

# 정영식 임용기계 기출문제집

2020~22 중등 임용기계 기출문제

정영식 편저

기계  
출판  
박문각  
인용

동양상권의  
www.pmg.co.kr

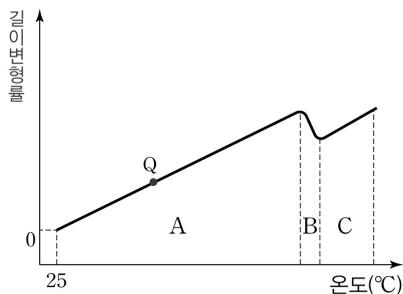
PMG 박문각

**01** 다음은 2가지 특수가공법에서 사용되는 가공액에 대한 설명이다. (가), (나)의 가공액을 사용하는 가공법의 명칭을 순서대로 쓰시오. [2점]

- (가) ① 전위차가 충분히 높아질 때까지 공구와 공작물 간의 절연 상태를 유지한다.  
 ② 공구와 공작물의 간극에서 가공칩을 제거한다.  
 ③ 가공 중 발생하는 열을 냉각한다.
- (나) ① 공구와 공작물 간에 전류를 운반하여 공작물에 양극 용해(anodic dissolution)가 발생하게 한다.  
 ② 공작물의 표면에 불용해 생성물을 만들지 않아야 한다.  
 ③ 염화나트륨 또는 질산나트륨 등을 포함한 전도성 용액이다.

**02** 그림은 순철(Fe)을 25(°C)에서부터 서서히 가열할 때 온도에 따른 시편의 길이변형률을 나타낸 것이다. 온도 구간 A, C와는 달리 온도 구간 B에서는 길이변형률이 빠르게 감소한다. 이러한 순철의 특성을 고려할 때, 직선 PQ의 기울기가 의미하는 계수의 명칭과 온도 구간 C에서의 결정 구조를 각각 쓰시오. (단, 길이변형률은 '길이변형률' =  $\frac{\text{시편의 길이변형량 } \Delta l}{\text{초기 시편의 길이 } l_0}$ 로 정의된다.)

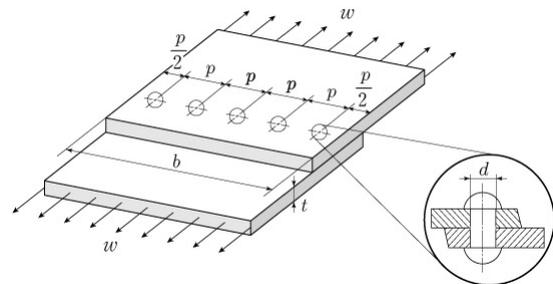
[2점]



**03** 다음은 어떤 유체의 특징에 관한 교사와 학생 간의 대화 내용이다. 괄호 안의 ㉠, ㉡에 해당하는 명칭을 순서대로 쓰시오. [2점]

- 김 교사: 유체층의 전단응력이 전단변형률의 시간당 변화(rate of shearing strain)에 선형적으로 비례하는 특징을 가진 유체들을 무엇이라고 부릅니까?
- 학생: ( ㉠ )이라고 합니다. 전단변형률의 시간당 변화는 유체의 속도구배(velocity gradient)와도 같습니다.
- 김 교사: 그러면 선형적으로 비례하는 관계를 나타내는 계수를 무엇이라고 부릅니까?
- 학생: ( ㉡ )이라고 합니다.
- 김 교사: 내용을 잘 알고 있군요. 이러한 ( ㉠ )의 예로는 물, 공기, 휘발유 등이 있습니다.

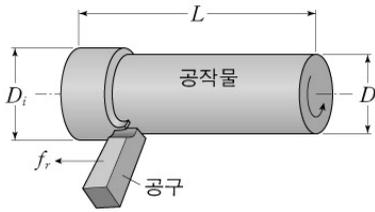
**04** 그림과 같이 2개의 강판이 1줄 겹치기 리벳이음으로 체결되어 있다. 강판에 분포하중  $w = 10(\text{kg}_f/\text{mm})$ 이 작용할 때, <조건>을 고려하여 리벳에 발생하는 전단응력  $\tau$  ( $\text{kg}_f/\text{mm}^2$ )와 체결 부위에서 강판에 발생하는 최대인장응력  $\sigma$  ( $\text{kg}_f/\text{mm}^2$ )를 각각 구하고, 풀이과정과 함께 쓰시오. [4점]



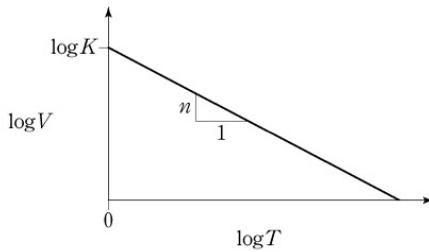
조건

- 강판 폭  $b = 600(\text{mm})$ , 강판 두께  $t = 10(\text{mm})$ , 리벳 지름  $d = 10(\text{mm})$ , 리벳 개수  $n = 5$ 이다.
- $p$ 는 리벳의 피치이고,  $\pi$ 는 3으로 계산한다.
- 하중으로 인한 굽힘 효과는 고려하지 않고, 각 리벳에 걸리는 전단응력은 동일하다.
- 두 강판의 폭과 두께는 동일하다.
- 응력분포는 균일하고, 접촉면의 마찰은 무시한다.
- 주어진 조건 외에는 고려하지 않는다.

**05** 그림 (가)는 원통 형상의 공작물을 외면 선삭하여 길이  $L(\text{mm})$ , 직경  $D(\text{mm})$ 로 제작하는 과정을 나타낸 것이다. 공구수명  $T(\text{min})$ 와 절삭속도  $V(\text{m/min})$ 가 그림 (나)와 같은 관계를 가질 때, 공구수명식을 쓰시오. 그리고 이 공구수명식과 <조건>을 고려하여,  $T$ 를  $L, D, f_r, n, K, \pi$ 를 이용하여 나타내고, 풀이 과정과 함께 쓰시오. [4점]



(가) 외면선삭

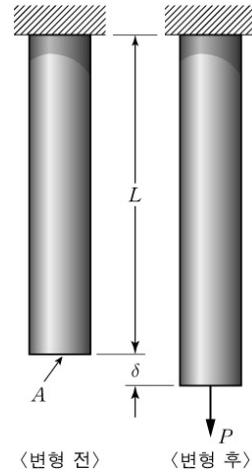


(나) 공구수명과 절삭속도 간의 관계

**조건**

- 이송속도:  $f_r(\text{mm/rev})$
- 절삭깊이:  $\frac{D_i - D}{2}(\text{mm})$  ( $D_i$ 는 절삭 전 초기직경이다.)
- 분당 주축회전수:  $N(\text{rpm})$
- $n, K$ : 공구수명식에 사용되는 상수
- 절삭속도  $V$ 를 계산할 때 기준이 되는 직경은 공작물의 최종 직경  $D$ 를 사용한다.
- 이 공구의 수명은 공구가 공작물을 절삭하는 시간과 동일하다고 가정한다.
- 주어진 조건 외에는 고려하지 않는다.

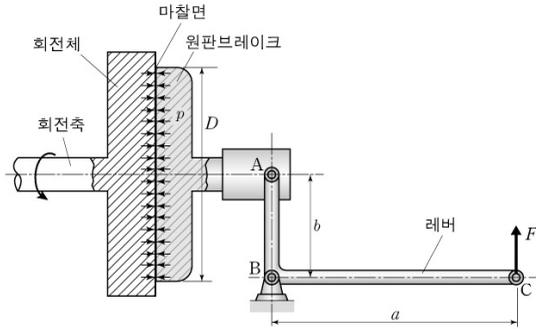
**06** 그림과 같이 길이가  $L$ 이고 단면적이  $A$ 인 균일한 재료의 원기둥 시편에 길이 방향으로 인장하중  $P$ 가 작용하여 길이변형량  $\delta$ 가 발생하였다. <조건>을 고려하여 이 시편의 길이변형률  $\epsilon$ 과 탄성계수(Young's modulus)  $E$  ( $\text{N/m}^2$ )를 각각 구하고, 풀이 과정과 함께 쓰시오. [4점]



**조건**

- 단면적  $A = 3.0 \times 10^{-4}(\text{m}^2)$ , 길이  $L = 0.1(\text{m})$ , 길이변형량  $\delta = 1.0 \times 10^{-4}(\text{m})$ , 인장하중  $P = 45(\text{kN})$ 이다.
- 변형은 비례한도 내에 있고, 자중과 단면적의 변화는 고려하지 않는다.
- 변형률은 공칭변형률(nominal strain) 또는 공학변형률(engineering strain)을 의미한다.
- 인장하중  $P$ 는 단면적  $A$ 에 수직으로 작용한다.

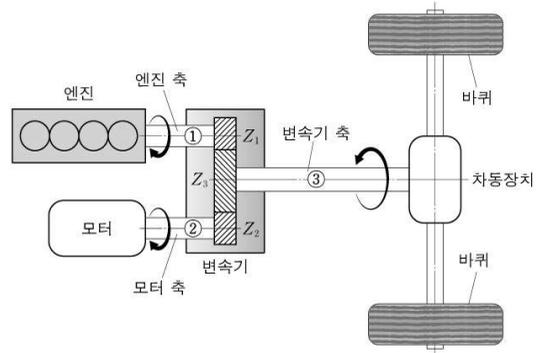
**07** 그림은 지름  $D(m)$ 인 원판 브레이크(disk brake)의 작동을 나타낸 것이다. 레버 ABC의 점 C에서 레버 조작력  $F(N)$ 가 수직 방향으로 가해지면 힌지(hinge) 점 A를 통해 수평력이 원판 브레이크에 작용한다. 점 A에서의 수평력은 회전체에 수직으로 작용하는 하중을 만든다. <조건>을 고려하여 레버 조작력  $F(N)$ 와 제동 토크  $T(N \cdot m)$ 를 각각 구하고, 풀이 과정과 함께 쓰시오. [4점]



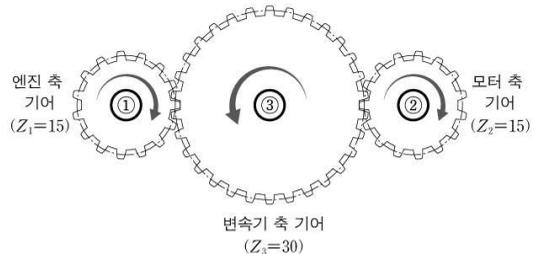
**조건**

- 레버 치수  $a, b$ 의 단위는 m이다.
- 원판 브레이크와 회전체의 접촉에 의해 균일한 압력  $p(N/m^2)$ 가 작용하는 마찰면이 형성된다고 가정한다.
- 마찰면의 마찰계수는  $\mu$ 이고, 마찰면은 원판 브레이크와 동일한 지름  $D$ 의 원판형이다.
- 회전체는 회전축에 고정되어 같이 회전하며, 원판 브레이크는 회전하지 않는다.
- 제동 토크  $T$ 는 마찰면의 마찰력에 의해 발생하는 토크이다.
- 조작력  $F$ 는  $p, a, b, D, \pi$ 를 이용하여 나타내고, 제동 토크  $T$ 는  $F, a, b, D, \mu$ 를 이용하여 나타낸다.
- 주어진 조건 외에는 고려하지 않는다.

**08** 그림 (가)는 하이브리드 자동차의 엔진과 모터의 구동방식을 나타낸 것이다. 그림 (나)와 같이 엔진 축 ①과 모터 축 ②가 각각 분당 회전수 2,000(rpm)으로 동일한 방향으로 동시에 구동할 때, <조건>을 고려하여 변속기 축 ③의 분당 회전수  $N(rpm)$ 을 구하고, 풀이 과정과 함께 쓰시오. 이때 변속기 축 ③의 토크는 엔진 축 ①에 걸리는 토크의 몇 배가 되는지 구하고, 풀이 과정과 함께 쓰시오. [4점]



(가)

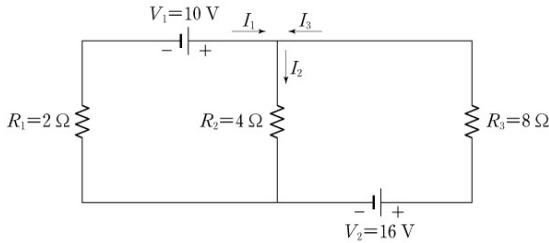


(나)

**조건**

- 엔진 축 기어 잇수:  $Z_1 = 15$
- 모터 축 기어 잇수:  $Z_2 = 15$
- 변속기 축 기어 잇수:  $Z_3 = 30$
- 엔진 축과 모터 축은 분당 회전수 2,000(rpm)으로 동시에 구동되며, 이때 엔진 출력은 모터 출력의 2배이다.
- 기어는 그림 (나)와 같이 맞물려 있고, 마찰 손실은 없다고 가정한다.
- 주어진 조건 외에는 고려하지 않는다.

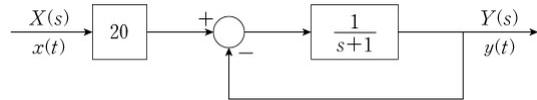
**09** 그림의 회로에서 전류  $I_1(A)$ ,  $I_2(A)$ 를 각각 구하고, 풀이 과정과 함께 쓰시오. (단,  $V_1$ ,  $V_2$ 는 전지 전압이며,  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$ 은 저항이고, 전지의 내부 저항과 도선의 저항은 무시한다.) [4점]



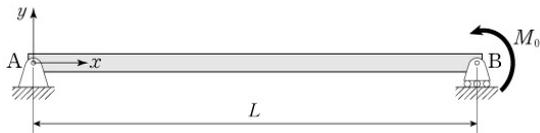
**10** 다음은 자동차 제동 이론과 제동 장치에 관한 설명이다. 괄호 안의 ㉠, ㉡에 해당하는 용어를 순서대로 쓰시오. [2점]

- 제동 이론에서 차량속도와 바퀴속도(바퀴의 외주속도)의 차이를 차량속도로 나누어 백분율로 표시한 것을 ( ㉠ )이라 한다.  
 ( ㉠ ) =  $\frac{\text{차량속도} - \text{바퀴속도}}{\text{차량속도}} \times 100(\%)$
- 급제동으로 인해 차량 자세가 흐트러지고 조향이 어렵게 되는 경우, 바퀴의 회전속도를 감지하여 브레이크의 잠김과 풀림을 반복함으로써 바퀴의 제동력을 실시간 제어해 주는 장치를 ( ㉡ )이라 한다.

**11** 그림은 귀환제어(feedback control) 시스템을 나타낸 것이다. 라플라스(Laplace) 변환으로 나타낸 입력  $X(s)$ 에 대한 출력  $Y(s)$ 의 비  $G(s) = \frac{Y(s)}{X(s)}$ 를 구하고, 풀이 과정과 함께 쓰시오. 그리고 시간 영역에서의 입력  $x(t)$ 가 단위계단(unit step) 함수 일 때 출력  $Y(s)$ 를 구하고, 풀이 과정과 함께 쓰시오. (단,  $s$ 는 라플라스 변수이며, 단위계단 함수는 시간  $t > 0$ 에 대하여  $u(t) = 1$ 로 주어진다.) [4점]



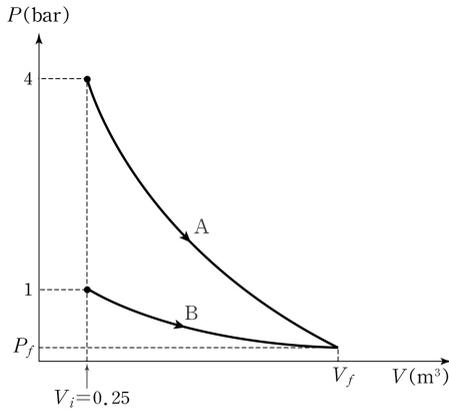
**12** 그림은 점 B에서 모멘트  $M_0(N \cdot m)$ 을 받는 길이  $L(m)$ 의 단순 지지보(simply supported beam) AB를 나타낸 것이다. <조건>을 고려하여 점 A로부터  $x$ 만큼 떨어진 위치에서 보의 처짐(deflection)  $y(x)$ 와 기울기  $a(x) = \frac{dy(x)}{dx}$ 를 각각  $x$ ,  $M_0$ ,  $E$ ,  $I$ ,  $L$ 를 이용하여 나타내고, 풀이 과정과 함께 쓰시오. [4점]



조건

- 보는 비례한도 내에서 변형하고, 자중에 의한 영향은 무시한다.
- 모멘트  $M_0(> 0)$ 은 반시계방향으로 작용한다.
- $x$ ,  $y(x)$ 의 단위는 m이다.
- $I(m^4)$ 는 보 단면의 중립축에 대한 단면 2차 모멘트  $E(Pa)$ 는 탄성계수(Young's modulus)이다.
- 주어진 조건 외에는 고려하지 않는다.

**13** 그림은 경로 A를 따라 팽창하는 이상 기체와 경로 B를 따라 팽창하는 이상 기체의  $P-V$ (압력 - 부피) 선도를 나타낸 것이다. <조건>을 고려하여 이상 기체의 압력  $P_f$ (bar)와 부피  $V_f(\text{m}^3)$ 를 각각 구하고, 풀이 과정과 함께 쓰시오. [4점]



**조건**

- 경로 A를 따라 이상 기체는 부피  $V_i$ 에서  $V_f$ 까지 가역단열 팽창(reversible adiabatic expansion)한다.
- 경로 B를 따라 이상 기체는 부피  $V_i$ 에서  $V_f$ 까지 가역등온 팽창(reversible isothermal expansion)한다.
- 이상 기체의 정적몰비열(molar specific heat at constant volume)  $C_V$ 와 정압몰비열(molar specific heat at constant pressure)  $C_P$ 는 각각  $C_V = \frac{3}{2}R$ ,  $C_P = \frac{5}{2}R$ 로 계산한다.
- $R$ 은 기체 상수(molar gas constant)이다.

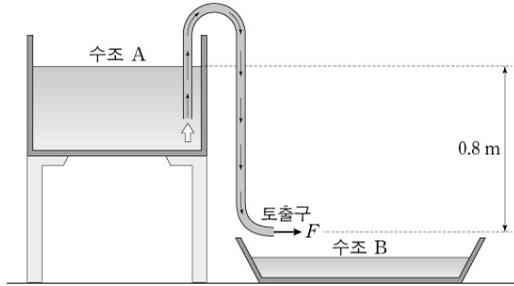
**14** 다음은 어떤 기계적 성질을 평가하기 위한 재료 시험(test)에 관한 설명이다. <작성 방법>에 따라 순서대로 서술 하시오. [4점]

- 압입(indentation) 방식, 긁기(scratch) 방식, 반발(rebound) 방식(또는 충격 방식)으로 구분된다.
- 널리 사용되는 압입 방식의 표준화된 시험으로는 ㉠ 브리넬(Brinell)시험, ㉡ 로크웰(Rockwell)시험, 비커스(Vickers) 시험 등이 있다.
- ㉢ 시험 준비, 시행 및 결과 확인이 간단하고, 비용이 저렴하다.

