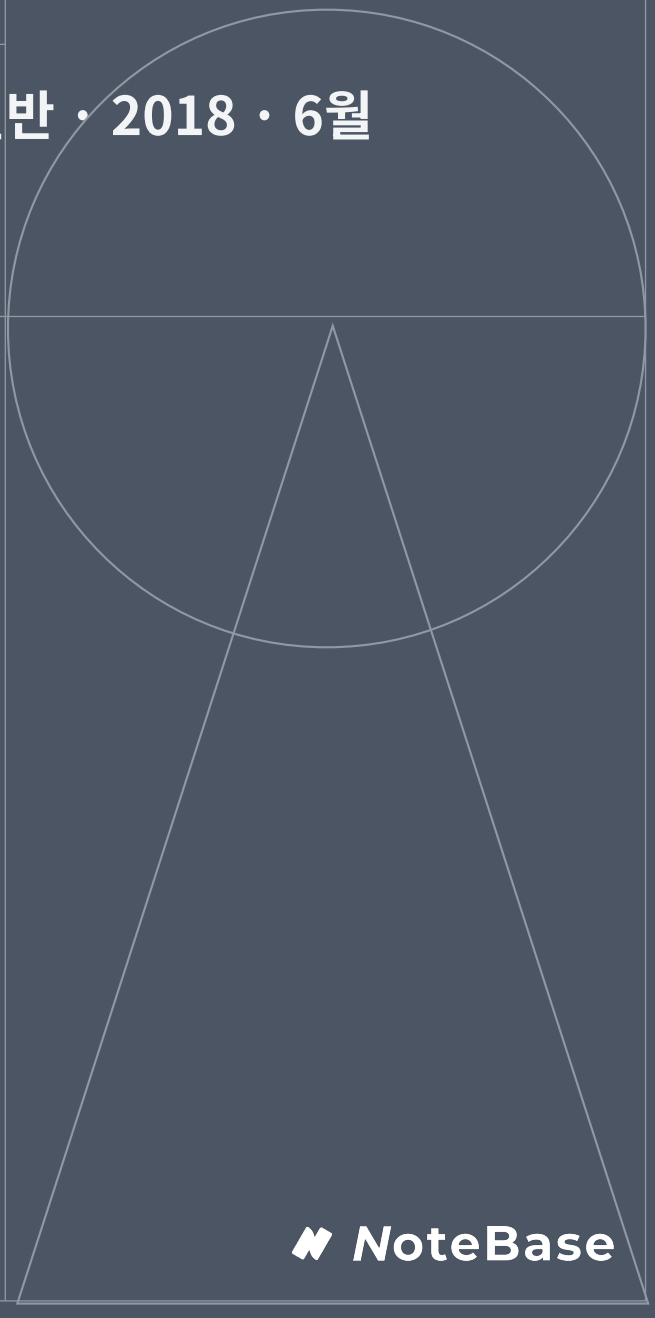
기출OX 해설집

공무원/서울시/9급 · 기계일반 · 2018 · 6월



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/서울시/9급 · 기계일반 · 2018 · 6월

공무원/서울시/9급 · 기계일반 · 2018 · 6월

문 1. 점도 μ와 동점도 ν에 대한 설명으로 옳은 것을 <보기>에서 모두 고른 것은?

<보기>

ㄱ. 공기의 점도는 온도가 증가하면 증가한다.

ㄴ. 물의 점도는 온도가 증가하면 감소한다.

ㄷ. 동점도의 단위는 m^2/s이다.

ㄹ. 점도의 단위는 $N/(m \cdot s)$이다.

① ㄱ, ㄴ, ㄷ

② ㄱ, ㄴ, ㄹ

③ ㄱ, ㄷ, ㄹ

④ ㄴ, ㄷ, ㄹ

정답 1번

간단한 해설

공기는 온도가 높아지면 점도가 증가하지만, 물은 감소한다. ㄹ에서 점도의 단위는 **$Pa \cdot s$ 또는 $N \cdot s/m^2$**로 고쳐야 한다.

NoteBase

보기별 해설

ㄱ. O: 공기와 같은 기체의 점성은 주로 분자 운동에 따른 유체층 사이의 운동량 전달로 생긴다. 온도가 높아지면 분자 운동이 활발해져 운동량 전달이 커지므로 **점도가 증가한다**.

ㄴ. O: 액체인 물은 온도가 높아지면 분자들이 서로의 인력을 이겨 내고 이동하기 쉬워진다. 따라서 유체층 사이의 상대 운동에 대한 저항이 줄어들어 **점도가 감소한다**.

ㄷ. O: 동점도는 **점도를 밀도로 나눈 값**으로, $\nu = \frac{\mu}{\rho}$이다. 여기서 ρ는 유체의 밀도이다. 점도의 단위인 $\mathrm{kg/(m \cdot s)}$를 밀도의 단위인 $\mathrm{kg/m^3}$으로 나누면 동점도의 단위는 $\mathrm{m^2/s}$가 된다.

ㄹ. X: 점도는 전단응력을 속도기울기로 나눈 값이다. 전단응력의 단위는 Pa이고 속도기울기의 단위는 1/s이므로, 점도의 단위는 **Pa·s**이다. 이를 힘의 단위로 나타내면 $\mathrm{Pa \cdot s} = \frac{\mathrm{N \cdot s}}{\mathrm{m^2}}$이므로, 보기의 단위는 $\mathrm{N \cdot s/m^2}$로 고쳐야 한다.

옳은 보기는 ㄱ, ㄴ, ㄷ이며, 이 조합은 ①과 일치한다.

