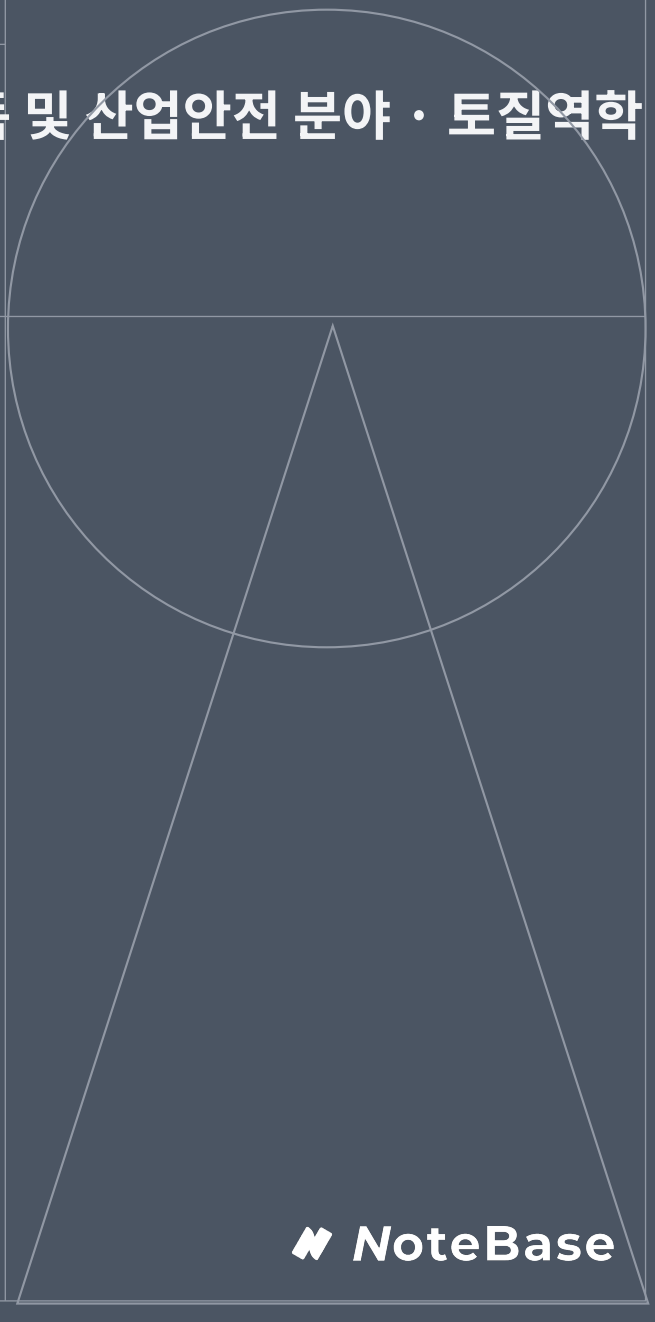
기출OX 해설집

공무원/국가직/7급 근로감독 및 산업안전 분야 · 토질역학 · 202



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/국가직/7급 근로감독 및 산업안전 분야 · 토질역학 · 2025 · 2차

공무원/국가직/7급 근로감독 및 산업안전 분야 · 토질역학 · 2025 · 2차

문 1. 흙의 함수비가 30%, 액성한계가 40%, 소성한계가 20%일 때, 액성지수는?

① 0.10

② 0.25

③ 0.50

④ 0.75

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 액성지수 LI 공식을 이용해 현재 함수비가 소성범위에서 어느 위치에 있는지를 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값은 함수비 30%, 액성한계 40%, 소성한계 20%이다.
구해야 할 값은 액성지수이다.
액성지수는 현재 함수비와 소성한계의 차이를 소성지수 PI로 나누어 구한다.

사용할 공식

액성지수는 $LI = \frac{w - PL}{LL - PL}$ 이다.
여기서 w는 함수비, PL은 소성한계, LL은 액성한계이다.
이 공식을 쓰는 이유는 액성지수가 현재 함수비가 소성한계와 액성한계 사이에서 차지하는 상대적 위치를 나타내는 지표이기 때문이다.

계산 과정

소성지수는 $PI = LL - PL = 40 - 20 = 20$ 이다.
현재 함수비와 소성한계의 차이는 $w - PL = 30 - 20 = 10$ 이다.
따라서 액성지수는 $LI = \frac{10}{20} = 0.50$ 이다.

NoteBase

선지별 해설

① X: 0.10은 $w - PL = 30 - 20 = 10\%$ 만 구하고 이를 소성지수로 나누지 않은 값에 해당한다. 액성지수는 0.10이 아니라 $\frac{10}{20} = 0.50$ 이다.
② X: 0.25는 분모를 액성한계 40으로 잘못 두어 $\frac{30-20}{40}$ 처럼 계산할 때 나오는 값이다. 분모는 액성한계 자체가 아니라 소성지수 $LL - PL$ 이므로 액성지수는 0.50이다.
③ O: 액성지수는 $LI = \frac{30-20}{40-20} = \frac{10}{20} = 0.50$ 이므로 옳다.
④ X: 0.75는 $\frac{30}{40}$ 처럼 함수비를 액성한계로 바로 나누어 계산할 때 나오는 값이다. 액성지수는 함수비와 한계값의 단순 비가 아니라 소성범위 내 상대위치이므로 올바른 값은 0.50이다.

오답 포인트

액성지수와 소성지수, 또는 함수비와 액성한계의 단순 비를 서로 혼동하기 쉽다. 이 문항의 함정은 분모를 반드시 $LL - PL$ 로 두어야 한다는 점을 놓치게 만드는 데 있다.

다시 나오면 이렇게 판단

애터버그 한계 계산문항은 먼저 구하려는 지수가 무엇인지 확인하고, 분모가 한계값 자체인지 한계값의 차이인지부터 구분하면 된다. 액성지수는 $w - PL$ 을 $LL - PL$ 로 나누는 구조로 판단한다.

암기 포인트

액성지수는 현재 함수비의 위치, 공식은 $LI = \frac{w-PL}{LL-PL}$ 이다.

NoteBase

문 2. 흙의 함수비가 40%, 비중이 2.7, 포화도가 90%일 때, 간극비는?

① 0.6

② 0.8

③ 1.0

④ 1.2

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 흙의 삼상관계식에서 함수비, 비중, 포화도의 관계를 이용해 간극비를 구하는 계산형 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 함수비 $w = 40\% = 0.40$, 비중 $G_s = 2.7$, 포화도 $S = 90\% = 0.90$이다.
구해야 할 값: 간극비 e이다.
주의할 조건: 퍼센트는 반드시 소수로 바꿔 넣어야 한다.

사용할 공식

$w = \frac{Se}{G_s}$
따라서
$e = \frac{wG_s}{S}$
이 식은 함수비 w, 포화도 S, 간극비 e, 입자 비중 G_s의 기본 관계식이기 때문에 사용한다.

계산 과정

1. 주어진 값을 식 $e = \frac{wG_s}{S}$에 대입한다.
2. $e = \frac{0.40 \times 2.7}{0.90}$
3. $e = \frac{1.08}{0.90} = 1.2$
따라서 간극비는 1.2이다.

NoteBase

선지별 해설

① X: 계산 결과는 0.6이 아니라 1.2이다. 0.6은 함수비나 포화도를 잘못 대입해 간극비를 절반 수준으로 과소평가한 값이다. 올바르게는 간극비가 1.2이다.
② X: 계산 결과와 맞지 않는다. 0.8은 $w = \frac{Se}{G_s}$의 분자·분모 관계를 잘못 정리했을 때 나오는 오답값에 가깝다. 올바르게는 간극비가 1.2이다.
③ X: 1.0도 계산 결과와 다르다. $e = wG_s = 1.08$처럼 포화도 $S = 0.90$로 나누는 단계를 빠뜨리면 1.0 안팎으로 오답 처리되기 쉽다. 올바르게는 간극비가 1.2이다.
④ O: $e = \frac{0.40 \times 2.7}{0.90} = 1.2$이므로 맞는 선택지이다.

오답 포인트

함수비 40 %와 포화도 90 %를 소수로 바꾸지 않거나, $w = \frac{Se}{G_s}$를 $e = wG_s$까지만 계산하고 S로 나누는 마지막 단계를 빠뜨리면 오답이 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

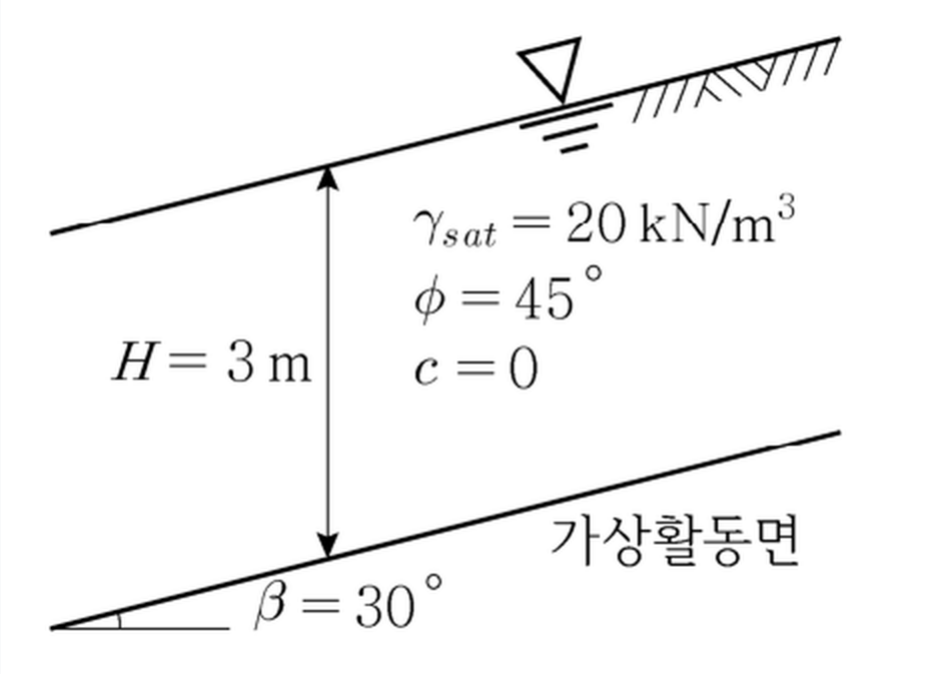
흙의 삼상 계산 문제는 먼저 w, S, G_s, e 중 무엇을 구하는지 확인한 뒤 관계식 $w = \frac{Se}{G_s}$를 정리해서 대입하면 된다. 퍼센트는 소수로 바꾸고 마지막 나눗셈까지 검산하면 된다.

암기 포인트

함수비 관계식은 $w = \frac{Se}{G_s}$, 간극비는 $e = \frac{wG_s}{S}$로 바로 정리된다.

NoteBase

문 3. 그림과 같은 무한사면에서 가상활동면이 지표면 아래 3m 깊이에 위치할 때, 사면의 안전율은? (단, 물의 단위중량은 10kN/m^3이다)



① $\frac{\sqrt{3}}{4}$
② $\frac{\sqrt{3}}{2}$
③ $\sqrt{3}$
④ $2\sqrt{3}$

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 포화된 무한사면에서 사면과 평행한 침투가 있을 때의 안전율을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값은 $\gamma_{sat} = 20kN/m^3$, $\gamma_w = 10kN/m^3$, $\phi = 45^\circ$, $c = 0$, $\beta = 30^\circ$이다.
구해야 할 값은 가상활동면에 대한 사면의 안전율 F_s이다.
주의할 조건은 포화사면이므로 잠긴단위중량 $\gamma' = \gamma_{sat} - \gamma_w$를 저항측에 사용하고, $c = 0$이므로 점착력 항은 없다는 점이다.

NoteBase

사용할 공식

포화된 무한사면에서 사면과 평행한 침투가 있고 $c = 0$이면
$F_s = \frac{\gamma' H \cos^2\beta \tan\phi}{\gamma_{sat} H \sin\beta \cos\beta} = \frac{\gamma'}{\gamma_{sat}} \cdot \frac{\tan\phi}{\tan\beta}$
이다.
이 공식을 쓰는 이유는 활동면이 지표면과 평행한 무한사면이고, 전단저항은 유효응력으로 결정되며, 구동력은 포화단위중량에 의해 결정되기 때문이다.

계산 과정

1. 잠긴단위중량을 구하면 $\gamma' = \gamma_{sat} - \gamma_w = 20 - 10 = 10 kN/m^3$이다.
2. 각도값을 대입하면 $\tan 45^\circ = 1$, $\tan 30^\circ = \frac{1}{\sqrt{3}}$이다.
3. 따라서
$F_s = \frac{10}{20} \cdot \frac{1}{1/\sqrt{3}} = \frac{1}{2} \cdot \sqrt{3} = \frac{\sqrt{3}}{2}$
이다.
4. $H = 3m$는 $c = 0$인 이 식에서는 약분되어 최종값에 영향을 주지 않는다.

