시료채취에 사용하는 장비, 원위치 시험장비 및 실내시험 계획 등을 포함하며 토질·지질분야 전문기술자가 결정하여야 한다.

2.3.2 토질·지질분야 책임기술자

- (1) 토질·지질분야 책임기술자는 보링이나 샘플링작업 등의 현장에 대한 전적인 권한 및 책임을 갖는다.

2.4 지반조사 순서

2.4.1 일반사항

- (1) 지반조사는 필요에 따라 예비조사와 본조사로 나누어 실시할 수 있다.

2.4.2 예비조사

- (1) 예비조사는 기초의 형식을 결정하고, 본 조사의 계획을 수립하기 위한 것으로서, 대지 내의 지반구성 및 지층, 지반의 강도, 지하수의 위치 등을 판정 하는 것이다.

- (2) 예비조사는 기초의 지반조사 자료의 수집, 지형에 따른 지반개황의 판단 및 부근 건축구조물 등의 기초에 관한 제조사를 시행하는 것으로 이것이 불충분할 때에는 대지조건에 따라 천공조사, 표준관입시험, 샘플링, 물리탐사, 시험터파기 등을 적절히 실시한다.

2.4.3 본조사

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

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

2.5 조사 조건

- (1) 지반조사는 2.5.1 ~ 2.5.11의 규정에 따라서 수행하여야 한다.

2.5.1 분류

- (1) 토질의 분류는 KS F2324 의 규정에 따르며, KDS 11 10 10 2.3 지반의 분류 참고 할 수 있다.

2.5.2 불확실한 지반

- (1) 지반의 분류, 강도, 압축성이 불확실하거나 지지력이 이 기준에서 규정한 지지력 값보다 상당히 큰 값을 적용할 경우에는 감독은 지반조사를 요구할 수 있다.

2.5.3 팽창성 토질

- (1) 팽창성 토질이 있을 가능성이 있는 지역에서는 담당원은 팽창성 토질이 있는 위치를 결정하기 위해서 토질시험을 요구하여야 한다.

- (2) 아래 항목 중 어느 하나라도 해당하는 토질은 팽창성 토질로 분류할 수 있다.

- ① KS F2303에 따라 결정된 소성지수(PI, Plasticity Index)가 15 이상인 흙
- ② KS F2302에 따라 결정된 체번호200(0.075 mm)을 통과한 토립자가 10% 를 초과한 흙
- ③ KS F2302에 따라 결정된 크기 0.005 mm 미만인 토립자가 10% 를 초과하는 흙
- ④ KS F2316에 따라 결정된 팽창지수가 20을 초과하는 흙

- (3) (2)의 ④에 따라 팽창성 토질로 확인된 경우 ①, ②, ③의 시험을 생략할 수 있다.

2.5.4 지하수

- (1) 기초 및 지하층의 설계를 위한 지하수 조사는 지하수위 및 각 지층별 투수계수를 포함한다.
- (2) 소규모 건축물에서 바닥이 기초에 인접한 지표 마감면보다 아래에 있는 경우, 현재의 지하수위가 최하부층 바닥보다 상부에 있는지 또는 바닥 아래쪽 1.5 m 이내에 있는지를 결정하기 위하여 지하수위조사를 실시하여야 한다. 단, 적절한 방수를 할 경우에는 지하수위의 위치를 결정하기 위한 지하수위조사를 하지 않아도 된다.

2.5.5 깊은기초

- (1) 깊은기초를 사용할 경우, 설계 및 설치에 사용될 충분한 자료가 없는 한, 다음 항목을 포함한 지반조사가 실시되어야 한다.

- ① 말뚝기초의 종류와 말뚝의 지지력
- ② 말뚝기초의 중심 간 간격
- ③ 항타 시방
- ④ 설치 절차
- ⑤ 현장 검사 및 보고 절차 (필요한 경우 설치된 말뚝의 지지력을 검증하기 위한 절차를 포함한다.)
- ⑥ 하중재하시험 요구사항
- ⑦ 인위적으로 조성된 환경에 대한 말뚝기초 재료의 적합성
- ⑧ 지지층 또는 지지지반의 결정
- ⑨ 필요한 경우, 무리말뚝 효과에 대한 저감

2.5.6 암반층

- (1) 건설현장의 지하탐사에서 기초가 시공될 암반층의 구조에 변화 또는 의심스러운 특성이 나타날 경우, 기초저면의 건전성과 지지력에 대한 확신을 얻기 위하여, 보링의 수는 충분해야 하며 그 깊이는 기초저면으로부터 3 m 이상으로 해야 한다.

2.5.7 기초에 인접한 굴토

- (1) 굴토로 인하여 기초의 횡지지가 제거될 경우, 그에 따른 잠재적인 결과를 평가하고 완화대책을 세울 수 있도록 지반조사를 수행하여야 한다.

2.5.8 다짐채움재

- (1) 직접 기초가 두께 300 mm 이상의 다짐채움재에 지지되는 경우, 다음 사항을 모두 포함한 지반조사를 실시하여야 한다.
 - ① 다짐채움재를 포설하기 전의 현장준비를 위한 시방서
 - ② 다짐채움에 사용할 재료에 대한 시방서
 - ③ 다짐채움에 사용할 재료의 최대 건조밀도 및 최적 함수비를 결정하기 위해 사용할 시험방법
 - ④ 다짐채움재의 층별 최대 허용두께
 - ⑤ 다짐채움의 원위치 건조밀도를 결정하기 위한 현장 시험방법
 - ⑥ ③에 따라 결정된 최대 건조밀도의 백분율로 나타난 최소 허용 원위치 건조밀도
 - ⑦ ⑥을 결정하기 위해 필요한 현장시험의 횟수와 빈도

2.5.9 저장도 재료

- (1) 직접기초를 재령 28일의 압축강도가 8.3MPa 이하가 되도록 제어된 저장도 재료 위에 지지하는 경우, 다음 사항을 모두 포함한 지반조사를 실시하여야 한다.
 - ① 제어된 저장도 재료를 포설하기 전에 현장의 사전준비에 대한 시방서
 - ② 제어된 저장도 재료에 대한 사양
 - ③ 제어된 저장도 재료에 대한 압축강도 또는 지지력을 결정하기 위해 사용할 시험실 또는 현장 시험방법.
 - ④ 현장의 제어된 저장도 재료에 대한 승인을 결정하기 위한 시험방법
 - ⑤ ④를 결정하기 위해 필요한 현장시험의 횟수와 빈도

2.5.10 이격거리 및 순간격 대안

- (1) 4.1.6의 요구사항 이외에 이격거리 또는 여유공간을 두어야 할 경우, 담당원은 4.1.6의 요구조건을 충족시킬 수 있음을 입증하기 위해 해당 토질·지질분야 전문가에 의한 지반조사를 요구할 수 있다. 이러한 지반조사에는 재료, 사면높이, 사면구배, 하중강도 및 사면재료의 침식특성을 포함하여야 한다.

2.5.11 내진설계범주 ‘C’와 ‘D’

- (1) KDS 41 17 00의 내진설계범주 ‘C’ 또는 ‘D’에 해당하는 구조물인 경우, 2.5.11(2)를 포함하

- 여 지반조건 및 지진으로 인한 잠재적인 위험을 평가하는 지반조사를 실시하여야 한다.
- (2) 내진설계를 위한 지반조사, 지반응답해석, 액상화 평가는 KDS 17 10 00에 따라 수행한다.
 - ① 사면 불안정
 - ② 액상화
 - ③ 총 침하량 및 부등 침하량
 - ④ 측방피집 또는 측방유동을 야기하는 단층발생 또는 지진에 의한 지표면 변위

2.6 지반조사보고서 작성

- (1) 지반 조사가 필요한 경우, 소유자 또는 권한을 위임받은 대리인은 허가신청 시에 지반조사 서면보고서를 담당원에게 제출하여야 한다.
- (2) 지반조사보고서에는 다음 내용을 포함하여야 하며, 필요시에 더 추가할 수 있다.
 - ① 지반조사 위치도
 - ② 지반시추, 시추주상도 및 채취시료에 대한 완전한 기록
 - ③ 지층단면에 대한 기록
 - ④ 지하수위의 깊이
 - ⑤ 다음 사항을 포함한 기초유형 및 설계사양을 포함하며, 필요시에 더 추가할 수 있다.
 - 가. 자연 지반 또는 다짐 지반의 지지력
 - 나. 팽창성 토질의 영향을 완화하기 위한 대책
 - 다. 액상화, 부등침하 및 지반강도의 변화에 의한 영향을 완화하기 위한 대책
 - 라. 인접재하의 영향
 - ⑥ 예상되는 총침하량 및 부등침하량
 - ⑦ 2.5.5에 따른 말뚝기초의 정보
 - ⑧ 팽창성 지반위에 건설되는 구조물의 기초에 대한 특수설계 및 시공규정
 - ⑨ 2.5.8에 따른 다짐채움재의 물성 및 시험
 - ⑩ 2.5.9에 따른 제어된 저장도 재료의 물성 및 시험
 - ⑪ 지진하중 산정을 위한 관련 자료 및 지반분류

3. 재료

내용 없음.

4. 설계

4.1 건축물 기초설계

- (1) 기초설계는 4.1.1 ~ 4.1.8에 따라 설계하여야 한다.
- (2) 얇은기초는 4.4의 요구사항을, 깊은기초는 4.5의 요구사항을 각각 만족하여야 한다.

4.1.1 기초지반의 지지력 및 침하에 대한 설계

- (1) 기초는 허용지지력을 초과하지 않고, 부등침하가 최소화 되도록 설계하여야 한다.

- ① 팽창성 토질인 지역에서의 기초는 4.1.5의 규정에 의하여 설계하여야 한다.
- ② 연약지반에 대한 설계는 KDS 11 30 05 에 따른다.

4.1.2 설계하중

- (1) 기초는 KDS 41 12 00(1.7.1) 또는 (1.7.2)에 규정된 하중조합 중 가장 불리한 영향에 대해 설계하여야 한다.
- (2) 고정하중은 기초자중과 기초판에 상재되는 되메우기하중을 포함한다.
- (3) 기초설계 시 KDS 41 12 00(3.5) 및 (3.6)의 규정에 따라 저감한 활하중을 사용할 수 있다.

4.1.2.1 지진에 의한 전도

- (1) KDS 41 12 00(1.7.1) 또는 (1.7.2)의 하중조합을 사용하여 기초를 설계할 때, 지진 전도영향을 등가정적해석법 또는 동적해석법에 의하여 결정하는 경우에는 KDS 41 17 00(7.2.7)에 따른다.

4.1.2.2 상재하중

- (1) 건물 또는 구조물의 되메우기나 상재하중으로 인한 추가하중을 지지할 수 없으면, 건물 또는 구조물에 인접하여 메우기나 상재하중과 같은 추가하중을 발생시켜서는 안 된다.
- (2) 굴착으로 인하여 영향을 받게 될 기존의 기초는 기초하부를 보강하거나 또는 침하방지 조치를 해야 하며, 수평 또는 수직 변위 또는 수평수직변위 같은 유해한 변위에 대한 방지조치를 취하여야 한다.

- (3) 예외조항으로 조경목적의 소규모 정지공사에서 인력구동 소규모 장비로 시공하는 경우, 정지면이 원래 설계 정지면에서 300 mm를 초과하지 않는 경우 또는 담당원이 승인한 경우에 허용된다.

4.1.3 진동하중

- (1) 기계장비의 운전 또는 기타 진동이 기초를 통해 지반에 전달되는 경우, 기초설계 시 토사의 유해한 교란을 방지하도록 고려하여야 한다.
- (2) 진동기계기초에 대한 설계는 KDS 11 50 30에 따른다.

4.1.4 이동성 토질에서의 설계

- (1) 얇은 지표토가 이동성 토질인 경우 기초는 안전성이 확보되도록 충분한 깊이로 설계하여야 한다.

4.1.5 팽창성 지반에서의 설계

- (1) 팽창성 지반위의 건물 또는 구조물의 기초는 4.1.5.1 또는 4.5.1.2에 따라 설계하여야 한다.
- (2) 예외조항으로 다음 조건 중 하나를 충족하는 경우, 기초설계는 4.1.5.1 또는 4.1.5.2에 따를 필요가 없다.
 - ① 4.1.5.3에 따라 토사를 제거하거나,
 - ② 4.1.5.4에 따른 지반의 안정화를 담당원이 승인한 경우.

