

토질역학 -탈탈토목-

1	①	2	④	3	②	4	④	5	③
6	④	7	①	8	①	9	③	10	①
11	②	12	④	13	③	14	②	15	③
16	②	17	③	18	④	19	①	20	②

1. [출제의도] 체분석 시험결과 해석하기

주어진 결과 값을 표로 정리하면 다음과 같다.

체 직경(mm)	체에 남은 흙 무게	체에 남은 흙 무게비(%)	통과 백분율(%)
4.0	W ₁ =0	W ₁ /W _t =0=A ₁	100-A ₁ =100=B ₁
2.0	W ₂ =50	W ₂ /W _t =10=A ₂	B ₁ -A ₂ =90=B ₂
1.6	W ₃ =100	W ₃ /W _t =20=A ₃	B ₂ -A ₃ =70=B ₃
1.2	W ₄ =50	W ₃ /W _t =10=A ₃	B ₃ -A ₄ =60=B ₄
0.8	W ₅ =100	W ₃ /W _t =20=A ₃	B ₄ -A ₅ =40=B ₅
0.4	W ₆ =50	W ₃ /W _t =10=A ₃	B ₅ -A ₆ =30=B ₆
0.1	W ₇ =100	W ₃ /W _t =20=A ₃	B ₆ -A ₇ =10=B ₇
0.075	W ₈ =50	W ₃ /W _t =10=A ₃	B ₇ -A ₈ =0
Σ	W _t =500	100%	-

통과 백분율 10%, 30%, 60% 일 때 흙 입자의 직경은 다음과 같다.

$$D_{10} = 0.1\text{mm}, D_{30} = 0.4\text{mm}, D_{60} = 1.2\text{mm}$$

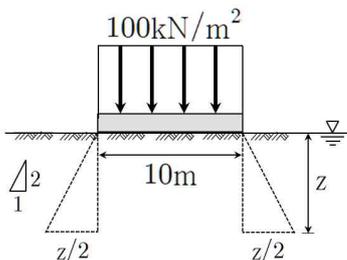
균등계수와 곡률계수는 정의에 따라 다음과 같이 계산할 수 있다.

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} = \frac{1.2\text{mm}}{0.1\text{mm}} = 12$$

$$C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}} = \frac{(0.4\text{mm})^2}{(0.1\text{mm})(1.2\text{mm})} = \frac{4}{3}$$

$$\therefore D_{10} = 0.1\text{mm}, C_u = 12, C_c \approx 1.33$$

2. [출제의도] 2:1 법을 이용하여 지중응력 증가량을 계산하고 지중의 연직유효응력 계산하기



1) 하중 재하전 초기 유효응력

정수압 상태이므로 침수단위 중량을 이용하여 초기 유효응력을 계산한다.

$$\begin{aligned} \sigma'_o &= \gamma'z = (\gamma_{\text{sat}} - \gamma_w)z \\ &= (20 - 10\text{kN/m}^3)(10) = 100\text{kN/m}^2 \end{aligned}$$

2) 하중 재하시 유효응력 증가량(2:1법 이용)

먼저 2:1 법을 이용하여 하중 재하에 따른 지중응력 증가량 ($\Delta\sigma$)을 계산한다.

$$\begin{aligned} \Delta\sigma &= \frac{q(B \times L)}{(B+z)(L+z)} = \frac{(100\text{kN/m}^2)(10\text{m} \times 10\text{m})}{(10\text{m} + 10\text{m})(10\text{m} + 10\text{m})} \\ &= 25\text{kN/m}^2 \end{aligned}$$

사질토는 투수계수가 커서 응력의 증가량($\Delta\sigma$)을 모두 흙 입자가 유효응력으로 부담하므로 유효응력의 증가량($\Delta\sigma'$)은 지중응력 증가량과 같이 25kN/m² 이다.

$$\therefore \sigma'_1 = \sigma'_o + \Delta\sigma' = 100\text{kN/m}^2 + 25\text{kN/m}^2 = 125\text{kN/m}^2$$

3. [출제의도] 연약지반개량공법의 종류 파악하기

수험생들은 이런 문제를 맞추기 위해 공부하기 보다는 출제 빈도가 높은 문제를 맞추기 위해 학습방향을 잡아야 한다. 이러한 유형의 문제를 맞추기 위해 암기량을 늘리는 것은 좋지 않은 학습방법이다. 그러나 이미 출제된 보기에 대해서는 공부가 필요하다. 따라서 ①, ③, ④가 연약지반 개량 공법이라는 사실은 알아두어야 한다.

