

# 토목 안전작업 절차서

## - 지하철 공사 -

공법개선 및 보강대책

KISA-A08-002

### 1. 토공

#### 가. 토공굴착공법개선

(1) 종전 시공은 토공의 진행에 따라 구조물을 시공하였으나, 앞으로는 구조물 시공에 따라 굴착을 시행하며, 개착식 구간의 토공굴착은 구조물Haunch가 완료된 부분에서 1Span(30m)이 내로 제한 시공한다.

(2) 굴착능력이 비하여 가설재 설치능력이 적을 때 기설치된 가설재의 변형에 의해 붕괴사고가 발생하는 원인이 되므로 토공작업은 반드시 가설재와 병행하여 시공한다.

(3) Clamshell 적재구간은 토공완료부분의 굴착경사가 45° (1 : 1) 보다 완만하게 굴착하지 말고, Poclairn 2단 적재구간도 Dump Truck의 갱내 진입깊이를 가급적 줄인다.

#### 나. 발파시 유의사항

(1) 암반의 균열, 절리, 용수 등의 지층구조를 조사한다.

(2) 지하매설물이 있는가를 조사하고 지하매설물의 보강 상태를 점검한다.

(3) 발파장소에 전기나 화기는 없는지 조사한다.

(4) 발파시 공사현장의 관련자와 사전 충분한 협의로 발파작업에 지장이 없는지 확인한다.

(5) 천공의 깊이와 간격, 경사 또는 암질과 현

장조건에 적합한지 확인한다.

(6) 천공의 간격은 60cm이내 깊이는 1.2m이 내로 하여 발파로 인한 진동과 소음을 줄이도록 한다.

(7) 화약량은 과대하게 장전하지 않도록 한다.

(8) 같은 호수의 뇌관은 5개 이상 연결치 않아야 한다.

(9) 결선은 철저히 했으며 밀집된 현상이 없었는지를 확인한다.

(10) 화약류를 갱내 또는 발파장소에 운반할 때 배낭 기타 이와 유사한 운반용구를 사용토록 한다.

(11) 화약과 뇌관은 동일인이 운반치 않도록 한다.

(12) 발파장소에 운반하는 화약류의 수량은 발파장소에 필요한 양 이상을 반입하여서는 안된다.

(13) 작업완료 후 화약류의 잔품은 지체없이 지정된 보관장소로 반납한다.

(14) 장약량은 현재 지형에 맞는 수량으로 장약토록 한다.

(15) 특히 도심이나 위험한 개소의 일발파 화약량은 경찰서의 허가수량과 일치하는지 확인한다.

(16) 장전하기 전에 약실의 위치와 암반의 상황을 검사하고 공발 등 원인에 의한 비산물이 사람이나 기타 물건 등에 위험이 없도록 한다.

(17) 발파구멍의 충전 재료는 점토 기타 휘발성이 없는 것을 사용토록 하고 발파구멍에 마찰이나 충격 등에 안전토록 한다.

(18) 낙뢰의 위험이 있을 때는 전기뇌관과 전기도화선에 관계되는 작업을 중지한다.

(19) 발파는 화약류 취급책임자의 책임하에 실시한다.

## 2. 가설강재공

### 가. H-Pile 근입장 상단 표식관리

(1) H-Pile을 박기 전에 백색으로 말뚝의 근입깊이를 일자로 표시하고 바로 밑 또는 위에 숫자로 설계상 근입깊이를 표시한다.(예 : 14m)

(2) H-Pile 향타 후 지하 2m 정도를 굴착하였을 때 적색으로 당초 지반고를 -자로 표시하여 0m를 쓰고 (1)과 (2)를 비교하여 차이로서 근입여부를 알 수 있도록 한다.

(3) 공구별로 말뚝에 일련번호(1, 2, 3)를 백색으로 기입하여 위치를 쉽게 알도록 한다.

(4) 말뚝에 지표에서부터 (2)의 "0m" 를 기준하여 1m 간격으로 백색의 근입깊이를 표시한다.

(5) 말뚝 5본(10m) 마다 좌우열로 위치(예:19k200)를 표시한다.