선지별 해설

① X
안전율 값은 $\frac{\sqrt{3}}{4}$가 아니라 $\frac{\sqrt{3}}{2}$이다. 이 값은 $\frac{\gamma'}{\gamma_{sat}} = \frac{1}{2}$를 이미 반영했는데도 이를 한 번 더 절반으로 줄인 경우의 오답에 가깝다.

② O
계산 결과 $F_s = \frac{\sqrt{3}}{2}$이므로 옳다.

③ X
안전율 값은 $\sqrt{3}$가 아니라 $\frac{\sqrt{3}}{2}$이다. $\sqrt{3}$는 물의 영향을 무시하고 $F_s = \frac{\tan\phi}{\tan\beta}$만 적용한 값이므로 포화사면 조건을 반영하지 못했다.

④ X
안전율 값은 $2\sqrt{3}$가 아니라 $\frac{\sqrt{3}}{2}$이다. 이 값은 $\frac{\gamma'}{\gamma_{sat}}$를 써야 할 자리에 반대로 $\frac{\gamma_{sat}}{\gamma'}$를 넣어 저항을 과대평가한 경우의 오답이다.

오답 포인트

포화 무한사면 문제에서 가장 흔한 실수는 물의 영향을 빼먹고 $\frac{\tan\phi}{\tan\beta}$만 쓰는 경우와, γ'와 γ_{sat}의 위치를 뒤집는 경우이다. 또한 $H = 3m$가 주어졌다고 해서 반드시 깊이를 수치로 끝까지 끌고 가야 한다고 생각하면 불필요한 계산으로 흐르기 쉽다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

무한사면 안전율 문제는 먼저 건조사면인지 포화사면인지, 침투가 있는지, c가 0인지부터 확인한다. 그다음 저항측은 유효응력이라 γ', 구동측은 자중이라 γ_{sat}가 들어간다는 구조를 잡고 $\frac{\gamma'}{\gamma_{sat}} \cdot \frac{\tan\phi}{\tan\beta}$ 형태인지 점검하면 된다.

암기 포인트

포화 무한사면에서 $c = 0$이면 안전율은 건조사면식 $\frac{\tan\phi}{\tan\beta}$에 $\frac{\gamma'}{\gamma_{sat}}$가 한 번 곱해진다.

NoteBase

문 4. 현장 건조단위중량시험 결과, 시험공에서 파낸 흙 무게는 20 N, 시험공을 채운 건조한 표준모래 무게는 15 N이었다. 현장 흙의 습윤단위중량[kN/m^3]은? (단, 표준모래의 건조단위중량은 15kN/m^{3}이다)

① 14

② 16

③ 18

④ 20

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 현장 건조단위중량시험에서 표준모래로 시험공 체적을 구한 뒤 $\gamma = W/V$로 현장 흙의 습윤단위중량을 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값:
- 시험공에서 파낸 흙 무게 = 20 N
- 시험공을 채운 건조한 표준모래 무게 = 15 N
- 표준모래의 건조단위중량 = $15kN/m^3$

구해야 할 값:
- 현장 흙의 습윤단위중량

주의할 조건:
- 표준모래 무게로 시험공 체적을 먼저 구해야 한다.

사용할 공식

시험공 체적은 $V = W_s/\gamma_s$ 이고, 현장 흙의 습윤단위중량은 $\gamma_t = W/V$ 이다.
이 공식을 쓰는 이유:
표준모래의 단위중량이 알려져 있으므로 채운 모래의 무게에서 시험공 체적을 구할 수 있고, 그 체적에 파낸 흙 무게를 나누면 현장 흙의 습윤단위중량이 된다.

계산 과정

1. 표준모래로 시험공 체적을 구한다.
$V = \frac{15N}{15kN/m^3} = \frac{15}{15000}m^3 = 0.001m^3$
2. 파낸 흙 무게를 시험공 체적으로 나누어 습윤단위중량을 구한다.
$\gamma_t = \frac{20N}{0.001m^3} = 20000N/m^3 = 20kN/m^3$
3. 따라서 현장 흙의 습윤단위중량은 $20kN/m^3$이다.

NoteBase

선지 판단

① X
- 계산 결과는 $20kN/m^3$이므로 14는 맞지 않는다.
- 틀린 표현은 "14"이고, 올바르게는 "20\,kN/m^3"이다.

② X
- 시험공 체적을 $0.001m^3$로 구하면 16이 아니라 $20kN/m^3$가 된다.
- 틀린 표현은 "16"이고, 올바르게는 "20\,kN/m^3"이다.

③ X
- 모래 무게와 모래의 건조단위중량으로 체적을 구한 뒤 흙 무게를 나누면 18이 아니라 $20kN/m^3$가 된다.
- 틀린 표현은 "18"이고, 올바르게는 "20\,kN/m^3"이다.

④ O
- 계산 결과가 정확히 $20kN/m^3$이므로 옳다.

오답 포인트

표준모래의 무게 15 N을 그대로 단위중량처럼 취급하거나, $15kN/m^3$를 $15000N/m^3$로 맞추는 단위 정리를 생략하면 오답이 된다. 이 문제는 먼저 모래로 시험공 체적을 구한 다음 흙 무게를 그 체적으로 나누는 순서를 놓치기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

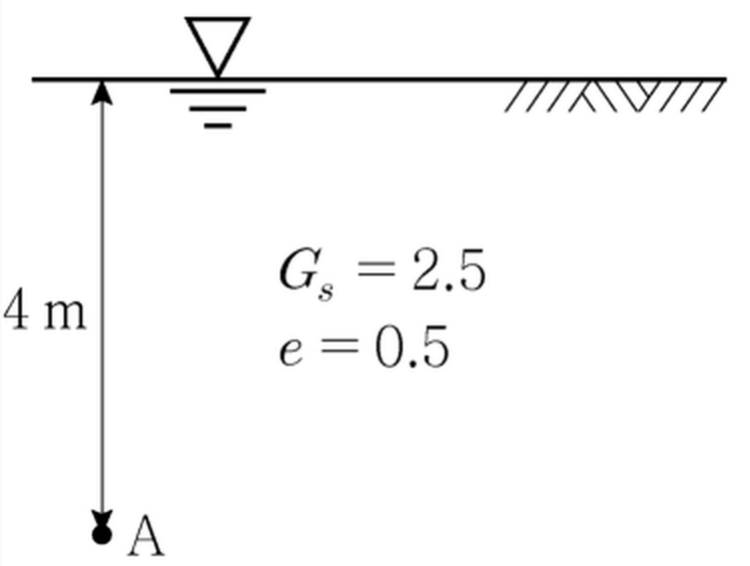
현장 단위중량 시험 문제는 표준재료의 알려진 단위중량으로 시험공 체적을 먼저 구하고, 그다음 $\gamma = W/V$를 적용하는 순서로 판단한다.

암기 포인트

현장단위중량시험은 "표준모래로 체적, 파낸 흙으로 단위중량" 구조이다.

NoteBase

문 5. 그림의 A점에서 연직유효응력[kPa]은? (단, 물의 단위중량은 10kN/m^3이다)



① 20

② 40

③ 60

④ 80

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 포화토의 수중단위중량을 구한 뒤 깊이 $4m$에서의 연직유효응력 σ'_v를 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: $G_s = 2.5$, $e = 0.5$, 물의 단위중량 $\gamma_w = 10kN/m^3$, 깊이 $z = 4m$이다.
구해야 할 값: A점의 연직유효응력이다.
주의할 조건: 지표면이 지하수면과 같으므로 토층은 포화상태로 보고 전체응력에서 간극수압을 뺀 유효응력을 구해야 한다.

사용할 공식

포화단위중량은 $\gamma_{sat} = \frac{G_s + e}{1 + e}\gamma_w$ 이고, 수중단위중량은 $\gamma' = \gamma_{sat} - \gamma_w = \frac{G_s - 1}{1 + e}\gamma_w$ 이다.
연직유효응력은 $\sigma'_v = \gamma' z$ 로 계산한다.
이 공식을 쓰는 이유는 문제에서 물속 포화토의 특정 깊이에서 유효응력을 묻고 있기 때문이다.

NoteBase

계산 과정

1. 포화단위중량을 계산하면 $\gamma_{sat} = \frac{2.5+0.5}{1+0.5} \times 10 = \frac{3.0}{1.5} \times 10 = 20 kN/m^3$ 이다.
2. 수중단위중량은 $\gamma' = 20 - 10 = 10 kN/m^3$ 이다.
3. 따라서 A점의 연직유효응력은 $\sigma'_v = 10 \times 4 = 40 kPa$ 이다.

선지별 해설

① X: 계산 결과는 $40 kPa$이므로 $20 kPa$는 맞지 않는다. $20 kPa$는 깊이를 절반 정도로 잘못 읽거나 유효응력 계산에서 깊이 적용을 빠뜨린 값이다. 틀린 표현은 "20"이고, 올바르게는 "40"이다.
② O: 수중단위중량 $10 kN/m^3$에 깊이 $4m$를 곱하면 $40 kPa$가 된다. 따라서 ②가 옳다.
③ X: 계산 결과는 $40 kPa$이므로 $60 kPa$는 과대평가이다. 이는 수중단위중량을 실제보다 크게 잡아 간극수압 차감을 불완전하게 한 경우에 나올 수 있다. 틀린 표현은 "60"이고, 올바르게는 "40"이다.
④ X: $80 kPa$는 $\gamma_{sat} = 20 kN/m^3$ 에 깊이 $4m$를 곱한 전체응력 값이다. 문제는 유효응력을 묻기 때문에 간극수압 $u = \gamma_w z = 40 kPa$를 빼야 한다. 틀린 표현은 "80"이고, 올바르게는 "40"이다.

오답 포인트

전체응력과 유효응력을 구분하지 않으면 ④의 $80 kPa$를 고르기 쉽다. 또 γ_{sat}, γ', u 중 어느 값을 써야 하는지 구분하지 못하면 ①이나 ③ 같은 오답으로 흔들리기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

지하수면 아래 점의 응력을 묻는 문제는 먼저 포화상태 여부를 확인하고, γ_{sat}로 전체응력을 구할지 γ'로 유효응력을 바로 구할지부터 정한다. 발문에 "유효응력"이 있으면 $\sigma'_v = \gamma' z$ 또는 $\sigma_v - u$로 계산한다.

암기 포인트

포화토의 유효응력은 "수중단위중량 × 깊이"이고, $\gamma' = \gamma_{sat} - \gamma_w = \frac{G_s - 1}{1+e}\gamma_w$ 이다.

NoteBase

문 6. 지표면에 위치한 2m × 6m 크기의 직사각형 기초에 등분포하중 100 kPa이 작용할 때, 기초의 중심 아래 4m 깊이에서의 연직응력 증가량[kPa]은? (단, 2 : 1 근사법을 사용한다)

① 10

② 15

③ 20

④ 30

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 2:1 근사법으로 깊이 z에서의 응력 분산 면적을 구해 기초 중심 아래의 연직응력 증가량을 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값은 기초 폭 $B = 2m$, 기초 길이 $L = 6m$, 등분포하중 $q = 100kPa$, 깊이 $z = 4m$이다.
구해야 할 값은 기초 중심 아래 4m에서의 연직응력 증가량 $\Delta\sigma_z$이다.
주의할 조건은 2:1 근사법에서는 깊이 z에서 분산 면적이 $(B + z)(L + z)$로 커진다는 점이다.

사용할 공식

$\Delta\sigma_z = q \cdot \frac{BL}{(B+z)(L+z)}$
이 공식을 쓰는 이유는 지표면의 직사각형 기초 하중 qBL이 깊이 z까지 2:1 비율로 퍼지면서 확대된 면적 $(B + z)(L + z)$에 재분포된다고 보기 때문이다.

계산 과정

1. 원래 기초 면적은 $BL = 2 \times 6 = 12m^2$이다.
2. 깊이 4m에서의 분산 면적은 $(B + z)(L + z) = (2 + 4)(6 + 4) = 6 \times 10 = 60m^2$이다.
3. 연직응력 증가량은 $\Delta\sigma_z = 100 \times \frac{12}{60} = 20kPa$이다.
4. 따라서 정답 수치는 20 kPa이다.

NoteBase

선지별 해설

① X
계산 결과가 20 kPa이므로 10 kPa는 맞지 않는다.
틀린 표현은 "10"이다. 올바르게는 20 kPa이다.

