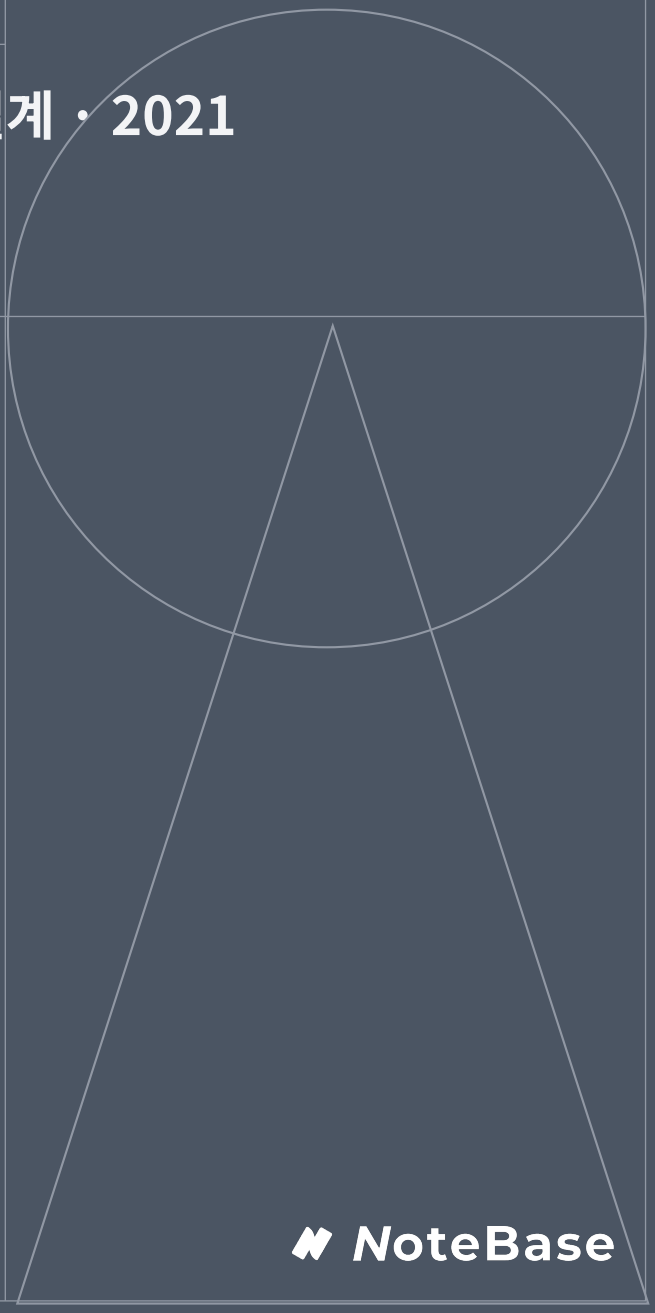
기출OX 해설집

공무원/지방직/9급 · 기계설계 · 2021



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/지방직/9급 · 기계설계 · 2021

공무원/지방직/9급 · 기계설계 · 2021

문 1. 축이음에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 분할원통커플링은 고정커플링의 일종이다.

② 클러치는 운전 중에 단속이 가능한 축이음이다.

③ 플랜지커플링은 약간의 축심 어긋남과 축의 팽창 및 수축을 흡수할 수 있다.

④ 유니버설 조인트는 일반적으로 두 축이 30° 이하로 교차할 때 사용하는 축이음이다.

정답 3번

간단한 해설

③의 플랜지커플링은 두 축을 단단히 연결하는 **고정커플링**이다. 따라서 축심 어긋남이나 축의 팽창·수축을 **흡수할 수 없다**.

선지별 해설

① O: 분할원통커플링은 축을 감싸는 원통을 길이 방향으로 나누고 볼트로 조여 두 축을 연결한다. 연결부가 축의 상대 변위를 허용하지 않는 **고정커플링**에 속하므로 두 축의 중심선을 일치시켜 설치해야 한다.

② O: 클러치는 원동축에서 종동축으로 전달되는 동력을 연결하거나 차단하는 장치이다. 축이 회전하는 **운전 중에도 동력 전달을 단속**할 수 있다는 점이 일반적인 커플링과 다르다.

③ X: 플랜지커플링은 각 축 끝에 고정한 플랜지를 볼트로 체결하여 회전력을 전달하는 고정커플링이다. 두 축을 강하게 구속하므로 **축심 어긋남과 축의 팽창·수축을 흡수하지 못한다**. 이러한 변위를 허용하려면 해당 변위를 보상하도록 설계된 플렉시블커플링 등을 사용해야 한다.

④ O: 유니버설 조인트는 관절 구조를 이용하여 **중심선이 각도를 이루며 교차하는 두 축** 사이에 회전력을 전달한다. 일반적으로 교차각이 30° 이하인 경우에 사용하는 축이음으로 설명하며, 실제 허용 각도는 조인트의 구조와 운전 조건에 따라 달라진다.

NoteBase

문 2. 보기의 키 중 전달 가능한 토크가 가장 큰 키와 가장 작은 키를 올바르게 짝 지은 것은? (단, 키의 종류 및 키 홈의 모양 외 나머지 조건은 동일하다)

<보기>

ㄱ. 묻힘키

ㄴ. 접선키

ㄷ. 평키

ㄹ. 안장키

① ㄱ, ㄴ

② ㄱ, ㄷ

③ ㄴ, ㄷ

④ ㄴ, ㄹ

정답 4번

간단한 해설

접선키는 축의 접선 방향으로 **압축력**을 받아 큰 토크를 전달한다. 안장키는 축에 키홈을 파지 않고 **마찰력만으로** 토크를 전달하므로, 주어진 키 중 전달 가능한 토크가 가장 작다.

NoteBase

선지별 해설

키는 축과 기어·풀리의 보스 사이에서 토크를 전달하는 부품이다. 보스는 축이 끼워지는 중심 부분을 말한다. 키의 종류와 키홈 모양 외의 조건이 같으므로, 각 키가 힘을 전달하는 구조를 비교한다.

ㄱ. 묻힘키: 축과 보스 양쪽에 키홈을 파고 키를 끼운다. 키의 옆면이 힘을 받아 토크를 전달하며, 키에는 **전단응력과 압축응력**이 생긴다. 평키·안장키보다 큰 토크를 전달하지만 접선키보다는 작다.

ㄴ. 접선키: 두 개의 경사진 키를 한 쌍으로 사용하며, 축의 접선 방향으로 작용하는 힘을 **압축력으로 지지**한다. 큰 하중을 전달하기에 적합하므로 보기 중 전달 가능한 토크가 가장 크다.

ㄷ. 평키: 키가 닿는 축 표면을 평평하게 가공하고 보스에 키홈을 만든다. 축과 보스 양쪽에 키홈을 파는 묻힘키와 구조가 다르다. 안장키보다는 큰 토크를 전달하지만, **큰 하중의 전달에는 적합하지 않다**.

ㄹ. 안장키: 축 표면에 맞게 키의 밑면을 둥글게 만들고 보스에만 키홈을 판다. 축에는 키홈을 파지 않으며 **축과 키 사이의 마찰력만으로** 토크를 전달한다. 미끄럼이 생길 수 있어 큰 하중에 적합하지 않으므로 보기 중 전달 가능한 토크가 가장 작다.

