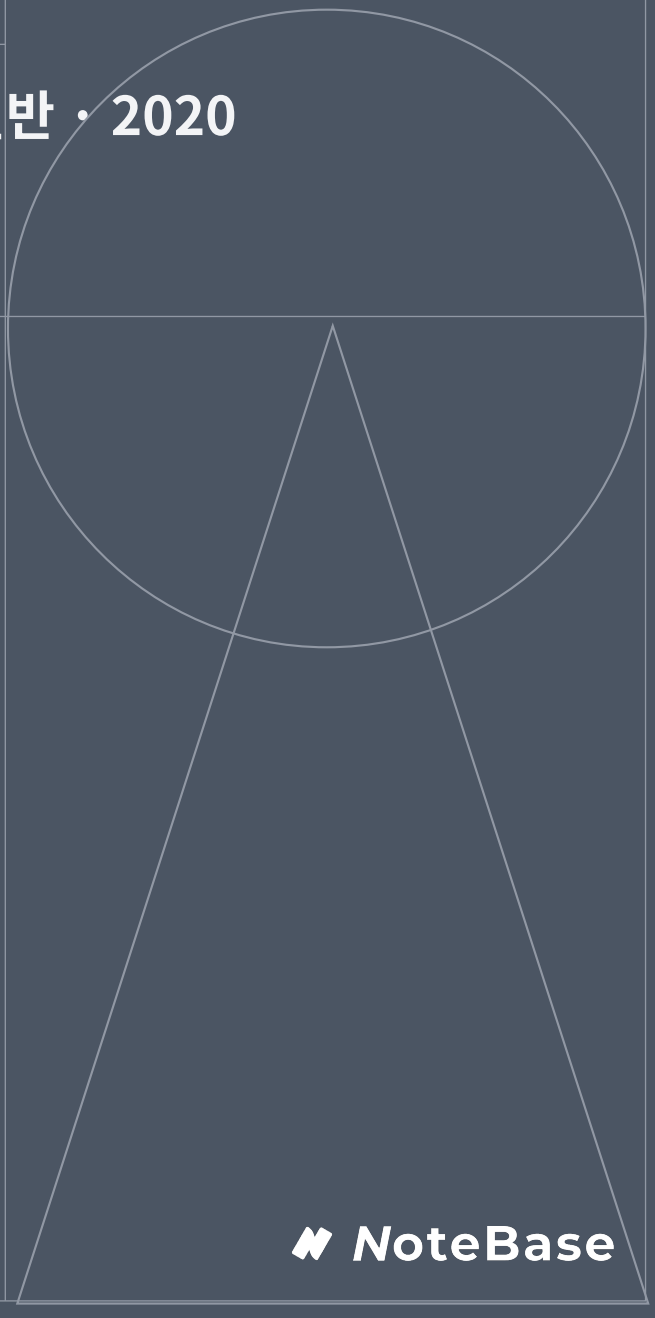
기출OX 해설집

공무원/국회직/9급 · 기계일반 · 2020



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/국회직/9급 · 기계일반 · 2020

공무원/국회직/9급 · 기계일반 · 2020

1. 아래 설명에 맞는 주조법은?

> 주물과 동일한 형상의 모형을 왁스 또는 합성수지 등으로 만들어 주형재에 매몰 후 가열하여 주형을 경화시킨 후 모형을 용출시켜 주형을 완성하는 방법으로, 형상이 복잡하여 기계가공이 어려운 소형 주물에 적용되는 주조법

① 다이캐스팅법
② 원심주조법
③ 저압주조법
④ 슬러시주조법
⑤ 인베스트먼트법

정답 5번

출제 포인트

소모성 모형의 재료와 주형 제작 방식으로 정밀주조법의 종류를 구별하는 문제이다.

핵심 개념

인베스트먼트법은 왁스나 합성수지로 만든 소모성 모형을 내화성 주형재로 감싼 뒤 가열하여 모형을 제거하고, 그 빈 공간에 용탕을 부어 정밀한 주물을 만드는 방법이다. '왁스 모형-매몰-가열 제거-정밀 주조'가 핵심 흐름이다.

NoteBase

선지별 해설

① X — '다이캐스팅법'은 틀린 명칭이다. 제시된 설명에 맞는 명칭은 인베스트먼트법이다. 다이캐스팅법은 용탕을 금속 주형에 고압·고속으로 주입하는 주조법이다.
② X — '원심주조법'은 틀린 명칭이다. 제시된 설명에 맞는 명칭은 인베스트먼트법이다. 원심주조법은 주형을 회전시켜 생기는 원심력으로 용탕을 주형 벽에 밀착·응고시키는 방법이다.
③ X — '저압주조법'은 틀린 명칭이다. 제시된 설명에 맞는 명칭은 인베스트먼트법이다. 저압주조법은 비교적 낮은 가스 압력으로 용탕을 주형 안으로 밀어 올려 충전하는 방법이다.
④ X — '슬러시주조법'은 틀린 명칭이다. 제시된 설명에 맞는 명칭은 인베스트먼트법이다. 슬러시주조법은 주형 벽 쪽에 필요한 두께만 응고시킨 뒤 남은 용탕을 배출하여 속이 빈 주물을 만드는 방법이다.
⑤ O — 인베스트먼트법은 왁스 또는 합성수지 모형을 주형재에 매몰하고 가열하여 모형을 없앤 뒤 용탕을 주입한다. 복잡하고 작은 정밀 주물에 적합하다는 설명과 일치한다.

오답 포인트

'정밀한 소형 주물'이라는 결과만 보고 다이캐스팅법을 고르기 쉽다. 그러나 이 문항의 결정적 단서는 금속 주형과 고압 주입이 아니라 왁스·합성수지 모형을 매몰한 뒤 가열하여 없애는 과정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 모형과 주형의 특징을 확인한다. 왁스 모형을 매몰한 뒤 가열하여 제거하면 인베스트먼트법, 금속 주형에 고압 주입하면 다이캐스팅법, 회전의 원심력을 이용하면 원심주조법으로 판단한다.

암기 포인트

인베스트먼트법은 '왁스 모형을 매몰하고 녹여 없애는 정밀주조'이다.

NoteBase

2. 비파괴검사에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 모두 고르면?

<보 기>

ㄱ. 음향충격검사(acoustic-impact technique)는 음향 신호의 검출을 위해 압전식 센서가 사용되는 방법으로, 구조물의 지속적인 안전 감시에 효과적이다.

ㄴ. 초음파검사법(ultrasonic inspection)은 X선을 이용하여 제품의 내부 결함을 검사하는 방법이다.

ㄷ. 와전류 탐상법(eddy current inspection)은 전자기유도 원리를 응용한 검사법이다.

ㄹ. 열탐상법(thermal inspection)은 내부 결함이 있을 경우 표면의 온도 분포가 다르다는 성질을 이용하여 검사하는 방법이다.

① ㄹ
② ㄱ, ㄴ
③ ㄱ, ㄷ
④ ㄷ, ㄹ
⑤ ㄱ, ㄷ, ㄹ

정답 4번

출제 포인트

비파괴검사법마다 사용하는 물리적 원리와 결함을 판별하는 방식을 구별하는 문제이다. 음향충격과 음향방출을 혼동하지 않는 것이 핵심이다.

핵심 개념

음향충격검사: 물체를 직접 두드리거나 충격을 가한 뒤 발생하는 소리·진동 응답의 차이로 박리나 내부 이상을 찾는 능동 검사이다.
음향방출검사: 균열의 발생·성장 등으로 재료 내부에서 방출되는 탄성파를 압전 센서로 검출하며 구조물의 연속 감시에 활용할 수 있다.
초음파검사: 초음파를 재료 안으로 보내고 결함에서 반사되는 파를 분석한다.
와전류탐상법: 교류 자기장에 의해 도전성 재료에 생기는 와전류의 변화를 이용한다.
열탐상법: 결함 때문에 달라지는 열의 흐름과 표면 온도 분포를 이용한다.

NoteBase

선지별 해설

① X — ㄹ은 옳지만 ㄷ도 옳으므로 정답 조합이 아니다. ‘ㄹ’만이 아니라 ‘ㄷ, ㄹ’로 고쳐야 한다.
② X — ㄱ과 ㄴ은 모두 옳지 않다. ㄱ의 압전 센서에 의한 지속 감시는 음향방출검사의 설명이고, ㄴ의 초음파검사는 X선이 아니라 초음파를 이용한다. 올바른 조합은 ‘ㄷ, ㄹ’이다.
③ X — ㄷ은 옳지만 ㄱ이 옳지 않다. ㄱ은 ‘음향방출검사는 압전 센서로 탄성파를 검출하여 지속 감시에 활용할 수 있다’로 고쳐야 하며, 올바른 조합은 ‘ㄷ, ㄹ’이다.
④ O — ㄷ의 와전류탐상법은 전자기유도 원리를 이용하고, ㄹ의 열탐상법은 결함에 따른 표면 온도 분포의 차이를 이용한다. 따라서 옳은 것은 ㄷ과 ㄹ이다.
⑤ X — ㄷ과 ㄹ은 옳지만 ㄱ이 포함되어 있어 정답 조합이 아니다. ㄱ의 설명에서 ‘음향충격검사’를 ‘음향방출검사’로 고쳐야 하며, 올바른 조합은 ‘ㄷ, ㄹ’이다.

