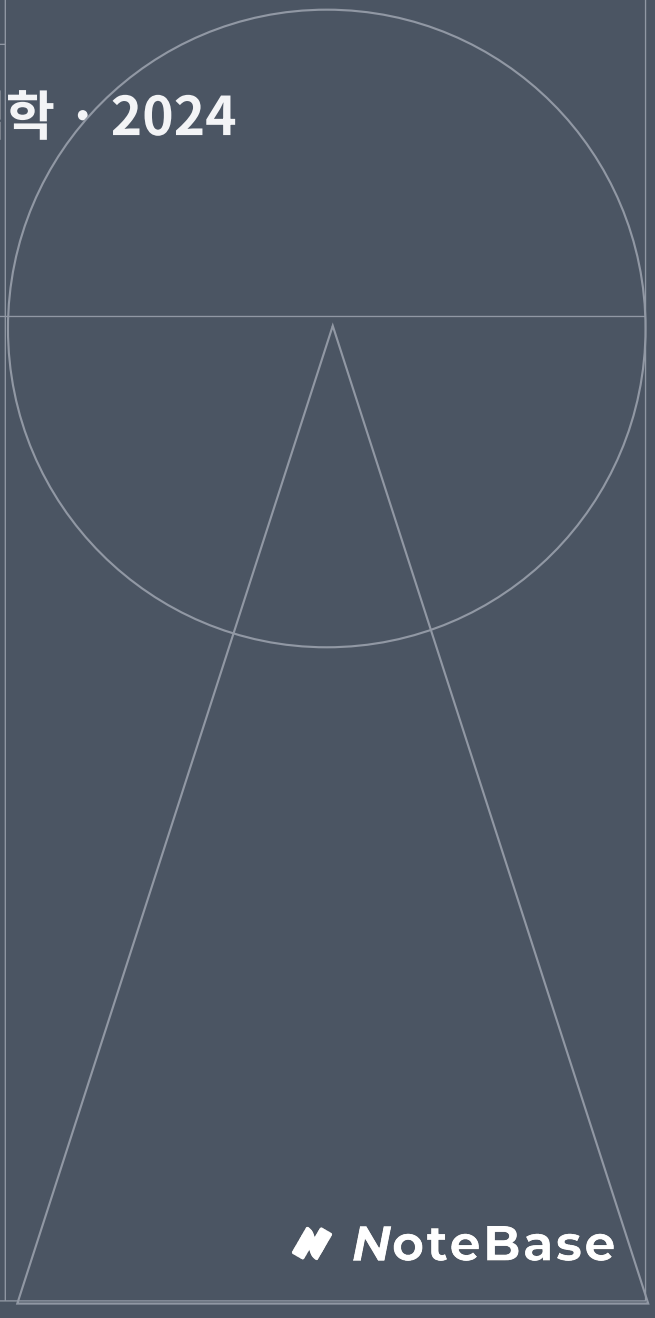
기출OX 해설집

공무원/서울시/7급 · 토질역학 · 2024



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/서울시/7급 · 토질역학 · 2024

공무원/서울시/7급 · 토질역학 · 2024

문 1. 흙의 단위중량에 대한 크기의 대소 관계를 바르게 나타낸 것은?

① 수중단위중량 < 습윤단위중량 < 포화단위중량 < 건조단위중량

② 건조단위중량 < 수중단위중량 < 습윤단위중량 < 포화단위중량

③ 건조단위중량 < 습윤단위중량 < 포화단위중량 < 수중단위중량

④ 수중단위중량 < 건조단위중량 < 습윤단위중량 < 포화단위중량

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 건조단위중량, 습윤단위중량, 포화단위중량, 수중단위중량의 크기 관계를 구별하는 문제이다.

핵심 개념

건조단위중량은 흙 속 물을 제외한 상태의 단위중량이다.
습윤단위중량은 공기와 물이 함께 존재하는 자연상태의 단위중량이다.
포화단위중량은 공극이 물로 완전히 찬 상태의 단위중량이다.
수중단위중량은 포화된 흙이 물속에서 받는 유효한 단위중량이므로 가장 작다.
따라서 크기 관계는 수중단위중량 < 건조단위중량 < 습윤단위중량 < 포화단위중량이다.

선지별 해설

1번: X. '습윤단위중량 < 포화단위중량 < 건조단위중량' 부분이 틀리다. 건조상태보다 습윤상태가 더 무겁고, 포화상태가 가장 무겁다. 올바르게는 수중단위중량 < 건조단위중량 < 습윤단위중량 < 포화단위중량이다.
2번: X. '건조단위중량 < 수중단위중량' 부분이 틀리다. 수중단위중량은 물의 부력만큼 줄어든 값이어서 건조단위중량보다 작다. 올바르게는 수중단위중량 < 건조단위중량 < 습윤단위중량 < 포화단위중량이다.
3번: X. '포화단위중량 < 수중단위중량' 부분이 틀리다. 수중단위중량은 포화단위중량에서 물의 영향이 제외된 유효한 값이므로 포화단위중량보다 항상 작다. 올바르게는 수중단위중량 < 건조단위중량 < 습윤단위중량 < 포화단위중량이다.
4번: O. 수중단위중량은 부력 때문에 가장 작고, 건조단위중량은 물이 없어서 그다음이며, 습윤단위중량은 일부 물이 포함되어 더 크고, 포화단위중량은 공극이 전부 물로 차서 가장 크다.

NoteBase

오답 포인트

건조단위중량과 수중단위중량을 서로 바꾸어 외우기 쉽다. 수중단위중량은 포화된 흙이 물속에서 받는 유효한 무게이므로 부력 때문에 건조단위중량보다 더 작다.

다시 나오면 이렇게 판단

가장 큰 값은 포화단위중량, 가장 작은 값은 수중단위중량으로 먼저 고정한다. 그다음 건조상태에 물이 더해지면 습윤단위중량이 되므로 건조단위중량 < 습윤단위중량으로 판단한다.

암기 포인트

수중은 부력으로 가장 작고, 포화는 물이 가장 많이 들어 가장 크다.

NoteBase

문 2. 총 체적은 10m^3, 총 중량은 30kN이며, 함수비가 50%인 젖은 흙의 간극비는? (단, 흙의 비중은 2.0이며, 물의 단위중량은 9.81kN/m^3이다.)

① 6.81

② 7.81

③ 8.81

④ 9.81

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 습윤단위중량 식 $\gamma = \frac{G_s(1+w)\gamma_w}{1+e}$를 이용해 젖은 흙의 간극비를 구할 수 있는지를 묻는다.

조건 정리

주어진 값은 총체적 $V = 10m^3$, 총중량 $W = 30kN$, 함수비 $w = 0.5$, 흙의 비중 $G_s = 2.0$, 물의 단위중량 $\gamma_w = 9.81kN/m^3$이다. 구해야 할 값은 간극비 e이다. 함수비는 $w = W_w/W_s$이므로 총중량의 50%를 바로 물무게로 두면 안 된다.

사용할 공식

$\gamma = \frac{W}{V} = \frac{G_s(1+w)\gamma_w}{1+e}$

이 식은 젖은 흙의 전체 단위중량을 흙입자 비중, 함수비, 물의 단위중량, 간극비로 연결하는 기본식이기 때문에 사용한다.

계산 과정

1. 전체 단위중량은 $\gamma = \frac{30}{10} = 3.0kN/m^3$이다.
2. 이를 식에 대입하면 $3.0 = \frac{2.0(1+0.5)\times 9.81}{1+e} = \frac{29.43}{1+e}$이다.
3. 따라서 $1+e = \frac{29.43}{3.0} = 9.81$이고, $e = 9.81 - 1 = 8.81$이다.

선지 판단

1번 X: 계산 결과 간극비는 6.81이 아니라 8.81이다. 이 값은 식 정리 과정에서 $1+e$와 e의 관계를 잘못 처리한 오답이다. 올바르게는 간극비가 8.81이다.
2번 X: 계산 결과와 맞지 않는다. 간극비는 7.81이 아니라 8.81이다. $1+e = 9.81$에서 1을 잘못 빼거나 중간 계산을 잘못 반올림하면 이런 오답이 나온다. 올바르게는 간극비가 8.81이다.
3번 O: $e = 8.81$로 계산되므로 정답이다.
4번 X: 9.81은 간극비 e가 아니라 $1+e$의 값이다. 올바르게는 간극비가 8.81이다.

NoteBase

오답 포인트

가장 흔한 실수는 함수비를 총중량 기준 비율로 오해하거나, 계산 마지막 단계에서 $1+e$를 그대로 e로 적는 것이다. 이 문항은 공식 암기보다 변수의 의미를 정확히 구분하는지를 노린 문제이다.

다시 나오면 이렇게 판단

계산형 토질 문제는 전체 단위중량을 먼저 구한 뒤, 주어진 함수비와 비중이 들어가는 기본식에 대입하고, 마지막에 구한 값이 e인지 $1+e$인지까지 확인하면 된다.

암기 포인트

젖은 흙의 단위중량은 $\gamma = \frac{G_s(1+w)\gamma_w}{1+e}$이고, 식을 푼 뒤 마지막에 $1+e$에서 1을 빼야 간극비가 된다.

NoteBase

문 3. 지표면에 설치된 기초폭이 2m인 정사각형 기초에 40kN/m^{2}의 등분포하중이 작용하고 있다. 2:1 근사법을 사용할 때, 기초 아래 2m 깊이에 작용하는 수평응력의 증가량[kN/m^2]은? (단, 푸아송비는 0.2이며, 지반은 횡방향 변형이 없는 선형 탄성체로 가정한다.)

① 2

② 2.5

③ 5

④ 10

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 2:1 분산법으로 기초 하부의 연직응력 증가량을 구한 뒤, 횡방향 변형이 없는 탄성조건에서 수평응력 증가량으로 환산하는 문제이다.

조건 정리

기초폭 $B = 2m$인 정사각형 기초이다.
등분포하중 $q = 40kN/m^2$이다.
구하는 값은 기초 저면 아래 $z = 2m$에서의 수평응력 증가량이다.
지반은 횡방향 변형이 없으므로 $\varepsilon_h = 0$ 조건의 탄성관계를 적용한다.

사용할 공식

2:1 분산법에 의한 연직응력 증가량은 $\Delta\sigma_v = q\frac{BL}{(B+z)(L+z)}$이다.
정사각형이므로 $B = L = 2m$이다.
횡방향 변형이 없을 때 수평응력 증가량은 $\Delta\sigma_h = \frac{\nu}{1-\nu}\Delta\sigma_v$이다.
이 문제는 먼저 하중 분산으로 연직응력을 구한 뒤, 구속 탄성관계로 수평응력으로 바꾸는 경우이다.

계산 과정

1. 2:1 분산법으로 기초 저면 아래 2m의 연직응력 증가량을 구하면
$\Delta\sigma_v = 40 \times \frac{2\times 2}{(2+2)(2+2)} = 40 \times \frac{4}{16} = 10kN/m^2$이다.
2. 푸아송비 $\nu = 0.2$이므로 횡방향 변형이 없는 조건에서 $\Delta\sigma_h = \frac{0.2}{1-0.2} \times 10 = \frac{0.2}{0.8} \times 10 = 2.5kN/m^2$이다.
3. 따라서 수평응력 증가량은 2.5 kN/m^2이다.

