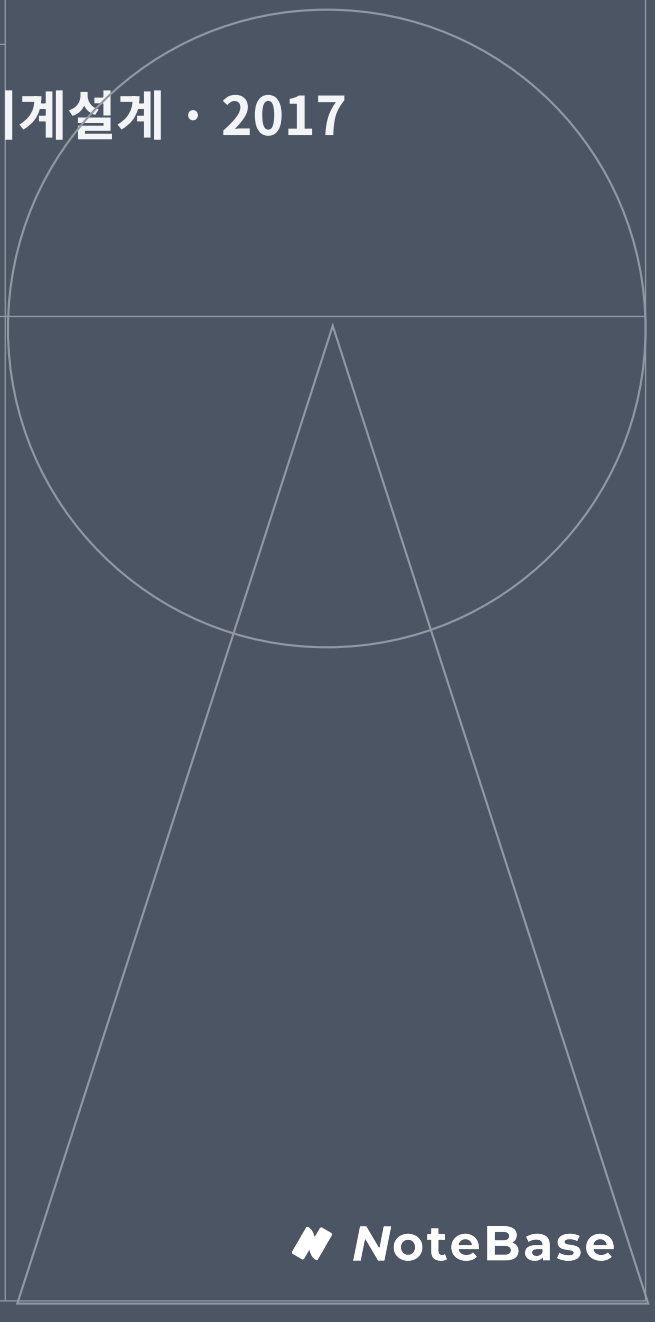
기출OX 해설집

공무원/지방직/9급 경력 · 기계설계 · 2017



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/지방직/9급 경력 · 기계설계 · 2017

공무원/지방직/9급 경력 · 기계설계 · 2017

문 1. 기계 재료 표기법에 의하면 기호 다음 세 자리 숫자는 그 재료의 최저 인장 강도[N/mm^2]를 나타낸다. KS기호가 SS400이고, 안전율(safety factor)이 2인 재료의 허용 인장 응력은?

① 200 MPa
② 400 MPa
③ 200 GPa
④ 400 GPa

정답 1번

출제 포인트

재료 기호가 나타내는 최저 인장 강도를 안전율로 나누어 허용 인장 응력을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: SS400의 최저 인장 강도는 $400N/mm^2$이고, 안전율은 2이다.
구해야 할 값: 허용 인장 응력이다.
주의할 조건: 재료 기호의 400을 그대로 답으로 고르는 것이 아니라 안전율을 적용해야 한다. 또한 $1N/mm^2 = 1MPa$이다.

사용할 공식

$\sigma_{allow} = \frac{\sigma_B}{n}$
여기서 σ_{allow}는 허용 인장 응력, σ_B는 최저 인장 강도, n은 안전율이다. 허용 응력은 재료의 기준 강도를 안전율만큼 낮춘 값이므로 이 공식을 사용한다.

계산 과정

1. 최저 인장 강도 $400N/mm^2$와 안전율 2를 공식에 대입한다.
2. $\sigma_{allow} = \frac{400}{2} = 200N/mm^2$
3. $1N/mm^2 = 1MPa$이므로 허용 인장 응력은 $200MPa$이다.

NoteBase

선지 판단

① O — 200MPa는 계산된 허용 인장 응력과 일치한다.
② X — 400MPa는 안전율을 적용하지 않고 최저 인장 강도를 그대로 택한 값이다. 올바르게는 400MPa를 안전율 2로 나눈 200MPa이다.
③ X — 200GPa는 계산값 200MPa와 단위가 다르며, 200GPa = 200,000MPa이다. 올바르게는 200MPa = 0.2GPa이다.
④ X — 400GPa는 안전율도 적용하지 않았고 단위도 잘못 선택한 값이다. 올바르게는 200MPa = 0.2GPa이다.
계산 결과 200MPa이므로 정답은 1번이다.

오답 포인트

②는 SS400의 400을 허용 응력으로 곧바로 보는 함정이다. ③과 ④는 MPa와 GPa를 혼동하게 하는 선지이며, 1GPa = 1000MPa이므로 같은 숫자라도 단위가 바뀌면 같은 응력이 아니다.

다시 나오면 이렇게 판단

재료 기호에서 기준 강도를 읽고, 허용 응력은 그 값을 안전율로 나눈 뒤, 마지막에 응력 단위를 검산한다.

암기 포인트

허용 응력 = 기준 강도 ÷ 안전율, $1N/mm^2 = 1MPa$이다.

NoteBase

문 2. 1줄 미터 나사를 240° 회전시켰을 때, 축 방향으로 1 mm 이동하였다. 이 나사의 피치[mm]는?

① 1
② 1.5
③ 3
④ 3.75

정답 2번

출제 포인트

나사의 회전각과 축 방향 이동량의 비례 관계를 이용해 피치를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 회전각은 240 °, 축 방향 이동량은 1mm이다.
구해야 할 값: 나사가 1회전할 때 축 방향으로 이동하는 거리인 피치 p이다.
주의할 조건: 1회전은 360 °이므로 240 °를 회전수로 바꾸어야 한다.

사용할 공식

회전수가 n일 때 축 방향 이동량 L은 다음과 같다.
$L = pn, \qquad n = \frac{\theta}{360^\circ}$
피치는 1회전당 축 방향 이동량이므로, 회전각에 해당하는 회전수를 구한 뒤 이동량을 그 회전수로 나눈다.

계산 과정

1. 회전각을 회전수로 바꾸면 다음과 같다.
$n = \frac{240^\circ}{360^\circ} = \frac{2}{3}$
2. 이동량 관계식에 대입한다.
$1mm = p \times \frac{2}{3}$
3. 피치를 구하면 다음과 같다.
$p = 1mm \times \frac{3}{2} = 1.5mm$

선지 판단

① X — 피치가 1mm라면 240 ° 회전 시 이동량은 $1 \times \frac{2}{3} = \frac{2}{3}mm$이므로 주어진 1$mm$와 맞지 않는다. 올바른 피치는 1.5$mm$이다.
② O — 피치가 1.5mm이면 240 ° 회전 시 $1.5 \times \frac{2}{3} = 1mm$ 이동하므로 조건과 일치한다.
③ X — 피치가 3mm라면 240 ° 회전 시 $3 \times \frac{2}{3} = 2mm$ 이동하므로 틀리다. 올바른 피치는 1.5mm이다.
④ X — 피치가 3.75mm라면 240 ° 회전 시 $3.75 \times \frac{2}{3} = 2.5mm$ 이동하므로 틀리다. 올바른 피치는 1.5mm이다.

NoteBase

오답 포인트

피치는 1회전당 이동량이다. 240 °를 1회전으로 보거나, 240/360을 곱해야 할 자리와 나누어야 할 자리를 혼동하면 오답이 된다. 이 문제에서는 1mm가 2/3회전 동안의 이동량이므로 이를 2/3으로 나누어야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

회전각을 먼저 $n = \theta/360$ °으로 환산하고, $L = pn$에 대입하여 피치를 구한 뒤 단위를 확인한다.

암기 포인트

피치는 1회전당 이동량이며, 회전각이 주어지면 $p = L \div (\theta/360\ ^\circ)$이다.

