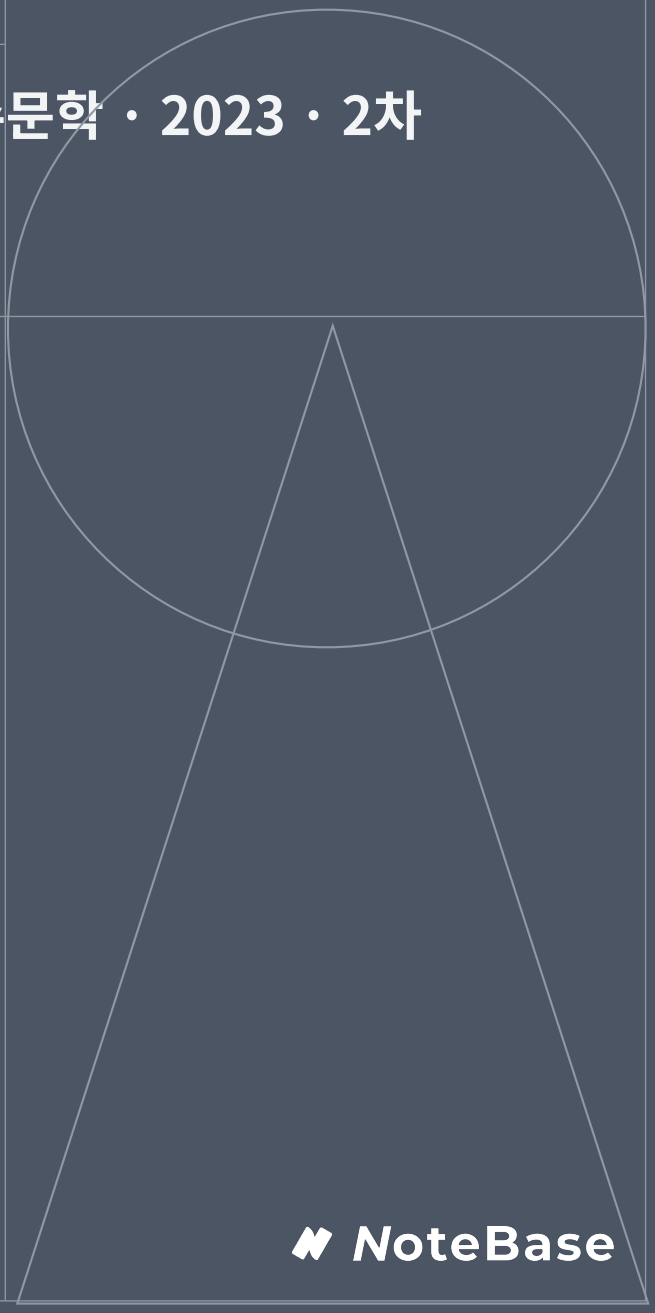
기출OX 해설집

공무원/국가직/7급 · 수리수문학 · 2023 · 2차



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/국가직/7급 · 수리수문학 · 2023 · 2차

공무원/국가직/7급 · 수리수문학 · 2023 · 2차

문 1. 다음 중 침투능의 차원으로 옳은 것은? (단, L은 길이, M은 질량, T는 시간의 차원이다)

① $[M^0L^0T^0]$

② $[M^0L^1T^0]$

③ $[M^0L^1T^{-1}]$

④ $[M^1L^1T^{-2}]$

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 침투능의 물리적 의미를 단위시간당 침투수심으로 보고 차원을 L/T로 판단하는 문제이다.

조건 정리

침투능은 토양이 물을 받아들이는 속도를 뜻한다.
실무 단위는 mm/h, cm/s처럼 길이/시간으로 표현된다.
따라서 질량 차원 M은 들어가지 않는다.

사용할 공식

f = 침투수심시간
이 공식을 쓰는 이유: 침투능은 일정 시간 동안 토양으로 스며드는 물의 깊이 또는 침투속도로 정의되므로 차원은 길이 L를 시간 T로 나눈 형태가 된다.

계산 과정

1. 침투수심의 차원은 L이다.
2. 시간을 나누므로 시간 차원은 분모에 들어가 T^{-1}이 된다.
3. 침투능의 차원은 $M^0L^1T^{-1}$이다.
4. 보기와 대조하면 ③과 일치한다.

NoteBase

선지별 해설

① X: $M^0L^0T^0$는 무차원량이다. 침투능은 속도 개념이므로 길이와 시간이 반드시 들어가야 한다. 틀린 표현은 무차원으로 본 부분이며, 올바르게는 $M^0L^1T^{-1}$이다.
② X: $M^0L^1T^0$는 단순 길이 차원이다. 침투능은 길이 자체가 아니라 단위시간당 침투수심이므로 T^{-1}가 추가되어야 한다. 올바르게는 $M^0L^1T^{-1}$이다.
③ O: $M^0L^1T^{-1}$는 길이/시간 차원으로, 침투능의 정의와 정확히 맞는다.
④ X: $M^1L^1T^{-2}$는 질량 차원이 포함되어 힘과 같은 계열의 차원이다. 침투능은 질량과 무관한 속도량이므로 M이 들어가면 안 되고 시간 지수도 -1이어야 한다. 올바르게는 $M^0L^1T^{-1}$이다.

오답 포인트

침투능을 침투한 물의 양 자체로 착각하면 ②처럼 길이 차원만 남기기 쉽다. 또 유량이나 힘처럼 다른 수리량의 차원과 섞으면 ④처럼 질량 차원을 잘못 끌어들이기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

차원 문제는 먼저 그 물리량이 길이, 면적, 부피, 속도 중 무엇인지 뜻부터 잡아야 한다. 침투능처럼 어떤 작용의 속도를 묻는 경우에는 기본적으로 길이 또는 양에 시간의 역수 T^{-1}가 붙는지를 확인하면 된다.

암기 포인트

침투능은 침투속도이므로 차원은 L/T이다.

NoteBase

문 2. 내부 체적이 $2m^3$인 수조의 무게가 $100kg_f$이다. 이 수조에 어떤 유체를 가득 채웠더니 총 무게가 $3{,}500kg_f$가 되었다. 이 유체의 단위중량 $[kg_f/m^3]$과 밀도 $[kg/m^3]$는? (단, 중력가속도는 $10m/s^2$이다)

① 단위중량: 1,750, 밀도: 175

② 단위중량: 1,750, 밀도: 1,750

③ 단위중량: 1,700, 밀도: 170

④ 단위중량: 1,700, 밀도: 1,700

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 수조의 빈 무게를 제외해 유체의 실제 무게를 구한 뒤, 단위중량과 밀도의 관계를 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값:
- 수조 내부 체적: $2m^3$
- 빈 수조 무게: $100kgf$
- 유체를 채운 뒤 총 무게: $3{,}500kgf$
- 중력가속도: $10m/s^2$

구해야 할 값:
- 단위중량 kgf/m^3
- 밀도 kg/m^3

주의할 조건:
- 총 무게에는 수조 무게가 포함되므로 먼저 빈 수조 무게를 빼야 한다.

사용할 공식

단위중량은 $\gamma = \frac{W}{V}$이다. 밀도는 $\rho = \frac{m}{V}$이다.
이 공식을 쓰는 이유:
문제에서 유체의 무게와 체적이 주어졌으므로 먼저 체적당 무게인 단위중량을 구할 수 있고, 같은 유체의 질량을 체적으로 나누면 밀도를 구할 수 있다.

계산 과정

1. 유체의 무게는 총 무게에서 빈 수조 무게를 뺀 값이므로 $3{,}500 - 100 = 3{,}400kgf$이다.
2. 단위중량은 $\gamma = \frac{3{,}400}{2} = 1{,}700kgf/m^3$이다.
3. $3{,}400kgf$는 $34{,}000N$와 같고, 질량은 $m = \frac{34{,}000}{10} = 3{,}400kg$이다.
4. 따라서 밀도는 $\rho = \frac{3{,}400}{2} = 1{,}700kg/m^3$이다.

NoteBase

선지별 해설

① X: 단위중량 $1{,}750 kgf/m^3$는 총 무게 $3{,}500 kgf$를 그대로 $2 m^3$로 나눈 값이라서 수조 무게 $100 kgf$를 빼지 않은 오류이다. 밀도 $175 kg/m^3$도 같은 잘못된 무게를 사용한 뒤 다시 중력 환산을 잘못 적용한 값이다. 올바르게는 단위중량 $1{,}700 kgf/m^3$, 밀도 $1{,}700 kg/m^3$이다.
② X: 단위중량 $1{,}750 kgf/m^3$와 밀도 $1{,}750 kg/m^3$는 모두 수조 무게를 빼지 않고 계산한 값이다. 틀린 표현은 유체 무게를 $3{,}500 kgf$로 본 점이고, 올바르게는 유체 무게가 $3{,}400 kgf$이다.
③ X: 단위중량 $1{,}700 kgf/m^3$까지는 맞지만 밀도 $170 kg/m^3$는 kgf를 이미 한 번 힘 단위로 썼는데 다시 10으로 나누어 중력을 중복 반영한 오류이다. 올바르게는 $3{,}400 kgf = 34{,}000 N$에서 질량이 $3{,}400 kg$이므로 밀도는 $1{,}700 kg/m^3$이다.
④ O: 유체 무게는 $3{,}500 - 100 = 3{,}400 kgf$이고, 이를 체적으로 나누면 단위중량은 $1{,}700 kgf/m^3$이다. 또 질량은 $3{,}400 kg$이므로 밀도도 $1{,}700 kg/m^3$가 된다.

오답 포인트

가장 큰 함정은 총 무게에서 수조 자체의 무게를 빼지 않는 점이다. 또 단위중량의 kgf/m^3와 밀도의 kg/m^3를 보고 무조건 10으로 한 번 더 나누는 실수를 하기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

용기와 내용물의 무게가 함께 제시되면 먼저 내용물만의 무게를 분리한다. 그다음 $\gamma = W/V$로 단위중량을 구하고, 힘에서 질량으로 바꾼 뒤 $\rho = m/V$를 적용하면 된다.

암기 포인트

총무게 문제는 빈 용기 무게를 먼저 뺀다. 단위중량은 힘 기준, 밀도는 질량 기준이다.

NoteBase

문 3. 호수 속 두 지점에서 압력을 측정하였더니, 각각 $1{,}200\text{kgf/m}^2$, $2{,}600\text{kgf/m}^2$이었다. 두 지점 사이의 깊이 차이 [m]는? (단, 수면은 수평하고 물이 흐르지 않으며, 물의 단위중량은 $1{,}000\text{kgf/m}^3$이다)

① 1.4

② 14

③ 4.0

④ 40

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 정수압 관계식 $p = \gamma h$를 이용해 두 지점의 깊이 차를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 압력은 각각 $1{,}200 kgf/m^2$, $2{,}600 kgf/m^2$이다.
물의 단위중량은 $1{,}000 kgf/m^3$이다.
수면은 수평하고 물이 흐르지 않으므로 두 지점의 압력 차는 깊이 차로 바로 환산된다.

사용할 공식

정수압식은 $p = \gamma h$이고, 두 점 비교에는 $\Delta p = \gamma \Delta h$를 쓴다.
이 문제는 같은 물속 두 지점의 압력 차가 주어졌으므로 압력 차를 단위중량으로 나누면 깊이 차를 바로 구할 수 있다.

계산 과정

1. 압력 차는 $\Delta p = 2{,}600 - 1{,}200 = 1{,}400 kgf/m^2$이다.
2. 정수압 관계식에서 $\Delta h = \Delta p / \gamma$이다.
3. 따라서 $\Delta h = 1{,}400 / 1{,}000 = 1.4 m$이다.

선지 판단

1번: O. 계산 결과가 $1.4 m$이므로 선지 값과 일치한다.
2번: X. 깊이 차이가 $14 m$라는 값이 틀렸다. 올바르게는 $\Delta h = 1{,}400 / 1{,}000 = 1.4 m$이다. 이는 소수점을 한 자리 잘못 옮긴 오답이다.
3번: X. 깊이 차이가 $4.0 m$라는 값이 틀렸다. 압력 차를 단위중량으로 나눈 값은 $1.4 m$이므로 올바르게는 $1.4 m$이다. 이는 압력 차 또는 단위중량 값을 잘못 대입한 오답이다.
4번: X. 깊이 차이가 $40 m$라는 값이 틀렸다. 주어진 압력 차는 $1{,}400 kgf/m^2$이므로 올바르게는 $1.4 m$이다. 이는 단위를 잘못 해석하거나 배율을 과대 적용한 오답이다.

NoteBase

오답 포인트

각 지점의 압력 자체가 아니라 두 지점의 압력 차를 써야 한다는 점이 함정이다. 또 1,400/1,000 = 1.4에서 소수점 처리를 틀리면 $14m$나 $40m$ 같은 오답으로 흐르기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

정수압 비교 문제는 같은 유체인지 확인한 뒤 압력 차 Δp를 먼저 구하고, 바로 $\Delta h = \Delta p/\gamma$로 연결해 판단한다.

암기 포인트

$p = \gamma h$, 두 점의 깊이 차는 $\Delta h = \Delta p/\gamma$이다.

