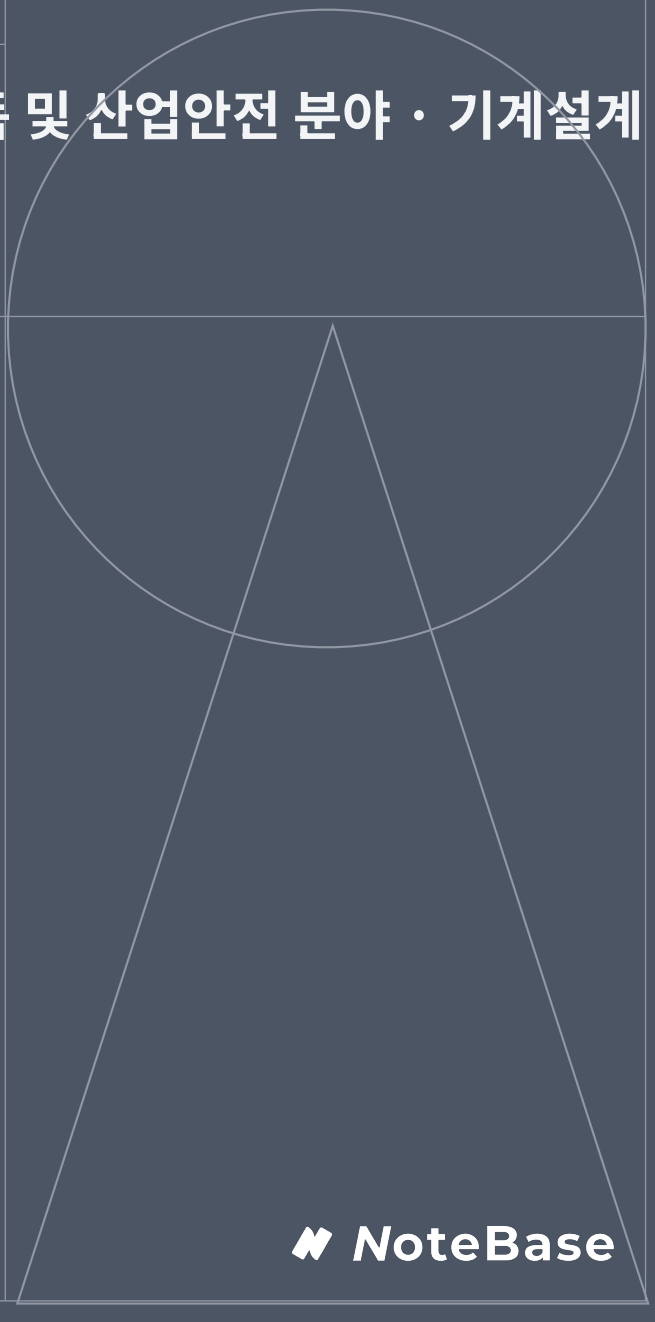
기출OX 해설집

공무원/국가직/7급 근로감독 및 산업안전 분야 · 기계설계 · 202



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/국가직/7급 근로감독 및 산업안전 분야 · 기계설계 · 2025 · 2차

공무원/국가직/7급 근로감독 및 산업안전 분야 · 기계설계 · 2025 · 2차

문 1. M8 × 0.75 나사에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 미터 보통나사이다.

② 나사산각은 60°이다.

③ 피치는 0.75mm이다.

④ 호칭지름은 8mm이다.

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 미터 나사 표기 $M8 \times 0.75$에서 호칭지름, 피치, 나사각, 보통나사 여부를 해석하는 문제이다.

핵심 개념

미터 보통나사는 ISO 미터 나사 중 표준 피치를 쓰는 나사이고, 미터 가는나사는 같은 호칭지름에서 표준보다 더 작은 피치를 쓰는 나사이다.
$M8 \times 0.75$에서 8은 호칭지름(mm), 0.75는 피치(mm)를 뜻하며, ISO 미터 나사의 나사각은 60 °이다.
M8의 보통나사 피치는 $1.25mm$이므로 $0.75mm$는 보통나사가 아니라 가는나사에 해당한다.

선지별 해설

① X. '미터 보통나사'라는 표현이 틀렸다. $M8 \times 0.75$는 M8에서 피치가 $0.75mm$인 미터 가는나사이다.
올바르게는 '미터 가는나사이다.'가 된다.
② O. ISO 미터 나사의 산각은 60 °이므로 맞는 설명이다.
③ O. 표기에서 곱셈 기호 뒤 수치 0.75는 피치(mm)를 뜻하므로 맞는 설명이다.
④ O. 표기에서 M 뒤 수치 8은 호칭지름(mm)을 뜻하므로 맞는 설명이다.

오답 포인트

M 뒤 숫자와 피치를 읽는 것은 쉬우나, '보통나사'와 '가는나사'를 피치값으로 구분하지 않으면 ①을 맞는 설명으로 착각하기 쉽다. 특히 M8이라는 호칭만 보고 보통나사라고 단정하면 오답이 된다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

미터 나사 표기 문제는 먼저 M 뒤 숫자를 호칭지름으로 읽고, 그다음 피치가 해당 호칭의 표준 피치인지 확인한다. 표준 피치이면 보통나사이고, 더 작은 피치가 붙으면 가는나사로 판단한다.

암기 포인트

M 뒤 숫자는 호칭지름, × 뒤 숫자는 피치이며, M8의 보통피치는 1.25*mm*, 0.75*mm*는 가는나사이다.

NoteBase

문 2. 최대 전단변형에너지이론 또는 Mises 항복기준을 적용하였을 때, 가장 안전한 주응력 상태$\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$는?

① σ_1: 10, σ_2: 0, σ_3: -10

② σ_1: 10, σ_2: 10, σ_3: 0

③ σ_1: 10, σ_2: 10, σ_3: 10

④ σ_1: 20, σ_2: 10, σ_3: 10

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 Mises 항복기준에서 상당응력은 주응력의 절대크기보다 주응력 사이의 차이로 결정된다는 점을 묻는 문제이다.

조건 정리

주어진 값은 각 선택지의 주응력 상태 ($\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$)이다.
구해야 할 값은 각 응력상태의 Mises 상당응력 크기이다.
가장 안전한 상태는 상당응력이 가장 작은 상태이며, 세 주응력이 모두 같으면 편차응력이 0이 되어 가장 안전하다.

사용할 공식

$\sigma_v = \sqrt{\frac{(\sigma_1-\sigma_2)^2+(\sigma_2-\sigma_3)^2+(\sigma_3-\sigma_1)^2}{2}}$
이 공식은 최대 전단변형에너지이론에서 항복 여부를 편차응력에너지로 판단하기 때문이다. 따라서 평균응력의 크기보다 주응력들의 차이가 중요하다.

계산 과정

1. ①은 $(10, 0, -10)$이므로 $(10-0)^2+(0-(-10))^2+((-10)-10)^2 = 100+100+400 = 600$이다. 따라서 $\sigma_v = \sqrt{600/2} = \sqrt{300}$이다.
2. ②는 $(10, 10, 0)$이므로 $(10-10)^2+(10-0)^2+(0-10)^2 = 0+100+100 = 200$이다. 따라서 $\sigma_v = \sqrt{200/2} = 10$이다.
3. ③은 $(10, 10, 10)$이므로 세 차이가 모두 0이다. 따라서 $\sigma_v = 0$이다.
4. ④는 $(20, 10, 10)$이므로 $(20-10)^2+(10-10)^2+(10-20)^2 = 100+0+100 = 200$이다. 따라서 $\sigma_v = \sqrt{200/2} = 10$이다.
5. 상당응력이 가장 작은 것은 ③이므로 가장 안전한 상태는 ③이다.

NoteBase

선지별 해설

① X
- 상당응력은 $\sqrt{300}$으로 0이 아니다. 10, 0, -10은 인장과 압축이 섞여 주응력 차이가 가장 크게 벌어진 상태이므로 가장 안전하지 않다.
- 틀린 판단은 '크기 10이 포함되어도 안전할 수 있다'는 생각이다. 올바르게는 세 주응력 차이가 작을수록 안전하다.

② X
- 상당응력은 10이다. ①보다 안전하지만 ③의 0보다 크므로 가장 안전한 상태는 아니다.
- 틀린 판단은 '두 축이 같으면 가장 안전하다'는 생각이다. 올바르게는 세 축이 모두 같아야 편차응력이 0이 된다.

③ O
- 상당응력은 0이다. 세 주응력이 모두 같은 정수압 상태이므로 형상변형에너지가 생기지 않아 Mises 기준에서 가장 안전하다.
- 이 선택지는 '평균응력만 있고 편차응력이 없는 상태'라는 점이 핵심이다.

④ X
- 상당응력은 10이다. ②와 같은 수준의 상당응력이 생기므로 ③보다 덜 안전하다.
- 틀린 판단은 '모두 인장이고 압축이 없으니 가장 안전하다'는 생각이다. 올바르게는 부호보다 주응력 차이의 존재 여부를 먼저 본다.

오답 포인트

이 문항의 함정은 응력의 절대값이나 인장·압축의 부호만 보고 판단하는 데 있다. Mises 기준은 평균응력이 아니라 주응력의 차이, 즉 편차응력에 의해 결정되므로 (10, 10, 10)처럼 값이 커 보여도 세 값이 같으면 가장 안전하다.

다시 나오면 이렇게 판단

Mises 기준 문제는 먼저 세 주응력이 모두 같은지 본다. 모두 같으면 상당응력은 0이다. 같지 않으면 $(\sigma_1 - \sigma_2)$, $(\sigma_2 - \sigma_3)$, $(\sigma_3 - \sigma_1)$의 차이를 비교해 가장 작은 상태를 고른다.

암기 포인트

Mises 기준은 평균응력이 아니라 주응력 차이를 본다. 세 주응력이 같으면 상당응력은 0이다.

NoteBase

문 3. 나사의 풀림방지 장치로 옳은 것만을 모두 고르면?

ㄱ. 로크 너트
ㄴ. 아이 볼트
ㄷ. 멈춤 나사
ㄹ. 스프링 와셔

① ㄱ, ㄷ
② ㄴ, ㄹ
③ ㄱ, ㄷ, ㄹ
④ ㄴ, ㄷ, ㄹ

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 나사의 풀림방지 장치에 해당하는 기계요소와 단순 체결·취급용 볼트를 구별할 수 있는지를 묻는다.

핵심 개념

로크 너트는 보조 너트를 함께 조여 풀림을 막는 장치이다.
아이 볼트는 머리에 고리가 있어 물건을 들거나 걸 때 쓰는 볼트이므로 풀림방지 장치가 아니다.
멈춤 나사는 부품의 상대 위치를 고정하여 회전이나 이동, 풀림을 막는 데 쓰인다.
스프링 와셔는 탄성을 이용해 체결부의 느슨해짐을 억제하는 대표적 풀림방지 장치이다.

선지별 해설

1번 X: ㄱ 로크 너트와 ㄷ 멈춤 나사는 풀림방지 장치가 맞지만, ㄹ 스프링 와셔도 풀림방지 장치이므로 빠뜨렸다. 틀린 표현은 조합의 누락이며, 올바르게는 ㄱ, ㄷ, ㄹ이다.
2번 X: ㄹ 스프링 와셔는 맞지만 ㄴ 아이 볼트는 풀림방지 장치가 아니다. 아이 볼트는 인양·걸이용 볼트이므로, 올바르게는 ㄴ을 빼고 ㄱ, ㄷ, ㄹ로 고쳐야 한다.
3번 O: ㄱ 로크 너트, ㄷ 멈춤 나사, ㄹ 스프링 와셔는 모두 나사의 풀림을 방지하거나 체결 상태를 유지하는 장치이므로 옳다.
4번 X: ㄷ 멈춤 나사와 ㄹ 스프링 와셔는 맞지만 ㄴ 아이 볼트가 틀렸다. 틀린 표현은 ㄴ이며, 올바르게는 ㄴ 대신 ㄱ을 넣은 ㄱ, ㄷ, ㄹ이다.

오답 포인트

아이 볼트는 볼트의 한 종류라는 점 때문에 풀림방지용으로 오해하기 쉽다. 이 문항은 '볼트냐 아니냐'가 아니라 '풀림을 막는 기능이 있느냐'를 기준으로 가려야 한다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

각 부품의 이름보다 기능을 먼저 본다. 보조 체결, 탄성 부여, 위치 고정처럼 풀림 억제 기능이 있으면 포함하고, 인양·걸이처럼 다른 목적의 볼트이면 제외한다.

암기 포인트

풀림방지는 로크 너트·멈춤 나사·스프링 와셔이고, 아이 볼트는 인양용 볼트이다.

