KOSHA GUIDE

KOSHA GUIDE

KOSHA GUIDE

KOSHA GUIDE

KOSHA GUIDE
기술지원규정

흙막이공사에 대한 기술지원규정
D-C-1-2025

한국산업안전보건공단

기술지원규정은 산업안전보건기준에 관한 규칙 등 산업안전보건법령의 요구사항을
이행하는데 참고하거나 사업장 안전·보건 수준향상에 필요한 기술적 권고 규정임

기술지원규정의 개요

○ 작성자 : 한국산업안전보건공단

○ 개정자 : 영남대학교 전병곤 교수

○ 제·개정경과
- 2010년 10월 건설안전분야 제정위원회 심의(제정)
- 2012년 7월 건설안전분야 제정위원회 심의(개정)
- 2024년 11월 건설안전분야 전문위원회 심의(개정)
- 2025년 1월 표준제정위원회 본위원회 심의(개정)

○ 관련규격 및 자료

- 국토교통부 고시 제2021-1348호, 설계기준 KDS 21 30 00(가설흙막이 설계기준), 표준시방서 KCS 21 30 00(가설흙막이 공사), KCS 21 45 10(노면 복공)
- 산업안전보건용어사전(한국산업안전보건공단, 2006년)
- 흙막이공사 작업안전기술자료(한국산업안전보건공단, 2006년)

○ 관련 법규·규칙·고시 등

- 산업안전보건기준에 관한 규칙 제1편 제6장 제2절(붕괴 등에 의한 위험방지) 및 제2편 제4장 제2절(굴착작업 등의 위험방지)
- 고용노동부 고시 제2023-35호(굴착공사 표준안전 작업지침)

○ 기술지원규정의 적용 및 문의

- 이 기술지원규정에 대한 의견 또는 문의는 산업안전포털 홈페이지(portal.kosha.or.kr)의 기술지원규정(KOSHA GUIDE) 소관 분야별 문의처 안내를 참고하시기 바랍니다.
- 동 규정 내에서 인용된 관련규격 및 자료, 법규 등에 관하여 최근 개정본이 있을 경우에는 해당 개정본의 내용을 참고하시기 바랍니다.

공표일자 : 2025년 3월 26일
제 정 자 : 한국산업안전보건공단 이사장

목 차

1. 목 적 ····· 1

2. 적용범위 ····· 1

3. 용어의 정의 ····· 2

4. 흙막이공사 관련 법적 필수사항 ····· 5

4.1 흙막이 지보공 등의 위험방지 ····· 5

4.2 그 밖의 관련 법령 ····· 6

5. 흙막이공사 전 확인 사항 ····· 6

5.1 사전조사 및 설계도서의 작성·검토 ····· 6

5.2 작업장 주변 조사 및 안전대책 ····· 7

5.3 시공계획의 수립 ····· 8

5.4 자재의 반입 및 관리·점검 ····· 8

5.5 건설장비 및 기계·기구 사용계획 ····· 9

5.6 작업 안전관리 ····· 9

6. 흙막이공사 시 일반 안전조치 사항 ····· 10

6.1 공통사항 ····· 10

6.2 차수 그라우팅(Grouting)작업 ····· 12

6.3 굴착 작업 ····· 13

6.4 복공설치 ····· 15

6.5 흙막이 가시설 해체 ····· 16

6.6 계측 ····· 17

6.7 작업완료 및 주변 원상복구 ····· 18

목 차

7. 벽체 형식에 따른 공법별 안전조치 사항 ····· 19

7.1 공통사항 ····· 19

7.2 엄지말뚝(H-Pile)+흙막이 판 벽체 공사 시 안전조치 사항 ····· 25

7.3 강널말뚝(Steel Sheet Pile) 벽체 공사 시 안전조치 사항 ····· 27

7.4 소일시멘트(Soil Cement Wall(SCW)) 벽체 공사 시 안전조치 사항 ····· 34

7.5 CIP(Cast In Placed Pile) 벽체 공사 시 안전조치 사항 ····· 37

7.6 지하연속벽체(Diaphragm Wall) 공사 시 안전조치 사항 ····· 40

8. 지지 구조형식에 따른 공법별 안전조치 사항 ····· 48

8.1 공통사항 ····· 48

8.2 띠장, 버팀대, 중간말뚝, X-브레이싱 공사 시 안전조치 사항 ····· 51

8.3 지반앵커(Earth Anchor) 공사 시 안전조치 사항 ····· 56

8.4 소일네일링(Soil Nailing) 공사 시 안전조치 사항 ····· 61

8.5 띠장 긴장 공법(Prestress Wale) 공사 시 안전조치 사항 ····· 66

흙막이공사에 대한 기술지원규정(안) 제안개요

Ⅰ. 제정이유

건설공사 현장에서 굴착작업 등의 위험 방지 규정에 의거 흙막이공사 작업 시 준수하여야 할 안전보건작업에 관한 기술적인 사항에 대한 규정을 제시하여 사업장에서 이를 활용토록 하여 근로자의 안전을 도모하기 위함.

Ⅱ. 제정(안)의 주요내용

1. 흙막이 공사관련 유사 안전보건기술지침(KOSHA Guide) 통·폐합

KOSHA Guide	정비유형
흙막이공사(엄지말뚝 공법) 안전보건작업 지침	통폐합(개정)
흙막이공사(Earth Anchor공법) 안전보건작업 지침	통폐합(폐지)
흙막이공사(SoilNailing공법)안전보건작업 지침	
흙막이공사(C.I.P공법)안전보건작업 지침	
흙막이공사(지하연속벽)안전보건작업지침	
흙막이공사(강널말뚝, Sheet Pile)의 안전보건작업지침	
흙막이공사(SCW공법)의 안전보건작업지침	
흙막이공사(띠장 긴장 공법, Prestress Wale Method)의 안전보건작업지침	

2. 흙막이 공법별 지침 중 공통사항 통합
3. 공법별 특성에 따라 흙막이 벽체형식 및 지지형식으로 분류하여 세부사항 현행화
4. 설계기준(KDS 21 30 00), 표준시방(KCS 21 30 00)의 개정사항 반영
5. 각종 삽화, 사진 등 최신 내용으로 변경

Ⅲ. 관련 법규 및 규격

- 산업안전보건기준에 관한 규칙 제1편 제6장 제2절(붕괴 등에 의한 위험방지)
- 산업안전보건기준에 관한 규칙 제2편 제4장 제2절(굴착작업 등의 위험방지)
- 국토교통부 고시 제2021-1348호, 설계기준(KDS 21 30 00)
- 국토교통부 고시 제2021-1348호, 표준시방(KCS 21 30 00)

Ⅳ. 산업안전·보건표준제정위원회 심의개요

○ 건설안전분야 전문위원회 심의

- 제 안 자 : 영남대학교 전병곤 교수
- 심 의 일 : 2024년 11월 15일
- 심의위원 : 재적위원 18명 중 10명 참석
- 주요 수정내용 : 흙막이 공사관련 유사 안전보건기술지침(KOSHA Guide) 통·폐합 및 현행화, 자구 수정 등

○ 산업안전·보건표준제정위원회 본위원회 심의

- 제 안 자 : 영남대학교 전병곤 교수
- 심 의 일 : 2025년 1월 10일
- 심의위원 : 재적위원 24명 중 20명 참석
- 주요 수정내용 : 흙막이 공사관련 유사 안전보건기술지침(KOSHA Guide) 통·폐합 및 현행화, 자구 수정 등

흙막이공사에 대한 기술지원규정

1. 목 적

이 규정은 산업안전보건기준에 관한 규칙(이하 "안전보건규칙"이라 한다) 제2편 제4장 제2절 굴착작업 등의 위험 방지 규정에 의거 흙막이공사 작업 시 준수하여야 할 안전보건작업에 관한 기술적인 사항을 정함에 목적으로 한다.

2. 적용범위

(1) 이 규정은 구조물 기초나 지하구조물 축조 등을 위한 개착 공사 시 필요한 영구 또는 가설 흙막이 공사에 적용한다.

(2) 가설 흙막이 벽체와 지지구조 형식은 다음과 같으며, 각 공법의 적용은 설계도에 따른다.

(가) 벽체 형식에 따른 분류

① 엄지말뚝(H-Pile)+흙막이 판 벽체

② 강널말뚝(Steel Sheet Pile) 벽체

③ 소일시멘트 (Soil Cement Wall) 벽체

④ CIP(Cast In Placed Pile) 벽체

⑤ 지하연속벽체(Diaphragm Wall)

(나) 지지 구조형식에 따른 분류

① 자립식

② 버팀구조(Strut) 형식

③ 지반앵커(Earth Anchor) 형식

④ 소일네일링(Soil Nailing) 형식

⑤ 경사고임대(Raker) 형식

⑥ 띠장 긴장(Prestress Wale) 형식

(다) 흙막이 벽 배면의 지반보강 그라우팅

① M.S.G(Micro Slica Grouting) 공법

② S.G.R(Space Grouting Rocket) 공법

③ L.W(Labies Wasser) 공법

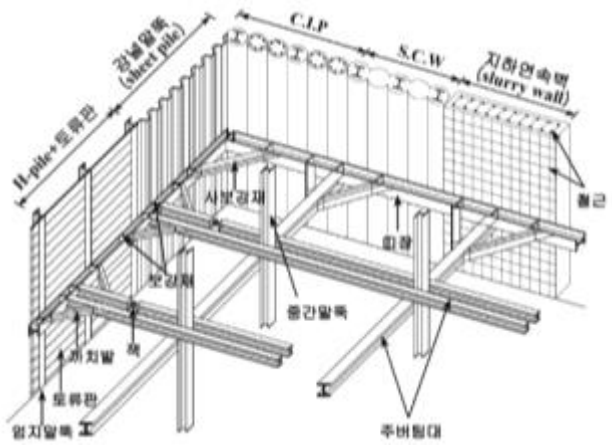
④ J.S.P(Jumbo Special Pattern) 공법

⑤ C.C.P(Chemical Churning Pattern) 공법

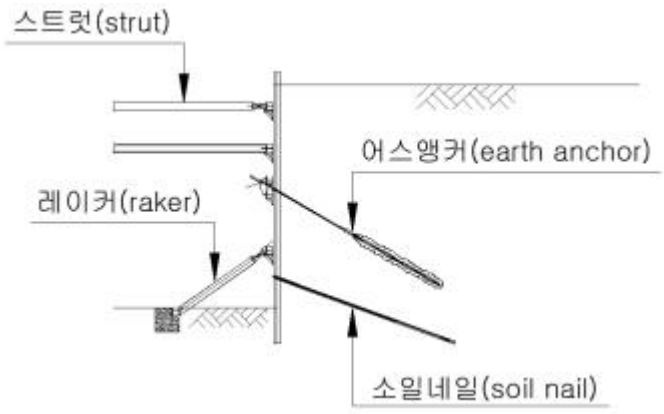
3. 용어의 정의

(1) 이 규정에서 사용하는 용어의 정의는 다음과 같다.

(가) 일반적으로 흙막이란 지하구조물을 축조하기 위하여 지반굴착을 시행할 때 인접 지반의 붕괴를 방지하기 위한 구조물로 크게 흙막이벽과 지보공으로 구성되며, 일반적으로 흙막이 벽체와 지보공인 버팀 시스템의 구조는 그림 1 및 그림 2와 같다.



<그림 1> 흙막이 벽체의 종류에 따른 구조도



<그림 2> 버팀시스템에 따른 구조도

(나) 그림 1과 그림 2에서 명시된 흙막이 구조물의 사용부재와 흙막이에 관련된 기본적인 용어는 다음과 같다.

① CIP(Cast In Placed Pile) : 지반을 천공한 후 철근망 또는 필요시 H형강을 삽입하고 콘크리트를 타설하는 현장타설말뚝으로 주열식 현장벽체

② 강널말뚝(steel sheet pile) : 흙막이 공사에서 토압에 저항하고, 동시에 차수 목적으로 서로 맞물림 효과가 있는 수직 타입의 강재 널말뚝

③ 경사버팀대(inclined/corner strut) : 흙막이 벽에 작용하는 수평력을 양측 단부 모두 흙막이 벽에 경사지게 지지하도록 설치하는 부재

④ 경사고임대(레이커, raker) : 기둥이나 벽을 고임하기 위해 상하 경사로 일측 단부를 지반에 지지되도록 설치하는 부재

⑤ 까치발(사보강재, 화타) : 버팀대, 경사버팀대 또는 경사고임대에 작용하는 하중을 띠장에 분산시킬 목적으로 이들 부재의 단부에 빗대어 설치하는 짧은 부재로서 버팀대의 지지간격을 넓히는 용도로 설치하는 보강재

⑥ 네일(nail) : 중력식 옹벽개념의 흙막이 벽체 형성을 위해 지반에 삽입하고 그라우팅하여 지반을 지지하는 철근

⑦ 대좌(pedestal): 앵커 헤드부분에 설치되며 앵커의 선행하중 도입시 이를 띠장에 전달시키는 역할 수행

⑧ 띠장(wale) : 흙막이 벽에 작용하는 토압에 의한 휨모멘트와 전단력에 저항하도록

설치하는 휨부재로서, 흙막이 벽체에 가해지는 토압을 버팀대에 전달하기 위해 벽면에 직접 수평 또는 경사형태로 부착하는 부재

⑨ 버팀대(strut) : 흙막이 벽에 작용하는 수평력을 굴착현장 내부에서 지지하기 위하여 수평 또는 경사로 설치하는 압축 부재

⑩ 소단(berm) : 사면의 안정성을 높이기 위하여 사면 중간에 설치된 수평면

⑪ 소일시멘트 벽체(soil cement wall) : 오거 형태의 굴착과 함께 원지반에 시멘트계 결합재를 혼합, 교반시키고 필요시에 H-형강 등의 응력분담재를 삽입하여 조성하는 주열식 현장 벽체

⑫ 슬라임(slime) : 보링, 현장타설 말뚝, 지하연속벽 등에서 지반 굴착 시에 천공 바닥에 생기는 미세한 굴착 찌꺼기로서 강도와 침하에 매우 불리한 영향을 주는 물질

⑬ 안내벽(guide wall) : 연직의 벽식 흙막이 공법의 시공 시 굴착(천공)작업에 앞서 굴착구 양측에 설치하는 가설벽으로서, 벽체형성체의 상부 지반 붕괴를 방지하고 굴착기계와 흙막이 벽체 등의 정확한 위치 유도를 목적으로 설치

⑭ 안정액(slurry) : 액성한계 이상의 수분을 함유한 흙을 대상으로 공벽을 굴착할 경우 공벽의 붕괴 방지를 목적으로 사용하는 현탁액으로 벤토나이트(bentonite)를 사용

⑮ 엄지말뚝(soldier pile) : 굴착 경계면을 따라 수직으로 설치되는 강재 말뚝으로서 흙막이 판과 더불어 흙막이 벽을 이루며 배면의 토압 및 수압을 직접 지지하는 수직 휨부재

⑯ 잭(jack) : H형강을 사용하는 버팀보에 설치하여 흙막이벽을 밀착시키기 위한 것으로 스크류잭 및 유압잭 등이 있고, 잭 설치에 따른 선행하중 도입 가능.

⑰ 중간말뚝(post pile): 스트럿의 좌굴방지를 위해 굴착부지 내에 H형강을 이용하여 연직으로 설치하는 H-pile.

⑱ 지반앵커(earth anchor) : 선단부를 양질지반에 정착시키고, 이를 반력으로 하여 흙막이 벽 등의 구조물을 지지하기 위한 구조체로서 그라우팅으로 조성되는 앵커체, 인장부, 앵커머리로 구성되며, 사용기간별로 영구앵커와 가설(임시)앵커로 구분

⑲ 지보공(buttress): 굴착공사에 있어서 흙막이벽을 지지하는 구조물의 총칭으로 스

트럿, 어스앵커, 레이커 및 네일링 등이 해당됨.

⑳ 지하연속벽(diaphragm wall) : 벤토나이트 안정액을 사용하여 지반을 굴착하고 철근망을 삽입한 후 콘크리트를 타설하여 지중에 시공된 철근 콘크리트 연속벽체로 주로 영구벽체로 사용

㉑ 흙막이 : 지반 굴착 시 인접지반의 변위 및 붕괴 등을 방지하기 위한 행위

㉒ 흙막이 판 : 굴착 배면의 토압과 수압을 직접 지지해주는 휨저항 부재

(2) 그 밖에 이 규정에서 사용하는 용어의 정의는 특별한 규정이 있는 경우를 제외하고는 산업안전보건법, 같은 법 시행령, 같은 법 시행규칙, 안전보건규칙 및 고용노동부고시에서 정하는 바에 의한다.

4. 흙막이공사 관련 법적 필수사항

다음은 산업안전보건법령에 관한 사항으로써 반드시 준수하여야 한다.

4.1 흙막이 지보공 등의 위험방지

안전보건규칙 제53조(계측장치의 설치 등), 제345조(흙막이 지보공의 재료), 346조(조립도) 및 347조(붕괴 등의 위험 방지)에 따라 사업주는 흙막이 공사시 필요한 방호조치를 하여야 한다.

안전보건규칙 제53조(계측장치의 설치 등)

사업주는 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 경우에는 그에 필요한 계측장치를 설치하여 계측결과를 확하고 그 결과를 통하여 안전성을 검토하는 등 위험을 방지하기 위한 조치를 해야 한다. <개정 2024. 6. 28.>

1. 영 제42조제3항제1호 또는 제2호에 따른 건설공사에 대한 유해위험방지계획서 심사 시 계측시공을 지시받은 경우
2. 영 제42조제3항제3호부터 제6호까지의 규정에 따른 건설공사에서 토사등이나 구축물등의 붕괴로 근로자가 위험해질 우려가 있는 경우
3. 설계도서에서 계측장치를 설치하도록 하고 있는 경우[전문개정 2023. 11. 14.]

안전보건규칙 제345조(흙막이지보공의 재료)

사업주는 흙막이 지보공의 재료로 변형·부식되거나 심하게 손상된 것을 사용해서는 아니 된다.

안전보건규칙 제346조(조립도)

① 사업주는 흙막이 지보공을 조립하는 경우 미리 그 구조를 검토한 후 조립도를 작성하여 그 조립도에 따라 조립하도록 해야 한다. <개정 2023. 11. 14.>

② 제1항의 조립도는 흙막이판·말뚝·버팀대 및 띠장 등 부재의 배치·치수·재질 및 설치방법과 순서가 명시되어야 한다.

안전보건규칙 제347조(붕괴 등의 위험 방지)

① 사업주는 흙막이 지보공을 설치하였을 때에는 정기적으로 다음 각 호의 사항을 점검하고 이상을 발견하면 즉시 보수하여야 한다.

1. 부재의 손상·변형·부식·변위 및 탈락의 유무와 상태
2. 버팀대의 긴압(緊壓)의 정도
3. 부재의 접속부·부착부 및 교차부의 상태
4. 침하의 정도

② 사업주는 제1항의 점검 외에 설계도서에 따른 계측을 하고 계측 분석 결과 토압의 증가 등 이상한 점을 발견한 경우에는 즉시 보강조치를 하여야 한다.

4.2 그 밖의 관련 법령

그 밖의 굴착과 관련된 법적 사항은 고용노동부 고시 제2023-5호「산업안전보건법」 제13조에 따라 「굴착공사 표준안전 작업지침」을 준수하여야 한다.

5. 흙막이공사 전 확인 사항

5.1 사전조사 및 설계도서의 작성·검토

5.1.1. 설계도서 작성 시 설계자의 확인 사항

(1) 대상 지반에 대한 지질조사, 가스관·통신선로·상수관·하수관·인근 구조물의 기초 등 지하 매설물 조사, 인근 구조물·고압전선로 등 지상 장애물 조사, 장비의 운행경로 등 현황 조사를 실시하여야 한다.