**작성 방법**

- 이 재료 시험의 명칭을 쓸 것
- 밑줄 친 ㉠에서 사용하는 압입자의 형상을 쓸 것
- 밑줄 친 ㉠과 ㉡에서 압입 하중을 가하는 횟수의 차이점을 서술할 것
- 이 재료 시험이 많이 쓰이는 이유를 밑줄 친 ㉢을 제외하고 1가지 서술할 것

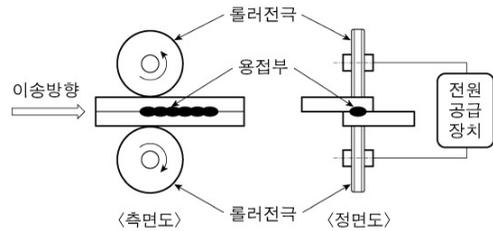
**15** 그림은 U자형 사이펀(siphon) 관을 통해 수조 A에서 수조 B로 물이 이동하고 있는 모습을 나타내고 있다. <조건>을 고려하여, 그림과 같이 토출구에서 유출되는 순간에 물의 유속  $V(m/s)$ 를 구하고, 풀이 과정과 함께 쓰시오. 그리고 이때, 토출구에서 유출되는 물에 의한 힘  $F(N)$ 를 구하고, 풀이 과정과 함께 쓰시오. [4점]



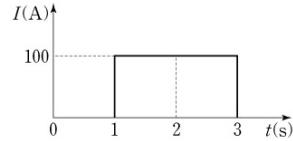
**조건**

- 중력 가속도  $g = 10(m/s^2)$ , 물의 밀도  $\rho = 1,000(kg/m^3)$ , 관의 단면적  $S = 0.1(m^2)$ 이다.
- 물은 비압축성(incompressible)이고, 유동은 정상 상태(steady state)이며, 관의 내부 마찰은 무시한다.
- 대기압에 의한 효과는 무시한다.
- 수조 A는 충분히 크기 때문에 수면의 높이 변화는 무시한다.
- 주어진 조건 외에는 고려하지 않는다.

**16** 그림 (가)는 용접의 한 종류를 나타낸 것이다. 회전하는 두 롤러 전극 사이에 모재를 겹쳐 놓고 가압하며 전류를 흘려서, 점 용접을 연속적으로 시행하는 방법이다. 이 용접법의 명칭과, 롤러전극이 가져야 할 전기적 특성 1가지를 각각 쓰시오. 그리고 그림 (나)와 같이 시간  $t(s)$ 에 따라 용접부에 전류  $I(A)$ 가 흘렀을 때, <조건>을 고려하여 용접부의 총 발열량  $Q(J)$ 를 구하고, 풀이 과정과 함께 쓰시오. [4점]



(가)



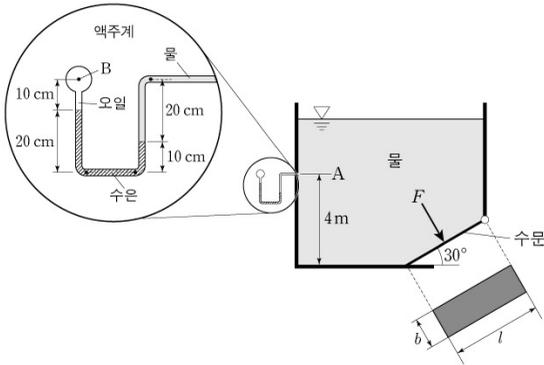
(나)

**조건**

- 용접은 시간  $t = 1(s)$ 부터  $t = 3(s)$ 까지의 구간에서 수행된다.
- 용접부의 저항은  $R = 1(ohm)$ 로 일정하다고 가정한다.
- 누설 전류는 없다고 가정한다.

**17** 그림은 물탱크의 아래 부분에 수문이 힌지(hinge)로 설치되어 있고, 수문 한 쪽 끝은 탱크 바닥에 놓여 있는 것을 나타낸 것이다. 물탱크 내 압력을 측정하기 위하여 그림과 같이 액주계(manometer)를 사용한다. 점 B에서의 계기압력  $p_B$ 가 18(kPa)일 때, <조건>을 고려하여 탱크 내 위치 A에서의 계기압력  $p_A$ (kPa)와, 물에 의해 수문에 작용하는 힘  $F$ (kN)를 각각 구하고, 풀이 과정과 함께 쓰시오.

[4점]



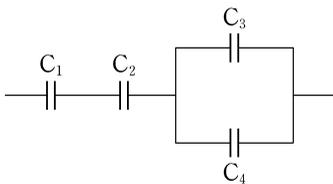
**조건**

- 수문의 길이  $l = 4$ (m), 폭  $b = 1$ (m)이다.
- 물의 비중량  $w_1 = 10$ (kN/m<sup>3</sup>), 수문의 비중량  $w_2 = 132$ (kN/m<sup>3</sup>), 오일의 비중량  $w_3 = 8$ (kN/m<sup>3</sup>)로 가정한다.
- 힘  $F$ 는 수문 면에 수직 방향으로 작용한다.
- 대기압에 의한 효과는 무시한다.
- 주어진 조건 외에는 고려하지 않는다.

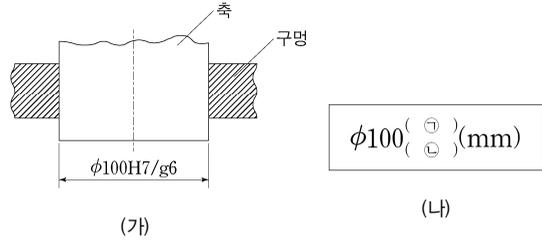
**01** 다음은 연삭가공에 대한 설명이다. 괄호 안의 ㉠, ㉡에 해당하는 명칭을 순서대로 쓰시오. [2점]

연삭숫돌에 사용되는 ( ㉠ ) (으)로는 비트리파이드, 레지노이드, 고무, 금속 등이 있다. ( ㉠ ) 이/가 너무 강하여 무더진 입자가 분리되지 않은 채 작업이 이루어지면 글레이징(glazing) 현상이 발생할 수 있다. 이 경우 숫돌 표면의 무더진 입자를 제거하여 예리한 입자를 노출시키는 ( ㉡ ) 작업을 수행하여야 한다. ( ㉡ ) 작업만으로는 숫돌의 형상(profile)을 충분히 복원시켜주지 못하기 때문에 형상 복원을 위해서 트루잉(truing) 작업을 추가로 실시할 수 있다.

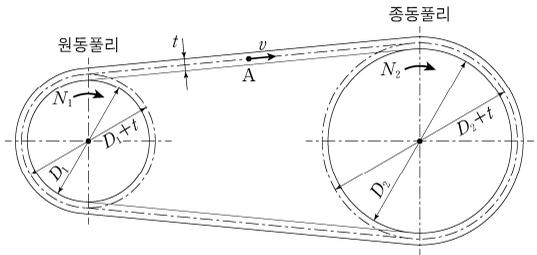
**02** 그림은 전하를 충전 및 방전하는 기능을 갖는 커패시터(capacitor, 콘덴서) 4개를 직렬과 병렬로 혼합 연결한 것을 나타낸 것이다. 전체 합성 정전용량이  $1.2(\mu\text{F})$  일 때, 커패시터  $C_4$ 의 정전용량 ( $\mu\text{F}$ )을 구하시오. (단, 커패시터  $C_1, C_2, C_3$ 의 정전용량은 순서대로  $3(\mu\text{F}), 6(\mu\text{F}), 1(\mu\text{F})$ 이다.) [2점]



**03** 그림 (가)는 헐거운 끼워 맞춤으로 조립하였을 때의 구멍과 축의 치수 기입 방법을 나타낸 것이다. 구멍과 축 간의 최소틈새가  $0.012(\text{mm})$ 이고 최대틈새가  $0.069(\text{mm})$ 이다. 축의 치수를 그림 (나)와 같이 표시할 때 위치 수허용차 ㉠과 아래치수허용차 ㉡에 해당하는 값을 순서대로 쓰시오. (단, 구멍의 치수는  $\phi 100^{+0.035}(\text{mm})$ 로 표시된다.) [2점]



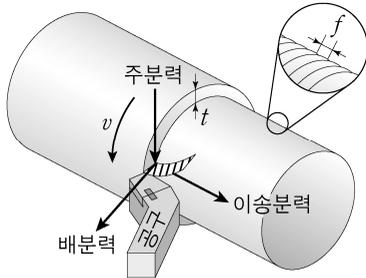
**04** 그림은 1겹 가죽 평벨트를 평행걸기하여 동력을 전달하는 벨트 전동장치를 나타낸 것이다. <조건>을 고려하여 벨트 단면의 중심 A(중립면)에서의 벨트속도  $v(\text{m/s})$ 를 구하고, 풀이 과정과 함께 쓰시오. 그리고 원동풀리에 대한 종동풀리의 회전속도비  $i$ 를 구하고, 풀이 과정과 함께 쓰시오. [4점]



조건

- 원동풀리 지름  $D_1 = 245(\text{mm})$ , 종동풀리 지름  $D_2 = 495(\text{mm})$ , 벨트 두께  $t = 5(\text{mm})$
- 원동풀리 회전속도  $N_1 = 600(\text{rpm})$
- $\pi = 3$ 으로 계산한다.
- 벨트속도 및 회전속도비를 계산할 때 벨트 두께의 영향을 고려한다.
- 풀리와 벨트 사이에는 미끄럼이 없고, 벨트 중립면의 길이 변화는 없다고 가정한다.
- 주어진 조건 외에는 고려하지 않는다.

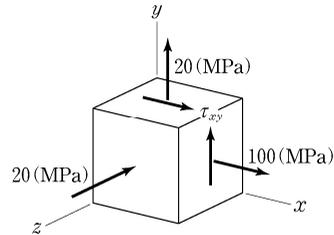
**05** 그림은 원통 형상의 합금강을 외면 선삭하고 있는 작업을 나타낸 것이다. <조건>을 고려하여 소재제거율 (MRR)  $R_m$  ( $\text{mm}^3/\text{min}$ )을 구하고, 풀이 과정과 함께 쓰시오. 그리고 비절삭에너지(specificcutting energy)를  $U_t$  라 할 때, 절삭방향으로 공구에 작용하는 주분력  $F_c$  (N)를 구하고, 풀이 과정과 함께 쓰시오. [4점]



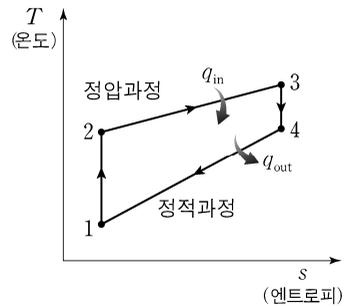
**조건**

- 절삭속도  $v = 100(\text{m}/\text{min})$ , 1회전당 이송량  $f = 0.5(\text{mm})$ , 절삭깊이  $t = 4(\text{mm})$
- 비절삭에너지  $U_t = 3(\text{J}/\text{mm}^3)$
- 비절삭에너지는 단위 체적의 소재를 절삭하는 데 소요되는 총 에너지를 의미한다.
- 소재제거율은 단위 시간당 제거되는 소재 체적을 의미한다.
- 이송분력과 배분력에 의해 발생하는 절삭에너지는 무시한다.
- 주어진 조건 외에는 고려하지 않는다.

**06** 그림은 3차원 응력 상태에 놓여 있는 정육면체 요소를 나타낸 것이다. 응력 성분이  $\sigma_x = 100(\text{MPa})$ ,  $\sigma_y = 20(\text{MPa})$ ,  $\sigma_z = -20(\text{MPa})$ ,  $\tau_{yz} = \tau_{zx} = 0$ 으로 주어질 때, 최대 주응력  $\sigma_{\max} = 110(\text{MPa})$ 이 되기 위한  $\tau_{xy}$  (MPa)를 구하고, 풀이 과정과 함께 쓰시오. 그리고 이때의 최대 전단응력  $\tau_{\max}$  (MPa)를 구하고, 풀이 과정과 함께 쓰시오. [4점]



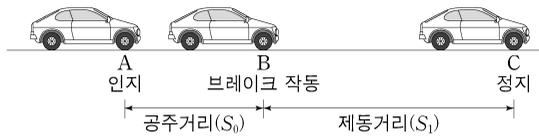
**07** 다음은 이상적인 디젤 엔진 사이클의  $T-s$  선도를 나타낸 것이다. <조건>을 고려하여 등엔트로피 과정 시작 단계인 상태 1에서의 체적  $V_1$  ( $\text{cm}^3$ )과 정압과정 2-3 사이에 유입되는 열전달량  $q_{in}$  (kJ)을 각각 구하고, 풀이 과정과 함께 쓰시오. [4점]



**조건**

- 기체 질량  $m = 0.001(\text{kg})$ ,  $T_1 = 300(\text{K})$ ,  $P_1 = 100(\text{kPa})$ ,  $T_2 = 990(\text{K})$ ,  $T_3 = 1,500(\text{K})$
- 기체상수  $R = 0.287(\text{kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K}))$ , 정압비열  $C_p = 1(\text{kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K}))$
- 엔진은 이상기체로 작동된다고 가정한다.

**08** 그림은 수평한 도로를 주행 중인 차량의 운전자가 A 지점에서 돌발 상황을 인지한 후, B 지점에서 브레이크를 작동시켜 C 지점에서 정지하는 과정을 나타낸 것이다. <조건>을 고려하여 돌발 상황 인지 후 브레이크를 작동하기까지 0.8초 동안 이동한 공주거리  $S_0$ (m)을 구하고, 풀이 과정과 함께 쓰시오. 그리고 브레이크가 작동되어 차량이 정지할 때까지 이동한 제동거리  $S_1$ (m)을 구하고, 풀이 과정과 함께 쓰시오. [4점]



**조건**

- 차량은 A 지점에서 B 지점까지  $v = 20(\text{m/s})$ 의 등속도로 운행한다.
- 제동 시 타이어와 노면 사이의 마찰계수  $\mu = 0.5$ 로 일정하다.
- 중력가속도  $g = 10(\text{m/s}^2)$ 으로 계산한다.
- 공기저항은 무시하며 차량은 직선운동을 한다.
- 브레이크가 작동되면 모든 바퀴가 더 이상 회전되지 않는다고 가정한다.
- 주어진 조건 외에는 고려하지 않는다.

**09** 다음 식은  $x(t)$ 와  $y(t)$ 를 각각 입력과 출력으로 하는 시스템의 운동방정식을 나타낸 것이다.

$$\frac{d^2y(t)}{dt^2} + 6\left[\frac{dy(t)}{dt} - \frac{dx(t)}{dt}\right] + 5[y(t) - x(t)] = 0$$

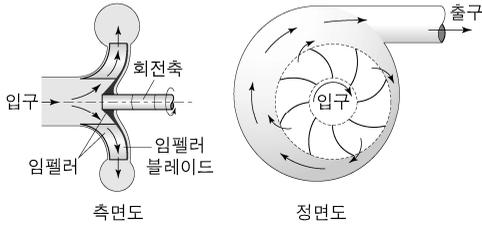
<조건>을 고려하여 입력  $X(s)$ , 출력  $Y(s)$ 로 하는 전달함수  $G(s) = \frac{Y(s)}{X(s)}$ 를 구하고, 풀이 과정과 함께 쓰시오. 그리고  $G(s)$ 의 극점(pole) 2개를 구하고, 풀이 과정과 함께 쓰시오. [4점]

**조건**

- $t$ 와  $s$ 는 각각 시간과 라플라스(Laplace) 변수이며,  $X(s)$ 와  $Y(s)$ 는 각각  $x(t)$ 와  $y(t)$ 의 라플라스 변환이다.
- $x(t)$ 와  $y(t)$ 의 초기조건  $x(0) = 0$ ,  $y(0) = \frac{dy}{dt}\Big|_{t=0} = 0$ 이다.

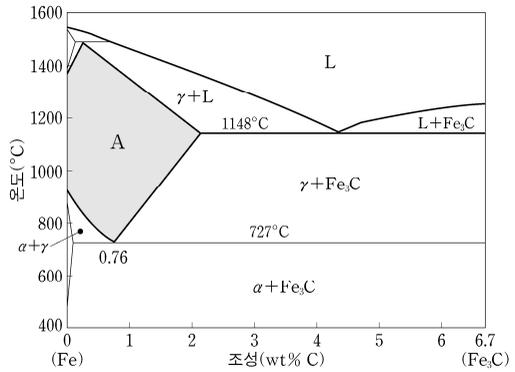
**10** 다음은 펌프에 대한 설명이다. 괄호 안의 ㉠, ㉡에 해당하는 명칭을 순서대로 쓰시오. [2점]

- 회전식 동역학적 펌프는, 유체가 임펠러를 통과할 때 회전축에 대한 유동 방향에 따라 ㉠형, 축류형, 혼류형으로 분류된다. 이 중에서 효율이 더 높은 펌프 형식을 선정하기 위하여 ㉡와/과 같은 무차원 피라미터를 활용할 수 있다.
- ㉡은/는 용량계수( $C_Q$ )와 수두계수( $C_H$ )에서 직경을 소거하여 얻어지는데, 펌프의 최고 효율점에서 정의되는 것이 일반적이다.
- 회전식 동역학적 펌프의 형식 중에서 저용량, 고수두 특성을 갖는 ㉠형 펌프는 고용량, 저수두 특성을 갖는 축류형 펌프보다 더 작은 ㉡을/를 갖는다.

