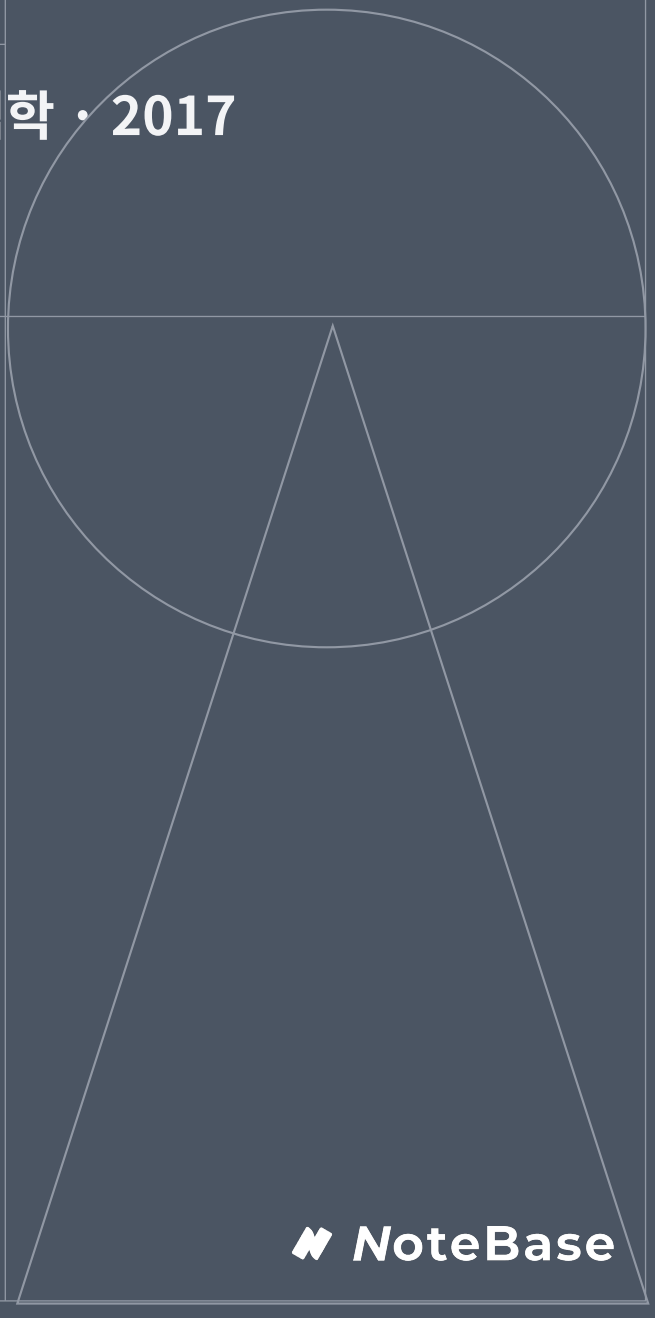
기출OX 해설집

공무원/서울시/7급 · 토질역학 · 2017



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/서울시/7급 · 토질역학 · 2017

공무원/서울시/7급 · 토질역학 · 2017

문 1. 흙의 전단강도 특성을 기술한 것으로 가장 옳은 것은?

① 전단시험 시 느슨한 모래의 경우는 전단응력이 증가하여 첨두점에 이르고 이후에도 계속 전단을 가하면 전단응력이 오히려 감소한 후 극한전단강도에 수렴한다.

② 전단시험 시 조밀한 모래의 경우는 전단응력이 증가하여 첨두점에 이르고 이후에도 계속 전단을 가하면 전단응력이 오히려 감소한 후 극한전단강도에 수렴한다.

③ 전단시험 시 전단과정 중 조밀한 모래의 체적변형은 팽창한 후 수축한다.

④ 전단시험 시 전단과정 중 느슨한 모래의 체적변형은 수축한 후 팽창한다.

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 조밀한 모래와 느슨한 모래의 전단 시 응력-변형 거동과 체적변형 특성의 차이를 묻는 문제이다.

핵심 개념

조밀한 모래는 입자 맞물림이 커서 전단 초기에 저항이 크게 증가하여 첨두전단강도를 보인 뒤, 계속 전단되면 전단응력이 감소하여 극한전단강도에 접근하는 흙이다. 느슨한 모래는 입자 구조가 성겨 전단 중 체적이 주로 수축하고, 조밀한 모래처럼 뚜렷한 첨두전단강도 후 연화가 크게 나타나지 않는 흙이다. 체적변형은 조밀한 모래가 초기 소변형 뒤 팽창 경향을 보이고, 느슨한 모래는 전단 내내 수축 경향이 우세하다는 점으로 구분된다.

NoteBase

선지별 해설

① X
느슨한 모래의 경우는 조밀한 모래처럼 뚜렷한 첨두전단강도에 도달한 뒤 전단응력이 감소하는 전형적 연화 거동으로 보지 않는다. 틀린 표현은 "느슨한 모래의 경우는 … 첨두점에 이르고 이후 … 감소"이다. 올바르게는 "조밀한 모래의 경우 전단응력이 첨두전단강도에 이른 뒤 감소하여 극한전단강도에 수렴한다"이다.
② O
조밀한 모래는 전단 초기에 입자 맞물림 효과로 전단응력이 크게 증가하여 첨두전단강도에 도달하고, 그 뒤 큰 변형이 진행되면 전단응력이 감소하여 극한전단강도에 접근한다. 조밀한 모래의 대표적 응력-변형 거동을 바르게 설명한 선지이다.
③ X
조밀한 모래는 전단 중 "팽창한 후 수축"이 아니라 보통 초기에는 약간 수축할 수 있으나 이후 팽창하는 경향이 핵심이다. 틀린 표현은 "팽창한 후 수축"이다. 올바르게는 "조밀한 모래의 체적변형은 초기 소변형 뒤 팽창 경향을 보인다"이다.
④ X
느슨한 모래는 전단 과정에서 일반적으로 수축 경향을 보며, 조밀한 모래처럼 후반에 뚜렷한 팽창 거동으로 바뀌는 것으로 보지 않는다. 틀린 표현은 "수축한 후 팽창"이다. 올바르게는 "느슨한 모래의 체적변형은 전단 중 주로 수축한다"이다.

오답 포인트

①과 ②는 조밀한 모래와 느슨한 모래의 첨두전단강도 유무를 서로 바꾸어 놓은 함정이다. ③과 ④는 체적변형의 진행 방향을 뒤집어 놓은 함정으로, 조밀한 모래의 팽창성과 느슨한 모래의 수축성을 구분하지 못하면 오답이 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

모래 전단 문제는 먼저 조밀한지 느슨한지부터 구분한다. 조밀한 모래가 나오면 첨두전단강도 후 연화, 팽창 경향을 연결하고, 느슨한 모래가 나오면 뚜렷한 첨두 이후 감소보다는 수축 경향을 먼저 떠올리면 판단이 정리된다.

암기 포인트

조밀한 모래는 peak 후 감소, 느슨한 모래는 수축 경향이 핵심이다.

NoteBase

문 2. 최대수직응력 200kPa을 가했던, 두께 25mm의 1차원 압밀시료에 현재 50kPa의 수직응력이 작용하고 있다. 이때 수직응력을 100kPa로 증가시킬 경우 발생하는 침하량은 얼마인가? (단, 간극비(e_0)=1.5, 압축지수(C_c)=0.5, 팽창지수(C_s)=0.05, log(2)=0.3, log(3)=0.5로 가정한다.)

① 0.15mm

② 0.20mm

③ 0.25mm

④ 0.30mm

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 과압밀 점토가 과거 최대수직응력 이하에서 다시 하중을 받을 때 재압밀침하량을 C_s로 계산할 수 있는지를 묻는다.

조건 정리

주어진 값: 최대수직응력 $200kPa$, 현재 수직응력 $50kPa$, 증가 후 수직응력 $100kPa$, 시료 두께 $25mm$, 간극비 $e_0 = 1.5$, 팽창지수 $C_s = 0.05$
구해야 할 값: 침하량 S
주의할 조건: 증가 후 응력 $100kPa$가 과거 최대수직응력 $200kPa$보다 작으므로 처녀압밀이 아니라 재압밀 구간이다.

사용할 공식

재압밀침하량은 $S = \frac{H}{1+e_0} C_s \log \frac{\sigma_f}{\sigma_0}$ 이다.
이 공식을 쓰는 이유: 현재 응력 $50kPa$에서 최종 응력 $100kPa$으로 증가해도 모두 선행압밀응력 $200kPa$ 이하이므로 압축지수 C_c가 아니라 팽창지수 C_s를 사용한다.

계산 과정

1. $\frac{H}{1+e_0} = \frac{25}{1+1.5} = \frac{25}{2.5} = 10mm$ 이다.
2. 응력비는 $\frac{\sigma_f}{\sigma_0} = \frac{100}{50} = 2$ 이고, $\log 2 = 0.3$ 이다.
3. 따라서 $S = 10 \times 0.05 \times 0.3 = 0.15mm$ 이다.

NoteBase

선지 판단

1번 O: 계산 결과가 $0.15mm$이므로 맞다.
2번 X: $0.20mm$는 주어진 $\log 2 = 0.3$ 또는 $\frac{H}{1+e_0} = 10mm$를 잘못 대입한 값이다. 올바르게는 $0.15mm$이다.
3번 X: $0.25mm$는 재압밀 조건의 응력비와 지수를 잘못 넣은 값이다. 올바르게는 $C_s = 0.05$, $\log 2 = 0.3$을 써서 $0.15mm$가 된다.
4번 X: $0.30mm$는 재압밀침하량을 과대평가한 값이다. 선행압밀응력 이하 구간이므로 C_c가 아니라 C_s를 써야 하며, 올바르게는 $0.15mm$이다.

오답 포인트

선행압밀응력 $200kPa$를 넘지 않는데도 C_c를 적용하거나, 응력 증가량 $50kPa$만 보고 $\log(100/50)$ 대신 다른 비를 넣으면 오답이 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

과압밀토 침하 문제는 먼저 최종 응력이 선행압밀응력 이하인지 초과하는지부터 본다. 이하이면 C_s만 쓰고, 초과하면 이하 구간은 C_s, 초과 구간은 C_c로 나누어 계산한다.

암기 포인트

과압밀토의 재하가 선행압밀응력 이하에 머물면 침하량은 C_s와 $\log(\sigma_f/\sigma_0)$로 계산한다.

NoteBase

문 3. 체적 $30,000m^3$를 가지는 제방 건설을 위해 토취장에서 흙을 운반하여 성토를 수행하고자 한다. 이때 토취장에서 얻어지는 흙의 단위중량은 $16.5kN/m^3$이며, 함수비는 10%이다. 제방을 축조하기 위한 성토관리기준(건조단위중량)이 $20kN/m^3$일 때, 이 제방 건설을 위해 필요한 토취장 흙의 체적은 얼마인가?

