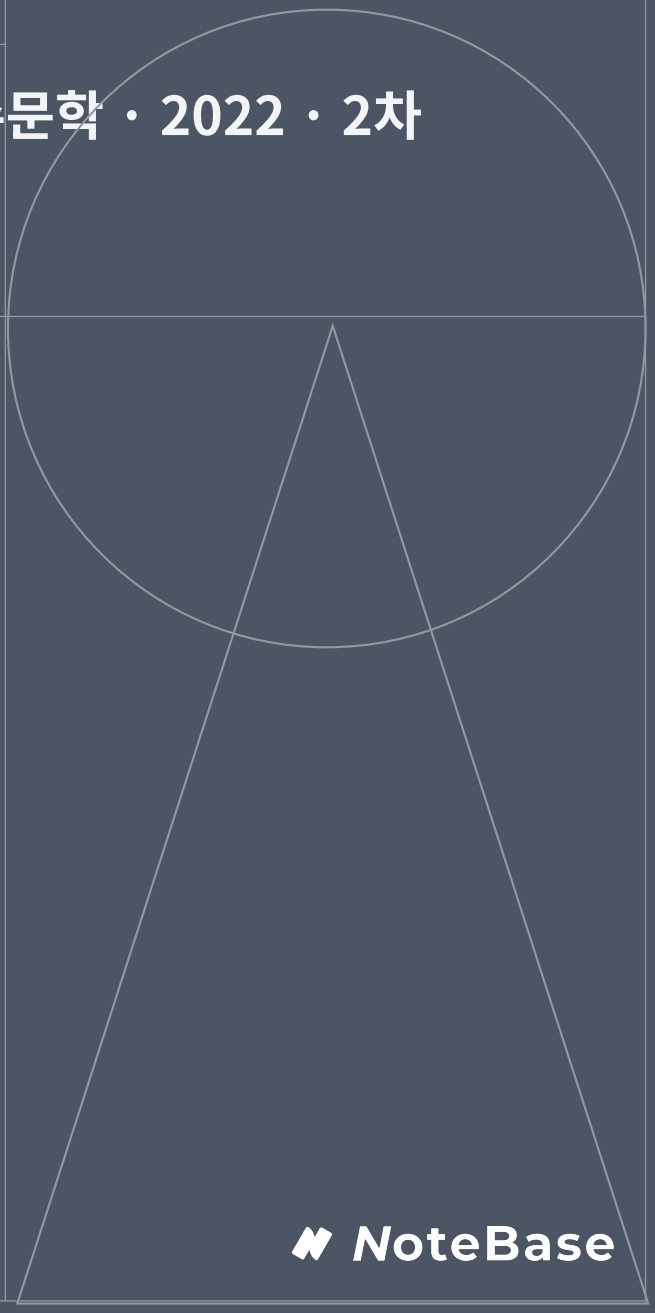
기출OX 해설집

공무원/국가직/7급 · 수리수문학 · 2022 · 2차



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/국가직/7급 · 수리수문학 · 2022 · 2차

공무원/국가직/7급 · 수리수문학 · 2022 · 2차

문 1. 관수로의 마찰손실계수 (f)에 대한 설명으로 옳은 것은?

① 층류에서 유속의 제곱에 반비례한다.

② 층류에서 Reynolds 수에 반비례한다.

③ 난류에서 관 길이에 비례한다.

④ 난류에서 관 직경의 제곱에 비례한다.

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 관수로에서 마찰손실계수 f가 층류와 난류에서 무엇에 의해 결정되는지를 구분할 수 있는지를 묻는다.

핵심 개념

층류: 점성력이 지배적이어서 Darcy 마찰손실계수는 $f = 64/Re$로 나타나며 Reynolds 수가 커질수록 작아진다.
난류: 마찰손실계수 f는 Reynolds 수와 관의 상대조도에 따라 달라지며, 관 길이나 직경의 제곱에 단순 비례하는 값이 아니다.

선지별 해설

1번 X: 층류에서 $f = 64/Re$이고 Re는 유속 V에 비례하므로 f는 유속에 반비례한다. 틀린 표현은 '유속의 제곱에 반비례한다'이며, 올바르게는 '유속에 반비례한다'이다.
2번 O: 층류에서는 $f = 64/Re$ 관계가 성립하므로 마찰손실계수는 Reynolds 수에 반비례한다.
3번 X: 난류에서 관 길이 L은 손실수두 식 $h_f = f(L/D)(V^2/2g)$에는 들어가지만, 마찰손실계수 f 자체를 정하는 직접 인자는 아니다. 틀린 표현은 '관 길이에 비례한다'이며, 올바르게는 'Reynolds 수와 상대조도의 영향을 받는다'이다.
4번 X: 난류에서 직경 D는 상대조도 (03b5/D)를 통해 간접적으로 관련될 수 있으나, f가 직경의 제곱에 비례하지는 않는다. 틀린 표현은 '관 직경의 제곱에 비례한다'이며, 올바르게는 '직경 자체의 제곱 비례가 아니라 Reynolds 수와 상대조도에 따라 달라진다'이다.

NoteBase

오답 포인트

손실수두 식에 들어가는 L, D, V^2를 그대로 마찰손실계수 f의 비례관계로 착각하면 틀린다. 이 문항은 손실수두 전체와 계수 자체를 분리해서 보는지를 노린 문제이다.

다시 나오면 이렇게 판단

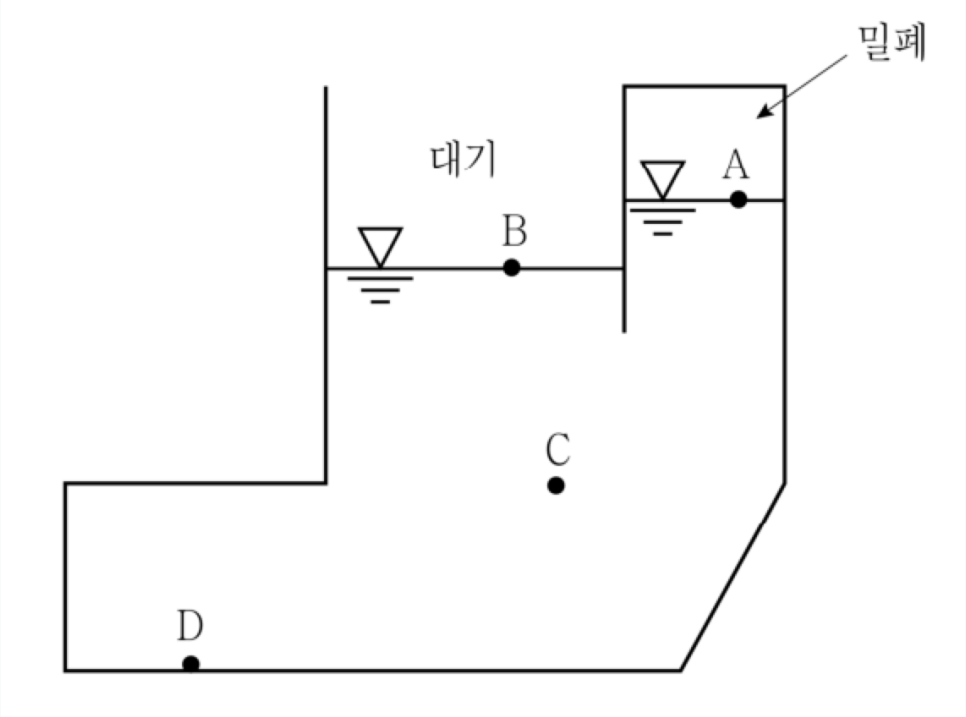
먼저 층류인지 난류인지 구분한 뒤, 층류이면 $f = 64/Re$를 바로 적용하고, 난류이면 f는 Reynolds 수와 상대조도에 의해 정해진다고 판단하면 된다.

암기 포인트

층류 $f = 64/Re$, 난류 f는 Reynolds 수와 상대조도의 함수이다.

NoteBase

문 2. 그림과 같은 수조에 물이 채워져 있을 때, 한쪽은 대기에 접해 있고, 다른 한쪽은 밀폐되어 있다. A ~ D 네 지점 압력의 크기 관계는?



① A = B < C < D

② A = B < D < C

③ A < B < C < D

④ A < B < D < C

정답 3번

출제 포인트

연결된 정지 유체에서 압력은 깊이에 따라 증가하고, 서로 다른 자유수면은 수면 높이와 그 수면에 작용하는 기체압을 함께 비교하는 문제이다.

NoteBase

선지별 해설

① X: A=B가 틀렸다. 오른쪽 밀폐면의 자유수면이 왼쪽 대기 개방 자유수면보다 더 높으므로 정수압 평형을 이루려면 오른쪽 수면에 작용하는 기체압이 대기압보다 작아야 한다. 따라서 A점 압력은 B점 압력보다 작다. 올바르게는 A<B<C<D이다.
② X: A=B와 D<C가 틀렸다. A는 B보다 작고, D는 C보다 더 깊은 위치이므로 압력이 더 크다. 올바르게는 A<B<C<D이다.
③ O: A는 밀폐된 공기압을 받는 더 높은 자유수면에 있어 가장 작고, B는 대기와 접한 자유수면에 있어 그다음이다. C는 B보다 깊어 더 크고, D는 네 점 중 가장 깊어 가장 크므로 A<B<C<D가 맞다.
④ X: D<C가 틀렸다. 같은 물속에서는 깊을수록 압력이 크므로 D가 C보다 크다. 올바르게는 A<B<C<D이다.

오답 포인트

수면이 두 개일 때 둘 다 대기압을 받는다고 보고 A=B로 처리하면 바로 틀린다. 밀폐측 자유수면은 대기압이 아니라 밀폐 공기압을 받으며, 더 낮은 점일수록 압력이 커진다는 기본 원리를 끝까지 유지해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 각 자유수면의 압력을 적는다. 그다음 같은 유체에서는 아래로 내려갈수록 압력이 $\rho g h$만큼 증가한다고 보고, 수면 높이와 깊이를 함께 비교하면 압력의 대소를 빠르게 정리할 수 있다.

암기 포인트

정지수 압력은 깊을수록 크고, 서로 다른 자유수면은 수면 높이와 표면 기체압을 함께 비교한다.

NoteBase

문 3. 원형단면 강철관의 내경이 2m이고, 관 내의 수압이 10kgf/cm^{2}일 때, 수압을 견디기 위한 관의 최소 두께[cm]는? (단, 강철관의 허용인장응력은 1,000kgf/cm^{2}이다)

① 1

② 2

③ 3

④ 4

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 얇은 원통형 강관의 원주방향 인장응력 식을 이용해 내압을 견디기 위한 최소 두께를 구하는 문제이다.

조건 정리

- 주어진 값: 내경 $D = 2m = 200cm$, 수압 $p = 10kgf/cm^2$, 허용인장응력 $\sigma_{allow} = 1000kgf/cm^2$이다.
- 구해야 할 값: 관의 최소 두께 t이다.
- 주의할 조건: 지름 단위를 cm로 맞추고, 원주응력 식의 분모 2를 빠뜨리지 않아야 한다.

사용할 공식

얇은 원통형 관의 원주방향 인장응력 관계는 $\sigma = \frac{pD}{2t}$이다.
따라서 최소 두께는 $t = \frac{pD}{2\sigma}$이다.
이 문제는 관 내부 압력으로 생기는 원주방향 응력을 허용인장응력 이하로 제한하는 상황이므로 이 공식을 사용한다.

계산 과정

1. 내경을 cm로 바꾸면 $D = 2m = 200cm$이다.
2. 허용응력과 같다고 두고 두께를 구하면 $t = \frac{pD}{2\sigma} = \frac{10 \times 200}{2 \times 1000}$ 이다.
3. 계산하면 $t = 1cm$이므로 최소 두께는 $1cm$이다.