4.1.5.1 기초

- (1) 팽창성 지반의 활동구역 또는 구역 내에 위치한 기초는 부등 체적변화에 저항하며, 지지된 구조물의 구조적 손상이 방지되도록 설계하여야 한다. 구조물의 유용성과 사용성을 저해하지 않도록 지지된 구조물의 처짐과 변형을 제한하여야 한다.
- (2) 체적변화가 발생하는 곳의 하부 또는 팽창성 지반의 하부에 설치되는 기초는 다음의 규정을 따라야 한다.
 - ① 팽창성 지반까지 확장되거나 관통하는 기초는 지지된 구조물의 부상이 방지되도록 설계하여야 한다.
 - ② 팽창성 지반을 관통하는 기초는 흙의 체적변화로 인해 기초에 가해지는 응력에 저항하도록 설계하거나 또는 팽창성 지반에서 분리시켜야 한다.

4.1.5.2 지면슬래브기초

- (1) 팽창성 지반 위의 지면슬래브기초, 전면기초 또는 래프트기초(raft foundation)의 설계 시 사

용하는 모멘트, 전단력 및 처짐은 지반-구조물 상호작용을 고려하여 결정하여야 한다.

- (2) 지반-구조물 상호작용, 지지지반의 변형된 형상, 중심부와 가장자리의 용기 조건들뿐만 아니라 슬래브의 판 또는 보강판 거동을 고려한 방법으로 위에서 언급한 슬래브를 해석하고 설계할 수 있다.

4.1.5.3 팽창성 토사의 제거

- (1) 4.1.5.1. 또는 4.1.5.2에 따라 설계하는 대신, 팽창성 토사를 제거하는 경우, 잔류토의 함수비가 일정하게 유지되도록 토사를 충분한 깊이까지 제거하여야 한다.
- (2) 배우기 재료는 팽창성 토사가 포함해서는 안 된다.
- (3) 예외조항으로 만약, 배우기와 지지된 구조물에 의해 발생한 팽창성 토사의 구속압력이 팽창압력을 초과한다면, 일정 습윤의 깊이까지 팽창성 토사를 제거할 필요는 없다.

4.1.5.4 지반 안정화

- (1) 4.1.5.1 또는 4.1.5.2에 따라 기초를 설계하는 대신 팽창성 지반의 활성화구역을 안정화하는 경우, 토사는 화학적, 배수, 사전포화 또는 동등한 기법으로 안정화하여야 한다.

4.1.6 경사지반 기초

- (1) 사면의 경사가 1/3(33 % 경사) 이상인 경사면 위 또는 인접해 있는 건물과 구조물의 배치는 4.1.6.1 ~ 4.1.6.5에 따른다.

4.1.6.1 오르막경사로부터 건물 이격거리

- (1) 일반적으로, 비탈면의 하부에 있는 건물은 비탈면의 배수, 침식 및 표면붕락으로부터 보호하기 위하여 충분한 거리를 이격시켜야 한다.
- (2) 4.1.6.5와 그림 4.1-1에 규정된 것을 제외하고, 다음의 규정은 이러한 보호조치를 한 것으로 간주된다.
- (3) (2) 기존 비탈면이 1/1(100 %)경사 이상인 경우, 비탈면의 하부는 기초상부에서 그은 수평면과 수평에 대해 45도로 비탈면에 접선으로 그은 평면과의 교차점에 있는 것으로 가정하여야 한다.
- (4) 옹벽이 비탈면 하부에 시공되는 경우, 비탈면의 높이는 옹벽의 상부에서 비탈면의 상부까지로 산정하여야 한다.

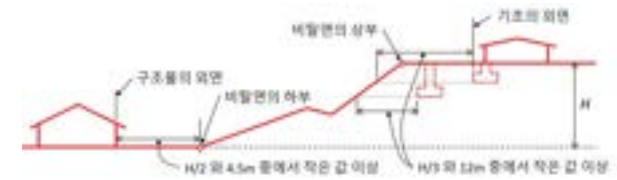


그림 4.1-1 기초와 경사 사이의 순간격

4.1.6.2 내리막경사 비탈면에서의 기초의 이격

- (1) 비탈면의 위 또는 비탈면에 인접한 기초는 단단한 지반에 매립하여 설치하고, 기초에 유해한 침하가 발생하지 않게 수직 및 횡 방향으로 지지할 수 있도록 비탈면으로부터 충분히 이격하여야 한다.
- (2) 4.1.6.5와 그림 4.1-1에 규정된 것을 제외하고, 다음의 이격은 규정을 충족하기에 적합한 것으로 간주된다. 비탈면의 경사가 1/1(100 % 경사) 이상인 경우, 소요 이격거리는 비탈면 하부에서 위쪽으로 투영한 수평면에 45도인 가상면으로부터 산정하여야 한다.

4.1.6.3 저수지

- (1) 이 기준에서 규정된 저수지와 비탈면 사이의 이격은 이 절에서 요구하는 건물기초 이격거리의 1/2이어야 한다.
- (2) 비탈면의 상부로부터 수평거리 2.1 m 이내에 있는 저수지의 벽체 부분은 외측지반의 지지없이 저수지의 내측수압을 지지할 수 있어야 한다.

4.1.6.4 기초 높이

- (1) 정지작업된 부지에서, 외부기초의 상부는 승인된 배수시설의 방류 또는 인입 지점에서 도로의 배수로 높이 위로 최소 300 mm에 2%를 추가한 높이만큼 높여야 한다.
- (2) 구조물로부터 그리고 방류지점까지 요구되는 배수가 부지내 모든 위치에서 원활하다는 것을 입증할 수 있다면, 담당원의 승인을 받아 높이를 달리 할 수 있다.

4.1.6.5 대안 이격거리

- (1) 담당원의 승인을 받아, 이격거리를 달리 할 수 있다. 담당원은 2.5.10에 규정된 지반조사를 요구할 수 있다.

4.1.7 콘크리트 기초

- (1) 콘크리트 기초의 설계, 재료 및 시공은 4.1.7.1 ~ 4.1.7.6 그리고 KDS 41 20 00의 규정들을 따라야 한다.

(2) 예외사항으로 경량골조로 된 벽체를 지지하는 콘크리트 기초를 4.4.7의 표 4.4-1에 따라 설계하는 경우, KDS 41 20 00에 따라 설계하지 않아도 된다.

4.1.7.1 콘크리트 또는 충전재의 강도 및 배합비

- (1) 기초용 콘크리트 또는 충전재의 설계 압축강도(f_{ck})는 표 4.1-1에 제시된 해당 값 중 최댓값 이상이어야 한다.
- (2) 콘크리트를 깔때기 모양의 호퍼를 사용하여 깊은기초의 상부에서 타설하는 경우, 콘크리트 배합은 슬럼프값이 100 mm 이상 그리고 200 mm 이하인 점착력과 시공성 있는 배합이 되도록 배합설계 하여야 한다.
- (3) 콘크리트 또는 충전재를 압송하는 경우, 슬럼프를 포함한 배합설계는 압송이 가능한 배합이 되도록 조절하여야 한다.

표 4.1-1 콘크리트 또는 충전재의 최소 설계기준압축강도

기초 요소 또는 조건	최소 설계기준 압축강도 f_{ck} (MPa)
1. 내진설계범주 A, B, C에 해당하는 구조의 기초	18
2a. 내진설계범주 'D'에 해당하는 경량골조 및 2층 이하 높이 구조	18
2b. 내진설계범주 'D'에 해당하는 2a에 규정하지 않은 이외 구조의 기초	21
3. 기성콘크리트파일	27
4. 천공정착피어	27
5. 마이크로파일	27
6. 프리스트레스트 기성콘크리트파일	35

4.1.7.2 콘크리트 피복두께

- (1) 기초용 프리스트레스트 및 비프리스트레스트 보강재에 대한 콘크리트 피복두께는 4.1.7.2의 표 4.1-2에 규정된 해당하는 값 중 최댓값 이상이어야 한다.
- (2) 순간적이 38 mm 이하인 주근은 콘크리트 피복두께 또한 KDS 14 20 50(4.3)에서 요구한 것 이상이어야 하는 다발철근으로 간주하여야 한다.
- (3) 콘크리트 피복두께는 콘크리트 표면에서 피복조건을 적용할 최외측 철근의 표면까지 거리로 산정한다.
- (4) 콘크리트가 임시 또는 영구 케이싱 또는 맨드릴 내부에 타설되는 경우, 케이싱 또는 맨드릴의 내부면을 콘크리트 표면으로 간주하여야 한다.

표 4.1-2 콘크리트 최소피복두께

기초 요소 또는 조건	최소 두께 (mm)
1. 얇은기초	KDS 14 20 50(4.3)에 따름
2. 비프리스트레스트 기성콘크리트말뚝	
해수에 노출되는 경우	80
공장제품 생산조건과 동일하지 않은 조건으로 생산된 말뚝	50
공장제품 생산조건과 동일한 조건으로 생산된 말뚝	KDS 14 20 50(4.3)에 따름
3. 프리스트레스트 기성콘크리트말뚝	
해수에 노출되는 경우	65
이외	KDS 14 20 50(4.3)에 따름
4. 강관, 튜브 또는 영구케이싱으로 감싸지 않은 현장타설말뚝	65
5. 강관, 튜브 또는 영구케이싱으로 감싸인 현장타설말뚝	25
6. 강관, 튜브 또는 영구케이싱 안의 구조용 강재코어	50
7. 견고한 암반의 천공구(소켓) 내부의 현장타설 말뚝	40

4.1.7.3 콘크리트 타설

- (1) 콘크리트는 어떤 이물질도 들어가지 않도록 그리고 기초크기 전체를 안전하게 할 수 있는 방법으로 타설하여야 한다.
- (2) 콘크리트는 트레미관이나 담당원의 승인을 받은 다른 방법을 사용하지 않는다면, 물을 통과하여 타설하여서는 안 된다.
- (3) 물밀 또는 물이 있는 곳에 타설하는 경우, 콘크리트는 배합재료의 분리를 최소화 하고 물의 소용돌이를 무시할 수 있는 승인된 방법으로 타설하여야 한다.
- (4) 깊은기초의 상부에서 콘크리트를 타설하는 경우, 표면이 매끄러운 관 속으로 직접 활송하거나 또는 깊은기초의 상부 중앙에 위치한 깔때기 호퍼를 통해서 신속하고 연속적인 작업으로 타설하여야 한다.

4.1.7.4 콘크리트 보호

- (1) 콘크리트 기초는 타설하는 동안 그리고 타설 후 5일 이상 동결보호 조치를 하여야 한다. 타설된 콘크리트에는 물이 통과해 흐르지 않도록 하여야 한다.

4.1.7.5 콘크리트 형성

- (1) 담당원의 판단으로 지반조건상 거푸집이 필요 없는 경우에는 콘크리트 기초는 지반에 직접 시공할 수 있다. 거푸집이 필요한 경우에는 KDS 21 50 00의 관련 조항에 따라야 한다.

4.1.7.6 내진요구사항

- (1) KDS 41 17 00의 내진설계범주 'C' 또는 'D'에 속하는 구조물의 기초에 대한 추가적인 요구사항은 KDS 14 20 80(4.7)을 참조한다.
- (2) 예외조항으로 지상 2층 이하인 소규모건축물에 속하는 경우에는 KDS 14 20 80(4.7)의 규정을 따르지 않아도 된다.

4.1.8 수직 조적 기초

- (1) 1.4에 정의되어 있는 기초 피어가 아닌 수직 조적기초 요소들은 KDS 41 60 00의 해당규정에 따라 피어, 벽체 또는 기둥으로 설계하여야 한다.

4.2 얕은기초의 추정 지지력

4.2.1 하중조합

- (1) 표 4.2-1의 얕은기초의 추정 지지력은 KDS 41 12 00(1.7.2)에서 규정한 허용응력설계법의 하중조합을 적용해야 한다.

4.2.2 추정 지지력

- (1) 지표면에 가까운 지반의 설계지지력은 더 큰 지지력값의 사용을 입증할 자료를 제출하여 승인을 받지 않는 한, 표 4.2-1에서 규정한 값을 초과해서는 안 된다. 담당원은 지반의 분류, 강도 또는 압축성에 대해 의심스러운 경우, 2.5.2의 요구사항에 따른다.
- (2) 추정 지지력은 물리적 특성과 성질이 유사한 토질에 적용한다. 진흙, 유기질 실트, 유기질 점토, 토탄 또는 검증되지 않은 매립토는 그러한 지지력을 입증할 자료를 제출하지 않는 한 추정 지지력을 사용할 수 없다.
- (3) 예외조항으로 담당원이 진흙, 유기질 실트 또는 검증되지 않은 매립토의 지지력이 경량 또는 임시 구조물을 지지하는데 적합하다고 판단한 경우에는 추정 지지력을 사용할 수 있다.