(2) 흙막이 가시설 설치부의 지반에 대한 토질정수를 결정하기 위한 지질조사·토질시험 등을 실시하고 그 결과를 이용한 설계를 하여야 한다.

(3) 대상 현장에 대한 현황조사, 구조해석 결과, 구조도면, 특기시방 등의 설계도서를 공사관계자가 판독하기 용이하게 제작하여야 한다.

(4) 구조도면에는 재료의 종류 및 치수, 배치간격, 시공순서, 시공방법 등을 기록하여야 한다.

(5) 굴착작업 중 지하수위의 변화, 지반의 변위, 이상토압의 증가 등으로 인한 재해를 예방하기 위하여 필요한 계측항목을 정하여야 한다.

(6) 시공자가 특별히 주의하여 시공할 필요가 있는 사항에 대해서는 특기시방서를 작성하거나 설계 도면에 별도로 명기하여 시공자가 안전한 시공을 수행할 수 있도록 하여야 한다.

5.1.2. 설계도서의 검토 및 이행 확인 사항

(1) 흙막이 가시설 설계내용이 현장조건과 부합되는지 여부에 대하여 공사중에 설계자로 하여금 확인토록 하여야 하고 이상이 있을 경우에는 적합한 대책을 수립하여야 한다.

(2) 작업 시작 전 현장조건이 설계도서와 일치하는지의 여부를 확인하고 상이하다고 판단될 때에는 감독 및 감리자에게 이를 보고하고 대처방안을 상호 협의하여야 한다.

(3) 감독 및 감리자가 없는 현장인 경우에는 현장조건이 설계도서와 상이한 경우 책임있는 외부 전문기술자의 의견을 청취한 후 시행하여야 한다.

5.2 작업장 주변 조사 및 안전대책

(1) 흙막이 가시설 설치 위치에 가스관, 상·하수도관 등 장애물의 유무를 유관기관의 설계도서 등으로 조사한 후 인력굴착으로 확인하여야 하며 필요시 이설 등 대책을 수립하여야 한다.

(2) 흙막이 가시설 설치 작업장 주변에 고압전주가 위치하여 크레인작업 시 크레인 붐대와 고압전주의 근접에 의한 감전사고 위험이 있을 때에는 방호관, 방책 설치 및 신호수 배치 등 감전사고 발생방지에 필요한 대책을 수립하여야 한다.

(3) 인접하여 지하 굴착 및 흙막이 공사현장이 있을 경우 당해 흙막이 공사에 미칠 영향에 대하여 조사 후 대책을 수립하여야 한다.

(4) 흙막이 가시설 배면부의 흙막이 높이에 해당하는 범위 내에서는 각종 차량과 토사 및 재료가 적치되지 않도록 계획을 수립하고 부득이 적재 시는 별도의 하중 검토 등 안전성을 확인하여야 한다.

5.3. 시공계획의 수립

(1) 시공계획서를 작성하여 감독 및 감리자에게 제출하고 그의 승인을 얻은 후 작업을 시행하여야 하며, 시공계획서에는 다음과 같은 사항을 반드시 포함하여 작성하여야 한다.

(가) 상세한 위치, 사용기계 및 공정, 지장물 처리 방법 등

(나) 토질조건, 지하수위, 흙막이구조, 굴착규모, 굴착방법, 지하매설물의 유무, 인접 구조물 등과의 관련을 고려하여 공정의 각 단계에서 충분한 안정성이 확보될 수 있는 흙막이 구조물 시공계획

(다) 연암 등의 암반 지역과 같이 흙막이 벽 대신 굴착면이 노출되는 경우에는 굴착면의 안정성을 확보할 수 있는 시공계획

(라) 널말뚝, 엄지말뚝, 지반앵커, 띠장, 버팀대 등의 부재 재질, 배치, 치수, 설치시기, 시공순서, 시공법, 장비계획, 지장물 철거계획, 가배수로 및 안전시설 설치계획 등

(마) 설계도면과 현장조건이 일치하지 않을 경우, 그 처리대책으로서 전문 기술인이 작성하고, 공사감독자가 인정하는 자격을 갖춘 기술인이 서명 날인한 수정도면, 계산서, 검토서, 시방서 등을 포함하는 설계검토 보고서

(바) 계측계획

(사) 흙막이 공사 중 또는 완료 후 구조물의 부상 현상에 대한 배수처리 및 부상방지대책

(아) 흙막이 공사에 의한 공사 구간의 교통 처리계획, 교통안전요원의 운영계획 및 관련 기관과 협의된 사항 등이 포함된 교통 처리계획

(자) 공사감독자가 필요하다고 인정하여 요구하는 기타 사항

5.4. 자재의 반입 및 관리, 점검

(1) 자재를 반입할 경우에는 사전 설계도서에서 정한 성능 이상의 자재로서 그의 종류, 규격, 수량, 제작사 등을 명기한 자재 승인요청서를 감독 및 감리자에게 제출하여 이를 승인 받은 후 반입하고 반입된 자재는 자체적으로 검수하고 감독 및 감리자의 검수를 받아야 한다. 이때 부적격한 자재는 즉시 현장 밖으로 반출하여야 한다.

(2) 자재는 가능한 한 즉시 사용이 가능하도록 필요한 양만큼 순차적으로 반입하되 일정 기간 동안 보관하여야 할 경우에는 양호한 상태로 보관하여야 하며, 부식, 마모, 변형 등이 발생되지 않도록 하여야 한다.

(3) 시공 전에 흙막이의 각 부재가 설계도서에 명시한 규격 및 재질과 부합여부, 단면 손상 여부, 구부러짐 정도 등을 점검하고 이상 유무를 확인하여야 한다.

5.5. 건설장비 및 기계・기구 사용계획

(1) 굴착 및 양중 장비 사용 시 장비 특성, 작업내용, 장비 사용방법, 주변환경, 운행경로 등을 고려한 장비사용 계획을 수립하여야 한다.

(2) 용접기, 절단기, 가설전등, 고압살수기, 양수기 등 전기 기계・기구에 대한 자동전격 방지기, 접지, 누전차단기, 분전반, 전등보호망, 가공배선 등 감전방지조치를 포함한 전기이용계획을 수립하여야 한다.

5.6. 작업 안전관리

(1) 작업 시작 전 근로자에게 안전한 작업 방법을 교육하고 관리감독자가 작업을 지휘하게 해야 하며, 근로자는 그 지휘에 따라 안전한 작업 방법을 준수한다.

(2) 관리감독자에게 근로자의 안전을 위하여 작업장의 안전시설의 설치, 보호구의 착용 상태 감시, 악천후 시 작업의 중지, 관계근로자 이외의 자의 출입통제 등의 업무를 수행하도록 해야 하며, 근로자는 작업 중 필요한 보호구를 착용하고 불안전한 행위를 하여서는 안 된다.

(3) 작업 전 지상에서 지하 작업장까지 통행할 수 있는 가설계단 등 안전통로 계획을 수립하여야 한다.

(4) 근로자는 작업 중 이상 현상 또는 위험요인을 발견한 때에는 즉시 관리감독자에게 이를 알려야 하며, 관리감독자는 붕괴 등의 위험이 있다고 판단된 경우에는 즉시 근로자를 안전한 장소로 대피시켜야 한다.

6. 흙막이공사 시 일반 안전조치 사항

6.1 공통사항

(1) 흙막이공의 시공은 설계도에 따르며, 명시된 시공 및 되메우기 순서에 따라 단계적인 설치와 해체가 될 수 있어야 한다.

(2) 흙막이 공사 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, 긴결부의 풀림 등을 수시로 점검하고, 이상이 있을 경우 즉시 보강하며, 그에 따른 안정성을 추가로 검토하여야 한다.

(4) 굴착공사 중 흙막이 벽의 이상 변위 발생 시 조기 안정성 확보를 위하여 지중 경사계 측정 결과를 즉시 공사감독자에게 보고하여야 한다.

(5) 굴착시기가 늦어져 주변여건이 변경된 경우는 이를 충분히 반영하여 재설계하여야 하며, 공사감독자의 승인을 받은 후 굴착작업을 하여야 한다. 특히, 굴착 설계도서 납품일에서 6개월 이상 경과된 경우에는 주변상황을 반드시 재검토하여야 한다.

(6) 굴토 시에는 안전한 단계굴착 높이를 정하여 각 단계별로 굴착 후 즉시 띠장, 버팀대, 지반앵커, 네일링 등으로 흙막이의 안정성을 확보한 후 다음 단계의 굴착을 시행하여야 한다. 버팀대 등이 설치되기 이전의 굴착면은 지반특성을 고려하여 충분한 폭의 소단을 두어 안정성을 확보하여야 한다.

(7) 작용하는 측압을 무시할 수 있는 암반구간의 경우에도 록볼트와 숏크리트 등으로 변형을 방지하여 안전을 확보하여야 한다.

(8) 흙막이 공사 완료 이후에는 주변에 배수시설을 갖추어 흙막이 공사장 내로 지표수가 유입되지 않도록 하여야 한다.

(9) 흙막이 벽 주변에 계획 이상의 하중이 적재되지 않도록 하여야 한다.

(10) 콘크리트 타설 후 7일 이상 양생이 되지 않은 콘크리트로부터 30 m 내에서 말뚝을 박지 않아야 한다.

(11) 소음 및 진동이 허용값 이내이어야 한다.

(12) 흙막이공사 완료 후 지하구조물 본체 공사 중 빈번히 발생하는 지하구조물 부상현상에 대해 항시 관심을 두고 가시설 주위의 완벽한 배수시설을 갖춰 지표수가 흙막이 공사장 내로 유입되지 않도록 충분한 대책을 세워야 한다.

(13) 말뚝을 이어서 사용할 때에는 그 이음의 위치가 동일 높이에서 시공되지 않도록 하여야 하며, 이음은 전단면 맞대기(butt)용접 또는 이음판을 연속 필렛용접으로 하여야 한다.

(14) 장비의 운행 및 작업구간에 지반상태를 확인하고 침하의 우려가 있을 때에는 침하방지조치를 실시하고 천공장비 작업 시 아우트리거 설치 여부를 확인하는 등 장비의 전도 사고 방지에 필요한 조치를 하여야 한다.

(15) 장비의 달줄에 사용되는 와이어로프는 수시로 점검하여 손상 및 변형된 것은 즉시 교체하여야 한다.

(16) 이동식크레인, 굴삭기 등 장비반입 시 브레이크, 와이어로프, 버킷 연결부, 후크 등 사전 안전 점검을 실시하고 운전원의 자격 유무를 확인하여야 한다.

(17) 흙막이공사 시 가설도로 설치에 대한 안전조치 사항은 다음과 같다.

(가) 도로의 표면은 장비 및 차량이 안전운행 할 수 있도록 유지·보수하여야 한다.

(나) 장비사용을 목적으로 하는 진입로, 경사로 등은 주행하는 차량통행에 지장을 주지 않도록 만들어야 한다.

(다) 도로와 작업장높이에 차가 있을 때는 바리케이트 또는 연석 등을 설치하여 차량의 위험 및 사고를 방지하도록 하여야 한다.

(라) 운반로는 장비의 안전운행에 적합한 도로의 폭을 유지하여야 하며, 또한 모든 커브는 통상적인 도로폭보다 좀더 넓게 만들고 시계에 장애가 없도록 만들어야 한다.

(마) 최고 허용경사도는 부득이한 경우를 제외하고는 10퍼센트를 넘어서는 안된다.

(바) 필요한 전기시설, 신호수, 표지판, 바리케이트, 노면표지등을 교통 안전운행을 위하여 제공하여야 한다.

6.2 차수 그라우팅(Grouting) 작업

6.2.1. 일반사항

(1) 지층 조건을 검토하고 시공 전에 작업계획을 작성하며 공사감독자의 승인을 받아야 한다.

(2) 차수 작업 계획에는 다음 사항을 포함하여야 한다.

(가) 공사명, 시공장소, 발주처, 설계자 및 시공회사 등을 기록한 공사개요

(나) 작업 배치도, 보강작업의 범위와 사용재료 및 사용량 등

(다) 공기, 토질 조건, 시공 난이성, 휴일, 계절과 날씨에 따른 공사의 관계를 고려한 공정표

(라) 사용하는 장비의 명칭, 형식, 형상, 치수, 성능, 수량 등을 기록한 주요 장비 일람표

(마) 공사명, 조사장소, 조사기간, 지하수위, 심도, 토층 두께, 각종 토질시험 결과 값이 기입된 토질 주상도

(3) 이 시공에 앞서 현장의 토질 특성을 조사하고, 공사 착수 전에 작성한 주입계획의 적정성 여부와 당해 공사에 대한 최적의 효과를 기대할 수 있는 주입량을 결정하기 위하여 현장에서 시험 시공하여야 한다.

(4) 장비의 설치는 현장 조건 및 작업 여건을 고려하여 전도 또는 전락되지 않도록 지반을 정리하고 안전하게 설치하여야 한다.

(5) 그라우팅 설비는 주변에 영향을 주지 않는 장소를 선정하고 사용재료와 세정수가 유출되지 않도록 설치하여야 한다.

(6) 플랜트 설치 후 주입 호스, 장비 가동용 동력선이 있는 장소에는 관계 근로자외 출입을 금지하여야 한다.

(7) 고압 또는 초고압 호스의 연결부는 파손으로 인명피해를 줄 우려가 있으므로 작업 전 체결상태 등을 점검하여야 한다.

6.2.2. 차수 그라우팅 작업 안전조치 사항

(1) 지반의 특성 및 사용 목적에 따라 다음의 주입(Grouting)공법을 선택하여 각각의 주입공법별 시방서에 따라 시공하여야 한다.

(가) M.S.G(Micro Slica Grouting) 공법

(나) S.G.R(Space Grouting Rocket) 공법

(다) L.W(Labies Wasser) 공법

(라) J.S.P(Jumbo Special Pattern) 공법

(마) C.C.P(Chemical Churning Pattern) 공법

(2) 주입재료는 보관시설을 구비한 곳에서 보관하며, 주입량의 당일 사용량, 잔량을 명확히 기록하여야 한다.

(3) 주입 장비는 연속 주입작업을 할 수 있게 점검 정비를 철저히 하며, 주입종료 시에는 깨끗이 청소하여야 한다.

(4) 주입은 해당 지층에 균일하고 치밀하게 주입되어야 하며, 주입 부위의 지반 변형으로 주변 지형이나 시설물에 변위가 없도록 수시로 점검하면서 주입하여야 한다.

(5) 주입작업 시 교반 장소와 주입장소가 상당히 떨어져 있을 경우 비상시 연락을 할 수 있는 통신설비를 갖추어야 한다.

(6) 규산소다 등 주입하는 약액에 화학물질이 함유된 경우에는 화학물질의 명칭·성분 및 함유량, 안전·보건상의 취급주의 사항 등이 포함된 물질안전보건자료(MSDS)를 작성하여 취급근로자가 쉽게 볼 수 있는 장소에 게시 또는 비치하여야 한다.

6.3 굴착작업

(1) 지반의 붕괴, 매설물의 손괴 등으로부터 근로자를 보호하기 위하여 지질, 매설물, 지하수위 등의 상태를 조사하고 굴착 시기, 작업순서, 작업 방법 등을 정하여야 한다.

(2) 굴착작업 전에 각 흙막이 벽체부에 표준 안전난간을 미리 설치하는 등 흙막이 상단

부의 추락 방지에 필요한 조치를 하여야 한다.

(3) 굴착작업 전 과정에 걸쳐 근로자가 지상에서 굴착 저면까지 안전하게 통행할 수 있는 가설계단 형식의 안전 통로를 확보하고 가설계단 끝에는 표준 안전난간, 가설계단 하부에는 낙하물방지망을 설치하는 등 추락 및 낙하 방지를 위한 필요한 조치를 하여야 한다.

(4) 가설계단과 굴착 저면의 사이에 사다리를 설치할 경우 다음 사항을 준수하여야 한다.

(가) 발판 간격은 동일하게 할 것

(나) 발판과 벽과의 사이는 15㎝이상을 유지할 것

(다) 사다리 상부와 하부를 견고히 고정할 것

(라) 사다리 기울기는 80도 이내로 할 것

(마) 사다리 상단의 내민 길이는 1m이상으로 할 것

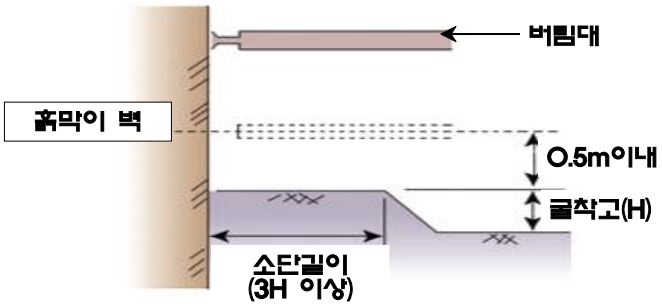
(바) 사다리에 수직 구명줄을 설치하고 통행 시 안전대를 착용하고 동 수직 구명줄에 걸도록 할 것

(5) 굴착은 굴착 순서도에 따라 단계별로 실시하되 중앙부에서 흙막이 벽면 방향으로 실시하고 버팀대의 좌우 흙막이 벽체에 작용하는 토압이 균형을 이루도록 좌우 깊이를 동일하게 유지하면서 굴착하는 등 토사 및 흙막이 붕괴 방지에 필요한 조치를 하여야 한다.

(6) 흙막이 벽면 주위에 소단을 남기고 중앙부를 굴착할 경우에 소단 길이는 굴착고의 3배 이상을 유지하여 흙막이벽의 안정성을 확보하여야 한다.

(7) 굴착 저면 및 지상에 장비 및 덤프트럭의 작업 구간과 분리하여 근로자의 안전 통로를 확보하여야 한다.

(8) 흙막이 벽에서 토사와 함께 물이 유출될 우려가 있는 경우에는 흙주머니 충진, 약액주입 등 지수 방법으로 토사유출을 방지하여야 한다.



<그림 3> 흙막이 벽 소단

(9) 우수 등 지표수 유입에 의한 이상 수압 등으로 흙막이 붕괴 사고가 발생치 않도록 흙막이 상부 지표면에 콘크리트 타설, 비닐 등의 설치와 배수로를 확보하여야 한다.

(10) 흙막이 가시설 최상단에 굴착 토사 및 버럭 반출구를 지정한 후 동 반출구를 제외한 다른 부분에는 수평 방향으로 낙하물방지망을 설치하는 등 낙석 및 낙하 사고 발생 방지에 필요한 조치를 하여야 한다.

(11) 굴착 토사 및 버럭은 버킷(Bucket)의 높이 이하로 담아서 양중·운반하고 버팀대와 띠장 위에 있는 버럭과 작업부산물 등은 수시로 제거하는 등 낙석과 낙하 사고 발생 방지에 필요한 조치를 하여야 한다.

(12) 굴착 토사·버럭의 반출과 재료의 반입·반출시 굴착 저면과 지상에 각각의 신호수를 배치하고 양중, 상차, 하차 등의 작업이 신호수의 신호에 의하여 실시되도록 하는 등 충돌, 협착, 낙하 사고 방지에 필요한 조치를 하여야 한다.

6.4 복공설치

(1) 복공판에 작용하는 하중은 주거더, 하부구조 및 지지 지반에 명확하게 전달될 수 있도록 노면 복공 구조계를 시공하여야 한다.

(2) 기존 도로면에 시공할 경우에는 원칙적으로 작업구를 제외한 전구간을 복공하여야 한다.

