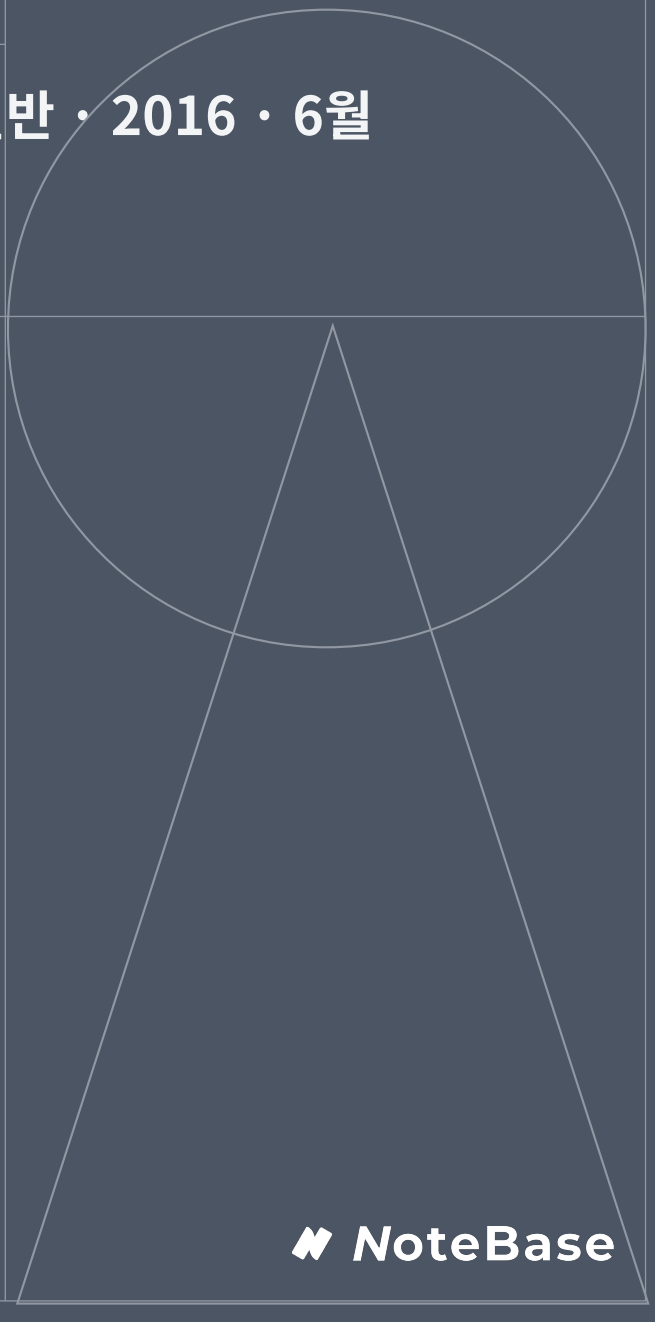
# 기출OX 해설집

공무원/서울시/9급 · 기계일반 · 2016 · 6월



NoteBase

# 기출OX 해설집

## 공무원/서울시/9급 · 기계일반 · 2016 · 6월

**공무원/서울시/9급 · 기계일반 · 2016 · 6월**

**문 1. 경도 시험 방법 중에서 압입자를 낙하시켰을 때 반발되어 튀어 올라오는 높이로 경도를 나타내는 방법은?**

① 쇼어 경도(shore hardness)

② 비커스 경도(vickers hardness)

③ 로크웰 경도(rockwell hardness)

④ 브리넬 경도(brinell hardness)

**정답 1번**

**간단한 해설**

쇼어 경도는 압입자를 낙하시킨 뒤 **반발하여 올라오는 높이**로 경도를 나타내는 반발 경도이다.

**공통 해설**

쇼어 경도 시험에서는 다이아몬드가 달린 해머를 일정한 높이에서 시험편 표면에 낙하시킨 후, 다시 튀어 오르는 높이를 측정한다. 같은 시험 조건에서 **반발 높이가 클수록 경도가 높다**고 평가한다. 즉, 표면에 남은 압입 자국의 크기나 깊이 대신 낙하 후의 반발 높이를 측정한다는 점이 핵심이다. 문제에서 제시한 측정 원리는 쇼어 경도에 해당한다.

NoteBase

**문 2. 연삭 숫돌바퀴(grinding wheel)를 고속으로 회전시켜 공작물의 가공면을 미세하게 연삭 가공할 때, 사용하는 연삭 숫돌바퀴에 대한 다음 설명으로 옳은 것은?**

① 연삭 숫돌바퀴의 3요소는 숫돌입자, 조직, 결합제이다.

② 연삭 숫돌바퀴의 조직(structure)은 결합제의 분자구조 상태를 나타낸 것이다.

③ “A 24 P 4 B”로 표시된 연삭 숫돌바퀴에서 P는 결합제를 나타낸 것이다.

④ C계 숫돌바퀴는 주철, 황동 등 인장강도가 작은 재료의 연삭에 적합하다.

**정답 4번**

**간단한 해설**

C계 숫돌바퀴는 **탄화규소(SiC) 입자**를 사용하며, 주철·황동처럼 **인장강도가 작은 재료**의 연삭에 적합하다.