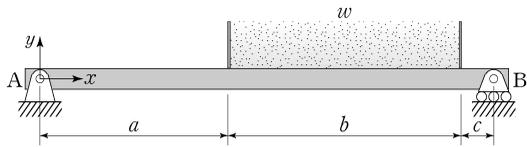


( ㉠ )형 펌프의 개략도

**11** 그림은 Fe-Fe<sub>3</sub>C의 평형 상태를 나타낸 것이다. A 영역의 고용체에서 모원자가 갖는 격자구조 명칭을 쓰시오. 그리고 이격자구조의 격자상수가  $a$ 이고 침입형 불순물 원자가 들어갈 수 있는 최대 반경이  $r$ 일 때,  $\frac{r}{a}$  값을 구하고, 풀이 과정과 함께 쓰시오. (단, 격자변형은 없다고 가정하고,  $\sqrt{2} = 1.4$ 로 계산한다.) [4점]

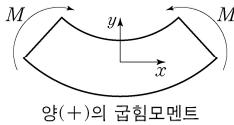
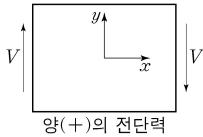


**12** 그림은 균일분포하중  $w$  가 아래 방향으로 작용하고 있는 단순 지지보 AB를 나타낸 것이다. 지지점 A로부터  $x$  방향으로  $x_L$ 만큼 떨어진 위치에 최대굽힘모멘트  $M_{\max} = 1.2(\text{kN} \cdot \text{m})$ 가 발생하였다. <조건>을 고려하여  $x_L(\text{m})$  과  $w(\text{kN} \cdot \text{m})$ 를 각각 구하고, 풀이과정과 함께 쓰시오. [4점]



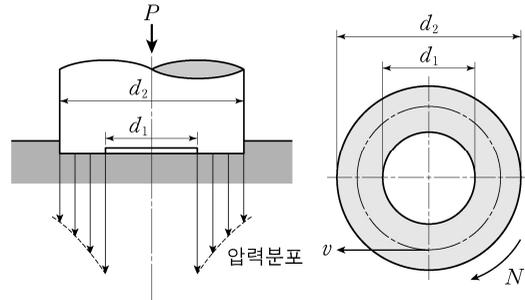
**조건**

- $a = 0.5(\text{m})$ ,  $b = 0.6(\text{m})$ ,  $c = 0.1(\text{m})$
- 보의 비례한도 내에서 변형하고, 보의 단면은 일정하며 자중은 무시한다.
- 전단력  $V$ 와 굽힘모멘트  $M$ 에 대한 양(+의 부호 규약은 다음과 같다.



- 주어진 조건 외에는 고려하지 않는다.

**13** 그림 (가)는 회전속도  $N$ 으로 회전하는 축을 지지하는 피벗(pivot) 저널 베어링을 나타낸 것이다. 그림 (나)는 저널의 접촉면을 나타낸 것이다. 베어링의 안지름  $d_1$ , 바깥지름  $d_2$ , 베어링에 가해지는 축방향 하중  $P$ 일 때, <조건>을 고려하여 베어링 평균압력  $p(\text{kg}_f/\text{mm}^2)$ 를 구하고, 풀이 과정과 함께 쓰시오. 그리고 베어링 발열계수  $pv(\text{kg}_f/\text{mm}^2 \cdot \text{m/sT})$ 를 구하고, 풀이 과정과 함께 쓰시오. [4점]



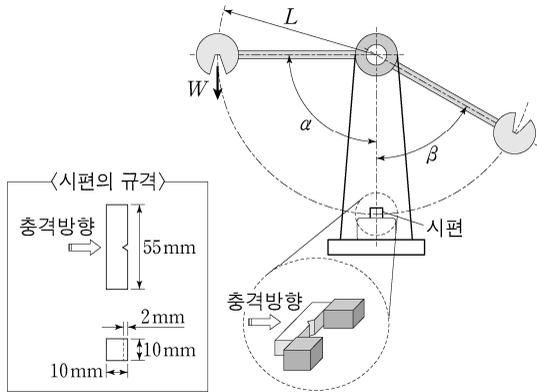
(가) 피벗 저널베어링

(나) 저널의 접촉면

**조건**

- $N = 3000(\text{rpm})$ ,  $d_1 = 100(\text{mm})$ ,  $d_2 = 200(\text{mm})$ ,  $P = 2700(\text{kg}_f)$
- $\pi = 3$ 으로 계산한다.
- 저널 베어링의 평균속도( $v$ )는 접촉면의 평균 반지름에서의 원주속도이다.
- 주어진 조건 외에는 고려하지 않는다.

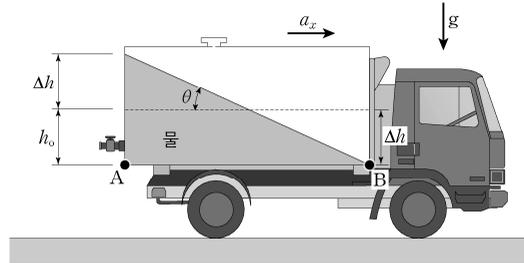
**14** 그림은 재료의 기계적 성질을 평가하는 샤르피 (Charpy) 충격시험을 나타낸 것이다. 시편이 파단되기 전 해머의 초기 각  $\alpha = 90^\circ$  이고, 파단된 후 해머가 올라간 각  $\beta = 60^\circ$  일 때, <조건>을 고려하여 시편에 흡수된 에너지  $E(J)$ 를 구하고, 풀이 과정과 함께 쓰시오. 그리고 시편의 샤르피 충격값  $E_c(J/cm^2)$ 를 구하고, 풀이 과정과 함께 쓰시오. [4점]



**조건**

- 해머의 무게  $W=160(N)$ , 암의 길이  $L=1(m)$
- 암의 무게는 무시하고, 해머의 무게중심은 해머가 이동하는 궤적상에 있다.
- 샤르피 충격값은 단위 면적당 에너지 ( $J/cm^2$ )로 계산한다.
- 회전부의 마찰 및 공기저항은 무시하며, 시편에 흡수된 에너지는 모두 시편 파단에 사용된다고 가정한다.
- 주어진 조건 외에는 고려하지 않는다.

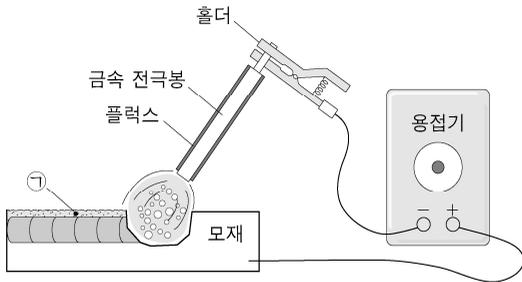
**15** 그림은 수조를 실은 트럭이 등가속도  $a_x$ 로 수평 운행하고 있을 때, 수조 내의 수면이 일정한 각도  $\theta$ 로 기울어져 있는 모습을 나타낸 것이다. <조건>을 고려하여 수조 바닥면 A 점과 B 점의 압력차  $P_A - P_B(N/m^2)$ 를 구하고 풀이 과정과 함께 쓰시오. 그리고 수면에 수직인 방향으로 물의 압력차를 발생시키는 가속도 크기  $a(m/s^2)$ 를 구하고 풀이 과정과 함께 쓰시오. [4점]



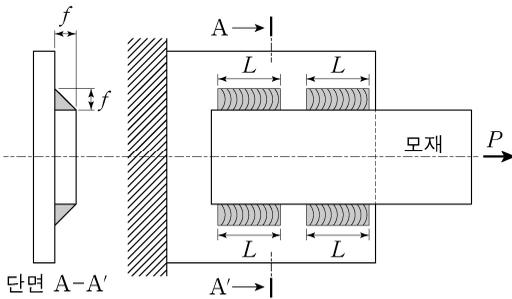
**조건**

- 물의 초기높이  $h_0 = 1(m)$
- A, B 지점에서 수면의 높이 변화량  $\Delta h = 1(m)$
- $a_x = 5(m/s^2)$ , 중력가속도  $g = 10(m/s^2)$ , 물의 밀도  $\rho = 1,000(kg/m^3)$
- $\sqrt{5} = 2.2$ 로 계산한다.
- 물은 각도  $\theta$ 로 기울어진 후 일정한 형상을 유지하면서 강체처럼 운동한다고 가정한다.
- 주어진 조건 외에는 고려하지 않는다.

**16** 그림 (가)는 금속 전극봉에 유기물 또는 무기물 성분의 플럭스로 둘러싸인 용접봉을 사용하는 용접법을 나타낸 것이다. 플럭스가 응고된 것으로 용융금속을 덮어 공기를 차단하는 효과를 내는 ㉠의 명칭과, 이 용접법의 명칭을 순서대로 쓰시오. 그리고 그림 (나)와 같이 모재 양쪽 4곳이 동일하게 용접되었을 때, <조건>을 고려하여 최대 하중  $P(\text{kg}_f)$ 를 구하고, 풀이 과정과 함께 쓰시오. [4점]



(가)

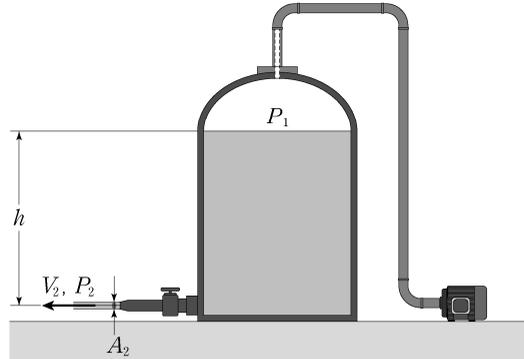


(나)

**조건**

- 용접부의 허용 전단응력  $\tau_a = 10(\text{kg}_f/\text{mm}^2)$
- 용접부 다리 길이  $f = 5\sqrt{2}(\text{mm})$ ,  
용접 길이  $L = 50(\text{mm})$
- 각 용접부 유효길이는 용접 길이와 동일하다.
- 용접부 응력은 용접부의 목두께를 기준으로 계산한다.
- 모든 용접부의 형상과 재료 특성은 동일하고 순수 전단응력만 받는다고 가정한다.
- 주어진 조건 외에는 고려하지 않는다.

**17** 그림은 물의 높이 차가  $h$ 인 탱크 내부에 압력  $P_1$ 을 가하여 단면적  $A_2$ 인 노즐을 통해 대기로 물을 분출시키는 모습을 나타낸 것이다. <조건>을 고려하여 노즐을 통해 분출되는 물의 속도  $V_2(\text{m/s})$ 와 체적유량  $Q(\text{m}^3/\text{s})$ 를 각각 구하고, 풀이 과정과 함께 쓰시오. [4점]

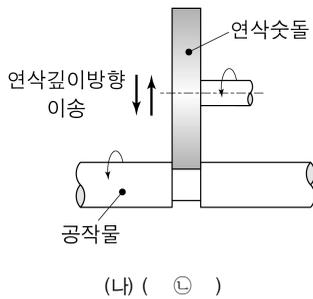
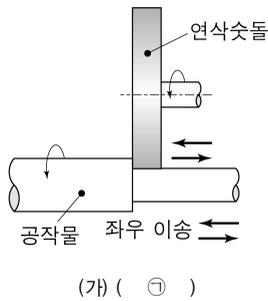


**조건**

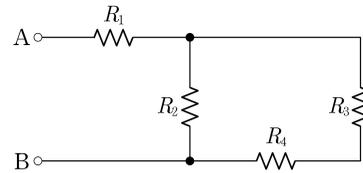
- $h = 1(\text{m})$ ,  $P_1 = 108(\text{kPa})$ ,  
대기압  $P_2 = 100(\text{kPa})$ ,  $A_2 = 0.01(\text{m}^2)$
- 물의 밀도  $\rho = 1,000(\text{kg}/\text{m}^3)$ ,  
중력가속도  $g = 10(\text{m}/\text{s}^2)$
- 탱크는 충분히 커서  $h$ 는 변하지 않는다고 가정한다.
- 물의 흐름은 정상상태, 비압축성, 비점성으로 가정하고, 밸브에 의한 마찰 손실은 무시한다.
- 주어진 조건 외에는 고려하지 않는다.

**01** 다음은 원통연삭 작업 방식에 대한 설명이다. 괄호 안의 ㉠, ㉡에 해당하는 명칭을 순서대로 쓰시오. [2점]

- 그림 (가)와 같이 연삭숫돌을 일정한 높이에서 회전시키고, 공작물 또는 연삭숫돌을 좌우로 이송하면서 연삭하는 방식은 ( ㉠ ) 연삭이다.
- 그림 (나)와 같이 공작물은 회전만 하고, 연삭숫돌이 연삭깊이방향으로 이송하면서 연삭하는 방식은 ( ㉡ ) 연삭이다.



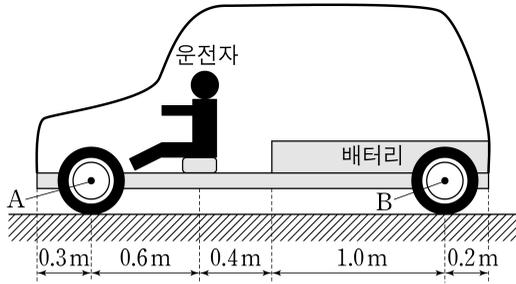
**02** 그림은 4개 저항  $R_1, R_2, R_3, R_4$ 를 직렬 및 병렬로 혼합하여 연결한 회로이다. 단자 A, B 사이의 합성 저항이  $50(\Omega)$ 일 때, 저항  $R_4(\Omega)$ 를 구하고, 풀이 과정과 함께 쓰시오. (단,  $R_1 = 20(\Omega), R_2 = 40(\Omega), R_3 = 60(\Omega)$ 이다.) [2점]



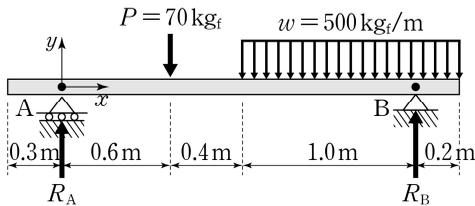
**03** 다음은 어떤 경금속 재료에 대한 설명이다. 괄호 안의 ㉠, ㉡에 해당하는 재료의 명칭을 순서대로 쓰시오. [2점]

- ( ㉠ )은/는 비중이 약 2.7이고, 가공성 및 내식성이 우수하여 경량 구조물에 적합한 경금속 재료이다. 이 금속에 다른 원소들을 첨가하여 강도 또는 내식성을 높인 합금은 자동차용 실린더 블록이나 피스톤, 항공기 부품 등의 소재로 광범위하게 사용되고 있다.
- ( ㉡ )에 구리(Cu), 마그네슘(Mg), 망간(Mn) 등을 함유시켜 용체화 처리 후 담금질하여 상온에서 시효경화 처리하면, 인장강도가 증가하고 절삭가공성이 우수해진 합금을 제조할 수 있다. KS D 6759 표준에서 A2017 (또는 2017)로 표기되는 이 합금의 명칭은 ( ㉡ )이다.

**04** 그림 (가)는 주차된 전기자동차를 간략하게 도식화한 것이며, (나)는 자동차 프레임의 하중 관계를 단순 지지보로 모델링한 자유물체도이다. <조건>을 고려하여 B 점에서의 반력  $R_B$  ( $\text{kg}_f$ )와 굽힘모멘트  $M_B$  ( $\text{kg}_f \cdot \text{m}$ )를 각각 구하고, 풀이 과정과 함께 쓰시오. [4점]



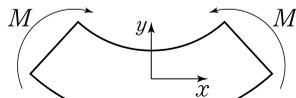
(가)



(나)

**조건**

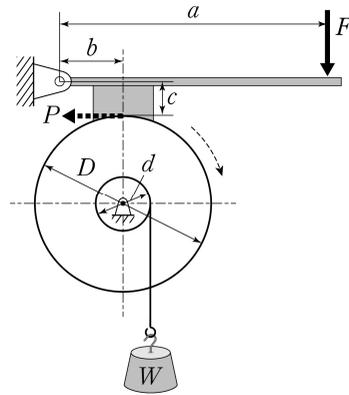
- 운전자의 무게  $P=70(\text{kg}_f)$ 이 보에 집중하중으로 가해지고, 배터리는 균일 분포하중  $w=500(\text{kg}_f/\text{m})$ 으로 가해진다.
- 보의 자중은 무시한다.
- 굽힘모멘트  $M$ 에 대한 양(+)<sup>의</sup> 부호 규약은 다음과 같다.



양(+)<sup>의</sup> 굽힘모멘트

- 주어진 조건 외에는 고려하지 않는다.

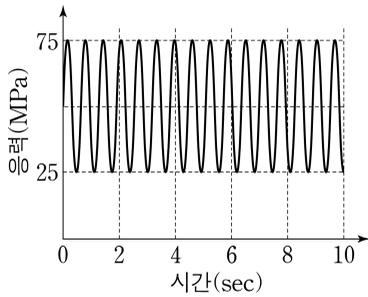
**05** 그림은 단식 블록 브레이크에 조작력  $F$ 를 가하여 무게  $W$ 인 물체의 낙하를 제동하고 있는 상태를 나타낸 것이다. <조건>을 고려하여, 조작력이  $F=26(\text{kg}_f)$ 으로 가해질 때 제동할 수 있는 최대 무게  $W_{\text{max}}$  ( $\text{kg}_f$ )와 브레이크 드럼에 작용하는 제동력  $P$  ( $\text{kg}_f$ )를 각각 구하고, 풀이 과정과 함께 쓰시오. [4점]



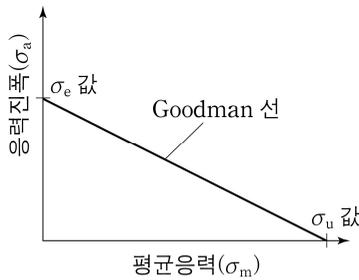
**조건**

- 브레이크 드럼과 블록 사이의 마찰계수  $\mu=0.2$
- 힌지로부터 조작력 작용점까지의 거리  $a=1,000$  (mm), 힌지로부터 블록 중심까지의 거리  $b=250$  (mm), 힌지로부터 블록 접촉면까지의 수직 거리  $c=50$  (mm)
- 브레이크 드럼의 직경  $D=500$  (mm), 로프 드럼의 직경  $d=100$  (mm)
- 브레이크 마찰면에 작용하는 수직력은 집중하중으로 가정한다.
- 주어진 조건 외에는 고려하지 않는다.

**06** 그림 (가)는 소재의 피로특성 시험에서 얻은 피로응력 사이클을 나타낸 것이다. 반복하중으로 (가)와 같이 시험편에 응력이 발생하였을 때, 평균응력  $\sigma_m$ (MPa)과 응력진폭(교번응력)  $\sigma_a$ (MPa)를 각각 구하시오. 그리고 평균응력 200(MPa)으로 높일 경우, <조건>을 고려하여 피로파손이 일어나지 않는 최대 응력진폭(교번응력) ( $\sigma_a$ )<sub>max</sub>(MPa)를 구하고, 풀이 과정과 함께 쓰시오. [4점]



(가)

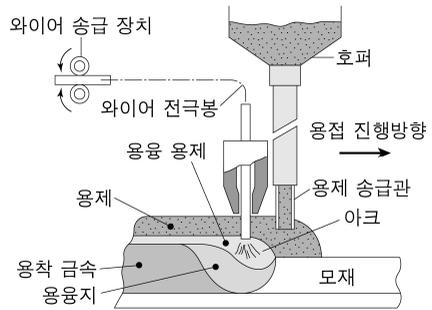


(나)

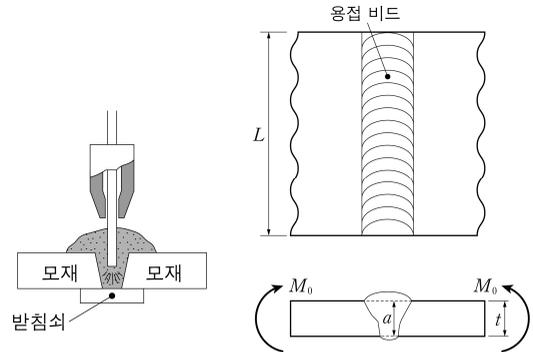
**조건**

- 소재의 극한강도  $\sigma_u = 400$ (MPa), 피로한도  $\sigma_e = 200$ (MPa)
- 피로파손의 여부는 그림 (나)의 Goodman 이론을 적용한다.
- 주어진 조건 외에는 고려하지 않는다.

