

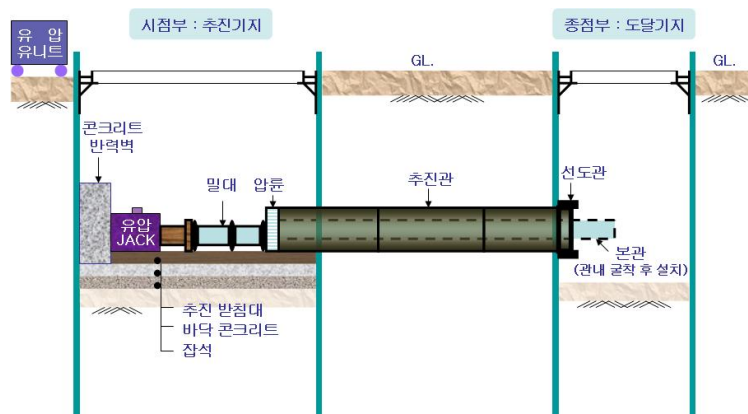
## 관로매설공사(유압식 추진공법) 안전보건작업 지침

### 1. 목 적

이 지침은 산업안전보건기준에 관한 규칙(이하 “안전보건규칙”이라 한다.) 제2편(안전기준) 제4장(건설작업 등에 의한 위험 예방) 제2절(굴착작업 등의 위험 방지) 규정에 따라 관로매설공사(유압식 추진공법)의 안전한 작업방법 및 추락, 낙하, 붕괴, 감전, 협착, 충돌 등의 재해를 예방하기 위하여 필요한 작업 단계별 안전보건사항 및 안전시설에 관한 기술적 사항을 정함을 목적으로 한다.

### 2. 적용범위

이 지침은 도로, 철도, 제방, 하천 등을 횡단하여 관로를 매설해야 할 경우 추진구간의 시점과 종점부에 추진·도달기지를 설치하고 분할된 추진관을 유압 잭(Jack)과 같은 추진 장치에 의하여 원지반에 압입하고 인력 또는 기계를 이용하여 관내 토사를 굴착한 후 본관을 설치하는 유압식 추진공법에 적용한다.



<그림 1> 유압식 추진공법 개요도

### 3. 용어의 정의

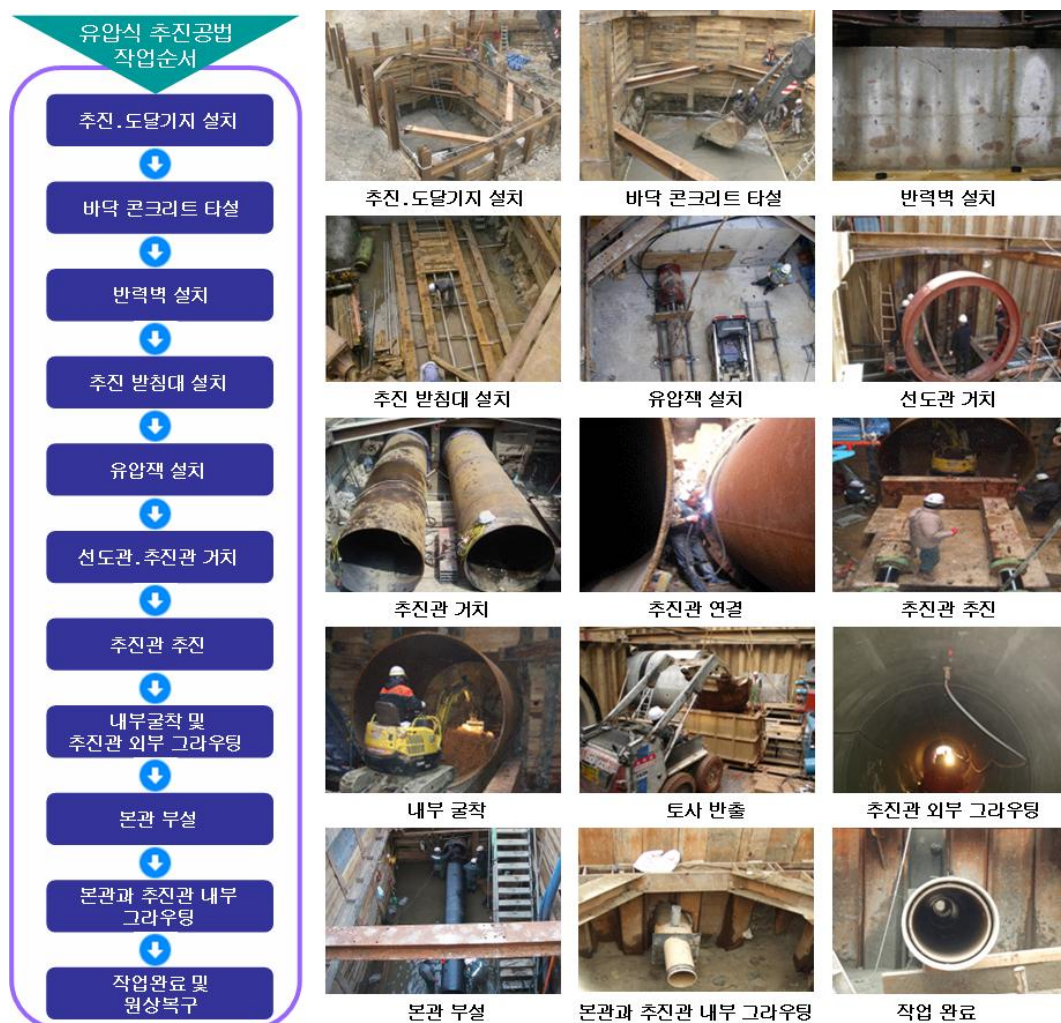
(1) 이 지침에서 사용되는 용어의 뜻은 다음과 같다.

