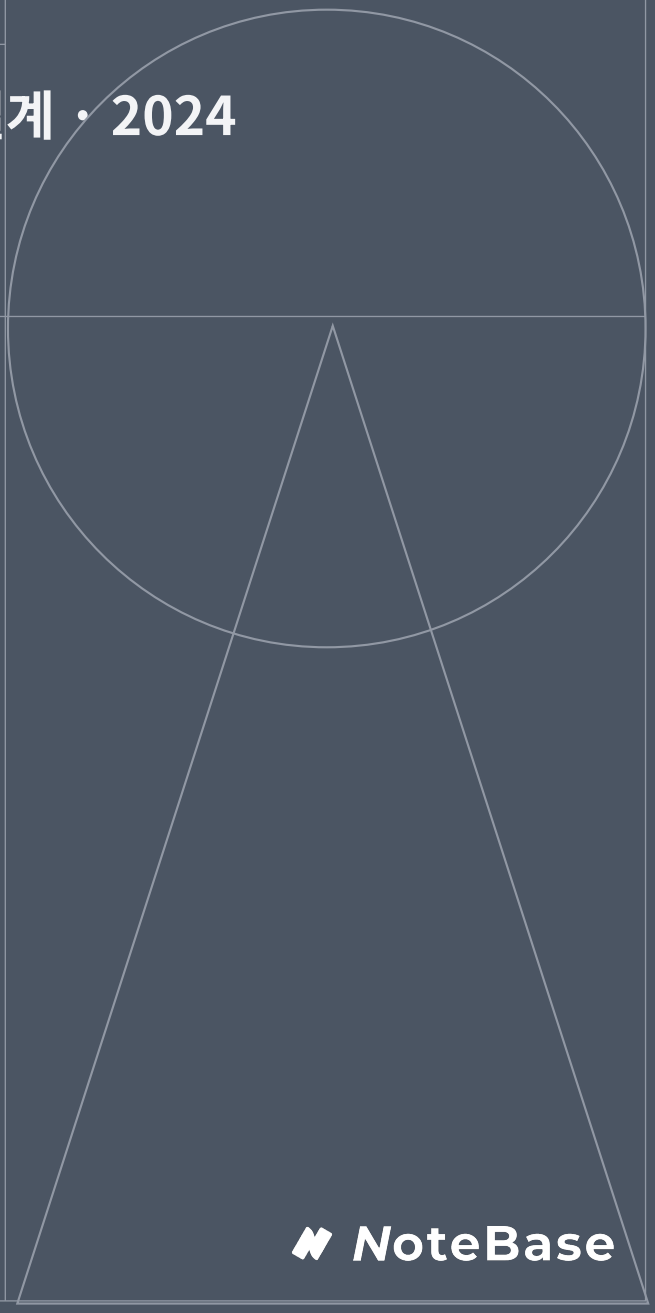
기출OX 해설집

공무원/지방직/9급 · 기계설계 · 2024



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/지방직/9급 · 기계설계 · 2024

공무원/지방직/9급 · 기계설계 · 2024

문 1. 재료에 높은 온도로 큰 하중을 일정하게 작용시킬 때 재료 내의 응력이 일정함에도 불구하고 시간의 경과에 따라 변형률이 점차 증가하는 현상은?

① 시효현상

② 피로현상

③ 크리프현상

④ 응력집중현상

정답 3번

간단한 해설

고온에서 일정한 응력을 계속 받는 재료의 변형률이 시간에 따라 증가하는 현상을 **크리프**라고 한다. 응력이 커지지 않아도 변형이 계속 진행된다는 점이 핵심이다.

공통 해설

크리프는 재료가 일정한 응력을 지속적으로 받을 때 시간의 경과에 따라 변형률이 증가하는 현상이다. 변형률은 원래 길이에 대한 길이 변화의 비율이므로, 변형률이 증가한다는 것은 재료의 변형이 더 커진다는 뜻이다. 특히 고온에서는 이러한 시간 의존 변형이 중요해진다. 하중을 가한 순간의 변형에 그치지 않고, **같은 응력이 계속 작용하는 동안 추가 변형이 누적**된다. 문제의 '높은 온도', '응력이 일정', '시간의 경과에 따라 변형률이 점차 증가'라는 조건은 크리프현상의 정의에 해당한다.

NoteBase

문 2. 지그와 고정구에서 로케이터(locator)에 대한 설명으로 옳은 것은?

① 각도를 측정하는 도구
② 공작물의 움직임을 제한하는 도구
③ 공구의 경로를 제어하는 구성 요소
④ 공작물의 위치를 설정하는 구성 요소

정답 4번

간단한 해설

로케이터는 공작물의 기준면이나 구멍 등에 접촉하여 가공에 필요한 **위치를 설정**하는 구성 요소이다.

공통 해설

로케이터(locator)는 지그나 고정구 안에서 **공작물의 기준 위치를 정하는** 구성 요소이다. 공작물의 면이나 구멍을 기준으로 접촉하여 공작물을 반복해서 같은 위치에 놓을 수 있게 한다. 예를 들어 공작물의 기준 구멍에 위치결정 핀을 끼우면 그 구멍을 기준으로 공작물의 위치를 잡을 수 있다.

