

平成31年度 編入学・転入学者選抜 専門試験

電気・機械工学科（機械工学分野）

問題冊子（解答時間120分）

注意事項

1. 試験開始の合図があるまで、配布された冊子を開いてはいけません。
2. 以下の4つの選択科目から、3科目を選択し解答してください。

科目番号・科目名
[1] 材料力学
[2] 熱力学
[3] 流体力学
[4] 制御工学

3. この冊子には問題用紙が4枚、下書き用紙が2枚あります。用紙の脱落等にご気づいたときには、手を挙げて監督者に知らせてください。
4. 問題用紙の余白や下書き用紙は、計算などに適宜使用して構いません。
5. 別冊子の解答用紙冊子には、解答用紙が3枚あります。用紙の脱落等にご気づいたときには、手を挙げて監督者に知らせてください。3枚すべての解答用紙の該当欄に、「科目番号」「科目名」「受験番号」を記入してください。
6. 時計のアラーム（時計機能以外の機能を含む）は、使用しないでください。
7. コンパス及び定規等は使用できません。
8. 携帯電話、PHS等は、電源を切って、カバン等に入れてください。
9. 試験終了まで退室できません。試験時間中に用がある場合は、手を挙げて監督者に知らせてください。
10. 試験終了後に解答用紙は回収します。問題用紙および下書き用紙は持ち帰ってください。

名古屋工業大学 電気・機械工学科（機械工学分野）

[1] 材料力学

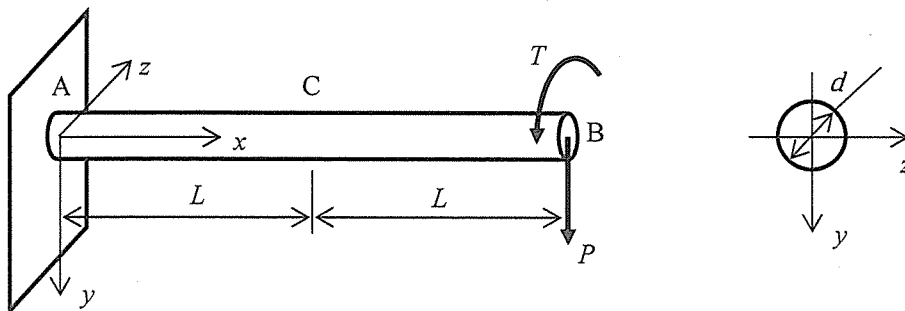
選択問題

問 剛体壁に水平に固定された、一様な円形断面をもつ長さ $2L$ の、図に示す片持ちはり AB を考える。固定端を A、自由端を B、中央断面を C とする。固定端 A に座標原点を置き、はりに沿って x 軸を、鉛直下方に y 軸をとる。 x 軸と y 軸に垂直で、横断面の図心を通る z 軸に関する断面二次モーメント I_z 、断面係数 Z 、図心に関する断面二次極モーメント I_p 、ねじりの断面係数 Z_p とする。はり AB の縦弾性係数を E 、横弾性係数を G とする。自由端 B に下向きに集中荷重 P と左回りにねじりモーメント T が作用するとき、次の(1)～(7)の問いについて答えよ。

- (1) 固定端 A での反力 R_A 、曲げモーメント M_A 、ねじりモーメント T_A の大きさを求めよ。
- (2) 自由端 B でのねじれ角 ϕ_B を求めよ。
- (3) 固定端からの距離 x の断面での曲げモーメント M を求めよ。
- (4) 自由端 B でのたわみ δ_B を求めよ。
- (5) 片持ちはり AB の断面の直径を d とする。直径 d の円形断面の断面二次モーメントは $I_z = \pi d^4 / 64$ と表せる。この断面の Z 、 I_p 、 Z_p を求めよ。

以下では $T = PL$ として、 T 、 I_z 、 Z 、 I_p 、 Z_p を用いずに答えよ。

- (6) 中央断面 C の位置のはり上側表面における垂直応力 σ_x 、 σ_z とせん断応力 τ_{zx} を求めよ。
- (7) このときの主応力 σ_1 、 σ_2 を求めよ。



[2] 熱力学

選択問題

問 カルノーサイクルに関する問題である。作動物質は2原子分子の理想気体であり、気体定数を R [J/(kg·K)] とする。理想気体の定積比熱は $5R/2$ 、定圧比熱は $7R/2$ である。 p [Pa]、 V [m³]、 T [K] はそれぞれ圧力、体積、温度を表す。

