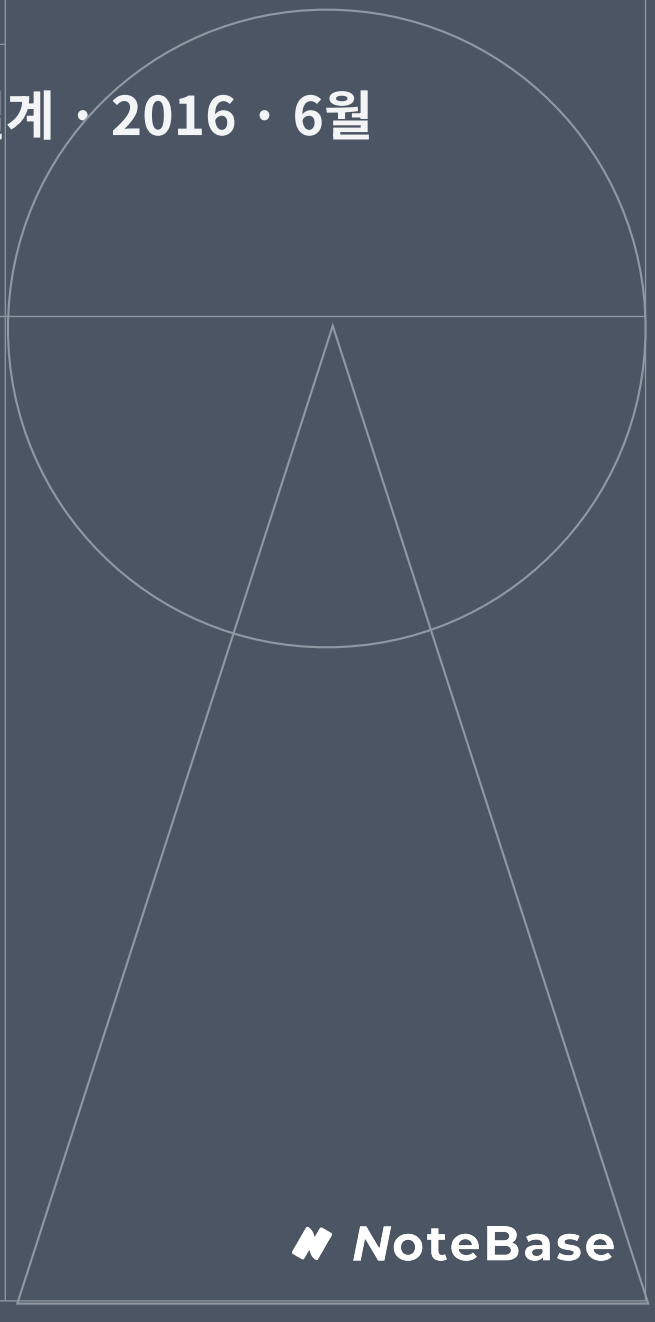
기출OX 해설집

공무원/서울시/7급 · 기계설계 · 2016 · 6월



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/서울시/7급 · 기계설계 · 2016 · 6월

공무원/서울시/7급 · 기계설계 · 2016 · 6월

문 1. 한쪽 끝단은 고정되어 있고 다른쪽 끝단에는 인장력이 가해지고 있는 원형 단면 축이 있다. 이 축의 재료를 처음 재료의 1/2인 탄성계수를 가지는 것으로 변경할 때, 다음 설명 중 옳은 것은? (단, 탄성계수 외 다른 조건들은 처음과 동일하고, 탄성영역 내에서 변형한다.)

① 축의 인장량은 처음과 동일하다.

② 축에 발생하는 응력은 처음과 동일하다.

③ 축에 발생하는 변형률은 처음과 동일하다.

④ 위의 보기 1, 2, 3 모두 잘못된 설명이다.

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 축방향 인장하중이 일정할 때 응력 σ, 변형률 ε, 인장량 δ가 탄성계수 E 변화에 따라 어떻게 달라지는지를 묻는 문제이다.

조건 정리

주어진 조건은 한쪽 끝 고정, 다른쪽 끝에 인장력 작용, 원형 단면 축, 탄성영역 내 변형이다.
변하지 않는 값은 하중 P, 길이 L, 단면적 A이다.
변하는 값은 탄성계수 E이며, 처음 값의 1/2로 감소한다.

사용할 공식

응력은 $\sigma = P/A$이다.
변형률은 $\varepsilon = \sigma/E = P/(AE)$이다.
인장량은 $\delta = PL/(AE)$이다.
이 공식을 쓰는 이유는 축이 축방향 인장하중만 받는 선형탄성 부재이므로 응력은 하중과 단면적으로, 변형률과 인장량은 탄성계수까지 함께 반영해 판단하기 때문이다.

NoteBase

계산 과정

1. 하중 P와 단면적 A가 그대로이므로 응력 $\sigma = P/A$는 변하지 않는다.
2. 변형률은 $\varepsilon = \sigma/E$이므로 E가 1/2가 되면 ε은 2배가 된다.
3. 인장량은 $\delta = PL/(AE)$이므로 E가 1/2가 되면 δ도 2배가 된다.
4. 따라서 처음과 동일한 것은 응력뿐이다.

선지별 해설

① X: 축의 인장량은 처음과 동일하지 않다. 틀린 표현은 "인장량은 처음과 동일하다"이다. 올바르게는 $\delta = PL/(AE)$이므로 탄성계수가 절반이 되면 인장량은 2배가 된다.
② O: 축에 발생하는 응력은 처음과 동일하다. 응력은 $\sigma = P/A$로 정해지므로 재료의 탄성계수가 바뀌어도 하중과 단면적이 같으면 응력은 변하지 않는다.
③ X: 축에 발생하는 변형률은 처음과 동일하지 않다. 틀린 표현은 "변형률은 처음과 동일하다"이다. 올바르게는 $\varepsilon = \sigma/E$이므로 탄성계수가 절반이 되면 변형률은 2배가 된다.
④ X: 1, 2, 3 모두 잘못된 설명이 아니다. 틀린 표현은 "1, 2, 3 모두 잘못되었다"이다. 올바르게는 ②만 옳고 ①과 ③만 틀리다.

오답 포인트

응력, 변형률, 인장량을 모두 같은 비율로 생각하면 오답이 된다. 이 문항은 재료상수 E가 바뀔 때 무엇이 하중-단면 관계로만 결정되고, 무엇이 재료강성과 함께 변하는지를 구분하는 함정을 둔 문제이다.

다시 나오면 이렇게 판단

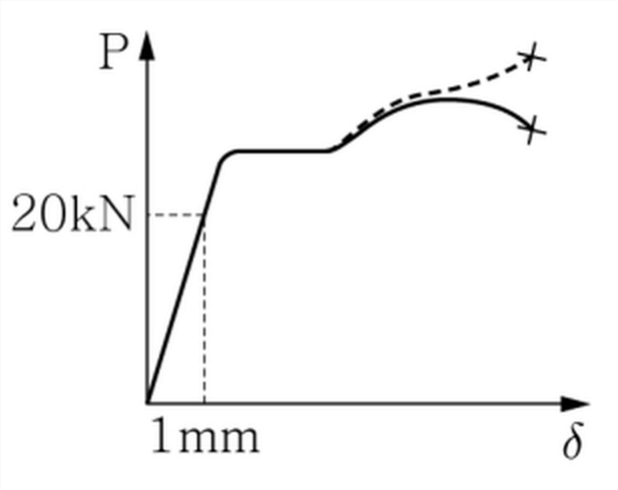
축하중 문제에서 먼저 $\sigma = P/A$처럼 하중과 단면만으로 정해지는 값을 분리하고, 그다음 E가 분모에 들어가는 ε, δ가 같은 방향으로 변하는지를 판단하면 된다.

암기 포인트

축인장에서는 σ는 하중과 단면이 결정하고, ε과 δ는 E에 반비례한다.

NoteBase

문 2. 오른쪽 그림은 길이 1m, 균일한 단면적 $10cm^2$인 금속봉에 인장하중을 가하고 변형량을 측정하여 그 거동을 그래프로 나타낸 것이다. 이 금속봉의 탄성계수(young's modulus)는 얼마인가?



① 20 GPa

② 20 MPa

③ 20 kPa

④ 20 Pa

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 인장시험 그래프의 초기 직선구간에서 탄성계수 E를 $E = \frac{\sigma}{\varepsilon} = \frac{PL}{A\delta}$로 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값은 길이 $L = 1m$, 단면적 $A = 10cm^2 = 10 \times 10^{-4}m^2 = 10^{-3}m^2$, 하중 $P = 20kN = 2 \times 10^4N$, 변형량 $\delta = 1mm = 10^{-3}m$이다.
구해야 할 값은 탄성계수 E이다.
주의할 조건은 초기 직선구간의 값으로 계산해야 하고, 단면적과 변형량을 SI 단위로 바꿔야 한다는 점이다.

사용할 공식

사용 공식은 $E = \frac{\sigma}{\varepsilon} = \frac{P/A}{\delta/L} = \frac{PL}{A\delta}$이다.
이 공식을 쓰는 이유는 탄성계수는 응력-변형률의 비이고, 그래프에서 주어진 $20kN$과 $1mm$가 초기 탄성구간의 하중과 변형량이기 때문이다.

NoteBase

계산 과정

1. 응력은 $\sigma = \frac{P}{A} = \frac{2 \times 10^4}{10^{-3}} = 2 \times 10^7 Pa$이다.
2. 변형률은 $\varepsilon = \frac{\delta}{L} = \frac{10^{-3}}{1} = 10^{-3}$이다.
3. 따라서 탄성계수는 $E = \frac{\sigma}{\varepsilon} = \frac{2 \times 10^7}{10^{-3}} = 2 \times 10^{10} Pa = 20 GPa$이다.

선지별 해설

① O: 계산 결과가 $20 GPa$이므로 옳다.
② X: 틀린 표현은 탄성계수가 $20 MPa$라는 점이다. 올바르게는 $20 GPa$이다. MPa는 정답보다 10^3배 작은 단위이므로 단위 환산을 잘못한 값이다.
③ X: 틀린 표현은 탄성계수가 $20 kPa$라는 점이다. 올바르게는 $20 GPa$이다. kPa는 정답보다 10^6배 작은 단위이므로 응력과 변형률 계산 뒤 단위를 거의 반영하지 못한 값이다.
④ X: 틀린 표현은 탄성계수가 $20 Pa$라는 점이다. 올바르게는 $20 GPa$이다. Pa만 남긴 값은 cm^2와 mm를 m 단위로 바꾸지 않은 수준의 오답이다.

