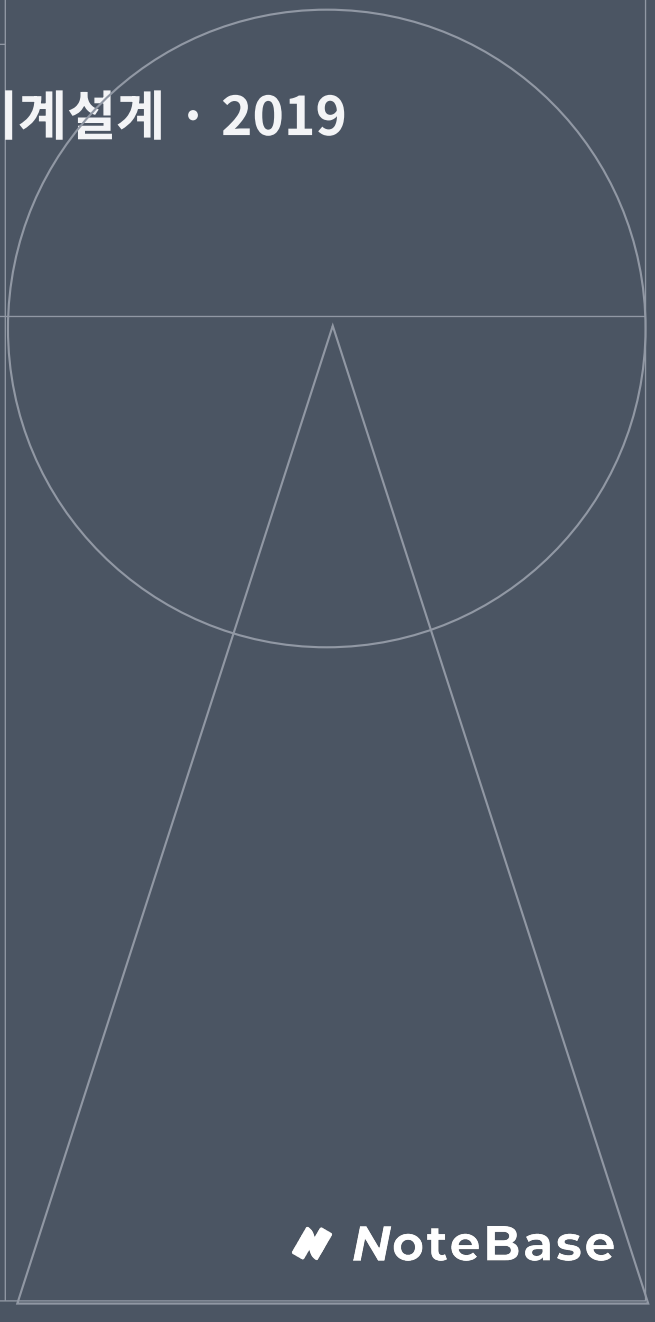
기출OX 해설집

공무원/지방직/9급 경력 · 기계설계 · 2019



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/지방직/9급 경력 · 기계설계 · 2019

공무원/지방직/9급 경력 · 기계설계 · 2019

문 1. 3D 모델링 방법 중 솔리드 모델(solid model)을 설명한 내용으로 옳지 않은 것은?

① 논리연산을 활용하여 복잡한 형상을 표현할 수 있다.

② 중량, 관성 모멘트 등 물성 값을 계산할 수 있다.

③ 설계 단계에서 부품 사이의 간섭 검사에 활용될 수 있다.

④ 와이어 프레임 모델과 비교하여 형상 구현에 필요한 데이터량이 적다.

정답 4번

출제 포인트

솔리드 모델이 표현하는 형상 정보의 범위와 그 정보를 이용해 수행할 수 있는 기능을 묻는 문제이다.

핵심 개념

솔리드 모델은 물체의 외부 형상뿐 아니라 내부와 외부가 구분되는 체적 정보를 가진 3D 모델이다. 따라서 불리언 연산을 이용한 복합 형상 작성, 질량·중량·관성 모멘트 등의 물성 계산, 부품 간 간섭 검사에 활용할 수 있다. 와이어 프레임 모델은 꼭짓점과 모서리 중심으로 형상을 표현하므로 솔리드 모델보다 필요한 형상 데이터가 적다.

선지별 해설

① O — 솔리드 모델은 합집합, 차집합, 교집합 등의 논리연산을 이용하여 기본 입체를 결합하거나 제거함으로써 복잡한 형상을 표현할 수 있다.

② O — 체적 정보와 재료의 밀도 등을 이용하면 중량을 구할 수 있고, 형상과 질량 분포를 바탕으로 관성 모멘트 등의 물성 값도 계산할 수 있다.

③ O — 각 부품이 차지하는 체적을 서로 비교할 수 있으므로 조립 설계 단계에서 부품 사이의 겹침이나 충돌을 검사하는 데 활용할 수 있다.

④ X — 틀린 표현은 '와이어 프레임 모델과 비교하여 형상 구현에 필요한 데이터량이 적다'이다. 올바르게는 솔리드 모델이 체적과 경계 정보를 포함하므로 와이어 프레임 모델보다 형상 구현에 필요한 데이터량이 많다고 해야 한다.

NoteBase

오답 포인트

④의 '데이터량이 적다'는 표현이 함정이다. 솔리드 모델은 완전한 입체 정보를 제공하여 해석과 간섭 검사에 유리하지만, 그만큼 단순한 선과 꼭짓점만 저장하는 와이어 프레임 모델보다 데이터량과 처리 부담이 커진다.

다시 나오면 이렇게 판단

모델이 보유하는 정보의 차이를 기준으로 판단한다. 와이어 프레임은 선 중심, 서피스 모델은 면 중심, 솔리드 모델은 체적 중심이므로 솔리드 모델은 물성 계산과 간섭 검사가 가능하지만 데이터량은 가장 많다.

암기 포인트

솔리드 모델은 체적 정보가 있어 논리연산·물성 계산·간섭 검사가 가능하고, 와이어 프레임보다 데이터량이 많다.

NoteBase

문 2. 축간 거리가 아주 긴 벨트 전동 장치가 고속 회전할 때, 벨트가 파닥 소리를 내며 전동되는 현상은?

① 벨트 미끄러짐 ② 크리핑(creeping) 현상

③ 벨트 이탈 현상 ④ 플래핑(flapping) 현상

정답 4번

출제 포인트

축간 거리가 긴 벨트 전동 장치가 고속으로 운전될 때 벨트가 크게 떨리며 소음을 내는 현상의 명칭을 묻는 문제이다.

핵심 개념

플래핑은 풀리 사이의 긴 벨트 구간이 고속 운전 중 위아래로 크게 진동하여 파닥거림과 소음을 일으키는 현상이다. 벨트 미끄러짐은 풀리와 벨트 사이의 마찰력이 부족하여 상대 운동이 생기는 현상이고, 크리핑은 벨트가 장력 차이로 탄성 신장·수축하면서 풀리와 미세하게 상대 이동하는 현상이다. 벨트 이탈은 벨트가 풀리의 정상 궤도에서 벗어나는 현상이다.

선지별 해설

① X — 벨트 미끄러짐은 벨트와 풀리 사이의 마찰력 부족으로 상대 운동이 발생하는 현상이다. 축간 거리가 긴 벨트가 고속에서 파닥거리며 진동·소음을 내는 현상은 벨트 미끄러짐이 아니라 플래핑이다.
② X — 크리핑은 긴장측과 이완측의 장력 차이 때문에 벨트가 탄성적으로 늘어나고 줄어들면서 생기는 미세한 상대 이동이다. 문제의 파닥거리는 진동 현상은 크리핑이 아니라 플래핑이다.
③ X — 벨트 이탈은 벨트가 풀리에서 벗어나 정상적인 주행 궤도를 잃는 현상이다. 벨트가 궤도를 유지한 채 크게 진동하며 소음을 내는 현상은 벨트 이탈이 아니라 플래핑이다.
④ O — 축간 거리가 매우 길고 회전 속도가 높을 때 벨트의 긴 자유 구간이 크게 진동하면서 파닥거리는 소리를 내는 현상을 플래핑이라고 한다.

오답 포인트

‘벨트가 움직이며 소리를 낸다’는 표현만 보고 미끄러짐이나 크리핑을 고르기 쉽다. 그러나 이 문항의 결정적 단서는 ‘축간 거리가 아주 길다’, ‘고속 회전’, ‘파닥 소리와 진동’이며, 이 조합은 플래핑을 가리킨다.

