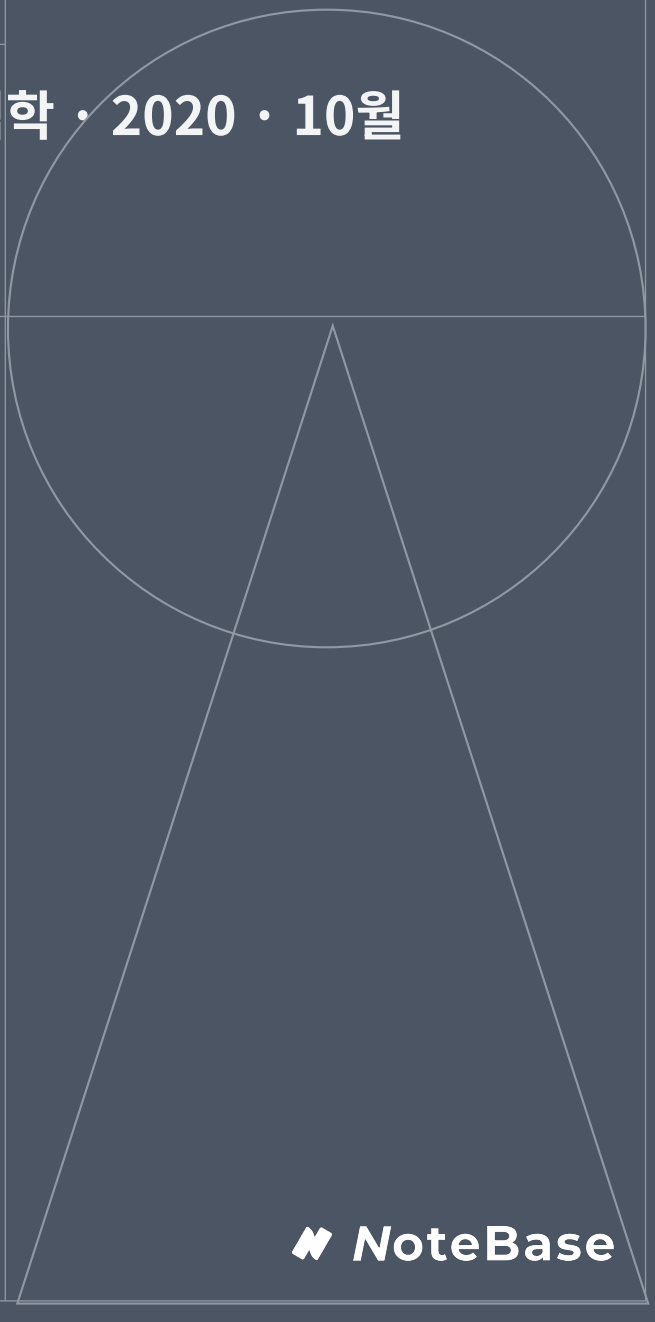
기출OX 해설집

공무원/서울시/7급 · 토질역학 · 2020 · 10월



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/서울시/7급 · 토질역학 · 2020 · 10월

공무원/서울시/7급 · 토질역학 · 2020 · 10월

문 1. 액성한계(LL: liquid limit) 40%, 소성한계(PL: plastic limit) 20%, 현장함수비(w) 30%인 흙의 액성지수(LI: liquidity index)는?

① 0

② 0.5

③ 1.0

④ 1.5

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 액성지수의 정의식에 액성한계, 소성한계, 현장함수비를 대입해 값을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 액성한계 $LL = 40\%$, 소성한계 $PL = 20\%$, 현장함수비 $w = 30\%$
구해야 할 값: 액성지수 LI
주의할 조건: 액성지수는 자연 함수비가 소성한계와 액성한계 사이에서 어느 위치에 있는지를 나타내는 비율이다.

사용할 공식

공식은 $LI = \frac{w - PL}{LL - PL}$이다.
이 공식을 쓰는 이유는 액성지수가 자연 함수비 w가 소성구간 $PL \sim LL$ 안에서 차지하는 상대적 위치를 나타내는 지수이기 때문이다.

계산 과정

1. 분모인 소성지수는 $LL - PL = 40 - 20 = 20$이다.
2. 분자인 자연 함수비와 소성한계의 차는 $w - PL = 30 - 20 = 10$이다.
3. 따라서 $LI = \frac{10}{20} = 0.5$이다.

NoteBase

선지별 해설

① X: 0은 $w = PL$일 때의 값이다. 이 문제는 w=30%, PL=20%이므로 액성지수는 0이 아니라 0.5이다.
② O: $LI = \frac{30-20}{40-20} = \frac{10}{20} = 0.5$이므로 옳다.
③ X: 1.0은 $w = LL$일 때의 값이다. 이 문제에서 w는 액성한계 40%가 아니라 30%이므로 액성지수는 1.0이 아니라 0.5이다.
④ X: 1.5가 되려면 $\frac{w-20}{20} = 1.5$이므로 w=50%여야 한다. 이 문제의 현장함수비는 30%이므로 액성지수는 1.5가 아니라 0.5이다.

오답 포인트

액성지수를 소성지수 $PI = LL - PL$와 혼동하거나, $w - PL$ 또는 $LL - PL$ 중 하나만 보고 답을 고르면 오답이 된다. 특히 0은 $w = PL$, 1은 $w = LL$이라는 기준점을 기억하지 못하면 ①과 ③에 흔들리기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

액성지수 문제는 먼저 $LL - PL$로 소성구간 길이를 구하고, 다음에 $w - PL$로 현재 위치를 구한 뒤, 두 값을 나누어 상대적 위치로 판단한다.

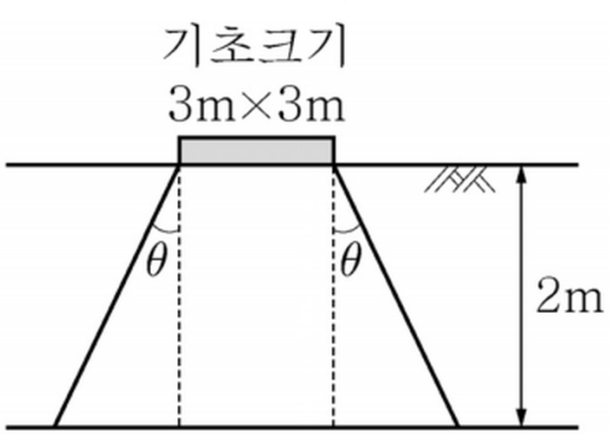
암기 포인트

액성지수는 PL에서 0, LL에서 1이 되는 상대위치 지수이다.

NoteBase

문 2. <보기>와 같이 지표면에 설치된 $3m \times 3m$ 크기의 정사각형 기초에 $50kN/m^2$의 등분포하중이 작용하고 있다. 기초 아래 $2m$ 깊이에서 연직응력 증가량[kN/m^2]은? (단, 지표면에 작용하는 하중이 분산되는 면적은 지중으로 깊어지면서 $\tan\theta = \frac{1}{2}$의 경사에 따라 증가한다.)

<보기>



① 12.5

② 16.0

③ 18.0

④ 25.0

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 지표면 등분포하중이 $\tan\theta = \frac{1}{2}$의 경사로 분산될 때, 깊이 2m에서의 분산면적과 연직응력 증가량을 구할 수 있는지를 묻는다.

조건 정리

주어진 값은 기초 크기 3m × 3m, 등분포하중 50kN/m^2, 깊이 2m이다.
구해야 할 값은 기초 아래 2m 지점의 연직응력 증가량이다.
주의할 조건은 $\tan\theta = \frac{1}{2}$ 이므로 깊이 2m에서 한쪽으로 퍼지는 길이가 $2 \times \frac{1}{2} = 1$ m라는 점이다.

사용할 공식

$Q = qBL, A_z = (B + 2z\tan\theta)(L + 2z\tan\theta), \Delta\sigma_z = \frac{Q}{A_z}$
이 문제는 지표면 하중이 깊이에 따라 양쪽으로 분산된다고 주어졌으므로, 먼저 총하중 Q를 구한 뒤 깊이 2m에서의 분산면적 A_z로 나누는 방식이 맞다.

NoteBase

계산 과정

1. 기초에 작용하는 총하중은 $Q = 50 \times 3 \times 3 = 450\ \text{kN}$이다.
2. 깊이 2m에서 한쪽으로 퍼지는 길이는 $2\tan\theta = 2 \times \frac{1}{2} = 1\ \text{m}$이다.
3. 따라서 깊이 2m에서의 분산 폭과 길이는 각각 $3 + 1 + 1 = 5\ \text{m}$이다.
4. 분산면적은 $A_z = 5 \times 5 = 25\text{m}^2$이다.
5. 연직응력 증가량은 $\Delta\sigma_z = \frac{450}{25} = 18\text{kN/m}^2$이다.

선지 판단

1번: X. 연직응력 증가량은 $\frac{450}{25} = 18.0\text{kN/m}^2$이므로 12.5는 계산 결과와 맞지 않는다. 잘못된 수치이며, 올바른 값은 18.0이다.
2번: X. 깊이 2m에서의 분산면적을 25m^2로 잡으면 반드시 18.0이 나온다. 16.0은 분산 폭 또는 총하중 처리 중 하나를 잘못 계산한 값이며, 올바른 값은 18.0이다.
3번: O. 총하중 450 kN이 깊이 2m에서 5m × 5m 면적으로 분산되므로 연직응력 증가량은 18.0kN/m^2이다.
4번: X. 25.0은 분산면적을 실제보다 작게 잡아 응력을 크게 계산한 값이다. 주어진 조건대로 계산한 올바른 값은 18.0이다.

오답 포인트

깊이 2m에서 퍼지는 길이 1m를 한쪽만 더하거나,
$\tan\theta = \frac{1}{2}$를 무시하고 분산면적을 잘못 잡으면 오답이 된다. 이 문제의 함정은 응력을 바로 50에서 비례만 시키지 말고 총하중 450 kN과 분산면적 25m^2를 순서대로 구해야 한다는 점이다.

다시 나오면 이렇게 판단

분산하중 계산 문제는 기초의 총하중을 먼저 구하고, 깊이 z에서 한쪽 확산길이 $z\tan\theta$를 양쪽에 더해 분산면적을 만든 뒤, 마지막에 총하중을 그 면적으로 나누는 순서로 판단한다.

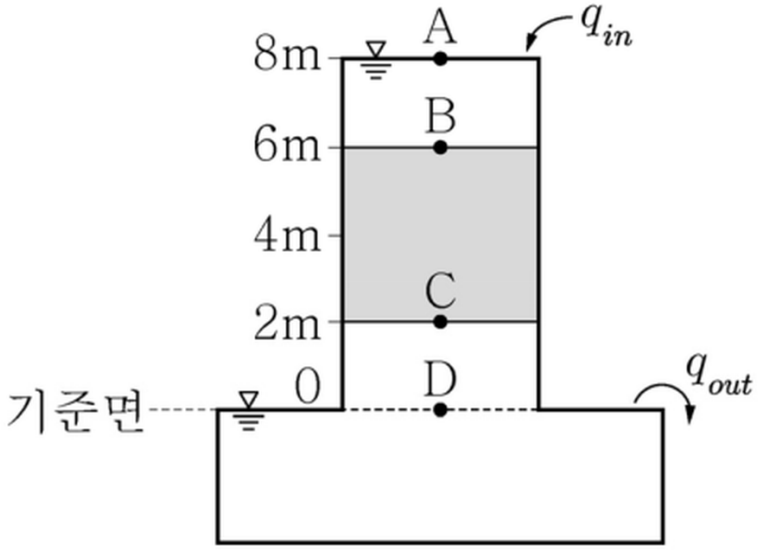
암기 포인트

2:1 분산법에서는 깊이 z에서 각 변 길이에 $2z\tan\theta$를 더한 면적으로 나누면 연직응력 증가량을 구할 수 있다.

NoteBase

문 3. <보기>의 Darcy 실험장치에 대한 설명으로 가장 옳은 것은?

<보기>



① A의 전수두가 B의 전수두보다 크다.

② B와 C의 전수두 차이는 4m이다.

③ C의 전수두는 2m이다.

④ D의 압력수두는 0m이다.

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 상부 자유수면 A가 8m, 하부 출구 D가 기준면 0m로 주어진 Darcy 도식에서 각 점의 위치수두, 압력수두, 전수두 관계를 읽는 문제이다.

