

KCS 24 51 20 : 2023

토류구조물 (한계상태설계법)

2023년 9월 12일 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 교량공사 표준시방서(한계상대설계법)를 통합 정비하여 기준으로 제정한 것으로 제·개정 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요내용	제정 또는 개정 (년.월)
KCS 24 51 20 : 2023	• 건설기준 코드체계 전환에 따른 코드화 통합 정비 후 교량공사 안전강화를 위한 교량분야 건설기준 정비연구에 따라 정비하여 제정함	제정 (2023. 9.)

제 정 : 2023년 9월 12일

개 정 : 년 월 일

심 의 : 중앙건설기술심의위원회

자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회

소관부서 : 국토교통부 도로건설과

관련단체 : 한국도로협회, 한국교량및구조공학회 작성기관 : 한국도로협회

- 국토교통부장관은 「훈령·예규 등의 발령 및 관리에 관한 규정」에 따라 고시일을 기준으로 매 3년이 되는 시점마다 그 타당성을 검토하여 개선 등의 조치를 하여야 한다.

목 차

1. 일반사항	1
1.1 적용범위	1
1.2 참고 기준	1
1.3 용어의 정의	2
1.4 제출물	3
2. 자재	4
2.1 재료	4
3. 시공	8
3.1 옹벽(콘크리트옹벽, 철근콘크리트옹벽, 석조 중력식옹벽)	8
3.2 보강토 옹벽	9
3.3 가설 흙막이공사	13
3.4 지반 앵커	23
3.5 기타 구조물 되메움공	24
3.6 기타 구조물 배수공	24

1. 일반사항

1.1 적용범위

- (1) 토류구조물로 시공되는 콘크리트옹벽, 철근콘크리트옹벽, 석조 중력식옹벽, 널말뚝벽과 엄지말뚝 토류벽, 그리고 보강토 옹벽에 대한 시공에 적용한다. 여기서 널말뚝벽과 엄지말뚝 토류벽은 일반적으로 가설 토류구조물로 설치되는 것으로 한다.

1.2 참고 기준

1.2.1 관련 법규

내용 없음

1.2.2 관련 기준

- KS B 0817 금속 재료의 펄스 반사법에 따른 초음파 탐상 시험 방법 통칙
- KS B 0885 수동 용접기술검정에 있어서의 시험방법 및 판정기준
- KS B 1002 6각 볼트
- KS B 1012 6각 너트
- KS C IEC 60245-6 정격전압 450/750 V 이하 고무절연 케이블 제6부: 아크용접용 케이블
- KS C 9602 교류아크 용접기
- KS C 9607 용접봉 홀더
- KS D 0272 용접부의 방사선 투과시험을 위한 시험방법 및 판정기준
- KS D 3503 일반 구조용 압연 강재
- KS D 3504 철근콘크리트용 봉강
- KS D 3505 PS 강봉
- KS D 3508 피복 아크 용접봉 심선재
- KS D 3515 용접 구조용 압연 강재
- KS D 3566 일반구조용 탄소강관
- KS D 7002 PS강선 및 PS강연선
- KS D 7004 연강용 피복 아크 용접봉
- KS D 7006 고장력강용 피복 아크 용접봉
- KS D 7017 용접 철망
- KS L 5201 보통 포틀랜드 시멘트
- KS F 2302 흙의 입도 시험 방법
- KS F 2306 흙의 함수비 시험 방법
- KS F 2311 현장에서의 모래치환법에 의한 흙의 밀도 시험 방법
- KS F 2312 흙의 다짐 시험 방법
- KS F 2343 압밀 배수 조건 아래서 흙의 직접 전단 시험 방법
- KS F 2346 3축 압축 시험에서 점성토의 비압밀·비배수 강도 시험 방법

- KS F 2405 콘크리트의 압축강도 시험 방법
- KS F 2413 휨 강도 시험한 공시체로 콘크리트 압축 강도를 시험하는 방법
- KS F 2414 콘크리트의 블리딩 시험 방법
- KS F 2422 콘크리트에서 절취한 코어 및 보의 강도 시험방법
- KS F 2426 주입 모르타르 압축 강도 시험 방법
- KS F 2432 주입 모르타르의 컨시스턴시 시험 방법
- KS F 2433 주입 모르타르의 블리딩률 및 팽창률 시험 방법
- KS F 2526 콘크리트용 골재
- KS F 2801 콘크리트 원주공시체를 성형하기 위한 몰드
- KS F 4009 레디믹스드 콘크리트
- KS F 4201 철근콘크리트 널말뚝
- KS F 4208 콘크리트 널말뚝
- KS F 4301 원심력 철근콘크리트 말뚝
- KS F 4303 프리텐션 방식 원심력 PC 말뚝
- KS F 4306 프리텐션 방식 원심력 고강도 콘크리트 말뚝
- KS F 4307 프리텐션 방식 진동 PC 말뚝
- KS F 4416 콘크리트 적층 블록
- KS F 4419 보차도용 콘크리트 인터로킹 블록
- KS F 4602 강관 말뚝
- KS F 4603 H형강 말뚝
- KS F 4604 열간압연강 널말뚝
- KS F 4605 강관 시트파일
- KS F 8024 흠막이판
- KS L 5201 포틀랜드 시멘트
- KCS 10 00 00 공통공사
- KCS 11 00 00 지반공사
- KCS 11 50 15 기성말뚝
- KCS 14 20 01 콘크리트공사 일반사항
- KCS 21 30 00 가설흠막이 공사
- KDS 21 30 00 가설흠막이 설계기준
- ASTM A981/A981M-11 Standard Test Method for Evaluating Bond Strength for 0.600-in. [15.24-mm] Diameter Steel Prestressing Strand, Grade 270(1860), Uncoated, Used in Prestressed Ground Anchors.

1.3. 용어의 정의

- 지반앵커 : 선단부를 지반에 정착시켜 흠막이벽 또는 비탈면 등을 지지하기 위한 앵커
- 내부브레이싱 : 지하구조물을 만들기 위해 지반을 굴착할 때 지반의 붕괴나 변형을 방지

하기 위해 안쪽으로 설치하는 버팀대, 레이커 등의 지지체

- 타이백 시스템 : 흙막이벽체에 설치된 지보재에 인장력이 작용되는 구조시스템으로 지보재와 주변지반 또는 암반의 마찰저항으로 흙막이벽체에 작용하는 토압 및 수압 등의 외력에 대응하는 방법
- 텐던 : 지반앵커 등에서 인장력을 전달하기 위해 사용되는 부재로서 주로 PS강연선이 가장 일반적이며 PS강선, PS강봉, 다중 PS강연선 등도 사용

1.4 제출물

- (1) 시공계획서 : 토류구조물과 관련하여 안전 및 철저한 품질관리를 위하여 공사단계별로 공사감독자가 시공상태를 점검할 수 있도록 계획을 수립하여 제공하여야 한다.
- (2) 시공도면 : 대상지역의 지하수위 자료 및 원지반의 지표면 높이, 지반 안전이 확보된 토류구조물의 형상, 재료 및 되메움 다짐재료를 포함한 제반사항, 배수 및 시설물의 세부 및 수정사항이 명시되어 있어야 한다.
- (3) 계약문서에 제시된 지반물성을 반영한 구조계산서 : 토류구조물에 대한 구조계산서를 제출하여야 한다.
- (4) 시공점검계획서 : 시공점검, 시공확인, 검측의 기준을 포함한 시공점검계획서를 제출하여 공사감독자가 미리 내용을 숙지하도록 한다.
- (5) 시공확인 및 검측요구서 : 공사감독자에게 시공점검을 요청하는 서류를 제출하여 시공확인 및 검측에 관한 정보를 기록으로 남긴다.
- (6) 시험성적서 및 보고서 : 공사의 종류와 사용재료에 따라 필요한 시험성적서 및 보고서를 제출한다.
- (7) 작업환경조사 보고서 : 공사의 종류와 사용재료에 따라 필요한 작업환경조사를 하여 보고서를 제출한다.
- (8) 지반조사보고서 : 주상도, 흙의 함수비, 흙의 단위중량 및 입도분포, 투수계수, 전단강도, 암반의 절리 및 강도특성, 수평지반반력계수 등을 포함한 지반조사보고서를 제출한다.
- (9) 지반앵커 긴장 계획서 : 지반앵커의 긴장 전에 ① 긴장할 앵커의 결정 및 긴장순서, ② 긴장력, ③ 신장량의 계산에 의한 예측, ④ 시험 앵커의 선정 등을 포함한 지반앵커 긴장 계획서를 제출한다.
- (10) 품질인증 서류 : 한국산업표준(KS) 제품이 아닌 일반제품을 사용할 때에는 사용자재에 대하여 사용 전에 제품자료와 납품자의 제품시방서 및 설치지침서, 품질보증서 등의 품질시험성적서를 제출한다.
- (11) 견본 : 공사감독자는 앵커헤드, 썬기, 강선, 지압판, 패커 등의 흙막이공사에 사용되는 재료의 구조 및 특성을 파악할 수 있는 견본품 제출을 요구할 수 있다.

2. 자재

2.1 재료

2.1.1 콘크리트 및 철근

- (1) 콘크리트 및 철근과 관련된 사항은 각각 KCS 14 20 10과 KCS 14 20 11의 해당요건을 따른다.
- (2) KCS 14 20 10에 명시된 배합을 갖는 콘크리트 또는 동등 이상의 것이어야 한다.
- (3) 콘크리트 타설 시, 시공성과 펌프카 등의 압송성을 고려하여 다음과 같은 범위의 슬럼프 기준값을 제시한다.
 - ① 철근콘크리트(일반단면 : 20 ~ 150 mm ; 대단면 : 60 ~ 120 mm)
 - ② 무근콘크리트(일반단면 : 50 ~ 150 mm ; 대단면 : 50 ~ 100 mm)
- (4) 프리캐스트 콘크리트 재료의 경우, KS F 4208, KS F 4301, KS F 4303, KS F 4306, KS F 4307에 적합한 재료를 사용한다.
- (5) CIP 벽체에 사용되는 시멘트는 KS L 5201에 적합한 포틀랜드 시멘트이고, 골재는 KS F 2526에 적합한 것이어야 한다. 콘크리트의 경우 KS F 4009에 적합한 레디믹스드 콘크리트이어야 하며, 보강재 철근은 KS D 3504에 적합한 이형철근이어야 한다.
- (6) SCW 벽체에 사용되는 시멘트는 KS L 5201에 적합한 포틀랜드 시멘트이고, 근입되는 강재는 KS D 3505의 SS400에 적합하여야 한다.
- (7) 현장타설 철근콘크리트 지하연속벽의 사용되는 재료 중 별도의 공사시방서에 명시되어 있지 않은 경우, 시멘트는 KS L 5201에 적합한 포틀랜드 시멘트, 치수가 13 ~ 25 mm인 골재, KS F 4009에 따르는 레디믹스드 콘크리트를 사용한다.

