

제5장 흙의 전단강도 핵심요약

① 수직응력(σ)과 전단응력(τ)

$$\sigma = \frac{\sigma_1 + \sigma_3}{2} + \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2} \cos 2\theta, \tau = \frac{(\sigma_1 - \sigma_3)}{2} \sin 2\theta$$

② Coulomb의 전단강도

$$S = \tau = c' + \sigma' \tan \phi'$$

③ 전단시험의 종류

(1) 직접전단시험(Direct shear Test)

사질점토지반의 C , ϕ 를 구하기 위하여

(2) 삼축압축시험(Triaxial Compression Test)

자연상태와 거의 비슷한 조건으로 만들어서 시험을 하는 것으로 배수조건 변화에 따른 C , ϕ 및 간극수압을 알기위하여

(3) 일축압축시험(Unconfined compressed Test)

점성토지반의 q_u , S_t , E_{50} 등을 구하기 위하여

④ 직접전단 시험

1면 전단시험 $\tau = S/A$, 2면 전단시험 $\tau = S/2A$

⑤ 전단시 전단응력, 체적변화, 간극수압의 형태

1) 촘촘한 모래, 과압밀 점토(dense soil)

① 전단강도 : 파괴시 최대전단강도에 도달한 후 점차 전단변형이 증가함에 따라 거의 일정하게 전단 저항이 발생하는데 이를 극한전단강도라 한다.

② 체적변화 : 초기에는 압축을 보이다가 점차 팽창하는 성질을 띄게 된다. 이를 다일러턴시 현상이라고 한다.

토질 및 기초

- ③ 간극수압 : 초기에는 간극수압이 증가하다 어느 시점부터는 점차 감소해 부의간극수압을 띄게 된다. 이때 부의간극수압으로 인해 유효응력은 증대된다.

2) 느슨한 모래, 정규압밀 점토(loose soil)

- ① 전단강도 : 파괴전단응력까지 전단변형에 따라 전단저항은 증가한다. 파괴전단응력 이후 전단변형이 증가함에 따라 전단저항은 거의 일정하게 된다.
- ② 체적변화 : 계속해서 압축성의 경향을 띤다(음의 다이러턴시).
- ③ 간극수압 : 양의 간극수압을 유지한다.

⑥ 삼축압축시험

비압밀 비배수 실험 (UU - Test)	<ul style="list-style-type: none"> ① 단기안정검토 - 성토직후 파괴 ② 초기재하시, 전단시 공극수배출 없음. ③ 기초지반을 구성하는 점토층이 시공중 압밀이나 함수비 변화없는 조건
압밀 비배수 실험 (CU - Test)	<ul style="list-style-type: none"> ① 압밀후 파괴되는 경우 ② 초기재하시 - 간극수 배출 전 단 시 - 간극수 배출 없음. ③ 수위 급강하시 흙댐의 안전 문제 ④ 압밀진행에 따른 전단강도 증가상태를 추정 ⑤ 유효응력향으로 표시
압밀 배수 실험 (CD - Test)	<ul style="list-style-type: none"> ① 사질지반의 안정 점토지반 재하의 장기안정검토 ② 압밀이 진행되어 파괴가 서서히 일어나는 경우 ③ 초기재하, 전단시 공극수를 자유로이 유출

⑦ 일축압축강도

$$q_u = 2 \cdot C \cdot \tan(45^\circ + \frac{\phi}{2})$$

⑧ 표준관입시험치(N)와 일축압축강도의 관계

$$q_u = \frac{N}{8}$$

㉓ 파괴각도

$$\theta = 45^\circ + \frac{\phi}{2}$$

㉔ 전단강도와 관련된 용어

1) 예민비

: 불교란시료의 일축압축강도(q_u)에 대한 교란시료의 일축압축강도(q_{ur})의 비

$$S_t = \frac{q_u}{q_{ur}}$$

※ 예민비가 클수록 공학적으로 불량한 토질이다.

2) Dilatancy

: 전단상자속의 시료가 조밀하게 채워져 있는 경우 전단중 전단면의 모래가 이동하면서 입자를 누르고 넘어가기 때문에 체적팽창이 생기는데 이러한 현상을 말한다.

3) 텍소트로피 현상

: 교란된 흙을 함수비의 변화가 없도록 그대로 두면 시간이 지남에 따라 손실된 강도를 일부 회복하는 현상

4) 리칭

: 점토질흙의 간극에 포함되어 있는 염류가 지하수나 담수에 의해 외부로 빠져나가 약화되어 강도가 저하하는 현상으로 quick clay의 주요 원인으로 작용한다.

5) Slaking 현상

: 고체인 흙덩어리를 물에 넣으면 흙덩어리가 붕괴되는 현상으로 물에 대한 안전성을 측정하기 위해 활용된다.

㉕ 표준관입시험 (주로 사질토에 적용)

1) 시험법

: 63.5kg의 햄머를 이용하여 76cm의 낙하높이에서 타격했을 때 30cm관입하는데 필요한 타격회수(N치)를 구하는 시험이다.

2) 적용

- ① 모래 : 상대밀도, 내부마찰각
- ② 점토 : 점착력, consistency

12 Dunham식

- ① 토립자가 모가 나고 입도가 양호 $\phi = \sqrt{12N} + 25^\circ$
- ② 토립자가 모가 나고 입도가 균등, 토립자가 둥글고 입도가 양호 $\phi = \sqrt{12N} + 20^\circ$
- ③ 토립자가 둥글고 입도가 균등 $\phi = \sqrt{12N} + 15^\circ$

13 베인시험

1) 시험법

: 베인 시험기를 보링 구멍 아래에 박고 회전모멘트를 가하여 흙을 회전 전단시킨다. 이때 회전에 저항하려는 흙의 전단저항모멘트를 구한다.

2) 주로 점토지반에 적용된다.

$$s = c_u = \frac{T}{\frac{\pi D^2 H}{2} + \frac{\pi D^3}{6}}$$

14 액상화 현상

1) 정의

포화상태인 느슨한 모래가 지진이나 진동등의 충격을 받으면 입자들이 재배열되어 모래가 약간 수축하며 과잉간극수압이 유발되고 이로인해 유효응력이 크게 감소되어 모래가 유체처럼 흐르는 현상을 액상화 현상이라고 한다.

2) 방지책 : 자연간극비가 한계간극비보다 작아야 한다.

15 응력 경로

- 1) 전응력경로와 유효응력경로로 표현할 수 있다. 이때 유효응력은 직선이 아닐수도 있는데 이는 간극수압이 변화하기 때문이다.
- 2) 응력경로는 일정한 값을 나타낸다.
- 3) 응력경로선과 Mohr - Coulomb 선의 관계는,

$$\sin \phi = \tan \alpha$$

⑩ 파괴포락선을 기준으로 하였을때의 응력 상태

- 1) 파괴포락선 아래에 Mohr 원이 놓여진 경우 - 아직 파괴되지 않은 상태
- 2) 파괴포락선과 Mohr 원이 접할 경우 - 파괴 상태
- 3) Mohr 원이 파괴포락선 위에 그려지는 경우 - 파괴점을 넘은 것으로 불가능한 상태이다.