선지별 해설

① O: 계산 결과가 바로 $1cm$이므로 옳다.
② X: ②의 값 $2cm$는 틀렸고 최소 두께는 $1cm$이다. 이 값은 $t = \frac{pD}{\sigma}$처럼 분모의 2를 빠뜨리면 나오는 오답이다.
③ X: ③의 값 $3cm$는 틀렸고 최소 두께는 $1cm$이다. 계산 결과보다 큰 두께를 적은 값일 뿐 최소 두께 계산값과 일치하지 않는다.
④ X: ④의 값 $4cm$는 틀렸고 최소 두께는 $1cm$이다. 문제는 견딜 수 있는 임의의 두께가 아니라 필요한 최소 두께를 묻는다.

NoteBase

오답 포인트

내압 원통 문제에서 가장 흔한 실수는 내경 $2m$를 그대로 쓰거나, $\sigma = \frac{pD}{2t}$의 분모 2를 빠뜨리는 것이다. 또 실제로 견딜 수 있는 두께와 최소 필요 두께를 구분하지 못하면 큰 수를 고르는 오류가 생긴다.

다시 나오면 이렇게 판단

원형관 두께 문제는 먼저 D, p, σ의 단위를 맞춘 뒤 $t = \frac{pD}{2\sigma}$에 대입해 계산한다. 계산으로 나온 값이 곧 최소 두께이다.

암기 포인트

얇은 원통 내압 문제는 원주응력 $\sigma = \frac{pD}{2t}$, 두께는 $t = \frac{pD}{2\sigma}$로 정리된다.

NoteBase

문 4. 어떤 물체의 공기 중 무게는 $27kg_f$이고, 물 속에서의 무게는 $18kg_f$일 때, 이 물체의 비중은? (단, 물의 단위중량은 $1g_f/cm^3$이다)

① 1

② 2

③ 3

④ 4

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 공기 중 무게와 물속 무게의 차이로 부력을 구한 뒤, 비중 = 물체의 무게와 같은 부피 물의 무게의 비를 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값:
- 공기 중 무게는 $27kg_f$이다.
- 물속 무게는 $18kg_f$이다.
- 물의 단위중량은 $1gf/cm^3$이다.

구해야 할 값:
- 물체의 비중이다.

주의할 조건:
- 공기 중 무게와 물속 무게의 차이는 부력이다.
- 물의 단위중량이 $1gf/cm^3$이므로, 같은 부피의 물의 무게는 곧 부력과 같다.

사용할 공식

사용 공식은 비중=(물체의 무게)/(같은 부피 물의 무게)이다.

이 공식을 쓰는 이유:
물속에서 줄어든 무게만큼이 부력이고, 그 부력은 물체가 밀어낸 물의 무게와 같다. 따라서 공기 중 무게를 무게 감소량으로 나누면 비중을 바로 구할 수 있다.

NoteBase

계산 과정

1. 물속에서 줄어든 무게, 즉 부력은 $27 - 18 = 9kg_f$이다.
2. 이 $9kg_f$는 물체와 같은 부피의 물의 무게이다.
3. 따라서 비중은 다음과 같다.
비중=(27)/(9)=3
4. 계산 결과 비중은 3이다.

선지별 해설

① X
- 1은 물체의 무게와 같은 부피 물의 무게가 같을 때의 값인데, 이 문제에서는 공기 중 무게 $27kg_f$가 같은 부피 물의 무게 $9kg_f$보다 3배 크다.
- 틀린 표현은 비중을 1로 본 점이다. 올바르게는 비중은 3이다.

② X
- 2가 되려면 같은 부피 물의 무게가 $13.5kg_f$여야 하는데, 실제 무게 감소량은 $9kg_f$이다.
- 틀린 표현은 분모 값을 잘못 잡은 점이다. 올바르게는 $\frac{27}{9} = 3$이다.

③ O
- 공기 중 무게를 물속에서 잃은 무게로 나누면 $\frac{27}{9} = 3$이므로 옳다.

④ X
- 4가 되려면 같은 부피 물의 무게가 $6.75kg_f$여야 하지만, 실제 부력은 $9kg_f$이다.
- 틀린 표현은 비중을 4로 본 점이다. 올바르게는 비중은 3이다.

오답 포인트

함정은 물속 무게 $18kg_f$를 그대로 분모에 넣는 실수이다. 비중 계산에서 분모는 물속 무게가 아니라 공기 중 무게와 물속 무게의 차이인 부력이다.

다시 나오면 이렇게 판단

부력으로 비중을 구하는 문제는 먼저 무게 감소량을 계산하고, 그 값이 같은 부피 물의 무게라는 점을 연결한 뒤 (공기 중 무게)/(무게 감소량)으로 판단한다.

암기 포인트

비중은 공기 중 무게를 물속에서 잃은 무게로 나눈 값이다.

NoteBase

문 5. 물이 가득 차 있는 직경 1.0m인 관에 흐르는 유량이 3.14m³/s일 때, 관 내의 평균유속 [m/s]은? (단, 원주율은 3.14이다)

① 2

② 4

③ 8

④ 16

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 원형 관의 단면적과 유량 관계 $Q = Av$를 이용해 평균유속을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 유량은 $3.14m^3/s$, 관의 직경은 $1.0m$이다.
구해야 할 값: 관 내 평균유속 $v(m/s)$이다.
주의할 조건: 직경이 $1.0m$이므로 반지름은 $0.5m$이다.

사용할 공식

사용 공식은 $Q = Av$, $A = \pi r^2$이다.
이 공식을 쓰는 이유: 물이 가득 찬 원형 관의 평균유속은 유량을 흐름 단면적으로 나누면 구할 수 있기 때문이다.

계산 과정

1. 반지름은 직경의 절반이므로 $r = 0.5m$이다.
2. 단면적은 $A = \pi r^2 = 3.14 \times (0.5)^2 = 3.14 \times 0.25 = 0.785m^2$이다.
3. 평균유속은 $v = Q/A = 3.14/0.785 = 4m/s$이다.

NoteBase

선지별 해설

① X: 평균유속이 $2m/s$라는 판단은 틀리다. 실제 계산값은 $4m/s$이다. 틀린 표현은 "평균유속이 2이다"이고, 올바르게는 "평균유속은 $4m/s$이다"이다. 이 값은 단면적 공식을 잘못 적용해 실제보다 크게 잡을 때 나오는 오답이다.
② O: 단면적이 $0.785m^2$이므로 평균유속은 $3.14/0.785 = 4m/s$가 된다. 계산 결과와 일치하므로 옳다.
③ X: 평균유속이 $8m/s$라는 판단은 틀리다. 실제 계산값은 $4m/s$이다. 틀린 표현은 "평균유속이 8이다"이고, 올바르게는 "평균유속은 $4m/s$이다"이다. 이 값은 단면적을 실제보다 절반으로 잘못 잡을 때 생기는 오답이다.
④ X: 평균유속이 $16m/s$라는 판단은 틀리다. 실제 계산값은 $4m/s$이다. 틀린 표현은 "평균유속이 16이다"이고, 올바르게는 "평균유속은 $4m/s$이다"이다. 이 값은 반지름 제곱을 누락하는 등 단면적을 지나치게 작게 계산할 때 생기는 오답이다.

오답 포인트

직경 $1.0m$를 그대로 반지름처럼 쓰거나, r^2에서 제곱을 빠뜨리면 단면적이 틀어져 평균유속도 함께 틀어진다. 이 문항의 함정은 유량식보다 단면적 계산에서 발생한다.

다시 나오면 이렇게 판단

원형 관 유속 문제는 직경을 먼저 반지름으로 바꾼 뒤 $A = \pi r^2$를 구하고, 마지막에 $v = Q/A$로 나누는 순서로 판단한다.

암기 포인트

원형 관 평균유속은 $Q \div (\pi r^2)$이고, 직경이 주어지면 반지름부터 절반으로 바꾼다.

NoteBase

문 6. 유선 상의 한 점 (x, y)에서 속도벡터 $\vec{V}$의 x, y축 방향 성분을 각각 u와 v라고 한다. 속도성분 $u = -k \cdot y$, $v = k \cdot x$일 때, 2차원 흐름의 유선 형태는? (단, $k \neq 0$)

① 타원

② 직선

③ 포물선

④ 원

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 속도성분으로부터 유선의 미분방정식 $\frac{dy}{dx} = \frac{v}{u}$를 세우고 적분해 유선의 형태를 판별하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값은 $u = -ky$, $v = kx$이다.
구해야 할 값은 2차원 흐름의 유선 형식이다.
주의할 조건은 $k \neq 0$이므로 k는 약분되고, 유선은 $\frac{dy}{dx} = \frac{v}{u}$로 구한다는 점이다.

사용할 공식

유선은 각 점에서 속도벡터에 접하므로 $\frac{dy}{dx} = \frac{v}{u}$를 사용한다.
이 문제에서는 $\frac{dy}{dx} = \frac{kx}{-ky} = -\frac{x}{y}$가 되므로, x와 y의 관계식을 적분해 곡선의 종류를 바로 판별할 수 있다.

계산 과정

유선 방정식은 $\frac{dy}{dx} = \frac{v}{u} = -\frac{x}{y}$이다.
따라서 $ydy = -xdx$로 정리한다.
양변을 적분하면 $\frac{1}{2}y^2 = -\frac{1}{2}x^2 + C$이다.
정리하면 $x^2 + y^2 = C$가 된다.
이는 중심이 원점인 원의 방정식이므로 유선 형태는 원이다.

NoteBase

선지 판단

1번 X: 타원은 일반적으로 $\frac{x^2}{a^2}+\frac{y^2}{b^2}=C$처럼 두 축의 계수가 서로 다를 때의 형태이다. 이 문제의 결과는 $x^2+y^2=C$이므로 틀린 표현은 '타원'이고, 올바르게는 장반경과 단반경이 같은 원이다.
2번 X: 직선이 되려면 $\frac{dy}{dx}$가 상수이거나 적분 결과가 $y=ax+b$ 꼴이어야 한다. 여기서는 $\frac{dy}{dx}=-\frac{x}{y}$로 위치에 따라 기울기가 달라지므로 틀린 표현은 '직선'이고, 올바르게는 원이다.
3번 X: 포물선은 보통 $y=ax^2+b$ 또는 $x=ay^2+b$ 꼴로 나타난다. 이 문제의 적분 결과는 제곱항의 합 $x^2+y^2=C$이므로 틀린 표현은 '포물선'이고, 올바르게는 원이다.
4번 O: 적분 결과가 $x^2+y^2=C$이므로 유선은 원이다. 속도성분이 서로 직교 방향으로 회전하는 형태를 만들어 원형 유선이 된다.

