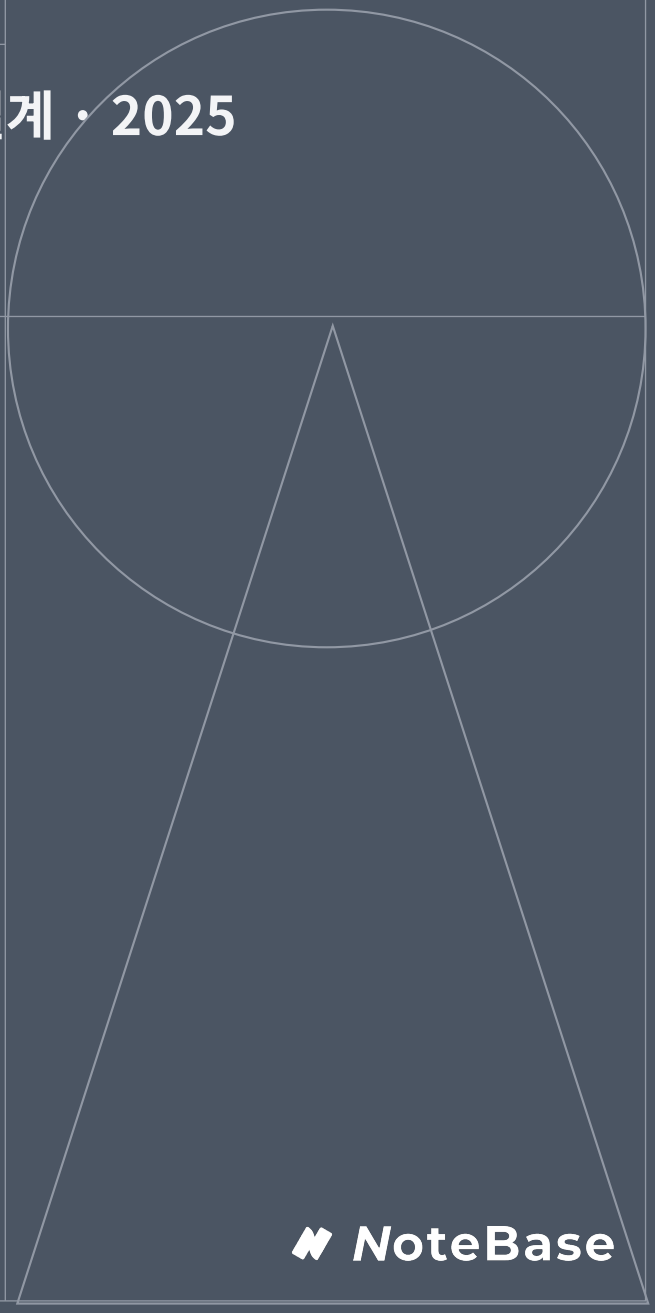
기출OX 해설집

공무원/서울시/7급 · 기계설계 · 2025



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/서울시/7급 · 기계설계 · 2025

공무원/서울시/7급 · 기계설계 · 2025

문 1. 레이디얼 볼베어링 #6203의 안지름의 크기[mm]는?

① 10
② 12
③ 15
④ 17

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 레이디얼 볼베어링 번호에서 안지름 번호를 해석하는 규칙을 묻는 문제이다.

핵심 개념

6203에서 앞의 6은 단열 깊은 홈 볼베어링 계열, 2는 치수계열, 뒤의 03은 안지름 번호이다. 안지름 번호 00, 01, 02, 03은 예외적으로 각각 10mm, 12mm, 15mm, 17mm를 뜻한다.

선지별 해설

1번: X. 10mm는 안지름 번호 00에 해당한다. 이 문제의 03을 00으로 잘못 읽은 선택지다.
2번: X. 12mm는 안지름 번호 01에 해당한다. 6203의 안지름 번호는 01이 아니라 03이므로 맞지 않는다.
3번: X. 15mm는 안지름 번호 02에 해당한다. 틀린 부분은 03을 02와 같은 값으로 본 점이고, 올바르게는 03은 17mm이다.
4번: O. 안지름 번호 03은 예외 규칙에 따라 17mm이므로 옳다.

오답 포인트

수험생이 자주 헷갈리는 지점은 뒤의 두 자리 숫자를 그대로 mm로 읽거나, 00~03의 예외 규칙을 놓치는 것이다. 특히 03을 15mm로 착각하면 3번에 끌린다.

다시 나오면 이렇게 판단

베어링 번호를 보면 먼저 뒤의 두 자리를 안지름 번호로 잡고, 00~03인지부터 확인한다. 00~03이면 예외값 10, 12, 15, 17mm를 바로 대입하고, 04 이상이면 번호에 5를 곱해 안지름을 판단한다.

NoteBase

암기 포인트

안지름 예외 00=10, 01=12, 02=15, 03=17.

NoteBase

문 2. 회전체가 1개인 축에서 위험속도[rpm]로 가장 옳은 것은? (단, g는 중력가속도, δ는 회전체의 처짐이며, 축 자체의 질량은 무시한다.)

① $\frac{30}{\pi}\sqrt{\frac{g}{\delta}}$
② $\frac{60}{\pi}\sqrt{\frac{g}{\delta}}$
③ $\frac{30}{\pi}\sqrt{\frac{\delta}{g}}$
④ $\frac{120}{\pi}\sqrt{\frac{g}{\delta}}$

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 회전체가 1개인 축의 위험속도 공식을 정확히 알고, 각 선지가 그 공식과 어떻게 다른지를 판별하는 문제이다.

조건 정리

주어진 조건은 g가 중력가속도, δ가 회전체의 처짐, 축 자체의 질량은 무시한다는 것이다. 구해야 할 값은 위험속도 n의 rpm 표현이다.

사용할 공식

회전체가 1개인 축에서 위험각속도는 $\omega_c = \sqrt{g/\delta}$이고, 이를 rpm으로 바꾸면 $n_c = \frac{60}{2\pi}\omega_c = \frac{30}{\pi}\sqrt{\frac{g}{\delta}}$이다. 처짐으로부터 고유진동수 성격의 임계 회전수를 구하는 상황이므로 이 공식을 쓴다.

계산 과정

1. 축 자체 질량을 무시하면 1자유도계처럼 보아 위험각속도를 $\omega_c = \sqrt{g/\delta}$로 둔다.
2. 각속도 ω를 회전수로 바꾸는 관계는 $n = \frac{60}{2\pi}\omega$이다.
3. 따라서 $n_c = \frac{60}{2\pi}\sqrt{\frac{g}{\delta}} = \frac{30}{\pi}\sqrt{\frac{g}{\delta}}$가 된다.

선지 판단

1번: O. $\frac{30}{\pi}\sqrt{\frac{g}{\delta}}$로, 위험속도 공식을 그대로 쓴 식이다.
2번: X. $\frac{60}{\pi}\sqrt{\frac{g}{\delta}}$는 정답의 2배이다. ω를 rpm으로 바꿀 때 $\frac{60}{2\pi}$가 아니라 $\frac{60}{\pi}$로 잘못 바꾸면 나오는 오답이다.
3번: X. $\frac{30}{\pi}\sqrt{\frac{\delta}{g}}$는 루트 안의 분자와 분모가 뒤바뀌었다. 위험속도는 처짐이 커질수록 작아져야 하므로 $\sqrt{g/\delta}$ 형태여야 한다.
4번: X. $\frac{120}{\pi}\sqrt{\frac{g}{\delta}}$는 정답의 4배이다. 각속도-회전수 변환 계수를 중복 적용하거나 2π 처리를 잘못하면 나오는 식이다.

NoteBase

오답 포인트

이 문제의 함정은 두 가지다. 하나는 ω를 rpm으로 바꿀 때 $\frac{60}{2\pi}$를 $\frac{60}{\pi}$나 그보다 큰 값으로 잘못 쓰는 것이고, 다른 하나는 $\sqrt{g/\delta}$를 $\sqrt{\delta/g}$로 뒤집는 것이다.

다시 나오면 이렇게 판단

위험속도 문제는 먼저 $\omega_c = \sqrt{g/\delta}$를 떠올리고, 그다음 rpm 변환 $n = \frac{60}{2\pi}\omega$를 붙여 $\frac{30}{\pi}\sqrt{g/\delta}$인지 확인하면 된다. 마지막에 처짐 δ가 커지면 위험속도가 감소하는지도 함께 검산한다.

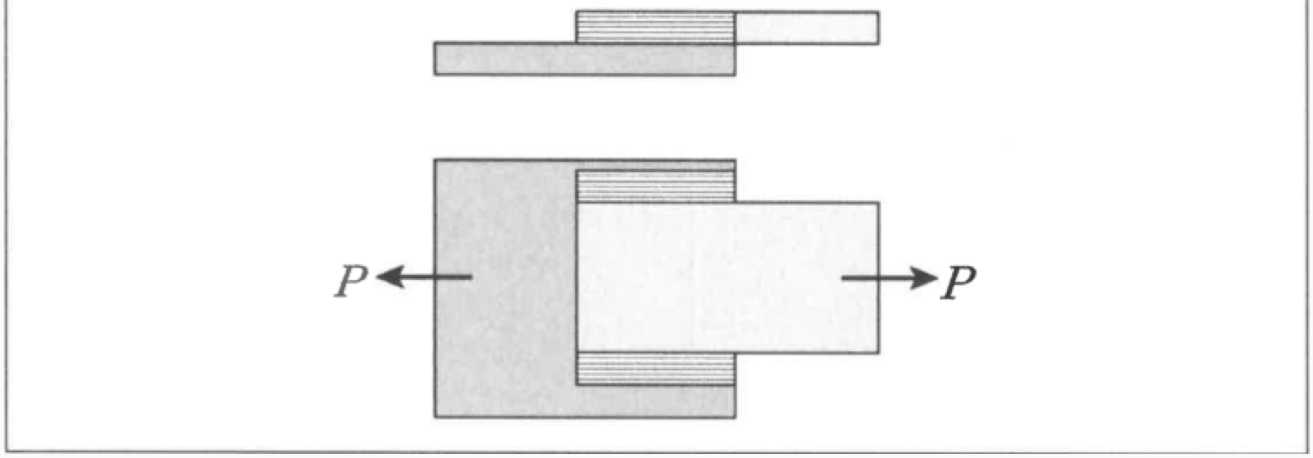
암기 포인트

1개 회전체 축의 위험속도는 $\frac{30}{\pi}\sqrt{g/\delta}$이고, 처짐이 클수록 위험속도는 낮아진다.

NoteBase

문 3. <보기>와 같이 용접선의 방향과 하중의 방향이 평행한 용접은?

