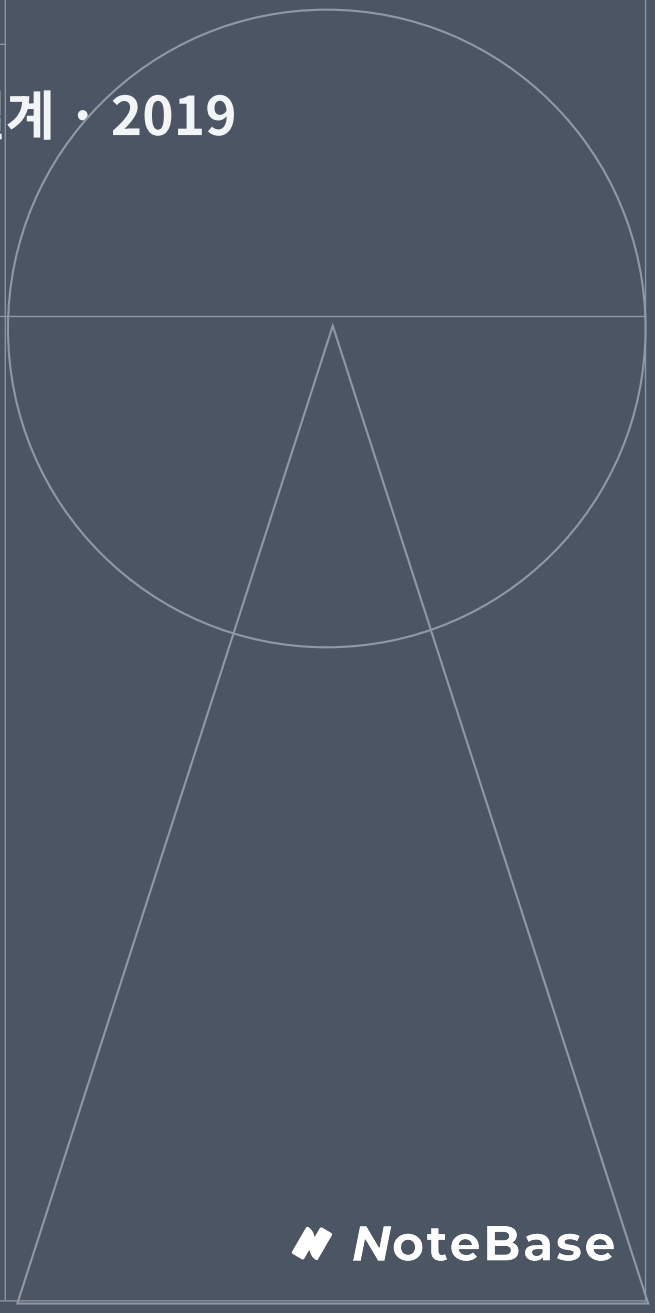
기출OX 해설집

공무원/지방직/9급 · 기계설계 · 2019



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/지방직/9급 · 기계설계 · 2019

공무원/지방직/9급 · 기계설계 · 2019

문 1. 기계부품 가공 등의 작업에 쓰이는 보조 도구에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 드릴링 작업에 쓰이는 안내 부시는 공작물을 고정하는 보조 도구이다.

② 클램프는 공작물을 고정하는 데 쓰이는 보조 도구이다.

③ 지그는 작업종류에 따라 공작물에 맞춘 보조 도구이다.

④ 바이스는 조(jaw)가 공작물을 고정할 수 있는 보조 도구이다.

정답 1번

간단한 해설

안내 부시는 공작물을 고정하는 부품이 아니라, **드릴의 위치와 진행 방향을 안내**하는 부품이다. 공작물을 움직이지 않게 잡아 주는 역할은 클램프나 바이스가 한다.

선지별 해설

① X: 안내 부시는 드릴링할 때 드릴이 통과하는 구멍을 가진 안내 부품이다. 드릴을 지지하여 가공 중 흔들림이나 휨을 줄이고, 정해진 위치와 방향으로 구멍을 가공하도록 돕는다. 따라서 '공작물을 고정하는'은 **'드릴을 안내하고 지지하는'**으로 고쳐야 한다.

② O: 클램프는 공작물을 눌러 고정하는 장치이다. 가공 중 절삭력 등에 의해 **공작물이 움직이거나 들뜨는 것을 막아** 가공 위치를 유지한다.

③ O: 지그는 공작물의 형상과 작업 종류에 맞추어 공작물의 위치를 정하고 고정하며, **공구의 위치와 운동도 안내**하는 보조 장치이다. 예를 들어 드릴 지그는 공작물을 정해진 위치에 놓고, 안내 부시를 통해 드릴을 안내하여 반복적으로 같은 위치에 구멍을 가공하도록 한다.

④ O: 바이스는 서로 마주 보는 조(jaw) 사이에 공작물을 끼워 고정하는 장치이다. 조를 조이면 **공작물을 양쪽에서 물어** 가공 중 움직이지 않게 잡아 준다.

NoteBase

문 2. 치공구를 사용하여 얻을 수 있는 이득으로 옳은 것만을 모두 고르면?

ㄱ. 제품 검사에 소요되는 시간을 줄일 수 있다.
ㄴ. 숙련되지 않은 작업자도 비교적 쉽게 작업할 수 있다.
ㄷ. 가공에 따른 불량을 줄이고 생산 능률을 향상시킬 수 있다.

① ㄱ, ㄴ
② ㄱ, ㄷ
③ ㄴ, ㄷ
④ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답 4번

간단한 해설

치공구는 공작물을 **일정한 위치에 정확하게 고정**하여 작업자의 숙련도에 따른 오차를 줄인다. 반복 가공의 품질이 균일해지므로 검사 부담과 불량이 줄고 생산 능률이 높아진다.

보기별 해설

치공구는 공작물의 위치를 정하고 지지·고정하여 가공을 돕는 장치이다. 지그는 절삭공구를 안내하는 기능도 갖는다.

ㄱ. O: 치공구를 사용하면 동일한 기준으로 반복 가공할 수 있어 제품의 치수와 형상 편차가 작아진다. **제품 품질이 균일**해지므로 가공 상태를 확인하고 측정하는 부담이 줄어 제품 검사 시간을 단축할 수 있다.

ㄴ. O: 공작물을 치공구의 기준 위치에 맞춰 놓고 고정하면 되므로, 작업자가 매번 정밀하게 위치를 잡고 조정하는 수고가 줄어든다. 작업 결과가 **개인의 숙련도에 덜 의존**하게 되어 숙련되지 않은 작업자도 비교적 쉽게 작업할 수 있다.

ㄷ. O: 공작물을 정확히 위치시키고 견고하게 고정하면 위치 오차나 가공 중 움직임에 따른 불량을 줄일 수 있다. 또한 **위치 맞춤·고정에 드는 준비 시간**과 불량품의 재작업이 줄어 같은 시간에 더 많은 양품을 생산할 수 있으므로 생산 능률이 향상된다.

따라서 ㄱ·ㄴ·ㄷ은 모두 치공구 사용의 이득이며, 이들을 모두 포함한 조합은 ④이다.

NoteBase

문 3. 한줄 겹치기 리벳 이음의 파손 유형에 대한 대책으로 옳지 않은 것은?

① 리벳이 전단에 의해 파손되는 경우, 리벳 지름을 더 크게 한다.