**선지별 해설**

① X: 숫돌바퀴의 3요소는 **숫돌입자·결합제·기공**이다. 숫돌입자는 공작물을 깎는 절삭날 역할을 하고, 결합제는 입자를 붙잡아 준다. 기공은 입자와 결합제 사이의 빈 공간으로, 칩을 수용하고 냉각액이 드나들게 한다. 선지의 조직은 기공으로 고쳐야 한다.

② X: 조직은 숫돌 내부에서 **숫돌입자가 얼마나 조밀하게 분포하는지**를 나타내며, 숫돌 전체 부피에 대한 입자의 체적 비율을 기준으로 한다. 입자 비율이 크면 조직이 치밀하고 작으면 성기다. 결합제의 분자구조를 뜻하지 않는다.

③ X: 'A 24 P 4 B'에서 **P는 결합도**를 나타낸다. 결합도는 결합제가 숫돌입자를 붙잡는 강한 정도이며, 결합제의 종류와 구별된다. 표시 순서에 따라 A는 입자 종류인 알루미나, 24는 입도, P는 결합도, 4는 조직, B는 결합제 종류인 레지노이드를 뜻한다.

④ O: C계 숫돌바퀴는 탄화규소(SiC)를 연삭입자로 사용한다. 탄화규소 입자는 경도가 높고 날카로우며, **주철·황동 등 인장강도가 작은 재료**의 연삭에 적합하다. 강의 연삭에 주로 쓰이는 알루미나 입자의 A계 숫돌바퀴와 구별한다.

NoteBase

**문 3. 다음 중 전기저항 용접법이 아닌 것은?**

① 프로젝션 용접

② 심 용접

③ 테르밋 용접

④ 점 용접

**정답 3번**

**간단한 해설**

테르밋 용접은 알루미늄과 산화철의 **화학 반응열**을 이용한다. 전류가 흐를 때 발생하는 저항열을 이용하는 전기저항 용접법에 해당하지 않는다.

**공통 해설**

전기저항 용접은 접합할 금속에 전류를 흘려 **전기저항으로 발생하는 줄열**로 접합부를 가열하고 압력을 가해 접합하는 방법이다. 프로젝션 용접, 심 용접, 점 용접은 모두 이 원리를 이용하므로 전기저항 용접법에 속한다.

테르밋 용접은 알루미늄이 산화철을 환원할 때 발생하는 **화학 반응열**을 이용한다. 이 반응으로 생긴 고온의 용융 금속을 접합부에 공급하여 금속을 접합한다. 열원이 전기저항에 따른 발열이 아니므로 전기저항 용접법에서 제외된다.

NoteBase

**문 4. 헬륨(He)이나 아르곤(Ar)과 같이 고온에서 금속과 반응을 하지 않는 불활성 가스 중에서 아크를 발생시키는 용접법인 불활성 가스 아크용접에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?**

① 용접 가능한 판의 두께 범위가 크며, 용접능률이 높다.

② 용제를 사용하여 균일한 용접을 할 수 있다.

③ 산화와 질화를 방지할 수 있다.

④ 철금속뿐만 아니라 비철금속 용접이 가능하다.

**정답 2번**

**간단한 해설**

②의 '용제를 사용하여'가 잘못되었다. 불활성 가스 아크용접은 **용제(플럭스) 대신 불활성 가스로 용접부를 보호**하여 공기와의 반응을 막는다.

**선지별 해설**

① O: 불활성 가스 아크용접에는 TIG와 MIG 등이 있어 적용할 수 있는 판 두께의 범위가 넓다. TIG는 얇은 판의 정밀 용접에 적합하고, MIG는 비교적 두꺼운 판의 용접에도 쓰인다. 특히 MIG는 **전극 와이어를 연속 공급**하므로 용착 속도가 높고 연속 작업이 가능하여 용접능률이 높다.

② X: 일반적인 불활성 가스 아크용접은 **용제(플럭스)를 사용하지 않고** 아르곤이나 헬륨으로 아크와 용융 금속을 감싸 보호한다. 따라서 '용제를 사용하여'는 '불활성 가스로 용접부를 보호하여'로 고쳐야 한다. 용제는 용접부를 보호하거나 산화물 제거를 돕는 물질이고, 용가재는 접합부에 보충하는 금속이므로 서로 구별한다. 용가재를 공급한다고 해서 용제를 사용하는 것은 아니다.

③ O: 불활성 가스가 용융 금속과 공기 사이에 보호막을 형성하여 **산소와 질소의 접촉을 차단**한다. 따라서 가스 차폐가 충분히 유지되면 고온의 금속이 산소나 질소와 반응하여 산화·질화되는 것을 방지할 수 있다.

④ O: 불활성 가스 아크용접은 **철금속과 비철금속 모두**에 적용할 수 있다. 예를 들어 TIG는 강·스테인리스강뿐 아니라 알루미늄·마그네슘·구리 등의 용접에도 이용된다. 실제 작업에서는 금속의 종류에 맞추어 전극, 용가재와 용접 조건을 선택한다.