다시 나오면 이렇게 판단

긴 벨트 구간의 큰 진동과 파닥거림은 플래핑, 풀리와 벨트 사이의 마찰 부족은 미끄러짐, 탄성 신장·수축에 따른 미세 이동은 크리핑, 풀리에서 벗어남은 벨트 이탈로 구분한다.

NoteBase

암기 포인트

긴 축간 거리 + 고속 + 파닥 진동·소음 = 플래핑이다.

NoteBase

문 3. 축이음에서 두 축이 일직선상에 있고, 축과 커플링은 볼트나 키를 사용하여 결합하며, 축 방향의 이동이 없는 경우에 사용하는 것은?

① 고정 커플링

② 플렉시블 커플링

③ 올덤 커플링

④ 유니버설 조인트

정답 1번

출제 포인트

두 축의 상대 위치와 허용 변위에 따라 알맞은 축이음의 종류를 구별하는 문제이다.

핵심 개념

고정 커플링: 일직선상에 정확히 정렬된 두 축을 볼트나 키 등으로 강하게 결합하여 상대 이동을 허용하지 않는 축이음이다. / 키워드: 일직선, 축 방향 이동 없음

플렉시블 커플링: 약간의 축심 어긋남이나 충격·진동을 완화하면서 두 축을 연결하는 축이음이다. / 키워드: 미세한 오차 흡수

올덤 커플링: 서로 평행하지만 중심선이 어긋난 두 축 사이에서 동력을 전달하는 축이음이다. / 키워드: 평행축의 편심

유니버설 조인트: 두 축이 각도를 이루어 교차할 때 동력을 전달하는 축이음이다. / 키워드: 교차축, 각도 변화

선지별 해설

① O — 고정 커플링은 정확히 일직선상에 있는 두 축을 볼트나 키 등으로 결합하며, 축 방향 상대 이동을 허용하지 않으므로 제시된 조건에 맞는다.

② X — 틀린 표현은 '플렉시블 커플링'이다. 플렉시블 커플링은 약간의 축심 어긋남이나 충격·진동을 흡수해야 할 때 사용하며, 제시된 조건에서는 고정 커플링이 알맞다.

③ X — 틀린 표현은 '올덤 커플링'이다. 올덤 커플링은 두 축이 평행하지만 중심선이 서로 어긋난 경우에 사용하며, 일직선상에서 상대 이동이 없는 경우에는 고정 커플링을 사용한다.

④ X — 틀린 표현은 '유니버설 조인트'이다. 유니버설 조인트는 두 축이 일정한 각도를 이루며 교차하거나 그 각도가 변하는 경우에 사용하며, 일직선상에서 상대 이동이 없는 경우에는 고정 커플링을 사용한다.

오답 포인트

'축을 연결한다'는 공통점만 보고 모든 커플링을 같은 용도로 판단하기 쉽다. 이 문항에서는 '일직선상'과 '축 방향 이동 없음'이 고정 커플링을 결정하는 핵심 표현이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 두 축의 위치 관계를 확인한다. 일직선이고 상대 이동이 없으면 고정 커플링, 약간의 정렬 오차나 충격을 흡수하면 플렉시블 커플링, 평행하지만 중심선이 어긋나면 올덤 커플링, 두 축이 각도를 이루어 교차하면 유니버설 조인트로 판단한다.

암기 포인트

일직선·무이동은 고정, 미세 오차는 플렉시블, 평행 편심은 올덤, 교차각은 유니버설이다.

NoteBase

문 4. 4절 링크장치(four bar linkage)에서 완전한 회전운동을 하는 링크는?

① 레버(lever)

② 로커(rocker)

③ 크랭크(crank)

④ 커넥팅 로드(connecting rod)

정답 3번

출제 포인트

4절 링크장치에서 링크의 운동 형태를 구별하는 문제이다. 완전한 회전운동을 하는 링크는 크랭크이다.

핵심 개념

크랭크: 고정된 회전축을 중심으로 한 바퀴 이상 계속 회전할 수 있는 링크이다.
로커: 고정축을 중심으로 일정 각도 범위에서 왕복 각운동만 하는 링크이다.
커넥팅 로드: 두 링크 사이를 연결하여 운동과 힘을 전달하는 링크이며, 고정축을 중심으로 완전 회전하는 링크가 아니다.
레버: 힘이나 운동을 전달하는 막대를 뜻하는 일반적 명칭이며, 그 명칭 자체가 완전 회전을 뜻하지 않는다.

선지별 해설

① X — 레버는 힘이나 운동을 전달하는 막대를 가리키며, 완전 회전 링크의 명칭이 아니다. 틀린 표현은 '레버'이며, 올바르게는 '크랭크'이다.
② X — 로커는 고정축 주위의 제한된 각도 안에서 흔들리는 왕복 각운동을 한다. 틀린 표현은 '로커'이며, 올바르게는 '크랭크'이다.
③ O — 크랭크는 고정축을 중심으로 연속하여 완전 회전할 수 있는 링크이다.
④ X — 커넥팅 로드는 링크 사이에서 운동과 힘을 전달하는 연결 링크이므로 고정축 주위의 완전 회전 링크가 아니다. 틀린 표현은 '커넥팅 로드'이며, 올바르게는 '크랭크'이다.

오답 포인트

로커도 고정축을 중심으로 회전하는 것처럼 보이지만 회전 범위가 제한되어 왕복한다. '축 주위에서 움직인다'가 아니라 '360도 연속 회전이 가능한가'를 기준으로 구별해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

고정축을 중심으로 연속 완전 회전하면 크랭크, 제한된 각도만 왕복하면 로커, 두 링크 사이를 연결해 운동을 전달하면 커넥팅 로드로 판단한다.

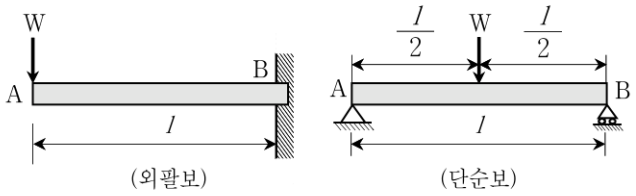
NoteBase

암기 포인트

크랭크는 완전 회전, 로커는 각도 왕복, 커넥팅 로드는 연결·전달이다.

NoteBase

문 5. 그림과 같이 재료, 형상, 크기가 동일한 두 보에 같은 크기의 하중이 가해질 때, 각각의 최대 처짐 위치에서 외팔보는 단순보보다 몇 배 더 처지는가? (단, 보의 자중은 무시한다)



① 3 ② 6

③ 16 ④ 48

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 끝단 집중하중을 받는 외팔보와 중앙 집중하중을 받는 단순보의 최대 처짐 공식을 이용해 처짐비를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 두 보는 재료, 형상, 크기가 같으므로 탄성계수 E, 단면2차모멘트 I, 길이 l이 같고, 같은 하중 W를 받는다.
구해야 할 값: 외팔보의 최대 처짐과 단순보의 최대 처짐의 비이다.
주의할 조건: 외팔보는 자유단에 집중하중이 작용하고, 단순보는 중앙에 집중하중이 작용하며 보의 자중은 무시한다.

사용할 공식

외팔보 자유단의 최대 처짐은
$\delta_c = \frac{Wl^3}{3EI}$
이고, 단순보 중앙의 최대 처짐은
$\delta_s = \frac{Wl^3}{48EI}$
이다. 두 보에서 하중과 길이 및 굽힘강성 EI가 같으므로 두 공식을 나누면 공통인자가 소거되어 처짐비를 바로 구할 수 있다.

NoteBase

계산 과정

1. 외팔보와 단순보의 최대 처짐비를 세운다.

$$\frac{\delta_c}{\delta_s} = \frac{Wl^3/(3EI)}{Wl^3/(48EI)}$$

2. 공통인자 Wl^3/EI를 소거한다.

$$\frac{\delta_c}{\delta_s} = \frac{48}{3} = 16$$

3. 따라서 외팔보의 최대 처짐은 단순보의 최대 처짐의 16배이다.

선지 판단

① X — 3배가 아니라 계산된 처짐비는 16배이다. 3은 외팔보 처짐 공식의 분모 계수일 뿐이며, 올바르게는 '외팔보가 16배 더 처진다'이다.

② X — 48을 3으로 나누면 6이 아니라 16이므로 6배는 산술적으로 맞지 않는다. 올바르게는 '외팔보가 16배 더 처진다'이다.

③ O — $\delta_c/\delta_s = 48/3 = 16$이므로 외팔보의 최대 처짐은 단순보의 최대 처짐의 16배이다.

④ X — 48배가 아니라 16배이다. 48은 단순보 처짐 공식의 분모 계수이며, 올바르게는 '외팔보가 16배 더 처진다'이다.

계산 결과가 16배이므로 정답은 ③이다.

