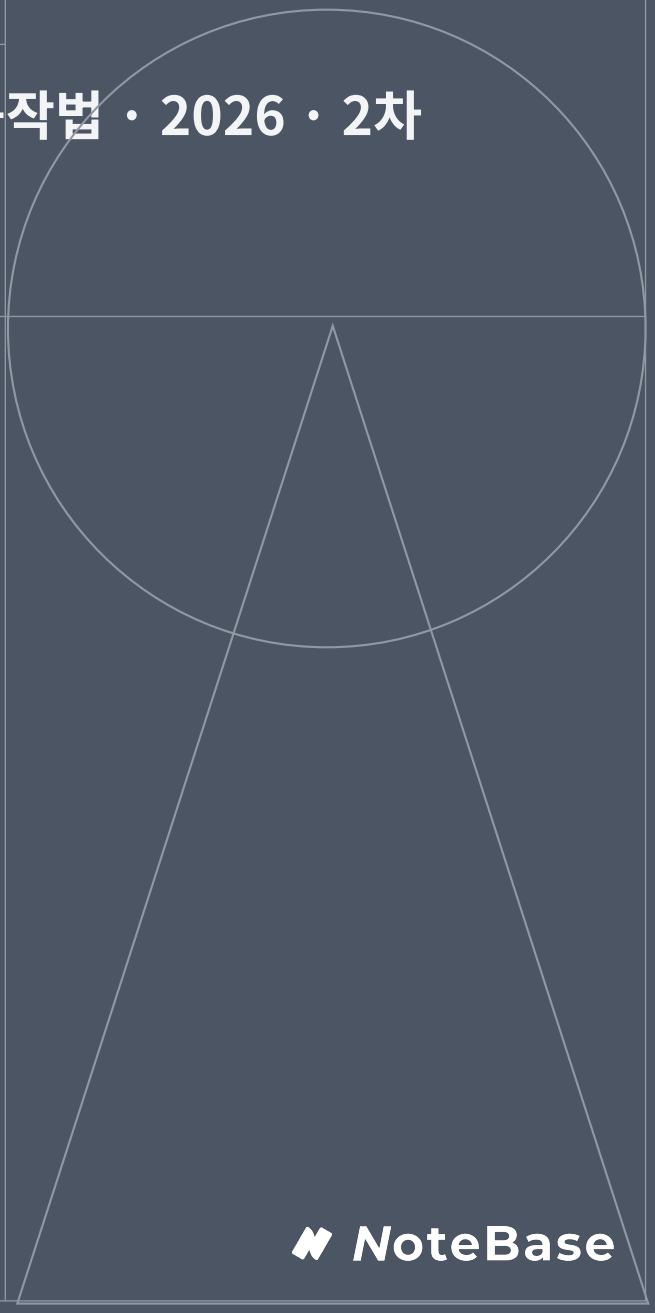
기출OX 해설집

공무원/국가직/7급 · 기계공작법 · 2026 · 2차



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/국가직/7급 · 기계공작법 · 2026 · 2차

공무원/국가직/7급 · 기계공작법 · 2026 · 2차

문 1. 기계공작법에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 가공 방법에는 소성가공, 절삭가공 등이 있다.

② 선삭, 밀링, 압출은 절삭가공 공정에 해당한다.

③ 3차원 프린팅(3D printing, 3DP)으로 금속 제품의 제조가 가능하다.

④ 원재료에 열, 외력 등을 가하여 원하는 모양으로 변형시키는 방법이다.

정답 2번

간단한 해설

압출은 재료를 금형 구멍으로 밀어 내어 원하는 단면 형상을 만드는 **소성가공**이다. 선삭·밀링처럼 재료를 칩으로 깎아 내는 절삭가공에 해당하지 않는다.

선지별 해설

① O: 소성가공은 외력을 가해 재료에 영구적인 변형을 일으키는 방법이고, 절삭가공은 공구로 불필요한 부분을 칩으로 제거하는 방법이다. 두 방법 모두 원하는 형상과 치수의 제품을 만드는 가공 방법에 포함된다.

② X: 선삭과 밀링은 공구로 재료를 깎아 칩을 발생시키는 절삭가공이다. 선삭은 주로 공작물을 회전시키고, 밀링은 회전하는 공구의 날로 재료를 깎는다. 반면 압출은 재료를 금형 구멍으로 밀어 내면서 단면 형상을 만드는 **소성가공**이므로, 세 공정을 모두 절삭가공으로 분류할 수 없다.

③ O: 3차원 프린팅은 재료를 층층이 쌓아 입체 형상을 만드는 **적층제조** 방식이다. 금속 분말을 레이저로 용융·응고시키며 적층하는 방식 등을 이용하면 금속 제품도 제조할 수 있다.

④ O: 기계공작법은 원재료를 가공하여 필요한 형상과 치수의 제품을 만드는 방법을 다룬다. 열을 가해 재료를 가공하기 쉽게 하거나 외력을 가해 변형시키는 등 **열과 힘을 이용한 가공**이 이에 포함된다.

NoteBase

문 2. 마이크로 전자 기기를 위한 실리콘 웨이퍼 반도체 산업의 주요 공정 중 하나인 단결정 성장 공정은?

① 원심주조(centrifuging)

② 다이캐스팅(die casting)

③ 진공주조(vacuum casting)

④ 결정 인상법(crystal-pulling method)

정답 4번

간단한 해설

실리콘 용융액에 종결정을 접촉시킨 뒤 서서히 끌어올리면, 종결정의 결정 방향을 따라 단결정이 성장한다. 이 원리를 이용해 웨이퍼의 재료인 단결정 잉곳을 만드는 공정이 **결정 인상법**이다.

개념 구분

결정 인상법: 대표적으로 초크랄스키(CZ)법이 있다. 도가니에서 녹인 실리콘에 작은 단결정인 종결정을 접촉시키고, 회전시키면서 서서히 끌어올린다. 용융 실리콘이 종결정과 맞닿은 부분에서 **종결정의 결정 방향을 이어받아 응고**하므로 하나의 결정으로 된 잉곳이 성장한다. 이 잉곳을 얇게 절단하여 실리콘 웨이퍼로 가공한다. 따라서 문제의 '실리콘 웨이퍼'와 '단결정 성장'은 결정 인상법을 가리키는 단서이다.

주조법과의 구분: 원심주조는 원심력, 다이캐스팅은 가압, 진공주조는 진공을 이용해 용탕을 주형에 채우는 방식이다. 이들은 주형을 이용한 형상 성형에 초점을 두며, **종결정을 끌어올려 단결정을 성장시키는** 결정 인상법과 구별된다.