② RCD 공법(Reverse Circulation Drilling)은 현장 타설 말뚝을 시공하는 방법이다.

4. [출제의도] 무리말뚝의 일반적인 특성 파악하기

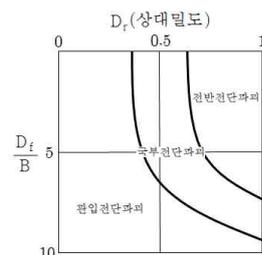
① 단일 말뚝의 극한 지지력은 선단지지력과 주면마찰력의 합이다. 타입식 말뚝이 천공식 말뚝보다 주면마찰력이 크다. 무리말뚝은 단일 말뚝의 집합이므로 당연히 시공 방법에 영향을 받게 된다. 또한 무리말뚝은 단일 말뚝간 간섭이 발생하기 때문에 시공순서에 영향을 받게 된다.

② 옳은 보기이다.

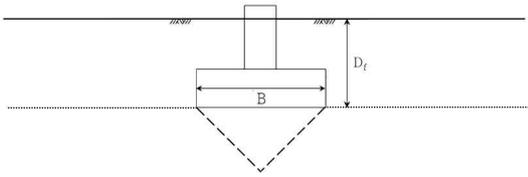
③ 굉장히 어려운 보기이다. 이해가 되지 않는 수험생은 그냥 암기해도 좋다.

- 사질토지반에서 말뚝 기초의 선단지지력

우선 느슨한 사질토의 경우(상대밀도가 낮은 사질토) 기초 파괴 형상이 관입전단 파괴의 양상을 보이게 된다. 엄밀히 말하자면 말뚝 기초는 관입 깊이 D_f 가 크기 때문에 지반의 상태와 무관하게 관입전단 파괴를 보이는 것이 일반적이다.



<아래 그림은 얇은 기초이나 관입전단 파괴를 보이기 위해 첨부하였다.>



관입 전단 파괴란 기초 하부에서만 파괴면이 발생하는 것을 의미한다. 따라서 느슨한 사질토에서 무리말뚝을 구성하는 단일말뚝들의 선단지지력은 파괴 면이 매우 협소하여 서로 영향을 받지 않는다.

- 사질토지반에서 말뚝 기초의 주면마찰력

사질토 지반에서는 타입 공법으로 시공시 다짐 효과로 인해 극한주면마찰력은 오히려 커진다.

∴ 무리말뚝에서 선단지지력은 말뚝 간의 영향을 받지 않고 주면마찰력은 오히려 상승하므로 무리효율은 말뚝 수가 많을수록 증가할 수 있다.

④ 단일 말뚝들의 말뚝 상단이 평평하지 않아 말뚝 캡과 완전히 일체화 되지 않았거나 말뚝 캡이 하중을 균등하게 분배하지 못하는 경우 무리말뚝의 효율이 영향을 받는다.

5. [출제의도] 현장 구조물 설치에 필요한 토공량 산정하기

1) 현장 성토체의 흙 입자 무게 산정하기

현장 성토체가 사다리꼴 이므로 부피를 계산할 수 있다.

$$V = AL = \frac{(5m + 13m)(4m)}{2} (10m) = 360m^3$$

성토체 흙의 간극비를 이용하여 흙 입자만의 부피를 계산한다.

$$e_{\text{성토체}} = \frac{V_v}{V_s} = \frac{V - V_s}{V_s} = \frac{360m^3 - V_s}{V_s} = 0.5$$

$$\Rightarrow V_s = 240m^3$$

2) 토취장 토공량 산정하기

흙 입자의 부피는 변화하지 않으므로 토취장에서 채취해야 하는 흙 입자의 부피 $V_s = 240m^3$ 이다. 토취장 흙의 간극비를 이용하여 토공량을 산정한다.

$$e_{\text{토취장}} = \frac{V_v}{V_s} = \frac{V - V_s}{V_s} = \frac{V - 240m^3}{240m^3} = 0.7$$

$$\therefore V = 408m^3$$

6. [출제의도] 압밀 시험의 응력 경로 이해하기

토압이란 항상 일정한 것이 아니고 횡방향 변위에 따라 3가지로 분류 가능하다.