로케이터도 위치를 정하는 과정에서 공작물의 움직임을 구속한다. 따라서 '움직임을 제한한다'는 설명만으로는 로케이터의 고유한 위치결정 기능이 충분히 드러나지 않는다. 클램프는 공작물을 로케이터에 밀착시켜 **이미 정해진 위치를 유지**하도록 붙잡는 역할을 한다.

이 문항에서 로케이터에 대응하는 기능은 '공작물의 위치를 설정하는 구성 요소'이다. 각도 측정이나 공구 경로 제어는 공작물 자체의 기준 위치를 정하는 기능과 구별된다.

NoteBase

문 3. 커플링 설계에서 고려되는 사항으로 옳지 않은 것은?

① 설치, 분해가 쉽도록 할 것

② 운전 중 원활한 단속이 가능할 것

③ 진동에 의하여 이완되지 않게 할 것

④ 소형으로도 충분한 전동능력을 갖추게 할 것

정답 2번

간단한 해설

②의 '운전 중 원활한 단속'은 동력 전달을 연결하거나 차단한다는 뜻으로, **클러치**에 요구되는 기능이다.
커플링은 두 축을 연결하여 **운전 중 연결을 유지하면서 동력을 전달**하는 장치이다.

선지별 해설

① O: 커플링은 두 축을 연결하여 회전력인 토크를 전달한다. 기계를 조립하거나 부품을 점검·교체할 때 축의 연결을 풀어야 하므로, **정지 상태에서 설치와 분해가 쉬운 구조**로 설계하는 것이 바람직하다.

② X: '단속'은 동력 전달을 연결하거나 차단하는 것을 뜻한다. 일반적인 커플링은 운전 중 두 축의 연결을 유지하여 동력을 전달하며, 연결을 풀려면 기계를 정지시켜야 한다. 따라서 '운전 중 원활한 단속'은 커플링의 설계 조건이 아니라 **클러치에 요구되는 기능**이다.

③ O: 진동으로 볼트 등의 체결부가 풀리면 축 사이의 연결이 불안정해지고 동력 전달에 지장이 생긴다. 따라서 운전 중 진동이 있어도 **체결 상태가 유지**되도록 풀림 방지를 고려해야 한다.

④ O: 설치 공간과 회전부의 크기를 줄이려면 커플링을 소형으로 설계하는 것이 유리하다. 다만 크기를 줄이더라도 **필요한 토크를 전달할 수 있는 충분한 강도와 용량**을 확보해야 한다. 전동능력은 이처럼 회전 동력을 전달하는 능력을 뜻한다.

NoteBase

문 4. 리벳 작업에서 코킹(caulking) 공정이 사용되는 이유로 옳은 것은?

① 기밀을 유지하기 위하여
② 리벳 구멍을 뚫기 위하여
③ 패킹재료를 끼우기 위하여
④ 강판의 강도를 보강하기 위하여

정답 1번

간단한 해설

코킹은 리벳 이음부의 틈을 눌러 막아 공기나 증기가 새지 않도록 **기밀을 유지**하는 공정이다.

공통 해설

리벳으로 강판을 연결하더라도 접합부에 미세한 틈이 남으면 공기나 증기 등이 샐 수 있다. 코킹은 리벳 체결 후 강판의 가장자리나 리벳 머리 둘레를 전용 공구로 두드려 금속을 국부적으로 변형시키고, 맞닿는 부분을 밀착시키는 마무리 작업이다. 이렇게 **누설 통로가 되는 틈을 막는 것**이 코킹의 작용이며, 그 목적은 이음부의 기밀 유지이다.

NoteBase

문 5. 평행키의 전단응력을 나타내는 식으로 옳은 것은? (단, T: 회전토크, b: 키의 폭, l: 키의 길이, h: 키의 높이, d: 회전축 지름)

① $\frac{2T}{hld}$
② $\frac{2T}{bld}$
③ $\frac{4T}{hld}$
④ $\frac{4T}{bld}$

정답 2번

간단한 해설

평행키가 전달하는 접선력은 $F = \frac{2T}{d}$이고, 이 힘을 받는 **전단면적은 폭과 길이의 곱** bl이다. 따라서 평균 전단응력은 $\tau = \frac{2T}{bld}$로 나타낸다.

공통 해설

평행키는 축과 보스 사이에서 회전토크를 전달하며, 키에는 축의 둘레 방향으로 접선력이 작용한다. 접선력을 F라 하면 축 중심에서 힘의 작용점까지의 거리는 **축의 반지름** $\frac{d}{2}$이므로, 토크 관계는 $T = F \cdot \frac{d}{2}$이다. 따라서 키가 전달하는 힘은 $F = \frac{2T}{d}$이다.

키가 축과 보스의 경계에서 잘리는 전단면의 크기는 **폭과 길이로 결정**된다. 키의 폭이 b, 길이가 l이므로 전단면적은 $A = bl$이다. 높이 h는 이 전단면적에 들어가지 않는다.

평균 전단응력은 접선력을 전단면적으로 나눈 값이므로 $\tau = \frac{F}{bl} = \frac{2T}{bld}$이다. 분모에는 h가 아니라 b가 들어가고, 반지름 $\frac{d}{2}$에 따른 분자의 계수는 2이다. 이 두 조건으로 제시된 식들을 구별할 수 있다.