2.1.2 강 보강재 및 기타 보강재(토목섬유 포함)

- (1) 보강재는 형상, 치수, 품질이 설계도서 및 설계조건을 만족시킬 수 있도록 제작된 것이어야 하며 인장강도, 변형률, 마찰계수 및 내구성이 설계조건에 만족되어야 한다. 보강재는 토양 중에 존재하는 산, 알칼리, 염 등에 변질되지 않고 미생물에 의하여 분해되지 않는 재질로 연결취약부가 없는 구조로 제조된 것이어야 한다.
- (2) 토목섬유 보강재의 경우 특히 장기적인 안정성이 확보되도록 내시공성, 생물학적 및 화학적 내구성, 장기 크리프 변형에 대한 안정성이 확보되어야 한다.
- (3) 금속성 보강재의 경우 금속재료의 부식을 방지하기 위하여 표면에 아연도금 처리를 하며, 최소 아연도금량은 0.61 kg/m^2 또는 두께 $85 \mu\text{m}$ 이상으로 시공 중 손상이나 절단 후에도 보완할 수 있는 것이어야 한다.

2.1.3 강구조

- (1) 강판재는 KCS 24 30 00(2.2)의 규정을 따르고 용접은 KCS 14 31 20의 해당요건에 따른다. 강재의 경우 KS D 3503, KS D 3504, KS D 3515, KS D 3566의 요건을 따르고, 용접 관련재료는 KS D 3508, KS D 7004의 요건을 만족하여야 한다.
- (2) 구조물별 재료 중 강판 말뚝은 KS F 4602, H형강 말뚝은 KS F 4603, 열간 압연강 널 말뚝은 KS F 4604, 강판 시트파일(강널말뚝)은 KS F 4605의 요건을 따른다.
- (3) 엄지말뚝에 사용되는 강재는 KS D 3503의 SS400, KS D 3515의 SM400에 적합하여야

한다. H형강 엄지말뚝은 KS F 4603에 적합한 제품으로 설계도면에 명시된 흙막이판(토류판)을 걸치는데 필요한 치수를 가진 것이어야 한다. 용접봉은 KS D 7004, KS D 7006에 적합한 것으로 E4301 알루미늄이트계, E4316 저수소계를 사용하여야 한다. 볼트 및 너트는 KS B 1002와 KS B 1012의 A등급에 적합한 강재 볼트 및 너트이어야 한다.

- (4) 강널말뚝은 KS F 4604(또는 KS F 4605)의 SY30에 적합한 것으로서 전 길이에 맞물림 장치가 되어 있고, 강널말뚝 머리에는 당김줄의 연결 또는 빼내기에 대비한 구멍이 있는 제품이어야 한다. 강널말뚝의 형상에 따라 U형, 직선형, 조합형, 강관 널말뚝 등이 있고, 강널말뚝의 표준규격은 KS F 4604(또는 KS F 4605)에 적합하여야 한다.

2.1.4 흙막이 재료

- (1) 가설흙막이는 흙막이가 소정의 형상을 유지하고 제 기능을 발휘할 수 있는 재료로 선정하여야 한다. 가설흙막이에 사용하는 재료는 부식, 변형, 균열이 없는 구조용 재료를 사용하여야 한다.
- (2) 가설흙막이에 사용되는 자재는 구조, 성능, 외관 및 사용상에 문제가 없다면, 재사용품을 사용할 수 있다.
- (3) 사용하는 물은 기름, 산, 염류, 유기물 등 품질에 영향을 미치는 물질의 유해량을 포함하여서는 안 된다.
- (4) 규정되지 않은 재료 및 구조 등은 공인시험인증기관의 성능시험 등에 따라 사용목적에 적합한 성능을 가진 제품을 공사감독자의 승인을 받아 사용할 수 있다.
- (5) 가설흙막이공사는 위한 가설기자재로서 흙막이판(단면이 부족하지 않고 휨이나 균열이 없는 목재 흙막이판 또는 부식이 심하지 않은 강재 흙막이판)은 KS F 8024에 적합한 제품을 사용하거나 공사감독자의 승인을 받은 재료를 사용한다.

2.1.5 배수 재료

- (1) 파이프 및 파이프 구멍
 - ① 계약 문서 또는 승인된 작업도면에 명시하지 않는 한 파이프 및 천공 파이프는 AASHTO Guide Specifications of Highway Construction(7.3.5.1)에 따른다.
- (2) 필터 원단
 - ① 계약 문서 또는 승인된 작업도면에 명시하지 않는 한 필터 패브릭은 AASHTO Guide Specifications of Highway Construction(7.3.5.2)에 따른다.
- (3) 침투성 재질
 - ① 계약 문서 또는 승인된 작업도면에 명시하지 않는 한 침투성 재료는 AASHTO Guide Specifications of Highway Construction(7.3.5.2)에 제시된 기준을 만족하여야 한다.
- (4) 지반복합 배수 시스템
 - ① 지반복합 배수 시스템은 계약 문서 또는 승인된 작업 도면에 규정된 요구 사항에 적합하여야 한다.

2.1.6 차수 재료

- (1) SCW 벽체에 사용되는 차수재료 벤토나이트의 입도는 90%가 0.850 mm보다 가늘고, 0.075 mm보다 가는 것은 80% 이상이어야 한다.

2.1.7 구조물 뒤채움재

(1) 보강토 옹벽 채움 재료

- ① 보강토 옹벽은 뒤채움 흙과 보강재 사이의 마찰저항 효과를 전제로 하는 토류구조물 이므로 소정의 내부마찰각을 갖는 뒤채움 재료를 사용해야 하며, KS F 2343의 직접 전단시험 또는 KS F 2346의 3축압축시험 결과, 설계도에서 제시한 내부마찰각 이상이어야 한다.
- ② 배수성이 양호하고 함수비 변화에 따른 강도특성의 변화가 적고 소성지수가 6 이하이며, 유기질 및 유해물질이 함유되지 않는 재료를 사용하여야 한다.
- ③ 일반적인 보강토 옹벽 뒤채움 재료의 입도기준은 다음과 같다.

표 2.1-1 보강토 옹벽 뒤채움 재료의 입도기준

입경 (mm)	통과 중량 백분율 (%)	비고
102	100	
0.425(No. 40)	0 ~ 60	
0.075(No. 200)	0 ~ 15	

주 : 1) No. 200체 통과량이 15% 이상일 경우라도, 0.015 mm 입경 통과율이 10% 이하이면 사용가능하고, 0.015 mm 입경 통과율이 10 ~ 20% 이고, 흙의 내부마찰각이 25° 이상이며 소성지수가 6 이하면 사용가능.
 2) 뒤채움 재료의 최대입경은 102 mm까지 사용할 수 있으나, 시공시 손상을 입기 쉬운 보강재를 사용하는 경우에는 최대입경을 19 mm로 제한하거나, 시공손상 정도를 평가하는 것이 바람직함.
 3) 띠형 섬유보강재나 강재 띠형 보강재와 같이 시공 시 손상이 거의 없는 보강재를 사용하는 경우에는 뒤채움재료의 최대입경을 250 mm 까지 확대할 수 있음.
 4) 보강토체가 수중에 있는 경우에는 배수가 잘되는 재료를 사용하고, 뒤채움 재료의 No. 200 체 통과율을 5% 미만으로 제한함.

- ④ 블록식 보강토 옹벽에서 블록의 내부공간 및 블록과 블록 사이에 속채움재료의 일반적인 기준은 다음 표와 같다.

표 2.1-2 블록의 내부공간 및 블록 사이 속채움재료의 기준

체의 공칭치수	26.5 mm	19 mm	4.75 mm (No. 4)	42 μm (No. 40)	75 μm (No. 200)
통과 중량 백분율 (%)	100 ~ 75	75 ~ 50	60 ~ 0	50 ~ 0	5 ~ 0

2.1.8 지반앵커

- (1) 강판재는 KCS 24 30 00(2.2)의 규정을 따르고 용접은 KCS 14 31 20의 해당요건에 따른다.

- (2) 지반앵커의 경우, 단선 또는 복선의 긴장재와 앵커장치로 구성되며 긴장재의 경우 KS D 7002의 SWPC 1 또는 SWPC 7B, KS D 3505에 적합한 재료를 사용한다.
- (3) 앵커 머리의 제작 및 정밀도는 공인된 제품이거나 이와 동등 이상의 제품이어야 한다.
- (4) 그라우트 재료는 7일 압축강도가 17 MPa 이상, 28일 압축강도가 25 MPa 이상 되는 재료를 사용하여야 하며, 시멘트, 물, 팽창제의 배합은 현장 토질조건 및 시험에 따라 정하며 공사감독자의 승인을 받아야 한다.
- (5) 지지 강관의 경우 KS D 3503, KS D 3566, KS D 3515의 요건을 따르고, 도면에 명시된 규격, 각도, 치수로 제작되어야 한다.

2.1.9 H형강 말뚝

- (1) H형강 말뚝과 관련된 사항은 KS F 4603의 요건을 따른다.

2.1.10 보강토 옹벽 전면블록 및 전면판(콘크리트 패널)

- (1) 블록식 보강토 옹벽의 콘크리트 블록의 재료 및 제조에 관한 사항은 KS F 4416 규정을 준용한다. 패널식 보강토 옹벽의 콘크리트 패널은 해당제품의 생산기준을 따르며 구조적으로 안정적인 것이어야 한다. 콘크리트 전면블록 및 패널 치수는 설계도서에 따른다.
- (2) 블록식 보강토 옹벽의 콘크리트 블록의 압축강도는 KS F 2422 또는 KS F 2405에 따라 시험하였을 때 3개 이상 시료의 평균압축강도가 28 MPa 이상이어야 한다.
- (3) 패널식 보강토 옹벽의 콘크리트 패널의 압축강도는 KS F 2422 또는 KS F 2405에 따라 시험했을 때 28일 양생기준으로 3개 이상 시료의 평균압축강도가 30 MPa 이상이어야 한다.
- (4) 블록식 보강토 옹벽의 콘크리트 블록은 KS F 4419의 제 6.2항 규정에 의한 흡수율 시험을 했을 때 3개 이상 시료의 평균흡수율이 7% 이내이어야 한다.
- (5) 모르타르블록의 높이를 제외한 모든 치수는 설계도서에 명기된 치수에 대해 3mm 이내의 오차를 가져야 하며, 블록의 높이는 2mm 이내의 오차를 가져야 한다. 콘크리트 패널의 모든 치수는 설계도서에 명기된 치수에 대해 13mm 이내의 오차를 가져야 하며, 대각선 방향의 길이의 차이는 13mm 이내이어야 한다.

