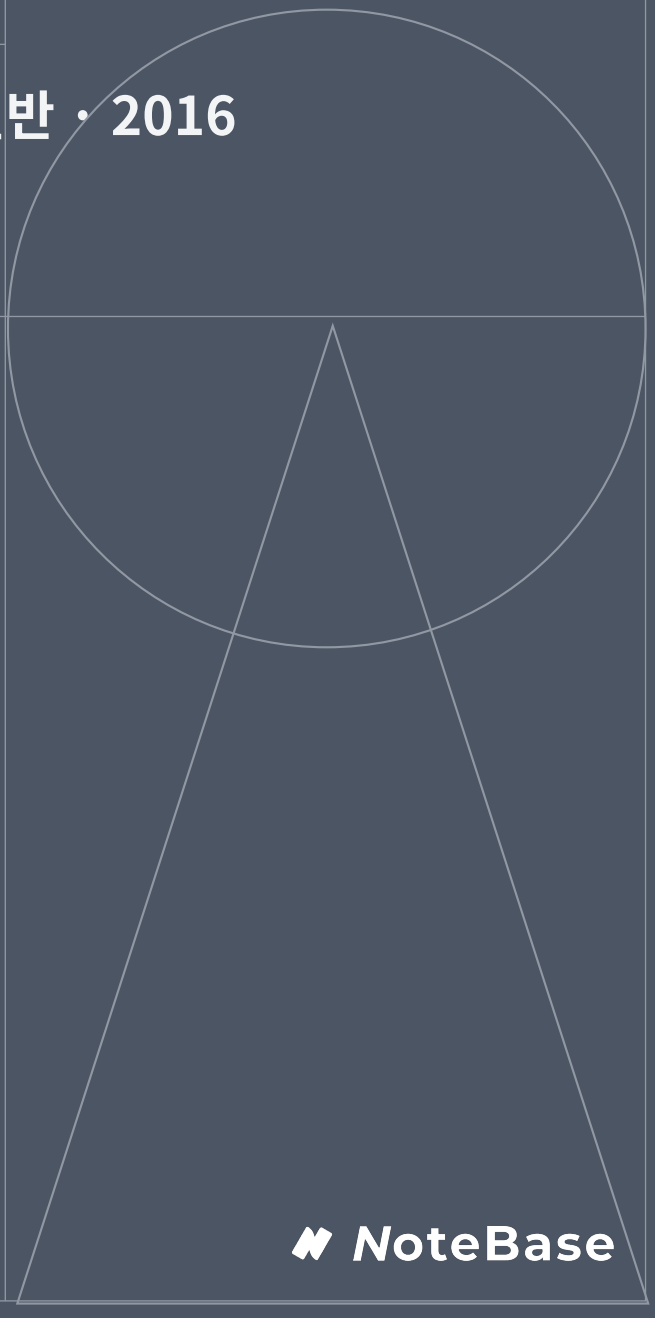
기출OX 해설집

공무원/국회직/9급 · 기계일반 · 2016



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/국회직/9급 · 기계일반 · 2016

공무원/국회직/9급 · 기계일반 · 2016

1. 금속 박판의 성형 시 변형이 끝난 후 박판에 가해진 굽힘력이 제거되면 굽혀진 공작물 내에 남아 있는 탄성에너지로 인해 변형량의 일부분이 복원되는 현상을 나타내는 용어로 옳은 것은?

   ① 과도굽힘(overbending)
   ② 바터밍(bottoming)
   ③ 스프링백(springback)
   ④ 시밍(seaming)
   ⑤ 헤밍(hemming)

정답 3번

출제 포인트

금속 박판의 굽힘 하중을 제거했을 때 발생하는 탄성회복 현상과 여러 판금 가공 용어를 구별하는 문제이다.

핵심 개념

스프링백은 굽힘 가공 후 하중을 제거하면 재료에 남아 있던 탄성에너지 때문에 굽힘 변형의 일부가 되돌아가는 현상이다. 이때 굽힘각은 일부 복원되고 굽힘 반지름은 커지는 방향으로 변한다.
과도굽힘과 바터밍은 스프링백을 줄이거나 보정하는 가공 방법이고, 시밍과 헤밍은 판재 가장자리를 접는 가공이다.

NoteBase

선지별 해설

① X — 과도굽힘(overbending)은 탄성회복량을 예상하여 목표 형상보다 더 많이 굽혀 스프링백을 보정하는 방법이다. 틀린 표현은 하중 제거 후 복원되는 현상의 명칭을 과도굽힘으로 본 부분이며, 올바른 명칭은 스프링백이다.
② X — 바터밍(bottoming)은 펀치를 다이 바닥까지 눌러 판재를 강하게 밀착시킴으로써 스프링백을 줄이는 굽힘 방법이다. 틀린 표현은 탄성회복 현상의 명칭을 바터밍으로 본 부분이며, 올바른 명칭은 스프링백이다.
③ O — 스프링백(springback)은 굽힘 하중을 제거한 뒤 잔류 탄성에너지로 인해 변형량의 일부가 복원되는 현상이다. 문제의 정의와 정확히 일치한다.
④ X — 시밍(seaming)은 두 판재의 가장자리를 굽혀 서로 맞물리게 하여 접합하는 가공이다. 틀린 표현은 탄성회복 현상의 명칭을 시밍으로 본 부분이며, 올바른 명칭은 스프링백이다.
⑤ X — 헤밍(hemming)은 한 판재의 가장자리를 자기 쪽으로 접어 겹치게 함으로써 가장자리를 보강하고 날카로운 부분을 없애는 가공이다. 틀린 표현은 탄성회복 현상의 명칭을 헤밍으로 본 부분이며, 올바른 명칭은 스프링백이다.

오답 포인트

① 과도굽힘과 ② 바터밍은 스프링백과 함께 자주 언급되지만, 스프링백 자체가 아니라 이를 보정하거나 억제하는 방법이다. 또한 ④ 시밍은 두 판재의 접합, ⑤ 헤밍은 한 판재 가장자리의 접어 겹치기라는 차이가 있다.

다시 나오면 이렇게 판단

굽힘 하중을 제거한 뒤 형상이 일부 되돌아간다는 설명이면 스프링백으로 판단한다. 목표보다 더 굽히는 것은 과도굽힘, 다이 바닥까지 강하게 누르는 것은 바터밍, 두 판재 가장자리를 맞물리는 것은 시밍, 한 판재 가장자리를 접어 겹치는 것은 헤밍으로 구별한다.

암기 포인트

하중 제거 후 되돌아감은 스프링백, 미리 더 굽힘은 과도굽힘, 바닥까지 누름은 바터밍이다.

NoteBase

2. 다음 중 열가소성 수지와 열경화성 수지에 따라 적절한 제조공정으로 연결된 것으로 옳은 것은?

① 사출성형 - 열가소성 수지, 압축성형 - 열경화성 수지
② 압출 - 열가소성 수지, 열성형 - 열경화성 수지
③ 취입성형 - 열가소성 수지, 압출 - 열경화성 수지
④ 전사성형 - 열가소성 수지, 사출성형 - 열경화성 수지
⑤ 열성형 - 열가소성 수지, 취입성형 - 열경화성 수지

정답 1번

출제 포인트

열가소성 수지와 열경화성 수지의 가열 거동을 구분하고, 각 수지에 알맞은 대표 성형 공정을 연결하는 문제이다.

핵심 개념

열가소성 수지는 가열하면 연화되고 냉각하면 굳는 변화가 반복되므로 압출성형, 사출성형, 취입성형, 열성형에 적합하다.
열경화성 수지는 가열·경화 과정에서 가교 구조가 형성되어 한 번 굳으면 다시 가열해도 연화되지 않으므로 압축성형과 전사성형이 대표적이다.
핵심 대비는 열가소성 수지는 가열하여 유동시킨 뒤 냉각 고화하고, 열경화성 수지는 금형 안에서 가열하여 경화시킨다는 점이다.

선지별 해설

① O — 사출성형은 용융된 열가소성 수지를 금형에 주입하는 공정이고, 압축성형은 금형에 넣은 열경화성 수지를 가압·가열하여 경화시키는 대표 공정이므로 연결이 모두 옳다.
② X — '열성형-열경화성 수지'가 틀렸다. 열성형은 가열해 연화한 시트나 판재를 형상에 맞게 성형하므로 '열성형-열가소성 수지'로 고쳐야 한다.
③ X — '압출-열경화성 수지'가 틀렸다. 취입성형과 압출성형은 모두 가열해 유동시킨 재료를 성형하는 방식이므로 일반적으로 '취입성형-열가소성 수지, 압출성형-열가소성 수지'로 연결한다.
④ X — 두 연결이 모두 틀렸다. 전사성형은 금형의 이송실에서 연화시킨 열경화성 수지를 금형 공동으로 보내 경화시키므로 '전사성형-열경화성 수지'이고, 압출성형은 '열가소성 수지'로 고쳐야 한다.
⑤ X — '사출성형-열경화성 수지'가 틀렸다. 이 문항의 일반적인 공정 분류에서는 '열성형-열가소성 수지, 사출성형-열가소성 수지'로 연결한다.

