

平成 2 2 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 1 2 0 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. 計測物理系プログラムと、機械系・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		
	計測物理系	機械系	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」「氏名」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

## 計測物理系，機械系，エネルギー系プログラム 選択問題

問1 伝達関数  $G(s) = \frac{b}{s+a}$  を持つシステムについて，以下の問いに答えよ。

- (1) このシステムの時定数および直流ゲインを求めよ。
- (2) このシステムの単位ステップ応答を求めよ。
- (3) このシステムの周波数応答が図1のようであった。このとき， $a$  および  $b$  の値を求めよ。

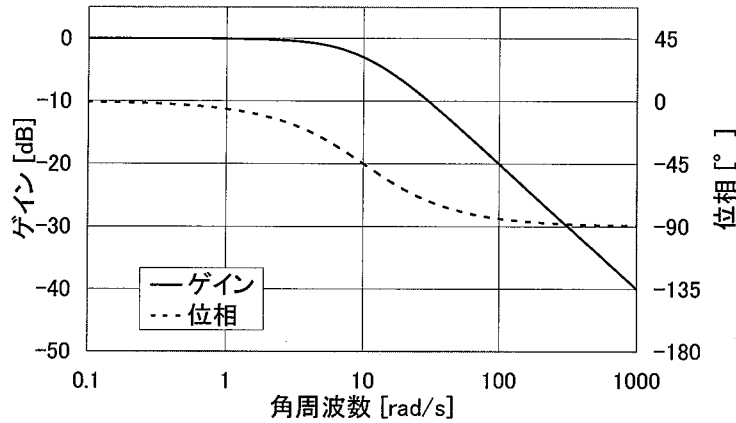


図1 システムの周波数応答

問2 図2に示すシステムについて，次の問いに答えよ。ただし， $a, b$  は実数とする。

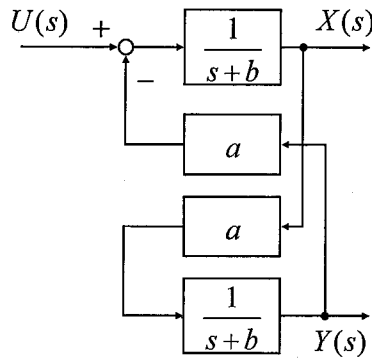


図2 システムのブロック図

- (1)  $U(s)$  から  $X(s)$  への伝達関数を求めよ。
- (2)  $U(s)$  から  $Y(s)$  への伝達関数を求めよ。
- (3) このシステムが安定となるための  $a, b$  の条件を求めよ。
- (4)  $a=1, b=1$  のとき， $U(s)$  に大きさ1，周波数  $\frac{1}{2\pi}$  [Hz] の正弦波を入れた。十分時間が経過したあとの信号  $X(s)$  の振幅を求めよ。

# [6] 材料力学

## 機械系，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8について答えよ。

図1は，弾性はりABCが柔軟なロープCDで支えられた場合である。支点Aでは，はりは，A点を中心にして回転できるが，上下左右には，移動できない。はりのAB部分には，単位長さ当たり $w=80\text{ kN/m}$ の均一分布荷重が鉛直下向きに作用している。ロープとはりの重さは考慮しなくてよい。また，はりの変形は無視できるとする。

答の数値は，有効数字を3桁(けた)として書くこと。また，単位がある場合には，数値に単位を付けて書くこと。はりに作用するせん断力と曲げモーメントの符号(±)は，図2にしたがうこと。

なお，問6を除く各問については，解答用紙に答の導出過程も書くこと。

- 問1 ロープに加わる張力の大きさ $T$ を求めよ。
- 問2 ロープの断面積は $250\text{ mm}^2$ ，ヤング率は $200\text{ GPa}$ である。張力 $T$ によるロープの伸び $\delta$ を求めよ。
- 問3 問2の場合について，ロープの伸び $\delta$ によって生じるC点の鉛直方向変位 $\lambda$ を求めよ。
- 問4 はりが支点Aから受ける力を図3に示すように $R_x$ ， $R_y$ とする。この場合， $R_x$ と $R_y$ を求めよ。
- 問5 A, B, Cのそれぞれの位置において断面に作用する曲げモーメント $M_A$ ， $M_B$ ， $M_C$ を求めよ。
- 問6 はりABC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，A, B, C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7 はりABCにおいて，曲げモーメントの絶対値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。
- 問8 図4は，はりABCの横断面の形状である。Bの位置において，はりの上面に生じる曲げ応力の絶対値 $\sigma_1$ と下面に生じる曲げ応力の絶対値 $\sigma_2$ の比， $\sigma_1/\sigma_2$ を求めよ。

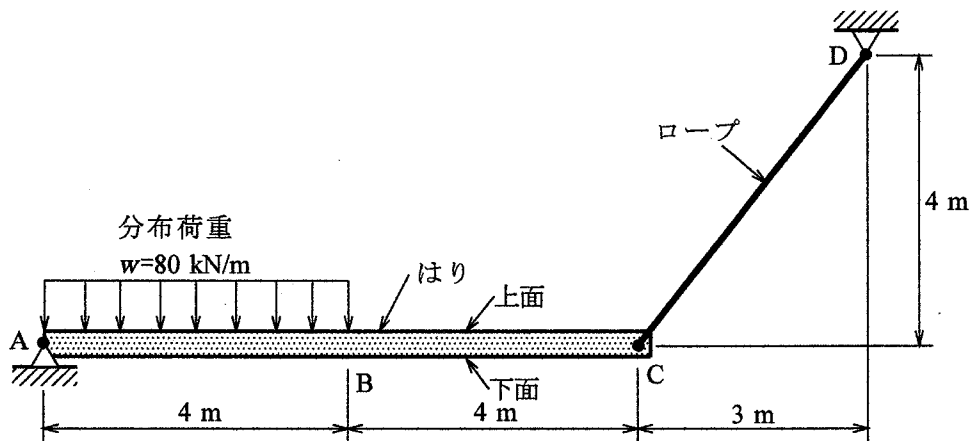
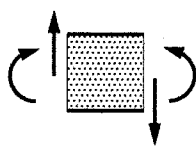