② X
계산 결과가 20 kPa이므로 15 kPa는 맞지 않는다.
틀린 표현은 "15"이다. 올바르게는 20 kPa이다.

③ O
2:1 근사법으로 계산한 연직응력 증가량이 정확히 20 kPa이므로 옳다.

④ X
계산 결과가 20 kPa이므로 30 kPa는 맞지 않는다.
틀린 표현은 "30"이다. 올바르게는 20 kPa이다.

오답 포인트

2:1 근사법에서는 깊이 z만큼 내려가면 각 변 길이가 z만큼 증가한다는 점을 놓치기 쉽다. 분산 면적을 $(2+4)(6+4)$로 잡지 못하거나, 확대 면적 대신 원래 면적으로 바로 나누면 오답이 나온다.

다시 나오면 이렇게 판단

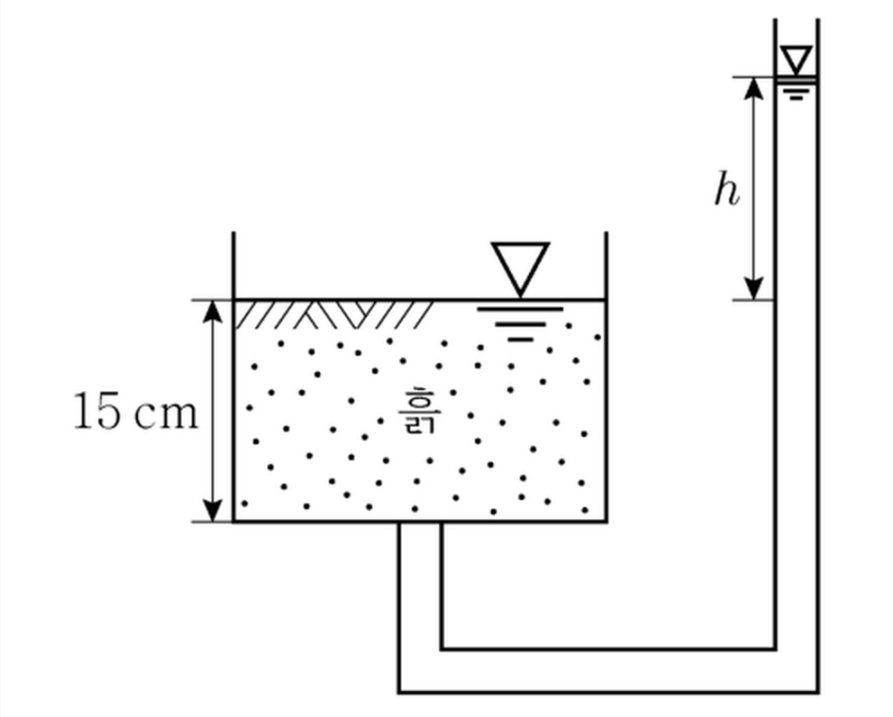
직사각형 기초의 2:1 응력분산 문제는 B, L, z를 먼저 적고 분산 면적 $(B+z)(L+z)$를 만든 뒤, 원하중 qBL을 그 면적으로 나누는 순서로 판단한다.

암기 포인트

2:1 근사법은 "원하중 qBL을 확대 면적 $(B+z)(L+z)$로 나눈 값이 깊이 z에서의 응력"으로 정리된다.

NoteBase

문 7. 그림과 같은 수조에서 모래의 비중은 2.65, 간극비는 0.65이다. 분사현상이 발생하지 않는 수두차 h [cm]는?



① 14

② 18

③ 20

④ 24

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 상향침투 시 분사현상 발생 조건인 임계동수경사와 임계수두차를 구할 수 있는지를 묻는다.

조건 정리

주어진 값: 모래의 비중 $G_s = 2.65$, 간극비 $e = 0.65$, 흙층 두께 $L = 15cm$이다.
구해야 할 값: 분사현상이 발생하지 않는 수두차 h이다.
주의할 조건: 상향침투에서는 $i = \frac{h}{L}$가 임계동수경사보다 작아야 분사현상이 발생하지 않는다.

NoteBase

사용할 공식

$i_c = \frac{G_s - 1}{1 + e}$
$i = \frac{h}{L}$
이 공식을 쓰는 이유: 분사현상은 상향침투로 유효응력이 0이 되는 임계상태에서 발생하며, 그 경계가 임계동수경사 i_c이기 때문이다.

계산 과정

1. 임계동수경사를 구하면 $i_c = \frac{2.65 - 1}{1 + 0.65} = \frac{1.65}{1.65} = 1$이다.
2. 임계수두차는 $h_c = i_c L = 1 \times 15 = 15cm$이다.
3. 분사현상이 발생하지 않으려면 $h < 15cm$이어야 한다.

선지 판단

① O: 14cm는 임계수두차 15cm보다 작으므로 분사현상이 발생하지 않는다.
② X: 18cm는 15cm를 초과하므로 분사현상이 발생한다. 틀린 판단은 18cm를 안전수두로 보는 점이며, 올바르게는 분사현상이 발생하는 수두차이다.
③ X: 20cm는 15cm를 초과하므로 분사현상이 발생한다. 올바르게는 20cm는 안전수두가 아니라 임계수두차를 넘는 값이다.
④ X: 24cm는 15cm를 크게 초과하므로 분사현상이 발생한다. 올바르게는 분사현상을 피하려면 수두차가 15cm 미만이어야 한다.
계산 결과 안전한 수두차는 14cm뿐이다.

오답 포인트

이 문항은 $i_c = 1$이라는 값만 보고 끝내거나, 흙층 두께 15cm를 곱해 임계수두차로 바꾸지 않는 실수를 노린다. 또한 임계상태와 안전상태를 구분하지 못해 15cm를 넘는 값도 가능하다고 오해하기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

분사현상 문제는 먼저 $i_c = \frac{G_s - 1}{1 + e}$를 구하고, 다음에 $h_c = i_c L$로 임계수두차를 만든 뒤, 발문이 요구하는 안전조건이 $h < h_c$인지 여부로 판정한다.

암기 포인트

분사현상 한계는 $i_c = \frac{G_s - 1}{1 + e}$이며, 상향수두차가 $h_c = i_c L$보다 작을 때만 안전하다.

NoteBase

문 8. 상대다짐도[%]를 바르게 표현한 것은?

① 현장 건조단위중량현장 최대건조단위중량 × 100

② 실내다짐시험의 건조단위중량현장 최대건조단위중량 × 100

③ 현장 건조단위중량실내다짐시험의 최대건조단위중량 × 100

④ 실내다짐시험의 건조단위중량실내다짐시험의 최대건조단위중량 × 100

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 상대다짐도의 정의식을 정확히 구분하는 문제이다.

조건 정리

상대다짐도는 현장에서 실제로 얻은 건조단위중량을, 실내다짐시험으로 구한 최대건조단위중량과 비교한 백분율이다.
비교 기준은 현장값이 아니라 실내다짐시험의 최대건조단위중량이다.

사용할 공식

상대다짐도 R_c는 다음과 같다.
$R_c = \frac{\gamma_{d,\,\text{field}}}{\gamma_{d\text{max},\,\text{lab}}} \times 100$
이 공식을 쓰는 이유는 상대다짐도가 현장 다짐 상태를 실내다짐시험의 최대 기준값과 비교하는 지표이기 때문이다.

NoteBase

선지 판단

① X
현장 건조단위중량을 현장 최대건조단위중량으로 나누는 식이다. 상대다짐도의 분모는 현장값이 아니라 실내다짐시험의 최대건조단위중량이어야 한다. 틀린 표현은 '현장 최대건조단위중량'이고, 올바르게는 '실내다짐시험의 최대건조단위중량'이다.

② X
실내다짐시험의 건조단위중량을 현장 최대건조단위중량으로 나누는 식이다. 상대다짐도는 현장 실제 건조단위중량을 써야 하므로 분자가 잘못되었고, 분모도 현장 최대값이 아니라 실내다짐시험 최대값이어야 한다. 틀린 표현은 '실내다짐시험의 건조단위중량'과 '현장 최대건조단위중량'이고, 올바르게는 '현장 건조단위중량/실내다짐시험의 최대건조단위중량'이다.

③ O
현장 건조단위중량을 실내다짐시험의 최대건조단위중량으로 나눈 뒤 100을 곱한 식이다. 상대다짐도의 정의와 정확히 일치한다.

④ X
분모의 '실내다짐시험의 최대건조단위중량'은 맞지만, 분자가 '실내다짐시험의 건조단위중량'으로 되어 있어 현장 실제 다짐 상태를 나타내지 못한다. 틀린 표현은 '실내다짐시험의 건조단위중량'이고, 올바르게는 '현장 건조단위중량'이다.

오답 포인트

이 문항의 함정은 분모와 분자를 모두 실내값이나 현장값으로 섞어 놓은 데 있다. 특히 ④처럼 분모는 맞고 분자만 바꿔 놓은 선지, ①처럼 현장값끼리 비교하게 만든 선지에 쉽게 흔들린다.

다시 나오면 이렇게 판단

상대다짐도 문제는 먼저 '현장 실제값을 무엇과 비교하는가'를 본다. 현장 건조단위중량을 실내다짐시험의 최대건조단위중량으로 나누는 구조이면 맞는 식으로 판단할 수 있다.

암기 포인트

상대다짐도는 '현장/실내최대 × 100'으로 정리된다.

NoteBase

문 9. Terzaghi 1차원 압밀 방정식을 유도하기 위한 가정으로 옳지 않은 것은?

① 유효응력과 간극비는 직선적 비례관계이다.

② 투수계수는 압밀이 진행되는 동안에 일정하다.

③ 흙 입자는 비압축성이다.

④ 흙 속에서 물의 흐름은 Darcy 법칙을 따른다.

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 Terzaghi 1차원 압밀 방정식 유도에 쓰는 기본 가정과 유효응력-간극비 관계를 구별하는 문제이다.

핵심 개념

Terzaghi 1차원 압밀 이론은 흙 입자와 물은 비압축성이고, 흙 속 물의 흐름은 Darcy 법칙을 따르며, 압밀 중 k와 m_v를 일정하다고 보는 단순화 위에서 전개된다. 유효응력이 증가하면 간극비는 감소하므로 두 값이 직선적 비례관계라고 보지는 않는다.

선지별 해설

① X. 틀린 부분은 '유효응력과 간극비는 직선적 비례관계'이다. 실제로는 유효응력이 증가하면 간극비는 감소한다. 압밀 방정식 유도에서는 간극비 자체가 유효응력에 정비례한다고 두는 것이 아니라 작은 응력 범위에서 압축성 계수를 일정하게 두어 해석한다.
② O. 투수계수를 압밀이 진행되는 동안 일정하다고 가정해야 배수와 간극수압 소산을 일정한 계수로 정리할 수 있다.
③ O. 흙 입자는 비압축성으로 가정한다. 따라서 압밀에 따른 체적변화는 흙 입자 자체의 압축이 아니라 간극수 배출과 간극비 감소로 설명한다.
④ O. 흙 속 물의 흐름은 Darcy 법칙을 따른다고 가정한다. 이 가정이 있어야 수리구배와 유속의 선형관계로 압밀 방정식을 세울 수 있다.

오답 포인트

유효응력과 간극비의 관계를 '선형화해서 다룬다'는 점과 '직선적 비례관계이다'를 혼동하기 쉽다. 이 문항은 비례의 방향까지 묻고 있으므로 유효응력 증가 시 간극비가 감소한다는 점을 떠올리면 ①을 바로 걸러낼 수 있다.

다시 나오면 이렇게 판단

압밀 방정식의 가정 문제는 비압축성, Darcy 법칙, 1차원 배수, 계수 일정 같은 표준 가정을 먼저 확인한다. 그다음 응력과 간극비를 같은 방향의 비례관계로 적은 문장은 압밀 개념과 어긋나므로 오답으로 판단한다.