(3) 복공판은 틈새 및 단차가 없이 평탄하게 설치하여야 하며, 주거더에 2개소 이상 연결하여 이탈하지 않도록 하여야 한다.

(4) 교차부의 복공판은 엇갈림이 생기지 않도록 주의하여야 한다.

(5) 평면곡선부, 가각부 등 특수한 형상의 복공은 승인을 받아 시공하여야 한다.

(6) 복공판의 표고는 도로중심이 아닌 도로면을 기준으로 하여야 한다.

(7) 도로의 경사가 심한 구간은 복공판에 미끄럼 방지시설을 설치하여야 한다.

(8) 교통량과 중차량 통행이 많은 경우 또는 도심지 시공의 경우에는 유지관리, 통행 차량의 안전성 및 소음, 진동 등 민원을 고려하여 현장여건에 적합한 복공판을 적용하여야 한다.

(9) 복공판을 제거하여 굴착 토사 및 자재운반 통로로 사용 시에는 주위에 안전난간대를 설치하고 신호수를 배치하여야 한다.

(10) 복공판 상부에 자재 적재 하중과 장비 작업 시 허용상재 하중이 표기된 안내판을 설치하여야 한다.

6.5 흙막이 가시설 해체

(1) 흙막이 가시설 해체 전에 장비의 특성, 현장 주변 상황, 작업내용 등을 고려하여 해체 시기, 해체 방법, 각 단계별 해체 순서, 안전 조치사항 등의 내용이 포함된 흙막이 해체 계획을 수립하고 동 내용을 준수하는 등 흙막이 해체 시 추락, 낙하, 충돌 등 사고 발생 방지에 필요한 조치를 하여야 한다.

(2) 흙막이 가시설 해체는 조립의 역순으로 하부로부터 순차적으로 실시하여야 한다.

(3) 띠장, 버팀대 등의 해체 작업 시 반드시 안전대를 착용한 후 안전대 부착설비에 거는 등 추락 방지조치를 하여야 한다.

(4) 해체된 흙막이 재료의 양중은 달줄, 달포대를 이용하여 지상 야적장으로 안전하게 운반하여야 한다.

(5) 띠장, 버팀대 해체 시 주변 지반 및 구조물에 영향이 미치지 않도록 흙막이와 축조물의 사이에 되메우기와 충분한 다짐을 하여야 한다.

(6) 가시설 흙막이 말뚝 인발과 버팀보, 띠장 등의 해체 작업 시 근로자의 접근을 통제하는 등 충돌, 협착, 낙하 사고 발생 방지에 필요한 조치를 하여야 한다.

6.6 계측

(1) 설계도서 또는 시공계획서에서 정한 각 계측기를 설치하고 초기 측정값을 기록 보존하여야 하며, 계측 센서의 유실을 방지하기 위한 보호조치를 하여야 한다.

(2) 계측기는 하중계, 변형률계, 지중 경사계, 지하 수위계, 지표 침하계등이 있으며 설계도서에 따라 적합하게 설치하여야 한다.

(3) 계측 빈도는 주변현황, 토질 및 지하수위 등의 조사 결과와 흙막이 구조물의 형식에 따라 공사시방서에서 정하며, 굴착행위 단계별 계측을 수행하는 것이 원칙이어야 한다. 별도로 명시된 것이 없는 경우에는 다음을 참고할 수 있다.

(가) 굴착기간 동안은 각 항목별로 1주 2회 이상 측정하며, 굴착 완료 후에는 1주 1회 이상 측정하는 것을 원칙으로 한다.

(나) 계측 도중 흙막이 벽이나 주변구조물에 이상이 예상되거나 측정값이 갑작스럽게 변동하면 계측빈도를 증가시켜야 한다.

(다) 해체 및 철거 전·후에는 계측을 통하여 변위 발생 상태를 확인하여야 한다.

(4) 계측항목별 판단기준을 정하고 위험 수위별 대처방안을 수립하여 두어야 한다.

(5) 계측 결과는 계측 즉시 감독 및 감리자에게 구두 또는 간략 보고하여야 하며, 보고서 작성 시간으로 인하여 위험단계의 대응 시기를 놓치지 않아야 한다.

(6) 변위발생이 우려되는 시설물과 흙막이공에 대한 정기적인 계측관리를 시행하고, 그 결과를 공사감독자에게 서면으로 보고한 후 보관하여야 한다.

(7) 계측결과 지반변위속도 및 흙막이 벽 부재 응력이 갑자기 증가하는 경우에는 계측빈도를 증가시키고, 공사감독자와 협의하여 대책을 수립한다.

6.7 작업완료 및 주변 원상복구

(1) 흙막이 벽체 시공 완료 전에 보일링(Boiling)과 히빙(Heaving)에 대한 안정성 검토를 실시하여 이로 인해 발생할 수 있는 흙막이 변형, 붕괴, 주변 지반 함몰, 등의 대형 안전사고가 일어나지 않도록 하여야 한다.

(2) 규격에 대한 검사는 흙막이 벽체의 위치, 방향, 높이, 기울기 및 법선에 대한 굴곡을 확인하여야 한다.

(3) 수급인은 공사감독자(또는 감리자)에 의해 불합격 판정을 받은 부분은 즉시 재시공 또는 보완 조치를 하고 재검사를 요청하여 승인을 받아야 한다.

(4) 가시설 흙막이 벽체의 매립여부를 사전에 결정하고 인발할 경우에는 인접 구조물의 조사, 부지 상황 및 인근 주변 환경의 조사 등 충분한 사전 조사를 실시하여야 한다.

(5) 가시설 흙막이 벽체의 인발 작업은 편압이 걸리지 않은 상태에서 실시하여야 하며, 인발 장비(바이브로 해머, 유압식 압입 인발기 등)는 타입의 양부, 타입 후의 시간 경과 정도, 클립의 상태 등을 감안하여 사전에 정하여야 한다.

(6) 인발작업시 각 인발장비에 따른 소음, 진동, 분진, 인발재의 떨어짐· 맞음 등에 대한 문제점을 최소로 줄일 수 있도록 세심한 계획을 세워야 한다.

(7) 인발 작업시 진동이 심하여 인접 구조물에 영향을 끼칠 우려가 있을 경우는 감독관에게 보고하고 감독관의 지시에 따라 작업을 중지하고 적합한 대책을 수립해야 한다.

(8) 인발된 가시설 흙막이 벽체 자재의 적재 위치는 차량 통행에 지장이 없는 장소로 사전에 정하고 적재 방법은 안전한 방법으로 하여야 한다.

(9) 흙막이 벽체 작업완료 후 되메우기는 양질의 토사를 사용하여 주변지반 및 구조물에 영향을 미치지 않도록 충분히 다짐을 실시하여 원상 복구하여야 한다.

7. 벽체 형식에 따른 공법별 안전조치 사항

7.1 공통사항

7.1.1 줄파기 작업

(1) 지반굴착을 위한 천공 또는 항타 전에 천공위치에 따라 지하매설물 심도 이상 줄파기를 하여 지하 매설물의 유무 및 위치를 확인하여야 한다.



<그림 4> 줄파기로 인한 지장물 노출

(2) 가능한 적은 범위 내에서 줄파기를 하고, 보행자의 안전을 위해 보도 경계선에 가설울타리를 설치하여야 한다.

(3) 줄파기 작업 시에는 부근의 노면 건조물, 매설물 등에 피해가 없도록 하고, 지반이 이완되지 않도록 주의하여야 하며, 필요시에는 가복공 또는 가포장하여야 한다.

(4) 시험굴착 및 줄파기는 흙막이 벽체 설치 진행을 고려하여 소정의 범위 밖에서 시행하여야 하며, 작업완료 후 조속히 표준도에 따라 복구하여 교통소통에 지장이 없도록 하고 복구 후 노면을 유지 보수하여야 한다.

(5) 주요 시설물에 대해서는 관계 법령에 따라 시설물 관리자에게 사전 통보하여 굴착작업 시에 입회할 수 있도록 하여야 한다. 주요시설이 훼손되거나 부분적인 누수가 발생할 경우에는 즉각 응급조치를 하고 관리감독자에게 통보하여 적절한 조치를 강구하여야 한다.

7.1.2 안내벽(Guide Wall) 설치

(1) 흙막이 벽체를 정확한 위치에 시공하고 수직도의 정도를 높이기 위하여 필요시 안내벽을 설치하여야 하며, 안내벽은 철근콘크리트나 H형 강재를 사용하여 설치한다.

(2) 설계도서에서 정한 안내벽의 위치, 폭, 깊이 등을 정확히 확인하고 그에 따라 천공하여야 한다.

(3) 안내벽의 상단높이는 현장의 지반고 및 작업장 주변 펜스의 기초등과 비교·검토하여 안전성 여부를 확인하여야 하며, 안정성이 확보되지 않는다고 판단되는 때에서는 대처방안을 수립한 후 천공하여야 한다.

(4) 안내벽 설치가 완료되기 전 무너짐의 우려가 있는 때에는 양질의 토사로 치환, 굴착사면의 안전 경사확보 등의 조치를 하여야 한다.

(5) 안내벽은 철근망 삽입시 설치하는 좌대 등의 하중에 충분한 지내력을 확보할 수 있어야 한다.

(6) 안내벽과 장비 사이에 우수 등 지표수의 유입으로 인하여 장비위치의 지반이 약화되어 장비가 넘어질 우려가 있는 때에는 지반을 보강하는 등의 안전조치를 하여야 한다.

(7) 철근 콘크리트 타입의 안내벽 설치 시 거푸집은 콘크리트의 측압에 견딜 수 있는 견고한 구조이어야 하며, 굴착트렌치 폭의 확보와 콘크리트 타설 시의 변형 방지를 위하여 내부에 충분한 강도를 갖는 버팀보를 설치하여야 한다.

(8) 기초 바닥면은 잡석다짐 또는 콘크리트 타설 등을 실시하여 지내력을 확보하여야 한다.



(a) H형강



(b) 철근콘크리트

<그림 5> 안내벽의 시공 후 전경

7.1.3 플랜트(Plant)의 설치

(1) 플랜트는 흙막이 벽체 공사가 완료될 때까지 사용하는 것이므로 설치장소는 천공 굴착 공사 등 다른 공정에 지장이 없고 안전한 장소이어야 하며, 시멘트 페이스트의 공급 및 회수가 용이한 장소로 선정하여야 한다.

(2) 플랜트의 설치장소는 기초콘크리트를 타설하여 장비의 침하 및 깔림의 위험이 없도록 하여야 하며 풍압 등 횡방향력에 견딜 수 있도록 견고하게 설치하여야 한다.

(3) 시멘트 밀크 혼합 압송 장치는 충분한 성능을 보유한 것으로 시멘트, 혼화재 등의 계량 관리가 가능한 설비를 보유한 것이어야 한다.

(4) 시멘트 밀크 운송을 위한 고압호스는 압력 조정기와 연계하여 안전밸브를 설치하여 서서히 가압하도록 한다.

(5) 장비를 이송 및 설치할 때에는 중량물의 운반 및 고소작업이 이루어지므로 이에 따른 재해를 예방하기 위하여 작업지휘자를 배치하고 그의 지휘하에 작업하여야 한다.

(6) 각 장비별 상호 연결 배관상태는 항상 양호하게 유지되어야 하며, 펌프의 압력으로 인하여 유동되지 않도록 견고하게 설치하여야 한다.

(7) 피드 펌프 등의 구동벨트는 근로자의 끼임으로 인한 위험을 방지하기 위하여 철망으로 감싸는 등 위험에 노출되지 아니하도록 하여야 한다.

(8) 사일로에는 점검용 사다리를 설치하여야 하며, 상부에는 사일로를 점검할 수 있는

연결통로 및 안전 난간대를 설치하여야 하며, 항상 양호하게 유지되어야 한다.

(9) 흙막이 공사 시 플랜트 설치 및 시멘트 밀크 제작과 관련하여 다음의 안전 지침을 준수하여 관련 재해가 일어나지 않도록 하여야 한다.

(가) 플랜트 등에 사용되는 가설 전기설비에 대해서는 가설 울타리 및 분전반을 설치하는 등 전기안전시설을 확보해야 하며 작업 중 피복손상으로 인한 감전, 인화폭발, 전기화재 등의 재해를 예방하기 위하여 노출 충전부의 방호, 근로자의 감전방지, 분전함의 시건 장치 등의 방지대책을 수립해야 한다.

(나) 플랜트, 가설 전기 분전반 등은 지반침하로 인하여 깔림의 위험이 없도록 바닥에 콘크리트를 타설하는 등의 조치를 하여야 한다.

(다) 물질안전보건자료(MSDS)를 파악하여 취급시 주의사항 등을 교육시켜야 하며, MSDS 대장을 근로자가 보기 쉬운 위치에 비치하여야 한다.

7.1.4 흙막이 벽체 설치

(1) 흙막이 벽체 설치 시 설계도서에서 명시한 간격을 준수하고 수직도를 확인하여야 한다.

(2) 흙막이 벽체 설치를 위한 천공 시 주변지반 침하 발생 등 주변지반에 피해가 예상되는 경우에는 케이싱 설치 등의 방법으로 시공하고 천공 즉시 흙막이 벽체 부재를 근입하여야 하며 천공구멍은 덮개 등으로 방호조치를 하여야 한다.

(3) 흙막이 벽체는 흙막이 배면부 지반 높이 보다 약 0.2m 높게 시공하고 동 위치에 발끝막이판을 설치하는 등 흙막이 상단부의 지표수 유입 방지, 낙석, 낙하 발생 방지 위한 필요한 조치를 하여야 한다.

(4) 흙막이 가시설과 시공되는 구조물 사이에는 충분한 작업공간을 확보하여야 한다.

(5) 흙막이 벽체 부재를 이음 할 경우에는 응력이 최소가 되는 곳으로써 지중에서 동일 높이를 피하여야 한다.

(6) 흙막이 벽체 부재의 이음은 흙, 녹 등 이물질을 제거한 후 용접을 실시하여야 하며 용접 이음부는 모재의 응력 부담능력 이상이 되도록 하여야 한다.

(7) 흙막이 벽체를 설치 후 천공 구멍은 양질의 토사, 모래, 소일시멘트(soil cement) 등으로 완전히 충진시킨 후에 후속 공정을 시행하여야 한다.

(8) 천공 장비는 천공 깊이, 지층 및 지하수 상태 등을 종합적으로 고려하여 당해 현장에 적합한 장비를 선택하여야 한다.

(9) 장비 전도나 지하 매설물을 보호하기 위해 천공 장비가 위치하는 곳에는 철판을 설치하는 등의 방법으로 지반보강 조치를 하여야 한다.

(10) 천공 깊이는 설계도서에서 정하는 깊이 이상을 확보하여야 하며, 굴착 토사를 관찰하는 등의 방법을 통하여 설계 당시 반영한 지층의 두께, 지질의 상태, 지하수위 등과의 동일 여부를 확인하여야 한다.

(11) 천공 작업을 시행하는 중 설계에 반영된 지반 조건과 상당한 차이가 있어 구조적인 안정성에 영향을 미칠 것으로 판단될 경우에는 작업을 중지하고 천공 깊이를 재검토하여야 한다. 이때 천공 깊이는 관계전문가의 자문을 받아 지하수 유출로 인한 주변 지반의 침하, 흙막이벽의 붕괴 등으로부터 충분한 깊이 이상을 확보하여야 한다.

(12) 천공 깊이는 천공 장비에 깊이 표시를 하거나, 삽입되는 H-Pile에 길이를 표시하는 등의 방법으로 천공 깊이를 확인할 수 있도록 하여야 한다.

(13) 천공기의 수직도(설계기준 또는 말뚝길이의 1/200 이하)를 유지하기 위해 장비 자체의 경사계 및 트랜싯 등을 활용하여 수직도를 관리하여야 한다.

(14) 천공 작업 시 흙의 비산을 방지하기 위해 천공기 모터 토출구에 가림막을 설치하는 등의 방법으로 토사 비산 방지대책을 강구하여야 한다.

(15) 천공 작업 시 발생하는 소음과 분진으로부터 근로자를 보호하기 위해 귀마개, 방진마스크 등 개인용 보호구를 착용하도록 하여야 한다.

(16) 천공 장비로 케이싱을 인양할 때는 자재가 불시에 낙하하지 않도록 자재의 결속상태를 확인하여야 한다.

(17) 천공한 구멍은 슬라임(Slime) 제거와 천공 심도를 확인하고 추락 등 재해를 방지하기 위해 덮개를 설치하는 등 방호조치를 하여야 한다.

(18) 천공 및 슬라임(Slime) 굴착 토는 주변 현장을 더럽히지 않도록 즉시 처리하여야 한다.

(19) 천공 시 지하수와 함께 다량의 슬라임(Slime) 발생 시 별도의 침사지를 설치하여 토사가 하수관으로 직접 유입되지 않도록 하여야 한다.

(20) 침사된 슬라임(Slime)은 폐기물로 간주되므로 건조한 흙과 섞어 사토장으로 처리하여야 한다.

(21) 흙막이 벽체의 선단은 설계도서에 의거 충분한 근입깊이를 확보하여야 한다.

(22) 항타로 흙막이 벽체를 설치할 경우 항타장비는 말뚝의 종류, 중량, 근입깊이, 타입본수, 토질, 주위환경 등을 고려하여 현장 여건에 적합한 안전하고 경제적인 장비를 선택하여야 한다.

(23) 말뚝의 항타는 연속적으로 타입하되, 소정의 심도까지 반드시 근입하여야 한다. 토사인 경우 굴착저면 아래로 최소한 2m 이상 근입하여야 한다.

7.1.5 두부정리

(1) 주열식 흙막이 벽체(C.I.P 및 S.C.W)의 시공이 완료되면 두부 정리를 하고 각 주열식 벽체 상부를 일체화시키기 위하여 캡빔을 설치하여야 한다.

(2) 흙막이 벽 상단에 떨어짐 방지용 안전난간을 설치할 경우에는 캡빔 시공전 안전난간의 지주를 미리 설치하여 떨어짐 재해 방지조치를 하여야 한다.

(3) 주열식 벽체의 시공 완료 후 주변의 굴착작업 시 굴삭기 후면의 끼임 재해를 예방하기 위해 신호수를 배치하고 신호에 따라 작업하여야 한다.

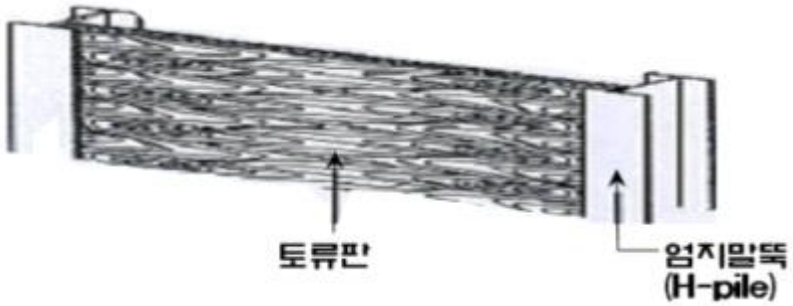
(4) 주열식 벽체에 강도 및 균질성에 이상이 있거나, 또는 벽면 사이의 틈새로부터 누수가 있을 경우 신속하게 보수하여야 한다.

(5) 연약지반보강에 주열식 벽체의 공법이 적용된 경우에 공사 완료 후 차수가 계획 목표에 미흡한 경우에는 재시공하거나 별도의 보강 대책을 세워야 한다.

7.2 엄지말뚝(H-Pile)+흙막이 판 벽체 공사 시 안전조치 사항

7.2.1 공법의 정의

(1) “엄지말뚝(H-Pile) 흙막이 공법”이란 굴착 전에 엄지말뚝(H-pile)을 일정한 간격으로 근입한 후 굴착하면서 토류판(흙막이판)을 엄지말뚝 사이에 끼어넣어 흙막이벽을 지지하는 공법을 말한다.



