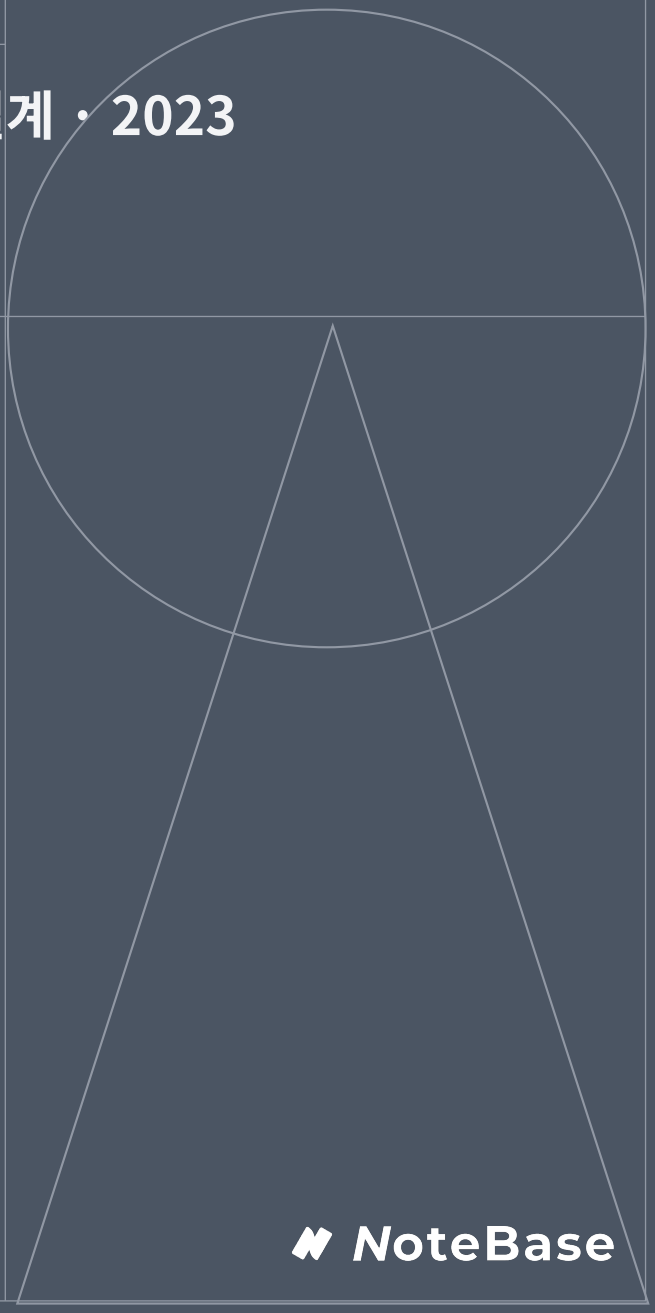
기출OX 해설집

공무원/서울시/7급 · 기계설계 · 2023



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/서울시/7급 · 기계설계 · 2023

공무원/서울시/7급 · 기계설계 · 2023

문 1. 용접 이음에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

① 잔류응력에 의한 변형의 위험이 있고, 용접재료의 재질에 제한이 있다.

② 단시간에 가열, 냉각이 일어나므로 용접부 부근의 금속 조직이 변하여 취성 파괴나 강도 저하의 위험이 있다.

③ 재료 두께에 한도는 없으나, 작업 시 리벳 이음보다 소음이 크다.

④ 다른 이음 방법에 비해 효율이 높다.

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 용접 이음의 장점과 단점을 리벳 이음 등 다른 이음 방법과 비교하여 구별하는 문제이다.

핵심 개념

용접 이음은 두 재료를 국부적으로 가열하여 접합하는 방법으로, 구멍을 뚫지 않아 이음 효율이 높고 구조가 가벼워지는 특징이 있다.
용접부와 열영향부는 가열과 냉각을 겪으므로 잔류응력, 변형, 금속조직 변화가 생길 수 있다.
리벳 이음은 천공과 타격 작업이 필요하여 소음과 진동이 큰 편이고, 용접 이음은 이에 비해 소음이 작은 편이다.

NoteBase

선지별 해설

① O
잔류응력 때문에 변형이 생길 수 있고, 모든 재료가 동일하게 잘 용접되는 것은 아니므로 재질상 제한도 있다.
용접성은 재료 선택에서 중요한 조건이다.

② O
용접부 주변은 단시간 가열과 냉각을 반복하여 열영향부의 조직이 변할 수 있다. 그 결과 취성 증가나 강도 저하가 생길 수 있으므로 옳은 설명이다.

③ X
틀린 부분은 "리벳 이음보다 소음이 크다"이다.
실제로는 용접 이음이 리벳 이음보다 소음과 진동이 작은 편이다. 리벳 이음은 타격 작업이 수반되어 작업 소음이 더 크다.
"재료 두께에 한도는 없으나"라는 취지는 용접이 비교적 넓은 두께 범위에 적용된다는 뜻으로 볼 수 있으나, 이 선지의 오답 판단은 소음 비교가 뒤바뀐 데서 결정된다.

④ O
용접 이음은 리벳 구멍 같은 단면 결손이 적고, 덧판이나 리벳이 필요하지 않아 이음 효율이 높다. 같은 하중 조건에서 구조를 가볍게 만들기 쉽다.

오답 포인트

③은 용접의 장점과 리벳의 단점을 서로 바꾸어 놓은 선지이다. 수험생이 잔류응력, 조직 변화 같은 용접의 단점만 떠올리면 소음 비교 문장을 놓치기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

용접 이음 문제는 먼저 장점과 단점을 나누어 본다. 이음 효율, 경량화, 기밀성은 장점이고, 잔류응력, 변형, 열영향부 조직 변화는 단점이다. 리벳과 비교하는 문장이 나오면 소음과 진동은 리벳 쪽이 더 크다고 판단하면 된다.

암기 포인트

용접은 효율이 높고 조용한 편이며, 대신 열영향으로 변형과 조직 변화 위험이 따른다.

NoteBase

문 2. 중심거리가 $100[mm]$인 서로 맞물려 회전하는 한 쌍의 표준스퍼기어의 속도비가 $i = 1/4$, 모듈이 $m = 6$, 압력각이 $\alpha = 20[°]$일 때, 언더컷이 발생하지 않는 최소잇수로 가장 옳은 값[개]은?

① 7

② 12

③ 17

④ 27

정답 3번

출제 포인트

표준 스퍼기어에서 압력각으로 언더컷 한계잇수를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 압력각 20도, 표준 스퍼기어
구해야 할 값: 언더컷이 발생하지 않는 최소잇수
주의할 조건: 중심거리, 속도비, 모듈은 이 한계잇수 계산에 직접 쓰이지 않는다.

사용할 공식

언더컷이 발생하지 않는 표준 스퍼기어의 한계잇수는 $z_{\min} = \frac{2}{\sin^2 \alpha}$이다.
이 공식을 쓰는 이유: 표준 전위가 없는 인벌류트 스퍼기어의 언더컷 발생 여부는 압력각으로 정해지는 한계잇수로 판단하므로 이 식을 그대로 적용한다.

계산 과정

1. 압력각 $\alpha = 20\,°$를 식에 대입한다.
2. $z_{\min} = \frac{2}{\sin^2 20\,°} \approx 17.10$
3. 표준 20도 스퍼기어의 언더컷 한계잇수는 통상 17개로 본다. 따라서 최소잇수는 17개이다.

선지별 해설

① X: 7개는 한계잇수 17개보다 훨씬 작아 언더컷이 발생한다. 틀린 표현은 최소잇수를 7로 본 점이며, 올바르게는 최소잇수는 17개이다.
② X: 12개도 17개보다 작으므로 언더컷이 발생한다. 틀린 표현은 최소잇수를 12로 본 점이며, 올바르게는 최소잇수는 17개이다.
③ O: 표준 압력각 20도의 스퍼기어는 언더컷 한계잇수를 17개로 본다. 따라서 17이 최소잇수로 맞다.
④ X: 27개는 언더컷이 생기지 않는 값일 수는 있지만 최소잇수는 아니다. 틀린 표현은 최소라는 조건을 놓친 점이며, 올바르게는 27개는 안전한 잇수 중 하나일 뿐 최소값은 17개이다.

NoteBase

오답 포인트

중심거리 100mm, 속도비 1/4, 모듈 6에 시선이 끌리기 쉽지만, 이 문제는 실제 잇수 배분을 구하는 문제가 아니라 언더컷 한계잇수 자체를 묻는 문제이다. ④처럼 언더컷이 없을 수 있는 값과 최소값을 구분하지 못하면 오답이 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

표준 스퍼기어에서 언더컷 최소잇수를 묻는 문항은 먼저 압력각을 확인한다. 압력각이 20도인 표준기어이면 한계잇수 17을 바로 떠올리고, 나머지 수치가 언더컷 한계 계산에 직접 필요한지부터 걸러 본다.

암기 포인트

표준 20도 스퍼기어의 언더컷 한계잇수는 17이다.

NoteBase

문 3. 기어에서 적용되는 루이스식에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

① 외접 평기어에서 치형계수는 잇수에 반비례한다.

② 피치점의 회전력은 모듈, 치형계수에 정비례한다.

③ 이뿌리에서 굽힘응력을 고려한 식이다.

④ 물림률을 1로 가정한다.

정답 1번

출제 포인트

루이스식이 나타내는 치근 굽힘강도 개념, 치형계수의 의미, 그리고 적용 가정을 구분하는 문제이다.

핵심 개념

루이스식은 기어 이를 외팔보로 보고 이뿌리의 굽힘강도를 기준으로 허용 접선하중을 구하는 근사식이다.
치형계수 y는 치형과 잇수에 따라 정해지는 계수이며, 일반적인 외접 평기어에서는 잇수가 적을수록 작고 잇수가 많아질수록 커진다.
같은 재료와 치폭 조건에서는 루이스식에서 허용 접선하중이 $W_T \propto my$의 형태로 정리된다.
또한 한 순간에 한 쌍의 이가 하중을 받는다고 보므로 물림률을 1로 둔 근사 가정을 포함한다.

NoteBase

선지별 해설

① X
- 틀린 부분은 '잇수에 반비례한다'이다.
- 외접 평기어의 치형계수는 잇수가 증가할수록 일반적으로 커지며, 잇수가 적을수록 언더컷 위험 때문에 더 작아진다.
- 올바르게는 '치형계수는 치형과 잇수에 따라 정해지며, 일반적으로 잇수가 증가할수록 커진다'이다.

② O
- 루이스식은 허용 접선하중을 모듈과 치형계수의 함수로 본다.
- 같은 재료와 치폭 조건에서는 $W_T \propto my$가 되므로 모듈과 치형계수에 정비례한다는 설명이 맞다.

③ O
- 루이스식은 기어 이의 이뿌리를 위험단면으로 보고 굽힘파손을 검토하는 식이다.
- 따라서 접촉응력보다 치근의 굽힘응력을 고려한 식이라는 설명이 맞다.

④ O
- 루이스식은 하중이 한 개의 이에만 작용한다고 보는 단순화에서 출발한다.
- 따라서 실제로는 물림률이 1보다 커질 수 있어도, 식 자체는 물림률을 1로 둔 근사 가정을 사용한다.

오답 포인트

치형계수와 접촉응력 개념을 섞으면 오답이 된다. 특히 '잇수가 많아지면 치형계수가 작아진다'로 거꾸로 외우면 ①을 옳은 선지로 잘못 판단하게 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

루이스식 문제는 먼저 치근 굽힘강도 식인지 접촉강도 식인지를 구분하고, 다음으로 치형계수 y가 잇수 증가에 따라 커지는지와 한 쌍 물림 가정을 쓰는지를 확인하면 판단이 빨라진다.

암기 포인트

루이스식은 치근 굽힘, y는 잇수 증가 시 증가, 기본 가정은 한 쌍 물림이다.

NoteBase

문 4. 풀리의 지름이 각각 200[mm], 100[mm], 두 축의 중심거리가 500[mm]인 엇걸기 벨트전동 이음에서 접촉각에 가장 근접한 값[°]은? (단, θ값이 0.4[rad] 이하일 때 $\sin\theta \simeq \theta$, $\pi = 3$°로 가정한다.)