① $22,500m^3$

② $24,750m^3$

③ $36,364m^3$

④ $40,000m^3$

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 함수비가 주어진 토취장 흙의 건조단위중량을 구한 뒤, 성토에 필요한 흙입자 건조중량이 같다는 조건으로 토취장 흙의 필요 체적을 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값:
- 제방 체적: $30{,}000m^3$
- 토취장 흙의 자연단위중량: $16.5kN/m^3$
- 함수비: $10\% = 0.10$
- 성토관리기준 건조단위중량: $20kN/m^3$

구해야 할 값:
- 제방 건설에 필요한 토취장 흙의 체적

주의할 조건:
- 토취장에서 주어진 $16.5kN/m^3$는 자연단위중량이므로 바로 쓰지 않고 건조단위중량으로 바꿔야 한다.
- 성토 전후에 흙입자의 건조중량은 보존된다.

사용할 공식

토취장 흙의 건조단위중량은 $\gamma_d = \frac{\gamma}{1+w}$이다.
필요한 토취장 체적은 성토에 필요한 총 건조중량을 토취장 흙의 건조단위중량으로 나눈 값이므로 $V_b = \frac{\gamma_{d,\,fill} V_{fill}}{\gamma_{d,\,borrow}}$이다.
이 공식을 쓰는 이유:
문제는 다짐 후 제방의 목표 건조단위중량이 주어졌고, 토취장 흙은 함수비를 가진 자연상태로 주어졌으므로 먼저 토취장 흙의 건조단위중량을 구해야 한다. 그 다음 성토에 필요한 흙입자 건조중량을 기준으로 토취장 체적을 역산한다.

NoteBase

계산 과정

1. 토취장 흙의 건조단위중량을 구한다.
$\gamma_{d,\,borrow} = \frac{16.5}{1+0.10} = 15 kN/m^3$
2. 제방에 필요한 총 건조중량을 구한다.
$W_d = \gamma_{d,\,fill} V_{fill} = 20 \times 30{,}000 = 600{,}000 kN$
3. 이 건조중량을 공급하려면 필요한 토취장 흙의 체적은
$V_b = \frac{600{,}000}{15} = 40{,}000 m^3$
이다.

선지별 해설

① X: $22{,}500 m^3$는 토취장 흙의 건조단위중량 $15 kN/m^3$을 구해 놓고도 비율을 거꾸로 적용한 값이다. 필요 체적은 $30{,}000 \times \frac{15}{20}$가 아니라 $30{,}000 \times \frac{20}{15}$로 계산해야 하므로, 틀린 표현은 필요 체적을 $22{,}500 m^3$로 본 점이고 올바르게는 $40{,}000 m^3$이다.
② X: $24{,}750 m^3$는 자연단위중량 $16.5 kN/m^3$를 건조단위중량처럼 직접 사용한 값이다. 함수비 10%를 반영하면 토취장 흙의 건조단위중량은 $15 kN/m^3$이므로, 틀린 표현은 분모를 16.5로 둔 점이고 올바르게는 15를 사용하여 $40{,}000 m^3$가 된다.
③ X: $36{,}364 m^3$는 자연단위중량 $16.5 kN/m^3$를 그대로 쓰면서 비율도 $\frac{20}{16.5}$로 계산한 값이다. 함수비를 무시한 것이 핵심 오류이므로, 틀린 표현은 토취장 흙의 기준 단위중량을 $16.5 kN/m^3$로 본 점이고 올바르게는 건조단위중량 $15 kN/m^3$를 사용해 $40{,}000 m^3$를 구해야 한다.
④ O: 토취장 흙의 건조단위중량은 $15 kN/m^3$이고, 제방에 필요한 총 건조중량은 $20 \times 30{,}000 = 600{,}000$이므로 필요한 토취장 체적은 $600{,}000/15 = 40{,}000 m^3$이다. 계산 결과와 일치하므로 옳다.

오답 포인트

자연단위중량과 건조단위중량을 혼동하면 ②나 ③처럼 함수비를 무시한 값이 나온다. 또 성토 체적에 단위중량 비를 곱할 때 $\frac{20}{15}$가 아니라 $\frac{15}{20}$로 거꾸로 쓰면 ①처럼 더 작은 체적이 나온다.

다시 나오면 이렇게 판단

계산형 성토 문제는 먼저 주어진 단위중량이 자연상태인지 건조상태인지 구분하고, 자연단위중량이면 $\gamma_d = \gamma/(1+w)$로 바꾼다. 그 다음 성토 후 필요한 총 건조중량을 구해 토취장 흙의 건조단위중량으로 나누는 순서로 판단한다.

암기 포인트

성토 전후에 보존되는 것은 체적이 아니라 흙입자의 건조중량이며, 토취장 자연단위중량은 먼저 건조단위중량으로 환산해야 한다.

NoteBase

문 4. 다음 중 액상화(Liquefaction)현상에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

① 한계간극비와는 관련이 없다.

② 표준관입시험으로 액상화 가능성을 검토할 수 있다.

③ 체적감소에 의해 발생한다.

④ 모래지반에서 많이 발생한다.

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 액상화의 발생 조건과 판정 지표를 정확히 구별하는지를 묻는 문제이다.

핵심 개념

액상화는 느슨한 포화 사질토가 반복하중을 받을 때 과잉간극수압이 증가하여 유효응력이 거의 사라지고 전단강도가 급감하는 현상이다.
한계간극비는 어떤 응력 상태에서 흙이 팽창으로 갈지 수축으로 갈지를 가르는 기준 간극비이며, 액상화 경향 판단과 관련이 있다.
액상화 가능성 평가는 현장에서는 표준관입시험의 N값 같은 지표를 이용해 검토할 수 있다.

NoteBase

선지별 해설

① X
- 틀린 부분은 "한계간극비와는 관련이 없다"이다.
- 액상화는 흙의 조밀함과 수축 경향에 영향을 받으므로 한계간극비와 관련이 있다.
- 올바르게는 "액상화는 한계간극비와 관련이 있다" 또는 "현재 간극비가 한계간극비보다 큰 느슨한 포화 사질토에서 액상화 가능성이 커진다"이다.

② O
- 표준관입시험은 현장의 상대밀도와 지반 저항성을 반영하므로 액상화 가능성 검토에 널리 사용된다.
- 따라서 표준관입시험으로 액상화 가능성을 검토할 수 있다는 설명은 옳다.

③ O
- 액상화는 느슨한 포화 사질토의 체적감소 경향 때문에 발생한다.
- 실제 현장에서는 배수가 잘 되지 않아 체적이 바로 줄지 못하고, 그 대신 과잉간극수압이 증가하여 유효응력이 감소한다.

④ O
- 액상화는 주로 포화된 모래지반 같은 사질토 지반에서 많이 발생한다.
- 점성이 큰 점토지반은 일반적으로 액상화가 잘 일어나지 않으므로 이 설명은 옳다.

오답 포인트

③의 "체적감소"를 실제 부피가 즉시 줄어드는 현상으로만 이해하면 헷갈리기 쉽다. 핵심은 배수되지 않는 상태에서 체적감소 경향이 과잉간극수압 증가로 나타난다는 점이다. 또 ①처럼 한계간극비와의 관련성을 끊어버리면 액상화의 발생 조건을 반대로 이해하게 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

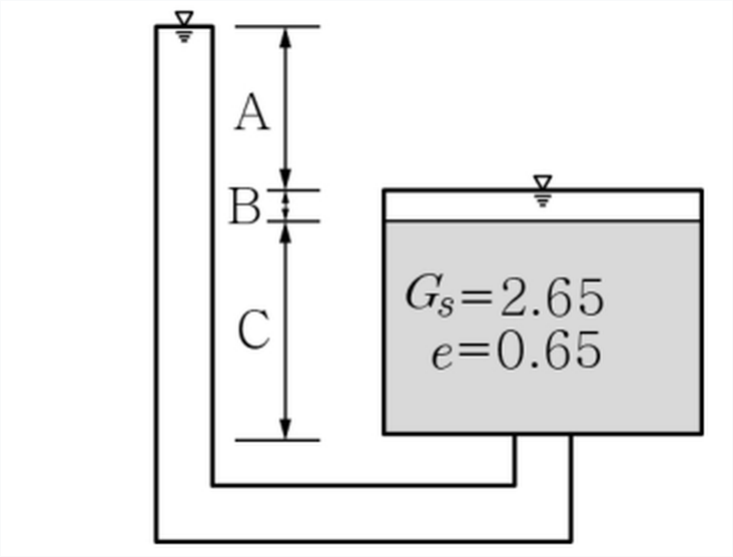
액상화 문제는 먼저 "느슨한 포화 사질토인가, 반복하중을 받는가, 과잉간극수압이 증가하는가"를 본다. 이어서 판정 지표로는 표준관입시험 같은 현장시험을 떠올리고, 한계간극비와의 관련성을 부정하는 선지는 우선 의심한다.

암기 포인트

액상화는 느슨한 포화 모래, 수축 경향, 과잉간극수압 증가, 유효응력 감소로 정리된다.

NoteBase

문 5. 그림과 같이 모래 사이로 물이 흐를 때 분사현상에 대한 안전율은 얼마인가? (단, 흙의 비중은 2.65, 간극비는 0.65, 그리고 A=30cm, B=5cm, C=40cm로 가정한다.)



① 0.75

② 1.00

③ 1.33

④ 1.67

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 상향침투 시 분사현상에 대한 안전율을 $F_s = i_c/i$로 계산할 수 있는지를 묻는 문제이다.

조건 정리

주어진 값은 $G_s = 2.65, e = 0.65, A = 30cm, B = 5cm, C = 40cm$이다.
구해야 할 값은 분사현상 안전율이다.
상향침투이므로 흙층에 작용하는 수두차는 좌측 자유수면과 우측 자유수면의 차인 A이고, 침투길이는 흙층 두께 C이다.

사용할 공식

임계동수경사는 $i_c = \frac{G_s - 1}{1 + e}$이고, 실제 동수경사는 $i = \frac{\Delta h}{L}$이다. 따라서 분사현상 안전율은 $F_s = \frac{i_c}{i}$이다.
이 공식을 쓰는 이유는 분사현상이 상향침투에 의해 유효응력이 0에 가까워질 때 발생하므로, 실제 동수경사가 임계동수경사에 비해 얼마나 작은지를 비율로 판단해야 하기 때문이다.

NoteBase

계산 과정

먼저 실제 동수경사를 구하면 $\Delta h = A = 30cm, L = C = 40cm$이므로 $i = \frac{30}{40} = 0.75$이다.
다음으로 임계동수경사는 $i_c = \frac{2.65-1}{1+0.65} = \frac{1.65}{1.65} = 1.0$이다.
따라서 안전율은 $F_s = \frac{1.0}{0.75} = 1.33$이다.

선지 판단

1번 X: 0.75는 안전율이 아니라 실제 동수경사 $i = A/C$ 값이다. 틀린 표현은 안전율과 동수경사를 같은 값으로 본 점이며, 올바르게는 안전율은 $F_s = i_c/i = 1.33$이다.
2번 X: 1.00은 임계동수경사 i_c 값이다. 틀린 표현은 임계동수경사를 곧바로 안전율로 본 점이며, 올바르게는 실제 동수경사 0.75로 한 번 더 나누어야 한다.
3번 O: 계산 결과 안전율이 1.33이므로 옳다. 상향침투에 대한 분사현상 안전율은 임계동수경사를 실제 동수경사로 나눈 값으로 판단한다.
4번 X: 1.67은 수두차를 잘못 잡거나 B를 포함해 비율을 잘못 계산할 때 나올 수 있는 값이다. 틀린 표현은 흙층 상하단의 총수두차를 A가 아닌 다른 값으로 본 점이며, 올바르게는 수두차는 양 자유수면 차인 A이다.