NoteBase

선지 판단

1번 X: 2는 연직응력 10에 푸아송비 0.2만 곱한 값으로 볼 수 있으나, 횡방향 변형이 없을 때는 $\Delta\sigma_h = \nu\Delta\sigma_v$가 아니라 $\Delta\sigma_h = \frac{\nu}{1-\nu}\Delta\sigma_v$를 써야 한다. 올바른 수평응력 증가량은 2.5 kN/m^2이다.
2번 O: 2:1 분산법으로 $\Delta\sigma_v = 10kN/m^2$, 구속 탄성관계로 $\Delta\sigma_h = 2.5kN/m^2$가 되어 정답과 일치한다.
3번 X: 5는 연직응력 10에 단순히 0.5를 곱한 값에 가깝다. 이 문제의 조건은 임의 비율 적용이 아니라 $\frac{\nu}{1-\nu} = 0.25$를 사용해야 하므로 올바른 값은 2.5 kN/m^2이다.
4번 X: 10은 2:1 분산법으로 구한 연직응력 증가량일 뿐 수평응력 증가량이 아니다. 수평응력은 이를 그대로 쓰지 않고 구속조건을 반영해 2.5 kN/m^2로 바꿔야 한다.

오답 포인트

2:1 분산법으로 나온 10은 연직응력 증가량인데, 이를 그대로 수평응력으로 읽거나 푸아송비만 곱하면 틀린다. 이 문제는 하중 분산 단계와 구속 탄성관계 적용 단계를 분리해서 봐야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

기초하부 응력 문제는 먼저 분산법으로 $\Delta\sigma_v$를 구하고, 그다음 문제에서 요구한 방향이 연직인지 수평인지 확인한 뒤 필요한 탄성관계나 계수를 적용하면 된다.

암기 포인트

2:1 분산법으로 $\Delta\sigma_v$를 구한 뒤, 횡방향 변형이 없으면 $\Delta\sigma_h = \frac{\nu}{1-\nu}\Delta\sigma_v$를 적용한다.

NoteBase

문 4. 두께가 20m인 연약한 점토층이 모래층 사이에 협재되어 있고, 지하수위면은 지표면에 위치한다. 지표면에 작용하는 무한등분포하중에 의하여 점토층에 발생하는 최종 압밀 침하량이 100cm일 때, 이 점토층에서 침하량 90cm에 도달하는 데 걸리는 시간[일]은? (단, 점토층의 압밀계수는 $0.05m^2/day$이며, 평균압밀도가 90%일 때의 시간계수는 0.848이다.)

① 1,526

② 1,696

③ 3,392

④ 6,784

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 평균압밀도 90%에 해당하는 시간계수와 양면배수 조건을 이용해 압밀 시간을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 점토층 두께 20m, 최종 압밀침하량 100cm, 목표 침하량 90cm, 압밀계수 $C_v = 0.05m^2/day$, 평균압밀도 90%일 때 시간계수 $T_v = 0.848$이다.
구해야 할 값: 침하량 90cm에 도달하는 시간 t이다.
주의할 조건: 점토층이 모래층 사이에 있으므로 양면배수이며 배수거리는 전체 두께가 아니라 $H_{dr} = 20/2 = 10m$이다.

사용할 공식

$T_v = \frac{C_v t}{H_{dr}^2}$
따라서
$t = \frac{T_v H_{dr}^2}{C_v}$
이 공식을 쓰는 이유는 문제에서 평균압밀도 90%에 대한 시간계수 T_v와 압밀계수 C_v, 배수조건이 모두 주어졌기 때문이다.

계산 과정

1. 목표 침하량이 최종침하량의 90%이므로 평균압밀도는 $U = 90/100 = 0.9$이다.
2. 문제에서 $U = 90\%$일 때 시간계수 $T_v = 0.848$을 바로 주었으므로 이를 사용한다.
3. 점토층이 모래층 사이에 있어 양면배수이므로 $H_{dr} = 20/2 = 10m$이다.
4. 공식에 대입하면

$t = \frac{0.848 \times 10^2}{0.05} = \frac{0.848 \times 100}{0.05} = 1696day$

따라서 침하량 90cm에 도달하는 시간은 1,696일이다.

NoteBase

선지 판단

1번: X. 계산 결과는 1,696일이므로 1,526일은 맞지 않는다. 틀린 표현은 "1,526일"이고, 올바르게는 "1,696일"이다. 주어진 $T_v = 0.848$과 양면배수 조건을 정확히 대입하면 나오지 않는 값이다.
2번: O. 양면배수이므로 $H_{dr} = 10m$이고, $t = 0.848 \times 10^2 / 0.05 = 1696day$이므로 맞다.
3번: X. 3,392일은 정답 1,696일을 두 배로 본 값이다. 양면배수는 배수면이 두 개라는 뜻이지 시간을 두 번 더하는 뜻이 아니다. 틀린 표현은 "3,392일"이고, 올바르게는 "1,696일"이다.
4번: X. 6,784일은 배수거리를 전체 두께 20m로 잡은 단면배수 계산값이다. 이 문제는 모래층 사이의 점토층이므로 양면배수여서 $H_{dr} = 10m$을 써야 한다. 틀린 표현은 "6,784일"이고, 올바르게는 "1,696일"이다.

오답 포인트

압밀 시간 문제에서 가장 흔한 함정은 전체 층두께와 배수거리를 혼동하는 점이다. 이 문항에서도 20m를 그대로 쓰면 6,784일이 되어 4번으로 끌려간다. 또 양면배수라는 말을 보고 시간을 두 배로 처리하면 3,392일 같은 오답이 나온다.

다시 나오면 이렇게 판단

압밀시간 문제는 먼저 $U = S_t/S_f$로 평균압밀도를 정하고, 다음으로 배수조건에서 H_{dr}를 결정한 뒤, 마지막에 $t = T_v H_{dr}^2 / C_v$를 대입하는 순서로 판단한다.

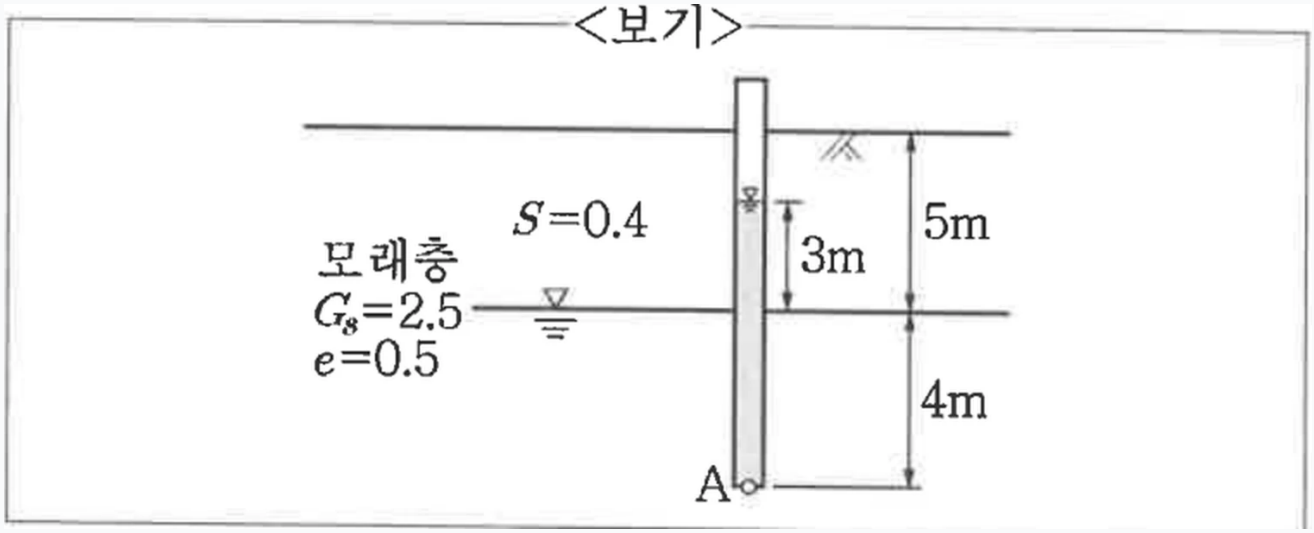
암기 포인트

압밀시간은 층두께가 아니라 배수거리의 제곱에 비례한다. 양면배수이면 $H_{dr} = H/2$이다.

NoteBase

문 5. <보기>와 같이 모래층의 점 A 위치에 스탠드파이프를 설치했을 때, 스탠드파이프의 수위가 상승하였다. 점 A에서의 연직 유효응력의 크기[kPa]는? (단, 모래의 비중 G_s는 2.5, 모래층의 간극비 e는 0.5이고, 지하수면 위 모래층의 포화도 S는 0.4이며, 물의 단위중량은 10kN/m^{3}이다.)

<보기>



① 60

② 100

③ 130

④ 150

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 비포화 사질토의 단위중량과 스탠드파이프 수위 상승에 따른 간극수압을 이용하여 점 A의 연직 유효응력을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값은 $G_s = 2.5$, $e = 0.5$, $S = 0.4$, $\gamma_w = 10kN/m^3$이다. 지하수면은 지표면 아래 5m에 있고, 점 A는 지하수면 아래 4m에 있다. 스탠드파이프 수위는 지하수면보다 3m 상승하였다. 구해야 할 값은 점 A에서의 연직 유효응력이다.

사용할 공식

비포화층 단위중량은 $\gamma = \frac{G_s + Se}{1+e}\gamma_w$이다. 포화층 단위중량은 $\gamma_{sat} = \frac{G_s + e}{1+e}\gamma_w$이다. 연직 유효응력은 $\sigma'_v = \sigma_v - u$이다. 이 공식을 쓰는 이유는 점 A 위에 비포화층 5m와 포화층 4m가 함께 존재하고, 스탠드파이프 상승으로 점 A의 간극수압이 정수압보다 더 커지기 때문이다.

NoteBase

계산 과정

1. 비포화층 단위중량은 $\gamma = \frac{2.5 + 0.4 \times 0.5}{1 + 0.5} \times 10 = 18 kN/m^3$이다.
2. 포화층 단위중량은 $\gamma_{sat} = \frac{2.5 + 0.5}{1 + 0.5} \times 10 = 20 kN/m^3$이다.
3. 점 A의 총연직응력은 $\sigma_v = 18 \times 5 + 20 \times 4 = 170 kPa$이다.
4. 스탠드파이프 수위는 지하수면보다 3m 높으므로 점 A에서의 압력수두는 $3 + 4 = 7m$이다. 따라서 간극수압은 $u = 10 \times 7 = 70 kPa$이다.
5. 연직 유효응력은 $\sigma'_v = 170 - 70 = 100 kPa$이다.