오답 포인트

이 문항의 함정은 숫자 자체보다 단위에 있다. $10 cm^2$를 $10^{-3} m^2$, $1 mm$를 $10^{-3} m$로 바꾸지 않으면 MPa, kPa, Pa처럼 지나치게 작은 값으로 미끄러진다.

다시 나오면 이렇게 판단

인장시험에서 탄성계수를 묻는 문제는 초기 직선구간인지 먼저 확인하고, $E = \frac{PL}{A\delta}$를 적용한 뒤 단면적과 변형량을 SI 단위로 환산해 검산하면 된다.

암기 포인트

탄성계수는 초기 직선구간의 기울기이며 $E = \frac{PL}{A\delta}$이고, 금속의 값은 보통 GPa 단위로 나온다.

NoteBase

문 3. 단면의 모양이 일정하고, 자중(自重)을 무시할 수 있는 외팔보의 끝단에 강체(질량 m)가 고정되어 있다. 이 강체를 아래로 살짝 당겼다가 놓았더니 진동을 하고 있다. 이때 저차모드 진동주파수는 어떻게 표현될 수 있는가? (단, 외팔보의 길이는 L, 탄성계수는 E, 단면2차 모멘트는 I로 한다.)

① $\frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{3EI}{mL^3}}$
② $\frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{48EI}{mL^3}}$
③ $\frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{126EI}{mL^3}}$
④ $\frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{384EI}{mL^3}}$

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 끝단에 집중질량이 달린 외팔보를 등가 스프링-질량계로 바꾸어 저차모드 고유진동수를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값은 외팔보 길이 L, 탄성계수 E, 단면2차모멘트 I, 끝단 집중질량 m이다.
구해야 할 값은 저차모드 진동주파수 f_n이다.
자중은 무시하므로 보의 분포질량은 제외하고 끝단 질량 m만 가진 1자유도계로 본다.

사용할 공식

외팔보 끝단에 하중 P가 작용할 때 정적 처짐은 $\delta = \frac{PL^3}{3EI}$이다.
따라서 등가강성은 $k = \frac{P}{\delta} = \frac{3EI}{L^3}$이다.
저차모드 고유진동수는 $f_n = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{m}}$ 이다.
이 공식을 쓰는 이유는 끝단 집중질량이 작은 변위로 진동할 때 외팔보가 복원스프링 역할을 하기 때문이다.

계산 과정

1. 외팔보 끝단 집중하중의 처짐식에서 등가강성을 구하면 $k = \frac{3EI}{L^3}$이다.
2. 이를 1자유도계의 고유진동수 식에 대입하면 $f_n = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{m}}$ 이다.
3. 정리하면 $f_n = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{3EI}{mL^3}}$ 가 된다.

NoteBase

선지별 해설

① O: 계산 결과가 $f_n = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{3EI}{mL^3}}$ 이므로 맞다.
② X: 계수 48은 외팔보 끝단 집중하중의 등가강성 계수와 맞지 않는다. 이 문항의 복원강성은 $\frac{3EI}{L^3}$이므로 올바르게는 $\frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{3EI}{mL^3}}$ 이다.
③ X: 계수 126은 끝단 집중질량이 달린 외팔보의 저차모드 식에서 나오지 않는다. 외팔보 끝단 처짐식을 쓰면 계수는 3이므로 올바르게는 $\frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{3EI}{mL^3}}$ 이다.
④ X: 계수 384도 이 경계조건의 등가강성과 맞지 않는다. 올바른 판단은 먼저 외팔보 끝단 집중하중의 처짐식 $\delta = \frac{PL^3}{3EI}$을 세워 계수 3을 얻는 것이다.

오답 포인트

외팔보의 고유진동수 문제를 보면 바로 진동식만 떠올리고 보의 정적 처짐식에서 등가강성을 구하는 단계를 빼먹기 쉽다. 이때 단순지지보나 다른 하중조건에서 쓰는 처짐 계수 48, 384 같은 익숙한 숫자를 섞으면 오답이 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

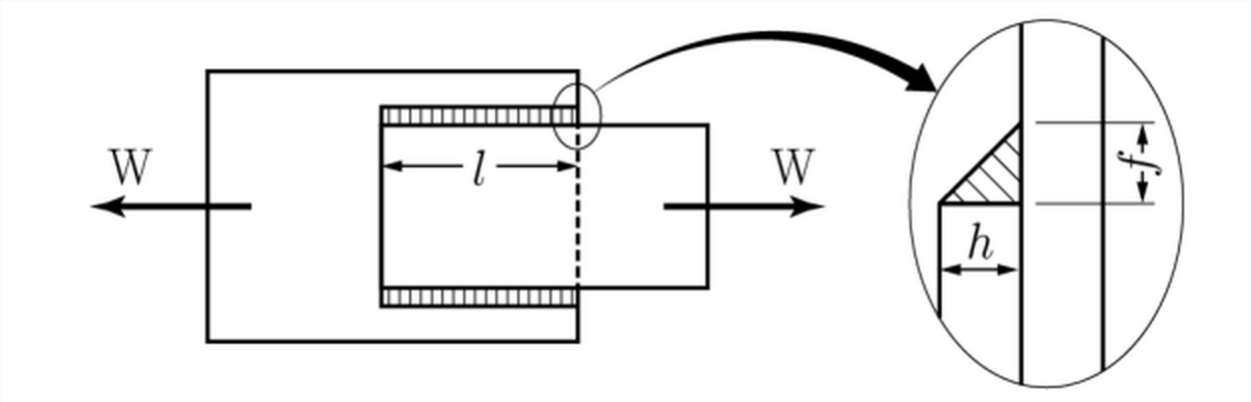
끝단 집중질량이 붙은 보 진동 문제는 먼저 해당 보의 정적 처짐식으로 등가강성 k를 만든 뒤, 그 다음에 $f_n = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{m}}$를 적용하는 순서로 판단한다.

암기 포인트

외팔보 끝단 집중하중 처짐은 $\delta = \frac{PL^3}{3EI}$, 따라서 끝단 등가강성은 $k = \frac{3EI}{L^3}$이다.

NoteBase

문 4. 그림과 같이 두께 $h = 5\text{mm}$인 강판의 측면을 용접 길이 $l = 40\text{mm}$로 측면 필릿(fillet) 용접이음하였다. 용접부의 허용전단응력이 3kgf/mm^2일 때, 하중 W[kgf]의 최댓값은? (단, 용접치수 $f = 5\text{mm}$이고, $1/\sqrt{2} = 0.707$로 한다.)



① 370.2

② 484.6

③ 620.7

④ 848.4

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 양쪽 측면 필릿 용접의 유효목두께와 총 유효용접길이를 이용하여 허용하중을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 판 두께 $h = 5mm$, 용접길이 $l = 40mm$, 용접치수 $f = 5mm$, 허용전단응력 $\tau = 3kgf/mm^2$
구해야 할 값: 최대 하중 W
주의할 조건: 측면 필릿 용접이 위아래 두 줄이므로 총 길이는 $2l$이고, 실제 저항 단면은 목두께 $0.707f$를 사용한다.

사용할 공식

사용 공식은 $W = \tau A$, $A = 2l \times 0.707f$이다.
이 공식을 쓰는 이유는 필릿 용접의 전단 저항이 유효목단면적 A 전체에 허용전단응력 τ가 작용하는 형태이기 때문이다.

NoteBase

계산 과정

1. 필릿 용접의 유효목두께는 $0.707f = 0.707 \times 5 = 3.535mm$이다.
2. 위아래 두 줄의 총 유효용접길이는 $2l = 2 \times 40 = 80mm$이다.
3. 유효단면적은 $A = 80 \times 3.535 = 282.8mm^2$이다.
4. 최대 하중은 $W = \tau A = 3 \times 282.8 = 848.4kgf$이다.

선지별 해설

① X: 370.2 kgf는 계산 결과와 맞지 않는 수치이다. 유효목두께 또는 총 용접길이 적용을 잘못한 값이며, 올바르게는 최대하중이 848.4 kgf이다.
② X: 484.6 kgf는 두 줄의 측면 용접을 모두 반영하지 못한 오답에 가깝다. 이 문제는 위아래 두 줄이 함께 하중을 받으므로 올바르게는 848.4 kgf이다.
③ X: 620.7 kgf는 목두께 $0.707f$ 또는 총 길이 $2l$를 일부만 반영한 수치이다. 올바른 값은 $W = 848.4kgf$이다.
④ O: 유효목두께 $0.707f$와 총 유효길이 $2l$를 적용하면 $W = 3 \times 0.707 \times 5 \times 80 = 848.4kgf$가 되어 맞다.

오답 포인트

이 문항의 함정은 필릿 용접에서 다리길이 f가 아니라 목두께 $0.707f$를 써야 한다는 점과, 측면 용접선이 한 줄이 아니라 두 줄이라는 점이다. 한 줄만 계산하거나 0.707을 빼먹으면 오답이 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

측면 필릿 용접 하중 문제는 먼저 용접선 개수를 세어 총 길이를 정하고, 다음에 목두께 $0.707f$로 유효단면적을 만든 뒤, 마지막에 $W = \tau A$로 계산하면 된다.

암기 포인트

필릿 용접 허용하중은 목두께 $0.707f$와 총 용접길이의 곱에 허용전단응력을 곱한 값이다.

NoteBase

문 5. 굽힘모멘트 M과 비틀림모멘트 T를 동시에 받는 원형 중실축이 있다. 이때 상당비틀림모멘트만에 의하여 축지름 [mm]을 설계하면 얼마인가? (단, $M = 100\text{N} \cdot \text{mm}$, $T = 100\text{N} \cdot \text{mm}$이며 축재료의 허용전단응력 $\tau = \sqrt{2}\,\text{N/mm}^2$이다.)

① $\sqrt[3]{\frac{500}{\pi}}$
② $\sqrt[3]{\frac{1000}{\pi}}$
③ $\sqrt[3]{\frac{1600}{\pi}}$
④ $\sqrt[3]{\frac{20000}{\pi}}$

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 굽힘모멘트와 비틀림모멘트를 동시에 받는 원형 축에서 상당비틀림모멘트 T_e를 구한 뒤 허용전단응력 식으로 축지름 d를 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: $M = 100N \cdot mm$, $T = 100N \cdot mm$, $\tau = \sqrt{2}\,N/mm^2$이다.
구해야 할 값: 상당비틀림모멘트만으로 설계한 축지름 d이다.
주의할 조건: 굽힘과 비틀림을 함께 받을 때는 먼저 상당비틀림모멘트 T_e를 구한 뒤 원형 실축의 비틀림 식에 대입한다.

