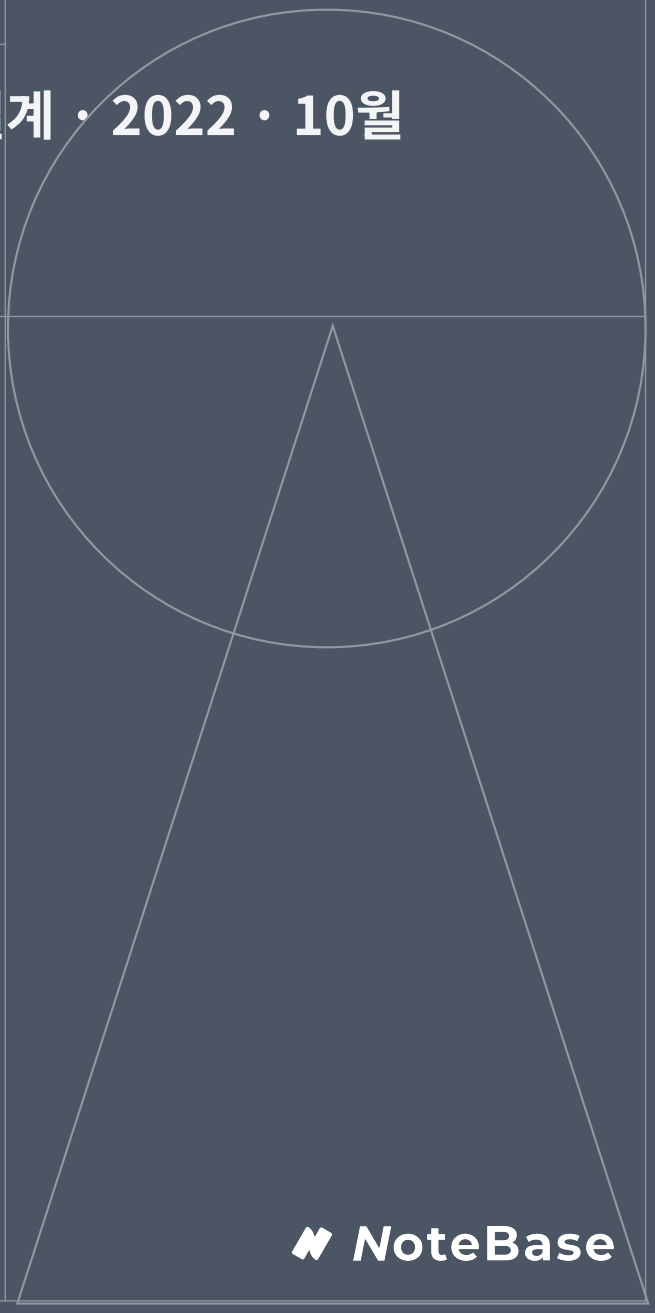
기출OX 해설집

공무원/서울시/7급 · 기계설계 · 2022 · 10월



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/서울시/7급 · 기계설계 · 2022 · 10월

공무원/서울시/7급 · 기계설계 · 2022 · 10월

문 1. 축과 구멍이 끼워 맞추어질 때 구멍이 작고 축의 지름이 약간 커서 억지로 끼워 맞추는 것을 억지 끼워맞춤이라고 한다. 억지 끼워맞춤에서, 축의 최소허용치수에서 구멍의 최대허용치수를 뺀 값을 나타내는 용어는?

① 최대틈새

② 최소틈새

③ 최대죔새

④ 최소죔새

정답 4번

출제 포인트

억지 끼워맞춤에서 틈새와 죔새의 정의, 그리고 최대·최소 치수 조합을 정확히 구분하는지를 묻는 문제이다.

핵심 개념

틈새는 구멍 치수에서 축 치수를 뺀 값이다.
죔새는 축 치수에서 구멍 치수를 뺀 값이다.
최소죔새는 억지 끼워맞춤에서 간섭이 가장 작게 생기는 경우이므로 축의 최소허용치수 - 구멍의 최대허용치수이다.

NoteBase

기출OX 해설집 · 공무원/서울시/7급 · 기계설계 · 2022 · 10월

선지별 해설

① X
최대틈새는 구멍이 가장 크고 축이 가장 작을 때의 값이므로 구멍의 최대허용치수 - 축의 최소허용치수이다.
틀린 표현은 "틈새"이다. 이 문항은 억지 끼워맞춤의 간섭량을 묻고 있으므로 올바르게는 "최소죔새"이다.

② X
최소틈새는 구멍이 가장 작고 축이 가장 클 때의 틈새값을 뜻한다. 식으로 쓰면 구멍의 최소허용치수 - 축의 최대허용치수이다.
틀린 표현은 "틈새"이다. 발문과 일치하는 값은 틈새가 아니라 최소죔새이다.

③ X
최대죔새는 간섭이 가장 크게 생기는 경우이므로 축의 최대허용치수 - 구멍의 최소허용치수이다.
이 문항이 묻는 값은 축의 최소허용치수 - 구멍의 최대허용치수이므로 틀린 표현은 "최대"이다. 올바르게는 "최소죔새"이다.

④ O
최소죔새는 억지 끼워맞춤에서 가장 약한 간섭이 남는 값이다. 따라서 축의 최소허용치수 - 구멍의 최대허용치수로 나타내며 발문과 정확히 일치한다.

오답 포인트

틈새와 죔새의 뺄셈 방향을 뒤바꾸거나, 최대·최소를 한쪽 치수만 보고 판단하면 ①이나 ③으로 흔들리기 쉽다.
억지 끼워맞춤은 먼저 "죔새 = 축 - 구멍"으로 잡아야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

끼워맞춤 용어 문제는 먼저 틈새인지 죔새인지부터 정한다. 그다음 최대값은 결과가 가장 커지는 치수 조합, 최소값은 결과가 가장 작아지는 치수 조합으로 판단하면 된다.

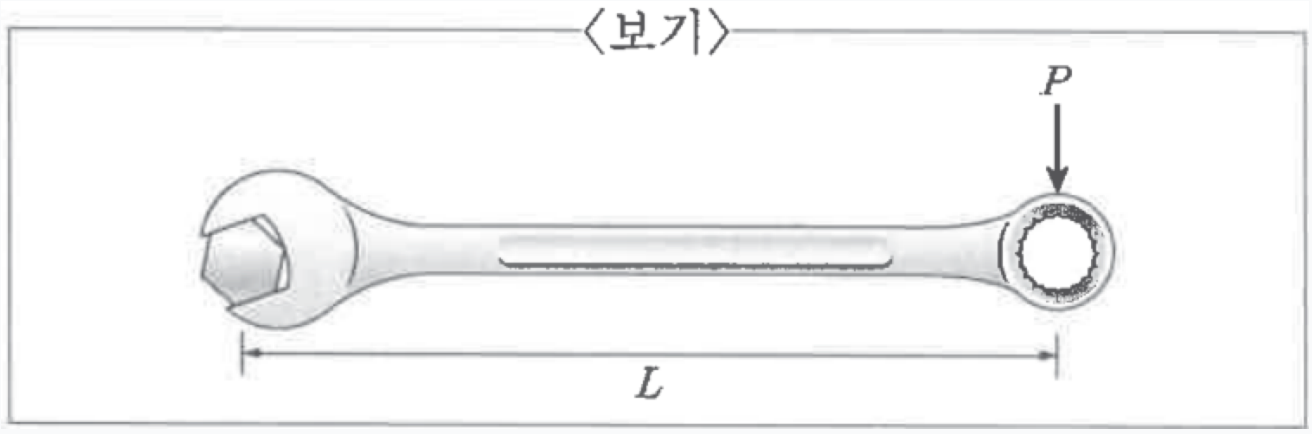
암기 포인트

틈새는 구멍-축, 죔새는 축-구멍, 최소죔새는 축 최소-구멍 최대이다.

NoteBase

문 2. <보기>에서 축하중 Q를 받고 있는 사각 나사산의 볼트를 스패너로 체결하고자 한다. 볼트 체결을 위해 스패너에 가해야 할 힘 P의 조건으로 가장 옳은 것은? (단, ρ는 마찰각, λ는 리드각, d는 나사 유효지름이다. 또한 $F = Q\tan(\rho + \lambda)$이다.)

<보기>



① $P \geq (2L \cdot F)/d$

② $P \geq d/(2L \cdot F)$

③ $P \geq (d \cdot F)/(2L)$

④ $P \geq (2L)/(d \cdot F)$

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 사각 나사 체결에 필요한 토크와 스패너에 가하는 힘의 모멘트 관계를 연결하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 축하중 Q, 나사 유효지름 d, 스패너 길이 L, 나사면 접선방향 힘 $F = Q\tan(\rho + \lambda)$이다.
구해야 할 값: 볼트를 체결하기 위해 스패너 끝에 가해야 할 힘 P의 조건이다.
주의할 조건: 나사에 필요한 체결 토크는 유효반지름 $d/2$에서 작용하므로 토크는 $F \times d/2$이다.

사용할 공식

필요한 체결 토크는 $T = F \cdot d/2$이고, 스패너가 만드는 토크는 $T = P \cdot L$이다.
이 공식을 쓰는 이유: 그림에서 P는 스패너 끝에서 길이 L의 모멘트암으로 작용하고, 나사에는 접선력 F가 유효반지름 $d/2$에서 작용해 같은 토크를 만들어야 하기 때문이다.

NoteBase

계산 과정

1. 나사를 돌리는 데 필요한 토크를 구하면 $T = F \cdot d/2$이다.
2. 스패너에 힘 P를 가하면 발생 토크는 $T = P \cdot L$이다.
3. 체결이 되려면 $P \cdot L \geq F \cdot d/2$이어야 하므로 $P \geq dF/(2L)$이다.

선지별 해설

① X: $P \geq 2LF/d$는 d가 분모로 들어가고 L이 분자로 올라가 토크식 정리가 뒤집힌 식이다. 틀린 표현은 "$2LF/d$"이고, 올바르게는 "$dF/(2L)$"이다.
② X: $P \geq d/(2LF)$는 힘 F를 분모로 둔 식이라 차원부터 맞지 않는다. 틀린 표현은 "$d/(2LF)$"이고, 올바르게는 "$dF/(2L)$"이다.
③ O: $P \cdot L \geq F \cdot d/2$를 정리하면 $P \geq dF/(2L)$가 되므로 체결 조건식으로 옳다.
④ X: $P \geq 2L/(dF)$도 F가 분모에 있어 토크 평형식을 잘못 뒤집은 식이다. 틀린 표현은 "$2L/(dF)$"이고, 올바르게는 "$dF/(2L)$"이다.

오답 포인트

이 문항의 함정은 접선력 F가 유효지름 d 전체에서 작용하는 것이 아니라 유효반지름 $d/2$에서 토크를 만든다는 점이다. $T = F \cdot d/2$를 $T = F \cdot d$로 두거나, $P \cdot L = F \cdot d/2$를 정리하면서 분자와 분모를 뒤집으면 ①, ②, ④ 같은 식이 나온다.

다시 나오면 이렇게 판단

나사 체결 힘 문제는 먼저 나사 쪽 토크를 "접선력 × 반지름"으로 세우고, 다음에 공구 쪽 토크를 "작용력 × 길이"로 세운 뒤 두 토크를 같게 놓아 정리하면 된다.

암기 포인트

사각 나사 체결은 $T = F \cdot d/2$, 스패너는 $T = P \cdot L$이므로 항상 $P = dF/(2L)$ 꼴로 정리된다.

NoteBase

문 3. 구름 베어링의 부하용량에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

① 정적 부하용량(정 정격하중)은 접촉응력과 관련된 헤르츠 이론으로부터 유도된 것이다.

② 구름 베어링에서 최대부하를 받고 있는 운동체와 궤도륜의 접촉부에 생기는 영구변형이 전동체 지름의 0.001 이하가 되는 정하중을 기본 정적 부하용량(기본 정 정격하중)이라 한다.

