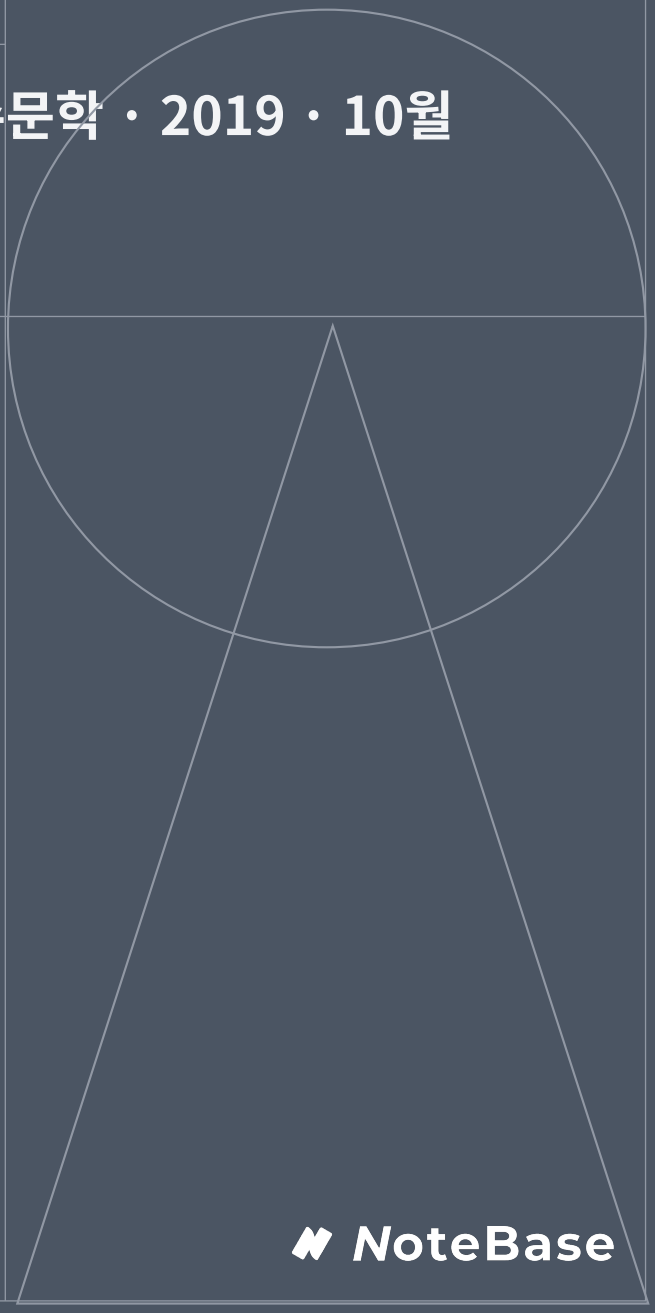
기출OX 해설집

공무원/서울시/7급 · 수리수문학 · 2019 · 10월



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/서울시/7급 · 수리수문학 · 2019 · 10월

공무원/서울시/7급 · 수리수문학 · 2019 · 10월

문 1. 베르누이(Bernoulli)의 정리에 관한 설명 중 가장 옳지 않은 것은?

① 외력은 중력만 작용한다.

② 다른 유선에 대하여 성립한다.

③ 정상류라고 가정하여 얻은 결과이다.

④ 마찰에 의한 에너지 손실이 없는 이상유체인 동시에 비압축성 유체의 흐름이어야 한다.

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 베르누이 정리가 어떤 가정에서 유도되고 어느 범위에서 성립하는지를 구별할 수 있는지를 묻는다.

핵심 개념

베르누이 정리는 비점성·비압축성 유체의 정상류에서 같은 유선을 따라 압력수두, 속도수두, 위치수두의 합이 일정하다는 내용이다.
같은 유선에서는 성립하지만, 서로 다른 유선 사이에는 일반적으로 바로 적용되지 않고 무회전류일 때에만 유선과 무관하게 같은 상수를 쓸 수 있다.

선지별 해설

1번: O. 베르누이 정리의 기본 유도에서는 유체에 작용하는 체적력으로 중력만 고려하는 경우를 표준적으로 다룬다. 이 선지는 '중력만 작용한다'는 교과서적 가정을 말한 것으로 볼 수 있다.
2번: X. 틀린 표현은 '다른 유선에 대하여 성립한다'이다. 베르누이 정리는 일반적으로 같은 유선에 대하여 성립한다. 다른 유선에도 같은 형태로 적용하려면 흐름이 무회전류여야 한다.
3번: O. 베르누이 정리는 정상류를 가정하여 얻는 결과이다. 시간에 따라 유동이 변하는 비정상류에서는 그대로 적용할 수 없다.
4번: O. 표준적인 베르누이 정리는 마찰에 의한 에너지 손실이 없는 비점성 이상유체이면서 비압축성 유체의 흐름을 전제로 한다. 따라서 선지의 취지는 옳다.

NoteBase

오답 포인트

많이 헷갈리는 지점은 '같은 유선'과 '다른 유선'의 구별이다. 베르누이 식의 모양만 외우면 모든 위치 사이에 항상 적용된다고 착각하기 쉬우나, 일반 유동에서는 유선마다 상수가 달라질 수 있다.

다시 나오면 이렇게 판단

베르누이 관련 선지를 보면 먼저 정상류, 비점성, 비압축성 가정이 있는지 확인하고, 그다음 적용 범위가 같은 유선인지 다른 유선인지 본다. '다른 유선에도 성립한다'라는 문장은 무회전 조건이 빠져 있으면 틀린 선지로 판단된다.

암기 포인트

베르누이 정리는 정상류의 같은 유선에서 성립하고, 다른 유선까지 확장되려면 무회전 조건이 필요하다.

NoteBase

문 2. 체적탄성계수가 $2{,}000\text{kg}_\text{f}/\text{cm}^2$인 실린더 속의 액체가 $100\text{kg}_\text{f}/\text{cm}^2$의 압력을 받을 때 부피가 5cm^3이다. 실린더의 압력을 $200\text{kg}_\text{f}/\text{cm}^2$으로 증가시켰을 때 액체의 부피는?

① 4.50cm^3

② 4.75cm^3

③ 5.25cm^3

④ 5.50cm^3

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 체적탄성계수와 압력 변화량의 관계를 이용해 압력 증가 후 액체의 부피를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값:
- 체적탄성계수 $K = 2000 kgf/cm^2$
- 초기 부피 $V = 5 cm^3$
- 압력 변화량 $\Delta p = 200 - 100 = 100 kgf/cm^2$

구해야 할 값:
- 압력이 $200 kgf/cm^2$일 때의 부피

주의할 조건:
- 최종 압력 200이 아니라 증가한 압력 $100 kgf/cm^2$를 사용한다.

사용할 공식

체적탄성계수는 $K = -V\frac{\Delta p}{\Delta V}$ 이므로 부피 변화는 $\Delta V = -V\frac{\Delta p}{K}$ 이다.

이 공식을 쓰는 이유:

이 문제는 액체가 압력 증가에 따라 얼마나 압축되는지를 묻고 있으므로 체적탄성계수의 정의식을 그대로 적용하는 상황이다.

계산 과정

1. 압력 변화량은 $\Delta p = 200 - 100 = 100 kgf/cm^2$ 이다.
2. 부피 변화는 $\Delta V = -5 \times \frac{100}{2000} = -0.25 cm^3$ 이다.
3. 따라서 최종 부피는 $V_2 = 5 + (-0.25) = 4.75 cm^3$ 이다.

NoteBase

선지별 해설

① X
- 계산 결과는 $4.75cm^3$이므로 ①의 "$4.50cm^3$"은 틀리다.
- 올바르게는 "$4.75cm^3$"이다.
- 이 값은 압력 증가량 100 대신 최종 압력 200을 그대로 넣어 부피 감소량을 $0.50cm^3$로 잘못 계산할 때 나오기 쉽다.

② O
- 체적탄성계수 식으로 계산한 최종 부피가 정확히 $4.75cm^3$이므로 옳다.
- 압력이 증가하면 액체 부피는 감소하고, 감소량은 $0.25cm^3$이다.

③ X
- 계산 결과보다 큰 $5.25cm^3$는 압력 증가 후 부피가 오히려 커진 값이므로 틀리다.
- 올바르게는 "$4.75cm^3$"이다.
- 이 값은 체적탄성계수 식의 음수를 무시하고 부피 변화를 증가로 처리할 때 나오기 쉽다.

④ X
- $5.50cm^3$도 압력 증가 후 팽창한 값이므로 틀리다.
- 올바르게는 "$4.75cm^3$"이다.
- 이 값은 압력 증가에 따른 압축 개념을 반대로 이해하거나 변화량의 부호를 잘못 잡을 때 선택하기 쉽다.

오답 포인트

이 문항의 함정은 최종 압력 $200kgf/cm^2$ 자체를 넣는 실수와, 압력이 증가하면 부피가 줄어든다는 부호 개념을 놓치는 데 있다. ①은 변화량과 최종값을 혼동한 오답이고, ③과 ④는 압축을 팽창으로 잘못 해석한 오답이다.

