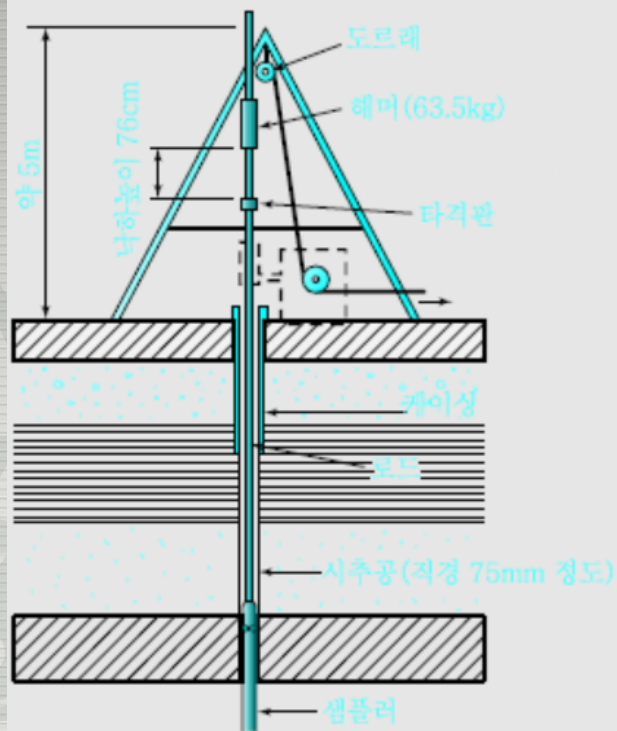




제2장

지반조사

2.1 개설

- 지반조사 내용

- 지층의 구분
- 지층의 물리적 성질 ($w, \gamma_t, G_s, w_l, PI$)
- 지층의 역학적 특성 (E, ν, c, φ, q_u)
- 지하수위

2.2 지질

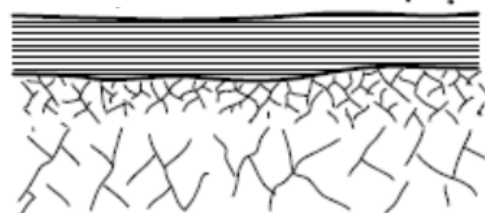
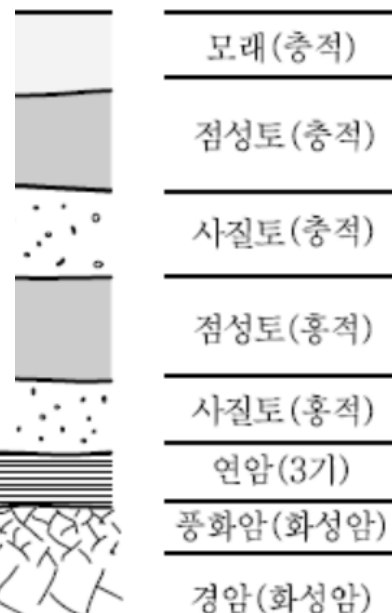
- 지질시대

선캄브리아대-> 고생대-> 중생대->신생대(홍적층: 고결토, 충적층: 미고결토)

✓ 흙은 오래된 흙일수록 견고하다.

표 2.1 지질시대에 따른 지층의 구분

지 질 시 대			지층명	토 질	
신 생 대	제 4 기	충 적 세	충 적 층	미고결의 연약층	
		약 1만년전			
	제 3 기	홍 적 세	홍 적 층	반고결~고결토층	
		약 200만년전			
		선 신 세			퇴적암 (연암)
		중 신 세			
		점 신 세			
		시 신 세			
		효 신 세			
	중 생 대	백 악 기	약 6500만년전		화강암, 변성암 (경암)
쥐 라 기					
삼 첩 기					



2.3 지반조사

(1) 지반조사 단계

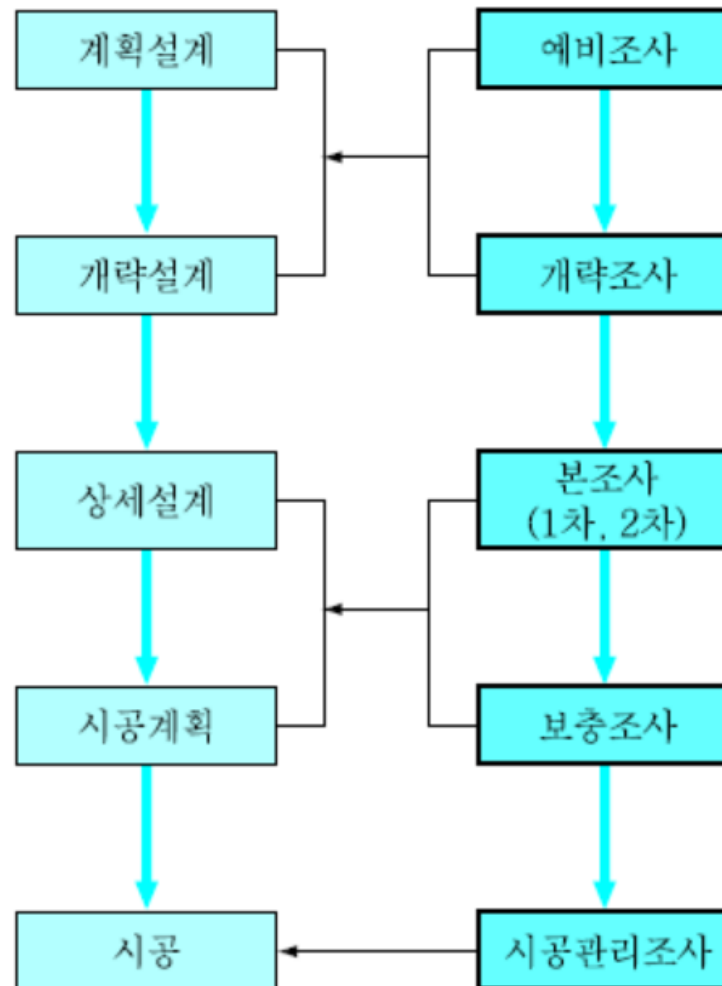


그림 2-2 지반조사의 흐름도

(2) 시추 깊이

1. 이론적 값: 건물에 의한 하중 증가량이 0.1이 되는 깊이
압력구근비 ($\frac{\Delta\sigma}{q} = 0.1$)
2. 지방서 기준: 각 단체에서 제시한 기준(구조물 기초 설계기준)
3. 기반암이 있을 때는 기반암 표면으로부터 최소 2~3m까지 시추
기반암판정 ($N > 50$)

표 2.2 시추간격

조사 대상	시 추 간 격
단지조성 매 립 지 공 항 기타 광역부지	절토구간 : 100~200m 성토구간 : 200~300m 호안, 방파제 : 100m 구조물 : 해당 구조물 간격 기준에 따른다.
지 하 철	개착구간 : 100m 터널구간 : 50~100m 고가 및 교량 : 교대 및 교각 위치마다 실시
도 로 고속전철	절토구간 : 150~200m 성토구간 : 100~200m 교량 : 교대 및 교각 위치마다 실시 산악터널 : 갱구부 2개소씩(30~50m 간격) 필요시 중간부분도 실시(100~200m 간격)
건 축 물 정 차 장 하수처리장	사방 30~50m(최소한 2~3개소)

* 지층상태가 복잡한 경우에는 간격을 1/2로 축소하여 실시하고, 기준에 없는 경우에는 유사한 경우를 참조하여 판단한다.