<보기>



① 플러그 용접

② 그루브 용접

③ 옆면 필릿 용접

④ 앞면 필릿 용접

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 도식에서 용접선의 방향과 하중 방향의 관계를 보고 옆면 필릿 용접인지 판별할 수 있는지를 묻는다.

선지별 해설

1번 X: 플러그 용접은 겹친 판의 구멍이나 슬롯을 메워 접합하는 방식이다. 이 도식처럼 가장자리 따라 길게 필릿 비드가 놓인 형태가 아니다. 틀린 표현은 '플러그 용접'이고, 올바르게는 구멍을 채우는 접합이어야 한다.
2번 X: 그루브 용접은 맞대기나 개선부를 메우는 용접으로, 접합면 사이의 홈을 용착 금속으로 채우는 형상이어야 한다. 이 그림은 홈을 메운 것이 아니라 겹침부 모서리에 필릿이 놓여 있다. 틀린 표현은 '그루브 용접'이고, 올바르게는 모서리 필릿 용접 형상이다.
3번 O: 옆면 필릿 용접은 용접선의 방향이 하중 방향과 평행한 필릿 용접이다. 그림의 위·아래 용접선이 모두 하중 P와 같은 방향으로 길게 배치되어 있으므로 맞다.
4번 X: 앞면 필릿 용접은 용접선이 하중 방향에 직각인 가로방향 필릿 용접이다. 이 그림은 용접선이 하중과 직각이 아니라 평행하다. 틀린 표현은 '앞면 필릿 용접'이고, 올바르게는 하중과 직각일 때 앞면 필릿 용접이다.

NoteBase

오답 포인트

필릿 용접이라는 점만 보고 3번과 4번을 같이 묶어 버리면 틀린다. 이 문제의 핵심은 필릿 여부가 아니라 용접선이 하중과 평행인지, 직각인지이다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 필릿 용접인지부터 보고, 다음으로 용접 비드의 길이 방향과 하중 화살표 방향을 비교한다. 둘이 평행하면 옆면 필릿 용접, 직각이면 앞면 필릿 용접이다.

암기 포인트

옆면 필릿은 평행, 앞면 필릿은 직각이다.

NoteBase

문 4. 기하공차에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

① 데이텀은 형체의 기하공차를 나타내기 위한 상대적 기준으로서, 이론적으로 정확한 점, 선, 면 등이다.

② 단독형체는 데이텀과 관련하여 기하공차가 정해지는 형태이다.

③ 기하공차는 위치공차, 흔들림공차를 포함한다.

④ 특별한 지시가 없는 한, 치수공차와 기하공차의 관계에는 독립의 원칙을 적용한다.

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 데이텀, 단독형체, 기하공차의 분류, 독립의 원칙을 구별할 수 있는지를 묻는 문제이다.

핵심 개념

데이텀은 형체의 기하공차를 정할 때 기준이 되는 이론적으로 정확한 점·선·면이다. 단독형체는 데이텀과의 관련 없이 그 형체 자체에 대해 기하공차가 적용되는 형체이다. 기하공차는 형상공차, 자세공차, 위치공차, 흔들림공차로 나뉘며, 특별한 지시가 없으면 치수공차와는 독립의 원칙을 적용한다.

선지별 해설

1번: O. 데이텀은 상대적 기준으로 쓰이는 이론적으로 정확한 점·선·면을 말하므로 설명이 맞다.
2번: X. 틀린 표현은 "데이텀과 관련하여"이다. 단독형체는 데이텀을 기준으로 정해지는 형체가 아니라, 데이텀과 무관하게 그 형체 자체에 형상공차 등이 적용되는 형체이다.
3번: O. 기하공차의 분류에는 위치공차와 흔들림공차가 포함되므로 맞는 설명이다. 여기에 형상공차와 자세공차도 함께 포함된다.
4번: O. 특별한 지시가 없으면 치수공차와 기하공차는 서로 독립으로 취급하는 것이 독립의 원칙이므로 옳다.

오답 포인트

단독형체와 데이텀 관련형체를 서로 바꿔 외우면 2번에 걸린다. 단독형체는 기준면이나 기준축을 잡아 비교하는 개념이 아니라 형체 자체의 형상 정확도를 관리하는 개념이다.

다시 나오면 이렇게 판단

선지에 데이텀이라는 말이 나오면 먼저 기준 형체와의 관계를 묻는지 본다. 데이텀이 필요하면 위치·자세처럼 관련형체일 가능성이 크고, 데이텀 없이 형체 자체의 정확도를 말하면 단독형체로 판단하면 된다.

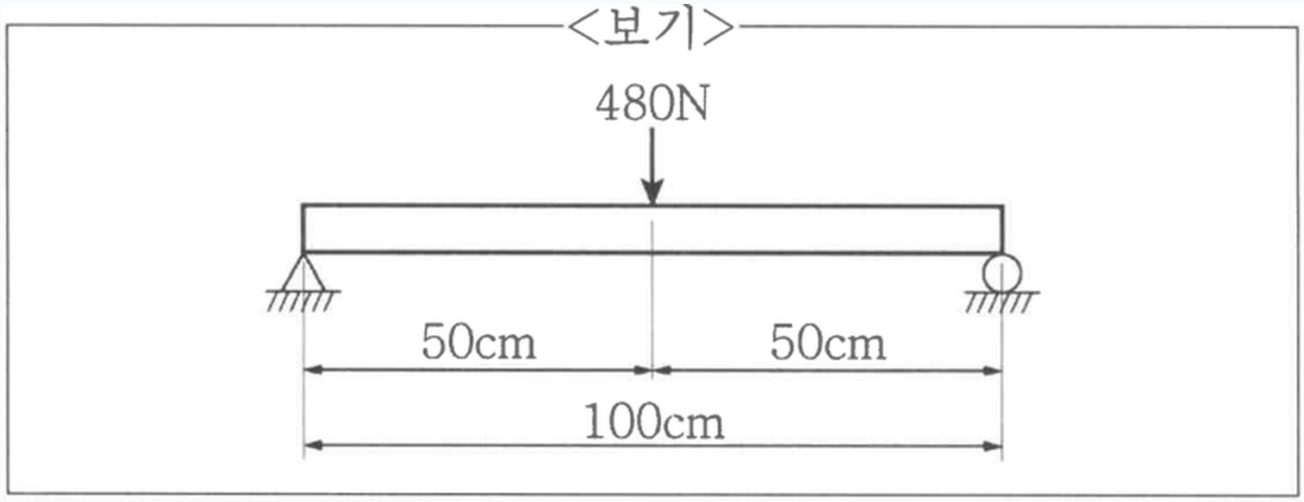
암기 포인트

데이텀은 기준, 단독형체는 기준 없이 자체 공차, 치수공차와 기하공차는 원칙적으로 독립.

NoteBase

문 5. <보기>는 집중하중을 받는 단순보를 나타낸 것이다. 보 중앙에 집중하중이 작용할 때, 보의 최대 처짐량 값[mm]은? (단, 굽힘강성 EI 값은 $200 \times 10^6[\mathrm{N \cdot m^2}]$이다.)

<보기>



① 2×10^{-5}

② 2×10^{-8}

③ 5×10^{-5}

④ 5×10^{-8}

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 단순보에 중앙 집중하중이 작용할 때의 최대 처짐 공식과 단위 환산을 정확히 적용할 수 있는지를 묻는다.

조건 정리

주어진 값: 보 길이 $L = 100cm = 1m$, 중앙 집중하중 $P = 480N$, 굽힘강성 $EI = 200 \times 10^6 N \cdot m^2$
구해야 할 값: 보 중앙의 최대 처짐량 δ_{max}
주의할 조건: 답은 mm 단위로 써야 하므로 계산 후 $m \rightarrow mm$ 환산이 필요하다.

사용할 공식

단순보의 중앙에 집중하중 P가 작용할 때 최대 처짐은 $\delta_{max} = \frac{PL^3}{48EI}$ 이다.
이 공식을 쓰는 이유: 그림이 양단지지 단순보이고, 하중이 정확히 보의 중앙에 1점 집중하중으로 작용하고 있기 때문이다.

NoteBase

계산 과정

1. 길이를 SI 단위로 맞추면 $L = 100cm = 1m$이다.
2. 공식에 대입하면 $\delta_{max} = \frac{480 \times 1^3}{48 \times 200 \times 10^6} m$
3. 분자를 정리하면 480, 분모를 정리하면 9.6×10^9이므로 $\delta_{max} = \frac{480}{9.6 \times 10^9} = 5 \times 10^{-8} m$
4. 이를 mm로 바꾸면 $5 \times 10^{-8} m = 5 \times 10^{-5} mm$

따라서 최대 처짐량은 $5 \times 10^{-5} mm$이다.

선지 판단

1번: X. 계산 결과는 $5 \times 10^{-5} mm$이므로 2×10^{-5}는 수치가 다르다. 올바르게는 $5 \times 10^{-5} mm$이다.
2번: X. 2×10^{-8}은 수치도 맞지 않고, 10^{-8} 수준으로 적으면 mm가 아니라 m 단위를 혼동했을 가능성이 크다. 올바르게는 $5 \times 10^{-5} mm$이다.
3번: O. 계산 결과 $5 \times 10^{-5} mm$와 일치한다.
4번: X. 5×10^{-8}은 mm가 아니라 m 단위로 쓴 값이다. 문제는 mm를 물었으므로 $5 \times 10^{-5} mm$로 바꿔야 한다.

오답 포인트

가장 흔한 실수는 두 가지이다. 첫째, 단순보 중앙집중하중의 처짐 공식 $\delta_{max} = PL^3/(48EI)$ 대신 다른 하중조건 공식을 섞는 것이다. 둘째, 계산 결과가 m로 나오는데 문제에서 요구한 mm로 끝까지 환산하지 않는 것이다.

다시 나오면 이렇게 판단

계산형 보 문제는 먼저 지지조건과 하중 위치를 보고 공식을 고른 뒤, 길이와 강성 단위를 SI로 통일해서 계산하고, 마지막에 문제에서 요구한 단위로 환산하면 된다. 단순보-중앙집중하중이면 바로 $\delta_{max} = PL^3/(48EI)$를 떠올리면 된다.

암기 포인트

단순보 중앙집중하중 최대 처짐은 $PL^3/(48EI)$, 계산은 m로 하고 답은 요구 단위까지 꼭 환산한다.

NoteBase

문 6. 사각나사의 마찰각을 ρ, 리드각을 α라 할 때, 나사를 풀 경우의 효율은? (단, 자리면 마찰은 무시한다.)