선지별 해설

① X: 연직 유효응력은 60 kPa가 아니라 100 kPa이다. 60 kPa는 총응력과 간극수압을 문제 조건대로 계산한 값과 맞지 않는다. 틀린 값 60 kPa → 올바르게는 100 kPa이다.
② O: 총연직응력 170 kPa에서 스탠드파이프 상승을 반영한 간극수압 70 kPa를 빼면 100 kPa가 된다. 따라서 2번이 옳다.
③ X: 130 kPa는 스탠드파이프 수위 상승 3m를 간극수압에 반영하지 않고 원래 지하수면만 고려할 때 나오는 값이다. 틀린 값 130 kPa → 올바르게는 100 kPa이다.
④ X: 연직 유효응력은 150 kPa가 아니라 100 kPa이다. 150 kPa는 총응력과 간극수압을 분리하지 못한 오답이다. 틀린 값 150 kPa → 올바르게는 100 kPa이다.

오답 포인트

가장 흔한 함정은 스탠드파이프 수위 상승 3m를 간극수압에 더하지 않는 실수이다. 이 실수를 하면 $u = 40 kPa$로 계산하여 130 kPa를 고르게 된다. 또 포화층에서는 유효응력을 바로 더하지 말고, 먼저 총응력을 구한 뒤 간극수압을 빼는 순서를 지켜야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

지반 응력 계산 문제는 층별 단위중량으로 총응력을 먼저 구하고, 그다음 피에조수두로 간극수압을 구해 $\sigma'_v = \sigma_v - u$를 적용하는 순서로 판단한다. 스탠드파이프가 나오면 수위가 곧 압력수두라는 점을 함께 본다.

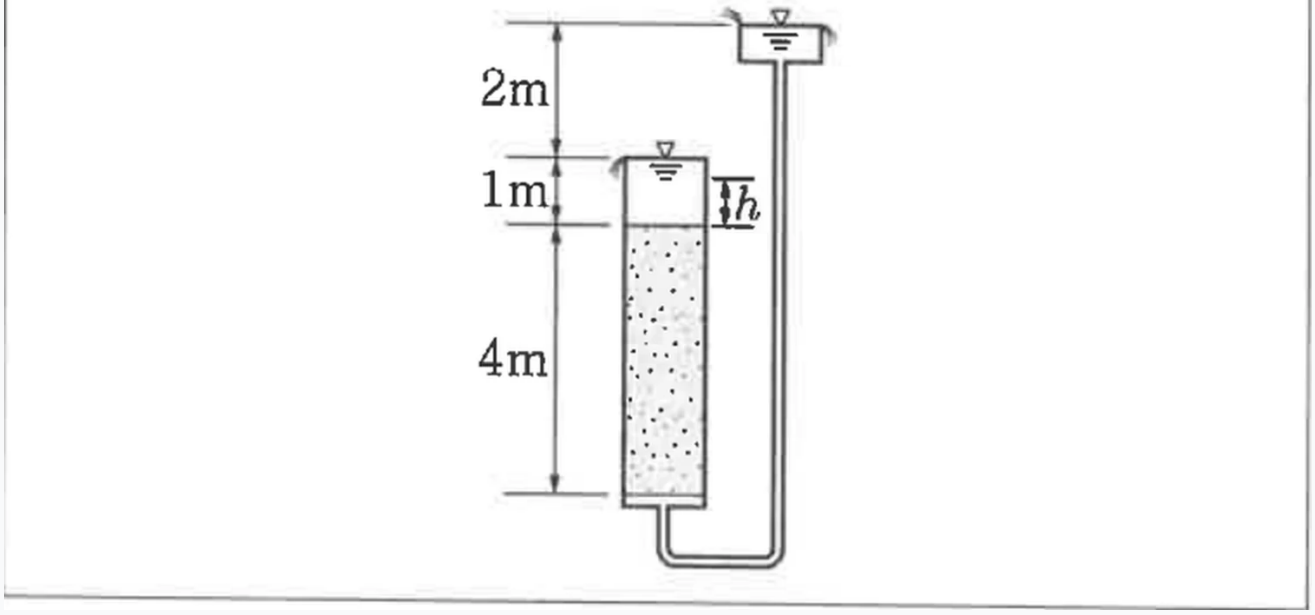
암기 포인트

유효응력은 총응력에서 간극수압을 뺀 값이며, 스탠드파이프 수위 상승분은 간극수압 증가분으로 바로 반영된다.

NoteBase

문 6. <보기>와 같은 실험에서 흙의 분사(Quick Sand)에 대한 안전율 2.5가 확보되도록 흙을 쌓아 올릴 때, 필요한 최소 높이 h[m]는? (단, 흙의 포화단위중량은 물의 단위중량의 2배이다.)

<보기>



① 0.2

② 0.5

③ 0.8

④ 1

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 상향침투 시 분사에 대한 안전율을 FS=저항 유효중량상향 침투력으로 계산하고, 추가 성토 높이 h를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값은 흙층 두께 4m, 흙 상부 수심 1m, 공급수면과 상부 수면의 수두차 2m이다.
구해야 할 값은 안전율 2.5를 만족하는 추가 성토 높이 h이다.
포화단위중량이 $2\gamma_w$이므로 잠김단위중량은 $\gamma' = \gamma_{sat} - \gamma_w = \gamma_w$이다.

NoteBase

사용할 공식

수리구배는 $i = \frac{\Delta H}{L}$이다.
분사 안전율은 상향 침투력에 대한 유효중량의 비로 보아 $FS = \frac{\gamma'(L+h)}{i\gamma_w L}$로 계산한다.
이 문제는 4m 흙층 전체에 상향 침투가 작용하고, 위에 쌓는 흙도 물속에서 포화되므로 추가 저항은 포화단위중량이 아니라 잠김단위중량 $\gamma' h$로 잡는다.

계산 과정

1. 수두차는 그림에서 공급수면과 상부 자유수면의 차이인 2m이므로 $i = \frac{2}{4} = 0.5$이다.
2. 잠김단위중량은 $\gamma' = 2\gamma_w - \gamma_w = \gamma_w$이다.
3. 따라서
$FS = \frac{\gamma_w(4+h)}{0.5\gamma_w \cdot 4} = \frac{4+h}{2}$
이다.
4. 요구 안전율 2.5를 대입하면
$2.5 = \frac{4+h}{2}$
이므로 $h = 1.0m$이다.

선지별 해설

① X
0.2m를 넣으면 $FS = \frac{4+0.2}{2} = 2.1$이 되어 요구 안전율 2.5에 못 미친다.
틀린 표현은 \"필요 높이가 0.2m이다\"이고, 올바르게는 \"필요 높이는 1.0m이다\"이다.
② X
0.5m를 넣으면 $FS = \frac{4+0.5}{2} = 2.25$에 그친다.
이 값은 추가 성토의 저항을 잠김단위중량이 아니라 포화단위중량으로 잘못 잡을 때 나오기 쉽다.
틀린 표현은 \"필요 높이가 0.5m이다\"이고, 올바르게는 \"필요 높이는 1.0m이다\"이다.
③ X
0.8m를 넣으면 $FS = \frac{4+0.8}{2} = 2.4$이므로 역시 부족하다.
틀린 표현은 \"필요 높이가 0.8m이다\"이고, 올바르게는 \"필요 높이는 1.0m이다\"이다.
④ O
1.0m를 넣으면 $FS = \frac{4+1}{2} = 2.5$가 되어 요구 안전율을 정확히 만족한다.
따라서 4번이 옳다.

오답 포인트

상향 침투에 대한 저항을 계산할 때 추가 성토의 단위중량을 그대로 γ_{sat}로 넣으면 안 된다. 물속에서 거동하므로 잠김단위중량 γ'를 써야 한다. 또 그림의 1m는 현재 흙 위의 수심이지 수두차가 아니므로, 침투 수두차는 2m로 잡아야 한다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

분사 문제는 먼저 공급수면과 출구 자유수면의 수두차로 $i = \frac{\Delta H}{L}$를 구하고, 다음에 $\gamma' = \gamma_{sat} - \gamma_w$로 잠김단위중량을 만든 뒤, 유효중량 대비 상향 침투력의 비로 안전율을 계산하면 된다.

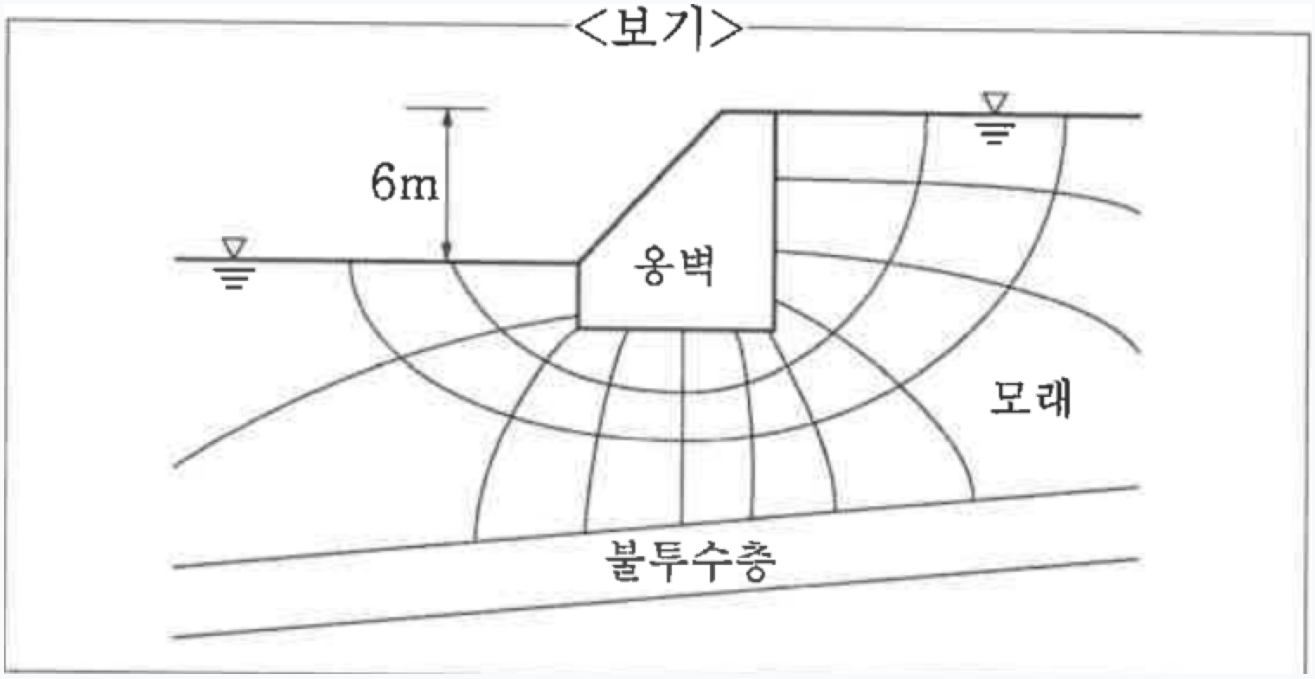
암기 포인트

분사 안전율은 \"잠김단위중량으로 버티고, 수두차로 밀린다\"로 정리된다.

