2010년05월09일년 컴퓨터응용가공산업기사 필기시험 기출문제 답안

【1과목 : 20문제】 기계가공법 및 안전관리	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	④	④	④	④	①	③	②	②	④	③
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	①	②	①	③	①	①	②	①	①	②

【2과목 : 20문제】 기계설계 및 기계재료	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
	①	①	①	②	②	②	③	③	①	③
	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
	④	①	③	③	③	③	①	④	③	④

【3과목 : 20문제】 컴퓨터응용가공	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
	①	④	③	①	④	①	①	③	②	③
	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
	④	②	④	②	④	③	①	④	④	④

【4과목 : 20문제】 기계제도 및 CNC공작법	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
	④	③	③	②	②	②	③	③	①	④
	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
	②	①	①	④	④	④	④	④	①	①

전자문제집 CBT 홈페이지 : https://www.cbtestpro.kr

최신 수정 자료와 해설(오타・오답・규정변경)은 cbtestpro.kr 웹 및 앱에서 확인하세요.

기출문제의 저작권은 출제기관에 있습니다. cbtestpro.kr 및 관련 앱에서는 편집 및 재구성 작업만 하였음을 밝힙니다.

CBT기출문제

전자문제집 CBT

빠르고 효과적으로 배워 시험 합격을 노려라!

Download on the App Store

GET IT ON Google Play

【1과목】 기계가공법 및 안전관리 (20문제)

1. 나사의 유효지름을 측정할 수 없는 것은?

① 나사 마이크로미터
② 투영기
③ 공구 현미경
❹ 이 두께 버니어 캘리퍼스

2. 밀링 머신에서 가장 큰 규격의 호칭번호는? (단, 호칭번호는 새들의 이동범위로 정한다.)

① 0호
② 1호
③ 3호
❹ 5호

3. 선반이나 연삭기 작업에서 봉재의 중심을 구하기 위해 금긋기 작업을 위해 사용되는 공구와 관계가 먼 것은?

① V블록
② 서피스 게이지
③ 캘리퍼스
❹ 마이크로미터

4. CNC 공작기계의 서보기구의 종류에 속하지 않는 것은?

① 개방회로 방식
② 하이브리드 서보 방식
③ 폐쇄회로 방식
❹ 단일회로 방식

5. 공작물을 절삭할 때 절삭온도에 의한 측정방법으로 틀린 것은?

❶ 공구 현미경에 의한 측정
② 칩의 색깔에 의한 측정
③ 열량계에 의한 측정
④ 열전대에 의한 측정

6. 수기 가공 용구의 센터 펀치에 대해서 기술한 것으로 틀린 것은?

① 펀치의 선단은 열처리를 한다.
② 드릴로 구멍을 뚫을 자리 표시에 사용한다.
❸ 선단은 약 40°로 한다.
④ 펀치의 선단을 목표물에 수직으로 고정하고 펀칭한다.

7. 램이 상하로 직선운동을 하며 급속귀환 장치가 있는 공작기계는?

① 세이퍼
❷ 슬로터
③ 브로치
④ 플레이너

8. 밀링작업에서 하향절삭에 비교한 상향절삭의 특성에 대한 설명으로 틀린 것은?

① 날끝이 일감을 치켜 올리므로 일감을 단단히 고정해야 한다.
❷ 백래시 제거 장치가 없으면 가공이 곤란하다.
③ 하향절삭에 비해 가공면이 깨끗하지 못하다.
④ 공구의 수명이 짧다.

9. 드릴링 머신의 안전사항에서 틀린 것은?

① 장갑을 끼고 작업을 하지 않는다.
② 기공물을 손으로 잡고 드릴링하지 않는다.
③ 얇은 관의 구멍 뚫기에는 나무 보조판을 사용한다.
❹ 구멍 뚫기가 끝날 무렵은 이송을 빠르게 한다.

10. 선반의 부속품 중에서 돌리개(dog)의 종류가 아닌 것은?

① 평행(클램프) 돌리개
② 곧은 돌리개
❸ 브로치 돌리개
④ 굽은(곡형) 돌리개

11. 기어 가공을 위해 사용되는 공구가 아닌 것은?

❶ T홈 커터
② 피니언 커터
③ 호브
④ 래크 커터

12. 정반위에 높이의 차이가 100mm인 2개의 게이지 블록 위에 길이가 200mm인 사인바를 놓았을 때 정반면과 사인바와 이루는 각은?