NoteBase

문 4. 저널 베어링 설계 시 제어가 가능한 변수로 옳지 않은 것은?

① 윤활유의 점도

② 최소 유막 두께

③ 저널 베어링의 틈새

④ 베어링의 반지름과 길이

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 저널 베어링에서 설계자가 직접 정하는 설계변수와 설계 결과로 계산되는 성능변수를 구분할 수 있는지를 묻는다.

핵심 개념

설계변수는 설계자가 사전에 선택하거나 조정할 수 있는 입력값이다. 대표적으로 윤활유 점도, 베어링 틈새, 베어링 반지름과 길이가 여기에 해당한다.
성능변수는 설계변수와 하중, 회전속도 등이 정해진 뒤 계산 결과로 나타나는 값이다. 최소 유막 두께는 대표적인 성능변수이다.

선지별 해설

① O: 윤활유의 점도는 윤활유 종류를 선택하거나 운전 온도를 관리하여 조절할 수 있으므로 제어 가능한 설계변수이다.
② X: 틀린 부분은 '최소 유막 두께'를 설계자가 직접 제어하는 변수로 본 점이다. 최소 유막 두께는 점도, 틈새, 속도, 하중, 베어링 치수의 조합으로 결정되는 결과값이므로 독립 설계변수가 아니다. 올바르게는 '최소 유막 두께는 설계 결과로 계산되는 성능변수이다'가 된다.
③ O: 저널 베어링의 틈새는 가공 치수와 끼워맞춤으로 정하는 값이므로 설계 단계에서 제어 가능하다.
④ O: 베어링의 반지름과 길이는 설계자가 하중용량과 윤활조건을 고려하여 정하는 기본 치수이므로 제어 가능한 변수이다.

오답 포인트

최소 유막 두께를 중요한 설계 검토항목이라고 해서 곧바로 설계변수로 착각하기 쉽다. 중요하게 확인하는 값과 직접 입력하는 값은 구분해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

선지의 대상이 설계자가 먼저 정하는 입력값인지, 아니면 입력값을 넣은 뒤 해석으로 얻는 결과값인지부터 구분하면 된다. 입력값이면 제어변수이고 결과값이면 성능변수이다.

NoteBase

암기 포인트

점도·틈새·치수는 입력, 최소 유막 두께는 결과이다.

NoteBase

문 5. 축에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 플렉시블축: 굴곡이 자유로운 회전축이다.

② 스핀들: 회전하지 않고 토크를 전달하지도 않는 지지가 목적인 축이다.

③ 전동축: 회전에 의해 동력을 전달하는 것을 주된 목적으로 하는 축이다.

④ 크랭크축: 길이방향으로 직선이 아닌 축으로서 왕복운동을 회전운동으로 변환하는 축이다.

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 축의 종류별 정의와 기능, 특히 스핀들과 차축의 차이를 묻는 문제이다.

핵심 개념

플렉시블축은 굽힘이 가능한 상태에서도 회전을 전달하는 축이다. 결정 차이축은 굴곡 가능 여부이다. 키워드는 유연한 회전 전달이다.
스핀들은 비교적 짧고 강성이 큰 회전축으로, 공작기계 등에서 공구나 공작물을 회전시키거나 지지한다. 결정 차이축은 회전 여부와 사용 위치이다. 키워드는 짧은 회전축이다.
전동축은 회전에 의해 동력과 토크를 전달하는 축이다. 결정 차이축은 동력 전달 목적이다. 키워드는 power transmission이다.
크랭크축은 축선이 직선이 아니며 왕복운동과 회전운동을 상호 변환하는 축이다. 결정 차이축은 축 형상과 운동 변환 기능이다. 키워드는 굽은 축선과 운동 변환이다.

선지별 해설

① O: 플렉시블축은 굴곡이 가능하면서도 회전력을 전달하는 축이므로 '굴곡이 자유로운 회전축'이라는 설명이 맞다.
② X: 틀린 부분은 '회전하지 않고 토크를 전달하지도 않는 지지가 목적인 축'이라는 표현이다. 실제로는 스핀들은 회전하는 짧은 축이며, 공구나 공작물을 지지하면서 회전을 전달한다. 회전하지 않고 지지를 주목적으로 하는 것은 스핀들이 아니라 차축에 가깝다.
③ O: 전동축은 회전에 의해 동력을 전달하는 축을 말하므로 설명이 맞다. 기어, 풀리, 커플링 등을 통해 토크를 전달하는 것이 본래 기능이다.
④ O: 크랭크축은 길이방향의 축선이 직선이 아닌 축으로, 왕복운동을 회전운동으로 또는 회전운동을 왕복운동으로 바꾸는 데 사용되므로 설명의 취지가 맞다.

오답 포인트

스핀들과 차축을 바꿔 외우면 ②를 맞는 설명처럼 보게 된다. '지지 목적, 비회전'은 차축의 특징이고, 스핀들은 '짧은 회전축'이라는 점이 핵심이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

축 문제가 나오면 먼저 회전하는지, 토크를 전달하는지, 굴곡이 가능한지, 운동 변환 기능이 있는지를 기준으로 분류하면 된다. 비회전 지지축이면 차축, 짧게 회전하며 공작물이나 공구를 지지하면 스핀들로 판단한다.

암기 포인트

스핀들은 짧은 회전축, 차축은 비회전 지지축, 전동축은 동력 전달축, 크랭크축은 운동 변환축이다.

NoteBase

문 6. 공차(tolerance)에 대한 용어의 설명으로 옳지 않은 것은?

① 허용공차(allowance): 부품 체결 시 명시된 최소 간격 또는 최대 간섭이다.

② 틈새(clearance): 구멍의 치수가 축의 치수보다 큰 경우에 두 치수의 차이이다.

③ 죔새(interference): 축의 치수가 구멍의 치수보다 큰 경우에 두 치수의 차이이다.

④ 기준치수(basic size): 최대 허용치수와 최소 허용치수의 차이 또는 위치수 허용차와 아래치수 허용차의 차이이다.

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 공차 관련 기본 용어인 허용공차, 틈새, 죔새, 기준치수의 정의를 정확히 구별하는지를 묻는 문제이다.

핵심 개념

허용공차는 끼워맞춤에서 의도한 최소 틈새 또는 최대 죔새를 뜻한다.
틈새는 구멍 치수가 축 치수보다 클 때의 차이이고, 죔새는 축 치수가 구멍 치수보다 클 때의 차이이다.
기준치수는 치수의 상한과 하한을 정할 때 기준이 되는 이론적 치수이고, 최대 허용치수와 최소 허용치수의 차이는 기준치수가 아니라 공차이다.

NoteBase

선지별 해설

① O
허용공차는 끼워맞춤에서 미리 정한 최소 틈새 또는 최대 죔새를 말한다. 선지의 '최소 간격 또는 최대 간섭'이라는 설명은 allowance의 정의에 맞다.

② O
틈새는 구멍이 축보다 클 때 생기는 여유분이다. 따라서 '구멍의 치수가 축의 치수보다 큰 경우에 두 치수의 차이'라는 설명은 옳다.

③ O
죔새는 축이 구멍보다 커서 억지로 끼워지는 정도이다. 따라서 '축의 치수가 구멍의 치수보다 큰 경우에 두 치수의 차이'라는 설명은 맞다.

④ X
틀린 부분은 '기준치수(basic size): 최대 허용치수와 최소 허용치수의 차이 또는 위치수 허용차와 아래치수 허용차의 차이'라는 표현이다.
최대 허용치수와 최소 허용치수의 차이, 또는 위 치수 허용차와 아래 치수 허용차의 차이는 기준치수가 아니라 공차이다. 기준치수는 치수의 기준이 되는 기본값이다.

오답 포인트

④는 '기준치수'와 '공차'를 바꿔 놓은 함정이다. 수험생이 용어만 익숙하게 보고 넘어가면 '차이'라는 표현이 공차 정의라는 점을 놓치기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

공차 용어 문제는 먼저 '무엇의 차이인가'를 본다. 두 실제 치수의 차이를 말하면 틈새나 죔새이고, 허용 한계 사이의 차이를 말하면 공차이며, 모든 허용치의 기준이 되는 원래 치수이면 기준치수이다.

암기 포인트

기준치수는 기준값, 공차는 허용범위의 차이, 틈새는 구멍-축, 죔새는 축-구멍이다.

NoteBase

문 7. 리벳 구멍 지름이 15mm인 양쪽 덮개판 2줄 맞대기 이음에서 판재의 효율이 75 %일 때, 리벳의 피치[mm]는?

① 30

② 40

③ 50

④ 60

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 리벳 이음의 판재 효율 공식을 이용해 리벳 피치 p를 구하는 계산형 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 리벳 구멍 지름 $d = 15\text{mm}$, 판재 효율 $\eta = 75\% = 0.75$이다.
구해야 할 값: 리벳의 피치 p이다.
주의할 조건: 판재 효율은 한 피치에서 구멍 때문에 줄어든 순단면 비로 본다.

사용할 공식

판재 효율은 $\eta = \frac{p-d}{p}$이다.
이 공식을 쓰는 이유: 판재 효율은 구멍이 없는 원판의 강도에 대한 구멍이 있는 순단면 강도의 비이므로, 한 피치에서 순폭 $p-d$와 원폭 p의 비로 계산한다.

계산 과정

$0.75 = \frac{p-15}{p}$
$0.75p = p - 15$
$0.25p = 15$
$p = 60\text{mm}$
따라서 리벳의 피치는 60mm이다.

NoteBase

선지 판단

① X: 30mm이면 판재 효율은 $\frac{30-15}{30}=0.5$이므로 50%이다. 틀린 표현은 "30mm"이며, 올바르게는 "60mm"이다.
② X: 40mm이면 판재 효율은 $\frac{40-15}{40}=0.625$이므로 62.5%이다. 틀린 표현은 "40mm"이며, 올바르게는 "60mm"이다.
③ X: 50mm이면 판재 효율은 $\frac{50-15}{50}=0.7$이므로 70%이다. 틀린 표현은 "50mm"이며, 올바르게는 "60mm"이다.
④ O: 60mm이면 판재 효율은 $\frac{60-15}{60}=0.75$가 되어 조건의 75%와 정확히 일치한다.

오답 포인트

효율 75%를 그대로 차감량 75mm처럼 오해하거나, $p-d$와 p의 비를 세우지 않고 감으로 값을 고르면 40mm나 50mm를 고르기 쉽다. 이 문제의 함정은 덮개판 2줄 맞대기 이음이라는 표현에 끌려 복잡한 리벳 개수 계산을 하게 만드는 점인데, 판재 효율만 묻는 경우에는 순단면 비만 보면 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

리벳 이음에서 판재 효율을 묻는 계산형 문제는 먼저 $\eta=\frac{p-d}{p}$를 세우고, 주어진 효율과 구멍 지름을 대입해 피치만 정리하면 된다. 이음 형식이 복잡하게 적혀 있어도 판재 효율만 묻는지 먼저 확인하는 판단이 필요하다.

암기 포인트

판재 효율은 순폭 대 원폭의 비이므로 $\eta=\frac{p-d}{p}$이다.

NoteBase

문 8. 체인 전동장치의 특징으로 옳지 않은 것은?

① 초기 장력이 필요하므로 이로 인한 베어링 마멸이 많다.

② 롤러 체인은 저속에서 고속까지 넓은 속도범위에서 쓸 수 있다.

③ 스프로킷 휠의 각속도가 일정해도 체인의 속도는 주기적으로 변한다.

④ 롤러 체인에서 링크 수가 홀수이면 양끝의 결합에 오프셋 링크가 필요하다.

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 체인 전동의 기본 특징인 초기 장력 필요 여부, 속도 변동 원인, 오프셋 링크 사용 조건을 구별할 수 있는지를 묻는다.

핵심 개념

체인 전동은 스프로킷과 체인이 맞물려 동력을 전달하는 강제전동이므로 미끄럼이 거의 없고 초기 장력이 필요하지 않다. 다만 체인이 스프로킷을 다각형처럼 감아 도는 다각형 작용 때문에 순간 속도는 주기적으로 변할 수 있다. 또 롤러 체인은 링크 수가 홀수이면 양끝 결합을 위해 오프셋 링크가 필요하다.

