試験日　：　2025 年 2 月 22 日

入試種別　：　2025 年度大学院(修士課程)入学試験問題

学部・研究科：先端理工学研究科　機械工学・ロボティクスコース

科目名　：　専門

解答又は解答例

材料力学

Ⅰ.

（１）$\sigma_1 = -\frac{P}{A_1} = -\frac{1}{A_1}\cdot\frac{E\delta}{\left(\frac{l_1}{A_1}+\frac{l_2}{A_2}\right)}$　　$\sigma_2 = -\frac{P}{A_2} = -\frac{1}{A_2}\cdot\frac{E\delta}{\left(\frac{l_1}{A_1}+\frac{l_2}{A_2}\right)}$

（２）$\varepsilon_1 = -\frac{\sigma_1}{E} = -\frac{1}{A_1}\cdot\frac{\delta}{\left(\frac{l_1}{A_1}+\frac{l_2}{A_2}\right)}$　　$\varepsilon_2 = -\frac{\sigma_2}{E} = -\frac{1}{A_2}\cdot\frac{\delta}{\left(\frac{l_1}{A_1}+\frac{l_2}{A_2}\right)}$

（３）$\alpha(l_1 + l_2)\Delta t$

（４）$\sigma_1 = -\frac{1}{A_1}\cdot\frac{\alpha E(l_1+l_2)\Delta t}{\left(\frac{l_1}{A_1}+\frac{l_2}{A_2}\right)}$　　$\sigma_2 = -\frac{1}{A_2}\cdot\frac{\alpha E(l_1+l_2)\Delta t}{\left(\frac{l_1}{A_1}+\frac{l_2}{A_2}\right)}$

機械力学

Ⅰ.

（１）$J\ddot{\theta}(t) + c{l_1}^2\dot{\theta}(t) + k{l_2}^2\theta(t) = 0$

（２）不減衰固有角振動数 ω_0 は,

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{k{l_2}^2}{J}}$$

（３）減衰比 ζ は,

$$\zeta = \frac{c{l_1}^2}{2\sqrt{Jk{l_2}^2}}$$

Ⅱ.

（１） $\begin{cases} m\ddot{x}_1(t) + 3kx_1(t) - kx_2(t) = 0 \\ 2m\ddot{x}_2(t) - kx_1(t) + kx_2(t) = F\sin\omega t \end{cases}$

（２）固有角振動数 ω_1, ω_2 は,

$$\omega_1 = \sqrt{\frac{(7-\sqrt{33})k}{4m}}\ ,\quad \omega_2 = \sqrt{\frac{(7+\sqrt{33})k}{4m}}$$

熱力学

（１） 状態変化 1→2 ④ 断熱変化

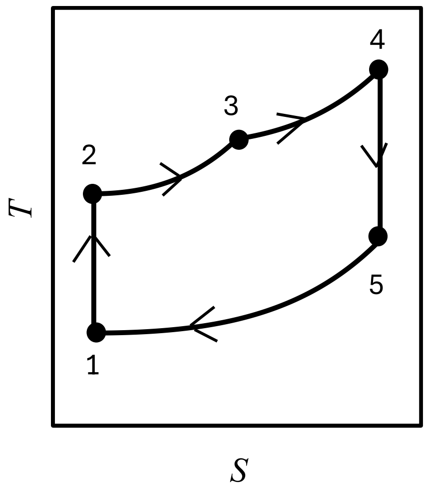
状態変化 2→3 ① 定積変化

状態変化 3→4 ② 定圧変化

状態変化 4→5 ④ 断熱変化

状態変化 5→1 ① 定積変化

（２）



（3）　$Q_1 = mC_V(T_3 - T_2) + mC_P(T_4 - T_3)$

$Q_2 = mC_V(T_5 - T_1)$

$W = Q_1 - Q_2 = mC_V(T_3 - T_2 - T_5 + T_1) + mC_P(T_4 - T_3)$

（4）　$\eta = 1 - \left(\frac{1}{\varepsilon}\right)^{\kappa-1} \frac{\zeta\rho^{\kappa}-1}{\zeta-1+\kappa\zeta(\rho-1)}$

流体工学

（1）

バルブ位置でのベルヌーイの定理よりバルブにかかる圧力 P_v は

$$p + \frac{1}{2}\rho v^2 + \rho g(H + h) = P_v$$

水面位置は変化せず v=0 であるためバルブにかかる圧力は

$$P_v = p + \rho g(H + h)$$

（2）

水面での速度 v=0 としたバルブ出口でのベルヌーイの定理は

$$p + \rho g(H + h) = \frac{1}{2}\rho v^2$$

この式からバルブ出口での速度 v を求めると

$$v = \sqrt{\frac{2p}{\rho} + 2g(H + h)}$$

体積流量は断面積 $S=\pi d^2/4$ を用いて

$$Q = vS = \frac{\pi d^2}{4}\sqrt{\frac{2p}{\rho} + 2g(H + h)}$$

（3）

円管入口の速度，管断面平均速度とバルブ出口速度を用いて各損失ヘッドを表すと

タンク底面から円管への損失: $\xi_1 \dfrac{v_a^2}{2\mathrm{g}}$

管摩擦による損失: $\lambda \dfrac{l}{d}\dfrac{v_b^2}{2\mathrm{g}}$

バルブでの損失: $\xi_2 \dfrac{v_v^2}{2\mathrm{g}}$

全圧力損失 ΔP は

$$\Delta P = \rho \mathrm{g}\left(\xi_1 \frac{v_a^2}{2\mathrm{g}} + \lambda \frac{h}{d}\frac{v_b^2}{2\mathrm{g}} + \xi_2 \frac{v_v^2}{2\mathrm{g}}\right) = \frac{1}{2}\rho\left(\xi_1 v_a^2 + \lambda \frac{h}{d} v_b^2 + \xi_2 v_v^2\right)$$

II.

（1）

レイノルズ数は以下のように求まる。

$$\mathrm{Re} = \frac{\rho v d}{\mu} = \frac{vd}{\nu} = \frac{5 \cdot 0.01}{1.0 \times 10^{-6}} = 5.0 \times 10^4$$

Re>4000 が乱流の条件であり，閾値より十分大きいことから流れは乱流である。

（2）

最初に出口における流量 Q を求める。円管の断面積 A は

$$A = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3.14 \cdot 0.01^2}{4} = 7.85 \times 10^{-5}\ \mathrm{m}^2$$

流量 Q は

$$Q = Av = 7.85 \times 10^{-5} \cdot 5 = 3.93 \times 10^{-4}\ \mathrm{m^3/s}$$

平板に作用する力は運動量変化で表せる。

$$F = \rho Q v \sin\theta = 1000 \cdot 3.93 \times 10^{-4} \cdot 5.0 \cdot \frac{1}{2} = 0.9825 \cong 0.98\ \mathrm{N}$$

$\boxed{\text{制御工学}}$

Ⅰ.

（1）$g = 20\log\frac{10}{\sqrt{(4-\omega^2)^2+4\omega^2}}$

$\varphi = -\tan^{-1}\frac{2\omega}{4-\omega^2}$

（ただしωは角周波数.）

（2）$\omega_p = \sqrt{2}$，$g_p = 20\log\frac{5\sqrt{3}}{3}$

Ⅱ.

（1）一巡伝達関数：$\frac{K}{s(1+10s)(1+s)}$

閉ループ伝達関数：$\frac{K(1+s)}{s(1+10s)(1+s)+K}$

（2）0

（3）$K = 1.1$