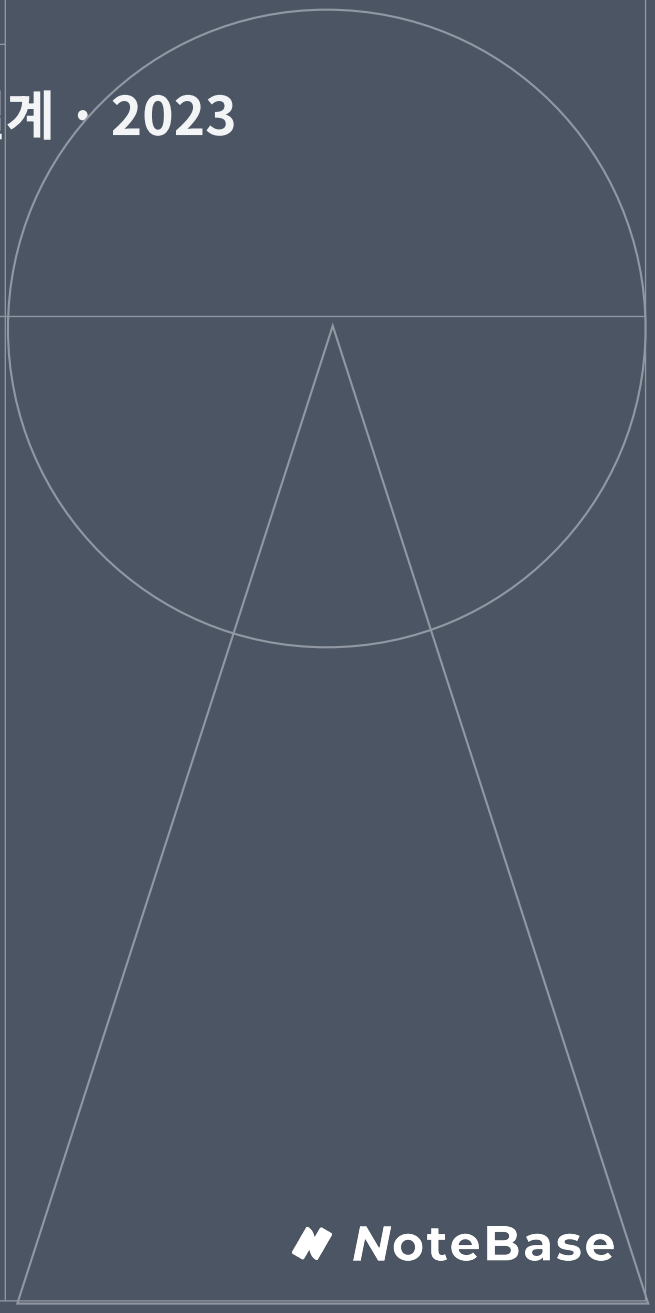
기출OX 해설집

공무원/국가직/9급 · 기계설계 · 2023



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/국가직/9급 · 기계설계 · 2023

공무원/국가직/9급 · 기계설계 · 2023

문 1. 기계설계 시 적용되는 기하공차 중 모양공차(form tolerance)가 아닌 것은?

① 직각도

② 평면도

③ 진직도

④ 원통도

정답 1번

간단한 해설

직각도는 형체 자체의 모양이 아니라 **기준에 대한 수직 관계**를 규제하므로 **자세공차**에 속한다.

선지별 해설

① X: 직각도는 기준이 되는 평면이나 직선인 데이텀에 대해 대상 면이나 축선이 얼마나 정확하게 수직인지를 규제한다. 따라서 모양공차가 아니라 **자세공차**이다.

② O: 평면도는 한 면이 이상적인 평면에서 벗어난 정도를 규제하는 모양공차이다. 대상 면 전체가 지정된 간격의 **서로 평행한 두 평면 사이**에 들어와야 하며, 다른 기준면에 대한 방향을 지정하는 것은 아니다.

③ O: 진직도는 선이나 축선이 이상적인 직선에서 벗어난 정도를 규제하는 모양공차이다. 다른 형체와 이루는 각도가 아니라 **선 자체의 곧은 정도**를 제한하므로 데이텀을 필요로 하지 않는다.

④ O: 원통도는 원통면 전체가 이상적인 원통에서 벗어난 정도를 규제하는 모양공차이다. 대상 원통면이 지정된 간격의 **동축인 두 원통면 사이**에 들어와야 하며, 다른 축에 대한 위치나 방향을 규제하는 것은 아니다.

NoteBase

문 2. 미끄럼베어링에 대한 설명으로 옳은 것은?

① 구름베어링에 비해 기동마찰이 작다.

② 구름베어링에 비해 고속회전에 유리하다.

③ 정압 미끄럼베어링이 동압 미끄럼베어링보다 설치비용이 적다.

④ 급유가 용이한 곳에서는 주로 오일리스(oilless) 베어링을 사용한다.

정답 2번

간단한 해설

미끄럼베어링은 충분한 회전속도에서 형성된 **유막이 축과 베어링을 분리**하여 하중을 지지하므로 고속회전에 유리하다. 이는 기동할 때 유막이 충분히 형성되지 않아 마찰이 큰 특성과 구별해야 한다.

선지별 해설

① X: 일반적인 동압 미끄럼베어링은 기동할 때 하중을 지지할 유막이 충분히 형성되지 않아 축과 베어링 사이에 접촉이 발생한다. 따라서 구름베어링보다 **기동마찰이 크다**. 외부 압력으로 기동 전부터 유막을 형성하는 정압 미끄럼베어링은 이와 구별한다.

② O: 동압 미끄럼베어링은 축의 회전으로 윤활유가 틈새에 끌려 들어가면서 압력이 발생하고, 이 유막이 하중을 지지한다. 충분한 유막이 형성되면 **축과 베어링의 직접 접촉을 피하고 유체의 점성 마찰로 회전**할 수 있으므로, 적절한 윤활과 냉각 조건에서 고속회전에 유리하다.

③ X: 정압 미끄럼베어링은 외부에서 가압한 윤활유로 하중을 지지하므로 **고압 펌프와 압력 제어장치 등 추가 설비**가 필요하다. 반면 동압 미끄럼베어링은 축의 회전으로 발생하는 유막 압력을 이용하므로 하중 지지를 위한 별도의 고압 공급장치가 필수는 아니다. 따라서 일반적으로 정압 미끄럼베어링의 설치비용이 더 크다.

