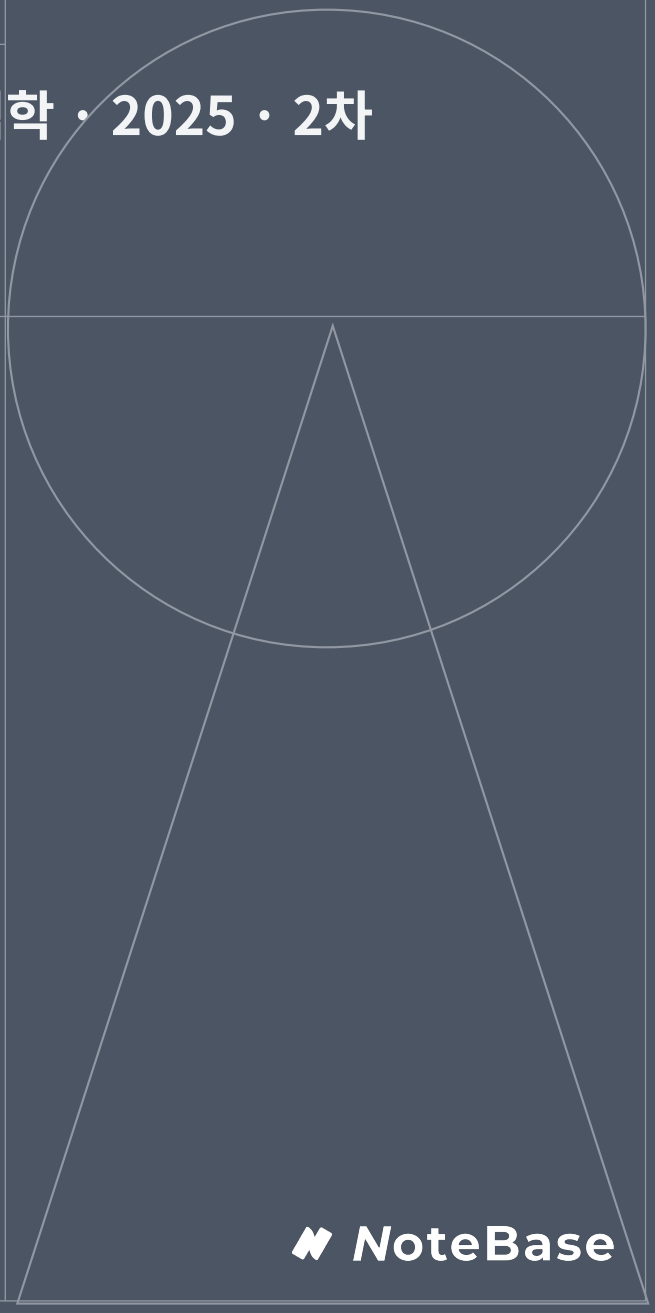
기출OX 해설집

공무원/국가직/7급 · 토질역학 · 2025 · 2차



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/국가직/7급 · 토질역학 · 2025 · 2차

공무원/국가직/7급 · 토질역학 · 2025 · 2차

문 1. 건조 모래에 대해 직접전단시험을 1회 하였다. 시험 결과 전단파괴 시의 수직응력은 60 kPa이고 전단응력은 $20\sqrt{3}\,\mathrm{kPa}$이다. 점착력이 0인 경우 건조 모래의 내부마찰각[°]은?

① 20

② 30

③ 45

④ 60

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 점착력이 0인 모래의 직접전단시험 결과에서 $\tau_f = \sigma\tan\phi$를 적용해 내부마찰각을 구할 수 있는지를 묻는다.

조건 정리

주어진 값은 수직응력 60 kPa, 전단파괴 시 전단응력 $20\sqrt{3}$ kPa, 점착력 $c = 0$이다.
구해야 할 값은 내부마찰각 ϕ이다.
주의할 조건은 점착력이 0이므로 전단강도식이 $\tau_f = \sigma\tan\phi$로 단순화된다는 점이다.

사용할 공식

사용 공식은 $\tau_f = c + \sigma\tan\phi$이다.
이 문제는 모래이고 점착력이 0이므로 $\tau_f = \sigma\tan\phi$를 바로 적용할 수 있다.

NoteBase

계산 과정

전단파괴 시 $\tau_f = \sigma \tan\phi$이므로

$20\sqrt{3} = 60\tan\phi$

따라서

$\tan\phi = \frac{20\sqrt{3}}{60} = \frac{\sqrt{3}}{3}$

즉 $\tan\phi = \frac{1}{\sqrt{3}}$이므로

$\phi = 30^\circ$

계산 결과 내부마찰각은 30°이다.

선지별 해설

1번 X: 20°이면 $\tan 20^\circ \approx 0.364$이므로 $\tau_f = 60\tan 20^\circ \approx 21.8$ kPa가 된다. 주어진 전단응력 $20\sqrt{3} \approx 34.6$ kPa와 맞지 않는다. 내부마찰각은 20°가 아니라 30°이다.

2번 O: $\tan\phi = \frac{20\sqrt{3}}{60} = \frac{\sqrt{3}}{3}$이므로 $\phi = 30^\circ$이다. 계산값과 일치하므로 옳다.

3번 X: 45°이면 $\tan 45^\circ = 1$이므로 $\tau_f = 60$ kPa가 되어 주어진 전단응력보다 훨씬 크다. 내부마찰각은 45°가 아니라 30°이다.

4번 X: 60°이면 $\tan 60^\circ = \sqrt{3}$이므로 $\tau_f = 60\sqrt{3}$ kPa가 된다. 이는 주어진 값의 3배이다. 내부마찰각은 60°가 아니라 30°이다.

오답 포인트

점착력 $c = 0$ 조건을 놓치고 공식을 복잡하게 보거나, $\tan\phi = \frac{\tau}{\sigma}$에서 분자와 분모를 바꾸면 오답이 된다. $20\sqrt{3}/60 = \sqrt{3}/3$을 보고 바로 30°가 아니라 60°로 착각하는 경우도 많다.

다시 나오면 이렇게 판단

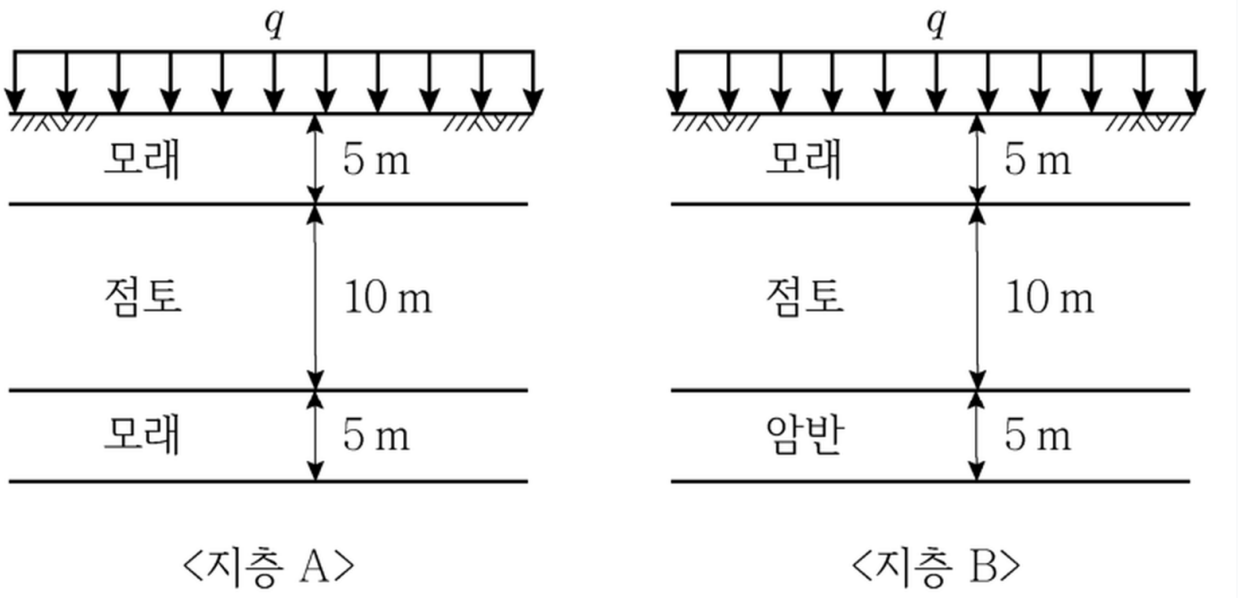
직접전단시험에서 모래이고 $c = 0$이면 먼저 $\tau_f = \sigma\tan\phi$를 쓴다. 그다음 $\tan\phi = \tau/\sigma$로 정리하고, 계산된 탄젠트값이 $\sqrt{3}, 1, \sqrt{3}/3$ 중 무엇인지 대응시키면 된다.

암기 포인트

점착력 없는 모래는 $\tau_f = \sigma\tan\phi$, $\tan 30^\circ = \sqrt{3}/3$이다.

NoteBase

문 2. 그림과 같이 동일한 등분포하중이 지표면에 가해질 경우, 지층 A와 지층 B의 점토층에서 평균압밀도 50%에 도달하는 시간을 각각 t_A, t_B라고 할 때, $(\frac{t_A}{t_B})$는? (단, 지층 A와 B의 점토층은 동일하다)



① 0.15

② 0.25

③ 0.35

④ 0.45

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 동일한 점토층에서 평균압밀도 50%일 때 압밀시간이 배수거리의 제곱에 비례한다는 점을 이용해 시간비를 구하는 문제이다.

NoteBase

조건 정리

주어진 값:
- 지층 A와 B의 점토층 두께는 모두 10m이다.
- 두 경우 모두 평균압밀도는 50%이다.
- 점토층은 동일하므로 압밀계수 C_v는 같다.

구해야 할 값:
- t_A/t_B

주의할 조건:
- 지층 A는 점토층 상하부가 모두 모래층이므로 양면배수이다.
- 지층 B는 점토층 하부가 암반이므로 상부만 배수되는 단면배수이다.

사용할 공식

$t = \frac{T_v H_{dr}^2}{C_v}$

이 공식을 쓰는 이유:
동일한 평균압밀도 50%에서는 시간계수 T_v가 같고, 동일한 점토층이므로 C_v도 같다. 따라서 시간비는 배수거리 H_{dr}의 제곱비로만 결정된다.

계산 과정

1. 지층 A는 양면배수이므로 배수거리는 점토층 두께의 절반이다. 따라서 $H_{dr,A} = 10/2 = 5m$이다.
2. 지층 B는 단면배수이므로 배수거리는 점토층 두께 전체이다. 따라서 $H_{dr,B} = 10m$이다.
3. 같은 $U = 50\%$에서 T_v는 같고, 같은 점토층이므로 C_v도 같아서

$\frac{t_A}{t_B} = \frac{H_{dr,A}^2}{H_{dr,B}^2} = \frac{5^2}{10^2} = \frac{25}{100} = 0.25$

따라서 $t_A/t_B = 0.25$이다.

NoteBase

선지별 해설

① X
- 압밀시간은 점토층 두께 자체가 아니라 배수거리의 제곱에 비례한다. 계산값은 0.25이므로 0.15는 맞지 않는다.
- 틀린 표현은 '0.15'이다. 올바르게는 '0.25'이다.

② O
- 지층 A는 양면배수, 지층 B는 단면배수이므로 배수거리는 각각 5m와 10m이다.
- 따라서 $t_A/t_B = (5^2)/(10^2) = 0.25$가 되어 옳다.

③ X
- 0.35는 배수거리 제곱비를 적용한 결과가 아니다. 동일한 U, 동일한 C_v 조건에서는 0.25만 나온다.
- 틀린 표현은 '0.35'이다. 올바르게는 '0.25'이다.

④ X
- 0.45도 배수조건을 반영한 압밀시간비와 일치하지 않는다. 지층 A가 더 빨리 압밀되지만 그 비는 0.45가 아니라 0.25이다.
- 틀린 표현은 '0.45'이다. 올바르게는 '0.25'이다.

오답 포인트

점토층 두께 10m를 그대로 배수거리로 넣는 실수가 가장 흔하다. 이 문항의 핵심은 두 지층의 점토 두께가 같은지가 아니라 배수면이 몇 면인지이다. 지층 A는 양면배수라서 5m, 지층 B는 단면배수라서 10m를 써야 하며, 시간은 이 배수거리의 제곱에 비례한다.

다시 나오면 이렇게 판단

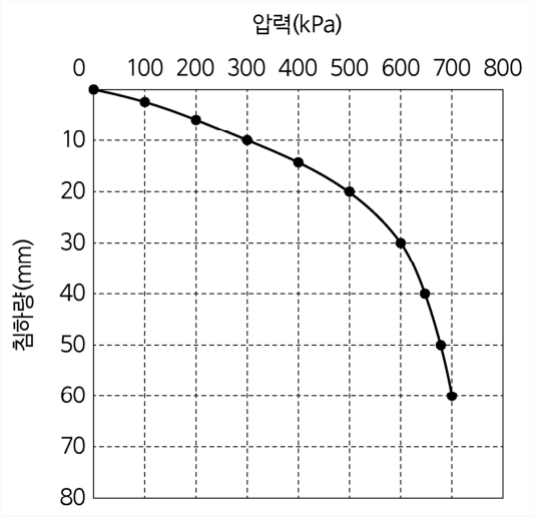
압밀시간비 문제는 먼저 배수면 수를 보고 H_{dr}를 정한 다음, 동일한 점토층과 동일한 평균압밀도이면 $t \propto H_{dr}^2$만 적용해 판단한다.

암기 포인트

양면배수는 $H_{dr} = H/2$, 단면배수는 $H_{dr} = H$이며 압밀시간은 H_{dr}^2에 비례한다.

NoteBase

문 3. 그림은 사질토 지반에서 얕은 기초 설계를 위해 직경 300mm 평판을 이용한 평판재하시험 결과이다. 허용 침하량이 10mm 발생하는 경우를 극한지지력으로 하였다. 만약 직경이 1.5m인 원형기초라면 이때의 극한지지력[kPa]은?



① 500

② 1,000

③ 1,500

④ 2,000

정답 3번

출제 포인트

사질토에서 평판재하시험 결과를 실제 원형기초의 극한지지력으로 환산하는 비례관계를 묻는 문제이다.