NoteBase

선지별 해설

① X
A와 B는 같은 상부 수조에 있어 전수두가 모두 8m이다. A는 위치수두 8m와 압력수두 0m를 가지고, B는 위치수두 6m와 압력수두 2m를 가진다. 'A의 전수두가 B의 전수두보다 크다'가 틀렸고, 올바르게는 'A와 B의 전수두는 같다'이다.

② X
B의 전수두는 8m이고 C의 전수두는 하부 출구 경계와 같아 0m이므로 차이는 8m이다. '4m'가 틀렸고, 올바르게는 'B와 C의 전수두 차이는 8m'이다.

③ X
C는 위치수두가 2m인 점이지만 전수두는 0m이다. 전수두는 위치수두만이 아니라 압력수두까지 합한 값이므로 'C의 전수두는 2m'가 틀렸고, 올바르게는 'C의 전수두는 0m'이다.

④ O
D는 대기와 접한 출구 자유수면에 해당하므로 압력수두가 0m이다.

오답 포인트

②의 4m는 B와 C의 고저차만 본 값이고, ③의 2m는 C의 위치수두만 본 값이다. 이 문항은 전수두를 위치수두와 혼동하는지를 묻는 함정이 강하다.

다시 나오면 이렇게 판단

Darcy 도식은 먼저 자유수면과 출구의 압력수두를 0으로 두고, 같은 정수영역에서는 전수두가 일정하다고 본 뒤 $h = z + p/\gamma_w$로 각 점을 읽는다.

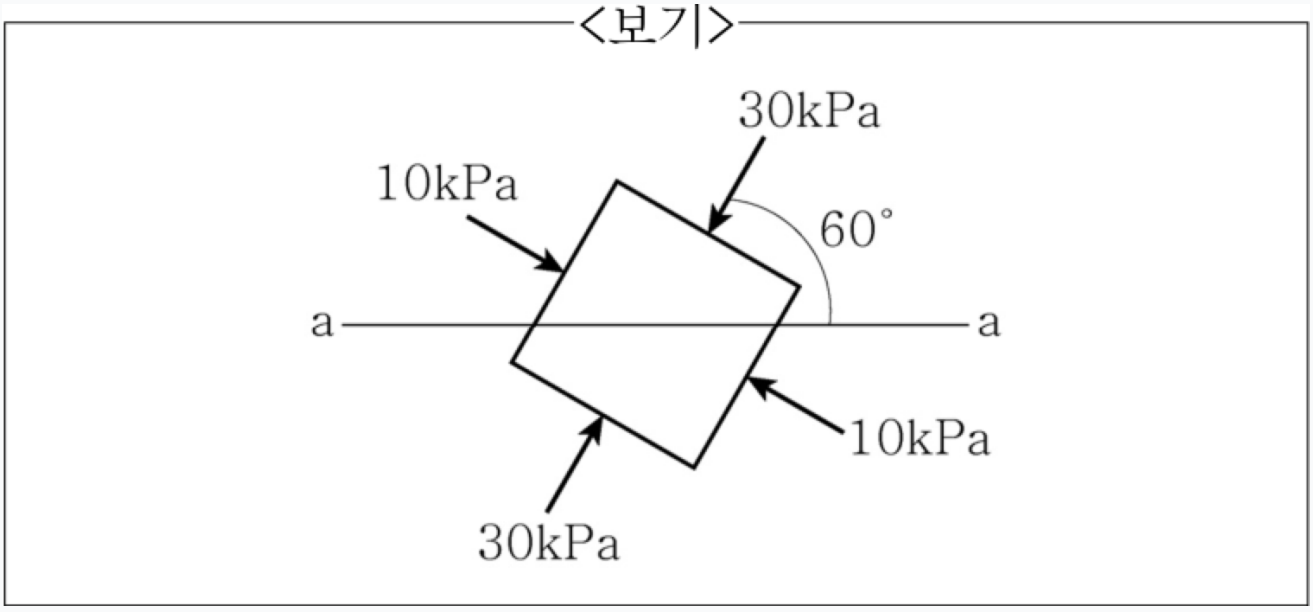
암기 포인트

자유수면은 압력수두 0이고, 전수두는 $h = z + p/\gamma_w$이다.

NoteBase

문 4. <보기>와 같은 응력을 받고 있는 요소에 대하여 a-a면에 작용하는 응력 [kPa]은?

<보기>



① $\sigma : 25,\ \tau : 5\sqrt{3}$

② $\sigma : 25,\ \tau : 4\sqrt{3}$

③ $\sigma : 20,\ \tau : 5\sqrt{3}$

④ $\sigma : 20,\ \tau : 4\sqrt{3}$

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 서로 직교하는 두 면에 작용하는 응력 상태가 주어졌을 때 응력변환식을 이용해 $a-a$면의 수직응력과 전단응력을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값:
- 서로 직교하는 한 면의 수직응력은 $10kPa$이다.
- 그와 직교하는 면의 수직응력은 $30kPa$이다.
- 처음 요소에는 전단응력이 없으므로 주응력 상태로 볼 수 있다.

구해야 할 값:
- $a-a$면의 수직응력 σ
- $a-a$면의 전단응력 τ

주의할 조건:
- 그림의 60 °는 $10kPa$가 작용하는 면과 $a-a$면 사이의 각도이다.

NoteBase

사용할 공식

$\sigma = \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} + \frac{\sigma_x - \sigma_y}{2}\cos 2\theta$
$\tau = -\frac{\sigma_x - \sigma_y}{2}\sin 2\theta$
이 공식을 쓰는 이유는 서로 직교하는 두 면의 응력이 주어져 있고, 그로부터 경사진 임의의 면 $a-a$에서의 응력을 구해야 하기 때문이다.

계산 과정

1. $10kPa$가 작용하는 면을 기준면으로 두면 $\sigma_x = 10kPa$, $\sigma_y = 30kPa$, $\theta = 60^\circ$이다.
2. 수직응력은
σ=(10+30)/(2)+(10-30)/(2)120^=20+(-10)×≤ft(-12)=25 kPa
3. 전단응력의 크기는
τ=≤ft|-(10-30)/(2)120^|=≤ft|10×(3)/(2)|=53 kPa
4. 따라서 $a-a$면에는 수직응력 $25kPa$, 전단응력 53 kPa가 작용한다.

선지별 해설

① O: 계산 결과가 $\sigma = 25kPa$, τ=53 kPa이므로 선지와 일치한다.
② X: $\sigma = 25kPa$는 맞지만 τ=43 kPa는 틀리다. 전단응력은 (30-10)/(2)120^=53 kPa이므로 올바르게는 $\sigma = 25kPa$, τ=53 kPa이다.
③ X: τ=53 kPa는 맞지만 $\sigma = 20kPa$는 틀리다. $20kPa$는 평균응력 $\frac{10+30}{2}$만 쓴 값이고 회전항을 빠뜨린 값이므로, 올바르게는 $\sigma = 25kPa$, τ=53 kPa이다.
④ X: $\sigma = 20kPa$, τ=43 kPa가 모두 틀리다. 올바르게는 $\sigma = 25kPa$, τ=53 kPa이다.

오답 포인트

이 문항의 함정은 $20kPa$를 그대로 답으로 두는 평균응력 착각과, 전단응력 계산에서 $\sin 120^\circ$를 잘못 처리하는 계산 실수이다. 특히 회전된 면의 응력은 평균응력만으로 끝나지 않고 $\cos 2\theta$, $\sin 2\theta$ 항이 함께 들어간다는 점이 핵심이다.

다시 나오면 이렇게 판단

응력변환 문제는 먼저 각도가 어느 기준면에서 재어진 것인지 확인하고, 그 면을 x면으로 둔 뒤 σ_x, σ_y, θ를 식에 그대로 대입하면 된다. 계산 뒤에는 평균응력에 회전항이 더해졌는지와 전단응력 크기가 $\frac{|\sigma_x - \sigma_y|}{2}$를 넘지 않는지를 함께 점검하면 된다.

암기 포인트

주응력만 주어진 경사면 응력은 평균응력 ± 회전항으로 정해지고, 전단응력의 최대 크기는 항상 $\frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2}$이다.

NoteBase

문 5. 사면안정 대책공법으로는 안전율의 감소를 방지하는 소극적인 방법과 안전율을 증가시키는 적극적인 방법이 있다. 안전율 증가공법에 해당하지 않는 것은?

① 쏘일네일링 공법
② 피복 공법
③ 그라우팅 공법
④ 어스앵커 공법

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 사면안정 대책공법을 안전율 감소를 막는 소극적 공법과 안전율을 직접 증가시키는 적극적 공법으로 구분할 수 있는지를 묻는 문제이다.

핵심 개념

소극적 공법은 풍화, 침식, 표면붕괴 같은 원인을 억제하여 기존 안전율의 저하를 막는 방법이다. 키워드는 표면보호, 배수, 침식방지이다.
적극적 공법은 보강재나 개량으로 저항력을 키우거나 활동력을 줄여 안전율을 직접 높이는 방법이다. 키워드는 보강, 고정, 지반개량이다.
피복 공법은 사면 표면을 덮어 침식과 풍화를 줄이는 표면보호 공법이고, 쏘일네일링·그라우팅·어스앵커는 사면 내부 또는 지반을 보강하는 적극적 공법이다.

선지별 해설

① O 쏘일네일링 공법은 네일로 사면 내부를 보강하여 전단저항을 키우는 공법이므로 안전율 증가공법에 해당한다.
② X 피복 공법은 사면 표면을 덮어 풍화와 침식을 억제하는 표면보호 공법이다. 틀린 부분은 안전율을 증가시키는 공법으로 본 점이다. 올바르게는 안전율 감소를 방지하는 소극적 공법이다.
③ O 그라우팅 공법은 공극이나 균열에 주입재를 넣어 지반의 강도와 차수성을 높이는 지반개량 공법이므로 안전율 증가공법에 해당한다.
④ O 어스앵커 공법은 앵커로 활동토체를 정착시켜 저항력을 증가시키는 보강 공법이므로 안전율 증가공법에 해당한다.

오답 포인트

피복 공법도 사면안정 대책이라는 점 때문에 보강 공법으로 오해하기 쉽다. 그러나 이 문항의 구별 기준은 사면 표면을 보호하여 악화를 막는지, 아니면 지반을 직접 보강하여 저항력을 키우는지이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

선지의 공법이 표면보호 중심이면 소극적 공법으로, 네일·앵커·주입처럼 지반 자체를 보강하면 적극적 공법으로 판단한다. 표면을 덮는지, 내부를 묶는지로 먼저 나누면 빠르게 정리된다.

암기 포인트

피복은 보호, 네일·앵커·그라우팅은 보강이다.

NoteBase

문 6. Terzaghi 극한지지력 공식 $q_u = \alpha c N_c + q N_q + \beta \gamma B N_\gamma$에서, 기초의 형상계수 α, β에 대한 설명으로 가장 옳은 것은?

① 원형기초에서는 $\alpha = 1.3, \beta = 0.3$이다.

② 폭이 2m, 길이가 4m인 직사각형기초에서는 $\alpha = 1.2, \beta = 0.4$이다.

③ 정사각형기초에서는 $\alpha = 1.4, \beta = 0.3$이다.

④ 연속기초에서는 $\alpha = 1.5, \beta = 1.0$이다.

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 Terzaghi 극한지지력식에서 기초 형상별 형상계수 α, β 값을 구분하는 문제이다.

핵심 개념

Terzaghi 극한지지력식 $q_u = \alpha c N_c + q N_q + \beta \gamma B N_\gamma$에서 α, β는 기초 형상에 따른 보정계수이다.
연속기초는 $\alpha = 1.0, \beta = 0.5$이다.
정사각형기초는 $\alpha = 1.3, \beta = 0.4$이다.
원형기초는 $\alpha = 1.3, \beta = 0.3$이다.
직사각형기초는 $\alpha = 1 + 0.3(B/L), \beta = 0.5 - 0.1(B/L)$로 정리한다.

선지별 해설

① O
원형기초의 형상계수는 $\alpha = 1.3, \beta = 0.3$이므로 제시값이 맞다.

② X
틀린 표현은 $\alpha = 1.2, \beta = 0.4$이다. 폭 $B = 2m$, 길이 $L = 4m$이므로 $B/L = 0.5$이고, 직사각형기초는 $\alpha = 1 + 0.3 \times 0.5 = 1.15, \beta = 0.5 - 0.1 \times 0.5 = 0.45$가 된다. 올바르게는 $\alpha = 1.15, \beta = 0.45$이다.

③ X
틀린 표현은 $\alpha = 1.4, \beta = 0.3$이다. 정사각형기초의 형상계수는 $\alpha = 1.3, \beta = 0.4$이다. 올바르게는 $\alpha = 1.3, \beta = 0.4$이다.

