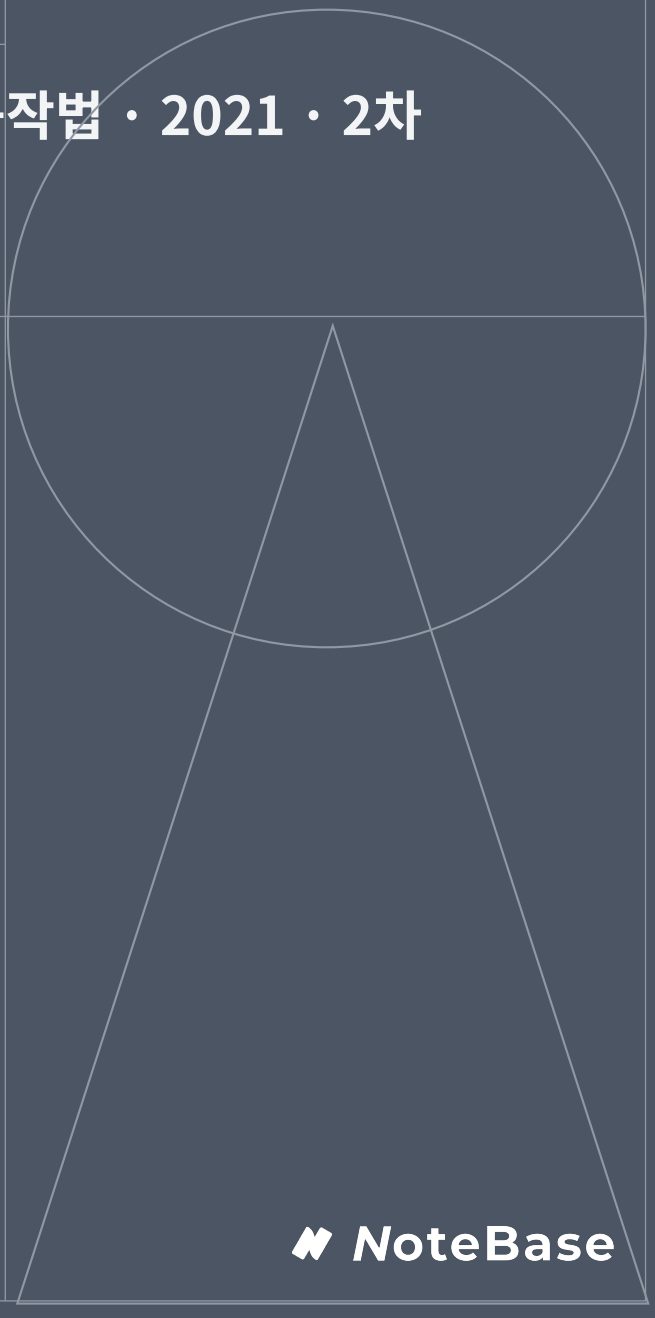
기출OX 해설집

공무원/국가직/7급 · 기계공작법 · 2021 · 2차



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/국가직/7급 · 기계공작법 · 2021 · 2차

공무원/국가직/7급 · 기계공작법 · 2021 · 2차

문 1. 판재성형공정 중 전단(shearing) 가공이 아닌 것은?

① 디프드로잉(deep drawing)

② 블랭킹(blanking)

③ 랜싱(lancing)

④ 트리밍(trimming)

정답 1번

출제 포인트

판재성형공정(sheet metal forming)을 전단가공(shearing)과 성형가공(forming)으로 구분할 수 있는지를 묻는다. 전단가공은 펀치와 다이 사이의 전단력으로 판재의 일부를 분리·절단하는 공정이고, 성형가공은 판재를 절단하지 않고 소성변형시켜 형상을 만드는 공정이다.

핵심 개념

전단가공은 재료를 원하는 형상으로 잘라내거나 구멍을 뚫는 공정으로 블랭킹, 펀칭, 트리밍, 랜싱, 노칭, 셰이빙 등이 있다. 반면 디프드로잉은 평판을 펀치로 눌러 컵이나 용기 형태로 소성변형시키는 성형가공으로, 재료의 절단이 일어나지 않고 두께와 형상이 변화한다는 점에서 전단가공과 근본적으로 다르다.

선지별 해설

① 디프드로잉(deep drawing) → 판재를 펀치로 다이 속으로 밀어 넣어 컵 형태의 용기로 성형하는 공정으로, 재료를 자르지 않고 소성유동시켜 형상을 만드는 성형가공이다. 전단가공이 아니므로 이 문항의 정답이다.
② 블랭킹(blanking) → 펀치와 다이로 판재에서 필요한 외형의 소재(블랭크)를 잘라내는 대표적인 전단가공이다. 전단가공에 해당하므로 정답이 아니다.
③ 랜싱(lancing) → 판재의 일부를 완전히 분리하지 않고 절개하여 옆으로 젖히거나 구부릴 수 있게 하는 전단가공의 한 종류이다. 전단가공에 해당하므로 정답이 아니다.
④ 트리밍(trimming) → 드로잉이나 성형 후 제품 가장자리에 남은 여분의 재료(플랜지)를 잘라내어 다듬는 전단가공이다. 전단가공에 해당하므로 정답이 아니다.

NoteBase

오답 포인트

디프드로잉을 블랭킹이나 트리밍과 같은 절단 공정으로 혼동하지 않아야 한다. 이름에 '가공'이라는 공통점만 보고 전단가공으로 분류하면 안 되며, 재료가 잘려서 분리되는지(전단가공) 아니면 두께와 형상만 변하며 이어져 있는지(성형가공)를 기준으로 구분해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

판재성형공정 관련 문제는 먼저 보기에 나온 용어들을 '절단계(전단가공)'와 '변형계(성형가공)'로 분류하는 것부터 시작한다. 블랭킹·펀칭·트리밍·랜싱·노칭·셰이빙은 전단가공,
드로잉·디프드로잉·벤딩·스트레칭·스피닝·엠보싱은 성형가공으로 분류하면 대부분의 유사 문제에 그대로 적용할 수 있다.

암기 포인트

전단가공: 블랭킹·펀칭·트리밍·랜싱·노칭·셰이빙(재료를 자른다). 성형가공:
드로잉·디프드로잉·벤딩·스피닝·엠보싱(재료를 구부리거나 늘린다, 자르지 않는다).

NoteBase

문 2. 제관법 중 이음매 없는 제품을 제작하기에 적당하지 않은 가공 방법은?

① 진원심주조(true centrifugal casting)

② 만네스만(mannesmann)압연

③ 맨드렐(mandrel)을 이용한 압출

④ 냉간롤성형(cold roll forming)

정답 4번

출제 포인트

제관법(관을 만드는 가공법) 중에서 이음매(용접선) 없이 관을 만드는 방법과, 판재를 말아 붙여 이음매(용접선)가 생기는 방법을 구분할 수 있는지를 묻는다. 이음매 없는 관은 속이 빈 소재나 중실 소재를 회전·압출·압연으로 늘여서 관 형상을 만들기 때문에 용접이 필요 없고, 이음매 있는 관은 평판을 롤로 둥글게 말아 겹친 부분을 용접해서 붙인다.

핵심 개념

진원심주조는 회전하는 원통형 주형에 용탕을 부어 원심력으로 관 형태를 그대로 주조하는 방법이라 이음매가 생기지 않는다. 만네스만 압연(천공 압연)은 원형 봉재를 경사진 롤 사이에 물려 회전시키면서 중심부에 인장응력을 발생시켜 구멍을 뚫는 방식으로, 이음매 없는 강관 제조의 대표적인 방법이다. 맨드렐을 이용한 압출은 속이 빈 빌릿이나 맨드렐을 심봉으로 사용해 다이를 통과시키며 관을 뽑아내는 방법으로 역시 이음매가 없다. 반면 냉간롤성형은 얇은 판재(스트립)를 여러 단의 롤을 통과시키며 점차 둥글게 말아 관 단면을 만든 뒤 맞닿은 모서리를 용접하여 완성하는 방법으로, 판을 말아 붙이는 구조상 이음매(용접선)가 반드시 생긴다.

선지별 해설

① 진원심주조(true centrifugal casting) — 회전 주형에 용탕을 부어 원심력으로 관을 그대로 주조하므로 이음매가 생기지 않는다. 이음매 없는 제품 제작에 적당하다.

② 만네스만(mannesmann)압연 — 경사 롤로 봉재를 압연하며 중심에 구멍을 천공하는 방식으로 이음매 없는 강관을 만드는 대표적 방법이다. 이음매 없는 제품 제작에 적당하다.

③ 맨드렐(mandrel)을 이용한 압출 — 맨드렐을 심봉 삼아 소재를 다이로 밀어내 관을 성형하므로 이음매가 생기지 않는다. 이음매 없는 제품 제작에 적당하다.

④ 냉간롤성형(cold roll forming) — 판재를 롤로 말아서 관 형상을 만든 뒤 맞닿은 부분을 용접해 접합하는 방식이라 이음매(용접선)가 남는다. 이음매 없는 제품 제작에는 적당하지 않다.

NoteBase

오답 포인트

①②③을 개별 공정 이름의 생소함 때문에 이음매가 있는 방법으로 오인하기 쉬운데, 셋 다 소재를 회전·압출·주조로 '늘이거나 뚫어서' 관을 만들기 때문에 용접선이 없다는 공통점을 놓치면 안 된다. 반대로 ④는 이름에 '롤성형'이 들어가 다른 압연 공정과 헷갈릴 수 있지만, 판재를 말아 붙이는 성형 방식이라는 점에서 압출·주조·천공압연과 근본적으로 다르다.

다시 나오면 이렇게 판단

선지에 제관법 관련 공정명이 나오면 먼저 '소재가 처음부터 속이 빈 상태이거나 압출·압연으로 뚫려서 관이 되는가' 아니면 '평판을 말아서 관 모양으로 만든 뒤 접합하는가'를 구분한다. 전자(원심주조, 압연 천공, 맨드렐 압출 등)는 이음매 없는 관, 후자(롤성형 후 용접)는 이음매 있는 관으로 판단한다.

암기 포인트

이음매 없는 관 제조법 3인방: 진원심주조·만네스만압연·맨드렐압출은 '뚫거나 부어서' 만들므로 무이음매. 냉간롤성형은 '말아서 용접'하므로 유이음매라는 점을 짝지어 기억해 둔다.

NoteBase

문 3. CNC 공작기계의 서보기구 제어방식에 관한 설명으로 옳은 것은?

① 반폐루프 시스템(semi-closed loop system)은 제어모터에서 지령한 펄스가 직접 기계에 전달되고 검출기와 피드백 장치가 없다.

② 폐루프 시스템(closed loop system)은 제어모터에서 지령한 펄스가 직접 기계에 전달되고 검출기의 검출 위치와 비교하여 그 편차량을 피드백한다.

③ 개루프 시스템(open loop system)은 정밀도가 높아 공작기계에 널리 이용되고 있다.

④ 개루프 시스템(open loop system)은 테이블의 위치를 직접 검출하는 대신 모터 또는 볼스크루의 회전각도를 검출하여 테이블의 위치를 계산한다.

정답 2번

출제 포인트

CNC 서보기구의 세 가지 제어방식인 개루프(open loop), 반폐루프(semi-closed loop), 폐루프(closed loop) 시스템이 위치 검출을 어디서 하고 피드백을 어떻게 구성하는지 정확히 구분할 수 있는지를 묻는다.

핵심 개념

개루프 시스템은 검출기가 전혀 없어 제어모터에 지령펄스를 보내기만 하고 위치를 확인하지 않는 방식이다. 반폐루프 시스템은 테이블의 위치를 직접 재는 대신 서보모터축이나 볼스크루의 회전각을 검출기로 측정해 위치를 환산하고 이를 피드백한다. 폐루프 시스템은 테이블(또는 최종 이동부)에 직접 위치 검출기를 부착해 실제 위치를 검출하고, 그 값을 지령값과 비교한 편차량을 피드백하여 오차를 보정하므로 정밀도가 가장 높다.

선지별 해설

① X: 검출기와 피드백 장치가 전혀 없는 것은 개루프 시스템의 특징이다. 반폐루프 시스템은 모터축이나 볼스크루에 검출기를 두고 피드백을 수행하므로 이 설명은 틀렸다.
② O: 폐루프 시스템은 테이블에서 직접 위치를 검출해 지령 위치와 비교하고, 그 편차량을 피드백하여 제어모터를 보정 구동하는 방식이므로 옳은 설명이다.
③ X: 정밀도가 높아 널리 이용되는 것은 폐루프(또는 반폐루프) 시스템의 특징이다. 개루프 시스템은 검출·피드백이 없어 정밀도가 낮고 백래시나 부하변동에 의한 오차가 누적될 수 있어 정밀 가공에는 널리 쓰이지 않는다.
④ X: 테이블 위치를 직접 검출하지 않고 모터 또는 볼스크루의 회전각도를 검출해 위치를 계산하는 것은 반폐루프 시스템의 정의이다. 개루프 시스템은 회전각도조차 검출하지 않으므로 이 설명은 틀렸다.

NoteBase

오답 포인트

①과 ④는 실제로는 각각 개루프와 반폐루프의 정의를 서로 다른 이름표에 붙여 놓은 함정이다. 세 방식을 이름만으로 외우지 말고 검출 위치가 어디인가(전혀 없음/모터·볼스크루/테이블 자체)로 구분해야 한다. ③은 정밀도와 이용도를 반대로 서술한 오답이다.

