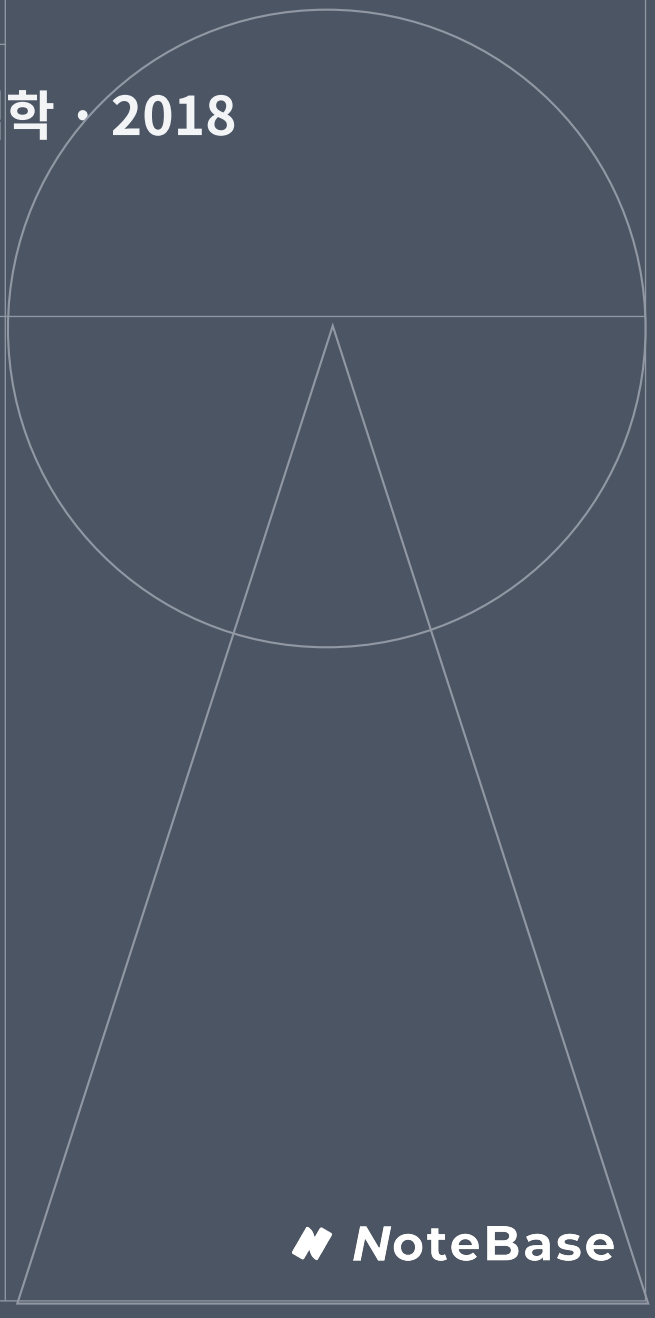
기출OX 해설집

공무원/국가직/7급 · 토질역학 · 2018



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/국가직/7급 · 토질역학 · 2018

공무원/국가직/7급 · 토질역학 · 2018

문 1. 흙의 특성에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 성토된 점토지반은 일반적으로 양족롤러로 다진다.

② 점토광물에서 가장 많은 원자는 산소이다.

③ 흙의 함수비, 상대밀도, 포화도는 각각 100%를 초과할 수 없다.

④ 동상(frost heaving)에 의한 피해는 일반적으로 모래지반보다 점토지반에서 더 크다.

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 함수비, 상대밀도, 포화도의 정의와 각 지표가 100%를 초과할 수 있는지 여부를 구별하는 문제이다.

핵심 개념

함수비는 흙 입자의 건조중량에 대한 물의 중량비이므로 물의 중량이 건조중량보다 크면 100%를 넘을 수 있다.
상대밀도는 사질토의 조밀한 정도를 나타내는 지표로, 매우 조밀한 상태에서는 계산값이 100%를 넘는 경우도 있다.
포화도는 흙의 간극 중 물이 차지하는 비율이므로 정의상 100%를 초과할 수 없다.

NoteBase

선지별 해설

① O
성토된 점토지반은 점성이 큰 흙이므로 일반적으로 양족롤러로 다지는 것이 맞다. 양족롤러는 점성토 내부까지 다짐 효과를 주기 쉽다.

② O
점토광물은 규산염 광물로서 산소 원자가 구조 내에서 큰 비중을 차지한다. 따라서 점토광물에서 가장 많은 원자를 산소로 보는 설명은 타당하다.

③ X
틀린 부분은 '함수비, 상대밀도, 포화도는 각각 100%를 초과할 수 없다'는 표현이다. 실제로는 함수비와 상대밀도는 100%를 초과할 수 있고, 포화도만 100%를 초과할 수 없다.

④ O
동상은 세립토일수록 모세관 작용으로 물을 끌어올리기 쉬워 피해가 커진다. 일반적인 비교에서는 모래지반보다 점토지반에서 동상 피해가 더 큰 것으로 본다.

오답 포인트

③은 세 지표를 모두 '백분율'이라는 형식만 보고 일괄적으로 100% 상한이 있다고 착각하게 만드는 선지이다. 포화도는 비율의 상한이 분명하지만, 함수비는 분모가 건조중량이고 상대밀도는 계산식상 100%를 넘는 값이 가능하다는 점을 구분해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

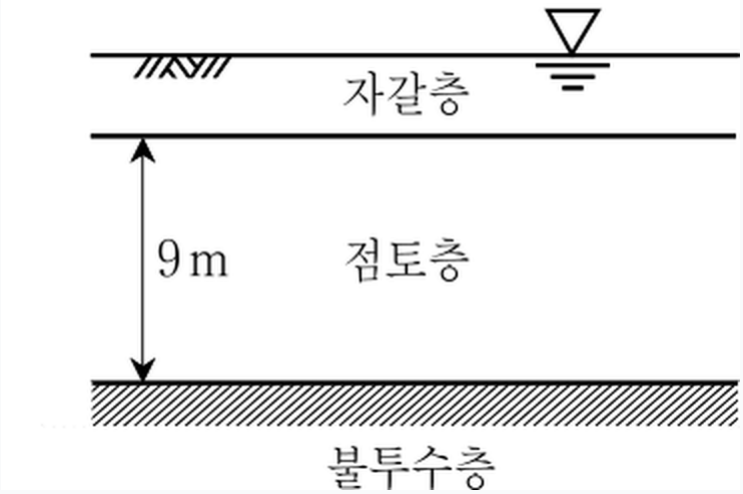
흙의 상태량이 100%를 넘는지 판단할 때는 먼저 분모가 무엇인지 확인한다. 건조중량 대비 물의 비인 함수비는 100% 초과가 가능하고, 간극이 물로 찬 비율인 포화도는 100%가 상한이다. 상대밀도는 사질토의 조밀도 지표이므로 계산상 100% 초과 가능성을 열어 두고 본다.

암기 포인트

함수비·상대밀도는 100% 초과 가능, 포화도는 100% 상한이다.

NoteBase

문 2. 그림과 같이 초기간극비가 0.5인 점토층이 자갈층에 의한 압밀종료 후 간극비가 0.3으로 줄었다면 이 점토층에 발생한 최종압밀침하량은? (단, 압밀은 연직방향으로만 발생한다)



① 1.0m

② 1.2m

③ 1.5m

④ 2.0m

정답 2번

출제 포인트

초기 간극비와 최종 간극비의 변화량으로 1차원 압밀침하량을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 초기 간극비 $e_0 = 0.5$, 최종 간극비 $e_f = 0.3$, 점토층 두께 $H = 9m$이다.
구해야 할 값: 최종압밀침하량 S이다.
주의할 조건: 압밀은 연직방향으로만 발생하므로 1차원 압밀침하식 $S = H\Delta e/(1 + e_0)$를 적용한다.

사용할 공식

압밀침하량은 $S = H \times \frac{e_0 - e_f}{1 + e_0}$ 이다.
이 공식을 쓰는 이유: 점토층의 간극비가 압밀 전 0.5에서 압밀 후 0.3으로 줄었고, 연직방향 압밀만 발생하므로 간극비 감소량을 두께 감소량으로 환산하면 된다.

NoteBase

계산 과정

1. 간극비 변화량은 $\Delta e = 0.5 - 0.3 = 0.2$ 이다.
2. 압밀침하량은 $S = 9 \times \frac{0.2}{1 + 0.5} = 9 \times \frac{0.2}{1.5} = 1.2m$ 이다.
3. 따라서 최종압밀침하량은 $1.2m$ 이다.

선지별 해설

① X: 계산 결과 최종압밀침하량은 $1.0m$가 아니라 $1.2m$이다. ①의 값은 정답값보다 작으므로 틀렸고, 올바르게는 $1.2m$로 고쳐야 한다.
② O: $S = H(e_0 - e_f)/(1 + e_0)$에 대입하면 $1.2m$가 되므로 맞다.
③ X: 최종압밀침하량은 $1.5m$가 아니라 $1.2m$이다. ③은 분모를 잘못 잡거나 간극비 감소량을 잘못 처리할 때 나올 수 있는 오답이며, 올바르게는 $1.2m$로 고쳐야 한다.
④ X: 최종압밀침하량은 $2.0m$가 아니라 $1.2m$이다. ④는 $1 + e_0$로 나누는 절차를 빠뜨려 침하량을 크게 보는 오류에 가깝고, 올바르게는 $1.2m$로 고쳐야 한다.

오답 포인트

이 문항의 함정은 간극비 감소량 Δe만 보고 두께 H에 바로 곱해 버리거나, 분모의 $1 + e_0$를 빠뜨리는 데 있다. 압밀침하식은 항상 초기 간극비를 기준으로 나누어야 하므로 $1 + e_0$를 빼먹으면 과대 계산이 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

간극비의 전후 값이 함께 주어지면 먼저 Δe를 구하고, 다음에 $S = H\Delta e/(1 + e_0)$에 대입한다. 계산이 끝나면 단위와 분모 $1 + e_0$ 반영 여부를 한 번 더 확인하면 된다.

암기 포인트

압밀침하량은 초기 두께에 간극비 감소량을 곱한 뒤 1 +초기 간극비로 나눈 값이다.

NoteBase

문 3. 유선망에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 등수두선과 유선은 직교한다.

② 유선망의 요소(element)는 근사적으로 정사각형이다.

③ 불투수면의 수두는 동일하다.

④ 각 유선망의 요소(element)의 크기가 달라도 유입량 및 유출량이 같다.

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 유선망에서 등수두선, 유선, 불투수 경계의 의미와 유선망 요소의 성질을 구분하는 문제이다.

핵심 개념

등수두선은 수두가 같은 점들을 이은 선이다. / 결정 차이축: 수두가 같은가 / 키워드: 같은 수두
유선은 물이 실제로 흐르는 방향을 나타내는 선이다. / 결정 차이축: 흐름 방향인가 / 키워드: 흐름 방향
불투수면은 물이 통과하지 못하는 무유량 경계로서 유선(경계)이 된다. 유선을 따라서는 수두가 위치에 따라 변하므로 불투수면 위의 수두는 동일하지 않다. / 결정 차이축: 무유량 경계인가 / 키워드: 불투수 경계
유선망의 요소는 유선과 등수두선이 만드는 근사적인 곡선 정사각형(curvilinear square)이다. 곡선 정사각형이란 네 변의 길이가 서로 같아 요소 안에 내접원을 그릴 수 있는 형상을 뜻한다. / 결정 차이축: 요소 형상 / 키워드: 근사 정사각형

NoteBase

선지별 해설

① O
등수두선과 유선은 유선망에서 서로 직교한다. 따라서 ①은 유선망의 기본 성질을 옳게 설명한 선지이다.

② O
유선망의 요소는 유선과 등수두선으로 둘러싸인 근사적인 곡선 정사각형(curvilinear square)이다. 곡선 정사각형은 마주 보는 변의 길이가 서로 같아 요소 안에 내접원을 그릴 수 있는 형상을 말한다. 선지의 "근사적으로 정사각형"이라는 표현이 이 성질과 부합한다.