④ X: 오일리스 베어링은 고체 윤활제를 포함하거나 내부에 윤활유를 함유하는 등의 방법으로 외부 급유의 필요나 빈도를 줄인 베어링이다. 따라서 급유가 용이한 곳보다는 **급유가 곤란하거나 자주 급유하기 어려운 곳**에 적합하다.

NoteBase

문 3. 유연성 커플링(flexible coupling)이 아닌 것은?

① 기어 커플링

② 그리드 커플링

③ 롤러체인 커플링

④ 분할원통 커플링

정답 4번

간단한 해설

분할원통 커플링은 분할된 원통을 볼트로 조여 두 축을 단단히 연결하는 **고정 커플링**이다. 축의 중심 어긋남이나 각도 차이를 보상하는 구조가 없으므로 유연성 커플링에 속하지 않는다.

선지별 해설

① O: 기어 커플링은 두 축에 설치한 기어와 이를 감싸는 슬리브의 이가 맞물려 회전력을 전달한다. **기어 맞물림부의 상대 운동**을 통해 허용 범위 안에서 축의 중심 어긋남이나 각도 차이를 보상하므로 유연성 커플링에 속한다.

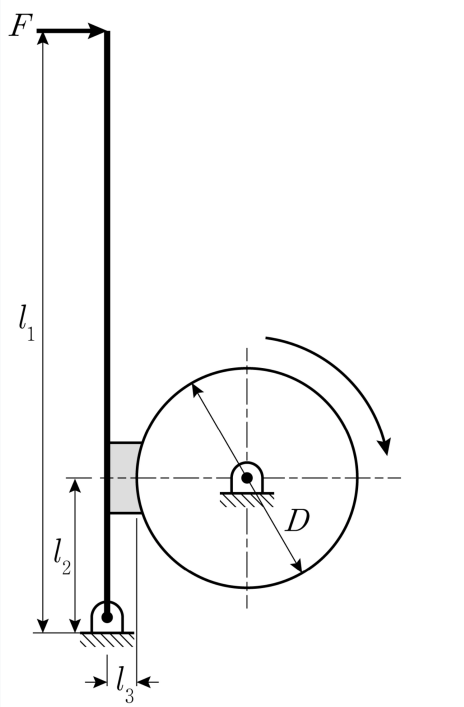
② O: 그리드 커플링은 두 축의 허브 홈에 끼운 격자 모양의 금속 스프링으로 회전력을 전달한다. **스프링의 탄성 변형**으로 축의 작은 어긋남을 허용하고 충격과 진동을 완화하므로 유연성 커플링에 속한다.

③ O: 롤러체인 커플링은 두 축에 설치한 스프로킷을 롤러체인으로 연결하여 회전력을 전달한다. **체인과 스프로킷 등 결합부의 틈새**가 작은 축 정렬 오차를 허용하므로 유연성 커플링에 속한다. 유연성은 고무와 같은 탄성체를 사용해야만 얻어지는 성질이 아니다.

④ X: 분할원통 커플링은 축 방향으로 나눈 원통을 두 축의 이음부에 대고 볼트로 조여 고정한다. 두 축을 하나처럼 단단히 연결하는 **고정 커플링**으로, 축의 중심 어긋남이나 각도 차이를 보상하는 유연성 커플링에 해당하지 않는다. 따라서 설치할 때 두 축의 중심선을 정확히 일치시켜야 한다.

NoteBase

문 4. 그림과 같은 단식 블록 브레이크에서 레버에 힘 $F = 105\text{N}$이 작용할 때, 제동토크[N·mm]는? (단, $D = 200\text{mm}$, $l_1 = 1,000\text{mm}$, $l_2 = 200\text{mm}$, $l_3 = 50\text{mm}$, 마찰계수 $\mu = 0.2$이다)



① 1,000

② 2,000

③ 10,000

④ 20,000

정답 3번

간단한 해설

드럼이 시계방향으로 회전하므로 블록에는 위쪽 마찰력이 작용하며, 이 마찰력도 레버의 모멘트 평형에 포함해야 한다. 평형식에서 수직항력은 500 N, 마찰력은 100 N이므로, 반지름 100 mm를 곱한 **제동토크는 10,000 N·mm**이다.

NoteBase

계산 과정

힘의 방향과 모멘트 평형: 블록이 드럼에서 받는 수직항력을 P, 마찰력을 Q라 둔다. 그림의 드럼은 시계방향으로 회전하므로 왼쪽 접촉면은 위쪽으로 움직이고, 블록에는 **위쪽 마찰력**이 작용한다. 수직항력은 왼쪽으로 작용한다. 레버 아래 지점을 기준으로 P와 Q는 모두 반시계방향 모멘트를, 작용력 F는 시계방향 모멘트를 만든다. 각 힘의 수직 모멘트팔은 각각 l_2, l_3, l_1이므로 평형식은 $Fl_1 = Pl_2 + Ql_3$이다.

수직항력: 미끄럼 접촉의 마찰력 관계 $Q = \mu P$를 평형식에 대입하면 $P = \frac{Fl_1}{l_2 + \mu l_3}$이다. 주어진 힘과 길이를 대입하면 $P = \frac{105 \cdot 1{,}000}{200 + 0.2 \cdot 50} = 500\text{N}$이다. 이는 블록과 드럼 사이에서 접촉면에 수직으로 작용하는 힘의 크기이다.

마찰력과 제동토크: 마찰력의 크기는 $Q = \mu P$에 따라 $0.2 \times 500 = 100$ N이다. 드럼에 작용하는 마찰력은 블록이 받는 마찰력과 반대 방향이므로 드럼의 회전을 방해한다. 토크의 팔길이는 **드럼의 반지름**이므로 $r = \frac{D}{2} = \frac{200}{2} = 100\text{mm}$이다. 따라서 제동토크의 크기는 $T = Qr$에 따라 $100 \times 100 = 10{,}000$ N·mm이며, ③의 값과 일치한다.

NoteBase

문 5. 바깥지름이 8 cm인 중공축에 축방향으로 8,400 N의 하중을 가하여 4 MPa의 압축응력이 발생하였을 때, 안지름[cm]은? (단, $\pi = 3$이다)

① 4

② 5

③ 6

④ 7

정답 3번

간단한 해설

축방향 압축응력은 하중을 **실제 재료가 있는 단면적**으로 나눈 값이다. 필요한 단면적 21 cm^2를 중공 원의 면적에 적용하면 안지름은 6 cm이다.

