

平成29年度
機械設計技術者試験
3級 試験問題Ⅱ

第2時限 14：20～16：20（120分）

2. 材料力学
3. 機械力学
5. 熱工学
6. 制御工学
7. 工業材料

平成29年11月19日実施

主催：一般社団法人 日本機械設計工業会

〔2. 材料力学〕

- 1 図1は、同一材料、同一寸法の2本の軟鋼製棒材が一端を剛体天井にA、Bで結合され、他端をCでピン結合されている。部材ACおよびBCの長さを $l = 1.3 \text{ m}$ とし横断面積を $A = 1.2 \text{ cm}^2$ 、縦弾性係数を E とする。また、部材ACおよびBCと y 軸とのなす角は $\theta = 40^\circ$ とする。点Cに荷重 $P = 10 \text{ kN}$ が作用したとき次の設問(1)～(3)に答えよ。

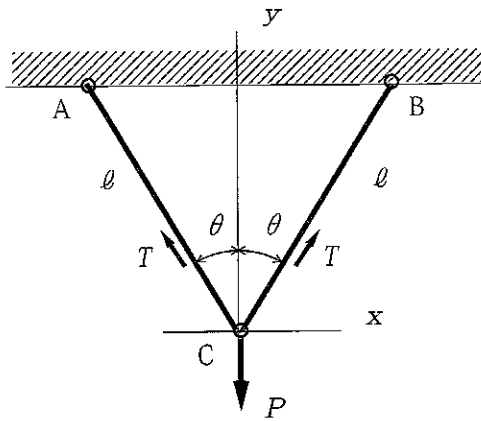


図1

- (1) 軟鋼の縦弾性係数 E の値として最も近い数値を下記の〔数値群〕から選び、その番号を解答用紙の解答欄【A】にマークせよ。

〔数値群〕 単位：GPa

- | | | | | |
|-------|-------|-------|-------|-------|
| ① 60 | ② 80 | ③ 106 | ④ 150 | ⑤ 188 |
| ⑥ 206 | ⑦ 240 | ⑧ 260 | ⑨ 280 | ⑩ 300 |

- (2) 棒に作用する張力 T を計算し、その答に最も近い値を下記の〔数値群〕から選び、その番号を解答用紙の解答欄【B】にマークせよ。

〔数値群〕 単位： $\times 10 \text{ N}$

- | | | | | |
|-------|-------|-------|-------|-------|
| ① 109 | ② 156 | ③ 218 | ④ 240 | ⑤ 293 |
| ⑥ 352 | ⑦ 407 | ⑧ 491 | ⑨ 554 | ⑩ 653 |

- (3) 点Cの垂直方向変位 λ を計算し、その答に最も近い値を下記の〔数値群〕から選び、その番号を解答用紙の解答欄【C】にマークせよ。

〔数値群〕 単位：mm

- | | | | | |
|--------|--------|--------|--------|--------|
| ① 0.34 | ② 0.45 | ③ 0.52 | ④ 0.83 | ⑤ 0.94 |
| ⑥ 1.12 | ⑦ 1.85 | ⑧ 2.31 | ⑨ 2.83 | ⑩ 3.42 |

2

毎分 950 回転で 180kW を伝達する中実丸軸を設計する場合を考える。下記の設問 (1) ~ (4) に答えよ。

(1) 軟鋼の横弾性係数 G の値として最も近い数値を下記の〔数値群〕から選び、その番号を解答用紙の解答欄【A】にマークせよ。

〔数値群〕 単位：GPa

- ① 60 ② 80 ③ 106 ④ 150 ⑤ 188
 ⑥ 206 ⑦ 240 ⑧ 260 ⑨ 280 ⑩ 300

(2) 中実丸軸の極断面二次モーメントを計算する式として正しいものを下記の〔数式群〕から選び、その番号を解答用紙の解答欄【B】にマークせよ。

〔数式群〕

- ① $\frac{\pi d^2}{64}$ ② $\frac{\pi d^3}{24}$ ③ $\frac{\pi d^3}{32}$ ④ $\frac{\pi d^4}{64}$ ⑤ $\frac{\pi d^3}{12}$
 ⑥ $\frac{\pi d^4}{32}$ ⑦ $\frac{\pi d^3}{64}$ ⑧ $\frac{\pi d^2}{24}$ ⑨ $\frac{\pi d^2}{4}$ ⑩ $\frac{\pi d^2}{32}$