표 4.2-1 얕은기초의 추정 지지력

지반분류	수직 지지력 (kN/m ²)	횡방향 지지력 (kN/m ² /0.3m) ³⁾	횡방향 활동저항	
			마찰계수 ¹⁾	점착력 (kN/m ²) ²⁾
1. 결정질 기반암	580	57.5	0.70	-
2. 퇴적암 및 엽리성암(Sedimentary and foliated rock)	190	19.2	0.35	-
3. 모래질 자갈/자갈(GW 및 GP)	140	9.6	0.35	-
4. 모래, 실트질 모래, 점토질 모래, 실트질 자갈 및 점토질 자갈(SW, SP, SM, SC, GM 및 GC)	100	7.2	0.25	-
5. 점토, 모래질 점토, 실트질 점토, 점토질 실트, 실트 및 모래질 실트(CL, ML, MH 및 CH)	70	4.8	-	6.2

1) 마찰계수를 고정하중에 곱한다.
 2) 점착력에 의한 횡방향활동저항력은 점착력에 접촉면적을 곱하여 구하되 4.2.3.2의 제한에 따른다.
 3) 0.3m에 대한 지지력(kN/m²)

4.2.3 횡력저항

- (1) 표 4.2-1의 추정값을 사용하여 횡하중 저항력을 결정할 경우, 4.2.3.1부터 4.2.3.4까지의 규정에 따라 산정하여야 한다.

4.2.3.1 조합 저항력

- (1) 횡하중에 대한 총저항력은 표 4.2-1에 규정한 횡방향 지지력과 횡방향 활동저항력으로 부터 유도한 값을 조합하여 산정할 수 있다.

4.2.3.2 횡방향 활동저항력의 한계값

- (1) 점토, 모래질 점토, 실트질 점토, 점토질 실트, 실트 및 모래질 실트의 횡방향 활동저항력은 어떠한 경우에도 고정하중의 1/2을 초과해서는 안 된다.

4.2.3.3 깊이에 따른 지지력 증가

- (1) 횡방향 지지력은 표 4.2-1에서 규정한 횡방향 지지력은 깊이 0.3 m가 증가할 때 마다 증가시킬 수 있다. 단, 표 값의 15배를 초과할 수 없다.

4.2.3.4 지지대에 대한 지지력 증가

- (1) 깃대나 표지판과 같은 용도를 위한 독립지지대 및 단기 횡하중으로 인한 지표면의 13 mm 정도 움직임에 유해한 영향을 받지 않는 건물의 지지용으로 사용하는 지지대는 표 4.2-1에 있는 값의 2배에 상당하는 횡방향 지지력을 사용하여 설계할 수 있다.

4.2.4 공식에 의한 수직 지지력 산정법

4.2.4.1 허용 수직지지력

(1) 얇은기초의 허용 수직지지력은 다음 식(4.2-1)으로 구할 수 있다.

$$q_a = \frac{q_u - q_o}{SF} + q_o \quad (4.2-1)$$

여기서, q_a = 허용 수직지지력

q_u = 극한 수직지지력, 최대 3,000 kPa로 제한한다.

q_o = 기초의 저면 수평선에서 상부지반의 유효중량에 의한 압력(즉, $q_o = \gamma'_s D_f$, 여기서 γ'_s 와 D_f 는 기초저면 위에 있는 원지반의 유효 단위체적중량과 깊이)

SF = 안전계수(3 이상)

4.2.4.2 침하량

(1) 얇은기초의 총침하량 S_t 의 산정방법은 KDS 11 50 05에 따른다.

4.2.4.3 극한 수직지지력

(1) 얇은기초의 극한 수직지지력 q_u 는 KDS 11 50 05에 따라 산정한 q_{ult} 로 한다.

4.3 기초벽, 옹벽, 근입 지주 및 지지대

4.3.1 기초벽

(1) 기초벽은 4.3.1.1부터 4.3.1.6의 규정에 따라 설계하고 시공하여야 한다.

(2) 기초벽은 기초에 지지되어야 한다.

4.3.1.1 설계횡토압

(1) 기초벽은 KDS 41 12 00(4.3.2)에 규정한 토압 및 수압에 대하여 설계하여야 한다.

4.3.1.2 불균형 되메움 높이

(1) 불균형 되메움 높이란 외측 마감지표면과 기초벽을 지지하는 콘크리트 기초의 상부면 또는 내측 마감지표면 중 낮은 면과의 차이이다.

(2) 내부에 콘크리트 지면슬래브가 기초벽의 내부면에 밀착되어 있는 경우, 불균형 되메움 높이는 외측 마감지표면에서 내부 콘크리트 슬래브의 상부면까지로 할 수 있다.

4.3.1.3 거친돌쌓기 기초벽

(1) 거친돌쌓기 기초벽은 400 mm 이상의 두께이어야 한다. 거친돌쌓기는 내진설계범주 ‘C’ 또는 ‘D’에 해당하는 구조물의 기초벽에 사용할 수 없다.

4.3.1.4 영구 목재기초

(1) 영구 목재기초는 KDS 41 50 00에 따라서 설계 및 설치하여야 한다.

(2) 목재와 합판은 KDS 41 50 00에 따라서 방부 처리되어야 하며, KDS 41 50 00에 따라 구분되어야 한다.

4.3.1.5 콘크리트 및 조적 기초벽

(1) 콘크리트 및 조적 기초벽은 KDS 41 20 00 및 KDS 41 60 00의 해당 사항에 따라 설계하여야 한다.

4.3.2 옹벽

4.3.2.1 일반사항

(1) 옹벽은 4.3.2.2 ~ 4.3.2.3에 따라서 설계하여야 하며 옹벽은 KDS 11 80 00을 참고한다.

(2) 옹벽은 진동, 활동, 과도한 기초반력 및 부상에 대하여 전체 안정성을 확보하도록 설계하여야 한다.

4.3.2.2 설계 횡토압

(1) 옹벽은 KDS 41 12 00(4.3.2)에서 규정한 토압과 수압에 대하여 설계하여야 한다.

(2) KDS 41 17 00의 내진설계범주 ‘D’에 속하는 경우, 1.8m 이상의 채움높이를 지지하는 옹벽의 설계는 2.11에서 요구한 지반조사결과를 고려하되, 필요시 지진 횡토압의 영향을 추가로 고려해야 한다.

4.3.2.3 안전계수

(1) 옹벽은 지반의 횡작용에 의한 활동과 전도에 대하여 안전율이 1.5 이상이 되도록 설계하여야 한다.

(2) 이 경우에는 KDS 41 12 00(1.7)의 하중조합을 적용하지 않는다. 그 대신 설계는 지진하중계수는 0.7, 이의 하중계수는 1.0 그리고 하나 이상의 변동하중을 0으로 설정한 검증을 근거로 설계하여야 한다.

(3) 활동에 대한 안전율은 옹벽기초 저면의 유효한 지반저항력을 옹벽에 작용하는 순횡력으로 나눈 값으로 한다.

(4) 예외조항으로 지진하중을 고려한 옹벽의 활동 및 전도에 대한 안전율은 1.1 이상이어야 한다.

4.3.3 근입 지주 및 지지대

(1) 땅속 또는 땅속 콘크리트기초 속에 근입된 기둥과 같은 지주 또는 지지대를 이용하여 축력과 횡력에 저항하기 위한 설계는 4.3.3.1부터 4.3.3.3까지의 조항에 따라야 한다.

4.3.3.1 제한사항

(1) 설계절차는 다음의 제한사항에 따라야 한다.

- ① 실트 및 점토에 접한 구조 벽체 및 슬래브의 마찰저항은 기초 또는 슬래브의 무게에 의하여 지반에 작용하는 연직력의 절반으로 제한하여야 한다.
- ② 땅속에 근입된 지주는 제한된 처짐을 제어하는 가새가 없으면, 석고, 조적 또는 콘크리트와 같은 구조 또는 비구조 재료에 대한 횡지지로 사용해서는 안 된다.

(2) 목조 지지대는 제재목 지주에 대해서는 KDS 41 50 00 및 통나무(원목)지주에 대해서는 KDS 41 50 00에 따라서 취급하여야 한다.

4.3.3.2 설계 기준

(1) 횡하중에 저항하는 깊이는 4.3.3.2(1) ~ (3)에 규정된 설계기준을 이용하거나 또는 담당원이 승인한 다른 방법에 의해 결정하여야 한다.

① 지표면 불구속 조건

횡하중 F_h 에 저항하기 위해 필요한 근입깊이 d 는 지표면에서 강체 바닥 또는 단단한 지표 포장면 등에 의한 횡구속이 없는 경우 및 지표면 상부에서 구조적 횡격막에 의한 횡구속이 없는 경우에는 다음 공식을 사용하여 산정할 수 있다.

$$d = 0.5A \left(1 + \sqrt{1 + \frac{4.36h}{A}} \right) \quad (4.3-1)$$

단, 지중 근입깊이 d 는 횡토압 산정 목적으로는 3.6m를 초과하지 않아야 한다.

② 지표면 구속조건

횡하중 F_h 에 저항하기 위해 필요한 근입깊이 d 는 지표면에서 강체 바닥 또는 단단한 포장면 등에 의하여 횡구속이 되는 경우에는 다음 식을 사용하여 산정할 수 있다.

$$d = \sqrt{\frac{4.25F_h h}{S_3 b}} \quad (4.3-2)$$

또는

$$d = \sqrt{\frac{4.25M_y}{S_3 b}} \quad (4.3-3)$$

③ 수직 하중

수직하중에 대한 저항력은 표 4.2-1에 규정된 수직지지력을 사용하여 결정하여야 한다.

4.3.3.3 되메우기

(1) 타설기초에 근입되지 않은 지주 주변의 환상형 공간은 다음 방법 중 하나에 의해 되메우기 하여야 한다.

- ① 되메우기는 기준압축강도 14 MPa 이상의 콘크리트로 하여야 한다. 구멍은 지주저면의 직경보다 100 mm 이상 또는 각형지주의 대각치수보다 100 mm 이상 커야 한다.
- ② 되메우기는 깨끗한 모래로 하여야 한다. 모래는 매 층 두께 200 mm 이하로, 층마다 충분히 다짐하여야 한다.
- ③ 되메우기시 제어된 지강도 재료를 이용할 수 있다.

4.4 얇은기초

4.4.1 일반사항

(1) 얇은기초는 4.4.2 ~ 4.4.13에 따라 설계하여야 하며, KDS 11 50 05를 참고한다.

4.4.2 지지 지반

(1) 얇은기초는 교란되지 않은 지반, 다짐한 채움재 또는 제어된 지강도재료 위에 시공하여야 한다.

4.4.3 계단식 기초

- (1) 기초의 상부면은 평평하여야 하며, 기초의 하부면은 1/10을 초과하지 않는 경사는 허용된다.
- (2) 기초 상부면의 높이에 변화가 필요한 곳 또는 지표면의 경사가 1/10을 초과하는 곳에서는 기초에 단차를 두어야 한다.

4.4.4 기초의 깊이와 폭

(1) 교란되지 않은 지표면 아래로 기초의 깊이는 최소 300 mm 이어야 한다. 4.4.5의 동결보호 요구사항을 적용하여야 할 경우, 이를 만족하여야 한다. 또한 기초의 폭도 최소 300 mm 이어야 한다.

4.4.5 동결 보호

(1) 동결에 대한 보호조치를 하지 않아도 되는 경우를 제외하고는, 건축물과 구조물의 기초 및 그 외 영구 지지부는 동결로부터 다음의 방법 가운데 하나 이상의 방법으로 보호조치를 하여야 한다.

- ① 지역의 지반동결선 아래로 기초저면을 연장한다.

- ② 기초저면의 지반이 동결되지 않도록 적절한 방법으로 열전달을 차단하는 방법으로 시공한다.
- ③ 단단한 압반 위에 설치한다.
- (2) 예외조항으로 다음의 조건을 모두 만족하는 자립식 건축물은 동결보호 조치를 하지 않아도 된다.
 - ① KDS 41 10 05(3)에 따른 건축물의 중요도 분류에서 중요도(3)에 해당되는 경우.
 - ② 경량골조로서 바닥면적이 56 m² 이하이거나 경량골조이외의 구조로서 바닥면적이 37 m² 이하인 경우.
 - ③ 처마높이가 3m 이하인 경우.
- (3) 얇은기초는 동결조건이 영구적이지 않으면 동결지반에 지지해서는 안 된다.