③ 구름 베어링이 회전 중에 견딜 수 있는 하중을 동적 부하용량(동 정격하중)이라 한다.

④ 동적 부하용량(동 정격하중)은 피로현상을 대상으로 하기 때문에 실험 데이타에 의하여 결정된다.

정답 2번

출제 포인트

구름 베어링의 기본 정정격하중과 기본 동정격하중의 정의 기준을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

기본 정정격하중은 정지 상태에서 접촉부에 허용되는 하중을 영구변형 기준으로 정의한 값이다. 헤르츠 접촉이론과 연결되며, 최대 하중점의 전체 영구변형량이 전동체 지름의 $0.0001d$가 되는 하중을 기준으로 삼는다.
기본 동정격하중은 회전 상태에서의 피로수명을 기준으로 정의한 값이다. 같은 종류의 베어링군 중 대부분이 일정 수명에 도달할 수 있도록 하는 하중 개념이며, 피로시험과 실험 데이터가 필요하다.

NoteBase

기출OX 해설집 · 공무원/서울시/7급 · 기계설계 · 2022 · 10월

선지별 해설

① O
정적 부하용량은 정지 상태의 접촉응력과 영구변형을 기준으로 하므로 헤르츠 접촉이론과 관련된다. 정적 부하용량을 접촉응력 관점에서 설명한 문장으로 타당하다.

② X
틀린 부분은 "전동체 지름의 0.001 이하"이다. 기본 정정격하중의 기준은 전동체 지름의 $0.0001d$ 수준의 전체 영구변형이지 $0.001d$가 아니다. 올바르게는 "최대 하중을 받는 접촉부의 전체 영구변형이 전동체 지름의 0.0001배가 되는 정하중을 기본 정적 부하용량이라 한다"가 된다.

③ O
동적 부하용량은 베어링이 회전하면서 하중을 받을 때의 수명 기준 하중을 뜻한다. 문장은 엄밀한 수명 기준 수치까지 적지는 않았지만, 정지하중이 아니라 회전 중 하중 전달 능력을 말한다는 점에서 옳다.

④ O
동적 부하용량은 반복 접촉에 따른 피로현상을 대상으로 정해진다. 따라서 이론값만으로 정하지 않고 수명시험과 실험 데이터를 바탕으로 결정한다.

오답 포인트

정적 부하용량은 영구변형 기준이고 동적 부하용량은 피로수명 기준이라는 축을 놓치면 ②와 ④를 함께 헷갈리기 쉽다. 특히 정적 부하용량의 변형 기준값을 $0.001d$로 키워 놓는 숫자 함정이 자주 나온다.

다시 나오면 이렇게 판단

정적과 동적이 나오면 먼저 기준 현상을 구분한다. 영구변형, 헤르츠 접촉, $0.0001d$가 보이면 정적 부하용량이고, 회전 중 피로수명과 실험 데이터가 보이면 동적 부하용량으로 판단한다.

암기 포인트

정적은 헤르츠·영구변형·$0.0001d$, 동적은 피로·회전수명·실험데이터이다.

NoteBase

문 4. 키(key)에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

① 평키(flat key)는 안장키보다는 큰 동력을 전달할 수 있으나, 축의 회전방향이 교대로 변화하는 경우 헐거워질 우려가 있다.

② 접선키(tangential key)는 축의 회전이 양방향 운전인 경우 중심각이 120°인 위치에 2개를 설치한다.

③ 반달키(woodruff key)는 키 및 키홈의 공작이 쉽고, 보스와 홈과의 접촉이 자동적으로 조정되지만, 홈이 깊어서 축의 강도가 약해지는 단점이 있다.

④ 미끄럼키(sliding key)는 축의 토크를 전달시키면서 보스를 축 방향으로 이동시킬 필요가 있을 때 사용하는 키로, 윗면에 1/100의 기울기를 가지며 보스와 축 사이에 약간의 틈새를 두고 설치한다.

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 평키·접선키·반달키·미끄럼키의 구조와 용도를 구별하는 문제이다.

핵심 개념

평키는 축과 보스의 키홈에 함께 끼워 동력을 전달하는 대표적 키이고, 접선키는 큰 토크를 한쪽 접선면으로 받도록 배치하는 키이다.
반달키는 반원형이라 자동 정렬성이 좋지만 축 키홈이 깊어지고, 미끄럼키는 축방향 미끄럼을 허용하는 평행키 계열이라 테이퍼를 두지 않는 것이 핵심이다.

선지별 해설

① O: 평키는 안장키보다 축과 보스에 더 확실하게 물려 더 큰 동력을 전달할 수 있다. 회전방향이 교대로 바뀌는 조건에서 헐거워질 우려가 있다는 설명도 타당하다.
② O: 접선키는 큰 토크 전달용이고 한 개가 한 방향 하중을 주로 받으므로 양방향 운전에는 보통 두 개를 일정 각도로 떨어뜨려 사용한다. 선지의 120도 배치 설명은 그 전형적 설명에 해당한다.
③ O: 반달키는 반원형이라 키와 키홈의 접촉이 자동으로 조정되어 조립이 쉽다. 대신 축 쪽 키홈이 깊어져 축 강도가 약해지는 단점이 있다.
④ X: 틀린 부분은 "윗면에 1/100의 기울기를 가지며 보스와 축 사이에 약간의 틈새를 두고"이다. 미끄럼키는 보스가 축 방향으로 움직여야 하므로 보통 테이퍼가 없는 평행키로 사용한다. 올바르게는 "미끄럼키는 축 또는 보스 한쪽에 고정하고, 이동하는 쪽 키홈과는 미끄럼 끼워맞춤으로 하여 축방향 이동을 허용한다"이다.

오답 포인트

미끄럼키를 일반 테이퍼키와 혼동하면 틀리기 쉽다. 4번은 "축방향 이동 허용"이라는 미끄럼키의 맞는 특징 앞에, 테이퍼키의 성질인 1/100 기울기와 부정확한 틈새 설명을 섞어 오답으로 만든 선지이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

키 문제는 먼저 축방향 이동 허용 여부를 본다. 이동을 허용하면 미끄럼키·페더키 계열이고, 쐐기 작용으로 고정하면 테이퍼키 계열로 판단하면 된다.

암기 포인트

반달키는 자동조정, 접선키는 큰 토크, 미끄럼키는 축방향 이동 허용이 핵심이다.

NoteBase

문 5. 모재의 접합부를 용융시키지 않고 모재보다 용융온도가 낮은 금속을 녹여 접합부에 흘려 넣어 접합시키는 용접 방법은?

① 납접(brazing and soldering)
② 가스용접(gas welding)
③ 테르밋용접(thermit welding)
④ 압접(pressure welding)

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 납접과 융접·압접의 구별 기준, 즉 모재를 녹이는지와 낮은 용융점의 용가재를 흘려 넣는지를 묻는 문제이다.

핵심 개념

납접: 모재는 녹이지 않고 모재보다 용융점이 낮은 금속을 녹여 틈새에 흘려 넣어 접합하는 방법이다. 키워드는 낮은 용융점 용가재, 모재 비용융, 모세관 작용이다.
융접: 모재의 접합부를 직접 용융시켜 접합하는 방법이다. 키워드는 모재 용융, 열원에 의한 용해이다.
압접: 가열 여부와 관계없이 압력을 가하여 접합하는 방법이다. 키워드는 압력, 소성변형, 고상 접합이다.

선지별 해설

① O. 납접은 모재를 녹이지 않고, 모재보다 용융온도가 낮은 금속을 녹여 접합부에 흘려 넣는 방식이므로 발문과 정확히 일치한다.
② X. 가스용접은 산소-아세틸렌 등의 불꽃으로 모재와 용가재를 녹여 접합하는 융접이다. 틀린 부분은 발문의 핵심인 모재 비용융 조건에 맞지 않는 점이다. 올바르게는 모재를 용융시켜 접합하는 용접법이다.
③ X. 테르밋용접은 테르밋 반응열로 생성된 고온의 용융금속을 이용해 접합하는 융접이다. 틀린 부분은 낮은 용융점 금속을 흘려 넣는 납접과 혼동한 점이다. 올바르게는 반응열로 모재를 용융시키는 용접법이다.
④ X. 압접은 금속에 압력을 가해 접합하는 방법으로, 낮은 용융점 금속을 녹여 틈새에 채우는 방식이 아니다. 틀린 부분은 접합 원리를 용가재 용융으로 본 점이다. 올바르게는 압력을 주된 수단으로 접합하는 용접법이다.

오답 포인트

가스용접과 테르밋용접은 모두 열을 사용하므로 납접처럼 보일 수 있으나, 둘 다 모재를 녹이는 융접이라는 점이 다르다. ④도 모재를 녹이지 않을 수 있다는 이유로 헷갈리기 쉽지만, 압접은 용가재를 흘려 넣는 방식이 아니라 압력으로 접합한다는 점에서 납접과 구별된다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

문제에서 모재를 녹이지 않는다, 모재보다 녹는점이 낮은 금속을 녹여 흘려 넣는다라는 표현이 나오면 납접을 먼저 판단한다. 반대로 모재를 녹이면 융접, 압력을 가해 붙이면 압접으로 구분한다.

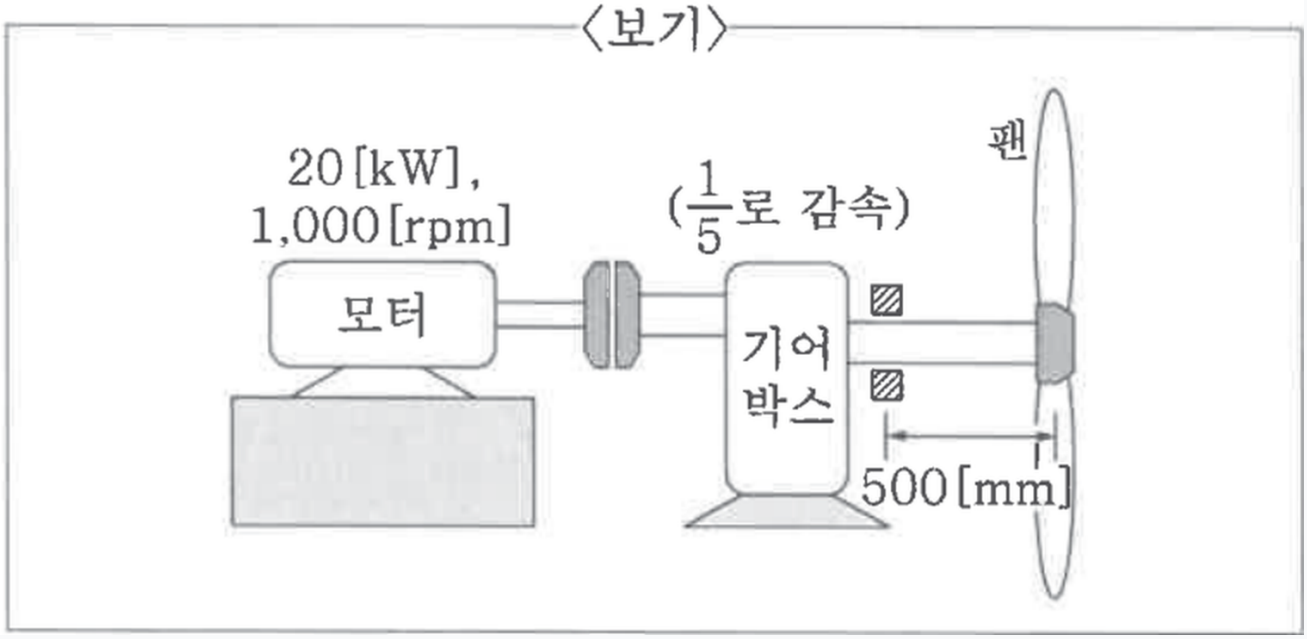
암기 포인트

납접은 낮은 용융점 용가재, 융접은 모재 용융, 압접은 압력 접합이다.

