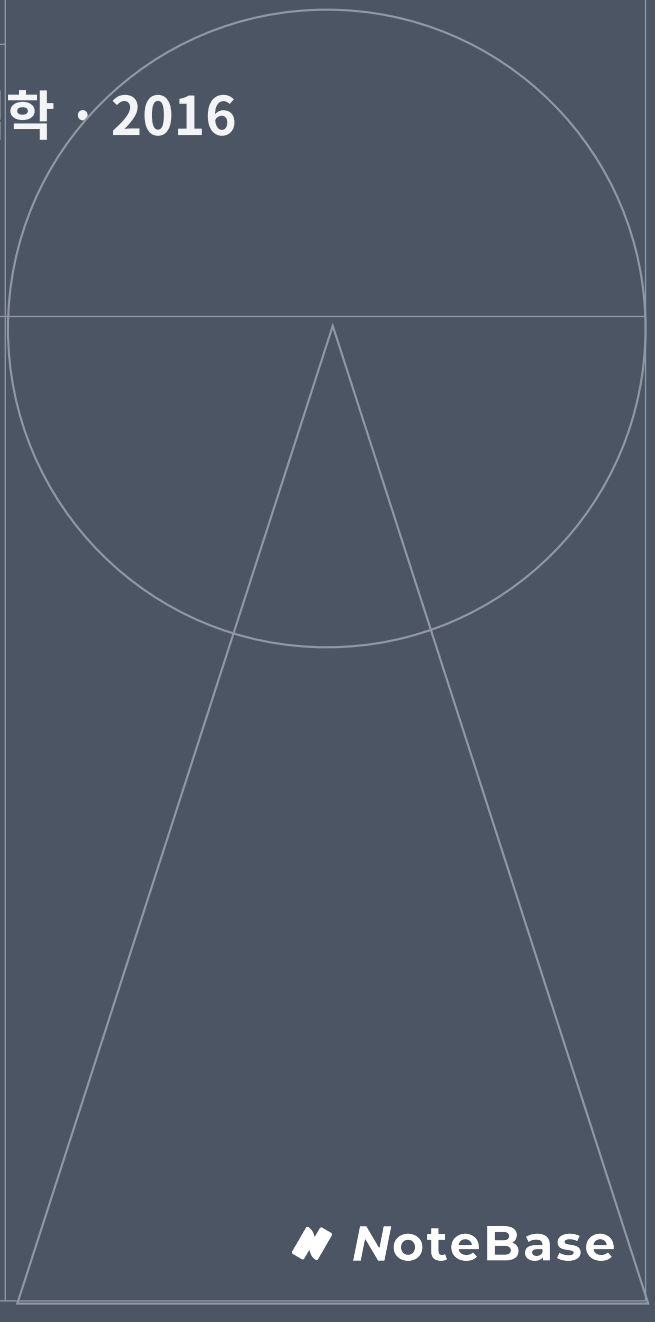
기출OX 해설집

공무원/국가직/7급 · 토질역학 · 2016



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/국가직/7급 · 토질역학 · 2016

공무원/국가직/7급 · 토질역학 · 2016

문 1. 점토의 공학적 특성에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 점토의 비율이 증가하면 흙의 소성지수(PI)도 증가한다.

② 예민한 점토의 현장 함수비는 액성한계보다 클 수 있다.

③ 점토의 함수비는 100%를 초과할 수 없다.

④ 점토의 액성한계는 100%를 초과할 수 있다.

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 점토의 함수비, 액성한계, 소성지수의 의미와 점토가 가질 수 있는 고함수 상태를 구분하는 문제이다.

핵심 개념

함수비는 흙 속 물의 무게를 흙 입자 무게로 나눈 비이다.
액성한계는 흙이 소성상태에서 액성상태로 넘어가는 경계 함수비이다.
소성지수(PI)는 액성한계에서 소성한계를 뺀 값으로, 점토의 소성 범위를 나타낸다.
점토분 비율이 커질수록 일반적으로 비표면적과 흡착수가 증가하여 액성한계와 소성지수가 함께 커지는 경향이 있다.

NoteBase

선지별 해설

① O
점토의 비율이 증가하면 일반적으로 세립분과 점토광물의 영향이 커져 소성지수(PI)도 증가하는 경향이 있다.

② O
예민한 점토는 자연 상태에서 매우 느슨하고 함수비가 큰 경우가 있어 현장 함수비가 액성한계보다 클 수 있다.

③ X
틀린 부분은 "100%를 초과할 수 없다"이다.
함수비는 물의 무게를 흙 입자 무게로 나눈 값이므로 매우 연약한 점토나 유기질토에서는 100%를 초과할 수 있다.
올바르게는 "점토의 함수비는 100%를 초과할 수 있다"이다.

④ O
액성한계는 점토의 종류에 따라 매우 크게 나타날 수 있으므로 100%를 초과할 수 있다. 고소성 점토에서는 이러한 값이 충분히 가능하다.

오답 포인트

함수비를 포화도처럼 100%를 넘지 않는 값으로 착각하면 ③을 옳다고 보기 쉽다. 함수비는 분모가 흙 입자 무게이므로 물의 무게가 더 크면 100%를 넘을 수 있다.

다시 나오면 이렇게 판단

함수비가 나오면 먼저 "물의 무게 ÷ 흙 입자 무게"라는 정의를 떠올리면 된다. 분모가 전체 무게가 아니므로 100% 초과가 가능하다는 점을 확인하면 ③ 같은 선지를 바로 걸러낼 수 있다.

암기 포인트

함수비는 100% 초과 가능, 액성한계도 100% 초과 가능, 점토분이 많을수록 PI는 커지는 경향이 있다.

NoteBase

문 2. 포화 점토시료$\phi = 0$의 일축압축시험에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 최대 주응력 면과 파괴면이 이루는 각도는 45°이다.

② 최대 주응력의 크기는 일축압축강도의 $\frac{1}{2}$이다.

③ Mohr 응력원을 작도하였을 때, Mohr 응력원의 반경은 점착력의 크기와 같다.

④ 일축압축시험은 구속압력σ_3이 0인 비압밀 비배수(UU) 시험결과와 동일하다.

정답 2번

출제 포인트

포화 점토의 일축압축시험에서 q_u, c_u, 주응력, 파괴면의 관계를 구분하는 문제이다.

핵심 개념

일축압축시험은 포화 점토의 비배수 전단강도 c_u를 구하는 시험으로, 삼축압축 UU시험에서 구속압력 $\sigma_3 = 0$인 경우와 같다.
파괴 시 $\sigma_1 = q_u$, $\sigma_3 = 0$이므로 Mohr 응력원의 반경은 $(\sigma_1 - \sigma_3)/2 = q_u/2$이고, $\phi = 0$이면 $c_u = q_u/2$이다.
또한 $\phi = 0$일 때 최대 주응력면과 파괴면의 각도는 $45^\circ + \phi/2 = 45^\circ$이다.

선지별 해설

① O
최대 주응력면과 파괴면의 각도는 일반적으로 $45^\circ + \phi/2$이다. 이 문제는 $\phi = 0$이므로 45°가 되어 옳다.
② X
틀린 부분은 "최대 주응력의 크기는 일축압축강도의 1/2"이라는 표현이다. 일축압축시험에서는 $\sigma_3 = 0$이므로 파괴 시 최대 주응력 σ_1 자체가 q_u이다. 올바르게는 최대 전단응력 또는 Mohr 응력원 반경이 $q_u/2$이다.
③ O
Mohr 응력원의 반경은 $(\sigma_1 - \sigma_3)/2 = q_u/2$이다. 포화 점토의 $\phi = 0$ 비배수 조건에서는 $c_u = q_u/2$이므로 반경은 점착력의 크기와 같다.
④ O
일축압축시험은 측압이 없는 압축시험이므로, 삼축 UU시험에서 $\sigma_3 = 0$으로 놓은 경우와 시험 결과가 동일하다.

오답 포인트

②의 "최대 주응력"과 "최대 전단응력"을 바꿔 외우면 틀리기 쉽다. $q_u/2$는 σ_1이 아니라 최대 전단응력, Mohr 응력원 반경, 비배수 점착력 c_u에 대응한다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

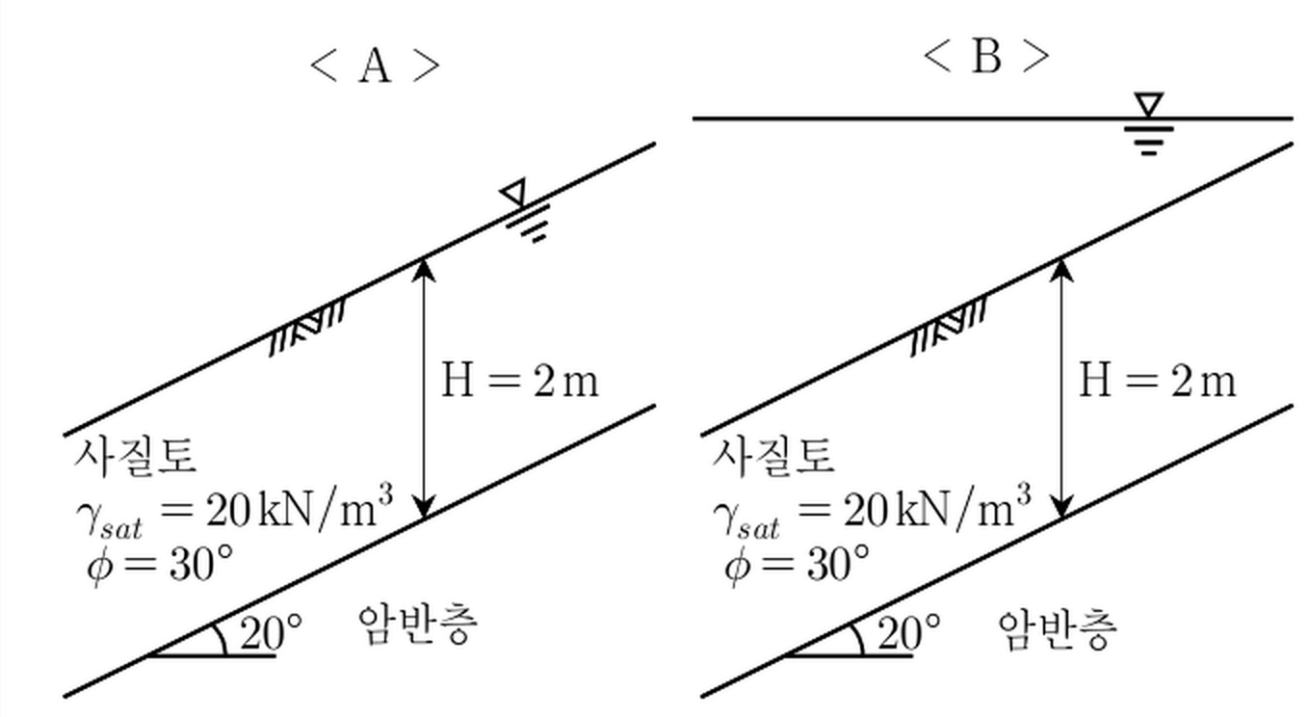
일축압축시험 문제는 먼저 $\sigma_3 = 0$을 놓고 시작한다. 그다음 $\sigma_1 = q_u$, 반경 $= q_u/2$, $c_u = q_u/2$, 파괴각 $= 45^\circ$를 차례로 연결하면 선지 판단이 정리된다.

암기 포인트

일축압축시험은 $\sigma_3 = 0$인 UU시험이며, $\sigma_1 = q_u$, $c_u = q_u/2$, 파괴각은 45°이다.

NoteBase

문 3. 그림과 같이 지하수위가 지표면에 위치하는 사질토 지반(A)에 폭우가 내려 사면이 완전히 물속에 잠겼다(B). 이때 B의 안전율은 A의 안전율의 몇 배인가? (단, 흙의 마찰각은 30°, 흙의 포화단위중량은 20kN/m^3, 물의 단위중량은 10kN/m^3이다)



① 0.5

② 1

③ 1.5

④ 2

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 무한사면에서 지하수 조건이 달라질 때 사질토 사면의 안전율이 어떻게 바뀌는지를 비교하는 문제이다.