③ X
틀린 부분은 "불투수면의 수두는 동일하다"이다. 수두가 같은 선은 등수두선인데, 불투수면은 물이 통과하지 못하는 무유량 경계로서 유선(경계)에 해당한다. 유선을 따라서는 수두가 위치에 따라 변하므로, 불투수면은 유선이지 등수두선이 아니어서 경계 전체에서 수두가 동일하지 않다. 올바르게는 "등수두선 위의 수두는 동일하고, 불투수면을 따라서는 흐름이 없지만 수두는 위치에 따라 달라진다"이다.

④ O
연속방정식(연속조건)에 의해 정상 침투에서는 하나의 유선관(유로) 안으로 들어오는 유량과 나가는 유량이 같다. 이는 요소의 크기와 무관하게 성립하므로, 요소의 크기가 서로 달라도 유입량과 유출량이 같다는 설명은 옳다.

오답 포인트

③은 불투수면을 등수두선처럼 착각하게 만드는 함정이다. 수두가 같은 선은 등수두선이고, 불투수면은 흐름이 통과하지 못하는 유선 경계라는 점을 구분하지 못하면 오답으로 넘어가기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

선지에 선의 성질이 나오면 먼저 그 선이 등수두선인지 유선인지부터 구분한다. 같은 수두를 말하면 등수두선이고, 흐름 방향이나 불투수 경계를 말하면 유선의 성질에 해당한다.

암기 포인트

등수두선은 같은 수두, 유선은 흐름 방향, 불투수면은 유선 경계이다.

NoteBase

문 4. 말뚝기초에서 발생할 수 있는 부주면마찰력을 감소시키는 방법으로 옳지 않은 것은?

① 말뚝시공 전 선행하중을 가해 지반침하를 미리 발생시킨다.

② 표면적이 비교적 큰 말뚝을 사용하여 부주면마찰력이 덜 발생하도록 한다.

③ 말뚝직경보다 약간 큰 케이싱을 설치하여 부주면마찰력을 차단한다.

④ 말뚝표면에 역청재를 도장한다.

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 부주면마찰력의 발생 원인과 이를 줄이는 대책을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

부주면마찰력은 주변 지반이 말뚝보다 더 크게 침하하여 말뚝 주면을 아래로 끌어내릴 때 생기는 하향 마찰력이다.
감소 대책의 핵심은 지반의 상대침하를 미리 해소하거나, 말뚝과 지반 사이의 접촉 또는 마찰을 줄이는 데 있다.

선지별 해설

① O: 말뚝 시공 전에 선행하중을 재하하여 지반침하를 먼저 일으키면 시공 후 추가 침하가 줄어들어 부주면마찰력이 감소한다.
② X: 틀린 부분은 '표면적이 비교적 큰 말뚝'이다. 말뚝의 주면적이 커지면 부주면마찰력이 덜 생기는 것이 아니라 마찰이 작용할 면적이 늘어 오히려 불리할 수 있다. 올바르게는 말뚝과 지반의 접촉 마찰을 줄이거나 차단하는 방향이어야 한다.
③ O: 말뚝직경보다 약간 큰 케이싱을 설치하면 주변 지반과 말뚝 주면의 직접 접촉이 줄어 부주면마찰력의 전달을 차단할 수 있다.
④ O: 말뚝 표면에 역청제를 도장하면 주면 마찰계수가 작아져 부주면마찰력을 줄이는 데 도움이 된다.

오답 포인트

부주면마찰력은 말뚝의 강도 문제가 아니라 주변 지반의 상대침하와 주면 마찰 문제라는 점을 놓치기 쉽다. 그래서 '큰 말뚝을 쓰면 더 안전하다'는 직관에 끌리면 ②를 옳다고 오판하게 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

부주면마찰력 감소 대책은 선침하, 접촉 차단, 마찰 감소의 세 가지 축으로 판단한다. 반대로 접촉면적이나 마찰 작용 면적을 키우는 선택지는 감소 대책이 아니다.

NoteBase

암기 포인트

부주면마찰력은 지반이 내려앉아 말뚝을 끌어내리는 힘이며, 대책은 선침하·차단·윤활이다.

NoteBase

문 5. 단위중량이 $20kN/m^3$인 점토지반 위에 지하 2층까지 주차장을 갖춘 건물을 건설할 때, 보상기초를 적용하여 건설할 수 있는 건물의 최대 층수는? (단, 한 층의 높이가 $3m$이고, 층당 하중은 $15kN/m^2$이다)

① 지상 4층

② 지상 5층

③ 지상 6층

④ 지상 8층

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 보상기초에서 굴착으로 제거된 지반 자중과 건물 각 층의 하중을 비교하여 건설 가능한 최대 지상 층수를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값:
- 점토지반의 단위중량: $20kN/m^3$
- 지하층 수: 2층
- 한 층 높이: $3m$
- 층당 하중: $15kN/m^2$

구해야 할 값:
- 보상기초를 적용할 때 가능한 최대 지상 층수

주의할 조건:
- 지하 2층을 만들기 위해 $6m$를 굴착하므로 제거된 흙의 자중만큼 건물 하중을 상쇄할 수 있다.
- 층당 하중은 지상층뿐 아니라 지하층에도 동일하게 작용한다고 본다.

사용할 공식

보상기초의 상쇄 가능 하중은 굴착으로 제거된 흙의 자중이므로

$q_c = \gamma D$

이다.

여기서 γ는 지반의 단위중량, D는 굴착깊이이다.

이 공식을 쓰는 이유:

보상기초는 원지반이 받던 상재압만큼 흙을 제거하여 건물 하중 증가분을 상쇄하는 원리이므로, 먼저 제거된 흙의 압력 γD를 구한 뒤 이를 층당 하중으로 나누어 전체 허용 층수를 판단한다.

NoteBase

계산 과정

1. 지하 2층의 굴착깊이는 $D = 2 \times 3 = 6m$이다.
2. 제거된 흙의 자중에 해당하는 보상 가능 하중은
$q_c = \gamma D = 20 \times 6 = 120kN/m^2$
이다.
3. 층당 하중이 $15kN/m^2$이므로 보상 가능한 총 층수는
$\frac{120}{15} = 8$
층이다.
4. 이 8층에는 이미 계획된 지하 2층도 포함되므로 가능한 최대 지상 층수는
$8 - 2 = 6$
층이다.

선지별 해설

① X
- 지상 4층이면 총 층수는 지하 2층을 포함해 6층이고, 총 하중은 $6 \times 15 = 90kN/m^2$이다. 보상 가능한 $120kN/m^2$보다 작아서 건설은 가능하지만 최대 층수는 아니다.
- 틀린 표현은 "지상 4층"이다. 올바르게는 "최대는 지상 6층"이다.

② X
- 지상 5층이면 총 층수는 7층이고, 총 하중은 $7 \times 15 = 105kN/m^2$이다. 역시 보상 가능한 하중 이내이지만 아직 1층을 더 올릴 수 있으므로 최대 층수가 아니다.
- 틀린 표현은 "지상 5층"이다. 올바르게는 "최대는 지상 6층"이다.

③ O
- 지상 6층이면 총 층수는 8층이고, 총 하중은 $8 \times 15 = 120kN/m^2$이다. 이는 굴착으로 제거된 흙의 자중과 정확히 같으므로 보상기초 조건에 맞는 최대 층수이다.

④ X
- 120/15 = 8을 바로 지상층 수로 보면 지하 2층 하중을 빠뜨린 계산이 된다. 8층은 지상층만이 아니라 지하층을 포함한 총 층수이다.
- 틀린 표현은 "지상 8층"이다. 올바르게는 "총 8층 상당이 가능하므로 지하 2층을 제외한 최대 지상 층수는 6층"이다.

오답 포인트

가장 흔한 실수는 120/15 = 8을 구한 뒤 이를 지상층 수로 바로 해석하는 것이다. 이 문제의 8층은 지하 2층을 포함한 총 층수이며, 보기에 제시된 값은 지상 층수이므로 반드시 지하 2층을 한 번 더 빼야 한다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

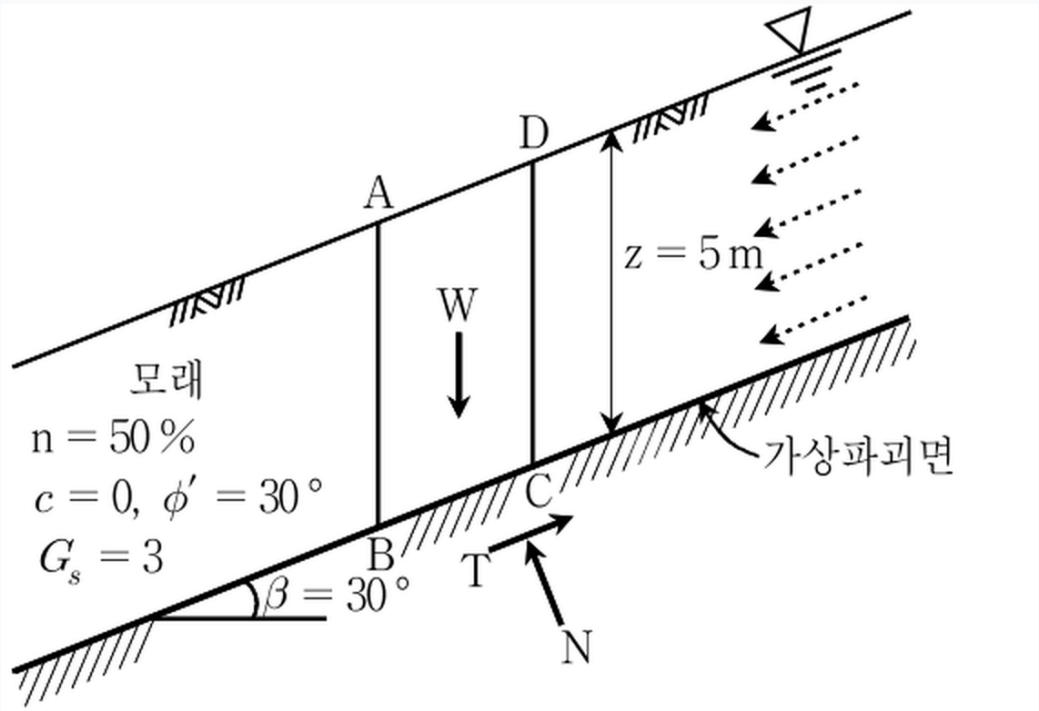
보상기초 문제는 먼저 굴착깊이로 γD를 계산해 상쇄 가능한 압력을 구하고, 그다음 이를 층당 하중으로 나누어 총 층수를 구한 뒤, 문제에서 묻는 값이 지상층인지 총 층수인지 구분하여 최종 답을 정한다.

암기 포인트

보상기초는 "제거한 흙의 자중 = 추가 가능한 건물 하중"으로 정리되며, 계산 결과가 총 층수인지 지상 층수인지 마지막에 반드시 구분한다.

NoteBase

문 6. 그림과 같이 지하수위가 지표면과 일치하는 반무한 모래사면의 안전율은? (단, 물의 단위중량은 10kN/m^{3}이라고 가정하고, 속도수두는 무시한다)



① 0.5

② 1.0

③ 1.5

④ 2.0

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 지하수위가 지표면과 일치하고 침투가 사면과 평행한 반무한 모래사면에서 무한사면 안전율 공식을 적용할 수 있는지를 묻는다.

조건 정리

주어진 값은 공극률 $n = 50\%$, 비중 $G_s = 3$, 점착력 $c' = 0$, 유효내부마찰각 $\phi' = 30^\circ$, 사면경사각 $\beta = 30^\circ$, 물의 단위중량 $\gamma_w = 10kN/m^3$, 흙층 두께 $z = 5m$이다.
공극비는 $e = n/(1-n) = 0.5/0.5 = 1$이다.
포화단위중량은 $\gamma_{sat} = \frac{G_s + e}{1+e}\gamma_w = \frac{3+1}{2} \times 10 = 20kN/m^3$이다.
수중단위중량은 $\gamma' = \gamma_{sat} - \gamma_w = 20 - 10 = 10kN/m^3$이다.