**07** 그림 (가)는 분말용제(flux)를 전극봉 앞에 공급하면서 대기 중의 불순물 침투를 막는 아크 용접법의 한 종류를 나타낸 것이며, (나)는 이 용접법으로 작업하는 용접이음의 형태를 나타낸 것이다. 이 용접법의 명칭과 용접이음의 명칭을 순서대로 쓰시오. 그리고 그림 (다)와 같이 굽힘모멘트가 작용할 때, <조건>을 고려하여 용접부가 견딜 수 있는 최대 굽힘모멘트  $M_0$ (kgf · mm)를 구하고, 풀이 과정과 함께 쓰시오. [4점]



(가)

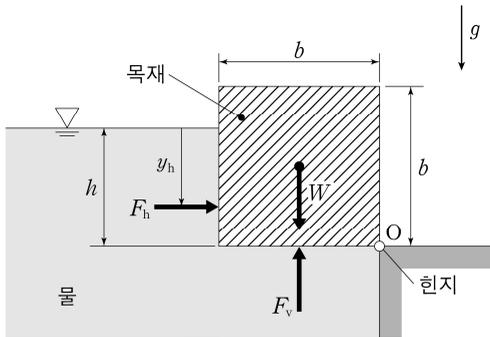


(나)

**조건**

- 용접부 길이  $L = 100$ (mm), 모재 두께  $t = 10$ (mm), 용접부의 최대 허용굽힘응력  $\sigma_b = 6$ (kgf/mm<sup>2</sup>)
- 용접부 목두께  $a$ 는 모재 두께  $t$ 를 적용한다.
- 자중은 무시하고, 굽힘모멘트는 용접부에 균일하게 작용한다고 가정한다.
- 굽힘모멘트에 의한 파단은 용접부에서만 발생한다고 가정한다.
- 안전계수는 고려하지 않는다.
- 주어진 조건 외에는 고려하지 않는다.

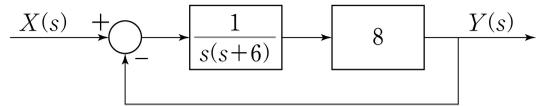
**08** 그림은 정사각형 단면의 목재가 물을 막고 있는 상태를 나타낸 것이다. 목재가 힌지 O점을 중심으로 정지되어 있는 상태일 때, <조건>을 고려하여 수면으로부터 깊이  $h$ 인 목재 바닥면에 물이 가하는 수직 합력  $F_V(N)$ 와 측면에 가하는 수평 합력  $F_h(N)$ 를 각각 구하시오. 그리고 목재의 무게  $W(N)$ 를 구하고, 풀이 과정과 함께 쓰시오. [4점]



**조건**

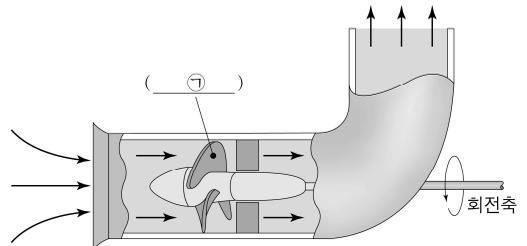
- $F_V, F_h, W$ 는 목재 길이 1(m)을 기준으로 계산한다.
- 목재의 높이와 너비  $b = 0.4(m)$ 이다.
- 수면으로부터 목재 바닥면까지의 깊이  $h = 0.3(m)$ 이다
- 수면에서 수평 합력  $F_h$ 가 작용하는 지점까지의 거리  $y_h = \frac{2}{3}h$ 이다.
- 물의 밀도  $\rho = 1,000(kg/m^3)$ 이며, 중력가속도  $g = 10(m/s^2)$ 이다.
- 힌지 O에서의 마찰은 무시한다.
- 대기압에 의한 영향은 고려하지 않는다.
- 주어진 조건 외에는 고려하지 않는다.

**09** 그림은 자동차 제어장치 시스템의 블록 다이어그램 (block diagram) 일부를 나타낸 것이다. 전달함수  $G(s)$ 를 구하고, 풀이과정과 함께 쓰시오. 그리고 이 전달함수  $G(s)$ 의 극점(pole) 2개를 구하고, 풀이 과정과 함께 쓰시오. (단,  $s$ 는 라플라스(Laplace) 변수이며, 전달함수  $G(s)$ 는 입력  $X(s)$ 에 대한 출력  $Y(s)$ 의 비이다.) [4점]

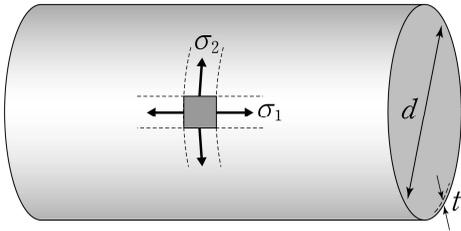


**10** 다음은 축류 펌프에 대한 설명이다. 괄호 안의 ㉠, ㉡에 해당하는 용어를 순서대로 쓰시오. [2점]

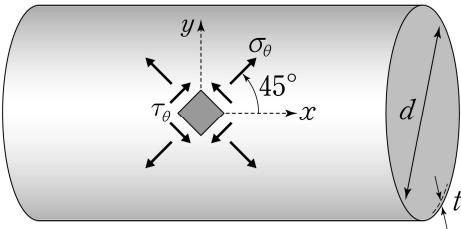
- 축류 펌프는 그림과 같이 ( ㉠ )의 회전에 의해 유입되는 유체가 회전축 방향으로 이동되도록 작동하는 펌프이다. ( ㉠ )의 깃은 일반적으로 단면이 익형 (airfoil)이고 설치각도와 개수 등이 펌프의 유량과 수두에 큰 영향을 미친다.
- 펌프가 작동하는 동안 일정 온도에서 펌프 내의 압력이 낮아져 포화증기압 이하가 되면 ( ㉡ )이 발생된다.
- 축류 펌프의 경우 ( ㉠ )의 회전이 너무 빠르게 되면 ( ㉡ )이 발생될 수 있다. 이 현상이 발생되면 펌프의 성능이 급격히 감소하며, 이 현상이 심해지면 소음이 커지고 침식과 부식의 원이 될 수 있다.



**11** 그림 (가)는 내압  $p$ 를 받는 원통형 용기에 발생한 주응력 상태를 나타낸 것이고, (나)는 이 상태에서 반시계 방향으로  $45^\circ$  회전된 위치에서의 평면 응력을 나타낸 것이다. <조건>을 고려하여 그림 (가)의 축방향 주응력  $\sigma_1$  (MPa)과 원주방향 주응력  $\sigma_2$  (MPa)를 순서대로 구하시오. 그리고 그림 (나)의 전단응력  $\tau_\theta$  (MPa)를 구하고, 풀이 과정과 함께 쓰시오. [4점]



(가)

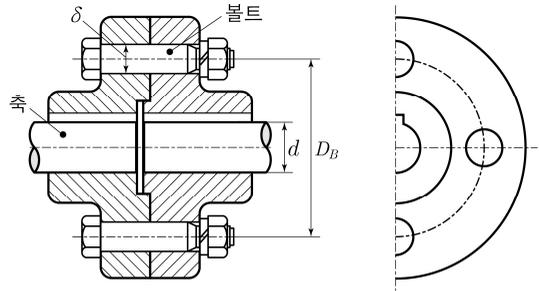


(나)

**조건**

- 용기 두께  $t=3$ (mm), 용기 내경  $d=600$ (mm), 용기 내압  $p=1.0$ (MPa)
- 원통형 용기는 균일하게 내압을 받는다.
- 주어진 조건 외에는 고려하지 않는다.

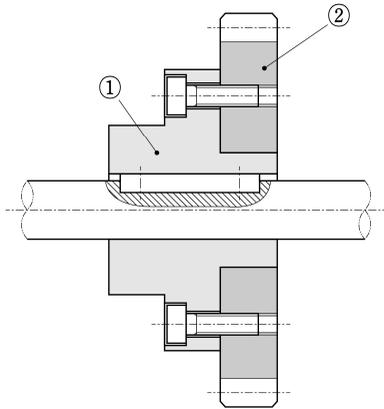
**12** 그림은 전동축의 동력을 전달하는 플랜지 커플링을 나타낸 것이다. <조건>을 고려하여 플랜지 커플링의 전달 토크  $T$ ( $\text{kg}_f \cdot \text{mm}$ )를 구하고, 풀이 과정과 함께 쓰시오. 그리고 이 토크를 전달할 수 있는 축의 최소 직경  $d$ (mm)를 구하고, 풀이 과정과 함께 쓰시오. [4점]



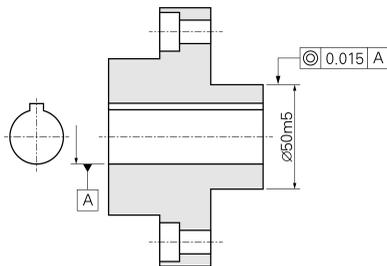
**조건**

- 플랜지 커플링의 전달 토크를 계산할 때, 플랜지 면 사이의 마찰력은 무시하고 볼트의 전단 저항만 고려한다.
- 볼트의 허용전단응력  $\tau_b = 2$ ( $\text{kg}_f/\text{mm}^2$ ), 볼트의 지름  $\delta=8$ (mm), 볼트 개수  $Z=4$ , 볼트 중심선 간의 거리  $D_B=100$ (mm)
- 축에는 비틀림모멘트만 작용하고, 키와 키홈의 영향은 고려하지 않는다.
- 축의 허용전단응력  $\tau_s = 4$ ( $\text{kg}_f/\text{mm}^2$ )
- $\pi=3$ ,  $\sqrt[3]{50}=4$ ,  $\sqrt[3]{400}=8$ 로 계산한다.
- 주어진 조건 외에는 고려하지 않는다.

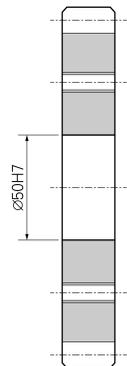
**13** 그림은 기어장치의 조립도와 부품도의 일부이며, <표>는 상용하는 끼워맞춤 구멍과 축의 치수허용치를 나타낸 것이다. 부품 ①에 지시된 기하공차 “◎”의 명칭을 쓰고, <표>를 사용하여 조립부  $\phi 50$ 에 해당하는 축 ( $\phi 50m5$ )의 공차(mm)를 구하시오. 그리고 부품 ①의 축  $\phi 50m5$ 와 부품 ②의 구멍  $\phi 50H7$ 을 끼워맞춤할 때 발생하는 최대틈새  $\Delta_T$ (mm)를 구하고, 풀이 과정과 함께 쓰시오. (단, 주어진 조건 외에는 고려하지 않는다.) [4점]



<조립도>



<부품 ① 허브>



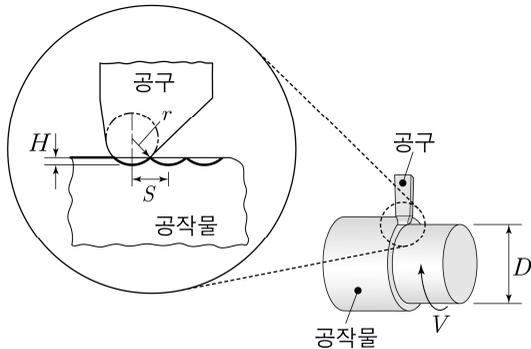
<부품 ② 기어>

<표> 구멍과 축의 치수허용차

구멍 치수의 구분(mm)	상용하는 끼워맞춤 구멍의 치수허용차 (KS B 0401) (단위: $\mu\text{m}$ )			상용하는 끼워맞춤의 축의 치수허용차 (KS B 0401) (단위: $\mu\text{m}$ )			
	H6	H7	H8	축 치수의 구분(mm)	m4	m5	m6
18 초과	+13	+21	+33	18 초과	+14	+17	+21
30 이하	0	0	0	30 이하	+8	+8	+8
30 초과	+16	+25	+39	30 초과	+16	+20	+25
50 이하	0	0	0	50 이하	+9	+9	+9
50 초과	+19	+30	+46	50 초과	+19	+24	+30
65 이하	0	0	0	65 이하	+11	+11	+11

※ 표 속의 각 단에서 위쪽의 수치는 위치수허용차, 아래쪽의 수치는 아래치수허용차

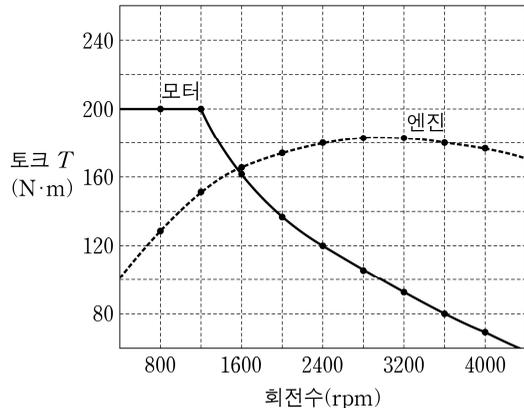
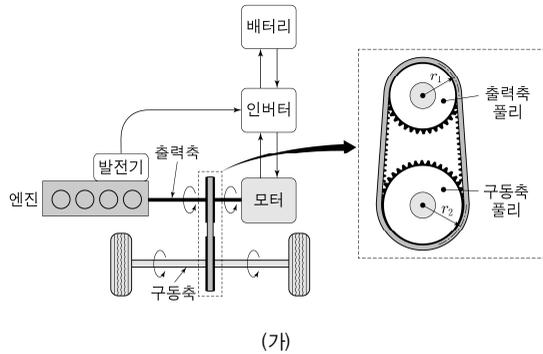
**14** 그림은 CNC 선반으로 원통 공작물을 가공할 때 공구 선단에 의한 가공면의 기하학적 표면거칠기를 나타낸 것이다. <조건>을 고려하여, 1회전당 이송량  $S$ (mm)를 구하고, 풀이 과정과 함께 쓰시오. 그리고 테일러(Taylor) 공구수명식을 이용하여 공작물의 분당 회전수  $N$ (rpm)을 구하고, 풀이 과정과 함께 쓰시오. [4점]



**조건**

- 공구 날의 노즈(nose) 반지름  $r = 2$ (mm)
- 기하학적 표면거칠기의 최대 높이  $H = 0.01$ (mm)이다.
- 공작물의 직경은  $D = 100$ (mm)이며,  $\pi = 3$ 으로 계산한다.
- 공구수명  $T = 64$ (min)
- 테일러(Taylor) 공구수명식( $VT^n = C$ )에서  $V$ 는 절삭속도(m/min)이며, 지수  $n = 0.5$ , 공구수명상수  $C = 960$ 이다.
- 주어진 조건 외에는 고려하지 않는다.

**15** 그림 (가)는 병렬형(parallel type) 하이브리드 전기 자동차의 동력계통도이며, (나)는 동력원(엔진과 모터)의 토크 특성을 나타낸 것이다. 자동차가 가속 주행하기 위해 엔진과 모터가 2,400(rpm)으로 동시에 구동할 때, <조건>을 고려하여 구동축의 토크  $T$ (N·m)와 출력  $P$ (kW)를 각각 구하고, 풀이 과정과 함께 쓰시오. [4점]

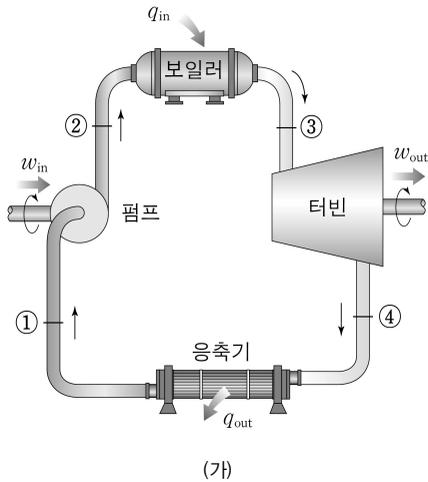


(나)

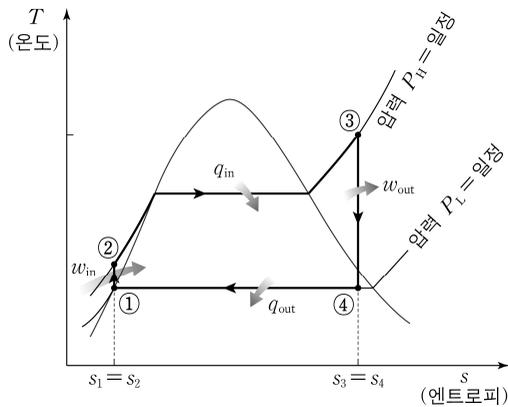
**조건**

- 가속 주행 시에는 엔진과 모터가 동시에 구동한다.
- 동력전달장치에 연결된 출력축 풀리(pulley)의 반경  $r_1$ 과 구동축 풀리의 반경  $r_2$ 의 비는 1:1.2이다.
- 엔진과 모터는 동일 축에 연결되어 동일한 방향으로 회전한다.
- $\pi = 3$ 으로 계산한다.
- 동력전달 손실은 없다고 가정한다.
- 주어진 조건 외에는 고려하지 않는다.