① 192

② 200

③ 208

④ 216

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 엇걸기 벨트전동에서 접촉각을 구하는 공식을 적용하는 문제이다.

조건 정리

- 주어진 값: 큰 풀리 지름 200[mm], 작은 풀리 지름 100[mm], 중심거리 500[mm]이다.
- 반지름: $R = 100mm$, $r = 50mm$이다.
- 구해야 할 값: 엇걸기 벨트전동의 접촉각이다.
- 주의할 조건: θ≤0.4 rad에서 $\sin\theta \approx \theta$, $\pi = 3$을 사용한다.

사용할 공식

엇걸기 벨트전동의 접촉각은 $\alpha = \pi + 2\theta$이고, 보조식은 $\sin\theta = \frac{R+r}{C}$이다.
이 공식을 쓰는 이유: 엇걸기 벨트는 벨트가 서로 교차하므로 접촉각이 π보다 커지고, 보조삼각형에서 반지름 차가 아니라 반지름 합 $R + r$가 들어간다.

계산 과정

1. $\sin\theta = \frac{R+r}{C} = \frac{100+50}{500} = 0.3$이다.
2. θ≤0.4 rad이므로 $\sin\theta \approx \theta$에서 $\theta \approx 0.3rad$이다.
3. 접촉각은 $\alpha = \pi + 2\theta = 3 + 0.6 = 3.6rad$이다.
4. 각도로 바꾸면 $3.6 \times \frac{180}{3} = 216$°이다.

NoteBase

선지별 해설

① X: 192°는 개방형 벨트전동에서 큰 풀리의 접촉각을 구할 때 나오는 값이다. 이 문제는 엇걸기이므로 $R-r$가 아니라 $R+r$를 써야 하며, 192°가 아니라 216°이다.
② X: 200°는 접촉각 공식을 $\pi+\theta$처럼 잘못 적용했을 때 가까워지는 값이다. 엇걸기 벨트의 접촉각은 $\pi+2\theta$이므로 200°가 아니라 216°이다.
③ X: 208°는 $\pi=3$ 조건을 무시하고 $\pi\approx3.14$로 환산했을 때 가까워지는 값이다. 문제 조건대로 계산하면 208°가 아니라 216°이다.
④ O: $\theta\approx0.3rad$, $\alpha=3.6rad$이므로 접촉각은 216°이다. 계산 결과와 일치하므로 옳다.

오답 포인트

엇걸기와 개방형을 혼동하면 $R+r$ 대신 $R-r$를 넣어 192°를 고르게 된다. 또 $\pi=3$이라는 근사 조건이나 $\pi+2\theta$의 2를 놓치면 200°나 208° 쪽으로 흔들리게 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

벨트 접촉각 문제는 먼저 개방형인지 엇걸기인지부터 구분한다. 개방형은 $R-r$, 엇걸기는 $R+r$를 쓰고, 접촉각 공식을 적용한 뒤 문제에서 준 π 근사조건까지 반영해 각도로 바꾼다.

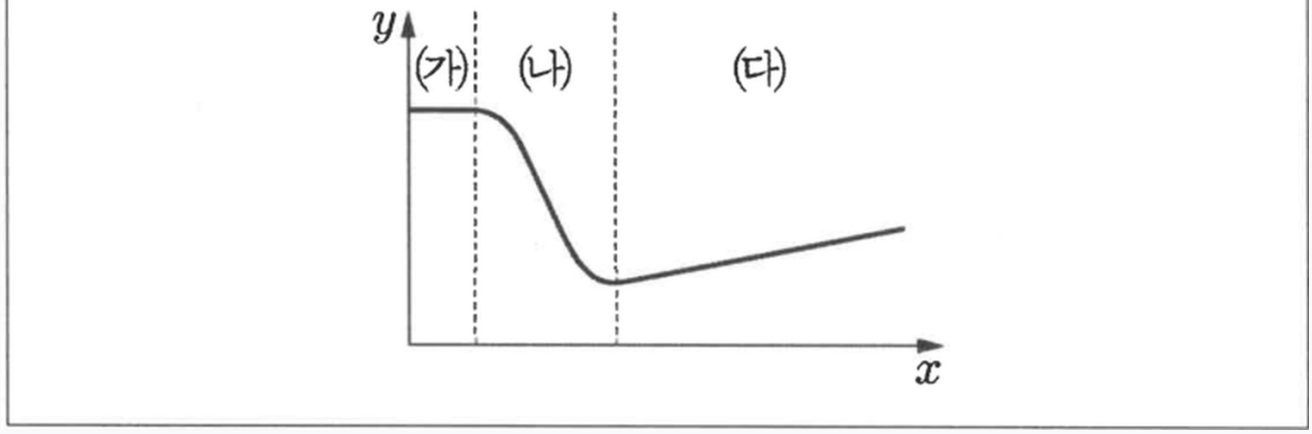
암기 포인트

엇걸기 접촉각은 $\alpha=\pi+2\theta$, 보조식은 $\sin\theta=\frac{R+r}{C}$이다.

NoteBase

문 5. <보기>의 스트리벡 곡선에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

<보기>



① x축은 베어링계수, y축은 마찰계수를 나타낸다.

② 페트로프의 식은 모든 구간에서 적용 가능하다.

③ 구간 (가)는 경계윤활을 나타낸다.

④ 구간 (다)에서 베어링은 정상운전한다.

정답 2번

출제 포인트

스트리벡 곡선의 각 구간이 경계윤활, 혼합윤활, 유체윤활 중 무엇에 해당하는지와 페트로프 식의 적용 범위를 구분하는 문제이다.

선지별 해설

① O: 스트리벡 곡선은 일반적으로 x축에 베어링계수, y축에 마찰계수를 둔다. 베어링계수가 증가할수록 윤활 상태가 경계윤활에서 유체윤활로 이동하면서 마찰계수가 변한다.
② X: 페트로프의 식은 유막이 완전히 형성된 유체윤활 영역에서 저널베어링의 마찰을 근사하는 식이다. 모든 구간에 적용되는 식이라는 표현이 틀렸고, 올바르게는 구간 (다)와 같은 유체윤활 영역에 적용되는 식이다.
③ O: 구간 (가)는 유막 형성이 불충분하여 표면 돌기 접촉이 큰 경계윤활 영역이다. 그래서 마찰계수가 크고 거의 일정하게 나타난다.
④ O: 구간 (다)는 유막이 형성된 유체윤활 영역이므로 베어링의 정상운전 상태에 해당한다. 이때 마찰은 주로 윤활유의 점성저항 때문에 다시 조금씩 증가한다.

NoteBase

오답 포인트

최저 마찰계수 이후 곡선이 다시 상승하므로 이를 비정상 상태로 오해하기 쉽다. 그러나 구간 (다)의 상승은 금속 접촉 때문이 아니라 점성마찰 증가 때문이므로 정상적인 유체윤활 영역이다. 또한 페트로프 식을 베어링의 모든 윤활영역에 쓰는 일반식으로 착각하는 함정이 있다.

다시 나오면 이렇게 판단

스트리벡 곡선은 먼저 왼쪽 높은 마찰의 경계윤활, 중간 급감 구간의 혼합윤활, 오른쪽 최저점 이후 완만한 상승의 유체윤활로 나누어 판단한다. 식의 적용 범위를 묻는 선지는 유막이 완전히 형성되는 오른쪽 영역에만 적용되는지부터 확인하면 된다.

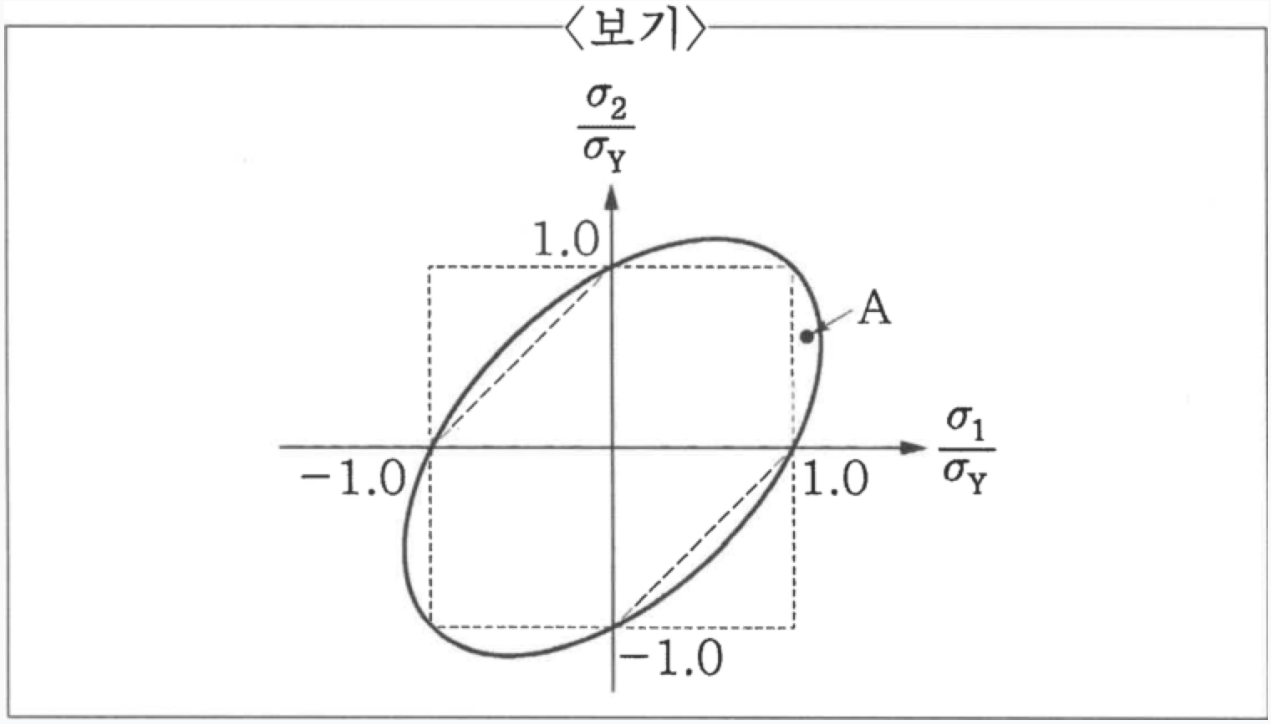
암기 포인트

스트리벡 곡선은 왼쪽 경계윤활, 가운데 혼합윤활, 오른쪽 유체윤활이며 페트로프 식은 유체윤활 영역의 식이다.

NoteBase

문 6. 기계 부품의 응력상태가 $\sigma_1(\neq 0)$, $\sigma_2(\neq 0)$, $\sigma_3(=0)$인 평면응력상태의 재료를 <보기>의 A점으로 표현하였다. 파손에 대한 다양한 이론을 주응력 그래프로 함께 나타낼 때, 이 재료가 파손되지 않을 것이라고 예측하는 이론만을 고른 것은? (단, σ_Y는 재료의 항복응력이다.)

〈보기〉



① 최대전단응력(Max shear stress) 이론

② 전단변형에너지(Von Mises) 이론

③ 최대전단응력(Max shear stress) 이론, 전단변형에너지(Von Mises) 이론

④ 최대주응력(Max normal stress) 이론, 전단변형에너지(Von Mises) 이론

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 평면응력 상태의 점 A가 각 파손이론의 항복 경계 안쪽에 있는지 바깥쪽에 있는지를 주응력 그래프에서 판별하는 문제이다.

NoteBase

선지별 해설

① X: 최대전단응력 이론은 평면응력에서 $\max(|\sigma_1 - \sigma_2|, |\sigma_2|, |\sigma_1|) \le \sigma_Y$일 때만 비항복으로 본다. A점은 σ_1/σ_Y가 1보다 큰 위치이므로 이 이론에서는 이미 항복영역 밖이다. 틀린 표현은 '최대전단응력 이론'이고, 올바르게는 '최대전단응력 이론은 파손되지 않는다고 예측하지 않는다'이다.
② O: 전단변형에너지(Von Mises) 이론의 경계는 실선 폐곡선으로 그려져 있고 A점은 그 내부에 있다. 따라서 이 이론만 A점을 아직 항복하지 않은 상태로 본다.
③ X: 이 선지는 ①과 ②를 함께 정답으로 묶었지만, ①의 최대전단응력 이론은 A점을 비항복으로 보지 않는다. 틀린 표현은 '최대전단응력 이론, 전단변형에너지 이론'이라는 병기이고, 올바르게는 '전단변형에너지(Von Mises) 이론만'이다.
④ X: 최대주응력 이론은 $|\sigma_1| \le \sigma_Y$, $|\sigma_2| \le \sigma_Y$ 범위를 벗어나면 항복으로 본다. A점은 σ_1/σ_Y가 1보다 커서 점선 사각형 밖에 있으므로 최대주응력 이론은 파손을 예측한다. 틀린 표현은 '최대주응력 이론, 전단변형에너지 이론'이라는 병기이고, 올바르게는 '전단변형에너지(Von Mises) 이론만'이다.

