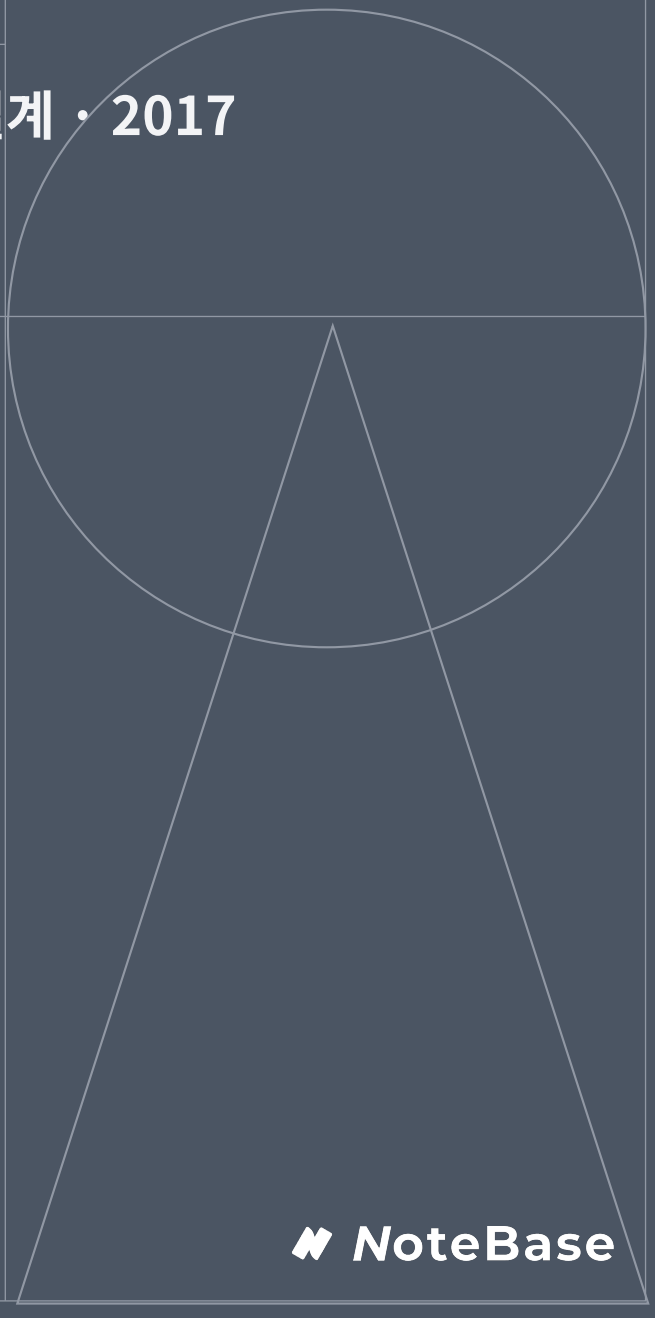
기출OX 해설집

공무원/국가직/9급 · 기계설계 · 2017



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/국가직/9급 · 기계설계 · 2017

공무원/국가직/9급 · 기계설계 · 2017

문 1. 구멍과 축의 끼워맞춤에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 틈새는 구멍의 치수가 축의 치수보다 클 때 구멍과 축의 치수 차를 말한다.

② 헐거운 끼워맞춤은 항상 틈새가 있는 끼워맞춤으로서 구멍의 최소 치수가 축의 최대 치수보다 작다.

③ 억지 끼워맞춤은 항상 죔새가 생기는 끼워맞춤을 말한다.

④ 중간 끼워맞춤은 구멍과 축의 허용한계 치수에 따라 틈새가 생길 수도 있고, 죔새가 생길 수도 있는 끼워맞춤이다.

정답 2번

간단한 해설

헐거운 끼워맞춤에서는 가장 작은 구멍과 가장 큰 축을 조합해도 죔새가 생기지 않아야 한다. 따라서 구멍의 최소 치수는 축의 최대 치수보다 **작아서는 안 된다**.

선지별 해설

① O: 구멍이 축보다 크면 두 부품 사이에 여유가 생긴다. 이때 **구멍 치수에서 축 치수를 뺀 값**을 틈새라고 한다.

② X: 헐거운 끼워맞춤의 틈새가 가장 작아지는 경우는 구멍이 최소 치수이고 축이 최대 치수일 때이다. 이 조합에서도 죔새가 생기지 않으려면 구멍의 최소 치수가 축의 최대 치수보다 **크거나 같아야 한다**. 두 치수가 같으면 최소 틈새는 0이다. 선지처럼 구멍의 최소 치수가 더 작으면 죔새가 생길 수 있으므로 헐거운 끼워맞춤의 조건에 맞지 않는다.

③ O: 축의 치수가 구멍의 치수보다 클 때 그 차이를 죔새라고 한다. 억지 끼워맞춤은 **틈새가 생기지 않도록** 구멍과 축의 허용 치수 범위를 정한 것이다. 가장 큰 구멍과 가장 작은 축을 조합해도 구멍이 축보다 커지지 않는다.

④ O: 중간 끼워맞춤은 **구멍과 축의 허용 치수 범위가 겹치는** 끼워맞춤이다. 실제 제작된 구멍이 축보다 크면 틈새가 생기고, 축이 구멍보다 크면 죔새가 생기므로 실제 치수 조합에 따라 결과가 달라진다.

NoteBase

문 2. 두 축이 평행하지도 않고 교차하지도 않는 경우에 사용하는 기어는?

① 랙과 피니언(rack and pinion)

② 스퍼 기어(spur gear)

③ 베벨 기어(bevel gear)

④ 웜과 웜 기어(worm gear)

정답 4번

간단한 해설

평행하지도 교차하지도 않는 두 축은 '엇갈린 축'이다. 웜과 웜 기어는 이러한 축 사이에서 회전 운동과 동력을 전달한다.

