

제2장 토공사

1. 굴착용 및 정지용 기계의 분류

(1) 굴착용 기계의 종류 및 특징

구분	굴착기계	특징	토질
쇼벨계	파워쇼벨	지반면보다 높은 곳의 굴착, 쇄석 옮겨쌓기, 토사의 처리 등에 널리 쓰인다.	굳은 점토, 암석, 토사
	드래그쇼벨 (백호우)	지반면보다 낮은 곳의 굴착, 지하층 및 기초 굴삭, 토목공사나 수중굴착 등에 쓰인다. (지하 6m 정도의 깊이)	자갈, 암석이 섞인 토사, 굳은 지반
	드래그라인	지반면보다 낮은 곳의 굴착, 토사를 긁어모음, 연약한 지반의 깊은 곳 굴착 등에 쓰인다. (지하 8m 정도의 깊이)	암석, 암석이 섞인 토사, 연약한 지반
	클램셀	좁은 곳의 수직굴착, 자갈 등의 적재, 연약한 지반이나 수중굴착 등에 쓰인다.	자갈, 암석, 연약한 지반
트랙터계	볼도저	직선송토작업, 단단한 지반과 암석작업 등에 널리 쓰인다.	암석, 굳은 지반

(2) 정지용 기계의 종류 및 특징

정지용 기계	특징	동작형식
모터그레이더	상하경사가 가능하고 방향전환을 할 수 있는 정지판을 장치하고 있다.	중간식
볼도저	단거리공사에 적합하다. (15m 정도에서 60m 이내) -앵글도저: 배토판을 좌우로 30까지 회전할 수 있고 주로 산허리 등을 깎아 내리는데 유효하다. -틸트도저: 블레이드를 레버로 조정할 수 있으며 동결된 땅, V형 배수로 작업 등에 쓰인다.	전면식
캐리오울 스크레이퍼	100 ~ 200m의 중거리 정지공사에 적합하다.	견인식

2. 흙파기 공법

- (1) 아일랜드 컷(Island cut)공법: 비교적 기초파기가 얇고, 대지면적이 넓은 경우에 이용되는 공법으로 모래가 많이 섞인 층, 단단한 로움층, 특히 굳은 모래층에서는 경사면으로 남겨진 토량이 적어 유효하고, 실트층, 연약한 점토에서는 흙의 양이 많아져 불리하다. 시공깊이는 안전상 10m 내외로 한정하고, 그 이상 깊어질 때는 다른 시공법(캔틸레바공법)과 병용하는 것이 바람직하다.
- (2) 트랜치 컷(Trench cut)공법: 아일랜드공법과 역순으로 흙을 파내는 공법으로 히빙 현상이 예상될 때, 지반이 극히 연약하여 운통파기를 할 수 없을 때 매우 효과적이지만 널말뚝을 이중으로 박아야 하고, 공사기간이 길어지는 단점이 있다.

3. 토공사에 관한 중요사항

(1) 터파기 공사후의 부피 증가율

토 질	증 가 율(%)	
	일시적	영구적
① 연토	8~12	1~3
② 모래 또는 자갈	15	—
③ 적토사 또는 모래 섞인 진흙	20	5
④ 경질흙, 점토, 부식토	25	7
⑤ 진흙반	30	8
⑥ 연암	35	12
⑦ 경암	35이상	—

(2) 쪽매(두재를 나란히 옆으로 대어 넓게 하는 것)의 종류

- | | | |
|-----------|--------|-------|
| ① 맞댄 쪽매 | 반턱 쪽매 | 오니 쪽매 |
| ② 제혀 쪽매 | 딴혀 쪽매 | 빗 쪽매 |
| ③ 틈박이대 쪽매 | 양끝못 쪽매 | |

(3) 횡널 말뚝의 특징

① 장점

- | | |
|-------------|-------------------|
| ㉠ 공사비가 적다. | 사용재료의 입수가 용이하다. |
| ㉡ 구성이 용이하다. | 어미 말뚝재를 회수할 수 있다. |

② 단점

- | | |
|-----------------|--------------------|
| ㉢ 뒤받기 등에 품이 든다. | 부식에 의해 주변침하가 일어난다. |
| ㉣ 적응지반이 한정된다. | |

(4) 강제널 말뚝의 종류

- ① 라르젠식 : 큰토압 및 큰수압에 견디는 특징으로 널리 사용
- ② 심플렉스식
- ③ 유니버설 조인트식
- ④ 랜섬식
- ⑤ U.S. 스틸식
- ⑥ 라카완나식
- ⑦ 테르루즈식

제3장 기초공사

1.지정(地定:Soil ground)

(1) 지정이란 건축물과 같은 구조체를 지지하기 위한 기초슬래브의 저면보다 아래부분을 지칭함과 동시에 이를 위한 공사의 의미도 포함하고 있다.

