

2022년 지방직 7급 토질역학 해설

by Coast_Lee

1.

㉓ 사면 하단의 압성토를 제거하면 사면의 안전율이 감소한다.

2.

포화된 점토에 대한 비압밀비배수(UU) 시험 시의 비배수전단강도(c)는 축차응력의 절반과 같다. 모어원을 작도해보면 더 쉽게 이해 가능하다.

$$c = \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2} = \frac{100}{2} = 50 \text{ kN/m}^2$$

3.

$$\text{완전보상기초: } q_a = \frac{P}{A} - \gamma D_f = 0$$

따라서 주어진 조건을 대입하면,

$$q_a = \frac{40000}{10 \times 20} - 20 D_f = 0$$

$$\therefore D_f = 10 \text{ m}$$

4.

$$\text{폭이 } B \text{인 정사각형}(L=B) \text{기초에 의한 응력증가량: } \Delta \sigma_z = \frac{qBL}{(B+z)(L+z)} = \frac{qB^2}{(B+z)^2}$$

따라서 이 압력의 25%가 작용하는 z 를 구하면,

$$\frac{qB^2}{(B+z)^2} = \frac{q}{4}$$

$$\therefore z = B$$

5.

먼저 양면 배수 조건이므로 $H = 20 \text{ mm} = 0.02 \text{ m}$.

압밀도가 50%일 때, $T_v = 0.2$, 시간은 2분으로 주어졌으므로 압밀계수(C_v)를 구할 수 있다.

$$t_{50} = \frac{T_v H^2}{C_v}$$

$$\therefore 2 \text{ min} = \frac{0.2 \times (0.02)^2}{C_v}$$

$$\therefore C_v = 4 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{min}$$

투수계수(k)는 $k = C_v m_v \gamma_w = C_v \times \frac{a_v}{1 + e_0} \times \gamma_w$ 로 계산할 수 있다.

여기서 $a_v = \frac{\Delta e}{\Delta P} = \frac{0.5}{50} = 0.01 \text{ m}^2/\text{kN}$ 이므로, 이를 대입하여 계산하면,

$$k = (4 \times 10^{-5}) \times \frac{0.01}{1+1} \times 10 = 2.0 \times 10^{-6} \text{ m/min}$$

6.

상향침투 시 유효응력: $\bar{\sigma} = \bar{\sigma}_0 - F$

하향침투 시 유효응력: $\bar{\sigma} = \bar{\sigma}_0 + F$

초기유효응력 $\bar{\sigma}_0 = \gamma_{\text{sub}} h$ 이므로 $\bar{\sigma}_0 = (20 - 10) \times 2 = 20 \text{ kN/m}^2$

침투력 $F = i \gamma_w z = \frac{1}{2} \times 10 \times 2 = 10 \text{ kN/m}^2$

따라서 이를 대입하여 계산하면,

하향침투 시: $\bar{\sigma} = \bar{\sigma}_0 + F = 20 + 10 = 30 \text{ kN/m}^2$

상향침투 시: $\bar{\sigma} = \bar{\sigma}_0 - F = 20 - 10 = 10 \text{ kN/m}^2$

7.

먼저 등방투수계수를 산정한다.

$$k_{eq} = \frac{H}{\frac{H_1}{k_1} + \frac{H_2}{k_2}} = \frac{300}{\frac{200}{0.1} + \frac{100}{0.2}} = \frac{3}{25} \text{ cm/s}$$

따라서 Darcy의 법칙을 이용하여 유량을 계산하면,

$$Q = k_{eq} i A = \frac{3}{25} \times \frac{1}{3} \times 100 = 4.0 \text{ cm}^3/\text{s}$$

8.

하중 재하 직후 모든 압력은 과잉간극수압으로 증가한다.

즉, 하중재하 직후 100 kN/m^2 에 해당하는 물의 수두 높이가 10m 증가한다.

이렇게 증가한 10m는 시간이 지남에 따라 압밀에 의해 소산되는데, 주어진 문제에서 h가 4m가 되었다는 것은 압밀이 60% 진행되었다는 의미이다(6m의 과잉간극수압 소산).

따라서 주어진 표에서 시간계수는 $T_v = 0.3$ 인 것을 찾을 수 있고, 일면배수이므로 소요시간을 계산하면,

$$t_{60} = \frac{T_v H^2}{C_v} = \frac{0.3 \times 20^2}{2 \times 10^{-5}} = 0.6 \times 10^7 \text{ min}$$

9.

유효응력에 대한 개념이 확실히 정리되어야 한다. 해당 상황에서는 모래층 위에 존재하는 수위가 증가하는 것이므로, 점토층의 A점에서의 유효응력의 변화는 없다. 즉, 전응력과 간극수압이 함께 같은 양이 증가하므로 유효응력은 일정하다.

ㄱ. 수위가 상승하였으므로 간극수압은 증가한다.

ㄴ. 유효응력의 변화는 없다.

ㄷ. 유효응력의 변화가 없으므로 침하가 발생하지 않는다.

ㄹ. 유효응력의 변화가 없으므로 과압밀비는 일정하다.

10.

$$\text{안전율 } F_s = \frac{\text{저항력}}{\text{작용력}}$$

여기서 저항력은 옹벽 무게에 의한 모멘트, 작용력은 주동토압에 의한 모멘트이다. 따라서,

$$F_s = \frac{\gamma_c H D \times \frac{D}{2}}{P_a \times y_c} \quad (\text{여기서, } y_c \text{는 바닥으로부터 주동토압의 작용점까지의 거리})$$

따라서 안전율은 옹벽의 두께(D)의 제곱에 비례하므로, 안전율을 2배로 증가시키기 위해서는 옹벽의 두께(D)는 $\sqrt{2}$ 배 증가시켜야 한다.

