



기 초 공 학

조 성 하 (토질 및 기초 기술사)
(shacho88@gmail.com / 010-5351-1751)

- ① 명품 신발이다
- ② 맨발로 해변을 느껴본다
- ③ 연약지반의 지지력을 점검중이다
- ④ 기초면적을 증가시켜 안정을 유지할 수 있는 사실을 아는 지반공학자다



강의 순서

제1장	서론
제2장	지반조사
제3장	얕은기초
제4장	전면기초
제5장	토압과 옹벽
제6장	지하굴착 및 흙막이 구조물
제7장	말뚝기초
제8장	현장타설기초
제9장	연약지반
제10장	내진설계
제11장	사면안정

1. 출석	20%
2. 과제	2회 각 10%
3. 중간평가	30%
4. 기말평가	30%

주교재 : 국토교통부 <구조물 기초 설계기준 해설(2018)>

기초공학(Foundation Engineering)

제1장 서론

제2장 지반조사

제3장 얕은기초

제4장 전면기초

제5장 토압과 옹벽

제6장 지하굴착 및 흙막이 구조물

제7장 말뚝기초

제8장 현장타설기초

제9장 연약지반

제10장 내진설계

제11장 사면안정

1.1 기초공학 개요

- 인류문화의 발달과 더불어 더욱 안전하고 편리한 방법으로 살아갈 수 있는 길을 꾸준히 연구하면서 경험에 입각한 구조물 축조
- 흙으로 건설되는 구조물 : 흙 댐, 제방, 도로 성토
- 흙 이외의 재료로 건설되는 구조물 : 각종 교량, 지하철, 터널, 건물, 콘크리트 댐 등
- 토목 또는 건축 구조물들은 각 구조물의 지지지반 상태에 따라 가장 경제적이면서도 안정되게 그 기능을 수행할 수 있는 기초에 의해 지지되어야 함



4000~4700년 전 유적



BC200~명대 유적

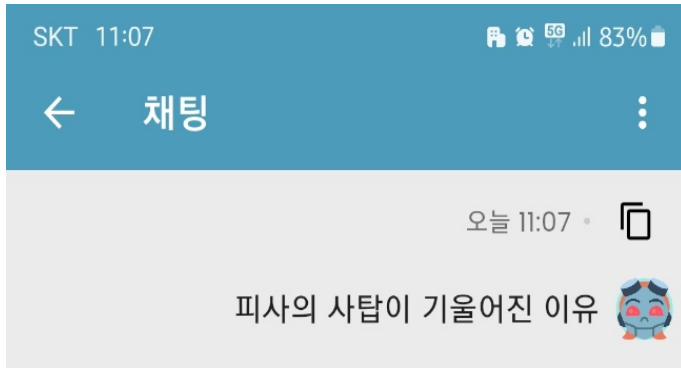


1173년 착공 1372년 준공



Cookie Slide

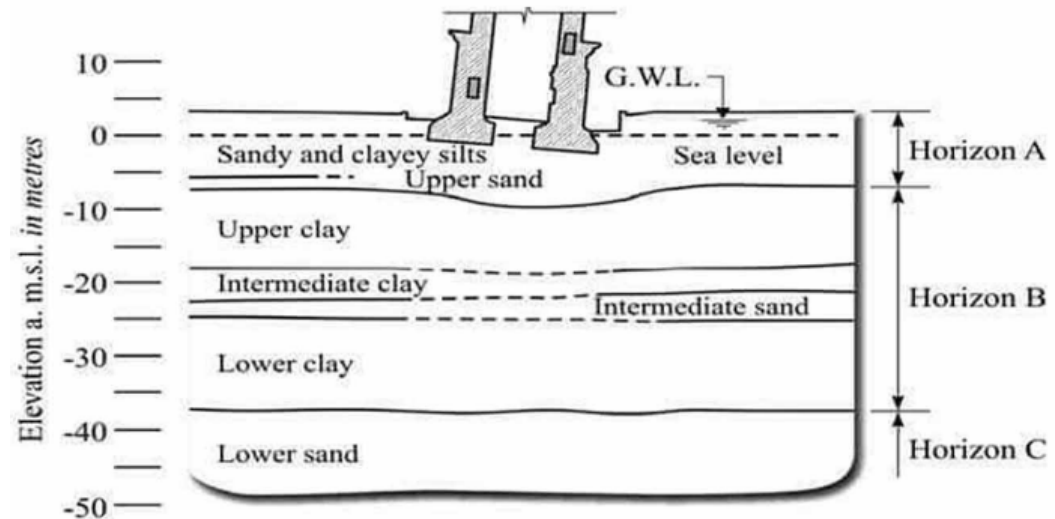
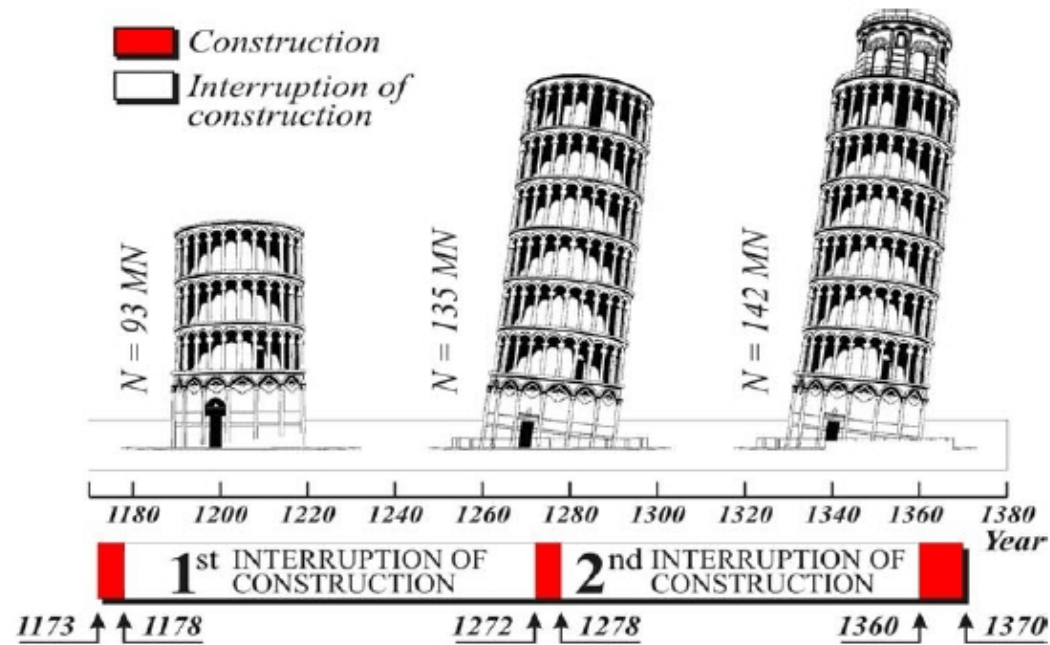
Chat GPT



23.9

피사의 사탑이 기울어진 이유는 지반의 부실과 지진, 그리고 건축 시기에 사용된 재료와 구조적 결함 등 여러 가지 요인이 결합해서 일어났습니다. 특히, 건축 시기에 사용된 지반이 부실하고 미끄러워서 기둥이 물을 흡수하며 땅 밑으로 침식하는 현상이 발생하였고, 이로 인해 사탑이 기울게 되었습니다. 이후 여러 차례의 보강 및 수리 작업이 이루어졌으며, 현재는 안정화 작업을 통해 기울기가 줄어들었습니다.

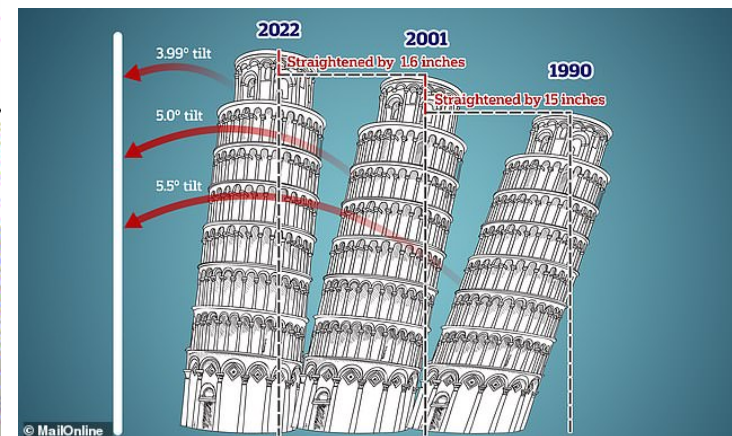
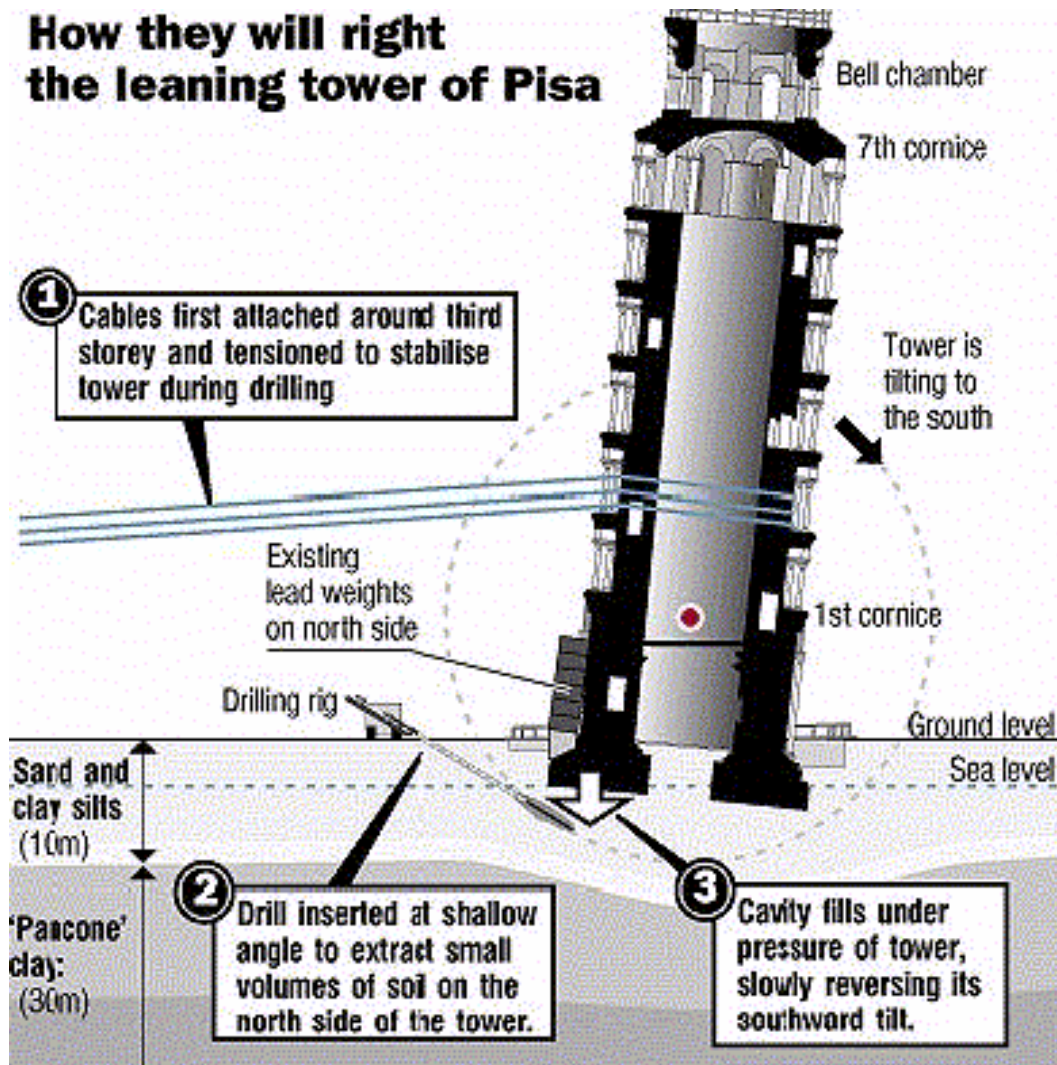
생성하다...