오답 포인트

이 문제의 함정은 A, B, C를 모두 수두차에 넣는 실수와 동수경사 i, 임계동수경사 i_c, 안전율 F_s를 서로 혼동하는 점이다. 특히 B는 상부 수심일 뿐 흙층 양단의 총수두차 계산에서는 상쇄된다.

다시 나오면 이렇게 판단

분사현상 문제는 먼저 흙층 상단과 하단의 총수두를 잡아 실제 수두차를 정하고, 그다음 $i = \Delta h/L$, $i_c = (G_s - 1)/(1+e)$, $F_s = i_c/i$ 순서로 계산하면 된다.

암기 포인트

분사현상은 i가 i_c에 가까워질수록 위험해지며, 안전율은 항상 $F_s = i_c/i$로 본다.

NoteBase

문 6. 흙의 공학적 분류법으로 통일분류법(USCS)과 AASHTO 분류법이 있다. 이들 분류법의 차이를 나타낸 것 중 가장 옳지 않은 것은?

① AASHTO분류법은 조립토와 세립토의 구분을 #200 통과율 35%를 기준으로 한다.

② AASHTO분류법은 유기질토의 판정이 없다.

③ 통일분류법의 소성도표에서 U선은 액성한계와 소성지수의 하한선을 나타낸다.

④ 통일분류법의 조립토에서 #200 통과량이 5% 미만일 때는 이중 기호를 사용하지 않는다.

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 USCS와 AASHTO의 분류 기준 차이, 특히 No.200체 통과율 기준과 소성도표의 U선 의미를 묻는 문제이다.

핵심 개념

AASHTO는 도로 노상토의 적합성 평가에 초점을 둔 분류법이다. No.200체 통과율 35%를 기준으로 입상토와 실트·점토질토를 나누고 군지수까지 활용한다.
USCS는 흙의 공학적 성질을 중심으로 분류하는 체계이다. No.200체 통과율 50%를 기준으로 조립토와 세립토를 나누고, 세립토는 소성도표의 A선과 U선으로 성질을 본다.
U선은 액성한계와 소성지수 관계의 상한선이고, 조립토의 이중기호는 세립분이 5~12%일 때 사용한다.

선지별 해설

① O: AASHTO분류법은 No.200체 통과율 35%를 기준으로 입상토와 실트·점토질토를 구분하므로 옳다.
② O: 이 문항의 비교 기준에서는 USCS는 유기질토를 OL, OH, Pt 등으로 분류하지만, AASHTO는 그와 같은 별도 유기질토 판정 체계를 두지 않는 것으로 본다.
③ X: 틀린 부분은 "U선은 액성한계와 소성지수의 하한선"이라는 표현이다. U선은 하한선이 아니라 상한선이다. 올바르게는 "통일분류법의 소성도표에서 U선은 액성한계와 소성지수의 상한선을 나타낸다"가 된다.
④ O: 통일분류법의 조립토에서 No.200체 통과량이 5% 미만이면 GW, GP, SW, SP처럼 단일기호를 쓴다. 이중기호는 세립분이 5~12%일 때 사용하므로 옳다.

오답 포인트

수험생은 A선과 U선을 자주 뒤바꾸고, AASHTO의 35% 기준과 USCS의 50% 기준도 혼동하기 쉽다. 또 조립토의 이중기호 사용 범위를 5% 미만으로 잘못 외우면 ④도 흔들리게 된다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 어떤 분류법을 묻는지 확인한 뒤 기준 숫자를 연결해 판단한다. AASHTO는 No.200체 35%와 군지수, USCS는 No.200체 50%와 소성도표를 연결하면 된다. 소성도표에서는 U선은 Upper, A선은 점토와 실트의 경계선으로 구분하면 된다.

암기 포인트

AASHTO는 35%와 도로 노상토, USCS는 50%와 소성도표이다. U선은 Upper이고 이중기호는 세립분 5~12%에서만 쓴다.

NoteBase

문 7. 현장에서 채취한 불교란 시료를 성형하여 압밀배수(CD) 삼축압축시험을 실시하였다. 구속응력 $\sigma'_3 = 100\text{kPa}$이고 공시체의 파괴 시 축차응력 $\Delta\sigma_{df} = 100\text{kPa}$이라면 $\sin\phi'$의 값은 얼마인가? (단, ϕ'은 내부마찰각이며 흙의 점착력은 0으로 가정한다.)

① 0.33

② 0.50

③ 0.87

④ 1.00

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 압밀배수 삼축압축시험에서 $c' = 0$ 조건의 Mohr-Coulomb 파괴식을 이용하여 $\sin\phi'$를 구하는 문제이다.

조건 정리

- 주어진 값: 구속응력 $\sigma'_3 = 100kPa$, 파괴 시 축차응력 $\Delta\sigma_{df} = 100kPa$
- 구해야 할 값: $\sin\phi'$
- 주의할 조건: 흙의 점착력은 0이므로 $c' = 0$이고, 삼축압축시험에서 $\sigma'_1 = \sigma'_3 + \Delta\sigma_{df}$이다.

사용할 공식

$$\frac{\sigma'_1}{\sigma'_3} = \frac{1+\sin\phi'}{1-\sin\phi'}$$

이 공식을 쓰는 이유는 점착력이 0인 흙의 삼축압축 파괴조건에서 주응력비와 내부마찰각이 직접 연결되기 때문이다.

계산 과정

1. 파괴 시 최대주응력은 $\sigma'_1 = \sigma'_3 + \Delta\sigma_{df} = 100 + 100 = 200kPa$이다.
2. 따라서 주응력비는 $\sigma'_1/\sigma'_3 = 200/100 = 2$이다.
3. 이를 파괴식에 대입하면 $2 = (1+\sin\phi')/(1-\sin\phi')$이다.
4. 정리하면 $2 - 2\sin\phi' = 1 + \sin\phi'$, 따라서 $1 = 3\sin\phi'$이다.
5. 그러므로 $\sin\phi' = 1/3 \approx 0.33$이다.

NoteBase

선지별 해설

① O: 계산 결과 $\sin\phi' = 0.33$이므로 맞는 값이다.
② X: 0.50이면 $\sigma_1'/\sigma_3' = (1+0.50)/(1-0.50) = 3$이 되어야 하므로, 주어진 조건에서는 성립하지 않는다. 올바르게는 $\sin\phi' = 0.33$이다.
③ X: 0.87이면 $\sigma_1'/\sigma_3' = (1+0.87)/(1-0.87) \approx 14.38$이 되어 매우 큰 주응력비가 필요하므로 주어진 값과 맞지 않는다. 올바르게는 $\sin\phi' = 0.33$이다.
④ X: 1.00이면 분모 $1-\sin\phi'$가 0이 되어 식이 성립하지 않으므로 불가능한 값이다. 올바르게는 $\sin\phi' = 0.33$이다.

오답 포인트

축차응력 $\Delta\sigma_{df}$를 그대로 $\sin\phi'$로 보거나, 먼저 σ_1'를 구하지 않고 공식을 대입하면 오답이 나온다. 이 문항의 함정은 σ_3'와 $\Delta\sigma_{df}$를 더해 최대주응력 σ_1'를 만든 뒤 주응력비를 써야 한다는 점이다.

다시 나오면 이렇게 판단

삼축압축 계산문제는 먼저 $\sigma_1' = \sigma_3' + \Delta\sigma_d$를 구하고, 다음에 σ_1'/σ_3'를 만든 뒤, 마지막으로 $c' = 0$이면 $(1+\sin\phi')/(1-\sin\phi')$ 식에 넣어 판단한다.

암기 포인트

점착력 0의 CD 삼축압축은 주응력비 $= \sigma_1'/\sigma_3'$부터 구하고, 그다음 $\sin\phi'$를 역산하는 구조이다.

NoteBase

문 8. 점토지반에 평판재하시험을 실시한 결과, 한 변이 30cm인 재하판에 400kN/m²의 응력하중을 가했을 때 4mm의 침하가 발생하였다면, 직경 2m의 실제 기초에 같은 하중을 가할 때 예상되는 침하량은 얼마인가?

① 6.9mm

② 12.1mm

③ 26.7mm

④ 177.8mm

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 점토지반의 평판재하시험 결과를 실제 기초 크기로 환산하는 식을 이용해 침하량을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 재하판 한 변 $B_p = 30cm = 0.3m$, 재하응력 $400kN/m^2$, 재하판 침하량 $S_p = 4mm$
구해야 할 값: 직경 $2m$ 실제 기초의 침하량 S_f
주의할 조건: 지반이 점토지반이므로 모래지반 환산식이 아니라 점토지반 환산식을 써야 한다.

사용할 공식

점토지반에서 같은 응력강도일 때 실제 기초의 침하량은 재하판 침하량에 기초폭비를 곱해 구한다.
$S_f = S_p\left(\frac{B_f}{B_p}\right)$
이 공식을 쓰는 이유: 점토지반에서는 평판재하시험 결과를 실제 기초에 적용할 때 침하량이 기초폭에 비례한다고 본다.

계산 과정

1. 실제 기초의 폭을 $B_f = 2.0m$로 둔다.
2. 폭비를 구하면 $\frac{B_f}{B_p} = \frac{2.0}{0.3} = 6.667$이다.
3. 침하량은
$S_f = 4 \times \frac{2.0}{0.3} = 26.67mm$
이므로 예상 침하량은 약 $26.7mm$이다.

NoteBase

선지별 해설

① X

6.9mm는 점토지반 식이 아니라 모래지반식의 일부 형태를 잘못 적용하거나 제곱을 빠뜨릴 때 나오는 값이다. 이 문항의 올바른 침하량은 26.7mm이다.

② X

12.1mm는 모래지반에서 쓰는 환산식 $S_f = S_p\left[\frac{B_f(B_p+0.3)}{B_p(B_f+0.3)}\right]^2$를 적용할 때 나오는 값이다. 하지만 문제는 점토지반이므로 점토지반 식으로 고치면 26.7mm가 된다.

③ O

점토지반이므로 $S_f = S_p\left(\frac{B_f}{B_p}\right)$를 적용한다. 계산하면 $4 \times \frac{2.0}{0.3} = 26.7mm$이므로 옳다.

④ X

177.8mm는 폭비를 제곱해 $4 \times \left(\frac{2.0}{0.3}\right)^2$처럼 면적비 개념으로 잘못 계산할 때 나오는 값이다. 점토지반의 침하량 환산은 폭에 비례하므로 올바른 값은 26.7mm이다.

오답 포인트

문제의 핵심 함정은 지반 종류를 놓치고 모래지반 식을 대입하는 실수이다. ②처럼 익숙한 환산식을 그대로 쓰거나 ④처럼 폭비를 제곱하면 정답에서 크게 벗어난다.

다시 나오면 이렇게 판단

평판재하시험 환산 문제는 먼저 지반이 점토인지 사질토인지 구분한 뒤 식을 고른다. 점토지반이면 침하량이 폭비에 비례하고, 사질토이면 별도의 환산식을 적용한다고 판단한다.

암기 포인트

점토지반 평판재하시험 환산은 $S_f = S_p\left(\frac{B_f}{B_p}\right)$, 즉 폭비 1차 비례이다.