2.1.11 보강토 옹벽 전면블록 및 전면판(콘크리트 패널)을 설치하기 위한 기초

- (1) 보강토 옹벽의 전면블록 또는 콘크리트 패널을 설치하기 위한 기초의 형식 및 치수는 설계도서에서 명시하는 기준을 따르는 것이 우선이다.
- (2) 블록식 보강토 옹벽의 기초는 잡석기초 또는 콘크리트 기초를 사용할 수 있으며, 패널식 보강토 옹벽의 기초는 콘크리트 기초를 사용하여야 한다.
- (3) 잡석기초는 최소 1,500 mm 이상의 두께로 설치되며, 잡석 재료는 경질이고 변질될 염려가 없는 부순돌 또는 조약돌로서 50 ~ 150 mm의 대소알이 적당한 입도로 혼합된 것 또는 보조기층재료에 준하는 것이어야 한다.
- (4) 콘크리트 기초의 콘크리트는 KS F 4009에 규정된 레디믹스드 콘크리트로서 재령 28일

압축강도가 16 MPa 이상이어야 하고, 공기량 $4.5 \pm 1.5 \%$, 슬럼프 80 ± 25 mm, 굵은 골재 최대치수 25 mm 이하로 한다.

3. 시공

3.1 옹벽(콘크리트옹벽, 철근콘크리트옹벽, 석조 중력식옹벽)

3.1.1 시공 적용 범위 및 주요 사항

- (1) 시공계획서는 KCS 10 10 10에 준하여 수립하고 시공에 임하여야 한다.
- (2) 옹벽의 설치위치의 지반조건 및 유입되는 침투수 조건을 조사 확인한 후, 현장 시공성에 대한 검토 후 시공해야 한다. 설계도서에 따라 기초지반을 굴착하고 면정리를 하며, 지반조건이 설계 시 가정한 조건과 다를 경우에는 지반개량 또는 기초처리에 대한 검토를 하여야 한다.
- (3) 벽체배면지반의 비탈면이 시공 도중에 붕괴되는 일이 없도록 안전한 경사각을 두어 터파기를 하여야 한다. 경사지반상의 터파기 시 경사면을 따라서 그 경사도와 평행하게 옹벽을 설치하게 되면, 저면 경사측을 따라 활동력이 작용하게 되어 위험하다. 따라서 옹벽저판을 계단식으로 시공토록 터파기를 하여야 한다. 부득이한 경우 약간의 경사를 붙일 수 있으나 15/100을 초과하여서는 안 된다.
- (4) 인접한 기존시설물이 있을 때의 터파기 시 기존 시설물의 상태, 지반특성, 지하수위저하 등을 고려한 기존시설물의 구조적 안전도, 기초의 지지력 및 침하에 대한 안정성을 검토하여야 한다. 활동면이 기존시설물의 바닥면에 걸리거나 지하수의 용출, 연약한 점토, 실트층 등의 지반에서는 토류벽 설치 등의 별도대책을 수립한 후에 터파기를 시행하여야 한다. 안정성 검토 결과, 기존 시설물의 안전에 문제가 있을 것으로 예상되면 별도 대책을 수립한 후에 터파기를 시행하여야 한다.
- (5) 지하수가 있는 곳을 터파기 시 먼저 가배수로를 설치하여 지하수를 한 곳으로 집중 배제하여 수위를 충분히 저하시킨 후에 터파기를 하여야 한다. 저판설치면 하부지반의 지하수를 배제하기가 힘든 경우에는 지지력이 현저히 저하하므로 설계변경차원에서 옹벽의 단면을 변경하던가 기초 지반보강을 검토하여야 한다.
- (6) 배근과 관련하여 도면대로 시공하되 콘크리트 피복두께(옹벽 노출면에서 30 mm 이상, 흙과 접하는 면에서 50 mm 이상)를 확보하여야 한다.
- (7) 시공이음의 경우 췌기를 설치하거나 접하는 콘크리트면을 거칠게 하여 옹벽의 일체화에 도움을 준다.
- (8) 수축이음은 벽체 전면에 V형 홈을 가진 수축줄눈을 설치하여 콘크리트 수축에 대한 대비를 한다. 일반적으로 수축이음은 폭 6~8 mm, 깊이는 12~16 mm이며 옹벽 저판 상부에서 벽체 선단까지 연결한다. 수축이음부에 철근이 끊기면 안 되며 중력식/반중력식은 5 m 이하, 역T형 또는 L형은 6 m 이하 간격으로 수축줄눈을 설치한다.
- (9) 신축이음은 콘크리트 수화열, 옹벽구조물의 온도변화, 건조수축 등으로 발생하는 응력을 이완하기 위하여 길이방향으로 설치한다. 철근콘크리트 구조물은 18 m 이하, 무근콘크

리트는 10 m 이하 간격으로 설치한다. 신축이음부로 인한 벽체의 분리를 방지하기 위하여 도웰바 등을 사용하여 보강한다.

- (10) 배수공의 경우 직경 100 mm를 표준으로 하며 지표면 100 mm 에서 시작하여 연직간격 1.5 m 이하 수평간격 4.5 m로 설치한다. 옹벽 배수재의 경우 400 mm × 400 mm 크기로 조약돌 또는 파쇄자갈을 부직포로 피복한다.
- (11) 되메움은 얼지 않은 재료로 명시된 구역에 명시된 등고선과 표고에 맞추어 기초지반의 상태를 확인한 후 실시하여야 한다(투수성이 크거나, 젖었거나, 얼었거나, 무른 본 바닥면 위에 되메움을 하면 안 된다). 되메움의 층 포설은 500 mm 이하의 연속층으로 시행하여야 한다. 제시된 다짐도(90%)를 만족하도록 적절한 함수비를 유지하여야 한다. 상부 마지막 2개 층은 투수성이 작은 재료를 잘 다져서 지표수의 유입을 막아야 한다.

3.2 보강토 옹벽

3.2.1 일반 사항

- (1) 보강토 옹벽은 사질토의 뒤채움 흙에 인장력이 크고, 마찰력이 좋은 보강재를 수평으로 삽입하여 흙의 횡방향 변위를 억제함으로써 토체의 안정을 기하도록 한 것으로 보강재, 뒤채움용 사질토, 전면판 또는 전면보호재로 구성되며 설계도서 및 시공계획서에 따라 적합하게 시공하여야 한다. 설계도서 및 시공계획서에 따라 시공하는 것이 부적당하다고 판단될 경우에는 보완대책을 강구하여 설계를 변경하여야 한다.

3.2.2 시공 적용 범위 및 주요 사항

(1) 터파기

- ① 보강토 옹벽의 기초지반은 설계도서 상의 최소근입깊이 또는 동결심도 이상 근입시켜야 하며, 전면블록 또는 패널로부터 보강재 길이 이상의 폭을 확보 할 수 있도록 굴착하고, 설계도서 상에 명시된 지지력이 확보되도록 충분히 다져야 한다.
- ② 굴착된 바닥면은 평탄하게 지반 고르기를 하되, 과다 터파기 된 부분은 표준쌓기 재료 또는 기초용 잡석 등을 사용하여 원지반과 동일한 밀도로 다져야 한다.
- ③ 연약지반, 지하수 용출지반의 경우는 소정의 지내력을 갖도록 치환 또는 기초형식변경 등의 조치를 강구하여야 한다.
- ④ 보강토 옹벽 배면에 용출수가 있거나, 구조물의 수명 동안 지하수위가 상승할 우려가 있는 경우에는 적절한 배수시설을 설치하여야 한다.
- ⑤ 터파기 작업은 재료의 반입정도, 인원 및 장비투입계획, 기상조건, 비탈면의 형상 및 높이, 되메우기 시기 등을 고려하여 작업 가능한 구간만을 터파기하고 되메우기를 포함한 모든 작업이 완료된 후 다음 작업을 진행하여야 한다.

(2) 전면벽체의 기초공

- ① 보강토 옹벽 전면블록 또는 콘크리트 패널의 설치를 위한 기초는 설계도서에 명시된 방법에 따라 잡석기초 또는 압축강도 16 MPa 이상의 무근콘크리트로 시공하며, 설계도서에 명시된 경우에는 철근콘크리트 기초로 시공할 수 있다.

- ② 전면벽이 콘크리트 패널인 경우에는 기초를 콘크리트로 시공하고, 콘크리트 블록이나 포장형인 경우에는 잡석층 위에 양질의 모래층을 포설하는 형식으로 하여야 하나, 높이가 10 m 이상인 경우에는 블록식의 경우에도 콘크리트를 사용한다.
 - ③ 보강토 옹벽의 안정성 및 외관은 기초설치의 정확도에 의해 크게 좌우되므로 기초의 상부면은 항상 수평으로 평탄하게 마무리 한다.
 - ④ 기초지반이 경사지거나 고저차가 있는 경우에는 전면블록 또는 콘크리트 패널의 크기와 조립형상을 고려하여 기초를 시공하고, 이 경우에도 각 단 기초의 상부면은 수평으로 평탄하게 마무리 한다. 비탈면이나 한쪽 깎기 또는 한쪽 쌓기 경계부와 같이 지반의 강성이 급격히 변하는 부위는 침하에 취약할 수 있으므로 침하가 허용치 이내에 들도록 기초지반이나 기초를 시공하여야 한다.
 - ⑤ 잡석기초로 시공하는 경우에는 KS F 2312의 E 다짐방법으로 구한 최대건조단위밀도의 95 % 이상으로 다져야 한다.
 - ⑥ 현장타설 콘크리트로 시공하는 경우에는 두께가 150 mm 이상 되도록 하고, 타설 후 12시간 이상 양생시킨다.
- (3) 기준틀 설치
- ① 옹벽전면의 수직(또는 경사) 및 수평상태를 확인하기 위해 기준틀을 설치하고 공사감독자의 검사를 받아야 하며, 겨냥줄은 수평이 유지되도록 팽팽하게 설치하여야 한다.
 - ② 기준틀의 설치간격은 10 m를 기준으로 하되, 시점·중점 및 평면·단면의 변화점에 설치한다.
- (4) 전면블록 및 콘크리트 패널의 설치
- ① 전면블록이나 콘크리트 패널의 첫 단은 계획된 선형에 맞추어 수평이 유지되도록 정밀하게 설치한다.
 - ② 콘크리트 패널은 소형크레인 또는 굴착기(백호)를 이용하여 수직도(또는 경사도)를 유지하도록 설치하며, 뒤채움 작업 중 벽체의 변형을 고려하여 1~3 % 정도 배면 측으로 경사를 두어 설치할 수 있다. 콘크리트 패널의 선형과 수직위치가 정확하도록 조정 후 클램프를 이용하여 인접 패널을 고정시킨다.
 - ③ 뒤채움 다짐 시 전면블록 또는 콘크리트 패널이 밀릴 수 있으므로 전면부에 철근이나 머뎀목을 설치하여 이동을 방지하여야 한다.
 - ④ 전면블록이나 콘크리트 패널은 한 단씩 쌓아올리고, 내부가 비어있는 구조인 경우에는 최대입경이 37.5 mm 이하인 배수성 재료로 속채움 및 뒤채움을 시행한다. 윗단을 설치할 경우에는 아랫단 상부를 깨끗이 청소한 후 설계도서에 명시된 연결방법에 따라 연결시킨다. 쌓기 중에는 옹벽전면의 경사와 수평상태를 수시로 확인하여야 한다.
 - ⑤ 블록하거나 오목한 곡선부를 형성하고자 하는 경우에는 사전에 시공상세 도면을 작성하여 곡선부 반경 및 쌓기 방법 등에 대해 승인을 받아야 하며, 이 경우 블록하거나 오목한 부분에 발생할 수 있는 집중응력에 대한 보강방법 등이 고려되어야 한다.
 - ⑥ 블록식 보강토 옹벽 최상부에 마감블록을 설치하도록 설계도서에 명시된 경우에는 승인된 접착제 또는 모르타르를 사용하여 바로 아랫단 블록 상부표면에 완전히 고정

시켜야 한다.

