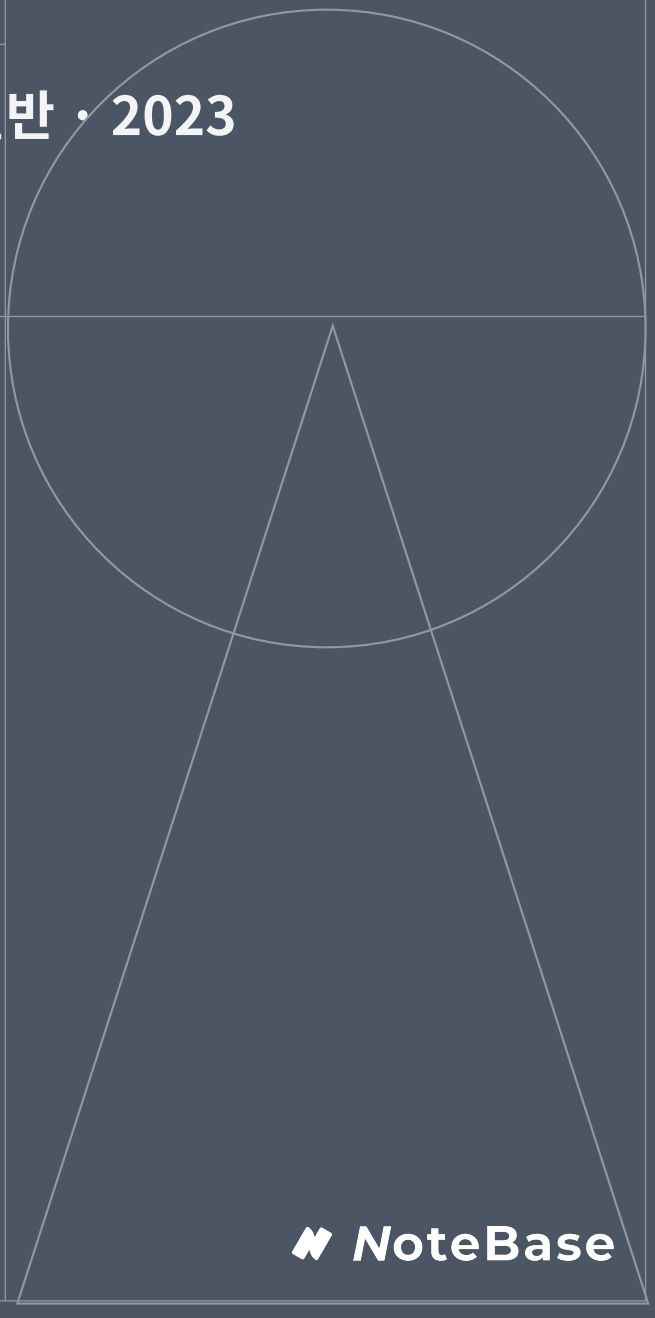
기출OX 해설집

공무원/서울시/9급 · 기계일반 · 2023



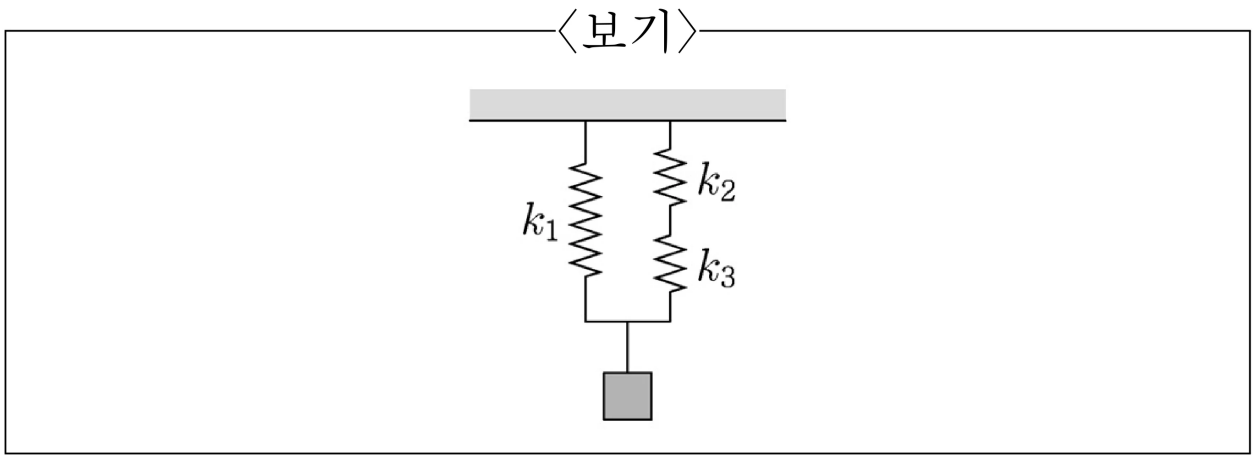
NoteBase

기출OX 해설집

공무원/서울시/9급 · 기계일반 · 2023

공무원/서울시/9급 · 기계일반 · 2023

문 1. <보기>와 같이 스프링을 이용하여 500kg의 물체를 매달았다. 이때 물체의 처짐량[mm]은? (단, 탄성계수 $k_1 = 100N/mm$, $k_2 = 150N/mm$, $k_3 = 300N/mm$이고, 중력가속도는 $10m/s^2$이며, 스프링 질량은 무시한다.)



① 20

② 25

③ 30

④ 35

정답 2번

간단한 해설

오른쪽 두 스프링을 직렬로 합친 뒤 왼쪽 스프링과 **병렬로 합성**하면 전체 스프링 상수는 200 N/mm이다. 물체의 무게 5000 N을 이 값으로 나누면 처짐량은 **25 mm**이다.

NoteBase

계산 과정

물체의 무게: 스프링에 작용하는 하중은 질량이 아니라 **중력에 의한 힘**이다. 물체의 질량은 500 kg, 중력가속도는 10 m/s^{2}이므로 무게는 $W = mg$에 따라 $500 \times 10 = 5000$ N이다. 스프링 질량은 무시하므로 스프링 자체의 무게는 더하지 않는다.

오른쪽 직렬 스프링: 그림에서 k_2와 k_3는 위아래로 이어져 있다. 직렬 연결에서는 두 스프링에 **같은 힘이 작용하고 늘어난 길이는 더해진다**. 훅의 법칙에 따라 각 변형량이 힘을 스프링 상수로 나눈 값이므로, 두 스프링의 합성 상수는 $k_{23} = \frac{k_2 k_3}{k_2 + k_3}$이다. 수치를 넣으면 $k_{23} = \frac{150 \cdot 300}{150 + 300} = 100$N/mm이다. 이는 오른쪽 두 스프링 전체를 상수 100 N/mm인 스프링 하나로 바꿀 수 있다는 뜻이다.