① 20°
❷ 30°
③ 45°
④ 60°

13. 센터리스 연삭의 특성에 대한 설명으로 틀린 것은?

❶ 중공(中空)의 가공물 연삭이 곤란하다.

② 연삭 작업에 숙련을 요구하지 않는다.

③ 연삭 여유가 작아도 된다.

④ 연삭숫돌의 폭이 크므로 연삭숫돌 지름의 마멸이 적다.

14. 리머작업을 할 때에는 드릴작업에 비하여 어떻게 하는 것이 원칙인가?

① 고속에서 절삭하고 이송을 크게

② 고속에서 절삭하고 이송을 작게

❸ 저속에서 절삭하고 이송을 크게

④ 저속에서 절삭하고 이송을 작게

15. 도금을 응용한 방법으로 모델을 음극에 전착시킨, 금속을 양극에 설치하고 전해액 속에서 전기를 통전하여 정닥한 두께로 금속을 입히는 가공방법은?

❶ 전주가공

② 초음파가공

③ 전해연삭

④ 레이저가공

16. 연삭가공에서 내면연삭의 특성에 대한 설명으로 틀린 것은?

❶ 연삭숫돌의 지름은 가공물의 지름보다 커야 한다.

② 외경 연삭에 비하여 숫돌의 마모가 많다.

③ 숫돌 축의 회전수가 빨라야 한다.

④ 숫돌 축은 지름이 적기 때문에 가공물의 정밀도가 다소 떨어진다.

17. 절삭 공구의 구비조건에 해당되지 않는 것은?

① 강인성이 클 것

❷ 마찰계수가 클 것

③ 내마모성이 높을 것

④ 고온에서 경도가 저하되지 않을 것

18. 밀링작업을 하고 있는 중에 지켜야 할 안전사항에 해당되지 않는 것은?

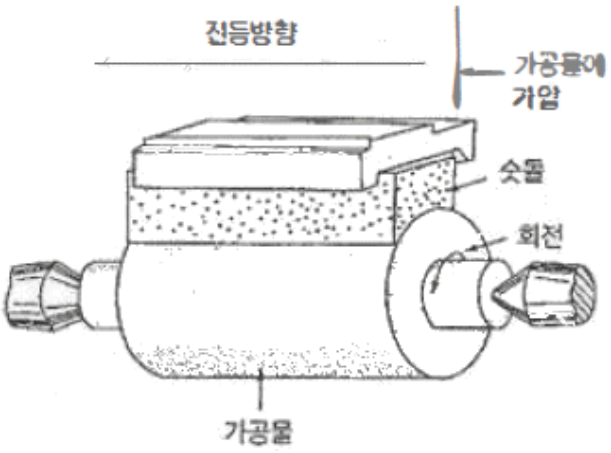
❶ 절삭공구나 가공물을 설치할 때는 반드시 전원을 켜고 한다.

② 주축 속도를 변속시킬 때는 반드시 주축이 정지한 후 변환한다.

③ 가공물은 바른 자세에서 단단하게 고정한다.

④ 기계 가동 중에는 자리를 이탈하지 않는다.

19. 아래 그림의 연삭가공은 어떤 작업을 나타낸 것인가?



❶ 수퍼피니싱

② 호닝

③ 래핑

④ 버핑

20. 기차 바퀴와 같이 길이 짧고 직경이 큰 공작물을 선삭하기에 가장 적합한 선반은?

① 터릿선반

❷ 정면선반

③ 수직선반

④ 모방선반

【2과목】 기계설계 및 기계재료 (20문제)

21. 다음 중 선팽창계수가 큰 순서로 올바르게 나열된 것은?

❶ 알루미늄 > 구리 > 철 > 크롬

② 철 > 크롬 > 구리 > 알루미늄

③ 크롬 > 알루미늄 > 철 > 구리

④ 구리 > 철 > 알루미늄 > 크롬

22. 형상기억합금의 내용과 관계가 먼 것은?

❶ 형상 기억 효과를 나타내는 합금은 오스테나이트 변태를 한다.

② 어떠한 모양을 기억할 수 있는 합금이다.

③ 소성변형된 것이 특정 온도 이상으로 가열하면 변형되기 이전의 원래 상태로 돌아가는 합금이다.

