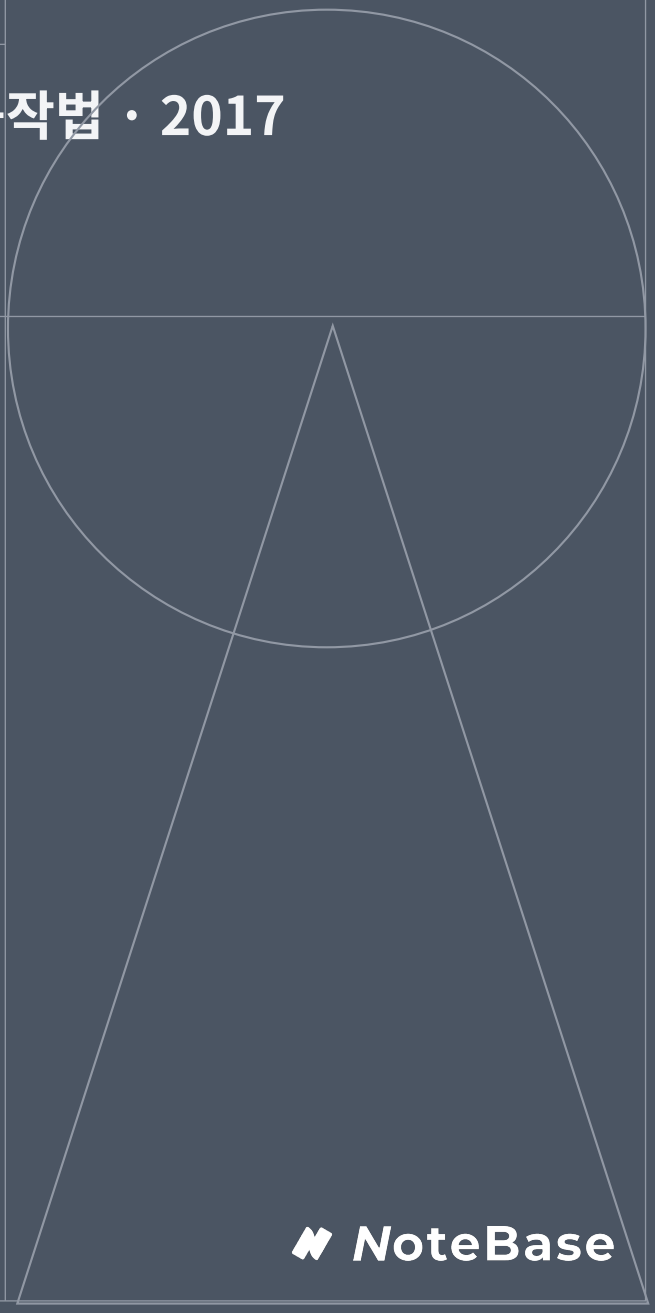
기출OX 해설집

공무원/국가직/7급 · 기계공작법 · 2017



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/국가직/7급 · 기계공작법 · 2017

공무원/국가직/7급 · 기계공작법 · 2017

문 1. 한 쌍의 평금형이나 롤러금형을 사용하여 둥근 소재를 통과시키면서 국부적으로 압력을 가하여 나사(screw)나 기어(gear) 등을 가공하는 소성가공법은?

① 사출

② 단조

③ 인발

④ 전조

정답 4번

출제 포인트

평금형(다이스가 평판 형태)이나 롤러금형 한 쌍 사이로 둥근 소재를 통과시키면서 소재 표면에 국부적으로 압력을 가해 나사산이나 기어 이(이빨) 형상을 새기는 소성가공법의 명칭을 묻는 문제이다. 재료를 절삭해서 깎아내는 것이 아니라 금형의 형상을 소재 표면에 눌러 전사시키는 방식이라는 점이 핵심 단서이다.

핵심 개념

전조(轉造, form rolling)는 평금형 또는 롤러금형 사이에 원통형 소재를 넣고 금형을 이동 또는 회전시켜 소재를 구르게 하면서 국부적인 압력으로 소성변형을 일으켜 나사, 기어, 스플라인 등의 표면 형상을 성형하는 가공법이다. 절삭가공(전조나사 절삭 대비)과 달리 재료의 손실이 거의 없고 금속조직의 섬유흐름(fiber flow)이 형상을 따라 연속적으로 이어져 강도와 피로 특성이 향상되며, 생산속도가 빨라 대량생산에 적합하다.
사출(injection)은 가열하여 유동성을 가진 재료(주로 플라스틱)를 금형 캐비티에 압입하여 성형하는 방법으로 금속의 나사·기어 표면가공과는 무관하다.
단조(forging)는 소재를 해머나 프레스로 타격 또는 가압하여 전체적인 형상을 성형하는 가공법으로, 국부적으로 굴려 나사·기어 형상을 새기는 방식이 아니다.
인발(drawing)은 소재를 다이 구멍으로 잡아당겨 단면적을 줄이면서 봉재나 선재를 뽑아내는 가공법으로, 압력을 국부적으로 가하여 표면에 요철 형상을 새기는 것이 아니다.

NoteBase

선지별 해설

① 사출: 유동성 있는 재료를 금형에 압입해 형상을 만드는 가공으로, 둥근 소재를 금형 사이로 통과시켜 국부적으로 압력을 가하는 방식이 아니므로 옳지 않다.
② 단조: 소재 전체를 타격·가압하여 형상을 만드는 가공으로, 평금형·롤러금형 사이로 소재를 굴려 나사·기어를 새기는 방식과는 다르므로 옳지 않다.
③ 인발: 소재를 다이를 통해 잡아당겨 단면을 줄이는 가공으로, 국부적 압력으로 나사산·기어이를 성형하는 방식이 아니므로 옳지 않다.
④ 전조: 평금형이나 롤러금형 한 쌍 사이로 둥근 소재를 통과시키면서 국부적으로 압력을 가해 나사나 기어 등을 성형하는 소성가공법이므로 옳다.

오답 포인트

단조와 전조를 혼동하기 쉬운데, 단조는 소재 전체 형상을 힘으로 바꾸는 가공이고 전조는 금형을 굴려 표면에 국부적으로 형상을 새기는 가공이라는 점에서 구분된다. 또한 전조는 절삭이 아니므로 재료 손실이 없고 조직의 흐름이 끊기지 않아 강도가 높아진다는 특징이 절삭에 의한 나사가공과의 차이점으로 자주 함께 출제된다.

다시 나오면 이렇게 판단

발문에서 '평금형이나 롤러금형', '통과시키면서', '국부적으로 압력', '나사나 기어' 같은 표현이 나오면 전조를 먼저 떠올린다. 소재 전체를 때리거나 눌러 형상을 만드는 표현이면 단조, 다이 구멍으로 당겨 뽑아내는 표현이면 인발, 유동성 재료를 금형에 밀어넣는 표현이면 사출로 구분한다.

암기 포인트

전조=금형을 굴려 나사·기어 표면을 국부적으로 성형(절삭 없음, 섬유조직 유지, 강도 향상, 대량생산 적합).

NoteBase

문 2. 모래주형을 이용하는 사형주조의 구성요소에서 엔진블록이나 밸브 같이 내부에 구멍이나 통로가 있는 제품을 주조할 때 사용되는 것으로, 주조하기 전에 주형 안에 미리 설치되고 주조공정이 끝나면 완성된 주물에서 제거되는 것은?

① 냉각쇠(chill)

② 라이저(riser)

③ 모형(pattern)

④ 코어(core)

정답 4번

출제 포인트

사형주조(모래주형 주조)에서 내부에 중공(구멍·통로)을 만들기 위해 쓰이는 부속 요소인 코어(core)의 정의와 역할을 다른 구성요소(냉각쇠, 라이저, 모형)와 구분하는 문제이다. 엔진블록이나 밸브 몸체처럼 완성품 내부에 유로나 공동이 있는 제품을 주조하려면 그 형상만큼 쇳물이 채워지지 않도록 주형 안에 별도의 형체를 미리 넣어야 하는데, 이 형체가 주조 후 제거되면서 내부 구멍이 남는다는 점이 핵심이다.

핵심 개념

코어(core)=모래나 내화재로 별도 제작해 주형 조립 시 캐비티 내부에 미리 삽입하는 형체로, 제품 내부의 구멍·통로·중공부를 형성한다. 주조가 끝나면 주물 내부에서 모래를 털어내거나 파쇄하여 제거하므로 최종 주물에는 남지 않는다. 냉각쇠(chill)=주형의 특정 부위에 삽입해 그 부분의 응고 속도를 빠르게 하여 조직을 치밀하게 만드는 금속 삽입물로, 냉각 목적상 제품 표면 쪽에 두며 내부 구멍 형성과는 무관하다. 라이저(riser, 압탕)=응고 수축을 보상하기 위해 쇳물을 추가로 저장해 두는 여분의 공간으로, 주조 후 절단·제거되는 것은 맞지만 목적이 수축 보상이지 내부 통로 형성이 아니다. 모형(pattern)=주형(모래틀) 자체의 캐비티(외형)를 만들기 위해 쓰이는 원형으로, 주형을 뜬 뒤에는 모래에서 빼내며 주조 전 단계에서 이미 제거되므로 '주조공정이 끝나면 제거'된다는 설명과 시점이 다르다.

NoteBase

선지별 해설

① 냉각쇠(chill) - X: 응고 속도를 국부적으로 조절해 조직을 치밀하게 하는 금속편으로, 주물에 매립되거나 표면 냉각용으로 쓰이며 내부 구멍·통로를 만드는 요소가 아니다.
② 라이저(riser) - X: 응고 수축분을 보충하는 쇳물 저장소 역할로 주조 후 절단 제거되지만, 목적이 수축 보상이지 내부 통로 형성이 아니므로 문제의 설명과 다르다.
③ 모형(pattern) - X: 주형의 외형(캐비티)을 만드는 원형으로, 주조 전(주형 제작 단계)에 이미 모래에서 빼내어 제거되는 것이지 '주조공정이 끝난 후' 제거되는 것이 아니다.
④ 코어(core) - O: 내부에 구멍이나 통로가 필요한 제품(엔진블록, 밸브 등)을 만들 때 주형 안에 미리 설치하고, 주조가 끝난 뒤 완성된 주물 속에서 제거하여 그 자리에 구멍·통로를 남기는 요소이므로 발문의 설명과 정확히 일치한다.

오답 포인트

라이저와 모형도 '주조 후 제거된다'는 공통점 때문에 코어와 혼동하기 쉽다. 구분 기준은 제거 시점과 목적이다. 모형은 주조 전 주형 제작 단계에서 빠지고, 라이저는 수축 보상이 목적이며, 코어만이 주조 공정이 끝난 뒤 주물 내부에서 제거되면서 구멍·통로를 남긴다.

다시 나오면 이렇게 판단

발문에서 '내부에 구멍이나 통로', '주조공정이 끝나면 제거'라는 표현이 나오면 코어를 먼저 떠올린다. 반대로 '응고 수축 보상', '쇳물 저장'이면 라이저, '주형의 외형을 만드는 원형'이면 모형, '국부 급랭으로 조직 치밀화'면 냉각쇠로 구분한다.