전체 병렬 스프링: 왼쪽의 k_1과 오른쪽 합성 스프링은 위쪽 고정부와 아래쪽 연결부를 함께 쓰므로 병렬 연결이다. 병렬 연결에서는 **처짐량이 같고 각 가지가 받는 힘은 더해진다**. 따라서 전체 스프링 상수 K는 $K = k_1 + k_{23}$이며, 100 + 100 = 200 N/mm이다.

물체의 처짐량: 물체가 정지해 있을 때 전체 스프링의 복원력은 무게와 평형을 이룬다. 처짐량을 δ라 하면 훅의 법칙은 $W = K\delta$이므로 $\delta = \frac{W}{K} = \frac{5000}{200} = 25$mm이다. 스프링 상수의 단위가 N/mm이므로 N 단위의 힘을 나눈 결과는 mm가 된다. 따라서 처짐량은 25 mm로, ②의 값과 일치한다.

NoteBase

문 2. 금속을 소성영역까지 인장시켰다가 하중을 제거한 후 압축했을 때 압축 항복강도가 인장 시보다 작아지는 현상으로 가장 옳은 것은?

① 가공 경화
② 시효 경화
③ 탄성 여효
④ 바우싱거 효과

정답 4번

간단한 해설

소성 인장 후 하중 방향을 압축으로 바꾸었을 때 **반대 방향의 항복강도가 낮아지는** 현상이 바우싱거 효과이다. 핵심은 소성변형을 가한 뒤 하중의 방향을 반대로 바꾸었다는 점이다.

개념 구분

바우싱거 효과: 항복강도는 재료에서 소성변형이 시작되는 응력이다. 금속을 소성영역까지 인장한 뒤 하중을 제거하고 압축하면, 앞선 소성변형의 영향으로 역방향에서 더 작은 응력의 크기로 항복할 수 있다. 문제의 '인장 후 압축'과 '압축 항복강도 감소'는 **소성변형 후 역방향 항복이 쉬워지는** 바우싱거 효과의 특징이다. 여기서 압축 항복강도가 작다는 것은 응력의 부호가 아니라 항복에 필요한 응력의 크기가 작다는 뜻이다.

가공 경화와의 구분: 가공 경화는 소성변형이 진행되면서 전위의 이동이 어려워져 강도와 경도가 증가하는 현상이다. 소성 인장한 금속에 다시 같은 방향으로 인장하중을 가하면 높아진 항복강도를 보일 수 있다. 반면 이 문제는 **하중 방향을 반대로 바꾼 뒤의 항복강도 감소**를 묻고 있으므로 가공 경화와 구별한다.

NoteBase

문 3. 크리프 현상에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

① 크리프는 재료에 높은 온도로 큰 하중이 일정하게 작용될 때 재료 내의 응력과 변형률이 증가되는 현상이다.

② 고온의 경우 시간의 경과에 따라 재료의 항복응력보다 훨씬 낮은 응력에서도 파단이 일어날 수 있다.

③ 크리프 한도 응력은 특정 온도에서 응력이 작용하여 일정시간 경과 후에 크리프 속도가 0이 되는 한계응력을 의미한다.

④ 일정한 온도에서 하중의 크기가 클수록 크리프 속도가 증가하여 파단에 이르는 시간이 짧아진다.

정답 1번

간단한 해설

크리프는 고온에서 **일정한 응력 아래에서도 시간이 지남에 따라 변형률이 증가**하는 현상이다. 응력과 변형률이 함께 증가해야 하는 것은 아니며, 항복응력보다 낮은 응력에서도 발생할 수 있다.

선지별 해설

① X: 크리프는 재료에 지속적으로 응력이 작용할 때 시간의 경과에 따라 변형률이 증가하는 현상이며, 금속에서는 고온에서 두드러진다. 선지의 '응력과 변형률이 증가'는 **'응력이 일정하게 유지되어도 변형률이 증가'**로 고쳐야 한다. 큰 하중이나 응력의 증가가 반드시 필요한 것은 아니다.

② O: 고온에서는 **항복응력보다 훨씬 낮은 응력**이 지속되어도 크리프 변형이 누적되어 파단에 이를 수 있다. 항복응력은 단시간의 인장시험에서 소성변형의 시작을 판단하는 기준이므로, 그보다 낮은 응력이라고 해서 장시간 사용 중의 크리프 파단까지 방지되는 것은 아니다.

③ O: 크리프 한도 응력은 특정 온도에서 응력이 지속적으로 작용한 뒤, 일정 시간이 지나 **크리프 속도가 0이 되는 한계응력**을 뜻한다. 크리프 속도는 시간에 따른 변형률의 증가 속도이므로, 속도가 0이라는 것은 이미 생긴 변형이 사라진다는 뜻이 아니라 추가적인 크리프 변형이 진행되지 않는다는 뜻이다.

④ O: 같은 재료를 일정한 온도에서 비교하면 하중이 클수록 작용 응력이 커져 크리프 속도가 증가한다. 변형과 손상이 더 빠르게 누적되므로 **파단에 이르는 시간이 짧아진다**.

NoteBase

문 4. 원동차 모듈 2, 원동차 잇수 48, 종동차 모듈 2, 종동차 잇수 16인 스퍼기어 한 쌍에서 원동차가 1분에 600번 회전할 때 종동차 회전수의 값[rpm]은?

① 600

② 900

③ 1200

④ 1800

정답 4번

간단한 해설

맞물린 기어의 회전수는 **잇수에 반비례**한다. 원동차와 종동차의 잇수비가 48:16 = 3:1이므로 종동차의 회전수는 원동차의 3배인 1800 rpm이다.

계산 과정

조건 확인: 원동차의 회전수를 $n_1 = 600\text{rpm}$, 잇수를 $z_1 = 48$, 종동차의 회전수를 n_2, 잇수를 $z_2 = 16$으로 둔다. 두 기어의 모듈은 모두 2로 같다.

회전수 관계: 맞물린 두 기어는 **같은 시간 동안 맞물림점을 지나는 이의 수가 같다**. 따라서 회전수와 잇수의 곱이 같아 $n_1 z_1 = n_2 z_2$가 성립하며, 이를 정리하면 $n_2 = n_1 \frac{z_1}{z_2}$이다.