NoteBase

문 4. 관수로의 마찰손실계수 f와 Chezy의 계수 C에 대한 설명으로 옳은 것은?

① 난류에서 f는 Reynolds 수만의 함수가 된다.

② 수로 표면이 거칠수록 C값은 작아진다.

③ 층류에서 f는 상대조도만의 함수가 된다.

④ f와 C는 차원이 같다.

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 관수로 마찰손실계수 f와 Chezy 계수 C의 Reynolds 수 의존성, 조도 의존성, 차원을 구별할 수 있는지를 묻는다.

핵심 개념

Darcy-Weisbach의 마찰손실계수 f는 관 마찰저항의 크기를 나타내는 무차원 계수이다.
Chezy 계수 C는 유속식 $V = C\sqrt{RS}$에 쓰이는 계수로, 거칠기가 커질수록 작아지고 차원은 $L^{1/2}T^{-1}$이다.
층류에서는 $f = 64/Re$로서 f가 Reynolds 수에만 의해 정해지고, 난류에서는 일반적으로 Reynolds 수와 상대조도의 영향을 함께 받는다.

선지별 해설

1번: X. 틀린 표현은 "난류에서"와 "Reynolds 수만의 함수"이다. 난류의 f는 일반적으로 Reynolds 수와 상대조도의 함수이다. 수리적으로 매끈한 관의 난류처럼 제한된 경우에만 Reynolds 수 영향이 두드러진다.
2번: O. Chezy 계수 C는 조도가 커져 저항이 증가할수록 작아진다. 수로 표면이 거칠수록 같은 동수반경과 경사에서 유속이 덜 나오므로 C값이 감소한다.
3번: X. 틀린 표현은 "층류에서"와 "상대조도만의 함수"이다. 층류의 f는 $f = 64/Re$이므로 Reynolds 수만의 함수이며, 상대조도의 영향은 받지 않는다.
4번: X. 틀린 표현은 "차원이 같다"이다. f는 무차원이고, C는 $L^{1/2}T^{-1}$ 차원을 가진다. 올바르게는 두 계수의 차원은 다르다.

오답 포인트

층류와 난류의 의존 변수를 뒤바꾸면 쉽게 틀린다. 이 문항은 1번과 3번에서 Reynolds 수와 상대조도 중 무엇이 지배적인지를 서로 바꿔 놓았고, 4번에서는 둘 다 계수라는 점만 보고 차원까지 같다고 착각하게 만든다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

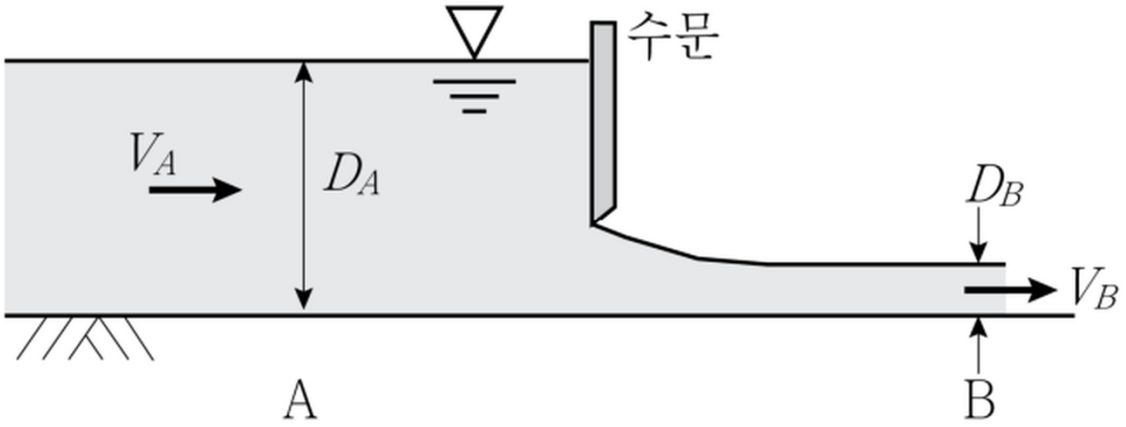
먼저 층류인지 난류인지부터 구분한다. 층류이면 $f = 64/Re$를 바로 떠올려 조도 무관으로 판단하고, 난류이면 Reynolds 수와 상대조도를 함께 본다. 이어서 C는 거칠수록 감소하고 무차원량이 아니라는 점을 확인하면 선지를 빠르게 걸러낼 수 있다.

암기 포인트

층류 f는 $64/Re$, 난류 f는 Reynolds 수와 조도 영향, Chezy C는 거칠수록 감소하고 무차원이 아니다.

NoteBase

문 5. 그림과 같이 수문 아래로 물이 방류되고 있다. A 지점의 유속과 수심이 각각 V_A, D_A이고, B 지점의 유속과 수심이 각각 V_B, D_B일 때, 총 손실수두 h_L를 구하기 위한 식으로 옳은 것은? (단, g는 중력가속도이고, A 지점과 B 지점 사이의 수로바닥은 수평하다)



① $h_L = -\frac{1}{2g}(V_A^2 - V_B^2) + (D_A - D_B)$
② $h_L = -\frac{1}{2g}(V_A^2 - V_B^2) - (D_A - D_B)$
③ $h_L = \frac{1}{2g}(V_A^2 - V_B^2) + (D_A - D_B)$
④ $h_L = \frac{1}{2g}(V_A^2 - V_B^2) - (D_A - D_B)$

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 자유수면 흐름에서 단면별 에너지수두를 비교하여 총 손실수두 h_L의 부호를 정확히 정리하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값은 A지점의 유속 V_A, 수심 D_A, B지점의 유속 V_B, 수심 D_B이다.
구해야 할 값은 A지점과 B지점 사이의 총 손실수두 h_L이다.
A지점과 B지점 사이의 수로바닥은 수평이므로 $z_A = z_B$이고, 두 단면은 모두 자유수면이므로 압력수두는 각 단면의 수심으로 본다.

사용할 공식

자유수면 흐름의 에너지식은 $z_A + D_A + \frac{V_A^2}{2g} = z_B + D_B + \frac{V_B^2}{2g} + h_L$ 이다.
이 공식을 쓰는 이유는 두 단면이 모두 대기와 접하고 있어 압력수두를 D_A, D_B로 둘 수 있고, 문제에서 묻는 값이 두 단면 사이의 손실수두이기 때문이다.

NoteBase

계산 과정

1. A단면에서 B단면까지 손실을 포함한 베르누이식을 적용한다.
2. 수로바닥이 수평이므로 위치수두는 $z_A - z_B = 0$으로 상쇄된다.
3. 식을 h_L에 대해 정리하면 $h_L = \left(D_A + \frac{V_A^2}{2g}\right) - \left(D_B + \frac{V_B^2}{2g}\right)$ 이다.
4. 따라서 $h_L = \frac{V_A^2 - V_B^2}{2g} + (D_A - D_B)$ 이므로 정답식은 ③이다.

선지별 해설

① X: $(D_A - D_B)$의 부호는 맞지만 속도수두항의 부호가 반대이다. 틀린 표현은 $-\frac{1}{2g}(V_A^2 - V_B^2)$이고, 올바르게는 $+\frac{V_A^2 - V_B^2}{2g}$이다.
② X: 속도수두항과 수심항의 부호가 모두 반대이다. 틀린 표현은 $-\frac{1}{2g}(V_A^2 - V_B^2) - (D_A - D_B)$이고, 올바르게는 $+\frac{V_A^2 - V_B^2}{2g} + (D_A - D_B)$이다.
③ O: h_L는 상류 단면의 에너지수두에서 하류 단면의 에너지수두를 뺀 값이므로 $\frac{V_A^2 - V_B^2}{2g} + (D_A - D_B)$가 맞다.
④ X: 속도수두항의 부호는 맞지만 수심항의 부호가 반대이다. 틀린 표현은 $-(D_A - D_B)$이고, 올바르게는 $+(D_A - D_B)$이다.

오답 포인트

이 문항의 함정은 자유수면 흐름에서 압력수두를 수심으로 놓는 점과, 손실수두를 $E_A - E_B$로 정리할 때 각 항의 부호를 함께 유지해야 한다는 점이다. 속도수두만 맞추고 수심항 부호를 뒤집거나, 반대로 수심항만 맞추고 속도수두 부호를 뒤집는 실수가 자주 나온다.

다시 나오면 이렇게 판단

수문 전후의 개수로 문제는 먼저 각 단면의 에너지수두를 $z + D + \frac{V^2}{2g}$로 쓴 뒤, 상류식에서 하류식을 빼서 h_L를 정리하면 된다. 바닥이 수평이면 z항이 먼저 사라지고, 남는 것은 수심차와 속도수두차의 합이다.

암기 포인트

개수로 손실수두는 $h_L = E_A - E_B$이고, 자유수면 단면의 압력수두는 수심 D이다.

NoteBase

문 6. 질량이 132 t이고, 길이 15 m, 폭 4 m, 높이 3 m인 직육면체 모양의 케이슨이 서해상에 떠 있다. 이 케이슨을 한강으로 끌어오면 서해에 있을 때와 비교해 물에 잠기는 깊이의 변화는? (단, 서해 바닷물과 한강 물의 밀도는 각각 1,100 kg/m^3, 1,000 kg/m^3이다)

① 0.2 m 감소

② 0.1 m 감소

③ 0.1 m 증가

④ 0.2 m 증가

정답 4번

출제 포인트

부력 평형에서 잠긴 체적 $V = \frac{m}{\rho}$를 구하고, 밑면적 A로 나누어 흘수 변화를 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값:
- 질량은 $132t = 132{,}000kg$이다.
- 길이는 $15m$, 폭은 $4m$, 높이는 $3m$이다.
- 서해 바닷물 밀도는 $1{,}100kg/m^3$, 한강 물 밀도는 $1{,}000kg/m^3$이다.

구해야 할 값:
- 물에 잠기는 깊이의 변화이다.

주의할 조건:
- 같은 질량의 부유체는 밀도가 작은 물에서 더 큰 체적을 밀어내야 하므로 더 깊게 잠긴다.

사용할 공식

부력 평형에서 잠긴 체적은
$V = \frac{m}{\rho}$
이고, 물에 잠긴 깊이는
$h = \frac{V}{A}$
이다.
이 공식을 쓰는 이유는 떠 있는 물체의 무게와 밀어낸 물의 무게가 같아야 하고, 이 문제는 밑면적이 일정한 직육면체라서 잠긴 체적을 깊이로 바로 바꿀 수 있기 때문이다.

NoteBase

계산 과정

1. 밑면적은 $A = 15 \times 4 = 60m^2$이다.
2. 서해에서 잠긴 체적은
$V_1 = \frac{132{,}000}{1{,}100} = 120m^3$
이므로 잠긴 깊이는 $h_1 = \frac{120}{60} = 2.0m$이다.
3. 한강에서 잠긴 체적은
$V_2 = \frac{132{,}000}{1{,}000} = 132m^3$
이므로 잠긴 깊이는 $h_2 = \frac{132}{60} = 2.2m$이다.
4. 따라서 깊이 변화는 $2.2 - 2.0 = 0.2m$ 증가이다.

선지별 해설

① X
- 틀린 표현은 '감소'이다. 물의 밀도가 $1{,}100kg/m^3$에서 $1{,}000kg/m^3$로 작아지면 같은 무게를 지탱하려면 더 큰 체적이 필요하므로 잠기는 깊이는 감소가 아니라 증가이다.
- 올바르게는 '$0.2m$ 증가'이다.

② X
- 틀린 표현은 '$0.1m$ 감소'이다. 방향도 틀리고 크기도 틀리다. 계산 결과는 서해 $2.0m$, 한강 $2.2m$이므로 변화량은 $0.2m$이다.
- 올바르게는 '$0.2m$ 증가'이다.

③ X
- 틀린 표현은 '$0.1m$'이다. 증가 방향은 맞지만, 실제 변화량은 $2.2 - 2.0 = 0.2m$이다.
- 올바르게는 '$0.2m$ 증가'이다.

④ O
- 서해에서는 $2.0m$, 한강에서는 $2.2m$가 잠기므로 $0.2m$ 증가가 맞다.

오답 포인트

밀도가 더 작은 물로 옮기면 더 적게 잠길 것이라고 직관적으로 거꾸로 판단하기 쉽다. 이 문제는 '같은 질량을 띄우기 위해 필요한 배수체적은 밀도에 반비례한다'는 점을 놓치면 ①, ②처럼 감소라고 오판하기 쉽고, 계산 막바지의 산술 실수로 ③의 $0.1m$를 고르기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

부유체 계산형 문제는 먼저 밑면적이 일정한지 확인하고, 다음에 $V = \frac{m}{\rho}$로 잠긴 체적을 구한 뒤, 마지막에 $h = \frac{V}{A}$로 흘수를 비교하면 된다. 질량이 같을 때는 밀도가 작아질수록 잠기는 깊이가 커진다.

암기 포인트

같은 질량의 부유체는 물의 밀도가 작을수록 더 깊게 잠긴다.

NoteBase

문 7. Bernoulli 방정식에 대한 설명으로 옳은 것은?

① 질량보존법칙으로부터 유도된다.

② 부정류(unsteady flow)의 홍수추적에 사용된다.