오답 포인트

ㄱ은 ‘acoustic’이라는 공통 표현 때문에 음향충격검사와 음향방출검사를 바꾸어 놓은 선지이다. 외부에서 충격을 가해 응답을 보는 것은 음향충격검사이고, 재료 내부에서 자연적으로 발생한 탄성파를 압전 센서로 감지하는 것은 음향방출검사이다. 또한 초음파와 X선은 서로 다른 검사 에너지원이다.

다시 나오면 이렇게 판단

검사명에서 에너지원과 측정 대상을 먼저 연결한다. 외부 타격과 소리·진동 응답은 음향충격, 자발적 탄성파와 압전 센서는 음향방출, 초음파의 반사는 초음파검사, 전자기유도는 와전류탐상, 표면 온도 분포는 열탐상으로 판단한다.

암기 포인트

충격은 두드려 응답, 방출은 압전 센서, 초음파는 반사파, 와전류는 전자기유도, 열탐상은 온도 분포이다.

NoteBase

3. 사무실 벽에 가로 1m, 세로 2m인 유리 창문이 있고, 유리의 안쪽 표면이 바깥쪽 표면 보다 5℃ 높을 때, 이 창문을 통한 1초당 열손실이 4,500J이 되도록 하는 유리의 두께는? (단위: mm) (단, 유리의 열전도도는 0.9W/(m·℃)이다)

① 1
② 2
③ 3
④ 4
⑤ 5

정답 2번

출제 포인트

평판을 통한 정상상태 열전도식으로 유리의 두께를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 창문의 면적은 $A = 1m \times 2m = 2m^2$, 온도 차는 $\Delta T = 5^\circ C$, 유리의 열전도도는 $k = 0.9W/(m \cdot {}^\circ C)$, 열손실률은 $\dot{Q} = 4,500J/s = 4,500W$이다.
구해야 할 값: 유리의 두께 L이다.
주의할 조건: 계산된 두께의 단위 m를 선지의 단위 mm로 변환해야 한다.

사용할 공식

평판의 두께 방향으로 전도되는 열의 전달률은
$\dot{Q} = \frac{kA\Delta T}{L}$
이므로 두께는
$L = \frac{kA\Delta T}{\dot{Q}}$
이다. 유리의 두 표면 사이 온도 차, 면적, 열전도도와 열손실률이 주어졌으므로 이 식을 사용한다.

계산 과정

1. 창문의 면적은 $A = 1m \times 2m = 2m^2$이다.
2. 주어진 값을 식에 대입하면
$L = \frac{0.9 \times 2 \times 5}{4,500} = 0.002m$
이다.
3. $1m = 1,000mm$이므로
$0.002m = 2mm$
이다.

NoteBase

선지 판단

① X — 1mm는 계산 결과 2mm와 다르다. 틀린 값 1mm는 올바르게는 2mm이다.
② O — 계산 결과가 2mm이므로 조건을 만족한다.
③ X — 3mm는 계산 결과 2mm와 다르다. 틀린 값 3mm는 올바르게는 2mm이다.
④ X — 4mm는 계산 결과 2mm와 다르다. 틀린 값 4mm는 올바르게는 2mm이다.
⑤ X — 5mm는 계산 결과 2mm와 다르다. 틀린 값 5mm는 올바르게는 2mm이다.
계산 결과가 2mm이므로 정답은 2번이다.

오답 포인트

열손실은 1초당 4,500J이므로 열전달률 4,500W로 사용한다. 또한 면적을 1m^2로 잘못 잡거나 최종값 0.002m를 mm로 바꾸지 않으면 오답이 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

평판 열전도 문제는 면적과 온도 차를 정리한 뒤 $L = kA\Delta T/\dot{Q}$로 두께를 계산하고, 마지막에 요구 단위로 변환해 판단한다.

암기 포인트

평판 열전도에서는 $\dot{Q} = kA\Delta T/L$이며, 두께가 커질수록 열손실률은 작아진다.

NoteBase

4. 길이 2m, 내경이 10cm인 원형관(pipe)에서 밀도 200kg/m^{3}인 유체가 질량유량 10kg/s로 흐를 때 Darcy 마찰계수(friction coefficient)가 0.02이다. 관내 수두손실로 가장 가까운 것은? (단위: m) (단, 원주율 π는 3이고 중력가속도는 g = 10m/s^{2}으로 가정한다)

① 0.9
② 1.6
③ 3.3
④ 16
⑤ 36

정답 1번

출제 포인트

질량유량을 체적유량과 평균유속으로 바꾼 뒤 Darcy-Weisbach 식을 적용하여 관내 수두손실을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 관 길이 $L = 2m$, 내경 $D = 0.10m$, 유체 밀도 $\rho = 200kg/m^3$, 질량유량 $\dot{m} = 10kg/s$, Darcy 마찰계수 $f = 0.020$, 중력가속도 $g = 10m/s^2$, 원주율 $\pi = 3$이다.
구해야 할 값: 관 마찰에 의한 수두손실 h_f이다.
주의할 조건: 내경 $10cm$를 $0.10m$로 환산하고, 질량유량을 밀도로 나누어 체적유량을 구한다.

사용할 공식

체적유량과 평균유속은 각각
$Q = \frac{\dot{m}}{\rho}, \quad V = \frac{Q}{A}, \quad A = \frac{\pi D^2}{4}$
이고, Darcy-Weisbach 식은
$h_f = f\frac{L}{D}\frac{V^2}{2g}$
이다. 문제에서 Darcy 마찰계수가 주어지고 원형관의 길이, 내경, 유량으로 관 마찰 수두손실을 묻고 있으므로 이 식을 사용한다.

NoteBase

계산 과정

1. 질량유량을 체적유량으로 바꾸면
$Q = \frac{10 kg/s}{200 kg/m^3} = 0.05 m^3/s$
이다.

2. 관의 단면적과 평균유속은
$A = \frac{3 \times (0.10m)^2}{4} = 0.0075 m^2$
$V = \frac{0.05 m^3/s}{0.0075 m^2} = \frac{20}{3} m/s$
이다.

3. Darcy-Weisbach 식에 대입하면
$h_f = 0.020 \times \frac{2}{0.10} \times \frac{(20/3)^2}{2 \times 10} = \frac{8}{9} m \approx 0.9 m$
이다.

선지 판단

① O — 계산값은 $h_f \approx 0.9m$이므로 옳다.

② X — $1.6m$가 아니라 $0.9m$이다.

③ X — $3.3m$가 아니라 $0.9m$이다.

④ X — $16m$가 아니라 $0.9m$이다.

⑤ X — $36m$가 아니라 $0.9m$이다.

따라서 계산 결과와 일치하는 정답은 1번이다.

오답 포인트

질량유량 $10 kg/s$을 곧바로 체적유량처럼 사용하면 안 된다. 반드시 $Q = \dot{m}/\rho$로 변환해야 한다. 또한 $10 cm = 0.10 m$이고, 원형관의 단면적은 지름의 제곱에 비례하므로 단위 환산을 잘못하면 유속과 수두손실이 크게 달라진다. Darcy 마찰계수에는 $4f$를 추가로 곱하지 않는다.

다시 나오면 이렇게 판단

질량유량이 주어진 원형관 수두손실 문제는 $Q = \dot{m}/\rho$로 체적유량을 구하고, $A = \pi D^2/4$와 $V = Q/A$로 유속을 구한 뒤, $h_f = f(L/D)(V^2/2g)$에 대입하는 순서로 판단한다. 마지막에는 길이 단위를 m로 통일했는지 확인한다.

암기 포인트

질량유량 → 체적유량 → 평균유속 → Darcy 수두손실의 순서이다: $\dot{m} \to Q \to V \to h_f$.

NoteBase

5. 평판 위를 지나가는 층류 경계층 유동에 대한 설명 중 옳지 않은 것은?

① 평판의 선단에서 끝단으로 갈수록 경계층 두께는 증가한다.
② 유체의 점성이 커질수록 경계층 두께는 증가한다.
③ 유체의 밀도가 커질수록 경계층 두께는 증가한다.
④ 유체의 속도가 증가할수록 경계층 두께는 감소한다.
⑤ 경계층 내부는 점성 유동이다.

정답 3번

출제 포인트

평판 위 경계층의 두께가 흐름 방향의 거리, 유체의 점성·밀도, 유속에 따라 어떻게 달라지는지를 묻는 문제이다.

핵심 개념

경계층은 고체 표면의 점착 조건 때문에 점성의 영향과 속도 변화가 크게 나타나는 얇은 유동 영역이다. 다른 조건이 같으면 선단에서 멀어질수록, 점성이 클수록 경계층은 두꺼워지고, 밀도나 주류 속도가 클수록 경계층은 얇아진다.

선지별 해설

① O — 평판 선단에서 출발한 경계층은 흐름 방향으로 진행하면서 점성의 영향을 받는 영역이 퍼지므로 끝단으로 갈수록 두꺼워진다.
② O — 다른 조건이 같을 때 유체의 점성이 커지면 운동량이 수직 방향으로 더 넓게 전달되어 경계층 두께가 증가한다.
③ X — 틀린 표현은 '밀도가 커질수록 경계층 두께는 증가한다'이다. 다른 조건이 같으면 밀도가 커질수록 점성의 상대적 영향이 작아지므로 경계층 두께는 감소한다.
④ O — 주류 속도가 증가하면 유체가 평판 위를 통과하는 시간이 짧아져 점성의 영향이 퍼지는 범위가 줄어들므로 경계층 두께는 감소한다.
⑤ O — 경계층 내부는 속도 구배와 전단응력이 나타나 점성의 영향을 무시할 수 없는 점성 유동 영역이다.