오답 포인트

유선 방정식을 $\frac{dy}{dx}=\frac{u}{v}$로 거꾸로 쓰거나, $ydy=-xdx$ 적분 뒤 $x^2+y^2=C$를 보지 못하면 타원이나 포물선으로 오인하기 쉽다. 특히 x^2와 y^2의 계수가 같으면 원이라는 점을 놓치기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

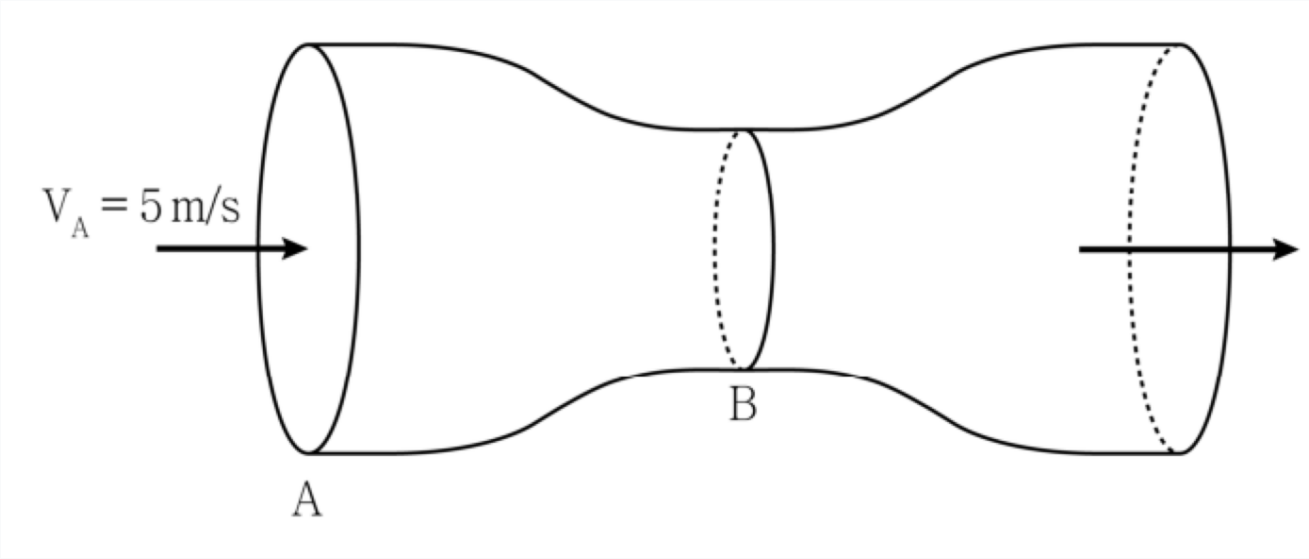
속도성분이 주어지면 먼저 $\frac{dy}{dx}=\frac{v}{u}$로 유선 미분방정식을 세운다. 그다음 변수분리를 해 적분하고, 최종 식이 $x^2+y^2=C$인지, $y=ax+b$인지, $y=ax^2+b$인지처럼 표준 곡선 꼴로 바꾸어 판단한다.

암기 포인트

유선은 $\frac{dy}{dx}=\frac{v}{u}$, 결과가 $x^2+y^2=C$이면 원이다.

NoteBase

문 7. 그림과 같이 물이 가득 차 흐르고 있는 관이 수평으로 놓여 있다. A 단면의 평균유속이 5m/s일 때, A, B 두 단면의 압력차 [kN/m^2]는? (단, 두 단면 간 손실은 무시하고, A 단면의 단면적은 0.3m^2, B 단면의 단면적은 0.1m^2, 중력가속도는 10m/s^2, 물의 단위중량은 10kN/m^{3}이다)



① 50

② 100

③ 150

④ 200

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 연속방정식과 베르누이 방정식을 이용해 수평 관의 두 단면 압력차를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: A 단면 평균유속은 $5m/s$, A 단면적은 $0.3m^2$, B 단면적은 $0.1m^2$, 물의 단위중량은 $10kN/m^3$, 중력가속도는 $10m/s^2$이다.
구해야 할 값: A, B 두 단면의 압력차이다.
주의할 조건: 관은 수평이고 두 단면 사이 손실을 무시하므로 위치수두 차와 손실수두는 0이다.

NoteBase

사용할 공식

연속방정식은 $Q = A_A V_A = A_B V_B$이다.
베르누이 방정식은 수평 관에서 $\frac{p_A}{\gamma} + \frac{V_A^2}{2g} = \frac{p_B}{\gamma} + \frac{V_B^2}{2g}$이다.
이 공식을 쓰는 이유: 단면적 변화로 유속이 달라지고, 수평 관이므로 압력수두와 속도수두의 관계만 보면 되기 때문이다.

계산 과정

1. 연속방정식으로 유량을 구하면 $Q = A_A V_A = 0.3 \times 5 = 1.5 m^3/s$이다.
2. B 단면 유속은 $V_B = \frac{Q}{A_B} = \frac{1.5}{0.1} = 15 m/s$이다.
3. 베르누이 방정식에서 압력차는 $\frac{p_A - p_B}{\gamma} = \frac{V_B^2 - V_A^2}{2g} = \frac{15^2 - 5^2}{2 \times 10} = \frac{225 - 25}{20} = 10$이다.
4. 따라서 $p_A - p_B = \gamma \times 10 = 10 \times 10 = 100 kN/m^2$이다.

선지별 해설

① X: $50 kN/m^2$는 계산값보다 작다. B 단면 유속 증가 효과를 절반만 반영하거나 속도수두 차를 잘못 계산하면 나올 수 있는 값이다. 올바르게는 압력차가 $100 kN/m^2$이다.
② O: 연속방정식으로 $V_B = 15 m/s$를 구한 뒤 베르누이 방정식을 적용하면 압력차는 $100 kN/m^2$가 된다. A 단면이 더 넓어 유속이 작으므로 압력은 A가 더 크다.
③ X: $150 kN/m^2$는 계산값보다 크다. 유속차 대신 다른 값을 대입하거나 단위중량 곱셈을 과대 적용하면 나올 수 있는 값이다. 올바르게는 압력차가 $100 kN/m^2$이다.
④ X: $200 kN/m^2$는 속도수두 차 10에 단위중량을 두 배로 잘못 반영한 값에 가깝다. 베르누이 방정식에서는 γ를 한 번만 곱한다. 올바르게는 압력차가 $100 kN/m^2$이다.

오답 포인트

축소 단면에서 유속이 커지면 압력이 낮아진다는 관계를 놓치기 쉽다. 또한 먼저 연속방정식으로 V_B를 구하지 않고 바로 압력차를 계산하면 오답값이 나온다.

다시 나오면 이렇게 판단

수평 관 계산형 문제는 먼저 연속방정식으로 각 단면 유속을 정리하고, 그다음 베르누이 방정식에서 위치수두 항을 지운 뒤 압력차를 계산하면 된다. 단면적이 작아지면 유속은 커지고 압력은 작아진다고 판단한다.

암기 포인트

수평 관의 축소부에서는 $A \downarrow \Rightarrow V \uparrow \Rightarrow p \downarrow$이다.

NoteBase

문 8. 평균유속이 1m/s인 하천에 설치된 원통형 교각에 작용하는 항력[kg_f]은? (단, 수심은 5m, 교각의 직경은 3m, 항력계수는 1.0, 중력가속도는 10m/s^2, 물의 단위중량은 1g_f/cm^3이다)

① 750

② 1,000

③ 1,250

④ 1,500

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 원통형 교각의 항력식을 이용해 유수에 의해 작용하는 항력을 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값은 평균유속 $V = 1m/s$, 수심 $h = 5m$, 교각 직경 $D = 3m$, 항력계수 $C_d = 1.0$, 중력가속도 $g = 10m/s^2$, 물의 단위중량 $\gamma = 1gf/cm^3 = 1000kgf/m^3$이다.
구해야 할 값은 교각에 작용하는 항력이다.
주의할 조건은 투영면적을 $A = hD = 15m^2$로 두고, 단위중량이 주어졌으므로 γ/g를 사용해야 한다는 점이다.

사용할 공식

항력은 $F = C_d \cdot \frac{\gamma}{g} \cdot \frac{V^2}{2} \cdot A$ 이다.
이 공식을 쓰는 이유는 원통형 교각이 흐름을 가로막는 장애물이고, 유수 방향 투영면에 작용하는 동압과 항력계수를 곱해 항력을 구하기 때문이다.

계산 과정

1. 투영면적은 수심과 직경의 곱이므로 $A = 5 \times 3 = 15m^2$이다.
2. 물의 단위중량은 $1gf/cm^3 = 1000kgf/m^3$이다.
3. 따라서 항력은 $F = 1.0 \times \frac{1000}{10} \times \frac{1^2}{2} \times 15 = 750kgf$ 이다.

선지 판단

1번 O: 계산 결과가 $750kgf$이므로 옳다.
2번 X: $1000kgf$는 계산 결과와 다르다. 정정하면 $750kgf$이다. 이 값은 1/2를 빠뜨려 동압항을 잘못 처리할 때 고르기 쉬운 오답이다.
3번 X: $1250kgf$는 제시된 조건을 대입한 결과와 일치하지 않는다. 정정하면 $750kgf$이다.
4번 X: $1500kgf$는 계산 결과의 두 배이다. 투영면적이나 속도항을 과대 적용하면 고르기 쉬운 오답이며, 정정하면 $750kgf$이다.

NoteBase

오답 포인트

원형 교각이라고 해서 면적을 원의 단면적으로 두면 틀린다. 이 문제의 면적은 유수 방향에 직각인 직사각형 투영면적 $h \times D$이다. 또 단위중량 γ가 주어졌으므로 γ/g와 $V^2/2$의 형태를 함께 써야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

하천 구조물 항력 문제는 먼저 유수 방향 투영면적을 정하고, 다음에 $F = C_d(\gamma/g)(V^2/2)A$에 단위를 맞춰 대입하면 된다. 원형 교각이라도 항력 계산 면적은 원의 넓이가 아니라 hD임을 먼저 확인한다.

암기 포인트

원통형 교각 항력은 투영면적=h× D, 항력=항력계수× 동압× 면적으로 정리된다.

NoteBase

문 9. 지름이 0.003 cm이고 비중이 2.5인 구(球) 형태의 입자를 정수 중에 침전시킬 때, Stokes 법칙에 따른 침강속도 [cm/s]는? (단, 동점성계수는 0.01 cm^2/s이고, 중력가속도는 10 m/s^2이다)

① 0.015

② 0.025

③ 0.075

④ 0.100

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 Stokes 법칙으로 구형 입자의 침강속도 v_s를 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 입자 지름 $d = 0.003cm$, 비중 $s = 2.5$, 동점성계수 $\nu = 0.01cm^2/s$, 중력가속도 $g = 10m/s^2 = 1000cm/s^2$이다.
구해야 할 값: 침강속도 v_s이다.
주의할 조건: 비중은 물에 대한 상대값이므로 $(s-1)$을 쓰고, 중력가속도는 cm/s^2 단위로 맞춘다.

사용할 공식

$v_s = \frac{(s-1)gd^2}{18\nu}$
이 식은 정수 중에서 구형 입자가 층류 조건으로 침강할 때의 Stokes 침강속도식이다.

계산 과정

1. 중력가속도를 $g = 1000cm/s^2$로 환산한다.
2. $(s-1) = 2.5 - 1 = 1.5$, $d^2 = (0.003)^2 = 9 \times 10^{-6} cm^2$이다.
3. $v_s = \frac{1.5 \times 1000 \times 9 \times 10^{-6}}{18 \times 0.01} = \frac{0.0135}{0.18} = 0.075cm/s$

따라서 침강속도는 $0.075cm/s$이다.

선지 판단

1번 X: 제시값 $0.015cm/s$는 계산 결과 $0.075cm/s$와 다르다. 틀린 수치는 $0.075cm/s$로 고쳐야 한다.
2번 X: 제시값 $0.025cm/s$는 계산 결과의 3분의 1 수준으로 공식 대입값과 일치하지 않는다. 올바른 값은 $0.075cm/s$이다.
3번 O: 계산 결과가 정확히 $0.075cm/s$이므로 옳다.
4번 X: 제시값 $0.100cm/s$는 계산 결과보다 크며 공식 대입값과 맞지 않는다. 올바른 값은 $0.075cm/s$이다.

NoteBase

오답 포인트

비중 2.5를 그대로 넣거나 중력가속도 $10 m/s^2$를 $1000 cm/s^2$로 바꾸지 않으면 오답이 나온다. 지름은 한 번 더 제곱된다는 점도 자주 놓친다.

다시 나오면 이렇게 판단

Stokes 계산형은 d, $(s-1)$, ν, g의 단위를 먼저 맞춘 뒤 $v_s = \frac{(s-1)gd^2}{18\nu}$에 대입해 판단한다.