다시 나오면 이렇게 판단

체적탄성계수 문제는 먼저 압력의 변화량 Δp를 구하고, 다음에 $\Delta V = -V\frac{\Delta p}{K}$ 로 부피 감소량을 계산한 뒤,
마지막으로 최종 부피가 증가하는지 감소하는지 부호까지 검산하면 된다.

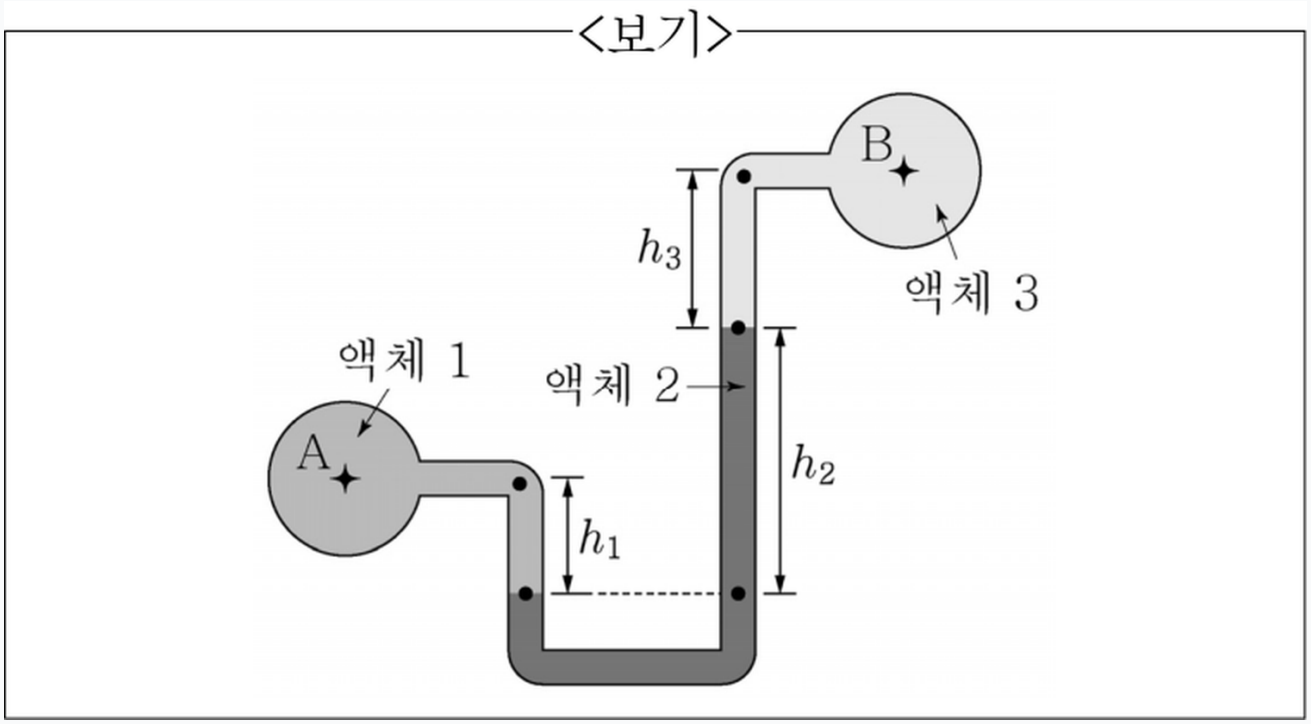
암기 포인트

체적탄성계수는 압력 증가와 부피 감소를 연결하는 값이므로 $\Delta p \uparrow \Rightarrow \Delta V \downarrow$ 관계를 함께 기억하면 된다.

NoteBase

문 3. <보기>와 같은 시차액주계에서 액체 1의 비중은 1, 액체 2의 비중은 10 그리고 액체 3의 비중은 0.8이다. $h_1 = 25\text{cm}$, $h_2 = 50\text{cm}$ 그리고 $h_3 = 30\text{cm}$일 때 A관과 B관 사이의 압력의 차이는? (단, 물의 단위중량은 $1t_f/m^3$이다.)

<보기>



① 2, 990kgf/m^2

② 3, 990kgf/m^2

③ 4, 990kgf/m^2

④ 5, 990kgf/m^2

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 시차액주계에서 같은 수평면의 압력은 같다는 원리로 $p_A - p_B$를 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값은 액체 1의 비중 1, 액체 2의 비중 10, 액체 3의 비중 0.8, $h_1 = 25cm$, $h_2 = 50cm$, $h_3 = 30cm$이다.

물의 단위중량이 $1tf/m^3$이므로 각 액체의 단위중량은 $\gamma_1 = 1.0tf/m^3 = 1{,}000kgf/m^3$, $\gamma_2 = 10tf/m^3 = 10{,}000kgf/m^3$, $\gamma_3 = 0.8tf/m^3 = 800kgf/m^3$이다.

구해야 할 값은 A관과 B관의 압력차이며, 높이는 m로 바꾸어 $h_1 = 0.25m$, $h_2 = 0.50m$, $h_3 = 0.30m$로 계산한다.

NoteBase

사용할 공식

같은 액체 2 안의 같은 수평면에서는 압력이 같으므로

$p_A + \gamma_1 h_1 = p_B + \gamma_2 h_2 + \gamma_3 h_3$

따라서

$p_A - p_B = \gamma_2 h_2 + \gamma_3 h_3 - \gamma_1 h_1$

가 된다.

이 공식을 쓰는 이유는 왼쪽 기준점으로 내려가면 액체 1 기둥만큼 압력이 증가하고, 오른쪽 기준점으로는 B점에서 액체 3과 액체 2 기둥을 따라 내려오며 압력이 증가하기 때문이다.

계산 과정

1. 기준식에 값을 대입한다.

$p_A - p_B = (10{,}000 \times 0.50) + (800 \times 0.30) - (1{,}000 \times 0.25)$

2. 각 항을 계산하면

$10{,}000 \times 0.50 = 5{,}000, \quad 800 \times 0.30 = 240, \quad 1{,}000 \times 0.25 = 250$

이다.

3. 따라서

$p_A - p_B = 5{,}000 + 240 - 250 = 4{,}990 kgf/m^2$

이다.

즉 A관의 압력이 B관보다 $4{,}990 kgf/m^2$만큼 크다.

선지별 해설

① X

수평 기준면 압력평형으로 계산한 압력차는 $2{,}990 kgf/m^2$가 아니라 $4{,}990 kgf/m^2$이다. 틀린 표현은 수치 2,990이고, 올바르게는 A관과 B관의 압력차가 $4{,}990 kgf/m^2$라는 것이다.

② X

오른쪽 액주가 만드는 압력증가 $\gamma_2 h_2 + \gamma_3 h_3$를 반영하면 결과는 $3{,}990 kgf/m^2$가 되지 않는다. 틀린 표현은 수치 3,990이고, 올바르게는 $4{,}990 kgf/m^2$이다.

③ O

$p_A - p_B = \gamma_2 h_2 + \gamma_3 h_3 - \gamma_1 h_1$에 값을 넣으면 $4{,}990 kgf/m^2$가 나온다. 계산값과 일치하므로 옳다.

④ X

왼쪽 액체 1의 기둥은 A쪽 압력에서 빼 주어야 하므로 압력차가 $5{,}990 kgf/m^2$까지 커지지 않는다. 틀린 표현은 수치 5,990이고, 올바르게는 $4{,}990 kgf/m^2$이다.

NoteBase

오답 포인트

시차액주계에서는 어느 쪽으로 내려가면 더하고 올라가면 빼는 부호 판단이 가장 큰 함정이다. 특히 $\gamma_3 h_3$를 빼거나 $\gamma_1 h_1$를 더하면 정답에서 멀어진다. 비중을 단위중량으로 바꾸지 않거나 cm를 m로 바꾸지 않는 실수도 자주 나온다.

다시 나오면 이렇게 판단

시차액주계 문제는 같은 수평면의 기준점을 먼저 잡고, 한쪽에서는 내려가며 더하고 다른 한쪽에서도 내려가며 더한 뒤 식을 정리한다. 마지막에는 단위중량과 높이 단위를 다시 확인해 압력 단위가 kgf/m^2로 맞는지 검산한다.

암기 포인트

시차액주계는 같은 수평면 압력평형과 내려가면 더하고 올라가면 뺀다는 규칙으로 정리하면 된다.

NoteBase

문 4. 유속을 u, 시간과 공간에 대한 변수를 각각 t, x로 두는 1차원 흐름에서 정상부등류(Steady–Nonuniform Flow)를 나타내는 표현은?

① $\partial u/\partial t = 0, \partial u/\partial x = 0$

② $\partial u/\partial t \neq 0, \partial u/\partial x = 0$

③ $\partial u/\partial t = 0, \partial u/\partial x \neq 0$

④ $\partial u/\partial t \neq 0, \partial u/\partial x \neq 0$

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 정상류와 부등류의 정의를 구분하여 시간 변화와 공간 변화 조건을 정확히 연결할 수 있는지를 묻는다.

핵심 개념

정상류는 한 지점에서 시간에 따라 유속이 변하지 않는 흐름이므로 $\partial u/\partial t = 0$이다.
부등류는 흐름방향 위치에 따라 유속이 변하는 흐름이므로 $\partial u/\partial x \neq 0$이다.
따라서 정상부등류는 시간적으로는 일정하지만 공간적으로는 변하는 1차원 흐름이다.