(5) 뒤채움 포설 및 다짐

- ① 보강토 옹벽에 있어서 쌓기재료의 다짐은 쌓기 내부 흙의 상대이동을 감소시키고 흙 구조물의 내구성에도 중요한 역할을 하므로 균일하고 충분한 다짐이 되도록 하여야 한다.
- ② 뒤채움 재료의 포설은 전면블록 또는 콘크리트 패널 쪽에서부터 시행하며, 전면블록 또는 콘크리트 패널과 평행한 방향으로 진행하여야 한다. 보강재 상부에 포설할 경우에는 보강재가 움직이거나 손상을 입지 않도록 주의하여야 한다.
- ③ 전면블록 또는 콘크리트 패널에서 1~2m 이내(일반적으로 1.5m 기준)의 범위에 대하여서는 인력으로 포설 및 고르기를 시행하여야 하며, 다짐은 소형 진동 다짐기계를 사용하여야 한다.
- ④ 장비의 주행은 전면블록 또는 콘크리트 패널과 평행한 방향으로 시행하고, 다짐 중 급제동 또는 급회전은 하지 않도록 한다.
- ⑤ 보강재를 설치한 면에서 작업할 시에는 보강재 위를 장비가 직접 올라타게 하여서는 안 되며, 뒤채움재를 명시된 두께로 포설한 후 다짐을 하여야 한다.
- ⑥ 보강토체 한 층의 다짐 후의 두께는 300 mm 이하가 되도록 관리하되, 설계도서에 규정된 다짐도를 얻을 수 있는 경우에는 다짐 후의 두께를 증감할 수 있다.
- ⑦ KS F 2311에 규정된 방법으로 시험한 현장 다짐밀도가 KS F 2312에서 규정된 실내 시험(C, D, E 방법)에 의해 정해지는 최대건조밀도의 95% 이상이 되도록 충분히 다져야 한다. 위 방법을 사용하지 않고 평판재하시험을 하는 방법이 있는데, 이 경우 침하량 1.25 mm에 대하여 지지력계수(K30)가 토사인 경우 150 MN/m³ 이상, 쇄석 및 잡석인 경우 300 MN/m³ 이상이어야 한다. 흙의 함수비 시험은 KS F 2306에 따르거나 급속함수량 측정기를 사용할 수 있으며, 포설 후 다짐 전 설계도서에서 제시된 수량마다 실시한다. 시험결과 함수량이 부족한 경우에는 추가로 살수하고 과다한 경우에는 가래질 등을 하여 최적의 함수비를 확보한 후 다져야 한다. 현장밀도시험은 KS F 2311에 따르되, 설계도서에 제시된 수량마다 실시하며, 시험위치는 전면판 뒷면 1m 위치 및 보강재 끝에서 앞면 1m 위치에서 각각 실시한다.
- ⑧ 뒤채움재의 포설과 다짐작업 중에 전면블록 또는 패널에 과도한 변형이 발생하지 않도록 주의해서 시공하여야 하며, 과도한 변형이 발생한 경우에는 즉시 모든 작업을 중단하고 수정 및 보완한 후 시공하여야 한다.
- ⑨ 하단(옹벽 근입부) 전면판의 전후면은 가급적 빠른 시간 내에 되메우고 다짐하여 우수 등에 의하여 세굴되지 않도록 하여야 한다.
- ⑩ 뒤채움재의 포설 및 다짐은 가능한 기온이 1.5℃ 이상일 때만 시행한다. 시공 중 비 또는 눈이 오는 경우에는 작업을 중단하고 비닐 등으로 작업면을 덮어 우수의 침입을 막고, 현장 상황과 토질조건이 다짐작업에 적합할 때까지 작업을 재개하여서는 안 된다.
- ⑪ 뒤채움시공 중 표면이 동결되었을 경우 작업을 중단하고 해빙 후에 시공하여야 한다.

(6) 보강재 설치

- ① 보강재가 설치된 모든 표면은 고르게 다져서 평탄성을 유지하고, 뜯돌, 나무뿌리 등을 제거하고 청결한 상태를 유지하여야 한다. 이 때 바닥면의 평탄성은 직선자(약 3 m 이상)를 바닥에 대어 측정하거나 별도의 방안을 마련하여 관리하도록 한다.
- ② 보강재는 설계도서에 명시된 높이에 길이와 규격을 맞추어 전면블록 또는 전면판과 직각이 되도록 설치한다. 보강재는 느슨하거나 구부러지지 않도록 팽팽하게 당겨서 설치해야 하고 뒤채움재 포설 및 다짐 시 이동이 없도록 하여야 한다.
- ③ 보강재가 원지반선 아래에 설치될 경우에는 보강재 설치높이 이하 0.2 m 까지 깎기한 후 뒤채움재료를 포설하고 다진 다음 보강재를 설치하여야 한다.
- ④ 보강토 옹벽 배면에 용출수가 있거나, 구조물의 수명 동안 지하수위가 상승할 우려가 있는 경우에는 적절한 배수시설을 설치하여야 한다.
- ⑤ 보강재의 힘을 받는 방향에 대한 이음은 가급적 피해야 하며, 부득이하게 보강재를 이어야 할 경우에는 사전에 이음방법에 대한 승인을 받아야 한다.
- ⑥ 지오그리드와 같은 전면포설형 보강재를 사용하는 경우에는 시공 시의 이동 등을 고려하여 폭방향으로 약간씩 겹쳐서 설치하며, 설계도서에 명시된 겹침폭이 유지되도록 한다.
- ⑦ 띠형 섬유보강재의 경우 끝단에 설치된 정착철근과 전면판에 부착된 고리 사이를 지그재그 형태로 포설하여 팽팽하게 당겨서 설치한다. 길이방향의 겹이음은 끝단부의 정착철근 위치에서 실시하며 겹이음 길이는 최소 2.0 m 이상이 되도록 한다.
- ⑧ 보강재를 설치하는 방향은 외력을 받아 옹벽이 넘어가는 방향과 일치되도록 설치하여야 한다.

(7) 배수대책

- ① 투수성이 양호한 뒤채움 재료를 이용하여야 하나, 뒤채움 재료의 투수성이 부족할 경우에는 일정간격의 배수층 설치 및 지표수의 유입억제 등의 대책을 강구하여야 한다. 또한 보강토체 전면판의 이음부에는 투수성이 좋은 필터 재료를 설치하여야 한다.
- ② 설계도서에 명시되지 않은 경우라도 배수문제가 예상되는 경우에는 공사감독자와 협의하여 설계변경을 통하여 보강토체 내외에 배수공을 설치하여야 한다.
- ③ 보강토 옹벽공사와 관련이 있는 옹벽상부의 비탈면 보호공사 또는 유출수 처리를 위한 배수공사는 옹벽구조물의 안정성에 문제가 발생하지 않도록 조속한 시일 내에 완료하여야 하며, 이러한 공사를 소홀히 함으로써 보강토 옹벽에 손상이 발생하지 않도록 하여야 한다.

(8) 기타

- ① 보강토 옹벽의 경우, 변위의 발생은 불가피하며 수직선형의 오차가 $\pm 0.03 H$ (여기서 H 는 옹벽의 높이) 또는 최대 300 mm 이내에 있으면 안정성에 문제가 없는 것으로 평가되고 있으나, 과도한 벽면변위의 발생은 시각적으로 불안감을 줄 수 있으므로 설계도서에 제시된 허용범위 이내가 되도록 시공되어야 한다.
- ② 보강토 옹벽 주변에서 이루어지는 모든 작업은 옹벽의 구조적 안정을 해치지 않는

범위 내에서 시행되며, 설계조건을 초과하는 과재하중이나 충격하중이 가해지거나, 뒤채움재와 보강재 사이의 마찰력을 저하시킬 수 있는 어떠한 행위도 허용되어서는 안 된다.

3.3 가설 흙막이공사

3.3.1 일반 사항

(1) 공통 사항

- ① 가설 흙막이공사의 범위는 경사굴착공법, 흙막이 벽체공(엄지말뚝과 흙막이판(토류판), 강널말뚝, CIP, SCW, 지하연속벽 등), 지보공(띠장, 버팀대, 지반앵커, 록볼트, 네일 등), 굴착보조공법(JSP, LW, SGR 등), 계측관리를 포함한다.
- ② 가설 흙막이공사는 설계도서 및 시공계획서에 의거 시공을 하되 명시된 시공 및 되메우기 순서에 따라 단계적인 설치와 해체가 되도록 현장상황에 따라 적절히 대처하여야 한다. 흙막이공사 진행 시 불가피하게 설계도면과 다르게 시공하여야 할 경우에는 공사를 중단하고 대체 방안을 강구한 이후에 시공하여야 한다.
- ③ 지하수 유출, 지반의 이완 및 침하, 각종 부재의 변형 및 좌굴, 간결부의 풀림 등을 수시로 점검하고, 이상이 있을 경우 즉시 보강하며, 그에 따른 안정성을 추가로 검토하여야 한다.
- ④ 굴착시기가 늦어져 주변여건이 변경된 경우는 이를 충분히 반영하여 재설계 하여야 하며, 공사감독자의 승인을 받은 후 굴착작업을 하여야 한다. 특히, 굴착 관련 설계도서 납품일로부터 6개월 이상 경과된 경우에는 주변상황을 재검토하여야 한다.
- ⑤ 굴착 시에는 안전한 단계굴착 높이를 정하여 각 단계별로 굴착 후 즉시 띠장, 버팀대, 지반 앵커, 네일 등으로 흙막이의 안정성을 확보한 후 다음 단계의 굴착을 시행하여야 한다. 버팀대 등이 설치되기 이전에 굴착면은 지반특성을 고려하여 충분한 폭의 소단을 두어 안정성을 확보하여야 한다.
- ⑥ 작용하는 측압을 무시할 수 있는 암반구간의 경우에도 록볼트와 슛크리트 등으로 변형을 방지하여 안전을 확보하여야 한다.
- ⑦ 흙막이공사 완료 이후에는 주변에 배수시설을 갖추어 흙막이공사장 내로 지표수가 유입되지 않도록 해야 한다. 흙막이벽 주변에 계획 이상의 하중이 적재되지 않도록 하여야 한다.
- ⑧ 콘크리트 타설 후 7일 이상 양생이 되지 않는 콘크리트 구조물이 30m 내에서 존재할 경우 말뚝을 설치하지 않아야 한다. 단, 공사감독자와 협의하여 타설한 콘크리트 구조물에 말뚝을 설치할 수 있는 시기를 조정할 수 있다.
- ⑨ 소음 및 진동이 허용값 이내이어야 한다.