4.4.6 기초 위치

- (1) 조립토질 지반위에 놓이는 기초는 만일 다음 조건의 하나인 경우에는 인접한 기초들의 낮은 가장자리 사이를 연결한 선이 수평과의 이루는 경사가 30도 보다 더 가파르지 않도록 위치하여야 한다.
 - ① 높은 위치의 기초를 지지하는 재료가 횡구속 되거나 유지되지 않는 경우
 - ② 달리 승인된 방법으로 횡지지 되지 않는 경우
 - ③ 공학적 해석에 의해 더 큰 경사가 적합한 것으로 입증되지 않는 경우

4.4.7 경량골조용 표준기초

- (1) 경량골조의 벽체를 지지하는 콘크리트 또는 조적식 기초는 특별히 설계하지 않는 경우, 표 4.4-1에 따라 설계할 수 있다.

표 4.4-1 경량골조의 벽체지지용 기초 ^{1), 2), 3), 4), 5)}

기초가 지지하는 바닥의 수 ⁶⁾	기초폭(mm)	기초두께(mm)
1	300	150
2	380	150
3	460	200 ⁷⁾

- 1) 기초의 깊이는 4.4.4에 따른다.
- 2) 바닥 아래 지반은 기초 상부면의 높이까지 굴착이 허용된다.
- 3) 실내 스테이지벽은 독립기초에 의해 지지하는 것이 허용된다. 기초 폭과 길이는 이 표에 있는 폭의 2배로 하고, 기초의 중심간 간격은 1.8 m 이하로 한다.
- 4) 내진설계범주 'C' 또는 'D'에 해당하는 구조물의 콘크리트 기초에 대한 추가 요구사항은 KDS 14 20 80의 관련 기준에 따른다.
- 5) 기초벽의 두께는 4.3.1.6에 따른다.
- 6) 기초는 규정한 층수 이외에 지붕을 지지할 수 있어야 한다. 지붕만을 지지하는 기초는 지지바닥 수를 1로 간주한다.
- 7) 주거용 소규모 건축물에 대한 무근콘크리트 기초는 150 mm 두께까지 허용된다.

4.4.8 무근콘크리트 기초

- (1) 경량골조 이외 구조의 벽체를 지지하는 무근콘크리트 기초의 단부 두께는 지반 또는 압반에 설치되는 경우 200 mm 이상이어야 한다.
- (2) 예외조항으로 주거용 소규모 건축물을 지지하는 무근콘크리트 기초는 만일 기초가 지지벽체의 양측 어느 측에도 기초두께보다 더 크게 내밀지 않는다면, 기초단부의 두께를 150 mm로 할 수 있다.

4.4.9 조적식 기초

- (1) 조적기초의 설계, 재료 및 시공은 4.4.9.1과 4.4.9.2 그리고 KDS 41 34 00의 규정에 따라야 한다.
- (2) 예외조항으로 경량골조의 벽체를 지지하는 조적기초는 특별히 설계하지 않는 경우, 표 4.4-1에 따라 설계할 수 있다.

4.4.9.1 치수

- (1) 조적기초는 KDS 41 60 00에서 규정한 모르타르로 쌓아야 하고 그 깊이는 벽체, 피어 또는 기둥에서 내민길이의 2배 이상이어야 하며, 그 폭은 지지되는 벽체의 폭보다 200 mm 이상 넓어야 한다.

4.4.9.2 간격 띄우기

- (1) 기초로부터 계단식으로 쌓아올린 벽돌 기초벽에서 각 단의 최대 띄우기는 홑벽쌓기의 경우 38 mm 그리고 이중벽쌓기의 경우 76 mm 이어야 한다.

4.4.10 피어와 커튼월 지지기초

(1) KDS 41 17 00의 내진설계범주 'D'를 제외하고, 피어 및 커튼월 지지기초는 다음의 요구사항을 충족한다면, 지상 2층 이하의 경량골조용 기초로 사용할 수 있다.

- ① 모든 내력벽은 외벽기초와 함께 일체로 결합된 콘크리트 연속기초위에 설치해야 한다.
- ② 내력조적벽의 실제 최소두께는 공칭 100 mm 이상이거나 실제 90 mm 이상이어야 하며, 중심간 배치간격이 1.8 m인 피어와 일체로 결합하여야 한다.

(2) 피어는 KDS 41 60 00과 다음 사항을 준수하여 시공하여야 한다.

- ① 조적조피어의 비지지 높이는 피어 최소치수의 10배를 초과하지 않아야 한다.
- ② 구조용 점토타일 또는 중공 콘크리트조적이 보를 지지하는 피어에 사용될 경우, 셀의 공간을 콘크리트나 KDS 41 60 00에서 규정한 모르타르로 빈틈없이 충전해야 한다.
예외조항으로 피어의 비지지높이가 피어 최소치수의 4배를 초과하지 않는 경우, 비충전 중공피어를 사용할 수 있다.
- ③ 중공피어는 상부에 속한 조적조 또는 콘크리트로 된 100 mm의 꺾을 씌우거나, 또는 상단의 중공에 콘크리트나 그라우트로 충전해야 한다.

(3) 목구조 벽체와 바닥을 지지하는 100 mm 두께인 내력 조적기초벽의 최대높이는 1.2 m 이하여야 한다.

(4) 100 mm 두께인 기초벽의 불균형충진 간격은 속한 조적조일 경우 600 mm, 중공 조적조일 경우 300 mm를 초과해서는 안 된다.

4.4.11 강재격자기초

(1) 구조용형강으로 된 격자기초는 승인된 강재 스페이스로 분리해야 하고 하부로부터 최소 150 mm, 그 외 모든 면에서 최소 100 mm 콘크리트 속에 완전히 매입하여야 한다. 형강 사이의 공간에는 콘크리트 또는 시멘트 그라우트로 완전히 충전해야 한다.

4.4.12 목재기초

(1) 경량의 구조요소, 외벽 및 내벽으로 구성된 소규모 건축물과 그 외 담당원의 승인아래 목재기초를 사용할 수 있다.

(2) 목재기초는 KDS 41 50 00에 따라 다루어야 한다. 취급되는 목재는 영구 지하수위보다 완전히 아래 설치하거나 수몰토지 또는 습지대의 수면위로 돌출한 나무말뚝의 두부로 사용할 경우 별도의 처리를 할 필요가 없다.

(3) 방부처리된 말뚝위에 지지되는 방부처리되지 않은 목재기초에서 나뭇결에 수직인 압축응력

은 KDS 41 50 10에서 규정한 목재의 수종 및 등급에 따른 허용응력의 70 %를 초과해서는 안 된다.

4.4.13 기초 내진결속

(1) 내진설계범주 'D'에 속하는 구조물일 경우 KDS 17 10 00의 지반분류에서 S_v , S_h 로 정의된 지반 위에 설치되는 각각의 확대기초들은 타이로 서로 결속하여야만 한다.

(2) 지면슬래브 또는 철근콘크리트 지면슬래브 내의 철근콘크리트보에 의해 동등한 구속력이 있다는 것을 입증하지 못한다면, 타이는 큰 기초의 설계중력하중에 지진계수($S_{D,S}$)를 곱한 값을 10으로 나눈 값과 작은 기초의 설계중력하중의 25 % 중 작은 값에 상응하는 인장력 또는 압축력을 전달할 수 있어야 한다.

4.5 깊은기초

4.5.1 일반사항

(1) 깊은기초의 해석, 설계, 상세 및 설치는 4.5.1 ~ 4.5.4에 따르며 KDS 11 50 15를 참고한다.

4.5.1.1 지반조사

(1) 깊은기초는 2에서 규정한 지반조사에 근거하여 설계 및 설치하여야 한다.

4.5.1.2 기존 말뚝의 사용

(1) 구조물이 철거된 자리에 남겨진 말뚝들은 이 말뚝들이 손상되지 않고 또한 이 기준의 요구사항들을 충족시킨다는 것을 나타내는 만족할 만한 증빙자료를 담당원에게 제출하지 않는다면, 신축건물의 지지에 사용해서는 안 된다.

4.5.1.3 기둥으로 분류되는 말뚝

(1) 지상, 수중 또는 유동성지반 등의 횡지지되지 않은 부분을 포함하고 있는 말뚝은 그들의 상부에서 4.5.2.1에 부합되도록 적합하게 횡지지가 되어있는 지점까지는 이 기준의 규정에 따라 기둥으로 분류하여 설계하여야 한다.

(2) 예외조항으로 현장타설말뚝의 비지지 높이가 최소수평치수의 3배를 초과하지 않을 경우, KDS 14 20 00에 따라 페테스탈로 간주하여 그와 같은 말뚝을 설계하고 시공할 수 있다.

4.5.1.4 특수형상 말뚝

(1) 특별히 언급하지 않은 말뚝형상은 말뚝의 타당한 시험자료, 계산서 그리고 구조적 물성 및 하중지지력에 관련된 기타 정보에 근거하여 담당원의 승인을 받아 사용할 수 있다. 재료의 허용응력은 어떠한 경우에도 여기서 규정한 제한값을 초과해서는 안 된다.

4.5.2 해석

4.5.2.1 횡지지

- (1) 유동성 토사가 아닌 어떤 토사라도 말뚝의 좌굴을 방지하기에 충분한 횡지지를 할 수 있는 것으로 간주하여, 인정되는 엔지니어링 실무와 이 기준의 적용 규정에 따라서 말뚝을 설계할 수 있다.
- (2) 지상, 수중 또는 유동성지반 등의 횡지지지 않은 부분을 포함하고 있는 말뚝은 토질지반전문 기술자에 의한 지반조사를 근거로 담당원의 승인을 별도로 받지 않는다면 단단한 지반의 경우 1.5m 깊이 지점 또는 연약한 지반의 경우는 3.0m 깊이 지점에서 횡지지지되는 것으로 간주할 수 있다.

4.5.2.2 안정성

- (1) 말뚝은 모든 방향에 대해 횡적 안정을 갖도록 횡지지 되어야 한다. 강제두부로 연결된 3개 이상의 말뚝들은 만일 말뚝들이 말뚝군의 도심에서 방사 방향으로 60도 이상 떨어져 위치한다면 횡지지된 것으로 간주한다.
- (2) 강제두부로 연결된 2개의 말뚝군은 2개의 말뚝을 연결하는 축방향에 대해서는 횡지지된 것으로 간주한다. 말뚝들의 횡지지를 위한 방법들은 담당원의 승인을 받아야 한다.
- (3) 벽체를 지지하는 말뚝들은 효율적인 방법으로 편심 및 횡력에 대해 저항할 수 없거나, 또는 말뚝들의 횡적안정을 위하여 적합한 횡지지를 하지 않는다면, 300 mm 이상의 간격으로 이격된 양쪽 선상에 번갈아 배치하고 또한 벽체 전달하중의 중심에 대해 대칭으로 배치해야 한다.
- (4) 다음과 같은 예외조항을 둘 수 있다.
 - ① 최소수평치수가 600 mm 이상이며, 전체 높이에 대해 4.5.2.1에 의해서 적합하게 횡지지 되고 또한 높이가 최소수평치수의 12배를 초과하지 않는 경우, 횡지지가 없는 현장타설 독립말뚝을 사용할 수 있다.
 - ② 말뚝들의 중심이 지지벽체의 폭내에 위치한다면, 1~2 가구의 주택이나 지상 2층 이하 또는 건물높이 10 m 이하인 경량구조물에 대하여 한 줄로 배치된 말뚝들을 횡지지 없이 사용할 수 있다.

4.5.2.3 침하

- (1) 단일말뚝 또는 무리말뚝 기초의 침하는 승인된 해석법에 의하여 평가하여야 한다.
- (2) 예상침하량에 의해 구조물에 유해한 변형이나 불안정성이 발생하지 않아야 하며, 각 말뚝들에 지지력을 초과하는 하중이 발생하여서도 안 된다.

4.5.2.4 수평하중

- (1) 말뚝의 설계용 모멘트, 전단력 및 수평변위는 책임기술자에 의해 결정된 말뚝본체와 지반의 비선형 상호작용을 고려하여 결정해야 한다.
- (2) 말뚝의 최소 수평치수에 대한 말뚝 매입깊이의 비가 6 이하인 말뚝은 강제말뚝으로 가정할 수 있다.

4.5.2.5 무리말뚝 효과

- (1) 횡력이 작용하는 방향으로 말뚝의 중심간 간격이 말뚝의 수평 최소치수의 8배 미만인 경우 횡방향 거동에 대한 무리말뚝의 효과를 해석에 포함해야 한다.
- (2) 말뚝의 중심간 간격이 말뚝의 수평 최소치수의 3배 미만인 경우 축방향 거동에 대해서도 무리말뚝의 효과를 해석에 포함해야 한다. 단, 압반에 근입된 선단말뚝의 경우는 제외한다.