오답 포인트

Von Mises의 실선 경계만 보고 ①과 ③까지 맞다고 넘기기 쉽다. 이 문제는 '어느 이론이 더 안쪽 또는 바깥쪽인가'를 막연히 외우는 문제가 아니라, A점이 사각형 밖, Tresca 육각형 밖, Von Mises 곡선 안이라는 상대적 위치를 동시에 읽는 문제이다.

다시 나오면 이렇게 판단

주응력 평면 문제가 나오면 먼저 점의 위치가 $\sigma_1 = \pm\sigma_Y$, $\sigma_2 = \pm\sigma_Y$ 경계를 넘는지 확인하고, 다음으로 Tresca의 직선 경계와 Von Mises의 곡선 경계 중 어디 안쪽에 있는지를 순서대로 본다. 사각형과 육각형 밖이지만 타원 안이면 Von Mises만 비항복으로 판단된다.

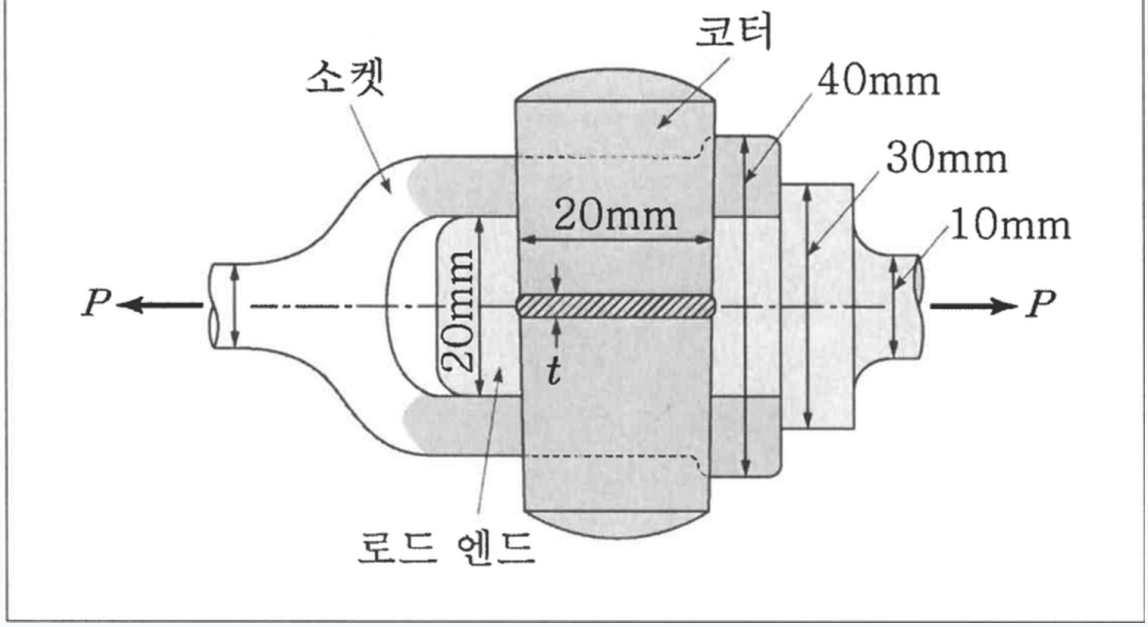
암기 포인트

Tresca는 직선 경계, Von Mises는 타원 경계이므로 같은 점에서도 Von Mises가 더 늦게 항복을 예측하는 경우가 있다.

NoteBase

문 7. <보기>와 같이 로드와 소켓이 축방향에 인장하중 $P = 300[N]$을 받는 코터 이음에서 코터의 허용전단응력은 $1.2[N/mm^2]$이고 로드 엔드의 허용인장응력은 $3[N/mm^2]$이다. 코터의 허용전단응력과 로드 엔드의 허용인장응력만을 고려한 코터 중앙 단면의 두께 t의 값[mm]은? (단, $\pi = 3$으로 가정한다.)

〈보기〉



① 3.0

② 4.0

③ 6.0

④ 9.0

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 코터 이음에서 코터의 전단조건과 로드 엔드의 순단면 인장조건을 함께 보고 중앙 단면 두께 t를 판단하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값은 하중 $P = 300N$, 코터의 허용전단응력 $\tau_a = 1.2N/mm^2$, 로드 엔드의 허용인장응력 $\sigma_a = 3N/mm^2$이다.
도면에서 읽는 주요 치수는 코터 폭 $b = 20mm$, 로드 직경 $d = 10mm$, 로드 엔드 직경 $d_1 = 20mm$이다.
문제에서 $\pi = 3$으로 가정하므로 원형 단면 계산도 이 값을 사용한다.

NoteBase

사용할 공식

코터 중앙부의 전단은 $P = 2bt\tau_a$로 본다.
로드 엔드의 인장은 슬롯 때문에 줄어든 순단면으로 보며, 대표적으로 $P = (\frac{\pi}{4}d_1^2 - d_1 t)\sigma_a$ 또는 단순 순폭식 $P = (d_1 - d)t\sigma_a$로 판단한다.
이 공식을 쓰는 이유는 문제에서 코터의 전단과 로드 엔드의 인장만 고려하라고 조건을 제한했기 때문이다.

계산 과정

1. 코터 전단만 보면
$t = \frac{P}{2b\tau_a} = \frac{300}{2 \times 20 \times 1.2} = 6.25mm$
이므로 t는 최소한 6mm대보다 커야 한다.
2. 로드 엔드 순단면 인장까지 포함하면 슬롯 때문에 유효단면이 더 줄어들어 t는 이보다 더 크게 필요하다. 도면 치수로 계산하면 t는 대체로 10mm 안팎의 범위가 된다.
3. 따라서 6mm 이하는 부족하고, 보기 중 전단조건보다 큰 값이면서 로드 엔드 인장까지 반영한 근사치로 가장 타당한 값은 9.0mm이다.

선지별 해설

① X
3.0mm는 코터 전단식에서 나온 최소값 $6.25mm$보다 훨씬 작다. 틀린 표현은 '3.0mm로도 전단과 인장을 만족한다'는 판단이다. 올바르게는 전단만 보아도 부족하다.

② X
4.0mm도 $6.25mm$보다 작아 코터 전단조건에서 바로 탈락한다. 올바르게는 최소 두께가 6mm를 넘어야 한다.

③ X
6.0mm는 코터 전단 계산값 $6.25mm$에도 약간 못 미치고, 로드 엔드 순단면 인장까지 고려하면 더 부족하다. 틀린 표현은 '코터 전단값만 맞추면 충분하다'는 판단이다. 올바르게는 로드 엔드의 약화된 단면도 함께 확인해야 한다.

④ O
9.0mm는 코터 전단으로 얻는 6mm대 값보다 충분히 크고, 로드 엔드 인장까지 함께 본 출제 의도에 가장 가까운 선택지이다. 보기에서는 9.0mm를 정답으로 판단한다.

오답 포인트

20mm 치수를 직경과 폭으로 혼동하거나, 코터 전단식만 적용해 ③으로 가기 쉽다. 이 문항의 함정은 '코터 전단 + 로드 엔드 인장'을 함께 보라는 조건을 놓치는 데 있다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

코터 이음 계산형 문제는 먼저 코터 전단으로 하한값을 구하고, 다음에 슬롯 때문에 약해진 로드 엔드의 순단면 인장을 비교해 더 큰 쪽으로 최종 두께를 정하는 방식으로 판단한다.

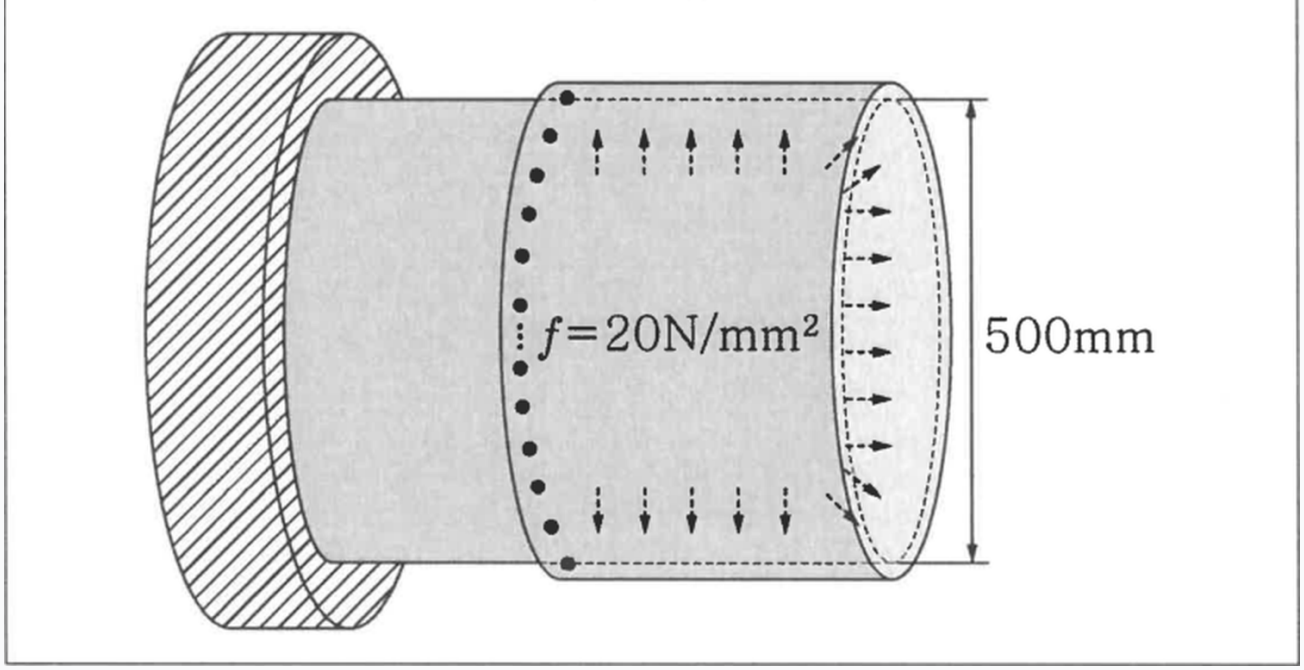
암기 포인트

코터 두께는 $t = \frac{P}{2b\tau}$로 1차 확인하고, 최종값은 슬롯이 있는 부재의 순단면 인장조건으로 한 번 더 검토한다.

NoteBase

문 8. <보기>와 같이 한쪽 면이 막힌 원통형 강판 용기를 고정된 원통형의 용기와 한줄 겹치기 리벳 이음을 이용하여 내압 $20[N/mm^2]$을 견딜 수 있도록 제작하고자 한다. 원통형 용기의 내부 지름이 $500[mm]$이고 강판의 인장강도는 $1,250[N/mm^2]$, 판의 두께는 $3[mm]$이라고 할 때, 전단에 의해 파괴되지도 않고, 리벳 구멍 사이에서 판이 절단되지 않을 지름 $10[mm]$인 리벳의 개수[개]는? (단, 리벳 전단강도는 원통재료 인장강도의 0.9배이고, $\pi = 3$으로 가정한다.)

〈보기〉



① 31

② 47

③ 52

④ 68

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 원통형 용기 끝판에 작용하는 내압에 대한 축방향 분리력과 리벳 1개의 전단강도, 그리고 리벳 구멍 사이 판의 절단강도를 함께 맞추어 리벳 개수를 구하는 문제이다.