선지별 해설

1번 X: $\partial u/\partial t = 0$은 정상류 조건으로 맞지만, $\partial u/\partial x = 0$은 등류 조건이다. 틀린 표현은 공간 변화가 없다는 부분이며, 정상부등류는 올바르게는 $\partial u/\partial x \neq 0$이다.
2번 X: $\partial u/\partial t \neq 0$은 비정상류 조건이다. 틀린 표현은 시간 변화가 있다는 부분이며, 정상부등류는 올바르게는 $\partial u/\partial t = 0$이다.
3번 O: 정상류이므로 $\partial u/\partial t = 0$이고, 부등류이므로 $\partial u/\partial x \neq 0$이다. 정상과 부등의 정의를 동시에 만족하는 표현이다.
4번 X: $\partial u/\partial x \neq 0$은 부등류 조건으로 맞지만, $\partial u/\partial t \neq 0$이면 비정상류가 된다. 틀린 표현은 시간적으로 변한다는 부분이며, 정상부등류는 올바르게는 $\partial u/\partial t = 0$이다.

오답 포인트

정상과 등류를 같은 뜻으로 섞으면 1번으로 흐르기 쉽다. 정상은 시간축 기준이고, 등류·부등류는 공간축 기준이라는 구분이 핵심이다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 정상인지 비정상인지부터 확인해 $\partial/\partial t$의 0 여부를 정하고, 다음에 등류인지 부등류인지 확인해 $\partial/\partial x$의 0 여부를 정하면 된다.

NoteBase

암기 포인트

정상은 시간불변 $\partial/\partial t = 0$, 부등은 공간변화 $\partial/\partial x \neq 0$이다.

NoteBase

문 5. 1지점 ($z_1 = 15m,\ p_1 = 1.2kg_f/cm^2$)에서 2지점 ($z_2 = 30m,\ p_2 = 2.7kg_f/cm^2$)으로 물을 보내려고 한다. 유량을 $1m^3/s$로 할 때, 펌프의 소요 동력은? (단, 물의 단위중량은 $1t_f/m^3$이고, 관경은 일정하고, 손실수두는 무시한다.)

① 400마력 ($= 30,000kg_f \cdot m/s$)

② 300마력 ($= 22,500kg_f \cdot m/s$)

③ 200마력 ($= 15,000kg_f \cdot m/s$)

④ 150마력 ($= 11,250kg_f \cdot m/s$)

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 베르누이 방정식으로 펌프 양정 H_p를 구한 뒤 유체동력 $P = \gamma Q H_p$로 환산할 수 있는지를 묻는다.

조건 정리

주어진 값: 1지점은 $z_1 = 15m, p_1 = 1.2kgf/cm^2$이고 2지점은 $z_2 = 30m, p_2 = 2.7kgf/cm^2$이다. 유량은 $Q = 1m^3/s$이다.
구해야 할 값: 펌프의 소요 동력이다.
주의할 조건: 물의 단위중량은 $\gamma = 1tf/m^3$이고, 관경이 일정하며 손실수두를 무시하므로 속도수두 차는 0이다.

사용할 공식

펌프 양정은 $H_p = (z_2 - z_1) + \left(\frac{p_2}{\gamma} - \frac{p_1}{\gamma}\right) + \left(\frac{V_2^2 - V_1^2}{2g}\right)$이고, 소요 동력은 $P = \gamma Q H_p$ 이다.
이 공식을 쓰는 이유: 두 지점의 위치수두와 압력수두 차를 펌프가 보충해야 하며, 관경 일정·손실수두 무시 조건이므로 속도수두 변화와 손실항은 제외할 수 있다.

계산 과정

1. 위치수두 차는 $z_2 - z_1 = 30 - 15 = 15m$이다.
2. 압력수두 차는 $(p_2 - p_1)/\gamma$이다. $1kgf/cm^2 = 10tf/m^2$ 이므로 $1.5kgf/cm^2 = 15tf/m^2$이고, 이를 $\gamma = 1tf/m^3$로 나누면 $15m$이다.
3. 따라서 펌프 양정은 $H_p = 15 + 15 = 30m$이다.
4. 소요 동력은 $P = \gamma Q H_p = (1tf/m^3)(1m^3/s)(30m) = 30tf \cdot m/s = 30{,}000kgf \cdot m/s$이다.
5. 1마력은 $75kgf \cdot m/s$이므로 $30{,}000/75 = 400$마력이다.

NoteBase

선지 판단

1번 O: 계산 결과 소요 동력은 30,000 $kgf \cdot m/s$, 즉 400마력이다. 보기의 값이 계산값과 일치한다.
2번 X: 300마력은 22,500 $kgf \cdot m/s$에 해당하여 필요한 30,000 $kgf \cdot m/s$보다 작다. 압력차 $1.5kgf/cm^2$를 15m가 아니라 7.5m로 잘못 환산하면 가까운 오답이 나온다. 올바르게는 400마력이다.
3번 X: 200마력은 15,000 $kgf \cdot m/s$에 해당하여 전체 필요 양정 30m 중 한 항만 반영한 수준이다. 위치수두 차 15m와 압력수두 차 15m를 함께 더해야 하므로 틀리다. 올바르게는 400마력이다.
4번 X: 150마력은 11,250 $kgf \cdot m/s$에 불과하여 계산된 필요 동력과 큰 차이가 난다. 수두 합산이나 마력 환산을 잘못한 값이며, 올바르게는 400마력이다.

오답 포인트

압력 kgf/cm^2를 수두 m로 바꾸는 단위 변환을 빼먹거나, 위치수두 차와 압력수두 차 중 하나만 반영하면 오답이 된다. 관경 일정 조건 때문에 속도수두 차가 0이라는 점도 함께 확인해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

펌프 동력 문제는 먼저 베르누이 방정식으로 필요한 총수두를 구하고, 그다음 $P = \gamma QH$를 적용한 뒤 마지막에 동력 단위를 환산하는 순서로 판단한다.

암기 포인트

펌프 소요 동력은 총수두 H만 정확히 구하면 $P = \gamma QH$로 바로 연결되고, 물에서는 $1kgf/cm^2$가 수두 10m에 해당한다.

NoteBase

문 6. 폭 3m인 수조에 깊이 4m로 물이 담겨 있을 경우 연직 평면에 작용하는 전수압(P)의 힘은?

① 12ton_f

② 16ton_f

③ 18ton_f

④ 24ton_f

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 연직 직사각형 면에 작용하는 전수압을 단위중량과 도심수심으로 계산할 수 있는지를 묻는다.

조건 정리

주어진 값: 폭 $b = 3m$, 수심 $h = 4m$
구해야 할 값: 연직평면에 작용하는 전수압 P
주의할 조건: 수압은 수면에서 0이고 깊이에 따라 선형으로 증가하므로 평균수압을 써야 한다.

사용할 공식

$P = \gamma A\bar{h} = \gamma(bh)\left(\frac{h}{2}\right) = \frac{\gamma bh^2}{2}$
이 공식을 쓰는 이유: 연직 직사각형 면의 수압분포가 삼각형이므로 전체 힘은 평균수압 $\gamma h/2$에 면적 bh를 곱한 값과 같다.

계산 과정

1. 물의 단위중량을 $\gamma = 1\text{tonf}/m^3$로 둔다.
2. 작용면적은 $A = bh = 3 \times 4 = 12m^2$이다.
3. 도심수심은 $\bar{h} = h/2 = 2m$이다.
4. 따라서 $P = \gamma A\bar{h} = 1 \times 12 \times 2 = 24\text{tonf}$이다.

선지 판단

1번 X: 계산 결과는 24tonf인데 12tonf는 면적 $12m^2$만 보고 도심수심 $2m$을 한 번 더 곱해야 한다는 점을 놓친 값이다. 올바른 값은 24tonf이다.
2번 X: 계산 결과는 24tonf이다. 16tonf는 수심 4의 제곱만 떠올리고 폭 $3m$와 1/2 관계를 제대로 반영하지 못한 값이다. 올바른 값은 24tonf이다.
3번 X: 계산 결과는 24tonf이다. 18tonf는 평균수압이나 작용면적을 임의로 잘못 잡아 나온 값으로, 삼각형 수압분포를 정확히 적용하면 24tonf가 된다. 올바른 값은 24tonf이다.
4번 O: $P = \gamma bh^2/2 = 1 \times 3 \times 4^2/2 = 24\text{tonf}$이므로 옳다.

NoteBase

오답 포인트

수압이 깊이에 비례해 증가한다는 점을 잊고 바닥수압 γh이나 면적 bh만 따로 쓰면 오답이 된다. 연직면 전수압은 일정압력이 아니라 삼각형 분포의 평균수압으로 계산해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

연직면 전수압 문제는 먼저 작용면의 모양을 보고, 다음에 A와 도심수심 $\bar{h}$를 잡은 뒤 $P = \gamma A \bar{h}$로 계산하면 된다. 수면에서 시작하는 직사각형이면 바로 $P = \gamma b h^2/2$를 적용할 수 있다.

암기 포인트

연직 직사각형 전수압은 평균수압 $\gamma h/2$ 곱하기 면적 bh이므로 $P = \gamma b h^2/2$이다.