다시 나오면 이렇게 판단

선지에서 개루프·반폐루프·폐루프라는 명칭이 나오면 먼저 검출기가 있는지, 있다면 어디에 부착되는지(모터·볼스크루 축인지 테이블인지)를 확인한다. 검출기가 없으면 개루프, 모터·볼스크루축이면 반폐루프, 테이블 자체면 폐루프로 판정한다.

암기 포인트

개루프=검출기 없음, 반폐루프=모터·볼스크루 회전각 검출, 폐루프=테이블 위치 직접 검출 및 편차 피드백. 정밀도 순서는 폐루프가 가장 높고 개루프가 가장 낮다.

NoteBase

문 4. 브로칭(broaching) 및 브로칭 머신(broaching machine)에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 일반적으로 브로칭은 단인공구를 사용한다.

② 생산성이 좋고, 절삭공구의 가격이 비싼 편이다.

③ 우수한 표면정도와 치수정확도를 갖는다.

④ 대개의 브로칭 머신은 공작물에 대해 브로치를 당긴다.

정답 1번

출제 포인트

브로칭 가공과 브로칭 머신의 특징을 정확히 알고 있는지 묻는 문제이다. 브로치라는 절삭공구의 형상, 브로칭 가공의 생산성·정밀도, 브로칭 머신의 작동 방식(밀기형/당기기형)을 구분할 수 있어야 한다.

핵심 개념

브로치(broach)는 가늘고 긴 봉 형태의 절삭공구로, 축 방향을 따라 점차 높이가 커지는 다수의 절삭날(치형)이 연속으로 배열되어 있다. 공구 하나를 한 번 통과시키는 동안 여러 개의 날이 순차적으로 조금씩 절삭을 나누어 담당하므로 다인공구(多刃工具)에 해당하며, 거친 절삭부터 다듬질까지 한 번의 행정으로 마칠 수 있다. 이 때문에 브로칭은 생산성이 매우 높고 표면정도와 치수정확도가 우수한 가공법으로 알려져 있다. 다만 브로치 자체의 형상이 복잡하고 공작물 형상마다 전용으로 제작해야 하므로 공구 가격이 비싼 편이다. 브로칭 머신은 브로치를 공작물의 구멍이나 표면에 통과시키는 방식에 따라 미는(push) 방식과 당기는(pull) 방식으로 나뉘는데, 압축에 약한 브로치의 좌굴을 피하기 위해 대부분의 브로칭 머신은 브로치를 공작물에 대해 당기는(pull) 방식을 사용한다.

선지별 해설

① X - 브로칭은 축 방향으로 높이가 순차적으로 커지는 여러 개의 절삭날이 배열된 다인공구를 사용한다. 하나의 날만 사용하는 단인공구라는 설명은 틀린 표현이며, 옳은 표현은 '다인공구를 사용한다'이다.
② O - 브로치 한 개가 거친 절삭부터 다듬질까지 한 번에 처리하므로 생산성이 좋고, 공구 형상이 복잡하고 공작물 전용으로 제작되므로 절삭공구의 가격이 비싼 편이라는 설명은 옳다.
③ O - 여러 날이 순차적으로 절삭하면서 마지막 다듬질 날까지 거치므로 우수한 표면정도와 치수정확도를 얻을 수 있다는 설명은 옳다.
④ O - 브로치는 인장 하중에는 강하지만 압축 하중을 받으면 좌굴이 발생하기 쉬우므로, 대개의 브로칭 머신은 공작물에 대해 브로치를 미는 것이 아니라 당기는 방식을 사용한다는 설명은 옳다.

오답 포인트

브로칭을 밀링이나 선삭처럼 단인공구를 쓰는 가공으로 착각하면 ①을 옳은 설명으로 잘못 고르게 된다.
브로치는 하나의 공구에 여러 절삭날이 축 방향으로 배열된 다인공구라는 점을 명확히 구분해야 한다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

브로칭 문제에서는 먼저 브로치가 단인공구인지 다인공구인지를 확인한다. 브로치는 다인공구이며, 이 특성 때문에 생산성과 표면정도·치수정확도가 우수하다는 결과가 뒤따른다는 인과관계로 함께 기억해 둔다. 아울러 브로칭 머신은 좌굴 방지를 위해 미는 방식보다 당기는 방식이 일반적이라는 점도 함께 정리해 둔다.

암기 포인트

브로치=다인공구(축 방향 순차 절삭날), 생산성↑·표면정도↑·치수정확도↑·공구가격↑, 브로칭 머신=대개 당기는(pull) 방식으로 좌굴 방지.

NoteBase

문 5. 금속재료의 소성가공 시 소재의 온도에 따른 공정 설명으로 옳은 것은?

① 열간가공은 냉간가공에 비해 제품의 치수정확도가 높다.

② 열간가공은 금속의 재결정온도 이상에서 가공이 이루어진다.

③ 냉간가공은 열간가공에 비해 소재의 형상을 변형시키는 데 필요한 동력이 작다.

④ 냉간가공은 0°C 이하의 온도에서 가공이 이루어진다.

정답 2번

출제 포인트

소성가공을 열간가공과 냉간가공으로 나누는 기준이 재결정온도라는 점, 그리고 그 기준에 따라 치수정확도·가공동력·표면상태가 서로 반대 방향으로 갈린다는 점을 정확히 짝지을 수 있는지 묻는 문항이다.

핵심 개념

열간가공은 재결정온도 이상에서 하는 가공이고, 냉간가공은 재결정온도 미만에서 하는 가공이다. 재결정온도는 절대적인 숫자(0°C 등)가 아니라 금속마다 다른 상대적 기준이므로, 가공온도 자체(영상·영하)가 아니라 그 금속의 재결정온도와 비교해 열간·냉간을 구분한다. 재결정온도 이상에서는 변형 중에도 결정이 새로 생겨나 가공경화가 계속 풀리므로 소재가 잘 늘어나 큰 힘 없이도 변형이 되지만, 표면이 산화되고 치수가 덜 정밀하다. 재결정온도 미만에서는 가공경화가 그대로 누적되므로 변형시키는 데 더 큰 동력이 필요하지만, 표면이 깨끗하고 치수정확도가 높다.

선지별 해설

① X: 치수정확도는 냉간가공이 열간가공보다 높다. 열간가공은 고온에서 소재가 수축·변형하고 표면 산화도 있어 치수정확도가 냉간가공보다 낮으므로, 선지의 대소관계가 반대로 되어 있다.
② O: 열간가공은 금속의 재결정온도 이상에서 가공이 이루어진다는 것이 열간가공의 정의 그 자체이므로 옳다.
③ X: 냉간가공은 재결정에 의한 연화가 일어나지 않아 가공경화가 누적되므로, 소재 형상을 변형시키는 데 필요한 동력이 열간가공보다 오히려 크다. 선지는 이를 반대로 서술하고 있다.
④ X: 냉간가공의 기준은 절대온도 0°C가 아니라 그 금속의 재결정온도이다. 예를 들어 상온(약 20°C)도 철강 같은 금속에서는 재결정온도보다 훨씬 낮으므로 냉간가공에 해당하며, 0°C 이하일 필요는 없다.

오답 포인트

열간·냉간의 구분을 특정 숫자 온도(0°C, 상온 등)로 외우면 ④처럼 틀린 선지에 걸린다. 항상 '그 금속의 재결정온도'를 기준으로 비교해야 한다. 또한 치수정확도·가공동력을 열간·냉간 중 어느 쪽이 더 크고 작은지 방향을 거꾸로 외우기 쉬우므로(①·③), 두 성질을 한 쌍으로 묶어 같이 정리해 둔다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

선지에 '열간가공/냉간가공은 ~ 온도에서 이루어진다'가 나오면 절대온도가 아니라 재결정온도 기준인지부터 확인한다. '치수정확도·표면상태·동력' 비교가 나오면 냉간가공=정밀·매끈함·큰 동력, 열간가공=덜 정밀·산화·작은 동력이라는 대응관계로 소거한다.

암기 포인트

기준: 재결정온도. 열간가공(재결정온도 이상) = 큰 변형·작은 동력·낮은 치수정확도·표면 산화.
냉간가공(재결정온도 미만) = 가공경화 누적·큰 동력·높은 치수정확도·매끈한 표면.

NoteBase

문 6. 철금속에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 순철은 상온에서 용융 시까지 세 가지 다른 고체 상(phase)을 가지며 변태한다.

② 스테인레스강(stainless steel)은 일반적으로 크롬을 함유하며 높은 내부식성을 갖는다.

③ 회주철은 연성이 매우 낮은 취성 재료로 엔진블록 등에 사용된다.

④ 가단주철은 용융금속을 급속히 냉각해 생성하며, 경도와 취성이 크고 내마모성이 우수하다.

정답 4번

출제 포인트

철금속(순철·합금강·주철)의 기본 성질을 정확히 구분할 수 있는지를 묻는다. 특히 주철을 급랭으로 만드는 백주철·칠드주철 계열과, 백주철을 다시 열처리(풀림)해서 만드는 가단주철의 제조 원리 차이를 아는 것이 핵심이다.

핵심 개념

순철의 동소변태: 상온의 α철(체심입방, 페라이트)에서 온도가 올라가면 912℃ 부근에서 γ철(면심입방, 오스테나이트)로, 1394℃ 부근에서 다시 δ철(체심입방)로 변태하고 이후 용융된다. 즉 상온부터 용융 직전까지 α, γ, δ의 세 가지 고체 상을 거친다.
스테인리스강: 철에 크롬을 다량 첨가한 합금강으로, 크롬이 표면에 치밀한 산화막(부동태 피막)을 형성해 내식성이 크게 향상된다.
회주철: 흑연이 편상(flake) 형태로 존재해 노치 효과로 인해 연성이 거의 없는 취성 재료가 되지만, 감쇠능과 절삭성이 좋아 엔진블록, 공작기계 베드 등에 널리 사용된다.
가단주철: 먼저 탄소가 흑연화되지 않도록 급랭하여 백주철(탄화물 위주 조직)을 만든 뒤, 이를 장시간 풀림(열처리)하여 흑연을 구상에 가까운 괴상(temper carbon)으로 석출시켜 만든다. 이 열처리 과정 덕분에 백주철보다 연성과 인성이 크게 향상되어 '가단(단조 가능)'이라는 이름이 붙었으며, 경도와 취성은 오히려 낮아진다.

NoteBase

선지별 해설

① O: 순철은 상온에서 용융 시까지 α철(체심입방)→γ철(면심입방)→δ철(체심입방)의 세 가지 고체 상을 거치며 변태하므로 옳은 설명이다.
② O: 스테인레스강은 크롬을 다량 함유하여 표면에 부동태 피막을 형성하므로 일반 탄소강보다 내부식성이 훨씬 높다. 옳은 설명이다.
③ O: 회주철은 흑연이 편상으로 분포되어 있어 연성이 매우 낮은 취성 재료이며, 감쇠능과 가공성이 좋아 엔진블록 등에 널리 사용된다. 옳은 설명이다.
④ X: 가단주철은 '용융금속을 급속히 냉각해 생성'하는 것이 아니라, 먼저 급랭으로 백주철을 만든 후 그 백주철을 장시간 풀림(열처리)하여 흑연을 괴상으로 석출시켜 만든다. 또한 이 열처리로 인해 경도와 취성이 크고 내마모성이 우수한 것이 아니라, 오히려 연성과 인성이 향상되어 취성이 줄어드는 재료가 된다 → '용융금속을 급속히 냉각해 생성하며, 경도와 취성이 크고 내마모성이 우수하다'는 '백주철을 장시간 풀림 처리하여 만들며, 연성과 인성이 향상되어 단조 가공이 가능하다'로 고쳐야 옳다.

오답 포인트

가단주철을 '급랭으로 만드는 주철'로 기억하면 백주철·칠드주철과 혼동하기 쉽다. 급랭으로 얻는 것은 백주철이고, 가단주철은 그 백주철을 다시 풀림 처리해서 얻는 2차 가공품이라는 순서를 놓치지 말아야 한다. 또한 '가단(可鍛)'이라는 이름 자체가 '단조가 가능할 정도로 연하다'는 뜻이므로, 경도·취성이 크다는 서술과는 반대 성질임을 이름에서부터 유추할 수 있다.

다시 나오면 이렇게 판단

주철 관련 선지가 나오면 제조 순서(급랭 여부·열처리 여부)와 흑연의 형태(편상/구상/괴상), 그리고 그로 인한 기계적 성질(취성/연성)을 함께 짝지어 확인한다. '급속 냉각'이라는 표현이 나오면 백주철·칠드주철 계열인지, 뒤에 풀림 등 후속 열처리가 언급되는지를 먼저 살핀다.

암기 포인트

순철의 동소변태 순서: α(상온, 체심입방) → γ(오스테나이트, 면심입방) → δ(체심입방) → 용융.
주철 계열: 회주철(편상흑연, 취성) / 백주철(급랭, 탄화물, 매우 단단하고 취성 큼) / 가단주철(백주철+풀림, 괴상흑연, 연성·인성 향상) / 구상흑연주철(Mg·Ce 첨가, 구상흑연, 연성 큼).