NoteBase

조건 정리

주어진 값은 내압 $f = 20N/mm^2$, 내부 지름 $D = 500mm$, 리벳 지름 $d = 10mm$, 판 두께 $t = 3mm$, 강판 인장강도 $\sigma_t = 1{,}250N/mm^2$이다.
리벳 전단강도는 $\tau = 0.9\sigma_t = 1{,}125N/mm^2$이다.
구해야 할 값은 전단 파괴와 판 절단을 모두 피하는 리벳 개수이다.

사용할 공식

끝판을 밀어내는 힘은 $F = f \cdot \frac{\pi D^2}{4}$ 이다.
리벳 1개의 전단저항은 $R_s = \tau \cdot \frac{\pi d^2}{4}$ 이다.
리벳 구멍 사이 판의 절단저항은 피치 p에 대해 $R_t = (p - d)t\sigma_t$ 이다.
이 문제는 리벳이 전단으로도 끊어지지 않고 판도 구멍 사이에서 절단되지 않아야 하므로, 먼저 $R_s = R_t$로 등강도 피치를 구한 뒤 원주를 그 피치로 나누어 개수를 정한다. 마지막에는 전체 전단저항이 내압 분리력보다 큰지도 확인한다.

계산 과정

1. 끝판에 작용하는 분리력은 $F = 20 \cdot \frac{3 \cdot 500^2}{4} = 3{,}750{,}000N$ 이다.
2. 리벳 1개의 전단저항은 $R_s = 1{,}125 \cdot \frac{3 \cdot 10^2}{4} = 84{,}375N$ 이다.
3. 판의 절단저항과 같게 두면 $(p - 10) \cdot 3 \cdot 1{,}250 = 84{,}375$ 이므로 $p - 10 = 22.5, \quad p = 32.5mm$ 이다.
4. 리벳열의 원주는 $\pi D = 3 \cdot 500 = 1{,}500mm$ 이므로 필요 리벳 수는 $n = \frac{1{,}500}{32.5} = 46.15$ 이다. 개수는 정수여야 하므로 47개로 올린다.
5. 검산하면 47개일 때 전체 전단저항은 $47 \times 84{,}375 = 3{,}965{,}625N$으로 분리력 $3{,}750{,}000N$보다 커서 안전하다.

선지별 해설

① X: 31개이면 리벳 1개의 전단저항을 합친 값이 $31 \times 84{,}375 = 2{,}615{,}625N$에 불과하여 내압 분리력 $3{,}750{,}000N$을 못 버틴다. 31개라는 수치는 틀렸고, 올바르게는 47개이다.
② O: 리벳 전단저항과 판 절단저항을 같게 두어 피치 $32.5mm$를 구하고, 원주 $1{,}500mm$를 나누면 46.15가 나온다. 정수로 올리면 47개이므로 맞다.
③ X: 52개는 원주를 지나치게 촘촘한 피치로 나눈 과대 산정값이다. 문제는 주어진 강도 조건에서 필요한 설계 개수를 묻고 있으며, 등강도 피치로 계산하면 47개가 된다. 52개라는 수치는 틀렸고, 올바르게는 47개이다.
④ X: 68개는 리벳 수를 더 크게 잡은 값이지만, 주어진 전단강도와 판 절단강도로 계산되는 필요 개수와 맞지 않는다. 리벳 지름 10mm, $\pi = 3$ 조건에서는 47개가 산출되므로 68개라는 수치는 틀렸고, 올바르게는 47개이다.

NoteBase

오답 포인트

리벳 1개의 전단저항만으로 전체 개수를 바로 잡으면 판의 구멍 사이 절단 조건을 놓치기 쉽다. 반대로 안전하다고 해서 임의로 더 많은 개수를 고르는 것도 설계식 답안과는 다르다. 이 문항의 함정은 전단조건과 판 절단조건을 동시에 만족시키는 피치를 먼저 구해야 한다는 점이다.

다시 나오면 이렇게 판단

끝판을 리벳으로 묶은 압력용기 문제는 먼저 $f \cdot \pi D^2/4$로 분리력을 구하고, 다음에 리벳 1개의 전단저항과 판의 절단저항을 맞추어 피치를 정한 뒤, 마지막에 원주를 피치로 나누고 정수 올림까지 확인하는 순서로 판단한다.

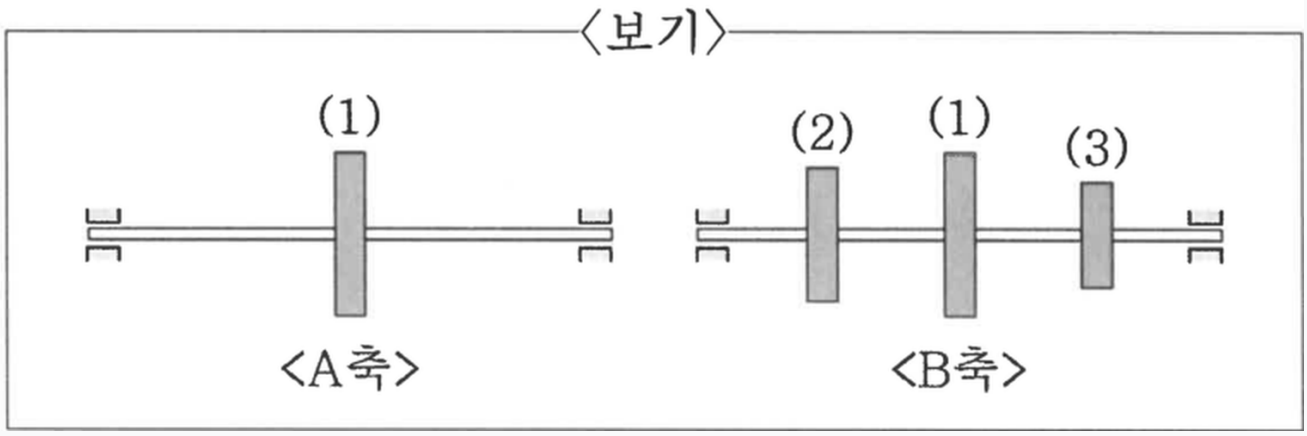
암기 포인트

압력용기 리벳 개수는 분리력 계산, 리벳 전단과 판 절단의 등강도 피치, 원주 나누기의 세 단계로 정리된다.

NoteBase

문 9. 동일한 실축 A축과 B축이 <보기>와 같이 단순지지되어 있다. 축의 자중만에 의한 위험속도는 N_0이고 축의 자중을 무시하고 회전체 (1)을 단독 설치한 경우의 위험속도는 $N_1 = 0.8N_0$, 회전체 (2)를 단독 설치한 경우의 위험속도는 $N_2 = 0.5N_0$, 회전체 (3)을 단독 설치한 경우의 위험속도는 $N_3 = 0.4N_0$이다. 회전체 (1)을 단독 설치한 A축의 위험속도를 N_A라 하고, 회전체 (1), (2), (3)을 모두 설치한 B축의 위험속도를 N_B라 하면, 던커레이 실험식에 따른 두 축의 위험속도 비율 $\frac{N_A}{N_B}$의 값은?

<보기>



① $\sqrt{0.8}$

② 1.5

③ $\sqrt{5}$

④ 3

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 던커레이 실험식으로 축 자중과 여러 회전체가 함께 있을 때의 위험속도를 역제곱 합산으로 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값은 축 자중만에 의한 위험속도 N_0, 회전체 (1)만 설치하고 축 자중을 무시한 경우 $N_1 = 0.8N_0$, 회전체 (2)만 설치하고 축 자중을 무시한 경우 $N_2 = 0.5N_0$, 회전체 (3)만 설치하고 축 자중을 무시한 경우 $N_3 = 0.4N_0$이다.

구해야 할 값은 회전체 (1)만 설치한 A축의 위험속도 N_A와 회전체 (1), (2), (3)을 모두 설치한 B축의 위험속도 N_B의 비 $\frac{N_A}{N_B}$이다.

주의할 조건은 A축과 B축의 실제 위험속도에는 모두 축 자중 항 N_0가 포함된다는 점이다.

NoteBase

사용할 공식

던커레이 실험식은
$\frac{1}{N^2}=\frac{1}{N_0^2}+\frac{1}{N_1^2}+\frac{1}{N_2^2}+\cdots$
이다.
이 문항은 축 자중에 의한 처짐과 각 회전체가 만드는 처짐을 함께 고려해야 하므로, 각 경우의 위험속도를 역제곱으로 합산하는 이 공식을 사용한다.

계산 과정

A축은 회전체 (1) 하나와 축 자중을 함께 고려하므로
$\frac{1}{N_A^2}=\frac{1}{N_0^2}+\frac{1}{N_1^2}=\frac{1}{N_0^2}+\frac{1}{(0.8N_0)^2}=\left(1+\frac{1}{0.64}\right)\frac{1}{N_0^2}=\frac{41}{16}\frac{1}{N_0^2}$
이다. 따라서
$N_A=\frac{4}{\sqrt{41}}N_0$
이다.

B축은 회전체 (1), (2), (3)과 축 자중을 함께 고려하므로
$\frac{1}{N_B^2}=\frac{1}{N_0^2}+\frac{1}{N_1^2}+\frac{1}{N_2^2}+\frac{1}{N_3^2}$
이고,
$\frac{1}{N_B^2}=\left(1+\frac{1}{0.64}+\frac{1}{0.25}+\frac{1}{0.16}\right)\frac{1}{N_0^2}=\left(1+\frac{25}{16}+4+\frac{25}{4}\right)\frac{1}{N_0^2}=\frac{205}{16}\frac{1}{N_0^2}$
이므로
$N_B=\frac{4}{\sqrt{205}}N_0$
이다.
따라서
$\frac{N_A}{N_B}=\frac{\frac{4}{\sqrt{41}}N_0}{\frac{4}{\sqrt{205}}N_0}=\sqrt{\frac{205}{41}}=\sqrt{5}$
이다.

NoteBase

선지별 해설

① X

$\sqrt{0.8}$는 주어진 $N_1 = 0.8N_0$를 그대로 비율처럼 다룬 값에 가깝다. 그러나 구하는 값은 N_1/N_0가 아니라 축 자중까지 포함한 실제 위험속도 비 $\frac{N_A}{N_B}$이므로 맞지 않는다. 틀린 표현은 단일 회전체 조건의 수치를 최종 비율로 본 점이고, 올바르게는 던커레이 식으로 합산한 뒤 $\sqrt{5}$가 된다.

② X

1.5는 위험속도를 단순 덧셈이나 단순 비례로 처리할 때 나오는 오답이다. 이 문제는 N 자체를 더하거나 나누는 문제가 아니라 $\frac{1}{N^2}$를 합산하는 문제이므로 1.5가 될 수 없다. 올바르게는 역제곱 합산 후 $\frac{N_A}{N_B} = \sqrt{5}$이다.

③ O

A축은 $\frac{1}{N_A^2} = \frac{1}{N_0^2} + \frac{1}{N_1^2}$, B축은 $\frac{1}{N_B^2} = \frac{1}{N_0^2} + \frac{1}{N_1^2} + \frac{1}{N_2^2} + \frac{1}{N_3^2}$로 계산한다. 정리하면 $N_A = \frac{4}{\sqrt{41}}N_0$, $N_B = \frac{4}{\sqrt{205}}N_0$이므로 $\frac{N_A}{N_B} = \sqrt{5}$가 되어 옳다.

④ X

3은 합산 후 제곱근 처리를 빼먹거나 자중 항을 누락했을 때 생기기 쉬운 오답이다. 던커레이 식은 역제곱의 합으로 계산한 뒤 마지막에 제곱근으로 위험속도를 되돌려야 하므로 3이 아니다. 올바르게는 $\sqrt{5}$이다.

오답 포인트

가장 흔한 실수는 N_1, N_2, N_3를 그대로 더하거나 비례식처럼 다루는 것이다. 이 문항은 축 자중에 의한 N_0 항까지 포함해서 $\frac{1}{N^2}$를 합산해야 하며, 마지막에 반드시 제곱근으로 다시 바꿔야 한다는 점이 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

던커레이 문제가 나오면 먼저 실제 축에 포함되는 항이 무엇인지 정리한 뒤, 각 항을 모두 $\frac{1}{N^2}$ 형태로 더하고 마지막에 제곱근을 취해 위험속도를 복원하는 순서로 판단한다.