② 리벳 구멍 사이에서 판재가 절단되는 경우, 리벳 피치를 줄인다.

③ 판재 끝이 리벳에 의해 갈라지는 경우, 리벳 구멍과 판재 끝 사이의 여유를 더 크게 한다.

④ 리벳 구멍 부분에서 판재가 압축 파손되는 경우, 판재를 더 두껍게 한다.

정답 2번

간단한 해설

②의 '피치를 줄인다'는 대책은 구멍 사이에 남는 판재 폭을 오히려 줄인다. 리벳 구멍 사이의 인장 파단을 막으려면 다른 조건이 같을 때 **피치를 늘려 순단면적을 확보**해야 한다.

선지별 해설

① O: 한줄 겹치기 이음에서는 두 판의 접합면을 따라 리벳에 전단력이 작용한다. 리벳 지름을 키우면 **전단에 저항하는 단면적이 증가**하므로, 같은 하중에서 리벳의 전단응력이 낮아져 전단 파손을 방지하는 데 도움이 된다.

② X: 피치는 같은 줄에 있는 인접한 리벳의 중심 간 거리이다. 피치를 p, 구멍 지름을 d, 판 두께를 t라 하면 한 피치 구간에서 인장력에 저항하는 판재의 순단면적은 $(p-d)t$이다. 구멍 지름과 판 두께가 같을 때 피치를 줄이면 구멍 사이에 남는 폭이 좁아져 인장 파단에 더 취약해진다. 따라서 '피치를 줄인다'를 **'피치를 늘린다'**로 고쳐야 한다.

③ O: 리벳 구멍이 판재 끝에 너무 가까우면 구멍과 끝 사이의 판재가 하중을 견디지 못하고 갈라지거나 뜯겨 나갈 수 있다. **구멍과 판재 끝 사이의 여유를 늘리면** 이 부분에서 파손에 저항하는 판재의 면적이 커진다.

④ O: 리벳이 구멍 벽을 누르면 접촉부에 압축응력인 지압응력이 생기며, 이것이 지나치면 구멍 주변 판재가 눌려 파손된다. 판재를 두껍게 하면 **지압에 저항하는 투영면적이 증가**하므로 같은 하중에서 지압응력이 낮아진다.

NoteBase

문 4. 회전속도 N[rpm]으로 동력 H[W]를 전달할 수 있는 축의 최소 지름[m]은? (단, 축 재료의 허용 전단응력은 τ[N/m^2]이며, 축은 비틀림 모멘트만 받는다)

① $\sqrt[3]{\frac{8H}{15\tau N}}$
② $\sqrt[3]{\frac{16H}{15\tau N}}$
③ $\sqrt[3]{\frac{480H}{\pi^2\tau N}}$
④ $\sqrt[3]{\frac{960H}{\pi^2\tau N}}$

정답 3번

간단한 해설

축의 최소 지름은 **최대 전단응력이 허용 전단응력과 같아지는 조건**에서 구한다. 회전속도를 rad/s로 환산하여 동력과 토크의 관계에 적용하면, 최소 지름은 $d_{\min} = \sqrt[3]{\frac{480H}{\pi^2\tau N}}$ m이다.

계산 과정

회전속도 환산: 지름을 d[m], 전달 토크를 T[N·m], 각속도를 ω[rad/s]라 둔다. N[rpm]은 1분 동안의 회전수이므로, 1회전이 2π rad이고 1분이 60초라는 관계로 **초당 회전각**으로 바꾼다. 따라서 $\omega = \frac{2\pi N}{60} = \frac{\pi N}{30}$이다.

전달 토크: 회전 운동에서 동력은 토크와 각속도의 곱이므로 $H = T\omega$이다. 여기에 환산한 각속도를 대입하면 $T = \frac{H}{\omega} = \frac{30H}{\pi N}$이다. 이는 주어진 동력을 해당 회전속도로 전달할 때 축이 받는 비틀림 모멘트이다.

허용응력 조건: 축을 속이 찬 원형축으로 보아 비틀림 공식을 적용한다. 단면의 극관성모멘트는 $J = \frac{\pi d^4}{32}$이고, 전단응력은 축 중심에서 멀어질수록 커져 바깥 표면에서 최대가 된다. 따라서 $\tau_{\max} = \frac{T(d/2)}{J} = \frac{16T}{\pi d^3}$이다. 안전하려면 $\tau_{\max} \le \tau$여야 하며, **최소 지름에서는 등호가 성립**하므로 $d_{\min}^3 = \frac{16T}{\pi\tau}$이다.

최소 지름 도출: 토크 식을 대입하면 $d_{\min}^3 = \frac{16}{\pi\tau} \cdot \frac{30H}{\pi N} = \frac{480H}{\pi^2\tau N}$이다. 세제곱근을 취하면 $d_{\min} = \sqrt[3]{\frac{480H}{\pi^2\tau N}}$ 이며, 동력을 W, 토크를 N·m, 허용 전단응력을 N/m^{2}로 사용했으므로 지름의 단위는 m이다. 이 식은 ③의 식과 일치한다.

NoteBase

문 5. 동일한 재료로 제작된 중공축 A와 중공축 B에 토크가 각각 작용하고 있다. 축 A의 안지름은 2 mm, 바깥지름은 4 mm이고, 축 B의 안지름은 4 mm, 바깥지름은 8 mm이다. 허용응력 범위 내에서, 축 A가 전달할 수 있는 최대 토크(T_A)에 대한 축 B가 전달할 수 있는 최대 토크(T_B)의 비 $\left(\frac{T_B}{T_A}\right)$는? (단, 두 축은 비틀림 모멘트만 받는다)

① 2

② 4

③ 8

④ 16

정답 3번

간단한 해설

두 축은 안지름과 바깥지름이 모두 2배인 닮은 단면이다. 같은 허용전단응력에서 전달 가능한 최대 토크는 **지름의 세제곱에 비례**하므로, 축 B는 축 A의 8배를 전달할 수 있다.