개념 구분

두 축의 중심선을 연장해도 만나지 않고 서로 평행하지 않으면 **엇갈린 축**이라고 한다. 웜과 웜 기어는 이처럼 엇갈린 두 축 사이에서 회전 운동과 동력을 전달하므로 문제의 조건에 해당한다.

스퍼 기어는 **평행한 두 축** 사이에서, 베벨 기어는 **중심선이 교차하는 두 축** 사이에서 동력을 전달한다. 베벨 기어와 웜 기어 모두 두 축의 방향을 90도로 배치할 수 있지만, 베벨 기어는 축의 중심선이 만나고 웜 기어는 만나지 않는다는 차이가 있다.

랙과 피니언은 **회전 운동과 직선 운동을 서로 바꾸는** 기구이다. 피니언이 회전하면 맞물린 직선형 랙이 이동하므로, 엇갈린 두 회전축 사이의 동력 전달을 묻는 조건과 구별된다.

NoteBase

문 3. 모재의 상대적 위치에 따라 분류된 용접이음의 종류가 아닌 것은?

① 맞대기 용접이음

② 덮개판 용접이음

③ T형 용접이음

④ 지그재그형 용접이음

정답 4번

간단한 해설

지그재그형은 모재를 놓는 형태가 아니라 **단속 용접 구간을 양쪽에 엇갈리게 배열하는 방식**이다. 따라서 모재의 상대적 위치에 따른 이음 분류에 속하지 않는다.

공통 해설

모재는 용접으로 접합할 바탕 재료이다. 모재의 상대적 위치에 따른 분류에서는 **부재를 서로 어떻게 배치하여 연결하는지**를 기준으로 삼는다. 맞대기 용접이음은 두 모재를 대체로 같은 평면에 놓고 끝을 서로 마주 보게 연결한다. 덮개판 용접이음은 두 모재의 이음부에 별도의 덮개판을 걸쳐 놓고 각 모재와 용접하여 연결한다. T형 용접이음은 한 모재의 끝을 다른 모재의 표면에 대체로 직각으로 대어 T자 모양으로 연결한다. 이들 명칭은 모두 모재와 연결 부재의 배치 형태를 나타낸다.

지그재그형은 용접선을 연속해서 잇지 않고 일정 구간씩 나누어 용접할 때, 양쪽의 용접 구간이 서로 엇갈리도록 배치하는 방식이다. 이는 **용접 구간의 배열**을 나타내므로 모재 자체의 상대적 위치를 나타내는 이음 형식과 구별된다. 예를 들어 T형으로 배치한 모재에도 양쪽 용접 구간을 지그재그로 배열할 수 있다. 이때 T형은 모재의 배치를, 지그재그형은 용접 구간의 배열을 설명한다.

NoteBase

문 4. 축의 원주 상에 여러 개의 키 홈을 파고 여기에 맞는 보스(boss)를 끼워 회전력을 전달할 수 있도록 한 기계요소는?

① 접선키(tangential key)
② 반달키(woodruff key)
③ 둥근키(round key)
④ 스플라인(spline)

정답 4번

간단한 해설

축 둘레에 여러 개의 홈과 이가 형성되어 보스의 안쪽 형상과 맞물리는 구조를 **스플라인**이라고 한다. 여러 이의 옆면이 힘을 받아 축과 보스 사이에 회전력을 전달한다.

공통 해설

스플라인(spline)은 축의 원주를 따라 여러 개의 **축 방향 홈과 이**를 만들고, 이에 맞는 안쪽 형상을 가진 보스를 끼워 회전력을 전달하는 결합이다. 보스는 축에 끼워지는 기어·풀리 등의 중심 부분을 말한다. 축이 회전하면 축의 이와 보스의 홈이 맞물린 옆면에서 힘이 전달되므로 보스도 함께 회전한다.

문제의 '원주 상에 여러 개의 키 홈'은 축 둘레에 이러한 맞물림 부분을 여러 개 배치한 구조를 뜻한다.
접선키·반달키·둥근키가 **별도의 키를 끼워 결합**하는 데 비해, 스플라인은 축에 형성된 여러 이가 보스와 직접 맞물린다는 점으로 구별한다.

NoteBase

문 5. 푸아송비(Poisson's ratio)가 0.2, 지름이 20 mm, 길이가 200 mm인 둥근 봉에 인장하중이 작용하여 길이가 0.2 mm 늘어났다. 길이가 늘어난 후 단면의 지름[mm]은?

① 19.92

② 19.996

③ 20.02

④ 20.004

정답 2번

간단한 해설

푸아송비가 0.2이므로 횡변형률은 종변형률 0.001의 −0.2배이다. 따라서 지름이 **0.004 mm 감소**하여 변형 후 지름은 19.996 mm이다.