① $\frac{\tan(\rho)}{\tan(\rho-\alpha)}$
② $\frac{\tan(\rho)}{\tan(\rho+\alpha)}$
③ $\frac{\tan(\alpha)}{\tan(\rho-\alpha)}$
④ $\frac{\tan(\alpha)}{\tan(\rho+\alpha)}$

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 사각나사를 풀 때의 효율식을 리드각과 마찰각으로 정확히 구분할 수 있는지를 묻는다.

조건 정리

주어진 값은 마찰각 ρ, 리드각 α이다. 나사 형식은 사각나사이고, 자리면 마찰은 무시한다. 구해야 할 값은 나사를 풀 경우의 효율이다. 이때 풀기에서는 분모가 $\rho+\alpha$가 아니라 $\rho-\alpha$ 꼴로 바뀐다는 점이 핵심이다.

사용할 공식

사각나사를 풀 때의 효율은 $\eta=\frac{\tan\alpha}{\tan(\rho-\alpha)}$ 이다. 풀 때의 실제 접선방향 힘은 $W\tan(\rho-\alpha)$, 마찰이 없을 때의 이상 힘은 $W\tan\alpha$ 이므로 효율은 이상적인 값 나누기 실제 필요한 값으로 정리하면 이 식이 된다.

계산/선지 판단

효율식은 $\eta=\frac{\tan\alpha}{\tan(\rho-\alpha)}$ 이다.
1번: X. 분자가 $\tan\rho$로 되어 있는데, 효율의 분자는 마찰항이 아니라 리드에 의한 이상 기하항이므로 $\tan\alpha$가 와야 한다.
2번: X. 분자도 $\tan\rho$로 잘못되었고, 분모의 $\tan(\rho+\alpha)$는 풀기가 아니라 조일 때 또는 들어올릴 때의 식 방향이다.
3번: O. 분자가 $\tan\alpha$, 분모가 $\tan(\rho-\alpha)$이므로 사각나사를 풀 때의 효율식과 일치한다.
4번: X. 분자 $\tan\alpha$는 맞지만 분모가 $\tan(\rho+\alpha)$라서 조이는 경우의 식이다. 푸는 경우에는 부호가 마이너스로 바뀌어야 한다.

오답 포인트

가장 흔한 실수는 조일 때 효율식 $\frac{\tan\alpha}{\tan(\rho+\alpha)}$와 풀 때 효율식을 뒤바꾸는 것이다. 또 분자에 $\tan\rho$를 넣는 실수는 마찰각과 리드각의 역할을 혼동해서 나온다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

나사 효율 문제는 먼저 조이는 경우인지 푸는 경우인지부터 구분한 뒤, 분자는 항상 $\tan\alpha$인지 확인하고, 분모만 $\rho+\alpha$인지 $\rho-\alpha$인지 판별하면 빠르게 정답을 고를 수 있다.

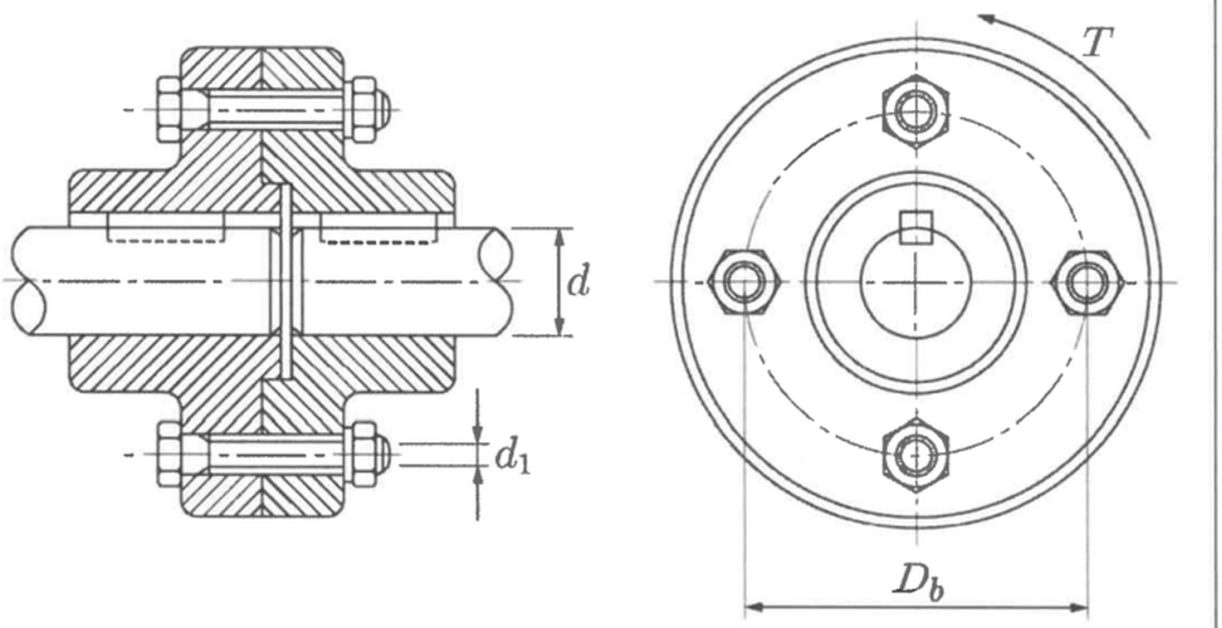
암기 포인트

사각나사 효율은 분자 $\tan\alpha$ 고정, 조일 때는 $+$, 풀 때는 $-$로 기억한다.

NoteBase

문 7. <보기>와 같이 플랜지 커플링에 볼트 4개가 조립되어 있으며, 커플링에는 토크 $T = 25{,}000[\text{kgf} \cdot \text{mm}]$가 가해진다. 볼트 1개에 발생하는 전단응력의 값$[\text{kgf/mm}^2]$은? (단, 마찰은 무시하고 전단응력만을 고려하며, $D_b = 100[\text{mm}]$, $d_1 = 5[\text{mm}]$, $\pi = 4$이다.)

<보기>



① 5

② 5.6

③ 50

④ 58

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 플렌지 커플링의 전달 토크를 각 볼트에 걸리는 전단력으로 나눈 뒤, 볼트 단면적으로 전단응력을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 토크 25,000 kgf·mm, 볼트 수 4개, 볼트 중심원 지름 100mm, 볼트 지름 5mm, $\pi = 4$.
구해야 할 값: 볼트 1개에 발생하는 전단응력.
주의할 조건: 마찰은 무시하고 전단응력만 고려하므로 토크는 4개 볼트가 균등하게 분담한다고 본다.

NoteBase

사용할 공식

토크 평형식은 $T = nFr$ 이고, 전단응력은 $\tau = \frac{F}{A}$ 이다. 여기서 $r = \frac{D_b}{2}$, $A = \frac{\pi d_1^2}{4}$ 이다.
이 공식을 쓰는 이유: 마찰을 무시한 플렌지 커플링에서는 각 볼트가 반지름 r 위치에서 전단력 F 로 토크를 지지하므로 먼저 볼트 1개당 힘을 구한 뒤, 그 힘을 볼트 단면적으로 나누면 전단응력이 된다.

계산 과정

1. 볼트 배치 반지름은 $r = \frac{100}{2} = 50\,\text{mm}$이다.
2. 토크 평형식 $T = nFr$ 에서 $F = \frac{T}{nr} = \frac{25,000}{4 \times 50} = 125\,\text{kgf}$이다.
3. 볼트 1개의 전단면적은 $A = \frac{\pi d_1^2}{4} = \frac{4 \times 5^2}{4} = 25\text{mm}^2$이다.
4. 따라서 전단응력은 $\tau = \frac{F}{A} = \frac{125}{25} = 5\text{kgf/mm}^2$이다.

선지 판단

1번 5: O. 계산 결과 전단응력은 5kgf/mm^2이므로 맞다.
2번 5.6: X. 올바른 값은 5kgf/mm^2이다. 볼트 1개당 힘이나 전단면적을 잘못 잡으면 이런 오답이 나온다.
3번 50: X. 올바른 값은 5kgf/mm^2이다. 전단응력 계산에서 단면적으로 나누는 과정을 빠뜨리면 실제보다 크게 나온다.
4번 58: X. 올바른 값은 5kgf/mm^2이다. 볼트 수 4개와 반지름 50mm를 함께 반영하지 않으면 과대 계산된다.

오답 포인트

이 문제는 $D_b = 100\,\text{mm}$를 바로 반지름처럼 쓰거나, 토크를 4개 볼트에 균등 분담시키지 않거나, $A = \frac{\pi d^2}{4}$ 에서 4로 나누는 것을 빠뜨리면 틀리기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

플렌지 커플링 볼트 계산은 먼저 중심원 지름을 반지름으로 바꾸고, $T = nFr$ 로 볼트 1개당 전단력을 구한 다음, 마지막에 $\tau = \frac{F}{A}$ 로 응력을 계산하면 된다.

암기 포인트

플렌지 커플링 볼트 전단응력: 반지름 확인 → $T = nFr$ → $A = \frac{\pi d^2}{4}$ → $\tau = \frac{F}{A}$.

NoteBase

문 8. 두 개의 표준 스퍼기어가 맞물려 회전하는 한 쌍의 기어가 있다. 중심거리는 $140[\mathrm{mm}]$이며, 모듈 $m=4$, 압력각 $\alpha=20[^\circ]$, 1번 기어의 잇수는 Z_1=20[개], 2번 기어의 잇수는 Z_2=50[개]라면, 1번 기어에 대한 2번 기어의 각속도비 값은?

① 0.04

② 0.25

③ 0.4

④ 2.5

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 표준 스퍼기어 한 쌍에서 잇수비를 이용해 각속도비를 구할 수 있는지를 묻는다.

조건 정리

주어진 값: 중심거리 140mm, 모듈 4, 압력각 20도, 1번 기어 잇수 20개, 2번 기어 잇수 50개
구해야 할 값: 1번 기어에 대한 2번 기어의 각속도비
주의할 조건: 표준 스퍼기어의 각속도비는 잇수비로 바로 구하며, 중심거리와 압력각은 속도비 계산에 직접 쓰이지 않는다.

사용할 공식

맞물린 기어의 각속도는 잇수에 반비례하므로 $\omega_2/\omega_1 = Z_1/Z_2$이다.
이 공식을 쓰는 이유: 맞물린 두 기어의 피치선 속도는 같아서 $\omega_1 r_1 = \omega_2 r_2$이고, 같은 모듈의 표준 기어에서는 반지름이 잇수에 비례하므로 각속도비를 잇수비로 바로 바꿀 수 있다.