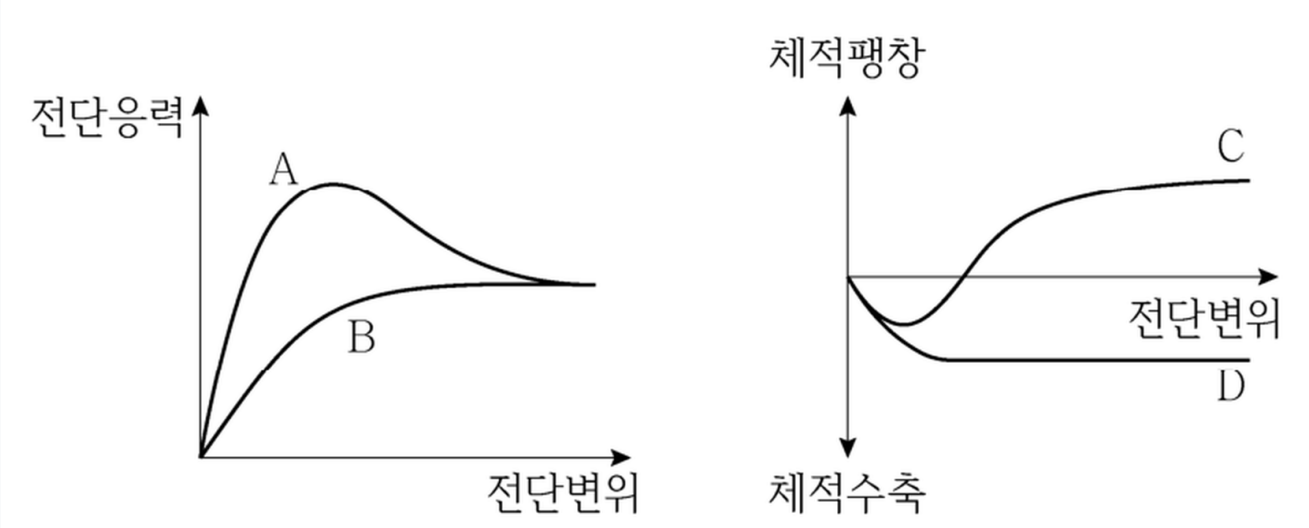
NoteBase

암기 포인트

압밀 기본 가정은 비압축성·Darcy·계수 일정이며, 유효응력↑이면 간극비↓이다.

NoteBase

문 10. 다음은 건조한 모래에 대한 직접전단시험 결과이다. 수직응력이 일정할 때, 느슨한 모래의 전단변위에 따른 전단응력 및 체적변화를 바르게 연결한 것은?



① 전단응력: A, 체적변화: C

② 전단응력: A, 체적변화: D

③ 전단응력: B, 체적변화: C

④ 전단응력: B, 체적변화: D

정답 4번

출제 포인트

건조한 모래의 직접전단시험에서 느슨한 모래의 전단응력-전단변위 곡선과 체적변화-전단변위 곡선을 구별하는 문제이다.

선지별 해설

① X: 전단응력을 A로 연결한 부분과 체적변화를 C로 연결한 부분이 모두 틀리다. A는 피크강도 후 연화가 나타나는 조밀한 모래의 곡선이고, C는 전단이 진행되며 팽창으로 전환되는 조밀한 모래의 체적변화 곡선이다. 틀린 표현은 "A, C"이고, 올바르게는 "B, D"이다.

② X: 체적변화 D는 느슨한 모래와 맞지만 전단응력 A가 틀리다. 느슨한 모래의 전단응력은 조밀한 모래처럼 피크 후 감소하지 않는다. 틀린 표현은 "A"이고, 올바르게는 "B"이다.

③ X: 전단응력 B는 맞지만 체적변화 C가 틀리다. 느슨한 모래는 전단 초기에 수축한 뒤 거의 일정한 체적상태로 가므로 팽창형인 C가 아니라 수축형인 D에 해당한다. 틀린 표현은 "C"이고, 올바르게는 "D"이다.

④ O: 전단응력 B는 피크 없이 점진적으로 증가하여 일정값에 접근하는 느슨한 모래의 거동과 맞고, 체적변화 D는 전단 초기에 체적수축이 나타난 뒤 큰 팽창 없이 거의 일정해지는 느슨한 모래의 거동과 맞다.

NoteBase

오답 포인트

조밀한 모래와 느슨한 모래를 전단응력 곡선 하나만 보고 판단하면 체적변화 곡선에서 실수하기 쉽다. 이 문제의 함정은 A와 C가 서로 한 쌍의 조밀한 모래 거동이라는 점을 놓치고, B는 맞게 보면서도 C를 함께 고르는 데 있다.

다시 나오면 이렇게 판단

전단응력 곡선에서 피크 후 감소하면 조밀한 모래, 피크 없이 점진적으로 증가하면 느슨한 모래로 본다. 체적변화 곡선에서 전단 중 팽창으로 전환되면 조밀한 모래, 수축 후 거의 일정하면 느슨한 모래로 판단한다.

암기 포인트

조밀한 모래는 피크와 팽창, 느슨한 모래는 점증과 수축으로 기억한다.

NoteBase

문 11. 액성한계시험(KS F 2303)에서 황동 접시의 낙하높이, 초당 낙하횟수, 유동곡선에서 액성한계에 해당하는 낙하횟수를 바르게 나열한 것은?

① 2cm, 2회, 25회

② 2cm, 1회, 20회

③ 1cm, 2회, 25회

④ 1cm, 1회, 20회

정답 3번

출제 포인트

액성한계시험의 표준 조건인 황동 접시 낙하높이 1cm, 초당 낙하횟수 2회, 액성한계에 해당하는 낙하횟수 25회를 묻는 문제이다.

핵심 개념

액성한계는 표준 액성한계시험에서 시료 홈이 닫힐 때의 함수비를 뜻한다.
이때 기준 조건은 황동 접시 낙하높이 1cm, 초당 낙하횟수 2회, 유동곡선에서 액성한계에 해당하는 낙하횟수 25회이다.

선지별 해설

① X. 틀린 부분은 '2cm'이다. 황동 접시의 표준 낙하높이는 1cm이므로 높이값이 잘못되었다. 올바르게는 '1cm, 2회, 25회'이다.
② X. 틀린 부분은 '2cm, 1회, 20회'이다. 낙하높이는 1cm이어야 하고, 초당 낙하횟수는 2회이며, 액성한계에 해당하는 낙하횟수는 25회이다. 올바르게는 '1cm, 2회, 25회'이다.
③ O. 황동 접시 낙하높이 1cm, 초당 낙하횟수 2회, 액성한계 대응 낙하횟수 25회를 정확히 적었다.
④ X. 틀린 부분은 '1회, 20회'이다. 낙하높이 1cm는 맞지만 초당 낙하횟수는 2회이고 액성한계에 해당하는 낙하횟수는 25회이다. 올바르게는 '1cm, 2회, 25회'이다.

오답 포인트

숫자가 모두 작은 정수라서 1cm와 1회, 20회와 25회를 서로 바꿔 기억하기 쉽다. 특히 ④처럼 첫 숫자 1cm가 맞으면 전체가 맞는 조합처럼 보이는 점이 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

액성한계시험은 숫자 세 개를 따로 외우지 않고 하나의 묶음으로 판단한다. 보기에서 1cm, 2회, 25회가 동시에 맞아야 정답이 된다.

NoteBase

암기 포인트

액성한계 표준 조건은 1cm-2회-25회 조합이다.

NoteBase

문 12. 높이 10cm, 단면적 $200cm^2$, 수두차 40cm인 모래의 정수위 투수시험 결과, 10초 동안 측정된 물의 양이 $80cm^3$이었다. 침투속도가 0.1cm/s일 때, 모래의 간극률은?

① 0.4

② 0.6

③ 0.8

④ 1.0

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 정수위 투수시험의 유량으로 겉보기 유속을 구한 뒤, 침투속도와의 관계 $v_s = v/n$로 간극률을 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 시료 높이 10cm, 단면적 $200cm^2$, 수두차 40cm, 10초 동안의 유출수량 $80cm^3$, 침투속도 0.1cm/s이다.
구해야 할 값: 모래의 간극률 n이다.
주의할 조건: 먼저 실제 유출량으로 겉보기 유속 v를 구하고, 그다음 침투속도 v_s와 연결해야 한다.

사용할 공식

유량 관계는 $v = Q/(At)$, 침투속도 관계는 $v_s = v/n$이다.
이 공식을 쓰는 이유: 투수시험에서 측정한 $80cm^3$은 전체 단면 기준 유량이므로 먼저 겉보기 유속을 구해야 하고, 침투속도는 물이 간극 내부를 통과하는 실제 평균속도이므로 간극률로 나누는 관계를 사용한다.

계산 과정

1. 10초 동안의 유량은 $Q/t = 80/10 = 8cm^3/s$이다.
2. 겉보기 유속은 $v = Q/(At) = 80/(200 \times 10) = 0.04cm/s$이다.
3. 침투속도 $v_s = v/n$이므로 $0.1 = 0.04/n$이다.
4. 따라서 $n = 0.04/0.1 = 0.4$이다.

NoteBase

선지별 해설

① O
- 계산 결과 간극률은 0.4이므로 ①은 맞다.

② X
- 0.6은 계산 결과와 다르다. 틀린 값 0.6 → 올바르게는 0.4이다.
- 침투속도와 겉보기 유속의 관계를 잘못 두거나, 간극률 대신 다른 비율을 떠올리면 이런 오답이 나온다.

③ X
- 0.8은 계산 결과와 다르다. 틀린 값 0.8 → 올바르게는 0.4이다.
- 유출수량을 단면적으로만 나누고 시간을 빠뜨리면 실제보다 큰 값으로 오판할 수 있다.

④ X
- 1.0은 계산 결과와 다르다. 틀린 값 1.0 → 올바르게는 0.4이다.
- 간극률이 1.0이면 전 단면이 모두 간극이라는 뜻이 되어 모래 시료의 물리적 의미에도 맞지 않는다.

오답 포인트

유출수량으로 바로 간극률을 잡거나, 겉보기 유속 v와 침투속도 v_s를 같은 값으로 두면 오답이 된다. 이 문항은 $Q/(At)$로 먼저 유속을 구한 뒤 $v_s = v/n$을 적용하는 순서를 묻는다.

다시 나오면 이렇게 판단

투수시험 계산형 문제는 유출량으로 겉보기 유속을 먼저 계산하고, 문제에서 준 값이 침투속도인지 겉보기 유속인지 구분한 다음 $v_s = v/n$ 또는 $v = ki$를 연결해 판단한다.

암기 포인트

겉보기 유속은 $Q/(At)$, 침투속도는 v/n이므로 침투속도가 더 크게 나온다.

NoteBase

문 13. 두께 10mm 점토를 실내압밀시험한 결과, 압밀도 90%에 도달하는 시간이 100분이었다. 현장의 불투수층 위에 놓인 동일한 점토가 압밀도 50%에 도달하는 시간이 90,000분일 때, 점토층의 두께[cm]는? (단, T_{50}은 0.2, T_{90}은 0.8이다)

① 30

② 50

③ 70

④ 90

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 압밀 시간계수 T_v와 배수거리 H_d의 관계 $T_v = C_v t / H_d^2$를 이용해 현장 점토층의 두께를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값은 실내압밀시험 시 두께 10mm, 압밀도 90% 도달시간 100분, 현장 압밀도 50% 도달시간 90,000분이다.
실내압밀시험 공시체는 보통 양면배수이므로 $H_{d,lab} = 10/2 = 5mm = 0.5cm$이다.
현장 점토층은 불투수층 위에 놓여 있어 상면만 배수되므로 단면배수이고, 실제 두께가 곧 $H_{d,field}$이다.

사용할 공식

$T_v = \frac{C_v t}{H_d^2}$
같은 점토이므로 C_v는 같고, 실내와 현장을 비례식으로 비교할 수 있다.
압밀도 90%와 50%가 각각 주어졌으므로 $T_{90} = 0.8$, $T_{50} = 0.2$를 그대로 대입하는 상황이다.

NoteBase

계산 과정

실내와 현장을 비교하면

$\frac{T_{50}}{T_{90}} = \frac{t_{field}/H_{d,\,field}^2}{t_{lab}/H_{d,\,lab}^2}$

따라서

$\frac{0.2}{0.8} = \frac{90000/H_{d,\,field}^2}{100/0.5^2}$

이를 정리하면

$\frac{90000}{100} = \frac{0.2}{0.8} \cdot \frac{H_{d,\,field}^2}{0.5^2}$

$900 = 0.25 \cdot \frac{H_{d,\,field}^2}{0.25}$

$H_{d,\,field}^2 = 900$

$H_{d,\,field} = 30cm$

현장은 단면배수이므로 점토층 두께도 $30cm$이다.

선지별 해설

① O

계산 결과 현장의 배수거리이자 점토층 두께는 $30cm$이다. 불투수층 위의 단면배수 조건까지 반영한 값이므로 옳다.

② X

50cm는 계산 결과와 다르다. 틀린 표현은 수치 50cm이다. 올바르게는 점토층 두께가 $30cm$이다.

③ X

70cm는 계산 결과와 다르다. 틀린 표현은 수치 70cm이다. 올바르게는 점토층 두께가 $30cm$이다.

④ X

90cm는 계산 결과와 다르다. 틀린 표현은 수치 90cm이다. 올바르게는 점토층 두께가 $30cm$이다.