(3) この中実丸軸に作用しているねじりモーメント T を計算し、その答に最も近い値を下記の〔数値群〕から選び、その番号を解答用紙の解答欄【C】にマークせよ。

〔数値群〕 単位：kN・m

- ① 0.7 ② 1.0 ③ 1.3 ④ 1.8 ⑤ 2.6
 ⑥ 3.6 ⑦ 3.9 ⑧ 4.5 ⑨ 4.8 ⑩ 6.3

(4) この中実丸軸の許容比ねじれ角を $0.25^\circ/\text{m}$ として軸の直径を計算し、その答に最も近い値を下記の〔数値群〕から選び、その番号を解答用紙の解答欄【D】にマークせよ。

〔数値群〕 単位： $\times 10^{-2}\text{m}$

- ① 3.1 ② 4.5 ③ 4.8 ④ 5.2 ⑤ 5.8
 ⑥ 6.2 ⑦ 7.5 ⑧ 8.5 ⑨ 9.8 ⑩ 11.3

3 図2のように、剛体板が2本の柱 I、II で支えられている。床も剛体である。上部の剛体板が水平に保持されるように、荷重 P を加える位置 C を決定したい。支柱 I と支柱 II は、ともに同一の軟鋼材料で作られており、横断面積は A で縦弾性係数は E とする。下記の設問 (1) ~ (4) に答えよ。

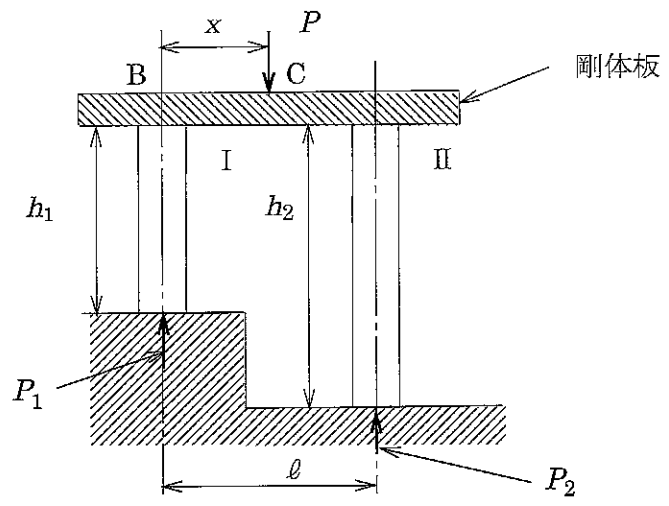


図 2

(1) 支柱 I に作用する圧縮力 P_1 を計算する式を下記の〔数式群〕から選び、その番号を解答紙の解答欄【A】にマークせよ。

〔数式群〕

- ① $\frac{Ph_1}{h_1+h_2}$
- ② $\frac{2Ph_1}{h_1+h_2}$
- ③ $\frac{Ph_2}{h_1+2h_2}$
- ④ $\frac{2Ph_2}{h_1+h_2}$
- ⑤ $\frac{3Ph_1}{h_1+h_2}$
- ⑥ $\frac{4Ph_1}{h_1+h_2}$
- ⑦ $\frac{5Ph_1}{h_1+2h_2}$
- ⑧ $\frac{Ph_2}{h_1+h_2}$
- ⑨ $\frac{2Ph_1}{h_1+2h_2}$
- ⑩ $\frac{3Ph_1}{h_1+2h_2}$

(2) 支柱 II に作用する圧縮力 P_2 を計算する式を下記の〔数式群〕から選び、その番号を解答紙の解答欄【B】にマークせよ。

〔数式群〕

- ① $\frac{Ph_1}{h_1+h_2}$
- ② $\frac{2Ph_1}{h_1+h_2}$
- ③ $\frac{Ph_2}{h_1+h_2}$
- ④ $\frac{2Ph_2}{h_1+h_2}$
- ⑤ $\frac{3Ph_1}{h_1+h_2}$
- ⑥ $\frac{4Ph_1}{h_1+h_2}$
- ⑦ $\frac{5Ph_1}{h_1+2h_2}$
- ⑧ $\frac{Ph_2}{h_1+2h_2}$
- ⑨ $\frac{2Ph_2}{h_1+2h_2}$
- ⑩ $\frac{3Ph_1}{h_1+2h_2}$