NoteBase

문 2. 화학기상증착법(Chemical Vapor Deposition, CVD)에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

① 화학반응 또는 가스분해에 의해 가열된 기판 표면 위에 박막을 성장시키는 공정이다.

② CVD는 인(P) 불순물이 섞인 이산화규소처럼 도핑된 SiO_2의 층을 만드는 데 사용될 수 있다.

③ 일반적으로 화학기상증착에 의해 생성된 실리콘 산화물막의 밀도와 기판에 대한 접합성은 열산화에 의해 생성된 것보다 우수하다.

④ 반도체 웨이퍼 공정에 이산화실리콘, 질화실리콘 및 실리콘 층을 추가하기 위해 널리 사용된다.

정답 3번

간단한 해설

③의 밀도와 접합성 비교가 반대이다. 일반적으로 **열산화막이 CVD 산화막보다 치밀하고 실리콘 기판과의 접합성이 좋다**. 열산화는 기판의 실리콘 자체를 산화시켜 막을 성장시키는 방식이다.

선지별 해설

① O: CVD는 기체 상태의 원료를 공급하고, 가열된 기판 표면에서 **화학반응 또는 열분해**를 일으켜 고체 박막을 형성하는 공정이다. 반응으로 생긴 고체 성분은 기판 위에 남아 성장하고, 기체 부산물과 미반응 가스는 배출된다.

② O: 이산화규소를 증착할 때 인 성분을 공급하는 원료가스를 함께 넣으면 **인이 첨가된 산화막**을 만들 수 있다. 이러한 막을 인규산유리(PSG)라고 하며, CVD로 도핑된 이산화규소층을 형성하는 예에 해당한다.

③ X: 일반적으로 **열산화막이 CVD 산화막보다 밀도와 기판에 대한 접합성이 우수하다**. 열산화는 실리콘 기판 자체를 산소 또는 수증기와 반응시켜 치밀한 산화막을 성장시키므로 기판과 양호한 계면을 형성한다. CVD는 기체 원료로부터 막을 기판 위에 증착하는 방식이며, 막의 품질은 증착 조건과 후속 열처리에 따라 달라진다. 따라서 CVD 산화막의 밀도와 접합성이 일반적으로 더 우수하다는 설명은 비교 관계를 거꾸로 제시한 것이다.

④ O: CVD는 공급하는 원료가스와 반응 조건을 달리하여 **이산화실리콘·질화실리콘·실리콘** 박막을 형성할 수 있다. 이산화실리콘과 질화실리콘은 절연막 등에 사용되고, 실리콘도 다결정 실리콘 등의 형태로 증착되므로 반도체 웨이퍼에 필요한 여러 층을 추가하는 데 널리 쓰인다.

NoteBase

문 3. 한계 게이지 중 플러그 게이지의 통과쪽과 정지쪽의 가공 치수로 가장 옳은 것은?

① 통과쪽: 축의 최대 허용치수, 정지쪽: 축의 최소 허용치수

② 통과쪽: 축의 최소 허용치수, 정지쪽: 축의 최대 허용치수

③ 통과쪽: 구멍의 최대 허용치수, 정지쪽: 구멍의 최소 허용치수

④ 통과쪽: 구멍의 최소 허용치수, 정지쪽: 구멍의 최대 허용치수

정답 4번

간단한 해설

플러그 게이지는 **구멍**을 검사하므로, 통과쪽은 **구멍의 최소 허용치수**, 정지쪽은 **구멍의 최대 허용치수**를 기준으로 한다. 통과쪽은 들어가고 정지쪽은 들어가지 않아야 치수 검사에 합격한다.

대응 관계 해설

플러그 게이지는 구멍에 끼워 넣어 구멍의 치수가 허용범위 안에 있는지 검사하는 한계 게이지이다. 따라서 가공 치수의 기준은 축의 허용치수가 아니라 구멍의 허용치수이다.

통과쪽: **구멍의 최소 허용치수**를 기준으로 제작한다. 구멍이 허용되는 최소 크기보다 작으면 통과쪽이 들어가지 못한다. 따라서 통과쪽이 들어가는지 확인하여 구멍이 지나치게 작게 가공되지 않았는지 검사한다.

정지쪽: **구멍의 최대 허용치수**를 기준으로 제작한다. 정지쪽까지 들어가면 구멍이 지나치게 크게 가공된 것으로 판정한다. 따라서 허용범위의 구멍에는 정지쪽이 들어가지 않아야 한다.

통과쪽에 구멍의 최소 허용치수, 정지쪽에 구멍의 최대 허용치수를 대응시킨 조합은 ④이다.

NoteBase

문 5. 다이캐스팅에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

① 쇳물을 금형에 압입하여 주조하는 방법이다.

② 매끄러운 표면과 높은 치수 정확도를 갖는 제품을 생산할 수 있다.

③ 장치비용이 비싸지만 공정이 많이 자동화되어 있어 대량 생산에 경제적이다.

④ 용탕이 금형 벽에서 느리게 식기 때문에 주물은 미세입자를 갖고, 중심부보다 강한 표면부를 형성한다.

정답 4번

간단한 해설

④의 '느리게 식기 때문에'는 **'빠르게 식기 때문에'**로 고쳐야 한다. 금형 벽에 닿은 용탕은 급속히 응고하여 미세하고 치밀한 조직을 이루므로, 표면부가 중심부보다 강해진다.

선지별 해설

① O: 다이캐스팅은 용탕, 즉 녹인 금속을 **높은 압력으로 금형 안에 주입**하고 응고시켜 제품을 만드는 주조법이다. 압력으로 용탕을 금형 구석까지 채워 원하는 형상을 얻는다.