(2) 지정의 분류

구 분		지정의 종류
보통지정		잡석지정, 자갈지정, 모래지정, 밀창콘크리트 지정, 긴 주춧돌 지정
깊은지정	말뚝지정	나무말뚝, 강재말뚝, 제자리 콘크리트말뚝, 기성 콘크리트말뚝
	특수공법지정	오픈케이스 공법, 뉴메틱 케이스 공법, 심초기초말뚝, 진관식 기초말뚝
지반개량공법		웰 포인트 공법, 샌드드레인 공법, 그라우딩 공법, 바이브로 콤포우저 공법, 바이브로 플로우테이션 공법

2. 제자리 콘크리트 말뚝의 종류

(1) 콤프레솔 말뚝(Compressol pile): 지중에 1.0~2.5t 정도의 세가지 추를 낙하시켜서 구멍을 파고 그 속에 콘크리트를 주입시키는 것이다.

(2) 페데스탈 말뚝(Pedestal pile): 지중에 2중철관(내관, 외관)을 때려박은 후, 내관을 빼내어 콘크리트를 부어 넣고 다시 내관을 집어 넣어서 다져 구근을 만든다. 그런 다음 공간에 콘크리트를 채우고 난 후 외관을 빼내는 것이다.

(3) 멀티 페데스탈 말뚝(Multipedestal pile): 페데스탈 말뚝과 방법은 같으나 말뚝 하부에 쇠신을 때려박은 것이다.

(4) 심플렉스 말뚝(Simplex pile): 지중에 철관을 때려 박고 내부에 콘크리트를 채우고 난 뒤 철관을 뽑아내는 것이다.

(5) 프랭키 말뚝(Franky pile): 콘크리트를 된 비빔으로 하여 케이싱 속에 채워넣고 해머로 타격하여 지지층에 도달하면 케이싱을 약간씩 들어올리면서 타격을 하여 구근(球根)과 울퉁불퉁한 말뚝을 형성하는 것이다.

(6) 프리펙트 말뚝(Prepect pile): 커다란 스크류우(screw)를 상용하여 구멍을 뚫고 몰탈 주입용 철관을 밀착까지 넣은 후, 그 주위 공간에 자갈을 채우고 철관을 통해 몰탈을 압입시켜 콘크리트 기둥모양의 말뚝을 만드는 것이다.

(7) 레이몬드 말뚝(Raymond pile): 강관으로 만든 외관 속에 코어(core)를 넣고 박은 후 core만을 빼내고 외관은 지중에 남겨두어 그 속에 콘크리트를 다져 넣는 것이다.

3. 기초 말뚝의 특성

특성#구분	나무말뚝	기성 콘크리트말뚝	제자리 콘크리트말뚝	강재말뚝
지름	15 ~ 20cm	20 ~ 60cm	40 ~ 60cm	임의
말뚝간격 (2.5d 이상)	60cm이상	75cm이상	90cm이상	90cm상
길이	6 ~ 10m	10 ~ 12m	임의	30 ~ 80cm
지지력	5 ~ 10t	30 ~ 50t	50 ~ 100t	50 ~ 100t
말뚝의 위치	상수면이하	임의	임의	임의
용도	상수면이 얇고 경량 건물	중량건물	중량건물 지중 에 구근형성	중량건물

4. 탈수공법의 종류

- | | | |
|-------------|----------|---------|
| (1) 웰포인트 공법 | 샌드드레인 공법 | 깊은우물 공법 |
| (2) 전기침투 공법 | 프리로딩 공법 | 진공 공법 |
| (3) 생석회 공법 | | |

5. 언더 피닝(Under pinning)공법 : 기존건물 가까이에서 건축공사를 할 때 기존(인접) 건물의 지반과 기초를 보강하는 방법

- | | | |
|-------------------|------------|--------|
| (1) 이중방축공법 | 피트 또는 웰 공법 | 차단벽 공법 |
| (2) 현장 콘크리트말뚝 공법 | 강재말뚝공법 | 케이슨공법 |
| (3) 말뚝 또는 웰의 압입공법 | | |