암기 포인트

던커레이는 위험속도 자체가 아니라 위험속도의 역제곱을 더하는 식이다.

NoteBase

문 10. 축하중과 비틀림하중이 동시에 작용하는 나사잭이 $200[kg_f]$의 중량을 버티고 있다. 나사의 허용인장응력이 $3[kg_f/mm^2]$일 때, 나사 외경의 값$[mm]$은? (단, 골지름은 외경의 0.8배이다.)

① 5
② $\sqrt{\frac{800}{3\pi}}$
③ $\frac{40}{3}$
④ $\frac{20}{\sqrt{3}}$

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 축하중과 비틀림하중이 동시에 작용하는 나사잭의 외경을 근사 설계식으로 구할 수 있는지를 묻는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 하중 $W = 200\text{kgf}$, 허용인장응력 $\sigma_a = 3\text{kgf/mm}^2$
구해야 할 값: 나사 외경 d
주의할 조건: 이 문항은 축하중만이 아니라 축하중과 비틀림하중이 동시에 작용하는 경우이다.

사용할 공식

축하중과 비틀림하중이 동시에 작용하는 나사잭의 외경 근사식은 $d = \sqrt{\frac{8W}{3\sigma_a}}$이다.
이 공식을 쓰는 이유: 단순 인장만 받는 나사와 달리 나사잭은 축하중과 비틀림하중이 함께 작용하므로, 축하중만 고려한 식보다 큰 외경이 필요하기 때문이다.

계산 과정

$d = \sqrt{\frac{8W}{3\sigma_a}} = \sqrt{\frac{8 \times 200}{3 \times 3}} = \sqrt{\frac{1600}{9}} = \frac{40}{3}\text{mm}$
따라서 나사 외경은 $\frac{40}{3}$mm이다.

선지 판단

① X: 5mm는 계산값과 전혀 맞지 않는다. 축하중과 비틀림하중을 동시에 받는 나사잭의 외경으로는 지나치게 작다. 틀린 표현은 값 자체이며, 올바르게는 $d = \frac{40}{3}$mm이다.
② X: $\sqrt{\frac{800}{3\pi}}$는 $\frac{200}{(\pi/4)d_1^2} = 3$에서 얻는 값으로, 골지름 d_1을 축하중만으로 계산한 결과이다. 틀린 부분은 비틀림하중을 무시한 점이며, 올바르게는 축하중과 비틀림하중을 함께 고려해 외경을 구해야 한다.
③ O: $\frac{40}{3}$mm는 $d = \sqrt{\frac{8W}{3\sigma_a}}$에 $W = 200$, $\sigma_a = 3$을 대입해 얻는 값이다.
④ X: $\frac{20}{\sqrt{3}}$는 ②의 골지름 값을 $d_1 = 0.8d$로 외경으로 바꾼 값으로, 축하중만 고려했을 때의 외경이다. 틀린 부분은 비틀림하중을 반영하지 않은 점이며, 올바르게는 $d = \frac{40}{3}$mm이다.

NoteBase

오답 포인트

②와 ④는 모두 축하중만 고려한 값이라는 점이 함정이다. 발문에 '축하중과 비틀림하중이 동시에 작용'한다고 명시되어 있으므로 단순 인장식으로 끝내면 한 단계 작은 값으로 오답이 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

나사잭 지름 문제는 먼저 축하중만인지, 축하중과 비틀림하중이 동시에 작용하는지부터 구분한다. 축하중만이면 단면적으로 계산하고, 동시 작용이면 나사잭의 복합하중 근사식을 적용해 외경을 판단한다.

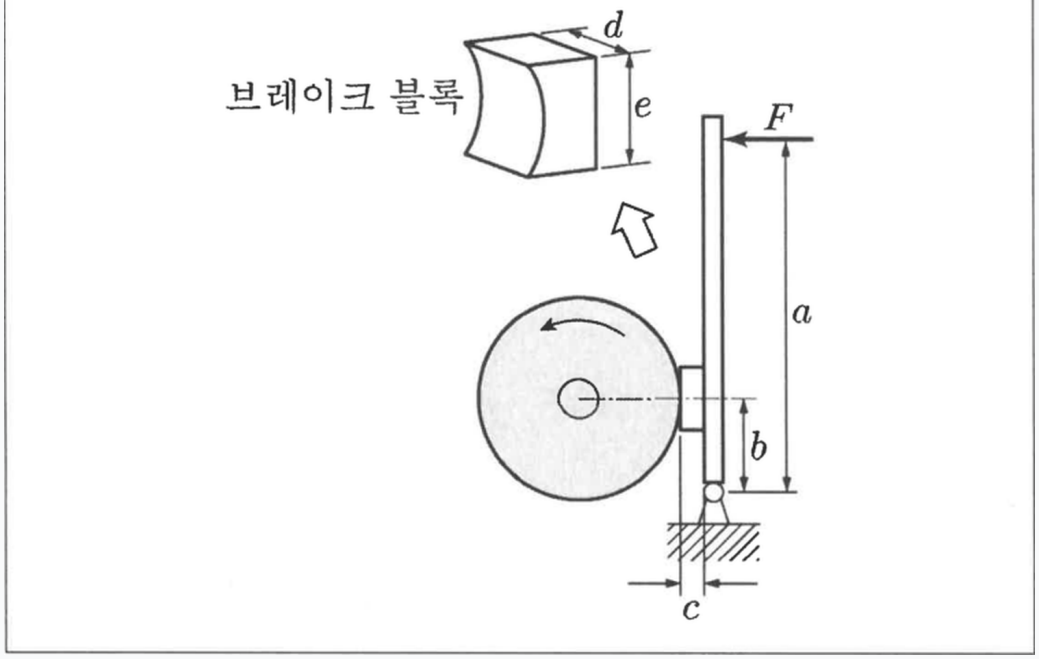
암기 포인트

나사잭은 축하중만 보는 단순 인장문제가 아니라 비틀림을 함께 받는 복합하중 문제이므로 외경 식 $d = \sqrt{\frac{8W}{3\sigma_a}}$ 를 우선 떠올린다.

NoteBase

문 11. <보기>와 같이 단식 블록 브레이크를 사용하여 속도 $v = 2[m/s]$ 회전체를 제동시키고 있다. 브레이크 블록에서 발생되는 브레이크 용량이 $0.08[m \cdot kg_f/mm^2 \cdot s]$일 때, 레버 끝에 가해지는 힘 F의 값$[kg_f]$은? (단, $a = 800[mm]$, $b = 90[mm]$, $c = 50[mm]$이고, 브레이크 블록의 크기는 $d = 20[mm]$, $e = 60[mm]$이며, 마찰계수는 $\mu = 0.2$이다.)

〈보기〉



① 22

② 24

③ 28

④ 30

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 단식 블록 브레이크에서 브레이크 용량 μpv로 접촉압력을 구한 뒤, 접촉 반력과 마찰력의 모멘트 평형으로 레버 끝 힘을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값은 속도 $v = 2\text{m/s}$, 브레이크 용량 $0.08\text{m} \cdot \text{kgf}/(\text{mm}^2 \cdot \text{s})$, 마찰계수 $\mu = 0.2$, 레버 치수 $a = 800\text{mm}$, $b = 90\text{mm}$, $c = 50\text{mm}$, 블록 크기 $d = 20\text{mm}$, $e = 60\text{mm}$이다.
구해야 할 값은 레버 끝에 가해지는 힘 F이다.
주의할 조건은 브레이크 용량을 pv가 아니라 μpv로 두어 접촉압력 p를 구해야 한다는 점이다.

NoteBase

사용할 공식

브레이크 용량은 $\mu pv = 0.08$이다.
접촉면적은 $A = de$이다.
따라서 블록의 수직반력은 $N = pA$, 마찰력은 μN이다.
레버의 모멘트 평형은 $Fa = Nb + \mu Nc$이다.
이 공식을 쓰는 이유는 블록 브레이크의 제동능력이 접촉면의 마찰 일률 μpv로 주어졌고, 레버에는 수직반력과 마찰력이 모두 회전 중심에 대한 모멘트를 만들기 때문이다.

계산 과정

1. 접촉압력을 구하면 $p = \frac{0.08}{\mu v} = \frac{0.08}{0.2 \times 2} = 0.2\text{kgf/mm}^2$ 이다.
2. 블록 접촉면적은 $A = de = 20 \times 60 = 1200\text{mm}^2$ 이므로 수직반력은 $N = pA = 0.2 \times 1200 = 240\text{kgf}$ 이다.
3. 마찰력은 $\mu N = 0.2 \times 240 = 48\text{kgf}$ 이다.
4. 회전방향 때문에 수직반력과 마찰력의 모멘트가 모두 작동력 F에 저항하므로
$Fa = Nb + \mu Nc = 240 \times 90 + 48 \times 50 = 24000$ 이다.
5. 따라서 $F = \frac{24000}{800} = 30\text{kgf}$ 이다.

선지 판단

① X: 22 kgf는 계산 결과와 다르다. 틀린 값 22 kgf → 올바르게는 30 kgf이다.
② X: 24 kgf는 계산 결과와 다르다. 틀린 값 24 kgf → 올바르게는 30 kgf이다.
③ X: 28 kgf는 계산 결과와 다르다. 틀린 값 28 kgf → 올바르게는 30 kgf이다.
④ O: 모멘트 평형으로 구한 작동력은 30 kgf이므로 옳다.

오답 포인트

브레이크 용량을 pv로만 두면 접촉압력과 반력이 작게 계산되어 전혀 다른 값이 나온다. 또 모멘트식에서 μNc 항을 빼거나 누락하면 작동력이 과소 계산된다.

다시 나오면 이렇게 판단

블록 브레이크 계산형은 브레이크 용량 식 확인 → 접촉압력 p 계산 → 면적을 곱해 수직반력 N 계산 → 마찰력 μN 계산 → 레버 모멘트 평형 적용의 순서로 판단한다.

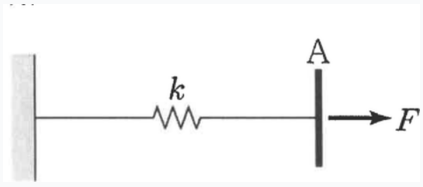
암기 포인트

단식 블록 브레이크는 μpv로 압력을 구하고, 레버 힘은 반력 모멘트와 마찰 모멘트를 함께 평형시켜 구한다.

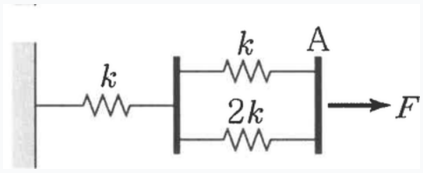
NoteBase

문 12. 각 스프링 시스템에 같은 하중 F가 가해졌을 때, A점의 변형량이 가장 작은 것은? (단, k는 스프링 상수를 의미한다.)

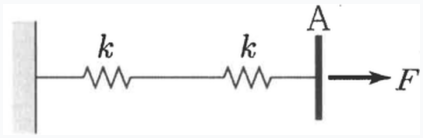
①



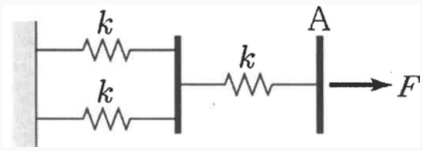
②



③



④



정답 1번

출제 포인트

이 문제는 각 도식의 직렬·병렬 연결을 등가 스프링 상수로 바꾸고, $x = F/k_{eq}$ 관계로 A점 변형량을 비교하는 문제이다.

NoteBase

선지별 해설

① O
- ①의 등가강성은 $k_{eq} = k$이므로 변형량은 $x_1 = F/k$이다.
- 네 선택지의 등가강성 중 가장 크므로 A점 변형량이 가장 작다.

② X
- 오른쪽 두 스프링은 병렬이므로 $k + 2k = 3k$이다. 이를 왼쪽의 k와 직렬로 연결하면 $k_{eq} = \frac{k \cdot 3k}{k + 3k} = \frac{3k}{4}$이고, $x_2 = \frac{F}{3k/4} = \frac{4F}{3k}$이다.
- 이 선택지에서 틀린 판단은 '이 구조의 A점 변형량이 가장 작다'라는 결론이다. 올바르게는 ②의 변형량은 ①보다 크다.