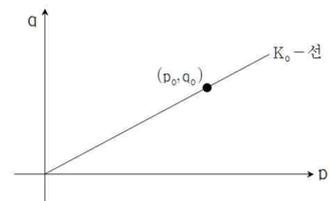
- ① 정지토압 : 횡 방향 변위가 '0' 일 때 수평응력
- ② 주동토압 : 횡 구속이 작아지는 방향으로 변위 발생시 인장 파괴가 발생할 때 수평응력
- ③ 수동토압 : 횡 구속이 커지는 방향으로 변위 발생시 압축 파괴가 발생할 때 수평응력

압밀 시험은 시료를 압밀링에 세팅하여 진행되므로 횡 변위가 발생하지 않아 정지토압이 발현된다. 따라서 수평응력을 정지토압계수를 이용하여 표현할 수 있고 이를 이용하여 p, q를 표현하면 다음과 같다.

$$\sigma_v, \sigma_h = K_0 \sigma_v$$

$$p = \frac{\sigma_v + \sigma_h}{2} = \frac{\sigma_v + K_0 \sigma_v}{2} = \frac{\sigma_v (1 + K_0)}{2}$$

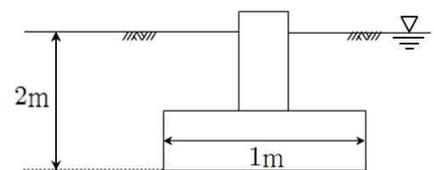
$$q = \frac{\sigma_v - \sigma_h}{2} = \frac{\sigma_v - K_0 \sigma_v}{2} = \frac{\sigma_v (1 - K_0)}{2}$$



K_0 -선의 기울기 β 는 다음과 같다.

$$\beta = \frac{q}{p} = \frac{\left(\frac{\sigma_v (1 - K_0)}{2}\right)}{\left(\frac{\sigma_v (1 + K_0)}{2}\right)} = \frac{1 - K_0}{1 + K_0}$$

7. [출제의도] Terzaghi 극한 지지력 공식을 이용하여 얇은 기초의 극한 지지력 산정하기



줄기초를 가정한 Terzaghi 극한 지지력 공식은 다음과 같다.

$$q_u = cN_c + (\gamma_1 D_f) N_q + \frac{1}{2} \gamma_2 B N_\gamma$$

기초 형상이 정사각형이나 원일 경우에는 α, β 계수를 이용하여 기존에 극한지지력 공식을 다음과 같이 이용한다.

$$q_u = \alpha c N_c + q N_q + \beta \gamma B N_\gamma$$

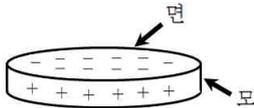
	α	β
원	1.3	0.3
정사각형	1.3	0.4

문제에서 $q_u = 1.3cN_c + qN_q + 0.4\gamma BN_\gamma$ 로 수정 지지력 공식이 주어졌지만 상기 내용을 모두 숙지해야 한다. 지하수위가 지표와 일치하므로 단위중량은 모두 침수 단위중량 γ' 을 이용한다.

$$\begin{aligned} \therefore q_u &= 1.3cN_c + qN_q + 0.4\gamma BN_\gamma \\ &= 0 + (20 - 10\text{kN/m}^3)(2\text{m})(25) \\ &\quad + (0.4)(20 - 10\text{kN/m}^3)(1\text{m})(22) (\because \text{사질토 } c = 0) \\ &= 588\text{kN/m}^2 \end{aligned}$$