계산 과정

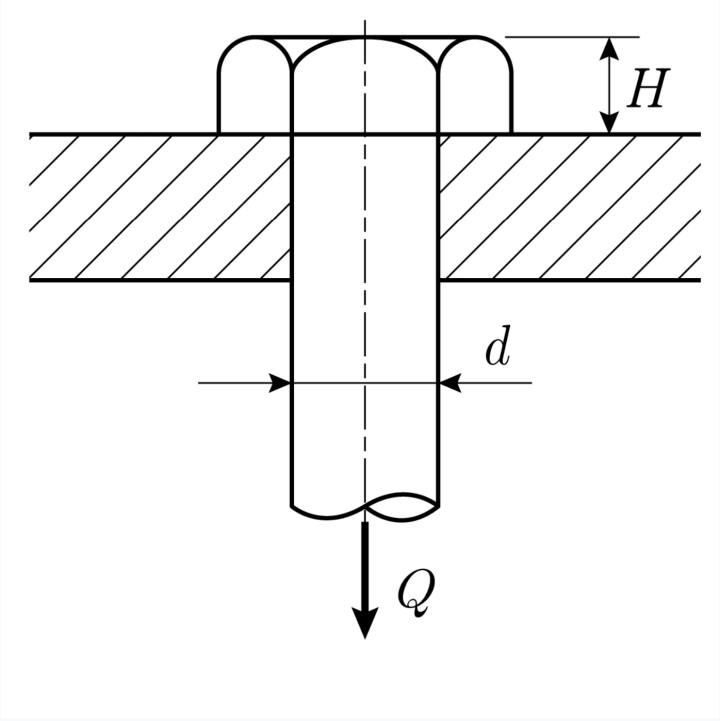
1. 하중을 지지하는 단면적: 축방향 압축하중 P가 단면에 균일하게 작용할 때, 압축응력의 크기는 $\sigma = \frac{P}{A}$이다. 여기서 A는 가운데 빈 부분을 제외한 재료의 단면적이다. **1 MPa = 1 N/mm^2**이므로, 주어진 하중 8,400 N과 압축응력 4 MPa를 대입하면 $A = \frac{8,400}{4} = 2,100 mm^2$이다. 1 cm^2 = 100 mm^2이므로 필요한 단면적은 21 cm^2이다.

2. 중공축의 단면적: 바깥지름을 D = 8 cm, 안지름을 d cm라 하면, 단면적은 **바깥 원의 면적에서 안쪽 빈 원의 면적을 뺀 값**이다. 따라서 $A = \frac{\pi}{4}(D^2 - d^2)$이며, 문제의 조건 $\pi = 3$을 적용하면 $21 = \frac{3}{4}(8^2 - d^2)$이다.

3. 안지름 계산: 위 식에서 $8^2 - d^2 = 21 \cdot \frac{4}{3} = 28$이므로 $d^2 = 64 - 28 = 36$이다. 지름은 양수이므로 $d = \sqrt{36} = 6$이다. 따라서 안지름은 6 cm이며, 선택지 ③의 값과 일치한다.

NoteBase

문 6. 그림과 같이 볼트에 축하중 Q가 작용할 때 볼트 머리부의 전단응력은 볼트축 인장응력의 $\frac{1}{2}$이다. 이때 볼트 머리부의 높이(H)와 볼트 지름(d)의 비($\frac{H}{d}$)는?



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

정답 2번

간단한 해설

볼트 머리부는 축 둘레의 **원통 옆면**에서 전단되므로 전단면적은 πdH이다. 같은 축하중에서 전단응력이 인장응력의 절반이 되려면 전단면적이 축 단면적의 2배여야 하므로 $\frac{H}{d} = \frac{1}{2}$이다.

NoteBase

계산 과정

축의 인장응력: 그림의 축하중 Q는 지름 d인 볼트축을 잡아당긴다. 축에 수직인 원형 단면의 면적은 $A_t = \frac{\pi d^2}{4}$ 이므로, 평균 인장응력은 $\sigma = \frac{Q}{A_t} = \frac{4Q}{\pi d^2}$이다.

머리부의 전단응력: 머리부는 판에 걸려 있고 축은 아래로 당겨지므로, 머리부와 축이 이어지는 지름 d, 높이 H의 **원통 옆면**을 전단면으로 본다. 전단면적은 둘레와 높이의 곱인 $A_s = \pi d H$이며, 이 면이 같은 하중 Q를 지탱하므로 평균 전단응력은 $\tau = \frac{Q}{\pi d H}$이다.

응력비 적용: 문제의 조건은 $\tau = \frac{\sigma}{2}$이다. 두 응력의 비를 구하면 $\frac{\tau}{\sigma} = \frac{Q}{\pi d H} \cdot \frac{\pi d^2}{4Q} = \frac{d}{4H}$이다. 같은 하중 Q가 약분되므로 응력비는 두 단면적의 관계만으로 결정된다. 따라서 $\frac{d}{4H} = \frac{1}{2}$에서 $2d = 4H$, 즉 $\frac{H}{d} = \frac{1}{2}$을 얻는다.

높이 H는 지름 d의 절반이며, 두 길이의 비이므로 단위가 없다. 이 값은 ②의 $\frac{1}{2}$에 해당한다.

NoteBase

문 7. 두께 5 mm, 바깥지름 305 mm인 원통형 압력용기의 원주방향 허용응력이 90 MPa일 때, 용기 내 최대허용압력[MPa]에 가장 가까운 값은? (단, 박판 용기로 가정한다)

① 1.5

② 3.0

③ 4.5

④ 6.0

정답 2번

간단한 해설

박판 원통의 **원주방향 응력**은 $\sigma_\theta = \frac{pd}{2t}$로 구한다. 바깥지름에서 양쪽 두께를 뺀 내경 295 mm를 적용하면 최대허용압력은 약 3.05 MPa로, 3.0 MPa에 가장 가깝다.

계산 과정

두께를 t, 내경을 d라 하면 t = 5 mm이다. 주어진 305 mm는 바깥지름이므로 **양쪽 벽의 두께를 빼서** 내경을 구한다. d = 305 − 2 × 5 = 295 mm이다.