Cookie Slide

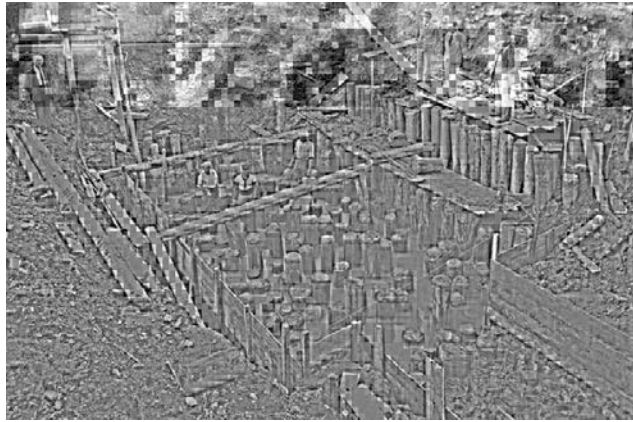
Reinforcement for Tower

How they will right the leaning tower of Pisa



1.1 기초공학 개요

- 토목 또는 건축 구조물들은 각 구조물의 지지지반 상태에 따라 가장 경제적이면서도 안정되게 기능을 수행할 수 있는 기초에 의해 지지되어야 함



강도(strength) : 지지력, 사면안정, 토압

⇒ **Stability(안정성)**

변형(deformation) : 침하, 압밀, 탄소성 변위

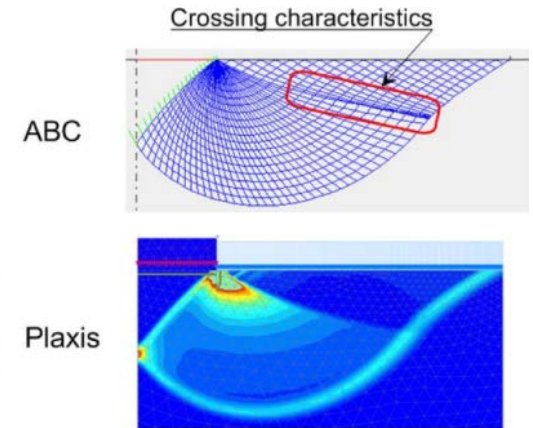
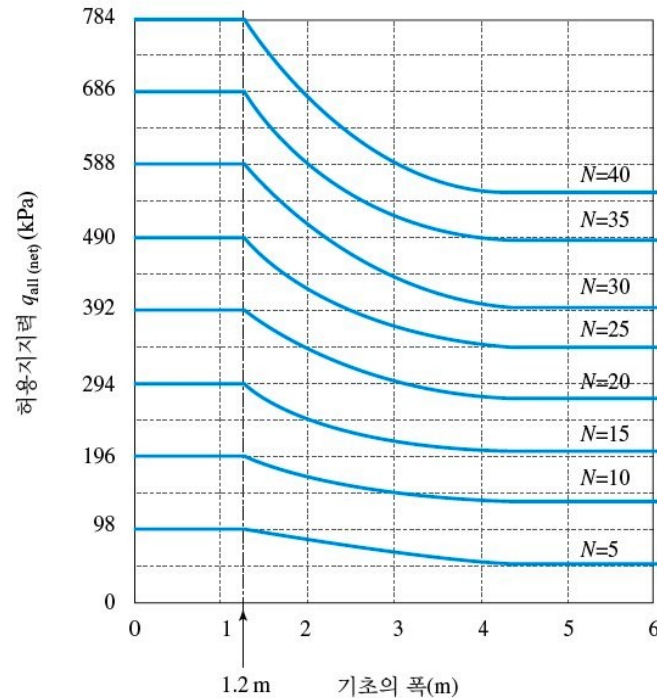
⇒ **Serviceability(기능성)**



1.1 기초공학 개요

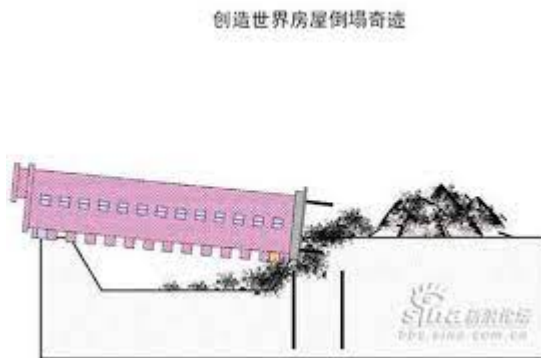
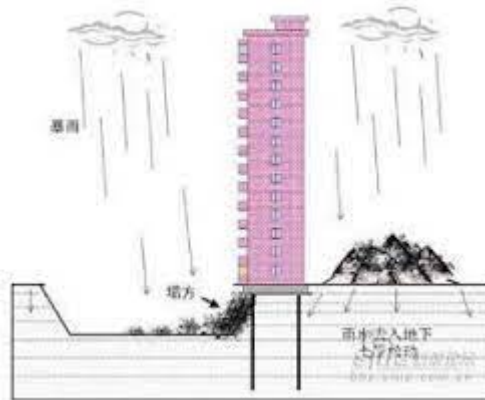
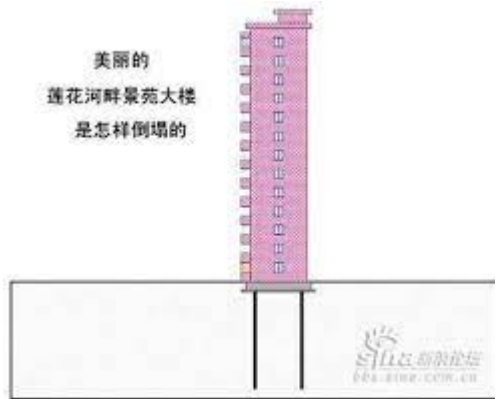
● 지반 구조물 설계 방식

- 1) 관례적인 경험법칙(empirical 'rules-of-thumb')
- 2) 현장 시험결과를 이용하는 반 경험식(semi-empirical correlations with insitu test results)
- 3) 지반공학, 암반공학 이론을 적용한 합리적 방법(rational methods)
- 4) 엄밀 해석(수치) 기법(advanced analytical(numerical techniques))



Cookie Slide

Reinforcement



1.1 기초공학 개요

- 지반공학 기술자들의 문제 해결

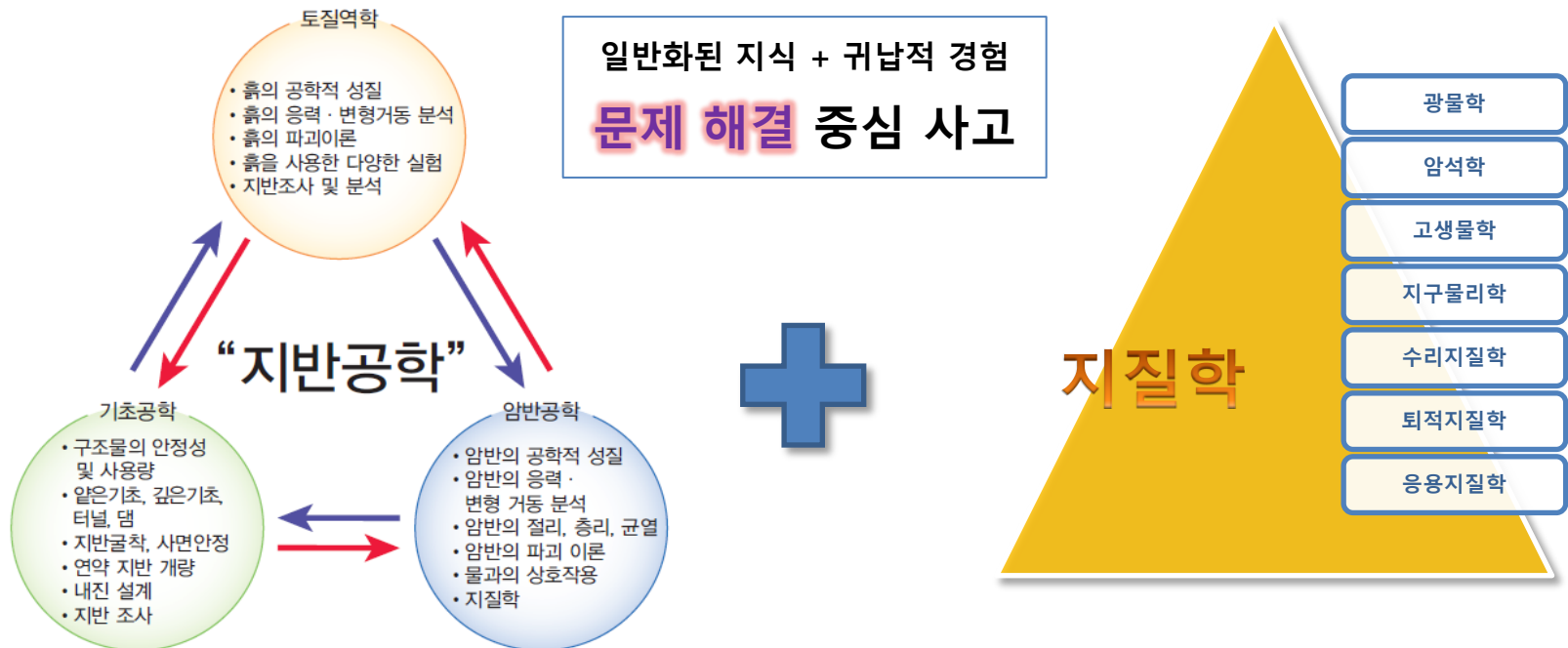
충분한 지지력과 허용할 수 있는 범위 이내의 변형만을 유발시키면서
가장 경제적인 지반구조물을 설계, 시공하는 것