- (가) “유압식 추진공법”이라 함은 유압 유니트(Unit)와 후방의 반력벽에 지지된 유압잭을 이용하여 추진관을 원지반에 압입하고 인력 또는 굴착기계를 이용하여 관내 토사를 굴착한 후 본관을 설치하는 공법을 말한다.
- (나) “추진·도달기지”이라 함은 작업 중 토사붕괴를 방지하기 위하여 흙막이 지보공을 사용하여 축조된 작업구를 말하며 추진기지에는 바닥 콘크리트, 반력벽, 추진 받침대, 유압잭을 설치한다.
- (다) “반력벽”이라 함은 추진기지 내 유압잭 후방에 설치되는 콘크리트벽 또는 강재 등의 구조물을 말하며 추진관 추진에 필요한 유압잭의 최대압력과 소요의 안전율을 고려한 설계압력에 저항할 수 있는 구조와 규모로 설치된다.
- (라) “유압잭”이라 함은 펌프에 의해 압력유를 실린더(Cylinder)로 보내 램을 움직여 추진관을 원지반에 압입시키는 추진 장치를 말한다.
- (마) “추진 받침대”이라 함은 추진기지 내 바닥 콘크리트 상부에 H형강 등으로 설치되는 가이드 레일(Guide Rail)을 말하며 추진 작업 시 추진관이 정위치 에서 이탈하지 않도록 유도하는 역할을 수행한다.
- (바) “밀대”이라 함은 유압잭의 1회 추진거리는 보통 70cm 정도로서 유압잭과 일정거리 이상 떨어진 추진관을 직접 추진하기에는 곤란하므로 유압잭과 추진관 사이에 설치하는 원통형의 도구를 말하며 유압잭의 추진력을 거리에 상관없이 추진관에 원활하게 전달하는 역할을 수행한다.
- (사) “압륜”이라 함은 유압잭의 추진력이 추진관에 균등하게 분포되도록 설치하는 횡판 또는 환형 고리상의 접합링을 말하며 추진관의 허용응력 이상으로 추진이 발생하는 관의 변형을 억제하기 위한 역할을 수행한다.
- (사) “선도관”이라 함은 마찰저항을 감소시켜 추진관을 안내하기 위하여 제일 먼저 설치되는 원형관을 말한다.
- (아) “본관”이라 함은 도로, 철도, 제방, 하천 등을 횡단하여 매설될 가스관, 통신선로, 상하수도관 등을 말한다.

- (2) 그 밖의 이 지침에서 사용하는 용어의 정의는 특별한 규정이 있는 경우를 제외하고는 산업안전보건법, 같은 법 시행령, 같은 법 시행규칙 및 안전보건규칙에서 정하는 바에 의한다.

#### 4. 관로매설공사(유압식 추진공법)의 작업 순서

유압식 추진공법의 작업순서는 공사용 작업구인 추진·도달기지 설치, 바닥 콘크리트 타설, 반력벽 설치, 추진 받침대 설치, 유압잭 설치, 선도관·추진관 거치, 추진관 추진, 관 내부굴착, 추진관 외부 그라우팅, 본관 부설, 본관과 추진관 내부 그라우팅, 작업완료 및 주변 원상복구의 순으로 시공된다.



<그림 2> 관로매설공사(유압식 추진공법)의 작업 순서

## 5. 작업계획 수립 시 검토사항

- (1) 작업계획서는 본 공법에 대한 충분한 이해와 경험을 갖춘 자가 수립하여야 하며 시공 중에는 계획서의 내용 이행여부를 수시로 확인하여야 한다.
- (2) 설계도서와 현장조건이 일치하는지의 여부를 검토하고 이를 고려한 안전한 작업계획을 수립하여야 한다. 설계도서 검토사항은 다음과 같다.
  - (가) 토질조건(토질, 용수조건)
  - (나) 설계조건(본관의 제원, 설계기울기, 추진거리, 추진·도달기지 규모, 보조 공법, 장애물·기 매설관 종류, 횡단 대상 구조물의 종류, 하천횡단 유무)
  - (다) 추진·도달기지과 주변도로의 상황
  - (라) 현장설비(전원설비, 굴착·운반 등 잔토처리설비, 그라우팅 설비)
  - (마) 기계기구(케이블, 호스류, 용접기, 가스절단설비, 공구류, 금구류)
  - (바) 교통처리 및 토사반출계획
- (3) 작업계획 수립 시에는 지질조사 결과와 가스관·통신선로·상수도·하수도·인근 구조물의 기초 등 지하 매설물 조사, 인근 구조물·고압 전선로 등 지상 장애물 조사, 장비의 운행경로, 횡단대상 구조물을 운행 중인 차량과 열차의 현황조사 결과를 고려하여 수립하여야 한다.
- (4) 추진·도달기지는 매우 협소한 장소에서 복합공종이 수행됨에 따라 추락, 낙하, 붕괴, 감전, 협착, 충돌 등의 재해를 유발할 수 있으므로 작업계획 수립시 추진관의 외경과 길이, 반력벽의 폭과 두께, 기계장치들의 설치 및 작업공간 등을 고려하여 흙막이 지보공 구조와 단면규모는 안전하고 충분한 작업공간을 확보하도록 계획하여야 한다.
- (5) 도로, 철도, 제방, 하천 등 횡단 대상 구조물과 추진·도달기지인 흙막이 지보공에는 계측기를 설치하여 침하와 변위 여부를 점검하고 이상발생시 즉시 조치를 취하여 안정성을 확보하도록 계측계획을 수립하여야 한다.
- (6) 강우나 침투되는 지하수 등으로 인하여 횡단 대상 구조물과 작업자의 안전에 영향을 미치지 않도록 배수 및 차수계획을 수립하여야 한다.

- (7) 추진관 내 막장 붕괴로 인하여 기존 도로, 철도, 제방, 하천 등의 함몰로 운행 중인 차량과 열차의 안전에 위험을 초래하므로 토질 및 용수조건과 같은 제반 현장 여건을 고려하여 파이프 루프(Pipe Roof) 공법이나 그라우팅(Grouting) 공법과 같은 보조공법을 적용한 지반개량을 필요시 계획하여야 한다.

