

平成24年度 編入学・転入学者選抜 専門試験

機械工学科 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. 計測系プログラムと、機構系・エネルギー系プログラムでは、選択科目が異なります。第1志望のプログラムが指定する選択科目から、3科目を選択し解答してください。選択可能な問題は各プログラムで以下の○印の科目です。その中から3科目を選び、解答しなさい。

科目番号・科目名	機械工学科 教育プログラム名		
	計測系	機構系	エネルギー系
[1] 力学	○		
[2] 流体力学(1)	○		
[3] 応用数学	○		
[4] 電気工学	○		
[5] 制御工学	○	○	○
[6] 材料力学		○	○
[7] 熱力学		○	○
[8] 流体力学(2)		○	○

3. この冊子には問題用紙が8枚、下書き用紙が2枚あります。用紙の脱落等に気づいたときには、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」「志望教育プログラム名」「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。

[5] 制 御 工 学

計 測 系 , 機 構 系 , エ ネ ル ギ ー 系 プ ロ グ ラ ム 選 択 問 題

問1 ある1次遅れ系の単位ステップ応答が図1のようであった。以下の問いに答えよ。

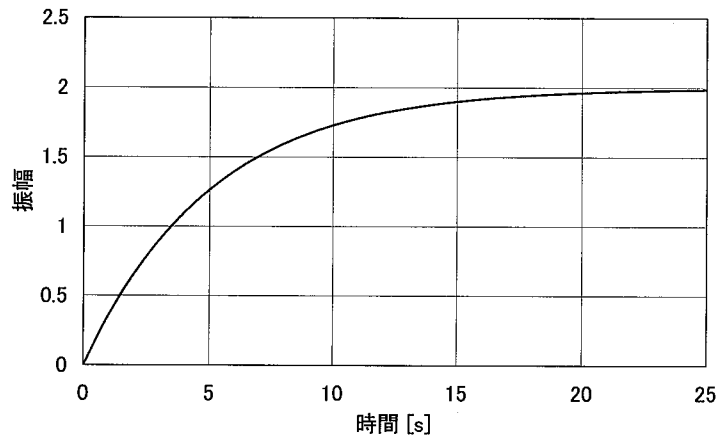


図1 1次遅れ系の単位ステップ応答

- (1) この1次遅れ系の定常ゲインと時定数を求めよ。求めた根拠も簡潔に示すこと。
- (2) この1次遅れ系の伝達関数を求めよ。
- (3) この1次遅れ系の単位ステップ応答を時間の関数として表せ。

問2 図2に示すシステムにおいて、以下の問いに答えよ。ただし、 a ($a \neq 0$) および b は定数である。

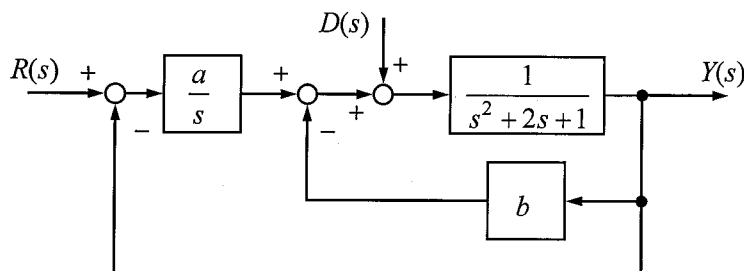


図2 システムの構成図

$D(s) = 0$ とする。つぎの(1)~(3)の問いについて答えよ。

- (1) $R(s)$ から $Y(s)$ への伝達関数を求めよ。
- (2) このシステムが安定であるとき、 $R(s)$ から $Y(s)$ への直流ゲインを求め、単位をデシベルとして表せ。
- (3) $a=1$ であるとき、このシステムが安定となる b の範囲を求めよ。

$R(s) = 0$ とし、 $D(s)$ は任意とする。つぎの(4)の問いについて答えよ。

- (4) $D(s)$ から $Y(s)$ への伝達関数を求めよ。

[6] 材料力学

機構系，エネルギー系プログラム 選択問題

次の文章を読み，問1～問6について答えよ。

図1は，部材①および②(弾性体)をピン継手で連結した構造物である。ピン継手では，モーメントは伝達されない。部材①は，鉛直な壁に対して直角である。この構造物は，支点AとEで壁に回転支持されている。これらの支点では，支点を中心にして回転できるが，鉛直方向と水平方向には移動できない。D点には，鉛直下向きに大きさ $P(>0)$ の荷重が加わる。部材①および②の断面積を A ，ヤング係数(縦弾性係数)を E とする。部材の重さ，ピン継手の孔の影響は考慮しなくてよい。また，部材①および②は，座屈しないとする。すべての部材の変形は，それらの長さに比べて微小であるとする。