- (3) 剛体板の垂直方向変位 λ を計算する式を下記の〔数式群〕から選び、その番号を解答用紙の解答欄【C】にマークせよ。

〔数式群〕

$$\begin{array}{llll} \textcircled{1} \frac{2Ph_1h_2}{3AE(h_1+h_2)} & \textcircled{2} \frac{2Ph_1h_2}{AE(h_1+h_2)} & \textcircled{3} \frac{Ph_1h_2}{2AE(h_1+h_2)} & \textcircled{4} \frac{4Ph_1h_2}{3AE(h_1+h_2)} \\ \textcircled{5} \frac{3Ph_1h_2}{AE(h_1+h_2)} & \textcircled{6} \frac{4Ph_1h_2}{AE(h_1+h_2)} & \textcircled{7} \frac{5Ph_1h_2}{2AE(h_1+h_2)} & \textcircled{8} \frac{Ph_1h_2}{3AE(h_1+h_2)} \\ \textcircled{9} \frac{Ph_1h_2}{AE(h_1+h_2)} & \textcircled{10} \frac{3Ph_1h_2}{AE(h_1+2h_2)} & & \end{array}$$

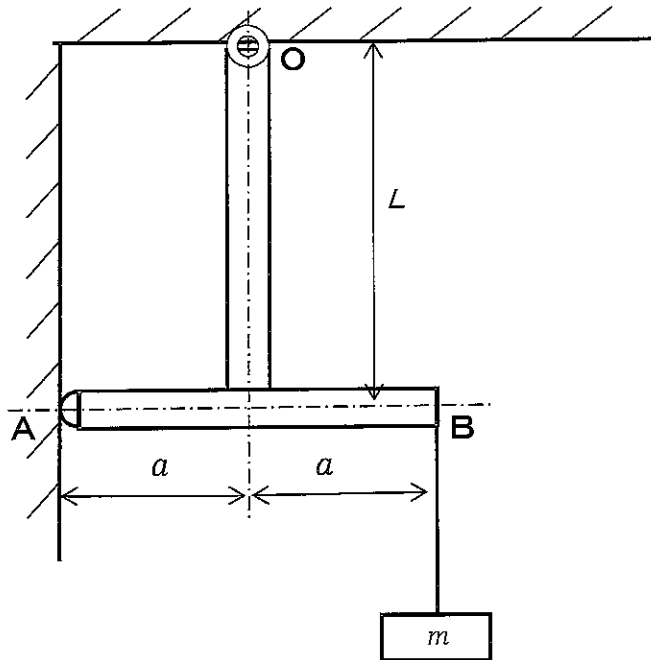
- (4) 支柱 I に作用する圧縮力 P_1 の作用点を B とし、荷重 P の作用点を C とする。上部の剛体板が水平に保持されるように、荷重を加えるための B - C 間の距離 x を与える式を下記の〔数式群〕から選び、その番号を解答用紙の解答欄【D】にマークせよ。

〔数式群〕

$$\begin{array}{lllll} \textcircled{1} \frac{h_1\ell}{h_1+h_2} & \textcircled{2} \frac{2h_1\ell}{h_1+h_2} & \textcircled{3} \frac{h_2\ell}{h_1+h_2} & \textcircled{4} \frac{2h_2\ell}{h_1+h_2} & \textcircled{5} \frac{3h_1\ell}{h_1+h_2} \\ \textcircled{6} \frac{4h_1\ell}{h_1+h_2} & \textcircled{7} \frac{5h_1\ell}{h_1+2h_2} & \textcircled{8} \frac{h_2\ell}{h_1+2h_2} & \textcircled{9} \frac{2h_2\ell}{h_1+2h_2} & \textcircled{10} \frac{3h_1\ell}{h_1+2h_2} \end{array}$$

[3. 機械力学]

- 1 下図に示すT字型の棒が、O点で回転自由のピンでとめてある。A点は、なめらかな垂直壁で接している。棒AB部分は、水平になっている。いまB点の先端部に質量 m の物体をつるした。以下の問に答えよ。ただしT字型棒の質量は、無視する。