선지별 해설

1번: X. 체인 전동은 벨트 전동과 달리 스프로킷과 직접 맞물려 전달되므로 초기 장력이 필요하지 않다. 따라서 베어링에 불필요한 초기 장력 하중이 크게 걸리지 않는다. 틀린 표현은 "초기 장력이 필요하므로"이다. 올바르게는 "초기 장력이 필요 없으므로 이로 인한 베어링 하중이 작다"이다.
2번: O. 롤러 체인은 저속부터 비교적 고속까지 넓은 속도범위에서 사용할 수 있어 일반 기계장치에 폭넓게 적용된다.
3번: O. 스프로킷 휠의 각속도가 일정해도 체인은 다각형 작용 때문에 진행 속도가 주기적으로 변한다. 체인은 무미끄럼 전동이지만 순간 선속도까지 완전히 일정한 것은 아니다.
4번: O. 롤러 체인은 내외 링크가 번갈아 배열되므로 링크 수가 홀수이면 표준 연결만으로는 양끝 결합이 맞지 않아 오프셋 링크가 필요하다.

오답 포인트

체인 전동을 벨트 전동과 혼동하면 1번에 속기 쉽다. 벨트는 마찰 전달이라 초기 장력이 필요하지만 체인은 맞물림 전달이라 초기 장력이 필요하지 않다. 또 무미끄럼이라는 말만 기억하면 3번의 속도 변동까지 없다고 오해하기 쉽다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

체인 관련 선지는 먼저 벨트와 구별되는 기준부터 본다. 초기 장력 필요 여부와 미끄럼 유무를 먼저 판단하고, 이어서 다각형 작용으로 인한 순간 속도 변동과 홀수 링크의 오프셋 링크 필요 여부를 확인하면 된다.

암기 포인트

체인은 무미끄럼·초기 장력 불필요, 다각형 작용으로 순간 속도 변동, 홀수 링크는 오프셋 링크이다.

NoteBase

문 9. 8m/s의 속도로 4 kW를 전달하는 평벨트 전동장치에서 이완측에 대한 긴장측 장력비가 2.25일 때, 긴장측 장력[N]은? (단, 벨트의 원심력과 미끄럼은 무시한다)

① 400

② 500

③ 900

④ 1,300

정답 3번

출제 포인트

평벨트 동력식 $P = (T_1 - T_2)v$와 장력비 T_1/T_2를 함께 써서 긴장측 장력 T_1을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 속도 $v = 8m/s$, 동력 $P = 4kW = 4000W$, 장력비 $T_1/T_2 = 2.25$이다.
구해야 할 값: 긴장측 장력 T_1이다.
주의할 조건: 원심력과 미끄럼을 무시하므로 평벨트의 기본 동력식을 그대로 적용한다.

사용할 공식

사용할 공식은
$P = (T_1 - T_2)v$
$\frac{T_1}{T_2} = 2.25$
이다.
이 공식을 쓰는 이유는 벨트가 전달하는 동력이 장력차 $T_1 - T_2$와 속도 v의 곱으로 주어지고, 문제에서 긴장측과 이완측의 장력비까지 함께 주어졌기 때문이다.

NoteBase

계산 과정

1. 동력식을 이용하면
$T_1 - T_2 = \frac{P}{v} = \frac{4000}{8} = 500N$
이다.
2. 장력비가 $T_1/T_2 = 2.25$이므로
$T_1 = 2.25T_2$
이다.
3. 이를 장력차 식에 대입하면
$2.25T_2 - T_2 = 500$
$1.25T_2 = 500$
$T_2 = 400N$
이다.
4. 따라서
$T_1 = 2.25 \times 400 = 900N$
이다.

선지별 해설

① X
400 N은 긴장측 장력이 아니라 이완측 장력 T_2이다. 틀린 표현은 긴장측 장력을 400 N으로 본 점이며, 올바르게는 긴장측 장력은 900 N이다.

② X
500 N은 장력차 $T_1 - T_2$이다. 틀린 표현은 장력차를 긴장측 장력으로 본 점이며, 올바르게는 긴장측 장력은 900 N이다.

③ O
계산 결과 긴장측 장력은 $T_1 = 900N$이므로 옳다.

④ X
1300 N은 $T_1 + T_2 = 900 + 400$으로 두 장력의 합이다. 틀린 표현은 장력의 합을 긴장측 장력으로 본 점이며, 올바르게는 긴장측 장력은 900 N이다.

오답 포인트

이 문제는 400 N, 500 N, 1300 N이 각각 이완측 장력, 장력차, 두 장력의 합으로 모두 계산 과정에서 한 번씩 등장한다는 점이 함정이다. 무엇을 묻는지가 긴장측 장력 T_1인지, 장력차 $T_1 - T_2$인지, 이완측 장력 T_2인지 끝까지 구분해야 한다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

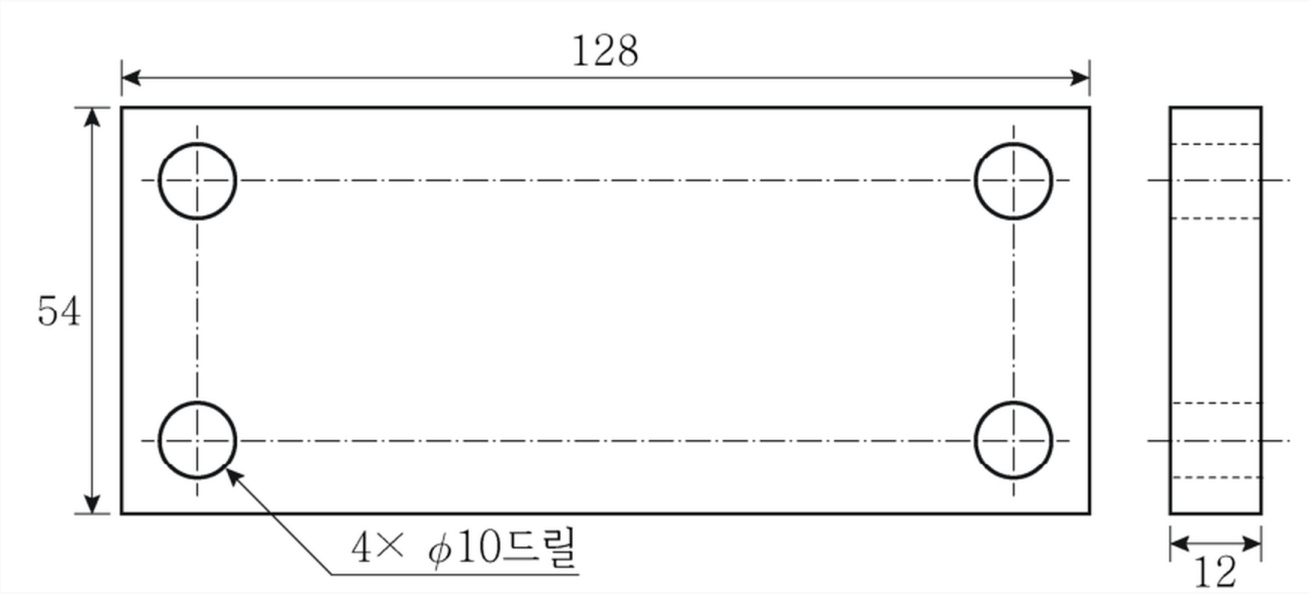
벨트 계산 문제는 먼저 $P = (T_1 - T_2)v$로 장력차를 구하고, 다음에 장력비 T_1/T_2로 T_1과 T_2를 분리하는 순서로 판단한다. 마지막에는 문제에서 묻는 값이 긴장측, 이완측, 장력차 중 무엇인지 다시 대조하면 된다.

암기 포인트

평벨트는 동력식으로 장력차를 먼저 구하고, 장력비로 각 장력을 나눈다.

NoteBase

문 10. 그림과 같은 사각형 평판에 ϕ10mm의 구멍 4개를 뚫고자 할 때 사용하기 적합한 지그는?



① 분할 지그

② 박스 지그

③ 플레이트 지그

④ 앵글플레이트 지그

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 평판의 구멍 가공에서 공작물 형상과 작업면에 맞는 드릴 지그 종류를 구분하는 문제이다.

NoteBase

선지별 해설

① X
분할 지그는 원주 방향의 등분 위치나 각도 분할이 필요한 축, 원판, 기어류 가공에 적합하다. 이 문제의 공작물은 단순 평판이므로 선지의 틀린 표현은 "분할"이다. 올바르게는 등분 가공이 아니라 평판 천공 위치를 안내하는 플레이트 지그가 적합하다.

② X
박스 지그는 상자형 또는 입체형 공작물을 내부에 지지하고 여러 면을 바꾸어 가며 드릴 작업할 때 쓰는 형식이다. 이 문제는 한 면에서 평판에 구멍 4개를 뚫는 작업이므로 선지의 틀린 표현은 "박스 지그"이다. 올바르게는 평면 공작물의 단면 천공에 적합한 플레이트 지그이다.

③ O
플레이트 지그는 평판형 공작물 위에 지그판을 두고 드릴 부싱으로 구멍 위치를 정확히 안내하는 가장 대표적인 형식이다. 제시된 도면은 사각형 평판에 4개의 구멍을 같은 면에서 가공하는 경우이므로 플레이트 지그가 적합하다.

④ X
앵글플레이트 지그는 공작물을 직각으로 세워 측면이나 직각면에 구멍을 가공할 때 사용한다. 이 문제는 평판의 정면 한 면에서 수직으로 천공하는 작업이므로 선지의 틀린 표현은 "앵글플레이트"이다. 올바르게는 측면 가공이 아니라 평면 가공이므로 플레이트 지그를 사용한다.

오답 포인트

지그 이름에 포함된 형상 단서를 놓치면 헷갈리기 쉽다. ②는 공작물 형상을, ④는 가공 방향을, ①은 위치 결정 방식을 묻는 선택지인데, 이 문제의 핵심은 단순 평판의 동일 면 천공이라는 점이다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 공작물이 평판인지 입체물인지, 가공이 한 면인지 여러 면인지, 등분 작업인지 직각면 작업인지를 구분하면 된다. 평판의 한 면에 구멍 위치를 안내하는 문제이면 플레이트 지그를 우선 떠올릴 수 있다.

암기 포인트

평판 한 면 천공은 플레이트 지그, 여러 면 입체물은 박스 지그, 직각면 천공은 앵글플레이트 지그, 등분 위치 가공은 분할 지그이다.

NoteBase

문 11. 버터플라이 밸브에 대한 설명으로 옳은 것은?

① 유체를 한 방향으로만 흘러가게 하고 역류를 방지할 목적으로 사용하는 밸브이다.

② 원추 모양의 마개를 회전시켜 유체의 통로를 개폐하여 유체를 차단하는 밸브이다.

③ 압력이 제한된 값을 초과하였을 때 자동으로 열려서 유체의 일부를 방출하여 압력 상승을 억제하는 밸브이다.

④ 밸브대를 축으로 하여 원판 모양의 디스크가 회전하면서 관로의 열림 각도를 변화시켜 유량을 조절하는 밸브이다.

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 밸브의 작동 부품과 기능을 구분하여 버터플라이 밸브의 구조를 판별하는 문제이다.

핵심 개념

체크 밸브는 유체를 한 방향으로만 흐르게 하여 역류를 막는 밸브이다.
플러그 밸브는 원추형 또는 원통형 플러그를 회전시켜 유로를 개폐하는 밸브이다.
릴리프 밸브는 설정 압력을 넘으면 자동으로 열려 압력을 방출하는 밸브이다.
버터플라이 밸브는 관로 안의 원판형 디스크를 축으로 회전시켜 개도량을 바꾸고 유량을 조절하는 밸브이다.

선지별 해설

① X
유체를 한 방향으로만 흐르게 하고 역류를 방지하는 설명은 체크 밸브의 기능이다.
틀린 표현은 "버터플라이 밸브"이다. 올바르게는 "체크 밸브"이다.

② X
원추 모양의 마개를 회전시켜 유로를 개폐하는 구조는 플러그 밸브의 설명이다.
틀린 표현은 "버터플라이 밸브"이다. 올바르게는 "플러그 밸브"이다.

③ X
압력이 제한값을 넘을 때 자동으로 열려 유체 일부를 방출하는 밸브는 릴리프 밸브 또는 안전밸브에 해당한다.
틀린 표현은 "버터플라이 밸브"이다. 올바르게는 "릴리프 밸브" 또는 "안전밸브"이다.

④ O
버터플라이 밸브는 밸브대에 연결된 원판 모양의 디스크가 회전하면서 관로의 열림 각도를 바꾸는 방식으로 유량을 조절한다. 버터플라이 밸브의 대표적인 구조와 작동 원리를 정확히 설명한 선지이다.

NoteBase

오답 포인트

밸브 문제는 용도와 작동 부품이 서로 다른데도 모두 "개폐한다"는 공통점 때문에 혼동하기 쉽다. ①은 역류 방지 기능, ②는 원추형 마개, ③은 과압 방출이라는 핵심 단어가 있어 각각 체크 밸브, 플러그 밸브, 릴리프 밸브로 바로 연결해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

선지에서 먼저 작동 목적과 작동 부품을 찾으면 된다. 역류 방지이면 체크 밸브, 원추형 마개 회전이면 플러그 밸브, 설정 압력 초과 시 자동 개방이면 릴리프 밸브, 원판형 디스크 회전으로 개도량을 바꾸면 버터플라이 밸브이다.