6. 기초공사에 관한 중요사항

- (1) 보통 지정에서 잡석 지정의 시공법
 - ① 시공순서는 기초굴토-잡석깔기-틈막이자갈(사춤자갈)깔기-다짐-버림콘크리트의 순이다.
 - ② 사춤자갈량은 잡석부피의 약 20 ~ 30% 정도로 한다.
 - ③ 잡석은 세워서 깔고 가장자리에서 부터 중앙부로 다져간다.
 - ④ 암반 위에서는 실시하지 않는다.
- (2) 깊은 지정에서 나무 말뚝 박기시 유의사항
 - ① 상수면 이하에 박을 것 주변에 먼저 박고 점차 중앙부 쪽으로 박는다.
 - ② 추의 중량은 말뚝중량의 2.5배 정도로 한다.
 - ③ 추의 낙하고는 3 ~ 4m 정도이다.
 - ④ 수직으로 박되 말뚝박기가 완료되면 수평으로 자르고 말뚝 사이 가심을 한다.
 - ⑤ 말뚝 한개로 굳은층에 도달하지 못할 때는 2개를 이어 쓰고 이음자리는 철물로 보강한다.
 - ⑥ 말뚝의 기초판 끝과의 거리는 말뚝 머리 지름의 1.25배(보통 2배)이상 또는 30cm이상으로 한다.

(3) 제자리 콘크리트 말뚝의 장단점

① 장점

- ㉠ 단부에 큰혹을 만들어 기초판의 역할을 하도록 한다.
- ㉡ 소요길이 및 크기를 자유로이 할 수 있다.
- ㉢ 운송비가 필요 없다.

② 단점

- ㉠ 기성 말뚝 보다 콘크리트의 압축강도가 작다.
- ㉡ 완성된 상태를 확인할 수 없다.
- ㉢ 인접 말뚝의 타격에 의하여 콘크리트가 경하중에도 피해를 받는다.

(4) 연약한 지반의 기초 및 대책

① 상부 구조 관계

- ㉠ 강성을 높일 것. 건물을 경량화 할 것.
- ㉡ 건물의 중량분배를 고려 할 것. 이웃 건물과의 거리를 멀게 할 것.
- ㉢ 평면 길이를 작게 할 것.

② 기초 구조의 관계

- ㉠ 굳은 층에 지지 시킬 것. 마찰말뚝을 사용할 것.
- ㉢ 지반 관계 : 고결, 탈수, 치환, 다지기 등의 처리를 할 것.

(5) 부동 침하의 원인

- ① 건물이 경사지거나 언덕에 근접되어 있는 경우
- ② 건물이 이질지반에 걸쳐있는 경우
- ③ 근접해서 부주의한 기초파기를 했을 경우
- ④ 기초의 제원이 현저하게 틀리는 경우
- ⑤ 부주의한 증축을 하는 경우
- ⑥ 이중의 기초구조를 채용한 경우
- ⑦ 지반의 구조상 연약층의 두께가 상이한 경우
- ⑧ 지하수가 부분적으로 변화되는 경우
- ⑨ 지하에 매설물이나 구멍이 있는 경우
- ⑩ 하부지반이 연약한 경우

제4장 철근콘크리트공사

1. 콘크리트용 재료

- (1) 시멘트:시멘트의 비중은 보통 3.15(포틀랜드 시멘트를 기준) 정도이며, 단위는 포대단위로 하고 40kg들이 1포대의 체적은 0.0254m^3 , 시멘트 1m^3 의 무게는 1,500kg, 28일 압축강도는 $300 \sim 400\text{kg}/\text{cm}^2$ 이다.
- (2) 골재:콘크리트 용적의 66~78%를 차지
- (3) 물:콘크리트의 용수는 청정하고, 유해량의 산, 알칼리, 기름, 유기불순물을 포함하지 않아야 함
- (4) 혼화재료:콘크리트의 성질을 개선시키기 위하여 콘크리트에 섞어 주는 것

2. 물·시멘트 비의 결정

- (1) 물·시멘트 비란 물과 시멘트와의 중량백분율을 말한다.
- (2) 현장비빔의 경우 다음 관계식으로부터 물·시멘트 비를 구한다.