### 나. 버팀보 및 Center Pile 간격조정

#### (1) 버팀보 간격조정

연약지반의 버팀보 간격조정은 수평 수직간격 현재 2.5m → 2.0m

#### (2) Center Pile 간격조정

차도복공구간 현재 4.0m → 2.0m, 작업대와 무복공구간 4.0m 간격유지

### 다. 장Span(L = 13m이상) Main Beam의 보강

(1) 시공전에는 Main Beam을 Plate(4PL 100×6)로 용접하여 보강한다.

(2) 시공 후 중앙부에 Pile을 1본씩 추가로 박거나 Main Beam 아래 부분을 H-300 강재로 받

쳐준다.(실제 하중계산 후 보강요)

### 라. 토류판의 변형

#### (1) 원 인

- ① 지하수 다량 출수
- ② 점토질등 연약지반
- ③ Pile 간격의 불균형
- ④ 불량한 재질의 목재 사용

#### (2) 대 책

- ① Wale과 Wale 사이에 수직 또는 경사 Bracing을 설치한다.
- ② 상 하단 Wale 사이에 수직 토류판을 설치하여 보강한다.
- ③ Bracing 또는 수직 토류판과 기설치한 토류판 사이에 목재철패기를 삽입한다.

### 마. 과다 토압구간 또는 장기간 설치구간의 토류판 보강

#### (1) 원 인

- ① 지하수 다량유출로 토류판의 부식
- ② 터널 수직갱(특히 토사구간)과 같이 굴착 후 장기간 방치할 때
- ③ 연약지반으로서 토압이 과다하게 작용할 때

#### (2) 대 책

토류벽 Concrete를 타설하여 H-Pile 매물

### 바. 토류판 제거시 유의사항

(1) 토류판을 제거하기 전에 되메우기계획(일시 및 물량)을 수립하여 적정량을 제거토록 한다.

(2) 토류판을 제거시 붕괴의 위험이 있다고 판단될 경우 보고하여 매물한다.

(3) 토류판을 장기간 제거하여 되메우지 못할 때는 재설치한다.

## 사. H-Pile의 변형 및 소요 근입심도 미달

### (1) 원 인

- ① 버팀보 철거 후 즉시 구조물 배면에 보강 목 또는 H-Pile를 설치하지 않은 때
- ② 기변형된 H-Pile 사용시
- ③ 연약지반구간에 토압으로 인한 변형
- ④ 천공기계의 불정밀(곡선천공)로 인한 변형
- ⑤ 버팀보와 띠장을 적정 위치 및 간격으로 미설치시
- ⑥ 천공 후 Slime으로 인한 근입심도 미달
- ⑦ Pile 길이가 짧아 2개를 연결 사용할 때 직선으로 연결하지 않았거나 연결부를 설계도면대로 확실하게 연결하지 않았을 때

### (2) 대 책

- ① 시공전
  - ㉠ 변형되지 않은 직선강재를 사용한다.
  - ㉡ H-Pile 향타시 최종 Slime구간은 Diesel Hammer로 소요심도까지 박는다.
  - ㉢ H-Pile 연결부는 설계도면에 의거 철저히 긴결시킨다.
- ② 시공후
  - ㉠ Center Pile의 변형이 심할 경우 변형된 Pile 옆에 Pile을 추가로 판입 하거나 옆에 보강 Mini Pile을 연결한다.
  - ㉡ Side Pile이 소요심도까지 미달됐을 경우 인접 Pile과 긴결 보강하고 이어 내리기작업을 한다.
  - ㉢ Center Pile의 간격이 2m일 때 “다이아몬드형”으로 L-형강을 전단수에 걸쳐 보강하고, 최하단부도 높이가 4.0m이상일 때 좌굴을 방지하기 위하여 보강한다.
  - ㉣ 버팀보 철거시 즉시 수평 수직 2.0m 간격으로 보강목(φ20cm)을 설치하거나 길이가 1.0m 보다 클 경우 상황에 따라

H-300 강재를 설치한다.

## 아. 지하철 구조물 하단부에 집수정, 통신구, 전력구 등을 설치할 때 Pile의 변형

### (1) 원 인

당초 암구간일 경우 암굴착 경사구배에 맞추어 H-Pile을 박은 후 굴착결과 암질이 나빠 말뚝뿌리가 노출되어 변형된다.