④ 형상 기억합금의 대표적인 합금은 Ni-Ti 합금이다.

23. 다음 철강 재료 중 담금질 열처리에 의해 경화되지 않는 것은?

❶ 순철

② 탄소강

③ 탄소 공구강

④ 고속도 공구강

24. Fe-Mn, Fe-Si로 탈산시킨 것으로 상부에 작은 수축관과 소수의 기포만이 존재하며 탄소 함유량이 0.15~0.3% 정도인 강은?(오류 신고가 접수된 문제입니다. 반드시 정답과 해설을 확인하시기 바랍니다.)

① 킬드강

❷ 세미킬드강

③ 캡드강

④ 림드강

25. 주철의 마우러의 조직도를 바르게 설명한 것은?

① Si와 Mn량에 따른 주철의 조직 관계를 표시한 것이다.

❷ C와 Si량에 따른 주철의 조직 관계를 표시한 것이다.

③ 탄소와 흑연량에 따른 주철의 조직 관계를 표시한 것이다.

④ 탄소와 Fe8C에 따른 주철의 조직 관계를 표시한 것이다.

26. 초소성 재료에 대한 설명으로 틀린 것은?

① 미세결정입자 초소성과 변태 초소성으로 나누어진다.

❷ 고온에서의 높은 강도가 특징이다.

③ 초소성 재료로서 Al-Zn 합금은 플라스틱 성형용 금형을 제작하는데 실용화되고 있다.

④ 결정입자가 보통 아주 미세하다.

27. Ni에 Cr 13-21%와 Fe 6.5%를 함유한 우수한 내열, 내식성을 가진 합금은?

① 게이지용강

② 스테인레스강

❸ 인코넬

④ 엘린바

28. 알루미늄-규소계 합금으로 알팩스라고도 하며, 주조성은 좋으나 절삭성이 좋지 않은 것은?

① 라우탈

② 콘스탄탄

❸ 실루민

④ 하이드로날륨

29. 용융 금속이 응고할 때 불순물이 가장 많이 모이는 곳으로 최후에 응고하게 되는 곳은?

❶ 결정입계

② 결정입내의 중심부

③ 결정입내와 입계

④ 결정입내

30. Fe-C계 상태동에서 3개소의 반응이 있다. 옳게 설명한 것은?

① 공정-포정-편정

② 포석-공정-공석

❸ 포정-공정-공석

④ 공석-공정-편정

31. 지름 14mm의 연강봉에 8000N의 인장하중이 작용할 때 발생하는 응력은 약 몇 N/mm^2 인가?

① 15

② 23

③ 46

❹ 52

32. 저널 베이링에서 사용되는 페트로프의 식에서 마찰저항과의 관계를 설명한 것으로 틀린 것은?

❶ 베어링 압력이 클수록 마찰저항은 커진다.

② 축의 반지름이 클수록 마찰저항은 커진다.

③ 유체의 절대점성계수가 클수록 마찰저항은 커진다.

④ 회전수가 클수록 마찰저항은 커진다.

33. 성크 키의 길이가 150mm, 키에 발생하는 전단하중은 60kN, 키의 너비와 높이와의 관계는 b = 1.5h 라고 할 때 허용 전단응력 20MPa라 하면 키의 높이는 약 몇 mm이상이어야 하는가? (단, b는 키의 너비, h는 키의 높이이다.)

① 8.2

② 10.5

❸ 13.3

④ 17.9

34. 스프링의 변형에 대한 강성을 나타내는 것에 스프링 상수가 있다. 하중이 W [N]일 때 변위량을 δ [mm]라 하면 스프링 상수 k [N/mm]는?

① $k = \frac{\delta}{W}$

② k = δ W

❸ $k = \frac{W}{\delta}$

④ k = W - δ

35. 볼나사(ball screw)의 장점에 해당되지 않는 것은?

① 마찰이 매우 적고, 기계효율이 높다.

② 예압에 의하여 (backlash)를 작게 할 수 있다.

❸ 미끄럼 나사보다 내충격성 및 감쇠성이 우수하다.

④ 시동 토크, 또는 작동 토크의 변동이 적다.

36. 축지름 5cm, 저널 길이 10cm인 상태에서 300rpm으로 전동축을 지지하고 있는 미끄럼 베어링에서 P = 4000N의 레이디얼 하중이 작용할 때 베어링 압력은 약 몇 MPa인가?

