

# 흙막이 공사의 안전

## 1. 개요

최근 건설공사의 대형화, 고층화, 심층화 추세와 국토의 효율적 사용이라는 측면에서 굴착깊이가 20m 이상 되는 건물 및 지하구조물이 많아지고 지하철공사 현장에서는 도심에서 지하 40m 이상 굴착하는 경우가 대부분이다.

이렇게 굴착심도가 깊어지게 되면 굴착에 따른 문제점들은 크게 증가하게 된다. 최근에는 지반굴착시의 주된 관심사항이 흙막이 벽체의 안전 뿐만 아니라, 굴착주변인접 및 주민에 미치는 영향을 고려하여야 한다.

특히 근접 공사시에 이러한 문제점들에 대한 중요성이 더욱 강조되고 있다. 이에 반하여 현장에서 시공을 담당하고 있는 관리감독자나 기능공들이 흙막이 공법의 형식 및 설치·해체과정에서 벽체의 안전과 지지구조의 특징 및 배면지반거동이 어떠한 영향을 미치는지를 개념적으로 파악하여야 하나 대부분이 그 이해도가 낮은 상태인 것이 현실이다.

## 2. 흙막이공사 붕괴원인

- (1) 흙막이벽, 구조재의 설치 간격, 이음 등 연결 상태 불량
- (2) 토류판, 토류벽의 손상
- (3) 엄지말뚝의 설치 간격 및 근입장의 부적정
- (4) 흙막이벽 배면 상부에 과재하중적치
- (5) 굴착방법 및 굴착순서의 부적정
- (6) 지하수 및 지표 유입수의 배제 불량

- (7) 부적합한 차수공법
- (8) 배수에 의한 점성토의 압밀침하
- (9) Heaving과 Boiling 대책 미흡
- (10) 현장 주위 지하매설물 등의 매립상태가 불안정한 경우 항타 등 작업에 따른 진동으로 인한 압밀 침하에 의한 지하 매설물, 구조물 등의 파괴로 흙막이의 붕괴
- (11) Piping현상으로 인한 흙막이벽 배면 지반의 이동 및 침하
- (12) 토류판 설치시 뒷채움 시공불량으로 인한 배면지반의 이동 및 침하
- (13) 엄지말뚝 인발시 진동 및 인발후의 공극 채움 불량에 따른 침하

## 3. 흙막이 공사시 안전조치사항

- ① 흙벽이나 암석벽의 흠을 굴착할때 과다 굴착하지 않도록 한다.
- ② 모든 가장자리에는 60cm폭의 안전난간대를 설치한다.
- ③ 흙막이 현장내로 출입할 때에는 사다리나 계단을 이용한다.
- ④ 흙막이 상부에서의 추락을 방지하기 위한 시설을 설치한다.

## 4. 붕괴 방지 대책

### 가. 자립 흙막이 공법

- ① 흙막이벽의 근입부분의 수평저항이 충분해야 하고, 토질조건이 연약지반이면 수동토압에 견딜 수 있는 공법을 설계하고, 근입장의

깊이를 검토한다.

- ② 지반이 양호하더라도 자립 흙막이벽의 수평저항력에는 한계가 있다. 흙막이벽의 강성이 저하하거나 휨의 발생이 없도록 설계해야 한다. 토착시에 주변지반에 침하가 일어나는 동시에 토압이 증대하게 되므로 굴착깊이가 깊은 경우 경제적이거나 안전상 부적합하다.

나. 타이로드 및 어스앵커 공법

- ① 앵커의 저항이 이 공법의 안전상 가장 중요하지 구조이므로 지반의 상태에 따라 앵커의 깊이를 결정해야 한다.
- ② 흙막이벽 배면 지반의 전체적인 침하나 붕괴 범위를 검토하여 그 영향이 미치지 않는 지반에 앵커를 설치한다. (여유장 0.5H 검토)
- ③ 앵커는 현장에서 직접 시험을 통하여 점착력을 확인한다. 점토질의 토질에서는 신중히 검토해야 하며, 설계에 적용하는 허용응력은 앵커의 인장력에 소오의 안전율을 나누어서 결정한다. (일시 앵커  $F_s=1.5$  영구 앵커  $F_s=2\sim3$ )
- ④ 앵커 강재의 강도를 충분히 검토하여야 하고 영구 앵커의 경우에는 부식방지에 대한 처리를 한다. (18개월 이상 설치시)

다. 수평버팀대 공법

- ① 흙막이 버팀공을 조립할 때는 조립도를 반드시 작성해야 하며 그 내용에는 흙막이벽·말뚝·흙막이판·띠장·버팀 등 흙막이 자재의 배치, 규격, 재질, 부착시기 및 순서를 나타낼 수 있어야 한다.
- ② 조립도면에 의한 구조재의 설치간격 준수·용접이음 및 볼트 체결을 철저히 한다.
- ③ 결함이 없는 양호한 토류판을 사용하거나, 주열식 흙막이벽, 또는 지중 연속벽을 시공한다.