표 2.3 시추깊이

조사 대상	시 추 깊 이
단지조성 매 립 지 공 항 기타 광역부지	절토구간 : 계획고 아래 2m까지 성토구간 : 연약지반 확인 후 견고한 지반 3~5m까지 호안, 방파제 : 풍화암 아래 3~5m까지 구조물 : 해당 구조물 깊이 기준에 따른다.
지 하 철	개착구간 : 계획고 아래 2m까지 터널구간 : 계획고 아래 0.5D~1D 까지(D 는 터널의 직경) 고가 및 교량 : 기반암 아래 2m까지
도 로 고속전철	절토구간 : 계획고 아래 2m까지 성토구간 : 연약지반 확인 후 견고한 지반 3~5m까지 교량 : 기반암 아래 2m까지 산악터널 : 계획고 아래 0.5D~1D 까지 (D 는 터널의 직경)
건 축 물 정 차 장 하수처리장	지지층 및 터파기 깊이 아래 2m까지

* 절토, 개착, 터널구간에서 기반암이 확인되지 않은 경우에는 기반암 표면으로부터 2m까지 확인.

* 기반암은 연암 또는 경암을 의미함.

✓ 지반조사비용은 일반적으로 총공사비의 1~2% 정도

2.4 시추

시추방법 ~ 시굴조사, 오거시추, 충격시추, 수세식시추, 회전식시추

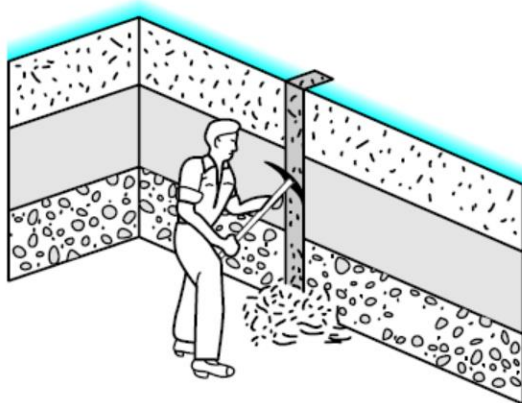


그림 2-3 시굴조사

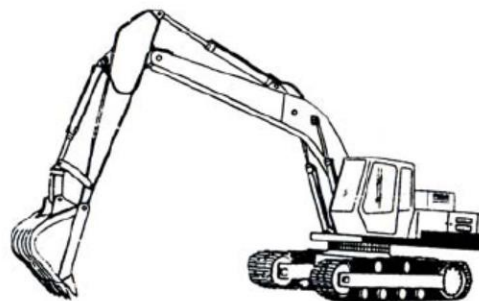
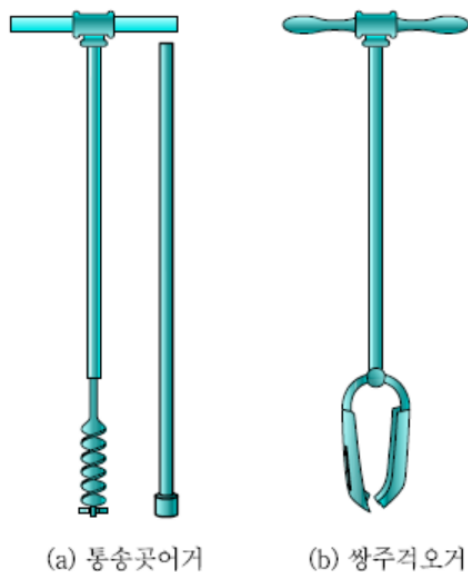


그림 2-4 백호



(a) 통송곳이거

(b) 쌍주걱오거

그림 2-5 수동식 오거(인력회전식)