NoteBase

문 7. 다음 설명에 해당하는 금속의 강화 원리는?

◯ 미세입자를 형성시켜 전위의 이동을 막아 금속의 강도와 경도를 높여 주는 방법이다.
◯ 과포화된 비평형구조로부터 강도를 얻는 방법이다.
◯ 비철금속을 강화하는 데 사용되는 중요한 열처리 방법이다.
◯ 시효경화라고도 한다.

① 석출경화
② 표면경화
③ 변형경화
④ 고용체강화

정답 1번

출제 포인트

제시된 네 가지 설명은 모두 시효경화(석출경화)의 특징을 서술한 것이다. 과포화 고용체를 상온 또는 저온에서 시간이 지남에 따라 미세한 석출입자(제2상)를 형성시켜 전위의 이동을 방해함으로써 강도와 경도를 높이는 강화 기구를 묻는 문제이다. 알루미늄 합금과 같은 비철금속에서 널리 쓰이는 열처리 방법이라는 단서와 '시효경화'라는 별칭이 핵심 키워드이다.

선지별 해설

① 석출경화: O. 과포화 고용체 상태의 합금을 시간 경과(자연시효) 또는 저온 가열(인공시효)에 따라 미세한 석출물을 형성시키고, 이 석출입자가 전위의 이동을 방해하여 강도와 경도를 높이는 강화 방법이다. 이를 시효경화라고도 하며, Al-Cu계 합금 등 비철금속의 대표적 열처리 강화법이다. 제시된 네 설명 모두에 정확히 부합한다.
② 표면경화: X. 재료의 표면층만을 국부적으로 경화시키는 방법(침탄, 질화, 고주파경화 등)으로, 과포화 비평형구조로부터 강도를 얻는 것이 아니라 표면의 조성이나 조직을 변화시켜 경도를 높이는 방법이다. 시효경화와는 원리가 다르다.
③ 변형경화: X. 가공경화라고도 하며, 금속을 상온에서 소성변형시켜 전위 밀도를 증가시킴으로써 강도를 높이는 방법이다. 과포화 고용체의 석출과는 무관하며 시효경화라 부르지 않는다.
④ 고용체강화: X. 모재 금속에 다른 원소를 고용시켜 격자를 왜곡시킴으로써 전위 이동을 방해하는 강화 방법이다. 고용된 상태 자체로 강화되는 것이며, 과포화 상태에서 미세입자가 석출되는 과정을 거치지 않으므로 시효경화와는 구별된다.

NoteBase

오답 포인트

표면경화, 변형경화, 고용체강화는 모두 금속을 강화하는 방법이라는 공통점 때문에 혼동하기 쉽지만, '과포화된 비평형구조로부터 강도를 얻는다'와 '시효경화라고도 한다'는 두 단서는 석출경화에만 해당하는 결정적 표현이다. 고용체강화는 원소가 고용된 상태 자체에서 강도를 얻는 것이고, 석출경화는 그 고용체가 과포화 상태에서 시간이 지나며 미세입자로 석출되는 과정에서 강도를 얻는다는 차이를 구분해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

지문에 '과포화', '비평형구조', '시효경화', '미세입자 석출'이라는 표현이 함께 나오면 곧바로 석출경화를 떠올린다. 반대로 '표면층만 경화', '침탄·질화·고주파', '가공경화·전위밀도 증가', '고용된 원자에 의한 격자 왜곡' 같은 표현이 나오면 각각 표면경화, 변형경화, 고용체강화로 구분한다.

암기 포인트

석출경화=시효경화: 과포화 고용체 → 미세 석출입자 형성 → 전위 이동 방해 → 강도·경도 상승, 비철금속(특히 알루미늄 합금)의 대표적 열처리.

NoteBase

문 8. 금속재료의 특징에 대한 설명으로 옳은 것은?

① 탄소강의 탄소함유량이 증가하면 경도 및 연성이 감소한다.

② 알루미늄은 가벼운 비철금속으로 열전도성이 낮다.

③ 티타늄은 우수한 비강도와 내부식성을 갖는다.

④ 순수구리는 전기저항성과 열전도성이 낮다.

정답 3번

출제 포인트

탄소강·비철금속(알루미늄·티타늄·구리)의 대표적인 물리적·기계적 성질을 정확히 알고 있는지 묻는다. 탄소함유량에 따른 강의 성질 변화, 각 비철금속의 전기·열전도성과 비강도·내식성을 서로 헷갈리지 않는 것이 핵심이다.

핵심 개념

탄소강은 탄소함유량이 증가할수록 경도·강도는 높아지고 연성·인성은 낮아진다(경도와 연성은 서로 반대 방향으로 움직인다). 알루미늄은 비철금속 중에서도 열전도성과 전기전도성이 우수한 편에 속한다. 티타늄은 비중이 작아 비강도(강도/비중)가 매우 우수하고 표면에 안정적인 산화피막을 형성해 내부식성도 뛰어나 항공기·화학설비 등에 널리 쓰인다. 순수구리는 전기저항이 낮고(즉 전기전도성이 우수하고) 열전도성도 매우 높은 금속이다.

선지별 해설

① X: 탄소강은 탄소함유량이 증가하면 경도는 증가하고 연성은 감소한다. 경도와 연성이 함께 감소한다는 설명이 틀렸다 → 경도는 증가, 연성만 감소한다.
② X: 알루미늄은 가벼운 비철금속이 맞지만 열전도성은 낮은 것이 아니라 높은 편에 속한다 → 열전도성이 낮다가 아니라 우수하다.
③ O: 티타늄은 비중이 작아 비강도가 우수하고 산화피막으로 인해 내부식성도 뛰어나다. 설명이 그대로 옳다.
④ X: 순수구리는 전기저항이 낮은 것은 맞지만 열전도성은 낮은 것이 아니라 매우 높다 → 열전도성이 낮다가 아니라 우수하다.

오답 포인트

①은 탄소함유량 증가 시 경도와 연성이 같은 방향으로 움직인다고 착각하기 쉬운데, 실제로는 경도는 오르고 연성은 내려가는 반대 방향의 변화라는 점을 놓치면 틀린다. ②와 ④는 각각 알루미늄·구리의 열전도성을 낮다고 뒤집어 서술한 함정으로, 두 금속 모두 열전도성이 우수한 금속에 속한다는 사실을 정확히 구분해야 한다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

탄소강 문제는 탄소함유량↑ → 경도·강도↑, 연성·인성↓ 라는 반비례 관계부터 떠올린다. 비철금속 문제는 알루미늄·구리처럼 열전도성이 좋은 금속과 티타늄처럼 비강도·내식성이 좋은 금속의 대표 성질을 짝지어 기억해 두면 함정 선지를 바로 걸러낼 수 있다.

암기 포인트

탄소강: 탄소↑ → 경도↑·연성↓. 알루미늄·구리: 열·전기 전도성 우수. 티타늄: 비강도·내부식성 우수.

NoteBase

문 9. 연삭에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 강을 연삭할 때에는 연마입자재료로 탄화규소(SiC)를 사용하지 않는 것이 좋다.

② 소재제거율을 크게 하기 위해서는 큰 입자의 숫돌을 사용한다.

③ 표면 거칠기를 좋게 하기 위해서는 작은 입자의 숫돌을 사용한다.

④ 무른 금속을 연삭할 때에는 작은 입자와 무른 등급의 숫돌을 사용한다.

정답 4번

출제 포인트

연삭숫돌을 고를 때 공작물의 재질과 요구 성능(제거율·표면거칠기)에 따라 입도(입자 크기)와 결합도(숫돌의 굳기 등급)를 어떻게 다르게 선택하는지를 묻는 문항이다. 이 문항은 4개의 선지(①~④)로 구성되어 있다.

핵심 개념

연삭 조건과 숫돌 선택은 다음 원칙을 따른다.
연마재 종류: 탄화규소(SiC)는 경도는 높지만 철과 친화력이 있어 고온에서 화학반응을 일으켜 마모가 커지므로 강 등 철계 재료의 연삭에는 부적합하고, 주로 주철·비철금속·비금속(유리, 세라믹 등) 연삭에 사용한다. 강 계열은 알루미나(Al_2O_3)계 연마재를 사용하는 것이 일반적이다.
입도(입자 크기): 거친 입도(큰 입자)는 소재제거율을 크게 하지만 표면은 거칠어지고, 고운 입도(작은 입자)는 소재제거율은 작지만 표면 거칠기를 좋게 한다.
결합도(숫돌 굳기): 공작물이 단단할수록 무른 결합도의 숫돌을 사용해 마모된 입자가 쉽게 탈락하며 새 입자가 드러나는 자생작용이 잘 일어나게 하고, 공작물이 무를수록 굳은 결합도의 숫돌을 사용해 입자가 쉽게 탈락하지 않도록 한다. 즉 무른 재료에는 굳은 숫돌, 단단한 재료에는 무른 숫돌을 짝지어야 하며, 무른 금속은 숫돌 눈메움(로딩)을 막기 위해 입도도 거칠게(큰 입자) 선택하는 것이 원칙이다.

선지별 해설

① 강을 연삭할 때에는 연마입자재료로 탄화규소(SiC)를 사용하지 않는 것이 좋다. → O. 탄화규소는 철과 화학친화력이 있어 강 연삭 시 입자 마모가 심해지므로 강에는 알루미나계 연마재를 쓰는 것이 적절하다.
② 소재제거율을 크게 하기 위해서는 큰 입자의 숫돌을 사용한다. → O. 입자가 클수록 한 번에 깎아내는 절삭깊이가 커져 제거율이 높아진다.
③ 표면 거칠기를 좋게 하기 위해서는 작은 입자의 숫돌을 사용한다. → O. 입자가 작을수록 가공면에 남는 절삭 자국이 미세해져 표면이 매끄러워진다.
④ 무른 금속을 연삭할 때에는 작은 입자와 무른 등급의 숫돌을 사용한다. → X. 무른 금속은 눈메움(로딩)을 방지하기 위해 오히려 큰 입자(거친 입도)를 사용해야 하고, 숫돌 결합도도 입자가 쉽게 탈락하지 않도록 굳은 등급을 사용해야 한다. 입도와 결합도 선택이 모두 반대로 서술되어 있다.

NoteBase

오답 포인트

①~③은 연삭의 기본 원리(연마재-피삭재 궁합, 입도-제거율/거칠기 관계)를 그대로 서술한 옳은 내용이라 오답으로 고르기 쉽지 않다. 함정은 ④인데, 결합도 규칙(무른 재료↔굳은 숫돌, 단단한 재료↔무른 숫돌)과 입도 규칙(무른 재료↔거친 입자)을 뒤섞어 반대로 서술해 두었다. '무른 금속'이라는 조건에서 입도와 결합도를 각각 따로 판단하지 않고 '작은 입자=고급'이라는 막연한 인상으로 넘기면 틀린 선지를 놓치게 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

숫돌 선택 문제가 나오면 항상 두 축으로 나누어 확인한다. 하나는 입도(제거율 우선이면 큰 입자, 표면거칠기 우선이면 작은 입자), 다른 하나는 결합도(공작물이 단단하면 무른 숫돌, 공작물이 무르면 굳은 숫돌)이다. 두 축을 섞지 않고 각각 옳은지 따로 확인하면 함정 선지를 걸러낼 수 있다.

암기 포인트

단단한 재료는 무른 숫돌, 무른 재료는 굳은 숫돌(재료와 숫돌 굳기는 반대로 짝짓는다). 무른 재료는 눈메움 방지를 위해 큰 입자(거친 입도)를 쓴다. 탄화규소(SiC)는 비철·비금속용, 알루미나(Al2O3)는 강(철계) 연삭용이다.

NoteBase

문 10. 기어 호빙에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 호브와 공작물 소재의 회전운동과 함께 직선운동도 필요하다.

② 호빙에서는 여러 개의 절삭날이 소재의 이와 맞물려 가공된다.

③ 호빙가공에서 기어 이의 정확한 치수를 위하여 기어 소재가 각 치형가공 사이에 분할(index)되어야 한다.

④ 기어 호빙은 총형 밀링보다 높은 생산속도가 가능하다.

정답 3번

출제 포인트

기어 호빙(hobbing)이 창성식 연속가공 방식이라는 점을 정확히 이해하는지 묻는 문제이다. 호빙은 호브(hob)와 기어 소재가 마치 웜과 웜휠처럼 서로 맞물려 동시에 회전하면서 기어 이를 창성하는 가공법으로, 총형 밀링이나 기어 셰이핑처럼 이 하나를 가공할 때마다 소재를 분할(index)해 정지시키는 방식과 근본적으로 다르다. 이 차이를 알아야 3번 선지의 오류를 찾을 수 있다.

핵심 개념

호빙가공은 호브가 회전하면서 동시에 공작물(기어 소재)도 정해진 회전비로 계속 회전하고, 여기에 호브가 소재의 축 방향으로 이송(직선운동)하며 이 전체 폭에 걸쳐 이를 창성한다. 이 과정에서 호브의 나선을 이룬 여러 절삭날이 순차적으로 소재의 이가 될 부분과 맞물려 조금씩 재료를 제거하므로, 별도로 소재를 멈추고 다음 이의 위치로 분할(index)할 필요가 없다. 이를 연속분할(continuous indexing) 방식이라 하며, 이 때문에 호빙은 분할이 필요한 총형 밀링보다 생산속도가 빠르다.