NoteBase

문 3. 두께가 같은 두 강판을 1줄 겹치기 리벳 이음할 경우, 판의 효율은 리벳 구멍이 없는 판의 인장 강도에 대한 리벳 구멍이 있는 판의 인장 강도 비이다. 리벳 구멍 사이의 절단만을 고려할 때, 판의 효율이 증가하는 경우는? (단, 판 두께는 10 mm, 리벳 지름은 16 mm, 리벳 피치는 45 mm, 강판의 허용 인장 응력은 40 N/mm^2이다)

① 두께가 12 mm인 강판으로 교체한다.
② 지름이 19 mm인 리벳으로 교체한다.
③ 리벳의 피치를 48 mm로 조정한다.
④ 강판을 허용 인장 응력이 45 N/mm^2인 재료로 교체한다.

정답 3번

출제 포인트

리벳 구멍 사이 판의 순단면을 기준으로 한 리벳 이음의 효율 공식을 이용하여 치수와 재료 조건의 변화가 효율에 미치는 영향을 판단하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 판 두께 $t = 10mm$, 리벳 구멍 지름 $d = 16mm$, 리벳 피치 $p = 45mm$, 강판의 허용 인장 응력 $\sigma_t = 40N/mm^2$이다.
구해야 할 값: 각 조건 변경 시 판의 효율이 증가하는지를 판단한다.
주의할 조건: 리벳 구멍 사이의 절단면, 즉 한 피치에서 구멍을 제외한 판의 순단면을 고려한다.

사용할 공식

구멍이 없는 판의 한 피치당 인장 강도는
$P_0 = pt\sigma_t$
이고, 구멍이 있는 판의 순단면 인장 강도는
$P_t = (p - d)t\sigma_t$
이다. 따라서 판의 효율은
$\eta = \frac{P_t}{P_0} = \frac{(p-d)t\sigma_t}{pt\sigma_t} = \frac{p-d}{p}$
이다. 한 피치 폭에서 리벳 구멍의 폭을 제외한 순단면과 구멍이 없는 총단면의 강도를 비교하므로 이 공식을 사용한다.

NoteBase

계산 과정

현재 효율은
$\eta_0 = \frac{45-16}{45} = \frac{29}{45} \approx 0.6444 = 64.44\%$
이다.
두께를 $12mm$로 바꾸거나 허용 인장 응력을 $45N/mm^2$로 바꾸어도 t와 σ_t는 효율식에서 약분되므로 효율은 그대로이다.
리벳 지름을 $19mm$로 바꾸면
$\eta = \frac{45-19}{45} = \frac{26}{45} \approx 57.78\%$
로 감소한다.
피치를 $48mm$로 바꾸면
$\eta = \frac{48-16}{48} = \frac{32}{48} \approx 66.67\%$
로 증가한다.

선지 판단

① X — 판 두께를 $12mm$로 늘리면 순단면 강도와 구멍이 없는 판의 강도가 같은 비율로 증가하여 효율은 64.44%로 변하지 않는다. 틀린 표현 '효율이 증가한다'는 '효율은 변하지 않는다'로 고쳐야 한다.
② X — 리벳 지름을 $19mm$로 늘리면 순단면 폭이 줄어 효율이 57.78%로 감소한다. 틀린 표현 '효율이 증가한다'는 '효율이 감소한다'로 고쳐야 한다.
③ O — 리벳 피치를 $48mm$로 늘리면 구멍 지름이 차지하는 비율이 작아져 효율이 66.67%로 증가한다.
④ X — 허용 인장 응력을 $45N/mm^2$인 재료로 바꾸면 두 강도가 같은 비율로 증가하므로 효율은 64.44%로 변하지 않는다. 틀린 표현 '효율이 증가한다'는 '효율은 변하지 않는다'로 고쳐야 한다.

오답 포인트

판의 강도 자체와 강도의 비인 효율을 혼동하기 쉽다. 두께나 허용 인장 응력이 커지면 강도는 증가하지만, 분자와 분모가 함께 증가하므로 효율은 변하지 않는다. 또한 리벳 지름 증가는 순단면 폭을 줄이므로 효율을 낮춘다.

다시 나오면 이렇게 판단

순단면 기준 효율 문제에서는 먼저 $\eta = (p-d)/p = 1 - d/p$로 정리한다. 그다음 두께와 허용 응력은 약분되는 값이고, 피치 증가는 효율을 높이며 구멍 지름 증가는 효율을 낮춘다는 관계로 판단한다.

암기 포인트

순단면 효율은 $\eta = 1 - d/p$이다. 피치가 커지면 효율은 증가하고, 구멍 지름이 커지면 효율은 감소한다.

NoteBase

문 4. 보통 나사에 비해 마찰 계수가 작고, 효율 90 % 이상이 가능하며, 백래쉬(back lash)가 적어 수치제어 공작기계의 이송용 나사 등으로 널리 사용하는 것은?

① 볼 나사
② 둥근 나사
③ 사다리꼴 나사
④ 톱니 나사

정답 1번

출제 포인트

마찰이 작고 효율이 90% 이상이며 백래시를 작게 할 수 있는 이송용 나사의 종류를 구별하는 문제이다.

핵심 개념

볼 나사는 나사축과 너트 사이에 볼을 넣어 미끄럼 마찰을 구름 마찰로 바꾸는 나사이다. 마찰이 작아 효율이 높고, 예압을 주면 백래시를 줄일 수 있어 수치제어 공작기계의 정밀 이송용 나사로 널리 사용된다.
둥근 나사는 나사산의 꼭대기와 골이 둥글어 충격이나 오염에 비교적 강한 나사이고, 사다리꼴 나사는 나사산 단면이 사다리꼴인 일반적인 동력 전달용 나사이며, 톱니 나사는 한쪽 방향의 큰 축하중을 전달하는 데 적합한 나사이다.

선지별 해설

① O — 볼 나사는 볼의 구름 운동으로 마찰계수가 작고 효율이 높다. 예압으로 백래시도 작게 만들 수 있으므로 제시된 특징에 모두 부합한다.
② X — 틀린 표현은 '둥근 나사'이다. 둥근 나사는 둥근 나사산으로 충격이나 오염에 견디는 용도에 적합하며, 제시된 고효율·저백래시 정밀 이송용 나사는 볼 나사이다.
③ X — 틀린 표현은 '사다리꼴 나사'이다. 사다리꼴 나사는 미끄럼 접촉으로 동력을 전달하는 일반적인 운동 나사이며, 90% 이상의 효율과 작은 백래시를 특징으로 하는 나사는 볼 나사이다.
④ X — 틀린 표현은 '톱니 나사'이다. 톱니 나사는 한쪽 방향으로 큰 축하중을 전달하는 데 적합하며, 수치제어 공작기계의 고효율 정밀 이송에 해당하는 나사는 볼 나사이다.

오답 포인트

사다리꼴 나사도 공작기계의 이송이나 동력 전달에 사용될 수 있어 ③과 혼동하기 쉽다. 그러나 '마찰이 작다', '효율 90% 이상', '백래시가 작다'가 함께 제시되면 미끄럼 나사가 아니라 구름 접촉을 이용하는 볼 나사를 가리킨다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

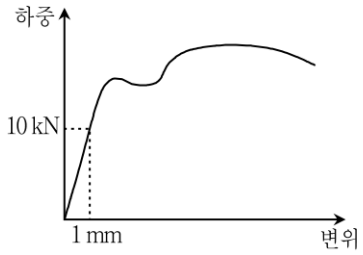
구름 접촉, 고효율, 예압에 의한 백래시 감소, 정밀 이송이라는 단서가 함께 나오면 볼 나사로 판단한다. 한쪽 방향의 큰 축하중은 톱니 나사, 일반적인 동력 전달은 사다리꼴 나사와 연결한다.

암기 포인트

볼 나사는 구름 마찰·고효율·저백래시·정밀 이송이다.

NoteBase

문 5. 다음 하중−변위선도는 어떤 재료로 만들어진 시험편을 사용하여 인장 시험한 결과이다. 이를 이용하여 계산한 재료의 세로 탄성계수는? (단, 시험편의 초기 표점 길이는 50 mm, 초기 단면적은 100 mm^2이다)



① 5 MPa
② 5×10^2 MPa
③ 5 GPa
④ 5×10^2 GPa

정답 3번

출제 포인트

하중-변위선도의 탄성 구간에서 하중과 변위를 읽고, 이를 각각 응력과 변형률로 바꾸어 세로 탄성계수 E를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 하중 $F = 10kN = 10{,}000N$, 변위 $\delta = 1mm$, 초기 표점 길이 $L = 50mm$, 초기 단면적 $A = 100mm^2$이다.
구해야 할 값: 세로 탄성계수 E이다.
주의할 조건: 그래프의 해당 점은 초기 직선 탄성 구간에 있으므로 그 구간의 기울기를 사용하며, kN을 N으로 환산해야 한다.