계산 과정

1. 표준 스퍼기어에서 $d = mZ$이므로 1번 기어의 피치원지름은 $d_1 = 4 \times 20 = 80$, 2번 기어의 피치원지름은 $d_2 = 4 \times 50 = 200$이다.
2. 중심거리 확인: $(d_1 + d_2)/2 = (80 + 200)/2 = 140$이므로 주어진 조건과 일치한다.
3. 각속도비는 $\omega_2/\omega_1 = Z_1/Z_2 = 20/50 = 0.4$이다.
따라서 1번 기어에 대한 2번 기어의 각속도비는 0.4이다.

NoteBase

선지 판단

1번 0.04: X. 계산 결과는 0.4이므로 소수점을 한 자리 더 잘못 옮긴 오답이다.
2번 0.25: X. 각속도비는 잇수비 20/50로 구해야 하므로 0.25는 맞지 않는다. 모듈이나 다른 수치를 속도비에 직접 섞으면 이런 오답이 나온다.
3번 0.4: O. $\omega_2/\omega_1 = 20/50 = 0.4$이므로 정답이다.
4번 2.5: X. $50/20 = 2.5$는 역수이므로 2번 기어에 대한 1번 기어의 각속도비에 해당한다.

오답 포인트

문장의 방향을 거꾸로 읽어 ω_1/ω_2를 구하면 2.5를 고르게 된다. 또 중심거리, 모듈, 압력각이 주어졌다고 해서 모두 속도비 공식에 넣는 것이 아니다.

다시 나오면 이렇게 판단

기어 속도비 문제는 먼저 'A에 대한 B'가 ω_B/ω_A인지 확인하고, 그다음 맞물린 기어에서는 각속도가 잇수에 반비례한다는 점을 써서 Z_A를 분자, Z_B를 분모에 놓으면 된다.

암기 포인트

맞물린 기어는 잇수가 클수록 천천히 돈다. 각속도비는 반지름비와 같고 잇수비와는 역방향이 아니라 $\omega_2/\omega_1 = Z_1/Z_2$로 쓴다.

NoteBase

문 9. 스프링 상수가 k인 원통 코일 스프링에서 스프링 전체의 지름 D와 소선의 지름 d를 각각 2배로 증가시키면, 바뀐 스프링 상수는?

① $2k$

② $4k$

③ $8k$

④ $16k$

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 원통 코일 스프링의 스프링 상수 비례관계 $k \propto \frac{d^4}{D^3}$를 이용해 치수 변화 뒤 스프링 상수를 판단하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 기존 스프링 상수는 k이다.
변경 조건: 스프링 전체의 지름 D와 소선의 지름 d를 각각 2배로 늘린다.
구해야 할 값: 바뀐 스프링 상수이다.
주의할 조건: 같은 재료, 같은 유효 감김수라고 보고 D와 d의 비례관계만 반영해야 한다.

사용할 공식

원통 코일 스프링의 스프링 상수는 $k = \frac{Gd^4}{8D^3n}$이므로 $k \propto \frac{d^4}{D^3}$이다.
이 공식을 쓰는 이유: 문제에서 바뀌는 값이 스프링 전체의 지름 D와 소선의 지름 d뿐이므로, 스프링 상수가 이 두 치수에 어떻게 비례하는지만 보면 바로 비교할 수 있다.

계산 과정

1. 변화 전후 비를 세우면 $\frac{k'}{k} = \frac{(d')^4}{d^4} \times \frac{D^3}{(D')^3}$이다.
2. 조건을 대입하면 $d' = 2d, D' = 2D$이므로 $\frac{k'}{k} = \frac{(2d)^4}{d^4} \times \frac{D^3}{(2D)^3}$이다.
3. 정리하면 $\frac{k'}{k} = 2^4 \times \frac{1}{2^3} = 16 \times \frac{1}{8} = 2$이다.
4. 따라서 $k' = 2k$이므로 정답은 1번이다.

NoteBase

선지 판단

1번: 맞다. 계산 결과 바뀐 스프링 상수는 $2k$이다.
2번: 틀리다. $4k$가 되려면 D가 분모에서 세제곱으로 작용한다는 점을 덜 반영한 것이다. D를 2배로 하면 스프링 상수는 8분의 1 효과를 받으므로 최종값은 4배가 아니라 2배이다.
3번: 틀리다. $8k$는 소선 지름 d의 증가 효과 16배를 보고, 스프링 전체 지름 D 증가에 따른 8분의 1 감소를 제대로 반영하지 못했을 때 나오는 오답이다.
4번: 틀리다. $16k$는 d^4만 보고 D가 커질수록 스프링 상수가 작아진다는 D^3의 분모 효과를 완전히 무시한 값이다.

오답 포인트

코일 스프링에서는 d는 네제곱으로, D는 세제곱으로 작용한다. 두 값이 모두 2배라고 해서 단순히 큰 수끼리만 보고 16배나 4배로 판단하면 틀린다. 특히 D는 분모에 있으므로 커질수록 스프링 상수는 감소한다는 방향을 놓치기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

스프링 상수 변화 문제는 먼저 $k \propto \frac{d^4}{D^3}$ 형태를 떠올린 뒤, 바뀐 치수를 비율로만 대입해서 분자와 분모 효과를 따로 계산하면 된다. 즉 d 변화 효과를 계산하고, D 변화 효과를 계산한 다음 마지막에 곱해서 판단한다.

암기 포인트

코일 스프링 상수는 d가 굵어지면 크게 증가하고, D가 커지면 감소한다. 핵심은 d^4, D^3이다.

NoteBase

문 10. 벨트 구동에서 축간거리가 $500[\mathrm{cm}]$, 벨트 풀리의 지름이 각각 $D_1 = 100[\mathrm{cm}]$, $D_2 = 100[\mathrm{cm}]$이다. 엇걸기와 평행걸기 때의 벨트 길이 차이$[\mathrm{mm}]$는?

① 100

② 200

③ 300

④ 400

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 평행걸기와 엇걸기의 벨트 길이 공식을 비교해 두 방식의 길이 차를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 축간거리 500cm, 풀리 지름 $D_1 = 100cm$, $D_2 = 100cm$이다.
구해야 할 값: 엇걸기와 평행걸기 벨트 길이의 차이이다.
주의할 조건: 마지막 단위는 mm이므로 cm로 계산한 뒤 mm로 바꿔야 한다.

사용할 공식

평행걸기 벨트 길이: L_평=2C+(π)/(2)(D_1+D_2)+((D_1-D_2)^2)/(4C)
엇걸기 벨트 길이: L_엇=2C+(π)/(2)(D_1+D_2)+((D_1+D_2)^2)/(4C)
따라서 길이 차는 L_엇-L_평=((D_1+D_2)^2-(D_1-D_2)^2)/(4C)=(D_1D_2)/(C)
이 공식을 쓰는 이유: 문제에서 같은 두 풀리를 평행걸기와 엇걸기로 걸었을 때의 길이 차만 묻고 있으므로, 두 길이식을 빼면 공통항이 소거되어 차이만 바로 구할 수 있다.

계산 과정

1. 길이 차 공식에 값을 대입한다.
L_엇-L_평=(D_1D_2)/(C)=(100×100)/(500)
2. 계산하면 $20cm$이다.
3. 이를 mm로 바꾸면 $20cm = 200mm$이다.
따라서 벨트 길이 차는 200mm이다.

NoteBase

선지 판단

1번 100: 계산 결과 200mm와 다르므로 오답이다. 길이 차를 구한 뒤 2로 나누거나 중간 계산값을 잘못 줄이면 고르기 쉽다.
2번 200: 계산 결과와 정확히 일치하므로 정답이다.
3번 300: 계산 결과 200mm와 다르므로 오답이다. 공식을 잘못 적용하거나 산술 계산을 틀리면 나올 수 있는 값이다.
4번 400: 계산 결과 200mm와 다르므로 오답이다. cm를 mm로 바꾸는 과정과 공식 대입을 함께 잘못 처리하면 고르기 쉽다.

오답 포인트

평행걸기와 엇걸기 길이식을 각각 외우지 못하면 $(D_1 - D_2)^2$와 $(D_1 + D_2)^2$를 바꿔 쓴다. 또 계산을 cm로 해 놓고 mm 변환을 빠뜨리거나, 두 식의 공통항을 빼지 않고 전부 다시 계산하다가 산술 실수를 내기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

벨트 길이 차 문제는 먼저 평행걸기와 엇걸기 식을 구분한 뒤, 두 식을 빼서 공통항을 지우고 차이항만 계산한다. 마지막에 요구 단위가 cm인지 mm인지 반드시 확인한다.

암기 포인트

엇걸기와 평행걸기의 길이 차는 두 길이식을 빼서 구한다. 같은 풀리 두 개이면 L_엇-L_평=(D_1D_2)/(C)로 바로 계산할 수 있다.

NoteBase

문 11. 맞물린 두 헬리컬 기어의 잇수를 각각 Z_1, Z_2라 할 때, 두 헬리컬 기어의 중심거리는? (단, 헬리컬 기어의 치직각 모듈은 m, 나선각은 β라 한다.)

① $\frac{m(Z_1+Z_2)}{\cos\beta}$
② $\frac{m(Z_1+Z_2)}{\cos 2\beta}$
③ $\frac{m(Z_1+Z_2)}{2\cos\beta}$
④ $\frac{m(Z_1+Z_2)}{2\cos 2\beta}$

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 헬리컬 기어의 치직각 모듈과 나선각이 주어졌을 때 중심거리 공식을 정확히 적용할 수 있는지를 묻는다.

조건 정리

주어진 값: 두 헬리컬 기어의 잇수는 각각 Z_1, Z_2, 치직각 모듈은 m, 나선각은 β이다.
구해야 할 값: 두 기어의 중심거리이다.
주의할 조건: 문제의 모듈은 치직각 모듈이므로 이 값을 그대로 피치원 지름에 넣지 않고, 축직각 기준으로 바꿔서 써야 한다.

사용할 공식

헬리컬 기어에서 치직각 모듈이 m일 때 피치원 지름은 $d = \frac{mZ}{\cos\beta}$이다. 따라서 중심거리는 $a = \frac{d_1+d_2}{2}$이므로
$a = \frac{1}{2}\left(\frac{mZ_1}{\cos\beta} + \frac{mZ_2}{\cos\beta}\right) = \frac{m(Z_1+Z_2)}{2\cos\beta}$
이 공식을 쓰는 이유: 중심거리는 두 기어 피치원 반지름의 합이므로 피치원 지름의 합의 절반으로 구한다. 또 문제에서 준 모듈은 치직각 모듈이므로 $\cos\beta$ 보정이 필요하다.