NoteBase

문 6. 원형 봉에 비틀림모멘트를 가하면 비틀림변형이 생기는 원리를 이용한 스프링은?

① 토션 바

② 겹판 스프링

③ 태엽 스프링

④ 벌류트 스프링

정답 1번

간단한 해설

토션 바는 **원형 봉의 비틀림변형**을 이용하는 스프링이다. 봉을 비틀었을 때 원래 상태로 돌아가려는 복원모멘트가 발생한다.

공통 해설

토션 바는 원형 봉의 한쪽 끝을 고정하고 다른 쪽 끝에 비틀림모멘트를 가하여, 봉이 축 둘레로 비틀리도록 하는 스프링이다. **탄성 범위에서** 봉이 비틀리면 변형에너지가 저장되고, 비틀린 방향의 반대로 복원모멘트가 작용한다. 외부 모멘트를 제거하면 봉은 원래 상태로 돌아간다. 따라서 문제에서 제시한 '원형 봉에 비틀림모멘트를 가하여 생기는 비틀림변형'을 이용하는 스프링이 토션 바이다.

NoteBase

문 7. 용기 내 유체의 압력이 일정압을 초과하였을 때 자동으로 밸브를 열어 유체를 방출하여 압력상승을 억제하는 밸브는?

① 스톱 밸브(stop valve)

② 안전 밸브(safety valve)

③ 체크 밸브(check valve)

④ 게이트 밸브(gate valve)

정답 2번

간단한 해설

안전 밸브는 **설정 압력을 초과하면 자동으로 열려** 유체를 방출함으로써 용기의 과도한 압력상승을 억제한다.

공통 해설

안전 밸브(safety valve)는 용기 내부의 압력이 미리 정한 기준을 넘을 때 유체를 방출하여 용기를 보호하는 밸브이다. 이 기준을 설정 압력이라고 하며, **압력 초과 자체가 자동 개방의 계기**가 된다. 밸브가 열리면 내부 유체가 외부로 빠져나가 압력상승이 억제된다. 따라서 문제의 일정압 초과, 자동 개방, 유체 방출이라는 작동 조건과 기능은 안전 밸브를 설명한다.

NoteBase

문 8. 원통 마찰차(friction wheel)의 특성에 대한 설명으로 옳은 것은?

① 각속도비가 일정하게 유지된다.

② 원동차에 대한 종동차의 비율에서, 두 마찰차가 구름 접촉하는 경우 각속도비는 지름비와 같다.

③ 외접의 경우 원동차와 종동차 사이에 중간차를 삽입하면 종동차의 회전방향을 바꿀 수 있다.

④ 지름 D_A와 D_B를 갖는 두 마찰차는 외접과 내접 마찰차 구성에 상관없이 두 축 사이의 중심거리는 동일하다.

정답 3번

간단한 해설

외접하는 두 마찰차는 서로 반대 방향으로 회전한다. 두 차 사이에 중간차 하나를 넣어 각각 외접시키면 회전방향이 두 번 바뀌므로, 종동차가 원동차와 **같은 방향**으로 회전하게 된다.

선지별 해설

① X: 마찰차는 접촉면의 마찰력으로 동력을 전달하므로 부하 등에 따라 **미끄럼이 발생할 수 있다**. 따라서 실제 각속도비가 항상 일정하게 유지되는 것은 아니다. 지름이 일정하고 미끄럼 없이 구르는 이상적인 조건에서는 일정한 각속도비가 성립한다.

② X: 미끄럼 없이 구름 접촉하면 접촉점에서 두 차의 원주속도가 같다. 원동차를 A, 종동차를 B라 하고 각속도의 크기를 각각 ω_A, ω_B, 지름을 각각 D_A, D_B라 하면 $\omega_A D_A = \omega_B D_B$이다. 따라서 원동차에 대한 종동차의 각속도비는 $\frac{\omega_B}{\omega_A} = \frac{D_A}{D_B}$로, 같은 순서로 잡은 지름비 $\frac{D_B}{D_A}$의 **역수**이다. 지름이 큰 차일수록 같은 원주속도를 내는 데 필요한 각속도는 작다.

③ O: 외접 접촉에서는 접촉점의 표면이 같은 방향으로 움직이도록 두 차가 서로 반대 방향으로 회전한다. 원동차와 종동차가 직접 외접하면 두 차의 회전방향은 반대이다. 중간차 하나를 넣어 각각 외접시키면 원동차와 중간차가 반대 방향, 중간차와 종동차도 반대 방향으로 회전한다. 따라서 종동차는 원동차와 **같은 방향**으로 회전하여, 중간차를 넣기 전과 회전방향이 바뀐다.

④ X: 외접에서는 두 원이 바깥쪽에서 접하므로 중심거리는 **반지름의 합**인 $\frac{D_A + D_B}{2}$이다. 내접에서는 작은 원이 큰 원의 안쪽에서 접하므로 중심거리는 **반지름의 차**인 $\frac{|D_A - D_B|}{2}$이다. 따라서 같은 지름의 두 차라도 외접과 내접의 중심거리는 서로 다르다.

NoteBase

문 9. 보통이의 표준 평기어에 대한 관계식으로 옳지 않은 것은?