NoteBase

사용할 공식

지하수위가 지표면에 있고 침투가 사면과 평행한 무한사면에서 안전율은
$F_s = \frac{c' + \gamma' z \cos^2\beta \tan\phi'}{\gamma_{sat} z \sin\beta \cos\beta}$
이다.
이 문제는 모래사면이므로 $c' = 0$이고, 전단저항은 유효응력으로 계산해야 하므로 수중단위중량 γ'를 사용한다. 미끄러짐을 일으키는 성분은 포화 흙의 자중이므로 γ_{sat}가 분모에 들어간다.

계산 과정

식을 정리하면
$F_s = \frac{\gamma'}{\gamma_{sat}} \cdot \frac{\tan\phi'}{\tan\beta}$
이다.
여기에 값을 대입하면
$F_s = \frac{10}{20} \cdot \frac{\tan 30^\circ}{\tan 30^\circ} = 0.5 \times 1 = 0.5$
이다.
따라서 안전율은 0.5이다. 이 문제에서는 $c' = 0$이고 $\phi' = \beta$이므로 $z = 5m$는 약분되어 결과에 영향을 주지 않는다.

선지 판단

1번 O: 계산 결과가 0.5이므로 옳다.
2번 X: 1.0은 $\tan\phi'/\tan\beta = 1$만 보고 침투에 따른 $\gamma'/\gamma_{sat} = 0.5$를 빠뜨릴 때 나오는 값이다. 틀린 표현은 침투 영향을 무시한 계산이다. 올바르게는 평행침투 포화사면에서는 $F_s = (\gamma'/\gamma_{sat})(\tan\phi'/\tan\beta)$로 계산해야 한다.
3번 X: 1.5는 주어진 조건에서 나올 수 없는 값이다. $\tan\phi'/\tan\beta = 1$이고 $\gamma'/\gamma_{sat} = 0.5$이므로 안전율은 0.5로 고정된다. 올바르게는 유효응력과 자중 성분을 구분해 계산하면 0.5가 된다.
4번 X: 2.0은 γ'/γ_{sat}를 거꾸로 써서 $\gamma_{sat}/\gamma' = 20/10$으로 계산할 때 나오는 값이다. 틀린 표현은 분자와 분모를 뒤집은 계산이다. 올바르게는 저항측에는 γ', 활동측에는 γ_{sat}를 써야 한다.

오답 포인트

포화 사면에서는 전단저항을 유효응력으로 계산하므로 γ'를 써야 하고, 활동력은 포화 자중으로 계산하므로 γ_{sat}를 써야 한다. 이 둘을 같은 단위중량으로 처리하거나 순서를 뒤집으면 1.0이나 2.0 같은 오답이 나온다.

다시 나오면 이렇게 판단

지하수위가 지표면에 있고 유선이 사면과 평행하면 먼저 평행침투 무한사면 공식인지 확인한다. 그다음 저항항에는 γ', 활동항에는 γ_{sat}를 넣고, $c' = 0$인지와 ϕ', β의 관계를 본 뒤 계산한다.

암기 포인트

평행침투 포화 무한사면에서 $c' = 0$이면 $F_s = (\gamma'/\gamma_{sat})(\tan\phi'/\tan\beta)$이다.

NoteBase

문 7. 다음 중 지반반력계수(K)에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 지반반력계수는 기초의 형상에 따라 변화하는 성질이 있다.

② 기초의 크기(B)가 커지면 즉시침하량(S_i)이 커지므로 지반반력계수(K)는 작아진다.

③ 근입깊이가 커지면 즉시침하량(S_i)이 감소되어 지반반력계수(K)가 커진다.

④ 지반의 탄성계수(E_s)가 증가하면 즉시침하량(S_i)이 작아지므로 지반반력계수(K)는 작아진다.

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 지반반력계수 K가 즉시침하량 S_i와 반비례하고, 기초 크기·근입깊이·지반 탄성계수 변화에 따라 어떻게 달라지는지를 묻는 문제이다.

핵심 개념

지반반력계수 K는 접지압 q를 그때의 즉시침하량 S_i로 나눈 값으로 볼 수 있으므로, 같은 하중조건에서는 침하가 클수록 작아지고 침하가 작을수록 커진다.
기초의 크기 B가 커지면 일반적으로 즉시침하량이 증가하여 K는 작아진다.
근입깊이가 커지면 구속 효과로 즉시침하량이 감소하는 경향이 있어 K는 커진다.
지반의 탄성계수 E_s가 커지면 지반이 더 단단해져 즉시침하량이 감소하므로 K는 커진다.

선지별 해설

1번 O: 지반반력계수는 토질만의 고정 상수가 아니라 기초의 폭, 형상, 강성, 근입 조건 등에 따라 달라진다. 따라서 기초 형상에 따라 변하는 성질이 있다는 설명은 옳다.
2번 O: 기초 폭 B가 커지면 같은 접지압 조건에서 영향 범위가 넓어져 즉시침하량 S_i가 커지는 경향이 있다. $K = q/S_i$로 보면 침하가 커질수록 K는 작아지므로 옳다.
3번 O: 근입깊이가 커지면 주변 지반의 구속 효과가 커져 즉시침하량 S_i가 감소하는 방향으로 작용한다. 그러면 $K = q/S_i$이므로 K는 커져서 옳다.
4번 X: 틀린 부분은 "지반반력계수 K는 작아진다"이다. 지반의 탄성계수 E_s가 증가하면 지반이 더 단단해져 즉시침하량 S_i는 작아지고, 그 결과 지반반력계수 K는 작아지는 것이 아니라 커진다.

오답 포인트

지반반력계수 K를 지반의 강성과 같은 방향으로 보지 않고, 침하량과의 반비례 관계를 놓치면 4번을 옳은 설명으로 오해하기 쉽다. 특히 E_s 증가 → 침하 감소 → K 증가의 연결을 반대로 읽는 경우가 많다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

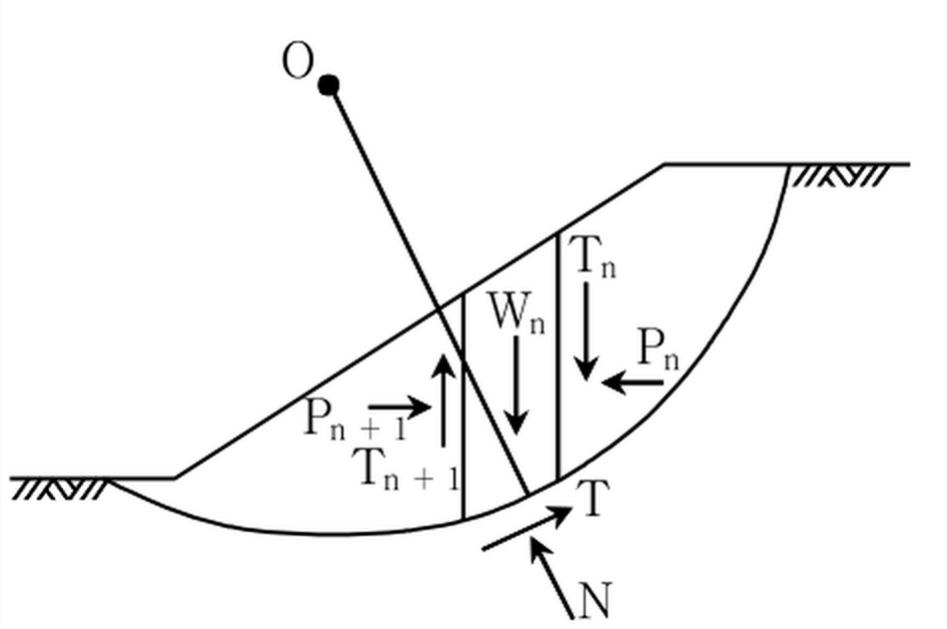
먼저 $K = q/S_i$ 관계를 떠올린다. 그다음 어떤 조건 변화가 즉시침하량 S_i를 키우는지 줄이는지를 판단하면 K의 증감은 자동으로 정리된다.

암기 포인트

지반반력계수 K는 침하의 역개념이므로 침하가 작을수록 크고, 지반이 단단할수록 커진다.

NoteBase

문 8. 절편법을 이용한 사면안정해석 중에서 가상파괴면의 한 절편에 작용하는 힘의 상태를 그림으로 나타내었다. 다음 설명 중 옳지 않은 것은?



① Fellenius 방법은 T_n과 P_n의 합력이 T_{n+1}과 P_{n+1}의 합력과 크기가 같고 그 작용선이 일치한다고 가정하며, 절편의 양쪽에 작용하는 힘들은 무시하고 계산한다.

② 절편의 중량 W_n는 흙의 단위중량 × 절편의 높이 × 절편의 폭이다.

③ Bishop의 간편법은 절편의 측면에는 수평방향의 응력이 작용하지 않고($P_{n+1} - P_n = 0$), 전단력(T_n과 T_{n+1})만 작용한다고 가정한다.

④ Janbu의 간편법은 Bishop의 간편법에서 세운 기본가정과 동일한 가정을 하되, Janbu는 가정으로 생긴 오차는 수정계수(correction factor)를 써서 보정할 것을 제안하였다.

정답 3번

출제 포인트

절편법 사면안정해석에서 Fellenius법, Bishop의 간편법, Janbu의 간편법이 절편 측면의 수평력과 전단력을 어떻게 가정하는지를 구별하는 문제이다.

핵심 개념

Fellenius법은 절편 사이 힘을 무시하여 해를 구하는 고전적 절편법이다. Bishop의 간편법은 절편 사이 전단력은 무시하지만 수평방향의 측면력은 고려한다. Janbu의 간편법도 절편 사이 전단력을 무시하는 단순화 가정을 두고, 그로 인한 오차를 수정계수로 보정한다.

NoteBase

선지별 해설

① O
Fellenius법의 핵심은 절편 양측에 작용하는 절편간 힘을 무시하는 데 있다. 선지의 취지는 절편간 합력을 해석에서 제외한다는 뜻이므로 옳다.

② O
절편의 중량은 단위중량에 절편의 체적을 곱한 값이다. 2차원 절편법은 보통 단위 폭을 가정하므로 체적은 절편폭과 평균높이의 곱으로 나타낼 수 있어 선지의 설명은 타당하다.

③ X
틀린 표현은 "수평방향의 응력이 작용하지 않고($P_{n+1} - P_n = 0$), 전단력(T_n과 T_{n+1})만 작용한다"는 부분이다. 실제로는 Bishop의 간편법은 절편 사이 전단력은 무시하고, 수평방향의 측면력 P_n, P_{n+1}은 작용한다고 본다. 따라서 올바른 표현은 "절편의 측면에는 전단력은 작용하지 않고 수평방향의 측면력은 작용한다고 가정한다"이다.

④ O
Janbu의 간편법은 Bishop의 간편법과 마찬가지로 절편간 전단력을 무시하는 단순화 가정을 사용한다. 또한 이 가정으로 생기는 오차를 보정하기 위해 correction factor를 도입하므로 선지의 설명은 옳다.

오답 포인트

Bishop의 간편법에서 무엇을 무시하는지를 거꾸로 외우면 ③에 속기 쉽다. 이 방법은 절편간 힘을 모두 버리는 것이 아니라 전단력만 버리고, 수평방향의 측면력은 남겨 두는 점이 Fellenius법과의 핵심 차이이다.