4.5.3 설계 및 상세

4.5.3.1 설계조건

- (1) 말뚝의 설계는 4.5.3.1①~⑥에 명시된 해당 설계조건들을 포함하여야 한다.

① 콘크리트 말뚝의 설계방법

콘크리트 말뚝이 전체 높이에 걸쳐 4.5.2.1에 따라 횡지지되고, 작용하중에 의해 발생하는 휨모멘트가 우발편심에 의한 휨모멘트보다 크지 않은 경우에는 KDS 41 12 00(1.7.2)의 하중조합과 이 질에 명시된 허용응력을 사용하여 말뚝의 구조설계를 할 수 있다. 그렇지 않을 경우, 콘크리트 말뚝의 구조설계는 KDS 41 12 00(1.7.1)의 하중조합과 승인된 강도설계법을 사용하여야 한다.

② 합성 및 복합 말뚝

단일말뚝이 2가지 이상의 상이한 재료 또는 상이한 말뚝종류로 이음된 단면으로 이루어진 경우, 합성체의 각 단면은 이 기준의 해당 요구사항들을 만족해야 하고, 각 단면의 최대 허용하중은 그 단면의 구조내력으로 제한한다.

③ 위치이탈

기초 또는 상부구조는 75 mm 이상의 말뚝의 위치이탈 영향에 저항할 수 있도록 설계하여야 한다. 말뚝은 위치이탈의 영향을 고려하여 허용설계하중의 110 %까지 초과압축하중에 저항할 수 있도록 설계되어야 한다.

④ 타입말뚝

타입말뚝은 취급, 향타 및 사용하중에 의해 발생하는 모든 응력에 저항할 수 있도록 설계하고 제작하여야 한다.

⑤ 나선형말뚝

나선형말뚝은 지중내 설치 및 사용하중에 의해 발생하는 모든 응력에 저항할 수 있도록 설계하고 제작되어야 한다.

⑥ 케이싱

가. 임시 및 영구 케이싱은 강재로 하여야 하며, 콘크리트타설 중에 붕괴를 방지할 수 있도록 충분히 강해야 하고 이물질이 유입되지 않도록 수밀성이 충분히 확보되어야 한다.

나. 영구케이싱을 구조용 보강 강재로 고려할 경우, 강재를 4.5.3.2(5)에 명시된 조건의 유해물질로부터 보호조치를 강구하여야 한다. 케이싱의 수평접합부는 4.5.3.6에 따른 이음으로 하여야 한다.

4.5.3.2 재료

(1) 콘크리트

콘크리트를 강관내부에 타설하거나 또는 기저에 밀실콘크리트로 확대구근을 형성하는 경우, 굽은골개의 최대 크기는 20 mm 이어야 한다. 밀실하게 채워져야 할 콘크리트의 슬럼프값은 충분히 작은 값이어야 한다.

① 내진갈고리

KDS 41 17 00의 내진설계범주 ‘C’ 또는 ‘D’에 해당하는 구조물의 경우, 콘크리트말뚝에 사용하는 후프, 나선철근 및 타이의 끝은 KDS 14 20 00에 정의된 내진갈고리로 가공하고, 내진갈고리의 끝부분은 구축된 콘크리트코어 속에 묻어야 한다.

(2) 긴장용강재는 KS D 7002의 규정을 따른다.

(3) 구조용강재는 구조용 강말뚝, 강관 및 강판으로 제작한 완전용접 강말뚝은 한국산업표준의 관련 규정을 따른다.

(4) 목재

나무말뚝은 KDS 41 50 00에 따라 말뚝 또는 기둥으로 설계한다.

① 방부처리

가. 영구 구조물을 지지하는 나무말뚝은 방부처리하지 않은 나무말뚝의 상부가 구조물의 생애주기동안 존재할 것으로 추정되는 최저 지하수위보다 아래 있을 것을 입증할 수 없다면 이 절에 따른 방부처리를 하여야 한다.

나. 방부제 및 최종잔류량의 최소치는 KDS 41 50 00 및 KS M1701에 따른다.

다. 방부처리한 나무말뚝은 공인기관이 운영하는 품질관리프로그램의 적용을 받아야 한다. 나무말뚝의 절단은 관련 표준시방서에 따라 처리한다.

(5) 재료보호

① 시추기록 또는 지반조건이 토양성분, 지하수위의 변화 또는 기타요인으로 인하여 말뚝에 사용되는 재료에 유해한 작용을 할 것 같은 경우, 담당원의 승인을 받은 적합한 재료, 방법 또는 공정에 의해 말뚝을 보호하여야 한다. 말뚝의 설치작업 중 보호재의 효과가 없어지지 않도록 보호재를 적용하여야 한다.

② 특수목적을 위한 보호수단의 효력은 만족할만한 사용실적 또는 기타 증빙에 의해 철저히 입증되어야 한다.

(6) 허용응력

말뚝에 사용하는 재료의 허용응력은 표 4.5-1에서 규정한 값을 초과해서는 안 된다.

표 4.5-1 말뚝에 사용하는 재료의 허용응력

재료 종류 및 조건	최대허용응력 ¹⁾
1. 압축을 받는 콘크리트 또는 그라우트 ²⁾	
• 4.5.3.2(7)에 따른 영구케이싱된 현장타설	$0.40f_{ck}$
• 강관 및 기타 영구케이싱 또는 암반 속 현장타설	$0.33f_{ck}$
• 영구케이싱이 없는 현장타설	$0.30f_{ck}$
• 프리캐스트	$0.33f_{ck}$
• 프리스트레스트 프리캐스트	$0.33f_{ck} - 0.27f_{pc}$
2. 압축을 받는 철근	$0.40f_y \leq 200\text{MPa}$
3. 압축을 받는 강재	
• 콘크리트충진강관 내부의 코어	$0.50F_y \leq 220\text{MPa}$
• 4.5.3.2(8)에 따라 입증된 강관 또는 H형강	$0.50F_y \leq 220\text{MPa}$
• 마이크로파일용 강관	$0.40F_y \leq 220\text{MPa}$
• 이외 강관 또는 H형강	$0.35F_y \leq 110\text{MPa}$
• 나선형 강재	$0.60F_u \leq 0.50F_u$
4. 인장을 받는 철근	
• 마이크로파일 내부 철근	$0.60f_y$
• 이외 철근	$0.50f_y \leq 165\text{MPa}$
5. 인장을 받는 강재	
• 4.5.3.2(8)에 따라 입증된 강관 또는 H형강	$0.50F_y < 220\text{MPa}$
• 이외 강관 또는 H형강	$0.35F_y \leq 110\text{MPa}$
• 나선형 강재	$0.60F_u \leq 0.50F_u$
6. 목재	KDS 41 50 00에 따른다.

1) f_{ck} 는 콘크리트 또는 그라우트의 설계기준압축강도, f_{pc} 는 유효 프리스트레스 힘에 의한 총콘크리트단면에 대한 압축응력, f_y 는 철근의 설계기준항복강도, F_y 는 강재의 설계기준항복강도, F_u 는 강재의 최소인장강도.
 2) 콘크리트 순간면적에 적용하는 응력(콘크리트 표면 안의 총단면에 적용하는 응력. 임시 또는 영구 케이싱이 사용되는 경우 케이싱의 내면이 콘크리트 표면으로 고려되어야 한다.).

(7) 케이싱된 현장타설말뚝의 허용압축응력 증가

다음의 조건을 모두 충족하는 영구 케이싱된 현장타설말뚝에 대해서는 표 4.5-1에 규정한 바와 같이 콘크리트의 허용압축응력을 증가시킬 수 있다.

- ① 케이싱은 부과되는 축하중을 부담하지 않도록 설계하여야 한다.
- ② 케이싱은 끝이 밀봉되고 심축구동으로 항타해야 한다.
- ③ 케이싱의 두께는 제작자의 표준 게이지 No. 14 (1.75 mm) 이상이어야 한다.
- ④ 케이싱은 이음매가 없거나 또는 모재와 동등한 강도의 이음매이어야 하며, 현장타설콘크리트를 구속할 수 있는 형상이어야 한다.

⑤ 설계기준압축강도(f_{ck})에 대한 강재의 항복강도(F_y)비는 6 이상이어야 한다.

⑥ 말뚝의 공칭직경은 400 mm 이하이어야 한다.

(8) 규정 외의 허용응력의 입증

① 4.5.3.2(6)에서 규정한 값보다 더 높은 허용응력을 사용할 경우, 더 높은 허용응력을 입증할 수 있는 근거자료를 담당원에게 제출하여야 하며, 그러한 근거자료에는 다음과 같은 내용이 포함되어야 한다.

가. 2에 따른 지반조사.

나. 말뚝의 지지하중과 상관없이 4.5.3.3.1(2)에 따른 재하시험.

② 말뚝의 설계 및 시공은 책임기술자의 직접적인 감독하에 실시하여야 하며, 책임기술자는 설치된 말뚝이 설계기준에 충족하다는 내용의 보고서를 담당원에게 제출하여야 한다.

4.5.3.3 허용하중의 결정

(1) 말뚝의 허용 축하중과 수평하중은 승인된 공식, 재하시험 또는 해석법에 의해 결정되어야 한다.

4.5.3.3.1 허용축하중

(1) 항타기준

① 타입말뚝의 허용압축하중을 승인된 항타공식을 적용하여 산정하는 경우 360 kN을 초과해서는 안 된다. 360 kN을 초과하는 허용하중에 대해서는 극한하중에서의 타격당 타입응력 및 순변형에 대한 항타성을 파동방정식 분석법을 사용하여 평가하여야 한다.

② 4.5.3.3.1(2)에 따른 재하시험에 의해 허용하중을 검증하여야 한다. 중력낙하 또는 동력구동 햄머의 공식 또는 파동방정식 하중을 산정한다.

③ 사용할 햄머의 에너지는 항타기의 크기, 힘 및 중량과 최대한 일관성있게 해야 한다. 타격추는 담당원의 승인하에서만 사용할 수 있다. 최종관입 직전에는 새로운 햄머쿠션 또는 말뚝 쿠션을 사용할 수 없다.

(2) 재하시험

재하시험은 다음 항목을 기본으로 하며, 규정하지 않은 내용은 KDS 11 50 15 기준을 따른다.

① 설계압축하중이 4.5.3.2(6)에 규정한 허용응력을 사용하여 산정한 값보다 클 경우, 말뚝의 설계하중이 불확실할 경우, 또는 콘크리트 다짐이나 기성기저부를 타입하여 기저부에 확대구근을 형성한 현장타설말뚝인 경우, 제어 시험말뚝은 KS F 2445(정적재하시험) 또는 KS F 2591(동적재하시험)에 따라 시험하여야 한다.

② 담당원이 요구할 경우, 안전하게 설계성능을 확보할 필요가 있는 곳에 추가로 말뚝재하시험을 하여야 한다. 재하시험에 의한 허용압축지지력은 항복하중의 1/2 및 극한하중의 1/3 중 작은 값으로 한다.

③ 극한축하중은 4.5.2.3에 따라 설계하중에 의한 허용 전체침하 및 부등침하를 고려하여 책임기술자가 결정하여야 한다.

④ 차후에 시공하는 말뚝은 다음 조건을 만족하는 경우에 제어말뚝(기준말뚝)의 지지력과 동등한 지지력을 갖는 것으로 간주한다.

가. 모든 말뚝이 시험말뚝과 같은 형태, 규격 및 상대길이가 된 경우

나. 시험말뚝과 같거나 비슷한 방법 및 장비를 사용하여 시공한 경우

다. 시험말뚝과 유사한 지반조건에서 시공한 경우

라. 항타기는 관입율(타격당 순변형)이 동일한 햄머로 비슷한 항타거리에서 항타한 시험말뚝의 관입율 이하일 경우

(3) 허용마찰저항력

① 케이싱이 없는 현장타설말뚝의 마찰저항력은 (2)에서 규정한 지반조사를 근거로 담당원의 승인을 받거나 또는 (2)에 따른 재하시험에 의해 더 큰 지지력을 입증하지 않는다면, 표 4.2-1에 규정한 최소값이에서의 지반지지력의 1/6 그리고 최대 24 kPa을 초과해서는 안 된다.

② (2)에 따른 지반조사에 의해 산정하지 않는다면, 주면마찰저항력과 선단지지력을 동시에 고려해서는 안 된다.

(4) 단일말뚝의 인발저항력

① 인발에 대해 설계해야 할 경우, 단일말뚝의 인발저항력은 최소 안전율 3에 기반한 승인된 해석법에 의하거나 또는 ASTM D 3689에 따라 시행한 재하시험에 의해 산정해야만 한다.