- 숙달된 지반설계 기술자가 되기 위한 학문 배경

지반 관련 기초지식 : 지반공학, 기초공학, 토질역학, 지질학, 암반역학 등

기초 상부구조물의 거동 이해 : 구조공학, 콘크리트공학, 수공학

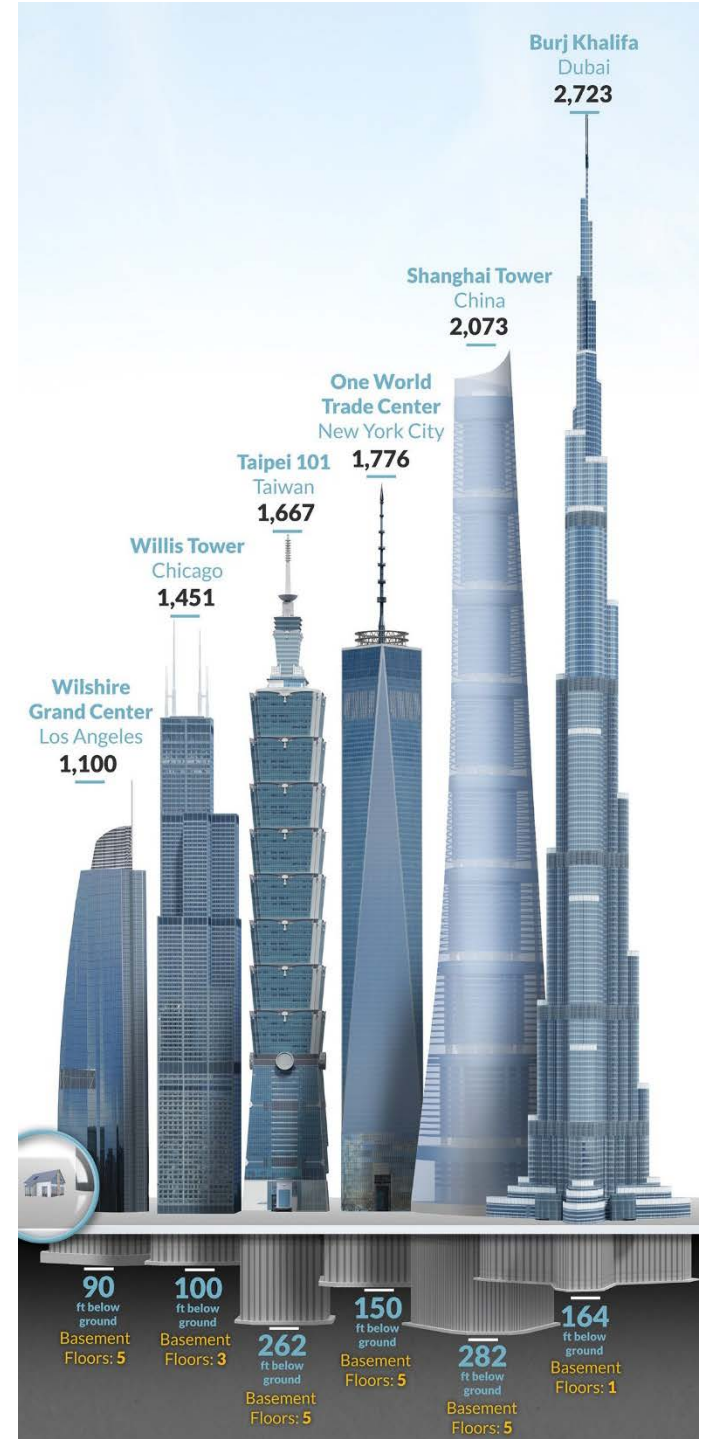
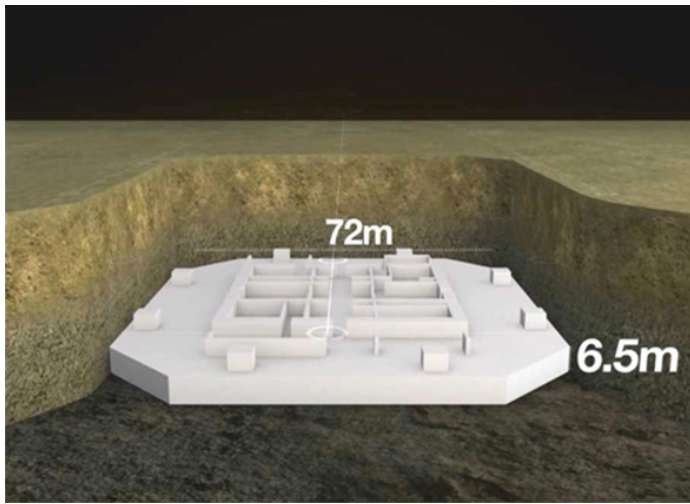
경제적인 설계 추구 : 경제학



1.2 기초공학에서 다루는 범위

초고층 건물 기초(Foundation) 형태

- Wilshire Grand Center : 5.4m 두께 매트 기초
 - Willis Tower : 114개소 caisson 기초, 1.5m 매트 기초
 - Taipei 101 : 직경 1.5m 현장타설 말뚝 380 개소
 - One World Trade Center : 24m 길이 Rock Anchor 기초
 - Shanghai Tower : 직경 1m 말뚝기초 980개소, 6m 두께 매트 기초
 - Burj Khalifa : 직경 1.5m 말뚝기초, 3.6m 두께 매트 기초
- ▶ 제2롯데 월드 : 두께 6.5m 매트기초



1.2 기초공학에서 다루는 범위

- 얇은 기초 : 지표면 가까운 깊이에 양질의 지지층이 있는 경우에 사용되는 기초($D/B=1\sim4$)
(확대기초, 전면기초, raft foundation 등)



(a) 독립기초(footing)



(b) 줄기초(strip footing)



(c) 복합기초(combined footing)



(d) 전면기초(mat foundation)



(e) Slab on grade

1.2 기초공학에서 다루는 범위

- 깊은 기초 : 지표면 가까이에 양질의 지층이 나타나지 않을 때 사용
(현장타설 콘크리트말뚝, PHC 말뚝, 강관말뚝, Caisson 기초 등)



(a) 타입(항타)말뚝



(b) 매입말뚝



(c) 현장타설말뚝



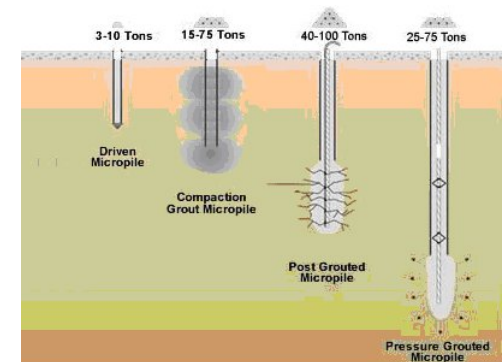
(d) 관입말뚝



(e) 케이슨 기초



(f) 마이크로 파일



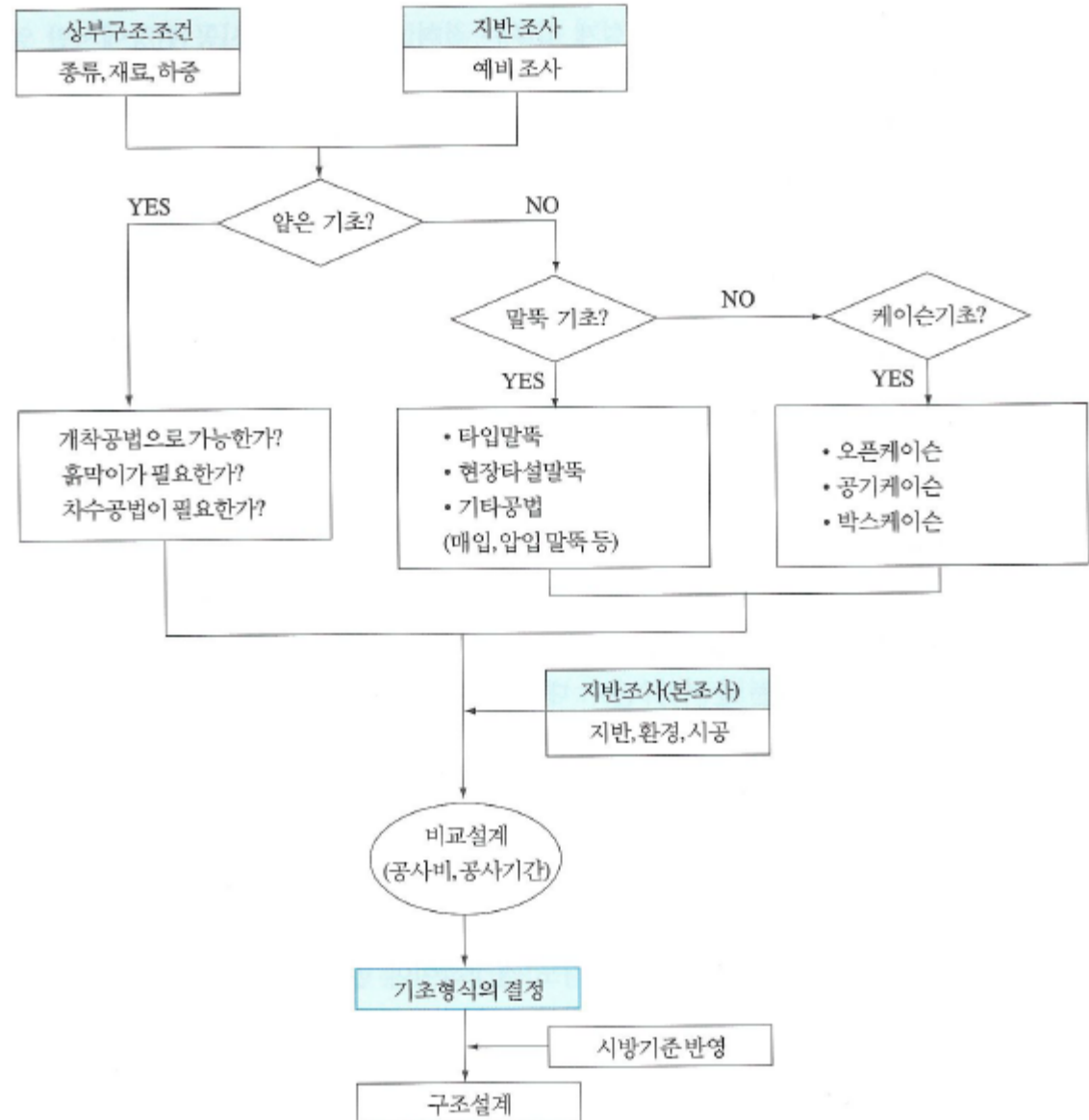
1.2 기초공학에서 다루는 범위

- 토류벽 및 옹벽과 지반굴착 공법 : 지반의 수평 거동을 안정되게 제어
- 지반개량공법 : 지반의 상태를 보다 낮게 개량
- 사면안정 문제 : 구조물 아래 부분의 흙 지반이나 암반지반에서의 사면 붕괴 발생가능성
- 터널 및 지반환경문제 :
- 지반공학 (Geotechnical Engineering)
 - 지반공학은 기초공학의 범위를 확장시킨 개념
 - 흙과 암석 모두와 관련된 지반 문제
 - 터널이나 지반환경 문제 등