오답 포인트

③에서 밀도가 커지면 경계층도 두꺼워질 것처럼 생각하기 쉽다. 그러나 경계층 두께는 점성의 절대적 크기만이 아니라 관성에 대한 점성의 상대적 영향으로 판단하며, 점성계수가 일정할 때 밀도 증가는 경계층을 얇게 만든다. 또한 문제의 '옳지 않은 것'이라는 부정형 표현을 놓치지 않아야 한다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

다른 조건이 같다는 전제에서 흐름 방향 거리와 점성은 경계층 두께와 같은 방향으로, 밀도와 주류 속도는 반대 방향으로 변한다고 판단한다.

암기 포인트

거리·점성 증가 → 두꺼워짐, 밀도·유속 증가 → 얇아짐이다.

NoteBase

6. 마무리 가공에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 모두 고르면?

<보 기>

ㄱ. 래핑(lapping)은 랩(lap)을 이용하여 평면이나 원통면에 주로 사용되는 공정이다.

ㄴ. 슈퍼 피니싱(super finishing)은 정지된 가공물에 숫돌을 압착하여 진동을 시키면서 가공하는 공정이다.

ㄷ. 호닝(honing)은 공구를 이용하여 구멍의 내면을 정밀하게 다듬질하는 경우에 주로 사용되는 공정이다.

ㄹ. 화학기계적 연마(chemical-mechanical polishing)는 마모와 부식의 복합 작용을 이용하여 가공물 표면에서의 소재를 제거하는 공정이다.

① ㄱ, ㄴ
② ㄱ, ㄷ
③ ㄷ, ㄹ
④ ㄱ, ㄷ, ㄹ
⑤ ㄴ, ㄷ, ㄹ

정답 4번

출제 포인트

래핑, 슈퍼 피니싱, 호닝, 화학기계적 연마의 공구·가공 운동·적용 부위를 구별하는 문제이다.

핵심 개념

래핑: 랩과 공작물 사이의 미세 연마입자로 평면이나 원통면을 정밀하게 다듬는 가공이다.
슈퍼 피니싱: 회전하는 공작물 표면에 숫돌을 가볍게 누르고 숫돌에 짧고 빠른 진동을 주어 표면을 다듬는 가공이다.
호닝: 호닝 공구를 회전시키면서 축 방향으로 왕복 운동시켜 주로 구멍의 내면을 정밀하게 다듬는 가공이다.
화학기계적 연마: 화학 반응에 의한 표면층의 약화·부식 작용과 연마입자의 기계적 제거 작용을 함께 이용하는 가공이다.

NoteBase

선지별 해설

① X
ㄱ은 옳지만 ㄴ은 틀리다. ㄴ의 틀린 표현은 '정지된 가공물'이며, 실제로는 공작물을 회전시키고 그 표면에 숫돌을 가볍게 압착한 뒤 숫돌을 진동시켜 가공한다. 따라서 옳은 조합은 ㄱ, ㄷ, ㄹ이다.

② X
ㄱ과 ㄷ은 모두 옳지만 옳은 설명인 ㄹ이 빠져 있다. 화학기계적 연마는 화학적 작용과 기계적 마모 작용을 함께 이용해 소재를 제거하므로, 올바른 조합은 ㄱ, ㄷ, ㄹ이다.

③ X
ㄷ과 ㄹ은 모두 옳지만 옳은 설명인 ㄱ이 빠져 있다. 래핑은 랩을 이용하여 평면이나 원통면을 정밀 가공하므로, 올바른 조합은 ㄱ, ㄷ, ㄹ이다.

④ O
ㄱ, ㄷ, ㄹ이 모두 옳다. 래핑은 랩을 이용한 정밀 다듬질이고, 호닝은 주로 구멍 내면의 정밀 다듬질이며, 화학기계적 연마는 화학적 작용과 기계적 작용을 함께 이용한다.

⑤ X
ㄷ과 ㄹ은 옳지만 ㄴ이 틀렸고 옳은 ㄱ도 빠져 있다. ㄴ은 '정지된 가공물'이 아니라 회전하는 공작물에 숫돌을 압착하고 진동시켜 가공한다고 고쳐야 하며, 올바른 조합은 ㄱ, ㄷ, ㄹ이다.

오답 포인트

ㄴ의 '정지된 가공물'이 함정이다. 슈퍼 피니싱에서는 공작물의 회전과 숫돌의 진동이 함께 사용된다. 또한 조합형 문항이므로 옳은 설명을 하나라도 빠뜨린 ②와 ③도 정답이 아니다.

다시 나오면 이렇게 판단

공구와 대표 운동을 먼저 연결한다. 래핑은 랩, 슈퍼 피니싱은 공작물 회전과 숫돌 진동, 호닝은 공구의 회전·왕복 운동과 구멍 내면, 화학기계적 연마는 화학 작용과 기계 작용의 결합으로 판단한다.

암기 포인트

랩은 면, 호닝은 구멍 안, 슈퍼 피니싱은 회전＋진동, 화학기계적 연마는 화학＋기계이다.

NoteBase

7. 다음 괄호에 들어갈 적절한 가공법은?

> 성형공구 사이에 소재를 넣고 가압한 상태에서 직선 또는 회전운동을 시켜 소재에 공구의 표면형상을 각인하는 가공을 ( )(이)라고 하며, 볼, 링, 나사, 기어, 스플라인축 등을 제작할 수 있다.

① 전조
② 프레스
③ 형단조
④ 인발
⑤ 압출

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 공구 사이에서 소재를 가압한 채 직선 또는 회전운동을 시켜 공구의 표면 형상을 전사하는 전조와 다른 소성가공법을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

전조: 소재를 성형공구 사이에서 눌러 상대운동시키며 공구 표면의 형상을 소재에 전사하는 소성가공법이다.
절삭칩을 만들지 않고 나사, 기어, 스플라인축 등의 표면 형상을 가공한다.
프레스: 프레스 기계와 금형으로 소재에 압력을 가하여 전단·굽힘·성형 등을 하는 가공이다.
형단조: 형상이 새겨진 한 쌍의 금형 사이에서 소재를 압축하여 금형 내부 형상으로 만드는 단조이다.
인발: 소재를 다이 구멍으로 잡아당겨 단면을 줄이고 길이를 늘리는 가공이다.
압출: 소재를 압축하여 다이 구멍 밖으로 밀어 내면서 일정한 단면의 제품을 만드는 가공이다.

NoteBase

선지별 해설

① O — 전조는 소재를 성형공구 사이에서 가압하고 직선 또는 회전운동을 주어 공구의 표면 형상을 소재에 전사한다. 제시문의 설명과 제작 예가 모두 전조에 해당한다.
② X — 틀린 표현은 '프레스'이다. 프레스는 프레스 기계와 금형으로 소재를 전단하거나 굽히고 성형하는 가공이며, 제시된 가공은 전조이다.
③ X — 틀린 표현은 '형단조'이다. 형단조는 형상이 새겨진 금형 사이에서 소재를 압축하여 금형 내부 형상으로 만드는 단조이며, 공구와 소재의 상대운동으로 표면 형상을 전사하는 가공은 전조이다.
④ X — 틀린 표현은 '인발'이다. 인발은 소재를 다이 구멍으로 잡아당겨 단면을 감소시키는 가공이며, 제시된 가공은 전조이다.
⑤ X — 틀린 표현은 '압출'이다. 압출은 소재를 압축하여 다이 구멍 밖으로 밀어 내는 가공이며, 제시된 가공은 전조이다.

오답 포인트

'가압'이라는 공통 표현만 보고 프레스·형단조·압출을 고르기 쉽다. 이 문항의 결정적 단서는 소재에 직선 또는 회전운동을 주어 공구의 표면 형상을 전사하고, 나사·기어·스플라인축을 제작한다는 부분이다.

다시 나오면 이렇게 판단

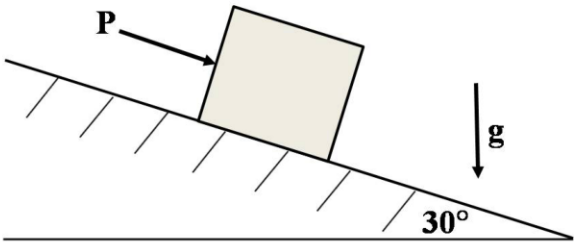
공구 사이에서 눌린 소재가 직선 또는 회전운동을 하며 표면 형상을 얻으면 전조로 판단한다. 다이 안으로 잡아당기면 인발, 다이 밖으로 밀어 내면 압출, 형상이 새겨진 금형 사이에서 압축하면 형단조이다.

암기 포인트

굴리며 형상을 전사하면 전조, 당기면 인발, 밀어 내면 압출이다.

