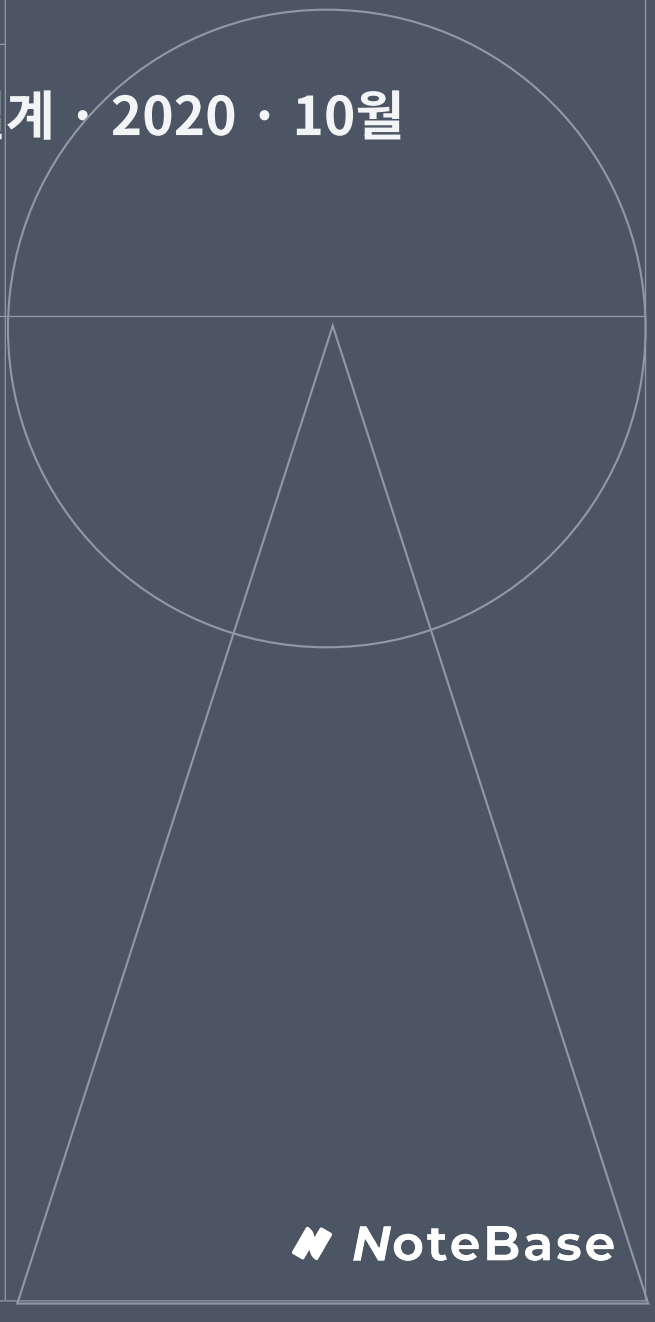
기출OX 해설집

공무원/서울시/7급 · 기계설계 · 2020 · 10월



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/서울시/7급 · 기계설계 · 2020 · 10월

공무원/서울시/7급 · 기계설계 · 2020 · 10월

문 1. 공차역에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

① 치수공차역이란 최대허용치수와 최소허용치수를 나타내는 2개 직선사이의 영역이다.

② 축의 경우 a에 가까워질수록 실제치수가 호칭치수보다 크다.

③ 축의 공차역 js에서는 윗치수 허용차와 아래치수 허용차의 크기가 같다.

④ 구멍의 공차역 H의 최소 치수는 기준치수와 동일하다.

정답 2번

출제 포인트

축과 구멍의 공차역 위치기호가 기준선의 위아래 어디에 놓이는지와 H, js 공차역의 의미를 구별하는 문제이다.

핵심 개념

치수공차역은 최대허용치수선과 최소허용치수선 사이에 허용되는 치수 범위를 띠 모양으로 나타낸 영역이다.
축의 공차역 문자 a~h는 기준선 아래쪽에 있어 실제치수가 호칭치수 이하가 되고, j 이후는 기준선 위쪽 또는 기준선을 걸칠 수 있어 실제치수가 커질 수 있다.
구멍 H는 아래치수허용차가 0이고, 축 js는 기준선을 중심으로 위아래가 대칭인 공차역이다.

NoteBase

기출OX 해설집 · 공무원/서울시/7급 · 기계설계 · 2020 · 10월

선지별 해설

① O
치수공차역은 최대허용치수와 최소허용치수를 한계로 하는 두 직선 사이의 영역이므로 설명이 맞다.

② X
틀린 부분은 "a에 가까워질수록 실제치수가 호칭치수보다 크다"는 표현이다. 축의 a 공차역은 기준선보다 아래쪽에 있는 공차역이므로 실제치수는 호칭치수보다 작다. 올바르게는 "축은 a에 가까울수록 호칭치수보다 더 작아지고, h에 가까울수록 호칭치수에 가까워진다"이다.

③ O
축의 공차역 js는 기준선을 중심으로 대칭인 공차역을 뜻한다. 따라서 윗치수허용차와 아래치수허용차의 절댓값이 같다는 의미이므로 옳다.

④ O
구멍의 공차역 H는 아래치수허용차가 0이다. 따라서 최소 치수는 기준치수와 동일하다.

오답 포인트

축과 구멍의 위치기호가 기준선의 위에 있는지 아래에 있는지를 반대로 외우면 ②처럼 틀리기 쉽다. 특히 축의 a를 큰 치수 쪽으로 오해하면 공차역 위치 개념이 뒤바뀐다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 공차역 문자가 기준선 위인지 아래인지 판단한다. 축의 a~h는 호칭치수보다 작거나 같은 쪽, 구멍 H는 최소치수가 기준치수인 쪽, js는 기준선을 중심으로 대칭인 쪽으로 정리하면 빠르게 판별된다.

암기 포인트

축 a는 아래쪽, 구멍 H는 아래허용차 0, 축 js는 기준선 대칭이다.

NoteBase

문 2. 레이디얼 볼 베어링 #6311의 안지름[mm]은?

① 11

② 22

③ 44

④ 55

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 레이디얼 볼 베어링 번호의 끝 두 자리 안지름 코드 규칙을 이용해 안지름 값을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 베어링 번호는 #6311이다.
구해야 할 값: 안지름 d이다.
주의할 조건: 베어링 번호의 끝 두 자리 11은 그대로 11mm가 아니라 안지름 코드로 해석해야 한다.

사용할 공식

안지름 코드가 04 이상이면 안지름은 d = 5 × 코드값 mm로 계산한다.

이 공식을 쓰는 이유:
베어링 번호의 마지막 두 자리는 안지름 코드를 뜻하며, 11은 코드값 11이므로 표준 규칙에 따라 5를 곱해 실제 안지름을 구한다.

계산 과정

1. 베어링 번호 #6311의 마지막 두 자리 11을 안지름 코드로 읽는다.
2. 코드 11은 04 이상이므로 표준 규칙 d = 5 × 코드값을 적용한다.
3. $d = 5 \times 11 = 55$이므로 안지름은 55mm이다.

NoteBase

선지별 해설

① X: 11mm는 마지막 두 자리를 실제 치수로 그대로 읽은 값이다. 틀린 표현은 안지름을 코드값과 동일시한 점이며, 올바르게는 코드 11에 5를 곱한 55mm이다.
② X: 22mm는 코드 11을 잘못 두 배로 처리한 값이다. 틀린 표현은 환산 배수이며, 올바르게는 2배가 아니라 5배를 적용해 55mm가 된다.
③ X: 44mm는 코드 11에 잘못 4를 곱한 값이다. 틀린 표현은 환산 기준 자체이며, 올바르게는 표준 안지름 코드 규칙에 따라 $11 \times 5 = 55$ mm이다.
④ O: 마지막 두 자리 11은 안지름 코드이고, 04 이상 코드에는 5배 규칙을 적용하므로 $11 \times 5 = 55$ mm가 된다. 따라서 55mm가 맞다.

오답 포인트

끝 두 자리를 실제 치수로 바로 읽거나 임의의 배수를 곱하는 실수가 자주 나온다. 이 문항의 함정은 11이라는 숫자를 그대로 11mm로 착각하게 만드는 점이다.

다시 나오면 이렇게 판단

베어링 번호 문제가 나오면 먼저 마지막 두 자리가 안지름 코드인지 확인하고, 코드가 04 이상이면 곧바로 5를 곱해 실제 안지름으로 바꿔 판단한다.

암기 포인트

베어링 끝 두 자리 04 이상은 안지름 코드이며 5배가 실제 안지름이다.

NoteBase

문 3. 치형 곡선에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

① 인벌류트 치형은 사이클로이드 치형에 비하여 치면의 마모가 불균일하다.

② 사이클로이드 치형은 압력각과 모듈이 같아야 호환이 가능하다.

③ 한 쌍의 치형은 접촉점에서 떨어지지도 않고 파고들지도 않아야 한다.

④ 치형 곡선의 접촉점에서 두 기어의 공통법선 방향의 속도 성분은 동일하다.

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 인벌류트 치형과 사이클로이드 치형의 호환성 차이와 공액치형의 접촉 조건을 구분하는 문제이다.

핵심 개념

인벌류트 치형은 기초원에서 줄을 풀어 나갈 때 생기는 곡선으로, 압력각이 일정하고 같은 모듈과 압력각이면 호환성이 크다.
사이클로이드 치형은 원이 구르며 만드는 곡선으로, 압력각이 일정하지 않고 생성 조건까지 같아야 같은 치형으로 맞물릴 수 있다.
공액치형은 접촉점의 공통법선이 피치점을 지나 일정한 속도비를 유지하는 치형이다.

선지별 해설

① O
인벌류트 치형은 피치점에서만 미끄럼이 0이고 이끝과 이뿌리 쪽으로 갈수록 미끄럼이 달라져 치면 마모가 균일하지 않다. 따라서 사이클로이드 치형에 비해 마모가 불균일하다는 설명은 타당하다.

② X
틀린 부분은 "압력각과 모듈이 같아야 호환이 가능하다"는 표현이다. 이는 인벌류트 치형의 대표적 호환 조건에 가깝다. 사이클로이드 치형은 압력각도 일정하지 않으며 생성원 조건까지 같아야 하므로, 단순히 압력각과 모듈만 같다고 호환되지 않는다.

③ O
한 쌍의 치형은 접촉점에서 법선 방향 상대속도가 0이어야 한다. 그래야 두 치면이 떨어지지 않고 서로 파고들지도 않으면서 연속 접촉을 유지한다.

④ O
치형 곡선의 접촉점에서는 두 기어의 공통법선 방향 속도 성분이 같아야 한다. 이 조건이 성립해야 침입이나 이탈 없이 맞물림이 이루어진다.

NoteBase

오답 포인트

②에서 인벌류트 치형의 호환 조건을 사이클로이드 치형에 그대로 옮겨 붙이면 틀리기 쉽다. "모듈과 압력각이 같으면 호환"은 인벌류트의 특징이고, 사이클로이드는 생성 조건까지 함께 보아야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

치형 문제에서는 먼저 인벌류트와 사이클로이드를 구분한다. 호환성은 인벌류트의 강점인지, 접촉 조건은 공통법선과 속도비 유지인지로 나누어 보면 선지 판단이 빨라진다.

암기 포인트

인벌류트는 일정 압력각과 호환성, 사이클로이드는 생성 조건 의존성이 핵심이다.