암기 포인트

체크는 역류 방지, 플러그는 마개 회전, 릴리프는 과압 방출, 버터플라이는 원판 디스크 회전이다.

NoteBase

문 12. 동일재료로 제작된 얇은 두께의 원통형 압력용기 A와 B가 있다. 압력용기 B의 두께 및 내경은 압력용기 A의 각각 2.5배 및 1.5배이고, 압력용기 B의 사용압력은 압력용기 A의 2배로 할 때, 압력용기 A의 면내 최대전단응력 τ_A와 압력용기 B의 면내 최대전단응력 τ_B의 비 $\frac{\tau_B}{\tau_A}$는?

① 1.0

② 1.2

③ 1.4

④ 1.6

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 얇은 원통형 압력용기의 면내 최대전단응력 비례식 $\tau_{max} \propto pd/t$를 이용해 τ_B/τ_A를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: $t_B = 2.5t_A$, $d_B = 1.5d_A$, $p_B = 2p_A$이다.
구해야 할 값: τ_B/τ_A이다.
주의할 조건: 얇은 원통형 압력용기이므로 원주응력과 축응력을 이용한 평면응력 상태로 본다.

사용할 공식

원주응력은 $\sigma_\theta = pd/(2t)$, 축응력은 $\sigma_z = pd/(4t)$이다.
면내 최대전단응력은 $\tau_{max} = (\sigma_\theta - \sigma_z)/2 = pd/(8t)$이다.
이 공식을 쓰는 이유: 얇은 원통형 압력용기의 벽면은 원주방향과 축방향의 두 주응력을 받는 평면응력 상태이기 때문이다.

계산 과정

1. 압력용기 A의 면내 최대전단응력은 $\tau_A = p_A d_A/(8t_A)$이다.
2. 압력용기 B의 면내 최대전단응력은 $\tau_B = p_B d_B/(8t_B)$이다.
3. 따라서 $\tau_B/\tau_A = (p_B/p_A)(d_B/d_A)(t_A/t_B) = 2 \times 1.5 \times (1/2.5) = 1.2$이다.

NoteBase

선지별 해설

① X: 계산 결과는 1.0이 아니라 1.2이다. `비가 1.0이다`가 틀린 표현이고, 올바르게는 `비는 1.2이다`이다. 1.0은 d/t 변화 또는 곱셈·나눗셈 비례관계를 충분히 반영하지 못한 값이다.
② O: $\tau_{max} \propto pd/t$이므로 $2 \times 1.5/2.5 = 1.2$가 된다. 계산 결과와 일치하므로 옳다.
③ X: 계산 결과 1.2와 다르다. `비가 1.4이다`가 틀린 표현이고, 올바르게는 `비는 1.2이다`이다. 1.4는 압력, 내경, 두께의 비를 조합하는 과정에서 산술 처리를 잘못한 값이다.
④ X: 계산 결과 1.2와 다르다. `비가 1.6이다`가 틀린 표현이고, 올바르게는 `비는 1.2이다`이다. 1.6은 두께 증가에 따른 응력 감소 효과를 과소평가한 값이다.

오답 포인트

같은 재료라는 조건에 끌려 재료강도가 식에 들어간다고 보기 쉽지만, 이 문항은 허용응력이 아니라 현재 작용하는 면내 최대전단응력의 비를 묻는다. 따라서 재료 성질보다 p, d, t의 비례관계를 바로 세우는 것이 핵심이다.

다시 나오면 이렇게 판단

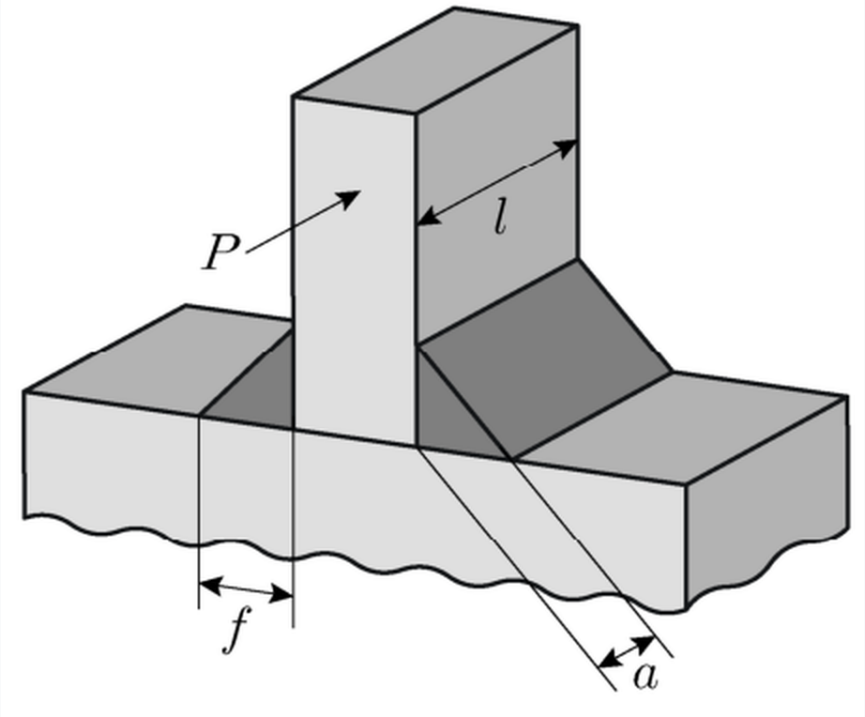
얇은 원통형 압력용기에서 응력의 비를 묻는 문제는 먼저 σ_θ, σ_z, τ_{max} 중 무엇을 구하는지 확인하고, 이후 p, d, t의 비만 대입해 비례식으로 정리하면 된다.

암기 포인트

얇은 원통형 압력용기의 면내 최대전단응력은 $\tau_{max} = pd/(8t)$이므로 응력비는 pd/t의 비와 같다.

NoteBase

문 13. T형 필릿 용접 이음에서 용접선 방향과 평행한 하중 P가 작용할 때, 용접부에 작용하는 전단응력은? (단, f는 용접치수, a는 목두께, l은 용접부 길이이다)



① $\frac{P}{2al}$
② $\frac{P}{\sqrt{2}al}$
③ $\frac{P}{2\sqrt{2}fl}$
④ $\frac{\sqrt{2}P}{fl}$

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 T형 필릿 용접의 유효 목단면적을 이용해 전단응력을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 하중 P, 목두께 a, 용접부 길이 l
구해야 할 값: 용접부의 전단응력 τ
주의할 조건: 양쪽에 대칭으로 필릿 용접이 되어 있으므로 유효 목단면이 두 줄이다.

NoteBase

사용할 공식

전단응력은 $\tau = \frac{P}{A}$이다. 이 문제의 총 유효 목단면적은 양쪽 필릿 용접 두 줄의 합이므로 $A = 2al$이다. 따라서 $\tau = \frac{P}{2al}$이 된다. 이 공식을 쓰는 이유는 하중 P가 용접선 방향과 평행하게 작용하므로 용접 유효 단면 전체에 평균 전단응력이 생기기 때문이다.

계산 과정

1. 한 줄의 유효 목단면적은 al이다.
2. 양쪽 필릿 용접이므로 총 유효 목단면적은 $2al$이다.
3. 전단응력은 $\tau = \frac{P}{2al}$이므로 정답은 1번이다.

선지별 해설

① O: 총 유효 목단면적이 $2al$이므로 전단응력은 $\frac{P}{2al}$이다.
② X: 이 식은 분모에 불필요한 $\sqrt{2}$를 한 번 더 넣은 값이다. 틀린 표현은 '$\sqrt{2}al$'이며, 올바르게는 '$2al$'이다.
③ X: 이 식은 목두께 a 대신 용접치수 f를 쓰면서 계수를 잘못 적용한 값이다. 틀린 표현은 '$2\sqrt{2}fl$'이며, $a = \frac{f}{\sqrt{2}}$이면 올바른 분모는 '$\sqrt{2}fl$'이다.
④ X: 이 식은 유효 단면적을 절반으로 본 실수에서 나온 값이다. 틀린 표현은 '$\frac{\sqrt{2}P}{fl}$'이며, 올바르게는 '$\frac{P}{2al}$' 또는 '$\frac{P}{\sqrt{2}fl}$'이다.

오답 포인트

필릿 용접에서는 용접치수 f와 목두께 a를 혼동하면 $\sqrt{2}$ 계수가 틀어지기 쉽다. 또한 양쪽 용접 두 줄을 한 줄로 계산하면 전단응력을 2배 크게 구하게 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

필릿 용접 응력 문제는 먼저 하중 방향을 보고 인장응력인지 전단응력인지 구분한 뒤, 유효 단면적을 목두께 곱하기 길이로 잡고 용접 줄 수를 반영해 판단한다.

암기 포인트

양측 필릿 용접에 용접선과 평행한 하중이 걸리면 전단응력은 총 유효 목단면적 $2al$로 나눈 값이다.

NoteBase

문 14. 지름이 80mm인 균일한 원형단면 축이 비틀림모멘트 400 kN·mm를 전달한다. 이 축에 사용되는 보통형 평행키의 폭이 5mm이고 높이가 8mm일 때, 평행키의 최소 길이[mm]는? (단, 키 재료의 허용 전단강도는 500N/mm^2이며, 압축에 의한 파손은 고려하지 않는다)

① 2

② 4

③ 6

④ 8

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 보통형 평행키의 전단 설계식으로 최소 길이를 구할 수 있는지를 묻는다.

조건 정리

전달 토크는 400 kN·mm, 축지름은 80mm, 키의 폭은 5mm이다.
허용 전단강도는 500N/mm^2 이다.
압축에 의한 파손은 고려하지 않으므로 키 높이 8mm는 이 계산에 직접 쓰이지 않는다.

사용할 공식

전단만 고려하는 평행키는 전단력 $F = \tau b l$ 를 전달하고, 토크는 $T = F \cdot d/2$ 이다.
따라서 $T = \tau b l \cdot d/2$, $l = \frac{2T}{\tau b d}$ 이다.
이 공식을 쓰는 이유는 문제에서 키 재료의 허용 전단강도만 주어졌고 압축 파손은 고려하지 않는다고 했기 때문이다.

계산 과정

토크를 N·mm로 쓰면 $T = 400 \times 10^3\text{N·mm} = 400000\text{N·mm}$ 이다.
공식에 대입하면
$l = \frac{2T}{\tau b d} = \frac{2 \times 400000}{500 \times 5 \times 80} = 4\text{mm}$
따라서 평행키의 최소 길이는 4mm이다.

NoteBase

선지 판단

1번 X: 최소 길이는 2mm가 아니라 4mm이다. 올바르게는 전단 설계식 $l = 2T/(\tau bd)$ 에 따라 4mm가 된다.
2번 O: 전단만 고려하면 계산 결과가 정확히 4mm이므로 옳다.
3번 X: 최소 길이는 6mm가 아니라 4mm이다. 올바르게는 압축 조건을 배제하고 폭 5mm를 사용해 4mm로 계산한다.
4번 X: 최소 길이는 8mm가 아니라 4mm이다. 올바르게는 키 높이 8mm를 전단 계산에 넣지 않으므로 8mm까지 필요하지 않다.

오답 포인트

키의 폭과 높이를 혼동하면 틀리기 쉽다. 이 문제는 압축 파손을 고려하지 않는다고 했으므로 높이 8mm는 함정 정보이고, 전단 계산에는 폭 5mm만 들어간다.

다시 나오면 이렇게 판단

평행키 문제는 먼저 무엇을 검토하는지부터 본다. 전단만 검토하면 $l = 2T/(\tau bd)$ 를 쓰고, 압축까지 검토하면 그때 높이와 면압 식을 추가로 본다.

암기 포인트

평행키 전단 길이는 폭 b 를 쓰고, 압축 검토를 생략하면 높이 h 는 쓰이지 않는다.

NoteBase

문 15. 피로파손 이론인 굿맨 기준(Goodman criterion)에 의한 안전율을 나타내는 식은? (단, σ_m는 평균응력($\sigma_m > 0$), σ_a는 응력진폭, S_y는 항복강도, S_u는 극한강도, S_e는 내구한도이다)

① $\dfrac{S_y}{\sigma_m + \left(\frac{S_y}{S_e}\right)\sigma_a}$
② $\dfrac{S_y}{\sigma_m + \left(\frac{S_e}{S_y}\right)\sigma_a}$
③ $\dfrac{S_u}{\sigma_m + \left(\frac{S_u}{S_e}\right)\sigma_a}$
④ $\dfrac{S_u}{\sigma_m + \left(\frac{S_e}{S_u}\right)\sigma_a}$

정답 3번

출제 포인트

굿맨 기준의 안전율 식을 기본식에서 정리할 수 있는지와, 굿맨 기준이 평균응력 항에 S_u를 쓰는지 구별하는 문제이다.