NoteBase

8. 그림과 같이 질량 50kg의 물체가 경사면에 정지된 채 놓여 있고, 힘 P는 경사면에 평행하게 작용한다. 경사면과 물체 사이의 정지 마찰계수는 0.8이고, 운동 마찰계수는 0.6이다. 이 물체가 경사면 아래로 움직이기 직전, 힘 P의 크기는? (단위: N) (단, 중력가속도는 $10m/s^2$으로 가정하고, sin 30° = 0.5, cos 30° = 0.9로 계산한다)



① 50
② 80
③ 110
④ 140
⑤ 180

정답 3번

출제 포인트

경사면 아래로 미끄러지기 직전의 최대 정지마찰력과 경사면 방향 힘의 평형을 이용해 힘 P를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 질량 $m = 50kg$, 중력가속도 $g = 10m/s^2$, 정지 마찰계수 $\mu_s = 0.80$, $\sin 30^\circ = 0.5$, $\cos 30^\circ = 0.9$이다.
구해야 할 값: 물체가 경사면 아래로 움직이기 직전의 힘 P이다.
주의할 조건: 운동 직전에는 정지 마찰계수를 사용하며, 아래로 움직이려는 경향을 막는 마찰력은 경사면 위쪽으로 작용한다. 힘 P는 경사면과 평행하므로 수직항력에는 영향을 주지 않는다.

사용할 공식

수직항력은 $N = mg\cos\theta$이고, 최대 정지마찰력은 $f_{s,\max} = \mu_s N$이다.
경사면 아래로 움직이기 직전의 평형식은 $mg\sin\theta + P = f_{s,\max}$이다.
운동 직전에는 정지마찰력이 최대값에 도달하고, 경사면 아래쪽의 중력 성분과 힘 P의 합을 위쪽의 마찰력이 막으므로 이 식을 사용한다.

NoteBase

계산 과정

1. 수직항력을 구하면 $N = 50 \times 10 \times 0.9 = 450N$이다.
2. 최대 정지마찰력은 $f_{s,\max} = 0.80 \times 450 = 360N$이다.
3. 중력의 경사면 아래 방향 성분은 $mg\sin 30^\circ = 50 \times 10 \times 0.5 = 250N$이다.
4. 운동 직전의 평형식에 대입하면 $250 + P = 360$이므로 $P = 110N$이다.

선지 판단

① X — $50N$을 가하면 아래쪽 힘의 합이 $300N$으로 최대 정지마찰력 $360N$보다 작아 운동 직전 상태가 아니다. 올바른 값은 $110N$이다.
② X — $80N$을 가하면 아래쪽 힘의 합이 $330N$으로 최대 정지마찰력에 미치지 못한다. 올바른 값은 $110N$이다.
③ O — $110N$을 가하면 $250 + 110 = 360N$이 되어 최대 정지마찰력과 정확히 같으므로 경사면 아래로 움직이기 직전이다.
④ X — $140N$을 가하면 아래쪽 힘의 합이 $390N$으로 최대 정지마찰력을 초과하므로 이미 아래로 움직이기 시작한다. 운동 직전의 올바른 값은 $110N$이다.
⑤ X — $180N$을 가하면 아래쪽 힘의 합이 $430N$으로 최대 정지마찰력을 초과한다. 운동 직전의 올바른 값은 $110N$이다.

오답 포인트

운동 마찰계수 0.60을 사용하는 것이 핵심 함정이다. 물체가 아직 정지해 있고 움직이기 직전이므로 정지 마찰계수 0.80을 사용한다. 또한 힘 P와 중력의 경사면 성분은 모두 아래쪽이므로 서로 더해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

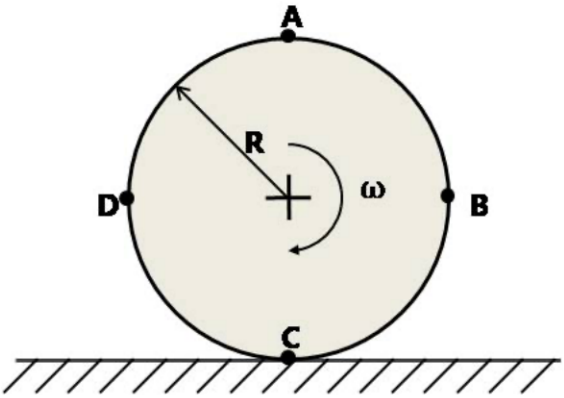
먼저 예상 운동 방향의 반대로 마찰력 방향을 정하고, 운동 직전이면 $f_s = \mu_s N$을 적용한다. 그다음 경사면 수직 방향에서 N을 구하고, 경사면 평행 방향의 힘을 평형식에 대입한다.

암기 포인트

미끄러지기 직전에는 최대 정지마찰력 $f_{s,\max} = \mu_s N$을 사용하고, 미끄러진 뒤에만 운동 마찰계수를 사용한다.

NoteBase

9. 그림과 같이 정지해 있는 평판 위를 반지름이 R인 원판이 일정한 각속도 ω로 미끄럼 없이 구르고 있다. 원판 위의 점 A, B, C, D에서 순간속도의 크기를 합한 것은?



① 0
② $2\omega R$
③ $(2+\sqrt{2})\,\omega R$
④ $4\omega R$
⑤ $(2+2\sqrt{2})\,\omega R$

정답 5번

출제 포인트

미끄럼 없이 구르는 원판에서 각 점의 순간속도를 원판 중심의 병진속도와 중심에 대한 회전속도의 벡터합으로 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 원판의 반지름은 R, 각속도의 크기는 ω이다.
구해야 할 값: A, B, C, D에서 순간속도 크기의 합이다.
주의할 조건: 미끄럼 없는 순수 구름이므로 원판 중심 O의 속력은 $v_O = \omega R$이다. 그림의 회전 방향에서 중심은 오른쪽으로 이동하며, 각 점의 회전 상대속도는 반지름에 수직이다.

사용할 공식

강체 위 점 P의 순간속도는
$\vec{v}_P = \vec{v}_O + \vec{\omega} \times \vec{r}_{P/O}$
이다. 이 공식을 쓰는 이유는 각 점의 지면에 대한 속도가 중심의 병진속도와 중심 주위 회전에 따른 상대속도의 벡터합이기 때문이다. 원주 위 점의 회전 상대속력은 모두 ωR이지만 방향이 서로 다르므로 크기를 바로 더하면 안 된다.

NoteBase

계산 과정

1. A에서는 병진속도와 회전 상대속도가 모두 오른쪽이므로 $v_A = 2\omega R$이다.
2. B에서는 두 속도가 서로 수직이므로 $v_B = \sqrt{(\omega R)^2 + (\omega R)^2} = \sqrt{2}\,\omega R$이다.
3. C에서는 두 속도가 크기는 같고 방향은 반대이므로 $v_C = 0$이다.
4. D에서도 두 속도가 서로 수직이므로 $v_D = \sqrt{2}\,\omega R$이다.
5. 따라서

$v_A + v_B + v_C + v_D = (2 + 2\sqrt{2})\omega R$
이다.

선지 판단

① X — 합이 0이 되는 것이 아니라 접점 C의 순간속도만 0이다. 올바른 합은 $(2 + 2\sqrt{2})\omega R$이다.
② X — $2\omega R$은 A의 순간속력일 뿐 네 점의 합이 아니다. 올바른 합은 $(2 + 2\sqrt{2})\omega R$이다.
③ X — $(2 + \sqrt{2})\omega R$은 B와 D 중 한 점의 $\sqrt{2}\,\omega R$을 누락한 값이다. 두 점을 모두 포함한 올바른 합은 $(2 + 2\sqrt{2})\omega R$이다.
④ X — $4\omega R$은 네 점의 회전 상대속력 ωR만 단순히 더한 값으로, 중심의 병진속도와 방향별 벡터합을 반영하지 못한다. 올바른 합은 $(2 + 2\sqrt{2})\omega R$이다.
⑤ O — $2\omega R + \sqrt{2}\,\omega R + 0 + \sqrt{2}\,\omega R = (2 + 2\sqrt{2})\omega R$이므로 계산 결과와 일치한다.

오답 포인트

원주 위 모든 점의 회전 상대속력은 ωR로 같지만, 지면에 대한 순간속력은 병진속도와의 방향 관계에 따라 달라진다. 특히 C만 정지하고, A는 $2\omega R$, B와 D는 각각 $\sqrt{2}\,\omega R$가 된다는 점이 핵심 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

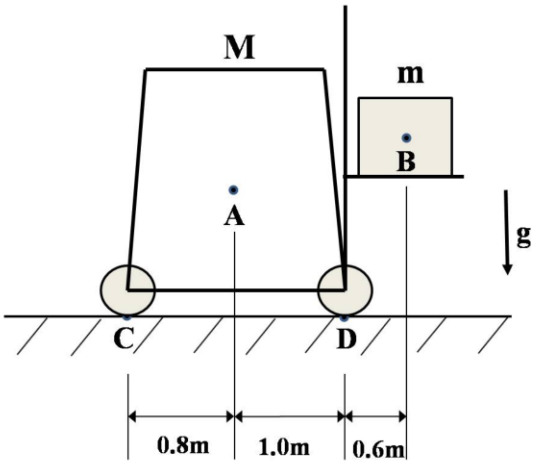
순수 구름 문제에서는 먼저 $v_O = \omega R$을 정하고, 각 점마다 $\vec{v}_P = \vec{v}_O + \vec{\omega} \times \vec{r}_{P/O}$로 방향까지 합성한 뒤 속력의 크기를 구한다.

암기 포인트

순수 구름 원판의 대표 순간속력은 위쪽 점 $2\omega R$, 접점 0, 좌우 점 각각 $\sqrt{2}\,\omega R$이다.