① 총이높이=이끝높이+이뿌리높이

② 모듈=원주피치×π

③ 피치원지름=모듈×잇수

④ 이끝원지름=모듈×(잇수+2)

정답 2번

간단한 해설

모듈은 원주피치에 π를 곱한 값이 아니라 **원주피치를 π로 나눈 값**이다. 모듈을 m, 원주피치를 p라 하면 $m = \frac{p}{\pi}$이다.

선지별 해설

모듈을 m, 원주피치를 p, 잇수를 z, 피치원지름을 d라 한다. 원주피치는 피치원 위에서 이웃한 두 이의 대응점 사이를 원호를 따라 잰 거리이다.

① O: 이끝높이는 피치원에서 이끝원까지, 이뿌리높이는 피치원에서 이뿌리원까지의 반지름 방향 거리이다. 총이높이는 이끝에서 이뿌리까지의 높이이므로 **이끝높이와 이뿌리높이의 합**이다.

② X: 원주피치는 피치원 둘레를 잇수로 나눈 값이므로 $p = \frac{\pi d}{z}$이다. 모듈의 정의가 $m = \frac{d}{z}$이므로 $p = \pi m$이 된다. 따라서 선지의 관계식은 **π를 곱하는 식에서 나누는 식으로** 고쳐야 하며, 올바른 관계는 $m = \frac{p}{\pi}$이다.

③ O: 모듈은 피치원지름을 잇수로 나눈 값으로, 이의 크기를 나타낸다. 이 정의 $m = \frac{d}{z}$를 정리하면 $d = mz$이므로 피치원지름은 모듈과 잇수의 곱이다.

④ O: 보통이의 표준 평기어는 **이끝높이가 모듈 m과 같다**. 이끝원은 피치원보다 반지름이 m만큼 크므로, 지름은 2m만큼 크다. 이끝원지름을 d_a라 하면 $d_a = d + 2m = m(z + 2)$이다.

NoteBase

문 10. 가공하지 않은 축에 사용하며 마찰력에 의해서만 회전을 전달하므로 토크가 클 때 불확실한 전달이 되기 쉬운 키(key)는?

① 안장키(saddle key)

② 평키(flat key)

③ 평행키(parallel key)

④ 접선키(tangential key)

정답 1번

간단한 해설

안장키는 축의 둥근 표면에 밀착하여 **마찰력만으로 토크를 전달**하므로 축에 키홈을 가공할 필요가 없다. 전달 토크가 마찰로 버틸 수 있는 범위를 넘으면 미끄러져 회전 전달이 불확실해진다.

공통 해설

안장키는 축과 맞닿는 아랫면이 축의 곡면에 맞게 오목한 키이다. 보스, 즉 기어나 풀리의 중심에서 축을 감싸는 부분에 키홈을 만들고, 키를 끼워 축 표면에 밀착시킨다. 축에는 키홈이나 평면을 가공하지 않으며, **키와 축 사이의 마찰력**이 상대 회전을 막아 토크를 전달한다. 따라서 토크가 커져 마찰로 버틸 수 있는 한계를 넘으면 키와 축 사이에서 미끄러짐이 생기므로 큰 토크를 확실하게 전달하는 데 적합하지 않다.

이 문항에서는 **축 표면을 가공해야 하는지**가 구별 기준이다. 평키도 마찰력을 이용하지만 축에 평평한 접촉면을 가공해야 하므로 '가공하지 않은 축'이라는 조건에 맞지 않는다. 평행키와 접선키는 축과 보스에 가공한 키홈에 끼워 사용하므로, 축의 둥근 표면을 그대로 두고 마찰력만으로 전달한다는 조건에 해당하지 않는다.

NoteBase

문 11. 축방향의 인장하중을 받는 2개의 축을 연결하는 데 사용되며, 축의 한쪽을 포크(fork)로 하고 이것에 아이(eye)를 넣은 후 끼워 사용하는 핀은?

① 너클 핀

② 스프링 핀

③ 스플릿 핀

④ 테이퍼 핀

정답 1번

간단한 해설

포크의 두 갈래 사이에 아이를 넣고, 이들의 구멍을 함께 관통하여 인장하중을 전달하는 연결핀이 **너클 핀**이다.

공통 해설

너클 조인트는 **축방향 인장하중을 받는 두 축**을 연결하는 이음이다. 한쪽 축 끝은 두 갈래의 포크로, 다른 쪽 축 끝은 구멍이 있는 아이로 만든다. 아이를 포크의 두 갈래 사이에 넣고 세 구멍을 일치시킨 뒤, 이를 가로질러 끼우는 핀이 너클 핀이다. 두 축을 서로 반대 방향으로 당기면 아이와 포크가 핀을 통해 힘을 주고받으므로, 이 핀은 **두 축 사이에서 하중을 전달**한다. 따라서 문제에서 설명한 포크와 아이의 결합 구조에 사용하는 핀은 너클 핀이다.

NoteBase

문 12. 강관에 대한 일반적인 설명으로 옳지 않은 것은?

① 보일러용으로도 사용된다.

② 용접으로 이음이 가능하다.

③ 물에 대한 내식성이 주철관보다 뛰어나다.

④ 주철관보다 가볍고 인장강도가 크다.

정답 3번

간단한 해설

일반 탄소강관은 물에 대한 **내식성이 주철관보다 낮다**. 강도가 높다는 것은 하중을 견디는 성질이고, 내식성이 높다는 것은 부식에 잘 견디는 성질이므로 서로 구분해야 한다.