$$\text{물·시멘트 비} = \frac{61}{\frac{F}{K} + 0.34} \text{ --- (\%)}$$

여기서, F:콘크리트 강도 K:시멘트 강도

3. 콘크리트배합표의 원칙

- (1) 단위시멘트의 사용량이 많아지는 경우
 - ① 동일 물·시멘트 비, 동일 슬럼프에서는 자갈이 가늘수록
 - ② 동일 물·시멘트비의 경우 슬럼프가 클수록
 - ③ 동일 슬럼프의 경우 물·시멘트 비가 작을수록
 - ④ 동일 물·시멘트 비, 동일 슬럼프에서는 모래가 가늘수록
 - (2) 자갈의 사용량이 많아지는 경우
 - ① 동일 물·시멘트 비, 동일 슬럼프에서는 모래가 가늘수록
 - ② 동일 물·시멘트 비, 동일 슬럼프에서는 자갈이 굵을수록
 - (3) 모래의 사용량이 많아지는 경우
 - ① 동일 물·시멘트 비, 동일 슬럼프에서는 자갈이 가늘수록
 - ② 슬럼프 15cm 이상에서는 동일 물·시멘트비의 경우 슬럼프가 커질수록
 - ③ 동일 물·시멘트비, 동일 슬럼프에서는 모래가 굵을수록
- * 물·시멘트비가 60% 이하의 경우, 동일 슬럼프에서는 물·시멘트 비에 관계없이 자갈의 상용량은 동일하다.

4. 비비기 및 운반

- (1) 최소비빔시간 및 회전속도는 외주속도 1m/sec로 1분 이상 비벼야 한다.
- (2) 콘크리트는 비빔개시 후 90분 이내에 콘크리트 시공현장에 운반해야 된다.

5. 거푸집 설계시의 수직하중 : 거푸집의 수직방향으로 작용하는 적재하중, 충격하중, 고정하중 및 작업하중의 합으로 한다.

콘크리트의 종류	콘크리트의 중량	
	무근 콘크리트	철근 콘크리트
보통콘크리트	2.3t/m ³	2.4t/m ³
경량콘크리트	1.7~2.0t/m ³ (보통1.9)	
중량콘크리트	3.2~4.0t/m ³ (보통3.5)	

6. 콘크리트의 측압이 커지는 조건

- (1) 슬럼프가 클수록 크다.
- (2) 기온이 낮을 수록 크다.(대기중에 습도가 낮을수록 크다.)
- (3) 콘크리트의 치어붓기 속도가 클수록 크다.
- (4) 거푸집의 수밀성이 높을수록 크다.
- (5) 콘크리트의 다지기가 강할수록 크다.
- (6) 거푸집의 수평단면이 클수록 크다.(벽두께가 클수록 크다)
- (7) 거푸집의 강성이 클수록 크다.
- (8) 거푸집 표면이 매끄러울수록 크다.
- (9) 콘크리트의 비중이 클수록 크다.
- (10) 묽은 콘크리트일수록 크다.
- (11) 철근량이 적을수록 크다.

7. 철근콘크리트 공사에 관한 중요사항

[1] 철근 콘크리트의 특징

(1) 장점

- ① 경제적이다.
- ② 크기에 제한을 받지 않는다.
- ③ 내화성이 크다.
- ④ 내진성이 크다.
- ⑤ 내구성이 크다.
- ⑥ 유지·수선비가 거의 안들며 외관이 장중하다.
- ⑦ 재료채취 및 운반이 용이하다.

(2) 단점

- ① 개조 및 파괴가 곤란하다.
- ② 거푸집을 필요로 한다.
- ③ 국부적으로 파손되기 쉽다.
- ④ 시공이 조잡하여 지기 쉽다.
- ⑤ 균열이 쉽다.
- ⑥ 자중이 매우 크다.

[2] 콘크리트 강도에 영향을 주는 인자

(1) 물·시멘트 비(W/C) : 1918년 미국의 Abrams가 제창한 학설로 “적도의 연도를 가진 콘크리트의 강도는 물과 시멘트 비에 따라 결정된다.”

(2) 재료의 품질 : 시멘트, 골재, 모래, 용수 등의 품질

(3) 시공법 : 배합비, 혼합법, 타설방법 등은 강도에 영향을 준다.

(4) 보양법

① 습도 보존 : 최소 5일

② 안전 보존 : 진동, 충격등

③ 온도 보존 : 25℃ 이상이 좋고, 겨울철도 최소 5일간은 2℃ 이상 유지한다.

[3] 콘크리트의 소요 강도(F_0)

$$\therefore F_0 = 3 \times \text{장기허용응력도} = 1.5 \times \text{단기허용응력도}$$

(1) 단기 허용 응력도는 장기 허용 응력도의 2배이다.

(2) 콘크리트의 4주 강도 = 1.8×1주 강도

[4] 이상 현상

(1) 블리딩(bleeding)현상 : 콘크리트 타설 후 시멘트, 골재입자 등의 비중차에 의한 침하에 의해 물이 분리 상승되어 표면에 떠오르는 현상(부착저해로 수밀성, 내구성저하)

(2) 레이턴스(laitance)현상 : 블리딩에 의해 떠오른 미립물이 그후 콘크리트 표면에 얽은막으로 침적되는 현상(이음 콘크리트할 때 강도 감소)

[5] 콘크리트의 이음 위치

(1) 보, 슬래브 : 스패의 1/2 되는 곳에 수직으로 이음

(단, 작은보가 있을 때 작은보 나비의 2배이며, 캔틸레바로 내민 보다 바닥판은 일체로 한다.)