그림 2-6 연속오거

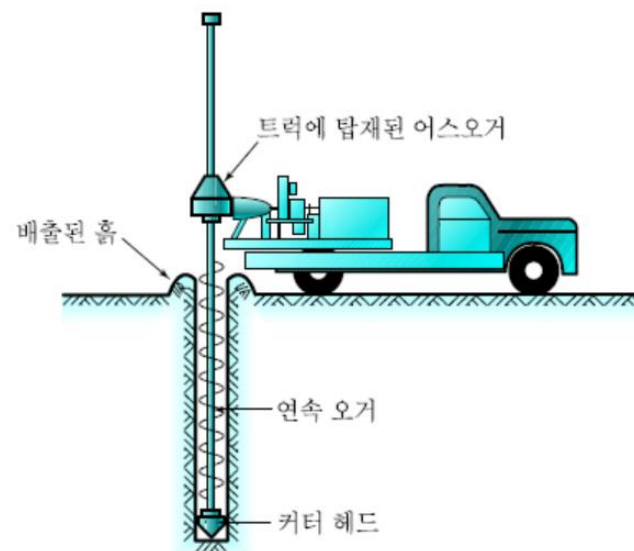


그림 2-7 기계식 오거

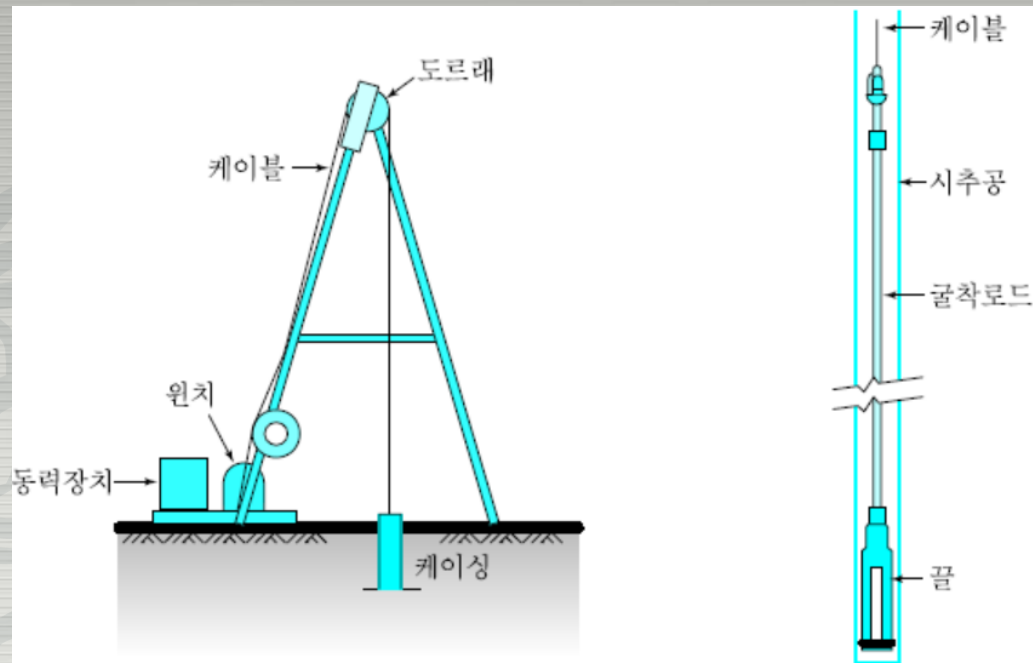


그림 2-8 충격식 시추 장치

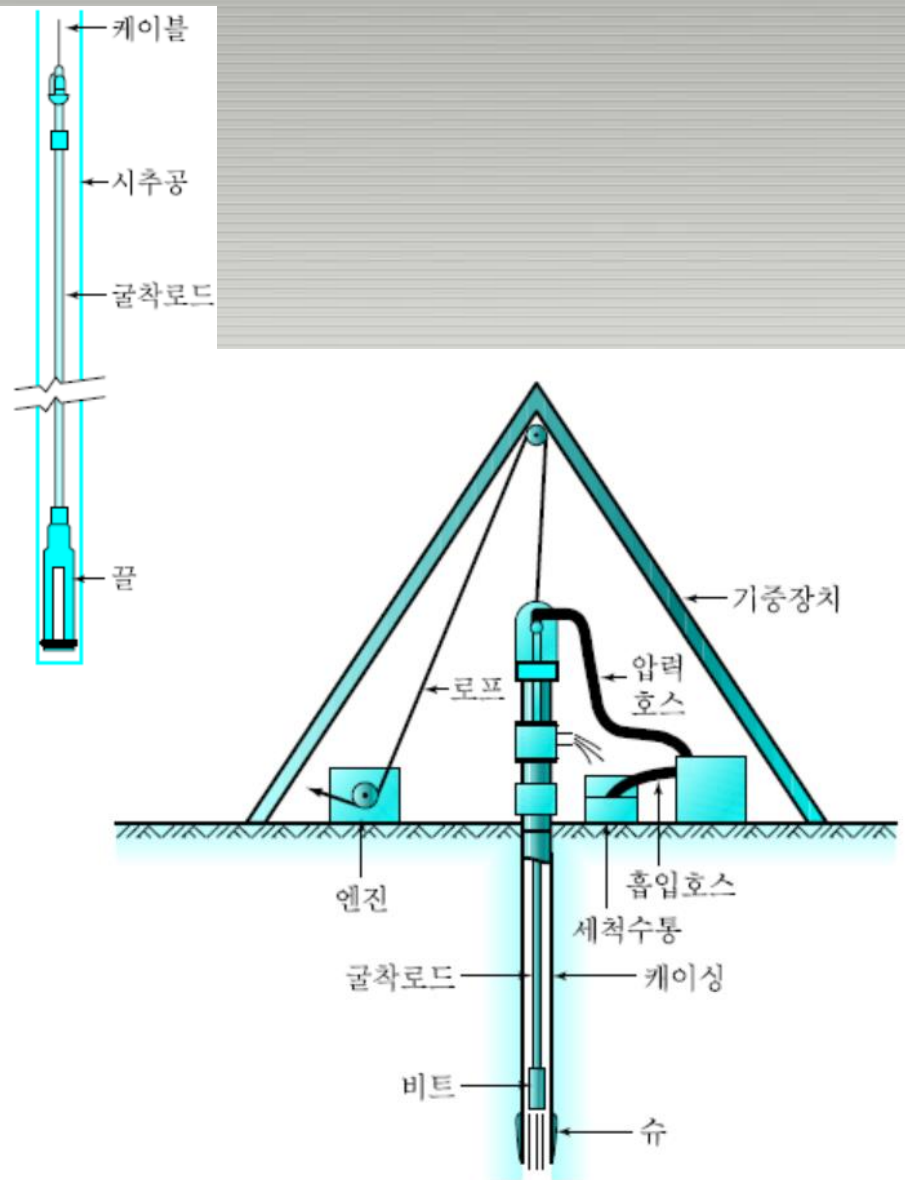
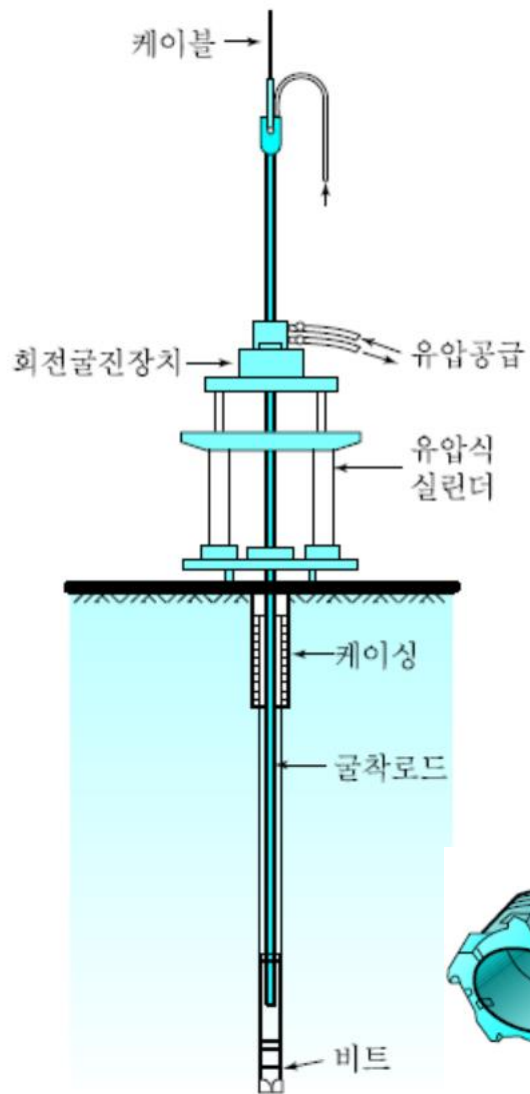


그림 2-9 수세식 시추 장치



✓ 비트의 크기

EX-→ AX-→ BX(59.9mm)-→ NX(75.7mm)-→ HX



(a) 채취용 금속 비트

(b) 채취용 다이아몬드 비트

(c) 비채취용 다이아몬드 비트

그림 2-10 회전식 시추 장

그림 2-11 비트의 종류

2.5 시료채취

- ✓ 교란시료: 흙의 물리적시험(입도, 액소성, 함수비등)
- ✓ 비교란시료(UnDisturbed, UD Sample): 흙의 역학적 시험(강도, 투수, 압밀시험)
 - > 얇은관 샘플러, 고정피스톤 샘플러, 포일 샘플러, 이중관 샘플러