암기 포인트

Stokes 침강속도는 $v_s \propto (s-1)d^2/\nu$이므로 비중차와 입자 지름이 클수록 빨라지고 점성이 클수록 느려진다.

NoteBase

문 10. 두 저수지가 직경 30 cm, 길이 300 m, 마찰손실계수 0.01인 관으로 연결되어 있다. 유속 $10m/s$로 송수하고자 할 때 필요한 두 저수지 간의 최소 수면차$[m]$는? (단, 관의 유입, 유출 및 마찰손실만 고려하며, 관유입손실계수는 0.5, 관유출손실계수는 1, 중력가속도는 $10m/s^2$이다)

① 12.5

② 50.0

③ 57.5

④ 77.5

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 관로 송수에서 입구손실, 관마찰손실, 출구손실을 모두 합산하여 필요한 최소 수면차를 구하는 문제이다.

조건 정리

관 직경은 $0.3m$, 관 길이는 $300m$, 마찰손실계수는 0.01, 유속은 $10m/s$, 중력가속도는 $10m/s^2$이다.
입구손실계수는 0.5, 출구손실계수는 1이다.
구해야 할 값은 두 저수지 사이의 최소 수면차이다.

사용할 공식

필요 수면차는 전체 손실수두이므로
$h = h_e + h_f + h_o = \left(K_e + f\frac{L}{D} + K_o\right)\frac{V^2}{2g}$
이다.
두 저수지를 연결한 관로에서 추가 에너지 항이 없으므로 수면차가 곧 입구손실, 관마찰손실, 출구손실의 합이 된다.

계산 과정

먼저 속도수두는 $\frac{V^2}{2g} = \frac{10^2}{2\times 10} = 5m$이다.
관마찰 항은 $f\frac{L}{D} = 0.01 \times \frac{300}{0.3} = 10$이다.
따라서 입구손실수두는 $0.5 \times 5 = 2.5m$, 관마찰손실수두는 $10 \times 5 = 50m$, 출구손실수두는 $1 \times 5 = 5m$이다.
전체 손실수두는 $2.5 + 50 + 5 = 57.5m$이므로 필요한 최소 수면차는 $57.5m$이다.

NoteBase

선지 판단

1번 X: 12.5는 전체 손실수두가 아니다. fL/D를 10이 아니라 1처럼 잘못 처리하면 나올 수 있는 값이며, 올바른 최소 수면차는 $12.5m$가 아니라 $57.5m$이다.
2번 X: 50.0은 관마찰손실 $50m$만 반영한 값이다. 최소 수면차는 $50.0m$가 아니라 입구손실 $2.5m$와 출구손실 $5m$까지 합한 $57.5m$이다.
3번 O: 입구손실 $2.5m$, 관마찰손실 $50m$, 출구손실 $5m$를 모두 더하면 $57.5m$이므로 옳다.
4번 X: 77.5는 주어진 조건의 총 손실수두보다 큰 과대계산 값이다. 손실계수나 속도수두를 중복 반영하면 나올 수 있으며, 올바른 최소 수면차는 $77.5m$가 아니라 $57.5m$이다.

오답 포인트

관마찰손실만 계산하고 국부손실을 누락하면 50.0이 된다. 반대로 fL/D 계산이나 손실계수 합산을 잘못하면 12.5나 77.5 같은 값이 나온다. 문제의 핵심은 '유입, 유출 및 마찰손실만 고려'라는 문구를 보고 세 손실을 모두 더하는 것이다.

다시 나오면 이렇게 판단

관로 손실 문제는 먼저 $\frac{V^2}{2g}$를 구한 뒤, 국부손실계수와 fL/D를 한 줄에 모아 전체 계수로 합산하면 된다. 최종 수면차가 각 손실수두의 합과 일치하는지 검산하면 단순 누락과 중복 계산을 막을 수 있다.

암기 포인트

저수지와 저수지를 잇는 관로의 최소 수면차는 $\left(\sum K + f\frac{L}{D}\right)\frac{V^2}{2g}$로 정리된다.

NoteBase

문 11. 점성계수의 차원은 $[M^aL^bT^c]$ 또는 $[F^dL^eT^f]$로 나타낼 수 있다. 여기서 $a+b+c+d+e+f$의 값은? (단, M은 질량, L은 길이, T는 시간, F는 힘을 나타낸다)

① -1

② 0

③ 1

④ 2

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 점성계수 μ의 차원을 질량계와 힘계로 각각 표현하고 두 표현의 지수를 비교하는 문제이다.

조건 정리

주어진 내용: 점성계수의 차원을 $[M^aL^bT^c]$ 또는 $[F^dL^eT^f]$로 나타낸다.
구해야 할 값: $a+b+c+d+e+f$이다.
주의할 조건: 점성계수는 전단응력과 속도구배를 연결하는 계수이므로 동점성계수 ν와 구분해야 한다.

사용할 공식

점성계수는 뉴턴의 점성법칙 $\tau=\mu du/dy$에서 구한다.
전단응력의 차원은 $\tau=[F/L^2]=[ML^{-1}T^{-2}]$이고, 속도구배의 차원은 $[T^{-1}]$이다.
이 공식을 쓰는 이유: 점성계수는 전단응력을 속도구배로 나눈 물리량이므로 차원을 직접 정할 수 있다.

계산 과정

1. du/dy의 차원은 $(L/T)/L=T^{-1}$이다.
2. 따라서 $\mu=\tau/(du/dy)$이므로 $\mu=[ML^{-1}T^{-2}]/[T^{-1}]=[ML^{-1}T^{-1}]$이다. 여기서 $a=1, b=-1, c=-1$이다.
3. 또 $[F]=[MLT^{-2}]$이므로 $[ML^{-1}T^{-1}]=[FL^{-2}T]$가 된다. 따라서 $d=1, e=-2, f=1$이다.
4. 합은 $a+b+c+d+e+f=1-1-1+1-2+1=-1$이다.

NoteBase

선지별 해설

① O

- 계산 결과 $a+b+c+d+e+f=-1$이므로 옳다.

② X

- 0은 힘계 지수합 $d+e+f=1-2+1=0$만 따로 더했을 때의 값이다. 이 문항은 여섯 지수 전체를 묻는다.
- 틀린 표현은 전체 합을 0으로 본 점이다. 올바르게는 전체 합이 -1이다.

③ X

- 1은 질량계 지수만 대충 보거나 시간을 잘못 처리했을 때 나오는 값이다. 점성계수의 시간 지수는 -1이다.
- 틀린 표현은 시간 지수를 양수로 본 점이다. 올바르게는 $c=-1, f=1$이다.

④ X

- 2는 $[F]=[MLT^{-2}]$ 변환을 하지 않거나 지수합을 절댓값처럼 더했을 때 나오는 오답이다. 힘계 표현은 $[FL^{-2}T]$이므로 합이 2가 될 수 없다.
- 틀린 표현은 힘계 차원을 잘못 바꾼 점이다. 올바르게는 $[F^1L^{-2}T^1]$이다.

오답 포인트

점성계수 μ와 동점성계수 ν를 혼동하면 차원 자체가 달라진다. 또한 $[F]=[MLT^{-2}]$ 변환 뒤에 질량계 지수합과 힘계 지수합을 각각 따로 더한 값을 문항의 최종 답으로 착각하기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

차원 문제는 먼저 물리법칙에서 해당 계수를 고립한 뒤 기본차원 M, L, T로 정리하고, 필요하면 $[F]=[MLT^{-2}]$를 이용해 힘계로 다시 바꾼다. 마지막에는 문항이 개별 지수인지 지수의 총합인지까지 확인한다.

암기 포인트

점성계수 μ는 $[ML^{-1}T^{-1}]$, 즉 $[FL^{-2}T]$이다.

NoteBase

문 12. 개수로의 등류흐름에서 최적수리단면에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 동일한 환경조건이라면 동수반경이 최대가 되어야 한다.

② 동일한 단면적이라면 윤변이 최대가 되어야 한다.

③ 사다리꼴 단면의 최적수리단면은 측면경사의 가로:세로 비율이 $1:\sqrt{3}$이다.

④ 직사각형 단면에서 수심이 h이면, 동수반경이 $\frac{h}{2}$일 때 최적수리단면이다.

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 개수로 등류에서 최적수리단면의 기준인 통수반경 최대와 윤변 최소의 관계, 그리고 대표 단면의 성질을 묻는 문제이다.

핵심 개념

최적수리단면은 같은 단면적과 조도, 경사 조건에서 유량을 가장 크게 흘릴 수 있는 단면으로, 통수반경 $R = A/P$이 최대이고 윤변 P는 최소가 되는 단면이다.
통수반경은 흐름면적 A를 윤변 P로 나눈 값이므로 R이 클수록 마찰저항이 상대적으로 작아져 유리하다.
대표 성질로 직사각형 최적단면은 $b = 2h$, 따라서 $R = h/2$이고, 사다리꼴 최적단면은 측면 경사가 수평:수직 $= 1:\sqrt{3}$이다.

NoteBase

선지별 해설

① O
동일한 환경조건에서 최적수리단면은 유량을 최대로 하는 단면이다. Manning식이나 Chezy식에서 같은 조도와 동수반경 조건이면 통수반경이 클수록 유리하므로 이 설명은 옳다.

② X
틀린 부분은 "윤변이 최대"이다.
같은 단면적이라면 최적수리단면은 윤변이 최대가 아니라 최소가 되어야 한다. 윤변이 짧을수록 경계 마찰이 줄어 통수반경 $R = A/P$이 커지고 유량이 증가한다.

③ O
사다리꼴 단면의 최적수리단면은 측면이 수평과 이루는 각이 60 °가 되는 경우이며, 이를 수평:수직 비로 쓰면 $1 : \sqrt{3}$이다. 따라서 제시문은 옳다.

④ O
직사각형 단면의 최적조건은 폭 b가 수심 h의 2배인 $b = 2h$이다. 이때 $R = \frac{bh}{b + 2h} = \frac{2h \cdot h}{4h} = \frac{h}{2}$이므로 제시문은 옳다.

오답 포인트

최적수리단면을 "유량 최대"만으로 외우면 ②처럼 윤변의 방향을 반대로 고르기 쉽다. 이 개념의 실질은 같은 면적에서 경계 접촉길이인 윤변을 줄여 통수반경을 키우는 데 있다.