박판 가정에서는 원주방향 응력이 두께에 걸쳐 일정하다고 본다. 원통을 중심축을 포함하는 평면으로 절반 나누어 생각하면, 길이 L인 부분에 작용하는 압력의 합력은 pdL이고 두 벽이 버티는 인장력의 합은 $2\sigma_\theta tL$이다. 힘의 평형에서 $pdL = 2\sigma_\theta tL$이므로 $\sigma_\theta = \frac{pd}{2t}$이다. 여기서 p는 내압, σ_θ는 원주방향 응력이다.

최대허용압력은 **원주방향 응력이 허용응력 90 MPa에 도달할 때**의 압력이다. 위 식을 압력에 대해 정리하면 $p_{\max} = \frac{2t\sigma_{\text{allow}}}{d}$이다. 지름과 두께를 모두 mm로 넣으면 길이 단위가 약분되므로 압력은 허용응력과 같은 MPa로 나온다.

수치를 대입하면 $p_{\max} = \frac{2 \cdot 5 \cdot 90}{295} \approx 3.05\text{MPa}$이다. 따라서 최대허용압력에 가장 가까운 값은 ②의 3.0 MPa이다.

NoteBase

문 8. 기계도면에서 데이텀에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 데이텀 삼각기호는 직각이등변 삼각형으로 표시할 수 있다.

② 공차 영역을 규제하기 위해 설정한 이론적으로 정확한 기하학적 기준이다.

③ 공통 축직선 또는 중심평면이 데이텀인 경우 중심선에 데이텀 삼각기호를 붙인다.

④ 데이텀의 우선순위를 지정할 때는 데이텀을 지시하는 문자를 우선순위가 높은 순서대로 같은 구획에 기입한다.

정답 4번

간단한 해설

④의 '같은 구획에 기입한다'가 잘못된 표현이다. 데이텀의 우선순위를 지정할 때는 우선순위가 높은 것부터 **왼쪽에서 오른쪽으로 서로 다른 구획**에 문자를 기입한다.

선지별 해설

① O: 데이텀 형체를 가리키는 삼각기호는 **직각이등변 삼각형**으로 표시할 수 있다. 삼각형 내부를 검게 채우거나 비워 두는 것은 모두 가능하며, 두 표시 사이에 의미의 차이는 없다.

② O: 데이텀은 공차 영역을 규제하기 위해 설정한 **이론적으로 정확한 기하학적 기준**이다. 실제 부품의 면이나 축에는 가공 오차가 있을 수 있지만, 그 형체를 바탕으로 설정하는 기준 평면이나 기준 축직선은 이상적인 기하학적 요소이다. 다른 형체의 자세나 위치 등을 이 기준에 대해 규제한다.

③ O: 여러 형체의 공통 축직선 또는 중심평면이 데이텀이면, 이를 나타내는 **중심선에 데이텀 삼각기호**를 붙인다. 이는 개별 외형의 표면 자체가 아니라 여러 형체가 공유하는 축직선이나 중심평면을 기준으로 삼는다는 뜻이다.

④ X: 우선순위가 있는 데이텀 문자는 같은 구획에 모아 쓰지 않고, **우선순위가 높은 순서대로 서로 다른 구획**에 기입한다. 공차기입틀의 제1구획은 기하공차의 종류, 제2구획은 공차값을 나타내므로, 데이텀 문자는 제3구획부터 왼쪽에서 오른쪽으로 배치한다. 예를 들어 A가 1차, B가 2차, C가 3차 데이텀이면 A·B·C를 각각 제3·제4·제5구획에 기입한다.

NoteBase

문 9. KS 재료 규격에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① GC150: 회주철품으로 최저인장강도가 150 N/mm2이다.

② SF340A: 탄소강 단강품으로 최저인장강도가 340 N/mm2이다.

③ SS400: 일반 구조용 압연 강재로 최저인장강도가 400 N/mm2이다.

④ SM20C: 기계구조용 탄소 강재로 최저인장강도가 20 N/mm2이다.

정답 3, 4번

간단한 해설

③의 SS400·400 N/mm^{2}는 **구 KS 규격의 설명**이다. 2016년 개정 KS에서는 이를 대체하는 기호가 SS275이고 인장강도는 410~550 N/mm^{2}이다. ④의 SM20C에서 20은 인장강도가 아니라 **약 0.20%의 탄소 함유량**을 나타낸다.

선지별 해설

① O: GC150은 회주철품의 재료 기호이다. 숫자 150은 규정된 인장시험에서의 **최저인장강도 150 N/mm^2**를 뜻한다. 즉, 인장강도가 정확히 150 N/mm^{2}로 고정된다는 뜻이 아니라 이 값 이상이어야 한다는 뜻이다.

② O: SF340A는 탄소강 단강품의 재료 기호이다. 단강품은 단조하여 성형한 강재이며, SF340A의 규정 인장강도 범위는 **340~440 N/mm^2**이다. 따라서 인장강도의 하한은 340 N/mm^{2}이다.

③ X: **2016년 개정 KS D 3503을 기준으로** 판단해야 한다. 구 규격에서는 SS400이 일반 구조용 압연 강재이고 인장강도 범위가 400~510 N/mm^{2}였으므로, 선지의 설명은 구 규격에서는 성립한다. 개정 규격에서는 SS400을 대체하는 기호가 SS275로 바뀌었고, 인장강도 범위는 410~550 N/mm^{2}이다. 따라서 개정 규격에 맞추려면 'SS275: 일반 구조용 압연 강재로 최저인장강도가 410 N/mm^{2}이다'로 고친다. SS275의 숫자 275는 인장강도가 아니라 두께 16 mm 이하에서의 최저 항복강도 275 N/mm^{2}를 나타낸다.

④ X: SM20C는 기계구조용 탄소 강재이지만, 숫자 20은 **탄소 함유량이 약 0.20%**임을 나타낸다. 이 강종의 탄소 함유량 범위는 0.18~0.23%이다. 따라서 '최저인장강도가 20 N/mm^{2}이다'를 '탄소 함유량이 약 0.20%이다'로 고쳐야 하며, 이 숫자만으로 최저인장강도를 읽을 수는 없다.