NoteBase

조건 정리

주어진 값: 사면각 $\beta = 20^\circ$, 마찰각 $\phi = 30^\circ$, 포화단위중량 $\gamma_{sat} = 20kN/m^3$, 물의 단위중량 $\gamma_w = 10kN/m^3$ 이다.
구해야 할 값: B의 안전율을 A의 안전율로 나눈 비이다.
주의할 조건: A는 지하수위가 지표면에 있어 사면 방향 침투가 있는 상태이고, B는 사면이 완전히 물속에 잠겨 침투력 없이 수중상태인 경우이다.
수중단위중량은 $\gamma' = \gamma_{sat} - \gamma_w = 10kN/m^3$이다.

사용할 공식

A의 무한사면 안전율은 $F_A = \frac{\gamma'}{\gamma_{sat}} \cdot \frac{\tan\phi}{\tan\beta}$ 이다.
B의 무한사면 안전율은 $F_B = \frac{\tan\phi}{\tan\beta}$ 이다.
A에서는 지표면까지 포화되어 사면방향 침투가 생기므로 유효응력이 γ'/γ_{sat}만큼 줄어든다. B에서는 완전 수중에 잠겨도 정수 상태이면 침투력이 없어 자중과 저항이 함께 γ'로 작용하므로 그 비가 상쇄된다.

계산 과정

1. 수중단위중량을 구하면 $\gamma' = 20 - 10 = 10kN/m^3$ 이다.
2. A의 안전율은 $F_A = \frac{10}{20} \cdot \frac{\tan 30^\circ}{\tan 20^\circ} \approx 0.793$ 이다.
3. B의 안전율은 $F_B = \frac{\tan 30^\circ}{\tan 20^\circ} \approx 1.586$ 이다.
4. 따라서 비는 $\frac{F_B}{F_A} = \frac{1.586}{0.793} = \frac{20}{10} = 2$ 이다.

선지별 해설

① X: 틀린 표현은 비율값이 0.5라는 점이다. 0.5는 실제 비율 2를 거꾸로 뒤집은 값이다. 올바르게는 B의 안전율은 A의 2배이다.
② X: 틀린 표현은 비율값이 1이라는 점이다. 이는 침투의 영향과 수중조건의 차이를 무시한 값이다. 올바르게는 A에서만 $\gamma'/\gamma_{sat} = 1/2$가 추가로 곱해지므로 비는 2이다.
③ X: 틀린 표현은 비율값이 1.5라는 점이다. 이는 계산 중 반올림하거나 $\tan\phi/\tan\beta$ 값만 보고 비율을 잘못 읽은 경우에 가깝다. 올바르게는 두 안전율의 공통항 $\tan\phi/\tan\beta$가 약분되어 정확히 2가 된다.
④ O: B의 안전율은 $F_B = \frac{\tan\phi}{\tan\beta}$, A의 안전율은 $F_A = \frac{\gamma'}{\gamma_{sat}}\frac{\tan\phi}{\tan\beta}$ 이므로 비는 $\frac{F_B}{F_A} = \frac{\gamma_{sat}}{\gamma'} = \frac{20}{10} = 2$ 이다.

오답 포인트

이 문항의 함정은 A와 B를 모두 포화사면으로 보고 같은 식을 적용하는 데 있다. A는 사면방향 침투가 있어 유효응력이 더 줄어들고, B는 완전 수중이지만 정수 상태라 침투력이 없다는 차이를 놓치면 1배나 0.5배로 오판하게 된다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

무한사면 비교 문제는 먼저 지하수 조건이 침투 상태인지 정수 상태인지 구분한 뒤, 침투가 있으면 γ'/γ_{sat}가 추가되는지 확인한다. 그 다음 두 상태의 공통항이 약분되는지 보면 비율을 빠르게 판단할 수 있다.

암기 포인트

사질토 무한사면에서 지표면 포화 침투는 안전율에 γ'/γ_{sat}를 한 번 더 줄이고, 완전 수중 정수상태는 그 항이 사라진다.

NoteBase

문 4. 말뚝의 지지력에 대한 설명으로 옳은 것은?

① 부(주면)마찰력은 말뚝 주변 지반의 침하량이 말뚝의 침하량보다 클 때 발생한다.

② 일반적으로 군(무리)말뚝의 지지력은 단일말뚝의 지지력을 합한 값보다 크다.

③ 모래지반에서 말뚝의 주변마찰력은 근입깊이가 증가함에 따라 선형적으로 감소한다.

④ 모래지반에서 말뚝의 주변마찰력은 말뚝의 시공방법에 영향을 받지 않는다.

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 부마찰력의 발생 조건, 군말뚝 효율, 모래지반 주면마찰력의 깊이 및 시공방법 의존성을 구별할 수 있는지를 묻는다.

핵심 개념

부마찰력: 말뚝보다 주변 지반이 더 많이 내려앉을 때 말뚝에 아래방향으로 작용하는 주면마찰력이다.
군말뚝 효율: 말뚝 사이 간섭 때문에 군말뚝의 전체 지지력이 단일말뚝 지지력의 단순합과 달라지는 정도이다.
모래지반 주면마찰력: 유효응력과 시공방법의 영향을 받으며, 깊이가 깊어질수록 한계깊이까지는 증가하고 그 이후에는 거의 일정하게 본다.

선지별 해설

1번 O: 부마찰력은 연약지반의 압밀이나 성토 등으로 주변 지반의 침하가 말뚝의 침하보다 클 때 말뚝을 끌어내리는 방향으로 발생한다. 선지의 설명이 부마찰력의 발생 조건과 일치한다.
2번 X: 틀린 부분은 "단일말뚝의 지지력을 합한 값보다 크다"이다. 군말뚝은 말뚝 간 응력 중첩과 파괴영역 간섭 때문에 전체 지지력을 단일말뚝 지지력의 단순합과 같거나 그보다 작게 평가하는 경우가 일반적이다.
3번 X: 틀린 부분은 "근입깊이가 증가함에 따라 선형적으로 감소한다"이다. 모래지반의 주면마찰력은 유효상재압 증가에 따라 한계깊이까지는 증가하고, 그 이후에는 거의 일정하게 본다.
4번 X: 틀린 부분은 "시공방법에 영향을 받지 않는다"이다. 모래지반의 주면마찰력은 항타말뚝인지 현장타설말뚝인지에 따라 주변 지반의 조밀도와 말뚝-지반 접촉상태가 달라지므로 시공방법의 영향을 받는다.

오답 포인트

부마찰력을 말뚝 침하량이 클 때 생기는 마찰력으로 거꾸로 이해하거나, 모래지반 주면마찰력을 깊이와 무관하거나 시공방법과 무관한 값으로 외우면 ③, ④에서 흔히 틀린다. ②도 군말뚝을 단순히 개수만 늘어난 지지력으로 보면 오답이 된다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

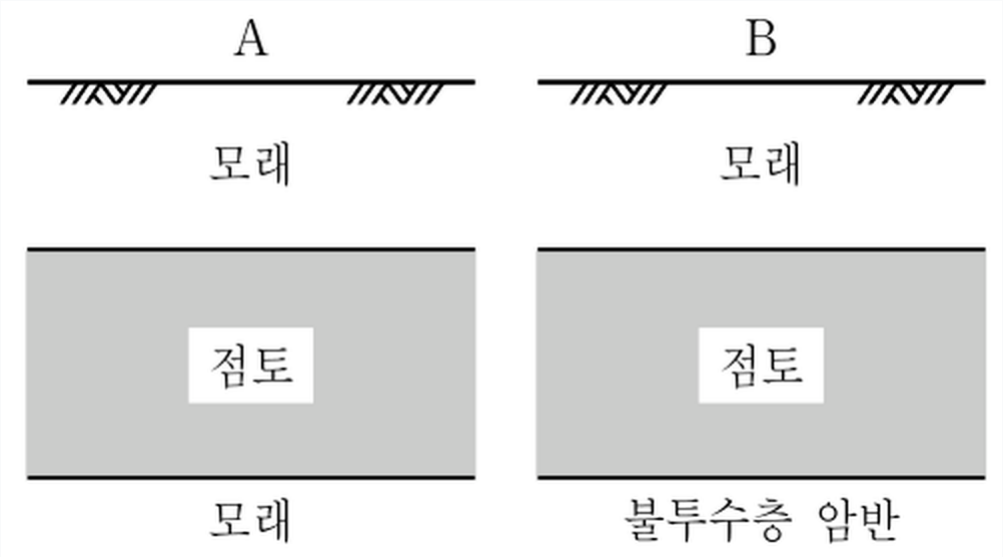
말뚝 문제는 먼저 상대침하 방향으로 부마찰력을 판단하고, 군말뚝은 간섭 때문에 단순합보다 유리하다고 단정하지 않으며, 모래지반 주면마찰력은 깊이와 시공방법의 영향을 받는다는 기준으로 판단한다.

암기 포인트

부마찰력은 주변지반이 더 내려갈 때 생기고, 군말뚝은 간섭을 보며, 모래 주면마찰력은 깊이와 시공방법의 영향을 받는다.

NoteBase

문 5. 시추조사결과 A와 B의 지반조건이 그림과 같이 최하단의 지반조건만 다르게 나타났다. 동일한 구조물을 각각의 지반 위에 건설할 경우, A지반에서 50% 압밀에 소요되는 시간t_A과 B지반에서 90% 압밀에 소요되는 시간t_B의 비t_B/t_A는? (단, 시간계수 $T_{v,\,50\%} = 0.2$, $T_{v,\,90\%} = 0.8$로 가정한다)



① 4

② 8

③ 16

④ 32

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 압밀시간식 $t = T_v H_{dr}^2 / C_v$에서 시간계수와 배수거리의 차이를 함께 반영해 시간비를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: $T_{v,\,50\%} = 0.2$, $T_{v,\,90\%} = 0.8$이다.
A지반은 점토층의 상하부가 모두 모래이므로 양면배수이다.
B지반은 상부는 모래, 하부는 불투수층 암반이므로 편면배수이다.
구해야 할 값: t_B/t_A이다.
주의할 조건: 동일한 구조물과 동일한 점토층으로 보므로 두 경우의 차이는 배수거리와 압밀도에 따른 T_v뿐이다.

NoteBase

사용할 공식

사용 공식은 $t = T_v H_{dr}^2 / C_v$이다.
이 공식을 쓰는 이유는 압밀에 걸리는 시간이 시간계수 T_v와 배수거리 H_{dr}의 제곱에 비례하기 때문이다. A와 B는 최하단 경계조건만 달라서 C_v는 같고 H_{dr}만 달라진다.

계산 과정

1. 점토층 두께를 H라고 두면 A는 양면배수이므로 $H_{dr,A} = H/2$이다.
2. B는 편면배수이므로 $H_{dr,B} = H$이다.
3. 따라서
$t_A = 0.2 \times \frac{(H/2)^2}{C_v} = 0.05\frac{H^2}{C_v}$
$t_B = 0.8 \times \frac{H^2}{C_v}$
4. 시간비는
$\frac{t_B}{t_A} = \frac{0.8H^2/C_v}{0.05H^2/C_v} = 16$
이다.

선지별 해설

① X
계산 결과는 16이므로 4는 틀리다. 4는 0.8/0.2 = 4만 반영하고 배수거리 차이 $(H/(H/2))^2 = 4$를 빠뜨린 값이다. 틀린 값 4 → 올바르게는 $t_B/t_A = 16$이다.

② X
계산 결과는 16이므로 8은 틀리다. 8은 배수거리 차이를 2배로만 보고 제곱해야 하는 점을 놓친 값이다. 틀린 값 8 → 올바르게는 배수거리비를 제곱하여 4를 곱해야 하므로 $t_B/t_A = 16$이다.

③ O
A는 양면배수라 배수거리가 짧고, B는 편면배수라 배수거리가 길다. 여기에 T_v도 0.2에서 0.8로 커지므로 $t_B/t_A = 16$이 되어 16이 맞다.

④ X
계산 결과는 16이므로 32는 틀리다. 32는 시간계수비 4와 배수거리 제곱효과 4를 곱해 16을 얻은 뒤 배수조건 차이를 한 번 더 중복 반영한 오산이다. 틀린 값 32 → 올바르게는 $t_B/t_A = 16$이다.