다시 나오면 이렇게 판단

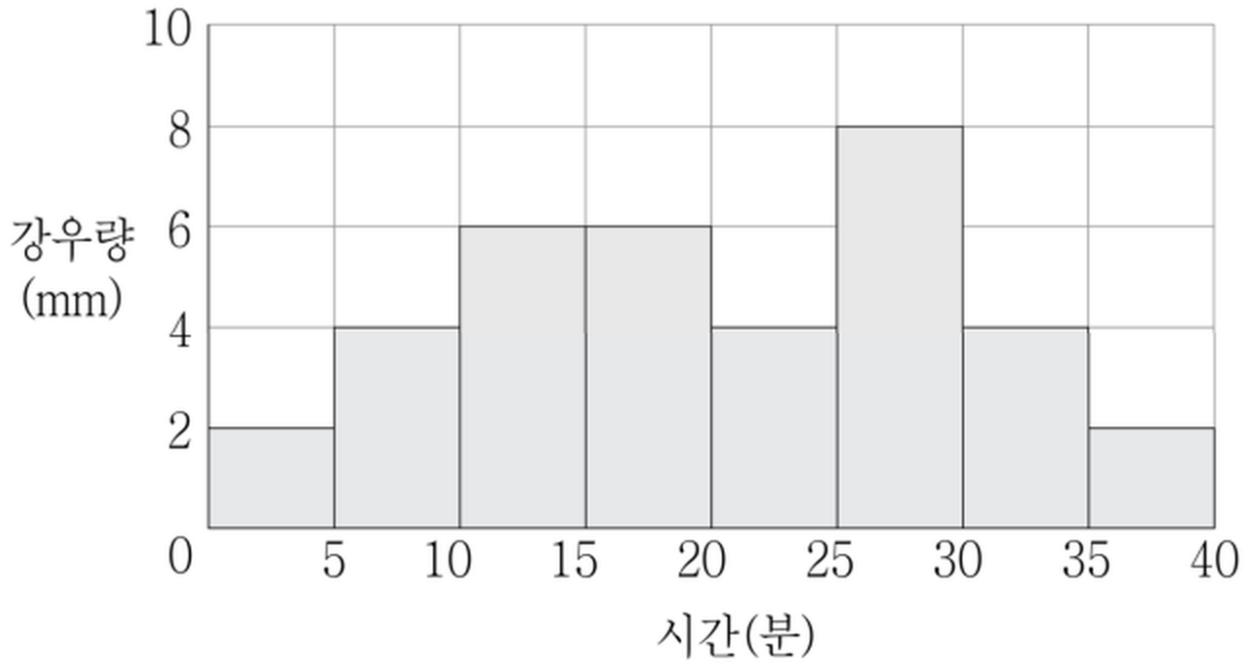
최적수리단면 문제는 먼저 기준을 통수반경 최대 = 윤변 최소로 잡고, 그다음 단면별 결과를 대입해 판단하면 된다. 직사각형은 $b = 2h$, $R = h/2$, 사다리꼴은 측면비 $1 : \sqrt{3}$를 연결하면 빠르게 정리된다.

암기 포인트

최적수리단면은 같은 면적에서 윤변 최소, 통수반경 최대이다. 직사각형은 $b = 2h$, 사다리꼴은 수평:수직 $= 1 : \sqrt{3}$이다.

NoteBase

문 13. 그림과 같은 우량주상도를 가진 호우에서 지속기간이 15분인 최대강우강도[*mm/hr*]는?



① 12

② 18

③ 48

④ 72

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 우량주상도에서 연속 15분 최대 강우량을 찾고 이를 시간강도로 환산하는 문제이다.

조건 정리

- 각 막대는 5분 구간 강우량이다.
- 지속기간 15분은 연속된 5분 구간 3개의 합으로 본다.
- 최대강우강도는 최대 15분 강우량을 1시간 기준으로 환산한 값이다.

NoteBase

사용할 공식

$I = \frac{P}{t}$

여기서 I는 강우강도, P는 지속기간 t 동안의 강우량, t는 시간 단위 지속기간이다.
이 공식을 쓰는 이유는 우량주상도에서 읽히는 값이 강우량 mm이고, 문제에서 묻는 값은 강우강도 mm/hr이기 때문이다.

계산 과정

1. 5분 구간 강우량은 순서대로 2, 4, 6, 6, 4, 8, 4, 2 mm이다.
2. 연속 15분 강우량을 구하면 0 ~ 15분은 12, 5 ~ 20분은 16, 10 ~ 25분은 16, 15 ~ 30분은 18, 20 ~ 35분은 16, 25 ~ 40분은 14 mm이다.
3. 최대 15분 강우량은 15 ~ 30분의 18 mm이다.
4. 15분은 0.25시간이므로 강우강도는 $18 \div 0.25 = 72 mm/hr$이다.

선지별 해설

① X
12는 0 ~ 15분 구간 강우량일 뿐 최대 15분 강우량도 아니고 강우강도도 아니다. 틀린 표현은 12를 최대강우강도로 본 점이며, 올바르게는 최대 15분 강우량은 18 mm, 최대강우강도는 72 mm/hr이다.

② X
18은 최대 15분 강우량 mm이다. 문제는 강우강도 mm/hr를 묻고 있으므로 시간 환산이 빠졌다. 틀린 표현은 강우량과 강우강도를 같은 값으로 본 점이며, 올바르게는 $18 \div 0.25 = 72 mm/hr$이다.

③ X
48은 처음 15분 강우량 12 mm만 사용해 $12 \div 0.25$로 계산할 때 나오는 값이다. 틀린 표현은 최대값 검토 없이 첫 15분 구간만 택한 점이며, 올바르게는 모든 연속 15분 구간을 비교해 최대값 18 mm를 사용해야 한다.

④ O
연속 15분 중 최대 강우량은 15 ~ 30분의 18 mm이고, 이를 시간강도로 바꾸면 $72 mm/hr$가 된다. 최대구간 탐색과 단위 환산이 모두 맞다.

오답 포인트

이 문항의 함정은 강우량 mm과 강우강도 mm/hr를 혼동하는 점, 그리고 첫 15분이나 눈에 띄는 한 구간만 보고 최대 연속 15분을 끝까지 비교하지 않는 점이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

우량주상도 계산형 문항은 먼저 시간 간격을 확인하고, 그다음 요구 지속기간에 맞는 연속 구간 합을 전부 비교한 뒤, 마지막에 시간 단위를 시간으로 환산해 강우강도를 계산하면 된다.

암기 포인트

지속기간 최대강우강도는 연속 구간 최대강우량을 찾은 뒤 $I = P/t$로 시간 환산한 값이다.

NoteBase

문 14. NRCS 방법으로 유효우량을 산정하기 위해서는 유출곡선지수(CN)를 구해야 한다. 유출곡선지수를 구하는 데 필요한 인자가 아닌 것은?

① 수문학적 토양군

② 식생피복

③ 토지이용 상태

④ 증발량

정답 4번

출제 포인트

NRCS 방법에서 유출곡선지수(CN)를 정할 때 사용하는 유역 특성 인자와 사용하지 않는 기상 인자를 구별하는 문제이다.

핵심 개념

유출곡선지수(CN)는 강우에 대해 직접유출이 얼마나 쉽게 발생하는지를 나타내는 지수이다.
CN은 주로 수문학적 토양군, 토지이용 상태, 식생피복과 같은 지표 특성으로 정한다.
증발량은 수문순환을 설명하는 기상 변수이지만, 표준 CN 값을 직접 정하는 입력 인자는 아니다.

선지별 해설

① O
수문학적 토양군은 토양의 침투능과 유출 성향을 A군부터 D군까지로 구분한 것으로, CN 표를 정할 때 기본 기준이 된다.

② O
식생피복은 지표를 얼마나 덮고 있는지와 피복 종류를 나타내므로 유출 저감 정도에 직접 영향을 주는 CN 산정 요소이다.

③ O
토지이용 상태는 농경지, 초지, 임지, 시가화 지역처럼 지표의 이용 형태를 뜻하며 CN 결정의 핵심 요소이다.

④ X
틀린 부분은 '증발량'이다.
올바르게는 증발량이 아니라 수문학적 토양군, 식생피복, 토지이용 상태와 같은 지표 특성이 CN 산정에 필요하다.

NoteBase

오답 포인트

CN으로 유출량을 계산한다는 사실 때문에 기상 변수까지 CN 산정 인자로 오해하기 쉽다. 이 문항은 '유출량 계산에 쓰일 수 있는 변수'가 아니라 'CN 값을 정할 때 표에서 보는 분류 인자'를 묻는다는 점이 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

CN 관련 선지는 먼저 토양, 피복, 토지이용처럼 비교적 고정된 유역 특성인지 확인하면 된다. 증발량, 기온 같은 기상량이면 CN 자체를 정하는 인자가 아니라는 방향으로 판단할 수 있다.

암기 포인트

CN은 토양과 토지피복을 보고 정하며, 증발량 같은 기상량은 직접 넣지 않는다.

NoteBase

문 15. 폭이 4m, 수심 2m인 직사각형 개수로에 등류가 흐르고 있을 때, Manning의 조도계수가 0.04라면 Chezy 계수는?

① 2.50
② 2.75
③ 25.00
④ 27.50

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 Manning 조도계수 n과 수리반경 R로 Chezy 계수 C를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값은 폭 $4m$, 수심 $2m$, Manning 조도계수 $n = 0.04$이다.
직사각형 개수로이므로 단면적은 $A = 4 \times 2 = 8m^2$이고, 젖은둘레는 $P = 4 + 2 \times 2 = 8m$이다.
구해야 할 값은 Chezy 계수 C이다.

사용할 공식

수리반경은 $R = A/P$이다.
Manning식 $V = (1/n)R^{2/3}S^{1/2}$와 Chezy식 $V = C\sqrt{RS}$를 같게 두면 $C = (1/n)R^{1/6}$이 된다.
조도계수와 개수로 단면이 주어졌으므로 이 관계식을 바로 적용할 수 있다.

계산 과정

1. 수리반경은 $R = A/P = 8/8 = 1m$이다.
2. Chezy 계수는 $C = (1/n)R^{1/6}$이다.
3. $n = 0.04$, $R = 1$을 대입하면 $C = (1/0.04) \times 1^{1/6} = 25 \times 1 = 25.00$이다.

선지 판단

1번: X. 계산 결과 Chezy 계수는 25.00이므로 2.50은 맞지 않는다. 올바른 값은 25.00이다. 이 값은 $1/n = 25$를 놓치고 소수점 자리를 잘못 잡을 때 나오는 오답이다.
2번: X. 계산 결과가 25.00이므로 2.75는 맞지 않는다. 올바른 값은 25.00이다. 이 값도 $1/n$ 계산을 잘못 처리한 오답이다.
3번: O. 수리반경이 $1m$이어서 $R^{1/6} = 1$이 되므로 $C = 25.00$이 정확하다.
4번: X. 계산 결과가 25.00이므로 27.50은 맞지 않는다. 올바른 값은 25.00이다. 이 값은 수리반경을 $1m$보다 크게 잘못 잡을 때 흔들릴 수 있는 오답이다.

NoteBase

오답 포인트

직사각형 개수로의 젖은둘레를 전체 둘레처럼 보거나, $1/n$ 계산에서 소수점 자리를 틀리면 오답이 된다. 특히 이 문제는 $R = 1$이 되어 $R^{1/6} = 1$이라는 점을 놓치면 수치가 불필요하게 흔들린다.

다시 나오면 이렇게 판단

개수로 계산형은 단면적 A, 젖은둘레 P, 수리반경 R를 먼저 정리한 뒤 Manning식과 Chezy식의 관계 $C = (1/n)R^{1/6}$를 적용하면 된다. $R = 1$이면 거듭제곱항이 그대로 1이 되는지도 함께 확인한다.

암기 포인트

Manning과 Chezy의 연결식은 $C = (1/n)R^{1/6}$이며, 직사각형 개수로의 수리반경은 $R = A/P$이다.

NoteBase

문 16. 비중 0.85인 물체가 A 액체에 떠 있다. 액체 위로 나온 물체의 부피가 $3m^3$라면, 이 물체의 총 부피$[m^3]$는? (단, A 액체의 비중은 1.15이다)

① 8.5

② 9.5

③ 11.5

④ 12.5

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 부유 평형에서 물체의 잠긴 부피 비율이 물체 비중과 액체 비중의 비와 같다는 원리를 이용해 전체 부피를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 물체의 비중은 0.85, 액체 A의 비중은 1.15, 액체 위로 나온 부피는 $3m^3$이다.
구해야 할 값: 물체의 총부피 V이다.
주의할 조건: 위로 나온 부피는 전체 부피가 아니라 전체 부피 중 잠기지 않은 부분이다.

사용할 공식

부유 평형에서는 물체의 무게와 부력이 같으므로 잠긴 부피의 비는 비중의 비와 같다.
V_잠김V_전체=(0.85)/(1.15)=(17)/(23)
이 공식을 쓰는 이유는 물체가 액체 위에 떠 있으므로 잠긴 부분이 밀어낸 액체의 무게가 물체의 무게와 정확히 같아지기 때문이다.