(2) 시공준비

- ① 공종별 시공계획서에 따라 공사가 순조롭고 안전하게 수행될 수 있도록 기계기구, 자재 및 가설재를 준비하여야 한다.

- ② 시공안전대책을 수립하여 안전에 만전을 기하여야 하며, 필요한 장소에 안전표지판, 차단기, 조명, 경고신호 등을 설치하여야 한다.
- ③ 주요 시설물에 대해서는 관계 법령에 따라 공사감독자에게 사전 통보하여 굴착작업 시에 입회할 수 있도록 하며, 지하수에 대한 차수공법을 고려하여야 한다. 주요시설이 훼손되거나 부분적인 누수가 발생할 경우에는 즉각 응급조치를 하고 공사감독자에게 통보하여 적절한 조치를 강구하여야 한다.
- ④ 상하수도관, 하수도관, 전선, 전화선, 도시가스관 등의 지하 지장물 및 기타 시설물은 반드시 관계(유관)기관 담당자와 협의 하에 조사해야 하고, 굴착공사에 대비하여 보호하여야 한다. 특히 각종 관의 절곡부, 분기부, 단관부, 기타 특수부분 및 관리자가 특별히 지시한 직관부의 이음부분은 이동 또는 탈락 방지공 등의 보강대책을 세워야 하며, 기타 특별한 사항에 대해서는 공사감독자의 지시를 받아야 한다.
- ⑤ 지장물의 이설, 방호 및 철거 시에는 기존의 다른 작업에 해를 미치지 않도록 예방조치를 하여야 하며, 매설물은 전담요원을 두고 항상 점검, 보수하여야 한다. 특히, 가스관, 수도관, 하수도관 등의 사고로 인하여 2차 재해의 우려가 있을 때에는 교통의 차단, 통행자와 연도 주거자의 대치유도 및 부근의 화기엄금 등 필요한 조치를 하여야 한다.
- ⑥ 인접구조물 또는 건물 벽, 지붕, 바닥, 담 등의 강성, 안정성, 균열상태, 노후정도 등을 상세히 조사하여 기록한다. 인접구조물의 균열부위는 위치를 표시하고, 균열폭 및 길이를 관독할 수 있도록 사진촬영 및 기록을 하여야 한다.
- ⑦ 인근 주민들이나 건물주에게 공사진행계획 및 안전관리계획을 설명하고 협조를 구하며, 조사내용은 해당 당사자에게 확인시킨다.
- ⑧ 흙막이와 인접하여 가동되는 시공장비에 대한 안정성을 검토해야 하며, 필요시에는 흙막이를 보강하거나 지반을 보강 또는 개량한다.
- ⑨ 흙막이공사 주변 구조물에 피해가 예상되면 주변 구조물의 기초와 구조물 하부 지반을 조사하고, 균열, 변위, 변형의 진행 여부와 하중의 증감 상황을 확인할 수 있도록 계측장비를 부착하여 관찰 및 기록한다.
- ⑩ 시공계획에 있어서 정확한 시공법을 결정하기 위하여 사전에 작업환경이나 지반조건 등을 충분히 조사하여야 한다.

(3) 줄파기

- ① 지하굴착을 위한 천공 또는 항타를 하기 전, 천공위치에 따라 인력으로 1.5m 이상 또는 지하매설물 심도 이상 줄파기를 하여 지하 매설물의 유무 및 위치를 확인하여야 한다.
- ② 가능한 적은 범위 내에서 줄파기를 하고 보행자의 안전을 위해 보도경계선에 가설을 타리를 설치하여야 한다.
- ③ 줄파기 작업 시에는 부근의 노면구조물, 매설물 등에 피해가 없도록 하고 지반이 이완되지 않도록 주의해야 하며, 필요시에는 흙막이, 가복공, 가포장을 한다.
- ④ 시험굴착 및 줄파기는 말뚝 설치를 고려하여 소정의 범위 밖에서 시행하여야 하며,

작업완료 후 조속히 표준도에 따라 복구하여 교통에 지장이 없도록 하고 복구 후 노면을 유지 보수하여야 한다.

(4) 잔토처리

- ① 사토장의 위치 및 사토처리 방법은 해당 관리청과 협의하여 승인을 받은 후 시행하도록 한다. 잔토 운반 중 낙토와 낙석으로 인한 공로상의 피해가 없도록 하며 도시교통의 피해를 극소화하는 제반 조치를 강구하도록 한다.
- ② 사토 운반로를 현장 조건에 맞추어 계획하되, 잔토 운반 차량의 하중이나 진동에 직접영향을 받는 지하 매설물의 유무를 확인하고 이를 보호 조치하여야 한다.
- ③ 사토 운반 차량의 진동과 소음의 공해를 극소화하도록 조치하고 인근 주민의 협조와 동의를 얻도록 한다.
- ④ 도로상에서 작업 시 보행자 및 교통 장애를 유발하지 않도록 교통정리원(신호수)을 주재시키며, 작업장 내 표지판 및 교통안내판을 설치하여 안전사고가 발생하지 않도록 하여야 한다.

(5) 배수

- ① 터파기 작업장 내에는 배수를 하여 시공성을 확보하여야 한다.
- ② 굴착 중 공사장 외로 배출되는 물에 토사가 동시에 유출되지 않도록 침사조를 통과시켜 하수도로 방출하여야 한다.
- ③ 굴착이 완료될 무렵에는 필요에 따라 토관을 부설하고, 그 주변을 잔돌, 자갈 등으로 메우며, 그 하부에 집수정을 설치하여 배수한다.
- ④ 집수정을 폐지할 때에는 잡석 또는 콘크리트 등으로 메우고, 그라우팅을 하여 지하수의 유동을 방지하여야 한다.

3.3.2 엄지말뚝과 흙막이판(토류판)

- (1) 엄지말뚝의 간격, 근입깊이, 지름은 설계도서에서 명시된 대로 시행해야 한다. 지지력이 충분하지 않을 때에는 공사감독자의 지시를 받아 근입깊이를 늘려야 하며 신선한 암반이 분포하여 근입깊이를 줄이고자 할 경우에도 공사감독자의 승인을 얻어야 한다. 현장 지반조건이 풍화암 이상의 암반층으로 인접건물에 피해를 줄 우려가 있을 경우 말뚝의 직접항타를 피하고 천공하여야 한다.
- (2) 도심지에서 드롭해머에 의한 항타를 삼가야 하며, 부득이한 경우에는 견고한 캡으로 말뚝머리를 보호하여야 한다. 항타장비는 말뚝의 종류, 중량, 근입깊이, 타입본수, 토질, 주위환경 등을 고려하여 현장여건에 적합한 안전하고 경제적인 장비를 선택하여야 한다. 말뚝의 항타는 연속적으로 한다.
- (3) 강판을 재단하여 제작하는 말뚝은 공장제작하여야 한다.
- (4) 플랜지 전면에 일정간격으로 심도를 표시하여 근입정도를 지표면에서 확인할 수 있도록 한다.
- (5) 엄지말뚝의 연직도는 근입깊이의 1/100 ~ 1/200 이내가 되도록 하고 말뚝의 이음위치가 동일높이에서 시공되지 않도록 하여야 한다.
- (6) 엄지말뚝을 천공 후 매입공법으로 설치할 경우 천공면 상단부의 붕괴가 우려되는 경우에는 케이싱 등을 설치하여 천공면을 보호하여야 한다.
- (7) 천공작업 후 즉시 말뚝을 관입하고 슬라임 하부 최소 1m까지는 정착되도록 항타하여 소요깊이까지 도달하도록 하여야 한다.
- (8) 엄지말뚝을 천공 후 매입공법으로 설치할 경우에는 엄지말뚝 주위를 모래나 소일시멘트로 빈틈없이 충전시킨다.
- (9) 엄지말뚝 인발시 주변 지반에 지장을 주지 않도록 실시한다. 엄지말뚝을 제거한 다음 구멍은 모래 등으로 잘 메운다.
- (10) 엄지말뚝 토류벽은 일정간격의 강재 엄지말뚝 사이에 흙막이판(토류판)을 끼워 형성시킨 벽체로 토압에 안전하게 견뎌야 하고, 필요에 따라 보조공법으로 차수 그라우팅을 시행하여 설치목적에 부합되도록 하여야 한다. 이때 흙막이판(토류판) 설치를 위한 굴토는 1.5m 높이 이내에서 이루어져야 하고 여굴이 많은 경우에는 굴토높이를 줄여야 한다.
- (11) 흙막이판(토류판)은 굴착 후 신속히 배면지반과 밀착 시공되며 배면지반의 과도한 변형이나 토사유실을 막고 인접 흙막이판(토류판) 사이에 틈새가 발생하지 않도록 한다. 흙막이판(토류판)은 엄지말뚝 내부로 40 mm 이상 걸침깊이를 확보하고 끼워 넣는다. 흙막이판(토류판)의 시공 간격이 있거나 배면지반이 느슨한 경우 양질의 토사를 채운 후 다짐을 하거나 소일시멘트를 채워야 한다.
- (12) 흙막이판(토류판) 하단은 지정된 굴착면보다 깊게 근입해야 하며 지하수 유출 시 흙막이판(토류판)의 배면에 부직포를 대어 토사유실을 막고, 지반이 약할 경우에는 소일시멘트로 뒤채움을 할 수 있다.
- (13) 흙막이판(토류판) 설치 후 전면에 철선으로 봉하여 흙막이판(토류판)의 이탈을 방지

하여야 한다. 강제흙막이판은 상하 요철로 맞물리게 시공해야 하며, 이 경우 배면 토사의 유출을 방지할 수 있으므로 부직포를 설치하지 않을 수도 있으며, 설치 후 전면에 “ㄱ” 자 부속재 또는 클립형 부속재를 체결하여 흙막이판(토류판)의 이탈을 방지하여야 한다.