③ X
- k 두 개의 직렬 연결이므로 $k_{eq} = \frac{k \cdot k}{k + k} = \frac{k}{2}$이고, $x_3 = \frac{F}{k/2} = \frac{2F}{k}$이다.
- 이 선택지에서 틀린 판단은 '이 구조의 A점 변형량이 가장 작다'라는 결론이다. 올바르게는 ③은 등가강성이 가장 작아 변형량이 가장 크다.

④ X
- 왼쪽 두 스프링은 병렬이므로 $2k$이고, 이것이 오른쪽 k와 직렬이므로 $k_{eq} = \frac{2k \cdot k}{2k + k} = \frac{2k}{3}$이다. 따라서 $x_4 = \frac{F}{2k/3} = \frac{3F}{2k}$이다.
- 이 선택지에서 틀린 판단은 '이 구조의 A점 변형량이 가장 작다'라는 결론이다. 올바르게는 ④의 변형량도 ①보다 크다.

오답 포인트

②와 ④는 병렬 연결이 들어 있어 강성이 커 보이지만, 전체는 다시 직렬로 묶여 강성이 낮아진다. 병렬 부분만 보고 곧바로 가장 단단하다고 판단하면 오답이 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

각 도식을 병렬 부분과 직렬 부분으로 먼저 분해한 뒤 k_{eq}를 구한다. 같은 하중이 걸린 비교 문제이면 마지막에는 변형량을 직접 구하지 않아도 k_{eq}가 가장 큰 선택지가 정답이다.

암기 포인트

병렬은 강성의 합, 직렬은 역수의 합이며, 같은 하중에서는 k_{eq}가 클수록 변형량이 작다.

NoteBase

문 13. 마찰계수 μ, 홈의 각도 α인 V벨트의 유효마찰계수로 옳은 것은?

① $\frac{\mu}{\sin\alpha+\mu\cos\alpha}$
② $\frac{\mu}{\sin(\alpha/2)+\mu\cos(\alpha/2)}$
③ $\frac{\mu}{\cos\alpha+\mu\sin\alpha}$
④ $\frac{\mu}{\cos(\alpha/2)+\mu\sin(\alpha/2)}$

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 V벨트에서 홈의 반각과 마찰계수를 반영한 유효마찰계수의 정확식을 구분하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값은 마찰계수 μ와 홈의 각도 α이다.
구해야 할 값은 V벨트의 유효마찰계수이다.
주의할 점은 홈의 전체 각도 α가 아니라 반각 $\alpha/2$가 식에 들어가며, 단순 근사형이 아니라 정확식을 써야 한다는 점이다.

사용할 공식

V벨트의 유효마찰계수는 $\mu_e=\frac{\mu}{\sin(\alpha/2)+\mu\cos(\alpha/2)}$ 이다.
이 식은 벨트가 V홈 양쪽 면에 접촉하여 쐐기작용을 일으키는 경우의 유효마찰을 반영한 정확식이다.

계산 과정

1. V벨트는 홈의 양쪽 면에 접촉하므로 홈의 전체 각도 α가 아니라 반각 $\alpha/2$를 사용한다.
2. 쐐기작용 때문에 실제 마찰효과가 커지므로 단순한 μ가 아니라 홈각이 반영된 유효마찰계수 식을 써야 한다.
3. 따라서 유효마찰계수는 $\mu_e=\mu/[\sin(\alpha/2)+\mu\cos(\alpha/2)]$가 되어 ②와 일치한다.

선지별 해설

① X: 분모에 $\sin\alpha$와 $\cos\alpha$를 써서 전체 각도 α를 직접 넣은 식이다. V벨트는 반각 $\alpha/2$를 사용해야 하므로 틀리다. 틀린 표현은 α 사용이며, 올바르게는 $\alpha/2$가 들어가야 한다.
② O: $\mu_e=\mu/[\sin(\alpha/2)+\mu\cos(\alpha/2)]$는 V벨트의 유효마찰계수 정확식이므로 옳다.
③ X: 분모를 $\cos\alpha+\mu\sin\alpha$로 둔 식은 각도 처리도 틀리고 삼각함수의 배치도 맞지 않는다. 틀린 표현은 $\cos\alpha+\mu\sin\alpha$이며, 올바르게는 $\sin(\alpha/2)+\mu\cos(\alpha/2)$이다.
④ X: 반각 $\alpha/2$는 사용했지만 분모를 $\cos(\alpha/2)+\mu\sin(\alpha/2)$로 뒤바꿔 썼다. 틀린 표현은 삼각함수 항의 배치이며, 올바르게는 $\sin(\alpha/2)+\mu\cos(\alpha/2)$이다.

NoteBase

오답 포인트

이 문항의 함정은 홈의 각도 α를 그대로 넣는지, 반각 $\alpha/2$를 넣는지와 분모의 sin항·cos항 위치를 뒤섞는지에 있다. ①은 전체각 사용, ④는 반각은 맞지만 항 배치가 바뀐 경우를 노린 오답이다.

다시 나오면 이렇게 판단

V벨트 공식 문제는 먼저 평벨트가 아니라 V홈 접촉이라는 점을 확인하고, 그다음 전체 홈각이 아니라 반각 $\alpha/2$가 들어가는지 본다. 마지막으로 분모가 $\sin(\alpha/2) + \mu\cos(\alpha/2)$ 형태인지 점검하면 된다.

암기 포인트

V벨트 유효마찰계수는 반각 사용이 핵심이며, $\mu_e = \mu/[\sin(\alpha/2) + \mu\cos(\alpha/2)]$이다.

NoteBase

문 14. 모듈 4, 중심거리 200[mm]인 기어열에서 속도를 $\frac{2}{3}$로 감속하고자 할 때, 종동축 스퍼기어의 잇수[개]는?

① 30

② 40

③ 50

④ 60

정답 4번

출제 포인트

기어열의 중심거리 식과 회전수비-잇수비의 역비 관계를 함께 써서 종동기어의 잇수를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 모듈 4, 중심거리 200mm, 감속 후 속도는 원동축의 2/3이다.
구해야 할 값: 종동축 스퍼기어의 잇수 z_2이다.
주의할 조건: 외접 스퍼기어에서는 회전수비 $\frac{n_2}{n_1}$와 잇수비 $\frac{z_1}{z_2}$가 서로 역비이다.

사용할 공식

중심거리 식은 $a = \frac{m(z_1 + z_2)}{2}$이다.
회전수비 식은 $\frac{n_2}{n_1} = \frac{z_1}{z_2}$이다.
이 공식을 쓰는 이유는 중심거리와 모듈로 두 기어 잇수의 합을 먼저 구하고, 감속비로 잇수의 비를 정한 뒤 연립하면 각 잇수를 바로 구할 수 있기 때문이다.

계산 과정

중심거리 식에 대입하면 $200 = \frac{4(z_1 + z_2)}{2} = 2(z_1 + z_2)$이므로 $z_1 + z_2 = 100$이다.
속도를 2/3로 감속한다는 것은 $\frac{n_2}{n_1} = \frac{2}{3}$이라는 뜻이므로 $\frac{z_1}{z_2} = \frac{2}{3}$, 따라서 $z_2 = \frac{3}{2}z_1$이다.
이를 $z_1 + z_2 = 100$에 대입하면 $z_1 + \frac{3}{2}z_1 = 100$, 즉 $\frac{5}{2}z_1 = 100$이므로 $z_1 = 40$이다.
따라서 종동축 스퍼기어의 잇수는 $z_2 = 60$이다.

NoteBase

선지 판단

① X: 계산 결과 종동기어 잇수는 60개이므로 30개는 틀리다. 30개로 두면 $z_1 = 70$이 되어 $\frac{n_2}{n_1} = \frac{70}{30} = \frac{7}{3}$이므로 감속이 아니라 증속이 된다. 틀린 값 30을 올바르게 고치면 60이다.
② X: 40개는 속도비와 잇수비를 같은 방향으로 놓아 $\frac{z_2}{z_1} = \frac{2}{3}$으로 잘못 해석할 때 나오는 값이다. 외접 기어에서는 회전수비와 잇수비가 역비이므로 종동기어는 40개가 아니라 60개이다.
③ X: 50개는 중심거리 조건으로 잇수 합이 100이라는 사실만 보고 두 기어를 같게 둔 값이다. 이렇게 되면 $\frac{n_2}{n_1} = 1$이어서 감속이 성립하지 않는다. 올바른 종동기어 잇수는 50개가 아니라 60개이다.
④ O: $z_1 + z_2 = 100$, $\frac{z_1}{z_2} = \frac{2}{3}$을 동시에 만족하면 $z_1 = 40$, $z_2 = 60$이므로 맞다.

오답 포인트

가장 흔한 함정은 속도비 2/3를 잇수비 2/3로 그대로 두는 착오이다. 외접 스퍼기어는 회전수가 작아질수록 종동기어 잇수는 더 커져야 하므로 비를 반드시 역으로 세워야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

기어 계산 문제는 먼저 중심거리와 모듈로 $z_1 + z_2$를 구하고, 다음에 회전수비를 잇수비의 역비로 바꾼 뒤, 마지막에 두 식을 연립해서 판단한다.

암기 포인트

외접 스퍼기어는 회전수비와 잇수비가 역비이고, 중심거리는 모듈에 잇수 합을 곱한 값의 절반으로 정해진다.

NoteBase

문 15. 동일한 두께와 반지름을 가지는 원통형 박판압력용기와 구형 박판압력용기가 있다. 동일한 내압이 가해질 때, 두 압력용기의 최대응력비율은?

① 1 : 1

② 1.5 : 1

③ 2 : 1

④ 3 : 1

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 박판 원통형 압력용기와 박판 구형 압력용기의 막응력 공식을 비교하여 최대응력의 비를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 두 용기의 반지름 r, 두께 t, 내압 p가 서로 같다.
구해야 할 값: 두 압력용기의 최대응력비율이다.
주의할 조건: 원통형은 둘레응력과 축응력이 다르고, 최대응력은 더 큰 둘레응력이다.

사용할 공식

원통형 박판압력용기의 둘레응력은 $\sigma_h = \frac{pr}{t}$, 축응력은 $\sigma_l = \frac{pr}{2t}$이다.
구형 박판압력용기의 막응력은 $\sigma_s = \frac{pr}{2t}$이다.

이 공식을 쓰는 이유:
문제는 같은 내압을 받는 박판 원통형과 구형 용기의 최대응력을 비교하는 상황이므로, 각 용기의 대표 막응력 공식을 적용하면 된다. 원통형의 최대응력은 축응력이 아니라 더 큰 둘레응력이다.

계산 과정

1. 원통형 박판압력용기의 최대응력은 둘레응력이므로 $\sigma_{\max,\,cyl} = \frac{pr}{t}$이다.
2. 구형 박판압력용기의 응력은 $\sigma_{\max,\,sph} = \frac{pr}{2t}$이다.
3. 따라서 최대응력비율은 $\sigma_{\max,\,cyl} : \sigma_{\max,\,sph} = \frac{pr}{t} : \frac{pr}{2t} = 2 : 1$이다.

NoteBase

선지별 해설

① X

1:1은 틀렸다. 원통형의 최대응력과 구형의 막응력이 같지 않다. 같은 p, r, t에서 원통형 최대응력은 $\frac{pr}{t}$, 구형은 $\frac{pr}{2t}$이므로 올바르게는 2:1이다.

② X

1.5:1은 틀렸다. 이 값은 원통형의 둘레응력과 축응력을 평균하여 비교할 때 나오는 오답이다. 문제는 평균응력이 아니라 최대응력을 묻고 있으므로 올바르게는 원통형의 둘레응력 $\frac{pr}{t}$을 써서 2:1이다.

③ O

2:1이 맞다. 원통형의 최대응력은 둘레응력 $\frac{pr}{t}$이고, 구형의 막응력은 $\frac{pr}{2t}$이므로 비율은 2:1이다.

④ X

3:1은 틀렸다. 이 값은 원통형의 둘레응력과 축응력을 합산하여 구형응력과 비교할 때 나오는 오답이다. 최대응력 비교에서는 합이 아니라 가장 큰 한 응력만 택하므로 올바르게는 2:1이다.