NoteBase

오답 포인트

공정 이름만 암기하면 ②의 열성형이나 ⑤의 사출성형을 열경화성 수지와 잘못 연결하기 쉽다. ‘가열해 연화한 재료를 계속 흐르게 하거나 다시 성형하는가’와 ‘금형 안에서 가열해 비가역적으로 경화시키는가’를 구분해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

압출·사출·취입·열성형은 재료를 가열해 유동 또는 연화시킨 뒤 냉각해 형상을 잡으므로 열가소성 수지로 판단한다. 압축·전사성형은 금형 안에서 가압·가열하여 경화시키므로 열경화성 수지로 판단한다.

암기 포인트

열가소성은 압출·사출·취입·열성형, 열경화성은 압축·전사성형이다.

NoteBase

3. 다음 중 숏피닝(shot peening)에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 숏을 강재 표면에 분사하여 표면층에 압축응력을 발생시킨다.
② 숏피닝은 재료 중심부의 연성을 증가시킨다.
③ 숏의 재질로 냉간주철, 주강, 강철 등이 쓰인다
④ 숏피닝 작업에는 피닝작업과 청정작업이 있다.
⑤ 숏피닝은 냉간가공법이다.

정답 2번

출제 포인트

쇼트피닝의 원리와 효과, 쇼트의 재료 및 작업 특성을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

쇼트피닝은 작은 구형 입자인 쇼트를 재료 표면에 고속으로 충돌시켜 표면층을 소성변형시키는 냉간가공법이다. 이 과정에서 표면층에 잔류 압축응력과 가공경화가 생겨 피로강도가 높아지지만, 재료 중심부의 연성을 증가시키는 처리는 아니다.

선지별 해설

① O — 쇼트를 강재 표면에 분사하면 표면층이 소성변형되어 잔류 압축응력이 형성된다. 이 압축응력은 피로균열의 발생과 성장을 억제한다.
② X — 틀린 표현은 '재료 중심부의 연성을 증가시킨다'이다. 쇼트피닝의 주된 효과는 표면층의 가공경화와 잔류 압축응력 형성으로 피로강도를 높이는 것이며, 올바르게는 '재료 표면층의 피로강도와 경도를 향상시킨다'이다.
③ O — 쇼트에는 냉간주철, 주강, 강철 등과 같은 금속 재료가 사용될 수 있다. 쇼트는 반복 충돌에 견딜 수 있는 충분한 경도와 내구성이 필요하다.
④ O — 쇼트를 충돌시켜 표면 성질을 개선하는 피닝작업과, 표면의 스케일·녹·이물질 등을 제거하는 청정작업으로 구분할 수 있다.
⑤ O — 상온에서 쇼트의 충돌로 표면층을 소성변형시키므로 쇼트피닝은 냉간가공법에 해당한다.

오답 포인트

②의 '중심부'와 '연성 증가'가 함정이다. 쇼트피닝의 영향은 주로 표면층에 집중되며, 핵심 목적은 연성 증가가 아니라 잔류 압축응력과 가공경화에 의한 피로강도 향상이다.

다시 나오면 이렇게 판단

쇼트피닝 선지는 '표면층·잔류 압축응력·가공경화·피로강도 향상·냉간가공'과 연결되면 옳다고 판단한다. '중심부의 연성 증가'처럼 작용 부위나 효과를 바꾼 표현은 틀린 것으로 판단한다.

NoteBase

암기 포인트

쇼트피닝은 표면을 두드려 압축응력을 남기고 피로강도를 높이는 냉간가공이다.

NoteBase

4. 다음 중 판금가공의 절단 공정에 해당하는 것끼리 표시된 것으로 옳은 것은?

① 헤밍(hemming), 커팅오프(cutting off)
② V-벤딩(v-bending), 플랜징(flanging)
③ 전단, 시밍(seaming)
④ 코이닝(coining), 엠보싱(embossing)
⑤ 블랭킹(blanking), 펀칭(punching)

정답 5번

출제 포인트

판금가공에서 재료를 전단하여 분리하는 절단 공정과, 재료를 분리하지 않고 형상을 바꾸는 성형 공정을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

절단 공정: 펀치와 다이 사이에서 판재에 전단력을 가하여 재료를 분리하는 가공이다. 블랭킹, 펀칭, 커팅오프 등이 해당한다.
블랭킹: 잘려 나온 조각이 제품이고, 남은 판재가 스크랩이 되는 절단 공정이다.
펀칭: 판재에 구멍을 내며, 잘려 나온 조각이 스크랩이 되는 절단 공정이다.
성형 공정: 판재를 분리하지 않고 굽히거나 눌러 형상을 바꾸는 가공이다. V-벤딩, 플랜징, 헤밍, 코이닝, 엠보싱 등이 해당한다.

선지별 해설

① X — '헤밍'이 틀린 표현이다. 헤밍은 판재 가장자리를 접어 겹치게 만드는 굽힘·성형 공정이고, 커팅오프만 소재를 잘라 분리하는 절단 공정이다. 올바르게는 헤밍 대신 블랭킹·펀칭과 같은 절단 공정이 와야 한다.
② X — 'V-벤딩, 플랜징'은 모두 판재를 굽혀 형상을 만드는 성형 공정이다. 올바르게는 절단 공정의 조합이 아니라 굽힘 공정의 조합이다.
③ X — '시밍'이 틀린 표현이다. 전단은 판재를 잘라 분리하는 원리이지만, 시밍은 판재의 가장자리를 접어 서로 결합하는 성형·접합 공정이다. 올바르게는 시밍 대신 블랭킹·펀칭과 같은 절단 공정이 와야 한다.
④ X — '코이닝, 엠보싱'은 압력을 가해 판재 표면에 요철이나 형상을 만드는 성형 공정이다. 올바르게는 절단 공정의 조합이 아니라 압축 성형 공정의 조합이다.
⑤ O — 블랭킹과 펀칭은 모두 펀치와 다이로 판재를 전단하여 윤곽을 분리하는 절단 공정이다. 블랭킹은 잘려 나온 부분이 제품이고, 펀칭은 남은 판재의 구멍이 목적이라는 차이가 있다.

NoteBase

오답 포인트

공정명에 영어 표현이 함께 제시되어 비슷해 보이지만, 핵심 함정은 '재료가 실제로 분리되는가'이다. 특히 헤밍·시밍은 가장자리를 접는 공정이고, 코이닝·엠보싱은 눌러 형상을 만드는 공정이므로 절단 공정이 아니다.

다시 나오면 이렇게 판단

판재가 두 부분으로 잘려 나가면 절단 공정으로 판단한다. 구멍을 내는 펀칭과 외곽 제품을 떼어 내는 블랭킹은 절단 공정이고, 접거나 굽히거나 눌러 모양만 바꾸면 성형 공정으로 판단한다.

암기 포인트

블랭킹은 떼어 낸 조각이 제품, 펀칭은 떼어 낸 조각이 스크랩이다. 둘 다 전단에 의한 절단 공정이다.

NoteBase

5. 다음 중 나사 풀림에 영향을 주는 요소들에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 나사각이 커지면, 풀림 경향이 커진다.
② 초기 조임이 커지면, 풀림을 시작하기 위해 극복해야 할 마찰력이 커진다.
③ 마찰계수를 증가시키는 표면처리와 표면상태는 풀림을 감소시킨다.
④ 헬리컬 와셔는 상대 금속표면에 맞물리도록 뾰족한 돌출부를 평평하게 만드는 원리에 의하여 풀림을 감소시킨다.
⑤ 가는 나사가 보통 나사보다 쉽게 풀리는 경향이 있다.

정답 5번

출제 포인트

나사의 풀림에 영향을 주는 나사각, 초기 조임력, 마찰계수, 풀림 방지 와셔 및 나사 피치의 관계를 묻는 문제이다.

핵심 개념

나사 풀림은 진동이나 반복 하중 등에 의해 체결력이 감소하고 나사가 풀리는 현상이다. 나사면과 접촉면의 마찰 및 충분한 초기 조임력은 풀림을 억제한다.
나사각이 클수록 나사면을 따라 회전하기 쉬워 풀림 경향이 커진다. 가는 나사는 보통 나사보다 피치와 리드각이 작으므로 풀림에 대한 저항이 더 크다. 헬리컬 와셔는 탄성 복원력과 모서리의 물림 작용으로 풀림을 억제한다.

선지별 해설

① O — 나사각이 커지면 나사면을 따라 회전하기 쉬워져 풀림 경향이 커진다.
② O — 초기 조임력이 커지면 나사면과 접촉면의 눌림이 커지므로, 풀림 회전을 시작하려면 더 큰 마찰 저항을 극복해야 한다.
③ O — 표면처리나 표면상태로 마찰계수를 높이면 나사면과 접촉면의 마찰 저항이 커져 풀림이 감소한다.
④ O — 헬리컬 와셔는 탄성력으로 체결면의 접촉을 유지하고 뾰족한 돌출부가 상대 금속표면에 물려 회전을 방해하므로 풀림을 감소시킨다.
⑤ X — 틀린 부분은 '가는 나사가 보통 나사보다 쉽게 풀린다'는 표현이다. 실제로는 가는 나사가 피치와 리드각이 작아 보통 나사보다 풀림에 대한 저항이 크고 쉽게 풀리지 않는 경향이 있다.

