

PART 1

일반 건축 구조

1. 건축 구조 총론
2. 기초 구조
3. 조적식 구조
4. 철근콘크리트 구조
5. 철골 구조
6. 지붕 및 방수공사
7. 수장, 창호, 유리공사
8. 미장 및 타일공사
9. 도장 및 기타 공사

01

건축 구조 총론

제 1절

건축 구조의 분류

1 구성양식에 의한 분류

- ① 가구식 구조 : 철골 구조, 나무 구조
- ② 조적식 구조 : 벽돌 구조, 블록 구조, 돌 구조
- ③ 일체식 구조 : 철근콘크리트 구조, 철골·철근콘크리트 구조
- ④ 특수 구조 : 쉘 구조, 입체 구조, 절판 구조, 현수 구조, 커튼 월 구조

2 사용재료에 의한 분류

(1) 나무(목) 구조

나무 구조는 건물의 뼈대를 나무로 접합 또는 맞춤·이음한 것으로서 주로 저층용·소규모 건축물에 사용된다.

① 장 점

- ㉠ 외관 무늬가 아름답다.
- ㉡ 비중이 작고 강도가 비교적 크다.
- ㉢ 열전도율이 비교적 작다.
- ㉣ 경량으로서 가공이 용이하다.

② 단 점

- ㉠ 화재에 약하고, 내구성이 적다(부패).
- ㉡ 습기에 약해 뒤틀림 등의 변형이 발생하기 쉽다.
- ㉢ 고층·대규모 건축물에는 부적당하다.

(2) 철골 구조

형강, 봉강, 강판 등을 조립, 용접 등의 방법으로 접합하여 만든 구조

① 장 점

- ㉠ 내진성이 있어서 고층건물에 적합하다.
- ㉡ span이 큰 구조가 가능하다.
- ㉢ 조립과 해체가 용이하다.
- ㉣ 철거시 재료의 재활용이 가능하다.

② 단 점

- ㉠ 공사비가 고가이며, 비내화구조이다.
- ㉡ 내화피복을 하여야 한다.
- ㉢ 녹막이를 해야 한다.
- ㉣ 접합부 시공시 정밀도가 요구된다.

(3) 벽돌 구조

벽돌을 이용하여 쌓아올리는 구조

① 장 점

- ㉠ 내구, 내화, 방한, 방서적이다.
- ㉡ 구조 및 시공법이 간단하다.

② 단 점

- ㉠ 횡력, 수평력, 지진력, 풍력에 약하다.
- ㉡ 균열이 발생하기 쉽다.
- ㉢ 벽체에 습기가 차기 쉽다.
- ㉣ 벽 두께가 두꺼워져서 실내 이용률이 줄어든다.

(4) 블록 구조

블록을 이용하여 쌓는 구조

① 장 점

- ㉠ 내구, 내화적이며 경량화가 가능하다.
- ㉡ 시공이 간단하고 공기가 단축된다.
- ㉢ 공사비가 절약되고 단열 및 방음효과가 뛰어나다.

② 단 점

- ㉠ 횡력, 수평력, 지진력, 풍력에 약하다.
- ㉡ 균열이 발생하기 쉽다.
- ㉢ 대규모 건축에는 부적합하다.

(5) 돌 구조

돌을 일정한 형상으로 가공하여 쌓는 구조

① 장 점

- ㉠ 조적식 구조 중에서 가장 외관이 장중하고 미려하다.
- ㉡ 방한·방서적이다.
- ㉢ 내구·내화적이다.

② 단 점

- ㉠ 횡력에 약하다.
- ㉡ 가공 및 시공이 어렵다.
- ㉢ 공사기간이 길고 공사비가 고가이다.
- ㉣ 자체 중량이 크다.

(6) 철근콘크리트 구조

철근과 콘크리트를 부어 넣어 일체화시킨 구조로서 라멘(Rahmen) 구조라고도 한다.

① 장 점

- ㉠ 내진·내풍·내구·내화적이다.
- ㉡ 형태를 자유롭게 구성할 수 있다.
- ㉢ 고층건물, 지하 및 수중 구축이 가능하다.
- ㉣ 재료 구입이 용이하다.
- ㉤ 유지관리비가 적게 든다.

② 단 점

- ㉠ 자중이 무겁다.
- ㉡ 외기의 영향을 많이 받는다.
- ㉢ 공사비가 고가이고 공기가 길다.
- ㉣ 철거 및 해체가 어려우며 재료의 재사용이 어렵다.
- ㉤ 전체적으로 균일한 시공이 불가능하다.

(7) 철골·철근콘크리트 구조

형강(철골)에 철근을 배근하고 콘크리트를 부어 넣어 만든 구조

① 장 점

- ㉠ 시공성이 우수하며 강도가 우수하다.
- ㉡ 내진·내화·내구적이며 고층 및 대규모 건축물에 적합하다.
- ㉢ 좌굴에 강하다.

② 단 점

- ㉠ 자중이 대단히 무겁다.
- ㉡ 시공이 복잡하고 공기가 길며, 공사비가 고가이다.
- ㉢ 동절기 공사가 어렵다.

3 시공과정에 의한 분류

(1) 습식 구조

- ① 물을 사용하는 구조로서 일체식 구조, 조적식 구조가 이에 속한다.
- ② 동절기 공사가 곤란하고 공기가 길어진다.