오답 포인트

양면배수와 편면배수를 구분하지 못하면 배수거리에서 바로 틀린다. 특히 압밀시간은 배수거리에 비례하지 않고 H_{dr}^2에 비례하므로, A의 배수거리를 $H/2$로 두고 제곱까지 해야 한다는 점이 핵심 함정이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

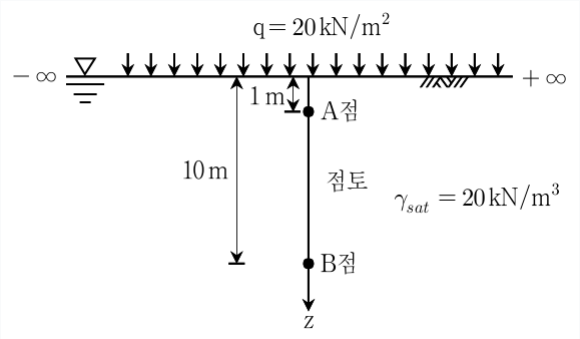
압밀 시간비 문제는 먼저 각 층의 배수조건을 보고 H_{dr}를 정한 뒤, $t \propto T_v H_{dr}^2$만 남겨 비를 계산하면 된다. 같은 점토층이면 C_v와 두께의 공통항은 약분된다고 판단하면 된다.

암기 포인트

압밀시간은 $t \propto T_v H_{dr}^2$이다. 양면배수는 $H/2$, 편면배수는 H로 잡는다는 점이 시간비 계산의 기준이다.

NoteBase

문 6. 그림과 같이 정규압밀된 점토층 상부에 무한 등분포하중 ($q = 20\text{kN/m}^2$)을 재하하고, 5년 후 A점과 B점의 과잉간극수압은 5kN/m^2로 관측되었다. 재하 직후 A점과 B점의 과잉간극수압과 5년 후 압밀도는? (단, 지반은 포화되었으며 지하수위는 지표면과 일치하고 점토의 포화단위중량은 20kN/m^3이다)



① A점 과잉간극수압: 20kN/m^2, B점 과잉간극수압: 20kN/m^2, A점 압밀도: 25%, B점 압밀도: 25%

② A점 과잉간극수압: 20kN/m^2, B점 과잉간극수압: 20kN/m^2, A점 압밀도: 75%, B점 압밀도: 75%

③ A점 과잉간극수압: 10kN/m^2, B점 과잉간극수압: 100kN/m^2, A점 압밀도: 25%, B점 압밀도: 25%

④ A점 과잉간극수압: 10kN/m^2, B점 과잉간극수압: 100kN/m^2, A점 압밀도: 75%, B점 압밀도: 75%

정답 2번

출제 포인트

무한 등분포하중을 받은 포화 점토에서 재하 직후 과잉간극수압은 q와 같고, 임의 점의 압밀도는 $U_z = 1 - u_t/u_0$로 구한다.

조건 정리

주어진 값은 등분포하중 $q = 20kN/m^2$, 5년 후 A점과 B점의 과잉간극수압 $u_t = 5kN/m^2$이다.
구해야 할 값은 재하 직후 A점과 B점의 과잉간극수압, 그리고 5년 후 A점과 B점의 압밀도이다.
주의할 조건은 문제에서 묻는 값이 정수압이 아니라 과잉간극수압이라는 점이다.

사용할 공식

재하 직후 포화 점토의 비배수 상태에서는 $u_0 = \Delta\sigma = q$이다.
또한 점압밀도는 $U_z = \frac{u_0 - u_t}{u_0} = 1 - \frac{u_t}{u_0}$이다.
이 공식을 쓰는 이유는 무한 등분포하중이면 깊이에 관계없이 연직응력 증가량이 q로 같고, 비배수 직후에는 그 응력 증가를 물이 그대로 부담하기 때문이다.

NoteBase

계산 과정

1. 재하 직후 과잉간극수압은 A점, B점 모두 $u_0 = q = 20kN/m^2$이다.
2. 5년 후 잔류 과잉간극수압은 A점, B점 모두 $u_t = 5kN/m^2$이다.
3. 따라서 각 점의 압밀도는 $U_z = 1 - \frac{5}{20} = 0.75 = 75\%$이다.

선지별 해설

① X: 과잉간극수압 20, $20kN/m^2$는 맞지만 압밀도 25%는 틀리다. 5/20 = 25%는 남아 있는 과잉간극수압의 비율이며, 압밀도는 소산된 비율이므로 75%가 맞다.
② O: 재하 직후 과잉간극수압은 A점과 B점 모두 $20kN/m^2$, 5년 후 압밀도도 모두 75%이므로 옳다.
③ X: A점 $10kN/m^2$, B점 $100kN/m^2$는 깊이 $1m$, $10m$에서의 정수압에 해당하는 값일 뿐 재하로 생긴 과잉간극수압이 아니다. 과잉간극수압은 두 점 모두 $20kN/m^2$이어야 한다. 또한 압밀도도 25%가 아니라 75%이다.
④ X: 압밀도 75%는 맞지만 과잉간극수압을 A점 $10kN/m^2$, B점 $100kN/m^2$로 본 부분이 틀리다. 틀린 표현은 정수압을 과잉간극수압으로 본 점이며, 올바르게는 두 점 모두 $20kN/m^2$이다.

오답 포인트

A점과 B점의 깊이가 다르므로 정수압은 다르지만, 문제는 정수압이 아니라 재하로 추가된 과잉간극수압을 묻는다. 또 5/20을 바로 압밀도로 쓰면 남은 비율과 소산된 비율을 뒤바꾸는 실수가 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

무한 등분포하중을 받은 포화 점토 문제는 먼저 재하 직후 비배수 상태인지 확인하고 $u_0 = q$를 잡는다. 그다음 주어진 잔류 과잉간극수압으로 $U_z = 1 - u_t/u_0$를 계산하면 된다.

암기 포인트

무한 등분포하중의 비배수 직후 과잉간극수압은 전 깊이에서 q와 같고, 압밀도는 남은 압력이 아니라 소산된 압력의 비율이다.

NoteBase

문 7. 토압이론에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① Coulomb 주동토압은 배면의 활동 파괴면 중 토압이 최소가 되는 파괴면에서 산정된다.

② 옹벽배면이 연직, 배면지반이 수평, 그리고 벽면마찰각을 무시하는 조건에서 Coulomb 토압계수와 Rankine 토압계수는 같다.

③ Rankine 토압이론에서는 흙의 점착력을 고려할 수 있으나 Coulomb 토압이론에서는 고려할 수 없다.

④ Coulomb 수동토압은 배면 파괴면을 직선으로 가정하므로 토압을 과대평가한다.

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 Coulomb 토압이론과 Rankine 토압이론의 기본 가정과 적용 차이, 특히 주동토압의 결정 조건을 구분하는 문제이다.

핵심 개념

Coulomb 토압이론은 옹벽 뒤의 흙 쐐기체 평형으로 토압을 구하며 벽면마찰과 경사 배면을 반영할 수 있지만 파괴면을 직선으로 가정한다.
Rankine 토압이론은 지반 내 응력상태로 토압을 구하는 이론으로, 연직벽·수평배면·벽면마찰 0 조건에서는 Coulomb과 같은 토압계수를 주며 점착력 c를 포함한 해석도 가능하다.

선지별 해설

① X: 틀린 부분은 '토압이 최소가 되는'이다. Coulomb 주동토압은 가능한 직선 파괴면들에 대해 계산한 주동토압 중 값이 최대가 되는 파괴면을 임계 파괴면으로 택한다. 주동상태 자체가 정지토압보다 작은 상태라는 점과, Coulomb 해석에서 파괴면을 찾을 때 P_a를 최대화한다는 점을 구분해야 한다.
② O: 옹벽배면이 연직이고 배면지반이 수평이며 벽면마찰각을 0으로 두면 Coulomb 이론은 Rankine 이론과 같은 조건이 되어 토압계수가 일치한다.
③ O: Rankine 토압이론은 점착력 c를 포함한 $c-\phi$ 토질 해석이 가능하다. 반면 기본 Coulomb 토압이론은 보통 비점착성 토사를 대상으로 전개되어 점착력을 직접 고려하지 않는다.
④ O: Coulomb 수동토압은 배면 파괴면을 직선으로 가정한다. 실제 수동파괴면은 곡선에 가까워 직선 가정으로 계산하면 수동토압을 크게 평가하는 경향이 있다.

오답 포인트

①은 '주동토압은 작다'는 사실을 곧바로 '최소 토압 파괴면을 택한다'로 연결하면 틀리기 쉽다. 주동은 상태 개념이고, Coulomb의 임계 파괴면 선정은 가능한 파괴면 중 P_a가 최대가 되는 경우를 찾는 절차이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

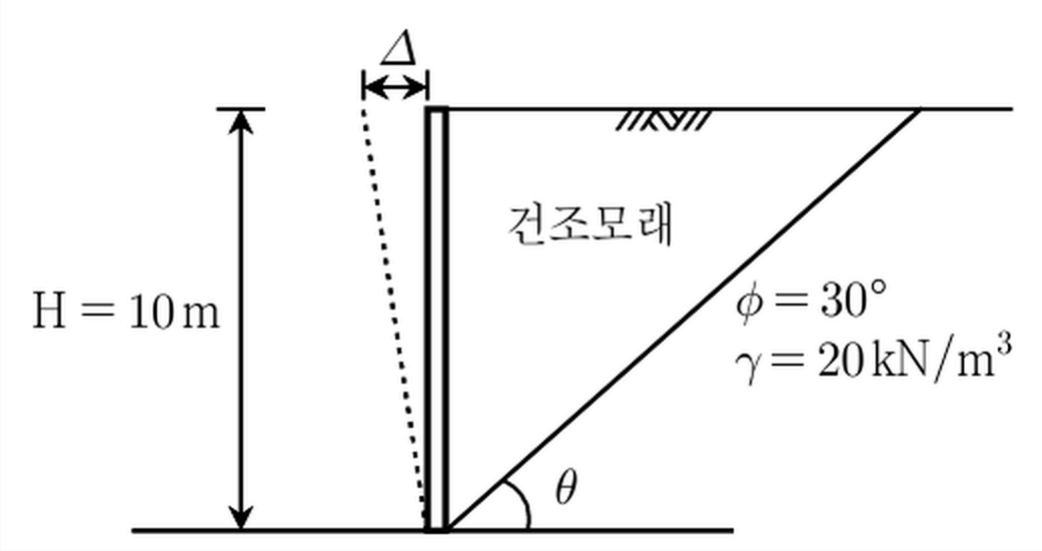
토압이론 문제는 먼저 벽면마찰 고려 여부, 점착력 고려 가능 여부, 파괴면 가정이 직선인지 곡선인지로 나눈다. 그다음 Coulomb 주동은 임계 파괴면에서 P_a 최대, 수동은 직선 파괴면 가정으로 과대평가 가능, 연직벽·수평배면·벽면마찰 0이면 Coulomb와 Rankine 일치로 정리하면 된다.

암기 포인트

Coulomb 주동은 임계면에서 P_a 최대, Coulomb 수동은 직선 파괴면 가정으로 과대평가, 매끈한 연직벽과 수평배면이면 Coulomb=Rankine이다.

NoteBase

문 8. 균질한 건조모래를 지지하는 벽체가 미소하게 움직이며 주동파괴가 발생하였다. 뒤채움 모래의 마찰각(ϕ)은 30 °이고 단위중량(γ)은 20kN/m^{3}일 때 Rankine의 주동토압과 파괴각은?



① 주동토압 [kN/m]: $\frac{1000}{3}$, 파괴각 [θ]: 30 °

② 주동토압 [kN/m]: $\frac{2000}{3}$, 파괴각 [θ]: 30 °

③ 주동토압 [kN/m]: $\frac{1000}{3}$, 파괴각 [θ]: 60 °

④ 주동토압 [kN/m]: $\frac{2000}{3}$, 파괴각 [θ]: 60 °

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 Rankine 주동토압계수와 주동파괴면의 경사를 이용해 합력 주동토압과 파괴각을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 벽체 높이 $H = 10m$, 내부마찰각 $\phi = 30\,^\circ$, 단위중량 $\gamma = 20kN/m^3$이다.
구해야 할 값: Rankine의 주동토압 합력 P_a와 파괴각 θ이다.
주의할 조건: 벽체가 미소하게 이동하여 주동상태가 발생했으므로 Rankine 주동토압 공식을 적용한다.