선지별 해설

① O: 강관은 보일러의 물이나 증기가 흐르는 관으로도 사용된다. 이때는 **사용 온도와 압력에 적합한 보일러용 강관**을 선택하여 고온·고압에서 필요한 강도를 확보한다.

② O: 강관은 관 끝을 용접하여 연결할 수 있다. 용접 이음은 접합부를 금속적으로 결합하므로 **여러 관을 연속된 배관으로 일체화**할 수 있다.

③ X: 일반 탄소강관은 물에 의해 녹이 생기기 쉬워, 물에 대한 내식성이 주철관보다 낮다. 따라서 '주철관보다 뛰어나다'는 **'주철관보다 낮다'**로 고쳐야 한다. 급수 등에 사용할 때 도금이나 라이닝 같은 방식 처리를 하는 것은 이러한 부식 문제를 줄이기 위해서이다.

④ O: 강관은 일반적인 주철관보다 인장강도가 크므로, 같은 용도에서 필요한 강도를 확보하면서 **관 벽을 얇게 만들어 중량을 줄일 수 있다**. 여기서 가볍다는 것은 배관으로서의 중량을 비교한 것이며, 강의 밀도가 주철보다 작다는 뜻은 아니다.

NoteBase

문 13. 항복 강도 이하의 평균 응력이 가해진 상태에서, 평균 응력과 응력 진폭을 고려하여 재료의 피로한도를 제시하는 내구 선도 모델들인 조더버그선(soderberg line), 굿맨선(goodman line), 거버선(gerber line)의 안전 응력 진폭 크기를 작은 것부터 순서대로 나열하면?

① 거버선, 굿맨선, 조더버그선

② 굿맨선, 거버선, 조더버그선

③ 굿맨선, 조더버그선, 거버선

④ 조더버그선, 굿맨선, 거버선

정답 4번

간단한 해설

같은 인장 평균응력에서 조더버그선은 **항복강도를 기준으로 하는 가장 보수적인 모델**이므로 허용 응력 진폭이 가장 작다. 거버선은 포물선 관계를 사용하므로 직선 관계인 굿맨선보다 **더 큰 응력 진폭**을 허용한다.

올바른 순서

조더버그선 → 굿맨선 → 거버선

같은 재료와 같은 인장 평균응력에서 각 모델이 허용하는 응력 진폭을 비교한다. 평균응력을 σ_m, 허용 응력 진폭을 σ_a, 평균응력이 0일 때의 피로한도를 S_e, 항복강도를 S_y, 인장강도를 S_u라 한다. 일반적인 $S_y < S_u$인 재료에 대해 $0 < \sigma_m \le S_y$인 구간을 비교한다.

조더버그선: $\sigma_a = S_e\left(1 - \frac{\sigma_m}{S_y}\right)$이다. 평균응력의 기준 강도로 **항복강도**를 사용한다. 항복강도는 인장강도보다 작으므로 같은 평균응력에서 굿맨선보다 피로한도의 감소 비율이 크고, 허용 응력 진폭이 가장 작다.

굿맨선: $\sigma_a = S_e\left(1 - \frac{\sigma_m}{S_u}\right)$이다. **인장강도를 기준으로 선형 감소**시키므로 조더버그선보다 허용 응력 진폭이 크다. 그러나 거버선보다 감소량이 커서 세 모델 중 중간에 놓인다.

거버선: $\sigma_a = S_e\left[1 - \left(\frac{\sigma_m}{S_u}\right)^2\right]$이다. 평균응력의 영향을 **제곱항으로 반영하는 포물선 관계**이다. 비교 구간에서는 $0 < \frac{\sigma_m}{S_u} < 1$이므로 이 비율을 제곱하면 더 작아진다. 따라서 피로한도에서 차감하는 비율이 굿맨선보다 작아 허용 응력 진폭이 가장 크다.

NoteBase

문 14. 벨트를 엇걸기하여 동력을 전달할 때, 종동 풀리에서의 벨트 접촉각은? (단, D_1: 원동 풀리의 지름, D_2: 종동 풀리의 지름, C: 축간거리, D_1이 D_2보다 크다고 가정한다)

① $\pi + 2\sin^{-1}\left(\frac{D_1+D_2}{2C}\right)$
② $\pi + 4\sin^{-1}\left(\frac{D_1+D_2}{4C}\right)$
③ $\pi - 2\sin^{-1}\left(\frac{D_1-D_2}{2C}\right)$
④ $\pi - 4\sin^{-1}\left(\frac{D_1-D_2}{4C}\right)$

정답 1번

간단한 해설

엇걸기에서는 **두 반지름의 합**으로 벨트의 기울기를 구하고, 접촉각은 반원보다 양쪽에서 그 기울기만큼 커진다. 따라서 종동 풀리의 접촉각은 $\pi + 2\sin^{-1}\left(\frac{D_1+D_2}{2C}\right)$ rad이다.