조건 정리

주어진 조건은 평균응력 $\sigma_m > 0$, 응력진폭 σ_a, 극한강도 S_u, 내구한도 S_e이다.
굿맨 기준은 평균응력의 영향에 극한강도 S_u를 사용한다.
항복강도 S_y를 쓰는 식은 굿맨식이 아니라 소더버그식이다.

사용할 공식

굿맨 기준의 안전율식은
$\frac{\sigma_a}{S_e} + \frac{\sigma_m}{S_u} = \frac{1}{n}$
이다.
이 문제는 피로파손 이론 중 굿맨 기준의 안전율을 묻고 있으므로 평균응력 항의 기준강도는 S_u가 된다.

계산 과정

기본식을 n에 대하여 정리하면
$\frac{1}{n} = \frac{\sigma_a}{S_e} + \frac{\sigma_m}{S_u}$
$n = \frac{1}{\frac{\sigma_a}{S_e} + \frac{\sigma_m}{S_u}}$
분모를 통분하면
$n = \frac{S_e S_u}{\sigma_a S_u + \sigma_m S_e}$
따라서
$n = \frac{S_u}{\sigma_m + \left(\frac{S_u}{S_e}\right)\sigma_a}$
가 된다.

NoteBase

선지 판단

① X

평균응력 항에 S_y를 사용하므로 굿맨식이 아니라 소더버그식이다. 틀린 표현은 "굿맨 기준"에 S_y를 넣은 부분이며, 올바르게는 S_u를 써야 한다.

② X

분자에 S_y를 쓴 점도 틀리고, $\frac{S_e}{S_y}$처럼 비율이 뒤집힌 점도 틀리다. 올바르게는 $\frac{S_u}{\sigma_m+\left(\frac{S_u}{S_e}\right)\sigma_a}$가 된다.

③ O

굿맨 기준 $\frac{\sigma_a}{S_e}+\frac{\sigma_m}{S_u}=\frac{1}{n}$을 n에 대해 정리한 식과 일치한다. 평균응력 항에 S_u가 들어가고, 응력진폭 항은 $\left(\frac{S_u}{S_e}\right)\sigma_a$ 형태로 정리되므로 옳다.

④ X

분자에 S_u를 쓴 점은 맞지만, $\frac{S_e}{S_u}$로 비율이 뒤집혀 있어 굿맨식 정리 결과와 다르다. 틀린 표현은 $\left(\frac{S_e}{S_u}\right)\sigma_a$이며, 올바르게는 $\left(\frac{S_u}{S_e}\right)\sigma_a$이다.

오답 포인트

굿맨 기준과 소더버그 기준을 혼동하면 ①로 오답 처리되기 쉽다. 또한 식을 정리할 때 $\frac{S_u}{S_e}$를 $\frac{S_e}{S_u}$로 뒤집으면 ④ 같은 오답이 나온다.

다시 나오면 이렇게 판단

피로 안전율 문제는 먼저 기준식을 (_a)/(S_e)+_m기준강도=(1)/(n) 형태로 떠올린 뒤, 평균응력 항의 기준강도가 굿맨이면 S_u, 소더버그면 S_y인지 확인한다. 그다음 n에 대해 정리해 비율이 뒤집히지 않았는지만 점검하면 된다.

암기 포인트

굿맨은 평균응력 축 절편이 S_u, 소더버그는 S_y이다. 안전율 식으로 정리하면 굿맨은 $n=\frac{S_u}{\sigma_m+\left(\frac{S_u}{S_e}\right)\sigma_a}$가 된다.

NoteBase

문 16. 양단이 단순지지되어 있는 길이 800mm의 균일한 원형단면 축의 중앙에 600 N의 집중하중이 작용하고 있다. 이 집중하중에 의해 굽힘모멘트가 발생하고, 이 굽힘모멘트에 의한 최대 굽힘응력이 160N/mm^2일 때, 축의 지름[mm]은? (단, 축의 자중은 무시하고, $\pi = 3$이다)

① $10\sqrt[3]{4}$

② 20

③ $20\sqrt[3]{2}$

④ $20\sqrt[3]{4}$

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 단순지지보의 중앙 집중하중에 대한 최대 굽힘모멘트와 원형단면의 굽힘응력 공식을 이용해 축의 지름을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 보의 길이 800mm, 중앙 집중하중 600 N, 최대 굽힘응력 160N/mm^2이다.
구해야 할 값: 축의 지름 d이다.
주의할 조건: 양단 단순지지보의 중앙 집중하중이므로 최대 굽힘모멘트는 중앙에서 생기고 $M_{\max} = Pl/4$이다.

사용할 공식

최대 굽힘모멘트는 $M_{\max} = Pl/4$이다.
최대 굽힘응력은 $\sigma = M/Z$이고, 원형단면의 단면계수는 $Z = \pi d^3/32$이다. 따라서 $\sigma = 32M/(\pi d^3)$이다.
이 공식을 쓰는 이유: 단순지지보 중앙 집중하중으로 최대모멘트를 먼저 구한 뒤, 원형단면 축의 최대 굽힘응력 조건과 연결하면 지름을 구할 수 있기 때문이다.

계산 과정

1. 최대 굽힘모멘트는 $M_{\max} = Pl/4 = 600 \times 800/4 = 120{,}000\text{N} \cdot \text{mm}$이다.
2. 굽힘응력 식에 대입하면 $160 = \frac{32 \times 120{,}000}{3d^3}$이다.
3. 정리하면 $160 \times 3d^3 = 3{,}840{,}000$, $d^3 = 8{,}000$이다.
4. 따라서 $d = 20\text{mm}$이다.

NoteBase

선지 판단

① X. $10\sqrt[3]{4}$는 $d^3 = 4{,}000$일 때의 값이다. 이는 최대 굽힘모멘트를 $Pl/8$로 잘못 두었을 때 나오는 값이며, 중앙 집중하중의 단순지지보는 $Pl/4$를 써야 한다. 올바르게는 지름이 20mm이다.
② O. 계산 결과 $d = 20$mm이므로 맞는 선지이다.
③ X. $20\sqrt[3]{2}$는 $d^3 = 16{,}000$일 때의 값이다. 원형단면의 단면계수를 $\pi d^3/64$로 착각하면 나오는 값이며, 올바른 단면계수는 $\pi d^3/32$이다. 올바르게는 지름이 20mm이다.
④ X. $20\sqrt[3]{4}$는 $d^3 = 32{,}000$일 때의 값이다. 단순지지보를 외팔보처럼 보고 굽힘모멘트를 Pl로 과대 계산하면 나오는 값이다. 올바르게는 지름이 20mm이다.

오답 포인트

이 문제는 최대 굽힘모멘트 식과 원형단면의 단면계수 식을 동시에 정확히 써야 한다. 단순지지보를 외팔보처럼 보거나 $Z = \pi d^3/32$를 $\pi d^3/64$로 착각하면 오답 선지로 바로 연결된다.

다시 나오면 이렇게 판단

보의 지지조건부터 확인해 최대 굽힘모멘트 식을 정하고, 그다음 $\sigma = M/Z$와 단면계수를 결합해 d^3를 구한 뒤 마지막에 세제곱근을 취하는 순서로 판단한다.

암기 포인트

중앙 집중하중 단순지지보는 $M_{max} = Pl/4$, 원형단면은 $Z = \pi d^3/32$이다.

NoteBase

문 17. 취성재료로 제작된 균일한 원형단면 축에 굽힘모멘트 M과 비틀림모멘트 T가 동시에 작용하고 있다. 축의 지름 d와 등가굽힘모멘트 M_{eq}를 바르게 연결한 것은? (단, 축의 허용굽힘응력과 허용전단응력은 각각 σ_a와 τ_a이다)

① d: $\sqrt[3]{\frac{16M_{eq}}{\pi\tau_a}}$, M_{eq}: $\sqrt{M^2+T^2}$
② d: $\sqrt[3]{\frac{16M_{eq}}{\pi\tau_a}}$, M_{eq}: $\frac{1}{2}\left(M+\sqrt{M^2+T^2}\right)$
③ d: $\sqrt[3]{\frac{32M_{eq}}{\pi\sigma_a}}$, M_{eq}: $\sqrt{M^2+T^2}$
④ d: $\sqrt[3]{\frac{32M_{eq}}{\pi\sigma_a}}$, M_{eq}: $\frac{1}{2}\left(M+\sqrt{M^2+T^2}\right)$

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 취성재료 원형축에 굽힘과 비틀림이 동시에 작용할 때 최대주응력설로 등가굽힘모멘트 M_{eq}를 만들고, 이를 굽힘응력식에 연결할 수 있는지를 묻는다.

조건 정리

주어진 값: 굽힘모멘트 M, 비틀림모멘트 T, 허용굽힘응력 σ_a, 허용전단응력 τ_a
구해야 할 값: 지름 d와 등가굽힘모멘트 M_{eq}의 올바른 관계
주의할 조건: 취성재료이므로 전단응력 기준보다 최대주응력 기준을 사용하고, M_{eq}는 굽힘모멘트로 환산한 값이므로 최종 지름식도 굽힘응력식으로 연결해야 한다.

사용할 공식

축 표면의 굽힘응력과 전단응력은 각각 $\sigma=\frac{32M}{\pi d^3}$, $\tau=\frac{16T}{\pi d^3}$이다.
취성재료는 최대주응력설을 적용하므로
$\sigma_1=\frac{\sigma}{2}+\sqrt{\left(\frac{\sigma}{2}\right)^2+\tau^2}$
이다.
이를 $\sigma_1=\frac{32M_{eq}}{\pi d^3}$로 두면
$M_{eq}=\frac{1}{2}\left(M+\sqrt{M^2+T^2}\right)$
이 된다.
또한 M_{eq}는 등가굽힘모멘트이므로 지름식은
$d=\sqrt[3]{\frac{32M_{eq}}{\pi\sigma_a}}$
이다.
이 공식을 쓰는 이유는 문제에서 취성재료 축의 굽힘과 비틀림의 복합응력을 하나의 굽힘효과로 환산하라고 했기 때문이다.

NoteBase

계산 과정

1. 굽힘에 의한 표면 수직응력을 $\sigma = \frac{32M}{\pi d^3}$로 둔다.
2. 비틀림에 의한 표면 전단응력을 $\tau = \frac{16T}{\pi d^3}$로 둔다.
3. 취성재료이므로 최대주응력 σ_1를 사용하면 $\sigma_1 = \frac{\sigma}{2} + \sqrt{\left(\frac{\sigma}{2}\right)^2 + \tau^2}$ 가 된다.
4. 여기에 σ, τ를 대입하면 $\sigma_1 = \frac{16}{\pi d^3}\left(M + \sqrt{M^2 + T^2}\right)$가 된다.
5. 이를 $\sigma_1 = \frac{32M_{eq}}{\pi d^3}$와 비교하면 $M_{eq} = \frac{1}{2}\left(M + \sqrt{M^2 + T^2}\right)$이다.
6. 허용굽힘응력과 연결하면 $\sigma_a = \frac{32M_{eq}}{\pi d^3}$이므로 $d = \sqrt[3]{\frac{32M_{eq}}{\pi\sigma_a}}$ 가 된다.

선지 판단

① X: $M_{eq} = \sqrt{M^2 + T^2}$는 등가굽힘모멘트 식이 아니다. 또한 $d = \sqrt[3]{\frac{16M_{eq}}{\pi\tau_a}}$는 굽힘모멘트가 아니라 비틀림모멘트를 허용전단응력과 연결하는 꼴이다. 틀린 표현은 $M_{eq} = \sqrt{M^2 + T^2}$, $\frac{16M_{eq}}{\pi\tau_a}$이고, 올바르게는 $M_{eq} = \frac{1}{2}\left(M + \sqrt{M^2 + T^2}\right)$, $d = \sqrt[3]{\frac{32M_{eq}}{\pi\sigma_a}}$ 이다.
② X: $M_{eq} = \frac{1}{2}\left(M + \sqrt{M^2 + T^2}\right)$는 맞지만, 이를 τ_a와 16 계수로 연결한 지름식이 틀렸다. 등가굽힘모멘트는 굽힘응력식 $\sigma_a = \frac{32M_{eq}}{\pi d^3}$에 넣어야 한다. 틀린 표현은 $d = \sqrt[3]{\frac{16M_{eq}}{\pi\tau_a}}$ 이고, 올바르게는 $d = \sqrt[3]{\frac{32M_{eq}}{\pi\sigma_a}}$ 이다.
③ X: 지름식 $d = \sqrt[3]{\frac{32M_{eq}}{\pi\sigma_a}}$ 는 맞지만, $M_{eq} = \sqrt{M^2 + T^2}$ 가 틀렸다. 이 값은 등가비틀림모멘트와 연결되는 형태로 보아야 하고, 취성재료의 등가굽힘모멘트는 최대주응력설에 따라 $\frac{1}{2}\left(M + \sqrt{M^2 + T^2}\right)$가 된다.
④ O: 취성재료 축의 복합응력은 최대주응력설로 처리하므로 $M_{eq} = \frac{1}{2}\left(M + \sqrt{M^2 + T^2}\right)$이고, 등가굽힘모멘트를 굽힘응력식에 대입하면 $d = \sqrt[3]{\frac{32M_{eq}}{\pi\sigma_a}}$ 가 된다. 두 관계를 모두 맞게 연결한 선지이다.

