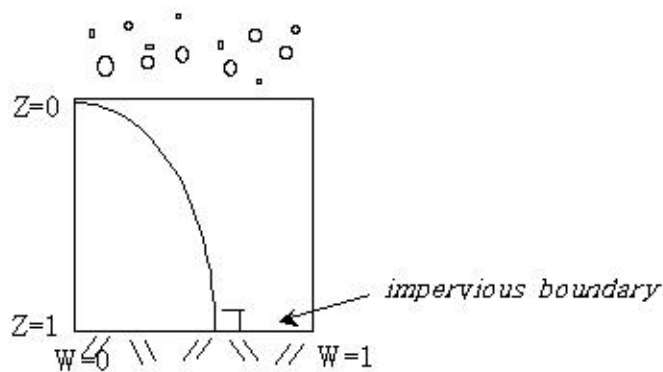


2006학년도 토질역학 시험 (3)

- 1.(5) Mohr-Coulomb 파괴기준 ($\tau = c + \sigma \tan \phi$)의 공학적 의의가 무엇인가?
- 2.(5) 삼축압축시험과정은 Consolidation Stage 와 Shearing Stage로 나뉘는데 각 Stage는 현장의 무엇을 모사하고자 하는 것인가?
- 3.(3) 한계간극비(Critical Void Ratio)란?
- 4.(2) 과압밀비란?
- 5.(5) 정규압밀점토의 일반적 강도정수 range는 얼마 얼마인가?
- 6.(10) 1차원 압밀 방정식 유도과정에 도입된 가정을 설명하라
- 7.(5) 아래 그림에서의 curve 는 무엇을 나타내는가?



- 8.(5) 압밀 촉진 공법의 하나인 Preloading 공법의 압밀 촉진 mechanism을 설명하라.

9.(10) 비압밀 비배수 시험에서 구속압력이 100 kPa일 때 파괴상태에서의 수직방향 전응력이 250 kPa인 포화된 점성토 시료의 강도 정수를 구하라.

10.(10) 어떤 흙에 대한 배수 삼축압축시험으로부터 다음과 같은 결과를 얻었다. p-q diagram을 이용하여 점착력 c' 과 내부마찰각 ϕ' 을 구하라.

유효 구속압 ($\overline{\sigma}_3 = \overline{\sigma}_c$)	100 kPa	120 kPa
파괴시의 축차응력 ($\nabla \overline{\sigma}_1$)	480 kPa	520 kPa

11.(20) 포화된 점성토 시료 ($G_s = 2.73$)에 대한 압밀시험결과 압밀하중과 다이얼 게이지 읽음값 사이의 다음과 같은 관계를 얻었다. 시료의 초기 두께와 직경은 각각 19.5mm, 50mm 였으며, 시험 완료 후 측정된 함수비와 건조 중량은 20.0%, 53.85g로 나타났다. 시료의 건조중량을 이용하여 $e - \log p'$ 곡선을 구하라.

압밀 응력 (kPa)	다이얼 게이지 읽음값 (mm)
0	5.000
54	4.747
107	4.493
214	4.108
429	3.449
858	2.608
1716	1.676
3432	0.737
0	1.480

12.(20) 아래와 같은 지층 내에 있는 점토지반을 압밀시키기 위하여 상부 모래층에 광범위하게 성토하중을 가하였다. 압밀 계수가 $c_v = 0.002 \text{ cm}^2/\text{sec}$ 이고 압축지수는 0.2이다. 또한 점토층은 정규압밀 상태이고, $e_0 = 0.75$ 이다. 이때 90% 압밀 소요 시간과 그때의 침하량은?