잇수비의 의미: $\frac{z_1}{z_2} = \frac{48}{16} = 3$이다. 이는 원동차가 한 바퀴 도는 동안 종동차가 세 바퀴 돈다는 뜻이다.

회전수 계산: $n_2 = 600 \cdot \frac{48}{16} = 1800\text{rpm}$이다. rpm은 1분당 회전수를 뜻하므로 종동차는 1분에 1800번 회전하며, 이 값은 ④의 1800에 해당한다.

NoteBase

문 5. 외접하는 원추마찰차에서 원동차의 원추각이 30°, 종동차의 원추각이 60°일 때 원동축의 각속도 ω_1 rad/s에 대한 종동축의 각속도 ω_2 rad/s의 회전속도비 $\frac{\omega_2}{\omega_1}$ 값은?

① $\frac{1}{2}$
② $\frac{1}{\sqrt{3}}$
③ $\frac{\sqrt{3}}{2}$
④ $\sqrt{3}$

정답 2번

간단한 해설

미끄럼 없이 접촉하는 원추마찰차는 **접촉점의 원주속도가 같으므로** 각속도비가 접촉 반지름비의 역수가 된다. 원추각을 적용하면 $\frac{\omega_2}{\omega_1} = \frac{\sin 30^\circ}{\sin 60^\circ} = \frac{1}{\sqrt{3}}$이다.

계산 과정

미끄럼이 없는 이상적인 구름 접촉으로 보고, 원동차와 종동차의 접촉 반지름을 각각 r_1, r_2라 한다. 접촉점에서 **두 차의 원주속도가 같아야 하므로** $r_1\omega_1 = r_2\omega_2$이다. 따라서 각속도 크기의 비는 $\frac{\omega_2}{\omega_1} = \frac{r_1}{r_2}$이다.

원추각은 회전축과 접촉 모선 사이의 각이다. 두 원추의 공통 꼭짓점에서 접촉점까지 모선을 따라 잰 거리를 L이라 하면, 각 접촉 반지름은 그 거리를 축에 수직으로 투영한 길이이다. 따라서 $r_1 = L\sin 30^\circ$, $r_2 = L\sin 60^\circ$이며, **공통 거리** L은 반지름비에서 약분된다.

이에 따라 $\frac{\omega_2}{\omega_1} = \frac{\sin 30^\circ}{\sin 60^\circ}$이다. $\sin 30^\circ = \frac{1}{2}$, $\sin 60^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2}$를 대입하면 $\frac{\omega_2}{\omega_1} = \frac{1/2}{\sqrt{3}/2} = \frac{1}{\sqrt{3}}$을 얻는다. 이는 종동축이 원동축 각속도의 $\frac{1}{\sqrt{3}}$배로 회전한다는 뜻이며, 두 각속도의 단위 rad/s가 약분되어 속도비에는 단위가 없다. 계산값은 ②의 $\frac{1}{\sqrt{3}}$과 일치한다.

NoteBase

문 6. 총형가공법에 의한 기어절삭에 사용되는 절삭공구로 가장 옳은 것은?

① 피니언 커터

② 호브

③ 래크 커터

④ 브로치

정답 4번

간단한 해설

브로치는 기어의 이홈에 맞춘 절삭날로 재료를 깎아 **공구의 형상을 직접 옮기는 총형가공**에 사용된다.

개념 구분

총형가공과 브로치: 총형가공은 만들려는 기어의 이홈 형상에 맞춘 공구로 절삭하여 **공구 날의 윤곽을 소재에 옮기는** 방법이다. 브로치는 높이가 점차 커지는 여러 절삭날이 차례로 재료를 깎고, 마지막의 다듬질 날이 원하는 이홈 형상을 완성하므로 총형가공에 해당한다.

창성가공용 공구: 창성가공은 공구와 기어 소재가 서로 맞물려 구르는 것과 같은 **상대운동으로 치형을 만들어 내는** 방법이다. 피니언 커터, 호브, 래크 커터는 이 원리를 이용하는 공구이다. 공구의 윤곽을 직접 옮기는 총형가공과는 치형을 형성하는 원리가 다르다.

NoteBase

문 7. 지름 10mm의 트위스트 드릴을 사용하여, 마그네슘 블록에 구멍을 뚫는 작업을 한다. 이송량이 0.1mm/rev, 스핀들의 회전수는 1200rpm일 때 재료제거율의 값[mm^3/s]은? (단, π는 3이다.)

① 150

② 600

③ 3000

④ 9000

정답 1번

간단한 해설

드릴링의 재료제거율은 **구멍의 단면적 × 축 방향 이송속도**이다. 단면적 75 mm^2에 이송속도 2 mm/s를 곱하면 150 mm^3/s가 된다.

계산 과정

재료제거율 Q는 단위 시간에 제거되는 재료의 부피이다. 마그네슘 블록에 지름 d = 10 mm의 구멍을 뚫으므로, 드릴이 축 방향으로 진행한 길이에 구멍의 원형 단면적 A를 곱하면 제거 부피가 된다. 따라서 **단면적에 축 방향 이송속도를 곱하여** 재료제거율을 구한다.

구멍의 단면적: 문제에서 π = 3이므로 $A = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3 \cdot 10^2}{4} = 75\text{mm}^2$이다.

축 방향 이송속도: 이송량 f = 0.1 mm/rev는 **드릴이 한 바퀴 회전할 때 전진하는 거리**이다. 회전수 n = 1200 rpm이므로 분당 이송속도는 0.1 × 1200 = 120 mm/min이다. 이를 초당 값으로 바꾸면 $v_f = \frac{120}{60} = 2\text{mm/s}$이다.

재료제거율: $Q = Av_f$이므로 75 × 2 = 150 mm^3/s이다. 이는 매초 150 mm^3의 재료가 제거된다는 뜻이며, ①의 150에 해당한다.

NoteBase

문 8. 주조 공정 중 소모성 주형 주조 공정에 해당하지 않는 것은?

① 풀몰드법(full molding)

② 셸주조법(shell molding)

③ 원심주조법(centrifugal casting)

④ 인베스트먼트 주조법(investment casting)

정답 3번

간단한 해설

원심주조법은 회전하는 주형에서 원심력으로 용탕을 분포시키며, 일반적으로 **반복 사용 가능한 금속 주형**을 사용한다. 따라서 소모성 주형 주조 공정으로 분류하지 않는다.

선지별 해설

소모성 주형은 금속이 응고한 뒤 주물을 꺼내기 위해 파괴하는 주형이다. 영구 주형은 주물을 꺼낸 뒤에도 주형을 반복 사용할 수 있다.