오답 포인트

처짐 공식의 분모에 있는 3 또는 48을 그대로 배율로 고르면 안 된다. 외팔보가 단순보보다 얼마나 더 처지는지를 묻고 있으므로 반드시 δ_c/δ_s를 계산해야 하며, 분수로 된 두 처짐식을 나눌 때 두 번째 식의 역수를 곱한다.

다시 나오면 이렇게 판단

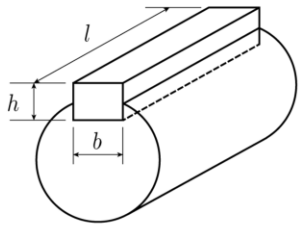
먼저 하중 위치와 지지 조건에 맞는 최대 처짐 공식을 각각 선택한 뒤, 비교 대상이 '외팔보/단순보'인지 확인하여 같은 W, l, E, I를 소거하고 비를 계산한다.

암기 포인트

끝단 집중하중 외팔보는 $Wl^3/(3EI)$, 중앙 집중하중 단순보는 $Wl^3/(48EI)$이므로 같은 조건에서 외팔보의 최대 처짐은 16배이다.

NoteBase

문 6. 그림과 같이 폭(b) × 높이(h) × 길이(l) = 12 mm × 8 mm × 100 mm인 묻힘키가 지름 40 mm의 축에 설치되어 4.2×10^5 N · mm의 토크를 전달할 때, 키에 작용하는 전단응력[N/mm^2]은?



① 12.5 ② 17.5
③ 35.5 ④ 52.5

정답 2번

출제 포인트

축이 전달하는 토크로부터 묻힘키에 작용하는 접선력을 구하고, 키의 전단면적에 나누어 전단응력을 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 키의 폭 $b = 12mm$, 높이 $h = 8mm$, 길이 $l = 100mm$, 축지름 $d = 40mm$, 토크 $T = 4.2 \times 10^5 N \cdot mm$이다.
구해야 할 값: 키에 작용하는 전단응력 τ이다.
주의할 조건: 전단면적은 키의 폭과 길이의 곱인 bl이며, 키의 높이 h는 전단응력 계산에 사용하지 않는다.

사용할 공식

토크와 접선력의 관계는 $T = F(d/2)$이므로 $F = 2T/d$이다. 키의 전단면적은 $A_s = bl$이므로 전단응력은 다음과 같다.

$$\tau = \frac{F}{A_s} = \frac{2T}{dbl}$$

축 표면의 접선력 F가 키의 폭과 길이로 이루어진 면을 전단하므로 이 공식을 사용한다.

NoteBase

계산 과정

1. 키에 작용하는 접선력을 구한다.

$F = \frac{2T}{d} = \frac{2 \times 4.2 \times 10^5}{40} = 2.1 \times 10^4 N$

2. 키의 전단면적을 구한다.

$A_s = bl = 12 \times 100 = 1200 mm^2$

3. 접선력을 전단면적으로 나눈다.

$\tau = \frac{F}{A_s} = \frac{2.1 \times 10^4}{1200} = 17.5 N/mm^2$

선지 판단

① X — $12.5 N/mm^2$는 $\tau = 2T/(dbl)$에 주어진 값을 대입한 결과와 일치하지 않는다. 올바른 값은 $17.5 N/mm^2$이다.

② O — 계산 결과가 $17.5 N/mm^2$이므로 옳다.

③ X — $35.5 N/mm^2$는 올바른 접선력 $2.1 \times 10^4 N$과 전단면적 $1200 mm^2$을 사용한 결과가 아니다. 올바른 값은 $17.5 N/mm^2$이다.

④ X — $52.5 N/mm^2$는 전단응력이 아니라 키의 유효 압축면적 $(h/2)l$을 사용해 $4T/(dhl)$로 계산한 압축응력 값이다. 전단응력의 올바른 값은 $17.5 N/mm^2$이다.

오답 포인트

키의 전단응력과 압축응력을 혼동하기 쉽다. 전단응력의 면적은 bl이지만, 압축응력의 유효 면적은 $(h/2)l$이다. 특히 ④의 $52.5 N/mm^2$는 높이 h를 사용한 압축응력 값이므로 전단응력의 답이 아니다.

다시 나오면 이렇게 판단

축 토크 문제에서는 먼저 $F = 2T/d$로 키에 작용하는 접선력을 구한 뒤, 전단응력은 bl, 압축응력은 $(h/2)l$을 면적으로 사용해 구분한다.

암기 포인트

묻힘키의 전단응력은 $\tau = 2T/(dbl)$, 압축응력은 $\sigma_c = 4T/(dhl)$이다.

NoteBase

문 7. 임의의 원 위에 또 다른 하나의 원이 구를 때, 구름 원 위의 한 점이 그리는 치형곡선을 갖는 기어에 대한 설명으로 옳은 것은?

① 랙 공구의 치형이 직선이기 때문에 공구의 제작비가 싸다.

② 물림률이 비교적 크고, 미끄럼률 및 마멸이 균일하다.

③ 맞물리는 두 기어의 중심거리가 다소 달라도 속도비에 영향이 없다.

④ 변형을 시켜 전위 기어로 사용할 수 있다.

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 구름원 위의 점이 만드는 치형곡선인 사이클로이드 치형의 가공성, 물림 특성, 중심거리 민감성 및 전위 가능 여부를 묻는다.

핵심 개념

사이클로이드 치형은 원이 다른 원 위를 미끄러지지 않고 구를 때 원 위의 점이 그리는 곡선을 이용한 기어 치형이다. 물림률이 비교적 크고 미끄럼률과 마멸이 균일한 장점이 있지만, 공구 제작이 어렵고 중심거리 변화에 민감하며 전위기어로 사용할 수 없다.
인벌류트 치형은 랙 공구의 치형이 직선이고 중심거리가 조금 달라져도 속도비가 유지되며 전위가 가능하다는 점에서 사이클로이드 치형과 구별된다.

선지별 해설

① X — '랙 공구의 치형이 직선'이라는 설명은 인벌류트 치형의 특징이다. 사이클로이드 치형용 공구는 치형이 단순한 직선이 아니어서 제작이 어렵고 제작비도 싸지 않다.
② O — 사이클로이드 치형은 물림률이 비교적 크고, 맞물리는 동안 미끄럼률과 마멸이 비교적 균일하다.
③ X — '중심거리가 다소 달라도 속도비에 영향이 없다'는 설명은 인벌류트 치형의 특징이다. 사이클로이드 치형은 중심거리가 변하면 정확한 물림이 깨져 속도비에 영향을 받는다.
④ X — '전위기어로 사용할 수 있다'가 틀렸다. 사이클로이드 치형은 전위를 적용할 수 없으며, 전위기어에는 인벌류트 치형을 사용한다.

오답 포인트

①과 ③은 인벌류트 치형의 장점을 사이클로이드 치형의 특징처럼 바꾸어 놓은 선지이다. 특히 '랙 공구의 직선 치형', '중심거리 변화에도 속도비 유지', '전위 가능'은 인벌류트 치형의 대표 키워드이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

직선형 랙 공구, 중심거리 변화에 둔감, 전위 가능이 나오면 인벌류트 치형으로 판단한다. 물림률이 비교적 크고 미끄럼률과 마멸이 균일하다는 설명은 사이클로이드 치형으로 판단한다.

암기 포인트

사이클로이드 치형은 '큰 물림률·균일한 미끄럼과 마멸', 인벌류트 치형은 '직선 랙·중심거리 허용·전위 가능'이다.

NoteBase

문 8. 구름 베어링의 호칭이 「6210 C2 P6」일 때, 이에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 「62」는 계열기호로 스러스트 볼 베어링이다.

② 「10」은 안지름 번호로 안지름이 50 mm이다.

③ 「C2」는 틈새기호로 보통급보다 작은 것이다.

④ 「P6」은 정밀도 등급 기호로 6급이다.

정답 1번

출제 포인트

구름 베어링 호칭의 계열기호, 안지름 번호, 내부 틈새 기호, 정밀도 등급 기호를 구분하는 문제이다.

핵심 개념

6210에서 6은 단열 깊은 홈 볼 베어링의 형식, 2는 치수 계열을 나타내므로 62 계열은 단열 깊은 홈 볼 베어링 계열이다. 안지름 번호가 04 이상이면 안지름은 원칙적으로 그 번호에 5를 곱해 구한다. C2는 보통 틈새보다 작은 내부 틈새이고, P6은 정밀도 6급을 뜻한다.