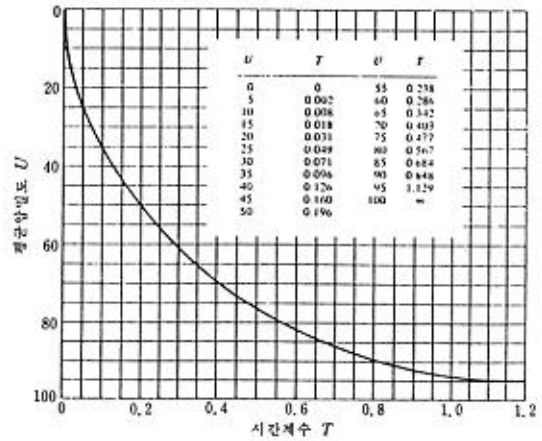
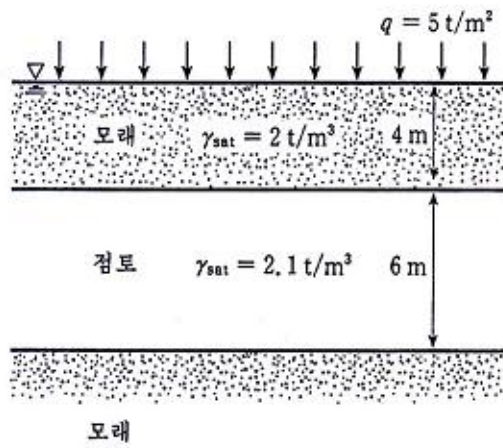
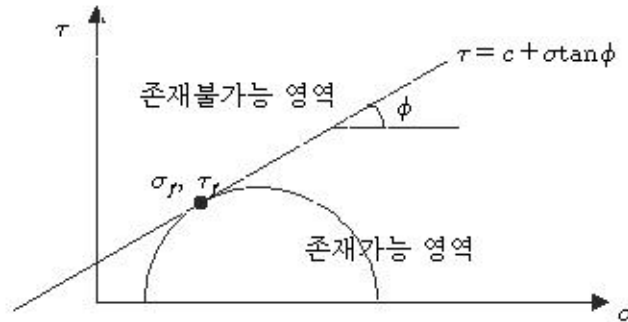


그림 5.5 평균압밀도 (U)와 시간계수(T)의 관계

Exam #3 모범답안

1. Mohr-Coulomb 파괴기준 ($\tau = c + \sigma \tan \phi$)의 공학적 의미가 무엇인가?



현재의 최대, 최소 주응력에 의해 형성되는 모어원이 파괴포락선과 접하는 점을 파괴점으로 보고 이러한 점들을 따라 이은 선을 파괴포락선이라고 한다.

실제로 파괴포락선은 비선형적 형상을 보이거나 실질적인 이용측면에서는 선형으로 본다.

이러한 파괴포락선($\tau = c + \sigma \tan \phi$)의 공학적 의미는 파괴포락선을 경계로 파괴영역(존재 불가능 영역)과 파괴되지 않은 영역(존재 가능영역)으로 나뉜다는데 있다.

2. 삼축압축시험과정은 Consolidation Stage 와 Shearing Stage로 나뉘는데 각 Stage는 현장의 무엇을 모사하고자 하는 것인가?

압밀과정(Consolidation Stage) - 현장의 구속압과 압밀상태를 재현하기 위함

전단과정(Shearing Stage) - 현장의 구속압과 압밀상태하에서 성토 및 절토등에 의한 외부하중의 증,감에 의해 축차응력이 주어지는 과정을 모사함(파괴시의 응력 측정을 통해 현장지반의 전단강도를 예측 할 수 있음)

3. 한계간극비(Critical Void Ratio)란?

전단변형을 가할때 부피변화가 일어나지 않게 되는 특정밀도에서의 간극비로써, 일반적으로 구속압이 커질수록 한계간극비는 작아지는 경향을 보인다.

4. 과압밀비란?

O.C.R = 과거에 지반이 받았던 최대 연직응력 / 현재 받고 있는 유효 연직응력

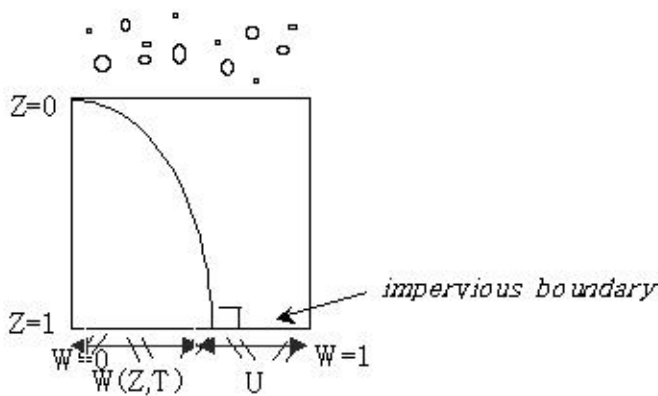
5. 정규압밀점토의 일반적 강도정수 range는 얼마 얼마인가?