NoteBase

문 4. <보기>는 베어링 간의 거리가 L인 축의 중앙에 집중하중 P가 작용할 때의 최대 처짐과 처짐각의 공식이다. 축 1m당 최대 처짐을 0.2mm로 제한할 때 최대 처짐각은?

<보기>
최대처짐 = $\frac{PL^3}{48EI}$, 처짐각 = $\frac{PL^2}{16EI}$

① 0.0006[degree]

② 0.001[degree]

③ 0.0006[rad]

④ 0.001[rad]

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 중앙 집중하중을 받는 축의 최대 처짐식과 처짐각식을 서로 연계하여 최대 처짐각을 구할 수 있는지를 묻는 문제이다.

조건 정리

주어진 값:
최대처짐은 $\delta_{\max} = \frac{PL^3}{48EI}$, 처짐각은 $\theta = \frac{PL^2}{16EI}$이다.
축 1m당 최대 처짐 제한은 0.2mm이므로 $\delta_{\max}/L = 0.2/1000 = 0.0002$이다.
구해야 할 값:
최대 처짐각 θ이다.
주의할 조건:
처짐은 mm, 길이는 m 또는 mm로 섞여 있으므로 같은 길이 단위로 맞춰 비율로 계산해야 한다.

사용할 공식

두 식의 비를 이용하면
$\frac{\theta}{\delta_{\max}} = \frac{PL^2/(16EI)}{PL^3/(48EI)} = \frac{3}{L}$
따라서
$\theta = \frac{3\delta_{\max}}{L}$
이 공식을 쓰는 이유는 문제에서 P, E, I 값이 없고 최대 처짐 제한만 주어졌으므로, 두 공식을 직접 나누어 미지수를 소거하는 것이 가장 빠르기 때문이다.

NoteBase

계산 과정

1. 축 1m당 최대 처짐 제한을 비율로 바꾸면 $\delta_{max}/L = 0.2\text{mm}/1000\text{mm} = 0.0002$이다.
2. $\theta = 3\delta_{max}/L$ 이므로 $\theta = 3 \times 0.0002 = 0.0006$이다.
3. 처짐각은 무차원량으로 rad로 나타내므로 최대 처짐각은 0.0006rad이다.

선지별 해설

① X: 계산값은 0.0006rad이다. ①의 잘못된 표현은 단위를 degree로 쓴 점이다. 올바르게는 0.0006rad이다.
② X: 0.001degree는 값도 다르고 단위도 틀리다. 올바르게는 0.0006rad이다. degree로 바꾸면 약 $0.0344\,^\circ$이므로 ②와 맞지 않는다.
③ O: $\theta = 3\delta_{max}/L$에 $\delta_{max}/L = 0.0002$를 대입하면 $\theta = 0.0006$rad가 되어 정답이다.
④ X: 0.001rad는 계산값보다 크다. 올바른 값은 0.0006rad이다. ④와 같은 값은 비율 계산이나 반올림을 잘못했을 때 나올 수 있다.

오답 포인트

처짐각은 보통 rad로 취급하는데 이를 degree로 착각하면 ①, ② 같은 오답을 고르게 된다. 또 최대 처짐식을 그대로 쓰려 하면서 P, E, I를 억지로 구하려 하면 시간이 낭비된다.

다시 나오면 이렇게 판단

처짐과 처짐각 식이 함께 주어지면 먼저 두 식을 나누어 공통항 P, E, I를 소거한다. 그다음 처짐 제한을 δ/L 형태의 무차원 비로 바꿔 처짐각을 계산하면 된다.

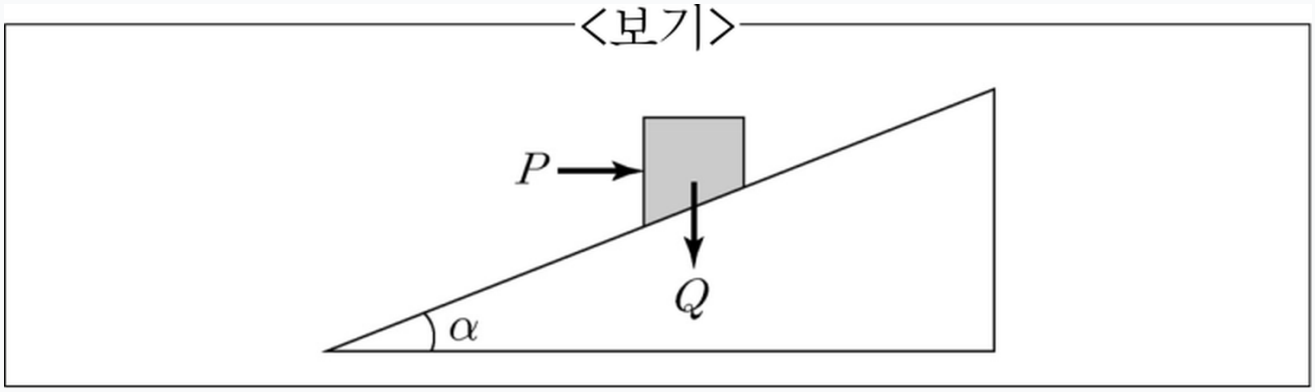
암기 포인트

중앙 집중하중 축에서 $\theta = 3\delta_{max}/L$ 관계가 바로 나온다는 점을 기억해 두면 계산이 매우 빨라진다.

NoteBase

문 5. <보기>에서 하중 Q를 받고 있는 어떤 물체를 경사면 위로 올리기 위해 가해야 하는 힘 P의 조건은? (단, μ는 마찰계수이다.)

<보기>



① $P(\cos\alpha + \mu\cos\alpha) \geq Q(\sin\alpha - \mu\sin\alpha)$

② $P(\cos\alpha - \mu\sin\alpha) \geq Q(\sin\alpha + \mu\cos\alpha)$

③ $P(\sin\alpha - \mu\sin\alpha) \geq Q(\cos\alpha + \mu\cos\alpha)$

④ $P(\sin\alpha - \mu\cos\alpha) \geq Q(\cos\alpha + \mu\sin\alpha)$

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 수평력 P와 하중 Q를 경사면 방향과 법선 방향으로 분해하여, 위로 막 움직이려는 순간의 마찰력까지 포함한 조건식을 세울 수 있는지를 묻는다.

조건 정리

주어진 값: 하중은 Q, 경사각은 α, 마찰계수는 μ이다.
구해야 할 값: 물체를 경사면 위로 올리기 위한 힘 P의 조건이다.
주의할 조건: 위로 올리려는 순간에는 마찰력이 경사면 아래쪽으로 작용하고, 수직항력은 $N = Q\cos\alpha + P\sin\alpha$가 된다.

사용할 공식

경사면 방향 조건식은 $P\cos\alpha - Q\sin\alpha - \mu N \geq 0$이다.
수직항력은 $N = Q\cos\alpha + P\sin\alpha$이다.
수평력 P는 경사면을 따라서는 $P\cos\alpha$로, 면에 수직으로는 $P\sin\alpha$로 분해되므로 마찰력 계산에 $P\sin\alpha$가 반드시 포함된다.

NoteBase

계산 과정

1. 경사면 위쪽 성분은 $P\cos\alpha$이고, 아래쪽 성분은 하중의 $Q\sin\alpha$와 마찰력 μN이다.
2. 법선 방향에서 수직항력은 $N = Q\cos\alpha + P\sin\alpha$이다.
3. 위로 움직이기 위한 조건은 $P\cos\alpha \geq Q\sin\alpha + \mu(Q\cos\alpha + P\sin\alpha)$이다.
4. 이를 정리하면 $P(\cos\alpha - \mu\sin\alpha) \geq Q(\sin\alpha + \mu\cos\alpha)$이다.

선지 판단

① X: 좌변이 $P(\cos\alpha + \mu\cos\alpha)$로 되어 있어 마찰항에 들어갈 $P\sin\alpha$가 빠져 있다. 틀린 표현은 마찰에 대한 P의 기여를 $\mu P\cos\alpha$로 본 점이며, 올바르게는 수직항력에 포함되는 $P\sin\alpha$가 반영되어 $P(\cos\alpha - \mu\sin\alpha)$가 되어야 한다.
② O: 위로 움직이려면 $P\cos\alpha$가 $Q\sin\alpha$와 $\mu(Q\cos\alpha + P\sin\alpha)$를 이겨야 하므로 $P(\cos\alpha - \mu\sin\alpha) \geq Q(\sin\alpha + \mu\cos\alpha)$가 된다.
③ X: 수평력 P의 경사면 방향 성분을 $P\sin\alpha$로 놓은 식이다. 틀린 표현은 경사면 방향 성분을 $P\sin\alpha$로 본 점이며, 올바르게는 경사면 방향 성분은 $P\cos\alpha$, 법선 방향 성분은 $P\sin\alpha$이다.
④ X: 하중 Q의 경사면 방향과 법선 방향 성분을 서로 바꾸어 쓴 식이다. 틀린 표현은 하중 Q의 경사면 방향을 $Q\cos\alpha$, 법선 방향을 $Q\sin\alpha$로 둔 점이며, 올바르게는 경사면 방향이 $Q\sin\alpha$, 법선 방향이 $Q\cos\alpha$이다.

오답 포인트

수평력 P를 경사면 기준으로 분해할 때 $P\cos\alpha$와 $P\sin\alpha$를 뒤바꾸기 쉽고, 마찰력은 항상 μN이므로 먼저 수직항력 N을 구해야 한다는 점을 놓치기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

경사면 힘 문제는 경사면 방향 성분을 먼저 쓰고, 법선 방향에서 N을 구한 뒤, 이동 반대방향의 마찰력을 더해 식을 정리하는 순서로 판단하면 된다.

암기 포인트

수평력의 경사면 성분은 $P\cos\alpha$, 수직항력 증가분은 $P\sin\alpha$, 위로 올릴 때 마찰은 아래쪽이다.

NoteBase

문 6. <보기>와 같이 3차원 응력이 주어졌을 때, 최대전단응력 [MPa]은?

<보기>

$\sigma_x = 100\text{MPa},\ \sigma_y = 40\text{MPa},\ \sigma_z = -20\text{MPa}$

$\tau_{xy} = 40\text{MPa},\ \tau_{yz} = 0,\ \tau_{zx} = 0$

① 20

② 50

③ 60

④ 70

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 3차원 응력 상태에서 주응력을 구한 뒤 $\tau_{max} = (\sigma_{max} - \sigma_{min})/2$로 최대전단응력을 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: $\sigma_x = 100MPa, \sigma_y = 40MPa, \sigma_z = -20MPa, \tau_{xy} = 40MPa, \tau_{yz} = 0, \tau_{zx} = 0$이다.
구해야 할 값: 최대전단응력이다.
주의할 조건: 3차원 응력이므로 평면 내 최대전단응력만 보지 않고 가장 큰 주응력과 가장 작은 주응력의 차를 사용한다.

사용할 공식

주응력은 xy 평면에서

$\sigma_{1,2} = \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{\sigma_x - \sigma_y}{2}\right)^2 + \tau_{xy}^2}$

이고, z축은 전단결합이 없으므로 $\sigma_3 = \sigma_z$이다.
최대전단응력은

$\tau_{max} = \frac{\sigma_{max} - \sigma_{min}}{2}$

이다.
이 공식을 쓰는 이유: $\tau_{yz} = 0, \tau_{zx} = 0$이므로 z방향은 독립이고, 3차원 최대전단응력은 전체 주응력 범위에서 결정되기 때문이다.