はりの断面に作用するせん断力と曲げモーメントは，図2に示す方向を正(+)とする。

なお，問1と問3については，解答用紙に答を導出した過程も書き残しておくこと。

- 問1 構造物が支点A，Eから受ける力を図3のように R_{Ax} ， R_{Ay} ， R_{Ex} ， R_{Ey} とする。これらの力を求めよ。
- 問2 部材①(ABC部分)および部材②に作用する軸力 P_1 ， P_2 を求めよ。軸力は，引張りを正(+)，圧縮を負(-)とせよ。
- 問3 C点の水平方向の変位 δ_H と鉛直方向の変位 δ_V を求めよ。この場合，部材①(はりABC D)のたわみによって生じるC点の変位は，無視できるとする。すなわち，C点の変位は，部材①および②に作用する軸力によって生じるとする。なお， δ_H は水平右向きを正(+)とし， δ_V は鉛直下向きを正(+)とせよ。
- 問4 部材①(はりABCD)について，せん断力図と曲げモーメント図を描け。これらの図中には，ABCD点それぞれの位置におけるせん断力および曲げモーメントの値を記入せよ。なお，せん断力と曲げモーメントを式の形で示す必要はない。
- 問5 図4に示すように，D点の荷重に加えて，部材①のABC部分に，単位長さ当たり $w=P/L$ の均一分布荷重を鉛直下向きに加える。この場合について，部材①(はりABCD)のせん断力図と曲げモーメント図を描け。これらの図中には，ABCD点それぞれの位置におけるせん断力および曲げモーメントの値を記入せよ。なお，せん断力と曲げモーメントを式の形で示す必要はない。
- 問6 問5の場合において，正(+の曲げモーメント)が最大になる位置を求めよ。位置はA点からの距離 x で示せ。

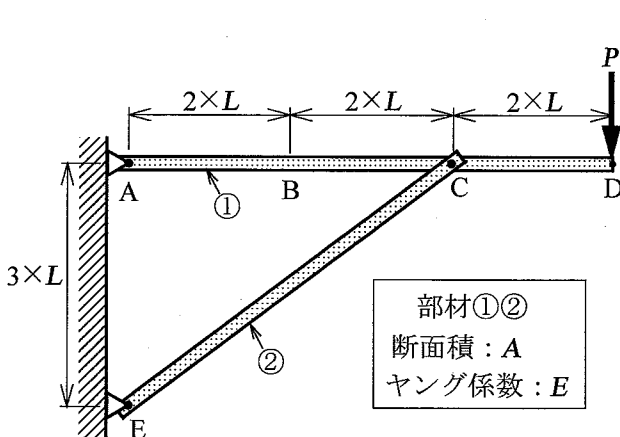


図 1

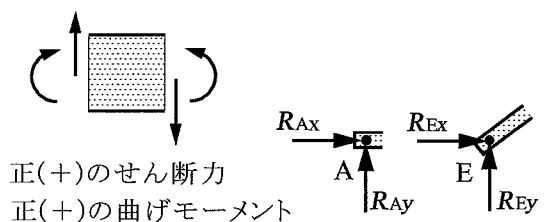


図 2

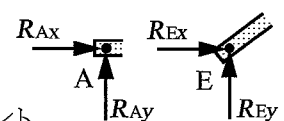


図 3

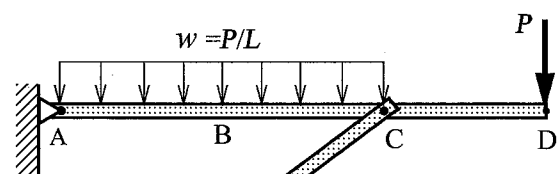


図 4

[7] 熱 力 学

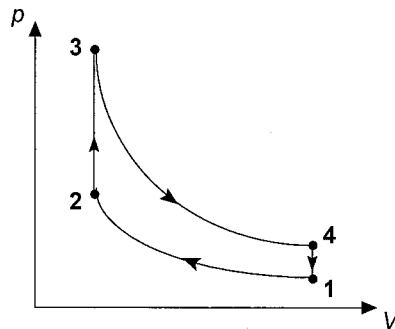
機 構 系 , エ ネ ル ギ ー 系 プ ロ グ ラ ム 選 択 問 題

問 1 ある気体 (質量 $m = 10 \text{ kg}$) を圧力 $p_1 = 600 \text{ kPa}$ から圧力 $p_2 = 100 \text{ kPa}$ まで準静的に等温膨張させたところ、この気体は仕事 $W_{12} = 2.0 \times 10^6 \text{ J}$ を外部にして、膨張後のエントロピー S_2 は膨張前のエントロピー S_1 よりも $5.0 \times 10^3 \text{ J/K}$ だけ増加した。この気体は理想気体である。必要ならば、 $\ln 6 = 1.79$ を用いること。以下の値と導出過程を解答用紙に記述すること。