NoteBase

10. 그림과 같이 정지해 있는 지게차(M)에 짐(m)을 실을 때, 지게차가 앞 바퀴(D)에 대해 넘어가기 전에 실을 수 있는 짐의 최대 질량은? (단위: kg) (단, 지게차는 앞, 뒤에 각각 두 개씩의 바퀴가 있고, 지게차의 질량은 1,200kg이다. 점 A, B는 각각 지게차와 짐의 무게중심이다)



① 1,200
② 2,000
③ 2,500
④ 3,000
⑤ 3,200

정답 2번

출제 포인트

지게차가 앞 바퀴 D를 중심으로 막 넘어가려는 순간의 모멘트 평형을 이용해 실을 수 있는 짐의 최대 질량을 구하는 문제이다.

조건 정리

지게차의 질량은 $1{,}200kg$이고, 무게중심 A는 앞 바퀴 D에서 뒤쪽으로 $1.0m$ 떨어져 있다.
짐의 무게중심 B는 앞 바퀴 D에서 앞쪽으로 $0.6m$ 떨어져 있다.
전도 직전에는 뒤 바퀴 C의 지지력이 0이 되며, 앞 바퀴 D가 회전축이 된다. 따라서 C와 A 사이의 $0.8m$는 D에 대한 모멘트 계산에 사용하지 않는다.

NoteBase

사용할 공식

전도 직전의 모멘트 평형은 다음과 같다.
지게차의 안정 모멘트=짐의 전도 모멘트
$(1{,}200g)(1.0) = (mg)(0.6)$
앞 바퀴 D를 중심으로 지게차의 무게는 뒤쪽으로 되돌리는 모멘트를 만들고, 짐의 무게는 앞쪽으로 넘어뜨리는 모멘트를 만든다. 한계 상태에서는 두 모멘트의 크기가 같으므로 이 공식을 사용한다.

계산 과정

중력가속도 g는 양변에서 소거된다.
$1{,}200 \times 1.0 = m \times 0.6$
따라서
$m = \frac{1{,}200 \times 1.0}{0.6} = 2{,}000kg$
짐의 질량이 $2{,}000kg$을 넘으면 짐의 전도 모멘트가 더 커져 지게차가 앞 바퀴 D를 중심으로 넘어간다.

선지 판단

① X — $1{,}200kg$은 지게차 자체의 질량일 뿐, 모멘트 평형으로 구한 짐의 최대 질량이 아니다. 올바른 최대 질량은 $2{,}000kg$이다.
② O — $(1{,}200g)(1.0) = (2{,}000g)(0.6)$이 성립하므로 전도 직전에 실을 수 있는 최대 질량이다.
③ X — $2{,}500kg$이면 전도 모멘트 $2{,}500g \times 0.6$이 안정 모멘트 $1{,}200g \times 1.0$보다 크다. 올바른 최대 질량은 $2{,}000kg$이다.
④ X — $3{,}000kg$이면 전도 모멘트가 안정 모멘트를 초과하여 D를 중심으로 넘어간다. 올바른 최대 질량은 $2{,}000kg$이다.
⑤ X — $3{,}200kg$도 허용 한계를 넘으며 전도 모멘트가 안정 모멘트보다 크다. 올바른 최대 질량은 $2{,}000kg$이다.

오답 포인트

지게차의 질량 $1{,}200kg$을 그대로 답으로 고르거나, 뒤 바퀴 C에서 A까지의 $0.8m$를 모멘트 팔로 쓰기 쉽다. 그러나 전도 직전의 회전축은 앞 바퀴 D이므로 A와 B의 거리를 모두 D에서 재야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

전도 직전 문제에서는 먼저 들리는 쪽 바퀴의 지지력을 0으로 두고, 지면에 남는 바퀴를 회전축으로 정한다. 그 회전축을 기준으로 안정 모멘트와 전도 모멘트를 같게 놓은 뒤 질량과 거리를 대입한다.

암기 포인트

전도 한계는 '남는 바퀴가 회전축, 안정 모멘트 = 전도 모멘트'이다.

NoteBase

11. 선형탄성 재료로 만들어진 길이가 L인 균일단면 봉의 양 끝점이 고정되어 있다. 이 봉의 온도가 상승하여 발생하는 열응력과 변형률에 대한 설명 중 옳지 않은 것은?

① 열응력은 탄성계수가 클수록 더 커진다.
② 열응력은 열팽창계수가 클수록 더 커진다.
③ 열응력은 온도변화가 클수록 더 커진다.
④ 열응력은 봉의 길이가 길어질수록 더 커진다.
⑤ 봉의 축방향 변형률은 0이다.

정답 4번

출제 포인트

양 끝이 완전히 고정된 선형 탄성 봉에서 온도 상승으로 생기는 열응력과 전체 축방향 변형률을 판단하는 문제이다.

조건 정리

주어진 조건: 길이가 L인 균일 단면 봉의 양 끝점이 고정되어 있고 온도가 상승한다.
구해야 할 관계: 열응력과 탄성계수 E, 열팽창계수 α, 온도변화 ΔT, 길이 L의 관계이다.
주의할 조건: 양 끝이 고정되어 있으므로 봉의 자유 열팽창이 모두 구속되고, 전체 축방향 변형률은 0이다.

사용할 공식

자유 열변형률은 $\varepsilon_t = \alpha \Delta T$이다. 양 끝이 고정되면 전체 변형률이 0이므로 $\varepsilon_e + \varepsilon_t = 0$이고, $\varepsilon_e = \sigma/E$를 적용하면 다음과 같다.

$$\frac{\sigma}{E} + \alpha \Delta T = 0$$

따라서 열응력은 $\sigma = -E\alpha\Delta T$이고, 그 크기는 $|\sigma| = E\alpha\Delta T$이다. 음의 부호는 온도 상승 시 압축응력임을 뜻한다. 이 식에는 봉의 길이 L이 포함되지 않는다.

계산 과정

1. 온도 상승으로 생기려는 자유 열변형률을 $\alpha\Delta T$로 둔다.
2. 양 끝 고정 조건에 따라 전체 축방향 변형률을 0으로 둔다.
3. 탄성변형률과 열변형률의 합을 0으로 놓으면 $\sigma = -E\alpha\Delta T$가 된다.
4. 열응력의 크기는 $E\alpha\Delta T$이므로 E, α, ΔT에 비례하지만 L과는 무관하다.

NoteBase

선지 판단

① O — 열응력의 크기 $|\sigma| = E\alpha\Delta T$는 탄성계수 E에 비례하므로 탄성계수가 클수록 커진다.
② O — 열응력의 크기는 열팽창계수 α에 비례하므로 열팽창계수가 클수록 커진다.
③ O — 열응력의 크기는 온도변화 ΔT에 비례하므로 온도 상승량이 클수록 커진다.
④ X — '봉의 길이가 길어질수록 열응력이 더 커진다'가 틀린 표현이다. 완전히 구속된 균일 봉의 열응력은 $\sigma = -E\alpha\Delta T$이므로 길이 L과 무관하다고 고쳐야 한다.
⑤ O — 고정된 두 끝점 사이의 길이는 변할 수 없으므로 봉의 전체 축방향 변형률은 0이다. 다만 열변형률 자체가 0인 것은 아니며, 열변형률과 반대인 탄성변형률이 생겨 서로 상쇄된다.

오답 포인트

자유 열팽창량 $\Delta L = \alpha L \Delta T$가 길이 L에 비례한다는 사실을 열응력에도 그대로 적용하면 ④를 옳다고 판단하기 쉽다. 완전 구속 조건에서는 $\Delta L/L = \alpha\Delta T$가 되어 길이 L이 소거된다. 또한 ⑤의 0은 전체 변형률이며, 열변형률과 탄성변형률 각각이 0이라는 뜻은 아니다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 구속 여부를 확인한다. 양 끝이 완전히 고정되어 있고 온도가 변하면 전체 변형률을 0으로 놓고 $\sigma = -E\alpha\Delta T$를 적용한다. 그다음 응력의 크기는 E, α, ΔT에 비례하고 봉의 길이에는 무관하다고 판단한다.

암기 포인트

완전 구속 열응력: $\sigma = -E\alpha\Delta T$, 전체 축변형률: 0, 길이 L: 무관이다.

NoteBase

12. 재료의 기계적 성질 중 경도(hardness)에 대한 설명으로 옳은 것은?

① 재료에 대한 압입(indentation) 시 소성 변형에 대한 저항의 크기
② 재료가 견딜 수 있는 최고압축응력
③ 인장시험에서 주어지는 최대하중과 시험편 본래의 단면적에 대한 비
④ 일정한 체적의 재료를 파단시키는 데 요구되는 에너지의 양
⑤ 일정한 응력하에 시간에 지배받는 영구변형

정답 1번

출제 포인트

경도와 압축강도, 인장강도, 인성, 크리프의 정의를 구별하는 문제이다.

핵심 개념

경도는 압입이나 긁힘 등에 의한 국부적인 소성 변형에 저항하는 성질이다.
압축강도는 재료가 압축하중을 받아 견딜 수 있는 최대 응력이고, 인장강도는 인장시험에서 최대하중을 시험편의 원래 단면적으로 나눈 값이다.
인성은 재료가 파단될 때까지 흡수할 수 있는 단위체적당 에너지이고, 크리프는 일정한 응력이 장시간 작용할 때 변형이 시간에 따라 증가하는 현상이다.