NoteBase

계산 과정

1. xy 평면의 평균응력은 $(100 + 40)/2 = 70MPa$이다.
2. 반지름은 $\sqrt{((100 - 40)/2)^2 + 40^2} = \sqrt{30^2 + 40^2} = 50MPa$이다.
3. 따라서 주응력은 $\sigma_1 = 70 + 50 = 120MPa$, $\sigma_2 = 70 - 50 = 20MPa$, $\sigma_3 = -20MPa$이다.
4. 최대전단응력은 $(120 - (-20))/2 = 70MPa$이다.

선지 판단

① X
20 MPa는 최대전단응력이 아니라 중간 주응력 σ_2 값이다. 틀린 표현은 "최대전단응력은 20 MPa"이고, 올바르게는 "중간 주응력은 20 MPa이고 최대전단응력은 70 MPa"이다.

② X
50 MPa는 xy 평면에서의 최대전단응력에 해당하는 값이다. 이 문제는 3차원 최대전단응력을 묻기 때문에 σ_1과 σ_3 전체 범위를 써야 하며 결과는 70 MPa이다. 틀린 표현은 "최대전단응력은 50 MPa"이고, 올바르게는 "평면 내 최대전단응력은 50 MPa, 3차원 최대전단응력은 70 MPa"이다.

③ X
60 MPa는 $(100 - (-20))/2$처럼 전단응력 $\tau_{xy} = 40MPa$의 영향을 빼고 x축과 z축 정상응력만 단순 비교할 때 나오는 오답값이다. 실제 최대 주응력은 120 MPa까지 커지므로 최대전단응력은 70 MPa이다. 틀린 표현은 "최대전단응력은 60 MPa"이고, 올바르게는 "전단응력을 반영한 주응력 120 MPa를 사용하여 최대전단응력 70 MPa를 구한다"이다.

④ O
주응력은 120 MPa, 20 MPa, -20 MPa이고 최대전단응력은 $(120 - (-20))/2 = 70MPa$이다. 가장 큰 주응력과 가장 작은 주응력의 차를 절반으로 계산했으므로 옳다.

오답 포인트

②처럼 평면응력 상태의 최대전단응력 50 MPa를 그대로 답으로 고르기 쉽다. 이 문항은 3차원 응력이므로 반드시 전체 주응력 중 최댓값과 최솟값을 다시 잡아야 한다는 점이 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

3차원 응력 문제는 먼저 주응력 3개를 정렬한 뒤 $\tau_{max} = (\sigma_{max} - \sigma_{min})/2$를 적용하는 순서로 판단한다. 평면 내 전단응력 결과와 3차원 최대전단응력을 구별하면 된다.

NoteBase

암기 포인트

최대전단응력은 가장 큰 주응력과 가장 작은 주응력의 차의 절반이다. 2차원 값이 보여도 3차원 문제이면 주응력 3개를 끝까지 확인한다.

NoteBase

문 7. 완전 역전 굽힘 모멘트(completely reversed bending moment) M과 일정한 토크 T를 동시에 받아 회전하는 중실축이 있다. 전단변형에너지 이론에 따른 ASME 회전축 지름의 설계식으로 가장 옳은 것은? (단, 축 재료의 항복응력과 피로한도는 각각 σ_y, σ_e이며, 안전계수는 1로 한다.)

① $d = \left[\frac{32}{\pi}\sqrt{\left(\frac{M}{\sigma_e}\right)^2 + \left(\frac{T}{\sigma_y}\right)^2}\right]^{\frac{1}{3}}$
② $d = \left[\frac{32}{\pi}\sqrt{\left(\frac{M}{\sigma_e}\right)^2 + \left(\frac{T}{\sigma_y}\right)^2}\right]^{3}$
③ $d = \left[\frac{32}{\pi}\sqrt{\left(\frac{M}{\sigma_e}\right)^2 + \frac{3}{4}\left(\frac{T}{\sigma_y}\right)^2}\right]^{\frac{1}{3}}$
④ $d = \left[\frac{32}{\pi}\sqrt{\left(\frac{M}{\sigma_e}\right)^2 + \frac{3}{4}\left(\frac{T}{\sigma_y}\right)^2}\right]^{3}$

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 완전 역전 굽힘에 의한 피로응력과 일정 토크에 의한 전단응력을 전단변형에너지 이론으로 결합해 회전축 지름식을 고르는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 완전 역전 굽힘 모멘트 M, 일정 토크 T
구해야 할 값: 중실축 지름 d
주의할 조건: 굽힘은 반복하중이므로 σ_e를, 토크는 정상하중이므로 σ_y를 사용하며 안전계수는 1이다.

사용할 공식

$\sigma_b = \frac{32M}{\pi d^3}, \qquad \tau = \frac{16T}{\pi d^3}$
$\left(\frac{\sigma_b}{\sigma_e}\right)^2 + 3\left(\frac{\tau}{\sigma_y}\right)^2 = 1$
이 식을 쓰는 이유:
회전축의 굽힘은 완전 역전이므로 피로한도 기준으로 보고, 토크는 일정하므로 항복응력 기준으로 보며, 전단변형에너지 이론에서는 비틀림 항 앞에 3이 붙는다.

NoteBase

계산 과정

1. 축 표면의 굽힘응력과 전단응력을 쓰면 $\sigma_b = \frac{32M}{\pi d^3}$, $\tau = \frac{16T}{\pi d^3}$이다.
2. 이를 식에 대입하면
$\left(\frac{32M}{\pi d^3 \sigma_e}\right)^2 + 3\left(\frac{16T}{\pi d^3 \sigma_y}\right)^2 = 1$
이다.
3. $\frac{32}{\pi d^3}$를 묶어 정리하면
$\frac{32^2}{\pi^2 d^6}\left[\left(\frac{M}{\sigma_e}\right)^2 + \frac{3}{4}\left(\frac{T}{\sigma_y}\right)^2\right] = 1$
이므로
$d = \left[\frac{32}{\pi}\sqrt{\left(\frac{M}{\sigma_e}\right)^2 + \frac{3}{4}\left(\frac{T}{\sigma_y}\right)^2}\right]^{1/3}$
가 된다.

선지 판단

① X: 전단변형에너지 이론에서는 비틀림 항이 $3\tau^2$로 들어가므로 T항 계수는 1이 아니라 $\frac{3}{4}$가 된다. 올바르게는 $+\frac{3}{4}\left(\frac{T}{\sigma_y}\right)^2$가 들어간다.
② X: ①과 같이 T항 계수가 잘못되었고, 응력은 d^{-3}에 비례하므로 지름을 풀면 세제곱이 아니라 세제곱근이 되어야 한다. 올바르게는 전체 괄호에 $1/3$이 붙는다.
③ O: 굽힘항은 $\left(\frac{M}{\sigma_e}\right)^2$, 비틀림항은 전단변형에너지 이론 때문에 $\frac{3}{4}\left(\frac{T}{\sigma_y}\right)^2$로 결합되고, d는 세제곱근 꼴로 정리된다.
④ X: $\frac{3}{4}$ 계수는 맞지만 지름식의 차수가 틀렸다. 올바르게는 $[\cdots]^{1/3}$이어야 한다.

오답 포인트

전단변형에너지 이론의 $3\tau^2$를 놓치면 ①처럼 비틀림 항 계수를 1로 잘못 쓰기 쉽다. 또 축 응력이 d^3에 반비례한다는 사실을 놓치면 ②, ④처럼 세제곱근이 아니라 세제곱으로 적는 실수가 나온다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 $\sigma_b = \frac{32M}{\pi d^3}$, $\tau = \frac{16T}{\pi d^3}$를 세운 뒤, 전단변형에너지 이론이면 $\sigma^2 + 3\tau^2$ 꼴인지 확인하고 마지막에 d가 세제곱근으로 정리되는지 본다.

암기 포인트

회전축 결합하중에서는 굽힘은 $32M$, 비틀림은 $16T$, 전단변형에너지 이론은 $3\tau^2$, 최종 지름식은 $1/3$ 꼴이다.

NoteBase

문 8. 공구 압력각이 14.5°이고 피니언과 기어의 잇수가 각각 24, 50인 평기어에서, 언더컷이 생기지 않고 표준기어와 중심거리가 같도록 하는 피니언의 최소 전위계수에 가장 근접한 값은? (단, 전위계수 계산은 이론식을 따른다.)

① 0.10

② 0.15

③ 0.20

④ 0.25

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 14.5도 표준 인벌루트 평기어에서 언더컷을 피하기 위한 최소 전위계수 이론식을 적용해 피니언의 최소 전위계수를 구하는 문제이다.

조건 정리

- 주어진 값: $\alpha = 14.5^\circ$, 피니언 잇수 $z_1 = 24$, 기어 잇수 $z_2 = 50$이다.
- 구해야 할 값: 언더컷이 생기지 않도록 하는 피니언의 최소 전위계수 $x_{1,\min}$이다.
- 주의할 조건: 표준기어와 중심거리가 같으므로 전체 전위계수의 합은 $x_1 + x_2 = 0$이다. 따라서 피니언에 필요한 최소 양(+)의 전위를 주면 기어에는 같은 크기의 음(-)의 전위를 주는 조합이 된다.

사용할 공식

$$x_{1,\min} = 1 - \frac{z_1 \sin^2 \alpha}{2}$$

이 식은 14.5도 전깊이 표준 인벌루트 기어에서 언더컷이 막 시작되지 않는 한계 전위계수를 구하는 이론식이다. 피니언 잇수가 작을수록 언더컷 위험이 커지므로 먼저 이 한계값을 계산해야 한다.

계산 과정

1. $\sin 14.5^\circ \approx 0.25038$이므로 $\sin^2 14.5^\circ \approx 0.06269$이다.
2. 이를 식에 대입하면 $\frac{z_1 \sin^2 \alpha}{2} = \frac{24 \times 0.06269}{2} \approx 0.75228$이다.
3. 따라서 $x_{1,\min} = 1 - 0.75228 \approx 0.24772$이다.
4. 최소 전위계수는 약 0.25이므로 가장 가까운 선택지는 ④이다. 중심거리를 표준기어와 같게 하려면 대응 기어에는 $x_2 \approx -0.25$를 주면 된다.

NoteBase

선지별 해설

① X
0.10은 계산된 최소 전위계수 0.24772보다 훨씬 작아 언더컷을 방지하지 못한다. '최소 전위계수가 0.10이다'가 틀린 표현이며, 올바르게는 '최소 전위계수는 약 0.25이다'이다.

② X
0.15도 최소 필요값 0.24772에 못 미친다. '0.15면 언더컷이 생기지 않는다'가 틀린 표현이며, 올바르게는 '적어도 약 0.25의 양의 전위가 필요하다'이다.

③ X
0.20은 정답에 가까워 보이지만 여전히 최소 한계값보다 작다. '0.20이 최소 전위계수이다'가 틀린 표현이며, 올바르게는 '0.20으로는 부족하고 약 0.25가 최소값에 가깝다'이다.

④ O
계산 결과 피니언의 최소 전위계수는 $x_{1,\min} \approx 0.24772$이므로 가장 근접한 값은 0.25이다. 표준기어와 중심거리를 같게 한다는 조건과도 양립한다.