사용할 공식

상당비틀림모멘트는 $T_e = \sqrt{M^2 + T^2}$ 이다.
원형 실축의 허용전단응력 식은 $\tau = \frac{16T_e}{\pi d^3} \quad \Rightarrow \quad d^3 = \frac{16T_e}{\pi\tau}$ 이다.
이 공식을 쓰는 이유는 문제에서 굽힘모멘트와 비틀림모멘트를 동시에 받는 축을 상당비틀림모멘트만으로 설계하라고 했기 때문이다.

계산 과정

1. 상당비틀림모멘트를 구하면 $T_e = \sqrt{100^2 + 100^2} = 100\sqrt{2}\,(N \cdot mm)$ 이다.
2. 이를 허용전단응력 식에 대입하면 $d^3 = \frac{16 \cdot 100\sqrt{2}}{\pi\sqrt{2}} = \frac{1600}{\pi}$ 이다.
3. 따라서 축지름은 $d = \sqrt[3]{\frac{1600}{\pi}}\,(mm)$ 이다.

NoteBase

기출OX 해설집 · 공무원/서울시/7급 · 기계설계 · 2016 · 6월

선지 판단

① X
계산 결과는 $d = \sqrt[3]{1600/\pi}$이므로 $\sqrt[3]{500/\pi}$는 맞지 않는다.
틀린 표현은 분자 500이다. 올바르게는 $d = \sqrt[3]{1600/\pi}$이다.

② X
계산 결과와 비교하면 분자 1000은 부족하다.
틀린 표현은 분자 1000이다. 올바르게는 $T_e = 100\sqrt{2}$와 $\tau = \sqrt{2}$가 약분되어 분자가 1600이 되므로
$d = \sqrt[3]{1600/\pi}$이다.

③ O
$d = \sqrt[3]{\frac{1600}{\pi}}$ 로 계산되므로 정답과 일치한다.
상당비틀림모멘트를 먼저 구하고 원형 실축의 비틀림 식에 넣은 결과가 그대로 반영된 선지이다.

④ X
$\sqrt[3]{20000/\pi}$는 너무 큰 값으로 계산 결과와 다르다.
틀린 표현은 분자 20000이다. 올바르게는 $M^2 + T^2 = 20000$을 그대로 쓰는 것이 아니라
$T_e = \sqrt{M^2 + T^2} = 100\sqrt{2}$를 써서 $d = \sqrt[3]{1600/\pi}$로 계산한다.

오답 포인트

이 문제의 함정은 M과 T가 같다고 해서 100만 대입하거나, $M^2 + T^2$를 그대로 분자에 넣는 실수이다. 또한 원형 실축의 비틀림 식에서 계수 16을 빠뜨리면 분자가 작아져 오답이 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

굽힘과 비틀림이 함께 주어지면 먼저 $T_e = \sqrt{M^2 + T^2}$ 인지 확인하고, 그다음 $\tau = 16T_e/(\pi d^3)$로 옮겨 d^3를 구한 뒤 마지막에 세제곱근을 취하는 순서로 판단한다.

암기 포인트

축 설계 계산은 굽힘+비틀림→ 상당비틀림모멘트→ d^3=16T_e/(πτ) 순서로 정리된다.

NoteBase

문 6. 회전토크를 전달하고 있는 축의 비틀림 현상에 대한 설명 중 옳은 것은?

① 축이 길어지면, 축에 걸리는 전단응력이 커진다.

② 전단탄성계수가 큰 재료로 축을 만들면, 축에 걸리는 전단응력이 줄어든다.

③ 축의 재료, 길이와 단면적이 같다면, 속이 채워진 축(중실축)보다 축 가운데 구멍이 있는 축(중공축)이 덜 비틀어진다.

④ 속이 채워진 축인 경우, 지름이 두 배 커지면 축에 걸리는 전단응력이 반으로 줄어든다.

정답 3번

출제 포인트

원형축의 비틀림에서 전단응력은 $\tau = Tc/J$, 비틀림각은 $\theta = TL/GJ$로 결정된다는 점과 중실축·중공축의 극관성모멘트 차이를 구분하는 문제이다.

핵심 개념

전단응력은 같은 토크에서 축 길이와는 무관하고 단면의 크기와 형상에 따라 달라진다.
비틀림각은 토크, 길이, 전단탄성계수, 극관성모멘트의 영향을 받으며 $\theta = TL/GJ$로 정리된다.
같은 재료와 같은 단면적이라면 재료가 바깥쪽에 더 배치되는 중공축이 중실축보다 극관성모멘트가 커서 덜 비틀어진다.

선지별 해설

① X: 축이 길어지면 커지는 것은 비틀림각이며, 전단응력은 같은 토크와 단면이면 길이와 무관하다. 틀린 표현은 '전단응력이 커진다'이며, 올바르게는 '축이 길어지면 비틀림각이 커진다'이다.
② X: 전단탄성계수 G가 커지면 줄어드는 것은 비틀림각이다. 전단응력은 $\tau = Tc/J$로 정해져 재료의 G와 직접 무관하다. 틀린 표현은 '전단응력이 줄어든다'이며, 올바르게는 '전단탄성계수가 크면 비틀림각이 줄어든다'이다.
③ O: 같은 재료, 같은 길이, 같은 단면적이면 중공축이 중실축보다 극관성모멘트 J가 커진다. 따라서 $\theta = TL/GJ$에서 비틀림각이 더 작아져 중공축이 덜 비틀어진다.
④ X: 중실축의 전단응력은 같은 토크에서 $\tau \propto 1/d^3$이다. 지름이 2배가 되면 전단응력은 1/2가 아니라 1/8로 줄어든다. 틀린 표현은 '반으로 줄어든다'이며, 올바르게는 '8분의 1로 줄어든다'이다.

오답 포인트

전단응력과 비틀림각의 변수를 서로 섞으면 ①과 ②를 잘못 고르기 쉽다. 또한 ④처럼 지름 변화에서 d^3 관계를 놓치면 선형적으로 반감된다고 착각하기 쉽다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

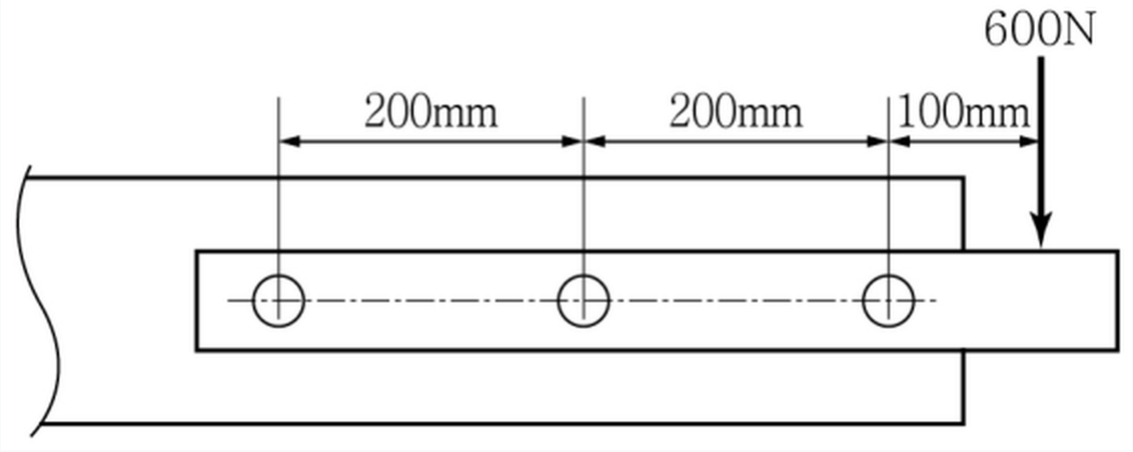
축 비틀림 문제는 먼저 무엇을 묻는지 전단응력인지 비틀림각인지 구분한 뒤 식의 변수만 대응하면 된다. 전단응력은 T, 단면형상, 지름에 주목하고, 비틀림각은 여기에 길이 L과 전단탄성계수 G까지 함께 본다.

암기 포인트

응력은 $\tau = Tc/J$, 비틀림각은 $\theta = TL/GJ$, 같은 면적이면 중공축이 중실축보다 덜 비틀어진다.

NoteBase

문 7. 그림과 같은 리벳이음 구조물에서 600 N의 힘이 작용할 때, 리벳에 작용하는 최대 전단응력(τ_{max})의 크기[N/mm^2]는? (단, 리벳의 지름 $d = 10$mm이다.)



① $\frac{26}{\pi}$

② $\frac{8}{\pi}$

③ 4π

④ 16π

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 편심하중을 받는 리벳군에서 직접전단과 회전전단을 합성하여 최대 전단응력을 구하는 문제이다.

조건 정리

- 작용하중: 600 N
- 리벳 수: 3개
- 리벳 간격: 200mm, 200mm
- 하중 작용선은 오른쪽 리벳에서 100mm 오른쪽에 있다.
- 리벳 지름: 10mm
- 구해야 할 값: 리벳에 작용하는 최대 전단응력 τ_{max}
- 주의할 조건: 각 리벳의 직접전단 600/3과 편심에 의한 회전전단을 함께 고려해야 한다.

사용할 공식

$P_d = \frac{P}{n}$, $P_{mi} = \frac{Mr_i}{\sum r^2}$, $\tau = \frac{F}{A}$, $A = \frac{\pi d^2}{4}$

이 문제는 하중의 작용선이 리벳군 중심을 지나지 않는 편심하중 문제이므로, 모든 리벳에 공통으로 걸리는 직접전단과 회전에 저항하는 추가 전단을 합성해야 한다.

NoteBase

계산 과정

1. 리벳군의 도심은 가운데 리벳 중심이다. 따라서 왼쪽, 가운데, 오른쪽 리벳의 도심으로부터 거리 r는 각각 200mm, 0, 200mm이다.
2. 하중 작용선과 도심 사이의 편심거리는 $e = 200 + 100 = 300\text{mm}$이므로 모멘트는 $M = 600 \times 300 = 180{,}000\text{N·mm}$이다.
3. 직접전단은 각 리벳에 $P_d = 600/3 = 200\text{N}$씩 작용한다.
4. 회전전단 계산에 필요한 값은 $\sum r^2 = 200^2 + 0 + 200^2 = 80{,}000$이다.
5. 양 끝 리벳의 회전전단은 $P_m = \frac{180{,}000 \times 200}{80{,}000} = 450\text{N}$이다.
6. 최대 전단력은 직접전단과 회전전단이 같은 방향으로 작용하는 끝 리벳에서 생기므로 $F_{\max} = 200 + 450 = 650\text{N}$이다.
7. 리벳 한 개의 전단면적은 $A = \frac{\pi \times 10^2}{4} = 25\pi\text{mm}^2$이다.
8. 따라서 최대 전단응력은 $\tau_{\max} = \frac{650}{25\pi} = \frac{26}{\pi}\text{N/mm}^2$이다.

