

函館工業高等専門学校 専攻科

令和5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。

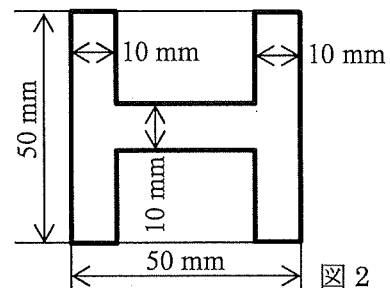
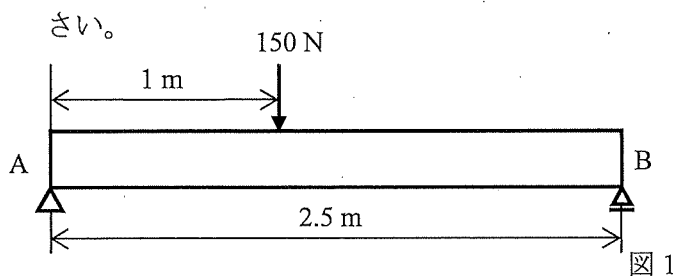
1. 材料力学

問 1.1 直径 40 mm, 長さ 800 mm の丸棒について, 以下の間に答えなさい。ただし, 丸棒の横弾性係数は 81 GPa とする。

- (1) 丸棒の長軸方向に引張荷重 300 N が作用したとき, 丸棒の垂直断面から時計回りに 20° 傾いた斜断面に生じるせん断応力の大きさを求めなさい。
- (2) 丸棒の垂直断面における断面二次極モーメントを求めなさい。
- (3) 丸棒の長軸まわりにねじりモーメント 50 Nm が作用したとき, 垂直断面に生じる最大のせん断応力を求めなさい。
- (4) 丸棒の長軸まわりにねじりモーメント 50 Nm が作用したとき, 棒全体に生じるねじれ角を求めなさい。
- (5) 丸棒の許容せん断応力が 40 MPa であったとき, 長軸まわりの伝動軸として回転数 800 rpm で伝達できる動力の大きさを求めなさい。

問 1.2 図 1 に示すように長さ 2.5 m の単純支持はりにおいて左端 A から 1 m の位置に集中荷重 150 N が作用している。以下の間に答えなさい。ただし, はりの縦弾性係数は 209 GPa とし, はりの自重は無視するものとする。

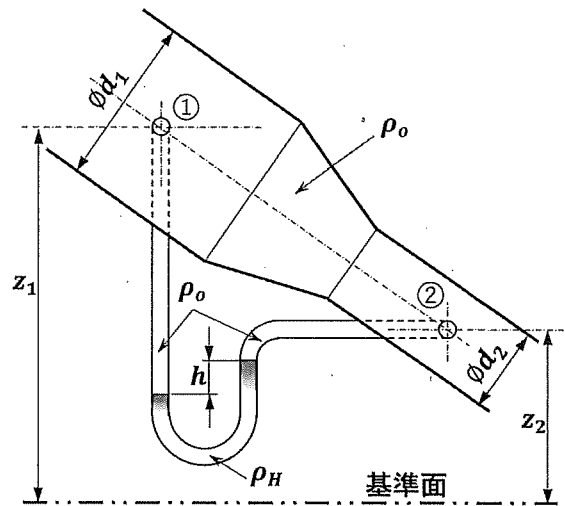
- (1) はりに作用する曲げモーメントの最大値を求めなさい。
- (2) はりの断面が図 2 の上下対称な H 型であったとき, はりのたわみを求めるのに必要な断面二次モーメントを求めなさい。
- (3) はりの断面が図 2 の上下対称な H 型であったとき, はりに生じる曲げ応力の最大値を求めなさい。
- (4) はりに生じるたわみが最大になる位置を, 左端 A からの距離として求めなさい。
- (5) はりの断面が図 2 の上下対称な H 型であったとき, はりに生じる最大のたわみを求めなさい。