④ X
틀린 표현은 $\alpha = 1.5, \beta = 1.0$이다. 연속기초의 형상계수는 $\alpha = 1.0, \beta = 0.5$이다. 올바르게는 $\alpha = 1.0, \beta = 0.5$이다.

NoteBase

오답 포인트

정사각형기초와 원형기초는 모두 $\alpha = 1.3$이라서 β 값으로 구분해야 한다. 직사각형기초도 정해진 상수가 아니라 B/L를 대입해 계산하는 점이 자주 혼동된다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 기초 형상을 연속, 정사각형, 원형, 직사각형으로 나눈다. 연속기초를 기준값 (1.0, 0.5)로 두고, 정사각형은 (1.3, 0.4), 원형은 (1.3, 0.3)으로 비교한다. 직사각형은 암기값을 찾지 말고 $\alpha = 1 + 0.3(B/L)$, $\beta = 0.5 - 0.1(B/L)$를 바로 대입해 판단한다.

암기 포인트

연속 1.0/0.5, 정사각 1.3/0.4, 원형 1.3/0.3, 직사각형은 B/L 대입이다.

NoteBase

문 7. 모래 함유율이 60%, 자갈 함유율이 30%이며, No.200체 통과율은 10%인 흙을 통일분류법으로 분류할 경우 해당되는 분류기호로 가장 옳은 것은?

① GP

② GP-GC

③ SP

④ SP-SC

정답 4번

출제 포인트

통일분류법에서 No.200체 통과율로 조립토 여부를 판단하고, 조립분 중 모래와 자갈의 우세 성분, 세립분 5~12% 포함 여부를 연결해 분류기호를 고르는 문제이다.

사례 정리

모래 함유율은 60%, 자갈 함유율은 30%, No.200체 통과율은 10%이다.
No.200체 통과율이 10%이므로 세립분이 전혀 없는 청정 사질토는 아니다.
전체의 90%가 No.200체에 남으므로 조립토이고, 그 조립분 중에서는 모래가 자갈보다 많다.

핵심 개념

통일분류법에서 No.200체 통과율이 50% 이하이면 조립토로 본다.
조립토에서는 조립분 중 모래가 더 많으면 S, 자갈이 더 많으면 G를 쓴다.
또한 세립분이 5~12%이면 단일기호가 아니라 세립분이 섞인 이중기호를 쓴다.

적용 기준

이 사례에서는 먼저 No.200체 통과율 10%로 조립토를 판정한다.
다음으로 조립분 90% 중 모래가 60%, 자갈이 30%이므로 주기호는 G가 아니라 S가 된다.
마지막으로 세립분이 10%이므로 SP 같은 청정 사질토 단일기호가 아니라 세립분이 포함된 사질토 이중기호를 골라야 한다.

NoteBase

기출OX 해설집 · 공무원/서울시/7급 · 토질역학 · 2020 · 10월

선지별 해설

① X
GP는 세립분이 거의 없는 불량입도 자갈을 뜻한다.
이 문제의 흙은 자갈보다 모래가 많고 No.200체 통과율도 10%이므로, 틀린 표현은 '자갈토'와 '세립분이 거의 없음'이다. 올바르게는 '모래가 우세하고 세립분이 섞인 조립토'이다.

② X
GP-GC는 자갈이 주성분이면서 점토질 세립분이 일부 섞인 이중기호이다.
이 문제는 조립분 중 모래 60%, 자갈 30%이므로 주기호가 G가 될 수 없다. 틀린 표현은 '자갈이 주성분'이다. 올바르게는 '모래가 주성분인 사질토 이중기호'이다.

③ X
SP는 세립분이 거의 없는 불량입도 모래를 뜻한다.
이 문제는 No.200체 통과율이 10%이므로 청정 사질토가 아니다. 틀린 표현은 '세립분이 없는 사질토'이다. 올바르게는 '세립분이 5~12% 포함된 사질토 이중기호'이다.

④ O
SP-SC는 모래가 주성분이고 세립분이 함께 섞인 사질토 이중기호라는 점에서 보기 중 가장 잘 맞는다.
엄밀히는 W/P와 M/C를 완전히 확정하려면 입도분포와 소성자료가 더 필요하지만, 제시된 보기 가운데 모래 우세와 세립분 10%를 함께 반영한 선택지는 ④뿐이다.

오답 포인트

세립분 10%를 보고도 ③처럼 SP 단일기호로 가거나, 자갈 30%라는 숫자만 보고 ①·②처럼 G계열로 가는 실수가 잦다. 이 문제의 핵심은 '자갈이 있느냐'가 아니라 '조립분 중 무엇이 우세하냐'와 '세립분이 5~12%이냐'이다.

다시 나오면 이렇게 판단

통일분류법 문제는 먼저 No.200체 통과율로 조립토·세립토를 가른다. 그다음 조립토이면 조립분 중 모래와 자갈 중 우세 성분을 본다. 마지막으로 세립분이 5% 미만인지, 5~12%인지, 12% 초과인지를 확인해 단일기호와 이중기호를 구분한다.

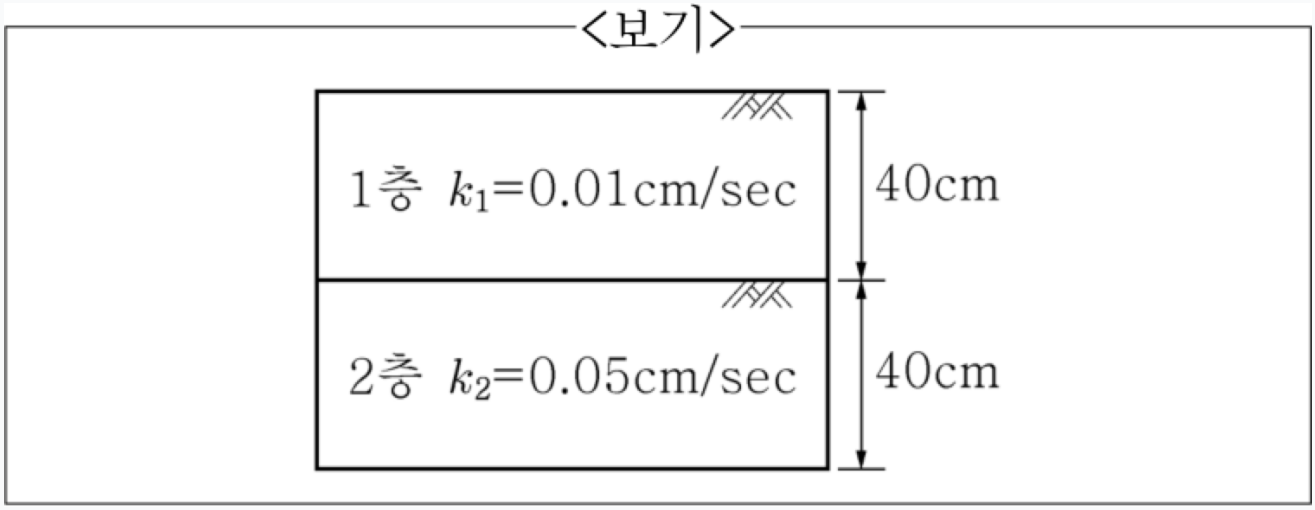
암기 포인트

No.200체 10%이면 청정토가 아니고, 모래 우세이면 G가 아니라 S이므로 사질토 이중기호로 간다.

NoteBase

문 8. <보기>와 같이 2개의 토층으로 구성된 지반에서 수평방향 등가투수계수와 수직방향 등가투수계수의 비 $k_{H(eq)}/k_{V(eq)}$는? (단, 각 지층은 균질하며, 등방성으로 가정한다.)

<보기>



① 1.4

② 1.5

③ 1.67

④ 1.8

정답 4번

출제 포인트

수평 방향 등가투수계수는 두께가중 산술평균, 수직 방향 등가투수계수는 두께가중 조화평균으로 구한 뒤 그 비를 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값은 1층 $k_1 = 0.01cm/sec$, 2층 $k_2 = 0.05cm/sec$, 각 층 두께 $H_1 = H_2 = 40cm$이다.
구해야 할 값은 $k_{H(eq)}/k_{V(eq)}$이다.
각 지층은 균질하고 등방성이므로 층 내부의 투수성은 방향에 따라 같고, 등가투수계수만 흐름 방향에 따라 달라진다.

NoteBase

사용할 공식

수평 흐름은 층과 평행하므로
$k_{H(eq)} = \frac{k_1 H_1 + k_2 H_2}{H_1 + H_2}$
수직 흐름은 층을 직렬로 통과하므로
$k_{V(eq)} = \frac{H_1 + H_2}{\frac{H_1}{k_1} + \frac{H_2}{k_2}}$
을 사용한다.
수평은 같은 수두경사에서 유량이 합쳐지므로 산술평균이 되고, 수직은 각 층의 투수저항이 누적되므로 조화평균이 된다.

계산 과정

먼저 수평 방향 등가투수계수를 구하면
$k_{H(eq)} = \frac{0.01 \times 40 + 0.05 \times 40}{80} = \frac{2.4}{80} = 0.03 cm/sec$
이다.
다음으로 수직 방향 등가투수계수를 구하면
$k_{V(eq)} = \frac{80}{\frac{40}{0.01} + \frac{40}{0.05}} = \frac{80}{4000 + 800} = \frac{80}{4800} = 0.0167 cm/sec$
이다.
따라서
$\frac{k_{H(eq)}}{k_{V(eq)}} = \frac{0.03}{0.0167} = 1.8$
이 된다.

선지별 해설

① X
'1.4'가 틀렸고 올바르게는 '1.8'이다. 계산한 등가투수계수의 비가 1.8이므로 1.4는 성립하지 않는다.

② X
'1.5'가 틀렸고 올바르게는 '1.8'이다. 수직 방향 등가투수계수를 산술평균처럼 처리하면 오답이 나오며, 이 문제에서는 조화평균을 써야 한다.

③ X
'1.67'이 틀렸고 올바르게는 '1.8'이다. 1.67은 0.05/0.03처럼 한 층의 투수계수를 등가투수계수와 잘못 비교할 때 나올 수 있는 값으로, 문제에서 요구한 $k_{H(eq)}/k_{V(eq)}$가 아니다.

④ O
$k_{H(eq)} = 0.03 cm/sec$, $k_{V(eq)} = 0.0167 cm/sec$이므로 그 비는 1.8이다. 따라서 4번이 옳다.

NoteBase

오답 포인트

층상지반 문제에서 가장 흔한 실수는 수평과 수직을 같은 평균 방식으로 처리하는 것이다. 층과 평행한 흐름은 산술평균, 층을 가로지르는 흐름은 조화평균이라는 구분이 무너지면 선택지 ②, ③ 같은 오답으로 흔들리기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

층상지반의 등가투수계수 문제는 먼저 흐름이 층과 평행한지 직각인지를 판단한 뒤, 평행이면 산술평균, 직각이면 조화평균으로 계산하고 마지막에 비를 구하는 순서로 판단한다.

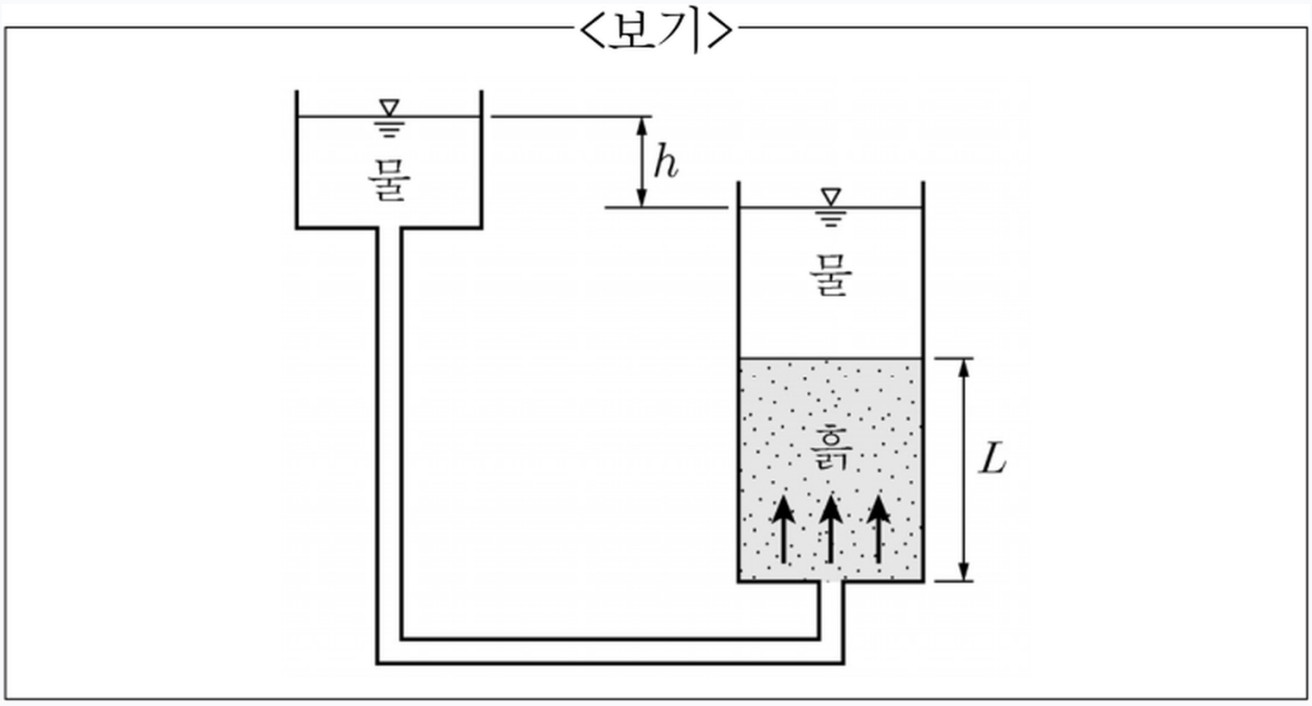
암기 포인트

층과 평행한 흐름은 산술평균, 층을 가로지르는 흐름은 조화평균이다.

