

函館工業高等専門学校 専攻科

令和4年度学力検査による選抜検査問題

専 門

(生産システム工学専攻)

機械工学科目群

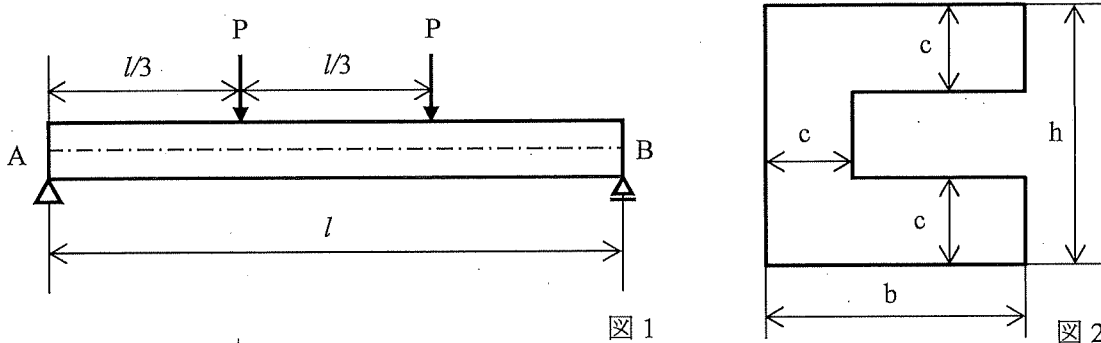
(注意)

1. 問題用紙および解答用紙は試験監督者の指示があるまで開かないこと。
2. 問題用紙は1ページから3ページまでである。
3. 解答用紙所定欄に受験番号・氏名を記入すること。
4. 解答は解答用紙の所定欄に記入すること。
5. 解答用紙(表紙含む)は試験終了時に回収する。
6. 問題用紙は持ち帰ること。

# 1. 材料力学

問 1.1 図 1 に示すように長さ  $l=3\text{ m}$  の両端支持はりが 4 点曲げの状態となっている。このはりの断面形状は図 2 に示す形状であり、寸法は  $b=h=90\text{ mm}$ ,  $c=30\text{ mm}$  である。作用荷重が  $P=120\text{ N}$  であった場合、以下の問に答えなさい。ただし、はりの縦弾性係数は  $E=72\text{ GPa}$  とし、はりの自重は無視するものとする。

- (1) このはりの中央部（左端 A から距離  $l/2$  の位置）に作用する曲げモーメントの大きさを求めなさい。
- (2) このはりの断面において図心を通る軸に対する断面二次モーメントを求めなさい。
- (3) このはりの中央部（左端 A から距離  $l/2$  の位置）に生じるたわみを求めなさい。



問 1.2 直径  $d$ , 長さ  $l$  の中実丸軸において以下の問に答えなさい。

- (1)  $d=12\text{ mm}$ ,  $l=500\text{ mm}$  のとき、この軸の極断面係数を求めなさい。
- (2)  $d=12\text{ mm}$ ,  $l=500\text{ mm}$  のとき、 $80\text{ Nm}$  のトルクが作用した場合、この軸に生じる最大せん断応力の大きさを求めなさい。
- (3) この軸のせん断強さが  $250\text{ MPa}$  で、軸に作用するトルクが  $T=100\text{ Nm}$  のとき、軸が破壊しないための直径  $d$  を求めなさい。安全率は 6 とする。

問 1.3 以下に示す事柄について説明しなさい。

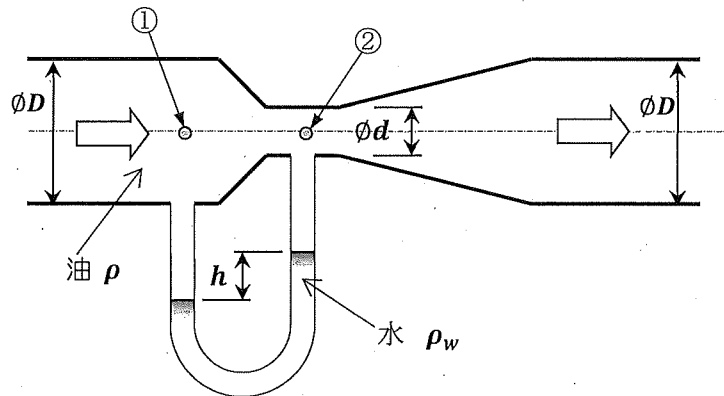
- (1) 非鉄金属の耐力
- (2) 垂直応力とせん断応力の違い

## 2. 熱流体力学

問 2.1 図のように水平なベンチュリ管内を油が流れており、水を入れたマンノメータで①部と②部の圧力差を測定している。以下の問いに答えよ。ただし、マンノメータの指示ヘッドを  $h$  [m]、①部の円管内径を  $\phi D$  [m]、②部の円管内径を  $\phi d$  [m]、流れている油の密度を  $\rho$  [kg/m<sup>3</sup>]、マンノメータ内の水の密度を  $\rho_w$  [kg/m<sup>3</sup>] とする。なお、重力加速度は  $g = 9.81 \text{ m/s}^2$  で一定とし、①と②の間でのエネルギー損失は無視すること。