2. 熱流体力学

問 2.1 図に示すように、傾斜した段付き円管内を流量 $Q = 0.12 \text{ m}^3/\text{s}$ で油(密度 ρ_o)が流れており、①部および②部の基準面からの高さは $z_1 = 5 \text{ m}$, $z_2 = 2 \text{ m}$ とする。また、水銀(密度 ρ_H)を入れたマンメータで①部と②部の圧力差を測定しており、その指示ヘッドを h , ①部および②部の円管内径を $\phi d_1 = 0.3 \text{ m}$, $\phi d_2 = 0.1 \text{ m}$, 油の比重を $S_o = 0.82$, 粘度を $\mu_o = 0.06 \text{ Pa}\cdot\text{s}$, 水銀の比重を $S_H = 13.6$, 比重の基準となる水の密度を $\rho_w = 1000 \text{ kg}/\text{m}^3$ として以下の問いに答えなさい。なお、重力加速度は $g = 9.8 \text{ m}/\text{s}^2$ で一定とし、①部と②部の間でのエネルギー損失は無視すること。

- (1) 円管内の質量流量を求めなさい。
- (2) ①部の平均流速を求めなさい。
- (3) ①部と②部の圧力差を求めなさい。
- (4) マンメータの指示ヘッドを求めなさい。
- (5) ①部における流れのレイノルズ数を求めなさい。ただし、代表長さを円管直径、代表速度を円管内流れの平均流速とする。



問 2.2 シリンダ内に質量 $m = 12 \times 10^{-3} \text{ kg}$ の理想気体を封入し、ピストンにより圧縮する場合について以下の問いに答えなさい。ただし、圧縮前の圧力を $P_1 = 120 \text{ kPa}$, 温度を $T_1 = 300 \text{ K}$, 圧縮後の圧力を $P_2 = 1.5 \text{ MPa}$ とし、圧縮過程は可逆的な断熱変化を仮定すること。なお、この理想気体の気体定数を $R = 287 \text{ J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$, 比熱比を $\kappa = 1.40$ で一定とする。

- (1) 圧縮後の気体の体積を求めなさい。
- (2) 圧縮後の気体の温度を求めなさい。
- (3) この気体の定積比熱を求めなさい。
- (4) 圧縮前後における内部エネルギー変化を求めなさい。
- (5) 圧縮に要する仕事を求めなさい。

3. 制御工学

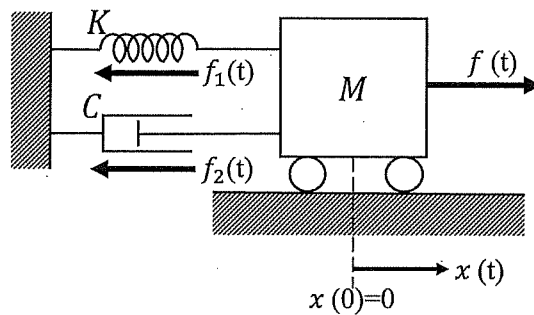
問 3.1 以下の伝達関数を持つ系へ単位ステップ信号を入力したとき、以下に示すラプラス変換の最終値定理を用いて出力の定常値 $y(\infty)$ を求めなさい。但し、 k, T, a, ω は全て正の実数である。

(1) $G(s) = \frac{k}{Ts+1}$

(2) $G(s) = \frac{s+\omega}{(s+a)^2+\omega}$

最終値定理: $\lim_{t \rightarrow \infty} y(t) = \lim_{s \rightarrow 0} sY(s)$

問 3.2 下図に示す質量-ばね-ダンパ系において、質量 M 、比例定数 K 、粘性摩擦係数 C の次の各設問に答えなさい。なお、時刻 $t \geq 0$ によって変位 $x(t)$ 、ばねによる復元力 $f_1(t)$ 、ダンパからの抵抗力 $f_2(t)$ 、外力 $f(t)$ を定義し、初期条件を $x(0) = \dot{x}(0) = 0$ とする。



- (1) この系をラプラス変換して、入力を $F(s)$ 、出力を $X(s)$ とするブロック線図で表しなさい。なお、ブロック線図は質量、ばね、ダンパの3つの要素ごとに示すこと。
- (2) この系において $C=0$ とした場合のインパルス応答 $x(t)$ を求めなさい。ただし、 M, K, t を用いて表すこと。

問 3.3 以下の伝達関数 $G(s)$ で与えられる系について、次の各設問に答えなさい。

$$G(s) = \frac{1}{s^3 + 6s^2 + 11s + 6}$$

- (1) 伝達関数の極を全て求めなさい。
- (2) この系の安定性を答え、その理由を答えなさい。