가장 큰 키는 ㄴ의 접선키, 가장 작은 키는 ㄹ의 안장키이므로 ④의 'ㄴ, ㄹ'에 대응한다.

NoteBase

문 3. 리벳에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 리벳의 호칭지름은 리벳 자루의 끝부분에서 측정한다.

② 리벳구멍이 없는 판에 대한 리벳구멍이 있는 판의 인장강도 비를 판의 효율이라고 한다.

③ 리벳의 머리모양에 따라 둥근머리, 접시머리, 납작머리, 냄비머리, 둥근접시머리 리벳 등으로 구분한다.

④ 보일러와 같이 기밀이 필요할 때는 리벳머리 둘레와 강판의 가장자리를 정과 같은 공구로 코킹작업을 한다.

정답 1번

간단한 해설

리벳의 호칭지름은 자루 끝이 아니라, **머리 아래 자리면에서 자루 길이의 1/4만큼 떨어진 위치**에서 측정한 자루의 지름이다.

선지별 해설

① X: 리벳의 호칭지름은 **머리 아래 자리면에서 자루 길이의 1/4만큼 떨어진 위치**에서 측정한 자루의 지름이다. 자리면은 리벳머리 아래에서 판과 맞닿는 면이다. 따라서 '리벳 자루의 끝부분에서 측정한다'는 표현을 이 측정 위치로 고쳐야 한다.

② O: 판의 효율은 **구멍이 없는 판의 인장강도에 대한 구멍이 있는 판의 인장강도의 비**이다. 같은 재료와 두께의 판에 구멍을 뚫으면 인장하중을 지탱하는 유효 단면적이 줄어든다. 판의 효율은 이로 인해 원래 판의 인장하중 지지능력이 얼마나 남는지를 나타낸다.

③ O: 리벳은 **머리의 형상**에 따라 둥근머리, 접시머리, 납작머리, 냄비머리, 둥근접시머리 등으로 구분한다. 이는 제조방법이나 이음 배열에 따른 분류와 구별된다.

④ O: 코킹은 리벳 작업 후 리벳머리 둘레와 강판 가장자리를 정과 같은 공구로 두드려 **접합부의 틈을 밀착시키는 작업**이다. 증기나 유체의 누설을 막아 기밀성과 수밀성을 높이므로 보일러와 같이 기밀이 필요한 이음에 사용한다.

NoteBase

문 4. 용접이음에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 용접의 종류에는 압접, 융접 등이 있다.

② 열응력에 의한 잔류변형이 생기지 않는다.

③ 정밀한 작업 시 작업자의 숙련도가 요구된다.

④ 리벳이음에 비하여 기밀성과 수밀성이 양호하다.

정답 2번

간단한 해설

용접에서는 국부적인 가열과 냉각으로 팽창·수축이 불균일하게 일어나므로 **열응력에 의한 잔류변형이 생길 수 있다**. 따라서 '잔류변형이 생기지 않는다'는 설명은 잘못이다.

선지별 해설

① O: 용접은 접합 방법에 따라 융접, 압접 등으로 나눈다. **융접은 접합부를 녹여** 이어 붙이는 방법이고, 압접은 접합부에 압력을 가해 접합하는 방법이다. 압접에서는 필요에 따라 가열을 함께 하기도 한다.

② X: 용접부와 주변 모재는 가열·냉각되는 정도가 달라 팽창·수축량에 차이가 생긴다. 이때 주변 재료가 자유로운 팽창·수축을 구속하면 열응력이 발생하고, 소성변형이 일어나 냉각 후에도 **잔류변형이 남을 수 있다**. 따라서 '생기지 않는다'를 '생길 수 있다'로 고쳐야 한다.

③ O: 정밀한 용접에서는 용접 전류, 용접 속도, 용접봉이나 토치의 위치 등을 적절하게 조절해야 한다. 조건이나 조작이 부적절하면 접합 불량과 변형이 발생할 수 있으므로, 특히 수작업에서는 **작업자의 숙련도**가 용접 품질에 영향을 준다.

④ O: 리벳이음은 판을 겹치고 구멍에 리벳을 박아 연결하므로 접촉면이나 구멍 주변의 틈으로 유체가 샐 수 있다. 용접이음은 접합부를 **연속적으로 접합해 틈을 막을 수 있어** 기밀성과 수밀성이 양호하다. 다만 이러한 성능을 확보하려면 누설을 일으키는 용접 결함이 없어야 한다.

NoteBase

문 5. 안쪽 반지름이 2 m이며 두께가 얇은 원통형 압력 용기에서 원통 벽면의 원주방향 허용응력이 80 MPa이다. 다음 중 1,000 kPa의 내압이 작용할 때, 원주방향 허용응력을 넘지 않는 조건에서 최소 벽 두께[mm]에 가장 가까운 값은?

① 15

② 30

③ 45

④ 60

정답 2번

간단한 해설

얇은 원통의 원주방향 응력은 $\sigma_h = \frac{pr}{t}$이므로, 허용응력 조건으로 구한 최소 두께는 **25 mm**이다. 제시된 값 중 이 두께 이상이면서 가장 가까운 값은 30 mm이다.

계산 과정

조건과 단위: 내압 p는 1,000 kPa = 1 MPa이고, 안쪽 반지름 r은 2 m = 2,000 mm이다. 벽 두께를 t, 원주방향 응력을 σ_h라 한다. 압력과 응력을 모두 MPa로, 길이를 모두 mm로 맞추어 계산한다.

응력 관계: **두께가 얇은 원통**에서는 원주방향 응력을 $\sigma_h = \frac{pr}{t}$로 구한다. 원통을 축을 포함하는 평면으로 나누어 생각하면, 내압이 원통을 벌리는 힘을 양쪽 벽의 인장력이 지탱하므로 이 관계가 성립한다. 여기서 r은 지름이 아니라 안쪽 반지름이다.

최소 두께: 원주방향 응력이 허용응력 80 MPa를 넘지 않아야 하므로 $\frac{pr}{t} \le 80$이다. 두께가 커질수록 응력이 작아지므로, **허용응력과 같아지는 두께**가 최소 두께이다. 따라서 $t_{\min} = \frac{1 \cdot 2000}{80} = 25\text{mm}$이다.

선택지 연결: 15 mm는 필요한 최소 두께 25 mm보다 작아 허용응력을 초과한다. 30 mm, 45 mm, 60 mm는 모두 두께 조건을 만족하며, 그중 25 mm에 가장 가까운 값은 ②의 30 mm이다.

NoteBase

문 6. 길이 50 mm, 지름 20 mm, 포아송비(ν) 0.3인 봉에 1,200 kN의 인장하중이 작용하여 봉의 횡방향 압축변형률(ε_d)이 0.006이 되었을 때, 이 봉의 세로탄성계수 E[GPa]는? (단, π = 3이고 봉의 변형은 비례한도 내에 있다)

① 100

② 150

③ 200

④ 250

정답 3번

간단한 해설

포아송비는 횡방향 변형률의 크기를 세로방향 변형률로 나눈 값이므로, **세로방향 변형률은 0.02**이다. 인장응력 4,000 MPa를 이 변형률로 나누면 세로탄성계수는 200 GPa이다.