✓ 시료의 교란원인

1. 구속압 해방에 따른 시료팽창
2. 샘플러 삽입에 의한 교란
3. 시추과정의 함수비 변화
4. 시료운반 시 교란
5. 시료 성형시 교란

면적비

$$A_r = \frac{D_a^2 - D_e^2}{D_e^2} \times 100(\%)$$

여기서, D_e = 샘플러 선단의 내경

If $A_r < 10\%$ then 비교란시료

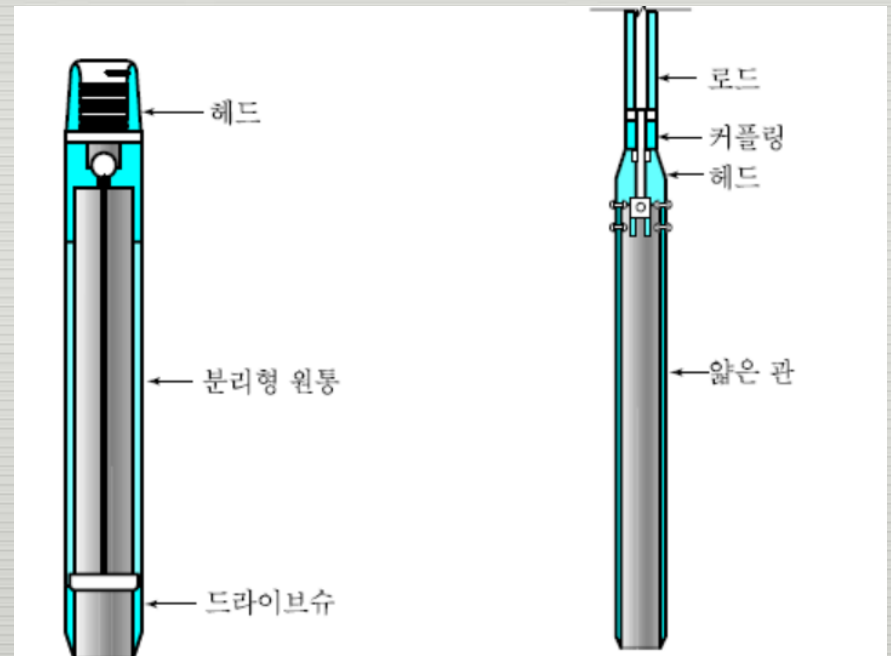


그림 2-13 분리형 원통샘플러 그림 2-14 얇은 관 샘플러

회수율

$$TCR = \frac{\text{채취된 시료의 실제 길이 } L_1}{\text{샘플러의 관입 깊이 } L_2}$$

If $TCR > 95\%$ then 비교란시료

(3) 샘플러

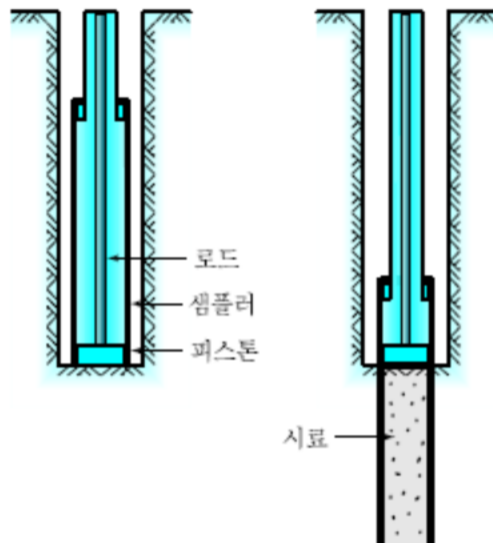


그림 2-15 고정피스톤 샘플러

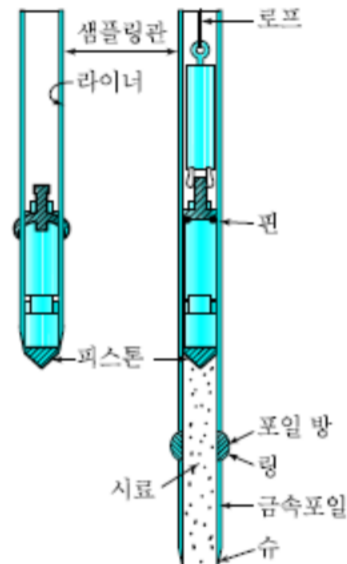


그림 2-16 포일 샘플러

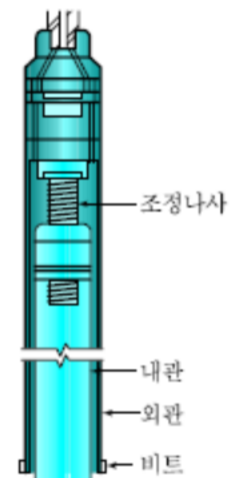


그림 2-17 이중관 샘플러

2.6 암석 채취

~암석층은 N값이 100이상 (50/10cm)인 굳은 지반

◆ RQD(Rock Quality Designation: 암질지수)

$$RQD = \frac{100\text{mm 이상인 암석 조각들의 길이의 합}}{\text{암석 시료의 이론상 길이}} \times 100(\%)$$

● 암반의 분류방법: RMR, Q시스템, 탄성과 속도

RMR 분류법 : 100점 만점으로 암반의 상태 분류 (표2.7참조)

~ 암석의 암축강도(15점) + RQD(20점) + 절리면의 간격(20점) + 절리면의 상태(30점) + 지하수조건(15점)

2.7 원위치 시험(Sounding)

~로드 하단에 부착된 저항체를 지반 중에 관입, 회전, 인발 시 저항에 의한 지반조사시험 예) SPT, CPT, 베인시험

(1) 표준관입시험(SPT)

~ 63.5kg 추로 75cm 높이에서 낙하 타격하여, 샘플러를 30cm 관입에 필요한 타격수(N값)