조건 정리

- 주어진 값: 평판 직경 $B_p = 0.3m$, 원형기초 직경 $B_f = 1.5m$
- 그래프 판독: 침하량 10mm일 때 평판의 압력은 300 kPa이다.
- 구해야 할 값: 원형기초의 극한지지력

NoteBase

사용할 공식

$q_{u(f)} = q_{u(p)} \times \frac{B_f}{B_p}$

사질토의 평판재하시험에서는 극한지지력이 기초 폭에 비례한다고 보고 평판값을 실제 기초 폭으로 환산한다.
원형기초에서는 폭을 직경으로 본다.
이는 Terzaghi의 평판재하시험 경험식에서 비롯된다. 사질토(모래)는 점착력이 거의 없고 전단저항이 마찰각에만 의존하므로, 기초 폭이 커질수록 지지력 산정식의 단위중량 항($\frac{1}{2}\gamma B N_\gamma$)이 폭 B에 직접 비례해 극한지지력도 폭에 비례한다. 따라서 폭이 작은 평판값을 실제 기초 폭으로 환산할 때 직경비를 곱한다.
반면 점토는 비배수 조건에서 점착력이 지배하여 지지력이 폭과 무관($q_{u(f)} = q_{u(p)}$)하므로 폭비를 곱하지 않는다. 이 문제는 사질토 지반이므로 폭비를 적용하는 사질토 환산식을 쓴다.

계산 과정

1. 그래프에서 침하량 10mm에 해당하는 평판 압력을 읽으면 $q_{u(p)} = 300kPa$이다.
2. 직경비는 $\frac{B_f}{B_p} = \frac{1.5}{0.3} = 5$이다.
3. 따라서 원형기초의 극한지지력은 $q_{u(f)} = 300 \times 5 = 1500kPa$이다.

선지별 해설

① X
500 kPa는 침하량 10mm에서 읽은 300 kPa에 직경비 5를 적용한 결과와 맞지 않는다.
틀린 값 500 kPa → 올바르게는 1,500 kPa이다.

② X
1,000 kPa도 300 × 5의 환산 결과와 다르다. 직경비를 잘못 적용하거나 일부만 반영한 값이다.
틀린 값 1,000 kPa → 올바르게는 1,500 kPa이다.

③ O
침하량 10mm에서 평판 압력 300 kPa를 읽고, 사질토 환산식에 따라 직경비 5를 곱하면 1,500 kPa가 된다.

④ X
2,000 kPa가 되려면 평판 압력을 400 kPa로 잘못 읽거나 10mm가 아닌 더 큰 침하 구간을 적용해야 한다.
틀린 값 2,000 kPa → 올바르게는 1,500 kPa이다.

오답 포인트

그래프에서 먼저 침하량 10mm에 해당하는 300 kPa를 정확히 읽어야 한다. 그다음 사질토이므로 평판값에 직경비 5를 곱해야 하는데, 이 둘 중 하나라도 빠지면 오답이 된다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

사질토 평판재하시험 환산 문제는 침하 기준에서 평판 압력을 먼저 읽고, 그다음 $q_{u(f)} = q_{u(p)} \times \frac{B_f}{B_p}$를 적용해 실제 기초 폭으로 환산하면 된다.

암기 포인트

사질토의 평판 극한지지력 환산은 평판값에 폭비를 곱하는 방식으로 정리된다.

NoteBase

문 4. 표준압밀시험을 이용한 압밀침하량 산정 시 사용하지 않는 압밀정수는?

① 압밀계수

② 압축지수

③ 압축계수

④ 체적변화계수

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 표준압밀시험에서 구하는 여러 압밀정수 중 압밀침하량의 크기 산정에 직접 쓰는 값과 압밀 진행 속도를 나타내는 값을 구분하는 문제이다.

핵심 개념

압밀계수는 c_v로서 압밀이 얼마나 빨리 진행되는지를 나타내는 정수이다.
압축지수는 C_c로서 정규압밀점토의 $e - \log p$ 관계에서 침하량의 크기를 구할 때 쓰는 지수이다.
압축계수는 a_v로서 유효응력 증가에 따른 간극비 변화량을 나타내며 침하량 계산에 연결된다.
체적변화계수는 m_v로서 단위 유효응력 증가에 대한 체적변형률을 뜻하며 $S = m_v \Delta\sigma H$ 형태로 압밀침하량 산정에 직접 사용된다.

선지별 해설

① X: 압밀계수는 압밀 속도에 관한 정수이므로 압밀침하량의 최종 크기를 구하는 데 직접 사용하지 않는다. 틀린 표현은 '침하량 산정에 사용'이며, 올바르게는 '압밀 소요시간이나 압밀 진행 속도 판단에 사용'이다.
② O: 압축지수는 정규압밀점토의 최종 압밀침하량을 구할 때 사용하는 대표 정수이다. 특히 $e - \log p$ 곡선의 압축구간 기울기로부터 구해 침하량 계산에 사용된다.
③ O: 압축계수는 유효응력 증가에 따른 간극비 감소 정도를 나타내며 침하량 산정에 사용된다. 압축계수를 이용하면 점토의 압축성을 수치로 반영할 수 있다.
④ O: 체적변화계수는 단위 응력 증가당 발생하는 체적변형률을 뜻하므로 압밀침하량 계산에 직접 쓰인다. 압축계수와 함께 압밀에 따른 변형 크기를 나타내는 정수이다.

오답 포인트

압밀계수와 압축계수의 이름이 비슷해서 둘 다 침하량 계산에 쓰인다고 혼동하기 쉽다. 그러나 압밀계수는 시간 문제, 압축계수와 체적변화계수 및 압축지수는 변형량 문제라는 구분이 핵심이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

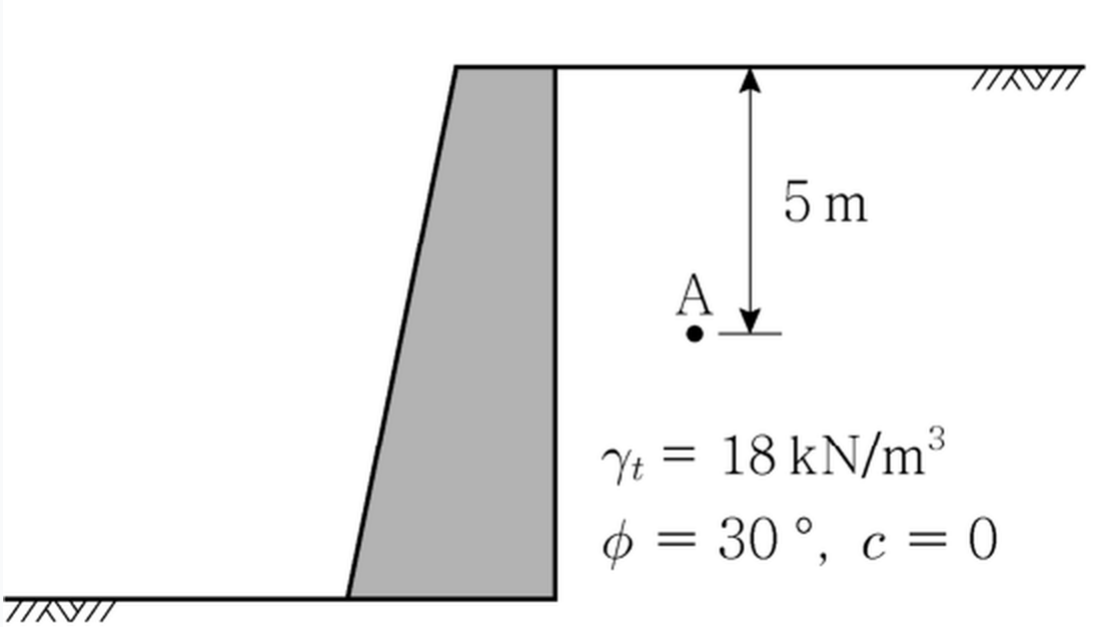
선지가 압밀정수를 제시하면 먼저 그 정수가 묻는 대상이 최종 침하량의 크기인지, 압밀 진행 속도와 시간인지부터 구분한다. 속도와 시간을 나타내면 압밀계수이고, 변형량과 침하량을 나타내면 압축지수·압축계수·체적변화계수 쪽으로 판단한다.

암기 포인트

압밀계수 c_v는 시간, 압축지수 C_c·압축계수 a_v·체적변화계수 m_v는 침하량이다.

NoteBase

문 5. 그림과 같이 A 지점에 작용하는 응력이 Rankine의 주동파괴 상태에 도달할 경우 A 지점에서의 수평토압(σ_h)[kPa]은?



① 30

② 40

③ 50

④ 60

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 Rankine 주동토압계수 K_a를 구한 뒤 깊이 $z = 5m$에서의 수평토압 σ_h를 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값은 $\gamma_t = 18kN/m^3$, $\phi = 30\,^\circ$, $c = 0$, 깊이 $z = 5m$이다.
구해야 할 값은 A점의 수평토압 σ_h이다.
조건은 Rankine의 주동파괴 상태이므로 정지토압계수나 수동토압계수가 아니라 주동토압계수 K_a를 써야 한다.

사용할 공식

주동토압계수는 $K_a = \frac{1-\sin\phi}{1+\sin\phi} = \tan^2\left(45\,^\circ - \frac{\phi}{2}\right)$이다.
수평토압은 $\sigma_h = K_a\gamma_t z - 2c\sqrt{K_a}$이다.
이 문제는 점착력 $c = 0$인 사질토 조건의 Rankine 주동상태이므로 점착항은 0이 되고 $\sigma_h = K_a\gamma_t z$로 계산된다.

NoteBase

계산 과정

1. $\sin 30^\circ = 0.5$이므로 $K_a = \frac{1-0.5}{1+0.5} = \frac{0.5}{1.5} = \frac{1}{3}$이다.
2. 깊이 5m에서의 연직응력은 $\sigma_v = \gamma_t z = 18 \times 5 = 90 kPa$이다.
3. 따라서 수평토압은 $\sigma_h = K_a \sigma_v = \frac{1}{3} \times 90 = 30 kPa$이다.

선지 판단

① O: 계산 결과가 30 kPa이므로 맞다.
② X: 40 kPa는 Rankine 주동토압계수 $K_a = \frac{1}{3}$를 적용한 값이 아니다. 수평토압은 40 kPa가 아니라 30 kPa이다.
③ X: 50 kPa는 주동상태의 토압보다 크게 계산한 값이다. 연직응력 90 kPa에 주동토압계수 $\frac{1}{3}$를 곱하면 30 kPa가 되어야 한다.
④ X: 60 kPa는 주동토압이 아니라 더 큰 토압계수를 쓴 경우의 오답값에 가깝다. A점의 수평토압은 60 kPa가 아니라 30 kPa이다.

오답 포인트

주동토압, 정지토압, 수동토압을 구분하지 못하면 계수를 잘못 넣어 오답이 된다. 이 문항의 함정은 그림이 붙어 있어도 핵심은 도형 해석이 아니라 K_a 선택이라는 점이다.

다시 나오면 이렇게 판단

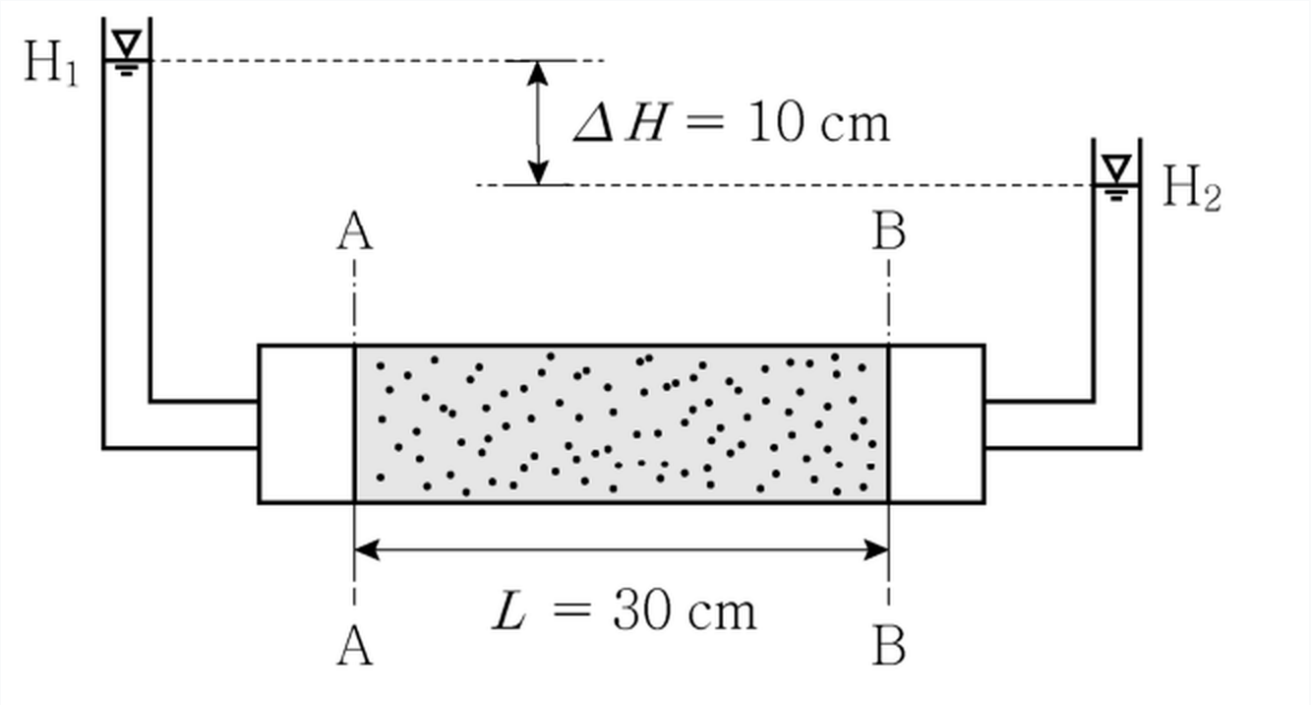
토압 계산문제는 먼저 상태가 주동인지 정지인지 수동인지 확인하고, 다음에 해당 토압계수를 정한 뒤 γz에 곱해 수평응력을 구하면 된다.

암기 포인트

Rankine 주동토압은 $K_a = \frac{1-\sin\phi}{1+\sin\phi}$, 그리고 $\sigma_h = K_a \gamma z$이다.

NoteBase

문 6. 그림과 같은 시험장치를 이용한 정수위 투수시험 중, H_1으로 붉은색 잉크를 주입하였다. 흙의 간극비는 0.5, 투수계수는 0.2cm/sec이다. 이때 붉은색 잉크가 A-A면을 통과하여 B-B면에 도달하는 데 걸리는 시간[sec]은? (단, 잉크 주입으로 인한 투수계수의 변동은 없다)



① 150

② 200

③ 250

④ 300

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 정수위 투수시험에서 Darcy 유속과 실제 침투속도의 차이를 구분하여 잉크의 이동시간을 계산하는 문제이다.