NoteBase

문 9. 다음은 토압에 대한 일반적인 서술이다. 다음 중 옳은 것을 모두 고른 것은?

ㄱ. 토압계수 값의 크기를 상대 비교하면, 수동토압계수 > 정지토압계수 > 주동토압계수의 순서이다.
ㄴ. 물의 토압계수는 지반변형과 관계없이 항상 1.0이다.
ㄷ. 주동토압은 $\sigma_n - \tau$ 그래프상에서 초기 상태의 모아원이 흙의 변형으로 인하여 왼쪽방향으로 커지면서 파괴포락선에 접했을 때의 최소주응력을 의미한다.
ㄹ. Rankine 소성상태에 이르기 위한 옹벽의 최소 회전각은 수동상태가 되기 위한 회전각이 주동상태가 되기 위한 회전각보다 일반적으로 크다.

① ㄱ, ㄴ
② ㄱ, ㄷ, ㄹ
③ ㄴ, ㄷ, ㄹ
④ ㄱ, ㄴ, ㄷ, ㄹ

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 주동·정지·수동토압계수의 크기 관계, 물의 측압 특성, 모아원에서의 주동상태 의미, 그리고 주동·수동상태에 필요한 옹벽 변위의 크기를 함께 묻는 문제이다.

핵심 개념

주동토압은 옹벽이 배면토에서 멀어지면서 수평응력이 감소해 생기는 최소 측압 상태이다.
정지토압은 벽체 변위가 거의 없는 상태의 측압이다.
수동토압은 옹벽이 배면토 쪽으로 밀리면서 수평응력이 증가해 생기는 최대 측압 상태이다.
토압계수는 일반적으로 $K_p > K_0 > K_a$의 순서이며, 물은 전단강도가 없어서 정수압 상태에서 수평응력과 연직응력이 같아 계수는 항상 1.0이다.
Rankine 소성상태에 도달하기 위한 벽체 변위는 보통 수동상태가 주동상태보다 더 크게 필요하다.

NoteBase

선지별 해설

1번 X: ㄱ, ㄴ만 옳다고 보면 ㄷ, ㄹ을 빠뜨린다. ㄷ은 주동상태에서 모아원이 왼쪽으로 커지며 파괴포락선에 접할 때의 최소주응력을 설명한 것으로 맞다. ㄹ도 수동상태가 되려면 주동상태보다 더 큰 벽체 회전이 필요하므로 맞다. 틀린 조합은 "ㄱ, ㄴ"이고, 올바르게는 "ㄱ, ㄴ, ㄷ, ㄹ"이다.
2번 X: ㄱ, ㄷ, ㄹ은 모두 옳지만 ㄴ을 빠뜨렸다. ㄴ의 "물의 토압계수는 지반변형과 관계없이 항상 1.0"이라는 설명은 정수압의 성질을 말한 것으로 맞다. 틀린 조합은 "ㄱ, ㄷ, ㄹ"이고, 올바르게는 "ㄱ, ㄴ, ㄷ, ㄹ"이다.
3번 X: ㄴ, ㄷ, ㄹ은 옳지만 ㄱ을 빠뜨렸다. ㄱ의 핵심은 토압계수의 크기 비교이며, 일반적으로 수동토압계수 K_p가 가장 크고 정지토압계수 K_0가 그다음, 주동토압계수 K_a가 가장 작다. 틀린 조합은 "ㄴ, ㄷ, ㄹ"이고, 올바르게는 "ㄱ, ㄴ, ㄷ, ㄹ"이다.
4번 O: ㄱ, ㄴ, ㄷ, ㄹ이 모두 옳다. ㄱ은 $K_p > K_0 > K_a$의 기본 관계를 묻는 진술이다. ㄴ은 물은 전단저항이 없어 수평·연직응력이 같으므로 토압계수가 항상 1.0이라는 뜻이다. ㄷ은 주동상태에서 수평응력이 감소해 모아원이 왼쪽으로 커지다가 파괴포락선에 접하는 순간의 최소주응력을 설명한 것이다. ㄹ은 수동상태 형성에 필요한 벽체 변위가 주동상태보다 일반적으로 더 크다는 점을 묻는 진술이다.

오답 포인트

주동·정지·수동토압의 개념을 따로 외우면 ㄱ은 맞추기 쉽지만, ㄷ의 모아원 이동 방향과 ㄹ의 벽체 변위 크기까지 함께 묻기 때문에 일부만 맞다고 착각하기 쉽다. 특히 수동상태는 압축 쪽으로 흙을 더 크게 동원해야 하므로 더 큰 변위가 필요하다는 점을 놓치면 ㄹ을 틀리기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

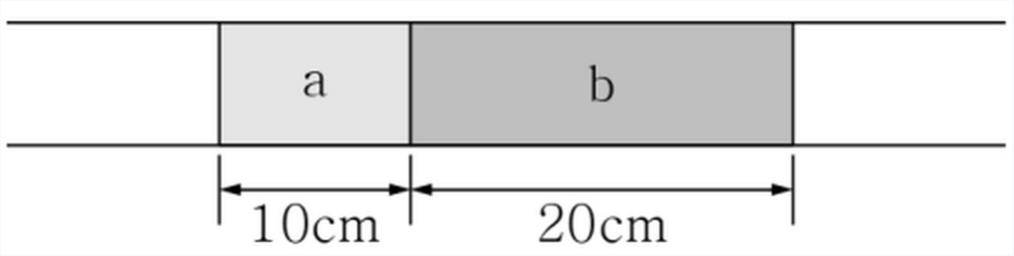
토압 문제는 먼저 $K_p > K_0 > K_a$를 확인하고, 주동은 벽이 뒤로 물러나며 측압이 감소하는 상태, 수동은 벽이 흙을 밀어 측압이 증가하는 상태로 정리한다. 그다음 모아원은 주동이면 왼쪽으로, 수동이면 오른쪽으로 발달한다고 연결하면 선지 판단이 빨라진다. 마지막으로 수동상태가 주동상태보다 더 큰 벽체 변위를 요구하는지를 확인하면 조합형 보기를 정리할 수 있다.

암기 포인트

토압은 $K_p > K_0 > K_a$, 모아원은 주동이면 왼쪽, 수동이면 오른쪽, 벽체 변위는 수동이 더 크다.

NoteBase

문 10. 그림과 같이 단면적 $3m^2$의 원형 단면 튜브에 2종류의 흙이 충전되어 있다. 흙 a의 투수계수는 2×10^{-3}cm/sec이며, 흙 a 구간의 동수경사는 흙 b 구간의 동수경사의 두 배이다. 이때 흙 a, b 전체 블록에 해당하는 등가 투수계수는 얼마인가?



① 2×10^{-3}cm/sec

② 3×10^{-3}cm/sec

③ 4×10^{-3}cm/sec

④ 6×10^{-3}cm/sec

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 직렬로 배치된 두 흙층의 유량 일정 조건과 등가 투수계수를 이용해 전체 블록의 투수계수를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 흙 a의 투수계수는 $2 \times 10^{-3} cm/sec$이다.
주어진 값: 길이는 a 구간 $10cm$, b 구간 $20cm$이다.
주어진 값: 동수경사는 $i_a = 2i_b$이다.
구해야 할 값: 흙 a, b 전체 블록의 등가 투수계수이다.
주의할 조건: 두 흙은 흐름 방향으로 직렬 배치되어 있으므로 두 구간의 유량은 같다.

사용할 공식

각 구간에서 $q = kAi$이므로 직렬 배치에서는 $k_a i_a = k_b i_b$이다. 전체 등가 투수계수는 $k_{eq} = \frac{L_a + L_b}{L_a/k_a + L_b/k_b}$이다.
이 공식을 쓰는 이유: 두 흙이 흐름 방향으로 연속 배치된 직렬 투수 문제이므로 유량은 일정하고, 수두손실은 각 구간 길이에 따라 합산되기 때문이다.

NoteBase

계산 과정

1. 유량 일정 조건에서 $k_a i_a = k_b i_b$이다.
2. $i_a = 2i_b$, $k_a = 2 \times 10^{-3} cm/sec$이므로 $k_b = k_a \frac{i_a}{i_b} = 2 \times 10^{-3} \times 2 = 4 \times 10^{-3} cm/sec$이다.
3. 따라서 $k_{eq} = \frac{10 + 20}{10/(2 \times 10^{-3}) + 20/(4 \times 10^{-3})} = \frac{30}{5000 + 5000} = 3 \times 10^{-3} cm/sec$이다.

선지별 해설

① X: 계산 결과는 $3 \times 10^{-3} cm/sec$이므로 $2 \times 10^{-3} cm/sec$는 맞지 않는다. 틀린 표현은 전체 등가 투수계수를 a층의 투수계수와 같게 본 점이며, 올바르게는 b층의 영향까지 반영한 $3 \times 10^{-3} cm/sec$이다.
② O: $i_a = 2i_b$에서 $k_b = 4 \times 10^{-3} cm/sec$를 구한 뒤 직렬 등가식을 적용하면 전체 등가 투수계수는 $3 \times 10^{-3} cm/sec$가 된다.
③ X: $4 \times 10^{-3} cm/sec$는 b층의 투수계수 값일 뿐 전체 등가 투수계수가 아니다. 틀린 표현은 전체 블록 값을 b층 단일 값으로 본 점이며, 올바르게는 직렬 평균을 적용한 $3 \times 10^{-3} cm/sec$이다.
④ X: $6 \times 10^{-3} cm/sec$는 두 층 직렬 문제에서 나올 수 없는 과대값이다. 틀린 표현은 등가 투수계수가 각 층의 최대 투수계수보다 커질 수 있다고 본 점이며, 올바르게는 직렬 등가 투수계수는 큰 값보다 작아져 $3 \times 10^{-3} cm/sec$가 된다.

오답 포인트

동수경사비와 길이비를 보고 등가 투수계수를 산술평균으로 처리하면 틀리기 쉽다. 이 문항은 먼저 $k_a i_a = k_b i_b$로 b층의 투수계수를 구한 뒤, 직렬 등가식으로 넘어가야 한다는 점이 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

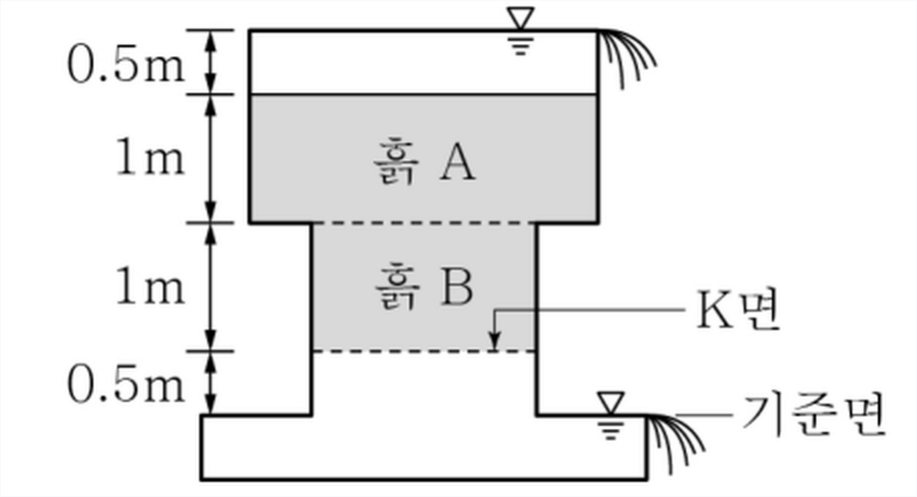
직렬 투수 문항은 먼저 유량 일정 조건으로 미지의 k나 i를 구하고, 그다음 $k_{eq} = L/\sum(L/k)$를 적용하는 순서로 판단한다. 등가 투수계수는 직렬 배치에서 큰 값보다 커지지 않는다는 점도 함께 점검한다.