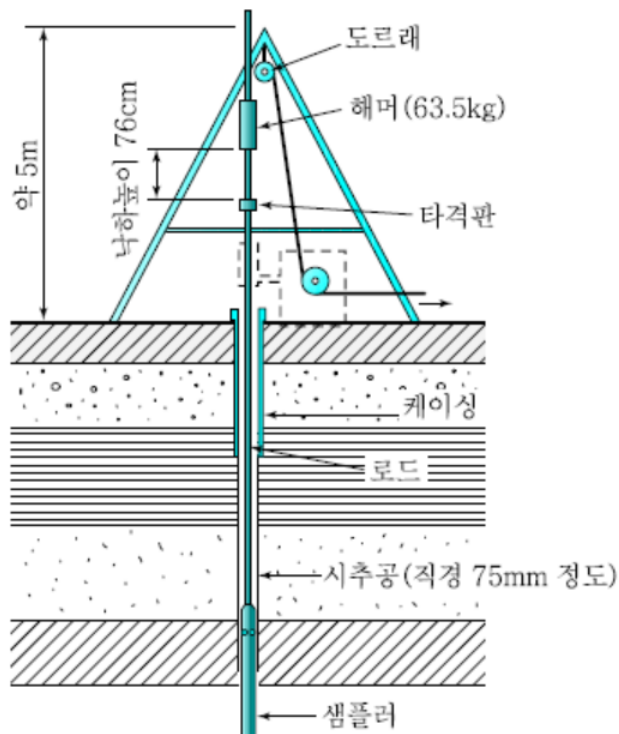


그림 2-19 표준관입시험

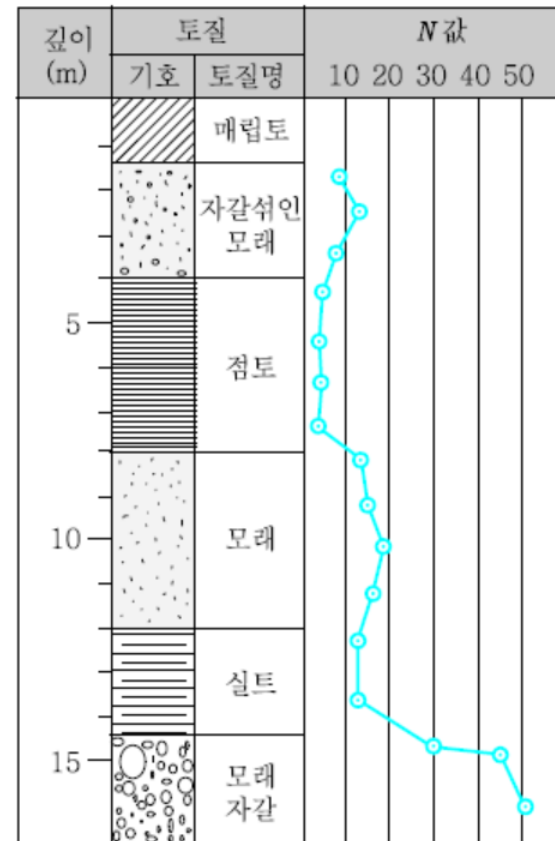
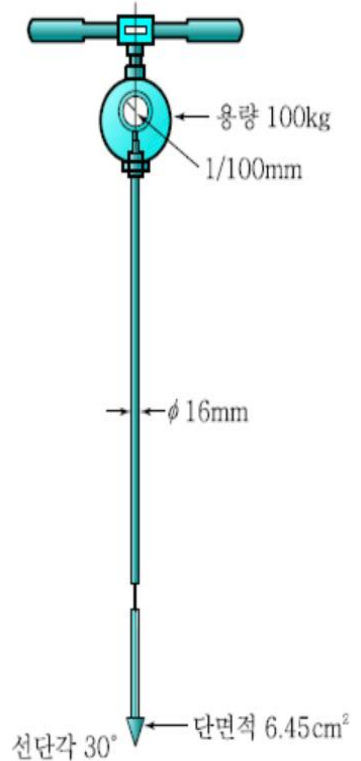
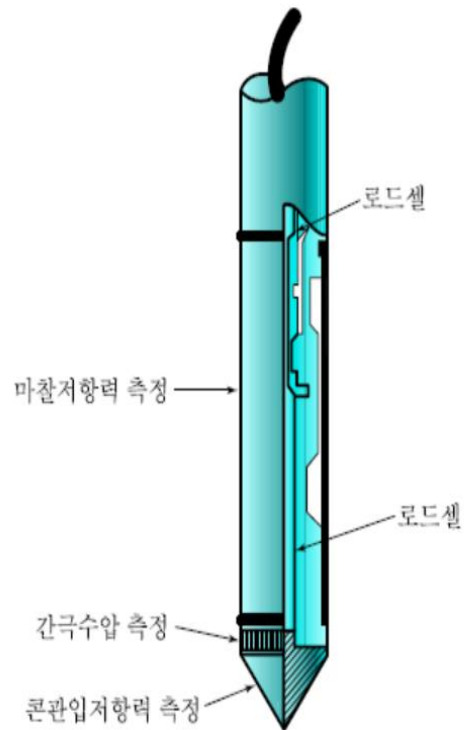
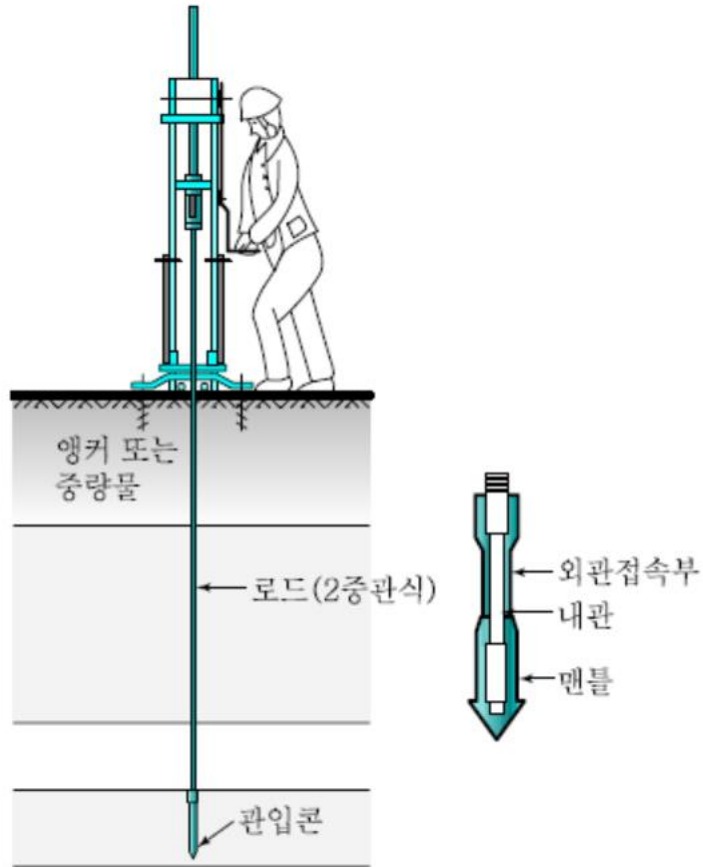


그림 2-20 N값과 주상도

(2) 콘관입시험(CPT)

~ 선단면적 10cm^2 인 더치콘을 $1\text{cm}/\text{sec}$ 속도로 관입하면서 관입저항치를 측정하는 시험