1.3 기초의 설계 과정

일반적인 기초의 설계순서





1.3 기초의 설계 과정

- 초기 기초 구조물의 설계개념 :
- 주어진 한계를 넘어가지 말아야 하는 한계상태(limit state)의 개념
- 한계상태: 기능수행 한계상태(serviceability limit state) :
 - 주어진 여건 하에서 기초가 그 기능을 제대로 발휘할 수 없게 되는 한계상태
- 극한상태(ultimate limit state)
 - 구조물이 위험상태에 도달한 상황
 - 구조물의 과다한 균열에 이은 부분 또는 전반적인 파괴로 이어지는 상태
- 허용응력 설계법(Allowable Stress Design method) : $Q_a \leq Q_u / SF$
 - 안전율(factor of safety)에 그 기초를 두고 있는 설계법
 - 기초구조물이 지지할 수 있는 극한지지력을 안전율로 나누어서 허용지지력을 결정
 - 실제 기초구조물에 가해지는 하중의 조합이 허용지지력 내에 들도록 설계하는 개념
- 신뢰성 개념에 바탕을 둔 설계법(reliability-based design) : $\sum r_i Q_i \leq \sum \phi_i R_i$
 - 위험도(risk)에 기본개념
 - 위험도 : 기초구조물이 제대로의 기능을 발휘하지 못할 확률
 - 하중저항계수 설계법(load and resistance factor design, LRFD)

기초공학(Foundation Engineering)

제1장 서론

제2장 지반조사

제3장 얕은기초

제4장 전면기초

제5장 토압과 옹벽

제6장 지하굴착 및 흙막이 구조물

제7장 말뚝기초

제8장 현장타설기초

제9장 연약지반

제10장 내진설계

제11장 사면안정

2.1 개 요

2.1.1 지반조사의 목적

- 설계 및 시공측면 : 시공현장의 지반조건에 대한 정보를 관계 기술자에게 제공
- 시추조사, 현장시험, 실내시험, 물리탐사, 육안관찰조사 등으로 구분
- 주요목적

구 분	내 용
지반조사	<ul style="list-style-type: none">• 지반분포 상태와 각 지층의 지반공학적 특성, 기반암의 분포상태 및 풍화도 등을 파악• 구조물의 계획, 설계, 시공 및 유지관리 업무를 수행하는데 필요한 제반 지반정보를 제공
재해방지 및 사고조사	<ul style="list-style-type: none">• 자연상태 또는 현재상태의 지반이 현재 또는 변화된 주변 여건이 환경에 대하여 안전한지 여부를 판단하기 위한 정보 제공• 지반사고 원인 분석을 위한 지층, 특이사항 등 확인

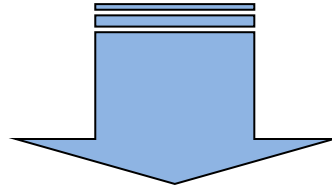
2.1 개요

2.1.1 지반조사의 목적

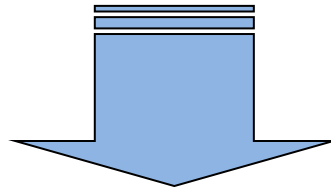
구분	조사 착안사항	조사항목
구조물 기초 (건축물, 교량, 옹벽 등)	지지층 판단, 지지력, 침하검토, 지하수위, 공동 유무, 기초형식, 지반반력계수, 말뚝기초의 경우 부마찰력	보링조사, 표준관입시험, 공내물리검층, 공내재하시험, 평판재하시험, 물성시험, 일축압축시험, 삼축압축시험, 압밀시험
도로, 철도	성토재 유용성 및 다짐 특성, 포장두께 산정, 동결심도, 깎기비탈면의 사면안정, 용출수, 토량변화율, 깎기의 리퍼빌리티, 절토부의 암유용성	오거보링, 시굴조사, 지표지질조사, 보링조사, 표준관입시험, 물리탐사, 물성시험, 직접전단시험, 삼축압축시험, 다짐시험, CBR 시험, 들밀도시험, 골재품질시험
호안, 방파제	강제치환깊이 산정, 지반개량 검토, 압밀침하 및 침하시간, 사면안정, 전단강도 특성	보링조사, 표준관입시험, 물리탐사, 더치콘관입시험, 베인시험, 물성시험, 일축압축시험, 삼축압축시험, 압밀시험
댐, 저수지	지층분포와 지지층 판단, 기초지반의 투수성, 그라우팅 계획, 파이핑검토, 성토재 유용성 및 다짐 특징, 제체의 침투, 제체의 사면안정, 침식	보링조사, 표준관입시험, 물리탐사, 수압시험, 물성시험, 다짐시험, 삼축압축시험, 직접전단시험, 투수시험
가설흙막이	흙막이벽 형식, 차수계획, 토압계산, 수압분포, 파이핑 및 히빙 검토, 지하수 유입 및 배수	보링조사, 표준관입시험, 공내물리검층, 공내재하시험, 물성시험, 일축압축시험, 투수시험, 직접전단시험, 삼축압축시험, 실내암석시험
연약 지반	연약층 두께, 범위, 연약정도, 압밀침하 및 침하소요시간, 단계성 토고, 사면안정, 지반처리계획, 장비진입성, 압밀이력상태, 강도증가율	보링조사, 표준관입시험, 더치콘관입시험, 베인시험, 물성시험, 일축압축시험, 삼축압축시험, 압밀시험
액상화 지반	액상화 발생 가능지반 판단, 지하수위, 액상화 안전율, 액상화 대책 검토	보링조사, 표준관입시험, 물성시험, 상대밀도시험, 현장밀도시험, 반복삼축압축시험, 반복단순전단시험, 지진응답해석

2.1.2 지반조사의 단계

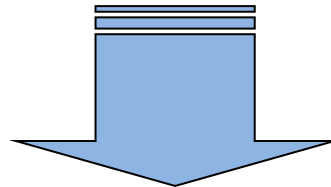
1. 예비조사



2. 기본설계를 위한 지반조사



3. 실시설계를 위한 지반조사



4. 시공 중 확인지반조사

2.1.2 지반조사의 단계

1. 예비조사

- 대상지반에 대한 기존자료 수집 및 분석을 수행하고 지질도, 지형도, 항공사진, 위성사진 등을 이용한 지형분석을 통하여 조사지역의 특성을 개략적으로 파악
- 토층 특성, 산계, 수계, 암종, 지하수위, 단층, 지하매설물 등을 파악하여 현장답사 시 확인할 사항들을 설정
- **현장답사** 수행, 기존 정보 및 분석자료와의 상이 여부를 파악하고 제반 현장여건에 대한 조사를 수행하며, 지표지질조사도 함께 실시
- 현장답사 후 조사된 결과를 정리하여 지형분석을 재 실시하고 기본설계를 위한 지반조사 계획 수립

대상구분	주요 관찰사항
지형변화	옛 제방흔적과 구하도, 용수로의 부설 등 옛 토공의 흔적(깎기, 성토, 매립)과 그 상태, 시추나 사태지형을 표시하는 지역에서는 미끌림이나 붕괴 흔적과 그 범위
지표수·지하수	용수, 우물에 대한 지하수위와 그의 계절적 변동, 피압지하수의 유무, 호우, 강설 시 등의 저수, 배수의 상태
인근 구조물 유지상태	도로, 철도의 성토, 제방과 교대, 교각, 기타의 중요 구조물에서 보이는 침하균열이나 경사도, 굴곡 등
지하 매설물	상하수도, 가스관 파이프라인, 통신관계 매설관, 지하철, 지하도, 공사현장 부근에 있는 경우는 그 영향의 정도, 매설 기초 등
수송통로	트럭, 중차량의 출입의 제한유무, 도로의 교통상황, 진동소음, 공해 등

2.1.2 지반조사의 단계

2. 기본설계를 위한 지반조사

- 예비조사를 바탕으로 구조물의 위치 계획 후 기본설계 지반조사
- 시추조사, 현장시험, 실내시험 등을 실시하여 지층과 지반의 역학적 물리적 특성 및 지하수위 조사 등을 수행

3. 실시설계를 위한 지반조사

- 기본설계를 수행하면서, 누락되거나 미비한 부분, 실시설계 수행에서 추가 보완되어야 할 부분, 구조물의 추가나 위치변경 등으로 기본설계조사와 상이한 점이 발생한 부분에 대하여 추가적으로 실시

4. 시공 중 확인지반조사

- 시공 시 굴착을 하거나 굴진을 하면서 지반상태가 실제 설계 시 조사된 내용과 다른 경우 수행
- 설계 시 지반조사와의 상이성 여부, 미 조사부분에 대한 안정성 등을 파악하기 위해 수행하고, 경제성을 고려하여 시공목적에 맞게 선정

2.2 시추조사

2.2.1 개요

1. 시추의 종류

- 시추방법 : 변위식(배토식), 수세식, 충격식, 회전식, 오거식 등이 있음

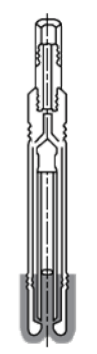
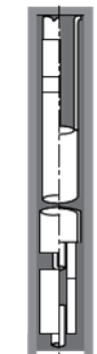
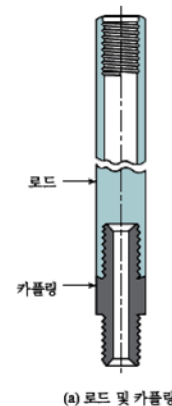
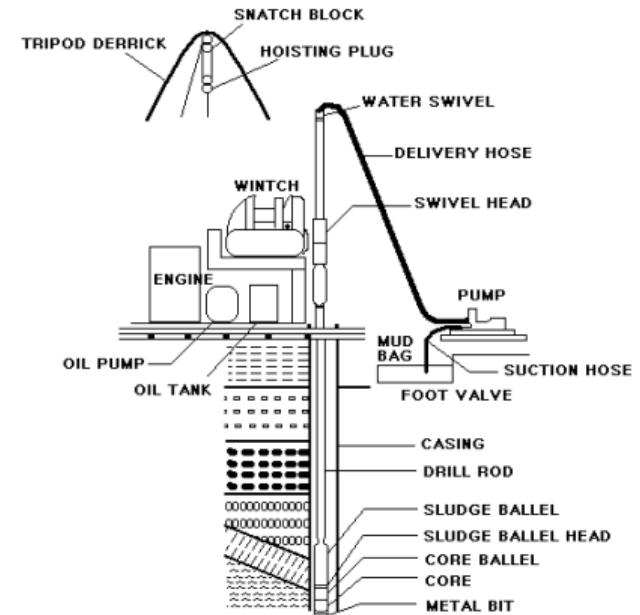
해설표 3.7.1 시추방식의 분류