암기 포인트

직렬 투수는 유량 일정, 등가 투수계수는 길이 가중 조화평균이라는 점이 핵심이다.

NoteBase

문 11. 그림과 같이 물이 흐르고 있다. 물이 흐르지 않는 경우와 비교했을 때, 물의 침투로 인하여 K면에서 증가하는 유효응력은 얼마인가? (단, 흙 A와 흙 B의 포화단위중량은 동일하게 $20kN/m^3$이고, 물의 단위중량은 $10kN/m^3$으로 가정한다.)



① $15kN/m^2$

② $20kN/m^2$

③ $25kN/m^2$

④ $30kN/m^2$

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 하향 침투 시 K면에서 물의 침투력 때문에 추가되는 유효응력을 전수두차로 구하는 문제이다.

조건 정리

- 윗물 자유수면은 K면보다 $0.5 + 1 + 1 = 2.5m$ 위에 있다.
- 아랫물 자유수면은 K면보다 $0.5m$ 아래에 있다.
- 따라서 상하 자유수면 사이의 전수두차는 $2.5 + 0.5 = 3.0m$이다.
- 문제는 물이 흐르지 않을 때와 비교한 증가량만 묻기 때문에 흙 A, 흙 B의 자중 효과는 비교 과정에서 소거된다.

사용할 공식

$\Delta\sigma' = \gamma_w \Delta h$

K면 위 토주 전체에 작용하는 하향 침투력의 단위면적당 크기가 곧 증가하는 유효응력이다. 따라서 물의 단위중량에 상하 자유수면의 전수두차를 곱한다.

NoteBase

계산 과정

1. 상부 자유수면과 하부 자유수면의 전수두차는 $\Delta h = 3.0m$이다.
2. 증가하는 유효응력은 $\Delta\sigma' = \gamma_w \Delta h = 10kN/m^3 \times 3.0m$이다.
3. 따라서 $\Delta\sigma' = 30kN/m^2$이다.

선지별 해설

① X

- $15kN/m^2$는 수두차를 $1.5m$ 정도로 잘못 잡은 값이다. K면 증가 유효응력은 K면 위 토주 전체에 걸린 전수두차 $3.0m$를 써야 하므로, 올바르게는 $30kN/m^2$이다.

② X

- $20kN/m^2$는 흙층 두께 $2m$를 그대로 수두차로 오인한 값이다. 증가량은 토층 두께가 아니라 상하 자유수면 사이의 전수두차로 계산하므로, 올바르게는 $30kN/m^2$이다.

③ X

- $25kN/m^2$는 윗 자유수면에서 K면까지의 높이 $2.5m$만 본 값이다. 아랫 자유수면이 K면보다 $0.5m$ 아래에 있으므로 전체 전수두차는 $2.5m$가 아니라 $3.0m$이며, 올바르게는 $30kN/m^2$이다.

④ O

- 상하 자유수면 차가 $3.0m$이므로 증가 유효응력은 $10kN/m^3 \times 3.0m = 30kN/m^2$이다. 따라서 ④가 맞다.

오답 포인트

K면에서의 증가 유효응력은 K면까지의 흙두께로 구하는 값이 아니라, K면 위 토주에 작용하는 침투력으로 구하는 값이다. 문제에 제시된 포화단위중량 $20kN/m^3$은 증가량 계산에 직접 쓰이지 않으므로 여기에 끌리면 오답이 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

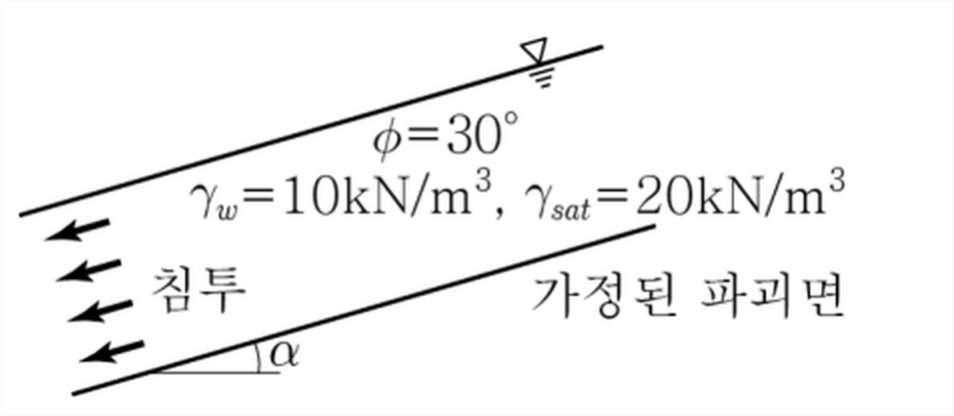
침투로 유효응력의 증가량만 묻는 문제는 먼저 유동 방향을 확인한 뒤, 해당 면 위아래 자유수면의 전수두차 Δh를 잡아 $\Delta\sigma' = \gamma_w \Delta h$로 계산하면 된다.

암기 포인트

하향 침투의 증가 유효응력은 $\Delta\sigma' = \gamma_w \Delta h$로 정리된다.

NoteBase

문 12. 그림과 같은 무한사면이 있다. 사면은 사질토로 이루어져 있다. 지하수위는 지표면과 일치하고 있으며, 사면과 평행하게 침투가 발생하고 있다. 사질토의 포화단위중량은 20kN/m^3이며, 물의 단위중량은 10kN/m^3이다. 완전 건조 상태(물의 침투가 없는 상황)에서 이 사면의 안전율이 3이라면 침투가 발생하고 있는 상황에서의 안전율은 얼마인가? (단, $\tan(\alpha) = \frac{1}{2\sqrt{3}}$로 계산한다.)



① 1.0

② 1.5

③ 2.0

④ 2.5

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 사질토 무한사면에서 사면과 평행한 침투가 생길 때 안전율이 유효단위중량 비율만큼 감소한다는 점을 묻는 계산형 문제이다.

조건 정리

주어진 값은 포화단위중량 $\gamma_{sat} = 20kN/m^3$, 물의 단위중량 $\gamma_w = 10kN/m^3$, 건조 상태 안전율 $F_d = 3$이다.
구해야 할 값은 침투가 발생하는 상황에서의 안전율이다.
주의할 조건은 사면과 평행한 침투이므로 저항은 유효응력으로 계산하고, 저항 감소 비율은 γ'/γ_{sat}로 본다는 점이다.

사용할 공식

사면과 평행한 침투가 있는 사질토 무한사면의 안전율은 $F_s = (\gamma'/\gamma_{sat})F_d$이다.
여기서 $\gamma' = \gamma_{sat} - \gamma_w$이다.
이 공식을 쓰는 이유는 침투가 생기면 전단저항은 유효응력에 비례하여 줄어들고, 활동력은 여전히 포화토의 자중 γ_{sat}에 비례하기 때문이다.

NoteBase

계산 과정

먼저 수중단위중량을 구하면 $\gamma' = 20 - 10 = 10 kN/m^3$이다.
따라서 감소비는 $\gamma'/\gamma_{sat} = 10/20 = 0.5$이다.
그러므로 침투 시 안전율은 $F_s = 0.5 \times 3 = 1.5$이다.

선지별 해설

① X
안전율은 1.0이 아니라 1.5이다. 1.0은 각도값만으로 $\tan\phi/\tan\alpha = 2$를 계산한 뒤 다시 0.5를 곱한 값인데, 이 문제는 건조 상태 안전율을 이미 3으로 제시했으므로 그 기준값을 사용해야 한다. 틀린 값 1.0 → 올바르게는 1.5이다.

② O
수중단위중량과 포화단위중량의 비가 10/20 = 0.5이므로, 건조 상태 안전율 3은 침투 시 $0.5 \times 3 = 1.5$로 감소한다. 따라서 2번이 옳다.

③ X
안전율은 2.0이 아니라 1.5이다. 2.0은 침투로 인한 유효응력 감소를 반영하지 않고 건조 상태의 마찰저항 수준을 그대로 두었을 때 나오는 값이다. 틀린 값 2.0 → 올바르게는 1.5이다.

④ X
안전율은 2.5가 아니라 1.5이다. 2.5는 건조 상태 안전율 3에서 일부만 막연히 감산한 값일 뿐, γ'/γ_{sat} 비율에 따른 감소를 적용한 계산 결과가 아니다. 틀린 값 2.5 → 올바르게는 1.5이다.

오답 포인트

이 문제의 함정은 침투가 생기면 안전율이 단순 감산이 아니라 유효단위중량 비율만큼 줄어든다는 점이다. 특히 그림의 ϕ와 α만 다시 계산하려고 하다가 문제에서 직접 준 건조 상태 안전율 3을 놓치기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

사질토 무한사면에서 건조 상태 안전율이 따로 주어지면 먼저 그 값을 기준값으로 잡고, 평행 침투 여부를 확인한 뒤 γ'/γ_{sat}를 곱해 침투 시 안전율을 구한다.

암기 포인트

평행 침투 무한사면은 건조 안전율에 γ'/γ_{sat}를 곱한 값으로 정리된다.

NoteBase

문 13. 현장들밀도 시험을 수행하였다. 현장들밀도 시험을 위한 시험공에서 파낸 흙의 무게는 2.4 kg, 함수비는 20%이며, 시험공을 채운 표준사의 무게는 1.7 kg, 건조단위중량은 $1.7\mathrm{g/cm^3}$이다. 동일한 흙에 대해 실내시험에서 구한 최대건조단위중량이 $2.2\mathrm{g/cm^3}$일 때, 상대다짐도는 얼마인가? (단, 소수점 둘째 자리 이하는 버린다.)

① 89.1%

② 90.9%

③ 92.3%

④ 94.5%

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 모래치환법으로 시험공의 부피를 구한 뒤 현장 건조단위중량을 계산하고, 이를 실내 다짐시험의 최대 건조단위중량과 비교해 상대다짐도를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값:
파낸 흙의 습윤질량 = $2.4kg$
함수비 = 20%
표준사 질량 = $1.7kg$
표준사의 건조단위중량 = $1.7g/cm^3$
실내 최대 건조단위중량 = $2.2g/cm^3$
구해야 할 값: 상대다짐도
주의할 조건: 함수비로 습윤질량을 건조질량으로 바꾸고, 표준사 질량과 단위중량으로 시험공 부피를 구해야 한다.

사용할 공식

$W = W_s(1 + w)$
$\gamma_{d,\,\mathrm{field}} = \frac{W_s}{V}, \quad R_c = \frac{\gamma_{d,\,\mathrm{field}}}{\gamma_{d,\,\mathrm{max}}} \times 100$
이 공식을 쓰는 이유:
상대다짐도는 현장 건조단위중량을 실내 최대 건조단위중량과 비교한 비율이므로, 먼저 습윤질량을 건조질량으로 환산하고 모래치환법으로 시험공 부피를 구해 현장 건조단위중량을 계산해야 한다.