(3) 현장베인시험

~연약지반의 비배수 전단강도(S_u)를 구하는 시험

$$c_u = \frac{T}{\pi D^2 \left(\frac{H}{2} + \frac{D}{6} \right)} = \frac{6}{7} \frac{T}{\pi D^3}$$

여기서, c_u = 비배수 점착력(비배수 전단강도)

T = 회전모멘트

D = 베인의 직경

H = 베인의 높이

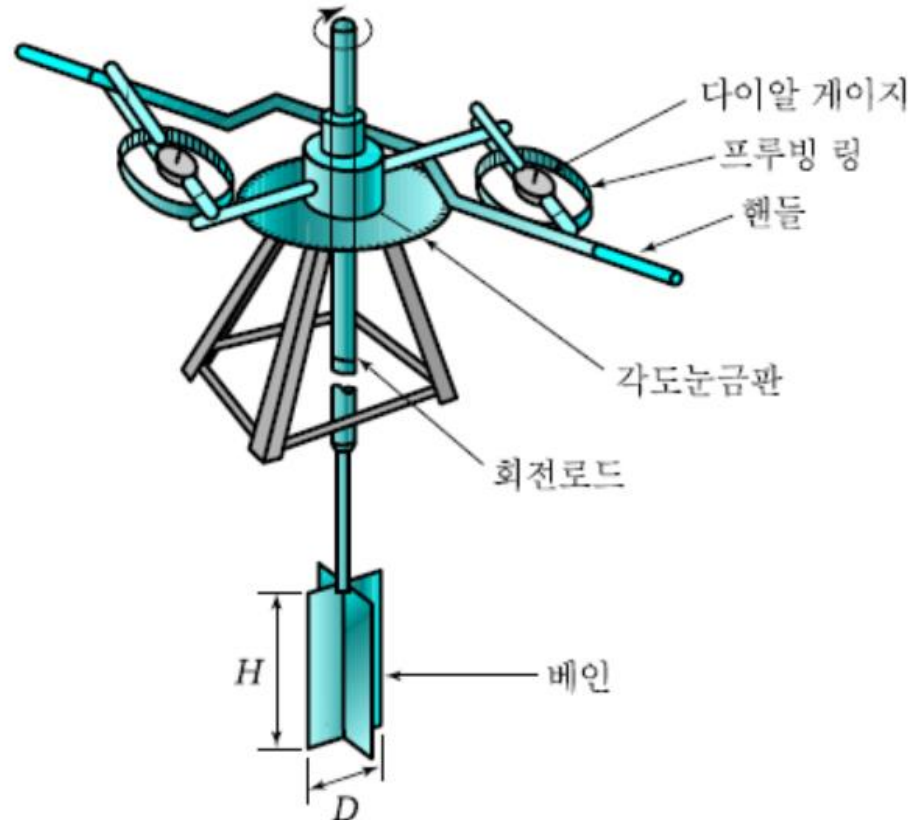
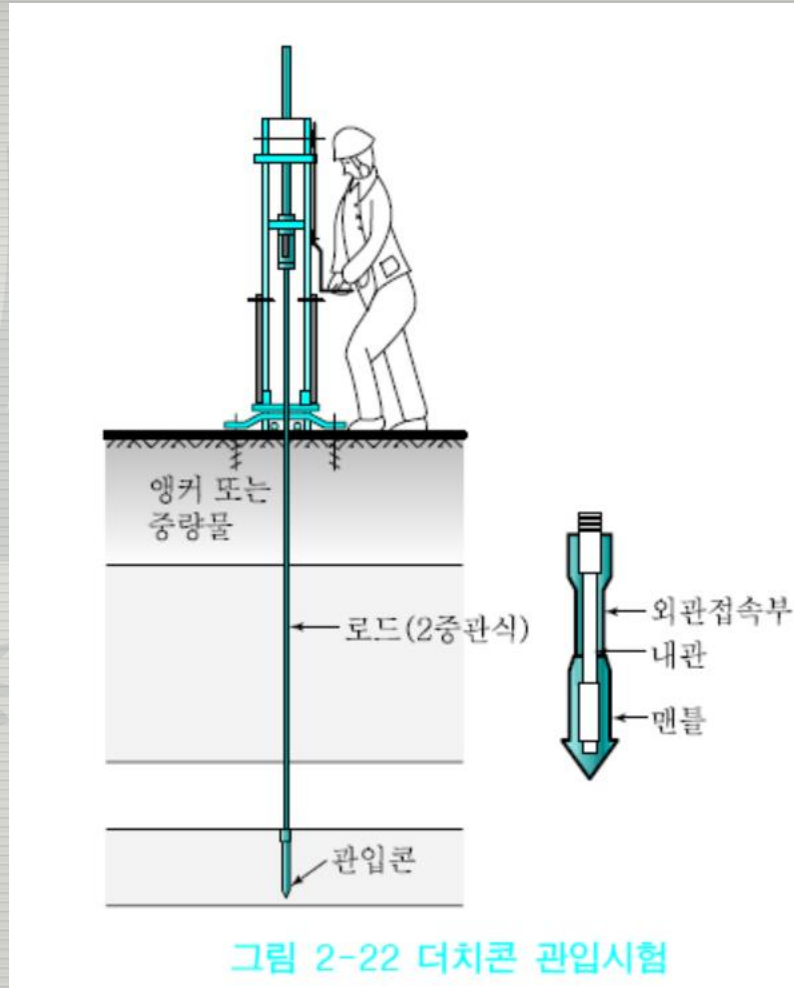


