

地下掘鑿 工事의 事故豫防對策

On the Prevention from The Accident of Under ground excavation works

朴 武 一*
Park, Mu il

목 차

- 1. 개 요
- 2. 굴착공사시 사고원인
- 3. 사고예방대책
- 4. 지하매설물 관련 법규
- 5. 굴착공사 관련 안전기준
- 6. 결 론

1. 개 요

지하굴착공사는 건설공사에 있어서 가장 기본적인 작업으로서 대부분의 건설공사는 굴착공사가 포함된다.

굴착공사를 분류하면 노천굴착과 터널굴착으로 나눌 수 있고 노천굴착에는 구조물의 기초, 도로, 지하철, 지하도, 상하수도, 전력선, 가스관 및 택지 조성 등의 굴착공사로서 그 공사량이 많을 뿐만 아니라 변화와 예측이 어려운 보이지 않는 땅속을 굴착하기 때문에 토사붕괴, 낙석, 지하매설물, 건설 기계 및 추락 등의 원인으로 많은 사업재해를 일으키고 있다. 특히 도심지에서의 굴착공사에는 상하수도, 가스관에 의한 붕괴, 폭발로 많은 인명과 경

제적인 손실을 가져오며 또한 전력 및 통신의 두절은 도시의 기능과 경제활동까지 마비시키기도 한다. 최근 우리 주변에도 대구 및 아현동 가스폭발, 빈번한 지하철 공사현장의 붕괴사고 등은 국민에게 주는 피해와 고통은 물론이요, 커다란 사회적인 문제로 대두되기도 한다는 것을 경험하고 있다.

굴착공사에 의한 사고를 예방하려면 지반에 대한 충분한 사전조사를 실시하여 굴착방법과 굴착시기를 정하고 작업중에는 지속적으로 안전점검을 실시하여 위험을 사전에 제거여야 한다. 한편 만약의 사고발생에 대비한 준비와 훈련을 통하여 피해를 극소화시키는 노력도 필요하다.

2. 지하 굴착공사시 사고원인

① 공사에 대한 안이한 태도

굴착공사시 깊이가 깊거나 붕괴 위험이 예상됨에도 안전한 경사로 굴착 또는 흙막이공을 하지 않거나 소홀히 한다.

② 지반조건의 불량

지반에 대한 사전조사가 불충분하거나 현장 조건과 일치하지 않음에도 공사를 진행한다.

③ 기계에 의한 시공시 문제

* 建設安全 技術士

기계화 시공은 시공능률 향상과 작업의 안전화에 크게 기여했으며 인력굴착시 설치해야 하는 흙막이공의 생략도 가능해졌다. 이 경우 작업자가 굴착부 내에서의 작업시는 붕괴에 대한 방호수단이 강구되지 않는다.

④ 흙막이공의 변경

공사진행중 흙막이공을 일시적으로 철거 등 변경을 할 때 토압이 증가되는 경우가 있다.

⑤ 지하매설물의 상태 파악이 미흡하거나 취급 및 관리가 불량한다.

⑥ 굴착토산 자재를 굴착장소 부근에 적재하여 붕괴나 낙하가 일어난다.

⑦ 배수의 불량으로 물에 의한 붕괴나 유실이 일어난다.

⑧ 통행차량의 진동이나 충격에 영향을 받는다. 이상 나열한 원인들에 의하여 재해가 발생한다.

3. 사고예방 대책

굴착공사에 있어 사고예방을 위한 구체적인 대책은,

1) 굴착작업

① 지반을 굴축전에 사전 조사 한다.

지형, 지질, 균열, 매설물의 상태 등을 보링 등의 방법으로 조사하여 굴착시기 및 순서를 정한다.

② 안전점검을 작업 전, 폭우 후, 지진 및 발파 후 반드시 실시한다.