오답 포인트

언더컷 방지 조건만 보고 막연히 작은 양의 전위값을 고르면 0.20 같은 근사 오답에 걸리기 쉽다. 이 문항은 최소 전위계수 이론식을 정확히 대입한 뒤, 계산값 0.24772를 가장 가까운 보기와 비교하는지를 묻는다.

다시 나오면 이렇게 판단

언더컷과 전위계수를 묻는 평기어 계산형은 먼저 압력각과 피니언 잇수를 확인하고, 그다음 $x_{\min} = 1 - \frac{z\sin^2\alpha}{2}$ 형태의 이론식에 대입해 한계값을 구한 뒤 보기에 가장 가까운 값을 고르면 된다.

암기 포인트

14.5도 표준기어는 언더컷 한계 잇수가 크므로 잇수가 작은 피니언일수록 양의 전위가 필요하며, $x_{\min} = 1 - \frac{z\sin^2\alpha}{2}$로 판단한다.

NoteBase

문 9. 2,000rpm으로 회전하는 축으로부터 3 kN의 하중을 받는 엔드저널 베어링이 있다. 발열계수 $pv = 2N/mm^2 \cdot m/s$, 저널의 지름은 50mm, 마찰계수는 0.03일 때 마찰손실동력[W]은? (단, $\pi = 3$으로 계산한다.)

① 450

② 600

③ 900

④ 1,200

정답 1번

출제 포인트

저널 베어링의 마찰 손실동력을 $P_f = \mu W v$로 계산하고, 회전수와 지름으로 원주속도 v를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 하중 $W = 3kN = 3000N$, 저널 지름 $d = 50mm = 0.05m$, 회전수 $n = 2000rpm$, 마찰계수 $\mu = 0.03$, $\pi = 3$이다.
구해야 할 값: 마찰 손실동력 P_f이다.
주의할 조건: 발열계수 $pv = 2N/mm^2 \cdot m/s$는 제시되어 있지만, 손실동력 계산의 직접식은 $P_f = \mu W v$이므로 먼저 원주속도 v를 구하면 된다.

사용할 공식

$v = \frac{\pi dn}{60}$, $P_f = \mu W v$
이 공식을 쓰는 이유: 저널 베어링의 마찰 손실동력은 마찰력 μW와 미끄럼속도 v의 곱으로 구할 수 있기 때문이다.

계산 과정

1. 저널의 원주속도를 구하면
$v = \frac{3 \times 0.05 \times 2000}{60} = 5m/s$
이다.
2. 마찰 손실동력을 구하면
$P_f = 0.03 \times 3000 \times 5 = 450W$
이다.
3. 계산 결과가 450 W이므로 정답은 ①이다.

NoteBase

선지별 해설

① O
- 계산 결과가 $450W$이므로 맞다.

② X
- 600 W는 계산 결과 $450W$와 다르므로 틀리다.
- 틀린 표현은 `600 W`이다. 올바르게는 `450 W`이다.
- 주어진 마찰계수와 원주속도를 정확히 대입하면 600 W가 아니라 450 W가 된다.

③ X
- 900 W는 계산 결과의 2배이므로 틀리다.
- 틀린 표현은 `900 W`이다. 올바르게는 `450 W`이다.
- 이 값은 마찰토크 계산에서 반지름 $d/2$ 대신 지름 d를 그대로 쓰는 식의 배수 실수와 연결되기 쉽다.

④ X
- 1,200 W는 계산 결과 $450W$와 다르므로 틀리다.
- 틀린 표현은 `1,200 W`이다. 올바르게는 `450 W`이다.
- 이 값이 나오려면 원주속도나 계수를 문제 조건과 다르게 넣어야 하므로 주어진 수치와 맞지 않는다.

오답 포인트

발열계수 pv가 보여도 손실동력을 바로 pv로 계산하는 문제가 아니다. 이 문항의 핵심은 원주속도 v를 먼저 구한 뒤 $P_f = \mu W v$를 적용하는 것이며, 토크식으로 풀 때는 반지름 $d/2$를 써야 한다는 점도 함께 주의해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

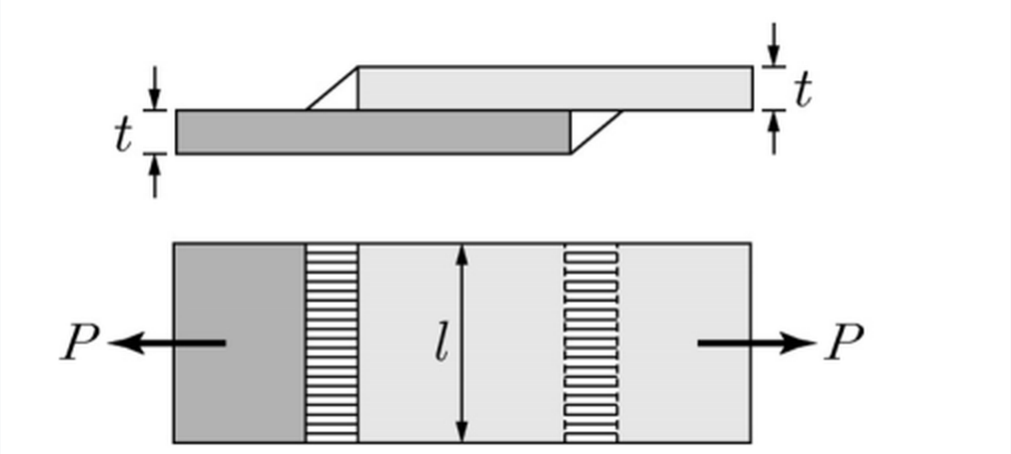
저널 베어링 계산형은 먼저 회전수와 지름으로 v를 구하고, 손실동력인지 압력인지부터 구분한 뒤 $\mu W v$를 적용하면 된다. 값이 2배로 커지면 지름과 반지름을 혼동했는지 다시 보면 된다.

암기 포인트

저널 베어링 손실동력은 원주속도를 먼저 구한 뒤 $P_f = \mu W v$로 계산한다.

NoteBase

문 10. <보기>와 같은 겹치기 양면 이음을 필릿용접 하려고 한다. 작용하중을 P, 허용전단응력을 τ, 강판의 두께를 t라고 할 때, 유효길이 l은 최소 얼마 이상이어야 하는가?



① $\frac{\sqrt{2}P}{2\tau t}$
② $\frac{\sqrt{2}P}{\tau t}$
③ $\frac{\sqrt{2}\tau}{Pt}$
④ $\frac{2\sqrt{2}P}{\tau t}$

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 양면 필릿용접의 유효목두께와 총 유효전단면적을 이용해 최소 유효길이 l를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 작용하중 P, 허용전단응력 τ, 강판 두께 t
구해야 할 값: 양면 필릿용접의 최소 유효길이 l
주의할 조건: 양면 용접이므로 유효전단면이 2개이며, 필릿용접의 유효목두께는 $t\sin 45^\circ = t/\sqrt{2}$이다.

사용할 공식

$P = \tau A$
$A = 2l \cdot \frac{t}{\sqrt{2}} = \sqrt{2}lt$
허용전단응력에 총 유효전단면적을 곱한 값이 전달할 수 있는 하중이므로 이 공식을 사용한다.

NoteBase

계산 과정

1. 한 줄 필릿용접의 유효목두께는 $a = t/\sqrt{2}$이다.
2. 양쪽에 용접선이 2개 있으므로 총 유효면적은 $A = 2la = 2l \cdot t/\sqrt{2} = \sqrt{2}lt$이다.
3. $P = \tau A = \tau\sqrt{2}lt$이므로
$l = \frac{P}{\sqrt{2}\tau t} = \frac{\sqrt{2}P}{2\tau t}$
따라서 최소 유효길이는 $\sqrt{2}P/(2\tau t)$이다.

선지별 해설

① O: 계산 결과가 $l = \sqrt{2}P/(2\tau t)$이므로 옳다. 양면 용접 2줄과 유효목두께 $t/\sqrt{2}$를 모두 반영한 값이다.
② X: 이 값은 한 줄 용접만 있는 것처럼 총 유효면적을 $A = l \cdot t/\sqrt{2}$로 잡을 때 나오는 값이다. 이 문항은 양면 이음이므로 총 유효면적을 2배로 잡아야 한다. 옳게는 $l = \sqrt{2}P/(2\tau t)$이다.
③ X: 하중식 $P = \tau A$를 l에 대해 정리할 때 분자와 분모를 뒤집은 값이어서 차원부터 맞지 않는다. 길이 l를 구할 때는 하중 P가 분자에 와야 한다. 옳게는 $l = \sqrt{2}P/(2\tau t)$이다.
④ X: 총 유효면적 $A = \sqrt{2}lt$를 실제보다 4배 작게 본 계산에서 나오는 과대값이다. 양면 용접과 유효목두께를 정확히 반영하면 이렇게 커지지 않는다. 옳게는 $l = \sqrt{2}P/(2\tau t)$이다.

오답 포인트

양면 용접이라는 조건을 놓쳐 용접선을 1개만 계산하거나, 필릿용접의 다리길이 t를 그대로 유효목두께로 착각하는 경우가 많다. 이 문항은 용접선 개수의 2배 효과와 45° 목두께 보정을 동시에 묻는 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

필릿용접 길이 문제는 먼저 유효목두께를 구하고, 다음에 용접선 개수만큼 총 유효면적을 합한 뒤, 마지막에 $P = \tau A$로 길이를 정리하면 된다.

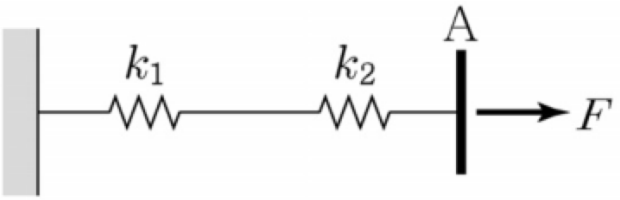
암기 포인트

양면 필릿용접은 $a = t/\sqrt{2}$, 총 유효면적은 $A = 2la$로 잡는다.

NoteBase

문 11. <보기>와 같이 두 스프링을 직렬연결한 장치에서 하중 F가 $9kg_f$이고 하중 방향 변형량이 $7.5cm$일 때, 스프링 상수 k_2의 값[kg_f/cm]은? (단, 스프링 상수 $k_1 = 2kg_f/cm$이다.)

<보기>



① 1

② 2

③ 3

④ 4

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 직렬 연결된 두 스프링의 합성 스프링 상수와 전체 변형량의 관계를 이용해 k_2를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값:

- 하중 $F = 9\text{kgf}$
- 전체 변형량 $\delta = 7.5\text{cm}$
- 스프링 상수 $k_1 = 2\text{kgf/cm}$

구해야 할 값:

- 스프링 상수 k_2

주의할 조건:

- 두 스프링은 직렬 연결이므로 합성 스프링 상수는 역수의 합으로 계산된다.

NoteBase

사용할 공식

직렬 스프링의 합성 스프링 상수는
$\frac{1}{k} = \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2}$
이고, 전체 변형량은
$\delta = \frac{F}{k}$
이다.
이 공식을 쓰는 이유는 그림처럼 두 스프링이 한 줄로 직렬 연결되어 같은 하중 F를 받으면서 변형량이 합쳐지는 구조이기 때문이다.