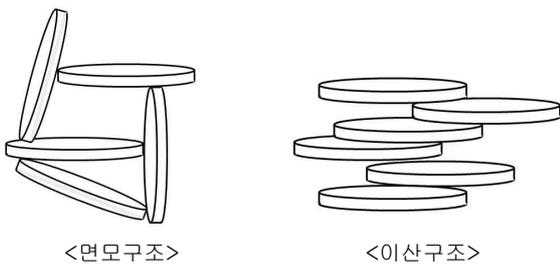
8. [출제의도] 점토 입자의 전기적 평형 이해하기

점성토는 사질토와 달리 입자에 부착된 흡착수에 의하여 입자 구조가 영향을 받게 된다. 점성토 입자에 작용하는 힘은 다음과 같다.



인력 : 점토 입자간 면('-')과 모('+')의 인력
반력 : 점토 입자에 부착된 흡착수간의 반력

인력 > 반력 ⇒ 면모구조
반력 > 인력 ⇒ 이산구조

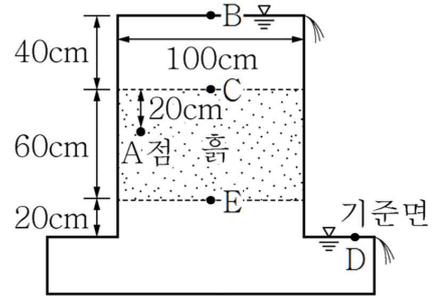


- ① 점토시료가 완전히 교란되면 입자간 결합이 끊어지므로 이산구조가 된다. 흙의 강도는 입자간 결합이 강한 면모구조가 이산구조보다 크기 때문에 이산화되면 전단강도는 감소한다.
- ② 해수의 염분은 이중층수 두께를 감소시켜 점토 입자 사이의 반력이 감소하게 된다. 따라서 해수에서는 인력이 반력보다 강해 면모화가 가속된다.

③ 이중층수 두께가 얇으면 반력이 작아지므로 인력이 반력보다 강해 면모화되기 쉽다.

④ 건조 측에서는 물의 양이 충분하지 않아 이중층수의 두께가 얇아 점토 입자간 반력이 작다. 따라서 인력이 반력보다 강해 면모화되기 쉽다.

9. [출제의도] 1차원 흐름 해석하기



문제에서 하류 자유수면을 기준면으로 설정했으나 별도의 언급이 없더라도 하류 자유수면을 기준면으로 설정하는 것이 해석에 용이하다.

- 1) A 점 전수두 해석
B 점 전수두 = 위치수두 + 압력수두 = 120cm + 0cm = 120cm (∵ 자유수면 압력수두 '0')
C 점 전수두 = B점 전수두 = 120cm (∵ 물 속 전수두손실 '0')
D 점 전수두 = 위치수두 + 압력수두 = 0cm + 0cm
E 점 전수두 = D 점 전수두 = 0cm

C 점에서 E 점으로 물이 흐를 때 흙 속에서 전수두 손실은 선형적으로 발생한다. A 점은 C 와 E 의 1/3 지점이므로 A 점의 전수두는 80cm 이다.

- 2) A 점 수압(u_A)
A 점 전수두 = 위치수두 + 압력수두 = 60cm + 압력수두 = 80cm
⇒ A 점 압력수두 = 80cm - 60cm = 20cm
⇒ $u_A = \text{압력수두} \times \gamma_w = 2\text{kN/m}^2$

- 3) A 점 유효응력(σ'_A)
 $\sigma_A = (\gamma_w \times 40\text{cm}) + (\gamma_{\text{sat}} \times 20\text{cm}) = 8\text{kN/m}^2$
 $u_A = 2\text{kN/m}^2$
∴ $\sigma'_A = \sigma_A - u_A = 8\text{kN/m}^2 - 2\text{kN/m}^2 = 6\text{kN/m}^2$