계산 과정

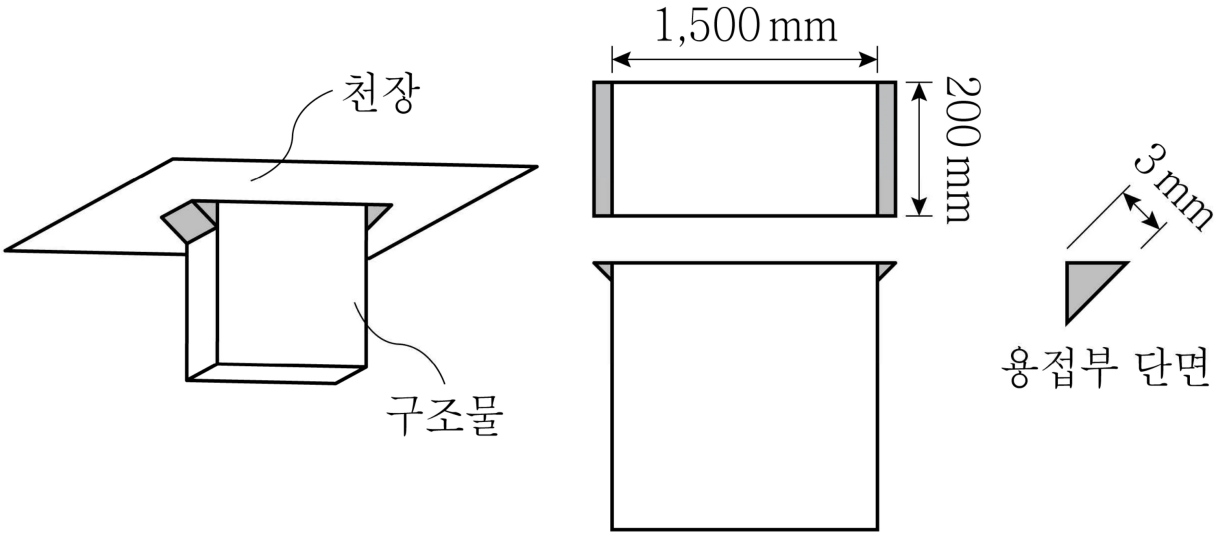
1. 허용토크 관계: 원형 중공축이 비틀림만 받을 때 전단응력은 중심에서 멀어질수록 커져 **바깥 표면에서 최대**가 된다. 바깥지름을 D, 안지름을 d, 바깥 반지름을 r, 단면의 극관성모멘트를 J라 하면 $J = \frac{\pi}{32}(D^4 - d^4)$이고, 최대전단응력은 $\tau_{\max} = \frac{Tr}{J}$이다. 따라서 허용전단응력 τ_a에 도달할 때의 최대 토크는 $T_{\max} = \tau_a \frac{J}{r}$이다. 두 축은 같은 재료이므로 같은 허용전단응력을 적용한다.

2. 단면 크기의 변화: 축 A의 안지름과 바깥지름은 각각 2 mm, 4 mm이고, 축 B는 각각 4 mm, 8 mm이다. 두 지름이 모두 2배이므로 극관성모멘트 식의 두 네제곱 항도 각각 16배가 되어 $J_B = 16J_A$이다. 바깥 반지름은 A가 2 mm, B가 4 mm이므로 $r_B = 2r_A$이다. 즉, **극관성모멘트는 16배, 바깥 반지름은 2배**가 된다.

3. 최대 토크의 비: 허용전단응력이 같으므로 토크비를 구하면 그 값이 약분된다. $\frac{T_B}{T_A} = \frac{J_B}{J_A} \cdot \frac{r_A}{r_B} = \frac{16}{2} = 8$이다. 최대 토크의 비는 단위가 없는 값 8이며, ③의 8에 해당한다.

NoteBase

문 6. 직육면체 구조물이 수평 천장에 필렛(fillet) 용접(음영 부분)되어 있을 때, 목두께를 기준으로 용접부가 견딜 수 있는 구조물의 최대 중량[kN]은? (단, 용접부 단면은 직각 이등변삼각형이고 목두께는 3 mm, 용접 재료의 허용 인장응력은 30 MPa이다)



① 18

② 20

③ 25

④ 36

정답 4번

간단한 해설

음영으로 표시된 용접부는 길이 200 mm인 두 곳이므로, **전체 용접 길이는 400 mm**이다. 여기에 목두께 3 mm를 곱한 유효 단면적은 1,200 mm^2이며, 허용 인장응력 30 MPa를 적용하면 최대 중량은 **36 kN**이다.

NoteBase

계산 과정

1. 전체 용접 길이: 그림의 음영은 직사각형의 양쪽 짧은 변에만 표시되어 있다. 각 용접부의 길이는 200 mm이므로 전체 용접 길이 L은 200 × 2 = 400 mm이다. 1,500 mm는 두 용접부 사이의 거리이며, 용접 길이에 더하지 않는다.

2. 유효 단면적: 목두께 a는 필렛 용접의 뿌리에서 빗변인 용접 표면까지의 최단거리이다. 목두께를 기준으로 한 유효 단면적은 $A = aL$이므로 A = 3 × 400 = 1,200 mm^2이다. 주어진 3 mm는 **이미 목두께**이므로, 직각 이등변삼각형의 다리 길이를 목두께로 바꾸는 계수를 다시 곱하지 않는다.

3. 허용 중량: 구조물의 중량 W를 양쪽 용접부가 대칭으로 지지하므로, 전체 유효 단면적에 대한 공칭 인장응력은 $\sigma = \frac{W}{A}$이다. 이 응력이 허용 인장응력에 도달할 때 최대 중량이 되므로 $W_{max} = \sigma_{allow} A$를 적용한다. 1 MPa = 1 N/mm^2이므로 W의 최댓값은 30 × 1,200 = 36,000 N = 36 kN이다.

최대 중량 36 kN은 ④의 값에 해당한다.

NoteBase

문 7. 나사에 대한 설명으로 옳은 것은?

① 미터 가는나사는 지름에 대한 피치의 크기가 미터 보통나사보다 커서 기밀성이 우수하다.

② 둥근나사는 수나사와 암나사 사이에 강구를 배치하여 운동 시 마찰을 최소화한다.

③ 유니파이나사는 나사산각이 55°인 인치계 삼각나사이고, 나사의 크기는 1인치당 나사산수로 한다.

④ 톱니나사는 하중의 작용방향이 일정한 경우에 사용하고 하중을 받는 반대쪽은 삼각나사 형태로 만든다.

정답 4번

간단한 해설

톱니나사는 **한 방향으로 작용하는 축하중**을 받는 데 적합하다. 하중을 받는 면은 축에 거의 수직으로 하고, 반대쪽은 삼각나사처럼 기울여 나사산의 뿌리를 튼튼하게 만든다.

선지별 해설

① X: 피치는 축 방향으로 이웃한 나사산 사이의 거리이다. 미터 가는나사는 같은 호칭지름의 미터 보통나사보다 **피치가 작다**. 따라서 나사산이 더 촘촘하며 기밀성을 높이는 데 유리하다. 선지의 '피치의 크기가 크다'를 '피치의 크기가 작다'로 고쳐야 한다.

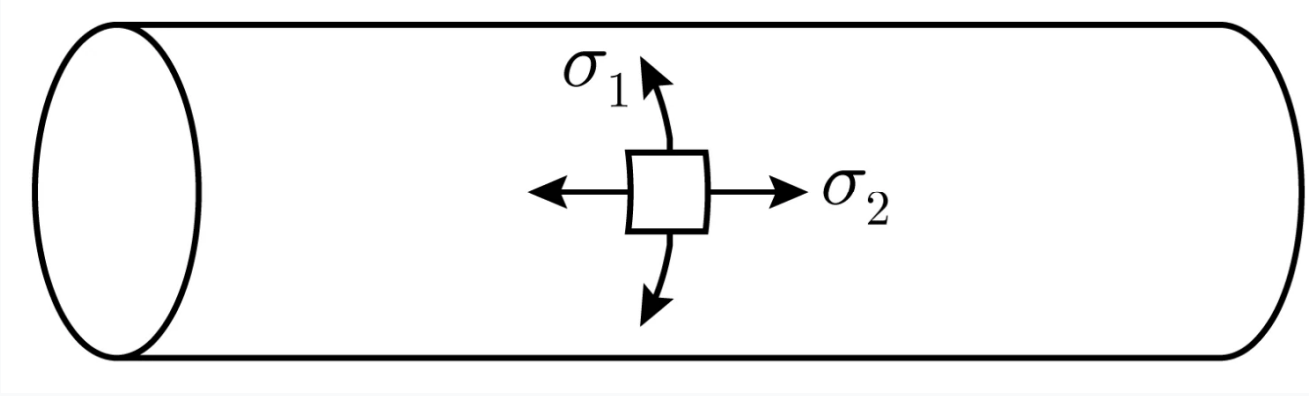
② X: 수나사와 암나사 사이에 강구를 넣어 구름운동으로 마찰을 줄이는 것은 **볼나사**이다. 둥근나사는 나사산의 꼭대기와 골을 둥글게 만든 나사로, 강구를 배치하는 구조를 뜻하지 않는다.