NoteBase

문 6. <보기>는 하중 1[kN]의 팬을 구동하는 설비의 구조도이다. 취성 재질의 팬을 구동하는 축이 파손되지 않을 직경을 설계하기 위해 적용해야 하는 상당모멘트의 값[N·m]은? (단, 기어 박스의 감속비는 $\frac{1}{5}$이고, π는 3으로 계산한다.)

<보기>



① 상당굽힘모멘트 $100(1+\sqrt{29})$

② 상당굽힘모멘트 $250(1+\sqrt{5})$

③ 상당비틀림모멘트 $100\sqrt{29}$

④ 상당비틀림모멘트 $500\sqrt{5}$

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 감속기 통과 후 전달토크와 외팔보 굽힘모멘트를 구한 다음, 취성 재질 축에 대한 상당굽힘모멘트를 적용하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 동력 20 kW, 모터 회전수 1,000 rpm, 감속비 1/5, 팬 하중 1 kN, 외팔 길이 500mm이다.
구해야 할 값: 축 설계에 적용할 상당모멘트이다.
주의할 조건: 감속 후 회전수는 200 rpm이므로 토크는 5배가 되며, 취성 재질이므로 상당비틀림모멘트가 아니라 상당굽힘모멘트를 적용한다.

NoteBase

사용할 공식

전달토크는 $T = \frac{60P}{2\pi n}$, 굽힘모멘트는 $M = WI$이다.
취성 재질 축의 상당굽힘모멘트는 $M_e = \frac{1}{2}\left(M + \sqrt{M^2 + T^2}\right)$이다.
이 공식을 쓰는 이유: 축에는 팬 하중에 의한 굽힘과 동력 전달에 의한 비틀림이 동시에 작용하고, 취성 재질은 최대주응력 기준으로 상당굽힘모멘트를 사용하기 때문이다.

계산 과정

1. 감속 후 회전수는 $n = 1000 \times \frac{1}{5} = 200rpm$이다.
2. 전달토크는 $T = \frac{60 \times 20000}{2 \times 3 \times 200} = 1000N \cdot m$이다.
3. 팬 하중에 의한 굽힘모멘트는 $M = 1000 \times 0.5 = 500N \cdot m$이다.
4. 상당굽힘모멘트는 $M_e = \frac{1}{2}\left(500 + \sqrt{500^2 + 1000^2}\right) = 250(1 + \sqrt{5})N \cdot m$이다.

선지별 해설

① X
- 틀린 표현은 값이다. 취성 재질 축의 상당굽힘모멘트는 $\frac{1}{2}(M + \sqrt{M^2 + T^2})$에 $M = 500, T = 1000$을 대입해야 하므로 $100(1 + \sqrt{29})$가 아니라 $250(1 + \sqrt{5})N \cdot m$가 된다.

② O
- 감속 후 토크 $1000N \cdot m$와 굽힘모멘트 $500N \cdot m$를 사용해 취성축의 상당굽힘모멘트를 구하면 $250(1 + \sqrt{5})N \cdot m$가 된다.

③ X
- 틀린 표현은 '상당비틀림모멘트'와 값이다. $100\sqrt{29}$는 감속 전 토크 $200N \cdot m$를 잘못 쓰고 상당비틀림모멘트 형태로 계산한 값이므로, 올바르게는 상당굽힘모멘트 $250(1 + \sqrt{5})N \cdot m$이다.

④ X
- 틀린 표현은 '상당비틀림모멘트 $500\sqrt{5}$'이다. 이 값은 $\sqrt{M^2 + T^2}$로 구한 상당비틀림모멘트이므로 연성 재질의 최대전단응력설 쪽에 대응하는 값이며, 이 문제의 취성 재질 축에는 상당굽힘모멘트 $250(1 + \sqrt{5})N \cdot m$를 적용한다.

오답 포인트

감속비 1/5를 회전수만 줄어드는 값으로 보고 토크 증가를 놓치기 쉽다. 또 축 재질이 취성이라는 조건을 무시하고 상당비틀림모멘트 $\sqrt{M^2 + T^2}$를 고르면 ④로 오답 처리된다.

다시 나오면 이렇게 판단

축 설계 계산 문제는 먼저 하중으로 굽힘모멘트 M를 구하고, 동력과 회전수로 비틀림모멘트 T를 구한 뒤, 재질이 취성이면 상당굽힘모멘트, 연성이면 상당비틀림모멘트를 적용하는 순서로 판단한다.

NoteBase

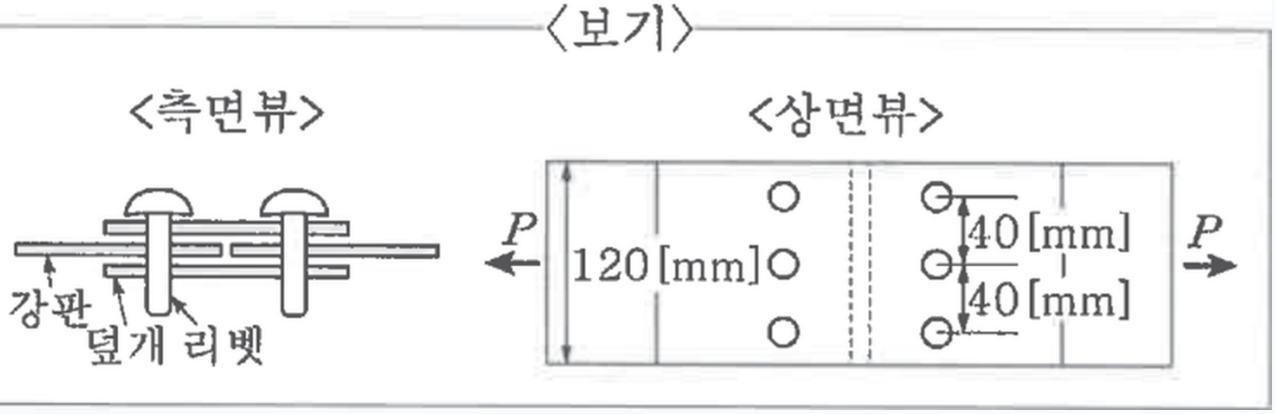
암기 포인트

취성축은 최대주응력 기준이므로 $M_e = \frac{1}{2}(M + \sqrt{M^2 + T^2})$, 연성축은 $T_e = \sqrt{M^2 + T^2}$로 구분한다.

NoteBase

문 7. <보기>와 같이 리벳의 허용전단응력은 40[MPa], 강판의 허용인장응력은 60[MPa]이고, 강판과 덮개의 두께는 4[mm], 리벳구멍 지름은 10[mm]이다. 양쪽 덮개판 맞대기 이음이 견딜 수 있는 최대 인장력 P에 가장 가까운 값[kN]은? (단, 리벳 또는 리벳구멍의 압축, 판의 전단 및 판 끝의 갈라짐 파괴는 발생하지 않는다고 가정하고, π는 3으로 계산한다.)

<보기>



① 9.0

② 16.2

③ 21.6

④ 27.6

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 양쪽 덮개판 맞대기 이음에서 리벳군의 전단강도와 강판의 순단면 인장강도를 비교하여 최대 허용 인장력 P를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값은 리벳의 허용전단응력 40 MPa, 강판의 허용인장응력 60 MPa, 강판과 덮개판의 두께 4mm, 리벳구멍 지름 10mm, π=3이다.
양쪽 덮개판 맞대기 이음이므로 한쪽 강판의 하중 P는 한쪽에 배치된 리벳 3개가 전달하고, 각 리벳은 이중전단을 받는다.
문제에서 리벳 또는 리벳구멍의 압축, 판의 절단, 판 끝 갈라짐은 무시하므로 리벳 전단과 강판 순단면 인장만 검토하면 된다.

NoteBase

사용할 공식

리벳 전단강도는 $P_r = n \cdot 1.8 \cdot \frac{\pi d^2}{4} \tau_a$ 이다.
강판 순단면 인장강도는 $P_t = (b - nd) t \sigma_t$ 이다.
양쪽 덮개판 맞대기 이음의 리벳은 이중전단을 받으므로 리벳 1개의 허용전단강도를 $1.8A\tau_a$로 본다. 강판은 하중 방향에 수직인 최소 순단면에서 인장강도를 검토한다.

계산 과정

1. 리벳 1개의 단면적은 $A = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3 \times 10^2}{4} = 75\text{mm}^2$ 이다.
2. 한쪽 리벳 3개의 허용전단하중은 $P_r = 3 \times 1.8 \times 75 \times 40 = 16200\text{N} = 16.2\text{kN}$ 이다.
3. 강판의 순단면 인장강도는 폭 120mm에서 구멍 3개를 뺀 순폭을 써서
$P_t = (120 - 3 \times 10) \times 4 \times 60 = 21600\text{N} = 21.6\text{kN}$ 이다.
4. 이음이 견딜 수 있는 최대 인장력은 두 값 중 작은 값이므로 $P = 16.2\text{kN}$이다.

선지별 해설

① X
9.0 kN은 리벳 3개를 단순 단전단으로 계산한 값 $3 \times 75 \times 40$에 해당한다. 이 문제의 리벳은 양쪽 덮개판 때문에 이중전단을 받으므로 이 값은 과소평가이다. 올바른 값은 16.2 kN이다.

② O
한쪽 리벳군의 허용전단하중은 16.2 kN이고, 강판의 순단면 인장강도는 21.6 kN이다. 더 작은 값인 16.2 kN이 이음의 최대 허용 인장력이므로 옳다.

③ X
21.6 kN은 강판 순단면 인장강도만 본 값이다. 그러나 이음의 허용하중은 각 파괴모드 중 가장 작은 값으로 정해지므로 리벳 전단강도 16.2 kN이 먼저 지배한다. 올바른 값은 16.2 kN이다.

④ X
27.6 kN은 한쪽 강판이 실제로 전달하는 리벳군보다 큰 하중을 견딘다고 본 과대평가 값이다. 이 문제에서는 한쪽 리벳 3개의 전단강도와 강판 순단면 인장을 비교해야 하므로 최대 허용 인장력은 16.2 kN이다.

오답 포인트

맞대기 이음에서는 좌우의 리벳 6개를 한 번에 세지 않고, 한쪽 강판이 실제로 하중을 넘기는 한쪽 리벳군 3개를 기준으로 본다. 또한 이중전단이라고 해서 기계적으로 $2A\tau$만 적용하지 않고 관용적으로 $1.8A\tau$를 써야 한다는 점에서 실수가 자주 나온다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

리벳 이음 문제는 먼저 검토할 파괴모드를 정리한 뒤, 각 모드의 허용하중을 따로 계산하고 그중 최소값을 정답으로 판단한다. 맞대기 이음에서는 하중 전달 경로에 있는 한쪽 리벳군의 개수를 먼저 확정하면 계산이 흔들리지 않는다.

암기 포인트

양쪽 덮개판 맞대기 이음의 최대하중은 (한쪽 리벳군 전단강도, 강판 순단면 인장강도)로 판단한다.

NoteBase

문 8. 피아노선으로 만든 코일 스프링에 하중 5[kgf]가 작용할 때 처짐이 10[mm]가 되는 스프링의 유효권수는? (단, 소선의 지름은 6[mm], 코일지름은 60[mm], 횡탄성계수는 $8.0 \times 10^3 [kgf/mm^2]$이다.)

① 10

② 11

③ 12

④ 13

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 압축 코일 스프링의 처짐 공식을 이용해 유효권수 n을 구할 수 있는지를 묻는다.

조건 정리

하중은 $W = 5\text{kgf}$, 처짐은 $\delta = 10\text{mm}$이다.
소선 지름은 $d = 6\text{mm}$, 코일지름은 $D = 60\text{mm}$, 횡탄성계수는 $G = 8.0 \times 10^3 \text{kgf/mm}^2$이다.
구해야 할 값은 유효권수 n이다.