선지별 해설

① X — '62 계열이 스러스트 볼 베어링이다'라는 부분이 틀렸다. 62 계열은 단열 깊은 홈 볼 베어링 계열이다.
② O — 안지름 번호 10은 04 이상이므로 안지름은 $10 \times 5 = 50mm$이다.
③ O — C2는 베어링 내부 틈새가 보통 틈새보다 작은 등급을 나타낸다.
④ O — P6은 베어링의 정밀도 등급이 6급임을 나타내는 기호이다.

오답 포인트

①의 '스러스트'가 함정이다. 62 계열은 레이디얼 하중을 주로 받는 단열 깊은 홈 볼 베어링 계열이며, 호칭 뒤의 C2와 P6은 각각 내부 틈새와 정밀도를 나타내므로 서로 역할이 다르다.

다시 나오면 이렇게 판단

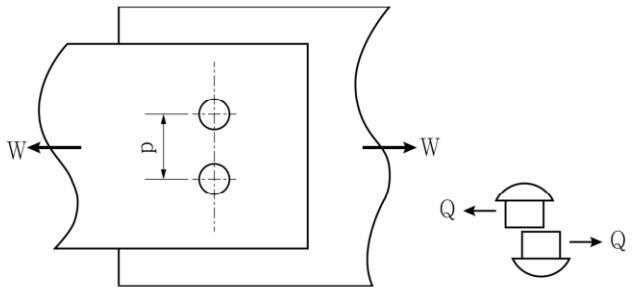
호칭을 기본 번호와 보조 기호로 나누어 판단한다. 6210에서는 62로 베어링 계열을 확인하고, 10에 5를 곱해 안지름을 구하며, 뒤의 C2는 내부 틈새, P6은 정밀도 등급으로 판독한다.

암기 포인트

62는 깊은 홈 볼 베어링, 10은 50*mm*, C2는 작은 틈새, P6은 정밀도 6급이다.

NoteBase

문 9. 그림과 같은 1줄 겹치기 리벳 이음에서 강판의 두께가 6 mm이고, 리벳 구멍 사이에 작용하는 강판의 인장하중이 480 N, 리벳 하나에 작용하는 전단하중 Q가 441 N일 때, 리벳의 최소 피치[mm]는? (단, 강판의 허용인장응력은 $4\,N/mm^2$, 리벳의 허용전단응력은 $3\,N/mm^2$이고, $\pi = 3$이다)



① 34 ② 36
③ 38 ④ 40

정답 1번

출제 포인트

리벳의 허용전단하중으로 리벳 지름을 구한 뒤, 리벳 구멍을 뺀 강판의 순단면이 인장하중을 견디도록 최소 피치를 계산하는 문제이다.

조건 정리

강판 두께: $t = 6mm$
강판의 인장하중: $W = 480N$
리벳 하나의 전단하중: $Q = 441N$
강판의 허용인장응력: $\sigma_t = 4N/mm^2$
리벳의 허용전단응력: $\tau = 3N/mm^2$
원주율: $\pi = 3$
구해야 할 값: 최소 피치 p

사용할 공식

리벳은 한 전단면에서 전단되므로 다음 식을 사용한다.
$Q = \tau\frac{\pi d^2}{4}$
강판의 피치 한 구간에서 리벳 구멍을 제외한 순폭은 $p - d$이므로 인장강도 조건은 다음과 같다.
$W = \sigma_t(p - d)t$
첫 번째 식으로 구멍 지름과 같은 리벳 지름 d를 구하고, 두 번째 식으로 최소 피치 p를 구한다.

NoteBase

계산 과정

1. 리벳 지름을 구한다.

$441 = 3 \times \frac{3d^2}{4}$

$d^2 = 196, \qquad d = 14mm$

2. 강판 순단면의 허용인장하중이 $480N$과 같아지는 한계 조건을 적용한다.

$480 = 4(p - 14) \times 6$

$p - 14 = 20mm$

$p = 34mm$

따라서 리벳의 최소 피치는 $34mm$이다.

선지 판단

① O — 계산된 최소 피치가 $34mm$이므로 옳다.

② X — $36mm$일 때 순단면은 하중을 견디지만 최소값은 아니다. 틀린 값 $36mm$ → 올바른 최소 피치는 $34mm$이다.

③ X — $38mm$는 필요한 순폭 $20mm$보다 큰 순폭을 만들지만 최소값은 아니다. 틀린 값 $38mm$ → 올바른 최소 피치는 $34mm$이다.

④ X — $40mm$ 역시 안전 측 값일 뿐 최소값은 아니다. 틀린 값 $40mm$ → 올바른 최소 피치는 $34mm$이다.

오답 포인트

그림에 리벳이 두 개 있어도 $Q = 441N$은 문제에서 리벳 하나에 작용하는 전단하중으로 주어졌다. 이를 다시 리벳 수로 나누면 지름이 잘못된다. 또한 강판의 인장 단면적은 전체 단면적 pt가 아니라 구멍 지름을 뺀 순단면적 $(p - d)t$이다.

다시 나오면 이렇게 판단

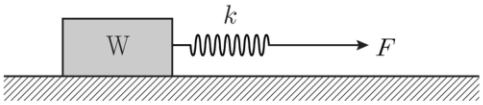
리벳 이음의 최소 피치는 먼저 리벳 전단 조건으로 d를 구하고, 이어서 강판 순단면 인장 조건 $W = \sigma_t(p - d)t$에 대입하여 판단한다. 최소값을 묻는 경우 허용하중과 실제 하중이 같아지는 한계 조건을 사용한다.

암기 포인트

리벳 전단은 원형 단면 $\pi d^2/4$, 강판 인장은 구멍을 뺀 순단면 $(p - d)t$이다.

NoteBase

문 10. 그림과 같이 무게 40 kg_f의 물체를 스프링 상수 k = 2 kg_f/cm인 스프링으로 연결하여 평면 위에서 일정 속도로 끌고 갈 때, 스프링에 축적되는 에너지[$kg_f \cdot cm$]는? (단, 평면과 물체 사이의 마찰계수는 0.2이다)



① 4 ② 8
③ 16 ④ 32

정답 3번

출제 포인트

등속 운동의 힘의 평형으로 스프링 변형량을 구한 뒤, 스프링에 저장되는 탄성에너지를 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 물체의 무게 $W = 40kg_f$, 마찰계수 $\mu = 0.2$, 스프링 상수 $k = 2kg_f/cm$이다.
구해야 할 값: 스프링에 축적되는 탄성에너지이다.
주의할 조건: 물체를 일정 속도로 끌고 있으므로 가속도는 0이며, 스프링력은 운동을 방해하는 마찰력과 크기가 같다.

사용할 공식

수평면에서 수직항력은 물체의 무게와 같으므로 마찰력은
$F_f = \mu W$
이다. 등속 운동이므로 $kx = F_f$이고, 스프링의 탄성에너지는
$U = \frac{1}{2}kx^2$
이다. 힘의 평형으로 먼저 변형량 x를 구할 수 있기 때문에 이 공식들을 사용한다.

계산 과정

1. 마찰력은 $F_f = 0.2 \times 40 = 8kg_f$이다.
2. 등속 운동의 힘의 평형에서 $kx = F_f$이므로 $x = 8/2 = 4cm$이다.
3. 탄성에너지는
$U = \frac{1}{2} \times 2 \times 4^2 = 16kg_f \cdot cm$
이다.

NoteBase

선지 판단

① X — $4\mathrm{kg_f \cdot cm}$가 아니라 $16\mathrm{kg_f \cdot cm}$이다. 4는 스프링의 변형량 4cm을 에너지 값으로 잘못 사용한 경우이다.
② X — $8\mathrm{kg_f \cdot cm}$가 아니라 $16\mathrm{kg_f \cdot cm}$이다. 8은 마찰력과 스프링력의 크기 $8\mathrm{kg_f}$를 에너지로 혼동한 경우이다.
③ O — 계산한 탄성에너지 $16\mathrm{kg_f \cdot cm}$와 일치한다.
④ X — $32\mathrm{kg_f \cdot cm}$가 아니라 $16\mathrm{kg_f \cdot cm}$이다. $32\mathrm{kg_f \cdot cm}$는 $U = kx^2$로 계산하여 1/2을 빠뜨린 값이다.
계산 결과가 $16\mathrm{kg_f \cdot cm}$이므로 정답은 3번이다.

오답 포인트

마찰력 $8\mathrm{kg_f}$이나 스프링 변형량 4cm 자체를 에너지로 고르면 안 된다. 또한 탄성에너지 공식의 계수 1/2을 빠뜨리면 ④의 32가 나온다.