① O: 풀몰드법은 발포 폴리스티렌 모형을 모래로 둘러싸고 용탕을 주입하여 모형을 소실시키는 방법이다. 응고 후에는 **모래 주형을 파괴하여** 주물을 꺼내므로 소모성 주형 주조에 해당한다.

② O: 셸주조법은 모래와 열경화성 수지를 이용해 얇은 껍질 모양의 주형을 만드는 방법이다. 주물을 꺼낼 때 **셸 주형을 깨뜨리므로** 소모성 주형 주조에 해당한다.

③ X: 원심주조법은 주형을 회전시켜 원심력으로 용탕을 주형 벽 쪽에 분포시키는 방법이다. 일반적으로 금속 주형을 반복 사용하므로 소모성 주형 주조가 아니라 **영구 주형 주조**로 분류한다.

④ O: 인베스트먼트 주조법은 왁스 모형을 내화재로 둘러싸고, 왁스를 녹여 제거한 공간에 용탕을 붓는 방법이다. 응고 후 **내화재 주형을 파괴하여** 주물을 꺼내므로 소모성 주형 주조에 해당한다.

NoteBase

문 9. 피복금속아크용접 (Shielded Metal Arc Welding : SMAW)에서 아크 용접봉 피복제의 역할로 가장 옳지 않은 것은?

① 슬래그를 발생시키고 용융금속의 유동성을 좋게 한다.

② 전류를 잘 통하게 하여 아크의 안정성을 좋게 한다.

③ 스패터링을 적게 한다.

④ 용접 중 산화 및 질화를 방지한다.

정답 2번

간단한 해설

피복제는 아크를 안정시키지만, 이를 피복제 자체가 전류를 잘 통하게 하는 작용으로 설명하면 부정확하다. 용접전류는 주로 **금속 심선**을 통해 공급되고, 피복제는 **아크 공간의 이온화**를 도와 아크를 안정시킨다.

선지별 해설

① O: 피복제는 용접열에 의해 녹아 **슬래그를 형성**한다. 슬래그는 용융금속의 표면을 덮어 보호하며, 피복제 성분은 용융금속의 유동성을 좋게 하여 용접부가 고르게 형성되도록 돕는다.

② X: 아크의 안정성을 좋게 한다는 부분은 맞지만, 피복제 자체가 전류를 잘 통하게 하기 때문이라는 설명은 부정확하다. 용접전류를 아크에 공급하는 주된 통로는 금속 심선이며, 피복제의 역할에는 전기 절연도 포함된다. 피복제는 **아크 공간의 이온화를 도와** 방전이 쉽게 일어나고 유지되도록 하므로 아크가 안정된다.

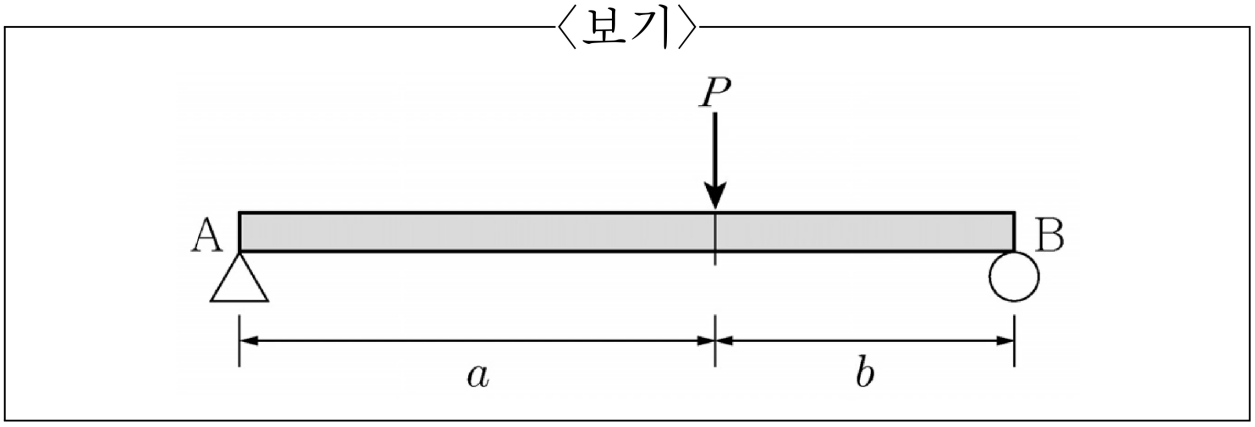
③ O: 스패터링은 용접 중 작은 용융금속 방울이 주위로 튀는 현상이다. 피복제는 **아크와 용융금속의 이행을 안정**시켜 금속 방울이 불규칙하게 튀는 것을 줄인다.

④ O: 피복제가 분해되며 발생하는 보호가스와 녹아서 형성되는 슬래그는 **용융금속과 공기의 접촉을 차단**한다. 이에 따라 공기 중 산소·질소와 용융금속의 반응이 억제되어 산화와 질화를 방지한다.

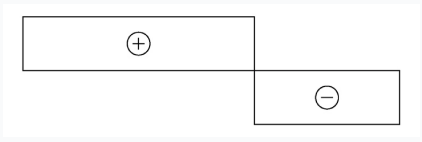
NoteBase

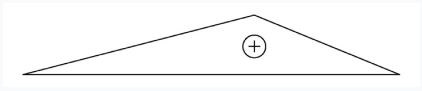
문 10. <보기>와 같이 집중하중 P가 작용하는 보에서의 BMD(Bending Moment Diagram, 굽힘 모멘트 선도)로 가장 옳은 것은?

〈보기〉



① 

② 

③ 

④ 

정답 3번

간단한 해설

양 끝의 단순지지점에서는 굽힘모멘트가 0이고, 집중하중이 작용하는 점까지는 직선으로 증가한 뒤 직선으로 감소한다. 따라서 BMD는 **하중 작용점에서 최대가 되는 삼각형**이며, 최댓값은 $M_{\max} = \frac{Pab}{a+b}$이다.

NoteBase

계산 과정

조건과 부호: A는 핀지지점, B는 롤러지지점이며, 하중 P는 A에서 a, B에서 b만큼 떨어진 곳에 아래로 작용한다. 보의 길이는 a + b이고, A에서 오른쪽으로 잰 거리를 x라 한다. 보를 아래로 처지게 하는 굽힘모멘트를 양(+)으로 잡는다. 두 지지점은 회전을 구속하지 않으므로 **양 끝의 굽힘모멘트는 0**이다.

