

토목안전작업 절차서

전 (주)삼호 안전관리부장 유 오 용

제목 : 굴착공사 / 기초굴착공사	CODE No. KISA - A01 - 003
	개정번호 : 0
<p>기초굴착이란 구조물의 기초를 구축하기 위한 굴착으로서 주로 지반의 지하굴착공사를 말하며, 통상 지하굴착이라고 부른다.</p>	
<p>1. 굴착공법의 종류</p> <p>1) 개굴착(OPEN CUT) 공법</p> <p style="margin-left: 20px;">(1) 비탈면 개굴착(OPEN CUT) 공법</p> <p style="margin-left: 20px;">(2) 흙막이벽 개굴착(OPEN CUT) 공법</p> <p>2) ISLAND 굴착공법</p> <p>3) TRENCH CUT 공법</p> <p>4) FLOATING 공법</p> <p>5) WELL 및 CAISSON 공법</p>	
<p>2. 비탈면 개굴착(OPEN CUT) 공법</p> <p>1) 공법의 특징</p> <p style="margin-left: 20px;">(1) 장 점</p> <p style="margin-left: 40px;">① 흙막이공이 필요치 않아 공사비의 변동이 없다.</p> <p style="margin-left: 40px;">② 흙막이벽이 없으므로 대형장비로 굴착이 가능하다.</p> <p style="margin-left: 20px;">(2) 단 점</p> <p style="margin-left: 40px;">① 비탈면 설치로 구축물 주변 공간이 여유가 있어야 하므로 넓은 부지가 있어야 한다.</p> <p style="margin-left: 40px;">② 비탈면 안정이 가능한 토질조건을 갖추어야 한다.</p> <p style="margin-left: 40px;">③ 지하수위가 높을 경우 배수처리를 위한 수단이 강구되어야 한다.</p> <p>2) 안전상의 유의사항</p> <p style="margin-left: 20px;">(1) 비탈면의 안정</p> <p style="margin-left: 40px;">비탈면의 붕괴를 방지하기 위하여 토질조건에 알맞는 안정 기울기가 확보되어야 하고 비탈면의 기울기는 높이에 따라 정한다.(기준은 KISA-A01-002의 절토 비탈면의 기울기 참조)</p>	

(2) 배수

비탈면 안정과 관련하여 지하수위가 높으면 ① 굴착저면에 BOILING 현상이 발생 또는 ② 굴착면에 HEAVING 현상이 발생하여 비탈면이 붕괴되는 원인이 된다. 지표수 및 빗물은 비탈면 상단 및 굴착바닥 부분에 배수구를 설치하므로서 비탈면에 지표수가 침투되어 비탈면이 붕괴되는 것을 방지해야 한다.

(3) 비탈면의 보호

구축물이 완료될 때까지 장기간이 소요되므로 비탈면을 계속 안정시켜 주어야 한다.

따라서 공사기간, 계절적 기상조건(태풍, 호우, 동결)을 충분히 고려하여 다음 방법으로 보강 조치한다.

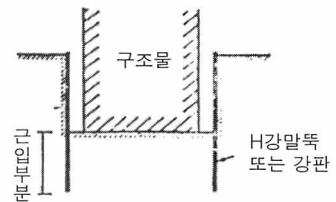
- ① 콘크리트 타설
- ② CEMENT MORTAR COATING
- ③ ASPHALT COATING
- ④ 방수포 포설
- ⑤ 흙가마니 쌓기 등

3. 흙막이벽 개굴착(OPEN CUT) 공법

비탈면 개굴착 공법은 부지의 여유가 없는 장소에서는 채택이 곤란하고 연약지반일 경우 비탈면 설치가 어려우므로 이 때에 흙막이 개굴착 공법을 사용하게 된다. 이 공법은 굴착부분 주변의 토사를 SHEET PILE 또는 흙막이벽으로 지지하는 공법으로, 그 종류로는 1) 자립흙막이벽공법 2) TIE ROD 및 EARTH ANCHOR 공법 3) 수평버팀공법이 있으며 이를 설명하면 다음과 같다.

1) 자립흙막이벽공법

굴착부 주위에 흙막이벽을 타입하여 토사의 붕괴를 흙막이벽 자체의 수평저항력으로 방지하여 내부를 굴착하는 공법이다.



〈그림 1〉 자립흙막이벽공법

2) TIE ROD 및 EARTH ANCHOR 공법

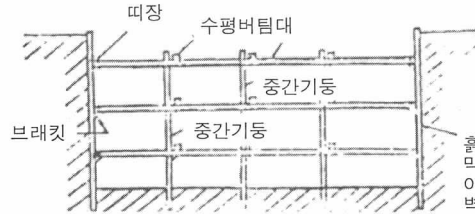
흙막이벽공법과 같이 굴착부 주위에 흙막이벽을 타입하고 외측에 앵커를 설치하여 흙막이벽을 WIRE ROPE나 강봉으로 연결 흙막이벽에 작용하는 수평력을 앵커의 저항력으로 대항하게 하는 공법이다.