계산 과정

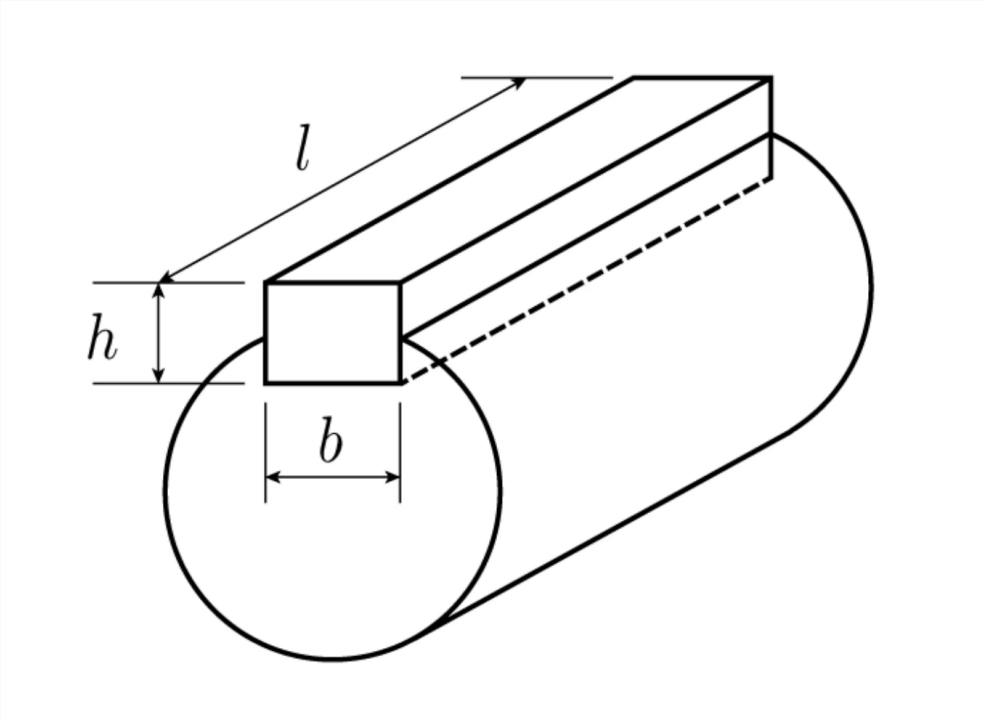
종변형률: 처음 길이를 $L = 200\text{mm}$, 늘어난 길이를 $\Delta L = 0.2\text{mm}$라 하면, 종변형률은 $\varepsilon_l = \frac{\Delta L}{L} = \frac{0.2}{200} = 0.001$이다. 변형률은 **변화량을 처음 치수로 나눈 비율**이므로 단위가 없다.

횡변형률: 푸아송비 ν는 종변형률에 대한 횡변형률의 비에 음수를 붙인 값이다. 따라서 $\varepsilon_t = -\nu\varepsilon_l$이고, $\varepsilon_t = -0.2 \cdot 0.001 = -0.0002$이다. 음수는 인장으로 길이가 늘어나는 동안 **지름은 줄어든다**는 뜻이다.

변형 후 지름: 처음 지름 $d = 20\text{mm}$에 대해 $\varepsilon_t = \frac{\Delta d}{d}$이므로, 지름 변화량은 $20 \times (-0.0002) = -0.004$ mm이다. 변형 후 지름은 $20 - 0.004 = 19.996$ mm이며, ②의 값과 일치한다.

NoteBase

문 6. 지름이 30 mm인 회전축에 평행키(묻힘키)가 고정되어 있다. 허용 전단응력이 50 N/mm^{2}인 평행키의 치수가 b(폭) × h(높이) × l(길이) = 10 mm × 8 mm × 50 mm일 때 전달할 수 있는 토크[N·mm]는? (단, 키의 전단응력만을 고려한다)



① 375,000

② 450,000

③ 575,000

④ 720,000

정답 1번

간단한 해설

키가 전단되는 면적은 **폭 × 길이**이므로 500 mm^{2}이고, 허용 전단력은 25,000 N이다. 이 힘에 **축의 반지름 15 mm**를 곱하면 전달 가능한 토크는 375,000 N·mm이다.

NoteBase

계산 과정

전단면적: 그림의 폭 b = 10 mm와 길이 l = 50 mm가 이루는 면에서 키가 전단된다. 따라서 전단면적은 $A = bl$ 이며, A = 10 × 50 = 500 mm^2이다. **키의 전단응력만을 고려**하므로 높이 h = 8 mm를 이용한 압축응력 검토는 하지 않는다.

허용 전단력: 전단응력은 전단력을 전단면적으로 나눈 값이므로 $\tau = \frac{F}{A}$이다. 허용 전단응력 50 N/mm^2에 전단면적 500 mm^2를 곱하면 $F = \tau A$에서 F = 50 × 500 = 25,000 N이다. 이는 키가 전단응력의 허용값을 넘지 않고 전달할 수 있는 접선방향 힘이다.

전달 토크: 축 지름을 d = 30 mm라 하면, 접선방향 힘의 **모멘트 팔은 축의 반지름**이다. 따라서 $r = \frac{d}{2} = \frac{30}{2} = 15$ mm이고, $T = Fr$에서 T = 25,000 × 15 = 375,000 N·mm이다. 이는 ①의 375,000에 해당한다.

NoteBase

문 7. 스퍼 기어(spur gear)의 모듈에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 모듈이 같은 경우 피치원 지름과 잇수는 비례한다.

② 모듈은 이끝원의 지름을 잇수로 나눈 값이다.

③ 피치원 지름이 같은 경우 잇수와 모듈은 반비례한다.

④ 피치원 지름이 같은 경우 모듈이 커질수록 이의 크기는 커진다.

정답 2번

간단한 해설

모듈은 **피치원 지름을 잇수로 나눈 값**이다. 이끝원은 이의 끝을 지나는 원이므로, 그 지름을 모듈의 정의에 사용하면 안 된다.

선지별 해설

스퍼 기어의 모듈을 m, 피치원 지름을 d, 잇수를 z라 하면 $m = \frac{d}{z}$, 즉 $d = mz$이다. 모듈은 이의 크기를 나타내며, 피치원 지름을 mm로 나타내면 모듈의 단위도 mm이다.

① O: $d = mz$에서 모듈 m이 일정하면 **피치원 지름은 잇수에 비례**한다. 이의 크기를 유지하면서 잇수가 늘어나면, 이를 원주에 배치하는 데 필요한 피치원도 커진다.

② X: 모듈의 정의에서 사용하는 지름은 **이끝원 지름이 아니라 피치원 지름**이다. 피치원은 기어의 치수와 맞물림을 정하는 기준 원이고, 이끝원은 이의 끝을 지나는 원이다. 따라서 모듈은 피치원 지름을 잇수로 나눈 값으로 고쳐야 한다.