계산 과정

1. 각 기어의 피치원 지름을 구하면 $d_1 = \frac{mZ_1}{\cos\beta}$, $d_2 = \frac{mZ_2}{\cos\beta}$이다.
2. 중심거리는 두 피치원 지름의 합의 절반이므로 $a = \frac{d_1+d_2}{2}$이다.
3. 대입하면
$a = \frac{1}{2}\left(\frac{mZ_1}{\cos\beta} + \frac{mZ_2}{\cos\beta}\right) = \frac{m(Z_1+Z_2)}{2\cos\beta}$
4. 계산 결과가 ③의 식과 일치하므로 정답은 3번이다.

NoteBase

선지 판단

1번: X
$\frac{m(Z_1+Z_2)}{\cos\beta}$는 중심거리가 아니라 두 피치원 지름의 합에 해당한다. 중심거리는 그 절반이어야 하므로 $\frac{1}{2}$가 빠졌다.
2번: X
분모가 $\cos 2\beta$인 식은 헬리컬 기어 중심거리 공식이 아니다. 나선각 보정은 $\cos\beta$로 하며, 여기에 더해 이 식도 $\frac{1}{2}$가 빠져 있다.
3번: O
중심거리 공식 $a=\frac{m(Z_1+Z_2)}{2\cos\beta}$와 정확히 일치한다.
4번: X
$\frac{1}{2}$는 들어가 있지만 나선각 보정을 $\cos 2\beta$로 잘못 썼다. 헬리컬 기어에서 치직각 모듈을 사용할 때는 $\cos\beta$로 보정해야 한다.

오답 포인트

중심거리와 피치원 지름의 합을 혼동하면 1번처럼 $\frac{1}{2}$를 빠뜨린다. 또 헬리컬 기어의 나선각 보정을 막연히 각도 관련 식으로 외우면 2번, 4번처럼 $\cos 2\beta$를 넣는 실수를 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

헬리컬 기어 계산형은 먼저 문제의 모듈이 치직각인지 축직각인지 확인하고, 피치원 지름을 구한 뒤 중심거리는 마지막에 반드시 2로 나눈다고 판단하면 된다.

암기 포인트

치직각 모듈 m이면 헬리컬 기어 중심거리는 $a=\frac{m(Z_1+Z_2)}{2\cos\beta}$이다.

NoteBase

문 12. 90[kN]의 추력을 받고 100[rpm]으로 회전하는 칼라 붙이형 저널 베어링에서 발열계수의 값 [MPa · m/s]은? **(단, 칼라는 3개, 외경과 내경의 차이는** 10[mm]**이다.)**

① 0.5

② 1.0

③ 3.0

④ 10.0

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 칼라 베어링의 발열계수 pv를 평균면압과 미끄럼속도로 계산할 수 있는지를 묻는다.

조건 정리

주어진 값: 추력 90 kN, 회전수 100 rpm, 칼라 수 3개, 외경과 내경의 차 10mm
구해야 할 값: 발열계수 pv의 값
주의할 조건: 칼라 3개가 하중을 나누어 받고, 면적은 환상면적 $\frac{\pi}{4}(D_o^2 - D_i^2)$, 속도는 평균지름 $D_m = \frac{D_o + D_i}{2}$에서 계산한다.

사용할 공식

발열계수는 pv이다.
$p = \frac{W}{z \cdot \frac{\pi}{4}(D_o^2 - D_i^2)}$
$v = \frac{\pi D_m N}{60} = \frac{\pi(D_o + D_i)N}{120}$
따라서
$pv = \frac{W}{z \cdot \frac{\pi}{4}(D_o^2 - D_i^2)} \cdot \frac{\pi(D_o + D_i)N}{120}$
이 공식을 쓰는 이유: 발열계수는 베어링 접촉면의 압력 p와 원주속도 v의 곱으로 정의되기 때문이다.

NoteBase

계산 과정

1. 환상면적 항을 정리하면 $D_o^2 - D_i^2 = (D_o - D_i)(D_o + D_i)$이다.
2. 문제에서 $D_o - D_i = 10mm = 0.01m$이므로
$pv = \frac{W}{z \cdot \frac{\pi}{4}(D_o - D_i)(D_o + D_i)} \cdot \frac{\pi(D_o + D_i)N}{120}$
3. $(D_o + D_i)$와 π가 약분되어
$pv = \frac{4WN}{120z(D_o - D_i)}$
4. 수치를 대입하면
$pv = \frac{4 \times 90000 \times 100}{120 \times 3 \times 0.01} = 10000000Pa \cdot m/s$
5. $1MPa = 10^6Pa$이므로
$pv = 10MPa \cdot m/s$
따라서 발열계수는 10.0 MPa·m/s이다.

선지 판단

1번 0.5: 틀리다. 계산 결과는 10.0 MPa·m/s이므로 0.5는 실제값의 1/20이다. 칼라 수나 단위 변환을 중복 적용하면 이런 과소값이 나오기 쉽다.
2번 1.0: 틀리다. 계산 결과는 10.0 MPa·m/s이므로 1.0은 10배 작다. kN을 N으로 바꾸지 않거나 MPa 환산을 잘못하면 나올 수 있는 값이다.
3번 3.0: 틀리다. 계산 결과는 10.0 MPa·m/s이므로 맞지 않는다. 칼라 수 3개만 보고 단순히 90을 3으로 나누는 식으로 접근하면 이런 오답에 끌릴 수 있다.
4번 10.0: 맞다. $pv = 10MPa \cdot m/s$로 계산되므로 정답이다.

오답 포인트

이 문제의 핵심 함정은 실제 외경과 내경 값을 따로 구해야 한다고 생각하는 것이다. 하지만 $D_o^2 - D_i^2 = (D_o - D_i)(D_o + D_i)$와 평균지름 식을 함께 쓰면 $(D_o + D_i)$가 약분되어, 주어진 10mm만으로 바로 계산된다. 또 10mm를 0.01m로 바꾸지 않으면 값이 크게 틀어진다.

다시 나오면 이렇게 판단

칼라 베어링 발열계수 문제는 먼저 pv를 떠올리고, 다음에 환상면적과 평균지름을 써서 약분되는 항이 있는지 본다. 마지막에 길이 단위를 m로 맞추고, 결과를 Pa·m/s에서 MPa·m/s로 바꾸면 된다.

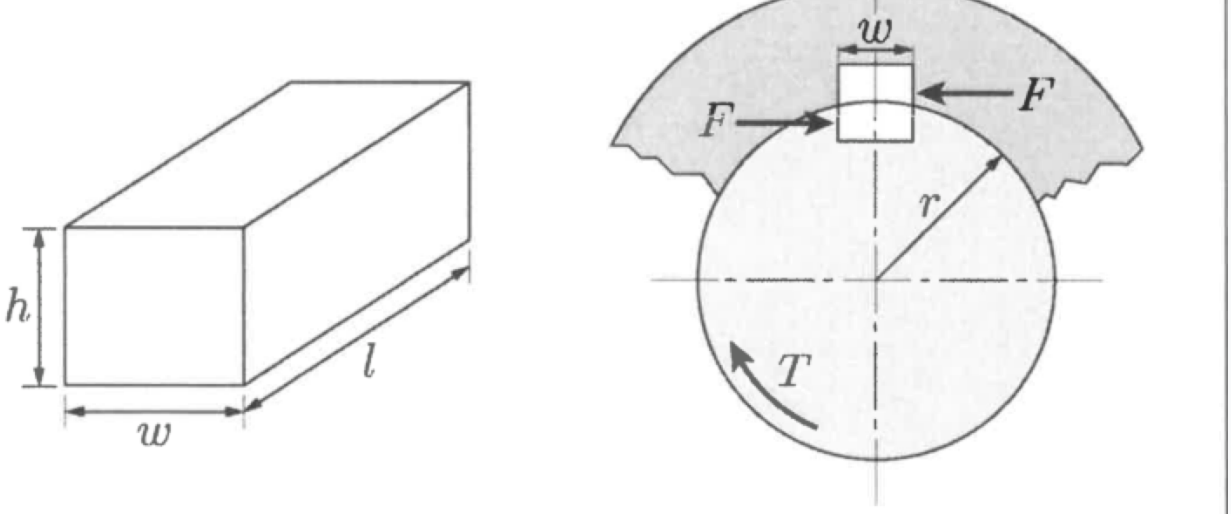
암기 포인트

칼라 베어링 발열계수는 pv, 환상면적은 $\frac{\pi}{4}(D_o^2 - D_i^2)$, 외경차만 주어지면 $(D_o + D_i)$ 약분 가능 여부를 먼저 확인한다.

NoteBase

문 13. <보기>의 지름이 40[mm]인 축이 전달하는 토크 T가 1[kN · m]일 때, 너비 $w = 10$[mm]의 사각 묻힘키가 결합 요소로 사용된다. 이때 전단응력을 고려할 경우 요구되는 키의 최소 길이 l[m]은? (단, 재료의 전단강도는 150[MPa], 안전율은 3이며, 키와 축의 압축 또는 지지 압력은 고려하지 않는다.)

<보기>



① 0.1

② 0.3

③ 0.4

④ 0.5

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 묻힘키의 전단강도 조건 $\tau = F/(wl)$을 이용해 최소 길이 l를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 토크 1 kN · m = 1,000,000 N · mm, 축 지름 40mm이므로 반지름 $r = 20$mm, 키 너비 $w = 10$mm

구해야 할 값: 전단강도 조건을 만족하는 키의 최소 길이 l

주의할 조건: 재료의 전단강도 150 MPa에 안전율 3을 적용하므로 허용전단응력은

$\tau_{allow} = 150/3 = 50\text{N/mm}^2$이다. 키와 축의 압축 또는 지지압력은 고려하지 않는다.

NoteBase

사용할 공식

토크 관계는 $T = Fr$ 이므로 $F = T/r$이다.
묻힘키의 전단응력은 $\tau = F/A$, 전단면적은 $A = wl$이므로 $\tau = F/(wl)$이다.
이 공식을 쓰는 이유: 문제에서 전단응력만 고려하라고 했으므로, 키의 전단면적 wl에 접선력 F가 작용한다고 보고 허용전단응력 이하인지 확인하면 된다.

계산 과정

1. 토크로부터 키에 작용하는 접선력을 구한다.
$F = \frac{T}{r} = \frac{1{,}000{,}000}{20} = 50{,}000\text{N}$
2. 허용전단응력을 구한다.
$\tau_{allow} = \frac{150}{3} = 50\text{N/mm}^2$
3. 전단응력 조건 $\tau = F/(wl)$에 대입한다.
$50 = \frac{50{,}000}{10 \cdot l}$
$l = \frac{50{,}000}{500} = 100\text{mm} = 0.1\text{m}$
따라서 요구되는 최소 길이는 0.1m이다.