## 6. 작업 단계별 안전사항 및 안전시설에 관한 기술적 사항

### 6.1. 공통사항

- (1) 추진·도달기지인 흙막이 지보공과 추진 받침대, 유압잭과 같은 추진장치, 반력벽, 관내 토사굴착 및 운반기계 등과 같은 주요 설비와 장비에 대해서는 반입하여 사용하기 전에 해당분야 전문가가 구조적 안전성을 검토하고 부재의 결함·손상여부를 확인하도록 하여야 한다.
- (2) 근로자를 위한 음료수, 화장실, 구급약의 비치 등 제반 안전보건 위생시설 계획을 수립하고 인근주민에게 오염, 악취, 소음, 진동 등의 공해를 주지 않도록 하여야 한다.
- (3) 횡단 대상 구조물이 도로나 철도와 같이 운영 중인 교통시설인 경우에는 반드시 관계기관과 협의하여 시공하고 굴착기간 및 강관추진 공사 시에는 운행 중인 차량이나 열차 등이 서행운전 하도록 사전에 조치하고 교통 정리원을 배치하여 교통처리를 철저히 하여야 한다.
- (4) 막장 붕괴 등의 사고 발생에 대비하여 비상시 연락체계, 피난계획과 구조계획, 응급조치계획 등을 사전에 수립하고 이를 당해 근로자에게 반드시 교육시켜야 하고 정기적으로 훈련하여야 한다.
- (5) 중량물 자재는 취급 시 주의하여야 한다.
- (6) 작업자는 사전에 유압식 추진공법에 대한 기술과 안전교육을 받은 자만이 작업 할 수 있고 설치 시에는 안전모, 안전화, 안전장갑 등 당해 작업에 적합한 보호구를 착용하여야 한다.

- (7) 추진관 내 굴착 시 환기, 조명, 배수, 통신계획을 수립하고 안전조치 사항은 KOSHA GUIDE C-61-2012 터널공사(Shield-T.B.M공법) 안전보건작업 지침에 따른다.
- (8) 추진·도달기지 흙막이 지보공 설치와 해체 등에 관한 안전조치 사항은 KOSHA GUIDE C-4-2012 흙막이공사(엄지말뚝 공법) 안전보건작업 지침, KOSHA GUIDE C-63-2012 흙막이공사(C.I.P 공법) 안전보건작업 지침에 따른다.
- (9) 가스관·통신선로·상수도·하수도·인근 구조물의 기초 등 지하 매설물은 매설물 관계기관과 협의하여 이설 또는 보호조치를 사전에 강구하고 작업 시 안전조치 사항은 KOSHA GUIDE C-37-2011 지하 매설물 굴착공사 안전작업 지침에 따른다.
- (10) 추진관 내부 굴착·운반 등 잔토처리와 추진·도달기지 흙막이 지보공 내부 터파기 굴착공사의 안전조치 사항은 KOSHA GUIDE C-39-2011 굴착공사 안전작업 지침, KOSHA GUIDE C-37-2011 지하 매설물 굴착공사 안전작업 지침에 따른다.
- (11) 크레인 등을 사용하여 조립·해체작업을 하는 경우에는 작업방법과 순서 등이 포함된 중량물 취급 작업계획을 수립하고 인양할 때 사용하는 줄걸이용 로프 안전조치 사항은 KOSHA GUIDE M-81-2011 줄걸이용 와이어 로프의 사용에 관한 기술지침, KOSHA GUIDE M-85-2011 크레인 달기 기구 및 줄걸이 작업에 관한 기술지침, KOSHA GUIDE C-48-2012 건설기계 안전보건작업 지침에 따른다.
- (12) 추진·도달기지 내에서 추진관 거치 및 연결 작업 시 사용되는 사다리를 이용한 작업 등에 관한 안전조치 사항은 KOSHA GUIDE C-58-2012(사다리 안전보건작업 지침)에 따른다.
- (13) 감전재해예방을 위하여 전기기계·기구에는 방수성이 우수하고 절연도가 높은 제품을 사용하며 작업계획 수립 시 감전재해예방을 위한 안전조치 사항은 KOSHA GUIDE E-106-2011 건설현장의 전기설비설치 및 관리에 관한 기술지침에 따른다.

## 6.2. 추진 · 도달기지 설치

- (1) 단계별 굴착에 따른 흙막이 지보공의 변위, 전단력, 모멘트, 축력, 지보공의 부재력, 근입장에 대한 안정성 검토를 실시하고 반드시 단계별 굴착 순서를 준수하여야 한다.
- (2) 추진 · 도달기지 내부 굴착 시 기존 도로, 철도, 제방, 하천 등의 토사 비탈면은 기존 범면의 안정을 유지하여야 하고 필요시 안정을 위한 조치를 취하여야 한다.
- (3) 굴착된 토사를 덤프트럭 등을 이용하여 운반할 경우에는 사전에 운행로를 확보하고 유도자와 교통 정리원을 배치하여야 한다.
- (4) 굴착기계 운전자와 차량 운전자간의 상호연락을 위하여 신호수를 배치하고 신호체계를 갖추어야 하며 상 · 하 연락은 유 · 무선 수신기를 이용하고 인양 작업 시 하부 작업자는 대피 장소에 대피하도록 하여야 한다.
- (5) 굴착토사 인양 버킷은 낙하재해 예방을 위하여 정량 적재 후 일정한 여유 높이를 갖거나 덮개를 반드시 설치하고 당해 작업자는 인양버킷에서 안전 거리를 확보하여 이동하거나 작업하도록 주의하여야 한다.
- (6) 추진 · 도달기지 주변 상부에는 불필요한 토사나 자재, 공구 등이 기지 내부로 낙하하는 일이 없도록 청소나 정리정돈 등을 철저히 하여 항상 안전하고 청결한 상태를 유지하도록 하여야 한다.
- (7) 장비와 자재 등의 하역작업은 중량 및 적재상태 등을 고려하여 안전하고 적절한 하역방법을 선정하여 작업하여야 한다.
- (8) 추진 · 도달기지에는 근로자의 안전한 출입을 위하여 지면에서 굴착저면까지 안전한 계단구조의 승강통로를 설치하여야 한다.
- (9) 지하수 유출, 지반의 이완과 침하, 흙막이 지보공 부재의 변형, 연결부의 풀림 등은 설치된 계측기와 육안을 통하여 수시로 점검하고 이상이 있을 경

우에는 그에 따른 안정성을 검토하여 즉시 보호조치를 강구하여야 한다.