NoteBase

문 7. 수문학적 기법 중 N-day법을 사용하는 목적으로 가장 옳은 것은?

① 강우지속시간의 변경

② 첨두홍수량의 결정

③ 도달시간의 산정

④ 유출수문곡선의 분리

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 N-day법이 강우지속시간이나 첨두홍수량을 구하는 기법이 아니라 유출수문곡선에서 직접유출과 기저유출을 분리하는 방법임을 묻는다.

핵심 개념

N-day법은 홍수 수문곡선에서 첨두 후 N일이 지나면 직접유출이 끝난다고 보고 그 시점을 기준으로 직접유출과 기저유출을 나누는 도식적 분리법이다. 따라서 목적은 유출수문곡선을 분리하여 기저유량과 직접유출량을 구분하는 데 있다.

NoteBase

선지별 해설

① X
- N-day법은 설계강우의 지속시간을 변경하는 방법이 아니다.
- 틀린 표현은 "강우지속시간의 변경"이다.
- 올바르게는 유출수문곡선에서 직접유출과 기저유출을 분리하는 데 사용한다.

② X
- 첨두홍수량의 결정은 합리식, 단위도법 등 강우-유출 해석 절차의 영역이다.
- 틀린 표현은 "첨두홍수량의 결정"이다.
- 올바르게는 N-day법은 이미 관측된 수문곡선에서 기저유량 분리 기준을 정하는 방법이다.

③ X
- 도달시간은 유역의 길이, 경사, 조도 등 유역특성을 이용하여 산정하는 값이다.
- 틀린 표현은 "도달시간의 산정"이다.
- 올바르게는 N-day법은 도달시간 산정식이 아니라 수문곡선 분리법이다.

④ O
- N-day법의 대표적 용도는 유출수문곡선에서 직접유출과 기저유출을 분리하는 것이다.
- 따라서 "유출수문곡선의 분리"가 옳다.

오답 포인트

선지에 강우지속시간, 첨두홍수량, 도달시간처럼 모두 수문해석에서 자주 나오는 용어를 섞어 두어 N-day의 N을 시간 산정 기법으로 오인하기 쉽다. 그러나 N-day법의 핵심은 첨두 후 일정 기간을 기준으로 수문곡선을 갈라 기저유출을 분리하는 데 있다.

다시 나오면 이렇게 판단

N-day법이 나오면 먼저 수문곡선 분리법인지부터 판단한다. 문제의 대상이 강우 지속시간, 첨두홍수량, 도달시간처럼 설계강우나 유역응답 산정이면 다른 기법이고, 직접유출과 기저유출의 구분이면 N-day법이 맞다.

암기 포인트

N-day법 = 첨두 후 *N*일 기준의 기저유량 분리법 = 유출수문곡선 분리이다.

NoteBase

문 8. 강우깊이-유역면적-지속기간의 관계를 D-A-D(Depth-Area-Duration) 관계라 하며 이 관계를 알면 유역면적-지속기간의 변화에 따라 발생 가능한 최대 강우량을 산출할 수 있다. <보기>에서 D-A-D 해석의 절차를 순서대로 바르게 나열한 것은?

<보기>
가. 선택된 유역의 강우기록 중 최대 강우자료를 선택한다.
나. 유역 내 및 주변 우량 관측소의 시간별 누가우량을 산정한다.
다. 티센(Thiessen) 또는 등우선법을 이용하여 소구역을 분할하고 분할된 구간마다 시간별 누가우량을 산정한다.
라. 분할된 구간마다 시간별 누가우량으로부터 지속기간별 최대강우량을 구한다.
마. 최대강우량 자료를 면적에 따라 누가함으로써 누가면적별·지속기간별 최대강우량을 구한다.

① 가-나-다-라-마
② 가-다-나-라-마
③ 나-다-가-라-마
④ 나-다-라-가-마

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 D-A-D 해석에서 최대 강우사상을 고른 뒤 관측소 자료를 누가우량으로 정리하고, 이를 면적과 지속기간 기준으로 확장해 가는 절차의 선후관계를 묻는 문제이다.

올바른 순서

1. 가 - 선택된 유역의 강우기록 중 분석 대상이 될 최대 강우자료를 정한다.
2. 나 - 유역 내 및 주변 우량관측소의 시간별 누가우량을 산정한다.
3. 다 - 티센 또는 등우선법으로 소구역을 나누고 각 구간의 시간별 누가우량을 산정한다.
4. 라 - 분할된 구간의 시간별 누가우량으로부터 지속기간별 최대강우량을 구한다.
5. 마 - 최대강우량 자료를 면적에 따라 누가하여 면적별·지속기간별 최대강우량을 구한다.

왜 이 순서인가: 관측소의 시간별 누가우량이 먼저 있어야 소구역별 누가우량을 만들 수 있고, 소구역별 누가우량이 있어야 지속기간별 최대강우량과 면적별 누가합을 계산할 수 있다.

NoteBase

선지별 해설

① O
가-나-다-라-마의 순서는 D-A-D 해석의 일반 절차와 맞는다. 최대 강우사상을 먼저 고르고, 관측소별 누가우량을 만든 다음, 이를 면적 분할에 반영하여 지속기간별 최대강우량과 면적별 최대강우량으로 확장한다.

② X
틀린 부분은 다와 나의 선후관계이다. 소구역별 시간별 누가우량은 우선 각 우량관측소의 시간별 누가우량 자료가 정리되어 있어야 산정할 수 있다. 올바르게는 가-나-다-라-마이다.

③ X
틀린 부분은 가의 위치이다. D-A-D 해석은 먼저 분석할 최대 강우사상을 선택한 뒤 그 사상에 대한 관측소별 누가우량을 계산한다. 올바르게는 가-나-다-라-마이다.

④ X
틀린 부분은 가가 너무 뒤에 배치된 점이다. 지속기간별 최대강우량 산정은 이미 선택된 강우사상 자료를 바탕으로 진행되는 단계이므로, 가가 라 뒤에 올 수 없다. 올바르게는 가-나-다-라-마이다.

오답 포인트

다의 소구역 분할과 나의 관측소별 누가우량 산정을 비슷한 준비 단계로 보고 순서를 바꾸기 쉽다. 그러나 소구역별 값은 관측소별 시간자료가 입력값이므로 나가 다보다 먼저이다. 또한 가의 최대 강우사상 선택은 전체 해석의 출발 단계이므로 중간에 끼워 넣을 수 없다.

다시 나오면 이렇게 판단

절차형 문제는 분석 대상 선정 → 기초 관측자료 정리 → 면적 배분 → 지속기간별 최대치 산정 → 면적 누가의 흐름으로 판단한다. 앞 단계의 산출물이 뒤 단계의 입력인지 확인하면 순서를 안정적으로 고를 수 있다.

암기 포인트

D-A-D는 사상 선택 후 관측소 누가우량을 만들고, 그다음 면적 분할과 지속기간·면적 누가로 확장하는 순서이다.

NoteBase

문 9. 직경 20cm인 원형관에서 물이 50m 흐르는 동안 관벽에서 5cm 떨어진 지점의 마찰응력이 $0.002 kgf/cm^2$일 경우 압력강하는?

① $4 kgf/cm^2$

② $6 kgf/cm^2$

③ $8 kgf/cm^2$

④ $10 kgf/cm^2$

정답 1번

출제 포인트

원형관 내 전단응력이 중심에서 0, 관벽에서 최대가 되는 선형분포를 따른다는 점과 관벽 전단응력으로 압력강하를 구하는 관계식을 묻는 문제이다.

조건 정리

주어진 값은 관의 직경 $D = 20cm$, 반지름 $R = 10cm$, 흐른 거리 $L = 50m = 5{,}000cm$이다.
관벽에서 5cm 떨어진 지점은 중심에서 $r = 10 - 5 = 5cm$ 떨어진 위치이다.
그 지점의 전단응력은 $\tau(r) = 0.002 kgf/cm^2$이다.
구해야 할 값은 50m 구간의 압력강하 Δp이다.

사용할 공식

전단응력 분포는 $\tau(r) = \tau_w \frac{r}{R}$ 이다.
압력강하와 관벽 전단응력의 관계는 $\Delta p = \frac{4\tau_w L}{D}$ 이다.
이 공식을 쓰는 이유는 원형관의 완전발달 흐름에서는 전단응력이 반지름 방향으로 선형적으로 변하고, 압력강하는 최종적으로 관벽 전단응력으로 결정되기 때문이다.

계산 과정

1. 관벽에서 5cm 떨어진 점은 중심에서 $r = 5cm$인 위치이므로
$0.002 = \tau_w \frac{5}{10} = 0.5\tau_w$
가 된다.
2. 따라서 관벽 전단응력은
$\tau_w = 0.004 kgf/cm^2$
이다.
3. 이를 압력강하 식에 대입하면
$\Delta p = \frac{4 \times 0.004 \times 5{,}000}{20} = 4 kgf/cm^2$
가 된다.

NoteBase

선지별 해설

① O
계산 결과 압력강하는 $4kgf/cm^2$이므로 맞는 선지이다.

② X
압력강하를 $6kgf/cm^2$로 본 값이 틀리다. 전단응력 분포로부터 구한 관벽 전단응력은 $0.004kgf/cm^2$이고, 이를 대입하면 압력강하는 $4kgf/cm^2$이다.