③ 비압축성 유체(incompressible fluid)라는 가정하에 유도된다.

④ 부등류(non-uniform flow)에는 쓸 수 없다.

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 Bernoulli 방정식의 유도 근거와 성립 조건, 그리고 적용 범위를 연속방정식·부정류·부등류 개념과 구분할 수 있는지를 묻는 문항이다.

핵심 개념

연속방정식은 질량보존을 표현하는 식이다.
Bernoulli 방정식은 유선상의 역학적 에너지 보존을 표현하는 식이다.
Bernoulli 방정식은 보통 비압축성, 정상류, 점성손실 무시 가능이라는 가정 아래 유도된다.
부등류는 흐름 특성이 공간에 따라 변하는 흐름이며, 이것만으로 Bernoulli 방정식을 전혀 쓸 수 없다고 단정되지는 않는다.

NoteBase

선지별 해설

① X
질량보존법칙이 직접 연결되는 식은 연속방정식이다. Bernoulli 방정식은 유선상에서의 에너지보존으로부터 유도된다.
틀린 부분은 "질량보존법칙"이다. 올바르게는 "에너지보존법칙으로부터 유도된다"이다.

② X
홍수추적은 대표적인 부정류 해석이다. Bernoulli 방정식은 기본적으로 정상류의 두 지점 에너지 관계를 다루므로 부정류 홍수추적의 기본식으로 쓰이지 않는다.
틀린 부분은 "부정류의 홍수추적에 사용된다"이다. 올바르게는 "정상류 또는 정상류로 근사할 수 있는 흐름의 에너지 관계 해석에 사용된다"이다.

③ O
Bernoulli 방정식은 비압축성 유체라는 가정 아래 유도되는 것이 핵심 조건 중 하나이다. 따라서 ③은 옳다.

④ X
부등류는 유속이나 수심이 위치에 따라 달라지는 흐름을 뜻한다. Bernoulli 방정식 또는 손실을 포함한 에너지 방정식은 이런 비균일 흐름에도 적용될 수 있으므로, 부등류에는 전혀 쓸 수 없다는 단정은 틀리다.
틀린 부분은 "쓸 수 없다"이다. 올바르게는 "가정과 손실 조건을 검토하면 부등류에도 적용할 수 있다"이다.

오답 포인트

①의 질량보존과 ③의 비압축성 가정을 한 덩어리로 외우면 헷갈리기 쉽다. 질량보존은 연속방정식, 에너지보존은 Bernoulli 방정식이라는 출발점이 다르다. 또 ④처럼 "쓸 수 없다" 같은 절대 표현은 적용 조건 문제를 지나치게 단순화한 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 어떤 보존법칙에서 출발한 식인지 구분한다. Bernoulli이면 에너지, 연속방정식이면 질량이다. 그다음 정상류·비압축성·손실 무시 가능 여부를 확인하고, "항상", "전혀", "쓸 수 없다"처럼 범위를 과도하게 단정하는 표현은 오답 후보로 본다.

암기 포인트

연속방정식은 질량, Bernoulli는 에너지이며, Bernoulli의 기본 축은 비압축성·정상류이다.

NoteBase

문 8. 자유수면을 갖고 수위차가 $28m$인 두 저수지가 있다. 펌프에 $200kW$의 전력을 공급해 낮은 저수지에서 높은 저수지로 양수할 때 유량$[m^3/s]$는? (단, 총 손실수두는 $2m$, 펌프의 효율은 90%, 중력가속도는 $10m/s^2$, 물의 밀도는 $1{,}000kg/m^3$이다)

① 0.54

② 0.60

③ 0.66

④ 0.73

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 펌프 동력식 $\eta P = \rho gQH$를 이용해 유량을 구하는 계산형 문항이다.

조건 정리

주어진 값: 수위차는 $28m$, 총 손실수두는 $2m$, 공급전력은 $200kW$, 펌프 효율은 0.9이다.
구해야 할 값: 유량 Q이다.
주의할 조건: 펌프가 이겨야 할 전양정은 자유수면 차 $28m$에 손실수두 $2m$를 더한 $30m$이다. 공급전력 $200kW$ 전부가 물에 전달되는 것이 아니므로 효율을 반영해야 한다.

사용할 공식

사용식은 $\eta P = \rho gQH$이다.
이 공식을 쓰는 이유: 문제에서 공급전력과 펌프 효율이 함께 주어졌으므로 실제 물에 전달되는 수동력은 ηP이다. 또 자유수면을 가진 두 저수지 사이 양수 문제이므로 필요한 양정 H는 수위차와 손실수두의 합으로 본다.

계산 과정

1. 전양정을 구하면 $H = 28 + 2 = 30m$이다.
2. 물에 전달되는 수동력은 $\eta P = 0.9 \times 200kW = 180kW = 180{,}000W$이다.
3. $Q = \frac{\eta P}{\rho gH} = \frac{180{,}000}{1000 \times 10 \times 30} = 0.60m^3/s$이다.

NoteBase

선지별 해설

① X

- 0.54는 계산 결과와 다르다. 이 문항의 올바른 유량은 $0.60m^3/s$이다.
- 틀린 표현은 유량값 0.54이다. 올바르게는 손실수두를 포함한 전양정 $30m$과 효율 0.9를 반영하여 $0.60m^3/s$로 계산된다.

② O

- $H = 30m$, $\eta P = 180kW$를 적용하면 $Q = 0.60m^3/s$가 되어 정답과 일치한다.

③ X

- 0.66은 펌프 효율을 무시하고 공급전력 $200kW$를 그대로 수동력으로 넣으면 나오는 값이다.
- 틀린 표현은 유량값 0.66이다. 올바르게는 공급전력에 효율 0.9를 곱한 뒤 계산하므로 $0.60m^3/s$이다.

④ X

- 0.73은 손실수두를 반영하지 않거나 제시된 조건 대신 다른 중력가속도 값을 섞어 쓰면 가까워질 수 있으나, 문제 조건으로 계산한 결과와 맞지 않는다.
- 틀린 표현은 유량값 0.73이다. 올바르게는 문제에서 준 $g = 10m/s^2$, 전양정 $30m$, 효율 0.9를 함께 써서 $0.60m^3/s$로 판단한다.

오답 포인트

수위차 $28m$만 보고 손실수두 $2m$를 빼먹거나, 공급전력 $200kW$를 그대로 수동력으로 넣는 실수가 가장 흔하다. 이 문제는 전양정 계산과 효율 반영을 둘 다 해야 정답이 나온다.

다시 나오면 이렇게 판단

자유수면 사이 양수 문제는 먼저 전양정 H = 수위차 + 손실수두를 정리하고, 다음에 실제 수동력을 ηP로 바꾼 뒤 $Q = \frac{\eta P}{\rho g H}$에 대입하면 된다.

암기 포인트

양수 유량은 전양정과 효율을 함께 본다. $Q = \frac{\eta P}{\rho g H}$, 전양정은 수위차 + 손실수두이다.

NoteBase

문 9. 관수로 흐름해석에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① Hardy Cross가 개발한 모멘트 분배법을 이용해서 관망을 해석할 수 있다.

② 여러 관수로가 병렬로 연결되어 있으면 각 관수로의 유량의 합이 전체 유량과 같다.

③ 여러 관수로가 직렬로 연결되어 있으면 각 관수로의 손실수두의 합이 전체 손실수두가 된다.

④ 폐합회로를 가지는 관망은 연속방정식과 에너지보존법칙을 이용해서 해석할 수 있다.

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 관수로 관망 해석에서 직렬관, 병렬관, 폐합회로, Hardy Cross 방법의 적용 개념을 구분하는 문제이다.

핵심 개념

병렬 관수로는 양 끝 두 절점이 같아서 각 분기선의 손실수두가 같고, 전체 유량은 각 분기 유량의 합으로 나타난다.
직렬 관수로는 한 줄로 이어진 관로이므로 각 관의 유량이 같고, 전체 손실수두는 각 관의 손실수두 합으로 나타난다.
폐합회로를 가진 관망은 각 절점의 연속방정식과 각 루프의 에너지 보존 조건을 함께 만족하도록 해석한다.
Hardy Cross 방법은 관망 해석에 쓰는 반복 보정법이며, 구조해석의 모멘트 분배법과 발상은 유사하지만 관망을 직접 모멘트 분배법으로 해석하는 것은 아니다.

선지별 해설

① X: 틀린 부분은 "모멘트 분배법을 이용해서 관망을 해석"한다는 표현이다. 관망 해석에는 Hardy Cross의 유량 보정 반복법을 적용하며, 모멘트 분배법 자체를 그대로 쓰는 것은 아니다. 올바르게는 "Hardy Cross가 제안한 반복 보정법으로 관망을 해석할 수 있다"이다.
② O: 병렬로 연결된 관수로에서는 전체 유량이 각 분기관 유량의 합이 된다. 병렬 연결의 핵심은 분기 유량은 나뉘지만 두 절점 사이 손실수두는 같다는 점이다.
③ O: 직렬로 연결된 관수로에서는 같은 유량이 연속해서 흐르고, 전체 손실수두는 각 관에서 발생한 손실수두의 합이 된다. 직렬 연결의 핵심 관계를 바르게 설명한 선지이다.
④ O: 폐합회로가 있는 관망은 절점에서의 유량 연속 조건과 루프를 따라 한 바퀴 돌 때 손실수두 합이 0이 되는 에너지 보존 조건으로 해석한다. 관망 해석의 기본 원리를 정확히 서술한 선지이다.

NoteBase

오답 포인트

①은 Hardy Cross라는 이름과 모멘트 분배법을 묶어 기억한 수험생을 노린 선지이다. Hardy Cross가 구조해석에서 모멘트 분배법을 만든 인물이라는 사실과, 관망 해석에 쓰는 Hardy Cross 반복법을 같은 것으로 섞으면 오답이 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

관수로 연결 형태 문제는 먼저 병렬이면 "유량 합, 손실수두 같음", 직렬이면 "유량 같음, 손실수두 합"을 확인한다. 관망 전체 해석이 나오면 절점은 연속방정식, 루프는 에너지 보존식으로 판단한다. Hardy Cross가 나오면 모멘트 분배법과의 유사성보다 관망용 반복 보정법이라는 점을 기준으로 본다.

암기 포인트

병렬은 유량을 더하고, 직렬은 손실수두를 더하며, 폐합관망은 연속과 에너지, Hardy Cross는 관망 반복보정이다.

NoteBase

문 10. 유사이송에 대한 설명으로 옳은 것은?

① Meyer-Peter and Müller공식을 이용하면 부유사량을 추정할 수 있다.

② 유사량을 무차원화한 변량을 Shields 수라고 한다.

③ 유사이송과 관련 있는 하상 전단응력(bed shear stress)은 동수반경(hydraulic radius)에 비례한다.

④ 물에 용해된 상태로 이송되는 유사를 소류사라고 한다.

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 유사이송에서 소류사·부유사·Shields 수와 하상 전단응력의 의미를 정확히 구분하는지를 묻는 문제이다.

핵심 개념

Meyer-Peter and Muller 공식은 하상 부근을 구르거나 도약하며 이동하는 소류사량을 추정하는 공식이다.
Shields 수는 입자의 움직임을 시작시키는 무차원 소류력 또는 무차원 전단응력을 나타내는 변수이다.
하상 전단응력은 등류 개수로에서 $\tau_0 = \gamma RS$로 나타나므로 동수반경 R에 비례한다.
소류사는 하상 가까이에서 구름·미끄럼·도약 형태로 이동하는 유사이고, 물에 녹아 이동하는 것은 용존부하이다.

선지별 해설

① X: 틀린 부분은 "부유사량"이다. Meyer-Peter and Muller 공식은 대표적인 소류사량 산정식이므로 올바르게는 "소류사량을 추정할 수 있다"이다.
② X: 틀린 부분은 "유사량을 무차원화한 변수"이다. Shields 수는 유사량이 아니라 입자 운동 개시와 관련된 무차원 전단응력을 뜻하므로 올바르게는 "유사의 이동 개시를 판단하는 무차원 소류력이다"이다.
③ O: 하상 전단응력은 등류에서 $\tau_0 = \gamma RS$로 나타나므로 물의 단위중량 γ와 에너지경사 S가 같으면 동수반경 R에 비례한다.
④ X: 틀린 부분은 "소류사"이다. 물에 용해된 상태로 이동하는 것은 소류사가 아니라 용존부하이며, 소류사는 하상 가까이에서 바닥을 따라 이동하는 유사이다.

오답 포인트

①은 소류사와 부유사를 바꾸어 놓은 선지이고, ②는 Shields 수를 유사량 관련 지표로 오해하게 만드는 선지이다. ④는 소류사와 용존부하를 섞어 놓아 이동 형태에 따른 분류를 혼동하면 틀리기 쉽다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

유사이송 문제는 먼저 이동 형태를 기준으로 소류사, 부유사, 용존부하를 구분하고, 다음으로 공식이 어떤 유사량을 다루는지 확인하면 된다. 전단응력이 나오면 $\tau_0 = \gamma RS$를 떠올려 동수반경과의 관계를 바로 판단할 수 있다.