NoteBase

**문 5. 표면경화 열처리 방법에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?**

① 침탄법은 저탄소강을 침탄제 속에 파묻고 가열하여 재료 표면에 탄소가 함유되도록 한다.

② 청화법은 산소 아세틸렌 불꽃으로 강의 표면만을 가열하고 중심부는 가열되지 않게 하고 급랭시키는 방법이다.

③ 질화법은 암모니아 가스 속에 강을 넣고 가열하여 강의 표면이 질소 성분을 함유하도록하여 경도를 높인다.

④ 고주파경화법은 탄소강 주위에 코일 형상을 만든 후 탄소강 표면에 와전류를 발생시킨다.

**정답 2번**

**간단한 해설**

②의 산소 아세틸렌 불꽃으로 표면을 가열한 뒤 급랭하는 방법은 **화염경화법**이다. **청화법은 탄소와 질소를 표면에 침투**시켜 경화하는 방법이다.

**선지별 해설**

① O: 저탄소강을 고체 침탄제 속에 묻어 가열하는 것은 고체 침탄법이다. **표면에 탄소를 확산·침투**시켜 탄소 함량을 높이고, 이후 담금질하여 단단한 표면층을 얻는다. 중심부는 상대적으로 낮은 탄소 함량을 유지하므로 표면의 내마모성과 내부의 인성을 함께 확보할 수 있다.

② X: 산소 아세틸렌 불꽃으로 강의 표면을 빠르게 가열한 뒤 급랭하는 것은 **화염경화법**이다. 중심부까지 담금질 온도로 가열하지 않고 표면층을 선택적으로 경화한다. 청화법은 청화나트륨 등의 청화염이 포함된 용융 염욕에서 가열하여 **탄소와 질소를 표면에 침투**시킨 뒤 담금질하는 방법이다.

③ O: 암모니아 가스 분위기에서 강을 가열하면 암모니아가 분해되어 공급된 질소가 강의 표면으로 확산한다. 질소가 강에 함유된 원소와 결합하여 **단단한 질화물**을 형성하므로 표면 경도가 높아진다. 이처럼 질화층의 형성으로 경화하므로 질화 처리 후 별도의 담금질이 필요하지 않다.

④ O: 탄소강 주위에 놓인 코일에 고주파 교류를 흘리면 변화하는 자기장이 생기고, 강에는 와전류가 유도된다. 고주파에서는 전류가 표면 부근에 집중되는 **표피효과**로 표면층을 빠르게 가열할 수 있다. 가열한 표면을 급랭하여 경화하는 것이 고주파경화법이다.

NoteBase

**문 6. 다음 중 유압시스템에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?**

① 넓은 범위의 무단변속이 가능하다.

② 과부하 방지 및 원격조정이 가능하다.

③ 작은 동력으로 대동력 전달이 가능하며 전달 응답이 빠르다.

④ 에너지 손실이 작고 소음, 진동이 발생하지 않는다.

**정답 4번**

**간단한 해설**

유압시스템에서는 배관·밸브의 유동 저항과 누설 등으로 **에너지 손실과 발열**이 생긴다. 또한 펌프의 압력 맥동과 기계적 진동으로 **소음·진동이 발생할 수 있다**.

**선지별 해설**

① O: 실린더나 유압모터에 공급하는 **작동유의 유량을 연속적으로 조절**하면 이동 속도나 회전 속도를 바꿀 수 있다. 따라서 정해진 단수에 구애받지 않고 넓은 범위에서 무단변속이 가능하다.

② O: 부하가 커져 압력이 설정값을 넘으면 **릴리프 밸브가 작동유를 탱크로 돌려보내** 과도한 압력 상승을 억제하므로 과부하를 방지할 수 있다. 또한 유압 파일럿 신호나 전기 신호로 제어밸브를 작동시키면 떨어진 위치에서도 원격조정이 가능하다.

③ O: 작은 조작 동력으로 제어밸브를 움직여 **펌프가 공급하는 큰 유압 동력을 제어·전달**할 수 있다. 작동유는 압축성이 작아 압력 변화가 신속하게 전달되므로 응답이 빠르다. 여기서 작은 동력은 조작에 필요한 동력이며, 큰 출력 동력을 얻으려면 그에 필요한 에너지는 펌프를 구동하는 동력원에서 공급해야 한다.

④ X: 배관과 밸브의 유동 저항, 작동유의 누설, 기계적 마찰 등으로 에너지 손실이 생기며, 손실된 에너지는 주로 열로 바뀐다. 펌프의 압력 맥동과 회전부의 진동 등은 소음·진동을 일으킬 수 있다. 따라서 에너지 손실이 항상 작다고 일반화할 수 없으며, '소음, 진동이 발생하지 않는다'는 **'소음·진동이 발생할 수 있다'**로 고쳐야 한다.

NoteBase

**문 7. 각종 기계의 회전이나 동력을 전달하는 부분에 사용되는 기어(gear)에 대한 설명으로 가장 옳은 것은?**

① 모듈 $m = 4$이고 잇수 $Z_1 = 30$, $Z_2 = 45$인 한 쌍의 평기어(spur gear)에서 두 축 사이의 중심거리는 300mm이다.