시추종류	특 징	굴진방법	지층판정방법	적용토질	용 도
변위식 시추	가장 단순한 시추로 케이싱을 사용하지 않음.	선단을 폐쇄한 샘플러를 동적 혹은 정적으로 관입, 샘플링 시는 선단을 개방하여 관입	관입량에 대한 타격수 또는 압입하중 측정	공벽이 붕괴되지 않는 점성토 및 사질토	개략조사 및 정밀조사
수세식 시추	장치가 간단하고 경제적	경량비트의 회전 및 시추수의 분사로 굴진, 슬라임은 순환수로 배제	관입 또는 비트 회전저항, 순환배제로 확인	매우 연약한 점토 및 세립~중립의 사질토	개략, 정밀, 보충조사 및 지하수조사
충격식 시추	깊은 시추공법 중에서 가장 긴 역사를 가짐	중량비트를 낙하하여 파쇄굴진, 슬라임은 메일러 또는 샌드펄프로 주기적으로 배제	굴진속도 또는 배제로, 일반적으로 지층경계판정 곤란	토사 및 균열이 심한 암반, 연약점토 및 느슨한 사질토는 부적합	일반적인 지하수 개발, 전석·자갈층의 관통, 불교란시료 채취는 부적합
회전식 시추	굴착이수사용, 지반교란 적음, 코어채취가능, 신속	비트회전으로 지반을 분쇄하여 굴진, 이수에 의한 공벽안정, 슬라임은 순환이수로 배제, 코어채취 가능	굴진속도 또는 순환 배제로, 수동식의 경우는 레버감각	토사 및 암반동거의 모든 지층	정밀, 보완조사, 암석코어채취에 최적, 지하수 관측에는 부적합
오거식 시추	인력 및 기계방식, 가장 간편한 보링, 시료는 교란됨	오거를 회전하면서 지층에 압입굴진, 주기적으로 오거를 인발하여 샘플링	채취된 시료의 관찰	공벽붕괴가 없는 지반, 연약하지 않은 점성토 및 점착성이 다소 있는 토사	얕은 지층의 개략·정밀조사, 동력식은 보충조사에 적합

2.2.1 개요

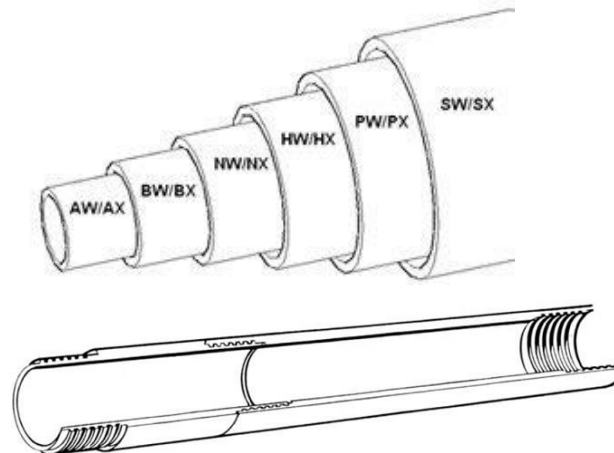
2. 시추장비의 주요 부품

- 회전식 시추장비의 주요 부품 : 케이싱, 로드, 리밍 셸, 코어배럴, 비트 등
- ① **케이싱(casing)** : 토사층에서 시추공의 붕괴를 방지하기 위하여 사용하는 관
- ② **로드(rod)** : 두꺼운 중공관이며 시추를 위한 회전동력 및 시추수(이수)를 비트(bit)까지 전달하는 역할을 함
- ③ **리밍 셸(reaming shell)** : 비트가 지반을 마모 굴진하는 동안 공경을 확대하기 위한 부품
- ④ **코어배럴(core barrel)** : 비트에 의하여 원지반에서 분리된 코어를 수용·회수하기 위한 부분으로서 단관(single core barrel), 이중관(double core-barrel) 및 삼중관 코어배럴(tripple core barrel) 등이 있음
- ⑤ **비트(bit)** :
 - 로드선단에서 직접적으로 지층을 천공하는 가장 중요한 부분
 - 재질 : 메탈 비트(metal bit), 메탈크라운(metal crown), 다이아몬드 비트(diamond bit)
 - 연약토사 : 칼날형 비트(blade bit)의 일종인 물고기 꼬리형 비트(fishtail bit) 사용
 - 연암 : 메탈크라운 사용 경암 : 다이아몬드 비트 사용



2.2.1 개요

구분	비트규격(mm)		케이싱 규격(mm)		코어직경 (mm)
	내경	외경	내경	외경	
EX	21.5	37.7	41.3	46.0	22.2
AX	30.0	48.0	50.8	57.2	28.6
BX	42.0	59.9	65.1	73.0	41.3
NX	54.7	75.7	81.0	83.9	54.0
HX	68.3	98.4	104.8	114.3	67.5



X : flush coupled casing
W : flush joint casing

2.2.1 개요

3. 시추공의 배치 및 심도

- 주요 구조물별 시추공 배치간격은 해설 표 3.7.4 참조
- 시추공의 깊이는 계획고 하부까지 시행하는 것을 원칙으로 함(표 3.7.5 참조)

해설 표 3.7.4 시추공의 배치간격

조사 대상	배치 간격	비고
단지조성, 매립지, 공항 등 광역부지	<ul style="list-style-type: none"> • 깎기 : 100~200m 간격 • 연약지반쌓기 : 200~300m 간격 • 호안, 방파제등 : 100m 간격 • 구조물 : 해당구조물 배치기준에 따름 	대절토, 대형단면 등과 같이 횡단방향의 지층구성 파악이 필요한 경우 횡방향 보링을 실시함
지하철	<ul style="list-style-type: none"> • 개착구간 : 100m 간격 • 터널구간 : 50~100m 간격 • 고가, 교량 등 : 교대 및 교각에 1개소씩 	상동
고속전철, 도로	<ul style="list-style-type: none"> • 깎기 : 깎기고 20m 이상에 대해 150~200m 간격 • 연약지반 쌓기 : 100~200m 간격 • 교량 : 교대 및 교각에 1개소씩 	상동
건축물, 주차장, 하수처리장 등	사방 30~50m 간격, 최소한 2~3개소	

2.2.1 개요

해설 표 3.7.5 시추공의 깊이

조사 대상	깊이	비고
단지조성, 매립지, 공항등 광역부지	<ul style="list-style-type: none"> • 절토 : 계획고하 2m • 연약지반성토 : 연약지반 확인 후 견고한 지반 3~5m • 호안, 방파제 등 : 풍화암 3~5m • 구조물 : 해당구조물 깊이기준에 따름 	절토에서 기반암이 확인이 안 된 경우는 기반암 2m 확인, 조사공 수 및 배치에 따라 부분적으로 계획고 도달 전이라도 기반암 2m를 확인하고 종료할 수 있음
지하철	<ul style="list-style-type: none"> • 개착구간 : 계획고하 2m • 터널구간 : 계획고하 0.5~1.0D • 고가, 교량 등 : 기반암하 2m 	개착, 터널구간에서 기반암이 확인 안 된 경우는 기반암 2m 확인
고속전철, 도로	<ul style="list-style-type: none"> • 절토 : 계획고하 2m • 연약지반성토 : 연약지반 확인 후 견고한 지반 3~5m • 교량 : 기반암하 2m • 터널(산악) : 계획고하 0.5~1.0D 	절토, 터널에서 기반암이 확인 안 된 경우는 기반암 2m 확인
건축물, 주차장, 하수처리장 등	지지층 및 터파기 심도 아래 2m	터파기 심도 아래 2m까지 기반암이 확인 안 된 경우는 일부 조사공에 대해 기반암 2m 확인

2.2.1 개요

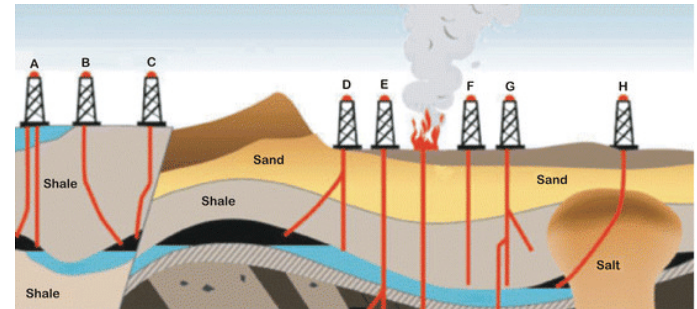
4. 시추 조사방법



(a) 수직시추



(b) 경사시추

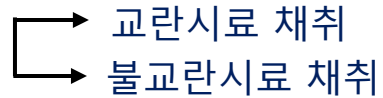


(c) 방향제어 시추
Directional Drilling

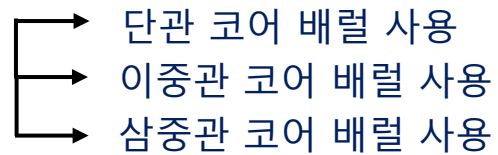
2.2.2 시료채취

- **시료채취(sampling)** – 시추공으로부터 흙이나 암석 시료를 채취하는 것

흙시료 채취



암석시료 채취



2.2.2 시료채취

■ 점성토 불교란시료 채취 기준

- ① 토층에 뒤틀림과 같은 변형이 발생해서는 안되며, 시료 내 공간이 있거나 약화되면 안됨
- ② 회수율(recovery ratio, R_r)은 95%이상이어야 하고, 회수율의 정의는 다음과 같음