사용할 공식

응력은 $\sigma = F/A$, 변형률은 $\varepsilon = \delta/L$이므로 세로 탄성계수는 다음과 같다.
$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} = \frac{F/A}{\delta/L} = \frac{FL}{A\delta}$
세로 탄성계수는 탄성 구간에서 응력과 변형률의 비이므로 이 공식을 사용한다.

계산 과정

1. 응력을 계산하면 $\sigma = 10{,}000/100 = 100N/mm^2 = 100MPa$이다.
2. 변형률을 계산하면 $\varepsilon = 1/50 = 0.02$이다.
3. 따라서 $E = 100/0.02 = 5{,}000MPa = 5GPa$이다.

NoteBase

선지 판단

① X — $5MPa$는 계산값 $5{,}000MPa$의 1/1,000이다. 하중의 $10kN$을 $10{,}000N$으로 바꾸지 않고 수치 10을 그대로 대입하면 나오는 값이며, 올바른 값은 $5GPa$이다.
② X — $5 \times 10^{2} MPa = 500MPa = 0.5GPa$이므로 계산값보다 10배 작다. 올바른 값은 $5 \times 10^{3} MPa = 5GPa$이다.
③ O — $5GPa$는 계산 결과 $5{,}000MPa$와 정확히 같다.
④ X — $5 \times 10^{2} GPa = 500GPa$이므로 계산값보다 100배 크다. 올바른 값은 $5GPa$이다.

오답 포인트

하중-변위선도의 기울기 자체를 탄성계수로 착각하면 안 된다. 하중을 단면적으로 나누어 응력으로, 변위를 초기 표점 길이로 나누어 변형률로 바꿔야 하며, $1GPa = 10^{3} MPa$의 단위 관계도 함께 확인해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

하중-변위선도가 주어지면 탄성 구간의 한 점에서 F와 δ를 읽고, $E = FL/(A\delta)$에 대입한 뒤 kN-N 및 MPa-GPa 단위를 검산한다.

암기 포인트

하중-변위에서 탄성계수로 바꿀 때는 $E = FL/(A\delta)$이다.

NoteBase

문 6. 유체의 흐름을 조절하는 밸브와 콕에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 원판형 밸브판을 회전시켜 관로의 개폐를 가감하는 밸브는 나비형 밸브이다.
② 증기, 가스 등의 유체가 규정한도에 도달하면 자동적으로 밸브가 열리면서 유체를 밖으로 배출하는 밸브는 안전 밸브이다.
③ 밸브 시트가 유체 흐름에 직각으로 미끄러져 유로를 개폐하며, 고압·고속으로 유량이 많고 자주 개폐하지 않는 곳에 사용하는 밸브는 슬루스 밸브이다.
④ 원통 또는 원뿔형 플러그를 90° 회전시켜 유체의 흐름을 조절하는 밸브는 정지 밸브이다.

정답 4번

출제 포인트

유체의 흐름을 조절하는 나비형 밸브, 안전 밸브, 슬루스 밸브, 콕(플러그 밸브)의 작동 방식과 명칭을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

나비형 밸브는 원판형 디스크를 회전시켜 유로를 열고 닫는 밸브이다.
안전 밸브는 압력이 설정 한도에 도달하면 자동으로 열려 유체를 배출함으로써 설비의 과압을 방지하는 밸브이다.
슬루스 밸브는 판 모양의 밸브 시트를 유체 흐름에 직각으로 이동시켜 유로를 완전히 열거나 닫는 밸브이다.
콕(플러그 밸브)은 통로가 뚫린 원통형 또는 원뿔형 플러그를 90° 회전시켜 유로를 개폐하는 밸브이다. 정지 밸브는 밸브 디스크를 밸브 시트에 접근시키거나 떨어뜨려 유로를 조절하는 구조이므로 콕과 작동 방식이 다르다.

선지별 해설

① O — 원판형 밸브판을 회전시켜 관로의 개도를 조절하는 것은 나비형 밸브의 작동 방식이다.
② O — 증기나 가스의 압력이 규정 한도에 이르면 자동으로 열려 유체를 외부로 배출하는 것은 안전 밸브의 기능이다.
③ O — 밸브 시트가 흐름에 직각으로 미끄러져 유로를 개폐하는 밸브는 슬루스 밸브이다. 완전 개방 시 유로 저항이 작아 유량이 많은 관로에 적합하고, 교축 운전보다 자주 개폐하지 않는 완전 개폐용으로 사용한다.
④ X — 틀린 표현은 '정지 밸브'이다. 원통형 또는 원뿔형 플러그를 90° 회전시켜 유로를 조절하는 밸브는 콕, 즉 플러그 밸브이다. 올바르게는 '원통형 또는 원뿔형 플러그를 90° 회전시켜 유체의 흐름을 조절하는 밸브는 콕(플러그 밸브)이다'라고 해야 한다.

NoteBase

오답 포인트

④는 유체를 멈추거나 조절한다는 기능만 보고 정지 밸브로 판단하게 만드는 선지이다. 밸브의 명칭은 기능뿐 아니라 작동 부품과 운동 방식으로 구별해야 하며, 원통형·원뿔형 플러그의 90° 회전은 콕의 결정적 특징이다.

다시 나오면 이렇게 판단

밸브의 움직이는 부품과 운동 방향을 먼저 확인한다. 원판이 회전하면 나비형 밸브, 설정 압력에서 자동 배출하면 안전 밸브, 판이 흐름에 직각으로 미끄러지면 슬루스 밸브, 구멍 난 플러그가 90° 회전하면 콕으로 판단한다.

암기 포인트

원판 회전은 나비, 과압 자동 배출은 안전, 판의 직각 이동은 슬루스, 플러그의 90° 회전은 콕이다.

NoteBase

문 7. 회전 운동을 직선 운동으로 변환하는 기구나 장치로 사용하지 않는 것은?

① 원판 캠
② 원뿔 마찰차
③ 슬라이더 크랭크 기구
④ 랙과 피니언

정답 2번

출제 포인트

회전 운동을 직선 왕복 운동 또는 직선 운동으로 바꾸는 기구와, 회전 운동을 그대로 전달하는 기구를 구별하는 문제이다.

핵심 개념

운동 변환 기구는 입력 운동과 출력 운동의 형태를 서로 다르게 바꾼다. 원판 캠·슬라이더 크랭크 기구·랙과 피니언은 회전 운동과 직선 운동 사이의 변환에 쓰인다. 반면 원뿔 마찰차는 접촉면의 마찰력으로 한 축의 회전 운동을 다른 축에 전달하는 기구이므로 출력도 회전 운동이다.

선지별 해설

① O — 원판 캠이 회전하면 종동절이 캠의 윤곽을 따라 직선 왕복 운동을 하므로 회전 운동을 직선 운동으로 변환한다.
② X — 원뿔 마찰차는 두 마찰차의 접촉으로 회전 운동을 다른 축의 회전 운동에 전달한다. '회전 운동을 직선 운동으로 변환하는 기구'라는 분류가 틀렸으며, 올바르게는 '회전 운동을 회전 운동으로 전달하는 기구'이다.
③ O — 크랭크의 회전 운동이 커넥팅 로드를 거쳐 슬라이더의 직선 왕복 운동으로 바뀐다.
④ O — 피니언이 회전하면 맞물린 랙이 직선으로 이동하므로 회전 운동을 직선 운동으로 변환한다.

오답 포인트

원뿔 마찰차도 회전축의 방향이나 회전 속도를 바꿀 수 있어 운동 변환 기구처럼 보이지만, 운동 형태 자체는 회전에서 회전으로 유지된다. 이 문항에서는 방향·속도의 변화가 아니라 출력 운동이 직선인지가 판단 기준이다.

다시 나오면 이렇게 판단

각 기구의 출력 부품을 확인한다. 종동절·슬라이더·랙이 직선으로 움직이면 회전-직선 변환 기구이고, 다른 바퀴나 축이 계속 회전하면 회전 전달 기구이다.

암기 포인트

캠·크랭크·랙은 회전→직선, 마찰차는 회전→회전이다.

NoteBase

문 8. 클러치(clutch)에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 맞물림 클러치는 동력 전달 시 손실이 있고, 종동축에 순간적인 큰 회전력을 전달할 수 없다.

② 마찰 클러치의 종류에는 단판 클러치, 다판 클러치, 원추 클러치 등이 있다.

③ 마찰 클러치는 원동축과 종동축에 붙어 있는 접촉면을 강하게 접촉시켜서 생긴 마찰력에 의해 동력을 전달한다.

④ 맞물림 클러치는 서로 맞물리는 턱(jaw)을 가진 플랜지를 원동축과 종동축에 설치하고, 종동축을 원동축 방향으로 이동시켜 동력을 전달한다.