② 전위기어(profile shifted gear)는 표준기어에 비해 최소 잇수를 적게 할 수 있다.

③ 간섭이 일어나는 한 쌍의 기어를 회전시킬 때 발생하는 기어의 언더컷(under-cut)은 압력각이 클 때 발생하기 쉽다.

④ 페이스(face) 기어는 베벨기어의 축을 엇갈리게 한 것으로서, 자동차의 차동 기어장치의 감속기어로 사용된다.

**정답 2번**

**간단한 해설**

전위기어는 **양의 전위로 언더컷을 억제**하면 표준기어보다 적은 잇수로 만들 수 있다. 언더컷은 치형을 깎는 과정에서 이뿌리 부분이 과도하게 파이는 현상이다.

**선지별 해설**

① X: 표준 외접 평기어의 피치원 지름은 $d = mZ$이므로 두 기어의 피치원 지름은 각각 $4 \times 30 = 120$ mm, $4 \times 45 = 180$ mm이다. 중심거리는 두 피치원 반지름의 합이므로 $a = \frac{d_1 + d_2}{2} = \frac{120 + 180}{2} = 150$mm이다. 300 mm는 두 피치원 지름의 합이며, 중심거리는 **150 mm**이다.

② O: 전위기어는 절삭공구의 위치를 표준 위치에서 이동시켜 치형을 만든 기어이다. 특히 **양의 전위**는 공구를 기어 중심에서 바깥쪽으로 이동시켜 이뿌리의 과도한 절삭을 줄인다. 따라서 같은 압력각에서 언더컷을 피하는 최소 잇수를 표준기어보다 적게 할 수 있다. 모든 전위가 같은 효과를 내는 것은 아니며, 음의 전위는 언더컷을 일으키기 쉽게 한다.

③ X: 다른 조건이 같다면 언더컷은 압력각이 클 때보다 **압력각이 작을 때** 발생하기 쉽다. 압력각을 크게 하면 언더컷 없이 가공할 수 있는 최소 잇수가 줄어든다. 또한 언더컷은 완성된 두 기어를 회전시킬 때 생기는 현상이 아니라, 창성 절삭 과정에서 공구의 이끝이 기어의 이뿌리 부근을 과도하게 깎아 내는 현상이다.

④ X: 베벨기어와 비슷한 형태이면서 두 축이 교차하지 않고 엇갈리며, 자동차 차동장치에 동력을 전달하는 감속기어로 쓰이는 것은 **하이포이드 기어**이다. 페이스 기어는 원판의 옆면에 이를 형성하여 평기어 등과 맞물리게 한 기어이다. 선지는 하이포이드 기어의 특징과 용도를 페이스 기어의 것으로 설명했다.

NoteBase

**문 8. 수차의 유효낙차가 15 m이고 유량이 6 $m^3$/min일 때 수차의 최대 출력은 몇 마력[PS]인가? (단, 물의 비중량은 1000 $kg_f/m^3$이다.)**

① 20

② 50

③ 88

④ 100

**정답 1번**

**간단한 해설**

최대 출력은 **수차의 에너지 손실이 없는 경우**의 수력으로 구한다. 유량을 0.1 $m^3$/s로 환산하면 수력은 1500 kgf·m/s이고, 1 PS = 75 kgf·m/s이므로 최대 출력은 **20 PS**이다.

**계산 과정**

유량 환산: 유량 Q는 단위 시간에 흐르는 물의 부피이다. 출력을 초당 일의 양으로 계산하기 위해 **분당 유량을 초당 유량으로** 바꾼다. $Q = \frac{6}{60} = 0.1 m^3/s$이다.

최대 출력: 물의 비중량 γ는 단위 부피당 무게이며, γQ는 1초 동안 흐르는 물의 무게이다. 여기에 유효낙차 H를 곱하면 물이 1초 동안 할 수 있는 일이 된다. 수차 효율을 η라 하면 출력은 $P = \eta\gamma QH$이고, **최대값은 손실이 없어 η = 1일 때** 얻는다. 따라서 $P_{max} = \gamma QH$에 γ = 1000 kgf/$m^3$, Q = 0.1 $m^3$/s, H = 15 m를 대입하면 1000 × 0.1 × 15 = 1500 kgf·m/s이다.

마력 환산: PS는 미터법 마력으로, 1 PS = 75 kgf·m/s이다. 따라서 $P_{max} = \frac{1500}{75} = 20 PS$이며, 이는 ①의 20에 해당한다.

NoteBase

**문 9. 비중이 가벼운 금속부터 차례로 나열된 것은?**

① 마그네슘 - 알루미늄 - 티타늄 - 니켈

② 알루미늄 - 니켈 - 티타늄 - 마그네슘

③ 알루미늄 - 마그네슘 - 티타늄 - 니켈

④ 니켈 - 마그네슘 - 알루미늄 - 티타늄

**정답 1번**

**간단한 해설**

비중이 약 1.74인 **마그네슘은 알루미늄보다 가볍고**, 비중이 약 8.90인 **니켈은 네 금속 중 가장 무겁다**.