선지 판단

1번: O. 계산 결과 최소 길이는 0.1m이므로 맞다.
2번: X. 0.3m는 계산값보다 3배 크다. 최소 길이를 묻는 문제에서 허용응력을 과도하게 낮추거나 안전율을 한 번 더 곱하면 이렇게 과대계산할 수 있다.
3번: X. 0.4m는 전단강도 조건으로 구한 값 0.1m와 다르다. 지름과 반지름을 혼동하거나 전단면적을 잘못 잡으면 길이가 불필요하게 커진다.
4번: X. 0.5m는 0.1m보다 훨씬 큰 값이다. 이 길이에서도 물론 안전하지만, 문제는 최소 길이를 묻고 있으므로 정답이 아니다.

오답 포인트

토크에서 힘을 구할 때 반지름 $r = d/2$를 써야 하는데 지름 40mm를 그대로 쓰면 틀리기 쉽다. 또 전단강도 150 MPa를 바로 쓰지 말고 안전율 3을 나눈 허용전단응력 50 MPa를 사용해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

키 계산 문제는 먼저 $T \rightarrow F$로 접선력을 구하고, 그다음 전단인지 압축인지 조건을 구분한 뒤, 마지막에 허용응력과 전단면적 wl을 대입해 최소 치수를 구하면 된다.

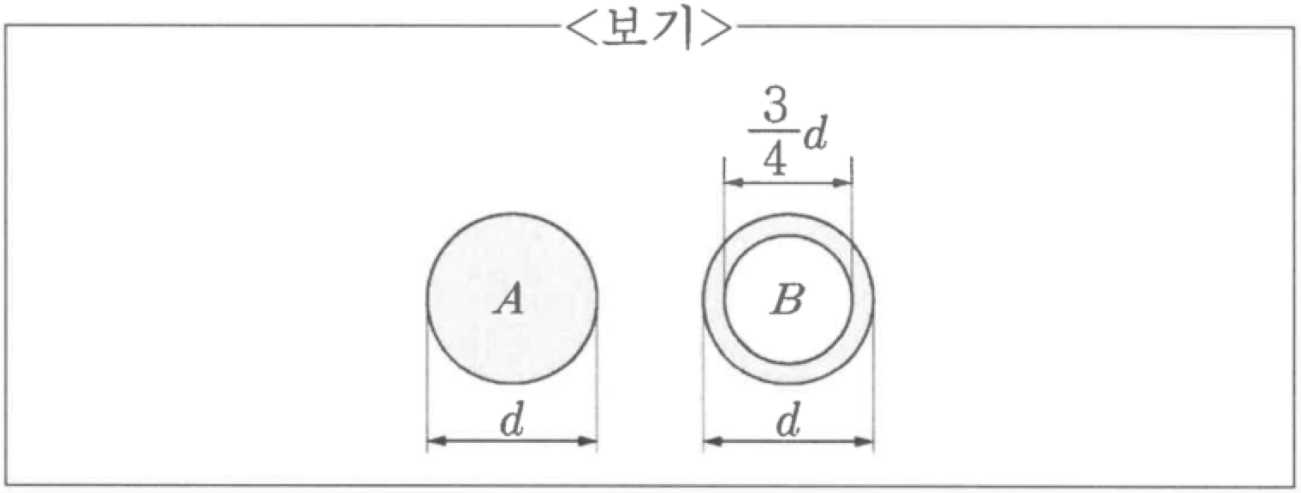
암기 포인트

묻힘키 전단 검토는 $T = Fr$, $\tau = F/(wl)$, 허용응력은 강도/안전율 순서로 정리한다.

NoteBase

문 14. <보기>와 같은 단면의 원통형 중실축 A, 중공축 B가 있다. 재질이 같은 경우, 각 축이 전달할 수 있는 최대 토크의 비($\frac{T_A}{T_B}$)는?

<보기>



① $\frac{64}{27}$

② $\frac{64}{37}$

③ $\frac{256}{81}$

④ $\frac{256}{175}$

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 같은 재질의 중실축과 중공축에서 허용 전단응력이 같을 때 최대 전달 토크 비를 구하는 문제이다.

조건 정리

A는 지름 d인 중실축이다.

B는 바깥지름 d, 안지름 $\frac{3}{4}d$인 중공축이다.

같은 재질이므로 허용 전단응력 τ는 같고, 최대 전달 토크는 극단면계수에 비례한다.

사용할 공식

원형축의 최대 전달 토크는 $T = \tau \frac{J}{R}$이다.

중실축은 $T = \frac{\pi}{16}\tau d^3$이다.

중공축은 $T = \frac{\pi}{16}\tau d_o^3\left(1 - \left(\frac{d_i}{d_o}\right)^4\right)$이다.

이 문제에서는 두 축의 재질이 같아 τ가 같고, 바깥지름도 같으므로 비를 구하면 공통항이 약분된다.

NoteBase

계산 과정

1. 중실축 A의 최대 토크는 $T_A = \frac{\pi}{16}\tau d^3$이다.
2. 중공축 B는 $d_o = d$, $d_i = \frac{3}{4}d$이므로
$T_B = \frac{\pi}{16}\tau d^3\left(1 - \left(\frac{3}{4}\right)^4\right)$
3. 따라서
$\frac{T_A}{T_B} = \frac{\frac{\pi}{16}\tau d^3}{\frac{\pi}{16}\tau d^3\left(1-\left(\frac{3}{4}\right)^4\right)} = \frac{1}{1-\frac{81}{256}} = \frac{1}{\frac{175}{256}} = \frac{256}{175}$
따라서 정답은 4번이다.

선지 판단

1번: X. $\frac{64}{27}$은 중공축의 빈 부분을 반영하지 않고 단순 비율만 잘못 적용할 때 나올 수 있는 값이다. 올바른 값은 $\frac{256}{175}$이다.
2번: X. $\frac{64}{37}$은 중공축 보정항에서 4제곱 대신 3제곱처럼 잘못 처리할 때 생기기 쉬운 오답이다. 중공축은 반드시 $1 - k^4$ 형태로 계산해야 한다. 올바른 값은 $\frac{256}{175}$이다.
3번: X. $\frac{256}{81}$은 $1 - \left(\frac{3}{4}\right)^4$에서 앞의 1을 빼먹고 $\left(\frac{3}{4}\right)^4$만 분모에 둔 경우의 오답이다. 올바른 값은 $\frac{256}{175}$이다.
4번: O. 계산 결과 $\frac{T_A}{T_B} = \frac{256}{175}$이므로 맞다.

오답 포인트

중공축은 바깥지름만 보는 것이 아니라 $1 - \left(\frac{d_i}{d_o}\right)^4$ 보정항까지 함께 봐야 한다. 안지름 비를 3제곱으로 처리하거나, 앞의 1을 빼먹으면 바로 오답이 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

축의 최대 토크 비 문제는 먼저 같은 재질인지 확인하고, 그다음 중실축과 중공축의 토크 공식을 각각 쓴 뒤 공통항을 약분해서 비교하면 된다. 특히 중공축은 $1 - k^4$를 끝까지 유지해야 한다.

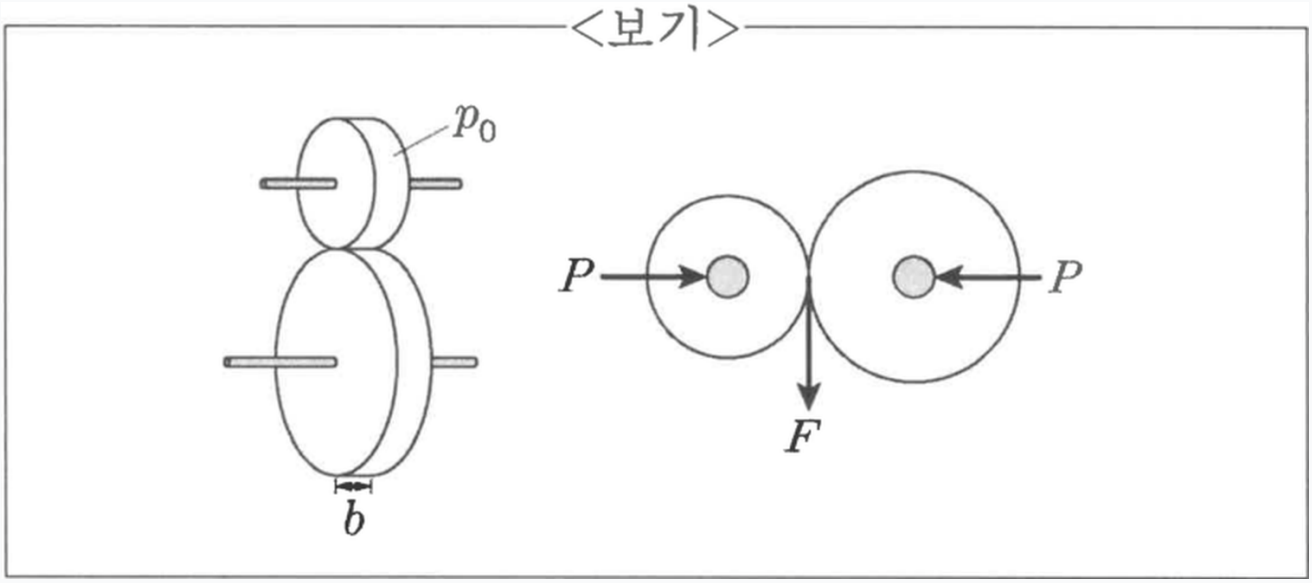
암기 포인트

중실축: $T \propto d^3$, 중공축: $T \propto d_o^3(1 - k^4)$. 중공축의 핵심은 $1 - k^4$이다.

NoteBase

문 15. <보기>와 같이 두 원통 마찰차를 힘 P로 밀 때, 양 차의 접촉부에서는 마찰력 F가 발생한다. 폭 $b = 50$[mm]이고, 마찰 계수는 0.3이며, 허용접촉압력이 $p_0 = 2$[N/mm]이다. 전달 가능한 최대 회전력 F[N]는?

<보기>



① 24

② 30

③ 60

④ 75

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 원통 마찰차의 허용접촉압력으로 접촉하중을 구한 뒤 마찰계수를 곱해 최대 회전력 F를 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 폭 $b = 50$mm, 마찰계수 $\mu = 0.3$, 허용접촉압력 $p_0 = 2$N/mm
구해야 할 값: 전달 가능한 최대 회전력 F
주의할 조건: 허용접촉압력 p_0는 단위폭당 허용 누름하중이므로 전체 누름하중은 $P = p_0 b$로 계산한다.