조건 정리

- 주어진 값: 간극비 $e = 0.5$, 투수계수 $k = 0.2cm/sec$, 수두차 $\Delta H = 10cm$, 이동거리 $L = 30cm$
- 구해야 할 값: 붉은색 잉크가 A-A면에서 B-B면까지 이동하는 시간
- 주의할 조건: 잉크는 물과 함께 간극 내부를 지나가므로 Darcy 유속이 아니라 실제 침투속도를 사용해야 한다.

NoteBase

사용할 공식

- 공극률 $n = \frac{e}{1+e}$
- 수리경사 $i = \frac{\Delta H}{L}$
- Darcy 유속 $v = ki$
- 실제 침투속도 $v_s = \frac{v}{n} = \frac{ki}{n}$
- 이동시간 $t = \frac{L}{v_s}$

이 공식을 쓰는 이유:
투수계수 k는 Darcy 법칙의 계수이므로 먼저 수리경사를 반영한 Darcy 유속을 구해야 한다. 잉크는 간극수와 함께 실제 유로를 따라 이동하므로 공극률로 나누어 실제 침투속도로 바꾼 뒤 시간을 계산한다.

계산 과정

1. 공극률은 $n = \frac{0.5}{1+0.5} = \frac{1}{3}$이다.
2. 수리경사는 $i = \frac{10}{30} = \frac{1}{3}$이다.
3. Darcy 유속은 $v = ki = 0.2 \times \frac{1}{3} = 0.0667 cm/sec$이다.
4. 실제 침투속도는 $v_s = \frac{v}{n} = \frac{0.0667}{1/3} = 0.2 cm/sec$이다.
5. 이동시간은 $t = \frac{30}{0.2} = 150 sec$이다.

NoteBase

선지별 해설

① O
- 계산 결과 이동시간은 150초이다. 실제 침투속도 $v_s = 0.2cm/sec$로 30cm를 이동하면 150초가 걸리므로 맞는 선지이다.

② X
- 200초라면 평균 이동속도가 $30/200 = 0.15cm/sec$이어야 한다. 문제 조건에서 계산되는 실제 침투속도는 $0.2cm/sec$이므로 맞지 않는다.
- 틀린 표현은 "이동시간이 200초이다"이다. 올바르게는 "이동시간은 150초이다"이다.

③ X
- 250초라면 평균 이동속도가 $30/250 = 0.12cm/sec$이어야 한다. 이는 올바른 실제 침투속도 $0.2cm/sec$보다 작아 계산 결과와 다르다.
- 틀린 표현은 "이동시간이 250초이다"이다. 올바르게는 "이동시간은 150초이다"이다.

④ X
- 300초라면 평균 이동속도가 $30/300 = 0.10cm/sec$이어야 한다. 정수위 투수시험의 수리경사와 공극률을 반영한 실제 침투속도는 $0.2cm/sec$이므로 틀리다.
- 틀린 표현은 "이동시간이 300초이다"이다. 올바르게는 "이동시간은 150초이다"이다.

오답 포인트

투수계수 k를 그대로 이동속도로 보면 안 된다. 먼저 $i = \Delta H/L$를 곱해 Darcy 유속을 구하고, 다시 공극률 n으로 나누어 실제 침투속도를 구해야 한다. 또한 간극비 e와 공극률 n을 같은 값으로 두는 실수가 자주 나온다.

다시 나오면 이렇게 판단

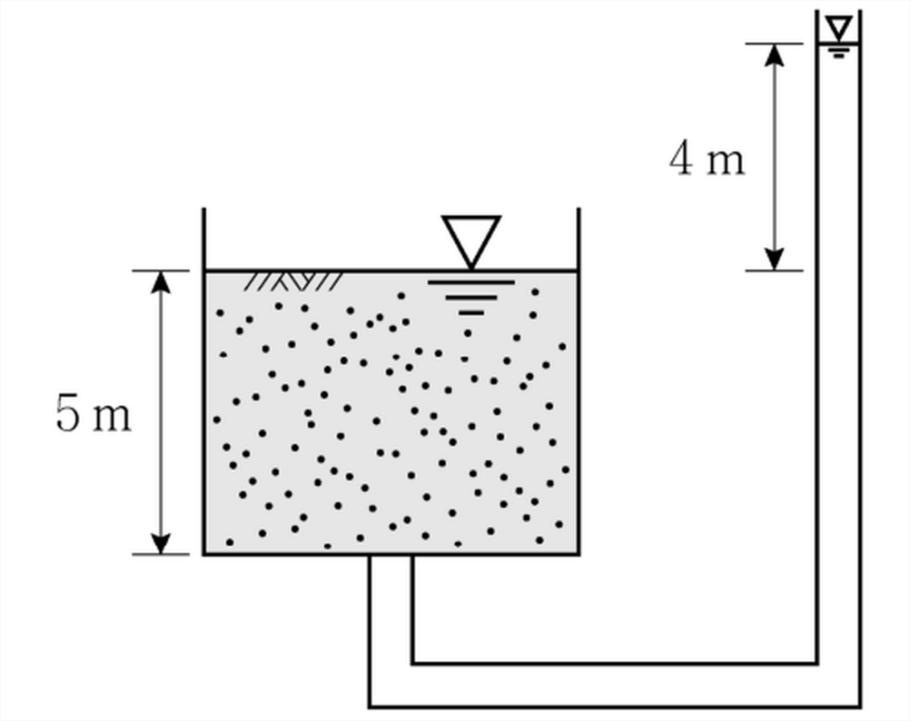
추적자 이동시간 문제는 $e \rightarrow n$, $\Delta H/L \rightarrow i$, $ki \rightarrow v$, $v/n \rightarrow v_s$, $L/v_s \rightarrow t$ 순서로 계산하면 된다.

암기 포인트

정수의 실제 이동속도는 $v_s = ki/n$이고, 간극비는 먼저 $n = e/(1+e)$로 바꾼다.

NoteBase

문 7. 그림과 같이 수조 내 포화 사질토의 비중은 2.5, 함수비는 20%이다. 이 사질토의 한계동수경사와 보일링 발생 여부를 바르게 연결한 것은?



① 한계동수경사: 1.0, 보일링: 발생

② 한계동수경사: 0.8, 보일링: 발생

③ 한계동수경사: 1.0, 보일링: 미발생

④ 한계동수경사: 0.8, 보일링: 미발생

정답 3번

출제 포인트

포화토에서 $e = wG_s$ 관계로 간극비를 구하고, $i_c = \frac{G_s - 1}{1 + e}$와 실제 동수경사 $i = \frac{\Delta h}{L}$를 비교해 보일링 여부를 판단하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 포화 사질토, $G_s = 2.5$, $w = 0.20$, 토층 두께 5m, 상향 수두차 4m
구해야 할 값: 한계동수경사와 보일링 발생 여부
주의할 조건: 포화상태이므로 $w = e/G_s$를 써서 e를 먼저 구한다. 보일링 판단은 실제 동수경사와 한계동수경사의 대소 비교로 한다.

NoteBase

사용할 공식

$e = wG_s$
$i_c = \frac{G_s - 1}{1 + e}$
$i = \frac{\Delta h}{L}$

이 공식을 쓰는 이유:
문제가 포화 사질토의 상향 침투에 대한 한계동수경사와 보일링을 묻고 있으므로, 먼저 포화조건에서 간극비를 구한 뒤 한계동수경사와 실제 동수경사를 비교해야 한다.

계산 과정

1. 포화조건에서 $e = wG_s = 0.20 \times 2.5 = 0.5$이다.
2. 한계동수경사는 $i_c = \frac{2.5 - 1}{1 + 0.5} = \frac{1.5}{1.5} = 1.0$이다.
3. 그림의 상향 수두차는 4m이고 토층 두께는 5m이므로 실제 동수경사는 $i = \frac{4}{5} = 0.8$이다.
4. $i = 0.8 < i_c = 1.0$이므로 유효응력이 0이 되지 않아 보일링은 발생하지 않는다.

선지별 해설

① X
한계동수경사 1.0은 맞지만, 보일링 발생은 틀리다. 실제 동수경사 0.8이 한계동수경사 1.0보다 작다. 틀린 표현은 '발생'이며, 올바르게는 '미발생'이다.

② X
보일링 발생이 틀릴 뿐 아니라 한계동수경사 0.8도 틀리다. 0.8은 한계동수경사가 아니라 실제 동수경사이다. 틀린 표현은 '한계동수경사 0.8, 발생'이며, 올바르게는 '한계동수경사 1.0, 미발생'이다.

③ O
한계동수경사 1.0, 실제 동수경사 0.8이므로 보일링 미발생으로 연결한 판단이 옳다.

④ X
보일링 미발생은 맞지만 한계동수경사 0.8이 틀리다. 0.8은 수두차 4m를 토층 두께 5m로 나눈 실제 동수경사이다. 틀린 표현은 '한계동수경사 0.8'이며, 올바르게는 '한계동수경사 1.0'이다.

오답 포인트

포화조건에서 w와 e의 관계를 뒤집어 보거나, 실제 동수경사 $i = 0.8$을 한계동수경사로 착각하기 쉽다. 또한 보일링은 수두차의 존재만으로 판단하지 않고 i와 i_c의 크기 비교로 판단한다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

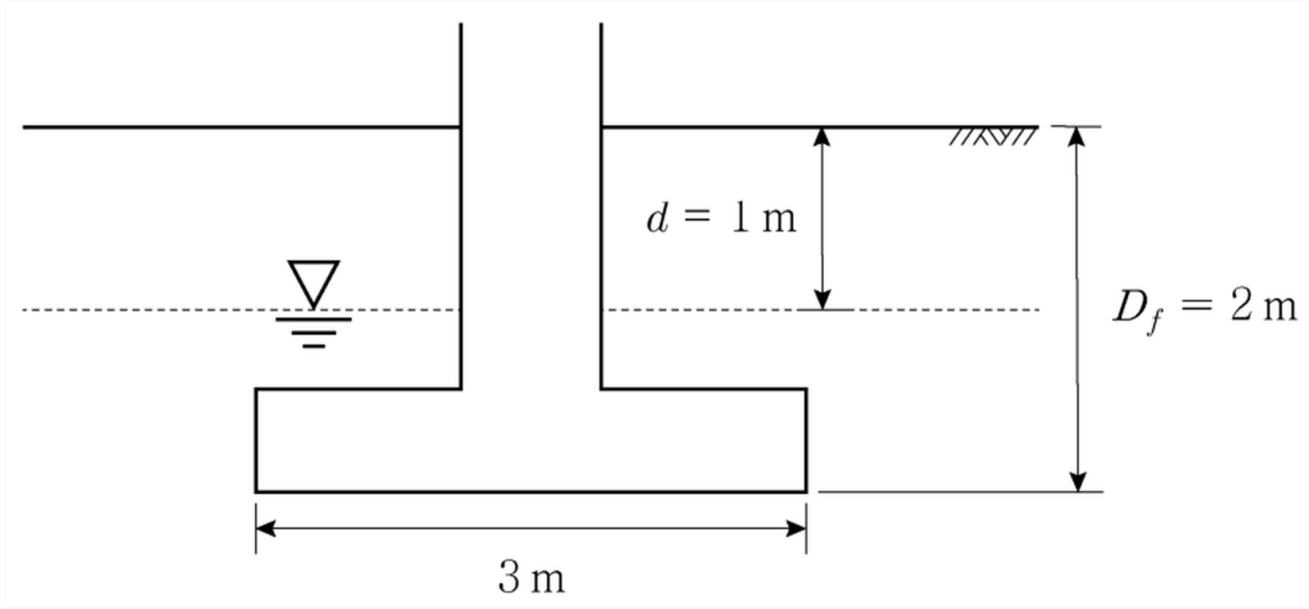
포화 사질토의 보일링 문제는 먼저 $e = wG_s$로 간극비를 구하고, 다음에 $i_c = \frac{G_s - 1}{1 + e}$를 계산한 뒤, 마지막으로 $i = \frac{\Delta h}{L}$와 비교하는 순서로 판단한다.

암기 포인트

포화토 상향침투는 e를 먼저 구한 뒤 i와 i_c를 비교한다. $i \geq i_c$이면 보일링, $i < i_c$이면 미발생이다.

NoteBase

문 8. 그림과 같이 점착력 50 kPa, 습윤단위중량 18kN/m^3, 포화단위중량 20kN/m^3인 지반에 정사각형 기초를 설치하였다. 지하수위가 지표면 아래 1m에 있을 때 Terzaghi 지지력 공식을 이용하여 구한 극한지지력[kPa]은? (단, $N_c = 20$, $N_\gamma = 5$, $N_q = 10$, 물의 단위중량은 10kN/m^3이다)



① 1,640

② 1,650

③ 1,660

④ 1,670

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 Terzaghi 정사각형 기초의 극한지지력 식에 지하수위 보정을 반영하여 q_u를 구하는 문제이다.

NoteBase

조건 정리

주어진 값:
점착력 $c = 50kPa$
습윤단위중량 $\gamma_t = 18kN/m^3$
포화단위중량 $\gamma_{sat} = 20kN/m^3$
물의 단위중량 $\gamma_w = 10kN/m^3$
기초 폭 $B = 3m$
기초 근입깊이 $D_f = 2m$
지하수위는 지표면 아래 $1m$
지지력계수 $N_c = 20, N_q = 10, N_\gamma = 5$

구해야 할 값:
정사각형 기초의 극한지지력 q_u

주의할 조건:
지하수위 아래 구간은 부력을 고려하므로 유효단위중량 $\gamma' = \gamma_{sat} - \gamma_w = 10kN/m^3$을 사용한다.

사용할 공식

Terzaghi 정사각형 기초의 극한지지력 식은
$q_u = 1.3cN_c + qN_q + 0.4\gamma BN_\gamma$
이다.

이 공식을 쓰는 이유:
문제에서 정사각형 기초와 N_c, N_q, N_γ를 주었으므로 Terzaghi 정사각형 기초 식을 그대로 적용하는 상황이다.
지하수위가 기초 저면 위에 있으므로 q와 γ에는 지하수위 보정을 반영한다.

계산 과정

1. 기초 저면에서의 유효 상재하중을 구한다.
$q = 18 \times 1 + (20 - 10) \times 1 = 28kPa$

2. 기초 저면 아래 흙의 유효단위중량을 구한다.
$\gamma' = 20 - 10 = 10kN/m^3$

3. Terzaghi 식에 대입한다.
$q_u = 1.3 \times 50 \times 20 + 28 \times 10 + 0.4 \times 10 \times 3 \times 5$
$q_u = 1300 + 280 + 60 = 1640kPa$

NoteBase

선지별 해설

① O
계산 결과 극한지지력은 $1640kPa$이므로 옳다.

② X
계산 결과와 일치하지 않는다. 극한지지력은 $1650kPa$가 아니라 $1640kPa$이다.