오답 포인트

원통형에는 둘레응력과 축응력이 함께 존재하므로 어떤 응력을 비교해야 하는지에서 흔히 틀린다. 이 문항은 '최대응력'이라는 표현 때문에 평균값이나 합계가 아니라 원통형의 둘레응력만 골라야 한다는 점이 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

박판 압력용기 비교 문제는 먼저 형상별 기본식을 적고, 원통형은 둘레응력과 축응력 중 큰 값을 최대응력으로 선택한 뒤 비율을 계산하면 된다.

암기 포인트

같은 p, r, t에서 원통형 최대응력은 $\frac{pr}{t}$, 구형 응력은 $\frac{pr}{2t}$이므로 원통형:구형 = 2:1이다.

NoteBase

문 16. 10^3**사이클에서 피로강도가** $1{,}000[MPa]$**,** 10^6**사이클에서 피로강도가** $500[MPa]$**인 강재에 평균하중이 0인 반복하중이 가해진다.** 10^4**사이클의 피로파괴에 대한 피로강도의 로그값**$\log_{10}\sigma$**은? (단,** $\log_{10}2=0.3$**으로 가정한다.)**

① 2.6

② 2.7

③ 2.8

④ 2.9

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 S-N 선도를 $(\log N, \log\sigma)$ 좌표의 직선으로 보고 10^4사이클에서의 피로강도 로그값을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: $N=10^3$일 때 $\sigma=1000\text{MPa}$, $N=10^6$일 때 $\sigma=500\text{MPa}$이다.
구해야 할 값: $N=10^4$일 때의 $\log_{10}\sigma$이다.
주의할 조건: 문제는 피로강도 자체가 아니라 그 로그값을 묻고, $\log_{10}2=0.3$을 사용한다.

사용할 공식

피로강도선이 $(\log N, \log\sigma)$ 좌표에서 직선이라고 보면 한 decade 증가할 때마다 $\log\sigma$가 일정하게 감소한다.
$\log_{10}500=\log_{10}(5\times10^2)=2+\log_{10}5=2+1-\log_{10}2=2.7$
이 공식을 쓰는 이유는 10^3사이클과 10^6사이클의 두 점이 주어졌으므로 로그 좌표에서 기울기를 구해 10^4사이클 값을 보간할 수 있기 때문이다.

계산 과정

1. $\log_{10}1000=3$, $\log_{10}500=2.7$이다.
2. $\log N$이 3에서 6으로 3만큼 증가하는 동안 $\log\sigma$는 3에서 2.7로 0.3 감소하므로, 한 decade당 감소량은 $0.3/3=0.1$이다.
3. 따라서 10^4사이클에서는 $\log N=4$이므로 $\log_{10}\sigma=3-0.1=2.9$이다.

NoteBase

선지별 해설

① X: 2.6이면 $\sigma \approx 10^{2.6}$으로 약 400 MPa가 되어 10^6사이클의 500 MPa보다도 낮다. 10^4사이클은 10^3와 10^6 사이이므로 이렇게까지 낮아질 수 없다. 틀린 표현은 '로그값이 2.6'이고, 올바르게는 '$\log_{10}\sigma = 2.9$'이다.
② X: 2.7은 10^6사이클에서의 값이다. 10^4사이클은 10^3에서 한 decade만 이동한 지점이므로 3에서 0.1만 감소한 2.9가 되어야 한다. 틀린 표현은 '10^4사이클의 로그값이 2.7'이고, 올바르게는 '2.9'이다.
③ X: 2.8은 한 decade당 감소량 0.1을 두 번 적용한 값이다. 10^3에서 10^4로 갈 때는 한 decade만 이동하므로 3에서 0.1만 빼야 한다. 틀린 표현은 '로그값이 2.8'이고, 올바르게는 '2.9'이다.
④ O: 한 decade당 $\log\sigma$ 감소량이 0.1이므로 10^4사이클에서 $\log_{10}\sigma = 2.9$가 된다. 따라서 옳은 선지는 ④이다.

오답 포인트

500 MPa를 로그값 2.7로 바꾸는 과정과 decade 수를 함께 봐야 하는데, $10^3 \rightarrow 10^4$를 두 단계 이상으로 착각하면 2.8이나 2.7을 고르게 된다. 이 문제는 MPa값 자체보다 로그 좌표에서의 감소량을 읽는 문제가 핵심이다.

다시 나오면 이렇게 판단

양 끝의 N과 σ가 주어지면 먼저 $\log N$, $\log\sigma$로 바꾼 뒤 decade당 감소량을 구해 중간 지점을 보간한다. $10^a \rightarrow 10^{a+1}$은 한 decade 이동이다.

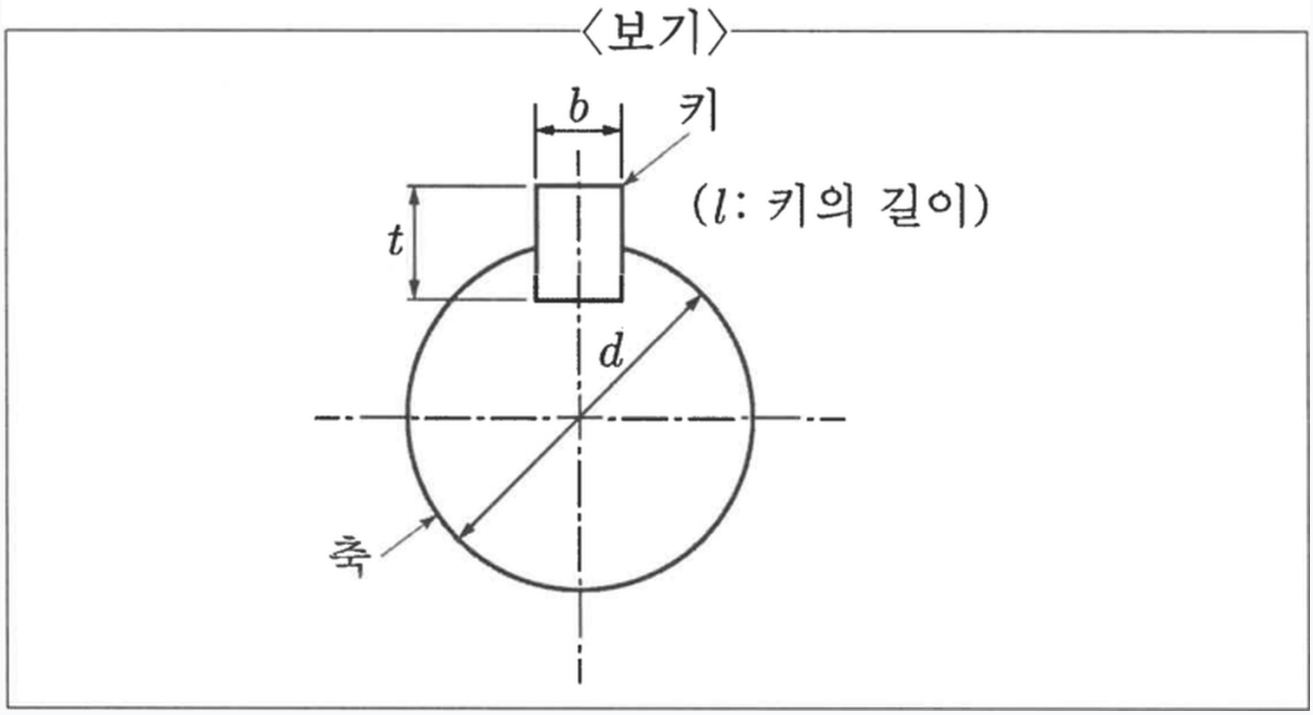
암기 포인트

S-N 선도의 중간값은 값 자체가 아니라 ($\log N$, $\log\sigma$) 직선에서 읽는다.

NoteBase

문 17. <보기>와 같이 축의 지름이 d이고 묻힘키의 폭, 높이, 길이가 각각 b, t, l이다. 키의 허용전단응력이 τ일 때, 이 묻힘키가 전달할 수 있는 최대 토크의 값은?

<보기>



① $\frac{\tau bld}{2}$

② $\frac{\tau bld}{4}$

③ $\frac{\tau ltd}{2}$

④ $\frac{\tau ltd}{4}$

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 평행키가 전단으로 전달하는 토크를 접선력과 전단면적으로 연결할 수 있는지를 묻는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 축 지름 d, 키의 폭 b, 높이 t, 길이 l, 허용전단응력 τ이다.

구해야 할 값: 키가 전단으로 전달할 수 있는 최대 토크이다.

주의할 조건: 전단 검토이므로 전단면적은 bl이고, 높이 t는 압궤 검토에 쓰이는 치수이다.

NoteBase

기출OX 해설집 · 공무원/서울시/7급 · 기계설계 · 2023

사용할 공식

접선력 F와 토크 T의 관계는 $T = F \cdot d/2$이다.
키의 전단응력은 $\tau = F/(bl)$이다.
따라서 $F = \tau bl$, $T = \tau bl \cdot d/2 = \tau bld/2$이다.
이 공식을 쓰는 이유: 문제에서 허용전단응력을 주었으므로 키의 전단면적 bl을 기준으로 접선력을 구한 뒤 축 반지름 $d/2$를 곱해 토크로 바꾸는 상황이기 때문이다.

계산 과정

1. 키에 작용하는 접선력을 F라 두면 전단응력 관계는
$\tau = \frac{F}{bl}$
이므로
$F = \tau bl$
이다.
2. 토크는 반지름 $d/2$에서 작용하므로
$T = F \cdot \frac{d}{2}$
이다.
3. 이를 대입하면
$T = \tau bl \cdot \frac{d}{2} = \frac{\tau bld}{2}$
이다.

선지 판단

① O: 전단면적을 bl로 보고 $T = Fd/2$를 적용하면 $T = \tau bld/2$가 되어 정답이다.
② X: 분모를 4로 두면 반지름 $d/2$를 한 번 더 절반으로 줄인 계산이 된다. 올바르게는 $\tau bld/2$이다.
③ X: 전단 검토에서 쓰는 치수는 높이 t가 아니라 폭 b이다. $\tau ltd/2$는 압궤 쪽 치수를 전단식에 잘못 넣은 값이고, 올바르게는 $\tau bld/2$이다.
④ X: t를 사용한 점도 틀리고 분모를 4로 둔 점도 틀리다. 올바르게는 전단면적 bl과 반지름 $d/2$를 써서 $\tau bld/2$로 계산한다.

오답 포인트

키 문제에서는 폭 b와 높이 t를 혼동하면 전단식과 압궤식을 섞게 된다. 또 토크의 작용반경은 $d/2$인데 이를 다시 2로 나누면 분모 4 오답이 나온다.

다시 나오면 이렇게 판단

키의 허용전단응력이 주어지면 먼저 전단면적을 bl로 잡고, 다음에 $F = \tau bl$, 마지막에 $T = Fd/2$ 순서로 연결하면 된다.

NoteBase

암기 포인트

평행키의 전단 전달토크는 전단면적 bl과 작용반경 $d/2$를 곱한 $\tau bld/2$이다.

NoteBase

문 18. 코일 선재의 재질과 반지름이 같은 2개의 원통형 코일 스프링 A와 B가 있다. 스프링 A와 스프링 B의 유효감김수의 비가 2 : 1, 코일 평균지름비가 1 : 2일 때, 스프링 A와 스프링 B의 스프링 상수비로 적절한 것은?

① 1 : 1

② 2 : 1

③ 3 : 1

④ 4 : 1

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 원통형 코일 스프링의 스프링 상수식에서 유효감김수와 평균지름이 스프링 상수에 어떻게 반영되는지를 묻는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 스프링 A와 B는 선재 재질과 선재 반지름이 같다.
주어진 비: 유효감김수 $n_A : n_B = 2 : 1$, 코일 평균지름 $D_A : D_B = 1 : 2$이다.
구해야 할 값: 스프링 상수비 $k_A : k_B$이다.
주의할 조건: 같은 재질, 같은 선재 반지름이므로 스프링 상수식에서 G와 선재지름 d는 서로 상쇄된다.

사용할 공식

원통형 코일 스프링의 스프링 상수는 $k = \frac{Gd^4}{8D^3n}$
이다.
이 공식을 쓰는 이유는 이 문제에서 재질과 선재 반지름이 같다고 했으므로 G와 d가 동일하고, 결국 스프링 상수는 D^3와 n의 비만으로 비교할 수 있기 때문이다.