NoteBase

문 3. 금속 주조 공정에서 결함을 방지하는 방법으로 옳지 않은 것은?

① 주형 내의 가스가 잘 배출되게 한다.

② 용융금속에 불순물이 포함되지 않도록 한다.

③ 제품 설계 시 모서리를 둥글게 하여 불균일한 수축을 방지한다.

④ 응고할 때에 각 부의 응력 발생에 의한 균열(crack)을 줄이기 위해 급랭한다.

정답 4번

간단한 해설

④의 '급랭'은 표면과 내부의 온도 차와 수축 차를 크게 하여 균열 위험을 높일 수 있다. 응력에 의한 균열을 줄이려면 **서서히 균일하게 냉각**하여 부위별 수축 차를 줄여야 한다.

선지별 해설

① O: 주형 안의 가스가 빠져나가지 못하고 금속 속에 갇히면 기공이 생긴다. 주형의 **통기성과 가스 배출**을 확보하면 가스가 잔류하여 생기는 결함을 줄일 수 있다.

② O: 용융금속에 섞인 슬래그나 산화물 등이 응고 후에도 남으면 **개재물 결함**이 된다. 용융금속의 불순물을 제거하고 주입 과정에서 다시 유입되지 않게 관리하면 이러한 결함을 줄일 수 있다.

③ O: 날카로운 모서리는 국부적인 냉각 차와 응력 집중을 일으키기 쉽다. 모서리를 **적절한 곡률로 둥글게** 설계하면 냉각과 수축의 불균일을 완화하고 균열 발생을 줄일 수 있다. 이는 금속 자체의 수축을 없애는 것이 아니라 부위별 수축 차로 인한 결함을 줄이는 방법이다.

④ X: 급랭하면 표면이 내부보다 먼저 냉각되어 부위별 온도와 수축량의 차이가 커질 수 있다. 각 부위가 서로의 수축을 구속하면 응력이 발생하고, 이 응력이 금속이 견딜 수 있는 수준을 넘으면 균열이 생긴다. 따라서 응력에 의한 균열을 줄이려면 급랭하는 대신 **서서히 균일하게 냉각**하여 부위별 수축 차를 줄여야 한다.

NoteBase

문 4. 소성가공에서 용적 변형(bulk deformation) 공정이 아닌 것은?

① 굽힘
② 단조
③ 압연
④ 인발

정답 1번

간단한 해설

굽힘은 판재의 두께를 크게 줄이기보다 굽힘각과 곡률을 바꾸는 **판재 성형 공정**이다. 따라서 용적 변형 공정으로 분류하지 않는다.

선지별 해설

용적 변형은 봉재·빌릿 등 덩어리 소재에 큰 소성변형을 주어 단면과 형상을 바꾸는 공정이다. 각 선지는 용적 변형 공정에 해당하는지를 기준으로 판단한다.

① X: 굽힘은 판재에 굽힘모멘트를 가하여 각도나 곡률을 바꾸는 **판재 성형 공정**이다. 굽힘부의 바깥쪽은 인장되고 안쪽은 압축되며, 두께를 크게 줄이는 것보다 판재를 원하는 형상으로 구부리는 데 목적이 있으므로 용적 변형 공정에 해당하지 않는다.

② O: 단조는 소재를 금형이나 공구 사이에서 **압축하여 형상을 바꾸는** 공정이다. 덩어리 소재가 소성유동하면서 높이·폭·단면 등이 크게 변하므로 용적 변형 공정에 속한다.

③ O: 압연은 소재를 회전하는 롤 사이로 통과시켜 **두께나 단면적을 줄이는** 공정이다. 소재가 눌리면서 길이가 늘어나는 큰 소성변형이 일어나므로 용적 변형 공정에 속한다. 압연으로 얇은 판재를 만들더라도 이러한 공정 분류는 유지된다.

④ O: 인발은 봉재나 선재를 **다이 구멍을 통해 잡아당겨 단면적을 줄이는** 공정이다. 소재가 다이에서 소성변형되어 가늘고 길어지므로 용적 변형 공정에 속한다.

NoteBase

문 5. 절삭가공과 비교하여 워터 제트(water jet) 가공의 특징으로 옳지 않은 것은?

① 열에 민감한 재료에 적합하다.

② 작업환경의 개선에 적합하지 않다.

③ 절단면의 찌그러짐이나 변형이 작다.

④ 절단 여유가 적어 고가의 재료에 유효하다.

정답 2번

간단한 해설

워터 제트 가공은 절삭유가 필요 없고 물을 이용해 분진의 비산을 줄일 수 있어 **작업환경 개선에 유리하다**.
'작업환경의 개선에 적합하지 않다'는 설명은 이러한 장점과 반대이다.

선지별 해설

① O: 워터 제트 가공은 고압의 물을 가는 노즐로 분사하여 그 운동에너지로 재료를 제거한다. 가공부에 전달되는 열이 적어 **열에 의한 재질 변화가 작으므로** 열에 민감한 재료에 적합하다.

② X: 워터 제트 가공은 절삭유를 사용하지 않으며, 물이 제거된 미세 입자를 포집하여 분진의 비산을 줄일 수 있다. 따라서 '작업환경의 개선에 적합하지 않다'는 표현은 **'작업환경의 개선에 유리하다'**로 고쳐야 한다. 특히 수중 절단은 분진 비산뿐 아니라 소음과 물 튀김을 줄이는 데도 도움이 된다.

③ O: 절삭공구로 재료를 밀어 깎는 방식과 비교하면 가공물에 작용하는 힘이 작고 열의 영향도 적다. 따라서 **기계적 힘과 열에 의한 변형이 작아** 절단면의 찌그러짐이나 변형을 줄일 수 있다.

④ O: 가는 물줄기로 절단하므로 **절단 폭이 좁아 재료 손실이 적다**. 절단을 위해 소모되는 재료의 폭, 즉 절단 여유를 작게 할 수 있으므로 고가의 재료를 효율적으로 이용하는 데 유리하다.

NoteBase

문 6. 머시닝센터에서 주축에 장착된 공구를 자동으로 교환해주는 장치는?

① APC

② ATC

③ CNC

④ Tool Magazine

정답 2번

간단한 해설

주축에 장착된 공구를 다른 공구로 자동 교환하는 장치는 **ATC(자동 공구 교환 장치)**이다. 공구를 보관하는 툴 매거진과는 역할이 다르다.

개념 구분

ATC(Automatic Tool Changer)는 머시닝센터의 주축에 장착된 공구를 빼고 다음 가공에 필요한 공구를 장착하는 자동 공구 교환 장치이다. 예를 들어 드릴 가공 후 엔드밀 가공으로 넘어갈 때, 작업자가 공구를 직접 갈아 끼우지 않아도 ATC가 공구를 교환한다.