(2) 건식 구조

- ① 물을 사용하지 않는 구조로 동절기 공사가 가능하고 공기가 단축되며, 대량생산이 가능하다.
- ② 목 구조, 철골 구조, 조립식 구조가 대표적이다.

(3) 현장 구조

- ① 구조물을 현장에서 제작·가공하여 조립·설치하는 구조이다.
- ② 구조물이 대형이다.

(4) 조립식 구조(prefabricated structure)

건축 구조부재를 공장에서 제작·가공하여 현장에서 설치하는 방식이다.

① 장 점

- ㉠ 공장 생산으로 품질이 우수하다.
- ㉡ 공기 단축 및 대량생산이 가능하다.
- ㉢ 동절기 공사가 가능하다.
- ㉣ 재료비 및 인건비 절감이 가능하다.
- ㉤ 획일적인 건물에 유리하다.

② 단 점

- ㉠ 횡력(수평력)에 약하다.
- ㉡ 접합부(joint)의 강성이 약하다.
- ㉢ 평면·입면이 획일화된다.
- ㉣ 소규모 공사에는 비용이 상승한다.
- ㉤ 양중작업에 주의하여야 한다.

■ 접합부(joint) ■

접합부의 요구 성능	접합부 누수 원인	부위별 접합부 방수처리시 주의할 부위
① 응력 전달 ② 방수성 확보 ③ 기밀성 유지 ④ 내구성 확보	① 재료 불량 ② 바탕처리 미흡 ③ 시공 불량 ④ 구조체 변형	① 외벽의 접합부 ② 지붕 슬래브 접합부 ③ 바닥과 벽체의 접합부 ④ 파라펫 부위



제2절 하중과 응력

1 하중(荷重)

건축물에 미치는 물리적인 힘을 하중이라 한다.

(1) 장기하중(長期荷重)

건축물에 장기적으로 미치는 물리적인 힘

- ① 고정하중(固定荷重) : 건물 자체의 무게(사하중)
- ② 적재하중(積載荷重) : 건축물에 정기적으로 적재되는 사람, 가구 등의 무게(활하중, 동하중)

(2) 단기하중(短期荷重)

건축물에 단기적으로 미치는 물리적인 힘

- ① 풍하중(風荷重) : 바람

- ② 지진하중(地震荷重) : 지진
- ③ 적설하중(積雪荷重) : 눈
- ④ 충격하중 : 어떠한 충격에 의해 건물에 미치는 영향

2 응력(應力)

응력이란 하중을 받는 부재나 구조물의 내부에서 발생하는 저항하는 힘이다.

종 류		일반지역	다설지역
장기응력	평상시	고정하중 + 적재하중	고정하중 + 적재하중 + 적설하중
단기응력	적설시	고정하중 + 적재하중 + 적설하중	고정하중 + 적재하중 + 적설하중
	폭풍시	고정하중 + 적재하중 + 풍압력	고정하중 + 적재하중 + 적설하중 + 풍압력
	지진시	고정하중 + 적재하중 + 지진력	고정하중 + 적재하중 + 적설하중 + 지진력
	충격시	고정하중 + 적재하중 + 충격하중	고정하중 + 적재하중 + 적설하중 + 충격하중

☐ 다설지역인(강설량이 많은) 경우 적설하중은 장기하중으로 간주한다.

04 하중에 대한 설명 중 틀린 것은?

□ 제6회 주택관리사보

- ① 건축물은 하중과 외력에 대하여 안전한 구조이어야 한다.
- ② 적설하중은 적설의 단위 중량에 따라 그 지방의 수직최다 적설량을 곱해서 계산한다.
- ③ 건물에 근접해서 바람을 차폐하는 것이 있을 경우 속도압을 50% 범위 내에서 경감할 수 있다.
- ④ 건물 자신의 무게 및 골조의 중량을 적재하중이라고 한다.
- ⑤ 지진력은 고정하중과 적재하중의 합에 수평진도를 곱해서 구한다.

☐ ④ 건축물의 자체 무게는 고정하중으로 사하중이라고도 한다.

05 구조물에 작용하는 하중물을 장기하중과 단기하중으로 나누었을 때, 다음 중 단기하중이 아닌 것은?

□ 제7회 주택관리사보

- ① 풍하중
- ② 지진하중
- ③ 구조물하중
- ④ 적설하중
- ⑤ 충격하중

☐ ③ 구조물의 하중은 고정하중으로서 장기하중(고정하중과 적재하중)에 속한다.

06 기둥과 보로 이루어진 골조가 건물의 하중을 지지하고 부재절점이 강접합으로 된 구조형식은?

□ 제10회 주택관리사보

- ① 아치 구조
- ② 절판 구조
- ③ 라멘 구조
- ④ 벽식 구조
- ⑤ 입체트러스 구조

☐ ③ 라멘 구조란 골조 구조의 절점(節點)이 고정되어 있는 구조형식인데, 일반적으로 기둥과 보가 강성(剛性)으로 접합되어 연속적으로 이루어진 골조를 말한다. 초기 고층건물에서 널리 사용된 방식이지만, 현대에서도 시공의 편의성으로 인해 널리 사용되고 있다. 강성골조 구조는 보와 기둥을 강접합으로 연결하는 방식으로, 보와 기둥이 연직하중과 수평하중을 동시에 지지하도록 한다.

