

平成29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

入力を $u(t)$, 出力を $y(t)$ とするシステムについて考える。入出力間には, T を正の定数とし $y(t) + T \frac{dy(t)}{dt} = 2u(t)$ の関係が成り立っている。以下の問に答えよ。

- (1) このシステムの伝達関数を求めよ。
- (2) $y(0) = 0$ であるとき, $u(t) = 1 \ (t \geq 0)$ とした。このときの出力 $y(t)$ を求めよ。
- (3) ここで $T = 2$ とする。このシステムに入力 $u(t) = 5 \sin t$ を入れた。十分時間が経過したあとの出力 $y(t)$ の振幅を求めよ。

問2

伝達関数 $G(s) = \frac{6}{s^2 + 4s + 3}$ を持つ2次システムを考える。

- (1) このシステムのゲイン定数, 減衰係数および固有角周波数を求めよ。
- (2) このシステムの単位インパルス応答を求めよ。

問3

図1に示すシステムを考える。ただし a は定数とする。

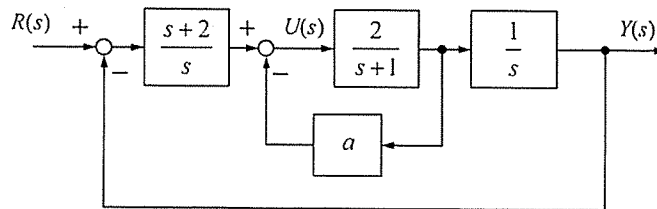


図1 システム

- (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となる定数 a の範囲を求めよ。

[6] 材 料 力 学

機 構 系 , エ ネ ル ギ ー 系 プ ロ グ ラ ム 選 択 問 題

以下の問題において、棒とはりの断面積は一樣であり、それらの自重は無視できる。棒とはりの変形は、それらの長さに対して微小である。

問1 図1のトラスにおいて、弾性棒①と②の断面積は同じである。また、それらのヤング率も同じである。C点において、鉛直下向きに大きさ $W(>0)$ の荷重が加わる。なお、弾性棒②は座屈しない。

- (1) 弾性棒②は、壁と直角である。弾性棒①の長さACを求めよ。
- (2) 弾性棒①に作用する引張力 P_1 と弾性棒②に作用する圧縮力 P_2 の比 P_1/P_2 を求めよ。
- (3) 弾性棒①の伸び量 δ_1 と弾性棒②の縮み量 δ_2 の比 δ_1/δ_2 を求めよ。
- (4) 弾性棒②の断面積を $S=1000 \text{ mm}^2$ 、ヤング率を $E=200 \text{ GPa}$ とする。荷重が $W=3 \text{ kN}$ の場合、弾性棒②の縮み量 $\delta_2[\text{mm}]$ を求めよ。
- (5) C点において、鉛直方向変位の絶対値を δ_{cv} 、水平方向変位の絶対値を δ_{ch} とする。 δ_{cv} と δ_{ch} を、弾性棒①の伸び量 δ_1 と弾性棒②の縮み量 δ_2 を用いて表せ。

問2 図2において、片持弾性はりABは剛体棒BCに剛節されている。はりABの長さは a であり、棒BCの長さは $a/4$ である。C点において、水平右向きに大きさ $W(>0)$ の荷重が加わる。はりABの軸方向の伸びは、曲げによる変形に比べて無視できる。はりABのヤング率を E 、断面2次モーメントを I とする。曲げモーメントは、図3に示す方向を正(+とする)。

- (1) A点を原点として座標 x の位置の曲げモーメント M を式で示せ。
- (2) はりABは円弧状に曲がる。そのときの円弧の半径 ρ を求めよ。
- (3) はりABのたわみ曲線を微分方程式を解いて求める場合、はりが満足すべき境界条件を示せ。
- (4) B点において、たわみの絶対値 δ_B とたわみ角の絶対値 θ_B を求めよ。
- (5) C点において、鉛直方向変位の絶対値 δ_{cv} と水平方向変位の絶対値 δ_{ch} を求めよ。

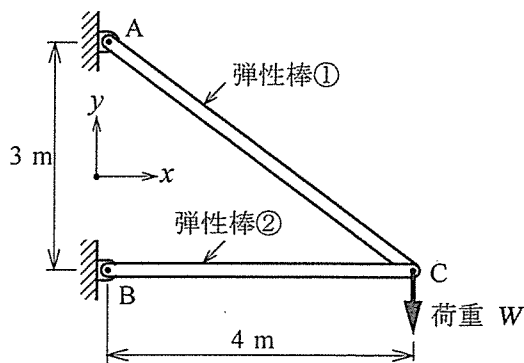


図 1

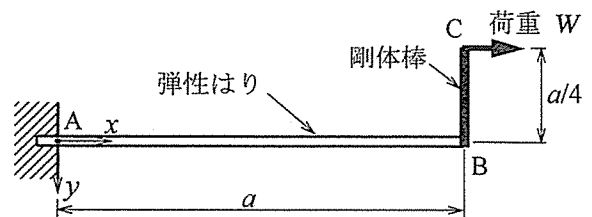
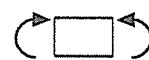


図 2



正(+)の曲げモーメント

図 3

[7] 熱力学

機構系, エネルギー系プログラム 選択問題

問題 閉じた系における質量 m [kg] の理想気体 (比熱比 κ , ガス定数 R [J/(kg·K)]) がつぎに示す二つの過程で可逆状態変化をする場合を考える。 p - V 線図 (圧力-体積線図) を図 1 に示す。

過程①(状態 1 → 状態 A → 状態 2) :