사용할 공식

주동토압계수는 $K_a = \tan^2\left(45\,^\circ - \frac{\phi}{2}\right) = \frac{1-\sin\phi}{1+\sin\phi}$이다.
합력 주동토압은 $P_a = \frac{1}{2}K_a\gamma H^2$이다.
주동파괴면의 수평면 기준 각도는 $\theta = 45\,^\circ + \frac{\phi}{2}$이다.
이 공식을 쓰는 이유: 뒤채움이 수평이고 점착력이 없는 균질한 건조모래이며, 벽체가 바깥쪽으로 미소 이동해 Rankine 주동상태 조건에 해당하기 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. 주동토압 합력은 $P_a = \frac{1}{2} \times \frac{1}{3} \times 20 \times 10^2 = \frac{1000}{3} kN/m$이다.
3. 파괴각은 $\theta = 45\,^\circ + \frac{30\,^\circ}{2} = 60\,^\circ$이다.

선지별 해설

① X: 주동토압 $\frac{1000}{3} kN/m$는 맞지만 파괴각이 틀렸다. 틀린 표현은 $30\,^\circ$이며, 올바르게는 파괴각은 수평면 기준 $60\,^\circ$이다.

② X: 주동토압과 파괴각이 모두 틀렸다. 틀린 표현은 주동토압 $\frac{2000}{3} kN/m$, 파괴각 $30\,^\circ$이며, 올바르게는 $P_a = \frac{1000}{3} kN/m$, $\theta = 60\,^\circ$이다. $\frac{2000}{3} kN/m$는 합력식의 $\frac{1}{2}$를 빠뜨리면 나오는 값이다.

③ O: 계산 결과가 $P_a = \frac{1000}{3} kN/m$, $\theta = 60\,^\circ$이므로 옳다.

④ X: 파괴각 $60\,^\circ$는 맞지만 주동토압이 틀렸다. 틀린 표현은 $\frac{2000}{3} kN/m$이며, 올바르게는 $\frac{1000}{3} kN/m$이다. 이 값은 삼각분포 토압의 합력을 구할 때 $\frac{1}{2}$를 누락한 경우의 오답이다.

오답 포인트

주동토압 분포의 최대값 $K_a \gamma H$와 합력 $\frac{1}{2} K_a \gamma H^2$를 혼동하면 $\frac{2000}{3} kN/m$ 같은 오답이 나온다. 또 파괴면 각도를 벽면 기준으로 외우면 $30\,^\circ$로 착각하기 쉽지만, 그림의 θ는 수평면 기준 각도이다.

다시 나오면 이렇게 판단

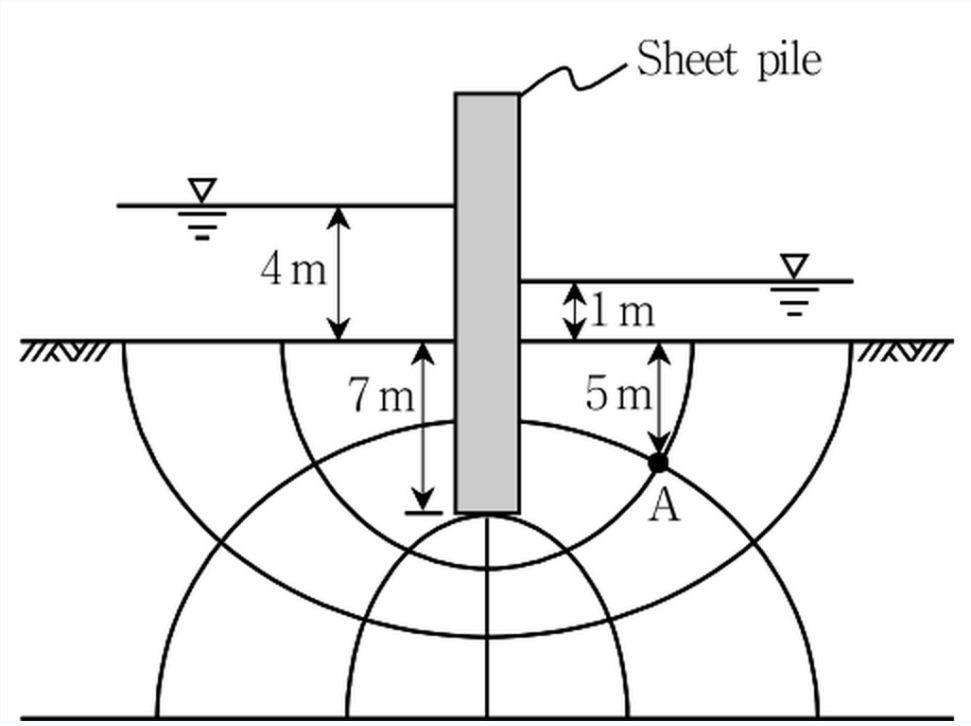
Rankine 토압 문제는 먼저 주동인지 수동인지 판단하고, 다음으로 K_a 또는 K_p를 구한 뒤, 토압의 최대강도와 합력을 구분해서 계산한다. 파괴각은 그림에서 어느 기준선에 대한 각도인지 함께 확인하면 된다.

암기 포인트

Rankine 주동은 $K_a = \tan^2(45\,^\circ - \phi/2)$, 합력은 $\frac{1}{2} K_a \gamma H^2$, 파괴각은 수평 기준 $45\,^\circ + \phi/2$이다.

NoteBase

문 9. 그림과 같은 수리구조물에서 A점의 간극수압[t/m^2]은? (단, 물의 단위중량은 $1t/m^3$로 계산한다)



① 5.0

② 5.5

③ 6.0

④ 6.5

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 유선망에서 A점의 전수두를 읽은 뒤 위치수두를 더해 간극수압을 구하는 문제이다.

조건 정리

- 상류 수위는 지표면 위 $4m$이다.
- 하류 수위는 지표면 위 $1m$이다.
- 전체 수두차는 $H = 4 - 1 = 3m$이다.
- 그림의 포텐셜 드롭 수는 6개이므로 1드롭당 수두강하는 $\Delta h = 3/6 = 0.5m$이다.
- A점은 지표면 아래 $5m$에 있고, 하류 자유수면에서 한 드롭 상류의 등수두선 위에 있다.

NoteBase

사용할 공식

$h = z + \frac{u}{\gamma_w}$

따라서 A점이 지표면 아래 $5m$이면 $z = -5m$이므로

$\frac{u}{\gamma_w} = h_A - (-5) = h_A + 5$

이 문제는 유선망에서 A점의 전수두 h_A를 먼저 읽은 다음, A점의 깊이 $5m$를 더해 압력수두를 구하는 경우에 해당한다.

계산 과정

1. 전체 수두차는 $3m$이다.
2. 포텐셜 드롭 6개이므로 1드롭당 수두강하는 $\Delta h = 0.5m$이다.
3. 하류 자유수면의 전수두는 $1m$이고, A점은 그보다 한 드롭 상류의 등수두선 위이므로 $h_A = 1 + 0.5 = 1.5m$이다.
4. A점은 지표면 아래 $5m$이므로 압력수두는 $u/\gamma_w = h_A + 5 = 1.5 + 5 = 6.5m$이다.
5. 물의 단위중량을 $1t/m^3$로 두면 $u = 1 \times 6.5 = 6.5t/m^2$이다.

선지별 해설

① X

- $5.0t/m^2$는 A점의 매몰 깊이 $5m$만 본 값이다. 하류 수위 $1m$와 유선망에 따른 추가 수두 $0.5m$를 빠뜨린 점이 틀렸다. 올바르게는 $6.5t/m^2$이다.

② X

- $5.5t/m^2$는 매몰 깊이 $5m$에 포텐셜 드롭 한 칸의 추가 수두 $0.5m$만 더한 값이다. 하류 자유수면의 기본 수두 $1m$를 빠뜨린 점이 틀렸다. 올바르게는 $6.5t/m^2$이다.

③ X

- $6.0t/m^2$는 하류측 정수압만 고려한 $1 + 5 = 6$의 값이다. 유선망에서 A점이 하류 자유수면보다 한 드롭 상류에 있다는 침투에 따른 추가 수두 $0.5m$를 누락한 점이 틀렸다. 올바르게는 $6.5t/m^2$이다.

④ O

- 유선망에서 $h_A = 1.5m$를 읽고 A점의 깊이 $5m$를 더하면 압력수두가 $6.5m$가 된다. 물의 단위중량을 $1t/m^3$로 두면 간극수압은 $6.5t/m^2$이므로 옳다.

오답 포인트

하류 수위가 $1m$ 존재한다는 점과 A점이 하류 자유수면과 같은 등수두선이 아니라 한 칸 상류의 등수두선 위라는 점을 함께 봐야 한다. 깊이 $5m$만 보거나 하류 정수압 $6.0t/m^2$만 계산하면 오답이 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

수리구조물의 간극수압 문제는 먼저 상하류 수위차로 1드롭당 수두강하를 구하고, 다음에 해당 점의 등수두선 위치로 전수두를 읽은 뒤, 마지막에 그 점의 깊이를 더해 압력수두로 바꾼다.

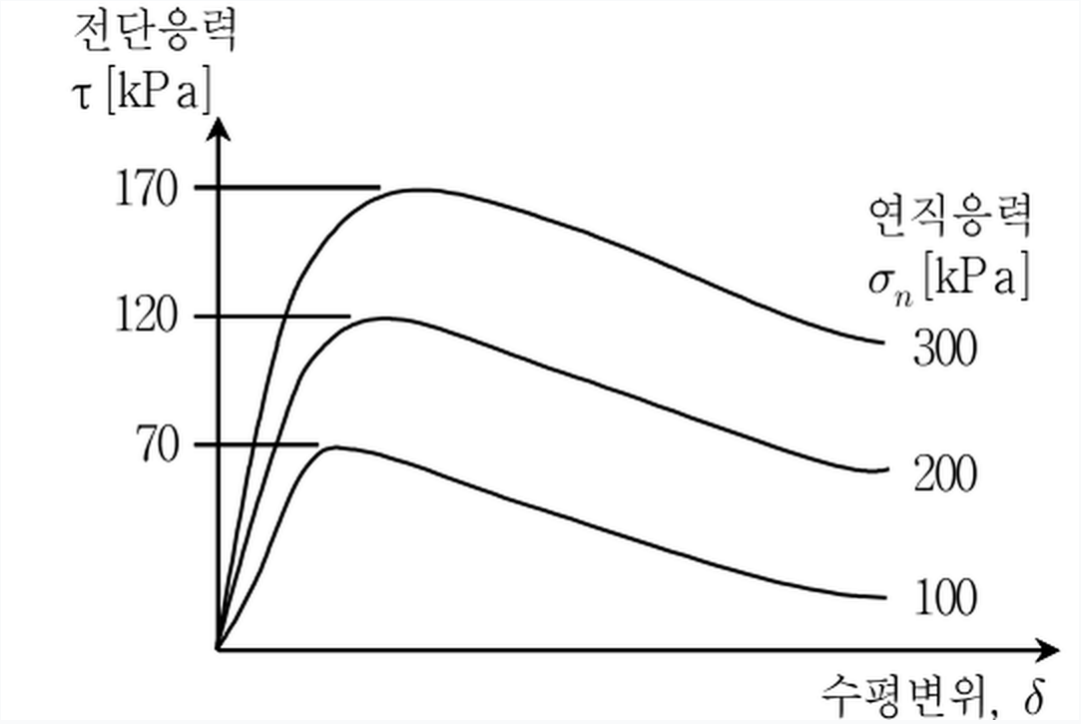
NoteBase

암기 포인트

간극수압은 등수두선으로 전수두를 읽고, 깊이를 더해 압력수두로 바꾼 값이다.