오답 포인트

가는 나사는 나사산이 촘촘하므로 약하거나 쉽게 풀릴 것처럼 보일 수 있다. 그러나 풀림 판단에서는 나사산의 촘촘함 자체가 아니라 피치와 리드각을 보아야 하며, 가는 나사는 이 값들이 작아 풀림 저항이 커진다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

나사 풀림 문제에서는 회전을 쉽게 만드는 요소와 마찰·체결력을 키우는 요소를 구분한다. 나사각과 리드각이 커지면 풀림 경향이 커지고, 초기 조임력·마찰계수·풀림 방지 장치가 커지거나 작용하면 풀림 경향이 작아진다.

암기 포인트

가는 나사: 작은 피치·작은 리드각·큰 풀림 저항이다.

NoteBase

6. 다음 중 회전축의 위험속도에 대한 설명으로 옳은 것은?

① 3차 고유진동수가 1차, 2차 고유진동수보다 위험하다.
② 위험속도는 가로 진동만 고려한다.
③ 위험속도는 비틀림 진동만 고려한다.
④ 위험속도에 도달하면 진폭이 커지게 된다.
⑤ 축의 회전수를 고유진동수의 ±5% 이상 떨어지게 한다.

정답 4번

출제 포인트

회전축의 회전 주파수가 축계의 고유진동수와 일치할 때 생기는 공진과 위험속도의 특징을 묻는 문제이다.

핵심 개념

위험속도: 회전축의 가진 주파수와 축계의 고유진동수가 일치하여 공진이 발생하는 회전속도이다. 공진 부근에서는 진폭과 베어링에 전달되는 동하중이 크게 증가하므로, 정상 운전 회전수는 위험속도에서 충분히 벗어나도록 정한다. 여러 차수의 고유진동수가 있으면 그에 대응하는 위험속도도 여러 개 존재할 수 있다.

선지별 해설

① X — 틀린 표현은 '3차 고유진동수가 1차, 2차 고유진동수보다 위험하다'이다. 차수가 높다는 이유만으로 더 위험한 것은 아니며, 각 고유진동수에 해당하는 위험속도에서 공진이 생길 수 있다. 위험의 정도는 불평형, 감쇠, 운전속도 범위 등에 따라 달라진다.
② X — 틀린 표현은 '가로 진동만 고려한다'이다. 회전축의 위험속도를 검토할 때에는 대표적인 굽힘 진동뿐 아니라 축계와 가진 특성에 따라 비틀림 진동 등 관련 진동 모드도 함께 고려한다.
③ X — 틀린 표현은 '비틀림 진동만 고려한다'이다. 회전축의 위험속도는 일반적으로 축의 굽힘 고유진동과 회전 가진의 공진이 핵심이며, 비틀림 진동 하나만으로 판단하지 않는다.
④ O — 위험속도에서는 가진 주파수와 고유진동수가 일치하여 공진하므로 축의 진폭이 크게 증가한다.
⑤ X — 틀린 표현은 '고유진동수의 ±5% 이상'이다. 운전 회전수는 고유진동수에 대응하는 위험속도에서 통상 ±20% 이상 떨어지도록 정하여 충분한 속도 여유를 확보한다.

오답 포인트

①은 고차 모드일수록 무조건 더 위험하다고 착각하게 하고, ②와 ③은 특정 진동 형태만 고려한다는 '만'으로 범위를 지나치게 제한한다. ⑤는 이격이 필요하다는 방향은 맞지만 ±5%라는 수치가 부족한 것이 함정이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

‘회전 가진 주파수 = 고유진동수’이면 공진이므로 진폭이 커진다고 판단한다. ‘특정 차수가 무조건 더 위험하다’ 또는 ‘한 종류의 진동만 고려한다’는 단정은 틀린 표현으로 본다.

암기 포인트

위험속도는 공진속도이고, 공진하면 진폭이 커진다. 운전 회전수는 위험속도에서 ±20% 이상 이격한다.

NoteBase

7. 두께가 t인 판재에 펀치를 사용하여 지름 d인 구멍을 만들고자 한다. 이때 펀치에 가해지는 하중 P를 구하는 식으로 옳은 것은? (단, 재료의 전단강도는 τ이며, 원주율은 π이다.)

① P = π · d · t · τ
② P = π / (d · t · τ)
③ P = π · d / (t · τ)
④ P = π · d · t / τ
⑤ P = 1 / (π · d · t · τ)

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 원형 구멍을 펀칭할 때 생기는 전단 면적을 구하고, 전단강도를 곱하여 필요한 펀치 하중을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 판재의 두께는 t, 구멍의 지름은 d, 재료의 전단강도는 τ이다.
구해야 할 값: 펀치에 가해지는 하중 P이다.
주의할 조건: 전단은 구멍의 원주를 따라 판 두께 전체에서 일어나므로 전단 면적은 원의 면적이 아니라 원주와 두께의 곱이다.

사용할 공식

원형 구멍의 전단 길이는 πd이고, 전단 면적은 다음과 같다.
$A_s = \pi d t$
전단 하중은 전단 면적과 전단강도의 곱이므로 다음 식을 사용한다.
$P = A_s \tau = \pi d t \tau$
펀칭할 때 재료가 구멍 둘레를 따라 잘려 나가므로 이 공식을 사용한다.

계산 과정

1. 구멍의 전단 길이를 πd로 구한다.
2. 전단 길이에 판 두께 t를 곱하여 전단 면적 $A_s = \pi d t$를 구한다.
3. 전단 면적에 전단강도 τ를 곱하면 $P = \pi d t \tau$가 된다.

차원으로도 길이^2× 힘/길이^2=힘이 되어 하중의 단위와 일치한다.

NoteBase

선지 판단

① O — $P = \pi d t \tau$는 전단 면적 $\pi d t$에 전단강도 τ를 곱한 식이므로 옳다.
② X — d, t, τ를 분모에 둔 점이 틀렸다. 올바른 식은 $P = \pi d t \tau$이다.
③ X — 두께 t와 전단강도 τ로 나눈 점이 틀렸다. 두 값은 전단 면적과 하중을 증가시키므로 곱해야 하며, 올바른 식은 $P = \pi d t \tau$이다.
④ X — 전단강도 τ로 나눈 점이 틀렸다. 하중은 전단강도에 비례하므로 올바른 식은 $P = \pi d t \tau$이다.
⑤ X — 전단 면적과 전단강도의 곱 전체를 역수로 만든 점이 틀렸다. 펀치 하중은 그 곱 자체이므로 올바른 식은 $P = \pi d t \tau$이다.

오답 포인트

핵심 함정은 원형 구멍의 전단 면적을 원의 넓이로 보거나, 전단강도를 분모에 두는 것이다. 펀칭에서는 구멍 둘레 πd를 따라 두께 t만큼 전단되므로 전단 면적은 $\pi d t$이며, 필요한 하중은 전단강도에 비례한다.

다시 나오면 이렇게 판단

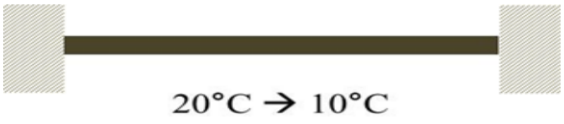
펀칭·블랭킹 하중 문제는 먼저 절단되는 전체 둘레를 구하고, 여기에 판 두께를 곱해 전단 면적을 만든 뒤, 전단강도를 곱하는 순서로 판단한다.

암기 포인트

펀칭 하중은 '절단 둘레 × 두께 × 전단강도'이므로 원형 구멍에서는 $P = \pi d t \tau$이다.

NoteBase

8. 초기 온도 20℃에 양쪽 벽에 고정된 봉이 있으며 이때 내부 응력은 없다. 봉을 10℃까지 냉각시켰고 그 결과 봉의 내부에 응력이 발생하였다. 응력(MPa)으로 옳은 것은? (단, 봉의 탄성계수 E=200 GPa이고, 선팽창계수 $\alpha=1.5\times10^{-6}$ (1/℃)이다.)



① 3 ② 6
③ 12 ④ 24
⑤ 30

정답 1번

출제 포인트

양쪽 벽에 고정된 봉의 열수축이 완전히 구속될 때 발생하는 열응력을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 탄성계수 $E = 200GPa$, 선팽창계수 $\alpha = 1.5 \times 10^{-6}/^{\circ}C$, 온도 변화 $\Delta T = 10 - 20 = -10^{\circ}C$ 이다.
구해야 할 값: 봉에 발생하는 응력의 크기이다.
주의할 조건: 봉의 양쪽 끝이 고정되어 자유로운 열수축이 완전히 구속된다. 냉각된 봉에는 인장응력이 발생한다.

사용할 공식

완전 구속된 봉의 열응력은
$\sigma = -E\alpha\Delta T$
이다. 자유 열변형률 $\alpha\Delta T$만큼의 수축을 고정벽이 막으므로, 그 변형률을 상쇄하는 탄성변형률에 의해 응력이 생긴다.