점검자를 지정하여 작업장소 및 그 주변의 지반에 대하여 1. 낙석, 균열의 유무 및 상태 2. 함수, 용수 및 동결 상태의 변화에 대하여 점검한다.

③ 인력 및 착암기 굴착은 안전구배로 한다.

구배기준은 보통 흙 1:0.5-1:1.5, 풍화암 1:0.8, 연암 1:0.5, 경암 1:0.3이다.

④ 배수설비 미치 표면배수시설은 충분해야 한다.

⑤ 흙막이판, 석축, 콘크리트 옹벽 등의 지반이 우수나 하수로 연약해지지 않도록 해야 한다.

⑥ 작업장소는 토석이 붕괴되지 않도록 하고 붕괴하기 쉬운 표토는 미리 제거하며 부석은 제거하고 필요시 낙석 방지망을 설치한다.

⑦ 굴착장소 부근의 매설물 및 벽체 등의 손상 위험시는 보강조치를 한다.

⑧ 깊이 2m 이상 굴착작업시는 안전담당자를 지정하여 1. 작업방법의 결정 2. 작업지휘 3. 기구 및 공구의 점검, 불량품 제거 4. 안전모, 안전대 등의 보호구의 착용 등에 대한 지도감독을 실시한다.

⑨ 가스관의 방호 및 이설, 매설물 보호조치 작업은 반드시 안전담당자의 직접 지휘하에 실시한다.

⑩ 지반의 붕괴, 토석의 낙하방지, 흙막이 지보공 설치, 방호망 설치 및 출입금지 조치가 철저히 해야 한다.

⑪ 가스관, 지중선 등이 있는 작업장소에는 굴착기계 등의 사용을 엄금한다.

⑫ 상하수도, 가스관, 전력 및 전화선 등이 매설물 관리자와 충분한 협조가 되어야 한다.

⑬ 비탈면 상부에는 장비자재 등 중량물을 적재하지 않는다.

⑭ 비상시 대피조치가 되어 있어야 한다.

▷ 지정된 신호의 설정 ▷ 사이렌의 사용 ▷ 대피로의 결정

2) 흙막이 지보공

① 지보공 재료는 변형, 부식 또는 손상된 것은 사용하지 않는다.

② 조립도를 작성하여 조립한다.

조립도에는 말뚝, 판, 버팀대 및 락의 배치, 치

수, 재질이 명시되고 또한 작업방법의 순서가 포함되어야 한다.

③ 버팀대 및 띠장은 흠막이판과 말뚝들이 확실히 부착되고 탈락되지 않도록 해야 한다.

④ 말뚝의 중간 연결부위는 버팀대와 확실히 고정시켜야 하고, 버팀대의 지지물은 버팀대의 하중을 충분히 지지하여야 한다.

⑤ 안전담당자를 지정하여 직접 지휘하에 작업하여야 하며, 특히 작업방법의 결정, 재료 공구를 점검하여 불량품 제거 및 안전모 안전대 등 보호구 사용에 대하여 지도 감독하여야 한다.

⑥ 작업에 관계없는 물건은 방치하지 않고 재료, 기구 및 공구의 운반시는 달줄, 달포대 등을 사용하여야 한다.

⑦ 지보공의 점검은 7일 이내마다 정기적으로 실시하고 또한 폭우, 지진 후에도 점검을 실시한다.

다. 특히 흠막이판, 띠장, 버팀대 등 부재의 손상, 변형, 부식, 변위 및 탈락 유무와 상태 및 말뚝의 침하 여부에 대하여 중점 점검한다.

⑧ 흠막이벽 상부에 토사, 기자재 등 버팀대 위에는 중량물을 올려 놓지 않도록 한다(과하중 적재 금지).