선지별 해설

① 옳은 설명이다. 호빙에서는 호브와 공작물이 함께 회전운동을 하며, 동시에 호브가 공작물의 축 방향으로 이송되는 직선운동(이송운동)도 반드시 필요하다. 이 이송이 있어야 기어 이가 폭 전체에 걸쳐 만들어진다.
② 옳은 설명이다. 호브는 표면에 여러 개의 절삭날(나사산 형태의 날)을 가지고 있으며, 이 여러 절삭날이 공작물의 이가 될 부분과 순차적으로 맞물리면서 절삭이 이루어진다.
③ 옳지 않은 설명이다(정답). 호빙가공은 호브와 소재가 계속 회전하며 창성되는 연속분할 방식이므로, 각 치형가공 사이에 소재를 별도로 분할(index)하여 정지시킬 필요가 없다. 치형 사이의 분할이 필요한 것은 총형 밀링이나 기어 셰이퍼처럼 단속적으로 가공하는 방식의 특징이다.
④ 옳은 설명이다. 호빙은 분할 없이 연속적으로 창성 가공을 하므로, 매 이마다 소재를 분할해야 하는 총형 밀링보다 생산속도가 높다.

NoteBase

오답 포인트

'분할(index)'이라는 단어만 보고 호빙에도 당연히 필요한 절차라고 착각하기 쉽다. 그러나 분할은 총형 밀링·기어 셰이핑처럼 이 하나씩 끊어서 가공하는 단속 가공법에서 필요한 절차이고, 호빙은 호브와 소재가 계속 맞물려 회전하는 연속 창성 가공이므로 분할이 필요 없다는 점이 문제의 핵심 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

'호빙'과 '분할(index)'이 한 문장에 같이 나오면 우선 의심한다. 호빙은 연속 창성 가공이라 분할이 필요 없고, 분할이 필요한 가공법은 총형 밀링·기어 셰이핑 계열이라는 대응 관계를 먼저 떠올린 뒤 선지를 판단한다.

암기 포인트

호빙=호브와 소재가 동시 회전+축방향 이송, 연속창성, 분할 불필요, 생산속도 빠름. 총형 밀링·셰이핑=이 하나씩 가공 후 분할(index) 필요, 상대적으로 느림.

NoteBase

문 11. 원형이 완전치 않게 된 숫돌을 진원으로 만드는 공정은?

① 트루잉(truing)
② 드레싱(dressing)
③ 글레이징(glazing)
④ 로딩(loading)

정답 1번

출제 포인트

연삭숫돌 사용 중 발생하는 현상과 이를 손질하는 작업의 명칭을 구분하는 문제이다. 특히 숫돌의 원형(진원)을 다시 잡아 주는 작업과, 숫돌 표면의 절삭 능력을 되살리는 작업의 차이를 알아야 한다.

핵심 개념

트루잉(truing)은 숫돌바퀴가 마모·편심 등으로 원형이 흐트러졌을 때 다이아몬드 드레서 등으로 숫돌 표면을 깎아 정확한 진원과 필요한 형상(단면 형태)으로 바로잡는 작업이다. 드레싱(dressing)은 눈무딤(글레이징)이나 눈메꿈(로딩)으로 절삭력이 떨어진 숫돌 표면에서 무뎌진 입자를 탈락시키고 새 입자를 드러내어 절삭성을 회복시키는 작업으로, 트루잉과 함께 이루어지는 경우가 많다. 글레이징(glazing, 눈무딤)은 결합도가 높은 숫돌에서 입자가 마모되어도 탈락하지 않고 납작해져 숫돌 표면이 매끈하게 광택을 띠면서 절삭력이 저하되는 현상이다. 로딩(loading, 눈메꿈)은 연한 재료를 연삭할 때 칩이 숫돌의 기공 사이에 끼어 메워지면서 절삭성이 떨어지는 현상이다.

선지별 해설

① 트루잉(truing) — O. 원형이 완전하지 않게 된 숫돌을 다시 정확한 진원으로 만드는 공정은 트루잉이다.
② 드레싱(dressing) — X. 드레싱은 무뎌지거나 막힌 입자를 제거해 절삭성을 회복시키는 작업이며, 숫돌의 원형(진원)을 만드는 공정과는 목적이 다르다.
③ 글레이징(glazing) — X. 글레이징은 숫돌 표면이 매끈해져 절삭력이 떨어지는 현상 그 자체를 가리키며, 진원을 만드는 가공 공정이 아니다.
④ 로딩(loading) — X. 로딩은 기공에 칩이 메워지는 현상을 가리키며, 진원을 만드는 가공 공정이 아니다.

오답 포인트

글레이징과 로딩은 숫돌 표면에 생기는 '현상'의 이름이고, 드레싱은 그 현상을 해결해 절삭성을 회복시키는 '작업'이다. 반면 진원(원형)을 다시 잡아 주는 작업만을 가리키는 용어는 트루잉이며, 드레싱과 혼동해 고르지 않도록 유의한다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

문제에서 묻는 것이 '숫돌의 형상(진원)을 바로잡는 공정'인지, 아니면 '숫돌의 절삭 능력을 회복시키는 공정'인지를 먼저 구분한다. 형상 교정이면 트루잉, 절삭성 회복이면 드레싱을 고른다. 글레이징·로딩은 공정이 아니라 문제(원인) 현상이라는 점을 기억한다.

암기 포인트

트루잉=진원 교정, 드레싱=절삭성 회복, 글레이징=눈무딤(광택 현상), 로딩=눈메꿈(칩 막힘 현상)으로 짝지어 외워 둔다.

NoteBase

문 12. 사형주조의 응고과정에서 발생하는 수축공간에 용탕을 보충하기 위해 설치하는 용탕 저장소는?

① 코어프린트(core print)

② 라이저(riser)

③ 주입구(gate)

④ 탕구(sprue)

정답 2번

출제 포인트

사형주조에서 용탕이 응고하는 동안 체적이 줄어들면서 생기는 수축공간(수축공)에 용탕을 계속 보충해 주는 부속 장치의 명칭을 구분하는 문제이다. 탕구계를 이루는 여러 구성요소(탕구, 주입구, 코어프린트, 라이저) 중 응고 수축을 보상하는 저장소 역할을 하는 것이 무엇인지 정확히 짚어야 한다.

핵심 개념

탕구(sprue)는 주입컵에서 들어온 용탕이 수직으로 내려가는 통로이고, 주입구(gate)는 탕구를 지난 용탕이 최종적으로 주형 캐비티 안으로 들어가는 입구이다. 코어프린트(core print)는 코어를 주형 안에 정확한 위치로 고정시키기 위해 코어와 주형이 맞물리는 지지 부분으로, 용탕 보충과는 관계가 없다. 라이저(riser, 압탕)는 캐비티에 인접하게 만들어 놓은 여분의 공간으로, 주물이 응고하면서 체적이 줄어드는 동안 용탕을 계속 공급해 수축공이 제품 내부에 생기지 않도록 막아 주는 용탕 저장소이다.

선지별 해설

① 코어프린트(core print) — X: 코어를 주형 내에서 정해진 위치에 고정하기 위한 지지대 역할이며, 응고 수축 보상용 용탕 저장 기능은 없다.
② 라이저(riser) — O: 주물의 응고 수축으로 생기는 체적 부족분을 계속 채워 주기 위해 캐비티 옆에 별도로 설치하는 용탕 저장소로, 문제에서 설명하는 기능과 정확히 일치한다.
③ 주입구(gate) — X: 탕구를 지나온 용탕이 캐비티로 유입되는 통로일 뿐, 용탕을 저장해 두었다가 수축분을 보충하는 기능은 없다.
④ 탕구(sprue) — X: 주입컵과 탕도(runner)를 이어 주는 수직 통로로, 용탕이 흘러 내려가는 경로이며 저장소가 아니다.

오답 포인트

탕구계를 구성하는 여러 명칭(탕구, 탕도, 주입구, 코어프린트, 라이저)을 단순히 '용탕이 지나가는 길목'으로 뭉뚱그려 기억하면 혼동하기 쉽다. 이 중 용탕을 흐르게만 하는 통로(탕구, 주입구)와 용탕을 저장해 응고 수축을 보상하는 장치(라이저)를 기능 차이로 구분해야 한다. 코어프린트는 애초에 용탕의 흐름과 무관한 코어 고정용 구조라는 점도 헷갈리지 않아야 한다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

문제에서 '수축공간 보충', '용탕 저장소'라는 표현이 나오면 곧바로 라이저(압탕)를 떠올린다. 반대로 '용탕이 흘러 들어가는 통로', '주입 경로'를 묻는다면 탕구나 주입구 쪽을 살펴보고, '코어 고정'을 묻는다면 코어프린트를 떠올린다.

암기 포인트

라이저(riser)=압탕=수축 보상용 용탕 저장소, 탕구(sprue)·주입구(gate)=용탕이 지나가는 통로, 코어프린트(core print)=코어 위치 고정용 지지대로 각각 짝지어 외워 둔다.

NoteBase

문 13. 미끄러짐을 방지할 목적으로 원통형 표면에 규칙적인 모양의 무늬를 새기는 작업은?

① 보링(boring)
② 드릴링(drilling)
③ 널링(knurling)
④ 나사절삭(threading)

정답 3번

출제 포인트

선반 가공에서 원통형 표면에 규칙적인 다이아몬드 무늬나 직선 무늬를 압입하여 미끄럼을 방지하는 표면 가공법이 무엇인지 구분하는 문제이다. 손잡이나 파지부처럼 손으로 잡는 부위의 미끄럼 방지 처리를 떠올리면 된다.

핵심 개념

널링(knurling)은 선반의 왕복대에 널링 공구(knurling tool)를 장착하고 공작물 표면에 압력을 가해 다이아몬드형 또는 직선형의 규칙적인 요철 무늬를 눌러 새기는 소성 가공이다. 칩을 깎아내는 절삭 가공이 아니라 표면을 塑性변형시켜 무늬를 만드는 방법이며, 공구 핸들·마이크로미터 손잡이·렌치 파지부 등 미끄럼 방지가 필요한 원통형 부위에 적용한다.

선지별 해설

① 보링(boring): 이미 뚫려 있는 구멍의 내경을 넓히거나 정밀하게 다듬는 절삭 가공으로, 원통 외면에 무늬를 새기는 작업이 아니다. → X
② 드릴링(drilling): 드릴을 이용해 공작물에 구멍을 뚫는 절삭 가공으로, 표면 무늬 가공과는 관계가 없다. → X
③ 널링(knurling): 원통형 표면에 공구로 압력을 가해 규칙적인 다이아몬드형·직선형 무늬를 눌러 새겨 미끄럼을 방지하는 가공법이다. → O
④ 나사절삭(threading): 공작물 표면에 나선형의 나사산을 절삭하여 만드는 가공으로, 나사 결합을 위한 것이지 미끄럼 방지용 무늬 가공이 아니다. → X

오답 포인트

보링과 드릴링은 모두 구멍을 다듬거나 뚫는 절삭 가공이라는 점에서 표면에 무늬를 새기는 널링과 성격이 전혀 다르다. 나사절삭은 널링처럼 원통 표면에 규칙적인 무늬가 생긴다는 점에서 혼동하기 쉽지만, 나사절삭의 목적은 나사 체결이고 널링의 목적은 미끄럼 방지라는 점에서 구분해야 한다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

문제에서 '미끄러짐 방지', '손잡이·파지부', '다이아몬드 무늬·직선 무늬 압입' 같은 표현이 나오면 바로 널링을 떠올린다. 반대로 '나사산', '피치', '나사 결합'이 언급되면 나사절삭으로 구분한다.

암기 포인트

널링(knurling) = 미끄럼 방지 무늬 압입(소성 가공), 보링 = 구멍 내경 다듬기, 드릴링 = 구멍 뚫기, 나사절삭 = 나사산 절삭으로 각각의 목적을 짝지어 암기한다.

NoteBase

문 14. 금속가공용 절삭 공구 재료가 갖추어야 할 조건으로 옳지 않은 것은?

① 높은 절삭열에서 고온 경도를 유지하여야 한다.

② 공작물과의 화학적 반응이 빠르게 이루어져야 한다.

③ 절삭 진동과 충격에 견딜 수 있는 인성이 있어야 한다.

④ 기계적 마모가 크게 발생하지 않도록 마찰계수가 작아야 한다.

정답 2번

출제 포인트

절삭 공구 재료가 갖추어야 할 기본 조건을 정확히 알고 있는지 묻는 문항이다. 절삭 공구는 고온·고압·마찰이 반복되는 가혹한 환경에서 공작물을 깎아내는 역할을 하므로, 경도·인성·내마모성뿐 아니라 공작물과의 화학적 안정성까지 조건으로 요구된다는 점이 핵심이다.