3.3.3 널말뚝

- (1) 이 절에서의 널말뚝은 강널말뚝과 나무 널말뚝을 대상으로 한다.
- (2) 널말뚝은 연직으로 단단한 지지층 또는 도면에 명시된 깊이까지 설치하고, 각 말뚝은 옆을 이룬 벽의 전장에 걸쳐서 연속적인 차수벽을 형성하도록 전 길이에 걸쳐 인접말뚝과 맞물리게 하여야 한다.
- (3) 지하수 유출로 인근건물이나 시설물에 피해가 우려되어 차수성을 증가시켜야 할 경우에는 연결부에 지수재를 사용하여 누수를 방지하여야 한다.
- (4) 사질토 지반의 경우 물분사식을 병행하더라도 최종 1~2m는 직접 항타로 박아야 하고 널말뚝 배면에는 토사를 충분히 충전하여야 한다.
- (5) 강널말뚝은 종류, 형상, 치수, 재질, 모재의 재료분석, 강도시험이 명시된 시험 성적표에 근거한 계약 문서에 지정된 규격이어야 한다. 강널말뚝은 KS F 4604(또는 KS F 4605)의 요구 사항에 적합하여야 한다. 강널말뚝, 조합 강널말뚝, 이형 강널말뚝은 현장에서 가공 및 제작해야 하고, 강널말뚝을 현장에서 이을 때 위치는 공사시방서에 의하며, 방법은 공사감독자와 협의하여 결정한다. 목적하는 차수정도에 따라 강널말뚝의 맞물림 부위에 팽창성 지수재를 사용할 수 있다.
- (6) 강널말뚝용 안내 말뚝 및 안내 링의 설치는 사전 시공 측량에 따라 널말뚝 배열과 일치하도록 하고 띠장 및 버팀대는 설치 위치까지 굴착이 진행되었을 경우 조속히 설치하여야 하며, 그 이하의 양수작업은 설치가 완료된 다음에 시행하여야 한다. 단 양수작업을 급격하게 하지 않아야 하며, 내외 수위의 변동량 및 벽체의 거동을 상세히 파악하여 안정성을 검토하여야 한다.
- (7) 안내 링에는 작업 중 강널말뚝을 지지할 수 있는 버팀재 및 보강재를 일정한 간격으로 설치하여야 한다.
- (8) 가설재는 천재지변 시 예기치 못한 좌굴 및 편심 등으로 안전사고가 발생되므로 홍수 기간에는 시설공사를 중단하여야 한다.
- (9) 강널말뚝의 운반 및 보관은 다음과 같이 한다.
 - ① 강널말뚝을 싣고 내릴 때에는 크레인을 사용하여 충격 및 변형이 발생하지 않도록 취급하여야 한다. 매달기는 강널말뚝의 2지점을 로프로 묶어서 취급하되 묶는 지점은 말뚝 양단에서 말뚝길이의 20% 되는 점을 택하여야 한다.
 - ② 강널말뚝의 적치는 지반지지력이 충분하고 표면이 평탄한 장소가 적당하며, 침하가 예상되는 곳은 지반을 개량하여 침하 현상을 방지한 후 적치하여야 한다. 적치 높이는 2m 이하로 하되 1층의 단수는 5매 이하로 하여 받침목으로 피어야 한다. 이 때 받침목은 100 mm 각목으로 하며, 각목의 간격은 4m 이내로 한다.

(10) 강널말뚝 시공기계에 관한 사항은 다음을 따른다.

- ① 말뚝 설치 장비는 설계서에 표시된 말뚝보다 최소한 3m 더 긴 것을 시공할 수 있는 것이어야 한다.
- ② 해머의 경우 암반향타 공법에 적합한 드롭해머를 사용하고, 해머의 무게는 강널말뚝 무게의 2~3배로 낙하고는 1~2m로 하며, 필요시 바이브로 해머를 사용할 수 있다.
- ③ 주변에 진동이나 소음을 저감시키기 위하여 자갈층이나 암반에서 말뚝박기를 할 때는 물분사 공법을 사용한다. 분사구의 개수나 압력은 말뚝 주변의 물질을 충분히 절삭할 수 있는 범위에서 결정되어야 하며, 분사구가 막히거나 작동이 안 될 경우에는 즉시 보수 보강을 하여야 한다.

(11) 강널말뚝의 설치는 다음과 같이 수행한다.

① 시험향타

- 가. 강널말뚝의 타입 가부는 표준관입시험의 N값에 의하여 추정되나 지반조건에 따라서는 추정한 것과 다른 경우가 많기 때문에 시험타를 선행하여 제반 조건을 결정한다.
- 나. 시험타를 행하여 강널말뚝의 사양, 타입공법, 장비규격 등을 검토해야 하며, 본 설계도서와 상이할 경우에는 공사감독자의 승인을 받은 후 설계변경 하여야 한다.

② 안내보

- 가. 안내보는 정확한 타입과 시공 시의 안정을 확보하기 위하여 타입 법선에 평행하게 H형강의 보조버팀대 및 보조말뚝을 설치하여 강널말뚝의 세우기 및 타입을 용이하게 하는데 목적이 있다.
- 나. 설계도서에 표시된 시공법선에 따라 보조말뚝을 2열로 설치하고(10m 간격) 보조말뚝 내측에 보조 버팀대를 설치한다. 이 때 보조 버팀대의 내측 간격은 강널말뚝을 짝 물린 상태보다 20~50mm의 여유를 주도록 한다.
- 다. 또한 안내보의 설치 높이는 강널말뚝의 타입을 완료했을 때 해머가 안내보에 닿지 않도록 강널말뚝의 타입 목표 높이보다 300~500mm 정도 낮게 설치하여야 한다.

③ 세우기

- 가. 세우기는 먼저 타입한 강널말뚝에 다음 강널말뚝의 이음부를 맞추고 자립될 수 있는 깊이까지 내려주는 작업이다. 이 때 자중만으로 소정의 깊이까지 관입되지 않으면 해머로 가볍게 타격하여 설치한다.
- 나. 강널말뚝의 세우기 작업에서는 절대로 비껴 당기거나 이음부가 비뚤어지지 않도록 주의하여야 한다. 따라서 최초에 타입한 강널말뚝은 이후의 향타 기준이 되므로 법선 방향과 직각 방향의 2방향으로 위치와 경사를 정확히 유지하도록 세우기를 시행한다. 수직에 대한 오차는 1/100~1/200 이내로 한다.
- 다. 강널말뚝과 보조버팀대와의 사이에 틈이 생기면 간격재(spacer)를 끼워 강널말뚝의 타입방향이 어긋나지 않도록 조정하여야 한다.
- 라. 강널말뚝의 매기 및 세우기부터 타입 시까지는 제반 안전 사항을 고려하여 취급을 신중히 하여야 하며, 특히 충돌 및 흔들림이 없도록 하여야 한다.

④ 강널말뚝의 타입 가능 깊이

가. 강널말뚝 타입 시에는 타격력이 강널말뚝의 타입저항보다 커야 하지만 타격력이 강널말뚝의 두부를 훼손하거나 장주좌굴 허용하중을 초과하게 되면 곤란하기 때문에 시공 전에 검토되어야 한다.

⑤ 강널말뚝의 이음부는 차수성 측면에서 간격이 없이 완전하게 시공된 상태에서는 이상적이지만, 타입을 고려하여 다소의 여유 틈을 갖도록 제작되므로 이러한 이음부에서 누수가 발생하지 않도록 섬세한 주의를 요한다.

(12) 강널말뚝 시공 시 문제점과 대책

① 강널말뚝 타입 중에 경사, 맞물림 관입, 회전, 두부파괴, 이음부 이탈 등의 현상이 발생하면 타입을 중지하고 그 원인을 규명하여 적절한 대책을 수립하여야 한다.

가. 경사: 타입중인 강널말뚝이 경사지게 되면 이음부는 마찰저항이 크게 되므로 다음 말뚝의 타입에 큰 지장을 초래하므로 다음과 같은 방법으로 경사를 즉시 수정하여야 한다.

(가) 강널말뚝의 두부는 와이어로프를 이용하여 경사반대 방향으로 당겨 준다.

(나) 강널말뚝을 사전에 연결관 측이 짧아지게 하단부를 경사지게 절단하여 연결부의 지반관입 저항을 적게 하여 경사를 수정한다.

(다) 단독타입의 경우 병행타입(병풍박기)으로 바꾸어 시공한다.

(라) 강널말뚝의 두부를 경사지게 타격하면서 시공한다.

(마) 연결부에서의 마찰저항률을 감소시키기 위해 연결부에 윤활유를 바르고 틈새에 흙이 끼이지 않도록 선단부 내에 슈를 장착한다.

(바) 이형 강널말뚝을 제작하여 사용해야 한다.

나. 맞물림 관입

(가) 강널말뚝이 경사진 경우에는 경사보정을 하여 이음부의 마찰저항을 감소시킨다.

(나) 지반이 연약한 경우에는 강널말뚝을 계획고보다 약간 높은 위치에서 타격을 중지하여 맞물림 관입량 만큼 여유를 둔 다음, 마지막에 전체적으로 재타격하여 위치를 맞춘다.

(다) 맞물림 관입이 일어날 강널말뚝을 인접 강널말뚝에 용접이나 볼트로 묶는다.

(라) 크레인의 로프를 맞물림 관입이 일어나는 강널말뚝에 걸고 타입한다.

(마) 이상과 같은 방법으로 맞물림 관입을 방지하더라도 실제로 맞물림 관입 현상이 발생할 경우 진동해머로 인발한 후 재시공하여야 한다.

다. 회전

(가) 강널말뚝의 회전을 방지하기 위한 대책으로는 안내보와 강널말뚝 사이의 간격을 적당히 유지하여야 하고 간격재를 삽입하는 것이 육상 타격 시에 유리하다. 그러나 해상 타격 시에는 해저면보다 높은 안내보 지지말뚝의 길이와 해저면 이하의 연약층 심도까지의 길이만큼 안내보의 억제력이 저하되므로 안내보에 따라서는 회전을 방지하기 곤란한 경우가 있다. 따라서, 세워 내릴 때 법선 방향과 법선 직각방향의 2방향에서 정확하게 관측하여 회전을 일으키지 않도록 작업을 관리하여야 한다. 또한 시공 후에 단계적으로 회전이 생기는 경우에는 즉시 인발하고 재시공하여야 한다.

다.

라. 시공연장의 늘어짐과 줄어짐

- (가) 이음부에는 약간의 공간이 있기 때문에 세우기 및 타입 상황에 따라 시공연장이 늘어나거나 줄어들게 된다. 이 때는 법선 방향으로 밀거나 당기면서 조정하되 20~30매마다 늘어짐 및 줄어짐량을 검토하면서 시공하여야 한다.