NoteBase

문 9. <보기>와 같은 조건에서 분사현상에 대한 안전율 2를 확보하려면 수두차h를 얼마cm로 제한하여야 하는가? (단, $\gamma_{sat} = 2\text{tf/m}^3$, $\gamma_w = 1\text{tf/m}^3$이며, $L = 10\text{cm}$이다.)

<보기>



① 3

② 4

③ 5

④ 6

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 상승침투에서 분사현상에 대한 안전율 F_s와 수두차 h의 관계를 이용해 허용 수두차를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: $\gamma_{sat} = 2tf/m^3$, $\gamma_w = 1tf/m^3$, $L = 10cm$
구해야 할 값: 안전율 2를 만족하는 최대 수두차 h
주의할 조건: 상승침투이므로 실제 동수경사 $i = h/L$를 임계동수경사보다 충분히 작게 두어야 한다.

NoteBase

사용할 공식

임계동수경사는 $i_c = (\gamma_{sat} - \gamma_w)/\gamma_w$ 이고, 분사현상에 대한 안전율은 $F_s = i_c/i = i_c/(h/L)$ 이다.
이 공식을 쓰는 이유: 분사현상은 상승침투로 유효응력이 0에 가까워질 때 발생하므로, 임계동수경사와 실제 동수경사의 비로 안전율을 판단한다.

계산 과정

1. 임계동수경사를 구하면 $i_c = (2-1)/1 = 1$ 이다.
2. 안전율 2를 확보하려면 $F_s = i_c/i = 2$ 이어야 하므로 $i = i_c/2 = 1/2$ 이다.
3. $i = h/L$ 이므로 $h = iL = (1/2) \times 10 = 5cm$ 이다.

선지 판단

1번 3cm: X. 3cm는 h를 지나치게 작게 잡은 값이다. 이때 실제 안전율은 $F_s = 1/(3/10) = 3.33$ 이므로 안전율 2를 확보하는 값이기는 하지만, 제한해야 하는 최대 수두차는 아니다. 틀린 값 3cm → 올바르게는 5cm이다.
2번 4cm: X. 4cm도 안전율 2보다 더 크게 확보하는 보수적 값이다. 실제 안전율은 $F_s = 1/(4/10) = 2.5$ 이므로 허용 한계값이 아니다. 틀린 값 4cm → 올바르게는 5cm이다.
3번 5cm: O. $h = 5cm$이면 실제 동수경사는 $i = 5/10 = 0.5$ 이고, 안전율은 $F_s = 1/0.5 = 2$ 가 되어 요구 조건을 정확히 만족한다.
4번 6cm: X. 6cm는 허용 수두차를 초과한 값이다. 실제 안전율은 $F_s = 1/(6/10) = 1.67$ 이므로 분사현상에 대한 안전율 2를 확보하지 못한다. 틀린 값 6cm → 올바르게는 5cm이다.

오답 포인트

안전율 2를 확보한다는 말을 단순히 더 작은 수두차를 고르는 문제로 받아들이면 3cm나 4cm를 고르기 쉽다. 이 문항은 안전한 값 전체가 아니라 제한해야 하는 최대 허용값을 묻는 문제이므로, $F_s = 2$가 되는 경계값을 찾아야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

상승침투 계산형은 먼저 $i_c = (\gamma_{sat} - \gamma_w)/\gamma_w$ 로 임계동수경사를 구하고, 다음에 $F_s = i_c/i$ 에서 허용 i를 역산한 뒤 마지막에 $h = iL$ 로 수두차를 구하는 순서로 판단한다.

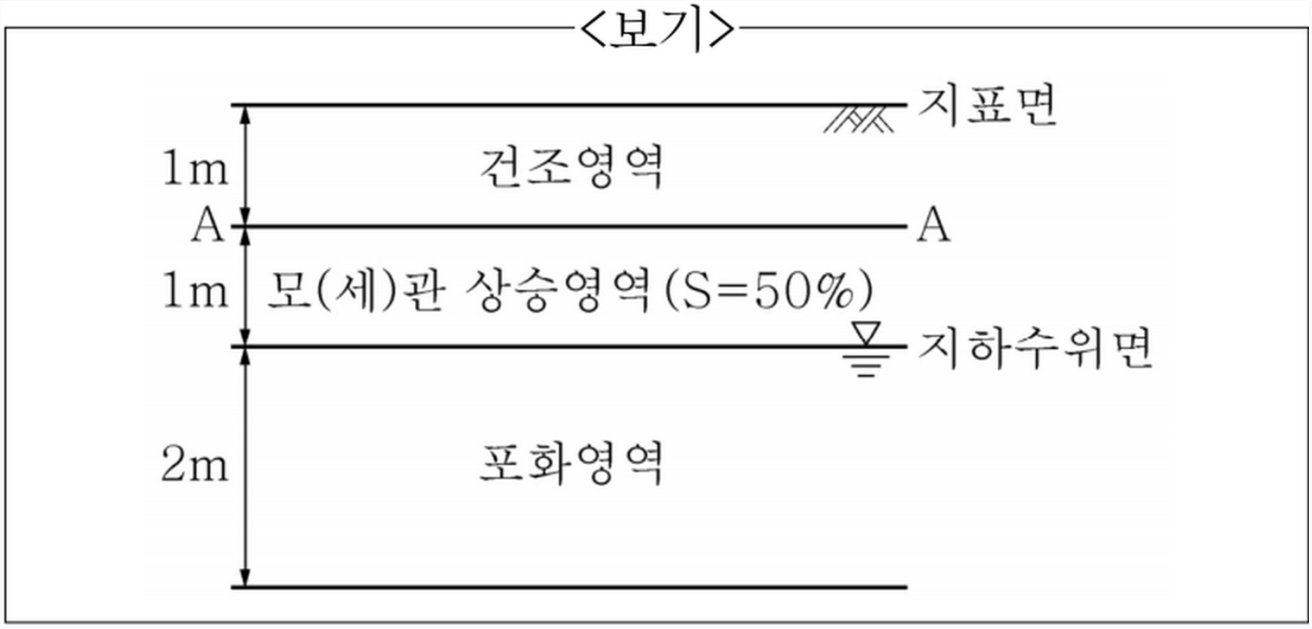
암기 포인트

분사현상 안전율은 임계동수경사 나누기 실제 동수경사이며, 허용 수두차는 $h = (i_c/F_s) \times L$ 로 정리된다.

NoteBase

문 10. <보기>에서 A-A면 바로 아래의 유효응력[kN/m^2]은? (단, 물의 단위중량은 10kN/m^3, 흙의 간극비는 0.5, 흙의 비중은 2.4, 모(세)관 상승영역의 포화도는 50%이다.)

<보기>



① 11

② 16

③ 21

④ 23

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 건조단위중량과 모세관 상승영역의 음의 간극수압을 이용해 A-A면 바로 아래의 유효응력을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 물의 단위중량 γ_w=10kN/m^3, 간극비 $e = 0.5$, 흙의 비중 $G_s = 2.4$, 모세관 상승영역의 포화도 $S = 50\%$, 지표면부터 A-A면까지 1m, A-A면부터 지하수위면까지 1m이다.
구해야 할 값: A-A면 바로 아래의 유효응력이다.
주의할 조건: A-A면 위 1m는 건조영역이므로 총응력은 건조단위중량으로 계산하고, A-A면 아래는 모세관 상승영역이므로 간극수압은 음수로 작용한다.

NoteBase

사용할 공식

건조단위중량은 $\gamma_d = \frac{G_s \gamma_w}{1+e}$이다.
유효응력은 $\sigma' = \sigma - u$이다.
A-A면 바로 아래의 간극수압은 모세관 상승영역이므로 $u = -S\gamma_w h_c$로 본다.
이 공식을 쓰는 이유: A-A면 위의 상재하중은 건조토의 무게로 결정되고, A-A면은 지하수위면보다 1m 위의 모세관 상승영역에 있으므로 포화도 50%에 해당하는 음의 간극수압을 함께 반영해야 하기 때문이다.

계산 과정

1. 건조영역의 단위중량을 구하면
$\gamma_d = \frac{2.4 \times 10}{1+0.5} = 16kN/m^3$
2. A-A면 바로 아래의 총응력은 위 1m 건조층만 작용하므로
$\sigma = 16 \times 1 = 16kN/m^2$
3. A-A면은 지하수위면보다 1m 위에 있고 포화도는 50%이므로 간극수압은
$u = -0.5 \times 10 \times 1 = -5kN/m^2$
4. 따라서 유효응력은
$\sigma' = \sigma - u = 16 - (-5) = 21kN/m^2$
따라서 정답은 3번이다.

선지별 해설

① X: 11kN/m^{2}는 음의 간극수압의 부호를 반대로 처리해 $16 - 5$로 계산한 값이다. 모세관 상승영역의 간극수압은 음수이므로 유효응력은 감소가 아니라 $5kN/m^2$만큼 증가하여 21kN/m^{2}가 된다.
② X: 16kN/m^{2}는 건조층의 총응력만 구하고 모세관 상승영역의 음의 간극수압을 누락한 값이다. 유효응력은 총응력에 음의 간극수압 효과까지 반영해야 하므로 21kN/m^{2}가 맞다.
③ O: 건조단위중량으로 총응력 16kN/m^{2}를 구하고, 포화도 50%의 모세관 상승영역에 따른 간극수압 $-5kN/m^2$를 반영하면 유효응력은 21kN/m^{2}가 된다.
④ X: 23kN/m^{2}는 건조층의 단위중량을 과대평가하거나 모세관 조건과 건조조건을 섞어 계산한 값이다. 이 문항에서 위 1m는 건조영역이므로 총응력은 16kN/m^{2}이고, 추가되는 효과는 5kN/m^{2}뿐이어서 유효응력은 21kN/m^{2}이다.

오답 포인트

이 문항의 함정은 A-A면이 지하수위 위에 있다는 이유만으로 간극수압을 0으로 보거나, 모세관 상승영역의 음의 간극수압 부호를 반대로 적용하는 데 있다. 또 위 1m가 건조영역이라는 조건을 놓치면 총응력을 잘못 계산하기 쉽다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

토질 계산형에서 유효응력을 묻으면 먼저 위치가 건조영역, 모세관 상승영역, 포화영역 중 어디인지 구분하고, 그다음 상재하중으로 총응력을 구한 뒤 마지막에 간극수압의 부호까지 포함해 $\sigma' = \sigma - u$를 적용하면 된다.