NoteBase

문 10. 베어링 위에 설치한 윤활유 탱크로부터 베어링에 급유하고, 이때 흘러나온 윤활유는 펌프를 이용하여 탱크로 순환시키는 방식의 윤활법은?

① 링 윤활법
② 적하 윤활법
③ 중력 윤활법
④ 그리스 윤활법

정답 3번

간단한 해설

베어링보다 높은 탱크에서 윤활유를 내려보내는 힘은 **중력**이다. 펌프는 베어링에 직접 압송하는 것이 아니라 **사용한 윤활유를 탱크로 회수**하는 역할을 하므로 중력 윤활법에 해당한다.

구성 요소별 해설

윤활유 탱크와 급유부: 탱크를 베어링 위에 설치하면 높이 차이에 따른 압력으로 윤활유가 베어링에 공급된다. 이때 급유의 원동력은 **탱크와 베어링의 높이 차이에 의한 중력**이다. 베어링으로 공급된 윤활유는 접촉면을 윤활한 뒤 흘러나온다.

회수 펌프: 베어링에서 흘러나온 윤활유를 위쪽 탱크로 다시 올려 순환시킨다. 이 펌프는 **급유가 아니라 회수·순환**을 담당한다. 펌프가 베어링에 직접 윤활유를 밀어 넣는 압력 급유 방식과 역할이 다르므로, 펌프가 있다는 사실만으로 급유 방식까지 압력식이라고 판단해서는 안 된다.

상부 탱크의 중력 급유와 펌프의 회수를 결합한 구성이므로, ③의 중력 윤활법에 해당한다.

NoteBase

문 11. 축에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 비틀림 모멘트만을 받는 원형 중실축의 중심에서 전단응력은 없다.

② 바흐(Bach)의 축 설계조건은 굽힘모멘트를 받는 축의 강도설계에 사용된다.

③ 축에 묻힘키를 사용하는 경우 축에 파여진 키홈의 영향으로 축의 강도가 저하된다.

④ 같은 크기의 토크를 전달할 때, 중공축이 중실축에 비해 무게를 가볍게 할 수 있다.

정답 2번

간단한 해설

바흐(Bach)의 축 설계조건은 **비틀림각을 제한하는 강성 설계**에 사용된다. 굽힘응력이 허용응력을 넘지 않도록 하는 강도 설계와는 기준이 다르다.

선지별 해설

① O: 원형 중실축이 탄성 범위에서 비틀림 모멘트만 받으면 전단응력은 축 중심으로부터의 거리에 비례한다. 따라서 **중심에서는 전단응력이 0**이고, 바깥 표면에서 최대가 된다.

② X: 바흐(Bach)의 조건은 **비틀림에 대한 강성 설계**에 사용된다. 연강축의 길이 1 m당 비틀림각이 0.25° 이내가 되도록 축 지름을 정하는 기준이다. 강도 설계는 응력을 허용값 이내로 제한하고, 강성 설계는 변형을 허용값 이내로 제한하므로, '굽힘모멘트를 받는 축의 강도설계'를 '비틀림 모멘트를 받는 축의 강성 설계'로 고쳐야 한다.

③ O: 묻힘키를 끼우려면 축에 키홈을 가공해야 한다. 이때 하중을 지탱하는 단면이 줄어들고 홈 부근에 **응력집중**이 발생하므로, 키홈이 없는 축에 비해 강도가 저하된다.

④ O: 비틀림을 받는 원형축에서는 중심에 가까운 재료보다 바깥쪽 재료가 토크 전달에 더 크게 기여한다. 따라서 같은 재료와 길이에서 중공축의 내경과 외경을 적절히 정하면, **같은 토크 전달 능력을 확보하면서 무게를 줄일 수 있다**. 중심부의 재료를 덜어 내고 바깥쪽에 재료를 배치하는 것이 경량화에 유리하다.

NoteBase

문 12. 안지름 200 mm인 관 속을 흐르는 유체의 평균유량이 0.3 m^3/s일 때, 유체의 평균유속[m/s]은? (단, $\pi = 3$이다)

① 5

② 10

③ 15

④ 20

정답 2번

간단한 해설

평균유속은 **체적유량을 관의 안쪽 단면적으로 나눈 값**이다. 안지름 200 mm를 0.2 m로 환산하면 단면적은 0.03 m^2이므로, 평균유속은 10 m/s이다.

계산 과정

체적유량 Q는 단위 시간에 관의 단면을 통과하는 유체의 부피이다. 관의 안쪽 단면적을 A, 평균유속을 v라 하면 $Q = Av$이므로, 구하려는 평균유속은 $v = \frac{Q}{A}$이다.

관의 단면적: 유체가 흐르는 공간의 넓이를 구하므로 **안지름**을 사용한다. 유량의 단위가 m^3/s이므로 안지름도 m로 맞추면 d = 200 mm = 0.2 m이다. 원형 단면에 대해 $A = \frac{\pi d^2}{4}$이며, 주어진 π = 3을 적용하면 $A = \frac{3 \cdot (0.2)^2}{4} = 0.03 m^2$이다. 이는 유체가 통과하는 관 내부의 단면적이다.

평균유속: Q = 0.3 m^3/s를 단면적 0.03 m^2으로 나누면 $v = \frac{0.3}{0.03} = 10 m/s$이다. 따라서 평균유속은 10 m/s로, ②의 값과 일치한다.

NoteBase

문 13. 볼나사(ball screw)의 특징으로 옳은 것만을 모두 고르면?

ㄱ. 고속 구동 시 소음이 작다.
ㄴ. 가격이 저렴하고 가공하기 쉽다.
ㄷ. 나사효율이 높고 백래시가 작다.
ㄹ. NC 공작기계, 자동차의 조향장치에 사용된다.

① ㄱ, ㄴ
② ㄱ, ㄹ
③ ㄴ, ㄷ
④ ㄷ, ㄹ

정답 4번

간단한 해설

볼나사는 볼의 **구름 접촉**으로 마찰 손실을 줄여 나사효율이 높고, **예압으로 백래시를 줄일 수 있다**. 이러한 특성 때문에 정밀한 이송이 필요한 NC 공작기계 등에 사용된다.

보기별 해설

볼나사는 나사축과 너트 사이에서 볼이 순환하며 구르는 구조로, 회전운동을 직선운동으로 바꾸는 데 사용된다.