그림 2-27 베인시험기

(2) 콘관입시험(CPT)

~ 선단면적 10cm^2 인 더치콘을 1cm/sec 속도로 관입하면서 관입저항치를 측정하는 시험



2.11 지하수위 측정

~ 시추후 24시간 후 측정 또는 피에조미터(간극수압계) 이용

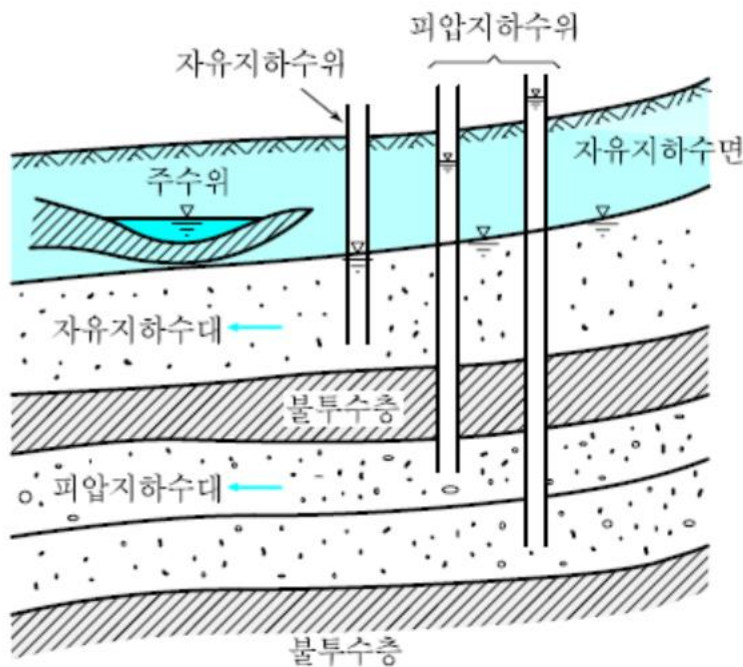


그림 2-29 지하수위

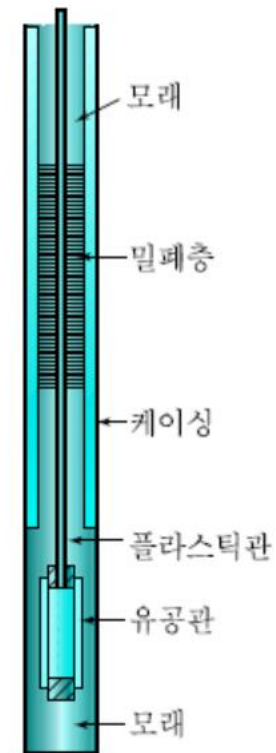


그림 2-30 Casagrande식 피에조미터

2.12 원위치 투수시험

(1) 개단시험

1. 정수두 시험 ~ 일정한 유량을 유지하면서 수두를 측정하여 투수계수를 추정

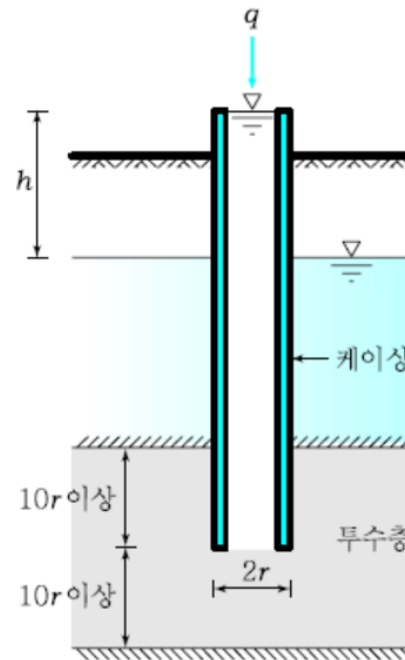
$$k = \frac{q}{5.5rh}$$

여기서, k = 투수계수

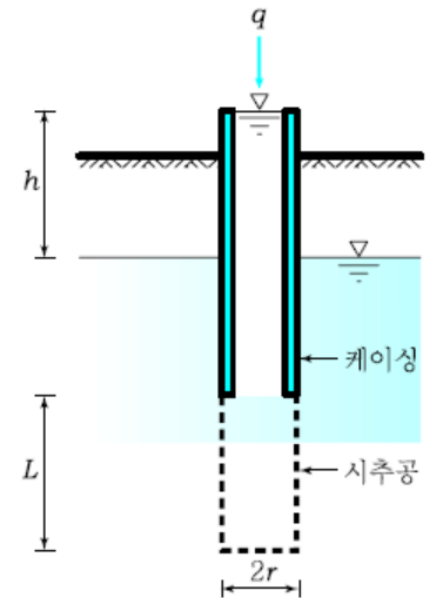
q = 시추공에 공급하는 물의 유량

r = 케이싱의 반경

h = 수두차



(a) 시추공 깊이와 케이싱 깊이가 같은 경우

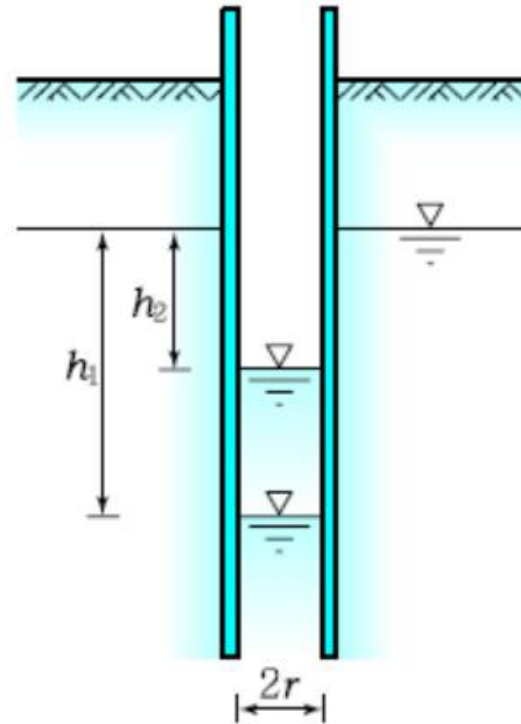


(b) 시추공 깊이보다 케이싱 깊이가 짧은 경우

(2) 변수두 시험

~ 일정한 물을 공급하고 시간 t 사이의 수위 h_1, h_2 를 측정하여 투수계수 계산

$$k = \frac{\pi r}{5.5t} \log_e \frac{h_1}{h_2}$$



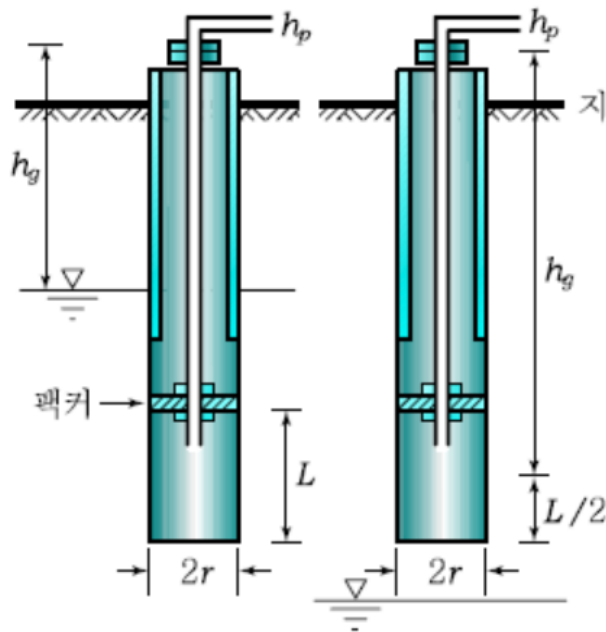
(a) 시추공 깊이와 케이싱 깊이가 같은 경우

(3) 팩커시험

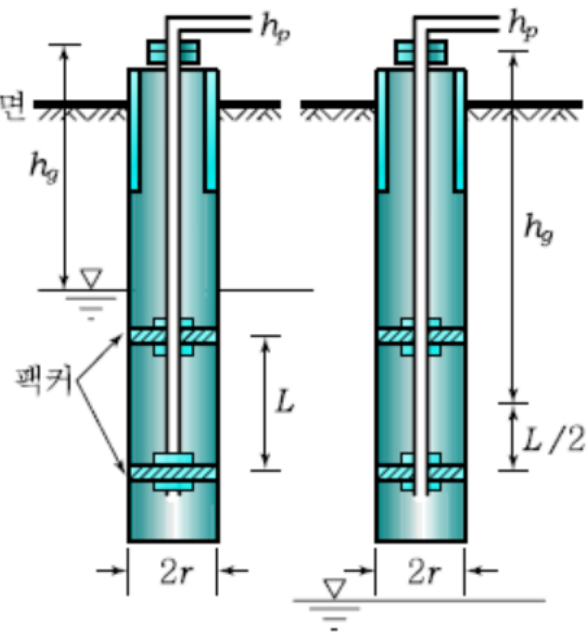
~ 암반의 투수계수를 결정하기 위해 사용하는 시험(개단시험 공식적용)

$$h = \text{중력수두차 } h_g + \text{압력수두차 } h_p$$

굴착 도중에 실시한 시험



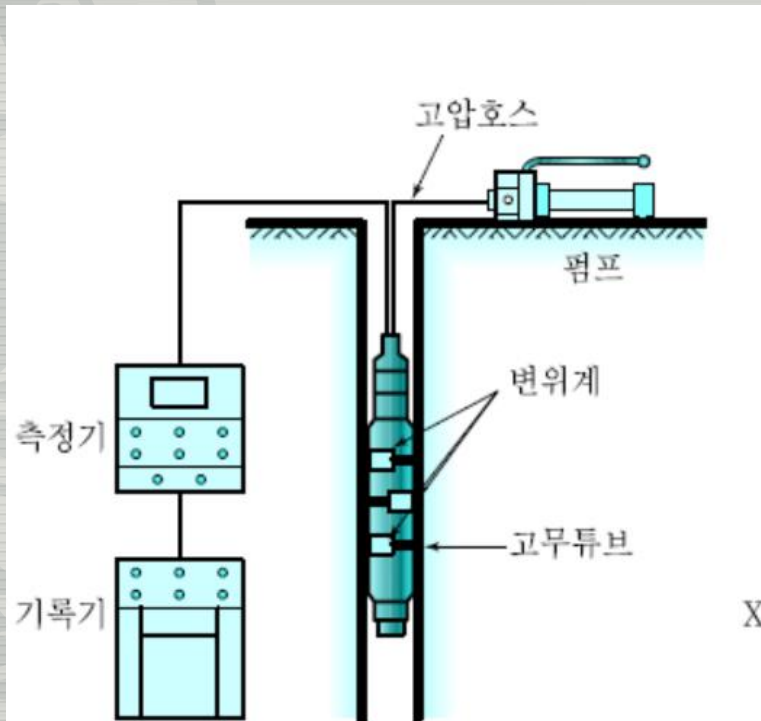
굴착 완료 후 실시한 시험



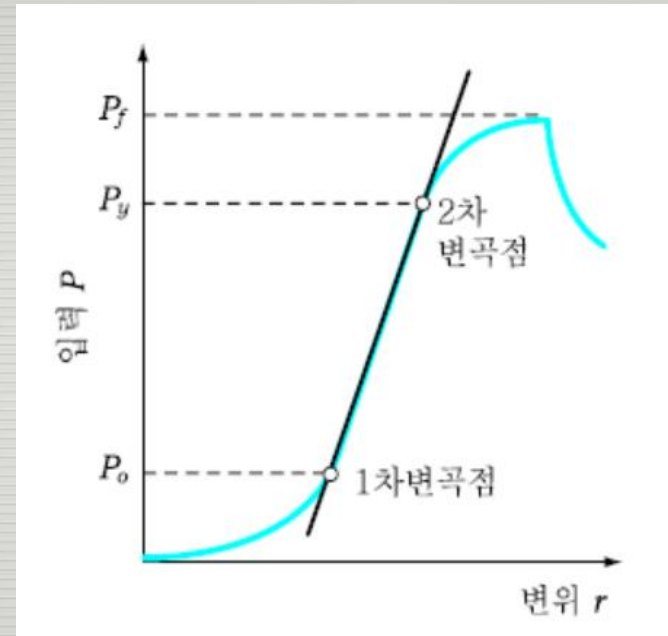
✓ 1루전 (Lugeon): 주입압 10kg/cm^2 이고, 주입수량이 1m당 1l/min 일 때 투수성