핵심 개념

절삭 공구 재료의 필요조건은 다음과 같다. 첫째, 상온 경도뿐 아니라 절삭열로 온도가 올라간 상태에서도 경도를 유지하는 고온 경도(적열 경도)를 가져야 한다. 둘째, 절삭 중 발생하는 진동과 충격에 깨지지 않고 견디는 인성(강인성)을 가져야 한다. 셋째, 공작물 표면과 지속적으로 마찰하며 깎아내는 과정에서 날 끝이 쉽게 닳지 않도록 내마모성이 커야 하며, 이를 위해 공작물과의 마찰계수는 작을수록 유리하다. 넷째, 공작물 재료와 화학적으로 쉽게 반응(확산·용착)하지 않는 화학적 안정성을 가져야 한다. 공구 재료가 공작물과 화학반응을 빠르게 일으키면 공구 날 끝이 공작물 성분과 반응해 용착되거나 조기에 마모·손상되어 공구 수명이 급격히 줄어든다.

선지별 해설

① 높은 절삭열에서 고온 경도를 유지하여야 한다 → 옳은 설명이다. 절삭 가공 중 발생하는 마찰열로 공구 날 끝의 온도가 크게 상승하므로, 이 상태에서도 경도가 떨어지지 않아야 절삭 성능이 유지된다.
② 공작물과의 화학적 반응이 빠르게 이루어져야 한다 → 옳지 않은 설명이다. 실제로는 공작물과 화학적 반응이 느리게 일어나야(화학적으로 안정해야) 한다. 반응이 빠르면 공구와 공작물 사이에 용착·확산마모가 촉진되어 공구 수명이 급격히 단축되므로, 이는 절삭 공구 재료가 갖추어야 할 조건과 정반대의 서술이다. 틀린 표현 → 올바른 표현: “화학적 반응이 빠르게 이루어져야 한다” → “화학적 반응이 느리게 이루어져(화학적으로 안정하여) 공작물과 잘 반응하지 않아야 한다.”
③ 절삭 진동과 충격에 견딜 수 있는 인성이 있어야 한다 → 옳은 설명이다. 단속 절삭이나 절삭 조건 변화로 인한 진동·충격에 공구가 깨지지 않으려면 인성이 커야 한다.
④ 기계적 마모가 크게 발생하지 않도록 마찰계수가 작아야 한다 → 옳은 설명이다. 마찰계수가 작을수록 공작물과의 마찰에 의한 발열과 마모가 줄어들어 공구 수명이 늘어난다.

NoteBase

오답 포인트

이 문항은 공구 재료의 여러 조건 중 하나를 슬쩍 반대로 바꿔 넣는 방식으로 출제되었다.
경도·인성·마찰계수처럼 익숙한 조건은 옳게 서술해 두고, 상대적으로 낯선 화학적 안정성 조건만 "빠르게 반응해야 한다"로 뒤집어 놓았기 때문에, 이 조건 자체를 모르면 오답으로 넘어가기 쉽다. 절삭 공구 재료의 조건을 나열할 때 화학적 안정성(반응성이 낮아야 함)을 빠뜨리지 않고 함께 기억해 두어야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

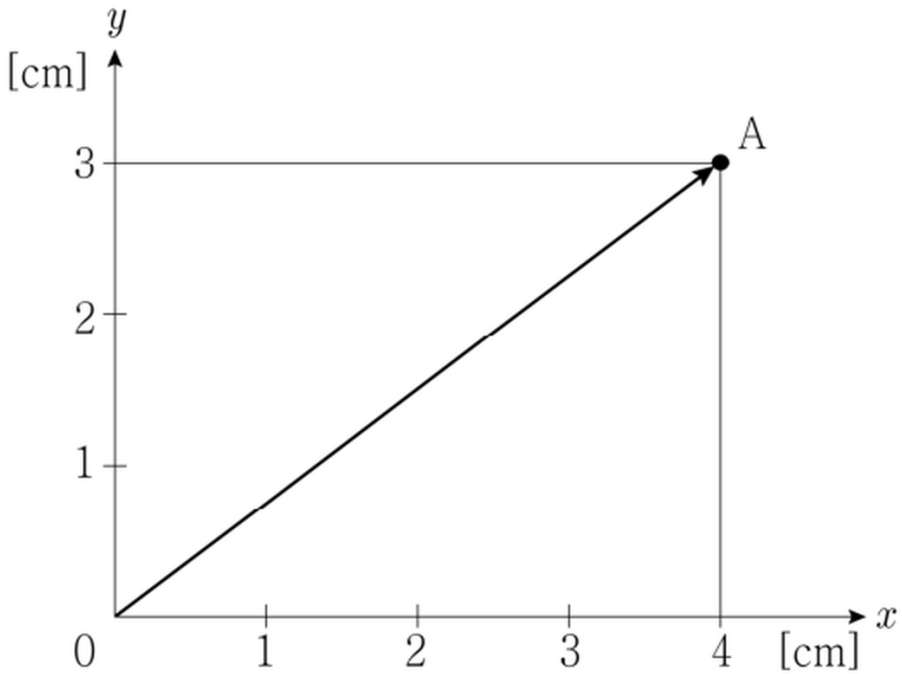
절삭 공구 재료 조건을 묻는 문제에서 "화학적 반응" 관련 선지가 나오면, 반응이 빠르다/쉽다고 되어 있으면 틀린 서술, 반응이 느리다/안정하다고 되어 있으면 맞는 서술로 즉시 판단한다. 경도(고온에서도 유지)·인성(충격에 강함)·내마모성(마찰계수 작음)·화학적 안정성(반응성 낮음), 이 네 가지 축으로 선지를 하나씩 대조하면 옳고 그름을 빠르게 가릴 수 있다.

암기 포인트

절삭 공구 재료 4대 조건: 고온에서도 유지되는 경도, 충격·진동에 견디는 인성, 마찰계수가 작아 마모가 적은 내마모성, 공작물과 화학반응이 느린(안정한) 화학적 안정성. 줄여서 "경도·인성·내마모성·화학적 안정성"으로 세트로 외워 둔다.

NoteBase

문 15. 그림과 같이 원점(0, 0)에서 점 A(4, 3)까지 이송 테이블을 1cm/s의 속도로 이송하기 위한 수치제어장치 x축의 펄스주파수 f_x [pulse/s], y축의 펄스주파수 f_y [pulse/s]는? (단, 이송분해능(BLU) = 1μm)



① f_x: 4,000, f_y: 3,000

② f_x: 5,000, f_y: 4,000

③ f_x: 7,000, f_y: 5,000

④ f_x: 8,000, f_y: 6,000

정답 4번

출제 포인트

CNC(수치제어) 직선보간에서 합성 이송속도가 주어졌을 때, 각 축의 분해이송속도를 구하고 이를 이송분해능(BLU)으로 나누어 각 축 서보모터에 보낼 펄스주파수를 구하는 문제이다. 직선 경로의 방향에 따라 합성속도를 x축·y축 성분으로 분해하는 과정이 핵심이다.

조건 정리

원점 (0, 0)에서 점 A(4, 3)까지 직선으로 이송하며, 이송 테이블의 합성 이송속도는 1 cm/s이다.
이송분해능(BLU)은 1 μm = 1×10^{-4} cm이다. 원점에서 A까지의 이동거리 성분은 $x = 4$ cm, $y = 3$ cm 이다.

NoteBase

사용할 공식

직선 이동거리(빗변) $L=\sqrt{x^2+y^2}$, 이동시간 $t=\frac{L}{V}$(합성속도 V로 이동). 각 축 분해속도 $v_x=\frac{x}{t}$, $v_y=\frac{y}{t}$. 각 축 펄스주파수 $f=\frac{v}{\mathrm{BLU}}$.

계산 과정

원점에서 A(4,3)까지의 거리는 $L=\sqrt{4^2+3^2}=\sqrt{16+9}=\sqrt{25}=5\ \mathrm{cm}$이다.
합성 이송속도가 1 cm/s이므로 이동에 걸리는 시간은 $t=\frac{5\ \mathrm{cm}}{1\ \mathrm{cm/s}}=5\ \mathrm{s}$이다.
x축 분해속도는 $v_x=\frac{4\ \mathrm{cm}}{5\ \mathrm{s}}=0.8\ \mathrm{cm/s}$, y축 분해속도는 $v_y=\frac{3\ \mathrm{cm}}{5\ \mathrm{s}}=0.6\ \mathrm{cm/s}$이다.
이송분해능이 1 μm $=1\times10^{-4}$ cm이므로, x축 펄스주파수는 $f_x=\frac{0.8}{1\times10^{-4}}=8{,}000\ \mathrm{pulse/s}$이고, y축 펄스주파수는 $f_y=\frac{0.6}{1\times10^{-4}}=6{,}000\ \mathrm{pulse/s}$이다.

선지 판단

① f_x=4,000, f_y=3,000: x·y 성분값(4, 3)을 그대로 펄스주파수 단위로 착각한 값이라 계산 과정을 거치지 않은 오답이다. X
② f_x=5,000, f_y=4,000: 거리 5cm를 x축 값으로, 4cm(원래 x값)를 y축 값으로 잘못 대응시킨 값으로 근거가 없는 오답이다. X
③ f_x=7,000, f_y=5,000: 계산 과정과 무관한 값으로, 성분 분해나 BLU 반영이 올바르게 되지 않은 오답이다. X
④ f_x=8,000, f_y=6,000: 이동거리 5cm를 속도 1cm/s로 나눈 이동시간 5s를 기준으로 x·y 성분속도를 구하고, 이를 BLU(1μm)로 나눈 값과 정확히 일치한다. O

오답 포인트

이 문제에서 가장 흔한 실수는 두 가지이다. 첫째, 합성 이송속도 1 cm/s를 x축·y축에 그대로 대입해 펄스주파수를 구하는 것인데, 이 속도는 원점에서 A까지의 '경로를 따라가는' 속도이므로 반드시 x, y 성분으로 먼저 분해해야 한다. 둘째, 이송분해능 BLU 단위 환산에서 1 μm을 cm로 바꾸지 않고 계산해 자릿수를 틀리는 것이다(1 μm $=10^{-4}$ cm).

다시 나오면 이렇게 판단

합성 이송속도와 두 점의 좌표가 주어지면 먼저 두 점 사이 거리(빗변)를 구해 이동시간을 계산하고, 그 시간으로 x·y 각 축의 이동거리를 나누어 성분속도를 구한다. 이후 성분속도를 이송분해능(BLU)으로 나누면 각 축의 펄스주파수가 된다. 좌표값 자체를 속도나 주파수로 착각하지 않도록 주의한다.

암기 포인트

펄스주파수 f=축 방향 분해속도BLU, 분해속도는 합성속도를 경로거리와 각 축 성분거리의 비로 나눈 값($v_x=v\cdot\frac{x}{L}$, $v_y=v\cdot\frac{y}{L}$)이며, 1 μm $=10^{-4}$ cm로 항상 단위를 통일해 계산한다.

NoteBase

문 16. 주조 시 순금속과 합금의 응고과정에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 순금속은 융점과 응고점이 분명하므로 일정 온도에서 응고가 일어난다.

② 합금은 순금속과 달리 어느 정도의 온도 범위에 걸쳐서 응고된다.

③ 순금속의 응고 시 방위를 갖는 주상정 형태로 결정이 성장한다.

④ 냉각속도가 느리거나 국부적으로 응고시간이 길면 비정질 조직이 형성된다.

정답 4번

출제 포인트

주조 시 순금속과 합금이 응고하는 과정의 차이, 그리고 냉각속도가 결정조직(주상정, 등축정, 비정질 등)의 형성에 미치는 영향을 이해하는지 묻는 문제이다. 특히 비정질(아모르퍼스) 조직이 만들어지는 조건을 정확히 아는지가 핵심이다.

핵심 개념

순금속은 일정한 응고점을 가지므로 그 온도에서 액체에서 고체로 전량 상변화가 일어난다. 반면 합금은 성분 조성에 따라 액상선과 고상선 사이에 온도 범위(응고구간)를 가지며, 이 구간에서 고상과 액상이 공존하며 서서히 응고한다(단, 공정조성 합금은 순금속처럼 일정 온도에서 응고). 순금속의 응고는 주형벽에서 중심 방향으로 열을 빼앗기며 특정 결정방위를 따라 길게 자라는 주상정(columnar grain) 형태로 진행된다. 비정질(아모르퍼스) 조직은 원자가 규칙적으로 배열될 시간을 갖지 못한 채 고체화될 때 생기므로, 냉각속도가 매우 빠르고 응고시간이 극히 짧아야 형성된다. 즉 비정질 형성 조건은 급랭이며, 냉각이 느리거나 응고시간이 길어지면 오히려 원자가 재배열할 시간이 충분해 결정질(조대한 결정립) 조직이 형성된다.

선지별 해설

① 순금속은 융점과 응고점이 분명하므로 일정 온도에서 응고가 일어난다. → O. 순금속은 성분이 단일하므로 액상선과 고상선이 일치해 하나의 온도에서 응고가 완결된다.

② 합금은 순금속과 달리 어느 정도의 온도 범위에 걸쳐서 응고된다. → O. 대부분의 합금은 액상선과 고상선 사이의 온도 구간에서 응고가 진행되며, 이 구간에서 고상과 액상이 공존한다.

③ 순금속의 응고 시 방위를 갖는 주상정 형태로 결정이 성장한다. → O. 주형벽에서 열이 빠져나가는 방향과 반대로 특정 결정방위를 따라 길쭉한 주상정이 성장하는 것이 순금속 응고의 특징이다.