지점반력: 위쪽 반력을 각각 R_A, R_B라 한다. A점에 대한 모멘트 평형에서 $R_B(a+b) = Pa$이므로 $R_B = \frac{Pa}{a+b}$이다. 수직방향 힘의 평형에서 $R_A + R_B = P$이므로 $R_A = \frac{Pb}{a+b}$이다. 이 반력들이 하중 P를 나누어 지지한다.

하중 왼쪽 구간: $0 \le x \le a$에서 절단면 왼쪽에 있는 힘은 A의 반력뿐이다. 따라서 $M(x) = R_A x = \frac{Pb}{a+b}x$이다. 반력이 일정하므로 굽힘모멘트는 A에서 0으로 시작하여 **거리에 비례해 직선으로 증가**한다.

하중 오른쪽 구간: $a \le x \le a+b$에서는 절단면 오른쪽 부분을 보면 B의 반력만 작용한다. 절단면에서 B까지의 거리는 a + b − x이므로 $M(x) = R_B(a+b-x)$이다. 따라서 하중 작용점에서 B로 갈수록 굽힘모멘트는 직선으로 감소하여 B에서 0이 된다.

최대 굽힘모멘트: 하중 작용점 $x = a$에서 $M_{\max} = R_A a = \frac{Pab}{a+b}$이다. 오른쪽 구간 식에 같은 위치를 대입해도 $R_B b = \frac{Pab}{a+b}$로 일치한다. 집중하중은 **모멘트의 기울기를 바꾸지만 모멘트값을 불연속적으로 바꾸지는 않는다**. P를 N, a와 b를 m로 나타내면 반력의 단위는 N, 굽힘모멘트의 단위는 N·m이다.

BMD와의 대응: 두 지지점에서 0이고 하중 작용점에서 양의 최댓값을 가지며, 두 구간이 직선으로 이어지는 삼각형이 된다. 이는 ③의 선도와 일치한다.

NoteBase

문 11. 내연기관에 대한 설명 중 가장 옳지 않은 것은?

① 외연기관 대비 소형화에 유리하다.

② 오토 사이클(Otto cycle)은 전기 점화 내연기관의 이상적인 열역학 사이클이다.

③ 연료 연소 시 노킹(knocking)이 발생할 수 있다.

④ 같은 배기량에서 2행정 기관이 4행정 기관보다 출력은 떨어지나 열효율이 우수하다.

정답 4번

간단한 해설

2행정 기관은 같은 배기량·회전수에서 동력 행정이 더 자주 일어나므로 **출력에 유리**하다. 일반적인 혼합기 소기식 2행정 기관은 새 혼합기의 일부가 배기가스와 함께 빠져나가는 손실 등으로 4행정 기관보다 **열효율이 낮은 편**이다.

선지별 해설

① O: 내연기관은 기관 내부에서 연료를 연소시키고, 그 연소가스로 직접 일을 얻는다. 증기기관처럼 별도의 보일러를 갖추는 외연기관과 비교하면 **대형 보일러가 필요하지 않아** 소형화에 유리하다.

② O: 오토 사이클은 점화 플러그의 전기 불꽃으로 압축된 혼합기에 불을 붙이는 전기 점화 기관을 이상화한 열역학 사이클이다. 실제로 짧은 시간에 이루어지는 연소를 **체적이 일정한 상태의 열공급**으로 모델링하며, 압축과 팽창은 등엔트로피 과정으로 본다.

③ O: 내연기관에서는 비정상 연소로 노킹이 발생할 수 있다. 예를 들어 전기 점화 기관에서는 점화 후 정상 화염이 퍼져 나가는 동안, 화염이 아직 도달하지 않은 **미연소 혼합기가 자기착화**하면 급격한 압력 진동과 금속성 소음이 발생한다.

④ X: 같은 배기량·회전수의 일반적인 기관을 비교하면 2행정 기관은 크랭크축 1회전마다 동력 행정이 있고, 4행정 기관은 2회전마다 동력 행정이 있어 2행정 기관이 출력에 유리하다. 반면 일반적인 혼합기 소기식 2행정 기관은 새 혼합기로 배기가스를 밀어내는 과정에서 혼합기의 일부가 배기구로 빠져나가고 잔류 배기가스도 남아 열효율이 낮아지기 쉽다. 따라서 선지의 비교는 **출력은 크지만 열효율은 낮은 편**으로 고쳐야 한다.

NoteBase

문 12. 카르노 사이클(Carnot cycle)로 작동되는 열기관이 227°C의 고온체로부터 500kJ의 열을 받아 27°C의 저온체로 열을 방출시키고 있다. 이 열기관의 열효율[%]과 이 열기관이 저온체에 방출하는 열량[kJ]을 가장 옳게 짝지은 것은?

① 열효율[%]: 40, 열량[kJ]: 200

② 열효율[%]: 40, 열량[kJ]: 300

③ 열효율[%]: 88, 열량[kJ]: 200

④ 열효율[%]: 88, 열량[kJ]: 300

정답 2번

간단한 해설

카르노 열기관의 열효율은 **절대온도의 비**로 정하므로 $\eta = 1 - \frac{300}{500} = 0.40$, 즉 40%이다. 흡수한 열 500 kJ 중 40%는 일로 전환되고 나머지 60%인 300 kJ이 저온체로 방출된다.

계산 과정

온도 환산: 고온체와 저온체의 절대온도를 각각 T_H, T_L이라 한다. 카르노 효율의 온도비에는 **켈빈 단위의 절대온도**를 사용한다. 섭씨온도에 약 273을 더하면 고온체는 227 + 273 = 500 K, 저온체는 27 + 273 = 300 K이다.

열효율 계산: 카르노 사이클은 두 열원 사이에서 작동하는 가역 사이클이므로 $\eta = 1 - \frac{T_L}{T_H}$를 적용한다. 대입하면 $\eta = 1 - \frac{300}{500} = 0.40$이므로 열효율은 40%이다. 이는 **흡수한 열 중 일로 전환되는 비율**이 40%라는 뜻이다.

방출 열량 계산: 고온체에서 흡수한 열량을 Q_H, 저온체로 방출한 열량을 Q_L, 한 사이클의 순일을 W라 한다. 한 사이클 뒤에는 내부에너지 변화가 0이므로 $Q_H = W + Q_L$이다. 흡수 열량이 500 kJ이므로 순일은 500 × 0.40 = 200 kJ이고, 방출 열량은 500 − 200 = 300 kJ이다. **200 kJ은 순일이고 300 kJ이 방출 열량**이다.

열효율 40%와 저온체 방출 열량 300 kJ의 짝은 ②와 일치한다.