② O: 정밀하게 가공된 금형의 형상과 표면이 주물에 재현되므로 **표면이 매끄럽고 치수 정확도가 높은** 제품을 만들 수 있다. 이에 따라 주조 후 치수를 맞추거나 표면을 다듬는 가공을 줄일 수 있다.

③ O: 주조기와 금형의 초기 비용은 크지만, 용탕 주입·금형 개폐·제품 취출 등의 공정을 자동화하여 반복 생산할 수 있다. **대량 생산에서는 초기 비용이 많은 제품에 분산**되고 제품당 작업 비용도 낮아져 경제적이다.

④ X: 금형 벽면의 용탕은 금형으로 열을 빼앗겨 **빠르게 냉각·응고**한다. 이 때문에 표면에는 결정립이 미세하고 치밀한 조직이 형성되어, 상대적으로 늦게 응고하는 중심부보다 강한 표면층을 이룬다. 따라서 '느리게 식기 때문에'라는 원인 설명을 '빠르게 식기 때문에'로 고쳐야 한다.

NoteBase

문 6. 펌프에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

① 원심 펌프는 임펠러를 고속으로 회전시켜 양수 또는 송수한다.

② 터빈 펌프는 효율이 높아 비교적 높은 양정일 때 사용하는 원심 펌프이다.

③ 버킷 펌프(bucket pump)는 피스톤에 배수 밸브를 장치한 원심 펌프의 일종이다.

④ 벌류트 펌프(volute pump)는 날개차의 외주에 맴돌이형실을 갖고 있는 펌프로 원심 펌프의 일종이다.

정답 3번

간단한 해설

버킷 펌프는 피스톤에 밸브를 갖추고 피스톤의 **왕복운동**으로 물을 이송하는 **왕복식 용적형 펌프**이다. 임펠러의 회전으로 물에 에너지를 주는 원심 펌프와 구별된다.

선지별 해설

① O: 원심 펌프는 임펠러, 즉 날개차를 회전시켜 물에 에너지를 전달한다. 물은 임펠러 중심부로 들어와 바깥쪽으로 흘러 나가고, 케이싱 등을 통과하면서 속도에너지의 일부가 압력에너지로 바뀐다. 이 압력을 이용하여 물을 끌어 올리거나 다른 곳으로 보낸다.

② O: 여기서 터빈 펌프는 임펠러 바깥쪽에 **안내깃을 둔 원심 펌프**를 말한다. 안내깃은 임펠러에서 나온 물의 흐름을 유도하고 속도에너지를 압력에너지로 효율적으로 전환하도록 돕는다. 따라서 비교적 높은 양정, 즉 물에 더 큰 에너지를 주어야 하는 용도에 사용된다.

③ X: 버킷 펌프는 피스톤에 물이 통과하는 밸브를 설치한 **왕복식 용적형 펌프**이다. 피스톤이 내려갈 때는 피스톤의 밸브가 열려 물이 피스톤 위쪽으로 이동하고, 올라갈 때는 그 밸브가 닫혀 위쪽의 물을 밀어 올린다. 임펠러를 회전시키는 방식이 아니므로 '원심 펌프의 일종'을 '왕복 펌프의 일종'으로 고쳐야 한다.

④ O: 벌류트 펌프는 날개차 바깥쪽에 **나선형의 맴돌이형실**을 갖춘 원심 펌프이다. 이 공간은 날개차에서 나온 물을 모아 토출구로 유도하며, 유로의 단면적이 점차 커지는 구조를 통해 속도에너지의 일부를 압력에너지로 전환한다.

NoteBase

문 7. 부품의 잔류응력에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

① 부품 표면의 압축잔류응력은 제품의 피로수명 향상에 도움이 된다.

② 풀림처리(annealing)를 통해 잔류응력을 제거하거나 감소시킬 수 있다.

③ 부품 표면의 인장잔류응력은 부품의 피로수명과 피로강도를 저하시킨다.

④ 숏피닝(shot peening)이나 표면압연(surface rolling)을 통해 표면의 압축잔류응력을 제거할 수 있다.

정답 4번

간단한 해설

숏피닝과 표면압연은 표면의 압축잔류응력을 제거하는 처리가 아니라 **압축잔류응력을 형성하는 처리**이다. 이 응력은 반복하중으로 균열이 벌어지는 것을 억제해 피로수명 향상에 도움이 된다.

선지별 해설

잔류응력은 외부 하중을 제거한 뒤에도 부품 내부에 남아 있는 응력이다. 표면에 남는 응력이 압축인지 인장인지에 따라 피로균열에 미치는 영향이 달라진다.

① O: 표면의 압축잔류응력은 외부 하중에 의한 인장응력을 일부 상쇄하여 **균열이 벌어지는 것을 억제**한다. 따라서 피로균열의 발생과 성장을 늦추어 제품의 피로수명을 늘리는 데 도움이 된다.

② O: 풀림처리는 금속을 적절한 온도로 가열하고 유지한 뒤 냉각하는 열처리이다. 가공이나 용접 등으로 생긴 잔류응력은 가열 중 완화될 수 있으며, 특히 **응력제거풀림**은 잔류응력의 감소·제거를 목적으로 한다.

③ O: 표면의 인장잔류응력은 외부 하중에 의한 인장응력에 더해져 **균열의 발생과 성장을 촉진**한다. 그 결과 같은 반복하중에서 파손까지의 수명이 짧아지고, 반복하중을 견디는 피로강도도 낮아진다.

④ X: 숏피닝은 작은 입자를 표면에 충돌시키고, 표면압연은 롤러 등으로 표면을 눌러 소성변형을 일으키는 처리이다. 변형된 표면층이 내부 재료에 의해 구속되면서 **표면에 압축잔류응력이 형성**된다. 따라서 '압축잔류응력을 제거할 수 있다'는 '압축잔류응력을 형성할 수 있다'로 고쳐야 한다.