선지별 해설

① O
- 계산 결과 $\tau_{\max} = \frac{26}{\pi}\text{N/mm}^2$이므로 옳다.

② X
- $\frac{8}{\pi}$는 각 리벳에 직접전단 200N만 작용한다고 본 값이다.
- 틀린 표현은 최대 전단응력을 직접전단만으로 본 점이다. 올바르게는 편심모멘트에 의한 회전전단까지 합성한 최대 리벳력 650N을 사용해야 한다.

③ X
- 4π는 계산 결과와 일치하지 않는다.
- 틀린 표현은 최대 전단응력을 4π로 본 점이다. 올바르게는 $\tau_{\max} = \frac{650}{25\pi} = \frac{26}{\pi}$이다.

④ X
- $\frac{16}{\pi}$도 계산 결과와 일치하지 않는다.
- 틀린 표현은 최대 전단응력을 $\frac{16}{\pi}$로 본 점이다. 올바르게는 직접전단과 회전전단이 같은 방향으로 겹치는 끝 리벳에서 최대값 $\frac{26}{\pi}$가 나온다.

오답 포인트

이 문항의 함정은 리벳 3개이므로 600/3 = 200N만 나누어 주고 끝내기 쉽다는 점이다. 그러나 하중 작용선이 도심에서 300mm 벗어나 있으므로 회전전단을 반드시 더해야 한다. 또한 최대값은 양 끝 리벳 중 직접전단과 회전전단이 같은 방향으로 합쳐지는 쪽에서 나온다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

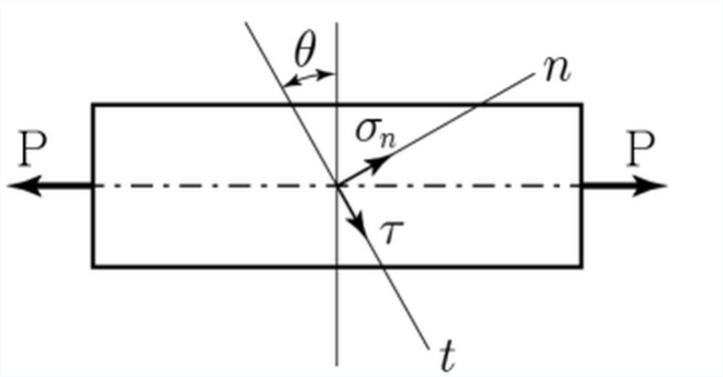
편심하중 리벳 문제는 먼저 도심과 편심거리 e를 잡고, 다음에 P/n으로 직접전단을 구한 뒤, $Mr/\sum r^2$로 회전전단을 계산하여 방향까지 합성해 최대 리벳력을 찾으면 된다.

암기 포인트

편심 리벳군의 최대전단은 직접전단 + 회전전단이 같은 방향으로 겹치는 리벳에서 결정된다.

NoteBase

문 8. 균일한 단면을 가지는 원형봉에 인장하중 P가 작용할 때, 가로단면과 $\theta = 30^\circ$의 각을 이루는 경사단면에 발생하는 수직응력 σ_n과 전단응력 τ사이에 성립하는 관계는?



① $\sigma_n = \frac{1}{2}\tau$

② $\sigma_n = \frac{1}{\sqrt{3}}\tau$

③ $\sigma_n = \tau$

④ $\sigma_n = \sqrt{3}\tau$

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 축방향 인장응력이 작용하는 원형봉의 경사단면에서 수직응력과 전단응력의 비를 응력 변환식으로 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 균일한 단면의 원형봉에 인장하중 P가 작용하고, 경사단면은 가로단면과 $\theta = 30^\circ$를 이룬다.
구해야 할 값: 경사단면에서의 수직응력 σ_n과 전단응력 τ의 관계이다.
주의할 조건: 그림의 θ는 가로단면과 경사단면의 각도이므로, 경사단면의 법선과 봉의 축이 이루는 각도도 30°가 된다.

사용할 공식

축방향 인장응력을 $\sigma = P/A$라 두면, 경사단면의 응력 성분은

$$\sigma_n = \sigma\cos^2\theta, \qquad \tau = \sigma\sin\theta\cos\theta$$

이다.
이 공식을 쓰는 이유: 이 문제는 단축 인장상태에서 경사면으로 응력을 분해하는 전형적인 응력 변환 문제이기 때문이다.

NoteBase

기출OX 해설집 · 공무원/서울시/7급 · 기계설계 · 2016 · 6월

계산 과정

1. 축방향 응력을 $\sigma = P/A$로 둔다.
2. 경사단면의 수직응력과 전단응력을 쓰면 $\sigma_n = \sigma\cos^2\theta$, $\tau = \sigma\sin\theta\cos\theta$이다.
3. 두 식의 비를 취하면
$\frac{\sigma_n}{\tau} = \frac{\sigma\cos^2\theta}{\sigma\sin\theta\cos\theta} = \frac{\cos\theta}{\sin\theta} = \cot\theta$
이다.
4. $\theta = 30^\circ$이므로 $\cot 30^\circ = \sqrt{3}$이다. 따라서
$\sigma_n = \sqrt{3}\tau$
가 된다.

선지별 해설

① X
- $\sigma_n = \frac{1}{2}\tau$는 계산 결과와 반대 방향의 작은 값이다. 실제로는 $\sigma_n/\tau = \sqrt{3}$이다.
- 틀린 표현 → 올바르게는 $\sigma_n = \sqrt{3}\tau$이다.

② X
- $\sigma_n = \frac{1}{\sqrt{3}}\tau$는 $\tau/\sigma_n = 1/\sqrt{3}$를 거꾸로 쓴 값이다. 비를 뒤집은 오답이다.
- 틀린 표현 → 올바르게는 $\sigma_n = \sqrt{3}\tau$이다.

③ X
- $\sigma_n = \tau$가 되려면 $\cot\theta = 1$, 즉 $\theta = 45^\circ$여야 한다. 이 문제의 θ는 30°이므로 성립하지 않는다.
- 틀린 표현 → 올바르게는 $\theta = 30^\circ$에서 $\sigma_n = \sqrt{3}\tau$이다.

④ O
- $\sigma_n/\tau = \cot 30^\circ = \sqrt{3}$이므로 $\sigma_n = \sqrt{3}\tau$가 맞다. 계산 결과와 정확히 일치한다.

오답 포인트

가장 흔한 실수는 σ_n과 τ의 비를 뒤집는 것이다. 또 θ를 경사면과 가로단면의 각도로 보지 않고 다른 각도로 해석하면 45° 관계인 $\sigma_n = \tau$ 같은 오답으로 흐르기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

단축 인장 상태의 경사단면 문제는 먼저 $\sigma_n = \sigma\cos^2\theta$, $\tau = \sigma\sin\theta\cos\theta$를 쓴 뒤 두 식의 비를 취해 $\cot\theta$ 또는 $\tan\theta$ 관계로 바로 정리하면 된다.

암기 포인트

단축 인장 경사면에서는 $\sigma_n : \tau = \cos\theta : \sin\theta$이므로 $\sigma_n/\tau = \cot\theta$이다.

NoteBase

문 9. 원동차의 축의 지름이 400mm, 회전수가 250rpm인 원동 마찰차를 160 kgf의 힘으로 누르면 몇 마력[PS]를 전달할 수 있는가? (단, 원동차는 목재, 종동차는 주철제, 마찰계수 $\mu = 0.3$, $\pi = 3.14$이고, 소수점 셋째자리에서 반올림한다.)

① 3.05

② 3.15

③ 3.25

④ 3.35

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 마찰차의 접선력 $F = \mu P$와 원주속도 $v = \pi DN/60$를 이용해 전달마력 $PS = Fv/75$를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 지름 $D = 400mm = 0.4m$, 회전수 $N = 250rpm$, 누르는 힘 $P = 160kgf$, 마찰계수 $\mu = 0.3$
구해야 할 값: 전달 가능한 동력 PS
주의할 조건: 지름은 m로 바꾸고, 접선력은 누르는 힘 자체가 아니라 μP로 계산한다. 마지막에 소수점 셋째 자리에서 반올림한다.

사용할 공식

사용 공식은 다음과 같다.
$F = \mu P$
$v = \frac{\pi DN}{60}$
$PS = \frac{Fv}{75}$
이 공식을 쓰는 이유는 마찰차가 미끄러지지 않고 동력을 전달할 때, 실제로 전달하는 힘이 마찰에 의한 접선력이고 동력은 접선력과 원주속도의 곱으로 결정되기 때문이다.

NoteBase

계산 과정

1. 접선력을 구하면

$F = \mu P = 0.3 \times 160 = 48 kgf$

2. 원주속도를 구하면

$v = \frac{\pi DN}{60} = \frac{3.14 \times 0.4 \times 250}{60} = 5.233\ldots m/s$

3. 전달마력을 구하면

$PS = \frac{Fv}{75} = \frac{48 \times 5.233\ldots}{75} = 3.349\ldots$

따라서 소수점 셋째 자리에서 반올림하면 $3.35PS$이다.

선지별 해설

① X: 계산 결과는 $3.35PS$이므로 3.05는 맞지 않는다. 접선력이나 원주속도를 작게 잡아 과소계산한 값이며, 올바르게는 3.35 PS이다.

② X: 계산 결과와 $0.20PS$ 차이가 나므로 틀리다. 중간 계산에서 먼저 반올림하거나 속도를 잘못 적용한 값에 가깝고, 올바르게는 3.35 PS이다.

③ X: 계산 결과와 $0.10PS$ 차이가 나므로 틀리다. 중간값을 임의로 절삭하면 이런 오차가 생길 수 있으나 최종 반올림 기준을 적용하면 3.35 PS가 된다. 올바르게는 3.35 PS이다.

④ O: $F = 48 kgf$, $v = 5.233\ldots m/s$이므로 $PS = 48 \times 5.233\ldots /75 = 3.349\ldots$이다. 소수점 셋째 자리에서 반올림하면 3.35 PS이므로 옳다.

오답 포인트

누르는 힘 160 kgf를 그대로 동력식에 넣는 실수가 가장 흔하다. 마찰차는 실제 전달력으로 μP를 써야 하며, 지름 400mm를 0.4m로 바꾸지 않거나 중간값을 먼저 반올림해도 오답이 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

마찰차 동력 문제는 먼저 $F = \mu P$로 접선력을 만든 뒤, $v = \pi DN/60$으로 원주속도를 구하고, 마지막에 $PS = Fv/75$를 적용하는 순서로 판단한다. 단위 변환과 최종 반올림 시점을 끝까지 유지하면 된다.