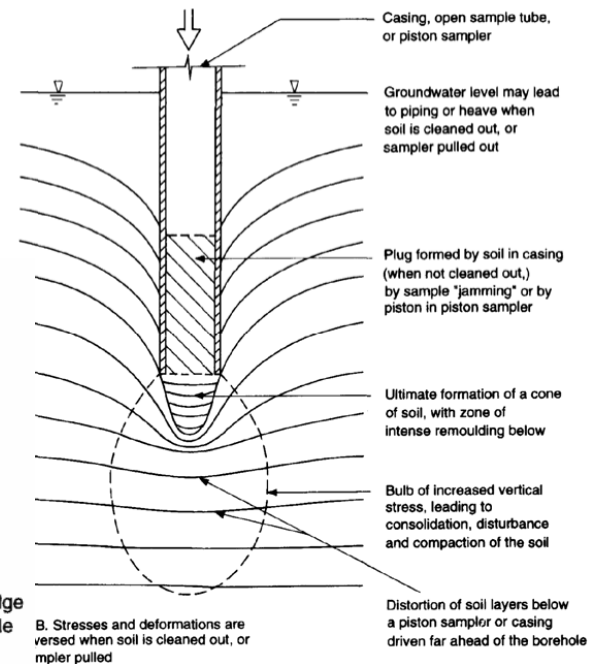
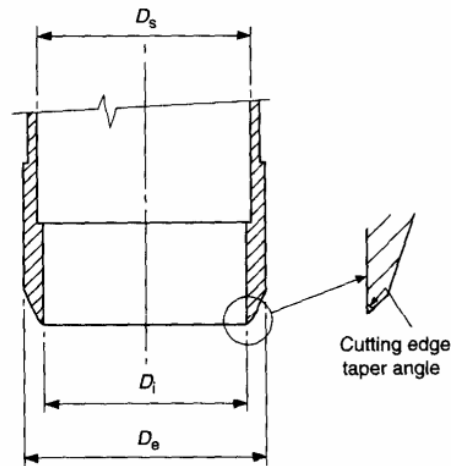
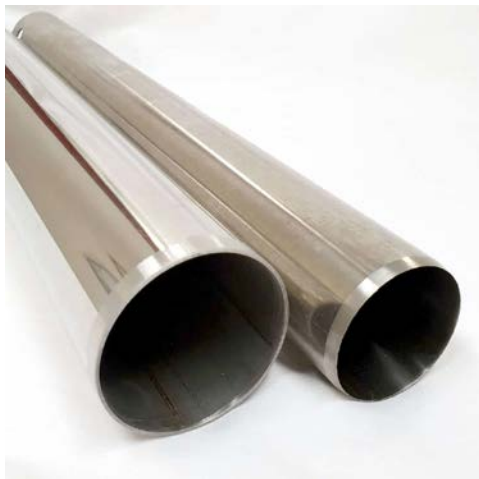
$$R_r = \frac{L_r}{L_d} \times 100(\%)$$

여기서, L_r : 회수된 불교란 시료의 길이, L_d : 시료채취시 압입한 길이

- ③ 시료채취기의 면적비(A_r)은 10%이하

$$A_r = \frac{D_o^2 - D_i^2}{D_i^2} \times 100(\%)$$

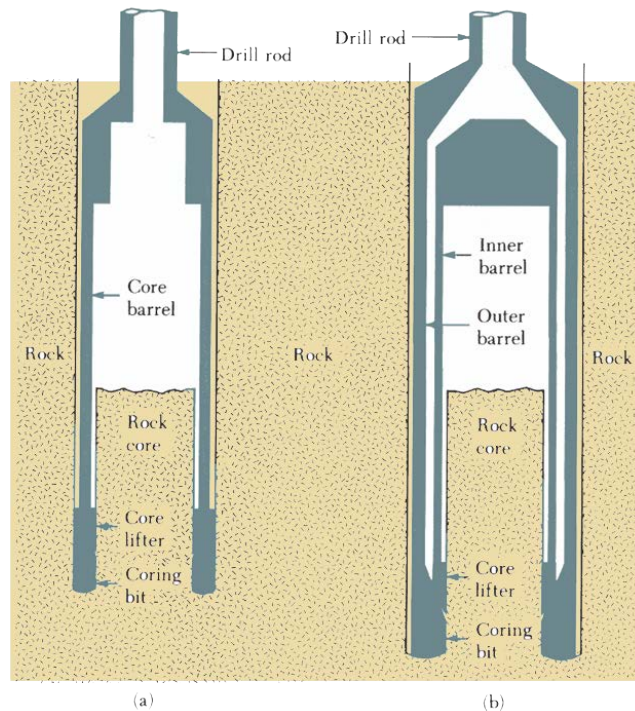
여기서, D_o : 시료채취기 외경, D_i : 시료채취기 내경



2.2.2 시료채취

■ 암석시료 채취

- 암의 경도와 상태에 따라 단관, 이중관 또는 삼중관 코어 배럴 적용
- 코어 배럴의 회전수 : 시추공 크기, 비트형태에 따라 결정(일반적으로 50~1,750회/분)



(a) 단관코아배럴

(b) 이중관코아배럴



2.2.2 시료채취

■ 암석시료 채취

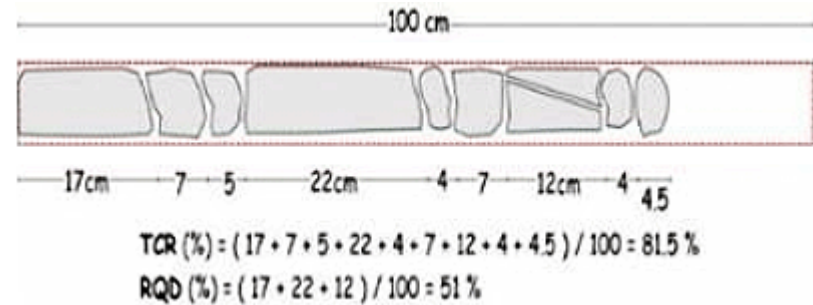
• 채취된 암반의 평가

- 코어 회수율(TCR ; Total Core Recovery) :
흙의 불교란 시료에서 회수된 코어길이를
굴진길이에 나눈 비

$$TCR = \frac{\text{회수된 코어의 총길이}}{\text{시료채취 굴진 길이}} \times 100(\%)$$

- 암질지수(RQD ; Rock Quality Designation) :
암반의 질을 수치적으로 표현한 것

$$RQD = \frac{\text{길이 100mm 이상인 암편의 총 길이}}{\text{시료 채취 굴진 길이}} \times 100(\%)$$



J-1529 GEOLOGICAL AND ROCK INVESTIGATION AT JUNGJONG ISLAND HDD2-2 BOX-15

CR	LENGTH(M)	TCR(%)	SCR(%)	ROD(%)	DATE
90	182.90-191.90	100	100	97	07-04-04
91	191.90-194.10	98	98	98	07-04-04
92	194.10-195.90	97	97	94	07-04-04
93	195.90-197.05	98	98	98	07-04-04

RQD vs TCR = 불연속면 vs 강도

2.2.3 조사보고

1. 조사개요

- 조사가 수행되는 과업명, 조사목적, 조사지역, 조사범위, 조사기간, 시추장비 등

2. 조사내용

- 시추조사 : 각 시추조사공의 좌표와 표고를 적시
- 현장조사 : 수행한 시추조사의 방법과 시추조사 종료기준, 흙과 암반 시료의 채취, 관찰 및 보관방법, 현장 지하수위조사 방법 등
- 현장시험 및 실내시험 : 시험방법 및 도출된 결과 기술(상수 또는 정수 등)

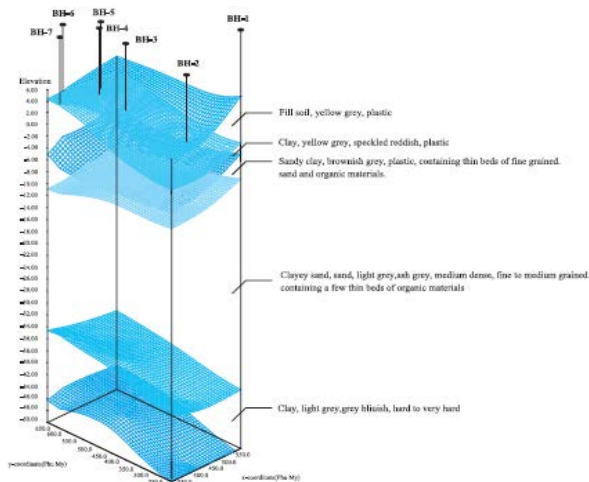
3. 지반의 분류

구 분	분 류 기 준(N값 기준)
풍화토(토사)	50(회)/10cm 미만
풍화암(암반)	50(회)/10cm 이상

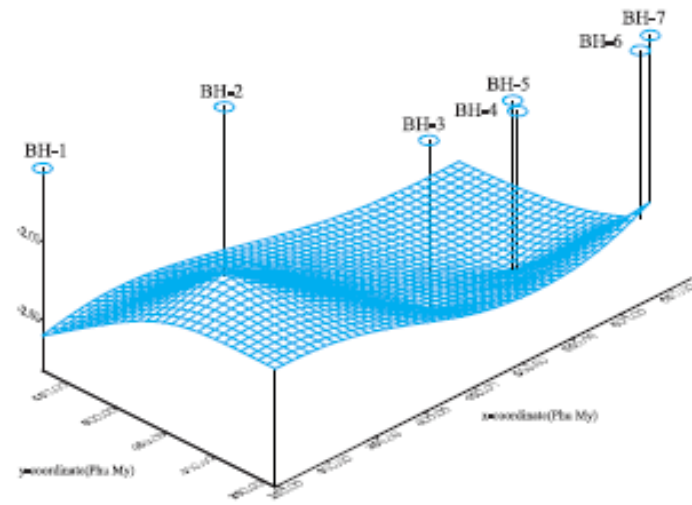
2.2.3 조사보고

4. 조사결과 및 성과분석

- 지형 및 지질과 현장조사, 현장 및 실내시험의 성과를 제시
- 지형 및 지질 : 지리적 설명과 더불어 산계와 수계, 지질학적 설명을 기술하며 지형도와 지질도 제시
- 현장조사 : 시추조사 결과를 토대로 지층분포와 층서, 지하수위 측정결과를 설명. 각층의 구성토질, 암종, 색깔, 층두께, N값의 범위를 기술 (2,3차원 등고선 표시)