암기 포인트

코어(core)=내부 구멍·통로용, 주조 후 주물 속에서 제거. 라이저(riser)=수축 보상용 쇳물 저장소, 주조 후 절단 제거. 모형(pattern)=외형(캐비티) 성형용, 주조 전에 이미 제거. 냉각쇠(chill)=국부 급랭으로 조직 치밀화.

NoteBase

문 3. 한번 만들어진 주형을 여러 번 재사용하여 주물을 제작하는 영구주형 주조공정은?

① 다이캐스팅(die casting)

② 셸(shell) 주조

③ 발포 폴리스티렌(expanded polystyrene) 주조

④ 인베스트먼트(investment) 주조

정답 1번

출제 포인트

주조공정을 주형(mold)의 재사용 가능 여부에 따라 영구주형(비소모성 주형) 방식과 소모성 주형(1회용) 방식으로 구분할 수 있는지를 묻는 문제이다. 금속으로 만든 금형을 반복해서 사용하는 공정과, 매 주조마다 주형을 파괴해야 하는 공정을 정확히 구별해야 한다.

핵심 개념

영구주형 주조법은 금속 재질의 금형을 만들어 두고 그 금형에 용탕을 여러 번 반복해서 주입하여 다수의 주물을 뽑아내는 방식이다. 금형이 견고하므로 파괴되지 않고 계속 재사용된다. 반면 소모성 주형법은 모래·석고·왁스나 발포수지 등으로 매번 주형을 새로 만들고, 주물을 꺼내기 위해 주형을 깨뜨리거나 태워 없애야 하므로 한 번 쓰면 그 주형은 재사용할 수 없다.

선지별 해설

① 다이캐스팅(die casting) — O. 정밀 가공된 강철 금형(다이)에 용융금속을 고압으로 주입해 성형하는 공법으로, 금형이 손상되지 않는 한 동일한 금형을 수천~수만 회 반복 사용할 수 있는 대표적인 영구주형 주조법이다.

② 셸(shell) 주조 — X. 규사에 열경화성 수지를 코팅한 모래로 얇은 셸 형태의 주형을 만들어 사용하며, 주물을 꺼낼 때 주형을 깨뜨려야 하므로 매번 새 주형을 만들어야 하는 소모성 주형법이다.

③ 발포 폴리스티렌(expanded polystyrene) 주조 — X. 실물 모형을 발포 폴리스티렌(스티로폼)으로 만들어 모래 속에 매몰한 뒤, 용탕의 열로 모형을 기화시키면서 그 자리에 주물을 형성하는 소실모형법(로스트폼법)이다. 모형과 주형이 주조와 동시에 소멸되므로 1회용이다.

④ 인베스트먼트(investment) 주조 — X. 왁스 등으로 만든 모형에 내화물을 발라 주형을 만든 뒤 모형을 가열해 녹여 없애고(로스트왁스법), 주물을 꺼내기 위해 주형 자체를 깨뜨려야 하므로 역시 1회용 소모성 주형법이다.

오답 포인트

②③④는 모두 정밀한 주물을 얻을 수 있다는 공통점 때문에 다이캐스팅과 혼동되기 쉽지만, 결정적 차이는 주형이 파괴되는가 여부이다. 이름에 특수한 재료(셸, 발포수지, 왁스)가 들어가는 공정은 대부분 그 재료 자체가 주형의 일부이거나 소멸 대상이 되어 재사용이 불가능하다는 점을 기준으로 구분한다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

문제에 '영구주형', '금형을 반복 사용'이라는 표현이 나오면 다이캐스팅과 금형(중력)주조 계열을 먼저 떠올린다. 반대로 '모형을 소실시킨다', '주형을 파괴하여 꺼낸다'는 표현이 있으면 셸 주조, 소실모형법, 인베스트먼트 주조 같은 소모성 주형 공정으로 판단한다.

암기 포인트

영구주형(재사용) = 다이캐스팅, 금형주조. 소모성 주형(1회용, 파괴 필요) = 셸 주조, 소실모형법(발포 폴리스티렌), 인베스트먼트 주조(로스트왁스법).

NoteBase

문 4. 구성인선(built-up edge)에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 절삭날 근처의 경사면에 들러붙어 발생, 성장, 분리, 탈락의 과정을 반복한다.

② 절삭속도를 줄이면 구성인선의 발생을 억제할 수 있다.

③ 공구반경을 줄이거나, 효과적인 절삭유를 사용하여 억제할 수 있다.

④ 공구경사각을 증가시켜 구성인선의 발생을 억제할 수 있다.

정답 2번

출제 포인트

구성인선(built-up edge, BUE)이 생기는 조건과 이를 억제하는 조건을 정확히 구분하는지 묻는 문제이다. 특히 절삭속도와 구성인선 발생량 사이의 관계(절삭속도가 낮을수록 오히려 구성인선이 잘 생긴다는 점)를 반대로 알고 있으면 틀리기 쉽다.

핵심 개념

구성인선은 연강, 알루미늄처럼 연하고 점성이 큰 재료를 절삭할 때 절삭날 앞면(경사면)에 칩의 일부가 높은 압력과 마찰열로 용착되어 쌓였다가, 일정 크기 이상 자라면 불안정해져 떨어져 나가는 현상이다.
생성-성장-분리-탈락을 반복하며 가공면 거칠기를 나쁘게 하고 치수정밀도를 떨어뜨린다. 구성인선은 절삭속도가 낮을수록, 절삭깊이가 클수록, 공구의 경사각(레이크각)이 작을수록, 마찰이 클수록 잘 발생한다. 반대로 절삭속도를 높이면 절삭열이 늘어 칩과 공구 사이 마찰계수가 낮아지고 유동성이 커져 구성인선이 잘 생기지 않는다. 따라서 구성인선 억제 방법은 절삭속도를 높이는 것, 공구경사각(rake angle)을 크게 하는 것, 절삭깊이를 작게 하는 것, 공구의 날끝 반경을 작게 다듬는 것, 절삭유를 사용해 마찰과 마찰열을 줄이는 것 등이다.

선지별 해설

① 절삭날 근처의 경사면에 들러붙어 발생, 성장, 분리, 탈락의 과정을 반복한다. → O. 구성인선의 정의 그대로이며, 이 반복 주기 때문에 절삭력이 주기적으로 변하고 가공면이 거칠어진다.
② 절삭속도를 줄이면 구성인선의 발생을 억제할 수 있다. → X. 절삭속도를 줄이면 절삭온도가 낮아지고 칩의 유동성이 떨어져 오히려 칩이 경사면에 달라붙기 쉬워지므로 구성인선이 더 잘 발생한다. 구성인선을 억제하려면 절삭속도를 줄이는 것이 아니라 높여야 한다.
③ 공구반경을 줄이거나, 효과적인 절삭유를 사용하여 억제할 수 있다. → O. 공구 날끝(노즈) 반경을 작게 하면 접촉면적과 마찰이 줄고, 절삭유는 마찰과 절삭열을 낮춰 칩이 공구에 용착되는 것을 막아 구성인선 발생을 억제한다.
④ 공구경사각을 증가시켜 구성인선의 발생을 억제할 수 있다. → O. 경사각(레이크각)을 크게 하면 칩이 공구 경사면을 따라 흐르는 각도가 완만해져 절삭저항과 마찰이 줄어들고, 칩이 공구면에 눌러붙는 정도가 감소해 구성인선 발생이 줄어든다.

NoteBase

오답 포인트

절삭속도와 구성인선의 관계를 반대로 외우면 이 문제를 틀리게 된다. '속도를 줄이면 마찰과 열이 줄어드니 구성인선도 줄어들 것'이라고 직관적으로 생각하기 쉬운데, 실제로는 저속에서 칩의 유동성이 떨어지고 공구면과의 응착이 심해져 구성인선이 더 잘 생긴다. 구성인선은 일정 속도 범위(중저속)에서 뚜렷하게 나타났다가 고속에서는 사라진다는 점을 함께 기억해 둔다.

다시 나오면 이렇게 판단

선지에 '절삭속도를 줄이면(늦추면)'과 '억제할 수 있다'가 함께 나오면 우선 의심한다. 구성인선 억제 조건은 절삭속도 증가, 경사각 증가, 절삭깊이 감소, 날끝반경 감소, 절삭유 사용이라는 다섯 가지로 묶어서 대응시키고, 반대로 절삭속도 감소, 경사각 감소, 절삭깊이 증가는 구성인선을 조장하는 조건으로 짝지어 둔다.

암기 포인트

구성인선 억제=속도↑, 경사각↑, 절삭깊이↓, 날끝반경↓, 절삭유 사용. 구성인선 발생 조장=속도↓, 경사각↓, 절삭깊이↑. '속도를 줄이면 억제된다'는 문장은 틀린 문장이라고 통째로 외워 둔다.

NoteBase

문 5. 비커스(vickers) 경도시험 방법에 대한 설명으로 옳은 것은?

① 다이아몬드로 된 피라미드 모양의 압입자로 시험편을 누른 후 이때 만들어진 자국의 대각선 길이와 가해진 하중을 이용해서 경도를 계산한다.

② 강으로 된 구형 압입자를 시험편에 누른 후 압입하중과 압입된 단면적을 이용하여 경도를 계산한다.

③ 압입자를 시험편에 접촉시켜 초기하중을 작용시킨 후 시험하중을 가해 초기하중과 시험하중으로 생긴 압입자국의 깊이차로 계산한다.

④ 다이아몬드가 부착된 중추를 유리관 속의 일정한 높이에서 시편의 표면에 낙하시켜 반발높이를 이용해 계산한다.

정답 1번

출제 포인트

경도시험법은 압입자의 모양(피라미드/구형/원뿔)과 측정 대상(자국의 크기·면적/자국의 깊이/반발 높이)이 시험법마다 다르므로, 각 시험법의 압입자 종류와 경도값 산출 방식을 짝지어 구분할 수 있어야 한다. 이 문제는 비커스 경도시험의 원리를 정확히 설명한 선지를 고르는 문제이다.

핵심 개념

비커스(Vickers) 경도시험은 꼭지각 136도인 다이아몬드 사각뿔 압입자를 시험편에 눌러 만든 오목한 자국의 대각선 길이를 측정하고, 여기에 가해진 하중을 대응시켜 경도값을 계산한다. 브리넬(Brinell) 경도시험은 강구(구형 압입자)를 시험편에 눌러 생긴 압입 자국의 표면적과 하중으로 경도를 계산한다. 로크웰(Rockwell) 경도시험은 압입자에 초기하중을 먼저 가하고 이어서 시험하중을 추가로 가한 뒤, 초기하중과 시험하중에 의한 압입 깊이의 차이로 경도를 계산한다. 쇼어(Shore) 경도시험은 다이아몬드를 붙인 추를 일정한 높이의 유리관 속에서 시험편 표면으로 자유낙하시켜 튀어 오르는 반발 높이로 경도를 계산하는 반발식 시험법이다.