계산 과정

1. 인장응력: 하중을 받는 원형 단면의 면적은 $A = \frac{\pi d^2}{4}$이다. 지름 20 mm와 주어진 π = 3을 적용하면 $A = \frac{3 \cdot 20^2}{4} = 300\ \text{mm}^2$이다. 인장하중은 1,200 kN = 1,200,000 N이므로, 인장응력은 $\sigma = \frac{P}{A} = \frac{1{,}200{,}000}{300} = 4{,}000\ \text{N/mm}^2$이다. **$1\ \text{N/mm}^2 = 1\ \text{MPa}$**이므로 이는 4,000 MPa이다.

2. 세로방향 변형률: 인장하중을 받으면 봉은 길이 방향으로 늘어나고 지름 방향으로 줄어든다. 포아송비는 **횡방향 변형률의 크기와 세로방향 변형률의 비**이므로 $\nu = \frac{|\varepsilon_d|}{\varepsilon}$이다. 주어진 압축변형률 0.006은 수축의 크기이므로, $\varepsilon = \frac{0.006}{0.3} = 0.02$이다. 변형률 자체가 주어졌으므로 길이 50 mm로 다시 나누지 않는다.

3. 세로탄성계수: 봉의 변형이 **비례한도 내**에 있으므로 응력과 변형률이 비례하는 훅의 법칙 $\sigma = E\varepsilon$을 적용한다. 따라서 $E = \frac{\sigma}{\varepsilon} = \frac{4{,}000}{0.02} = 200{,}000$ MPa이다. 1 GPa = 1,000 MPa이므로 세로탄성계수는 200 GPa이며, 선택지 ③의 200에 해당한다.

NoteBase

문 7. 벨트의 장력비 1.6, 벨트의 이완측 장력 500N, 벨트의 허용응력 1MPa, 벨트의 폭 10 cm, 벨트의 이음효율 80%일 때, 필요한 벨트의 최소 두께[mm]는? (단, 벨트의 원심력 및 굽힘응력은 무시한다)

① 5

② 10

③ 15

④ 20

정답 2번

간단한 해설

벨트 두께는 장력 차가 아니라 **긴장측 장력 800 N**을 기준으로 정한다. 이음효율 80%에 따른 강도 저하를 반영하면 필요한 최소 두께는 **10 mm**이다.

계산 과정

긴장측 장력 구하기: 긴장측 장력을 T_1, 이완측 장력을 T_2라 하면 장력비는 $\frac{T_1}{T_2} = 1.6$이다. 이완측 장력이 500 N이므로 $T_1 = 1.6 \cdot 500 = 800\text{N}$이다. 원심력과 굽힘응력을 무시하므로 벨트의 인장강도는 **더 큰 장력인 긴장측 장력**을 견디도록 정한다.

이음부의 허용하중 구하기: 벨트 폭을 b, 두께를 t, 허용응력을 σ_a, 이음효율을 η라 한다. 단면적은 bt이고, 이음효율 80%는 **이음부가 이음 없는 벨트 강도의 80%를 가진다**는 뜻이다. 따라서 이음부의 허용 인장하중은 $\eta\sigma_a bt$이며, 이것이 긴장측 장력 이상이어야 한다. 단위를 mm와 N으로 맞추면 폭은 10 cm = 100 mm, 허용응력은 1 MPa = 1 N/mm^2, 이음효율은 0.8이다.

최소 두께 계산: 최소 두께에서는 허용 인장하중과 긴장측 장력이 같으므로 $t_{\min} = \frac{T_1}{\eta\sigma_a b}$이다. 주어진 값을 대입하면 $t_{\min} = \frac{800}{0.8 \cdot 1 \cdot 100} = 10\text{mm}$이다. 따라서 필요한 최소 두께는 10 mm로, ②의 값과 일치한다.

NoteBase

문 8. 원동차와 종동차의 지름이 각각 200 mm, 600 mm이며 서로 외접하는 원통마찰차가 있다. 원동차가 1,200 rpm으로 회전하면서 종동차를 10 kN으로 밀어붙여 접촉한다면 최대 전달동력[kW]은? (단, 마찰계수는 $\mu = 0.2$이다)

① 2π

② 4π

③ 8π

④ 12π

정답 3번

간단한 해설

최대 전달동력은 **최대 마찰력과 접촉점 원주속력의 곱**이다. 최대 마찰력 2 kN과 원주속력 4π m/s를 곱하면 8π kW가 된다.

계산 과정

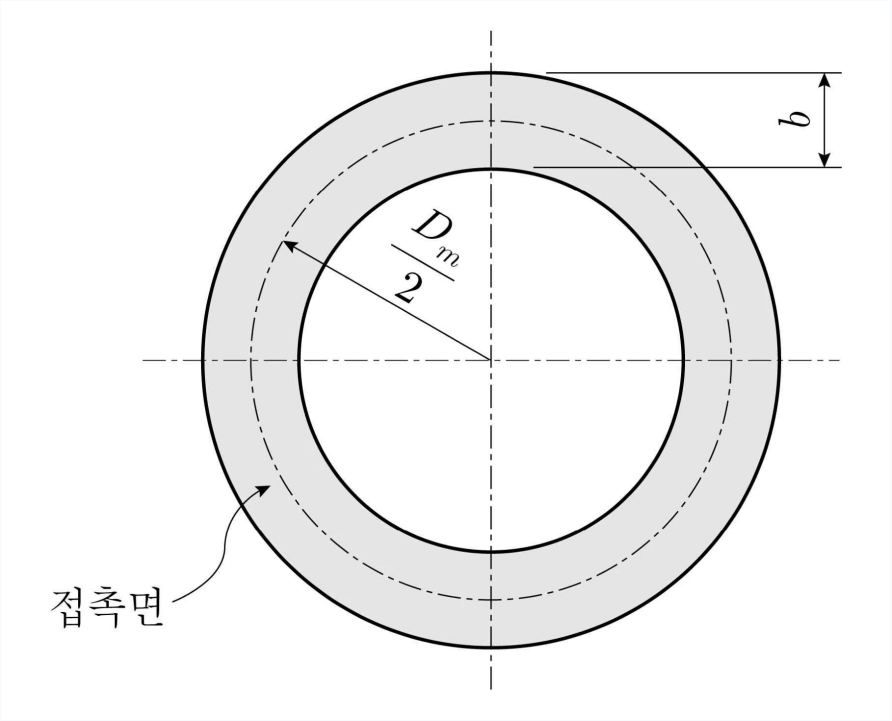
1. 최대 마찰력: 두 마찰차를 밀어붙이는 힘은 접촉면에 수직으로 작용하는 수직항력이다. 수직항력 N = 10 kN = 10,000 N, 마찰계수 $\mu = 0.2$이므로 **미끄러지기 직전의 접선방향 마찰력**은 $F_{\max} = \mu N$이다. 따라서 $F_{\max} = 0.2 \cdot 10{,}000 = 2{,}000$ N이다. 이 힘이 회전방향으로 동력을 전달하며, 누르는 힘 10 kN 자체가 전달력은 아니다.

2. 접촉점 원주속력: 원동차의 지름 D = 200 mm = 0.2 m이고 회전수 n = 1,200 rpm이다. 한 바퀴에 원주 길이 πD만큼 이동하므로, 분당 회전수를 초당 회전수로 바꾸면 $v = \frac{\pi D n}{60}$이다. 대입하면 $v = \frac{\pi \cdot 0.2 \cdot 1{,}200}{60} = 4\pi$ m/s이다. 종동차의 지름은 600 mm이지만, **미끄럼이 없을 때 두 차의 접촉점 원주속력은 같다**. 지름의 차이는 회전수의 차이로 나타나므로 이 속력에 지름비를 다시 곱하지 않는다.