정답 1번

출제 포인트

클러치의 동력 전달 방식에 따라 맞물림 클러치와 마찰 클러치의 특징을 구분하는 문제이다.

핵심 개념

맞물림 클러치는 턱이나 이와 같은 돌기를 직접 맞물려 미끄럼 없이 동력을 전달하는 클러치이다. 동력 전달 중 미끄럼 손실이 거의 없고 큰 회전력을 전달할 수 있지만, 회전 중 급격히 맞물리면 충격이 생길 수 있다.
마찰 클러치는 원동측과 종동측의 마찰면을 압착하여 생기는 마찰력으로 동력을 전달하는 클러치이다. 단판 클러치, 다판 클러치, 원추 클러치 등이 이에 속한다.

선지별 해설

① X — '동력 전달 시 손실이 있고, 순간적인 큰 회전력을 전달할 수 없다'는 부분이 틀렸다. 맞물림 클러치는 맞물린 턱이 미끄럼 없이 회전력을 전달하므로 전달 손실이 거의 없고 큰 회전력을 전달할 수 있다. 올바르게는 '동력 전달 시 미끄럼 손실이 거의 없고 큰 회전력을 전달할 수 있으나, 맞물릴 때 충격이 생길 수 있다'이다.
② O — 단판 클러치, 다판 클러치, 원추 클러치는 모두 접촉면의 마찰을 이용하는 마찰 클러치의 대표적인 종류이다.
③ O — 마찰 클러치는 원동측과 종동측의 접촉면을 강하게 압착하고, 그때 생기는 마찰력으로 동력을 전달한다.
④ O — 맞물림 클러치는 원동축과 종동축에 턱이 있는 부재를 두고, 축 방향으로 이동시켜 서로 맞물리게 함으로써 동력을 전달한다.

오답 포인트

①은 맞물림 순간의 충격과 동력 전달 중의 손실을 혼동하게 만든다. 맞물림 클러치의 단점은 결합할 때 충격이 생길 수 있다는 것이며, 결합된 뒤 미끄러져 손실이 크거나 큰 회전력을 전달하지 못한다는 것이 아니다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

턱이나 이의 직접 결합이면 맞물림 클러치로 보아 '미끄럼이 거의 없음·큰 회전력 전달·결합 충격 가능'을 적용한다. 접촉면을 압착한다면 마찰 클러치로 보아 '마찰력으로 전달·미끄럼 결합 가능'을 적용한다.

암기 포인트

맞물림은 턱으로 직접 전달하여 손실은 작고 회전력은 크며, 마찰식은 면을 눌러 마찰력으로 전달한다.

NoteBase

문 9. 동력 전달 장치에 사용되는 중실축이 비틀림 모멘트만 받고 있다. 축의 허용 비틀림 응력 50 MPa, 축의 지름 20 mm, 축의 회전속도 300 rpm이라 할 때 축의 전달 동력[kW]은?

① $\frac{\pi}{2}$

② $\frac{\pi^2}{2}$

③ $\frac{\pi}{4}$

④ $\frac{\pi^2}{4}$

정답 4번

출제 포인트

중실축의 허용 비틀림 응력으로 전달 토크를 구한 뒤, 회전 각속도를 곱하여 전달 동력을 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 허용 비틀림 응력 $\tau = 50MPa = 50N/mm^2$, 축 지름 $d = 20mm$, 회전속도 $n = 300rpm$이다.
구해야 할 값: 축의 전달 동력 P이다.
주의할 조건: 중실축이며 비틀림 모멘트만 받으므로 중실 원형축의 최대 비틀림 응력식을 사용하고, 최종 동력은 kW로 환산한다.

사용할 공식

중실 원형축의 최대 비틀림 응력은 $\tau = 16T/(\pi d^3)$이므로 전달 토크는 $T = \tau\pi d^3/16$이다. 회전축의 동력은 $P = T\omega$, 각속도는 $\omega = 2\pi n/60$이다.
이 공식을 쓰는 이유는 허용 비틀림 응력이 축 표면의 최대 전단응력을 제한하고, 회전축의 전달 동력이 토크와 각속도의 곱으로 결정되기 때문이다.

계산 과정

1. 전달 토크를 계산한다.
$T = \frac{50 \times \pi \times 20^3}{16} = 25{,}000\pi N \cdot mm = 25\pi N \cdot m$
2. 회전속도를 각속도로 바꾼다.
$\omega = \frac{2\pi \times 300}{60} = 10\pi rad/s$
3. 전달 동력을 계산하고 kW로 환산한다.
$P = T\omega = (25\pi)(10\pi) = 250\pi^2 W = \frac{\pi^2}{4} kW$

NoteBase

선지 판단

① X — $\pi/2kW$는 계산 결과 $\pi^2/4kW$와 다르다. 틀린 값 $\pi/2$가 아니라 올바른 값은 $\pi^2/4$이다.
② X — $\pi^2/2kW$는 올바른 값 $\pi^2/4kW$의 2배이다. 틀린 분모 2가 아니라 올바른 분모는 4이다.
③ X — $\pi/4kW$는 토크와 각속도에 각각 포함된 π를 모두 반영하지 못한 값이다. 틀린 값 $\pi/4$가 아니라 올바른 값은 $\pi^2/4$이다.
④ O — 토크 $25\pi N\cdot m$와 각속도 $10\pi rad/s$를 곱하면 $250\pi^2 W=\pi^2/4kW$이므로 계산 결과와 일치한다.

오답 포인트

토크를 $N\cdot mm$에서 $N\cdot m$로 바꿀 때 1,000으로 나누고, 동력을 W에서 kW로 바꿀 때 다시 1,000으로 나누어야 한다. 또한 토크 식과 각속도 식에 각각 π가 있으므로 최종값에는 π^2가 남는다.

다시 나오면 이렇게 판단

중실축 비틀림 문제는 $T=\tau\pi d^3/16$으로 토크를 구하고, $\omega=2\pi n/60$으로 각속도를 구한 뒤, $P=T\omega$를 적용하고 단위를 검산하는 순서로 판단한다.

암기 포인트

중실축은 $T=\tau\pi d^3/16$, 회전 동력은 $P=T\omega$이다.

NoteBase

문 10. 지름 d인 축에 폭 b인 묻힘 키를 설치했을 때, 전단력에 의해 키가 파손되지 않는 키의 길이(l)를 구하는 식은? (단, 축과 묻힘 키의 재료는 동일하다)

① $l = \frac{\pi d^2}{b}$

② $l = \frac{\pi d^2}{4b}$

③ $l = \frac{\pi d^2}{8b}$

④ $l = \frac{\pi d^2}{16b}$

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 축이 전달할 수 있는 최대 토크와 묻힘 키가 전단으로 전달할 수 있는 최대 토크를 같게 두어, 키가 축보다 먼저 전단 파손되지 않는 최소 길이 l을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 축의 지름은 d, 묻힘 키의 폭은 b이다.
구해야 할 값: 키의 최소 길이 l이다.
주의할 조건: 축과 키의 재료가 동일하므로 두 부재의 허용 전단응력을 같은 τ로 둘 수 있다.

사용할 공식

원형 축의 비틀림 전단강도는
$T_s = \frac{\pi}{16}\tau d^3$
이다. 키의 전단면적은 bl이고, 축 표면에서 토크를 전달하는 힘을 F라 하면 $T = F(d/2)$이다. 따라서 키의 전단강도는
$T_k = (\tau bl)\frac{d}{2}$
이다. 축이 견디는 최대 토크를 키도 전달해야 하므로 $T_s = T_k$를 사용한다.

NoteBase

계산 과정

축과 키의 최대 전달 토크를 같게 두면
$\frac{\pi}{16}\tau d^3 = \tau b l \frac{d}{2}$
이다. 양변에서 τd를 약분하면
$\frac{\pi d^2}{16} = \frac{bl}{2}$
이고, 이를 l에 대하여 정리하면
$l = \frac{\pi d^2}{8b}$
이다.

선지 판단

① X — $l = \frac{\pi d^2}{b}$는 계산된 최소 길이의 8배이다. 축의 비틀림 강도에 포함되는 1/16과 키의 토크 팔길이 $d/2$를 정확히 반영해야 하며, 올바르게는 $l = \frac{\pi d^2}{8b}$이다.
② X — $l = \frac{\pi d^2}{4b}$는 계산 결과의 2배이다. 토크를 전단력으로 바꿀 때 작용 반지름이 $d/2$임을 반영하면 분모는 $4b$가 아니라 $8b$가 되므로, 올바르게는 $l = \frac{\pi d^2}{8b}$이다.
③ O — 축의 비틀림 전단강도와 키의 전단강도를 같게 둔 결과가 $l = \frac{\pi d^2}{8b}$이므로 옳다.
④ X — $l = \frac{\pi d^2}{16b}$는 필요한 최소 길이의 절반에 불과하여 키의 전단강도가 축의 최대 전달 토크에 미치지 못한다. 올바르게는 $l = \frac{\pi d^2}{8b}$이다.