계산 과정

1. 온도 변화는 $\Delta T = -10^{\circ}C$이다.
2. $200GPa = 200{,}000MPa$로 환산한다.
3. 공식에 대입하면

$\sigma = -(200{,}000MPa)(1.5 \times 10^{-6}/^{\circ}C)(-10^{\circ}C) = 3MPa$
이다. 양수이므로 인장응력이며, 응력의 크기는 $3MPa$이다.

NoteBase

선지 판단

① O — 계산 결과가 $3MPa$이므로 옳다.
② X — $6MPa$는 계산 결과와 다르다. 틀린 값 $6MPa$는 $3MPa$로 고쳐야 한다.
③ X — $12MPa$는 계산 결과와 다르다. 틀린 값 $12MPa$는 $3MPa$로 고쳐야 한다.
④ X — $24MPa$는 계산 결과와 다르다. 틀린 값 $24MPa$는 $3MPa$로 고쳐야 한다.
⑤ X — $30MPa$는 계산 결과와 다르다. 틀린 값 $30MPa$는 $3MPa$로 고쳐야 한다.

오답 포인트

초기 온도 $20^\circ C$나 최종 온도 $10^\circ C$ 자체를 대입하면 안 되고, 온도 변화의 크기 $10^\circ C$를 사용해야 한다. 또한 GPa를 MPa로 바꿀 때 $1GPa = 1000MPa$를 적용해야 한다. 냉각 시 응력은 인장이지만, 문제는 응력의 크기를 물으므로 $3MPa$를 고른다.

다시 나오면 이렇게 판단

양단이 완전히 고정된 균일 봉의 온도 변화 문제는 먼저 ΔT를 구하고, $\sigma = -E\alpha\Delta T$에 대입한 뒤 단위와 인장·압축 방향을 검산한다.

암기 포인트

완전 구속 봉에서는 냉각하면 인장, 가열하면 압축이며, 열응력의 크기는 $E\alpha|\Delta T|$이다.

NoteBase

9. 인장항복강도가 400 MPa인 연강 원형봉에 62.8 kN의 인장하중이 가해지는 경우 안전하게 (안전율 S=2) 사용이 가능한 최소 직경(cm)으로 옳은 것은? (단, 원주율은 3.14이다.)

① 1 ② 2
③ 3 ④ 4
⑤ 5

정답 2번

출제 포인트

안전율을 고려한 허용인장응력을 구한 뒤, 원형봉의 단면적 공식으로 안전하게 사용할 수 있는 최소 지름을 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 인장항복강도 $400MPa$, 인장하중 $62.8kN$, 안전율 $S=2$, 원주율 $\pi=3.14$이다.
구해야 할 값: 연강 원형봉의 최소 지름 d이다.
주의할 조건: $1MPa=1N/mm^2$, $62.8kN=62{,}800N$, $10mm=1cm$로 단위를 맞춘다.

사용할 공식

허용인장응력은 $\sigma_a=\frac{\sigma_y}{S}$이고, 인장응력과 원형 단면적의 관계는 $\sigma_a=\frac{P}{A}$, $A=\frac{\pi d^2}{4}$이다. 항복을 피하려면 실제 인장응력이 허용인장응력 이하가 되어야 하므로 이 공식을 사용한다.

계산 과정

1. 허용인장응력은 $\sigma_a=\frac{400}{2}=200MPa=200N/mm^2$이다.
2. 필요한 최소 단면적은 $A_{\min}=\frac{P}{\sigma_a}=\frac{62{,}800}{200}=314mm^2$이다.
3. 원형봉의 최소 지름은 $d_{\min}=\sqrt{\frac{4A_{\min}}{\pi}}=\sqrt{\frac{4\times 314}{3.14}}=\sqrt{400}=20mm=2cm$이다.

선지 판단

① X — $1cm$는 계산된 최소 지름 $2cm$보다 작아 안전하지 않다. 올바르게는 최소 지름이 $2cm$이다.
② O — 계산 결과가 정확히 $2cm$이므로 안전하게 사용할 수 있는 최소 지름이다.
③ X — $3cm$는 안전하게 사용할 수 있지만 최소 지름은 아니다. 올바르게는 최소 지름이 $2cm$이다.
④ X — $4cm$는 필요한 지름보다 커서 안전하지만 최소값이 아니다. 올바르게는 최소 지름이 $2cm$이다.
⑤ X — $5cm$도 안전 조건을 만족하지만 최소값이 아니다. 올바르게는 최소 지름이 $2cm$이다.
계산 결과 최소 지름은 $2cm$이므로 정답은 2번이다.

NoteBase

오답 포인트

안전율을 항복강도에 곱하면 안 된다. 허용응력은 항복강도를 안전율로 나눈 $200MPa$이다. 또한 계산 결과 $20mm$를 선지의 단위인 cm로 바꾸면 $2cm$이며, $3cm$ 이상은 안전하더라도 문제에서 요구한 최소 지름은 아니다.

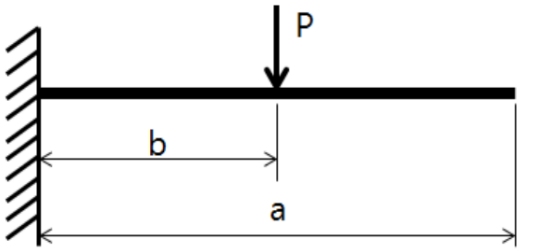
다시 나오면 이렇게 판단

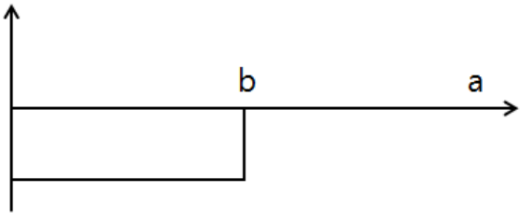
항복강도를 안전율로 나누어 허용응력을 구하고, 하중을 허용응력으로 나누어 최소 단면적을 구한 다음, 원형 단면적 공식으로 지름을 계산하고 선지의 단위로 환산한다.

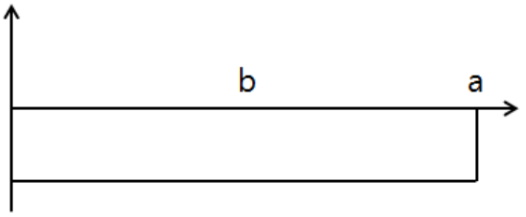
암기 포인트

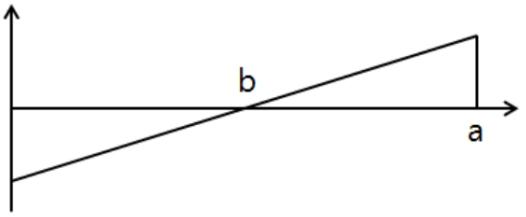
허용응력은 $\sigma_a = \sigma_y/S$, 원형봉 지름은 $d = \sqrt{4A/\pi}$이다. 안전율은 허용응력을 낮추며, 최소 지름보다 큰 지름은 안전해도 최소값은 아니다.

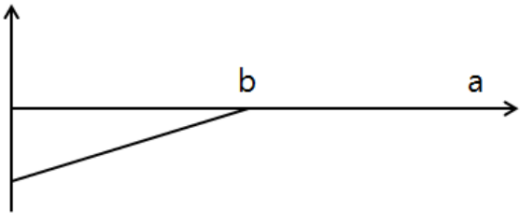
10. 그림과 같이 길이가 a인 외팔보의 b 지점에 집중하중 P가 가해질 때 굽힘모멘트 선도의 모양으로 옳은 것은?

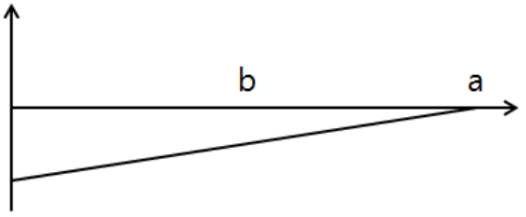


①


②


③


④


⑤


정답 4번

NoteBase

출제 포인트

외팔보의 중간점에 집중하중이 작용할 때, 하중점 오른쪽의 무하중 자유단 구간에서는 굽힘모멘트가 0이고 고정단부터 하중점까지는 굽힘모멘트가 직선적으로 변한다는 점을 묻는 문제이다.

선지별 해설

① X

- 고정단부터 하중점 b까지 굽힘모멘트를 일정한 음의 값으로 나타낸 직사각형 선도이므로 틀리다. 이 구간의 굽힘모멘트는 일정하지 않고 $M(x) = -P(b - x)$로 선형 변화한다.
- 틀린 표현 → 올바르게는 고정단에서 $-Pb$, 하중점 b에서 0이 되는 음의 삼각형 선도이다.

② X

- 굽힘모멘트를 보 전체 길이 a에 걸쳐 일정한 음의 값으로 나타냈으므로 틀리다. 집중하중 오른쪽의 $b < x \le a$ 구간은 절단면 오른쪽에 외력이 없어 굽힘모멘트가 0이다.
- 틀린 표현 → 올바르게는 $0 \le x \le b$에서만 음의 직선 선도가 나타나고, $b < x \le a$에서는 0이다.