암기 포인트

Meyer-Peter and Muller는 소류사, Shields 수는 무차원 전단응력, 용해되어 가면 용존부하이다.

NoteBase

문 11. 관의 길이가 지름의 100배인 관수로에서 마찰손실수두가 속도수두의 2배일 때 마찰손실계수 f는?

① 0.01

② 0.02

③ 0.03

④ 0.04

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 Darcy-Weisbach 식에서 마찰손실수두와 속도수두의 관계를 이용해 마찰손실계수 f를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 관의 길이와 지름의 비가 $L/D = 100$이다.
구해야 할 값: 마찰손실계수 f이다.
주의할 조건: 마찰손실수두가 속도수두의 2배이므로 $h_f = 2 \cdot V^2/(2g)$로 둔다.

사용할 공식

마찰손실수두는 $h_f = f\frac{L}{D}\frac{V^2}{2g}$이다.
속도수두는 $\frac{V^2}{2g}$이다.
이 공식을 쓰는 이유: 문제에서 마찰손실수두와 속도수두의 비, 그리고 L/D가 직접 주어졌으므로 Darcy-Weisbach 식에 바로 대입하면 f를 곧바로 구할 수 있다.

계산 과정

1. 조건을 식으로 쓰면 $h_f = 2\frac{V^2}{2g}$이다.
2. Darcy-Weisbach 식에 $L/D = 100$을 대입하면 $h_f = f \cdot 100 \cdot \frac{V^2}{2g}$이다.
3. 두 식을 같게 두면 $f \cdot 100 \cdot \frac{V^2}{2g} = 2 \cdot \frac{V^2}{2g}$이다.
4. 공통인 $\frac{V^2}{2g}$를 약분하면 $100f = 2$이므로 $f = 0.02$이다.

NoteBase

선지별 해설

① X: 계산 결과는 $f = 0.02$이므로 0.01은 틀리다. 틀린 표현은 값이 0.01이라는 점이며, 올바르게는 0.02이다. 이 값은 마찰손실수두를 속도수두의 1배로 잘못 읽으면 나올 수 있다.
② O: $100f = 2$에서 $f = 0.02$가 되므로 옳다.
③ X: 계산 결과는 $f = 0.02$이므로 0.03은 틀리다. 틀린 표현은 값이 0.03이라는 점이며, 올바르게는 0.02이다. 이 값은 비례관계를 거꾸로 보거나 2를 100으로 나누는 대신 다른 수를 섞어 계산한 오답이다.
④ X: 계산 결과는 $f = 0.02$이므로 0.04는 틀리다. 틀린 표현은 값이 0.04이라는 점이며, 올바르게는 0.02이다. 이 값은 속도수두가 2배라는 조건을 한 번 더 곱해 4로 처리하는 식의 과대계산에서 나올 수 있다.

오답 포인트

핵심 함정은 마찰손실수두가 속도수두의 2배라는 문장을 식으로 정확히 옮기지 못하는 점이다. $h_f = 2 \cdot V^2/(2g)$를 세운 뒤 $L/D = 100$만 곱하면 되는데, 속도수두 자체를 다시 변형하거나 2를 중복 반영하면 오답으로 흐른다.

다시 나오면 이렇게 판단

관수로 손실계수 문제는 먼저 $h_f = f(L/D)(V^2/2g)$를 쓰고, 문제에서 준 수두비를 그대로 대응시켜 f만 남도록 약분하는 순서로 판단한다.

암기 포인트

Darcy-Weisbach 식에서 $f(L/D)$가 속도수두의 배수를 만든다. 따라서 f=수두배수/(L/D) 형태로 바로 정리할 수 있다.

NoteBase

문 12. 폭이 $5m$, 수심이 $6.4m$인 직사각형 수로에 $32m^3/s$의 물이 흐른다. 이 흐름의 Froude 수와 종류는? (단, 중력가속도는 $10m/s^2$이다)

① Froude 수: 0.125, 종류: 상류(subcritical flow)

② Froude 수: 0.125, 종류: 사류(supercritical flow)

③ Froude 수: 1.25, 종류: 상류(subcritical flow)

④ Froude 수: 1.25, 종류: 사류(supercritical flow)

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 직사각형 수로의 유속을 구한 뒤 Froude 수 $Fr = \frac{V}{\sqrt{gy}}$로 흐름 상태를 판정하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값은 폭 $b = 5m$, 수심 $y = 6.4m$, 유량 $Q = 32m^3/s$, 중력가속도 $g = 10m/s^2$이다.
직사각형 수로이므로 단면적은 $A = by$이다.
구해야 할 값은 Froude 수와 흐름 종류이다.

사용할 공식

유속은 $V = \frac{Q}{A}$, 직사각형 수로의 Froude 수는 $Fr = \frac{V}{\sqrt{gy}}$이다.
직사각형 수로에서는 수리수심이 수심 y와 같으므로 이 공식을 그대로 적용할 수 있다.

계산 과정

1. 단면적은 $A = by = 5 \times 6.4 = 32m^2$이다.
2. 유속은 $V = \frac{Q}{A} = \frac{32}{32} = 1m/s$이다.
3. Froude 수는 $Fr = \frac{1}{\sqrt{10 \times 6.4}} = \frac{1}{\sqrt{64}} = \frac{1}{8} = 0.125$이다.
4. $Fr < 1$이므로 흐름은 상류(subcritical flow)이다.

선지 판단

① O: 계산 결과 Froude 수는 0.125이고 $Fr < 1$이므로 상류이다. 수치와 흐름 종류가 모두 맞다.
② X: Froude 수 0.125는 맞지만 흐름 종류가 틀리다. 틀린 표현은 "사류"이고, 올바르게는 "상류"이다.
③ X: 흐름 종류 "상류"는 맞지만 Froude 수가 틀리다. 틀린 표현은 "1.25"이고, 올바르게는 "0.125"이다.
④ X: Froude 수와 흐름 종류가 모두 틀리다. 틀린 표현은 "1.25, 사류"이고, 올바르게는 "0.125, 상류"이다.

NoteBase

오답 포인트

유량 Q와 단면적 A로 유속을 먼저 구하지 않으면 Froude 수를 바로 잘못 대입하기 쉽다. 또 $Fr < 1$이면 상류, $Fr > 1$이면 사류라는 기준을 뒤집으면 ②처럼 오답이 된다. ③, ④의 1.25는 제곱근 처리나 소수점 자리를 부정확하게 계산할 때 나올 수 있는 오답이다.

다시 나오면 이렇게 판단

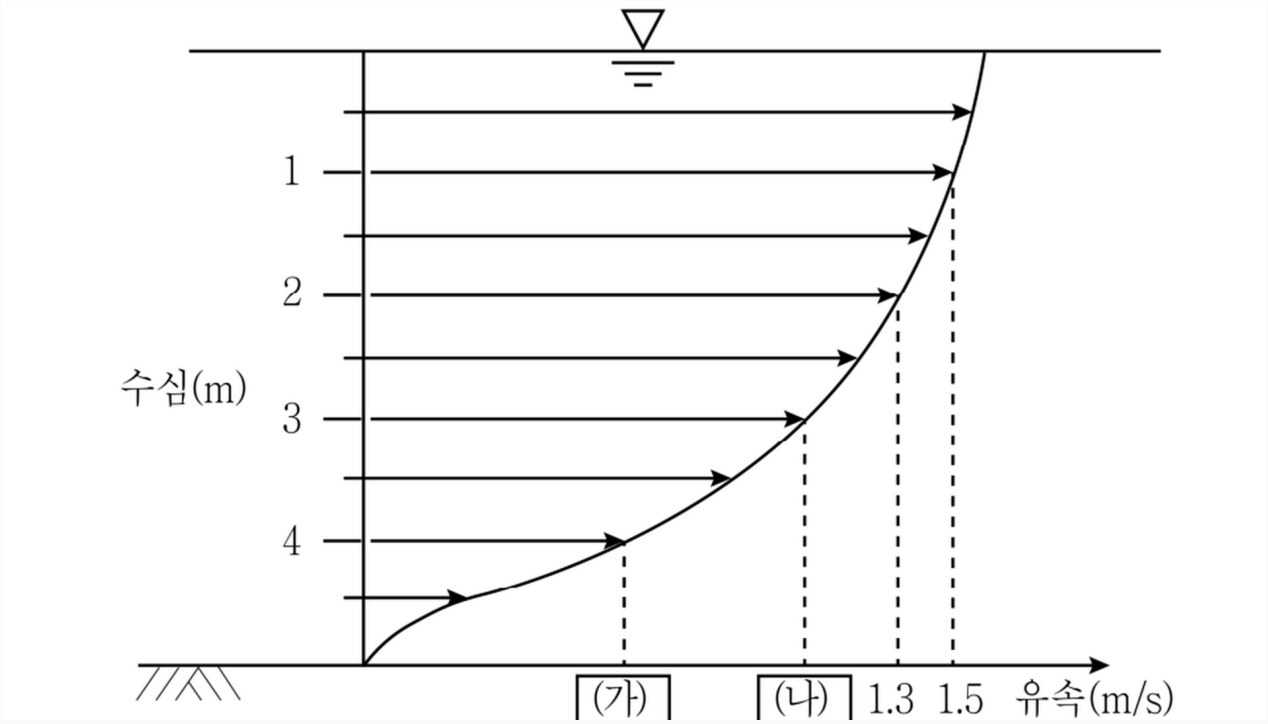
개수로 Froude 수 문제는 단면적 계산 → 유속 계산 → Fr 계산 → 1과 비교하여 흐름 판정의 순서로 판단한다. 직사각형 수로에서는 수리수심이 곧 수심이라는 점을 함께 확인하면 된다.

암기 포인트

직사각형 수로는 $Fr = \frac{V}{\sqrt{gy}}$, $Fr < 1$이면 상류, $Fr > 1$이면 사류이다.

NoteBase

문 13. 하천 단면의 한 측선(수심 5 m)에서 연직방향을 따라 측정한 유속 분포가 그림과 같다. 2점법 및 3점법으로 구한 평균유속이 모두 1.0m/s일 때, (가), (나) 지점에서의 유속[m/s]은?



① (가): 0.7, (나): 0.9

② (가): 0.5, (나): 1.0

③ (가): 0.5, (나): 1.1

④ (가): 0.7, (나): 1.1

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 수심 $D = 5m$인 연직선에서 2점법과 3점법의 평균유속 공식을 각각 적용하여 $0.8D$ 지점의 유속 (가)와 $0.6D$ 지점의 유속 (나)를 구하는 문제이다.

NoteBase

조건 정리

주어진 값:
- 수심은 $5m$이다.
- 그림에서 $1m$ 깊이의 유속은 $1.5m/s$이므로 $0.2D$ 지점 유속은 $1.5m/s$이다.
- $4m$ 깊이의 유속이 (가)이므로 $0.8D$ 지점 유속은 (가)이다.
- $3m$ 깊이의 유속이 (나)이므로 $0.6D$ 지점 유속은 (나)이다.

구해야 할 값:
- (가), (나)

주의할 조건:
- $2m$ 깊이의 $1.3m/s$는 보조 정보일 뿐이며 2점법과 3점법 공식에는 직접 들어가지 않는다.

사용할 공식

2점법 평균유속은
$\bar{v} = \frac{v_{0.2D} + v_{0.8D}}{2}$
3점법 평균유속은
$\bar{v} = \frac{v_{0.2D} + 2v_{0.6D} + v_{0.8D}}{4}$
이다.
이 공식을 쓰는 이유:
문제에서 2점법과 3점법으로 구한 평균유속이 모두 $1.0m/s$라고 주어졌으므로, 각 공식에 그림에서 읽은 유속을 대입하면 (가), (나)를 바로 역산할 수 있다.

계산 과정

1. 2점법을 적용하면
1.0=(1.5+(가))/(2)
이므로
(가)=2.0-1.5=0.5
이다.
2. 3점법을 적용하면
1.0=(1.5+2(나)+0.5)/(4)
이다.
3. 정리하면
4.0=2.0+2(나)
이므로
2(나)=2.0, (나)=1.0
이다.
따라서 (가)=0.5, (나)=1.0이다.

NoteBase

선지별 해설

① X
- (가)=0.7이면 2점법 평균유속이 $(1.5 + 0.7)/2 = 1.1 m/s$가 되어 조건의 $1.0 m/s$와 맞지 않는다.
- (나)=0.9는 (가)=0.7을 넣었을 때 3점법만 겨우 맞추는 값일 뿐, 두 조건을 동시에 만족하지 못한다.
- 틀린 표현은 "(가)=0.7, (나)=0.9"이고, 올바르게는 "(가)=0.5, (나)=1.0"이다.

② O
- 2점법에서 (가)=0.5가 나오고, 이 값을 3점법에 넣으면 (나)=1.0이 된다.
- 두 평균유속 조건을 동시에 만족하는 유일한 조합이므로 옳다.

③ X
- (가)=0.5는 2점법과 맞지만, (나)=1.1을 넣으면 3점법 평균유속이 $(1.5 + 2.2 + 0.5)/4 = 1.05 m/s$가 되어 조건보다 커진다.
- 틀린 표현은 "(나)=1.1"이고, 올바르게는 "(나)=1.0"이다.