오답 포인트

이 문항의 함정은 배수거리와 실제 두께를 혼동하는 점, 실내압밀시험 공시체를 양면배수로 보지 않고 두께 10mm를 그대로 H_d에 넣는 점, T_{50}와 T_{90}의 비를 거꾸로 두는 점이다.

다시 나오면 이렇게 판단

압밀 시간 비교 문제는 먼저 배수조건으로 H_d를 정한 뒤 $T_v = C_v t/H_d^2$를 실내와 현장에 대해 비례식으로 묶어 판단하면 된다. 실내는 양면배수, 불투수층 위 현장은 단면배수인지부터 확인하면 된다.

NoteBase

암기 포인트

압밀시간은 $t \propto H_d^2/T_v$이고, 실내압밀시험 공시체는 보통 양면배수라서 배수거리가 두께의 절반이라는 점이 핵심이다.

NoteBase

문 14. 실내압밀시험에서 정규압밀점토에 수직응력을 100 kPa에서 1,000 kPa로 증가시켰을 때, 간극비가 0.7에서 0.2로 감소하였다. 점토의 압축지수는?

① 0.15

② 0.25

③ 0.35

④ 0.50

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 정규압밀점토의 압축지수 C_c를 간극비 변화와 수직응력비로 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 초기 간극비는 0.7, 최종 간극비는 0.2이다.
구해야 할 값: 압축지수 C_c이다.
주의할 조건: 정규압밀 구간의 압축지수는 $C_c = \frac{e_1 - e_2}{\log_{10}(\sigma'_2/\sigma'_1)}$로 계산한다.

사용할 공식

$C_c = \frac{e_1 - e_2}{\log_{10}(\sigma'_2/\sigma'_1)}$
이 문제는 실내압밀시험에서 정규압밀점토의 간극비가 응력 증가에 따라 얼마나 줄었는지를 주었으므로, 간극비 감소량을 응력비의 상용로그로 나누는 압축지수 공식을 사용한다.

계산 과정

1. 간극비 감소량은 $\Delta e = 0.7 - 0.2 = 0.5$이다.
2. 응력비는 $\sigma'_2/\sigma'_1 = 1000/100 = 10$이다.
3. $\log_{10}(10) = 1$이므로
$C_c = \frac{0.5}{1} = 0.5$
따라서 압축지수는 0.50이다.

NoteBase

선지 판단

① X
0.15는 계산 결과 0.50과 다르다. 틀린 표현은 "압축지수는 0.15이다"이고, 올바르게는 "압축지수는 0.50이다"이다.
② X
0.25는 간극비 감소량 0.5를 절반으로 잘못 본 값에 가깝다. 틀린 표현은 "압축지수는 0.25이다"이고, 올바르게는 "압축지수는 0.50이다"이다.
③ X
0.35는 응력비의 로그 계산을 잘못 넣었을 때 나오는 오답이다. 틀린 표현은 "압축지수는 0.35이다"이고, 올바르게는 "압축지수는 0.50이다"이다.
④ O
간극비 감소량은 0.5이고 응력비의 상용로그는 1이므로 $C_c = 0.5$가 된다. 따라서 0.50이 맞다.

오답 포인트

압축지수는 응력의 단순 차이 $1000 - 100$를 쓰는 값이 아니라 응력비 $1000/100$의 상용로그를 쓰는 값이다. 이 문항은 간극비 감소량 0.5는 바로 보이지만, $\log_{10}(10) = 1$을 놓치면 다른 수치를 고르기 쉽다는 점을 노린 문제이다.

다시 나오면 이렇게 판단

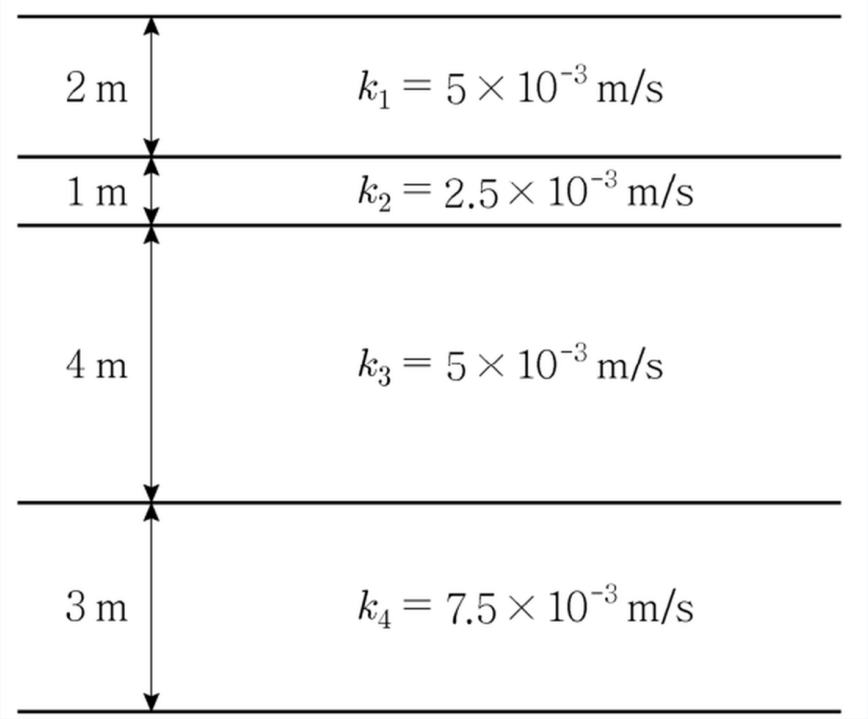
압밀 계산형 문항은 먼저 간극비 변화량을 구하고, 다음에 응력비를 만든 뒤, 마지막에 상용로그를 취해 공식에 대입하는 순서로 판단한다. 응력차가 아니라 응력비를 넣는지부터 확인하면 오답을 줄일 수 있다.

암기 포인트

정규압밀점토의 압축지수는 "간극비 감소량 ÷ 응력비의 상용로그"이며, 응력비가 10이면 $\log_{10}(10) = 1$이라 계산이 바로 끝난다.

NoteBase

문 15. 그림과 같은 다층지반에서 물이 연직방향으로 흐를 때, 등가투수계수[m/s]는?



① 2.5×10^{-3}

② 5.0×10^{-3}

③ 7.5×10^{-3}

④ 10.0×10^{-3}

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 다층지반에서 물이 연직방향으로 흐를 때 등가투수계수 k_v를 두께 가중 조화평균으로 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값:

- 1층: 두께 $2m$, $k_1 = 5 \times 10^{-3} m/s$
- 2층: 두께 $1m$, $k_2 = 2.5 \times 10^{-3} m/s$
- 3층: 두께 $4m$, $k_3 = 5 \times 10^{-3} m/s$
- 4층: 두께 $3m$, $k_4 = 7.5 \times 10^{-3} m/s$

구해야 할 값: 연직방향 등가투수계수 k_v

주의할 조건: 연직흐름은 각 층이 직렬로 연결된 상태이므로 산술평균이 아니라 조화평균 형태를 쓴다.

NoteBase

사용할 공식

$k_v = \frac{H}{\sum(h_i/k_i)}$

이 공식을 쓰는 이유는 연직방향 흐름에서는 각 층의 수두손실이 더해져 전체 저항이 직렬합으로 계산되기 때문이다.

계산 과정

1. 전체 두께는 $H = 2 + 1 + 4 + 3 = 10m$이다.
2. 각 층의 h_i/k_i를 구하면

$\frac{2}{5\times10^{-3}} = 400, \quad \frac{1}{2.5\times10^{-3}} = 400, \quad \frac{4}{5\times10^{-3}} = 800, \quad \frac{3}{7.5\times10^{-3}} = 400$

이다.

3. 따라서

$\sum(h_i/k_i) = 400 + 400 + 800 + 400 = 2000$

이고,

$k_v = \frac{10}{2000} = 0.005 = 5.0\times10^{-3} m/s$

이다.

선지별 해설

① X

- $2.5\times10^{-3} m/s$는 계산 결과와 다르다. 이는 가장 작은 층의 투수계수 k_2만 보고 판단한 값에 가깝고, 다층지반 전체의 연직 등가투수계수 값은 아니다.
- 틀린 값 표현은 $2.5\times10^{-3} m/s$이고, 올바르게는 $5.0\times10^{-3} m/s$이다.

② O

- 연직 등가투수계수는 $k_v = 5.0\times10^{-3} m/s$로 계산된다. 계산 결과와 일치하므로 옳다.

③ X

- $7.5\times10^{-3} m/s$는 4층의 개별 투수계수 k_4일 뿐 전체 지반의 연직 등가투수계수가 아니다. 연직흐름에서는 큰 k 하나를 그대로 정답으로 쓸 수 없다.
- 틀린 값 표현은 $7.5\times10^{-3} m/s$이고, 올바르게는 $5.0\times10^{-3} m/s$이다.

④ X

- $10.0\times10^{-3} m/s$는 공식 계산 결과보다 크며, 층별 투수계수를 단순 합산하거나 평균 개념을 잘못 적용한 값이다. 직렬 흐름의 등가투수계수는 이런 방식으로 구하지 않는다.
- 틀린 값 표현은 $10.0\times10^{-3} m/s$이고, 올바르게는 $5.0\times10^{-3} m/s$이다.

오답 포인트

연직방향 흐름인데 수평방향 공식처럼 산술평균으로 처리하거나, 가장 크거나 가장 작은 k를 그대로 고르는 실수가 잦다. 이 문항은 연직흐름이면 저항의 직렬합을 먼저 떠올리는지를 묻는다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

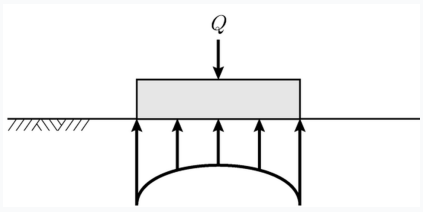
층상지반 문제는 먼저 흐름방향이 수평인지 연직인지부터 확인한다. 연직이면 $k_v = H/\sum(h_i/k_i)$, 수평이면 $k_h = \sum(h_i k_i)/H$로 구분해서 계산한다.

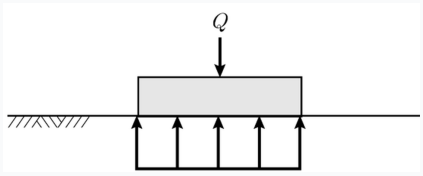
암기 포인트

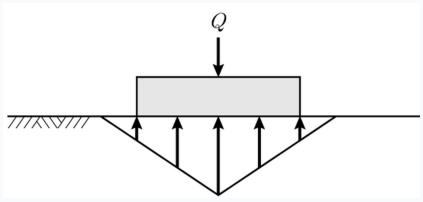
층상지반은 연직흐름 조화평균, 수평흐름 산술평균으로 정리된다.

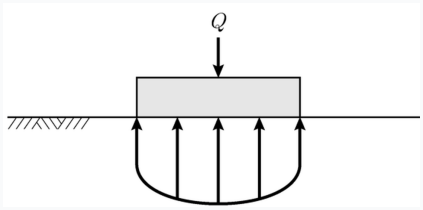
NoteBase

문 16. 모래 지반 위에 놓인 강성기초에 하중 Q가 작용할 때, 기초 바닥면에 작용하는 접지압력 분포로 옳은 것은?

① 

② 

③ 

④ 

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 모래 지반 위 강성기초에서 나타나는 접지압력 분포 형상을 도식으로 구별하는 문제이다.

NoteBase

선지별 해설

① X
가장자리의 접지압이 크고 중앙의 접지압이 작은 곡선형 분포를 그린 도식이다. 이는 모래 지반 위 강성기초의 전형적 분포가 아니다. 틀린 표현은 "중앙보다 가장자리가 큰 분포"이고, 올바르게는 "중앙이 가장 크고 가장자리가 작아지는 분포"이다.

② X
전 구간에 걸쳐 접지압이 일정한 등분포 도식이다. 강성기초가 모래 지반에 놓일 때는 중앙과 가장자리의 분포 차이가 나타나므로 등분포로 보지 않는다. 틀린 표현은 "전면 등분포"이고, 올바르게는 "중앙부가 더 큰 비등분포"이다.

③ X
중앙이 크고 가장자리로 갈수록 작아지는 점은 맞지만, 분포 형상을 직선적인 삼각형으로 단순화하였다. 모래 지반 위 강성기초의 접지압은 보통 곡선형으로 표현한다. 틀린 표현은 "삼각형 분포"이고, 올바르게는 "중앙 최대의 곡선형 분포"이다.

④ O
중앙의 접지압이 가장 크고 양 가장자리로 갈수록 작아지는 곡선형 분포이다. 이는 모래 지반 위 강성기초에서 대표적으로 사용하는 접지압 도식과 일치한다.