$c = 0, \phi = 20^\circ \sim 35^\circ$

6. 1차원 압밀 방정식 유도과정에 도입된 가정을 설명하라

- Homogenous한 지반상태
- 완전 포화지반
- Darcy's Law가 성립하며 투수계수가 일정
- 지반의 미소요소의 거동은 전체지반의 거동과 동일하다
- Soil Skeleton과 물의 압축성은 무시할 정도로 작다
- 수직방향 1차원 압축만 발생된다(횡방향 변형은 없다고 가정)
- 물의 흐름은 수직방향으로만 발생된다
- $\sigma - e$ 관계는 선형적이다
- 흙의 압밀특성은 압밀하중과 관계없이 일정하다

7. 아래 그림에서의 curve 는 무엇을 나타내는가?



무차원 계수의 정의

$$W = \frac{u}{u_s} \quad * u = \text{현재의 과잉간극수압}, u_s = \text{초기 과잉간극수압}$$

$$Z = \frac{z}{H} \quad * H = \text{최대 배수거리}$$

$$T = \frac{t}{\tau} \quad * \tau = \text{시간단위를 갖는 임의의 양}$$

여기서, U는 압밀도로써 특정깊이 Z에서 압밀이 발생한 정도를 나타내는 변수

$$U(Z, T) = 1 - W(Z, T)$$

$$\text{평균압밀도}(U_{avg}) = \frac{1 - \int_0^1 W(Z, T) dZ}{\int_0^1 W(Z, 0) dZ} \quad : \text{그림에서 전체사각형 면적에 대한 압밀도 면적의}$$

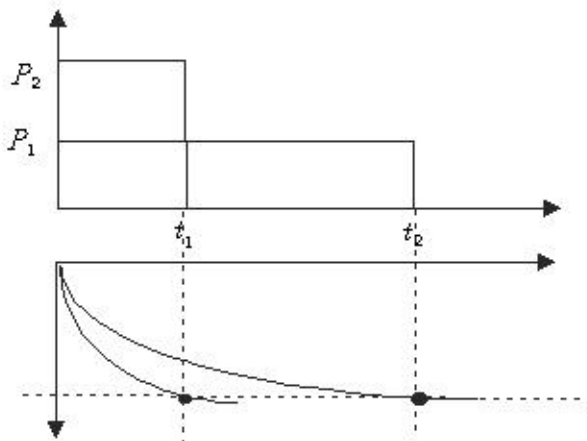
비이다. 이 평균압밀도는 시간계수 T만의 함수이다.

- 1) 경계조건 - $W(Z=0, T)=0$
 - $\frac{\partial W}{\partial Z}(Z=1, T) = 0$
- 2) 초기조건 - $W(Z, T=0)=1$

결론적으로, 위의 curve는 $0 < T < 1$ 일때 $W(Z, T)$ 의 함수를 나타낸다.

8. 압밀 촉진 공법의 하나인 Preloading 공법의 압밀 촉진 mechanism을 설명하라.

배수거리의 단축에 의해 압밀시간을 단축시키는 공법으로 현 지반에 성토하중을 가하여 압밀을 촉진시키는 여성토 공법을 병행하여 증가된 연직응력을 통해 압밀시간을 더욱 단축시킬수 있다.



이러한 공법의 종류로는 샌드드레인, 밴드드레인으로 크게 나뉘며 배수재를 연직방향으로 넣어서 압밀을 촉진시킨다.

연직방향의 압밀배수를 무시하면, 다음과 같은 압밀방정식을 도출해 낼 수 있으며

$\frac{\partial u}{\partial t} = c_v \left(\frac{1}{r} \frac{\partial u}{\partial r} + \frac{\partial^2 u}{\partial r^2} \right)$ 이 식을 이용하여 배수재가 설치된 지반에서의 해를 구해낼 수 있다.