<그림 6> 엄지말뚝 흙막이 공법

7.2.2 시공 순서 및 준수 사항

<표 1> 엄지말뚝(H-Pile)+흙막이 판 공사 시공 순서 및 준수사항

시공 순서	준수사항
시공 준비	6.1 공통사항
↓	
엄지말뚝(H-Pile) 설치 (필요시 차수 그라우팅)	7.1.4 엄지말뚝(H-Pile) 설치 6.2 차수 그라우팅(Grouting) 작업
↓	
토류판 설치	7.2.4 토류판 설치
↓	
지보재 설치	8. 지지 구조형식에 따른 공법별 안전조치 사항
↓	
굴착작업	6.3 굴착작업
↓	
흙막이 가시설 해체	6.4 흙막이 가시설 해체
↓	
작업완료	6.6 작업완료 및 주변 원상복구

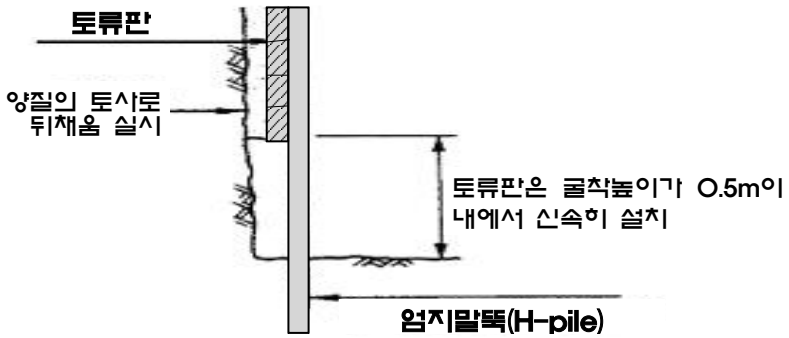
7.2.3 엄지말뚝(H-Pile) 설치

(1) 이 작업 기준은 “7.1.4 흙막이 벽체 설치”을 준수하여 시행한다.

7.2.4 토류판 설치

(1) 토류판 부재는 최종 굴착 깊이에서 최대 측압강도로 계산된 판의 두께 이상의 것으로 전 흙막이벽에 사용하여야 한다.

(2) 토류판은 굴착작업이 진행됨에 따라 굴착 높이가 0.5m를 넘지 않은 범위 내에서 최대한 신속하게 설치하여야 한다.



<그림 7> 토류판 설치

(3) 토류판은 흙막이 벽면과 밀착되게 하고 각 토류판 사이에 틈새가 발생되지 않도록 설치하여야 한다.

(4) 토류판을 설치한 후 토류판 배면에는 공극이 발생되지 않도록 신속히 양질의 토사, 소일 시멘트 등으로 뒷채움하여 흙막이벽의 안전성을 확보하여야 한다.

(5) 재사용 토류판과 이음처리가 된 토류판은 사용치 말아야 한다.

(6) 토류판의 양끝단은 설계기준 이상으로써 판 두께 이상이 엄지말뚝(H-pile)의 플랜지(Flange)에 지지되도록 하고 그 후면이 굴착 지반면에 밀착되도록 하며 토류판 상호간을 연결재로 연결하는 등 굴착부의 침수, 흙막이 배면 지반의 국부적 이완 등의 경우에 토류판이 부상, 이완과 엄지말뚝에서 탈락되지 않도록 하여야 한다.

7.3 강널말뚝(Steel Sheet Pile) 벽체 공사 시 안전조치 사항

7.3.1 공법의 정의

(1) “강널말뚝”이란 물막이·흙막이 등을 위해 박는 강판으로 된 말뚝으로 단면의 형태는 양단이 구멍형 또는 요철(凹凸)로 되어 있어서 서로 끼워 맞출 수 있게 되어 있다. 주로 가설 흙막이, 물막이 연속벽체 등으로 사용한다.



<그림 8> 강널말뚝의 시공 단면도

7.3.2 시공순서 및 준수사항

<표 2> 강널말뚝(Steel Sheet Pile) 벽체 공사 시공 순서 및 준수사항

시공 순서	준수사항
시공 준비	6.1 공통사항
↓	
줄파기(지장물 확인) 강널말뚝의 운반 및 보관	7.3.3 강널말뚝 사전 작업
↓	
강널말뚝 박기	7.3.4 강널말뚝 박기
↓	
지보재 설치	8. 지지 구조형식에 따른 공법별 안전조치 사항
↓	
굴착작업	6.3 굴착작업
↓	
흙막이 가시설 해체	6.4 흙막이 가시설 해체
↓	
작업완료	6.6 작업완료 및 주변 원상복구

7.3.3 강널말뚝 사전 작업

가. 줄파기 작업

(1) 이 작업 기준은 “7.1.1 줄파기 작업”을 준수하여 시행한다.

나. 강널말뚝의 운반 및 보관

(1) 강널말뚝의 적재 운반과정에서 도장면(塗裝面), 이음부와 하단부에 손상을 입지 않도록 하고 단면 특성을 살리기 위하여 비틀림이나 변형이 발생하지 않도록 세심한 주의를 하여야 한다.




<그림 9> 강널말뚝의 운반과정

(2) 도로 운행시 도로교통법 등 제반 법규를 준수하고, 돌출부에는 빨간 깃발을 다는 등 위험표시를 하여 다른 차량의 교통에 지장을 주지 말아야 한다.

(3) 운반 차량에 적재할 때는 적당한 간격으로 받침목 및 받침대를 배열하고 와이어 로프 등으로 견고하게 묶어서 운반도중 충격이나 요동에 의해 강널말뚝에 손상 또는 변형이 생기지 않도록 하여야 한다.

(4) 반입되는 장비 및 자재의 하역작업은 중량 및 적재상태 등을 고려하여 적절한 하역 방법을 선정하여야 한다.

(5) 하역작업 시에는 신호수를 배치하여 정해진 신호에 따라야 하며 신호는 장비 운전원이 잘 볼 수 있는 곳에서 하여야 한다.

(6) 지게차에 강널말뚝을 실을 때에는 허용하중을 초과하여 적재하여서는 안 되며, 무게중심을 확보하여 전도의 위험을 방지하여야 한다.

(7) 지게차로 강널말뚝 운반시 전방 시야가 나쁘므로 전후좌우를 충분히 관찰하여야 하며 사각지대의 안전을 확보한 뒤에 이동하여야 한다.

(8) 강널말뚝의 보관 장소는 평탄한 곳으로서 강널말뚝의 조작, 출하, 소운반, 보수 등 작업하기에 충분한 넓이를 확보할 수 있고, 배수가 잘 되고, 강널말뚝의 자중에 의해 침하가 발생하지 않는 장소라야 한다.

(9) 강널말뚝을 쌓아 놓을 때 받침목의 배열간격은 4미터 이내로 하고 적치높이는 2 미터 이하로, 포개 쌓는 매수는 5장 이하로 하여야 한다. 또 강널말뚝과 강널말뚝 사이는 조작하기 편리하게 30~50센티미터 정도 띄워 놓아야 한다.



<그림 10> 강널말뚝의 보관

(10) 강널말뚝은 유형별, 종류별, 규격별로 구분하여 반출 순서에 맞추어 쌓아 놓아야 한다. 장기간 적치할 경우에는 방수포 등을 덮어 눈이나 비로부터 보호해야 한다.

7.3.4 강널말뚝 박기

가. 강널말뚝박기 준비

(1) 강널말뚝박기 구역에 대한 지하수위를 지속적으로 확인하고 항타 지점에 지장물이 있으면 사전에 제거하여야 하며 공사 구역을 표시하는 등 안전한 작업환경을 조성하여야 한다.

(2) 강널말뚝 박을 위치를 용이하게 확인할 수 있는 기준점과 관측대를 설치하여야 한다.

(3) 강널말뚝에 형식, 길이 번호를 표시하고 백색 페인트로 50센티미터 간격으로 눈금을 표시하여 항타 기록 등 강널말뚝박기 공사관리의 편리를 도모하여야 한다.

(4) 항타 전 강널말뚝의 연결부 부위를 건조한 상태로 유지하며 강널말뚝의 연결부 부위를 깨끗이 정리 후 지수재를 도포하여야 한다.

(5) 벤토나이트 계열 지수재는 유해물질이나 중금속류 성분이 없으므로 작업시 물과의 접촉으로 인한 부피팽창을 막는 것이 외에는 특별한 유의 사항은 없다.

나. 기준틀의 매기

(1) 강널말뚝을 박기 위해서는 타입 법선의 휘어짐을 방지하고 강널말뚝 개개의 회전을 방지하기 위해서는 정확하고 견고한 기준틀을 매어야 한다.

(2) 기준틀의 위치가 구조물의 법선을 결정하게 되므로 기준틀의 위치는 계획 법선에 맞추어 정확한 위치를 잡아야 한다. 위치를 정할 때는 공사감독자(또는 감리자)의 검측을 받아야 한다.



<그림 11> 기준틀 시공 전경

(3) 기준틀은 버팀공이 될 때까지 강널말뚝의 수평 외력을 받쳐주는 역할을 하므로 지지말뚝은 상당한 깊이까지 견고하게 박아야 한다.

다. 강널말뚝 세우기

(1) 강널말뚝 세우기 작업시 크레인의 수평도를 확인하고, 아웃 트리거를 설치할 위치의 지반 상태를 점검하여야 한다.



<그림 12> 강널말뚝 세우기

(2) 작업 시작 전에 권과방지장치나 그밖의 방호장치의 기능, 브레이크, 클러치 및 조정장치의 기능, 와이어로프가 통하고 있는 곳의 상태 등을 점검하여야 한다.

(3) 크레인의 인양 반경에 따른 크레인 인양 능력을 사전에 검토하여야 한다.

(4) 크레인 인양 작업시 신호수를 배치하여야 하며, 운전원과 신호수의 신호 방법을 확인할 수 있는 장소에서 신호할 수 있도록 하여야 한다.



<그림 13> 크레인 인양 작업시 신호수 배치

(5) 크레인의 회전 반경내에 안전 휀스, 출입금지 표지판 설치 등 관계자외 출입을 금지하는 조치 여부를 점검하여야 한다.

(6) 세우기는 기준틀을 이용하고, 직각 2방향에서 트랜싯으로 시준하여 강널말뚝의 위치와 연직성을 수정하면서 세워나가야 한다.

(7) 세우기 작업시 해머의 타격은 최초에는 가급적 가볍게 치고 강널말뚝이 연직으로 세워진 것을 확인한 뒤에 소정의 타격력으로 타입한다.

(8) 세운 강널말뚝과 가이드 빔에 간격이 있을 경우에는 쐐기를 삽입하여 말뚝의 흔들림을 방지하여야 한다.

라. 강널말뚝박기

(1) 강널말뚝항타 장비의 운전원은 자격을 갖춘 자로 하여야 한며, 크레인 및 항타기의 운전은 신호에 의하여 작동하여야 한다.



<그림 14> 강널말뚝 박기

(2) 강널말뚝항타 장비를 이동할 경우에는 장비의 뒤집힘 및 쓰러짐을 방지하기 위하여 이동통로의 안전성을 확보하여야 하며, 근로자의 부딪힘 및 끼임 등의 재해를 방지하기 위하여 이동경로에는 출입통제를 하여야 한다.

(3) 항타장비를 이동할 때는 반드시 해머와 리더를 내리고 이동하며, 항타작업을 할 때에는 붐을 60° 이하로 세우는 것 금지한다.

(4) 지반이 단단하거나 또는 지지층의 기복이 심한 경우에는 세우기와 동시에 항타작업을 한다. 이 경우 강널말뚝의 뒤틀림, 경사, 법선에 대한 굴곡 및 옆 강널말뚝을 몰고 내려가는 등의 현상이 발생하기 쉬우므로 세심한 주의를 요한다.

(5) 강널말뚝항타 작업 중 경사의 경향이 보이면 즉시 수정하여야 한다. 수정이 불가능하면 쐐기형의 이형 강널말뚝을 제작하여 박아 경사를 수정한다. 쐐기형 이형 강널말뚝은 연속하여 또는 단부, 우각부, 접속부 및 그 부근에서 사용해서는 안 된다.

(6) 강널말뚝항타 도중에 이음부의 이탈이나 손상이 확인되면 즉시 이탈된 강널말뚝을 빼내고 다시 박아야 한다. 다시 박기가 불가능 할 경우는 보강대책을 수립하여 관리감독자와 협의하여야 한다.

(7) 항타 중에는 비산 먼지 및 소음이 심하므로 근로자에게는 방진마스크 및 귀마개를 착용하도록 하고, 항타 작업장에는 비산먼지를 최소화 할 수 있도록 집진장치 또는 분진 방지책을 설치하여야 한다.

마. 이어박기 및 용접

(1) 강널말뚝의 이음은 외부 작업장에서 용접하는 것이 원칙이나 부득이한 사유로 박기 작업 도중 이음작업을 하여야 할 경우에는 설계도면에 맞게 정밀하게 용접하여야 한다. 이음작업은 상부 강널말뚝과 하부 강널말뚝의 이음부가 일치하여야 하며 중심축이 일직선이 되게 하여야 한다.



<그림 15> 강널말뚝 이음에서의 용접과정

(2) 용접 작업시 용접기, 전선 등에 의한 감전 사고를 방지하도록 주의하며, 용접기는 소요 규격에 적합한 전격 방지 장치를 설치하여야 한다.

(3) 작업 및 주변 근로자에게 절연용 보호구(전기용 고무장갑, 전기용 안전모, 전기용 고무소매 등)를 착용시키고 특히 감전의 위험이 발생할 우려가 있는 곳에 절연용 방호구를 설치할 것

(4) 용접작업은 인화성, 가연성 물질의 격리 후 이루어져야 하며, 도장 작업 장소에는 동시작업을 하지 않도록 하여야 한다.

(5) 유해광선이나 비산되는 물질로부터 눈이나 얼굴을 보호하기 위한 용접면을 착용 및 용접용 가죽장갑, 긴소매의 옷, 다리보호대, 가죽소재 등의 보호구를 사용해야 한다.

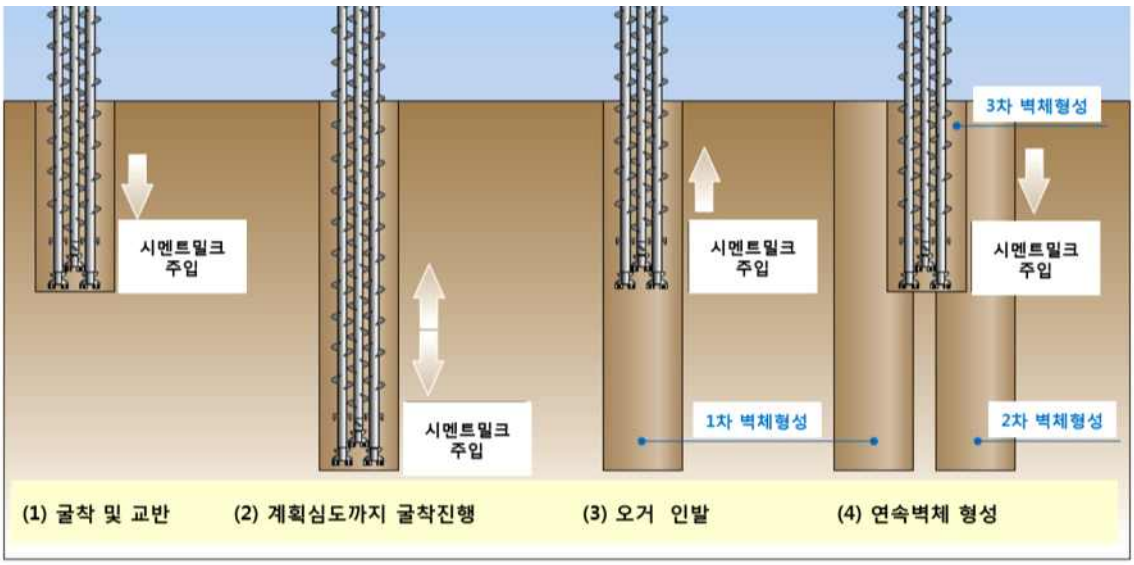
7.3.5 작업완료 및 주변 원상복구

(1) 이 작업 기준은 “6.6 작업완료 및 주변 원상복구”를 준수하여 시행한다.

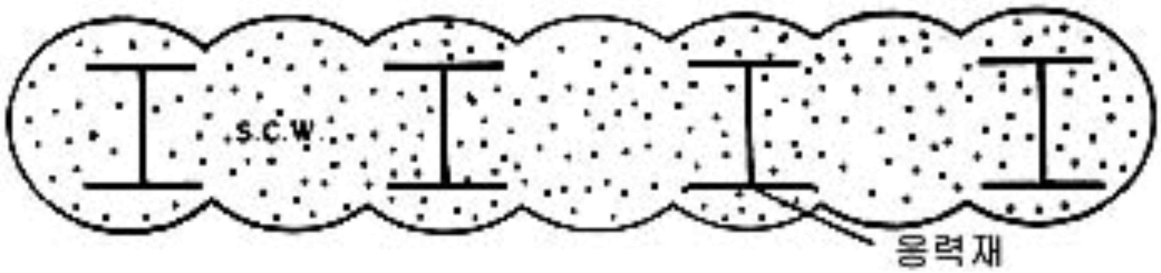
7.4 소일시멘트(Soil Cement Wall(SCW)) 벽체 공사 시 안전조치 사항

7.4.1 공법의 정의

(1) “SCW(Soil Cement Wall)”이란 점성토, 사질·사력토 지반에서 차수목적 및 토류벽체를 형성하는 공법으로 오거기(Earth Auger)로 천공 굴착하여 원위치 토사를 골재로 간주하여 시멘트 밀크(Cement Milk) 용액을 롯드(Rod)를 통해 주입하면서 혼합·교반하여 벽체를 조성한다. 굴착 단부의 일부분은 중첩하여 연속벽을 조성해 지수벽으로 하고 벽체내의 측압에 대해서는 H형 강재(응력재)를 삽입하여 토류벽으로 사용한다.



<그림 16> SCW 공법의 시공개요도



<그림 17> SCW 공법의 시공 단면도

7.4.2 시공 순서 및 준수 사항

<표 3> 소일시멘트(Soil Cement Wall(SCW)) 공사 시공 순서 및 준수사항

시공 순서	준수사항
시공 준비	6.1 공통사항
↓	
안내벽 및 플랜트 설치	7.1.2 안내벽(Guide Wall)의 설치 7.1.3. 플랜트(Plant)의 설치
↓	
줄파기(지장물 확인)	7.1.1. 줄파기 작업
↓	
천공 및 시멘트 밀크 주입	7.4.3 SCW 공법의 각 공정별 안전조치 사항 라. 천공 및 시멘트 밀크 주입
↓	
H형강 강재 삽입 및 항타	7.4.3 SCW 공법의 각 공정별 안전조치 사항 마. H형 강재 삽입 및 항타
↓	
두부정리 및 시공완료	7.1.5 두부정리 및 시공완료

7.4.3 SCW 공법의 각 공정별 안전조치 사항

가. 안내벽(Guide Wall)의 설치

(1) 이 작업 기준은 “7.1.2 안내벽(Guide Wall) 설치”를 준수하여 시행한다.

나. 플랜트(Plant)의 설치

(1) 이 작업 기준은 “7.1.3 플랜트(Plant)의 설치”를 준수하여 시행한다.

다. 줄파기 작업

(1) 이 작업 기준은 “ 7.1.1 줄파기 작업”을 준수하여 시행한다.