오답 포인트

이 문제의 함정은 두 가지이다. 하나는 $\sqrt{M^2 + T^2}$를 무조건 등가굽힘모멘트로 외워서 ③으로 가는 경우이고, 다른 하나는 M_{eq}를 구해 놓고도 최종 지름식을 허용전단응력 τ_a와 연결해 ②로 가는 경우이다.
등가굽힘모멘트인지 등가비틀림모멘트인지, 그리고 최종 설계식이 굽힘응력식인지 전단응력식인지 끝까지 일치시켜야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

복합응력 축 문제는 먼저 재료가 취성인지 연성인지 구분하고, 다음으로 어떤 등가모멘트를 묻는지 확인한 뒤, 마지막에 그 등가모멘트를 같은 종류의 허용응력식에 대입해 검산하면 된다.

암기 포인트

취성재료 축의 등가굽힘모멘트는 최대주응력 기준으로 $M_{eq} = \frac{1}{2}\left(M + \sqrt{M^2 + T^2}\right)$, 지름식은 $\sigma_a = \frac{32M_{eq}}{\pi d^3}$로 연결한다.

NoteBase

문 18. 압력각 14.5°, 모듈 4, 피니언 잇수 8, 기어 잇수 36인 한 쌍의 평기어를 언더컷이 발생하지 않은 전위기어로 만들기 위한 피니언의 이론적 전위량[mm]은?

① 0
② $\frac{9}{17}$
③ $\frac{3}{4}$
④ 3

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 언더컷이 생기지 않는 최소 전위계수와 전위량의 관계를 이용해 피니언의 이론적 전위량을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 압력각 $\alpha = 14.5^\circ$, 모듈 $m = 4$, 피니언 잇수 $z_1 = 8$
구해야 할 값: 피니언의 이론적 전위량 $x_1 m$
주의할 조건: 문제는 전위계수 자체가 아니라 전위량을 mm로 묻는다.

사용할 공식

언더컷 방지 최소 전위계수는 $x = 1 - \frac{z\sin^2\alpha}{2}$이다.
이 공식을 쓰는 이유: 표준 평기어의 피니언에서 언더컷이 생기지 않게 하려면 먼저 최소 전위계수를 구하고, 여기에 모듈을 곱해 실제 전위량으로 바꿔야 하기 때문이다.

계산 과정

1. $\sin 14.5^\circ \approx 0.250$이므로 $\sin^2 14.5^\circ \approx 0.0625$이다.
2. 최소 전위계수는 $x = 1 - \frac{8 \times 0.0625}{2} = 1 - 0.25 = 0.75$이다.
3. 전위량은 $xm = 0.75 \times 4 = 3$mm이다.

선지 판단

① X: 0은 전위를 전혀 주지 않은 값이다. 잇수 8의 피니언은 14.5° 표준기어에서 언더컷이 생기므로 올바르게는 3mm의 전위가 필요하다.
② X: $\frac{9}{17}$mm는 언더컷 방지 최소 전위량 계산식에서 나오지 않는 값이다. 이 문항에서는 최소 전위계수 0.75에 모듈 4를 곱해 3mm가 되어야 한다.
③ X: $\frac{3}{4}$는 최소 전위계수 x 값이다. 문제는 전위량을 mm로 묻고 있으므로 올바르게는 $xm = 3$mm이다.
④ O: 최소 전위계수 $x = 0.75$, 모듈 $m = 4$이므로 피니언의 이론적 전위량은 3mm이다.

NoteBase

오답 포인트

전위계수와 전위량을 혼동하면 ③처럼 틀리기 쉽다. 또 기어 잇수 36에 시선을 빼앗기면 피니언 언더컷 방지 조건을 놓치기 쉽지만, 이 문항의 핵심은 소잇수 피니언의 최소 전위계수를 구하는 데 있다.

다시 나오면 이렇게 판단

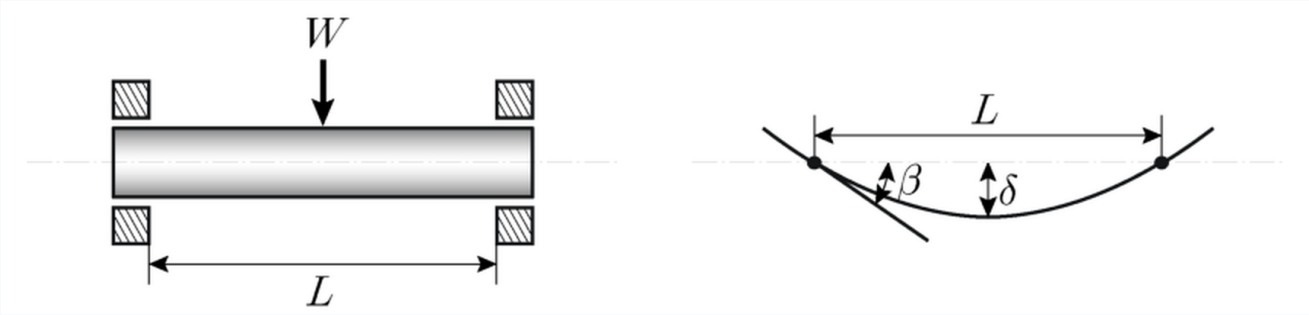
언더컷 방지 계산은 먼저 소잇수 기어의 최소 전위계수 x를 구한 뒤, 문제에서 mm를 물으면 마지막에 모듈 m을 곱해 전위량으로 바꾼다.

암기 포인트

언더컷 방지 전위량은 최소 전위계수에 모듈을 곱한 값이다. 이 문항에서는 $x = 0.75$, 전위량은 3mm이다.

NoteBase

문 19. 양단이 단순지지되어 있는 균일한 원형단면 축의 중앙에 집중하중 W가 작용할 때, 최대 처짐량 δ와 최대 처짐각도 β를 바르게 연결한 것은? (단, 축의 탄성계수는 E, 관성모멘트는 I, 지지점 사이의 길이는 L이고, 축의 자중은 무시한다)



① δ: $\frac{WL^3}{16EI}$, β: $\frac{WL^2}{16EI}$
② δ: $\frac{WL^3}{16EI}$, β: $\frac{WL^2}{24EI}$
③ δ: $\frac{WL^3}{48EI}$, β: $\frac{WL^2}{16EI}$
④ δ: $\frac{WL^3}{48EI}$, β: $\frac{WL^2}{24EI}$

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 양단 단순지지보의 중앙 집중하중 조건에서 최대 처짐량과 지지단의 최대 처짐각을 표준식으로 연결할 수 있는지를 묻는다.

조건 정리

주어진 값: 중앙 집중하중 W, 지지점 사이 길이 L, 탄성계수 E, 단면 2차모멘트 I이다.
구해야 할 값: 최대 처짐량 δ와 최대 처짐각 β이다.
주의할 조건: 양단 단순지지이고 하중은 중앙에 작용하므로 최대 처짐은 중앙에서, 최대 처짐각은 양 지지단에서 발생한다.

사용할 공식

중앙 집중하중 W를 받는 양단 단순지지보의 표준식은 $\delta_{max} = \frac{WL^3}{48EI}$, $\beta_{max} = \frac{WL^2}{16EI}$이다.
이 공식을 쓰는 이유는 문제의 축 거동이 보의 굽힘 문제와 동일하고, 경계조건이 단순지지이며 하중 위치가 정확히 중앙이기 때문이다.

NoteBase

계산 과정

1. 하중 조건을 중앙 집중하중을 받는 양단 단순지지보로 본다.
2. 최대 처짐은 중앙에서 발생하므로 $\delta = \frac{WL^3}{48EI}$를 적용한다.
3. 최대 처짐각은 지지단에서 발생하므로 $\beta = \frac{WL^2}{16EI}$를 적용한다.
4. 두 식을 함께 만족하는 선지는 $\delta = \frac{WL^3}{48EI}$, $\beta = \frac{WL^2}{16EI}$인 3번이다.

선지 판단

① X: $\beta = \frac{WL^2}{16EI}$는 맞지만, $\delta = \frac{WL^3}{16EI}$가 틀리다. 중앙 집중하중 단순지지보의 최대 처짐은 $\frac{WL^3}{48EI}$이므로, 틀린 표현은 $\frac{WL^3}{16EI}$이고 올바르게는 $\frac{WL^3}{48EI}$이다.
② X: $\delta = \frac{WL^3}{16EI}$, $\beta = \frac{WL^2}{24EI}$가 모두 틀리다. 올바른 식은 각각 $\frac{WL^3}{48EI}$, $\frac{WL^2}{16EI}$이다.
③ O: 최대 처짐량이 $\frac{WL^3}{48EI}$이고 최대 처짐각이 $\frac{WL^2}{16EI}$이므로 단순지지보의 중앙 집중하중 표준식과 정확히 일치한다.
④ X: $\delta = \frac{WL^3}{48EI}$는 맞지만, $\beta = \frac{WL^2}{24EI}$가 틀리다. 틀린 표현은 분모 24이고, 올바르게는 지지단 최대 처짐각 $\frac{WL^2}{16EI}$이다.

오답 포인트

처짐과 처짐각의 식을 따로 외우지 않고 분모만 감으로 고르면 틀리기 쉽다. 이 문항은 처짐은 48, 처짐각은 16이라는 조합을 동시에 기억했는지를 묻는다.

다시 나오면 이렇게 판단

보 처짐 계산 문제는 먼저 지지조건과 하중 위치를 확인한 뒤, 최대값이 발생하는 위치를 정하고, 처짐식과 처짐각식을 각각 대응시켜 판단한다.

암기 포인트

양단 단순지지보 중앙 집중하중은 처짐 48, 처짐각 16으로 연결된다.

NoteBase

문 20. 외접하는 한 쌍의 원추 마찰차에서 원동차의 원추각은 60°, 종동차의 원추각은 30°일 때, 원동차에 대한 종동차의 회전속도비는?

① $\sin 60°$

② $\sin 30°$

③ $\tan 60°$

④ $\tan 30°$

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 외접 원추 마찰차의 회전속도비 공식을 이용해 종동차와 원동차의 속도비를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값은 원동차 원추각 $\delta_1 = 60^\circ$, 종동차 원추각 $\delta_2 = 30^\circ$이다. 구해야 할 값은 원동차에 대한 종동차의 회전속도비 $\frac{n_2}{n_1}$이다. 외접 원추 마찰차에서는 접촉점의 원주속도가 같다는 조건을 사용한다.

사용할 공식

외접 원추 마찰차의 회전속도비는 $\frac{n_2}{n_1} = \frac{\sin\delta_1}{\sin\delta_2}$이다.
이 공식을 쓰는 이유는 두 원추 마찰차가 같은 접촉선속도를 가지므로 $n_1 r_1 = n_2 r_2$가 되고, 접촉반지름이 각 원추각의 사인값에 비례하기 때문이다.

계산 과정

1. 회전속도비 식에 값을 대입하면 $\frac{n_2}{n_1} = \frac{\sin 60^\circ}{\sin 30^\circ}$이다.
2. $\sin 60^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2}$, $\sin 30^\circ = \frac{1}{2}$이므로 $\frac{n_2}{n_1} = \frac{\sqrt{3}/2}{1/2} = \sqrt{3}$이다.
3. $\sqrt{3} = \tan 60^\circ$이므로 회전속도비는 $\tan 60^\circ$이다.

선지별 해설

① X: $\sin 60^\circ$는 속도비 식의 분자만 적은 값이다. 틀린 표현은 "$\sin 60°$"이고, 올바르게는 $\frac{\sin 60^\circ}{\sin 30^\circ}$ 또는 $\tan 60^\circ$이다.