다시 나오면 이렇게 판단

수평면에서 등속으로 끄는 스프링 문제는 $F_f = \mu W$로 마찰력을 구하고, $kx = F_f$로 변형량을 구한 다음, $U = \frac{1}{2}kx^2$에 대입하는 순서로 판단한다. 힘의 단위와 에너지의 단위를 마지막에 구분한다.

암기 포인트

등속이면 힘의 합은 0이고, 스프링 에너지는 반드시 $U = \frac{1}{2}kx^2$이다.

NoteBase

문 11. 지름이 d인, 속이 찬 원형단면을 갖는 부재에서 그 중심을 지나는 단면 2차 모멘트 I와 단면계수 Z를 옳게 짝 지은 것은?

	I	Z
①	$\frac{\pi}{8}d^4$	$\frac{\pi}{4}d^3$
②	$\frac{\pi}{16}d^4$	$\frac{\pi}{12}d^3$
③	$\frac{\pi}{32}d^4$	$\frac{\pi}{16}d^3$
④	$\frac{\pi}{64}d^4$	$\frac{\pi}{32}d^3$

정답 4번

출제 포인트

속이 찬 원형단면의 중심을 지나는 지름축에 대한 단면 2차 모멘트 I를 구하고, 단면계수 $Z = I/c$에 연결하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 원형단면의 지름은 d이다.
구해야 할 값: 중심을 지나는 단면축에 대한 I와 Z이다.
주의할 조건: 단면의 가장 바깥쪽까지의 거리인 c는 반지름이므로 $c = d/2$이다.

사용할 공식

속이 찬 원형단면의 지름축에 대한 단면 2차 모멘트는
$I = \frac{\pi d^4}{64}$
이고, 단면계수는
$Z = \frac{I}{c}$
이다. 단면계수는 중립축에 대한 단면 2차 모멘트를 중립축에서 최외단 섬유까지의 거리로 나눈 값이므로 이 공식을 사용한다.

계산 과정

1. 원형단면의 지름축에 대한 단면 2차 모멘트는 $I = \pi d^4/64$이다.
2. 중립축에서 최외단까지의 거리는 $c = d/2$이다.
3. 따라서
$Z = \frac{I}{c} = \frac{\pi d^4/64}{d/2} = \frac{\pi d^3}{32}$
이다.

NoteBase

선지 판단

① X — 제시된 $I = \pi d^4/8, Z = \pi d^3/4$는 모두 원형단면의 지름축 기준값보다 8배 크다. 틀린 표현은 두 계수이며, 올바르게는 $I = \pi d^4/64, Z = \pi d^3/32$이다.
② X — 제시된 $I = \pi d^4/16, Z = \pi d^3/12$는 원형단면 공식 및 $Z = I/(d/2)$의 관계와 일치하지 않는다. 올바르게는 $I = \pi d^4/64, Z = \pi d^3/32$이다.
③ X — 제시된 $I = \pi d^4/32, Z = \pi d^3/16$는 각각 정확한 값의 2배이다. 틀린 분모 32와 16은 각각 64와 32로 고쳐야 한다.
④ O — $I = \pi d^4/64$이고 이를 $c = d/2$로 나누면 $Z = \pi d^3/32$가 되어 두 값이 모두 맞는다.

오답 포인트

지름 d와 반지름 $r = d/2$를 혼동하거나, 단면계수를 구할 때 I를 지름 d로 나누면 분모가 달라진다. 이 문항에서는 I의 분모 64와 Z의 분모 32를 한 쌍으로 구분하는 것이 핵심이다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 단면 2차 모멘트 I를 확정하고, 중립축에서 최외단까지의 거리 c를 찾은 뒤 $Z = I/c$를 적용한다. 원형단면에서 지름이 d로 주어지면 $c = d/2$이다.

암기 포인트

속이 찬 원형단면은 $I = \pi d^4/64, Z = \pi d^3/32$이다.

NoteBase

문 12. 기어(gear)의 종류와 용도에 대한 설명으로 옳은 것은?
① 큰 감속비가 필요한 곳에는 웜과 웜 휠이 사용된다.
② 헬리컬기어는 스퍼기어에 비하여 진동과 소음이 많다.
③ 피니언과 랙에서 피니언이 직선운동하면 랙은 회전운동을 한다.
④ 하이포이드기어는 두 축이 교차하는 경우에 사용된다.

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 웜과 웜 휠, 헬리컬기어, 랙과 피니언, 하이포이드기어의 운동 방식과 축 배치 및 용도를 구별하는 문제이다.

핵심 개념

웜 기어: 나사 모양의 웜과 웜 휠이 맞물려 큰 감속비를 얻는 기어 장치이다.
헬리컬기어: 비스듬한 이가 점진적으로 맞물려 스퍼기어보다 진동과 소음이 작은 기어이다.
랙과 피니언: 회전운동과 직선운동을 서로 바꾸는 장치로, 피니언은 회전하고 랙은 직선운동한다.
하이포이드기어: 서로 평행하지도 교차하지도 않는 어긋난 두 축 사이에서 동력을 전달하는 기어이다.

선지별 해설

① O — 웜과 웜 휠은 한 단에서도 큰 감속비를 얻을 수 있으므로 큰 감속비가 필요한 곳에 사용된다.
② X — 틀린 표현은 '진동과 소음이 많다'이다. 헬리컬기어는 이가 비스듬하여 맞물림이 점진적으로 이루어지므로 스퍼기어보다 진동과 소음이 적다.
③ X — 틀린 표현은 '피니언이 직선운동하면 랙은 회전운동을 한다'이다. 실제로는 피니언이 회전하면 랙이 직선운동하며, 반대로 랙이 직선운동하면 피니언이 회전한다.
④ X — 틀린 표현은 '두 축이 교차하는 경우'이다. 하이포이드기어는 두 축이 교차하지 않고 서로 어긋난 경우에 사용하며, 두 축이 교차하는 경우에는 일반적으로 베벨기어를 사용한다.

오답 포인트

②는 헬리컬기어의 비스듬한 이를 소음 증가 원인으로 오해하게 하고, ③은 랙과 피니언의 운동 주체를 서로 바꾸며, ④는 '교차축'과 '어긋난 축'을 혼동하게 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

각 기어의 핵심어를 먼저 대응한다. 큰 감속비는 웜 기어, 저진동·저소음은 헬리컬기어, 회전·직선운동 변환은 랙과 피니언, 서로 교차하지 않는 어긋난 축은 하이포이드기어로 판단한다.

NoteBase

암기 포인트

웜은 큰 감속, 헬리컬은 조용한 맞물림, 랙·피니언은 회전과 직선의 변환, 하이포이드는 어긋난 축이다.

NoteBase

문 13. 베어링(bearing)에 대한 설명으로 옳은 것은?

① 볼(ball)베어링의 수명은 베어링에 걸리는 실제하중의 3승에 반비례한다.
② 롤러(roller)베어링은 볼베어링에 비해 내충격성이 작다.
③ 미끄럼베어링의 재료는 피로강도와 마찰계수가 커야 한다.
④ 구름베어링에서 하중을 축 방향으로 받도록 설계한 경우 레이디얼(radial)베어링이라 한다.

정답 1번

출제 포인트

구름 베어링의 수명과 하중의 관계, 볼 베어링과 롤러 베어링의 특성, 미끄럼 베어링 재료의 조건, 레이디얼·스러스트 하중의 방향을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

구름 베어링: 볼이나 롤러의 구름 접촉으로 하중을 지지하는 베어링이다. 기본 정격 수명은 $L_{10} = (C/P)^p$로 나타내며, 볼 베어링은 $p = 3$, 롤러 베어링은 $p = 10/3$이다.
미끄럼 베어링: 축과 베어링 면의 미끄럼 접촉으로 하중을 지지하므로 재료에는 높은 피로강도와 작은 마찰계수가 요구된다.
하중 방향: 레이디얼 하중은 축에 수직인 반지름 방향이고, 스러스트 또는 액시얼 하중은 축 방향이다.

선지별 해설

① O — 볼 베어링에서는 수명 지수가 3이므로 정격 수명은 등가동하중의 3제곱에 반비례한다. 즉 하중이 커지면 $L_{10} = (C/P)^3$에 따라 수명이 급격히 감소한다.
② X — 틀린 표현은 '내충격성이 작다'이다. 롤러 베어링은 볼 베어링의 점접촉보다 접촉 면적이 큰 선접촉을 하므로 일반적으로 큰 하중과 충격 하중을 견디는 능력이 더 크다. 올바르게는 '롤러 베어링은 볼 베어링에 비해 내충격성이 크다'이다.
③ X — 틀린 표현은 '마찰계수가 커야 한다'이다. 미끄럼 베어링 재료는 반복 하중을 견디도록 피로강도가 커야 하지만, 마찰과 발열 및 마모를 줄이도록 마찰계수는 작아야 한다. 올바르게는 '피로강도는 크고 마찰계수는 작아야 한다'이다.
④ X — 틀린 표현은 '축 방향으로 받도록 설계한 경우 레이디얼 베어링'이다. 레이디얼 베어링은 축에 수직인 반지름 방향 하중을 받고, 축 방향 하중을 받도록 설계한 것은 스러스트(액시얼) 베어링이다.