③ X: 유니파이나사는 나사산각이 **60°인 인치계 삼각나사**이다. 55°는 휘트워스나사의 나사산각이다. 유니파이나사의 규격은 인치 단위의 호칭지름과 1인치당 나사산수로 나타내므로, 산각을 55°에서 60°로 고쳐야 한다.

④ O: 톱니나사는 **한 방향으로 큰 축하중이 작용할 때** 사용한다. 하중을 받는 쪽의 면은 축에 거의 수직으로 만들어 하중을 전달하고, 반대쪽은 삼각나사처럼 기울여 나사산의 뿌리를 두껍게 한다. 이처럼 양쪽 면을 다르게 만든 비대칭 형상이 하중 전달과 나사산 강도 확보에 유리하다.

NoteBase

문 8. 두께가 얇은 원통형 압력용기 내부에 일정한 압력이 작용할 때, 압력용기 원통 벽면에 발생하는 응력 중 원주방향 응력(σ_1)에 대한 길이방향 응력(σ_2)의 비($\frac{\sigma_2}{\sigma_1}$)는?



① 0.5

② 1

③ 2

④ 4

정답 1번

간단한 해설

얇은 원통형 압력용기에서 길이방향 응력은 **원주방향 응력의 절반**이다. 따라서 길이방향 응력을 원주방향 응력으로 나눈 비는 $\frac{1}{2} = 0.5$이며, 단위가 없다.

NoteBase

계산 과정

내외부 압력 차를 p, 원통의 안지름을 d, 벽 두께를 t라 한다. 양 끝이 막힌 압력용기의 원통 벽이 내압에 의한 하중을 지탱한다고 보고, **벽 두께가 지름에 비해 매우 작으므로** 두께 방향 응력 분포를 균일하게 근사한다. 그림의 σ_1은 둘레를 따라 작용하는 응력이고, σ_2는 원통 축과 나란한 응력이다.

원주방향 응력: 길이 L인 원통을 축을 포함하는 평면으로 잘라 반쪽의 힘 평형을 생각한다. 내압이 반쪽을 밀어내는 합력은 투영면적 dL에 작용하므로 pdL이고, 두 절단 벽이 버티는 힘은 $2\sigma_1 tL$이다. 따라서 $pdL = 2\sigma_1 tL$에서 $\sigma_1 = \frac{pd}{2t}$를 얻는다.

길이방향 응력: 원통 끝면을 밀어내는 압력의 힘은 $p \cdot \frac{\pi d^2}{4}$이다. 이 힘은 원통 벽의 고리 모양 단면이 지탱하며, 얇은 벽의 단면적은 πdt로 근사한다. 힘 평형식 $p \cdot \frac{\pi d^2}{4} = \sigma_2 \pi dt$에서 $\sigma_2 = \frac{pd}{4t}$를 얻는다.

응력비: 구하는 것은 **길이방향 응력을 원주방향 응력으로 나눈 값**이므로 $\frac{\sigma_2}{\sigma_1} = \frac{pd}{4t} \cdot \frac{2t}{pd} = \frac{1}{2}$이다. 두 응력의 단위와 공통 인자가 소거되어 단위 없는 값 0.5가 되며, 이는 ①의 값과 일치한다.

NoteBase

문 9. 일정한 단면을 갖는 길이 250 mm인 원형 단면봉에 길이방향 하중을 작용하여 길이가 1 mm 늘어났을 때, 반경방향 변형률(strain)의 절대값은? (단, 봉은 재질이 균질하고 등방성이며, 세로탄성계수(Young's modulus)는 100 GPa이고, 전단탄성계수(shear modulus of elasticity)는 40 GPa이다)

① 0.001

② 0.004

③ 0.015

④ 0.25

정답 1번

간단한 해설

반경방향 변형률의 절대값은 **길이방향 변형률에 푸아송비를 곱한 값**이다. 주어진 탄성계수로 구한 푸아송비는 0.25이고 길이방향 변형률은 0.004이므로, 반경방향 변형률의 절대값은 0.001이다.

계산 과정

1. 길이방향 변형률: 변형률은 **처음 길이에 대한 길이 변화량의 비**이다. 처음 길이를 L, 늘어난 길이를 ΔL이라 하면, 길이방향 변형률은 $\varepsilon_z = \frac{\Delta L}{L}$이다. 두 길이의 단위가 모두 mm이므로 $\varepsilon_z = \frac{1}{250} = 0.004$이며, 길이가 처음의 0.4%만큼 늘어났다는 뜻이다.

2. 푸아송비: 푸아송비 ν는 일축 하중을 받을 때 횡방향 변형률과 길이방향 변형률의 비에 음의 부호를 붙인 값이다. 균질·등방성 재료의 선형탄성 관계는 $E = 2G(1 + \nu)$이다. 여기서 E는 세로탄성계수, G는 전단탄성계수이다. 두 탄성계수의 단위가 모두 GPa이므로, $\nu = \frac{E}{2G} - 1$에 대입하면 $\nu = \frac{100}{2 \cdot 40} - 1 = 0.25$이다.

3. 반경방향 변형률: 원형 봉의 반경방향은 하중에 수직인 횡방향이다. 반경방향 변형률을 ε_r라 하면 $\varepsilon_r = -\nu\varepsilon_z$이므로, $\varepsilon_r = -0.25 \cdot 0.004 = -0.001$이다. 음의 부호는 길이가 늘어날 때 **반경은 줄어든다**는 뜻이다.

요구한 것은 절대값이므로 $|\varepsilon_r| = 0.001$이며, ①의 값과 일치한다. 변형률은 길이끼리의 비이므로 단위가 없다.

NoteBase

문 10. 재료의 피로에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 정하중이 작용할 때의 항복응력보다 낮은 응력에서도 반복 횟수가 많으면 파괴되는 현상을 피로파괴라 한다.

② 가해지는 반복하중의 크기가 작을수록 파괴가 일어날 때까지의 반복횟수가 줄어든다.

③ 피로강도는 재료의 성질, 표면조건, 부식 등에 영향을 받는다.

④ 엔진, 터빈, 축, 프로펠러 등의 기계부품 설계에 반복하중의 영향을 고려한다.

정답 2번

간단한 해설

②의 '반복횟수가 줄어든다'는 하중 크기와 피로수명의 관계를 거꾸로 설명한 것이다. 다른 조건이 같을 때 반복하중이 작을수록 일반적으로 **파괴까지의 반복횟수는 늘어난다**.

선지별 해설

① O: 피로파괴는 반복응력에 의해 균열이 발생하고 성장하여 재료가 파괴되는 현상이다. 한 번의 정하중으로는 항복하지 않는 **항복응력보다 낮은 응력**에서도 반복 작용으로 국부적인 손상이 누적되면 파괴될 수 있다.