계산 과정

1. 전체 변형량으로 합성 스프링 상수 k를 구하면
$k = \frac{F}{\delta} = \frac{9}{7.5} = 1.2\text{kgf/cm}$
이다.
2. 직렬 공식에 대입하면
$\frac{1}{1.2} = \frac{1}{2} + \frac{1}{k_2}$
이다.
3. 정리하면
$\frac{5}{6} = \frac{1}{2} + \frac{1}{k_2}$
$\frac{1}{k_2} = \frac{5}{6} - \frac{1}{2} = \frac{1}{3}$
이므로
$k_2 = 3\text{kgf/cm}$
이다.

NoteBase

선지별 해설

① X
$k_2 = 1$kgf/cm이면 합성 스프링 상수는 $\frac{1}{k} = \frac{1}{2} + 1 = 1.5$이므로 $k = \frac{2}{3}$kgf/cm가 된다. 이때 변형량은 $\delta = \frac{9}{2/3} = 13.5$cm이어서 조건의 7.5cm와 맞지 않는다. 틀린 표현은 값 자체이고, 올바르게는 $k_2 = 3$kgf/cm이다.

② X
$k_2 = 2$kgf/cm이면 합성 스프링 상수는 $\frac{1}{k} = \frac{1}{2} + \frac{1}{2} = 1$이므로 $k = 1$kgf/cm이다. 이때 변형량은 $\delta = \frac{9}{1} = 9$cm이어서 조건과 다르다. 틀린 표현은 값 자체이고, 올바르게는 $k_2 = 3$kgf/cm이다.

③ O
계산 결과 $k_2 = 3$kgf/cm이므로 조건을 만족하는 값이다.

④ X
$k_2 = 4$kgf/cm이면 합성 스프링 상수는 $\frac{1}{k} = \frac{1}{2} + \frac{1}{4} = \frac{3}{4}$이므로 $k = \frac{4}{3}$kgf/cm이다. 이때 변형량은 $\delta = \frac{9}{4/3} = 6.75$cm이어서 조건의 7.5cm와 맞지 않는다. 틀린 표현은 값 자체이고, 올바르게는 $k_2 = 3$kgf/cm이다.

오답 포인트

직렬 스프링인데 $k = k_1 + k_2$처럼 병렬 공식으로 착각하거나, 먼저 합성 스프링 상수 k를 F/δ로 구하지 않고 바로 k_2를 대입하는 실수가 자주 나온다. 이 문항은 직렬에서는 스프링 상수가 작아져야 한다는 감각을 함께 묻는다.

다시 나오면 이렇게 판단

직렬 스프링 문제는 먼저 전체 하중과 전체 변형량으로 합성 스프링 상수 k를 구한 다음, $\frac{1}{k} = \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2}$에 대입해 미지의 스프링 상수를 찾는 순서로 판단한다.

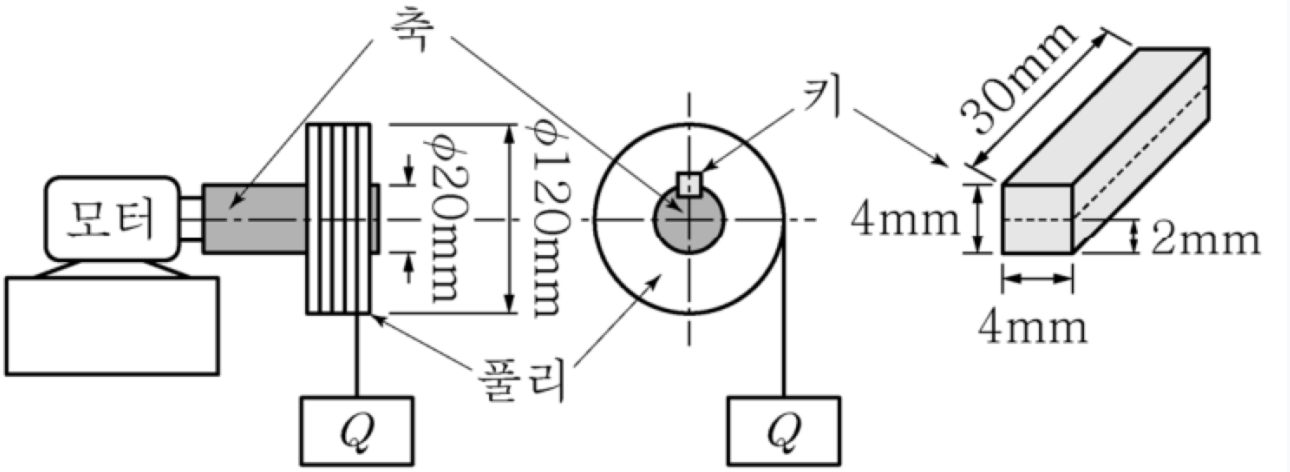
암기 포인트

직렬 스프링은 변형량이 더해지고 스프링 상수는 역수로 합해진다.

NoteBase

문 12. <보기>와 같이 전동기-축-풀리로 구성된 설비로 물체를 들어올리는 장치를 만들고자 한다. 키가 전단 파손되지 않고 들어 올릴 수 있는 최대 하중 Q[N]는? (단, 키의 허용 전단응력은 20 MPa이다.)

<보기>



① 400

② 800

③ 1,200

④ 2,400

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 키의 허용 전단력과 풀리-축의 토크 전달 관계를 이용해 최대 하중 Q를 구하는 문제이다.

조건 정리

- 주어진 값: 키 길이 30mm, 키 단면 4mm × 4mm, 축지름 20mm, 풀리지름 120mm, 허용 전단응력 20 MPa이다.
- 구해야 할 값: 키가 전단 파손되지 않을 때의 최대 하중 Q이다.
- 주의할 조건: 전단 검토이므로 키의 전단면적은 4 × 30이고, 그림의 2mm 치수는 압궤 검토에서 주로 쓰이는 값이므로 이번 계산에는 직접 쓰이지 않는다.

NoteBase

기출OX 해설집 · 공무원/서울시/7급 · 기계설계 · 2020 · 10월

사용할 공식

키의 허용 전단력은 $F = \tau A = \tau b l$ 이다.
토크와 접선력의 관계는 $T = Q \times \frac{D}{2} = F \times \frac{d}{2}$ 이다.
이 공식을 쓰는 이유는 하중 Q가 풀리 반지름에서 토크를 만들고, 그 토크가 축 반지름에서 키의 전단력으로 전달되기 때문이다.

계산 과정

1. 키의 전단면적은 $A = bl = 4 \times 30 = 120 mm^2$ 이다.
2. 키가 버틸 수 있는 허용 전단력은 $F = \tau A = 20 \times 120 = 2400 N$ 이다.
3. 토크 평형에서 $Q \times \frac{120}{2} = 2400 \times \frac{20}{2}$ 이므로 $Q \times 60 = 2400 \times 10$ 이다.
4. 따라서 $Q = \frac{2400 \times 10}{60} = 400 N$ 이다.

선지별 해설

① O
- 계산 결과 최대 하중은 $400 N$이므로 옳다.
- 키 허용 전단력 $2400 N$을 풀리 반지름 60mm와 축 반지름 10mm의 비로 환산하면 하중은 $400 N$이 된다.

② X
- $800 N$이면 풀리 토크는 $800 \times 60 = 48000 N \cdot mm$이고, 키 접선력은 $4800 N$이 되어 허용 전단력 $2400 N$을 초과한다.
- 잘못된 표현은 최대 하중을 800 N으로 본 점이다. 올바르게는 최대 하중은 400 N이다.

③ X
- $1200 N$이면 키 접선력은 $7200 N$이 되어 허용치의 3배가 된다.
- 잘못된 표현은 최대 하중을 1200 N으로 본 점이다. 올바르게는 최대 하중은 400 N이다.

④ X
- $2400 N$은 키가 직접 버티는 허용 전단력이지, 그대로 하중 Q가 아니다.
- 잘못된 표현은 허용 전단력과 실제 인양 하중을 같은 값으로 본 점이다. 올바르게는 풀리와 축의 반지름 비를 반영한 최대 하중 400 N이 된다.

오답 포인트

키 문제에서 전단과 압궤를 섞거나, 허용 전단력 $2400 N$을 바로 하중 Q로 두면 오답이 된다. 이 문항은 반드시 하중 → 풀리 토크 → 축 토크 → 키 전단력 순서로 연결해야 한다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

키 계산형 문제는 먼저 어떤 파손 조건인지 전단인지 압궤인지 구분하고, 다음에 허용력 또는 허용응력을 구한 뒤 토크 평형식으로 실제 하중으로 환산하면 된다.

암기 포인트

키 전단은 τbl, 하중 환산은 $Q \times \frac{D}{2} = F \times \frac{d}{2}$이다.

NoteBase

문 13. 축각이 90°인 외접 원추마찰차에서, 원동차는 평균지름이 600mm, 원추각이 30°이다. 종동차가 1,000rpm으로 회전하고 있을 때, 접촉면의 평균지름 부분에서의 원주속도[m/s]는? (단, $\pi = 3$으로 계산한다.)

① $10\sqrt{3}$
② $30\sqrt{3}$
③ $60\sqrt{3}$
④ $90\sqrt{3}$

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 외접 원추마찰차의 평균지름 위치에서 원주속도를 구하는 공식 적용 문제이다.

조건 정리

주어진 값은 평균지름 $d = 600mm = 0.6m$, 원추각 $\alpha = 30^\circ$, 회전수 $n = 1000rpm$, $\pi = 3$이다.
구해야 할 값은 접촉면 평균지름 부분의 원주속도이다.
축각 90°의 외접 원추마찰차에서는 주어진 원추각을 사용해 평균지름 위치의 유효 반지름을 반영한다.

사용할 공식

원추마찰차의 평균지름 위치 원주속도는
$v = \frac{\pi dn}{60\tan\alpha}$
이다.
이 공식을 쓰는 이유는 원추마찰차의 접촉점 속도가 평균지름과 원추각에 의해 결정되기 때문이다.

계산 과정

주어진 값을 대입하면
$v = \frac{3 \times 0.6 \times 1000}{60\tan 30^\circ}$
이다.
$\tan 30^\circ = \frac{1}{\sqrt{3}}$이므로
$v = \frac{1800}{60} \times \sqrt{3} = 30\sqrt{3}m/s$
이다.
따라서 접촉면 평균지름 부분의 원주속도는 $30\sqrt{3}m/s$이다.

NoteBase

선지별 해설

① X: 계산 결과는 $30\sqrt{3}m/s$이므로 $10\sqrt{3}$과 일치하지 않는다. 틀린 표현은 '10√3'이고, 올바르게는 '30√3m/s'이다.
② O: 공식에 $d = 0.6m, n = 1000rpm, \alpha = 30\,^{\circ}$를 대입하면 $30\sqrt{3}m/s$가 나오므로 맞다.
③ X: 계산 결과는 $30\sqrt{3}m/s$이므로 $60\sqrt{3}$은 정답값의 2배인 오답이다. 틀린 표현은 '60√3'이고, 올바르게는 '30√3m/s'이다.
④ X: 계산 결과는 $30\sqrt{3}m/s$이므로 $90\sqrt{3}$은 정답값의 3배인 오답이다. 틀린 표현은 '90√3'이고, 올바르게는 '30√3m/s'이다.