**16** 그림 (가)와 (나)는 랭킨 사이클(Rankine cycle)로 운전되는 증기동력발전소의 개념도와 T-s 선도를 각각 나타낸 것이다. <조건>을 고려하여, 보일러를 통해 공급된 단위 질량당 열량  $q_{in}$  (kJ/kg)을 구하고, 풀이 과정과 함께 쓰시오, 그리고 이 사이클의 열효율  $\eta_{th}$  (%)를 구하고, 풀이 과정과 함께 쓰시오. [4점]



(가)

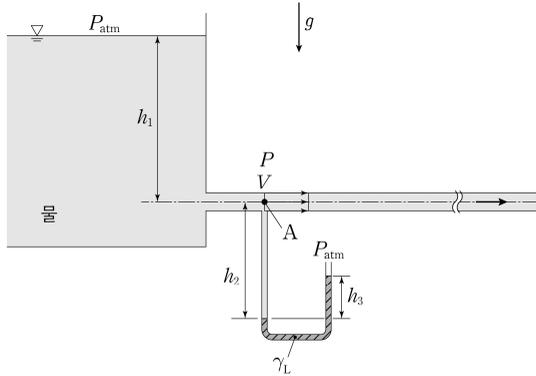


(나)

조건

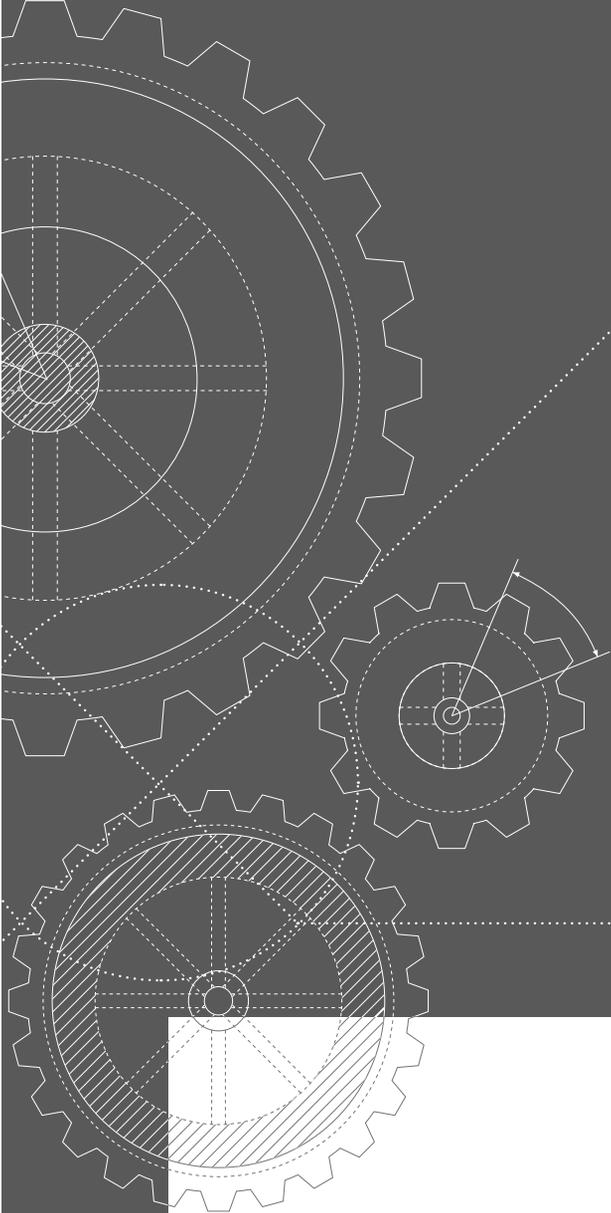
- 과정 ①, ②, ③, ④에서의 비엔탈피(specific enthalpy)는 각각  $h_1 = 350$  (kJ/kg),  $h_2 = 400$  (kJ/kg),  $h_3 = 3,400$  (kJ/kg),  $h_4 = 2,450$  (kJ/kg)이다.
- 랭킨 사이클의 작동유체는 수증기이다.
- 펌프에 가한 단위 질량당 일은  $w_{in}$ , 터빈에서 발생된 단위 질량당 일은  $w_{out}$ , 응축기로부터 방출된 단위 질량당 열량은  $q_{out}$ 이다.
- 시스템의 모든 구성 요소는 정상유동 상태에서 작동하는 것으로 가정하고, 운동에너지와 위치에너지의 변화량은 무시한다.
- 보일러와 응축기에서는 일의 유·출입이 없다고 가정한다.
- 펌프와 터빈은 등엔트로피 과정에서 작동한다고 가정한다.
- 주어진 조건 외에는 고려하지 않는다.

**17** 그림은 저수지 수면으로부터 깊이  $h_1$ 인 위치에 있는 파이프를 통해 물이 흐르는 장치의 일부를 나타낸 것이다. 파이프 내 A점에서의 압력을 측정하기 위해 비중량  $\gamma_L$ 인 액체가 들어 있는 마노미터를 설치하였다. <조건>을 고려하여 A점에서의 게이지 압력  $P(N/m^2)$ 와 물의 속도  $V(m/s)$ 를 각각 구하고, 풀이 과정과 함께 쓰시오. [4점]



**조건**

- $h_1 = 4(m)$ ,  $h_2 = 0.5(m)$ ,  $h_3 = 0.1(m)$
- 물의 밀도  $\rho = 1,000(kg/m^3)$ , 중력가속도  $g = 10(m/s^2)$
- 마노미터 안의 액체의 비중량  $\gamma_L = 130,000(kg/(m^2 \cdot s^2))$
- 파이프의 직경은 일정하고 깊이  $h_1$ 에 비해 매우 작으며,  $h_1$ 은 변하지 않는다고 가정한다.
- A점의 단면에서 물의 속도 분포 및 압력 분포는 일정하다고 가정한다.
- 물은 비압축성, 비점성으로 가정하고, 마노미터 안의 액체 표면장력은 고려하지 않는다.
- 게이지 압력은 절대압력과 대기압  $P_{atm}$ 의 차이이다.
- 주어진 조건 외에는 고려하지 않는다.

A technical drawing of several interlocking gears of different sizes, rendered in white lines on a dark gray background. The gears are shown in a perspective view, with some showing internal teeth and others showing external teeth. The drawing includes various construction lines, such as dashed lines for hidden parts and solid lines for visible parts, typical of a mechanical drawing.

# 정답 및 해설

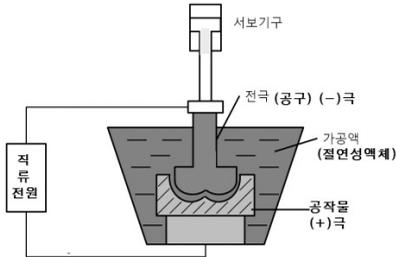
**정영식  
임용기계  
기출문제집**

2020~22 중등 임용기계 기출문제

01

정답 (가) 방전가공, (나) 전해가공(전기화학가공)

해설 (가) 방전가공(Electrical Discharge Machining, EDM)

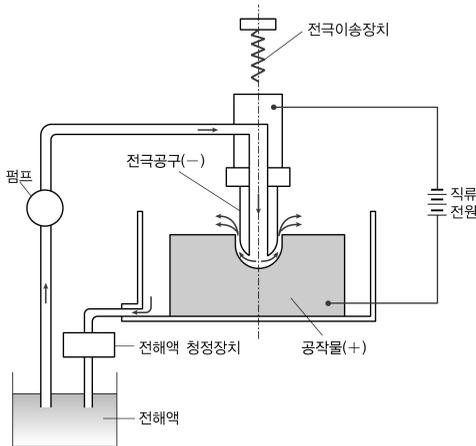


(1) 방전가공의 원리: 초당 200~500,000회의 불꽃방전에 의해 금속의 침식을 진행시키면서 가공하는 방법이다.

절연성이 있는 가공액 중에 공구(전극)와 공작물을 넣고 5~10 $\mu$ m 정도 간격을 두어 100V의 직류 전압으로 방전하면 공작물의 재료가 미분 상태의 칩으로 되어 가공액 중에 부유물로 뜨게 하여 가공하는 방법이다.

(2) 특징: 높은 경도로 절삭 가공이 곤란한 금속(초경합금, 열처리강, 내열강, 담금질된 고속도강, 스테인리스, 강철, 다이아몬드, 수정 등)을 쉽게 가공할 수 있다. 또한 열의 영향이 적으므로 가공 변질층이 얇고 내마멸성, 내부식성이 높은 표면을 얻을 수 있으며, 작은 구멍, 좁고 깊은 홈 등 작고 복잡한 가공도 할 수 있다.

(나) 전해가공=전기화학가공(electro-chemical machining, ECM)



(1) 전기화학가공의 원리: 도전성의 공구를 음극(-), 공작물을 양극(+)에 0.02~0.7mm의 간격으로 접근시키고, 그 상이에 전해액(NaCl, NaNO)을 분출시켜, 양극 사이에 전압은 5~20V, 전류밀도는 30~200A를 통전시켜 공작물을 용해 가공하는 방법이다.

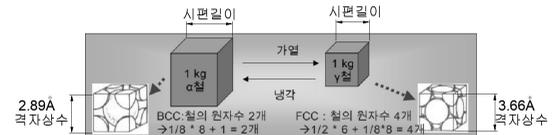
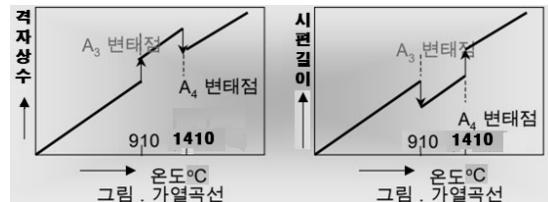
(2) 특징: 경도가 크고 인성이 큰 재질에 대해서 가공량이 크고 가공면에 응력이나 변형이 없으며, 공구인 전극의 소모가 거의 없으나, 폐전해액의 처리가 어렵다.

02

정답 1) 직선 PQ 기울기의 의미: 열팽창계수(선팅창계수)  
2) 온도 구간 C에서의 결정 구조: 면심입방격자

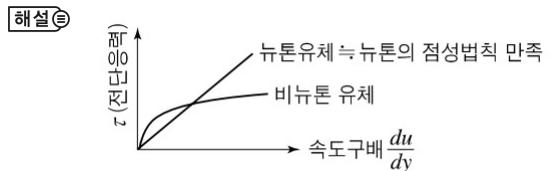
해설 직선 PQ 기울기의 의미=열팽창계수:  $\alpha = \frac{\Delta l}{l_0 \times \Delta T}$

A구간은 FCC(면심입방격자)이므로 배위수는 12개



03

정답 (㉠): 뉴턴유체, (㉡): 점성계수



**TIP** !

**뉴턴의 점성법칙**

유체에 점성에 의한 전단응력  $\tau = \mu \frac{du}{dy}$  ( $\frac{du}{dy}$  : 속도구배)

점성계수  $\mu$ 의 단위:  $1\text{Poise} = 1\text{dyne} \cdot \text{s}/\text{cm}^2$   
 $= 1\text{g}/\text{s} \cdot \text{cm}$   
 $= \frac{1}{10}\text{Pa} \cdot \text{s}$

**04**

**정답** 1) 전단응력  $\tau = 16\text{kg}_f/\text{mm}^2$

2) 최대인장응력  $\sigma = \frac{12}{11}\text{kg}_f/\text{mm}^2$

**해설** 강판에 작용 하는 전체하중

$$W = w \times b = 10\text{kg}_f/\text{mm} \times 600\text{mm} = 6000(\text{kg}_f)$$

리벳에 작용하는 전단응력

$$\tau = \frac{W}{Z \times \frac{\pi}{4} d^2} = \frac{6000}{5 \times \frac{3}{4} \times 10^2} = 16(\text{kg}_f/\text{mm}^2)$$

강판에 발생하는 최대인장응력

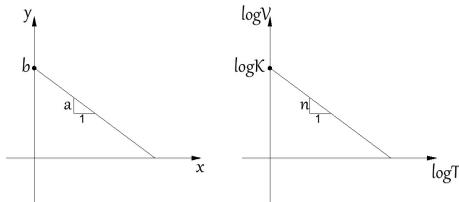
$$\sigma = \frac{W}{(t \times b) - (d \times t \times Z)}$$

$$= \frac{6000}{(10 \times 600) - (10 \times 10 \times 5)} = \frac{12}{11}(\text{kg}_f/\text{mm}^2)$$

**05**

**정답** 1) 공구수명:  $T = \left( \frac{L\pi D}{f_r K \times 1000} \right)^{\frac{1}{1-n}}$

**해설**



$$y = -ax + b$$

$$\log V = -n \log T + \log K$$

$$\log V + n \log T = \log K$$

$$\log V + \log T^n = \log K$$

$$\log VT^n = \log K$$

$VT^n = K \rightarrow$  테일러의 공구수명식

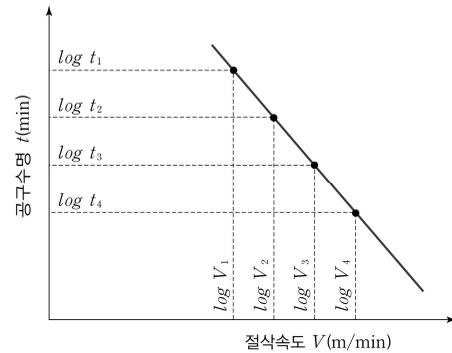
$$T = \frac{L}{f_r \times N} = \frac{L}{f_r \times \frac{V \times 1000}{\pi D}}$$

$$= \frac{L\pi D}{f_r \times V \times 1000} = \frac{L\pi D}{f_r \times \frac{K}{T^n} \times 1000}$$

$$= \frac{L\pi DT^n}{f_r K \times 1000}$$

$$\frac{T}{T^n} = \frac{L\pi D}{f_r K \times 1000}, T^{1-n} = \frac{L\pi D}{f_r K \times 1000}$$

$$\therefore T = \left( \frac{L\pi D}{f_r K \times 1000} \right)^{\frac{1}{1-n}}$$



$$\frac{1}{n} = \frac{\log t_1 - \log t_2}{\log V_2 - \log V_1} = \frac{\log \frac{t_1}{t_2}}{\log \frac{V_2}{V_1}}$$

$$\left( \frac{t_1}{t_2} \right)^n = \frac{V_2}{V_1}$$

$$\therefore V_1 \cdot t_1^n = V_2 \cdot t_2^n = C$$

$$\therefore V \cdot t^n = C$$

**TIP** !

**Taylor의 공구수명방정식**

- 고속도강(H.S.S.):  $n = 0.05 \sim 0.3$
- 초경합금(WC):  $n = 0.12 \sim 0.25$
- ceramics:  $n = 0.35 \sim 0.55$

### 06

**정답** 1)  $\epsilon = 1 \times 10^{-3}$ , 2)  $E = 15 \times 10^{10} \text{N/m}^2$

**해설** 길이변형률  $\epsilon = \frac{\delta}{L} = \frac{1 \times 10^{-4}}{0.1} = 1 \times 10^{-3}$

$$\text{탄성계수 } E = \frac{\sigma}{\epsilon} = \frac{P}{A \times \epsilon} = \frac{45000}{3 \times 10^{-4} \times 10^{-3}} = 15 \times 10^{10} (\text{N/m}^2)$$

### 07

**정답** 1)  $F = \frac{p \times \pi D^2 \times b}{4a}$ , 2)  $T = \frac{\mu F a D}{4b}$

**해설**  $\sum M_B = 0$ ,  $F \times a = Q \times b$

축방향 미는 힘  $Q = p \times \frac{\pi}{4} D^2$

$$F = \frac{Q \times b}{a} = \frac{(p \times \frac{\pi}{4} D^2) \times b}{a} = \frac{p \times \pi D^2 \times b}{4a}$$

$$T = \mu Q \times \frac{D_m}{2} = \mu \left( \frac{F \times a}{b} \right) \times \frac{D}{2} = \frac{\mu F a D}{4b}$$

평균지름  $D_m = \frac{D}{2}$

### 08

**정답** 1) 축 ③의 분당 회전수  $N_3 = 1000 \text{rpm}$   
2) 축 ③의 토크는 엔진 축 ①에 걸리는 토크의 3배이다.

**해설**  $Z_1 N_1 = Z_3 N_3$

$$N_3 = \frac{Z_1 N_1}{Z_3} = \frac{15 \times 2000}{30} = 1000 (\text{rpm})$$

입력동력  $H_i = \text{출력동력 } H_{out}$

$$H_i = H_1 + H_2 = H_1 + \frac{H_1}{2} = \frac{3H_1}{2}$$

$$H_{out} = \frac{3H_1}{2}$$

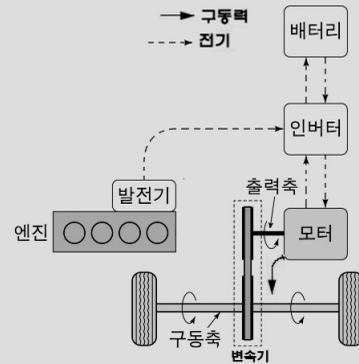
$$1\text{축의 토크 } T_1 = \frac{H_1}{w_1} = \frac{H_1}{\frac{2\pi N_1}{60}}$$

$$\begin{aligned} 3\text{축의 토크 } T_3 &= \frac{H_3}{w_3} = \frac{H_3}{\frac{2\pi N_3}{60}} \\ &= \frac{\frac{3}{2} H_1}{\frac{2\pi N_1}{2}} = \frac{H_1}{\frac{2\pi N_1}{60}} \times \frac{3}{2} \\ &= \frac{60}{60} \times \frac{H_1}{\frac{2\pi N_1}{60}} \times \frac{3}{2} \\ &= T_1 \times 3 \end{aligned}$$

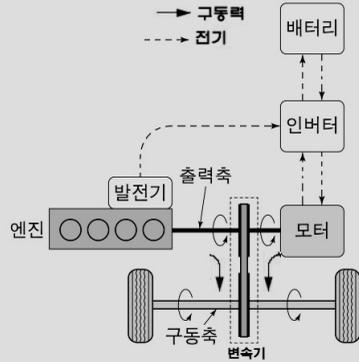
### TIP

#### 하이브리드 자동차

##### 1) 직렬형 하이브리드 자동차



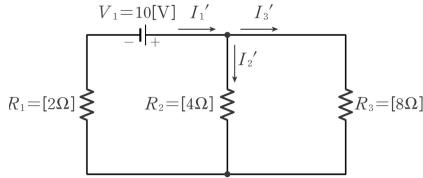
##### 2) 병렬형 하이브리드 자동차



09

정답 1)  $I_1 = (-1)A$ , 2)  $I_2 = (\downarrow 2)A$

해설 i)  $V_1$ 만 인가될 때



합성저항  $R_e' = \frac{4 \times 8}{4+8} + 2 = \frac{14}{3} (\Omega)$

$I_1' = \frac{V_1}{R_e'} = \frac{10}{\frac{14}{3}} = \frac{15}{7} (A)$

전류분배 전압일정

$I_1' = I_2' + I_3'$

$I_1' = I_2' + I_3' = 2I_3' + I_3' = 3I_3'$

$I_3' = \frac{I_1'}{3} = \frac{\frac{15}{7}}{3} = \frac{5}{7} (A)$

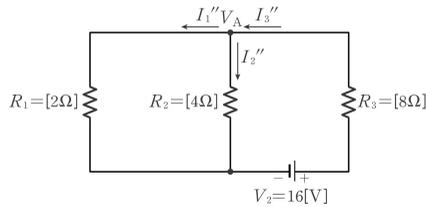
$V_2' = V_3'$

$I_2' R_2 = I_3' R_3$

$I_2' \times 4 = I_3' \times 8$

$I_2' = 2 \times \frac{5}{7} = \frac{10}{7} (A)$

ii)  $V_2$ 만 인가될 때



합성저항  $R_e'' = 8 + \frac{4 \times 2}{4+2} = \frac{28}{3} (\Omega)$

$I_3'' = \frac{V_2}{R_e''} = \frac{16}{\frac{28}{3}} = \frac{12}{7} (A)$

전류분배 전압일정

$I_3'' = I_2'' + I_1''$

$I_3'' = I_2'' + I_1'' = I_2'' + 2I_2'' = 3I_2''$

$I_2'' = \frac{I_3''}{3} = \frac{\frac{12}{7}}{3} = \frac{4}{7} (A)$

$V_2'' = V_1''$

$I_2'' R_2 = I_1'' R_1$

$I_2'' \times 4 = I_1'' \times 2, I_1'' = 2I_2''$

$I_1'' = 2 \times \frac{4}{7} = \frac{8}{7} (A)$

$\therefore I_1 = I_1' + I_1'' = (-\frac{15}{7}) + (\leftarrow \frac{8}{7})$   
 $= (-\frac{7}{7}) = (-1)(A)$

$I_2 = I_2' + I_2'' = (\downarrow \frac{10}{7}) + (\downarrow \frac{4}{7})$   
 $= (\downarrow \frac{14}{7}) = (\downarrow 2)(A)$

$I_3 = I_3' + I_3'' = (\frac{5}{7}) + (\leftarrow \frac{12}{7})$   
 $= (\leftarrow \frac{7}{7}) = (\leftarrow 1)(A)$

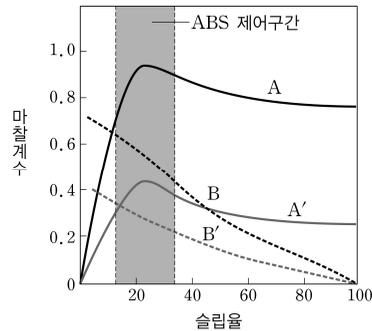
10

정답 ㉠: 슬립율(slip ratio)

㉡: 잠김 방지 브레이크 시스템(ABS, Anti-lock Brake System)

해설 1) 슬립율(slip ratio): 타이어의 슬립율을 표시하고 0%는 차륜의 노면에 대하여 완전히 회전하는 상태를 나타내고 100%는 차륜이 Lock된 상태(바퀴는 회전하진 않는 상태)를 보여준다.