### 6.3. 바닥 콘크리트 타설

- (1) 추진·도달기지 바닥은 추진 받침대·유압잭 설치와 강관추진 작업 시 지반의 안전을 위하여 충분한 두께와 넓이로 바닥 기초 콘크리트 슬래브를 설치하여야 한다.
- (2) 콘크리트 바닥은 평탄성을 유지하여야 하며 부등침하가 발생하지 않도록 충분한 기초 지반의 지지력이 확보되어야 한다.
- (3) 콘크리트 타설 시에는 지반다짐 및 평면도가 유지된 곳에 펌프카를 설치하여 급격한 침하나 전도를 방지하고 아웃 트리거 하부에 받침목을 설치하거나 철판 등을 설치하여야 한다.
- (4) 자재나 장비, 펌프카, 레미콘 차량, 크레인, 덤프트럭의 작업구간과 분리하여 근로자의 안전통로를 확보하여 차량에 의한 재해를 예방하여야 한다.
- (5) 지상에 설치된 고압전선과 펌프카, 크레인 붐 등의 접촉으로 인한 감전재해를 예방하기 위하여 사전에 고압전선 방호관을 설치하는 등의 보호조치를 하여야 한다.
- (6) 바닥 콘크리트 타설 완료 후 근로자 이동시 장비 버켓 등의 탑승을 금지하고 근로자의 안전한 출입을 위하여 콘크리트 바닥 저면에서 지상으로 이동하기 위한 안전한 승강통로와 사다리를 설치하여야 한다.
- (7) 협소한 장소에서 작업이 수행됨에 따라 추락, 낙하, 붕괴, 감전, 협착, 충돌 등의 재해를 유발할 수 있으므로 장비 작업반경 등을 고려하여 작업구획을 설정하고 관리감독자를 지정하여 작업을 지휘하도록 하여야 한다.
- (8) 안전모, 안전대 등 근로자의 개인보호구를 점검하고 작업 전에 보호구의 올바른 착용방법 교육을 실시하고 작업 중에는 착용여부 및 상태를 확인하여야 한다.



#### 6.4. 반력벽 설치

(1) 반력벽은 추진관 추진에 필요한 유압잭의 최대압력과 소요의 안전율을 고려한 설계압력에 저항할 수 있는 구조와 규모이어야 하고 다음의 안전성을 검토하여야 한다.

(가) 소요 추진력

(나) 잭의 용량

(다) 반력벽의 제원(폭, 높이, 두께)

(라) 반력벽의 전단강도

(2) 반력벽의 지압면은 흙막이 지보공과 밀착시킴과 동시에 평면으로 하여 추진방향에 직각과 수직이 되게 설치하여 추진 시 편심을 방지하여야 한다.

(3) 반력벽은 추진관 압입에 따른 유압잭의 추진력에 충분히 견딜 수 있도록 콘크리트 옹벽이나 강재 등의 구조물로 축조하여야 한다.

(4) 반력벽은 토질의 변화 등에 따라 이상 추진력이 가해지더라도 파괴나 변형이 생기지 않도록 충분한 강도를 갖도록 설치하여야 한다.

(5) 총 추진력이 커서 추진기지내 반력벽의 지지력이 부족할 시에는 반력벽 배면에 지반개량 또는 지지말뚝으로 보강조치를 실시하여야 한다.

(6) 콘크리트 옹벽으로 반력벽 설치 시 거푸집 조립 및 콘크리트 타설 작업 중 근로자의 추락방지를 위한 작업발판과 단부에는 안전난간, 안전대 부착설비를 설치하여야 한다.



<그림 3> 바닥 콘크리트 타설



<그림 4> 반력벽 설치

## 6.5. 추진 받침대 설치

- (1) 추진 받침대인 가이드 레일은 흔들림이 없도록 적당한 간격으로 용접하여 움직이지 않도록 고정하여 추진관 추진 중 그 위치나 방향(상, 하, 좌, 우)이 변형되지 않도록 설치되어야 한다.
- (2) 추진 받침대는 추진관이 정위치에서 이탈하지 않도록 일정한 수준(Level)과 평행을 이루도록 설치하여야 한다.
- (3) 추진 받침대의 높이, 폭, 방향 등을 점검하여 오차는  $\pm 1\text{cm}$  이내가 되도록 조정하여야 한다.
- (4) 크레인은 H형강, 유압잭 등 자재나 공구 등의 반출입이 용이하고 지반다짐 및 평면도가 유지된 곳에 설치하여 급격한 침하나 전도를 방지하고 작업방법, 작업순서, 크레인의 최대 작업반경, 인양하중, 안전수칙 등을 준수하여야 한다.
- (5) 크레인을 이용하여 H형강 인하작업 시 작업반경 하부에는 신호수를 배치하여 관계 근로자 외의 출입을 통제하고 운전원과 신호수간의 신호를 통일하여 운영하여야 한다.
- (6) H형강 인하작업 시 와이어로프, 후크 등은 파손, 흠이 없는 것을 사용하고 매다는 하중에 적당한 로프 지름을 사용하여 주위 물체에 영향을 주지 않도록 콘크리트 바닥에 내려야 한다.
- (7) 협소한 장소에서 인양과 거치작업이 수행됨에 따라 협착, 충돌 등의 재해를 유발할 수 있으므로 관리감독자를 지정하여 작업을 지휘하도록 하여야 한다.