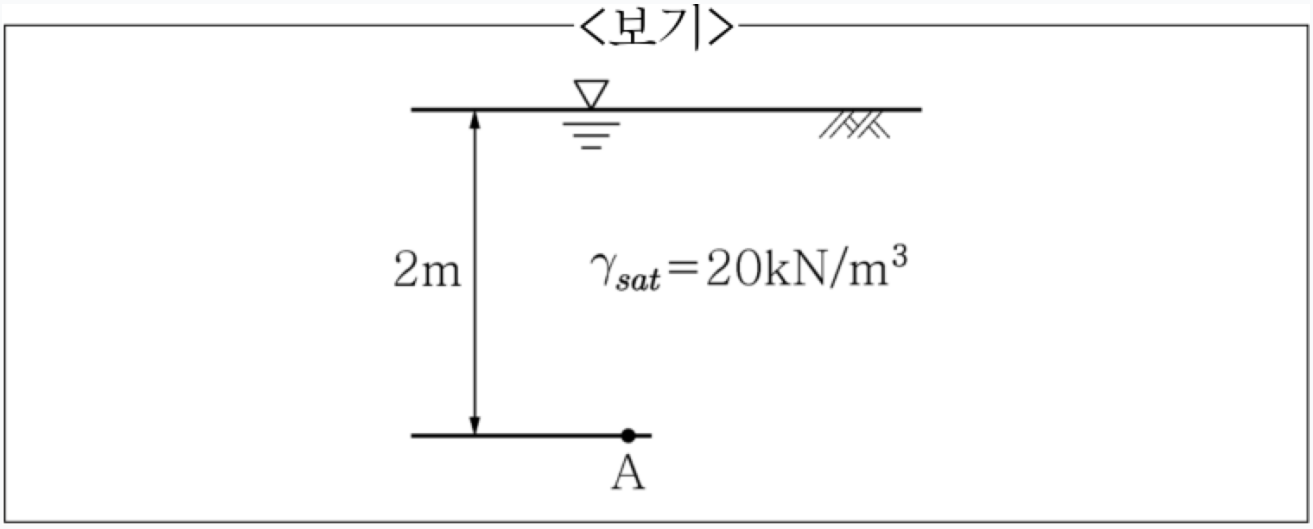
암기 포인트

모세관 상승영역에서는 간극수압이 음수이므로 유효응력은 그만큼 커진다.

NoteBase

문 11. <보기>와 같이 정지토압계수가 0.5이며 포화된 모래지반에서 지표면 아래 2m 깊이에 위치한 A점의 수평방향 전응력[kN/m^2]은? (단, 지하수위는 지표면에 위치하며, 흙의 포화단위중량은 20kN/m^3, 물의 단위중량은 10kN/m^{3}이다.)

<보기>



① 10

② 20

③ 30

④ 40

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 정지토압계수 K_0, 유효연직응력, 간극수압의 관계를 이용해 A점의 수평 방향 전응력을 구하는 문제이다.

NoteBase

조건 정리

주어진 값:
- $K_0 = 0.5$
- 깊이 $z = 2m$
- 포화단위중량 $\gamma_{sat} = 20kN/m^3$
- 물의 단위중량 $\gamma_w = 10kN/m^3$
- 지하수위는 지표면과 일치한다.

구해야 할 값:
- A점의 수평 방향 전응력

주의할 조건:
- 전응력은 흙골격이 받는 수평 유효응력에 간극수압을 더한 값이다.

사용할 공식

$\sigma_h = \sigma'_h + u = K_0\sigma'_v + u$
$\sigma'_v = \gamma' z = (\gamma_{sat} - \gamma_w)z$
이 공식을 쓰는 이유는 정지상태의 포화지반에서 수평 유효응력은 $K_0\sigma'_v$로 구하고, 문제는 수평 방향 전응력을 묻기 때문에 여기에 간극수압 u를 더해야 하기 때문이다.

계산 과정

1. 수중단위중량을 구하면 $\gamma' = \gamma_{sat} - \gamma_w = 20 - 10 = 10kN/m^3$이다.
2. 유효연직응력은 $\sigma'_v = \gamma' z = 10 \times 2 = 20kN/m^2$이다.
3. 수평 유효응력은 $\sigma'_h = K_0\sigma'_v = 0.5 \times 20 = 10kN/m^2$이다.
4. 간극수압은 $u = \gamma_w z = 10 \times 2 = 20kN/m^2$이다.
5. 따라서 수평 방향 전응력은 $\sigma_h = \sigma'_h + u = 10 + 20 = 30kN/m^2$이다.

NoteBase

선지별 해설

① X
- 10은 $K_0\sigma'_v$만 계산한 수평 유효응력이다.
- 이 문항은 전응력을 묻고 있으므로 간극수압 $20kN/m^2$를 더해야 한다.
- 틀린 표현은 값이 10이라는 점이며, 올바르게는 $30kN/m^2$이다.

② X
- 20은 유효연직응력 σ'_v 또는 간극수압 u만 본 값이다.
- 수평 방향 전응력은 두 값 중 하나가 아니라 $K_0\sigma'_v + u$로 계산한다.
- 틀린 표현은 값이 20이라는 점이며, 올바르게는 $30kN/m^2$이다.

③ O
- $\sigma'_v = 20kN/m^2$, $\sigma'_h = 10kN/m^2$, $u = 20kN/m^2$이므로 전응력은 $30kN/m^2$이다.
- 계산 결과와 일치하므로 옳다.

④ X
- 40은 전체 연직응력 $\gamma_{sat}z = 40kN/m^2$에 정지토압계수를 잘못 적용하거나, 유효응력과 전응력을 혼동할 때 나오는 값이다.
- K_0는 유효연직응력에 적용해야 하므로 $K_0\sigma'_v = 0.5 \times 20 = 10kN/m^2$가 되어야 한다.
- 틀린 표현은 값이 40이라는 점이며, 올바르게는 $30kN/m^2$이다.

오답 포인트

가장 흔한 실수는 포화지반에서 전응력과 유효응력을 섞어 쓰는 것이다. ①은 간극수압을 빼먹은 경우이고, ④는 K_0를 유효응력이 아니라 전체 연직응력에 적용한 경우이다.

다시 나오면 이렇게 판단

포화지반의 토압 문제는 먼저 $\gamma' = \gamma_{sat} - \gamma_w$로 유효단위중량을 만든 뒤 σ'_v를 구하고, 그다음 $K_0\sigma'_v$로 수평 유효응력을 계산한 뒤, 발문이 전응력이면 마지막에 u를 더하는 순서로 판단한다.

암기 포인트

정지토압의 전응력은 $K_0\sigma'_v + u$, 포화지반의 유효연직응력은 $(\gamma_{sat} - \gamma_w)z$이다.

NoteBase

문 12. <보기>는 현장에서 흙을 다진 후 모래치환법으로 들밀도시험을 실시하여 얻은 결과이다. 현장 흙의 건조단위중량 [g/cm^3]은?

<보기>
• 실험 구멍에서 파낸 흙의 무게 $W = 1{,}800\text{g}$
• 실험 구멍에서 파낸 흙의 함수비 $w = 20\%$
• 실험 구멍에 채워진 표준 모래의 건조 무게 $W_{\text{sand}} = 1{,}400\text{g}$
• 실험 구멍에 채워진 표준 모래의 건조단위중량 $\gamma_{d,\,\text{sand}} = 1.4\text{g/cm}^3$

① 1.6
② 1.5
③ 1.4
④ 1.3

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 모래치환법에서 실험 구멍의 체적을 표준 모래로 구하고, 함수비로 습윤 흙의 건조무게를 환산한 뒤 현장 흙의 건조단위중량을 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값:
- 실험 구멍에서 파낸 흙의 습윤 무게 $W = 1{,}800g$이다.
- 함수비 $w = 20\% = 0.2$이다.
- 실험 구멍에 채워진 표준 모래의 건조 무게 $W_{sand} = 1{,}400g$이다.
- 표준 모래의 건조단위중량 $\gamma_{d,\,sand} = 1.4g/cm^3$이다.

구해야 할 값:
- 현장 흙의 건조단위중량이다.

주의할 조건:
- 파낸 흙의 무게는 습윤 무게이므로 먼저 건조 무게로 바꾸어야 한다.
- 표준 모래의 무게와 건조단위중량으로 실험 구멍의 체적을 먼저 구해야 한다.

NoteBase

사용할 공식

사용 공식은 다음과 같다.
$W_d = \frac{W}{1+w}$
$V = \frac{W_{sand}}{\gamma_{d,\,sand}}$
$\gamma_d = \frac{W_d}{V}$
이 공식을 쓰는 이유는 모래치환법에서 표준 모래로 실험 구멍의 체적 V를 구한 뒤, 파낸 흙의 건조 무게 W_d를 그 체적으로 나누어 현장 흙의 건조단위중량 γ_d를 산정하기 때문이다.

계산 과정

1. 파낸 흙의 건조 무게를 구한다.
$W_d = \frac{1{,}800}{1+0.2} = \frac{1{,}800}{1.2} = 1{,}500g$
2. 실험 구멍의 체적을 구한다.
$V = \frac{1{,}400}{1.4} = 1{,}000cm^3$
3. 현장 흙의 건조단위중량을 구한다.
$\gamma_d = \frac{1{,}500}{1{,}000} = 1.5g/cm^3$
따라서 계산 결과는 $1.5g/cm^3$이다.

선지별 해설

① X: $1.6g/cm^3$는 계산 결과와 다르다. 이 문항의 건조단위중량은 $1.5g/cm^3$이므로 1.6은 틀린 값이다. 올바르게는 현장 흙의 건조단위중량이 $1.5g/cm^3$이다.
② O: 건조 무게 $1{,}500g$를 구멍 체적 $1{,}000cm^3$로 나누면 $1.5g/cm^3$가 된다. 따라서 정답은 2번이다.
③ X: $1.4g/cm^3$는 표준 모래의 건조단위중량으로 주어진 값이지 현장 흙의 건조단위중량이 아니다. 올바르게는 현장 흙의 건조단위중량이 $1.5g/cm^3$이다.
④ X: $1.3g/cm^3$는 계산 결과보다 작다. 함수비를 반영해 건조 무게를 구하고 체적으로 나누면 $1.5g/cm^3$가 되므로 1.3은 틀린 값이다. 올바르게는 $1.5g/cm^3$이다.

오답 포인트

가장 흔한 실수는 습윤 무게 $1{,}800g$를 그대로 체적으로 나누는 경우이다. 이렇게 하면 건조단위중량이 아니라 습윤단위중량 쪽으로 계산이 틀어진다. 또 $1.4g/cm^3$를 현장 흙의 값으로 착각하면 ③을 고르게 된다. 이 문제는 표준 모래의 값과 현장 흙의 값을 구분하는지가 핵심 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

모래치환법 계산형 문항은 표준 모래로 구멍 체적을 먼저 구하고, 파낸 흙의 습윤 무게를 함수비로 건조 무게로 환산한 뒤, 마지막에 $\gamma_d = W_d/V$를 적용하는 순서로 판단한다.

NoteBase

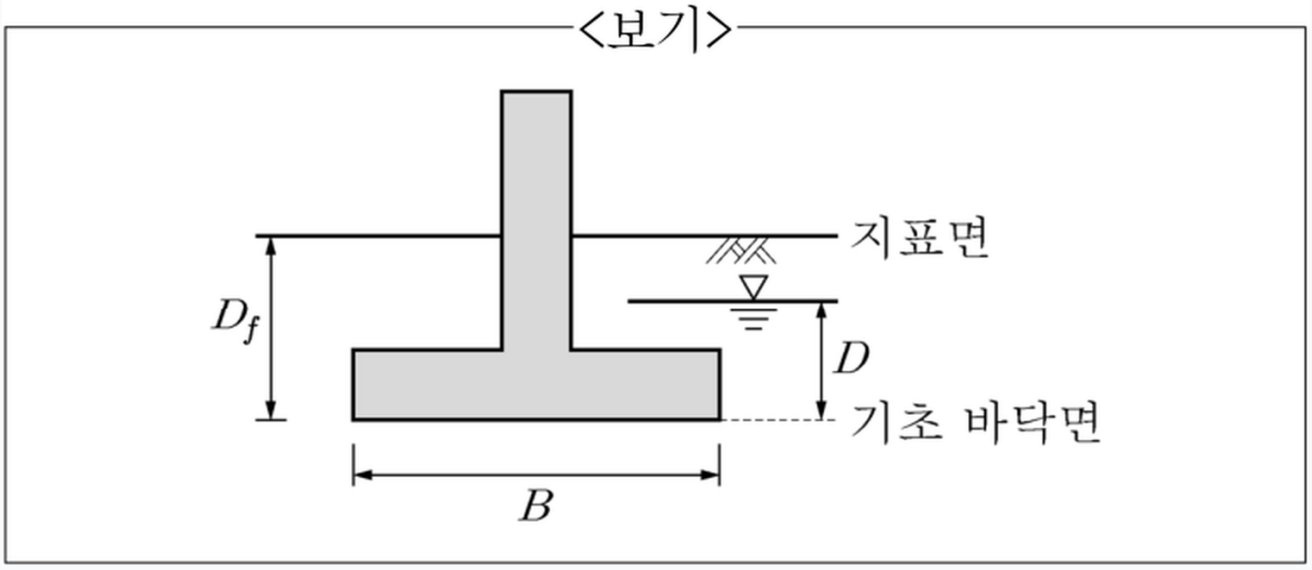
암기 포인트

모래치환법은 구멍 체적=표준모래 무게/표준모래 건조단위중량, 현장 흙 건조단위중량은 파낸 흙의 건조무게/구멍 체적이다.