ㄱ. X: 볼이 순환 경로를 지나며 부품과 충돌하고 구름 소음을 발생시키므로, 일반적으로 **고속 구동 시 소음이 커지는 단점**이 있다. 마찰이 작다는 것이 소음도 작다는 뜻은 아니다.

ㄴ. X: 볼이 구르는 나사홈을 정밀하게 가공해야 하고 볼의 순환 기구도 필요하다. 따라서 일반적인 미끄럼 나사보다 **구조와 제작이 복잡하고 가격이 비싸다**.

ㄷ. O: 미끄럼 접촉 대신 구름 접촉을 이용하므로 마찰에 의한 동력 손실이 작아 나사효율이 높다. 백래시는 운동 방향을 바꿀 때 틈새 때문에 생기는 헛움직임이며, 볼나사는 **예압을 주어 축방향 틈새를 줄이거나 제거**할 수 있어 백래시를 작게 할 수 있다.

ㄹ. O: 높은 효율과 정밀한 위치 제어 특성을 이용하여 NC 공작기계의 이송장치에 사용된다. 자동차의 볼 순환식 조향장치에도 사용되어 조향 입력의 회전운동을 축방향 운동으로 전달한다.

옳은 보기는 ㄷ, ㄹ이며, 이를 모두 포함한 조합은 ④이다.

NoteBase

문 14. 외접하는 두 평기어(spur gear)의 각속도 비가 1 : 3, 잇수 합이 80개, 모듈이 5 mm일 때, 두 기어 사이의 중심거리[mm]는?

① 200

② 250

③ 300

④ 350

정답 1번

간단한 해설

외접 평기어의 중심거리는 **두 피치원 지름 합의 절반**이다. 피치원 지름의 합은 모듈과 잇수 합의 곱이므로, 중심거리는 200 mm이다.

계산 과정

두 기어의 잇수를 z_1, z_2, 모듈을 m, 중심거리를 a라 두면, $z_1 + z_2 = 80$이고 m = 5 mm이다. 각속도 비 1 : 3은 개별 잇수의 비를 정하는 조건이지만, 이 문제에서는 **잇수의 합만으로 중심거리를 계산**할 수 있다.

모듈은 피치원 지름을 잇수로 나눈 값이므로 $d = mz$이다. 따라서 두 피치원 지름의 합은 $d_1 + d_2 = m(z_1 + z_2)$이며, 그 값은 $5 \times 80 = 400$ mm이다. 이 400 mm는 중심거리가 아니라 두 피치원 지름을 더한 값이다.

외접하는 두 기어의 중심거리는 **두 피치원 반지름의 합**이므로 $a = \frac{d_1 + d_2}{2}$이다. 따라서 $a = \frac{400}{2} = 200$mm이며, ①의 200 mm와 일치한다.

NoteBase

문 15. 벨트전동과 체인전동에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 벨트전동은 피동축에 과부하가 걸렸을 때 충격을 흡수할 수 있다.

② 벨트전동은 초기 장력이 필요 없는 반면 체인전동은 초기 장력이 필요하다.

③ 벨트전동은 마찰에 의한 전동이며 체인전동은 맞물림에 의한 전동이다.

④ 체인전동은 미끄럼이 없어 일정한 속도비를 얻을 수 있다.

정답 2번

간단한 해설

②는 초기 장력의 필요 여부를 반대로 설명했다. 벨트전동은 풀리와의 마찰력을 확보하기 위해 **초기 장력이 필요**하지만, 체인전동은 스프로킷과 맞물려 전달하므로 **마찰력 확보를 위한 초기 장력이 필요하지 않다**.

선지별 해설

① O: 벨트는 탄성 변형으로 충격을 완화하며, 피동축에 과부하가 걸리면 풀리와 벨트 사이에 **미끄럼이 발생하여 전달 토크를 제한**할 수 있다. 이 때문에 급격한 부하가 구동계에 그대로 전달되는 것을 줄일 수 있다.

② X: 벨트전동은 벨트를 미리 팽팽하게 당겨 풀리에 누르는 힘을 만들어야 충분한 마찰력을 얻는다. 따라서 **벨트전동에는 초기 장력이 필요**하다. 체인전동은 스프로킷의 이와 체인이 맞물려 동력을 전달하므로, 벨트처럼 마찰력을 만들기 위한 초기 장력은 필요하지 않다. 다만 체인이 이탈하거나 심하게 진동하지 않도록 적절한 처짐을 유지해야 한다.

③ O: 이 문항에서 말하는 평벨트·V벨트 등의 일반적인 벨트전동은 **벨트와 풀리 사이의 마찰력**으로 동력을 전달한다. 체인전동은 체인과 스프로킷 이의 맞물림으로 동력을 전달한다.

④ O: 체인은 스프로킷의 이와 맞물리므로 정상적으로 맞물린 상태에서는 벨트전동과 같은 마찰 미끄럼이 없다. 따라서 **스프로킷의 잇수비로 정해지는 일정한 평균 속도비**를 얻는다. 다만 체인이 스프로킷에 다각형 모양으로 걸리는 다각형 효과 때문에 순간 속도에는 변동이 생길 수 있다.

NoteBase

문 16. 질량관성모멘트가 4 kg·m^{2}인 플라이휠이 부착된 전단기가 강판을 절단하여 회전속도가 2,400/π rpm에서 1,200/π rpm으로 감소하였을 경우 전단기가 한 일[kJ]은?

① 2.4

② 4.8

③ 9.6

④ 19.2

정답 3번

간단한 해설

전단기가 한 일은 플라이휠의 **회전 운동에너지 감소량**이다. 절단 전후 각속도 80 rad/s와 40 rad/s를 이용하면, 강판 절단에 사용된 에너지는 9.6 kJ이다.

계산 과정

플라이휠은 회전 운동에너지를 저장했다가 절단할 때 공급한다. 다른 에너지 공급과 손실을 무시하면, 전단기가 강판에 한 일은 **절단 전후 회전 운동에너지의 차**이다. 질량관성모멘트를 I, 각속도를 ω라 하면 회전 운동에너지는 $E = \frac{1}{2} I \omega^2$이다. 여기서 $I = 4\text{kg} \cdot \text{m}^2$이다.