다시 나오면 이렇게 판단

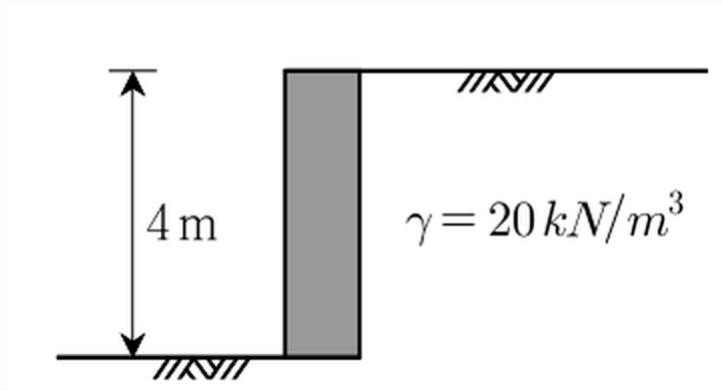
절편법 선지가 나오면 먼저 절편간 힘을 모두 무시하는지, 전단력만 무시하는지, 보정계수를 쓰는지를 순서대로 본다. Fellenius법은 절편간 힘을 무시하고, Bishop 간편법은 전단력만 무시하며, Janbu 간편법은 전단력 무시 후 수정계수로 보정하는 방식으로 판단하면 된다.

암기 포인트

Fellenius는 절편간 힘 무시, Bishop 간편은 전단력만 무시, Janbu 간편은 전단력 무시 후 보정계수 추가이다.

NoteBase

문 9. 그림과 같이 완전 포화된 비배수상태의 균질한 점성토로 뒤채움된 옹벽이 있다. 이때 최대인장균열이 발생하기 전과 후에 옹벽에 가해지는 주동토압의 크기 차이는? (단, 옹벽 뒤채움흙의 일축압축강도는 20kN/m^2, 단위중량은 20kN/m^{3}이며 흙과 옹벽 사이에 마찰은 없다)



① 10kN/m^2

② 40kN/m^2

③ 80kN/m^2

④ 90kN/m^2

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 $\phi = 0$ 포화 점성토의 Rankine 주동토압 분포에서 인장균열 발생 전후의 합력 차이를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 옹벽 높이 $H = 4m$, 단위중량 $\gamma = 20kN/m^3$, 일축압축강도 $q_u = 20kN/m^2$
구해야 할 값: 최대인장균열 발생 전후 옹벽에 작용하는 주동토압 합력의 차이
주의할 조건: 포화 비배수 점성토이므로 $\phi_u = 0$으로 보고 $c_u = q_u/2 = 10kN/m^2$를 사용한다. 흙과 옹벽 사이 마찰은 없다.

사용할 공식

주동토압 강도는 $p_a = \gamma z - 2c_u$이다.
인장균열 깊이는 $z_c = \frac{2c_u}{\gamma}$이다.
이 공식을 쓰는 이유: 비배수 점성토의 주동토압은 상부에서 $-2c_u$의 인장영역이 생기고, 최대인장균열 후에는 그 인장영역이 사라진 0압 구간으로 바뀌기 때문이다.

NoteBase

계산 과정

1. 점착력을 구하면 $c_u = q_u/2 = 20/2 = 10kN/m^2$이다.
2. 인장균열 깊이는 $z_c = 2c_u/\gamma = 20/20 = 1m$이다.
3. 발생 전 주동토압 합력은 전체 삼각형에서 점착력 직사각형을 뺀 값이므로
$P_{a,\,before} = \frac{1}{2}\gamma H^2 - 2c_u H = \frac{1}{2} \times 20 \times 4^2 - 2 \times 10 \times 4 = 80$
이다.
4. 발생 후에는 상부 $1m$가 비어 있고, 아래 $3m$ 구간에만 삼각형 분포가 남으므로
$P_{a,\,after} = \frac{1}{2}(H - z_c)\{\gamma H - 2c_u\} = \frac{1}{2} \times 3 \times (80 - 20) = 90$
이다.
5. 따라서 차이는
$P_{a,\,after} - P_{a,\,before} = 90 - 80 = 10$
이다. 즉 인장영역 삼각형 면적 $\frac{1}{2} \times 1 \times 20 = 10$만큼 증가한다.

선지별 해설

① O
- 계산된 차이는 10이다. 인장균열이 생기면 상부 인장영역이 사라져 순주동토압 합력이 10만큼 커진다.

② X
- 40은 계산 결과와 맞지 않는다. 40이 아니라 10이다.
- 이런 값은 $c_u = 20kN/m^2$로 잘못 두거나, q_u를 그대로 점착력으로 쓰는 실수에서 나오기 쉽다.

③ X
- 80은 발생 전 주동토압 합력값이다. 차이를 묻는 문항이므로 80이 아니라 10이다.
- 틀린 표현은 차이값을 발생 전 합력값으로 본 점이다. 올바르게는 발생 전 합력은 80, 전후 차이는 10이다.

④ X
- 90은 발생 후 주동토압 합력값이다. 차이를 묻는 문항이므로 90이 아니라 10이다.
- 틀린 표현은 발생 후 합력 자체를 차이로 본 점이다. 올바르게는 발생 후 합력은 90, 전후 차이는 10이다.

오답 포인트

가장 흔한 함정은 일축압축강도 q_u를 점착력 c_u로 그대로 쓰는 실수와, 전후 차이 대신 발생 전 합력 80 또는 발생 후 합력 90을 고르는 실수이다. 이 문항은 인장균열이 생기면 상부 음의 토압 삼각형이 제거되어 순합력이 오히려 증가한다는 점을 묻는다.

다시 나오면 이렇게 판단

$\phi = 0$ 점성토 옹벽 문제는 먼저 $c_u = q_u/2$를 만든 뒤 $z_c = 2c_u/\gamma$를 구하고, 인장균열 전후의 토압도형 면적 차이로 판단한다. 숫자 보기만 있으면 발생 전 값인지, 발생 후 값인지, 차이값인지를 끝에서 다시 구분한다.

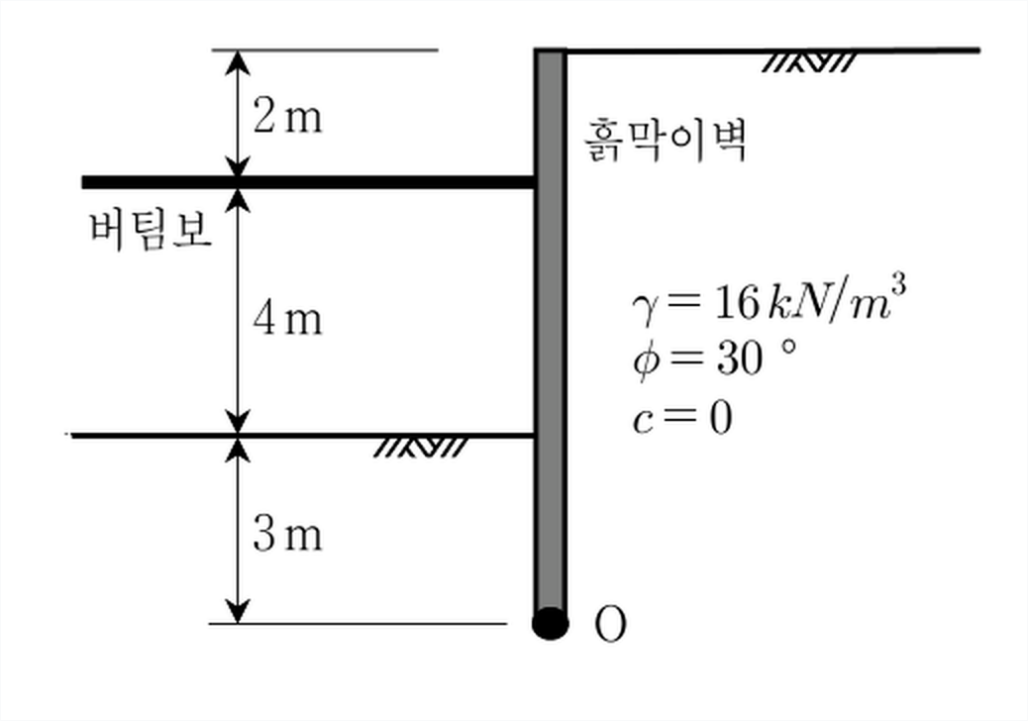
NoteBase

암기 포인트

$\phi = 0$ 점성토에서는 $p_a = \gamma z - 2c_u$, 인장균열 깊이는 $z_c = 2c_u/\gamma$, 전후 차이는 사라지는 상부 인장삼각형 면적이다.

NoteBase

문 10. 단위중량은 $16kN/m^3$, 내부마찰각은 $30°$인 모래지반을 $6m$ 굴착하기 위해 아래 그림과 같이 흙막이벽을 설치하고자 한다. O점(고정단)에 대한 전도의 설계안전율이 1.5일 때, 지표면으로부터 $2m$ 깊이에 설치된 버팀보에 작용하는 하중은? (단, 흙막이벽은 강성벽체이며 벽체자중과 벽면마찰력은 고려하지 않고, 토압은 Rankine 토압이론을 적용하여 삼각형분포로 가정한다)



① $108kN$

② $110kN$

③ $112kN$

④ $115kN$

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 Rankine 토압이론으로 주동토압과 수동토압의 합력을 구한 뒤, O점에 대한 전도 안전율 1.5를 만족하도록 버팀보 하중을 계산하는 문제이다.

NoteBase

조건 정리

주어진 값은 단위중량 $\gamma = 16kN/m^3$, 내부마찰각 $\phi = 30^\circ$, 굴착깊이 $6m$, 버팀보 위치는 지표면 아래 $2m$, 근입깊이는 굴착면 아래 $3m$이다.
전체 흙막이벽 높이는 $9m$이므로 O점(벽체 하단의 고정단)에서 버팀보까지의 거리는 $7m$이다.
벽체 오른쪽(배면)에는 지표면부터 벽체 하단까지 흙이 그대로 남아 있으므로 주동토압이 전체 높이 $9m$에 걸쳐 작용한다. 반면 벽체 왼쪽(전면)은 굴착으로 $6m$까지 흙을 파냈으므로, 굴착면 아래 근입부 $3m$의 흙만 수동토압으로 저항한다. 이 때문에 근입부에서도 배면 주동토압은 계속 작용하지만 전면 수동토압은 $3m$ 구간에만 존재하며, 배면 주동은 $9m$, 전면 수동은 $3m$ 구간으로 서로 다르게 잡는다.

사용할 공식

Rankine 계수는 $K_a = \tan^2(45^\circ - \phi/2) = \tan^2 30^\circ = 1/3$, $K_p = \tan^2(45^\circ + \phi/2) = \tan^2 60^\circ = 3$이다.
삼각형 토압의 합력은 $P = \frac{1}{2}K\gamma H^2$이고 작용점은 삼각형 밑변에서 $H/3$ 지점이다.
전도에 대한 안전율은 O점을 회전 기준으로 F.S. = (저항모멘트)/(전도모멘트) = 1.5로 정의된다. 여기서 전도모멘트는 벽을 넘어뜨리려는 배면 주동토압의 모멘트이고, 저항모멘트는 이를 붙잡는 버팀보 반력과 전면 수동토압의 모멘트이다.
이 공식을 쓰는 이유는 문제에서 Rankine 토압이론과 삼각형 분포를 직접 가정하였기 때문이다.

계산 과정

1. 오른쪽 전체 높이 $9m$에 대한 주동토압 합력은
$P_a = \frac{1}{2} \times \frac{1}{3} \times 16 \times 9^2 = 216kN$
이고, 작용점은 O점에서 $9/3 = 3m$ 위이다.
2. 굴착면 아래 $3m$에 대한 왼쪽 수동토압 합력은
$P_p = \frac{1}{2} \times 3 \times 16 \times 3^2 = 216kN$
이고, 작용점은 O점에서 $3/3 = 1m$ 위이다.
3. O점을 기준으로 벽을 넘어뜨리려는 전도모멘트는 배면 주동토압에 의한 $P_a \times 3$이고, 이를 막는 저항모멘트는 버팀보 반력에 의한 $T \times 7$과 전면 수동토압에 의한 $P_p \times 1$의 합이다. 버팀보 반력 T는 주동토압과 반대편(굴착면 쪽)에서 벽을 붙잡아 O점에 대한 전도를 막는 방향으로 작용하므로 저항항에 포함된다. 전도 안전율이 1.5이므로
$\frac{T \times 7 + P_p \times 1}{P_a \times 3} = 1.5$
이다.
4. 수치를 대입하면
$\frac{7T + 216}{216 \times 3} = 1.5$
$7T + 216 = 972$
$T = 108kN$
이 된다.

