

試験日 : 2026 年 2 月 21 日 (土)

入試種別 : 大学院入学試験(4 月入学)修士課程 春期試験

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 : 専門科目

解答又は解答例

材料力学

I.

(1)

AC 区間の x の位置におけるはり断面の曲げモーメントの式 $M_x|_{AC}$

$$-M_x - \frac{1}{2} \times 3a \times w \times (a + a - x) = 0$$

$$\therefore M_x|_{AC} = -\frac{3aw}{2}(2a - x) = \frac{3aw}{2}x - 3a^2w$$

CB 区間の x の位置におけるはり断面の曲げモーメントの式 $M_x|_{CB}$

$$-M_x - \frac{1}{2} \times (4a - x) \times \frac{w}{3a}(4a - x) \times \frac{1}{3} \times (4a - x) = 0$$

$$\therefore M_x|_{CB} = -\frac{w}{18a}(4a - x)^3$$

(2)

このはりの最大曲げモーメントは点 A で発生する。

$$M_{\max} = -3a^2w$$

このはりの最大曲げ応力 $\sigma_{\max}$

$$\sigma_{\max} = \frac{|M_{\max}|}{Z} = \frac{3a^2w}{\frac{bh^2}{6}} = \frac{18a^2w}{bh^2}$$

(3)

AC 区間の x の位置におけるはり断面の曲げモーメントの式 $M_x|_{AC}$

$$M_x|_{AC} = \frac{3aw}{2}x - 3a^2w$$

点 A を原点とする鉛直方向下向きを y 軸とすると, たわみの基礎式より,

$$\frac{d^2y}{dx^2} = -\frac{M_x}{EI} = -\frac{\frac{3aw}{2}x - 3a^2w}{EI} = -\frac{3awx - 6a^2w}{2EI} = -\frac{3aw}{2EI}(x - 2a)$$

$$\frac{dy}{dx} = -\frac{3aw}{2EI}\left(\frac{1}{2}x^2 - 2ax + c_1\right)$$

$$y = -\frac{3aw}{2EI}\left(\frac{1}{6}x^3 - ax^2 + c_1x + c_2\right)$$

境界条件 $\frac{dy}{dx}\Big|_{x=0} = 0$ より,

$$-\frac{3aw}{2EI}c_1 = 0$$

$$\therefore c_1 = 0$$

境界条件 $y|_{x=0} = 0$ より

$$-\frac{3aw}{2EI}c_2 = 0$$

$$\therefore c_2 = 0$$

したがって、AC 区間のたわみ曲線の式は、

$$y = -\frac{3aw}{2EI} \left(\frac{1}{6}x^3 - ax^2 \right)$$

したがって、このはりの点 C のたわみ δ_C は、

$$y|_{x=a} = -\frac{3aw}{2EI} \left(\frac{1}{6}a^3 - a^3 \right) = \frac{5wa^4}{4EI} = \frac{60wa^4}{4Ebh^3}$$

機械力学

I.

$$(1) \quad 12ml^2\ddot{\theta}(t) + cl^2\dot{\theta}(t) + 4kl^2\theta(t) = 0$$

(2) 不減衰固有角振動数 ω_0 は、

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{3m}}$$

(3) 減衰比 ζ は、

$$\zeta = \frac{c}{8\sqrt{3mk}}$$

II.

$$(1) \quad \begin{cases} 2m\ddot{x}_1(t) + 2kx_1(t) - 2kx_2(t) = F \cos \omega t \\ m\ddot{x}_2(t) - 2kx_1(t) + 7kx_2(t) = 0 \end{cases}$$

(2) 固有角振動数 ω_1, ω_2 は、

$$X_1 = \frac{F(-m\omega^2 + 7k)}{(-2m\omega^2 + 2k)(-m\omega^2 + 7k) - 4k^2}$$

$$X_2 = \frac{2Fk}{(-2m\omega^2 + 2k)(-m\omega^2 + 7k) - 4k^2}$$

熱力学

(1)