③ O: 피치원 지름 d가 일정하면 $z = \frac{d}{m}$이므로 **잇수와 모듈은 반비례**한다. 같은 크기의 피치원에 더 큰 이를 배치하려면 잇수가 줄어들어야 한다.

④ O: 원주피치 p는 피치원 위에서 이웃한 두 이의 대응점 사이를 잰 원호 길이이며, $p = \frac{\pi d}{z} = \pi m$이다. 따라서 모듈이 커지면 **이 하나가 차지하는 원주 방향의 간격**이 커지고 이의 크기도 커진다. 피치원 지름이 같다면 더 큰 이가 더 적게 배치된다.

NoteBase

문 8. 5m/s의 속도로 움직이면서 0.1kW의 동력을 전달하는 평벨트 장치가 있다. 긴장측 장력이 40N일 경우 장력비 $e^{\mu\theta}$의 값은? (단, 원심력의 영향은 무시한다)

① 1

② 2

③ 3

④ 4

정답 2번

간단한 해설

전달동력을 만드는 힘은 **긴장측과 이완측의 장력 차**이다. 동력 100 W와 속도 5 m/s에서 장력 차는 20 N이므로 이완측 장력은 20 N이고, 긴장측 장력 40 N과의 비는 2이다.

계산 과정

긴장측 장력을 T_1, 이완측 장력을 T_2, 벨트 속도를 v, 전달동력을 P라 두면, 주어진 값은 $T_1 = 40$N, v = 5 m/s, P = 0.1 kW = 100 W이다. 두 장력은 풀리에 서로 반대 방향의 토크를 만들므로, 동력 전달에 기여하는 유효장력은 **두 장력의 차**이다. 따라서 $P = (T_1 - T_2)v$가 성립한다.

유효장력은 $T_1 - T_2 = \frac{P}{v} = \frac{100}{5} = 20$N이다. 이 20 N은 긴장측이나 이완측의 장력 자체가 아니라, 동력을 전달하는 데 쓰이는 장력 차이다.

긴장측 장력이 40 N이므로 이완측 장력은 $T_2 = 40 - 20 = 20$N이다.

원심력의 영향을 무시한 평벨트의 장력비 관계식은 $e^{\mu\theta} = \frac{T_1}{T_2}$이다. 여기서 μ는 벨트와 풀리 사이의 마찰계수이고, θ는 라디안으로 나타낸 감김각이다. 따라서 $e^{\mu\theta} = \frac{40}{20} = 2$이며, 장력비는 같은 단위의 장력끼리 나눈 **무차원값**이다. 계산값 2는 선택지 ②에 해당한다.

NoteBase

문 9. 길이가 10mm인 미끄럼 베어링이 반경 방향으로 3,200 N의 하중을 받고 있다. 이 미끄럼 베어링의 직경[mm]은? (단, 베어링의 허용압력은 20 N/mm^{2}이다)

① 12

② 16

③ 20

④ 32

정답 2번

간단한 해설

미끄럼 베어링의 압력은 반경 방향 하중을 **직경 × 길이인 투영면적**으로 나누어 구한다. 허용압력 20 N/mm^{2}를 적용하면 필요한 투영면적은 160 mm^{2}이고, 길이가 10 mm이므로 직경은 16 mm이다.

계산 과정

압력 관계: 하중을 W, 베어링 직경을 d, 길이를 L이라 하면, 반경 방향 하중을 받는 미끄럼 베어링의 평균압력은 $p = \frac{W}{dL}$이다. 이때 기준 면적은 원통의 전체 표면적이 아니라 **하중 방향에 수직인 투영면적 dL**이다. 주어진 값은 W = 3,200 N, L = 10 mm, 허용압력 20 N/mm^{2}이다.

필요한 투영면적: 평균압력이 허용압력을 넘지 않도록 하는 최소 면적은 $dL = \frac{3,200}{20} = 160\text{mm}^2$이다. 이는 주어진 하중을 허용압력으로 지탱하는 데 필요한 면적이다.

직경 계산: 투영면적을 베어링 길이로 나누면 $d = \frac{160}{10} = 16\text{mm}$이다. 따라서 허용압력을 기준으로 구한 최소 직경은 16 mm이며, ②의 값과 일치한다.

NoteBase

문 10. 원동차의 지름과 회전속도가 400 mm, 300 rpm이고 종동차의 회전속도가 200 rpm으로 외접하는 원통마찰차에서, 두 마찰차 축 중심 사이의 거리[mm]는?

① 100

② 400

③ 500

④ 600

정답 3번

간단한 해설

미끄럼이 없는 원통마찰차는 접촉점의 **원주속도가 같으므로** 종동차의 지름은 600 mm이다. 외접하는 두 마찰차의 축 중심 거리는 **두 반지름의 합**인 500 mm이다.

계산 과정

원동차의 지름을 $D_1 = 400\text{mm}$, 회전속도를 $n_1 = 300\text{rpm}$, 종동차의 회전속도를 $n_2 = 200\text{rpm}$이라 한다. 별도의 미끄럼 조건이 없으므로 **미끄럼이 없는 상태**로 계산한다. 접촉점에서 두 차의 원주속도 크기가 같아 $\pi D_1 n_1 = \pi D_2 n_2$, 즉 $D_1 n_1 = D_2 n_2$가 성립한다.

종동차의 지름은 $D_2 = \frac{D_1 n_1}{n_2}$이므로, $D_2 = \frac{400 \cdot 300}{200} = 600\text{mm}$이다. 종동차는 원동차보다 천천히 회전하므로, 같은 원주속도를 가지려면 지름이 더 커야 한다.

두 원통마찰차가 **외접**하므로 축 중심 거리 a는 두 반지름의 합이다. 따라서 $a = \frac{D_1 + D_2}{2}$이며, $a = \frac{400 + 600}{2} = 500\text{mm}$이다. 이는 ③의 500 mm에 해당한다.