③ X
압력강하를 $8kgf/cm^2$로 본 값이 틀리다. 중간 지점 전단응력을 바로 압력강하 식에 넣는 것이 아니라 먼저 관벽 전단응력으로 환산해야 하며, 올바른 값은 $4kgf/cm^2$이다.

④ X
압력강하를 $10kgf/cm^2$로 본 값이 틀리다. 반지름 위치와 관벽 위치의 전단응력을 구분해야 하며, 올바르게 계산한 압력강하는 $4kgf/cm^2$이다.

오답 포인트

관벽에서 5cm 떨어진 지점의 전단응력을 곧바로 관벽 전단응력으로 착각하기 쉽다. 이 문제는 먼저 그 지점이 중심에서 $r = 5cm$인 중간 위치라는 점을 잡고, 전단응력 선형분포로 관벽값 τ_w를 구해야 한다는 점이 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

원형관 전단응력 문제가 나오면 먼저 반지름 R과 해당 점의 중심거리 r를 구한 뒤 $\tau(r) = \tau_w r/R$로 관벽 전단응력을 찾고, 마지막에 $\Delta p = 4\tau_w L/D$를 적용하는 순서로 판단한다.

암기 포인트

원형관은 전단응력이 중심 0, 관벽 최대의 선형분포를 이루며 압력강하는 관벽 전단응력으로 계산한다.

NoteBase

문 10. 내경 0.2m인 강관에 압력수두 100m의 물을 흐르게 할 경우, 강관의 최소두께는? (단, 물의 단위중량은 $1t_f/m^3$, 강재의 허용인장응력은 $1{,}000kgf/cm^2$으로 한다.)

① 0.01cm

② 0.1cm

③ 0.2cm

④ 1cm

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 압력수두를 압력으로 바꾼 뒤 얇은 원통의 둘레방향 인장응력 식으로 강관의 최소두께를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 내경 0.2m, 압력수두 100m, 물의 단위중량 $1tf/m^3$, 강재의 허용인장응력 $1,000kgf/cm^2$이다.
구해야 할 값: 강관의 최소두께이다.
주의할 조건: 압력수두를 먼저 압력으로 환산하고, 내경 0.2m는 20cm로 맞춘다.

사용할 공식

얇은 원통의 둘레방향 응력식은 $\sigma = \frac{pD}{2t}$이다. 따라서 최소두께는 $t = \frac{pD}{2\sigma_a}$이다.
이 공식을 쓰는 이유: 강관 내부수압이 원통 둘레방향 인장응력을 만들고, 문제에서 허용인장응력이 주어졌으므로 얇은 원통의 hoop stress 식을 적용하는 상황이다.

계산 과정

1. 물의 압력은 $p = \gamma h = 1tf/m^3 \times 100m = 100tf/m^2$이다.
2. $100tf/m^2 = 100,000kgf/m^2 = 10kgf/cm^2$이다.
3. 내경은 $D = 0.2m = 20cm$이다.
4. 최소두께는 $t = \frac{pD}{2\sigma_a} = \frac{10 \times 20}{2 \times 1000} = 0.1cm$이다.

NoteBase

선지별 해설

① X: 0.01cm는 압력 $100m$를 $1kgf/cm^2$ 수준으로 잘못 환산했을 때 나오는 값이다. 올바르게는 압력수두 100m는 $10kgf/cm^2$이므로 최소두께는 0.1cm이다.
② O: 계산 결과 $t = 0.1cm$이므로 정답에 해당한다. 압력 환산과 얇은 원통 식 적용이 모두 맞다.
③ X: 0.2cm는 식 $\sigma = \frac{pD}{2t}$에서 분모의 2를 빠뜨려 $t = \frac{pD}{\sigma_a}$로 계산했을 때 나오는 값이다. 올바르게는 둘레응력 식에 2가 포함되므로 최소두께는 0.1cm이다.
④ X: 1cm는 압력수두 100m를 $100kgf/cm^2$로 잘못 본 경우의 값이다. 올바르게는 100m 수두는 $10kgf/cm^2$이므로 최소두께는 0.1cm이다.

오답 포인트

이 문항의 핵심 함정은 압력수두를 그대로 응력 단위처럼 쓰는 실수와 얇은 원통 식의 분모 2를 빠뜨리는 실수이다. ③은 공식 형태를 잘못 외운 경우, ④는 단위 환산을 한 단계 크게 잘못 본 경우에 해당한다.

다시 나오면 이렇게 판단

관 두께 계산 문제는 먼저 γh로 압력을 구하고, 지름과 응력 단위를 맞춘 뒤 $t = \frac{pD}{2\sigma_a}$에 대입하는 순서로 판단하면 된다.

암기 포인트

압력수두 h는 먼저 압력 $p = \gamma h$로 바꾸고, 얇은 원통 최소두께는 $t = \frac{pD}{2\sigma}$로 계산한다.

NoteBase

문 11. 개수로의 모형 실험을 하기 위해 30m의 모형을 제작하였다. 프루드(Froude) 모형법칙에서 원형과 모형간의 힘의 비는 729이며 원형수로에서 계획홍수량이 $486m^3/s$이면 모형 수로에서의 유량은?

① $1m^3/s$

② $2m^3/s$

③ $3m^3/s$

④ $4m^3/s$

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 프루드 모형법칙에서 힘의 비로 길이 축척을 구한 뒤 유량 축척을 적용해 모형 유량을 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 원형과 모형의 힘의 비 = 729, 원형 계획홍수량 = $486m^3/s$
구해야 할 값: 모형 수도의 유량
주의할 조건: 프루드 모형법칙에서는 $\lambda_F = \lambda_L^3, \lambda_Q = \lambda_L^{5/2}$가 성립한다.

사용할 공식

사용 공식은 $\lambda_F = \lambda_L^3, \lambda_Q = \lambda_L^{5/2}$이다.
이 공식을 쓰는 이유는 개수로 자유수면 흐름의 모형 실험은 프루드 상사를 따르므로 힘, 길이, 유량의 축척 관계를 연속해서 적용해야 하기 때문이다.

계산 과정

1. 힘의 비가 729이므로 $\lambda_F = 729$이다.
2. $\lambda_F = \lambda_L^3$이므로 $\lambda_L^3 = 729$, 따라서 $\lambda_L = 9$이다.
3. 유량 축척은 $\lambda_Q = \lambda_L^{5/2} = 9^{5/2} = 243$이다.
4. 따라서 모형 유량은 $Q_m = Q_p/\lambda_Q = 486/243 = 2$이므로 $2m^3/s$이다.

NoteBase

선지 판단

1번 X: 계산 결과 모형 유량은 $1\mathrm{m}^3/\mathrm{s}$가 아니라 $2\mathrm{m}^3/\mathrm{s}$이다. 틀린 표현은 "모형 유량 $1\mathrm{m}^3/\mathrm{s}$"이고 올바르게는 "모형 유량 $2\mathrm{m}^3/\mathrm{s}$"이다.
2번 O: $\lambda_L = 9, \lambda_Q = 243$이므로 모형 유량은 $486/243 = 2$이다. 계산 결과와 일치하므로 옳다.
3번 X: 계산 결과 모형 유량은 $3\mathrm{m}^3/\mathrm{s}$가 아니다. 틀린 표현은 "모형 유량 $3\mathrm{m}^3/\mathrm{s}$"이고 올바르게는 "모형 유량 $2\mathrm{m}^3/\mathrm{s}$"이다.
4번 X: 계산 결과 모형 유량은 $4\mathrm{m}^3/\mathrm{s}$가 아니다. 틀린 표현은 "모형 유량 $4\mathrm{m}^3/\mathrm{s}$"이고 올바르게는 "모형 유량 $2\mathrm{m}^3/\mathrm{s}$"이다.

오답 포인트

힘의 비 729를 바로 유량비처럼 다루거나, 길이 축척 9를 구한 뒤 유량 축척 지수를 5/2가 아니라 2 또는 3으로 잘못 적용하면 오답이 나온다.

다시 나오면 이렇게 판단

프루드 상사 계산형 문제는 먼저 주어진 비가 힘비인지 길이비인지 확인하고, 그 축척으로 길이 축척을 역산한 뒤 속도·유량 축척을 순서대로 연결해 판단한다.

암기 포인트

프루드 상사에서는 $V \sim L^{1/2}$, $Q \sim L^{5/2}$, $F \sim L^{3}$이다.

NoteBase

문 12. 개수로 흐름 중 도수(hydraulic jump)에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

① 도수는 상류부의 사류(supercritical flow)가 하류부의 상류(subcritical flow)를 만났을 경우 발생한다.

② 도수로 인해 최소 비력(specific force)에 해당하는 수심은 최소 비에너지에 해당하는 수심보다 낮다.

③ 도수 발생 전후 비력은 같다.

④ 도수가 발생했을 시 와류로 인해 에너지 손실이 발생한다.

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 도수의 발생 조건과 도수 전후의 비력 관계, 그리고 비에너지와 비력의 최소수심 관계를 구별하는 문제이다.