② X: $\sin 30^\circ$는 속도비 식의 분모에 해당하는 값일 뿐 최종 회전속도비가 아니다. 틀린 표현은 "$\sin 30°$"이고, 올바르게는 $\frac{\sin 60^\circ}{\sin 30^\circ}$이다.

③ O: $\frac{n_2}{n_1} = \frac{\sin 60^\circ}{\sin 30^\circ} = \sqrt{3} = \tan 60^\circ$이므로 옳다.

④ X: $\tan 30^\circ = \frac{1}{\sqrt{3}}$는 위에서 구한 값의 역수이다. 틀린 표현은 "$\tan 30°$"이고, 올바르게는 종동차에 대한 원동차의 속도비가 아니라 원동차에 대한 종동차의 속도비 $\tan 60^\circ$이다.

NoteBase

오답 포인트

원추 마찰차 문제에서는 어느 쪽을 기준으로 한 속도비인지를 먼저 읽어야 한다. ④는 비율을 역으로 잡으면 나오는 값이고, ①과 ②는 공식의 분자나 분모만 따로 떼어 쓴 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

원추 마찰차 속도비 문제는 먼저 기준 비율이 $\frac{n_2}{n_1}$인지 $\frac{n_1}{n_2}$인지 확인하고, 이어서 $\frac{\sin\delta_1}{\sin\delta_2}$ 공식을 적용해 역수가 되는지까지 검산하면 된다.

암기 포인트

외접 원추 마찰차는 접촉선속도 동일, 속도비는 각 원추각의 사인비이다.

NoteBase

문 21. 치직각 모듈 6, 비틀림각 30°, 피니언 잇수 25인 한 쌍의 헬리컬 기어에서 피니언이 400rpm으로 10kW의 동력을 전달할 때, 접선방향 회전력[N]은? (단, $\cos 30^\circ = 0.87, \pi = 3$이다)

① 1,021

② 1,450

③ 2,626

④ 2,900

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 헬리컬기어의 치직각 모듈과 비틀림각으로 기준원지름을 구한 뒤, 동력식으로 접선방향 회전력 F_t를 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 치직각 모듈 $m_n = 6$, 비틀림각 $\beta = 30^\circ$, 피니언 잇수 $z = 25$, 회전수 $n = 400rpm$, 동력 $P = 10kW$이다.
구해야 할 값: 접선방향 회전력 F_t이다.
주의할 조건: 치직각 모듈이 주어졌으므로 기준원지름은 $d = m_n z/\cos\beta$로 구해야 한다.

사용할 공식

기준원지름은 $d = \frac{m_n z}{\cos\beta}$이다.
원주속도는 $v = \frac{\pi dn}{60}$이다.
동력식은 $P = F_t v$이므로 $F_t = \frac{P}{v}$이다.
이 공식을 쓰는 이유는 접선방향 회전력이 기어의 원주속도로 동력을 전달하기 때문이다.

계산 과정

1. 기준원지름은 $d = \frac{6 \times 25}{0.87} = 172.4mm = 0.1724m$이다.
2. 원주속도는 $v = \frac{3 \times 0.1724 \times 400}{60} = 3.448m/s$이다.
3. 동력 $10kW$는 $10{,}000W$이므로 접선방향 회전력은 $F_t = \frac{10{,}000}{3.448} \approx 2{,}900N$이다.

NoteBase

선지별 해설

① X: 계산 결과는 약 $2{,}900N$이므로 1,021 N은 맞지 않는다. 올바르게는 접선방향 회전력은 약 2,900 N이다.
② X: 1,450 N은 정답값 2,900 N의 절반으로, 정확한 동력식 계산 결과와 일치하지 않는다. 올바르게는 접선방향 회전력은 약 2,900 N이다.
③ X: 문제에서 제시한 $\cos 30^\circ = 0.87$, $\pi = 3$ 조건대로 계산하면 2,626 N이 아니라 약 2,900 N이 된다. 올바르게는 접선방향 회전력은 약 2,900 N이다.
④ O: 치직각 모듈로 기준원지름을 구하고 원주속도와 동력식을 적용하면 $F_t \approx 2{,}900N$이므로 옳다.

오답 포인트

헬리컬기어 문제에서 가장 흔한 실수는 치직각 모듈을 그대로 $d = mz$에 넣어 버리거나, $d = m_n z/\cos\beta$의 보정을 빼먹는 것이다. 또 $10kW$를 $10{,}000W$로 바꾸지 않거나 문제에서 준 $\pi = 3$ 조건을 무시해도 수치가 달라진다.

다시 나오면 이렇게 판단

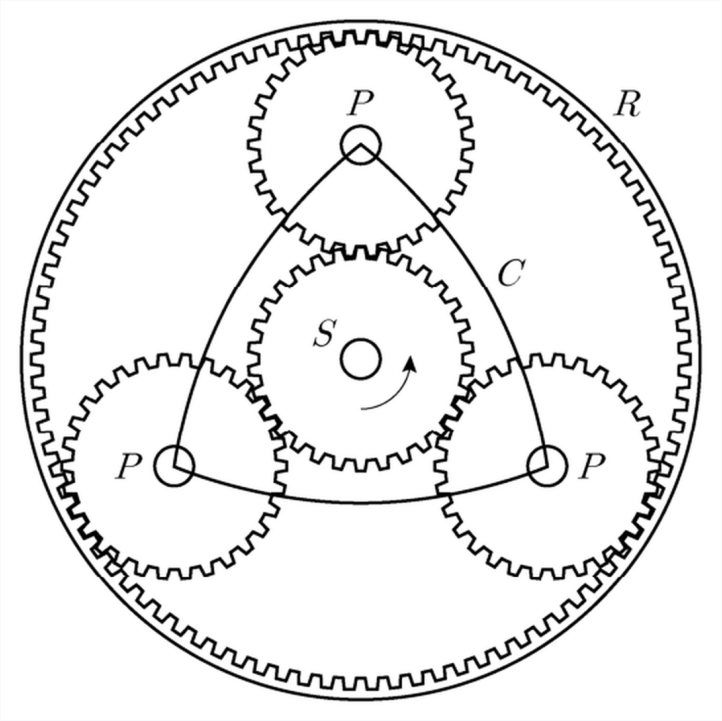
헬리컬기어 계산형 문제는 모듈의 기준이 치직각인지 먼저 확인하고, 그 값으로 기준원지름을 만든 뒤 원주속도 v를 구해 $P = F_t v$로 접선력을 계산하는 순서로 판단한다.

암기 포인트

치직각 모듈이 주어지면 $d = m_n z/\cos\beta$이고, 접선방향 회전력은 $F_t = P/v$이다.

NoteBase

문 22. 내접 유성기어장치에서 태양기어S를 입력으로, 캐리어C를 출력으로 연결하고 링기어R는 고정하였다. 태양기어가 반시계방향 120 rpm으로 회전할 때, 캐리어의 회전속도[rpm]는? (단, 태양기어, 유성기어P, 링기어의 잇수는 각각 30, 30, 90이다)



① 30

② 40

③ 60

④ 80

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 링기어가 고정된 단순 유성기어에서 Willis의 상대속도식을 이용해 캐리어의 회전속도를 구하는 문제이다.

NoteBase

조건 정리

주어진 값:
- 태양기어 잇수 $Z_S = 30$
- 유성기어 잇수 $Z_P = 30$
- 링기어 잇수 $Z_R = 90$
- 태양기어 회전속도 $n_S = 120rpm$
- 링기어 회전속도 $n_R = 0$

구해야 할 값:
- 캐리어 회전속도 n_C

주의할 조건:
- 링기어가 고정되어 있으므로 일반 기어비가 아니라 캐리어 기준 상대속도 관계를 적용해야 한다.

사용할 공식

$\frac{n_S - n_C}{n_R - n_C} = -\frac{Z_R}{Z_S}$

이 공식을 쓰는 이유:

태양기어와 링기어는 유성기어를 사이에 둔 단순 유성기어 관계이므로, 캐리어 기준 상대회전 속도비가 잇수비로 결정된다.

계산 과정

1. 잇수비를 대입하면 $Z_R/Z_S = 90/30 = 3$이다.
2. 링기어가 고정이므로 $n_R = 0$을 대입한다.

$\frac{120 - n_C}{0 - n_C} = -3$

3. 정리하면 다음과 같다.

$120 - n_C = 3n_C$

$120 = 4n_C$

$n_C = 30rpm$

따라서 캐리어는 태양기어와 같은 방향으로 30 rpm 회전한다.

NoteBase

선지별 해설

① O
- 계산 결과 캐리어의 회전속도는 30*rpm*이다.
- ①의 수치가 식을 정확히 만족하므로 옳다.

② X
- 40 rpm을 대입하면 $(120-40)/(0-40)=-2$가 되어 필요한 속도비 -3을 만족하지 못한다.
- 틀린 표현은 "캐리어의 회전속도는 40 rpm이다"이고, 올바르게는 "캐리어의 회전속도는 30 rpm이다"이다.
- 이 값은 링기어 고정 조건을 무시하고 일반 감속비처럼 단순 계산할 때 나오기 쉬운 오답이다.

③ X
- 60 rpm을 대입하면 $(120-60)/(0-60)=-1$이 되어 유성기어의 상대속도 관계와 맞지 않는다.
- 틀린 표현은 "캐리어의 회전속도는 60 rpm이다"이고, 올바르게는 "캐리어의 회전속도는 30 rpm이다"이다.
- 이 값은 입력속도를 직감적으로 절반 수준으로 잡을 때 나오는 오답이다.

④ X
- 80 rpm을 대입하면 $(120-80)/(0-80)=-0.5$가 되어 요구되는 속도비와 크게 다르다.
- 틀린 표현은 "캐리어의 회전속도는 80 rpm이다"이고, 올바르게는 "캐리어의 회전속도는 30 rpm이다"이다.
- 이 값은 상대속도와 절대속도를 섞어 계산할 때 나오는 오답이다.

오답 포인트

유성기어 문제에서 가장 흔한 실수는 링기어 고정 조건을 단순한 외접기어 감속처럼 처리하는 것이다. 이 문항은 반드시 캐리어 기준 상대속도식으로 풀어야 하며, 식에 답을 다시 넣어 속도비가 -3이 되는지 검산해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

단순 유성기어 속도 문제는 먼저 고정된 요소를 찾고, 다음에 Willis 식에 주어진 잇수와 속도를 대입해 푼다.
계산이 끝나면 구한 속도를 다시 식에 넣어 상대속도비가 맞는지 확인하면 된다.

암기 포인트

링기어 고정, 태양 입력, 캐리어 출력인 단순 유성기어에서는 $n_C = n_S \times Z_S/(Z_S + Z_R)$로 정리된다.

NoteBase

문 23. 500 rpm으로 회전하면서 20 kW의 동력을 발생시키는 4사이클 단기통 기관에 사용되는 관성차(fly wheel)에서 각속도 변동계수가 $\frac{1}{100}$, 에너지 변동계수가 1.25일 때, 관성차의 질량관성모멘트 $[N \cdot m \cdot s^2]$는? (단, $\pi = 3$이다)

① 120

② 160

③ 200

④ 240

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 4사이클 단기통 기관의 1사이클당 일과 관성차의 에너지 변동식을 이용해 질량관성모멘트를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값은 회전수 500 rpm, 동력 20 kW, 각속도 변동계수 1/100, 에너지 변동계수 1.25이다.
4사이클 단기통 기관은 2회전마다 1사이클이므로 초당 사이클 수는 500/120 = 25/6이다.
구해야 할 값은 관성차의 질량관성모멘트이다.

사용할 공식

1사이클당 일은 $W = P/f$이다.
에너지 변동량은 $\Delta E = C_E W$이다.
관성차 식은 $\Delta E = I\omega^2 C_s$이므로 $I = \Delta E/(\omega^2 C_s)$이다.
이 공식을 쓰는 이유는 동력과 사이클 수로 1사이클당 일을 구한 뒤, 에너지 변동계수로 최대 에너지 변동량을 구하고, 그 값을 각속도 변동계수와 연결해 관성모멘트를 산출하는 문제이기 때문이다.

계산 과정

각속도는 $\omega = 2\pi N/60 = 2 \times 3 \times 500/60 = 50 rad/s$이다.
초당 사이클 수는 500/120 = 25/6이므로 1사이클당 일은 $W = 20000 \div (25/6) = 4800J$이다.
에너지 변동량은 $\Delta E = 1.25 \times 4800 = 6000J$이다.
따라서 $I = 6000 \div (50^2 \times 1/100) = 6000 \div 25 = 240 N \cdot m \cdot s^2$이다.