**올바른 순서**

마그네슘 → 알루미늄 → 티타늄 → 니켈

마그네슘: 비중은 물의 밀도를 기준으로 한 상대적인 밀도로, 단위가 없다. **같은 부피에서는 비중이 작을수록 가볍다**. 마그네슘의 비중은 약 1.74로 네 금속 중 가장 작아 맨 앞에 놓는다.

알루미늄: 비중은 약 2.70이다. 마그네슘의 약 1.74보다 크고 티타늄의 약 4.50보다 작으므로 마그네슘 다음에 놓는다.

티타늄: 비중은 약 4.50이다. 알루미늄보다 크지만 니켈의 약 8.90보다 작으므로 알루미늄과 니켈 사이에 놓는다.

니켈: 비중은 약 8.90으로 **네 금속 중 가장 크다**. 따라서 같은 부피에서 가장 무거우므로 맨 뒤에 놓는다.

NoteBase

**문 10. 역카르노사이클로 작동하는 냉동기의 증발기 온도가 250K, 응축기 온도가 350K일 때 냉동사이클의 성적계수는 얼마인가?**

① 0.25

② 0.4

③ 2.5

④ 3.5

**정답 3번**

**간단한 해설**

역카르노 냉동기의 성적계수는 **저온부의 절대온도를 고온부와 저온부의 온도 차로 나눈 값**이다. 따라서 $\mathrm{COP}_R = \frac{250}{350-250} = 2.5$이다.

**계산 과정**

증발기는 저온부에서 열을 흡수하고, 응축기는 고온부로 열을 방출한다. 따라서 저온부 온도는 $T_L = 250\mathrm{K}$, 고온부 온도는 $T_H = 350\mathrm{K}$이다. 주어진 온도는 이미 **절대온도**이므로 섭씨온도로 바꾸지 않는다.

냉동기의 성적계수는 **투입한 일에 대한 저온부 흡수열의 비**로, $\mathrm{COP}_R = \frac{Q_L}{W_{\mathrm{in}}}$이다. 한 사이클에서 흡수한 열을 $Q_L$, 방출한 열을 $Q_H$라 하면 에너지 보존에 의해 $W_{\mathrm{in}} = Q_H - Q_L$이다. 역카르노사이클은 가역사이클이므로 $\frac{Q_H}{Q_L} = \frac{T_H}{T_L}$가 성립하며, 이를 적용하면 $\mathrm{COP}_R = \frac{T_L}{T_H - T_L}$가 된다.

온도 차는 $350 - 250 = 100\ \mathrm{K}$이다. 따라서 $\mathrm{COP}_R = \frac{250}{350-250} = 2.5$로, ③의 값과 일치한다. 성적계수는 같은 단위의 에너지끼리 나눈 **무차원 값**이며, 2.5는 일 1 kJ을 투입할 때 저온부에서 열 2.5 kJ을 흡수한다는 뜻이다.

NoteBase

**문 11. 다음 중 금속의 결정 구조를 올바르게 연결한 것은?**

① 알루미늄(Al) - 체심입방격자

② 금(Au) - 조밀육방격자

③ 크롬(Cr) - 체심입방격자

④ 마그네슘(Mg) - 면심입방격자

**정답 3번**

**간단한 해설**

크롬(Cr)은 상온에서 **체심입방격자(BCC)**를 이룬다. 체심입방격자는 정육면체의 각 꼭짓점과 내부 중심에 원자가 배치된 구조이다.

**선지별 해설**

① X: 알루미늄(Al)은 상온에서 **면심입방격자(FCC)**를 이룬다. 정육면체의 각 꼭짓점과 각 면의 중심에 원자가 배치되므로, 체심입방격자라는 연결은 잘못되었다.

② X: 금(Au)은 알루미늄과 같은 **면심입방격자(FCC)**를 이룬다. 따라서 조밀육방격자가 아니라 면심입방격자로 연결해야 한다.

③ O: 크롬(Cr)은 상온에서 **체심입방격자(BCC)**를 이룬다. 정육면체의 각 꼭짓점뿐 아니라 내부 중심에도 원자가 배치되는 구조이므로 연결이 일치한다.

④ X: 마그네슘(Mg)은 상온에서 **조밀육방격자(HCP)**를 이룬다. 조밀한 원자층이 ABAB… 순서로 쌓이는 구조이므로, 면심입방격자가 아니라 조밀육방격자로 연결해야 한다.

NoteBase

**문 13. 다음 중 산소-아세틸렌 용접을 통해 스테인리스강을 용접할 때, 적절한 산소와 아세틸렌의 비율(산소 : 아세틸렌)은?**

① 2.0 : 1

② 1.5 : 1

③ 1.1 : 1

④ 0.9 : 1

**정답 4번**

**간단한 해설**

스테인리스강의 산소-아세틸렌 용접에서는 산화를 억제하기 위해 아세틸렌이 약간 많은 **약한 환원성 불꽃**을 사용한다. 산소 : 아세틸렌 = **0.9 : 1**은 이 조건에 해당한다.