Tool Magazine은 여러 공구를 **보관하는 공구 저장 장치**이다. 매거진에 준비된 공구와 주축의 공구를 자동으로 바꾸는 기능은 ATC가 수행하므로, 공구의 보관과 교환을 구분해야 한다.

NoteBase

문 7. 연삭 시 숫돌 가공면의 변화에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 입자 탈락(shedding)은 결합도가 연할 경우 연삭 숫돌에서 발생한다.

② 눈메움(loading)은 숫돌 표면의 기공에 절삭 칩이 메워지는 현상이다.

③ 눈무딤(glazing)은 마멸된 숫돌입자가 탈락되거나 파손되어 입자의 표면이 돌출된 상태이다.

④ 자생작용(self sharpening)은 연삭이 진행됨에 따라 무디어진 날이 새로운 날로 바뀌는 현상이다.

정답 3번

간단한 해설

눈무딤은 마멸된 숫돌입자가 제때 탈락하거나 파손되지 않아 **무딘 절삭날이 남는 현상**이다. 입자의 탈락·파손으로 새로운 날이 드러나는 것은 자생작용에 해당한다.

선지별 해설

① O: 결합도는 결합제가 숫돌입자를 붙잡는 정도이다. 연삭 조건에 비해 **결합도가 너무 연하면** 결합제가 연삭력을 견디지 못해 입자가 충분히 마멸되기 전에 떨어져 나가는 입자 탈락이 발생한다.

② O: 숫돌의 기공은 연삭 중 생긴 칩을 수용하고 배출하는 공간이다. 이 공간에 **칩이 끼어 막히는 현상**이 눈메움이며, 칩 배출이 원활하지 않아 연삭 성능이 떨어진다.

③ X: 눈무딤은 마멸된 숫돌입자가 제때 탈락하거나 파손되지 않고 남아 **절삭날이 무디어진 상태**이다. 무딘 날이 공작물을 문지르므로 연삭저항과 발열이 증가한다. 선지처럼 입자가 탈락하거나 파손되어 새로운 절삭날이 드러나는 것은 눈무딤이 아니라 자생작용이다.

④ O: 연삭으로 날이 무디어지면 입자 일부가 파손되어 새 날이 생기거나, 마멸된 입자가 떨어져 나가 안쪽의 날카로운 입자가 드러난다. 이처럼 **새로운 절삭날이 드러나 절삭능력을 회복하는 현상**을 자생작용이라고 한다.

NoteBase

문 8. 단인절삭공구의 여러 각(angle) 중 공구와 공작물의 접촉 부위에서 간섭과 마찰을 제어하는 역할을 하는 것은?

① 경사각(rake angle)

② 선단각(point angle)

③ 여유각(relief angle)

④ 절삭날각(cutting edge angle)

정답 3번

간단한 해설

여유각은 공구의 여유면과 가공된 공작물 표면 사이에 틈을 만들어 **간섭과 마찰을 줄이는 각**이다. 절삭날 뒤쪽의 공구 면이 공작물 표면을 문지르지 않도록 한다.

개념 구분

여유각(relief angle): 절삭날 뒤쪽의 여유면과 가공된 공작물 표면 사이에 확보하는 각이다. 절삭날이 재료를 깎으며 지나갈 때 **여유면이 가공면에 간섭하지 않도록** 공간을 만든다. 여유각이 부족하면 여유면이 공작물에 닿아 문질러지므로 마찰과 발열이 커진다. 문제의 '공구와 공작물의 접촉 부위에서 간섭과 마찰을 제어'한다는 역할은 여유각에 해당한다.

경사각(rake angle)과의 구분: 경사각은 칩이 흘러나가는 경사면의 기울기와 관련된 각으로, **칩의 배출과 절삭저항**에 영향을 준다. 경사각은 칩이 공구 위로 흘러나가는 조건을, 여유각은 절삭날 뒤쪽에서 공구와 가공면이 서로 간섭하지 않는 조건을 조절한다.

NoteBase

문 9. 다음은 선반에서 나사 절삭작업 시 사용되는 식이다. (가), (나)에 들어갈 용어를 바르게 연결한 것은? (단, 선반은 단식 기어열이다)

리드 스크류의 단위길이 당 산수(가)=공작물 나사의 피치(나)

A. 공작물 나사의 단위길이 당 산수

B. 공작물의 분당 회전속도(rpm)

C. 리드 스크류의 분당 회전속도(rpm)

D. 리드 스크류의 피치

① (가): A, (나): D

② (가): B, (나): C

③ (가): C, (나): B

④ (가): D, (나): A

정답 1번

간단한 해설

같은 길이 단위를 기준으로 하면 나사의 **단위길이당 산수와 피치는 서로 역수**이다. 따라서 리드 스크류의 산수를 공작물 나사의 산수로 나눈 비는 공작물 나사의 피치를 리드 스크류의 피치로 나눈 비와 같다.

빈칸별 해설

피치는 나사산의 인접한 두 대응점 사이의 축 방향 거리이고, 단위길이당 산수는 일정한 길이에 들어가는 나사산의 수이다. 같은 길이 단위를 쓰면 산수 t와 피치 p 사이에 $t = 1/p$가 성립한다. 아래에서 L은 리드 스크류, W는 공작물 나사를 뜻한다.

(가): A, 공작물 나사의 단위길이당 산수이다. 왼쪽은 리드 스크류와 공작물 나사의 산수비이므로 $\frac{t_L}{t_W} = \frac{1/p_L}{1/p_W} = \frac{p_W}{p_L}$이다. 산수와 피치가 역수이므로 **산수비와 피치비에서는 분자와 분모의 대상이 뒤바뀐다**.

(나): D, 리드 스크류의 피치이다. 오른쪽 분자는 공작물 나사의 피치이므로, 분모에는 **리드 스크류의 피치**가 들어가야 앞에서 구한 산수비와 같아진다. B와 C는 분당 회전속도이므로, 이 식의 산수비 또는 피치비를 구성하는 빈칸에 해당하지 않는다.

따라서 (가)는 A, (나)는 D로 연결되며, ①의 조합과 일치한다.

NoteBase

문 10. 가죽과 직물을 활용한 원판에 미세한 연삭입자를 사용하여 표면을 매끄럽고 광택이 나도록 마무리하는 공정은?

① 버핑(buffing)
② 래핑(lapping)
③ 쇼트 피닝(shot peening)
④ 슈퍼피니싱(super finishing)

정답 1번

간단한 해설

가죽·직물로 만든 부드러운 원판에 미세한 연삭입자를 묻혀 표면을 문지르고 광택을 내는 공정이 **버핑**이다. 단순히 표면을 매끄럽게 한다는 목적보다 **원판의 재료와 연마 방식**이 결정적인 단서이다.