① 0.6

② 0.7

❸ 0.8

④ 0.9

37. 7 kN · m 의 비틀림 모멘트와 14 kN · m 의 굽힘 모멘트를 동시에 받는 축의 상당 굽힘 모멘트는 몇 kN · m 인가?

❶ 105.83

② 211.65

③ 15.65

④ 31.46

38. 유연성 커플링(flexible coupling)의 종류가 아닌 것은?

① 기어 커플링

② 롤러 체인 커플링

③ 다이어프램 커플링

❹ 머프 커플링

39. 평벨트에 비해 V 벨트 전동의 특징이 아닌 것은?

① 미끄럼이 적고, 속도비가 크다.

② 바로걸기로만 가능하다.

❸ 측간거리를 마음대로 할 수 있다.

④ 운전이 정숙하고 충격을 완화한다.

40. 기계구조물 등을 콘크리트 바닥에 설치하는데 사용되는 볼트에 해당하는 것은?

① 스테이볼트

② 아이볼트

③ 나비볼트

❹ 기초볼트

【3과목】 컴퓨터응용가공 (20문제)

41. 와이어프레임 모델의 일반적인 특정 설명으로 틀린 것은?

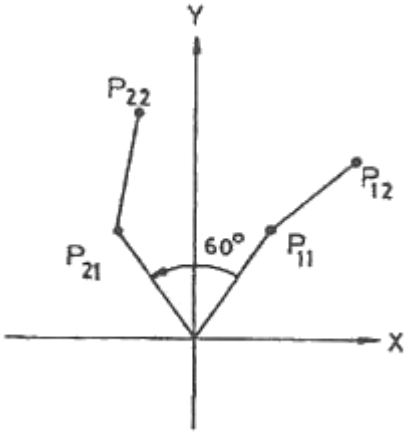
❶ 은선제거가 가능하다.

② 처리속도가 빠르다.

③ 단면도 작성이 어렵다.

④ 데이터의 구성이 간단하다.

42. 두 끝점이 $P_{11}(1,2)$와 $P_{12}(3,3)$인 직선을 좌표축의 원점(0,0)을 중심으로 60° 회전(Rotation) 변환시킨 결과 직선의 두 끝점 P_{21}, P_{22}의 좌표값으로 맞는 것은?



① P21=(-1.414, 1.732), P22=(-1, 4)

② P21=(-0.616, 1.866), P22=(-0.598, 4.098)

③ P21=(-0.134, 2.232), P22=(1.098, 4.098)

❹ P21=(-1.232, 1.866), P22=(-1.098, 4.098)

43. 유한 요소 해석을 위한 입력 데이터의 작성, 체적이나 무게중심의 계산, 간섭 체크, 가공 계획 등에 사용되는 모델링 기법은?

① 와이어 프레임 모델링

② 서피스 모델링

❸ 솔리드 모델링

④ 스컬프처 모델링

44. 다음 중 2차 Bezier 곡선의 형태를 바르게 나타낸 것은?

❶ 

② 

③ 

④ 

45. 컴퓨터에서 통신속도를 나타내는 단위는?

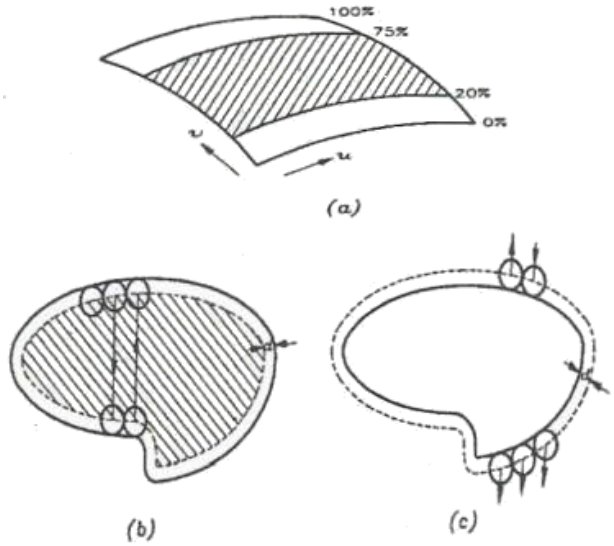
① BPI

② BPT

③ MIPS

❹ BPS

46. 다음 그림 중 (a), (b), (c)의 가공 영역 지정이 올바르게 표현된 것은?