図1に示すカルノーサイクル $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 4 \rightarrow 1$ がある。ここで、状態1の圧力と体積をそれぞれ p_0 [Pa]、 V_0 [m³] とし、状態2の体積を $V_0/2$ [m³] とする。このサイクルにおいて、状態変化 $1 \rightarrow 2$ は絶対温度 T_0 [K] の等温変化、 $3 \rightarrow 4$ は $2T_0$ [K] の等温変化であり、 $2 \rightarrow 3$ および $4 \rightarrow 1$ は可逆断熱変化である。

以下の問(1)から問(9)に答えよ。ただし、各設問の末尾で { } 内に記号が指示されている場合には、そのなかから必要な記号を用いて解答せよ。{ } 内に示されていない記号を用いてはならない。また、気体が外部にする仕事 W [J] の符号は、気体が膨張する場合を正 ($W > 0$)、圧縮される場合を負 ($W < 0$) とする。また、気体に加えた熱 Q [J] の符号は、気体が加熱される場合を正 ($Q > 0$)、冷却される場合を負 ($Q < 0$) とする。

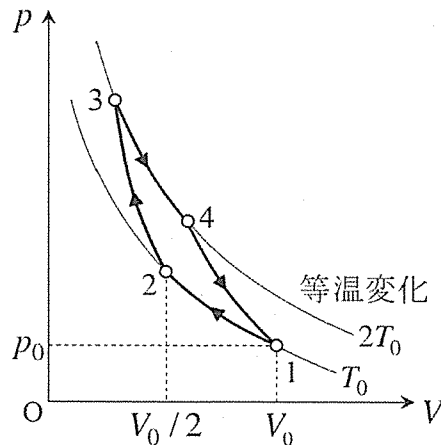


図1 カルノーサイクルの状態変化

- (1) 理想気体の質量を求めよ。{ p_0 , V_0 , T_0 , R }
- (2) 理想気体の比熱比を求めよ。
- (3) 状態2の圧力 p_2 [Pa] を求めよ。{ p_0 }
- (4) 状態3と状態4の体積 V_3 , V_4 [m³] をそれぞれ求めよ。なお、理想気体の可逆断熱変化では「 $pV^{7/5} = \text{一定}$ 」の関係が成立する。{ V_0 }
- (5) 状態1から状態2の過程における仕事 W_{12} [J] と熱 Q_{12} [J] をそれぞれ求めよ。{ p_0 , V_0 }
- (6) 状態1から状態2および状態2から状態3の過程におけるエントロピーの変化 ΔS_{12} , ΔS_{23} [J/K] をそれぞれ求めよ。{ p_0 , V_0 , T_0 }
- (7) 状態1のエントロピーを S_0 [J/K] とし、このサイクルの T - S 線図を描け。
- (8) 状態4から状態1の過程における仕事 (絶対仕事) W_{41} [J] を求めよ。{ p_0 , V_0 }
- (9) このサイクルの仕事 W_C [J] と熱効率 η_C を求めよ。{ p_0 , V_0 }

[3] 流 体 力 学

選 択 問 題

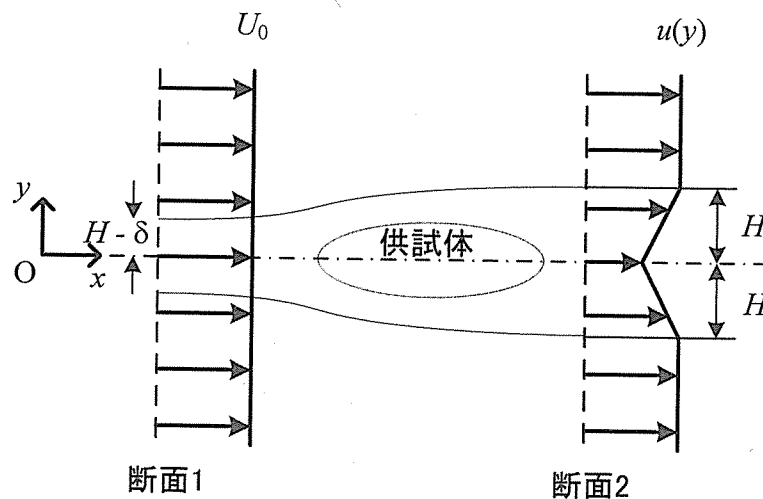
問 図に示すように、ある供試体の抵抗を風洞中で測定したところ、上流（断面1）では $u(y) = U_0$ で一様な速度分布であった。下流（断面2）では中心線（一点鎖線、 $y = 0$ ）上で対称な速度分布で、次式のようにになった。

