

令和 9 年度 豊橋技術科学大学第 3 年次入学者選抜学力検査問題解答例

専門科目（1：機械工学）

- (1) 縮小管を通る気流の質量保存則を考え、 $v_1 \left(\frac{\pi d_1^2}{4} \right) = v_2 \left(\frac{\pi d_2^2}{4} \right)$

$$\text{よって、} v_2 = \left(\frac{d_1}{d_2} \right)^2 v_1 = \phi^2 v_1$$

- (2) 拡大管を通る流れに対してベルヌーイの定理を適用し、質量保存則より拡大管の流出速度は v_1 となることから、

$$p_2 = p_a + \frac{\rho_a (v_1^2 - v_2^2)}{2} = p_a + \frac{\rho_a}{2} \left\{ v_1^2 - (\phi^2 v_1)^2 \right\} = p_a - \frac{\rho_a v_1^2}{2} (\phi^4 - 1)$$

- (3) 縮小管前後の流体の単位時間当たりの運動量の差は、管前後の圧力差による力と縮小管壁面から流体に作用する力 F の和と等しくなり、問(1)、問(2)の解を用いて整理し、

$$\begin{aligned} \rho_a v_1^2 \left(\frac{\pi d_1^2}{4} \right) - \rho_a v_2^2 \left(\frac{\pi d_2^2}{4} \right) &= F + \left\{ p_2 \left(\frac{\pi d_2^2}{4} \right) - p_a \left(\frac{\pi d_1^2}{4} \right) \right\} \\ F &= \rho_a \left(\frac{\pi d_1^2}{4} \right) \left\{ v_1^2 - v_2^2 \left(\frac{1}{\phi} \right)^2 \right\} - \left(\frac{\pi d_1^2}{4} \right) \left\{ p_2 \left(\frac{1}{\phi} \right)^2 - p_a \right\} \\ &= \rho_a v_1^2 \left(\frac{\pi d_1^2}{4} \right) \left(1 - \frac{\phi^2}{2} - \frac{1}{2\phi^2} \right) + p_a \left(\frac{\pi d_1^2}{4} \right) \left(1 - \frac{1}{\phi^2} \right) \end{aligned}$$

- (4) マノメータ内の水の静水圧と高さの関係より、 $p_2 = p_a - \rho_w g h$

- (5) 圧力 p_2 について、問(2)、問(4)で得られた解が等しくなることから、

$$\begin{aligned} p_a - \frac{\rho_a v_1^2}{2} (\phi^4 - 1) &= p_a - \rho_w g h \\ v_1 &= \sqrt{\frac{\rho_w}{\rho_a}} \frac{1}{\sqrt{\phi^4 - 1}} \sqrt{2gh} \\ Q = v_1 \left(\frac{\pi d_1^2}{4} \right) &= \sqrt{\frac{\rho_w}{\rho_a}} \frac{1}{\sqrt{\phi^4 - 1}} \sqrt{2gh} \left(\frac{\pi d_1^2}{4} \right) \end{aligned}$$

[2]

(1) 状態1から状態2への過程は等圧過程なので,

$$\frac{V_2}{T_2} = \frac{V_1}{T_1}$$

したがって, $T_2 = \frac{V_2}{V_1} T_1 = \frac{4}{1} \times 300 = 1200 \text{ K}$

(2) 状態1における容器内の空気の圧力を P_1 とする。このとき,

$$P_1 = \rho_1 R T_1 = 1.2 \times 287 \times 300 = 103320 \text{ Pa}$$

加熱過程において圧力は一定なので,

$$L = \int_1^2 P_1 dV = P_1 (V_2 - V_1) = 103320 \times (4 - 1) = 309960 \text{ J}$$

したがって, $L \approx 310 \text{ kJ}$

(3) 容器内の空気の質量を m [kg] とすると,

$$m = \rho_1 V_1 = 1.2 \times 1 = 1.2 \text{ kg}$$

したがって, $\Delta H = \int_1^2 m c_p dT = m c_p (T_2 - T_1) = 1.2 \times 1000 \times (1200 - 300) = 1080000 \text{ J} = 1080 \text{ kJ}$

(4) 容器内の空気に加えられた熱量を Q とする。熱力学第1法則より,

$$Q = \Delta H = 1080 \text{ kJ}$$

ヒーターの出力が 3 kW なので, $t = \frac{1080}{3} = 360 \text{ s}$

(5) 状態1から状態2への空気の状態変化は可逆等圧過程なので,

$$\Delta S = \int_1^2 m c_p \frac{dT}{T} = m c_p \ln \left(\frac{T_2}{T_1} \right) = 1.2 \times 1000 \times \ln \left(\frac{1200}{300} \right) \approx 1663 \text{ J/K}$$

(1)