선지별 해설

① 다이아몬드 피라미드(사각뿔) 압입자로 만든 자국의 대각선 길이와 하중을 이용해 경도를 계산한다는 설명은 비커스 경도시험의 원리와 정확히 일치하므로 옳다.
② 강으로 된 구형 압입자를 눌러 압입 하중과 압입 단면적으로 경도를 계산하는 방식은 브리넬 경도시험의 원리이며 비커스 시험과는 다른 시험법이므로 틀린 설명이다 → 브리넬 경도시험 설명으로 정정한다.
③ 초기하중과 시험하중을 순차로 가하여 두 하중에 의한 압입 깊이의 차이로 경도를 계산하는 방식은 로크웰 경도시험의 원리이므로 틀린 설명이다 → 로크웰 경도시험 설명으로 정정한다.
④ 다이아몬드가 부착된 추를 유리관 속 일정 높이에서 낙하시켜 반발 높이로 경도를 계산하는 방식은 쇼어 경도시험의 원리이므로 틀린 설명이다 → 쇼어 경도시험 설명으로 정정한다.

NoteBase

오답 포인트

②③④는 모두 실제 존재하는 경도시험법(각각 브리넬, 로크웰, 쇼어)의 정확한 설명이지만 비커스 시험이 아닌 다른 시험법의 원리를 설명하고 있다는 점에서 함정이다. 압입자의 모양(구형 vs 피라미드)과 측정량(면적 vs 대각선 길이 vs 깊이차 vs 반발 높이)을 뒤바꿔 헷갈리기 쉬우므로 시험법명과 원리를 1대1로 정확히 연결해서 암기해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

경도시험 문제는 먼저 압입자의 형태(구형인지 피라미드인지 원뿔인지, 혹은 낙하시키는 추인지)를 확인하고, 그다음 무엇을 측정해서 경도를 계산하는지(자국의 대각선 길이, 압입 자국의 면적, 압입 깊이의 차이, 반발 높이)를 확인하면 시험법을 정확히 구분할 수 있다.

암기 포인트

비커스=다이아몬드 피라미드+대각선 길이와 하중, 브리넬=강구+압입 단면적과 하중,
로크웰=초기하중·시험하중의 압입 깊이차, 쇼어=다이아몬드 추 낙하+반발 높이로 각 시험법을 짝지어 암기한다.

NoteBase

문 6. 인베스트먼트 주조(investment casting)에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 복잡한 형상을 제작할 때 사용하는 방법이다.

② 경화된 두 개의 주형을 결합한 후 내부에 용탕을 주입하여 제품을 만든다.

③ 고온합금으로 제품을 제작할 때는 세라믹으로 주형을 만든다.

④ 모형(pattern)은 열에 녹아 없어지는 왁스(wax) 등을 사용해 만든다.

정답 2번

출제 포인트

인베스트먼트 주조(investment casting, 로스트왁스법)의 공정 특징을 정확히 알고 있는지를 묻는다. 왁스 모형을 만들고 그 주위에 내화재(세라믹) 슬러리를 발라 주형을 만든 뒤, 열을 가해 왁스를 녹여 빼내고(탈랍) 그 빈 공간에 용탕을 주입해 제품을 얻는 정밀주조법이다. 핵심은 '하나의 일체형 주형' 안에 왁스가 녹아 사라진 빈 공간이 생기고 거기에 용탕을 붓는다는 점이며, 별도로 경화시킨 두 개의 주형을 조립해 붙이는 방식이 아니라는 것이다.

핵심 개념

인베스트먼트 주조 공정 순서: 왁스나 열가소성 재료로 모형(패턴)을 정밀하게 제작한다. 이 모형을 세라믹 슬러리에 담그거나 발라 코팅한 뒤 건조·경화시켜 하나의 일체형 주형을 만든다(이 과정을 '인베스트'라 하며 이름의 유래이다). 주형을 가열하여 내부의 왁스 모형을 녹여 빼낸다(탈랍, dewaxing). 왁스가 빠져나간 빈 공간에 용탕을 주입하여 응고시킨 후 주형을 파괴하여 제품을 꺼낸다. 이 방식은 주형을 재사용하지 못하고 매번 파괴하는 정밀주조법으로, 복잡하고 정교한 형상을 높은 치수 정밀도로 제작할 수 있고, 세라믹 주형은 내화도가 높아 고온에서 녹는 초내열합금·특수합금 주조에도 적합하다.

선지별 해설

① 인베스트먼트 주조는 복잡하고 정교한 형상을 정밀하게 제작할 때 널리 사용되는 방법이 맞다. O

② 인베스트먼트 주조는 왁스 모형을 세라믹으로 감싸 만든 하나의 일체형 주형에서 왁스를 녹여 뺀 빈 공간에 용탕을 주입하는 방식이다. '경화된 두 개의 주형을 결합한 후 내부에 용탕을 주입한다'는 설명은 분할된 두 주형을 조립하는 방식(예: 사형 주조의 상형·하형 조합 등)에 해당하는 특징이며 인베스트먼트 주조의 공정과 다르다. 틀린 표현 → 올바른 표현: '두 개의 주형을 결합' → '왁스 모형을 세라믹으로 감싼 하나의 일체형 주형을 사용'. X

③ 세라믹은 내화도가 높아 고온에서도 녹거나 변형되지 않으므로, 융점이 높은 고온합금(초내열합금 등) 제품을 만들 때 세라믹 주형이 실제로 사용된다. O

④ 모형(패턴)은 열을 가하면 녹아 없어지는 왁스나 유사한 열가소성 재료로 만드는 것이 맞으며, 이 때문에 로스트왁스(lost wax) 주조라고도 부른다. O

NoteBase

오답 포인트

인베스트먼트 주조를 사형 주조나 금형 주조처럼 '두 개의 주형(상형·하형)을 짝 맞춰 조립하는 방식'으로 착각하기 쉬운데, 인베스트먼트 주조의 특징은 오히려 분할선 없는 하나의 일체형 주형을 만들고 그 안의 왁스를 녹여 빼내는 데 있다는 점을 혼동하지 않아야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

선지에서 '주형을 결합/조립한다'는 표현이 나오면 일단 의심하고, 인베스트먼트 주조=왁스 모형 제작 → 세라믹 코팅으로 일체형 주형 형성 → 탈랍(왁스 제거) → 용탕 주입 → 주형 파괴의 순서를 떠올려 각 선지를 이 순서와 대조해 판단한다.

암기 포인트

인베스트먼트 주조=로스트왁스법: 왁스 모형→세라믹 일체형 주형→탈랍→용탕 주입→주형 파괴. 정밀·복잡 형상, 고온합금에도 적용 가능.

NoteBase

문 7. 압출가공법에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 열간압출은 냉간압출에 비해 재료의 소성이 증가하고 변형저항이 감소되어 보다 매끄러운 표면을 얻을 수 있다.

② 단면이 일정한 각종 형상의 단면재와 관재의 제조법으로 사용된다.

③ 냉간압출은 열간압출에 비해 공구에 가해지는 압력이 커진다.

④ 냉간압출은 가공경화에 의하여 열간압출보다 단단한 제품을 얻을 수 있다.

정답 1번

출제 포인트

압출가공에서 열간압출과 냉간압출의 차이를 정확히 구분할 수 있는지를 묻는 문제이다. 온도 조건에 따라 재료의 소성, 변형저항, 공구에 걸리는 압력, 표면 정밀도, 제품의 경도가 어떻게 달라지는지가 핵심이다.

핵심 개념

열간압출은 재료를 재결정온도 이상으로 가열한 상태에서 압출하는 방식이다. 온도가 높아지면 재료의 소성(변형이 잘 되는 성질)이 커지고 변형저항은 작아지므로 낮은 압력으로도 큰 소성변형을 줄 수 있어 복잡한 단면재나 관재를 능률적으로 뽑아낼 수 있다. 다만 고온에서는 재료 표면이 산화되어 스케일이 생기고 치수정밀도와 표면 거칠기가 냉간압출보다 떨어진다. 반대로 냉간압출은 상온에서 압출하는 방식으로, 재료가 상대적으로 단단하여 변형저항이 크므로 같은 변형을 주려면 공구에 걸리는 압력이 열간압출보다 커진다. 그 대신 가공 중 소성변형으로 결정립이 미세화되고 전위밀도가 증가하는 가공경화(냉간가공경화) 효과가 나타나 제품 자체의 경도와 강도가 열간압출 제품보다 높아지고, 표면도 매끄럽고 치수정밀도도 우수한 제품을 얻을 수 있다.

선지별 해설

① 열간압출은 온도가 높아 소성이 증가하고 변형저항이 감소한다는 부분까지는 옳으나, 보다 매끄러운 표면을 얻을 수 있다는 서술은 틀렸다 → 매끄럽고 정밀한 표면은 냉간압출의 특징이며, 열간압출은 표면 산화(스케일) 때문에 오히려 표면이 거칠고 치수정밀도가 낮다. 따라서 옳지 않은 설명이다.

② 압출가공은 원래 봉재, 각종 형상의 단면재, 관재(파이프)처럼 단면이 일정한 긴 제품을 연속적으로 뽑아내는 가공법으로 널리 쓰이므로 옳은 설명이다.

③ 냉간압출은 상온의 단단한 재료를 변형시키므로 열간압출보다 큰 압력이 필요하다는 것은 옳은 설명이다.

④ 냉간압출은 가공경화 효과로 인해 열간압출 제품보다 강도와 경도가 높은 제품을 얻을 수 있으므로 옳은 설명이다.

NoteBase

오답 포인트

이 문제는 열간압출과 냉간압출 각각의 장단점을 뒤바꿔 헷갈리게 만드는 함정이 핵심이다. 온도가 높을수록 변형은 쉬워지지만(소성 증가, 저항 감소) 표면 품질은 오히려 나빠진다는 점을 놓치면 ①을 옳은 설명으로 착각하기 쉽다. '변형이 쉬워진다'와 '표면이 좋아진다'는 서로 다른 항목이라는 점을 구분해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

압출가공 문제에서는 항상 온도 조건(열간/냉간)과 결과(변형저항·소요압력, 표면정밀도, 제품경도)를 표처럼 대응시켜 정리한 뒤, 선지에서 이 대응관계가 뒤바뀌어 있는지부터 확인한다. 특히 '매끄러운 표면', '정밀한 치수' 같은 표현이 열간압출에 붙어 있으면 틀린 선지일 가능성이 높다는 점을 기억해 둔다.

암기 포인트

열간압출=소성↑·변형저항↓·능률적 대량가공, 그러나 표면 거칠고 정밀도 낮음.
냉간압출=변형저항↑·소요압력↑, 그러나 가공경화로 강도·경도↑이고 표면이 매끄럽고 정밀도가 높다.