개념 구분

버핑(buffing): 가죽이나 직물로 만든 유연한 원판을 회전시키면서 미세한 연삭입자로 공작물 표면을 연마한다. 표면의 미세한 요철을 줄여 매끄럽고 광택이 나게 하므로, 문제의 **가죽·직물 원판을 이용한 광택 마무리**에 해당한다.

래핑(lapping): 랩과 공작물 사이에 미세한 연마입자를 넣고 상대운동시켜 표면을 정밀하게 다듬는다. 버핑과 모두 미세한 입자를 사용하지만, 대표적인 래핑은 **주철 등의 랩과 공작물 사이**에서 연마가 이루어진다는 점으로 구별한다.

슈퍼피니싱(super finishing): 미세한 숫돌을 공작물에 가볍게 누르고 짧은 왕복 진동을 주어 표면의 미세한 요철을 제거한다. 문제의 유연한 원판 대신 **숫돌의 미세 진동**을 이용하는 방식이다.

쇼트 피닝(shot peening): 작은 입자를 표면에 충돌시켜 소성변형을 일으키고 압축 잔류응력을 형성하여 피로강도를 높이는 가공이다. 원판과 연삭입자로 광택을 내는 방식과 달리 **입자의 충격으로 표면을 강화**한다.

NoteBase

문 11. 다음 설명에 해당하는 모형은?

주물이 대칭형이거나 같은 모양의 부분이 연속하여 전체를 구성하고 있을 때, 일부분만의 모형을 만들어서 주형을 일부분씩 점차로 만들거나 일부분씩 만든 것을 합하여 주형을 제작한다.

① 분할 모형(split pattern)
② 부분 모형(section pattern)
③ 골격 모형(skeleton pattern)
④ 단체 모형(one piece pattern)

정답 2번

간단한 해설

일부분만의 모형으로 주형을 차례로 만들거나, 부분별로 만든 주형을 합치는 방식은 부분 모형이다. 주물의 대칭성이나 같은 형상의 반복을 이용하므로 전체 형상의 모형을 만들 필요가 없다.

개념 구분

부분 모형(section pattern): 주물이 대칭형이거나 같은 형상의 부분이 반복될 때, 전체 대신 **일부분의 형상만 모형으로 제작**한다. 이를 이용하여 주형을 일부분씩 차례로 만들거나, 부분별로 만든 주형을 합하여 전체 주형을 완성한다. 지문의 '일부분만의 모형'과 '일부분씩 점차로 만들거나 합하여 제작'이 이 방식에 해당한다.

분할 모형(split pattern)과의 구별: 분할 모형은 주형에서 모형을 꺼내기 쉽도록 **전체 형상의 모형을 분할면을 따라 나눈** 것이다. 부분 모형은 대칭·반복 형상을 이용하여 일부 모형으로 전체 주형을 만드는 것이므로, 모형을 나누는 목적과 전체 형상을 구현하는 방식이 다르다.

NoteBase

문 12. 압연공정에서 롤의 반경이 R, 압하량(draft)이 Δh일 때, 접촉 길이(contact length) L을 근사적으로 표현한 것은?

① $L \simeq \sqrt{R\Delta h}$

② $L \simeq R\Delta h$

③ $L \simeq R/\Delta h$

④ $L \simeq \Delta h/R$

정답 1번

간단한 해설

압하량이 롤 반경에 비해 작으면 접촉 길이는 **롤 반경과 압하량의 곱의 제곱근**으로 근사한다. 즉, $L \simeq \sqrt{R\Delta h}$ 이다.

공통 해설

압하량 Δh는 압연 전후의 소재 두께 차이이다. 반경이 같은 두 롤을 사용하는 평압연에서 롤의 탄성변형을 무시하면, 한쪽 롤의 접촉 시작점과 끝점 사이의 높이 차이는 $\Delta h/2$이다. 접촉 구간을 압연 방향으로 투영한 길이를 L이라 하면, 롤의 원형 형상과 피타고라스 정리로 $L^2 = R\Delta h - \frac{(\Delta h)^2}{4}$를 얻는다.

압하량이 롤 반경에 비해 충분히 작으면 제곱항을 무시할 수 있으므로 $L^2 \simeq R\Delta h$, 즉 $L \simeq \sqrt{R\Delta h}$로 근사한다. 이때 접촉각도 작아 접촉 원호의 길이와 투영 길이를 거의 같게 취급할 수 있다.

단위로도 구별할 수 있다. R과 Δh는 모두 길이이므로, 그 곱 $R\Delta h$는 면적의 단위를 갖고 제곱근을 취해야 길이가 된다. 두 길이의 비인 $R/\Delta h$와 $\Delta h/R$는 무차원이므로 접촉 길이를 나타내지 못한다.

NoteBase

문 13. 강의 열처리에 대한 설명으로 옳은 것은?

① 풀림(annealing)은 강을 일정 온도로 가열하여 급랭시키는 작업이다.

② 담금질한 강을 뜨임(tempering)처리 하면 내부응력이 제거되고 인성이 감소한다.

③ 담금질(quenching)은 경도를 높이기 위하여 시행하며, 냉각속도가 느릴수록 담금질 효과가 크다.

④ 불림(normalizing)을 시행하면 결정구조가 균일해지고 주조된 재료 내부에 생긴 내부응력이 제거될 수 있다.

정답 4번

간단한 해설

불림은 강을 가열한 뒤 **공기 중에서 냉각**하여 결정립을 미세하게 하고 조직을 균일하게 하는 열처리이다. 이 과정에서 주조 때 생긴 **내부응력도 완화·제거될 수 있다**.

선지별 해설

① X: 풀림은 강을 적절한 온도로 가열·유지한 뒤 **서서히 냉각**하는 열처리이다. 보통 노 안에서 천천히 식혀 경도를 낮추고 연성을 높이며 내부응력을 줄인다. 따라서 '급랭시키는 작업'을 '서서히 냉각시키는 작업'으로 고쳐야 한다.

② X: 뜨임은 담금질한 강을 변태점보다 낮은 온도로 다시 가열하여 담금질로 생긴 내부응력과 취성을 줄이는 열처리이다. 일반적으로 경도는 다소 낮아지지만 충격을 받아도 쉽게 파괴되지 않는 성질인 **인성은 증가**한다. 따라서 '인성이 감소한다'를 '인성이 증가한다'로 고쳐야 한다.