사용할 공식

$\delta = \frac{8WD^3n}{Gd^4}$
따라서
$n = \frac{\delta G d^4}{8WD^3}$
이다.
이 공식은 원형단면 압축 코일 스프링에 축하중이 작용할 때 처짐과 유효권수의 관계를 나타내므로 사용한다.

계산 과정

$d^4 = 6^4 = 1296$이다.
$D^3 = 60^3 = 216000$이다.
$n = \frac{10 \times 8.0 \times 10^3 \times 1296}{8 \times 5 \times 216000} = 12$
따라서 유효권수는 12권이다.

선지 판단

① X: 계산 결과 유효권수는 12권이므로 10권은 틀리다. 틀린 표현은 '10'이며 올바르게는 '12'이다.
② X: 계산 결과 유효권수는 12권이므로 11권은 틀리다. 틀린 표현은 '11'이며 올바르게는 '12'이다.
③ O: 계산 결과 유효권수는 12권이므로 옳다.
④ X: 계산 결과 유효권수는 12권이므로 13권은 틀리다. 틀린 표현은 '13'이며 올바르게는 '12'이다.

NoteBase

오답 포인트

유효권수 공식을 뒤집어 정리하지 못하거나 d^4, D^3 계산에서 실수하면 오답이 된다. 특히 소선지름은 4제곱, 코일지름은 3제곱으로 들어간다는 점을 혼동하기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

스프링 계산형 문제는 주어진 하중, 처짐, 재료상수, 지름 조건을 먼저 기호로 정리한 뒤 처짐식에 대입하여 미지수 n만 남기고 계산하면 된다.

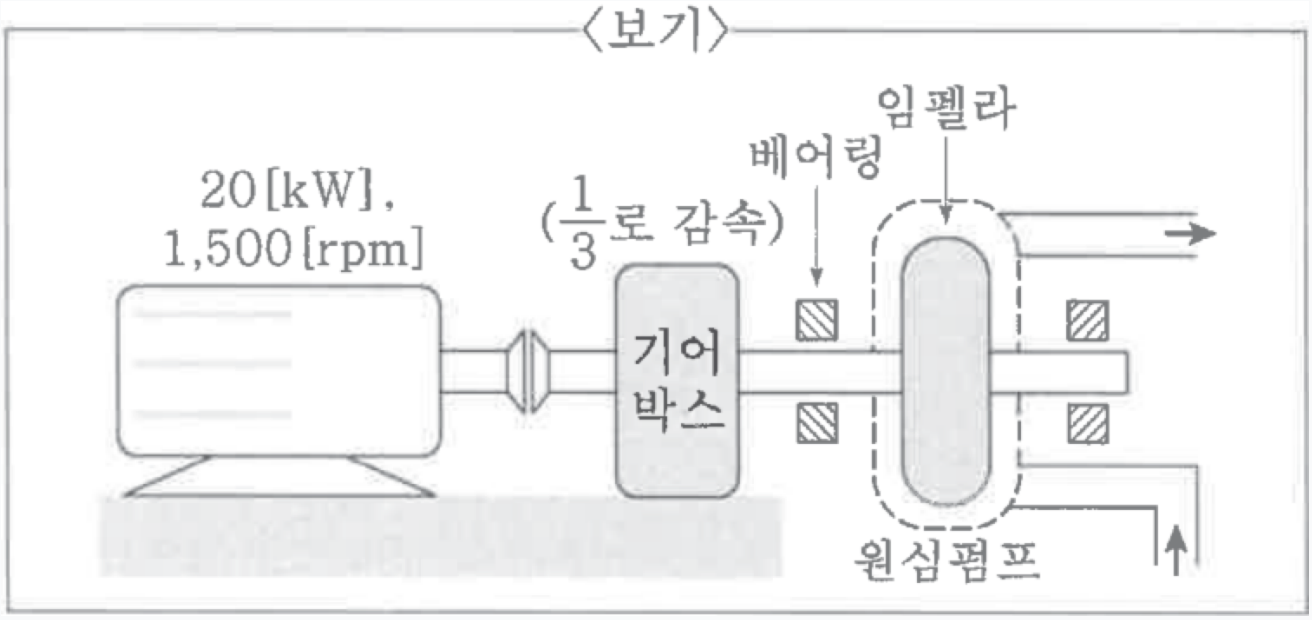
암기 포인트

압축 코일 스프링 처짐은 $\delta \propto \frac{D^3 n}{G d^4}$이므로 유효권수는 처짐에 비례하고 소선지름 4제곱에 반비례한다.

NoteBase

문 9. <보기>는 2개의 볼 베어링을 사용하는 원심펌프의 구조도이다. 동적부하용량이 1,200[N]인 베어링을 사용할 경우 예상 수명시간은? (단, 기어 박스의 감속비는 $\frac{1}{3}$이다. 또한 하중계수는 2.0이고, 임펠러와 임펠러 축의 총 하중은 400[N]이다.)

<보기>



① 90시간

② 112.5시간

③ 900시간

④ 1,125시간

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 볼 베어링의 기본정격수명 공식을 이용해 예상 수명시간을 구하는 문제이다. 핵심은 감속 후 회전수와 2개 베어링의 하중 분담을 함께 반영하는 점이다.

조건 정리

주어진 값은 베어링의 동적부하용량 1,200 N, 모터 회전수 1,500 rpm, 감속비 1/3, 하중계수 2.0, 임펠라와 축의 총하중 400 N이다.
구해야 할 값은 베어링의 예상 수명시간이다.
주의할 조건은 총하중 400 N이 베어링 2개에 분담된다는 점과 감속 후 축 회전수는 500 rpm이라는 점이다.

NoteBase

사용할 공식

볼 베어링의 시간수명은 $L_{10h} = \frac{10^6}{60n}\left(\frac{C}{P}\right)^3$이다.
여기서 C는 동적부하용량, P는 등가하중, n은 회전수이다.
이 공식을 쓰는 이유는 문제에서 볼 베어링의 동적부하용량과 하중, 회전수가 모두 주어졌고, 묻는 값이 예상 수명시간이기 때문이다.

계산 과정

1. 총하중 400 N은 베어링 2개가 나누어 받으므로 베어링 1개당 실제 하중은 $400/2 = 200N$이다.
2. 하중계수 2.0을 반영한 등가하중은 $P = 2.0 \times 200 = 400N$이다.
3. 감속 후 회전수는 $n = 1500 \times \frac{1}{3} = 500rpm$이다.
4. 수명은 $L_{10h} = \frac{10^6}{60 \times 500}\left(\frac{1200}{400}\right)^3 = \frac{10^6}{30000} \times 27 = 900h$이다.

선지별 해설

① X: 계산 결과는 90시간이 아니라 900시간이다. 이 값은 최종 시간 환산에서 $60n$을 잘못 적용해 10배 작게 계산한 오답이다. 올바르게는 900시간이다.
② X: 112.5시간은 총하중 400 N을 한 베어링이 모두 받는다고 보고 $P = 2.0 \times 400 = 800N$으로 계산할 때 나오는 값이다. 문제는 베어링이 2개이므로 1개당 하중은 200 N으로 보아야 한다. 올바르게는 900시간이다.
③ O: 베어링 1개당 하중 200 N, 등가하중 400 N, 감속 후 회전수 500 rpm을 적용하면 수명은 900시간이 된다. 따라서 정답이다.
④ X: 계산 결과는 1,125시간이 아니다. 이 값은 감속 후 회전수 500 rpm 처리나 시간 환산을 잘못 적용한 경우에 가까운 오답이다. 올바르게는 감속 후 회전수를 500 rpm으로 두고 계산한 900시간이다.

오답 포인트

②의 112.5시간은 총하중 400 N을 베어링 하나에 그대로 넣는 실수에서 가장 쉽게 나온다. 또한 ①과 ④처럼 감속 후 회전수 500 rpm이나 시간 환산식의 $60n$을 잘못 처리하면 수명시간이 크게 달라진다.

다시 나오면 이렇게 판단

베어링 수명 문제는 먼저 총하중이 몇 개의 베어링에 어떻게 분담되는지 정리하고, 다음에 하중계수를 곱해 등가하중 P를 구한 뒤, 마지막으로 감속 또는 증속을 반영한 회전수 n를 넣어 수명공식을 적용하면 된다.

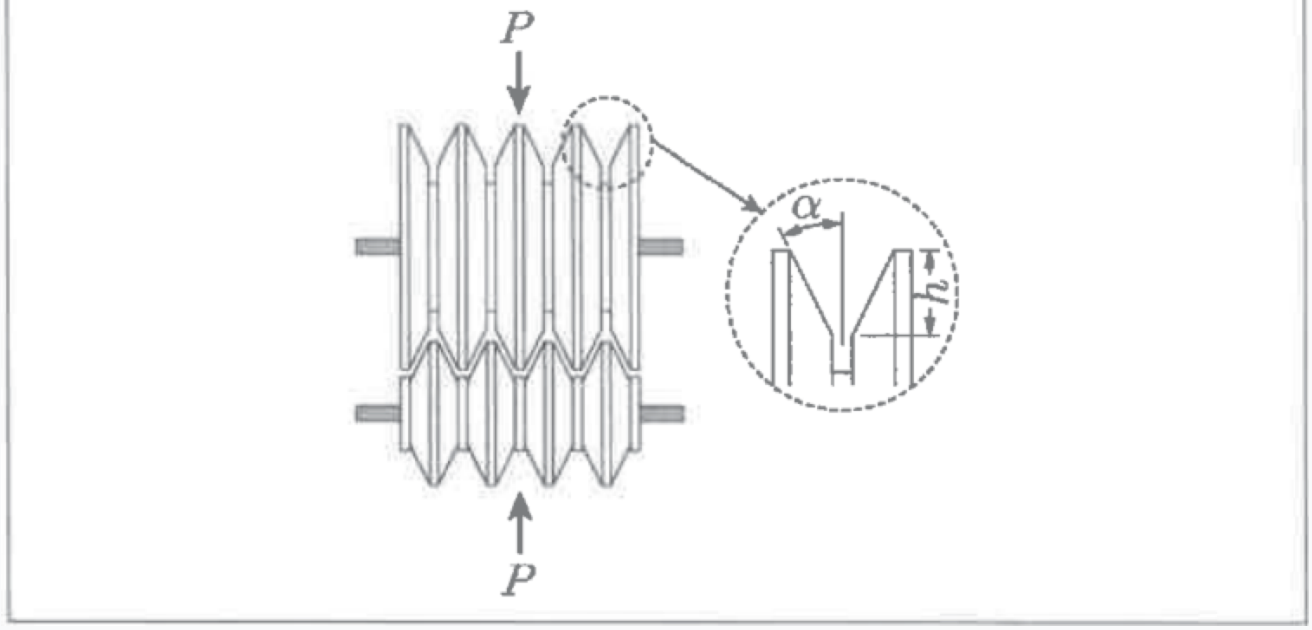
암기 포인트

볼 베어링 수명은 $L_{10h} = \frac{10^6}{60n}(C/P)^3$로 계산하며, 베어링이 여러 개이면 총하중을 먼저 각 베어링에 분담시켜 본다.

NoteBase

문 10. <보기>와 같은 홈 마찰차에 반지름 방향으로 미는 힘 P가 작용하고 있다. 홈의 단위 접촉 길이당 허용력을 p_0라고 할 때, 필요한 홈의 수로 적절한 식은? (단, 마찰면의 마찰계수는 μ이다.)

〈보기〉



① $\frac{P}{hp_0(\sin\alpha+\mu\cos\alpha)}$

② $\frac{2P\cos\alpha}{hp_0(\sin\alpha+\mu\cos\alpha)}$

③ $\frac{3P}{2hp_0(\sin\alpha+\mu\cos\alpha)}$

④ $\frac{P\cos\alpha}{2hp_0(\sin\alpha+\mu\cos\alpha)}$

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 V홈 한 개가 버티는 반지름 방향 하중을 구한 뒤 필요한 홈의 수 n으로 역산하는 계산형 문제이다.