④ 냉각속도가 느리거나 국부적으로 응고시간이 길면 비정질 조직이 형성된다. → X. 틀린 표현 → 올바른 표현: 비정질 조직은 냉각속도가 매우 빠르고 응고시간이 극히 짧을 때 형성된다. 냉각속도가 느리거나 응고시간이 길면 원자가 규칙적으로 배열될 시간을 얻어 오히려 결정질(조대 결정립) 조직이 형성된다.

NoteBase

오답 포인트

비정질 조직의 형성 조건을 반대로 암기하는 실수가 가장 흔하다. '냉각이 느리다=원자가 여유롭게 자리를 잡는다=결정질'이라는 인과관계를 헷갈려 '느린 냉각=비정질'로 착각하지 않도록 주의한다. 또한 순금속과 합금의 응고 온도 특성(일정 온도 vs 온도 범위)을 서로 바꿔 서술하는 오답에도 유의한다.

다시 나오면 이렇게 판단

선지에 '비정질', '급랭', '느린 냉각', '응고시간' 같은 단어가 함께 나오면 먼저 '비정질=급랭·짧은 응고시간'이라는 대응관계부터 떠올린다. 그다음 순금속은 '일정 온도 응고+주상정', 합금은 '온도범위 응고'라는 기본 특성을 대조해 선지 하나하나를 검증한다.

암기 포인트

비정질 조직 = 급랭·짧은 응고시간(원자가 배열될 시간 없음). 결정질(주상정 등) 조직 = 완랭·긴 응고시간(원자가 규칙적으로 배열될 시간 충분). 순금속=일정 온도 응고+주상정, 합금=온도범위 응고.

NoteBase

문 17. 직교 절삭(orthogonal cutting)으로 근사화한 절삭 가공 공정에서 절삭 속도 $v = 100\text{m/min}$, 미변형 칩두께 $t_0 = 0.5\text{mm}$, 절삭 폭 $w = 3.0\text{mm}$이다. 절삭 주분력 $F_c = 1{,}557\text{N}$일 때 가공에 필요한 최소 동력(P)과 비절삭에너지(U)가 모두 옳은 것은?

① P 약 156kW, U 약 $1\text{N} \cdot \text{m/mm}^3$

② P 약 156kW, U 약 $1\text{kN} \cdot \text{m/mm}^3$

③ P 약 2.6kW, U 약 $1\text{N} \cdot \text{m/mm}^3$

④ P 약 2.6kW, U 약 $1\text{kN} \cdot \text{m/mm}^3$

정답 3번

출제 포인트

직교 절삭에서 절삭 주분력(Fc)과 절삭 속도(v)로부터 가공에 필요한 최소 동력(P)을 구하고, 단위 체積당 제거되는 재료를 절삭하는 데 드는 에너지인 비절삭에너지(specific cutting energy, U)를 구하는 문제이다. 두 값 모두 단위 환산까지 정확히 맞혀야 한다.

조건 정리

절삭 속도 $v = 100$ m/min, 미변형 칩두께 $t_0 = 0.5$ mm, 절삭 폭 $w = 3.0$ mm, 절삭 주분력 $F_c = 1{,}557$ N이다. 최소 동력 P는 절삭점에서 공구가 재료를 미는 힘과 그 상대속도의 곱이며, 비절삭에너지 U는 단위 시간당 제거되는 체적(칩의 부피)당 소요된 절삭일이다.

사용할 공식

최소 동력: $P = F_c \cdot v$. 비절삭에너지(단위 체적당 절삭에너지): $U = \frac{P}{v \cdot t_0 \cdot w} = \frac{F_c}{t_0 \cdot w}$ (재료제거율 $MRR = v \cdot t_0 \cdot w$).

계산 과정

속도 단위를 초 단위로 바꾸면 $v = 100$ m/min $= \frac{100}{60}$ m/s ≈ 1.667 m/s이다.

최소 동력: $P = F_c \cdot v = 1{,}557 \times 1.667 \approx 2{,}595$ W ≈ 2.6 kW이다.

비절삭에너지는 $U = \frac{F_c}{t_0 \cdot w}$로 구한다. $t_0 \cdot w = 0.5$ mm $\times 3.0$ mm $= 1.5$ mm^{2}이므로 $U = \frac{1{,}557\text{ N}}{1.5\text{ mm}^2} \approx 1{,}038$ N/mm^{2}이다.

단위를 $\text{N} \cdot \text{m/mm}^3$으로 바꾸면, 1 mm $= 10^{-3}$ m이므로 1,038 N/mm^2 $= 1{,}038 \times 10^{-3}$ $\text{N} \cdot \text{m/mm}^3 \approx 1.04$ $\text{N} \cdot \text{m/mm}^3$으로, 약 1 $\text{N} \cdot \text{m/mm}^3$이 된다. 즉 P는 약 2.6 kW, U는 약 1 $\text{N} \cdot \text{m/mm}^3$이다.

NoteBase

선지 판단

① P 약 156 kW, U 약 1 N·m/mm^3 → P가 틀렸다. 동력을 W 단위가 아닌 kW로 잘못 환산하거나 속도 단위 변환을 누락하면 나오는 값으로, 실제 P는 약 2.6 kW이다.
② P 약 156 kW, U 약 1 kN·m/mm^3 → P와 U 모두 틀렸다. P는 약 2.6 kW, U는 약 1 N·m/mm^{3}이 되어야 한다.
③ P 약 2.6 kW, U 약 1 N·m/mm^3 → P, U 모두 계산 결과와 일치한다. 정답이다.
④ P 약 2.6 kW, U 약 1 kN·m/mm^3 → P는 맞지만 U가 틀렸다. U를 N/mm^{2}에서 N·m/mm^{3}으로 환산할 때 10^{-3}을 곱해야 하는데 반대로 10^3을 곱하면 1 kN·m/mm^{3}이 나오는 흔한 실수이다.

오답 포인트

속도를 m/min에서 m/s로 바꾸지 않고 그대로 F_c에 곱하면 P가 100배 가까이 부풀려져 156 kW 같은 오답이 나온다. 또한 비절삭에너지의 단위 환산에서 mm을 m로 바꿀 때 지수의 부호를 반대로 적용하면(즉 10^{-3} 대신 10^3을 곱하면) 1 N·m/mm^{3}이 1 kN·m/mm^{3}으로 세 자릿수 단위만큼 커져 버린다.

다시 나오면 이렇게 판단

동력 계산은 항상 힘과 속도의 단위를 SI 기본 단위(N, m/s)로 맞춘 뒤 곱해서 W 값을 구하고, 마지막에 kW로 나눈다. 비절삭에너지는 $F_c/(t_0 \cdot w)$로 구한 N/mm^2 값에 $1\ \text{mm} = 10^{-3}\ \text{m}$를 대입해 N·m/mm^{3}으로 바꾸면 되고, 이때 지수가 작아지는 방향(1보다 작은 수를 곱하는 방향)이 맞다는 점을 기준으로 삼아 부호 실수를 점검한다.

암기 포인트

최소 동력 $P = F_c \cdot v$(단위는 W, 속도는 m/s로 환산). 비절삭에너지 U = F_c / (t_0 · w) = P/(재료제거율)이며, N/mm^{2}과 N·m/mm^3 사이의 환산 계수는 10^{-3}이다.

NoteBase

문 18. 입자물제트가공(abrasive water-jet machining)과 관련된 설명으로 옳지 않은 것은?

① 물제트에 실리콘카바이드나 알루미늄산화물 같은 연삭입자를 첨가하여 물제트가공보다 소재제거율을 증가시킨 가공법이다.

② 각종 두께의 금속, 비금속, 복합재료를 절단할 수 있다.

③ 열을 발생하는 공정으로 열에 민감한 재료에는 부적합하다.

④ 노즐을 루비, 사파이어, 카바이드기 복합재료로 만들면 노즐수명이 향상된다.

정답 3번

출제 포인트

입자물제트가공(abrasive water-jet machining)의 원리와 특성을 정확히 아는지 묻는 문항이다. 일반 물제트가공(WJM)과 입자물제트가공(AWJM)의 차이, 절단 가능 소재, 노즐 재료, 그리고 가공 중 발생하는 열의 정도까지 종합적으로 확인한다.

핵심 개념

물제트가공은 고압의 물만을 분사해 소재를 절단하는 방식이고, 입자물제트가공은 여기에 실리콘카바이드나 알루미늄산화물 같은 연삭입자를 섞어 분사함으로써 소재제거율을 크게 높인 가공법이다. 이 가공법의 가장 큰 특징은 절삭열이 거의 발생하지 않는 저온(냉간) 가공이라는 점으로, 열에 의한 소재 변형이나 열영향부(HAZ)가 없어 열에 민감한 재료나 열처리된 재료의 절단에도 적합하다.

선지별 해설

① O — 물제트에 실리콘카바이드, 알루미늄산화물 등 연삭입자를 첨가하면 순수 물제트가공보다 소재제거율이 증가한다는 설명은 입자물제트가공의 정의 그대로이다.
② O — 입자물제트가공은 절단력이 커서 금속, 비금속, 복합재료 등 각종 소재를 다양한 두께로 절단할 수 있다.
③ X — 틀린 표현 → 올바른 표현: "열을 발생하는 공정으로 열에 민감한 재료에는 부적합하다" → "열을 거의 발생시키지 않는 냉간가공 공정으로 열에 민감한 재료의 가공에도 적합하다." 입자물제트가공은 절삭열이 거의 없어 열변형이나 재질 변화 없이 가공할 수 있는 것이 대표적인 장점이므로 이 선지가 옳지 않은 설명이다.
④ O — 연삭입자가 섞인 물제트가 노즐을 마모시키기 쉬운데, 노즐을 루비, 사파이어, 카바이드 계열 복합재료처럼 내마모성이 큰 재료로 만들면 노즐수명이 향상된다.

오답 포인트

입자물제트가공을 일반 절삭가공이나 방전가공처럼 열이 발생하는 공정으로 착각하면 ③을 옳은 설명으로 오해하게 된다. 오히려 열이 거의 발생하지 않는다는 점이 이 가공법의 핵심 장점임을 기억해야 한다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

선지에 '열을 발생하는 공정' 또는 '열에 민감한 재료에 부적합하다'는 표현이 나오면 우선 의심한다.
물제트·입자물제트가공은 냉간가공 계열로, 열에 약한 소재(플라스틱, 복합재료, 열처리강 등)에도 적용 가능하다는 점이 자주 출제되는 포인트이다.

암기 포인트

입자물제트가공(AWJM) = 물제트 + 연삭입자(SiC, Al2O3) → 소재제거율 증가, 냉간가공(열 거의 없음) → 열민감 재료에도 적합, 노즐은 루비·사파이어·카바이드 복합재료로 내마모성 확보 → 노즐수명 향상.

NoteBase

문 19. 절삭공구의 파손 형태에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 공구의 마모는 초기 길들임 기간(break-in period)이 지나면 급속한 속도로 진행된다.

② 절삭력이 너무 크면 절삭날의 취성파괴가 일어난다.

③ 절삭온도가 너무 높으면 공구 날이 연화되어 소성 변형과 함께 예리한 날끝이 손실된다.

④ 절삭날은 점진적 마멸에 의한 파손 진행이 바람직하다.

정답 1번

출제 포인트

절삭공구의 파손(마모) 형태를 시간(또는 절삭거리)에 따른 진행 양상으로 구분해서 이해하는지, 그리고 취성파괴·소성변형·점진적 마멸 같은 파손 메커니즘의 특징을 정확히 아는지를 묻는다. 발문이 '옳지 않은 것'을 찾는 형태이므로 4개 선지 중 실제 공구 마모 거동과 어긋나는 설명 하나를 골라낸다.

핵심 개념

공구의 마모량을 절삭시간(또는 절삭거리)에 대해 그리면 대체로 3단계 곡선을 그린다. 1단계는 초기 길들임 구간(break-in period)으로, 새 공구날의 뾰족한 부분이 빠르게 깎여 나가면서 마모가 급속히 진행된다. 2단계는 안정 마모 구간으로, 길들임이 끝난 뒤에는 마모 속도가 오히려 느려지고 시간에 거의 비례해 완만하게 진행된다. 3단계는 급속 파손 구간으로, 공구 수명이 끝나갈 무렵 마모량이 다시 급격히 늘면서 파손에 이른다. 한편 절삭날의 손상은 마모(점진적으로 재료가 깎여 나가는 것) 외에도 취성파괴(절삭력이 과도해 날이 순간적으로 깨지는 것)와 소성변형(절삭온도가 과도해 날 끝이 무르게 변형되는 것)으로도 일어난다.

선지별 해설

① X — 초기 길들임 기간이 지나면 오히려 마모 속도가 느려져 안정적(완만)인 마모 구간으로 들어간다. '길들임 기간이 지나면 급속한 속도로 진행된다'는 설명은 마모 곡선의 실제 거동과 반대이므로 옳지 않다.
② O — 절삭력이 지나치게 크면 절삭날에 순간적으로 큰 응력이 걸려 취성파괴(깨짐)가 일어날 수 있다는 설명은 타당하다.
③ O — 절삭온도가 너무 높아지면 공구 재료가 연화되면서 소성 변형이 생기고, 그 결과 날 끝의 예리함이 무뎌지는 것도 실제 파손 형태와 일치한다.
④ O — 취성파괴나 급격한 결손에 비해 점진적 마멸에 의한 파손은 예측과 관리가 쉬워 바람직한 파손 형태로 본다는 설명도 타당하다.