(8) 용접, 절단과 같은 화염과 불꽃(Spark)을 이용한 작업을 할 때에는 다음의 조치를 하여야 한다.

(가) 근로자는 해당 작업에 자격이 있거나 숙련된 자

(나) 소화설비가 작업지역 근처에 있어야 하고 언제나 긴급 상황에 대처할 수 있게 준비상태를 유지

(다) 산소와 아세틸렌 호스 정리정돈 및 연료원의 방호조치

(라) 불티, 불꽃의 유입을 방지하기 위한 비산방지 방염포 설치

(마) 전기배선 등의 작업은 전기담당자가 실시하고 정기적으로 점검

(9) 제작에 필요한 자재들은 조립장소 인근에 작업 순서별로 정리하고 견고한 방법으로 적재하여야 한다.



<그림 5> 추진 받침대 설치



<그림 6> 유압잭 설치

## 6.6. 유압잭 설치

(1) 유압잭은 추진관을 추진하기에 충분한 용량이어야 하고 횡단대상 구조물의 지반침하를 최소화 할 수 있도록 추진력을 결정하여야 한다.

(2) 유압잭은 충분한 지지대를 두어야 하고 총 추진력에 여유를 두어 선정하여야 한다.

(3) 추진거리, 설계기울기 등을 고려하여 적정한 유압잭의 본수와 배치를 검토하여야 한다.

(4) 각 유압잭이 각개 조합일 경우 유압잭 실린더는 추진관의 중심선으로부터

같은 거리에 대칭 배치하여 편심추력이 작용하지 않도록 하여야 한다.

- (5) 유압잭은 추진방향에 대하여 측량을 정확히 실시하여 추진방향과 일직선이 되도록 설치하여야 한다.
- (6) 유압잭은 추진 받침대에 정확히 거치하여야 하며 추진 작업 시 유동이 없도록 충분한 강성을 가지도록 고정하여야 한다.
- (7) 유압잭은 추진 받침대인 가이드 레일에 수평으로 설치하여야 한다.
- (8) 유압잭은 유압장치를 연결하고 시운전을 실시하여 다음 사항을 점검하여야 한다.

- (가) 유압장치 전원상태와 파손 여부
- (나) 유압호스나 커플러의 누유여부
- (다) 체크밸브 작동상태
- (라) 유압장치 다이얼 게이지 이상 유무
- (마) 잭 연결용 핀 상태(이탈방지 고무핀)
- (바) 배선착오
- (사) 오일의 유량, 오염

## 6.7. 선도관 · 추진관 거치

- (1) 선도관 · 추진관 거치 시 높이와 기울기 조정은 선도관 · 추진관 전후의 천단을 레벨로 측정하여 추진 받침대 로울러 높이를 조정하고, 수평방향 조정은 추진방향 계획선에 맞춘 측량기에서 타겟트를 보면서 추진 받침대를 좌우로 밀면서 조정하여야 한다.
- (2) 선도관 · 추진관 거치 시 갑작스런 이동과 전도에 의한 협착재해를 예방하기 위하여 선도관 · 추진관은 2줄 걸이 매달기 방법으로 내부 작업자에게 경고하여 알리고 안전을 확인한 후 인하하여야 한다.
- (3) 선도관 · 추진관은 이동식 크레인에 지지된 상태에서 작업을 실시하여야 하고 상하좌우에는 지지대 등을 사용하여 흔들림이 없도록 고정하여야 한다.

- (4) 크레인을 이용하여 선도관·추진관 인하작업 시 작업반경 하부에는 신호수를 배치하여 관계 근로자 외의 출입을 통제하고 운전원과 신호수간의 신호를 통일하여 운영하여야 한다.
- (5) 선도관·추진관 인하작업 시 와이어로프, 후크 등은 파손, 흠이 없는 것을 사용하고 매다는 하중에 적당한 로프 지름을 사용하여 주위 물체에 영향을 주지 않도록 콘크리트 바닥에 내려야 한다.
- (6) 협소한 장소에서 인양과 거치작업이 수행됨에 따라 협착, 충돌 등의 재해를 유발할 수 있으므로 관리감독자를 지정하여 작업을 지휘하도록 하여야 한다.



&lt;그림 7&gt; 선도관 거치



&lt;그림 8&gt; 추진관 거치

## 6.8. 추진관 추진

- (1) 선도관 진입부 절단은 숙련된 용접 자격자만이 수행하도록 하여야 한다.
- (2) 선도관 진입부는 약 3cm정도의 확인공을 먼저 뚫어서 원지반의 안정여부와 가스누출 여부를 확인한 다음 시행하여야 하며 누수 등이 있는 경우에는 지수제로 차수 조치하여 안전한 상태에서 절단을 하도록 하여야 한다.
- (3) 선도관 진입부 절단작업은 원지반의 붕괴, 노면의 함몰 등과 같은 위험이 많으므로 전면 흙막이 지보공 절단은 부분파쇄를 통해 원지반의 교란을 최소화 하고, 절단은 4등분으로 하부로부터 제거하여 절단한 조각이 갑자기 떨어지지 않도록 주의하여야 한다.
- (4) 추진력은 추진관의 강도를 고려하여 관의 허용응력 이하로 추진하여야 하고 마찰력을 최소화하기 위하여 필요에 따라 윤활재를 주입하여야 한다.

- (5) 추진관을 추진할 때에는 관 1개마다 중심선, 고저 및 좌우방향을 측량하고 추진 정밀도 등을 수시로 확인하고 기록하여야 한다.
- (6) 추진은 지반의 토질에 따라 막장, 추진관 등의 안정을 유지하면서 신중히 하여야 하고 추진 중에 추진력이 갑자기 상승하는 경우에는 추진을 중지하고 그 원인을 조사하여 안전을 확인한 뒤에 추진하여야 한다.