공통 해설

접촉각은 벨트가 풀리에 닿아 있는 원호에 대응하는 중심각이다. 원동 풀리와 종동 풀리의 반지름을 각각 $R_1 = \frac{D_1}{2}$, $R_2 = \frac{D_2}{2}$로 두고, 직선 벨트 구간과 두 풀리의 중심을 잇는 선 사이의 예각을 α라 하자. 엇걸기에서는 벨트가 두 풀리 사이에서 교차하므로, 접점에 그은 반지름과 벨트의 수직 관계로 만든 직각삼각형에서 빗변은 축간거리 C, 맞은편 변은 **두 반지름의 합**이다. 따라서 $\sin\alpha = \frac{R_1+R_2}{C} = \frac{D_1+D_2}{2C}$이다. 각 길이는 같은 단위로 사용하며, 두 풀리가 떨어져 있는 배치에서는 $C > R_1 + R_2$이다.

엇걸기는 각 풀리에서 벨트가 닿는 범위가 반원보다 양쪽으로 각각 α만큼 더 넓다. 따라서 원동·종동 풀리의 접촉각은 크기와 관계없이 같고, 라디안으로 $\theta = \pi + 2\alpha$이다. 즉, **반원에 두 기울기각을 더하는 관계**가 적용된다.

위 관계에 $\alpha = \sin^{-1}\left(\frac{D_1+D_2}{2C}\right)$를 적용하면 종동 풀리의 접촉각은 $\theta = \pi + 2\sin^{-1}\left(\frac{D_1+D_2}{2C}\right)$ rad이다. 이 식은 지름의 차가 아니라 합을 사용하며, 역삼각함수 앞의 계수는 2이다.

NoteBase

문 15. 회전하는 원통 마찰차가 원주속도 4 m/s로 2 kW의 동력을 전달하려면 마찰차를 누르는 힘[kN]은? (단, 마찰계수는 0.2이고, 동력 전달 시 손실이 없다고 가정한다)

① 1.5

② 2.5

③ 4

④ 5

정답 2번

간단한 해설

동력을 전달하는 원주방향 힘은 동력을 원주속도로 나눈 500 N이다. 이 힘을 마찰력으로 전달하려면 **원주방향 힘을 마찰계수로 나눈 누르는 힘**이 필요하므로 2.5 kN이 된다.

계산 과정

1. 전달에 필요한 원주방향 힘: 동력 P = 2 kW = 2000 W, 원주속도 v = 4 m/s이다. 손실이 없으므로 동력은 원주방향 힘 F와 원주속도의 곱인 $P = Fv$로 나타낸다. 따라서 $F = \frac{P}{v} = \frac{2000}{4} = 500$ N이다. 이는 마찰차가 접촉면의 접선방향으로 전달해야 하는 힘이다.

2. 누르는 힘과 마찰력의 관계: 마찰차를 접촉면에 수직으로 누르는 힘을 Q, 마찰계수를 μ라 하면 전달 가능한 최대 마찰력은 μQ이다. 미끄러짐 없이 동력을 전달하려면 **최대 마찰력이 필요한 원주방향 힘 이상**이어야 하므로 $\mu Q \geq F$를 만족해야 한다.

3. 필요한 누르는 힘: 최소 누르는 힘은 $\mu Q = F$일 때 구한다. 마찰계수 0.2를 적용하면 $Q = \frac{F}{\mu} = \frac{500}{0.2} = 2500$ N이다. 1 kN = 1000 N이므로 필요한 누르는 힘은 2.5 kN이며, 선택지 ②의 값과 일치한다.

NoteBase

문 16. 피치가 9 mm인 한 줄 사각나사가 있다. 마찰계수가 0.15일 때, 나사의 자립조건을 만족하는 최소 유효지름[mm]은? (단, $\pi = 3$이다)

① 12

② 16

③ 20

④ 24

정답 3번

간단한 해설

사각나사는 **리드각이 마찰각보다 크지 않아야** 하중에 의해 저절로 역회전하지 않는다. 한 줄 나사에서는 리드가 피치와 같으므로, 자립 한계에서 구한 최소 유효지름은 20 mm이다.

계산 과정

리드와 리드각: 리드 L은 나사가 한 바퀴 회전할 때 축 방향으로 전진하는 거리이다. **한 줄 나사는 리드와 피치가 같으므로** L = 9 mm이다. 유효지름을 d_m, 리드각을 λ라 하면, 나선 한 바퀴를 펼쳤을 때 밑변은 πd_m, 높이는 L이므로 $\tan\lambda = \frac{L}{\pi d_m}$이다.

자립조건: 자립은 외부에서 회전력을 가하지 않아도 마찰이 하중에 의한 역회전을 막는 상태이다. 마찰계수를 μ, 마찰각을 ρ라 하면 $\tan\rho = \mu$이다. 사각나사의 자립조건은 $\lambda \le \rho$, 즉 $\tan\lambda \le \mu$이며, 등호는 **역회전이 시작되기 직전의 한계**를 나타낸다.

최소 유효지름 계산: 리드각 관계를 자립조건에 대입하면 $\frac{L}{\pi d_m} \le \mu$이므로 $d_m \ge \frac{L}{\pi\mu}$이다. 주어진 $\pi = 3$, $\mu = 0.15$, L = 9 mm를 넣으면 $d_m \ge \frac{9}{3 \cdot 0.15} = 20\text{mm}$이다. 같은 리드에서 유효지름이 커지면 리드각이 작아지므로 자립에 유리하다.

선택지 연결: 자립 한계를 만족하는 최소 유효지름은 20 mm로, ③의 값에 해당한다.