3.3.4 CIP 벽체

- (1) CIP 공법은 각각의 공들이 겹쳐지게 시공이 되지 않으므로 차수가 필요한 경우에는 주열식 벽체공과 공 사이에 별도의 차수대책을 세워야 한다.
- (2) 말뚝의 연직도는 말뚝길이의 1/200 이하이어야 한다.
- (3) 시공의 정확도와 연직도 관리를 위해 안내벽을 설치하여야 하며, 이 때 안내벽은 지장물의 확인 및 제거를 위한 줄과기과 결합 수 있다.
- (4) 천공 시 공벽보호를 위해 가이드케이싱을 소정 심도까지 설치하여야 하며, 천공 시 시공깊이가 설계도면과 상이한 경우 공사감독자와 협의하여 설계변경 할 수 있다.
- (5) 콘크리트 타설 전에는 반드시 슬라임 처리를 완벽하게 하여야 하며, 슬라임 처리는 에어리프터 또는 수중 샌드펌프에 의하거나, 공사감독자의 승인을 받아 유사장비를 사용할 수 있다.
- (6) 천공 및 슬라임 제거 시에 발생하는 굴착토는 주변에 환경오염이 되지 않도록 즉시 처리하여야 한다.
- (7) H형강 말뚝과 철근망의 근입 시는 공벽이 붕괴되지 않도록 서서히 근입하여야 하며, 피복 확보를 위하여 간격재를 부착하여야 한다.
- (8) 콘크리트 타설은 한 개의 공이 완료될 때까지 계속해서 타설하며, 트레미관을 이용하여 공내 하단으로부터 타설한다. 이 때 트레미관의 하단은 콘크리트 속에 1m 정도 묻힌 상태를 유지하면서 시공되어야 한다.
- (9) 타설된 콘크리트가 경화될 때까지 강도에 영향을 주는 굴착은 피해야 한다.
- (10) H형강 말뚝이 근입되는 주열식 벽체에서와 같이 공내에 타설이 곤란한 경우에는 공사감독자의 승인을 받아 설계강도를 만족시킬 수 있는 모르타르 주입으로 대체할 수 있다.
- (11) CIP 벽체 시공이 완료되면 두부정리를 하고, 설계도면에 따라 각 주열식 벽체공 상부가 일체화되도록 캡빔을 설치한 후, 안내벽을 제거하여야 한다.
- (12) CIP 벽체 압축강도 시험은 KS F 2413에 적합해야 하며, 강도시험 개수는 공사시방서에 따른다.
- (13) CIP 벽체와 띠장 사이의 공간은 콘크리트나 모르타르 등으로 채워야 한다.

3.3.5 SCW 벽체

- (1) SCW는 소정의 강도를 가진 서로 중첩된 기둥으로 일정한 벽을 형성하여 차수성, 균질성을 확보하도록 시공하여야 한다.

- (2) SCW 공사 착수 전에 굴착지반의 특성을 파악하기 위한 사전조사를 하여야 한다. 다만 이미 조사된 자료가 있으면 이를 활용할 수 있다.
- (3) 시멘트 밀크 혼합 압송장치는 충분한 성능을 보유한 것으로 시멘트, 혼화재 등의 계량관리가 가능한 설비를 보유한 것이어야 한다.
- (4) 시공위치를 정확히 설정하고, 이를 기준으로 안내벽을 설치해야 하며, 공중별 시공계획서에 따라 소일시멘트 기둥의 시공순서를 주의하여 시공하여야 한다.
- (5) 말뚝의 수직오차는 말뚝길이의 1/100 ~ 1/200 이내로 한다.
- (6) 시멘트 밀크의 주입은 적절한 압력과 토출량을 유지하여 공 내에서 균질한 소일시멘트가 될 수 있도록 하여야 한다.
- (7) SCW 시멘트 슬러리의 물-결합재비와 설계배합비는 표 3.3-1를 표준으로 하되 공사감독자의 지시에 따라 SCW의 강도, 지반과 지하수의 상황에 따라 양질의 균질한 품질을 얻을 수 있도록 결정하여야 한다.

표 3.3-1 SCW 시멘트 슬러리의 물-결합재비와 설계배합비

토질	배합비 (kg)			압축강도 (kPa)
	시멘트	벤토나이트	물	
보통 토사	400 ~ 700(550)	5 ~ 15(10)	800 ~ 1400(800)	200 ~ 800
사력토 및 풍화대	300 ~ 600(450)	10 ~ 30(15)	600 ~ 1200(600)	60 ~ 120

주 : ()안은 표준안, 물-결합재비 = 100 ~ 200 %

- (8) 시멘트 밀크의 조합 및 주입량은 지반 및 지하수의 상태를 고려하여야 한다.
- (9) SCW의 교반은 다음 사항을 참조한다 : 교반속도 = 1 m/분(사질토), 0.5 ~ 1 m/분(점성토) ; 굴착완료 후 역회전교반 ; 벽체하단부 2m는 2회 교반 ; 인발 시 룯드를 역회전하면서 인발하여야 한다.
- (10) 강재의 삽입은 삽입된 재료가 공벽에 손상을 주지 않도록 하고 소일시멘트 기둥 조성 직후, 신속히 수행하여야 한다.
- (11) SCW의 벽면에 강도 및 균질성에 이상이 있거나, 또는 벽면 사이의 틈새로부터 누수가 있을 경우 신속하게 보수하여야 한다.
- (12) SCW 시공이 완료되면 상부의 300 mm는 슬라임을 제거하고 콘크리트 테두리보를 설치한다.
- (13) 띠장과 SCW 사이의 공간은 모르타르 및 목재 등으로 채워야 한다.
- (14) SCW 선정 및 관리시험을 행하되 다음 중 일정한 품질관리가 될 수 있도록 사전 시험계획서를 제출하여 공사감독자의 승인을 득하고, 이 계획서에 따라 강도시험을 행한 후 결과를 정리하여 제출하여야 한다.
 - ① 시공하기 전에 원위치의 토사를 채취하여 실내시험반죽을 하는 방법(실내시험법)
 - ② 시공 시에 시료채취봉을 소일시멘트 혼합토 중의 소정심도까지 삽입하여 시료를 채취하여 강도시험을 하는 방법(시료채취 시험법)

- ③ 근입 시공 시에 소정의 깊이에서의 벽면에 코어를 채취하여 그 강도시험을 하는 방법(현장코어 시험법)
- ④ 공시체는 지름 100 mm, 높이 200 mm로 하고 일축압축강도의 평가는 동일 공시체 3본 이상의 시험결과에 의하는 방법

3.3.6 지하연속벽

- (1) 지하연속벽의 시공은 설계도면을 따르며, 특히 굴착면의 히빙, 파이핑, 벽체의 횡방향 변위에 대비하여 최종 굴착면 아래로 충분히 벽체를 근입하여야 한다. 벽체는 철근콘크리트로 시공하여야 하나, 공사감독자의 승인이 있고 구조적으로 문제가 없을 경우 무근콘크리트로 시공할 수 있다.
- (2) 지하연속벽의 1차 패널 폭은 5~7m, 2차 패널 폭은 굴착장비의 폭으로 제한하여 시공하여야 하며, 지반침하에 민감한 시설물에 인접하여 시공하는 경우에는 길이를 줄여야 한다.
- (3) 지하연속벽은 굴착과 콘크리트 타설이 완료될 때 까지 설계도면에 명시된 한도까지 안정액을 채워야 한다.
- (4) 슬러리 패널의 굴착은 굴착 중인 2개의 슬러리 패널 사이에 2개의 패널공간을 두고 계속하여야 한다.
- (5) 굴착장비는 설계조건 지질 및 지하수의 상태, 시공조건, 경제성 등을 고려하여 선정하고, 트렌치내에서 슬러리의 수직통과가 자유롭고 진공압의 발생을 방지할 수 있는 것으로 한다.
- (6) 굴착이 진행되면서 벽체에 누수현상과 흩입자의 유출이 있을 경우에는 차단시켜야 한다.
- (7) 벽체의 수직에 대한 오차는 벽체 높이의 1/100~1/200 이내로 한다.
- (8) 안정액은 다음 조건에 맞게 시공되어야 한다.
 - ① 소요의 안정액을 만들기 위하여 충분한 성능과 용량을 보유한 설비를 갖추고, 기계적인 교반으로 벤토나이트와 물이 안정된 부유 상태를 유지할 수 있어야 하며, 슬러리는 가설배관이나 다른 적합한 방법으로 트렌치까지 운송되어야 한다.
 - ② 슬러리를 회수하여 사용하는 경우에는 슬러리에 섞여있는 유해물질을 제거해야 하며, 회수된 슬러리는 연속적으로 트렌치에 재순환시켜야 한다.
 - ③ 슬러리는 철저한 품질관리를 통하여 분말이 부유 상태에 있도록 하여야 한다.
 - ④ 슬러리는 운휴와 중단을 포함하는 모든 시간에 그 요건을 유지하여야 하며, 굴착과 콘크리트 타설 직전까지 순환 또는 교반을 지속하여야 한다.
 - ⑤ 파낸 트렌치의 전 깊이에 걸쳐서 슬러리를 순환 및 교반할 수 있는 장비를 갖추어야 한다.
 - ⑥ 슬러리를 압축공기로 교반해서는 안 된다.
 - ⑦ 벤토나이트 등의 안정액을 쓸 때에는 굴착 지반에 적합한 것을 조합하여 사용하고, 사용 중에는 품질관리를 철저히 하여야 한다.
- (9) 안내벽은 시공 중에 인접지반에 손상을 주지 않고, 공급된 슬러리나 파낸 토사가 지

하실, 공동구, 설비시설, 기타 시설물에 누출되지 않도록 시공하여야 한다. 시공상세도면에 명시된 치수로 트렌치가 시공되었고, 슬라임이 완전히 제거되었는지를 확인한 후 안내벽 콘크리트를 타설한다.

- (10) 철근 또는 보강재 등의 이동방지와 피복 확보를 위하여 간격재를 부착해야 하며, 철근망과 트렌치 측면은 80 mm 이상의 피복이 유지되어야 한다.
- (11) 철근망을 근입하기 전에 굴착심도, 수직도, 슬라임 제거 등을 재점검한 후 이상이 없도록 하여야 한다. 철근망 조립 시 구조물 슬라브 연결부는 50 mm 두께의 스티로폼으로 피복해야 하며 전단철근은 심도가 정확히 일치하도록 조립되어야 한다.
- (12) 굴착이 끝난 후 안정액에는 모래분이 많이 혼합되어 있으므로 콘크리트 타설 전에 신선한 안정액과 교체한다.
- (13) 콘크리트 타설은 굴착이 완료된 후 12시간 이내에 시작하고, 콘크리트는 트레미관을 통해서 바닥에서부터 중단 없이 연속하여 타설한다. 트레미관은 슬러리가 관 속의 콘크리트와 혼합되지 않도록 바닥에 밸브를 갖추어야 하고, 선단은 항상 콘크리트 속 1m 이상 묻혀 있도록 하여야 한다.
- (14) 재생이 어려운 이수 및 공사 종료 후 이수 핏트 내의 이수는 환경오염이 되지 않도록 폐기처분 하여야 한다.