③ X

- 선도가 하중점 b에서 0을 지나 자유단 쪽에서 양의 굽힘모멘트로 증가하므로 틀리다. 하중점 오른쪽 구간에는 하중이 없으므로 양의 굽힘모멘트가 생기지 않는다.
- 틀린 표현 → 올바르게는 고정단부터 b까지 음의 값이 0으로 선형 증가하고, b부터 a까지는 0을 유지한다.

④ O

- 고정단에서 굽힘모멘트의 절댓값이 최대인 $-Pb$이고 하중점 b에서 0이 되도록 직선적으로 변한다. 또한 하중점부터 자유단 a까지 굽힘모멘트가 0이므로 주어진 하중 상태와 일치한다.

⑤ X

- 굽힘모멘트가 자유단 a에서야 0이 되는 삼각형 선도이므로, 하중이 자유단에 작용하는 경우의 형태이다. 주어진 하중은 a가 아니라 b에 작용한다.
- 틀린 표현 → 올바르게는 굽힘모멘트가 하중점 b에서 0이 되고, b부터 자유단 a까지 계속 0이다.

오답 포인트

집중하중이 보의 끝점 a가 아니라 중간점 b에 작용한다는 사실이 핵심 함정이다. ⑤는 자유단 집중하중의 굽힘모멘트 선도이며, 이 문제에서는 하중점 오른쪽 $b \sim a$ 구간의 선도가 축과 일치해야 한다. 또한 ①의 직사각형 모양은 고정단부터 하중점까지 일정한 전단력 선도와 혼동한 것이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

외팔보의 자유단 쪽에서 고정단 쪽으로 절단하여 판단한다. 절단면 오른쪽에 외력이 없는 $b < x \le a$에서는 $M = 0$이고, 하중 왼쪽의 $0 \le x \le b$에서는 하중과 절단면 사이의 거리가 커질수록 모멘트의 절댓값이 선형으로 증가한다. 따라서 하중점에서 0, 고정단에서 최대인 삼각형 선도를 고른다.

암기 포인트

외팔보의 점하중 굽힘모멘트 선도는 '하중점에서 0, 고정단에서 최대'인 삼각형이며, 하중점 바깥의 자유단 구간은 0이다.

NoteBase

11. 길이가 0.5 m이고, 직경이 10 mm인 원형단면봉이 수직하중만 받고 있으며 이 때 응력이 σ이다. 동일한 하중조건에서 원형단면봉의 길이를 1 m로 늘리고 직경을 5 mm로 줄였을 때 수직응력으로 옳은 것은?

① $\frac{1}{4}\sigma$ ② $\frac{1}{2}\sigma$ ③ σ ④ 2σ ⑤ 4σ

정답 5번

출제 포인트

같은 축하중을 받는 원형 단면봉에서 직경 변화에 따른 수직응력의 변화를 구하는 문제이다. 수직응력은 단면적에 반비례하고, 원형 단면적은 직경의 제곱에 비례한다.

조건 정리

주어진 값: 처음 길이 $L_1 = 0.5\text{m}$, 처음 직경 $d_1 = 10\text{mm}$, 처음 수직응력 $\sigma_1 = \sigma$, 변경 길이 $L_2 = 1\text{m}$, 변경 직경 $d_2 = 5\text{mm}$이다.
구해야 할 값: 동일한 축하중에서 변경된 봉의 수직응력 σ_2이다.
주의할 조건: 축하중에 의한 수직응력 P/A에는 봉의 길이가 직접 들어가지 않는다.

사용할 공식

원형 단면적과 축하중에 의한 수직응력은 각각
$A = \frac{\pi d^2}{4}, \qquad \sigma = \frac{P}{A}$
이다. 두 봉에 같은 축하중 P가 작용하므로 응력의 비는 단면적의 역비로 구한다.

계산 과정

직경이 10mm에서 5mm로 절반이 되므로 단면적은
$\frac{A_2}{A_1} = \left(\frac{d_2}{d_1}\right)^2 = \left(\frac{5}{10}\right)^2 = \frac{1}{4}$
이 된다. 같은 하중에서 응력은 단면적에 반비례하므로
$\frac{\sigma_2}{\sigma_1} = \frac{A_1}{A_2} = 4$
이다. 따라서
$\sigma_2 = 4\sigma$
이다.

NoteBase

선지 판단

① X — $\frac{1}{4}\sigma$가 아니라 4σ이다. 단면적이 $\frac{1}{4}$로 줄면 같은 하중에서 응력은 그 역수인 4배가 된다.
② X — $\frac{1}{2}\sigma$가 아니라 4σ이다. 직경의 비를 응력의 비로 그대로 적용하면 안 되고, 직경을 제곱하여 단면적의 비를 먼저 구해야 한다.
③ X — σ가 아니라 4σ이다. 하중이 같더라도 직경 감소로 단면적이 변하므로 응력은 같지 않다.
④ X — 2σ가 아니라 4σ이다. 직경이 절반이 되면 단면적은 절반이 아니라 $\frac{1}{4}$이 된다.
⑤ O — 단면적이 처음의 $\frac{1}{4}$이고 축하중이 같으므로 수직응력은 처음의 4배인 4σ가 된다.

오답 포인트

길이가 0.5m에서 1m로 2배가 된 조건에 끌려 응력을 2배로 판단하거나, 직경이 절반이 된 것을 단면적도 절반이 된 것으로 착각하기 쉽다. 축하중에 의한 수직응력은 길이가 아니라 단면적에 의해 결정되며, 원형 단면적은 직경의 제곱에 비례한다.

다시 나오면 이렇게 판단

같은 축하중 조건을 확인한 뒤 $A = \pi d^2/4$로 단면적의 비를 구하고, $\sigma = P/A$에 따라 그 역비를 응력의 비로 적용한다. 길이는 응력 계산이 아니라 변형량 계산에서 영향을 주는 값인지 구분한다.

암기 포인트

같은 축하중에서 원형 봉의 응력은 $\sigma \propto 1/d^2$이다. 직경이 절반이면 응력은 4배가 된다.

NoteBase

12. 질량이 같은 당구공 A와 B가 일직선 상에서 각각 10 m/s, 5 m/s의 속도로 우측으로 이동 중이다. 반발계수가 0.8일 때, 당구공 A가 당구공 B와 충돌한 후 두 공의 속도(m/s)로 옳은 것은? (단, 모든 마찰은 무시한다.)



① $V_A = 5$ $V_B = 10$
② $V_A = 5.5$ $V_B = 9.5$
③ $V_A = 6$ $V_B = 9$
④ $V_A = 6.5$ $V_B = 8.5$
⑤ $V_A = 7$ $V_B = 8$

정답 2번

출제 포인트

질량이 같은 두 공의 1차원 충돌에서 운동량 보존식과 반발계수 식을 연립하여 충돌 후 속도를 구하는 문제이다.

조건 정리

두 공의 질량은 같고, 충돌 전 속도는 각각 $u_A = 10m/s$, $u_B = 5m/s$이다. 두 공은 모두 오른쪽으로 움직이며 A가 더 빠르므로 서로 접근한다. 반발계수는 $e = 0.8$이고, 구해야 할 값은 충돌 후 속도 v_A, v_B이다.

사용할 공식

운동량 보존식은 $mu_A + mu_B = mv_A + mv_B$ 이고, 질량이 같으므로 $v_A + v_B = 10 + 5 = 15$ 이다.
반발계수는 접근 상대속도에 대한 분리 상대속도의 비이므로 $e = \frac{v_B - v_A}{u_A - u_B}$ 이다. 충돌 전후의 두 속도를 동시에 결정해야 하므로 두 식을 연립한다.

계산 과정

반발계수 식에 주어진 값을 대입하면 $0.8 = \frac{v_B - v_A}{10 - 5}$ 이므로 $v_B - v_A = 4$ 이다. 이를 운동량 보존식 $v_A + v_B = 15$ 와 연립하면 $2v_B = 19$, $v_B = 9.5m/s$ 이고, $v_A = 15 - 9.5 = 5.5m/s$ 이다.

NoteBase

선지 판단

① X — $v_A = 5m/s$, $v_B = 10m/s$이면 속도 차가 $5m/s$여서 반발계수가 1이 된다. 올바르게는 $v_A = 5.5m/s$, $v_B = 9.5m/s$이다.
② O — 두 속도의 합은 $15m/s$이고 차는 $4m/s$이므로 운동량 보존식과 반발계수 식을 모두 만족한다.
③ X — $v_A = 6m/s$, $v_B = 9m/s$이면 속도 차가 $3m/s$여서 반발계수가 0.6이 된다. 올바르게는 $v_A = 5.5m/s$, $v_B = 9.5m/s$이다.
④ X — $v_A = 6.5m/s$, $v_B = 8.5m/s$이면 속도 차가 $2m/s$여서 반발계수가 0.4가 된다. 올바르게는 $v_A = 5.5m/s$, $v_B = 9.5m/s$이다.
⑤ X — $v_A = 7m/s$, $v_B = 8m/s$이면 속도 차가 $1m/s$여서 반발계수가 0.2가 된다. 올바르게는 $v_A = 5.5m/s$, $v_B = 9.5m/s$이다.