NoteBase

문 13. 지름이 10mm인 원형 단면을 가지는 봉에 300kgf의 추를 달았을 때 허용인장응력에 도달하였다. 이 봉의 인장강도가 500kgf/cm^{2}라고 하면 안전계수의 값은? (단, π는 3이다.)

① 1.25

② 5

③ 12.5

④ 50

정답 1번

간단한 해설

안전계수는 **인장강도를 허용인장응력으로 나눈 값**이다. 주어진 하중에서 허용인장응력은 400 kgf/cm^{2}이므로 안전계수는 $\frac{500}{400} = 1.25$이다.

계산 과정

단면적: 인장강도의 면적 단위가 cm^{2}이므로 **지름을 10 mm = 1 cm로 환산**한다. 원형 단면의 넓이는 $A = \frac{\pi d^2}{4}$이므로, π = 3을 적용하면 $A = \frac{3 \cdot 1^2}{4} = 0.75$ cm^{2}이다.

허용인장응력: 인장응력은 봉을 당기는 축방향 하중 P를 단면적 A로 나눈 값이다. 300 kgf의 하중에서 **허용인장응력에 도달**했으므로, 허용인장응력은 $\sigma_a = \frac{P}{A} = \frac{300}{0.75} = 400$ kgf/cm^{2}이다. 즉, 이 봉이 허용하는 단위 면적당 인장력이 400 kgf/cm^{2}이다.

안전계수: 이 문제에서는 주어진 인장강도 σ_B를 기준강도로 사용한다. 안전계수 n은 기준강도가 허용인장응력의 몇 배인지를 나타내므로 $n = \frac{\sigma_B}{\sigma_a} = \frac{500}{400} = 1.25$이다. 두 응력의 단위가 같아 안전계수에는 단위가 없으며, 계산값 1.25는 ①의 값과 일치한다.

NoteBase

문 14. 선반에서 수행이 가능한 작업들을 <보기>에서 모두 고른 것은?

<보기>
ㄱ. 원통 가공
ㄴ. 테이퍼 가공
ㄷ. 나사 가공
ㄹ. 드릴링

① ㄱ
② ㄴ, ㄷ
③ ㄱ, ㄴ, ㄷ
④ ㄱ, ㄴ, ㄷ, ㄹ

정답 4번

간단한 해설

선반은 공작물을 회전시키고 공구를 이송하여 가공한다. 원통·테이퍼·나사 가공뿐 아니라, **심압대에 드릴을 고정**하고 회전하는 공작물의 축 방향으로 이송하면 **드릴링도 가능**하다.

보기별 해설

ㄱ. O: 원통 가공은 회전하는 공작물의 바깥면을 깎아 지름이 일정한 원통면을 만드는 작업이다. 절삭공구인 바이트를 **공작물의 회전축과 평행하게 이송**하여 가공한다.

ㄴ. O: 테이퍼 가공은 축 방향으로 지름이 점차 달라지는 원뿔면을 만드는 작업이다. 선반의 복식 공구대를 필요한 각도로 돌려 바이트를 **회전축에 대해 비스듬히 이송**하는 방법 등으로 가공할 수 있다.

ㄷ. O: 나사 가공은 공작물 표면에 나선형 홈을 만드는 작업이다. 나사 바이트를 사용하고, **공작물의 회전과 바이트의 축 방향 이송을 연동**하여 원하는 피치의 나사를 가공한다. 한 줄 나사에서는 공작물이 한 바퀴 회전할 때 바이트가 축 방향으로 나사 피치만큼 이동한다.

ㄹ. O: 드릴링은 드릴로 구멍을 뚫는 작업이며 선반에서도 가능하다. 심압대에 드릴을 고정한 뒤 **공작물을 회전시키면서 드릴을 축 방향으로 이송**하면 공작물의 회전축을 따라 구멍을 뚫을 수 있다.

ㄱ·ㄴ·ㄷ·ㄹ은 모두 선반에서 수행할 수 있는 작업이므로, 이들을 모두 포함한 ④에 해당한다.

NoteBase

문 15. 나사에 대한 설명으로 가장 옳은 것은?

① 사각 나사는 주로 운동용 나사로 사용되며, 일반적으로 공작이 쉽지만 나사효율이 낮다.

② 미터 가는 나사는 미터 보통 나사에 비해 수나사의 골지름 부위 틈새가 더 작다.

③ 1-12 UNF로 표시되는 나사의 피치는 12mm이다.

④ 두 줄 나사의 경우 나사의 피치는 리드의 두 배이다.

정답 2번

간단한 해설

같은 호칭지름에서 미터 가는 나사는 보통 나사보다 **피치가 작다**. 나사산의 치수도 이에 맞추어 작아지므로, 수나사의 골과 암나사의 산끝 사이에 생기는 **골지름 부위의 틈새도 더 작다**.

선지별 해설

① X: 사각 나사가 회전운동을 직선운동으로 바꾸는 운동용 나사로 쓰인다는 부분은 맞다. 그러나 사각 단면의 나사산은 가공하기 어려워 **공작이 어렵고, 나사효율은 높은 편**이다. 나사산 측면의 경사에 따른 쐐기작용이 없어, 같은 마찰계수와 리드각에서는 삼각 나사나 사다리꼴 나사보다 마찰 손실이 작다.

② O: 미터 가는 나사는 같은 호칭지름의 미터 보통 나사보다 피치와 나사산 높이가 작다. 수나사의 골지름 부위 틈새는 서로 맞물린 수나사의 골과 암나사의 산끝 사이의 여유 공간이다. 표준 나사산 형상에서 이 틈새의 크기는 피치에 비례하므로, **피치가 작은 가는 나사의 틈새가 더 작다**.

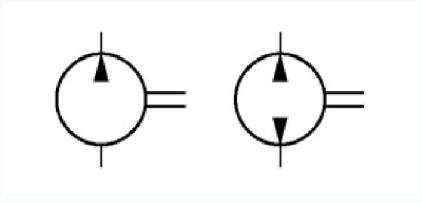
③ X: '1-12 UNF'에서 1은 호칭지름 1인치, 12는 **축방향 길이 1인치당 나사산 수**를 뜻하며, UNF는 유니파이 가는 나사를 나타낸다. 피치는 인접한 나사산의 대응점 사이를 축방향으로 잰 거리이므로, $P = \frac{25.4}{12}\text{mm} \approx 2.117\text{mm}$이다. 따라서 12는 피치 12 mm를 뜻하지 않는다.