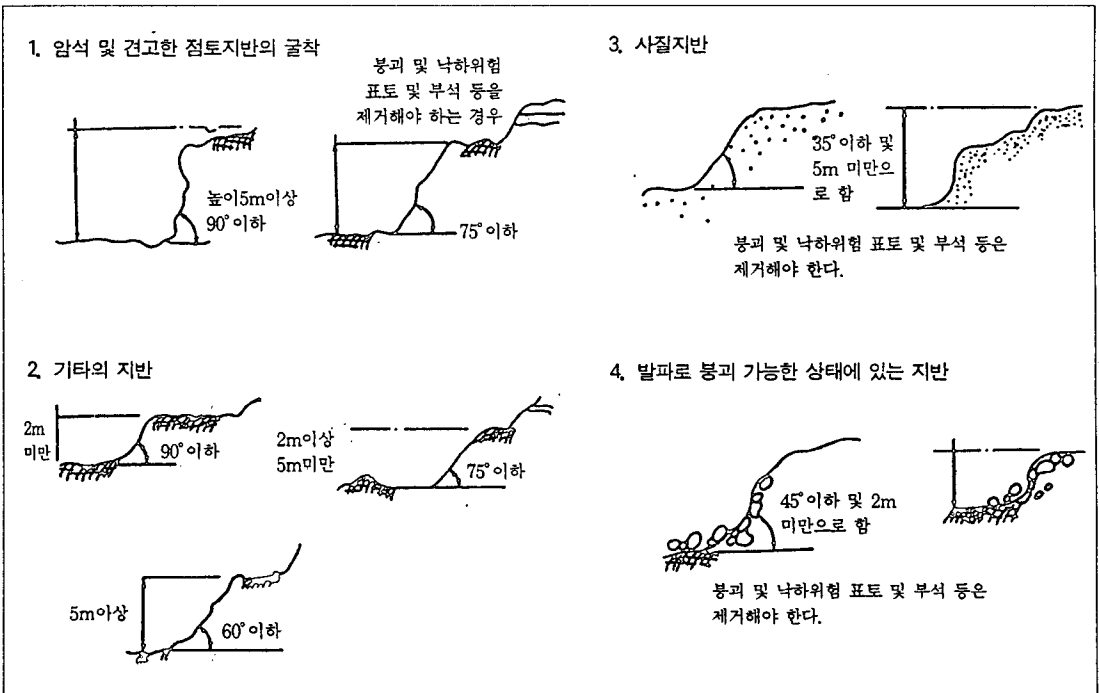
⑨ 버팀대 위의 재료, 기계, 기구 등은 낙하하지 않도록 고정해 두어야 한다.

⑩ 비상시에 대비한 보강자재와 폭우에 대한 대책이 세워져 있어야 한다.

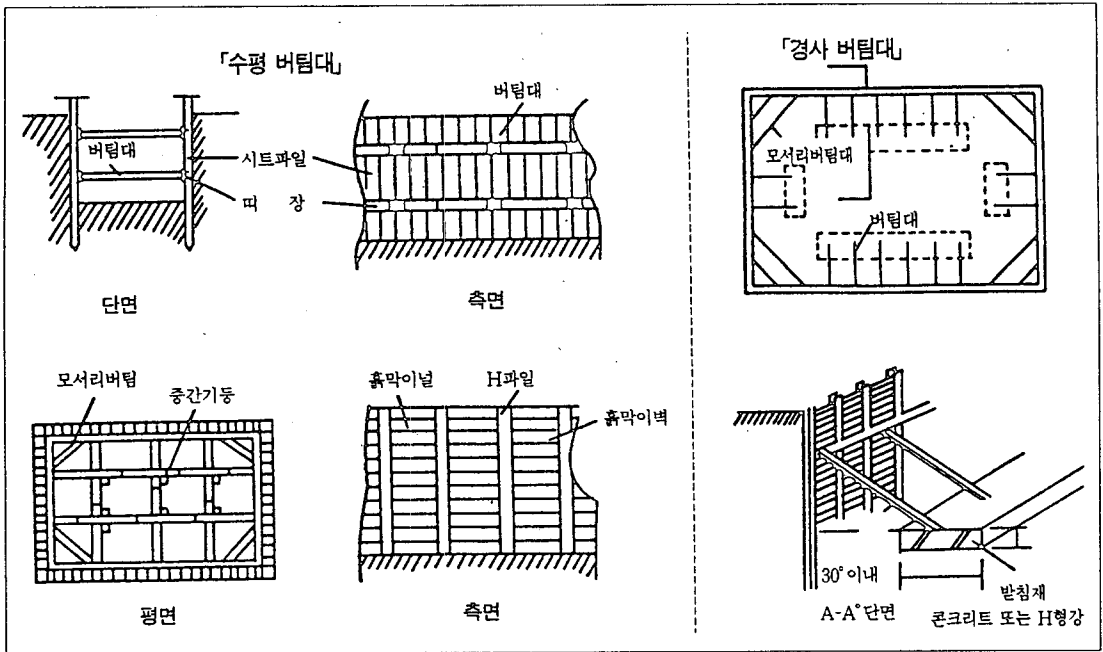
3) 복공판(굴착부 표면의 통행용 덮개)