NoteBase

문 10. 흙에 대한 직접전단시험 결과가 그림과 같을 때 점착력과 내부마찰각은? (단, $\tan 25^\circ = 0.47$, $\tan 27^\circ = 0.5$로 가정한다)



① 점착력[kPa]: 20, 내부마찰각: 25°

② 점착력[kPa]: 100, 내부마찰각: 25°

③ 점착력[kPa]: 20, 내부마찰각: 27°

④ 점착력[kPa]: 100, 내부마찰각: 27°

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 직접전단시험의 파괴포락선을 이용해 점착력과 내부마찰각을 구하는 문제이다. 점착력 c는 $\tau - \sigma$ 관계식의 절편이고, 내부마찰각 ϕ는 기울기 $\tan\phi$로 판단한다.

조건 정리

주어진 값: 연직응력 σ_n이 100, 200, 300일 때 최대 전단응력 τ는 각각 70, 120, 170이다.
구해야 할 값: 점착력 c와 내부마찰각 ϕ이다.
주의할 조건: 그래프의 최대 전단응력점을 직선 파괴포락선으로 보고 $\tau = c + \sigma_n \tan\phi$를 적용한다.

NoteBase

사용할 공식

직접전단시험의 파괴조건은 $\tau_f = c + \sigma_n \tan\phi$ 이다.
이 공식을 쓰는 이유: 문제는 서로 다른 σ_n에서의 파괴 시 전단응력 τ_f를 제시하고 있으므로, 포락선의 기울기에서 $\tan\phi$를 구하고 절편에서 c를 구할 수 있다.

계산 과정

1. 그래프에서 읽으면 (σ_n, τ_f)는 (100, 70), (200, 120), (300, 170)이다.
2. 기울기는 $(170 - 70)/(300 - 100) = 100/200 = 0.5$ 이므로 $\tan\phi = 0.5$이다. 따라서 ϕ는 27°이다.
3. $\tau_f = c + \sigma_n \tan\phi$에 ($\sigma_n$, τ_f) = (100, 70)을 대입하면 $70 = c + 100 \times 0.5 = c + 50$ 이므로 $c = 20$ 이다.

선지별 해설

① X
- 점착력 20은 맞지만 내부마찰각 25°는 틀리다. 그래프의 기울기는 50/100 = 0.5이므로 $\tan\phi = 0.5$이고, 주어진 값에 따르면 ϕ는 27°이다.
- 틀린 표현은 "내부마찰각 25°"이다. 올바르게는 "점착력 20, 내부마찰각 27°"이다.

② X
- 내부마찰각 25°도 틀리고 점착력 100도 틀리다. c는 τ축 절편이므로 계산 결과 20이어야 한다.
- 틀린 표현은 "점착력 100, 내부마찰각 25°"이다. 올바르게는 "점착력 20, 내부마찰각 27°"이다.

③ O
- $\tan 27° = 0.5$를 쓰면 $\tau_f = 20 + \sigma_n \times 0.5$가 된다. σ_n이 100, 200, 300일 때 τ는 각각 70, 120, 170으로 그래프와 정확히 일치한다.

④ X
- 내부마찰각 27°는 맞지만 점착력 100이 틀리다. $c = 100$이면 $\sigma_n = 100$에서 $\tau_f = 150$가 되어 그래프의 70과 맞지 않는다.
- 틀린 표현은 "점착력 100"이다. 올바르게는 "점착력 20"이다.

오답 포인트

점착력을 그래프의 임의의 전단응력값으로 착각하면 안 된다. 이 문항의 함정은 기울기와 절편을 따로 보지 않고 눈대중으로 큰 수를 점착력으로 잡는 데 있다. 또한 25°와 27°를 구분할 때는 주어진 $\tan 25° = 0.47$, $\tan 27° = 0.5$를 실제 기울기 0.5와 대조해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

직접전단시험 그래프가 나오면 먼저 각 연직응력에서의 파괴 전단응력을 읽고, 그 점들을 잇는 포락선의 기울기에서 $\tan\phi$를 구한 뒤, 한 점을 대입해 절편 c를 계산하면 된다.

NoteBase

암기 포인트

직접전단 파괴포락선에서는 c가 절편이고 $\tan\phi$가 기울기이다.

NoteBase

문 11. Terzaghi 1차원 압밀이론을 유도하기 위한 가정으로 옳지 않은 것은?

① 흙은 균질하고 포화되어 있다.

② 흙 입자와 물의 압축성을 고려한다.

③ 흙 속에서 물의 흐름은 Darcy 법칙을 따른다.

④ 물은 연직방향으로만 흐른다.

정답 2번

출제 포인트

Terzaghi 1차원 압밀이론의 기본 가정 중 비압축성 가정과 1차원 배수 조건을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

Terzaghi 1차원 압밀이론은 포화된 흙층에서 과잉간극수압이 시간에 따라 소산되면서 압밀이 진행된다고 보는 이론이다.
핵심 가정은 흙이 균질하고 완전포화 상태이며, 흙 입자와 물은 비압축성으로 보고, 물의 흐름과 변형은 연직 1방향이고, 물의 흐름은 Darcy 법칙을 따른다는 점이다.

선지별 해설

① O
흙은 균질하고 포화되어 있다고 가정한다. 이는 Terzaghi 1차원 압밀이론의 기본 전제에 해당한다.
② X
틀린 부분은 "흙 입자와 물의 압축성을 고려한다"는 표현이다. Terzaghi 이론은 흙 입자와 물을 비압축성으로 가정하고, 체적변화는 주로 흙 골격의 압축에서 생긴다고 본다.
③ O
흙 속에서 물의 흐름은 Darcy 법칙을 따른다고 가정한다. 따라서 수리구배와 유속의 비례관계를 전제로 압밀방정식을 유도한다.
④ O
물은 연직방향으로만 흐른다고 가정한다. 1차원 압밀이론은 배수와 변형을 연직 1방향으로 단순화한다.

오답 포인트

②는 실제 가정을 정반대로 바꾼 선지이다. 압밀은 흙 입자나 물 자체의 압축성을 크게 보는 이론이 아니라, 과잉간극수압 소산에 따른 흙 골격의 압축을 다루는 이론이라는 점에서 혼동이 자주 생긴다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

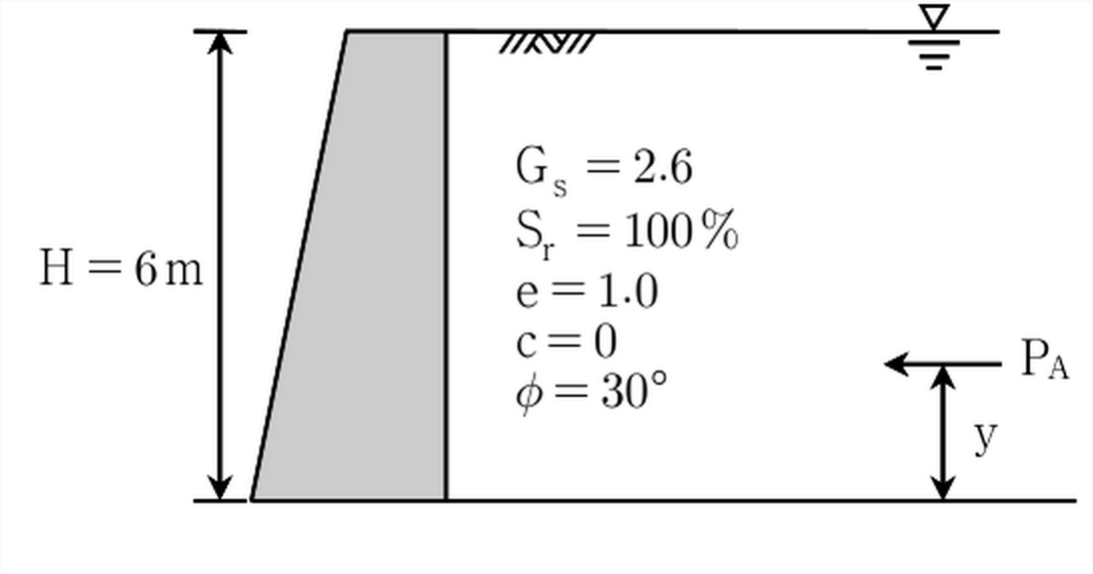
압밀이론의 가정을 묻는 문제에서는 먼저 완전포화, 비압축성, Darcy 법칙, 연직 1방향 흐름의 네 축을 확인하면 된다. 선지가 압축성을 고려한다고 바꾸면 오답으로 판단된다.

암기 포인트

Terzaghi 1차원 압밀이론은 포화, 비압축성, Darcy, 연직 1방향으로 정리된다.

NoteBase

문 12. 옹벽에 작용하는 주동토압의 합력(P_A)과 합력의 작용위치(y)는? (단, Rankine 토압이론을 이용하고 물의 단위중량은 $1t/m^3$이다)



① 주동토압의 합력: 22.8[t/m], y: 2.0[m]

② 주동토압의 합력: 10.8[t/m], y: 2.0[m]

③ 주동토압의 합력: 22.8[t/m], y: 3.0[m]

④ 주동토압의 합력: 10.8[t/m], y: 3.0[m]

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 포화된 뒤채움 흙에 대해 Rankine 주동토압을 유효응력 토압과 정수압의 합으로 계산하고, 합력의 작용위치를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값은 벽 높이 $H = 6m$, $G_s = 2.6$, $S_r = 100\%$, $e = 1.0$, $c = 0$, $\phi = 30^\circ$, $\gamma_w = 1t/m^3$이다.
구해야 할 값은 주동토압의 합력 P_A와 작용위치 y이다.
배면은 수평이고 지하수위가 지표면까지 있으므로 전체 측압은 유효응력에 의한 주동토압과 물의 정수압을 함께 더해야 한다.

NoteBase

사용할 공식

주동토압계수는 $K_a = \tan^2(45^\circ - \phi/2) = \frac{1-\sin\phi}{1+\sin\phi}$이다.
포화단위중량은 $\gamma_{sat} = \frac{G_s+e}{1+e}\gamma_w$, 부력단위중량은 $\gamma' = \gamma_{sat} - \gamma_w$이다.
깊이 z에서의 전체 횡압은 $p(z) = K_a\gamma' z + \gamma_w z$이고, 합력은 삼각분포 면적이므로 $P_A = \frac{1}{2}(K_a\gamma' + \gamma_w)H^2$이다.
이 공식을 쓰는 이유는 포화토의 흙입자 골격은 유효응력으로 저항하고, 물은 별도의 정수압으로 벽에 작용하기 때문이다.

계산 과정

1. $K_a = \frac{1-\sin 30^\circ}{1+\sin 30^\circ} = \frac{1/2}{3/2} = \frac{1}{3}$이다.
2. $\gamma_{sat} = \frac{2.6+1.0}{1+1.0} \times 1 = 1.8 t/m^3$, $\gamma' = 1.8 - 1.0 = 0.8 t/m^3$이다.
3. 전체 측압 기울기는 $K_a\gamma' + \gamma_w = \frac{1}{3} \times 0.8 + 1 = 1.2667 t/m^3$이다.
4. 따라서
$P_A = \frac{1}{2} \times 1.2667 \times 6^2 = 22.8 t/m$
이다.
5. 측압 분포는 깊이에 비례하는 삼각형이므로 합력의 작용위치는 바닥에서 $y = H/3 = 6/3 = 2.0m$이다.

NoteBase

선지별 해설

① O
- 계산 결과 $P_A = 22.8t/m$, $y = 2.0m$이므로 맞는 선지이다.

② X
- $y = 2.0m$는 맞지만 $P_A = 10.8t/m$는 틀리다.
- $10.8t/m$는 $\frac{1}{2} \times K_a\gamma_{sat} \times H^2 = \frac{1}{2} \times \frac{1}{3} \times 1.8 \times 6^2$처럼 계산한 값으로, 포화지반에서 물의 정수압을 누락한 오답값이다.
- 틀린 표현은 "합력 $10.8t/m$"이고, 올바르게는 "합력은 유효응력 토압과 정수압을 합한 $22.8t/m$"이다.

③ X
- $P_A = 22.8t/m$는 맞지만 $y = 3.0m$는 틀리다.
- 측압이 깊이에 따라 선형으로 증가하는 삼각분포이므로 합력은 중앙 $H/2$가 아니라 바닥에서 $H/3$ 지점에 작용한다.
- 틀린 표현은 "작용위치 $3.0m$"이고, 올바르게는 "작용위치는 바닥에서 $2.0m$"이다.