지층의 3차원 등고선의 예

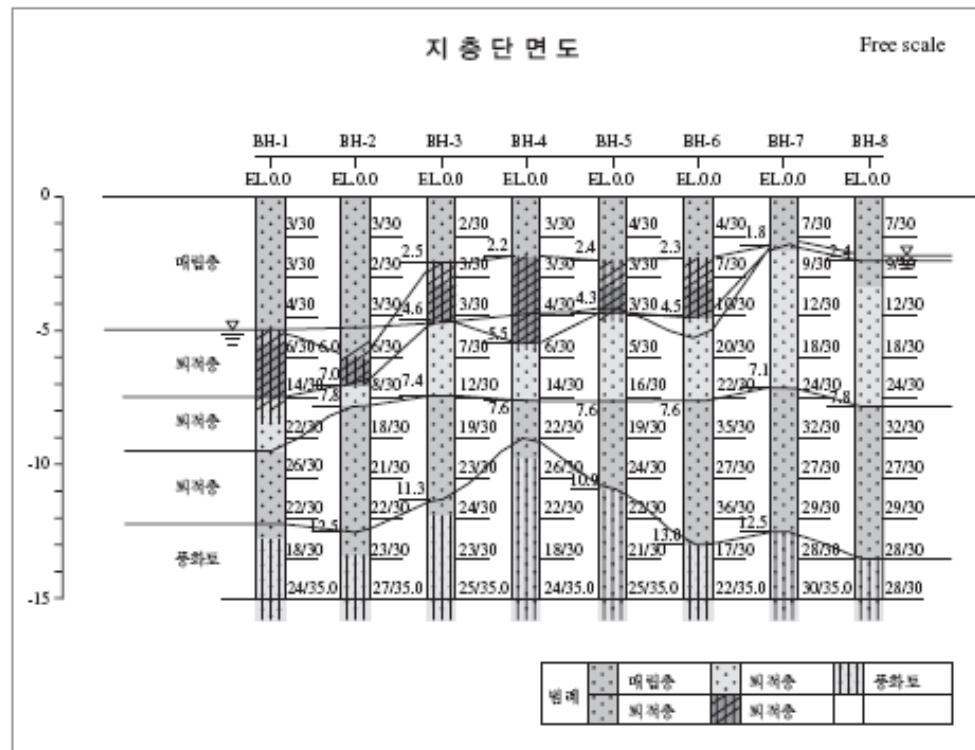


지하수위의 3차원 등고선도의 예

2.2.3 조사보고

4. 조사결과 및 성과분석

- 현장 및 실내시험 결과 : 결과를 정리하여 설명 및 분석그래프 제시하며, 특히 심도별 각 시험결과의 분포를 제공



2.2.3 조사보고

4. 조사결과 및 성과분석

- **목적** : 대지 내 지층 및 지하수 분포를 입체적으로 이해

• 구성

1. 구조물을 지지하는 지층의 분포확인
2. 표고와 GL확인 및 관계를 규명하여 건물 지지 Level에 착오가 없도록 함
3. 참고
 - T.C.R(CORE회수율)
 - R.Q.D(Rock Quality Designation; 암반표시율)
4. 지층별 N치 확인
5. 시료 채취로 실내 토질시험 실시

지 질 주 상 도

DRILL LOG

공 사 명
PROJECT _____

위 치
LOCATION _____

날짜
DATE _____

공번
HOLE No. _____

지반표고
ELEVATION _____

지하수위
GROUND WATER _____

작업자
WORKER _____

(주) 시료채취방법의 기호
REMARKS

○ 자연시료
U.D. SAMPLE

◎ 표준관입시험에 의한 시료
S.P.T. SAMPLE

● 코어시료
CORE SAMPLE

⊗ 혼트러진 시료
DISTURBED SAMPLE

표고 Elev. M	Scale M	심도 Depth M	층 두께 Thic- kness M	주 상 도 Column Section	지 층 설 명 Description	색 조 Color	시 료 채 취 번호 방법	시 료 채 취 깊이 심도	표 준 관 입 시험 Standard Penetration Test N치 (blow/cm)	N	blow			
										10	20	30	40	50
33.39		2.30	2.30	매립층	▶매립층 매립층 (BACK FILL) 주변부지의 흙으로 인위적으로 매립된 지층.	황갈색	S-1	1.5	5/30					
32.09		3.60	1.30	실트질 모래층	▶실트질 모래층 주로 중-조립질모래 및 실트 (1/64~1/256mm)로 구성. 함석 및 잔자갈 소량 존재. 점토성분 함유. 습윤, 느슨.	회갈색	S-2	3.0	12/30					
					▶실트질 모래층 (SILTY SAND) 하상회색.	회갈색	S-3	4.5	20/30					
					▶실트질 모래층 (SILTY SAND) 하상회색.	회갈색	S-4	6.0	45/30					
27.69		8.00	4.40	풍화토	▶풍화토 기반암의 상부 풍화대. (WEATHERED SOIL) 주로 중-조립질모래 및 실트질 모래(SM)로 구성. 하부로 갈수록 연고. 습윤, 보통조밀.	회갈색	S-5	7.5	50/13					
					▶풍화토 기반암의 상부 풍화대. (WEATHERED SOIL) 주로 중-조립질모래 및 실트질 모래(SM)로 구성. 하부로 갈수록 연고. 습윤, 보통조밀-극밀.	회갈색	N.S	9.0	50/4					
22.19		13.50	5.50	풍화암	▶풍화암 기반암의 하부 풍화대. (WEATHERED ROCK) 주로 중-조립질모래 및 실트질 모래(SM)로 구성. 모암의 원구조 및 조직잔재. 연, 경이 균질.	회갈색	N.S	10.5	50/3					
19.19		16.50	3.00	암층	▶암층 기반암 : 화강암 (GRANITE) 하부로 갈수록 신선함. 균열 및 절리가 발달.	회갈색	N.S	12.0	50/2					

시추주상도의 예

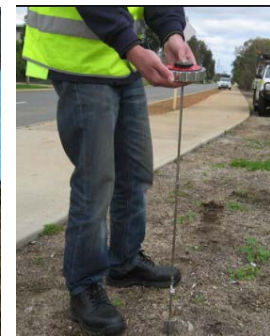
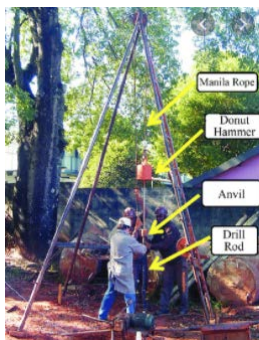
2.3 현장시험



원위치 시험(Sounding)

사운딩(Sounding)은 로드(Rod) 하단에 장착된 일정규격의 저항체를 지반내 로 **관입, 회전, 인발, 타격** 하면서 저항치를 측정하여 지반의 견고성, 상대밀도, 상대강도 등의 특성을 간편하고 신속하게 측정

시험명	선단형식	측정치	추정 정수
표준관입시험(SPT)	Split spoon sampler	햄머 64kg, 75cm 자유낙하시 30cm관입 타격횟수, N	모래 상대밀도, 내부마찰각, 점토 연경도, 일축압축강도 등
동적콘관입시험(DCPT)	60°cone	자유낙하시 Nd	$Nd \approx (1 \sim 2)N$
화란식콘관입시험	60°cone	압입시 콘 저항치, qc	점토 점착력 $qc = (14 \sim 17)c$
스웨덴식사운딩	Screw point($\phi 33mm$)	일정 무게 재하시 침하량	SPT N
베인시험	vane	완속 회전모멘트 최대치 M	연약점성토의 전단강도



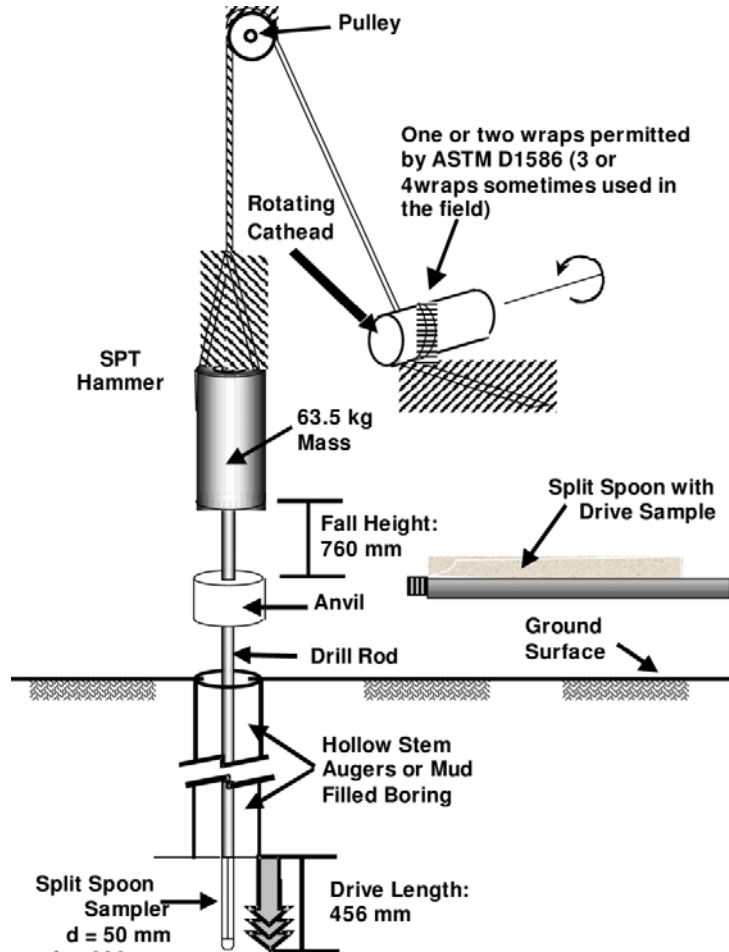
2.3 현장시험

표준관입시험(SPT)

- 대부분의 토질에 대하여 지반특성을 알기 위한 N값을 구하는 원위치시험

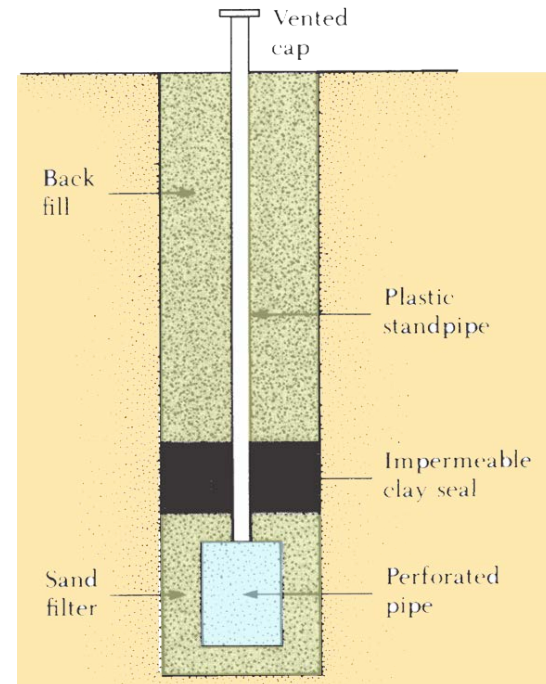
구 분	내 용
특 징	<ul style="list-style-type: none">• 지반구성과 강도 분포, 기초의 지지층 심도, 말뚝의 항타 관입 가능성, 연약층 유무 등을 간단하게 확인할 수 있는 가장 널리 보급되고 사용되는 지반조사 방법• 64 kg의 해머를 760 mm 높이에서 자유낙하시켜 샘플러가 300 mm 관입하는데 소요되는 타격횟수를 측정하는 시험• 상대밀도, 점성토의 비배수전단강도를 비롯하여 지반의 지지력이나 말뚝의 연직지지력, 지반반력계수, 액상화 가능성 등 여러 가지 공학적 특성을 추정