&lt;그림 9&gt; 선도관 추진



&lt;그림 10&gt; 추진관 추진

- (7) 추진 시에는 항상 작업구간 주변의 상황에 주의하고 인근 구조물 등에 영향을 주지 않도록 필요한 조치를 취하여야 한다.
- (8) 지반침하하는 주로 원지반의 조건, 막장의 안정성, 뒤채움 주입상황에 따라 발생하므로 항상 지반침하를 계측하여야 하고 침하 허용치를 초과하는 경우에는 즉시 별도의 보강 방안을 수립하여야 한다.
- (9) 지반침하를 최소화할 수 있도록 막장의 토압, 배토량, 첨가제 주입의 최적화 관리 방안을 사전에 수립하여 막장 붕괴를 방지하고 추진 시에는 지반교란을 최소화하여야 한다.
- (10) 횡단 대상 구조물에 대한 영향을 판단할 수 있도록 계측기를 설치하여 지속적인 계측관리를 통한 이상 유무를 확인하여 기존 도로, 철도, 제방, 하천 등의 안정성을 확보하여야 한다.
- (11) 추진 시 충분한 토피고를 확보하지 못한 상태에서 추진관내 막장 붕괴로 인한 기존 도로, 철도, 제방, 하천 등의 함몰로 운행 중인 차량이나 열차 등의 안전에 위험을 초래하므로 토질, 용수 조건 등과 같은 제반 현장 여

건을 고려하여 필요시 파이프루프(Pipe Roof) 공법이나 그라우팅 공법과 같은 보조공법을 적용하여야 한다.

- (12) 추진 시 유입 유량이 클 경우에는 그라우팅 공법과 같은 보조공법 적용을 검토하고, 예상하지 못한 출수에 대비하여 여유분의 예비 배수펌프 등을 사전에 준비하여야 한다.
- (13) 추진 시 지층분포, 지하수위 등 지반조건이 설계조건과 상이할 경우 현장 여건과 부합되도록 하기 위하여 지질변화가 있을 때마다 시료를 채취하고 지층상태 및 구성 물질에 대한 지층 구조도를 작성하여 안정성을 확인한 후 시공하여야 한다.
- (14) 추진 작업 중 실제 발생하는 토압이 설정 토압범위를 벗어나지 않도록 토사 배출량, 추진압력, 추진속도를 조절하면서 추진 작업을 하여야 한다.
- (15) 추진관의 바깥주위에 공극이 생겼을 경우에는 토질상황에 따라 적절한 뒤채움을 실시하여 지반침하를 방지하여야 한다.
- (16) 관의 굴곡수정은 부득이한 경우에 굴곡발생 시점부터 실시하고, 추진관에 과도한 편심압력이 걸리지 않도록 하기 위하여 급격한 방향수정은 피해야 하고 굴곡 수정 중에는 수시로 계측하여 수정효과를 확인하여야 한다.
- (17) 추진관의 접합부는 추진압력에 견딜 수 있도록 견고해야 하며 지하수나 세사 등이 유입되지 않도록 빈틈없이 접합하여야 하고 추진·도달기지에는 배수설비를 마련해서 배수를 완전하게 하여야 한다.
- (18) 추진관 연결 작업 시 배관은 대차 또는 미끄럼틀을 사용하여 실시하고 추진 받침대인 가이드 레일 위에서 접합이 이루어지도록 하여야 한다.
- (19) 추진관 연결 작업은 작업조건이 매우 불량한 협소한 장소에서 작업이 이루어지므로 최소 2인 이상이 상호교대로 작업을 실시하고 작업지휘자를 지정하여 작업을 지휘하도록 하며 다음 사항을 준수하여야 한다.

(가) 가연물 제거와 화재예방 조치



- (나) 관내 용접 작업 시 환기설비 설치 및 충분한 환기 후 작업 실시
- (다) 상하 동시작업 시 사전 동의 후 작업
- (라) 전선 및 호스 정리정돈과 안전한 호스 연결기구 사용
- (마) 추진관 상부 용접 작업을 위한 이동시 추락방지 조치 여부
- (바) 용접기 감전재해 예방조치



<그림 11> 추진관 연결



<그림 12> 추진관 용접 작업

- (20) 추진 받침대인 가이드 레일은 매 추진마다 가이드 레일의 위치 및 방향을 수시로 점검하여야 한다.
- (21) 추진 중에는 항상 유압펌프의 압력계를 감시하여 추진력을 관리하고 추진력의 이상 유무를 확인하여야 한다.
- (22) 추진 작업 중 유압장치는 다음 사항을 확인하면서 운용하여야 한다.
  - (가) 유압펌프 위에 이물질이나 자재, 공구 등이 놓여 있는지 여부
  - (나) 유압 펌프선이나 전력 케이블 주위에 이물질이 있을 시는 즉시 제거
  - (다) 전력선이나 소켓류가 파손되어 있는지 확인하고 파손 시에는 바로 교체
  - (라) 유압펌프를 가동하지 않을 때의 마스터 스위치 위치는 항상 꺼져 있는 상태(Off) 유지
  - (마) 유압장비 정비는 유출된 기름 및 계통 내 압력을 완전히 제거 후에 작업
  - (바) 정상적인 펌핑과 적정호스를 사용하여야 하고 레버 조작 시 항상 램의 상태를 주시하면서 조작
  - (사) 펌프는 조작하기 쉬운 장소에 설치하고 밸브를 닫고 나서 레버를 조작
  - (아) 유압펌프 이상이 발생할 때에는 즉시 전력을 차단하고 전문가에게 연락하여 조치
  - (자) 유압잭 등 기계고장 등으로 인하여 작업이 중단될 경우에는 원지반에 영



향을 미치지 않도록 신속히 대책을 강구

- (23) 추진관 내에서 작업하는 근로자의 안전보건에 위해되지 않도록 관내의 산소농도, 유해가스, 먼지 등의 이상 유무를 점검·측정하여야 한다. 측정결과 안전보건규칙에서 정한 기준을 초과 시에는 환기설비를 설치하여 신선한 공기를 공급할 수 있도록 환기를 실시하여야 한다.
- (24) 추진관 내의 온도는 항상 일정하게 유지하고 굴착작업을 할 때에는 송풍기와 냉각 팬으로 갱내의 온도상승을 최대한 억제하면서 작업을 실시하여야 한다.
- (25) 추진관 내에는 굴착 등 작업에 지장이 없도록 조명시설을 설치하고 조명은 안전성 확보에 필요한 조도를 유지하되 옥외 방수형 기구 또는 그에 준하는 것을 사용하여야 한다.
- (26) 그 밖의 관내 굴착 시 환기, 조명, 배수시설 등의 안전조치 사항은 KOSHA GUIDE C-61-2012 터널공사(Shield-T.B.M공법) 안전보건작업지침에 따른다.