NoteBase

문 8. 판재의 소성가공에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 펀칭(punching) - 펀치와 다이(die) 사이에 판재를 놓고 가압하여 전단된 조각을 제거하는 가공

② 헤밍(hemming) - 용기 가장자리의 강도를 높이고 미관을 좋게 하기 위해 가장자리를 둥글게 마는 가공

③ 스피닝(spinning) - 선반과 유사한 공작기계를 사용하여 회전하는 맨드릴 상의 판재를 공구로 밀어붙여 원형과 같은 모양으로 성형하는 가공

④ 하이드로포밍(hydroforming) - 성형다이 위의 판재를 액체의 압력으로 눌러 다이의 모양으로 성형하는 가공

정답 2번

출제 포인트

판재 소성가공(프레스가공)의 대표적인 공정인 펀칭, 헤밍, 스피닝, 하이드로포밍의 정의를 정확히 구분할 수 있는지를 묻는다. 특히 헤밍과 컬링(curling)처럼 가장자리를 처리하는 공정끼리 혼동하기 쉬운 부분을 노린 문제이다.

핵심 개념

펀칭(punching)은 펀치와 다이 사이에 판재를 놓고 전단하여 떨어져 나온 조각(스크랩)을 제거하고 남은 판재를 제품으로 쓰는 가공이다. 이와 반대로 블랭킹(blanking)은 전단되어 떨어져 나온 조각 자체를 제품으로 쓴다. 헤밍(hemming)은 판재의 가장자리를 판 두께만큼 접어 겹쳐서 날카로운 단면을 없애고 강도와 외관을 향상시키는 가공으로, 가장자리를 완전히 접어 겹치는 것이 핵심이다. 이에 비해 컬링(curling)은 가장자리를 관 모양으로 둥글게 마는 가공으로, 접어 겹치는 것이 아니라 둥글게 말아 넣는다는 점에서 헤밍과 구별된다. 스피닝(spinning)은 선반과 비슷한 구조의 기계에서 회전하는 맨드릴에 판재를 밀착시키고 공구로 눌러 원형 대칭 형상으로 성형하는 가공이다. 하이드로포밍(hydroforming)은 성형다이 위에 놓인 판재를 액체의 압력으로 눌러 다이 형상대로 성형하는 가공이다.

NoteBase

선지별 해설

① 펀칭(punching) - 펀치와 다이 사이에 판재를 놓고 가압하여 전단된 조각을 제거하는 가공: O, 펀칭은 전단되어 떨어져 나온 조각을 스크랩으로 제거하고 남은 판재를 제품으로 사용하는 가공이 맞다.
② 헤밍(hemming) - 용기 가장자리의 강도를 높이고 미관을 좋게 하기 위해 가장자리를 둥글게 마는 가공: X, 가장자리를 강도 보강과 미관을 위해 처리한다는 목적은 맞지만 방법 설명이 틀렸다. 헤밍은 가장자리를 판 두께만큼 접어서 겹치는 가공이지, 둥글게 마는 가공이 아니다. 가장자리를 둥글게 말아 넣는 가공은 컬링(curling)이다. 틀린 표현 → 올바른 표현: 가장자리를 둥글게 마는 가공 → 가장자리를 접어서 겹치는 가공.
③ 스피닝(spinning) - 선반과 유사한 공작기계를 사용하여 회전하는 맨드릴 상의 판재를 공구로 밀어붙여 원형과 같은 모양으로 성형하는 가공: O, 스피닝의 정의와 일치한다.
④ 하이드로포밍(hydroforming) - 성형다이 위의 판재를 액체의 압력으로 눌러 다이의 모양으로 성형하는 가공: O, 하이드로포밍의 정의와 일치한다.

오답 포인트

헤밍과 컬링을 같은 가공으로 착각하면 이 문제를 틀리게 된다. 두 가공 모두 판재 가장자리의 날카로운 단면을 없애고 강도와 외관을 개선한다는 목적은 같지만, 헤밍은 가장자리를 접어 겹치는 가공이고 컬링은 가장자리를 둥글게 말아 관 모양으로 만드는 가공이라는 점에서 방법이 다르다. 이 차이를 모르면 ②번 설명이 헤밍의 정의로도 그럴듯하게 읽혀 오답을 고르게 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

선지에 공정 이름과 함께 그 방법이 서술되어 있을 때는 이름과 방법이 정확히 짝지어졌는지부터 확인한다. 특히 가장자리 처리 공정이 나오면 접어서 겹치는지(헤밍) 둥글게 말아 넣는지(컬링)를 구분해서 대조한다.

암기 포인트

펀칭=조각 제거(남은 판재가 제품), 블랭킹=조각이 제품. 헤밍=접어서 겹침, 컬링=둥글게 말기. 스피닝=회전 맨드릴+공구로 원형 성형. 하이드로포밍=액체 압력으로 다이 형상 성형.

NoteBase

문 9. 지름 $d = 50\text{mm}$인 밀링 커터를 이용하여 연강을 절삭속도 $v = 90\text{m/min}$로 가공하고 있을 때, 스핀들의 분당 회전수(rpm)는? (단, π는 3으로 계산한다)

① 150 rpm

② 270 rpm

③ 450 rpm

④ 600 rpm

정답 4번

출제 포인트

절삭속도 v, 커터 지름 d가 주어졌을 때 스핀들의 분당 회전수 N을 구하는 밀링(절삭) 가공의 기본 공식 적용 문제이다. 절삭속도의 정의식을 회전수에 대해 풀어낼 수 있는지를 묻는다.

조건 정리

커터 지름 $d = 50$ mm, 절삭속도 $v = 90$ m/min, $\pi = 3$으로 계산한다. 구하는 값은 스핀들의 분당 회전수 N(rpm)이다.

사용할 공식

절삭속도 공식 $v = \frac{\pi d N}{1000}$에서 회전수를 구하면 $N = \frac{1000v}{\pi d}$이다. 여기서 v는 m/min, d는 mm 단위이며, 1000은 mm를 m로 환산하기 위한 계수이다.

계산 과정

$N = \frac{1000v}{\pi d} = \frac{1000 \times 90}{3 \times 50} = \frac{90000}{150} = 600$ rpm이다.

선지 판단

① 150 rpm → 틀린 값이다. $N = \frac{1000v}{\pi d}$에서 분자와 분모를 잘못 배치하거나 계산을 잘못하면 나올 수 있는 오답이다.

② 270 rpm → 틀린 값이다. πd를 잘못 계산했을 때 나올 수 있는 오답이다.

③ 450 rpm → 틀린 값이다. $1000v/(\pi d)$ 계산 중 분모를 200으로 잘못 두는 등의 실수에서 나올 수 있는 오답이다.

④ 600 rpm → 옳다. $N = \frac{1000 \times 90}{3 \times 50} = 600$ rpm으로 계산 과정과 정확히 일치한다.

NoteBase

오답 포인트

이 문제의 함정은 단위 환산 계수 1000을 빠뜨리거나, πd를 mm 단위 그대로 두고 v(m/min)와 단위를 맞추지 않은 채 나눗셈을 하는 것이다. 지름을 반지름으로 착각해 d 대신 $d/2$를 넣는 실수도 값이 두 배로 벌어지는 오답을 만든다.

다시 나오면 이렇게 판단

절삭속도-회전수 문제는 항상 $N = \frac{1000v}{\pi d}$ 공식에 단위(v는 m/min, d는 mm)를 그대로 대입하고, 문제에서 지정한 π 근사값(3 또는 3.14)을 놓치지 않고 곱해서 계산한다.

암기 포인트

절삭속도 공식 $v = \frac{\pi d N}{1000}$과 그 변형인 $N = \frac{1000v}{\pi d}$를 기본형으로 외워 둔다. 여기서 1000은 지름 단위 mm를 m로 맞추기 위한 환산 계수임을 함께 기억한다.

NoteBase

문 10. 금속판재의 수직이방성(normal anisotropy) R을 두께방향 변형률에 대한 폭방향 변형률의 비로 정의할 때, 판재의 이방성 및 성형성에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① R값은 인장시험을 통하여 측정할 수 있다.

② R값은 채취된 시편이 압연방향과 이루는 각도에 따라 다를 수 있다.

③ 평균 R값은 $\frac{R_0 + R_{45} + R_{90}}{3}$으로 계산된다. (하첨자는 압연방향과 이루는 각도를 나타낸다)

④ 평균 R값이 커지면 성형성이 향상된다.

정답 3번

출제 포인트

판재 성형에서 쓰이는 수직이방성(랭크포드 계수) R값의 정의와 측정 방법, 그리고 평면 내 여러 방향에서 측정한 R값으로부터 평균 R값을 구하는 올바른 공식을 알고 있는지를 묻는다. 특히 압연방향(0°)·대각방향(45°)·압연직각방향(90°)에서 측정한 R값을 합산할 때 45° 방향 값에 가중치 2를 부여해야 한다는 점이 핵심이다.

핵심 개념

수직이방성 R값은 인장시험 중인 시편의 폭방향 변형률을 두께방향 변형률로 나눈 값이다: $R = \frac{\varepsilon_w}{\varepsilon_t}$. R값이 클수록 두께방향으로는 잘 줄어들지 않고 폭방향으로 변형이 집중된다는 뜻이므로, 판재를 눌러 성형할 때 국부적으로 얇아져 파단되는 것을 잘 견딘다. 즉 평균 R값이 클수록 딥드로잉 등 성형성이 우수하다. 한 장의 판재라도 압연방향(0°), 압연방향과 45°, 압연방향과 90°(폭방향)에서 각각 채취한 시편의 R값(R0, R45, R90)이 서로 다를 수 있는데, 이를 평면 내 이방성이라 하며 이 세 값으로 평균 R값($\bar{R}$)을 정의한다. 평균 R값의 표준 공식은 $\bar{R} = \frac{R_0 + 2R_{45} + R_{90}}{4}$ 이다. 45° 방향 값에 2를 곱하고 분모를 4로 두는 이유는 임의의 각도 θ에서의 R값이 0°, 45°, 90° 세 값을 가중평균한 함수로 근사되는데, 이때 0°와 90°는 각각 1의 가중치를, 45°는 2의 가중치를 갖도록 유도되기 때문이다. 이를 단순히 세 값을 더해 3으로 나누는 산술평균으로 계산하면 45° 방향의 기여도가 과소평가되어 실제 성형성 예측값과 어긋난다.

NoteBase

선지별 해설

① R값은 인장시험을 통하여 측정할 수 있다. → O. 인장시험 중 시편의 폭방향 변형률과 두께방향 변형률을 측정하여 그 비로 R값을 구하므로 옳은 설명이다.
② R값은 채취된 시편이 압연방향과 이루는 각도에 따라 다를 수 있다. → O. 판재는 압연 과정에서 결정립이 특정 방향으로 배열되어 방향에 따라 성질이 달라지는 평면 이방성을 가지므로, 0°·45°·90° 방향에서 측정한 R값이 서로 다를 수 있다.
③ 평균 R값은 (R0 + R45 + R90) / 3 으로 계산된다. → X. 틀린 표현 → 올바른 표현: 평균 R값은 $\bar{R} = \frac{R_0 + 2R_{45} + R_{90}}{4}$ 로 계산되어야 한다. 45° 방향 값에 가중치 2를 곱하지 않고 단순히 세 값을 더해 3으로 나누는 것은 표준 공식이 아니므로 옳지 않은 설명이다.
④ 평균 R값이 커지면 성형성이 향상된다. → O. 평균 R값이 클수록 두께 방향으로의 감소보다 폭 방향 변형이 우세하여 판재가 국부적으로 얇아져 파단되는 현상이 억제되므로, 딥드로잉과 같은 성형에서 성형성이 향상된다.