계산 과정

전체 부피를 V라 두면 잠긴 비율은 $\frac{17}{23}$이므로 위로 나온 비율은 $1-\frac{17}{23}=\frac{6}{23}$이다.
따라서 위로 나온 부피는
$\frac{6}{23}V=3$
이 된다.
이를 풀면
$V=3\times\frac{23}{6}=11.5m^3$
이므로 물체의 총부피는 $11.5m^3$이다.

NoteBase

선지 판단

1번 X: 계산 결과 총부피는 $11.5m^3$이므로 $8.5m^3$는 작다. 틀린 표현은 총부피를 $8.5m^3$로 본 값이다. 올바르게는 총부피는 $11.5m^3$이다.
2번 X: 계산 결과와 맞지 않는다. 틀린 표현은 총부피를 $9.5m^3$로 본 값이다. 올바르게는 총부피는 $11.5m^3$이다.
3번 O: 위로 나온 부피가 전체의 $\frac{6}{23}$이므로 전체 부피는 $3 \div \frac{6}{23} = 11.5m^3$가 된다. 계산 결과와 일치하므로 옳다.
4번 X: 계산 결과보다 크다. 틀린 표현은 총부피를 $12.5m^3$로 본 값이다. 올바르게는 총부피는 $11.5m^3$이다.

오답 포인트

비중 0.85와 1.15를 보고 바로 전체 부피를 나누거나 곱하면 틀린다. 먼저 잠긴 비율이 $\frac{17}{23}$이고, 위로 나온 비율이 그 보수인 $\frac{6}{23}$라는 점을 잡아야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

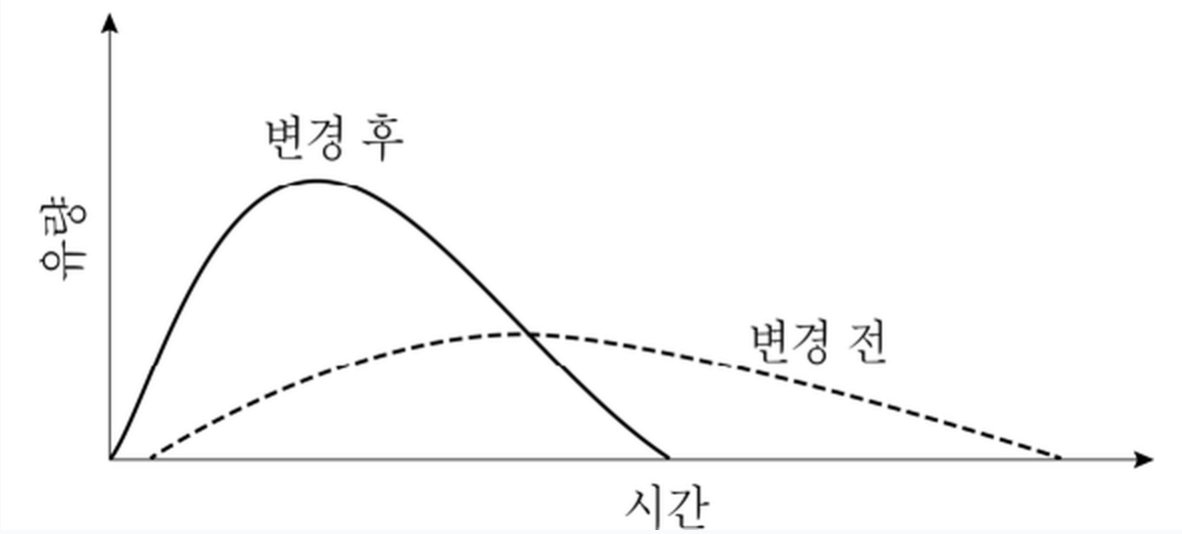
뜨는 물체 문제는 전체를 1로 두고 잠긴 비율을 비중비로 구한 뒤, 위로 나온 비율이 주어졌는지 잠긴 비율이 주어졌는지를 구분해서 전체량으로 환산하면 된다.

암기 포인트

부유체는 잠긴 비율이 비중비이고, 나온 비율은 1에서 그 값을 뺀 값이다.

NoteBase

문 17. 유역에서 동일한 강우에 따른 유출수문곡선이 그림과 같이 변화하였을 때, 유출수문곡선 변화의 원인으로 옳지 않은 것은?



① 도시화가 진행됨에 따라 자연 녹지가 불투수성의 도로, 아스팔트, 콘크리트 등으로 대체되었다.

② 유역 내 저수지, 홍수터 등 저류공간이 많아졌다.

③ 배수체계가 조밀해져 우수가 신속하게 배수되었다.

④ 하천정비사업으로 하천이 직강화되고, 하천의 조도가 작아졌다.

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 동일한 강우조건에서 유출수문곡선이 더 뾰족해지고 첨두유량이 커지며 도달시간이 짧아진 도식을 보고, 유역의 저류능 감소와 유하속도 증가를 일으키는 원인만 골라낼 수 있는지를 묻는다.

선지별 해설

1번 O: 도시화로 자연 녹지가 불투수성 포장면으로 대체되면 침투와 저류가 감소하여 직접유출이 빨라지고 첨두유량이 커진다. 그림의 변경 후 수문곡선처럼 상승부가 가팔라지고 지속시간이 짧아지는 원인이 된다.
2번 X: 유역 내 저수지와 홍수터 같은 저류공간이 많아지면 물이 일시 저장되어 첨두유량이 감소하고 도달시간이 길어진다. 틀린 표현은 "저류공간이 많아졌다"이다. 올바르게는 "저류공간이 많아지면 변경 후와 같은 첨두 증가형 수문곡선이 아니라 더 완만한 수문곡선이 나타난다"이다.
3번 O: 배수체계가 조밀해지면 우수가 배수로를 따라 빠르게 집수되어 유출의 집중시간이 짧아진다. 따라서 첨두유량이 커지고 첨두가 앞당겨져 그림의 변경 후 곡선과 같은 방향으로 변한다.
4번 O: 하천이 직강화되고 조도가 작아지면 통수능과 유속이 커져 홍수가 더 빨리 하류로 전달된다. 그 결과 첨두가 높아지고 기저시간이 짧아지는 수문곡선 변화가 나타난다.

NoteBase

오답 포인트

저류공간 증가와 배수성 증가는 모두 유출수문곡선을 바꾼다는 점에서는 같아 보여 혼동하기 쉽다. 그러나 저류공간 증가는 홍수파를 지연·완화시키고, 불투수화·배수개선·유로 직강화는 홍수파를 신속화·증폭시킨다는 방향 차이가 핵심이다.

다시 나오면 이렇게 판단

수문곡선이 더 높고 더 이르게 나타나면 먼저 침투와 저류가 줄었는지, 다음으로 유하속도와 배수속도가 빨라졌는지를 본다. 반대로 저수지, 홍수터, 저류지처럼 물을 붙잡아 두는 요소가 증가하면 첨두는 낮아지고 시간은 늦어진다고 판단한다.

암기 포인트

첨두 상승·도달시간 단축은 불투수화와 유속 증가, 첨두 저감·도달시간 지연은 저류공간 증가이다.

NoteBase

문 18. 어떤 유역에 36 mm의 비가 내렸다. 최대잠재보유수량이 30 mm일 때, NRCS 방법으로 산정한 유효우량[mm]은?

① 15

② 18

③ 21

④ 28

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 NRCS 방법의 유효우량식으로 총강우량 P와 최대잠재보유수량 S에서 직접유출량, 즉 유효우량을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 총강우량 $P = 36mm$, 최대잠재보유수량 $S = 30mm$이다.
구해야 할 값: 유효우량 Q이다.
주의할 조건: NRCS 방법에서는 초기손실을 $I_a = 0.2S$로 두고, $P > I_a$일 때 $Q = \frac{(P - I_a)^2}{P - I_a + S} = \frac{(P - 0.2S)^2}{P + 0.8S}$를 적용한다.

사용할 공식

사용 공식은 $Q = \frac{(P - 0.2S)^2}{P + 0.8S}$이다.
이 공식을 쓰는 이유: 문제에서 총강우량과 최대잠재보유수량이 주어졌고, NRCS 방법으로 유효우량을 구하라고 했으므로 초기손실 $0.2S$를 반영한 직접유출식이 바로 적용된다.

계산 과정

1. 초기손실은 $I_a = 0.2S = 0.2 \times 30 = 6mm$이다.
2. 총강우량 $36mm$는 초기손실 $6mm$보다 크므로 NRCS 유효우량식을 적용한다.
3. 유효우량은 $Q = \frac{(P - 0.2S)^2}{P + 0.8S} = \frac{(36 - 6)^2}{36 + 24} = \frac{30^2}{60} = 15mm$ 이다.

NoteBase

선지별 해설

① O: 계산 결과 유효우량이 $15mm$이므로 맞다.
② X: 유효우량은 $18mm$가 아니라 $15mm$이다. 손실과 유출의 관계를 선형으로 단순화하면 이런 오답이 나오며, 올바른 수치는 $15mm$이다.
③ X: $21mm$는 총강우량에서 손실을 기계적으로 차감한 값에 가까운 오답이다. NRCS 식을 적용하면 $21mm$가 아니라 $15mm$가 된다.
④ X: $28mm$는 초기손실이나 최대잠재보유수량의 반영 방식이 잘못된 값이다. 올바르게는 보유효과를 포함한 NRCS 식으로 계산한 $15mm$를 유효우량으로 본다.

오답 포인트

최대잠재보유수량 S를 총강우량에서 바로 빼거나, 초기손실 $0.2S$만 뺀 나머지를 유효우량으로 보는 실수가 흔하다. NRCS 방법은 손실을 단순 차감하지 않고 $\frac{(P-0.2S)^2}{P+0.8S}$의 비선형 관계로 계산한다.

다시 나오면 이렇게 판단

강우량과 S가 주어지면 먼저 $0.2S$를 계산해 강우가 초기손실을 넘는지 확인하고, 넘으면 $\frac{(P-0.2S)^2}{P+0.8S}$에 대입해 유효우량을 구하면 된다.

암기 포인트

NRCS 유효우량은 초기손실 $0.2S$를 먼저 확인한 뒤 $Q=\frac{(P-0.2S)^2}{P+0.8S}$로 계산한다.

NoteBase

문 19. 단위유량도 이론에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 특정 지속기간의 단위도로부터 정수배 방법으로 다른 지속기간의 단위도를 유도할 수 있다.

② 동일한 유역에서 유효강우의 지속기간이 동일하면 단위도의 기저시간은 유효강우의 강도에 비례한다.

③ 2개 이상의 유효강우에 의한 직접유출량은 개별 유효강우에 의한 직접유출량을 산술적으로 합한 것과 같다.

④ 동일한 유역에서 특정한 지속기간을 가진 유효강우로 인한 직접유출수문곡선의 종거는 유효강우 강도의 종거에 비례한다.

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 단위유량도의 기본가정인 비례성, 중첩성, 기저시간 불변성을 구분하는 문제이다.

핵심 개념

단위유량도는 특정 지속기간의 단위유효강우 $1cm$ 또는 $1mm$에 대한 직접유출수문곡선이다.
같은 유역에서 유효강우의 지속기간이 같으면 직접유출수문곡선의 형상과 기저시간은 같고, 각 종거만 유효강우량에 비례하여 변한다.
복수의 유효강우가 연속되면 각 직접유출수문곡선을 시간차를 두고 합하는 중첩 원리가 성립한다.