NoteBase

선지별 해설

① O

'108 kN'은 O점에 대한 모멘트 평형과 전도 안전율 1.5를 만족하는 값이다. 저항모멘트 $108 \times 7 + 216 = 972 kN \cdot m$를 전도모멘트 $216 \times 3 = 648 kN \cdot m$로 나누면 정확히 1.5가 되므로, 버팀보 하중은 $108 kN$이다.

② X

'110 kN'을 대입하면 저항모멘트는 $110 \times 7 + 216 = 986 kN \cdot m$이므로 안전율은 $986/648 \approx 1.52$가 되어 요구값 1.5를 초과한다. 즉 이 하중은 필요보다 큰 값이므로 틀리며, 올바른 값은 '108 kN'이다.

③ X

'112 kN'을 대입하면 저항모멘트는 $112 \times 7 + 216 = 1000 kN \cdot m$이므로 안전율은 $1000/648 \approx 1.54$가 되어 요구값 1.5와 맞지 않는다. 틀린 표현은 하중값 '112 kN'이며, 올바르게는 '108 kN'이다.

④ X

'115 kN'을 대입하면 저항모멘트는 $115 \times 7 + 216 = 1021 kN \cdot m$이므로 안전율은 $1021/648 \approx 1.58$이 되어 요구값 1.5를 벗어난다. 틀린 표현은 하중값 '115 kN'이며, 올바르게는 '108 kN'이다.
안전율 식을 만족하는 하중은 유일하게 결정되므로 정답은 $108 kN$ 하나뿐이다.

오답 포인트

굴착깊이 $6m$만 주동토압 높이로 쓰거나, 버팀보의 모멘트팔을 $2m$로 잘못 잡는 실수가 자주 나온다. 이 문제는 O점을 기준으로 전체 벽 높이 $9m$의 배면 주동토압과 근입부 $3m$의 전면 수동토압을 함께 써야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

흙막이벽 계산형 문제는 먼저 K_a, K_p를 정한 뒤, 각 토압의 작용구간과 합력 작용점을 구하고, 마지막에 기준점에 대한 F.S. = (저항모멘트)/(전도모멘트) 관계에 안전율을 반영해 판단한다.

암기 포인트

삼각형 토압의 합력은 $\frac{1}{2} K \gamma H^2$, 작용점은 밑변에서 $H/3$이다. 버팀보 하중은 힘의 평형보다 모멘트 평형에서 먼저 정리되는 경우가 많다.

NoteBase

문 11. 지진과 같은 갑작스러운 동적 하중에 의한 액상화 현상에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 액상화 가능성을 반복삼축압축시험으로 평가하는 경우 배수상태에서 시험을 수행한다.

② 세립분 함량이 50% 이상인 점성토는 액상화 가능성이 작다.

③ 액상화 현상이 발생하면 보일링 현상을 수반하기도 한다.

④ 액상화 과정에서 간극수압의 증가로 유효응력이 감소하여 전단강도를 상실한다.

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 액상화의 발생 조건과 액상화 평가시험의 핵심 조건을 묻는 문제이다.

핵심 개념

액상화는 포화된 느슨한 사질토가 지진과 같은 반복하중을 비배수 상태에서 받아 간극수압이 증가하고 유효응력이 감소하여 전단강도를 잃는 현상이다.
반복삼축압축시험은 이런 반복하중 조건을 모사해 액상화 가능성을 평가하는 시험이며, 액상화 판단의 핵심은 비배수 조건에서의 간극수압 증가이다.
보일링은 액상화로 상승한 물과 토립자가 지표로 분출되는 대표적 수반 현상이다.

선지별 해설

① X
틀린 표현은 "배수상태"이다.
액상화 가능성을 반복삼축압축시험으로 평가할 때는 비배수상태에서 반복하중을 가해 간극수압 증가와 유효응력 감소를 본다. 올바르게는 "비배수상태에서 시험을 수행한다"이다.

② O
액상화는 주로 포화된 느슨한 사질토나 저소성 실트질토에서 문제 된다. 세립분 함량이 매우 크고 점성이 큰 토는 반복하중을 받아도 전형적인 액상화 가능성이 상대적으로 작다.

③ O
액상화가 발생하면 지표면으로 물과 모래가 분출되는 샌드보일, 즉 보일링 현상이 동반되기도 한다. 액상화의 대표적인 현장 징후로 보는 내용이다.

④ O
액상화 과정에서는 반복하중으로 간극수압이 증가하고, 그 결과 유효응력이 감소한다. 유효응력이 거의 사라지면 흙의 전단강도도 상실된다.

NoteBase

오답 포인트

①의 함정은 시험 이름보다 배수조건을 묻는 데 있다. 액상화는 간극수압이 빠져나가지 못하는 비배수 반복하중 조건이 핵심인데, 이를 배수상태로 바꾸면 액상화 메커니즘 자체가 성립하지 않는다. 또한 발문이 "옳지 않은 것"이므로 옳은 설명을 고르는 방식으로 읽으면 정답을 반대로 고르기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

액상화 문제는 먼저 포화 사질토인지, 다음으로 비배수 반복하중인지, 마지막으로 간극수압 증가 → 유효응력 감소 → 전단강도 상실의 흐름이 맞는지를 확인하면 된다. 선지에 배수상태가 나오면 가장 먼저 의심한다.

암기 포인트

액상화는 비배수 반복하중으로 간극수압이 증가해 유효응력이 줄어드는 현상이다.

NoteBase

문 12. 옹벽의 높이가 H이고, 뒤채움흙이 수평인 점토지반에서는 옹벽 상단에서 어느 정도의 깊이까지는 부(-)의 토압이 작용하게 된다. 부(-)의 토압이 발생되는 깊이 $[z_0]$는?

① $\frac{c \cdot \tan\left(45^\circ - \frac{\phi}{2}\right)}{\gamma}$
② $\frac{c \cdot \tan\left(45^\circ + \frac{\phi}{2}\right)}{\gamma}$
③ $\frac{2c \cdot \tan\left(45^\circ - \frac{\phi}{2}\right)}{\gamma}$
④ $\frac{2c \cdot \tan\left(45^\circ + \frac{\phi}{2}\right)}{\gamma}$

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 점착성 흙의 Rankine 주동토압식에서 부(-)의 토압이 0이 되는 깊이 z_0를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 조건: 옹벽 높이는 H이고 뒤채움흙은 수평인 점토지반이다.
구해야 할 값: 부(-)의 토압이 발생하는 한계 깊이 z_0이다.
주의할 조건: 점착력 c가 있는 흙의 주동토압은 상부에서 음수가 될 수 있으므로 $p_a = 0$이 되는 지점을 먼저 구해야 한다.

사용할 공식

점착성 흙의 Rankine 주동토압은 $p_a = K_a \gamma z - 2c\sqrt{K_a}$이다.
또한 $K_a = \tan^2\left(45^\circ - \frac{\phi}{2}\right)$이므로 $\sqrt{K_a} = \tan\left(45^\circ - \frac{\phi}{2}\right)$이다.
이 공식을 쓰는 이유는 부(-)의 토압이 발생하는 경계가 주동토압이 정확히 0이 되는 깊이이기 때문이다.

계산 과정

1. 부(-)의 토압이 끝나는 경계에서 $p_a = 0$을 둔다.
$K_a \gamma z_0 - 2c\sqrt{K_a} = 0$
2. z_0에 대해 정리하면
$z_0 = \frac{2c\sqrt{K_a}}{K_a \gamma} = \frac{2c}{\gamma\sqrt{K_a}}$
3. $\sqrt{K_a} = \tan\left(45^\circ - \frac{\phi}{2}\right)$를 대입하면
$z_0 = \frac{2c}{\gamma \tan\left(45^\circ - \frac{\phi}{2}\right)}$
4. $\frac{1}{\tan\left(45^\circ - \frac{\phi}{2}\right)} = \tan\left(45^\circ + \frac{\phi}{2}\right)$이므로
$z_0 = \frac{2c\tan\left(45^\circ + \frac{\phi}{2}\right)}{\gamma}$
계산 결과와 일치하는 선지는 ④이다.

NoteBase

선지별 해설

① X
- $\frac{c\tan\left(45^\circ-\frac{\phi}{2}\right)}{\gamma}$는 계수 2가 빠졌고, $\sqrt{K_a}$를 분모로 보내야 하는데 오히려 곱한 형태이므로 틀리다.
- 틀린 표현 → 올바르게는 $z_0=\frac{2c\tan\left(45^\circ+\frac{\phi}{2}\right)}{\gamma}$이다.

② X
- $\frac{c\tan\left(45^\circ+\frac{\phi}{2}\right)}{\gamma}$는 역수 관계는 맞지만 계수 2가 빠져 있어 틀리다.
- 틀린 표현 → 올바르게는 $z_0=\frac{2c\tan\left(45^\circ+\frac{\phi}{2}\right)}{\gamma}$이다.

③ X
- $\frac{2c\tan\left(45^\circ-\frac{\phi}{2}\right)}{\gamma}$는 계수 2는 맞지만 $\sqrt{K_a}$를 나누지 않고 곱한 값이어서 틀리다.
- 틀린 표현 → 올바르게는 $z_0=\frac{2c}{\gamma\tan\left(45^\circ-\frac{\phi}{2}\right)}$이다.

④ O
- $\frac{2c\tan\left(45^\circ+\frac{\phi}{2}\right)}{\gamma}$는 $p_a=0$에서 유도한 z_0와 정확히 일치하므로 옳다.

오답 포인트

이 문항의 함정은 $p_a=0$으로 정리한 뒤 $\sqrt{K_a}$가 분자에 남는지 분모로 넘어가는지를 혼동하는 데 있다. 또한 $\tan\left(45^\circ-\frac{\phi}{2}\right)$와 $\tan\left(45^\circ+\frac{\phi}{2}\right)$가 역수 관계라는 점을 놓치면 ③ 같은 오답을 고르기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

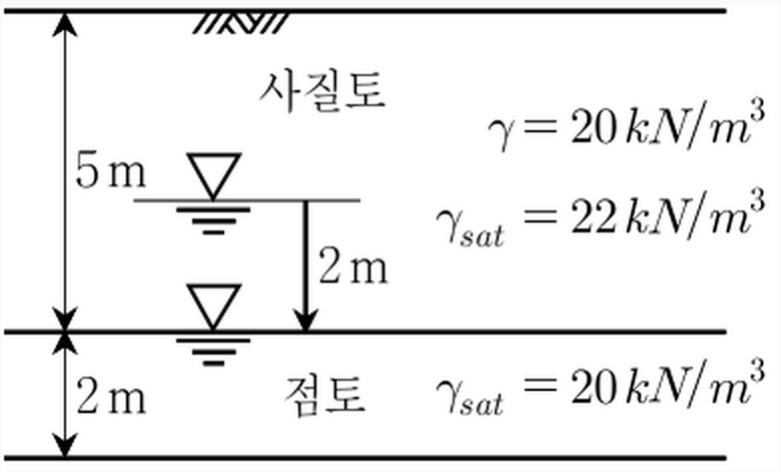
점착성 흙의 옹벽 토압 문제는 먼저 $p_a=K_a\gamma z-2c\sqrt{K_a}$를 쓰고, 부(-)의 토압 깊이는 반드시 $p_a=0$으로 둔 뒤 $\sqrt{K_a}$의 위치와 tan의 역수 관계까지 확인하면 된다.

암기 포인트

점착성 흙의 부(-)의 토압 한계깊이는 $z_0=\frac{2c}{\gamma\sqrt{K_a}}=\frac{2c\tan\left(45^\circ+\frac{\phi}{2}\right)}{\gamma}$이다.

NoteBase

문 13. 굴착공사로 주변의 지하수위가 전체적으로 지표면 아래 3m에서 5m로 하강하였을 때, 지하수위 하강 직후 점토층 중간지점에서의 과잉간극수압은?



① 10kN/m^2

② 16kN/m^2

③ 22kN/m^2

④ 28kN/m^2

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 지하수위가 급히 하강한 직후, 비배수 상태인 점토층 내부에서 실제 간극수압과 최종 정수압의 차인 과잉간극수압을 구하는 문제이다.