NoteBase

문 7. <보기>와 같이 옹벽 주변에 침투가 발생되고 있다. 옹벽의 길이가 60m일 때, 1일 동안 옹벽 전체에 발생되는 침투량[m^3/day]은? (단, 모래의 투수계수는 1.6×10^{-3}cm/s이다.)

<보기>



① 135.6

② 149.3

③ 155.7

④ 167.7

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 유선망에서 유선수와 전수두 강하 수를 읽어 침투량을 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값은 투수계수 $k = 1.6 \times 10^{-3} cm/s = 1.6 \times 10^{-5} m/s$, 수두차 $H = 6m$, 옹벽 길이 $L = 60m$이다. 도식에서 유선수는 $N_f = 3$, 전수두 강하 수는 $N_d = 10$으로 읽는다. 구해야 할 값은 1일 동안 옹벽 전체에 발생하는 침투량이다.

사용할 공식

침투량은 $Q = kH\frac{N_f}{N_d}L$로 계산한다. 이 문제는 불투수층 위 옹벽 주위의 2차원 침투를 유선망으로 나타낸 경우이므로, 수두차와 유선망 비 N_f/N_d를 이용한 침투량 공식을 적용한다.

NoteBase

계산 과정

1. 투수계수를 1일 단위로 바꾸면 $k = 1.6 \times 10^{-5} \times 86400 = 1.3824 m/day$이다.
2. 단위길이당 침투량은 $q = kH(N_f/N_d) = 1.3824 \times 6 \times (3/10) = 2.48832 m^3/day/m$이다.
3. 옹벽 전체 길이 60m를 곱하면 $Q = 2.48832 \times 60 = 149.2992 m^3/day$이다. 따라서 $Q \approx 149.3 m^3/day$이다.

선지별 해설

① X: 계산 결과는 $149.3 m^3/day$이므로 틀리다. 이 값은 전수두 강하 수를 하나 더 세어 $N_d = 11$로 오인할 때 나오는 값에 가깝다. 올바르게는 $N_d = 10$으로 본다.
② O: 유선수 $N_f = 3$, 전수두 강하 수 $N_d = 10$, 수두차 $H = 6m$를 적용하면 $Q \approx 149.3 m^3/day$가 되어 옳다.
③ X: 계산 결과와 일치하지 않으므로 틀리다. 이 값은 1일 환산이나 유선망 비 N_f/N_d를 잘못 적용했을 때 생기는 과대 계산값이다. 올바른 침투량은 $149.3 m^3/day$이다.
④ X: 계산 결과보다 큰 값이므로 틀리다. 전수두 강하 수를 하나 적게 세어 $N_d = 9$로 오인하면 이와 비슷한 과대값이 나온다. 올바르게는 $N_d = 10$을 적용해 $149.3 m^3/day$를 얻는다.

오답 포인트

유선망 문제에서는 유선수와 전수두 강하 수를 반대로 넣거나, 끝 경계선을 중복 계산해 N_d를 잘못 세는 실수가 잦다. 또 cm/s를 m/day로 바꾸지 않거나 옹벽 전체 길이 60m를 마지막에 곱하지 않으면 오답이 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

침투량 계산 문제는 먼저 수두차 H, 유선수 N_f, 전수두 강하 수 N_d를 도식에서 읽고, 다음에 $Q = kH(N_f/N_d)L$를 적용한 뒤, 마지막에 단위 환산과 전체 길이 곱셈을 확인하는 순서로 판단한다.

암기 포인트

유선망 침투량은 $Q = kH(N_f/N_d)L$이며, 유선수는 분자, 전수두 강하 수는 분모에 둔다.

NoteBase

문 8. 흙댐 하류부 선단에 설치되는 필터의 설계에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

① 침투수가 상대적으로 작은 입자의 세립질 흙에서 더 큰 입자의 조립질 흙으로 흐른다면 시간이 경과하면서 조립토의 간극을 메울 수도 있다.

② 필터재 간극의 크기는 보호하려는 재료의 큰 입자를 통과시키지 않을 만큼 충분히 작아야 한다.

③ 필터재는 내부에서 큰 침투력과 정수압이 형성되지 않도록 투수계수가 작아야 한다.

④ 침투수를 집수하기 위해 유공관이 사용되는 경우, 세립자가 관 안으로 씻겨 들어가는 것을 막기 위해 유공관 주변에도 필터가 사용된다.

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 흙댐 하류부 선단 필터의 두 가지 설계 조건인 토립자 유실 방지와 충분한 배수성 확보를 구별할 수 있는지를 묻는다.

핵심 개념

필터는 보호토의 세립자가 유실되지 않게 잡아 두면서도 침투수는 쉽게 통과시켜 간극수압을 낮추는 층이다.
보호 조건은 필터 간극이 보호토 입자의 이동을 막을 만큼 충분히 작아야 한다는 점이다.
배수 조건은 필터의 투수계수가 보호토보다 충분히 커서 물이 막히지 않아야 한다는 점이다.

선지별 해설

1번 O: 세립질 흙에서 조립질 흙으로 침투가 일어나면 세립자가 이동하여 조립토의 간극을 메우는 현상이 생길 수 있다. 이런 막힘과 세립자 유출을 제어하기 위해 필터가 필요하다.
2번 O: 필터재의 간극은 보호하려는 흙 입자가 빠져나가지 않도록 충분히 작아야 한다. 선지의 핵심은 필터가 보호토의 입자 유실을 막아야 한다는 보유 조건에 있다.
3번 X: 틀린 부분은 '투수계수가 작아야 한다'이다. 필터는 내부에 큰 침투력과 정수압이 쌓이지 않도록 물을 빨리 배출해야 하므로 투수계수가 커야 한다.
4번 O: 유공관으로 침투수를 집수할 때는 세립자가 관내로 유입되어 막히는 것을 방지해야 한다. 그래서 유공관 주변에도 필터층을 두어 토립자 유입을 차단한다.

오답 포인트

3번처럼 '흙을 걸러야 하니 투수성도 작아야 한다'고 연결하면 틀린다. 필터는 흙은 잡고 물은 잘 빼야 하므로 보유 조건과 배수 조건을 동시에 만족해야 한다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

필터 문제는 항상 두 축으로 판단한다. 첫째, 보호토 입자가 빠져나가지 않도록 간극이 충분히 작은지 본다. 둘째, 물과 간극수압이 정체되지 않도록 투수계수가 충분히 큰지 본다.

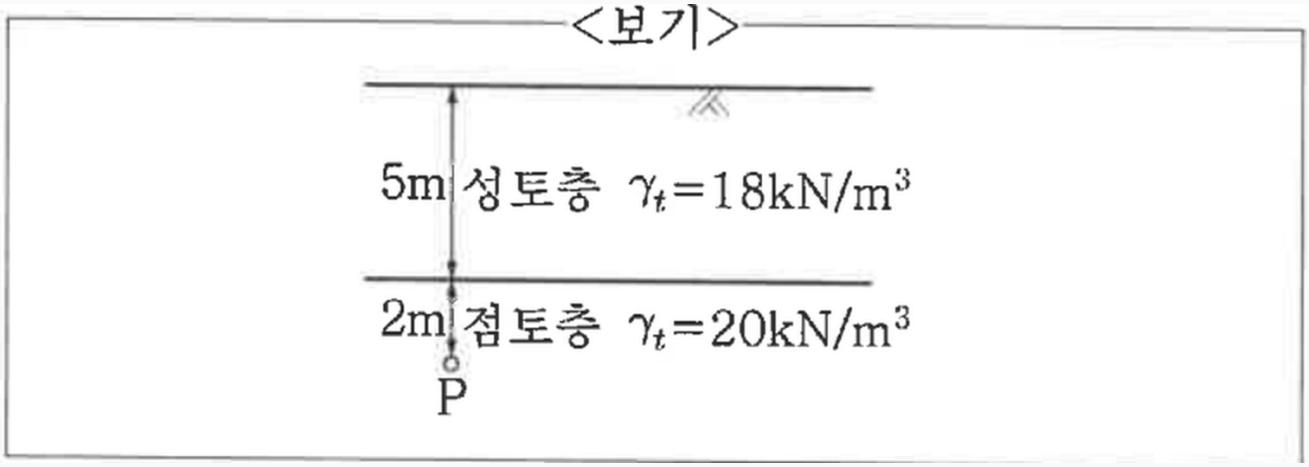
암기 포인트

필터는 흙은 잡고 물은 흘린다.

NoteBase

문 9. <보기>와 같이 정규압밀 점토층에 5m 성토를 하였을 때, P점에서 과잉간극수압이 60kPa, 수평응력이 30kPa 증가하였다. P점 흙의 간극수압계수 B는? (단, 점토층의 Skempton 간극수압계수 A는 0.75이며, 성토 중의 간극수압 소산은 무시한다.)

<보기>



① 0.5

② 0.6

③ 0.8

④ 1

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 Skempton 간극수압계수식으로 성토 직후의 과잉간극수압 증가량과 주응력 증가량을 연결하여 B를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값은 5m 성토, 성토층 단위중량 $18kN/m^3$, 과잉간극수압 증가량 60 kPa, 수평응력 증가량 30 kPa, $A = 0.75$이다.
구해야 할 값은 P점 흙의 간극수압계수 B이다.
성토 중 간극수압 소산은 무시하므로 성토에 따른 연직 총응력 증가량은 $5 \times 18 = 90kPa$로 본다.

사용할 공식

Skempton 식은 $\Delta u = B\{\Delta\sigma_3 + A(\Delta\sigma_1 - \Delta\sigma_3)\}$이다.
이 문제는 성토에 의해 연직방향이 주응력 증가량 $\Delta\sigma_1$, 수평방향이 부응력 증가량 $\Delta\sigma_3$로 주어졌고,
과잉간극수압 Δu와 A가 함께 제시되었으므로 이 식을 바로 적용하는 상황이다.

NoteBase

계산 과정

1. 성토에 따른 연직 총응력 증가량은 $\Delta\sigma_1 = 5 \times 18 = 90kPa$이다.
2. 문제에서 수평응력 증가량이 30 kPa이므로 $\Delta\sigma_3 = 30kPa$이다.
3. 이를 식에 대입하면 $60 = B\{30 + 0.75(90 - 30)\} = B(30 + 45) = 75B$ 이다.
4. 따라서 $B = \frac{60}{75} = 0.8$ 이다.