10. [출제의도] 지반조사의 일반적인 특성 파악하기

- ① 삼축압축시험은 현장 지반의 전단강도를 평가하기 위한 시험이고, 압밀시험은 현장 지반의 압밀 침하량과 침하 속도를 평가하기 위한 시험이며, 투수 시험은 현장 흙의 투수계수를 산정하기 위한 시험이다. 그러나 스플릿 스푼을 이용하여 시료를 채취할 경우 시료에 교란이 발생하므로 현장지반을 평가하는 시험들에 부적합하다.
- ② 표준관입시험 결과는 ‘타격횟수/관입 깊이’ 로 표기한다. 50회 이상 타격 시 샘플러가 파괴될 우려가 있으므로 타격횟수는 50 을 최대로 한다는 사실도 같이 알아두자.
- ③ 베인전단 시험은 현장 점성토 지반의 비배수 점착력 c_u 을 산정하기 위한 시험이다.
- ④ 옳은 보기이다.

11. [출제의도] 시간계수와 배수거리의 관계 파악하기

1) 10m 점토 층 해석

양면 배수 조건이므로 $H_{dr} = \frac{10m}{2} = 5m$ 이다. 90% 압밀에 360일이 소요되므로 이를 시간계수로 표현하면 다음과 같다. 물론 토질역학에서는 90% 압밀도에 도달할 때 $T_v = 0.848$ 을 암기하여 이용하지만 문제에서는 중요하지 않다.

$$T_v = \frac{C_v t}{H_{dr}^2} = \frac{C_v(360일)}{(5m)^2} \dots \textcircled{1}$$

2) 5m 점토 층 해석

양면 배수 조건이므로 $H_{dr} = \frac{5m}{2} = 2.5m$ 이다. 동일한 점토 층 이므로 압밀계수 C_v 는 같다.

$$T_v = \frac{C_v t}{H_{dr}^2} = \frac{C_v t}{(2.5m)^2} \dots \textcircled{2}$$

마찬가지로 90% 압밀도에 도달한다고 하였으므로 시간계수도 동일하다.

① = ② ;

$$\frac{C_v(360일)}{(5m)^2} = \frac{C_v t}{(2.5m)^2}$$

$\therefore t = 90일$

12. [출제의도] Mohr-Coulomb 파괴 포락선과 p-q 다이어그램의 관계 파악하기

1) Mohr-coulomb 파괴 기준 : $\tau_f = \sigma \tan \phi + c$

$$\tau_f = \sigma \left(\frac{1}{\sqrt{3}} \right) + 10 \Rightarrow \tan \phi = \frac{1}{\sqrt{3}}, c = 10$$

$$\Rightarrow \phi = 30^\circ, c = 10$$

2) p-q 다이어그램 : $q = p \tan \alpha + a$
 ϕ, c 와 α, a 의 관계를 암기해야 한다.

$$\sin \phi = \tan \alpha, a = c \times \cos \phi$$

$$\tan \alpha = \sin \phi = \sin 30^\circ = \frac{1}{2}$$

$$a = c \times \cos \phi = (10)(\cos 30^\circ) = 5\sqrt{3}$$

$$\therefore q = p \tan \alpha + a = \frac{p}{2} + 5\sqrt{3}$$

13. [출제의도] 평판재하 시험의 결과를 이용하여 알은기초 해석하기

평판재하 시험이란 알은 기초의 지지력과 침하량을 추정하기 위해 실시하는 원위치 시험이다. 평판재하 시험의 시험 방법은 다음과 같다.

- 굴착 깊이(D_f) 까지 최소직경(재하판폭의 4배) 이상 굴착한다.
- 평판의 두께는 25mm, 직경은 30~75cm 의 원형강판을 이용한다.
- 평판을 위치시키고 하중을 예상되는 극한지지력의 $\frac{1}{4} \sim \frac{1}{5}$ 씩 단계적으로 증가시킨다. 단, 각 단계에서 하중 재하시간은 1시간으로 한다.
- 총 침하량이 25mm 가 되거나 시험장치의 용량에 도달할 때 까지 시험을 계속한다.