- ④ 흙막이 토류판, 토류벽 배면의 공극유무 및 균열 상태를 매일 파악한다.
- ⑤ 수평 버팀대의 좌굴 발지에 대한 충분한 검토를 하고 시공시에 주의해야 한다.
- ⑥ 모든 볼트구멍은 설계대로 천공될 수 있도록 미리 천공위치가 표시된 구멍자를 댄 상태에서 천공드릴로 뚫고 리머로 다듬는다.
- ⑦ 계측기에 의한 계측으로 흙막이벽 배면지반의 거동을 연속측정(Monintoring)하여 이상변형 발견 즉시 원인분석과 적절한 보강공사를 한다.
- ⑧ 지하수의 배수 또는 차수를 철저히 한다.
- ⑨ 흙막이벽 배면상부에 과재하중 적치를 금지한다.
- ⑩ 안전한 굴착방법 및 굴착순서를 준수한다.
- ⑪ 인접건물, 지상지장물, 지하매설물에 대한 보강대책을 세운다.
- ⑫ 굴착공사의 설계는 시추조사 성과에 근거하여 작성된 것이므로 실제굴착시 지층이 상이할 경우 현장 감리자와 상의하여 설계를 변경하여야 한다.
- ⑬ 현장책임자는 흙막이벽 시공시 설계도와 인접 대지경계선 및 시공할 구조물의 기초지반고 등을 검측하고 엄지말뚝의 중심선 및 천공깊이 등을 확인하여 감독자의 승인을 얻는다.
- ⑭ 인접지반의 침하는 흙막이벽 버팀보 정밀시공정도에 크게 영향을 받으므로 굴착 즉시 버팀보를 설계대로 설치한다.
- ⑮ 버팀보 설치이전에 굴착을 0.5m 이상 무리하게 하지 않는다.
- ⑯ 굴착공사중 인접지반의 붕괴 사고를 방지하기 위하여 1일 1회 이상 점검을 실시한다.
- ⑰ 흙막이벽의 배면으로부터의 지하수 유출, 하수도, 상수도 등으로부터의 노출수, 노면으

로부터의 유입수를 발견하였을 경우에도 조속히 방수조치를 해야한다.

- ⑱ 굴착은 띠장 또는 앵커 설치위치에서 0.5m의 작업공간을 두어 단수별로 굴착하고 전면적을 일시에 굴착하지 않도록 하며, 각 단계별로 굴착한 후 각 부분별로 굴착 즉시 띠장 또는 앵커를 설치하도록 하고, 굴착 도중 과대한 흠막이벽의 변형이나 주위지반의 침하 등 붕괴사고가 우려될 경우에는 즉시 굴착 및 양수 등의 작업을 중단하고 적절한 보강조치를 한다.
- ⑲ H-pile에 의해 지지되는 흠막이벽에서는 주변 지반침하는 H-pile과 토류관의 설치시 뒷채움시공 불량에 의한 배면로의 이동에 의한 것이 대부분이므로 뒷채움을 철저히 하고 버팀보다 어스앵커를 적기에 설치한다.
- ⑳ 어스앵커설치시에는 차수벽 설치 등에 있어서 철저한 품질 관리가 있어야 한다.
- ㉑ 어스앵커 주입공 천공시 또는 본 굴착공사시 발생하는 용수에 대해서는 적절한 차수대책을 세워야 한다.
- ㉒ 흠막이벽 가설을 위한 중장비 가동시 인접 건물 또는 주변지반에 중장비 자중 또는 진동, 충격에 의해 악영향이 가지 않도록 유의해야 하며 특히, 보도(지하에 매설관이 있을 때)상에서 작업시는 Con'c포장(t=20cm) 등을 하여 매설물이 손상되지 않도록 한다.
- ㉓ 차수, 지반강화 목적의 약액주입, 그라우팅, 고압분사 등 상수도, 송유관 등 각종 지하매설관, 기존 흠막이벽, 지하매설물, 인접건물 기초 등에 손상이 가지 않도록 토질조건, 시공여건에 따른 분사 또는 주입 범위 압력, 시

간, 속도, 방향, 방법은 물론 배합비 압송거리 등에 대한 세심한 주의를 하는 등 시공관리를 철저히 하여야 한다.

- ㉔ 신축건물의 지하공사완료후 되메우기시에는 다짐에 특히 유의하여 흠막이벽 엄지말뚝의 인발시 발생하는 진동 및 지반의 흐트러짐에 의한 악영향을 최소화 하여야 한다.
- ㉕ 지반 개량시에는 지하 굴착의 경우 기시공된 어스앵커 등 매설물에 손상이 가지 않도록 유의한다.
- ㉖ 굴착공사 중 주변지표수의 유입은 물론 우천시 대비하여 공사장 주변 노면을 아스팔트 또는 콘크리트 포장하고 배수로를 개설하여 굴착된 내부로 우수의 유입을 막아야 한다.
- ㉗ 어스앵커 주입공 천공, H-pile항타시 또는 굴착공사시 중장비의 암반굴착 등으로 인해 발생될 수 있는 진동에 대해 수시로 측정하여 진동감소 대책을 강구하는 등 철저한 시공관리를 하여야 한다.
- ㉘ 히빙(Heaving)현상이 생기면 즉시 토류벽의 배면토압을 경감하기 위한 약액 주입공법 또는 탈수공법을 시행하여야 하며, 굴착저면에 토사 등을 매립하여 저항 모멘트를 증대시킨다. 또한, 쉬트파일(Sheet Pile) 등을 재타입 한다.
- ㉙ Boiling 현상이 생기면 작업을 중지시키고, 굴착토를 즉시 원상 매립해야 하며, 주변 수위를 저하시킨다. 그리고 토류벽의 근입장을 증가시켜 동수구배를 저하시킨다.
- ㉚ 시공중 점검을 철저히 한다.
- ㉛ 안전담당자를 지정한다. 