9. 비압밀 비배수 시험에서 구속압력이 100 kPa일 때 파괴상태에서의 수직방향 전응력이 250 kPa인 포화된 점성토 시료의 강도 경수를 구하라.

$$\begin{aligned} \sigma_3 &= 100 \text{ kPa} & c_u &= \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2} = 75 \text{ kPa} \\ \sigma_1 &= 250 \text{ kPa} & \text{비압밀 비배수} &\rightarrow \phi = 0^\circ \end{aligned}$$

10. 어떤 흙에 대한 패수 삼축압축시험으로부터 다음과 같은 결과를 얻었다. p-q diagram 을 이용하여 점착력 c' 과 내부마찰각 ϕ' 을 구하라.

유효 구속압 ($\overline{\sigma_3} = \overline{\sigma_c}$)	100 kPa	120 kPa
파괴시의 축차응력 ($\nabla \overline{\sigma_1}$)	480 kPa	520 kPa

σ_3	100kPa	120kPa
σ_1	580kPa	640kPa

$$p = \frac{\sigma_1 + \sigma_3}{2}, \quad q = \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2}$$

$$\rightarrow (p, q)_1 = (340, 240), \quad (p, q)_2 = (380, 260)$$

$$\rightarrow q = 0.5p + 70 \quad \therefore a = 70$$

$$\sin \phi' = \tan \alpha = 0.5 \quad \therefore \phi' = 30^\circ$$

$$c' = \frac{a}{\cos \phi} = \frac{70}{\cos 30^\circ} = 80.83 \text{ kPa}$$

11. 포화된 점성토 시료($G_s = 2.73$)에 대한 압밀시험결과 압밀하중과 다이얼 게이지 읽음 값 사이의 다음과 같은 관계를 얻었다. 시료의 초기 두께와 직경은 각각 19.5mm, 50mm 였으며, 시험 완료 후 측정된 함수비와 건조 중량은 20.0%, 53.85g로 나타났다. 시료의 건조중량을 이용하여 $e - \log p'$ 곡선을 구하라.

압밀 응력 (kPa)	다이얼 게이지 읽음값 (mm)
0	5.000
54	4.747
107	4.493
214	4.108
429	3.449
858	2.608
1716	1.676
3432	0.737
0	1.480

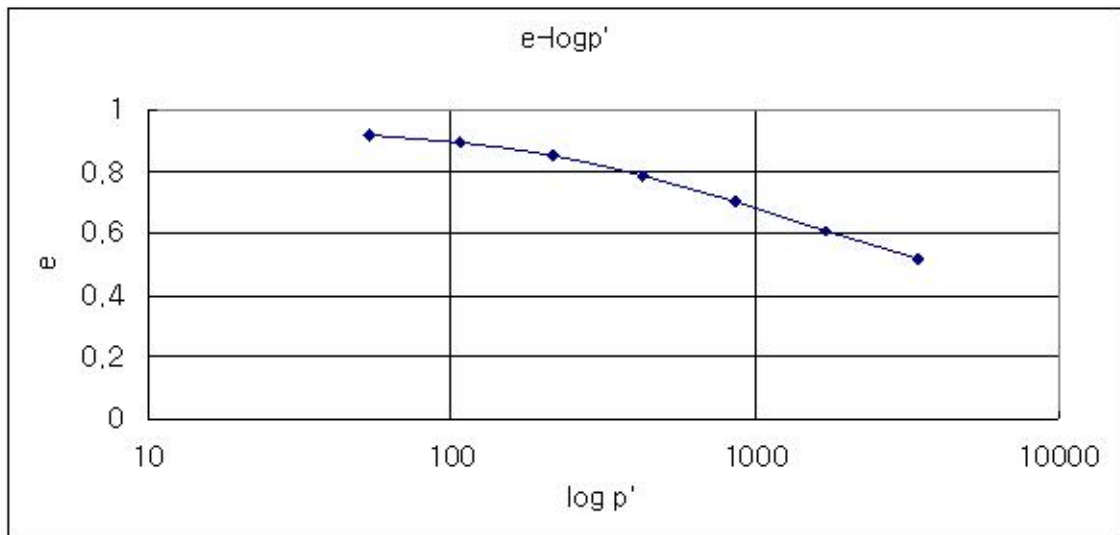
건조중량(M_s)을 이용하여 시료의 높이 $H_s = \frac{M_s}{A \gamma_w G_s}$ 를 구하면