## 6.9. 추진관 내부 굴착

- (1) 지층분포, 지하수위 등 불확실한 지층특성을 감안한 안정성을 확보하기 위하여 관 내부굴착은 막장전면으로 부터 선도관까지 충분한 이격거리(해당직경의 0.5배 이상)를 유지하고 근접하여 굴착하지 않도록 주의하여야 한다.
- (2) 횡단 대상 구조물의 지하수 상태를 항상 유의하여야 하며 관내 굴착에 따른 지하수의 유출 등으로 막장에서의 붕괴 및 함몰의 우려가 있을 경우에는 차수 그라우팅을 실시한 후 굴착하여야 하고 토질에 따른 지하수 유출에 대한 안전대책을 강구하여야 한다.
- (3) 관 내부 굴착 도중 당초 예상하지 못하였던 외부하중으로 추진관의 변형이 발생될 우려가 있을 경우에는 보조 지보공을 설치하여야 한다.
- (4) 굴착토의 처리는 즉시 지정된 사토장에 처리하여야 하며 노면을 더럽히지

않고 교통에 혼잡을 주지 않도록 운반되어야 한다.

- (5) 굴착된 토사를 덤프트럭 등을 이용하여 장외로 운반할 경우에는 운행로를 확보하고 유도자와 교통 정리원을 배치하여야 한다.
- (6) 도달기지에 선도관이 도달 시에는 토사붕괴 위험이 있으므로 이를 방지하여야 하고 추진관의 길이는 충분한 여유장을 남겨놓고 절단하여야 한다.
- (7) 굴착·운반기계의 진입로와 주행로를 확보하고 작업구간과 분리하여 근로자의 안전통로를 확보하여 차량에 의한 재해를 예방하여야 한다.



<그림 13> 추진관 초기 굴착



<그림 14> 추진관 내 굴착



<그림 15> 관내 토사굴착



<그림 16> 발생토 처리

- (8) 굴착·운반기계의 운반통로, 회전반경과 교차점, 장비 운행 시 근로자의 대피장소 등을 포함한 토사반출 작업계획을 사전에 수립하여야 하고 이를 준수하여야 한다.
- (9) 인력굴착과 기계굴착을 병행할 경우 각각의 작업범위와 작업방향을 명확히 하고 기계의 작업반경내에 근로자가 출입하지 않도록 방호설비를 하거나 작업지휘자를 반드시 배치하여야 한다.

- (10) 관내 굴착토사 운반장비는 관의 크기, 작업 싸이클 등을 고려하여 가장 적절한 능력을 가짐과 동시에 안전한 방법을 강구하여 운반장비 종류를 선정하고 협소한 공간에서 근로자와의 협착과 충돌방지를 위한 경광등, 후방 접근감지 센서 등 안전장치를 설치하여야 한다.



<그림 17> 도달기지 관통



<그림 18> 관내 토사 운반

- (11) 관내 굴착토사 운반장비의 운행공간과 근로자의 이동통로는 반드시 분리하여 설치하여야 한다.
- (12) 굴착토사 운반 장비는 다음 사항을 포함하여 1회/일 이상 점검을 통해 정상상태를 유지하여야 한다.
- (가) 낙석, 낙하물 등의 위험이 예상되는 작업 시 견고한 헤드가드 설치상태
  - (나) 브레이크 및 클러치의 작동상태
  - (다) 조명 및 경광등 경보장치 작동상태
  - (라) 타이어 및 차륜의 이상 유무 상태
  - (마) 부속장치의 상태 등
- (13) 굴착토사를 반출하기 위하여 인양 버킷을 사용할 때에는 다음사항을 준수하여야 한다.
- (가) 버킷은 혹에 정확히 걸고 상하 작업 시 이탈하지 않도록 하여야 한다.
  - (나) 버킷에 부착된 토사는 반드시 제거하고 낙하 시 비산방지에 주의하여 상하작업을 실시하여야 한다.
  - (다) 버킷을 인양하는 작업구 하부에는 경광등, 안전표지판 등을 설치하고 인양 작업 중에는 근로자의 출입을 통제하여야 한다.
  - (라) 작업구 등 개구부에서 인양물을 확인할 경우에는 반드시 안전대 등을 착용

하여야 한다.

(마) 조립된 부재에 장비의 버켓 등이 닿지 않도록 신호자의 신호에 의해 운전 하여야 한다.

(바) 토사운반 용량에 적합한 버켓이어야 하고 버켓 제원은 안전율을 고려한 것이어야 한다.

(14) 굴착기계 운전자와 차량 운전자간의 상호연락을 위해 신호체계를 갖추어야 하며 상하연락은 유무선 수신기를 이용하고 인양 작업 시 하부작업자는 대피 장소에 대피하여야 한다.

(15) 차량계 건설기계를 이송하기 위하여 화물자동차에 싣거나 내리는 작업에 있어서 발판·성토 등을 사용하여 전도, 전락 방지조치를 실시하고 다음 사항을 준수하여야 한다.