NoteBase

문 17. 원형 중실축이 2,400 N·mm의 굽힘모멘트를 받고 있을 때 축의 지름[mm]은? (단, 축의 허용굽힘응력은 64 MPa이고, π = 3이다)

① $\sqrt[3]{50}$
② $\sqrt[3]{100}$
③ $\sqrt[3]{200}$
④ $\sqrt[3]{400}$

정답 4번

간단한 해설

원형 중실축의 최대굽힘응력은 **지름의 세제곱에 반비례**한다. 허용굽힘응력 64 MPa를 적용하면 필요한 최소 지름은 $\sqrt[3]{400}$ mm이다.

계산 과정

주어진 조건: 굽힘모멘트 M = 2,400 N·mm, 허용굽힘응력은 64 MPa이다. 1 MPa = 1 N/mm^{2}이므로 응력은 64 N/mm^{2}로 사용한다. 지름 d는 mm 단위로 구한다.

굽힘응력 관계: 원형 중실축의 굽힘 단면계수는 $Z = \frac{\pi d^3}{32}$이다. 단면계수는 단면이 굽힘에 저항하는 정도를 나타내며, 축의 가장 바깥쪽에서 생기는 최대굽힘응력은 $\sigma_{max} = \frac{M}{Z} = \frac{32M}{\pi d^3}$이다.

허용응력 적용: 최대굽힘응력이 허용굽힘응력 이하가 되어야 한다. **필요한 최소 지름에서는 두 응력이 같아지므로** $64 = \frac{32 \cdot 2400}{3d^3}$으로 놓는다. 이를 정리하면 $d^3 = \frac{32 \cdot 2400}{3 \cdot 64} = 400\text{mm}^3$이다.

계산 결과: 양변의 세제곱근을 취하면 $d = \sqrt[3]{400}\,\text{mm}$이며, 이는 ④의 값과 일치한다.

NoteBase

문 18. 축이 베어링으로 단순 지지되어 회전하고 있다. 베어링 사이의 간격이 증가하여 축의 최대 처짐량이 두 배가 된다면 축의 위험속도는 몇 배가 되는가?

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

정답 1번

간단한 해설

축의 위험속도는 **최대 처짐량의 제곱근에 반비례**한다. 처짐량이 두 배가 되면 위험속도는 기존의 $\frac{1}{\sqrt{2}}$배로 낮아진다.

계산 과정

위험속도는 축의 회전으로 생기는 가진 주파수가 축의 굽힘 고유진동수와 일치하여 공진이 발생하는 회전속도이다. 같은 하중에서 처짐이 커지면 축의 굽힘 강성이 작아지므로 위험속도가 낮아진다. 최대 정적 처짐량을 δ, 중력가속도를 g라 하면 기본 관계식은 $\omega_c = \sqrt{\frac{g}{\delta}}$이다. 여기서 ω_c는 위험각속도(rad/s)이며, 처짐량을 m로 나타내면 g의 단위는 m/s^2이다.

변경 전후의 최대 처짐량을 각각 δ_1, δ_2라 하면 문제의 조건은 $\delta_2 = 2\delta_1$이다. 위험회전수 N은 위험각속도에 비례하므로 **회전수의 변화 비율도 같은 관계식**으로 구할 수 있다.

따라서 변경 전후 위험회전수의 비는 $\frac{N_2}{N_1} = \sqrt{\frac{\delta_1}{\delta_2}} = \sqrt{\frac{\delta_1}{2\delta_1}} = \frac{1}{\sqrt{2}}$이다. 위험속도는 기존의 $\frac{1}{\sqrt{2}}$배가 되며, 이는 ①에 해당한다. 구하는 값은 속도 자체가 아닌 배율이므로 단위는 없다.

NoteBase

문 19. 기본 동정격하중이 2,700 kgf인 레이디얼 볼 베어링에 반지름방향으로 900 kgf의 실제하중이 작용하고 있다. 베어링이 500 rpm으로 회전하는 경우 수명시간[hr]은?

① 300

② 600

③ 900

④ 1,800

정답 3번

간단한 해설

볼 베어링의 수명 회전수는 **동정격하중과 실제하중의 비의 세제곱**에 비례한다. 이 비가 3이므로 수명 회전수는 2,700만 회이며, 시간당 30,000회 회전하므로 수명시간은 **900 hr**이다.

계산 과정

하중 조건: 기본 동정격하중 C = 2,700 kgf이고, 반지름방향 하중만 작용하므로 등가 동하중 P = 900 kgf이다. 두 하중의 단위가 같으므로 하중비를 구할 때 단위 변환은 필요하지 않다.