04 ④ 05 ③ 06 ③

07 벽식 구조로 된 고층 공동주택의 특징을 바르게 설명한 것은? ☐ 제10회 주택관리사보

- ① 세대 간 층고가 높아지는 단점이 있다.
- ② 무량판 구조에 비해 공간구성의 가변성이 크다.
- ③ 기초판 형식은 줄(연속)기초보다 온통(전면)기초를 많이 사용한다.
- ④ 발코니 구조 변경시 임의로 내력벽의 일부를 제거할 수 있다.
- ⑤ 벽체 상부와 바닥슬래브 사이에 상부하중을 지지하는 보가 설계된다.

☐ ③ 벽식 구조로 된 고층 공동주택이란 내력벽을 말하는 것으로서, 공동주택의 기초는 온통기초를 사용하는 게 적당하다.

08 건축물의 구성부분 중 하중을 지지하지 않는 것은? ☐ 제11회 주택관리사보

- ① 보
- ② 기둥
- ③ 바닥판
- ④ 계단
- ⑤ 칸막이벽

☐ ⑤ 칸막이벽은 즉 힘을 받지 못하는 비내력벽의 대표적인 구조체이다.

09 다음 중 건식 구조에 속하는 구조는?

- ① 철골 구조
- ② 돌 구조
- ③ 철골·철근콘크리트 구조
- ④ 철근콘크리트 구조
- ⑤ 블록 구조

☐ ① 건식 구조란 물을 사용하지 않는 구조로서 목 구조, 철골 구조, 즉 가구식 구조가 대표적이다.

10 각 건축 구조의 특징을 설명한 것으로 바르지 않은 것은?

- ① 철골 구조는 고층 및 span이 큰 건축물에 사용되며 내화 구조이다.
- ② 철근콘크리트 구조는 습식 구조이다.
- ③ 목 구조는 내구·내화성이 약하다.
- ④ 돌 구조는 내구·내화적이나, 가공 및 구조적인 제한이 많다.
- ⑤ 벽돌 구조는 방한·방서적이나, 횡력에 약하다.

☐ ① 철골 구조는 고층 및 간 사이(span)가 큰 건물에 적합하나, 비내화적인 구조이다.

07 ③ 08 ⑤ 09 ① 10 ①

11 다음 각 구조의 연결이 옳지 않은 것은?

- ① 목 구조 - 건식 구조 ② 철골 구조 - 가구식 구조
 ③ 벽돌 구조 - 조적식 구조 ④ 철근콘크리트 구조 - 일체식 구조
 ⑤ 조립식 구조 - 습식 구조

☐ ⑤ 조립식 구조의 조립 방식에는 건식, 습식, 혼합식(건식+습식)이 있지만, 조립식 구조의 대표적인 조립 방식은 건식이다.

12 다음 중 설계용 하중에 대한 하중조합에 있어서 장기의 응력조합은? (단, 다설지역인 경우)

- ① 고정하중+적재하중
 ② 고정하중+적재하중+적설하중
 ③ 고정하중+적재하중+풍하중
 ④ 고정하중+적재하중+적설하중+풍하중
 ⑤ 고정하중+적설하중+풍하중

☐ 응력의 조합

종 류		일반지역	다설지역
장기응력	평상시	고정하중+적재하중	고정하중+적재하중+적설하중
	적설시	고정하중+적재하중+적설하중	고정하중+적재하중+적설하중
단기응력	폭풍시	고정하중+적재하중+풍압력	고정하중+적재하중+적설하중+풍압력
	지진시	고정하중+적재하중+지진력	고정하중+적재하중+적설하중+지진력
	충격시	고정하중+적재하중+충격하중	고정하중+적재하중+적설하중+충격하중

13 다음 중 구조 형식에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 일체식 구조는 접합부(joint)가 일체화되어 라멘 구조라고도 한다.
 ② 가구식 구조는 부재의 이음과 맞춤, 짜임새 등에 의하여 강도가 결정된다.
 ③ 입체식 구조는 작은 단면으로 간 사이(span)를 넓게 구성할 수 있다.
 ④ 조립식 구조는 부재의 크기를 규격화시켜 공장에서 생산을 한 구조로서 경제적이
 으며 공기가 짧다.
 ⑤ 조적식 구조의 접착제강도가 벽돌강도보다 크면 불리하다.

☐ ⑤ 조적식 구조의 모르타르(접착제)강도는 벽돌강도보다 1.3~1.5배 정도 커야 한다.

11 ⑤ 12 ② 13 ⑤

18 건축물의 구조에 관한 설명으로 옳지 않은 것은?

☐ 제12회 주택관리사보

- ① 플랫 슬래브(flat slab) 구조는 내부에 보를 사용하지 않고 기둥에 의하여 바닥(판) 슬래브를 직접 지지하는 구조이다.
- ② 철근콘크리트 구조는 압축에 강한 철근과 인장에 강한 콘크리트를 일체화하여 만든 구조이다.
- ③ 프리캐스트 구조는 부재를 현장 이외의 장소에서 제작하고 현장에 반입하여 조립하는 구조이다.
- ④ 조적 구조는 벽돌, 블록 등의 재료를 모르타르와 같은 접착재료를 쌓아 올린 구조이다.
- ⑤ 철골 구조는 강재를 볼트, 용접 등의 접합 방법으로 조립한 부재 또는 단일 형강 등을 이용하여 구성한 구조이다.

☐

② 철근콘크리트에서 철근은 인장력에 저항하고, 콘크리트는 압축력에 저항하는 구조이다.

19 건축물에 작용하는 활하중에 관한 설명으로 옳지 않은 것은?