② 최대 허용인발하중은 ASTM D 3689에 따라 시행한 재하시험의 결과를 사용하여 4.5.3.3.1(2)에서 산정한 극한지지력을 안전율 2로 나눈 값을 초과해서는 안 된다.

③ 예외조항으로 풍하중 또는 지진하중에 의한 인발일 경우, 인발저항력에 대한 최소 안전율은 해석에 의해 산정할 경우 2로 해야 하고, 재하시험에 의한 경우 1.5로 해야 한다.

(5) 무리말뚝의 인발저항력

① 인발을 받는 무리말뚝에 대해, 무리말뚝의 허용인발하중은 승인된 해석법으로 산정해야 한다. 무리말뚝의 중심간 배치간격이 최대 단일말뚝의 수평 최소치수의 3배 이하인 경우, 무리말뚝의 허용인발하중은 다음 중 작은 값으로 할 수 있다.

가. 제시된 개별 말뚝의 허용인발하중에 무리말뚝의 분수를 곱한 값.

나. 무리말뚝의 외측을 이은 둘레길이에 말뚝길이에 둘러싸인 블록내에 포함된 무리말뚝과 흙의 유효중량 2/3와 무리말뚝 외측면의 흙 블록면을 따라 발생하는 흙의 극한전단강도의 2/3를 곱한 값.

(6) 하중지지력

지반에 의한 말뚝의 허용지지력은 KDS 11 50 15의 관련 조항에 따른다.

(7) 굵은 말뚝

가파르게 또는 완만하게 굵은 말뚝의 하중지지력은 승인된 해석법 또는 시험말뚝의 재하시험에 의해 산정하여야 한다.

(8) 나선형말뚝

나선형말뚝의 허용설계축하중, P_a 은 다음과 같이 산정한다.

$$P_a = 0.5P_u \tag{4.5-1}$$

여기서, P_u 는 다음 중 최소값으로 한다.

- ① 나선형 지지판의 면적에 지지층을 구성하는 흙 또는 암반의 극한지지력을 곱한 값의 합
- ② 설치회전력과의 상관관계에 관한 충실한 증빙자료에 의해 산정한 극한지지력
- ③ 재하시험에 의한 극한지지력
- ④ 말뚝본체의 극한지지력
- ⑤ 말뚝본체 연결부의 극한지지력
- ⑥ 말뚝에 부착된 나선형 지지판의 극한지지력의 합

4.5.3.3.2 허용수평하중

(1) 수평하중에 대해 설계할 필요가 있는 경우, 단일말뚝 또는 무리말뚝의 수평하중지지력은 해석 또는 설계하중의 최소 2배에 해당하는 수평재하시험에 의해 결정하여야 한다.

(2) 그 결과에 의한 최종 허용수평하중은 예상되는 수평이동으로 인하여 구조물에 유해한 비틀림이나 불안정을 초래하거나 또는 어느 말뚝의 하중도 지지력을 초과하는 문제가 일어나지 않는다는 것을 입증할 수 없다면, 말뚝상부와 지표면 사이 낮은 곳에서 총 25 mm 수평이동 시키기 위한 하중 이하로 해야 한다.

4.5.3.4 침강성토지반

- (1) 침강성토지반 또는 그 침강지층에 말뚝을 설치하거나 하부의 더 단단한 지반에 말뚝이 지지 될 경우, 상부의 침강지층에 의해 말뚝에 부과될 수 있는 부마찰력을 고려하여야 한다.
- (2) 침강성토지반에 의한 영향으로 부과되는 하중을 말뚝에 고려할 경우, 만족할만한 증빙자료를 제출한다면, 이 장에서 규정한 허용응력을 증가시킬 수 있다.

4.5.3.5 말뚝의 치수

(1) 프리캐스트

기성콘크리트말뚝의 수평 최소치수는 200 mm이다. 정방형말뚝의 모서리는 모따기를 해야 한다.

(2) 현장타설 또는 그라우팅

현장타설 및 그라우팅 말뚝은 다음과 같은 요구사항을 만족해야 한다.

① 케이싱 있는 말뚝

영구적인 케이싱이 있는 제자리타설말뚝의 공칭외경은 200 mm 이상이어야 한다.

② 케이싱이 없는 말뚝

영구적인 케이싱이 없는 제자리타설말뚝의 직경은 300 mm 이상이어야 한다. 말뚝길이는 평균직경의 30배를 초과하지 않아야 한다.

예외조항으로 만일 책임기술자의 직접적인 감독하에 말뚝의 설계와 시공을 한다면, 말뚝길이는 직경의 30배를 초과할 수 있다. 책임기술자는 말뚝이 승인받은 시공도서에 따라 설치되었음을 입증하는 보고서를 담당원에게 제출하여야 한다.

③ 마이크로파일

마이크로파일의 외경은 300 mm 이하 이어야 한다. 4.4.3.5의 다른 곳에서 규정한 최소직경조항은 마이크로파일에는 적용하지 않는다.

(3) 강제말뚝

강제말뚝은 이 절의 요구사항을 만족하여야 한다.

① H형강말뚝

가. H형강말뚝의 단면은 다음에 따라야 한다.

나. 플랜지의 내민길이는 플랜지 또는 웨브의 최소두께의 14배를 초과해서는 안 되며, 플랜지폭은 단면 춤의 80 % 이상이어야 한다.

다. 웨브방향의 공칭춤은 200 mm 이상이어야 한다.

라. 플랜지 및 웨브의 공칭두께는 최소 9.5 mm 이어야 한다.

② 강관말뚝

가. 강관말뚝의 공칭외경은 200 mm 이상이어야 한다.

나. 선단개방형 강관말뚝을 타입할 경우에 다음 조건을 만족해야 한다.

(가) 강관말뚝은 말뚝햄머에너지에 저항할 수 있도록 1,360 Nm 마다 강제단면이 최소 220 mm² 씩 증가

(나) 항복강도가 240 MPa을 초과하는 강재와 동등한 강도

(다) 말뚝단면이 선진된 햄머에 적합한지를 평가하기 위해 파동방정식해석을 사용하여 항타로 인한 압축응력을 평가

(라) 4.6 mm 미만의 벽두께를 가진 강관말뚝을 선단개방으로 타입할 경우, 적합한 커팅슈를 씌워야 함.

③ 나선형말뚝

중심축의 치수 및 나선형 지압관의 수, 크기 및 두께는 설계하중을 지지하기에 충분하여야 한다.

4.5.3.6 말뚝의 이음

(1) 말뚝의 이음은 설치 및 후속공사 중 말뚝의 구성부품들의 정확한 위치와 정렬을 유지하도록 시공하여야 하며, 항타작업 및 설계하중조합에 대하여 이음부에서 발생하는 축력, 전단력 및 모멘트에 저항할 수 있도록 설계하여야 한다.

(2) 동일 종류의 말뚝을 이음할 경우, 이음내력은 약한 단면의 휨강도의 50 % 이상이어야 한다. 다른 재료 또는 다른 형태의 말뚝을 이음할 경우, 이음부 내력은 약한 단면의 전체 압축강도와 인장 및 휨 강도의 50 % 이상이어야 한다. 강제코어 단면을 이음할 경우, 단부 접합면을 완전히 접촉되도록 가공 또는 연마하고 전체 두께를 용접하여야 한다.

(3) 말뚝매입부의 상부 3.0 m 이내에서의 이음은 축하중의 가상편심 75 mm에 의한 모멘트 및 전단력에 대해 허용응력으로 저항할 수 있도록 설계하여야 하며, 또는 말뚝을 매입부의 상부 3.0 m 이내에 이음이 없는 다른 말뚝에 4.5.2.2에 따라서 횡지하여야 한다.

(4) 내진설계범주 'C' 및 'D'

내진설계범주 'C' 또는 'D'에 속하는 구조물의 말뚝이음은 다음 중 작은 값을 발현해야 한다.

① 말뚝의 공칭강도

② KDS 41 1700(6.1)에 따른 초과강도계수를 포함한 지진하중효과에 의해 발생하는 축력, 전단력 및 모멘트

4.5.3.7 말뚝의 두부정리 상세

(1) 말뚝상부의 보강철근의 최소길이 또는 촘촘히 배근된 횡구속철근의 범위를 규정하는 경우, 규정된 길이 또는 범위가 두부정리 후에도 유지될 수 있도록 규정하여야 한다.

4.5.3.8 프리캐스트 콘크리트말뚝

(1) 철근

① 종방향 철근은 대칭형태로 배근하여야 하며, 다음과 같은 중심간 간격의 띠철근 또는 나선 철근으로 횡방향을 구속하여야 한다.

- 가. 양단에서 처음 5개의 띠철근 또는 나선철근은 25 mm 이하 간격
- 나. 양단으로부터 첫 600 mm 내의 나머지 구간은 100 mm 이하 간격
- 다. 그 외 구간은 150 mm 이하 간격

② 띠철근과 나선철근의 규격은 다음과 같아야 한다.

- 가. 말뚝의 수평 최소치수가 400 mm 이하인 경우, 5.6 mm 이상의 철선
- 나. 말뚝의 수평 최소치수가 400 mm를 초과 500 mm 미만인 경우, 6 mm 이상의 철선
- 다. 말뚝의 수평 최소치수가 500 mm 이상인 경우, 6.4 mm 이상 원형철근 또는 6.6 mm 이상의 철선

(2) 비인장 기성콘크리트말뚝

① 최소철근비
종방향 철근은 4개 이상으로 최소철근비가 0.8 % 이상 이어야 한다.

② 내진설계범주 'C' 및 'D'에서의 내진보강
4.5.3.13 말뚝기초의 내진상세에 따른다.

(3) 프리스트레스트 기성콘크리트말뚝

① 유효 프리스트레스
유효프리스트레스는 프리스트레싱 강재에서 207 MPa의 프리스트레스 손실 가정에 근거한 것이며, 프리스트레싱 강재의 인장응력은 KDS 14 20 00에 규정된 값들을 초과해서는 안 된다.

② 내진설계범주 'C' 및 'D'에서의 내진보강
4.5.3.13 말뚝기초의 내진상세에 따른다.

4.5.3.9 현장타설말뚝

(1) 설계균열모멘트

구조용 강관으로 둘러싸지 않은 현장타설말뚝의 설계균열모멘트(ϕM_n)는 다음 식(4.5-2)로 산정하여야 한다.

$$\phi M_n = 0.25 \sqrt{f_{ck}} S_m \tag{4.5-2}$$

(2) 소요 철근

인발력을 받거나 또는 KDS 41 12 00(1.7.1)의 하중조합으로 산정된 소요휨강도가 4.5.3.9(1)에 따라 산정한 설계균열모멘트를 초과하는 경우, 구조용 강관으로 둘러싸지 않은 현장타설말뚝은 보강하여야 한다.

(3) 철근 배근

필요한 철근보강은 조립 후 함께 계속하여, 말뚝 보강부분을 콘크리트로 충전하기 전에 일체로 말뚝 내에 설치하여야 한다.

예외규정:

- ① 물뿔길이가 1.5 m 이하인 다월은 콘크리트가 아직 반유동체 상태일 경우, 콘크리트 타설 후에 설치할 수 있다.
- ② 중공 오거로 설치하는 말뚝의 경우, 얽은 철근망은 말뚝 콘크리트를 타설한 후, 콘크리트가 아직 반유동체인 상태에서 설치하여야 한다. 횡방향 띠철근이 없는 종방향 철근은 콘크리트를 타설하기 전에 오거의 중공을 통해서 설치하거나, 또는 콘크리트를 타설한 후 콘크리트가 아직 반유동체인 상태에서 설치해야 한다.
- ③ 경량골조로 된 2층 이하의 주거용 소규모 건축물의 경우, 철근보강은 콘크리트를 타설한 후 콘크리트가 아직 반유동체인 상태에서 설치할 수 있으며, 시공방법이 담당원의 요구를 충족할 수 있다면, 콘크리트 피복두께는 50 mm로 저감할 수 있다.

(4) 내진보강

4.5.3.13 말뚝기초의 내진상세에 따른다.

(5) 저면확장말뚝

선단을 확장 천공한 저면확장말뚝의 경우, 벨의 가장자리 두께는 기초 가장자리에 필요한 두께 이상이어야 한다. 벨의 사면이 수평에서 60도 이내의 각도로 경사질 경우, 수직전단의 영향을 고려하여야 한다.