① 복공판은 표면이 미끄럼방지 조치가 된 철재 또는 콘크리트 제품을 사용하고 표면의 단차는 2cm 이내로 하며 틈이 없게 설치한다.

② 복공판의 파손, 침하 및 이완시 즉시 보수 조



「지반의 굴착 높이 및 기울기」



「흙막이 지보공 설치 예」

치되어야 한다.

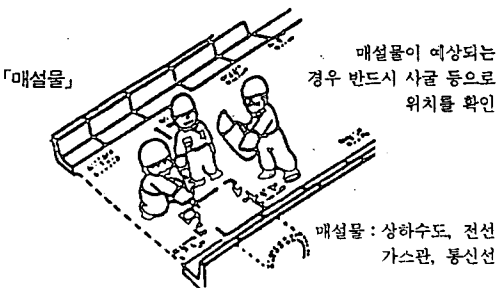
③ 복공의 출입구에는 통행인의 방호를 위하여 높이 1.2m 정도의 울타리를 설치하고 조명 및 채색을 하여 쉽게 인식되게 하여야 한다.

④ 작업을 위하여 복공판의 일부를 제거할 때에는 이동형 울타리 설치 및 감시원을 배치한다.

② 가스관 및 전력선 부근은 기계에 의한 굴착작업은 엄금한다.

③ 가스관 부근의 작업시에는 가스누출 유무를 지속적으로 측정한다.

④ 매설물의 이설 보장작업시에는 작업 지휘자를 지정, 직접 지휘하에 작업하여야 한다.



4) 지하매설물 부근 작업

① 매설물에 대해 도면 및 시굴 등으로 철저히 사전 조사한다.

5) 폭우 및 강풍

① 폭우에 대비하여 배수구를 설치하고 토사 유출 및 지반의 연약화 방지조치를 위하여 1. 사전조사 2. 시공과정의 정보수집(계측관라 등) 3. 흙막이공의 구조 및 강도, 토압변화에 따른 방수 조치 4. 동결공법시 동결기간, 범위, 온도측정 5. 긴급피난 조치 및 경보시설 등을 조치한다.

② 강풍에 대비하여 1. 기상변화에 주의 2. 가설물의 도괴 방지 3. 낙하 비례물 방지조치 등의 조치를 한다.

6) 도로상의 작업

① 공사장의 표지는 도로 상하행 노선에 공사예고 표지를 작업장 전방 300m, 200m, 100m에 각각 설치한다.

② 순회점검을 실시하여 시설에 대한 기능을 항상 확보한다.

③ 작업원 및 통행인의 안전 확보를 위하여 방책 설치, 안전표지 등을 설치 및 유지관리 하여야 한다.

7) 터널굴착공사

① 지반의 형성, 지질 및 지층의 상태를 조사 및 기록하여 이에 의거, 낙반, 유출수 및 가스폭발 등의 위험방지조치를 한다.