③ X
계산 결과와 일치하지 않는다. 극한지지력은 $1660kPa$가 아니라 $1640kPa$이다.

④ X
계산 결과와 일치하지 않는다. 극한지지력은 $1670kPa$가 아니라 $1640kPa$이다.

오답 포인트

이 문항의 함정은 지하수위 아래 1m 구간을 포화단위중량 20으로 그대로 넣기 쉽다는 점이다. 상재하중 q와 $0.4\gamma BN_\gamma$항 모두에서 지하수위 아래 구간은 유효단위중량 10을 써야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

지지력 계산에서 지하수위가 걸치면 먼저 지표면~지하수위, 지하수위~기초저면, 기초저면 이하를 나누어 본다. 그다음 q에는 기초저면까지의 유효상재하중을, γBN_γ항에는 기초저면 아래의 유효단위중량을 넣으면 된다.

암기 포인트

지하수위 아래 지지력 계산은 q와 γ를 모두 유효단위중량 기준으로 본다.

NoteBase

문 9. 교란되지 않은 연약점토의 일축압축강도는 50 kPa이었다. 이 시료를 재성형한 후 동일한 시험 방법으로 25 kPa의 일축압축강도를 얻었다. 교란되지 않은 점토의 비배수전단강도[kPa]와 예민비를 바르게 연결한 것은?

① 비배수전단강도: 25, 예민비: 2.0

② 비배수전단강도: 50, 예민비: 2.0

③ 비배수전단강도: 25, 예민비: 0.5

④ 비배수전단강도: 50, 예민비: 0.5

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 일축압축강도 q_u와 비배수전단강도 s_u의 관계, 그리고 예민비 S_t의 정의를 이용해 값을 구하는 문제이다.

조건 정리

- 주어진 값: 교란되지 않은 시료의 일축압축강도는 50 kPa, 재성형 시료의 일축압축강도는 25 kPa이다.
- 구해야 할 값: 교란되지 않은 점토의 비배수전단강도와 예민비이다.
- 주의할 조건: 50 kPa는 비배수전단강도가 아니라 일축압축강도이다.

사용할 공식

$s_u = q_u/2$

$S_t = q_{u,\,\text{undisturbed}}/q_{u,\,\text{remolded}}$

일축압축시험에서 포화 점토의 비배수전단강도는 일축압축강도의 절반으로 구한다. 예민비는 교란 전 강도를 교란 후 강도로 나눈 값이므로 두 시료의 일축압축강도 비로 계산할 수 있다.

계산 과정

1. 교란되지 않은 시료의 비배수전단강도는 $s_u = q_u/2 = 50/2 = 25kPa$이다.
2. 예민비는 $S_t = 50/25 = 2.0$이다.
3. 따라서 올바른 연결은 '비배수전단강도 25 kPa, 예민비 2.0'이다.

NoteBase

선지별 해설

① O
- 비배수전단강도는 일축압축강도 50 kPa의 절반이므로 25 kPa이다.
- 예민비는 교란되지 않은 시료 강도 50을 재성형 시료 강도 25로 나눈 값이므로 2.0이다.

② X
- '비배수전단강도 50'이 틀리다. 50 kPa는 일축압축강도 q_u이며 비배수전단강도 s_u는 그 절반인 25 kPa이다.
- 올바르게는 '비배수전단강도 25 kPa, 예민비 2.0'이다.

③ X
- '예민비 0.5'가 틀리다. 예민비는 재성형 강도/원지반 강도가 아니라 원지반 강도/재성형 강도이다.
- 올바르게는 '비배수전단강도 25 kPa, 예민비 2.0'이다.

④ X
- '비배수전단강도 50'과 '예민비 0.5'가 모두 틀리다. 비배수전단강도는 25 kPa이고 예민비는 2.0이다.
- 올바르게는 '비배수전단강도 25 kPa, 예민비 2.0'이다.

오답 포인트

일축압축강도 q_u 자체를 비배수전단강도 s_u로 착각하거나, 예민비를 재성형 강도/원지반 강도로 거꾸로 나누면 ②, ③, ④ 같은 오답이 나온다.

다시 나오면 이렇게 판단

연약점토의 일축압축시험 수치가 주어지면 먼저 $s_u = q_u/2$를 적용해 비배수전단강도를 구하고, 예민비는 반드시 '교란 전 강도 ÷ 교란 후 강도' 순서로 계산한다.

암기 포인트

점토 일축압축시험은 $s_u = q_u/2$, 예민비는 '원시료 강도 ÷ 재성형 강도'이다.

NoteBase

문 10. 다음과 같은 조건의 사질토 무한사면인 경우, 사면의 안전율을 큰 것부터 바르게 나열한 것은? (단, 경사각, 지층 두께, 흙의 물성은 모두 같다)

(가) 침투가 없는 건조무한사면
(나) 지하수위가 지표면과 일치하고, 침투가 지표면과 평행한 무한사면
(다) 침투가 없는 수중무한사면

① (가), (나), (다) 순이다.
② (가), (다), (나) 순이다.
③ (가)와 (나)가 같고, 그 다음이 (다)이다.
④ (가)와 (다)가 같고, 그 다음이 (나)이다.

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 사질토 무한사면에서 건조, 수중 정수압 상태, 지표면과 평행한 침투 상태의 안전율 크기 관계를 비교하는 문제이다.

핵심 개념

점착력이 없는 사질토($c' = 0$) 무한사면의 안전율은 활동면에서의 전단저항력을 활동력으로 나눈 값이다.
(가) 침투가 없는 건조무한사면: 수직응력이 전부 유효응력으로 작용하므로 저항력은 $\gamma z\cos^2\beta\tan\phi$, 활동력은 $\gamma z\sin\beta\cos\beta$가 되어 $F = \tan\phi/\tan\beta$이다.
(다) 침투가 없는 수중무한사면: 정수압 상태이므로 부력으로 유효단위중량 γ'을 쓰면 저항력은 $\gamma' z\cos^2\beta\tan\phi$, 활동력은 $\gamma' z\sin\beta\cos\beta$가 되어 $F = \gamma' z\cos^2\beta\tan\phi/(\gamma' z\sin\beta\cos\beta) = \tan\phi/\tan\beta$로 (가)와 같아진다(분자·분모에 γ'이 함께 들어가 소거된다).
(나) 지하수위가 지표면과 일치하고 침투가 지표면과 평행한 무한사면: 활동력은 포화단위중량 γ_{sat}으로 $\gamma_{sat} z\sin\beta\cos\beta$이지만, 활동면에 침투에 의한 간극수압이 작용해 유효수직응력이 $\gamma' z\cos^2\beta$로 줄어 저항력은 $\gamma' z\cos^2\beta\tan\phi$가 된다. 따라서 $F = \gamma' z\cos^2\beta\tan\phi/(\gamma_{sat} z\sin\beta\cos\beta) = (\gamma'/\gamma_{sat})(\tan\phi/\tan\beta)$이며, $\gamma'/\gamma_{sat} < 1$이므로 (가)·(다)보다 작다.

NoteBase

선지별 해설

① X: (나)를 (다)보다 크게 본 점이 틀리다. 지표면과 평행한 침투가 생기면 침투력이 경사방향으로 작용하여 안전율이 가장 작아진다. 올바른 순서는 (가)=(다)>(나)이다.
② X: (가)를 가장 크게 두고 (다)를 그다음으로 둔 점이 틀리다. 침투가 없는 수중무한사면은 부력 때문에 자중과 유효수직응력이 함께 같은 비율로 줄어 건조무한사면과 안전율이 같아진다. 올바르게는 (가)와 (다)가 같다.
③ X: (가)와 (나)를 같게 본 점이 틀리다. (나)는 포화 상태에서 경사방향 침투가 있으므로 건조 상태인 (가)보다 안전율이 작다. 올바른 비교는 (가)=(다)>(나)이다.
④ O: (가)와 (다)는 침투가 없어서 안전율 식이 같고, (나)는 침투력 때문에 더 작다. 따라서 큰 것부터 나열하면 (가)와 (다)가 같고 그다음이 (나)이다.

오답 포인트

수중사면이면 항상 건조사면보다 불안정하다고 단순화하면 틀린다. 침투가 없으면 부력으로 자중과 저항이 함께 줄어 안전율은 건조사면과 같고, 안전율을 떨어뜨리는 핵심은 물의 존재 자체보다 경사방향 침투이다.

다시 나오면 이렇게 판단

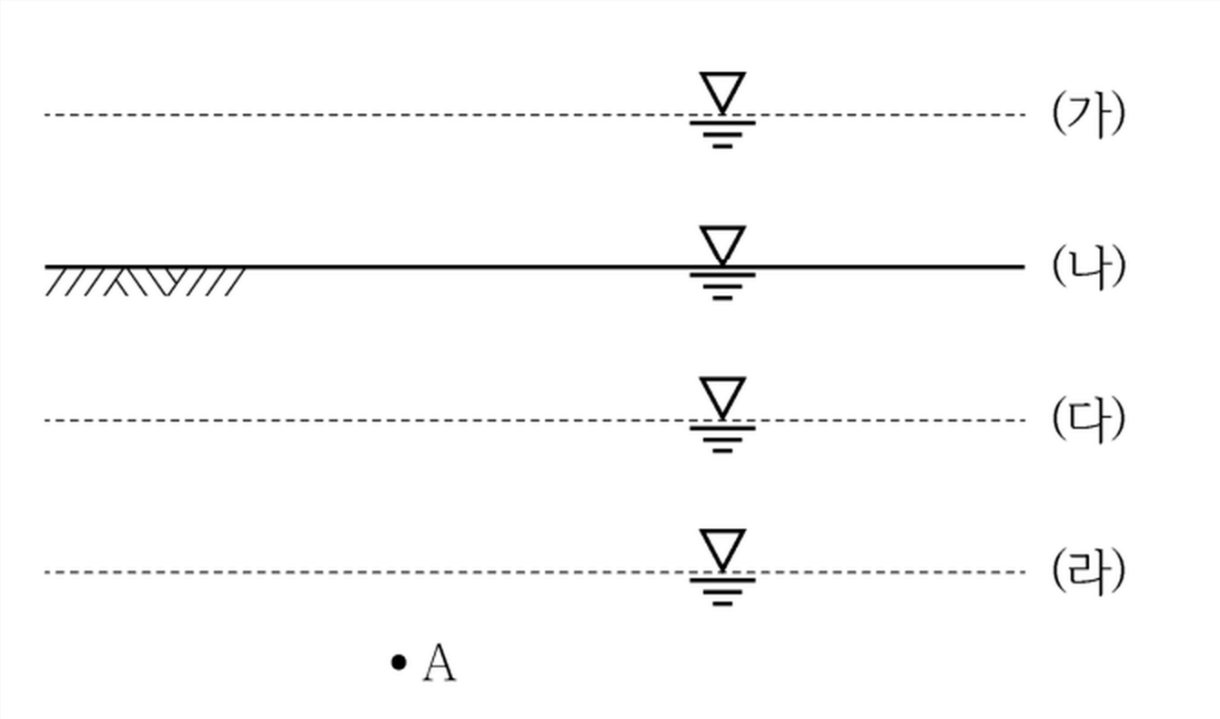
사질토 무한사면에서는 먼저 침투 방향이 있는지를 본다. 침투가 없으면 건조와 수중 정수압 상태를 같은 군으로 묶고, 지표면과 평행한 침투가 있으면 그 경우를 가장 작은 안전율로 판단한다.

암기 포인트

사질토 무한사면은 무침투면 건조=수중, 평행침투면 최저 안전율이다.

NoteBase

문 11. 그림과 같이 수위 변화에 따른 A 지점에서의 응력 변화에 대한 설명으로 옳지 않은 것은? (단, 모세관 현상은 발생하지 않는다)



① 수위가 (나)에서 (가)로 상승 시: 유효응력 감소

② 수위가 (나)에서 (가)로 상승 시: 전응력 증가

③ 수위가 (다)에서 (나)로 상승 시: 유효응력 감소

④ 수위가 (다)에서 (라)로 하강 시: 유효응력 증가

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 수위가 지표면 위로 올라갈 때와 지표면 아래에서 오르내릴 때 A점의 전응력, 간극수압, 유효응력 변화를 구분하는 문제이다.

NoteBase

선지별 해설

이 문제는 '옳지 않은 것'을 묻고 있으므로, 진술이 틀린 선지(아래에서 X로 표시한 ①)가 정답이고 나머지 옳은 선지(②③④, O로 표시)는 정답이 아니다.

① X
- 수위가 (나)에서 (가)로 상승하면 지표면 위에 물이 고여 A점의 전응력은 증가하고 간극수압도 같은 만큼 증가한다.
- 따라서 유효응력 $\sigma' = \sigma - u$는 변하지 않는다.
- 틀린 표현은 '유효응력 감소'이고, 올바르게는 '유효응력은 변하지 않는다'이다. 이 진술이 '옳지 않은' 설명이므로 ①이 정답이다.

② O
- 수위가 (나)에서 (가)로 상승하면 지표면 위 물기둥 높이만큼 상재하중이 추가되므로 A점의 전응력은 증가한다.

③ O
- 수위가 (다)에서 (나)로 상승하면 (다)와 (나) 사이(상승 높이 Δh)의 흙은 이미 그 자리에 있던 흙이므로, 전응력 증가는 흙 자체가 새로 얹히는 것이 아니라 습윤단위중량이 포화단위중량으로 커지는 차이만큼만 생긴다. 즉 전응력 증가분은 $\Delta\sigma = (\gamma_{sat} - \gamma_{moist})\Delta h$이고, 이 차이는 흙 공극을 채운 물의 무게($n\gamma_w$, n은 간극률)에 해당하여 γ_w보다 작다.
- 반면 같은 구간이 수면 아래로 들어가 A점의 간극수압은 물기둥 전체 높이만큼, 즉 $\Delta u = \gamma_w \Delta h$만큼 증가한다.
- 따라서 유효응력 변화는 $\Delta\sigma' = \Delta\sigma - \Delta u = (\gamma_{sat} - \gamma_{moist} - \gamma_w)\Delta h < 0$으로, u 증가분이 σ 증가분을 웃돌아 A점의 유효응력은 감소한다. (전응력 증가분을 $\gamma_{sat}\Delta h$로 보면 안 되며, 흙이 이미 존재하므로 단위중량 차이만큼만 증가한다는 점이 핵심이다.)

④ O
- 수위가 (다)에서 (라)로 하강하면 A점 위 포화구간이 줄어 간극수압이 감소한다.
- 그 결과 A점의 유효응력은 증가한다.