오답 포인트

핵심 함정은 키에 작용하는 전단력만 비교하거나 토크의 작용 반지름 $d/2$를 빠뜨리는 것이다. 전단면적 bl에 허용 전단응력을 곱하면 힘이 되고, 여기에 반드시 반지름 $d/2$를 곱해야 토크가 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

동일 재료의 축과 키가 함께 제시되면 축의 최대 비틀림 토크와 키의 최대 전달 토크를 각각 세운 뒤 같게 둔다. 키는 '전단응력 × 전단면적 bl × 작용 반지름 $d/2$'의 순서로 토크를 구성한다.

암기 포인트

원형 축은 $T_s = \frac{\pi}{16}\tau d^3$, 묻힘 키의 전단은 $T_k = \frac{1}{2}\tau b l d$이며, 동일 재료 조건에서 두 식을 같게 두면 $l = \frac{\pi d^2}{8b}$이다.

NoteBase

문 11. 같은 평면 내에 있는 두 축이 서로 교차하여 이루는 각도가 일정 범위에서 수시로 변화하는 경우에 사용하는 커플링은?

① 올덤 커플링
② 슬리브 커플링
③ 플랜지 커플링
④ 유니버설 커플링

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 두 축의 상대적 위치와 축 사이 각도 변화에 따라 적합한 커플링을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

유니버설 커플링은 서로 교차하는 두 축 사이에서 축이 이루는 각도가 변해도 회전을 전달하는 커플링이다. 올덤 커플링은 서로 평행하지만 중심선이 어긋난 두 축에 사용하고, 슬리브 커플링과 플랜지 커플링은 중심선이 일치하는 두 축을 강하게 연결하는 고정 커플링이다.

선지별 해설

① X — 올덤 커플링은 두 축이 교차하며 각도가 변하는 경우가 아니라, 두 축이 서로 평행하면서 중심선이 어긋난 경우에 사용한다. 틀린 표현인 '올덤 커플링'은 이 조건에서는 '유니버설 커플링'으로 고쳐야 한다.
② X — 슬리브 커플링은 중심선이 일치하는 두 축을 슬리브로 고정하여 연결하는 강성 커플링이므로 축 사이 각도 변화를 허용하는 용도가 아니다. 틀린 표현인 '슬리브 커플링'은 이 조건에서는 '유니버설 커플링'으로 고쳐야 한다.
③ X — 플랜지 커플링은 중심선이 일치하는 두 축의 플랜지를 볼트로 체결하는 강성 커플링이므로 교차각이 수시로 변하는 축에는 적합하지 않다. 틀린 표현인 '플랜지 커플링'은 이 조건에서는 '유니버설 커플링'으로 고쳐야 한다.
④ O — 유니버설 커플링은 같은 평면에서 서로 교차하는 두 축 사이의 각도가 변하는 경우에도 회전을 전달할 수 있으므로 문제의 조건에 맞는다.

오답 포인트

'축의 어긋남을 허용한다'는 공통점만 보고 올덤 커플링을 고르기 쉽다. 그러나 올덤 커플링은 평행한 축의 중심선 어긋남에 대응하고, 유니버설 커플링은 교차하는 축의 각도 변화에 대응한다.

다시 나오면 이렇게 판단

두 축이 평행한 채 중심선만 어긋나면 올덤 커플링, 두 축이 교차하고 그 사이 각도가 변하면 유니버설 커플링으로 판단한다. 중심선이 일치하고 상대 변위가 거의 없으면 슬리브 또는 플랜지와 같은 고정 커플링을 검토한다.

NoteBase

암기 포인트

평행 오프셋은 올덤, 교차각 변화는 유니버설이다.

NoteBase

문 12. 직접 전동장치와 간접 전동장치에 대한 설명으로 옳은 것만을 모두 고른 것은?

ㄱ. 기어와 마찰차는 직접 전동장치이다.
ㄴ. 벨트와 체인은 간접 전동장치이다.
ㄷ. 로프 전동장치는 두 축 사이 거리가 매우 짧고 평벨트보다 작은 동력을 전달할 때 적합하다.
ㄹ. 기어는 회전 운동에서 정확한 속도비를 전달하지 못한다.

① ㄱ, ㄴ
② ㄱ, ㄷ
③ ㄴ, ㄷ
④ ㄴ, ㄹ

정답 1번

출제 포인트

직접 전동과 간접 전동의 구분, 로프 전동의 용도, 기어 전동의 속도비 특성을 묻는 문제이다.

핵심 개념

직접 전동은 두 전동 요소가 직접 접촉하여 동력을 전달하는 방식으로, 기어 전동과 마찰차 전동이 해당한다.
간접 전동은 두 축 사이에 벨트·체인·로프 같은 매개 요소를 두어 동력을 전달하는 방식이다.
로프 전동은 두 축 사이의 거리가 길고 비교적 큰 동력을 전달할 때 사용한다. 기어 전동은 이의 맞물림으로 미끄럼 없이 일정하고 정확한 속도비를 전달한다.

선지별 해설

① O — ㄱ과 ㄴ이 모두 옳다. 기어와 마찰차는 직접 접촉하여 동력을 전달하고, 벨트와 체인은 매개 요소를 이용하여 동력을 전달한다.
② X — ㄱ은 옳지만 ㄷ이 틀렸다. ㄷ의 '두 축 사이 거리가 매우 짧고 평벨트보다 작은 동력을 전달할 때'가 잘못되었다. 올바르게는 로프 전동은 두 축 사이의 거리가 길고 평벨트보다 큰 동력을 전달할 때 적합하다.
③ X — ㄴ은 옳지만 ㄷ이 틀렸다. 올바르게는 로프 전동은 축간거리가 긴 경우와 비교적 큰 동력을 전달하는 경우에 사용한다.
④ X — ㄴ은 옳지만 ㄹ이 틀렸다. ㄹ의 '정확한 속도비를 전달하지 못한다'가 잘못되었다. 올바르게는 기어 전동은 이가 서로 맞물리므로 정확한 속도비를 전달할 수 있다.

오답 포인트

체인은 스프로킷과 맞물리므로 직접 전동처럼 보일 수 있지만, 두 축 사이에서 체인이라는 매개 요소가 동력을 전달하므로 간접 전동이다. 또한 로프 전동의 적용 조건과 기어 전동의 속도비 특성을 반대로 제시한 ㄷ과 ㄹ에 주의한다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

두 전동 요소가 서로 직접 접촉하면 직접 전동, 벨트·체인·로프가 두 축을 이어 주면 간접 전동으로 판단한다. 이어서 로프는 긴 축간거리와 큰 동력, 기어는 정확한 속도비라는 기준을 적용한다.

암기 포인트

기어·마찰차는 직접, 벨트·체인·로프는 간접이다. 로프는 멀고 크게, 기어는 속도비를 정확하게 전달한다.

NoteBase

문 13. 벨트 전동장치에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① V벨트는 평벨트에 비해 접촉 면적이 넓어 큰 동력을 전달할 수 있다.
② 평벨트를 풀리에 거는 방법에는 바로걸기와 엇걸기가 있다.
③ 타이밍 벨트는 기어나 체인에 비해 소음이 적다.
④ 타이밍 벨트는 벨트의 미끄럼이 발생하여 저속의 속도 범위에서만 사용할 수 있다.

정답 4번

출제 포인트

V벨트·평벨트·타이밍 벨트의 동력 전달 원리와 운전 특성을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

V벨트: 사다리꼴 단면의 벨트가 V홈 풀리의 양쪽 면에 접촉하여 쐐기 작용으로 마찰력을 크게 얻는 마찰 전동이다.
평벨트: 평평한 벨트와 풀리 사이의 마찰로 동력을 전달하며, 바로걸기와 엇걸기를 사용할 수 있다.
타이밍 벨트: 벨트의 이와 풀리의 이가 맞물려 일정한 속도비로 동력을 전달하는 동기 전동이다.

선지별 해설

① O — V벨트는 V홈의 양쪽 면에 접촉하고 쐐기 작용으로 큰 마찰력을 얻으므로 평벨트보다 큰 동력을 전달할 수 있다.
② O — 평벨트는 두 풀리를 같은 방향으로 회전시키는 바로걸기와 반대 방향으로 회전시키는 엇걸기로 설치할 수 있다.
③ O — 타이밍 벨트는 유연한 벨트의 이가 풀리의 이와 맞물려 동력을 전달하므로 일반적으로 기어 전동이나 체인 전동보다 운전 소음이 작다.
④ X — 틀린 표현은 '벨트의 미끄럼이 발생하여 저속의 속도 범위에서만 사용할 수 있다'이다. 타이밍 벨트는 이와 이가 맞물리므로 원칙적으로 미끄럼이 없고 정확한 속도비를 유지하며, 저속에만 한정되지 않고 고속 운전에도 사용할 수 있다.