④ X
- (가)=0.7이면 이미 2점법 평균유속이 $1.1 m/s$가 되어 탈락한다.
- (나)=1.1까지 넣으면 3점법 평균유속도 $(1.5 + 2.2 + 0.7)/4 = 1.1 m/s$가 되어 두 조건 모두 어긋난다.
- 틀린 표현은 "(가)=0.7, (나)=1.1"이고, 올바르게는 "(가)=0.5, (나)=1.0"이다.

오답 포인트

이 문항의 함정은 그림에 보이는 $1.3 m/s$를 공식에 무조건 넣는 실수와, 2점법으로 (가)를 먼저 확정하지 않고 3점법만 맞추는 실수이다. ①은 3점법만 맞고 2점법을 틀린 경우이고, ③은 2점법만 맞고 3점법 계산을 잘못한 경우이다.

다시 나오면 이렇게 판단

평균유속 산정 문제는 먼저 수심 비율 $0.2D$, $0.6D$, $0.8D$를 실제 깊이로 바꾼 뒤, 2점법으로 양 끝값을 먼저 정하고 3점법으로 가운데 값을 역산하는 순서로 판단하면 된다.

암기 포인트

2점법은 $0.2D$와 $0.8D$의 평균, 3점법은 $0.2D : 0.6D : 0.8D = 1 : 2 : 1$ 가중평균이다.

NoteBase

문 14. 2001년부터 2020년까지 우리나라의 용도별 연간 수자원 이용량을 살펴봤을 때, 공업용수, 농업용수, 생활용수 중 이용량이 많은 것부터 순서대로 바르게 나열한 것은?

① 생활용수 - 공업용수 - 농업용수

② 생활용수 - 농업용수 - 공업용수

③ 공업용수 - 생활용수 - 농업용수

④ 농업용수 - 생활용수 - 공업용수

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 우리나라 용도별 수자원 이용량의 상대적 크기를 묻는 문제이다.

핵심 근거

우리나라의 용도별 연간 수자원 이용량은 농업용수가 전체에서 가장 큰 비중을 차지한다. 논밭 관개에 쓰이는 농업용수가 절반을 넘는 수준으로 가장 많고, 그다음이 상수도 등 생활용수이며, 공업용수는 세 용도 중 가장 적다.
2001년부터 2020년까지의 기간 동안 이 상대적 순서는 대체로 유지되어, 농업용수 > 생활용수 > 공업용수의 대소 관계가 성립한다.

선지별 해설

① X
생활용수를 최대로, 농업용수를 최하로 둔 점이 틀리다. 실제로는 농업용수가 가장 크고 공업용수가 가장 작다. 이 선지의 배열은 "생활용수 - 공업용수 - 농업용수"이고, 올바른 순서는 "농업용수 - 생활용수 - 공업용수"이다.

② X
생활용수가 농업용수보다 많다고 본 점이 틀리다. 농업용수는 관개 수요가 커서 생활용수보다 크게 많다. 이 선지의 배열은 "생활용수 - 농업용수 - 공업용수"이고, 올바른 순서는 "농업용수 - 생활용수 - 공업용수"이다.

③ X
공업용수가 생활용수보다 많다고 본 점이 틀리다. 공업용수는 세 용도 중 가장 작다. 이 선지의 배열은 "공업용수 - 생활용수 - 농업용수"이고, 올바른 순서는 "농업용수 - 생활용수 - 공업용수"이다.

④ O
농업용수를 가장 크게, 생활용수를 그다음, 공업용수를 가장 작게 배열했으므로 실제 이용량 순서와 일치한다.

NoteBase

오답 포인트

도시화와 산업화를 떠올리면 생활용수나 공업용수가 더 클 것처럼 보이기 쉽다. 그러나 우리나라 총 용도별 이용량에서는 관개가 포함된 농업용수가 계속 가장 크고, 공업용수는 생활용수보다 작다는 점이 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

용도별 수자원 이용량 순서를 묻는 문제는 먼저 농업용수가 최상위인지 확인하고, 그다음 생활용수와 공업용수의 대소를 비교하면 된다. 우리나라에서는 농업용수 > 생활용수 > 공업용수의 순서가 유지된다.

암기 포인트

용도별 수자원 이용량의 기본 순서는 농생공, 즉 농업용수 > 생활용수 > 공업용수이다.

NoteBase

문 15. 개수로의 흐름에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 한계류(critical flow)가 형성될 때 비에너지가 최소이다.

② 정상부등류(steady non-uniform flow)를 해석하는 데 표준축차법을 쓸 수 있다.

③ 도수현상은 사류(supercritical flow)에서 상류(subcritical flow)로 변할 때 발생한다.

④ 수심이 2배가 되면 장파의 속도(파속)는 4배가 된다.

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 한계류, 정상부등류 해석, 도수, 장파의 파속 관계를 구별할 수 있는지를 묻는 문제이다.

핵심 개념

한계류는 주어진 유량 조건에서 비에너지가 최소가 되는 흐름 상태이다.
정상부등류는 시간적으로는 일정하지만 공간적으로 수심이 변하는 흐름이며, 표준축차법으로 수면곡선을 해석할 수 있다.
도수는 사류가 상류로 급변하면서 에너지를 소산하는 현상이다.
장파의 파속은 $c = \sqrt{gh}$이므로 수심 h의 제곱근에 비례한다.

선지별 해설

① O: 한계류에서는 주어진 유량에 대한 비에너지가 최소가 된다. 한계수심은 비에너지 곡선의 최소점에 해당한다.
② O: 정상부등류는 유량은 일정하지만 수심이 구간에 따라 달라지는 흐름이므로 표준축차법으로 수면형을 단계별로 계산할 수 있다.
③ O: 도수는 사류(supercritical flow)가 상류(subcritical flow)로 전이될 때 발생한다. 이 과정에서 수심은 급증하고 에너지는 손실된다.
④ X: 틀린 부분은 "4배"이다. 장파의 파속은 $c = \sqrt{gh}$이므로 수심이 2배가 되면 파속은 $\sqrt{2}$배가 된다.
올바르게는 "수심이 2배가 되면 장파의 속도는 $\sqrt{2}$배가 된다"이다.

오답 포인트

④는 수심과 파속이 정비례한다고 착각하면 고르기 쉽다. 장파의 파속은 수심에 비례하지 않고 수심의 제곱근에 비례한다는 점이 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

개수로 흐름 문제는 먼저 한계류는 비에너지 최소, 도수는 사류에서 상류로의 전이, 장파 파속은 $\sqrt{gh}$ 관계라는 핵심 정의를 대입해 선지를 판별하면 된다.

NoteBase

암기 포인트

한계류는 비에너지 최소, 도수는 사류→상류, 장파 파속은 수심의 제곱근 비례이다.

NoteBase

문 16. 도수가 발생하는 직선 수로가 있다. 도수 전의 수심이 $2m$이고 Froude 수는 $\sqrt{3}$일 때, 도수 전후의 수심 변화 $[m]$ 및 도수로 인한 비력 손실 $[m^3]$은? (단, 수로 바닥은 수평하고, 바닥에서의 마찰은 무시한다)

① 수심 변화: 2, 비력 손실: 0.00

② 수심 변화: 2, 비력 손실: 0.25

③ 수심 변화: 4, 비력 손실: 0.00

④ 수심 변화: 4, 비력 손실: 0.25

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 직사각형 수로의 도수 관계식으로 도수 후 수심을 구하고, 수평·무마찰 조건에서 비력 M이 보존된다는 점을 판별하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 도수 전 수심은 $y_1 = 2m$, 도수 전 Froude 수는 $Fr_1 = \sqrt{3}$이다.
구해야 할 값: 도수 전후의 수심 변화와 도수로 인한 비력 손실이다.
주의할 조건: 수로 바닥이 수평이고 바닥 마찰을 무시하므로 도수 전후의 비력은 보존된다.

사용할 공식

도수 전후의 공액수심 관계는 $\frac{y_2}{y_1} = \frac{1}{2}\left(\sqrt{1 + 8Fr_1^2} - 1\right)$ 이다.
비력은 직사각형 수로에서 $M = \frac{y^2}{2} + \frac{q^2}{gy}$ 로 나타낸다.
이 공식을 쓰는 이유: 문제는 직선의 수평 수로에서 발생한 도수이므로 공액수심 관계식으로 도수 후 수심을 구할 수 있고, 마찰을 무시한 도수에서는 운동량 함수인 비력이 보존되기 때문이다.

계산 과정

1. 공액수심비를 구하면 $\frac{y_2}{y_1} = \frac{1}{2}(\sqrt{1 + 8 \times 3} - 1) = \frac{1}{2}(5 - 1) = 2$ 이다.
2. 따라서 도수 후 수심은 $y_2 = 2y_1 = 4m$ 이고, 수심 변화는 $\Delta y = y_2 - y_1 = 4 - 2 = 2m$ 이다.
3. 비력은 수평·무마찰 도수에서 보존되므로 손실은 0이다. 따라서 비력 손실은 0 이다.

NoteBase

선지 판단

1번: O. 계산 결과 도수 후 수심은 $4m$ 이므로 수심 변화는 $2m$ 이다. 또한 비력은 도수 전후에 보존되므로 손실은 0이다.
2번: X. 수심 변화 $2m$ 는 맞지만, 0.25 는 비력 손실이 아니라 비에너지 손실로 착각한 값이다. 이 문항의 비력 손실은 0으로 보아야 한다.
3번: X. $4m$ 는 도수 후 수심이지 수심 변화가 아니다. 수심 변화는 $4 - 2 = 2m$ 이고, 비력 손실은 0이다.
4번: X. $4m$ 를 수심 변화로 본 점이 틀렸고, 0.25 역시 비에너지 손실을 잘못 대입한 값이다. 올바른 조합은 수심 변화 $2m$, 비력 손실 0이다.

오답 포인트

도수 문제에서 비력과 비에너지를 혼동하면 0.25 같은 값을 고르게 된다. 이 문항은 비에너지 손실이 아니라 비력 손실을 물었으므로, 수평·무마찰 조건에서는 비력이 보존된다는 점을 먼저 잡아야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

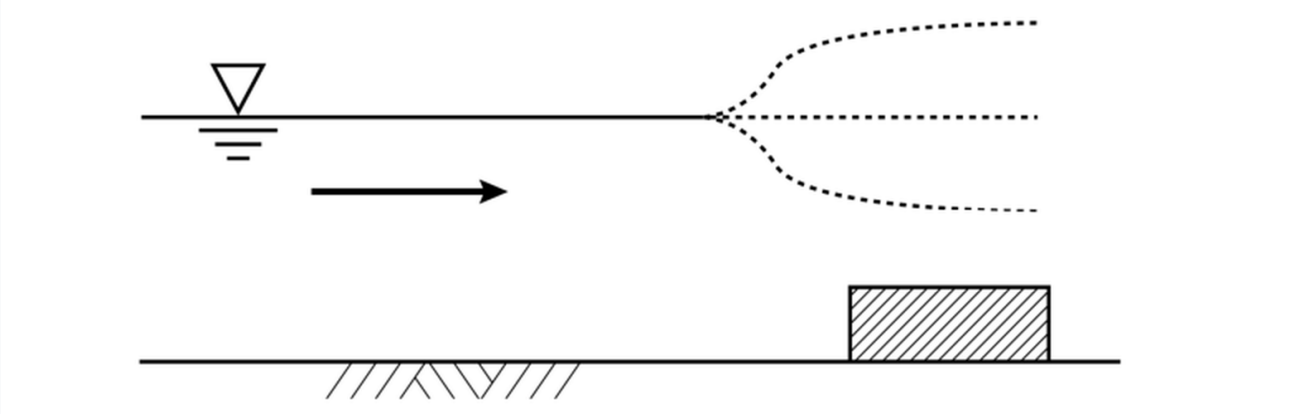
도수 계산형 문제는 먼저 발문이 수심 변화인지 도수 후 수심인지, 비력인지 비에너지인지를 구분한다. 그다음 공액수심 관계식으로 y_2를 구하고, 수평·무마찰이면 비력 보존, 비에너지는 감소라는 순서로 판단한다.

암기 포인트

도수에서는 수심은 증가하고 비에너지는 줄어들지만, 수평·무마찰 조건의 비력은 보존된다.

NoteBase

문 17. 그림과 같이 하상이 수평한 직사각형 수로의 전체 폭에 걸쳐 하상에 장애물이 설치되어 있다. 흐름의 상태가 상류(subcritical flow), 사류(supercritical flow)인 경우 각각에 대하여, 장애물 자리에서 수심의 변화를 옳게 나타낸 것은? (단, 흐름 구간에 걸쳐 에너지의 손실은 무시한다)



① 상류: 불변, 사류: 하강

② 상류: 하강, 사류: 상승

③ 상류: 상승, 사류: 상승

④ 상류: 상승, 사류: 하강

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 수평 직사각형 수로 바닥에 장애물이 생겨 바닥고가 국부적으로 상승할 때, 손실이 없으면 장애물 위치의 비에너지 E가 그만큼 감소하고 그 감소에 대한 수심 반응이 상류와 사류에서 서로 반대로 나타난다는 점을 묻는 문제이다.