☐ 제12회 주택관리사보

- ① 활하중은 구조체 자체의 무게나 구조물의 존재기간 중 지속적으로 구조물에 작용하는 하중을 말한다.
- ② 활하중은 등분포 활하중과 집중 활하중으로 분류할 수 있다.
- ③ 활하중은 신축 건축물 및 공작물의 구조계산과 기존 건축물의 안정성 검토시 적용된다.
- ④ 하중을 장기하중과 단기하중으로 구분할 경우 활하중은 장기하중에 포함된다.
- ⑤ 공동주택의 경우 발코니의 활하중은 거실의 활하중에 큰 값을 사용하는 것이 일반적이다.

☐

활하중은 적재하중으로 사람, 집기류 등의 하중을 말한다.
사하중은 건물 자체의 중량과 같은 하중을 말한다.

02

기초 구조

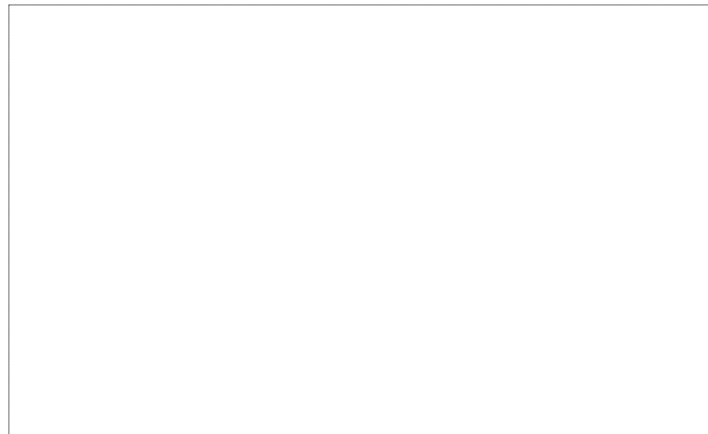
제1절 기초(基礎, foundation)

1 기초의 정의

- ① 건축물의 하중을 안전하게 지반에 전달하는 지하구조물을 기초라 한다.
- ② 동결(凍結)선(동결심도) : 겨울철 땅이 어는 깊이로서 기초는 반드시 동결선(동결심도) 이하에 두어야 기초의 부동침하를 방지할 수 있다.
 - ㉠ 북부지방 : 120cm
 - ㉡ 중부지방 : 90cm
 - ㉢ 남부지방 : 60cm

2 기초의 명칭

- ① 기초 : 기초판과 지정을 총칭한 것
- ② 기초판 : 상부 구조의 하중을 지반 또는 지정에 전달하고자 만든 구조부분
- ③ 지정 : 기초를 보강하거나 지반의 내력을 보강하여 기초를 안전하게 지지하기 위한 시설물로서 잡석다짐·말뚝 등을 설치한 부분



■ 기초 구조 ■

3 기초의 분류

(1) 기초판 형식에 따른 분류

- ① 독립기초 : 1개의 기둥을 1개의 기초판으로 받치는 기초로, 경제적이지만 기초의 부동침하가 고르지 않아 지진 발생시 건물의 안전에 지장을 초래하게 된다. 경우에 따라서 지중보 등으로 연결하여 일체로 만들기도 한다.
- ② 복합기초 : 2개 이상의 기둥을 1개의 기초판으로 받치는 기초 구조이다.
- ③ 연속기초(줄기초) : 벽체나 1열의 기둥을 받칠 때 사용하는 구조형식으로, 구조적인 측면에서 복합기초보다 튼튼하다. 지내력이 적어 기초면적을 크게 할 때 유리하다(조적조 건물에 가장 적합한 기초).
- ④ 온통기초(Mat) : 작용하는 하중이 매우 커서 기초판의 넓이가 아주 넓어야 할 때, 건축물의 지하실 바닥 전체를 기초로 만든 것으로 매트기초(mat foundation)라고도 한다(주로 연약한 지반 또는 부동침하 방지대책으로 적당하다).



독립기초



연속(줄)기초



복합기초



온통기초

■ 기초판 형식에 따른 분류 ■

(2) 지정 형식에 따른 분류

- ① 직접기초 : 상부의 하중을 기초판으로 지반에 전달하는 형식의 얇은 기초 구조로서 잡석 지정, 모래 지정, 자갈 지정 등이 있다.

- ② 말뚝기초 : 나무, 철, 콘크리트 등으로 말뚝을 박아서 상부의 하중을 지중으로 전달하는 방식의 깊은 기초 형식이다.
- ③ 피어기초 : 지반을 굴착하여 기둥모양으로 만들어 상부 구조의 하중을 지지하는 기초이다. 우물을 파는 식으로 우물통을 구축하면서 기초를 형성하여 우물기초라고도 한다.
- ④ 잠함기초 : 지하의 경질(硬質)지층에 이르기까지 상자같이 만든 구조물을 지반 굴착에 따라 내려 앉게 하여 만든 기초이다.