오답 포인트

타이밍 벨트를 평벨트나 V벨트와 같은 마찰 전동으로 생각하면 ④의 '미끄럼'이라는 표현을 놓치기 쉽다. 타이밍 벨트는 벨트이지만 작동 원리는 치형의 맞물림이다.

다시 나오면 이렇게 판단

벨트의 표면 마찰로 전달하는 평벨트·V벨트와 치형의 맞물림으로 전달하는 타이밍 벨트를 먼저 구분한다.
선지에 타이밍 벨트의 미끄럼이나 부정확한 속도비가 제시되면 틀린 설명으로 판단한다.

NoteBase

암기 포인트

V벨트는 쐐기 작용, 평벨트는 바로걸기·엇걸기, 타이밍 벨트는 맞물림·무미끄럼이다.

NoteBase

문 14. 외접한 한 쌍의 원통 마찰차가 있다. 지름 300 mm인 원동차가 600 rpm으로 회전하면서 종동차에 회전을 전달할 때, 종동 마찰차에 전달되는 전달동력[kW]은? (단, 마찰차의 폭은 100 mm, 마찰계수는 0.4, 단위 길이당 허용되는 수직힘은 30 N/mm이다)

① 9π
② 9000π
③ 3.6π
④ 3600π

정답 3번

출제 포인트

단위 길이당 수직힘으로 전체 수직힘을 구한 뒤, 마찰력과 회전 토크를 거쳐 전달동력을 계산하는 문제이다.

조건 정리

마찰차 지름: $d = 300mm = 0.3m$
회전수: $N = 600rpm$
마찰차 폭: $b = 100mm$
마찰계수: $\mu = 0.4$
단위 길이당 허용 수직힘: $q = 30N/mm$
구해야 할 값: 종동 마찰차에 전달되는 동력 P

사용할 공식

전체 수직힘은 $W = qb$, 접선 방향 마찰력은 $F = \mu W$, 전달 토크는 $T = F(d/2)$이다. 회전축의 동력은 $P = 2\pi NT/60$으로 구한다.

마찰차 사이에서 동력을 전달하는 힘은 접촉면의 마찰력이므로, 허용 수직힘에서 마찰력을 먼저 구한 뒤 그 힘이 반지름에서 만드는 토크를 사용한다.

NoteBase

계산 과정

1. 전체 수직힘을 구한다.

$W = qb = 30 \times 100 = 3000N$

2. 전달 가능한 접선 방향 마찰력을 구한다.

$F = \mu W = 0.4 \times 3000 = 1200N$

3. 구동 마찰차 축의 토크를 구한다.

$T = F\frac{d}{2} = 1200 \times \frac{0.3}{2} = 180N \cdot m$

4. 전달동력을 계산한다.

$P = \frac{2\pi NT}{60} = \frac{2\pi \times 600 \times 180}{60} = 3600\pi W = 3.6\pi kW$

따라서 종동 마찰차에 전달되는 동력은 $3.6\pi kW$이다.

선지 판단

① X — $9\pi kW$는 계산 결과 $3.6\pi kW$와 일치하지 않는다. 틀린 값 $9\pi kW$를 올바르게 고치면 $3.6\pi kW$이다.

② X — $9000\pi kW$는 계산 결과와 일치하지 않으며, 수직힘·토크·동력 계산 및 단위 환산을 모두 적용한 값이 아니다. 틀린 값 $9000\pi kW$를 올바르게 고치면 $3.6\pi kW$이다.

③ O — 마찰력 $1200N$, 토크 $180N \cdot m$를 사용하면 전달동력은 $3.6\pi kW$가 된다.

④ X — 3600π는 와트 단위의 계산값이다. 이를 그대로 킬로와트로 쓰면 1000배 크게 표시된다. 틀린 값 $3600\pi kW$를 올바르게 고치면 $3.6\pi kW$이다.

오답 포인트

단위 길이당 수직힘 $30N/mm$를 전체 힘으로 바로 사용하면 안 된다. 폭 $100mm$를 곱해 전체 수직힘을 구해야 한다. 또한 최종값 $3600\pi W$를 kW로 바꿀 때 1000으로 나누어야 하므로 $3.6\pi kW$가 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

마찰차 전달동력 문제는 단위 길이당 수직힘에서 전체 수직힘을 구하고,
$W \rightarrow F = \mu W \rightarrow T = Fr \rightarrow P = 2\pi NT/60$의 순서로 계산한 뒤 W와 kW 단위를 검산한다.

암기 포인트

마찰차는 '수직힘 × 마찰계수 = 접선력', '접선력 × 반지름 = 토크', '토크 × 각속도 = 동력'의 흐름으로 계산한다.

NoteBase

문 15. 롤러 체인을 사용하여 동력을 전달하고자 한다. 체인의 유효장력 F [N], 체인의 피치 p [mm], 구동 스프로킷 회전속도 n_1 [rpm], 종동 스프로킷 회전속도 n_2 [rpm], 종동 스프로킷 잇수 Z [개]일 때, 구동 스프로킷 잇수[개]와 체인의 전달동력[kW]을 구하는 식은? (단, 체인의 속도는 평균 속도를 이용한다)

	구동 스프로킷 잇수	체인의 전달동력
①	$\frac{n_1}{n_2}Z$	$\frac{pn_1Z}{60\times1000}\times F$
②	$\frac{n_2}{n_1}Z$	$\frac{pn_2Z}{60\times1000}\times F$
③	$\frac{n_1}{n_2}Z$	$\frac{pn_1Z}{60\times1000}\times\frac{F}{1000}$
④	$\frac{n_2}{n_1}Z$	$\frac{pn_2Z}{60\times1000}\times\frac{F}{1000}$

정답 4번

출제 포인트

체인의 평균 속도 관계로 구동 스프로킷 잇수를 구하고, $P = Fv$에 W에서 kW로의 단위 변환을 적용하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 체인 유효장력 $F[N]$, 피치 $p[mm]$, 구동 스프로킷 회전속도 $n_1[rpm]$, 종동 스프로킷 회전속도 $n_2[rpm]$, 종동 스프로킷 잇수 Z이다.
구해야 할 값: 구동 스프로킷 잇수와 체인의 전달동력 $[kW]$이다.
주의할 조건: 체인의 평균 속도를 사용하며, p는 mm에서 m로, 동력은 W에서 kW로 환산한다.

사용할 공식

체인의 평균 속도가 양쪽 스프로킷에서 같으므로
$n_1z_1 = n_2Z$
이다. 따라서 구동 스프로킷 잇수는
$z_1 = \frac{n_2}{n_1}Z$
이다.
체인의 평균 속도와 전달동력은
$v = \frac{pn_1z_1}{60\times1000} = \frac{pn_2Z}{60\times1000}[m/s]$
$P = \frac{Fv}{1000}[kW]$
이다. 회전당 체인이 이동하는 길이가 피치와 잇수의 곱이고, 장력과 선속도의 곱은 W 단위의 동력이므로 이 공식을 사용한다.

NoteBase

계산 과정

1. 속도비 관계 $n_1 z_1 = n_2 Z$를 정리하면 $z_1 = \frac{n_2}{n_1} Z$이다.
2. 평균 체인 속도는 $v = \frac{p n_1 z_1}{60 \times 1000} = \frac{p n_2 Z}{60 \times 1000} [m/s]$이다. 여기서 60은 분을 초로, 1000은 mm를 m로 바꾸는 환산값이다.
3. Fv는 W이므로 1000으로 한 번 더 나누면
$P = \frac{p n_2 Z}{60 \times 1000} \times \frac{F}{1000} [kW]$
가 된다.

선지 판단

① X — 구동 스프로킷 잇수를 $\frac{n_1}{n_2} Z$로 두어 회전속도비를 거꾸로 적용했고, 전달동력 식에는 W를 kW로 바꾸는 $\frac{1}{1000}$도 빠져 있다. 올바르게는 $z_1 = \frac{n_2}{n_1} Z$, $P = \frac{p n_2 Z}{60 \times 1000} \times \frac{F}{1000}$이다.
② X — 구동 스프로킷 잇수 $\frac{n_2}{n_1} Z$는 맞지만, $\frac{p n_2 Z}{60 \times 1000} F$의 단위는 W이다. kW로 나타내려면 $\frac{F}{1000}$을 곱해야 한다.
③ X — W를 kW로 환산하는 $\frac{1}{1000}$은 반영했지만, 잇수비를 반대로 썼고 체인 속도에도 잘못된 $n_1 Z$를 사용했다. 올바르게는 $z_1 = \frac{n_2}{n_1} Z$이고 속도항은 $n_2 Z$를 사용한다.
④ O — $z_1 = \frac{n_2}{n_1} Z$이며, $P = \frac{p n_2 Z}{60 \times 1000} \times \frac{F}{1000} [kW]$로 속도 관계와 두 단계의 단위 환산을 모두 정확히 적용했다.