암기 포인트

마찰차 전달동력은 μP가 힘, $\pi DN/60$이 속도, $Fv/75$가 마력이라는 흐름으로 정리된다.

NoteBase

문 10. $N = 600\text{rpm}$**으로 회전하는 볼 베어링에** $P = 400\text{kg}_\text{f}$**의 베어링 하중이 작용하고 있다. 이 볼 베어링의 동적 부하용량이** $C = 2{,}400\text{kg}_\text{f}$**일 때, 베어링의 수명시간** $L_h[\text{hr}]$**은?**

① 1000

② 3000

③ 6000

④ 9000

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 볼 베어링의 기본정격수명 공식을 이용해 수명시간 L_h를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 회전수 $N = 600rpm$, 등가 베어링 하중 $P = 400kg_f$, 동적 부하용량 $C = 2400kg_f$이다.
구해야 할 값: 베어링의 수명시간 L_h이다.
주의할 조건: 볼 베어링이므로 수명지수는 $p = 3$을 사용한다.

사용할 공식

$L = \left(\frac{C}{P}\right)^p, \qquad L_h = \frac{10^6 L}{60N}$
이 공식을 쓰는 이유는 문제에서 동적 부하용량 C, 작용하중 P, 회전수 N가 모두 주어졌고, 볼 베어링의 정격수명을 시간으로 바꾸어 묻고 있기 때문이다.

계산 과정

1. 볼 베어링이므로 $p = 3$이다.
2. 기본정격수명은 $L = \left(\frac{2400}{400}\right)^3 = 6^3 = 216$이므로 216백만 회전이다.
3. 시간수명으로 바꾸면 $L_h = \frac{10^6 \times 216}{60 \times 600} = 6000hr$이다.

선지별 해설

① X: 1000시간은 $\left(\frac{C}{P}\right)^2$처럼 지수를 2로 잘못 쓸 때 나오는 값이다. 볼 베어링의 수명지수는 3이므로 틀리며, 올바르게는 6000시간이다.
② X: 3000시간은 시간 환산에서 분모를 $60N$이 아니라 $120N$처럼 잘못 처리할 때 나오는 값이다. 1시간 회전수는 $60N$이므로 틀리며, 올바르게는 6000시간이다.
③ O: $L = 216$, $L_h = 6000hr$로 계산되므로 옳다.
④ X: 9000시간은 회전수 $N = 600$ 대신 하중값 400을 분모에 넣는 식의 대입 오류에서 나오는 값이다. 시간 환산은 반드시 60×600으로 해야 하므로 틀리며, 올바르게는 6000시간이다.

NoteBase

오답 포인트

볼 베어링과 롤러 베어링의 수명지수를 혼동하거나, 216백만 회전을 시간으로 바꿀 때 $60N$를 빠뜨리면 오답이 된다. 이 문항의 함정은 공식 자체보다 지수와 시간 환산 분모를 정확히 넣는 데 있다.

다시 나오면 이렇게 판단

베어링 수명 문제는 먼저 베어링 종류로 지수 p를 정한 뒤 $L = \left(\frac{C}{P}\right)^p$를 계산하고, 마지막에 $L_h = \frac{10^6 L}{60N}$로 시간 환산하는 순서로 판단한다.

암기 포인트

볼 베어링은 $p = 3$, 수명시간 환산은 $10^6 \div 60N$이다.

문 11. 직경이 d이고 길이가 l인 원형 단면을 가진 중실축이 있다. 같은 크기의 비틀림모멘트에 대하여 길이 l를 2배로 하고 직경 d를 $\frac{1}{2}$배 한 것의 비틀림 각도(θ_1)와 길이 l를 $\frac{1}{2}$배로 하고 직경 d를 2배 한 것의 비틀림 각도(θ_2) 간의 비틀림 각도 비 $\left(\frac{\theta_1}{\theta_2}\right)$는?

① $\frac{1}{32}$

② $\frac{1}{64}$

③ 512

④ 1024

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 중실 원형축의 비틀림 각도 관계식 $\theta = \frac{Tl}{GJ}$, $J = \frac{\pi d^4}{32}$를 이용해 비틀림 각도의 비를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 조건은 같은 비틀림모멘트와 같은 재료이므로 T와 G는 일정하다는 점이다.
중실 원형축은 $J = \frac{\pi d^4}{32}$이므로 비틀림 각도는 $\theta \propto \frac{l}{d^4}$이다.
첫 번째 축은 길이 $2l$, 지름 $\frac{d}{2}$이고 두 번째 축은 길이 $\frac{l}{2}$, 지름 $2d$이다.

사용할 공식

$\theta = \frac{Tl}{GJ}, \quad J = \frac{\pi d^4}{32} \Rightarrow \theta \propto \frac{l}{d^4}$
이 공식을 쓰는 이유는 문제에서 비틀림모멘트가 같고 축이 중실 원형 단면이므로 비틀림 각도가 길이에 비례하고 지름의 4제곱에 반비례하는 관계로 바로 비교할 수 있기 때문이다.

계산 과정

원래 축을 기준으로 하면
$\theta_1 \propto \frac{2l}{\left(\frac{d}{2}\right)^4} = \frac{2l}{d^4/16} = 32\frac{l}{d^4}$
$\theta_2 \propto \frac{\frac{l}{2}}{(2d)^4} = \frac{l/2}{16d^4} = \frac{1}{32}\frac{l}{d^4}$
따라서
$\frac{\theta_1}{\theta_2} = \frac{32\frac{l}{d^4}}{\frac{1}{32}\frac{l}{d^4}} = 32 \times 32 = 1024$
길이비는 $\frac{2l}{l/2} = 4$, 지름 효과는 $\frac{2^4}{(1/2)^4} = 256$이므로 전체 비는 $4 \times 256 = 1024$로 보아도 같다.

NoteBase

선지별 해설

① X
- $\frac{1}{32}$는 계산 결과와 다르다. 이 값은 두 번째 축의 비틀림 각도 θ_2를 원래 축과 비교한 비에 해당할 뿐, θ_1/θ_2는 아니다.
- 틀린 수치 $\frac{1}{32}$ → 올바르게는 1024이다.

② X
- $\frac{1}{64}$는 비틀림 각도가 지름의 4제곱에 반비례한다는 핵심을 제대로 반영하지 못한 값이다. 두 축을 비교하면 길이 변화와 지름 변화가 함께 작용하므로 매우 큰 비가 나와야 한다.
- 틀린 수치 $\frac{1}{64}$ → 올바르게는 1024이다.

③ X
- 512는 길이 효과를 절반만 반영한 값이다. $2l$와 $\frac{l}{2}$의 길이비는 2가 아니라 4이므로 최종 비는 512가 아니라 그 두 배가 된다.
- 틀린 수치 512 → 올바르게는 1024이다.

④ O
- $\theta \propto \frac{l}{d^4}$를 적용하면 $\theta_1 = 32\theta_0$, $\theta_2 = \frac{1}{32}\theta_0$가 되어 $\frac{\theta_1}{\theta_2} = 1024$가 된다.
- 계산 결과와 일치하므로 옳은 선지이다.

오답 포인트

비틀림 각도를 단순히 $\frac{l}{d}$나 $\frac{l}{d^2}$처럼 다루면 오답이 된다. 중실 원형축에서는 극관성모멘트가 d^4에 비례하므로 지름 변화의 영향이 매우 크고, $2l$와 $\frac{l}{2}$의 길이비가 4라는 점도 함께 놓치기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

중실 원형축의 비틀림 비교 문제는 먼저 $\theta \propto \frac{l}{d^4}$를 세운 뒤 길이비와 지름비의 4제곱 효과를 따로 계산해 곱하면 안정적으로 판단할 수 있다.

암기 포인트

중실 원형축 비틀림 각도는 $\theta \propto \frac{l}{d^4}$이며 지름은 4제곱으로 작용한다.

NoteBase

문 12. 허용전단강도 $\tau_a = 4\text{kg}_f/\text{mm}^2$이고 지름 $d = 10\text{mm}$인 리벳(rivet)을 이용하여 하중 $W = 3.4\text{ton}_f$를 받는 1줄 겹치기 리벳이음을 한다. 리벳의 허용전단강도를 고려하여 리벳의 수를 정할 때, 필요한 리벳의 최소 개수는? (단, $\pi = 3.14$로 한다.)

① 11

② 13

③ 15

④ 17

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 리벳 1개의 단전단 허용하중을 구한 뒤 전체 하중을 나누어 필요한 최소 개수를 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 허용전단강도 $\tau_a = 4\text{kgf/mm}^2$, 리벳 지름 $d = 10\text{mm}$, 하중 $W = 3.4\text{tonf} = 3400\text{kgf}$이다.
구해야 할 값: 리벳의 최소 개수이다.
주의할 조건: 1줄 겹치기 리벳 이음이므로 리벳 1개는 단전단으로 계산한다.

사용할 공식

리벳 1개의 허용 전단하중은 $P = \tau_a A = \tau_a \cdot \frac{\pi d^2}{4}$이다.
이 공식을 쓰는 이유: 겹치기 리벳 이음은 전단면이 1개인 단전단 상태이므로 리벳 단면적에 허용전단강도를 곱해 1개가 버틸 수 있는 하중을 구할 수 있다.

계산 과정

1. 리벳 1개의 단면적은 $A = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3.14 \times 10^2}{4} = 78.5\text{mm}^2$이다.
2. 리벳 1개의 허용 전단하중은 $P = 4 \times 78.5 = 314\text{kgf}$이다.
3. 필요한 리벳 수는 $n = \frac{3400}{314} = 10.83$개이다.
4. 리벳 수는 정수여야 하므로 올림하여 11개가 된다.

선지 판단

1번 O: 계산 결과 필요한 최소 개수는 11개이므로 맞다.
2번 X: 13개는 3400 kgf를 충분히 지탱할 수는 있지만 최소 개수가 아니다. 틀린 값 13을 11로 고치면 옳다.
3번 X: 15개도 안전측의 개수일 뿐 최소 개수가 아니다. 틀린 값 15를 11로 고치면 옳다.
4번 X: 17개 역시 필요 이상으로 많은 개수이므로 최소 개수라는 조건에 맞지 않는다. 틀린 값 17을 11로 고치면 옳다.

NoteBase

오답 포인트

하중 3.4tonf를 3400 kgf로 바꾸지 않거나, 계산값 10.83에서 올림하지 않으면 틀리기 쉽다. 또한 1줄 겹치기 이음을 복전단으로 착각하면 리벳 1개의 허용하중을 크게 잡는 오류가 생긴다.