조건 정리

- 반지름 방향 누름힘은 P이다.
- 홈 한쪽 면의 기하학적 길이는 깊이 h와 각도 α로부터 $h/\cos\alpha$이다.
- 단위 접촉 길이당 허용력은 p_0이다.
- 따라서 홈 한쪽 면의 허용 접촉력은 $N = p_0 \cdot h/\cos\alpha$이다.
- 한 홈은 좌우 두 접촉면으로 하중을 분담한다.

NoteBase

사용할 공식

한쪽 면이 버티는 반지름 방향 힘은 $N\sin\alpha + \mu N\cos\alpha = N(\sin\alpha + \mu\cos\alpha)$이다.
따라서 홈 1개가 버티는 힘은 $2N(\sin\alpha + \mu\cos\alpha)$이다.
이 공식을 쓰는 이유는 각 접촉면의 법선력 성분과 마찰력 성분이 모두 반지름 방향 하중을 지지하고, 한 홈에는 이런 면이 두 개 있기 때문이다.

계산 과정

1. 홈 한쪽 면의 허용 접촉력은 $N = p_0 \cdot h/\cos\alpha$이다.
2. 홈 1개가 버티는 반지름 방향 힘은
$2N(\sin\alpha + \mu\cos\alpha) = 2\left(\frac{hp_0}{\cos\alpha}\right)(\sin\alpha + \mu\cos\alpha)$
이다.
3. 필요한 홈의 수를 n이라 두면
$P = n \cdot 2\left(\frac{hp_0}{\cos\alpha}\right)(\sin\alpha + \mu\cos\alpha)$
이므로
$n = \frac{P\cos\alpha}{2hp_0(\sin\alpha + \mu\cos\alpha)}$
가 된다.

선지별 해설

① X
이 식은 실제 접촉길이 $h/\cos\alpha$에서 생기는 $\cos\alpha$ 보정과 한 홈의 좌우 두 면 분담을 정확히 반영하지 못한 식이다.
틀린 표현 → 올바르게는 $n = \frac{P\cos\alpha}{2hp_0(\sin\alpha + \mu\cos\alpha)}$이다.

② X
이 식은 $\cos\alpha$는 넣었지만 계수를 과대하게 잡아 필요한 홈 수를 실제보다 4배 크게 계산한 식이다. 한 홈은 좌우 두 면이 버티므로 분모에 2가 들어가야 한다.
틀린 표현 → 올바르게는 $n = \frac{P\cos\alpha}{2hp_0(\sin\alpha + \mu\cos\alpha)}$이다.

③ X
이 식의 3/2 계수는 힘의 평형에서 나오지 않는 값이며, 실제 접촉길이 보정에 필요한 $\cos\alpha$도 빠져 있다.
틀린 표현 → 올바르게는 $n = \frac{P\cos\alpha}{2hp_0(\sin\alpha + \mu\cos\alpha)}$이다.

④ O
한쪽 면의 허용 접촉력은 $hp_0/\cos\alpha$, 그 면이 버티는 반지름 방향 성분은 $(hp_0/\cos\alpha)(\sin\alpha + \mu\cos\alpha)$이다.
한 홈에는 이런 면이 두 개 있으므로 필요한 홈의 수는 $n = \frac{P\cos\alpha}{2hp_0(\sin\alpha + \mu\cos\alpha)}$가 된다.

NoteBase

오답 포인트

이 문항의 함정은 h를 바로 접촉길이로 쓰거나, 한 홈에 접촉면이 두 개라는 점을 빼먹는 데 있다. 또한 법선력만 보거나 마찰력만 보면 $\sin\alpha + \mu\cos\alpha$ 조합이 완성되지 않는다.

다시 나오면 이렇게 판단

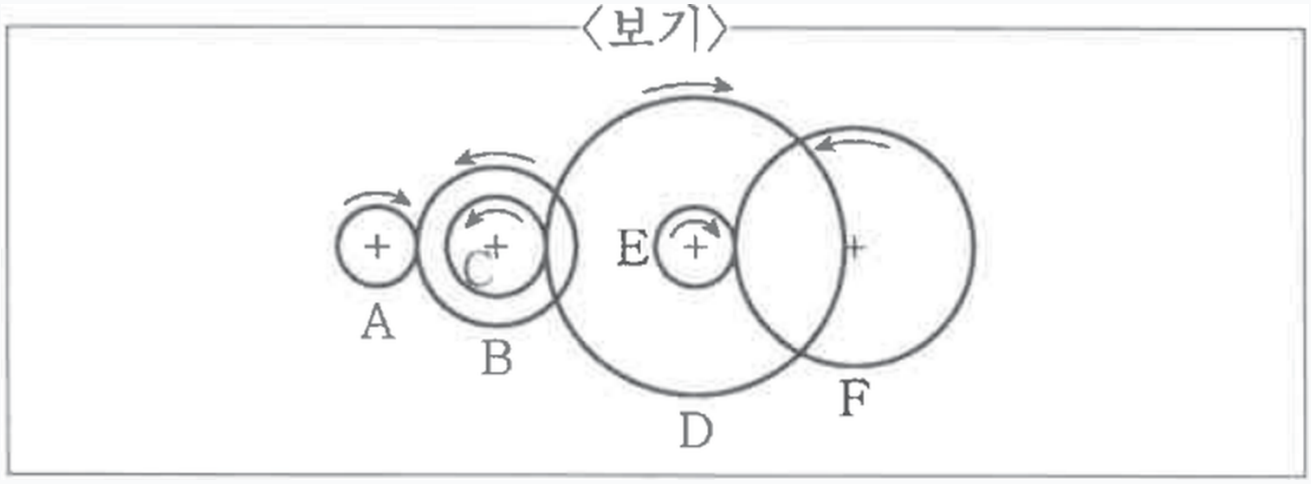
V홈 마찰차 문제는 한쪽 면의 실제 접촉길이 산정 → 한쪽 면 허용력 계산 → 그 힘의 반지름 방향 성분 계산 → 좌우 두 면 합산 → 홈 수 역산의 순서로 판단하면 된다.

암기 포인트

V홈 1개 저항은 2 ×한쪽 면 허용력×$(\sin\alpha + \mu\cos\alpha)$이고, 한쪽 면의 실제 접촉길이는 $h/\cos\alpha$이다.

NoteBase

문 11. <보기>에서 기어 A가 900[rpm]으로 회전하고, 기어열의 잇수가 $Z_A = 20,\ Z_B = 40,\ Z_C = 25,\ Z_D = 75,\ Z_E = 20,\ Z_F = 60$일 때, 기어 F의 회전수의 값[rpm]은?



① 50

② 51

③ 52

④ 53

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 복합기어열에서 맞물린 기어의 잇수비와 같은 축 기어의 동일 회전수를 이용해 기어 F의 회전수를 구하는 문제이다.

조건 정리

- 주어진 값: $n_A = 900rpm, Z_A = 20, Z_B = 40, Z_C = 25, Z_D = 75, Z_E = 20, Z_F = 60$이다.
- 기어 연결: A-B는 맞물리고, B와 C는 같은 축이며, C-D는 맞물리고, D와 E는 같은 축이며, E-F는 맞물린다.
- 구해야 할 값: 기어 F의 회전수이다.
- 주의할 조건: 같은 축의 기어는 회전수가 같고, 이 문항은 회전방향이 아니라 회전수의 값만 묻는다.

사용할 공식

외접 기어 한 쌍의 회전수 관계는 $n_1Z_1 = n_2Z_2$이다.
따라서 종동기어의 회전수는 $n_2 = n_1 \times \frac{Z_1}{Z_2}$로 구한다.
이 공식을 쓰는 이유는 이 기어열이 맞물린 기어쌍 3개와 동일축 복합기어 2개로 이루어져 있어, 맞물린 곳마다 잇수비를 차례로 적용하면 최종 회전수를 구할 수 있기 때문이다.

NoteBase

계산 과정

1. A와 B는 맞물리므로 $n_B = 900 \times \frac{20}{40} = 450rpm$이다.
2. B와 C는 같은 축이므로 $n_C = 450rpm$이다.
3. C와 D는 맞물리므로 $n_D = 450 \times \frac{25}{75} = 150rpm$이다.
4. D와 E는 같은 축이므로 $n_E = 150rpm$이다.
5. E와 F는 맞물리므로 $n_F = 150 \times \frac{20}{60} = 50rpm$이다.
6. 한 번에 쓰면 $n_F = 900 \times \frac{20}{40} \times \frac{25}{75} \times \frac{20}{60} = 50rpm$이다.

선지별 해설

① O
- 계산 결과가 $50rpm$이므로 맞는 선택지이다.

② X
- 51은 최종 계산값 $50rpm$과 다르므로 틀리다.
- 틀린 값 51 rpm → 올바르게는 $50rpm$이다.

③ X
- 52는 잇수비를 단계적으로 적용한 결과와 일치하지 않으므로 틀리다.
- 틀린 값 52 rpm → 올바르게는 $50rpm$이다.

④ X
- 53은 중간 회전수 $450rpm$, $150rpm$을 거친 최종값과 맞지 않으므로 틀리다.
- 틀린 값 53 rpm → 올바르게는 $50rpm$이다.

오답 포인트

복합기어열에서는 맞물린 기어와 같은 축 기어를 구분하지 못하면 오답이 나온다. B와 C, D와 E를 별도로 감속시키는 것으로 착각하거나, 회전방향 변화까지 회전수 계산에 섞으면 틀리기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

기어열 문제는 먼저 같은 축 기어를 묶어 회전수가 같은 구간을 표시한 뒤, 맞물린 지점에서만 (구동기어의 잇수)/(종동기어의 잇수)를 순서대로 곱해 판단한다.

암기 포인트

복합기어열은 같은 축이면 같은 회전수, 맞물리면 잇수의 역비로 회전수가 정해진다.

NoteBase

문 12. 좀머펠트수(Sommerfeld number)에 대한 설명으로 가장 옳은 것은? (단, 절대점도 η, 베어링 압력 p, 축 회전속도 N이다.)

① 구름베어링의 성능을 결정하는 설계 계수이다.

② 단위로는 $m \cdot Pa \cdot s$를 사용한다.

③ 좀머펠트수가 클수록 축심은 베어링 중심에 가까워진다.

④ 관습상 η_N^p를 대신 쓰는 경우도 있다.

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 좀머펠트수의 적용 대상, 무차원성, 그리고 $\eta N/p$ 관계를 정확히 아는지를 묻는다.

핵심 개념

좀머펠트수는 유체윤활 미끄럼베어링의 윤활 상태와 편심 상태를 나타내는 무차원 성능계수이다.
핵심 관계는 $\eta N/p$에 형상비 항이 곱해지는 형태이며, 값이 커질수록 편심률은 작아진다.
구름베어링은 구름체 접촉을 이용하는 베어링이므로 좀머펠트수의 직접 적용 대상으로 보지 않는다.

선지별 해설

① X. 틀린 부분은 '구름베어링'이다. 좀머펠트수는 구름베어링이 아니라 유체윤활 미끄럼베어링, 특히 저널베어링의 성능을 나타내는 설계계수이다. 올바르게는 '미끄럼베어링의 성능을 결정하는 설계 계수이다'가 된다.
② X. 틀린 부분은 '단위'이다. 좀머펠트수는 $\eta N/p$에 형상비 항이 곱해진 무차원수이므로 단위가 없다. 올바르게는 '단위가 없는 무차원수이다'가 된다.
③ O. 좀머펠트수가 커질수록 편심률이 작아져 축심이 베어링 중심 쪽으로 이동한다. 따라서 축심은 베어링 중심에 가까워진다는 설명이 옳다.
④ X. 틀린 부분은 '$\eta p/N$'이다. 관습적으로는 $\eta N/p$ 또는 이에 형상비를 곱한 형태를 사용한다. 올바르게는 '관습상 $\eta N/p$를 쓰는 경우도 있다'가 된다.