**공통 해설**

스테인리스강은 용융 상태에서 산소와 반응하기 쉬우므로, 산소-아세틸렌 용접에서는 산화를 억제하는 **약한 환원성 불꽃**을 사용한다. 이는 아세틸렌을 중성 불꽃을 만들 때보다 약간 더 공급한 불꽃으로, 약한 탄화 불꽃이라고도 한다. 다만 아세틸렌이 지나치게 많으면 용접부에 탄소가 들어가 내식성이 저하될 수 있으므로, 강한 탄화 불꽃을 사용하는 것은 적절하지 않다.

혼합비는 토치에 공급하는 산소와 아세틸렌의 부피비로 이해한다. 산소 : 아세틸렌 = 0.9 : 1이면 아세틸렌 1에 대해 산소가 0.9이므로 **아세틸렌이 약간 과잉**인 조건이다. 나머지 후보인 2.0 : 1, 1.5 : 1, 1.1 : 1은 모두 산소의 비율이 아세틸렌보다 커서, 이 문항에서 요구하는 약한 환원성 혼합비에 해당하지 않는다.

NoteBase

**문 14. 인장강도란 무엇인가?**

① 최대 항복응력

② 최대 공칭응력

③ 최대 진응력

④ 최대 전단응력

**정답 2번**

**간단한 해설**

인장강도는 인장시험의 **최대 인장하중을 원래 단면적으로 나눈 값**이다. 공칭응력은 원래 단면적을 기준으로 하므로, 인장강도는 최대 공칭응력에 해당한다.

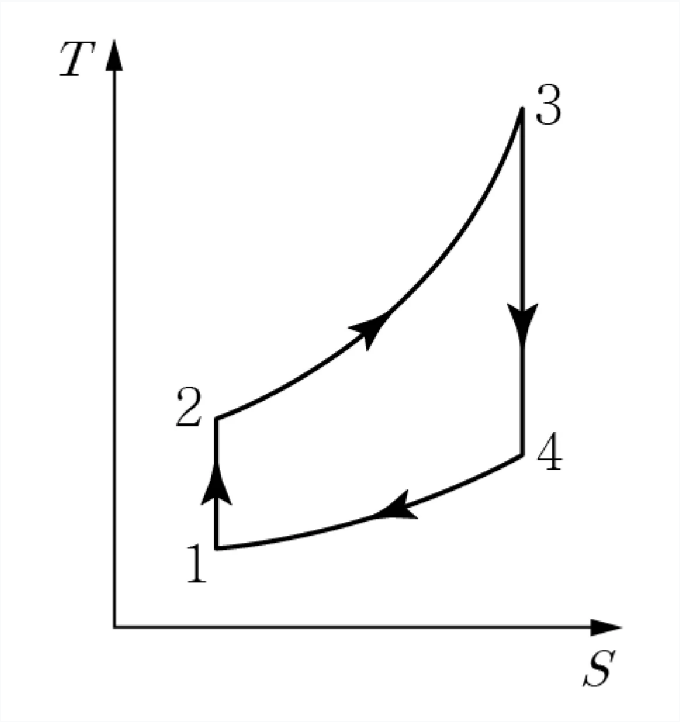
**공통 해설**

인장강도는 인장시험에서 시험편이 견딘 최대 인장하중을 시험 전의 원래 단면적으로 나눈 값이다. 식으로는 $\sigma_B = \frac{F_{\max}}{A_0}$이며, $F_{\max}$는 최대 인장하중, $A_0$는 원래 단면적이다.

공칭응력은 하중을 **원래 단면적**으로 나눈 응력이므로, 최대 인장하중에서의 공칭응력이 곧 인장강도이다. 따라서 인장강도는 최대 공칭응력을 뜻한다. 항복 시점의 응력이나 전단응력을 뜻하지 않으며, 변형 중의 실제 단면적을 기준으로 하는 진응력과도 구별된다.

NoteBase

**문 15. 아래 그림은 오토사이클의 T-S 선도를 나타낸다. 열효율을 바르게 나타낸 것은?**




① $1-\frac{T_1}{T_2}$
② $1-\frac{T_1}{T_3}$
③ $1-\frac{T_4-T_1}{T_3-T_2}$
④ $1-\frac{T_2-T_1}{T_3-T_4}$

**정답 3번**

**간단한 해설**

오토사이클은 **2→3에서 정적 흡열**하고 **4→1에서 정적 방열**한다. 두 과정의 열량은 각각 온도 변화에 비례하므로 열효율은 $\eta = 1-\frac{T_4-T_1}{T_3-T_2}$이다.

NoteBase

**계산 과정**

과정 판독: 그림의 세로축은 온도 T, 가로축은 엔트로피 S이다. 각 상태의 온도를 $T_1, T_2, T_3, T_4$라 하면, 수직선인 1→2와 3→4는 **엔트로피가 일정한 가역 단열 과정**이므로 열의 출입이 없다. 오토사이클에서 2→3은 정적 흡열, 4→1은 정적 방열 과정이다. 작동기체는 이상기체로 보고 정적비열을 일정하게 취급한다.

2→3의 흡열량: 정적 과정에서는 체적 변화에 따른 경계일이 없으므로 공급한 열이 내부에너지 증가량과 같다. 기체 질량을 m, 정적비열을 $c_v$라 하면, **흡열 과정의 온도 상승량**은 $T_3 - T_2$이고 흡열량은 $Q_{\text{in}} = mc_v(T_3 - T_2)$이다.