④ X: 리드는 나사가 한 바퀴 회전할 때 축방향으로 전진하는 거리이고, 피치는 인접한 나사산 사이의 축방향 거리이다. 줄 수를 n, 리드를 L, 피치를 P라 하면 $L = nP$이다. 두 줄 나사는 **리드가 피치의 두 배**이므로 $L = 2P$, 즉 $P = \frac{L}{2}$이다. 선지는 피치와 리드의 관계를 반대로 설명했다.

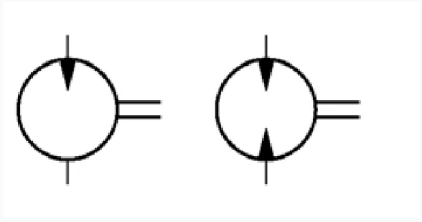
NoteBase

문 16. 유압기호 중 가변 용량형 유압 펌프로 가장 옳은 것은?

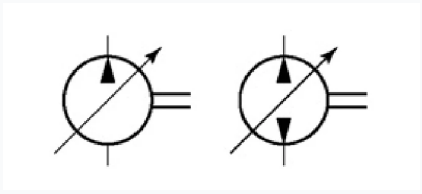
①



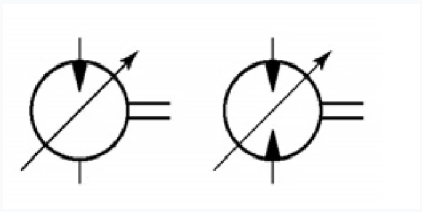
②



③



④



정답 3번

간단한 해설

삼각형이 원의 **바깥쪽을 향하면 유압 펌프**를 뜻하고, 원을 가로지르는 **대각선 화살표는 가변 용량**을 뜻한다. 두 표식이 함께 있는 기호가 가변 용량형 유압 펌프이다.

도식 해설

원 안의 검은 삼각형은 유압 에너지의 흐름 방향을 나타낸다. 삼각형이 원의 **바깥쪽을 향하면 펌프**이고, 안쪽을 향하면 유압 모터이다. 따라서 ①·③은 펌프, ②·④는 모터 기호이다.

원을 비스듬히 가로지르는 화살표는 **용량을 조절할 수 있음**을 뜻한다. 여기서 용량은 축이 한 바퀴 회전할 때 이송되는 유체의 체적이다. 대각선 화살표가 없는 ①·②는 고정 용량형이고, 화살표가 있는 ③·④는 가변 용량형이다.

③은 삼각형이 바깥쪽을 향하고 대각선 조절 화살표도 있으므로 가변 용량형 유압 펌프이다. ③의 왼쪽 기호는 유동 방향이 한 방향인 펌프를, 오른쪽 기호는 두 방향인 펌프를 나타낸다.

NoteBase

문 17. 체인 전동장치의 특징으로 가장 옳지 않은 것은?

① 유지 및 수리가 간단하고 수명이 길다.

② 미끄럼이 없어 일정한 속도비를 얻을 수 있다.

③ 체인은 인장강도가 작아서 작은 동력 전달에 쓰인다.

④ 전동효율이 일반적으로 95% 이상이다.

정답 3번

간단한 해설

③의 '인장강도가 작아서 작은 동력 전달에 쓰인다'는 설명이 잘못되었다. 체인은 **인장강도가 커서 큰 동력도 전달**할 수 있다.

선지별 해설

① O: 체인은 링크를 분리하고 연결할 수 있어 교체와 수리가 비교적 간단하다. **적절한 윤활과 장력 관리**로 마모를 줄이면 수명도 길게 유지할 수 있다. 유지가 간단하다는 것이 점검이나 급유가 필요 없다는 뜻은 아니다.

② O: 체인이 스프로킷의 이와 **맞물려 동력을 전달**하므로 마찰력에 의존하는 벨트 전동과 달리 미끄럼이 없다. 따라서 두 축의 평균 속도비는 스프로킷의 잇수로 정해지며, 미끄럼으로 속도비가 달라지는 일이 없다.

③ X: 체인은 당기는 힘인 인장력을 받아 동력을 전달하며, **인장강도가 커서 큰 동력 전달에도 쓰인다**. 따라서 '인장강도가 작아서 작은 동력 전달에 쓰인다'는 부분은 '인장강도가 커서 큰 동력도 전달할 수 있다'로 고쳐야 한다.

④ O: 체인 전동은 미끄럼에 따른 손실이 없고, 롤러 체인은 롤러가 스프로킷의 이와 접촉하며 구르므로 마찰 손실도 줄일 수 있다. **설치와 윤활이 적절한 일반적인 운전 조건**에서 전동효율은 보통 95% 이상으로 높다.

NoteBase

문 18. 구리에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

① 전기전도도가 높고 가공성이 우수하다.

② 주석, 니켈, 은 등과 용이하게 합금을 만들 수 있다.

③ 우수한 내부식성과 낮은 열전도로 고온부품에 흔히 사용된다.

④ 구리와 아연의 합금을 황동(brass)이라 한다.

정답 3번

간단한 해설

구리는 내식성이 좋지만 **열전도율이 높은** 금속이다. 따라서 '낮은 열전도'를 고온부품 사용의 근거로 든 설명은 잘못되었다.

선지별 해설

① O: 구리는 전기전도도가 높아 전선과 전기 부품에 널리 쓰인다. 또한 **연성과 전성이 좋아** 가늘게 뽑거나 얇게 펴는 소성가공이 용이하다.

② O: 구리는 주석, 니켈, 은 등과 합금을 만들 수 있다. 대표적으로 구리와 주석의 합금은 청동이며, 구리와 니켈의 합금은 백동이다. 합금화하면 순구리와 다른 강도·내식성 등의 특성을 얻을 수 있다.