$$u(y) = U_0 \left(1 - \alpha \left(1 - \frac{|y|}{H} \right) \right), \alpha \text{は定数.} \quad |y| \leq H$$

$$u(y) = U_0 \quad |y| \geq H$$

空気の密度は ρ とする。次の設問に答えよ。但し(3)と(7)以外は、 ρ 、 U_0 、 H 、 α のみを用いて答えよ。

- (1) 断面2の $y = 0$ から H までの流量 Q を求めよ。
- (2) 断面2の $y = H$ を通る流線は、断面1で $y = H - \delta$ を通る。 δ を求めよ。
- (3) (1)および(2)で利用された保存則は何か。次の4つから選べ（質量保存則、運動量保存則、エネルギー保存則、角運動量保存則）。
- (4) 断面1の $y = 0$ から $H - \delta$ まで単位時間当たり通過する運動量 \dot{M}_1 を求めよ。
- (5) 断面2の $y = 0$ から H まで単位時間当たり通過する運動量 \dot{M}_2 を求めよ。
- (6) 供試体に掛かる抵抗 D を求めよ。
- (7) (6)で基になる保存則は何か。次の4つから選べ（質量保存則、運動量保存則、エネルギー保存則、角運動量保存則）。



図

[4] 制御工学

選択問題

問1 図1に示す電気回路において、電圧 $v_i(t)$ を入力信号、電圧 $v_o(t)$ を出力信号とする。ただし、抵抗の抵抗値を $R[\Omega]$ 、コンデンサ (キャパシタ) の静電容量を $C[F]$ とする。この電気回路の伝達関数を求めよ。

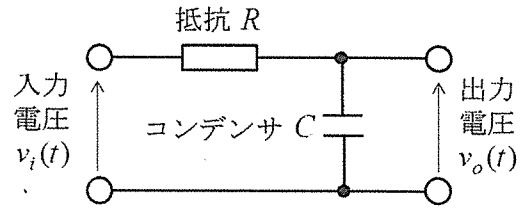


図1 電気回路

問2 つぎの伝達関数 $G_1(s)$ で表されるシステムを考える。ただし、 K は定数とする。このシステムが安定となる定数 K の範囲を求めよ。

$$G_1(s) = \frac{2}{s^4 + 2s^3 + 3s^2 + 4s + K}$$

問3 つぎの伝達関数 $G_2(s)$ で表されるシステムを考える。角周波数 $\omega = 2[\text{rad/sec}]$ の正弦波信号に対するシステムの周波数応答のゲイン [dB] と位相 [deg] を求めよ。ただし、 $\log_{10} 2 = 0.30$ とする。

$$G_2(s) = \frac{4}{s+2}$$

問4 図2のフィードバック制御系について考える。 $R(s)$ 、 $Y(s)$ は、それぞれ目標値 $r(t)$ 、制御量 $y(t)$ のラプラス変換を表す。 $C(s)$ はコントローラの伝達関数を表す。つぎの(1)~(3)の問いに答えよ。

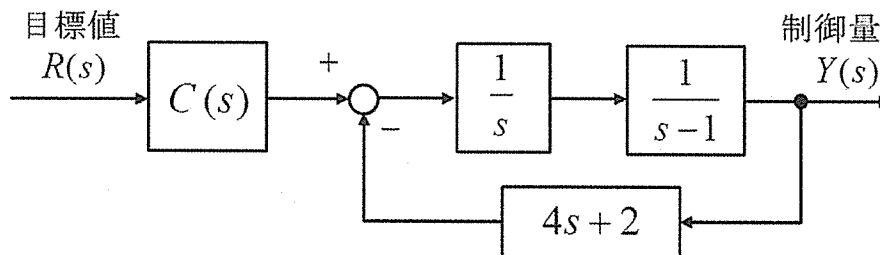


図2 フィードバック制御系

- (1) 目標値 $R(s)$ から制御量 $Y(s)$ の伝達関数を、 $C(s)$ を用いて表せ。
- (2) $C(s)=1$ とおく。目標値 $r(t)$ が単位ステップ関数であるときの制御量の応答 $y(t)$ を求めよ。
- (3) 目標値 $r(t)$ が単位ステップ関数であるときの制御量の応答 $y(t)$ が次式となるための、コントローラの伝達関数 $C(s)$ を求めよ。

$$y(t) = 1 \quad (t \geq 0)$$