사용할 공식

$P = p_0 b$, $F = \mu P$
이 공식을 쓰는 이유: 두 원통 마찰차가 서로 미끄러지지 않고 전달할 수 있는 최대 회전력은 접촉면의 최대 마찰력과 같고, 그 최대 마찰력은 누름하중 P에 마찰계수 μ를 곱해서 구한다.

NoteBase

계산 과정

1. 허용접촉압력으로 누름하중을 구한다.
$P = p_0 b = 2 \times 50 = 100\text{N}$
2. 최대 회전력은 마찰력의 한계값이다.
$F = \mu P = 0.3 \times 100 = 30\text{N}$
3. 따라서 전달 가능한 최대 회전력은 30 N이다.

선지 판단

1번 24: X. 계산 결과는 30 N이므로 오답이다. 올바르게는 30 N이어야 한다.
2번 30: O. $F = 0.3 \times 100 = 30\text{N}$이므로 정답이다.
3번 60: X. 누름하중 100 N에 마찰계수 0.3을 곱해야 하므로 60 N은 과대계산이다. 올바르게는 30 N이다.
4번 75: X. 허용접촉압력과 폭을 사용하더라도 마찰계수를 반영한 최대 회전력은 30 N이므로 75 N은 오답이다. 올바르게는 30 N이다.

오답 포인트

허용접촉압력으로 바로 회전력을 구하려 하거나, 두 바퀴가 맞닿아 있다고 해서 마찰력을 두 번 계산하면 틀린다. 이 문제는 먼저 $P = p_0 b$로 누름하중을 구하고, 그다음 $F = \mu P$를 한 번만 적용해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

원통 마찰차 계산형은 허용접촉압력으로 누름하중을 계산하고, 그 값을 마찰계수에 곱해 최대 전달력을 구한 뒤 단위가 N으로 맞는지까지 확인한다.

암기 포인트

원통 마찰차의 최대 회전력은 $F = \mu p_0 b$로 바로 정리할 수 있다.

NoteBase

문 16. 단순 유성기어 장치에서 입력축은 태양기어에, 출력축은 캐리어에 연결하고, 내접기어는 고정하였다. 태양기어의 잇수는 18개, 유성기어의 잇수는 27개일 때, 입력축에 대한 출력축의 각속도비는?

① $\frac{1}{6}$
② $\frac{1}{5}$
③ $\frac{2}{5}$
④ $\frac{2}{3}$

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 단순 유성기어 장치에서 내접기어 고정, 태양기어 입력, 캐리어 출력 조건일 때 입력축 대비 출력축의 각속도비를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 태양기어 잇수 18, 유성기어 잇수 27, 내접기어 고정, 입력축은 태양기어, 출력축은 캐리어이다.
구해야 할 값: 입력축에 대한 출력축의 각속도비 ω_c/ω_s이다.
주의할 조건: 내접기어 잇수는 바로 주어진 것이 아니라 기하관계로 먼저 구해야 한다.

사용할 공식

먼저 내접기어 잇수는 $Z_r = Z_s + 2Z_p$ 이다. 따라서 $Z_r = 18 + 2 \times 27 = 72$ 이다.
그다음 단순 유성기어의 윌리스 식 $\frac{\omega_s - \omega_c}{\omega_r - \omega_c} = -\frac{Z_r}{Z_s}$ 를 쓴다. 이 문제는 내접기어가 고정이므로 $\omega_r = 0$ 이다.
이 공식을 쓰는 이유: 태양기어와 내접기어, 캐리어의 상대운동 관계를 가장 직접적으로 연결하는 식이기 때문이다.

계산 과정

1. 내접기어 잇수를 구하면 $Z_r = 18 + 2 \times 27 = 72$ 이다.
2. 윌리스 식에 $\omega_r = 0$ 을 대입하면 $\frac{\omega_s - \omega_c}{-\omega_c} = -\frac{72}{18} = -4$ 이다.
3. 이를 정리하면 $\omega_s - \omega_c = 4\omega_c$, 따라서 $\omega_s = 5\omega_c$ 이다.
4. 따라서 구하는 각속도비는 $\frac{\omega_c}{\omega_s} = \frac{1}{5}$ 이다.

NoteBase

선지 판단

1번: X
계산 결과는 1/5이므로 1/6은 틀리다. 내접기어 잇수 관계를 잘못 세우거나 윌리스 식 정리 과정에서 분모를 잘못 잡으면 이런 오답이 나온다.
2번: O
계산 결과 $\omega_c/\omega_s = 1/5$ 이므로 맞다. 내접기어를 고정한 단순 유성기어에서 캐리어 속도는 태양기어 속도보다 작다.
3번: X
2/5는 틀리다. 이것은 내접기어 잇수 72를 써야 하는데 유성기어 잇수 27을 그대로 넣어 18/(18 + 27) 처럼 계산할 때 나오는 값이다. 틀린 표현은 유성기어 잇수를 직접 속도비 식에 넣는 것이고, 올바르게는 먼저 내접기어 잇수를 구한 뒤 관계식을 적용해야 한다.
4번: X
2/3은 틀리다. 이것은 18과 27만 보고 단순 외접기어의 잇수비처럼 처리한 값이다. 틀린 표현은 태양기어와 유성기어의 직접 잇수비를 출력 각속도비로 보는 것이고, 올바르게는 캐리어가 출력이므로 유성기어열 전체의 관계식을 써야 한다.

오답 포인트

유성기어 문제에서 가장 많이 틀리는 부분은 유성기어 잇수를 그대로 속도비 식에 넣는 것과, 내접기어 잇수를 먼저 구하지 않는 것이다. 또 태양기어 대 유성기어의 단순 잇수비를 그대로 출력축 속도비로 착각하면 3번이나 4번 같은 오답을 고르게 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

유성기어 계산형은 1단계에서 누가 입력, 출력, 고정인지 먼저 표시하고, 2단계에서 내접기어 잇수를 기하관계로 구한 뒤, 3단계에서 윌리스 식으로 속도비를 정리하면 된다.

암기 포인트

단순 유성기어는 먼저 잇수 관계 $Z_r = Z_s + 2Z_p$, 그다음 고정기어를 넣은 윌리스 식으로 푼다.

NoteBase

문 17. 롤러 체인의 피치가 25[mm], 스프로켓 휠의 잇수가 40개이고, 회전수 600[rpm]으로 회전할 때 체인의 평균속도[m/s]는?

① 4
② 6
③ 8
④ 10

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 롤러 체인의 피치와 스프로킷 잇수로 1회전당 이동거리를 구한 뒤, 회전수를 적용해 체인의 평균속도를 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 피치 25mm, 스프로킷 잇수 40, 회전수 600 rpm
구해야 할 값: 체인의 평균속도
주의할 조건: 25mm를 m로 환산해야 하고, rpm으로 구한 분당 이동거리를 m/s로 바꿀 때 60으로 나누어야 한다.

사용할 공식

체인의 평균속도는 $v = \frac{pzn}{60}$이다. 여기서 p는 피치, z는 스프로킷 잇수, n은 회전수이다.
이 공식을 쓰는 이유: 스프로킷이 1회전하면 체인은 잇수만큼 피치가 이동하므로 1회전당 이동거리는 pz가 된다.

계산 과정

1. 1회전당 체인 이동거리: $25 \times 40 = 1000$ mm = 1m
2. 분당 이동거리: $1 \times 600 = 600$ m/min
3. 초당 속도: $\frac{600}{60} = 10$ m/s

따라서 체인의 평균속도는 10m/s이다.

NoteBase

선지 판단

1번: X
계산 결과는 10m/s이므로 4m/s는 틀리다. 1회전당 이동거리를 지나치게 작게 잡거나 단위 환산을 잘못하면 이런 오답이 나온다.
2번: X
계산 결과는 10m/s이므로 6m/s는 틀리다. 피치와 잇수를 곱한 뒤 분당 이동거리를 초당 속도로 바꾸는 과정에서 일부만 반영하면 이런 값이 나온다.
3번: X
계산 결과는 10m/s이므로 8m/s는 틀리다. 1회전당 이동거리 계산이나 mm를 m로 바꾸는 과정에서 오산하면 나올 수 있는 값이다.
4번: O
계산 결과가 정확히 10m/s이므로 옳다.

오답 포인트

이 문제의 핵심 함정은 1회전당 이동거리 pz를 먼저 구하지 않고 바로 수치를 섞어 계산하는 것이다. 특히 mm를 m로 바꾸는 단계와 rpm을 초당 속도로 바꾸는 60 나누기를 빠뜨리면 오답이 나온다.

다시 나오면 이렇게 판단

체인 속도 문제는 먼저 피치 × 잇수로 1회전당 이동거리를 구하고, 그다음 회전수를 곱해 분당 이동거리로 만든 뒤, 마지막에 초당 속도로 환산하는 순서로 판단한다.

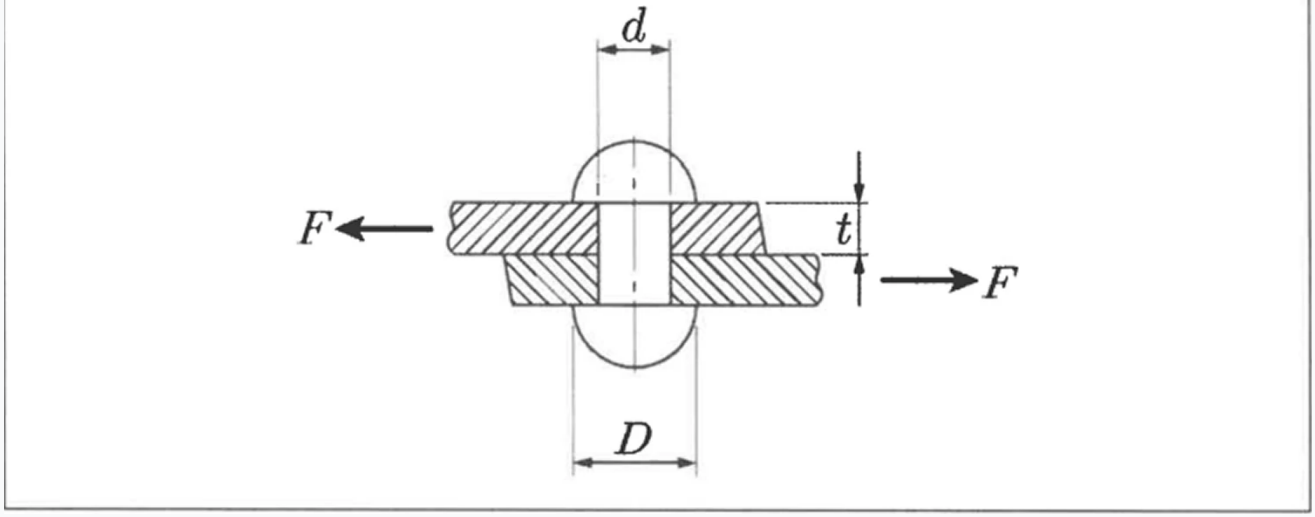
암기 포인트

체인 속도는 1회전당 이동거리 pz를 먼저 만든 뒤 $v = \frac{pzn}{60}$으로 정리한다.