선지 판단

① 0.5: X. 계산 결과 $B = 0.8$이므로 틀린 선택지이다. 이 값은 Skempton 식에서 $A(\Delta\sigma_1 - \Delta\sigma_3)$ 항을 누락하거나 응력 증가량 관계를 잘못 읽었을 때 나올 수 있다. 올바르게는 0.8로 고쳐야 한다.
② 0.6: X. 계산 결과와 다르다. 이 값은 연직응력과 수평응력을 부분적으로만 반영해 분모를 작게 잡은 오답이다. $\Delta\sigma_1 = 90kPa$, $\Delta\sigma_3 = 30kPa$, $A = 0.75$를 모두 넣어야 하며 올바른 값은 0.8이다.
③ 0.8: O. $60 = B\{30 + 0.75(90 - 30)\} = 75B$이므로 $B = 60/75 = 0.8$이 된다. 주어진 조건을 모두 반영한 값이므로 정답이다.
④ 1: X. 정규압밀 포화점토에서 $B \approx 1$에 가까운 경우가 많다는 기억만으로 고르면 틀린다. 이 문제는 경험값을 묻는 것이 아니라 주어진 응력 증가량과 과잉간극수압으로 계산하는 문항이므로 올바른 값은 0.8이다.

오답 포인트

성토고 5m와 단위중량 18kN/m^{3}로부터 연직응력 증가량 90 kPa를 먼저 만들지 않거나, Skempton 식의 $A(\Delta\sigma_1 - \Delta\sigma_3)$ 항을 빼먹으면 오답이 된다. 또한 정규압밀 점토에서는 $B \approx 1$이라는 일반론을 그대로 대입하면 ④로 유도된다.

다시 나오면 이렇게 판단

성토 직후 간극수압 문제는 먼저 성토하중으로 $\Delta\sigma_1$을 계산하고, 문제에서 따로 준 $\Delta\sigma_3$를 확인한 뒤, 마지막에 $\Delta u = B\{\Delta\sigma_3 + A(\Delta\sigma_1 - \Delta\sigma_3)\}$에 대입하는 순서로 판단한다.

암기 포인트

Skempton 식은 $\Delta u = B\{\Delta\sigma_3 + A(\Delta\sigma_1 - \Delta\sigma_3)\}$이며, 성토 문제에서는 연직응력 증가량과 수평응력 증가량을 구분해서 넣는다는 점이 핵심이다.

NoteBase

문 11. Schmertmann의 변형률 영향계수를 이용한 기초의 탄성침하량 공식에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은? (단, B는 기초의 폭이다.)

① 연속 기초는 지표면에서 최대 변형률이 발생한다.

② 정사각형 기초는 기초 바닥 아래 0.5B에서 최대 변형률이 발생한다.

③ 정사각형 기초의 변형률 영향계수는 기초 바닥 아래 2B까지 고려한다.

④ 연속기초의 변형률 영향계수는 기초 바닥 아래 4B까지 고려한다.

정답 1번

출제 포인트

Schmertmann의 변형률 영향계수도에서 정사각형 기초와 연속기초의 최대 변형률 발생 위치와 영향 깊이를 구분하는 문제이다.

핵심 개념

정사각형 기초는 축대칭 거동에 가까워 변형률 영향계수 I_z가 기초 바닥 아래 0.5B에서 최대가 되고 2B에서 0이 된다. 연속기초는 평면변형 상태로 보아 I_z가 기초 바닥에서 0.2로 시작해 기초 바닥 아래 B에서 최대가 되고 4B에서 0이 된다.

선지별 해설

① X. 틀린 부분은 '지표면에서 최대 변형률이 발생한다'는 표현이다. 연속기초의 Schmertmann 영향도는 기초 바닥에서 시작하여 기초 바닥 아래 B에서 최대가 된다. 올바르게는 '연속기초는 기초 바닥 아래 B에서 최대 변형률이 발생한다'이다.
② O. 정사각형 기초의 최대 변형률 위치는 기초 바닥 아래 0.5B이다. 정사각형 기초의 수정 영향도에서 꼭 기억해야 하는 대표 수치이다.
③ O. 정사각형 기초의 변형률 영향계수는 기초 바닥 아래 2B까지 고려한다. 즉 영향 깊이의 끝점이 2B이다.
④ O. 연속기초의 변형률 영향계수는 정사각형 기초보다 더 깊게 내려가며 기초 바닥 아래 4B까지 고려한다.

오답 포인트

연속기초와 정사각형 기초의 최대점과 영향 깊이를 서로 바꾸면 쉽게 틀린다. 특히 정사각형의 0.5B-2B를 모든 기초에 그대로 적용하거나, 연속기초도 표면에서 최대라고 단순화하면 ①에 걸린다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 기초 형상을 정사각형과 연속기초로 구분한 뒤 최대점과 영향 깊이를 숫자 짝으로 본다. 정사각형은 0.5B-2B, 연속기초는 B-4B로 판단하면 선지의 O/X를 빠르게 가를 수 있다.

NoteBase

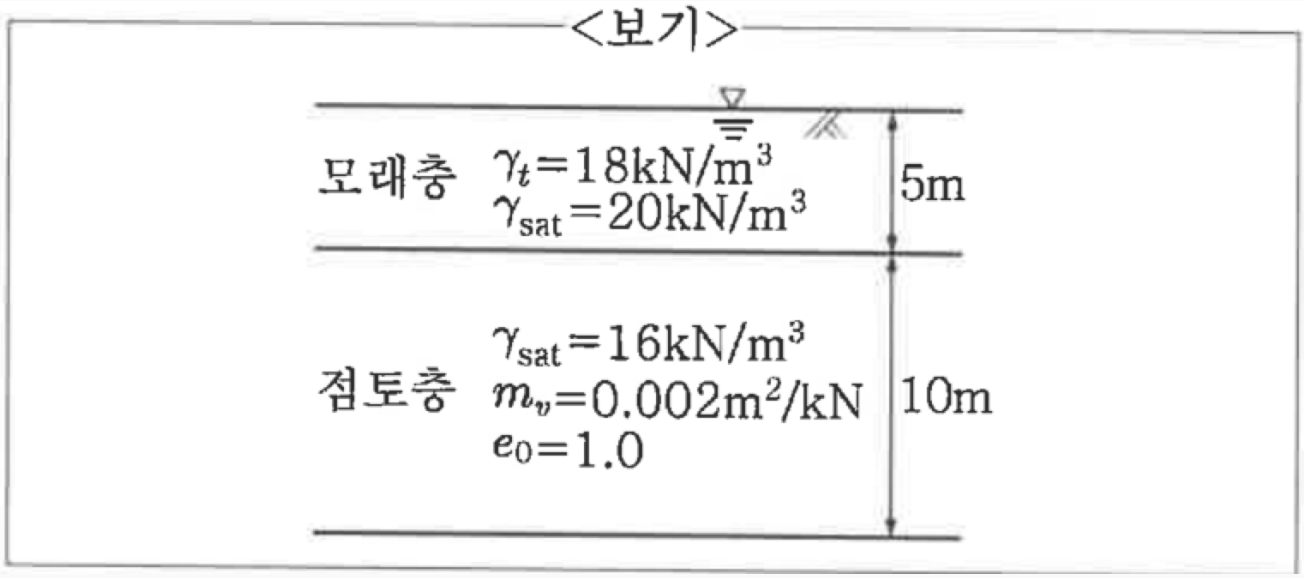
암기 포인트

정사각형은 0.5B에서 최대, 2B까지 영향이다. 연속기초는 B에서 최대, 4B까지 영향이다.

NoteBase

문 12. <보기>와 같은 지층에서 모래층의 지하수위가 2m 저하되었을 때, 점토층의 최종 침하량[cm]은? (단, 초기 정수압 상태에서 점토층 체적변화계수 m_v는 $0.002m^2/kN$, 점토층 초기간극비 e_0는 1.0이며, 물의 단위중량은 $10kN/m^3$이다.)

<보기>



① 12

② 16

③ 24

④ 32

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 지하수위 저하로 점토층에 증가하는 유효응력 $\Delta\sigma'$을 구한 뒤, 체적변화계수 m_v로 최종 압밀침하량을 계산하는 문제이다.

조건 정리

모래층 두께는 5m, 점토층 두께는 10m이다. 모래층의 지하수위가 2m 내려가면 상부 2m는 $\gamma_t = 18kN/m^3$, 하부 3m는 $\gamma_{sat} = 20kN/m^3$ 상태가 된다. 물의 단위중량은 $\gamma_w = 10kN/m^3$, 점토층의 체적변화계수는 $m_v = 0.002m^2/kN$이다. 초기간극비 $e_0 = 1.0$은 m_v가 직접 주어졌으므로 이 계산에는 쓰이지 않는다.

사용할 공식

최종 압밀침하량은 $S = m_v \Delta\sigma' H$로 계산한다. 이 문제는 상재하중 변화와 간극수압 변화를 함께 고려해 점토층에 작용하는 최종 유효응력 증가량을 구할 수 있는 상황이다.

NoteBase

계산 과정

초기에는 모래층 5m가 모두 포화이므로 점토층 상단의 총응력은 $20 \times 5 = 100kPa$, 간극수압은 $10 \times 5 = 50kPa$이다. 따라서 초기 유효응력은 $100 - 50 = 50kPa$이다. 지하수위가 2m 저하된 뒤 점토층 상단의 총응력은 $18 \times 2 + 20 \times 3 = 96kPa$이고, 간극수압은 수두가 3m가 되어 $10 \times 3 = 30kPa$이다. 따라서 최종 유효응력은 $96 - 30 = 66kPa$이다. 유효응력 증가량은 $\Delta\sigma' = 66 - 50 = 16kPa$이다. 침하량은 $S = 0.002 \times 16 \times 10 = 0.32m = 32cm$이다.

선지별 해설

① X: 12cm는 $\Delta\sigma'$를 6 kPa로 잘못 본 값이다. 지하수위 저하 시 총응력은 4 kPa 감소하지만 간극수압은 20 kPa 감소하므로 유효응력은 순증 16 kPa가 된다. 올바른 침하량은 32cm이다.
② X: 16cm는 유효응력 증가량 16 kPa를 침하식에 넣으면서 점토층 두께 10m 대신 5m를 잘못 넣은 값에 해당한다. 침하 계산에는 점토층 전 두께 10m가 들어간다. 올바른 침하량은 32cm이다.
③ X: 24cm는 유효응력 증가량을 12 kPa로 오산한 값이다. 지하수위 저하 문제에서는 총응력 감소분과 간극수압 감소분을 함께 비교해야 하며, 이 문제의 순유효응력 증가는 16 kPa이다. 올바른 침하량은 32cm이다.
④ O: 지하수위가 2m 내려가면 점토층 상단 유효응력은 16 kPa 증가하고, $S = m_v \Delta\sigma' H$에 따라 $0.32m = 32cm$가 되므로 옳다.

오답 포인트

지하수위 저하 문제를 간극수압 감소만으로 보거나, 반대로 총응력 변화만으로 보면 오답이 된다. 또한 m_v가 주어졌는데도 e_0를 억지로 쓰거나, 점토층 두께 10m 대신 모래층 두께 5m를 넣는 실수가 자주 나온다.

다시 나오면 이렇게 판단

지하수위 변동형 계산은 점토층 상단에서 초기와 최종의 총응력, 간극수압, 유효응력을 먼저 비교한 뒤 $\Delta\sigma'$를 구하고, 마지막에 $S = m_v \Delta\sigma' H$를 적용하면 된다.