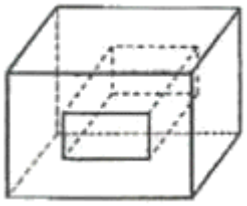
❶ (a) trimming , (b) area , (c) island

② (a) island , (b) trimming , (c) area

③ (a) area , (b) trimming , (c) island

④ (a) trimming , (b) island , (c) area

47. 다음 그림의 도형이 갖는 독립된 셸(shell)의 수는 얼마인가?



❶ 1

② 2

③ 3

④ 4

48. 여러 대의 공작기계를 컴퓨터 1대로 제어하는 방식으로 CNC 공작기계의 작업성 및 생산성을 향상시키는 동시에 이것을 NC 공작기계 군으로 시스템화하여 그 운용을 제어 및 관리하는 시스템은?

① NC

② CNC

❸ DNC

④ FMS

49. 다음은 B-spline 곡선의 장점 및 특징을 열거한 것이다. 해당되지 않는 것은?

① 꼭지점을 움직여도 연속성이 보장된다.

❷ 1개의 조정점 변화는 곡선 전체에 영향을 준다.

③ 조정 다각형에 의하여 곡선을 표현한다.

④ 조점점의 개수가 많더라도 원하는 차수를 지정할 수 있다.

50. 다음은 어떤 곡면을 설명한 것인가?

> 안내곡선을 따라 이동곡선이 이동규칙에 따라 이동하면서 생성된 곡면

① 돌출(extrude)

② 회전(revolve)

❸ 스윕(sweep)

④ 로프트(loft)

51. 다음 중 솔리드 모델의 입력 방법이 아닌 것은?

① 기본 입체 생성

② 라운딩

③ 스위핑

❹ 경계표현법(B-rep)

52. 다음 중 5축 가공의 특징으로 적합하지 않은 것은?

① 공구를 기울여 가공할 수 있으므로 절삭이 공구의 바깥쪽에서 일어나서 절삭력이 좋다.

❷ 3축의 경우 접근 불가능한 곡면을 5축에서는 가공할 수 있으므로 모든 공작물을 한 번의 셋업(setup)으로 가공할 수 있다.

③ 5축 기계는 5개의 자유도를 가지며 공구의 위치를 결정하는데 3개가 사용되고 공구의 방향 벡터를 결정하는데 2개가 사용된다.

④ 공구 간섭 때문에 가공할 수 없는 영역도 가공할 수 있으며 평엔드밀에 의한 가공으로도 표면 가공정도를 향상시킬 수 있다.

53. CAD/CAM 시스템 출력 장치가 아닌 것은?

① 플로터(plotter)

② 프린터(printer)

③ 디스플레이(display)

❹ 조이스틱(joystick)

Download on the App Store 전자문제집 CBT(App Store) :[다운로드]

GET IT ON Google Play 전자문제집 CBT(Google Play) :[다운로드]

54. 다음과 같은 행렬 변환식은 어떤 도형변화를 나타내는 것인가?

$$[x'\ y'\ 1] = [x\ y\ 1]\begin{bmatrix} S_x & 0 & 0 \\ 0 & S_y & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

① 2차원 회전 변환(rotation)

❷ 2차원 확대/축소 변환(scalling)

③ 2차원 평행이동 변환(translation)

④ 3차원 회전 변환(rotation)

55. 원(circle)을 중심과 반지름을 갖는 2차원 좌표 평면상에서의 수학적 표현 방법으로 가장 알맞은 항은? (단, 중심은 (a, b)이고, 반지름 C이다.)

① (x+a)2- (y+b)2= C2

② (x-a) + (y-b) = C

③ (x-a)2+ (y+b) = C

❹ (x-a)2+ (y-b)2= C2

56. CAM시스템 도입을 통해 얻어지는 효과와 가장 거리가 먼 것은?

① 고품질 제품 생산 가능

② 재료 및 가공 시간 단축

❸ 가공 형상 단순화

④ NC 프로그램 오류 감소

57. 다음 은선/은면 제거 알고리즘 중 광원으로부터 빛이 물체에 반사되고 이것이 관찰자에게 도달함으로써 관찰자가 이를 볼 수 있다는 원리에 근거한 알고리즘은?