NoteBase

선지별 해설

① X: 상류에서는 장애물로 바닥고가 올라가면 전체 수두가 같을 때 비에너지 E가 감소한다. 상류는 임계수심보다 큰 가지이므로 E가 감소하면 수심도 감소한다. 따라서 "불변"이 아니라 "하강"이 맞다. 사류에서는 같은 E 감소가 임계수심보다 작은 가지에서 수심 증가로 나타나므로 "하강"도 틀리다. 올바르게는 "상류 하강, 사류 상승"이다.
② O: 상류에서는 장애물 위에서 비에너지가 줄면 큰 수심 가지를 따라 수심이 하강한다. 사류에서는 같은 조건에서 작은 수심 가지를 따라 수심이 상승한다. 따라서 "상류 하강, 사류 상승"이 맞다.
③ X: 상류에서 수심이 상승하려면 장애물 위 비에너지가 증가하는 쪽이어야 하나, 문제 조건은 손실이 없고 바닥고만 올라가므로 장애물 위치의 비에너지는 감소한다. 따라서 상류의 "상승"이 틀리다. 사류의 "상승"만 맞는 방향이다. 올바르게는 "상류 하강, 사류 상승"이다.
④ X: 상류의 "상승"이 틀리고, 사류의 "하강"도 틀리다. 사류는 임계수심보다 작은 가지에 있으므로 장애물로 비에너지가 줄면 오히려 수심이 상승한다. 올바르게는 "상류 하강, 사류 상승"이다.

오답 포인트

장애물이 있으면 물이 막히므로 항상 수심이 올라간다고 단순화하면 틀리기 쉽다. 이 문항은 "수심 변화"를 직접 외우는 문제가 아니라, 같은 유량에서 장애물 위 바닥고 상승이 비에너지 감소를 만든 뒤 그 감소에 대해 상류 가지는 수심 하강, 사류 가지는 수심 상승으로 반응한다는 가지별 방향을 구분하는지가 핵심 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

개수로의 국부 융기 문제는 먼저 손실이 없으면 장애물 위치에서 바닥고 상승량만큼 비에너지 E가 감소한다고 본다. 그다음 비에너지-수심 곡선에서 상류는 큰 수심 가지이므로 $E\downarrow \Rightarrow y\downarrow$, 사류는 작은 수심 가지이므로 $E\downarrow \Rightarrow y\uparrow$로 판단한다.

암기 포인트

장애물 위 비에너지 감소: 상류는 수심 하강, 사류는 수심 상승이다.

NoteBase

문 18. 완경사 조건의 점변류 계산에서 수심(y)이 (가) 등류수심보다 큰 경우와 (나) 한계수심보다 작은 경우 각각 흐름방향(x)으로 수심의 변화율(dy/dx)은?

① (가): +, (나): +

② (가): +, (나): -

③ (가): -, (나): -

④ (가): -, (나): +

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 완경사에서 등류수심과 한계수심을 기준으로 점변류 수면곡선의 구간을 구분하고, $\frac{dy}{dx} = \frac{S_0 - S_f}{1 - Fr^2}$의 부호를 판단하는 문제이다.

핵심 개념

완경사에서는 등류수심 y_n이 한계수심 y_c보다 크다.
$y > y_n$이면 M1곡선으로, 아임계류이므로 $Fr < 1$이고 깊어질수록 마찰경사 S_f가 작아져 $S_0 - S_f > 0$가 된다.
$y < y_c$이면 M3곡선으로, 사류이므로 $Fr > 1$이고 매우 얕아 유속이 커져 $S_f > S_0$이므로 $S_0 - S_f < 0$가 된다.
따라서 M1에서는 분자와 분모가 모두 양수이고, M3에서는 분자와 분모가 모두 음수여서 두 경우 모두 $\frac{dy}{dx} > 0$이다.

NoteBase

선지별 해설

① O
- (가) $y > y_n$은 M1곡선이므로 $\frac{dy}{dx} > 0$이다.
- (나) $y < y_c$는 M3곡선이므로 $\frac{dy}{dx} > 0$이다.
- 두 경우 모두 부호가 양수이므로 옳다.

② X
- 틀린 부분은 (나)를 음수로 본 점이다.
- 실제로는 $y < y_c$인 완경사 구간은 M3곡선이어서 $S_0 - S_f < 0, 1 - Fr^2 < 0$이므로 $\frac{dy}{dx} > 0$이다.

③ X
- 틀린 부분은 (가)와 (나)를 모두 음수로 본 점이다.
- 실제로는 (가)는 M1곡선, (나)는 M3곡선으로 둘 다 $\frac{dy}{dx} > 0$이다.

④ X
- 틀린 부분은 (가)를 음수로 본 점이다.
- 실제로는 $y > y_n$이면 M1곡선이어서 $Fr < 1, S_0 - S_f > 0$이므로 $\frac{dy}{dx} > 0$이다.

오답 포인트

완경사라는 조건만 보고 아임계류만 떠올리면 (나)의 $y < y_c$ 구간을 놓치기 쉽다. 이 문항의 함정은 등류수심 기준 구간과 한계수심 기준 구간을 각각 M1, M3로 연결하지 못하면 부호를 뒤집는다는 점이다.

다시 나오면 이렇게 판단

점변류 부호 문제는 먼저 경사형에서 y_n과 y_c의 대소를 정하고, 주어진 y가 어느 수면곡선 구간(M1, M2, M3)에 속하는지 판정하면 된다. 그다음 Fr로 분모 부호를, y와 y_n의 비교로 $S_0 - S_f$의 부호를 정하면 $\frac{dy}{dx}$의 부호가 바로 결정된다.

암기 포인트

완경사는 $y_n > y_c$, M1과 M3의 $\frac{dy}{dx}$는 둘 다 양수이다.

NoteBase

문 19. 어떤 유역의 2시간 단위유량도가 표와 같을 때, 유역면적[km^2]은? (단, 유효강우는 1cm이고, 단위유량도의 형태는 삼각형이다)

시간(hr)	0	2	4	6	8	10	12
단위유량도(m^3/s)	0	2	4	6	4	2	0

① 0.0648

② 0.1296

③ 6.48

④ 12.96

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 2시간 단위유량도의 면적에서 직접유출체적을 구하고, 이를 유효강우 1cm가 만든 체적과 같게 놓아 유역면적을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 2시간 단위유량도는 밑변 12hr, 첨두 6m^3/s인 삼각형이다.
구해야 할 값: 유역면적 [km^2]이다.
주의할 조건: 시간은 초로 바꾸고, 유효강우 1cm는 0.01m로 바꿔야 한다.

사용할 공식

단위유량도 체적은 유량-시간 그래프 면적이므로 $V = \frac{1}{2} \times B \times Q_p$ 이다. 여기서 $B = 12 \times 3600s$, $Q_p = 6m^3/s$이다.
이 체적은 유효강우 깊이 r와 유역면적 A의 곱 $V = rA$ 와 같다.
이 공식을 쓰는 이유: 단위유량도는 단위 유효강우가 만든 직접유출수문곡선이므로, 곡선 아래 면적이 직접유출체적이 된다.

계산 과정

1. 단위유량도 체적은 $V = \frac{1}{2} \times (12 \times 3600) \times 6 = 129600m^3$ 이다.
2. 유효강우 1cm는 0.01m이므로 $129600 = 0.01 \times A$ 이다.
3. 따라서 $A = \frac{129600}{0.01} = 12960000m^2 = 12.96km^2$ 이다.

NoteBase

선지별 해설

① X: 제시값 $0.0648km^2$는 계산된 유역면적 $12.96km^2$와 다르다. 틀린 표현은 $0.0648km^2$이고, 올바르게는 $12.96km^2$이다.
② X: 제시값 $0.1296km^2$는 유효강우 $1cm$를 $1m$처럼 처리할 때 생기기 쉬운 값이며 정답보다 100배 작다. 틀린 표현은 $0.1296km^2$이고, 올바르게는 $12.96km^2$이다.
③ X: 제시값 $6.48km^2$는 수문곡선의 전체 지속시간 $12hr$ 대신 절반만 반영할 때 생기기 쉬운 값이다. 틀린 표현은 $6.48km^2$이고, 올바르게는 $12.96km^2$이다.
④ O: 계산 결과가 정확히 $12.96km^2$이므로 옳다.

오답 포인트

삼각형 면적에서 밑변 $12hr$ 전체를 써야 하는데 상승부 $6hr$만 넣거나, $1cm = 0.01m$ 변환을 빠뜨리면 오답이 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

단위유량도 면적을 먼저 체적으로 바꾸고, 그 체적을 rA에 대입해 면적을 역산하면 된다. 계산형 수문 문제는 시간-유량 단위와 강우깊이 단위를 끝에서 한 번 더 점검하면 된다.

암기 포인트

단위유량도 아래 면적 = 직접유출체적, $1cm = 0.01m$, $1km^2 = 10^6m^2$이다.

NoteBase

문 20. 60분 동안 지속된 호우사상에 대해 5분 간격으로 측정한 누적강우량 [mm]이 표와 같다. 지속기간 20분 및 30분에 해당하는 최대강우강도를 각각 I_{20}, I_{30}이라 할 때, I_{20}과 I_{30}의 차이 [mm/hr]는?

시간(분)	누적 강우량 (mm)	시간(분)	누적 강우량 (mm)	시간(분)	누적 강우량 (mm)
0 ~ 5	2	20 ~ 25	20	40 ~ 45	52
5 ~ 10	3	25 ~ 30	30	45 ~ 50	57
10 ~ 15	7	30 ~ 35	39	50 ~ 55	60
15 ~ 20	12	35 ~ 40	45	55 ~ 60	62

① 9

② 12

③ 15

④ 24

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 누적강우량 표를 5분 단위 강우량으로 환산한 뒤, 지속기간 20 분과 30 분의 최대강우강도를 각각 구해 차이를 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값:
- 5분 간격 누적강우량은 2, 3, 7, 12, 20, 30, 39, 45, 52, 57, 60, 62mm이다.
- 각 5분 구간 강우량은 인접한 누적값의 차이로 구한다.

구해야 할 값:
- I_{20}, I_{30}과 그 차이이다.

주의할 조건:
- 표의 값은 구간강우량이 아니라 누적강우량이므로 반드시 인접 누적값의 차를 취해야 한다.
- 최대강우강도는 해당 지속기간의 최대강우량을 지속시간으로 나눈 뒤 시간당으로 환산한 값이다.

NoteBase

사용할 공식

각 5분 구간 강우량을 r_i라 하면, 지속기간 t의 최대강우강도는
$I_t = \frac{R_{t,\max}}{t} \times 60$
이다. 여기서 $R_{t,\max}$는 지속기간 t 분 동안의 최대강우량 mm이다.
이 공식을 쓰는 이유:
문제는 특정 지속기간 동안 가장 많이 내린 비의 평균 강우강도를 mm/hr로 묻고 있으므로, 먼저 최대강우량을 찾고 이를 시간당 강우강도로 환산해야 한다.

계산 과정

1. 누적강우량을 5분 구간 강우량으로 바꾸면 $2, 1, 4, 5, 8, 10, 9, 6, 7, 5, 3, 2mm$이다.
2. 20 분은 5분 구간 4개이므로 연속 4개씩 더하면 최대는 $8 + 10 + 9 + 6 = 33mm$이다. 따라서
$I_{20} = \frac{33}{20} \times 60 = 99mm/hr$
이다.
3. 30 분은 5분 구간 6개이므로 연속 6개씩 더하면 최대는 $5 + 8 + 10 + 9 + 6 + 7 = 45mm$ 또는
$8 + 10 + 9 + 6 + 7 + 5 = 45mm$이다. 따라서
$I_{30} = \frac{45}{30} \times 60 = 90mm/hr$
이다.
4. 차이는 $99 - 90 = 9mm/hr$이다.

선지별 해설

① O
- 계산 결과 $I_{20} - I_{30} = 9mm/hr$이므로 맞다.

② X
- "차이가 $12mm/hr$이다"라는 표현이 틀리다. 올바르게는 차이가 $9mm/hr$이다.
- 이 값은 20 분 또는 30 분의 진짜 최대구간을 놓치고 다른 연속합을 택할 때 나올 수 있는 오답이다.

③ X
- "차이가 $15mm/hr$이다"라는 표현이 틀리다. 올바르게는 차이가 $9mm/hr$이다.
- 누적강우량을 바로 비교하거나 최대구간을 잘못 잡으면 이런 오차가 생길 수 있다.

④ X
- "차이가 $24mm/hr$이다"라는 표현이 틀리다. 올바르게는 차이가 $9mm/hr$이다.
- 지속시간 환산에서 분모를 잘못 두거나, 누적값 자체를 강우강도로 오해하면 크게 과대 계산될 수 있다.

계산 결과 차이는 $9mm/hr$이므로 정답은 1번이다.

NoteBase

오답 포인트

이 문제의 함정은 표가 구간강우량이 아니라 누적강우량이라는 점이다. 누적값을 그대로 20 분, 30 분 강우량으로 쓰면 최대구간을 잘못 잡게 된다. 또 최대강우강도는 최대강우량을 지속시간으로 나눈 뒤 60을 곱해 mm/hr로 환산해야 하므로, 시간 환산을 빼먹으면 오답이 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

누적강우량 표가 나오면 먼저 인접 값의 차로 구간강우량을 만든다. 그다음 문제에서 요구한 지속기간을 5분 구간 개수로 바꾸어 연속합의 최댓값을 찾는다. 마지막으로 최대강우량$\frac{\text{지속시간}}{}\times 60$으로 시간당 강우강도를 계산한다.