③ X: 담금질은 강을 오스테나이트 상태로 가열한 뒤 빠르게 냉각하여 단단한 마르텐사이트 조직을 얻는 열처리이다. 경화에 필요한 **임계냉각속도 이상으로 충분히 빠르게 냉각**해야 하며, 너무 느리게 식히면 펄라이트 등의 조직으로 변태하여 담금질 효과가 떨어진다. 따라서 '냉각속도가 느릴수록'이라는 설명은 잘못되었다.

④ O: 불림은 강을 변태점 이상으로 가열하여 유지한 뒤 공기 중에서 냉각하는 열처리이다. 주조로 거칠고 불균일해진 조직을 **미세하고 균일한 조직**으로 바꾸며, 가열 과정에서 주조 때 생긴 잔류 내부응력도 완화·제거될 수 있다.

NoteBase

문 14. 판재 성형의 한 종류인 전단가공에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 펀치 속도를 증가시키면 전단면 품질이 개선된다.

② 무딘 날의 공구를 사용하면 버(burr)가 발생하기 쉽다.

③ 다이 간극이 증가하면 변형 영역은 증가하고, 전단면 표면이 거칠어진다.

④ 파단면에 대한 광택면의 면적비는 판재의 연성이 높고 두께가 두꺼울수록 감소한다.

정답 4번

간단한 해설

④의 '연성이 높을수록 감소한다'는 부분이 잘못되었다. 파단면에 대한 광택면의 면적비는 **연성이 높을수록 증가**하고, 판재의 두께가 두꺼울수록 감소한다.

선지별 해설

① O: 펀치 속도가 증가하면 소성변형으로 발생한 열이 좁은 영역에 집중되어 전단 변형 영역이 좁아진다. 이에 따라 **절단면이 더 매끄러워지고 버 발생이 줄어** 전단면 품질이 개선된다.

② O: 버는 절단 가장자리에 남는 얇은 돌출부이다. 공구 날이 무디면 재료를 날카롭게 절단하지 못하고 가장자리 재료를 눌러 변형시키거나 끌어당기므로 **버가 발생하기 쉽다**.

③ O: 다이 간극은 펀치와 다이 사이의 틈이다. 간극이 커지면 판재가 그 틈으로 끌려 들어가면서 **더 넓은 영역에서 변형**되므로, 변형 영역이 커지고 절단면도 거칠어진다.

④ X: 광택면은 전단 과정에서 절단면이 펀치나 다이의 벽과 접촉하며 문질러져 매끄럽게 형성된 부분이고, 파단면은 균열이 진행하여 분리된 거친 부분이다. 연성이 높은 판재는 파단되기 전까지 소성변형을 더 많이 할 수 있어, 파단면에 대한 광택면의 면적비가 **연성이 높을수록 증가**한다. 반면 판재 두께가 두꺼워질수록 이 면적비는 감소한다. 따라서 두께에 관한 설명은 맞지만, 연성에 관한 '감소한다'는 '증가한다'로 고쳐야 한다.

NoteBase

문 15. 다음 CNC 선반 공작기계 프로그램에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

```
N001 G21
N002 G54 G18 G40 G90
N003 G00 X20. Z2.
N004 G96 S300 M04
N005 T07
N006 G99 G01 Z-90. F0.2
N007 G00 X60.
```

① 가공 공구 번호는 07이다.

② 스핀들은 300 rpm으로 정회전한다.

③ Z축 방향으로만 절삭가공이 이루어진다.

④ 이송 속도의 가공 단위는 mm/rev이다.

정답 2번

간단한 해설

②의 S300은 G96에 따라 회전속도 300 rpm이 아니라 **절삭속도 300 m/min**을 지정한다. 또한 M04는 정회전이 아니라 **역회전** 지령이다.

선지별 해설

① O: N005의 T07에서 T는 사용할 공구를 지정하는 기능이며, 이 프로그램이 지정한 가공 공구 번호는 07이다.

② X: N004의 G96은 공작물의 가공 지름에 맞추어 주축 회전속도를 조절하는 일정 절삭속도 제어 지령이다. G21로 미터계 단위를 지정했으므로 S300은 **절삭속도 300 m/min**을 뜻하며, 주축 회전속도 300 rpm을 뜻하지 않는다. 또한 M04는 **주축 역회전** 지령이고, 정회전 지령은 M03이다. 따라서 이 블록은 절삭속도를 300 m/min으로 유지하도록 주축을 역회전시키라는 의미이다.

③ O: 절삭이송을 지시하는 블록은 N006의 G01 Z-90. F0.2이다. 이 블록에는 Z축 위치만 지정되어 있으므로 앞서 설정된 X20.을 유지한 채 Z2.에서 Z-90.까지 **Z축 방향으로만 절삭이송**한다. N003의 X·Z축 이동과 N007의 X축 이동은 G00에 의한 급속이송으로, 절삭이송과 구별된다.

④ O: N001의 G21은 길이 단위를 mm로 지정하고, N006의 G99는 이송량을 **주축 1회전당 이동거리**로 지정한다. 따라서 F값의 단위는 mm/rev이며, F0.2는 주축이 한 바퀴 회전할 때 공구가 0.2 mm 이송된다는 뜻이다.

NoteBase

문 16. 액체 호닝(liquid honing)에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 연마재와 가공액을 혼합하여 사용한다.

② 다듬면은 분사각이 클수록 거칠어진다.

③ 공기압력은 보통 80☒100 kgf/cm^2 정도이다.

④ 공작물 표면에 분사시켜 피닝 효과(peening effect)를 얻을 수 있다.

정답 3번

간단한 해설

액체 호닝의 분사용 공기압력은 보통 **수 kgf/cm^2 수준**이다. '80☒100 kgf/cm^2'는 일반적인 공기압력보다 지나치게 큰 값이다.

선지별 해설

① O: 미세한 연마재를 물 등의 가공액에 섞은 **혼합액**을 압축공기로 공작물에 분사한다. 액체가 연마재를 운반하고, 연마재가 표면에 충돌하면서 다듬질한다.

② O: 분사각은 공작물 표면과 분사 방향이 이루는 각이다. 다른 조건이 같을 때 분사각이 커져 **수직에 가까워질수록** 표면을 때리는 수직 방향의 충격이 커지므로, 다듬면이 거칠어지는 경향이 있다.

③ X: 분사용 압축공기의 압력은 보통 **수 kgf/cm^2 수준**을 사용한다. 연마재 혼합액을 가속하여 분사하는 데 필요한 공기압력이며, 선지의 '80☒100 kgf/cm^2'는 일반적인 사용 압력보다 지나치게 크다.