ア．図 3.1(a)における力のつり合いは $R_A - W = 0$
よって, $R_A = W$

イ．図 3.1(a)における点 A まわりのモーメントのつり合いは $M_A - WL = 0$
よって, $M_A = WL$

ウ．図 3.1(b)における力のつり合いは $R_A - F = 0$
よって, $F = R_A = W$

エ．図 3.1(b)における点 A まわりのモーメントのつり合いは $M_A - xF + M = 0$
よって, $M = xF - M_A = xW - WL = -W(L - x)$

オ．はりのたわみ曲線の微分方程式 $\frac{d^2y}{dx^2} = -\frac{M}{EI}$ に問エの解を代入して,

$$\frac{d^2y}{dx^2} = -\frac{M}{EI} = \frac{W}{EI}(L - x)$$

$$\frac{EI}{W} \frac{d^2y}{dx^2} = L - x$$

$$\frac{EI}{W} \frac{dy}{dx} = -\frac{1}{2}x^2 + Lx + C_1 \quad \dots \textcircled{1}$$

$$\frac{EI}{W} y = -\frac{1}{6}x^3 + \frac{1}{2}Lx^2 + C_1x + C_2 \quad \dots \textcircled{2}$$

ここで $x=0$ においてはりの傾き $\frac{dy}{dx}$ が 0 より, 式 ① から,

$$\frac{EI}{W} \times 0 = -\frac{1}{2} \times 0^2 + L \times 0 + C_1 \Rightarrow C_1 = 0$$

また, $x=0$ においてはりのたわみ y が 0 より, 式 ② から,

$$\frac{EI}{W} \times 0 = -\frac{1}{6} \times 0^3 + \frac{1}{2}L \times 0^2 + C_1 \times 0 + C_2 \Rightarrow C_2 = 0$$

よって, 式 ② に C_1, C_2 を代入して,

$$\frac{EI}{W} y = -\frac{1}{6}x^3 + \frac{1}{2}Lx^2 = \frac{1}{6}(3L - x)x^2$$

$$\therefore y = \frac{W}{6EI}(3L - x)x^2$$

カ．問オの解において $x=L$ として,

$$\delta_w = \frac{W}{6EI}(3L - L)L^2 = \frac{WL^3}{3EI}$$

(2)

ア．図 3.1(a)の点 B の位置に R_B のみが作用した場合のたわみ δ_{R_B} は, 問(1)カの解において W を $-R_B$ に置き換えたものである。また, R_B は図 3.2 においてばねが δ だけ縮んだときの反力なので,

$$\delta_{R_B} = -\frac{R_B L^3}{3EI} = -\frac{k\delta L^3}{3EI}$$

イ． 図 3.2 のたわみ δ は重ね合わせの原理より $\delta = \delta_w + \delta_{k_b}$ となる。よって,

$$\delta = \delta_w + \delta_{k_b} = \frac{WL^3}{3EI} - \frac{k\delta L^3}{3EI}$$

$$3EI\delta = WL^3 - k\delta L^3$$

$$\delta = \frac{WL^3}{3EI + kL^3}$$

[4]

(1)

記号	ア	イ	ウ	エ	オ
解答番号	3 (面心立方)	8 (オーステナイト)	2 (体心立方)	10 (フェライト)	6 (セメンタイト)

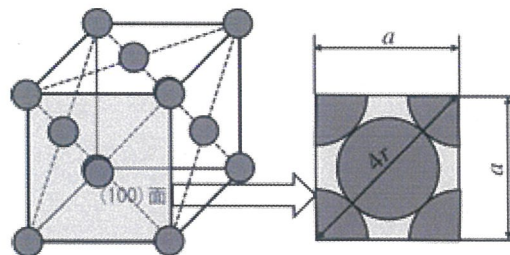
記号	カ	キ	ク	ケ	コ
解答番号	7 (パーライト)	15 (焼きならし)	14 (焼きなまし)	4 (マルテンサイト)	13 (焼入れ)

記号	サ	シ	ス	セ
解答番号	11 (焼きもどし)	19 (鋳造)	16 (塑性)	18 (切削)

(2)

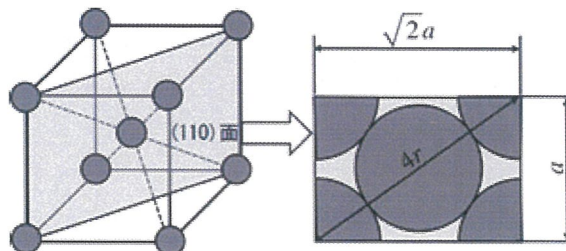
ア の格子定数

以下に示す面心立方構造の(100)面の原子配置より, $a = 2\sqrt{2}r$



ウ の格子定数

以下に示す体心立方構造の(110)面の原子配置より, $a = \frac{4}{3}\sqrt{3}r$



(3)

記 号	(a)	(b)	(c)	(d)
解 答	○	×	○	○