NoteBase

계산 과정

1. 파낸 흙의 건조질량은 $W_s = \frac{2.4}{1+0.20} = 2.0kg = 2000g$이다.
2. 시험공의 부피는 $V = \frac{1700g}{1.7g/cm^3} = 1000cm^3$이다.
3. 현장 건조단위중량은 $\gamma_{d,\,\text{field}} = \frac{2000}{1000} = 2.0g/cm^3$이다.
4. 상대다짐도는 $R_c = \frac{2.0}{2.2} \times 100 = 90.909\ldots\%$이므로, 소수점 둘째 자리 이하를 버리면 90.9%이다.

선지별 해설

① X: 계산 결과가 90.9%이므로 89.1%는 틀리다. 건조질량을 과소평가하거나 시험공 부피를 과대평가하면 이런 값으로 치우친다. 올바르게는 상대다짐도가 90.9%이다.
② O: 현장 건조단위중량이 $2.0g/cm^3$, 최대 건조단위중량이 $2.2g/cm^3$이므로 상대다짐도는 90.9%이다.
③ X: 92.3%는 계산 결과와 다르다. 함수비 20%를 반영해 습윤질량 $2.4kg$를 반드시 건조질량 $2.0kg$으로 바꿔야 한다. 올바르게는 상대다짐도가 90.9%이다.
④ X: 94.5%는 현장 건조단위중량을 실제보다 크게 잡았을 때 나오는 과대값이다. 상대다짐도는 최대 건조단위중량과의 비이므로 올바르게는 90.9%이다.

오답 포인트

함수비가 주어졌는데 습윤질량 $2.4kg$를 그대로 건조질량처럼 쓰는 실수가 가장 흔하다. 또 표준사 질량과 표준사의 건조단위중량으로 시험공 부피를 구한 뒤, 마지막에 현장 건조단위중량을 최대 건조단위중량으로 나누어야 하는데 이 순서를 섞으면 오답이 나온다.

다시 나오면 이렇게 판단

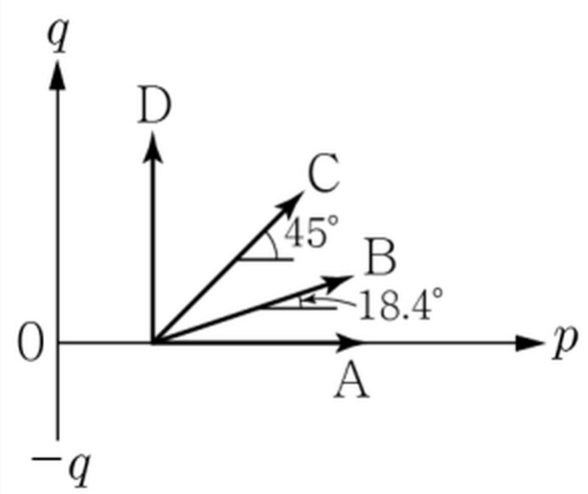
모래치환법 계산형은 먼저 습윤질량을 건조질량으로 환산하고, 다음에 표준사로 시험공 부피를 구하며, 그다음 현장 건조단위중량을 계산한 뒤 마지막에 최대 건조단위중량과 비교해 상대다짐도를 구하는 순서로 판단한다.

암기 포인트

상대다짐도는 현장 건조단위중량최대 건조단위중량 × 100이며, 모래치환법에서는 건조질량과 시험공 부피를 먼저 구해야 한다.

NoteBase

문 14. 다음은 등방초기응력조건에서 얻게 되는 여러 가지 응력 경로를 나타낸 것이다. $\Delta\sigma_h = \frac{1}{2}\Delta\sigma_v$를 나타내는 응력 경로는 무엇인가? (단, $p = \frac{\sigma_v + \sigma_h}{2}$, $q = \frac{\sigma_v - \sigma_h}{2}$이다.)



① A

② B

③ C

④ D

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 p-q 평면에서 응력증분 $\Delta\sigma_v$, $\Delta\sigma_h$를 Δp, Δq로 바꾸어 응력경로의 기울기를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 조건은 $\Delta\sigma_h = \frac{1}{2}\Delta\sigma_v$이다.
또한 $p = \frac{\sigma_v + \sigma_h}{2}$, $q = \frac{\sigma_v - \sigma_h}{2}$이므로 증분도 같은 형태로 $\Delta p = \frac{\Delta\sigma_v + \Delta\sigma_h}{2}$, $\Delta q = \frac{\Delta\sigma_v - \Delta\sigma_h}{2}$이다.
등방초기응력조건은 시작점이 $q = 0$인 상태라는 뜻이고, 경로의 방향은 증분비로 결정된다.

사용할 공식

$\Delta p = \frac{\Delta\sigma_v + \Delta\sigma_h}{2}$, $\Delta q = \frac{\Delta\sigma_v - \Delta\sigma_h}{2}$를 사용한다.
이 공식을 쓰는 이유는 문제의 보기 A, B, C, D가 모두 p-q 평면에서의 방향을 나타내므로, 주어진 응력증분을 바로 Δp와 Δq로 바꾸어 기울기 $\frac{\Delta q}{\Delta p}$를 비교해야 하기 때문이다.

NoteBase

계산 과정

1. $\Delta\sigma_h = \frac{1}{2}\Delta\sigma_v$를 대입한다.
2. $\Delta p = \frac{\Delta\sigma_v + \frac{1}{2}\Delta\sigma_v}{2} = \frac{3}{4}\Delta\sigma_v$이다.
3. $\Delta q = \frac{\Delta\sigma_v - \frac{1}{2}\Delta\sigma_v}{2} = \frac{1}{4}\Delta\sigma_v$이다.
4. 따라서 경로의 기울기는 $\frac{\Delta q}{\Delta p} = \frac{1/4}{3/4} = \frac{1}{3}$이다.
5. 경사각은 $\theta = \tan^{-1}\left(\frac{1}{3}\right) \approx 18.4\,^\circ$이므로 B 방향이다.

선지별 해설

① X: A는 q가 증가하지 않고 p만 증가하는 수평 경로이다. 이는 $\Delta q = 0$, 즉 $\Delta\sigma_v = \Delta\sigma_h$일 때의 경로이다. 틀린 표현은 A라는 판단이고, 올바르게는 A는 수직응력과 수평응력이 같은 크기로 함께 증가하는 등방증분 경로이다.
② O: 계산 결과 $\frac{\Delta q}{\Delta p} = \frac{1}{3}$이고, 이는 $\theta \approx 18.4\,^\circ$에 해당한다. 따라서 B가 맞다.
③ X: C는 약 $45\,^\circ$ 방향이므로 $\Delta q = \Delta p$일 때의 경로이다. 이를 풀면 $\Delta\sigma_h = 0$이므로 수직응력만 증가하는 경우에 해당한다. 틀린 표현은 C라는 판단이고, 올바르게는 C는 수평응력 증가가 없는 경로이다.
④ X: D는 p 변화 없이 q만 증가하는 수직 경로이다. 이는 $\Delta p = 0$, 즉 $\Delta\sigma_h = -\Delta\sigma_v$일 때 가능하다. 틀린 표현은 D라는 판단이고, 올바르게는 D는 평균응력 일정 상태에서 편차응력만 증가하는 경로이다.

오답 포인트

가장 흔한 오답은 $\Delta\sigma_h = \frac{1}{2}\Delta\sigma_v$를 보고 바로 경사각을 $\tan^{-1}(1/2)$로 잡는 실수이다. 응력경로의 경사는 $\frac{\Delta\sigma_h}{\Delta\sigma_v}$가 아니라 $\frac{\Delta q}{\Delta p}$로 판단해야 한다. 또 p는 합의 절반, q는 차의 절반이라는 정의를 뒤바꾸면 A나 C를 고르기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

p-q 응력경로 문제는 먼저 응력증분을 Δp, Δq로 변환한 뒤 $\frac{\Delta q}{\Delta p}$로 방향을 판단하면 된다. 보기 각도가 주어지면 마지막에만 $\theta = \tan^{-1}\left(\frac{\Delta q}{\Delta p}\right)$로 연결하면 된다.

암기 포인트

p는 평균응력이므로 합의 절반이고, q는 편차응력이므로 차의 절반이다. 따라서 응력경로의 기울기는 항상 합과 차를 먼저 만든 뒤 판단하는 구조이다.

NoteBase

문 15. 주어진 흙의 최대 간극비와 최소 간극비는 각각 0.8과 0.4이며, 단위중량은 18kN/m^3, 함수비는 20% 그리고 비중은 2.4이다. 이때 이 흙의 상대밀도는 얼마인가? (단, 물의 단위중량은 10kN/m^{3}으로 가정한다.)

① 33.5%

② 40.2%

③ 50.0%

④ 58.1%

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 함수비가 있는 흙의 단위중량식으로 현재 간극비를 구한 뒤, 최대·최소 간극비로 상대밀도를 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값은 최대 간극비 $e_{max} = 0.8$, 최소 간극비 $e_{min} = 0.4$, 단위중량 $\gamma = 18kN/m^3$, 함수비 $w = 0.2$, 비중 $G_s = 2.4$, 물의 단위중량 $\gamma_w = 10kN/m^3$이다.
구해야 할 값은 현재 흙의 상대밀도 D_r이다.
주의할 조건은 먼저 현재 간극비 e를 구해야 하며, 상대밀도는 간극비로 계산한다는 점이다.

사용할 공식

사용식은 $\gamma = \gamma_d(1+w) = \frac{G_s\gamma_w(1+w)}{1+e}$ 이고, 상대밀도는 $D_r = \frac{e_{max}-e}{e_{max}-e_{min}} \times 100\%$ 이다.
이 공식을 쓰는 이유는 문제에서 습윤 상태의 단위중량, 함수비, 비중이 주어졌으므로 현재 간극비를 역산할 수 있고, 상대밀도는 최대·최소 간극비와 현재 간극비의 상대적 위치로 정의되기 때문이다.

계산 과정

1. 단위중량식에 값을 대입한다.

$$18 = \frac{2.4 \times 10 \times (1+0.2)}{1+e} = \frac{28.8}{1+e}$$

2. 현재 간극비를 구한다.

$$1+e = \frac{28.8}{18} = 1.6, \quad e = 0.6$$

3. 상대밀도를 계산한다.

$$D_r = \frac{0.8-0.6}{0.8-0.4} \times 100 = \frac{0.2}{0.4} \times 100 = 50.0\%$$

따라서 상대밀도는 50.0%이다.

NoteBase

선지별 해설

① X: 계산된 상대밀도는 50.0%이므로 33.5%는 맞지 않는다. 틀린 표현은 상대밀도를 33.5%로 본 부분이며, 올바르게는 상대밀도는 50.0%이다.
② X: 현재 간극비를 $e = 0.6$으로 구하면 상대밀도는 50.0%이므로 40.2%는 맞지 않는다. 틀린 표현은 상대밀도를 40.2%로 본 부분이며, 올바르게는 상대밀도는 50.0%이다.
③ O: 단위중량식으로 현재 간극비 $e = 0.6$을 구한 뒤 상대밀도식을 적용하면 $D_r = 50.0\%$가 된다. 최대 간극비와 최소 간극비의 중간 위치에 있으므로 값도 정확히 50.0%가 된다.
④ X: 제시된 조건으로 계산한 상대밀도는 50.0%이므로 58.1%는 맞지 않는다. 틀린 표현은 상대밀도를 58.1%로 본 부분이며, 올바르게는 상대밀도는 50.0%이다.