오답 포인트

모든 선지는 두 속도의 합이 $15m/s$이므로 운동량 보존식만으로는 구별되지 않는다. 반발계수 0.8을 속도 자체에 곱하는 것이 아니라, 충돌 전 접근 상대속도 $5m/s$에 곱하여 충돌 후 분리 상대속도 $4m/s$를 구해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

동일 질량의 1차원 충돌에서는 먼저 운동량 보존으로 충돌 후 속도의 합을 구하고, 반발계수로 충돌 후 속도의 차를 구한 뒤 두 식을 연립한다. 속도의 방향이 바뀔 수 있는 문제에서는 정한 양의 방향에 따라 부호를 일관되게 적용한다.

암기 포인트

동일 질량 충돌은 '운동량 보존으로 합, 반발계수로 차'를 구한다. 이 문항에서는 $v_A + v_B = 15$, $v_B - v_A = 4$이다.

NoteBase

13. 물체가 스프링에 수직으로 매달려서 1 Hz의 주파수와 10 mm의 진폭으로 진동한다. 물체가 정적평형지점(변위=0 mm인 지점)을 통과한 후 0.5초 경과된 시점의 변위(mm)와 진동수(rad/s)로 옳은 것은? (단, 원주율은 3.14이다.)

① 0, 3.14 ② 5, 3.14
③ 0, 6.28 ④ 10, 6.28
⑤ 10, 12.56

정답 3번

출제 포인트

단순 조화 운동에서 평형점을 지난 뒤의 변위와 주파수로부터 각진동수를 구하는 문제이다.

조건 정리

진폭은 $A = 10mm$, 주파수는 $f = 1Hz$이다. 물체는 $t = 0$에 정적 평형점 $x = 0$을 통과하며, 그로부터 $0.5s$ 뒤의 변위와 각진동수를 구해야 한다.

사용할 공식

각진동수는 $\omega = 2\pi f$이고, 주기는 $T = 1/f$이다. 평형점을 통과한 순간을 기준으로 변위를 $x = A\sin(\omega t)$로 둘 수 있다. 스프링에 매달린 물체가 단순 조화 운동을 하므로 이 관계를 사용한다.

계산 과정

1. 주기는 $T = 1/f = 1s$이다. 따라서 $0.5s = T/2$이다.
2. 평형점을 통과하고 반 주기가 지나면 반대 방향으로 평형점을 다시 통과하므로 $x = 0mm$이다. 식으로도 $x = 10\sin(2\pi \times 0.5) = 10\sin\pi = 0mm$이다.
3. 각진동수는 $\omega = 2\pi f = 2 \times 3.14 \times 1 = 6.28rad/s$이다.

선지 판단

① X — 변위 $0mm$는 맞지만 각진동수 $3.14rad/s$는 틀리다. 올바른 각진동수는 $6.28rad/s$이다.
② X — 변위 $5mm$와 각진동수 $3.14rad/s$가 모두 틀리다. 올바르게는 $0mm$, $6.28rad/s$이다.
③ O — 반 주기 뒤의 변위는 $0mm$이고 각진동수는 $6.28rad/s$이므로 계산 결과와 일치한다.
④ X — 각진동수 $6.28rad/s$는 맞지만 변위 $10mm$는 틀리다. $0.5s$ 뒤에는 진폭 위치가 아니라 평형점을 지나므로 올바른 변위는 $0mm$이다.
⑤ X — 변위 $10mm$와 각진동수 $12.56rad/s$가 모두 틀리다. 올바르게는 $0mm$, $6.28rad/s$이다. $12.56rad/s$는 $2\pi f$에서 2를 한 번 더 곱한 값이다.

NoteBase

오답 포인트

평형점을 통과한 뒤 $T/2$가 지나면 진폭 위치가 아니라 반대 방향으로 평형점을 다시 통과한다. 또한 주파수 f와 각진동수 ω를 혼동하면 3.14 또는 12.56을 고르기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 $T = 1/f$로 경과 시간이 주기의 몇 배인지 확인하고, 평형점 출발이면 $x = A\sin(\omega t)$, 각진동수는 $\omega = 2\pi f$로 계산한다.

암기 포인트

평형점 통과 후 반 주기에는 다시 평형점이며, $\omega = 2\pi f$이다.

NoteBase

14. 효율이 80%인 윈치(winch)가 50 kN의 화물을 12 m 올리는데 1분이 걸렸다. 윈치의 소요동력(kW)으로 옳은 것은?

① 8.0 ② 10.0
③ 12.5 ④ 19.5
⑤ 29.5

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 화물을 들어 올리는 데 필요한 출력동력을 구한 뒤, 윈치의 효율을 적용하여 소요동력인 입력동력을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 하중 $F = 50kN$, 이동거리 $s = 12m$, 시간 $t = 1min = 60s$, 효율 $\eta = 80\% = 0.8$이다.
구해야 할 값: 윈치에 공급해야 하는 소요동력 P_{in}이다.
주의할 조건: 먼저 화물에 전달되는 출력동력을 구하고, 효율로 나누어 입력동력을 구한다.

사용할 공식

출력동력은
$P_{out} = \frac{W}{t} = \frac{Fs}{t}$
이고, 효율은
$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}}$
이므로 소요동력은
$P_{in} = \frac{P_{out}}{\eta}$
이다. 하중과 이동거리로 일을 계산할 수 있고, 효율은 입력동력 중 실제 화물 인양에 전달되는 출력동력의 비율이므로 이 공식을 사용한다.

계산 과정

1. 화물에 한 일은 $W = Fs = 50kN \times 12m = 600kJ$이다.
2. 1분을 $60s$로 바꾸면 출력동력은
$P_{out} = \frac{600kJ}{60s} = 10kW$
이다.
3. 효율을 적용하면 소요동력은
$P_{in} = \frac{10kW}{0.8} = 12.5kW$
이다.

NoteBase

선지 판단

① X — 8.0kW는 계산된 소요동력과 일치하지 않는다. 올바른 소요동력은 12.5kW이다.
② X — 10.0kW는 효율을 적용하기 전 화물에 전달되는 출력동력이다. 소요동력은 이를 효율 0.8로 나눈 12.5kW이다.
③ O — 출력동력 10kW를 효율 0.8로 나누면 소요동력이 12.5kW가 된다.
④ X — 19.5kW는 $P_{in} = P_{out}/\eta$의 계산 결과와 일치하지 않는다. 올바른 값은 12.5kW이다.
⑤ X — 29.5kW는 주어진 하중·거리·시간·효율을 공식에 대입한 결과가 아니다. 올바른 값은 12.5kW이다.

오답 포인트

②의 10.0kW는 화물에 실제로 전달된 출력동력이다. 문제에서 묻는 소요동력은 손실까지 포함한 입력동력이므로 효율 0.8로 나누어야 한다. 또한 1분을 60s로 환산해야 동력 단위가 kW로 맞는다.

다시 나오면 이렇게 판단

인양 동력 문제는 시간 단위를 초로 환산한 뒤 $P_{out} = Fs/t$로 출력동력을 구하고, 소요동력을 물으면 $P_{in} = P_{out}/\eta$를 적용하는 순서로 판단한다. 효율이 1보다 작으므로 입력동력은 출력동력보다 커야 한다.

암기 포인트

소요동력은 입력동력이다. $\eta = P_{out}/P_{in}$, 따라서 $P_{in} = P_{out}/\eta$이다.

NoteBase

15. 다음 중 유체에서 공동현상(캐비테이션, cavitation)에 대한 설명으로 옳은 것은?

① 유체의 압력이 국부적으로 매우 높아질 때 발생한다.
② 회전하는 프로펠러 끝단 유체의 저속·고압 와류에서 발생한다.
③ 캐비테이션수가 임계캐비테이션수보다 클 때 발생한다.
④ 유체가 액체에서 증기로 빠르게 변화한다.
⑤ 유체에 압력파동을 만들어 주어서 캐비테이션을 방지할 수 있다.

정답 4번

출제 포인트

공동현상은 유동 중 국부 정압이 액체의 증기압보다 낮아질 때 액체가 증기로 변해 기포가 생기는 현상이다. 이 문제는 발생 압력 조건과 방지 방법을 구별하는지를 묻는다.

핵심 개념

공동현상: 고속 유동부의 국부 정압이 증기압 이하로 내려가 증기 기포가 발생하고, 이 기포가 압력이 높은 곳에서 붕괴하는 현상이다.
발생 조건: 유속 증가 → 정압 감소 → 증기압 이하에서 기화가 일어난다.
방지 원리: 흡입 측 압력을 높이거나 유속과 압력 손실을 줄여 국부 압력이 증기압 아래로 떨어지지 않게 한다.

NoteBase

선지별 해설

① X
틀린 표현은 '압력이 국부적으로 매우 높아질 때'이다. 공동현상은 국부 압력이 매우 낮아져 액체의 증기압 이하가 될 때 발생한다.