오답 포인트

구름베어링과 미끄럼베어링을 바꾸어 놓거나, p와 N의 위치를 뒤집어 놓는 것이 대표적인 함정이다. ②도 점도와 압력이 보이므로 단위가 있을 것처럼 느껴지지만, 실제로는 서로 소거되어 무차원수가 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 적용 대상이 구름베어링이 아니라 미끄럼베어링인지 확인한다. 다음으로 좀머펠트수가 $\eta N/p$에 비례하는 무차원수인지 확인하고, 값이 커질수록 편심률이 감소하여 축심이 중심에 가까워진다고 판단한다.

NoteBase

암기 포인트

좀머펠트수는 '미끄럼베어링, $\eta N/p$, 무차원, 값이 클수록 축심이 중심에 가까움'으로 정리된다.

NoteBase

문 13. 축과 축을 연결하는 기계요소로 필요에 따라 두 축을 수시로 연결했다가 끊고 다시 연결할 수 있는 기계요소는?

① 커플링
② 클러치
③ 베어링
④ 마찰차

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 축 연결 요소 중 상시 연결용인 커플링과 필요 시 접속·분리가 가능한 클러치를 구별하는 문제이다.

핵심 개념

커플링은 두 축을 거의 고정적으로 연결하여 동력을 전달하는 축이음이다.
클러치는 회전 동력을 필요에 따라 연결하거나 차단할 수 있는 단속용 축이음이다.
베어링은 축을 지지하여 회전을 원활하게 하는 요소이고, 마찰차는 접촉 마찰로 운동과 동력을 전달하는 요소이다.

선지별 해설

① X: 커플링은 두 축을 연결하는 요소이지만, 운전 중 필요에 따라 수시로 접속과 분리를 반복하는 장치는 아니다. 틀린 표현은 커플링을 "수시로 연결했다가 끊고 다시 연결"하는 요소로 본 점이다. 올바르게는 "커플링은 두 축을 고정적으로 연결하여 동력을 전달하는 요소"이다.
② O: 클러치는 두 축을 필요할 때 연결하고 필요 없을 때 끊을 수 있으므로 문제의 조건과 정확히 일치한다. 단속적으로 동력을 전달하는 대표적 기계요소가 클러치이다.
③ X: 베어링은 축과 축을 연결하는 장치가 아니라 축을 지지하고 마찰을 줄이는 요소이다. 틀린 표현은 베어링을 "축과 축을 연결하는 기계요소"로 본 점이다. 올바르게는 "베어링은 축을 지지하여 회전을 원활하게 하는 요소"이다.
④ X: 마찰차는 접촉면의 마찰력으로 회전을 전달하는 요소이지, 필요에 따라 두 축을 접속·분리하는 일반적인 축 연결 장치는 아니다. 틀린 표현은 마찰차를 "수시로 연결했다가 끊고 다시 연결"하는 요소로 본 점이다. 올바르게는 "마찰차는 마찰 접촉으로 운동과 동력을 전달하는 요소"이다.

오답 포인트

커플링도 두 축을 잇는다는 점 때문에 클러치와 혼동하기 쉽다. 그러나 문제의 결정어는 "수시로 연결했다가 끊고 다시 연결"이며, 이 단속 기능이 있으면 클러치로 판단한다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

축 연결 문제에서 상시 결합이면 커플링, 운전 중 접속과 차단이 가능하면 클러치로 판단한다. 축을 받쳐 주는 기능이면 베어링, 마찰 접촉으로 회전을 전달하면 마찰차로 구분한다.

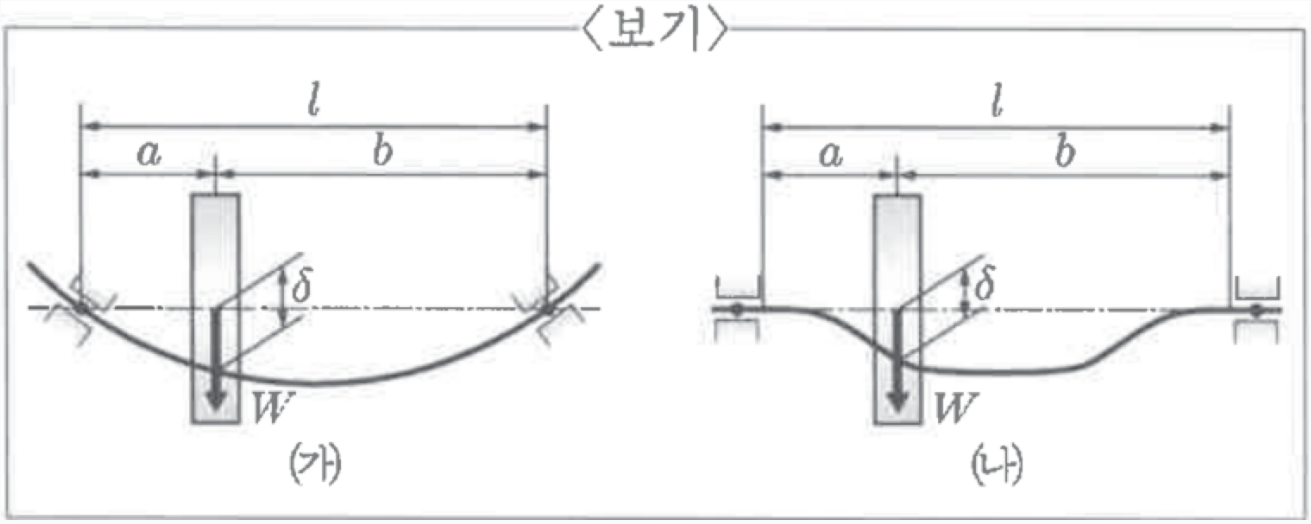
암기 포인트

커플링은 고정 연결, 클러치는 단속 연결, 베어링은 지지, 마찰차는 마찰 전달이다.

NoteBase

문 14. <보기>의 (가)와 같이 볼 베어링으로 양단이 지지된 축의 위험속도를 N_{cb}라고 하고, (나)와 같이 미끄럼 베어링으로 양단이 받쳐진 축의 위험속도를 N_{cs}라고 할 때, 축의 자중을 무시한다면 회전체 무게에 의한 축의 위험속도 비(N_{cb}/N_{cs})는? (단, 볼 베어링으로 지지되어 있을 경우에 양단지지보로 가정하고, 미끄럼 베어링으로 받쳐져 있을 경우에 양단고정보로 가정한다.)

<보기>



① $\sqrt{ab}/l$

② $\sqrt{ab/l}$

③ $\sqrt{l}/ab$

④ $\sqrt{l/ab}$

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 축의 위험속도가 정적 처짐량의 제곱근에 반비례한다는 관계와, 집중하중을 받는 보의 처짐 공식을 함께 적용하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값:
- (가)는 볼 베어링 지지이므로 양단지지보이다.
- (나)는 미끄럼 베어링 지지이므로 양단고정보이다.
- 회전체 무게는 W, 하중 위치는 왼쪽에서 a, 오른쪽에서 b, 전체 길이는 $l = a + b$이다.

구해야 할 값:
- 위험속도비 N_{cb}/N_{cs}이다.

주의할 조건:
- 축의 자중은 무시하므로 회전체 무게에 의한 처짐만 비교하면 된다.

NoteBase

사용할 공식

위험속도는 정적 처짐량 δ에 대해 $N \propto 1/\sqrt{\delta}$이다.
양단지지보에서 하중점 처짐은
$\delta_b = \frac{Wa^2b^2}{3EIl}$
양단고정보에서 하중점 처짐은
$\delta_s = \frac{Wa^3b^3}{3EIl^3}$
이다.
이 공식을 쓰는 이유:
문제에서 베어링 종류에 따라 (가)는 양단지지보, (나)는 양단고정보로 보라고 했으므로 같은 하중 W가 작용할 때 두 경우의 정적 처짐을 먼저 구한 뒤 위험속도 관계식에 대입하면 된다.

계산 과정

1. 위험속도비는 처짐의 역제곱근 비로 정리된다.
$\frac{N_{cb}}{N_{cs}} = \frac{1/\sqrt{\delta_b}}{1/\sqrt{\delta_s}} = \sqrt{\frac{\delta_s}{\delta_b}}$
2. 두 처짐 공식을 대입한다.
$\frac{N_{cb}}{N_{cs}} = \sqrt{\frac{Wa^3b^3/(3EIl^3)}{Wa^2b^2/(3EIl)}}$
3. 공통항 W, $3EI$를 소거하면
$\frac{N_{cb}}{N_{cs}} = \sqrt{\frac{ab}{l^2}} = \frac{\sqrt{ab}}{l}$
이므로 정답은 ①이다.

선지 판단

① O
- 계산 결과가 $\sqrt{ab}/l$이므로 맞는 식이다.

② X
- $\sqrt{ab/l}$는 분모의 l을 제곱근 안으로 잘못 넣은 식이다.
- 틀린 식 → 올바르게는 $\sqrt{ab}/l$이다.

③ X
- $\sqrt{l/ab}$는 a, b가 통째로 분모로 내려가 처짐비 정리 결과와 다르다.
- 틀린 식 → 올바르게는 $\sqrt{ab}/l$이다.

④ X
- $\sqrt{l/ab}$는 정답식을 뒤집은 형태로, 위험속도와 처짐의 반비례 관계를 거꾸로 적용했을 때 나오기 쉽다.
- 틀린 식 → 올바르게는 $\sqrt{ab}/l$이다.

NoteBase

오답 포인트

위험속도는 처짐에 비례하지 않고 $1/\sqrt{\delta}$에 비례한다는 점이 핵심 함정이다. 또한 양단지지보와 양단고정보의 처짐 공식을 바꿔 쓰거나, 비를 정리하면서 I을 제곱근 안팎에서 잘못 옮기면 ②나 ④ 같은 오답식이 나온다.

다시 나오면 이렇게 판단

위험속도 비교 문제는 먼저 $N \propto 1/\sqrt{\delta}$를 적고, 다음에 각 지지조건의 정적 처짐 δ를 구한 뒤, 마지막에 처짐비의 역제곱근으로 정리하면 된다.

암기 포인트

위험속도는 처짐이 작을수록 커진다. 양단지지보와 양단고정보의 처짐식을 각각 쓴 뒤 비를 취하면 W, EI 같은 공통항은 소거되고 a, b, l만 남는다.

NoteBase

문 15. 판의 폭이 60[mm]이고, 두께가 10[mm], 스팬이 600[mm]인 양단지지형 겹판스프링이 있다. 중앙에 작용하는 1,200[kgf]의 수직 하중을 지지하기 위해 필요한 스프링 판 장수의 최소값으로 가장 옳은 것은? (단, 스프링 중앙 지점의 허용굽힘응력은 30[kgf/mm^2]이다.)

① 3

② 4

③ 5

④ 6

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 양단지지형 겹판스프링의 중앙 굽힘응력 식을 이용해 필요한 스프링 판 장수의 최소값을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값은 판의 폭 $b = 60mm$, 두께 $t = 10mm$, 스팬 $l = 600mm$, 중앙 집중하중 $W = 1{,}200kgf$, 허용굽힘응력 $\sigma = 30kgf/mm^2$이다.
구해야 할 값은 필요한 스프링 판 장수 n의 최소값이다.

사용할 공식

양단지지형 겹판스프링의 중앙 굽힘응력은 $\sigma = \frac{3Wl}{2nbt^2}$ 이다.
여기서 W는 중앙하중, l은 스팬, n은 스프링 판 장수, b는 판의 폭, t는 판의 두께이다.
이 식을 쓰는 이유는 문제 조건이 중앙에 집중하중을 받는 양단지지형 겹판스프링이기 때문이다.