오답 포인트

회전속도와 잇수는 $n_1 z_1 = n_2 Z$의 역비 관계이므로 구동 잇수의 비를 뒤집기 쉽다. 또한 60×1000의 1000은 mm를 m로 바꾸는 값일 뿐이다. 문제에서 동력을 kW로 요구하므로 Fv로 얻은 W를 다시 1000으로 나누어야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

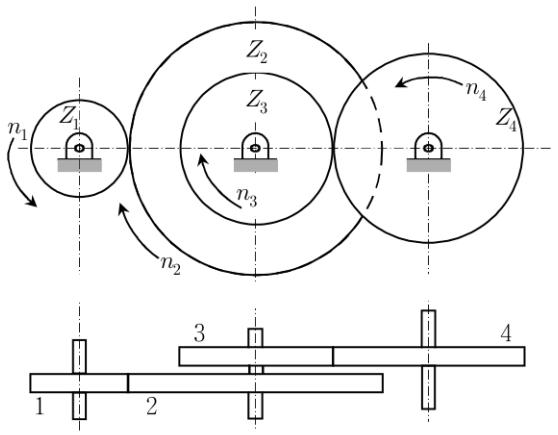
먼저 $n_1 z_1 = n_2 z_2$로 잇수비를 정리하고, $v = pnz$에 $rpm \rightarrow$초와 $mm \rightarrow m$ 환산을 적용한다. 마지막으로 $P = Fv$의 결과가 W임을 확인하여 kW이면 1000으로 한 번 더 나눈다.

암기 포인트

체인 구동은 nz=일정, 평균 속도는 $v = \frac{pnz}{60 \times 1000}$, 전달동력은 $P[kW] = \frac{Fv}{1000}$이다.

NoteBase

문 16. 복합 기어열(gear trains)에서 잇수가 각각 $Z_1 = 10$개, $Z_2 = 50$개, $Z_3 = 30$개, $Z_4 = 40$개일 때, 속도비($\frac{n_1}{n_4}$)는? (단, n_1, n_2, n_3, n_4는 각 기어의 회전속도이다)



① $\frac{5}{4}$ ② $\frac{3}{20}$

③ $\frac{20}{3}$ ④ $\frac{4}{5}$

정답 3번

출제 포인트

복합 기어열에서 같은 축의 기어는 회전속도가 같다는 점과 맞물린 두 기어의 속도비 관계를 이용하여 전체 속도비 n_1/n_4를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 잇수는 $Z_1 = 10, Z_2 = 50, Z_3 = 30, Z_4 = 40$이다. 기어 2와 기어 3은 같은 축에 고정되어 있으므로 $n_2 = n_3$이다. 구해야 할 값은 n_1/n_4이다.

사용할 공식

서로 맞물린 외접 기어에서 회전속도의 크기는 잇수에 반비례하므로 $n_a/n_b = Z_b/Z_a$이다. 따라서 이 복합 기어열에는

$$\frac{n_1}{n_4} = \frac{n_1 n_3}{n_2 n_4} = \frac{Z_2 Z_4}{Z_1 Z_3}$$

를 적용한다. 기어 2와 기어 3의 회전속도가 같아 중간 속도 $n_2 = n_3$가 소거되기 때문이다.

NoteBase

계산 과정

첫 번째 맞물림의 속도비는
$\frac{n_1}{n_2} = \frac{Z_2}{Z_1} = \frac{50}{10} = 5$
이다. 두 번째 맞물림의 속도비는
$\frac{n_3}{n_4} = \frac{Z_4}{Z_3} = \frac{40}{30} = \frac{4}{3}$
이다. 두 속도비를 곱하면
$\frac{n_1}{n_4} = 5 \times \frac{4}{3} = \frac{20}{3}$
이다.

선지 판단

① X — 5/4는 두 맞물림의 속도비를 모두 곱한 값이 아니다. 틀린 값 5/4는 올바르게는 20/3이다.
② X — 3/20은 구해야 하는 n_1/n_4가 아니라 그 역수 n_4/n_1이다. 틀린 값 3/20은 올바르게는 20/3이다.
③ O — $Z_2/Z_1 = 5$와 $Z_4/Z_3 = 4/3$을 곱하면 $n_1/n_4 = 20/3$이므로 계산 결과와 일치한다.
④ X — 4/5는 Z_2/Z_1과 Z_4/Z_3을 차례로 적용한 전체 속도비가 아니다. 틀린 값 4/5는 올바르게는 20/3이다.

오답 포인트

기어 2와 기어 3을 별개의 맞물림으로 보거나, 구하는 비의 순서를 뒤집으면 오답이 된다. 특히 ②의 3/20은 정답 20/3의 역수이므로 n_1/n_4의 분자와 분모를 먼저 확인해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 같은 축에 고정된 기어들의 회전속도를 같게 놓고, 각 맞물림에서 구동축 속도 대 종동축 속도를 종동기어 잇수 대 구동기어 잇수로 나타낸 뒤 단계별 속도비를 곱한다. 마지막에는 문제에서 요구한 속도비의 순서와 계산한 비의 순서가 같은지 검산한다.

암기 포인트

맞물림에서는 속도비가 잇수비의 역관계이고, 복합 기어열의 전체 속도비는 각 단계 속도비의 곱이다. 같은 축의 기어는 $n_2 = n_3$처럼 회전속도가 같다.

NoteBase

문 17. 두 축이 서로 평행한 경우에 사용하는 기어가 아닌 것은?

① 스퍼 기어
② 헬리컬 기어
③ 내접 기어
④ 베벨 기어

정답 4번

출제 포인트

두 축의 상대적 위치에 따라 사용하는 기어의 종류를 구분하는 문제이다.

핵심 개념

평행축 기어는 서로 평행한 두 축 사이에서 회전과 동력을 전달하는 기어이다. 스퍼 기어, 평행축 헬리컬 기어, 내접 기어가 이에 해당한다.
베벨 기어는 원뿔 모양의 피치면을 이용하여 서로 만나는 두 축 사이에서 동력을 전달하는 기어이다. 따라서 평행축용 기어가 아니다.

선지별 해설

① X
스퍼 기어는 곧은 이를 가진 대표적인 평행축 기어이므로 문제에서 묻는 '평행축에 사용하지 않는 기어'가 아니다. 올바르게는 '스퍼 기어는 서로 평행한 두 축에 사용한다'이다.

② X
일반적인 평행축 헬리컬 기어는 비스듬한 이를 맞물려 서로 평행한 두 축 사이에서 동력을 전달하므로 정답이 아니다. 올바르게는 '평행축 헬리컬 기어는 서로 평행한 두 축에 사용한다'이다.

③ X
내접 기어는 한 기어의 안쪽 이와 다른 기어의 바깥쪽 이가 맞물리며 두 회전축은 서로 평행하므로 정답이 아니다. 올바르게는 '내접 기어는 서로 평행한 두 축에 사용한다'이다.

④ O
베벨 기어는 일반적으로 서로 만나는 두 축 사이에서 동력을 전달하는 기어이므로 평행한 두 축에 사용하는 기어가 아니다.

오답 포인트

'평행하지 않은 축'이라는 조건을 놓치거나, 이가 비스듬한 헬리컬 기어를 무조건 교차축용으로 생각하면 틀리기 쉽다. 이 문제의 헬리컬 기어는 통상적인 평행축 헬리컬 기어이며, 베벨 기어만 서로 만나는 축에 사용한다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 두 축의 관계를 확인한다. 두 축이 평행하면 스퍼 기어·평행축 헬리컬 기어·내접 기어를, 두 축이 서로 만나면 베벨 기어를 대응시킨다.

암기 포인트

평행축은 스퍼·헬리컬·내접, 교차축은 베벨이다.

NoteBase

문 18. 구름 베어링에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 국제적으로 표준화, 규격화가 이루어져 있어 호환성이 좋다.
② 소음 및 진동이 쉽게 발생되지 않으며, 부분 수리가 가능하다.
③ 초기 동작 시 마찰이 적다.
④ 미끄럼 베어링에 비해 윤활유가 적게 든다.