④ O: 분사된 입자가 금속 표면을 반복해서 두드리면 표면층에 소성변형이 일어나 **압축 잔류응력**을 형성하는 피닝 효과를 얻을 수 있다. 특히 구형 입자를 사용하는 경우 이러한 효과를 활용하여 피로강도를 높일 수 있다.

NoteBase

문 17. 반도체 제조에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 리소그래피(lithography)는 기하학적 패턴을 옮기는 공정이다.

② 웨이퍼(wafer) 제작 공정에는 화학기계적 연마(chemical mechanical polishing) 공정이 있다.

③ 식각 공정 중 하나인 건식 식각(dry etching)의 경우 이방성(anisotropic) 형상이 만들어질 수 있다.

④ 습식산화(wet oxidation)는 산소가 많은 분위기에서 기판 온도를 일반적으로 약 750 ~ 1,100 °C로 올려서 산화시키는 공정이다.

정답 4번

간단한 해설

④의 '산소가 많은 분위기'는 습식산화를 구분하는 설명이 아니다. 습식산화는 **수증기를 산화제로 사용**하며, 건조한 산소를 사용하는 방식은 건식산화이다.

선지별 해설

① O: 리소그래피는 원하는 **기하학적 패턴을 기판 위에 전사**하는 공정이다. 광리소그래피에서는 감광막에 빛을 조사하고 현상하여 패턴을 만든 뒤, 이를 이용해 필요한 영역을 선택적으로 가공한다.

② O: 웨이퍼 제작에는 **화학적 작용과 기계적 연마를 결합**한 화학기계적 연마(CMP)가 사용된다. 웨이퍼 표면의 미세한 요철을 제거하여 평탄하고 매끄러운 경면을 얻는 공정이다.

③ O: 이방성 식각은 방향에 따라 식각 속도가 다른 식각이다. 건식 식각 중 반응성 이온 식각 등에서는 이온의 방향성을 이용하여 **기판에 수직인 방향으로 식각을 진행**하고 옆 방향의 식각을 억제할 수 있다. 따라서 이방성 형상을 만들 수 있지만, 모든 건식 식각이 이방성인 것은 아니다.

④ X: 습식산화는 고온에서 **수증기를 산화제로 사용**하여 실리콘 표면에 이산화규소막을 성장시키는 공정이다. '산소가 많은 분위기'는 '수증기를 포함한 분위기'로 고쳐야 한다. 건식산화는 건조한 산소를 산화제로 사용하므로, 두 방식의 구분 기준은 제시된 약 750~1,100 °C라는 가열 온도가 아니라 산화제의 종류이다.

NoteBase

문 18. 절삭가공에서 직교절삭의 역학적인 관계를 나타내는 Merchant 모델의 힘 성분이 아닌 것은?

① 압하력(roll force)

② 배분력(thrust force)

③ 전단력(shear force)

④ 절삭력(cutting force)

정답 1번

간단한 해설

압하력은 **압연에서 롤이 소재를 눌러 두께를 줄일 때의 힘**이다. 머천트 모델은 직교절삭에서 칩이 형성될 때의 힘 관계를 다루므로 압하력을 힘 성분으로 포함하지 않는다.

선지별 해설

① X: 압하력은 **압연 공정에서 소재를 압축하는 힘**으로, 직교절삭의 머천트 모델에 포함되지 않는다. 롤로 소재의 두께를 줄이는 압연과 공구로 칩을 제거하는 절삭을 구별해야 한다.

② O: 배분력은 공구에 작용하는 절삭 합력을 분해했을 때 **절삭속도 방향에 수직인 성분**이다. 절삭속도 방향의 절삭력과 함께 직교절삭의 합력을 이루므로 머천트 모델에서 다룬다.

③ O: 전단력은 **전단면에 평행하게 작용**하여 소재를 전단 변형시키고 칩을 형성하는 힘이다. 머천트 모델에서는 전단면을 기준으로 합력을 전단력과 전단면에 수직인 힘으로 분해한다.

④ O: 여기서 절삭력은 **절삭속도 방향의 힘 성분**으로, 주분력이라고도 한다. 배분력과 서로 수직이며, 절삭동력과 직접 관련되는 성분이다.

NoteBase

문 19. 용해로의 종류와 특징에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 도가니로는 직접적으로 전달되는 열에 의하여 금속을 용해하므로 열효율이 높다.

② 용선로는 주철 용해에 주로 사용되며, 용량은 단위 시간당 용해할 수 있는 능력을 톤(ton)으로 표시한다.

③ 전기로는 온도를 정밀하게 제어할 수 있으나, 불순물의 혼입 가능성이 있으므로 전극봉 선택에 주의해야 한다.

④ 반사로는 연소실에서 발생한 불꽃이 천장을 가열시키고, 이 반사열이 금속을 용해시키며, 대형 주물을 만들 때 사용할 수 있다.

정답 1번

간단한 해설

도가니로는 금속을 담은 도가니를 외부에서 가열하므로, 열이 **도가니 벽을 거쳐 간접적으로 전달**된다. 일반적인 연료식 도가니로는 이 과정의 열손실 때문에 열효율이 낮다.

선지별 해설

① X: 도가니로는 내화성 용기인 도가니 안에 금속을 넣고, 도가니 바깥에서 열을 가해 용해한다. 열이 **도가니 벽을 거쳐 금속에 전달**되므로 직접 가열이 아니라 간접 가열이다. 일반적인 연료식 도가니로는 도가니와 노체를 가열하는 데에도 열이 소비되고 배기가스로 열이 빠져나가므로, '직접적으로 전달되는 열에 의하여 용해하므로 열효율이 높다'는 설명을 '간접적으로 가열하며 열효율이 낮다'로 고쳐야 한다.

② O: 용선로는 코크스를 연료로 사용하여 주철을 용해하는 데 주로 쓰인다. 연속적으로 장입하고 용해하므로, 용량은 한 번에 담는 금속의 양보다 **단위 시간당 용해량**을 기준으로 나타낸다. 예를 들어 1시간에 5톤을 용해하는 능력은 5 t/h이며, 용선로의 톤수는 이러한 시간당 용해능력을 뜻한다.

③ O: 전기로는 공급 전력을 조절하여 가열량을 바꿀 수 있어 온도를 정밀하게 제어하기 쉽다. 다만 전극봉을 사용하는 **아크로에서는 전극 성분이 용탕에 혼입**될 수 있다. 예를 들어 흑연 전극에서 유래한 탄소가 용탕의 탄소 함량에 영향을 줄 수 있으므로, 요구되는 금속 성분에 맞게 전극의 재질과 품질을 선택해야 한다. 전극봉에 관한 주의사항은 전기로 중 아크로에 해당한다.