$$H_s = \frac{53.85}{\frac{\pi}{4} \times 5^2 \times 1 \times 2.73} = 1.005 = 1\text{cm} \text{가 되며 } e = \frac{H - H_s}{H_s} \text{ 로써,}$$

$$H = H_0 - \Delta H = 19.5(\text{mm}) - \Delta H \text{가 된다.}$$

압밀 응력(kPa)	다이얼게이지	$\Delta H(\text{mm})$	$H(19.5 - \Delta H)\text{mm}$	$e = \frac{H - H_s}{H_s}$
0	5	0	19.5	0.941
54	4.747	0.253	19.247	0.916
107	4.493	0.507	18.993	0.891
214	4.108	0.892	18.608	0.852
429	3.449	1.551	17.949	0.787
858	2.608	2.392	17.108	0.703
1716	1.676	3.324	16.176	0.610
3432	0.737	4.263	15.237	0.517

에 의해



과 같은 결과를 얻을 수 있다.

12. 아래와 같은 지층 내에 있는 점토지반을 압밀시키기 위하여 상부 모래층에 광범위하게 성토하중을 가하였다. 압밀계수가 $c_v = 0.002\text{cm}^2/\text{sec}$ 이고 압축지수는 0.2이다. 또한 점토층은 정규압밀 상태이고, $e_0 = 0.75$ 이다. 이때 90% 압밀 소요 시간과 그때의 침하량은?

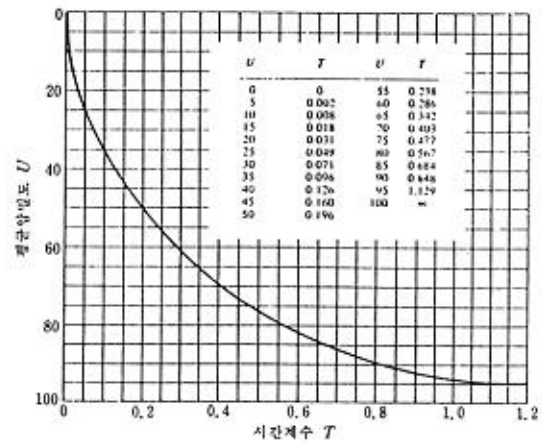
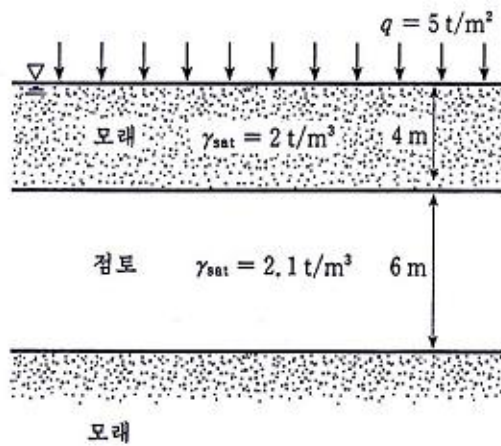


그림 5.5 평균압밀도 (U)와 시간계수(T)의 관계

$$c_v = 0.002 \text{ cm}^2/\text{sec}, c_e = 0.2, \text{ N.C.}, e_0 = 0.75$$

$$t_{\infty} = \frac{T_{90} H^2}{c_v} = \frac{300^2 \times 0.848}{0.002} = 38160000 \text{ sec} = 441.7 \text{ days}$$

$$p_0 = (2-1) \times 4 + (2.1-1) \times 3 = 7.3 \text{ t/m}^2, \Delta p = 5 \text{ t/m}^2$$

$$100\% \text{ 침하량을 구해보면, } S = \frac{H}{1+e_0} c_d \log \frac{p_0 + \Delta p}{p_0} = 0.1554 \text{ m} = 15.54 \text{ cm}$$

$$\text{이므로, } 90\% \text{ 침하량은 } 0.9 \times 15.54 = 13.98 \text{ cm}$$