각속도 환산: 회전속도 n의 단위인 rpm은 분당 회전수이다. 1회전은 2π rad, 1분은 60초이므로 $\omega = \frac{2\pi n}{60}$을 사용해 **rad/s로 환산**한다. 절단 전후 각속도는 각각 다음과 같다.
$\omega_1 = \frac{2\pi}{60} \cdot \frac{2400}{\pi} = 80\text{rad/s}$
$\omega_2 = \frac{2\pi}{60} \cdot \frac{1200}{\pi} = 40\text{rad/s}$

일 계산: 절단 후에도 플라이휠이 회전하므로 남아 있는 운동에너지를 빼야 한다. 따라서 $W = \frac{1}{2} I(\omega_1^2 - \omega_2^2)$이며, 수치를 대입하면 다음과 같다.
$W = \frac{1}{2} \cdot 4 \cdot (80^2 - 40^2)$
$W = 9600\text{J}$

단위 환산: 1 kJ = 1,000 J이므로 전단기가 한 일은 9.6 kJ이며, ③의 9.6에 해당한다.

NoteBase

문 17. 두께가 10 mm인 평벨트로 연결된 원동축 풀리와 종동축 풀리를 각각 300 rpm, 200 rpm으로 회전시키려고 할 때, 종동축 풀리의 지름[mm]은? (단, 원동축 풀리의 지름은 600 mm이고 벨트 두께를 고려하며 벨트와 풀리 사이에 미끄럼은 없다)

① 895

② 900

③ 905

④ 910

정답 3번

간단한 해설

벨트 두께를 고려하면 풀리의 유효지름은 **실제 지름에 벨트 두께를 더한 값**이다. 미끄럼이 없으므로 유효지름과 회전수의 곱이 같아야 하며, 종동축 풀리의 지름은 905 mm이다.

계산 과정

원동축 풀리의 지름과 회전수를 각각 $D_1 = 600\text{mm}$, $n_1 = 300\text{rpm}$, 종동축 풀리의 지름과 회전수를 각각 D_2, $n_2 = 200\text{rpm}$으로 둔다. 벨트 두께는 t = 10 mm이며, 구할 값은 종동축 풀리 자체의 지름이다.

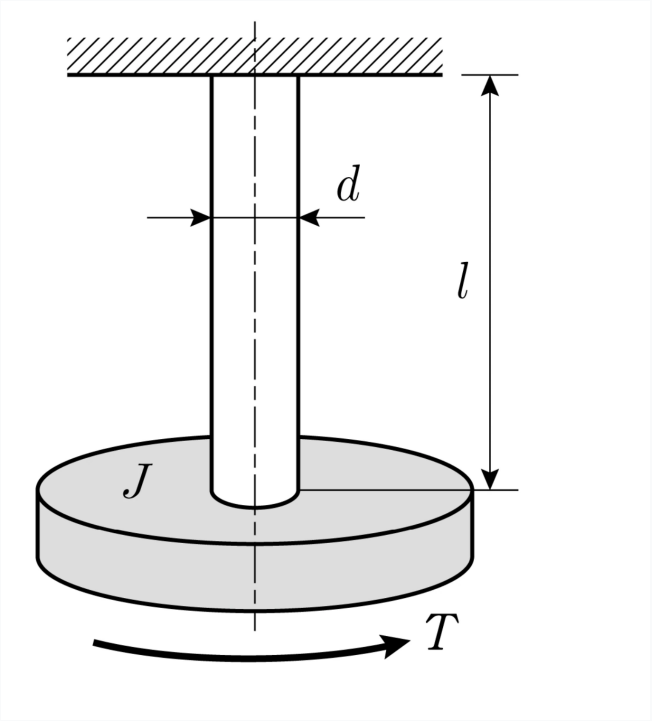
벨트의 두께 중앙을 기준으로 운동을 계산하므로 유효반지름은 풀리 반지름보다 두께의 절반만큼 크다. 따라서 **유효지름에는 벨트 두께 전체를 더해** $D_1 + t$, $D_2 + t$를 사용한다. 원동축 풀리의 유효지름은 600 + 10 = 610 mm이다.

미끄럼이 없으므로 두 풀리에서 벨트의 선속도가 같다. 한 바퀴에 이동하는 길이는 유효지름에 π를 곱한 값이므로, 분당 이동거리의 관계는 $\pi(D_1 + t)n_1 = \pi(D_2 + t)n_2$이다. 양변의 π를 약분하면 $(D_1 + t)n_1 = (D_2 + t)n_2$를 얻는다.

주어진 값을 대입하면 $(D_2 + 10) \cdot 200 = 610 \cdot 300$이다. 따라서 $D_2 + 10 = \frac{300}{200} \cdot 610 = 915$이며, 915 mm는 종동축 풀리의 유효지름이다. 벨트 두께를 빼면 $D_2 = 915 - 10 = 905\text{mm}$이므로 ③의 905 mm에 해당한다.

NoteBase

문 18. 그림과 같이 질량관성모멘트가 J[kg · m^2]인 강체 원판이 설치된 축에 주기적인 토크 T[N · m]가 작용하여 비틀림 진동이 발생할 때, 위험속도[rpm]는? (단, 축의 길이는 l[m], 지름은 d[m], 전단탄성계수는 G[N/m^2]이고, 축의 자중은 무시한다)



① $\frac{15d^2}{2\pi}\sqrt{\frac{\pi G}{2Jl}}$
② $\frac{15d^2}{2\pi}\sqrt{\frac{\pi Jl}{G}}$
③ $\frac{30d^2}{\pi}\sqrt{\frac{G}{\pi Jl}}$
④ $\frac{30d^2}{\pi}\sqrt{\frac{\pi Jl}{G}}$

정답 1번

간단한 해설

위험속도는 **비틀림 고유진동수에 해당하는 회전수**이다. 축의 비틀림 강성과 원판의 질량관성모멘트를 이용해 구한 고유각진동수를 rpm으로 환산하면 $n_c = \frac{15d^2}{2\pi}\sqrt{\frac{\pi G}{2Jl}}$ [rpm]이다.