❶ 광선 추적(tracing) 알고리즘

② z- 버퍼 알고리즘

③ 우선적 그리기(priority fill) 알고리즘

④ 화가(painter's) 알고리즘

58. 일반적인 CRT모니터와 비교하여 액정 디스플레이(LCD)의 장점을 설명한 것 중 틀린 것은?

① 작고 가볍다.

② 완전한 평면이다.

③ 깜박임(Flickering)이 없다.

❹ 시야각이 넓다.

59. 솔리드 모델이 갖고 있는 기하학적 요소 중 서피스(surface) 모델이 갖지 못하는 것은?

① 꼭지점

② 모서리

③ 표면

❹ 부피

60. CAD/CAM 시스템의 그래픽 정보 표준화를 통해 얻을 수 있는 장점이 아닌 것은?

① 컴퓨터 및 소프트웨어의 종류에 무관하게 사용할 수 있다.

② 새로운 주변 장치를 개발할 때 비용을 절약 할 수 있다.

③ 재교육 시간 및 비용을 절감 할 수 있다.

❹ CAD 모델 정보의 보안이 강화된다.

【4과목】 기계제도 및 CNC공작법 (20문제)

61. 재료 기호가 “STD 10”으로 표기되어있을 경우 이 재료는 KS에서 무슨 재료인가?

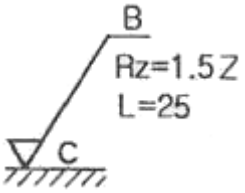
① 기계 구조용 합금강 강재

② 탄소 공구강 강재

③ 기계 구조용 탄소 강재

❹ 합금 공구강 강재

62. 표면의 결 도시방법 및 면의 지시기호에서 가공으로 생긴 모양의 약호로 “C" 로 표시된 것은 어떤 의미인가?



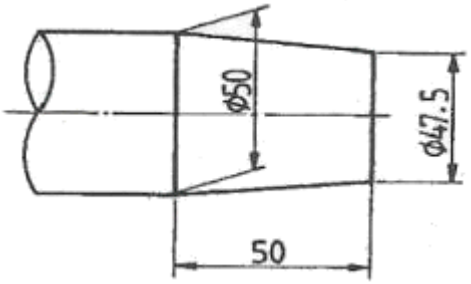
① 가공으로 생긴 선이 거의 방사상

② 가공으로 생긴 선이 다방면으로 교차

❸ 가공으로 생긴 선이 거의 동심원

④ 가공으로 생긴 선이 거의 무방향

63. 그림과 같이 가공된 축의 테이퍼값은 얼마인가?



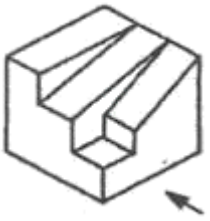
① $\frac{1}{5}$

② $\frac{1}{10}$

❸ $\frac{1}{20}$

④ $\frac{1}{40}$

64. 그림과 같은 입체도를 화살표 방향에서 본 투상도로 가장 적합한 것은?



① 

❷ 

③ 

④ 

65. 다음 중 복렬 자동조심 볼 베어링에 해당하는 베어링 간략기호는?

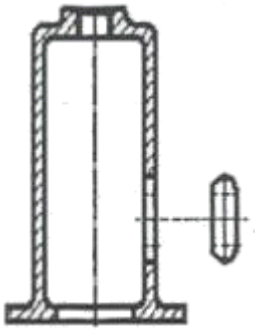
① 

② 

③ 

④ 

66. 대상물의 구멍, 흠 등 한 국부만의 모양을 도시하는 것으로 충분한 경우 그림과 같이 도시하는 투상도는?



① 보조 투상도

② 국부 투상도

③ 가상 투상도

④ 부분 투상도

67. 핸들이나 바퀴 등의 암 및 림, 리브 등의 절단선의 연장선 위에 90° 회전하여 실선으로 그리는 단면도는?

① 온 단면도

② 한쪽 단면도

③ 회전도시 단면도

④ 조합 단면도

68. 다음 중 가는 실선을 잘못 사용하고 있는 것은?

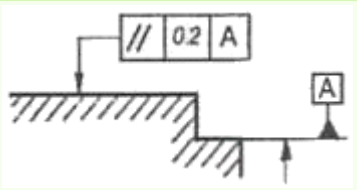
① 투상도의 어느 부분이 평면이라는 것을 나타내기 위해 가는 실선으로 대각선을 그렸다.