다시 나오면 이렇게 판단

리벳 계산형 문제는 하중 단위를 먼저 통일하고, 이음 형식으로 단전단인지 복전단인지 정한 뒤, 리벳 1개 허용하중을 구해 전체 하중을 나누고 마지막에 정수 올림으로 판단한다.

암기 포인트

겹치기 리벳 이음의 기본은 단전단, 리벳 개수 계산의 마지막은 항상 올림이다.

NoteBase

문 13. 피니언과 기어의 회전각속도비가 $i = N_2/N_1 = 0.5$, 잇수의 합이 72개인 표준기어가 있다. 원주피치가 15.70mm일 때, 모듈(m)과 각 기어의 잇수(피니언 잇수 Z_1, 기어 잇수 Z_2)는 각각 얼마인가? (단, $\pi = 3.14$로 한다.)

① $m = 2, Z_1 = 24, Z_2 = 48$

② $m = 2, Z_1 = 18, Z_2 = 54$

③ $m = 5, Z_1 = 24, Z_2 = 48$

④ $m = 5, Z_1 = 18, Z_2 = 54$

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 원주피치와 모듈의 관계 $p = \pi m$, 그리고 기어의 회전각속도비와 잇수비의 역관계를 이용해 m, Z_1, Z_2를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값:
- 회전각속도비 $i = N_2/N_1 = 0.5$
- 잇수의 합 $Z_1 + Z_2 = 72$
- 원주피치 $p = 15.70mm$

구해야 할 값:
- 모듈 m
- 피니언 잇수 Z_1
- 기어 잇수 Z_2

주의할 조건:
- 맞물린 기어에서는 회전속도가 잇수에 반비례하므로 $N_2/N_1 = Z_1/Z_2$이다.

사용할 공식

사용 공식은 $p = \pi m$, $i = N_2/N_1 = Z_1/Z_2$, $Z_1 + Z_2 = 72$이다.

이 공식을 쓰는 이유:
- 원주피치는 표준기어에서 모듈과 $p = \pi m$ 관계를 가진다.
- 두 기어의 회전속도는 잇수에 반비례하므로 회전각속도비로 잇수비를 바로 세울 수 있다.

NoteBase

계산 과정

1. 원주피치에서 모듈을 구하면 $m = p/\pi = 15.70/3.14 = 5$이다.
2. 회전각속도비 $i = N_2/N_1 = 0.5$이므로 $Z_1/Z_2 = 0.5$, 따라서 $Z_2 = 2Z_1$이다.
3. 잇수의 합 조건에 대입하면 $Z_1 + 2Z_1 = 72$이므로 $3Z_1 = 72$, $Z_1 = 24$, $Z_2 = 48$이다.
4. 따라서 $m = 5$, $Z_1 = 24$, $Z_2 = 48$이므로 정답은 3번이다.

선지 판단

① X
- $Z_1 = 24, Z_2 = 48$은 맞지만 틀린 표현은 $m = 2$이다.
- 올바르게는 원주피치 $15.70mm$에서 $m = 15.70/3.14 = 5$이므로 $m = 5$이다.

② X
- 틀린 표현은 $Z_1 = 18, Z_2 = 54$와 $m = 2$이다.
- 올바르게는 $m = 5$이고, 잇수비는 $Z_1/Z_2 = 0.5$이어야 하므로 $18/54 = 1/3$인 이 선지는 회전각속도비 조건을 만족하지 못한다.

③ O
- $m = 5, Z_1 = 24, Z_2 = 48$은 모두 계산 결과와 일치한다.
- $24 + 48 = 72$, $24/48 = 0.5$이므로 주어진 두 조건을 동시에 만족한다.

④ X
- 틀린 표현은 $Z_1 = 18, Z_2 = 54$이다.
- 올바르게는 모듈은 $m = 5$가 맞지만 잇수는 $Z_1 = 24, Z_2 = 48$이어야 한다.
- $18/54 = 1/3$이므로 회전각속도비 0.5와 맞지 않는다.

오답 포인트

원주피치와 모듈의 관계를 놓치면 ①, ②처럼 잇수만 보고 고르기 쉽다. 또 회전각속도비와 잇수비가 서로 역관계라는 점을 놓치면 ④처럼 모듈은 맞추고 잇수를 틀리기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

기어 계산형 문제는 먼저 $p = \pi m$으로 모듈을 확정하고, 다음에 회전속도비를 잇수비로 바꾼 뒤, 마지막에 잇수의 합이나 중심거리 조건을 대입해 검산하는 순서로 판단한다.

암기 포인트

원주피치는 $p = \pi m$, 회전속도는 잇수에 반비례하므로 $N_2/N_1 = Z_1/Z_2$이다.

NoteBase

문 14. 평벨트 평행걸기 전동에서 마찰계수가 μ, 접촉각이 θ일 때, 긴장측 벨트의 장력 T_t, 이완측 벨트의 장력 T_s와의 장력비를 $k_1 = \frac{T_t}{T_s}$이라고 한다. 같은 조건에서 마찰계수가 μ에서 2μ로 증가된 경우의 장력비를 $k_2 = \frac{T_t}{T_s}$라 할 때, $\frac{k_2}{k_1}$로 옳은 것은? (단, 속도에 의한 원심력은 고려하지 않는다.)

① $e^{-\mu\theta}$

② $e^{\mu\theta}$

③ $2e^{\mu\theta}$

④ $2e^{2\mu\theta}$

정답 2번

출제 포인트

평벨트의 장력비 공식 $\frac{T_t}{T_s} = e^{\mu\theta}$를 이용해 마찰계수 변화에 따른 장력비의 비를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 처음 장력비는 $k_1 = \frac{T_t}{T_s}$이다.
변경 조건: 마찰계수가 μ에서 2μ로 증가한다.
구해야 할 값: $\frac{k_2}{k_1}$이다.
주의할 조건: 묻는 값은 새 장력비 k_2 자체가 아니라 두 장력비의 비이다.

사용할 공식

평벨트 전동의 장력비는 $\frac{T_t}{T_s} = e^{\mu\theta}$이다.
이 공식을 쓰는 이유: 문제에서 마찰계수 μ, 접촉각 θ, 긴장측 장력 T_t, 이완측 장력 T_s의 관계를 직접 제시하고 있으므로 벨트 마찰식으로 바로 연결된다.

계산 과정

1. 처음 조건에서 $k_1 = e^{\mu\theta}$이다.
2. 마찰계수가 2μ로 바뀌면 $k_2 = e^{2\mu\theta}$이다.
3. 따라서 $\frac{k_2}{k_1} = \frac{e^{2\mu\theta}}{e^{\mu\theta}} = e^{\mu\theta}$이다.

NoteBase

선지별 해설

① X: $e^{-\mu\theta}$는 계산 결과와 반대 부호이다. 지수의 차를 구할 때 $2\mu\theta - \mu\theta = \mu\theta$가 되어야 하므로, 틀린 표현은 $e^{-\mu\theta}$이고 올바르게는 $e^{\mu\theta}$이다.
② O: $\frac{k_2}{k_1} = e^{\mu\theta}$가 정확히 계산된다.
③ X: 마찰계수가 2배가 되어도 장력비의 비가 단순히 2배가 되는 것은 아니다. 틀린 표현은 앞의 계수 2이고, 올바르게는 $2e^{\mu\theta}$가 아니라 $e^{\mu\theta}$이다.
④ X: $e^{2\mu\theta}$는 새 장력비 k_2 자체이지 $\frac{k_2}{k_1}$가 아니다. 틀린 표현은 비를 k_2와 혼동한 부분이고, 올바르게는 $\frac{k_2}{k_1} = e^{\mu\theta}$이다.

오답 포인트

출제자가 노린 함정은 두 가지이다. 하나는 마찰계수가 2배가 되면 결과도 단순히 2배라고 보는 선형적 오해이다. 다른 하나는 k_2 자체와 $\frac{k_2}{k_1}$를 구분하지 못해 $e^{2\mu\theta}$를 바로 고르는 실수이다.

다시 나오면 이렇게 판단

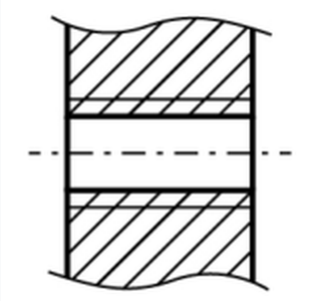
벨트 마찰 문제는 먼저 $\frac{T_t}{T_s} = e^{\mu\theta}$를 세운 뒤, 기존값과 변경값을 각각 식으로 써서 마지막에 무엇의 비를 묻는지 확인하는 방식으로 판단한다.

암기 포인트

평벨트 장력비는 $e^{\mu\theta}$형태이며, 조건이 바뀌면 새 식과 옛 식을 나누어 지수 차로 정리한다.

NoteBase

문 15. 다음은 나사산이 형성되어 있는 구멍을 포함하고 있는 부재의 단면도이다. 이 단면도의 좌우측에 들어가는 투상도에 표현되는 구멍의 제도로서 적당한 것은?



① 

② 

③ 

④ 

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 단면도에 나타난 암나사 구멍을 축 방향 투상도로 나타낼 때 안지름과 바깥지름의 선 굵기 및 3/4 원호 표시를 구별하는 문제이다.

NoteBase

선지별 해설

1번 X: 바깥쪽에 가는 3/4 원호를 둔 점은 암나사의 바깥지름 표시와 맞지만, 안쪽 구멍 원이 굵은 실선으로 분명하게 표현되지 않는다. 틀린 표현은 안쪽 원의 선 굵기이며, 올바르게는 안지름을 굵은 실선의 완전한 원으로 나타낸다.
2번 O: 암나사 구멍의 투상도에서는 실제 구멍의 안지름을 굵은 실선의 완전한 원으로 그리고, 나사산의 바깥지름을 가는 실선의 3/4 원호로 표시한다. 단면도에서 중앙 구멍 경계가 굵은 선이고 그 바깥쪽 나사 경계가 가는 선으로 나타난 것과 대응된다.
3번 X: 안쪽 굵은 원은 맞지만, 바깥쪽 나사 지름을 완전한 원으로 그린 점이 틀리다. 틀린 표현은 바깥쪽 가는 완전원이며, 올바르게는 바깥지름을 가는 실선의 3/4 원호로 끊어 그린다.
4번 X: 안쪽 굵은 원은 맞지만, 바깥쪽 나사 지름이 굵은 완전원처럼 표현되어 암나사의 나사산 표시와 맞지 않는다. 틀린 표현은 바깥쪽 원의 굵은 완전원 표시이며, 올바르게는 바깥쪽을 가는 실선의 3/4 원호로 나타낸다.