암기 포인트

누적강우량 문제는 "차분 후 연속합, 마지막에 시간당 환산"이 핵심이다.

NoteBase

문 21. 강우-침투-유출의 관계에 대한 설명으로 옳은 것은?

① 강우가 일정한 강도로 지속될 때, 시간이 지남에 따라 침투능은 커진다.

② 산림지에 NRCS방법을 적용할 때, 선행토양함수조건(AMC)이 II에서 I로 바뀌면 유출곡선지수(CN) 값은 작아진다.

③ 모래질 토양의 침투율은 점토질 토양의 침투율보다 작다.

④ 숲이나 농지를 개간하여 도시를 조성하면 유출률이 작아진다.

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 강우 지속에 따른 침투능 변화, 선행토양함수조건에 따른 CN 변화, 토양 입도와 침투율, 도시화에 따른 유출 변화의 기본 관계를 정확히 구분하는지를 묻는다.

핵심 개념

침투능은 토양이 물을 받아들일 수 있는 능력으로, 일반적으로 강우가 계속되면 토양이 젖어 가면서 감소한다.
유출곡선지수(CN)는 값이 클수록 유출이 크고 침투 여유가 작다는 뜻이며, AMC I은 건조, AMC II는 보통, AMC III는 습윤 상태이다.
토양 침투율은 보통 모래질 토양이 크고 점토질 토양이 작으며, 도시화로 불투수면이 늘면 유출률은 커진다.

선지별 해설

① X: 틀린 부분은 "시간이 지남에 따라 침투능은 커진다"이다. 일정한 강도의 강우가 계속되면 토양이 점차 포화되어 침투능은 대체로 감소한다. 올바르게는 "시간이 지남에 따라 침투능은 작아진다"이다.
② O: AMC가 II에서 I로 바뀐다는 것은 토양이 더 건조한 상태가 된다는 뜻이다. 건조할수록 침투와 저류 여유가 커져 직접유출은 줄고, NRCS 방법의 CN 값도 더 작아진다.
③ X: 틀린 부분은 "모래질 토양의 침투율은 점토질 토양의 침투율보다 작다"이다. 일반적으로 공극이 큰 모래질 토양이 점토질 토양보다 침투율이 크다. 올바르게는 "모래질 토양의 침투율은 점토질 토양보다 크다"이다.
④ X: 틀린 부분은 "도시를 조성하면 유출률이 작아진다"이다. 숲이나 농지를 개간해 도시화하면 불투수면이 증가하여 침투는 줄고 지표유출은 증가한다. 올바르게는 "도시를 조성하면 유출률이 커진다"이다.

오답 포인트

침투와 유출은 반대로 움직인다는 기본 방향을 뒤집으면 틀리기 쉽다. ①은 강우 지속 시 침투능이 커진다고 바꾸어 놓은 함정이고, ③은 모래와 점토의 침투 특성을 서로 뒤집은 함정이며, ④는 도시화 효과를 반대로 제시한 함정이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

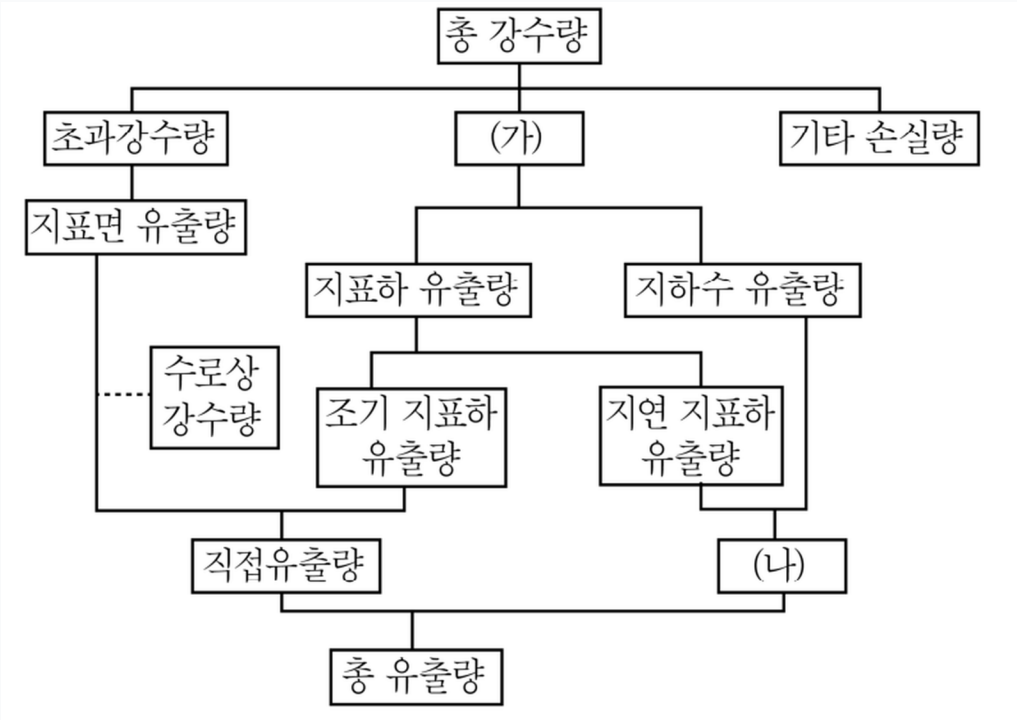
강우-침투-유출 문제는 먼저 토양이 건조해지는지 젖어 가는지, 불투수면이 늘어나는지 줄어드는지부터 본다. 건조할수록 침투는 증가하고 CN과 유출은 감소하며, 불투수면이 늘수록 침투는 감소하고 유출은 증가한다.

암기 포인트

건조하면 CN↓ 유출↓ 침투↑, 도시화하면 유출↑, 모래는 침투↑이다.

NoteBase

문 22. 그림은 강수에 따른 유출성분을 나타낸다. (가), (나)에 들어갈 용어는?



① (가): 비초과강수량, (나): 간접유출량

② (가): 비초과강수량, (나): 기저유출량

③ (가): 침투량, (나): 간접유출량

④ (가): 침투량, (나): 기저유출량

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 강수에 따른 유출성분 도식에서 초과강수량, 침투량, 직접유출량, 기저유출량의 연결 관계를 파악하는 문제이다.

NoteBase

선지별 해설

① X
(가)에서 지표하 유출량과 지하수 유출량이 갈라지므로 (가)는 토양 내부로 들어간 물인 침투량이다.
비초과강수량은 초과강수량을 제외한 나머지 전체를 가리키는 넓은 개념이어서 이 자리처럼 지표하유출과 지하수유출의 직접 근원으로 놓이지 않는다.
(나)는 지연 지표하 유출량과 지하수 유출량이 합쳐진 성분이므로 이 도식에서는 기저유출량이다. 틀린 표현은 '(가)=비초과강수량, (나)=간접유출량'이고, 올바르게는 '(가)=침투량, (나)=기저유출량'이다.

② X
(가)는 ①과 같은 이유로 침투량이 아니라는 부분이 틀렸다. 비초과강수량은 침투량과 기타 손실량까지 함께 묶는 상위 개념이므로 도식의 빈칸 하나로 대응되지 않는다.
(나)=기저유출량은 맞지만, 한 쌍의 용어 중 (가)가 틀렸으므로 전체 선지는 오답이다. 틀린 표현은 '(가)=비초과강수량'이고, 올바르게는 '(가)=침투량'이다.

③ X
(가)=침투량은 맞다. 침투된 물이 조기 지표하 유출량, 지연 지표하 유출량, 지하수 유출량의 근원이 되기 때문이다.
하지만 (나)는 간접유출량이 아니라 기저유출량이다. 이 도식에서 직접유출량은 지표면 유출량, 수로상 강수량, 조기 지표하 유출량으로 구성되고, 그 나머지인 지연 지표하 유출량과 지하수 유출량은 기저유출량으로 묶인다. 틀린 표현은 '(나)=간접유출량'이고, 올바르게는 '(나)=기저유출량'이다.

④ O
(가)는 침투량이다. 총 강수량에서 초과강수량과 기타 손실량을 제외하고 토양 내부로 들어간 물이 지표하 유출량과 지하수 유출량으로 이어진다.
(나)는 기저유출량이다. 지연 지표하 유출량과 지하수 유출량이 합쳐져 총 유출량의 바탕 성분을 이루므로 도식과 정확히 일치한다.

오답 포인트

비초과강수량과 침투량을 같은 말로 착각하기 쉽다. 비초과강수량은 초과강수량을 제외한 넓은 범주이고, 침투량은 그중 토양으로 스며든 부분만 가리킨다. 또 지연 지표하 유출량과 지하수 유출량이 모이는 하단 성분을 간접유출량으로 막연히 고르기 쉬운데, 이 도식에서는 직접유출량과 짝을 이루는 명확한 용어가 기저유출량이다.

다시 나오면 이렇게 판단

도식 문제는 빈칸 아래로 연결되는 하위 성분을 먼저 본다. 지표하 유출량과 지하수 유출량의 공통 근원이면 침투량으로 판단하고, 지연 지표하 유출량과 지하수 유출량이 합쳐져 직접유출량과 함께 총 유출량을 이루면 기저유출량으로 판단한다.

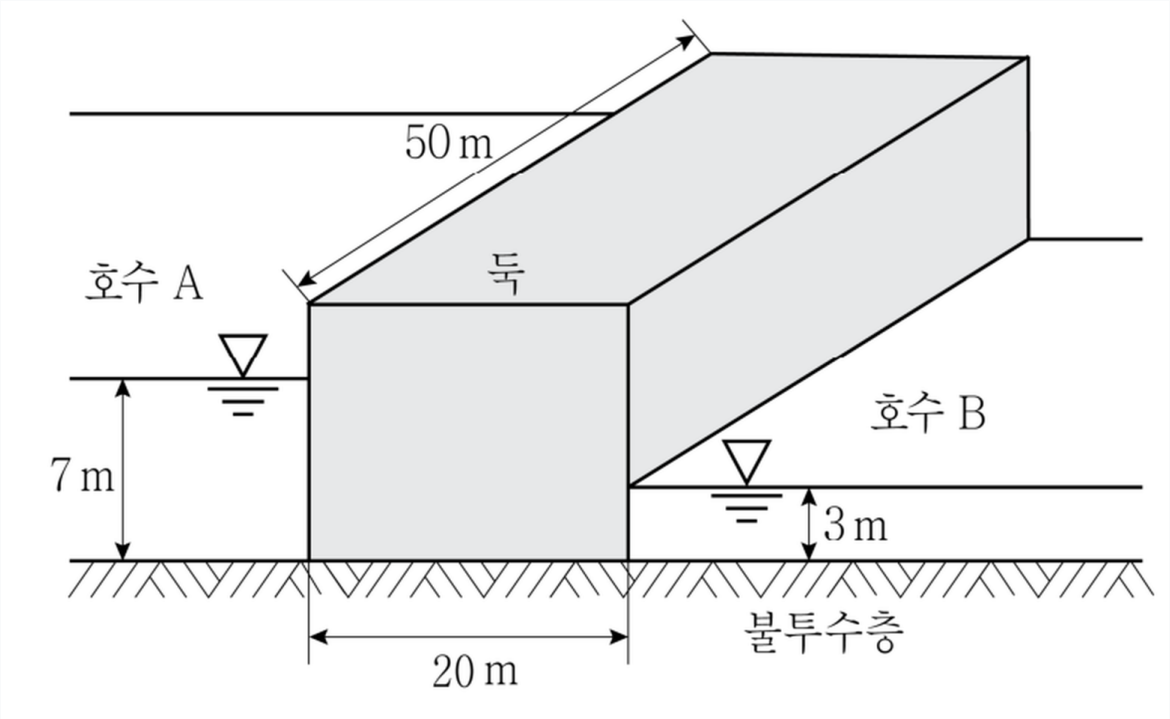
NoteBase

암기 포인트

초과강수량은 직접유출로, 침투량은 지표하·지하수 유출로 이어지며 지연 지표하유출량과 지하수유출량의 합은 기저유출량이다.

NoteBase

문 23. 그림과 같이 둑으로 구분된 수심이 각각 $7m$, $3m$인 호수 A, B가 있다. 둑의 두께가 $20m$, 길이가 $50m$, 투수계수가 $0.05m/s$라고 할 때, 호수 A로부터 호수 B로 흐르는 유량$[m^3/s]$은? (단, Dupuit 가정을 적용한다)



① 0.05

② 1

③ 2.5

④ 5

정답 3번

출제 포인트

Dupuit 가정에서 자유면 침투의 단위폭당 유량을 구한 뒤, 제방 길이를 곱해 총유량을 구하는지를 묻는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 상류 수심 $h_1 = 7m$, 하류 수심 $h_2 = 3m$, 흐름거리 $L = 20m$, 제방 길이 $B = 50m$, 투수계수 $k = 0.05m/s$이다.
구해야 할 값: 호수 A에서 호수 B로 흐르는 총유량 Q이다.
주의할 조건: Dupuit 식은 먼저 단위폭당 유량 q를 구하므로, 마지막에 제방 길이 B를 곱해야 한다.