② X: 재료·형상·평균응력 등 다른 조건이 같을 때 반복응력의 진폭이 작아지면 일반적으로 균열의 발생과 성장이 늦어져 피로수명이 길어진다. 따라서 반복하중의 크기가 작을수록 파괴까지의 반복횟수는 '줄어든다'가 아니라 **'늘어난다'**로 고쳐야 한다.

③ O: 피로강도는 정해진 반복횟수까지 피로파괴 없이 견딜 수 있는 응력의 크기이다. 재료의 조직과 강도뿐 아니라 **표면의 거칠기·흠집과 부식**에도 영향을 받는다. 표면의 흠집은 응력집중을 일으키고, 부식은 균열의 발생과 성장을 촉진하여 피로강도를 낮출 수 있다.

④ O: 엔진과 터빈은 운전 중 하중 변동을 받고, 축과 프로펠러도 회전이나 외력 변화로 반복응력을 받을 수 있다. 따라서 이러한 부품은 정적인 강도뿐 아니라 **반복하중에 대한 피로수명**도 고려하여 설계해야 한다.

NoteBase

문 11. 롤러체인 전동장치에서 체인의 피치가 10 mm, 스프로킷의 잇수가 20개, 스프로킷 휠의 회전속도가 700 rpm일 때, 체인의 평균 속도에 가장 가까운 값[m/s]은?

① 0.5

② 1.2

③ 2.3

④ 3.7

정답 3번

간단한 해설

스프로킷이 한 바퀴 돌면 체인은 **잇수 × 피치**만큼 이동한다. 이 장치에서는 1분에 140 m를 이동하므로 평균 속도는 약 **2.33 m/s**이다.

계산 과정

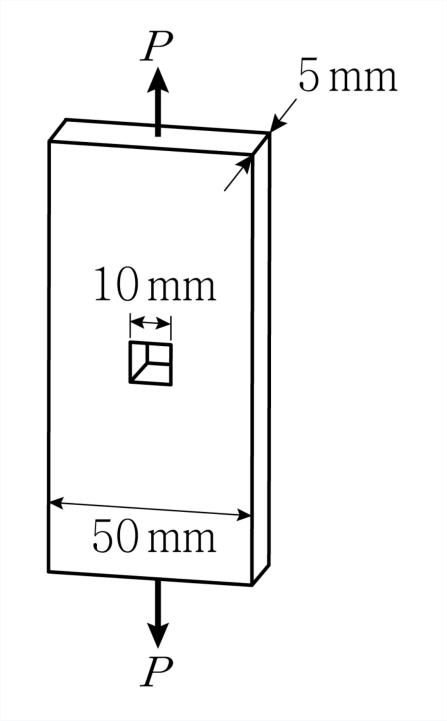
체인의 피치 p는 인접한 롤러 중심 사이의 거리이며, 10 mm = 0.010 m이다. 스프로킷의 잇수 z가 20개이므로 **1회전할 때 체인은 20피치만큼 이동**한다. 따라서 1회전당 이동 거리는 $pz = 0.010 \cdot 20 = 0.20\text{m}$이다.

회전속도 n = 700 rpm은 1분에 700회전한다는 뜻이다. 따라서 체인이 1분 동안 이동하는 거리는 0.20 × 700 = 140 m이다.

평균 속도는 이동 거리를 걸린 시간으로 나눈 값이다. **분당 이동 거리를 60으로 나누어** 초당 속도로 바꾸므로 $v = \frac{pzn}{60} = \frac{140}{60} \approx 2.33\text{m/s}$이다. 선택지 중 이 값에 가장 가까운 것은 ③의 2.3 m/s이다.

NoteBase

문 12. 두께 5 mm, 폭 50 mm인 평판 부재의 중앙에 한 변의 길이가 10 mm인 정사각형 관통구멍이 있다. 탄성한계 내에서 평판 양단에 5 kN의 인장하중(P)이 작용할 때, 구멍 부분에서 응력의 최댓값[N/mm^2]은? (단, 구멍의 응력집중계수는 2.0이다)



① 20

② 25

③ 40

④ 50

정답 4번

간단한 해설

구멍이 있는 단면에서는 **구멍의 폭을 뺀 순단면적**으로 공칭응력을 구한다. 공칭응력 25 N/mm^{2}에 응력집중계수 2.0을 곱하면 최대응력은 50 N/mm^{2}이다.

NoteBase

계산 과정

순단면적: 하중에 수직인 단면에서 구멍 부분은 인장력을 전달하지 않으므로, 전체 폭 50 mm에서 구멍의 폭 10 mm를 뺀다. 두께가 5 mm이므로 **실제로 하중을 지지하는 단면적**은 $A = (50 - 10) \times 5 = 200\ \text{mm}^2$이다.

공칭응력: 인장하중은 $P = 5\ \text{kN} = 5{,}000\ \text{N}$이다. 양단의 힘은 서로 평형을 이루므로 단면에 작용하는 인장력은 5,000 N이다. 순단면적에 하중이 균일하게 분포한다고 보았을 때의 응력은 $\sigma_{\text{nom}} = \frac{P}{A} = \frac{5{,}000}{200} = 25\text{N/mm}^2$이다. 이는 구멍 가장자리의 국부적인 응력 증가를 반영하기 전의 기준값이다.

최대응력: 탄성한계 내에서 응력집중계수는 **최대응력을 공칭응력으로 나눈 비**이다. 주어진 계수가 2.0이므로 $\sigma_{\text{max}} = K\sigma_{\text{nom}} = 2.0 \times 25 = 50\text{N/mm}^2$이다. 구멍 부분의 최대응력 50 N/mm^2는 ④의 값과 일치한다.

NoteBase

문 13. 용기 내에서 유체의 압력이 일정 압을 초과하였을 때, 자동적으로 열리면서 유체를 외부로 방출하여 압력 상승을 억제하는 밸브는?

① 게이트밸브

② 안전밸브

③ 체크밸브

④ 스톱밸브

정답 2번

간단한 해설

설정된 압력을 넘으면 자동으로 열려 유체를 방출하고 용기를 과압으로부터 보호하는 장치가 **안전밸브**이다.

공통 해설

안전밸브는 용기 내부의 압력이 설정값을 초과하면 자동으로 열려 유체를 외부로 배출하는 압력 보호 장치이다. 유체를 방출하여 지나친 압력 상승을 억제하고 용기의 손상을 방지한다. 압력이 충분히 낮아지면 다시 닫혀 유체의 방출을 멈춘다. 문제의 '일정 압 초과', '자동 개방', '외부 방출'은 모두 **과압에 대한 자동 보호 기능**을 나타내므로 안전밸브의 작동에 해당한다.

NoteBase

문 14. 평벨트 전동에서 벨트의 긴장측과 이완측의 장력이 각각 2.4 kN, 2.0 kN이고 원동측 벨트풀리의 지름과 회전속도가 각각 200 mm, 300 rpm일 때, 벨트가 전달하는 동력[kW]은? (단, 벨트에 걸리는 응력은 허용범위 이내이고 벨트의 원심력과 두께는 무시하며 벨트와 벨트풀리 사이의 미끄럼은 없다)

① 0.4π

② 0.6π

③ 0.8π

④ 1.2π

정답 1번

간단한 해설

벨트가 동력을 전달하는 데 쓰이는 힘은 **긴장측과 이완측의 장력 차**인 0.4 kN이다. 여기에 벨트 속도 π m/s를 곱하면 전달동력은 0.4π kW가 된다.