② X
틀린 표현은 '고압 와류'이다. 회전하는 프로펠러 끝에서는 유속이 커져 국부 정압이 낮아지므로 공동현상이 발생할 수 있다. 올바르게는 고속·저압 유동 영역에서 발생한다고 해야 한다.

③ X
틀린 표현은 '캐비테이션수가 임계캐비테이션수보다 클 때'이다. 캐비테이션수는 압력 여유를 나타내므로, 실제 캐비테이션수가 임계캐비테이션수보다 작아질 때 공동현상이 발생한다.

④ O
국부 압력이 증기압 이하로 내려가면 액체가 빠르게 증기로 변해 기포가 생긴다. 이는 공동현상의 발생 과정을 옳게 설명한 것이다.

⑤ X
틀린 표현은 '압력파동을 만들어 주어서'이다. 압력파동은 순간적인 저압부를 만들 수 있어 공동현상 방지책이 아니다. 올바르게는 흡입 압력을 높이거나 유속과 압력 손실을 줄여 국부 압력이 증기압 이하로 내려가지 않게 해야 한다.

오답 포인트

②의 '고속'만 보고 맞다고 판단하기 쉽지만, 공동현상의 직접 조건은 고속에 따른 저압이다. 또한 ⑤의 압력을 높인다는 인상에 끌리기 쉽지만, '압력파동'은 안정적인 압력 상승과 다르다.

다시 나오면 이렇게 판단

공동현상 선지는 '국부 정압이 증기압 이하인가'를 먼저 확인한다. 고속·저압·기화는 발생 쪽이고, 흡입 압력 상승·유속 감소·압력 손실 감소는 방지 쪽이다.

암기 포인트

공동현상은 고속 → 저압 → 기화 → 기포 발생과 붕괴의 순서로 기억한다.

NoteBase

16. 압축기로 100 kPa, 300 K의 기체가 흡입된 후 400 kPa, 600 K로 압축되었다. 이 기체가 100 kPa, 300 K의 상태로 흡입되어 900 kPa으로 압축된다면 이때 온도(K)로 옳은 것은? (단, 기체는 이상기체이고 비열비는 두 경우에 같고 압축과정은 가역 단열과정이라고 가정한다.)

① 660
② 750
③ 900
④ 1000
⑤ 1200

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 동일한 이상기체의 가역 단열압축에서 압력비와 온도비의 관계를 이용해 최종 온도를 구하는 문제이다.

조건 정리

첫 번째 압축: $P_1 = 100kPa$, $T_1 = 300K$에서 $P_2 = 400kPa$, $T_2 = 600K$가 된다.
두 번째 압축: 같은 기체가 $100kPa$, $300K$에서 $900kPa$로 압축된다.
두 경우의 비열비가 같고 압축과정이 가역 단열과정이므로 동일한 압력비-온도비 지수를 적용한다.

사용할 공식

가역 단열과정의 온도와 압력 관계는 다음과 같다.
$\frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{(k-1)/k}$
여기서 k는 비열비이다. 첫 번째 압축의 주어진 상태로부터 지수 $(k-1)/k$를 구한 뒤, 같은 기체의 두 번째 압축에 적용할 수 있다.

계산 과정

1. 첫 번째 압축에서 압력비는 $400/100 = 4$, 온도비는 $600/300 = 2$이다.
2. 따라서 $2 = 4^{(k-1)/k}$이고, $4^{1/2} = 2$이므로 $(k-1)/k = 1/2$이다.
3. 두 번째 압축의 압력비는 $900/100 = 9$이다.
4. 최종 온도는 $T_2 = 300 \times 9^{1/2} = 300 \times 3 = 900K$이다.

NoteBase

선지 판단

① X — 660K는 계산 결과 900K와 일치하지 않는다. '최종 온도는 660K이다'는 '최종 온도는 900K이다'로 고쳐야 한다.
② X — 750K는 압력비 9에 지수 1/2을 적용한 값이 아니다. '최종 온도는 750K이다'는 '최종 온도는 900K이다'로 고쳐야 한다.
③ O — $300 \times (900/100)^{1/2} = 900K$이므로 계산 결과와 일치한다.
④ X — 1000K는 계산 결과 900K와 일치하지 않는다. '최종 온도는 1000K이다'는 '최종 온도는 900K이다'로 고쳐야 한다.
⑤ X — 1200K는 온도를 압력비에 단순 비례시키거나 첫 번째 최종 온도 600K를 다시 2배로 잡을 때 나올 수 있는 값이지만, 단열 관계의 지수 1/2을 적용하지 않은 값이다. '최종 온도는 1200K이다'는 '최종 온도는 900K이다'로 고쳐야 한다.

오답 포인트

압력이 4배가 될 때 온도가 2배가 되었다고 해서 온도가 압력에 단순 비례하는 것은 아니다. 첫 번째 상태 변화에서 얻은 관계는 압력비의 제곱근에 온도비가 비례한다는 것이며, 두 번째 압축에서는 압력비 9의 제곱근인 3을 초기 온도에 곱해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

같은 기체의 두 가역 단열과정이 제시되면 먼저 기준 과정의 압력비와 온도비로 지수 $(k-1)/k$를 구하고, 새 압력비에 같은 지수를 적용한 뒤 온도 단위 K를 확인한다.

암기 포인트

가역 단열과정에서는 $T_2/T_1 = (P_2/P_1)^{(k-1)/k}$이다. 이 문항에서는 '압력비 4 → 온도비 2'이므로 지수는 1/2이다.

NoteBase

17. 두께가 25 mm이고, 안쪽 표면과 바깥 표면의 온도가 각각 30℃와 5℃인 나무 벽을 통한 두께 방향 일차원 열유속이 50 W/m^2 일 때, 나무의 열전도율(W/(m.K))로 옳은 것은?

① 0.05 ② 0.1
③ 0.2 ④ 0.25
⑤ 0.5

정답 1번

출제 포인트

평판을 통한 정상상태 일차원 열전도에서 푸리에 법칙을 이용해 열전도율을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 벽 두께 $L = 25mm = 0.025m$, 안쪽 표면 온도 $30\,^\circ C$, 바깥 표면 온도 $5\,^\circ C$, 열유속의 크기 $q'' = 50W/m^2$이다.
온도차는 $\Delta T = 30 - 5 = 25K$이다.
구해야 할 값은 나무의 열전도율 k이며, 두께를 m로 환산해야 한다.

사용할 공식

평판의 정상상태 일차원 열전도에서 열유속의 크기는
$q'' = k\frac{\Delta T}{L}$
이므로, 열전도율은
$k = \frac{q''L}{\Delta T}$
이다. 벽의 두께 방향으로 온도가 변하며 일차원 열전도가 일어나므로 이 공식을 사용한다.

계산 과정

1. 두께를 환산하면 $25mm = 0.025m$이다.
2. 두 표면의 온도차는 $30 - 5 = 25K$이다.
3. 값을 대입하면
$k = \frac{50 \times 0.025}{25} = 0.05W/(m \cdot K)$
이다.

NoteBase

선지 판단

① O — 계산 결과가 $0.05 W/(m \cdot K)$이므로 옳다.
② X — $0.1 W/(m \cdot K)$은 계산 결과와 다르다. 올바른 값은 $0.05 W/(m \cdot K)$이다.
③ X — $0.2 W/(m \cdot K)$는 계산 결과와 다르다. 올바른 값은 $0.05 W/(m \cdot K)$이다.
④ X — $0.25 W/(m \cdot K)$는 계산 결과와 다르다. 올바른 값은 $0.05 W/(m \cdot K)$이다.
⑤ X — $0.5 W/(m \cdot K)$는 계산 결과와 다르다. 올바른 값은 $0.05 W/(m \cdot K)$이다.
따라서 정답은 1번이다.

오답 포인트

두께 $25 mm$를 $0.025 m$로 바꾸지 않거나, $k = q'' L/\Delta T$에서 두께와 온도차의 위치를 뒤바꾸기 쉽다. 온도차는 $30 + 5$가 아니라 $30 - 5 = 25 K$이다.

다시 나오면 이렇게 판단

평판의 일차원 열전도 문제에서는 먼저 길이 단위를 m로 통일하고, 표면 온도차를 구한 뒤 $k = q'' L/\Delta T$에 대입한다. 마지막으로 열전도율 단위가 $W/(m \cdot K)$인지 확인한다.

암기 포인트

열유속은 $q'' = k\Delta T/L$, 열전도율은 $k = q'' L/\Delta T$이다.

NoteBase

18. 랭킨사이클(Rankine cycle)을 이상사이클로 적용하는 단순 증기원동소의 효율을 높이는 방법으로 옳은 것은?

① 압축기의 배출압력을 증가시킴
② 터빈에서 배출압력을 증가시킴
③ 보일러에서 배출압력을 감소시킴
④ 수증기의 최고 압력을 감소시킴
⑤ 보일러에서 과열시킴

정답 5번

출제 포인트

이 문제는 이상 랭킨사이클의 열효율을 높이는 압력 및 온도 변화의 방향을 묻는 문제이다.