선지별 해설

① O — 압입 시 생기는 국부적인 소성 변형에 대한 저항의 크기는 경도의 정의에 해당한다.
② X — 틀린 표현은 '경도'에 해당한다는 점이다. 재료가 견딜 수 있는 최고 압축응력은 압축강도이다.
③ X — 틀린 표현은 '경도'에 해당한다는 점이다. 인장시험의 최대하중을 시험편의 원래 단면적으로 나눈 값은 인장강도이다.
④ X — 틀린 표현은 '경도'에 해당한다는 점이다. 일정한 체적의 재료를 파단시키는 데 필요한 에너지의 양은 인성이며, 단위체적당 흡수에너지로 나타낸다.
⑤ X — 틀린 표현은 '경도'에 해당한다는 점이다. 일정한 응력 아래에서 시간에 따라 진행되는 영구변형은 크리프이다.

오답 포인트

②와 ③은 모두 최대응력을 다루는 강도 개념이고, ④는 파단까지 흡수하는 에너지, ⑤는 시간 의존 변형을 다룬다. '압입'과 '국부적 소성 변형'이라는 ①의 표현만 경도를 직접 가리킨다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

압입·긁힘에 대한 저항은 경도, 최대응력은 강도, 파단까지의 흡수에너지는 인성, 일정 응력에서 시간에 따른 변형은 크리프로 판단한다.

암기 포인트

경도는 눌림 저항, 강도는 최대응력, 인성은 파단에너지, 크리프는 시간 의존 변형이다.

NoteBase

13. 탄성계수 E = 100GPa, 길이 10m, 단면적 2cm^{2}인 원형봉의 길이방향 신장량이 2mm이면 이 때 작용하는 길이방향 인장하중은? (단위: N)

① 100
② 200
③ 1,000
④ 4,000
⑤ 8,000

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 축 방향으로 인장되는 원형봉의 탄성변형식으로 인장하중을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 탄성계수 $E = 100GPa = 100 \times 10^9 N/m^2$, 길이 $L = 10m$, 단면적 $A = 2cm^2 = 2 \times 10^{-4} m^2$, 신장량 $\delta = 2mm = 2 \times 10^{-3} m$이다.
구해야 할 값: 길이 방향 인장하중 P이다.
주의할 조건: cm^2와 mm를 각각 m^2와 m로 환산해야 한다.

사용할 공식

축 방향 인장하중을 받는 균일 단면 봉의 탄성 신장량은 $\delta = \frac{PL}{AE}$ 이므로, 하중은 $P = \frac{AE\delta}{L}$ 이다. 재료가 탄성 범위에서 축 방향으로 변형되고 단면적과 탄성계수가 주어졌으므로 이 식을 사용한다.

계산 과정

단위를 환산해 공식에 대입하면 $P = \frac{(2 \times 10^{-4})(100 \times 10^9)(2 \times 10^{-3})}{10} = 4.0 \times 10^3 N$ 이다. 따라서 인장하중은 $4,000N$이다.

선지 판단

① X — $100N$은 계산 결과와 다르다. 올바른 값은 $4,000N$이다.
② X — $200N$은 계산 결과와 다르다. 올바른 값은 $4,000N$이다.
③ X — $1,000N$은 계산 결과의 4분의 1이다. 올바른 값은 $4,000N$이다.
④ O — 단위 환산 후 $P = AE\delta/L$에 대입한 값이 $4,000N$이므로 일치한다.
⑤ X — $8,000N$은 계산 결과의 2배이다. 올바른 값은 $4,000N$이다.

NoteBase

오답 포인트

단면적 $2cm^2$를 $2 \times 10^{-2}m^2$로 잘못 바꾸거나, 신장량 $2mm$를 미터로 환산하지 않으면 큰 오차가 생긴다. 면적 단위는 길이 환산계수도 제곱하므로 $1cm^2 = 10^{-4}m^2$이다.

다시 나오면 이렇게 판단

축 방향 탄성변형 문제는 주어진 길이·단면적·변형량의 단위를 먼저 통일하고, $\delta = PL/(AE)$에서 구하려는 값을 정리한 뒤 차원을 검산한다.

암기 포인트

균일 단면 봉의 축 변형은 $\delta = PL/(AE)$이고, 하중은 $P = AE\delta/L$이다.

NoteBase

14. 가솔린이 연료 탱크로부터 내경이 10mm의 관을 통해 엔진으로 1,500mm^3/s의 유량으로 공급될 경우, 이 유동에 대한 레이놀즈(Reynolds) 수에 가장 가까운 값은? (단, 가솔린의 밀도는 680kg/m^3, 점도는 0.0003kg/(m·s), 원주율 π는 3으로 가정한다)

① 350
② 400
③ 450
④ 500
⑤ 550

정답 3번

출제 포인트

체적유량과 관의 내경으로 평균 유속을 구한 뒤 레이놀즈수 공식에 대입하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 내경 $D = 10mm = 0.01m$, 체적유량 $Q = 1{,}500mm^3/s = 1.5 \times 10^{-6} m^3/s$, 밀도 $\rho = 680 kg/m^3$, 점도 $\mu = 0.0003 kg/(m \cdot s)$, 원주율 $\pi = 3$이다.
구해야 할 값: 관내 유동의 레이놀즈수 Re이다.
주의할 조건: 유량과 관의 내경을 반드시 m^3/s와 m로 환산해야 한다.

사용할 공식

관의 단면적과 평균 유속은 각각 $A = \pi D^2/4$, $V = Q/A$이고, 원관 내부 유동의 레이놀즈수는 $Re = \rho VD/\mu$이다. 따라서 V를 소거하면 $Re = 4\rho Q/(\pi \mu D)$로 바로 계산할 수 있다. 이 공식을 쓰는 이유는 레이놀즈수가 관내 유동에서 관성력과 점성력의 상대적 크기를 나타내며, 문제에서 밀도·평균 유속·관 내경·점도가 주어졌기 때문이다.

계산 과정

1. 단면적은 $A = 3 \times (0.01)^2/4 = 7.5 \times 10^{-5} m^2$이다.
2. 평균 유속은 $V = Q/A = (1.5 \times 10^{-6})/(7.5 \times 10^{-5}) = 0.02 m/s$이다.
3. 레이놀즈수는

$$Re = \frac{680 \times 0.02 \times 0.01}{0.0003} = 453.3\ldots$$

이다. 따라서 가장 가까운 값은 450이다.

NoteBase

선지 판단

① X — 350은 계산값 453.3과 약 103.3 차이가 난다. 350이 아니라 가장 가까운 값은 450이다.
② X — 400은 계산값 453.3과 약 53.3 차이가 난다. 400이 아니라 가장 가까운 값은 450이다.
③ O — 450은 계산값 453.3과 약 3.3만 차이가 나므로 다섯 값 중 가장 가깝다.
④ X — 500은 계산값 453.3과 약 46.7 차이가 난다. 500이 아니라 가장 가까운 값은 450이다.
⑤ X — 550은 계산값 453.3과 약 96.7 차이가 난다. 550이 아니라 가장 가까운 값은 450이다.

오답 포인트

가장 큰 함정은 $1{,}500 mm^3/s$를 m^3/s로 바꿀 때 길이 환산을 한 번만 적용하는 것이다. $1 mm^3 = 10^{-9} m^3$이므로 유량은 $1.5 \times 10^{-6} m^3/s$이다. 또한 내경으로 단면적을 계산할 때 $A = \pi D^2/4$의 1/4을 빠뜨리면 안 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

관내 유동 계산은 모든 길이와 유량을 SI 단위로 환산한 뒤 $A = \pi D^2/4$, $V = Q/A$, $Re = \rho V D/\mu$의 순서로 판단한다. 선택지가 근삿값이면 마지막에 각 선택지와의 차이를 비교한다.

암기 포인트

원관에서 체적유량이 주어지면 $Re = 4\rho Q/(\pi \mu D)$이며, mm^3에서 m^3로의 환산계수는 10^{-9}이다.

NoteBase

15. 파이프의 내경이 120mm이고 두께가 2.5mm이며 파이프 재료의 허용응력이 108MPa이다. 파이프가 설치된 실내의 압력을 무시할 때, 파이프 내 최대 허용 압력은? (단위: MPa)

① 4.0
② 4.5
③ 5.0
④ 5.5
⑤ 6.0

정답 2번

출제 포인트

얇은 원통형 파이프에 내압이 작용할 때 발생하는 원주 방향 응력(후프 응력)으로 최대 허용 내압을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 내경 $D = 120mm$, 두께 $t = 2.5mm$, 허용응력 $\sigma_{allow} = 108MPa$이다.
구해야 할 값: 파이프 내 최대 허용 압력 p이다.
주의할 조건: 실내 압력을 무시하므로 문제의 내압을 그대로 파이프 안팎의 압력차로 사용한다. 또한 원주 방향 응력이 길이 방향 응력보다 크므로 이를 기준으로 한다.

사용할 공식

얇은 원통의 원주 방향 응력은 다음과 같다.
$\sigma_h = \frac{pD}{2t}$
압력으로 정리하면 다음과 같다.
$p = \frac{2t\sigma_h}{D}$
내압을 받는 얇은 파이프에서는 원주 방향으로 파이프를 벌리려는 응력이 최대가 되므로 이 공식을 사용한다.
최대 허용 상태에서는 $\sigma_h = \sigma_{allow}$로 둔다.

NoteBase

계산 과정

1. 최대 허용 상태에서 $\sigma_h = 108MPa$로 둔다.
2. 공식에 값을 대입한다.

$p = \frac{2 \times 2.5 \times 108}{120} MPa$

3. 계산하면 다음과 같다.

$p = 4.5MPa$

길이에 같은 단위인 mm를 사용했으므로 두께와 내경의 단위가 약분되고, 응력과 같은 MPa 단위의 압력을 얻는다.