NoteBase

문 11. 원동축에서 종동축으로 동력을 전달할 경우, 두 축 사이에 설치하여 원동축을 정지시키지 않으면서 동력을 끊고 연결할 수 있는 기계요소는?

① 체인(chain)
② 베어링(bearing)
③ 클러치(clutch)
④ 타이밍 벨트(timing belt)

정답 3번

간단한 해설

클러치는 **원동축을 정지시키지 않고 동력 전달을 끊거나 연결**할 수 있는 기계요소이다.

공통 해설

클러치는 원동축과 종동축 사이에서 **동력 전달을 연결·차단**하는 기계요소이다. 연결 상태에서는 원동축의 회전력이 종동축으로 전달되고, 분리 상태에서는 두 축 사이의 동력 전달이 끊어진다. 이때 **원동축은 계속 회전할 수 있으므로**, 구동원을 멈추지 않고도 종동축으로 전달되는 동력을 끊었다가 다시 연결할 수 있다.

NoteBase

문 12. 회전운동을 하는 브레이크 드럼의 안쪽 면에 설치되어 있는 두 개의 브레이크 슈가 바깥쪽으로 확장하면서 드럼에 접촉되어 제동하는 브레이크는?

① 내확 브레이크(expansion brake)

② 밴드 브레이크(band brake)

③ 블록 브레이크(block brake)

④ 원판 브레이크(disk brake)

정답 1번

간단한 해설

드럼 안쪽에 있는 슈가 **바깥쪽으로 확장하여 드럼 내면을 누르는** 방식이 내확 브레이크이다. 접촉면에서 발생하는 마찰력으로 드럼의 회전을 억제한다.

공통 해설

내확 브레이크는 **드럼 내부의 슈를 바깥쪽으로 확장**하여 드럼 내면에 압착시키는 방식이다. 문제에서 두 개의 슈가 바깥쪽으로 벌어지면 슈의 마찰면이 회전하는 드럼의 안쪽 면을 누른다. 이 접촉으로 생긴 마찰력이 드럼의 회전을 방해하여 제동하므로, 제시된 작동 설명은 내확 브레이크에 해당한다.

NoteBase

문 13. 너트의 풀림 방지 대책이 아닌 것은?

① 스프링 와셔(spring washer)를 이용하는 방법

② 로크 너트(lock nut)를 이용하는 방법

③ 부싱(bushing)을 이용하는 방법

④ 멈춤 나사(set screw)를 이용하는 방법

정답 3번

간단한 해설

부싱은 축과 구멍 사이에 끼워 축을 지지하거나 마모를 줄이는 부품이다. 너트의 회전을 억제하는 **풀림 방지 장치에 해당하지 않는다**.

선지별 해설

① O: 스프링 와셔는 너트 아래에 넣어 **탄성 복원력과 접촉면의 마찰**을 이용하여 풀림을 억제하는 데 쓰인다. 다만 강한 진동에서도 풀림을 완전히 막는다는 뜻은 아니다.

② O: 로크 너트는 **풀리는 방향의 회전을 억제**하도록 사용하는 너트이다. 예를 들어 두 너트를 서로 조이는 방식은 나사산 접촉면에 힘을 가하여 너트가 볼트에 대해 회전하기 어렵게 한다.

③ X: 부싱은 축과 구멍 사이에 끼우는 원통형 부품으로, **축을 지지하고 접촉부의 마찰·마모를 줄이는 역할**을 한다. 부싱을 끼우는 것 자체는 너트의 풀림 방지 대책이 아니며, 풀림 방지에는 로크 너트나 멈춤 나사 등의 장치를 사용한다.

④ O: 너트 옆면 등에 낸 나사 구멍에 멈춤 나사를 조여 그 끝으로 볼트나 축을 눌러 고정한다. 이 접촉으로 **너트의 상대 회전을 구속**하여 풀림을 방지한다.

NoteBase

문 14. 원동기어 잇수가 40개, 종동기어 잇수가 60개이고, 압력각이 30°, 모듈이 2이고 외접하는 한 쌍의 스퍼 기어(spur gear)에 대한 설명으로 옳지 않은 것은? (단, 두 기어의 치형곡선은 인벌류트 치형이다)

① 원동기어의 피치원 지름은 80 mm이다.

② 두 기어의 중심거리는 100 mm이다.

③ 두 기어의 법선피치는 3π이다.

④ 종동기어의 원주피치는 2π이다.

정답 3번

간단한 해설

③의 법선피치는 **원주피치에 압력각의 코사인을 곱한 값**이다. 원주피치가 2π mm이고 압력각이 30°이므로, 법선피치는 3π mm가 아니라 $\sqrt{3}\pi$mm이다.

선지별 해설

① O: 모듈 m, 잇수 z, 피치원 지름 d의 관계는 $d = mz$이다. 원동기어의 잇수가 40개이고 모듈이 2 mm이므로, 피치원 지름은 $d_1 = 2 \cdot 40 = 80$mm이다.