오답 포인트

③처럼 중앙 최대라는 특징만 보고 정답으로 고르기 쉽지만, 이 문제는 분포의 크기 관계뿐 아니라 형상까지 함께 묻는다. 모래 지반의 강성기초는 중앙 최대의 곡선형 분포로 기억해야 하며, ①의 가장자리 최대 분포와 뒤바꾸지 않아야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

강성기초인지 먼저 확인한 뒤 지반이 모래인지 점성토인지 구분한다. 모래 지반이면 중앙 최대의 곡선형 분포, 점성토 지반이면 가장자리 최대의 곡선형 분포로 판단한다.

암기 포인트

사질지반 강성기초는 중앙 크고 가장자리 작은 곡선형 접지압 분포이다.

NoteBase

문 17. 흙의 실내전단시험에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 일축압축시험에서 흙의 내부마찰각이 0°일 때, 점착력은 일축압축강도와 같다.

② 압밀배수 삼축압축시험은 전단 단계에서 간극수압이 발생하지 않는다.

③ 베인전단시험은 점토의 전단강도를 측정하는 데 적합하다.

④ 직접전단시험은 전단면이 미리 결정되어 있다.

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 흙의 실내전단시험별 적용 대상과 기본 관계식, 특히 일축압축시험에서의 $\phi = 0$ 조건과 삼축압축시험의 배수 조건을 구별하는지를 묻는 문제이다.

핵심 개념

일축압축시험은 구속압이 없는 점토의 비배수 강도를 보는 시험이며, $\phi = 0$이면 모어-쿨롱 파괴조건에서 $q_u = 2c_u$가 성립한다.
압밀배수 삼축압축시험은 압밀 후 전단 중에도 배수를 허용하므로 전단 과정에서 과잉간극수압이 축적되지 않는다.
베인전단시험은 연약한 점토의 비배수 전단강도를 현장 또는 실내에서 간편하게 구하는 데 적합하다.
직접전단시험은 전단상자가 미리 정한 면을 따라 파괴가 일어나므로 전단면이 사전에 결정되어 있다.

NoteBase

선지별 해설

① X
- 틀린 부분은 "점착력은 일축압축강도와 같다"는 표현이다.
- $\phi = 0$인 일축압축시험에서는 $q_u = 2c_u$이므로 점착력은 일축압축강도와 같은 값이 아니라 그 절반이다.
- 올바르게는 "일축압축시험에서 흙의 내부마찰각이 0°일 때 점착력은 일축압축강도의 절반이다"이다.

② O
- 압밀배수 삼축압축시험(CD시험)은 압밀 단계와 전단 단계 모두 배수를 허용한다.
- 따라서 전단 중 과잉간극수압이 발생하여 축적되지 않는다는 설명은 옳다.

③ O
- 베인전단시험은 특히 연약점토와 같은 점성토의 비배수 전단강도 측정에 적합하다.
- 시료 교란을 적게 하면서 점토의 전단강도를 빠르게 구할 수 있으므로 진술이 맞다.

④ O
- 직접전단시험은 전단상자 경계면을 따라 시료가 미끄러지도록 장치가 구성된다.
- 따라서 파괴가 일어날 전단면이 미리 정해져 있다는 설명은 옳다.

오답 포인트

①에서 수험생이 자주 헷갈리는 지점은 $\phi = 0$ 조건 자체는 기억하면서도 일축압축강도 q_u와 점착력 c_u의 관계를 같은 값으로 착각하는 점이다. 이 문항은 시험 이름만 보고 외우면 ①을 맞는 말처럼 보기 쉽다는 함정을 둔 문제이다.

다시 나오면 이렇게 판단

전단시험 문제는 먼저 시험명을 보고 배수 조건, 전단면의 고정 여부, 주 적용 토질을 대응시켜 판단한다.
일축압축시험에서 $\phi = 0$이 나오면 바로 $q_u = 2c_u$를 떠올려 점착력이 강도의 절반인지 확인하면 된다.

암기 포인트

일축압축 $\phi = 0$이면 $q_u = 2c_u$, CD시험은 전단 중 배수, 베인은 연약점토, 직접전단은 전단면 고정이다.

NoteBase

문 18. 모래 시료에 구속압력 150 kPa를 가하여 압밀비배수 삼축압축시험을 수행한 결과, 파괴 시 측정된 간극수압이 50 kPa이었다. 유효응력 상태로 산정한 모래의 내부마찰각이 30°일 때, 파괴 시 축차응력[kPa]은? (단, Mohr-Coulomb 파괴규준을 적용한다)

① 50

② 100

③ 200

④ 300

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 압밀비배수 삼축압축시험에서 유효응력 기준 Mohr-Coulomb 파괴조건을 적용해 파괴 시 축차응력을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 구속압력 $\sigma_3 = 150\text{kPa}$, 파괴 시 간극수압 $u = 50\text{kPa}$, 유효응력 기준 내부마찰각 $\phi' = 30\,^\circ$이다.
구해야 할 값: 파괴 시 축차응력 $q_f = \sigma_1 - \sigma_3$이다.
주의할 조건: Mohr-Coulomb 파괴기준은 유효응력에 적용하므로 먼저 σ_3'를 구해야 한다.

사용할 공식

유효 구속압력은 $\sigma_3' = \sigma_3 - u$이다.
사질토에서 $c' = 0$이면 파괴 시 $\frac{\sigma_1'}{\sigma_3'} = \frac{1+\sin\phi'}{1-\sin\phi'}$이다.
축차응력은 $q_f = \sigma_1 - \sigma_3 = \sigma_1' - \sigma_3'$이다.
이 공식을 쓰는 이유: 문제에서 내부마찰각을 유효응력 상태로 주었으므로 총응력이 아니라 유효 주응력으로 파괴조건을 적용해야 하기 때문이다.

계산 과정

1. 유효 구속압력은 $\sigma_3' = 150 - 50 = 100\text{kPa}$이다.
2. $\phi' = 30\,^\circ$이므로 $\sin\phi' = 0.5$, 따라서 $\frac{\sigma_1'}{\sigma_3'} = \frac{1+0.5}{1-0.5} = 3$이다.
3. 파괴 시 유효 최대주응력은 $\sigma_1' = 3 \times 100 = 300\text{kPa}$이다.
4. 따라서 축차응력은 $q_f = \sigma_1' - \sigma_3' = 300 - 100 = 200\text{kPa}$이다. 같은 값으로 총응력에서도 $\sigma_1 = 300 + 50 = 350\text{kPa}$, $q_f = 350 - 150 = 200\text{kPa}$가 된다.

NoteBase

선지 판단

① X: 50 kPa는 파괴 시 측정된 간극수압 u이다. 축차응력과는 다른 값이며, 올바르게는 '파괴 시 간극수압은 50 kPa이다'로 고쳐야 한다.
② X: 100 kPa는 $\sigma_3' = 150 - 50$으로 계산한 유효 구속압력이다. 축차응력이 아니라 유효 최소주응력이므로, 올바르게는 '파괴 시 유효 구속압력은 100 kPa이다'로 고쳐야 한다.
③ O: 유효응력 파괴조건에서 $\sigma_1' = 300\text{kPa}$, $\sigma_3' = 100\text{kPa}$이므로 축차응력은 $300 - 100 = 200\text{kPa}$이다.
④ X: 300 kPa는 파괴 시 유효 최대주응력 σ_1'이다. 문제에서 묻는 축차응력은 $\sigma_1 - \sigma_3$ 또는 $\sigma_1' - \sigma_3'$이므로, 올바르게는 '파괴 시 유효 최대주응력은 300 kPa이다'로 고쳐야 한다.

오답 포인트

간극수압 50 kPa를 그대로 답으로 고르거나, 계산된 $\sigma_1' = 300\text{kPa}$를 축차응력으로 착각하면 틀린다. 이 문항의 함정은 '유효 최대주응력', '유효 구속압력', '축차응력'을 서로 구분하지 못하게 만드는 데 있다.

다시 나오면 이렇게 판단

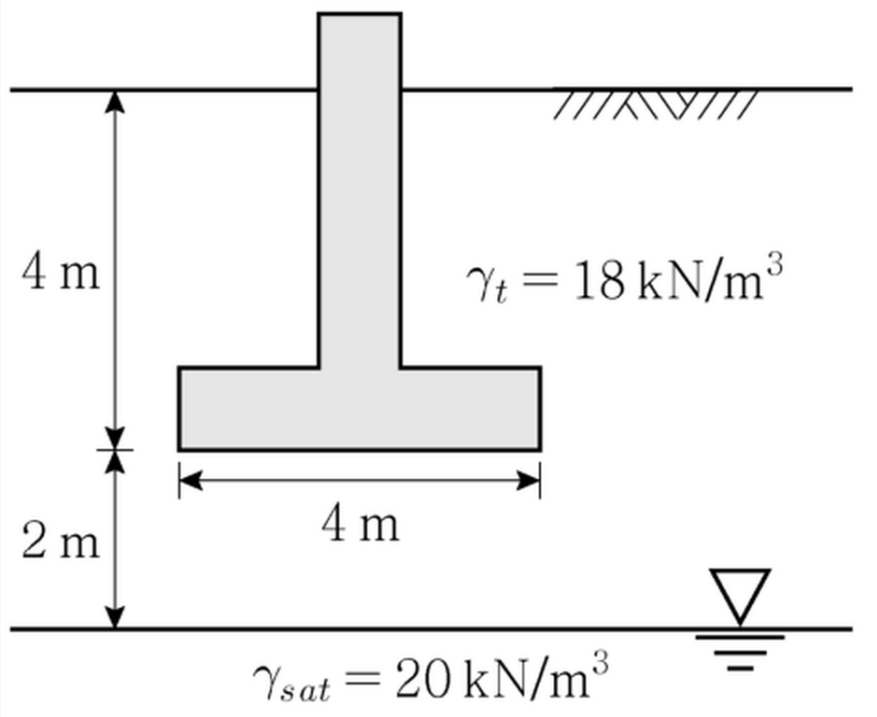
CU 삼축시험에서 유효응력 기준 값이 주어지면 먼저 $\sigma' = \sigma - u$로 환산한 뒤, Mohr-Coulomb로 σ_1'과 σ_3'의 관계를 구하고, 마지막에 문제에서 요구한 값이 σ_1', 총 σ_1, 축차응력 q 중 무엇인지 확인해 답을 정한다.

암기 포인트

유효응력 기준 삼축압축에서는 먼저 $\sigma' = \sigma - u$로 바꾸고, 축차응력은 $q = \sigma_1 - \sigma_3 = \sigma_1' - \sigma_3'$로 계산한다.

NoteBase

문 19. 그림과 같이 지하수위가 정사각형 기초 아래에 있다. 극한지지력공식 $1.3cN_c + qN_q + 0.4\bar{\gamma}BN_\gamma$를 이용할 때, 사용하는 흙의 단위중량 $\bar{\gamma}$[kN/m^3]는? (단, 물의 단위중량은 10 kN/m^{3}이다)



① 12

② 14

③ 16

④ 18

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 극한지지력식의 N_γ항에 들어가는 보정 단위중량 $\bar{\gamma}$를 지하수위 위치에 따라 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 기초폭 $B = 4m$, 지하수위는 기초저면 아래 $2m$, 지하수위 위 흙의 단위중량 $\gamma_t = 18kN/m^3$, 지하수위 아래 흙의 포화단위중량 $\gamma_{sat} = 20kN/m^3$, 물의 단위중량 $\gamma_w = 10kN/m^3$이다.
구해야 할 값: 극한지지력식 $1.3cN_c + qN_q + 0.4\bar{\gamma}BN_\gamma$에서 사용하는 $\bar{\gamma}$이다.
주의할 조건: N_γ항은 기초저면 아래 B 범위의 평균 단위중량을 사용하므로, 지하수위 아래 구간은 포화단위중량이 아니라 유효단위중량을 반영한다.

NoteBase

사용할 공식

지하수위 아래의 유효단위중량은 $\gamma' = \gamma_{sat} - \gamma_w$이다.
또한 지하수위가 기초저면 아래 d만큼 있고 $0 < d < B$이면 N_γ항의 단위중량은
$\bar{\gamma} = \frac{d}{B}\gamma_t + \left(1 - \frac{d}{B}\right)\gamma'$
이다.
이 공식을 쓰는 이유는 N_γ항이 기초저면 바로 아래의 전단파괴 영역을 반영하므로, 지하수위 위 구간은 γ_t, 지하수위 아래 구간은 γ'를 나누어 평균해야 하기 때문이다.