오답 포인트

평균 R값 공식에서 45° 방향 항의 가중치 2를 빠뜨리고 단순 산술평균(3으로 나눔)으로 착각하기 쉽다. 분모의 숫자(3 또는 4)와 45° 항 앞의 계수(1 또는 2)를 함께 확인하는 습관이 필요하다.

다시 나오면 이렇게 판단

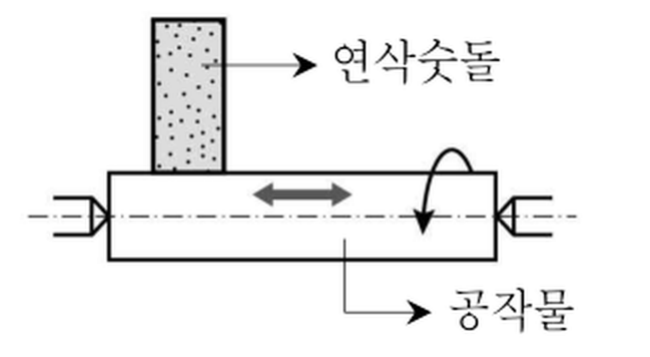
평균 R값 공식이 선지로 나오면 분자에서 R45 앞에 2가 곱해져 있는지, 분모가 4로 되어 있는지 두 가지를 동시에 확인한다. 둘 중 하나라도 빠져 있으면 틀린 선지이다. R값 자체의 정의(폭방향 변형률/두께방향 변형률)와 평균 R값이 클수록 성형성이 좋다는 관계도 함께 정리해 둔다.

암기 포인트

평균 R값 공식: $\bar{R} = \frac{R_0 + 2R_{45} + R_{90}}{4}$ — '45도에 2, 분모는 4'로 기억해 둔다. R값 정의: $R = \frac{\varepsilon_w}{\varepsilon_t}$(폭방향 변형률/두께방향 변형률), 평균 R값이 클수록 딥드로잉 성형성 우수.

NoteBase

문 11. 공작물의 외경을 연삭하는 원통 연삭 방식 중 그림과 같이 연삭숫돌을 일정한 위치에서 회전시키고 공작물을 좌우로 왕복 이동시켜 가공하는 방식은?



① 센터리스 연삭(centerless grinding)

② 벨트 연삭(belt grinding)

③ 트래버스 연삭(traverse grinding)

④ 플런지 연삭(plunge grinding)

정답 3번

출제 포인트

원통 연삭(centerless가 아닌 센터 지지 방식)에서 연삭숫돌과 공작물이 각각 어떻게 움직이는지를 그림으로 제시하고, 그 이송 방식에 해당하는 연삭 명칭을 맞히는 문제이다. 그림에서 연삭숫돌은 제자리에서 회전만 하고 좌우로는 이동하지 않으며(그림 속 화살표는 숫돌이 아니라 공작물의 왕복을 가리킨다), 공작물은 두 센터 사이에 지지된 채 스스로 회전하면서 동시에 숫돌 폭 방향으로 좌우 왕복 이송된다. 이처럼 공작물을 축 방향으로 왕복시켜 숫돌 폭보다 긴 부분을 연삭하는 방식이 트래버스 연삭이라는 점이 핵심이다.

NoteBase

선지별 해설

① 센터리스 연삭(centerless grinding) — X. 센터리스 연삭은 공작물을 센터로 지지하지 않고 조정숫돌과 지지판(blade)만으로 떠받쳐 연삭하는 방식이다. 그림은 양쪽에 센터 기호(◇ 형태)로 공작물을 지지하고 있어 센터리스 방식이 아니다.
② 벨트 연삭(belt grinding) — X. 벨트 연삭은 원통형 숫돌이 아니라 무한궤도 형태의 연삭벨트를 이용해 연삭하는 방식으로, 그림처럼 원통형 연삭숫돌을 회전시키는 구성과 다르다.
③ 트래버스 연삭(traverse grinding) — O. 연삭숫돌은 고정된 위치에서 회전만 하고, 공작물이 숫돌 폭 방향으로 좌우 왕복 이송되면서 자전하는 방식이 트래버스 연삭이다. 그림에서 숫돌 아래에 표시된 양쪽 화살표가 공작물의 왕복 이송을, 오른쪽 원형 화살표가 공작물의 회전을 나타내므로 그림과 정확히 일치한다.
④ 플런지 연삭(plunge grinding) — X. 플런지 연삭은 공작물을 축 방향으로 이송하지 않고, 숫돌을 공작물 쪽으로 반경 방향으로 절입시켜 그 자리에서 연삭하는 방식이다(숫돌 폭이 가공 길이보다 길거나 같을 때 사용). 그림에는 공작물의 좌우 왕복 이송이 뚜렷이 표시되어 있어 플런지 방식과 맞지 않는다.

오답 포인트

트래버스 연삭과 플런지 연삭을 혼동하기 쉬운데, 둘의 차이는 '공작물이 좌우로 왕복 이동하는가(트래버스)'와 '숫돌이 반경 방향으로만 절입하고 공작물은 축 방향으로 움직이지 않는가(플런지)'이다. 또한 센터리스 연삭은 애초에 센터로 공작물을 지지하지 않는다는 점에서 그림 자체와 맞지 않으므로, 그림에 센터 지지 기호가 있는지부터 확인하는 것이 빠르다.

다시 나오면 이렇게 판단

원통 연삭 그림 문제는 먼저 공작물이 센터로 지지되는지(센터리스 여부)를 보고, 그다음 숫돌과 공작물 중 어느 쪽이 좌우(축 방향)로 움직이는지를 확인한다. 공작물이 좌우로 왕복하면 트래버스 연삭, 숫돌만 반경 방향으로 절입하고 공작물은 축 방향으로 정지해 있으면 플런지 연삭으로 판단한다.

암기 포인트

트래버스 연삭=숫돌 고정 회전+공작물 좌우 왕복(축 방향 이송), 플런지 연삭=공작물 고정+숫돌 반경 방향 절입, 센터리스 연삭=센터 없이 조정숫돌·지지판으로 지지, 벨트 연삭=원통형 숫돌이 아닌 연삭벨트 사용.

NoteBase

문 12. 분말야금기술을 이용해 코발트(Co)를 결합제로 하여 텅스텐 카바이드(WC)로부터 만들어진 경질 공구재료는?

① 입방정질화붕소
② 세라믹
③ 고속도강
④ 초경합금

정답 4번

출제 포인트

분말야금(가루를 압축·소결하는 제조 방식)으로 만들어지는 경질 공구재료의 명칭을 묻는 문제이다. 텅스텐 카바이드(WC) 경질 입자를 코발트(Co)로 결합하여 소결한 공구재료가 바로 초경합금이며, 이 재료의 명칭과 제조 원리를 함께 알아야 한다.

핵심 개념

초경합금(초경질합금)은 WC, TiC 등의 탄화물 경질 입자를 Co를 결합제로 하여 고압에서 성형한 뒤 고온으로 소결하는 분말야금법으로 제조된다. 경도와 내마모성이 매우 높고 고온에서도 경도 저하가 적어 절삭 공구, 다이스, 금형 등에 널리 쓰인다. 입방정질화붕소(CBN)는 다이아몬드 다음으로 단단한 초고경도 소재로 소결로 만들어지지만 코발트를 결합제로 한 WC계 소결체가 아니라 질화붕소 자체를 초고압·고온에서 입방정으로 변태시켜 만든다. 세라믹 공구는 알루미나(Al2O3)나 질화규소(Si3N4) 등 산화물·질화물 계열을 소결한 것으로 WC나 Co를 사용하지 않는다. 고속도강은 분말야금이 아니라 W, Cr, V 등을 첨가한 합금강을 용해·단조·열처리하여 만드는 금속 재료로, 소결 공구재료가 아니다.

선지별 해설

① 입방정질화붕소(CBN) - X. 질화붕소(BN)를 초고온·초고압으로 처리해 다이아몬드형 입방정 구조로 만든 초고경도 소재이며, WC·Co를 원료로 하지 않는다.
② 세라믹 - X. 알루미나·질화규소 등 산화물·질화물계 분말을 소결한 공구재료로, 텅스텐 카바이드나 코발트를 결합제로 쓰지 않는다.
③ 고속도강 - X. W·Cr·V·Mo 등을 첨가한 합금 공구강으로, 분말야금이 아닌 용해·단조·열처리로 제조되는 금속재료이다.
④ 초경합금 - O. 텅스텐 카바이드(WC) 경질 입자를 코발트(Co) 결합제로 압축 성형한 뒤 소결하여 만드는 대표적인 분말야금 경질 공구재료이다.

NoteBase

오답 포인트

'경질', '소결', '분말야금'이라는 단어만 보고 세라믹이나 CBN을 답으로 고르는 경우가 많은데, 이 문제는 재료 조합(WC + Co)까지 지정하고 있으므로 원료가 일치하는 선지를 찾아야 한다. 세라믹과 CBN도 소결 공정을 거치지만 원료가 WC나 Co가 아니라는 점에서 구별된다.

다시 나오면 이렇게 판단

문제에서 결합제와 경질 입자의 화학성분(예: Co, WC, TiC, Al2O3 등)이 제시되면 먼저 그 조합이 어느 공구재료의 표준 조성인지 대응시킨다. 'WC + Co 소결'은 항상 초경합금으로 연결하여 판단한다.

암기 포인트

WC(텅스텐 카바이드) + Co(코발트 결합제) 분말야금 소결 = 초경합금이라는 조성 대응을 암기해 둔다.

NoteBase

문 13. 선반을 이용하는 절삭가공에서 소재제거율(material removal rate)을 이론적으로 계산할 때, 그 영향이 가장 적은 것은?

① 절삭속도
② 이송속도
③ 절삭깊이
④ 공구반경

정답 4번

출제 포인트

선반 절삭에서 소재제거율(material removal rate, MRR)을 결정하는 이론식에 실제로 들어가는 변수가 무엇인지 구분하는 문제이다. 공식에 포함되지 않는 변수를 골라내는 것이 핵심이다.

조건 정리

선반(외경 선삭) 가공에서 단위시간당 제거되는 소재의 부피를 소재제거율이라 한다. 이때 공작물은 회전하고 공구는 축 방향과 반경 방향으로 이송하면서 절삭을 수행한다.

사용할 공식

선반 선삭의 이론적 소재제거율은 $MRR = V \times f \times d$로 나타낸다. 여기서 V는 절삭속도, f는 이송속도(1회전당 이송량), d는 절삭깊이이다. 절삭속도는 공작물 회전수 N과 지름 D로부터 $V = \pi DN$으로 구해지며, 이 세 변수의 곱이 곧 단위시간당 제거되는 소재의 부피가 된다.

계산 과정

공식 $MRR = V \times f \times d$를 보면 절삭속도(V), 이송속도(f), 절삭깊이(d) 세 가지가 곱셈으로 직접 들어가 있어 이 값들이 변하면 소재제거율이 그대로 비례해서 변한다. 반면 공구 인선의 반경(노즈 반경)은 절삭날의 둥근 정도, 즉 표면 다듬질 상태나 절삭날 강도에 관계되는 값으로, 이 이론식 자체에는 변수로 포함되지 않는다. 따라서 공구반경은 소재제거율 계산에 미치는 영향이 나머지 세 변수에 비해 가장 적다.