오답 포인트

②와 ③은 '크다·작다'를 뒤집은 선지이고, ④는 레이디얼과 스러스트의 하중 방향을 바꾼 선지이다. 특히 ①에서는 볼 베어링의 수명 지수 3과 롤러 베어링의 수명 지수 10/3을 혼동하기 쉽다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

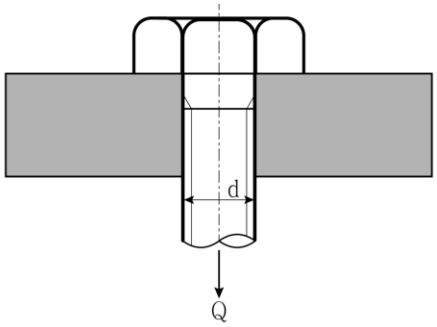
수명 문제에서는 먼저 구름체가 볼인지 롤러인지 확인하여 수명 지수를 정한다. 재료 특성은 피로강도는 크게, 마찰계수는 작게 판단한다. 하중 방향은 축에 수직이면 레이디얼, 축과 나란하면 스러스트로 구분한다.

암기 포인트

볼 수명 지수는 3, 롤러는 10/3, 레이디얼은 축에 수직, 스러스트는 축 방향이다.

NoteBase

문 14. 그림과 같이 설치된 볼트로 5,000 N의 하중 Q를 지지하기 위한 볼트의 최소 바깥지름 d[m]는? (단, 볼트의 허용인장응력은 200 MPa, 허용전단응력은 80 MPa, 골지름은 0.8 d이고, 볼트의 자중은 무시한다)



① $d = \frac{1}{60\sqrt{\pi}}$ ② $d = \frac{1}{80\sqrt{\pi}}$

③ $d = \frac{1}{100\sqrt{\pi}}$ ④ $d = \frac{1}{120\sqrt{\pi}}$

정답 2번

출제 포인트

축방향 인장하중을 받는 볼트에서 가장 작은 단면인 골지름 단면을 기준으로 인장강도를 검토하여 최소 바깥지름을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 하중: $Q = 5{,}000N$

허용인장응력: $\sigma_a = 200MPa = 200 \times 10^6 N/m^2$

골지름: $d_r = 0.8d$

구해야 할 값: 볼트의 최소 바깥지름 d

주의할 조건: 볼트에는 축방향 인장하중이 작용하므로 허용인장응력을 적용한다. 허용전단응력 $80MPa$은 이 계산에 사용하지 않는다.

사용할 공식

골지름 단면적은

$A_r = \frac{\pi}{4}(0.8d)^2$

이고, 인장응력 조건은

$\sigma = \frac{Q}{A_r} \le \sigma_a$

이다. 나사부에서는 골지름 단면이 가장 작아 인장응력이 가장 크게 발생하므로 이 단면을 기준으로 한다.

NoteBase

계산 과정

허용응력 한계에서 최소 지름이 결정되므로 등호를 적용한다.
$\frac{5{,}000}{\frac{\pi}{4}(0.8d)^2} = 200 \times 10^6$
이를 d에 대하여 정리하면
$d^2 = \frac{4(5{,}000)}{\pi(0.8)^2(200 \times 10^6)} = \frac{1}{6{,}400\pi}$
따라서
$d = \frac{1}{80\sqrt{\pi}}m$
이다.

선지 판단

① X — $d = \frac{1}{60\sqrt{\pi}}m$를 대입하면 골지름 단면의 인장응력은 $112.5MPa$로 허용값보다 작아 안전하지만, 필요한 값보다 큰 지름이므로 '최소 바깥지름'이 아니다. 올바르게는 $d = \frac{1}{80\sqrt{\pi}}m$이다.
② O — 골지름 $0.8d$의 단면에 허용인장응력 $200MPa$을 적용한 계산 결과와 정확히 일치한다.
③ X — $d = \frac{1}{100\sqrt{\pi}}m$는 바깥지름 d 자체를 인장 단면의 지름으로 사용하여 골지름 조건 $0.8d$를 빠뜨릴 때 나오는 값이다. 실제 골지름 단면의 인장응력은 $312.5MPa$로 허용값을 넘는다. 올바르게는 골지름을 적용한 $d = \frac{1}{80\sqrt{\pi}}m$이다.
④ X — $d = \frac{1}{120\sqrt{\pi}}m$를 사용하면 골지름 단면의 인장응력은 $450MPa$가 되어 허용인장응력 $200MPa$을 크게 초과한다. 올바른 최소 바깥지름은 $d = \frac{1}{80\sqrt{\pi}}m$이다.

오답 포인트

핵심 함정은 단면적을 바깥지름 d로 계산하는 것이다. 인장 파단을 검토하는 단면은 지름이 더 작은 나사 골지름 $0.8d$의 단면이다. 또한 하중 방향이 축방향이므로 문제에 함께 제시된 허용전단응력에 끌려가면 안 된다. ①은 안전한 지름이지만 문제에서 요구한 최소값은 아니다.

다시 나오면 이렇게 판단

볼트 지름 문제에서는 먼저 하중이 축하중인지 전단하중인지 구분하고, 실제로 응력이 가장 크게 생기는 최소 단면을 찾는다. 축하중이면 골지름 단면에 $Q/A \le \sigma_a$를 적용한 뒤, 허용응력과 같아지는 지름을 최소값으로 판단한다.

암기 포인트

축인장 볼트는 골지름 단면으로 검토한다: $A_r = \frac{\pi}{4}d_r^2$, $d_r = 0.8d$.

NoteBase

문 15. 15 m/s로 달리고 있는 자동차의 바퀴가 60 rad/s의 각속도로 회전할 때 미끄럼률[%]은? (단, 바퀴의 반지름은 200 mm이다)

① 15 ② 20

③ 25 ④ 30

정답 2번

출제 포인트

자동차의 주행속도와 바퀴의 원주속도 차이를 이용하여 미끄럼률을 구하는 문제이다.

조건 정리

주행속도: $V = 15m/s$

바퀴의 각속도: $\omega = 60rad/s$

바퀴의 반지름: $r = 200mm = 0.2m$

구해야 할 값: 자동차 주행속도를 기준으로 한 미끄럼률

사용할 공식

바퀴의 원주속도는 $V_w = r\omega$이다. 주행 중 바퀴가 미끄러질 때의 미끄럼률은 $s = \frac{V - V_w}{V} \times 100 = \frac{V - r\omega}{V} \times 100$으로 구한다. 자동차의 실제 주행속도와 바퀴가 회전하여 만들어 내는 원주속도의 차이가 전체 주행속도에서 차지하는 비율을 구하는 상황이므로 이 공식을 사용한다.

계산 과정

1. 반지름을 미터로 환산하면 $200mm = 0.2m$이다.
2. 바퀴의 원주속도는 $V_w = r\omega = 0.2 \times 60 = 12m/s$이다.
3. 미끄럼률은 $s = \frac{15 - 12}{15} \times 100 = 20\%$이다.

선지 판단

① X — 계산 결과는 15%가 아니라 20%이다. 올바르게는 미끄럼률 20%이다.

② O — $V_w = 12m/s$이므로 $(15 - 12)/15 \times 100 = 20\%$이다.

③ X — 계산 결과는 25%가 아니라 20%이다. 올바르게는 미끄럼률 20%이다.

④ X — 속도 차 $3m/s$를 그대로 백분율처럼 보아 30%로 판단할 수 없으며, 주행속도 $15m/s$로 나누어야 한다. 올바르게는 미끄럼률 20%이다.

NoteBase

오답 포인트

바퀴 반지름 $200mm$를 $0.2m$로 환산하지 않거나, 속도 차 $15 - 12 = 3m/s$만 구한 뒤 주행속도 15로 나누지 않는 것이 함정이다. 또한 각속도 자체를 주행속도와 직접 비교하지 않고 반드시 $r\omega$로 원주속도를 먼저 구한다.

다시 나오면 이렇게 판단

반지름의 단위를 미터로 통일한 뒤 $r\omega$로 바퀴의 원주속도를 구하고, 주행속도와의 차이를 주행속도로 나누어 백분율로 환산한다.

암기 포인트

미끄럼률은 주행속도와 원주속도의 차이를 주행속도로 나눈 값이며, 원주속도는 $r\omega$이다.