오답 포인트

상대밀도를 바로 계산하지 않고 먼저 현재 간극비를 구해야 한다는 점이 함정이다. 함수비가 주어졌는데 건조단위중량식만 바로 쓰거나, 상대밀도식을 $(e - e_{min})/(e_{max} - e_{min})$처럼 반대로 쓰면 오답이 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

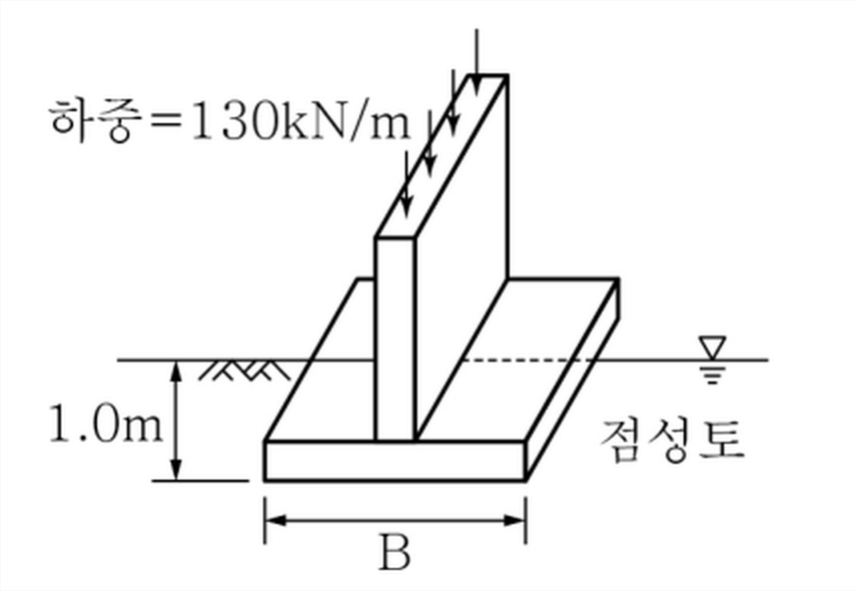
상대밀도 문제는 먼저 γ, w, G_s, γ_w로 현재 간극비 e를 역산하고, 그 다음 $D_r = \frac{e_{max} - e}{e_{max} - e_{min}} \times 100\%$를 적용하는 순서로 판단한다.

암기 포인트

상대밀도는 현재 간극비가 최소 간극비에 가까울수록 커지며, 식은 $D_r = \frac{e_{max} - e}{e_{max} - e_{min}} \times 100\%$이다.

NoteBase

문 16. 그림과 같이 포화된 점성토층 위에 벽기초를 축조하려 한다. 기초 위에는 단위길이(m)당 130 kN의 하중이 작용하며, 기초의 근입깊이(D)는 1.0m이다. 점성토의 포화단위중량은 20kN/m^3이고, 점착력은 20 kPa, 내부마찰각은 0, 안전율(Fs)은 3을 적용할 때 Terzaghi 지지력 공식을 사용하여 결정할 수 있는 기초의 최소 폭은 얼마인가? (단, Nc=5.7, Nr=0, Nq=1, $\gamma_w = 10\text{kN/m}^3$로 계산하고 소수점 셋째 자리에서 반올림한다.)



① 0.15m

② 1.15m

③ 2.15m

④ 3.15m

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 포화 점성토에서 $\phi = 0$인 띠기초의 Terzaghi 지지력 공식을 적용하여 허용지지력과 최소 기초폭을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 하중 $P = 130kN/m$, 근입깊이 $D = 1.0m$, 점착력 $c = 20kPa$, 포화단위중량 $\gamma_{sat} = 20kN/m^3$, 물의 단위중량 $\gamma_w = 10kN/m^3$, 안전율 $Fs = 3$이다.
구해야 할 값: 최소 기초폭 B이다.
주의할 조건: 포화 점성토이므로 유효단위중량은 $\gamma' = \gamma_{sat} - \gamma_w = 10kN/m^3$이고, $\phi = 0$이므로 $N_q = 1$, $N_\gamma = 0$이다.

NoteBase

사용할 공식

Terzaghi 띠기초의 극한지지력은
$q_u = cN_c + \gamma' DN_q + \frac{1}{2}\gamma' BN_\gamma$
이다.
이 문제는 포화 점성토에서 $\phi = 0$ 조건이므로 $N_\gamma = 0$이 되어 폭에 관한 항이 사라지고, 계산한 극한지지력을 안전율로 나누어 허용지지력을 구한 뒤 P/B와 비교하면 된다.

계산 과정

1. 유효단위중량을 구하면 $\gamma' = 20 - 10 = 10kN/m^3$이다.
2. 극한지지력은
$q_u = 20 \times 5.7 + 10 \times 1.0 \times 1 + \frac{1}{2} \times 10 \times B \times 0 = 124kPa$
이다.
3. 허용지지력은
$q_a = \frac{q_u}{Fs} = \frac{124}{3} = 41.333\cdots kPa$
이다.
4. 기초저면 접지압 P/B가 허용지지력 이하가 되어야 하므로
$\frac{130}{B} = 41.333\cdots$
에서
$B = \frac{130}{41.333\cdots} = 3.145\cdots m$
이다.
5. 소수점 셋째 자리에서 반올림하면 최소 기초폭은 $3.15m$이다.

선지별 해설

① X
- 틀린 표현은 '0.15m'이다. 계산된 최소 기초폭은 $3.15m$이므로 $0.15m$는 허용지지력에 비해 지나치게 작아 성립할 수 없다. 올바르게는 '3.15m'이다.

② X
- 틀린 표현은 '1.15m'이다. $B = 1.15m$이면 접지압은 $130/1.15 \approx 113.04kPa$로 허용지지력 $41.33kPa$를 크게 초과한다. 올바르게는 '3.15m'이다.

③ X
- 틀린 표현은 '2.15m'이다. $B = 2.15m$이면 접지압은 $130/2.15 \approx 60.47kPa$로 여전히 허용지지력보다 크다. 올바르게는 '3.15m'이다.

④ O
- $B = 3.15m$이면 접지압은 $130/3.15 \approx 41.27kPa$로 허용지지력 $41.33kPa$ 이하가 된다. 계산 결과와 일치하므로 옳다.

NoteBase

오답 포인트

포화 점성토라는 조건을 보고도 γ_{sat}를 그대로 쓰거나, 허용지지력을 구하지 않고 극한지지력을 바로 사용하면 폭이 작게 나온다. 또한 $\phi = 0$일 때 $N_\gamma = 0$이라는 점을 놓치면 불필요하게 B가 들어간 식을 세우게 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

포화 점토의 지지력 문제는 먼저 $\gamma' = \gamma_{sat} - \gamma_w$를 구하고, 다음에 $\phi = 0$ 여부를 확인하여 Terzaghi 식을 단순화한 뒤, 극한지지력을 안전율로 나누어 허용지지력과 P/B를 비교하는 순서로 판단한다.

암기 포인트

$\phi = 0$ 점토의 띠기초는 $N_q = 1$, $N_\gamma = 0$이므로 $q_u = cN_c + \gamma' D$로 정리되고, 최소 폭은 P/q_a로 계산된다.

NoteBase

문 17. 점착력이 5 kPa인 건조토에 대한 직접전단시험을 통해 수직응력이 50 kPa일 때 전단강도가 35 kPa로 측정되었다. 이때 동일한 흙에 대해 수직응력이 100 kPa일 때의 전단강도를 계산하면 얼마인가? (단, Mohr–Coulomb의 파괴이론에 근거하여 계산하시오.)

① 45 kPa

② 55 kPa

③ 65 kPa

④ 75 kPa

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 직접전단시험 결과에 Mohr-Coulomb 파괴이론 $\tau_f = c + \sigma\tan\phi$를 적용하여 다른 수직응력에서의 전단강도를 구하는 문제이다.

조건 정리

- 주어진 값: 점착력 $c = 5kPa$, 수직응력 $\sigma = 50kPa$일 때 전단강도 $\tau_f = 35kPa$
- 구해야 할 값: 수직응력 $\sigma = 100kPa$일 때 전단강도
- 주의할 조건: 동일한 흙이므로 c와 ϕ는 같게 본다.

사용할 공식

사용 공식은 $\tau_f = c + \sigma\tan\phi$이다.
이 공식을 쓰는 이유는 직접전단시험의 파괴 전단강도가 점착력과 마찰성분의 합으로 표현되기 때문이다.

계산 과정

1. 처음 조건에서 마찰성분을 구하면 $35 = 5 + 50\tan\phi$이다.
2. 따라서 $50\tan\phi = 30$, $\tan\phi = 0.6$이다.
3. 같은 흙에 대해 $\sigma = 100kPa$를 대입하면 $\tau_f = 5 + 100 \times 0.6 = 65kPa$이다.

NoteBase

선지별 해설

① X: 계산 결과는 45kPa가 아니라 65kPa이다. 틀린 부분은 전단강도를 45kPa로 본 점이며, 올바르게는 65kPa이다.
② X: 계산 결과는 55kPa가 아니라 65kPa이다. 틀린 부분은 전단강도를 55kPa로 본 점이며, 올바르게는 65kPa이다.
③ O: $\tau_f = 5 + 100 \times 0.6 = 65kPa$이므로 옳다.
④ X: 계산 결과는 75kPa가 아니라 65kPa이다. 틀린 부분은 전단강도를 75kPa로 본 점이며, 올바르게는 65kPa이다.

오답 포인트

점착력 c를 한 번 더 더하거나, 처음 조건의 전단강도 35kPa를 단순 비례시켜 오답을 고르기 쉽다. 이 문제는 먼저 $\tan\phi$를 구한 뒤 새 수직응력에 다시 대입해야 한다는 점이 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

직접전단시험 계산형 문제는 먼저 $\tau_f = c + \sigma\tan\phi$에서 미지수 $\tan\phi$ 또는 ϕ를 구하고, 같은 흙이라는 조건이면 그 값을 새 응력조건에 다시 넣어 판단한다.

암기 포인트

Mohr-Coulomb 전단강도는 점착력 c와 마찰성분 $\sigma\tan\phi$의 합이다.

NoteBase

문 18. 다짐점토의 구조와 공학적 특성에 대한 다음 설명 중 가장 옳은 것은?

① 흙은 습윤 측에서 다질 때보다 건조 측에서 다질 때 더욱 면모화되는 경향이 있다.

② 낮은 압력에서 압밀시험을 하면 습윤 측에서 다진 흙의 압축성이 건조 측에서 다진 흙의 압축성에 비하여 훨씬 작은 것으로 나타난다.

③ 다질 때의 함수비가 그대로 유지된다고 가정하였을 때 동일한 다짐에너지에 대해서 건조 측보다 습윤 측의 강도가 더 크다.

④ 최적함수비(OMC)의 습윤 측에서 다짐이 된 흙의 팽창성이 건조 측에서 다짐이 된 흙의 팽창성보다 더 크다.