- (1) 膨張後の体積 V_2 [m^3] と膨張前の体積 V_1 [m^3] の比 $\frac{V_2}{V_1}$
- (2) この等温膨張をさせるために外部から供給する熱量 Q_{12} [J]
- (3) 温度 T [K]
- (4) ガス定数 R [$\text{J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$]

問 2 質量 $m = 2.0 \times 10^{-3} \text{ kg}$ の作動気体 (比熱比 $\kappa = 1.4$, 定圧比熱 $c_p = 1050 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$) を含む閉じた系が等容変化と断熱変化とからなるサイクル $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 4 \rightarrow 1$ (オットーサイクル) に従って準静的に状態変化する。過程 $1 \rightarrow 2$ と過程 $3 \rightarrow 4$ は断熱変化であり、過程 $2 \rightarrow 3$ と過程 $4 \rightarrow 1$ は等容変化である。このサイクルの p - V 線図を図 1 に示した。状態 1 の温度 $T_1 = 300 \text{ K}$ 、状態 2 の温度 $T_2 = 722 \text{ K}$ 、状態 3 の温度 $T_3 = 2500 \text{ K}$ 、状態 4 の温度 $T_4 = 1038 \text{ K}$ である。状態 1 の圧力 $p_1 = 100 \text{ kPa}$ である。この作動気体は理想気体である。以下の値と導出過程を解答用紙に記述すること。

- (1) 定容比熱 c_v [$\text{J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$]
- (2) 等容変化である過程 $2 \rightarrow 3$ で外部から系に与えられる熱量 Q_{23} [J]
- (3) 状態 4 の内部エネルギー U_4 [J] と状態 1 の内部エネルギー U_1 [J] の差 $\Delta U = U_4 - U_1$ [J]
- (4) 熱効率 η

図 1 p - V 線図

[8] 流体力学(2)

機構系, エネルギー系プログラム 選択問題

問1 図1のような断面積と高さの変化する管路に密度 $\rho=1000 \text{ kg/m}^3$ の水が流れている。断面1, 2, 3の面積はそれぞれ $A_1=2 \text{ cm}^2$, $A_2=3 \text{ cm}^2$, $A_3=4 \text{ cm}^2$ であり, 断面2と3の高さは, 断面1の高さを基準としてそれぞれ $z_2=0.3 \text{ m}$, $z_3=0.6 \text{ m}$ となっている。また, 断面3の流速を計測したところ, $V_3=0.3 \text{ m/s}$ であった。このとき, 各種損失は無視できるものとして, 以下の問いに答えよ。

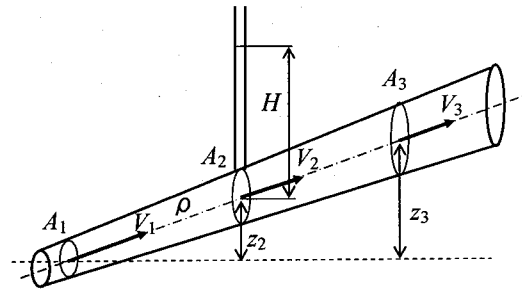


図1

- (1) 断面1と2の流速 V_1 と V_2 それぞれの値を示せ。
- (2) 断面2にマンメータを設置したところ, ヘッドが $H=1 \text{ m}$ となった(マンメータの液面は大気圧)。このとき, 断面1, 2, 3のゲージ圧 p_1, p_2, p_3 それぞれの値を示せ。重力加速度は 9.81 m/s^2 として計算せよ。

問2 x および y 方向の速度成分 u および v がそれぞれ,

$$u = -4 \cos x \sin y, \quad v = +4 \sin x \cos y,$$

で与えられる2次元流について, 以下の(1)~(3)に答えよ。

- (1) 渦度 ζ (z 軸周りの成分)の値を x と y の関数として表せ。
- (2) 加速度ベクトルの x 方向成分 a_x および y 方向成分 a_y を x と y の関数として表せ。
- (3) 初期に $d\mathbf{r} = (0, dy)$ であった微小な流体要素がこの流れに乗って移動し, 微小時間 dt 後に $d\mathbf{r}' = (dx', dy')$ へ変形した。このとき, dx' と dy' の値を x と y の関数, dt , および dy を用いて表せ。