계산 과정

1. 주어진 값을 식에 대입하면 $30 = \frac{3 \times 1{,}200 \times 600}{2 \times n \times 60 \times 10^2}$ 이다.
2. 정리하면 $30 = \frac{180}{n}$ 이다.
3. 따라서 $30n = 180$ 이고, $n = 6$ 이다.

NoteBase

선지 판단

① X. $n=3$이면 중앙 굽힘응력이 $60kgf/mm^2$가 되어 허용응력 $30kgf/mm^2$를 초과한다. 필요한 장수는 3장이 아니라 6장이다.
② X. $n=4$이면 중앙 굽힘응력이 $45kgf/mm^2$가 되어 허용응력을 초과한다. 필요한 장수는 4장이 아니라 6장이다.
③ X. $n=5$이면 중앙 굽힘응력이 $36kgf/mm^2$가 되어 아직 허용응력보다 크다. 필요한 장수는 5장이 아니라 6장이다.
④ O. $n=6$이면 중앙 굽힘응력이 정확히 $30kgf/mm^2$가 되어 허용응력을 만족하는 최소 장수이다.

오답 포인트

스팬 600mm를 반으로 잘못 나누어 넣거나, 허용응력을 만족하는 최소 정수 장수인지 확인하지 않으면 3장, 4장, 5장 같은 오답을 고르기 쉽다. 이 문제는 계산값 자체보다 허용응력 이하가 되는 최소 장수를 묻는 점이 핵심이다.

다시 나오면 이렇게 판단

겹판스프링 계산형은 하중 형태를 보고 먼저 중앙 굽힘응력 식 $\sigma=\frac{3Wl}{2nbt^2}$를 선택한 뒤, 주어진 허용응력과 비교하여 n을 구하고 그 값이 허용응력을 넘지 않는 최소 장수인지까지 확인한다.

암기 포인트

양단지지형 겹판스프링은 $\sigma=\frac{3Wl}{2nbt^2}$를 쓰며, 필요한 판 장수는 허용굽힘응력을 넘지 않는 최소 정수이다.

NoteBase

문 16. 전달력 $T = 600[N]$을 가지는 로프 전동장치에서 소선의 지름 2[mm]인 강선 50개를 합쳐서 만든 지름 20[mm]인 와이어 로프가 있다. 로프 풀리의 지름이 1,000[mm]일 때 로프에 작용하는 굽힘응력 σ_b와 인장응력 σ_t에 가장 가까운 값[MPa]을 옳게 짝지은 것은? (단, 로프 소선의 세로탄성계수 E는 200[GPa]이고, 로프의 굽힘응력은 벨트의 굽힘응력에 $\frac{3}{8}$의 수정계수를 곱한 것으로 한다. 또한 π는 3으로 계산한다.)

① σ_b: 0.15, σ_t: 0.04

② σ_b: 0.15, σ_t: 4

③ σ_b: 150, σ_t: 0.04

④ σ_b: 150, σ_t: 4

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 와이어 로프의 굽힘응력과 인장응력을 각각 계산하여 올바른 수치 쌍을 고르는 계산형 문항이다.

조건 정리

주어진 값:
- 전달력 $T = 600N$이다.
- 소선 지름 $d = 2mm$이다.
- 소선 수는 50개이다.
- 풀리 지름 $D = 1000mm$이다.
- 소선의 세로탄성계수 $E = 200GPa = 200000MPa$이다.
- π는 3으로 계산한다.

주의할 조건:
- 굽힘응력은 로프 전체 지름 20mm가 아니라 소선 지름 2mm를 사용한다.
- 인장응력은 소선 50개의 금속 단면적 합으로 계산한다.

사용할 공식

$\sigma_b = \frac{3}{8}E\frac{d}{D}$

$\sigma_t = \frac{T}{A}, \quad A = 50 \times \frac{\pi d^2}{4}$

이 공식을 쓰는 이유:
- 문제에서 로프의 굽힘응력은 벨트 굽힘응력에 $\frac{3}{8}$의 수정계수를 곱한다고 주었다.
- 인장응력은 전달력을 실제 금속 단면적에 나눈 값으로 구한다.

NoteBase

계산 과정

1. 소선 1개의 단면적은
$\frac{\pi d^2}{4} = \frac{3 \times 2^2}{4} = 3mm^2$
이다.
2. 로프 전체 금속 단면적은
$A = 50 \times 3 = 150mm^2$
이다.
3. 인장응력은
$\sigma_t = \frac{600}{150} = 4MPa$
이다.
4. 굽힘응력은
$\sigma_b = \frac{3}{8} \times 200000 \times \frac{2}{1000} = 150MPa$
이다.
5. 따라서 $\sigma_b = 150MPa$, $\sigma_t = 4MPa$이므로 정답 조합은 4번이다.

선지별 해설

① X
- σ_b를 0.15 MPa로 본 부분이 틀리다. E를 MPa로 바꾸면 200000 MPa이므로 굽힘응력은 150 MPa이다.
- σ_t를 0.04 MPa로 본 부분도 틀리다. 전체 단면적은 150mm^2이므로 600/150 = 4 MPa이다.
- 올바르게는 "$\sigma_b = 150MPa$, $\sigma_t = 4MPa$"이다.

② X
- $\sigma_t = 4MPa$는 맞다.
- σ_b를 0.15 MPa로 본 부분이 틀리다. 소선 지름과 풀리 지름의 비 2/1000에 큰 탄성계수 $200000MPa$가 곱해지므로 150 MPa이 된다.
- 올바르게는 "$\sigma_b = 150MPa$, $\sigma_t = 4MPa$"이다.

③ X
- $\sigma_b = 150MPa$는 맞다.
- σ_t를 0.04 MPa로 본 부분이 틀리다. 이는 단면적 계산이나 단위 처리에서 잘못 나온 값이다.
- 올바르게는 "$\sigma_b = 150MPa$, $\sigma_t = 4MPa$"이다.

④ O
- $\sigma_b = 150MPa$, $\sigma_t = 4MPa$로 계산 결과와 일치한다.
- 굽힘응력은 소선 지름으로, 인장응력은 소선 전체 단면적으로 구한 점이 정확하다.

NoteBase

오답 포인트

굽힘응력에서 로프 전체 지름 20mm를 쓰거나 $E = 200GPa$를 그대로 두고 MPa 환산을 놓치면 0.15 같은 작은 값으로 잘못 가기 쉽다. 인장응력에서는 소선 1개의 단면적에 50개를 곱하지 않거나 단위를 잘못 처리하면 0.04 같은 오답이 나온다.

다시 나오면 이렇게 판단

로프 계산형 문제는 먼저 어떤 응력이 소선 기준인지, 어떤 응력이 전체 단면적 기준인지 나누어 본다. 그다음 E의 단위를 MPa로 맞추고, 단면적을 구한 뒤 σ_b와 σ_t를 각각 계산하면 된다.

암기 포인트

와이어 로프는 굽힘응력에 소선 지름을 쓰고, 인장응력에 소선 전체 단면적을 쓴다.

NoteBase

문 17. 접촉면 응력계수 K, 모듈 m, 이의 너비 b, 잇수 Z_1, Z_2가 모두 동일한, 한 쌍의 스퍼기어와 한 쌍의 헬리컬기어가 같은 속도로 회전하고 있다. 면압강도를 기준으로 스퍼기어가 전달할 수 있는 최대 전달하중을 W_s라고 하고, 정밀도에 따른 면압계수(치면계수, C_w)가 1인 헬리컬기어가 전달할 수 있는 최대 전달하중을 W_h라고 할 때, W_s/W_h로 적절한 식은? (단, 헬리컬기어의 치직각 모듈이 m_n이고, 비틀림각은 β이다.)

① $\cos^2\beta$

② $\cos^3\beta$

③ $1/\cos^2\beta$

④ $1/\cos^3\beta$

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 스퍼기어와 헬리컬기어의 면압강도식을 비교하고, 헬리컬기어의 치직각 모듈 조건에서 W_s/W_h를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값은 접촉면 응력계수 K, 모듈 m, 이의 너비 b, 잇수 Z_1, Z_2가 동일하다는 점이다.
스퍼기어의 피치원지름은 $d_s = mZ_1$이다.
헬리컬기어는 치직각 모듈이 m이므로 횡모듈이 $m/\cos\beta$가 되어 피치원지름이 $d_h = mZ_1/\cos\beta$이다.
또한 $Q = 2Z_2/(Z_1 + Z_2)$, $C_w = 1$이므로 두 기어에서 Q는 같고 정밀도계수 영향은 없다.

사용할 공식

스퍼기어의 면압강도 기준 최대 전달하중은 $W_s = Kbd_sQ$이다.
헬리컬기어의 면압강도 기준 최대 전달하중은 $W_h = Kbd_hQ/\cos^2\beta$이다.
이 공식을 쓰는 이유는 문제에서 면압강도를 기준으로 최대 전달하중을 비교하라고 했고, 헬리컬기어는 접촉 상태 때문에 스퍼기어식에 $1/\cos^2\beta$가 추가되기 때문이다.

계산 과정

1. 스퍼기어는 $d_s = mZ_1$이므로 $W_s = Kb(mZ_1)Q$이다.
2. 헬리컬기어는 $d_h = mZ_1/\cos\beta$이므로 $W_h = Kb(mZ_1/\cos\beta)Q/\cos^2\beta$이다.
3. 따라서 $W_h = Kb(mZ_1)Q/\cos^3\beta = W_s/\cos^3\beta$이다.
4. 정리하면 $W_s/W_h = \cos^3\beta$이다.

NoteBase

선지별 해설

① X: $\cos^2\beta$는 헬리컬기어 식의 $1/\cos^2\beta$만 보고, 치직각 모듈 조건 때문에 피치원지름이 $d_h = d_s/\cos\beta$로 커지는 효과를 빠뜨린 값이다. 틀린 표현은 지름 효과를 누락한 점이고, 올바르게는 $W_s/W_h = \cos^3\beta$이다.
② O: 헬리컬기어는 $W_h = W_s/\cos^3\beta$가 되므로 $W_s/W_h = \cos^3\beta$가 맞다.
③ X: $1/\cos^2\beta$는 비의 방향도 뒤집혔고 지름 증가 효과도 반영되지 않은 값이다. 올바르게는 역수가 아니라 $\cos^3\beta$이다.
④ X: $1/\cos^3\beta$는 계산 자체는 헬리컬기어가 더 큰 하중을 전달한다는 관계를 반영하지만, 이것은 W_h/W_s에 해당한다. 문제는 W_s/W_h를 묻고 있으므로 올바르게는 $\cos^3\beta$이다.

오답 포인트

헬리컬기어 식의 $1/\cos^2\beta$만 기억하고 끝내면 ①로 오답 처리되기 쉽다. 이 문항의 핵심 함정은 치직각 모듈이 같을 때 헬리컬기어의 피치원지름이 $1/\cos\beta$만큼 더 커진다는 점까지 함께 반영해야 한다는 데 있다. ④는 계산 결과를 구한 뒤 분수의 방향을 마지막에 뒤집지 못했을 때 나오는 대표적인 오답이다.

다시 나오면 이렇게 판단

기어 비교 계산형 문항은 먼저 어떤 강도식인지 확인하고, 다음으로 스퍼기어와 헬리컬기어에서 동일한 항과 달라지는 항을 분리해 본다. 특히 헬리컬기어에 치직각 모듈이 주어지면 피치원지름이 $1/\cos\beta$만큼 바뀌는지까지 확인한 뒤 최종적으로 비의 방향을 검산하면 된다.

암기 포인트

치직각 모듈이 같은 헬리컬기어의 면압강도 비교는 식의 $1/\cos^2\beta$와 지름의 $1/\cos\beta$가 함께 들어가서 총 $1/\cos^3\beta$가 된다.