② 시공계획에는 ▷굴착방법 ▷터널지보공 및 복공의 시공 ▷유출수 및 가연성 가스의 처리 ▷환기 및 조명방법 등을 포함 수립하고 이행한다.

③ 시공중 굴착지면에 대하여 지속적으로 다음 사항을 기록한다. ▷지질 및 지층의 상태 ▷지하

수의 유무 및 상태 ▷가연성 가스의 유무 및 상태 ▷고온가스 및 증기의 유무 및 상태

④ 점검자를 지정하여 부석 및 균열의 유무, 합수 및 지하수의 유무와 상태변화에 대한 점검을 한다. 특히 발파후, 지진후 및 작업전에는 주의하여 실시한다.

⑤ 가연성 가스는 측정자를 지정하여 매일, 작업개시전, 지진후 및 이상시에 측정을 실시한다.

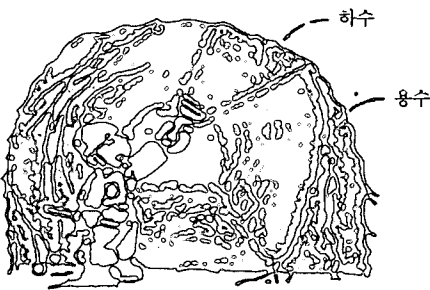
⑥ 자동경보장치를 설치하고 계기와 검지기의 이상 유무와 경보장치의 작동상태를 항상 점검 보수한다.

⑦ 터널 입구의 부석 균열유무는 비온후 등 필요시 실시하고 부석방지시설(흙막이공, 록볼트, 방호망 및 방책)을 설치한다.

⑧ 부석 및 낙석위험 장소, 지보공 및 이의 보수 작업장소 등에 대한 출입금지 등의 통제조치를 실시한다.

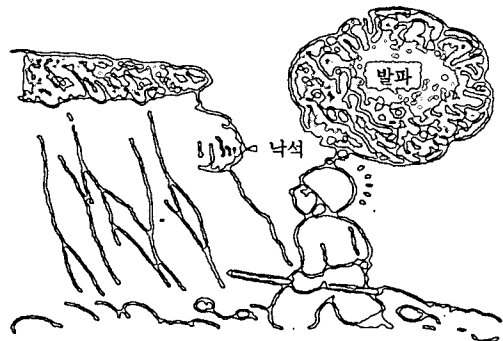
⑨ 배기가스 및 분진제거를 위한 배기시설 및 조명시설은 양호하게 설치되어야 한다.