오답 포인트

출제자가 노린 함정은 일반 구멍의 동심원 표시처럼 바깥쪽 원을 완전한 원으로 보거나, 암나사에서 굵은 선과 가는 선의 위치를 뒤섞는 데 있다. 암나사는 안쪽 실제 구멍 경계가 굵은 원이고, 나사산 바깥지름은 가는 3/4 원호이다.

다시 나오면 이렇게 판단

나사 구멍을 축 방향으로 본 투상도에서는 먼저 암나사인지 확인하고, 안지름은 굵은 완전원, 바깥지름은 가는 3/4 원호로 배치되었는지 판단한다.

암기 포인트

암나사 투상도는 안쪽 굵은 원, 바깥쪽 가는 3/4 원호로 기억한다.

NoteBase

문 16. 다음 표와 같은 한 쌍의 스퍼기어가 있을 때, 두 기어의 중심 거리 C[mm]와 피니언의 기초원 지름 D_{g1}[mm]는 각각 얼마인가? (단, $\cos 20^\circ = 0.9, \sin 20^\circ = 0.3$으로 계산한다.)

구분	잇수	기초원 지름	모듈	압력각
피니언	$Z_1 = 25$	D_{g1}	4	$20°$
기어	$Z_2 = 65$	D_{g2}		

① $C = 180, D_{g1} = 30$

② $C = 180, D_{g1} = 90$

③ $C = 360, D_{g1} = 30$

④ $C = 360, D_{g1} = 90$

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 스퍼기어의 피치원 지름 $d = mz$, 중심거리 $C = \frac{d_1 + d_2}{2}$, 기초원 지름 $D_g = d\cos\alpha$를 이용해 중심거리와 피니언의 기초원 지름을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값은 피니언 잇수 $Z_1 = 25$, 기어 잇수 $Z_2 = 65$, 모듈 $m = 4$, 압력각 $\alpha = 20^\circ$, $\cos 20^\circ = 0.9$이다. 구해야 할 값은 두 기어의 중심거리 C와 피니언의 기초원 지름 D_{g1}이다.

사용할 공식

피치원 지름은 $d = mz$, 중심거리는 $C = \frac{d_1 + d_2}{2}$, 기초원 지름은 $D_g = d\cos\alpha$이다. 스퍼기어 한 쌍의 중심거리는 두 피치원 반지름의 합이므로 두 피치원 지름의 평균으로 구하고, 기초원은 피치원에 압력각의 코사인을 곱해 구한다.

계산 과정

먼저 피치원 지름을 구하면 $d_1 = mZ_1 = 4 \times 25 = 100$mm, $d_2 = mZ_2 = 4 \times 65 = 260$mm이다.
중심거리는 $C = \frac{100 + 260}{2} = 180$mm이다.
피니언의 기초원 지름은 $D_{g1} = d_1\cos 20^\circ = 100 \times 0.9 = 90$mm이다.

NoteBase

선지별 해설

① X: 중심거리 180mm는 맞지만 D_{g1}는 30mm가 아니라 90mm이다. 틀린 표현은 "$D_{g1}=30$"이고, 올바르게는 "$D_{g1}=90\text{mm}$"이다. 30은 $100\sin 20^\circ$를 계산한 값으로, 기초원 지름에 코사인 대신 사인을 잘못 쓴 경우의 오답이다.
② O: $d_1=100\text{mm}$, $d_2=260\text{mm}$이므로 $C=180\text{mm}$이고, $D_{g1}=100\times 0.9=90\text{mm}$이므로 옳다.
③ X: C는 360mm가 아니라 180mm이고, D_{g1}도 30mm가 아니라 90mm이다. 틀린 표현은 "$C=360$, $D_{g1}=30$"이고, 올바르게는 "$C=180\text{mm}$, $D_{g1}=90\text{mm}$"이다. 360은 두 피치원 지름을 더한 값으로, 중심거리를 구할 때 2로 나누지 않은 실수이다.
④ X: $D_{g1}=90\text{mm}$는 맞지만 C는 360mm가 아니라 180mm이다. 틀린 표현은 "$C=360$"이고, 올바르게는 "$C=180\text{mm}$"이다. 두 기어의 중심거리는 지름의 합이 아니라 반지름의 합이라는 점을 놓치면 나오는 오답이다.

오답 포인트

기초원 지름에서 $\cos\alpha$ 대신 $\sin\alpha$를 써서 30mm를 만드는 실수와, 중심거리에서 $\frac{d_1+d_2}{2}$ 대신 d_1+d_2를 써서 360mm를 만드는 실수가 출제자가 노린 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

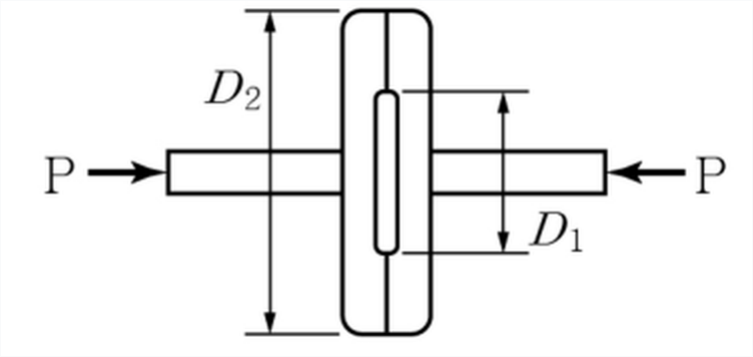
기어 계산형은 먼저 $d=mz$로 각 피치원 지름을 구한 뒤 중심거리는 두 지름의 평균으로, 기초원 지름은 해당 피치원 지름에 $\cos\alpha$를 곱하는 순서로 판단하면 된다.

암기 포인트

스퍼기어 기본 계산은 $d=mz$, $C=\frac{d_1+d_2}{2}$, $D_g=d\cos\alpha$의 세 식으로 정리된다.

NoteBase

문 17. 원판형 단판 클러치는 밀착된 두 원판 사이의 마찰력으로 토크를 전달하는 장치이다. 클러치에 축방향으로 미는 힘 $P = 10N$이 작용하고 있을 때, 전달토크 $T[N \cdot m]$는? (단, 디스크가 균일하게 마모되고 있으며, $D_1 = 100mm$, $D_2 = 200mm$, 마찰계수 $\mu = 0.2$이다.)



① 0.15

② 0.3

③ 4.5

④ 5

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 균일 마모 조건의 원판 클러치에서 평균마찰반지름과 접촉면 수를 구분하여 전달토크를 구하는 문제이다.

조건 정리

- 주어진 값: $P = 10N$, $D_1 = 100mm$, $D_2 = 200mm$, $\mu = 0.2$이다.
- 구해야 할 값: 전달토크 T이다.
- 주의할 조건: 디스크가 균일하게 마모되므로 평균마찰반지름은 $R_m = (r_1 + r_2)/2$이고, 이 문항은 두 원판 사이의 한 마찰면을 기준으로 계산한다.

사용할 공식

$T = \mu P R_m, \quad R_m = \frac{r_1 + r_2}{2} = \frac{D_1 + D_2}{4}$

이 공식을 쓰는 이유:

균일 마모 조건에서는 마찰 토크가 평균반지름의 산술평균으로 정리되고, 지문이 두 원판 사이의 마찰면 하나를 전제로 하고 있기 때문이다.

NoteBase

기출OX 해설집 · 공무원/서울시/7급 · 기계설계 · 2016 · 6월

계산 과정

1. 평균마찰반지름은 $R_m = (100 + 200)/4 = 75mm = 0.075m$이다.
2. 전달토크는 $T = \mu P R_m = 0.2 \times 10 \times 0.075 = 0.15N \cdot m$이다.
3. 계산 결과가 $0.15N \cdot m$이므로 정답은 ①이다.

선지별 해설

① O

- 균일 마모 조건에서 평균마찰반지름은 $0.075m$이고, $T = \mu P R_m$에 대입하면 $0.15N \cdot m$이므로 맞다.

② X

- $0.3N \cdot m$은 접촉면을 2개로 보고 $T = 2\mu P R_m$로 계산한 값이다.
- 이 문항은 두 원판 사이의 한 마찰면을 묻고 있으므로 틀리며, 올바른 수치는 $0.15N \cdot m$이다.

③ X

- $4.5N \cdot m$은 평균반지름과 단위 환산을 잘못 처리하여 정답보다 크게 계산한 값이다.
- 반지름은 $75mm$가 아니라 식에 넣을 때 $0.075m$로 써야 하며, 올바른 수치는 $0.15N \cdot m$이다.

④ X

- $5N \cdot m$도 직경을 반지름처럼 쓰거나 $mm \rightarrow m$ 환산을 생략했을 때 나오는 과대값이다.
- 균일 마모 단판 클러치의 전달토크는 $0.15N \cdot m$이므로 틀리다.

오답 포인트

단판 클러치라는 말만 보고 접촉면 수를 2로 두면 ②의 $0.3N \cdot m$가 나온다. 또 D를 그대로 넣거나 $75mm$를 $0.075m$로 바꾸지 않으면 ③, ④처럼 과대값이 나온다.

다시 나오면 이렇게 판단

클러치 토크 문제는 먼저 균일 압력인지 균일 마모인지 구분하고, 다음에 평균반지름 공식을 정한 뒤, 마지막에 접촉면 수와 $mm \rightarrow m$ 단위 환산을 검산하면 된다.

암기 포인트

균일 마모 원판 클러치는 $R_m = (r_1 + r_2)/2 = (D_1 + D_2)/4$이고, 한 마찰면의 토크는 $T = \mu P R_m$이다.

NoteBase

문 18. 코일의 평균 지름이 144mm이고 소선의 지름이 12mm인 압축코일 스프링의 왈의 응력수정계수(Wahl correction factor)는? (단, 소수점 둘째자리에서 반올림한다.)

① 1.1

② 3.7

③ 4.5

④ 5.6

정답 1번

출제 포인트

압축코일 스프링의 스프링 지수 C를 구한 뒤 Wahl 응력수정계수 공식을 적용하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 평균지름 $D = 144mm$, 소선지름 $d = 12mm$
구해야 할 값: Wahl 응력수정계수 K_w
주의할 조건: 먼저 스프링 지수 $C = \frac{D}{d}$를 구하고, 마지막에 소수점 둘째자리에서 반올림해야 한다.

사용할 공식

Wahl 응력수정계수는 $K_w = \frac{4C-1}{4C-4} + \frac{0.615}{C}$ 이다.