NoteBase

문 18. 스퍼기어에서 원주 피치를 15[mm], 모듈기준 치형계수를 0.0628이라 할 때 기어에 작용하는 회전력을 270[kgf]으로 하면 이의 너비의 값[mm]은? (단, 기어의 허용 굽힘응력은 6[kgf/mm^2]이고, π는 3.14로 계산한다.)

① 150

② 160

③ 170

④ 180

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 스퍼기어의 굽힘강도식으로 이의 너비 b를 구하는 계산형 문제이다.

조건 정리

- 주어진 값: 원주 피치 15mm, 모듈기준 치형계수 0.0628, 작용 하중 270 kgf, 허용 굽힘응력 6kgf/mm2이다.
- 구해야 할 값: 이의 너비 b이다.
- 주의할 조건: 원주 피치가 주어졌으므로 먼저 모듈 m로 바꾸어야 한다.

사용할 공식

$+W = \sigma b m y +$

+이 식은 스퍼기어 치근의 굽힘강도에서 작용 하중 W와 허용 굽힘응력 σ, 이의 너비 b, 모듈 m, 모듈기준 치형계수 y의 관계를 나타내는 식이다. 문제는 W, σ, m, y가 모두 주어졌으므로 b를 역산하면 된다.

계산 과정

1. 원주 피치 p와 모듈의 관계는 $p = \pi m$이므로

++$m = \frac{p}{\pi} = \frac{15}{3.14} = 4.777\cdots$ +

+이다.

2. 굽힘강도식에서 b를 정리하면

++$b = \frac{W}{\sigma m y}$ +

+이다.

3. 값을 대입하면

++$b = \frac{270}{6 \times 4.777\cdots \times 0.0628} = \frac{270}{1.8} = 150$ +

+이므로 이의 너비는 150mm이다.

NoteBase

기출OX 해설집 · 공무원/서울시/7급 · 기계설계 · 2022 · 10월

선지별 해설

① O

+- 계산 결과가 150mm이므로 옳다.

+

+② X

+- 계산 결과와 맞지 않는다. 틀린 표현은 "이의 너비가 160mm이다"이고, 올바르게는 "이의 너비는 150mm이다"이다.

+- 160mm는 원주 피치를 모듈로 정확히 환산하지 않거나 중간 계산을 잘못 처리했을 때의 오답이다.

+

+③ X

+- 계산 결과와 맞지 않는다. 틀린 표현은 "이의 너비가 170mm이다"이고, 올바르게는 "이의 너비는 150mm이다"이다.

+- 170mm는 $W = \sigma bmy$에서 치형계수나 모듈을 잘못 넣었을 때 생기는 오답이다.

+

+④ X

+- 계산 결과와 맞지 않는다. 틀린 표현은 "이의 너비가 180mm이다"이고, 올바르게는 "이의 너비는 150mm이다"이다.

+- 180mm는 공식은 기억했지만 $p = \pi m$ 변환이나 분모 계산을 틀렸을 때 고르기 쉬운 값이다.

오답 포인트

이 문항의 함정은 원주 피치 15mm를 바로 공식에 넣는 실수이다. 주어진 치형계수는 모듈기준이므로 반드시 $m = \frac{p}{\pi}$로 바꾼 뒤 $W = \sigma bmy$에 대입해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

스퍼기어 계산형 문제는 먼저 주어진 값이 피치 기준인지 모듈 기준인지 확인하고, 기준을 맞춘 다음 굽힘강도식에 대입해 미지수 하나만 남기는 순서로 판단한다.

암기 포인트

원주 피치가 주어지면 $m = \frac{p}{\pi}$로 바꾸고, 모듈기준 치형계수 문제는 $W = \sigma bmy$로 정리한다.

NoteBase

문 19. 속도 9[m/s]로 작동하는 평벨트 전동 장치에서 긴장측 장력이 1,500[N]일 때 최대 전달 동력값[kW]은? (단, 벨트의 회전으로 인한 원심력 효과는 무시하며, 장력비는 3이다.)

① 7

② 8

③ 9

④ 10

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 평벨트의 장력비와 벨트 속도를 이용해 최대 전달 동력을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값은 벨트 속도 9m/s, 긴장측 장력 1,500 N, 장력비 3이다.
구해야 할 값은 최대 전달 동력이다.
주의할 조건은 장력비가 $T_1/T_2 = 3$이라는 점과 전달 동력은 유효장력 $(T_1 - T_2)$에 속도를 곱해 구한다는 점이다.

사용할 공식

사용할 공식은 $P = (T_1 - T_2)v$이다.
또한 장력비가 3이므로 $T_1/T_2 = 3$이다.
이 공식을 쓰는 이유는 벨트가 전달하는 동력이 긴장측 장력과 이완측 장력의 차인 유효장력에 의해 결정되기 때문이다.

계산 과정

긴장측 장력을 $T_1 = 1500N$이라 두면 장력비 3에서 $T_2 = 1500/3 = 500N$이다.
따라서 유효장력은 $T_1 - T_2 = 1500 - 500 = 1000N$이다.
전달 동력은 $P = (T_1 - T_2)v = 1000 \times 9 = 9000W = 9kW$이다.

NoteBase

선지별 해설

① X
7 kW는 계산 결과와 일치하지 않는다. 이 문제의 최대 전달 동력값은 7 kW가 아니라 9 kW이다.

② X
8 kW는 유효장력과 속도를 곱한 값이 아니다. 최대 전달 동력값은 8 kW가 아니라 9 kW이다.

③ O
장력비 3에서 이완측 장력은 500 N이고, 유효장력은 1,000 N이다. 여기에 속도 9m/s를 곱하면 9 kW가 되어 정답이 된다.

④ X
10 kW는 계산 결과보다 크다. 긴장측 장력 전체를 그대로 쓰면 안 되고, 긴장측과 이완측의 차만 사용해야 하므로 최대 전달 동력값은 10 kW가 아니라 9 kW이다.

오답 포인트

긴장측 장력 자체를 그대로 쓰거나 장력비에서 이완측 장력을 구하지 않으면 오답이 된다. 평벨트 동력은 항상 장력차에 속도를 곱한다는 점이 함정 포인트이다.

다시 나오면 이렇게 판단

벨트 동력 문제는 먼저 장력비로 T_2를 구하고, 다음에 유효장력 $(T_1 - T_2)$를 만든 뒤, 마지막에 속도를 곱해 동력을 계산하는 순서로 판단한다.

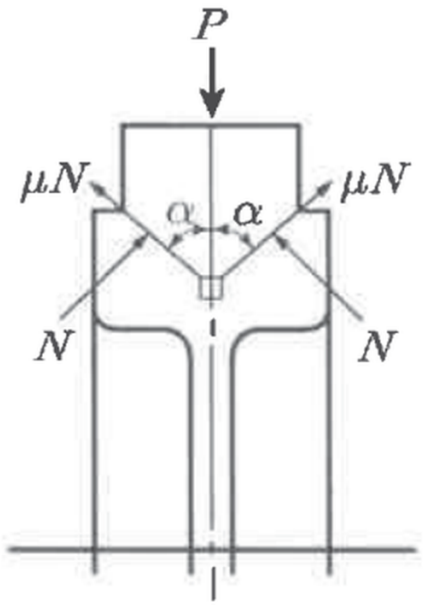
암기 포인트

평벨트 전달 동력은 긴장측 장력 자체가 아니라 장력차 $(T_1 - T_2)$에 비례한다.

NoteBase

문 20. <보기>는 V형 단식 블록 브레이크의 단면도이다. 블록이 브레이크 드럼을 누르는 힘 P에 의해 경사면 2곳에 발생하는 수직반력 N, 그리고 각각의 수직반력 N에 의해 발생하는 마찰력 μN에 대해 힘의 평형방정식을 적용한 식으로 가장 옳은 것은? (단, μ는 마찰계수를 의미한다.)

〈보기〉



① $P = 2N(\cos\alpha - \mu\sin\alpha)$

② $P = 2N(\cos\alpha + \mu\sin\alpha)$

③ $P = 2N(\sin\alpha - \mu\cos\alpha)$

④ $P = 2N(\sin\alpha + \mu\cos\alpha)$

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 V형 블록의 양쪽 경사면에서 생기는 수직반력과 마찰력의 수직성분을 합해 힘의 평형식을 세우는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 각 경사면마다 수직반력은 N, 마찰력은 μN이다.
구해야 할 값: 하중 P와 N, μ, α의 관계식이다.
주의할 조건: α는 경사면과 중심 수직선 사이의 각이며, 블록이 아래로 움직이려 하므로 마찰력은 각 경사면을 따라 위쪽으로 작용한다.

NoteBase

사용할 공식

수직방향 힘의 평형식 $\sum F_y = 0$을 사용한다.
한쪽 경사면에서 위쪽으로 작용하는 성분은 $N\sin\alpha$와 $\mu N\cos\alpha$이다.
이 공식을 쓰는 이유는 좌우가 대칭이어서 수평성분은 서로 상쇄되고, 수직성분만 합하면 P와 직접 평형을 이룰 수 있기 때문이다.

계산 과정

1. 한쪽 경사면에서 수직반력 N의 수직성분은 $N\sin\alpha$이다.
2. 한쪽 경사면에서 마찰력 μN의 수직성분은 $\mu N\cos\alpha$이다.
3. 따라서 한쪽 경사면이 만드는 위쪽 힘은 $N\sin\alpha + \mu N\cos\alpha$이다.
4. 경사면이 2곳이므로 전체 위쪽 힘은 $2(N\sin\alpha + \mu N\cos\alpha)$이다.
5. 힘의 평형에서 $P = 2N(\sin\alpha + \mu\cos\alpha)$이다.

선지 판단

① X: $P = 2N(\cos\alpha - \mu\sin\alpha)$는 N과 μN의 수직성분을 모두 잘못 잡은 식이다. 이 문제에서 α는 수직선 기준 각이므로 N의 수직성분은 $N\sin\alpha$, 마찰력의 수직성분은 $\mu N\cos\alpha$가 된다. 틀린 표현 → $P = 2N(\sin\alpha + \mu\cos\alpha)$이다.
② X: $P = 2N(\cos\alpha + \mu\sin\alpha)$는 부호는 맞지만 성분 분해가 틀렸다. N에 $\cos\alpha$, μN에 $\sin\alpha$를 붙인 것은 α의 기준을 잘못 본 경우이다. 틀린 표현 → $P = 2N(\sin\alpha + \mu\cos\alpha)$이다.
③ X: $P = 2N(\sin\alpha - \mu\cos\alpha)$는 수직반력 성분은 맞지만 마찰력 부호가 틀렸다. 블록이 아래로 눌리므로 마찰력은 그 운동을 방해하는 위쪽 방향으로 작용해야 하므로 −가 아니라 +가 된다. 틀린 표현 → $P = 2N(\sin\alpha + \mu\cos\alpha)$이다.
④ O: 한쪽 경사면의 위쪽 성분이 $N\sin\alpha + \mu N\cos\alpha$이고 이런 경사면이 2곳이므로 $P = 2N(\sin\alpha + \mu\cos\alpha)$가 되어 옳다.

오답 포인트

이 문항의 함정은 α의 기준선을 잘못 읽는 것과 마찰력 방향의 부호를 반대로 두는 것이다. ①, ②는 성분 분해 기준을 틀리게 잡은 경우이고, ③은 블록이 아래로 움직이려 할 때 마찰력이 위로 작용한다는 점을 놓친 경우이다.

다시 나오면 이렇게 판단

대칭 쐐기형 평형 문제는 먼저 각도가 수직선 기준인지 수평선 기준인지 확인한 뒤, 한쪽 면에서만 힘을 분해해 수직성분을 구하고 마지막에 2배를 한다. 마찰력 부호는 실제 운동 또는 운동하려는 방향의 반대로 잡으면 된다.

암기 포인트

수직선 기준 각 α이면 $N \to \sin\alpha$, $\mu N \to \cos\alpha$이고, 하강을 막는 마찰은 수직평형식에서 +로 들어간다.

NoteBase