선지 판단

① 절삭속도: X → 공식에 곱인자로 직접 들어가 소재제거율에 비례적으로 영향을 준다.
② 이송속도: X → 공식에 곱인자로 직접 들어가 소재제거율에 비례적으로 영향을 준다.
③ 절삭깊이: X → 공식에 곱인자로 직접 들어가 소재제거율에 비례적으로 영향을 준다.
④ 공구반경: O → 이론적 소재제거율 공식(절삭속도×이송속도×절삭깊이)에 변수로 포함되지 않으므로 영향이 가장 적다.

NoteBase

오답 포인트

절삭속도, 이송속도, 절삭깊이는 모두 소재제거율 공식에 곱셈으로 직접 들어가는 변수라서 셋 중 하나라도 빠뜨리고 공구반경과 비교하면 판단이 흔들린다. 공구(인선) 반경은 다듬질 표면거칠기나 절삭날 마모에는 영향을 주지만, 단위시간당 제거되는 소재 부피 자체를 계산하는 이론식에는 들어가지 않는다는 점을 구분해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

소재제거율을 묻는 문제는 먼저 $MRR = V \times f \times d$ 공식을 떠올리고, 선택지 중 이 세 변수(절삭속도, 이송속도, 절삭깊이)에 해당하는 것과 그렇지 않은 것을 나눈다. 표면거칠기나 인선 형상과 관련된 항목(공구반경, 노즈각 등)은 이 공식의 변수가 아니므로 영향이 가장 적은 항목으로 판단한다.

암기 포인트

선반 소재제거율 $MRR = V \times f \times d$(절삭속도×이송속도×절삭깊이)로 암기해 둔다. 공구(노즈) 반경은 표면거칠기 관련 변수이지 소재제거율 공식의 변수가 아니라는 점을 함께 기억해 둔다.

NoteBase

문 14. 선반가공한 공작물의 이론적인 표면거칠기(surface roughness)에 대한 설명으로 옳은 것은?

① 이송(feed)이 일정하면 인서트(insert)의 모서리 반경(nose radius)이 작을수록 표면거칠기가 좋아진다.

② 이송이 일정하면 인서트의 모서리 반경은 표면거칠기에 영향을 미치지 않는다.

③ 모서리 반경이 일정하면 인서트의 이송은 표면거칠기에 영향을 미치지 않는다.

④ 모서리 반경이 일정하면 인서트의 이송이 작을수록 표면거칠기가 좋아진다.

정답 4번

출제 포인트

선반가공에서 이론적 표면거칠기(잔류 산고, residual peak-to-valley height)가 이송과 노즈(모서리) 반경에 어떻게 좌우되는지 공식을 통해 판단하는 문제이다. 표면거칠기는 절삭 조건 중 이송과 공구 인서트의 노즈 반경이라는 두 변수의 함수로 결정된다는 점을 이해하는지 확인한다.

조건 정리

이론적 표면거칠기 R_max는 절삭날의 기하학적 흔적(이송 마크)에 의해서만 결정되는 이상적인 값으로, 이송량 f와 노즈 반경 r의 두 변수로 표현된다. 각 선지는 f를 고정하고 r을 바꾸거나, r을 고정하고 f를 바꾸는 경우로 나누어 표면거칠기의 변화 방향을 묻고 있다.

사용할 공식

노즈 반경이 이송량보다 충분히 큰 일반적인 선삭 조건에서 이론적 최대 표면거칠기는 다음과 같다.

$R_{max} = \frac{f^2}{8r}$

여기서 f는 1회전당 이송량, r은 인서트의 노즈(모서리) 반경이다.

계산 과정

공식 $R_{max} = \frac{f^2}{8r}$에서 R_{max}는 f에 대해서는 제곱으로 비례하고, r에 대해서는 반비례한다.

① 이송 f를 일정하게 두고 노즈 반경 r을 줄이면 분모가 작아지므로 R_{max}는 커진다. 즉 표면거칠기 값이 커져 표면은 더 거칠어지므로(나빠짐) 좋아진다는 서술은 틀렸다.

② 이송 f가 일정해도 공식에서 r은 분모에 있는 변수이므로 r이 변하면 R_{max}도 반드시 변한다. 따라서 영향을 미치지 않는다는 서술은 틀렸다.

③ 노즈 반경 r이 일정해도 f는 분자에서 제곱으로 작용하는 변수이므로 f가 변하면 R_{max}도 반드시 변한다. 따라서 영향을 미치지 않는다는 서술은 틀렸다.

④ 노즈 반경 r을 일정하게 두고 이송 f를 줄이면 분자 f^2가 작아지므로 R_{max}는 작아진다. R_{max}가 작다는 것은 표면의 굴곡(잔류 산고)이 작다는 뜻이므로 표면이 더 매끄러워져 표면거칠기가 좋아진다는 서술은 옳다.

NoteBase

선지 판단

① 이송이 일정할 때 노즈 반경이 작을수록 표면거칠기가 좋아진다 → 틀림. $R_{max} = f^2/8r$에서 r이 작아지면 R_{max}가 커져 오히려 표면은 거칠어진다(나빠짐 → 좋아진다로 정정).
② 이송이 일정할 때 노즈 반경은 표면거칠기에 영향이 없다 → 틀림. r은 분모의 변수이므로 반경이 변하면 표면거칠기도 함께 변한다(영향 없음 → 영향을 미친다로 정정).
③ 노즈 반경이 일정할 때 이송은 표면거칠기에 영향이 없다 → 틀림. f는 분자에서 제곱으로 작용하므로 이송이 변하면 표면거칠기도 크게 변한다(영향 없음 → 영향을 미친다로 정정).
④ 노즈 반경이 일정할 때 이송이 작을수록 표면거칠기가 좋아진다 → 옳음. $R_{max} = f^2/8r$에서 f가 작아지면 R_{max}가 작아져 표면이 매끄러워진다.

오답 포인트

가장 흔한 실수는 노즈 반경과 표면거칠기의 관계를 거꾸로 기억하는 것이다. 노즈 반경이 클수록 절삭날이 남기는 이송 흔적의 골이 얕아져 표면이 매끄러워지고, 반경이 작을수록 흔적이 깊게 남아 표면이 거칠어진다. ①은 이 관계를 반대로 서술한 오답이다. 또한 ②·③처럼 한 변수를 고정했다고 해서 나머지 한 변수가 결과에 영향을 주지 않는다고 오해하는 경우가 많은데, 공식 $R_{max} = f^2/8r$의 f와 r은 각각 독립적으로 결과값을 바꾸는 변수이므로 어느 하나를 고정해도 나머지 변수는 여전히 표면거칠기를 좌우한다.

다시 나오면 이렇게 판단

선반가공 표면거칠기 문제가 나오면 먼저 $R_{max} = f^2/8r$ 공식을 떠올린 뒤, 이송 f는 제곱으로 작용해 영향이 크고 노즈 반경 r은 반비례로 작용한다는 점을 확인한다. 이송이 작을수록, 노즈 반경이 클수록 표면이 매끄러워진다는 방향성만 정확히 잡으면 어떤 조합의 선지가 나와도 부호만 대입해 옳고 그름을 바로 판단할 수 있다.

암기 포인트

이론적 표면거칠기 $R_{max} = f^2/8r$: 이송(f)은 작을수록, 노즈 반경(r)은 클수록 표면이 좋아진다(매끄러워진다).

NoteBase

문 15. 공급된 가스 혼합물과 가열된 가공 재료의 표면 상호작용에 의해 가스 혼합물 성분의 일부가 가공 재료의 표면에 코팅(coating)되는 방법은?

① 스퍼터링(sputtering)

② 전기도금(electroplating)

③ 화학증착법(chemical vapor deposition)

④ 이방성식각(anisotropic etching)

정답 3번

출제 포인트

가공 재료 표면 코팅 방법을 반응 메커니즘 기준으로 구분할 수 있는지를 묻는 문제이다. 발문의 핵심 단서는 "공급된 가스 혼합물"과 "가열된 가공 재료 표면"이 "상호작용"하여 그 결과로 가스 성분 일부가 표면에 코팅된다는 점이다. 즉 기체 상태의 반응물이 뜨거운 고체 표면에서 화학반응을 일으켜 고체 막을 만드는 공정을 찾는 문제이다.

핵심 개념

화학증착법(CVD)=반응성 가스 혼합물을 챔버에 공급하고 가열된 모재 표면에서 화학반응을 일으켜 그 생성물을 표면에 박막 형태로 석출시키는 방법. 스퍼터링=고체 타깃에 이온을 충돌시켜 원자를 물리적으로 떼어내 기판에 부착시키는 물리적 증착(PVD) 방법으로 가열된 표면과의 화학반응이 필요하지 않다. 전기도금=전해액 속에서 전류를 흘려 금속 이온을 환원시켜 고체 표면에 금속을 석출시키는 방법으로 가스 혼합물이 아닌 액체(전해질) 매체를 사용한다. 이방성식각=코팅이 아니라 화학적·물리적 방법으로 재료 표면의 일부를 방향성 있게 제거(가공)하는 공정이다.

선지별 해설

① 스퍼터링(sputtering) — X. 이온으로 고체 타깃 원자를 물리적으로 떼어내 기판에 입히는 물리적 증착(PVD) 방식이며, 가스와 가열된 표면의 화학반응으로 코팅되는 것이 아니다.
② 전기도금(electroplating) — X. 전해액(액체) 속에서 전류를 이용해 금속 이온을 표면에 석출시키는 방법으로, 가스 혼합물을 이용하는 공정이 아니다.
③ 화학증착법(chemical vapor deposition) — O. 반응 가스 혼합물을 가열된 모재 표면에 공급하면 표면에서 화학반응이 일어나 그 생성물이 표면에 박막으로 코팅되는 공정으로, 발문의 설명과 정확히 일치한다.
④ 이방성식각(anisotropic etching) — X. 코팅(막을 입히는 공정)이 아니라 표면 일부를 방향성 있게 제거하는 가공 공정이다.

NoteBase

오답 포인트

스퍼터링과 화학증착법을 모두 "박막 코팅"으로만 뭉뚱그려 혼동하기 쉬운데, 스퍼터링은 물리적 충돌로 원자를 떼어 붙이는 PVD이고 화학증착법은 가스의 화학반응으로 표면에 물질을 생성시키는 CVD라는 점에서 근본적으로 다르다. 전기도금은 매체가 가스가 아닌 전해액이라는 점에서 바로 제외할 수 있고, 이방성식각은 애초에 코팅이 아니라 제거 가공이므로 발문의 방향과 반대이다.

다시 나오면 이렇게 판단

발문에 "가스(기체) 혼합물"과 "표면 화학반응(상호작용)"이라는 표현이 함께 나오면 CVD를 우선 떠올린다. 반대로 "이온 충돌", "타깃", "진공 중 물리적 이탈" 같은 표현이 나오면 스퍼터링(PVD)이고, "전해액", "전류", "이온의 환원"이 나오면 전기도금이며, "표면 제거", "패턴 형성"이 나오면 식각(에칭) 계열임을 구분한다.