NoteBase

사용할 공식

자유면 침투의 Dupuit 식은 단위폭당 유량 $q = \frac{k(h_1^2 - h_2^2)}{2L}$이다. 총유량은 $Q = qB$이다.
이 공식을 쓰는 이유: 상류와 하류의 수위가 각각 주어지고, 불투수층 위에서 직사각형 제방을 통과하는 자유면 침투이므로 Dupuit 가정을 그대로 적용할 수 있다.

계산 과정

$q = \frac{k(h_1^2 - h_2^2)}{2L} = \frac{0.05(7^2 - 3^2)}{2 \times 20} = \frac{0.05(49 - 9)}{40} = \frac{0.05 \times 40}{40} = 0.05 m^2/s$
$Q = qB = 0.05 \times 50 = 2.5 m^3/s$
따라서 호수 A에서 호수 B로 흐르는 총유량은 $2.5 m^3/s$이다.

선지별 해설

① X
- $0.05 m^3/s$는 총유량이 아니라 단위폭당 유량 q에 해당한다. 제방 길이 $50m$를 곱하지 않은 값이므로 틀리다. 틀린 값 0.05 → 올바르게는 전체 유량 $Q = 2.5 m^3/s$이다.

② X
- $1 m^3/s$는 식의 구조를 잘못 단순화하거나 제방 길이 $50m$와 투수계수 $0.05 m/s$를 정확히 반영하지 못할 때 나오는 오답값이다. 계산 결과와 맞지 않으므로 틀리다. 틀린 값 1 → 올바르게는 $Q = 2.5 m^3/s$이다.

③ O
- Dupuit 식으로 구한 단위폭당 유량 $q = 0.05 m^2/s$에 제방 길이 $50m$를 곱하면 총유량이 $2.5 m^3/s$가 된다. 따라서 옳다.

④ X
- $5 m^3/s$는 정답 $2.5 m^3/s$를 두 배로 계산한 값으로, 분모의 $2L$에서 2를 빠뜨릴 때 생기기 쉽다. 틀린 값 5 → 올바르게는 $Q = 2.5 m^3/s$이다.

오답 포인트

두께 $20m$는 흐름거리 L이고, 길이 $50m$는 제방 길이 B이다. 이 둘을 바꾸거나 단위폭당 유량 q와 총유량 Q를 구분하지 않으면 ① 같은 오답을 고르기 쉽다. 또 분모의 $2L$에서 2를 빼먹으면 ④가 나온다.

다시 나오면 이렇게 판단

Dupuit 침투 문제는 먼저 h_1, h_2, L, B를 구분한다. 그다음 $q = \frac{k(h_1^2 - h_2^2)}{2L}$로 단위폭당 유량을 계산하고, 마지막에 $Q = qB$로 총유량으로 바꾸면 된다.

암기 포인트

자유면 Dupuit 침투는 $q = \frac{k(h_1^2 - h_2^2)}{2L}$이고, 총유량은 $Q = qB$이다.

NoteBase

문 24. 하천 어떤 지점에서 유량의 연 최대치 계열이 정규분포(평균 = 100, 표준편차 = 5)를 따른다. 이 분포로부터 구한 비초과확률을 P라 할 때, 몇 가지 P에 해당하는 유량 값은 표와 같다. 이 지점의 재현기간 100년에 해당하는 홍수량$[m^3/s]$은?

P	유량(m^3/s)
0.005	87.1
0.01	88.4
0.05	91.8
0.5	100.0
0.95	108.2
0.99	111.6
0.995	112.9
0.999	115.5

① 88.4

② 91.8

③ 108.2

④ 111.6

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 재현기간 T와 비초과확률 P의 관계를 이용해 100년 빈도 홍수량을 표에서 찾는 문제이다.

조건 정리

주어진 값은 비초과확률 P와 그에 대응하는 유량 Q 표이다.
구해야 할 값은 재현기간 100년에 해당하는 홍수량이다.
주의할 조건은 문제의 P가 비초과확률이므로 초과확률과 반대로 읽어야 한다는 점이다.

NoteBase

사용할 공식

재현기간과 초과확률의 관계는 $T = \frac{1}{p}$이고, 여기서 p는 초과확률이다.
문제에서는 비초과확률을 P로 두었으므로 $p = 1 - P$이고, 따라서 $T = \frac{1}{1-P}$이다.
이 공식을 쓰는 이유는 100년 빈도 홍수량이 연 초과확률 0.01인 유량과 같기 때문이다.

계산 과정

1. 재현기간 100년이면 초과확률은 $p = \frac{1}{100} = 0.01$이다.
2. 비초과확률은 $P = 1 - p = 1 - 0.01 = 0.99$이다.
3. 표에서 $P = 0.99$에 해당하는 유량을 찾으면 $111.6 m^3/s$이다.

선지 판단

1번 X: $88.4 m^3/s$는 표에서 $P = 0.01$일 때의 값이다. 이는 비초과확률 1%를 읽은 값이므로 100년 빈도와 반대쪽 꼬리를 고른 것이다. 틀린 표현은 재현기간 100년을 $P = 0.01$로 보는 해석이고, 올바르게는 재현기간 100년이면 $P = 0.99$이다.
2번 X: $91.8 m^3/s$는 표에서 $P = 0.05$일 때의 값이다. 이는 하위 5% 지점의 유량일 뿐 100년 빈도 홍수량이 아니다. 틀린 표현은 낮은 비초과확률 값을 그대로 적용한 판단이고, 올바르게는 100년 빈도는 상위 1% 초과에 대응하는 $P = 0.99$를 써야 한다.
3번 X: $108.2 m^3/s$는 표에서 $P = 0.95$일 때의 값이다. 이는 초과확률이 0.05이므로 재현기간 20년에 해당한다. 틀린 표현은 95% 비초과확률을 100년 빈도로 오인한 판단이고, 올바르게는 100년이면 비초과확률이 99%이다.
4번 O: $111.6 m^3/s$는 표에서 $P = 0.99$일 때의 값이다. 재현기간 100년은 초과확률 0.01, 비초과확률 0.99이므로 이 값이 맞다.

오답 포인트

이 문제의 함정은 P가 초과확률이 아니라 비초과확률이라는 점이다. $T = 100$만 보고 $P = 0.01$이나 $P = 0.95$를 고르면 꼬리 방향을 반대로 읽어 오답이 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

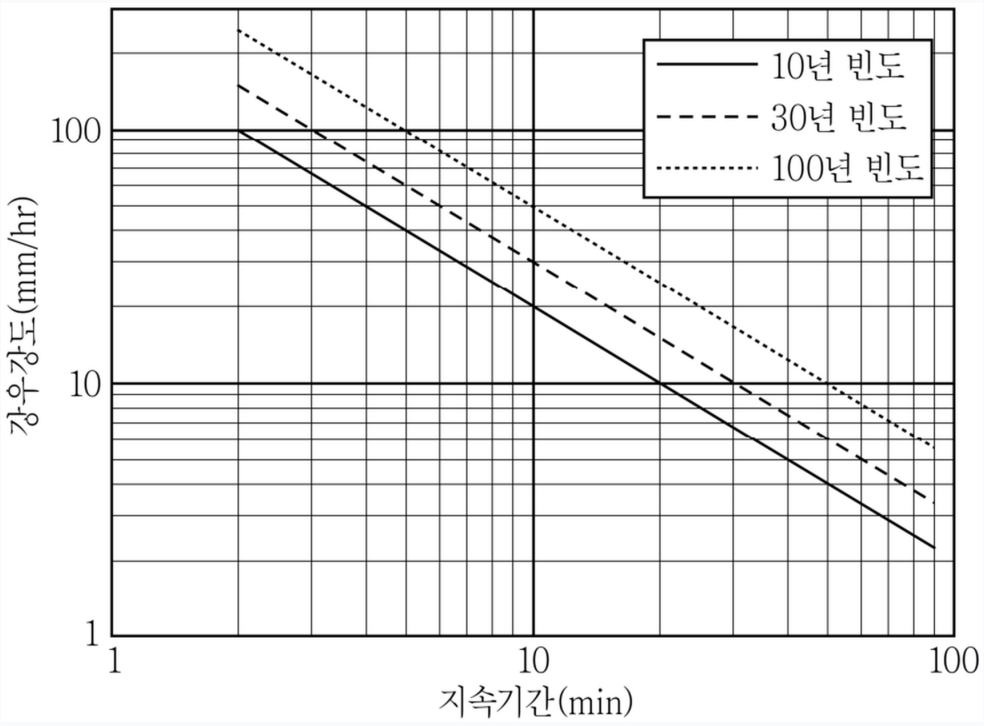
빈도해석 문제는 먼저 문제의 확률이 초과확률인지 비초과확률인지 확인하고, 그다음 $T = \frac{1}{p}$에서 초과확률 p를 구한 뒤 필요하면 $P = 1 - p$로 바꾸어 표를 읽으면 된다.

암기 포인트

재현기간 100년은 초과확률 1%, 비초과확률 99%에 해당한다.

NoteBase

문 25. 길이가 300m인 하도의 출구를 기준으로 정의되는 소유역이 있다. 이 유역의 면적은 1.8km^2, 평균유출계수는 0.6이며, 강우강도-지속기간-발생빈도(IDF)곡선은 전대수지(log-log paper)에 도시되어 있다. 유역출구에서의 재현기간 30년의 호우사상에 대한 설계홍수량 [m^3/s]을 합리식으로 구하면? (단, 유입시간은 5분, 하도 내 유속은 1m/s이다)



① 3

② 6

③ 9

④ 15

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 유입시간과 하도 유하시간을 합쳐 집중시간을 구한 뒤, 그 지속기간에 해당하는 30년 빈도 강우강도를 IDF 곡선에서 읽어 합리식으로 설계홍수량을 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 유역면적 $1.8km^2$, 평균유출계수 0.6, 하도 길이 $300m$, 하도 내 유속 $1m/s$, 유입시간 5분이다.
구해야 할 값: 유역출구의 재현기간 30년 설계홍수량 [m^3/s]이다.
주의할 조건: 지속기간은 집중시간과 같게 잡아야 하므로 유입시간과 하도 유하시간을 더해야 한다.

NoteBase

사용할 공식

합리식은 $Q = 0.278CIA$이다.
이 공식을 쓰는 이유: 소유역의 첨두유출량을 구하는 문제이고, 문제에서 유출계수와 면적, IDF 곡선이 함께 주어졌으므로 합리식을 적용하는 상황이다.

계산 과정

1. 하도 유하시간은 $300m / 1m/s = 300s = 5$분이다.
2. 집중시간은 유입시간 5분과 하도 유하시간 5분의 합이므로 10분이다.
3. IDF 곡선에서 30년 빈도, 지속기간 10분의 강우강도는 약 $30mm/hr$이다.
4. 합리식에 대입하면 $Q = 0.278 \times 0.6 \times 30 \times 1.8 = 9.0072$이므로 설계홍수량은 약 $9m^3/s$이다.

선지별 해설

① X: 3은 계산 결과와 맞지 않는다. 올바른 설계홍수량은 약 $9m^3/s$이다.
틀린 표현은 수치값 3이다. 올바르게는 30년 빈도 10분 강우강도 약 $30mm/hr$를 써서 약 $9m^3/s$가 되어야 한다.

② X: 6은 계산 결과와 맞지 않는다. 올바른 설계홍수량은 약 $9m^3/s$이다.
틀린 표현은 수치값 6이다. 올바르게는 집중시간 10분에 해당하는 강우강도 약 $30mm/hr$를 적용해야 하며, 6은 더 긴 지속기간의 낮은 강우강도를 잘못 읽었을 때 나오는 오답이다.

③ O: 집중시간을 10분으로 잡고 30년 빈도선에서 약 $30mm/hr$를 읽어 합리식에 대입하면 $Q \approx 9m^3/s$가 된다. 계산값과 일치하므로 옳다.

④ X: 15는 계산 결과와 맞지 않는다. 올바른 설계홍수량은 약 $9m^3/s$이다.
틀린 표현은 수치값 15이다. 올바르게는 30년 빈도선을 읽어야 하며, 15는 더 큰 빈도 강우강도나 과대 판독한 강우강도를 넣었을 때 나오는 오답이다.

오답 포인트

가장 흔한 실수는 지속기간을 유입시간 5분만으로 보고 IDF를 읽는 경우와, 30년 빈도선이 아니라 다른 빈도선을 읽는 경우이다. 이 문제는 하도 유하시간 5분을 더해 집중시간을 10분으로 잡는지가 핵심 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

합리식 문제는 먼저 집중시간을 완성하고, 그 지속기간과 재현기간에 맞는 강우강도를 IDF 곡선에서 읽은 뒤, 마지막에 $Q = 0.278CIA$에 단위를 맞춰 대입하는 순서로 판단한다.

NoteBase

암기 포인트

합리식은 집중시간 결정이 먼저이고, IDF는 그 집중시간과 같은 지속기간의 강우강도를 읽는다.

NoteBase