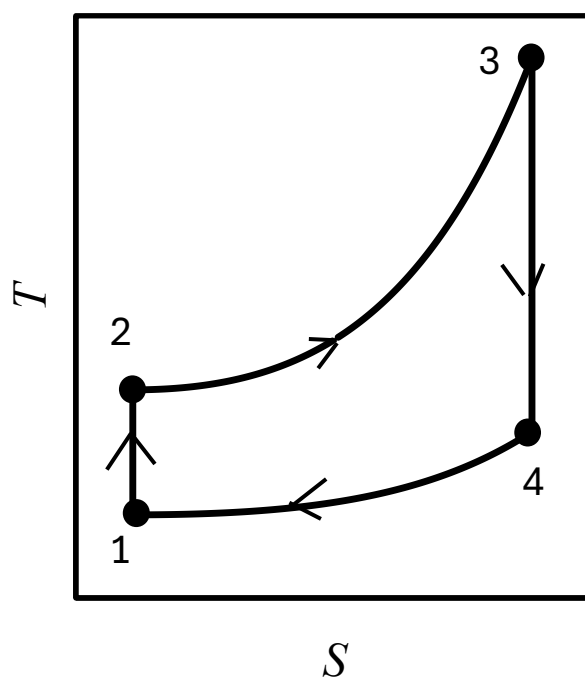
状態変化 $1 \rightarrow 2$ ④ 断熱変化

状態変化 $2 \rightarrow 3$ ② 定圧変化

状態変化 $3 \rightarrow 4$ ④ 断熱変化

状態変化 $4 \rightarrow 1$ ① 定積変化

(2)



(3)

$$Q_1 = mC_P(T_3 - T_2)$$

$$Q_2 = mC_V(T_4 - T_1)$$

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

(4)

$$T_2 = \varepsilon^{\kappa-1} T_1$$

$$T_3 = \rho \varepsilon^{\kappa-1} T_1$$

$$T_4 = \rho^{\kappa} T_1$$

(5)

$$\eta = 1 - \frac{Q_2}{Q_1}$$

(6)

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

流体工学

I.

破線の高さにおいて, 左右の管で圧力は釣り合っているため

$$p + \rho_w \mathbf{g} h = p_{atm} + \rho_{hg} \mathbf{g} H$$

大気圧 p_{atm} について解くと

$$p_{atm} = p + (\rho_w h - \rho_{hg} H) \mathbf{g}$$

II.

- (1) 水面の移動速度は無視することができ、ベルヌーイの定理より

$$\rho_w g h = \frac{1}{2} \rho_w v_{out}^2$$

よって出口位置での速度 v_{out} は

$$v_{out} = \sqrt{2gh}$$

- (2) 代表長を d としてレイノルズ数の式に v_{out} を代入すると

$$\text{Re} = \frac{\rho_w d \sqrt{2gh}}{\mu_w}$$

- (3) 各損失ヘッド h_{in} と h_f はそれぞれ以下のように示される。

$$\text{入口損失:} \quad h_{in} = \xi \frac{v^2}{2g}$$

$$\text{管摩擦による損失:} \quad h_f = \lambda \frac{L}{d} \frac{v^2}{2g}$$

全損失ヘッド Δh は

$$\Delta h = \left(\xi + \lambda \frac{L}{d} \right) \frac{v^2}{2g}$$

III.

入口と出口の断面積 A_1 , A_2 は

$$A_1 = \frac{\pi}{4} d_1^2 = \frac{\pi}{4} (0.02)^2 = \pi \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$A_2 = \frac{\pi}{4} (0.01)^2 = \frac{\pi}{4} \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

体積流量 Q は

$$Q = A_1 \cdot v_1 = \pi \cdot 10^{-4} \cdot 5.0 = 5.0\pi \cdot 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$$

連続の式より体積流量は出口でも同じであるので出口での速度 v_2 は

$$v_2 = \frac{Q}{A_2} = \frac{5\pi \cdot 10^{-4}}{\frac{\pi}{4} \cdot 10^{-4}} = 20 \text{ m/s}$$

質量流量 $\dot{m}$ は

$$\dot{m} = \rho Q = 1000 \cdot 5\pi \cdot 10^{-4} = 0.5\pi \text{ kg/s}$$

単位時間あたりの運動量 $\dot{m}v$ は

$$\dot{m}v=0.5\pi\cdot20=10\pi\,\text{N}$$

制御工学

$$\text{I} \cdot \frac{R_2}{R_1+R_2+R_1R_2C}$$

$$\text{II} . (1) 2 \left(u(t) - e^{-\frac{t}{2}} \right)$$

$$(2) 10\log_{10}2$$

$$(3) \frac{2}{1+2K}$$

$$(4) 4.5$$