3. 최대 전달동력: 동력은 힘과 그 힘의 방향으로 움직이는 속력의 곱이므로 $P_{\max} = F_{\max} v$이다. 따라서 $P_{\max} = 2{,}000 \cdot 4\pi = 8{,}000\pi$ W이다. 1 kW = 1,000 W이므로 $P_{\max} = \frac{8{,}000\pi}{1{,}000} = 8\pi$ kW이며, 이는 ③의 값과 일치한다.

NoteBase

문 9. 접촉면 평균지름(D_m)이 200 mm, 면압이 0.2 N/mm^{2}인 단판 마찰클러치가 80π N·m의 토크를 전달하기 위해 필요한 접촉면의 최소 폭(b)[mm]은? (단, 접촉면의 마찰계수는 $\mu = 0.2$이고, 축방향 힘은 균일 압력조건, 토크는 균일 마모조건으로 한다)



① 5

② 10

③ 50

④ 100

정답 4번

간단한 해설

접촉면의 넓이는 $A = \pi D_m b$이고, 균일 마모조건에서 토크의 유효반지름은 $D_m/2$이다. **축방향 힘은 균일 압력조건, 토크는 균일 마모조건**을 적용하면 필요한 접촉면의 최소 폭은 100 mm이다.

NoteBase

계산 과정

1. 접촉면의 형상: 그림의 b는 환형 접촉면의 반지름 방향 폭이다. 평균지름이 D_m이므로 접촉면의 넓이는 평균 원주 길이에 폭을 곱한 $A = \pi D_m b$이다. 이때 $D_m = 200\text{mm}$이다.

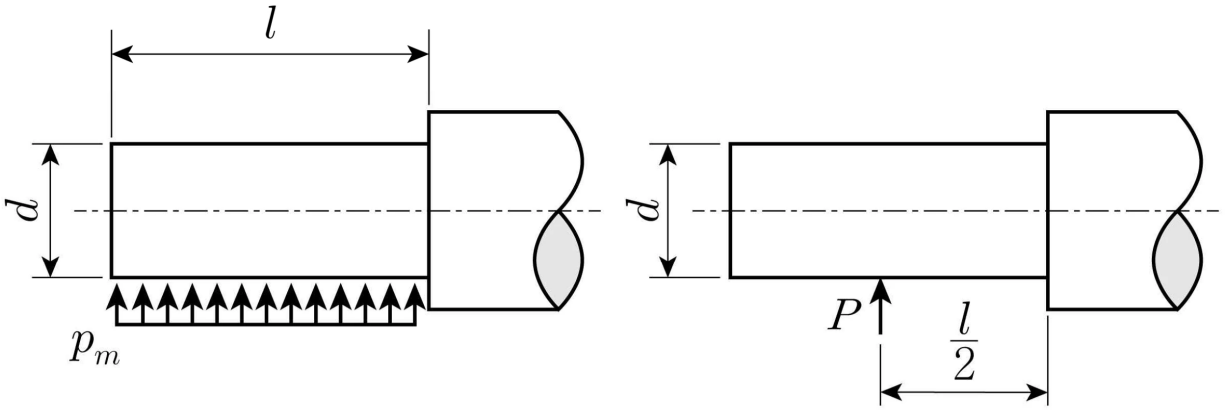
2. 축방향 힘: 면압을 p, 축방향 힘을 W라 하면, **균일 압력조건**에서는 접촉면 전체에 같은 면압이 작용하므로 $W = pA$이다. 따라서 $W = 0.2 \cdot \pi \cdot 200 \cdot b = 40\pi b$이며, 길이를 mm로 넣으면 힘의 단위는 N이다.

3. 전달토크: **균일 마모조건의 유효반지름**은 안쪽 반지름과 바깥쪽 반지름의 산술평균으로, $r_m = D_m/2 = 100\text{mm}$이다. 접촉면의 마찰력 μW에 이 반지름을 곱하면 전달 가능한 토크가 된다. 따라서 $T = \mu W r_m$에 값을 넣으면 $T = 0.2 \cdot 40\pi b \cdot 100 = 800\pi b$이고, 단위는 $\text{N}\cdot\text{mm}$이다.

4. 최소 폭: 요구토크 $80\pi\ \text{N}\cdot\text{m}$는 $80{,}000\pi\ \text{N}\cdot\text{mm}$이다. 다른 조건이 같으면 전달 가능한 토크가 폭에 비례하므로, 최소 폭은 전달 가능한 토크와 요구토크가 같을 때 구한다. $800\pi b = 80{,}000\pi$를 풀면 $b = \frac{80{,}000\pi}{800\pi} = 100\text{mm}$이다. 이는 ④의 100 mm에 해당한다.

NoteBase

문 10. 강도를 고려하여 지름 d인 끝저널(엔드저널)을 설계하기 위해 베어링 폭이 l인 미끄럼베어링 내의 평균압력 p_m을 길이 l인 저널 중앙지점에 작용하는 집중하중 P로 대체하고 저널을 외팔보로 취급하여 설계한다면 $\frac{l}{d}$은? (단, 저널의 허용굽힘응력은 σ_a이다)



① $\sqrt{\frac{32p_m}{\pi\sigma_a}}$
② $\sqrt{\frac{\pi\sigma_a}{32p_m}}$
③ $\sqrt{\frac{16p_m}{\pi\sigma_a}}$
④ $\sqrt{\frac{\pi\sigma_a}{16p_m}}$

정답 4번

간단한 해설

베어링 하중은 $P = p_m dl$이고, 고정부에 대한 **모멘트 팔은 저널 길이의 절반**이다. 이를 원형 단면의 굽힘응력식에 적용하면 허용응력에 도달하는 길이와 지름의 비는 $\frac{l}{d} = \sqrt{\frac{\pi\sigma_a}{16p_m}}$ 이다.

NoteBase

계산 과정

1. 평균압력과 하중: 미끄럼베어링의 평균압력 p_m은 하중 P를 저널의 **투영면적** dl로 나눈 값이다. 지름이 d, 베어링 폭이 l이므로 $P = p_m dl$이다.

2. 최대굽힘모멘트: 그림에서 집중하중 P는 저널 중앙에 작용하므로 고정부까지의 거리는 $\frac{l}{2}$이다. 외팔보의 굽힘모멘트는 고정부에서 최대이므로 $M_{\max} = \frac{Pl}{2} = \frac{p_m dl^2}{2}$이다.

3. 굽힘응력: 지름 d인 원형 단면의 단면계수는 $Z = \frac{\pi d^3}{32}$이다. 굽힘응력은 모멘트를 단면계수로 나눈 값이므로 $\sigma_{\max} = \frac{M_{\max}}{Z}$이고, 앞의 결과를 대입하면 $\sigma_{\max} = \frac{16 p_m}{\pi}\left(\frac{l}{d}\right)^2$이다.

4. 길이와 지름의 비: 강도 조건은 $\sigma_{\max} \le \sigma_a$이다. **허용굽힘응력에 도달하는 한계조건**에서 $\sigma_a = \frac{16 p_m}{\pi}\left(\frac{l}{d}\right)^2$ 이므로, 양의 길이비를 취하면 $\frac{l}{d} = \sqrt{\frac{\pi \sigma_a}{16 p_m}}$ 이다. 이는 ④의 식과 같다. p_m과 σ_a는 같은 압력 단위를 사용하며, 길이비는 무차원이다.