2) ABS(Anti-lock Brake System): 잠김 방지 브레이크 시스템. 브레이크를 강하게 밟으면 제동력에 의해 차량이 멈추기 전에 바퀴가 멈추게 되는데 이를 락업(lock-up)이라 한다. 즉, 바퀴가 잠기는 것. 하지만 자동차는 여전히 움직이는 상태이기 때문에 도로에 스키드 마크를 그리며 차량은 계속 밀려나게 된다. 이렇게 될 때 자동차의 제동력은 평소보다 떨어지게 되는데, 이때는 운동마찰력이 작용하기 때문이다.



**TIP !**

**슬립(Slip)율과 노면과의 관계**

- 1) 주행중 제동시 타이어와 노면과의 마찰력으로 인하여 차륜속도가 저하된다. 이대 차량 속도와 차륜속도에 표시하는 것을 슬립율(%)이라 한다.
- 2) 제동시 타이어와 노면이 마찰 특성으로 인한 ABS의 효과에 대하여 설명하면 다음과 같다. 주행중 운전자가 브레이크 페달(Brake Pedal)을 밟으면 라이닝과 드럼간의 마찰로 인한 제동토크가 발생되어 차륜의 회전속도가 감소하고 차륜의 회전속도는 차체속도 보다 작아진다. 이것을 슬립 현상이라 하며 이 슬립에 의해 타이어와 노면사이에 발생하는 마찰력이 제동력이 된다. 그러므로 제동력은 슬립의 크기에 의존하는 특성을 나타내며 슬립율은 슬립율의 크기를 나타내는 것으로 아래 식으로 정의한다.

$$\begin{aligned} \text{슬립율 (slip ratio)} &= \frac{\text{차량속도} - \text{바퀴속도}}{\text{차량속도}} \times 100(\%) \\ &= 1 - \frac{\text{바퀴속도}}{\text{차량속도}} \times 100(\%) \end{aligned}$$

- 3) 슬립율을 한마디로 요약한다면 주행중 제동시 차륜은 Lock되나 관성에 의해 차체가 진행하는 것을 말한다. 슬립율은 차량속도가 빠를수록 제동 토크가 클수록 크다.

**11**

**정답** 1)  $G(s) = \frac{Y(s)}{X(s)} = \frac{20}{s+2}$ , 2)  $Y(s) = \frac{20}{s(s+2)}$

**해설**  $G(s) = \frac{Y(s)}{X(s)} = 20 \times \frac{1}{s+1} = 20 \times \frac{1}{s+2}$

$$= \frac{20}{s+2}$$

$$Y(s) = X(s) \times \frac{20}{s+2} = \frac{1}{s} \times \frac{20}{s+2} = \frac{20}{s(s+2)}$$

$$X(s) = u(t) = 1$$

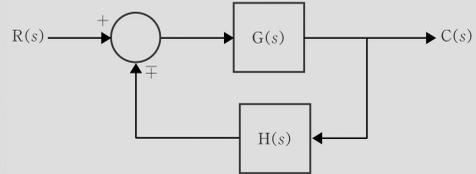
$$\therefore L(1) = \frac{1}{s}$$

**TIP !**

**1 라플라스 변환**

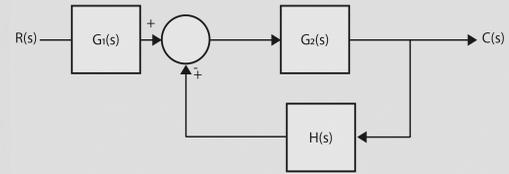
라플라스 변환이란 미분방정식을 쉽게 풀기 위하여 라플라스가 고안한 방법이다. 주어진 원함수에  $e^{-st}$ 를 곱해서 적분한 것을 라플라스 변환이라고 한다.

시간함수  $f(t)$ 를  $0 \leq t < \infty$ 에서 정의된 함수라 할 때,  $f(t)$ 에 곱쇠정수  $e^{-st}$ 를 곱한 함수  $f(t)e^{-st}$ 를 시간  $t$ 에 대해 적분한 함수  $F(s) = L[f(t)] = \int_0^{\infty} f(t)e^{-st} dt$



$$M(s) = \frac{C(s)}{R(s)} = \frac{\text{전향 이득}}{1 \mp \text{루프 이득}} = \frac{G(s)}{1 \mp G(s)H(s)}$$

( $M(s)$  : 전달함수,  $G(s)H(s)$  : 루프 이득,  $G(s)$  : 전향 이득,  $H(s)$  : 되먹임(feedback) 이득)



$$M(s) = \frac{C(s)}{R(s)} = \frac{\text{전향 이득}}{1 \mp \text{루프 이득}} = \frac{G_1 \times G_2(s)}{1 \mp G_2(s)H(s)}$$

**2 전기·전자 기초**

시간함수  $f(t)$ 를 주파수 함수  $F(j\omega) = F(s)$ 로 변환하는 것이다.

$\therefore$  복소함수  $S = j\omega$

$$\begin{aligned} \int_0^{\infty} e^{-st} dt &= \left[ \frac{1}{(-st)} \times e^{-st} \right]_0^{\infty} \\ &= -\frac{1}{s} [e^{-s \times \infty} - e^{-s \times 0}] \\ &= -\frac{1}{s} [e^{s \times \infty} - e^{-s \times 0}] \\ &= -\frac{1}{s} \left[ \frac{1}{\infty} - e^0 \right] = -\frac{1}{s} [0 - 1] = \frac{1}{s} \end{aligned}$$

**3 라플라스 공식 암기**

비고	함수명	$f(t)$ : 시간함수	$F(s) = F(j\omega)$ : 복소수 함수
1	단위 충격 함수 단위 임펄스 함수	$f(t) = \delta(t)$	1
2	단위 계단 함수	$f(t) = u(t) = 1$	$\frac{1}{s}$
3	단위 경사 함수 단위 램프 함수	$f(t) = t$	$\frac{1}{s^2}$
4	포물선 함수	$f(t) = t^2$	$\frac{2}{s^3}$
5	$n$ 차 경사 함수	$f(t) = t^n$	$\frac{n!}{s^{n+1}}$
6	지수감쇠	$f(t) = e^{-at}$	$\frac{1}{s+a}$

7	지수감쇠경사	$f(t) = t e^{-at}$	$\frac{1}{(s+a)^2}$
8	지수 $n$ 차 경사	$f(t) = t^n e^{-at}$	$\frac{n!}{(s+a)^{n+1}}$
9	cos함수	$f(t) = \cos wt$	$\frac{s}{s^2+w^2}$
10	sin함수	$f(t) = \sin wt$	$\frac{w}{s^2+w^2}$
11	지수감쇠cos함수	$f(t) = e^{-at} \cos wt$	$\frac{s+a}{(s+a)^2+w^2}$
12	지수감쇠sin함수	$f(t) = e^{-at} \sin wt$	$\frac{w}{(s+a)^2+w^2}$

단위 임펄스 함수=단위 충격 함수	단위 계단 함수
단위 램프 함수=단위 경사 함수	$n$ 차 경사 곡선

4  $L(1)$ 을 구하는 법

$L[f(t)] = L(1)$

$f(t) = 1$ 이므로

$$L(1) = \int_0^{\infty} 1 \cdot e^{-st} dt$$

$$= \left[ -\frac{1}{s} e^{-st} \right]_0^{\infty}$$

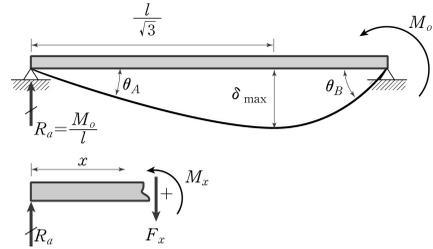
$$= \frac{1}{s}$$

$$\int e^{-st} dt = -\frac{1}{s} e^{-st}$$

12

정답  $\checkmark$   $a(x) = -\frac{dy(x)}{dx} = y'$ ,  $y' = \frac{1}{EI} \left( -\frac{M_0}{2l} x^2 + \frac{M_0 l}{6} \right)$

해설  $\textcircled{B}$  우력을 받는 단순보



$$EIy'' = -\frac{M_0}{l}x$$

$$EIy' = -\frac{M_0}{2l}x^2 + C_1$$

$$EIy = -\frac{M_0}{2l} \times \frac{x^2}{3} + C_1x + C_2$$

$x = 0$ 일 때,  $y = 0$

$\therefore C_2 = 0$

$x = l$ 일 때,  $y = 0$

$$0 = -\frac{M_0}{6l}l^3 + C_1l = 0, \therefore C_1 = \frac{M_0l}{6}$$

일반해  $y = \frac{1}{EI} \left( -\frac{M_0}{6l}x^3 + \frac{M_0l}{6}x \right)$

$$y' = \frac{1}{EI} \left( -\frac{M_0}{2l}x^2 + \frac{M_0l}{6} \right)$$

$$\therefore \theta_A = y'_{x=0} = \frac{M_0l}{6EI}, \theta_B = y'_{x=l} = \frac{M_0l}{3EI}$$

따라서 단순보 B지점에서 우력이 작용할 때, A단의 굽힘각은  $\theta_A = y'_{x=0} = \frac{M_0l}{6EI}$ 이고 B단의 굽힘각은

$\theta_B = y'_{x=l} = \frac{M_0l}{3EI}$ 이다.

최대처짐이 발생되는  $x$ 의 위치  $\rightarrow$  굽힘각이 0이 되는 위치이다.

$$\left( \frac{dy}{dx} = 0 \text{인 위치}, 0 = \frac{M_0}{2L}x^2 - \frac{M_0l}{6} \right)$$

$$\therefore x = \frac{l}{\sqrt{3}} = 0.577l$$

따라서 단순보의 B지점에서 우력  $M_0$ 이 작용할 때,

$$x = \frac{l}{\sqrt{3}} \text{ 위치에서 } \delta_{\max} \text{가 발생된다.}$$

$$\therefore \text{최대처짐량 } \delta_{\max} = \frac{M_0l^2}{9\sqrt{3}EI}$$

### 13

정답 1)  $P_f = 0.125 \text{ bar}$ , 2)  $V_f = 2\text{m}^3$

해설  $\frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^{k-1} = \left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{\frac{k-1}{k}} \rightarrow \text{A과정 단열과정}$

$$k = \frac{C_p}{C_v} = \frac{\frac{5}{2}R}{\frac{3}{2}R} = \frac{5}{3}$$

$$\left(\frac{V_1}{V_2}\right) = \left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{\frac{1}{k}}$$

$$\left(\frac{V_i}{V_f}\right) = \left(\frac{P_f}{P_i}\right)^{\frac{1}{k}}$$

$$\left(\frac{0.25}{V_f}\right) = \left(\frac{P_f}{4}\right)^{\frac{3}{5}} \dots\dots \textcircled{1}$$

$P_1 V_1 = P_2 V_2 \rightarrow \text{B과정 등온과정}$

$$P_i V_i = P_f V_f$$

$$1 \times 0.25 = P_f V_f$$

$$V_f = \frac{0.25}{P_f} \dots\dots \textcircled{2}$$

$$\left(\frac{0.25}{P_f}\right) = \left(\frac{P_f}{4}\right)^{\frac{3}{5}}$$

$$P_f = \left(\frac{P_f}{4}\right)^{\frac{3}{5}}$$

$$P_f = 0.125 \text{ bar}$$

$$V_f = \frac{1 \times 0.25}{0.125} = 2(\text{m}^3)$$

### 14

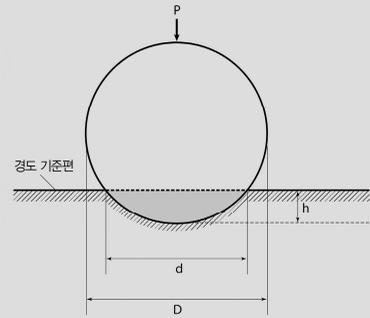
모범답안

- 경도시험
- ㉠ 브리넬(Brinell)시험에서 사용하는 압입자의 형상: 지름 5mm 또는 10mm 강구
- ㉡의 브리넬(Brinell)시험은 정하중 1회, ㉢의 로크웰(Rockwell)시험은 최초의 기준시험하중을 가한 다음 부가시험하중을 가해주므로 하중 횟수 2회이다.
- 단시간 내에 측정이 가능하다.

### TIP

1 브리넬(Brinell)시험은 5mm 또는 10mm 강구를 하중 1회이다.

강구지름 D [mm]	하중 P [kg]	기호	용도
5	750	HB(5/750)	철강재
10	500	HB(10/5000)	구리, 알루미늄과 그 합금
10	1000	HB(10/1000)	구리합금, 알루미늄 합금
10	3000	HB(10/3000)	철강재



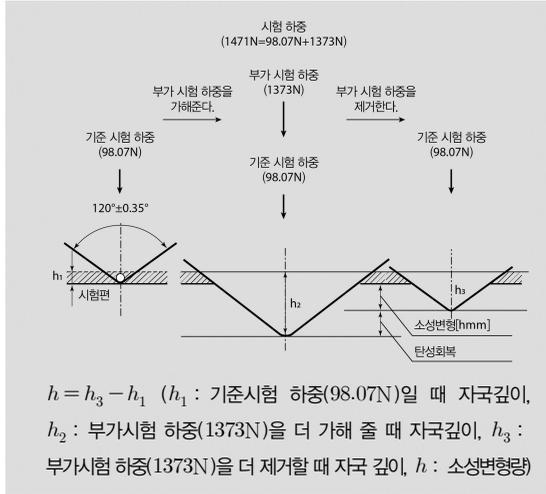
$$HB = \frac{P}{A} = \frac{P}{\frac{\pi D}{2}(D - \sqrt{D^2 - d^2})} = \frac{2P}{\pi D(D - \sqrt{D^2 - d^2})}$$

(P: 하중(kgf), D: 강구압입체의 지름(mm), d: 압입자국의 지름(mm), h: 압입자국의 깊이(mm))

2 로크웰(Rockwell)시험

스케일	압입자	기준시험 하중	부가시험 하중[kgf]	경도값
B	지름 1.588mm 강구	10kg <sub>f</sub>	90kg <sub>f</sub>	$H_{RB} = 130 - 500h$
C	120° 원뿔형 다이아몬드	10kg <sub>f</sub> = 98.07N	140kg <sub>f</sub> = 1373N	$H_{RC} = 100 - 500h$

로크웰 경도 C 잣대의 경우 보는 바와 같이 120° 다이아몬드 원추에 기준시험 하중(98.07N)을 가하고, 여기에 다시 부가 시험 하중(1373N)을 가하면 시험 하중 (W=98.07N+1373N=1471kN)에 의하여 시험편은 누르개의 형상으로 변형을 일으키며, 이 상태에서 부가 시험 하중(1373N)을 제거하면 처음의 기준 시험 하중(98.07N)으로 되돌리고 이때 탄성변형은 회복되고 소성변형만 남게 된다. 소성변형 된 깊이를 처음 기준 시험 하중(98.07N)을 가했을 때의 깊이 h를 기준으로 측정하면 그 깊이는 시험편의 경도와 대응하는 양을 나타낸다. 깊이 h의 값은 다이얼 게이지에 의해 측정되며 그에 상응하는 수치가 경도 값으로 표시된다.