(6) 암반정착말뚝

- ① 암반정착말뚝은 기암반까지 영구 원형강관이나 각형강관 케이싱을 설치하고, 암반속은 케이싱없이 천공하여, 케이싱과 암반속 모두 콘크리트로 충전하여야 한다. 암반정착말뚝은 승인된 해석법으로 구해진 길이에 대해 철근 또는 구조용 강재로 중심부를 보강해야 한다.
- ② 암반소켓 깊이는 2이상의 안전율로 말뚝의 전 지지력이 발현될 수 있도록 충분해야 하며, 또한 원형강관이나 각형강관 케이싱의 외경이상 이어야 한다. 암반소켓 깊이는 소켓저면의 허용지지력과 소켓측면의 부착력을 합한 것에 근거하여 설계할 수 있다.
- ③ 구조용 강재로 중심부를 보강할 경우, 강재코어의 총단면적은 말뚝 총단면적의 25% 이하이어야 한다.

4.5.3.10 마이크로파일

(1) 마이크로파일의 시공

마이크로파일은 토사, 암 또는 토사와 암의 혼합지반에서는 부착구간에 의해 지지력이 발현되어야 한다. 마이크로파일은 그라우팅해야 하고, 말뚝의 전장을 따라 모든 단면에서 강관 또는 철근으로 보강하여야 한다. KDS 14 20 00의 규정에 따른 인장 정착길이 이상 강관의 단면내부로 철근을 연장함으로써 이형철근으로부터 강관으로 하중을 전이할 수 있다.

(2) 마이크로파일의 재료

- ① 마이크로파일의 보강은 KS D3504에 따른 이형철근으로 한다.
- ② 강관의 두께는 4.8 mm 이상이어야 한다. 이음은 4.5.3.6에 따라야 한다. 강관은 품질검사증명서(MTC) 또는 강관 중량 18.0 ton당 2개의 시편 시험성적서에 표기된 항복강도는 310 MPa 이상, 연신율은 15% 이상 이어야 한다.

(3) 마이크로파일의 철근보강

- ① 임시 또는 영구 케이싱의 내부 또는 암반을 천공한 구멍이나 그라우트와 함께 천공한 구멍의 내부를 그라우트한 마이크로파일 또는 그 일부는, 강관 또는 보강철근이 설계압축하중의 40% 이상을 지지하도록 설계하여야 한다.
- ② 임시 또는 영구 케이싱이 없이 그리고 그라우트하는 동안 구멍직경을 확인할 적절한 장치도 없이 지반에 노출된 구멍을 그라우트한 마이크로파일 또는 그 일부는 모든 압축하중을 보강철근이 지지하도록 설계하여야 한다.
- ③ 강관이 보강용으로 사용된 경우, 강관내에 밀폐된 그라우트 부분은 그라우트의 허용응력을 산정하는데 포함할 수 있다.

(4) 마이크로파일의 내진보강

KDS 41 17 00의 내진설계범주 'C'에 속하는 구조물의 경우, 마이크로파일 상부에서 곡률 0인 점(변곡점)까지 영구 강제케이싱으로 보강해야 한다. 내진설계범주 'D'에 속하는 구조물의 경우, 마이크로파일은 대안 시스템으로 고려하여야 한다. 검토 및 승인을 득하기 위하여, 대안 시스템에 대한 설계, 증빙서류 및 시험자료를 담당원에게 제출하여야 한다.

4.5.3.11 말뚝기초판

- (1) 말뚝기초판은 철근콘크리트로 타설하고, 지중보, 기초판을 포함한 수직말뚝에 접합되는 모든 부재들을 포함한다.
- (2) 말뚝기초판 바로 밑 지반은 어떠한 수직하중도 지지하는 것으로 고려해서는 안된다.
- (3) 수직말뚝의 머리는 75 mm 이상 말뚝기초판에 매입하여야 하고, 말뚝기초판은 말뚝 가장자리에서 100 mm 이상 확장해야 한다.
- (4) 말뚝머리는 기초판을 타설하기 전에 건전한 부분까지 절단 또는 쪼아내어 두부를 정리 한다.

4.5.3.12 지중보

- (1) KDS 41 17 00의 내진설계범주 'D'에 속하는 구조물의 경우, 지중보는 KDS 41 12 00에 있는 식(1.7-5) 및 식(1.7-7) 또는 식(1.7-12), 식(1.7-13) 및 식(1.7-15)의 초과강도계수를 포함한 지진하중효과에 저항하도록 설계된 경우를 제외하고 KDS 14 20 80(4.7.3)에 따라야 한다.

4.5.3.13 말뚝기초의 내진상세

- (1) KDS 41 17 00 내진설계범주 C 또는 D로 분류된 구조물에 사용하는 콘크리트 말뚝의 띠철근 및 나선철근은 KDS 41 20 00(4.3 및 4.18)에서 규정하고 있는 갈고리 상세에 따라 배근하여야 한다.
- (2) KDS 41 17 00 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 특별지진하중으로부터 발생된 축력, 전단력, 모멘트
- (3) KDS 41 17 00 내진설계범주 C 또는 D로 분류된 구조물에서 프리텐션이 사용되지 않은 기성 콘크리트말뚝의 종방향 주철근비는 전체 길이에 대해 1% 이상으로 하고, 횡방향철근은 직경 9.5 mm 이상의 폐쇄띠철근이나 나선철근을 사용하여야 한다.
- (4) KDS 41 17 00 내진설계범주 C로 분류된 구조물의 현장타설말뚝에서 종방향 주철근은 4개 이상 또한 설계단면적의 0.25% 이상으로 하고, 말뚝머리로부터 다음에 규정하는 최댓값의 구간에 배근하여야 한다.
 - ① 말뚝길이의 1/3
 - ② 말뚝최소직경의 3배

- ③ 3.0 m
- ④ 말뚝의 상단으로부터 식 (4.5-2)에 따라 계산한 설계균열모멘트가 KDS 41 12 00(1.7)의 하중조합을 반영하여 산정한 소요휨강도를 초과하는 지점까지의 거리
- (5) 현장타설말뚝의 횡방향철근은 직경 10 mm 이상의 폐쇄띠철근이나 나선철근을 사용하고, 간격은 말뚝머리부터 말뚝직경의 3배의 구간에는 주철근직경의 8배와 150 mm중 작은값 이하로 하고, 나머지 구간의 간격은 주철근직경의 16배를 초과하지 않아야 한다.
- (6) KDS 41 17 00 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 (4.5-2)에 따라 계산한 설계균열모멘트가 KDS 41 10 15(1.7)의 하중조합을 반영하여 산정한 소요휨강도를 초과하는 지점까지의 거리
- (7) KDS 41 17 00 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) KDS 41 17 00 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.

4.5.4 말뚝의 설치

- (1) 단일말뚝이 2개 이상의 이질재료로 구성된 단면이거나 또는 종류가 다른 단면을 이음한 경

우, 각 단면은 해당 설치조건들을 만족하여야 한다.

4.5.4.1 구조적 건전성

- (1) 말뚝기초는 인접 구조물 또는 설치 중이거나 또는 기 설치된 말뚝들의 구조적 건전성에 나쁜 영향을 끼칠 수 있는 비틀림이나 손상을 방지하고, 다른 말뚝들을 제대로 설치할 수 없을 정도의 주변지반 다짐을 피하기 위한 방법과 절차에 따라 설치하여야 한다.

① 기성콘크리트말뚝의 압축강도

콘크리트는 설계기준압축강도(f_{ck})의 75 % 이상의 압축강도에 도달해야 하며, 또한 취급 및 향타 과정에 충분히 견딜 수 있는 강도 이상이어야 한다.

② 케이싱

현장타설말뚝이 불안정한 지반에 형성되고 또한 콘크리트를 개방천공에 타설하는 경우, 콘크리트 타설 전에 케이싱을 천공 속에 삽입해야 한다. 콘크리트를 타설하면서 케이싱을 빼낼 경우, 콘크리트 타설높이는 수압이나 횡도압을 상쇄하기에 충분한 높이를 케이싱 밑면에서 위로 유지하여야 한다.

③ 케이싱되지 않은 콘크리트의 인접향타

담당원의 승인 없이는, 콘크리트 충전 후 재령 48시간 경과 전에 케이싱되지 않은 말뚝으로부터 자갈층에서는 중심간 거리가 말뚝직경의 6배 이내 또는 점토질 지반에서는 말뚝길이의 1/2이내에서 말뚝의 향타작업을 해서는 안 된다. 완성된 말뚝의 콘크리트 표면이 상승하거나 또는 하강하면, 그 말뚝은 보강 또는 교체하여야 한다. 케이싱 안 된 타설말뚝은 용기를 야기할 수 있는 지반에 설치해서는 안 된다.

④ 케이싱된 콘크리트의 인접향타

담당원의 승인 없이는, 콘크리트 충전 후 재령 24시간 경과 전에 케이싱된 말뚝의 평균직경 4.5배 이내에서 말뚝의 향타작업을 해서는 안 된다. 타입 시 지반용기가 예상되는 케이싱에는 콘크리트를 타설해서는 안 된다.

⑤ 결함이 있는 목재말뚝

목재말뚝의 관입율이 상당히 급격하게 증가한다면 예상되는 손상에 대하여 조사하여야 한다. 관입율의 급격한 증가 원인이 지반층의 특성과 관계없으면, 말뚝은 조사를 위해서 제거하거나 또는 폐기하여야 한다.

4.5.4.2 확인검사

- (1) 말뚝재질은 제작 시점부터 설치 시점까지 지속적으로 유지된 동일재질의 규정된 등급에 대한 적합성을 확인하거나 또는 규정된 등급에 대한 적합성을 결정하기 위해서 승인된 기관에

서 시험하여야 한다. 승인된 기관은 담당원에게 준법서약서를 제출하여야 한다.

4.5.4.3 배치계획도면

(1) 말뚝을 설치하기 전에, 말뚝의 위치와 명칭이 표시된 도면을 담당원에게 제출하여야 한다. 말뚝에 대한 상세한 기록은 도면에 표시된 말뚝에 해당되는 재원을 지니고 있어야 한다.

4.5.4.4 선굴착

(1) 분사, 굴착 또는 그 밖의 방법에 의한 선굴착은 담당원의 승인을 받아야 한다. 선굴착이 승인된 경우, 재하시험해야 하는 말뚝에 사용된 동일한 방식과 기 설치된 말뚝의 내력을 손상하거나 또는 인접구조물을 손상하지 않는 방식으로 선굴착하여야 한다.

(2) 말뚝선단은 소요 내력 또는 관입량에 도달할 때까지 선굴착된 깊이보다 아래로 더 깊이 타입하여야 한다.

4.5.4.5 진동 향타

(1) 진동향타기는 말뚝지지력이 4.5.3.3.1(2)에 따른 재하시험으로 확인된 경우에만 말뚝의 설치에 사용하여야 한다.

(2) 공장제작말뚝은 동력소비량, 관입률 또는 그 외에 말뚝성능이 시험말뚝의 성능과 동등 이상임을 확보하는 승인된 방법에 따라 조절하여 설치하여야 한다.

4.5.4.6 용기된 말뚝

(1) 인접말뚝의 항타작업 중 용기된 말뚝은 소요 내력과 관입량을 얻기 위해 필요한 경우 재항타하거나, 말뚝의 내력을 4.5.3.3.1(2)에 따른 재하시험으로 확인하여야 한다.

4.5.4.7 확대지면 현장타설말뚝

(1) 콘크리트 다짐 또는 기성콘크리트말뚝 지면을 항타하여 형성된 현장타설말뚝의 확대지면은 자갈층에 형성하거나 타입하여야 한다.

(2) 그러한 말뚝들은 현장에 적용하기 위해 시험타하여 성공한 시험말뚝과 같은 방식으로 시공하여야 한다.

(3) 토단 또는 다른 유기질토양을 관통하는 말뚝본체는 영구적인 강계케이싱으로 피복해야 한다.

(4) 케이싱된 본체를 사용하는 경우, 본체는 기동작용에 저항하도록 충분히 보강하거나 또는 지반에 의한 횡지지를 재확보하기 위해서 본체 주위의 환상공간을 충분히 충전하여야 한다.

(5) 지반용기가 일어나는 경우, 말뚝이 손상되지 않고 설계하중의 2배를 지지할 수 있다는 것을

인증하지 않으면, 그 말뚝은 교체하여야 한다.

4.5.4.8 중공오거굴착 현장타설말뚝

(1) 콘크리트 또는 그라우트를 중공오거로 압송하여 타설하는 경우, 오거를 시계방향으로 회전하여 철거할 수 있다. 오거장비는 일정한 속도 또는 300 mm 이하의 증가속도로 철거해야 하므로, 콘크리트 타설 또는 그라우팅의 송출압력은 상시 측정하여, 정수압과 횡토압을 상쇄하기에 충분한 정도로 높게 항상 유지하여야 한다.