NoteBase

계산 과정

1. 축의 비틀림 강성: 그림에서 축의 위쪽 끝은 고정되어 있고 아래쪽에는 질량관성모멘트가 J인 강체 원판이 달려 있다. 축의 관성을 무시하고, 축을 비틀림 스프링으로 보는 1자유도 진동계로 다룬다. 원형 실축의 단면극2차모멘트를 I_p라 하면 $I_p = \frac{\pi d^4}{32}$이다. 이는 원판의 **질량관성모멘트 J와 다른 양**이다. 비틀림각 θ와 토크 사이의 관계 $\theta = \frac{Tl}{GI_p}$에서 비틀림 강성은 $k_t = \frac{T}{\theta} = \frac{GI_p}{l}$이며, 따라서 $k_t = \frac{\pi G d^4}{32l}$이다.

2. 고유각진동수: 축이 비틀리면 원판을 원래 위치로 되돌리는 복원토크가 생긴다. 자유진동 운동방정식은 $J\ddot{\theta} + k_t\theta = 0$이므로 고유각진동수는 $\omega_n = \sqrt{\frac{k_t}{J}}$이다. 위에서 구한 강성을 대입하면 $\omega_n = \sqrt{\frac{\pi G d^4}{32Jl}}$ [rad/s]이다. 이 값은 외부 주기 토크의 가진 각진동수와 일치할 때 **공진이 발생하는 기준**이다.

3. rpm으로 환산: 1회전은 2π rad이고 1분은 60초이므로 $n_c = \frac{60}{2\pi}\omega_n$이다. 이를 대입하면 $n_c = \frac{30}{\pi}\sqrt{\frac{\pi G d^4}{32Jl}}$ [rpm]이다. 지름 d는 양수이므로 d^4을 제곱근 밖으로 꺼내면 $n_c = \frac{15d^2}{2\pi}\sqrt{\frac{\pi G}{2Jl}}$ [rpm]으로 정리되며, ①의 식과 일치한다.

NoteBase

문 19. 내접원통마찰차에서 축간거리가 600 mm, 원동차의 회전속도가 1,000 rpm, 종동차의 회전속도가 250 rpm, 마찰차를 밀어붙이는 힘이 600 N일 때, 최대전달동력[W]은? (단, 마찰계수 $\mu = 0.2$이다)

① 600π

② 800π

③ $1,200\pi$

④ $1,600\pi$

정답 2번

간단한 해설

내접원통마찰차는 **두 반지름의 차가 축간거리**이므로, 회전속도비를 적용하면 원동차 반지름은 0.2 m이다. 최대 마찰력 120 N에 접촉점의 원주속도를 곱하면 최대전달동력은 800πW이다.

계산 과정

1. 마찰차 반지름: 원동차와 종동차의 반지름을 각각 r_1, r_2, 회전속도를 각각 n_1, n_2라 한다. 미끄럼 없이 구를 때 접촉점의 원주속도가 같으므로 $n_1 r_1 = n_2 r_2$이다. 따라서 $\frac{r_2}{r_1} = \frac{1,000}{250} = 4$이다. 내접 접촉에서는 **큰 원의 반지름에서 작은 원의 반지름을 뺀 값**이 축간거리이므로 $r_2 - r_1 = 0.6\text{m}$이다. 여기에 $r_2 = 4r_1$을 대입하면 $3r_1 = 0.6\text{m}$이므로 $r_1 = 0.2\text{m}$, $r_2 = 0.8\text{m}$이다.

2. 최대 접선력: 밀어붙이는 힘 600 N은 접촉면에 수직으로 작용하는 힘 N이다. 동력을 전달하는 접선력은 마찰력의 한계를 넘을 수 없으므로, **미끄러지기 직전**의 최대 접선력은 $F_{\max} = \mu N$이다. 따라서 $F_{\max} = 0.2 \cdot 600 = 120\text{N}$이다.

3. 원주속도: 원동차가 한 바퀴 돌 때 접촉면이 이동하는 거리는 $2\pi r_1$이다. 회전속도는 분당 회전수이므로 **60으로 나누어 초당 회전수로 환산**한다. 원주속도는 $v = \frac{2\pi r_1 n_1}{60}$이며, 수치를 대입하면 $v = \frac{2\pi \cdot 0.2 \cdot 1,000}{60} = \frac{20\pi}{3}\text{m/s}$이다.

4. 최대전달동력: 동력은 단위 시간당 일이고, 접선력이 하는 일은 힘과 원주방향 이동거리의 곱이므로 $P_{\max} = F_{\max} v$이다. 따라서 $P_{\max} = 120 \cdot \frac{20\pi}{3} = 800\pi\text{W}$이며, 이는 ②의 값과 일치한다.

NoteBase

문 20. 와이어 로프에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 철 또는 강철의 철사를 꼬아서 만든다.

② 윈치, 기중기 등에서 동력을 전달할 때 사용된다.

③ 와이어 로프를 거는 방법에는 연속식과 병렬식이 있다.

④ 스트랜드의 꼬임과 소선의 꼬임이 반대 방향인 꼬임 방식은 랭꼬임이다.

정답 4번

간단한 해설

④의 '반대 방향'은 **보통꼬임**의 특징이다. **랭꼬임은 같은 방향**으로 소선을 꼬아 스트랜드를 만들고, 스트랜드를 꼬아 로프를 만든다.

선지별 해설

① O: 와이어 로프는 철 또는 강철의 가는 철사인 소선을 꼬아 만든다. 여러 소선을 꼬아 **스트랜드**를 만들고, 여러 스트랜드를 심 주위에 꼬아 로프를 구성한다.

② O: 와이어 로프는 **인장력을 전달**할 수 있어 윈치와 기중기 등에 사용된다. 윈치의 드럼에 로프를 감거나 풀면 로프가 하중을 당기거나 들어 올리는 힘을 전달한다.

③ O: 로프를 풀리에 거는 방법에는 연속식과 병렬식이 있다. 연속식은 **하나의 긴 로프**를 구동 풀리와 종동 풀리의 홈에 차례로 여러 번 감는 방식이고, 병렬식은 **여러 개의 독립된 로프**를 각 홈에 나란히 거는 방식이다.

④ X: 소선이 스트랜드를 이루는 꼬임 방향과 스트랜드가 로프를 이루는 꼬임 방향이 서로 반대이면 **보통꼬임**이다. 랭꼬임은 두 꼬임 방향이 **같다**. 예를 들어 소선을 왼쪽으로 꼬아 스트랜드를 만들고 그 스트랜드를 오른쪽으로 꼬아 로프를 만들면 보통꼬임이고, 두 단계 모두 오른쪽으로 꼬으면 랭꼬임이다.

NoteBase