이 공식을 쓰는 이유:
문제는 압축코일 스프링의 와이어에 생기는 전단응력 보정을 묻고 있으므로, 스프링 지수 C를 이용하는 Wahl correction factor 공식을 그대로 적용하면 된다.

계산 과정

1. 스프링 지수는 $C = \frac{D}{d} = \frac{144}{12} = 12$ 이다.
2. 이를 공식에 대입하면 $K_w = \frac{4(12)-1}{4(12)-4} + \frac{0.615}{12} = \frac{47}{44} + 0.05125$ 이다.
3. 계산하면 $K_w \approx 1.06818 + 0.05125 = 1.11943$ 이다.
4. 소수점 둘째자리에서 반올림하면 1.1이 된다.

NoteBase

선지별 해설

① O
- 계산값이 $K_w \approx 1.11943$이므로 반올림한 값은 1.1이다.

② X
- 3.7은 Wahl 응력수정계수 값으로 지나치게 크다. 이 문항의 올바른 값은 $K_w \approx 1.12$이며, 선택지 기준으로는 1.1이 맞다.

③ X
- 4.5도 공식 대입 결과와 맞지 않는다. 잘못된 큰 값을 고른 것이고, 올바르게는 $K_w \approx 1.12$, 선택지로는 1.1이다.

④ X
- 5.6 역시 Wahl 응력수정계수 계산값과 전혀 맞지 않는다. 올바른 값은 $K_w \approx 1.12$이며, 반올림하면 1.1이다.

오답 포인트

평균지름과 소선지름으로 바로 스프링 지수 C를 만든 뒤 공식을 적용해야 하는데, C를 잘못 잡거나 반올림 위치를 틀리면 오답이 된다. 이 문항은 계산 자체보다 공식 적용 순서와 반올림 기준을 흔드는 문제이다.

다시 나오면 이렇게 판단

압축코일 스프링의 응력수정계수를 묻는 문항은 먼저 $C = \frac{D}{d}$를 계산하고, 그다음 Wahl 공식을 대입한 뒤 마지막에만 반올림하는 순서로 판단하면 된다.

암기 포인트

압축코일 스프링 Wahl 계수는 먼저 스프링 지수 $C = \frac{D}{d}$를 구하고 $K_w = \frac{4C-1}{4C-4} + \frac{0.615}{C}$를 적용하는 구조이다.

NoteBase

문 19. 체인을 스프로킷 휠에 감았을 때 체인의 각 핀의 중심을 통하는 원을 스프로킷 휠의 피치원이라고 한다. 롤러 체인의 피치가 p[mm]이고 잇수가 Z일 때 피치원의 지름 D와 바깥지름 D_o를 구하는 공식은?

① $D = \frac{p}{\sin\frac{180^\circ}{Z}}, D_o = p\left(0.6 - \cot\frac{180^\circ}{Z}\right)$
② $D = \frac{p}{\sin\frac{180^\circ}{Z}}, D_o = p\left(0.6 + \cot\frac{180^\circ}{Z}\right)$
③ $D = \frac{\sin\frac{180^\circ}{Z}}{p}, D_o = p\left(0.6 - \cot\frac{180^\circ}{Z}\right)$
④ $D = \frac{\sin\frac{180^\circ}{Z}}{p}, D_o = p\left(0.6 + \cot\frac{180^\circ}{Z}\right)$

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 롤러 체인 스프로킷의 피치원 지름 D와 바깥지름 D_o 공식을 정확히 구별하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 롤러 체인 피치 p, 잇수 Z
구해야 할 값: 피치원 지름 D, 바깥지름 D_o
주의할 조건: 피치 p는 인접 핀 중심 사이의 현길이이므로 D는 현길이 관계로 구한다. 바깥지름은 치끝 원이므로 식의 부호가 +가 된다.

사용할 공식

$D = \frac{p}{\sin\left(\frac{180^\circ}{Z}\right)}$
$D_o = p\left(0.6 + \cot\left(\frac{180^\circ}{Z}\right)\right)$
이 공식을 쓰는 이유: 인접 핀 중심은 피치원 위에서 중심각 $360^\circ/Z$를 이루는 현이므로 현길이 관계 $p = D\sin(180^\circ/Z)$가 성립한다. 바깥지름은 피치원 바깥의 치끝까지 포함하므로 표준식에서 0.6 항과 cot 항이 더해진다.

계산 과정

1. 피치 p를 피치원 위 인접 핀 중심 사이의 현길이로 본다.
2. 현길이 관계 $p = D\sin(180^\circ/Z)$를 정리하면 $D = p/\sin(180^\circ/Z)$가 된다.
3. 바깥지름은 치끝 원의 표준식 $D_o = p(0.6 + \cot(180^\circ/Z))$를 적용한다.
4. 두 식을 동시에 만족하는 선지는 2번이다.

NoteBase

선지 판단

① X: $D = p/\sin(180^\circ/Z)$는 맞지만, $D_o = p(0.6 - \cot(180^\circ/Z))$의 부호가 틀리다. 틀린 표현은 −이고, 올바르게는 $D_o = p(0.6 + \cot(180^\circ/Z))$이다.
② O: $D = p/\sin(180^\circ/Z)$, $D_o = p(0.6 + \cot(180^\circ/Z))$로 두 공식이 모두 정확하다.
③ X: $D = \sin(180^\circ/Z)/p$가 틀리다. 틀린 표현은 분자와 분모의 위치이고, 올바르게는 $D = p/\sin(180^\circ/Z)$이다. 또한 D_o도 −가 아니라 +가 되어야 한다.
④ X: $D = \sin(180^\circ/Z)/p$가 틀리다. 틀린 표현은 분자와 분모의 위치이고, 올바르게는 $D = p/\sin(180^\circ/Z)$이다. $D_o = p(0.6 + \cot(180^\circ/Z))$는 맞지만 D 식이 틀려 오답이다.

오답 포인트

피치 p를 현길이로 보는 순간 D 식은 p가 분자에 와야 한다. 또 바깥지름은 피치원보다 바깥쪽 치끝까지 포함하므로 D_o 식의 부호는 −가 아니라 +이다.

다시 나오면 이렇게 판단

체인 스프로킷 공식 문제는 먼저 피치원이 현길이 관계인지 확인해 $D = p/\sin(180^\circ/Z)$를 잡는다. 그다음 바깥지름은 피치원보다 커져야 하므로 $0.6 + \cot(180^\circ/Z)$ 꼴인지 확인한다.

암기 포인트

피치원은 현길이 관계라 $p/\sin$이고, 바깥지름은 치끝을 더하므로 $0.6 + \cot$이다.

NoteBase

문 20. 볼트의 전단저항에 의해서만 동력을 전달하는 플랜지 커플링을 설계하려고 한다. 볼트의 지름이 5mm, 볼트의 개수가 8개, 볼트의 허용전단응력이 $5kg_f/mm^2$, 축 중심으로부터 볼트 중심까지의 거리가 200mm인 플랜지 커플링의 전달토크[kgf · mm]는?

① $2 \times 10^4\pi$

② $3 \times 10^4\pi$

③ $4 \times 10^4\pi$

④ $5 \times 10^4\pi$

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 볼트의 허용전단응력과 전단면적을 이용해 볼트 8개가 전달할 수 있는 플랜지 커플링의 최대 전달토크를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 볼트 지름 5mm, 볼트 수 8개, 허용전단응력 $5kgf/mm^2$, 축 중심부터 볼트 중심까지의 거리 200mm
구해야 할 값: 전달토크 T
주의할 조건: 동력 전달은 마찰이 아니라 볼트의 전단저항에 의해서만 이루어진다.

사용할 공식

볼트 1개의 허용전단력은 $F = \tau A = \tau\frac{\pi d^2}{4}$이다.
전체 전달토크는 $T = nFR = n\tau\frac{\pi d^2}{4}R$이다.
이 공식을 쓰는 이유:
문제에서 볼트의 전단저항에 의해서만 동력이 전달된다고 했으므로, 각 볼트의 허용전단력을 원주방향 힘으로 보고 볼트 수와 반지름을 곱해 토크를 구한다.

계산 과정

1. 볼트 1개의 전단면적은 $A = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{\pi \cdot 5^2}{4} = \frac{25\pi}{4}mm^2$이다.
2. 볼트 1개의 허용전단력은 $F = \tau A = 5 \cdot \frac{25\pi}{4} = \frac{125\pi}{4}kgf$이다.
3. 전체 전달토크는
$T = nFR = 8 \cdot \frac{125\pi}{4} \cdot 200 = 5 \times 10^4\pi kgf \cdot mm$
이다.

NoteBase

기출OX 해설집 · 공무원/서울시/7급 · 기계설계 · 2016 · 6월

선지별 해설

① X
- 계산 결과는 $5 \times 10^4 \pi kgf \cdot mm$이므로 $2 \times 10^4 \pi$는 일치하지 않는다.
- 틀린 표현은 전달토크를 $2 \times 10^4 \pi$로 둔 부분이며, 올바르게는 $5 \times 10^4 \pi kgf \cdot mm$이다.

② X
- 계산 결과는 $5 \times 10^4 \pi kgf \cdot mm$이므로 $3 \times 10^4 \pi$도 오답이다.
- 틀린 표현은 전달토크 수치이며, 올바르게는 $5 \times 10^4 \pi kgf \cdot mm$이다.

③ X
- 계산 결과와 비교하면 $4 \times 10^4 \pi$는 부족한 값이다.
- 틀린 표현은 전달토크를 $4 \times 10^4 \pi$로 계산한 부분이며, 올바르게는 $5 \times 10^4 \pi kgf \cdot mm$이다.

④ O
- 계산 결과가 $5 \times 10^4 \pi kgf \cdot mm$이므로 정답이다.
- 볼트 8개의 허용전단력 합에 반지름 200mm를 곱한 값과 정확히 일치한다.

오답 포인트

볼트 전단 전달 문제에서 가장 흔한 실수는 $\frac{\pi d^2}{4}$를 빠뜨리거나, 볼트 수 8개를 한 번만 계산하거나, 반지름 200mm를 곱하지 않는 것이다. 이 문제는 '전단저항에 의해서만'이라는 문구를 보고 마찰전달식이 아니라 전단력 합계로 토크를 구해야 한다는 점을 잡아야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

플랜지 커플링에서 볼트의 전단저항만으로 토크를 전달한다고 하면 먼저 볼트 1개의 허용전단력 $\tau\frac{\pi d^2}{4}$를 구하고, 그다음 볼트 수 n과 반지름 R을 곱해 $T = n\tau\frac{\pi d^2}{4}R$로 판단한다.

암기 포인트

볼트 전단 전달토크는 전단응력 × 전단면적 × 볼트 수 × 반지름이다.

NoteBase