図 1



正(+)  
のせん断力  
正(+)  
の曲げモーメント

図 2

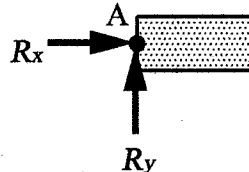


図 3

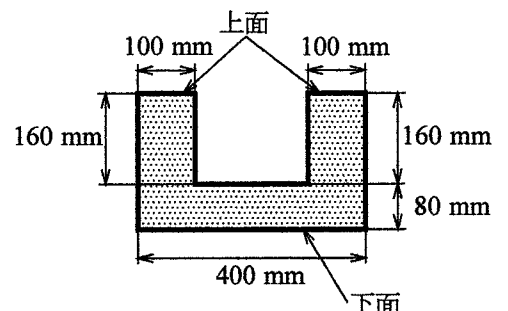


図 4

# [7] 熱力学

## 機械系，エネルギー系プログラム 選択問題

### 問1

各問に答えよ。

(1) 20 °C, 1 気圧の体積 1 m<sup>3</sup> の二酸化炭素の質量は, どれくらいか。つぎの①~④の中から一番近いものを選び。 ① 2 g ② 20 g ③ 200 g ④ 2 kg

(2) 120°C, 1 気圧において, 水蒸気の空気に対する比重は, どれくらいか。つぎの①~④の中から一番近いものを選び。

① 0.6 ② 1 ③ 2 ④ 1000

### 問2

ガスコンロで 1.0 L (リットル) のお湯を沸かすことを考える。ただし, 水の初期温度を 20 °C, お湯の温度を 70 °C とする。使用するガスコンロは, 燃料としてメタンを使用するもので, 燃料供給流量は 2.0 L<sub>N</sub>/min に調整されている。メタンの発熱量として低位 (真) 発熱量 35 MJ/m<sup>3</sup><sub>N</sub> を用いることとし, 体積 1.0 m<sup>3</sup><sub>N</sub> の価格を 200 円とする。ガスコンロの熱効率を 60 % とする。気体の体積の単位, m<sup>3</sup><sub>N</sub> および L<sub>N</sub> はそれぞれ 0°C, 1 気圧の体積 m<sup>3</sup> および L を表す。必要ならば, 1.0 cal = 4.2 J の関係を用いよ。解答は, 数値 (要・単位) で解答し, 導出過程も記述すること。

- (1) 加熱に必要な熱量  $Q$  [J] を求めよ。
- (2) 必要なメタンの体積  $V$  [L<sub>N</sub>] を求めよ。
- (3) お湯が沸く時間  $T$  [min] を求めよ。
- (4) 使用した燃料の費用  $Y$  [円] を算出せよ。

### 問3

圧縮点火機関 (ディーゼルエンジン) の圧縮過程について下記の問いに答えよ。断面積  $S = 2.0 \times 10^{-3} \text{ m}^2$  の断熱シリンダーと, 質量の無視できる断熱ピストンにより, 圧力  $p = 0.10 \text{ MPa}$ , 温度  $T = 300 \text{ K}$ , 質量  $m = 0.0010 \text{ kg}$  の空気が閉じこめられている。空気の気体定数を  $R = 300 \text{ J/(kg} \cdot \text{K)}$ , 比熱比を  $\kappa = 1.4$  とし, 必要ならば,  $20^{1.4} = 66$ ,  $20^{0.4} = 3.3$  を用いよ。解答は, 数値 (要・単位) で解答し, 導出過程も記述すること。

- (1) 閉じこめられている空気の体積  $V$  [m<sup>3</sup>] を算出せよ。
- (2) シリンダー底面とピストンとの距離  $L$  [m] を算出せよ。  
つぎに, 圧縮比が 20 となるまでピストンに力  $F$  [N] を加えた。
- (3) 空気の圧力  $p'$  [Pa] を算出せよ。
- (4) 力  $F$  [N] を算出せよ。
- (5) 空気の温度  $T'$  [K] を算出せよ。

## [8] 流体力学(2)

### 機械系, エネルギー系 プログラム 選択問題

問1 図に示すように水槽に, 床面からの高さ $h$ まで水が入っている。水面からの距離 $a$ の位置 $A$ で水槽側面に小穴を設けた。水はこの穴から水平方向に速度 $V_a$ で噴出した。水槽の断面積は小穴の面積に比べ著しく大きいとする。重力加速度を $g$ とし, 以下の問いに答えよ。ただし水は理想流体とし空気との摩擦もないものとする。また床面は水平である。

- (1)  $A$ からの流出速度 $V_a$ を求めるため, タンク内の水面と $A$ の間で成り立つベルヌイの式を書け。
- (2)  $V_a$ を求めよ。
- (3)  $A$ からの噴流が床面に達する位置を $C$ とする。水が $A$ から流出して $C$ に達するまでに要する時間 $t$ を求めよ。
- (4) 水槽側面から $C$ までの距離 $la$ を求めよ。
- (5)  $A$ より下部 $B$ に第2の小穴を設けた。ここからの噴流が床面に達する位置が $C$ と等しくなるためには,  $B$ をどこに設置したらよいか求めよ (床面からの距離 $b$ で答えよ)。