암기 포인트

CVD=가스+화학반응+가열 표면→코팅 생성. PVD(스퍼터링)=이온 충돌+물리적 이탈→코팅.
전기도금=전해액+전류→금속 석출. 식각=코팅이 아니라 제거 가공.

NoteBase

문 16. NC프로그램의 어드레스(address)와 그 기능에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① M - 준비기능

② S - 주축기능

③ F - 이송기능

④ T - 공구기능

정답 1번

출제 포인트

NC(수치제어) 프로그램의 지령절을 구성하는 각 어드레스(주소) 문자가 어떤 기능을 담당하는지 정확히 구분하는 문제이다. 특히 준비기능과 보조기능을 담당하는 어드레스가 서로 다르다는 점, 즉 G코드와 M코드의 역할을 혼동하지 않는 것이 핵심이다.

핵심 개념

NC 프로그램의 지령절은 어드레스(영문자)와 수치의 조합으로 구성되며, 각 어드레스는 정해진 기능을 담당한다. G는 준비기능(공작기계의 제어장치 기능을 준비시키는 지령, 예: 위치결정·직선보간·원호보간 등 이동 형태 지정)을 담당하고, M은 보조기능(주축의 정회전·역회전·정지, 냉각제 공급 등 기계 부속장치의 온오프 동작을 지령)을 담당한다. S는 주축기능(주축의 회전수 지령), F는 이송기능(공구의 이송속도 지령), T는 공구기능(공구의 선택 및 번호 지령)을 각각 담당한다.

선지별 해설

① M - 준비기능: 틀린 표현이다. M은 보조기능을 담당하는 어드레스이며, 준비기능을 담당하는 어드레스는 G이다. 즉 'M - 준비기능'이 아니라 'M - 보조기능', 'G - 준비기능'이 옳은 대응이다.
② S - 주축기능: 옳은 설명이다. S(Spindle speed function)는 주축의 회전수를 지령하는 주축기능 어드레스이다.
③ F - 이송기능: 옳은 설명이다. F(Feed function)는 공구의 이송속도를 지령하는 이송기능 어드레스이다.
④ T - 공구기능: 옳은 설명이다. T(Tool function)는 사용할 공구를 선택하고 공구번호를 지령하는 공구기능 어드레스이다.

오답 포인트

이 문제는 G와 M의 기능을 서로 바꿔 제시하는 방식으로 자주 출제된다. G는 준비(Geometry/기계 동작 준비), M은 보조(Miscellaneous/부속장치 제어)라는 대응을 정확히 암기하지 않으면 ①을 옳은 설명으로 착각하기 쉽다. S, F, T는 알파벳 첫 글자(Spindle, Feed, Tool)로 기능을 직관적으로 유추할 수 있어 상대적으로 헷갈릴 위험이 적다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

어드레스와 기능이 짝지어진 보기가 나오면 먼저 G와 M부터 확인한다. G는 준비기능, M은 보조기능이라는 대응이 뒤바뀌어 있지 않은지 가장 먼저 점검하고, 이후 S(주축)·F(이송)·T(공구)·N(전산번호)·O(프로그램번호) 등 나머지 어드레스는 영문 첫 글자의 의미로 빠르게 대조한다.

암기 포인트

G = 준비기능, M = 보조기능(이 둘을 짝으로 묶어 기억), S = 주축기능(Spindle), F = 이송기능(Feed), T = 공구기능(Tool), N = 전산번호(순서번호), O = 프로그램번호로 정리해 둔다.

NoteBase

문 17. 공구마모(tool wear) 및 공구손상의 종류에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 공구 여유면과 피삭재가 접촉할 때 생기는 마찰로 발생하는 마모를 플랭크마모(flank wear)라 한다.

② 공구 경사면과 칩 사이의 고온, 고압에 의해 발생된 마모를 크레이터마모(crater wear)라 한다.

③ 치핑(chipping)은 가공시간에 비례하는 점진적인 마모 현상으로 테일러(taylor) 공구수명식을 이용하여 예측이 가능하다.

④ 공구마모는 플랭크마모의 폭 또는 크레이터마모의 깊이로 판단할 수 있다.

정답 3번

출제 포인트

공구마모(플랭크마모·크레이터마모)와 공구손상(치핑, 파손 등)의 발생 원인·특성을 구분하고, 어느 설명이 각 마모·손상 형태와 맞지 않는지 판별하는 문제이다. 특히 점진적으로 진행되는 정상마모(테일러 공구수명식으로 예측 가능한 마모)와, 순간적·불규칙적으로 날끝이 미세하게 결손되는 치핑을 혼동하지 않아야 한다.

핵심 개념

플랭크마모(여유면마모)=공구 여유면과 피삭재 가공면 사이의 마찰로 발생하며, 여유면에 폭 방향의 마모대가 생긴다. 크레이터마모(경사면마모)=공구 경사면과 칩 사이의 고온·고압 접촉으로 발생하며, 경사면이 오목하게 패이는 형태로 나타난다. 치핑(chipping)=날끝의 일부가 순간적인 충격이나 열충격으로 미세하게 떨어져 나가는 손상으로, 점진적인 마모가 아니라 급격하게 발생하는 현상이다. 테일러 공구수명식($VT^n = C$)은 절삭속도와 공구수명의 관계를 나타내는 식으로, 플랭크마모가 일정 기준값에 도달할 때까지의 시간을 점진적 마모 데이터로부터 예측하는 데 쓰인다.

선지별 해설

① O — 공구 여유면과 피삭재(가공면) 사이의 마찰에 의해 발생하는 마모를 플랭크마모(여유면마모)라 하며, 옳은 설명이다.
② O — 공구 경사면과 칩이 접촉하는 부분에서 발생하는 고온·고압에 의한 마모를 크레이터마모(경사면마모)라 하며, 옳은 설명이다.
③ X — 치핑은 가공시간에 비례해 점진적으로 진행되는 마모 현상이 아니라, 절삭 중 충격이나 열적·기계적 충격으로 날끝 일부가 순간적으로 결손되는 손상이다. 따라서 치핑은 테일러 공구수명식으로 예측할 수 있는 대상이 아니며, 테일러 공구수명식은 플랭크마모와 같은 점진적 마모의 진행을 다루는 식이다. 틀린 표현 → 올바른 표현: “치핑은 가공시간에 비례하는 점진적인 마모 현상으로 테일러 공구수명식으로 예측 가능하다” → “치핑은 순간적으로 발생하는 날끝 결손이며, 점진적 마모(플랭크마모)와 달리 테일러 공구수명식으로 예측하기 어렵다.”
④ O — 실무 및 이론상 공구마모의 진행 정도는 플랭크마모의 폭(마모 폭)이나 크레이터마모의 깊이(마모 깊이)를 측정하여 판단하며, 옳은 설명이다.

NoteBase

오답 포인트

치핑을 크레이터마모나 플랭크마모처럼 조건이 갖춰지면 서서히 커지는 마모의 일종으로 착각하면 ③을 옳은 설명으로 잘못 판단하게 된다. 치핑은 마모(wear)가 아니라 손상(damage)의 범주에 속하며, 발생 시점을 예측하기 어려운 돌발적 현상이라는 점이 마모와의 결정적 차이이다.

다시 나오면 이렇게 판단

공구마모·손상 문제에서는 먼저 각 선지가 말하는 현상이 마모(점진적, 위치별로 플랭크/크레이터)인지 손상(치핑, 파손, 결손처럼 급격한 현상)인지부터 구분한다. 점진적 마모 용어(플랭크·크레이터마모)에 테일러 공구수명식이 붙으면 자연스러운 조합이지만, 치핑·파손 같은 돌발적 손상 용어에 테일러 공구수명식이 붙으면 우선 의심한다.

암기 포인트

플랭크마모=여유면+마찰, 크레이터마모=경사면+칩·고온고압, 치핑=순간적 날끝 결손(점진적 마모 아님), 테일러 공구수명식은 점진적 마모(플랭크마모) 예측용.

NoteBase

문 18. 전해 연마에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 전기 도금과는 반대로 연마하려는 공작물을 양극으로 한 다음, 전해액 속에 넣고 전류를 보냄으로써 전기화학적 용해작용을 일으켜 표면이 연마된다.

② 철강재료는 불활성 탄소를 함유하고 있어 전해연마가 쉬우며, 탄소량이 많을수록 가공성이 우수하다.

③ 표면의 미세한 요철은 볼록 부분이 오목 부분보다 더욱 활발하게 용출하여 표면이 평활하게 다듬질되고 광택이 난다.

④ 알루미늄 및 그 합금은 연하기 때문에 기계 가공으로 광택면을 얻기가 매우 어려운데, 전해 연마를 하면 거울과 같이 매끄러운 면을 얻을 수 있다.

정답 2번

출제 포인트

전해 연마(전해 폴리싱)의 기본 원리와 재료별 적용 특성을 정확히 알고 있는지 묻는 문제이다. 전해 연마는 공작물을 양극에 걸고 전기화학적 용해작용으로 표면을 매끄럽게 다듬는 가공법으로, 전기 도금과 극성이 반대라는 점, 미세 요철에서 볼록부가 먼저 녹아 평활해진다는 점, 연질 금속의 광택 가공에 유리하다는 점이 핵심 개념이다.

핵심 개념

전해 연마는 공작물을 양극(+)으로, 별도의 전극을 음극(-)으로 하여 전해액 속에서 전류를 흘려 공작물 표면을 전기화학적으로 용해시켜 다듬는 가공법이다. 이는 공작물을 음극으로 하여 금속 이온을 표면에 석출시키는 전기 도금과 정반대 방향의 전기화학 반응이다. 표면의 미세한 요철 중 볼록 부분은 전기력선이 집중되어 오목 부분보다 전류밀도가 높아 더 활발히 용해되므로, 가공이 진행될수록 표면이 평활해지고 광택이 생긴다. 알루미늄, 스테인리스강처럼 연하거나 기계적 연마가 어려운 금속에 특히 효과적이다. 한편 철강재료의 탄소(흑연화된 탄화물 등)는 전해액에 잘 용해되지 않는 불활성 성분으로 작용하여, 탄소량이 많을수록 오히려 전해연마 표면에 불균일한 반응(피팅, 얼룩)이 생기기 쉬워 가공성이 나빠진다.