15

정답 1)  $V = 4\text{m/s}$ , 2)  $F = 1600\text{N}$

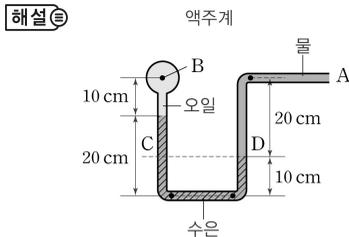
해설  $V_{out} = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \times 10 \times 0.8} = 4(\text{m/s})$   
 $F = \rho S V_{out}^2 = 1000 \times 0.1 \times 4^2 = 1600(\text{N})$

16

- 모범답안
- 용접법의 명칭: 심(seam) 용접
  - 롤러전극이 가져야 할 전기적 특성: 전기가 통하는 도체여야 된다.
  - 발열량  $Q = I \times R^2 \times (t_2 - t_1)$   
 $= 100 \times 1^2 \times (3 - 1) = 200(\text{J})$

17

정답 1)  $P_A = 30\text{kPa}$ , 2)  $F = 240\text{kN}$



$$P_C = P_D$$

$$P_C = P_B + w_3 \times 0.1 + w_2 \times 0.1$$

$$P_D = P_A + w_1 \times 0.2$$

$$P_A = P_B + w_3 \times 0.1 + w_2 \times 0.1 - w_1 \times 0.2$$

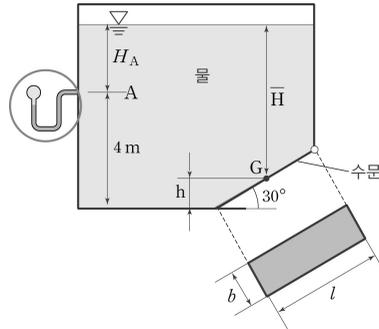
$$= 18 + 8 \times 0.1 + 132 \times 0.1 - 10 \times 0.2$$

$$= 30(\text{kPa})$$

$$P_A = w_1 \times H_A$$

A점의 깊이

$$H_A = \frac{P_A}{w_1} = \frac{30}{10} = 3(\text{m})$$



$$h = \frac{l}{2} \times \sin 30 = \frac{4}{2} \times \frac{1}{2} = 1(\text{m})$$

$$\bar{H} = (H_A + 4) - h = (3 + 4) - 1 = 6(\text{m})$$

수문에 작용하는 힘

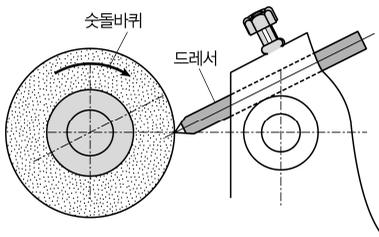
$$F = w_1 \times \bar{H} \times A = 10\text{kN/m}^3 \times 6\text{m} \times 4\text{m}^2 = 240(\text{kN})$$

01

정답 ㉠ : 결합제, ㉡ : 드레싱(dressing)

해설 ㉠ 드레싱(= 새날형성 : dressing)

숫돌바퀴의 입자가 막히거나 달아서 절삭도가 둔해졌을 경우, 드레싱(dresser)라는 날내기하는 공구로 숫돌바퀴의 표면을 깎아 숫돌바퀴의 날을 세우는 작업으로 정밀 연삭용에는 다이아몬드 드레서를 사용한다.



02

정답 ㉠  $C_4 = 2\mu\text{F}$

해설 ㉠



$$C'_e = \frac{C_1 \times C_2}{C_1 + C_2} = \frac{3 \times 6}{3 + 6} = 2(\mu\text{F})$$

$$C''_e = C_3 + C_4 = 1 + C_4$$

$$3 = 1 + C_4$$

$$\therefore C_4 = 2\mu\text{F}$$

$$C_e = \frac{C'_e \times C''_e}{C'_e + C''_e}$$

$$1.2 = \frac{2 \times C''_e}{2 + C''_e}$$

$$\therefore C''_e = 3\mu\text{F}$$

전하량(전기량)의 최소단위  $e[\text{C}]$ 는 전자 하나가 가지는 전기량으로  $e = 1.60219 \times 10^{-19}(\text{C})$ 이다.

TIP !

1 쿨롱(Coulomb)

1) 프랑스 물리학자 Coulomb(쿨롱)이  $6.24 \times 10^{18}$ 개의 전자의 전기량을 1C이라 정의 하였다.

$$\frac{1.60219 \times 10^{-19} \text{C}}{\text{개}} \times (6.24 \times 10^{18}) \text{개} = 1(\text{C})$$

$$Q = e \times n \quad (Q: \text{전하량}(\text{C}), e: \text{전하량의 최소 단위}$$

$$1.60219 \times 10^{-19}(\text{C}), n: \text{전자의 개수(개)})$$

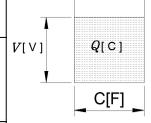
$$\text{전류 } I(\text{A}) = \frac{Q(\text{C})}{t(\text{s})}$$

$$\text{전류 } 1(\text{A}) = \frac{1(\text{C})}{1(\text{s})} = \frac{6.24 \times 10^{18} \text{개의 전자의 이동}}{1 \text{초}}$$

2) 콘덴서에 축적되는 전하  $Q(\text{C})$ 는 인가하는 전압  $V(\text{V})$ 에 비례한다.

$$Q(\text{C}) = C(\text{F}) \times V(\text{V})$$

구분	기호	단위	비고
전하량	$Q$	$[\text{C}] = [\text{쿨롱}]$	물탱크에 담긴 물의 체적
정전용량 캐피턴스	$C$	$[\text{F}] = [\text{패럿}] = [\text{Farad}]$	물탱크 바닥의 면적
전압	$V$	$[\text{V}]$	물의 높이



2 콘덴서의 직렬접속

콘덴서를 직렬로 접속하면 정전용량에 관계없이 각 콘덴서에 같은 양의 전하가 축적된다. 콘덴서 직렬접속일 때는 채워지는 전하량이 같다.

$$Q = Q_1 = Q_2 = Q_3 \rightarrow \text{전하량 } Q(\text{C}) \text{ 일정} = \text{채워지는 물의 양 일정, 전압분배}$$

$$V_1 = \frac{Q}{C_1}, V_2 = \frac{Q}{C_2}, V_3 = \frac{Q}{C_3}$$

$$V = V_1 + V_2 + V_3$$

$$= \left( \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} \right) Q = \frac{1}{C_T} Q$$

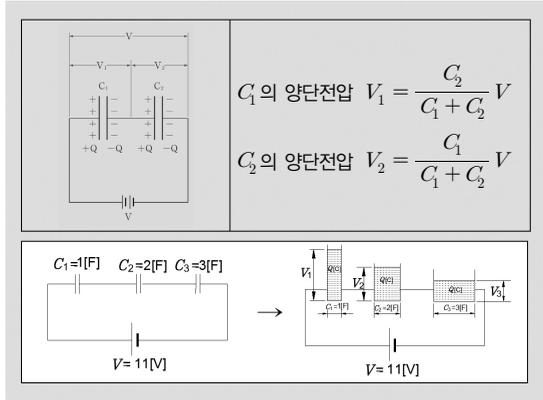
$$Q(\text{C}) = C_T(\text{F}) \times V(\text{V})$$

$$V_1 : V_2 : V_3 = \frac{Q}{C_1} : \frac{Q}{C_2} : \frac{Q}{C_3}$$

$$= \frac{1}{C_1} : \frac{1}{C_2} : \frac{1}{C_3}$$

합성정전용량  $\frac{1}{C_T} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}$

각 콘덴서에 가하는 전압의 비는 정전용량의 역수비와 같다.



03

정답 ㉠: - 0.012mm, ㉡: - 0.034mm

해설 ㉠ 구멍의 최대허용치수  $\phi 100.035$ , 구멍의 위치 수허용차: 0.035

㉠ 최소 틈새 = 구멍의 아래치수허용차 - 축의 위치수 허용차

최소틈새 = 0 - 축의 위치수허용차 = 0.012

$\therefore$  축의 위치수허용차: -0.012mm

㉡ 최대틈새 = 구멍의 위치수허용차 - 축의 아래치수 허용차

최대틈새 = 0.035 - 축의 아래치수허용차 = 0.069

$\therefore$  축의 아래치수허용차: -0.034mm

04

정답 1)  $v = 7.5\text{m/s}$ , 2)  $i = \frac{N_2}{N_1} = \frac{(D_1+t)}{(D_2+t)}$

해설 1)  $v = w_1 \times R_1$   
 $= \frac{2\pi N_1}{60} \times \frac{(D_1+t)/2}{1000}$   
 $= \frac{2 \times 3 \times 600}{60} \times \frac{(245+5)/2}{1000}$   
 $= 7.5(\text{m/s})$

2)  $v = v_1 = v_2$  이므로

$$v_1 = w_1 \times R_1 = \frac{2\pi N_1}{60} \times \frac{(D_1+t)/2}{1000}$$

$$v_2 = w_2 \times R_2 = \frac{2\pi N_2}{60} \times \frac{(D_2+t)/2}{1000}$$

$$\frac{2\pi N_1}{60} \times \frac{(D_1+t)/2}{1000} = \frac{2\pi N_2}{60} \times \frac{(D_2+t)/2}{1000}$$

$$N_1 \times (D_1+t) = N_2 \times (D_2+t)$$

$$\text{회전속도비 } i = \frac{N_2}{N_1} = \frac{(D_1+t)}{(D_2+t)}$$

05

정답 주분력  $F_c = 6000\text{N}$

해설 소재제거율  $\text{MMR} = V \times f \times t$  ( $V(\text{mm/min})$ : 절삭속도,  $f(\text{mm/rev})$ : 이송량,  $t(\text{mm})$ : 절삭 깊이)

$$\text{MMR} = 100000 \times 0.5 \times 4 = 200000(\text{mm}^3/\text{min})$$

$$\text{절삭동력 } P(\text{W}) = \frac{F_c(\text{N}) \times V(\text{m/s})}{\eta} \quad (\eta: \text{기계효율})$$

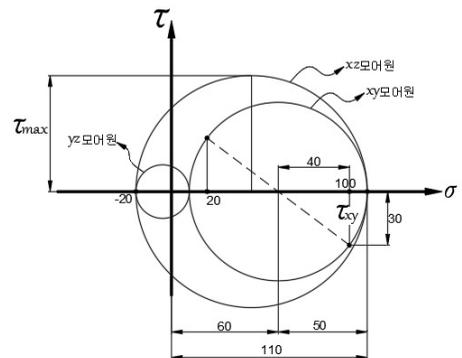
$$\begin{aligned} \text{절삭동력 } P &= U_t \times \text{MMR} \\ &= 3\text{J/mm}^3 \times 200000\text{mm}^3/\text{min} \\ &= 600000(\text{J/min}) \\ &= 10000(\text{W}) \end{aligned}$$

$$\text{주분력 } F_c = \frac{P \times \eta}{V} = \frac{10000 \times 1}{\frac{100}{60}} = 6000(\text{N})$$

06

정답 1)  $\tau_{xy} = 30\text{MPa}$ , 2)  $\tau_{\text{max}} = 65\text{MPa}$

해설



$$\tau_{xy} = 30(\text{MPa})$$

$$\tau_{\text{max}} = \frac{130}{2} = 65(\text{MPa})$$

### 07

**정답** 1)  $V_1 = 861\text{cm}^2$ , 2)  $q_{in} = 0.51\text{kJ}$

**해설** 
$$V_1 = \frac{mRT_1}{P_1}$$

$$= \frac{0.001 \times 0.287 \times 300}{100}$$

$$= 861 \times 10^{-6} (\text{m}^3)$$

$$= 861 (\text{cm}^3)$$

$$q_{in} = mc_p (T_3 - T_2)$$

$$= 0.001 \times 1 \times (1500 - 990)$$

$$= 0.51 (\text{kJ})$$

### 08

**정답** 1) 공주거리  $S_0 = 16\text{m}$ , 2) 제동거리  $S_1 = 40\text{m}$

**해설** 
$$V = \frac{S_0}{t_0}$$

$$S_0 = V \times t_0 = 20 \times 0.8 = 16 (\text{m})$$

$$\frac{1}{2} m V^2 = \mu mg \times S_1$$

$$S_1 = \frac{\frac{1}{2} \times V^2}{\mu g} = \frac{\frac{1}{2} \times 20^2}{0.5 \times 10} = 40 (\text{m})$$

### 09

**정답** 극점  $-1, -5$

**해설** 
$$\frac{d^2 y(t)}{dt^2} + 6 \left[ \frac{dy(t)}{dt} - \frac{dx(t)}{dt} \right] + 5[y(t) - x(t)] = 0$$

$$\frac{d^2 y(t)}{dt^2} + 6 \frac{dy(t)}{dt} + 5y(t) = 6 \frac{dx(t)}{dt} + 5x(t)$$

$$s^2 Y(s) + 6s Y(s) + 5Y(s) = 6s X(s) + 5X(s)$$

$$Y(s) \{s^2 + 6s + 5\} = X(s) \{6s + 5\}$$
 전달함수 
$$G(s) = \frac{Y(s)}{X(s)} = \frac{6s + 5}{s^2 + 6s + 5}$$

$$= \frac{6s + 5}{(s + 1)(s + 5)}$$
 따라서 영점은  $-\frac{5}{6}$  1개, 극점은  $-1$ 과  $-5$ 로 2개이다.

### TIP

$$L\left(\frac{df(t)}{dt}\right) = L(f'(t)) = sL(f(t)) - f(0) = sF(s)$$

$$L\left(\frac{dy(t)}{dt}\right) = L(y'(t)) = sL(y(t)) - y(0) = sY(s)$$

$$L\left(\frac{dx(t)}{dt}\right) = L(x'(t)) = sL(x(t)) - x(0) = sX(s)$$

$$\frac{d}{dt} \text{ 라플라스 변환하면 } s (\because e^{st} = e^{(j\omega)t})$$

$$\frac{d^2}{dt^2} \text{ 라플라스 변환하면 } s^2$$

$$y(t) \text{ 라플라스 변환하면 } Y(s)$$

$$x(t) \text{ 라플라스 변환하면 } X(s)$$

### 10

**정답** ㉠: 반경류형, ㉡: 비속도( $n_s$ )

**해설**

회전차의 형식							
$\eta_s$ 의 범위	80~120	125~250	250~240	700~1,000	700~1,000	800~1,200	1,200~2,200
$\eta_s$ 가 잘 사용되는 값	100	150	350	550	880	1,100	1,500
흐름에 의한 분류	반경류형	반경류형	혼류형	혼류형	사류형	사류형	축류형
전양정 (m)	30	20	12	10	8	5	3
양수량 (m <sup>3</sup> /min)	8 이하	10 이하	10~100	10~300	8~200	8~400	8 이상
펌프의 명칭	고양 정원심 펌프	고양 정원심 펌프	중양 정원심 펌프	저양 정원심 펌프	사류 펌프	축류 펌프	축류 펌프
	터빈	터빈 볼류트	볼류트	양흡입 볼류트			

i) 펌프의 특성곡선도

펌프의 운전조건에 따라 달라지 게 되는데 어떠한 작동조건이 주어졌을 때 가장 적합한 펌프를 어떻게 선정할 수 있어야 한다. 어떠한 펌프든지 최대 효율 점은 하나이며 이점에서의 수두계수  $C_H$ (Head Coefficient), 용량계수  $C_Q$ (Flow Coefficient)는 유일하게 결정되게 된다. 그리고 이것이 펌프의 고유 성질을 나타낸다.

그렇다면, 고유의 펌프의 성질을 적절히 구분할 수 있는 이 관계를 판단할 수 있는 무차원 변수가 있다면 굉장히 편리하다. 즉, 설계 시에 어떠한 성능을 갖는 펌프가 시스템에 가장 적절한지 가이드할 수 있는 변수를 만들었고 이것이 비속도( $n_s$ )이다.

회전차의 형상 치수 등을 결정하는 기본요소는 펌프 전양정  $H$ , 토출량  $Q$ , 회전수  $N$  3가지가 있고, 기계의 크기와 종류는 설계자가 결정해야 하는 부분이다. 이때, 동작점에서 최대효율을 얻을 수 있는 펌프를 선택하면 된다. 즉 최대효율점에서 용량계수

$C_Q = \frac{Q}{ND^3}$ , 수두계수  $C_H = \frac{gH}{N^2D^2}$  일 때, 여기에서 직경 항을 소거한다면 비속도는 다음 식에서 구해집니다.

$$\text{비속도 } N_s = N \frac{Q^{\frac{1}{2}}}{H^{\frac{3}{4}}}$$

ii) 비교회전도  $N_s$  (Specific Speed : 비속도) 유도하기

$$\text{용량계수 } C_Q = \frac{Q}{ND^3} = \frac{Q'}{N'D'^3}$$

$$\therefore \text{유량비: } \frac{Q}{Q'} = \left(\frac{D_2'}{D_2}\right)^3 \left(\frac{N'}{N}\right)$$

$$\text{수두계수 } C_H = \frac{gH}{N^2D^2} = \frac{gH'}{N'^2D'^2}$$

$$\therefore \text{양정비: } \frac{H'}{H} = \left(\frac{D_2'}{D_2}\right)^2 \left(\frac{N'}{N}\right)^2$$

$$\text{유량비 } \frac{Q}{Q'} = \left(\frac{D_2'}{D_2}\right)^3 \left(\frac{N'}{N}\right)$$

$$\rightarrow \left(\frac{N'}{N}\right) = \frac{\left(\frac{Q'}{Q}\right)}{\left(\frac{D_2'}{D_2}\right)^3} = \frac{\left(\frac{Q'}{Q}\right)}{\left(\left(\frac{H'}{H}\right)^{\frac{1}{2}}\right)^3} = \frac{\left(\frac{Q'}{Q}\right)\left(\frac{N'}{N}\right)^3}{\left(\frac{H'}{H}\right)^{\frac{3}{2}}}$$

$$\rightarrow \left(\frac{N'}{N}\right)^{-2} = \frac{\left(\frac{Q}{Q'}\right)}{\left(\frac{H'}{H}\right)^{\frac{3}{2}}}$$

위 식에서 직경비를 구하기 위해

$$\text{양정비 } \frac{H'}{H} = \left(\frac{D_2'}{D_2}\right)^2 \left(\frac{N'}{N}\right)^2$$

$$\rightarrow \left(\frac{D_2'}{D_2}\right) = \left(\frac{H'}{H}\right)^{\frac{1}{2}} \left(\frac{N'}{N}\right)$$

$$\rightarrow \left(\frac{N'}{N}\right) = \frac{\left(\frac{Q}{Q'}\right)^{-\frac{1}{2}}}{\left(\frac{H'}{H}\right)^{-\frac{3}{4}}} = \frac{\left(\frac{Q}{Q'}\right)^{\frac{1}{2}}}{\left(\frac{H'}{H}\right)^{\frac{3}{4}}}$$

여기서  $Q' = 1\text{m}^3/\text{s}$ ,  $H' = 1\text{m}$ 일 때,  $N' = N_s$

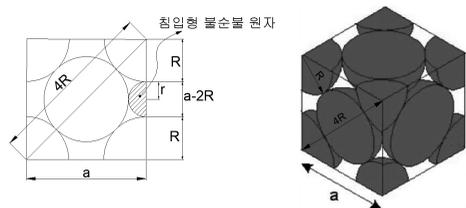
$$\therefore \text{비속도 } N_s = N \frac{Q^{\frac{1}{2}}}{H^{\frac{3}{4}}}$$