조건 정리

- 사질토 두께는 5m, 점토 두께는 2m이다.
- 지하수위는 지표면 아래 3m에서 5m로 2m 하강하였다.
- 사질토는 $\gamma = 20kN/m^3$, $\gamma_{sat} = 22kN/m^3$이다.
- 점토는 $\gamma_{sat} = 20kN/m^3$이다.
- 점토층 중간지점은 지표면 아래 6m 위치이다.
- 하강 직후이므로 점토층은 비배수 상태로 보고, 유효응력은 즉시 변하지 않는다.

NoteBase

기출OX 해설집 · 공무원/국가직/7급 · 토질역학 · 2018

사용할 공식

u_e=u_직후-u_최종

u_직후=u_0-Δ _v

이 공식을 쓰는 이유는 점토층이 직후에는 배수되지 않아 실제 간극수압이 최종 정수압까지 바로 떨어지지 않기 때문이다. 먼저 상부 토층의 총응력 감소만큼 실제 간극수압이 줄고, 그 실제 간극수압과 하강 후 최종 정수압의 차가 과잉간극수압이 된다.

계산 과정

1. 초기 점토층 중간지점의 간극수압은 수두 차가 $6-3=3m$이므로 $u_0=3\times10=30kN/m^2$이다.
2. 지하수위가 $2m$ 내려가면 사질토의 포화 구간 $2m$가 불포화로 바뀌어 상재하중이
$2\times(22-20)=4kN/m^2$ 감소한다.
3. 직후 점토는 비배수 상태이므로 유효응력은 그대로이고, 실제 간극수압은 u_직후=30-4=26 kN/m^2이다.
4. 하강 후 최종 정수압은 수두 차가 $6-5=1m$이므로 u_최종=1×10=10 kN/m^2이다.
5. 따라서 과잉간극수압은 $u_e=26-10=16kN/m^2$이다.

선지 판단

① X

- $10kN/m^2$는 하강이 모두 끝난 뒤의 최종 정수압일 뿐, 하강 직후의 과잉간극수압이 아니다.
- 올바르게는 과잉간극수압이 $16kN/m^2$이다.

② O

- 점토층 중간지점의 직후 실제 간극수압은 $26kN/m^2$, 최종 정수압은 $10kN/m^2$이므로 그 차인 과잉간극수압은 $16kN/m^2$이다.

③ X

- 지하수위 하강으로 줄어드는 정수압만 보거나, 실제 간극수압과 과잉간극수압의 기준을 혼동한 값이다.
- 올바르게는 상재하중 감소 $4kN/m^2$까지 반영하여 $16kN/m^2$로 계산해야 한다.

④ X

- 초기 간극수압에 가까운 큰 값으로 판단한 오답이며, 지하수위 하강 후 최종 정수압과 상재하중 감소를 제대로 반영하지 못한 값이다.
- 올바르게는 과잉간극수압이 $16kN/m^2$이다.

오답 포인트

이 문항의 함정은 $10kN/m^2$인 최종 정수압과 과잉간극수압을 같은 것으로 보는 데 있다. 또한 사질토 상부 $2m$ 구간이 불포화로 바뀌면서 총응력이 $4kN/m^2$ 줄어드는 점을 빼먹으면 오답이 된다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

지하수위 급강하 직후의 점토 문제는 먼저 하강 전후의 정수압 변화를 구하고, 다음으로 상부 토층의 단위중량 변화에 따른 총응력 감소를 계산한 뒤, 비배수 조건에서 실제 간극수압과 최종 정수압의 차를 과잉간극수압으로 판단한다.

암기 포인트

지하수위 급강하 직후 점토의 과잉간극수압은 정수압 감소량에서 상재하중 감소량을 뺀 값으로 정리된다.

NoteBase

문 14. 정규압밀 점토에 대해 압밀배수 삼축압축시험을 수행하였다. 구속압 100kN/m^2하에서 축차응력 200kN/m^2을 가하였을 때, 시료에 파괴가 발생하였다. 이때 p - q 다이어그램상에서의 파괴포락선(K_f선)의 기울기와 절편은? (단, $p=\frac{\sigma_1+\sigma_3}{2}$, $q=\frac{\sigma_1-\sigma_3}{2}$이다)

① 기울기: $\frac{1}{\sqrt{3}}$, 절편: 100kN/m^2

② 기울기: $\frac{1}{\sqrt{3}}$, 절편: 0kN/m^2

③ 기울기: $\frac{1}{2}$, 절편: 100kN/m^2

④ 기울기: $\frac{1}{2}$, 절편: 0kN/m^2

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 압밀배수 삼축압축시험의 파괴점에서 p와 q를 구하고, 정규압밀 점토의 배수강도에서 $c'=0$이라는 조건으로 K_f선의 기울기와 절편을 판단하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값:
- 구속압 $\sigma_3=100kN/m^2$
- 축차응력 $\sigma_1-\sigma_3=200kN/m^2$

구해야 할 값:
- $p-q$ 다이어그램에서의 파괴포락선 K_f선의 기울기와 절편

주의할 조건:
- 압밀배수 시험이므로 유효응력 강도정수를 사용한다.
- 정규압밀 점토는 배수 전단강도에서 $c'=0$으로 본다.

사용할 공식

사용할 관계식은 $p=\frac{\sigma_1+\sigma_3}{2}$, $q=\frac{\sigma_1-\sigma_3}{2}$, 그리고 배수조건의 Mohr-Coulomb식을 $p-q$ 평면에 옮긴 $q=p\sin\phi'+c'\cos\phi'$이다.

이 공식을 쓰는 이유:
- 문제에서 p와 q의 정의를 직접 주었으므로 파괴점의 p, q를 계산해야 한다.
- 정규압밀 점토의 압밀배수 시험에서는 $c'=0$이므로 파괴선은 $q=p\sin\phi'$가 되어 절편이 0이 된다.

NoteBase

계산 과정

1. 축차응력은 $\sigma_1 - \sigma_3 = 200kN/m^2$이므로 $\sigma_1 = 100 + 200 = 300kN/m^2$이다.
2. 따라서 $p = \frac{300+100}{2} = 200kN/m^2$, $q = \frac{300-100}{2} = 100kN/m^2$이다.
3. 정규압밀 점토의 압밀배수 강도에서는 $c' = 0$이므로 K_f선은 원점을 지난다.
4. 파괴점 $(p, q) = (200, 100)$을 지나므로 기울기는 $\frac{q}{p} = \frac{100}{200} = \frac{1}{2}$이다.
5. 따라서 K_f선은 $q = \frac{1}{2}p$이고, 기울기 $\frac{1}{2}$, 절편 $0kN/m^2$이다.

선지별 해설

① X
- 절편 $100kN/m^2$는 정규압밀 점토의 배수강도에서 $c' \neq 0$로 둔 값인데, 이 조건에서는 $c' = 0$이므로 맞지 않는다.
- 기울기 역시 실제 파괴점 $(200, 100)$에서 구하면 $\frac{1}{2}$이지 $\frac{1}{\sqrt{3}}$가 아니다.
- 틀린 표현은 '기울기 $\frac{1}{\sqrt{3}}$, 절편 $100kN/m^2$'이다. 올바르게는 '기울기 $\frac{1}{2}$, 절편 $0kN/m^2$'이다.

② X
- 절편 $0kN/m^2$는 맞지만, 기울기 $\frac{1}{\sqrt{3}}$는 파괴점 $(200, 100)$을 지나지 못한다.
- 실제 기울기는 $\frac{q}{p} = \frac{100}{200} = \frac{1}{2}$이다.
- 틀린 표현은 '기울기 $\frac{1}{\sqrt{3}}$'이다. 올바르게는 '기울기 $\frac{1}{2}$'이다.

③ X
- 기울기 $\frac{1}{2}$는 맞지만, 절편 $100kN/m^2$는 틀리다.
- 정규압밀 점토의 압밀배수 파괴선은 $c' = 0$이므로 원점을 지나야 한다.
- 틀린 표현은 '절편 $100kN/m^2$'이다. 올바르게는 '절편 $0kN/m^2$'이다.

④ O
- 파괴점이 $(p, q) = (200, 100)$이고 정규압밀 점토의 배수강도에서 $c' = 0$이므로 K_f선은 $q = \frac{1}{2}p$이다.
- 따라서 기울기 $\frac{1}{2}$, 절편 $0kN/m^2$가 되어 정답이다.

오답 포인트

축차응력 $200kN/m^2$를 σ_1 자체로 착각하거나, 정규압밀 점토의 압밀배수 조건에서도 절편이 있다고 오해하면 오답이 나온다. 이 문항의 함정은 계산 실수보다 $c' = 0$ 조건을 놓치는 데 있다.

다시 나오면 이렇게 판단

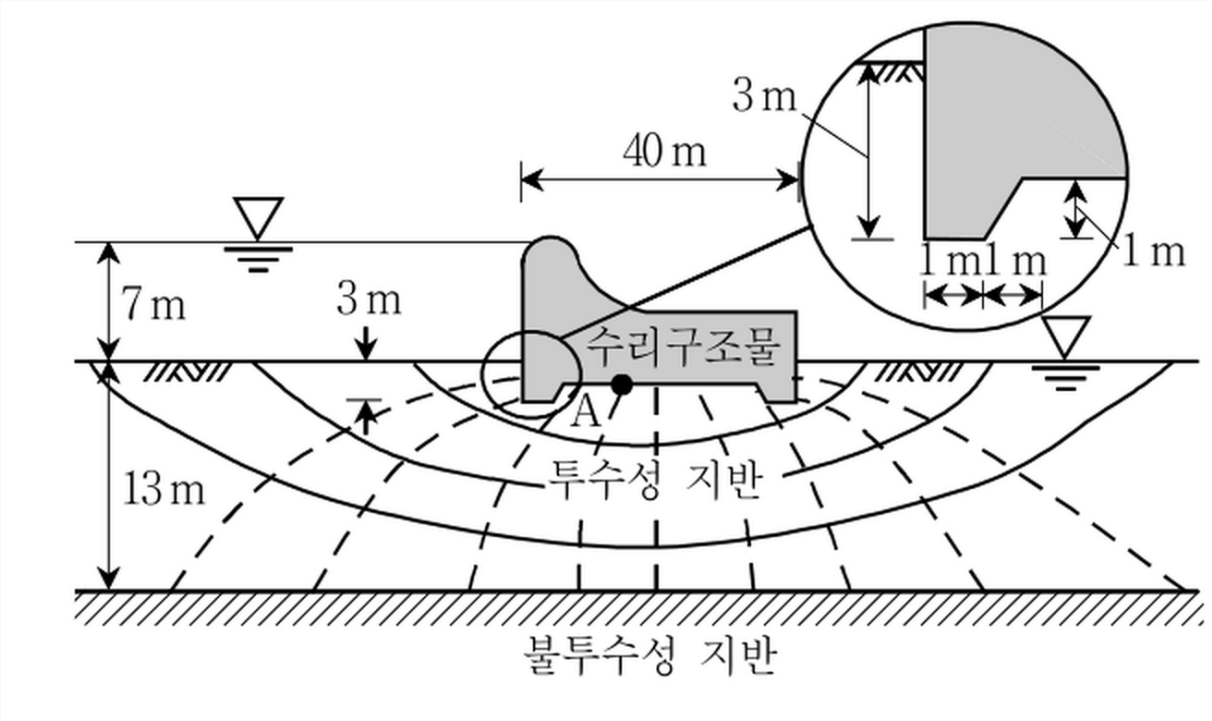
$p - q$ 문제는 먼저 σ_3와 축차응력으로 σ_1을 복원하고, 다음에 p와 q를 계산한 뒤, 마지막으로 배수강도에서 $c' = 0$인지 확인하여 기울기와 절편을 판단하는 순서로 정리된다.

암기 포인트

정규압밀 점토의 압밀배수 파괴선은 $c' = 0$이므로 원점을 지나고, 기울기는 파괴점에서의 $\frac{q}{p}$로 바로 읽힌다.