제2절 지 정

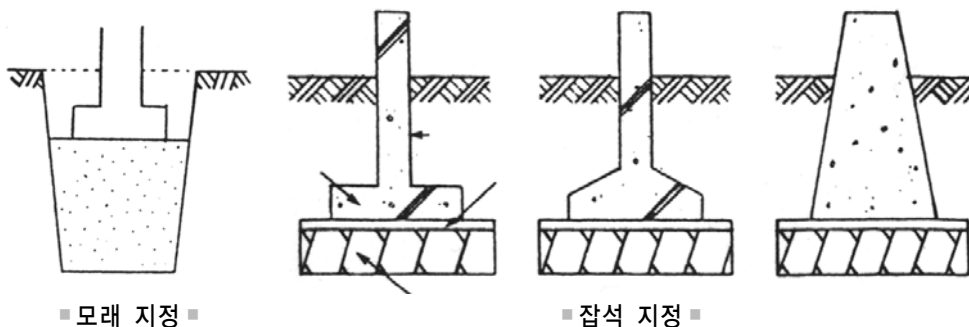
1 보통 지정

(1) 모래 지정

지반이 약하고 무게도 비교적 가벼운 구조물일 때 연약한 지반을 파내고 모래를 넣고 물다짐한다.

(2) 잡석 지정

- ① 잡석의 크기는 10~25cm(약 30cm) 정도의 것을 사용한다.
- ② 반드시 세워서 사용하고(전단력 확보) 1단으로 깎는다.
- ③ 다짐은 가장자리에서 중앙부로 다진다.
- ④ 설치목적
 - ㉠ 이완된 지반을 다진다.
 - ㉡ 지반의 배수를 원활하게 한다.
 - ㉢ 약간의 콘크리트가 절약된다.
- ⑤ 사춤 자갈량은 잡석부피의 약 20~30% 정도로 한다.



(3) 자갈 지정

잡석 대신 자갈·쇄석 등을 소정의 두께로 깔고 충분히 다져주는 지정으로, 무게가 가벼운 구조물일 때 사용한다.

(4) 긴 주춧돌 지정

지반이 비교적 깊고 말뚝을 사용할 수 없는 간단한 건축물에 사용되는 지정으로, 잡석 지정이나 자갈 지정을 한 위에 긴 주춧돌 또는 지름 30cm 정도의 콘크리트관이나 토관 등을 깊이 묻고 그 속을 콘크리트로 채운 것이다.

(5) 밀창콘크리트 지정

- ① 자갈 지정, 잡석 지정 등의 위에 기초저면부의 먹매김 또는 저면(底面)부를 평탄하게 하기 위하여 두께 5~10cm 정도의 콘크리트로 타설하는 것으로 밀창콘크리트 또는 버림콘크리트 라고도 한다(공사시방이 없으면 60mm로 하여 평탄하게 마감한다).
- ② 시멘트 : 모래 : 자갈의 배합비는 1 : 3 : 6이다.
- ③ 밀창 콘크리트의 품질은 공사시방에 따른다. 공사시방에서 별도로 정한 바가 없는 경우는 설계기준 강도 15MPa 이상의 것을 사용해야 한다.
- ④ 설치목적
 - ㉠ 먹매김
 - ㉡ 바깥방수의 바탕 면 확보
 - ㉢ 잡석의 유동성 방지
 - ㉣ 거푸집 및 철근배근 공사 용이



■ 밀창콘크리트 타설 ■

2 말뚝 지정

주로 중량건물이나 고층건물 등에 많이 사용하는 지정으로서 굳은 지반이 깊게 되어 있을 때 사용하는 방식이다.

(1) 역학상 분류

- ① 마찰말뚝(friction pile) : 연약한 지층이 깊어 굳은 지층까지 말뚝을 도달시킬 수 없을 때 말뚝 전 길이의 표면 마찰력에 의해서 지지하는 말뚝이다.
 - ㉠ 말뚝의 두부가 받는 하중은 말뚝길이에 따라 내려갈수록 점차 감소한다.
 - ㉡ 말뚝의 선단에는 하중을 거의 받지 않는다.
- ② 지지말뚝(bearing pile) : 말뚝을 연약한 지반에 관통하여 단단한 지지층에 도달시켜 상부구조물의 하중을 말뚝의 선단지지력에 의존하여 지지하는 말뚝이다.
 - ㉠ 말뚝 단면이 받는 하중은 말뚝의 두부와 선단이 거의 일치한다.
 - ㉡ 선단지지말뚝이라고도 한다.



■ 마찰말뚝(기어형) ■



■ 지지말뚝 ■

(2) 재료상 분류

- ① 나무 말뚝
 - ㉠ 소나무, 낙엽송 등 긴 생나무를 사용한다.
 - ㉡ 휜 정도는 말뚝길이의 1/50 이내로 한다.
 - ㉢ 말뚝의 머리는 부패방지를 위해 반드시 상수면 이하에 두어야 한다.
 - ㉣ 껍질은 벗겨서 사용한다.
- ② 기성(既成) 콘크리트 말뚝
 - ㉠ 공장에서 원심력을 이용하여 제작한다.
 - ㉡ 품질이 균일하다.
 - ㉢ 지지력이 우수하다.
 - ㉣ 내구성이 커 지하수위와 관계없이 사용이 가능하다.
- ③ 제자리 콘크리트 말뚝 : 지반을 천공(穿孔)하여 그 속에 콘크리트 혹은 철근콘크리트를

충전하여 말뚝을 현장에서 제조하는 말뚝이다.