NoteBase

문 8. 냉동기의 COP가 2이다. 저온부에서 1초당 5kJ의 열을 흡수할 때 고온부에서 방출하는 열량은?

① 5.5 kW

② 6.5 kW

③ 7.5 kW

④ 8.5 kW

정답 3번

간단한 해설

냉동기의 고온부 방출 열량은 **저온부에서 흡수한 열량과 투입한 일의 합**이다. COP가 2이므로 입력 동력은 2.5 kW이고, 고온부로 방출하는 열량은 5 + 2.5 = 7.5 kW이다.

계산 과정

냉동기의 성능계수 COP는 **투입한 일에 대한 저온부 흡수 열량의 비**이다. 단위 시간당 저온부 흡수 열량을 $\dot{Q}_L$, 입력 동력을 $\dot{W}$라 하면 COP $= \frac{\dot{Q}_L}{\dot{W}}$이다. 주어진 흡열량은 1초당 5 kJ이므로 $\dot{Q}_L$ = 5 kJ/s = 5 kW이다.

입력 동력: COP가 2라는 것은 일 1만큼을 투입할 때 저온부에서 열 2만큼을 흡수한다는 뜻이다. 따라서 $\dot{W} = \frac{\dot{Q}_L}{\mathrm{COP}} = \frac{5}{2} = 2.5\mathrm{kW}$이다.

고온부 방출 열량: 냉동기가 한 사이클을 마치면 작동유체의 에너지는 처음 상태로 돌아오므로, 에너지 보존에 따라 **흡수한 열에 외부에서 투입한 일이 더해져** 고온부로 방출된다. 따라서 $\dot{Q}_H = \dot{Q}_L + \dot{W}$이고, 고온부 방출 열량은 5 + 2.5 = 7.5 kW로 ③에 해당한다.

NoteBase

문 9. 연삭가공에 사용되는 숫돌의 경우 구성요소가 되는 항목을 표면에 표시하도록 규정하고 있다. 이 항목 중 숫자만으로 표시하는 항목은?

① 결합제
② 숫돌의 입도
③ 입자의 종류
④ 숫돌의 결합도

정답 2번

간단한 해설

숫돌의 **입도는 연삭 입자의 크기를 나타내는 번호**로, 46·60·80처럼 숫자로 표시한다.

공통 해설

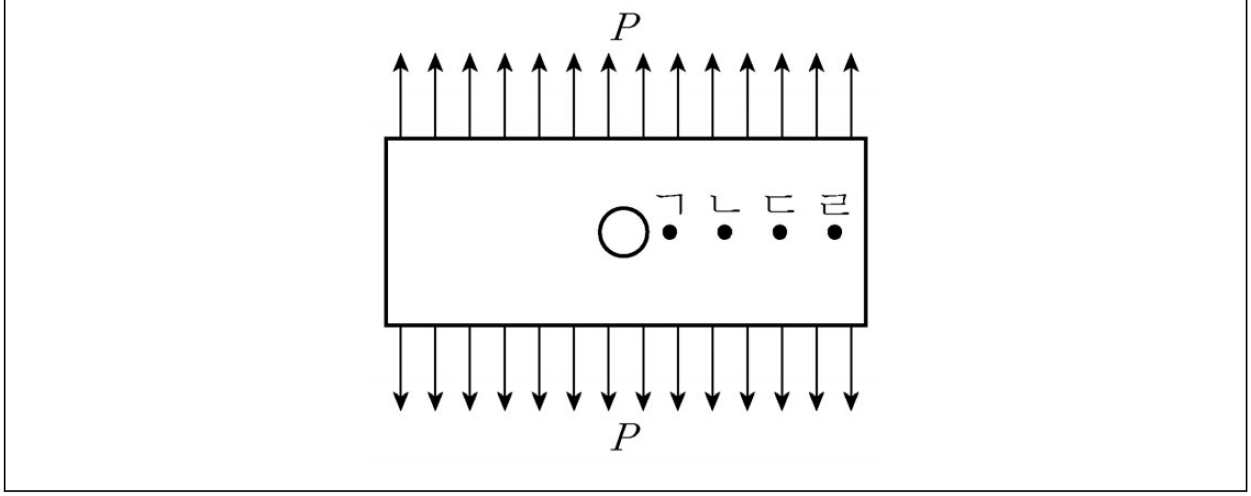
숫돌의 품질 표시에서는 **입자의 크기를 입도 번호**로 나타내고, 입자나 결합제의 종류 및 결합도는 문자 기호로 구분한다. 입도 번호는 입자 크기의 등급을 뜻하며, 일반적으로 번호가 클수록 입자가 곱다.

입자의 종류에는 A(알루미나계)·C(탄화규소계), 결합제에는 V(비트리파이드)·B(레지노이드) 등의 기호를 쓴다. 숫돌의 결합도 역시 A부터 Z까지의 문자로 표시한다. 따라서 제시된 항목 중 숫자만으로 표시하는 것은 숫돌의 입도이다.

NoteBase

문 10. 응력의 분포상태가 국부적인 곳에서 큰 응력이 발생하는 현상을 응력집중(stress concentration)이라 한다. <보기>와 같이 작은 구멍이 있는 사각 형판에 인장하중이 작용할 때 단면상 응력이 가장 크게 발생하는 곳은? (단, 검은 점은 위치를 나타내기 위한 기호임)

<보기>



① ㄱ

② ㄴ

③ ㄷ

④ ㄹ

정답 1번

간단한 해설

수직 인장하중을 받는 판에서는 구멍의 **좌우 가장자리 부근에 응력이 집중**된다. 표시된 점들은 구멍 오른쪽의 같은 수평선에 있으므로, 구멍에 가장 가까운 ㄱ에서 인장응력이 가장 크다.