오답 포인트

원통마찰차처럼 $v = \frac{\pi dn}{60}$만 적용하거나, 원추각 항 $\tan\alpha$를 빠뜨리면 오답이 된다. 지름 단위를 mm 그대로 두는 실수도 자주 나온다.

다시 나오면 이렇게 판단

원추마찰차 속도 문제는 평균지름을 m로 바꾼 뒤, 원통마찰차 공식이 아니라 원추각이 포함된 식인지 먼저 확인하고 계산한다.

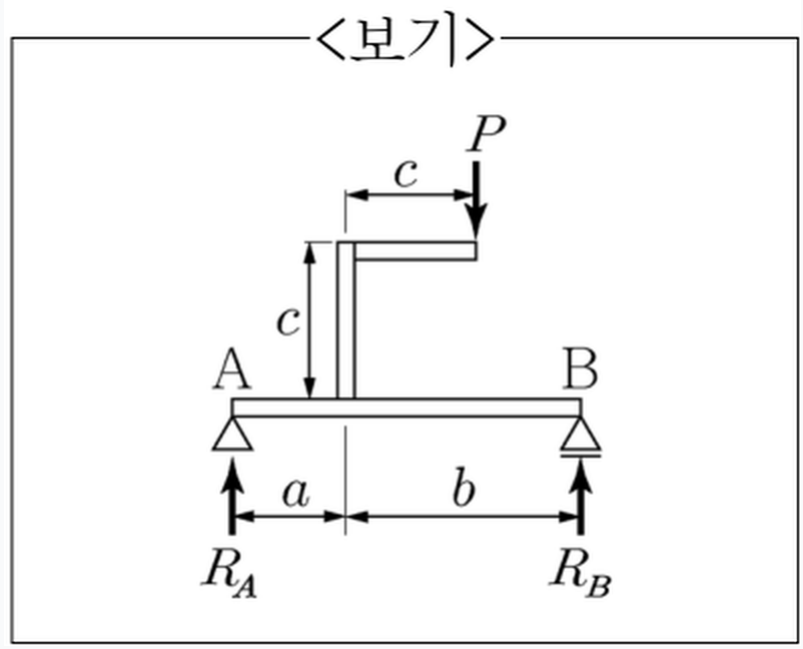
암기 포인트

원추마찰차 원주속도는 평균지름과 회전수에 원추각 보정 $\cot\alpha = \frac{1}{\tan\alpha}$가 붙는 형태로 정리된다.

NoteBase

문 14. <보기>와 같은 단순보에서 반력 R_A는?

<보기>



① $\frac{Pa}{a+b}$
② $\frac{Pb}{a+b}$
③ $\frac{P(b-a)}{a+b}$
④ $\frac{P(b-c)}{a+b}$

정답 4번

출제 포인트

편심하중 P를 작용점의 집중하중과 모멘트 Pc로 치환한 뒤 단순보의 평형식으로 반력 R_A를 구하는 문제이다.

조건 정리

지점 A와 B 사이의 경간은 $a + b$이다.
하중이 전달되는 접합점은 A에서 a, B에서 b 떨어져 있다.
위쪽 수평 돌출길이 c 때문에 하중 P는 접합점에 대해 시계방향 모멘트 Pc를 함께 만든다.
구해야 할 값은 A지점 반력 R_A이다.

NoteBase

사용할 공식

$\sum F_y = 0, \quad \sum M_A = 0$

$R_A + R_B = P$

$R_B(a+b) - Pa - Pc = 0$

이 문제의 꺾인 부재는 보 위 접합점에 수직하중 P와 모멘트 Pc를 전달하는 레버와 같으므로, 단순보 평형식을 적용하면 된다.

계산 과정

1. 하중 P를 보의 접합점으로 옮기면 같은 크기의 아래방향 힘 P와 시계방향 모멘트 Pc가 남는다.
2. 연직방향 평형에서 $R_A + R_B = P$이다.
3. A점에 대한 모멘트 평형을 잡으면 $R_B(a+b) - Pa - Pc = 0$이므로
$R_B = \frac{P(a+c)}{a+b}$
이다.
4. 따라서
$R_A = P - R_B = P - \frac{P(a+c)}{a+b} = \frac{P(a+b-a-c)}{a+b} = \frac{P(b-c)}{a+b}$
이다.

선지 판단

① X. $\frac{Pa}{a+b}$는 편심거리 c가 전혀 반영되지 않은 값이므로 틀리다. 이 문항은 하중 P만이 아니라 모멘트 Pc도 함께 작용하므로 올바르게는 $R_A = \frac{P(b-c)}{a+b}$이다.
② X. $\frac{Pb}{a+b}$는 점하중 P가 접합점에만 작용한다고 본 기본 반력값이다. 편심 모멘트 Pc를 누락했으므로 올바르게는 $\frac{P(b-c)}{a+b}$이다.
③ X. $\frac{P(b-a)}{a+b}$는 거리항을 잘못 처리한 값이다. 반력은 하중 위치 효과 Pa와 편심효과 Pc를 함께 반영해야 하므로 올바르게는 $\frac{P(b-c)}{a+b}$이다.
④ O. A점 반력은 전체 하중 P에서 $R_B = \frac{P(a+c)}{a+b}$를 뺀 값이므로 $R_A = \frac{P(b-c)}{a+b}$가 된다.

오답 포인트

단순히 점하중 반력 공식 $R_A = \frac{Pb}{a+b}$만 적용하면 ②를 고르게 된다. 이 문제는 하중이 보 중심선에서 c만큼 떨어져 있어 추가 모멘트 Pc가 생긴다는 점이 핵심 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

단순보 위에 꺾인 부재나 브래킷이 붙어 있으면 먼저 하중을 보의 접합점으로 옮겨 집중하중과 모멘트로 치환한다. 그 다음 $\sum F_y = 0, \sum M = 0$을 적용하면 반력을 안정적으로 구할 수 있다.

암기 포인트

편심하중은 힘 하나로 끝나지 않고 같은 크기의 힘 P와 모멘트 Pc의 조합으로 본다.

NoteBase

문 15. <보기>에서 벨트에 대한 설명으로 옳은 것을 모두 고른 것은?

<보기>
ㄱ. 원동축과 종동축의 거리가 멀 때 사용할 수 있는 간접전동장치의 한 종류이다.
ㄴ. 평벨트의 엇걸기는 바로걸기에 비해 큰 동력을 전달할 수 있지만 비틀림 응력이 발생하여 수명이 줄어든다.
ㄷ. V벨트는 평벨트에 비해 미끄럼이 적어 큰 동력을 전달할 수 있으나 두 축이 같은 방향으로 회전하는 경우에만 사용이 가능하다.

① ㄱ
② ㄱ, ㄷ
③ ㄴ, ㄷ
④ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 간접전동으로서의 벨트 전동 특징과 평벨트 엇걸기, V벨트의 사용 조건을 구별할 수 있는지를 묻는다.

핵심 개념

벨트 전동은 축 사이 거리가 비교적 먼 경우에 쓰는 대표적 간접전동이다.
평벨트 엇걸기는 바로걸기보다 접촉각이 커져 더 큰 동력을 전달할 수 있지만 벨트에 비틀림이 생겨 수명이 짧아진다.
V벨트는 홈풀리와의 쐐기작용으로 평벨트보다 미끄럼이 적고 큰 동력을 전달하지만 일반적으로 같은 방향 회전에 사용한다.

선지별 해설

① X: ㄱ만 옳다고 본 것이 틀리다. ㄱ은 벨트 전동이 원동축과 종동축의 거리가 먼 경우에 적합한 간접전동이라는 설명으로 맞다. 그러나 ㄴ과 ㄷ도 모두 옳다. 틀린 표현은 'ㄱ만 정답'이라는 취지이며, 올바르게는 'ㄱ, ㄴ, ㄷ이 모두 옳다'이다.
② X: 'ㄱ, ㄷ'만 고른 부분이 틀리다. ㄴ도 평벨트 엇걸기가 바로걸기보다 큰 동력을 전달할 수 있으나 비틀림으로 수명이 줄어든다는 설명이므로 옳다. 올바르게는 'ㄱ, ㄴ, ㄷ'이다.
③ X: 'ㄴ, ㄷ'만 고른 부분이 틀리다. ㄱ도 벨트 전동의 적용 범위를 정확히 설명하므로 옳다. 올바르게는 'ㄱ, ㄴ, ㄷ'이다.
④ O: ㄱ, ㄴ, ㄷ을 모두 고른 선택지이므로 맞다. ㄱ은 벨트 전동의 기본 용도, ㄴ은 평벨트 엇걸기의 장단점, ㄷ은 V벨트의 전달 특성과 사용 방향 조건을 정확히 짚는다.

NoteBase

오답 포인트

ㄴ의 '비틀림 응력'과 ㄷ의 '같은 방향' 문구를 낯설게 느껴 일부 보기만 맞다고 처리하기 쉽다. 이 문항은 각 문장을 독립적으로 O/X 판단한 뒤 마지막에 조합을 고르는 방식으로 풀어야 흔들리지 않는다.

다시 나오면 이렇게 판단

벨트 문항은 먼저 벨트 전동의 기본 용도를 확인하고, 다음으로 평벨트와 V벨트의 차이, 마지막으로 바로걸기와 엇걸기의 접촉각 및 회전방향 차이를 대입하면 된다. 보기 문장별 O/X를 먼저 확정하면 조합 선지는 바로 정리된다.

암기 포인트

벨트는 원거리 간접전동, 엇걸기는 접촉각 증가와 수명 감소, V벨트는 미끄럼이 적고 같은 방향 회전에 쓴다.

NoteBase

문 16. 축직각 모듈 4mm, 피니언의 잇수 70개, 기어의 잇수 140개, 비틀림 각 30°인 한 쌍의 헬리컬 기어에서 중심거리[mm]는?

① $210\sqrt{3}$

② $280\sqrt{3}$

③ 420

④ $560\sqrt{3}$

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 헬리컬 기어에서 축직각 모듈이 주어졌을 때 피치원지름과 중심거리를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 축직각 모듈 4mm, 피니언 잇수 70개, 기어 잇수 140개, 비틀림각 30°이다.
구해야 할 값: 한 쌍의 헬리컬 기어 중심거리이다.
주의할 조건: 축직각 모듈은 이미 축에 직각인 면의 모듈이므로 $d = mz$를 바로 적용한다.

사용할 공식

피치원지름은 $d = mz$, 중심거리는 $a = \frac{d_1 + d_2}{2} = \frac{m(z_1 + z_2)}{2}$이다.
이 공식을 쓰는 이유: 중심거리는 두 기어 피치원 반지름의 합이며, 문제에서 준 모듈이 축직각 모듈이므로 비틀림각으로 다시 환산할 필요가 없다.

계산 과정

1. 피니언의 피치원지름은 $d_1 = 4 \times 70 = 280$mm이다.
2. 기어의 피치원지름은 $d_2 = 4 \times 140 = 560$mm이다.
3. 중심거리는 $a = \frac{280 + 560}{2} = 420$mm이다.