오답 포인트

①의 '수위가 올라가면 유효응력이 감소한다'는 문장은 지중 수위가 상승할 때는 맞을 수 있지만, 지표면 위로 물이 고이는 (나)→(가) 상황에는 그대로 적용되지 않는다. 이 경우에는 전응력과 간극수압이 함께 같은 만큼 늘어나므로 유효응력은 그대로이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 수위가 지표면 위로 올라간 경우인지, 지표면 아래에서만 움직인 경우인지 나눈다.
지표면 위 저수이면 전응력과 간극수압이 같은 만큼 증가하여 유효응력은 변하지 않는다.
지중 수위가 올라가면 유효응력은 감소하고, 지중 수위가 내려가면 유효응력은 증가한다.

암기 포인트

지표면 위 저수는 σ와 u를 같이 올려 σ'는 불변이고, 지중 수위 상승은 σ'를 감소시킨다.

NoteBase

문 12. 흙댐 축조 시 댐체의 상류측 사면의 안전율이 가장 작아지는 경우는?

① 시공 중

② 완공 직후

③ 담수 시

④ 만수 시 정상침투 상태

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 흙댐 상류사면의 안전율이 가장 작아지는 시점을 구분하는 문제이다.

핵심 개념

- 시공 중: 성토가 진행 중이어서 댐체 높이와 자중이 아직 최대가 아닌 상태이다.
- 완공 직후: 댐체 자중은 최대인데 상류측 저수에 따른 지지수압은 없고, 시공 중 발생한 간극수압 영향은 남아 있어 상류사면에 가장 불리한 상태이다.
- 담수 시·만수 시 정상침투 상태: 상류측 물이 사면을 지지하므로 완공 직후보다 상류사면 안정에는 유리하다.

선지별 해설

① X

시공 중에는 간극수압이 생길 수 있으나 댐체 높이와 자중이 완공 직후보다 작다. 틀린 부분은 "가장 작아지는 경우"를 시공 중으로 본 점이다. 올바르게는 성토가 끝난 완공 직후가 더 불리하다.

② O

완공 직후에는 성토 하중이 최대인데 상류측 물의 지지효과는 아직 없고, 시공 중 형성된 간극수압 영향이 남아 있다. 따라서 상류사면의 안전율이 가장 작다.

③ X

담수 시에는 상류측 물이 사면에 외부 수압으로 작용하여 사면을 어느 정도 지지한다. 틀린 부분은 담수 시를 최소 안전율 시점으로 본 점이다. 올바르게는 담수 시는 완공 직후보다 상류사면 안정에 유리하다.

④ X

만수 시 정상침투 상태에서도 상류사면은 상류측 수압의 지지를 받는다. 틀린 부분은 상류사면의 최소 안전율 시점을 정상침투 상태로 본 점이다. 올바르게는 이 문항의 상류사면 최소 안전율은 완공 직후이며, 정상침투의 불리함은 주로 하류사면 쪽에서 커진다.

NoteBase

오답 포인트

상류사면과 하류사면의 위험 시점을 뒤바꾸면 틀리기 쉽다. 만수 시 정상침투 상태는 침투선 때문에 불안정해 보이지만, 상류사면은 물의 지지를 받는다는 점을 놓치면 ④로 오인하기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

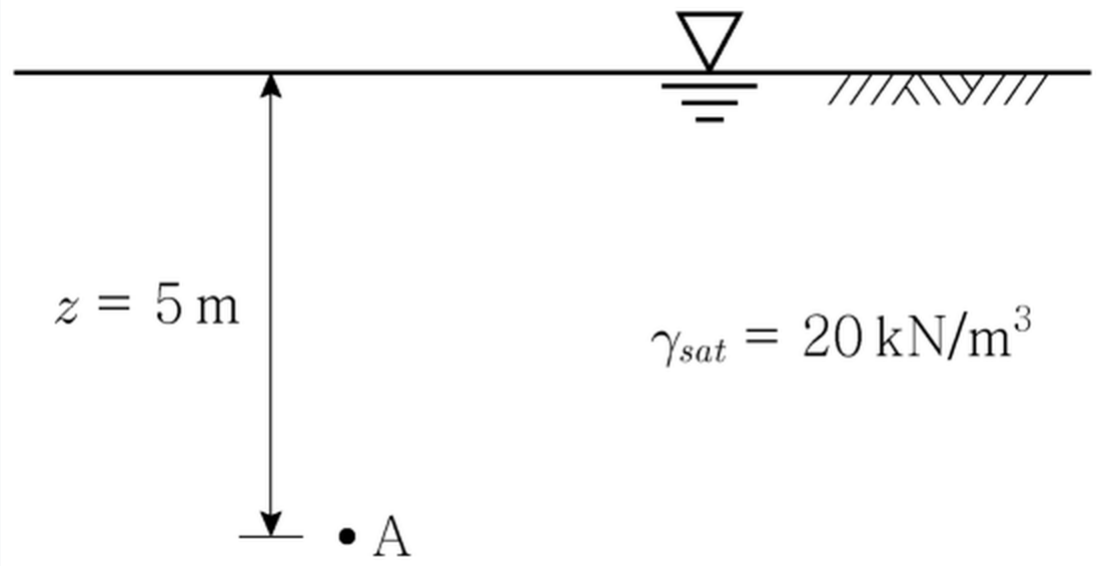
상류사면 문제는 상류 물이 사면을 받쳐 주는지부터 본다. 물의 지지는 없고 성토 하중만 최대인 시점이면 상류사면 안전율이 가장 작다고 판단한다.

암기 포인트

상류사면은 완공 직후가 불리하고, 만수 정상침투의 대표적 취약부는 하류사면이다.

NoteBase

문 13. 그림과 같이 지하수면이 지표면과 일치하는 경우, 지표면 아래 5m 깊이에 있는 A 지점에 작용하는 유효응력[kPa]은? (단, 물의 단위 중량은 10kN/m^3이다)



① 45

② 50

③ 55

④ 60

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 지하수면이 지표면과 일치할 때 깊이 z에서의 유효응력 σ'를 잠수단위중량으로 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 깊이 $z = 5m$, 포화단위중량 $\gamma_{sat} = 20kN/m^3$, 물의 단위중량 $\gamma_w = 10kN/m^3$이다.
구해야 할 값: A점의 유효응력이다.
주의할 조건: 지하수면이 지표면과 일치하므로 지표면 아래 전 구간이 포화 상태이고, 유효응력은 전응력에서 간극수압을 뺀 값이다.

사용할 공식

유효응력은 $\sigma' = \sigma - u = (\gamma_{sat} - \gamma_w)z = \gamma' z$이다.
이 공식을 쓰는 이유: A점은 지하수면 아래에 있으므로 전응력은 포화단위중량으로 계산하고, 간극수압은 물의 단위중량으로 계산해 차감해야 하기 때문이다.

NoteBase

계산 과정

1. 전응력은 $\sigma = \gamma_{sat} z = 20 \times 5 = 100 kPa$이다.
2. 간극수압은 $u = \gamma_w z = 10 \times 5 = 50 kPa$이다.
3. 따라서 유효응력은 $\sigma' = 100 - 50 = 50 kPa$이다.

같은 뜻으로 잠수단위중량 $\gamma' = 20 - 10 = 10 kN/m^3$이므로 $\sigma' = 10 \times 5 = 50 kPa$이다.

선지별 해설

① X: 45 kPa는 계산 결과와 다르다. 올바르게는 유효응력이 50 kPa이다. 45 kPa는 잠수단위중량을 9로 잘못 잡았을 때 나오는 값이다.

② O: $\sigma' = (20 - 10) \times 5 = 50 kPa$이므로 맞는 선지이다.

③ X: 55 kPa는 문제에서 준 물의 단위중량 10을 쓰지 않고 9를 써서 $(20 - 9) \times 5$로 계산했을 때의 오답이다. 올바르게는 물의 단위중량 10을 적용해 50 kPa이다.

④ X: 60 kPa는 주어진 조건으로는 나오지 않는다. 유효응력은 전응력 100 kPa에서 간극수압 50 kPa를 뺀 50 kPa이다. 올바르게는 60 kPa가 아니라 50 kPa이다.

오답 포인트

지하수면이 지표면과 일치하면 포화단위중량만 보고 바로 값을 적기 쉽지만, 유효응력은 반드시 물의 단위중량을 차감해야 한다. 또 문제에서 물의 단위중량을 10으로 명시했는데 9 또는 9.8을 습관적으로 넣으면 45 kPa나 55 kPa 같은 오답으로 흐른다.

다시 나오면 이렇게 판단

지하수면 아래 응력 문제는 전응력 $\gamma_{sat} z$, 간극수압 $\gamma_w z$, 유효응력 $\sigma - u$의 세 단계로 나누어 판단한다. 또는 잠수단위중량 $\gamma' = \gamma_{sat} - \gamma_w$를 먼저 만든 뒤 깊이를 곱해 바로 계산할 수 있다.

암기 포인트

포화지반의 유효응력은 $\sigma' = \gamma' z = (\gamma_{sat} - \gamma_w) z$이다.

NoteBase

문 14. 어떤 흙 시료의 건조 무게가 52 kN이고 부피가 4.4m^3이다. 흙 시료의 비중이 2.6일 때, 이 흙의 간극비는? (단, 물의 단위중량은 10kN/m^3이다)

① 1.0

② 1.2

③ 1.4

④ 1.6

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 건조단위중량과 흙의 비중으로 고체체적과 간극비를 구할 수 있는지를 묻는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 건조 무게 52 kN, 전체 부피 4.4m^3, 흙 시료의 비중 2.6, 물의 단위중량 10kN/m^3이다.
구해야 할 값: 간극비 e이다.
주의할 조건: 건조 무게이므로 고체입자 무게 W_s로 본다.

사용할 공식

비중 $G_s = \frac{\gamma_s}{\gamma_w} = \frac{W_s/V_s}{\gamma_w}$ 이므로 $V_s = \frac{W_s}{G_s\gamma_w}$ 이다. 또한 간극비는 $e = \frac{V_v}{V_s} = \frac{V - V_s}{V_s}$ 이다.
이 공식을 쓰는 이유: 건조 무게와 비중이 주어졌으므로 먼저 고체체적 V_s를 구할 수 있고, 전체 부피에서 이를 빼면 간극체적 V_v를 구할 수 있기 때문이다.

계산 과정

1. 고체체적은 $V_s = \frac{52}{2.6 \times 10} = \frac{52}{26} = 2.0m^3$ 이다.
2. 간극체적은 $V_v = 4.4 - 2.0 = 2.4m^3$ 이다.
3. 간극비는 $e = \frac{V_v}{V_s} = \frac{2.4}{2.0} = 1.2$ 이다.

선지 판단

① X: 1.0은 계산 결과와 다르다. 간극비는 1.0이 아니라 1.2이다.
② O: 계산 결과 간극비 $e = 1.2$ 이므로 옳다.
③ X: 1.4는 계산 결과보다 크다. 간극비는 1.4가 아니라 1.2이다.
④ X: 1.6은 고체체적이나 간극체적을 잘못 잡았을 때 나올 수 있는 오답이다. 간극비는 1.6이 아니라 1.2이다.

NoteBase

오답 포인트

비중으로부터 바로 간극비를 구하지 못하고, 고체체적 V_s와 간극체적 V_v를 분리하지 않으면 틀리기 쉽다. 건조 무게를 전체 흙무게처럼 다루면 오답이 나온다.

다시 나오면 이렇게 판단

흙의 삼상관계 계산은 주어진 값이 무게인지 단위중량인지 먼저 구분하고, 비중 → 고체체적 → 간극체적 → 간극비 순서로 계산하면 된다.

암기 포인트

건조 무게와 비중이 주어지면 먼저 $V_s = \frac{W_s}{G_s \gamma_w}$ 를 구한 뒤 $e = \frac{V - V_s}{V_s}$ 로 연결한다.

NoteBase

문 15. 연약지반에서 구조물 축조 시 피에조미터로 측정된 과잉간극수압은 80 kPa이며, 5년 후 측정 결과는 20 kPa이었다. 피에조미터 측정값을 이용한 연약지반의 압밀도[%]는?

① 55
② 65
③ 75
④ 85

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 피에조미터로 측정한 과잉간극수압의 소산비를 이용해 압밀도를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 초기 과잉간극수압 $u_0 = 80kPa$, 5년 후 과잉간극수압 $u_t = 20kPa$
구해야 할 값: 압밀도 U
주의할 조건: 피에조미터 측정값을 이용하므로 남아 있는 과잉간극수압이 아니라 소산된 과잉간극수압의 비율을 계산한다.

사용할 공식

압밀도는 $U = 1 - \frac{u_t}{u_0} = \frac{u_0 - u_t}{u_0}$
이 공식을 쓰는 이유: 피에조미터는 시점별 과잉간극수압을 직접 측정하므로 초기값 대비 얼마가 소산되었는지를 비율로 나타내면 압밀도가 된다.

계산 과정

1. 5년 동안 소산된 과잉간극수압은 $80 - 20 = 60kPa$이다.
2. 압밀도는 $U = \frac{60}{80} = 0.75$이다.
3. 백분율로 바꾸면 $0.75 \times 100 = 75\%$이다.

NoteBase

선지별 해설

① X: 55는 압밀도가 아니다. 피에조미터 측정값으로 계산한 압밀도는 $U = \frac{80-20}{80} = 0.75$이므로 55%가 될 수 없다. 올바르게는 75%이다.
② X: 65는 계산 결과와 맞지 않는다. 남은 과잉간극수압 20 kPa를 반영해도 압밀도는 $\frac{60}{80} = 75\%$이며, 65%라는 수치는 단순 오산이다. 올바르게는 75%이다.
③ O: 초기 과잉간극수압 80 kPa 중 5년 후 20 kPa가 남았으므로 60 kPa가 소산되었다. 따라서 압밀도는 60/80 = 0.75, 즉 75%이다.
④ X: 85는 압밀도가 아니다. 피에조미터 압밀도는 잔류 과잉간극수압을 고려한 소산비로 계산해야 하므로 1 − 20/80 = 0.75가 맞다. 올바르게는 75%이다.

오답 포인트

침하량으로 구하는 압밀도와 피에조미터 과잉간극수압으로 구하는 압밀도를 혼동하면 식 선택이 틀어진다. 또 남은 수압 20 kPa를 그대로 비율로 보거나 소산량 60 kPa를 잘못 백분율화하면 오답이 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

피에조미터 값이 주어지면 먼저 초기 과잉간극수압과 현재 과잉간극수압을 구분한 뒤 $U = (u_0 - u_t)/u_0$로 소산비를 계산하고 마지막에 %로 환산한다.

암기 포인트

피에조미터 압밀도는 남은 수압의 비율이 아니라 소산된 수압의 비율이며, 식은 $U = 1 - u_t/u_0$이다.