(1) 円管内の体積流量  $Q$  を  $D$ ,  $d$ ,  $\rho$ ,  $\rho_w$ ,  $g$  および  $h$  を用いて表しなさい。

(2) 流量  $Q = 0.3 \text{ m}^3/\text{min}$  の場合について、①部の平均流速  $U_1$ 、①部と②部の圧力差  $\Delta p$ 、指示ヘッド  $h$ 、および①部の流れのレイノルズ数  $Re$  を求めなさい。ただし、レイノルズ数は代表長さを  $D$ 、代表速度を  $U_1$  として定義すること。また、 $\phi D = 0.15 \text{ m}$ 、 $\phi d = 0.08 \text{ m}$ 、水の密度  $\rho_w = 1000 \text{ kg/m}^3$ 、油の密度  $\rho = 820 \text{ kg/m}^3$ 、油の粘度を  $\mu = 0.056 \text{ Pa}\cdot\text{s}$  とする。



問 2.2 ある理想気体の気体定数を  $R$  [J/(kg·K)]、比熱比を  $\kappa$  としたとき、定圧比熱  $c_p$  および定積比熱  $c_v$  を、 $R$  および  $\kappa$  を用いて表しなさい。

問 2.3 ある閉じた系内に封入した理想気体を外から加熱し、圧力一定のまま可逆的に膨張させた。この理想気体の膨張前の絶対圧力を  $P_1 = 0.150 \times 10^6 \text{ Pa}$ 、温度を  $T_1 = 320 \text{ K}$ 、体積を  $V_1 = 0.250 \times 10^{-3} \text{ m}^3$ 、膨張後の温度を  $T_2 = 500 \text{ K}$  として、以下の問いに答えよ。なお、この理想気体の気体定数は  $R = 287 \text{ J/(kg}\cdot\text{K)}$ 、比熱比は  $\kappa = 1.40$  で一定とする。

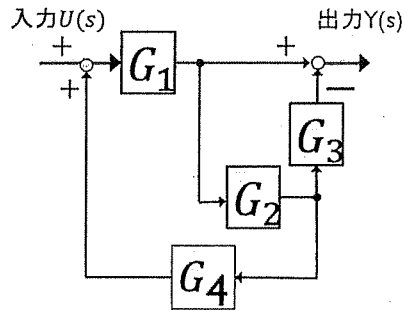
(1) 系内の理想気体の膨張後の体積  $V_2$  を求めなさい。

(2) 系内の理想気体について、膨張過程に外部から加えられた熱量  $Q$ 、膨張過程の前後における内部エネルギーの変化量  $U$ 、膨張過程で外部にした仕事  $W$  を求めなさい。

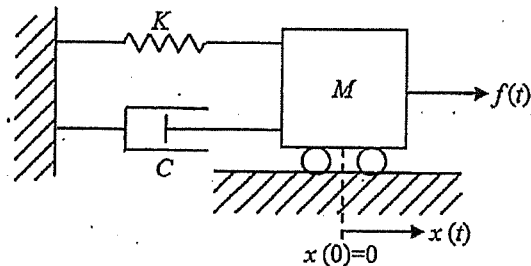
(3) 膨張過程の前後における系内の理想気体の比エントロピー変化量  $\Delta s$  を求めなさい。

### 3. 制御工学

問 3.1 下図のブロック線図に等価変換を施すことにより、システム全体としての伝達関数  $G(s) = Y(s)/U(s)$  を求めなさい。



問 3.2 下図に示す質量-ばね-ダンパ系において、次の各設問に答えなさい。初期条件は  $x(0)=\dot{x}(0)=0$  とする。



- (1) 入力を外力  $f(t)$ 、出力を変位  $x(t)$  とする伝達関数  $G(s) = X(s)/F(s)$  を求めなさい。
- (2)  $M = 1, C = 5, K = 6$  の場合において、入力を  $f(t) = \delta(t)$  としたときの応答  $x(t)$  を求めなさい。
- (3)  $M, C, K$  の各値が (2) と同じ場合において、入力を  $f(t) = 2, t \geq 0$  としたときの応答  $x(t)$  を求めなさい。

問 3.3 以下の伝達関数  $G(s)$  を構成している比例要素  $G_1(s)$ 、積分要素  $G_2(s)$ 、1 次遅れ要素  $G_3(s)$  の各ゲイン [dB] を求め、 $\omega = 0.2$  [rad/s] のときの全体のゲイン [dB] を求めなさい。

$$G(s) = \frac{317}{s(100 + 33.0s)}$$