선지별 해설

① O: 특정 지속기간의 단위유량도로부터 정수배 지속기간 변환이나 S곡선법을 이용하면 다른 지속기간의 단위유량도를 유도할 수 있다. 따라서 다른 지속기간의 단위도를 구할 수 있다는 설명은 옳다.
② X: 틀린 부분은 "기저시간은 유효강우의 강도에 비례한다"이다. 같은 유역에서 유효강우의 지속기간이 같으면 기저시간은 강도와 무관하게 거의 일정하고, 강우량이 커질 때 비례하는 것은 직접유출수문곡선의 종거이다.
③ O: 단위유량도 이론의 중첩성에 따르면 2개 이상의 유효강우에 의한 직접유출은 각 유효강우가 만든 직접유출을 시간차를 고려하여 산술적으로 합한 것과 같다. 따라서 개별 유효강우의 직접유출량을 합산할 수 있다는 설명은 옳다.
④ O: 같은 유역에서 지속기간이 같은 유효강우라면 직접유출수문곡선의 각 종거는 유효강우량에 비례한다. 지속기간이 고정되어 있으면 유효강우량은 강도에 비례하므로 이 설명도 단위유량도의 비례가정에 맞다.

오답 포인트

②는 종거의 비례성과 기저시간의 불변성을 뒤바꾼 선지이다. 단위유량도에서 강우강도가 커질 때 변하는 것은 수문곡선의 높이이고, 지속기간이 같다면 기저시간은 일정하다는 점을 놓치면 오답이 된다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

단위유량도 문항은 먼저 지속기간이 같은 조건인지 확인한 다음, 변하는 것은 종거인지 기저시간인지 나누어 판단한다. 지속기간이 같으면 형상과 기저시간은 유지되고 유효강우량이 바뀌면 종거만 비례적으로 변한다고 정리하면 된다.

암기 포인트

단위유량도는 지속기간 고정, 기저시간 고정, 종거 비례, 복수강우는 중첩으로 정리된다.

NoteBase

문 20. 개수로 흐름에서 수심 y, 유속 V, 경사 S에 대해 표의 (A) ~ (D)에 들어갈 조건으로 옳은 것은? (단, y_c는 한계수심, V_c는 한계유속, S_c는 한계경사, F_r은 Froude 수이다)

구분	상 류 (subcritical flow)	사 류 (supercritical flow)
수심	(A)	–
유속	–	(B)
경사	–	(C)
Froude 수	(D)	–

(가) $y > y_c$ (나) $y < y_c$
(다) $V > V_c$ (라) $V < V_c$
(마) $S > S_c$ (바) $S < S_c$
(사) $F_r > 1$ (아) $F_r < 1$

① (A) (가), (B) (다), (C) (마), (D) (아)
② (A) (가), (B) (라), (C) (바), (D) (사)
③ (A) (나), (B) (다), (C) (바), (D) (사)
④ (A) (나), (B) (라), (C) (마), (D) (아)

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 개수로의 상류와 사류를 한계수심 y_c, 한계유속 V_c, 한계경사 S_c, Froude 수 F_r 기준으로 구별할 수 있는지를 묻는다.

핵심 개념

상류는 한계상태보다 수심이 깊고 유속이 느린 흐름이므로 $y > y_c$, $V < V_c$, $S < S_c$, $F_r < 1$이다.
사류는 한계상태보다 수심이 얕고 유속이 빠른 흐름이므로 $y < y_c$, $V > V_c$, $S > S_c$, $F_r > 1$이다.

NoteBase

선지별 해설

1번: O. (A)를 $y > y_c$, (B)를 $V > V_c$, (C)를 $S > S_c$, (D)를 $F_r < 1$로 둔 배열이다. 상류는 깊고 느리며 완경사이고 $F_r < 1$, 사류는 얕고 빠르며 급경사이므로 네 대응이 모두 맞다.
2번: X. (B)의 $V < V_c$가 틀린 표현이다. 사류는 한계유속보다 빠르므로 올바르게는 $V > V_c$이다. (C)의 $S < S_c$도 틀렸고, 사류는 올바르게는 $S > S_c$이다. (D)의 $F_r > 1$도 상류 자리에 들어갈 수 없고, 상류는 올바르게는 $F_r < 1$이다.
3번: X. (A)의 $y < y_c$가 틀린 표현이다. 상류는 한계수심보다 깊으므로 올바르게는 $y > y_c$이다. (C)의 $S < S_c$와 (D)의 $F_r > 1$도 상류-사류 기준을 뒤바꾼 것이며, 올바르게는 각각 $S > S_c$, $F_r < 1$이 들어가야 한다.
4번: X. (A)의 $y < y_c$와 (B)의 $V < V_c$가 틀린 표현이다. 상류는 올바르게는 $y > y_c$, 사류는 올바르게는 $V > V_c$이다. (C)의 $S > S_c$와 (D)의 $F_r < 1$은 각각 사류와 상류의 성질에 맞지만, 앞의 두 대응이 틀려 전체 선택지는 오답이다.

오답 포인트

상류와 사류를 수심과 유속만으로 외우면 경사와 F_r에서 자주 뒤집힌다. 특히 상류를 느린 흐름이라고만 기억해 두면 $F_r < 1$과 $S < S_c$를 놓치고, 사류를 빠른 흐름이라고만 기억해 두면 나머지 짝을 함께 연결하지 못해 혼동하게 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 상류인지 사류인지부터 정한 뒤 네 기준을 한꺼번에 연결하면 된다. 상류이면 깊다-느리다-완경사-$F_r < 1$, 사류이면 얕다-빠르다-급경사-$F_r > 1$의 한 묶음으로 판단한다.

암기 포인트

상류는 깊고 느려서 $F_r < 1$, 사류는 얕고 빨라서 $F_r > 1$이다.

NoteBase

문 21. 6시간 연속 관측된 시간별 강우량이 각각 5, 15, 18, 22, 10, 5 mm이다. ϕ-index가 8mm/hr이면, 유효강우량[mm]은?

① 27

② 33

③ 38

④ 42

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 시간별 강우량에 ϕ-index를 적용하여 유효강우량을 구할 수 있는지를 묻는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 6시간의 시간별 강우량은 각각 $5, 15, 18, 22, 10, 5mm$이다.
주어진 손실 기준: ϕ-index는 $8mm/hr$이다.
구해야 할 값: 전체 유효강우량이다.
주의할 조건: 각 시간대에서 $P-\phi$가 음수이면 그 시간의 유효강우량은 0으로 본다.

사용할 공식

시간 간격이 1시간일 때 각 시간대의 유효강우량은 $P_e = \max(P-\phi, 0)$이다.
이 공식을 쓰는 이유: ϕ-index는 시간별 강우량에서 일정한 손실강도 ϕ를 뺀 뒤, 남는 부분만 유효강우로 보는 개념이기 때문이다.

계산 과정

각 시간대별 유효강우량은 다음과 같다.
$(5-8)^+ = 0,\ (15-8)^+ = 7,\ (18-8)^+ = 10,\ (22-8)^+ = 14,\ (10-8)^+ = 2,\ (5-8)^+ = 0$
이를 모두 합하면
$0 + 7 + 10 + 14 + 2 + 0 = 33$
따라서 유효강우량은 $33mm$이다.

NoteBase

선지 판단

1번 X: 27mm는 $P < \phi$인 시간까지 일괄적으로 손실을 빼서 음의 유효강우처럼 처리한 값에 가깝다. 5mm인 두 시간은 유효강우가 0이어야 하므로 유효강우량은 27mm가 아니라 33mm이다.
2번 O: 시간별 초과분은 각각 0, 7, 10, 14, 2, 0이고 합계가 33mm이므로 옳다.
3번 X: 38mm는 손실을 한 시간 덜 빼거나 $P \le \phi$인 구간 일부를 유효강우로 잘못 더한 값이다. 올바른 값은 38mm가 아니라 33mm이다.
4번 X: 42mm는 ϕ-index 적용 원리를 무시하고 총강우량에서 손실을 잘못 계산한 값이다. 올바른 값은 42mm가 아니라 33mm이다.

오답 포인트

이 문제의 함정은 ϕ-index를 전체 강우기간에 기계적으로 빼는 것이다. $P < \phi$인 시간대는 음수로 계산하지 않고 0으로 처리해야 하는데, 이 점을 놓치면 오답이 나온다.

다시 나오면 이렇게 판단

시간별 유효강우 문제는 각 시간마다 먼저 $P - \phi$를 계산하고, 음수는 0으로 바꾼 뒤, 남은 양만 합산하는 순서로 판단한다.

암기 포인트

ϕ-index 문제는 시간별로 $P - \phi$, 음수는 0, 마지막에 합계라는 흐름으로 정리된다.

NoteBase

문 22. 하천 유량에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 연평균유량은 1년을 통하여 일평균유량의 합을 당해 연도의 일수로 나눈 유량이다.

② 평균유량은 1년을 통하여 185일은 이보다 많은 유량이다.

③ 저수유량은 1년을 통하여 275일은 이보다 많은 유량이다.

④ 갈수량은 1년을 통하여 335일은 이보다 많은 유량이다.

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 하천 유량의 대표값을 지속일수와 연결해 구분할 수 있는지를 묻는 문제이다.

핵심 개념

연평균유량은 1년 동안의 일평균유량을 평균한 값이다.
평균유량은 1년을 통하여 185일은 이보다 많은 유량이고, 저수유량은 275일은 이보다 많은 유량이다.
갈수량은 1년을 통하여 355일은 이보다 많은 유량으로 가장 작은 쪽 유량을 대표한다.

선지별 해설

1번 O: 연평균유량은 1년 동안의 일평균유량 합을 그 해의 일수로 나눈 값이므로 정의가 맞다.
2번 O: 평균유량은 1년을 통하여 185일은 이보다 많은 유량을 뜻하므로 옳다.
3번 O: 저수유량은 1년을 통하여 275일은 이보다 많은 유량을 뜻하므로 옳다.
4번 X: 틀린 부분은 "335일"이다. 갈수량은 1년을 통하여 355일은 이보다 많은 유량이므로 "355일은 이보다 많은 유량이다"로 고쳐야 한다.

오답 포인트

평균유량, 저수유량, 갈수량은 모두 1년 중 며칠 동안 이보다 많은가를 숫자로 구분한다. 185, 275, 355의 대응을 섞거나 355를 335로 바꾸면 틀리기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

유량 정의 문제는 먼저 지속일수 숫자를 대응시켜 판단한다. 185는 평균유량, 275는 저수유량, 355는 갈수량으로 연결되면 정답을 빠르게 가릴 수 있다.

암기 포인트

평균 185, 저수 275, 갈수 355 순으로 갈수록 지속일수는 커지고 대표 유량은 작아진다.

NoteBase

문 23. 펌프로 $0.1\text{m}^3/\text{s}$의 물을 25m 양정고로 토출하고 있을 때, 이 펌프의 축동력[$\text{N}\cdot\text{m/s}$]은? (단, 물의 단위중량은 $1{,}000\text{kgf/m}^3$, 중력가속도는 10m/s^2, 펌프의 효율은 80%, 그 외 손실은 무시한다)

① 2,500

② 3,125

③ 25,000

④ 31,250

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 펌프의 축동력을 $\gamma QH/\eta$로 계산할 수 있는지를 묻는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 유량은 $0.1m^3/s$, 양정은 $25m$, 물의 단위중량은 $1{,}000kgf/m^3$, 효율은 0.8이다.
구해야 할 값: 펌프의 축동력 $N\cdot m/s$이다.
주의할 조건: kgf를 N으로 바꿔야 하고, 축동력은 물에 전달된 동력보다 효율만큼 더 커진다.

사용할 공식

사용 공식은 $P_s = \frac{\gamma QH}{\eta}$이다.
이 공식을 쓰는 이유는 유량 Q의 물을 양정 H만큼 끌어올릴 때 물에 전달되는 동력이 γQH이고, 축동력은 이를 효율 η로 나눈 입력동력이기 때문이다.