(가) 싣거나 내리는 작업은 평판하고 견고한 장소에서 할 것

(나) 발판을 사용하는 때에는 충분한 길이, 폭, 강도를 가진 것을 사용하고 적당한 경사를 유지하기 위하여 견고하게 설치할 것

(다) 마대·가설대 등을 사용하는 때에는 충분한 폭 및 강도와 적당한 경사를 확보할 것

(16) 유해·위험한 작업으로서 그 작업에 필요한 자격, 면허를 가진 근로자 외의 자를 당해 작업에 임하게 하여서는 안된다.

#### 6.10. 추진관 외부 그라우팅(뒤채움)

(1) 추진관의 연결부나 그라우팅 주입구는 누수에 의하여 흙 속의 간극수압이 감소하지 않도록 모르타르를 충전하여 지하수위 저하를 방지하여야 한다.

(2) 추진관 외부 그라우팅(뒤채움) 주입시공은 지반침하를 좌우하는 최대요인이므로 주입압, 주입량 등의 설정을 최적화하여 그라우팅 주입의 확실성을 확보하여야 한다.

(3) 추진관 외부 그라우팅 주입순서는 아래쪽에서 위쪽 좌우 대칭으로 행하여 추진관에 편압이 작용하지 않도록 하여야 한다.

- (4) 그라우팅은 추진관 외부 공극부위에 주입구를 설치하여 지질조건에 따라 배합비율을 결정하고 주입압력은 추진관과 이음강도를 고려하여 0.3 MPa 정도를 표준으로 하고 주입압이 0.5 MPa 이상일 때까지 주입하여야 한다.



<그림 19> 외부 그라우팅



<그림 20> 그라우팅 주입기

- (5) 그라우팅 주입작업은 주입호스에서의 고결이나 역류를 방지하기 위하여 연속적으로 주입하여야 한다.
- (6) 그라우팅 호스나 파이프, 밸브에서 누수가 발생 시에는 즉시 조치하고 고결 시 용이하게 세정할 수 있도록 사전에 조치하여야 하며 호스 등이 파열되지 않도록 사전에 조치하여야 한다.

### 6.11. 본관 부설

- (1) 추진이 완료되면 추진장비 및 반력벽 등은 배관 전에 신속히 해체하고 와이어로프로 체결하거나 아래에 가이드 재를 설치하여 선도관을 회수하여야 한다.
- (2) 추진 완료 후 도달기지 내의 추진강관 끝부분은 그라인더 등으로 정해진 흠 형상으로 마무리하여 날카로운 부분이 없도록 하여야 한다.
- (3) 추진관 절단 작업 시에는 불꽃, 불티, 비산방지 방염포 설치와 소화기를 비치하여야 한다.
- (4) 관내 굴착이 완료되면 관내 청소를 실시하고 본관을 추진관 내로 부설하여야 한다.

- (5) 본관을 삽입할 때 추진관과 내관사이에 롤링(Rolling) 형태의 보조기구인 추진관 내 본관용 부력 방지대와 본관 레일을 사용하여 협착재해에 주의하여야 한다.



<그림 21> 본관용 부력방지대



<그림 22> 본관 부설

- (6) 본관 접속부의 수분, 이물질 등은 걸레로 깨끗하게 닦고 지수활제 등을 도포하여 매설 접합하여야 한다.
- (7) 본관 부설시 본관은 2줄 걸이 이상의 매달기 방법으로 이동식 크레인에 지지된 상태에서 작업을 실시하고 이동방지를 위하여 상하 좌우에 받침 등으로 고정하여 움직이지 않도록 하여야 한다.

## 6.12. 본관과 추진관 내부 그라우팅

- (1) 계획기울기로 본관이 부설되면 추진관 및 본관 사이의 공간부를 수밀시키기 위하여 마감철관인 강관 캡(Cap)을 사용하여 용접으로 틈새가 없도록 견고하게 밀봉시켜야 하고 그라우팅 실시 중 누수 등이 발생하지 않도록 사전에 조치하여야 한다.
- (2) 그라우팅 주입구 설치를 위한 천공 작업용 햄머 드릴 등과 같은 이동식 전동기계기구에 의한 감전재해를 예방하기 위하여 감도가 양호하며 확실하게 작동되는 감전방지용 누전차단기를 설치하여야 한다.
- (3) 추진관 양끝 단에 모르타르 주입 파이프와 공기배출구(Air Vent)를 설치 후 채움 그라우팅 압력은 내관의 찌그러짐 방지를 위하여 모르타르 주입구로 0.1~0.5 MPa의 주입압력으로 주입하며 추진관 양단 상부에 공기배출구



및 확인용 구멍을 두어 공기배출구로 모르타르가 흘러나올 때 까지 계속 주입하여 빈공간이 생기지 않도록 완전히 충진 되도록 하여야 한다.



<그림 23> 캡과 공기배출구



<그림 24> 시공완료

### 6.13. 작업완료 및 주변 원상복구

(1) 해체 작업 시에는 다음의 작업계획을 수립하고 이를 해당 근로자에게 주지시키고 관리감독자의 작업지휘에 의하여 작업을 진행하여야 한다.

(가) 현장 주변상황

(나) 해체시기, 해체순서, 해체방법

(나) 해체작업에 따른 투입인력, 투입장비(인양단위 최고중량 기준), 보조기구 사용계획

(다) 이동식 전기기계, 기구 사용에 따른 감전재해예방 계획

(라) 해체작업용 발판 등 가시설 설치계획

(마) 작업반경 내에 근로자 접근통제 계획

(바) 충돌, 협착, 추락, 낙하사고 발생 방지에 필요한 안전작업 방법

(2) 반력벽 해체작업 중 반력벽 전도에 의한 협착위험이 있으므로 반력벽을 지지하고 있는 지지대를 철거하는 때에는 반력벽이 전도되지 않도록 방호조치를 하고 해체 작업계획에 의하여 작업을 실시하여야 한다.

(3) 모든 도구 및 자재는 중량물이므로 취급 시 주의하여야 한다.

(4) 되메우기는 양질의 토사를 사용하여 주변지반 및 구조물에 영향을 미치지 않도록 충분한 다짐을 실시하여 원상복구 하여야 한다.