선지 판단

① X — $4.0MPa$는 계산 결과 $4.5MPa$와 다르다. 틀린 값 $4.0MPa$ → 올바르게는 $4.5MPa$이다.
② O — 원주 방향 응력식에 주어진 값을 대입하면 최대 허용 압력은 $4.5MPa$이다.
③ X — $5.0MPa$는 계산 결과보다 크며 허용응력을 초과한다. 틀린 값 $5.0MPa$ → 올바르게는 $4.5MPa$이다.
④ X — $5.5MPa$는 계산 결과보다 크며 허용응력을 초과한다. 틀린 값 $5.5MPa$ → 올바르게는 $4.5MPa$이다.
⑤ X — $6.0MPa$는 계산 결과보다 크며 허용응력을 초과한다. 틀린 값 $6.0MPa$ → 올바르게는 $4.5MPa$이다.
계산 결과가 $4.5MPa$이므로 정답은 ②이다.

오답 포인트

원주 방향 응력식의 분모 $2t$를 길이 방향 응력식의 분모 $4t$와 혼동하면 안 된다. 파이프의 최대 응력은 원주 방향 응력이므로 $\sigma_h = pD/(2t)$를 적용한다. 또한 실내 압력을 무시한다는 조건에 따라 별도의 외압을 빼지 않는다.

다시 나오면 이렇게 판단

얇은 파이프의 최대 허용 내압 문제에서는 먼저 최대 응력인 원주 방향 응력을 선택하고, $p = 2t\sigma_{allow}/D$로 정리한 뒤 길이 단위를 통일하여 계산한다.

암기 포인트

얇은 파이프의 후프 응력은 $\sigma_h = pD/(2t)$이며, 허용 내압은 $p = 2t\sigma_{allow}/D$이다.

NoteBase

16. 900K의 고온 열원과 온도가 알려지지 않은 저온 열원 사이에서 작동하는 카노열기관의 효율이 2/3(약 66.7%)이다. 만약 저온 열원의 온도는 변하지 않고, 고온 열원의 온도만 600K로 변경된다면 이 열기관의 효율은?

① 30%
② 33%
③ 40%
④ 50%
⑤ 55%

정답 4번

출제 포인트

카르노 열기관의 효율식에서 먼저 저온 열원의 절대온도를 구한 뒤, 고온 열원의 온도가 바뀌었을 때의 효율을 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 처음 고온 열원의 온도는 $T_{H1} = 900K$, 처음 효율은 $\eta_1 = 2/3$이다.
구해야 할 값: 고온 열원의 온도가 $T_{H2} = 600K$로 바뀐 뒤의 효율 η_2이다.
주의할 조건: 저온 열원의 온도 T_L는 변하지 않으며, 모든 온도는 절대온도 K로 주어져 있다.

사용할 공식

카르노 열기관의 효율은
$\eta = 1 - \frac{T_L}{T_H}$
이다. 카르노 기관의 효율은 고온 열원과 저온 열원의 절대온도만으로 결정되므로 이 공식을 사용한다.

계산 과정

1. 처음 조건에서 저온 열원의 온도를 구한다.
$\frac{2}{3} = 1 - \frac{T_L}{900}$
$\frac{T_L}{900} = \frac{1}{3}, \qquad T_L = 300K$
2. 고온 열원의 온도를 $600K$로 바꾸고, 변하지 않은 $T_L = 300K$를 대입한다.
$\eta_2 = 1 - \frac{300}{600} = 1 - \frac{1}{2} = \frac{1}{2} = 0.5$
3. 따라서 변경된 열기관의 효율은 50%이다.

NoteBase

선지 판단

① X — 계산 결과는 50%이므로 30%가 아니다. 올바르게는 '효율은 50%이다'이다.
② X — 33%는 처음 조건의 $T_L/T_{H1} = 1/3$을 효율로 잘못 본 값이며, 변경 후 효율은 50%이다. 올바르게는 '효율은 50%이다'이다.
③ X — 변경된 온도를 효율식에 대입하면 $1 - 300/600 = 0.5$이므로 40%가 아니다. 올바르게는 '효율은 50%이다'이다.
④ O — 변경 후 카르노 효율은 0.5 = 50%이므로 계산 결과와 일치한다.
⑤ X — 계산 결과 0.5를 백분율로 나타내면 50%이므로 55%가 아니다. 올바르게는 '효율은 50%이다'이다.

오답 포인트

처음 효율이 약 66.7%라는 값만 보고 온도 변화에 비례하여 효율을 바꾸면 안 된다. 특히 ②의 33%는 처음의 온도비 $T_L/T_{H1} = 1/3$을 효율로 혼동한 값이다. 먼저 처음 조건으로 변하지 않는 저온 열원의 온도 $300K$를 구한 다음 새 고온 열원의 온도를 대입해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

카르노 기관에서 한쪽 열원의 온도가 알려지지 않았으면 기존 효율식으로 그 온도를 먼저 역산하고, 변하지 않는 온도를 새 조건의 효율식에 다시 대입한다. 온도는 반드시 절대온도 K를 사용한다.

암기 포인트

카르노 효율은 $\eta = 1 - T_L/T_H$이다. 고온 열원의 온도가 낮아져 저온 열원의 온도에 가까워질수록 효율은 감소한다.

NoteBase

17. 면심입방(face-centered cubic, FCC) 결정구조 단위정(unit cell) 내의 원자수는?

① 1
② 2
③ 4
④ 5
⑤ 6

정답 3번

출제 포인트

면심입방(FCC) 단위정에서 꼭짓점 원자와 면 중심 원자가 단위정 하나에 기여하는 몫을 합하여 유효 원자 수를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 구조: 면심입방(FCC) 구조이다.
원자 배치: 8개의 꼭짓점과 6개의 면 중심에 원자가 있다.
구해야 할 값: 단위정 하나에 실제로 포함되는 유효 원자 수이다.
주의할 조건: 꼭짓점 원자 하나는 8개의 단위정이 공유하므로 1/8개, 면 중심 원자 하나는 2개의 단위정이 공유하므로 1/2개로 계산한다.

사용할 공식

$N = 8 \times \frac{1}{8} + 6 \times \frac{1}{2}$

단위정 경계에 놓인 원자는 여러 단위정이 공유하므로, 각 위치의 원자 수에 단위정 하나가 차지하는 몫을 곱해 합한다.

계산 과정

1. 꼭짓점 원자의 기여도는 $8 \times \frac{1}{8} = 1$개이다.
2. 면 중심 원자의 기여도는 $6 \times \frac{1}{2} = 3$개이다.
3. 따라서 단위정 내 원자 수는 $N = 1 + 3 = 4$개이다.

NoteBase

선지 판단

① X — 1개는 꼭짓점 원자의 기여도만 계산한 값이다. 면 중심 원자의 기여도 3개를 더해야 하므로 올바른 값은 4개이다.
② X — 꼭짓점과 면 중심 원자의 공유 비율을 모두 적용한 합은 2개가 아니다. 올바른 값은 4개이다.
③ O — $8 \times \frac{1}{8} + 6 \times \frac{1}{2} = 1 + 3 = 4$이므로 단위정 내 원자 수는 4개이다.
④ X — FCC 단위정의 유효 원자 수는 5개가 아니다. 경계 원자의 공유 몫을 합하면 올바른 값은 4개이다.
⑤ X — 면의 개수 6을 그대로 원자 수로 세면 안 된다. 면 중심 원자는 각각 절반만 단위정에 포함되므로 올바른 값은 4개이다.

오답 포인트

꼭짓점이 8개이고 면이 6개라는 위치의 개수를 그대로 더하거나, 꼭짓점 원자의 기여도만 계산하면 오답이 된다. 핵심은 경계 원자마다 공유되는 단위정 수의 역수를 곱하는 것이다.

다시 나오면 이렇게 판단

단위정의 원자 수는 원자의 위치를 확인한 뒤 '해당 위치의 원자 개수 × 단위정 하나의 점유 몫'을 위치별로 계산하여 합한다. 꼭짓점은 1/8, 면 중심은 1/2, 체심은 1을 적용한다.

암기 포인트

FCC는 꼭짓점 1개분과 면 중심 3개분을 합하여 단위정당 4개이다.

NoteBase

18. 과도 열전달 문제에서 집중용량법(lumped capacitance method)을 적용할 수 있는 경우는?

① Biot 수가 매우 작을 때
② Fourier 수가 매우 작을 때
③ Fourier 수가 매우 클 때
④ Nusselt 수가 매우 작을 때
⑤ Nusselt 수가 매우 클 때

정답 1번

출제 포인트

집중용량법을 적용할 수 있는 조건을 Biot 수, Fourier 수, Nusselt 수 가운데 구별하는 문제이다.

핵심 개념

집중용량법은 물체 내부의 온도 분포를 무시하고 물체 전체의 온도가 시간에 따라 균일하게 변한다고 보는 과도 열전달 해석법이다.
Biot 수는 $Bi = hL_c/k_s$로, 물체 내부 전도 열저항과 표면 대류 열저항의 상대적 크기를 나타낸다. Bi가 충분히 작으면 내부 전도가 표면 대류보다 빨라 물체 내부 온도차를 무시할 수 있다. 일반적으로 $Bi < 0.1$일 때 집중용량법을 적용한다.
Fourier 수 $Fo = \alpha t/L_c^2$는 열이 물체 내부로 확산된 시간의 정도를 나타내며, Nusselt 수 $Nu = hL/k_f$는 유체의 대류 열전달과 전도의 상대적 크기를 나타낸다. 두 수는 집중용량법 적용 여부의 직접 판정 기준이 아니다.