NoteBase

선지 판단

① X: 계산 결과는 120이 아니라 240이다. 120은 4사이클 조건을 빼고 1회전마다 1사이클로 잘못 보아 1사이클당 일을 2400 J로 잡을 때 나오는 값이다. 올바르게는 4사이클 단기통 기관이므로 2회전에 1사이클을 적용해 240이 된다.
② X: 계산 결과는 160이 아니라 240이다. 160은 주어진 조건식 $\Delta E = I\omega^2 C_s$와 4사이클 조건을 정확히 대입한 값이 아니며, 에너지 변동량이나 사이클 수를 잘못 처리한 값이다. 올바르게는 관성모멘트가 240 $N \cdot m \cdot s^2$이다.
③ X: 계산 결과는 200이 아니라 240이다. 200은 각속도나 에너지 변동량을 일부만 반영한 오답값이다. 올바르게는 1사이클당 일을 먼저 구한 뒤 에너지 변동계수와 각속도 변동계수를 함께 적용해야 하므로 240이 된다.
④ O: 4사이클 단기통 기관의 1사이클당 일은 4800 J이고, 에너지 변동량은 6000 J이다. 이를 $I = \Delta E/(\omega^2 C_s)$에 대입하면 240 $N \cdot m \cdot s^2$가 되어 옳다.

오답 포인트

가장 흔한 함정은 4사이클 단기통 기관을 1회전 1사이클로 착각하는 점이다. 이 실수를 하면 1사이클당 일이 절반으로 계산되어 ① 같은 값으로 틀리기 쉽다. 또 에너지 변동계수와 각속도 변동계수를 뒤섞으면 수치가 쉽게 어긋난다.

다시 나오면 이렇게 판단

관성차 계산형 문제는 기관의 사이클 수를 먼저 확인하고, 동력에서 1사이클당 일을 구한 다음, $\Delta E = C_E W$, $I = \Delta E/(\omega^2 C_s)$ 순서로 대입하면 된다.

암기 포인트

4사이클 단기통은 2회전에 1사이클이고, 관성차는 $\Delta E = I\omega^2 C_s$로 연결된다.

NoteBase

문 24. 하중 1 kN이 작용할 때 처짐이 36mm인 원통형 압축 코일 스프링에서 유효 감김수는? (단, 소선 지름 6mm, 스프링 지수 6, 가로 탄성계수 80 GPa이다)

① 6

② 8

③ 10

④ 12

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 원통형 압축 코일 스프링의 처짐 공식을 이용해 유효 감김수 n을 구할 수 있는지를 묻는다.

조건 정리

주어진 값은 하중 1 kN, 처짐 36mm, 소선 지름 6mm, 스프링 지수 6, 가로 탄성계수 80 GPa이다.
구해야 할 값은 유효 감김수 n이다.
스프링 지수 $C = \frac{D}{d}$이므로 코일 평균지름 D를 먼저 구해야 한다.

사용할 공식

원통형 압축 코일 스프링의 처짐식은
$\delta = \frac{8PD^3n}{Gd^4}$
이다.
이 문제는 하중이 작용할 때의 처짐, 평균지름, 소선 지름, 가로 탄성계수가 모두 주어졌으므로 이 식을 n에 대해 정리하면 유효 감김수를 바로 구할 수 있다.

계산 과정

1. 스프링 지수 $C = \frac{D}{d} = 6$이므로 평균지름은 $D = Cd = 6 \times 6 = 36mm$이다.
2. 가로 탄성계수는 $80GPa = 80{,}000N/mm^2$이다.
3. 처짐식에서 n을 정리하면
$n = \frac{\delta G d^4}{8PD^3}$
이다.
4. 값을 대입하면
$n = \frac{36 \times 80{,}000 \times 6^4}{8 \times 1{,}000 \times 36^3} = 10$
이므로 유효 감김수는 10회이다.

NoteBase

선지 판단

① X: 6회는 계산 결과와 다르다. 처짐식에 대입하면 유효 감김수는 6회가 아니라 10회이다.
② X: 8회는 계산 결과와 다르다. 주어진 하중과 처짐 조건을 만족하는 값은 8회가 아니라 10회이다.
③ O: 처짐식에 주어진 조건을 대입하면 $n = 10$이므로 옳다.
④ X: 12회는 계산 결과와 다르다. 유효 감김수는 12회가 아니라 10회이다.

오답 포인트

스프링 지수로부터 평균지름 D를 구하지 않고 소선 지름 d를 그대로 대입하면 틀리기 쉽다. 또한 GPa를 N/mm^2로 바꾸지 않거나 처짐식에서 D^3와 d^4의 지수를 혼동하면 오답이 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

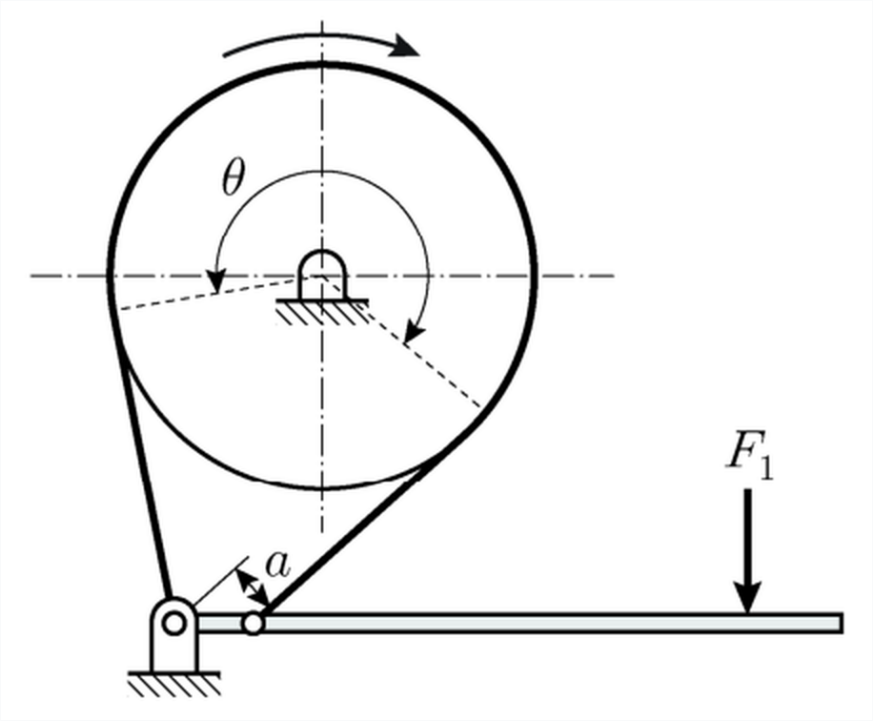
코일 스프링 계산형 문제는 스프링 지수로 평균지름을 구한 뒤, 처짐식 또는 스프링 상수식을 선택하고, 탄성계수 단위를 N/mm^2로 맞춘 다음 미지수를 정리하는 순서로 판단한다.

암기 포인트

압축 코일 스프링 처짐은 $\delta = \frac{8PD^3n}{Gd^4}$이고, 스프링 지수는 $C = \frac{D}{d}$이다.

NoteBase

문 25. 밴드의 한쪽 끝이 레버의 회전중심에 부착된 단동식 밴드 브레이크에서 드럼이 시계방향으로 회전하는 경우의 레버 조작력이 F_1, 반시계방향으로 회전하는 경우의 레버 조작력이 F_2일 때, $\frac{F_1}{F_2}$은? (단, 그림은 시계방향으로 회전하는 경우의 예시이고, 밴드와 브레이크 드럼 사이의 마찰계수와 접촉각은 각각 μ, θ이며, 회전방향에 따른 제동력의 크기는 같고, $a \neq 0$이다)



① $e^{\mu\theta}$

② $\frac{1}{e^{\mu\theta}}$

③ $e^{\mu\theta} - 1$

④ $\frac{1}{e^{\mu\theta} - 1}$

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 단동식 밴드 브레이크에서 회전방향에 따라 레버에 연결된 밴드 끝이 느슨한 쪽인지 팽팽한 쪽인지가 바뀐다는 점과, 장력비 $T_t/T_s = e^{\mu\theta}$를 이용해 F_1/F_2를 구하는 문제이다.

조건 정리

- 시계방향 회전일 때 그림의 레버에 연결된 오른쪽 밴드 끝이 조작력 F_1을 만든다.
- 한쪽 끝은 레버 회전중심에 부착되어 있어 그 장력은 레버 모멘트에 직접 기여하지 않는다.
- 회전방향에 따른 제동력의 크기가 같으므로 두 경우 모두 제동토크 $(T_t - T_s)R$는 같게 본다.
- $aeq0$이므로 레버에 연결된 밴드 장력은 항상 유효한 모멘트를 만든다.

NoteBase

사용할 공식

$T_t/T_s = e^{\mu\theta}$이다.
레버 평형에서 같은 레버와 같은 각도 a이므로 조작력은 레버에 연결된 밴드 끝 장력에 비례한다.
이 공식을 쓰는 이유는 회전방향이 바뀌면 레버에 연결된 끝이 느슨한 쪽과 팽팽한 쪽 중 어느 쪽인지가 바뀌고, 그 비가 바로 $e^{\mu\theta}$로 정해지기 때문이다.

계산 과정

1. 시계방향에서는 드럼이 밴드를 왼쪽 끝에서 오른쪽 끝 방향으로 끌어가므로 왼쪽 끝이 팽팽한 쪽 T_t, 레버에 연결된 오른쪽 끝이 느슨한 쪽 T_s가 된다.
2. 따라서 시계방향 조작력은 $F_1 \propto T_s$이다.
3. 반시계방향에서는 장력의 크고 작은 쪽이 반대로 바뀌어 레버에 연결된 오른쪽 끝이 팽팽한 쪽 T_t가 되므로 $F_2 \propto T_t$이다.
4. 그러므로
$\frac{F_1}{F_2} = \frac{T_s}{T_t} = \frac{1}{e^{\mu\theta}}$.
5. 같은 제동력이라는 조건은 두 방향 모두 제동토크를 같게 본다는 뜻이고, 비를 구할 때는 레버에 연결된 끝이 느슨한 쪽인지 팽팽한 쪽인지가 핵심이다.

선지별 해설

① X
- $e^{\mu\theta}$는 팽팽한 쪽 장력을 느슨한 쪽 장력으로 나눈 값이다. 이 문항에서 F_1은 시계방향일 때의 느슨한 쪽 장력에, F_2는 반시계방향일 때의 팽팽한 쪽 장력에 비례하므로 비가 거꾸로 되었다.
- 틀린 표현은 $e^{\mu\theta}$이고, 올바르게는 $1/e^{\mu\theta}$이다.

② O
- 시계방향에서는 레버 연결점이 느슨한 쪽, 반시계방향에서는 레버 연결점이 팽팽한 쪽이 된다. 따라서 $F_1/F_2 = T_s/T_t = 1/e^{\mu\theta}$가 되어 옳다.

③ X
- $e^{\mu\theta} - 1$은 장력비에서 1을 뺀 형태일 뿐이며 조작력의 비를 나타내지 않는다. 이는 $T_t - T_s$와 같은 제동력 항을 장력비와 혼동한 값이다.
- 틀린 표현은 $e^{\mu\theta} - 1$이고, 올바르게는 $1/e^{\mu\theta}$이다.

④ X
- $1/(e^{\mu\theta} - 1)$도 제동토크를 만드는 장력차 항과 조작력비를 혼동한 식이다. 조작력비는 장력차가 아니라 레버에 연결된 끝 장력의 비로 정해진다.
- 틀린 표현은 $1/(e^{\mu\theta} - 1)$이고, 올바르게는 $1/e^{\mu\theta}$이다.

NoteBase

오답 포인트

밴드 브레이크에서는 먼저 회전방향에 따라 어느 쪽이 팽팽한 쪽인지 판단해야 한다. 많은 수험생이 $T_t/T_s = e^{\mu\theta}$만 기억하고 레버에 연결된 끝이 시계방향에서는 느슨한 쪽이라는 점을 놓쳐 ①로 뒤집는다. 또 제동토크 조건 $T_t - T_s$와 조작력비를 섞으면 ③, ④ 같은 식에 흔들리기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

단동식 밴드 브레이크 비율 문제는 회전방향 확인 → 레버에 연결된 끝이 팽팽한 쪽인지 느슨한 쪽인지 판정 → $T_t/T_s = e^{\mu\theta}$ 적용 → 레버 조작력은 연결된 끝 장력에 비례한다고 정리하는 순서로 판단한다.

암기 포인트

단동식 밴드 브레이크에서 회전중심에 붙은 끝은 모멘트에 거의 기여하지 않고, 레버에 연결된 끝이 느슨하면 조작력이 작고 팽팽하면 조작력이 크다.

NoteBase