계산 과정

1. 유효장력: 긴장측 장력을 T_1, 이완측 장력을 T_2라 하면, 풀리를 회전시키는 접선방향의 순힘은 **두 장력의 차**이다. 따라서 유효장력은 $F = T_1 - T_2$이며, F = 2.4 − 2.0 = 0.4 kN이다.

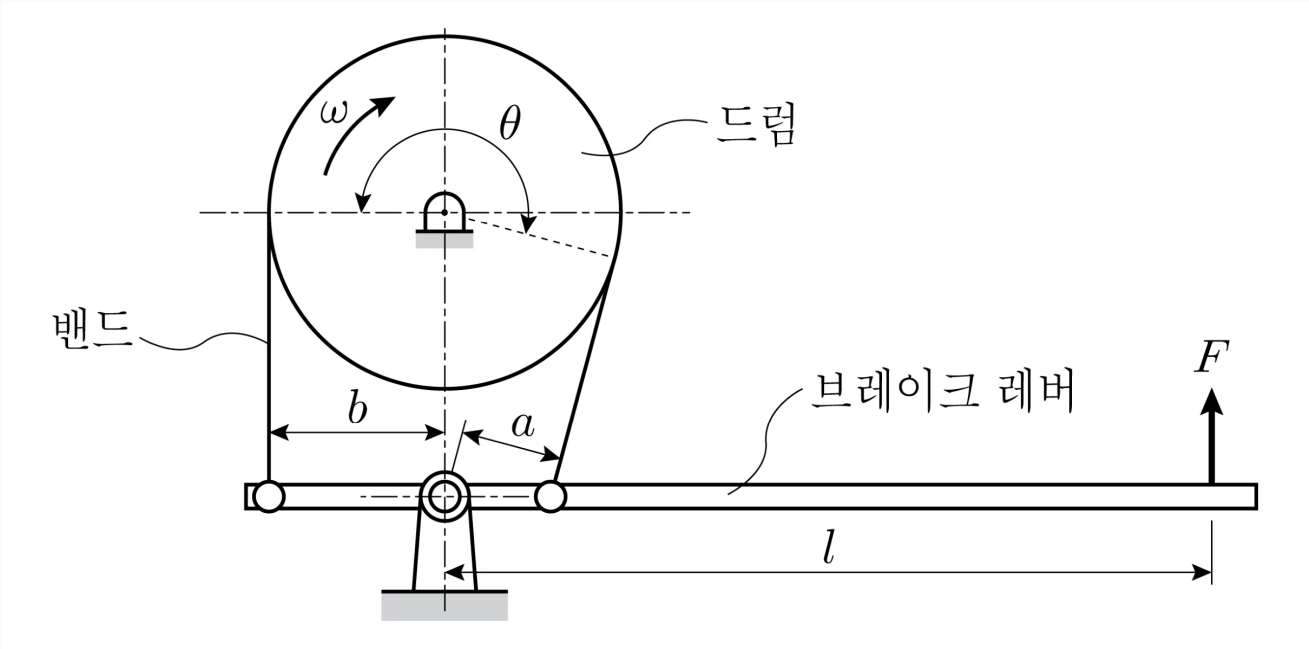
2. 벨트 속도: 풀리 지름 D = 200 mm = 0.2 m이고, 회전속도 n = 300 rpm은 1분에 300회전한다는 뜻이다. **미끄럼이 없으므로** 벨트 속도는 풀리 원주속도와 같다. 풀리가 한 바퀴 돌 때 벨트는 원주 길이 πD만큼 이동하므로 $v = \frac{\pi D n}{60}$이다. 이를 대입하면 $v = \frac{\pi \cdot 0.2 \cdot 300}{60} = \pi$ m/s이다.

3. 전달동력: 동력은 단위시간에 하는 일이므로 유효장력과 벨트 속도의 곱인 $P = Fv$로 구한다. 1 kN · m/s = 1 kW이므로 $P = 0.4 \cdot \pi = 0.4\pi$ kW이다.

계산한 전달동력 0.4π kW는 ①에 해당한다.

NoteBase

문 15. 그림과 같이 드럼축에 토크 M이 작용하여 드럼이 시계방향으로 돌고 있다. 밴드와 드럼 사이의 마찰계수가 μ이고 접촉각이 θ일 때, 드럼을 정지시키기 위해 밴드와 연결된 브레이크 레버에 작용시켜야 할 최소 힘 F는? (단, $b = 2a$이다)



① $\frac{M(e^{\mu\theta}-1)}{2l(2e^{\mu\theta}-1)}$
② $\frac{M(2e^{\mu\theta}-1)}{2l(e^{\mu\theta}-1)}$
③ $\frac{M(e^{\mu\theta}-1)}{l(2e^{\mu\theta}-1)}$
④ $\frac{M(2e^{\mu\theta}-1)}{l(e^{\mu\theta}-1)}$

정답 2번

간단한 해설

시계방향 회전을 막으려면 **왼쪽 밴드의 장력이 오른쪽보다 커야** 한다. 두 장력의 비와 레버의 모멘트 평형에 $b = 2a$를 적용하면 최소 힘은 $F = \frac{M(2e^{\mu\theta}-1)}{2l(e^{\mu\theta}-1)}$이다.

NoteBase

계산 과정

장력과 마찰 관계: 왼쪽 밴드 장력을 T_1, 오른쪽 밴드 장력을 T_2라 하자. 왼쪽 장력은 드럼에 반시계방향 토크를, 오른쪽 장력은 시계방향 토크를 만든다. 따라서 시계방향 회전을 막는 제동 상태에서는 $T_1 > T_2$이다. 밴드와 드럼 사이의 마찰을 모두 이용할 때 장력비는 $\frac{T_1}{T_2} = e^{\mu\theta}$이며, 접촉각 θ는 라디안으로 넣는다.

드럼의 토크 평형: 그림에서 드럼 중심과 레버 지점은 같은 수직선 위에 있고 왼쪽 밴드는 드럼의 수직 접선이므로 **드럼 반지름은 b**이다. 제동에 필요한 최소 힘은 제동 토크가 작용 토크 M과 같아지는 조건으로 구한다. 따라서 $M = (T_1 - T_2)b$이다. 여기에 $T_1 = T_2 e^{\mu\theta}$를 대입하면 $T_2 = \frac{M}{b(e^{\mu\theta} - 1)}$을 얻는다. 이는 필요한 제동 토크를 내기 위한 오른쪽 밴드의 장력이다.

레버의 모멘트 평형: 밴드가 레버를 당길 때 왼쪽 장력은 시계방향 모멘트를, 오른쪽 장력과 힘 F는 반시계방향 모멘트를 만든다. 그림의 a는 레버 지점에서 오른쪽 장력의 작용선까지 잰 **수직거리**이므로, 지점에 대한 평형식은 $Fl + T_2 a = T_1 b$이다. $a = \frac{b}{2}$와 장력비를 적용하면 $Fl = bT_2\left(e^{\mu\theta} - \frac{1}{2}\right)$가 된다.

최소 힘 계산: 앞에서 구한 T_2를 대입하면 $F = \frac{M}{l(e^{\mu\theta} - 1)}\left(e^{\mu\theta} - \frac{1}{2}\right)$이다. 이를 정리한 $F = \frac{M(2e^{\mu\theta} - 1)}{2l(e^{\mu\theta} - 1)}$은 ②의 식과 일치한다. M을 N·m, l을 m로 넣으면 힘의 단위는 N이다.