암기 포인트

지하수위 저하에 따른 침하는 총응력 변화와 간극수압 변화를 함께 본 뒤 $\Delta\sigma'$를 구해서 $S = m_v \Delta\sigma' H$로 계산한다.

NoteBase

문 13. 흙의 활성도에 관한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

① 흙의 소성은 점토 입자를 둘러싸고 있는 흡착수에 의해 발생한다.

② 흙 속에 있는 점토 광물의 종류와 함유량이 액성한계와 소성한계에 영향을 미친다.

③ 소성지수는 점토 입자(입경 2μm 이하)의 무게 함유율을 활성도로 나눈 값이다.

④ 점토 광물 종류에 따른 소성특성으로 인해 흙의 소성지수는 점토 입자(입경 2μm 이하)의 함유율에 선형적으로 비례한다.

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 흙의 활성도와 소성지수, 점토분 함유율 사이의 관계를 정확히 구별하는지를 묻는 문제이다.

핵심 개념

활성도는 점토의 소성 정도를 나타내는 지표로, 소성지수 *PI*를 입경 2μm 이하 점토 입자의 무게 함유율로 나눈 값이다. 즉 활성도 A=PI점토분 함유율이고, 같은 점토 광물 조건에서는 PI=A × 점토분 함유율 관계가 성립한다.

선지별 해설

① O: 흙의 소성은 점토 입자 표면에 흡착된 물의 영향으로 나타난다. 점토 입자를 둘러싼 흡착수는 입자 사이의 미끄러짐과 변형성을 가능하게 하므로 옳다.
② O: 액성한계와 소성한계는 점토 광물의 종류와 그 함유량에 영향을 받는다. 몬모릴로나이트처럼 활성도가 큰 광물은 일반적으로 더 큰 소성 특성을 보인다.
③ X: 틀린 부분은 '소성지수는 점토 입자의 무게 함유율을 활성도로 나눈 값'이라는 표현이다. 실제로는 활성도가 소성지수를 점토분 함유율로 나눈 값이며, 올바르게는 '소성지수는 활성도에 점토 입자 함유율을 곱한 값으로 볼 수 있다'이다.
④ O: 활성도는 점토 광물 종류에 따른 소성특성을 반영하는 비례상수 역할을 한다. 따라서 같은 광물학적 조건에서는 소성지수가 점토 입자 함유율에 선형적으로 비례한다고 볼 수 있다.

오답 포인트

활성도 정의식에서 분자와 분모를 뒤집어 외우면 ③처럼 바로 틀리게 된다. ④도 항상 무조건 비례한다고 읽으면 불안할 수 있지만, 문장의 취지는 점토 광물 종류가 활성도라는 비례상수로 반영된다는 점이다.

다시 나오면 이렇게 판단

활성도 문제가 나오면 먼저 A=PI점토분 함유율을 떠올린다. 그다음 선지가 이 식을 그대로 말하는지, 아니면 분자와 분모를 바꾸었는지를 확인하면 빠르게 판단할 수 있다.

NoteBase

암기 포인트

활성도는 소성지수를 점토분으로 나눈 값이고, 소성지수는 활성도와 점토분에 비례한다.

NoteBase

문 14. 응력조건에 따른 탄성계수에 대한 표현으로 가장 옳지 않은 것은? (단, E는 일축압축하중 조건에서 탄성계수이며, μ는 푸아송비이다.)

① 횡방향 변위 구속압축 조건에서 탄성계수는 $\frac{E(1+\mu)}{(1-\mu)(1+2\mu)}$이다.
② 등방압축하중 조건에서 체적압축 탄성계수는 $\frac{E}{3(1-2\mu)}$이다.
③ 일축압축하중 조건에서 탄성계수는 $\frac{\Delta\sigma_z}{\varepsilon_z}$이다.
④ 전단 탄성계수는 $\frac{E}{2(1+\mu)}$이다.

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 일축압축, 횡방향 변위 구속압축, 등방압축, 전단 조건에서의 탄성계수 관계식을 정확히 구별할 수 있는지를 묻는다.

조건 정리

문제의 E는 일축압축하중 조건의 탄성계수, 즉 영률이고, μ는 푸아송비이다. 따라서 각 응력조건의 계수는 영률 E를 체적압축 탄성계수 K, 전단 탄성계수 G, 횡방향 변위 구속압축 탄성계수 M로 바꾼 관계식으로 판단한다.

사용할 공식

일축압축 조건의 탄성계수는 $E=\Delta\sigma_z/\varepsilon_z$이다.
등방압축 조건의 체적압축 탄성계수는 $K=E/[3(1-2\mu)]$이다.
전단 탄성계수는 $G=E/[2(1+\mu)]$이다.
횡방향 변위 구속압축 조건의 탄성계수는 $M=E(1-\mu)/[(1+\mu)(1-2\mu)]$이다.
이 식들은 등방성 선형탄성체의 대표적인 탄성정수 관계식이다.

계산 과정

1. ③은 일축압축 조건이므로 정의 자체가 $E=\Delta\sigma_z/\varepsilon_z$인지 확인하면 된다.
2. ②는 등방압축 조건이므로 체적압축 탄성계수 K 식과 비교하면 된다.
3. ④는 전단 조건이므로 전단 탄성계수 G 식과 비교하면 된다.
4. ①은 횡방향 변위 구속압축 조건이므로 $M=E(1-\mu)/[(1+\mu)(1-2\mu)]$와 비교한다. 제시식은 분자가 $(1+\mu)$로 되어 있고 분모도 $(1+2\mu)$로 되어 있어 올바른 관계식과 일치하지 않는다.

NoteBase

선지 판단

1번: X. 횡방향 변위 구속압축 조건의 탄성계수는 $E(1-\mu)/[(1+\mu)(1-2\mu)]$이다. 선지의 잘못된 부분은 분자 $(1+\mu)$와 분모 인수 $(1+2\mu)$이며, 올바르게는 분자가 $(1-\mu)$, 분모가 $(1+\mu)(1-2\mu)$가 된다.
2번: O. 등방압축하중 조건의 체적압축 탄성계수는 벌크탄성계수이므로 $K=E/[3(1-2\mu)]$가 맞다.
3번: O. 일축압축하중 조건에서 탄성계수는 축응력 증가량을 축변형률로 나눈 값이므로 $E=\Delta\sigma_z/\varepsilon_z$로 표현한다.
4번: O. 전단 탄성계수는 $G=E/[2(1+\mu)]$이므로 선지의 식이 맞다.

오답 포인트

①은 탄성정수 관계식의 부호와 위치를 뒤섞은 전형적인 함정이다. 특히 구속탄성계수에서 $(1-2\mu)$를 $(1+2\mu)$로, 분자 $(1-\mu)$를 $(1+\mu)$로 바꾸어 쓰면 바로 오답이 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 응력조건이 일축압축, 등방압축, 전단, 횡방향 구속 중 무엇인지 분류한 뒤 대응하는 탄성정수 E, K, G, M를 연결하면 된다. 조건 분류 없이 식의 모양만 외우면 부호와 분자·분모를 혼동하기 쉽다.

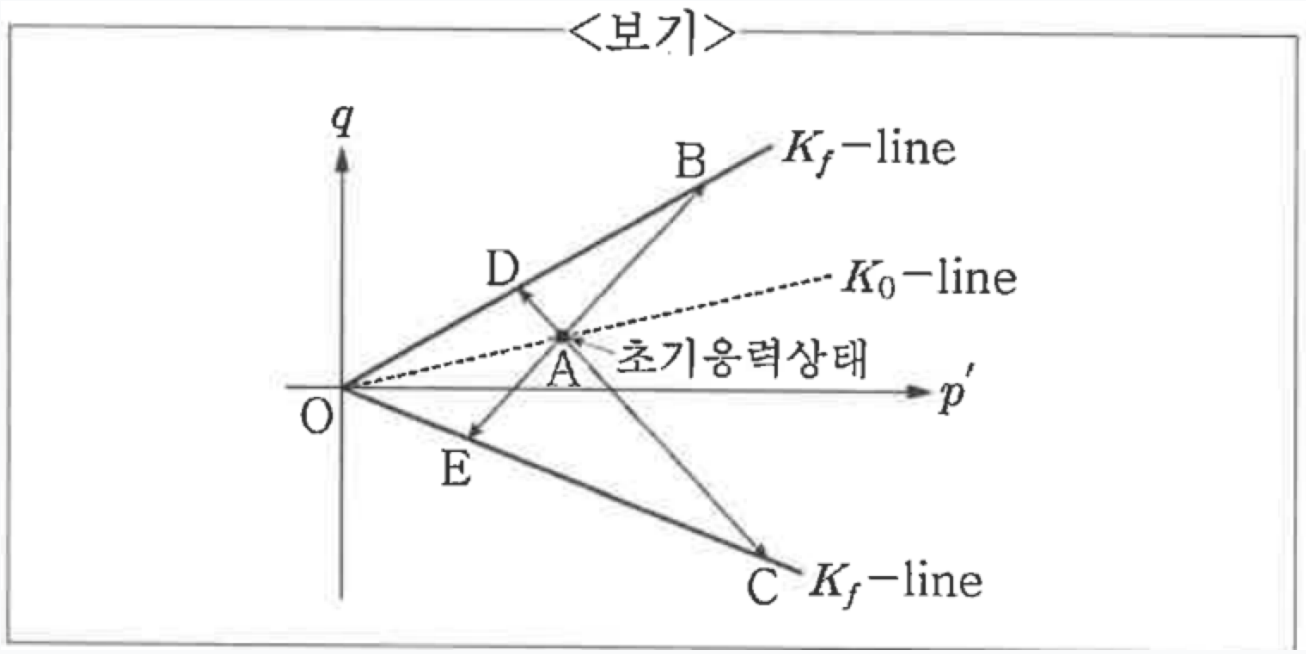
암기 포인트

영률 E, 벌크탄성계수 $K=E/[3(1-2\mu)]$, 전단 탄성계수 $G=E/[2(1+\mu)]$, 구속탄성계수 $M=E(1-\mu)/[(1+\mu)(1-2\mu)]$를 한 묶음으로 기억해 두면 된다.

NoteBase

문 15. 연직방향 지반굴착 진행에 따른 굴착바닥면 흙의 파괴 시 응력경로를 <보기>에 나타낸 것으로 가장 옳은 것은? (단, 점 A는 흙에 작용하는 초기응력상태이다.)

<보기>



① A→B

② A→C

③ A→D

④ A→E

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 굴착 진행 시 굴착바닥면 흙이 언로딩을 받아 평균유효응력 p'이 감소하고, 응력상태가 연장파괴 쪽으로 이동하는 응력경로를 도식에서 찾는 문제이다.