NoteBase

선지별 해설

판의 위아래 화살표는 수직 인장하중을 나타낸다. 구멍은 하중을 전달할 수 없으므로 그 주위의 재료가 하중을 우회하여 전달하며, 하중 방향과 수직인 구멍의 좌우 가장자리 부근에서 응력이 집중된다. 구멍 중심을 지나는 수평선에서는 구멍에서 멀어질수록 이러한 국부적 응력 증가가 줄어든다. 검은 점은 구멍이 아니라 위치 표시이다.

① ㄱ: 네 점 중 **구멍의 오른쪽 가장자리에 가장 가까운 위치**이므로 응력집중의 영향이 가장 크다.

② ㄴ: ㄱ보다 구멍에서 멀리 있으므로 국부적인 인장응력의 증가가 작아, ㄱ보다 응력이 작다.

③ ㄷ: ㄴ보다 구멍에서 더 멀리 있으므로 응력집중의 영향이 더 줄어들어, ㄴ보다 응력이 작다.

④ ㄹ: 네 점 중 구멍에서 가장 멀리 있으므로 구멍에 의한 응력 증가가 가장 작다. 판의 바깥쪽에 가깝다는 이유로 응력이 가장 커지는 것은 아니다.

따라서 표시된 위치의 인장응력은 ㄱ, ㄴ, ㄷ, ㄹ 순으로 작아지며, 가장 큰 곳은 ①의 ㄱ이다.

NoteBase

문 11. 원형단면봉에 8N/mm^{2}의 인장응력과 3N/mm^{2}의 전단응력이 동시에 작용하고 있을 때, 최대 주응력[N/mm^2]과 최대 전단응력[N/mm^2] 값으로 가장 옳은 것은?

① 최대 주응력: 4, 최대 전단응력: 3

② 최대 주응력: 9, 최대 전단응력: 5

③ 최대 주응력: 8, 최대 전단응력: 6

④ 최대 주응력: 11, 최대 전단응력: 9

정답 2번

간단한 해설

인장응력과 전단응력이 함께 작용할 때 최대 주응력은 **모어 원의 중심값에 반지름을 더한 값**이다. 중심값이 4 N/mm^2, 반지름이 5 N/mm^{2}이므로 최대 주응력은 9 N/mm^{2}이고, 최대 전단응력은 반지름과 같은 5 N/mm^{2}이다.

계산 과정

1. 응력 상태: 봉의 축 방향 인장응력을 $\sigma_x = 8$ N/mm^2, 전단응력을 $\tau_{xy} = 3$ N/mm^{2}로 둔다. 별도의 가로 방향 수직응력은 주어지지 않았으므로 $\sigma_y = 0$인 평면응력 상태로 계산한다.

2. 모어 원의 중심과 반지름: 모어 원은 면의 방향에 따라 달라지는 수직응력과 전단응력의 관계를 나타낸다. 중심값은 두 수직응력의 평균이므로 $C = \frac{8+0}{2} = 4$ N/mm^{2}이다. 이 문제처럼 한 방향 수직응력이 0일 때 반지름은 $R = \sqrt{\left(\frac{\sigma_x}{2}\right)^2 + \tau_{xy}^2}$이다. 따라서 $R = \sqrt{4^2 + 3^2} = 5$ N/mm^{2}이다.

3. 최대 주응력: 주응력은 **전단응력이 0인 면에서의 수직응력**이다. 모어 원에서 수직응력이 가장 큰 점은 중심에서 오른쪽으로 반지름만큼 떨어진 점이므로 $\sigma_{max} = C + R$이다. 따라서 최대 주응력은 4 + 5 = 9 N/mm^{2}이다.

4. 최대 전단응력: 모어 원에서 전단응력의 최대 크기는 **원의 반지름**이므로 $\tau_{max} = R = 5$ N/mm^{2}이다. 처음 주어진 3 N/mm^{2}는 원래 면에서의 전단응력이며, 면의 방향을 바꾸어 얻는 최대값과 구별해야 한다.

최대 주응력 9 N/mm^2, 최대 전단응력 5 N/mm^{2}의 조합은 ②와 일치한다.

NoteBase

문 12. 원통의 진원도, 축의 흔들림 등의 측정에 사용되는 비교 측정기로 가장 옳은 것은?

① 다이얼 게이지 (dial gauge)

② 마이크로미터 (micrometer)

③ 버니어 캘리퍼스 (vernier calipers)

④ 한계 게이지 (limit gauge)

정답 1번

간단한 해설

다이얼 게이지는 측정자의 작은 움직임을 확대하여 **기준 위치에 대한 변위**로 나타내는 비교 측정기이다. 이 성질을 이용해 원통의 진원도나 회전하는 축의 흔들림을 검사한다.

공통 해설

비교 측정은 기준을 정한 뒤 측정 대상이 그 기준에서 얼마나 벗어나는지를 읽는 방식이다. 다이얼 게이지는 측정자가 움직이면 그 미세한 직선 변위를 기어 기구로 확대하여 바늘의 회전으로 나타낸다. 따라서 **기준 위치에서의 작은 변위**를 눈금으로 읽을 수 있다.