NoteBase

문 16. 칼라(collar)의 바깥지름이 300 mm, 안지름이 200 mm인 칼라 베어링(collar bearing)에 축 방향 하중 3.6×10^5 N이 작용하고 있다. 칼라가 2개일 때, 베어링에 작용하는 평균 압력[N/mm^2]은? (단, π = 3이며, 베어링에 작용하는 압력은 허용압력 범위 이내이다)

① 3.2

② 4.8

③ 6.2

④ 9.6

정답 2번

간단한 해설

평균 압력은 축 방향 하중을 **칼라 2개의 환형 지지면적 합계**로 나눈 값이다. 총 지지면적이 75,000 mm^2이므로 평균 압력은 4.8 N/mm^2이다.

계산 과정

칼라 1개의 지지면적: 축 방향 하중을 받는 면은 바깥 원에서 안쪽 원을 뺀 **환형 면적**이다. 바깥지름을 D = 300 mm, 안지름을 d = 200 mm라 하면, 지지면적 A는 다음과 같다. 지름으로 원의 넓이를 구하므로 계수는 $\frac{\pi}{4}$이다.
$A = \frac{\pi}{4}(D^2 - d^2)$
$A = \frac{3}{4}(300^2 - 200^2) = 37{,}500\ mm^2$

칼라 2개의 총 지지면적: 같은 크기의 칼라 2개가 축 방향 하중을 지지하므로, **칼라 개수만큼 지지면적을 더한다**. 총 지지면적은 $2 \times 37{,}500 = 75{,}000\ mm^2$이다.

평균 압력: 평균 압력은 전체 하중을 총 지지면적으로 나누어 구한다. 주어진 축 방향 하중은 $W = 3.6 \cdot 10^5$ N, 즉 360,000 N이다. 칼라 개수를 n이라 하면 $p = \frac{W}{nA}$이므로 다음과 같다.
$p = \frac{360{,}000}{75{,}000} = 4.8\ N/mm^2$

계산된 평균 압력 4.8 N/mm^2은 ②의 값과 일치한다.

NoteBase

문 17. 맞물려 회전하는 기어에서 축의 자세에 따른 기어의 설명으로 옳지 않은 것은?

① 베벨기어는 두 축이 교차할 때 사용한다.

② 스퍼기어는 두 축이 평행할 때 사용한다.

③ 하이포이드기어는 두 축이 만나지 않을 때 사용한다.

④ 헬리컬기어는 두 축이 평행하지도 만나지도 않을 때 사용한다.

정답 4번

간단한 해설

일반적인 헬리컬기어는 **두 축이 평행할 때** 사용한다. 두 축이 평행하지도 만나지도 않는 배치에 사용하는 것은 **나사기어(엇갈림 헬리컬기어)**로 구분한다.

선지별 해설

① O: 베벨기어는 원추형 피치면을 가지며, **두 축의 중심선이 한 점에서 만나는** 교차축 사이에 회전과 동력을 전달한다. 두 축이 반드시 직각으로 만나야 하는 것은 아니다.

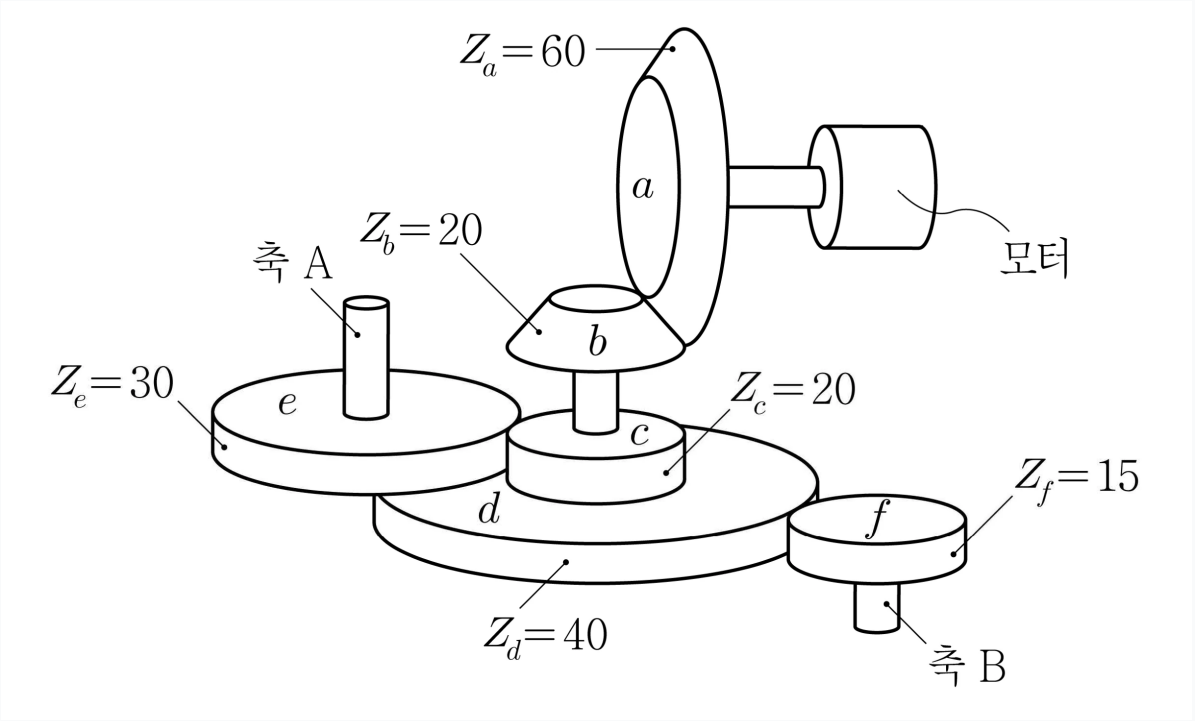
② O: 스퍼기어는 원통형 기어로, 잇줄이 축 방향과 나란하다. 맞물리는 두 기어는 **서로 평행한 축**에 설치하여 동력을 전달한다.

③ O: 하이포이드기어는 두 축이 평행하지 않으면서 서로 만나지도 않는 어긋난 축에 사용한다. 베벨기어와 달리 **두 축의 중심선 사이에 오프셋**이 있어 교차점이 생기지 않는다.

④ X: 축의 자세에 따른 통상적인 분류에서 헬리컬기어는 비틀어진 잇줄을 가진 **평행축 기어**이다. 따라서 선지의 축 배치는 '두 축이 평행할 때'로 고친다. 헬리컬 치형의 기어를 서로 평행하지도 만나지도 않는 축에 맞물리도록 배치한 것은 나사기어, 즉 엇갈림 헬리컬기어로 따로 구분한다.

NoteBase

문 18. 베벨기어와 스퍼기어를 이용하여 모터의 동력을 축 A와 축 B에 전달하고 있다. 모터의 회전속도가 100 rpm일 때, 축 A와 축 B의 회전속도 차이[rpm]는? (단, a, b는 베벨기어이고 c, d, e, f는 스퍼기어이며, Z_a ~ Z_f는 각 기어의 잇수이다)



① 460

② 500

③ 560

④ 600

정답 4번

간단한 해설

맞물린 기어의 회전속도는 **잇수에 반비례**하고, 같은 축에 고정된 기어는 함께 회전한다. 이를 적용하면 축 A는 200 rpm, 축 B는 800 rpm이므로 회전속도 차이는 **600 rpm**이다.