(2) 각 말뚝에 타설한 콘크리트 또는 그라우트의 체적이 오거로 천공한 구멍의 이론상 체적 이상임을 확인하기 위하여 콘크리트 또는 그라우트의 체적을 측정하여야 한다.

(3) 말뚝의 설치과정이 중단되거나 또는 콘크리트나 그라우트의 타설압력이 떨어진 경우, 말뚝은 설치가 중단되거나 또는 콘크리트나 그라우트의 타설압력이 떨어진 후 재가동되는 시점의 오거 선단 위치에서 아래로 1.5 m까지 재천공하여야 한다.

(4) 오거로 천공하여 현장타설하는 말뚝은 담당원의 승인을 받지 않으면, 재령 12시간 미만의 콘크리트나 그라우트로 충전한 말뚝과의 중심간 거리가 말뚝직경의 6배 이내에서는 설치해서는 안 된다.

(5) 설치가 끝난 말뚝의 콘크리트 또는 그라우트의 높이가 인접말뚝의 설치로 인해 내려가면, 그 말뚝은 교체하여야 한다.

4.5.4.9 암반정착말뚝

(1) 암반정착말뚝에서 암반구멍 및 강관 케이싱은 콘크리트를 충전하기 전에 이물질들을 완전히 청소해야 한다. 강재코아는 암반구멍 저면의 시멘트 그라우트에 묻어야 한다.

4.5.4.10 마이크로파일

(1) 마이크로파일은 케이싱을 하거나 또는 케이싱 없이 회전이나 타격 천공법으로 굴착된 구멍에 형성할 수 있다. 말뚝은 액상 시멘트그라우트로 그라우팅해야 한다.

(2) 그라우트는 양질의 그라우트가 말뚝상부로 되돌아 흘러나올 때까지 말뚝저면까지 내린 트레미관을 통해서 압송하여야 한다. 다음 요구사항들은 특정한 설치방법에 적용한다.

- ① 임시 케이싱 안에 그라우트한 마이크로파일의 경우, 케이싱을 회수하기 전에 보강철근을 삽입해야 한다. 케이싱은 그라우트가 천공구멍을 완전히 채우도록 말뚝상단에 그라우트 높이를 유지하는 제어된 방법으로 회수하여야 한다. 케이싱을 회수하는 동안, 케이싱내의 그라우트 흐름이 방해받지 않는 것을 확인하기 위하여 케이싱내의 그라우트 높이를 주시하여야 한다.

- ② 임시 케이싱이 없이 지반의 열린 천공에 그라우트한 마이크로파일 또는 그 일부에 대해, 그 그라우트하는 동안 천공의 최소 설계직경을 적절한 장치로 확인하여야 한다.
- ③ 선단지지로 설계된 마이크로파일의 경우, 그라우팅 전에 적절한 수단을 사용하여 지면면이 적절히 청소되었는지를 확인하여야 한다.
- ④ 후속 마이크로말뚝의 천공은 선 설치된 인접 마이크로말뚝의 그라우트가 경화하기에 충분한 시간을 가질 때까지 할 수 없다.
- ⑤ 마이크로말뚝은 천공이 끝나자마자 그라우팅해야 한다.
- ⑥ 전장 케이싱으로 설계된 마이크로파일의 경우, 케이싱 외부의 그라우트 범위를 확인하기 위하여 케이싱을 부착구간 상부까지 끌어올렸다가 재삽입하거나 또는 어떤 다른 적절한 수단을 사용하여야 한다.

4.5.4.11 나선형 말뚝

- (1) 나선형말뚝은 책임기술자가 결정한 규정된 매입깊이와 비틀림저항 기준에 따라 설치하여야 한다. 설치 시 적용 토르는 나선형말뚝에 대한 최대허용설치토르를 초과하지 않아야 한다.

4.5.4.12 특별검사

- (1) 타입말뚝, 현장타설말뚝 및 나선말뚝의 경우는 다음에 따른 특별검사를 하여야 한다.

① 타입말뚝

특별검사와 시험은 표 4.5-2에 명시한 바와 같이 타입말뚝을 설치하는 동안 수행되어야 한다. 승인된 지반조사보고서와 책임기술자에 의해 작성된 시공문서를 사용하여 적합성을 결정해야 한다.

표 4.5-2 타입말뚝기초요소에 대한 특별검사와 시험 요구사항

종류	연속적인 특별검사	주기적인 특별검사
1. 요소에 대한 재료, 크기 및 길이가 요구사항에 적합한지 확인	적용	-
2. 시험 요소들에 대한 저항능력을 결정하고 필요시 추가 재시험 실시	적용	-
3. 항타 운용 검사 및 각 요소에 대해 완전하고 정확한 기록 유지	적용	-
4. 배치 위치와 수직도 검증, 해머의 종류와 크기 확인, 판입량 300 mm당 타격 횟수 기록, 설계지저력을 확보하기 위해 필요한 판입량 결정, 선단과 butt 높이 기록, 그리고 기초요소에 대한 손상을 문서화	적용	-
5. 강재말뚝의 경우, KDS 41 10 10(4.2)에 따른 추가 검사 실시	-	-
6. 콘크리트 말뚝 및 콘크리트충전말뚝의 경우, KDS 41 10 10(4.3)에 따른 시험 및 특수검사 실시	-	-
7. 특수말뚝의 경우, 책임기술자가 결정한 추가검사 실시	-	-

(2) 현장타설말뚝

특별검사와 시험은 표 4.5-3에 명시한 바와 같이 현장타설말뚝을 설치하는 동안 수행되어야 한다. 승인된 지반조사보고서와 책임기술자에 의해 작성된 시공문서를 사용하여 적합성을 결정해야 한다.

표 4.5-3 현장타설말뚝기초요소에 대한 특별검사와 시험 요구사항

종류	연속적인 특별검사	주기적인 특별검사
1. 시추작업 점검, 각 요소에 대한 완전하고 정확한 기록 유지	적용	-
2. 배치 위치와 수직도의 확인, 요소의 직경과 벨 직경(해당되는 경우)/길이 및 압정착깊이(해당되는 경우), 적합한 선단지지층의 저항능력 확인, 콘크리트 및 그라우트의 부피 기록.	적용	-
3. 콘크리트 요소의 경우, KDS 41 10 10(4.3)에 따른 시험 및 추가 특별검사 실시.	-	-

(3) 나선말뚝

나선형 파일 기초를 설치하는 동안 지속적으로 특별검사를 수행하여야 한다. 기록문서에는 사용된 설치 장비, 말뚝 치수, 말뚝 선단 깊이, 최종 깊이, 최종 설치 토르 및 책임기술자가 요구하는 기타 관련 설치 데이터가 포함되어야 한다. 승인된 지반조사보고서와 책임기술자가 작성한 시공문서를 사용하여 적합성(준수 여부)을 결정하여야 한다

4.6 깊은 지하층의 지하외벽, 바닥구조 및 기둥

4.6.1 일반사항

- (1) 지하층의 지하외벽, 바닥구조와 기둥은 다음 사항들을 고려하여 설계하여야 한다.
- (2) 지하구조물의 내진설계는 KDS 41 17 00(14)에 따른다.

4.6.2 지하외벽구조

- (1) 지하외벽구조는 지상층구조의 횡력 영향과 지하외벽에 직접 작용하는 토압 및 수압의 영향을 고려하여 설계되어야 한다.
- (2) 지하외벽에 직접 작용하는 정적 횡토압과 횡수압은 KDS 41 12 00(7.2)에 따라 결정한다.
- (3) 지하외벽에 직접 작용하는 지진토압은 KDS 41 17 00(14.5)에 따라 산정한다.
- (4) 지하외벽의 설계를 위한 지진토압을 포함한 하중조합은 KDS 41 17 00(14.4.2)와 (14.4.3)에 따른다.
- (5) 지하연속벽공법에 의해 시공되는 지하외벽이 영구벽체로 사용되는 경우, 지하연속벽의 수직 시공 이음부의 설계전단강도와 전단강성은 소요전단강도와 소요전단강성을 만족하도록 설계하여야 한다.

4.6.3 지하층 바닥구조

- (1) 1층을 포함한 지하층 바닥구조는 연직하중에 의한 영향뿐만 아니라 지상층 구조의 횡력 영향과 지하외벽에 직접 작용하는 횡토압 및 횡수압에 의한 면내압축력도 고려하여 설계하여야 한다. 또한 세장 압축부재는 세장영향을 고려하여야 한다.
- (2) 면내하중이 작용하는 바닥구조의 설계는 큰 개구부의 영향도 고려하여야 한다.
- (3) 지하외벽에 직접 작용하는 정적 횡토압과 횡수압은 지속하중으로 간주하여야 한다.
- (4) 횡력을 전달하는 지하층 바닥구조는 KDS 41 17 00(8.4)에 따라 격막 및 수집제들을 설계하여야 한다.
- (5) 지하층 바닥구조의 상세는 격막, 경계부재, 수집제 등의 구성요소 사이에 힘이 안전하게 전달되도록 해당 기준에 따라 설계하여야 한다.
- (6) 지하층 바닥구조의 하중전달 경로에 단면의 변화가 있는 경우에는 이에 대한 영향을 고려하여 설계하여야 한다.
- (7) 지하층에 합성바닥구조를 사용한 경우에는 압축력을 받는 구조요소들의 접합부 주변은 KDS 41 30 20(4.1.6)에 따라서 길이방향 전단력을 고려하여 설계하여야 한다.
- (8) 압축력을 받는 합성부재의 각 요소(강재와 콘크리트의 단면)에 작용하는 압축력 산정에는 콘크리트의 장기경과에 따른 영향을 고려하여야 한다.

4.6.4 지반에 접한 지하층 바닥구조

- (1) 지반에 접한 바닥구조는 지하외벽으로 부터의 면내하중과 지반으로부터의 상향 수압 및 토압에 의한 면외 하중도 고려하여 설계하여야 한다.

4.6.5 지하층 기둥

- (1) 지하층 바닥의 폭이나 길이가 매우 큰 경우(상하 바닥구조의 총수축량 차이가 해당 기둥 높이의 1/500을 초과하는 경우)의 지하층 기둥은 지하층 바닥구조에 작용하는 면내압축력에 의한 바닥구조의 축방향 수축 영향도 고려하여 설계하여야 한다.



집필위원

성명	소속	성명	소속
홍건호	호서대학교	금동성	삼우구조컨설턴트
김승원	뉴테크구조	김성수	성진구조안전기술단
이정운	성균관대학교	이봉열	시지이엔씨
최경규	송실대학교	황의석	대림산업(주)
최인락	호서대학교		

국가건설기준센터및건설기준위원회

성명	소속	성명	소속
이영호	한국건설기술연구원	신영수	이화여자대학교
구재동	한국건설기술연구원	강현구	서울대학교
김기현	한국건설기술연구원	곽동삼	(주)원우구조기술사사무소
김태송	한국건설기술연구원	김대영	(주)한빛구조이엔지
김희석	한국건설기술연구원	김대호	(주)한올구조안전기술사무소
류상훈	한국건설기술연구원	김두기	공주대학교
안준혁	한국건설기술연구원	김세일	빛과울구조컨설팅
원훈일	한국건설기술연구원	김승원	뉴테크구조기술사사무소
이상규	한국건설기술연구원	박지훈	인천대학교
이승환	한국건설기술연구원	양영태	(주)건우기술
이여경	한국건설기술연구원	이강민	충남대학교
이용수	한국건설기술연구원	이현호	동양대학교
주영경	한국건설기술연구원	임준택	(주)한양공동실험연구소
최봉혁	한국건설기술연구원	최준식	(주)단이엔씨
허원호	한국건설기술연구원	김현식	도화구조
		남문석	한국도로공사
		류현희	NCS구조엔지니어링
		여규권	(주)삼부토건
		이원제	(주)에스텍컨설팅그룹
		정광량	(주)동양구조안전기술

중앙건설기술심의위원회

성명	소속	성명	소속
김태진	티아이구조기술사사무소	이지은	한국토지주택공사
류은영	(주)태안엔지니어링	장범수	국토안전관리원
송복섭	한밭대학교	한용섭	(주)사림엔지니어링
이영도	경동대학교		

국토교통부

성명	소속	성명	소속
김연희	국토교통부 건축안전과	조윤빈	국토교통부 건축안전과
이지형	국토교통부 건축안전과		



KDS411900:2022

건축물기초구조설계기준

2022년 10월 11일 개정

소관부서 국토교통부 건축안전과

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

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