NoteBase

문 16. 점토 비율이 50 %인 점성토의 소성한계와 액성지수는 각각 40 %와 0.8이다. 이 점성토의 자연함수비가 60 %일 때, 활성도는?

① 0.5

② 1.0

③ 1.5

④ 2.0

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 액성지수와 소성한계로 소성지수를 구한 뒤, 이를 점토 비율로 나누어 활성도를 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값:
- 소성한계 PL = 40%
- 액성지수 LI = 0.8
- 자연함수비 w_n = 60%
- 점토 비율 = 50%

구해야 할 값:
- 활성도 A

주의할 조건:
- 활성도는 소성지수 PI를 점토 비율로 나눈 값이다.
- 액성지수로부터 먼저 액성한계 LL 또는 소성지수 PI를 역산해야 한다.

사용할 공식

액성지수는 $LI = \frac{w_n - PL}{LL - PL} = \frac{w_n - PL}{PI}$ 이다.
활성도는 A = PI점토 비율 이다.
이 공식을 쓰는 이유:
문제에서 자연함수비, 소성한계, 액성지수가 주어졌으므로 먼저 액성지수 식으로 소성지수 PI를 구할 수 있다.
활성도는 정의 자체가 소성지수를 점토 비율로 나눈 값이므로 이어서 바로 계산할 수 있다.

NoteBase

계산 과정

1. 액성지수 식에 값을 대입하면 $0.8 = \frac{60-40}{PI}$ 이다.
2. 따라서 $PI = \frac{20}{0.8} = 25$ 이다.
3. 활성도는 $A = \frac{25}{50} = 0.5$ 이다.
4. 같은 내용을 액성한계로 확인하면 $LL = PI + PL = 25 + 40 = 65\%$ 이고, $LI = \frac{60-40}{65-40} = \frac{20}{25} = 0.8$ 이므로 계산이 일치한다.

선지별 해설

① O
- 계산 결과 활성도는 0.5이므로 옳다.
- 점토 비율 50%와 소성지수 25를 정확히 대응시킨 값이다.

② X
- 1.0은 계산 결과와 다르므로 틀리다.
- 틀린 표현은 활성도를 1.0으로 본 점이다. 올바르게는 활성도는 0.5이다.
- 이 값은 점토 비율 50%를 0.25로 잘못 바꾸거나, 소성지수를 점토 비율의 절반으로 착각할 때 나올 수 있다.

③ X
- 1.5는 계산 결과와 다르므로 틀리다.
- 틀린 표현은 활성도를 1.5로 본 점이다. 올바르게는 활성도는 0.5이다.
- 이 값은 액성지수 0.8을 그대로 더하거나, 소성지수와 활성도의 정의를 섞어 계산할 때 나올 수 있다.

④ X
- 2.0은 계산 결과와 다르므로 틀리다.
- 틀린 표현은 활성도를 2.0으로 본 점이다. 올바르게는 활성도는 0.5이다.
- 이 값은 분자와 분모를 뒤집어 $\frac{50}{25}$로 계산할 때 나오는 대표적인 오답이다.

오답 포인트

활성도 정의 A = PI점토 비율 에서 분자와 분모를 뒤집거나, 액성지수 식으로 소성지수를 먼저 구하지 않고 바로 수치를 섞는 실수가 자주 나온다. 특히 ④는 분수 방향을 거꾸로 잡았을 때 쉽게 고르게 되는 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

액성지수, 소성한계, 자연함수비가 함께 나오면 먼저 $LI = \frac{w_n - PL}{PI}$ 로 소성지수 PI를 역산한다. 그다음 활성도 정의 A = PI점토 비율 에 넣어 분자와 분모 방향까지 확인하면 된다.

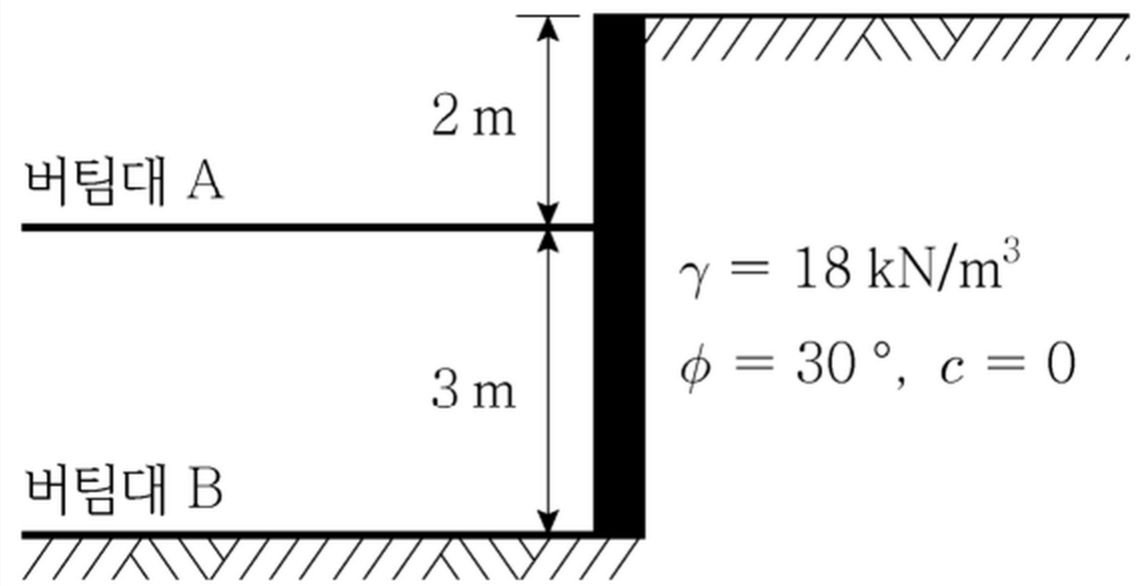
NoteBase

암기 포인트

활성도는 소성지수 ÷ 점토 비율, 액성지수는 자연함수비와 소성한계 차이를 소성지수로 나눈 값이다.

NoteBase

문 17. 그림과 같은 흙막이벽의 버팀대 A가 지지하는 하중의 크기[kN/m]는? (단, 버팀대 A, B의 지점은 힌지로 가정하고 $0.6K_a\gamma H$ 크기의 토압이 전 벽체에 균등하게 작용한다)



① 45

② 55

③ 65

④ 75

정답 4번

출제 포인트

랭킨 주동토압계수와 등분포 토압을 이용해 상부 2m 돌출부가 있는 2점 지지 흙막이벽의 버팀대 반력을 구하는 문제이다.

NoteBase

조건 정리

주어진 값:
- 전체 벽체 높이 $H = 2 + 3 = 5m$
- 흙의 단위중량 $\gamma = 18kN/m^3$
- 내부마찰각 $\phi = 30^\circ$, 점착력 $c = 0$
- 토압은 $0.6K_a\gamma H$가 전 벽체에 균등하게 작용한다.

구해야 할 값:
- 버팀대 A의 지지하중 R_A

주의할 조건:
- 토압분포가 삼각형이 아니라 전 높이에 걸친 등분포이다.
- 버팀대 A와 B의 간격은 3m이고, A 위로 2m의 돌출부가 있다.

사용할 공식

주동토압계수는 $K_a = \tan^2\left(45^\circ - \frac{\phi}{2}\right) = \frac{1-\sin\phi}{1+\sin\phi}$ 이다.
등분포 토압강도는 $w = 0.6K_a\gamma H$ 이고, 전체 횡하중은 $W = wH$ 이다.
반력은 정정구조이므로 $\sum H = 0, \sum M = 0$ 평형식으로 구한다.
이 공식을 쓰는 이유:
문제에서 토압의 크기를 직접 $0.6K_a\gamma H$의 등분포로 주었으므로 먼저 등분포 하중의 총합과 작용점을 만든 뒤, 지점반력을 정적평형으로 구해야 한다.

계산 과정

1. 주동토압계수를 구하면 K_a=(1-30^)/(1+30^)=(1-0.5)/(1+0.5)=13 이다.
2. 등분포 토압강도는 w=0.6×13×18×5=18 kN/m 이다.
3. 전체 횡하중은 $W = wH = 18 \times 5 = 90kN/m$ 이다.
4. 토압은 상부 2m 돌출부를 포함한 전 높이 5m에 걸쳐 균등하게 작용한다. 직사각형 분포의 합력은 그 도심, 즉 분포 높이의 한가운데에 작용하므로 작용점은 상단에서 $\frac{H}{2} = \frac{5}{2} = 2.5m$ 내려온 지점이다. 같은 점을 하단 B점에서 올려 표시하면 $H - 2.5 = 5 - 2.5 = 2.5m$ 위가 되므로, '상단에서 2.5m 아래'와 'B점에서 2.5m 위'는 동일한 한 점이다. 모멘트 평형은 B점을 기준으로 세우므로, 이후 계산에는 B점에서 잰 거리 2.5m를 쓴다.
5. B점을 기준으로 모멘트 평형을 세우면 $R_A \times 3 = 90 \times 2.5$ 이므로 $R_A = \frac{225}{3} = 75kN/m$ 이다.

NoteBase

선지별 해설

① X

45kN/m은 전체 하중 90kN/m을 A와 B가 절반씩 분담한다고 본 값이다. 상부 2m 돌출부로 인한 편심을 무시한 값이므로 틀리다. 올바르게는 75kN/m이다.

② X

A가 55kN/m이면 힘의 평형상 B는 35kN/m이 된다. 이 경우 B점 기준 저항모멘트는 $55 \times 3 = 165 kN \cdot m/m$인데 실제 외력모멘트는 $90 \times 2.5 = 225 kN \cdot m/m$이므로 평형이 성립하지 않는다. 올바르게는 75kN/m이다.

③ X

A가 65kN/m이면 B는 25kN/m이 된다. 이 경우 B점 기준 저항모멘트는 $65 \times 3 = 195 kN \cdot m/m$에 불과하여 외력모멘트 $225\ kN \cdot m/m$를 맞추지 못한다. 올바르게는 75kN/m이다.

④ O

K_a=13, $w = 18 kN/m$, $W = 90 kN/m$로 계산된다. 등분포 하중의 작용점은 벽체 중앙이므로 B점 기준 모멘트 평형에서 $R_A \times 3 = 90 \times 2.5$가 되고, $R_A = 75 kN/m$이므로 옳다.

오답 포인트

삼각형 토압 합력 12K_aγ H^2와 이 문제에서 직접 준 등분포 토압 $0.6 K_a \gamma H$를 혼동하기 쉽다. 또한 버팀대가 두 개라는 이유만으로 반력을 반반으로 나누면 상부 2m 돌출부의 편심을 놓치게 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

토압 계산 문제는 먼저 문제에서 준 토압분포 모양이 삼각형인지 등분포인지 확인한다. 그다음 단위폭당 전체 하중과 작용점을 구하고, 지점 간 거리를 써서 모멘트 평형으로 반력을 계산하면 된다.

암기 포인트

등분포 횡하중의 반력은 전체하중의 절반이 아니라 작용점과 지점거리로 정해지며, 편심이 있으면 반드시 모멘트 평형을 먼저 본다.

NoteBase

문 18. 흙의 단위중량이 18kN/m^{3}인 지반 위에 20m × 20m 크기의 전면기초를 시공하고자 한다. 기초지반에 작용하는 고정하중과 활하중의 합이 36 MN일 때, 완전 보상기초가 되기 위한 근입깊이[m]는? (단, 전면기초 아래 작용하는 순하중의 증가는 없다)

① 4

② 5

③ 6

④ 7

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 완전 보상기초 조건에서 기초 순압력과 굴착으로 제거된 흙의 상재압이 같아지도록 근입깊이를 구하는 문제이다.

조건 정리

전면기초 크기는 20m × 20m이므로 면적은 $400m^2$이다.
기초지반에 작용하는 고정하중과 활하중의 합은 36 MN이다.
흙의 단위중량은 $18kN/m^3$이다.
완전 보상기초는 굴착으로 제거된 흙의 무게와 기초가 가하는 하중이 같아져 전면기초 아래 순하중 증가가 0이 되는 조건이다.

사용할 공식

완전 보상기초에서는 $\gamma D = q$가 성립한다. 여기서 γ는 흙의 단위중량, D는 근입깊이, q는 기초가 지반에 가하는 평균압력이다.
먼저 평균압력은 $q = \frac{P}{A}$로 구한다. 문제에서 순하중 증가가 없다고 했으므로 제거된 흙의 상재압 γD를 이 평균압력과 같게 놓는다.

계산 과정

1. 기초 면적은 $A = 20 \times 20 = 400m^2$이다.
2. 총하중 36 MN은 36,000 kN이므로 평균압력은 $q = \frac{36{,}000}{400} = 90kN/m^2$이다.
3. 완전 보상기초 조건 $\gamma D = q$를 적용하면 $18D = 90$이다.
4. 따라서 $D = \frac{90}{18} = 5m$이다.

NoteBase

선지 판단

① X: 4m이면 제거되는 상재압은 $18 \times 4 = 72 kN/m^2$이므로 기초 평균압력 $90 kN/m^2$과 같지 않다. 올바르게는 5m이다.
② O: 5m이면 제거되는 상재압이 $18 \times 5 = 90 kN/m^2$가 되어 기초 평균압력과 같아진다. 완전 보상기초 조건을 만족한다.
③ X: 6m이면 제거되는 상재압은 $108 kN/m^2$로 오히려 더 커져 완전 보상 조건을 넘는다. 올바르게는 5m이다.
④ X: 7m이면 제거되는 상재압은 $126 kN/m^2$로 기초 평균압력보다 크다. 올바르게는 5m이다.

오답 포인트

총하중 36 MN을 바로 깊이와 연결하면 틀린다. 먼저 면적으로 나누어 평균압력 q를 구한 뒤, 이를 흙의 단위중량과 비교해야 한다. 또 MN을 kN으로 맞추지 않거나, 완전 보상기초를 순하중 증가 0 조건으로 보지 않으면 오답이 나온다.

다시 나오면 이렇게 판단

보상기초 문제는 먼저 기초 면적으로 평균압력 $q = P/A$를 구하고, 완전 보상이면 $\gamma D = q$, 부분 보상이면 순압력 차를 비교하는 순서로 판단한다.

암기 포인트

완전 보상기초는 기초하중 = 굴착 흙중량, 즉 $q = \gamma D$이다.

NoteBase

문 19. 포화점토의 일축압축강도가 50 kPa일 때 전단파괴 시의 최소주응력, 최대주응력, 점착력의 합[kPa]으로 옳은 것은?