NoteBase

문 18. <보기>와 같이 두 개의 판을 단일 리벳으로 리벳 이음을 하였다. 리벳이 절단되지 않는 최소 리벳 지름은? (단, 리벳 재료의 허용전단응력은 τ_a이다.)

<보기>



① $d = \sqrt{\frac{4F}{\tau_a \pi D t}}$
② $d = \sqrt{\frac{2F}{\tau_a \pi t}}$
③ $d = \sqrt{\frac{4F}{\tau_a \pi t}}$
④ $d = \sqrt{\frac{4F}{\tau_a \pi}}$

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 단일 리벳이 단전단을 받을 때 허용전단응력 조건으로 최소 지름을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 작용 전단력 F, 리벳 재료의 허용전단응력 τ_a
구해야 할 값: 리벳의 최소 지름 d
주의할 조건: 두 판을 한 개의 리벳으로 이은 겹치기 이음이므로 리벳은 단전단 상태이다.

사용할 공식

$\tau_a = \frac{F}{A} = \frac{F}{\pi d^2/4}$
이 공식을 쓰는 이유: 리벳이 절단되지 않으려면 리벳 축 단면에 생기는 전단응력이 허용전단응력을 넘지 않아야 하기 때문이다.

NoteBase

계산 과정

1. 단전단이므로 리벳의 전단면적은 $A = \pi d^2/4$이다.
2. 허용전단응력 조건은 $\tau_a = \frac{F}{\pi d^2/4} = \frac{4F}{\pi d^2}$ 이다.
3. 이를 d에 대해 정리하면 $d^2 = \frac{4F}{\tau_a \pi}$ 이다.
4. 따라서 최소 지름은 $d = \sqrt{\frac{4F}{\tau_a \pi}}$ 이다.

선지 판단

1번: X. 식에 D와 t가 들어가는데, 리벳 전단 파괴 검토에는 리벳 머리 지름 D나 판 두께 t가 아니라 리벳 축의 전단면적 $\pi d^2/4$만 들어간다.
2번: X. t가 포함되어 있어 판의 지압 조건이나 다른 파손 모드와 혼동한 식이다. 리벳 전단 조건만 쓰면 t는 들어가지 않는다.
3번: X. 계수 4는 맞지만 여전히 t가 포함되어 있어 전단면적을 잘못 잡은 식이다.
4번: O. 단전단 리벳의 허용전단응력 조건 $F \le \tau_a \cdot \pi d^2/4$에서 바로 나오는 식이다.

오답 포인트

리벳 전단 검토와 판의 지압 검토를 섞으면 t나 D를 끌어오게 된다. 이 문제는 '리벳이 절단되지 않는' 조건만 묻기 때문에 리벳 축 단면의 전단만 보면 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

리벳 문제는 먼저 어떤 파손 모드를 묻는지 확인한다. '리벳 전단'이면 전단면적 $\pi d^2/4$, '판 지압'이면 dt, '판 인장 또는 전단 파단'이면 순단면을 써서 식을 세운다.

암기 포인트

단전단 리벳은 $F = \tau_a \cdot \pi d^2/4$이므로 $d = \sqrt{4F/(\tau_a \pi)}$를 바로 떠올리면 된다.

NoteBase

문 19. 길이가 5[m]인 축 양단에 동일한 볼 베어링이 설치되어 있다. 좌측 베어링을 A, 우측 베어링을 B라고 하고, A에서 1[m] 떨어진 점에 축에 수직한 하중이 가해진다. 이때 A의 수명을 L_n이라 한다면, B의 수명의 값은? (단, 축의 자체질량은 무시한다.)

① $4L_n$

② $8L_n$

③ $27L_n$

④ $64L_n$

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 지지반력으로 각 베어링 하중을 구한 뒤, 볼 베어링 수명식으로 수명비를 계산하는 문제이다.

조건 정리

- 축 길이: 5m
- 베어링 A는 좌측, 베어링 B는 우측
- 하중 작용점: A에서 1m 떨어진 지점
- 두 베어링은 동일한 볼 베어링
- A의 수명: Ln
- 구할 값: B의 수명

사용할 공식

1) 단순지지보의 지지반력 평형식: $R_A + R_B = P$

2) 모멘트 평형식: $R_B \times 5 = P \times 1$

3) 볼 베어링 수명식: $L \propto \left(\frac{C}{P}\right)^3$

이 공식을 쓰는 이유:
축 양단 베어링은 하중을 지지하는 단순지지 구조로 볼 수 있으므로 먼저 각 베어링 반력을 구해야 한다. 또 동일한 볼 베어링이면 동정격하중 C가 같으므로 수명은 작용하중의 세제곱에 반비례한다.

NoteBase

계산 과정

1. B점에 대한 반력을 구하면 $R_B \times 5 = P \times 1$ 이므로 $R_B = \frac{P}{5}$ 이다.
2. 전체 수직평형에서 $R_A + R_B = P$ 이므로 $R_A = P - \frac{P}{5} = \frac{4P}{5}$ 이다.
3. 따라서 A와 B가 받는 하중비는 $R_A : R_B = \frac{4P}{5} : \frac{P}{5} = 4 : 1$ 이다.
4. 동일한 볼 베어링의 수명은 $L \propto \frac{1}{P^3}$ 이므로
$\frac{L_B}{L_A} = \left(\frac{R_A}{R_B}\right)^3 = 4^3 = 64$
5. $L_A = Ln$ 이므로 $L_B = 64Ln$ 이다.

선지 판단

1번: X
- 계산 결과는 64Ln이다. 4Ln은 반력비 4 : 1만 보고 수명식의 세제곱 관계를 적용하지 않은 값이다.

2번: X
- 계산 결과는 64Ln이다. 8Ln은 하중비를 잘못 단순화하거나 세제곱 계산을 틀렸을 때 나오는 오답이다.

3번: X
- 계산 결과는 64Ln이다. 27Ln은 반력비를 3:1로 잘못 보고 3^3으로 계산한 경우의 오답이다.

4번: O
- $R_A : R_B = 4 : 1$, 볼 베어링 수명은 하중의 세제곱에 반비례하므로 $L_B = 64Ln$ 이다.

오답 포인트

하중이 작은 베어링이 더 오래 간다는 점은 맞지만, 볼 베어링 수명은 하중에 단순 반비례가 아니라 세제곱 반비례라는 점을 빼먹으면 4Ln 같은 오답으로 간다. 또 반력 계산에서 하중 작용점 거리를 1m와 4m로 정확히 대응하지 않으면 반력비 자체를 틀리기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 지지반력부터 구하고, 그다음 동일한 베어링인지 확인한 뒤 수명식 $L \propto (C/P)^3$ 에서 C를 지워 수명비만 계산하면 된다. 계산형 베어링 문제는 반력비 계산 후 세제곱 적용까지 끝내야 한다.

암기 포인트

동일한 볼 베어링의 수명비는 하중비의 역수 세제곱이다.

NoteBase

문 20. 굽힘하중과 비틀림하중이 작용하는 축에서 상당 비틀림 모멘트가 T_e일 때, 굽힘하중과 비틀림하중이 각각 3배로 증가할 경우, 바뀐 상당 비틀림모멘트는?

① $2T_e$

② $3T_e$

③ $4T_e$

④ $5T_e$

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 굽힘모멘트와 비틀림모멘트가 동시에 작용할 때 상당 비틀림모멘트가 배수 증가에 따라 어떻게 변하는지를 묻는다.

조건 정리

주어진 값: 초기 상당 비틀림모멘트는 T_e이다.
변화 조건: 굽힘하중과 비틀림하중이 각각 3배로 증가한다.
구해야 할 값: 증가 후 상당 비틀림모멘트의 크기이다.
주의할 조건: 굽힘과 비틀림이 모두 같은 배수로 커지면 상당 비틀림모멘트도 같은 배수로 커진다.

사용할 공식

상당 비틀림모멘트는 $T_e = \sqrt{M^2 + T^2}$로 본다. 여기서 M은 굽힘모멘트, T는 비틀림모멘트이다.
이 공식을 쓰는 이유: 굽힘과 비틀림이 동시에 작용하는 축의 등가 비틀림 효과를 이 식으로 나타내기 때문이다.

계산 과정

초기 상태에서 $T_e = \sqrt{M^2 + T^2}$이다.
하중이 각각 3배가 되면 굽힘모멘트와 비틀림모멘트도 각각 $3M$, $3T$가 된다.
따라서 바뀐 상당 비틀림모멘트는 $T_e' = \sqrt{(3M)^2 + (3T)^2}$이다.
이를 정리하면 $T_e' = \sqrt{9M^2 + 9T^2} = \sqrt{9(M^2 + T^2)} = 3\sqrt{M^2 + T^2} = 3T_e$이다.

선지 판단

1번: X. 바뀐 상당 비틀림모멘트는 $2T_e$가 아니라 $3T_e$이다.
2번: O. 굽힘모멘트와 비틀림모멘트가 모두 3배가 되면 상당 비틀림모멘트도 $3T_e$가 된다.
3번: X. 제곱해서 더한 뒤 제곱근을 취하므로 배수는 4가 아니라 3으로 유지된다.
4번: X. 굽힘과 비틀림을 단순히 더해 5배처럼 판단하면 안 되고, 등가식으로 계산해야 한다.

NoteBase

오답 포인트

하중이 각각 3배가 되었다고 해서 식 안의 항이 9배가 된 뒤 결과까지 9배로 커진다고 착각하거나, 굽힘과 비틀림의 증가분을 단순 합산해서 판단하면 틀린다. 공통배수는 제곱근 밖으로 한 번만 나온다.

다시 나오면 이렇게 판단

굽힘과 비틀림이 동시에 작용하는 계산형 문제는 먼저 $T_e = \sqrt{M^2 + T^2}$ 같은 등가식을 세우고, 각 하중이 같은 배수로 변하면 그 배수를 식 밖으로 묶어낸 뒤 최종 배수만 판단한다.

암기 포인트

$\sqrt{(kM)^2 + (kT)^2} = k\sqrt{M^2 + T^2}$ 이므로 굽힘과 비틀림이 같은 배수로 증가하면 상당 비틀림모멘트도 같은 배수로 증가한다.

NoteBase