NoteBase

문 11. 외접하는 표준 스퍼기어 두 개의 잇수가 각각 40, 60개이고 원주피치가 3π mm일 때, 두 축 사이의 중심거리[mm]는?

① 100

② 150

③ 200

④ 250

정답 2번

간단한 해설

원주피치 $p = \pi m$에서 모듈은 3 mm이다. 외접하는 표준 스퍼기어의 중심거리는 **두 피치원 반지름의 합**이므로 150 mm이다.

계산 과정

모듈 구하기: 원주피치 p는 피치원 위에서 이웃한 두 이의 대응점 사이를 잰 호의 길이이다. 피치원 지름을 d, 잇수를 z라 하면 $p = \frac{\pi d}{z}$이고, 모듈은 $m = \frac{d}{z}$이므로 $p = \pi m$이다. 따라서 $m = \frac{3\pi}{\pi} = 3$ mm이다.

피치원 지름 구하기: 두 기어는 같은 모듈로 맞물리며, 각 피치원 지름은 $d = mz$이다. 잇수가 40개인 기어는 $d_1 = 3 \cdot 40 = 120$ mm, 60개인 기어는 $d_2 = 3 \cdot 60 = 180$ mm이다. 이 값들은 이끝원 지름이 아니라 **피치원 지름**이다.

중심거리 구하기: 외접하는 표준 스퍼기어는 두 피치원이 바깥쪽에서 접하므로 중심거리 a는 **두 피치원 반지름의 합**이다. 따라서 $a = \frac{d_1 + d_2}{2}$에 대입하면 $a = \frac{120 + 180}{2} = 150$ mm이다. 이는 ②의 150에 해당한다.

NoteBase

문 12. 클러치의 종류에 관한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 맞물림클러치: 양쪽의 턱이 서로 맞물려서 미끄럼 없이 동력이 전달된다.

② 원심클러치: 원동축의 원심력으로 전자코일에서 기전력을 발생시켜 동력을 전달한다.

③ 유체클러치: 일정한 용기 속에 유체를 넣어서 구동축을 회전시키면 유체를 통해 종동축에 동력이 전달된다.

④ 마찰클러치: 원동축과 종동축에 붙어 있는 접촉면을 서로 접촉시킬 때 발생하는 마찰력에 의해 동력을 전달한다.

정답 2번

간단한 해설

원심클러치는 회전할 때 생기는 **원심력으로 마찰편을 드럼에 밀착**시켜 동력을 전달한다. 전자코일에서 기전력을 발생시켜 동력을 전달하는 방식이 아니다.

선지별 해설

① O: 맞물림클러치는 양쪽의 턱이나 이가 서로 맞물려 회전력을 전달한다. 마찰력에 의존하지 않고 **턱의 기계적 맞물림**으로 연결되므로, 결합된 상태에서는 두 축 사이에 미끄럼이 없다.

② X: 원심클러치는 회전하는 추에 작용하는 원심력을 이용한다. 회전속도가 높아져 원심력이 스프링의 복원력을 이기면 추가 바깥쪽으로 이동하고, 추에 붙은 마찰편이 드럼에 접촉하여 **마찰력으로 동력을 전달**한다. 따라서 '전자코일에서 기전력을 발생시켜'라는 부분은 원심력으로 마찰편을 드럼에 밀착시킨다는 내용으로 고쳐야 한다.

③ O: 유체클러치는 구동축에 연결된 펌프가 유체를 움직이고, 그 유체가 종동축에 연결된 터빈을 회전시키는 방식이다. 두 축을 직접 맞물리게 하는 대신 **유체의 운동을 매개로** 동력을 전달한다.

④ O: 마찰클러치는 원동축과 종동축에 연결된 접촉면을 서로 눌러 붙이고, 그 사이에 생기는 **마찰력으로 회전력을 전달**한다. 접촉면을 떼면 두 축 사이의 동력 전달이 끊어진다.

NoteBase

문 13. 전위기어의 사용 목적으로 옳지 않은 것은?

① 언더컷을 방지하려고 할 때 사용한다.

② 최소 잇수를 줄이려고 할 때 사용한다.

③ 물림률을 감소시키려고 할 때 사용한다.

④ 이의 강도를 증가시키려고 할 때 사용한다.

정답 3번

간단한 해설

전위에 따라 물림률이 낮아질 수는 있지만, **물림률 감소 자체가 사용 목적은 아니다**. 전위기어는 언더컷을 방지하거나 이의 강도를 높이는 데 사용하며, 물림률은 원활한 동력 전달에 필요한 수준으로 확보해야 한다.

선지별 해설

전위기어는 기어를 절삭할 때 공구를 표준 위치에서 반지름 방향으로 이동시켜 이의 형상을 바꾼 기어이다. 특히 공구를 기어 중심에서 바깥쪽으로 옮기는 양의 전위는 언더컷 방지와 이뿌리 강도 향상에 이용된다.

① O: 언더컷은 절삭 중 공구가 이뿌리 부분을 과도하게 깎아 내는 현상으로, 이의 강도를 떨어뜨린다. **양의 전위**를 주면 공구가 이뿌리를 지나치게 파고드는 것을 막아 언더컷을 방지할 수 있다.

② O: 잇수가 적은 표준기어는 언더컷이 발생하기 쉽다. 양의 전위로 이를 방지하면 표준기어보다 적은 잇수로도 기어를 만들 수 있으므로, **언더컷 없이 사용할 수 있는 최소 잇수**를 줄일 수 있다. 이는 이미 만든 기어의 이를 없앤다는 뜻이 아니다.

③ X: 물림률은 회전 중 동시에 맞물려 있는 이의 쌍 수의 평균을 뜻한다. 물림률이 낮아지면 여러 이가 하중을 나누어 받는 구간이 줄어 원활한 동력 전달에 불리하다. 따라서 전위기어는 물림률을 무조건 감소시키려는 것이 아니라 **필요한 물림률을 확보하면서** 언더컷 방지나 강도 향상을 이루도록 설계한다. 전위 조건에 따라 물림률이 감소할 수 있다는 결과와, 그 감소를 사용 목적으로 삼는 것은 구별해야 한다.

④ O: 양의 전위를 주면 이뿌리 쪽의 이 두께가 두꺼워져 하중에 의한 굽힘에 더 잘 견딘다. 따라서 **이뿌리의 굽힘강도**를 높이기 위해 전위기어를 사용할 수 있다.

NoteBase

문 14. 원통 또는 원뿔의 플러그를 90° 회전시켜 유체의 흐름을 개폐시킬 수 있는 밸브는?

① 콕

② 스톱밸브

③ 슬루스밸브

④ 버터플라이밸브

정답 1번

간단한 해설

원통 또는 원뿔 모양의 **플러그를 90° 회전**시켜 유로를 열고 닫는 장치는 콕이다. 플러그의 구멍이 배관과 나란하면 유체가 흐르고, 회전하여 어긋나면 흐름이 차단된다.

공통 해설

콕은 원통 또는 원뿔 모양의 플러그에 유체가 통과하는 구멍을 낸 밸브이다. 플러그의 구멍이 배관의 입구·출구와 일치하면 유로가 열리고, 이 상태에서 플러그를 90° 돌리면 구멍이 어긋나 플러그의 막힌 부분이 유로를 차단한다.