④ X
- $P_A = 10.8t/m$, $y = 3.0m$가 모두 틀리다.
- $10.8t/m$는 정수압을 빠뜨린 값이고, $3.0m$는 삼각분포 합력의 위치를 직사각형 또는 중간점처럼 착각한 값이다.
- 틀린 표현은 "합력 $10.8t/m$, 작용위치 $3.0m$"이고, 올바르게는 "합력 $22.8t/m$, 작용위치 $2.0m$"이다.

오답 포인트

포화지반의 토압을 구할 때 $K_a\gamma_{sat}H$만 적용하면 물의 정수압을 빼먹기 쉽다. 또 합력 위치를 습관적으로 $H/2$로 두면 삼각분포의 도심 위치를 놓치게 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

수중 또는 포화 배면의 토압 문제는 먼저 K_a를 구하고, 다음에 γ_{sat}와 γ'를 구분한 뒤 전체 측압이 유효응력 토압과 정수압의 합인지 확인한다. 분포도가 삼각형이면 합력 위치는 항상 바닥에서 $H/3$이다.

암기 포인트

포화 배면 주동토압은 $K_a\gamma' z + \gamma_w z$, 삼각분포 합력 위치는 바닥에서 $H/3$이다.

NoteBase

문 13. 사면안정에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 점착력이 없는 사질토로 이루어진 무한사면의 안전율은 활동깊이가 깊어질수록 감소한다.

② 완전 포화된 점토 사면인 경우, 절토가 시작된 이후 사면의 안전율은 감소한다.

③ 정상침투상태에 있는 흙댐의 경우, 사면안정성에 있어 하류사면이 상류사면보다 위험하다.

④ 균질한 사면인 경우, 사면기울기가 클수록 선단파괴의 발생 가능성이 높다.

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 무한사면의 안전율이 활동깊이에 따라 달라지는지, 포화 점토 절토사면과 흙댐의 위험 사면이 어떻게 달라지는지, 그리고 사면기울기와 파괴형태의 관계를 구분하는 문제이다.

핵심 개념

점착력이 없는 사질토 무한사면의 안전율은 대표적으로 $F_s = \tan\phi/\tan\beta$로 나타나며 깊이 z가 식에 들어가지 않아 활동깊이와 무관하다.
완전 포화 점토 절토사면은 절토 후 시간이 지나며 부의 간극수압이 소산되어 장기 안전율이 감소하는 경향을 보인다.
정상침투 상태의 흙댐은 침투력이 하류사면을 더 불리하게 만들어 하류사면 안정이 중요하다.
균질 사면은 사면이 급할수록 활동원이 사면 발끝 쪽으로 이동하여 선단파괴가 나타나기 쉽다.

선지별 해설

① X: 점착력이 없는 사질토 무한사면의 안전율은 활동깊이가 깊어져도 감소하지 않는다. 활동면이 깊어질수록 전단응력과 저항에 기여하는 유효수직응력이 함께 비례적으로 증가하므로 안전율은 일정하게 본다. 틀린 표현은 '활동깊이가 깊어질수록 감소한다'이다. 올바르게는 '점착력이 없는 사질토로 이루어진 무한사면의 안전율은 활동깊이와 무관하다'이다.
② O: 완전 포화 점토 사면은 절토 직후보다 시간이 지난 뒤가 더 불리해지는 경우가 많다. 절토로 생긴 부의 간극수압이 점차 소산되면 전단강도 여유가 줄어 장기 안전율이 감소하기 때문이다.
③ O: 정상침투 상태의 흙댐은 침투수가 상류에서 하류로 흐르면서 하류사면 쪽에 침투력이 작용하므로 하류사면이 상류사면보다 불리하다. 상류사면이 특히 위험해지는 대표 상황은 정상침투가 아니라 급속수위강하 때이다.
④ O: 균질한 사면은 사면기울기가 커질수록 원호파괴면이 사면 발끝을 통과하는 형태가 되기 쉬워 선단파괴 가능성이 높아진다. 완만한 사면일수록 더 깊은 파괴면이나 기초파괴 쪽 검토 비중이 커진다.

NoteBase

오답 포인트

①은 '깊어지면 더 위험하다'는 직관을 이용한 함정이다. 무한사면의 점착력 없는 사질토는 깊이 자체가 아니라 사면각과 내부마찰각의 관계가 핵심이므로, 깊이 문구가 나오면 먼저 안전율 식에 깊이 항이 들어가는지부터 따져야 한다. ③은 하류사면의 정상침투와 상류사면의 급속수위강하를 서로 바꿔 기억하면 틀리기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

무한사면에서 점착력 없는 사질토가 나오면 안전율이 깊이 의존형인지부터 본다. 포화 점토 절토사면은 단기보다 장기가 불리한지 확인한다. 흙댐은 정상침투이면 하류사면, 급속수위강하면 상류사면이 더 위험한지로 구분한다. 사면기울기가 급해지면 파괴면이 발끝 쪽으로 올라오는지도 함께 판단한다.

암기 포인트

사질토 무한사면은 깊이보다 각도 문제이고, 흙댐은 정상침투 하류사면, 급속수위강하 상류사면, 급경사일수록 선단파괴이다.

NoteBase

문 14. 액상화에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 느슨한 포화사질토 지반에 지진과 같은 동적하중이 작용할 때 발생한다.

② 지반 내 과잉간극수압이 증가하여 유효응력이 감소한다.

③ 진동삼축시험으로 액상화를 검토할 수 있다.

④ 진동으로 인해 체적이 팽창하여 배수가 촉진되는 현상이다.

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 액상화의 발생 조건과 거동 특성을 정확히 구별하는지를 묻는 문제이다.

핵심 개념

액상화는 느슨한 포화사질토가 지진과 같은 반복 동하중을 받을 때 비배수 상태에서 과잉간극수압이 증가하여 유효응력이 크게 감소하고 전단강도를 잃는 현상이다.
핵심 키워드는 느슨한 포화사질토, 반복 동하중, 비배수 상태, 과잉간극수압 증가, 유효응력 감소이다.

선지별 해설

① O
느슨한 포화사질토 지반에 지진과 같은 동적하중이 작용할 때 액상화가 발생할 수 있다. 액상화의 대표적인 발생 조건을 그대로 설명한 선지이다.

② O
액상화가 진행되면 지반 내 과잉간극수압이 증가하고, 전체응력에서 물이 더 많은 하중을 부담하게 되어 유효응력이 감소한다. 유효응력 감소가 강도 저하의 직접 원인이다.

③ O
액상화 저항성은 진동삼축시험과 같은 반복재하시험으로 검토할 수 있다. 반복하중에 대한 간극수압 증가와 강도 저하를 실험적으로 확인하는 방법이다.

④ X
틀린 부분은 '체적이 팽창하여 배수가 촉진되는 현상'이라는 표현이다. 액상화는 느슨한 포화사질토가 진동 중 수축하려는 경향을 보지만 비배수 상태라 배수가 쉽게 일어나지 못하고, 그 결과 과잉간극수압이 증가하여 유효응력이 감소하는 현상이다.

NoteBase

오답 포인트

액상화를 '흙이 흔들려 물이 빠져나가는 현상'으로 잘못 외우면 ④에 끌리기 쉽다. 실제 함정은 배수 촉진이나 팽창이 아니라 비배수 상태에서의 간극수압 상승과 유효응력 저하이다.

다시 나오면 이렇게 판단

액상화 선지는 먼저 흙의 종류가 느슨한 포화사질토인지, 하중이 반복 동하중인지, 상태가 비배수인지 확인하면 된다. 이어서 과잉간극수압 증가와 유효응력 감소로 연결되면 옳은 설명이고, 팽창·배수 촉진처럼 반대 거동을 말하면 틀린 설명이다.

암기 포인트

액상화는 수축 경향, 비배수, 간극수압 증가, 유효응력 감소의 순서로 기억한다.

NoteBase

문 15. 점토지반에 근입된 말뚝의 주면마찰력을 구하는 방법으로 토압계수를 고려한 방법은?

① α방법

② β방법

③ γ방법

④ λ방법

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 점토지반 말뚝의 주변마찰력 산정법 중 어떤 방법이 토압계수 K를 직접 반영하는지를 묻는 문제이다.

핵심 개념

α방법: 비배수 전단강도 c_u에 부착계수 α를 곱해 주변마찰력을 구하는 총응력 방법이다.
β방법: 유효상재응력 σ'_v에 β를 곱해 주변마찰력을 구하는 방법이며, 보통 $\beta = K\tan\delta$로 정리되어 토압계수 K가 포함된다.
λ방법: λ 계수로 점토의 전단강도와 유효응력 효과를 함께 반영하는 경험적 방법이며, 토압계수 K를 직접 쓰는 방법은 아니다.
γ방법: 점토지반 말뚝의 주변마찰력 산정에서 일반적인 대표 분류로 쓰지 않는다.

선지별 해설

① X: α방법은 $f_s = \alpha c_u$처럼 부착계수 α와 비배수 전단강도 c_u를 쓰는 방법이다. 틀린 부분은 '토압계수를 고려한 방법'이라는 대응이다. 올바르게는 '점토의 점착 성분을 부착계수로 반영하는 방법'이다.
② O: β방법은 $f_s = \beta\sigma'_v$ 형태의 유효응력 방법이고, β를 $K\tan\delta$로 보므로 토압계수 K를 고려한다. 따라서 정답이다.
③ X: 틀린 부분은 'γ방법'이라는 표현이다. 점토지반 말뚝의 주변마찰력 산정에서 대표적으로 비교하는 방법은 α방법, β방법, λ방법이다.
④ X: λ방법도 점토지반 말뚝의 주변마찰력 산정에 쓰이지만 토압계수 K를 직접 반영하는 방법으로 보지는 않는다. 올바르게는 '전단강도와 유효응력 효과를 경험적으로 함께 반영하는 방법'이다.

오답 포인트

α방법, β방법, λ방법은 모두 점토지반 말뚝의 주변마찰력 산정과 관련되어 있어 이름만 보면 혼동하기 쉽다. 이 문항은 '점토지반'보다 '토압계수'라는 단어가 핵심이며, 토압계수 K가 식 안에 들어가는 것은 β방법이라는 점을 묻는다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

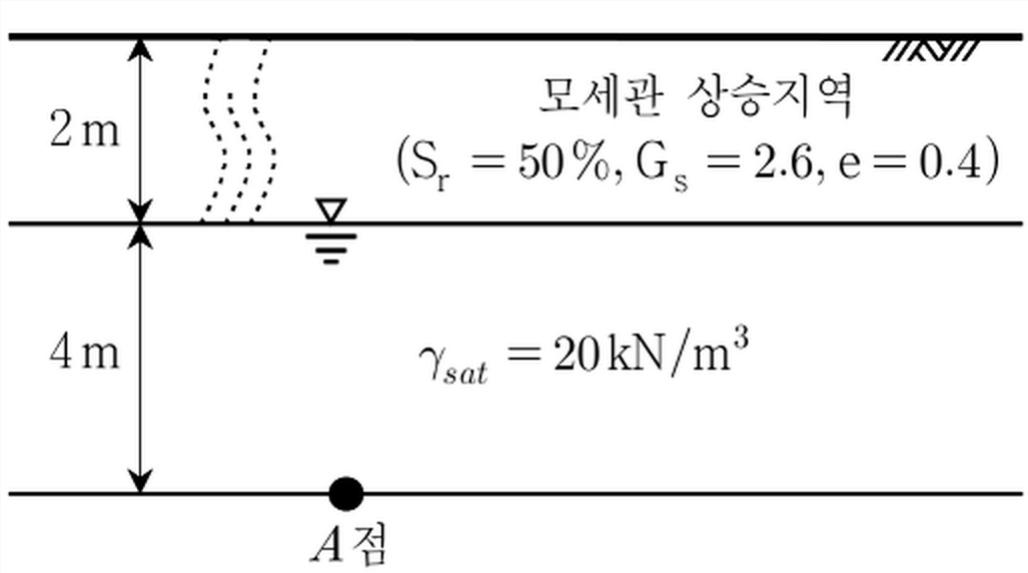
말뚝 주변마찰력 문제에서 부착계수 α와 비배수 전단강도 c_u가 보이면 α방법, 토압계수 K와 마찰각 δ가 보이면 β방법으로 판단한다. λ방법은 별도의 경험계수를 쓰는 보완적 방법으로 구분한다.