④ O: 반사로는 연소실에서 발생한 불꽃과 고온 가스가 천장과 노내를 가열하고, 가열된 천장 등의 **복사열**을 이용하여 노상에 놓인 금속을 용해한다. 도가니에 금속을 담는 방식과 달리 넓은 노상에 많은 양을 장입할 수 있어, 대형 주물에 필요한 용탕을 마련하는 데 사용할 수 있다.

NoteBase

문 20. 절삭공구 재료의 특성에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 초경합금은 탄성계수가 높고, 열팽창계수가 낮다.

② 다이아몬드 공구는 강철이나 주철 같은 철계 재료의 가공에 주로 권장된다.

③ 고속도강은 600°C 정도의 고온에 달하여도 절삭할 수 있으나, 적합한 열처리 과정이 필요하다.

④ 세라믹 공구는 뛰어난 내마모성을 가지고 있으나 인성이 작아 치핑이 생기지 않도록 하여야 한다.

정답 2번

간단한 해설

다이아몬드는 매우 단단하지만, 절삭 중 고온에서 **철과의 화학적 친화성** 때문에 마모가 빨라진다. 따라서 철계 재료보다 **알루미늄 합금 등 비철계 재료**의 가공에 주로 사용한다.

선지별 해설

① O: 초경합금은 일반적인 강재보다 **탄성계수가 높고 열팽창계수가 낮다**. 탄성계수가 높으면 같은 응력을 받아도 탄성변형이 작고, 열팽창계수가 낮으면 온도 상승에 따른 치수 변화가 작아 절삭날의 위치와 형상을 유지하는 데 유리하다.

② X: 다이아몬드는 탄소로 이루어져 있어 고온에서 철에 탄소가 용해·확산되기 쉬우므로, 강철이나 주철을 절삭하면 공구의 마모가 빨라진다. 따라서 '철계 재료의 가공에 주로 권장된다'는 설명은 **알루미늄 합금 등 비철계 재료의 가공에 주로 권장된다**로 고쳐야 한다. 높은 경도만으로 가공 적합성이 결정되는 것은 아니며, 공작물과의 화학적 안정성도 고려해야 한다.

③ O: 고속도강은 적절한 열처리를 거치면 **약 600°C에서도 절삭에 필요한 경도를 유지**하는 고온 경도 특성을 갖는다. 담금질과 뜨임을 통해 필요한 경도와 조직을 확보해야 하므로, 합금 성분만 갖추었다고 바로 충분한 절삭 성능을 내는 것은 아니다.

④ O: 세라믹 공구는 내마모성이 우수하지만 **인성, 즉 깨짐에 저항하는 능력이 작다**. 따라서 절삭날에 충격이나 진동이 작용하면 날 끝이 작게 떨어져 나가는 치핑이 발생하기 쉬우므로, 공구와 공작물을 안정적으로 고정하고 급격한 절삭력 변화를 줄여야 한다.

NoteBase

문 21. 소결공정에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 주요 변수로는 온도, 시간, 소결로의 분위기 등이 있다.

② 금속 입자들이 충분한 강도로 결합할 수 있도록 융점보다 높은 온도로 가열한다.

③ 온도가 증가함에 따라 인접한 두 개의 분말입자는 고상결합에 의해 결합한다.

④ 대부분의 소결공정에서 사용되는 연속소결로는 연소챔버, 고온챔버, 냉각챔버로 이루어져 있다.

정답 2번

간단한 해설

소결은 일반적으로 **금속의 융점보다 낮은 온도**에서 분말 입자를 결합하는 공정이다. 입자를 모두 녹이는 대신, 원자의 확산으로 입자 사이의 결합을 성장시킨다.

선지별 해설

① O: 온도는 원자의 확산 속도에, 시간은 입자 사이의 결합이 진행되는 정도에 영향을 준다. 소결로의 분위기는 **산화 방지와 표면 산화물의 환원** 등에 영향을 주므로 온도·시간과 함께 관리해야 하는 주요 변수이다.

② X: 일반적인 고상소결에서는 금속 입자를 **융점보다 낮은 온도**로 가열하여 결합시킨다. 입자 전체를 녹이지 않고도 원자가 확산하여 접촉부의 결합이 성장하므로, '융점보다 높은 온도'라는 설명이 잘못되었다. 다만 혼합분말의 액상소결에서는 일부 저융점 성분이 녹을 수 있으며, 이는 금속 전체를 용융시키는 것과 구별된다.

③ O: 고상소결에서는 가열에 따라 원자의 이동이 활발해져 인접한 입자의 접촉부에 **목이 형성되고 성장**한다. 이처럼 입자가 고체 상태를 유지하면서 확산에 의해 결합하므로 고상결합이라고 한다.

④ O: 연속소결로의 기본 구성은 연소챔버, 고온챔버, 냉각챔버로 구분한다. 연소챔버는 성형체를 서서히 가열하여 **윤활제·결합제 등을 제거**하고, 고온챔버는 소결온도에서 입자 사이의 결합을 진행시킨다. 냉각챔버는 소결체를 제어된 분위기에서 냉각하여 재산화 등을 억제한다.

NoteBase

문 22. 길이 150 mm, 직경 10 mm인 공작물을 선반에서 선삭하여 직경 6 mm로 줄이려고 한다. 공작물의 회전수는 300 rpm이고 공구는 축방향으로 150 mm/min만큼 이동할 때, 절삭 시간[min]은?

① 0.25

② 0.5

③ 0.75

④ 1.0

정답 4번

간단한 해설

절삭 시간은 **축방향 이동 거리를 축방향 이송속도로 나눈 값**이다. 150 mm를 150 mm/min으로 이동하므로 필요한 시간은 1.0 min이다.

계산 과정

이동 거리와 속도: 공작물 길이 전체를 선삭하므로 축방향 이동 거리 L은 150 mm이다. 축방향 이송속도 v는 150 mm/min으로, **1분 동안 공구가 축방향으로 150 mm 이동한다**는 뜻이다. 이미 분당 이동 거리가 주어졌으므로 회전수 300 rpm을 다시 곱하지 않는다.

시간 계산: 일정한 이송속도로 가공할 때 절삭 시간은 이동 거리를 이송속도로 나누어 구한다. 따라서 $t = \frac{L}{v} = \frac{150}{150} = 1.0\text{min}$이다. 거리의 단위 mm를 속도의 단위 mm/min으로 나누므로 시간 단위는 min이 된다.

조건의 구분과 결과: 직경 10 mm를 6 mm로 줄인다는 조건은 지름 방향의 가공량을 나타낸다. 주어진 축방향 이동 거리와 이송속도로 시간을 구할 때는 이 직경 차이를 이동 거리로 사용하지 않는다. 계산된 절삭 시간은 1.0 min으로, ④의 1.0에 해당한다.