- ㉠ 컴프레스솔 말뚝(Compressol pile) : 원추형의 추를 낙하시켜 구멍을 뚫고 이 말뚝구멍에 잡석과 콘크리트를 교대로 투입하면서 동근 추와 평평한 추로 다지는 공법으로 만든 말뚝이다.
- ㉡ 심플렉스 말뚝(simplex pile) : 철관을 지중에 박아 넣고 이 속에 콘크리트를 부어 넣어 무거운 추로 다지며 외관을 서서히 뽑아내는 공법으로 만든 말뚝이다.
- ㉢ 레이몬드 말뚝(Raymond pile) : 이중강관을 박고 내관을 뽑아내면서 외관에 콘크리트를 부어 넣고 외관을 땅속에 남게 하는 말뚝이다.
- ㉣ 페데스탈 말뚝(pedestal pile) : 심플렉스 말뚝을 개량한 것으로 지내력을 증대하기 위해 말뚝 선단에 구근(球根)을 형성하며, 내·외관을 사용하는 것이 특징이다.
- ㉤ 프랭키 말뚝(Franky pile) : 구근이 될 콘크리트를 굳은 반죽으로 하여 외관 속에 채워 그 위를 드롭해머로 때린 후 강관을 약간 끌어 올려서 고정시킨 다음 콘크리트에 타격을 가하여 구근을 형성시킨다.
- ④ 강재(鋼材) 말뚝(철제 말뚝) : H형 말뚝과 강관 말뚝의 2종류가 있으며, 구조 시공상 강관 말뚝이 유리하여 강관 말뚝을 많이 이용한다. 기성 콘크리트 말뚝보다 가격이 비싸지만 해안 매립지 혹은 양질의 지반이 상당히 깊이 있을 때 이용된다.

■ 말뚝 간의 최소간격과 지지력 ■

종 류	최소간격(d : 말뚝 지름)	지지력(t/개)	비 고
나무 말뚝	2.5d 또는 60cm 이상	5~10t	상수면이 얇고 비교적 경량 건물에 이용
기성 콘크리트 말뚝	2.5d 또는 75cm 이상	30~50t	중량건물에 이용, 1개 길이 15m 이내
강재 말뚝	2.0d 또는 75cm 이상	50~100t	중량건물, 연약층이 깊은 건물에 적당
제자리 콘크리트 말뚝	2.0d 또는 말뚝머리 직경에 100cm를 더한 값 이상	40~50t	연약한 점토층이 깊을 때 적당



말뚝 박기 중



말뚝머리 정리



말뚝박기 완료

제3절 지반조사

1 지반(地盤)

(1) 지층 또는 땅바닥이라고도 하며, 건물 등을 앉히는 흙층 부분이다. 특별히 대지의 기준이 되는 지면을 지반선(ground level)이라고 한다.

(2) 지반의 성질

항 목	사질지반	점토지반
투수성	크다.	작다.
압밀속도	빠르다(단기).	느리다(장기).
침하량	작다.	크다.
내부마찰각	크다.	작다.
점착성	없다.	크다.
동결 피해	작다.	크다.
불교란시료 채취	어렵다.	쉽다.
유동성	크다.	작다.
예민비	작다.	크다.

2 지반조사

(1) 지반조사의 목적

토층, 토질, 지내력, 지하수위, 경지반의 깊이, 침하의 위험성 등을 조사하여 기초 파기 방법, 기초의 넓이·깊이 등 기초의 종류와 설치방법 등 제반사항을 결정하기 위해서 지반조사를 실시한다.

(2) 지반조사의 내용

- ① 과거와 현재 지층의 변천상황(경사지·우물·연못·하천 등) 등을 조사한다.
- ② 지층의 구성현황, 각 지층의 토질·깊이·치밀성·지내력 등을 파악한다.
- ③ 지하수, 용수량, 상수면의 위치, 수질, 지하유수 방향 등을 파악한다.
- ④ 동결선 등 기타 사항을 파악한다.

(3) 지반조사의 순서



- ① 사전조사 : 문헌조사, 현장답사, 기존 건축물 등을 통한 조사 단계
- ② 예비조사 : 조사방법 결정, 기초의 구조 형식을 개략 결정짓는 단계
- ③ 본조사 : 보링, 재하시험, 표준관입시험을 하는 단계
- ④ 추가조사 : 지반조사 후 결과가 다를 때 추가적으로 조사하는 단계

3 지반조사의 방법

(1) 시험파기(터파기, test pit)

얕은 위치의 지층의 토질이나 지하수 등의 위치를 알기 위하여 삽으로 구멍을 파는 방법으로, 깊이 1.5~3m 정도가 적당하며 경량건물을 만들 때 이용된다.

(2) 짚어보기

직경 9mm, 길이 1~1.5m 정도의 쇠막대를 땅속에 때려 박아 그 저항, 올림 및 침하 정도를 감각적으로 판단하여 지반을 조사하는 방법이다. 상부지층이 무르고 굳은 층이 비교적 얇게 있을 때 소규모 건물에서 이용된다.

(3) 보링(boring)

지표면에서 땅속으로 구멍을 뚫어[천공(穿孔)] 그 안의 토사를 채취하여 관찰하는 방법이다. 지중(地中) 토질의 분포·토층 등을 알 수 있고, 지층단면도를 작성하는 데 중요한 기초 자료가 되며, 가장 정확한 방법이다.

① 보링의 목적

- ㉠ 흙(토질)의 주상도 작성
- ㉡ 토질 조사
- ㉢ 시료 채취
- ㉣ 지하수위 측정
- ㉤ 사운딩 테스트(sounding test, 원위치시험)

② 보링의 종류 : 지반을 뚫는 방법에 따라 다음과 같은 방법이 있다.

㉠ 충격식 보링

- ㉡ 비트의 상하왕복운동으로 지반에 충격을 주어 천공하는 방법이다.
- ㉢ 단단한 지반에 적합하며 비용이 싸고 간편하다.