〈그림 2〉 TIE ROD 공법 / EARTH ANCHOR 공법

3) 수평버팀공법

가장 많이 사용되는 공법으로서 공사의 규모와 관계없이 널리 채용되는 공법이다. 이 공법은 굴착부의 주위에 타입된 흙막이벽을 활용 굴착을 진행하면서 내부에 수평버팀대를 가설하여 흙막이벽에 가해지는 토압에 대항하도록 하여 굴착하는 방법이다.



〈그림 3〉 수평버팀공법

4) 공법의 특징

(1) 장 점

- ① 부지를 효율적으로 이용할 수 있다.
- ② 굴착토량을 최소화 할 수 있다.
- ③ 토질조건에 따른 제약이 비교적 적다.

(2) 단 점

- ① 비탈면 OPEN CUT에 비하여 공사비가 많이 들고 공사기간도 장기간 소요된다.
- ② 버팀공법일 경우 기계화 굴착에 제한을 받는다.
- ③ 흙막이벽, 흙막이 기둥의 문힘(根入) 깊이, 재료의 강성, 앵커의 저항력, 버팀대의 좌굴, 토사의 이동 및 파괴방지를 위한 설계 및 시공에 많은 배려가 요망된다.

5) 안전상의 유의사항

(1) 자립흙막이벽공법

- ① 흙막이벽의 문힘부분의 수평저항이 충분해야 하고, 토질조건이 연약지반이면 수동토압에 견딜 수 있는 공법을 채택해야 하며, 연약지반외의 토질에서는 굴착부분의 깊이와 문힘부분의 길이를 검토해야 한다.
- ② 지반이 양호하더라도 흙막이벽의 수평저항력은 한계가 있다. 흙막이벽의 강성이 저하하거나 휨의 발생을 피해야 하며 주변에 침하가 일어나는 경우에 토압이 증대하게 된다. 따라서 굴착깊이가 깊은 경우 경제적으로나 안전상 부적합하다.

(2) TIE ROD 및 EARTH ANCHOR 공법

- ① 앵커의 저항이 이 공법의 안전상 가장 유의할 사항이므로 지반의 상태에 따라 앵커의 길이를 결정해야 한다. 흙막이벽 뒷면 지반의 전체적인 침하나 붕괴의 범위를 검토하여 그 영향이 미치지 않는 지반에 앵커를 해야 한다.

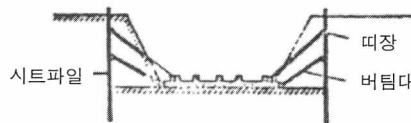
- ② 앵커는 현장에서 직접 시험을 행하여 정착력을 확인해야 한다. 점토질의 토질일 경우 신중히 검토되어야 하며 설계에 적용하는 허용응력은 앵커의 인장력에 소요의 안전율을 나누어서 결정한다.
- ③ 앵커 강재는 강도를 충분히 검토하여야 하고 장기간 사용시는 부식에 주의해야 한다.

(3) 수평버팀공법

- ① 흙막이벽 OPEN CUT에서 가장 안전성이 높은 공법으로서 주변의 토압은 주부재인 수평버팀대에 의하여 지지되므로 압축재의 좌굴에 대해 고려해야 한다.
- ② 굴착면적이 넓어 부재수가 많을 경우 부재의 집합부 및 교차부의 강도, 강성((剛性)에 대해 특별한 주의를 해야 한다.
- ③ 부재의 연결부분은 압축력이 누적되어 흙막이벽에 변형을 주어 주위 지반의 이동 또는 침하를 일으킬 가능성이 있다.
- ④ 지반의 조건이 HEAVING 또는 BOILING과 흙막이벽의 결합 및 부실로 인하여 붕괴가 일어날 수 있어 주의를 요한다.

4. ISLAND 굴착공법

이 공법은 비탈면 개굴착 및 흙막이벽 개굴착 공법의 장점을 취한 공법으로 시공하려는 구조물의 외곽에 SHEET PILE을 타입하여 흙막이벽을 설치한 후 비탈면 개굴착 공법과 같이 비탈면을 두고 중앙부의 굴착을 진행하여 예정 깊이에 도달하면 그 부분에 기초와 지하 구조물을 축조하고 그 구조물을 지지점으로 하여 흙막이벽에 버팀을 가설 남은 부분의 굴착을 실시하여 최초의 구조물과 연결하여 나머지 구조물을 시공하는 공법이다.



〈그림 4〉 ISLAND 굴착공법

1) 공법의 특징

(1) 장 점

- ① 굴착면적이 넓으면서 흙막이벽을 전면적으로 사용할 경우 흙막이 버팀 재료가 적어진다.
- ② 버팀 부재를 단일 부재로 가설할 수 있어 연결부위가 줄어들어 흙막이벽의 변위를 줄일 수 있다.
- ③ HEAVING이 일어날 수 있는 지반에서는 이의 발생을 방지할 수 있다.

(2) 단 점

- ① 굴착작업이 전후 2회에 분할 굴착하므로 굴착공정이 길어진다.
- ② 연약지반일 경우 충분한 안정 비탈면으로 인하여 2차 굴착토량이 많아 작업효율이 나빠진다.
- ③ 굴착면적에 비하여 굴착깊이가 깊을 경우 적합하지 못하다.