정답 2번

출제 포인트

구름 베어링의 표준화·호환성, 기동 마찰, 윤활 특성, 소음·진동 및 수리 방식의 특징을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

구름 베어링은 볼이나 롤러 같은 전동체가 내륜과 외륜 사이에서 구르며 축을 지지하는 베어링이다. 미끄럼 베어링은 축과 베어링 면이 윤활막을 사이에 두고 상대적으로 미끄러지는 방식이다. 구름 베어링은 기동 마찰이 작고 표준화·호환성이 좋으며 윤활유 소요량이 적지만, 전동체의 접촉과 회전으로 소음·진동이 생길 수 있고 손상 시에는 보통 부분 수리보다 전체를 교환한다.

선지별 해설

① O — 구름 베어링은 치수와 형식이 국제적으로 표준화·규격화되어 있어 같은 규격 제품끼리 교환하기 쉽고 호환성이 좋다.
② X — 틀린 표현은 '소음 및 진동이 쉽게 발생되지 않으며, 부분 수리가 가능하다'이다. 전동체가 궤도면을 구르면서 접촉하므로 소음과 진동이 발생할 수 있으며, 구성 부품이 손상되면 부분 수리하기보다 베어링 전체를 교환하는 것이 일반적이다.
③ O — 미끄럼 운동 대신 구름 운동을 이용하므로 정지 상태에서 회전을 시작할 때의 마찰이 작고 초기 기동 토크도 작다.
④ O — 구름 베어링은 필요한 윤활유의 양이 비교적 적으므로 미끄럼 베어링보다 윤활유가 적게 든다.

오답 포인트

②는 구름 마찰이 작다는 장점을 '소음·진동도 거의 없다'는 뜻으로 확대하고, 규격품이라 교환이 쉽다는 특징을 '부분 수리가 가능하다'는 말로 바꾼 선지이다. 마찰이 작다는 사실과 소음·진동 발생 여부, 교환 용이성과 부분 수리 가능성은 서로 다른 판단 기준이다.

다시 나오면 이렇게 판단

구름 베어링은 '표준화·교환 용이, 작은 기동 마찰, 적은 윤활유'를 장점으로 판단한다. 반대로 전동체 접촉에 따른 소음·진동 가능성과 손상 시 전체 교환은 단점으로 판단한다.

NoteBase

암기 포인트

구름 베어링은 기동이 가볍고 교환은 쉽지만, 소음·진동이 생길 수 있고 부분 수리는 어렵다.

NoteBase

문 19. 수명이 7×10^6[회전]인 볼 베어링을 같은 조건의 베어링 하중과 기본 동 정격 하중을 갖는 롤러 베어링으로 교체하였을 때, 수명은?

① 볼베어링과 같다.
② 볼베어링보다 길어진다.
③ 10^6회전이 된다.
④ 볼베어링보다 짧아진다.

정답 2번

출제 포인트

같은 기본 동 정격 하중과 베어링 하중에서 볼 베어링과 롤러 베어링의 기본 정격 수명 지수 차이를 이용해 수명 변화를 판단하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 볼 베어링 수명은 7×10^6회전이다.
같은 조건: 기본 동 정격 하중 C와 베어링 하중 P가 같다.
구해야 할 값: 롤러 베어링으로 교체했을 때의 수명이다.

사용할 공식

기본 정격 수명은 다음과 같다.
$L_{10} = 10^6\left(\frac{C}{P}\right)^p$
볼 베어링은 $p = 3$, 롤러 베어링은 $p = \frac{10}{3}$이다. 두 베어링의 C/P가 같으므로 수명 지수만 바꾸어 비교할 수 있다.

계산 과정

볼 베어링에 대해
$7 \times 10^6 = 10^6\left(\frac{C}{P}\right)^3$
이므로
$\left(\frac{C}{P}\right)^3 = 7$
이다. 롤러 베어링의 수명은
L_10,r=10^6≤ft((C)/(P))^10/3=10^6×7^10/9≈8.70×10^6 회전
이다. 따라서 수명은 기존의 7×10^6회전보다 길어진다.

NoteBase

선지 판단

① X — '볼베어링과 같다'는 틀린 표현이다. 롤러 베어링의 수명은 약 8.70×10^6회전이므로 기존 수명과 같지 않고 더 길다.
② O — 계산 결과 약 8.70×10^6회전으로, 볼 베어링의 7×10^6회전보다 길어진다.
③ X — '10^6회전이 된다'는 틀린 표현이다. 올바른 수명은 약 8.70×10^6회전이다.
④ X — '볼베어링보다 짧아진다'는 틀린 표현이다. 같은 C/P 조건에서는 롤러 베어링의 수명 지수가 더 커 수명이 길어진다.

오답 포인트

수명 공식의 10^6은 수명이 곧 10^6회전이라는 뜻이 아니라 기준 배율이다. 또한 볼 베어링의 지수 3을 롤러 베어링에도 그대로 적용하면 ①처럼 수명이 같다고 잘못 판단하게 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 $L_{10}/10^6 = (C/P)^p$로 하중비를 구한 뒤, 볼 베어링에는 $p = 3$, 롤러 베어링에는 $p = 10/3$을 적용해 비교한다.

암기 포인트

기본 정격 수명 지수는 볼 3, 롤러 10/3이다.

NoteBase

문 20. 두께가 얇은 판재로 만든 구(球)형 용기(안지름 D_1, 바깥지름 D_2)에 내압 p가 작용할 때, 이 용기에 생기는 응력은? (단, 내압은 5기압 이하이다)

① $\frac{D_1^2 p}{D_2^2 - D_1^2}$

② $\frac{2D_1^2 p}{D_2^2 - D_1^2}$

③ $\frac{(D_2^2 - D_1^2)p}{2D_1^2}$

④ $\frac{(D_2^2 - D_1^2)p}{D_1^2}$

정답 1번

출제 포인트

얇은 구형 압력용기를 지름면에서 절단했을 때, 내압에 의한 분리력과 용기 벽의 인장력이 이루는 평형으로 응력을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 안지름 D_1, 바깥지름 D_2, 내압 p이다.
구해야 할 값: 구형 용기 벽에 생기는 인장응력 σ이다.
주의할 조건: 내압은 구의 투영 원면에 작용하고, 이를 지탱하는 용기 재료의 단면은 바깥원과 안쪽 원 사이의 환형 단면이다.

사용할 공식

내압에 의한 분리력은
$F_p = p\frac{\pi D_1^2}{4}$
이고, 용기 벽의 저항력은
$F_\sigma = \sigma\frac{\pi(D_2^2 - D_1^2)}{4}$
이다.
구를 지름면에서 절단한 한쪽 부분이 평형을 이루려면 두 힘의 크기가 같아야 하므로 $F_p = F_\sigma$를 사용한다.

NoteBase

계산 과정

평형식을 세우면
$p\frac{\pi D_1^2}{4} = \sigma\frac{\pi(D_2^2 - D_1^2)}{4}$
이다. 양변의 $\pi/4$를 약분하고 σ에 관해 정리하면
$\sigma = \frac{D_1^2 p}{D_2^2 - D_1^2}$
를 얻는다. 따라서 계산 결과와 같은 식은 ①이다.

선지 판단

① O — $\frac{D_1^2 p}{D_2^2 - D_1^2}$는 내압에 의한 힘을 환형 재료 단면적으로 나눈 평형식의 결과이다.
② X — 분자에 불필요한 계수 2를 곱해 응력을 실제의 2배로 계산한 식이다. 올바르게는 $\frac{D_1^2 p}{D_2^2 - D_1^2}$이다.
③ X — 압력을 받는 투영면적과 응력을 지탱하는 환형 단면적의 비를 거꾸로 놓고 계수 2까지 잘못 넣은 식이다. 올바르게는 $\frac{D_1^2 p}{D_2^2 - D_1^2}$이다.
④ X — 환형 단면적과 투영면적의 비를 거꾸로 놓은 식이다. 응력은 압력 합력을 저항 단면적으로 나누므로 올바르게는 $\frac{D_1^2 p}{D_2^2 - D_1^2}$이다.

오답 포인트

핵심 함정은 두 면적의 위치를 바꾸는 것이다. 내압의 합력에는 안지름의 투영면적 $\pi D_1^2/4$가 들어가고, 인장응력의 저항력에는 관재의 환형 단면적 $\pi(D_2^2 - D_1^2)/4$가 들어간다. 또한 두 면적에 공통으로 포함된 $\pi/4$는 약분되므로 별도의 계수 2가 남지 않는다.

다시 나오면 이렇게 판단

구형 압력용기를 중심에서 절단하고, 내압에 의한 분리력 $p \times$투영면적과 응력에 의한 저항력 $\sigma \times$관재 단면적을 같게 둔 뒤 미지수를 정리한다.

암기 포인트

구형 용기의 절단면 평형은 '압력 × 안쪽 투영 원면적 = 응력 × 관재 환형 단면적'이다.

NoteBase