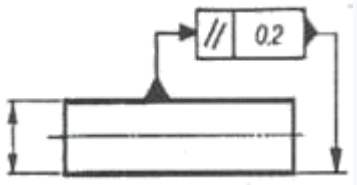
② 단면한 부위의 해칭선을 가는 실선으로 그렸다.

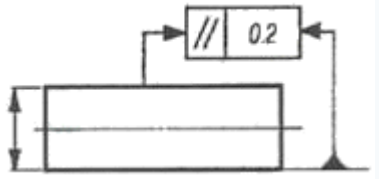
③ 가공 전이나 가공 후의 모양을 가는 실선으로 그렸다.

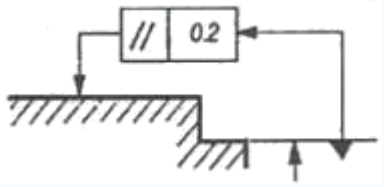
④ 물체 내부에 회전 단면을 가는 실선으로 그렸다.

69. 모양 및 위치의 정밀도 허용값을 도시한 것 중 올바르게 나타낸 것은?

① 

② 

③ 

④ 

70. 경사면에 평행한 투상면을 설치하고 이것에 필요한 부분을 투상하여 물체의 실제 모양을 나타내는 투상법은?

① 경투상도

② 등각투상도

③ 사투상도

④ 보조투상도

71. ø60mm인 연강 재료를 이용하여 1200rpm으로 회전하는 CNC선반에서 가공하고자 한다. 주분력을 1000N이라고 했을 때 소요되는 동력은 약 몇 kW인가?

① 2.96

② 3.77

③ 4.02

④ 5.02

72. 다음은 CNC 프로그램의 일반적인 블록의 구성 내용이다. 여기서 N과 F의 의미는?

```
N_ G_ X_ Z_ F_ S_ T_ M_ ;
```

❶ N : 전개번호, F : 이송기능
② N : 보조기능, F : 이송기능
③ N : 전개번호, F : 주축기능
④ N : 보조기능, F : 주축기능

73. CNC공작기계의 절삭 제어방식 중 드릴링(drilling) 작업에 적절한 제어방식은?

❶ 위치결정 제어
② 연속절삭 제어
③ 원호절삭 제어
④ 윤곽절삭 제어

74. CNC 방전가공에서 전극용 재료의 구비조건으로 틀린 것은?

① 방전 가공성이 우수할 것
② 융점이 높아 방전시 소모가 적을 것
③ 성형이 용이하고 가격이 저렴할 것
❹ 전기 저항값이 높고 전기 전도도가 작을 것

75. 머시닝센터 프로그램에서 보조 프로그램의 끝을 나타내며 주 프로그램으로 되돌아가는 보조기능은?

① M16
② M18
③ M98
❹ M99

76. CNC 공작기계를 운전하는 중에 충돌 등 위급한 상태가 우려될 때 가장 우선적으로 취해야 할 조치법은?

① main switch의 off 버튼을 누른다.
② CNC 전원(power) 스위치를 off한다.
③ 배전반의 회로도를 점검한다.
❹ 조작반의 비상정지(emergency stop) 버튼을 누른다.

77. 다음의 CNC선반 프로그램에서 가공부의 직경이 ø50일 때 주축의 회전수는 약 몇 rpm 인가?

```
G50 S1400 ;
G96 S100 ;
```

① 1500
② 727
③ 1400
❹ 637

78. CNC 공작기계에서 서보 모터의 회전력을 테이블의 직선 운동으로 바꾸어 주는 기구로 적절한 것은?

① 리드 스크루
② 사각 스크루
③ 삼각 스크루
❹ 볼 스크루

79. CNC선반에서 공구보정(offset) 번호 4번을 선택하여, 2번 공구를 사용하려고 할 때 공구지령으로 옳은 것은?

❶ T0204
② T0402
③ T2040
④ T4020

80. 머시닝센터에서 1줄 나사를 가공을 하고자 할 때 나사의 피치를 P(mm), 공구 회전수를 N(rpm)이라고 하면 이송 속도 F(mm/min)를 구하는 식은?

❶ $F = P \cdot N$
② $F = \frac{N}{P}$
③ $F = \frac{P}{N}$
④ $F = \frac{60P}{N}$