선지별 해설

① O — Biot 수가 매우 작으면 물체 내부의 전도 열저항이 표면의 대류 열저항에 비해 작아 내부 온도를 거의 균일하다고 볼 수 있으므로 집중용량법을 적용할 수 있다.
② X — 틀린 표현은 'Fourier 수가 매우 작을 때'이다. Fourier 수가 작다는 것은 무차원 시간이 작아 열확산이 진행된 시간이 짧다는 뜻일 뿐이다. 올바르게는 'Biot 수가 충분히 작을 때'가 적용 조건이다.
③ X — 틀린 표현은 'Fourier 수가 매우 클 때'이다. Fourier 수가 크다는 것은 열확산이 충분히 진행되었다는 뜻이지만, 물체 내부 온도를 균일하다고 볼 수 있는지는 판정하지 않는다. 올바르게는 'Biot 수가 충분히 작을 때'이다.
④ X — 틀린 표현은 'Nusselt 수가 매우 작을 때'이다. Nusselt 수는 유체 측 대류 열전달의 상대적 크기를 나타내므로 그 값만으로 물체 내부 온도 균일성을 판정할 수 없다. 올바르게는 'Biot 수가 충분히 작을 때'이다.
⑤ X — 틀린 표현은 'Nusselt 수가 매우 클 때'이다. Nusselt 수가 크면 유체의 대류 열전달이 전도에 비해 활발하다는 뜻이며 집중용량법의 직접 적용 기준이 아니다. 올바르게는 'Biot 수가 충분히 작을 때'이다.

NoteBase

오답 포인트

세 수가 모두 열전달의 무차원수라는 점이 함정이다. ②·③의 Fourier 수는 시간에 따른 열확산의 진행 정도, ④·⑤의 Nusselt 수는 유체 측 대류 열전달의 세기를 나타낸다. 집중용량법에서 필요한 물체 내부 온도 균일성은 Biot 수로 판정한다.

다시 나오면 이렇게 판단

‘물체 내부 온도를 하나의 값으로 볼 수 있는가’를 묻는 경우 내부 전도와 표면 대류의 상대적 열저항을 나타내는 Biot 수를 확인한다. $Bi < 0.1$이면 내부 온도 구배를 무시하고 집중용량법을 적용할 수 있다.

암기 포인트

집중용량법의 적용 조건은 작은 Biot 수이다. Biot는 내부 온도 균일성, Fourier는 시간, Nusselt는 대류의 세기를 나타낸다.

NoteBase

19. 재료역학과 관련된 설명 중 옳지 않은 것은?

① 재료에 가로방향 인장력이 작용될 때, 가로변형률에 대한 세로변형률의 비를 프와송(Poisson) 비라고 한다.
② 전단응력은 극한강도와 전단변형률의 곱으로 나타낼 수 있다.
③ 재료의 안전율은 극한응력과 허용응력의 비로 나타낼 수 있다.
④ 재료에 충격하중이 작용할 때 발생하는 최대응력을 충격응력이라고 한다.
⑤ 원형축의 비틀림에 있어 전단응력은 원형단면의 가장자리에서 가장 크다.

정답 2번

출제 포인트

재료역학의 기본 개념인 푸아송비, 전단응력, 안전율, 충격응력, 원형축의 비틀림 전단응력을 정확히 구분하는 문제이다.

핵심 개념

푸아송비는 축방향 변형률에 대한 가로방향 변형률의 비이며, 부호까지 나타내면 ν=-_가로/_세로이다.
탄성 범위에서 전단응력과 전단변형률의 관계는 전단탄성계수 G를 사용한 $\tau = G\gamma$이다.
안전율은 재료가 파괴에 이르는 기준 응력을 실제 설계에서 허용하는 응력으로 나눈 값이다.
원형축의 비틀림 전단응력은 $\tau = Tr/J$이므로 중심에서 0이고 반지름 r에 비례하여 바깥 표면에서 최대가 된다.

선지별 해설

① O — 푸아송비는 가로방향 변형률과 세로방향 변형률의 비를 나타낸다. 인장 시 두 변형률의 부호가 반대이므로 엄밀한 식에는 음의 부호를 붙이며, 크기의 비로 설명하기도 한다.
② X — 틀린 부분은 '극한강도와 전단변형률의 곱'이다. 전단응력은 탄성 범위에서 전단탄성계수와 전단변형률의 곱, 즉 $\tau = G\gamma$로 나타낸다.
③ O — 안전율은 일반적으로 극한응력을 허용응력으로 나눈 비 $n = \sigma_u/\sigma_{allow}$로 나타낼 수 있다.
④ O — 충격응력은 충격하중이 작용할 때 재료에 발생하는 최대응력을 뜻한다. 정하중과 달리 짧은 시간에 작용하는 하중의 동적 효과를 반영한다.
⑤ O — 원형축의 비틀림 전단응력은 축 중심에서 0이고 중심으로부터의 거리에 비례하므로 원형단면의 가장자리에서 가장 크다.

오답 포인트

②의 '극한강도'는 안전율이나 파괴 기준에 쓰이는 강도값이므로 전단변형률과 직접 곱하는 재료상수가 아니다. 전단응력과 전단변형률을 연결하는 비례상수는 전단탄성계수이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

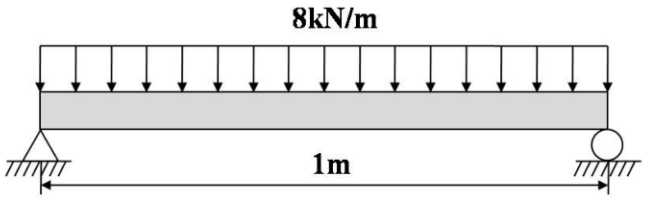
응력과 변형률의 선형 관계를 묻는 선지에서는 비례상수가 탄성계수인지 확인한다. 수직응력은 $\sigma = E\varepsilon$, 전단응력은 $\tau = G\gamma$이며, 극한강도는 이 관계식의 비례상수가 아니다.

암기 포인트

수직은 E, 전단은 G: $\sigma = E\varepsilon$, $\tau = G\gamma$이다. 비틀림 전단응력은 중심에서 0, 가장자리에서 최대이다.

NoteBase

20. 아래 그림과 같이 단순지지보에 균일분포하중이 작용하고 있다. 균일분포하중의 크기는 8kN/m이며, 보의 길이는 1m이다. 보에 작용하는 최대굽힘모멘트는? (단위: kN·m)



① 0.1
② 0.2
③ 0.4
④ 0.8
⑤ 1.0

정답 5번

출제 포인트

전 경간에 균일분포하중이 작용하는 단순지지보의 최대휨모멘트를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 균일분포하중의 세기 $w = 8kN/m$, 보의 길이 $L = 1m$이다.
구해야 할 값: 보에 생기는 최대휨모멘트 M_{max}이다.
주의할 조건: 하중이 보의 전체 길이에 걸쳐 균일하게 작용하고, 양 끝이 단순지지되어 있다.

사용할 공식

전 경간 균일분포하중을 받는 단순지지보의 최대휨모멘트는
$M_{max} = \frac{wL^2}{8}$
이다. 좌우 지점반력이 같고 전단력이 보의 중앙에서 0이 되므로, 휨모멘트는 중앙에서 최대가 된다.

계산 과정

1. 전체 하중은 $wL = 8kN$이고, 좌우 지점반력은 각각 $wL/2 = 4kN$이다.
2. 최대휨모멘트 공식을 적용하면
$M_{max} = \frac{8 \times 1^2}{8} = 1kN \cdot m$
이다.
3. 따라서 최대휨모멘트는 $1.0kN \cdot m$이다.

NoteBase

선지 판단

① X — $0.1kN \cdot m$는 계산 결과와 일치하지 않는다. 올바른 값은 $1.0kN \cdot m$이다.
② X — $0.2kN \cdot m$는 계산 결과와 일치하지 않는다. 올바른 값은 $1.0kN \cdot m$이다.
③ X — $0.4kN \cdot m$는 계산 결과와 일치하지 않는다. 올바른 값은 $1.0kN \cdot m$이다.
④ X — $0.8kN \cdot m$는 하중의 세기 $8kN/m$에서 소수점만 옮긴 값으로, 최대휨모멘트 공식의 $L^2/8$을 정확히 반영하지 않은 값이다. 올바른 값은 $1.0kN \cdot m$이다.
⑤ O — $M_{max} = wL^2/8$에 $w = 8kN/m$, $L = 1m$를 대입한 $1.0kN \cdot m$와 일치한다.

오답 포인트

균일분포하중의 세기 w 자체를 모멘트로 보거나 전체 하중 wL만 계산해서는 안 된다. 모멘트에는 거리 차원이 추가되므로 단순지지보의 최대값은 반드시 $wL^2/8$로 계산해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

전 경간에 균일분포하중이 작용하는 단순지지보이면 최대휨모멘트가 중앙에서 생긴다는 점을 확인하고, $M_{max} = wL^2/8$에 하중과 경간을 대입한 뒤 단위가 $kN \cdot m$인지 검산한다.

암기 포인트

단순지지보의 전 경간 균일분포하중은 중앙에서 최대이고, $M_{max} = wL^2/8$이다.

NoteBase