핵심 개념

도수는 상류의 사류가 하류의 상류로 급전이하면서 수심이 급증하고 난류와 에너지 손실이 생기는 현상이다.
비에너지는 $E = y + \frac{q^2}{2gy^2}$로 나타내며 최소값은 한계수심에서 생긴다.
직사각형 개수로의 비력은 $M = \frac{q^2}{gy} + \frac{y^2}{2}$로 나타내며 이 역시 최소값은 한계수심에서 생긴다.

선지별 해설

1번 O: 도수는 상류의 사류가 하류의 상류 상태와 접속할 때 발생한다. 사류가 그대로 유지되지 못하고 상류로 급전이하면서 수심이 급격히 커진다.
2번 X: 틀린 부분은 "최소 비력에 해당하는 수심은 최소 비에너지에 해당하는 수심보다 낮다"이다. 실제로는 비에너지와 비력의 최소수심이 모두 한계수심으로 같으므로 낮지도 높지도 않다.
3번 O: 도수 전후에는 에너지가 손실되지만 비력은 거의 같게 취급한다. 그래서 도수 해석은 비력식 또는 운동량식으로 연결한다.
4번 O: 도수가 생기면 강한 와류와 난류가 발생하여 기계적 에너지가 소산된다. 도수가 소류력 감쇠 장치로 활용되는 이유도 이 에너지 손실 때문이다.

오답 포인트

비에너지는 손실되고 비력은 보존된다는 점은 기억하면서도, 두 함수의 최소수심까지 서로 다를 것이라고 착각하면 2번에 걸린다. 이 문항의 함정은 "에너지와 운동량 함수는 성질이 다르니 최소점도 다르다"는 막연한 연상이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

도수 문항은 먼저 사류에서 상류로 바뀌는 현상인지 확인한다. 그다음 도수 전후에 비력은 같고 비에너지는 감소한다는 점을 본다. 마지막으로 최소 비에너지수심과 최소 비력수심은 모두 한계수심이라는 기준으로 선지를 정리한다.

암기 포인트

도수는 사류에서 상류로 바뀌며 비력은 보존되고 비에너지는 손실된다. 최소 비력수심과 최소 비에너지수심은 모두 한계수심이다.

NoteBase

문 13. 어떤 저수지의 월평균 증발량이 50mm/month이며, 유입이 60cm, 유출고가 80cm, 저수량의 증가가 5cm, 지하수 충진량이 15cm 일 때, 물수지방법을 이용하여 6개월 동안 관측된 강우량은? (단, 초기손실은 없다고 가정한다.)

① 50cm

② 60cm

③ 70cm

④ 80cm

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 물수지식을 이용해 6개월 누적 강우량을 구하는 계산형 문항이다.

조건 정리

주어진 값:
- 유입량 60cm
- 유출고 80cm
- 월평균 증발량 50mm/month
- 저수량 증가 5cm
- 지하수 충진량 15cm

구해야 할 값:
- 6개월 동안의 강우량

주의할 조건:
- 증발량은 월평균값이므로 6개월 누적으로 환산해야 한다.
- 저수량 증가는 물수지식에서 출력항과 같은 쪽에 둔다.

사용할 공식

물수지식은 $P + I = O + E + G + \Delta S$이다.
여기서 P는 강우량, I는 유입량, O는 유출량, E는 증발량, G는 지하수 충진량, ΔS는 저수량 증가분이다.
이 문제는 저수지로 들어온 물의 총량과 나간 물 및 저장 증가분의 총량을 같게 두는 상황이므로 이 식을 사용한다.

NoteBase

계산 과정

1. 6개월 증발량은 $50mm/month \times 6 = 300mm = 30cm$이다.
2. 물수지식에 대입하면 다음과 같다.
$P + 60 = 80 + 30 + 15 + 5$
3. 우변 합계는 130cm이므로 $P + 60 = 130$이다.
4. 따라서 $P = 130 - 60 = 70cm$이다.

선지별 해설

① X: 50cm를 대입하면 $50 + 60 = 110cm$로서 필요한 총량 130cm보다 20cm 부족하다. 지하수 충진량 15cm와 저수량 증가 5cm를 누락하면 나올 수 있는 값이다. 올바르게는 6개월 강우량이 70cm이다.
② X: 60cm를 대입하면 $60 + 60 = 120cm$로서 물수지가 맞지 않고 10cm 부족하다. 일부 출력항 또는 저류 증가분을 빠뜨린 값이다. 올바르게는 6개월 강우량이 70cm이다.
③ O: $70 + 60 = 130cm$이고, 이는 $80 + 30 + 15 + 5 = 130cm$와 정확히 일치한다. 물수지를 만족하는 유일한 값이므로 옳다.
④ X: 80cm를 대입하면 $80 + 60 = 140cm$로서 필요한 총량 130cm보다 10cm 많다. 저장 증가나 손실항의 부호를 잘못 두면 고르기 쉬운 값이다. 올바르게는 6개월 강우량이 70cm이다.

오답 포인트

월평균 증발량 50mm/month를 그대로 50cm처럼 취급하거나, 지하수 충진량과 저수량 증가를 물수지에서 빼먹기 쉽다. 이 문항의 핵심 함정은 기간 누적 환산과 저류 증가의 부호 처리이다.

다시 나오면 이렇게 판단

저수지 물수지 문제는 먼저 모든 항의 단위를 맞추고 기간 누적으로 환산한 뒤, 입력항과 출력항 및 저류변화항을 구분하여 입력 = 출력 + 저류증가 형태로 놓고 계산한다.

암기 포인트

물수지는 입력 = 출력 + 저장변화이며, 월평균량은 반드시 관측기간 누적값으로 바꾼다.

NoteBase

문 14. 유역의 도시화에 따른 유출의 일반적인 변화로 가장 옳지 않은 것은?

① 첨두유출 발생시간의 감소

② 첨두유출량의 증가

③ 침투 증가에 따른 기저유출의 증가

④ 직접유출의 증가

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 유역의 도시화가 진행될 때 침투, 직접유출, 첨두유출의 변화 방향을 구분하는 문제이다.

핵심 개념

도시화된 유역은 불투수면적이 커져 강우가 지표면으로 빠르게 흘러간다. 그 결과 침투는 감소하고 직접유출과 첨두유출은 증가하며, 유출 도달시간은 짧아진다. 기저유출은 침투로 지하수에 저장된 물이 천천히 하천으로 공급되는 성분이므로 도시화가 진행되면 일반적으로 감소한다.

선지별 해설

① O
첨두유출 발생시간은 집중시간 단축과 유출의 신속화로 감소하는 것이 일반적이다. 도시화는 배수체계를 발달시키고 불투수면을 늘려 첨두 도달을 빠르게 만든다.

② O
첨두유출량은 불투수면 증가로 직접유출이 커지므로 증가한다. 같은 강우라도 손실이 줄어 더 많은 물이 단시간에 하천으로 모인다.

③ X
틀린 부분은 "침투 증가에 따른 기저유출의 증가"이다. 도시화에 따른 일반적 변화는 침투 증가가 아니라 침투 감소이며, 이에 따라 기저유출도 보통 감소한다. 올바르게는 "침투 감소에 따른 기저유출의 감소"이다.

④ O
직접유출은 지표면을 따라 빠르게 유출되는 성분인데, 도시화로 불투수면적이 증가하면 이 성분이 커진다. 따라서 직접유출의 증가는 일반적인 변화이다.

NoteBase

오답 포인트

기저유출을 단순히 유출 전체의 증가와 같은 방향으로 착각하면 ③을 고르지 못한다. 이 문항의 함정은 "도시화로 유출이 커진다"는 큰 흐름만 보고, 지하수 재충전이 줄어 기저유출은 오히려 감소한다는 점을 놓치게 만드는 데 있다.

다시 나오면 이렇게 판단

도시화 문제가 나오면 먼저 불투수면 증가를 떠올린다. 그다음 침투와 기저유출은 감소, 직접유출과 첨두유출은 증가, 첨두 도달시간은 감소의 방향으로 정리하면 선지 판단이 가능하다.

암기 포인트

도시화 = 불투수면 증가 = 침투·기저유출 감소, 직접유출·첨두유출 증가, 도달시간 감소이다.

NoteBase

문 15. 관수로 흐름에서 사이폰(siphon)에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

① 관로의 일부가 동수경사선보다 높은 부분이 있는 경우가 있다.

② 동수경사선보다 위에 있는 부분의 관내의 압력은 부압(負壓)이 되고 정점(頂點)에서는 최저압력이 된다.

③ 실제로는 -8m ~ -9m의 부압수두를 한계치로 하여 설계하게 된다.

④ 도로, 철도 또는 하천 등을 횡단할 때 그 밑을 관통하여 물을 흐르게 한다.

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 관수로의 사이폰에서 동수경사선, 부압의 발생 위치, 허용 부압 한계, 역사이폰과의 구분을 묻는 문제이다.

핵심 개념

사이폰은 관로의 일부가 동수경사선보다 높아져 관내 압력이 대기압보다 낮아질 수 있는 압력관 흐름이다.
역사이폰은 도로, 철도, 하천 같은 장애물의 아래를 압력관으로 통과시키는 구조이다.
구별 기준은 관로가 높은 곳을 넘어가며 부압이 생기는지, 장애물 밑을 통과하는지이다.