1) 평판재하 시험 결과 해석하기

평판재하시험은 근입깊이 $D_f = 0$ 인 알은기초와 동일하다.

$$q_u = cN_c + qN_q + \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma$$

$$= cN_c + 0 + 0 (\because D_f = 0 \Rightarrow q = 0, \phi = 0 \Rightarrow N_\gamma = 0)$$

$$= cN_c = 300kN/m^2$$

$$S_o = \frac{q_{net} B_o}{E} (1 - \nu^2) I_w = 3mm$$

2) 얽은기초 해석하기

얽은기초의 근입깊이에 대한 언급이 없어 $D_f = 0$ 으로 간주한다. 문제가 완벽하지 않다. 따라서 얽은기초의 극한지지력은 평판재하시험과 동일하다.

$$q_u = cN_c = 300\text{kN/m}^2$$

안전율을 고려하여 허용지지력을 산정한다.

$$q_a = \frac{q_u}{FS} = \frac{300\text{kN/m}^2}{3} = 100\text{kN/m}^2$$

$$S_1 = \frac{q_{net}B_1}{E}(1-\nu^2)I_w \leq 24\text{mm}$$

$$\Rightarrow S_o \times \frac{B_1}{B_o} \leq 24\text{mm}$$

$$\Rightarrow B_1 \leq 24\text{mm} \times \frac{0.5\text{m}}{3\text{mm}} = 4\text{m}$$

$$Q_a = q_a(B_1)^2 \leq (100\text{kN/m}^2)(4\text{m})^2 = 1600\text{kN}$$

$$\therefore Q_{a(max)} = 1600\text{kN}$$

평판재하 시험 결과를 이용하여 실제 기초의 지지력과 침하량을 산정하는 공식을 암기하면 편리하다.

q_o, S_o : 평판재하 시험 시 극한지지력, 침하량

q_u, S : 실제 기초의 극한지지력, 침하량

	사질토 지반	점성토 지반($\phi = 0$)
극한 지지력	$q_u = q_o \times \frac{B}{B_o}$	$q_u = q_o$
즉시 침하량	$S = S_o \left(\frac{2B}{B+B_o}\right)^2$	$S = S_o \frac{B}{B_o}$

14. [출제의도] 교란, 불교란 시료의 특징 파악하기

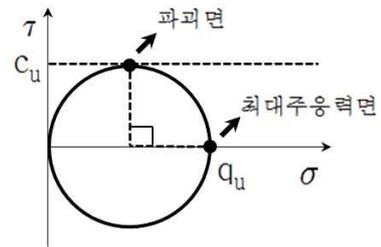
시료 A : $q_{u(불교란)} = 90\text{kN/m}^2$

시료 B : $q_{u(교란)} = 20\text{kN/m}^2$

ㄱ. 예민비 $S_t = \frac{q_{u(불교란)}}{q_{u(교란)}} = \frac{90\text{kN/m}^2}{20\text{kN/m}^2} = 4.5$

ㄴ. 예민비 '8' 이상인 점토를 'quick clay' 로 분류한다.

ㄷ. 일축 압축시험에 대한 모어원을 그리면 다음과 같다.

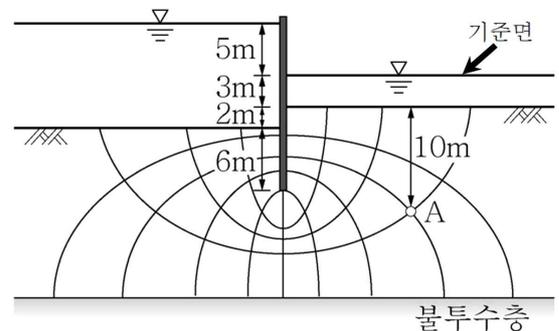


$$C_{u(B)} = \frac{q_u(\text{교란})}{2} = \frac{20\text{kN/m}^2}{2} = 10\text{kN/m}^2$$

교란된 점토가 시간이 지남에 따라 일축압축강도를 회복하는 경향을 '텍스트로피 현상' 이라고 한다.

15. [출제의도] 유선망 해석하기

유선망 해석에서는 하류 자유수면을 기준면으로 설정하는 것이 용이하다고 하였다. 또한 유선망에서는 하류 자유수면과 상류 자유수면의 차이 5m 가 전수두 차이와 동일하다는 개념을 알아야 한다.