라. 천공 및 시멘트 밀크 주입

(1) 천공 작업 기준은 “ 7.1.4 흙막이 벽체 설치”를 준수하여 시행한다.

(2) 안내벽에 표시한 중심에 맞추어 오우거 롯드 (Auger Rod)를 설치하고, 베이스 머신(Base Machine)을 고정한 후 리더(Leader)를 수직으로 조정하며, 깊이 1~2 미터까지 천공 후 수직도를 재확인하고 시공함을 원칙으로 한다.



(a)크롤러형 시공기의 리더 설치



(b)삼축오거를 이용한 천공작업

<그림 18> 천공 작업

(4) 크롤러형 시공기의 경우 리더 길이가 상당히 높아 작업지반의 경사 및 요철이 깔림 사고의 원인이 되는 경우가 있으므로 작업이동 통로 및 작업 위치에 대하여 양질의 토사로 치환, 철판 깔기, 콘크리트 포설 등의 지반보강을 하여야 한다.

(5) 천공작업과 동시에 플랜트로 부터의 혼합된 시멘트 밀크 용액을 롯드 선단에서 토출시켜 굴착과 병행하여 연속 주입을 한다. 이 때 시멘트 밀크의 주입은 적절한 압력과 토출량을 유지하여 공내에서 균질한 소일시멘트(Soil Cement)가 될 수 있도록 하여야 한다.

(6) 시멘트 밀크의 조합 및 주입량은 지질, 지하수의 상태를 고려하여야 한다.

(7) SCW 공사는 토사에 시멘트 밀크를 혼합 교반하여 고결시키는 공법으로 시공시 슬라임(Slime)이 발생하며, 이 때 배토량은 벽체 용적의 30~40% 정도이다. 발생 슬라임의 처리시 폐기물의 성상분류에 따른 폐기물처리 방법을 마련해야 한다.

마. H형 강재 삽입 및 항타

(1) H형 강재의 운반은 비틀림이나 변형이 발생하지 않도록 크레인 등을 이용하여 항타기 작업범위까지 운반하여야 한다.

(2) 파일 인양용 와이어 로프, 샤클 등 보조기구는 작업 전에 체결상태를 확인하여 불시에 맞음 재해를 예방하여야 한다.

(3) H형 강재의 인양 중 맞음 사고를 방지하기 위해 모든 접합 부분은 결속하고, 인양용 고리 부분은 자중을 고려하여 용접 등의 방법으로 보강하여야 한다.

(4) H형 강재 인양 시 보조 로프를 사용하여 흔들림에 의한 부딪힘을 예방하여야 한다.



<그림 19> H형 강재 삽입 및 항타

(5) H형 강재의 삽입은 삽입된 재료가 공벽에 손상을 주지 않도록 하고 소일시멘트 기둥 조성 직후, 신속히 하여야 한다.

(6) 케이싱을 사용하였을 경우 인발은 인발속도를 최대한 천천히 하여 H 형강의 뒤틀림 등 변형을 방지하여야 한다.

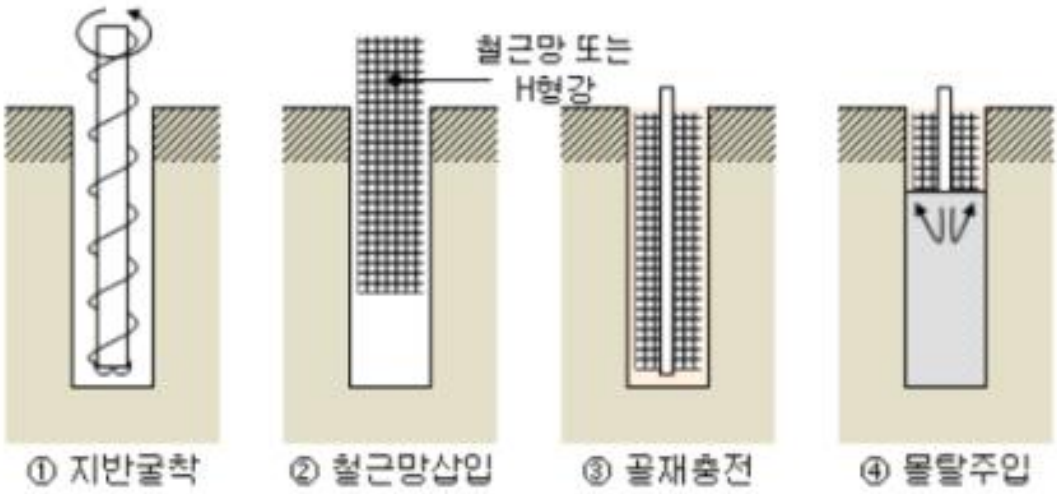
바. 두부정리 및 시공완료

(1) 이 작업 기준은 “7.1.5 두부정리”를 준수하여 시행한다.

7.5 CIP(Cast In Placed Pile) 벽체 공사 시 안전조치 사항

7.5.1 공법의 정의

(1) “C.I.P(Cast In Place Pile)”란 지반 천공장비를 사용, 소정의 심도까지 천공하여 토사를 배출시킨 후 공내에 H-Pile 또는 철근망을 삽입하고 콘크리트 또는 모르터를 타설하는 주열식 현장타설 말뚝으로 가설 흙막이, 물막이 연속벽체 등으로 사용하는 공법을 말한다.



<그림 20> C.I.P공법

7.5.2 시공 순서 및 준수 사항

<표 4> CIP(Cast In Placed Pile) 벽체 공사 시공 순서 및 준수사항

시공 순서	준수사항
시공 준비	6.1 공통사항
↓	
줄파기(지장물 확인)	7.1.1 준비 및 줄파기 작업
↓	
천공 및 케이싱 설치	7.1.4 흙막이 벽체 설치 기준
↓	
H-Pile 및 철근망 삽입	7.5.3 CIP 공법의 각 공정별 안전조치 사항 다. H-Pile 및 철근망 삽입
↓	
콘크리트 타설 및 케이싱 일발	7.5.3 CIP 공법의 각 공정별 안전조치 사항 라. 콘크리트 타설 및 케이싱 인발
↓	
두부정리 및 Cap 콘크리트 타설	7.1.5 두부정리

7.5.3 CIP 공법의 각 공정별 안전조치 사항

가. 준비 및 줄파기 작업

(1) 이 작업 기준은 “ 7.1.1 줄파기 작업”을 준수하여 시행한다.

나. 천공 및 케이싱 설치

(1) 이 작업 기준은 “ 7.1.4 흙막이 벽체 설치”를 준수하여 시행한다.

다. H-Pile 및 철근망 삽입

(1) H-Pile 및 철근망의 운반·인양은 비틀림이나 변형이 발생하지 않도록 크레인등을 이용하여 천공기 작업범위까지 운반하여야 한다.

(2) 천공기의 파일 인양용 와이어로프, 샤클 등 보조기구는 작업 전에 체결상태를 확인하여 불시에 전도 또는 낙하하는 재해를 예방하여야 한다.

(3) 철근망의 인양 중 낙하를 방지하기 위해 모든 접합부분은 결속하고, 인양용 고리 부분은 자중을 고려하여 용접 등의 방법으로 보강하여야 한다.

(4) 천공 후 심도에 맞게 미리 가공된 철근망을 삽입할 때 수직하게 넣지 않으면 중간에 철근망 하단부가 걸리는 경우가 있으므로 수직도를 유지하면서 삽입하여야한다.

(5) H-Pile 및 철근망 인양 시 보조로프를 사용하여 흔들림에 의한 충돌을 예방하여야 한다.

(6) H-Pile 및 철근망은 공벽이 붕괴되지 않도록 서서히 삽입하여야 하며, 피복 확보를 위하여 간격재를 부착하여야 한다.

라. 콘크리트 타설 및 케이싱 인발

(1) H-Pile 및 철근망 삽입이 완료된 공은 즉시 콘크리트 또는 모르터를 타설하여 파일의 변형방지와 추락재해를 예방하여야 한다.

(2) 콘크리트 타설은 한 개의 공이 완료될 때까지 계속해서 트레미관(Tremie pipe)을 이용하여 공내 하단으로부터 콘크리트 속에 1 m 정도 묻힌 상태로 타설을 하여야 하며, 이 때 관접합부의 터짐 등으로 인한 비산 및 낙하·비래 재해 방지를 위해 관리를 철저히 하여야 한다.

(3) 레미콘 트럭 후진 시 협착과 굴삭기 작업 시 충돌재해 예방을 위해 신호수를 배치하여 신호에 따라 작업하여야 한다.

(4) 케이싱 인발은 콘크리트 타설 완료 후 인발하며 인발속도를 최대한 천천히 하여 H-Pile의 뒤틀림 등 변형을 방지하여야 한다.

(5) 인발한 케이싱의 전도방지를 위해 하단에 보조로프를 설치하여 이동 후 적재하여야 한다.

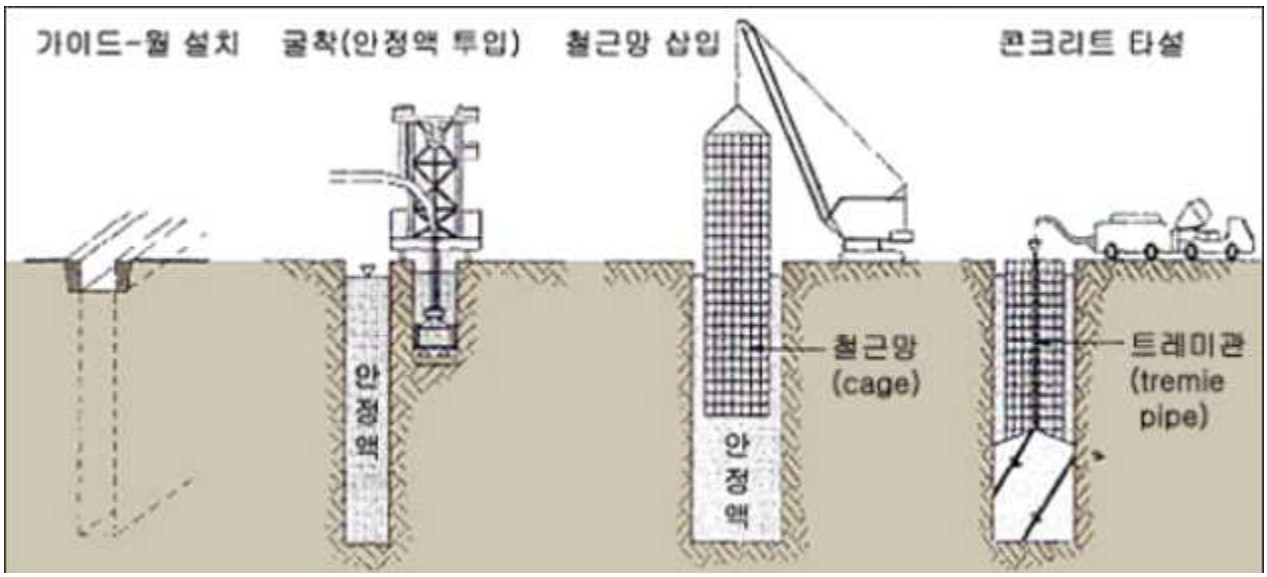
마. 두부정리 및 Cap 콘크리트 타설

(1) 이 작업 기준은 “ 7.1.5 두부정리”를 준수하여 시행한다.

7.6 지하연속벽체(Diaphragm Wall) 공사 시 안전조치 사항

7.6.1 공법의 정의

(1) 지하연속벽(diaphragm wall) : 벤토나이트 안정액을 사용하여 지반을 굴착하고 철근망을 삽입한 후 콘크리트를 타설하여 지중에 시공된 철근 콘크리트 연속벽체로 주로 영구벽체로 사용하는 공법을 말한다.



<그림 21> 지하연속벽(Diaphragm wall)공법

7.6.2 시공 순서 및 준수 사항

<표 5> 지하연속벽체(Diaphragm Wall) 공사 시공 순서 및 준수사항

시공 순서	준수사항
시공 준비	6.1 공통사항
↓	
안내벽 및 플랜트 설치	7.1.2 안내벽(Guide Wall)의 설치 7.1.3 플랜트(Plant)의 설치
↓	
줄파기(지장물 확인)	7.1.1 줄파기 작업
↓	
선행굴착 및 본굴착	7.6.3 지하연속벽 공법의 각 공정별 안전조치 사항 라. 선행굴착 및 본굴착
↓	
크리닝 및 디샌딩(Cleaning & Desanding)	7.6.3 지하연속벽 공법의 각 공정별 안전조치 사항 마. 크리닝 및 디샌딩(Cleaning & Desanding)
↓	
철근망 조립 및 삽입	7.6.3 지하연속벽 공법의 각 공정별 안전조치 사항 바. 철근망 조립 및 삽입
↓	
콘크리트 타설 및 양생	7.6.3 지하연속벽 공법의 각 공정별 안전조치 사항 사. 콘크리트 타설

7.6.3 지하연속벽체 공법의 각 공정별 안전조치 사항

가. 안내벽(Guide Wall)의 설치

(1) 이 작업 기준은 “ 7.1.2 안내벽(Guide Wall) 설치”를 준수하여 시행한다.

나. 플랜트(Plant)의 설치

(1) 이 작업 기준은 “ 7.1.3 플랜트(Plant)의 설치”를 준수하여 시행한다.

(2) 플랜트를 구성하고 있는 주요장비 목록은 <표 6>과 <그림 9>와 같으며, 이들은 각각의 기능이 항상 양호한 상태로 유지되도록 점검하여야 하고, 이상이 발견된 때에는 즉시 작업을 중지하여야 한다.

<표 6> 플랜트를 구성하는 주요장비 목록

장비명	용 도
디샌더(Desander)	벤토나이트 및 슬라임 분리
필터 프레스(Filter Press)	슬러지 탈수장치
믹서(Mixer)	안정액 혼합
사일로(Silo)	벤토나이트 저장
피드 펌프(Feed Pump)	벤토나이트 용액 공급



디샌더(Desander)



필터 프레스(Filter Press)



믹서(Mixer)



사일로(Silo)

<그림 22> 플랜트를 구성하는 주요 장비

다. 줄파기 작업

(1) 이 작업 기준은 “ 7.1.1 줄파기 작업”을 준수하여 시행한다.

라. 선행굴착 및 본굴착

(1) 본굴착 장비인 트렌치 커터(Trench Cutter)가 굴착할 수 있는 깊이인 3~5m까지 선행굴착하여야 하며, 선행굴착은 백호우 또는 보조크레인(Service Crane)에 행그래브(Hang-Grab)를 장착하여 낮은 속도로 굴착한다.

(2) 보조크레인은 행그래브를 장착하고 굴착작업을 함에 있어 충분한 능력을 갖춘 용량의 것을 사용하여야 하며, 행그래브를 장착하는 후크(Hook), 와이어로프 등은 사용 전 그 성능을 확인하고 이상이 있는 경우에는 즉시 교체하여야 하며 정기적으로 이상유무를 점검하여야 한다.

(3) 보조크레인이 선회하는 경로와 행그래브의 굴착작업으로 인하여 위험이 발생될 우려가 있는 위치에는 근로자의 접근을 방지하여야 한다.

(4) 안내벽 하단 이하부터는 와이어 로프의 수직도를 확인하면서 굴착을 행하여 수직정도에 주의하여야 하며, 공벽의 붕괴를 방지하기 위하여 안정액을 공급하면서 굴착하여야 한다.

(5) 선행굴착이 완료된 때에는 후속작업에 지장이 없는 장소에 행그래브를 지면에 내려두어야 하며, 이를 매단 채 방치하여서는 아니 된다.

(6) 트렌치 거터를 이용한 본굴착을 하는 때에는 장비자체에 장착된 수직도 측정기를 이용하여 수직도를 측정하면서 굴착하여야 한다.

(7) 트렌치 커터를 각 굴착위치로 이동하는 때에는 그 자체의 중량이 매우 크므로 그에 따른 안전성을 확보하여야 하며, 지반침하 또는 평탄성 부족으로 장비의 전도 위험이 있으므로 이동경로의 바닥에는 콘크리트를 타설하거나 철판 깔기 등의 안전조치를 하여야 한다. 또한 근로자의 협착재해를 방지하기 위하여 유도자를 배치하고 관계근로자 이외의 자의 출입을 금지하는 등 안전조치를 하여야 한다.

(8) 트렌치 굴착을 할 때에는 벤토나이트 안정액을 트렌치 내에 항시 공급하여 안내벽 상단까지 안정액의 수위를 유지하여야 한다.



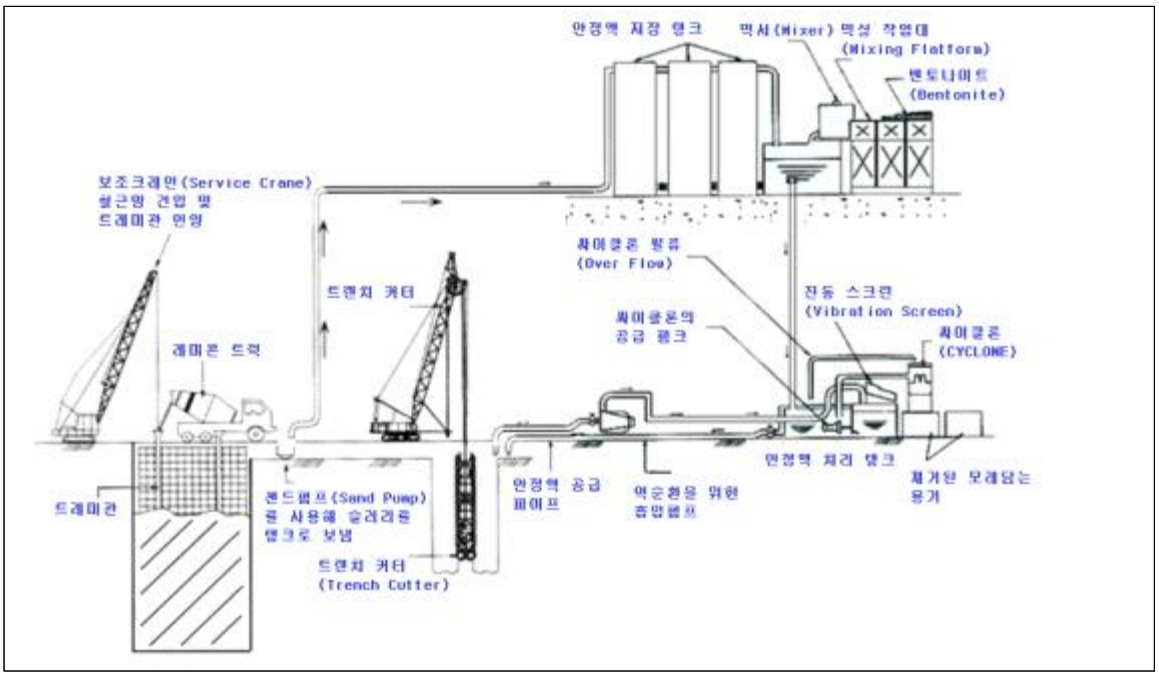
<그림 23> 안정액 배관 설치 전경

(9) 안정액 배관은 펌프의 압력으로 유동될 수 있으므로 견고하게 설치하여야 하며, 특히 끝부분은 버팀대 등으로 고정하여 유동이 없도록 하여야 한다.

(10) 시공 정밀도를 높이기 위해서 일정한 굴착 속도를 설정하여 작업하고, 수직 정도는 1/200~1/300 이상 확보되도록 하여야 한다.

(11) 굴착면의 시공관리는 트렌치 커터에 부착되어 있는 수직도 측정기 등을 이용하여 측정하여야 하며 한계 수직도에서 벗어날 경우에는 즉시 수정하여 굴착하여야 한다.