오답 포인트

이 문항은 '급속'이라는 표현이 마모 곡선의 어느 구간에 붙는지를 헷갈리게 만드는 데 초점이 있다. 급속 마모는 공구 수명 초반(길들임 구간)과 말기(파손 임박 구간)에 나타나고, 그 사이인 중간 구간은 오히려 마모 속도가 느려지는 안정 구간이라는 점을 놓치면 ①을 옳은 설명으로 착각하기 쉽다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

공구 마모·파손 문제는 먼저 마모 곡선을 초기(급속)-중기(완만·안정)-말기(급속)의 3단계로 떠올린 뒤, 선지에서 말하는 시점이 어느 구간에 해당하는지부터 확인한다. 그다음 파손의 원인이 마모(점진적)인지, 취성파괴(과대 절삭력)인지, 소성변형(과대 절삭열)인지를 구분해서 대입하면 오답을 쉽게 걸러낼 수 있다.

암기 포인트

마모 곡선은 급속(길들임)-완만(안정)-급속(파손 임박)의 3단계이며, 취성파괴는 절삭력 과다, 소성변형(날끝 손실)은 절삭온도 과다가 원인이고, 점진적 마멸에 의한 파손이 가장 바람직한 형태라는 점을 짝지어 기억해 둔다.

NoteBase

문 20. 일반적인 보링(boring)작업 및 보링머신(boring machine)에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 보링작업은 가공된 구멍을 보다 정밀한 치수와 형태로 확대 가공하는 것이다.

② 보링머신은 수평형과 수직형이 있고, 선삭, 면삭, 그루빙, 모따기 등 여러 종류의 작업을 수행할 수 있다.

③ 보링바(boring bar)는 절삭 중 진동을 흡수하기 위해 유연한 재질로 선정해야 한다.

④ 수직보링머신은 크고 무거운, 길이에 비해 직경이 큰 공작물에 보통 사용된다.

정답 3번

출제 포인트

보링작업의 정의와 보링머신의 종류·용도, 그리고 보링바가 갖춰야 할 성질을 정확히 아는지를 묻는 문항이다. 특히 절삭 중 발생하는 진동(채터링)을 억제하기 위해 공구가 어떤 성질을 가져야 하는지가 핵심이다.

핵심 개념

보링작업은 드릴 등으로 미리 뚫어 놓은 구멍을 공구 이송으로 정밀하게 넓히고 형상을 다듬는 가공이다. 보링바는 구멍 속 깊숙이 들어가 편들어 나온(내다지른) 형태로 절삭하므로 길이가 길고 가늘어 절삭력에 의해 휘거나 떨리기(채터링) 쉽다. 이를 막으려면 보링바 자체의 강성(剛性)과 강도를 높여 변형과 진동을 줄여야 하며, 유연한(부드럽게 잘 휘는) 재질을 쓰면 오히려 진동이 커지고 가공 정밀도가 나빠진다. 진동을 줄이기 위한 실제 방법은 재질을 무르게 하는 것이 아니라 초경합금·텅스텐카바이드 등 강성이 크고 무거운 재질을 쓰거나, 바의 지름을 키우고 돌출 길이를 짧게 하며, 감쇠(댐핑) 기구를 내장한 방진 보링바를 쓰는 것이다.

선지별 해설

① 보링작업은 이미 가공된 구멍을 보다 정밀한 치수와 형태로 확대 가공하는 것이다 → O. 드릴가공 등으로 뚫린 거친 구멍을 보링바로 다시 깎아 진원도·치수 정밀도·표면 정도를 높이는 것이 보링의 본질이다.

② 보링머신은 수평형과 수직형이 있고, 선삭·면삭·그루빙·모따기 등 여러 종류의 작업을 수행할 수 있다 → O. 보링머신은 수평보링머신과 수직보링머신으로 구분되며, 구멍 내면 가공 외에도 공작물이나 공구의 회전·이송을 이용해 바깥지름 선삭, 단면 면삭, 홈파기(그루빙), 모따기 등 다양한 부가 작업을 함께 수행할 수 있다.

③ 보링바는 절삭 중 진동을 흡수하기 위해 유연한 재질로 선정해야 한다 → X. 틀린 표현 → 올바른 표현: 보링바는 절삭 중 발생하는 진동(채터링)을 억제하기 위해 강성이 크고 잘 휘지 않는 단단한 재질로 선정하거나 지름을 크게 하고 돌출 길이를 짧게 해야 한다. 유연한 재질은 오히려 처짐과 떨림을 키워 가공면 정밀도를 떨어뜨린다.

④ 수직보링머신은 크고 무거운, 길이에 비해 직경이 큰 공작물에 보통 사용된다 → O. 수직보링머신은 큰 원판형 척(테이블) 위에 무겁고 지름이 큰 공작물을 수평으로 눕혀 고정하고 공구대가 수직 방향으로 이송하며 가공하는 구조로, 대형 플랜지·기어 블랭크처럼 길이보다 지름이 큰 공작물 가공에 적합하다.

NoteBase

오답 포인트

보링바 관련 문항에서는 '진동을 흡수하려면 무르고 유연한 재질'이라는 직관적 오개념에 낚이기 쉽다. 실제로는 공구계가 얇고 길게 돌출될수록 강성이 떨어져 채터링이 잘 생기므로, 재질을 물렁하게 하는 것이 아니라 강성을 높이는 방향으로 대응한다는 점을 기억해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

선지에 '진동을 흡수/완화하기 위해 유연한(연한) 재질을 쓴다'는 표현이 나오면 일단 의심한다. 절삭공구·공구바 관련 진동 대책은 대부분 강성 증대(재질 강도↑, 지름↑, 돌출 길이↓, 댐핑 구조 추가) 쪽으로 서술되는 것이 옳다.

암기 포인트

보링=이미 뚫린 구멍의 정밀 확대가공. 보링머신=수평형/수직형, 부가로 선삭·면삭·그루빙·모따기 가능.
보링바=진동 억제를 위해 강성이 큰 재질·짧고 굵은 형상이 정답, '유연한 재질'은 오답 선지의 단골 표현.

NoteBase

문 21. 공구의 마모가 가장 적은 가공방법은?

① 전해가공

② 초음파가공

③ 방전가공

④ 선삭

정답 1번

출제 포인트

여러 특수가공(비전통 가공)과 전통 절삭가공을 놓고 공구(전극·공구날)의 마모 정도를 비교하는 문제이다. 공구가 공작물과 물리적으로 접촉해 힘을 주고받는 방식인지, 아니면 비접촉 방식으로 재료를 제거하는지를 기준으로 판단한다.

핵심 개념

전해가공(ECM)은 공구(전극)와 공작물 사이에 전해액을 채우고 전류를 흘려 공작물 표면을 양극 용해 반응으로 녹여내는 가공법이다. 공구와 공작물이 서로 접촉하지 않고 일정한 간극을 유지한 채 가공이 이루어지므로 공구에 기계적 마찰이나 스파크에 의한 소모가 거의 발생하지 않는다. 반면 초음파가공은 공구를 초음파로 진동시켜 사이에 있는 유리 지립이 공작물을 때리며 깎아내는 방식이라 지립에 의해 공구도 함께 마모된다. 방전가공(EDM)은 전극과 공작물 사이의 스파크 방전열로 재료를 녹여 제거하는데, 방전열이 전극 표면도 함께 소모시켜 전극(공구) 마모가 뚜렷하게 나타난다. 선삭은 바이트가 공작물에 직접 압력을 가하며 절삭하는 전통적 절삭가공이라 마찰과 절삭열로 인한 공구 마모가 가장 크게 나타나는 편이다.

선지별 해설

① 전해가공 — O. 전기화학적 용해로 재료를 제거하며 공구와 공작물이 비접촉 상태를 유지하므로 공구 마모가 가장 적다.
② 초음파가공 — X. 지립의 충격으로 가공이 이루어져 공구(혼)에도 지립에 의한 마모가 발생한다.
③ 방전가공 — X. 스파크 방전열이 전극도 함께 소모시켜 전극 마모가 발생한다.
④ 선삭 — X. 바이트가 공작물에 직접 접촉해 절삭력과 절삭열을 받으므로 네 가지 중 공구 마모가 가장 크게 나타난다.

오답 포인트

초음파가공과 방전가공은 '비전통 가공'이라는 이유만으로 공구 마모가 없다고 오해하기 쉬운데, 두 가공법 모두 지립 충격이나 방전열이라는 물리적·열적 작용이 공구(혼, 전극)에도 함께 가해지므로 마모가 존재한다. 마모가 거의 없는 가공법은 전기화학 반응만으로 재료를 제거하는 전해가공뿐이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

'공구 마모가 가장 적은(또는 없는) 가공방법'을 물으면 우선 전해가공을 떠올린다. 공구-공작물 접촉 여부(접촉이면 마모 발생, 비접촉 전기화학 반응이면 마모 거의 없음)를 기준으로 선지를 가른다.

암기 포인트

전해가공(ECM)=비접촉·전기화학 용해→공구 마모 최소, 방전가공(EDM)=전극도 방전열로 소모, 초음파가공=지립 충격으로 공구도 마모, 선삭=직접 접촉 절삭→공구 마모 최대.

NoteBase

문 22. 반도체 제조에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 클린룸의 청정도는 클래스(class) 등급으로 정의되며 클래스 10이 클래스 1000보다 청정하다.

② 화학기계적연마(CMP)는 웨이퍼를 연마하여 절단 작업에서 발생한 표면 결함 등을 제거하고 평탄화하는 공정이다.

③ 스퍼터링은 금속 증착에 사용되는 방법으로 진공상태에서 고에너지 이온이 목표물에 충돌하면서 원자가 튀어나와 웨이퍼에 증착되는 공정이다.

④ 산화는 박막 전체 혹은 특정 부분을 화학적으로 제거하는 공정이다.

정답 4번

출제 포인트

반도체 제조 공정에서 클린룸 등급, 화학기계적연마(CMP), 스퍼터링, 산화 공정 각각의 정의와 역할을 정확히 구분할 수 있는지를 묻는다. 특히 산화(oxidation)는 박막을 새로 형성하는 공정이고 박막을 제거하는 공정은 식각(etching)이라는 점을 구분하는 것이 핵심이다.

핵심 개념

클린룸 청정도는 클래스 숫자가 작을수록 단위 체적당 허용 입자 수가 적어 더 청정한 상태를 의미한다. 화학기계적연마(CMP)는 화학적 작용과 기계적 연마를 결합해 웨이퍼 표면의 요철이나 결함을 제거하고 평탄화하는 공정이다. 스퍼터링은 물리기상증착(PVD)의 한 방법으로, 진공 중에서 가속된 이온이 타깃(목표물)에 충돌해 원자를 떼어내고 이 원자가 웨이퍼 표면에 증착되는 원리이다. 산화는 실리콘 웨이퍼 표면을 산소나 수증기와 반응시켜 이산화규소(SiO_2) 박막을 새로 형성(성장)시키는 공정이며, 박막을 화학적으로 제거하는 공정은 식각(에칭)이다.

선지별 해설

① O: 클린룸 청정도는 클래스 등급으로 표시되며, 클래스 숫자가 작을수록 허용 입자 수가 적어 더 청정하다. 따라서 클래스 10이 클래스 1000보다 청정하다는 설명은 옳다.
② O: 화학기계적연마(CMP)는 화학적 반응과 기계적 마모를 함께 이용해 절단(슬라이싱) 등 앞선 공정에서 생긴 표면 결함을 제거하고 웨이퍼 표면을 평탄화하는 공정으로, 설명이 옳다.
③ O: 스퍼터링은 진공 상태에서 고에너지 이온을 타깃(목표물)에 충돌시켜 원자를 튀어나오게 하고, 이 원자가 웨이퍼 표면에 증착되도록 하는 금속 증착 방법으로, 설명이 옳다.
④ X: 산화는 박막을 화학적으로 제거하는 공정이 아니라, 웨이퍼 표면에 산화막(SiO_2 등 박막)을 새로 형성(성장)시키는 공정이다. 박막 전체 또는 특정 부분을 화학적으로 제거하는 공정은 식각(에칭)이므로, 이 설명은 산화가 아니라 식각에 대한 설명이다.

NoteBase

오답 포인트

산화(성장 공정)와 식각(제거 공정)의 방향을 반대로 외워 헷갈리는 경우가 가장 흔한 실수이다. '제거한다', '깎아낸다'는 표현이 나오면 산화가 아니라 식각을 떠올려야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

선지에서 각 공정을 '형성/증착/성장'과 '제거/평탄화'로 먼저 분류한다. 산화, 증착(스퍼터링·CVD 등)은 박막을 만드는 공정이고, 식각과 CMP는 기존 박막이나 표면을 깎아내거나 다듬는 공정이라는 큰 틀을 기준으로 선지의 서술 방향이 맞는지 확인한다.

암기 포인트

산화=박막 형성(성장), 식각=박막 제거, CMP=표면 결함 제거와 평탄화, 스퍼터링=이온 충돌에 의한 금속 증착, 클린룸 클래스=숫자가 작을수록 청정.

NoteBase

문 23. 신속조형법(rapid prototyping) 중 공급되는 재료가 분말인 것은?