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 다짐점토가 건조측에서는 면모구조, 습윤측에서는 분산구조를 띠기 쉬우며 그에 따라 압축성, 강도, 팽창성이 어떻게 달라지는지를 묻는 문제이다.

핵심 개념

건조측 다짐토는 OMC보다 낮은 함수비에서 다져져 입자 배열이 면모구조를 이루기 쉽고, 일반적으로 강도와 팽창성이 크게 나타난다.
습윤측 다짐토는 OMC보다 높은 함수비에서 다져져 입자 배열이 분산구조를 이루기 쉽고, 낮은 압력 영역에서는 압축성이 더 크게 나타나는 경향이 있다.

선지별 해설

① O: 건조측에서는 물막이 얇아 점토 입자들이 면-모서리식으로 뭉치기 쉬우므로 습윤측보다 더 면모화되는 경향이 있다.
② X: 틀린 부분은 "습윤 측에서 다진 흙의 압축성이 … 훨씬 작은"이다. 낮은 압력의 압밀에서는 일반적으로 습윤측 다짐토의 압축성이 건조측 다짐토보다 더 크다. 건조측의 면모구조가 초기에는 외력에 더 저항하기 때문이다.
③ X: 틀린 부분은 "건조 측보다 습윤 측의 강도가 더 크다"이다. 다짐 당시의 함수비가 그대로 유지되는 조건에서는 일반적으로 건조측 다짐토의 강도가 더 크다. 습윤측은 분산구조와 높은 함수비 때문에 강도가 더 작다.
④ X: 틀린 부분은 "습윤 측에서 다짐이 된 흙의 팽창성이 … 더 크다"이다. 팽창성은 보통 건조측 다짐토가 더 크다. 건조측은 수분 결핍이 크고 면모구조를 띠어 물을 만나면 더 크게 팽창한다.

오답 포인트

②와 ④는 습윤측이 더 조밀해 보인다는 인상만으로 압축성과 팽창성까지 모두 작다고 연결하면 틀리기 쉽다. 압축성은 낮은 압력에서의 구조 저항을, 팽창성은 수분 결핍과 구조 특성을 따로 보아야 한다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

건조측은 면모구조, 강도 큼, 팽창 큼으로 묶고, 습윤측은 분산구조, 낮은 압력에서 압축성 큼으로 묶으면 선지 판단이 정리된다.

암기 포인트

건조측은 면모·강도·팽창, 습윤측은 분산·압축성으로 기억된다.

NoteBase

문 19. 포화된 점토로 뒤채움된 옹벽이 있다. 배면은 연직이고 뒤채움 표면은 수평이다. 포화된 점토의 단위중량은 20kN/m^{3}이다. 비배수 조건(ϕ=0)의 경우 인장균열 최대 깊이가 2m이다. 이때 뒤채움 재료에 대해 비압밀비배수(UU) 삼축압축시험을 수행하였을 때, 구속압 15kN/m^{2}에서 파괴를 유발하는 축차응력의 크기는 얼마인가? (단, Rankine 토압이론에 근거하여 계산하시오.)

① 15kN/m^2

② 20kN/m^2

③ 30kN/m^2

④ 40kN/m^2

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 인장균열 깊이로 비배수 점토의 비배수 전단강도 c_u를 구한 뒤, $\phi = 0$ UU 삼축압축시험의 파괴 축차응력 $\sigma_1 - \sigma_3$를 연결하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값은 포화점토의 단위중량 $\gamma = 20kN/m^3$, 인장균열 최대 깊이 $z_c = 2m$, 구속압 $\sigma_3 = 15kN/m^2$이다.
구해야 할 값은 파괴를 유발하는 축차응력 $\sigma_1 - \sigma_3$이다.
주의할 조건은 비배수 조건이므로 $\phi = 0$이고, Rankine 토압식에서 $K_a = 1$이 된다는 점이다.

사용할 공식

인장균열 깊이는 $z_c = \frac{2c_u}{\gamma}$이다.
$\phi = 0$인 UU 삼축압축시험의 파괴 축차응력은 $\sigma_1 - \sigma_3 = 2c_u$이다.
이 공식을 쓰는 이유는 인장균열은 점착력 때문에 생기는 음의 능동토압 구간의 끝점에서 결정되고, UU 시험의 총응력 파괴조건은 $\phi = 0$이므로 Mohr-Coulomb 식이 $\sigma_1 - \sigma_3 = 2c_u$로 단순화되기 때문이다.

계산 과정

1. 인장균열 깊이식에서 비배수 전단강도를 구하면 $c_u = \frac{\gamma z_c}{2} = \frac{20 \times 2}{2} = 20kN/m^2$이다.
2. $\phi = 0$인 UU 시험의 파괴 축차응력은 $\sigma_1 - \sigma_3 = 2c_u = 2 \times 20 = 40kN/m^2$이다.
3. 주어진 구속압 $15kN/m^2$는 축차응력 자체가 아니라 주변압이다. 따라서 파괴 시 축차응력의 크기는 $40kN/m^2$이다.

NoteBase

선지 판단

1번 X: $15kN/m^2$는 문제에서 준 구속압 σ_3 값일 뿐 파괴 축차응력이 아니다. 올바르게는 축차응력은 $2c_u$로 계산해야 한다.
2번 X: $20kN/m^2$는 인장균열 깊이로부터 구한 비배수 전단강도 c_u 값이다. 올바르게는 문제에서 묻는 값은 전단강도 자체가 아니라 파괴 축차응력 $\sigma_1 - \sigma_3$이므로 $40kN/m^2$가 된다.
3번 X: $30kN/m^2$는 구속압 $15kN/m^2$와 전단강도 $20kN/m^2$를 임의로 더하거나 일부만 반영한 값에 가깝다. 올바르게는 $\phi = 0$ UU 조건에서 축차응력은 구속압과 무관하게 $2c_u$로 정해진다.
4번 O: 인장균열 깊이 $2m$로부터 $c_u = 20kN/m^2$를 구하고, UU 시험의 파괴 축차응력 $\sigma_1 - \sigma_3 = 2c_u$를 적용하면 $40kN/m^2$가 된다.

오답 포인트

이 문항은 c_u, 구속압 σ_3, 축차응력 $\sigma_1 - \sigma_3$를 서로 다른 값으로 구분하지 못하면 틀린다. 특히 2번처럼 c_u를 바로 정답으로 고르거나, 1번처럼 구속압을 축차응력으로 착각하는 함정이 크다.

다시 나오면 이렇게 판단

비배수 점토와 인장균열이 나오면 먼저 $z_c = 2c_u/\gamma$로 c_u를 구한 뒤, $\phi = 0$ 삼축시험이면 $\sigma_1 - \sigma_3 = 2c_u$로 바로 연결해 판단한다.

암기 포인트

비배수 점토 $\phi = 0$에서는 인장균열 깊이로 c_u를 구하고, UU 파괴 축차응력은 항상 $2c_u$이다.

NoteBase

문 20. 상층부는 모래층이고 하층부는 암반층인 두께 2m의 점토층이 하중을 받고 있다. 이 점토층의 투수계수 $k = 3 \times 10^{-7}$cm/sec, 간극비 $e = 0.5$, 압축계수 $a_v = 0.045\text{cm}^2/\text{kg}$일 때 평균 압밀도 50%에 도달하는 데 걸리는 시간은 며칠인가?

① 6.52일

② 9.12일

③ 11.24일

④ 13.50일

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 압밀계수 C_v를 구한 뒤 시간계수 T_v와 배수거리 H_{dr}를 적용하여 평균 압밀도 50%에 도달하는 시간을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값은 투수계수 $k = 3 \times 10^{-7} cm/sec$, 간극비 $e = 0.5$, 압축계수 $a_v = 0.045 cm^2/kg$, 점토층 두께 $2m$이다.
구해야 할 값은 평균 압밀도 50%에 도달하는 시간이다.
상부는 모래층, 하부는 암반층이므로 위쪽으로만 배수되는 단일배수 조건이고 배수거리는 $H_{dr} = 2m = 200cm$이다.
체적압축계수는 $m_v = \frac{a_v}{1+e} = \frac{0.045}{1.5} = 0.03 cm^2/kg$이다.

사용할 공식

압밀계수는 $C_v = \frac{k}{m_v \gamma_w}$, 압밀시간은 $t = \frac{T_v H_{dr}^2}{C_v}$를 사용한다.
이 공식을 쓰는 이유는 문제에서 투수계수, 간극비, 압축계수를 주고 특정 평균 압밀도에 도달하는 시간을 묻고 있기 때문이다.
물의 단위중량은 중력단위계에서 $\gamma_w = 0.001 kg/cm^3$로 둔다.
평균 압밀도 $U = 50\%$일 때 시간계수는 $T_v = 0.197$이다.

계산 과정

1. 체적압축계수를 구하면 $m_v = \frac{0.045}{1+0.5} = 0.03 cm^2/kg$이다.
2. 압밀계수는 $C_v = \frac{3 \times 10^{-7}}{0.03 \times 0.001} = 0.01 cm^2/sec$이다.
3. 단일배수이므로 $H_{dr} = 200cm$를 넣으면 $t = \frac{0.197 \times 200^2}{0.01} = 788000 sec$이다.
4. 이를 일수로 바꾸면 $\frac{788000}{86400} = 9.12$일이다.

NoteBase

선지별 해설

① X

6.52일은 정답 계산값 9.12일보다 작다. 평균 압밀도 50%에 대한 시간계수 $T_v = 0.197$ 또는 단일배수의 배수거리 $H_{dr} = 2m$를 작게 잡으면 이런 과소값이 나온다. 틀린 수치는 6.52일이고, 올바르게는 9.12일이다.

② O

m_v, C_v, H_{dr}, T_v를 올바르게 적용하면 $t = 9.12$일이므로 맞는 선택지이다.

③ X

11.24일은 $U = 50\%$에 해당하는 $T_v = 0.197$보다 큰 시간계수를 잘못 적용할 때 나오는 값에 가깝다. 이 문제는 평균 압밀도 50%이므로 11.24일이 아니라 9.12일이 맞다.

④ X

13.50일은 m_v 대신 $a_v = 0.045 cm^2/kg$를 그대로 써서 압밀계수를 작게 계산할 때 나오는 값에 가깝다. 틀린 표현은 13.50일이고, 올바르게는 $m_v = \frac{a_v}{1+e}$를 구한 뒤 계산한 9.12일이다.

오답 포인트

이 문항의 함정은 압축계수 a_v와 체적압축계수 m_v를 혼동하는 점, 그리고 상부만 배수되는 단일배수 조건을 놓치는 점이다. a_v를 그대로 쓰거나 H_{dr}를 절반으로 잡으면 오답으로 바로 이어진다.

다시 나오면 이렇게 판단

압밀 시간 문제는 먼저 배수조건으로 H_{dr}를 정하고, a_v가 주어지면 $m_v = \frac{a_v}{1+e}$로 바꾼 뒤, $C_v = \frac{k}{m_v \gamma_w}$, $t = \frac{T_v H_{dr}^2}{C_v}$ 순서로 계산하면 된다.

암기 포인트

압밀시간은 H_{dr}^2에 비례하고, a_v가 주어지면 먼저 $m_v = \frac{a_v}{1+e}$로 바꾼다.

NoteBase