예를 들어 다이얼 게이지를 고정하고 측정자를 축의 바깥면에 접촉시킨 뒤 축을 천천히 돌리면, 표면 위치의 변화에 따라 바늘이 움직인다. 이 지시값의 변화로 축의 흔들림을 확인하며, 적절한 지지·측정 조건에서는 원통의 진원도 검사에도 활용한다. 문제의 핵심은 치수 자체를 읽거나 허용 범위에 드는지만 판정하는 것이 아니라, **회전에 따른 미세 변위의 변화를 읽는 것**이므로 다이얼 게이지가 해당한다.

NoteBase

문 13. 수평으로 놓여 있는 원형 파이프 내부의 완전 발달된 층류 유동에 대한 압력손실을 파이프의 길이 L, 파이프의 지름 D, 내부를 흐르는 유체의 점도 μ와 부피유량 Q의 함수로 표시할 때 가장 옳지 않은 것은?

① 압력손실은 L에 비례한다.

② 압력손실은 D^2에 비례한다.

③ 압력손실은 μ에 비례한다.

④ 압력손실은 Q에 비례한다.

정답 2번

간단한 해설

다른 조건이 같을 때 압력손실은 **파이프 지름의 네제곱에 반비례**한다. 지름의 제곱에 비례한다는 설명은 지름이 커질수록 압력손실이 감소하는 관계를 잘못 나타낸 것이다.

공통 해설

원형 파이프에서 뉴턴 유체가 정상·비압축성의 완전 발달된 층류로 흐를 때, 압력손실은 하겐–푸아죄유 법칙인 $\Delta p = \frac{128\mu L Q}{\pi D^4}$로 나타낸다. 여기서 Δp는 파이프 양 끝의 압력 차이, μ는 점도, L은 길이, Q는 부피유량, D는 지름이다. 수평 파이프이므로 높이 차이에 따른 압력 변화는 없다.

이 식에서 한 변수의 영향을 볼 때는 **나머지 변수를 일정하게** 둔다. 길이 L, 점도 μ, 부피유량 Q는 각각 분자에 일차로 들어가므로, 압력손실은 이들 각각에 비례한다. 같은 유량을 더 긴 파이프로 보내거나, 점도가 더 큰 유체를 보내거나, 같은 파이프에 더 많은 유량을 흘리려면 더 큰 압력 차이가 필요하다.

반면 지름은 분모에 D^4으로 들어가므로 압력손실은 **지름의 네제곱에 반비례**한다. 따라서 선지의 'D^2에 비례한다'는 'D^4에 반비례한다'로 고쳐야 한다. 예를 들어 길이·점도·부피유량이 같고 층류 조건이 유지된다면, 지름을 2배로 늘릴 때 압력손실은 원래의 1/16로 줄어든다.

NoteBase

문 14. 베어링 호칭번호가 '6204C2P6'일 경우, 이 번호로부터 알 수 있는 것에 해당하지 않는 것은?

① 형식 번호

② 내경 번호

③ 실드 기호

④ 정밀도 등급

정답 3번

간단한 해설

C2는 실드 기호가 아니라 **내부 틈새 기호**이다. 실드를 나타내는 Z·ZZ가 제시된 호칭번호에 없으므로, 이 번호에서 실드 기호를 읽어 낼 수 없다.

선지별 해설

① O: 앞자리 6은 **단열 깊은 홈 볼 베어링**을 나타내는 형식 번호이다. 따라서 베어링의 형식을 알 수 있다.

② O: 기본번호 6204의 끝 두 자리 **04가 내경 번호**이다. 내경 번호 04는 내경 20 mm를 뜻하므로 내경 번호와 그에 대응하는 내경을 알 수 있다.

③ X: C2는 **보통 틈새보다 작은 내부 틈새**를 나타내며, 실드 기호가 아니다. 실드는 한쪽에 있으면 Z, 양쪽에 있으면 ZZ로 표시하는데, 제시된 6204C2P6에는 이 기호가 없다. 따라서 이 호칭번호에 실드 기호가 포함되어 있다는 해석은 잘못이다.

④ O: 끝의 **P6는 정밀도 6급**을 나타낸다. 이는 베어링의 치수 및 회전 정밀도에 관한 등급이므로, 제시된 번호에서 정밀도 등급을 알 수 있다.

NoteBase

문 15. 나사풀림방지 장치로 쓰이는 것을 <보기>에서 모두 고른 것은?

<보기>
ㄱ. 고정 와셔
ㄴ. 톱니붙이 와셔
ㄷ. 스프링 와셔
ㄹ. 록너트

① ㄱ, ㄹ
② ㄱ, ㄴ, ㄷ
③ ㄴ, ㄷ, ㄹ
④ ㄱ, ㄴ, ㄷ, ㄹ

정답 4번

간단한 해설

나사풀림방지 장치는 **회전을 구속하거나 풀리는 데 필요한 저항을 높이는** 방식으로 작용한다. 와셔류뿐 아니라 **록너트**도 이러한 목적으로 쓰인다.

보기별 해설

ㄱ. O: 고정 와셔는 와셔의 일부를 축이나 부품에 고정하고, 다른 부분을 너트의 홈이나 측면에 걸리도록 굽혀 사용한다. 이처럼 **너트의 회전을 기계적으로 구속**하여 풀림을 막는다.

ㄴ. O: 톱니붙이 와셔는 둘레에 있는 톱니가 너트나 부품의 접촉면을 파고들어 걸리게 한다. 이때 **풀리는 방향의 회전에 대한 저항**이 커지므로 풀림방지용으로 쓰인다.

ㄷ. O: 스프링 와셔는 조일 때 탄성 변형이 생기고, 원래 모양으로 돌아가려는 **탄성 반발력**이 접촉면에 작용한다. 이 작용으로 풀림에 대한 저항을 높이는 데 쓰인다.