① 융해용착모델링(fused deposition modeling)

② 레이저선별소결(selective laser sintering)

③ 스테레오리소그래피(stereolithography)

④ 폴리젯(polyjet)

정답 2번

출제 포인트

신속조형법(쾌속조형, rapid prototyping)의 각 공정이 사용하는 원재료의 형태(고체 필라멘트, 액체 수지, 분말 등)를 구분할 수 있는지를 묻는다. 공급 재료의 상태가 다르면 경화·성형 원리도 달라지므로, 재료 상태와 공정 원리를 짝지어 이해해야 한다.

핵심 개념

융해용착모델링(FDM)은 열가소성 플라스틱 필라멘트(고체 선재)를 노즐에서 녹여 층층이 쌓는 방식이다. 스테레오리소그래피(SLA)와 폴리젯(polyjet)은 액체 상태의 광경화성 수지에 자외선이나 레이저를 쬐어 층별로 경화시키는 방식이다. 레이저선별소결(SLS)은 분말 형태의 재료(나일론 분말, 금속 분말 등)를 얇게 깔고 레이저로 필요한 부분만 선택적으로 소결시켜 굳히는 방식으로, 이 공정만 분말을 원재료로 사용한다.

선지별 해설

① 융해용착모델링(FDM) — X. 필라멘트 형태의 고체 재료를 녹여 압출하는 방식이라 공급 재료가 분말이 아니다.
② 레이저선별소결(SLS) — O. 분말 재료를 도포한 뒤 레이저로 필요 부분만 선택적으로 소결하여 성형하므로 공급 재료가 분말이다.
③ 스테레오리소그래피(SLA) — X. 액체 광경화성 수지를 레이저나 자외선으로 경화시키는 방식이라 재료가 액체이다.
④ 폴리젯(polyjet) — X. 액체 광경화성 수지를 잉크젯 헤드로 분사한 뒤 자외선으로 경화시키는 방식이라 재료가 액체이다.

오답 포인트

FDM을 '필라멘트'가 아니라 막연히 '고체'로만 기억하면 되지만, 분말과 혼동해서는 안 된다. SLA와 폴리젯은 둘 다 광경화성 수지를 쓰는 액체 기반 공정이라는 공통점 때문에 헷갈리기 쉬운데, 두 공정 모두 분말이 아니라 액체를 사용한다는 점을 명확히 구분해야 한다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

신속조형법 문제에서는 먼저 재료 상태(고체 필라멘트/액체 수지/분말)를 기준으로 공정을 분류한 뒤, 분말을 쓰는 공정은 레이저선별소결(SLS)뿐이라는 점을 떠올리면 빠르게 정답을 찾을 수 있다.

암기 포인트

필라멘트는 FDM, 액체 수지는 SLA·폴리젯, 분말은 SLS로 재료 상태별로 묶어 기억해 둔다.

NoteBase

문 24. 영구주형을 이용하는 주조공정으로 옳은 것만을 고른 것은?

ㄱ. 셸 주조(shell molding)
ㄴ. 로스트폼 주조(lost-foam casting)
ㄷ. 스퀴즈 주조(squeeze casting)
ㄹ. 원심주조(centrifugal casting)
ㅁ. 다이캐스팅(diecasting)
ㅂ. 인베스트먼트 주조(investment casting)

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

정답 4번

출제 포인트

주조공정을 주형(mold)의 재사용 가능 여부로 분류하는 문제이다. 영구주형(permanent mold)은 금속 등으로 만들어 여러 번 반복해서 사용하는 주형이고, 소모성 주형(expendable mold)은 주물을 꺼낼 때 주형을 깨뜨려야 해서 한 번 쓰고 버리는 주형이다. 보기 ㄱ~ㅂ의 여섯 가지 주조법이 이 중 어느 쪽에 속하는지 구분할 수 있어야 한다.

핵심 개념

영구주형 계열: 다이캐스팅(diecasting), 원심주조(centrifugal casting), 스퀴즈 주조(squeeze casting), 저압주조, 슬러시 주조 등은 금속 다이(die)나 금속 주형을 반복 사용한다. 소모성 주형 계열: 사형주조, 셸 주조(shell molding), 로스트폼 주조(lost-foam casting), 인베스트먼트 주조(investment casting, 로스트왁스법)는 모래·왁스·발포폴리스티렌 패턴이나 세라믹 셸을 매 회 새로 만들고 주물을 꺼내며 주형을 파괴한다.

NoteBase

선지별 해설

ㄱ. 셸 주조(shell molding) → 규사에 열경화성 수지를 입혀 얇은 셸(껍질) 형태의 사형을 만드는 공법으로, 주물을 꺼낼 때 셸을 깨뜨리는 소모성 주형이다.
ㄴ. 로스트폼 주조(lost-foam casting) → 발포폴리스티렌(EPS) 패턴을 모래에 묻고 쇳물을 부어 패턴을 기화시키며 주형을 채우는 공법으로, 패턴과 사형 모두 소모되는 소모성 주형이다.
ㄷ. 스퀴즈 주조(squeeze casting) → 용융 금속을 금속 다이에 부은 뒤 유압 프레스로 압력을 가해 응고시키는 공법으로, 주조와 단조를 결합한 방식이며 금속 다이를 반복 사용하는 영구주형이다.
ㄹ. 원심주조(centrifugal casting) → 회전하는 금속 주형에 쇳물을 부어 원심력으로 치밀한 조직의 주물(파이프, 실린더 라이너 등)을 만드는 공법으로, 금속 주형을 반복 사용하는 영구주형이다.
ㅁ. 다이캐스팅(diecasting) → 정밀 가공된 금속 다이에 용융 금속을 고압으로 사출하는 공법으로, 다이를 수만 회 이상 반복 사용하는 대표적인 영구주형 공법이다.
ㅂ. 인베스트먼트 주조(investment casting) → 왁스 패턴에 내화 슬러리를 발라 세라믹 셸을 만든 뒤 왁스를 녹여 빼내고(로스트왁스) 쇳물을 붓는 공법으로, 주물을 꺼낼 때 세라믹 셸을 깨뜨리는 소모성 주형이다.
따라서 영구주형을 이용하는 것은 ㄷ, ㄹ, ㅁ이며, ④가 정답이다.

오답 포인트

①(ㄱ,ㄴ,ㅂ)과 ③(ㄴ,ㄷ,ㅂ)은 소모성 주형 공법인 셸 주조·로스트폼 주조·인베스트먼트 주조를 영구주형으로 잘못 고른 조합이다. ②(ㄱ,ㄹ,ㅁ)는 원심주조·다이캐스팅은 맞게 골랐지만 소모성 주형인 셸 주조(ㄱ)를 영구주형으로 착각해 포함시킨 오답이다. 특히 스퀴즈 주조를 이름만 보고 사형 공정으로 오인하기 쉬운데, 실제로는 금속 다이와 프레스를 쓰는 영구주형 공법임을 놓치지 않아야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

주조공법 이름이 나오면 먼저 '주물을 꺼낼 때 주형을 깨는가, 그대로 다시 쓰는가'를 떠올린다. 이름에 '주형(mold)'을 새로 만드는 느낌이 있는 사형·셸·로스트폼·인베스트먼트(로스트왁스) 계열은 소모성, 다이(die)나 금속 주형을 반복 사용하는 다이캐스팅·원심주조·스퀴즈주조·저압주조·슬러시주조 계열은 영구주형으로 분류한다.

암기 포인트

영구주형 4총사: 다이캐스팅, 원심주조, 스퀴즈 주조, 저압(슬러시)주조 — 모두 금속 다이/주형 반복 사용.
소모성 주형 3총사: 셸 주조, 로스트폼 주조, 인베스트먼트 주조 — 모두 주물 꺼낼 때 주형(셸·사형)을 깨뜨림.

NoteBase

문 25. 절삭가공에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 연속형 칩(continuous chip)은 절삭속도가 작거나 경사각이 작은 경우에 주로 발생하며 가공면의 표면정도가 양호한 것이 보통이다.

② 구성인선(built-up edge)은 절삭가공이 진행되는 동안 공구 끝단에 공작물 재료가 공구면에 점진적으로 부착되어 형성된 층상의 생성물로 이를 감소시키기 위해 절삭속도를 빠르게 하고 경사각을 증가시킨다.

③ 톱니형 칩(serrated chip)은 티타늄과 같이 열전도도가 낮고 온도에 따라 강도가 급격히 변하는 금속재료의 절삭 시 주로 발생하며 전단변형률을 크게 받은 영역과 작게 받은 영역이 반복되어 있는 반연속형 칩이다.

④ 불연속형 칩(discontinuous chip)은 취성이 큰 재료나 단단한 개재물 혹은 불순물이 함유된 경우에 주로 발생하며 서로 분리되었거나 약하게 연결된 마디들로 구성되어 있다.

정답 1번

출제 포인트

절삭가공에서 생성되는 칩(chip)의 네 가지 형태 — 연속형 칩, 구성인선, 톱니형(반연속형) 칩, 불연속형 칩 — 이 각각 어떤 절삭 조건과 재료 특성에서 발생하는지 정확히 구분하는지를 묻는다.

핵심 개념

연속형 칩은 연성이 큰 재료를 절삭속도가 크고 경사각이 큰 조건에서 가공할 때 주로 발생하며, 칩이 끊어지지 않고 길게 이어져 나오고 가공면의 표면정도가 양호한 편이다. 반대로 절삭속도가 작거나 경사각이 작으면 전단각이 작아지고 마찰이 커져 구성인선이나 톱니형 칩이 생기기 쉬워진다.
구성인선(built-up edge)은 절삭 중 공작물 재료 일부가 공구 경사면에 점진적으로 압착·용착되어 형성되는 층상의 부착물이며, 절삭속도를 높이고 경사각을 크게 하며 절삭유를 사용하면 감소시킬 수 있다.
톱니형 칩(serrated chip, 반연속형 칩)은 티타늄합금처럼 열전도도가 낮고 온도 상승에 따라 강도가 급격히 떨어지는 재료를 고속으로 절삭할 때, 전단면에서 국부적인 단열전단(adiabatic shear)이 반복되어 전단변형이 크게 일어난 영역과 작게 일어난 영역이 교대로 나타나는 형태의 칩이다.
불연속형 칩(discontinuous chip)은 주철과 같이 취성이 큰 재료나 내부에 단단한 개재물·불순물이 있는 재료를 절삭할 때 칩이 연속으로 이어지지 못하고 짧은 마디 형태로 잘려 나오거나 약하게 붙어 있는 형태로 생성된다.

NoteBase

선지별 해설

① X. 연속형 칩은 절삭속도가 크고 경사각이 큰 경우, 즉 연성이 좋은 재료를 매끄러운 절삭 조건에서 가공할 때 주로 발생한다. 절삭속도가 작거나 경사각이 작은 조건은 오히려 마찰과 전단저항이 커져 구성인선이나 톱니형·불연속형 칩이 생기기 쉬운 조건이므로, 이 선지는 원인 조건이 반대로 서술되어 있다. 틀린 표현 '절삭속도가 작거나 경사각이 작은 경우에 주로 발생' → 올바른 표현 '절삭속도가 크고 경사각이 큰 경우에 주로 발생'.
② O. 구성인선은 공구 경사면에 공작물 재료가 점진적으로 부착되어 형성되는 층상의 생성물이며, 절삭속도를 높이고 경사각을 증가시키면 마찰과 부착 경향이 줄어 구성인선 발생이 감소한다는 설명이 맞는다.
③ O. 톱니형 칩은 티타늄과 같이 열전도도가 낮고 온도에 따라 강도가 급격히 변하는 재료의 절삭에서 주로 발생하며, 전단변형이 크게 일어난 영역과 작게 일어난 영역이 교대로 반복되는 반연속형 칩이라는 설명이 맞는다.
④ O. 불연속형 칩은 취성이 큰 재료나 단단한 개재물·불순물이 포함된 재료를 절삭할 때 주로 발생하며, 서로 분리되었거나 약하게 연결된 마디 형태로 구성된다는 설명이 맞는다.

오답 포인트

칩의 형태를 재료 성질(연성/취성, 열전도도)과 절삭조건(절삭속도, 경사각)의 조합으로 외우지 않고 단편적으로 암기하면, ①처럼 조건이 뒤바뀐 서술을 그냥 맞는 설명으로 넘기기 쉽다. '절삭속도가 크고 경사각이 클수록 칩이 부드럽게 흘러나와 연속형이 된다'는 방향을 반대로 기억하지 않도록 주의한다.

다시 나오면 이렇게 판단

칩 형태 문제가 나오면 먼저 절삭속도·경사각·재료의 연성(또는 취성) 세 가지 조건이 서술과 맞는 방향인지부터 확인한다. '속도가 크고 경사각이 클수록 연속형에 가까워진다'는 기본 방향을 기준으로 각 선지의 조건 서술이 반대로 뒤집혀 있지 않은지 대조하면 오답을 빠르게 골라낼 수 있다.

암기 포인트

연속형 칩=절삭속도 크고 경사각 크고 연성 재료·표면정도 양호/ 구성인선=재료 부착·층상 생성물, 절삭속도↑·경사각↑·절삭유 사용으로 감소 / 톱니형(반연속형) 칩=티타늄 등 저열전도·온도민감 재료, 전단변형 강약 반복 / 불연속형 칩=취성 재료·단단한 개재물, 마디 형태로 분리.

NoteBase