암기 포인트

β방법은 $\beta = K\tan\delta$이므로 토압계수는 β와 연결된다.

NoteBase

문 16. 그림과 같이 모세관 현상에 의해 지표면까지 50% 포화되었을 때, A점에 작용하는 유효응력[kN/m^2]은? (단, 물의 단위중량은 10kN/m^{3}이다)



① 50

② 60

③ 70

④ 80

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 모세관 상승영역의 단위중량을 구한 뒤 A점의 전체응력과 간극수압을 분리하여 유효응력을 계산할 수 있는지를 묻는다.

조건 정리

지표면부터 지하수면까지는 $2m$이고, 지하수면부터 A점까지는 $4m$이다.
모세관 상승영역의 조건은 $S_r = 50\%$, $G_s = 2.6$, $e = 0.4$이다.
지하수면 아래층의 포화단위중량은 $\gamma_{sat} = 20kN/m^3$이고, 물의 단위중량은 $\gamma_w = 10kN/m^3$이다.
구해야 할 값은 A점의 유효응력 σ'_v이다.

NoteBase

사용할 공식

모세관 상승영역의 단위중량은 $\gamma = \frac{G_s + S_r e}{1+e}\gamma_w$로 계산한다.
유효응력은 $\sigma'_v = \sigma_v - u$로 계산한다.
이 공식을 쓰는 이유는 상부 $2m$가 완전포화층이 아니라 주어진 S_r, G_s, e로 습윤단위중량을 구해야 하고, A점의 응력은 전체응력과 간극수압을 따로 계산해 합성해야 하기 때문이다.

계산 과정

모세관 상승영역의 단위중량은
$\gamma = \frac{2.6 + 0.5 \times 0.4}{1+0.4} \times 10 = 20 kN/m^3$
이다.
A점의 전체응력은
$\sigma_v = 2 \times 20 + 4 \times 20 = 120 kN/m^2$
이다.
A점은 지하수면 아래 $4m$에 있으므로 간극수압은
$u = \gamma_w h = 10 \times 4 = 40 kN/m^2$
이다.
따라서 유효응력은
$\sigma'_v = \sigma_v - u = 120 - 40 = 80 kN/m^2$
이다.

선지 판단

1번 X: 계산한 유효응력은 $80 kN/m^2$이므로 50은 맞지 않는다. 전체응력 120과 간극수압 40을 적용하면 50이 아니라 80으로 고쳐진다.
2번 X: A점의 유효응력은 $\sigma'_v = 120 - 40 = 80 kN/m^2$이므로 60은 틀리다. 상부 $2m$의 모세관 상승영역까지 포함해 계산해야 하므로 60이 아니라 80이다.
3번 X: 지하수면 아래 $4m$에서 발생하는 간극수압 $40 kN/m^2$을 정확히 차감하면 70이 아니라 80이 된다. 70은 유효응력 식을 끝까지 적용한 값이 아니다.
4번 O: 모세관 상승영역의 단위중량이 $20 kN/m^3$, 전체응력이 $120 kN/m^2$, 간극수압이 $40 kN/m^2$이므로 유효응력은 $80 kN/m^2$이다.

오답 포인트

상부 $2m$가 비포화층이라는 이유로 그 자중을 빼 버리면 틀린다. 이 구간은 S_r, G_s, e로 단위중량을 먼저 구해 전체응력에 포함해야 한다. 또 유효응력은 전체응력에서 A점 위치의 간극수압을 빼는 순서로 계산해야 한다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

모세관 문제는 상부 비포화구간의 단위중량 계산, A점까지의 전체응력 산정, A점 위치의 간극수압 산정, $\sigma'_v = \sigma_v - u$ 적용의 순서로 판단한다.

암기 포인트

비포화층도 전체응력에는 포함되고, 유효응력은 항상 $\sigma - u$로 마무리된다는 점이 핵심이다.

NoteBase

문 17. 흙댐에 설치되는 필터재료를 선정할 때, 사용하지 않는 흙의 입경은?

① D_{15}

② D_{30}

③ D_{50}

④ D_{85}

정답 2번

출제 포인트

흙댐 필터재 선정에서 사용하는 대표 입경 지표와, 단순 입도분포 지표를 구분하는 문제이다.

핵심 개념

필터재 선정에서는 보호토를 빠져나가지 않게 하는 보유 조건과 물이 잘 빠지게 하는 투수 조건을 함께 본다. 이때 대표적으로 D_{15}와 보호토의 D_{85}가 직접 쓰이고, 전통적인 필터 기준에서는 D_{50}도 비교 입경으로 다룬다. 반면 D_{30}은 주로 흙의 곡률계수 $C_c = \frac{D_{30}^2}{D_{10}D_{60}}$를 구할 때 쓰는 입경으로, 흙댐 필터재 선정의 대표 입경으로는 보지 않는다.

선지별 해설

① X: D_{15}는 필터재의 투수성과 보유 조건을 검토할 때 쓰는 대표 입경이다. 따라서 '사용하지 않는 입경이 D_{15}이다'라는 판단이 틀리며, 올바르게는 D_{15}는 사용한다.
② O: D_{30}은 입도분포 곡선에서는 자주 쓰이지만, 흙댐 필터재 선정의 대표 기준 입경은 아니다. 따라서 사용하지 않는 입경으로 D_{30}을 고르는 판단이 맞다.
③ X: D_{50}은 중앙입경으로서 전통적인 필터 선정 기준에서 필터재와 보호토의 입도 적합성을 볼 때 사용한다. 따라서 '사용하지 않는 입경이 D_{50}이다'라는 판단이 틀리며, 올바르게는 D_{50}은 사용한다.
④ X: D_{85}는 보호토의 굵은 쪽 대표입경으로, 필터재의 D_{15}와 함께 보유 조건을 검토할 때 핵심적으로 쓰인다. 따라서 '사용하지 않는 입경이 D_{85}이다'라는 판단이 틀리며, 올바르게는 D_{85}는 사용한다.

오답 포인트

수험생은 D_{30}도 입도분포 곡선에서 자주 보이므로 필터 기준에도 쓰인다고 오인하기 쉽다. 그러나 필터 선정은 보유와 투수성 판단에 직접 연결되는 D_{15}, D_{85}, 그리고 전통적 비교 기준의 D_{50} 중심으로 정리하는 것이 출제 의도이다.

다시 나오면 이렇게 판단

필터 문제에서는 먼저 보유 조건과 투수 조건에 직접 연결되는 입경이 무엇인지 본다. D_{15}와 D_{85}가 핵심이고, D_{30}은 주로 곡률계수 계산용이라는 점을 떠올리면 정답을 고를 수 있다.

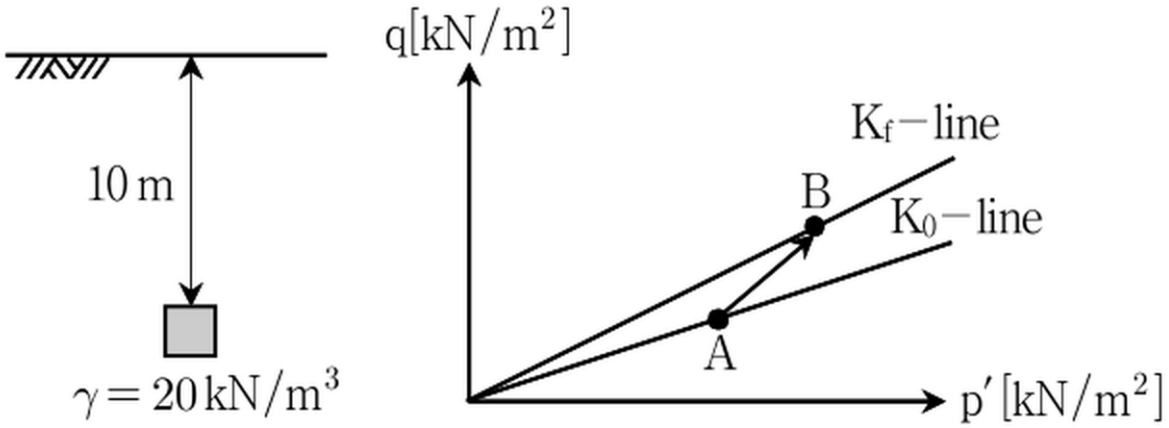
NoteBase

암기 포인트

필터는 D_{15}, D_{85}, 전통 기준의 D_{50}을 보고, D_{30}은 곡률계수 쪽으로 기억한다.

NoteBase

문 18. 그림과 같이 심도 10m에서 채취한 시료를 대상으로 K_0 압밀배수 삼축압축(CD)시험을 수행하여 내부마찰각 30°, 점착력 0의 결과를 얻었다. p'-q상에서 현장상태(K_0 압밀)를 나타내는 A점과 파괴상태를 나타내는 B점의 좌표 (p', q)는? (단, $p' = \frac{\sigma'_1 + \sigma'_3}{2}$, $q = \frac{\sigma'_1 - \sigma'_3}{2}$, $K_0 = 1 - \sin\phi'$, 흙의 단위중량은 20kN/m^3, 현장에서 지하수위는 발견되지 않았다)



① A: (150, 50), B: (200, 100)

② A: (150, 50), B: (300, 150)

③ A: (200, 50), B: (300, 100)

④ A: (200, 50), B: (300, 150)

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 K_0 상태의 현장 유효응력을 $p' - q$ 좌표로 바꾸고, CD 삼축압축의 파괴조건으로 B점 좌표를 구하는 문제이다.

조건 정리

- 심도는 $10m$이다.
- 흙의 단위중량은 $20kN/m^3$이다.
- 지하수위가 없으므로 현장 유효연직응력은 $\sigma'_v = \gamma z = 20 \times 10 = 200kN/m^2$이다.
- $\phi' = 30°$, $c' = 0$이므로 $K_0 = 1 - \sin\phi' = 1 - \sin 30° = 0.5$이다.
- $p' = \frac{\sigma'_1 + \sigma'_3}{2}$, $q = \frac{\sigma'_1 - \sigma'_3}{2}$이다.

NoteBase

사용할 공식

$K_0 = 1 - \sin\phi'$

$\sigma'_3 = K_0\sigma'_1$

$p' = \frac{\sigma'_1 + \sigma'_3}{2}, \quad q = \frac{\sigma'_1 - \sigma'_3}{2}$

(σ'_1)/(σ'_3)=(1+ϕ')/(1-ϕ')(c'=0 인 삼축압축 파괴)

이 공식을 쓰는 이유는 A점이 현장 K_0 압밀상태이고, B점이 CD 삼축압축에서의 파괴상태이기 때문이다.

계산 과정

1. 현장상태 A점의 주응력을 구한다.

$\sigma'_1 = \sigma'_v = 200kN/m^2, \quad \sigma'_3 = K_0\sigma'_1 = 0.5 \times 200 = 100kN/m^2$

2. A점의 p', q를 구한다.

$p'_A = \frac{200+100}{2} = 150kN/m^2, \quad q_A = \frac{200-100}{2} = 50kN/m^2$

따라서 $A = (150, 50)$이다.

3. 파괴상태 B점의 주응력을 구한다.

$\frac{\sigma'_1}{\sigma'_3} = \frac{1+\sin 30^\circ}{1-\sin 30^\circ} = \frac{1+0.5}{1-0.5} = 3$

CD 삼축압축에서는 압밀 후 구속압 $\sigma'_3 = 100kN/m^2$를 유지하므로

$\sigma'_1 = 3\sigma'_3 = 3 \times 100 = 300kN/m^2$

4. B점의 p', q를 구한다.

$p'_B = \frac{300+100}{2} = 200kN/m^2, \quad q_B = \frac{300-100}{2} = 100kN/m^2$

따라서 $B = (200, 100)$이다.

NoteBase

선지별 해설

① O
- $A = (150, 50)$, $B = (200, 100)$으로 계산과 일치한다.
- A점은 현장 K_0 상태를, B점은 CD 삼축압축 파괴상태를 정확히 나타낸다.