(2) 기둥 : 기초위, 바닥판위, 연결보위에 수평으로 이음

(3) 벽 : 개구부 주위

(4) 아치 : 축의 직각

[6] 양생 방법

(1) 습윤 보양 (2) 수중 보양 (3) 전기 보양 (4) 피막 보양

(5) 증기 보양 : 초기 강도가 커서 거푸집을 빨리 제거 할 수 있다.

[7] AE 공기량이 감소 하는 경우

(1) 온도가 높을수록

(2) 비벼놓은 시간이 길수록

(3) 진동을 주었을 경우

(4) 잔골재의 미립분이 적을수록(AE 공기량은 자갈입도 보다 모래입도에 영향을 많이 받는다.)

(5) 기계 비빔 보다 손 비빔일수록

[8] 철근의 이음 및 정착

(1) 겹침 이음 길이

- ① 인장측(큰 인장력을 받는 곳) : 철근지름의 40배 (경량골재 사용시 50배)
- ② 압축측(적은 인장력을 받는 곳) : 철근지름의 25배 (경량골재 사용시 25배)
- ③ 적은 압축을 받는 곳 : 철근지름의 20배
- ④ 지름이 다를 때 : 가는 철근지름의 40배

참고 철근의 이음길이는 말단 갈고리의 길이는 포함치 않는다. 즉, 갈고리 중심간의 거리로 한다.

(2) 철근의 이음 위치

- ① 기둥 철근 : 기둥 안 목 높이의 2/3이내
- ② 주근 : 인장력이 적은 곳

(3) 철근의 정착 위치

- ① 기둥의 주근은 기초에 정착
- ② 보의 주근은 기둥에 정착
- ③ 작은보의 주근은 큰보에 정착
- ④ 바닥 철근은 보 및 벽체에 정착
- ⑤ 지중보의 주근은 기초 또는 기둥에 정착
- ⑥ 벽철근은 기둥, 보 및 바닥판에 정착
- ⑦ 직교하는 단부보밀에 기둥이 없을때는 보 상호간에 정착

[9] 철근의 콘크리트와의 부착력

- (1) 압축 강도가 클수록 부착력이 크다.
- (2) 피복 두께가 두꺼울수록 부착력이 크다.
- (3) 길이가 같으면 철근의 주장(周長)에 비례한다.
- (4) 철근지름에는 비례하나 길이에는 비례하지 않는다.

[10] 특수 거푸집의 종류별 특징

- (1) 유로 거푸집(euro form) : 합판이나 특수경량 강으로 만들며 하나의 판넬로 기둥, 벽, 바닥의 조립이 가능하다.
- (2) 갱 거푸집(gang form) : 표면 피복 강화합판이나 각재, 철골을 이용하여 특수 제작한 것으로, 웅벽, 기둥을 일체식으로 제작한다.
- (3) 터널 거푸집(tunnel form) : 한 구획 전체의 벽과 바닥판을 T자, C자 형으로 짜서 이동식 거푸집으로 이용한다.
- (4) 슬라이딩 거푸집(sliding form) : 활동거푸집이라고 하며, 굴뚝이나 사이로 등 평면 형상이 일정하고 돌출부가 없는 구조물에 사용된다.
 - ① 장점
 - ㉠ 공기를 1/3 정도로 단축할 수 있다.
 - ㉡ 타설속도는 1일 3~5m 정도 연속 타설하므로 일체성을 확보할 수 있다.
 - ㉢ 내외부에 비계가 필요없다.
 - ② 단점
 - ㉠ 약천후시에 작업이 곤란하다.
 - ㉡ 제작비가 과다하다.
 - ㉢ 공사진행상 특히 주의를 요한다.

- (5) 슬립 거푸집(slip form) : 거푸집에 테이퍼를 붙이거나 거푸집 주장의 변화가 가능한 장치를 쓰고 단면 형상 변화가 있는 구조물에 사용한다. 초고연통, 무선탑, 전망탑, 크린타워, 급수탑 등의 시공에 이용된다.
- (6) 워플 거푸집(waffle form) : 무량판, 평판구조의 장스팬 구조물에 유리하며 층높이를 낮게하는 방법의 특수상자 모양의 기성제 거푸집이다.
- [11] 거푸집에 존치기간 산정 : 최저 온도가 5℃이하인 경우는 1일을 반일로 계산하고, 0℃ 이하인 것은 존치기간에 산입치 않는다.