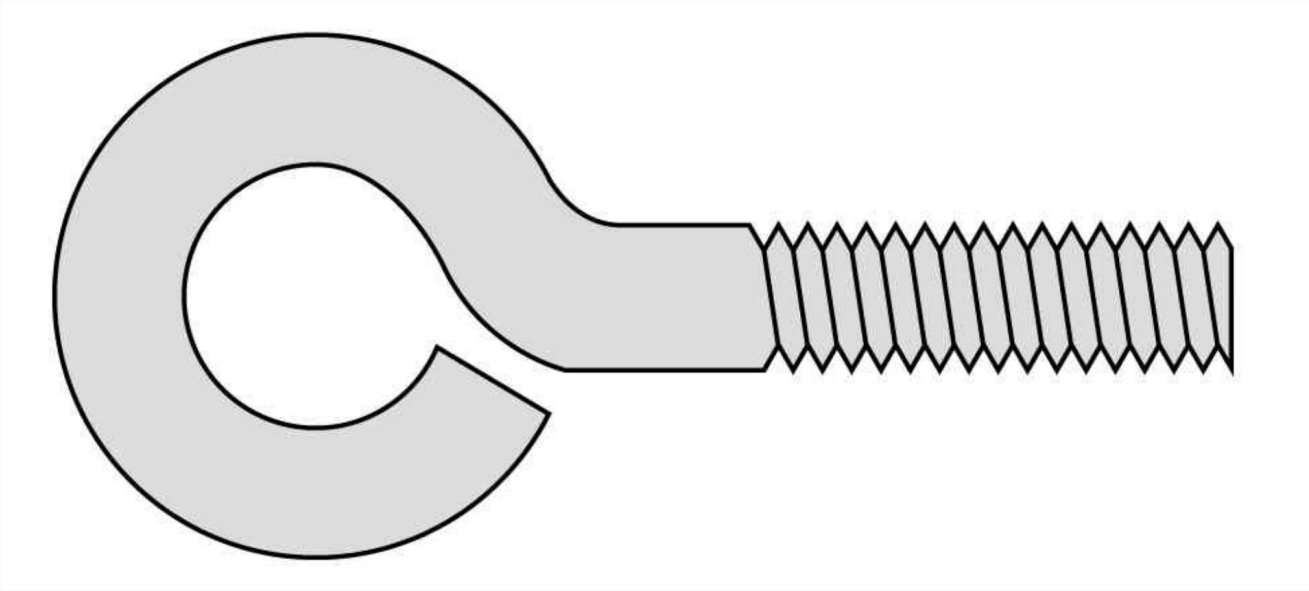
② O: 종동기어의 피치원 지름은 $d_2 = 2 \cdot 60 = 120$mm이다. 외접하는 두 기어의 중심거리는 **두 피치원 반지름의 합**이므로 $a = \frac{d_1 + d_2}{2}$이다. 따라서 $a = \frac{80 + 120}{2} = 100$mm이다.

③ X: 인벌류트 기어의 법선피치는 인접한 같은 쪽 치면 사이를 공통법선 방향으로 잰 거리이며, 기초원피치와 같다. 원주피치를 p, 압력각을 α라 하면 **법선피치는 원주피치보다 작으며**, $p_n = p\cos\alpha$이다. 이때 원주피치는 $p = \pi m = 2\pi$mm이므로 $p_n = 2\pi\cos 30^\circ$이고, $\cos 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2}$를 대입하면 $p_n = \sqrt{3}\pi$mm이다. 따라서 '법선피치는 3π이다'는 법선피치가 $\sqrt{3}\pi$mm라는 내용으로 고쳐야 한다.

④ O: 원주피치는 피치원 위에서 이웃한 두 이의 대응점 사이를 잰 호의 길이이다. 피치원 둘레를 잇수로 나누므로 $p = \frac{\pi d}{z} = \pi m$이다. 두 기어는 모듈이 같으므로 **잇수가 달라도 원주피치는 같고**, 종동기어의 원주피치도 2π mm이다.

NoteBase

문 15. 그림과 같은 아이볼트(eye bolt)가 축 하중(axial load)만을 받고 있다. 나사산의 골지름은 8.0 mm, 유효지름은 9.0 mm, 바깥지름은 10.0 mm라고 가정한다. 이 아이볼트의 허용인장응력이 120 MPa이라고 한다면 허용하중[N]에 가장 가까운 값은? (단, π = 3.14로 한다)



① 6,000

② 7,500

③ 8,900

④ 9,400

정답 1번

간단한 해설

축 하중에 대한 인장강도는 **나사산 골지름 8.0 mm의 단면적**을 기준으로 계산한다. 이 단면적에 허용인장응력 120 MPa을 곱하면 허용하중은 약 6,029 N이다.

NoteBase

계산 과정

축 하중만 받는 나사부는 하중을 지탱하는 단면적이 가장 작은 **골지름 단면**을 기준으로 인장강도를 계산한다. 골지름을 d라 하면 d = 8.0 mm이다. 유효지름 9.0 mm나 바깥지름 10.0 mm를 사용하면 나사 골에서 실제로 하중을 지탱하는 단면적보다 크게 계산하게 된다.

골지름 단면을 원으로 보아 단면적 A를 구한다. $A = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3.14 \cdot 8.0^2}{4} = 50.24\text{mm}^2$이다. 이는 나사 골에서 축 방향 인장하중을 지탱하는 단면의 넓이이다.

축 방향 인장응력은 $\sigma = \frac{F}{A}$이므로, 허용하중은 단면적에 허용인장응력을 곱한 값이다. **1 MPa은 1 N/mm^2**이므로 허용인장응력 120 MPa을 120 N/mm^2로 적용한다. $F_{\text{allow}} = \sigma_{\text{allow}} A$에 대입하면 $120 \times 50.24 = 6{,}028.8$ N이다.

계산한 허용하중 6,028.8 N에 가장 가까운 값은 ①의 6,000 N이다.

NoteBase

문 16. 평마찰차와 홈의 각도가 30°인 V홈 마찰차의 마찰계수는 0.1이다. 원동차와 종동차가 서로 밀치는 힘이 평마찰차의 경우와 V홈 마찰차의 경우가 같을 때, 평마찰차 전달력을 F_a라고 하고 V홈 마찰차 전달력을 F_b라고 하면 $\frac{F_b}{F_a}$에 가장 가까운 값은? (단, sin15° = 0.26, cos15° = 0.97, sin30° = 0.50, cos30° = 0.87로 한다)

① 1.0

② 1.1

③ 1.7

④ 2.8

정답 4번

간단한 해설

V홈 마찰차는 **홈의 쐐기효과**를 고려한 유효마찰계수로 전달력을 구한다. 홈의 반각 15°를 적용하면 같은 누름힘에서 전달력의 비는 $\frac{F_b}{F_a} = \frac{1}{0.26 + 0.1 \cdot 0.97} \approx 2.8$이다.