㉔ 수세식 보링

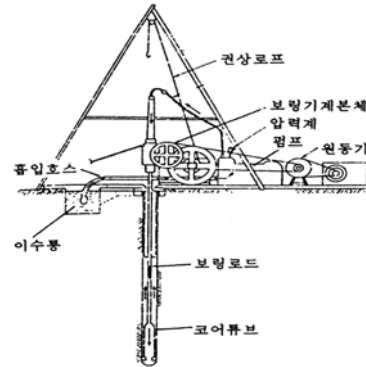
- ㉔ ① 지층의 관에서 물을 분사하며 천공하는 방법이다.
- ㉔ ② 값이 싸고 간단하며, 깊이 30m 정도의 연질층에 적합하다.

㉕ 회전식 보링

- ㉕ ① 비트를 회전시켜 천공하는 방법으로, 지층의 변화를 연속적으로 또는 비교적 정확하게 알고자 할 때 사용하며, 불교란시료 채취가 가능하다.
- ㉕ ② 가장 정확하며, 무른 지층에서 단단한 암반에 이르기까지 굴삭이 가능하다.



■ 보링 시험 ■



■ 회전식 보링 ■

(4) 표준관입시험(standard penetration test)

보링구멍을 이용하여 로드(rod) 끝에 표준관입시험용 샘플러(sampler)를 달고 상단에서 추(무게 63.5kg)를 높이 76cm에서 자유낙하시켜 지반으로 30cm 관입시키는 데 필요한 타격 횟수(N값)를 구하여 지반을 조사하는 방법으로 모래지반의 밀도측정에 적합하다.

■ N값에 의한 밀도측정 ■

모래 지반	N값
매우 단단한 모래지반	50 이상
보통 모래지반	10~30
다지지 않은 모래지반	4~10
매우 다지지 않은 모래지반	1~4

(5) 베인 테스트(vane test)

보링구멍을 이용하여 +자 날개형으로 생긴 베인(vane)이라는 장치를 로드 선단에 부착하여 지반에 때려 박고 회전시켜서 그 회전력을 조사하여 지반 성질을 조사하는 방법으로 진흙(점토질)의 점착력을 판별하는 시험이다.



■ 표준관입시험장치 ■



■ 베인 테스트 기구 ■

(6) 사운드 테스트(sounding test, 원위치시험)

- ① 정적 테스트 : 베인 테스트(vane test)
- ② 동적 테스트 : 표준관입시험(standard penetration test)

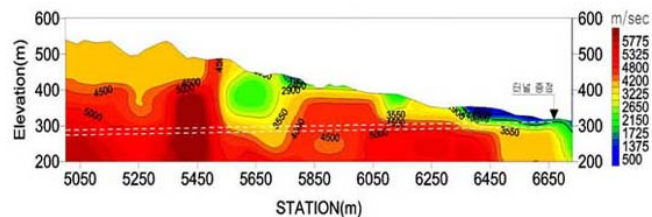
(7) 물리적 지하탐사법

지층이 넓을 경우 연약한 층의 깊이, 암반의 위치 등을 개략적으로 조사할 때 쓰이는 방법이다.

- ① 탄성파(지진파)식 : 무거운 낙하 추 또는 화약의 폭발로서 지반에 인공 진동을 일으켜 계측기로 진동을 측정하여 조사하는 방법이다.



■ 탄성파측정기 ■

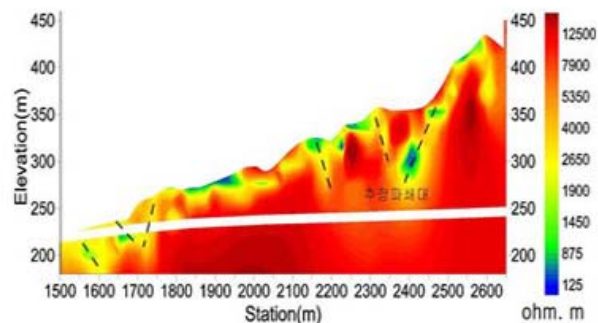


■ 탄성파 측정결과 ■

- ② 전기저항식 : 지층 및 암석의 종류에 따라 전기저항이 다른 것을 이용하여 지반에 전기를 흘려 보내 저항 등을 계기로 측정하여 조사하는 방법이다. 대규모지역에 적합하고 지층의 변화심도(深度) 측정시 유리하다.



■ 전기저항탐사기 ■



■ 전기저항 탐사결과 ■

- ③ 동역학적 탐사법: 지반의 탄성 거동으로부터 지반의 종류와 지층 및 지반의 강도를 측정하는 탐사법
- ④ 방사능탐사법: 코발트 등의 방사성 물질을 지중에 통과시켜 그 정도에 따라 지층의 밀도, 함수량 등을 분석하는 탐사법.
- ⑤ 이외에도 온도 검층법, 유량 검층법 등이 있다.

제4절 지내력(地耐力)

지반이 건축물의 하중을 받고 견디는 힘을 지내력이라 하며, 지반의 종류에 따라 많은 차이가 있다. 지반이 단위면적당 부담할 수 있는 하중에 침하 또는 부동침하를 허용한도 내에서 처리할 수 있도록 안전율을 적용한 것을 허용지내력이라 한다. 허용지내력은 재하시험으로 구하는 방법과 토질시험에서 얻은 자료를 이용하여 이론적으로 산출하거나 경험적으로 판단하는 방법이 있다.