② X
- A점 $(150, 50)$은 맞지만 B점 $(300, 150)$은 틀리다.
- 파괴 시 $\sigma'_1 = 300kN/m^2$, $\sigma'_3 = 100kN/m^2$이어도 p'와 q는 정의상 절반합과 절반차를 써야 하므로 $B = (200, 100)$이다.
- 틀린 표현은 'B는 $(300, 150)$이다'이고, 올바르게는 'B는 $(200, 100)$이다'이다.

③ X
- A점 $(200, 50)$이 틀리다.
- 현장상태에서 p'는 연직응력 $200kN/m^2$ 하나가 아니라 $\sigma'_1 = 200kN/m^2$와 $\sigma'_3 = 100kN/m^2$의 평균이므로 $150kN/m^2$이어야 한다.
- B점 $(300, 100)$도 틀리다. 파괴 시 $q = 100kN/m^2$는 맞지만 p'는 평균응력이므로 $200kN/m^2$이어야 한다.
- 틀린 표현은 'A는 $(200, 50)$, B는 $(300, 100)$이다'이고, 올바르게는 'A는 $(150, 50)$, B는 $(200, 100)$이다'이다.

④ X
- A점 $(200, 50)$이 틀리다. p'_A는 $\frac{200+100}{2} = 150kN/m^2$이다.
- B점 $(300, 150)$도 틀리다. $\sigma'_1 = 300kN/m^2$, $\sigma'_3 = 100kN/m^2$일 때 $p'_B = 200kN/m^2$, $q_B = 100kN/m^2$이다.
- 틀린 표현은 'A는 $(200, 50)$, B는 $(300, 150)$이다'이고, 올바르게는 'A는 $(150, 50)$, B는 $(200, 100)$이다'이다.

오답 포인트

가장 흔한 실수는 p'를 평균응력이 아니라 그냥 큰 주응력으로 넣는 것이다. 이 문제의 오답 ③, ④는 A점의 p'를 200으로 잘못 잡게 만들고, 오답 ②, ④는 B점에서도 p'와 q의 절반 개념을 빼먹게 만든다.

다시 나오면 이렇게 판단

이런 $p' - q$ 계산형 문제는 먼저 현장 주응력 σ'_1, σ'_3를 정리하고, 다음에 p'와 q의 정의를 그대로 대입하며, 파괴상태는 σ'_1/σ'_3 비를 구한 뒤 다시 $p' - q$ 좌표로 변환하는 순서로 판단한다.

암기 포인트

K_0 상태는 $\sigma'_3 = K_0\sigma'_1$, p'는 주응력의 평균, q는 주응력차의 절반이라는 세 가지를 함께 묶어 기억하면 된다.

NoteBase

문 19. 흙의 다짐에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 다짐곡선에서 함수비는 흙 입자에 대한 간극수의 중량비로 정의한다.

② 영공기간극곡선은 모든 공기가 배제된 경우로 이때 포화도는 100%이다.

③ 다짐 시 습윤과정의 순서는 수화, 윤활, 포화, 팽창 단계의 순이다.

④ 일반적으로 최적함수비는 윤활 단계에서 나타난다.

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 함수비의 정의, 영공기간극곡선의 의미, 다짐 시 습윤과정의 단계 순서, 최적함수비가 나타나는 구간을 구분하는 문제이다.

핵심 개념

함수비는 흙 속 물의 중량을 건조 흙입자 중량으로 나눈 비로서 $w = W_w/W_s$이다.
영공기간극곡선은 공극 속 공기가 전혀 없는 상태를 가정한 곡선이므로 포화도는 100%이다.
다짐의 습윤과정은 일반적으로 수화, 윤활, 팽창, 포화의 순서로 이해하며, 최적함수비는 윤활 단계의 끝 무렵에서 나타난다.

선지별 해설

① O
함수비는 흙 입자 자체가 아니라 흙 입자 중량에 대한 물의 중량비를 뜻한다. 선지의 "흙 입자에 대한 간극수의 중량비"라는 설명은 물의 중량을 토립자 중량에 대비한 정의이므로 옳다.

② O
영공기간극곡선은 zero air void curve로, 공극 내 공기가 모두 제거된 가정 상태이다. 공기량이 0이면 공극은 전부 물로 차 있으므로 포화도는 100%가 된다.

③ X
틀린 부분은 "수화, 윤활, 포화, 팽창"의 순서이다. 실제로는 수화, 윤활, 팽창, 포화의 순서이다. 윤활 뒤에는 과잉수가 증가하면서 팽창 경향이 나타나고, 그 다음에 완전 포화 상태에 접근한다.

④ O
최적함수비는 물이 흙 입자 사이에서 윤활작용을 충분히 하여 가장 큰 건조단위중량을 얻는 지점 부근에서 나타난다. 따라서 일반적으로 윤활 단계에서 최적함수비가 나타난다는 설명은 옳다.

NoteBase

오답 포인트

③은 습윤과정의 뒤 두 단계를 "포화, 팽창"으로 바꾸어 놓은 함정이다. 다짐곡선에서는 최적함수비 이후 곧바로 완전포화로 보는 것이 아니라, 먼저 팽창 경향이 나타난 뒤 포화에 접근한다는 흐름을 기억해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

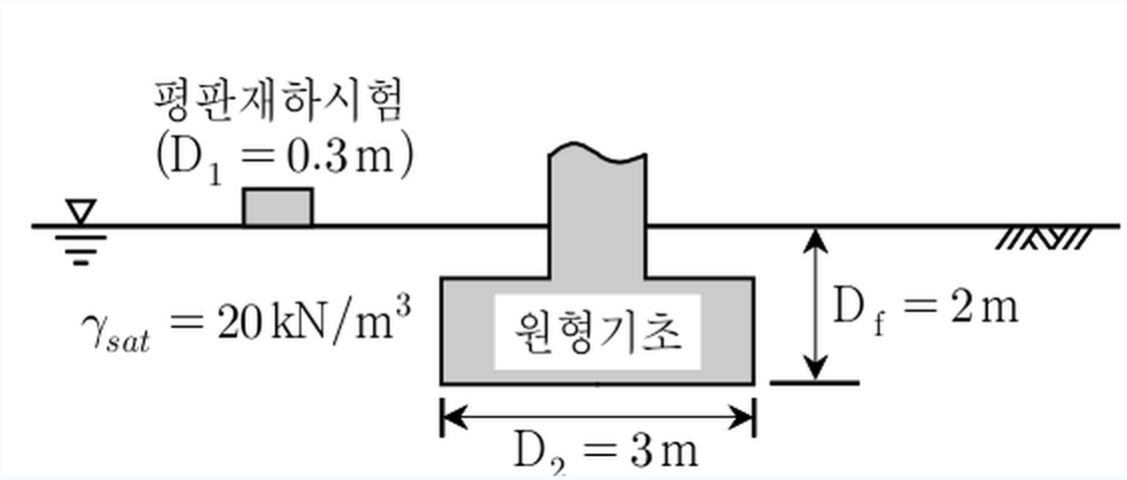
다짐 관련 선지는 먼저 함수비 정의와 영공기간극곡선의 의미를 공식 수준으로 확인하고, 습윤과정은 "수화-윤활-팽창-포화"의 순서를 대입해 본다. 최적함수비가 나오면 윤활작용으로 최대 건조단위중량이 형성되는 지점인지 판단하면 된다.

암기 포인트

함수비는 W_w/W_s, 영공기간극은 포화도 100%, 습윤과정은 수윤팽포이다.

NoteBase

문 20. 포화된 점토지반($\phi = 0$)에서 평판재하시험(지름 0.3m)을 통해 얻어진 극한지지력은 100kN/m^{2}이다. 이 지반에 그림과 같이 얕은 기초(근입깊이 2m, 지름 3m)를 설치했을 경우, 극한지지력 [kN/m^2]은? (단, 비배수 전단강도는 깊이에 따라 일정하며, 흙의 포화단위중량은 20kN/m^3, 물의 단위중량은 10kN/m^{3}이다)



① 100

② 120

③ 1000

④ 1020

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 $\phi = 0$ 포화점토에서 평판재하시험 결과를 원형기초의 극한지지력으로 환산할 때, 기초 폭 효과는 없고 근입깊이에 따른 상재압만 추가된다는 점을 묻는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 평판 지름 $D_1 = 0.3m$, 평판재하시험 극한지지력 $q_{u1} = 100kN/m^2$, 원형기초 지름 $D_2 = 3m$, 근입깊이 $D_f = 2m$, 포화단위중량 $\gamma_{sat} = 20kN/m^3$, 물의 단위중량 $\gamma_w = 10kN/m^3$이다.
구해야 할 값: 원형기초의 극한지지력 q_{u2}이다.
주의할 조건: 포화 점토지반에서 $\phi = 0$이고 비배수 전단강도가 깊이에 따라 일정하므로 지름 변화에 따른 지지력 증가는 없고, 지하수면이 지표면에 있으므로 상재압은 수중단위중량 $\gamma' = \gamma_{sat} - \gamma_w$로 계산한다.

NoteBase

사용할 공식

사용 공식은 $q_{u2} = q_{u1} + \gamma' D_f$ 이고, $\gamma' = \gamma_{sat} - \gamma_w$ 이다.
이 공식을 쓰는 이유: $\phi = 0$ 점토의 극한지지력은 폭 효과보다 점착력과 상재압의 영향이 지배적이어서, 같은 점토지반에서는 평판재하시험값에 근입깊이만큼의 상재압 증가분을 더해 기초 지지력을 구할 수 있다.

계산 과정

1. 수중단위중량을 구하면 $\gamma' = 20 - 10 = 10 kN/m^3$ 이다.
2. 근입깊이에 따른 상재압 증가분은 $\gamma' D_f = 10 \times 2 = 20 kN/m^2$ 이다.
3. 따라서 원형기초의 극한지지력은 $q_{u2} = 100 + 20 = 120 kN/m^2$ 이다.

선지별 해설

① X: $100 kN/m^2$는 평판재하시험값을 그대로 쓴 값으로, 근입깊이 $2m$에 따른 상재압 증가분 $20 kN/m^2$를 누락하였다. 틀린 표현은 '극한지지력이 $100 kN/m^2$이다'이고, 올바르게는 '극한지지력은 $120 kN/m^2$ 이다'이다.
② O: $\gamma' = \gamma_{sat} - \gamma_w = 10 kN/m^3$, $\gamma' D_f = 20 kN/m^2$이므로 $q_{u2} = 100 + 20 = 120 kN/m^2$가 된다.
③ X: $1000 kN/m^2$는 지름비 $3/0.3 = 10$을 그대로 곱해 폭 효과가 큰 모래지반처럼 처리한 오답이다. $\phi = 0$ 점토에서는 이런 비례 확대를 하지 않는다. 틀린 표현은 '극한지지력이 $1000 kN/m^2$이다'이고, 올바르게는 '극한지지력은 $120 kN/m^2$이다'이다.
④ X: $1020 kN/m^2$는 ③의 잘못된 지름비 곱셈에 근입깊이 증가분 $20 kN/m^2$만 더한 값이다. 크기 효과를 잘못 적용한 뒤 상재압을 더한 중복 오답이다. 틀린 표현은 '극한지지력이 $1020 kN/m^2$이다'이고, 올바르게는 '극한지지력은 $120 kN/m^2$이다'이다.

오답 포인트

포화 점토의 $\phi = 0$ 조건을 놓치면 평판 지름 $0.3m$와 기초 지름 $3m$의 비를 곧바로 곱하는 실수를 하기 쉽다. 이 문제의 함정은 '큰 기초이므로 지지력이 크게 커진다'는 직관이며, 실제로는 점토에서는 지름 효과보다 근입깊이에 따른 상재압 증가만 반영한다는 점이 핵심이다.

다시 나오면 이렇게 판단

$\phi = 0$ 포화점토에서 평판재하시험값을 기초에 환산하는 문제는 먼저 폭 효과가 있는 지반인지부터 구분한다. 점토처럼 비배수 전단강도가 일정한 경우에는 평판값을 지름비로 키우지 않고, 지하수 위치를 확인한 뒤 $\gamma' D_f$만 추가해 판단한다.

암기 포인트

$\phi = 0$ 점토의 평판재하시험 환산은 '폭은 그대로, 근입은 추가'로 정리된다.

NoteBase