NoteBase

선지별 해설

① O - 전해 연마는 공작물을 양극으로 하여 전해액 속에서 전류를 흘려 전기화학적 용해작용으로 표면을 다듬는 가공법이며, 공작물을 음극으로 하는 전기 도금과는 반대 극성이다. 옳은 설명이다.
② X - 철강재료 속의 탄소(탄화물 형태의 불활성 성분)는 전해액에 잘 녹지 않아 전해연마를 오히려 어렵게 만든다. 탄소량이 많을수록 가공성이 우수하다는 서술은 틀린 표현이며, 올바른 표현은 '탄소량이 많을수록 전해연마가 어려워지고 가공성이 떨어진다'이다. 이 문항의 정답(옳지 않은 설명)이다.
③ O - 표면의 미세한 요철에서 볼록 부분이 전류밀도가 높아 오목 부분보다 더 활발히 용해되므로, 가공이 진행되면서 표면이 평활해지고 광택이 난다. 옳은 설명이다.
④ O - 알루미늄 및 그 합금은 재질이 연하여 절삭·연삭 등 기계 가공으로 광택면을 얻기 어렵지만, 전해 연마를 이용하면 기계적 응력 없이 화학적으로 표면을 매끄럽게 다듬어 거울면과 같은 광택을 얻을 수 있다. 옳은 설명이다.

오답 포인트

'전해연마가 쉽다'와 '가공성이 우수하다'라는 긍정적 표현에 이끌려 탄소 함유가 유리한 조건이라고 착각하기 쉽다. 그러나 탄소(탄화물)는 전해액에 반응하지 않는 불활성 성분이라는 점을 놓치면 안 된다. 불활성 성분이 많을수록 표면 용해가 불균일해져 가공이 어려워진다는 인과관계를 반대로 외우지 않도록 주의한다.

다시 나오면 이렇게 판단

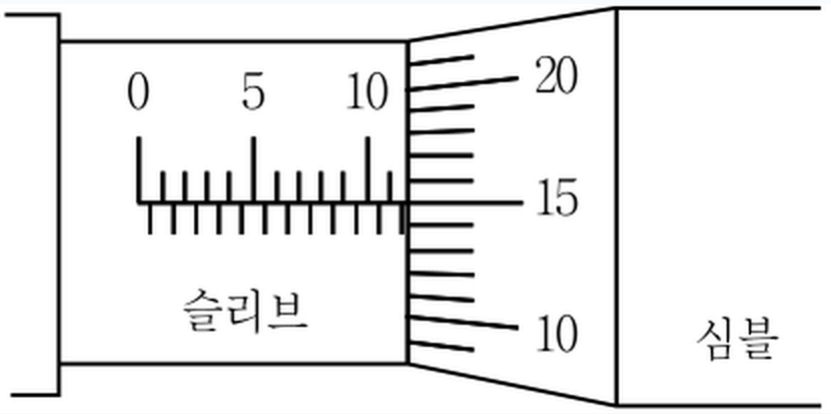
전해 연마 문제에서는 먼저 극성(공작물=양극, 도금과 반대)을 확인하고, 다음으로 '탄소·불순물처럼 반응성이 낮은 성분은 가공을 방해한다'는 원칙을 적용한다. 재료의 성분이 많을수록 무조건 가공이 쉬워진다는 서술이 나오면 그 성분이 전기화학적으로 활성인지 불활성인지부터 따져본다.

암기 포인트

전해 연마 = 공작물을 양극으로(전기 도금과 반대) → 전기화학적 용해 → 볼록부가 먼저 녹아 평활·광택. 철강 속 탄소(불활성)는 전해연마를 방해하며 탄소량이 많을수록 가공성은 나빠진다. 알루미늄 등 연한 금속은 전해연마로 거울면 광택을 얻기 좋다.

NoteBase

문 19. 측정범위 0~25mm인 마이크로미터를 이용하여 공작물의 길이를 측정한 결과가 다음과 같다면, 측정값은? (단, 스핀들 나사의 피치는 0.5mm이고, 심블(thimble)의 원주는 50등분되어 있다)



① 10.45 mm

② 11.65 mm

③ 12.15 mm

④ 13.15 mm

정답 2번

출제 포인트

마이크로미터의 측정값을 슬리브 눈금과 심블 눈금을 조합해 읽어내는 방법을 묻는 문제이다. 슬리브의 주눈금·보조눈금과 심블의 회전눈금을 각각 어떻게 해석해 더하는지가 핵심이다.

조건 정리

스핀들 나사의 피치는 0.5mm이고, 심블의 원주는 50등분되어 있다. 슬리브에는 1mm 간격의 주눈금과 그 사이를 채우는 0.5mm 간격의 보조눈금이 표시되어 있고, 심블에는 회전 방향을 따라 눈금이 새겨져 있다. 그림에서 슬리브 기준선은 11mm 주눈금을 지나 0.5mm 보조눈금까지 나타나 있고, 그 기준선과 심블의 눈금이 15에서 일치한다.

사용할 공식

심블 1회전은 스핀들이 피치만큼(0.5mm) 전진하는 것이므로 심블 눈금 1칸이 나타내는 길이는 $\frac{0.5\ \text{mm}}{50} = 0.01\ \text{mm}$이다. 측정값은 다음과 같이 구한다. 측정값 = 슬리브 눈금값(주눈금+0.5mm 보조눈금) + 심블 눈금수 × 0.01mm

NoteBase

계산 과정

슬리브를 읽으면 기준선이 11mm 주눈금을 넘어 0.5mm 보조눈금까지 드러나 있으므로 슬리브 눈금값은 11.5mm이다. 이어서 심블을 읽으면 기준선과 일치하는 심블 눈금이 15이므로 이 부분의 길이는 $15 \times 0.01 = 0.15$ mm이다. 두 값을 더하면 측정값은 $11.5 + 0.15 = 11.65$ mm이다.

선지 판단

① 10.45mm — X. 슬리브 주눈금을 11이 아닌 10으로 잘못 읽고 0.5mm 보조눈금을 인정하지 않은 채 계산하면 나오는 값으로, 슬리브 보조눈금 판독을 놓친 오답이다.
② 11.65mm — O. 슬리브 11.5mm에 심블 15눈금(0.15mm)을 더한 값과 정확히 일치한다.
③ 12.15mm — X. 슬리브 주눈금을 11이 아닌 12로 한 단계 더 높여 읽은 오독에서 나오는 값이다.
④ 13.15mm — X. 슬리브 눈금을 실제보다 두 단계 이상 높게 읽었을 때 나오는 값으로, 슬리브와 심블 대응 관계를 잘못 잡은 오답이다.

오답 포인트

마이크로미터 판독의 실수는 대부분 슬리브 쪽에서 발생한다. 주눈금(1mm 단위)만 보고 그 사이의 0.5mm 보조눈금을 빠뜨리면 0.5mm가 통째로 누락되고, 반대로 주눈금 자체를 한 칸 높거나 낮게 잘못 짚으면 1mm 단위로 값이 틀어진다. 심블 쪽은 등분수(50)로 나눈 값(0.01mm)을 곱하는 계산이므로 나눗셈과 곱셈 순서를 헷갈리지 않아야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 슬리브의 주눈금 위치를 확인하고, 그다음 그 주눈금과 다음 주눈금 사이에 0.5mm 보조눈금이 넘어가 있는지를 별도로 확인한다. 그 다음 심블에서 기준선과 일치하는 눈금 수를 읽고 0.01mm(=피치÷등분수)를 곱한다. 마지막으로 슬리브 값과 심블 값을 더해 최종 측정값을 구한다.

암기 포인트

심블 1눈금의 값 = 나사 피치 ÷ 심블 등분수 (여기서는 0.5mm÷50=0.01mm). 마이크로미터 측정값 = 슬리브 읽음값(주눈금+0.5mm 보조눈금) + 심블 읽음값(눈금수×0.01mm).

NoteBase

문 20. 워터젯가공(water jet machining)에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 고압고속의 워터젯(water jet)이 소재에 톱처럼 작용하여 절단작업에 주로 사용한다.

② 워터젯가공은 열이나 분진의 발생이 적다는 장점이 있다.

③ 워터젯가공 시 소재제거율을 최소화하기 위하여 물에 연마재를 첨가하기도 한다.

④ 구멍을 미리 뚫을 필요 없이 임의점에서의 절단이 가능하다.

정답 3번

출제 포인트

워터젯가공(water jet machining)의 원리와 특징을 정확히 알고 있는지, 그리고 연마재를 첨가하는 목적을 소재제거율의 증가와 감소 중 어느 쪽으로 알고 있는지를 묻는다. 순수 워터젯가공과 연마워터젯가공(abrasive water jet machining, AWJM)의 차이를 구분하는 것이 핵심이다.

핵심 개념

워터젯가공은 고압으로 압축한 물을 노즐을 통해 초고속으로 분사하여 그 운동에너지로 소재를 절단하거나 세척, 제거하는 비전통 가공법이다. 순수 물만 분사하는 워터젯가공은 목재, 종이, 가죽, 고무, 플라스틱, 식품 등 비교적 연한 소재의 절단에 사용된다. 반면 금속, 세라믹, 유리, 복합재료와 같이 단단한 소재를 절단하려면 물의 운동에너지만으로는 충분한 소재제거율을 얻기 어렵기 때문에 물에 알루미나, 실리카, 석류석(가넷) 등의 연마재를 섞어 분사하는 연마워터젯가공을 사용한다. 이때 연마재를 첨가하는 목적은 소재제거율을 최소화하는 것이 아니라 오히려 증대시켜 단단한 소재까지 절단할 수 있도록 하기 위함이다.

선지별 해설

① 고압고속의 워터젯이 소재에 톱날처럼 작용하여 절단하는 것이 워터젯가공의 기본 원리이며, 실제로 절단작업에 주로 사용되므로 옳은 설명이다.
② 워터젯가공은 절삭공구의 마찰이나 열을 이용하지 않고 물의 운동에너지로 소재를 제거하므로 가공 중 열 발생이 거의 없고, 절삭유나 분진 같은 유해물질 발생도 적다는 장점이 있으므로 옳은 설명이다.
③ 물에 연마재를 첨가하는 것은 소재제거율을 최소화하기 위함이 아니라, 금속이나 세라믹 등 단단한 소재까지 절단할 수 있도록 소재제거율을 높이고 가공 능력을 향상시키기 위함이다. 따라서 '최소화하기 위하여'라는 표현이 틀렸으며 → '증대(향상)시키기 위하여'로 바뀌어야 옳은 설명이 된다.
④ 워터젯은 접촉식 절삭공구와 달리 소재에 미리 시작 구멍을 뚫지 않아도 임의의 지점에서 바로 절단을 시작할 수 있으므로 옳은 설명이다.

NoteBase

오답 포인트

연마재 첨가의 목적을 '소재제거율 감소'와 혼동하면 안 된다. 연마재는 물의 절삭 능력이 부족한 단단한 소재를 가공하기 위해 첨가하는 것이므로 목적은 항상 가공 능력(소재제거율)의 증대 쪽이다. '최소화'라는 단어가 나오면 워터젯가공의 목적과 반대 방향임을 바로 알아채야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

선지에 '연마재 첨가'가 등장하면 그 뒤에 이어지는 목적어가 소재제거율의 증가인지 감소인지부터 확인한다. 워터젯가공 관련 문제에서는 항상 순수 워터젯(연한 소재용)과 연마워터젯(단단한 소재용)을 구분해서 접근하면 오답을 피할 수 있다.

암기 포인트

워터젯가공: 무열·무분진 절단, 시작 구멍 불필요. 연마워터젯가공: 물+연마재 첨가로 소재제거율 증대, 금속·세라믹 등 경한 소재 절단에 사용.

NoteBase