1 허용지내력(許容地耐力)

지반이 단위면적당 부담할 수 있는 하중에 침하 또는 부동침하를 허용한도 내에서 처리할 수 있도록 안전율을 적용한 것

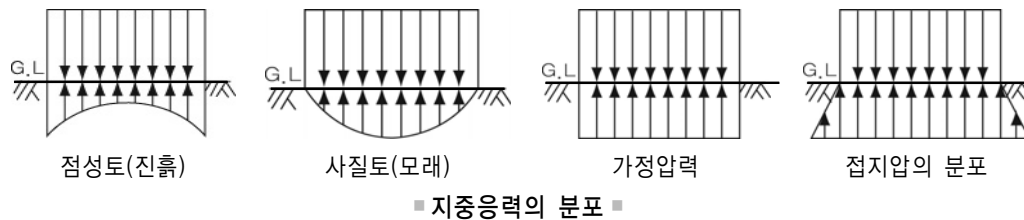
■ 각종 지반의 허용지내력도 ■

지반의 종류		허용응력도(kN/m ²)	
		장기응력	단기응력
경암반	화강암, 편마암, 안산암 및 굳은 역암	4,000	장기응력에 대한 허용응력도는 각 수치의 1.5배로 한다.
연암반	판암, 편암의 수성암	2,000	
자갈	밀실하지 않은 것	300	
자갈 + 모래	밀실하지 않은 것	200	
모래 + 진흙, 롬(Loom)	무르고 밀실하지 않은 것	150	
진흙, 모래	연한 것	100	

2 지중응력의 분포(접지압)

응력이란 건축물의 하중에 대해 저항하는 힘으로 기초 저면에 접하는 지반에는 상부하중에 대한 반력으로 접지압이 형성된다. 흙들로 구성된 지반에 가해진 하중은 기초판 밑면의 접지압은 같은 모양으로 가정하지만(가정압), 실제 강력한 기초가 같은 모양으로 침하할 때 접지압 분포는 같지 않다.

- ① 설계용 접지압은 일반적으로 균일한 것으로 가정하나, 토질과 기초의 강성 등에 따라 달라진다.
- ② 경질점토에 하중을 가하면 그 압력은 양단부에서 최대, 중앙에는 최소이다.
- ③ 모래와 같은 입상토에 하중을 가하면 양단부에서 최소, 중앙부에 최대의 지중응력이 생긴다.



3 직접 지내력시험(평판재하시험)

- ① 구조물의 예정 기초 저면, 즉 설계상 재하판·시험말뚝 또는 기초구조물 등에 하중을 걸어서 기초지반의 지지력(지내력), 기초구조물의 안전성 등을 판정할 경우에 행하는 시험이다.
- ② 재하(在荷, 평판)판의 크기와 두께
 - ㉠ 최소 $30\text{cm} \times 30\text{cm}(900\text{cm}^2)$ 이상
 - ㉡ 보통(표준) $45\text{cm} \times 45\text{cm}(2,000\text{cm}^2)$ 이상
 - ㉢ 강판 두께 25mm 이상
- ③ 매회 재하(載荷)하중은 1t 이하 또는 예정 파괴하중(W)의 1/5 이하로 한다.
- ④ 침하 증가가 2시간에 0.1mm 비율 이하로 되었을 때 침하가 정지된 것으로 본다.
- ⑤ 총 침하량이 20mm에 도달하였을 때를 단기하중에 의한 허용지내력으로 하고, 그 1/2을 장기 허용지내력으로 한다.

4 간접 지내력시험(말뚝박기시험)

말뚝 지정을 계획하면 말뚝박기시험을 하여 말뚝의 지지력과 길이를 결정한다.

- ① 시험용 말뚝은 실제 사용할 말뚝과 동등한 조건으로 한다.
- ② 시험용 말뚝은 3개 이상 사용한다(기초면적 1,500m²까지는 2개, 3,000m²까지는 3개 사용).
- ③ 시험용 말뚝은 수직으로 세워 연속적으로 박되, 휴식시간을 두지 않아야 한다.
- ④ 소정의 최종 관입량에 도달하면 그 이상 박지 않는다.
- ⑤ 최종 관입량은 5~10회 타격한 평균값을 쓴다.
- ⑥ 타격횟수 5회 총관입량이 6mm 이하일 때는 거부현상으로 본다.



■ 평판재하시험 ■



■ 말뚝박기시험 ■

제5절 기초 파기 공사

1 기초 파기

(1) 기초 파기의 준비

- ① 터 고르기 : 기초 파기의 전 단계공사로 대지 내에 있는 장애물을 제거하며, 설계도의 지시대로 터 고르기를 한다.
- ② 기준점(bench mark) : 기준점은 수평 및 수직의 측정기준이 되며, 건물의 위치 및 고저를 정확히 결정하는 데 유효한 수단이 되고, 또한 후일 변동시 점검을 위한 목적으로 사용된다(공사완료시까지 이동의 우려가 없도록 보존하여야 함).
- ③ 줄치기 : 실제 지면에 말뚝을 박고 줄을 쳐서 인접대지 경계선과의 관계 및 건물 각부의 위치를 알아보는 것이다.
- ④ 수평보기 및 규준틀 설치 : 수평보기는 측량에 의해 동일 수평면을 측정하는 것을 말하며, 규준틀은 수평면과 줄 띄워보기에서 얻은 건물의 위치를 표시하는 가설물로서 기초 공사의 기준이 된다.