(12) 본굴착이 완료된 때에는 트렌치 커터를 후속 작업에 지장이 없는 안전한 장소로 이동하고 커터를 지상에 내려두고 원동기를 정지하여야 한다.



<그림 24> 굴착 작업의 계통도



선행굴착(Hang-Grab)	본굴착(Trench Cutter)

<그림 25> 선행굴착 및 본굴착 전경

(13) 굴착이 완료된 상태로 오랜 기간 방치하여서는 아니 되며, 철근망을 삽입하기 전까지는 근로자의 추락재해를 방지하기 위하여 견고한 철망 등으로 덮개를 설치하고 쉽게 탈락되거나 이동되지 않도록 고정하여야 한다. 또한 위험표지판 등을 설치하고 야간에는 형경광등 등을 설치하여야 한다.

마. 크리닝 및 디샌딩(Cleaning & Desanding)

(1) 굴착 중 안정액은 벤토나이트를 물과 혼합하여 벤토나이트 입자가 완전히 수화되어 벤토나이트액이 균질을 이룰 때까지 혼합한다.

(2) 굴착 중 안정액을 트렌치에 공급하고 굴착토사와 함께 흡입펌프(Suction Pump for Reverse Circulation)를 이용하여 디샌더로 송출하고 안정액과 굴착토를 분리하며, 안정액은 재사용할 수 있다.

(3) 안정액을 재사용할 때에는 신선한 안정액을 첨가하여 관리기준치 이상의 품질을 유지할 수 있도록 하여야 한다.

(4) 안정액의 품질은 굴착전, 굴착중, 콘크리트 타설 직전 및 타설 중으로 구분하여 정할 수 있으며, 비중, 점성, 여과수량, 샌드함량, pH 등의 시험을 통하여 재사용 또는 폐기 여부를 결정한다.

(5) 굴착을 완료하고 콘크리트를 타설하기 전에 트렌치 내의 안정액은 디샌딩을 통하여 신선한 안정액과 교체시켜야 하며 안정액 속의 부유물과 바닥의 침전물(Slime)을 철저히 제거하여야 한다(Cleaning 작업).

(6) 안정액의 공급 및 회수용 배관 및 설비는 항상 양호한 상태로 유지하도록 정기점검을 수행하고 공급압력에 의한 유동 또는 누수여부를 확인하여야 한다.

(7) 벤토나이트 분말, 안정액 등을 취급하는 근로자에게는 방진마스크, 안전장갑 등 보호장구를 지급하여야 한다.

(8) 잔토 처리, 폐기 안정액처리 등은 주변 환경을 오염시키지 않도록 폐기물처리기준에 맞추어 처리하고, 이를 담당하는 근로자에게는 안전장갑 등의 보호장구를 지급하여야 한다.

바. 철근망 조립 및 삽입

(1) 철근망 조립장은 철근을 조립하고 인양하기에 충분히 넓고 안전한 장소를 선정하여야 한다. 그 크기는 1패널(pannel)이상의 상·하부를 동시에 가공조립할 수 있어야 하며, 인양장비가 철근망을 안전하게 인양할 수 있는 위치이어야 한다.

(2) 철근망은 설계서에서 정한 형상과 치수와 일치하도록 정확하고 견고히 조립하여야

하며, 인양할 때에 뒤틀리지 않도록 X자로 철근을 보강하는 등의 조치를 하여야 한다.

(3) 철근을 인양할 때에 그 자중에 의하여 변형 또는 이음위치의 탈락 등이 발생할 수 있으므로 결속은 용접 등의 방법으로 충분히 안전하도록 이어야 한다.

(4) 철근망 삽입을 위한 고리는 용접이 가능한 마일드 바(Mild Bar)를 사용하여 철근망에 미리 용접하여 두어야 한다.

(5) 후속작업에 대비하여 어스앵커용 슬리브(Sleeve), 슬래브 연결용 앵커철근 등을 충분한 길이로 제작하고 스티로폴 등으로 덮어 두어야 한다.

(6) 콘크리트 타설용 트레미관이 들어갈 수 있는 공간을 사전에 계획하고 확보하여 두어야 한다.

(7) 철근망을 삽입하기 위하여 크레인으로 인양할 때에는 철근망의 변형을 방지하기 위하여 H형강 등의 조금구(組金具 : Guide Frame)를 부착하여 삽입하여야 한다.

(8) 철근조립장에서 철근을 인양할 때에는 조립된 철근이 회전하거나 흔들리지 않도록 서서히 인양하고 보조로프를 이용하여 이의 흔들림이 없도록 하여야 한다.

(9) 철근망을 인양 및 삽입할 때에는 작업신호수를 배치하여 근로자의 협착 등의 재해를 방지하여야 한다.

(10) 철근망을 삽입하기 전에 굴착심도, 굴착바닥의 슬라임(Slime) 제거상태 및 굴착폭을 점검하여 철근망이 이상없이 삽입될 수 있도록 하여야 한다.

(11) 굴착깊이가 깊어 철근망의 길이가 길거나 자중이 커서 크레인 인양작업이 곤란한 경우에는 크레인의 인양높이 및 정격하중 등을 고려하여 2~3개로 분할하여 조립하고 삽입하면서 접합시켜야 한다.

(12) 철근망을 분할하여 삽입하는 경우에는 맨 밑의 철근망을 안내벽에 걸쳐놓고 다음 철근망을 크레인에 매달고 있는 상태에서 충분한 이음길이를 가지고 견고하게 연결하여야 하며, 이음위치로 조정할 때에는 신호수를 배치하고 유도로프를 잡고 서서히 작업하여야 하며 협착 또는 충돌 등의 재해 예방조치를 하여야 한다.

(13) 철근망을 이을 때에는 이음위치에서 상하부 철근망이 분리 또는 이탈되지 않도록 하부 철근망의 자중에 견딜 수 있는 충분한 이음강도를 유지하여야 한다.

(14) 완전히 삽입된 철근망은 안내벽에 강관 등으로 걸쳐 놓아 철근망이 굴착바닥에 닿지 않도록 하여 피복의 유지, 철근망의 휨 또는 변형을 방지하여야 하며 이때 사용하는 강관 등은 철근망의 자중에 충분히 견딜 수 있는 견고한 것을 사용하여야 한다.



철근망 인양	하단부 철근망 거치	상하부 철근망 이음

<그림 26> 철근망의 삽입 절차

사. 콘크리트의 타설

(1) 콘크리트의 타설은 안정액이 채워진 상태에서 트레미관을 통하여 트레미관 하부에서부터 타설하여 올라와야 한다. 콘크리트 타설 도중 트레미관 밖으로 콘크리트가 넘치거나 흘러들어가서 안정액과 혼합되면 안정액이 굳어질(Gel화 현상) 수 있으므로 트레미관 바깥쪽을 합판 등의 덮개로 덮어두어야 한다.

(2) 트레미관은 트렌치 밑바닥에서 10~15cm 정도 들어올려진 상태에서 타설을 시작하고 콘크리트의 상승과 함께 서서히 인발하면서 타설을 진행한다.

(3) 타설량 및 타설고와의 관계를 검측테이프로서 측정하여야 하며, 트레미관 선단은 콘크리트 속에 2.0m 정도 묻혀있도록 하여 타설하여야 한다.

(4) 콘크리트 타설은 1패널이 완료될 때까지는 작업을 중지하여서는 아니 된다.

(5) 레미콘 트럭의 이동경로를 확보하고 안전하게 진출입할 수 있도록 하여야 하며, 근로자의 협착재해를 방지하기 위하여 유도자를 배치하는 등의 안전조치를 하여야 한다.

(6) 콘크리트의 강도, 굵은골재 최대치수, 물·시멘트비, 슬럼프 등은 설계서에서 정한 바에 따른다.

8. 지지 구조형식에 따른 공법별 안전조치 사항

8.1 공통사항

8.1.1 일반사항

(1) 띠장, 버팀대는 설계도 및 공종별 시공계획서를 따라 각 단계마다 소정의 깊이까지 굴착 후, 신속히 설치하고 과굴착을 하여서는 안 된다.

(2) 띠장, 버팀대의 설치 간격은 설계도서에 명시한 값 이내로 하며 지장물의 유무, 구조물의 타설 계획, 재료 및 장비 투입 공간 확보 관계를 고려하여 설치간격을 결정하여야 한다. 부득이 설계 도면에 명시된 설치 간격을 초과하는 경우에는 별도의 보강 대책을 수립하여 공사감독자의 확인을 받아야 한다.

(3) 띠장, 버팀대는 굴착된 공간 내에서 콘크리트 타설, 장비의 진·출입, 배수작업 등을 고려하여 설치하여야 한다.

(4) 띠장, 버팀대는 이동이 없도록 설치하여야 하며, 접합부와 이음부는 느슨하거나 강도 부족이 없도록 한다.

(5) 띠장, 버팀대 및 기타 부재의 조립에 앞서 재질, 단면 손상여부, 재료의 구부러짐, 단면 치수의 정도 등을 점검하여 계획서에 적합한가를 확인한다.

(6) 철근 콘크리트 부재는 타설 후 소요강도가 발휘되기 전에 하중이 가해지지 않도록 한다.

(7) 구조용 부재 사이의 접합부와 지점의 회전, 좌굴 방지가 필요한 곳에는 보강용 강판재, 앵글 또는 가새를 설치하여야 한다.

(8) 굴착 시부터 해체 시까지 부재가 느슨한 상태로 풀어져 있는가를 수시로 점검하여야 하며, 버팀대를 설치한 후에는 매 공정마다 계측관리 및 일상점검을 통하여 안전여부를 판단하고 검사 성과를 공사완료 시까지 기록하여 보관하여야 한다.

(9) 띠장, 버팀대 및 중간말뚝 위치에 발생하는 본 구조물의 슬래브 개구부는 보강하여야 한다.

8.1.2 천공 작업

(1) 천공 장비의 조정원은 건설기계관리법에 규정된 공기압축기 면허를 갖춘 자로 하여야 한다.

(2) 천공 장비를 이동할 경우에는 장비의 전도·전락을 방지하기 위하여 이동통로의 안전성을 확보하여야 하며, 근로자의 협착 및 충돌 재해를 방지하기 위하여 이동 경로에는 출입 통제를 하여야 한다.

(3) 천공의 지점은 설계도서에 준하여 미리 측량하여 표식하여 두어야 한다. 이때 수직높이의 오차가 최소가 되도록 주의하여야 하며, 천공작업 전에는 가스관, 상하수도관, 인근 구조물의 기초 등 지하매설물의 유무를 반드시 확인하여야 한다.

(4) 수직으로 굴착하여 천공지점이 노출된 후 장기간 방치하여 흙막이구조에 과대응력이 발생되지 않도록 후속 공정을 조속히 진행하여야 한다.

(5) 천공 장비는 천공 작업 중 흔들림, 이동 등이 없도록 설치 지반을 정지하여야 한다.

(6) 설계된 천공 각도 및 천공 깊이를 확인하고 장비를 설치하여야 하며, 천공 도중에는 설계 각도를 유지하고 이를 확인할 수 있도록 하여야 하고, 천공이 완료된 때에는 천공 깊이를 확인하여야 한다.

(7) 주입재와 주변 지반과의 마찰력이 충분히 발현될 수 있도록 천공의 직경은 설계에서 정한 치수 이상을 확보하여야 한다.

(8) 천공 지점은 수평열이 일직선이 되도록 천공 지점 높이의 오차를 최소화 하여야 한다. 이는 띠장의 위치에서 강선이 절곡될 우려가 있기 때문이며 그러할 경우에는 긴장력의 손실을 초래할 수 있다. 이중 띠장인 경우에는 하부 띠장을 미리 설치한 후 천공함으로서 수평열의 일직선을 유지할 필요가 있다.

(9) 천공 중에는 공벽의 붕괴를 방지하기 위하여 케이싱을 설치한다. 공벽 붕괴의 우려가 없는 경우에는 예외로 한다.

(10) 동절기에 천공하는 경우에는 이수의 동결을 방지하기 위하여 온수를 사용하여야 한다.

(11) 천공 중에는 비산먼지 및 소음이 심하므로 근로자에게는 방진 마스크 및 귀마개를

착용하도록 하고, 천공 입구에는 비산먼지를 최소화할 수 있도록 집진장치 또는 분진 방지책을 설치하여야 한다.

(12) 천공 홀 바닥의 굴착 토사를 완전히 제거하여야 하며 설계 심도까지의 천공 여부를 확인하여야 한다.

8.1.3 주입재의 배합 및 주입

(1) 시멘트는 보통포틀랜드시멘트 또는 조강포틀랜드시멘트를 사용한다.

(2) 배합강도는 주변토질과 인장재가 부착하여 소요강도를 발현할 수 있도록 배합되어야 하며, 주입 후 공시체를 제작하여 현장 및 실내 양생하여 인발 전 발현 강도를 확인하여야 한다.

(3) 공벽의 붕괴 등을 방지하기 위하여 천공 후 장기간 방치하지 않으며, 보강재 삽입 후 즉시 주입하여야 한다.

(4) 주입은 천공 홀 바닥에서 공내부의 물과 공기를 밀어내면서 주입되도록 하고 주입재 내부에 공극이 발생되지 않도록 하여야 한다.

(5) 주입재의 주입은 천공 홀 선단부에 슬라임이 완전 배출될 때 까지 1차 주입하고 케이싱을 제거한 후 공벽을 완전히 채우도록 2차 주입을 수행한다.

8.2 띠장, 버팀대, 중간말뚝, X-브레이싱 공사 시 안전조치 사항

8.2.1 시공 순서 및 준수 사항

<표 7> 띠장, 버팀대, 중간말뚝, X-브레이싱 시공 순서 및 준수사항

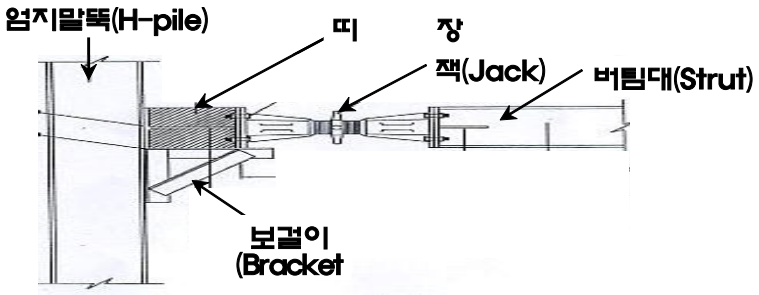
시공 순서	준수사항
시공 준비	6.1 공통사항
↓	
중간말뚝 설치	8.2.4 중간말뚝 설치 시 안전조치 사항
↓	
띠장설치	8.2.2 띠장(Wale) 설치 시 안전조치 사항
↓	
버팀대설치	8.2.3 버팀대(Strut), 경사버팀대 및 경사고임대(Raker) 설치 시 안전조치 사항
↓	
까치발 설치	8.2.5 까치발 설치 시 안전조치 사항
↓	
X-브레이싱 설치	8.2.6 X- 브레이싱 설치 시 안전조치 사항

8.2.2 띠장(Wale) 설치 시 안전조치 사항

(1) 띠장은 끊어짐이 없이 연속해서 설치하고 띠장의 이음은 원칙적으로 엄지말뚝을 중심으로 전단력과 휨모멘트가 작은 곳에서 실시하여야 한다.

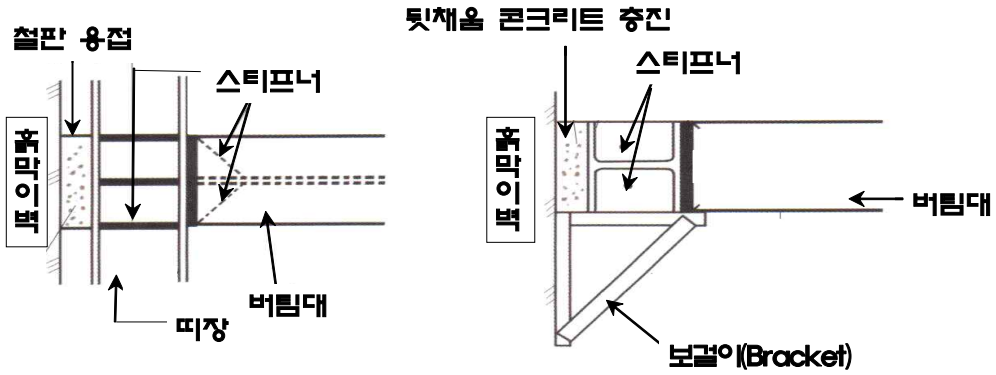
(2) 띠장 설치 즉시 설치된 띠장을 따라 띠장 위 약 1.5m 높이에 안전대 부착설비를 설치하고 띠장 위에서 작업 시 안전대를 걸도록 하여야 한다.

(3) 띠장의 자중 및 적재하중에 대하여 충분히 견딜 수 있도록 보걸이(Bracket)를 설치하여야 한다.



<그림 27> 보걸이(Bracket)

(4) 띠장에 전달된 측압이 지반앵커 또는 버팀대에 충분히 전달되도록 엄지말뚝과 띠장 사이의 틈을 철판 용접 등을 실시하여 엄지말뚝과 띠장이 밀착되도록 하여야 하며 띠장과 버팀대 연결부에는 국부좌굴을 방지하기 위하여 스티프너(Stiffener)를 설치하여야 한다.



<그림 28> 띠장, 버팀보 접합부

(5) 보걸이는 띠장 1개당 2개 이상으로 설치하고 띠장보다 약 5㎝ 정도의 여유폭이 되도록 하며 4m 이내의 간격으로 설치하여야 한다.

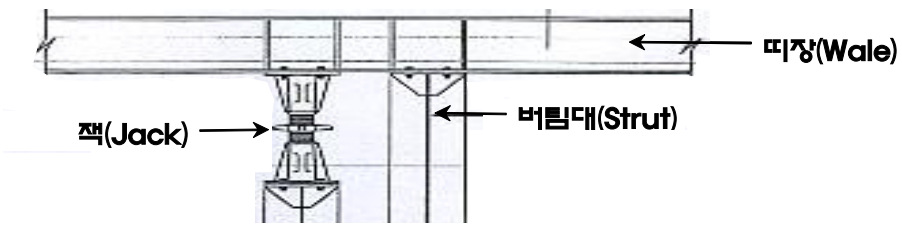
(6) 흙막이 모서리 부분의 띠장은 모서리 쐐기를 이용하여 보강하여야 한다.

8.2.3 버팀대(Strut), 경사버팀대 및 경사고임대(Raker) 설치 시 안전조치 사항

(1) 볼트 구멍이 발생된 재사용 강재를 버팀대로 사용시 결손구멍을 철판으로 용접하고 안전상태를 확인하여야 한다.

(2) 버팀대는 좌우 흙막이의 토압이 균형을 이룬 상태에서 실시하고 정확히 수평이 되도록 정밀하게 설치하여야 한다.

(3) 흙막이가시설의 변위는 버팀대 끝부분의 잭을 이용하여 정밀하게 조정하여야 한다.

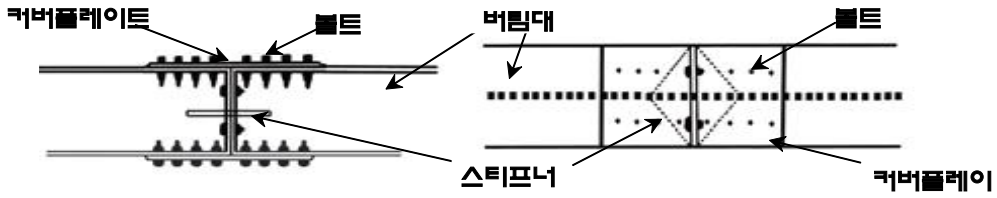


<그림 29> 잭(Jack)

(4) 버팀대를 이음할 경우에는 중간말뚝 부근에 위치하도록 하여야 한다.