NoteBase

문 13. <보기>에서 Terzaghi 극한지지력 공식 $q_u = \alpha c N_c + q N_q + \beta \gamma B N_\gamma$을 적용할 때, 지하수위의 위치에 따른 고려사항으로 가장 옳은 것은? (단, D_f는 기초의 근입깊이, D는 기초 바닥면으로부터 지하수위까지의 거리이며, γ는 기초 바닥면 상부 및 하부측 흙의 단위중량, γ'는 흙의 수중단위중량, γ_{sat}는 흙의 포화단위중량이다.)

<보기>



① 지하수위가 지표면에 위치할 경우, 둘째 항에서 $q = \gamma_{sat} D_f$이고, 셋째 항에서 γ는 γ'을 적용해야 한다.

② 지하수위가 지표면과 기초 바닥면 사이에 위치할 경우, 둘째 항에서 $q = \gamma(D_f - D) + \gamma' D$이고, 셋째 항에서 γ는 γ'을 적용해야 한다.

③ 지하수위가 기초 바닥면과 같은 높이에 위치할 경우, 둘째 항에서 $q = \gamma D_f$이고, 셋째 항에서 γ는 γ_{sat}을 적용해야 한다.

④ 지하수위가 기초 바닥면으로부터 $0.5 \times B$보다 더 깊은 심도에 위치할 경우, 지하수위에 따른 영향은 고려하지 않아도 된다.

정답 2번

출제 포인트

Terzaghi 극한지지력식에서 지하수위 위치에 따라 둘째 항의 q와 셋째 항의 $\gamma B N_\gamma$에 들어가는 단위중량을 어떻게 바꾸는지를 묻는 문제이다.

조건 정리

둘째 항의 q는 기초 바닥면에서의 유효 상재압이다.
셋째 항의 $\gamma B N_\gamma$에서 γ는 기초 바닥면 하부 흙의 유효 단위중량이다.
지하수위 아래 구간은 γ_{sat}가 아니라 수중단위중량 γ'를 적용한다.
지하수위가 지표면과 기초 바닥면 사이에 있으면 수위 위 구간과 수위 아래 구간을 나누어 q를 계산한다.

NoteBase

사용할 공식

$q_u = \alpha c N_c + q N_q + \beta \gamma B N_\gamma$
지하수위가 지표면과 기초 바닥면 사이에 있을 때 둘째 항은
$q = \gamma(D_f - D) + \gamma' D$
로 계산한다.
또한 지하수위가 기초 바닥면 이상에 있으면 셋째 항의 γ는 γ'를 쓴다.
이 공식을 쓰는 이유는 문항이 지하수위 위치에 따라 상재압과 하부 지반 자중 효과를 어떻게 보정하는지를 직접 묻기 때문이다.

선지별 해설

① X
지하수위가 지표면에 있으면 기초 상부 전 구간이 침수 상태이므로 둘째 항의 q는 $\gamma' D_f$가 되어야 한다. $\gamma_{sat} D_f$는 총응력식처럼 처리한 것이어서 이 식의 유효상재압 적용과 맞지 않는다.
틀린 표현은 `q = \gamma_{sat} D_f` 이다. 올바르게는 `q = \gamma' D_f` 이다. 셋째 항에서 $\gamma = \gamma'$를 적용하는 부분만 맞다.

② O
지하수위가 지표면과 기초 바닥면 사이에 있으면 기초 상부의 수위 위 구간 $D_f - D$에는 γ, 수위 아래 구간 D에는 γ'를 써서 $q = \gamma(D_f - D) + \gamma' D$가 된다.
이때 기초 바닥면 하부 토층은 지하수 아래에 있으므로 셋째 항의 γ도 γ'를 적용한다.

③ X
지하수위가 기초 바닥면과 같은 높이면 기초 상부는 모두 수위 위에 있으므로 둘째 항의 $q = \gamma D_f$는 맞다. 그러나 바닥면 하부는 바로 침수되므로 셋째 항의 γ는 γ_{sat}가 아니라 γ'여야 한다.
틀린 표현은 `셋째 항에서 \gamma는 \gamma_{sat}`이다. 올바르게는 `셋째 항에서 \gamma는 \gamma'`이다.

④ X
지하수위가 기초 바닥면 아래에 있더라도 셋째 항은 수위 위치에 따라 영향을 받는다. 일반적으로 수위가 바닥면 아래 B보다 더 깊으면 영향이 없다고 보고, 그 사이에서는 선형 보정을 한다.
틀린 표현은 `0.5×B보다 더 깊으면 고려하지 않아도 된다`이다. 올바르게는 `기초 바닥면 아래 B보다 더 깊을 때는 영향이 없고, 그보다 얕으면 보정한다`이다.

NoteBase

오답 포인트

포화단위중량 γ_{sat}과 수중단위중량 γ'를 혼동하거나, 둘째 항의 상재압 보정과 셋째 항의 하부 토층 보정을 같은 방식으로 외우면 틀리기 쉽다. 특히 ③처럼 q는 맞고 셋째 항의 γ만 틀린 선지와, ④처럼 영향이 사라지는 기준 깊이를 $0.5B$로 잘못 바꾼 선지가 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 둘째 항의 q가 기초 바닥면까지의 유효상재압인지 본다. 다음으로 셋째 항의 γ가 기초 바닥면 하부 토층의 유효단위중량인지 따로 본다. 지하수위가 바닥면 위면 셋째 항은 바로 γ'를 쓰고, 바닥면 아래면 깊이 B까지는 보정하며, B보다 깊으면 영향을 무시한다.

암기 포인트

`q`는 위 흙의 유효상재압을 보고, `$\gamma B N_\gamma$`는 아래 흙의 유효단위중량을 본다. 수위 아래는 γ_{sat}가 아니라 γ'로 바꾸고, 바닥면 아래 영향권은 B까지라는 점을 함께 기억한다.

NoteBase

문 14. 시료 채취 방법 중 교란시료를 채취하는 방법은?

① 분리형 원통 시료채취기(split spoon sampler)

② 얇은 관 시료채취기(thin wall tube sampler)

③ 피스톤 시료채취기(piston sampler)

④ Laval 시료채취기(Laval sampler)

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 교란시료와 불교란시료를 채취하는 대표 시료채취기의 구분을 묻는 문제이다.

핵심 개념

교란시료는 채취 과정에서 흙의 자연 구조와 함수 상태가 흐트러진 시료이고, 불교란시료는 원지반의 상태를 최대한 유지한 시료이다.
분리형 원통 시료채취기는 표준관입시험에 쓰이는 대표적인 교란시료 채취기이다.
얇은 관 시료채취기, 피스톤 시료채취기, Laval 시료채취기는 연약점토 등의 불교란시료 채취에 사용된다.

선지별 해설

① O
분리형 원통 시료채취기(split spoon sampler)는 타격과 관입으로 시료를 채취하므로 흙의 구조가 쉽게 흐트러져 교란시료를 얻는다.
② X
틀린 부분은 "교란시료"라는 판단이다.
얇은 관 시료채취기(thin wall tube sampler)는 벽이 얇아 시료 교란을 줄이므로 올바르게는 불교란시료 채취기이다.
③ X
틀린 부분은 "교란시료"라는 판단이다.
피스톤 시료채취기(piston sampler)는 시료 유입 중 교란을 줄이도록 피스톤으로 보호하므로 올바르게는 불교란시료 채취기이다.
④ X
틀린 부분은 "교란시료"라는 판단이다.
Laval 시료채취기는 연약하고 민감한 점토에서 고품질 시료를 얻기 위한 장비이므로 올바르게는 불교란시료 채취기이다.

NoteBase

오답 포인트

시료채취기 이름만 보고 모두 비슷한 장비로 외우면 틀리기 쉽다. split spoon은 표준관입시험과 연결되는 타격식 채취기라는 점 때문에 교란시료이고, 얇은 관·피스톤·Laval은 원상 보존이 목적이라는 점이 구분 기준이다.

다시 나오면 이렇게 판단

타격이나 큰 관입 충격으로 시료를 받는 장비이면 교란시료 쪽으로 판단하고, 벽을 얇게 하거나 피스톤으로 시료를 보호하여 원상 보존을 노리는 장비이면 불교란시료 쪽으로 판단한다.

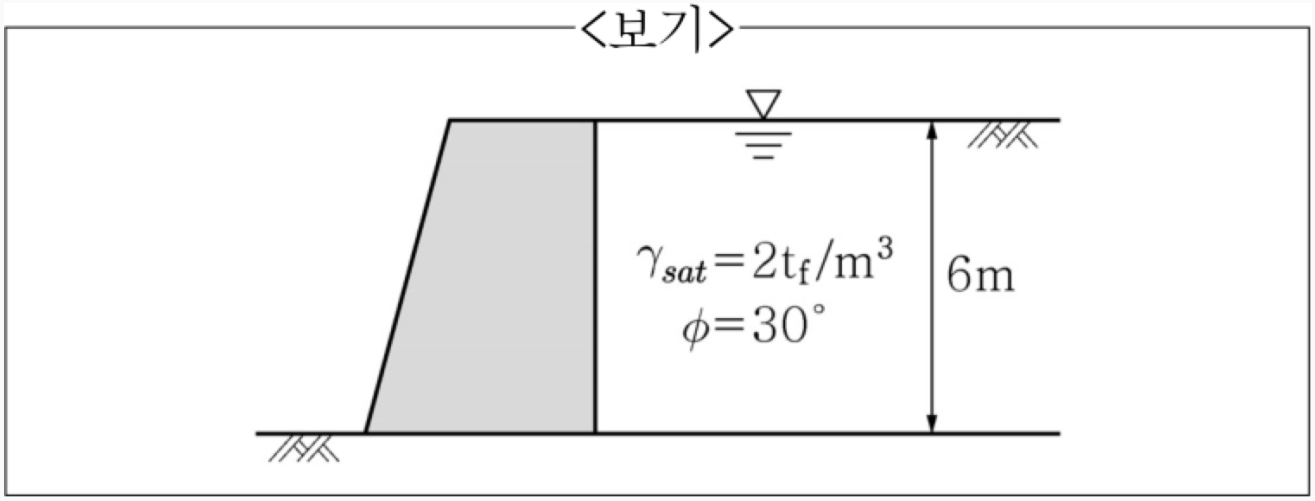
암기 포인트

Split spoon은 교란, thin wall·piston·Laval은 불교란으로 묶어 기억한다.

NoteBase

문 15. <보기>와 같은 옹벽에 작용하는 횡방향 토압의 합력[t_f/m]은? (단, $\gamma_{sat} = 2t_f/m^3$, $\gamma_w = 1t_f/m^3$, $\phi = 30^\circ$이며, Rankine토압이론을 적용한다.)

<보기>



① 18

② 20

③ 24

④ 26

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 Rankine 주동토압과 정수압을 분리하여 수중 옹벽에 작용하는 횡방향 토압 합력을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 높이 $H = 6m$, 포화단위중량 $\gamma_{sat} = 2tf/m^3$, 물의 단위중량 $\gamma_w = 1tf/m^3$, 내부마찰각 $\phi = 30^\circ$이다.
구해야 할 값: 횡방향 토압 합력 P이다.
주의할 조건: 수중 흙이므로 흙의 유효단위중량 $\gamma' = \gamma_{sat} - \gamma_w$를 써서 토압을 구하고, 물의 정수압을 따로 더해야 한다.

사용할 공식

Rankine 주동토압계수는 $K_a = \tan^2(45^\circ - \phi/2) = \frac{1-\sin\phi}{1+\sin\phi}$이다.
흙에 의한 주동토압 합력은 $P_a = \frac{1}{2}K_a\gamma' H^2$, 물에 의한 정수압 합력은 $P_w = \frac{1}{2}\gamma_w H^2$이다.
이 공식을 쓰는 이유: 뒤채움 흙이 수평이고 벽면이 연직이며 Rankine 토압이론을 적용하므로 유효응력에 의한 주동토압과 정수압을 분리해서 합산해야 한다.