4→1의 방열량: 이 과정도 정적 과정이므로 방출한 열의 크기는 내부에너지 감소량과 같다. 방열량은 양의 크기로 나타내므로 **온도 감소량**인 $T_4 - T_1$을 써서 $Q_{\text{out}} = mc_v(T_4 - T_1)$로 나타낸다.

열효율: 한 사이클을 마치면 내부에너지가 처음 값으로 돌아오므로 순일은 흡열량에서 방열량을 뺀 값이다. 따라서 $\eta = 1 - \frac{Q_{\text{out}}}{Q_{\text{in}}}$이며, 위 열량식을 대입하면 공통 인자인 $mc_v$가 약분된다. 그 결과 $\eta = 1 - \frac{T_4 - T_1}{T_3 - T_2}$가 되어 ③의 식과 일치한다. 열량끼리 나눈 비이므로 열효율에는 단위가 없다.

NoteBase

**문 16. 축(세로) 방향 단면적 A의 물체에 인장하중을 가하였을 때, 인장방향 변형률이 ε이면 단면적의 변화량은? (단, 이 물체의 포아송의 비는 0.5이다.)**

① $\varepsilon A$

② $2\varepsilon A$

③ $3\varepsilon A$

④ $4\varepsilon A$

**정답 1번**

**간단한 해설**

포아송의 비가 0.5이면 인장방향에 수직인 각 방향의 변형률은 $-0.5\varepsilon$이다. 미소변형에서는 **단면의 두 방향 수축 효과가 더해져** 단면적이 $\varepsilon A$만큼 감소한다.

**계산 과정**

1. 가로방향 변형률: 포아송의 비 $\nu$는 인장방향 변형률에 대한 가로방향 변형률의 비에 음의 부호를 붙인 값이다. 가로방향 변형률을 $\varepsilon_t$라 하면 $\varepsilon_t = -\nu\varepsilon = -0.5\varepsilon$이다. 음의 부호는 축이 늘어날 때 단면의 가로 치수는 줄어든다는 뜻이다.

2. 단면적 변화율: 단면적에는 **서로 직교하는 두 가로방향의 변형**이 모두 반영된다. 변형 후 단면적을 $A'$라 하면 $A' = A(1+\varepsilon_t)^2$이다. 미소변형에서는 변형률의 제곱항을 무시하므로 $\frac{A'-A}{A} \approx 2\varepsilon_t = -\varepsilon$이다.

3. 변화량과 부호: 단면적의 부호를 포함한 변화량은 $\Delta A = A' - A \approx -\varepsilon A$이다. 따라서 **감소량의 크기**는 $\varepsilon A$이며, 이는 ①의 값과 일치한다. 변형률은 무차원이므로 변화량의 단위는 원래 단면적 A의 단위와 같다.

NoteBase

**문 17. 기계요소 제작 시, 측정 정밀도가 우수한 삼침법(three wire method)과 오버핀법(over pin method)의 적용 범위로 옳은 것은?**

① 삼침법: 수나사의 피치 측정, 오버핀법: 기어의 이두께 측정

② 삼침법: 수나사의 피치 측정, 오버핀법: 기어의 압력각 측정

③ 삼침법: 수나사의 유효지름 측정, 오버핀법: 기어의 이두께 측정

④ 삼침법: 수나사의 유효지름 측정, 오버핀법: 기어의 압력각 측정

**정답 3번**

**간단한 해설**

삼침법은 나사 홈에 넣은 세 침을 포함한 바깥 치수로 **수나사의 유효지름**을 구한다. 오버핀법은 기어의 이 사이에 넣은 핀을 포함한 치수로 **이두께**를 검사한다.

**대응 관계 해설**

삼침법: 지름을 알고 있는 세 침을 수나사의 양쪽 나사 홈에 두 개와 한 개씩 넣고, 침 바깥쪽 사이의 거리를 마이크로미터로 측정한다. 이 측정값에 침의 지름과 나사의 피치 등을 반영하여 **유효지름**을 구한다. 유효지름은 나사산의 두께와 골의 폭이 같아지는 가상 원통의 지름이다. 피치는 이웃한 나사산 사이의 축 방향 거리로, 삼침법에서 유효지름을 구할 때 사용하는 값이며 이 방법의 측정 대상과 구별해야 한다.

오버핀법: 외접기어의 서로 마주 보는 쪽 이 사이에 지름을 알고 있는 핀을 넣고, 두 핀의 바깥쪽 사이 치수를 측정한다. 잇수가 홀수이면 가능한 한 마주 보는 위치의 이 사이를 이용한다. 핀의 지름과 기어의 형상 조건이 주어지면 이 치수로 **이두께를 간접적으로 검사**할 수 있다. 따라서 적용 대상은 이두께이며, 압력각 자체를 측정하는 방법으로 연결하면 안 된다.

삼침법–수나사의 유효지름, 오버핀법–기어의 이두께의 대응은 ③과 일치한다.