NoteBase

선지별 해설

① X: A→B는 p'와 q가 함께 증가하여 상부 K_f-line의 압축파괴 쪽으로 가는 경로이다. 이는 성토나 재하에 가까운 경로이지 굴착 언로딩 경로가 아니다. 틀린 경로는 A→B이며, 올바른 경로는 A→E이다.
② X: A→C는 하부 K_f-line 방향이라는 점은 맞아 보여도, p'가 증가하는 우하향 경로이므로 굴착에 따른 평균유효응력 감소와 맞지 않는다. 틀린 부분은 p'가 커지는 방향이며, 올바르게는 p'가 감소하는 좌하향 경로여야 한다.
③ X: A→D는 p' 감소는 일부 맞지만 상부 K_f-line의 압축측 파괴 경로이다. 굴착바닥면에서는 수직응력이 작아지면서 연장측 파괴가 문제이므로 하부 K_f-line으로 향해야 한다. 틀린 부분은 압축측 파괴선으로 간다는 점이며, 올바르게는 연장측 파괴선으로 가는 A→E이다.
④ O: A→E는 p'가 감소하면서 q도 감소하여 응력상태가 하부 K_f-line, 즉 연장파괴선으로 이동하는 경로이다. 연직방향 굴착이 진행되면 바닥면 흙은 상재하중 제거로 저면융기 방향의 파괴를 겪으므로 이 경로가 가장 타당하다.

오답 포인트

굴착을 보면 무조건 파괴선만 찾고 끝내기 쉬우나, 이 문항은 파괴선의 위치보다 먼저 재하인지 언로딩인지와 압축측인지 연장측인지를 함께 판단해야 한다. ②는 연장측이라는 점 때문에, ③은 p' 감소라는 점 때문에 많이 헷갈리지만, 두 조건을 동시에 만족하는 경로는 ④뿐이다.

다시 나오면 이렇게 판단

굴착·제하 문제는 먼저 상재하중 제거 여부를 보고 p'의 증감부터 판단한다. 그다음 수직응력이 줄어 주응력 방향이 바뀌는지를 따져 압축파괴선인지 연장파괴선인지 구분하면 된다.

암기 포인트

굴착바닥면 응력경로는 언로딩으로 좌하향하고, 파괴는 연장측 K_f-line으로 간다.

NoteBase

문 16. 흙에 작용하는 토압에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

① Coulomb 토압의 작용방향은 지표면 경사와 평행하다.

② Rankine 주동토압의 파괴면은 직선이다.

③ Coulomb 주동토압은 실제와 근접하게 산정된다.

④ Rankine 주동토압은 실제보다 크게 산정될 수 있다.

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 Coulomb 토압과 Rankine 토압의 작용방향, 파괴면 형태, 실제 토압과의 정합성을 구별하는지를 묻는다.

핵심 개념

Coulomb 토압은 벽면마찰을 고려한 쐐기평형 이론이고, 토압 합력의 방향은 벽면마찰각만큼 벽면 법선에서 기울어진 방향으로 작용한다. Rankine 토압은 벽면마찰을 무시한 응력상태 이론이며, 경사 지표면에서는 토압이 지표면과 평행하게 작용한다. Rankine 이론은 파괴면을 평면(직선)으로 가정한다. 주동토압의 경우 벽면마찰을 무시하면 토압이 다소 크게 산정되므로, 벽면마찰을 반영하는 Coulomb 주동토압이 실제 거동에 더 근접하고 벽면마찰을 무시하는 Rankine 주동토압은 실제보다 크게 산정될 수 있다.

선지별 해설

1번: X. 틀린 부분은 "Coulomb 토압의 작용방향은 지표면 경사와 평행하다"이다. 지표면과 평행하게 작용하는 것은 경사 지표면에서의 Rankine 토압의 특징이다. Coulomb 토압의 합력 방향은 벽면마찰을 고려하므로 벽면 법선에서 벽면마찰각만큼 기울어진 방향으로 작용한다.
2번: O. Rankine 토압 이론은 파괴면을 평면으로 가정하므로 Rankine 주동토압의 파괴면은 직선이다.
3번: O. Coulomb 주동토압은 벽면마찰과 배면 경사 등을 반영하므로 실제 토압 거동에 비교적 근접하게 산정된다.
4번: O. Rankine 주동토압은 벽면마찰을 무시하기 때문에 같은 조건에서 토압이 다소 크게 계산되어 실제보다 크게 산정될 수 있다. 따라서 "실제보다 크게 산정될 수 있다"는 표현은 맞다.

오답 포인트

지표면과 평행하게 작용하는 성질은 Rankine 토압의 특징인데 이를 Coulomb과 바꿔 기억하면 1번에 쉽게 걸린다. 또한 4번은 주동토압을 다루므로, 벽면마찰을 무시하는 Rankine 주동토압이 실제보다 크게 산정될 수 있다는 점을 수동토압 거동과 혼동하지 않도록 주의한다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 벽면마찰을 고려하는 이론이 Coulomb인지 Rankine인지부터 구분한다. 그다음 작용방향은 Rankine이면 지표면 평행, Coulomb이면 벽면마찰 반영으로 정리하고, 주동토압에서는 벽면마찰을 무시하는 Rankine이 실제보다 크게 산정될 수 있다는 점을 함께 확인한다.

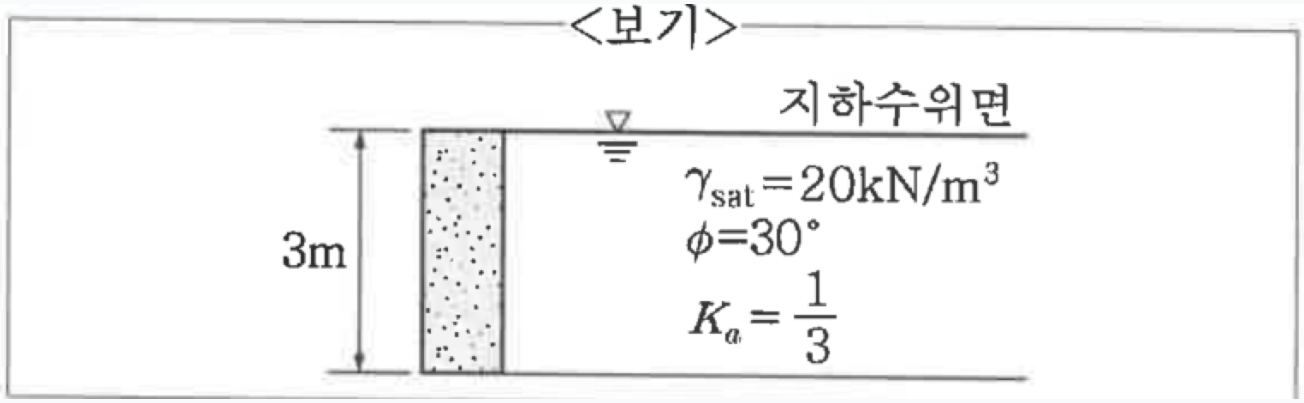
암기 포인트

Rankine은 무마찰·지표면 평행·파괴면 직선, Coulomb은 벽면마찰 고려, Rankine 주동토압은 마찰 무시로 실제보다 크게 잡힐 수 있다.

NoteBase

문 17. <보기>와 같이 높이 3m의 옹벽 뒤채움 흙의 지표면까지 지하수위가 존재할 때, 옹벽에 작용하는 수평토압의 합력[kN/m]은? (단, 흙의 포화단위중량 γ_{sat}은 20kN/m^3, 내부마찰각 ϕ는 30°, 주동토압계수 K_a는 $\frac{1}{3}$이며, 물의 단위중량은 10kN/m^{3}이다.)

<보기>



① 15

② 30

③ 40

④ 60

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 지하수위가 지표면까지 있는 옹벽 뒤채움에서 유효단위중량에 의한 주동토압과 물의 정수압을 분리하여 수평토압의 합력을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 옹벽 높이 3m, 흙의 포화단위중량 $\gamma_{sat}=20kN/m^3$, 주동토압계수 $K_a=\frac{1}{3}$, 물의 단위중량 $\gamma_w=10kN/m^3$이다.
구해야 할 값: 옹벽에 작용하는 수평토압의 합력 P이다.
주의할 조건: 포화지반이므로 흙에 의한 토압은 유효단위중량 $\gamma'=\gamma_{sat}-\gamma_w$로 계산하고, 물의 정수압은 별도로 더해야 한다.

사용할 공식

사용 공식은 $P_a=\frac{1}{2}K_a\gamma' H^2$, $P_w=\frac{1}{2}\gamma_w H^2$, $P=P_a+P_w$ 이다. 이 공식을 쓰는 이유는 지하수위가 지표면과 같아 뒤채움 전 구간이 포화되어 있으므로, 흙의 골격이 부담하는 유효응력에 대한 주동토압과 물 자체의 정수압이 각각 삼각분포로 작용하기 때문이다.

NoteBase

계산 과정

1. 유효단위중량은 $\gamma' = 20 - 10 = 10kN/m^3$이다.
2. 흙에 의한 주동토압 합력은 $P_a = \frac{1}{2} \times \frac{1}{3} \times 10 \times 3^2 = 15kN/m$ 이다.
3. 물에 의한 정수압 합력은 $P_w = \frac{1}{2} \times 10 \times 3^2 = 45kN/m$ 이다.
4. 전체 수평토압의 합력은 $P = 15 + 45 = 60kN/m$ 이다.

선지별 해설

① X: 15kN/m는 흙의 유효응력에 의한 주동토압 합력 P_a만 계산한 값이다. 틀린 부분은 물의 정수압 $P_w = 45kN/m$를 누락한 점이다. 올바르게는 전체 합력은 60kN/m이다.
② X: 30kN/m는 포화단위중량 γ_{sat}를 그대로 K_a에 곱해 $\frac{1}{2} \times \frac{1}{3} \times 20 \times 3^2$로 계산할 때 나오는 값이다. 틀린 부분은 포화토에서 물 성분을 유효응력 토압 속에 중복 또는 부정확하게 처리한 점이다. 올바르게는 γ'로 계산한 토압 15kN/m와 정수압 45kN/m를 분리해 더해야 한다.
③ X: 40kN/m는 벽 하단에서의 수평응력 $(K_a\gamma' + \gamma_w)H = (\frac{1}{3} \times 10 + 10) \times 3 = 40kPa$에 해당하는 값이다. 틀린 부분은 응력의 최대값을 합력으로 착각한 점이다. 올바르게는 삼각형 응력도형의 면적을 구해야 하므로 합력은 60kN/m이다.
④ O: 흙의 주동토압 15kN/m와 물의 정수압 45kN/m를 합하면 60kN/m가 된다. 지하수위가 지표면까지 있으므로 전 높이에 걸친 포화 조건을 반영한 정답이다.

오답 포인트

15는 정수압을 빼먹었을 때 나오는 값이고, 30은 γ_{sat}를 그대로 토압 계산에 넣었을 때 나오는 값이며, 40은 벽 하단의 수평응력을 합력으로 착각했을 때 나오는 값이다. 이 문제의 함정은 '응력'과 '합력'을 구분하지 못하거나 포화토에서 유효단위중량과 정수압을 분리하지 않는 데 있다.