NoteBase

문 23. 다음 설명에 해당하는 기계재료의 가공성은?

◯ 단단한 재료와 연한 재료의 가공 난이의 차이
◯ 가공된 재료의 양과 소요된 에너지의 비율로 표시

① 가융성
② 이방성
③ 절삭성
④ 접합성

정답 3번

간단한 해설

공구로 재료를 깎아 내기 쉬운 정도를 **절삭성**이라 한다. 가공량과 소요 에너지의 비율은 재료를 얼마나 적은 에너지로 깎아 낼 수 있는지를 나타내는 기준이다.

개념 구분

절삭성: 절삭공구로 재료를 제거하여 원하는 형상으로 가공하기 쉬운 정도이다. 지문의 '단단한 재료와 연한 재료의 가공 난이의 차이'는 재료의 특성에 따라 **깎아 내기 쉬운 정도가 달라진다**는 뜻으로, 절삭성을 설명한다.

가공량과 소요 에너지: 같은 절삭 조건에서 같은 양을 깎는 데 에너지가 적게 들거나, 같은 에너지로 더 많은 양을 깎을 수 있다면 에너지 측면에서 절삭성이 좋다고 평가할 수 있다. 따라서 지문의 비율은 **재료 제거에 드는 에너지와 가공량의 관계**를 나타낸다.

다른 특성과의 구분: 가융성은 열을 가했을 때 녹기 쉬운 성질, 이방성은 방향에 따라 재료의 성질이 달라지는 특성, 접합성은 다른 재료와 접합하기 쉬운 정도이다. 이들은 지문에서 말하는 절삭에 의한 재료 제거의 용이성과 구별된다.

NoteBase

문 24. 산소 아세틸렌 용접(oxyacetylene welding, OAW)에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 중성염(neutral flame)은 산소와 아세틸렌의 비율이 1:1일 때 얻을 수 있다.

② 연료가스인 아세틸렌가스와 산소가 혼합하여 연소되면서 발생하는 열원을 이용한다.

③ 완전연소하기에 충분한 산소가 공급되지 못하는 경우 탄화염(carburizing flame)이 발생한다.

④ $2C_2H_2 + 5O_2 \rightarrow 4CO_2 + 2H_2O$의 화학반응 결과 나타난 산화염(oxidizing flame)은 금속 표면에 산화물 성분을 만든다.

정답 4번

간단한 해설

④의 반응식은 아세틸렌의 **완전연소 전체 반응**을 나타낸다. 산화염은 토치에서 산소를 중성염보다 과잉 공급할 때 생기므로, 이 반응식 자체를 산화염의 생성 조건으로 볼 수 없다.

선지별 해설

① O: 중성염은 토치에 공급하는 산소와 아세틸렌의 **부피비가 약 1:1**일 때 얻어진다. 여기서 1:1은 토치의 혼합비이며, 완전연소에 필요한 전체 산소량의 비율은 아니다. 화염 바깥쪽에서는 공기 중 산소가 추가로 참여하여 연소가 완결된다.

② O: 산소 아세틸렌 용접은 아세틸렌을 연료가스로 사용하고 산소를 공급하여, 두 기체의 **연소열로 모재를 녹여** 접합하는 가스 용접이다.

③ O: 산소 공급이 중성염 조건보다 부족하면 아세틸렌이 상대적으로 과잉인 탄화염이 된다. 아세틸렌이 충분히 연소하지 못해 남은 탄소 성분이 용융 금속에 들어갈 수 있으므로 **탄소를 증가시키는 작용**을 한다.

④ X: $2C_2H_2 + 5O_2 \rightarrow 4CO_2 + 2H_2O$는 아세틸렌이 이산화탄소와 수증기로 완전연소하는 전체 반응식이다. 중성염에서도 토치에서 공급한 산소와 공기 중 산소가 함께 참여하여 이 전체 반응이 이루어지므로, 식만으로 산화염이라고 할 수 없다. 산화염의 생성 조건은 **토치의 산소 공급량이 중성염 조건보다 과잉**인 것이다. 산화염이 금속 표면에 산화물을 형성한다는 설명 자체는 맞지만, 이를 주어진 완전연소 반응식의 결과로 특정한 부분이 잘못되었다.

NoteBase

문 25. 브로칭(broaching)에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 풀브로칭 작업은 구멍을 곧게 만든다.

② 브로칭 머신의 용량은 최대견인력과 행정길이로 표시된다.

③ 브로치의 1회 행정으로 제거되는 소재의 총 깊이는 각 절삭날에 대한 절삭 깊이들의 평균과 같다.

④ 브로칭 작업은 불규칙한 형상의 구멍, 평면 같은 공작물의 내면과 외면 형상 가공에 사용된다.

정답 3번

간단한 해설

③의 '평균'은 **합**으로 고쳐야 한다. 브로칭에서는 뒤쪽 절삭날이 앞쪽 절삭날보다 더 깊이 깎으므로, 1회 행정의 총 제거 깊이는 각 절삭날이 추가로 제거한 깊이를 모두 더한 값이다.

선지별 해설

① O: 풀브로칭은 브로치를 공작물의 구멍을 통해 잡아당겨 절삭하는 방식이다. 브로치에 **인장력이 작용**하여 휨이 억제되고, 당기는 방향으로 구멍을 곧게 가공하는 효과가 있다.

② O: 브로칭 머신의 용량은 **최대견인력과 행정길이**로 나타낸다. 최대견인력은 절삭저항을 이겨 내며 브로치를 당길 수 있는 힘이고, 행정길이는 한 번에 이동할 수 있는 거리이다. 따라서 가공에 필요한 힘과 브로치의 이동거리를 모두 만족하는 기계를 사용해야 한다.

③ X: 브로치의 절삭날은 진행 순서에 따라 높이가 점차 커지며, 뒤따르는 날은 앞선 날이 깎은 면에서 소재를 추가로 제거한다. 따라서 1회 행정으로 제거되는 총 깊이는 각 절삭날에 대한 절삭 깊이들의 **평균이 아니라 합**이다. 예를 들어 세 날이 같은 면에서 각각 0.02 mm씩 추가로 깎는다면 총 제거 깊이는 0.02 + 0.02 + 0.02 = 0.06 mm이다.

④ O: 브로칭은 절삭날의 윤곽에 맞추어 공작물의 **내면과 외면 형상**을 가공한다. 내면 가공으로는 불규칙한 단면의 구멍이나 스플라인 구멍을, 외면 가공으로는 평면이나 홈 등을 만들 수 있다.

NoteBase