계산 과정

1. 물의 단위중량을 N/m^3로 바꾸면 $1{,}000kgf/m^3 = 10{,}000N/m^3$이다.
2. 물에 전달되는 동력은 $P_w = \gamma QH = 10{,}000 \times 0.1 \times 25 = 25{,}000N\cdot m/s$이다.
3. 축동력은 $P_s = \frac{25{,}000}{0.8} = 31{,}250N\cdot m/s$이다.

선지 판단

1번 X: 2,500은 $1{,}000kgf/m^3 \times 0.1 \times 25$로 계산한 값이라서 아직 $kgf\cdot m/s$ 단계에 머문 수치이다. 틀린 표현은 $N\cdot m/s$로 본 점이고, 올바르게는 단위 변환과 효율 반영 후 $31{,}250N\cdot m/s$가 된다.
2번 X: 3,125는 2,500/0.8로 계산한 값이라서 효율은 반영했지만 kgf를 N으로 바꾸지 않은 수치이다. 틀린 표현은 축동력을 $3{,}125N\cdot m/s$로 본 점이고, 올바르게는 $31{,}250N\cdot m/s$이다.
3번 X: 25,000은 물에 실제로 전달된 수동력 γQH까지는 맞지만, 축동력은 효율을 나누어 더 크게 계산해야 한다. 틀린 표현은 수동력을 축동력으로 본 점이고, 올바르게는 $31{,}250N\cdot m/s$이다.
4번 O: $\gamma = 10{,}000N/m^3$로 바꾼 뒤 $P_s = \gamma QH/\eta$를 적용하면 $31{,}250N\cdot m/s$가 되어 정답이다.

NoteBase

오답 포인트

이 문제의 함정은 kgf를 N으로 바꾸지 않거나, 수동력 γQH와 축동력 $\gamma QH/\eta$를 같은 값으로 보는 데 있다. 1번과 2번은 단위 변환 누락, 3번은 효율 반영 누락에서 나온 오답이다.

다시 나오면 이렇게 판단

펌프 동력 문제는 먼저 단위중량의 단위를 확인하고, 다음에 γQH로 물에 전달된 동력을 구한 뒤, 마지막에 효율을 곱하는지 나누는지 구분하여 축동력인지 수동력인지 판단한다.

암기 포인트

펌프의 수동력은 γQH, 축동력은 $\gamma QH/\eta$이다.

NoteBase

문 24. 폭이 3m인 직사각형 수로에서 비에너지가 1.5m일 때, 발생할 수 있는 최대 유량$[m^3/s]$은? (단, 중력가속도는 $10m/s^2$이다)

① 3

② 5

③ $3\sqrt{10}$

④ $5\sqrt{10}$

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 직사각형 수로의 비에너지식과 임계류 조건을 이용해 주어진 비에너지에서 가능한 최대 유량을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 폭 $b = 3m$, 비에너지 $E = 1.5m$, 중력가속도 $g = 10m/s^2$이다.
구해야 할 값: 발생 가능한 최대 유량 Q이다.
주의할 조건: 직사각형 수로에서 비에너지가 일정할 때 최대 유량은 임계류 상태에서 발생한다.

사용할 공식

직사각형 수로의 비에너지는 $E = y + \frac{q^2}{2gy^2}$이고, 임계류에서는 $E = \frac{3}{2}y_c$, $q_c^2 = gy_c^3$이다. 여기서 $q = Q/b$이다.
이 공식을 쓰는 이유: 문제에서 묻는 값이 주어진 비에너지에서의 최대 유량이므로, 최대 유량이 되는 임계조건을 먼저 적용해야 하기 때문이다.

계산 과정

1. 최대 유량 조건은 임계류이므로 $E = \frac{3}{2}y_c$에서 $y_c = \frac{2E}{3} = \frac{2 \times 1.5}{3} = 1m$이다.
2. 임계 단위유량은 $q_c = \sqrt{gy_c^3} = \sqrt{10 \times 1^3} = \sqrt{10}$이다.
3. 전체 유량은 $Q = bq_c = 3 \times \sqrt{10} = 3\sqrt{10}[m^3/s]$이다.

NoteBase

선지 판단

1번 X: 3은 최대 유량의 속도항을 반영하지 못한 값이다. 임계상태에서는 $q_c = \sqrt{10}$이므로 $Q = 3\sqrt{10}$이어야 한다. 틀린 표현은 최대 유량을 3으로 본 부분이고, 올바르게는 최대 유량이 $3\sqrt{10}\,[m^3/s]$이다.
2번 X: 5는 비에너지 $1.5m$를 그대로 수심처럼 다루거나 임계조건을 적용하지 않을 때 나오는 오답이다. 틀린 표현은 비에너지와 임계수심을 같은 값으로 본 부분이고, 올바르게는 $y_c = 1m$를 먼저 구한 뒤 $Q = 3\sqrt{10}\,[m^3/s]$로 계산해야 한다.
3번 O: 임계류에서 $y_c = 1m$, $q_c = \sqrt{10}$이므로 $Q = 3\sqrt{10}\,[m^3/s]$가 된다. 계산 결과와 일치하므로 옳다.
4번 X: $5\sqrt{10}$은 임계수심 관계 $E = \frac{3}{2}y_c$를 놓치고 계수를 과대하게 곱한 값이다. 틀린 표현은 최대 유량 계수를 5로 본 부분이고, 올바르게는 폭 $3m$에 임계 단위유량 $\sqrt{10}$을 곱한 $3\sqrt{10}\,[m^3/s]$이다.

오답 포인트

비에너지 E와 수심 y를 같은 값으로 두면 바로 오답이 된다. 이 문항의 함정은 최대 유량이라는 표현을 보고 단순히 폭과 수심만 곱하거나, 임계조건 $E = \frac{3}{2}y_c$를 빼먹는 데 있다.

다시 나오면 이렇게 판단

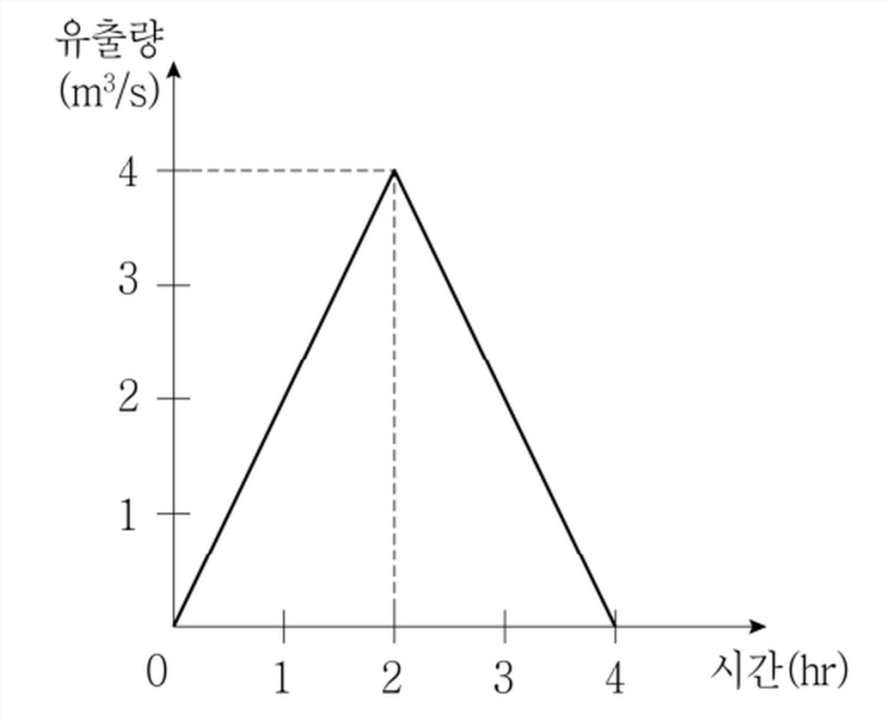
직사각형 수로에서 주어진 비에너지로 최대 유량을 묻는 문제는 먼저 임계류를 떠올리고, $E \to y_c \to q_c \to Q$ 순서로 계산하면 된다. 비에너지와 실제 수심을 구분하면 선지 판단이 바로 정리된다.

암기 포인트

직사각형 수로의 최대 유량은 주어진 비에너지에서 임계류일 때 발생하며, 핵심 관계는 $E = \frac{3}{2}y_c$, $q_c^2 = gy_c^3$이다.

NoteBase

문 25. 1cm **유효강우량에 의해 유도된 1시간 단위도가 다음 그림과 같을 때, 이 유역의 면적**[km^2]**은?**



① 1.44

② 2.88

③ 14.4

④ 28.8

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 1시간 단위도의 면적에서 직접유출체적을 구하고, 이를 유효강우심 $1cm$와 연결해 유역면적을 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 유효강우량 $1cm = 0.01m$, 첨두유량 $4m^3/s$, 기저시간 $4hr$이다.
구해야 할 값: 유역면적 km^2이다.
주의할 조건: 단위도 아래 면적은 직접유출체적이며, 시간 hr는 초로 바꾸어 체적 m^3로 계산해야 한다.

NoteBase

사용할 공식

$V = \frac{1}{2} \times B \times Q_p$

$V = A \times r_e$

삼각형 단위도이므로 직접유출체적 V는 밑변 시간 B와 첨두유량 Q_p로 구한다. 구해진 체적을 유효강우심 r_e로 나누면 유역면적 A가 된다.

계산 과정

1. 단위도 아래 면적에서 직접유출체적을 구한다.

$V = \frac{1}{2} \times 4hr \times 4m^3/s = 8(hr \cdot m^3/s)$

2. 시간을 초로 바꾸면

$V = 8 \times 3600 = 28800m^3$

3. 유효강우량 $1cm = 0.01m$이므로

$A = \frac{28800}{0.01} = 2880000m^2$

4. km^2로 바꾸면

$A = 2.88km^2$

계산 결과 유역면적은 $2.88km^2$이다.

선지별 해설

① X: $1.44km^2$는 삼각형의 전체 면적이 아니라 일부 구간만 반영한 값에 가깝다. 이 문제는 0시간부터 4시간까지의 전체 단위도 면적을 써야 하므로 틀리다. 틀린 표현은 유출체적을 절반으로 본 점이며, 올바르게는 전체 체적 $28800m^3$를 써서 $2.88km^2$가 된다.

② O: 단위도 면적은 $28800m^3$이고, 이를 유효강우심 $0.01m$로 나누면 $2880000m^2 = 2.88km^2$가 된다. 계산과 단위변환이 모두 맞다.

③ X: $14.4km^2$는 단위도 면적 계산이나 강우심 환산을 잘못 적용한 오답이다. 틀린 표현은 유역면적을 과대평가한 점이며, 올바르게는 $1cm = 0.01m$를 적용해 $2.88km^2$가 된다.

④ X: $28.8km^2$는 m^2를 km^2로 바꾸는 과정에서 자릿수를 잘못 옮긴 값이다. 틀린 표현은 면적 단위 환산값이며, 올바르게는 $2880000m^2 = 2.88km^2$이다.

오답 포인트

삼각형 단위도의 전체 면적을 구하지 않고 상승부나 하강부만 일부 반영하면 오답이 된다. 또 $1cm = 0.01m$ 환산과 $1km^2 = 10^6m^2$ 환산을 틀리면 ③, ④ 같은 큰 오차가 난다.

다시 나오면 이렇게 판단

단위도 면적 문제는 먼저 도형 면적으로 직접유출체적을 구하고, 다음에 강우심으로 나누어 면적을 구하는 순서로 판단한다. 마지막에는 시간의 초 환산과 m^2에서 km^2로의 단위변환을 다시 점검한다.

NoteBase

암기 포인트

단위도 아래 면적은 직접유출체적이고, 유역면적은 직접유출체적 ÷ 유효강우심으로 구한다.

NoteBase