NoteBase

문 15. 그림과 같이 두께 13m의 투수성 지반에 40m 길이의 수리구조물을 설치하였다. 이 수리구조물 설치에 의한 수위차는 7m이고, 투수성 지반에 대한 유선망을 도시하면 그림과 같다. 이때 A점에 작용하는 양압력은? (단, 투수지반의 투수계수(k)는 2.4×10^{-2}cm/s, 비중(G_s)은 2.60, 간극비(e)는 0.5이며, 물의 단위중량은 10kN/m^{3}이다)



① 62kN/m^2

② 72kN/m^2

③ 82kN/m^2

④ 92kN/m^2

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 유선망에서 A점의 잔류수두를 읽고, 그 수두에 물의 단위중량을 곱해 양압력을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 수위차는 $7m$, 물의 단위중량은 $10kN/m^3$이다.
구해야 할 값: A점에 작용하는 양압력이다.
주의할 조건: 투수계수 k, 비중 G_s, 간극비 e는 이 문항의 양압력 계산에 직접 쓰이지 않는다. 유선망에서 전체 수두차 $7m$가 몇 번의 등수두 강하로 나뉘는지만 읽으면 된다.

NoteBase

사용할 공식

사용 공식은 $\Delta h = H/N_d$, $h_A = H - m\Delta h$, $u_A = \gamma_w h_A$이다.
이 공식을 쓰는 이유: 유선망에서는 전체 수두차 H가 등수두 강하 횟수 N_d만큼 균등하게 감소한다. A점의 잔류수두 h_A를 읽은 뒤 여기에 물의 단위중량 γ_w를 곱하면 바닥면의 양압력이 바로 구해진다.

계산 과정

1. 그림의 유선망에서 전체 등수두 강하 횟수는 $N_d = 9$로 읽는다.
2. 한 번의 수두강하는 $\Delta h = 7/9 = 0.78m$이다.
3. A점은 상류측에서 첫 번째 강하 이후의 위치이므로 잔류수두는 $h_A = 7 - 0.78 = 6.22m$이다.
4. 따라서 양압력은 $u_A = 10 \times 6.22 = 62.2kN/m^2$이다.
5. 선지값으로는 약 $62kN/m^2$이므로 ①이 맞다.

선지별 해설

① O
계산 결과가 $62.2kN/m^2$이므로 정답값과 일치한다.

② X
$72kN/m^2$는 A점까지의 수두강하를 충분히 반영하지 못한 값이다. 올바르게는 A점의 잔류수두를 $6.22m$로 읽어 $62kN/m^2$ 정도가 되어야 한다.

③ X
$82kN/m^2$는 구조물 형상 치수를 압력수두에 잘못 더하거나 등수두 강하 수를 잘못 센 경우에 나올 수 있는 값이다. 이 문항의 양압력은 유선망에서 읽은 잔류수두만으로 계산하며, 올바른 값은 $62kN/m^2$이다.

④ X
$92kN/m^2$는 상류 수위나 매입 깊이를 그대로 압력수두처럼 취급한 오답이다. A점에서는 이미 수두가 일부 손실되었으므로 $92kN/m^2$가 아니라 $62kN/m^2$가 된다.

오답 포인트

이 문제의 함정은 유선망에서 읽어야 하는 값이 전체수두가 아니라 A점의 잔류수두라는 점이다. 구조물의 $3m$, $1m$ 치수나 토질정수 k, G_s, e를 괜히 끌어와 계산하면 오답으로 흐르기 쉽다. 등수두 강하 횟수를 잘못 세는 실수도 자주 나온다.

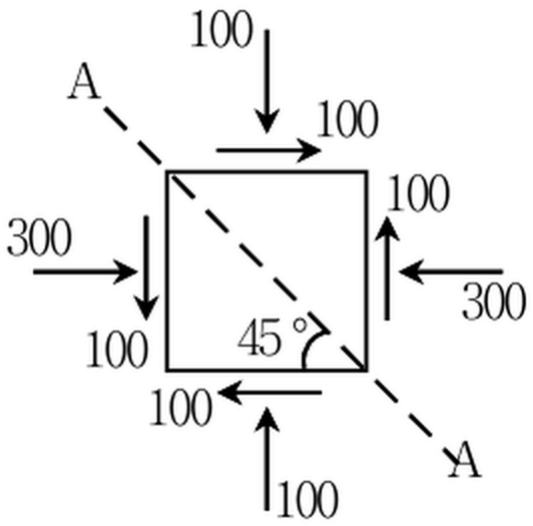
다시 나오면 이렇게 판단

유선망 양압력 문제는 먼저 전체 수위차 H와 등수두 강하 횟수 N_d를 센다. 다음으로 해당 점까지 몇 번 강하했는지 읽어 잔류수두 h를 구한다. 마지막에 $u = \gamma_w h$를 적용하면 된다.

암기 포인트

양압력은 잔류수두에 γ_w를 곱한 값이다. 유선망 문제에서는 전체수두가 아니라 해당 점까지 남아 있는 수두를 읽는다.

문 16. 지반의 미소요소에 그림과 같은 응력이 작용하고 있다면, 수평면과 45° 기울어진 단면 A-A에 작용하는 수직응력과 전단응력은? (단, Mohr원에서 수직응력의 경우 압축력을 (+)로 전단응력의 경우 반시계방향회전을 (+)로 표시하며, 응력의 단위는 kN/m^2이라 가정한다)



① 수직응력: 300, 전단응력: -100

② 수직응력: 300, 전단응력: 100

③ 수직응력: 100, 전단응력: -100

④ 수직응력: 100, 전단응력: 100

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 45도 절단면에서의 응력 성분을 합력 분해로 구하고, 전단응력의 부호를 문제에서 준 Mohr원 규약으로 판정하는 문제이다.

조건 정리

- 수직면의 압축응력은 $300kN/m^2$이다.
- 수평면의 압축응력은 $100kN/m^2$이다.
- 각 면의 전단응력 크기는 $100kN/m^2$이다.
- A-A면은 수평면과 45도 기울어져 있으므로, 상면과 우측면이 만드는 직각삼각형 요소로 보면 계산이 간단하다.
- 전단응력의 부호는 Mohr원에서 반시계방향 회전을 +로 본다.

NoteBase

사용할 공식

$R_x = 300L - 100L = 200L, \qquad R_y = 100L - 100L = 0$

$T_{AA} = \frac{200L}{L\sqrt{2}} = 100\sqrt{2}\,kN/m^2$

$\sigma_n = T_{AA}\cos 45^\circ = 100kN/m^2, \qquad \tau = T_{AA}\sin 45^\circ = 100kN/m^2$

이 공식을 쓰는 이유는 A-A면이 45도 절단면이므로, 한쪽 삼각요소에 작용하는 외력의 합력을 먼저 구한 뒤 절단면의 법선방향과 접선방향으로 분해하면 수직응력과 전단응력을 바로 얻을 수 있기 때문이다.

계산 과정

1. A-A면 위쪽의 삼각요소를 잡고, 상면과 우측면의 길이를 각각 L로 둔다.
2. 상면에는 아래로 $100L$, 오른쪽으로 $100L$의 힘이 작용하고, 우측면에는 왼쪽으로 $300L$, 위로 $100L$의 힘이 작용한다.
3. 따라서 수직방향 힘은 서로 상쇄되고, 수평방향으로는 $200L$의 합력만 남는다. 이 합력을 절단면이 부담한다.
4. 절단면 길이는 $L\sqrt{2}$이므로 절단면의 합응력 크기는 $100\sqrt{2}\,kN/m^2$이다.
5. 이 합응력을 45도 절단면의 법선방향과 접선방향으로 분해하면 각각 $100kN/m^2$, $100kN/m^2$가 된다.
6. 접선방향 성분은 절단면에서 요소를 반시계방향으로 돌리는 방향이므로, 문제의 Mohr원 부호규약에 따라 전단응력은 $+100kN/m^2$이다.

선지별 해설

① X: 300은 원래 수직면에 작용하는 압축응력이지 45도 절단면의 수직응력이 아니다. 또한 전단응력 부호도 반대로 읽었다. 틀린 표현은 '수직응력 300, 전단응력 -100'이고, 올바르게는 '수직응력 100, 전단응력 100'이다.
② X: 전단응력 부호는 맞게 읽었지만 수직응력 300이 틀리다. 절단면으로 바뀌면 응력을 다시 분해해야 하므로 수직응력은 100이 된다. 틀린 표현은 '수직응력 300'이고, 올바르게는 '수직응력 100'이다.
③ X: 수직응력 100은 맞지만 전단응력 부호가 틀리다. 이 문제는 Mohr원에서 반시계방향 회전을 +로 두므로 A-A면의 전단응력은 $+100kN/m^2$이다. 틀린 표현은 '전단응력 -100'이고, 올바르게는 '전단응력 100'이다.
④ O: 45도 절단면의 수직응력과 전단응력은 각각 $100kN/m^2$, $100kN/m^2$이므로 맞다.

오답 포인트

②처럼 원래 면의 응력값 300을 그대로 가져오면 경사면 응력변환을 놓친 것이다. ③처럼 수직응력 크기는 맞추고 전단응력 부호를 틀리면 문제에서 따로 준 Mohr원 부호규약을 놓친 것이다.

다시 나오면 이렇게 판단

경사면 응력 문제는 먼저 절단면 한쪽 요소를 잡고 합력의 방향과 크기를 구한 뒤, 그 합력을 절단면의 법선과 접선으로 분해한다. 마지막에 전단응력은 문제에서 준 부호규약이 반시계방향 +인지부터 확인하면 된다.

NoteBase

암기 포인트

45도 절단면 응력은 '한쪽 요소 합력 계산 후 45도 분해'로 정리되고, 전단응력 부호는 반드시 문제의 Mohr원 규약으로 다시 읽는다.

NoteBase

문 17. 점성토 지반의 내부마찰각(ϕ)이 30°, 선행압밀압력(p_c)이 200kN/m^2, 현재 받고 있는 유효연직응력(p)이 50kN/m^{2}일 때, 과압밀계수(OCR)를 활용하여 구한 이 점성토 지반의 정지토압계수는?

① 2.0

② 1.5

③ 1.0

④ 0.5

정답 3번

출제 포인트

과압밀 점성토의 정지토압계수 식을 적용해 K_0를 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 내부마찰각 $\phi = 30°$, 선행압밀압력 $p_c = 200kN/m^2$, 현재 유효연직응력 $p = 50kN/m^2$이다.
구해야 할 값: 과압밀 점성토의 정지토압계수 K_0이다.
주의할 조건: 먼저 OCR을 구한 뒤, 정규압밀토 식 $1 - \sin\phi$에 $OCR^{\sin\phi}$를 곱해야 한다.

사용할 공식

과압밀 점성토의 정지토압계수는 $K_0 = (1 - \sin\phi)OCR^{\sin\phi}$ 이다.
이 공식을 쓰는 이유: 문제에서 선행압밀압력과 현재 유효응력을 함께 주었으므로 과압밀 상태를 OCR로 반영해야 하기 때문이다.

계산 과정

1. 과압밀계수는 $OCR = \frac{p_c}{p} = \frac{200}{50} = 4$ 이다.
2. 정규압밀토의 정지토압계수는 $1 - \sin 30° = 1 - 0.5 = 0.5$ 이다.
3. 따라서 과압밀 점성토의 정지토압계수는 $K_0 = 0.5 \times 4^{0.5} = 0.5 \times 2 = 1.0$ 이다.