図 1 に示すように, 系に熱量 Q_{1A} [J] を加えることで, 温度 T_1 [K], 圧力 p_1 [Pa], 体積 V_1 [m³] である状態 1 から圧力 p_1 [Pa] のままで温度 T_A [K], 圧力 p_A [Pa], 体積 V_A [m³] である状態 A に状態変化させる。体積 V_A [m³] は体積 V_1 [m³] の 3 倍である。($V_A = 3V_1$)

つぎに系に熱量 Q_{A2} [J] を加えることで, 状態 A から体積 V_A [m³] のままで温度 T_2 [K], 圧力 p_2 [Pa], 体積 V_2 [m³] である状態 2 に状態変化させる。圧力 p_2 [Pa] は圧力 p_A [Pa] の 2 倍である。($p_2 = 2p_A$)

過程②(状態 1 → 状態 2) :

図 1 に示すように, 系に熱量 Q_{12} [J] を加えることで p - V 線上で状態 1 と状態 2 とを結ぶ直線に沿って状態変化をさせる。

設問すべてについて解答すること。ただし, 対数関数などが答えに含まれる場合にはそのまま示せ。

- (1) 定積比熱 c_v [J/(kg·K)] を κ と R を用いて表しなさい。
- (2) 状態 1 での体積 V_1 [m³] を m , κ , R , T_1 , p_1 から必要な記号を選んで表しなさい。
- (3) 状態 A での温度 T_A [K] を m , κ , R , T_1 , p_1 から必要な記号を選んで表しなさい。
- (4) 過程①で状態 1 から状態 A へ状態変化させたときの状態 A と状態 1 とのエンタルピーの差 $H_A - H_1$ [J] を m , κ , R , T_1 , p_1 から必要な記号を選んで表しなさい。
- (5) 過程①で状態 1 から状態 A へ状態変化させたときの状態 A と状態 1 とのエントロピーの差 $S_A - S_1$ [J/K] を m , κ , R , T_1 , p_1 から必要な記号を選んで表しなさい。
- (6) 状態 2 での温度 T_2 [K] を m , κ , R , T_1 , p_1 から必要な記号を選んで表しなさい。
- (7) 過程①で状態 A から状態 2 までで加えた熱量 Q_{A2} [J] を m , κ , R , T_1 , p_1 から必要な記号を選んで表しなさい。
- (8) 過程②で状態 1 から状態 2 へ状態変化させたときの状態 2 と状態 1 との内部エネルギーの差 $U_2 - U_1$ [J] を m , κ , R , T_1 , p_1 から必要な記号を選んで表しなさい。
- (9) 過程②で状態 1 から状態 2 までで加えた熱量 Q_{12} [J] を m , κ , R , T_1 , p_1 から必要な記号を選んで表しなさい。
- (10) 過程②で状態 1 から状態 2 へ状態変化させたときの状態 2 と状態 1 とのエントロピーの差 $S_2 - S_1$ [J/K] を m , κ , R , T_1 , p_1 から必要な記号を選んで表しなさい。

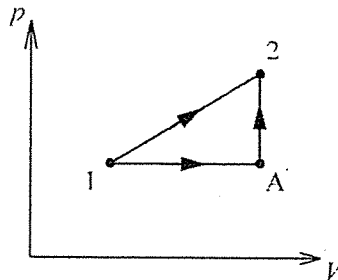
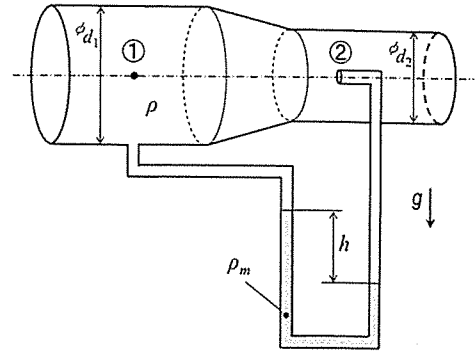


図 1 p - V 線図

[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 図のような水平に設置された縮流管（上流径 d_1 ，下流径 d_2 ）の中を密度 ρ の液体が流れている。下流位置②にピトー管（全圧管）を設置し，密度 ρ_m の液体（ $\rho_m > \rho$ ）を入れたU字管マノメータを上流位置①の断面に連結すると示差が h となった。諸損失は無視，ピトー管係数は1.0，重力加速度は g として，以下の設問に答えよ。



- (1) 下流位置②のピトー管の総圧 p_{2t} と上流位置①の静圧 p_1 との差圧 $(p_{2t} - p_1)$ を示せ。ただし，解答には ρ_m ， ρ ， g ， h を用いよ。
- (2) ベルヌーイの定理を適用して上流位置①の流速 V_1 を求めよ。ただし，解答には p_{2t} ， p_1 ， ρ を用いよ。
- (3) 上流位置①の断面と下流位置②の断面との間に連続の式を適用して下流位置②の断面の流速 V_2 を求めよ。ただし，解答には d_1 ， d_2 ， V_1 を用いよ。
- (4) 以上から， d_1 ， d_2 ， ρ_m ， ρ ， g ， h を用いて下流位置②の断面の流速 V_2 を与える式を示せ。

問2 x および y 方向の速度成分がそれぞれ $u = +\sin x \cos y$ および $v = -\cos x \sin y$ で与えられる2次元定常流について以下の設問に答えよ。ただし， x と y はデカルト座標（直角座標）の独立変数である。

- (1) この流れ場の点 (x, y) における加速度ベクトルの y 方向成分 a_y を x と y の適切な関数で表せ。
- (2) この流れ場の点 (x, y) における z 軸（ x と y に直交する軸）まわりの渦度成分 ζ を x と y の適切な関数で表せ。