다시 나오면 이렇게 판단

포화 뒤채움 옹벽 문제는 먼저 지하수위 위치를 확인하고, 다음으로 흙 부분은 $\gamma' = \gamma_{sat} - \gamma_w$를 써서 주동토압을 계산하며, 물 부분은 정수압을 따로 계산한 뒤, 마지막에 두 삼각형 응력도형의 면적을 합력으로 더하는 순서로 판단한다.

암기 포인트

포화토 옹벽의 수평토압 합력은 '유효응력에 의한 토압 + 정수압'으로 정리된다. γ_{sat}를 그대로 K_a에 곱해 끝내는 계산은 틀린다.

NoteBase

문 18. 사면 원호활동 안전율을 계산하는 절편법에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

① 원호파괴면 내의 흙을 여러 개의 연직 절편으로 나눈 후, 각 절편에 대해 힘의 평형을 고려하는 방법이다.

② Fellenius 방법은 절편 측면에 작용하는 힘을 무시하고, Bishop 방법은 절편 측면에 작용하는 전단력을 무시한다.

③ Fellenius 방법은 모멘트 평형조건을 적용하여 안전율을 구하지만, Bishop 방법은 모멘트 평형조건을 적용하지 않는다.

④ Fellenius 방법으로 산정한 안전율은 일반적으로 정해에 비해 작게 산정된다.

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 사면 원호활동 해석의 절편법에서 Fellenius 방법과 Bishop 방법의 평형조건 적용 차이와 절편 측면력 처리 차이를 구별할 수 있는지를 묻는다.

핵심 개념

Fellenius 방법은 활동토체를 연직 절편으로 나눈 뒤 절편 간 힘을 모두 무시하고 전체에 대한 모멘트 평형으로 안전율을 구하는 단순 절편법이다.
Bishop 방법은 절편 간 전단력은 무시하지만 절편 간 법선력은 고려하고, 전체 모멘트 평형과 절편의 연직방향 평형을 함께 써서 안전율을 구하는 개선된 절편법이다.
결정 차이축은 절편 측면력의 고려 범위와 적용하는 평형조건의 수준이다.

선지별 해설

1번: O. 절편법은 원호파괴면 내부의 흙덩이를 여러 개의 연직 절편으로 나누어 각 절편 또는 전체 절편계의 평형을 이용해 안전율을 계산하는 방법이므로 설명이 맞다.
2번: O. Fellenius 방법은 절편 측면에 작용하는 절편 간 힘을 모두 무시한다. Bishop 간편법은 절편 측면의 전단력은 무시하지만 법선력은 고려하므로 설명이 맞다.
3번: X. 틀린 부분은 "Bishop 방법은 모멘트 평형조건을 적용하지 않는다"는 표현이다. 실제로는 Fellenius 방법도 모멘트 평형을 사용하고, Bishop 방법도 모멘트 평형조건을 적용한다. Bishop 방법은 여기에 절편의 연직방향 평형까지 반영해 Fellenius보다 더 정밀하게 안전율을 구한다.
4번: O. Fellenius 방법은 절편 간 힘을 단순화해 무시하므로 일반적으로 보다 엄밀한 해석이나 Bishop 방법보다 안전율이 작게 나오는 보수적 결과를 주는 편이다.

NoteBase

오답 포인트

수험생은 절편 간 힘을 얼마나 무시하는지와 어떤 평형조건을 쓰는지를 뒤섞으면 틀리기 쉽다. 특히 3번은 "Fellenius는 모멘트 평형을 쓰고 Bishop은 쓰지 않는다"고 관계를 뒤집어 놓은 함정이다. Bishop은 모멘트 평형을 버리는 방법이 아니라 Fellenius보다 더 많은 정보를 반영하는 방법이다.

다시 나오면 이렇게 판단

절편법 비교 문제는 먼저 절편 간 힘을 모두 무시하는지, 전단력만 무시하는지를 본다. 그다음 전체 모멘트 평형만 쓰는지, 모멘트 평형에 절편의 연직평형까지 더하는지를 확인하면 Fellenius와 Bishop을 안정적으로 구별할 수 있다.

암기 포인트

Fellenius는 절편 간 힘을 모두 무시해 보수적으로 계산하고, Bishop은 전단력만 무시하면서 모멘트 평형을 계속 사용한다.

NoteBase

문 19. 얕은 기초의 접지압 및 침하 양상에 대한 설명으로 가장 옳은 것은?

① 일반적으로 기초는 완전한 연성이 아니고 지표면에서 일정 깊이 하부에 묻히게 된다.

② 기초의 탄성침하 또는 즉시침하는 하중이 가해진 후 지반의 함수비 변화가 발생하면서 즉시 발생한다.

③ 점착력이 없는 모래의 경우, 탄성계수는 깊이에 따라 일정하며, 기초 가장자리의 지표면에서는 측면 구속이 강해진다.

④ 포화점토와 같은 탄성재료 위에 놓이는 완전연성 기초에 균일한 등분포하중이 작용한다면, 접지압은 재분포되며 침하는 균일하다. 반면, 완전강성 기초는 접지압은 균일하고 침하는 아래로 처지는 형상을 나타낸다.

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 완전연성 기초와 완전강성 기초의 접지압·침하 분포, 그리고 즉시침하의 발생 원인을 구별할 수 있는지를 묻는다.

핵심 개념

완전연성 기초는 기초 자체 휨강성이 거의 없어 지반 변형을 따라가므로 등분포하중이면 접지압은 대체로 균일하고 침하는 중앙이 더 큰 접시형이 된다.
완전강성 기초는 기초가 하나의 강체처럼 거동하므로 침하는 거의 균일하고 접지압은 지반조건에 따라 재분포된다.
즉시침하는 하중 직후 지반의 탄성적 변형으로 생기며, 함수비 변화가 동반되는 것은 압밀침하의 특징이다.

NoteBase

선지별 해설

1번 O: 완전연성·완전강성 기초는 모두 지표면 위에 놓인 이상화 모델로, 실제 기초는 이 두 극단 어디에도 정확히 들어맞지 않는다. 실제 기초는 어느 정도의 휨강성을 가져 완전연성도 완전강성도 아니며, 또한 지표면이 아니라 일정 깊이 아래에 근입되어 설치된다. 근입되면 기초 측면을 둘러싼 지반이 추가 구속을 주고 근입깊이만큼 유효 상재압이 작용하므로, 이상화 모델이 가정하는 단순한 접지압 분포가 그대로 나타나지 않고 더 복잡한 분포가 된다. 따라서 실제 기초의 접지압은 기초 강성과 근입깊이를 함께 고려해야 하며, 이 선지의 서술은 옳다.
2번 X: 틀린 표현은 "함수비 변화가 발생하면서 즉시 발생한다"이다. 즉시침하 또는 탄성침하는 하중 직후 배수에 따른 함수비 변화 없이 주로 탄성변형으로 발생한다. 함수비 변화와 시간 의존 거동은 압밀침하에 해당한다.
3번 X: 틀린 표현은 "탄성계수는 깊이에 따라 일정"과 "측면 구속이 강해진다"이다. 모래에서는 깊이가 깊어질수록 유효응력과 구속이 커져 탄성계수가 대체로 증가하고, 기초 가장자리의 지표면 부근은 오히려 측면 구속이 약하다.
4번 X: 틀린 표현은 완전연성 기초와 완전강성 기초의 거동을 서로 바꿔 놓은 부분이다. 완전연성 기초는 접지압이 비교적 균일하고 침하가 아래로 처지는 형상이며, 완전강성 기초는 침하가 거의 균일하고 접지압이 재분포된다.

오답 포인트

즉시침하와 압밀침하를 함수비 변화 기준으로 구별하지 못하거나, 완전연성 기초와 완전강성 기초의 접지압·침하 양상을 서로 뒤바꾸면 틀리기 쉽다. 4번은 이 두 개념을 의도적으로 반대로 배치한 선지이다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 침하가 즉시인지 시간 의존인지부터 구분하고, 그다음 기초가 지반 변형을 따라가는 완전연성인지 강체처럼 움직이는 완전강성인지 본다. 즉시침하는 함수비 변화가 아니라 탄성변형, 완전연성은 접지압 균일·침하 비균일, 완전강성은 침하 균일·접지압 재분포로 판단한다.

암기 포인트

즉시침하는 탄성변형, 압밀침하는 함수비 변화이다. 완전연성은 접지압 균일·침하 접시형, 완전강성은 침하 균일·접지압 재분포이다.

NoteBase

문 20. 심도 15m까지 드릴링을 진행하고 표준관입시험을 수행하였다. 첫 번째 15cm 관입에 대한 타격횟수가 3회, 두 번째 15cm 관입에 필요한 타격횟수가 5회, 세 번째 15cm 관입에 필요한 타격횟수가 7회로 기록되었다. 보정하지 않은 표준관입시험 N값은?

① 8

② 12

③ 15

④ 30

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 표준관입시험에서 보정하지 않은 N값을 읽는 기본 원리를 묻는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 첫 번째 15cm 3회, 두 번째 15cm 5회, 세 번째 15cm 7회이다.
구해야 할 값: 보정하지 않은 표준관입시험 N값이다.
주의할 조건: SPT의 N값은 첫 번째 15cm를 제외하고 뒤의 30cm에 대한 타격횟수를 합한 값이다.

사용할 공식

SPT의 보정하지 않은 N값은 $N = N_2 + N_3$이다.
이 공식을 쓰는 이유: 첫 번째 15cm는 예비관입 구간이므로 제외하고, 두 번째와 세 번째 15cm의 타격횟수만 합산하기 때문이다.

계산 과정

1. 첫 번째 15cm의 3회는 예비관입 구간이므로 N값 계산에서 제외한다.
2. 두 번째와 세 번째 15cm의 타격횟수를 더한다.
$N = 5 + 7 = 12$
3. 따라서 보정하지 않은 표준관입시험 N값은 12이다.

NoteBase

선지 판단

1번 X: 8은 3 + 5로 계산한 값이라 첫 번째 15cm를 포함하고 세 번째 15cm를 빠뜨린 값이다. 틀린 값 8 → 올바른 값은 두 번째와 세 번째 15cm를 합한 12이다.
2번 O: 12는 5 + 7로 계산한 값이며, 보정하지 않은 SPT N값의 정의에 정확히 맞는다.
3번 X: 15는 3 + 5 + 7로 세 구간 전체를 합한 값이다. 틀린 값 15 → 올바른 값은 첫 번째 15cm를 제외한 12이다.
4번 X: 30은 뒤의 30cm 관입길이를 숫자로 착각한 값일 뿐 타격횟수의 합이 아니다. 틀린 값 30 → 올바른 값은 타격횟수 5 + 7 = 12이다.

오답 포인트

첫 번째 15cm도 함께 더해 버리거나, 뒤의 30cm라는 길이 조건을 타격횟수 30으로 착각하면 오답이 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

SPT 문제는 먼저 첫 15cm 제외 여부를 확인하고, 그다음 뒤의 30cm에 해당하는 두 구간의 타격횟수만 합산하는 순서로 판단한다.

암기 포인트

SPT N값은 첫 15cm 제외, 뒤 30cm의 타격수 합이다.

NoteBase