NoteBase

계산 과정

1. 주동토압계수는 $K_a = \frac{1-\sin 30^\circ}{1+\sin 30^\circ} = \frac{1/2}{3/2} = \frac{1}{3}$이다.
2. 유효단위중량은 $\gamma' = 2 - 1 = 1 tf/m^3$이다.
3. 흙에 의한 주동토압 합력은 $P_a = \frac{1}{2} \times \frac{1}{3} \times 1 \times 6^2 = 6 tf/m$이다.
4. 물에 의한 정수압 합력은 $P_w = \frac{1}{2} \times 1 \times 6^2 = 18 tf/m$이다.
5. 전체 횡방향 토압 합력은 $P = P_a + P_w = 6 + 18 = 24 tf/m$이다.

선지별 해설

① X: 18 tf/m는 정수압 P_w만 계산한 값이다. 흙의 주동토압 6 tf/m를 더하지 않았다는 점이 틀렸고, 올바른 값은 24 tf/m이다.
② X: 20 tf/m는 전체 합력 24 tf/m보다 4 tf/m 작다. 유효단위중량 또는 주동토압계수 적용을 잘못한 값에 가깝고, 올바른 값은 24 tf/m이다.
③ O: 수중 흙의 주동토압 6 tf/m와 물의 정수압 18 tf/m를 합하면 24 tf/m가 되어 정답이다.
④ X: 26 tf/m는 전체 합력 24 tf/m보다 크므로 과대계산이다. 포화단위중량 전체를 그대로 토압에 넣거나 수압을 중복 합산하면 이런 값이 나오기 쉽고, 올바른 값은 24 tf/m이다.

오답 포인트

수중 토압 문제에서 가장 흔한 실수는 γ_{sat}를 그대로 써서 흙의 토압을 구한 뒤 다시 물의 정수압까지 더하는 것이다. 이 문항은 유효단위중량으로 계산한 흙의 토압과 물의 정수압을 분리하는지를 묻는다.

다시 나오면 이렇게 판단

수중 옹벽 문제는 먼저 K_a를 구하고, 다음에 $\gamma' = \gamma_{sat} - \gamma_w$로 흙의 토압을 계산한 뒤, 마지막에 $\frac{1}{2}\gamma_w H^2$의 정수압을 따로 더하는 순서로 판단한다.

암기 포인트

수중 Rankine 토압은 흙은 γ', 물은 γ_w로 나누어 계산하고 마지막에 합력으로 더한다.

NoteBase

문 16. <보기>에서 설명하는 연약지반 개량공법으로 가장 좋은 것은?

<보기>
• 개발 초기에는 카드보드라는 두꺼운 종이를 배수재로 사용하였다.
• 현재는 종이 대신 플라스틱 배수재를 사용한다.

① 샌드 드레인 공법
② PBD 공법
③ 팩 드레인 공법
④ 모래다짐말뚝(SCP) 공법

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 연직배수공법 중 카드보드 배수재에서 플라스틱 배수재로 발전한 PBD 공법의 특징을 묻는 문제이다.

핵심 개념

PBD 공법은 연약지반에 띠 모양의 조립식 배수재를 삽입하여 배수거리를 줄이고 압밀을 촉진하는 연직배수공법이다. 개발 초기에는 카드보드 계열 배수재를 사용하였고, 현재는 플라스틱 보드 드레인이 일반적이다.
샌드 드레인과 팩 드레인은 모래를 이용한 배수기둥 계열이고, SCP는 모래말뚝으로 지반을 다짐·치환하는 공법이라는 점이 구별 기준이다.

선지별 해설

① X: 샌드 드레인 공법은 모래기둥을 설치하여 배수거리를 줄이는 공법이다. 틀린 표현은 카드보드나 플라스틱 보드 배수재와 연결한 부분이다. 올바르게는 모래를 배수재로 사용하는 연직배수공법이다.
② O: PBD 공법은 카드보드 계열 드레인에서 발전하여 현재는 플라스틱 보드 드레인을 사용하는 대표적인 연직배수공법이므로 제시된 설명과 일치한다.
③ X: 팩 드레인 공법은 포대나 섬유재 안에 모래를 채운 배수기둥을 설치하는 공법이다. 틀린 표현은 종이 배수재가 플라스틱 배수재로 바뀐 공법이라는 부분이다. 올바르게는 모래 충전 팩을 이용하는 연직배수공법이다.
④ X: 모래다짐말뚝(SCP) 공법은 모래말뚝을 조성하여 지반을 다지고 치환하는 공법이다. 틀린 표현은 보드형 배수재를 사용하는 연직배수공법으로 본 부분이다. 올바르게는 다짐과 치환 효과를 이용하는 모래말뚝 공법이다.

NoteBase

오답 포인트

샌드 드레인, 팩 드레인, PBD는 모두 연약지반 개량에 쓰여 이름이 비슷해 보이지만 배수재의 형태가 다르다. 특히 ③은 드레인이라는 이름 때문에 보드형 배수재로 오인하기 쉽지만 실제로는 모래를 채운 팩 계열이라는 점이 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

선지에서 종이, 카드보드, 플라스틱 보드, 띠 모양 배수재가 나오면 PBD 계열을 먼저 떠올리면 된다.
모래기둥이면 샌드 드레인이나 팩 드레인 계열이고, 다짐·치환이 강조되면 SCP로 판단할 수 있다.

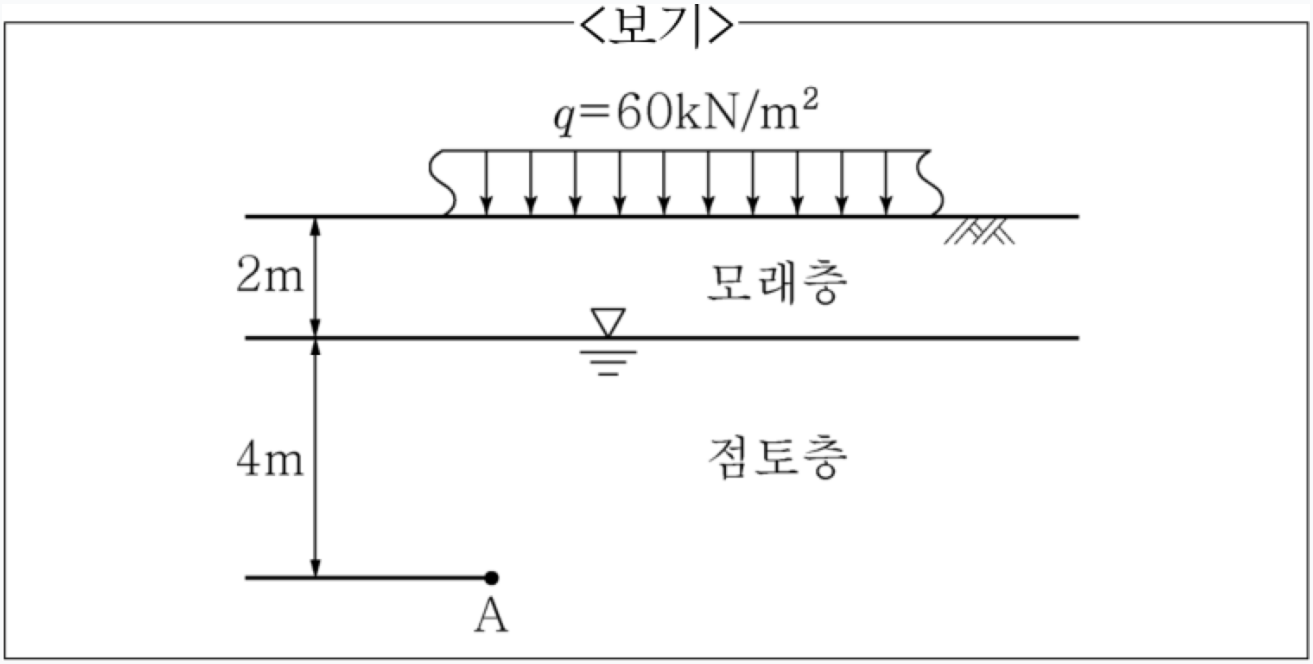
암기 포인트

카드보드에서 플라스틱 보드로 이어지면 PBD, 모래말뚝으로 다지면 SCP이다.

NoteBase

문 17. <보기>와 같이 지표면에 $q = 60\text{kN/m}^2$의 등분포 상재하중이 재하된 후, 50%의 압밀이 진행되었다. 이때, A점에서의 전체 간극수압[kN/m^2]은? (단, 물의 단위중량은 10kN/m^3이다.)

<보기>



① 30

② 40

③ 60

④ 70

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 압밀도에 따른 잔류 과잉간극수압과 정수압을 합쳐 A점의 전체 간극수압을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 등분포 상재하중은 60kN/m^2, 압밀도는 50%, 물의 단위중량은 10kN/m^3이다.
구해야 할 값: A점의 전체 간극수압이다.
주의할 조건: 전체 간극수압은 정수압과 압밀 후 남아 있는 과잉간극수압의 합이다.

NoteBase

기출OX 해설집 · 공무원/서울시/7급 · 토질역학 · 2020 · 10월

사용할 공식

$u = u_h + u_e$

$u_h = \gamma_w h$

$u_e = (1 - U)\Delta\sigma$

여기서 U는 압밀도, $\Delta\sigma$는 상재하중에 따른 응력증가분이다.

이 공식을 쓰는 이유: A점은 지하수면 아래에 있어 정수압이 존재하고, 압밀이 50% 진행된 시점에는 하중에 의한 과잉간극수압이 절반만 남기 때문이다.

계산 과정

1. A점은 지하수면 아래 4m에 있으므로 정수압은 $u_h = 10 \times 4 = 40 kN/m^2$이다.
2. 넓게 작용하는 등분포 상재하중에 따른 응력증가분은 $\Delta\sigma = 60 kN/m^2$로 본다.
3. 압밀도 50%이므로 남아 있는 과잉간극수압은 $u_e = (1 - 0.5) \times 60 = 30 kN/m^2$이다.
4. 따라서 A점의 전체 간극수압은 $u = 40 + 30 = 70 kN/m^2$이다.

선지별 해설

① X: 30은 압밀 후 남아 있는 과잉간극수압만 계산한 값이다. 전체 간극수압은 여기에 정수압 40을 더한 70이 되어야 한다.

② X: 40은 A점의 초기 정수압만 계산한 값이다. 상재하중 재하 후 압밀이 50% 진행되었으므로 잔류 과잉간극수압 30을 더해야 하며, 올바른 값은 70이다.

③ X: 60은 상재하중에 따른 응력증가분만 본 값이거나 압밀도를 반영하지 않은 값이다. 이 문제는 전체 간극수압을 묻고 있으므로 정수압과 잔류 과잉간극수압을 함께 합한 70이 맞다.

④ O: 정수압 40과 압밀 후 남은 과잉간극수압 30을 더하면 70이 된다. 따라서 ④가 옳다.

오답 포인트

압밀 문제에서 정수압과 과잉간극수압을 분리하지 않으면 30이나 40에서 멈추기 쉽다. 또 압밀도 50%를 보면 전체 간극수압이 절반이 된다고 오해하기 쉬우나, 절반이 되는 것은 하중으로 생긴 과잉간극수압뿐이다.

다시 나오면 이렇게 판단

지하수면 아래 점의 간극수압 문제는 먼저 정수압 $\gamma_w h$를 계산하고, 그다음 압밀도 U로 잔류 과잉간극수압 $(1 - U)\Delta\sigma$를 구해 마지막에 둘을 합하는 순서로 판단한다.

암기 포인트

전체 간극수압은 정수압 + 잔류 과잉간극수압이며, 압밀도는 과잉간극수압이 얼마나 소산되었는지를 뜻한다.

NoteBase

문 18. 지표면에 지하수위가 존재하며, 일면배수조건의 두께가 4m인 완전 포화된 점토층의 압밀특성을 파악하기 위해 시료를 채취하여 일반적인 압밀시험을 수행하였다. 압밀시험에서 시료가 90% 압밀되는 데 10시간 걸렸다면, 현장에서 90% 압밀되는 데 걸리는 시간[hr]은? (단, 압밀시험 시 시료의 두께는 2cm이며, 시료 위와 아래에는 물이 이동할 수 있는 다공석판이 있다.)

① 2,000

② 4,000

③ 40,000

④ 1,600,000

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 압밀도 $U = 90\%$가 같을 때 압밀시간이 배수거리의 제곱에 비례한다는 관계를 이용해 현장 압밀시간을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 실내 압밀시험에서 $U = 90\%$까지 10시간이 걸린다.
실내 시료 두께는 2cm이고 위아래가 모두 배수되므로 양면배수이다.
현장 점토층은 두께 4m이고 일면배수이므로 배수거리는 4m이다.
같은 점토의 같은 압밀도 $U = 90\%$를 비교하므로 시간계수 T_v와 압밀계수 C_v는 같게 본다.