「굴착전 확인」
작업전 및 작업중



하수 및 용수의 상태가 변화되지 않는가

「발파후 점검」



발파후 점검하여 낙석 등을 제거한다

「지반의 굴착 높이 및 기울기」

4. 주요 지하매설물 및 관련 법규

종 류	근 거 법	내 용
① 지중전선로	<ul style="list-style-type: none"> • 전기사업법 • 전기통신기본법 • 도시가스사업법 • 고압가스 안전관리법 • 액화 석유 가스 안전 및 사업관리법(LPG) • 집단에너지사업법 • 송유관사업법 • 상수도법 • 하수도법 • 도시계획법 • 도시계획법 	<ul style="list-style-type: none"> • 법 제39조(기술기준) • 전기설비 기술기준에 관한 규칙 제144-150조(지중전선로)
② 전기통신 지중전선로		<ul style="list-style-type: none"> • 법 제25조(기술기준) • 전기통신 설비의 기술기준에 관한 규칙 - 제17조(지하매설대상)
③ 가스		<ul style="list-style-type: none"> • 법 제11조(시설공사계획의 승인) • 규칙 제12조(공사계획의 승인 기준)
④ 지역 냉·난방		<ul style="list-style-type: none"> • 법 제4조(고압가스제조허가) • 규칙 제6조(시설기준 및 기술기준)
⑤ 송유관		<ul style="list-style-type: none"> • 법 제3조(사업의 허가 등) • 규칙 제7조(시설기준 및 기술기준)
⑥ 상수도관		<ul style="list-style-type: none"> • 법 제2조(사업의 종류) <ul style="list-style-type: none"> - 지역난방사업 - 지역냉방사업 • 법 제21조(기술기준) • 법 제22조, 규칙 25조(공사계획승인)
⑦ 하수도관		<ul style="list-style-type: none"> • 법 제27조(안전관리규정) • 법 제5조(송유관의 허가) • 법 제7조(허가기준)
⑧ 공동구		<ul style="list-style-type: none"> • 법 제13조(공사계획인가) • 법 제22조(시설유지) • 법 제23조(안전관리규정) • 법 제24조(안전관리자) • 법 제25조(안전검사)
⑨ 지하도로		<ul style="list-style-type: none"> • 법 제13조(시설기준) • 법 제18조(시설기준) • 규칙 제6조(시설기준) • 법 제15조(시설기준) • 령 제11조(시설기준) • 규칙 제5조(구조기준) • 시행령 제13조(공동구 건설에 대한 의견) • 령 제14조(공동구에의 수용) • 규칙 제66조(공동구 설치기준) • 시행규칙 제15조의 2(지하도로기준)

5. 굴착공사 관련 안전기준

산업안전보건법의 산업안전기준에 관한 규칙 중 굴착공사 관련기준은 다음과 같다.

제3장 굴착작업등의 위험방지

제1절 노천굴착작업

제1관 굴착시기 등

제382조(작업장소등의 조사) 사업주는 지반의 굴착작업에 있어서 지반의 붕괴 또는 매설물 기타 지하공작물(이하 “매설물 등”이라 한다)의 손괴 등에 의하여 근로자에게 위험을 미칠 우려가 있는 때에는 미리 작업 장소 및 그 주변의 지반에 대하여 보오링 등 적절한 방법으로 다음 각 호의 사항을 조사하여 굴착시기와 작업순서를 정하여야 한다.

1. 형상·지질 및 지층의 상태
2. 균열·함수·용수 및 동결의 유무 또는 상태
3. 매설물 등의 유무 또는 상태
4. 지반의 지하수위 상태

제383조(지반 등의 굴착시 위험방지) ① 사업주는 지반 등을 굴착하는 때에는 굴착면의 구배를 별표 6의 기준에 적합하도록 하여야 한다.

② 제1항의 경우 굴착면의 경사가 상이하여 구배의 산정이 곤란한 때에는 당해 굴착면에 대하여 별표 6의 기준에 따라 붕괴의 위험이 증가하지 아니하도록 당해 각 부분의 경사를 유지하여야 한다.

제384조(토석붕괴 위험방지) 사업주는 굴착작업을 하는 때에는 지반의 붕괴 또는 토석의 낙하에 의한 근로자의 위험을 방지하기 위하여 법

제14조 제1항의 규정에 의한 안전담당자로 하여금 작업시작전에 작업장소 및 그 주변의 부석 균열의 유무, 함수·용수 및 동결상태의 변화를 점검하도록 하여야 한다.

제385조(안전담당자의 직무) 제367조의 규정은 지반의 굴착작업에 이를 준용한다.

제386조(지반의 붕괴 등에 의한 위험방지)

① 사업주는 굴착작업에 있어서 지반의 붕괴 또는 토석의 낙하에 의하여 근로자에게 위험을 미칠 우려가 있을 때에는 미리 흠막이 지보공의 설치, 방호망의 설치 및 근로자의 출입금지 등 당해 위험을 방지하기 위하여 필요한 조치를 하여야 한다.

② 사업주는 비가 올 경우를 대비하여 축구를 설치하거나 굴착사면에 비닐을 덮는 등 빗물 등의 침투에 의한 붕괴재해를 예방하기 위하여 필요한 조치를 하여야 한다.