11.

$$D_r = \frac{e_{\max} - e}{e_{\max} - e_{\min}} = \frac{0.7 - e}{0.7 - 0.5} = 0.5$$

$$\therefore e = 0.6$$

12.

$$\tau = c + \bar{\sigma} \times \tan \phi \text{이므로}$$

$$1000 = c + 1200 \tan \phi$$

$$1800 = c + 2400 \tan \phi$$

위 식을 연립하여 점착력 c 를 계산할 수 있다.

$$\therefore c = 200 \text{ kN/m}^2$$

13.

④액상화 현상은 **사질토 지반**의 느슨한 모래에서 발생하기 쉽다.

14.

$$\text{말뚝의 극한지지력: } Q_u = q_p A_p + f_s A_s$$

$$\text{점착력: } c = \frac{q_u}{2} = \frac{80}{2} = 40 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{점토지반이므로 } q_p = c N_c = 9c = 8 \times 40 = 320 \text{ kN/m}^2$$

$$\alpha \text{ 방법으로 계산한 } f_s \text{는 } f_s = \alpha c = 1.0 \times 40 = 40 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{선단 면적 } A_p = \frac{3 \times 0.4^2}{4} = 0.12 \text{ m}^2, \text{ 주면 면적 } A_s = \pi D l = 3 \times 0.4 \times 10 = 12 \text{ m}^2$$

이를 모두 대입하여 계산하면, $Q_u = (320 \times 0.12) + (40 \times 12) = 523.2 \text{ kN}$

안전율이 3이므로 허용지지력은 $Q_a = \frac{Q_u}{F_s} = \frac{523.2}{3} = 174.4 \text{ kN}$

15.

대표적인 응력경로는 숙지해두는 것이 좋다. 그림에서 각 경로를 설명하면 다음과 같다.

OA: 성토(load)

OC: 절토(unload)

OB: 주동상태(active)

OD: 수동상태(passive)

따라서 수동토압으로의 응력경로는 OD이다.

16.

파괴면의 각도 θ 가 주어졌으므로, 내부마찰각을 계산할 수 있다.

$$\theta = 45^\circ + \frac{\phi}{2} = 60^\circ$$

$$\therefore \phi = 30^\circ$$

구속압력을 σ_3 로 두면 최대주응력은 $\sigma_1 = \sigma_3 + 120$ 으로 표현할 수 있다. 따라서 구속압력(σ_3)을 계산하면 다음과 같다.

$$\sin \phi = \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{\sigma_1 + \sigma_3} = \frac{120}{2\sigma_3 + 120} = \sin 30^\circ$$

$$\therefore \sigma_3 = 60 \text{ kN/m}^2$$

17. 킬러문제

지하수위 하강에 따라 물에 잠겨있던 흙의 포화도가 변화한다.

문제에서 지표에서의 포화도는 0%, 4m 지점에서의 포화도는 100%로 선형적으로 변화한다고 가정하였다. 즉, 포화도 S 가 지표면으로부터의 깊이 z 에 관한 함수로 표현되고, 이를 2m 지점까지 적분하여 흙의 단위중량을 계산해야한다.

$$S(z) = \frac{1}{4}z$$

$$\therefore \gamma_t(z) = \frac{G_s + S \cdot e}{1 + e} \gamma_w = \frac{G_s + \frac{1}{4}z \cdot e}{1 + e} \gamma_w$$

$$\therefore \int_0^2 \gamma_t(z) dz = \int_0^2 \frac{G_s + \frac{1}{4}z \cdot e}{1 + e} \gamma_w dz \approx 33.82$$

또한 문제에서 간극수압은 $u = -S\gamma_w h_c$ 로 주어졌고, 2m 지점에서의 포화도는 0.5, 모세관 수

두는 2m라고 하였기 때문에,

$$u = -0.5 \times 10 \times 2 = -10 \text{ kN/m}^2$$

따라서 유효응력은 $\bar{\sigma} = \sigma - u = 33.82 - (-10) \approx 44 \text{ kN/m}^2$

$$\text{초기 유효응력은 } \bar{\sigma}_0 = \gamma_{\text{sub}} h = 20 \text{ kN/m}^2$$

따라서 수직 유효응력 증가량은 $44 - 20 = 24 \text{ kN/m}^2$ 이다.

18.

$$\text{최대 굴착 깊이: } H_c = \frac{N_s \cdot c}{\gamma_t}$$

여기서 $N_s = \frac{1}{\text{안전수}} = 5$ 이므로,

$$H_c = \frac{N_s \cdot c}{\gamma_t} = \frac{5 \times 25}{15} = 8.33$$

19.

초기 함수비(w_0)가 0.2, 간극비(e)가 0.81

한편, 완전히 포화되었다는 것은 포화도가 1일 때($S_1 = 1.0$)를 의미하며, 따라서 함수비(w_1)는

$$w_1 = \frac{S_1 \cdot e}{G_s} = \frac{1.0 \times 0.81}{2.7} = 0.3$$

흙 자체무게(W_s)는 일정하고, $w = \frac{W_w}{W_s}$ 이므로, 물의 무게는 함수비에 비례한다. 따라서

$$\frac{W_1}{W_0} = \frac{w_1}{w_0} = \frac{0.3}{0.2} = 1.5$$

20.

$$\text{주어진 극한지지력 식: } q_u = cN_c + \frac{1}{2} B \gamma N_\gamma + q N_q$$

위 식에서 B가 2배 증가하므로 극한지지력 q_u 도 2배 증가한다.

문제에서 물은 것은 q_u 가 아닌 $Q_u (= q_u A)$ 이므로 증가된 면적도 고려해야 한다.

따라서 면적도 2배 증가하였으므로, 총 4배 증가한다. 따라서 120kN이 정답이다.