계산 과정

1. 지하수위 아래의 유효단위중량을 구하면 $\gamma' = 20 - 10 = 10kN/m^3$이다.
2. 지하수위는 기초저면 아래 $2m$, 기초폭은 $4m$이므로 B 범위 중 절반은 지하수위 위, 절반은 지하수위 아래이다.
3. 따라서
$\bar{\gamma} = \frac{2}{4} \times 18 + \frac{2}{4} \times 10 = 9 + 5 = 14kN/m^3$
이다.
4. 계산 결과가 $14kN/m^3$이므로 정답은 2번이다.

선지별 해설

① X: 12는 틀리다. N_γ항의 $\bar{\gamma}$는 기초저면 아래 $4m$ 범위의 평균 단위중량이므로, 18과 10을 절반씩 반영한 $14kN/m^3$가 되어야 한다. 12는 지하수위 보정을 과대하게 한 값이다. 올바르게는 14이다.
② O: 14는 옳다. 지하수위 아래에서는 $\gamma_{sat} = 20$을 그대로 쓰지 않고 $\gamma' = 20 - 10 = 10kN/m^3$를 사용하며, 위아래 각 $2m$씩 평균하면 $14kN/m^3$가 된다.
③ X: 16은 틀리다. 지하수위 아래 구간의 단위중량을 충분히 감소시키지 않으면 이런 큰 값이 나온다. 수위 아래 구간은 포화단위중량이 아니라 유효단위중량 $10kN/m^3$를 써야 하므로 올바르게는 14이다.
④ X: 18은 틀리다. 이는 기초저면 아래 전 구간이 지하수위 위에 있다고 보고 γ_t만 사용한 값이다. 실제로는 아래 $2m$가 지하수위 아래이므로 올바르게는 14이다.

오답 포인트

이 문항의 함정은 qN_q항과 N_γ항에 쓰는 단위중량을 혼동하는 데 있다. 특히 지하수위가 기초저면 아래에 있으면 무조건 18을 쓰거나, 수위 아래에서 $\gamma_{sat} = 20$을 그대로 쓰는 실수가 자주 나온다. N_γ항은 기초저면 아래 B 범위의 평균 단위중량이며, 수위 아래는 반드시 $\gamma' = \gamma_{sat} - \gamma_w$로 바꿔야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 어떤 항의 단위중량을 묻는지 확인한다. N_γ항이면 기초저면 아래 B 범위를 본다. 그다음 지하수위 위치를 d로 두고, $d \geq B$이면 γ_t, $d = 0$이면 γ', $0 < d < B$이면 $\bar{\gamma} = \frac{d}{B}\gamma_t + \left(1 - \frac{d}{B}\right)\gamma'$로 선형 보정하면 된다.

NoteBase

암기 포인트

N_γ항은 기초저면 아래 B 범위의 평균 단위중량을 쓰고, 수위 아래에서는 γ_{sat}가 아니라 $\gamma' = \gamma_{sat} - \gamma_w$를 쓴다.

NoteBase

문 20. Taylor 안정수를 이용한 유한사면 안전율 공식에 포함되는 요소로 옳지 않은 것은?

① 사면 높이

② 흙의 비배수전단강도

③ 흙의 단위중량

④ 흙의 간극비

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 Taylor 안정수를 이용한 유한사면 안전율식에 직접 들어가는 기본 변수와 식에 직접 들어가지 않는 흙의 상태량을 구별하는지를 묻는다.

핵심 개념

Taylor 안정수는 점성토 사면의 안정해석에서 비배수 전단강도, 흙의 단위중량, 사면 높이, 사면기하를 연결해 안전율을 평가하는 개념이다.
간극비는 흙의 공극 상태를 나타내는 지표이지만 Taylor 안정수를 이용한 기본 안전율식의 직접 변수로 쓰이지는 않는다.

선지별 해설

1번 O: 사면 높이 H는 자중에 의한 활동력을 결정하므로 Taylor 안정수를 이용한 유한사면 안전율식에 포함된다.
2번 O: 흙의 비배수전단강도 c_u는 사면의 저항력에 해당하는 핵심 변수이므로 식에 포함된다.
3번 O: 흙의 단위중량 γ는 자중에 따른 활동력 산정에 필요하므로 식에 포함된다.
4번 X: 틀린 표현은 '흙의 간극비'이다. 간극비 e는 압축성이나 상대적 조밀 상태를 설명할 때 쓰이는 상태량이며 Taylor 안정수를 이용한 기본 안전율식의 직접 항은 아니다. 올바르게는 간극비 대신 비배수전단강도, 단위중량, 사면 높이 같은 항이 포함된다.

오답 포인트

간극비가 흙의 성질과 관련된 값이라는 이유로 안전율식의 직접 변수라고 오인하기 쉽다. 이 문제는 '흙의 성질에 영향을 주는 값'과 '식에 바로 들어가는 값'을 구분하는 함정을 둔 문항이다.

다시 나오면 이렇게 판단

사면 안정 공식 문제에서는 먼저 저항력 항과 활동력 항을 떠올리면 된다. 비배수전단강도는 저항력, 단위중량과 사면 높이는 활동력 쪽 변수이고, 간극비처럼 상태를 설명하는 지표는 식의 직접 변수인지 별도로 확인하면 된다.

NoteBase

암기 포인트

Taylor 사면 안정은 c_u, γ, H 중심이고 간극비 e는 직접식 항이 아니다.

NoteBase

문 21. 흙의 내부마찰각이 $30\,^\circ$일 때, Rankine의 주동토압계수 K_a와 수동토압계수 K_p의 비 $\left[\frac{K_a}{K_p}\right]$는?

① 9
② 1
③ $\frac{1}{3}$
④ $\frac{1}{9}$

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 Rankine 토압이론에서 내부마찰각으로 K_a, K_p를 구한 뒤 비 K_a/K_p를 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 흙의 내부마찰각 $\phi = 30\,^\circ$이다.
구해야 할 값: K_a/K_p이다.
주의할 조건: Rankine 이론에서는 $K_a = \tan^2(45\,^\circ - \phi/2)$, $K_p = \tan^2(45\,^\circ + \phi/2)$를 사용한다.

사용할 공식

$K_a = \tan^2\left(45\,^\circ - \frac{\phi}{2}\right), \quad K_p = \tan^2\left(45\,^\circ + \frac{\phi}{2}\right)$
이 공식을 쓰는 이유는 문제에서 Rankine의 주동토압계수와 수동토압계수의 비를 직접 묻고 있기 때문이다.

계산 과정

1. $\phi = 30\,^\circ$이므로 $\phi/2 = 15\,^\circ$이다.
2. $K_a = \tan^2(45\,^\circ - 15\,^\circ) = \tan^2 30\,^\circ = (1/\sqrt{3})^2 = 1/3$이다.
3. $K_p = \tan^2(45\,^\circ + 15\,^\circ) = \tan^2 60\,^\circ = (\sqrt{3})^2 = 3$이다.
4. 따라서 $K_a/K_p = (1/3)/3 = 1/9$이다.

선지 판단

① X: 9는 계산값 1/9의 역수이다. 틀린 표현은 비를 거꾸로 본 점이며, 올바르게는 $K_p/K_a = 9$이다.
② X: 1은 K_a와 K_p가 같을 때의 값인데, $\phi = 30\,^\circ$에서는 $K_a = 1/3$, $K_p = 3$으로 서로 다르다. 올바르게는 비가 1이 아니라 1/9이다.
③ X: 1/3은 K_a 자체의 값이다. 틀린 표현은 K_a를 K_a/K_p로 착각한 점이며, 올바르게는 $K_a/K_p = (1/3)/3 = 1/9$이다.
④ O: $K_a = 1/3$, $K_p = 3$이므로 $K_a/K_p = 1/9$가 되어 맞는 선택지이다.

NoteBase

오답 포인트

주동토압계수 K_a와 수동토압계수 K_p의 개별값은 기억해도 마지막 비에서 분자와 분모를 뒤집으면 ①로 틀리기 쉽다. 또 $K_a = 1/3$만 구하고 비 계산을 멈추면 ③으로 빠지기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

내부마찰각이 주어지면 먼저 $45^\circ \pm \phi/2$를 만들어 K_a, K_p를 각각 계산하고, 마지막에 문제에서 묻는 비의 분자와 분모를 다시 확인한다.

암기 포인트

Rankine에서 $\phi = 30^\circ$이면 $K_a = 1/3, K_p = 3$, 따라서 $K_a/K_p = 1/9$이다.

NoteBase

문 22. 표준관입시험에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① N값 측정과 동시에 시료를 채취할 수 있다.

② 측정된 N값으로 모래의 내부마찰각을 추정할 수 있다.

③ 해머의 에너지 효율과 상관없이 측정된 N값은 동일하다.

④ 측정하는 N값은 해머를 자유낙하시켜 샘플러 30cm를 관입하는 데 필요한 타격횟수이다.

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 표준관입시험의 N값 의미와 활용, 그리고 해머 에너지 효율 보정 필요성을 묻는 문제이다.

핵심 개념

표준관입시험은 분할스푼 샘플러를 타격하여 지반의 관입저항을 보는 현장시험이다.
N값은 초기 관입 15cm를 제외하고 이후 30cm를 관입시키는 데 필요한 타격횟수이다.
측정 N값은 해머의 실제 에너지 전달 효율에 따라 달라질 수 있으므로 비교나 상관식 적용 때는 에너지 보정을 고려한다.

선지별 해설

① O
분할스푼 샘플러를 사용하므로 N값을 측정하면서 교란시료를 동시에 채취할 수 있다.

② O
사질토에서는 N값과 상대밀도, 내부마찰각 사이에 경험적 상관관계가 있어 측정된 N값으로 내부마찰각을 추정할 수 있다.

③ X
틀린 부분은 "해머의 에너지 효율과 상관없이"이다.
표준관입시험의 N값은 해머가 실제로 전달한 에너지의 크기에 영향을 받으므로 에너지 효율이 다르면 같은 지반에서도 측정 N값이 달라질 수 있다.
올바르게는 "측정된 N값은 해머의 에너지 효율에 따라 달라질 수 있으므로 필요하면 표준 에너지 기준으로 보정하여 비교한다"이다.

④ O
표준관입시험의 N값은 해머를 자유낙하시켜 샘플러를 관입할 때의 타격횟수를 뜻하며, 실무적으로는 초기 15cm를 제외한 나머지 30cm 관입에 필요한 타격횟수를 사용한다.

NoteBase

오답 포인트

③은 N값을 장비와 무관한 절대값처럼 보면 틀리기 쉽다. N값은 타격에너지 조건의 영향을 받으므로 보정 없는 단순 비교가 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

표준관입시험 선지는 먼저 N값의 정의가 초기 15cm를 버리고 이후 30cm 타격횟수인지 확인하고, 다음으로 시료채취 가능 여부와 에너지 보정 필요 여부를 구분하면 된다.

암기 포인트

SPT는 시료채취가 가능하고, N값은 최종 30cm의 타격횟수이며, 해머 에너지 효율이 다르면 N값도 달라질 수 있다.

NoteBase

문 23. 높이 10m인 옹벽에서 배면 흙의 단위중량이 18kN/m^3, 내부마찰각은 0°, 점착력은 27 kPa이다. 배면 지표면에 등분포하중 9 kPa이 작용하는 경우에 발생하는 인장균열 길이 z_A와 작용하지 않는 경우의 인장균열 깊이 z_B의 비 $\left[\frac{z_B}{z_A}\right]$는?

① 1.2

② 1.4

③ 1.6

④ 1.8

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 점착성 흙의 Rankine 주동토압식으로 등분포하중 유무에 따른 인장균열 깊이를 구한 뒤 그 비를 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값은 높이 10m, 단위중량 18kN/m^3, 내부마찰각 $\phi = 0\,^\circ$, 점착력 27 kPa, 등분포하중 $q = 9\text{kPa}$이다.
구해야 할 값은 등분포하중이 작용할 때의 인장균열 깊이 z_A와 작용하지 않을 때의 인장균열 깊이 z_B의 비 z_B/z_A이다.
$\phi = 0\,^\circ$이므로 $K_a = \tan^2(45^\circ - \phi/2) = 1$이다.

사용할 공식

점착성 흙의 주동토압은 $\sigma_a = K_a(\gamma z + q) - 2c\sqrt{K_a}$이다.
이 문제는 벽 배면 흙이 $\phi = 0\,^\circ$이므로 $K_a = 1$이 되어 $\sigma_a = \gamma z + q - 2c$로 단순화된다.
인장균열 깊이는 주동토압이 0이 되는 깊이이므로 $\sigma_a = 0$을 두고 z를 구하면 된다.