NoteBase

선지 판단

① X: $210\sqrt{3}$는 $420\cos 30\,^\circ$에 해당한다. 축직각 모듈을 주었는데도 비틀림각을 곱해 지름을 줄인 값이므로 틀리다. 올바르게는 비틀림각 보정 없이 420이 된다.
② X: $280\sqrt{3}$는 $420/\cos 30\,^\circ$에 해당한다. 이는 법선모듈 4mm가 주어졌다고 착각해 축직각 모듈로 키운 값이므로 틀리다. 올바르게는 문제의 4mm를 그대로 써서 420이 된다.
③ O: 축직각 모듈이 4mm이므로 $d_1 = 280\text{mm}$, $d_2 = 560\text{mm}$, $a = 420\text{mm}$가 된다. 계산 결과와 일치하므로 옳다.
④ X: $560\sqrt{3}$는 ②의 착각에 더해 중심거리에서 $\frac{1}{2}$를 빠뜨린 값이다. 지름의 합을 그대로 쓰면 안 되며, 올바르게는 $\frac{280+560}{2} = 420$이다.

오답 포인트

비틀림각 30°가 보인다고 해서 무조건 $\cos 30\,^\circ$를 곱하거나 나누면 틀린다. 이 문항의 핵심은 모듈의 종류이며, 축직각 모듈이 주어졌으면 바로 $d = mz$를 적용한다는 점이다.

다시 나오면 이렇게 판단

헬리컬 기어 계산형은 먼저 주어진 모듈이 축직각 모듈인지 법선모듈인지부터 확인한 뒤 피치원지름을 구하고, 마지막에 중심거리에서 반드시 2로 나누어 판단한다.

암기 포인트

축직각 모듈이면 $d = mz$, 중심거리는 $a = \frac{m(z_1+z_2)}{2}$이다.

NoteBase

문 17. 매일 10시간 설비구동을 기준으로 베어링 교체주기를 2년으로 하고자 할 때, 400rpm으로 회전하는 축에 사용되는 롤러베어링의 정격수명은? (단, 소수점 첫째 자리에서 반올림한다.)

① 100
② 125
③ 150
④ 175

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 사용시간과 회전수를 이용해 베어링의 정격수명 L_{10}을 백만 회전수로 환산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값:
- 하루 운전시간: 10시간
- 사용기간: 2년
- 회전수: 400 rpm

구해야 할 값:
- 롤러베어링의 정격수명 L_{10}

주의할 조건:
- 정격수명은 총 운전시간이 아니라 백만 회전수로 계산한다.
- 소수점 첫째 자리에서 반올림한다.

사용할 공식

사용 공식은 $L_{10} = \frac{60nL_h}{10^6}$이다.
이 식에서 n은 분당 회전수, L_h는 총 운전시간, L_{10}은 백만 회전 단위의 정격수명이다.
문제는 하루 운전시간과 사용연수, 회전수를 모두 주었으므로 총 회전수를 구해 백만 회전수로 바꾸는 상황에 해당한다.

계산 과정

1. 총 운전시간은 $10 \times 365 \times 2 = 7300$시간이다.
2. 총 회전수는 $60 \times 400 \times 7300 = 175{,}200{,}000$회이다.
3. 정격수명은 $L_{10} = \frac{175{,}200{,}000}{10^6} = 175.2$이다.
4. 소수점 첫째 자리에서 반올림하면 175이다.

NoteBase

선지별 해설

① X: 100은 100×10^6회를 뜻하며 시간으로 바꾸면 (100×10^6)/(60×400)=4166.7시간이다. 요구 조건인 7300시간에 못 미치므로 틀리다. 정격수명은 100이 아니라 175이다.
② X: 125는 시간으로 바꾸면 (125×10^6)/(60×400)=5208.3시간이다. 역시 2년간의 총 운전시간 7300시간보다 작다. 정격수명은 125가 아니라 175이다.
③ X: 150은 시간으로 바꾸면 (150×10^6)/(60×400)=6250시간이다. 2년 운전조건을 끝까지 반영하지 못한 값이므로 틀리다. 정격수명은 150이 아니라 175이다.
④ O: 계산 결과가 175.2이므로 소수점 첫째 자리에서 반올림하면 175가 된다. 따라서 정답이다.

오답 포인트

정격수명을 시간값으로 착각하거나, 2년→7300시간 계산을 누락하면 오답이 나온다. 이 문항의 함정은 하루 10시간과 2년이라는 조건을 모두 회전수 환산식에 끝까지 넣지 않으면 100, 125, 150처럼 더 작은 값이 나온다는 점이다.

다시 나오면 이렇게 판단

베어링 수명 문제는 먼저 총 운전시간을 구한 뒤, $60 \times n \times L_h$로 총 회전수를 만든 다음, 이를 10^6으로 나누어 백만 회전수 L_{10}로 바꾸는 순서로 판단한다.

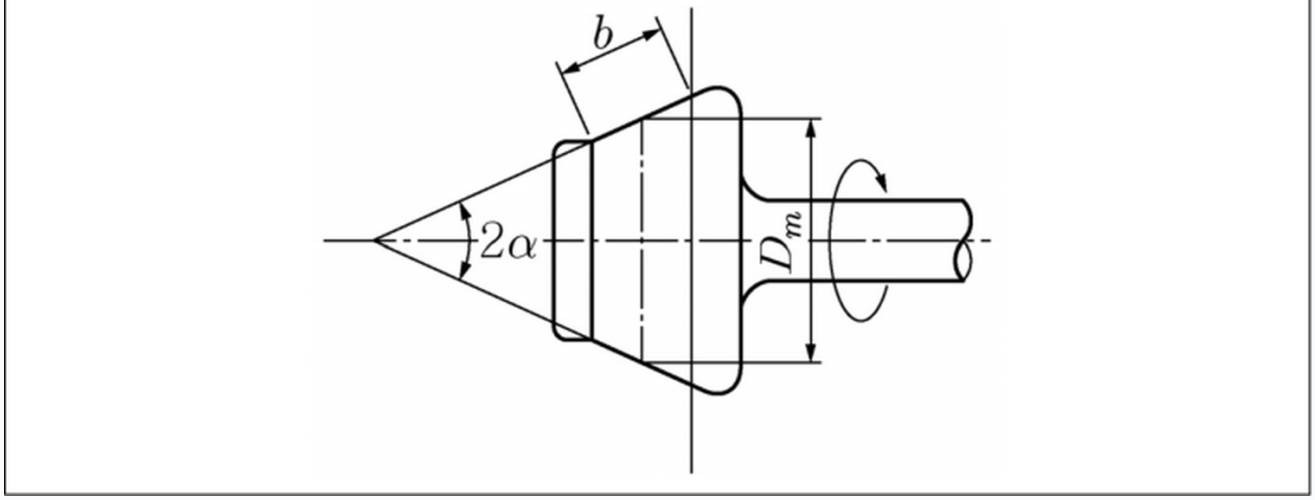
암기 포인트

베어링 정격수명은 시간 자체가 아니라 백만 회전수이며, $L_{10} = \frac{60nL_h}{10^6}$로 환산한다.

NoteBase

문 18. <보기>와 같은 원추 브레이크에서 마찰면의 평균지름이 D_m, 마찰면의 폭이 b, 브레이크 축이 마찰면과 이루는 각이 α일 때 브레이크의 제동토크를 구하는 식은? (단, 마찰면은 균일하게 마모된다고 가정하며, 마찰면의 평균압력은 q, 마찰계수는 μ이다.)

<보기>



① $\frac{\pi\mu q b D_m^2}{2}$
② $\frac{\pi\mu q b D_m^2}{2\sin\alpha}$
③ $\frac{\pi\mu q b D_m^2}{2(\sin\alpha+\mu\cos\alpha)}$
④ $\frac{\pi\mu q b D_m^2}{2(\cos\alpha+\mu\sin\alpha)}$

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 원추 브레이크에서 평균압력 q와 마찰면 평균지름 D_m, 마찰면 폭 b가 주어졌을 때 제동토크를 구하는 공식 적용 문제이다.

NoteBase

조건 정리

주어진 값:
- 마찰면 평균지름 D_m
- 마찰면 폭 b
- 브레이크 축과 마찰면이 이루는 각 α
- 평균압력 q
- 마찰계수 μ

구해야 할 값:
- 제동토크 T

주의할 조건:
- b는 그림처럼 마찰면을 따라 잰 폭이므로 접촉면적은 $A = \pi D_m b$이다.
- 평균압력 q가 직접 주어졌으므로 축방향 힘으로 다시 바꾸어 $\sin\alpha$를 넣을 필요가 없다.

사용할 공식

$T = \mu q A \cdot \frac{D_m}{2}, \quad A = \pi D_m b$

이 공식을 쓰는 이유:
문제에서 평균압력 q가 마찰면에 직접 작용하는 값으로 주어졌으므로, 마찰력은 $\mu q A$이고 그 작용 반지름은 평균반지름 $D_m/2$이다.

계산 과정

1. 마찰면의 접촉면적은 $A = \pi D_m b$이다.
2. 전체 마찰력은 $F = \mu q A = \mu q \pi D_m b$이다.
3. 제동토크는 $T = F \cdot \frac{D_m}{2} = \mu q \pi D_m b \cdot \frac{D_m}{2} = \frac{\pi \mu q b D_m^2}{2}$ 이다.

NoteBase

선지별 해설

① O
- 계산 결과가 $\frac{\pi\mu qbD_m^2}{2}$이므로 옳다.

② X
- $\frac{\pi\mu qbD_m^2}{2\sin\alpha}$는 평균압력이 아니라 축방향 힘이 주어졌을 때의 관계식을 잘못 끌어온 형태이다.
- 틀린 표현은 분모의 $\sin\alpha$이며, 올바르게는 $\sin\alpha$가 없어져 $\frac{\pi\mu qbD_m^2}{2}$가 된다.

③ X
- $\sin\alpha+\mu\cos\alpha$가 들어간 식은 마찰을 포함한 축방향 추력 관계를 혼동한 값으로, 평균압력 q로 바로 토크를 구하는 이 문제의 기본식과 맞지 않는다.
- 틀린 표현은 분모 전체 $2(\sin\alpha+\mu\cos\alpha)$이며, 올바르게는 분모가 2만 남아 $\frac{\pi\mu qbD_m^2}{2}$가 된다.

④ X
- $\cos\alpha+\mu\sin\alpha$를 넣은 식도 원추면의 기하와 마찰 저항을 다른 축력식과 섞은 오답이다.
- 틀린 표현은 분모 전체 $2(\cos\alpha+\mu\sin\alpha)$이며, 올바르게는 $\frac{\pi\mu qbD_m^2}{2}$이다.

계산 결과 $\frac{\pi\mu qbD_m^2}{2}$이므로 정답은 1번이다.

오답 포인트

이 문제의 함정은 원추 브레이크라는 이유만으로 $\sin\alpha$나 μ가 섞인 축력식을 자동으로 끌어오는 점이다.
이번 문항은 평균압력 q가 직접 주어졌고 b도 마찰면을 따라 잰 폭이므로, 먼저 접촉면적 $A=\pi D_m b$를 만든 뒤 마찰력과 평균반지름만 곱하면 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

원추 브레이크 계산형은 먼저 무엇이 주어졌는지 본다. 평균압력 q가 직접 주어지면 $A\to\mu qA\to T$ 순서로 바로 가고, 축방향 힘이 주어질 때만 α에 따른 힘 분해식을 추가한다.

암기 포인트

원추 브레이크에서 q와 b가 직접 주어지면 제동토크는 마찰력 μqA에 평균반지름 $D_m/2$를 곱해 구한다.