ㄹ. O: 록너트는 **풀림 방지 기능을 갖춘 너트**이다. 두 너트를 서로 죄어 나사면의 마찰을 높이는 방식 등으로 너트가 쉽게 풀리지 않도록 한다.

ㄱ·ㄴ·ㄷ·ㄹ은 모두 나사풀림방지 장치로 쓰이므로, 이들을 모두 포함한 조합은 ④이다.

NoteBase

문 16. 적은 내부 누설량을 무시하면 시스템 압력의 변동에 무관하게 펌프의 토출량이 일정한 특성을 갖는 펌프가 용적식 펌프(positive displacement pump)이다. 용적식 펌프에 해당하지 않는 것은?

① 기어 펌프

② 임펠러 펌프

③ 베인 펌프

④ 피스톤 펌프

정답 2번

간단한 해설

임펠러 펌프는 회전하는 날개로 유체에 에너지를 주어 보내는 **비용적식 펌프**이다. 일정한 체적의 유체를 가두어 밀어내는 방식이 아니므로, 같은 회전수에서도 시스템 압력이 변하면 토출 유량이 달라진다.

공통 해설

용적식 펌프의 구별 기준은 **유체를 일정한 공간에 가두어 기계요소의 운동으로 밀어내는가**이다. 한 주기마다 보내는 체적이 정해져 있으므로, 그 체적과 작동 속도가 일정하고 내부 누설을 무시하면 시스템 압력이 변해도 단위 시간당 토출 유량이 일정하다. 여기서 유량이 일정하다는 것은 압력 변화에 대한 특성이며, 회전수나 1회 작동당 토출 체적까지 바꾸어도 일정하다는 뜻은 아니다.

기어 펌프는 기어 이와 케이싱 사이에 갇힌 유체를 토출 측으로 옮기고, 베인 펌프는 베인 사이에 구획된 공간의 체적 변화로 유체를 흡입·토출한다. 피스톤 펌프도 피스톤이 실린더 안에서 움직이며 작동 공간의 체적을 변화시킨다. 이들은 모두 유체를 가둔 공간을 이용해 밀어내므로 용적식 펌프에 속한다.

임펠러 펌프는 **회전 날개로 흐르는 유체에 에너지를 전달하는 방식**이다. 유체를 가둔 뒤 정해진 체적만큼 밀어내는 방식과 달라 비용적식으로 분류하며, 같은 회전수에서도 시스템이 요구하는 압력에 따라 토출 유량이 달라진다.

NoteBase

문 17. 용융금속이 응고할 때 수축이 불균일한 경우 응력이 발생하여 주물에 균열이 발생한다. 균열 방지법에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

① 각 부분의 온도 차이를 적게 한다.

② 주물을 급랭시키지 않는다.

③ 둥근 부분을 각을 갖도록 수정한다.

④ 주물의 두께 차이를 갑자기 변화시키지 않는다.

정답 3번

간단한 해설

③의 '둥근 부분을 각을 갖도록 수정한다'는 균열을 촉진하는 방향이다. 각진 부분에는 **응력이 집중**되므로, 균열을 막으려면 오히려 **모서리를 둥글게** 해야 한다.

선지별 해설

① O: 주물의 각 부분에 온도 차이가 크면 냉각에 따른 수축량에도 차이가 생긴다. 서로 연결된 부분이 상대방의 수축을 구속하면서 응력이 발생하므로, **각 부분의 온도 차이를 줄이면** 불균일한 수축으로 인한 균열을 줄일 수 있다.

② O: 주물을 급랭하면 표면은 빠르게 식지만 내부는 상대적으로 높은 온도를 유지하여 표면과 내부의 수축 차이가 커진다. 따라서 **급랭을 피하여** 온도 차이와 그에 따른 열응력을 줄이는 것이 균열 방지에 유리하다.

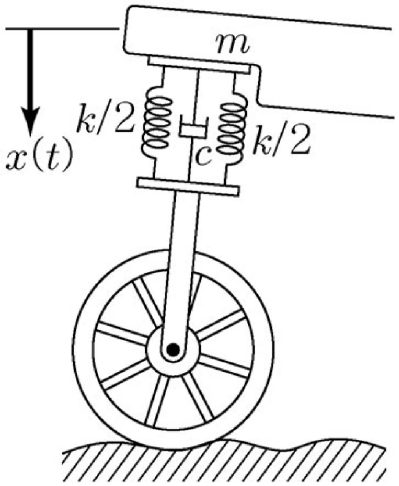
③ X: 둥근 부분을 각지게 만들면 형상이 급격하게 바뀌는 부분에 응력이 집중되어 균열이 발생하기 쉬워진다. 따라서 각을 만들 것이 아니라 **모서리와 접합부를 둥글게 처리**하여 응력 집중을 완화해야 한다.

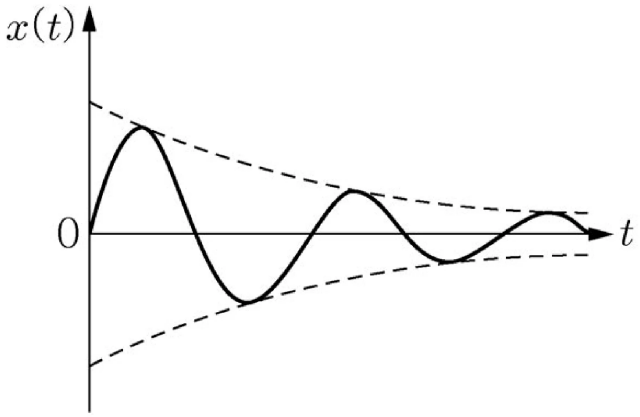
④ O: 두께가 얇은 부분은 빨리 식고 두꺼운 부분은 늦게 식으므로, 두께가 갑자기 달라지면 인접한 부분 사이에 냉각·수축의 차이가 커진다. **두께가 완만하게 변하도록** 설계하면 이러한 차이와 국부적인 응력 집중을 줄일 수 있다.