2) 안전상의 유의사항

(1) 2차 굴착시 잔여 주변 비탈면은 비탈면 개굴착 공법의 비탈면 안정, 배수, 비탈면 보호 등에 대한 검토가 필요하다.

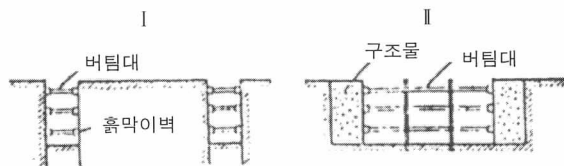
(2) 버팀이 경사형의 경우 흠막이벽과의 부착부분이 밀려 올라갈 수 있으므로 이를 방지할 수 있는 조치가 강구되어야 한다.

(3) 구조물 시공과 2차 굴착작업을 동시에 진행할 경우 양측간에 긴밀한 협조가 이루어져야 한다.

(4) 지하수위가 높은 경우 배수가 필요하게 된다. 이것은 작업진행은 물론 주변 토사의 강화도 겸하게 된다. 따라서 배수작업은 안전상 중요한 역할을 하게 된다.

5. TRENCH CUT 공법

이 공법은 ISLAND 굴착공법과는 대조적인 공법으로 ISLAND 굴착공법이 굴착을 평면상의 중앙 부분에서 시작하는데, TRENCH CUT 공법은 주변 부분을 먼저 굴착하여 도랑형태로 굴착을 완료한 다음 그 부분에 기초 및 지하구조물을 시공하여 이 구조물로서 외부의 토압을 받도록 한 후 중앙부의 굴착을 실시하는 방법이다. 따라서 지반이 연약하거나 토질 조건이 나쁘며 굴착면적이 넓고 깊은 경우에 적당하다.



〈그림 5〉 TRENCH CUT 공법

1) 공법의 특징

(1) 장 점

- ① 연약지반에 적용한다.
- ② 굴착 면적이 넓지만 버팀재의 이완이나 압축으로 인한 흠막이벽의 변위가 적다.
- ③ 외곽에 축조된 구조물은 토압을 받을 뿐만 아니라 중앙부 굴착시 옹벽 역할도 하므로 HEAVING의 방지 효과도 기대할 수 있다.

(2) 단 점

- ① 흠막이벽을 2중으로 타설하므로 경제적인 부담이 많아진다.
- ② 굴착을 2회에 걸쳐 분할하여 실시하므로 공정상 불리하다.

2) 안전상의 유의사항

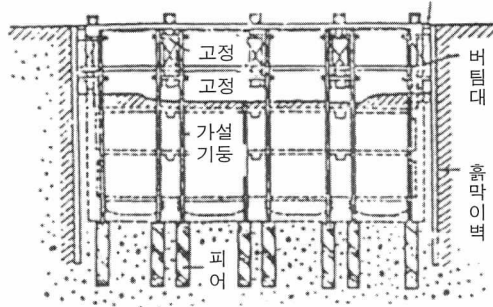
(1) TRENCH CUT 공법은 지반조건이 나쁜 장소에서 채택되므로 주위 지반의 변화에 주의를 요

한다.

(2) 1차 굴착 후 축조되는 구조물은 토압을 받게 되므로 구조물이 토압으로 인한 전도 MOMENT 에 저항할 수 있는 기초폭과 중량을 가져야 한다.

6. FLOATING 공법

이 공법은 구조물 본체와 흙막이공을 일체화 하는 공법으로 굴착과 병행하여 지하 상층부분의 구조체를 축조하며 이어서 하부로 시공을 진행한다. 즉 상층부의 구조물이 흙막이 버팀공을 겸용하게 된다. 처음의 흙막이는 구조체의 기둥이 지주가 되는데 구조물의 기둥중에서 가설 기둥으로 타입한 기둥을 흙막이공으로 활용하여 깊은 기초공법으로 구조물의 본체 기둥을 축조하여 바닥을 지지시키는 방법이다.



〈그림 6〉 역타공법

1) 공법의 특징

(1) 장 점

- ① 흙막이공이 불필요하다.
- ② 흙막이벽을 구조체로 이용하므로 흙막이벽의 변형 및 변위가 적다.
- ③ 1층바닥을 제일 먼저 설치하므로 이것을 작업장으로 이용할 수 있어 별도의 가설바닥설치공사가 필요없다.
- ④ 지하와 병행하여 지상공사를 진행할 수 있어 공기단축이 가능하다.

(2) 단 점

- ① 굴착, 축조, 철거 등의 공사가 바닥아래서 이루어져 작업이 까다롭다.
- ② 콘크리트 타설이 역으로 이루어져 기둥의 연결과 시공이 복잡하다.
- ③ 기둥 설치시 연결부분의 철골 및 철근의 초기능력이 구조상의 문제점이 된다.

2) 공법의 적용

이 공법은 지하층이 깊은 경우와 평면이 같지 않은 건물에 적합하며, 한편 부지가 좁거나 작업공간의 확보가 어려우며 공기단축이 필요한 때 적합하다.

(다음호에 계속)