3.4 지반 앵커

(1) 시공준비 및 계획

- ① 지중에 시멘트 그라우트되는 영구앵커의 시공과 관련된 규정으로 설계도서, 현장여건, 인근시설물, 지하매설물, 지반조건, 지하수위 등을 파악하여 시공계획을 수립하여야 한다. 특히 지중앵커의 시공은 지반조건 등의 변화에 따라 시공여건이 변경되는 경우가 많으므로 그럴 때에는 시공계획을 즉시 수정하여 공사에 임하여야 한다.

(2) 인장재의 설치

- ① 인장재는 건조 상태에서 유해한 녹이나 물질이 부착되지 않도록 보관하고, 숙달된 작업원에 의해 공장이나 현장에서 조립을 하여야 한다.
- ② 천공방법은 천공구멍 주변의 지반손실을 방지하는 천공방법이어야 하며, 천공된 구멍의 위치, 경사 및 배열은 설계도서에 표시된 것과 같아야 한다.
- ③ 천공깊이는 소요 천공깊이보다 최소한 500 mm 이상 깊게 하여 천공면으로부터 교란된 이물질이 가라앉아 소요 천공깊이에 지장이 없도록 하여야 한다.
- ④ 천공 중에는 토층, 천공길이, 천공지름, 각도, 천공시간을 확인하고, 토질조사보고서의 주상도와 비교하여 천공과정의 신뢰도를 검증한 후 시공하여야 한다.
- ⑤ 천공작업 중 인접 지하매설물이나 이상 물체에 부딪히는 경우에는 즉시 작업을 중단하고 매설물을 조사한 후 공사감독자의 승인을 얻어 공사를 재개하여야 한다.
- ⑥ 텐던은 어려움 없이 천공된 구멍 안에 소요의 깊이까지 장착되어야 한다.
- ⑦ 그라우팅을 위한 펌프는 주입압을 측정할 수 있는 압력게이지가 있어야 하고, 주입방법, 물-결합재비 등은 설계도서에 표시된 대로 시행하여야 한다.

- ⑧ 영구 지반앵커의 경우 텐던의 비정착부분, 트림펫 및 정착부는 부식방지를 위한 조치가 있어야 한다.
- (3) 긴장 및 정착
- ① 성과시험 또는 강도시험에서 안전성이 확인된 후 소정의 긴장하중으로 정착하여야 한다.
- ② 긴장을 하는 시기는 주입재의 강도가 일정기준 이상의 값에 도달했을 때 실시하여야 한다.
- ③ 정착은 적합한 긴장용 잭을 사용하여 신뢰성이 높은 인장재의 공칭 파단하중 이상의 정착내력이 있는 정착장치를 사용하여야 한다.
- ④ 점성토 지반이나 느슨한 사질토 지반에서는 지반앵커의 긴장력이 감소되는 것에 대비하여 재 긴장할 수 있는 여유길이를 남겨두어야 한다.
- ⑤ 정착시킨 후의 지반앵커는 정착부의 상태, 벽체의 변형 등을 관찰해야 하며, 계측도면에 지정된 앵커는 가설토류벽 해체 시까지 긴장력을 계측하여야 한다.
- (4) 시험
- ① 인장시험은 실제로 사용되는 앵커에 있어서 설계앵커력의 1.2배의 하중을 계획 최대 시험하중으로 하고 설계에 대한 앵커의 안정성을 확인하기 위하여 최소 3개 그리고 전체 지반앵커의 5% 이상에 대해 인장시험을 실시해야 하며, 나머지 앵커는 확인시험 절차에 따라 시험을 실시하여야 한다.
- (5) 시공기록
- ① 시공에 있어서는 각 작업단계마다 지반조건, 작업공정, 시공방법, 시험결과 및 기타 특이한 사항을 기록하여 유지관리나 타 공사에 참고자료가 되도록 하여야 한다.

3.5 기타 구조물 되메움공

- (1) 되메움 재료 물질은 이 기준 2.1.7의 규정을 따른다. 되메움은 구조물 시공이 끝나는 대로 최대한 짧은 시간 내에 수행하고 되메움 및 다짐은 구조물의 파괴가 일어나지 않도록 수행되어야 한다. 되메움은 한꺼번에 하지 않고 여러 층으로 나누어 시공한다. 특수한 장비를 사용하지 않는 한, 되메움 층의 두께는 0.3m를 넘지 않고 균질하게 다짐을 하여야 한다. 특수한 구조물의 되메움은 발주자의 승인을 받고 되메움을 수행하여야 한다.

3.6 기타 구조물 배수공

- (1) 배수시설은 승인된 작업도면 또는 계약 문서 이러한 사양에 표시된 사양에 따라 설계되어야 한다.
- (2) 콘크리트 배수로 : 콘크리트 배수로는 계약 문서 또는 승인된 작업도면에 표시된 프로필에 준거하여 설계되어야 한다.
- (3) 눈물 구멍
- ① 눈물 구멍은 계약 문서 또는 승인된 작업도면에 표시된 위치에서 설계되어야 한다.

시공된 각 눈물 구멍 인근에는 최소한 0.001 m³의 필터 직물로 감싼 투수성이 좋은 물질을 설치하여야 한다.

- ② 기성 콘크리트 토류구조물 패널 사이 조인트는 배수 기능을 가지는데 이러한 조인트 사이에도 필터 직물을 설치하여야 한다.
 - ③ 필터 직물은 패널 전면에 부착되어야 한다. 부착지점에는 말려서 깨끗하게 청소한 다음 부착하여야 한다.
- (4) 배수 재료
- ① 계약 문서 또는 승인된 작업도면에 지정된 필터 직물, 집수파이프, 인출파이프 및 클린아웃 파이프를 시공하여야 한다.
 - ② 필터 직물의 등급은 규정된 압축 및 치수 내성을 준수하여야 하며, 느슨하거나 이물질 또는 날카로운 물질을 사용하면 안 된다. 이는 설치하는 동안 필터 원단의 손상을 방지하기 위함이다.
 - ③ 필터 직물은 적당히 팽팽하게 당겨서 설치하고 잘 배치하여 주름이 없는 방식으로 배치되어야 한다. 필터 직물을 연결하여 설치할 때 연속성을 확보하기 위하여 0.3 ~ 0.45 m 겹치게 설치한다. 원단이 손상된 경우, 찢어지거나 구멍이 난 부분은 손상영역을 보완하기 위하여 충분히 큰 직물의 조각을 규정에 맞게 재단하여 수리한다.
 - ④ 투수성 배수 물질은 수평으로 설치하고 구조물 되메움 기준에 제시된 방법에 준하여야 한다. 배수 물질, 구조물 되메움, 제방 재료가 포설 및 다짐되는 경우, 배수성 직물과 다짐기계 사이에 적어도 0.15 m 이상의 두께를 유지하여야 한다.

집필위원

성명	소속	성명	소속
- 집필위원			
정상삼	연세대학교	김동욱	인천대학교
박재현	한국건설기술연구원		
- 총괄			
박영석	명지대학교	황훈희	한국도로협회
한종욱	명지대학교	배재현	한국도로협회
이희영	조선대학교		

자문위원

성명	소속	성명	소속
권영봉	영남대학교	이종세	한양대학교
길홍배	한국도로공사	임윤묵	연세대학교
김경모	보강기술(주)	임종석	목포대학교
김영욱	명지대학교	장승필	서울대학교
김우종	(주)디엠엔지니어링	정경식	에스텍 컨설팅 그룹
김재홍	(주)수성엔지니어링	정영수	중앙대학교
문명국	주식회사 천일	정충기	서울대학교
박명균	(주)삼보기술단	정태주	한라대학교
신현목	성균관대학교	조삼덕	한국건설기술연구원
이의준	(주)홍익기술단	조천환	삼성물산 건설부문
이정환	현대건설(주)	주성문	(주)수성엔지니어링

국가건설기준센터 및 건설기준위원회

성명	소속	성명	소속
이영호	한국건설기술연구원	김호경	서울대학교
구재동	한국건설기술연구원	김명철	동부엔지니어링
김기현	한국건설기술연구원	김충언	삼현피엔프
김나은	한국건설기술연구원	박찬희	포스코
김재훈	한국건설기술연구원	백인열	가천대학교
김태송	한국건설기술연구원	손윤기	(주)엔비코컨설팅트
김희석	한국건설기술연구원	송종걸	강원대학교
류상훈	한국건설기술연구원	오명석	(주)서영엔지니어링
안준혁	한국건설기술연구원	이태현	한국도로공사
원훈일	한국건설기술연구원	조경식	(주)디엠엔지니어링

이상규	한국건설기술연구원		
이승환	한국건설기술연구원		
이여경	한국건설기술연구원		
이용수	한국건설기술연구원		
주영경	한국건설기술연구원		
최봉혁	한국건설기술연구원		
허원호	한국건설기술연구원		

중앙건설기술심의위원회

성 명	소 속	성 명	소 속
곽종원	한국건설기술연구원	이진선	원광대학교
문인기	엠플러스이엔씨(주)	정평기	(주)화인씨이엠테크
박영빈	우성디앤씨	최인준	산하종합기술
신명수	울산과학기술원		

국토교통부

성 명	소 속	성 명	소 속
양희관	국토교통부 도로건설과	김로타	국토교통부 도로건설과
최영록	국토교통부 도로건설과		

KCS 24 51 20 : 2023

토류구조물(한계상태설계법)

2023년 9월 12일 제정

소관부서 국토교통부 도로건설과

관련단체 한국도로협회
13647 경기도 성남시 수정구 위례서일로 26(중일라크리움 8층)
Tel : 02-3490-1041 E-mail : poonhee@kroad.or.kr
<http://www.kroad.or.kr>

한국교량및구조공학회
06130 서울특별시 강남구 테헤란로7길 22, 한국과학기술회관 1관 514호
Tel : 02-871-8395 E-mail : kibse@kibse.or.kr
<http://www.kibse.or.kr>

작성기관 한국도로협회
13647 경기도 성남시 수정구 위례서일로 26(중일라크리움 8층)
Tel : 02-3490-1041 E-mail : poonhee@kroad.or.kr
<http://www.kroad.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>