11

정답 1) A영역의 고용체에서 모원자가 갖는 격자구조 명칭 : 면심입방격자

2)  $\frac{r}{a} = 0.15$

해설



$$a = 4R \times \sin 45 = 4R \times \frac{\sqrt{2}}{2} = 2\sqrt{2} \times R$$

$$R = \frac{a}{2\sqrt{2}} = \frac{a\sqrt{2}}{4}$$

$$r = \frac{a-2R}{2}$$

$$= \frac{a-2 \times \frac{a\sqrt{2}}{4}}{2}$$

$$= a \times \frac{\left(1 - \frac{\sqrt{2}}{2}\right)}{2}$$

$$= a \times \frac{\left(1 - \frac{1.4}{2}\right)}{2}$$

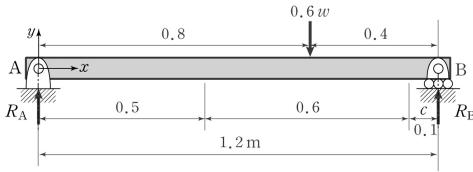
$$= a \times 0.15$$

$$\therefore \frac{r}{a} = 0.15$$

## 12

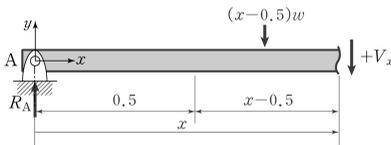
정답 1)  $x_L = 0.7\text{m}$ , 2)  $w = 10\text{kN/m}$

해설



$$R_A = \frac{0.6w \times 0.4}{1.2} = 0.2w$$

$$R_B = \frac{0.6w \times 0.8}{1.2} = 0.4w$$



$$\sum F_y = 0 \downarrow \oplus$$

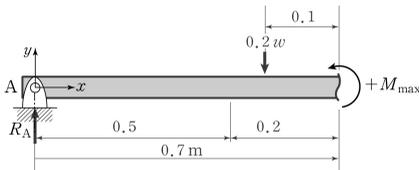
$$V_x + (x-0.5)w - R_A = 0$$

$$V_x = R_A - (x-0.5)w = 0.2w - xw + 0.5w = 0.7w - xw$$

전단력을  $V_x$ 을 "0"을 만족 하는 지점에서 최대굽힘모멘트가 발생한다.

$$V_x = 0, 0 = 0.7w - xw, \therefore x = 0.7\text{m}$$

$x_L = 0.7\text{m}$  지점에서 최대굽힘모멘트가 발생한다.



$$\sum M_x = 0 \curvearrowright \oplus$$

$$M_{\max} + 0.2w \times 0.1 - R_A \times 0.7 = 0$$

$$M_{\max} = +R_A \times 0.7 - 0.2w \times 0.1 = 0.2w \times 0.7 - 0.2w \times 0.1 = 0.12w$$

$$M_{\max} = 1.2(\text{kN}\cdot\text{m})$$

$$1.2 = 0.12w$$

$$w = \frac{1.2}{0.12} = 10\text{k(N/m)}$$

## 13

정답 1)  $p = 0.12\text{kg}_f/\text{mm}^2$ , 2)  $pv = 2.7\text{kg}_f/\text{mm}^2 \cdot \text{m/s}$

해설

$$p = \frac{P}{\frac{\pi}{4}(d_2^2 - d_1^2)}$$

$$= \frac{P}{\frac{\pi}{4}(d_2 + d_1)(d_2 - d_1)}$$

$$= \frac{2700}{\frac{3}{4}(200 + 100)(200 - 100)}$$

$$= 0.12(\text{kg}_f/\text{mm}^2)$$

$$pv = \frac{P}{\frac{\pi}{4}(d_2^2 - d_1^2)} \times \frac{\pi(\frac{d_2 + d_1}{2})N}{60 \times 1000}$$

$$= \frac{P}{\frac{\pi}{4}(d_2 + d_1)(d_2 - d_1)} \times \frac{\pi(\frac{d_2 + d_1}{2})N}{60 \times 1000}$$

$$= \frac{2P}{(d_2 - d_1)} \times \frac{N}{60 \times 1000}$$

$$= \frac{2 \times 2700}{(200 - 100)} \times \frac{3000}{60 \times 1000}$$

$$= 2.7(\text{kg}_f/\text{mm}^2 \cdot \text{m/s})$$

## 14

정답 샤프피 충격값  $E_c = 100\text{J/cm}$

$$E_c = \frac{E}{A} = \frac{WL(\cos\beta - \cos\alpha)}{A}$$

$$= \frac{160 \times 1 \times (\cos 60^\circ - \cos 90^\circ)}{1 \times (1 - 0.2)}$$

$$= 100(\text{Nm/cm}^2)$$

$$= 100(\text{J/cm}^2)$$

여기서  $E$ 는 파괴에너지(= 헤머의 처음 위치와 나중 위치의 위치에너지 차이)이고  $A$ 는 파단면의 면적이다.

## 15

**정답** 1)  $P_A - P_B = 20000\text{N/m}^2$ , 2)  $a = 11\text{m/s}^2$

**해설** 1)  $P_A - P_B = \gamma \times (\Delta h + h_o)$   
 $= \rho g \times (\Delta h + h_o)$   
 $= 1000 \times 10 \times (1 + 1)$   
 $= 20000(\text{N/m}^2)$

2)  $a = \sqrt{a_x^2 + g^2} = \sqrt{5^2 + 10^2}$   
 $= \sqrt{125} = \sqrt{25 \times 5}$   
 $= 5\sqrt{5} = 5 \times 2.2$   
 $= 11(\text{m/s}^2)$

## 16

**모범답안** 1) ㉠의 명칭: 슬래그  
 2) 용접법의 명칭: 피복아크용접(Shielded Metal Arc Welding: SMAW)

3) 최대하중  $P = \tau_a \times 4Lt$   
 $= \tau_a \times 4Lf \cos 45$   
 $= 10 \times 4 \times 50 \times 5 \sqrt{2} \times \frac{\sqrt{2}}{2}$   
 $= 10000(\text{kg}_f)$

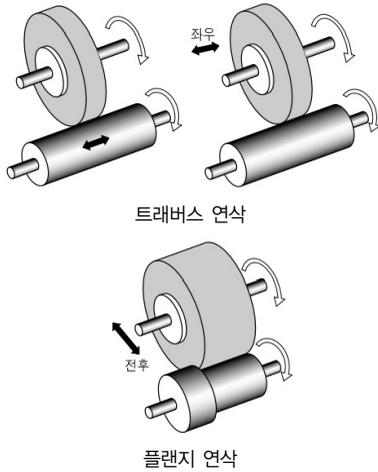
## 17

**정답** 1)  $V_2 = 6\text{m/s}$ , 2)  $Q = 0.06\text{m}^3/\text{s}$

**해설**  $\frac{P_{G1}}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2g} + Z_1 = \frac{P_{G2}}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2g} + Z_2$   
 $\frac{8000}{1000 \times 10} + \frac{0^2}{2 \times 10} + 1 = \frac{0}{1000 \times 10} + \frac{V_2^2}{2 \times 10} + 0$   
 $\therefore V_2 = 6\text{m/s}$   
 $Q = A_2 \times V_2 = 0.01 \times 6 = 0.06(\text{m}^3/\text{s})$

01

정답 ㉠ : 트래버스, ㉡ : 플랜지



02

정답 ㉠  $R_1 = 60[\Omega]$

해설 ㉠  $R'_e = R_3 + R_4$

$$R_2'' = \frac{R_2 \times R'_e}{R_2 + R'_e} = \frac{40 \times R'_e}{40 + R'_e}$$

$$R_e = R_1 + R_2'' = 20 + \frac{40 \times R'_e}{40 + R'_e}$$

$$50 = 20 + \frac{40 \times R'_e}{40 + R'_e}$$

$$30 = \frac{40 \times R'_e}{40 + R'_e}$$

$$R'_e = 120[\Omega]$$

$$R'_e = R_3 + R_4$$

$$R_4 = R'_e - R_3 = 120 - 60 = 60[\Omega]$$

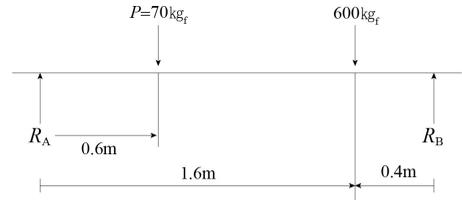
03

정답 ㉠ : 알루미늄, ㉡ : 두랄루민

04

정답 ㉠ 1)  $R_B = 501\text{kg}_f$ , 2)  $M_B = -10\text{kg}_f \cdot \text{m}$

해설 ㉠



$$\sum F_y = 0 \uparrow + \curvearrowright$$

$$R_A + R_B = 670(\text{kg}_f)$$

$$\sum M_A = 0 +$$

$$70 \times 0.6 + 670 \times 1.6 - R_B \times 2 = 0$$

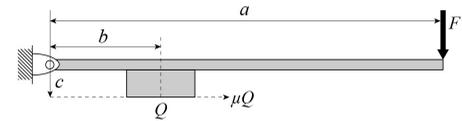
$$R_B = \frac{(70 \times 0.6) + (600 \times 1.6)}{2} = 501(\text{kg}_f)$$

$$M_B = -(500 \times 0.2) \times 0.1 = -10(\text{kg}_f \cdot \text{m})$$

05

정답 ㉠ 1)  $W_{\text{max}} = 100\text{kg}_f$ , 2)  $P = 20\text{kg}_f$

해설 ㉠



마찰력  $P = \mu Q = 0.2 \times 100 = 20(\text{kg}_f)$

$$\sum M_o = 0 \curvearrowright +$$

$$F \times a - Q \times b - \mu Q \times c = 0$$

$$F \times a = Q(b + \mu c)$$

$$Q = \frac{F \times a}{(b + \mu c)} = \frac{26 \times 1000}{(250 + 0.2 \times 50)} = 100(\text{kg}_f)$$

$$T = W_{\text{max}} \times \frac{d}{2} = P \times \frac{D}{2}$$

$$W_{\text{max}} = P \times \frac{D}{d} = 20 \times \frac{500}{100} = 100(\text{kg}_f)$$

### 06

- 정답** 1) 평균응력  $\sigma_m = 50\text{MPa}$   
 2) 응력진폭(교변응력)  $\sigma_a = 25\text{MPa}$   
 3) 최대 응력진폭(교변응력)  $(\sigma_a)_{\max} = 100\text{MPa}$

**해설** Goodman 선

$$\text{평균응력 } \sigma_m = \frac{75+25}{2} = 50(\text{MPa})$$

$$\text{응력진폭 } \sigma_a = \frac{75-25}{2} = 25(\text{MPa})$$

$$\frac{\sigma_a}{\sigma_e} + \frac{\sigma_m}{\sigma_u} = 1$$

$$\frac{(\sigma_a)_{\max}}{200} + \frac{200}{400} = 1$$

$$\frac{(\sigma_a)_{\max}}{200} = 1 - \frac{1}{2} = \frac{1}{2}$$

$$(\sigma_a)_{\max} = 200 \times \frac{1}{2} = 100(\text{MPa})$$

### 07

- 정답** 1) 용접법 명칭: 서브머지드 용접(잠호용접)  
 2) 용접이음의 명칭: V홈 맞대기 이음  
 3)  $M_0 = 10000\text{kg}_f \cdot \text{mm}$

**해설**  $M_0 = \sigma_b \times Z = \sigma_b \times \frac{t^2 \times L}{6}$   
 $= 6 \times \frac{10^2 \times 100}{6} = 10000(\text{kg}_f \cdot \text{mm})$

### 08

**정답**  $F_V = 1200\text{N}$ ,  $F_h = 450\text{N}$ ,  $W = 1425\text{N}$

**해설**  $F_V = F_B$  (부력)

$$F_V = \rho g \times h \times b \times L$$

$$= 1000 \times 10 \times 0.3 \times 0.4 \times 1 = 1200(\text{N})$$

$$F_h = \rho g \times \frac{h}{2} \times (h \times L)$$

$$= 1000 \times 10 \times \frac{0.3}{2} \times (0.3 \times 1) = 450(\text{N})$$

$$\sum M_0 = 0 + \curvearrowright$$

$$F_h \times \frac{h}{3} + F_V \times \frac{b}{2} - W \times \frac{b}{2} = 0$$

$$W = \frac{(F_h \times \frac{h}{3}) + (F_V \times \frac{b}{2})}{\frac{b}{2}}$$

$$= \frac{(450 \times \frac{0.3}{3}) + (1200 \times \frac{0.4}{2})}{\frac{0.4}{2}}$$

$$= 1425(\text{N})$$

### 09

**정답** -2, -4

**해설** 전달함수  $G(s) = \frac{1}{s(s+6)} \times 8 = \frac{8}{s(s+6)}$   
 $= \frac{1}{1 + \frac{1}{s(s+6)} \times 8} = \frac{8}{1 + \frac{8}{s(s+6)}}$   
 $= \frac{\frac{8}{s(s+6)}}{\frac{s(s+6)+8}{s(s+6)}} = \frac{8}{s(s+6)+8}$   
 $= \frac{8}{s^2+6s+8} = \frac{8}{(s+2)(s+4)}$

$\therefore$  극점: -2, -4

### 10

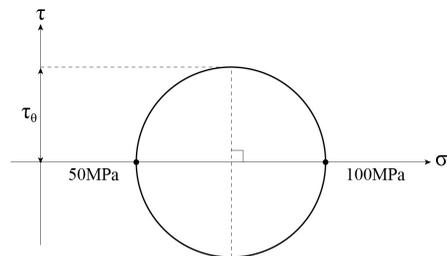
**정답** ㉠: 프로펠러, ㉡: 공동화 현상(Cavitation)

### 11

**정답** 1)  $\sigma_1 = 50\text{MPa}$ , 2)  $\sigma_2 = 100\text{MPa}$ , 3)  $\tau_\theta = \text{MPa}$

**해설**  $\sigma_1 = \frac{Pl}{4t} = \frac{1 \times 600}{4 \times 3} = 50(\text{MPa})$

$$\sigma_2 = \frac{Pl}{2t} = \frac{1 \times 600}{2 \times 3} = 100(\text{MPa})$$



$$\tau_\theta = \frac{100 - 50}{2} = 25(\text{MPa})$$

## 12

**정답** 1)  $T = 19200 \text{kg}_f \cdot \text{mm}$ , 2)  $d = 32 \text{mm}$

**해설**  $T = \left( \tau_b \times \frac{\pi}{4} \delta^2 \times Z \right) \times \frac{D_B}{2}$   
 $= \left( 2 \times \frac{3}{4} 8^2 \times 4 \right) \times \frac{100}{2}$   
 $= 19200(\text{kg}_f \cdot \text{mm})$

$$d = \sqrt[3]{\frac{16 \times T}{\pi \times \tau_s}} = \sqrt[3]{\frac{16 \times 19200}{3 \times 4}}$$

$$= \sqrt[3]{4 \times 6400} = \sqrt[3]{400 \times 64}$$

$$= \sqrt[3]{400} \times \sqrt[3]{4^3} = 8 \times 4$$

$$= 32(\text{mm})$$

## 13

**정답** 1) “○”의 명칭: 동심도(동축도)  
 2) 축 ( $\phi 50_{-0.009}^{+0.02}$ )의 공차: 0.011mm  
 3) 최대틈새  $\Delta_T$ : 0.016mm

**해설** ○: 동심도

$$\phi 50_{-0.009}^{+0.02}$$

$$\text{공차} = 0.02 - 0.009 = 0.011(\text{mm})$$

$$\phi 50_{0}^{+0.025}$$

$$\Delta_T = 50.025 - 50.009 = 0.016(\text{mm})$$

## 14

**정답** 1) 1회전당 이송량  $S = 0.4 \text{mm}$ ,  $N = 400 \text{rpm}$

**해설**  $H = \frac{s^2}{8r}$

$$s = \sqrt{H \times 8r} = \sqrt{0.01 \times 8 \times 2} = \sqrt{\frac{16}{100}} = \frac{4}{10}$$

$$= 0.4(\text{mm})$$

$$VT^n = C$$

$$V = \frac{C}{T^n} = \frac{960}{64^{0.5}} = \frac{960}{8} = 120(\text{m/min})$$

$$V = \frac{\pi DN}{1000}$$

$$N = \frac{V \times 1000}{\pi D} = \frac{120 \times 1000}{3 \times 100} = 400(\text{rpm})$$

## 15

**정답** 1) 구동축의 토크  $T = 360 \text{N} \cdot \text{m}$ , 2) 출력  $P = 72 \text{kW}$

**해설** 엔진동력  $H_E$

모터동력  $H_M$

엔진토크  $T_E = 120(\text{N} \cdot \text{m})$

모터토크  $T_M = 180(\text{N} \cdot \text{m})$

$N_E$ : 엔진의 분당 회전수,  $N_M$ : 모터의 분당 회전수

출력축 분당 회전수  $N_1 = N_E = N_M = 2400$

구동축 분당 회전수

$$N_2 = \frac{r_1 N_1}{r_2} = \frac{1 \times 2400}{1.2} = 2000(\text{rpm})$$

구동축 토크  $T_2 = T$

구동축 출력동력  $H_2 = H_E + H_M$

$$T_2 \times \frac{2\pi N_2}{60} = T_E \times \frac{2\pi N_E}{60} + T_M \times \frac{2\pi N_M}{60}$$

$$T_2 \times N_2 = T_E \times N_E + T_M \times N_M = N_1 \times (T_E + T_M)$$

$$T_2 = \frac{N_1 \times (T_E + T_M)}{N_2} = \frac{2400 \times (120 + 180)}{2000}$$

$$= 360(\text{N} \cdot \text{m})$$

$$\therefore T = 360 \text{N} \cdot \text{m}$$

$$P = T_2 \times \omega_2 = T_2 \times \frac{2\pi \times N_2}{60}$$

$$= 360 \times \frac{2 \times 3 \times 2000}{60} = 72(\text{kW})$$

## 16

**정답** 1)  $q_{in} = 3000 \text{kJ/kg}$ , 2)  $\eta_{th} = 30\%$

**해설**  $q_{in} = h_3 - h_2 = 3400 - 400 = 3000(\text{kJ/kg})$

$$\eta_{th} = \frac{w_T - w_p}{q_{in}} = \frac{(h_3 - h_4) - (h_2 - h_1)}{h_3 - h_2}$$

$$= \frac{(3400 - 2450) - (400 - 350)}{3000} = 0.3$$

$$= 30(\%)$$

## 17

**정답** 1)  $P = 8000 \text{ N/m}^2$ , 2)  $V = 8 \text{ m/s}$

**해설**  $P + \rho g \times h_2 = \gamma_L \times h_3$

$$\begin{aligned} P &= \gamma_L h_3 - \rho g h_2 \\ &= 130000 \times 0.1 - 1000 \times 10 \times 0.5 \\ &= 8000 (\text{N/m}^2) \end{aligned}$$

$$h_1 = \frac{P}{\rho g} + \frac{V^2}{2g}$$

$$\frac{V^2}{2g} = h_1 - \frac{P}{\rho g} = 4 - \frac{8000}{1000 \times 10} = 3.2 (\text{m})$$

$$V = \sqrt{2 \times g \times 3.2} = \sqrt{2 \times 10 \times 3.2} = 8 (\text{m/s})$$