선지별 해설

① O: 사이폰에서는 관로의 일부가 동수경사선보다 높은 위치에 놓일 수 있다. 이때 그 구간의 압력은 대기압 이하가 되어 관축이 동수경사선 위에 있게 된다.
② O: 동수경사선보다 위에 있는 구간은 부압이 되고, 가장 높은 정점에서는 위치수두가 가장 크고 손실도 누적되어 관내 압력이 가장 낮아진다.
③ O: 실제 설계에서는 공동현상과 공기 유입 위험을 피하기 위해 허용 부압을 대체로 약 -8m~-9m 수두 정도로 제한한다.
④ X: 틀린 부분은 '도로, 철도 또는 하천 등을 횡단할 때 그 밑을 관통'이라는 표현이다. 이는 일반 사이폰이 아니라 역사이폰의 설명이다. 올바르게는 장애물의 아래를 압력관으로 통과시키는 구조를 역사이폰이라 하고, 일반 사이폰은 관로 일부가 높은 곳을 넘으면서 부압이 생기는 흐름이다.

오답 포인트

사이폰과 역사이폰은 이름이 비슷해 구조를 서로 바꾸어 외우기 쉽다. 이 문항에서는 4번의 '그 밑을 관통'이라는 표현이 역사이폰의 핵심 특징이므로 여기서 바로 걸러야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

사이폰 문제가 나오면 먼저 관로가 동수경사선 위로 올라가 부압이 생기는 구조인지, 아니면 도로나 하천의 아래를 압력관으로 통과하는 구조인지부터 구분한다. 전자는 사이폰이고 후자는 역사이폰이다.

NoteBase

암기 포인트

사이폰은 위로 넘어 부압이 생기고, 역사이폰은 아래로 지나 장애물을 통과한다.

NoteBase

문 16. 2년 이내에 홍수위험도 19%를 허용하는 범위 내에서 수공구조물을 설계하고자 할 때 설계홍수량의 재현기간은?

① 10년

② 12년

③ 15년

④ 38년

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 허용 홍수위험도와 계획기간이 주어졌을 때 홍수위험도 공식을 이용해 설계홍수량의 재현기간을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 2년 동안 허용 홍수위험도 19%
구해야 할 값: 설계홍수량의 재현기간 T
주의할 조건: 19%는 연간 초과확률이 아니라 2년 동안 한 번 이상 초과될 누적 위험도이다.

사용할 공식

홍수위험도 R, 재현기간 T, 계획기간 n의 관계는
$R = 1 - \left(1 - \frac{1}{T}\right)^n$
이다.
이 공식을 쓰는 이유: 문제의 19%는 2년 동안 적어도 한 번 설계홍수량을 초과할 확률이므로 누적 위험도 식을 그대로 적용해야 한다.

NoteBase

계산 과정

1. $R = 0.19$, $n = 2$를 대입하면
$0.19 = 1 - \left(1 - \frac{1}{T}\right)^2$
이다.
2. 이를 정리하면
$\left(1 - \frac{1}{T}\right)^2 = 0.81$
이므로
$1 - \frac{1}{T} = 0.9$
이다.
3. 따라서
$\frac{1}{T} = 0.1, \quad T = 10$
이므로 재현기간은 10년이다.

선지 판단

1번: O. 계산 결과 재현기간은 10년이므로 정답이다.
2번: X. 재현기간이 12년이면 2년 위험도는 $1 - (11/12)^2 \approx 0.160$으로 19%보다 작다. 틀린 표현은 재현기간 12년이라는 값이며, 올바르게는 10년이다.
3번: X. 재현기간이 15년이면 2년 위험도는 $1 - (14/15)^2 \approx 0.129$로 19%가 아니다. 틀린 표현은 재현기간 15년이라는 값이며, 올바르게는 10년이다.
4번: X. 재현기간이 38년이면 2년 위험도는 $1 - (37/38)^2 \approx 0.052$에 불과하다. 틀린 표현은 재현기간 38년이라는 값이며, 올바르게는 10년이다.

오답 포인트

19%를 연간 초과확률로 오해하면 재현기간을 바로 1/0.19로 처리하는 오류가 생긴다. 이 문항의 19%는 2년 전체의 누적 위험도이므로 계획기간 2년을 포함한 식으로 풀어야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

홍수위험도 문제는 먼저 주어진 확률이 연간 확률인지 계획기간 전체의 누적 위험도인지 구분한 뒤,
$R = 1 - (1 - 1/T)^n$에 대입하여 재현기간 또는 위험도를 계산한다.

암기 포인트

허용 위험도와 계획기간이 함께 나오면 누적 위험도 식 $R = 1 - (1 - 1/T)^n$을 먼저 떠올린다.

NoteBase

문 17. 보통수위계와 비교할 때 자기수위계의 특징으로 가장 옳은 것은?

① 측정된 수위를 자동으로 기록할 수 있다.

② 자기장을 이용하여 정밀한 수위측정이 가능하다.

③ 보통수위계에 비해 시설 및 운영비가 적게 든다.

④ 부표식 자기수위계는 유속이 빠를수록 정확하다.

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 보통수위계와 자기수위계의 기능과 설치 특성을 구별할 수 있는지를 묻는다.

핵심 개념

보통수위계는 눈금판을 사람이 직접 읽어 수위를 확인하는 단순한 수위계이다.
자기수위계는 부자와 기록장치를 이용하여 수위 변화를 연속적으로 자동 기록하는 수위계이다.
구별 기준은 자동 기록 가능 여부와 부대시설·유지관리 필요성이다.

선지별 해설

1번 O: 자기수위계의 핵심 장점은 수위 변화를 연속적으로 자동 기록할 수 있다는 점이다. 사람이 매번 현장에서 읽지 않아도 기록이 남는다.
2번 X: 틀린 표현은 "자기장"이다. 여기서 자기는 자기장 방식이 아니라 자기기록, 즉 자동기록의 뜻이다. 올바르게는 부자와 기록장치로 수위를 기록한다고 보아야 한다.
3번 X: 틀린 표현은 "시설 및 운영비가 적게 든다"이다. 자기수위계는 보통수위계보다 기록장치, 부자, 우물통 등 부대시설이 필요하여 설치비와 유지관리비가 더 드는 편이다. 올바르게는 보통수위계가 구조가 단순하여 비용이 적게 든다.
4번 X: 틀린 표현은 "유속이 빠를수록 정확하다"이다. 부표식 자기수위계는 빠른 유속 자체로 정확도가 높아지는 계기가 아니며, 수면의 동요가 크면 오히려 오차가 커질 수 있다. 올바르게는 수위 변화가 안정적으로 전달되는 조건에서 정확한 기록이 가능하다.

오답 포인트

2번은 "자기"를 자기장으로 오해하게 만드는 함정이고, 3번은 자동기록 장비가 더 복잡하다는 점을 놓치게 만드는 함정이다. 4번은 부표식이라는 말만 보고 기계식 계기가 유속에 강하다고 단순화하면 틀린다.

다시 나오면 이렇게 판단

수위계 비교 문제는 먼저 사람이 직접 읽는 계기인지 자동으로 연속 기록하는 계기인지부터 구분한다. 그다음 자동기록 장치가 들어가면 일반적으로 시설과 유지관리 부담이 커진다고 판단하면 된다.

NoteBase

암기 포인트

보통수위계는 직접 판독, 자기수위계는 자동 기록이다.

NoteBase

문 18. 폭 4m의 사각형단면 수로에 2.5m의 수심으로 $10m^3/s$의 유량이 흐르고 있다. 하류방향으로 하상고가 0.2m 상승할 때 하류단면에서의 비에너지는? (단, 중력가속도는 $10m/s^2$이고, 단면변화로 인한 손실은 무시한다.)

① 1.65m

② 1.95m

③ 2.35m

④ 2.55m

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 개수로의 비에너지 $E = y + \frac{V^2}{2g}$와 하상고 변화에 따른 총에너지 보존을 이용해 하류단면의 비에너지를 구하는 문제이다.

조건 정리

- 주어진 값: 폭 $b = 4m$, 수심 $y_1 = 2.5m$, 유량 $Q = 10m^3/s$, 중력가속도 $g = 10m/s^2$, 하상고 상승량 $\Delta z = 0.2m$
- 구해야 할 값: 하류단면의 비에너지 E_2
- 주의할 조건: 단면변화 손실은 없으므로 총에너지 $z + E$가 보존되고, 하상이 $0.2m$ 올라가면 비에너지는 그만큼 감소한다.

사용할 공식

비에너지 공식은 $E = y + \frac{V^2}{2g}$이고, 손실이 없으면 $z_1 + E_1 = z_2 + E_2$이다.
이 공식을 쓰는 이유는 문제에서 직사각형 단면 수로의 수심과 유량이 주어졌고, 하류로 가며 하상고만 $0.2m$ 상승한다고 했으므로 상류 비에너지를 먼저 구한 뒤 하상고 상승분만큼 차감하면 하류 비에너지를 바로 구할 수 있기 때문이다.