NoteBase

문 18. 모터사이클(motorcycle)의 현가시스템의 구성과 응답이 <보기>와 같을 때 이 시스템에 해당하는 감쇠비(damping ratio)로 가장 옳은 것은?

<보기>





① $\xi = 0$

② $\xi > 1$

③ $\xi = 1$

④ $0 < \xi < 1$

정답 4번

간단한 해설

응답곡선은 평형 위치를 중심으로 진동하면서 **진폭이 점차 감소**한다. 이는 감쇠가 있지만 진동이 남아 있는 **부족감쇠** 상태로, 감쇠비는 $0 < \xi < 1$이다.

NoteBase

도식 해설

현가시스템의 스프링은 변위에 대한 복원력을 제공하고, 댐퍼 c는 운동 에너지를 소산시켜 진동을 줄인다.
감쇠비는 실제 감쇠의 크기를 임계감쇠의 크기와 비교한 무차원 비율이다.

오른쪽 그래프의 가로축은 시간 t, 세로축은 변위 $x(t)$이다. 실선은 0을 반복해서 지나며 양·음의 변위를 번갈아 나타내고, 점선으로 표시된 진폭의 범위는 시간이 지날수록 좁아진다. **진폭이 감소하면서 진동을 반복**하므로 이 시스템은 부족감쇠 상태이며, 감쇠비는 $0 < \xi < 1$이다.

$\xi = 0$인 비감쇠에서는 에너지 소산이 없어 진폭이 일정하게 유지된다. $\xi = 1$인 임계감쇠와 $\xi > 1$인 과감쇠에서는 자유응답이 평형 위치 주위에서 **진동을 반복하지 않는다**. 따라서 진동의 반복과 진폭 감소가 함께 나타나는 이 그래프와 구별된다.

NoteBase

문 19. $\phi 45$ H7 ($\phi 45^{+0.024}_{0}$)인 구멍에 $\phi 45$ k6 ($\phi 45^{+0.017}_{+0.003}$)인 축을 끼워 맞춤할 때, 최대 틈새와 최대 죔새 중 가장 옳은 것은?

① 최대 틈새: 0.021

② 최대 틈새: 0.017

③ 최대 죔새: 0.007

④ 최대 죔새: 0.003

정답 1번

간단한 해설

최대 틈새는 **가장 큰 구멍과 가장 작은 축**을 조합할 때 생긴다. 구멍의 최대 지름 45.024 mm에서 축의 최소 지름 45.003 mm를 빼면 0.021 mm이다.

계산 과정

치수의 위·아래에 표시된 값은 기준 치수 45 mm에 더하는 치수 허용차이다. 따라서 구멍의 최소·최대 지름은 각각 45.000 mm, 45.024 mm이고, 축의 최소·최대 지름은 각각 45.003 mm, 45.017 mm이다.

최대 틈새: 구멍이 축보다 클 때 두 지름의 차이가 틈새이다. 이 차이를 가장 크게 하려면 **구멍은 최대 지름, 축은 최소 지름**을 택한다. 따라서 최대 틈새는 45.024 − 45.003 = 0.021 mm이다.

최대 죔새: 축이 구멍보다 클 때 축 지름에서 구멍 지름을 뺀 값이 죔새이다. 이 차이를 가장 크게 하려면 **축은 최대 지름, 구멍은 최소 지름**을 택한다. 따라서 최대 죔새는 45.017 − 45.000 = 0.017 mm이다.

따라서 ①의 '최대 틈새: 0.021'이 계산 결과와 일치한다.

NoteBase

문 20. 유체의 흐름에 대한 저항이 적고 압력에도 강하여 발전소의 도입관 또는 상수도의 주관 등과 같이 지름이 큰 관이나 밸브를 자주 개폐할 필요가 없는 관에 주로 사용하는 밸브는?

① 정지 밸브(stop valve)

② 체크 밸브(check valve)

③ 슬루스 밸브(sluice valve)

④ 스로틀 밸브(throttle valve)

정답 3번

간단한 해설

슬루스 밸브는 완전히 열었을 때 밸브체가 유로에서 물러나 **유체의 흐름에 대한 저항이 작다**. 개폐에 시간이 걸리므로 발전소 도입관이나 상수도 주관처럼 지름이 크고 자주 개폐하지 않는 관의 차단용으로 적합하다.

공통 해설

슬루스 밸브(sluice valve)는 게이트 밸브라고도 하며, 판 모양의 밸브체를 유체의 흐름에 직각으로 움직여 유로를 여닫는다. **완전히 열면 밸브체가 유로를 막지 않아** 유체가 거의 곧게 흐르므로 유동 저항과 압력 손실이 작다. 압력을 받는 대구경 관로에서 흐름을 차단하는 데 사용하므로, 문제의 발전소 도입관이나 상수도 주관에 해당한다.

일반적인 나사식 개폐 구조에서는 핸들을 여러 번 돌려 밸브체를 이동시키므로 개폐에 시간이 걸린다. 따라서 자주 개폐하지 않는 관에 적합하며, 주로 **완전 개방 또는 완전 폐쇄** 상태로 사용한다. 조금만 열어 유량을 조절하면 좁은 틈으로 빠르게 흐르는 유체 때문에 밸브체가 진동하거나 접촉면이 마모될 수 있어 유량 조절용으로는 적합하지 않다.

NoteBase