계산 과정

조건과 반각: 두 마찰차를 서로 미는 힘을 P, 접촉면의 마찰계수를 μ라 두면 두 경우 모두 $\mu = 0.1$이다. V홈의 전체 각도가 30°이므로 공식에 쓰는 **홈의 반각**은 $\alpha = 15\ ^\circ$이다.

평마찰차 전달력: 평마찰차에서는 누름힘 P가 접촉면의 수직항력이 된다. 전달할 수 있는 접선방향 힘은 마찰력으로 제한되므로 $F_a = \mu P = 0.1P$이다.

V홈 마찰차 전달력: 경사진 홈의 양쪽 면이 맞물리는 쐐기효과로 접촉면의 수직항력이 커진다. 홈의 경사와 마찰을 고려한 **유효마찰계수**는 $\mu' = \frac{\mu}{\sin\alpha + \mu\cos\alpha}$이고, 전달력은 $F_b = \mu' P$이다. 주어진 값을 대입하면 $\mu' = \frac{0.1}{0.26 + 0.1 \cdot 0.97} \approx 0.280$이다.

전달력의 비: **두 경우의 누름힘이 같으므로** P가 약분된다. 따라서 $\frac{F_b}{F_a} = \frac{\mu'}{\mu} \approx \frac{0.280}{0.1} = 2.8$이다. 이는 V홈 마찰차가 평마찰차보다 약 2.8배의 전달력을 낼 수 있다는 뜻이며, 가장 가까운 값은 ④의 2.8이다.

NoteBase

문 17. 롤러 체인 전동 장치에서 스프로킷 휠(sprocket wheel)의 피치원 지름을 D[cm], 스프로킷 휠의 회전속도를 n[rpm], 스프로킷 휠의 잇수를 Z[개], 체인의 피치를 p[cm]라고 할 때, 체인의 평균속도[m/s]를 구하는 식은?

① $\frac{pZn}{100 \times 60}$
② $\frac{100 \times 60}{pZn}$
③ $\frac{100 \times 60p}{Zn}$
④ $\frac{100pZn}{60}$

정답 1번

간단한 해설

스프로킷이 한 바퀴 돌면 체인은 **잇수만큼의 피치**, 즉 pZ cm를 이동한다. 분당 이동거리 pZn cm를 m/s로 환산하면 평균속도는 $v = \frac{pZn}{100 \cdot 60}$ m/s이다.

계산 과정

1회전당 이동거리: 체인의 피치 p는 이웃한 핀 중심 사이의 거리이다. 스프로킷의 이 하나가 지나갈 때 체인은 한 피치씩 진행하므로, 잇수가 Z개인 스프로킷이 한 바퀴 돌면 **체인은 Z피치만큼 이동**한다. 따라서 1회전당 이동거리는 pZ cm이다.

분당 이동거리: 회전속도 n rpm은 1분에 n회전한다는 뜻이다. 1회전당 이동거리 pZ cm에 분당 회전수를 곱하면 체인의 분당 이동거리는 pZn cm, 즉 평균속도는 pZn cm/min이다.

m/s로 환산: 100 cm = 1 m이고 1분 = 60초이므로, cm/min 값을 **100과 60으로 각각 나눈다**. 체인의 평균속도는 $v = \frac{pZn}{100 \cdot 60}$ m/s이며, 이는 ①의 식과 같다.

NoteBase

문 18. 관(pipe)에 흐르는 유체의 평균속도가 8m/s이고 유량은 $1.5m^3/s$일 때 관(pipe)의 안지름[m]은? (단, $\pi = 3$으로 한다)

① 0.2

② 0.3

③ 0.5

④ 1.0

정답 3번

간단한 해설

유량은 **관의 단면적과 평균속도의 곱**이므로, 유량을 평균속도로 나누면 단면적을 구할 수 있다. 이 단면적을 원의 넓이 공식에 대입하면 안지름은 0.5 m이다.

계산 과정

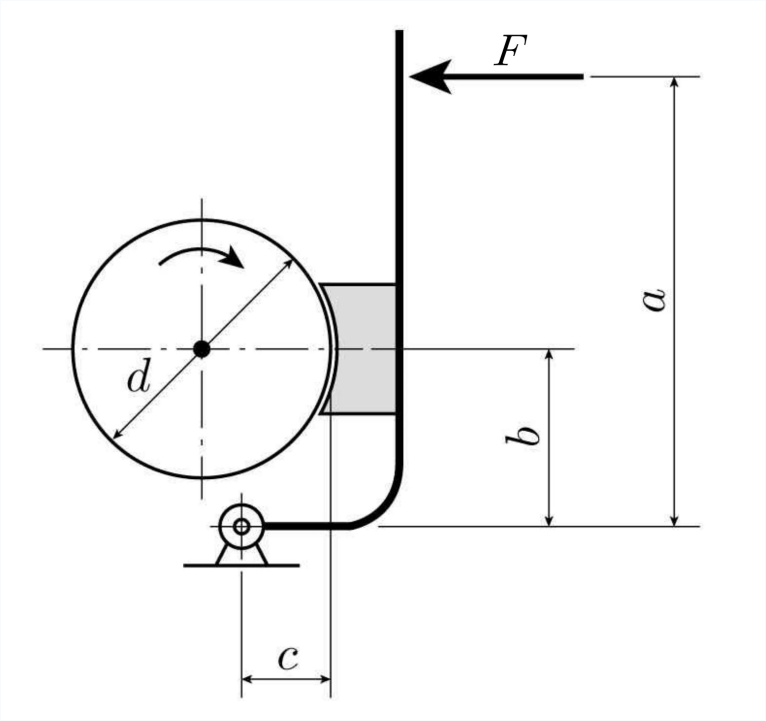
유량 Q는 단위 시간에 관의 단면을 통과하는 유체의 부피이다. 관 내부의 단면적을 A, 평균속도를 v라 하면 $Q = Av$가 성립한다. 주어진 값은 Q = 1.5 m^3/s, v = 8 m/s이며, 구하려는 값은 관의 안지름 d이다.