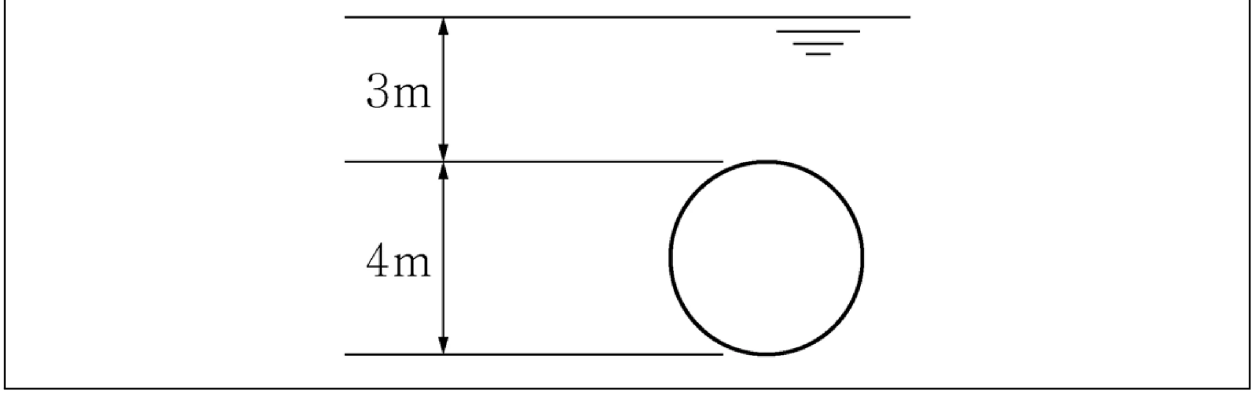
③ X: 구리는 내식성이 우수하지만 **열전도율이 높다**. 열을 빠르게 전달하는 성질을 이용하여 열교환기나 방열 부품 등에 사용한다. 따라서 '낮은 열전도'를 고온부품 사용의 근거로 제시한 부분이 잘못되었다.

④ O: **황동은 구리와 아연의 합금**이다. 구리와 주석을 주성분으로 하는 청동과 합금 원소가 다르다.

NoteBase

문 19. <보기>와 같이 지름이 4m인 원형평판이 물 속에 수직으로 잠겨있다. 이 평판의 한쪽 면에 작용하는 전체 압력에 의한 힘의 값[kN]은? (단, 물의 밀도는 1g/mL이고, 중력 가속도는 10m/s^{2}이며, π는 3이다.)

〈보기〉



① 600

② 3600

③ 6000

④ 8400

정답 1번

간단한 해설

잠긴 평판에 작용하는 수압의 합력은 **도심 깊이에서의 수압 × 평판 면적**으로 구한다. 도심 깊이는 3 + 2 = 5 m이고 면적은 12 m^{2}이므로, 전체 힘은 600 kN이다.

NoteBase

계산 과정

도심 깊이: 그림의 3 m는 수면에서 원형평판의 윗부분까지의 깊이이다. 원의 도심은 원의 중심에 있고, 지름이 4 m이므로 반지름은 2 m이다. 따라서 **수면에서 도심까지의 깊이**는 $h_c = 3 + 2 = 5\text{m}$이다.

밀도와 면적: 물의 밀도 1 g/mL는 1000 kg/m^3이다. 평판의 면적 A는 원의 넓이이므로 $A = \pi r^2 = 3 \cdot 2^2 = 12\text{m}^2$이다.

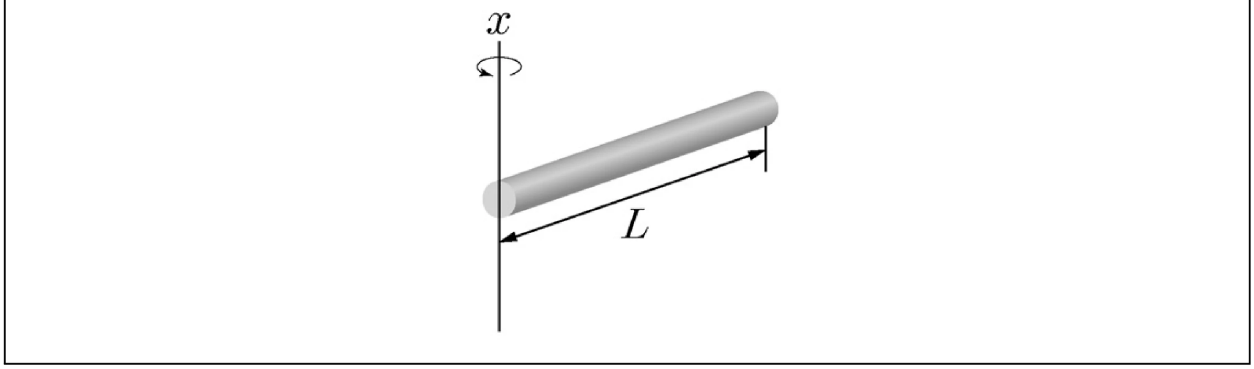
공식 적용: 정지한 물에서 수면의 대기압을 기준으로 한 수압은 깊이 h에 비례하여 $p = \rho gh$로 커진다. 평판 전체에 걸쳐 이 압력을 합하면 $F = \rho g h_c A$가 된다. 여기서 ρ는 물의 밀도, g는 중력 가속도이다. 즉, 평판의 평균 수압은 **도심 깊이에서의 수압**과 같으므로 $\rho g h_c = 1000 \cdot 10 \cdot 5 = 50000\text{Pa}$, 곧 50 kPa이다.

전체 힘: 평균 수압에 평판 한쪽 면의 면적을 곱하면 F = 50 × 12 = 600 kN이다. 이는 선택지 ①의 600에 해당한다.

NoteBase

문 20. <보기>와 같이 길이 L, 질량 m, 단면적 A인 균질하고 가느다란 막대의 x축에 대한 질량 관성모멘트로 가장 옳은 것은? (단, 막대 끝을 지나는 x축은 막대에 수직하다.)

〈보기〉



① $\frac{1}{12}mL^2$
② $\frac{1}{3}mL^2$
③ $\frac{2}{5}mL^2$
④ $\frac{2}{3}mL^2$

정답 2번

간단한 해설

균질하고 가느다란 막대의 질량 관성모멘트는 회전축의 위치에 따라 달라진다. **한쪽 끝을 지나 막대에 수직한 축**에 대해서는 $I_x = \frac{1}{3}mL^2$이다.

공통 해설

질량 관성모멘트는 물체를 회전시키기 어려운 정도를 나타내며, 각 부분의 질량에 회전축까지의 수직거리의 제곱을 곱하여 모두 더한 양이다. 따라서 질량과 길이가 같아도 회전축의 위치가 달라지면 질량 관성모멘트가 달라진다.

이 그림의 x축은 **막대의 한쪽 끝을 지나며 막대에 수직**하다. 길이 L, 질량 m인 균질한 가느다란 막대에서 이 축에 대한 질량 관성모멘트는 $I_x = \frac{1}{3}mL^2$이다. 막대가 균질하므로 질량이 길이를 따라 고르게 분포하며, 가느다란 막대에서는 단면 크기에 따른 영향을 무시하여 이 관계를 적용한다.

단면적 A는 전체 질량 m이 주어져 있으므로 이 식에 별도로 넣지 않는다. 질량을 kg, 길이를 m로 나타내면 질량 관성모멘트의 단위는 $\mathrm{kg \cdot m^2}$이다.

NoteBase