NoteBase

문 19. 잇수 8개, 큰 지름 $d_2 = 52\text{mm}$, 작은 지름 $d_1 = 48\text{mm}$인 각형 스플라인 축이 1,000rpm으로 회전하면서 10 kW의 동력을 전달한다. 이 측면의 허용면압이 10 MPa, 보스의 길이가 100mm, 이 너비가 10mm, 잇면의 모따기가 0.5mm일 때 이 측면의 접촉효율은? (단, $\pi = 3$으로 계산한다.)

① 1/6

② 1/4

③ 1/2

④ 3/4

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 각형 스플라인 축의 측면 허용면압 식을 이용해 접촉효율을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 잇수 8개, 큰 지름 52mm, 작은 지름 48mm, 회전수 1,000rpm, 동력 10 kW, 허용면압 10 MPa, 보스 길이 100mm, 잇근 모따기 0.5mm이다.
구해야 할 값: 측면의 접촉효율이다.
주의할 조건: 평균지름은 $D_m = (d_1 + d_2)/2$로 잡고, 유효높이는 $h = (d_2 - d_1)/2 - 2c$로 계산한다. 이 너비 10mm는 측면 면압식에 직접 들어가지 않는다.

사용할 공식

$T = \frac{60P}{2\pi N}$, $F = \frac{2T}{D_m}$, $p = \frac{F}{\psi z h L}$
이 공식을 쓰는 이유: 스플라인 축의 측면 면압은 전달 접선하중 F가 유효 접촉면적 zhL에 접촉효율 ψ만큼 분담된다고 보기 때문이다.

계산 과정

1. 동력식에서 토크를 구하면 $T = \frac{60 \times 10{,}000}{2 \times 3 \times 1{,}000} = 100N \cdot m = 100{,}000N \cdot mm$이다.
2. 평균지름은 $D_m = (48 + 52)/2 = 50mm$이다.
3. 유효높이는 $h = (52 - 48)/2 - 2 \times 0.5 = 1mm$이다.
4. 전달 접선하중은 $F = \frac{2T}{D_m} = \frac{2 \times 100{,}000}{50} = 4{,}000N$이다.
5. 허용면압식에 대입하면 $10 = \frac{4{,}000}{\psi \times 8 \times 1 \times 100}$이므로 $\psi = \frac{4{,}000}{8{,}000} = \frac{1}{2}$이다.

NoteBase

선지별 해설

① X: 틀린 표현은 '1/6'이다. $\psi = 1/6$이면 허용면압으로 분담되는 접선하중이 $10 \times \frac{1}{6} \times 8 \times 1 \times 100 \approx 1{,}333N$에 불과하므로 필요한 $4{,}000N$과 맞지 않는다. 올바르게는 접촉효율이 1/2이다.

② X: 틀린 표현은 '1/4'이다. $\psi = 1/4$이면 접선하중이 $2{,}000N$만 되어 부족하다. 이 값은 모따기 0.5mm를 빼지 않고 유효높이를 2mm로 잘못 잡을 때 나오기 쉬운 오답이다. 올바르게는 접촉효율이 1/2이다.

③ O: 평균지름 $50mm$, 유효높이 $1mm$, 접선하중 $4{,}000N$을 적용하면 $\psi = \frac{4{,}000}{10 \times 8 \times 1 \times 100} = \frac{1}{2}$가 된다.

④ X: 틀린 표현은 '3/4'이다. $\psi = 3/4$이면 허용면압으로 계산되는 접선하중이 $6{,}000N$이 되어 문제의 전달동력에서 구해진 $4{,}000N$과 맞지 않는다. 올바르게는 접촉효율이 1/2이다.

오답 포인트

유효높이 계산에서 잇근 모따기 0.5mm를 양쪽에서 빼야 한다는 점을 놓치기 쉽다. 또 이 너비 10mm를 식에 억지로 넣거나, 동력에서 토크를 구한 뒤 평균지름으로 접선하중을 바꾸는 단계를 생략하면 오답이 나온다.

다시 나오면 이렇게 판단

스플라인 면압 계산은 먼저 동력과 회전수로 토크를 구하고, 평균지름으로 접선하중을 바꾼 다음, 유효높이와 보스 길이를 넣어 $p = F/(\psi z h L)$를 정리하는 순서로 판단한다.

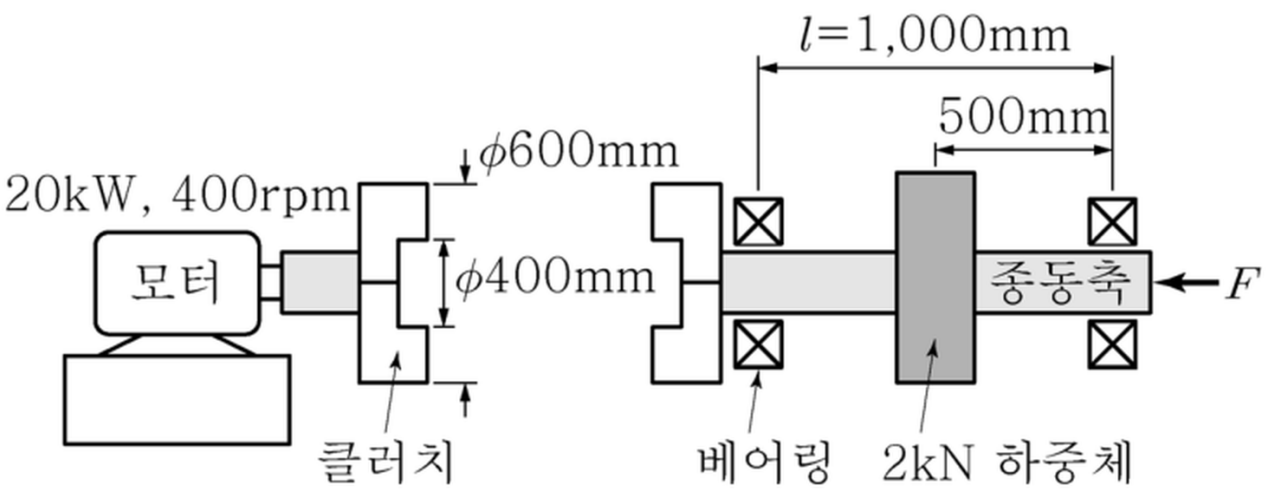
암기 포인트

각형 스플라인 측면 면압은 평균지름으로 하중을 구하고, 유효높이는 전체 높이에서 모따기 두 번을 뺀 값으로 잡는다.

NoteBase

문 20. <보기>는 2 kN의 하중체를 회전시키는 설비의 개략도이다. 클러치에서 슬립이 발생하지 않는다면 연성재질의 종동축이 파손되지 않는 직경을 설계하기 위해 적용해야 하는 상당모멘트와 그 값[Nm]을 옳게 짝지은 것은? (단, $\pi = 3$으로 계산한다.)

<보기>



① 상당굽힘모멘트, $250(1+\sqrt{2})$

② 상당굽힘모멘트, $250(2+\sqrt{5})$

③ 상당비틀림모멘트, $500\sqrt{2}$

④ 상당비틀림모멘트, $500\sqrt{5}$

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 동력으로부터 전달토크를 구하고, 2 kN 집중하중이 만드는 최대굽힘모멘트를 구한 뒤, 연성축 설계에 적용하는 상당비틀림모멘트를 판단하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 동력 20 kW, 회전수 400rpm, 하중 2 kN, 베어링 간 거리 1,000mm, 하중은 양 베어링의 중앙에 있다.
구해야 할 값: 축 직경 설계에 적용할 상당모멘트와 그 값이다.
주의할 조건: 클러치에서 슬립이 없으므로 전달토크는 모터가 전달하는 토크와 같고, 연성재질 축이므로 상당굽힘모멘트가 아니라 상당비틀림모멘트를 사용한다.

NoteBase

사용할 공식

전달토크: $P = \frac{2\pi nT}{60}$
최대굽힘모멘트: 중앙 집중하중을 받는 단순지지보이므로 $M_{max} = \frac{Wl}{4}$
연성축의 설계 적용량: $T_e = \sqrt{M^2 + T^2}$

이 공식을 쓰는 이유:
이 축에는 모터가 전달하는 비틀림과 하중체가 만드는 굽힘이 동시에 작용한다. 축 재질이 연성이므로 최대전단응력설에 따라 상당비틀림모멘트 T_e를 적용해 직경을 정한다.

계산 과정

1. 전달토크를 구한다.
$20,000 = \frac{2 \times 3 \times 400 \times T}{60}$
$20,000 = 40T$
$T = 500Nm$

2. 최대굽힘모멘트를 구한다.
- 2 kN 하중이 중앙에 있으므로 좌우 베어링 반력은 각각 1 kN이다.
$M_{max} = R \times \frac{l}{2} = 1kN \times 0.5m = 0.5kN \cdot m = 500Nm$

3. 상당비틀림모멘트를 구한다.
T_e=√(M^2+T^2)=√(500^2+500^2)=5002 Nm

NoteBase

기출OX 해설집 · 공무원/서울시/7급 · 기계설계 · 2020 · 10월

선지 판단

① X
- '상당굽힘모멘트'가 틀린 표현이다. 연성축의 직경 설계에는 상당비틀림모멘트를 적용한다.
- 값도 틀리다. 상당굽힘모멘트를 계산하더라도 M_e=(1)/(2)≤ft(M+√(M^2+T^2))=250≤ft(2+2) Nm이다.
- 틀린 표현 → 올바르게는 '상당비틀림모멘트, 5002 Nm'이다.

② X
- '상당굽힘모멘트'가 틀린 표현이다.
- 수치 250(2+5)는 굽힘모멘트를 $2kN \times 0.5m = 1000Nm$로 잘못 잡았을 때의 상당굽힘모멘트 값이다. 중앙 집중하중 단순지지보의 최대굽힘모멘트는 반력 1 kN을 써서 $500Nm$가 된다.
- 틀린 표현 → 올바르게는 '상당비틀림모멘트, 5002 Nm'이다.

③ O
- 전달토크는 $500Nm$, 최대굽힘모멘트도 $500Nm$이다.
- 따라서 연성축 설계에 적용할 상당비틀림모멘트는 T_e=√(500^2+500^2)=5002 Nm이다.

④ X
- '상당비틀림모멘트'라는 종류는 맞지만 값이 틀리다.
- 5005 Nm는 굽힘모멘트를 $1000Nm$로 잘못 계산했을 때 나오는 값이다.
- 틀린 표현 → 올바르게는 '상당비틀림모멘트, 5002 Nm'이다.

계산 결과 상당비틀림모멘트는 5002 Nm이므로 정답은 3번이다.

오답 포인트

클러치 지름 $\phi 600$과 $\phi 400$에 시선이 끌려 불필요한 계산을 하거나, 연성축인데 상당굽힘모멘트를 고르는 경우가 많다. 또 2 kN 하중을 그대로 0.5m에 곱해 $1000Nm$로 잡으면 반력을 무시한 오답이 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

축 설계 계산형은 먼저 동력과 회전수로 전달토크를 구하고, 다음으로 지지조건과 하중 위치로 최대굽힘모멘트를 구한다. 그 뒤 재질이 연성이면 상당비틀림모멘트, 취성이면 상당굽힘모멘트를 적용해 판단한다.

암기 포인트

연성축 직경 설계는 $T_e = \sqrt{M^2 + T^2}$, 중앙 집중하중 단순지지보의 최대굽힘모멘트는 $\frac{Wl}{4}$이다.

NoteBase