이 문항에서는 회전각뿐 아니라 **개폐 부품이 원통 또는 원뿔 모양의 플러그**라는 조건까지 함께 보아야 한다. 이 구조와 작동 원리에 해당하는 명칭이 콕이다.

NoteBase

문 15. 짝 지어진 두 개의 물리량을 SI 기본단위(m, kg, s)로 환산할 경우, 동일한 단위로 연결되지 않은 것은?

① PS – J

② mmHg – Pa

③ kg_f/m^2 – N/m^2

④ $kg_f \cdot m/s$ – W

정답 1번

간단한 해설

PS는 **일률**의 단위이고, J은 **일·에너지**의 단위이다. SI 기본단위로 나타내면 각각 $kg \cdot m^2/s^3$, $kg \cdot m^2/s^2$이므로 시간의 지수가 다르다.

선지별 해설

이 문제는 환산계수의 크기가 아니라, SI 기본단위 m·kg·s로 나타냈을 때의 지수 조합이 같은지를 묻는다. 같은 종류의 물리량이라도 단위가 다르면 환산계수는 다를 수 있다.

① X: PS는 미터마력으로, 단위 시간당 한 일인 일률을 나타낸다. 일률의 SI 단위는 W이며, $1W = 1J/s$이다. J은 힘과 힘의 방향으로 이동한 거리의 곱인 일의 단위로, $1J = 1N \cdot m$이다. 따라서 PS는 $kg \cdot m^2/s^3$, J은 $kg \cdot m^2/s^2$으로 환산된다. PS와 같은 종류의 단위로 연결하려면 J을 **W 또는 J/s**로 고쳐야 한다.

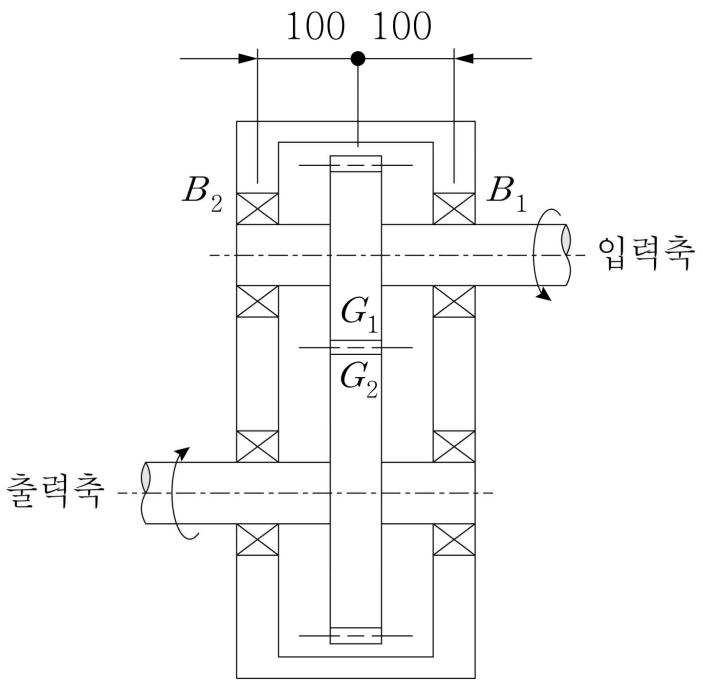
② O: mmHg는 수은주 높이로 나타내는 압력의 단위이고, Pa도 압력의 SI 단위이다. 압력은 **단위 면적당 작용하는 힘**이므로 $1Pa = 1N/m^2$이다. $1N = 1kg \cdot m/s^2$를 대입하면 두 단위 모두 $kg/(m \cdot s^2)$ 형태로 환산된다.

③ O: kg_f는 질량의 단위인 kg과 달리 **힘의 단위**이다. 표준중력가속도를 기준으로 $1kg_f = 9.80665N$이므로, 이를 면적으로 나눈 kg_f/m^2는 N/m^2와 같은 압력의 단위이다. 두 단위 모두 SI 기본단위로는 $kg/(m \cdot s^2)$ 형태가 된다.

④ O: $kg_f \cdot m$는 힘과 거리의 곱이므로 일의 단위이고, 이를 초로 나누면 **단위 시간당 한 일인 일률**의 단위가 된다. kg_f를 N으로 환산하면 $N \cdot m/s$ 형태이며, 이는 W와 같은 종류의 단위이다. 두 단위 모두 SI 기본단위로는 $kg \cdot m^2/s^3$ 형태가 된다.

NoteBase

문 16. 다음 그림은 두 개의 기어로 이루어진 감속장치 개념도이다. 입력축은 10 rad/s의 각속도로 10 kW의 동력을 받아 모듈 5 mm, 압력각 30°인 두 개의 표준 스퍼기어(G_1, G_2)를 통하여 출력축으로 내보낸다. 입력축에서 G_1 기어와 B_1, B_2 베어링 사이의 수평거리가 각각 100 mm일 때, B_1 베어링에 작용하는 하중[N]은? (단, 입력축 G_1 기어의 잇수는 40개이다)



① 5,000
② $\frac{5,000}{\sqrt{3}}$
③ $\frac{10,000}{\sqrt{3}}$
④ $\frac{20,000}{\sqrt{3}}$

정답 3번

간단한 해설

기어에 작용하는 접선력은 10,000 N이며, 압력각을 반영한 전체 치면력은 $\frac{20,000}{\sqrt{3}}$ N이다. 기어가 두 베어링의 중앙에 있으므로 각 베어링은 **전체 치면력의 절반**인 $\frac{10,000}{\sqrt{3}}$ N을 부담한다.

NoteBase

계산 과정

입력 토크: 동력 P, 토크 T, 각속도 ω 사이에는 $P = T\omega$의 관계가 있다. 10 kW = 10,000 W이므로 입력 토크는 $T = \frac{P}{\omega} = \frac{10,000}{10} = 1,000\ \text{N}\cdot\text{m}$이다.

피치원 반지름: 표준 스퍼기어의 피치원 지름은 모듈 m과 잇수 z의 곱인 $d = mz$이다. 따라서 입력 기어 G_1의 지름은 $5 \times 40 = 200$ mm = 0.2 m이며, **접선력의 모멘트팔**인 피치원 반지름 r은 0.1 m이다.

기어에 작용하는 힘: 토크를 전달하는 접선력 F_t는 $T = F_t r$를 만족하므로 $F_t = \frac{1,000}{0.1} = 10,000\ \text{N}$이다. 치면에 수직으로 작용하는 전체 힘 F_n은 접선방향과 반경방향으로 나뉘며, 압력각 30°는 전체 힘과 접선방향 사이의 각이다. 따라서 $F_t = F_n \cos 30^\circ$이고, $F_n = \frac{10,000}{\cos 30^\circ} = \frac{20,000}{\sqrt{3}}\ \text{N}$이다. 스퍼기어에는 축방향 힘이 없으므로 이 힘이 축에 작용하는 횡하중이다.

