令和７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］

(1)

ア．タンク内の液面を基準にパスカルの原理と静水圧の理論を用い，

$$p_1 + \rho g(h - H) = p_0$$
$$p_1 = p_0 - \rho g(h - H)$$

イ．　ピストン上下の圧力差に断面積をかけ，

$$\left(\frac{\pi}{4}d_1^2\right)\rho g(h - H)$$

(2)

ア．体積流量は断面積と速度をかけ算出され，

$$Q = v_1\left(\frac{\pi}{4}d_1^2\right)$$

イ．体積流量をシリンダ先端部の断面積で除し，

$$v_2 = v_1\left(\frac{d_1^2}{d_2^2}\right)$$

ウ．タンク内の液面を基準にベルヌーイの定理を用い，

$$p_1 + \rho g(h - H) + \frac{\rho v_1^2}{2} = p_0$$
$$p_1 = p_0 - \rho g(h - H) - \frac{\rho v_1^2}{2}$$

エ．ピストンを引く力はピストン上下の圧力差より，

$$\left(\frac{\pi}{4}d_1^2\right)(p_0 - p_1) = \left(\frac{\pi}{4}d_1^2\right)\left\{\rho g(h - H) + \frac{\rho v_1^2}{2}\right\}$$

仕事は力と距離の積で表され，

$$\delta W = \rho \delta L\left(\frac{\pi}{4}d_1^2\right)\left\{g(h - H) + \frac{v_1^2}{2}\right\}$$

［２］

(1) (c)

(2) $P_A V_A = R_0 T_A$

(3) $P_A V_A^\kappa = P_B V_B^\kappa$より，状態方程式を用いて $T_A V_A^{\kappa-1} = T_B V_B^{\kappa-1}$が成り立つから，

$$T_B = \left(\frac{V_A}{V_B}\right)^{\kappa-1} T_A = \varepsilon^{\kappa-1} T_A$$

(4) $P_C = P_B$であることより，$P_B V_B = R_0 T_B$と $P_B V_C = R_0 T_C$から P_Bを消去すると，

$$T_C = \frac{V_C}{V_B} T_B = \sigma\varepsilon^{\kappa-1} T_A$$

(5) $T_C V_C^{\kappa-1} = T_D V_D^{\kappa-1}$が成り立つから，$V_D = V_A$を用いて，

$$T_D = \left(\frac{V_C}{V_D}\right)^{\kappa-1} T_C = \left(\frac{V_C}{V_A}\right)^{\kappa-1} T_C = \left(\frac{V_C}{V_B}\frac{V_B}{V_A}\right)^{\kappa-1} T_C = \frac{\sigma^{\kappa-1}}{\varepsilon^{\kappa-1}}\sigma\varepsilon^{\kappa-1} T_A = \sigma^\kappa T_A$$

(6) 問(3)～問(5)の結果より，$T_C - T_B = \varepsilon^{\kappa-1}(\sigma-1)T_A$，$T_D - T_A = (\sigma^\kappa - 1)T_A$であるから，

$$\eta = 1 - \frac{Q_o}{Q_i} = 1 - \frac{C_V(T_D - T_A)}{C_P(T_C - T_B)} = 1 - \frac{\sigma^\kappa - 1}{\kappa\varepsilon^{\kappa-1}(\sigma-1)}$$

(7) $\sigma > 1$および $\kappa > 1$より $\dfrac{\sigma^\kappa - 1}{\sigma - 1} > 1$となり，これは$\sigma$の増加に対して単調に増加する。問(6)の結果から，κとεが正の定数であるとき，

$$\eta = 1 - \frac{\sigma^\kappa - 1}{\kappa\varepsilon^{\kappa-1}(\sigma-1)} < 1$$

これより，σが増加するとηは単調に減少する。

［３］

(1)

ア.　$d = d_1 + (d_2 - d_1)\dfrac{x}{l}$

イ.　微小要素に生じる応力をσとすると，$\sigma = \dfrac{4P}{\pi d^2} = \dfrac{4P}{\pi\left\{d_1 + (d_2 - d_1)\dfrac{x}{l}\right\}^2}$

よって，微小要素の伸び$\mathrm{d}\lambda$は，$\mathrm{d}\lambda = \dfrac{\sigma}{E}\mathrm{d}x = \dfrac{4P}{\pi\left\{d_1 + (d_2 - d_1)\dfrac{x}{l}\right\}^2 E}\mathrm{d}x$

ウ.　したがって，棒全体の伸びλは，

$$\lambda = \int_0^l \mathrm{d}\lambda = \int_0^l \frac{4P}{\pi\left\{d_1 + (d_2 - d_1)\dfrac{x}{l}\right\}^2 E}\mathrm{d}x = \frac{4P}{\pi E}\left[-\frac{l}{d_2 - d_1}\left\{d_1 + (d_2 - d_1)\frac{x}{l}\right\}^{-1}\right]_0^l$$

$$= \frac{4P}{\pi E}\left(-\frac{l}{d_2 - d_1}\right)\left\{(d_1 + d_2 - d_1)^{-1} - (d_1)^{-1}\right\} = \frac{4P}{\pi E}\left(-\frac{l}{d_2 - d_1}\right)\left(\frac{d_1 - d_2}{d_1 d_2}\right) = \frac{4Pl}{\pi d_1 d_2 E}$$

(2)

ア.　問(1)ウ．の解において，d_2を$\dfrac{d_1 + d_2}{2}$に，lを$\dfrac{l}{2}$に，PをP_1に，置き換えればよいので，

$$\lambda_1 = \frac{4P_1\dfrac{l}{2}}{\pi d_1 \dfrac{d_1 + d_2}{2} E} = \frac{4P_1 l}{\pi d_1 (d_1 + d_2) E}$$

イ.　CB 間の伸びをλ_2とすると，問(2)ア．と同様にして，$\lambda_2 = \dfrac{4P_2\dfrac{l}{2}}{\pi\dfrac{d_1 + d_2}{2}d_2 E} = \dfrac{4P_2 l}{\pi(d_1 + d_2)d_2 E}$

ここで，$\lambda_1 + \lambda_2 = 0$ より，

$$\frac{4P_1 l}{\pi d_1 (d_1 + d_2) E} + \frac{4P_2 l}{\pi (d_1 + d_2) d_2 E} = 0$$

$$\frac{P_1}{d_1} + \frac{P_2}{d_2} = 0$$

$$P_2 = -\frac{d_2}{d_1}P_1$$

また，$P = P_1 - P_2$ より，

$$P = P_1 - \left(-\frac{d_2}{d_1}P_1\right) = \frac{d_1 + d_2}{d_1}P_1$$

$$P_1 = \frac{d_1}{d_1 + d_2}P$$

[4]

(1)

記号	ア	イ	ウ	エ	オ
解答番号	(13) 格子欠陥	(11) 転位	(9) バーガースベクトル	(1) 加工硬化	(2) 固溶強化

記号	カ	キ	ク	ケ
解答番号	(12) 結晶粒界	(5) 結晶粒微細化強化	(15) 結晶粒径	(7) ホール・ペッチ

(2)

記号	ア	イ	ウ	エ	オ
解答番号	(9) 共析	(2) オーステナイト	(1) フェライト	(3) パーライト	(16) A_1

記号	カ	キ	ク	ケ	コ
解答番号	(6) 析出	(18) A_3	(11) 焼入れ	(5) マルテンサイト	(12) 焼戻し

記号	サ
解答番号	(14) 焼ならし