NoteBase

**문 18. 다음과 같은 호칭번호를 갖는 구름베어링에 대한 설명으로 옳은 것은?**

N202P

① 안지름 17mm
② 초정밀급
③ 특별경하중형
④ 원통롤러형

**정답 4번**

**간단한 해설**

호칭번호의 맨 앞 **N은 원통 롤러 베어링**을 나타내는 형식기호이다. 뒤의 숫자와 문자는 치수 계열, 안지름, 정밀도 등 서로 다른 특성을 나타낸다.

**선지별 해설**

① X: 안지름 번호는 끝의 두 숫자인 '02'이며, **안지름은 15 mm**이다. 작은 안지름에 사용하는 번호 00·01·02·03은 각각 10·12·15·17 mm에 대응하므로, 17 mm를 나타내는 번호는 03이다.

② X: 이 문항에서 끝의 등급기호 **P는 정밀급**을 뜻한다. 초정밀급을 나타내는 기호는 SP이므로 두 등급을 구별해야 한다.

③ X: N 다음의 '2'는 치수 계열을 나타내며, 하중 계열의 관용적 구분으로는 **경하중형**에 해당한다. 특별경하중형으로 읽는 것은 잘못이다. 여기서 하중 계열은 베어링의 크기 계열을 구분하는 표현이며, 실제 작용하는 하중값을 뜻하지 않는다.

④ O: 맨 앞의 형식기호 **N은 원통 롤러형**을 나타낸다. 원통 모양의 롤러를 전동체로 사용하여 내륜과 외륜 사이에서 하중을 지지하는 구름베어링이다.

NoteBase

**문 19. 나무토막의 절반이 물에 잠긴 채 떠 있다. 이 나무토막에 작용하는 부력과 중력에 관한 설명으로 옳은 것은?**

① 부력에 비해 중력의 크기가 더 크다.

② 중력에 비해 부력의 크기가 더 크다.

③ 부력과 중력의 크기가 같다.

④ 알 수 없다.

**정답 3번**

**간단한 해설**

나무토막이 물에 떠서 정지해 있으므로 위쪽으로 작용하는 부력과 아래쪽으로 작용하는 중력이 **평형**을 이룬다. 잠긴 부분이 절반이어도 두 힘의 크기는 같다.

**공통 해설**

물에 떠서 정지한 나무토막에는 위쪽으로 부력, 아래쪽으로 중력이 작용한다. 정지 상태에서는 가속도가 0이므로 두 힘의 합도 0이어야 한다. 따라서 부력과 중력은 **방향이 반대이고 크기가 같다**. 중력이 더 크면 아래쪽으로, 부력이 더 크면 위쪽으로 가속되므로 정지한 평형 상태와 맞지 않는다.

나무토막의 절반이 잠겼다는 것은 물을 밀어낸 부피가 나무토막 전체 부피의 절반이라는 뜻이다. 부력은 그만큼 밀려난 물의 무게와 같으며, 떠 있는 평형 상태에서는 나무토막 전체의 무게를 지탱한다. 따라서 잠긴 비율을 부력과 중력의 크기 비율로 해석하면 안 된다. 두 힘의 구체적인 수치는 몰라도 **크기가 같다는 관계**는 알 수 있다.

NoteBase

**문 20. 웨버수(Weber number)의 정의와 표면장력의 차원으로 옳은 것은? (단, 질량 M, 길이 L, 시간 T)**

① 관성력표면장력, 표면장력=$[MT^{-2}]$

② 점성력표면장력, 표면장력=$[MT^{-2}]$

③ 관성력표면장력, 표면장력=$[MLT^{-2}]$

④ 점성력표면장력, 표면장력=$[MLT^{-2}]$

**정답 1번**

**간단한 해설**

웨버수는 **관성력과 표면장력에 의한 힘의 비**이다. 표면장력은 **단위 길이당 힘**이므로 그 차원은 $[MT^{-2}]$이다.

**구성 요소별 해설**

웨버수의 정의: 웨버수는 유체의 관성력이 표면장력에 의한 힘에 비해 얼마나 큰지를 나타내는 무차원수이다. 밀도를 ρ, 대표 속도를 v, 대표 길이를 ℓ, 표면장력을 σ라 하면 $\mathrm{We} = \frac{\rho v^2 \ell}{\sigma}$이다. 따라서 선지의 힘 비에서 분자는 **점성력이 아니라 관성력**이어야 한다. 여기서 힘 비의 분모인 표면장력은 표면장력에 의해 작용하는 힘을 뜻한다.

표면장력의 차원: 표면장력 σ는 액체 표면에서 단위 길이당 작용하는 힘으로, SI 단위는 N/m이다. 힘 F의 차원이 $[MLT^{-2}]$이므로 $[\sigma] = \frac{[F]}{[\ell]}$이다. 이를 기본 차원으로 나타내면 $\frac{[MLT^{-2}]}{[L]} = [MT^{-2}]$이 된다. 즉, **힘의 차원을 길이의 차원으로 나누어야** 하며, $[MLT^{-2}]$은 표면장력이 아니라 힘 자체의 차원이다.

따라서 관성력과 표면장력에 의한 힘의 비, 표면장력의 차원 $[MT^{-2}]$을 짝지은 ①의 조합이 성립한다.

NoteBase