NoteBase

계산 과정

회전속도 관계: 맞물린 두 기어는 같은 시간 동안 같은 수의 이가 맞물려 지나가므로 $n_1 Z_1 = n_2 Z_2$가 성립한다. 여기서 n은 회전속도, Z는 잇수이며, 종동기어의 회전속도는 구동기어 회전속도에 **구동기어 잇수/종동기어 잇수**를 곱해 구한다. 그림에서 b·c·d는 같은 축에 고정되어 있고, e는 축 A, f는 축 B에 고정되어 있다.

중간축의 회전속도: 모터에 연결된 베벨기어 a가 b를 구동한다. 따라서 $n_b = 100 \cdot \frac{60}{20} = 300$ rpm이다. **같은 축의 b·c·d는 회전속도가 같으므로** c와 d도 각각 300 rpm으로 회전한다.

축 A의 회전속도: 잇수 20인 c가 잇수 30인 e와 맞물린다. e는 c보다 잇수가 많으므로 감속되며, $n_A = 300 \cdot \frac{20}{30} = 200$ rpm이다.

축 B의 회전속도: 잇수 40인 d가 잇수 15인 f와 맞물린다. f는 d보다 잇수가 적으므로 증속되며, $n_B = 300 \cdot \frac{40}{15} = 800$ rpm이다.

회전속도 차이: 축 B가 축 A보다 빠르므로 두 회전속도의 차이는 800 − 200 = 600 rpm이다. 이는 ④의 600에 해당한다.

NoteBase

문 19. 잇수 42개, 이끝원지름(바깥지름) 132 mm인 표준 보통이 스퍼기어의 모듈은?

① 2

② 3

③ 4

④ 5

정답 2번

간단한 해설

표준 보통이 스퍼기어의 이끝원지름은 $d_a = m(z+2)$이므로, 바깥지름을 **잇수에 2를 더한 값**으로 나눈다. 주어진 조건에서 모듈은 3 mm이다.

계산 과정

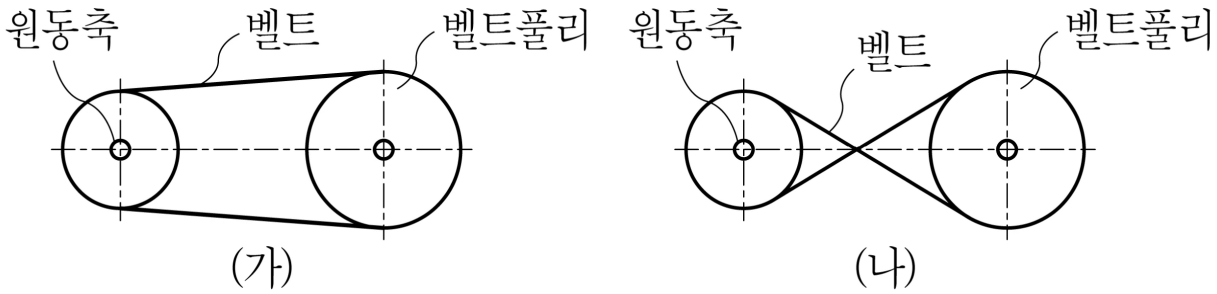
잇수는 z = 42, 이끝원지름은 $d_a = 132$mm이다. 구하려는 모듈 m은 피치원지름 d를 잇수로 나눈 값으로, $m = \frac{d}{z}$이며 단위는 mm이다.

표준 보통이 스퍼기어의 피치원지름은 $d = mz$, 이끝높이는 $h_a = m$이다. 이끝원은 피치원보다 반지름이 이끝높이만큼 크므로, **지름에는 이끝높이의 두 배**를 더한다. 따라서 $d_a = d + 2h_a = m(z+2)$이다. 주어진 132 mm는 피치원지름이 아니라 이끝원지름이므로 그대로 잇수로 나누지 않는다.

이를 모듈에 대해 정리하면 $m = \frac{d_a}{z+2}$이다. 수치를 대입하면 $m = \frac{132}{42+2} = \frac{132}{44} = 3$mm이다. 분모의 44는 잇수 42에 이끝높이의 지름 방향 증가분을 반영한 2를 더한 값이다. 따라서 모듈은 3 mm로, ②의 3에 해당한다.

NoteBase

문 20. 평벨트를 벨트풀리에 거는 방법에 대한 설명으로 옳은 것만을 모두 고르면? (단, 원동축은 시계방향으로 회전한다)



ㄱ. (가)는 위쪽 벨트가 이완측이 된다.

ㄴ. (나)는 원동축과 종동축의 회전 방향이 같다.

ㄷ. (가)는 (나)보다 미끄럼이 작다.

ㄹ. (나)는 (가)보다 큰 동력을 전달할 수 있다.

① ㄱ, ㄴ

② ㄱ, ㄹ

③ ㄴ, ㄷ

④ ㄷ, ㄹ

정답 2번

간단한 해설

(가)에서는 시계방향으로 도는 원동풀리가 아래쪽 벨트를 당기므로 **위쪽이 이완측**이 된다. (나)의 엇걸기는 바로걸기보다 **접촉각이 커서**, 다른 조건이 같을 때 미끄럼을 억제하고 더 큰 동력을 전달할 수 있다.

NoteBase

보기별 해설

그림에서 (가)는 벨트를 교차시키지 않은 바로걸기이고, (나)는 두 풀리 사이에서 벨트를 교차시킨 엇걸기이다. 벨트는 풀리와의 마찰로 동력을 전달하며, 장력이 큰 쪽을 긴장측, 작은 쪽을 이완측이라 한다.

ㄱ. O: 왼쪽 원동풀리가 시계방향으로 회전하면 위쪽 벨트는 오른쪽으로 나가고, 아래쪽 벨트는 왼쪽 원동풀리 쪽으로 들어온다. 원동풀리가 아래쪽 벨트를 당겨 종동풀리에 회전력을 전달하므로 **아래쪽이 긴장측, 위쪽이 이완측**이 된다.

ㄴ. X: (나)는 벨트를 교차시킨 엇걸기이므로 원동축과 종동축의 회전 방향이 **서로 반대**이다. 원동축이 시계방향이면 종동축은 반시계방향이다. 두 축이 같은 방향으로 회전하는 것은 (가)의 바로걸기이다.

ㄷ. X: 접촉각은 벨트가 풀리 둘레에 닿아 감기는 각도이다. 그림의 작은 풀리에서 바로걸기는 접촉각이 180°보다 작지만, 엇걸기는 180°보다 크다. 다른 조건이 같으면 접촉각이 큰 쪽이 마찰로 벨트를 붙잡는 능력이 커지므로, 미끄럼이 작은 것은 **(가)가 아니라 (나)**이다.

ㄹ. O: 같은 벨트와 풀리, 마찰계수 및 벨트 속도 등의 조건에서 비교하면, 엇걸기는 접촉각이 커서 미끄럼 없이 유지할 수 있는 **긴장측과 이완측의 장력 차**가 더 크다. 이 장력 차가 실제 동력 전달에 쓰이는 힘이므로, (나)는 (가)보다 큰 동력을 전달할 수 있다.

옳은 보기는 ㄱ, ㄹ이며, 이 조합은 ②에 해당한다.

NoteBase