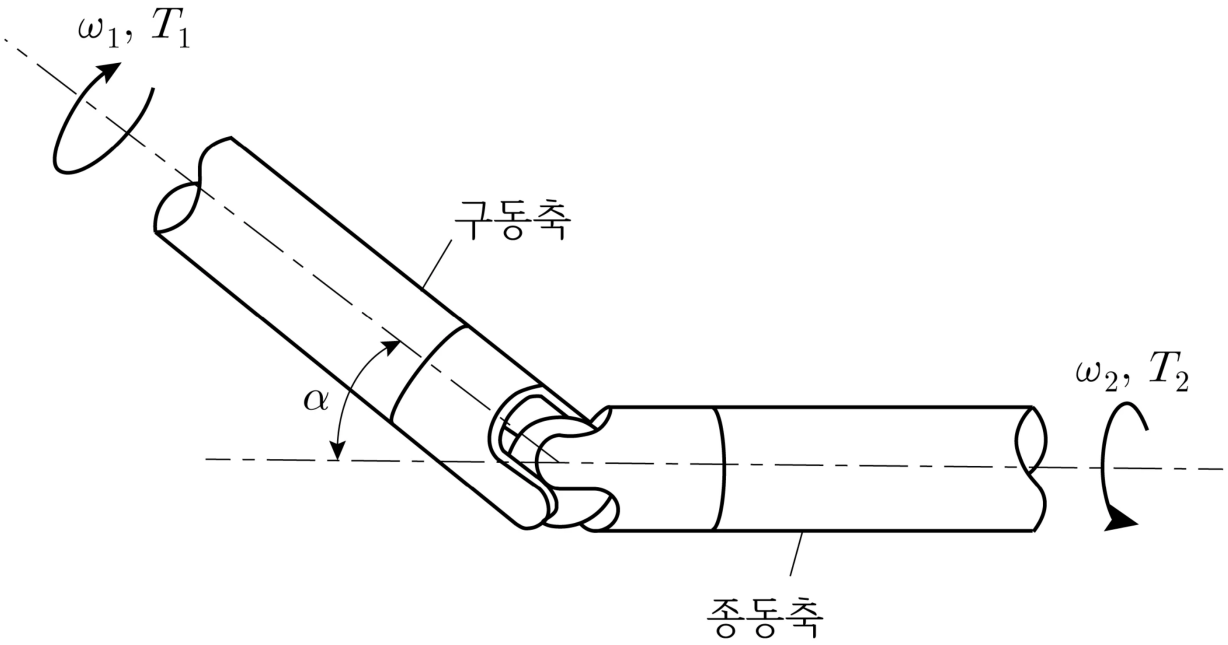
수명 회전수: 볼 베어링의 기본 정격수명은 $L_{10} = \left(\frac{C}{P}\right)^3$이며, 이때 수명의 단위는 백만 회전이다. **볼 베어링이므로 지수 3**을 적용한다. 주어진 값을 대입하면 $L_{10} = \left(\frac{2700}{900}\right)^3 = 27$이므로 수명 회전수는 2,700만 회이다.

시간당 회전수: 500 rpm은 1분에 500회 회전한다는 뜻이다. 따라서 1시간의 회전수는 $60 \times 500 = 30{,}000$회이다.

수명시간: **총 수명 회전수를 시간당 회전수로 나누어** 시간으로 환산한다. $L_{10h} = \frac{27 \cdot 10^6}{60 \cdot 500} = 900\text{hr}$이므로, 구한 수명시간은 ③의 900 hr에 해당한다.

NoteBase

문 20. 구동축과 종동축을 교차각 α인 유니버설(universal) 조인트로 연결하였다. 구동축 각속도가 ω_1으로 등속운동을 하더라도 종동축의 각속도 ω_2는 $\omega_1\cos\alpha \sim \frac{\omega_1}{\cos\alpha}$ 범위 내에서 변화한다. 구동축의 비틀림모멘트가 T_1이라면, 종동축 비틀림모멘트 T_2의 최댓값은? (단, 동력 전달 시 손실이 없다고 가정한다)



① $T_1\sin\alpha$

② $\frac{T_1}{\sin\alpha}$

③ $T_1\cos\alpha$

④ $\frac{T_1}{\cos\alpha}$

정답 4번

간단한 해설

동력 손실이 없으면 비틀림모멘트와 각속도의 곱이 일정하므로, 종동축의 비틀림모멘트는 **각속도가 최소일 때 최대**가 된다. 최소 각속도 $\omega_1\cos\alpha$를 적용하면 최댓값은 $\frac{T_1}{\cos\alpha}$이다.

NoteBase

계산 과정

회전축이 전달하는 동력은 비틀림모멘트와 각속도의 곱으로, $P = T\omega$이다. 그림의 구동축과 종동축 사이에서 **동력 전달 손실이 없으므로** $T_1\omega_1 = T_2\omega_2$가 성립한다. 여기서 T_1, T_2는 각 축의 비틀림모멘트이고, ω_1, ω_2는 각 축의 각속도이다.

위 관계를 정리하면 $T_2 = \frac{T_1\omega_1}{\omega_2}$이다. 주어진 T_1과 일정한 ω_1에 대해 종동축의 비틀림모멘트는 각속도에 반비례한다. 따라서 **종동축 각속도의 최솟값**인 $\omega_{2,\,\mathrm{min}} = \omega_1\cos\alpha$를 대입해야 비틀림모멘트의 최댓값을 얻는다.

이를 대입하면 $T_{2,\,\mathrm{max}} = \frac{T_1\omega_1}{\omega_1\cos\alpha}$이고, 공통인 ω_1을 약분하여 $T_{2,\,\mathrm{max}} = \frac{T_1}{\cos\alpha}$를 얻는다. 단위는 T_1과 같은 비틀림모멘트의 단위인 $\mathrm{N\cdot m}$이며, 이 식은 ④와 일치한다.

NoteBase