표준관입시험 (SPT)



지하수위 측정

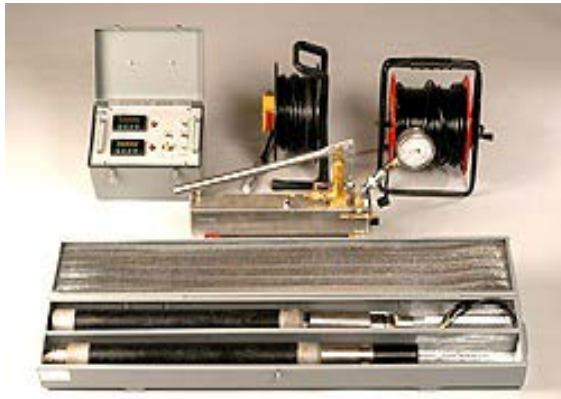
- 일반적으로 지하수위 측정은 시추작업 완료 직후 실시
- 시추작업 완료 후에는 작업수와 굴진 등의 영향으로 정확한 지하수위를 측정 불가
- 시추작업 완료 후 지하수위가 안정된 시점에서 2차 측정을 실시 (시추 완료 24, 72시간 후)
- 세립토가 많은 지반의 경우 지하수위가 안정되기 까지 수일 내지 수주가 소요



공내재하시험

- **공내재하시험** : 사운드링 시험을 실시할 수 없거나 비교란 시료를 채취하기 어려운 충적층, 풍화암 및 암반층에 적용하는 시험
- 시추공을 이용하여 재하장치를 시추공 내에 삽입시켜 일정 구간의 시추공 벽에 하중을 가하여 하중과 시추공 직경의 변화의 관계를 구하는 시험
- 1933년에 Lögler에 의하여 최초로 고안되었으며, 1950년대 말 Menard가 프레스미터를 개발한 이후 1960년대부터 널리 보급되기 시작, 당초에는 횡방향 지반반력계수(k_h)를 구하는 시험으로 시작하여 기초 말뚝 등의 수평지반반력계수를 구하는 시험으로도 이용
- 근래 수치해석 등에 필요한 지반물성치를 구하는 방법으로 높은 정밀도로 암반 등을 대상으로 한 고압 재하형까지 개발

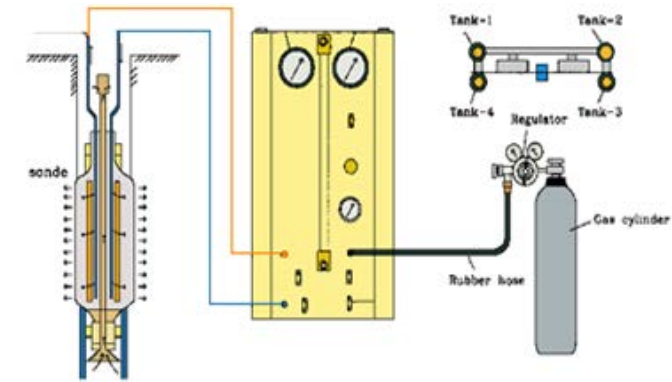
공내재하시험



(a) PMT : Pressuremeter



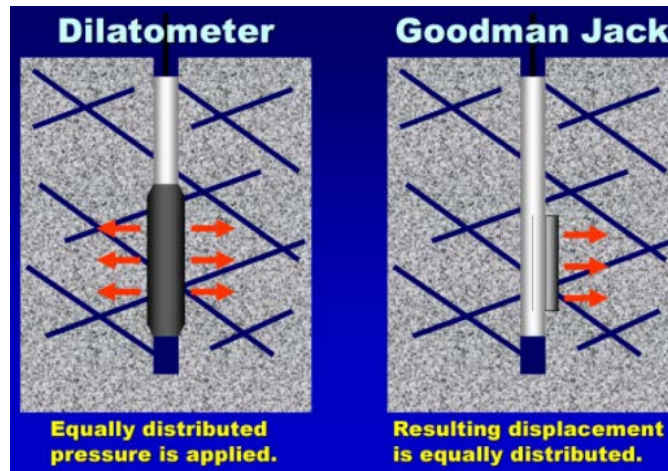
(b) DMT : Dilatometer



(c) LLT : Lateral Load Test

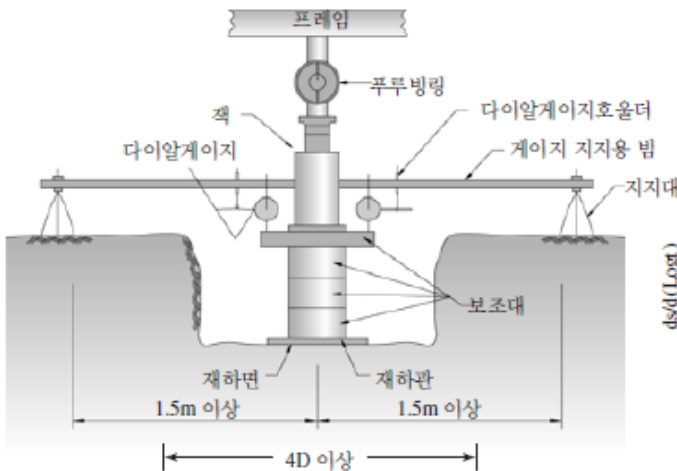


(d) Goodman Jack

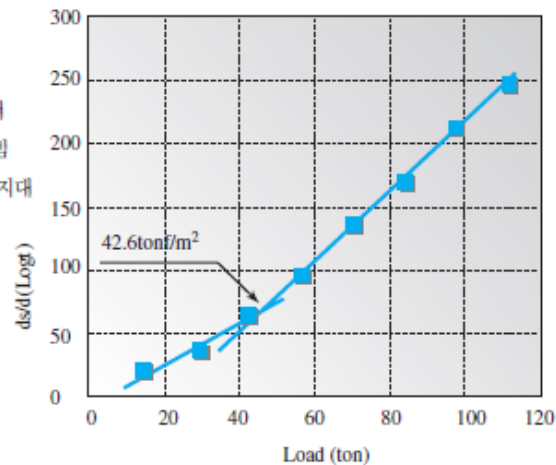


평판재하시험

- 재하판에 가해진 하중과 침하량 관계를 이용
- 전단파괴 유형, 극한 및 항복지지력, 지반반력계수 및 변형계수 등을 측정하는 시험
- 유압잭의 규격은 최대 30 ton이상, 토압에 의한 상재하중의 영향을 배제하기 위해서 재하판의 직경의 네배 이상 되도록 지반을 굴착



(a) 시험모식도



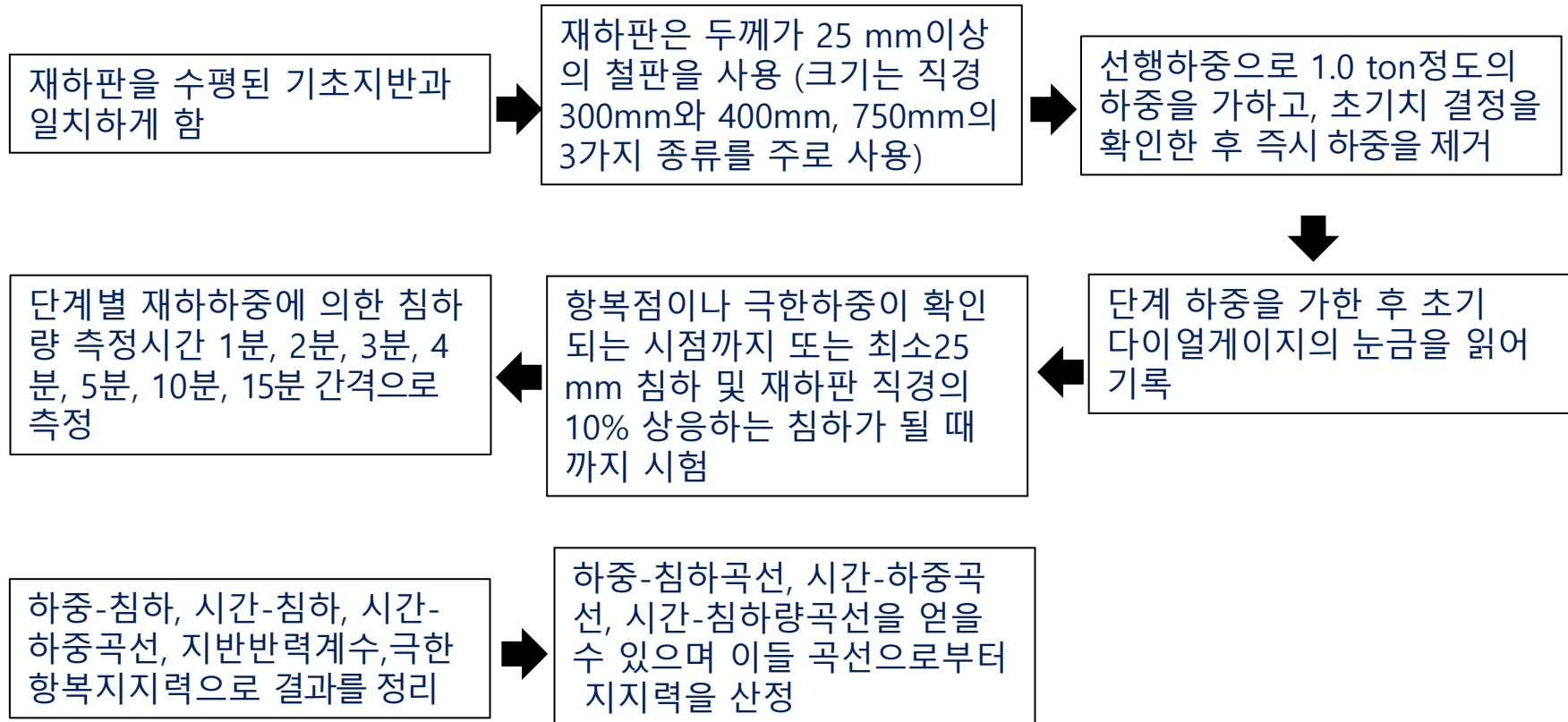
(b) 시험결과



(c) 시험전경

평판재하시험

• 시험순서



기초공학

교재 4장(얇은 기초) 미리 읽고 오기