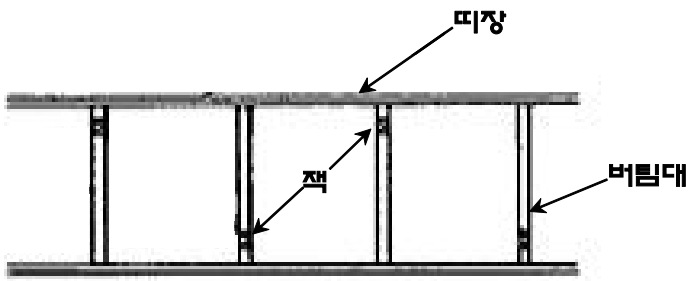
(5) 코너 버팀대와 띠장의 연결부는 밀림을 방지하기 위하여 스토퍼(Stopper)를 설치하여야 한다.

(6) 버팀대의 이음 시 상부 및 하부 커버플레이트, 볼트, 스티프너 등 부속재의 누락이 없도록 시공하여 응력이 충분히 전달되게 하고, 좌굴이 발생되지 않도록 확실히 결속하여야 한다.



<그림 30> 버팀대의 이음

(7) 버팀대에 소정의 축력이 작용하도록 충분한 잭킹(Jacking)을 하고 가압 중 흙막이, 띠장, 버팀대 등 부재에 미치는 영향을 검토하여야 하며 잭은 엇갈리게 배치하여야 한다.



<그림 31> 버팀대와 잭(Jack)

(8) 동일 높이에 있는 버팀대에는 축력이 균일하게 작용되도록 잭킹(Jacking)을 하여야 한다.

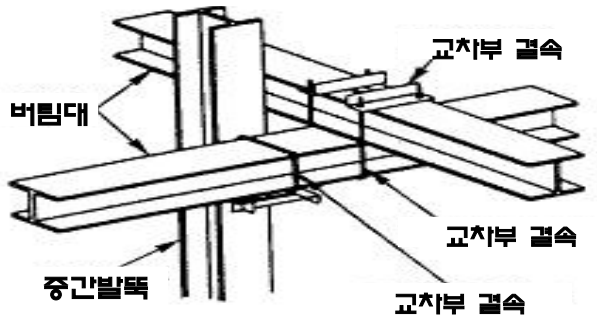
(9) 버팀대 위에는 가설창고 등 가설구조물과 각종 재료, 공구 등을 적재하지 않토록 하여야 하며 부득이 적재할 경우는 별도의 안전성 검토 후 보강 등 필요한 조치를 하여야 한다.

(10) 장비 통로, 작업구 설치로 버팀대의 수평 간격을 넓게 할 경우에는 사전에 구조 안전 검토를 하고 동 검토 결과에 따라 사보강재 등을 설치하여야 한다.

(11) 사보강재의 길이가 길 경우에는 중간에 중간말뚝을 설치하여 사보강재의 좌굴을 방지하여야 한다.

(12) 접속부의 볼트 이완 상태를 수시로 점검하여 이상 유무를 확인하여야 한다.

(13) 버팀대는 축력으로 인하여 좌굴되지 않토록 하고 축 직각 방향으로 어긋나지 않도록 버팀대의 교차부, 중간말뚝과의 교차부 등과 견고히 결속하여야 한다.



<그림 32> 버팀대의 교차부 결속

(14) 버팀대를 설치한 후 즉시 버팀대 상부 약 1.5m 높이에 안전대 부착설비를 설치하여 작업자가 버팀대 상부에서 작업 및 이동시 안전대를 안전대 부착설비에 걸도록 하여야 한다.

(15) 경사 고임대는 이미 설치되어 있는 연결버팀대에 무리한 하중이 작용하지 않는 방법으로 시공하여야 하며, 수평면에 대해 60° 이내가 되도록 설치하여야 한다.

(16) 경사 고임대의 지지체를 콘크리트 키커블록(kicker block)으로 할 경우에는 터파기한 공간 전체를 콘크리트로 채워야 하며, 콘크리트로 채움하지 않을 경우에는 수동측에는 원지반과 동일한 수준으로 충실히 다짐하여야 한다.

(17) 경사 고임대의 지지체를 말뚝으로 할 경우에는 말뚝 천공경 내부를 양질토사, 소일시멘트, 골재, 콘크리트 등으로 충실히 속채움하여야 한다.

(18) 경사 고임대 지지구조에 있어서 경사 고임대의 축력 및 휨응력, 키커블록(kicker block) 및 지지말뚝의 변위를 측정하여 시공 중 흙막이 구조체의 안정성을 확인하여야 한다.

(19) 계측기를 활용하여 경사 고임대, 경사 고임대 지지체 등의 부재에 작용하는 응력과 변위를 구할 수 있다.

(20) 받침, 기둥, 수평 버팀대 등이 떠오르지 않게 하중 또는 인장재를 설치하고, 수평 버팀대는 중앙부가 약간 처지게(경사 1/100 이하로) 설치하여야 한다.

8.2.4 중간말뚝 설치 시 안전조치 사항

(1) 중간말뚝은 자중, 적재하중 및 연직분력 등의 하중에 대하여 충분한 강도와 지지력을 갖도록 계획, 시공하고 중간말뚝에 인발력이 작용하는 경우를 충분히 고려하여야 한다.

(2) 중간말뚝은 버팀대의 교차부마다 설치하는 것을 원칙으로 하며 그렇지 않은 경우는 별도의 안전성 검토 후 필요한 조치를 하여야 한다.

(3) 중간말뚝은 버팀대의 좌굴이 발생 되지 않도록 배치하여야 한다.

8.2.5 까치발 설치 시 안전조치 사항

(1) 까치발은 버팀대의 수평 간격을 넓게 하거나, 모서리 띠장의 버팀 또는 띠장을 보강할 목적으로 쓰인다.

(2) 까치발의 각도가 45°를 초과하는 경우는 유효하지 않은 것으로 본다.

(3) 까치발을 버팀대에 설치하는 경우는 좌우대칭으로 하여 버팀대의 편심하중에 의한 휨모멘트가 생기지 않도록 하여야 한다.

(4) 까치발을 설치하는 띠장은 수평분력에 대하여 밀리지 않도록 보강하여야 한다.

8.2.6 X- 브레이싱 설치 시 안전조치 사항

(1) ㄱ형강은 말뚝과 버팀대의 좌굴을 방지할 목적으로 설치하는 것으로 설계도서에 명시된 대로 정확히 시공하여야 하며, 버팀대와 ㄱ형강의 교차 부위는 U-볼트를 체결하여 연결하여야 한다.

(2) 중간말뚝에 ㄷ형강 설치 시 말뚝 좌, 우측으로 교대로 설치하여야 한다.

(3) ㄱ형강을 연결하여 사용할 경우 이음 부위를 플레이트로 용접하여 강성을 유지하여야 한다.

(4) ㄱ형강을 구강재로 사용 시 볼트구멍 등으로 취약해진 부위는 플레이트로 보강하고 사용하여야 한다.

(5) 중기작업 및 자재 반출 시 파손되지 않도록 주의하고, 파손 시 즉시 보강하여야 한다.

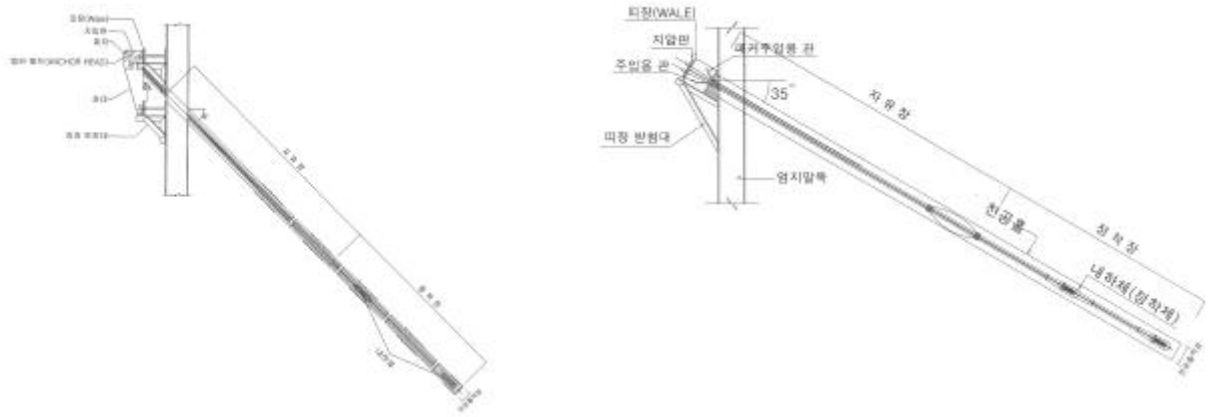
8.2.7 잭(Jack) 설치 시 안전조치 사항

(1) 특별한 언급이 없는 경우에는 일반 스크류 잭을 사용하고, 벽체 변위가 클 것으로 예상되거나 프리스트레스를 가할 필요가 있을 경우에는 유압식 잭을 사용하는 것이 효과적이다.

8.3 지반앵커(Earth Anchor) 공사 시 안전조치 사항

8.3.1 공법의 정의

(1) 지반앵커(Earth anchor) : 선단부를 양질지반에 정착시키고, 이를 반력으로 하여 흙막이 벽 등의 구조물을 지지하기 위한 구조체로서 그라우팅으로 조성되는 앵커체, 인장부, 앵커머리로 구성되며, 사용 기간별로 영구앵커와 가설(임시) 앵커로 구분한다.



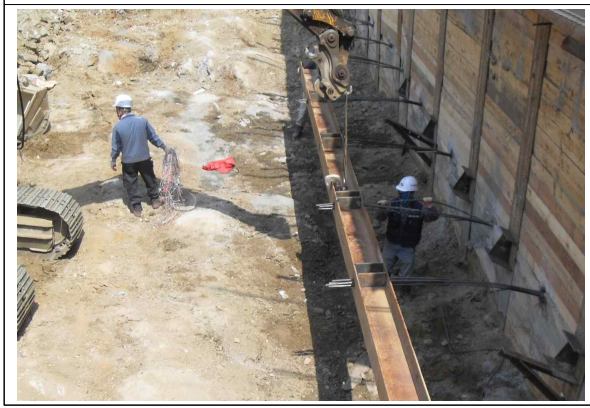
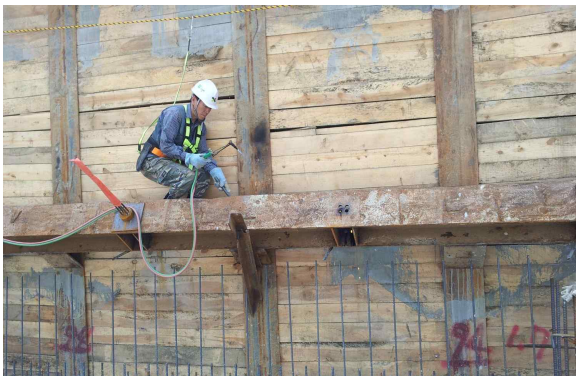
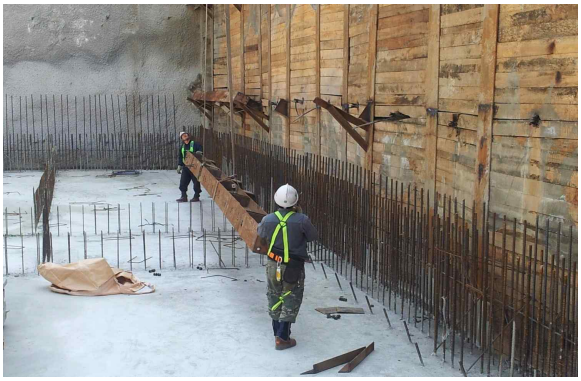
(a) 이중 띠장 (b) 외줄 띠장

<그림 33> 지반앵커(Earth anchor)공법

8.3.2 시공순서 및 준수사항

<표 8> 지반앵커(Earth Anchor) 공사 시공 순서 및 준수사항

시공 순서	준수사항
시공 준비	6.1 공통사항
↓	
흙막이벽 설치 (엄지말뚝+토류판, CIP, SCW등)	7.1.4 흙막이 벽체 설치
↓	
천공 장비 설치 및 천공	8.1.2 천공 작업
↓	
앵커체 삽입 (앵커체의 제작)	8.3.4 앵커체의 제작 및 삽입
↓	
1차 그라우팅, 케이싱 인발, 2차 그라우팅 (주입재의 배합)	8.1.3 주입재의 배합 및 주입
↓	
양생 및 띠장 설치	8.3.6 양생 및 띠장의 설치
↓	
인장 및 정착	8.3.7 인장 및 정착
↓	
계측 및 유지관리	6.5 계측
↓	
해체 (비제거식인 경우는 존치)	8.3.9 해체

천공작업	앵커체 삽입
	
띠장의 설치(외줄띠장)	인장기의 설치
	
앵커의 인장 및 정착	앵커의 시험(인장 및 확인)
	
앵커의 제거	띠장의 제거
	

<그림 34> 지반앵커(Earth anchor) 시공 전경

8.3.3 천공작업

(1) 이 작업 기준은 “ 8.1.2 천공작업”을 준수하여 시행한다.

8.3.4 앵커체의 제작 및 삽입

(1) 강선의 절단은 기계적 방식에 의하여 절단하며 절단으로 인한 재료의 국부적 성질의 변화가 없도록 하여야 한다.

(2) 설계도서에서 정한 정착장과 자유장이 확보되도록 제작되어야 하며, 자유장은 인장할 수 있도록 여유길이를 두어야 한다.

(3) 제작된 앵커체를 검수할 때에는 다음과 같은 항목을 중점적으로 확인하여야 한다.

(가) 정착장과 자유장의 소요길이

(나) 스페이서(Spacer)의 설치상태 및 이물질 부착유무

(다) 정착장과 자유장의 구분을 위한 패커(Packer)의 설치상태

(라) 자유장은 피복제 및 방청제의 도포 상태

(마) 주입재의 주입을 위한 2개의 내외부 주입용 관 설치 상태
- 삽입 후 외부에서 구별할 수 있는 표시 필요

(바) 공벽의 붕괴 등으로 삽입길이의 부족여부를 삽입 후 판단 가능하도록 길이의 표식

(4) 앵커체를 삽입하기 전에는 앵커체에 부착된 먼지, 기름 등 이물질을 제거하여야 하며, 자유장에는 부식방지를 위한 조치를 하여야 한다.

(5) 앵커체를 삽입할 때에는 앵커체에 손상이 발생되지 않도록 조심하여 서서히 삽입하고 자유장의 방청체가 손상되지 않도록 한다.

8.3.5 주입재의 배합 및 주입

(1) 이 작업 기준은 “ 8.1.3 주입재의 배합 및 주입”을 준수하여 시행한다.

8.3.6 양생 및 띠장의 설치

(1) 주입재는 인발에 필요한 강도를 발현할 때까지 양생하여야 한다.

(2) 띠장의 설치는 설계자의 의도에 따라 이중 띠장과 외줄 띠장으로 구분되며 어느 경우에도 인장력(Jacking Force)에 의한 소요강도를 갖는 부재의 치수를 확보하여야 한다.

(3) 띠장은 일직선으로 설치하고 띠장의 이음부위는 모재의 강도 성능 이상의 능력을 발휘할 수 있는 이음으로 제작되어야 한다.

(4) 강선과 지압판은 서로 직각이 되도록 설치하여야 하며, 이중 띠장인 경우에는 띠장과 지압판 사이에 경사면을 갖는 좌대를 설치하고 외줄 띠장인 경우에는 띠장을 경사지게 설치하여 강선과 지압판이 서로 직각을 유지할 수 있도록 설치하여야 한다.

(5) 외줄 띠장인 경우에는 띠장에 강선이 관통할 수 있는 구멍을 드릴링하되 재료의 성능이 변할 수 있는 산소 절단기 등을 이용하여서는 아니 된다.

(6) 지압판이 설치되는 위치에는 인장력에 의한 국부적인 좌굴을 방지하기 위하여 띠장의 상하면에 각각 2개소 이상의 보강재(Stiffener)를 설치하여야 한다.

(7) 띠장과 엄지말뚝 사이에는 토압의 전달이 원활하도록 쐐기를 설치하는 등 밀실하게 설치하여야 한다.

(8) 띠장은 단면의 손실, 변형, 부식된 것을 사용하여서는 아니 된다.

(9) 띠장을 설치하기 위하여 양중작업을 할 때에는 신호수를 배치하여야 하며, 띠장이 이동하는 경로 및 하부에는 근로자의 출입통제를 하여야 한다.

(10) 띠장은 강선이 정착장에서 자유장, 띠장, 지압판 까지 일직선을 유지할 수 있도록 적합한 위치에 설치되어야 한다.

8.3.7 인장 및 정착

(1) 주입재를 주입할 때 제작한 공시체에 대하여 압축강도시험을 실시하고 소요강도 이상의 강도발현을 확인한 후 강선을 인장하여야 한다.

(2) 인장을 할 때에는 사용하는 인장기의 실린더 단면적과 설계 인장력을 근거로 계산된

유압력을 미리 계산하고 이에 따라 인장하여야 한다.

$$p = F/A$$

여기서, p는 유압력, F는 설계인장력, A는 실린더 단면적

(3) 인장기의 유압게이지는 검교정한 것을 사용하여야 한다.

(4) 인장을 할 때에는 시공계획서 또는 특기시방서에서 정한 인장시험, 인발시험, 확인시험을 실시하여야 하며, 하중단계별 강선의 늘음량을 측정하고 이를 기록하여야 한다.

(5) 강성 판단 등 불의의 사고를 방지하기 위하여 인장되는 후면에는 근로자가 접근하지 않도록 하여야 한다.

8.3.8 계측 및 유지관리

(1) 이 작업 기준은 “ 6.5 계측”을 준수하여 시행한다.

8.3.9 해체

(1) 제거식 앵커인 경우에는 해체계획을 수립하고 이에 따라 작업을 수행하여야 한다. 해체계획에는 기시공된 구조물의 변형 등을 고려하여 구조물공사와 연계된 안전한 작업순서가 반영되어야 한다.

(2) 강선을 절단할 경우에는 높은 인장력이 도입된 상태에서 갑자기 절단되는 것이기 때문에 부품들이 비래될 우려가 있으므로 주의하여야 한다.

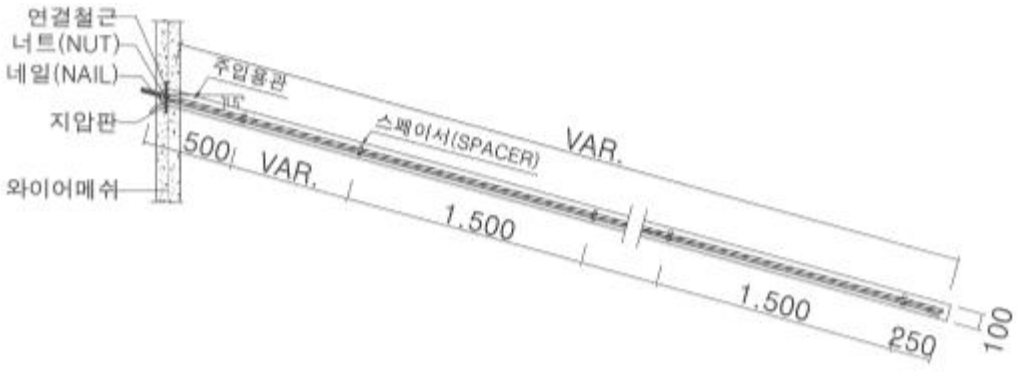
(3) 띠장과 엄지말뚝 사이에 연결된 부위를 절단할 때에는 띠장의 낙하로 인한 위험이 발생되지 않도록 인양장비에 걸어두는 등 안전조치를 선행하여야 한다.