NoteBase

문 16. 안지름이 200 mm인 관에 흐르는 유체의 평균 속도가 10 m/s일 때, 관 내에 흐르는 유량[m^3/s]은?

① 0.1π ② π

③ 5π ④ 10π

정답 1번

출제 포인트

원형 관의 안지름으로 단면적을 구한 뒤 체적유량 공식 $Q = Av$를 적용하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 안지름 $D = 200\text{mm} = 0.2\text{m}$, 평균 속도 $v = 10\text{m/s}$이다.
구해야 할 값: 체적유량 Q이다.
주의할 조건: 지름의 단위를 m로 바꾸고, 원형 단면적을 구할 때 지름을 그대로 제곱한 뒤 $\pi/4$를 곱한다.

사용할 공식

원형 관의 단면적은 $A = \frac{\pi D^2}{4}$이고, 체적유량은 $Q = Av$이다. 평균 속도와 흐름에 수직인 단면적의 곱이 단위 시간당 통과하는 유체의 체적이므로 이 공식을 사용한다.

계산 과정

1. 안지름을 변환하면 $D = 200\text{mm} = 0.2\text{m}$이다.
2. 관의 단면적은 $A = \frac{\pi}{4}(0.2)^2 = 0.01\pi\text{m}^2$이다.
3. 따라서 $Q = Av = (0.01\pi)(10) = 0.1\pi\text{m}^3/\text{s}$이다.

선지 판단

① O — $0.1\pi\text{m}^3/\text{s}$는 계산 결과와 일치한다.
② X — $\pi\text{m}^3/\text{s}$는 계산 결과의 10배이다. 틀린 값 π는 올바르게는 0.1π이다.
③ X — $5\pi\text{m}^3/\text{s}$는 계산 결과의 50배이다. 틀린 값 5π는 올바르게는 0.1π이다.
④ X — $10\pi\text{m}^3/\text{s}$는 계산 결과의 100배이다. 틀린 값 10π는 올바르게는 0.1π이다.

오답 포인트

안지름 200mm를 0.2m로 변환하지 않거나, 지름을 반지름처럼 사용하면 단면적이 달라진다. 또한 $Q = Av$에서 단면적은 지름이 아니라 지름의 제곱에 비례한다는 점이 핵심 함정이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

관 유량 문제는 길이 단위를 먼저 통일하고, $A = \pi D^2/4$로 단면적을 구한 다음 $Q = Av$에 대입하며, 최종 단위가 m^3/s인지 확인한다.

암기 포인트

원형 관의 체적유량은 $Q = Av = \frac{\pi D^2}{4} v$이다.

문 17. 여러 가지 나사에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 관용나사는 파이프와 같이 두께가 얇은 곳에 적용하는 나사로 기밀을 필요로 할 때 사용한다.

② 톱니나사는 하중 방향이 항상 같은 경우에 사용되며, 하중을 받는 쪽은 삼각나사 형태이고, 반대쪽은 사각나사 형태이다.

③ 둥근나사는 전구 등과 같이 먼지, 모래, 녹가루 등이 들어갈 염려가 있을 경우 사용한다.

④ 사다리꼴나사는 강도가 높고 큰 힘을 견딜 수 있도록 개발된 나사로서 사각나사의 가공 문제를 개선한 나사이다.

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 관용나사, 톱니나사, 둥근나사, 사다리꼴나사의 용도와 나사산 형상을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

관용나사는 관의 결합에 쓰이며 유체를 다루는 배관에서는 기밀성이 중요하다.
톱니나사는 한 방향으로 큰 축하중이 작용하는 곳에 쓰며, 하중을 받는 나사면은 축에 거의 수직인 사각나사형이고 반대쪽 나사면은 경사진 삼각나사형이다.
둥근나사는 나사산의 꼭대기와 골을 둥글게 하여 먼지나 모래가 끼는 환경과 충격을 받는 곳에 적합하다.
사다리꼴나사는 사각나사보다 가공하기 쉽고 강도가 높아 큰 힘을 전달하는 운동용 나사로 쓰인다.

선지별 해설

① O — 관용나사는 파이프와 같은 관의 결합에 사용하며, 유체의 누설을 막아야 하는 곳에서는 기밀성이 요구된다.
② X — 틀린 부분은 '하중을 받는 쪽은 삼각나사 형태이고, 반대쪽은 사각나사 형태'라는 표현이다. 실제로는 하중을 받는 쪽이 축에 거의 수직인 사각나사형이고, 반대쪽이 경사진 삼각나사형이다.
③ O — 둥근나사는 나사산의 꼭대기와 골이 둥글어 먼지·모래·녹가루가 끼기 쉬운 곳에 적합하며 전구의 나사부에도 사용된다.
④ O — 사다리꼴나사는 사각나사의 가공상 어려움을 줄이고 강도를 높인 형태로, 큰 힘을 전달하는 데 적합하다.

오답 포인트

②는 톱니나사의 두 나사면 형상을 정확히 알고 있는지 묻는 함정이다. 한 방향 하중을 직접 받는 면이 더 가파른 사각나사형이고, 반대면이 완만하게 기울어진 삼각나사형이라는 점을 뒤바꾸면 안 된다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

나사의 이름을 용도와 형상에 연결해 판단한다. 기밀이 필요한 관은 관용나사, 한 방향 큰 하중은 톱니나사, 이물질이 많은 곳은 둥근나사, 큰 힘을 전달하는 운동용 나사는 사다리꼴나사로 구분한다. 톱니나사는 하중측면이 거의 수직이라는 점을 우선 확인한다.

암기 포인트

톱니나사는 한쪽 하중, 하중측은 거의 수직인 사각나사형이다.

NoteBase

문 18. 길이가 100 mm인 축의 중앙에 10 N의 집중하중이 중심축에 수직으로 작용하고, 동시에 150 N · mm의 비틀림 모멘트가 작용할 때, 축 중앙에서의 상당 굽힘 모멘트[N · mm]는? (단, 축의 양쪽 끝은 단순 지지되어 있다)

① $25\sqrt{34}$ ② $25\sqrt{409}$

③ $125+25\sqrt{34}$ ④ $500+50\sqrt{409}$

정답 3번

출제 포인트

단순 지지축 중앙의 굽힘모멘트를 구한 뒤, 굽힘모멘트와 비틀림모멘트를 최대주응력설에 따른 상당 굽힘모멘트 식으로 합성하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 축 길이 $L = 100mm$, 중앙 집중하중 $P = 10N$, 비틀림모멘트 $T = 150N \cdot mm$이다.
구해야 할 값: 축 중앙의 상당 굽힘모멘트 M_e이다.
주의할 조건: 양쪽 끝이 단순 지지되고 하중이 중앙에 작용하므로 양쪽 지점반력은 각각 $P/2 = 5N$이며, 굽힘모멘트는 중앙에서 최대가 된다. 모든 값의 길이 단위가 mm로 통일되어 있어 별도의 단위 환산은 필요하지 않다.

사용할 공식

중앙 집중하중을 받는 단순 지지축 중앙의 굽힘모멘트는
$M = \frac{PL}{4}$
이다. 굽힘과 비틀림을 동시에 받는 축의 상당 굽힘모멘트는 최대주응력설에 따라
$M_e = \frac{1}{2}\left(M + \sqrt{M^2 + T^2}\right)$
이다. 먼저 지지 조건으로 실제 굽힘모멘트를 구한 뒤, 굽힘에 의한 정상응력과 비틀림에 의한 전단응력을 함께 반영해야 하므로 이 식을 사용한다.

NoteBase

계산 과정

1. 축 중앙의 굽힘모멘트는
$M = \frac{10 \times 100}{4} = 250N \cdot mm$
이다.
2. 상당 굽힘모멘트 식에 $M = 250N \cdot mm$, $T = 150N \cdot mm$를 대입하면
$M_e = \frac{1}{2}\left(250 + \sqrt{250^2 + 150^2}\right)$
이다.
3. $250^2 + 150^2 = 85{,}000 = 2{,}500 \times 34$이므로
$M_e = \frac{1}{2}(250 + 50\sqrt{34}) = 125 + 25\sqrt{34}N \cdot mm$
이다.