전수두 손실 칸수 $N_d = 10$, 유선 칸수 $N_f = 4$

하류 수면으로부터 A점의 칸수 = 2칸

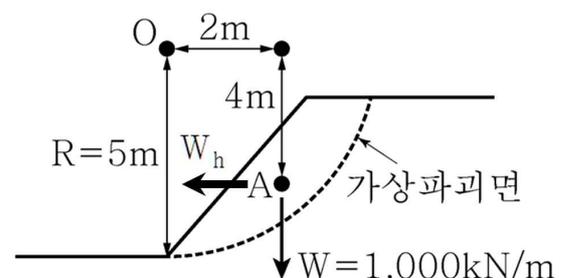
A 점 전수두 = $\frac{\Delta h}{N_d} \times 2\text{칸} = \frac{5\text{m}}{10} \times 2 = 1\text{m}$

A 점 위치수두 = $-(3\text{m} + 10\text{m}) = -13\text{m}$

A 점 압력수두 = 전수두 - 위치수두 = $1\text{m} - (-13\text{m}) = 14\text{m}$

$\therefore u_A = \gamma_w \times \text{압력수두} = (10\text{kN/m}^3)(14\text{m}) = 140\text{kN/m}^2$

16. [출제의도] $\phi = 0$ 법을 이용하여 유한사면의 안전율 계산하기



1) 외력 모멘트 M_d

$$W = mg = 1000\text{kN/m}$$

$$W_h = m(0.2g) = (0.2)(1000\text{kN/m}) = 200\text{kN/m}$$

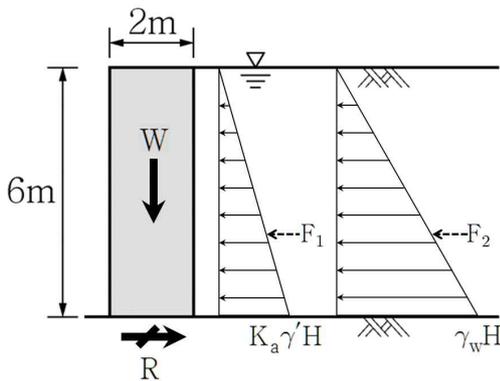
$$M_d = (W \times 2\text{m}) + (W_h \times 4\text{m}) \\ = (1000\text{kN/m})(2\text{m}) + (200\text{kN})(4\text{m}) = 2800\text{kN} \cdot \text{m/m}$$

2) 저항 모멘트 M_r

$$M_r = (\tau_f \times L)(R) = (\sigma \tan \phi + c)(LR) = c_u LR (\because \phi = 0) \\ = (100\text{kPa})(7\text{m})(5\text{m}) = 3500\text{kN} \cdot \text{m/m}$$

$$\therefore FS = \frac{M_r}{M_d} = \frac{3500\text{kN} \cdot \text{m/m}}{2800\text{kN} \cdot \text{m/m}} = 1.25$$

17. [출제의도] 옹벽의 활동에 대한 안전을 평가하기



1) 외력(주동토압)

뒷채움 흙이 물에 침수되었으므로 주동토압 계산시 흙 입자가 받는 유효응력과 수압을 나누어 계산한다.

$$K_a = \frac{1 - \sin \phi}{1 + \sin \phi} = \frac{1 - \sin 30^\circ}{1 + \sin 30^\circ} = \frac{1}{3}$$

$$F_1 = \frac{1}{2}(K_a \gamma' H)(H) = \frac{1}{2} \left(\frac{1}{3} \right) (20 - 10\text{kN/m}^3)(6\text{m})^2 \\ = 60\text{kN/m}$$

$$F_2 = \frac{1}{2}(\gamma_w H)(H) = \frac{1}{2}(10\text{kN/m}^3)(6\text{m})^2 \\ = 180\text{kN/m}$$

$$F = F_1 + F_2 = 60\text{kN/m} + 180\text{kN/m} = 240\text{kN/m}$$

2) 저항력(마찰력)