사용할 공식

사용 공식은 $t = \frac{T_v H_{dr}^2}{C_v}$이다.
같은 흙에서 같은 압밀도 U를 비교하면 T_v와 C_v가 동일하므로 $t \propto H_{dr}^2$가 된다.
따라서 실내와 현장의 압밀시간 비는 배수거리 비의 제곱으로 계산된다.

계산 과정

실내 시험은 양면배수이므로 배수거리 $H_{dr,\,lab} = \frac{2cm}{2} = 1cm = 0.01m$이다.
현장은 일면배수이므로 배수거리 $H_{dr,\,field} = 4m$이다.
따라서
$\frac{t_{field}}{t_{lab}} = \left(\frac{H_{dr,\,field}}{H_{dr,\,lab}}\right)^2 = \left(\frac{4}{0.01}\right)^2 = 400^2 = 160000$
이므로
$t_{field} = 10 \times 160000 = 1600000hr$
가 된다.

NoteBase

선지 판단

1번 X: 2,000hr은 배수거리 제곱을 하지 않고, 실내 배수거리도 2cm로 잘못 본 값에 해당한다. 틀린 표현은 실내 배수거리를 시료 두께 전체로 본 점이며, 올바르게는 양면배수이므로 1cm를 써야 한다.
2번 X: 4,000hr은 배수거리 비 400은 맞게 잡고도 시간을 배수거리의 제곱이 아니라 1차 비례로 처리한 값이다. 올바르게는 $t \propto H_{dr}^2$이므로 400^2를 적용해야 한다.
3번 X: 40,000hr은 시간을 배수거리 제곱에 비례시킨 점은 맞지만, 실내 시료를 양면배수로 보지 않고 $H_{dr} = 2cm$로 계산한 값이다. 올바르게는 실내 배수거리가 1cm이므로 더 큰 시간비가 나온다.
4번 O: 실내 배수거리 1cm, 현장 배수거리 4m를 사용하면 $10 \times (4/0.01)^2 = 1,600,000hr$가 되어 맞다.

오답 포인트

이 문제의 함정은 시료 두께와 배수거리를 같게 보는 실수, 그리고 압밀시간이 배수거리에 비례한다고 착각하는 실수이다. 특히 실내 시험의 위아래에 다공석판이 있다는 문장이 양면배수 조건이라는 점을 놓치면 3번으로 잘못 간다.

다시 나오면 이렇게 판단

압밀시간 비교 문제는 먼저 배수조건으로 배수거리 H_{dr}를 정한 뒤, 같은 압밀도인지 확인하고, 마지막에 $t \propto H_{dr}^2$를 적용하는 순서로 판단한다.

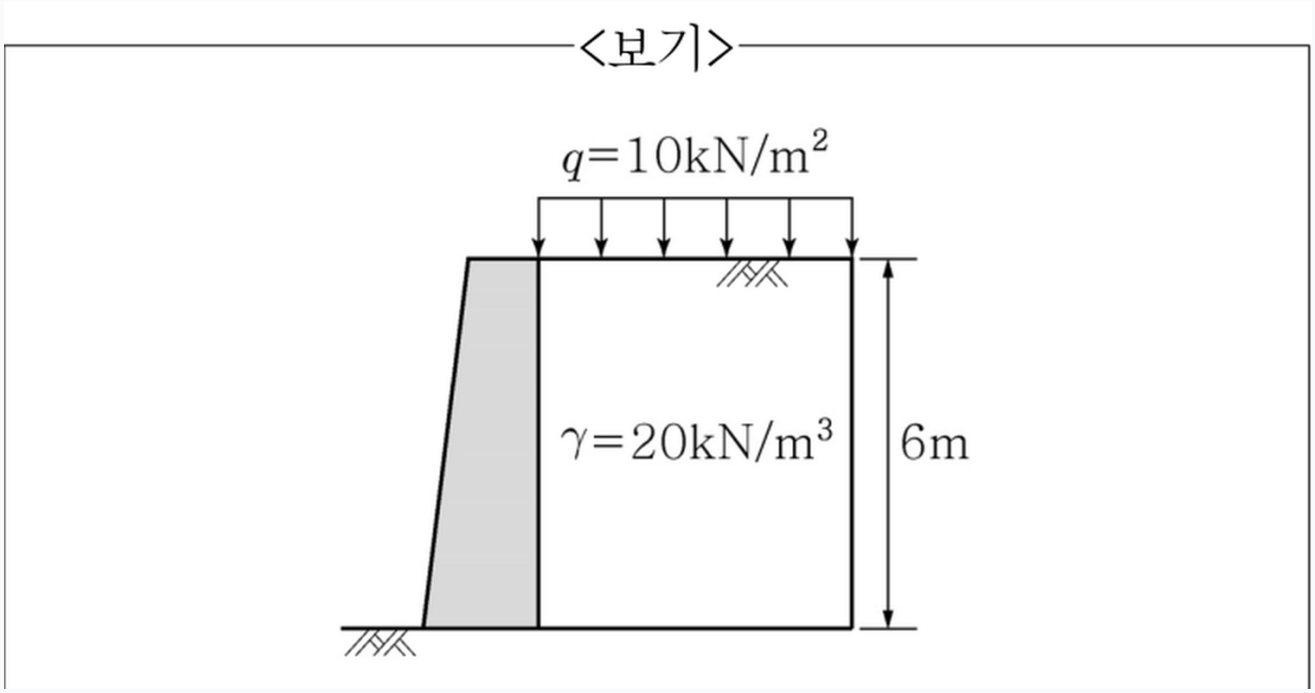
암기 포인트

압밀시간은 배수거리의 제곱에 비례하고, 양면배수의 배수거리는 시료두께의 절반이다.

NoteBase

문 19. <보기>와 같이 옹벽에서 지표면에 등분포 상재하중 $q = 10\text{kN/m}^2$이 작용할 때, 높이 6m 옹벽에 작용하는 전체 주동토압의 작용점이 옹벽 하부로부터 위치하는 거리[m]는? (단, 주동토압계수는 0.5, 흙의 단위중량은 20kN/m^3이고, 벽면 마찰은 무시한다. 또한, 소수점 둘째 자리에서 반올림한다.)

<보기>



① 1.9

② 2.1

③ 2.3

④ 2.5

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 등분포 상재하중이 있는 옹벽의 전체 주동토압 합력과 그 작용점을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값은 옹벽 높이 $H = 6m$, 주동토압계수 $K_a = 0.5$, 흙의 단위중량 $\gamma = 20kN/m^3$, 등분포 상재하중 $q = 10kN/m^2$이다.
구해야 할 값은 전체 주동토압의 작용점이 옹벽 하부로부터 떨어진 거리이다.
주의할 조건은 흙의 자중에 의한 토압은 삼각형 분포이고, 상재하중에 의한 토압은 직사각형 분포라는 점이다.

NoteBase

사용할 공식

사용할 공식은 $P_\gamma = \frac{1}{2}K_a\gamma H^2$, $P_q = K_a q H$이다. 각 작용점은 각각 하부로부터 $H/3$, $H/2$이다.
이 공식을 쓰는 이유는 자중에 의한 주동토압은 깊이에 비례하여 증가하고, 등분포 상재하중에 의한 주동토압은 전 깊이에 걸쳐 일정하기 때문이다.

계산 과정

1. 자중에 의한 주동토압은 $P_\gamma = \frac{1}{2} \times 0.5 \times 20 \times 6^2 = 180 kN/m$이다.
2. 상재하중에 의한 주동토압은 $P_q = 0.5 \times 10 \times 6 = 30 kN/m$이다.
3. 각 작용점은 자중분이 하부에서 $6/3 = 2m$, 상재하중분이 하부에서 $6/2 = 3m$이다.
4. 전체 합력의 작용점은 $\bar{y} = \frac{180 \times 2 + 30 \times 3}{180 + 30} = \frac{450}{210} = 2.142857\cdots m$이다.
5. 소수점 둘째 자리에서 반올림하면 $2.1m$이다.

선지별 해설

① X: 계산 결과 작용점 거리는 $1.9m$가 아니라 $2.1m$이다. 이 값은 상재하중에 의한 직사각형 토압을 누락하거나 합성 모멘트를 작게 잡을 때 나올 수 있는 오답이다.
② O: 전체 합력의 작용점은 $2.142857\cdots m$이므로 소수점 둘째 자리에서 반올림하면 $2.1m$가 된다.
③ X: 계산 결과 작용점 거리는 $2.3m$가 아니라 $2.1m$이다. 이 값은 상재하중분의 작용점 영향만 과대평가하거나 가중평균 계산을 잘못할 때 나올 수 있는 오답이다.
④ X: 계산 결과 작용점 거리는 $2.5m$가 아니라 $2.1m$이다. 이 값은 두 작용점 $2m$와 $3m$를 힘의 크기 가중치 없이 단순 평균할 때 나올 수 있는 오답이다.

오답 포인트

이 문항의 함정은 자중에 의한 삼각형 토압과 상재하중에 의한 직사각형 토압을 분리하지 않고 한 번에 처리하는 데 있다. 특히 작용점은 거리의 단순 평균이 아니라 각 토압 합력으로 가중한 모멘트 평균이라는 점에서 실수가 자주 발생한다.

다시 나오면 이렇게 판단

옹벽 토압 작용점 문제는 자중분 삼각형과 상재하중분 직사각형을 먼저 분리하고, 각 합력과 작용점을 구한 뒤 마지막에 모멘트 평형으로 가중평균하는 순서로 판단한다.

암기 포인트

삼각형 토압의 작용점은 $H/3$, 직사각형 토압의 작용점은 $H/2$, 합성 작용점은 힘의 크기로 가중평균한 값이다.

NoteBase

문 20. 현장 지반조사의 시험 종류와 측정값을 짝지은 것으로 가장 옳지 않은 것은?

① 현장베인시험 - 전단저항각 ϕ

② 표준관입시험 - N값

③ 피에조콘관입시험 - 간극수압

④ 프레셔미터시험 - 횡방향 변형계수

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 현장 지반조사 시험별 대표 측정값을 정확히 대응시키는지를 묻는 문제이다.

핵심 개념

현장베인시험은 연약한 점토지반에서 십자형 베인을 회전시켜 비배수전단강도 c_u를 구하는 시험이다.
표준관입시험은 샘플러를 타격 관입시켜 얻는 N값으로 지반의 상대적 조밀도나 강도를 판단하는 시험이다.
피에조콘관입시험은 콘관입저항, 주면마찰과 함께 간극수압을 측정하는 CPT 계열 시험이다.
프레셔미터시험은 공벽을 수평방향으로 팽창시켜 압력-변형 관계를 얻고 지반의 횡방향 변형특성을 평가하는 시험이다.

선지별 해설

① X: 틀린 부분은 "전단저항각 ϕ"이다. 현장베인시험은 주로 포화 연약점토의 비배수전단강도 c_u를 구하는 시험이지 전단저항각 ϕ를 직접 구하는 시험이 아니다. 올바르게는 "현장베인시험 - 비배수전단강도 c_u"이다.
② O: 표준관입시험의 대표 측정값은 N값이다. 일정 구간 관입에 필요한 타격횟수를 이용하므로 시험명과 측정값의 대응이 맞다.
③ O: 피에조콘관입시험은 일반 콘관입시험에 간극수압 측정을 추가한 시험이다. 따라서 "피에조콘관입시험 - 간극수압"은 맞는 짝이다.
④ O: 프레셔미터시험은 공내에서 막을 팽창시켜 수평방향 변형에 대한 저항을 본다. 따라서 횡방향 변형특성을 나타내는 값과 대응시키는 것이 타당하다.

오답 포인트

베인시험도 전단과 관련되고 ϕ도 전단강도정수이므로 둘을 막연히 연결하기 쉽다. 그러나 연약점토의 현장베인시험은 배수조건을 두고 전단저항각을 구하는 시험이 아니라 비배수 상태의 전단강도 c_u를 빠르게 구하는 시험이라는 점이 함정이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

시험 이름을 보면 무엇을 측정하는 장치인지부터 연결하면 된다. 타격 관입이면 N값, 피에조가 붙으면 간극수압, 공벽 팽창이면 횡방향 변형특성, 베인은 연약점토의 비배수전단강도로 판단하면 된다.

암기 포인트

베인=연약점토 c_u, SPT=N, CPTu=간극수압, 프레셔미터=수평 팽창 변형특성이다.

NoteBase