① 45
② 55
③ 65
④ 75

정답 4번

출제 포인트

포화점토의 일축압축시험에서 $\sigma_3 = 0$, $q_u = \sigma_1 - \sigma_3 = 2c_u$ 관계를 이용해 최소주응력, 최대주응력, 점착력의 합을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 일축압축강도 $q_u = 50kPa$이다.
구해야 할 값: 전단파괴 시 최소주응력, 최대주응력, 점착력의 합이다.
주의할 조건: 포화점토의 비배수 일축압축시험에서는 측압이 없으므로 $\sigma_3 = 0$이고, $q_u = 2c_u$를 적용한다.

사용할 공식

$q_u = \sigma_1 - \sigma_3$
$\sigma_3 = 0$
$q_u = 2c_u$
이 공식을 쓰는 이유: 일축압축시험은 구속압 없이 축응력만 작용시키는 시험이므로 최소주응력은 0으로 두고, 포화점토의 비배수 점착력은 일축압축강도의 절반으로 계산한다.

계산 과정

1. 일축압축시험이므로 전단파괴 시 최소주응력은 $\sigma_3 = 0kPa$이다.
2. $q_u = \sigma_1 - \sigma_3 = 50kPa$이므로 최대주응력은 $\sigma_1 = 50kPa$이다.
3. 포화점토의 점착력은 $c_u = q_u/2 = 25kPa$이다.
4. 따라서 합은 $\sigma_3 + \sigma_1 + c_u = 0 + 50 + 25 = 75kPa$이다.

NoteBase

선지별 해설

① X: 합은 45 kPa가 아니다. 점착력을 과소평가하거나 최대주응력을 잘못 잡아야 나오는 값이다. 올바르게는 $\sigma_3 = 0kPa$, $\sigma_1 = 50kPa$, $c_u = 25kPa$이므로 합은 75 kPa이다.
② X: 합은 55 kPa가 아니다. $q_u = 2c_u$ 관계를 놓치면 나올 수 있는 오답이다. 올바르게는 점착력은 25 kPa이고 전체 합은 75 kPa이다.
③ X: 합은 65 kPa가 아니다. 최소주응력을 0이 아닌 값으로 보거나 점착력을 절반으로 정확히 처리하지 못하면 나올 수 있는 오답이다. 올바르게는 최소주응력은 0 kPa이고 합은 75 kPa이다.
④ O: 일축압축시험에서는 $\sigma_3 = 0kPa$, $\sigma_1 = 50kPa$, $c_u = 25kPa$이므로 합은 75 kPa이다.

오답 포인트

일축압축강도 q_u 자체를 점착력으로 착각하거나, 측압이 없는 시험인데도 σ_3를 0이 아닌 값으로 두는 실수가 잦다. 이 문항은 $q_u = 2c_u$와 $q_u = \sigma_1$를 함께 연결하는지만 묻는다.

다시 나오면 이렇게 판단

포화점토 일축압축 문제는 먼저 $\sigma_3 = 0$을 놓고, 다음에 $q_u = \sigma_1$과 $c_u = q_u/2$를 연결해 필요한 값을 순서대로 채우면 된다.

암기 포인트

포화점토 일축압축은 $\sigma_3 = 0$, $q_u = \sigma_1$, $c_u = q_u/2$이다.

NoteBase

문 20. 지표면 위의 정사각형 기초에 등분포하중 500 kPa이 작용할 때, 기초의 중심 아래 3m 깊이에서 2 : 1 근사법을 사용하여 구한 연직응력 증가량은 125 kPa이다. 이때 정사각형 기초의 한 변 길이[m]는?

① 1

② 2

③ 3

④ 4

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 2:1 근사법으로 깊이 3m에서의 연직응력 증가량을 식으로 세우고, 그 식을 역으로 풀어 정사각형 기초의 한 변 길이를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 등분포하중 $q = 500kPa$, 깊이 $z = 3m$, 연직응력 증가량 $\Delta\sigma_z = 125kPa$이다.
구해야 할 값: 정사각형 기초의 한 변 길이 B이다.
주의할 조건: 2:1 근사법에서는 깊이 z에서 응력이 퍼진 면적이 정사각형 기초 기준으로 $(B+z)^2$가 된다.

사용할 공식

정사각형 기초의 2:1 근사법은 $\Delta\sigma_z = q\frac{B^2}{(B+z)^2}$ 이다.
이 공식을 쓰는 이유는 지표면의 기초 면적이 깊이 z에서 각 방향으로 퍼져 $(B+z) \times (B+z)$의 면적으로 하중이 분산된다고 보기 때문이다.

계산 과정

$125 = 500\frac{B^2}{(B+3)^2}$
양변을 500으로 나누면
$\frac{125}{500} = \frac{B^2}{(B+3)^2} = \frac{1}{4}$
따라서
$\frac{B}{B+3} = \frac{1}{2}$
이를 풀면
$2B = B + 3$
$B = 3m$
따라서 정사각형 기초의 한 변 길이는 3m이다.

NoteBase

선지별 해설

① X
$B = 1m$이면 $\Delta\sigma_z = 500 \times \frac{1^2}{(1+3)^2} = 31.25kPa$이다. 125 kPa보다 훨씬 작다. "1m" → 올바르게는 "3m"이다.

② X
$B = 2m$이면 $\Delta\sigma_z = 500 \times \frac{2^2}{(2+3)^2} = 80kPa$이다. 125 kPa가 되지 않는다. "2m" → 올바르게는 "3m"이다.

③ O
$B = 3m$이면 $\Delta\sigma_z = 500 \times \frac{3^2}{(3+3)^2} = 500 \times \frac{9}{36} = 125kPa$이다. 주어진 연직응력 증가량과 정확히 일치한다.

④ X
$B = 4m$이면 $\Delta\sigma_z = 500 \times \frac{4^2}{(4+3)^2} = 500 \times \frac{16}{49} \approx 163.3kPa$이다. 125 kPa보다 크다. "4m" → 올바르게는 "3m"이다.

오답 포인트

2:1 근사법의 분산면적을 $(B+z)^2$가 아니라 $(B+2z)^2$로 두거나, $\frac{B^2}{(B+z)^2} = \frac{1}{4}$에서 제곱관계를 무시하고 바로 $B = B + 3$처럼 처리하면 오답이 된다. 비율식을 먼저 만든 뒤 제곱근을 반영하는 흐름이 핵심이다.

다시 나오면 이렇게 판단

2:1 근사법 역산 문제는 먼저 $\Delta\sigma_z/q$를 구해 원면적과 분산면적의 비로 바꾼다. 그다음 정사각형이면 $\frac{B^2}{(B+z)^2}$ 형태로 두고, 마지막에 비율을 풀어 한 변 길이를 계산하면 된다.

암기 포인트

2:1 근사법에서 깊이 z의 분산면적은 $(B+z)(L+z)$이고, 정사각형이면 $\Delta\sigma_z = q\frac{B^2}{(B+z)^2}$로 정리된다.

NoteBase

문 21. 다짐 지반에서 실시하는 모래치환법에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 다짐 지반의 건조단위중량을 결정하는 방법이다.

② 시험 구덩이에서 파낸 흙의 무게와 함수비를 구한다.

③ 다짐 지반의 지지력을 결정하는 방법이다.

④ 시험 구덩이를 채우는 표준 모래의 무게가 필요하다.

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 모래치환법의 목적과 산정 항목을 알고, 현장밀도시험과 지지력시험을 구별하는지를 묻는 문제이다.

핵심 개념

모래치환법은 시험 구덩이의 부피를 표준 모래로 구해 현장 흙의 습윤단위중량과 건조단위중량을 산정하는 현장밀도시험이다.
지지력은 기초 지반이 하중을 버티는 능력으로, 모래치환법이 아니라 평판재하시험 등으로 직접 평가한다.

선지별 해설

① O
모래치환법은 현장 흙의 무게와 구덩이 부피를 이용해 단위중량을 구하고, 함수비를 반영해 건조단위중량을 산정한다. 따라서 다짐 지반의 건조단위중량을 결정하는 방법이라는 설명은 옳다.

② O
시험 구덩이에서 판 흙의 무게를 재고, 그 시료의 함수비를 구해야 건조단위중량으로 환산할 수 있다. 따라서 판 흙의 무게와 함수비를 구한다는 설명은 옳다.

③ X
틀린 부분은 "지지력"이다.
모래치환법은 다짐 지반의 지지력을 결정하는 방법이 아니라 현장밀도, 즉 습윤단위중량과 건조단위중량을 결정하는 방법이다.

④ O
시험 구덩이의 부피는 그 구덩이를 채운 표준 모래의 무게와 보정된 모래의 단위중량으로 산정한다. 따라서 시험 구덩이를 채우는 표준 모래의 무게가 필요하다는 설명은 옳다.

NoteBase

오답 포인트

③은 다짐 관리와 지지력 평가를 일부러 섞어 놓은 선지이다. 모래치환법은 현장밀도시험이라는 점만 기억하면 되고, 지지력이라는 단어가 나오면 별도의 지반 지지성능 시험을 떠올려야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

모래치환법 문제가 나오면 먼저 "무엇을 구하는 시험인가"를 본다. 구덩이 부피, 흙의 무게, 함수비가 보이면 현장건조단위중량 산정 문제이고, 지지력이나 침하가 보이면 다른 시험으로 판단한다.

암기 포인트

모래치환법은 부피를 구해 밀도를 구하는 시험이고, 지지력을 직접 구하는 시험은 아니다.

NoteBase

문 22. 포화된 정규압밀점토로 압밀비배수시험을 하였다. 100 kPa의 구속응력으로 등방압축을 실시하여 압밀이 완료된 후 축차응력이 200 kPa에 도달하였을 때 파괴되었다. 이때 전응력으로 구한 내부마찰각[°]은?

① 25

② 30

③ 45

④ 60

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 정규압밀점토의 압밀비배수 삼축시험 결과에서 전응력 파괴포락선의 내부마찰각을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값:
- 구속응력 $\sigma_3 = 100kPa$
- 파괴 시 축차응력 $\sigma_1 - \sigma_3 = 200kPa$

구해야 할 값:
- 전응력으로 구한 내부마찰각 ϕ_u

주의할 조건:
- 정규압밀점토의 전응력 파괴포락선은 $c_u = 0$으로 본다.
- 축차응력은 $\sigma_1 - \sigma_3$이므로 먼저 주응력을 복원해야 한다.

사용할 공식

사용 공식은 다음과 같다.

$$\frac{\sigma_1}{\sigma_3} = \frac{1 + \sin\phi_u}{1 - \sin\phi_u}$$

이 공식을 쓰는 이유:

정규압밀점토를 전응력으로 보면 점착력 $c_u = 0$인 Mohr-Coulomb 파괴조건으로 정리할 수 있으므로, 파괴 시 주응력비로부터 내부마찰각을 직접 구할 수 있다.

NoteBase

계산 과정

1. 파괴 시 최대주응력은 $\sigma_1 = \sigma_3 + 200 = 300kPa$이다.
2. 따라서 주응력비는 $\sigma_1/\sigma_3 = 300/100 = 3$이다.
3. 이를 공식에 대입하면
$3 = \frac{1+\sin\phi_u}{1-\sin\phi_u}$
4. 정리하면
$3 - 3\sin\phi_u = 1 + \sin\phi_u$
$2 = 4\sin\phi_u$
$\sin\phi_u = 0.5$
5. 따라서 $\phi_u = 30^\circ$이다.

선지별 해설

① X
- 계산 결과 $\phi_u = 30^\circ$이므로 25도는 맞지 않는다.
- 틀린 표현은 "25"이다. 올바르게는 "30"이다.
- 25도를 대입하면 $\sigma_1/\sigma_3 = (1+\sin 25^\circ)/(1-\sin 25^\circ) \approx 2.46$이므로 실제 주응력비 3과 맞지 않는다.

② O
- 계산 결과 $\phi_u = 30^\circ$이므로 옳다.
- $\sin 30^\circ = 0.5$이므로 주응력비 3과 정확히 일치한다.

③ X
- 계산 결과 $\phi_u = 30^\circ$이므로 45도는 맞지 않는다.
- 틀린 표현은 "45"이다. 올바르게는 "30"이다.
- 45도를 대입하면 $\sigma_1/\sigma_3 = (1+\sin 45^\circ)/(1-\sin 45^\circ) \approx 5.83$이므로 주어진 시험결과보다 훨씬 큰 값이 된다.

④ X
- 계산 결과 $\phi_u = 30^\circ$이므로 60도는 맞지 않는다.
- 틀린 표현은 "60"이다. 올바르게는 "30"이다.
- 60도를 대입하면 $\sigma_1/\sigma_3 = (1+\sin 60^\circ)/(1-\sin 60^\circ) \approx 13.93$이므로 주응력비 3과 전혀 맞지 않는다.

오답 포인트

축차응력 200 kPa를 바로 σ_1로 오해하면 계산이 틀어진다. 이 문제는 먼저 $\sigma_1 = \sigma_3 + (\sigma_1 - \sigma_3)$로 최대주응력을 복원해야 한다는 점과, 정규압밀점토의 전응력 해석에서 $c_u = 0$을 놓치지 않는지가 함정이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

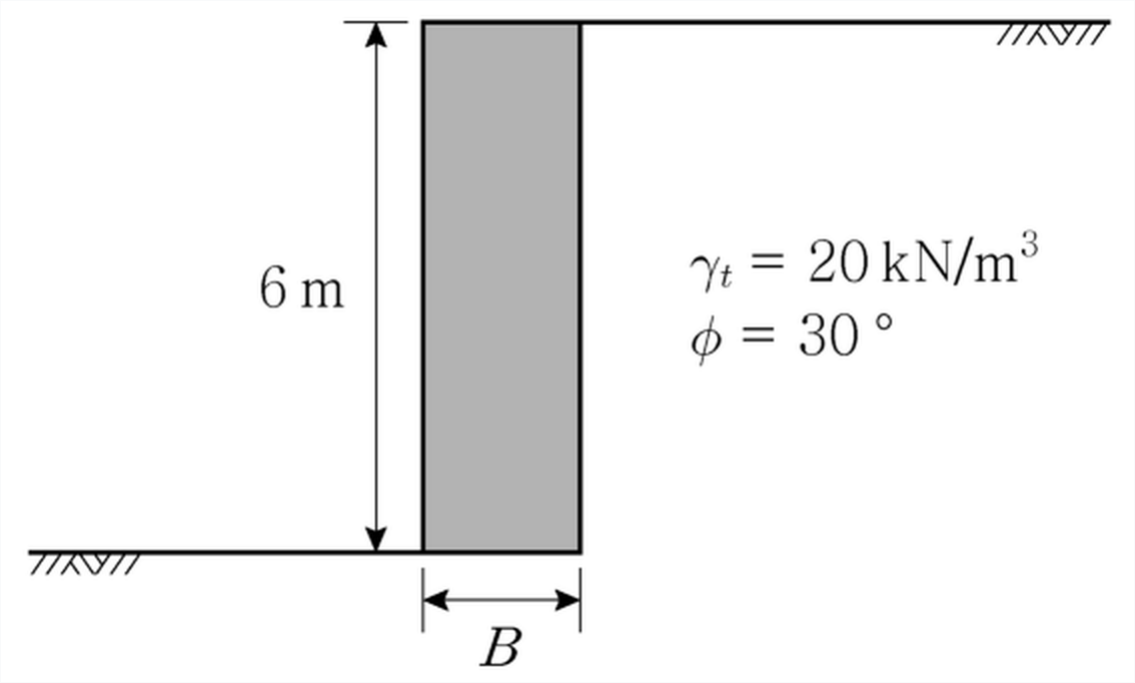
삼축 압축 계산형 문제는 구속응력 σ_3 확인, 축차응력으로부터 σ_1 복원, 주응력비 계산, 해당 파괴식 대입 순서로 판단하면 된다. 정규압밀점토의 전응력 문제이면 $c_u = 0$ 가정을 먼저 떠올리면 정리가 빠르다.