베어링 하중: 그림에서 G_1은 **두 베어링에서 각각 100 mm 떨어진 중앙**에 있다. 접선방향과 반경방향 하중 모두 두 베어링에 절반씩 분담된다. B_2를 기준으로 모멘트 평형을 세우면, 거리의 단위를 mm로 하여 $R_1 \cdot 200 = F_n \cdot 100$이다. 따라서 B_1이 부담하는 합성 하중은 $R_1 = \frac{F_n}{2} = \frac{10,000}{\sqrt{3}}\ \text{N}$으로, ③의 값과 일치한다.

NoteBase

문 17. 동일 재료로 제작된 길이 l, 지름 d인 중실축과 길이 $2l$, 지름 $2d$인 중실축이 각각 T_1과 T_2의 비틀림 모멘트를 받아 동일한 비틀림각이 발생하였다면 $\frac{T_1}{T_2}$은?

① $\frac{1}{2}$
② $\frac{1}{4}$
③ $\frac{1}{8}$
④ $\frac{1}{16}$

정답 3번

간단한 해설

동일 재료의 축에 같은 비틀림각이 생길 때 비틀림 모멘트는 **지름의 네제곱에 비례하고 길이에 반비례**한다. 두 번째 축은 지름과 길이가 각각 2배이므로 필요한 모멘트는 8배이며, $\frac{T_1}{T_2} = \frac{1}{8}$이다.

계산 과정

비틀림각 관계: 탄성 범위에서 균일한 원형 축의 비틀림각은 $\theta = \frac{TL}{GJ}$이다. 여기서 T는 비틀림 모멘트, L은 축 길이, G는 전단탄성계수, J는 단면의 극관성모멘트이다. 두 축은 **동일 재료이므로 G가 같고**, 비틀림각도 같다.

단면의 영향: 중실 원형 축은 $J = \frac{\pi d^4}{32}$이므로, 지름이 2배가 되면 $J_2 = 16J_1$이다. 즉 두 번째 축의 단면은 **비틀림 변형에 대한 저항이 16배**가 된다.

길이의 영향과 모멘트 계산: 비틀림각 식을 모멘트에 대해 정리하면 $T = \frac{\theta GJ}{L}$이다. 따라서 비틀림각과 재료가 같을 때 모멘트는 J에 비례하고 L에 반비례한다. 두 번째 축은 극관성모멘트가 16배이지만 길이도 2배이므로, $\frac{T_2}{T_1} = \frac{16}{2} = 8$이다.

구하는 비는 이 값의 역수이므로 $\frac{T_1}{T_2} = \frac{1}{8}$이며, ③의 값과 일치한다. 같은 종류의 모멘트끼리 나눈 비이므로 단위는 없다.

NoteBase

문 18. 나사산 높이가 2 mm이고 바깥지름이 40 mm이며, 2회전할 때 축 방향으로 8 mm 이동하는 한 줄 사각나사가 있다. 나사를 조일 때 나사 효율은? (단, 마찰각은 ρ이며, 자리면 마찰은 무시한다)

① $\frac{\frac{4}{38\pi}}{\tan\left(\rho+\tan^{-1}\frac{4}{38\pi}\right)}$
② $\frac{\frac{8}{38\pi}}{\tan\left(\rho+\tan^{-1}\frac{8}{38\pi}\right)}$
③ $\frac{\frac{4}{36\pi}}{\tan\left(\rho+\tan^{-1}\frac{4}{36\pi}\right)}$
④ $\frac{\frac{8}{36\pi}}{\tan\left(\rho+\tan^{-1}\frac{8}{36\pi}\right)}$

정답 1번

간단한 해설

한 회전당 이동량인 **리드는 4 mm**이고, 나사산 중앙의 **유효지름은 38 mm**이다. 자리면 마찰을 무시한 조임 효율은 $\eta=\frac{\tan\lambda}{\tan(\rho+\lambda)}$이며, 리드각은 $\tan\lambda=\frac{4}{38\pi}$로 구한다.

계산 과정

리드: 리드 L은 나사가 한 회전할 때 축 방향으로 이동하는 거리이다. 2회전할 때 8 mm 이동하므로 $L=\frac{8}{2}=4\text{mm}$이다. 한 줄 나사에서는 리드와 피치가 같다.

유효지름: 나사산 높이 2 mm는 반지름 방향의 높이이므로 골지름은 $40-2\times2=36$ mm이다. 사각나사의 유효지름 d_m은 바깥지름과 골지름의 평균이므로 $d_m=\frac{40+36}{2}=38\text{mm}$이다. 리드각을 계산할 때는 **골지름이 아니라 유효지름**을 사용한다.

리드각: 유효지름 위치의 나선을 한 바퀴 펼치면 밑변이 πd_m, 높이가 L인 직각삼각형이 된다. 따라서 리드각 λ는 $\tan\lambda=\frac{L}{\pi d_m}=\frac{4}{38\pi}$, 즉 $\lambda=\tan^{-1}\left(\frac{4}{38\pi}\right)$이다.

효율식: 축 방향 하중을 W, 유효지름의 원주 방향에 필요한 힘을 P라 하면, 사각나사를 조일 때 $P=W\tan(\rho+\lambda)$이다. 한 회전의 입력 일은 $P\pi d_m$, 축 방향으로 전달되는 유효 일은 WL이다. **자리면 마찰을 무시**하므로 효율은 $\eta=\frac{WL}{P\pi d_m}=\frac{L}{\pi d_m\tan(\rho+\lambda)}=\frac{\tan\lambda}{\tan(\rho+\lambda)}$로 구한다.

대입 결과: $\eta=\frac{\frac{4}{38\pi}}{\tan\left(\rho+\tan^{-1}\frac{4}{38\pi}\right)}$로, ①의 식과 일치한다. 효율은 입력 일에 대한 유효 일의 비이므로 단위가 없다.

NoteBase

문 19. 질량 40 kg인 원판형 플라이휠이 장착된 절단기는 강판을 한 번 절단할 때 플라이휠의 회전속도가 2,000 rpm에서 1,000 rpm으로 줄어들어 30 kJ의 운동에너지가 소모된다. 이 플라이휠의 반지름[m]은? (단, $\pi = 3$이고, 플라이휠의 재료는 균일하다)

① $\frac{1}{\sqrt{5}}$
② $\frac{1}{\sqrt{10}}$
③ $\frac{1}{\sqrt{20}}$
④ $\frac{1}{\sqrt{40}}$

정답 2번

간단한 해설

균일한 원판의 관성모멘트는 $I = \frac{1}{2}mr^2$이며, 소모된 에너지는 **절단 전후 회전 운동에너지의 차**이다. 회전속도를 각속도로 바꾸어 적용하면 플라이휠의 반지름은 $\frac{1}{\sqrt{10}}$m이다.

계산 과정

관성모멘트: 반지름을 r, 질량을 m이라 하면, **균일한 원판의 중심축**에 대한 관성모멘트는 $I = \frac{1}{2}mr^2$이다. m = 40 kg을 대입하면 $I = 20r^2$이다. 여기서 r의 단위는 m, I의 단위는 $\mathrm{kg \cdot m^2}$이다.