### (2) 대 책

- ① 시공전
  - 암 경사구배 이상(예 : 경암 연암굴착구배 0.2~0.3 → 0.5로 변경)으로 계획하여 말뚝심도 결정
- ② 시공후
  - ㉠ 소발파 진행
  - ㉡ Pile 이어내리기
  - ㉢ Pile 하단부 보강(Concrete 기초, Pile 긴결 등)
  - ㉣ 구조물 배면 뒷채움 Concrete 타설

## 자. 띠장 및 버팀보 변형

### (1) 원 인

- ① 설치 당시부터 편심을 받는 지점
- ② 연약지반 구간과 같이 많은 토압을 장기간 받을 때
- ③ 간격이 유지되지 않는 지점
- ④ Center Pile이 침하될 때
- ⑤ 무리한 토공작업 후 버팀보 설치가 지연될 때
- ⑥ 적정한 위치에 설치하지 않았을 때(띠장 연결부가 Cantilever를 이룰 때)
- ⑦ 구조물 벽체 완료 후 보강목을 설치하지 않고 버팀보 철거시

### (2) 대 책

- ① 변형된 지점은 즉시 추가 설치한다.
- ② 수평 수직앵글을 설치하고, 특히 버팀보의 수평방향 변형을 방지하기 위하여 사재(斜材) Angle을 보강한다.
- ③ 띠장과 암반사이의 공간에 필요시 썬기용 통나무를 설치한다.
- ④ 띠장과 띠장, c-형강과 c-형강 연결부는 L-형강 및 Plate로 용접 또는 Bolt로 체결한다.
- ⑤ 띠장과 Pile사이의 간격은 아래 요령으로 채운다.
  - ㉠ 띠장과 Pile의 간격이 10cm내 : 썬기목(Timber) 채우기
  - ㉡ 띠장과 Pile의 간격이 10cm~30cm내 : L-형강(130×130×12) 2EA로 「」형으로 설치
- ⑥ 띠장 끝부분이 Cantilever로 되지 않도록 버팀보를 설치한다.
- ⑦ 띠장과 버팀보 연결부는 L-형강(90×90×10) 또는 썬기목(Timber)으로 상하 플랜지에 설치한다.

#### 차. 우각부의 변형

- (1) 원 인
 

단면 변화 구간이므로 버팀보의 설치가 곤란하여 토압의 전달이 충분하지 못하고 균형이 없어 붕괴의 원인이 된다.
- (2) 대 책
  - ① 토압에 견디고 힘을 전달할 수 있는 방법으로 우각부 버팀보 설치
  - ② 우각부 보강 버팀보용 띠장을 별도로 2중으로 설치
  - ③ BRACING 보강
  - ④ 우각부 버팀보 미끄럼방지 L-형강 설치

#### 카. 재사용 강재유용시 유의사항

- (1) Bolt구멍이 심하게 뚫려있는 강재는 소요의 강도를 상실하고 있으므로 철판 등으로 용접 보강한 후 사용한다.(특히 c-형강 Web)
- (2) Flange부분의 절단여부를 확인하고 절단부가 있을 때는 철판으로 용접하여 보강한다.(특히 c-형강 Flange)
- (3) 휘어진 강재는 Pile로 재사용을 가급적 피한다.
- (4) 연결부가 있는 강재를 Pile로 사용시 연결부를 확인 후 재사용 가능 여부를 검토 후 사용토록 한다.

#### 타. Jack의 변형

- (1) 원 인
  - ① 불량한 제품(재질 및 규격)을 사용시
  - ② Jack의 신축길이를 과대하게 유용하여 연결부가 불충분할 때
- (2) 대 책
  - ① Jack 교환이 가능할 때 신속히 교환한다.
  - ② 교환이 곤란할 경우 L-형강으로 보강한다.

#### 파. 터널입구의 보강

- (1) 수직갱 구간의 경우 측면 Pile에 Earth Anchor 또는 Rock Bolt로 보강한다.
- (2) 개착식 구간의 터널갱구는 Shotcrete, Rock Bolt 또는 Earth Anchor를 설치한다.
- (3) 개착식 구간의 터널갱구는 암 굴착 계획 구배(예 : 경암, 연암 1 : 0.2~0.3) 이상으로 충분히 안정구배로 시공하고 끝부분에도 H-Pile을 박는다. 