계산 과정

1. 상류단면의 단면적과 유속을 구한다.
$A_1 = by_1 = 4 \times 2.5 = 10m^2, \qquad V_1 = \frac{Q}{A_1} = \frac{10}{10} = 1m/s$
2. 상류단면의 비에너지를 구한다.
$E_1 = y_1 + \frac{V_1^2}{2g} = 2.5 + \frac{1^2}{2 \times 10} = 2.5 + 0.05 = 2.55m$
3. 하상이 $0.2m$ 상승하므로 손실이 없는 경우 하류 비에너지는 그만큼 감소한다.
$E_2 = E_1 - \Delta z = 2.55 - 0.2 = 2.35m$

NoteBase

선지별 해설

① X

- 1.65m는 에너지식 $E_2 = E_1 - 0.2$를 만족하지 않는 값이므로 틀리다. 틀린 표현은 "1.65m"이고, 올바르게는 하류단면의 비에너지는 2.35m이다.

② X

- 1.95m도 상류 비에너지 2.55m에서 하상고 상승량 0.2m를 뺀 결과와 일치하지 않으므로 틀리다. 틀린 표현은 "1.95m"이고, 올바르게는 $E_2 = 2.35m$이다.

③ O

- 상류 비에너지 $E_1 = 2.55m$를 구한 뒤, 하상이 $0.2m$ 상승한 만큼 비에너지를 줄이면 $E_2 = 2.35m$가 된다. 따라서 옳다.

④ X

- 2.55m는 하상고 상승 전 상류단면의 비에너지 값이므로 하류단면 비에너지로 쓰면 틀리다. 틀린 표현은 "2.55m"이고, 올바르게는 하류단면의 비에너지는 2.35m이다.

오답 포인트

가장 흔한 함정은 상류에서 구한 비에너지 2.55m를 그대로 답으로 고르는 것이다. 비에너지는 수로 바닥을 기준으로 한 에너지이므로 하상이 $0.2m$ 올라가면 같은 총에너지 아래에서 비에너지는 반드시 $0.2m$ 감소한다.

다시 나오면 이렇게 판단

개수로 에너지 문제는 먼저 $A \rightarrow V \rightarrow E$ 순서로 상류 비에너지를 계산하고, 그다음 하상고 변화가 있으면 $z + E$ 일정 관계로 비에너지를 증감시키는 방식으로 판단한다.

암기 포인트

손실이 없으면 개수로에서는 $z + E$가 일정하므로 하상고가 Δz만큼 올라가면 비에너지는 Δz만큼 내려간다.

NoteBase

문 19. 비눗방울의 지름이 1cm일 때, 비눗방울의 내부와 외부의 압력 차이는? (단, 비눗방울의 표면장력은 $8 \times 10^{-5}\text{kg}_f/\text{cm}$이다.)

① $16 \times 10^{-5}\text{kg}_f/\text{cm}^2$

② $24 \times 10^{-5}\text{kg}_f/\text{cm}^2$

③ $32 \times 10^{-5}\text{kg}_f/\text{cm}^2$

④ $40 \times 10^{-5}\text{kg}_f/\text{cm}^2$

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 비눗방울의 압력 차를 구하는 식과 표면장력 값의 해석을 적용해 수치를 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 비눗방울의 지름 1cm, 표면장력 $8 \times 10^{-5}\text{kgf/cm}$이다.
구해야 할 값: 비눗방울 내부와 외부의 압력 차이다.
주의할 조건: 이 문항은 비눗막의 표면장력 값을 준 것으로 보아 비눗방울의 압력 차를 $\Delta p = \frac{4T}{d}$로 계산한다.

사용할 공식

공식은 $\Delta p = \frac{4T}{d}$이다.
이 공식을 쓰는 이유: 문제는 비눗방울의 지름과 표면장력을 주고 내부와 외부의 압력 차를 직접 묻고 있으므로, 비눗막의 압력 차 식에 값을 대입하면 된다.

계산 과정

1. 주어진 값은 $T = 8 \times 10^{-5}\text{kgf/cm}$, $d = 1\text{cm}$이다.
2. 공식에 대입하면 $\Delta p = \frac{4T}{d} = \frac{4 \times 8 \times 10^{-5}}{1}$이다.
3. 따라서 $\Delta p = 32 \times 10^{-5}\text{kgf/cm}^2$이므로 정답은 3번이다.

선지별 해설

① X: $16 \times 10^{-5}\text{kgf/cm}^2$는 계산 결과의 절반이다. 비눗방울 식에서 곱해야 할 계수를 작게 잡은 값이므로 틀리다. 틀린 표현 → 올바르게는 $32 \times 10^{-5}\text{kgf/cm}^2$이다.
② X: $24 \times 10^{-5}\text{kgf/cm}^2$는 비눗방울 압력 차 식에 정확히 대입한 결과가 아니다. 주어진 조건에서는 $4 \times 8 \times 10^{-5}$가 되어야 하므로 틀리다. 틀린 표현 → 올바르게는 $32 \times 10^{-5}\text{kgf/cm}^2$이다.
③ O: $\Delta p = \frac{4T}{d}$에 $T = 8 \times 10^{-5}$, $d = 1$을 대입하면 $32 \times 10^{-5}\text{kgf/cm}^2$가 된다. 계산 결과와 일치하므로 옳다.
④ X: $40 \times 10^{-5}\text{kgf/cm}^2$는 계산값보다 크다. 지름 1cm 조건에서 공식에 정확히 대입하면 40이 아니라 32가 나온다. 틀린 표현 → 올바르게는 $32 \times 10^{-5}\text{kgf/cm}^2$이다.

NoteBase

오답 포인트

비눗방울 문제에서는 어떤 압력 차 공식을 쓰는지와 지름 d를 그대로 대입하는지를 혼동하기 쉽다. 이 문항은 표면장력 값에 곱해지는 계수를 잘못 잡아 ①이나 ②, ④로 흔들리기 쉬운 함정이 있다.

다시 나오면 이렇게 판단

비눗방울 압력 차 문제는 먼저 적용할 공식의 형태를 확인하고, 그다음 지름인지 반지름인지 구분해 대입한 뒤 마지막에 단위가 $\mathrm{kgf/cm^2}$로 정리되는지 검산하면 된다.

암기 포인트

비눗방울 압력 차는 주어진 표면장력 정의에 맞는 식을 고른 뒤 지름과 반지름을 혼동하지 않는 것이 핵심이다.

NoteBase

문 20. 관수로 흐름에 대한 설명 중 가장 옳지 않은 것은?

① 관수로 흐름에서의 주손실(major loss)은 물이 가지고 있는 점성으로 인한 마찰손실이다.

② 관수로 흐름에서 일반적으로 유속은 관 중심에서 가장 빠르고, 마찰력은 관 벽에서 가장 크다.

③ 관경이 커질수록 마찰력에 의한 손실이 증가한다.

④ 흐름이 층류인 원형관에서 마찰손실계수(friction factor)는 레이놀즈수에 의해 결정된다.

정답 3번

출제 포인트

관수로 흐름에서의 주손실과 마찰분포, 관경 변화에 따른 손실수두 경향, 층류 마찰손실계수의 결정 요인을 구분하는 문제이다.

핵심 개념

주손실은 관의 젖은둘레를 따라 계속 작용하는 전단마찰 때문에 생기는 손실이다. 부차손실은 입구, 밸브, 곡관처럼 형상 변화나 교란 때문에 국부적으로 생기는 손실이다.
층류 원형관의 마찰손실계수는 레이놀즈수에만 좌우되며 $f = 64/Re$이다.
관경이 커지면 같은 유량 조건에서는 유속이 감소하고 L/D 항도 작아져 마찰손실은 일반적으로 감소한다.

선지별 해설

① O
주손실은 관 벽과 유체 사이의 전단마찰이 관 길이 방향으로 누적되어 생기는 손실이므로 옳다. major loss를 마찰손실로 설명한 표현이 맞다.

② O
관 벽에서는 점착조건 때문에 유속이 0이고 중심으로 갈수록 유속이 커져 일반적으로 중심부에서 가장 빠르다. 마찰작용은 유체와 직접 접하는 관 벽에서 가장 크게 나타나므로 옳다.

③ X
틀린 부분은 "관경이 커질수록 마찰력에 의한 손실이 증가한다"는 표현이다. 실제로는 다른 조건이 같다면 관경이 커질수록 유속과 L/D 효과 때문에 마찰손실은 감소하는 방향으로 본다.

④ O
층류 원형관의 Darcy 마찰손실계수는 레이놀즈수만으로 결정되며 $f = 64/Re$ 관계를 따른다. 따라서 이 선지는 옳다.

NoteBase

오답 포인트

주손실과 부차손실을 뒤섞거나, 관이 굵어지면 마찰면적이 커지므로 손실도 커질 것이라고 단순 연상하면 ③에 끌리기 쉽다. 이 문항은 마찰면적만 볼 것이 아니라 유속 감소와 L/D 관계까지 함께 봐야 한다는 점을 노린 문제이다.

다시 나오면 이렇게 판단

관수로 손실 문제는 먼저 주손실인지 부차손실인지 구분하고, 그다음 관경 변화가 나오면 Darcy-Weisbach 식의 L/D와 유속 변화를 함께 본다. 층류 마찰계수는 레이놀즈수만으로 결정된다는 점을 바로 연결하면 된다.

암기 포인트

major loss는 관벽 마찰, laminar 원형관은 $f = 64/Re$, 관경 증가 시 마찰손실은 일반적으로 감소이다.

NoteBase