계산 과정

1. 같은 재질, 같은 선재 반지름이므로 $k \propto \frac{1}{D^3n}$로 본다.
2. 따라서 $\frac{k_A}{k_B} = \frac{D_B^3 n_B}{D_A^3 n_A}$
이다.
3. $D_A : D_B = 1 : 2$, $n_A : n_B = 2 : 1$을 대입하면 $\frac{k_A}{k_B} = \frac{2^3 \cdot 1}{1^3 \cdot 2} = \frac{8}{2} = 4$
이므로 $k_A : k_B = 4 : 1$이다.

NoteBase

선지별 해설

① X
- 계산 결과는 4 : 1이므로 1 : 1은 틀리다.
- 틀린 표현은 "스프링 상수비가 1:1"이라는 부분이다. 올바르게는 "스프링 상수비는 4:1"이다.

② X
- 계산 결과는 4 : 1이므로 2 : 1은 틀리다.
- 틀린 표현은 "스프링 상수비가 2:1"이라는 부분이다. 올바르게는 "평균지름의 세제곱 효과까지 반영하면 4:1"이다.

③ X
- 계산 결과는 4 : 1이므로 3 : 1은 틀리다.
- 틀린 표현은 "스프링 상수비가 3:1"이라는 부분이다. 올바르게는 "유효감김수와 평균지름을 함께 반영한 값은 4:1"이다.

④ O
- $k \propto 1/(D^3 n)$에서 A는 평균지름이 더 작고 유효감김수는 더 많다.
- 평균지름 효과는 $2^3 = 8$배, 유효감김수 효과는 1/2배이므로 최종적으로 $8 \times 1/2 = 4$가 되어 4 : 1이 맞다.

오답 포인트

많이 틀리는 지점은 평균지름이 D^3으로 들어간다는 점을 놓치고 단순히 D만 반영하거나, 유효감김수 비 2 : 1만 보고 상수비를 2 : 1로 처리하는 것이다. 이 문항은 지름 효과와 감김수 효과를 동시에 비교하는지를 확인하는 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

코일 스프링 비례식 문제는 먼저 $k = \frac{Gd^4}{8D^3 n}$에서 같은 조건이 무엇인지 지우고, 남는 D와 n이 분모에 있다는 점을 확인한 뒤 지름은 세제곱으로 계산한다.

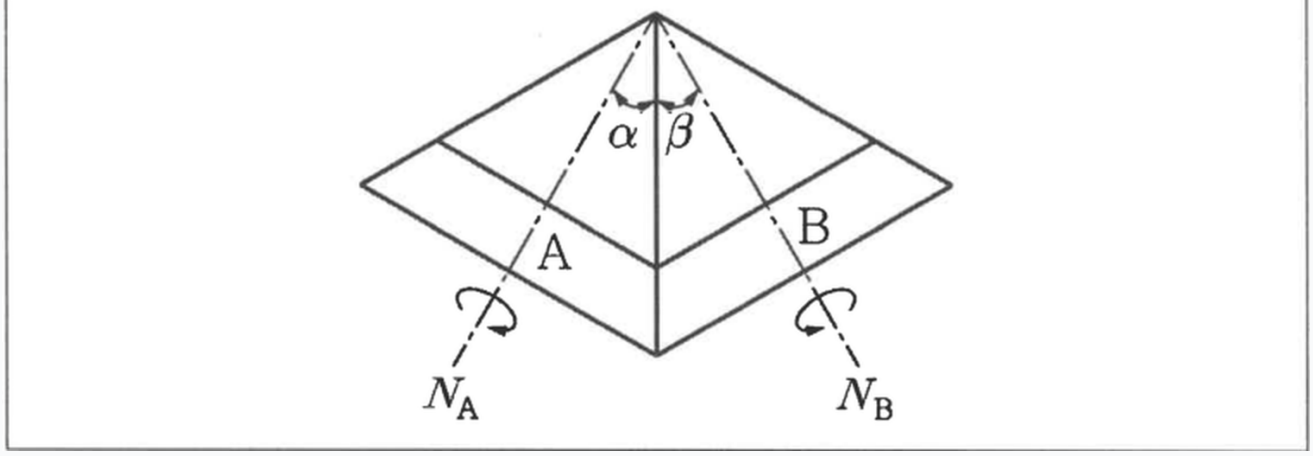
암기 포인트

원통형 코일 스프링은 $k \propto 1/(D^3 n)$이므로 평균지름은 세제곱, 유효감김수는 일차로 반비례한다.

NoteBase

문 19. <보기>와 같은 외접 원추 마찰차에서 구동축이 A이고 종동축이 B이다. <보기>와 같이 꼭지각을 각각 α, β라 할 때, 속도비 $\frac{N_B}{N_A}$를 나타내는 식으로 적절한 것은?

<보기>



① $\frac{\sin\alpha}{\sin\beta}$
② $\frac{\sin\beta}{\sin\alpha}$
③ $\frac{\cos\alpha}{\cos\beta}$
④ $\frac{\cos\beta}{\cos\alpha}$

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 외접 원추 마찰차에서 접촉선의 원주속도는 같고 접촉반지름은 꼭지각의 사인에 비례한다는 관계를 이용해 속도비를 구하는 문제이다.

조건 정리

- 구동축은 A, 종동축은 B이다.
- 외접 원추 마찰차가 미끄럼 없이 접촉하므로 접촉선에서의 원주속도는 서로 같다.
- 같은 꼭지점에서 만나는 원추이므로 접촉점까지의 모선거리 l를 공통으로 두면 접촉반지름은 각각 $r_A = l\sin\alpha$, $r_B = l\sin\beta$이다.

사용할 공식

$v = 2\pi rN$, $v_A = v_B$이다.
따라서 $2\pi r_A N_A = 2\pi r_B N_B$이고 $\frac{N_B}{N_A} = \frac{r_A}{r_B}$가 된다.
이 공식을 쓰는 이유는 원추 마찰차의 속도비가 접촉점에서의 원주속도 일치 조건으로 결정되기 때문이다.

NoteBase

계산 과정

1. 접촉반지름을 꼭지각으로 쓰면 $r_A = l\sin\alpha$, $r_B = l\sin\beta$이다.
2. 원주속도 일치 조건을 적용하면 $r_A N_A = r_B N_B$이다.
3. 따라서 $\frac{N_B}{N_A} = \frac{r_A}{r_B} = \frac{l\sin\alpha}{l\sin\beta} = \frac{\sin\alpha}{\sin\beta}$이다.

선지별 해설

① O: 계산 결과 $\frac{N_B}{N_A} = \frac{\sin\alpha}{\sin\beta}$이므로 옳다.
② X: $\frac{\sin\beta}{\sin\alpha}$는 $\frac{N_A}{N_B}$를 쓴 값에 해당한다. 틀린 표현은 분자와 분모가 뒤집힌 점이며, 올바르게는 $\frac{\sin\alpha}{\sin\beta}$이다.
③ X: 접촉반지름은 축방향 성분이 아니라 원추 밑면 방향 성분이므로 코사인이 아니라 사인을 써야 한다. 틀린 표현은 $\cos\alpha/\cos\beta$이며, 올바르게는 $\sin\alpha/\sin\beta$이다.
④ X: 코사인을 사용한 데다 비까지 뒤집혀 있다. 틀린 표현은 $\cos\beta/\cos\alpha$이며, 올바르게는 $\sin\alpha/\sin\beta$이다.

오답 포인트

원추 마찰차에서는 접촉반지름을 꼭지각의 사인으로 잡아야 하는데 이를 축방향 길이로 착각해 코사인을 쓰기 쉽다. 또한 문제에서 묻는 값이 N_B/N_A인데 이를 N_A/N_B로 뒤집는 실수도 자주 나온다.

다시 나오면 이렇게 판단

원추 마찰차 속도비 문제는 먼저 접촉점의 원주속도 동일 조건 $r_A N_A = r_B N_B$를 세운 뒤, 각 원추의 접촉반지름을 꼭지각의 사인 성분으로 바꾸어 정리하면 된다.

암기 포인트

원추 마찰차의 속도비는 접촉반지름의 비이고, 접촉반지름은 꼭지각의 sin에 비례하므로 $N_B/N_A = \sin\alpha/\sin\beta$이다.

NoteBase

문 20. 접촉면의 안지름이 175[mm], 바깥지름이 225[mm]인 다판 클러치를 이용하여 토크 10,000[kgf · mm]를 전달하고자 한다. 필요한 원판 클러치의 최소 마찰면수[개]는? (단, 마찰계수는 0.2이고, 마찰면의 허용평균압력은 0.9[kgf/cm^2]이다. $\pi = 3$으로 가정한다.)

① 2

② 3

③ 4

④ 5

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 허용평균압력으로 축방향 힘을 구한 뒤 다판 클러치의 전달토크 식으로 최소 마찰면수를 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 안지름 175mm, 바깥지름 225mm, 전달토크 10,000 kgf · mm, 마찰계수 0.2, 허용평균압력 0.9kgf/cm^2, $\pi = 3$이다.
구해야 할 값: 필요한 최소 마찰면수 n이다.
주의할 조건: 지름을 반지름으로 바꾸고, 압력 단위를 cm^{2}에서 mm^2 기준으로 맞춰야 한다.

사용할 공식

총 축방향 힘은 $W = pA$, 한 마찰면의 전달토크는 $T_1 = \mu W R_m$, 전체 전달토크는 $T = n\mu W R_m$이다.
이 공식을 쓰는 이유: 문제에서 마찰계수와 허용평균압력이 주어졌으므로 먼저 마찰면에 허용되는 축방향 힘을 구하고, 그 힘이 평균마찰반지름에서 만드는 토크를 마찰면수만큼 합산하면 되기 때문이다.

NoteBase

계산 과정

1. 반지름과 면적을 구한다.

$r_i = 175/2 = 87.5\text{mm}, \quad r_o = 225/2 = 112.5\text{mm}$

$A = \frac{\pi}{4}(D_o^2 - D_i^2) = \frac{3}{4}(225^2 - 175^2) = 15000\text{mm}^2 = 150\text{cm}^2$

2. 허용축방향 힘을 구한다.

$W = pA = 0.9 \times 150 = 135\text{kgf}$

3. 평균마찰반지름과 한 마찰면의 토크를 구한다.

$R_m = \frac{r_o + r_i}{2} = \frac{112.5 + 87.5}{2} = 100\text{mm}$

$T_1 = \mu W R_m = 0.2 \times 135 \times 100 = 2700\text{kgfcdot mm}$

4. 필요한 마찰면수를 구한다.

$n = \frac{10000}{2700} = 3.70\cdots$

마찰면수는 정수여야 하므로 최소 4개가 필요하다.

선지 판단

① X: 마찰면이 2개이면 전달 가능한 토크는 $2 \times 2700 = 5400\text{kgfcdot mm}$이므로 부족하다. 틀린 표현은 '2개'이고, 올바르게는 최소 4개이다.

② X: 마찰면이 3개이면 전달 가능한 토크는 $3 \times 2700 = 8100\text{kgfcdot mm}$이므로 여전히 부족하다. 틀린 표현은 '3개'이고, 올바르게는 최소 4개이다.

③ O: 마찰면이 4개이면 전달 가능한 토크는 $4 \times 2700 = 10800\text{kgfcdot mm}$이므로 요구 토크 10,000 kgf·mm를 만족한다.

④ X: 마찰면이 5개이면 전달은 가능하지만 최소값이 아니다. 틀린 표현은 '최소 마찰면수 5개'이고, 올바르게는 최소 4개이다.

오답 포인트

지름을 그대로 평균반지름처럼 넣거나, 허용평균압력의 면적 단위를 맞추지 않으면 다른 값이 나온다. 또한 전달 가능한 토크를 넘는 값 중 가장 작은 정수를 골라야 하므로 5개를 선택하면 최소조건을 놓치게 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

계산형 클러치 문제는 면적 계산으로 축방향 힘을 먼저 구하고, 평균마찰반지름을 적용해 마찰면 1개당 토크를 계산한 뒤, 요구 토크를 나누어 올림하는 순서로 판단한다.

암기 포인트

다판 클러치의 최소 마찰면수는 $n = T/(\mu W R_m)$로 구하고, 계산값이 소수이면 반드시 올림한다.

NoteBase