(4) 지중에 매립된 강선을 제거할 때에는 급격한 인발로 인한 위험이 발생되지 않도록 서서히 인발 하여야 한다.

8.4 소일 네일링(Soil Nailing) 공사 시 안전조치 사항

8.4.1 공법의 정의

(1) 네일(Nail) : 굴착 배면의 지반을 보강하기 위하여 지반에 근입하는 철근을 말하며 주로 HD25(SD40) 표준이형철근을 사용한다.



<그림 35> 소일 네일링(Soil nailing) 공법

8.4.2 시공순서 및 준수사항

<표 9> 소일네일링(Soil Nailing) 공사 시공 순서 및 준수사항

시공 순서		준수사항	
영구식	제거식	영구식	제거식
굴착면 형성		6.3 굴착작업	
↓			
1차 뿜어붙이기 콘크리트 타설 (토사층 등 자립면 형성 불리한 경우)		8.4.8 뿜어붙이기 콘크리트의 타설	
↓			
지하매설물 확인 및 천공		8.1.2 천공 작업	
↓			
네일 삽입 및 1차 그라우팅 (네일의 제작 및 주입재의 배합)		8.4.4 네일체의 제작 및 삽입 8.1.3 주입재의 배합 및 주입	
↓			
와이어메쉬 설치		-	
↓	↓		
연결철근조립	2차 그라우팅	8.4.6 연결철근의 설치	8.1.3 주입재의 배합 및 주입
↓	↓		
지압판 설치 및 너트 체결	2차 뿜어붙이기 콘크리트	8.4.7 지압판의 설치	8.4.8 뿜어붙이기 콘크리트의 타설
↓	↓		
2차 그라우팅	연결철근 조립	8.1.3 주입재의 배합 및 주입	8.4.6 연결철근의 설치
↓	↓		
2차 뿜어붙이기 콘크리트	지압판 설치 및 너트 체결	8.4.8 뿜어붙이기 콘크리트의 타설	8.4.7 지압판의 설치
↓			
계측 및 유지관리		6.5 계측	
↓			
-	네일 저거 및 홀 채움 그라우팅		8.4.9 네일의 해체

천 공	네일 삽입 및 1차 그라우팅
	

와이어메쉬, 연결철근, 지압판의 조립	와이어메쉬, 연결철근, 지압판의 조립
	

뿜어붙이기 콘크리트의 타설	네일의 정착력 시험
	

<그림 36> 소일 네일링(Soil Nailing) 시공 전경

8.4.3 천공작업

(1) 이 작업 기준은 “ 8.1.2 천공작업”을 준수하여 시행한다.

8.4.4 네일체의 제작 및 삽입

(1) 네일의 절단은 기계적 방식에 의하여 절단하며 절단으로 인한 재료의 국부적 성질의

변화가 없도록 하여야 한다.

(2) 설계도서에서 정한 네일의 길이가 확보되도록 제작되어야 하며, 지압판 및 너트를 체결할 수 있는 여유길이를 두어야 한다.

(3) 제작된 네일체를 검수할 때에는 다음과 같은 항목을 중점적으로 확인하여야 한다.

(가) 네일의 소요길이

(나) 네일의 손상, 부식, 변형 등 이상유무

(다) 스페이서(Spacer)의 설치상태 및 이물질 부착유무

(라) 주입재의 주입을 위한 주입용 관의 설치 상태

(4) 네일을 삽입하기 전에는 네일에 부착된 먼지, 기름 등 이물질을 제거하여야 한다.

(5) 네일을 삽입할 때에는 공벽이 붕괴되거나 네일체가 손상되지 않도록 서서히 하여야 한다.

8.4.5 주입재의 배합 및 주입

(1) 이 작업 기준은 “ 8.1.3 주입재의 배합 및 주입”을 준수하여 시행한다.

8.4.6 연결 철근의 설치

(1) 연결철근은 네일끼리 횡방향으로 하중을 분배하기 위한 철근으로서 그 성능을 충분히 발현할 수 있도록 설치하여야 한다.

(2) 연결철근을 이을 때에는 인장철근의 이음길이를 확보하여야 한다.

(3) 연결철근은 D16 이상의 철근을 사용하되 설계에서 정한 규격을 준수하여야 한다.

(4) 연결철근은 지압판 내면에 네일을 기준으로 상하부에 2열로 설치하고 토압으로 인하여 지압판 밖으로 이탈되지 않도록 철선으로 서로 견고히 묶어두어야 한다.

8.4.7 지압판의 설치

(1) 지압판은 뿜어붙이기 콘크리트 면에 작용하는 토압을 네일로 전달하는 역할을 담당하는 부재로서 그 성능을 충분히 발현할 수 있도록 설치하여야 한다.

(2) 제거식 네일인 경우에는 뿜어붙이기 콘크리트를 타설한 후 지압판을 설치하고 영구식 네일인 경우에는 지압판을 설치한 후 뿜어붙이기 콘크리트를 타설한다.

(3) 지압판은 너트와 와셔에 의하여 네일의 두부에 부착하며 너트는 렌치(wrench)를 이용하여 견고하게 조여주어야 한다.

8.4.8 뿜어붙이기 콘크리트의 타설

(1) 타설장비 및 레미콘 트럭의 전도, 전락 등의 사고가 발생되지 않도록 안전한 이동경로를 확보하여야 한다.

(2) 타설장비는 뿜어붙이기 콘크리트를 타설하는 때에는 지반의 침하로 인한 전도, 전락을 방지하기 위하여 아웃리거를 설치하고 그 아래에 깔판 또는 깔목을 설치하여야 한다.

(3) 장비가 이동하는 경로에서 근로자의 협착 또는 뿜어붙이기 콘크리트의 비산 등으로 인하여 재해가 발생되지 않도록 신호수를 배치하고 관계근로자 이외의 자의 출입을 통제하여야 한다.

8.4.9 계측 및 유지관리

(1) 이 작업 기준은 “ 6.5 계측”을 준수하여 시행한다.

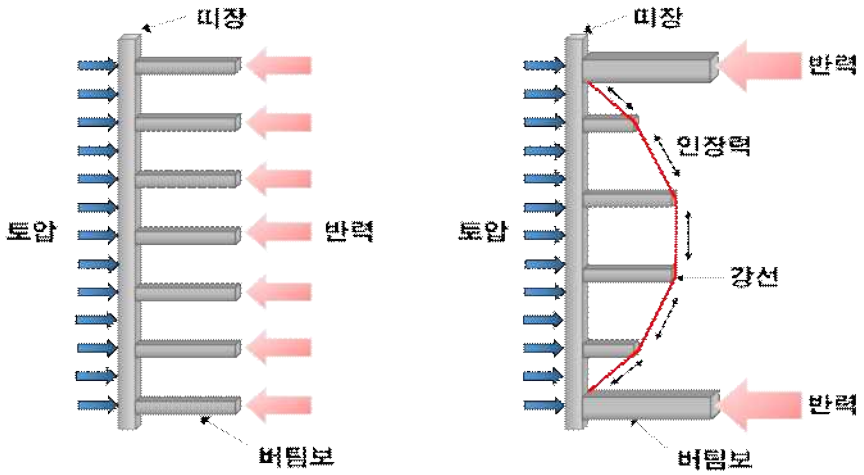
8.4.10 네일의 해체

(1) 제거식 네일인 경우에는 해체계획을 수립하고 이에 따라 작업을 수행하여야 한다. 해체계획에는 기시공된 구조물의 변형 등을 고려하여 구조물공사와 연계된 안전한 작업순서가 반영되어야 한다.

8.5 띠장 긴장 공법(Prestress Wale) 공사 시 안전조치 사항

8.5.1 공법의 정의

(1) “띠장 긴장 공법(Prestressed Wale Method)”이란 띠장에 PS 강선, 짧은 받침대 등을 사용하여 프리스트레스트를 도입, 기존의 버팀보들을 대체하는 흙막이 가시설 공법을 의미하며, 현장 긴장방식과, 공장 긴장방식으로 구분된다. 현장 긴장방식의 띠장 긴장 공법 개념도는 <그림 1>의 (b)와 같으며 프리스트레스 적용방법에 따라 반력으로 작용시키는 방법과 모멘트를 경감시키는 방법으로 구분할 수 있다. 띠장 긴장 공법은 작업공간의 확보를 통해 건설장비의 진출입이 용이하여 공사기간이 단축되는 장점을 가지고 있으나 PS 강선의 손상이나 긴장력 손실 시 흙막이 구조물의 붕괴를 유발할 수 있어 긴장작업 및 긴장 후 계측관리에 특히 유의하여야 한다.



(a) 버팀보 공법 (b) 현장 긴장 방식의 띠장 긴장 공법

<그림 37> 버팀보 공법과 현장 긴장 방식의 띠장 긴장 공법의 개념도

(2) “PS 강선 (Prestressed wire)”이란 프리스트레스를 가하기 위한 고강도 강선을 말한다.

(3) “긴장(Stressing)”이란 띠장에 설치된 PS 강선에 인장력을 주는 것을 말한다.

(4) “앵커부”란 띠장에 적용된 PS 강선의 인장력을 지지하여 구속해주는 부분을 말한다.

(5) “선행가압(Prejacking)"이란 흙막이벽에 버팀보를 설치하고 흙막이의 변형을 감소시키기 위하여 버팀보에 미리 압축력을 가하는 것을 말한다.

8.5.2 시공순서 및 준수사항

<표 10> 띠장 긴장 공법(Prestress Wale) 공사 시공 순서 및 준수사항

시공 순서	준수사항
시공 준비	6.1 공통사항
↓	
흙막이벽 설치 (엄지말뚝+토류판, CIP, SCW등)	7.1.1 줄파기 작업 7.1.4. 흙막이 벽체 시공
↓	
토공 굴착	6.3 굴착 작업
↓	
띠장 및 버팀보 설치	7.5.3 띠장 긴강 공법의 각 공정별 안전조치 사항 라. 띠장 및 버팀보 설치
↓	
버팀보 선행하중 가압 및 PS 강선 긴장	7.5.3 띠장 긴강 공법의 각 공정별 안전조치 사항 마. 버팀보 가압 및 PS 강선 긴장 작업
↓	
해체 및 공사완료	7.5.3 띠장 긴강 공법의 각 공정별 안전조치 사항 바. 해체 및 공사완료

8.5.3 띠장 긴장 공법(Prestress Wale)의 각 공정별 안전조치 사항

가. 줄파기 작업

(1) 이 작업 기준은 “ 7.1.1 줄파기 작업”을 준수하여 시행한다.

나. 흙막이 벽체 시공

(1) 이 작업 기준은 “ 7.1.4 흙막이 벽체 설치”을 준수하여 시행한다.

다. 굴착 작업

(1) 이 작업 기준은 “ 6.3 굴착작업”을 준수하여 시행한다.

(2) 특히, 띠장 설치 및 PS 긴장 후 다음 단계 굴착 작업 중 굴착토사·버력을 반출할 때에 버킷, 굴삭기 장비 등과 PS 강선과의 부딪힘을 방지하기 위하여 강선보호장치 등의 안전대책을 수립하고 장비가 강선에 부딪히지 않도록 주의하여 작업하여야 한다.

(3) 띠장 긴장 공법은 과굴착, 편굴착 등에 의한 과다토압 또는 편토압 작용으로 흙막이

지보공의 무너짐이 발생할 소지가 높기 때문에 단계별 굴착에 따른 지반안정성 검토 및 이에 대한 안전대책이 수립되어야 한다.

라. 띠장 및 버팀보 설치

(1) 띠장 작업 기준은 “ 8.2.1 띠장(Wale) 설치 시 안전조치 사항”을 준수하여 시행한다.

(2) 다음단계의 PS 강선 긴장작업 시 발생할 수 있는 띠장의 편심, 변형 등을 방지하기 위하여 띠장 배면에 강재, 시멘트 그라우팅 등을 이용한 홈메우기 등을 사전에 시공하여야 한다. 강재, 시멘트 그라우팅 등을 공사시방서에서 요구하는 품질이상을 확보하여야 그 기능을 발휘할 수 있다.

(3) 또한 PS 강선 긴장작업 중 띠장의 뒤틀림, 넘어짐 등을 방지하기 위하여 누름 브라켓(Braket) 등의 안전대책을 수립하여야 한다.

(4) 버팀보 작업 기준은 “ 8.2.2 버팀대(Strut), 경사 버팀대 및 경사 고임대(Raker) 설치 시 안전조치 사항”을 준수하여 시행한다.

마. 버팀보 가압 및 PS 강선 긴장작업

(1) 버팀보 가압 및 PS 강선 긴장작업은 사전에 관리감독자가 승인한 시공 계획서에 의거하여 수행하여야 하며 가압 및 긴장작업은 책임기술자와 공사 감독자(또는 감리자) 입회하에 실시하여야 한다.

(2) 사전에 띠장 긴장 공법에 대한 기술과 안전교육을 받은 자만이 긴장작업을 하여야 하고 작업시에는 안전모, 안전화, 안전장갑 등 작업에 적합한 보호구를 착용하여야 한다.

(3) 작업에 필요한 PS 강선, 유압잭 등의 자재들은 작업 장소 인근에 작업 순서별로 정리하고 견고한 방법으로 적재하여야한다.

(4) 협소한 장소에서 작업이 수행됨에 따라 떨어짐, 끼임, 부딪힘 등의 재해가 발생할 수 있으므로 작업반경 등을 고려하여 작업구획을 설정하고 관리감독자를 지정하여 작업을 지휘하도록 하여야 한다.

(5) 버팀보 가압 및 PS 강선 긴장작업 시 심각한 구조변형 등의 이상현상 및 위험한 요인을 발견한 때에는 작업을 중지하고 관리감독자에게 즉시 통보하여, 적절한 안전

조치를 취하여야 한다.

(6) PS 강선 배치 완료 후 다음의 순서로 버팀보 가압 및 PS 강선 긴장을 실시한다.

(가) 가시설 설치 상태 및 볼트 체결 상태, 홈메우기·보걸이 상태 확인

(나) 중앙버팀보 가압 (중앙버팀보가 있는 현장)

(다) 코너버팀보· 정착연결보 가압

(라) PS 강선 긴장



<그림 38> 버팀보 가압





<그림 39> 버팀보(지지점)위치의 띠장 PS 강선 긴장

(7) 버팀보 가압은 설계도서 (도면 또는 구조계산서)상 명시된 가압력을 가압하는 것을 원칙으로 한다.

(8) 잭(Jack)을 사용하여 버팀보에 선행하중을 재하 시 잭의 좌굴 및 휨변형을 방지하기 위해 일반적인 스트로크 한계의 70%이상 넘지 않도록 권장한다.

(9) 잭(Jack)을 사용하여 버팀보에 선행하중을 재하 시 다음의 사항에 유의한다.

(가) 온도변화에 따른 신축을 고려한다.

(나) 잭의 가압은 소정의 압력으로 단계적으로 시행하되, 가압중에는 부재의 변형유무를 확인하여야 한다.

(다) 중앙 및 코너버팀보는 정확한 위치에 설치하여 뒤틀려지거나 이탈되지 않도록 하여야 한다.

(라) 소정의 부재를 설치한 후에는 다음 공정에서 발생할 수 있는 부재의 풀림 및 변형을 검사하여 그 안전여부를 판단하여야 한다.

(10) PS 강선은 좌우대칭으로 배치하고 긴장은 양쪽에 각각 긴장한다. 긴장작업 순서는 가능한 구조물에 대칭이 되도록 실시하여 구조물에 편심에 의한 프리스트레스가 가해지지 않도록 주의하여야 한다.

(11) PS 강선 긴장 시, 앵커정착 헤드면과 PS 강선은 수직을 유지하여 편심응력에 의한 강선파단이 없도록 주의해야 한다.

(12) PS 강선 긴장 시는 다음 사항을 사전에 설정하여 공사 감독자(또는 감리자)의 승인을 얻은 후 시행하여야 한다.

(가) PS 강선의 긴장 순서

(나) 긴장력

(다) 신장량의 계산에 의한 예측

(13) PS 강선을 긴장할 경우에는 강선의 신장량, 긴장력, 강선 긴장기의 사양, 특기사항 등이 기록, 보관되어야 한다.

(14) 가압 및 긴장에 있어서 가능한 부분적 작업은 지양하고 전체적으로 이루어지도록 한다.

(15) 긴장작업시 PS 강선의 파단으로 인한 근로자들의 부상방지를 위해 인장잭 배면에 보호강판을 설치하고 정착부 뒤편에는 관계자외의 근로자의 출입을 금지시켜야 한다.

(16) 현장 여건상 부분 작업이 이루어져야 할 경우에는 긴장부와 정착부에 대하여 홈메우기 용접, 연결부 볼트조립 등을 확인 후 시행한다.

(17) 돌출된 PS 강선 단부에는 근로자들이 찔리지 않도록 캡 등을 씌워야 한다.



<그림 40> 띠장의 PS 강선 긴장작업 완료

(18) 버팀보 선행가압 및 PS 강선 긴장 후 다음 단계 굴착시 과굴착에 의한 흙막이 지보공의 무너짐에 대비하여 사전에 구조 안전성검토를 반드시 실시하고 작업시 책임기술자 및 관리감독자의 사전승인을 얻어야 한다.

바. 해체 및 공사완료

(1) 이 작업 기준은 “ 6.4 흙막이 가시설 해체”를 준수하여 시행한다.

(2) 띠장이 전체적으로 연결되어 있을 때, 강선의 긴장력 제거는 반드시 책임 기술자의 지휘 아래 순차적으로 진행되어야 한다.

(5) 해체 및 철거 전후에는 계측을 통하여 변위 발생 상태를 확인하여야 한다.



<그림 41> 띠장 긴장 공법 흙막이 공사 전경

기술지원규정 제·개정 이력

□ 개정일 : 2025. 2. 3.

○ 개정자 : 영남대학교 전병곤 교수

○ 개정사유 : 흙막이공사 관련 안전보건기술지침(KOSHA Guide) 통·폐합

○ 주요 개정내용

기술지원규정명	정비유형
흙막이공사(엄지말뚝 공법) 안전보건작업 지침	통폐합(개정)
흙막이공사(Earth Anchor공법) 안전보건작업 지침	통폐합(폐지)
흙막이공사(SoilNailing공법)안전보건작업 지침	
흙막이공사(C.I.P공법)안전보건작업 지침	
흙막이공사(지하연속벽)안전보건작업지침	
흙막이공사(강널말뚝, Sheet Pile)의 안전보건작업지침	
흙막이공사(SCW공법)의 안전보건작업지침	
흙막이공사(띠장 긴장 공법, Prestress Wale Method)의 안전보건작업지침	

- “4. 흙막이공사 관련 법적 필수사항” 항목 추가
- 흙막이 공법별 지침 중 공통사항 통합
- 공법별 특성에 따라 흙막이 벽체형식 및 지지형식으로 분류하여 세부사항 현행화
- 설계기준(KDS 21 30 00), 표준시방(KCS 21 30 00)의 개정사항 반영
- 각종 삽화, 사진 등 최신 내용으로 변경

□ 재공표 : 2025. 3. 26.

○ 기술지원규정 영문 명칭 복원(KSH-GUIDANCE→KOSHA GUIDE)으로 재공표

KOSHA GUIDE
기술지원규정

·규정번호 : D-C-1-2025
·심　　의 : 산업안전보건표준제정위원회
·공 표 일 : 2025. 3. 26.