암기 포인트

정규압밀점토 전응력 삼축압축은 $c_u = 0$, 그리고 $\sigma_1/\sigma_3 = (1 + \sin\phi)/(1 - \sin\phi)$로 연결된다고 기억하면 된다.

NoteBase

문 23. 그림과 같이 사질토 지반 위에 높이 6m, 단위중량 25kN/m^{3}인 직사각형 콘크리트 옹벽이 있다. 옹벽의 저면과 흙 사이의 마찰각은 30°이다. 옹벽 저면의 수평방향 활동에 대한 안전율이 1.5인 경우, 활동의 안전에 필요한 옹벽의 두께 B[m]는?



① $\frac{5\sqrt{3}}{8}$
② $\frac{6\sqrt{3}}{5}$
③ $\frac{8}{5\sqrt{3}}$
④ $\frac{6}{5\sqrt{3}}$

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 Rankine 활동토압과 저면 마찰저항을 이용하여 옹벽의 활동 안전에 필요한 두께 B를 구하는 문제이다.

조건 정리

- 주어진 값: 옹벽 높이 $H = 6m$, 콘크리트 단위중량 $\gamma_c = 25kN/m^3$, 흙의 단위중량 $\gamma_t = 20kN/m^3$, 흙의 내부마찰각 $\phi = 30^\circ$, 저면 마찰각 $\delta = 30^\circ$
- 구해야 할 값: 활동 안전율 1.5를 만족하는 옹벽 두께 B
- 주의할 조건: 활동 저항은 옹벽 자중 W에 의한 저면 마찰력 $W\tan\delta$로 본다.

NoteBase

사용할 공식

$K_a = \tan^2\left(45^\circ - \frac{\phi}{2}\right), \quad P_a = \frac{1}{2}K_a\gamma_t H^2$
$FS = \frac{W\tan\delta}{P_a}, \quad W = \gamma_c BH$
이 공식을 쓰는 이유는 배면이 수평이고 벽체가 직립한 사질토 옹벽이므로 Rankine 활동토압을 적용할 수 있고, 활동 저항은 옹벽 자중에 의한 저면 마찰로 결정되기 때문이다.

계산 과정

1. 활동토압계수는 $K_a = \tan^2(45^\circ - 15^\circ) = \tan^2 30^\circ = \frac{1}{3}$이다.
2. 활동토압은 $P_a = \frac{1}{2}\cdot\frac{1}{3}\cdot 20\cdot 6^2 = 120 kN/m$이다.
3. 옹벽 자중은 $W = 25\cdot B\cdot 6 = 150B kN/m$이고, 저항마찰력은 $W\tan 30^\circ = 150B\cdot\frac{1}{\sqrt{3}}$이다.
4. 안전율 조건 $1.5 = \frac{150B/\sqrt{3}}{120}$을 풀면 $B = \frac{1.5\cdot 120\sqrt{3}}{150} = \frac{6\sqrt{3}}{5}m$이다.

선지별 해설

① X: $B = \frac{5\sqrt{3}}{8}m$이면 저항마찰력은 $150\cdot\frac{5\sqrt{3}}{8}\cdot\frac{1}{\sqrt{3}} = 93.75 kN/m$이고 안전율은 $\frac{93.75}{120} = 0.78125$이다. 필요한 안전율 1.5를 만족하지 못한다. 올바르게는 $B = \frac{6\sqrt{3}}{5}m$이다.
② O: $B = \frac{6\sqrt{3}}{5}m$이면 저항마찰력은 $150\cdot\frac{6\sqrt{3}}{5}\cdot\frac{1}{\sqrt{3}} = 180 kN/m$이고 안전율은 $\frac{180}{120} = 1.5$이다. 문제의 조건을 정확히 만족한다.
③ X: $B = \frac{8}{5\sqrt{3}}m$이면 저항마찰력은 $150\cdot\frac{8}{5\sqrt{3}}\cdot\frac{1}{\sqrt{3}} = 80 kN/m$이고 안전율은 $\frac{80}{120} = \frac{2}{3}$이다. 활동 안전이 부족하다. 올바르게는 $B = \frac{6\sqrt{3}}{5}m$이다.
④ X: $B = \frac{6}{5\sqrt{3}}m$이면 저항마찰력은 $150\cdot\frac{6}{5\sqrt{3}}\cdot\frac{1}{\sqrt{3}} = 60 kN/m$이고 안전율은 $\frac{60}{120} = 0.5$이다. $\tan 30^\circ$를 나누어야 할 자리에 곱하는 식으로 처리할 때 가까운 오답이 나온다. 올바르게는 $B = \frac{6\sqrt{3}}{5}m$이다.

오답 포인트

활동 검토에서는 활동토압 P_a와 저항마찰력 $W\tan\delta$의 방향과 역할을 분리해야 한다. 특히 $\tan 30^\circ = \frac{1}{\sqrt{3}}$를 곱하는지 나누는지 혼동하거나, 안전율 1.5를 식의 반대편에 두면 작은 두께 오답이 쉽게 나온다.

다시 나오면 이렇게 판단

옹벽 활동 문제는 먼저 K_a로 활동토압을 구하고, 다음에 자중으로 저항마찰력을 만든 뒤, 마지막에 FS=저항활동 식에 대입하여 두께나 중량을 역산하는 순서로 판단한다.

암기 포인트

직립 옹벽의 활동 검토는 $P_a = \frac{1}{2}K_a\gamma H^2$, 저항은 $W\tan\delta$, 안전율은 저항활동이다.

NoteBase

문 24. 점성토의 다짐곡선에서 함수비 10%의 영공기간극 상태에 해당하는 흙의 건조단위중량[kN/m^3]은? (단, 흙의 비중은 2.5, 물의 단위중량은 10kN/m^{3}이다)

① 17

② 18

③ 19

④ 20

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 영공기간극 상태에서 함수비와 흙의 비중으로 간극비를 구한 뒤 건조단위중량을 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 함수비 $w = 10\% = 0.10$, 흙의 비중 $G_s = 2.5$, 물의 단위중량 $\gamma_w = 10kN/m^3$이다.
구해야 할 값: 영공기간극 상태의 건조단위중량 γ_d이다.
주의할 조건: 영공기간극 상태는 공기량이 0인 상태이므로 포화도 $S = 100\%$이고 $Se = wG_s$에서 $e = wG_s$가 된다.

사용할 공식

$\gamma_d = \frac{G_s\gamma_w}{1+e}, \quad e = wG_s$
이 문제는 영공기간극 상태이므로 공기량이 없어서 $S = 100\%$이다. 따라서 함수비와 비중만으로 간극비 e를 바로 구한 뒤 건조단위중량 공식을 적용하면 된다.

계산 과정

1. $e = wG_s = 0.10 \times 2.5 = 0.25$이다.
2. $\gamma_d = \frac{G_s\gamma_w}{1+e} = \frac{2.5 \times 10}{1+0.25}$이다.
3. $\gamma_d = \frac{25}{1.25} = 20kN/m^3$이다.

NoteBase

선지별 해설

① X: 17은 영공기간극 조건(포화도 $S = 100\%$)을 놓쳐 간극비를 실제값 $e = 0.25$보다 크게 잡았을 때 나오는 오답값이다. 분모를 거꾸로 풀면 $\gamma_d = 17$이 되려면 $1 + e = \frac{2.5 \times 10}{17}$, 즉 $e \approx 0.47$이어야 한다. 이는 함수비를 약 $w = 0.19$ 정도로 잘못 읽고 $e = wG_s$에 대입했을 때의 값과 비슷하다. 옳은 조건에서는 $e = wG_s = 0.10 \times 2.5 = 0.25$로 고정되므로 $\gamma_d = 20kN/m^3$이다.
② X: 18은 간극비를 $e \approx 0.39$로 잡았을 때의 오답이다. $\gamma_d = 18$을 만족하려면 $1 + e = \frac{25}{18}$, 즉 $e \approx 0.39$이어야 하는데, 이는 $S = 100\%$ 조건을 빼고 $e = wG_s$ 대신 임의의 더 큰 간극비를 가정했을 때 생긴다. 정확히 $e = 0.25$를 쓰면 $\gamma_d = \frac{25}{1.25} = 20kN/m^3$이다.
③ X: 19는 정답에 가장 가까운 함정값으로, $\gamma_d = 19$가 되려면 $1 + e = \frac{25}{19}$, 즉 $e \approx 0.32$여야 한다. 이는 $e = wG_s = 0.25$를 구한 뒤 분모를 1.25가 아니라 어림으로 1.3쯤으로 처리하는 소수 계산 오류에서 나오기 쉽다. 분모를 정확히 $1 + 0.25 = 1.25$로 두면 $\gamma_d = 20kN/m^3$이다.
④ O: 영공기간극 상태에서 $S = 100\%$이므로 $e = wG_s = 0.10 \times 2.5 = 0.25$이고, $\gamma_d = \frac{2.5 \times 10}{1.25} = 20kN/m^3$이므로 옳다. 세 오답값은 모두 간극비를 실제값 0.25보다 크게 잡거나 분모 $1 + e$를 부풀려 γ_d가 작아지는 방향에서 비롯된다.

오답 포인트

영공기간극 상태를 포화도 $S = 100\%$와 연결하지 못하면 $e = wG_s$를 놓치게 된다. 이때 간극비를 실제값 0.25보다 크게 잡을수록 분모 $1 + e$가 커져 γ_d가 작아지므로, $e \approx 0.32$이면 19, $e \approx 0.39$이면 18, $e \approx 0.47$이면 17처럼 정답보다 작은 오답값으로 빠진다. 특히 19는 $e = 0.25$를 맞게 구하고도 분모를 1.25 대신 1.3으로 어림하는 소수 계산 실수에서 나오기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

영공기간극이 보이면 먼저 공기량 0, 포화도 100%를 떠올리고 $e = wG_s$를 만든다. 그다음 $\gamma_d = \frac{G_s\gamma_w}{1+e}$에 대입해 정확값을 구하면 된다.

암기 포인트

영공기간극이면 공기 0이므로 $e = wG_s$이고, 따라서 $\gamma_d = \frac{G_s\gamma_w}{1+wG_s}$로 바로 계산된다.

문 25. 토압에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 과압밀점토의 정지토압계수는 과압밀비가 증가함에 따라 감소한다.

② 박스 암거와 같이 벽체의 변위가 거의 허용되지 않는 경우 정지토압계수를 사용한다.

③ 옹벽 배면에 지하수면이 형성되면 주동토압이 증가한다.

④ 옹벽과 배면 흙 사이의 벽면마찰은 토압의 크기와 방향에 영향을 준다.

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 정지토압, 주동토압, 벽면마찰의 의미와 과압밀점토의 정지토압계수 변화 방향을 구별할 수 있는지를 묻는 문제이다.

핵심 개념

정지토압은 벽체가 거의 움직이지 않을 때 작용하는 토압이며 계수는 K_0이다.
주동토압은 벽체가 배면에서 멀어질 만큼 변위하여 흙이 팽창하려 할 때의 토압이다.
과압밀점토는 과압밀비 OCR이 커질수록 정지토압계수 K_0가 증가하는 경향을 보인다.
벽면마찰은 벽체와 흙 사이의 마찰로서 토압의 합력 크기와 작용 방향에 영향을 준다.

선지별 해설

① X 과압밀점토의 정지토압계수는 과압밀비가 증가할수록 일반적으로 커진다. 틀린 표현은 '감소한다'이다. 올바르게는 '증가한다'이다.
② O 박스 암거처럼 벽체 변위가 거의 허용되지 않는 구조물은 흙이 주동 상태나 수동 상태로 충분히 전이되지 못하므로 정지토압계수 K_0를 사용한다.
③ O 옹벽 배면에 지하수면이 형성되면 흙의 유효토압과 물의 정수압을 분리하여 계산한다. 수면 아래에서는 흙이 부력을 받아 유효단위중량(수중단위중량)으로 유효토압을 산정하고, 여기에 깊이 h에 비례하는 정수압 $u = \gamma_w h$를 별도 항목으로 더한다. 유효토압의 감소분보다 정수압 추가분이 더 크므로, 둘을 합한 전체 측압(총 주동토압)은 지하수면이 없을 때보다 증가한다.
④ O 벽면마찰은 쿨롱 토압이론에서 토압의 크기뿐 아니라 합력의 경사 방향에도 영향을 준다. 벽면마찰각 $\delta > 0$이면 토압 합력이 벽면 법선에서 δ만큼 경사진 방향으로 작용하므로, 주동상태에서는 같은 토압의 수평분력이 벽면마찰을 무시한 랭킨(Rankine) 토압보다 작아진다. 즉 벽면마찰을 고려하면 주동토압의 수평성분이 감소하는 방향으로 크기와 방향이 모두 달라지므로 옳은 설명이다.

오답 포인트

정지토압과 주동토압의 적용 상태를 섞어 보거나, 과압밀비가 커지면 토압계수가 작아질 것이라고 방향을 반대로 외우기 쉽다. 이 문항의 함정은 ①에서 과압밀비와 K_0의 관계를 뒤집어 놓은 점이다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 벽체 변위가 거의 없으면 정지토압, 벽체가 배면에서 이탈하면 주동토압으로 상태를 구분한다. 그다음 과압밀점토는 OCR 증가와 K_0 증가가 같은 방향이라는 점을 대입하면 빠르게 판단할 수 있다.

암기 포인트

정지토압은 무변위, 주동토압은 벽체 이탈, 과압밀점토는 $OCR\uparrow$ 이면 $K_0\uparrow$ 이다.

NoteBase