선지 판단

① X — $25\sqrt{34}$는 $\sqrt{M^2 + T^2}/2$만 계산한 값으로, 상당 굽힘모멘트 식의 $M/2 = 125N \cdot mm$를 빠뜨렸다. 올바르게는 $125 + 25\sqrt{34}N \cdot mm$이다.
② X — $M^2 + T^2 = 250^2 + 150^2 = 2{,}500 \times 34$이므로 근호 안의 계수는 409가 아니라 34가 되어야 한다. 올바르게는 $125 + 25\sqrt{34}N \cdot mm$이다.
③ O — 중앙 굽힘모멘트 $250N \cdot mm$와 비틀림모멘트 $150N \cdot mm$를 상당 굽힘모멘트 식에 대입한 결과와 정확히 일치한다.
④ X — 상당 굽힘모멘트 식에서 굽힘모멘트 항은 $M/2 = 125N \cdot mm$이어야 하므로 상수항 500은 성립하지 않으며, 근호 항도 계산 결과와 맞지 않는다. 올바르게는 $125 + 25\sqrt{34}N \cdot mm$이다.

오답 포인트

핵심 함정은 합성식의 제곱근 부분만 계산하여 ①을 고르거나, 중앙 굽힘모멘트를 $PL/4$로 구하지 않는 것이다. 상당 굽힘모멘트는 단순한 $\sqrt{M^2 + T^2}$가 아니라 $\{M + \sqrt{M^2 + T^2}\}/2$이므로 바깥의 1/2와 M 항을 모두 반영해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

지지 조건으로 굽힘모멘트 M을 먼저 구하고, 비틀림모멘트 T와 단위를 맞춘 뒤, $M_e = \{M + \sqrt{M^2 + T^2}\}/2$에 대입한다. 마지막으로 답의 단위와 계산값의 크기를 검산한다.

암기 포인트

단순 지지·중앙 집중하중은 $M_{max} = PL/4$, 굽힘과 비틀림의 상당 굽힘모멘트는 $M_e = \{M + \sqrt{M^2 + T^2}\}/2$이다.

NoteBase

문 19. 아파트에 상수도 배관을 하려고 한다. 인입 급수관의 안지름이 70 mm인 상수도용 고급 주철관을 사용할 때 사용가능한 급수관의 최소 두께[mm]는? (단, 최대사용 압력은 5 N/mm^2, 주철관의 기준강도는 35 N/mm^2, 안전율은 2, 부식 허용값은 1 mm, 이음효율은 1로 한다)

① 5 ② 6

③ 10 ④ 11

정답 4번

출제 포인트

얇은 원통형 급수관의 원주 방향 응력 공식을 이용하여 내압에 필요한 두께를 구한 뒤 부식 허용값을 더하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 안지름 $d = 70mm$, 내압 $p = 5N/mm^2$, 주철관의 기준강도 $\sigma_B = 35N/mm^2$, 안전율 $n = 2$, 이음효율 $\eta = 1$, 부식 허용값 $c = 1mm$이다.
구해야 할 값: 부식 허용값을 포함한 급수관의 최소 두께이다.
주의할 조건: 먼저 허용응력을 구하고, 강도 계산으로 얻은 두께에 부식 허용값을 마지막에 더한다.

사용할 공식

허용응력은 $\sigma_a = \sigma_B/n$이다. 얇은 원통형 관의 원주 방향 응력 관계에서 강도상 필요한 두께는 $t_0 = pd/(2\sigma_a\eta)$이고, 최종 최소 두께는 $t = t_0 + c$이다.
내압을 받는 관에서는 원주 방향 응력이 두께를 결정하므로 이 공식을 사용한다.

계산 과정

1. 허용응력을 계산하면 $\sigma_a = 35/2 = 17.5N/mm^2$이다.
2. 강도상 필요한 두께는 $t_0 = \frac{5 \times 70}{2 \times 17.5 \times 1} = 10mm$이다.
3. 부식 허용값을 더하면 $t = 10 + 1 = 11mm$이다.

NoteBase

선지 판단

① X — 5mm는 기준강도 35N/mm^2를 그대로 사용하고 부식 허용값도 더하지 않은 값이다. 안전율과 부식 허용값을 모두 반영한 최소 두께는 11mm이다.
② X — 6mm는 기준강도를 그대로 사용해 얻은 5mm에 부식 허용값 1mm만 더한 값이다. 안전율 2를 적용한 허용응력으로 계산하면 11mm이다.
③ X — 10mm는 안전율을 반영한 강도상 필요 두께이지만 부식 허용값 1mm를 누락한 값이다. 올바른 최소 두께는 10 + 1 = 11mm이다.
④ O — 허용응력으로 계산한 두께 10mm에 부식 허용값 1mm를 더한 11mm이므로 옳다.

오답 포인트

기준강도 35N/mm^2를 허용응력으로 그대로 사용하거나, 계산된 10mm를 최종 답으로 보고 부식 허용값 1mm를 빠뜨리기 쉽다. 안전율은 강도를 나누어 허용응력을 구할 때 반영하고, 부식 허용값은 강도 계산 뒤에 더한다.

다시 나오면 이렇게 판단

내압을 받는 얇은 관의 두께 문제는 기준강도에서 허용응력을 구하고, $t_0 = pd/(2\sigma_a\eta)$로 강도상 두께를 계산한 다음, 부식 허용값을 더하는 순서로 판단한다.

암기 포인트

관 두께는 '기준강도 ÷ 안전율 → 내압 두께 계산 → 부식 허용값 더하기'의 순서이다.

NoteBase

문 20. 기본 동정격하중이 3,000 kg_f인 레이디얼 볼베어링을 360 rpm으로 10,000시간의 수명을 주려고 할 때, 베어링이 받을 수 있는 최대 하중[kg_f]은? (단, 베어링 수명에 영향을 줄 수 있는 그 밖의 인자는 모두 무시한다)

① 100 ② $200\sqrt{6}$

③ 300 ④ 500

정답 4번

출제 포인트

레이디얼 볼베어링의 기본 정격수명 공식에서 회전수와 요구 수명을 총 회전수로 환산한 뒤, 허용할 수 있는 최대 레이디얼 하중을 구하는 문제이다.

조건 정리

기본 동정격하중은 $C = 3{,}000\text{kgf}$, 회전수는 $n = 360\text{rpm}$, 요구 수명은 $L_h = 10{,}000\text{h}$이다. 구해야 할 값은 베어링이 받을 수 있는 최대 레이디얼 하중 P이다. 볼베어링의 수명지수는 3이며, 수명에 영향을 주는 다른 인자는 모두 무시한다.

사용할 공식

볼베어링의 기본 정격수명은 백만 회전을 단위로 하여 다음과 같다.

$L_{10} = \left(\frac{C}{P}\right)^3$

시간 수명을 백만 회전 단위로 바꾸는 식은 다음과 같다.

$L_{10} = \frac{60nL_h}{10^6}$

문제에서 레이디얼 볼베어링의 동정격하중, 회전수, 요구 수명이 주어졌으므로 두 식을 함께 사용한다.

계산 과정

1. 요구 수명을 총 회전수 기준의 정격수명으로 환산한다.

$L_{10} = \frac{60 \times 360 \times 10{,}000}{10^6} = 216$

즉, 요구 수명은 216백만 회전이다.

2. 볼베어링 수명 공식에 대입한다.

$216 = \left(\frac{3{,}000}{P}\right)^3$

3. $216 = 6^3$이므로 최대 하중은 다음과 같다.

$P = \frac{3{,}000}{\sqrt[3]{216}} = \frac{3{,}000}{6} = 500\text{kgf}$

NoteBase

선지 판단

① X — 100kgf는 계산 결과인 500kgf와 일치하지 않는다. 올바르게는 최대 하중이 500kgf이다.
② X — $200\sqrt{6}\,\text{kgf} \approx 489.9\text{kgf}$로서 계산 결과와 일치하지 않는다. 올바르게는 세제곱근 $\sqrt[3]{216} = 6$을 적용하여 500kgf이다.
③ X — 300kgf는 계산 결과인 500kgf보다 작다. 올바르게는 최대 하중이 500kgf이다.
④ O — 수명 공식으로 구한 최대 레이디얼 하중이 정확히 500kgf이므로 옳다.

오답 포인트

핵심 함정은 10,000h를 그대로 수명 공식에 넣거나, 볼베어링의 수명지수 3을 제곱근으로 잘못 처리하는 데 있다. 먼저 $60nL_h/10^6$으로 백만 회전 수명 216을 구하고, 216의 세제곱근이 6임을 적용해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

회전수와 시간 수명이 주어진 베어링 문제는 먼저 시간을 백만 회전 단위의 수명으로 환산하고, 볼베어링이면 지수 3을 적용한 뒤 하중을 구한다. 마지막에는 하중이 커질수록 수명이 짧아진다는 관계로 계산 방향을 검산한다.

암기 포인트

볼베어링은 $L_{10} = (C/P)^3$이고, 시간 수명은 $L_{10} = 60nL_h/10^6$으로 백만 회전 단위로 바꾼다.

NoteBase