NoteBase

계산 과정

등분포하중이 작용할 때는

$\sigma_a = 18z + 9 - 2 \times 27 = 18z - 45$

이므로 $\sigma_a = 0$에서

$18z_A - 45 = 0 \Rightarrow z_A = \frac{45}{18} = 2.5\text{m}$

등분포하중이 없을 때는

$\sigma_a = 18z - 54$

이므로 $\sigma_a = 0$에서

$18z_B - 54 = 0 \Rightarrow z_B = \frac{54}{18} = 3.0\text{m}$

따라서

$\frac{z_B}{z_A} = \frac{3.0}{2.5} = 1.2$

이다.

선지 판단

① O: 계산 결과 $z_B/z_A = 1.2$이므로 옳다.

② X: 1.4는 등분포하중 q의 영향을 잘못 처리한 값이다. 실제로는 q가 있으면 $z_A = (2c - q)/\gamma$가 되어 인장균열 깊이가 2.5m로 정해진다. 틀린 표현은 "1.4"이고, 올바르게는 "1.2"이다.

③ X: 1.6은 z_A와 z_B를 계산한 뒤 비를 잘못 취한 값이다. 실제 비는 3.0/2.5이므로 1.2이다. 틀린 표현은 "1.6"이고, 올바르게는 "1.2"이다.

④ X: 1.8은 점착력 항 $2c$와 상재하중 q의 관계를 잘못 두어 비를 과대평가한 값이다. 인장균열 깊이는 $\sigma_a = 0$ 조건으로 계산해야 하므로 1.8이 될 수 없다. 틀린 표현은 "1.8"이고, 올바르게는 "1.2"이다.

오답 포인트

등분포하중이 작용하면 주동토압식의 절편이 커지므로 인장균열 깊이 z_A는 오히려 작아진다. 이를 반대로 이해하거나 q의 부호를 틀리면 1.4, 1.6 같은 오답을 고르게 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

점착성 흙의 인장균열 문제는 먼저 K_a를 정한 뒤 $\sigma_a = K_a(\gamma z + q) - 2c\sqrt{K_a}$를 쓰고, 마지막에 $\sigma_a = 0$을 두어 깊이를 구하면 된다. 이후 하중 유무에 따라 각각의 깊이를 계산해 비를 취하면 된다.

암기 포인트

$\phi = 0^\circ$이면 $K_a = 1$이고, 인장균열 깊이는 주동토압 0점이다. 상재하중이 커질수록 인장균열 깊이는 감소한다.

NoteBase

문 24. 흙의 단위중량이 19kN/m^{3}인 지반 위에 30m × 50m 크기의 보상기초를 시공하고자 한다. 기초지반에 작용하는 설계하중이 57 MN일 때, 완전보상기초의 굴착 깊이[m]는?

① 1.5
② 2.0
③ 2.5
④ 3.0

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 완전보상기초에서 굴착으로 제거한 흙의 중량과 기초지반에 작용하는 설계하중을 같게 두어 굴착 깊이를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 흙의 단위중량 19kN/m^3, 기초 크기 30m × 50m, 설계하중 57 MN이다.
구해야 할 값: 완전보상기초의 굴착 깊이이다.
주의할 조건: 57 MN은 57,000 kN으로 바꾸고, 기초 면적 전체에 대한 등분포하중으로 환산해야 한다.

사용할 공식

완전보상기초에서는 굴착으로 제거한 흙의 상재하중과 기초가 추가하는 하중이 같아 순증가응력이 0이 된다.
따라서 $q = \gamma D$, $D = q/\gamma$이다.
이 공식을 쓰는 이유: 문제에서 완전보상기초를 묻고 있으므로 기초하중을 굴착에 따른 제거하중으로 정확히 상쇄시키는 조건을 적용해야 하기 때문이다.

계산 과정

1. 기초 면적은 $A = 30 \times 50 = 1500m^2$이다.
2. 기초지반에 작용하는 설계하중의 평균압력은 $q = \frac{57MN}{1500m^2} = \frac{57{,}000kN}{1500m^2} = 38kN/m^2$이다.
3. 완전보상 조건 $q = \gamma D$를 적용하면 $D = \frac{38}{19} = 2.0m$이다.

NoteBase

선지 판단

① X: 1.5m로 굴착하면 제거하중은 $19 \times 1.5 = 28.5 kN/m^2$이고 전체로는 42.75 MN이다. 설계하중 57 MN을 다 상쇄하지 못한다. 틀린 표현은 굴착 깊이를 1.5m로 본 점이며, 올바르게는 2.0m이다.
② O: 평균 설계압력 38kN/m^{2}를 흙의 단위중량 19kN/m^{3}로 나누면 굴착 깊이는 2.0m가 된다. 완전보상 조건을 정확히 만족한다.
③ X: 2.5m로 굴착하면 제거하중은 $19 \times 2.5 = 47.5 kN/m^2$이고 전체로는 71.25 MN이다. 설계하중보다 더 많이 제거하여 과보상 상태가 된다. 틀린 표현은 굴착 깊이를 2.5m로 본 점이며, 올바르게는 2.0m이다.
④ X: 3.0m로 굴착하면 제거하중은 $19 \times 3.0 = 57 kN/m^2$이고 전체로는 85.5 MN이다. 이는 설계하중 57 MN보다 훨씬 커서 완전보상이 아니라 과도한 보상이다. 틀린 표현은 굴착 깊이를 3.0m로 본 점이며, 올바르게는 2.0m이다.

오답 포인트

57 MN을 전체하중으로 두지 않고 바로 깊이와 비교하거나, 기초 면적 1500m^{2}로 나누지 않으면 오답이 나온다. 또한 완전보상은 제거하중과 설계하중이 같아지는 상태이지, 단위중량 숫자와 하중 숫자를 직접 맞추는 계산이 아니다.

다시 나오면 이렇게 판단

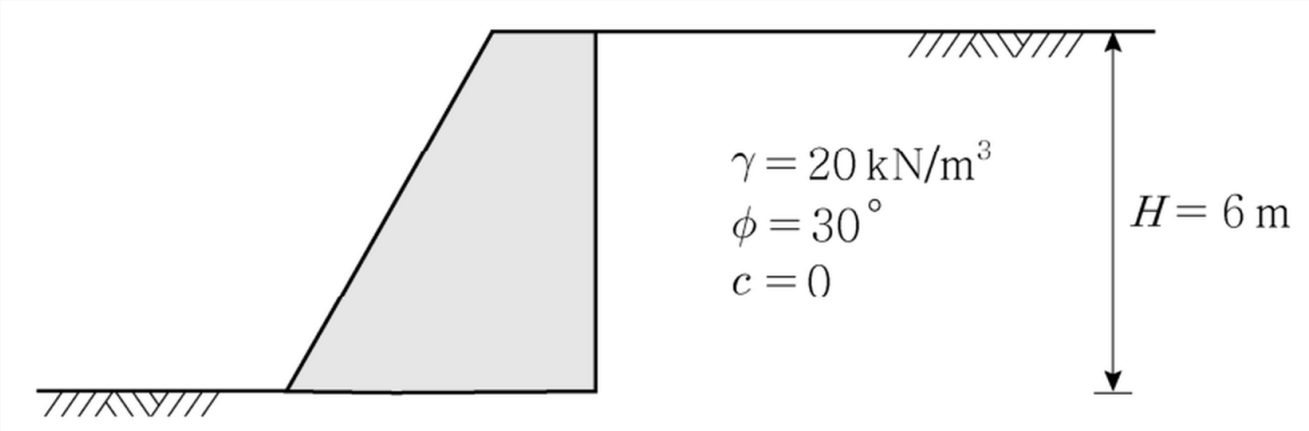
완전보상기초 문제는 먼저 전체하중을 기초면적으로 나누어 등분포 압력으로 바꾸고, 그다음 $q = \gamma D$를 적용해 깊이를 구하면 된다.

암기 포인트

완전보상기초는 순증가응력 0이므로 기초압력 = 굴착으로 제거한 흙의 상재압이다.

NoteBase

문 25. 그림과 같은 옹벽 배면에 주동토압이 작용하고 있다. 배면 지표면에 등분포하중 60kPa을 재하한 이후, 옹벽 배면에 작용하는 주동토압 증가량[kN/m]과 작용위치 증가량[m]은? (단, Rankine 토압이론을 적용하고, 작용점은 옹벽하단부터 계산한다)



① 주동토압 증가량: 120, 작용위치 증가량: 0.5

② 주동토압 증가량: 120, 작용위치 증가량: 0.8

③ 주동토압 증가량: 180, 작용위치 증가량: 0.5

④ 주동토압 증가량: 180, 작용위치 증가량: 0.8

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 Rankine 주동토압계수로 등분포하중분의 토압합력을 구하고, 제하 전후 합력 작용점의 변화량을 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값은 $\gamma = 20kN/m^3$, $\phi = 30^\circ$, $c = 0$, $H = 6m$, 등분포하중 $q = 60kPa$이다.
구해야 할 값은 제하된 등분포하중이 만들어 내던 주동토압의 크기와 제하 전후 합력 작용점 차이이다.
작용점은 옹벽하단부터 계산한다.

사용할 공식

Rankine 주동토압계수는 $K_a = \tan^2(45^\circ - \phi/2) = \frac{1-\sin\phi}{1+\sin\phi}$ 이다.
흙 자중에 의한 주동토압 합력은 $P_\gamma = \frac{1}{2}K_a\gamma H^2$ 이고 작용점은 옹벽하단에서 $H/3$ 이다.
등분포하중에 의한 주동토압 합력은 $P_q = K_a qH$ 이고 작용점은 옹벽하단에서 $H/2$ 이다.
이 공식을 쓰는 이유는 흙 자중분은 삼각형 토압분포, 등분포하중분은 직사각형 토압분포를 만들기 때문이다.

NoteBase

계산 과정

1. $\phi = 30^\circ$ 이므로 $K_a = \frac{1-\sin 30^\circ}{1+\sin 30^\circ} = \frac{1-0.5}{1+0.5} = \frac{1}{3}$ 이다.
2. 흙 자중만 있을 때의 합력은 $P_\gamma = \frac{1}{2} \times \frac{1}{3} \times 20 \times 6^2 = 120 kN/m$ 이고 작용점은 $6/3 = 2.0m$ 이다.
3. 제하된 등분포하중분의 합력은 $P_q = \frac{1}{3} \times 60 \times 6 = 120 kN/m$ 이고 작용점은 $6/2 = 3.0m$ 이다.
4. 제하 전 전체 합력은 $P = 120 + 120 = 240 kN/m$ 이고 작용점은 $y = \frac{120 \times 2.0 + 120 \times 3.0}{240} = 2.5m$ 이다.
5. 제하 후 합력은 $120 kN/m$, 작용점은 $2.0m$ 이므로 변화량의 크기는 $\Delta P = 120 kN/m$, $\Delta y = 2.5 - 2.0 = 0.5m$ 이다.

선지 판단

① O

주동토압 변화량은 제하된 등분포하중분의 합력 $P_q = 120 kN/m$ 이다. 작용점 변화량도 제하 전후 합력 위치 차가 $0.5m$ 이므로 옳다.

② X

주동토압 변화량 120 kN/m 는 맞지만 작용위치 증가량 0.8 m 는 틀리다. 틀린 표현은 '0.8m'이다. 올바르게는 제하 전후 합력 위치 차가 $2.5 - 2.0 = 0.5m$ 이므로 0.5m이다.

③ X

작용위치 증가량 0.5 m 는 맞지만 주동토압 증가량 180 kN/m 는 틀리다. 틀린 표현은 '180'이다. 올바르게는 등분포하중분 합력이 $K_a qH = \frac{1}{3} \times 60 \times 6 = 120 kN/m$ 이므로 120kN/m이다.

④ X

주동토압 증가량 180 kN/m 와 작용위치 증가량 0.8 m 가 모두 틀리다. 틀린 표현은 '180'과 '0.8m'이다. 올바르게는 각각 120kN/m, 0.5m이다.

오답 포인트

이 문항은 제하된 등분포하중분을 별도의 직사각형 토압분으로 분리하지 않으면 틀리기 쉽다. 180kN/m는 K_a 값을 잘못 잡거나 삼각형 자중분과 직사각형 하중분을 섞어 계산할 때 나오기 쉽고, 0.8m는 제하 전 합력 위치를 가중평균으로 구하지 않고 임의로 계산할 때 생기기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

옹벽 배면에 등분포하중이 붙거나 빠지면 흙 자중분은 삼각형, 등분포하중분은 직사각형으로 나누어 본다. 먼저 K_a 를 구하고, 다음에 각 합력의 크기와 작용점 $H/3$, $H/2$ 를 계산한 뒤 가중평균으로 전체 작용점을 판단한다.

암기 포인트

주동토압은 자중분 $\frac{1}{2}K_a\gamma H^2$ 가 $H/3$, 등분포하중분 $K_a qH$ 가 $H/2$ 에 작용한다.

NoteBase