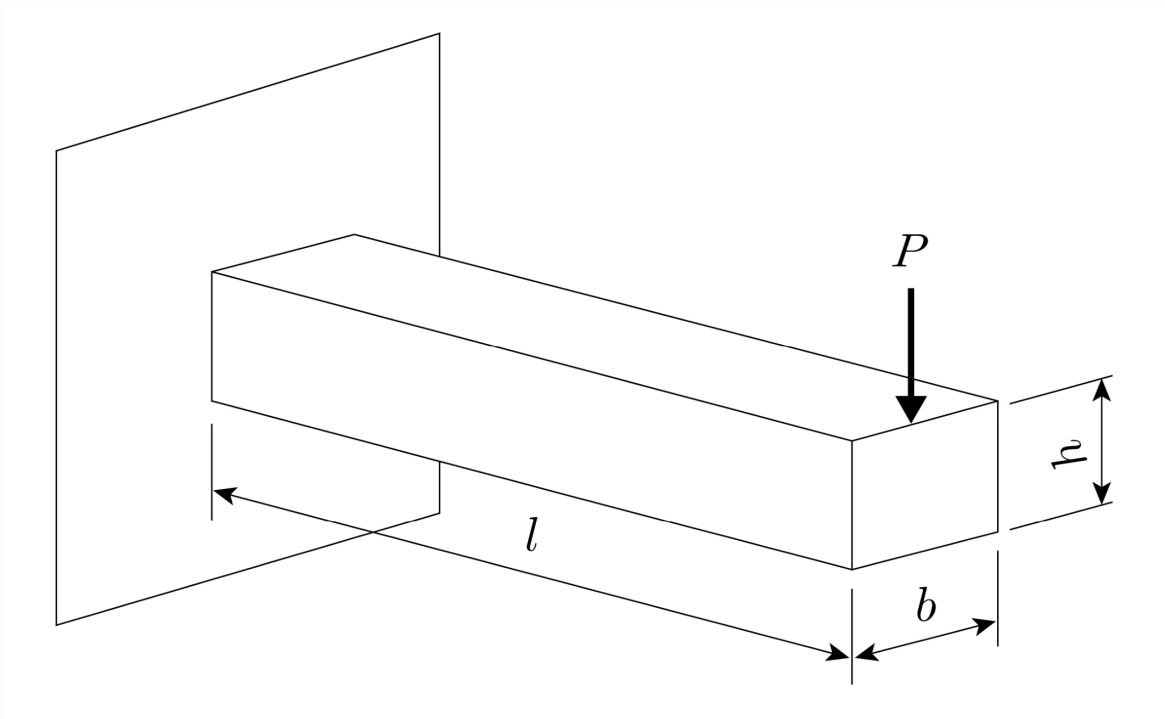
각속도 환산: 회전속도 n의 단위가 rpm이면, 1회전은 2π rad이고 1분은 60초이므로 $\omega = \frac{2\pi n}{60}$이다. 주어진 $\pi = 3$을 적용하면 절단 전 각속도는 $\omega_1 = 200\mathrm{rad/s}$, 절단 후 각속도는 $\omega_2 = 100\mathrm{rad/s}$이다.

에너지 감소량: 회전 운동에너지는 $E = \frac{1}{2}I\omega^2$이므로, **각속도 제곱의 차**를 이용한다. 소모된 30 kJ는 30,000 J이므로 $30{,}000 = \frac{1}{2}I(200^2 - 100^2)$이다. 이를 정리하면 $30{,}000 = 15{,}000I$이므로 $I = 2\mathrm{kg \cdot m^2}$이다. 이는 주어진 속도 변화로 30 kJ를 방출하는 데 필요한 관성모멘트이다.

반지름 계산: $I = 20r^2$에 구한 관성모멘트를 대입하면 $r^2 = \frac{2}{20} = \frac{1}{10}\mathrm{m^2}$이다. 반지름은 양수이므로 $r = \frac{1}{\sqrt{10}}$m이며, ②의 값과 일치한다.

NoteBase

문 20. 다음 그림과 같이 길이가 l이며 폭, 높이가 각각 b, h인 직사각형 단면으로 한쪽 끝이 고정된 단판스프링이 있다. 다른 한쪽 끝에 수직하중 P가 작용할 때, 단판스프링에 작용하는 최대굽힘응력 σ_{max}와 끝단 처짐에 따른 등가 스프링상수 k는? (단, E는 단판스프링 재료의 세로탄성계수이다)



① σ_{max}: $\frac{3Pl}{bh^2}$, k: $\frac{Ebh^3}{2l^3}$
② σ_{max}: $\frac{3Pl}{bh^2}$, k: $\frac{Ebh^3}{4l^3}$
③ σ_{max}: $\frac{6Pl}{bh^2}$, k: $\frac{Ebh^3}{2l^3}$
④ σ_{max}: $\frac{6Pl}{bh^2}$, k: $\frac{Ebh^3}{4l^3}$

정답 4번

간단한 해설

고정단의 굽힘모멘트가 가장 크므로, 최대굽힘응력은 **고정단의 위·아래 표면**에서 발생하며 $\sigma_{max} = \frac{6Pl}{bh^2}$이다.
끝단 처짐은 $\delta = \frac{4Pl^3}{Ebh^3}$이므로, 등가 스프링상수는 **하중을 처짐으로 나눈 값**인 $k = \frac{Ebh^3}{4l^3}$이다.

NoteBase

계산 과정

1. 보 모델과 단면 특성: 그림은 왼쪽 끝이 고정되고 오른쪽 자유단에 수직하중 P가 작용하는 외팔보이다. 선형탄성·작은 처짐의 보 이론을 적용하고 전단변형은 무시한다. 하중 방향의 단면 높이가 h, 폭이 b이므로 중립축에 대한 단면2차모멘트는 $I = \frac{bh^3}{12}$이다. 중립축에서 위·아래 표면까지의 거리는 $c = \frac{h}{2}$이다.

2. 최대굽힘응력: 각 단면의 굽힘모멘트 크기는 하중과 그 단면에서 하중 작용점까지 거리의 곱이다. 따라서 **자유단에서 0, 고정단에서 최대**이며 $M_{\max} = PI$이다. 굽힘응력의 크기는 $\sigma = \frac{My}{I}$이므로, 고정단에서 중립축으로부터 가장 먼 위·아래 표면의 응력 크기가 최대이다. $\sigma_{\max} = \frac{M_{\max} c}{I}$에 단면값을 대입하면 $\sigma_{\max} = \frac{PI \cdot (h/2)}{bh^3/12} = \frac{6PI}{bh^2}$이다.

3. 자유단 처짐: **고정단의 처짐과 기울기가 모두 0**인 끝단 집중하중 외팔보의 처짐식을 적용한다. 자유단 처짐의 크기는 $\delta = \frac{PI^3}{3EI}$이다. 여기에 $I = \frac{bh^3}{12}$를 대입하면 $\delta = \frac{4PI^3}{Ebh^3}$이다. 이 값은 하중 P에 의해 자유단이 아래쪽으로 이동한 거리이다.

4. 등가 스프링상수: 선형탄성 범위에서는 $P = k\delta$이므로 $k = \frac{P}{\delta}$이다. 앞에서 구한 처짐식을 대입하여 정리하면 $k = \frac{3EI}{l^3} = \frac{Ebh^3}{4l^3}$이다. 즉, 스프링상수는 **단위 처짐을 일으키는 데 필요한 하중**이다. 하중을 N, 길이를 mm, 세로탄성계수를 N/mm^{2}로 통일하면 최대굽힘응력의 단위는 N/mm^2, 스프링상수의 단위는 N/mm이다.

구한 $\sigma_{\max} = \frac{6PI}{bh^2}$와 $k = \frac{Ebh^3}{4l^3}$의 조합은 ④와 일치한다.

NoteBase