선지별 해설

① X: 2.0은 계산 결과와 다르다. 2.0은 $OCR^{\sin\phi}$가 아니라 OCR 자체를 곱해 0.5×4로 잘못 계산한 값이다. 틀린 표현은 '정지토압계수는 2.0'이고, 올바르게는 '정지토압계수는 1.0'이다.
② X: 1.5는 공식에 맞지 않는 값이다. 주어진 조건으로 계산한 K_0는 1.0이며, 1.5가 나오려면 OCR 반영이나 $1 - \sin\phi$ 계산을 잘못한 것이다. 틀린 표현은 '정지토압계수는 1.5'이고, 올바르게는 '정지토압계수는 1.0'이다.
③ O: $OCR = 4$, $1 - \sin 30° = 0.5$를 적용하면 $K_0 = 1.0$이므로 옳다.
④ X: 0.5는 정규압밀토 식 $1 - \sin\phi$까지만 쓴 값이다. 이 문항은 과압밀토이므로 $OCR^{\sin\phi}$를 추가로 곱해야 한다. 틀린 표현은 '정지토압계수는 0.5'이고, 올바르게는 '정지토압계수는 1.0'이다.

NoteBase

오답 포인트

과압밀토 문제인데 정규압밀토 식만 적용하면 ④로 흐르고, $OCR^{\sin\phi}$의 지수를 빼먹고 OCR을 그대로 곱하면 ①로 흐른다. 이 문항의 함정은 OCR을 구한 뒤에도 어떤 형태로 반영하는지를 정확히 묻는 데 있다.

다시 나오면 이렇게 판단

선행압밀압력과 현재 응력이 함께 주어지면 먼저 $OCR = p_c/p$를 계산해 과압밀 여부를 본다. 그다음 정규압밀토의 $1-\sin\phi$를 구하고, 과압밀이면 여기에 $OCR^{\sin\phi}$를 곱해 최종 K_0를 판단한다.

암기 포인트

정규압밀토는 $K_0 = 1-\sin\phi$이고, 과압밀토는 여기에 $OCR^{\sin\phi}$가 추가된다.

NoteBase

문 18. 흙의 간극을 물이 아닌 기름이 채우고 있다. 흙의 비중(G_s)이 2.65, 물의 단위중량(γ_w)이 10kN/m^3, 기름의 단위중량(γ_{oil})은 9kN/m^3, 기름의 포화도(S)는 50%이며 간극비(e)가 1일 때, 이 흙의 단위중량은?

① 16.5kN/m^3

② 16.0kN/m^3

③ 15.5kN/m^3

④ 15.0kN/m^3

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 부분포화된 흙의 단위중량을 G_s, 간극비 e, 포화도 S, 그리고 공극을 채운 유체의 단위중량으로 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: $G_s = 2.65, e = 1, S = 0.5, \gamma_w = 10kN/m^3, \gamma_{oil} = 9kN/m^3$
구해야 할 값: 이 흙의 전체 단위중량 γ
주의할 조건: 간극을 채우는 유체가 물이 아니라 기름이므로, 유체의 비중은 $\gamma_{oil}/\gamma_w = 0.9$로 바꾸어 넣어야 한다.

사용할 공식

$\gamma = \frac{G_s + SeG_{oil}}{1+e}\gamma_w$
여기서 $G_{oil} = \gamma_{oil}/\gamma_w = 9/10 = 0.9$이다.
이 공식을 쓰는 이유는 전체 체적이 $V = (1+e)V_s$이고, 흙의 무게는 흙입자 무게와 기름이 차지한 공극 부분의 무게를 합한 값이기 때문이다.

계산 과정

1. 기름의 비중을 구하면 $G_{oil} = \gamma_{oil}/\gamma_w = 9/10 = 0.9$이다.
2. 부분포화 조건에서 공극 중 기름이 차지하는 비율은 $Se = 0.5 \times 1 = 0.5$이다.
3. 공식에 대입하면
$\gamma = \frac{2.65 + (0.5)(1)(0.9)}{1+1} \times 10$
4. 정리하면
$\gamma = \frac{2.65 + 0.45}{2} \times 10 = \frac{3.10}{2} \times 10 = 15.5kN/m^3$
따라서 이 흙의 단위중량은 $15.5kN/m^3$이다.

NoteBase

선지별 해설

1번 X: 계산 결과는 $15.5kN/m^3$이므로 $16.5kN/m^3$는 기름의 기여 중량을 과대평가한 값이다. 틀린 표현은 "단위중량이 $16.5kN/m^3$이다"이고, 올바르게는 "단위중량은 $15.5kN/m^3$이다"이다.
2번 X: 계산 결과보다 $0.5kN/m^3$ 크게 잡은 값이다. 기름의 단위중량을 물과 비슷하게 보거나 중간 반올림을 섞으면 접근할 수 있으나, 문제 조건대로 계산한 값은 아니다. 틀린 표현은 "단위중량이 $16.0kN/m^3$이다"이고, 올바르게는 "단위중량은 $15.5kN/m^3$이다"이다.
3번 O: $\gamma = 15.5kN/m^3$로 정확히 일치한다. 부분포화도 $S = 50\%$, 기름 비중 0.9, 간극비 $e = 1$을 모두 반영한 값이다.
4번 X: 계산 결과보다 $0.5kN/m^3$ 작으므로 공극을 채운 기름의 무게를 과소평가한 값이다. 틀린 표현은 "단위중량이 $15.0kN/m^3$이다"이고, 올바르게는 "단위중량은 $15.5kN/m^3$이다"이다.

오답 포인트

이 문항의 함정은 물의 단위중량 γ_w는 기준값일 뿐이고, 실제 공극을 채우는 유체는 기름이라는 점이다. 따라서 $S\gamma_w$를 바로 넣으면 안 되고, 먼저 $\gamma_{oil}/\gamma_w = 0.9$로 바꾸어 유체 비중을 반영해야 한다. 또한 $S = 50\%$이므로 공극 전체가 아니라 절반만 기름 무게를 더한다는 점도 놓치기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

부분포화 흙의 단위중량 문제는 먼저 공극을 채우는 유체가 무엇인지 확인하고, 그 유체의 비중을 구한 뒤, $\gamma = \frac{G_s + SeG_f}{1+e}\gamma_w$ 형태로 대입해 판단한다. 그다음 포화도 S가 공극 전체가 아닌 유체가 차지한 비율이라는 점을 검산하면 된다.

암기 포인트

부분포화 단위중량은 "흙입자 G_s + 유체기여 SeG_f, 전체체적은 $1 + e$"로 정리된다.

NoteBase

문 19. 다짐 시 최적의 다짐상태는 최적함수비보다 함수비가 작은 건조 측에서 또는 최적함수비보다 함수비가 큰 습윤 측에서 도달될 수 있다. 이와 관련하여 점성토의 다짐에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 낮은 압력에서는 최적함수비의 건조 측 압축성이 습윤 측 압축성보다 작다.

② 최적함수비의 건조 측 투수계수가 습윤 측 투수계수보다 작다.

③ 높은 압력에서는 최적함수비의 건조 측 압축성이 습윤 측 압축성보다 크다.

④ 최적함수비의 건조 측 강도가 습윤 측 강도보다 크다.

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 점성토를 최적함수비의 건조측과 습윤측에서 다졌을 때 나타나는 구조 차이와 그에 따른 압축성, 투수성, 강도 변화를 비교하는 문제이다.

핵심 개념

건조측 다짐토는 입자 배열이 비교적 응집된 플록 구조를 이루어 큰 간극이 남기 쉽고, 습윤측 다짐토는 분산 구조에 가까워 간극이 더 미세해진다.
건조측은 낮은 압력에서는 구조가 버텨 압축성이 작지만, 높은 압력에서는 구조 붕괴가 커져 압축성이 오히려 커질 수 있다.
투수계수는 큰 간극이 남는 건조측이 더 크고, 강도는 일반적으로 흡인력의 영향이 큰 건조측이 더 크다.

선지별 해설

① O
낮은 압력에서는 건조측의 플록 구조가 초기 하중에 더 잘 저항하므로 압축성이 습윤측보다 작다.

② X
틀린 부분은 "건조 측 투수계수가 습윤 측 투수계수보다 작다"는 표현이다.
실제로는 건조측은 큰 간극이 남아 물길이 비교적 잘 연결되므로 투수계수가 습윤측보다 크다.

③ O
높은 압력에서는 건조측의 플록 구조가 무너지면서 체적변형이 크게 발생하므로 압축성이 습윤측보다 커질 수 있다.

④ O
건조측은 일반적으로 습윤측보다 흡인력과 구조적 맞물림 효과가 커서 강도가 더 크게 나타난다.

NoteBase

오답 포인트

건조측과 습윤측을 단순히 함수비 크기로만 외우면 ②처럼 투수성의 대소관계를 거꾸로 고르기 쉽다. 이 문항의 핵심은 함수비 자체보다 건조측의 플록 구조와 습윤측의 분산 구조가 만드는 간극 크기 차이이다.

다시 나오면 이렇게 판단

점성토 다짐 문제는 먼저 건조측은 플록 구조, 습윤측은 분산 구조라고 본다. 그다음 큰 간극이면 투수계수는 커지고, 낮은 압력에서는 건조측 압축성이 작지만 높은 압력에서는 구조 붕괴로 건조측 압축성이 커질 수 있다고 판단한다.

암기 포인트

건조측은 큰 간극으로 투수계수와 강도가 크고, 압축성은 낮은 압력에서 작고 높은 압력에서 커질 수 있다.

NoteBase

문 20. 지반 내에서 발생할 수 있는 모세관현상에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 모세관현상의 상승고는 입경이 작을수록 증가한다.

② 모세관현상이 발생된 구역에서는 부(-)의 간극수압이 발생하므로, 전응력이 유효응력보다 작다.

③ 모세관현상이 시작되는 자유수면에서의 간극수압은 물의 단위중량 × 모세관의 상승고이다.

④ 모세관현상이 발생하는 구역이라 할지라도 포화도가 반드시 100%인 것은 아니며, 자유수면으로부터의 높이에 따라 포화도는 변할 수 있다.

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 모세관 상승고와 자유수면 기준의 간극수압 분포를 정확히 구분하는지를 묻는 문제이다.

핵심 개념

모세관현상은 지하수면 위의 간극에서 표면장력 때문에 물이 상승하는 현상이다.
모세관 상승고 h_c는 간극 또는 등가 관경 d가 작을수록 커진다.
자유수면에서는 게이지 간극수압이 0이고, 자유수면 위 모세관대에서는 높이 h에 대해 간극수압이 $u = -\gamma_w h$인 음수로 나타난다.

선지별 해설

① O: 모세관 상승고는 간극 크기와 반비례하는 성질이 있으므로 입경이 작아 간극이 세밀할수록 더 크게 상승한다.
② O: 모세관현상 구역에서는 흡수력 때문에 간극수압이 음수이다. 따라서 유효응력은 $\sigma' = \sigma - u$이므로 $u < 0$일 때 σ'가 σ보다 커질 수 있어, 전응력이 유효응력보다 작다는 설명이 맞다.
③ X: 틀린 부분은 '자유수면에서의 간극수압은 물의 단위중량 × 모세관의 상승고'라는 표현이다. 올바르게는 자유수면에서의 게이지 간극수압은 0이고, 자유수면 위 h만큼 올라간 지점의 간극수압이 $-\gamma_w h$이다. $\gamma_w h_c$는 상승고에 해당하는 압력수두의 크기일 뿐 자유수면에서의 간극수압 값이 아니다.
④ O: 실제 지반의 모세관대는 항상 완전포화로 고정되지 않는다. 자유수면에서 멀어질수록 포화도가 낮아질 수 있으므로, 모세관현상이 발생하는 구역에서도 높이에 따라 포화도가 변할 수 있다.

오답 포인트

자유수면에서의 압력 0과 모세관대 상부의 음의 간극수압을 뒤섞으면 ③처럼 높이와 압력수두 크기를 같은 위치의 간극수압으로 오해하게 된다. 이 문항은 '어느 위치의 값인가'와 '부호가 무엇인가'를 동시에 확인하는지를 노린 함정이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

모세관 문제는 먼저 기준점을 자유수면으로 둔다. 자유수면에서는 $u = 0$, 그 위 h에서는 $u = -\gamma_w h$, 간극이 작을수록 h_c가 커진다는 세 줄로 정리하면 선지 판단이 바로 된다.

암기 포인트

모세관대는 '작은 간극일수록 높이 상승, 자유수면은 $u = 0$, 위로 갈수록 u는 음수'로 묶어 기억한다.

NoteBase