2.13 공내재하시험

~ 시추공내에 고무튜브를 사용하여 압력~변위곡선으로 지반의 변형계수를 구하는 시험



-34 등분포재하법에 의한 공내수평재하시험



$$E = 2(1 + \mu)(V_o + V_m) \frac{\Delta P}{\Delta V}$$

2.14 물리탐사

~ 탄성파, 전기, 자기 성질을 이용하여 지층구조를 간접적으로 파악 조사하는 시험

(1) 탄성파 탐사

~ 지반의 P파(압축파), S파(전단파)의 전달속도를 측정하여 지반을 조사하는 방법

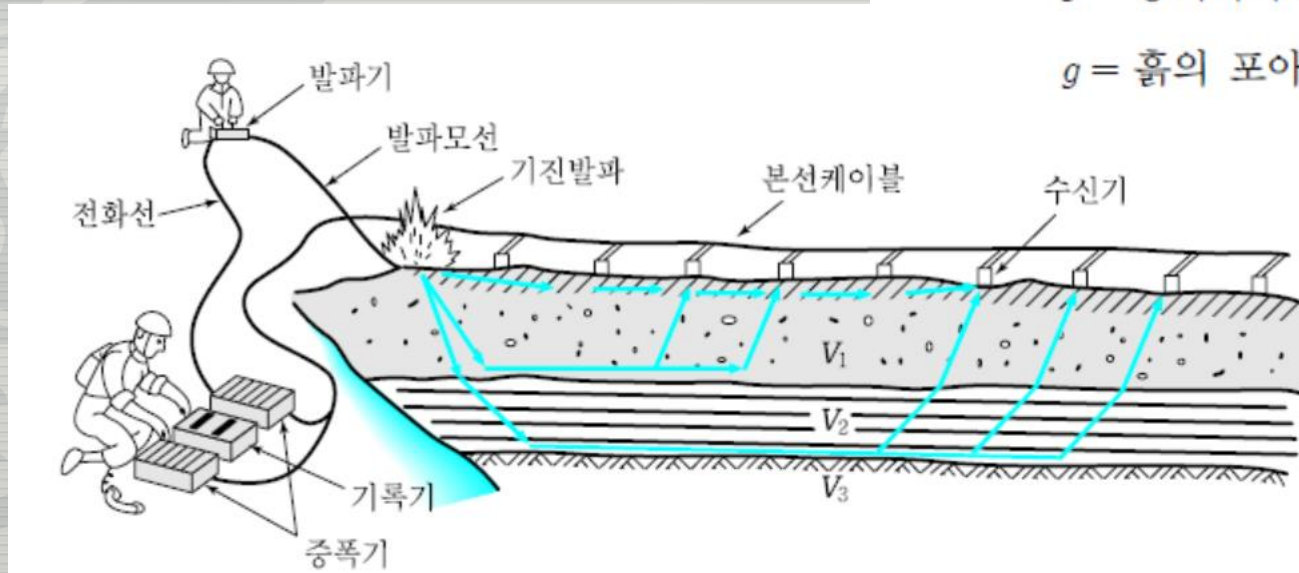
$$v = \sqrt{\frac{E}{\gamma}} \sqrt{\frac{1-\mu}{(1-2\mu)(1+\mu)g}}$$

여기서, E = 흙의 탄성계수(변형계수)

γ = 흙의 단위중량

g = 중력가속도

μ = 흙의 포아송비

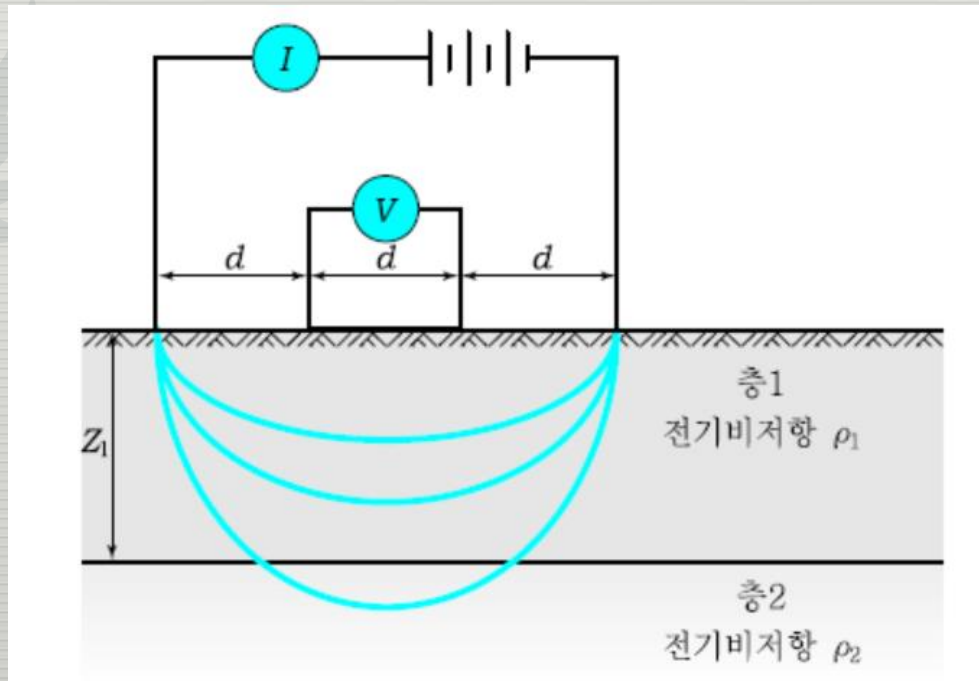


(2) 전기탐사

~ 지반의 비저항을 측정하여 지반조사하는 방법

$$\rho = 2\pi d \frac{V}{I}$$

여기서, d = 전극의 간격



(3) 시추공 탄성과 탐사

$$v_s = \frac{L}{t}$$

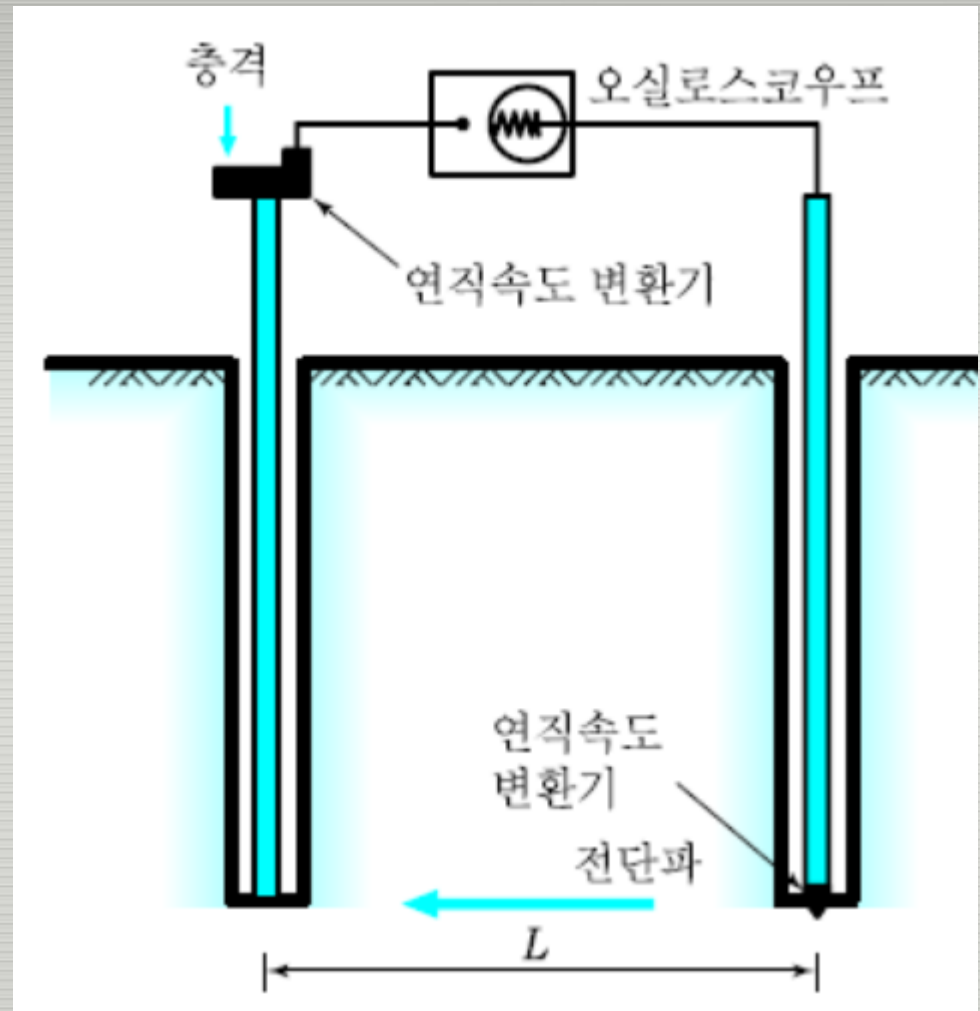
여기서, L = 두 시추공의 간격

t = 전단파의 도달시간

흙의 전단탄성계수 $G = \rho v_s^2$

흙의 탄성계수 $E = 2(1 + \mu)G$

흙의 포아송비 $\mu = \frac{1 - 2\left(\frac{v_s}{v_p}\right)^2}{2 - 2\left(\frac{v_s}{v_p}\right)^2}$



2.15 시추 주상도 작성