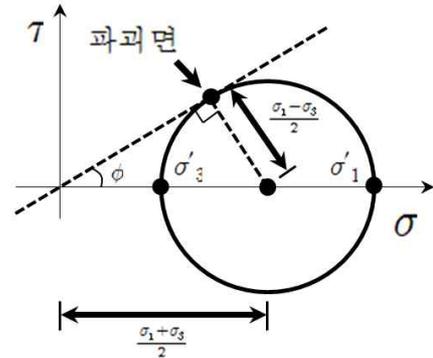
$$W = \gamma_{\text{conc}} V = (25\text{kN/m}^3)(2\text{m} \times 6\text{m}) = 300\text{kN/m}$$

$$R = \mu W$$

$$FS = \frac{\text{저항력}}{\text{외력}} = \frac{R}{F} = \frac{\mu(300\text{kN/m})}{240\text{kN/m}} = 1$$

$$\therefore \mu = 0.8$$

18. [출제의도] 정규압밀점토의 압밀 비배수 시험 해석하기



$$\sigma_3 = 250\text{kPa}, \sigma_1 = \sigma_3 + \Delta\sigma_d = 250\text{kPa} + 150\text{kPa} = 400\text{kPa}$$

$$\sin \phi' = \sin 30^\circ = \frac{\left(\frac{\sigma_1' - \sigma_3'}{2} \right)}{\left(\frac{\sigma_1' + \sigma_3'}{2} \right)} = \frac{\sigma_1' - \sigma_3'}{\sigma_1' + \sigma_3'} \\ = \frac{(\sigma_1 - u) - (\sigma_3 - u)}{(\sigma_1 - u) + (\sigma_3 - u)} = \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{\sigma_1 + \sigma_3 - 2u} \\ = \frac{400\text{kPa} - 250\text{kPa}}{400\text{kPa} + 250\text{kPa} - 2u} = \frac{1}{2}$$

$$\therefore u = 175\text{kPa}$$

19. [출제의도] 인장균열 깊이 계산하기

인장균열은 주동토압이 '0' 이 되는 지점까지 발생한다. 주어진 옹벽은 상재하중이 있으므로 이를 고려하여 주동토압을 표현하면 다음과 같다.

$$K_a = \frac{1 - \sin \phi}{1 + \sin \phi} = \frac{1}{3}$$

$$\sigma_a = K_a(\gamma z + q) - 2c \sqrt{K_a} \\ = \frac{1}{3}(20\text{kN/m}^3 \times z + 20\text{kN/m}^2) - 2(10\text{kN/m}^2) \sqrt{\frac{1}{3}} \\ = \frac{1}{3}(20\text{kN/m}^3 \times z + 20\text{kN/m}^2) - 2(10\text{kN/m}^2) \frac{\sqrt{3}}{3} \\ = \frac{1}{3}(20\text{kN/m}^3 \times z + 20\text{kN/m}^2) - 2(10\text{kN/m}^2) \frac{1.7}{3}$$

$$\therefore z = 0.7\text{m}$$

20. [출제의도] 삼상관계를 이용하여 단위중량을 표현하고 유효응력 계산하기

삼상관계를 이용하여 단위중량을 표현하면 다음과 같다.

$$\gamma_{\text{sat}} = \frac{(G_s + e)\gamma_w}{1 + e} = \frac{(G_s + \omega G_s)\gamma_w}{1 + \omega G_s}$$

$$(\because Se = \omega G_s, S = 1 \Rightarrow e = \omega G_s)$$

$$= \frac{(2.5 + 0.4 \times 2.5)(10\text{kN/m}^3)}{1 + (0.4)(2.5)} = 17.5\text{kN/m}^3$$

$$\sigma = \gamma_{\text{sat}} \times 8\text{m} = (17.5\text{kN/m}^3)(8\text{m}) = 140\text{kN/m}^2$$

$$u = \gamma_w \times \text{피에조메타 높이} = (10\text{kN/m}^3)(10\text{m}) = 100\text{kN/m}^2$$

$$\therefore \sigma' = \sigma - u = 140\text{kN/m}^2 - 100\text{kN/m}^2 = 40\text{kN/m}^2$$