핵심 개념

랭킨사이클은 펌프에서 물을 가압하고, 보일러에서 가열·증발시키며, 터빈에서 팽창시킨 뒤, 복수기에서 응축하는 증기동력 사이클이다. 열효율은 보일러 압력과 터빈 입구 온도를 높이거나 복수기 압력인 터빈 배출압력을 낮추면 일반적으로 증가한다. 보일러에서 과열하면 터빈 입구 온도와 평균 열공급 온도가 높아지고 터빈의 팽창 일이 커져 열효율이 향상된다.

선지별 해설

① X — 틀린 표현은 '압축기의 배출압력'이다. 단순 랭킨사이클에서 액체를 가압하는 장치는 압축기가 아니라 펌프이다. 올바르게는 펌프의 배출압력, 즉 보일러 압력을 높이면 열효율이 일반적으로 증가한다.
② X — 터빈의 배출압력을 높이면 복수기 압력이 높아져 터빈의 팽창 범위와 일이 감소하므로 열효율이 낮아진다. 올바르게는 터빈의 배출압력, 즉 복수기 압력을 낮춘다.
③ X — 보일러 배출압력을 낮추면 최고 압력과 평균 열공급 온도가 낮아져 열효율 향상 방법이 되지 않는다. 올바르게는 보일러 압력을 높인다.
④ X — 수증기의 최고 압력을 낮추면 보일러 압력과 평균 열공급 온도가 낮아져 열효율이 감소한다. 올바르게는 수증기의 최고 압력을 높인다.
⑤ O — 보일러에서 증기를 과열하면 터빈 입구 온도가 높아지고 터빈 일이 증가하므로 이상 랭킨사이클의 열효율이 향상된다.

오답 포인트

②의 '터빈 배출압력 증가'와 ④의 '최고 압력 감소'는 효율 향상 방향을 반대로 제시한 함정이다. 또한 ①은 가압 장치를 압축기라고 표현했지만 랭킨사이클에서는 액체 상태의 급수를 펌프로 가압한다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

랭킨사이클 효율 향상 조건은 '보일러 압력 증가, 터빈 입구 온도 증가, 복수기 압력 감소'의 세 방향으로 판단한다. 터빈 배출압력은 복수기 압력과 같으므로 낮아져야 유리하다.

암기 포인트

위쪽은 높인다: 보일러 압력·터빈 입구 온도. 아래쪽은 낮춘다: 복수기 압력·터빈 배출압력.

NoteBase

19. 균일한 밀도를 가진 물체를 비중이 2인 액체에 넣었더니 부피의 $\frac{3}{5}$ 이 액체 속에 잠겼다. 이 물체의 비중으로 옳은 것은?

① 0.5 ② 0.8 ③ 1.0 ④ 1.2 ⑤ 1.5

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 액체에 떠 있는 물체의 무게와 부력이 평형을 이룬다는 원리를 이용해 물체의 비중을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 액체의 비중은 2이고, 물체 전체 부피의 3/5이 액체에 잠겨 있다.
구해야 할 값: 물체의 비중이다.
주의할 조건: 물체가 떠서 정지해 있으므로 물체의 무게와 잠긴 부피에 작용하는 부력이 같다.

사용할 공식

떠 있는 물체의 평형식은
_물체Vg=_액체V_잠김g
이다. 따라서 비중으로 나타내면
S_물체=S_액체V_잠김V
이다. 잠긴 부분의 액체가 밀려나며 만드는 부력이 물체의 전체 무게와 같기 때문에 이 공식을 사용한다.

계산 과정

1. 잠긴 부피의 비율은 V_잠김/V=3/5이다.
2. 액체의 비중 2를 평형식에 대입한다.
S_물체=2×(3)/(5)=(6)/(5)=1.2
3. 물체의 비중은 1.2이다.

NoteBase

선지 판단

① X — 0.5는 평형식으로 구한 값 1.2와 다르다. ①의 0.5는 틀린 값이며, 올바르게는 1.2이다.
② X — 0.8은 액체의 비중 2와 잠긴 부피비 3/5를 곱한 값이 아니다. ②의 0.8은 틀린 값이며, 올바르게는 1.2이다.
③ X — 1.0이면 물과 같은 비중을 뜻하지만, 이 물체의 비중은 2 × 3/5 = 1.2이다. ③의 1.0은 틀린 값이며, 올바르게는 1.2이다.
④ O — 액체의 비중 2에 잠긴 부피비 3/5를 곱하면 1.2이므로 계산 결과와 일치한다.
⑤ X — 1.5는 평형식으로 구한 값 1.2보다 크다. ⑤의 1.5는 틀린 값이며, 올바르게는 1.2이다.
계산 결과 물체의 비중은 1.2이므로 정답은 4번이다.

오답 포인트

잠긴 부피가 전체 부피의 3/5이라는 조건을 물체의 비중 자체로 보거나, 액체의 비중 2를 반영하지 않는 것이 핵심 함정이다. 물체가 떠 있을 때는 액체의 비중에 잠긴 부피의 비율을 곱해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

떠 있는 물체 문제에서는 먼저 무게와 부력이 같다는 평형식을 세우고, 액체의 비중에 잠긴 부피비를 곱한 뒤 계산값을 선지와 비교한다.

암기 포인트

부유 평형에서는 물체의 비중 = 액체의 비중 × 잠긴 부피비이다.

NoteBase

20. 피스톤-실린더계 내부에 압력이 P이고 온도가 400 K인 이상기체가 있다. 실린더 내부 체적이 두 배가 되고 온도가 300 K가 되도록 피스톤을 움직였을 때 기체의 압력으로 옳은 것은?

① $\frac{1}{8}\mathrm{P}$ ② $\frac{1}{4}\mathrm{P}$

③ $\frac{3}{8}\mathrm{P}$ ④ $\frac{1}{2}\mathrm{P}$

⑤ $\frac{5}{8}\mathrm{P}$

정답 3번

출제 포인트

일정한 양의 이상기체에서 압력·체적·절대온도의 관계를 나타내는 결합기체법칙을 이용하여 최종 압력을 구하는 문제이다.

조건 정리

초기 상태: $P_1 = P, V_1 = V, T_1 = 400K$
최종 상태: $V_2 = 2V, T_2 = 300K$
구해야 할 값: 최종 압력 P_2
주의할 조건: 온도는 절대온도인 켈빈값을 그대로 사용하며, 체적 증가와 온도 감소가 압력에 미치는 영향을 함께 반영한다.

사용할 공식

일정한 양의 이상기체에는 다음 관계가 성립한다.

$$\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2}$$

피스톤의 이동으로 압력, 체적, 온도가 모두 변하므로 이 결합기체법칙을 사용한다.

NoteBase

계산 과정

주어진 값을 공식에 대입한다.

$$\frac{P \cdot V}{400} = \frac{P_2 \cdot 2V}{300}$$

이를 P_2에 관하여 정리하면 다음과 같다.

$$P_2 = P \times \frac{V}{2V} \times \frac{300}{400} = P \times \frac{1}{2} \times \frac{3}{4} = \frac{3}{8}P$$

따라서 최종 압력은 $\frac{3}{8}P$이다.

선지 판단

① X — $\frac{1}{8}P$는 계산 결과 $\frac{3}{8}P$와 다르다. 틀린 값 $\frac{1}{8}P$는 올바르게는 $\frac{3}{8}P$이다.
② X — $\frac{1}{4}P$는 온도비 300/400 = 3/4와 체적비 $V/(2V) = 1/2$를 함께 곱한 값이 아니다. 틀린 값 $\frac{1}{4}P$는 올바르게는 $\frac{3}{8}P$이다.
③ O — $P_2/P = (T_2/T_1)(V_1/V_2) = (3/4)(1/2) = 3/8$이므로 $\frac{3}{8}P$가 맞다.
④ X — $\frac{1}{2}P$는 체적이 두 배가 된 효과만 반영하고 온도가 $400K$에서 $300K$로 낮아진 효과를 빠뜨린 값이다. 틀린 값 $\frac{1}{2}P$는 올바르게는 $\frac{3}{8}P$이다.
⑤ X — 체적이 증가하고 절대온도도 감소하므로 최종 압력비는 1/2보다 작은 3/8이어야 한다. 틀린 값 $\frac{5}{8}P$는 올바르게는 $\frac{3}{8}P$이다.

오답 포인트

④의 $\frac{1}{2}P$는 보일의 법칙만 적용하여 체적 변화만 반영할 때 나오는 대표적인 오답이다. 이 문제에서는 체적이 두 배가 되는 동시에 절대온도도 $400K$에서 $300K$로 낮아지므로 온도비 3/4도 반드시 곱해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

일정한 양의 기체에서 압력·체적·온도가 함께 변하면 먼저 $P_1V_1/T_1 = P_2V_2/T_2$를 세우고, $P_2/P_1 = (T_2/T_1)(V_1/V_2)$의 순서로 온도비와 역체적비를 곱한다. 마지막에는 체적 증가와 온도 감소가 모두 압력을 낮추는 방향인지 검산한다.

암기 포인트

일정량의 이상기체에서는 PV/T가 일정하며, 압력비는 온도비에 역체적비를 곱한 값이다: $P_2/P_1 = (T_2/T_1)(V_1/V_2)$.

NoteBase