먼저 **유량을 평균속도로 나누어** 관 내부의 단면적을 구한다. $A = \frac{Q}{v} = \frac{1.5}{8} = 0.1875\text{m}^2$이다. 이 값은 유체가 흐르는 관 내부의 원형 단면 넓이이다.

원의 지름이 d이면 단면적은 $A = \frac{\pi d^2}{4}$이다. 따라서 $d^2 = \frac{4A}{\pi}$에 문제의 조건인 π = 3을 적용하면 $d^2 = \frac{4 \cdot 0.1875}{3} = 0.25\text{m}^2$이다. 지름은 양수이므로 $d = \sqrt{0.25} = 0.5\text{m}$이며, 이는 ③의 0.5에 해당한다.

NoteBase

문 19. 그림과 같이 200 kN·mm의 토크가 작용하여 브레이크 드럼이 시계방향으로 회전하는 경우, 드럼을 정지시키기 위해 브레이크 레버에 가해야 할 힘 F[N]는? (단, $d = 400$ mm, $a = 1,500$ mm, $b = 280$ mm, $c = 100$ mm, 마찰계수 $\mu = 0.2$이다)



① 866.7

② 1,000

③ 1,733.3

④ 2,000

정답 2번

간단한 해설

드럼이 시계방향으로 돌면 브레이크 블록에는 아래쪽으로 마찰력이 작용하여, 수직항력과 함께 지점에 대해 **시계방향 모멘트**를 만든다. 두 모멘트를 더해 레버의 모멘트와 평형시키면 필요한 힘은 **1,000 N**이다.

NoteBase

계산 과정

1. 필요한 마찰력: 드럼을 제동하는 마찰력을 P, 드럼 반지름을 r라 한다. 반지름은 $r = \frac{d}{2} = 200\text{mm}$이고, 주어진 토크는 200,000 N·mm이다. 드럼의 회전을 막으려면 **마찰력의 토크가 주어진 토크와 같아야** 하므로 $Pr = T$이다. 따라서 $P = \frac{200,000}{200} = 1,000\text{N}$이다.

2. 수직항력: 드럼과 블록 사이의 수직항력 크기를 R라 하면 마찰력은 $P = \mu R$이다. 따라서 $R = \frac{P}{\mu} = \frac{1,000}{0.2} = 5,000\text{N}$이다. 이 값은 마찰력 1,000 N을 얻기 위해 필요한 접촉면의 누르는 힘이다.

3. 레버의 모멘트 평형: 그림에서 드럼의 오른쪽 표면은 아래로 움직이므로, **블록에 작용하는 마찰력은 아래쪽**이고 수직항력은 오른쪽이다. 아래쪽 지점을 기준으로 수직항력의 모멘트 팔은 b = 280 mm, 마찰력의 모멘트 팔은 c = 100 mm이며, 두 힘 모두 시계방향 모멘트를 만든다. 왼쪽으로 가하는 힘 F는 모멘트 팔 a = 1,500 mm로 반시계방향 모멘트를 만들므로 $Fa = Rb + Pc$이다.

4. 힘의 계산: 시계방향 모멘트의 합은 5,000 × 280 + 1,000 × 100 = 1,500,000 N·mm이다. 따라서 $F = \frac{1,500,000}{1,500} = 1,000\text{N}$이며, ②의 1,000 N에 해당한다.

NoteBase

문 20. 볼 베어링의 기본 동 정격하중이 10 kN이고 베어링에 걸리는 하중이 500 N이다. 이 볼 베어링이 20,000시간의 수명을 갖기 위한 회전속도[rpm]에 가장 가까운 값은? (단, 하중계수 $f_w = 1.0$으로 한다)

① 6,660

② 7,770

③ 13,320

④ 15,540

정답 1번

간단한 해설

볼 베어링의 수명 회전수는 **동 정격하중과 작용하중의 비의 세제곱**에 비례한다. 주어진 하중에서 수명 회전수는 80억 회이므로, 이를 20,000시간 동안의 총 운전 분으로 나누면 약 6,667 rpm이다.

계산 과정

하중과 단위: 기본 동 정격하중을 C, 계산에 적용할 하중을 P라 하면 C = 10 kN = 10,000 N이다. 하중계수가 $f_w = 1.0$이므로 $P = f_w \cdot 500 = 500$N이다. 하중비를 구할 때는 **두 하중의 단위를 같게** 맞춘다.

수명 회전수: 볼 베어링은 **수명 지수 3**을 적용한다. 총 수명 회전수를 N이라 하면 $N = 10^6\left(\frac{C}{P}\right)^3$이다. 따라서 $N = 10^6\left(\frac{10,000}{500}\right)^3$이고, $N = 10^6 \cdot 20^3 = 8 \cdot 10^9$회이다. 이는 주어진 하중에서의 수명을 시간 대신 총 회전수로 나타낸 값이다.

회전속도 계산: 회전속도 n의 단위는 rpm, 시간 수명 L_h의 단위는 시간이다. **1시간은 60분**이므로 총 회전수는 $N = 60nL_h$이다. 이를 회전속도에 대해 풀면 $n = \frac{N}{60L_h}$이고, $n = \frac{8 \cdot 10^9}{60 \cdot 20,000} \approx 6,666.7$rpm이다.

계산값 약 6,666.7 rpm에 가장 가까운 선택지는 ①의 6,660 rpm이다.

NoteBase