제387조(매설물 등에 의한 위험방지) ① 사업주는 매설물·조적벽·콘크리트벽 또는 옹벽 등의 건설물에 근접하는 장소에서 굴착작업을 함에 있어서 당해 가설물의 손괴 등에 의하여 근로자에게 위험을 미칠 우려가 있는 때에는 당해 건설물을 보강하거나 이설하는 등 당해 위험을 방지하기 위한 조치를 하여야 한다.

② 사업주는 굴착작업에 의하여 노출된 매설물 등이 손괴함으로써 근로자에게 위험을 미칠 우려가 있는 때에는 당해 매설물 등에 대한 방호 조치를 하거나 이설하는 등 필요한 조치를 하여야 한다.

③ 사업주는 제2항의 매설물 등의 방호작업에 대하여는 법 제14조제1항의 규정에 의한 안전담

당자로 하여금 당해 작업을 지위하도록 하여야 한다.

제388조(굴착기계 등의 사용 금지) 사업주는 굴착기계·적재기계 및 운반기계 등을 사용함으로써 가스도관·지중전선로 등 기타 지하에 위치한 공작물을 손괴하고 그 결과 근로자에게 위험을 미칠 우려가 있는 때에는 당해 기계를 사용하여 굴착작업을 하여서는 아니된다.

제389조(운반기계의 운행으로 인한 위험방지) 사업주는 굴착작업을 하는 때에는 미리 운반기계·굴착기계 및 적재기계(이하 “운반기계 등”이라 한다)의 운행경로 및 토석의 적재장소에서의 출입방법을 정하여 근로자에게 주지시켜야 한다.

제390조(운반기계 등의 유도) 사업주는 굴착작업을 함에 있어서 운반기계 등이 근로자의 작업장소에 후진하여 근로자에게 접근하거나 전락할 우려가 있는 때에는 유도자를 배치하고 운반기계 등을 유도하도록 하여야 하며, 운반기계 등의 운전자는 유도자의 유도에 따라야 한다.

제391조(조명의 유지) 사업주는 굴착 작업을 하는 장소에 대하여는 당해 작업을 안전하게 실시하기 위하여 적절한 조명을 유지하여야 한다.

제392조(안전모의 착용) 사업주는 굴착작업을 하는 때에는 물체의 비산 또는 낙하에 의한 근로자의 위험을 방지하기 위하여 당해 작업에 종사하는 근로자로 하여금 안전모를 착용하도록 하여야 한다.

제2판 흙막이보공

제393조(흙막이보공의 재료) 사업주는 흙

막이보공의 재료로 변형·부식 또는 심하게 손상된 것을 사용하여서는 아니된다.

제394조(조립도) ① 사업주는 흙막이보공을 조립하는 때에는 미리 조립도를 작성하여 당해 조립도에 의하여 조립하도록 하여야 한다.

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

제395조(붕괴 등의 위험방지) 사업주는 흙막이보공을 설치한 때에는 정기적으로 다음 각호의 사항을 점검하고 이상을 발견한 때에는 즉시 보수하여야 한다.

1. 부재의 손상·변형·부식·변위 및 탈락의 유무와 상태
2. 버팀대의 긴압의 정도
3. 부재의 접속부·부착부 및 교차부의 상태
4. 침하의 정도

제396조(안전담당자의 직무) 제367조의 규정은 흙막이보공의 고정·조립 또는 해체작업에 이를 준용한다.

6. 결 론

지하굴착 공사의 사고예방을 위해서는 무엇보다 먼저 지반에 대한 충분한 사전조사가 있어야 한다. 이를 근거로 작업계획이 수립되어야 하며 또한 작업시에는 지하매설물과 붕괴에 대한 충분한 대비책을 강구하여야 하고를 예방할 수가 있을 것이다. 한마디로 줄인다면 안전수칙을 철저히 지키는 것일 것이다.