- (1) A点に生ずる反力を、下記の〔数式群〕から一つ選び、その番号を解答用紙の解答欄【A】にマークせよ。ただし質量 m の物体による荷重を、重力加速度 g として $W(=mg)$ とする。

〔数式群〕

① $\frac{W \cdot L}{2a}$ ② $\frac{2W \cdot a}{L}$ ③ $\frac{W \cdot a}{L}$ ④ $\frac{W \cdot a}{2L}$ ⑤ $\frac{W \cdot L}{a}$

- (2) O点に生ずる力を、下記の〔数式群〕から一つ選び、その番号を解答用紙の解答欄【B】にマークせよ。

〔数式群〕

① $\sqrt{W^2 + \left(\frac{WL}{a}\right)^2}$ ② $\sqrt{W^2 + \left(\frac{2Wa}{L}\right)^2}$ ③ $\sqrt{W^2 + \left(\frac{Wa}{2L}\right)^2}$
 ④ $\sqrt{W^2 + \left(\frac{WL}{2a}\right)^2}$ ⑤ $\sqrt{W^2 + \left(\frac{Wa}{L}\right)^2}$

2

下図は、モータ軸でロープを巻き取り、質量 m のブロックを、持ち上げる機械である。今、モータ M の軸に、軸直径 $d = 80\text{mm}$ の巻き取り軸が付いている。ロープと輪軸とのすべりは、ないものとする。

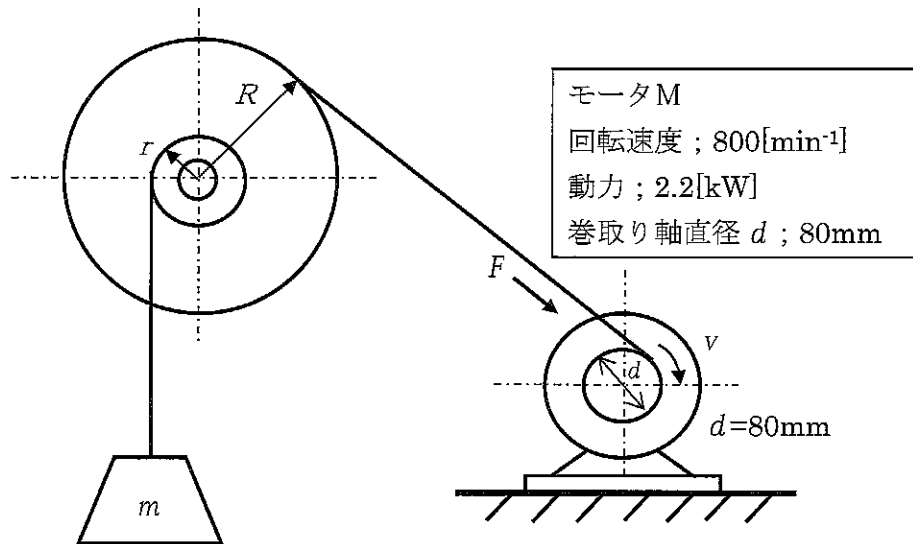
モータ M の仕様は、次のとおりである。

回転速度 $n = 800[\text{min}^{-1}]$ 、動力 $L = 2.2\text{ kW}$

巻き上げ機械の R と r は、次のとおりである。

$R = 300\text{ mm}$ 、 $r = 150\text{ mm}$

以下の問に答えよ。ただし重力加速度 $g = 9.8\text{m/sec}^2$ とする。



- (1) モータ M の仕様から、巻き取り軸の周速度 v [m/sec] を、下記の〔数値群〕から一つ選び、その番号を解答用紙の解答欄【A】にマークせよ。

〔数値群〕

- ① 1.26 ② 2.26 ③ 3.35 ④ 4.25 ⑤ 5.12

- (2) モータ軸によりロープを引きよせる力 F [N] を、下記の〔数値群〕から一つ選び、その番号を解答用紙の解答欄【B】にマークせよ。

〔数値群〕

- ① 218 ② 346 ③ 436 ④ 657 ⑤ 745

- (3) モータ軸に生ずる伝達トルク T [$\text{N}\cdot\text{m}$] を、下記の〔数値群〕から一つ選び、その番号を解答用紙の解答欄【C】にマークせよ。

〔数値群〕

- ① 18 ② 26 ③ 31 ④ 42 ⑤ 52

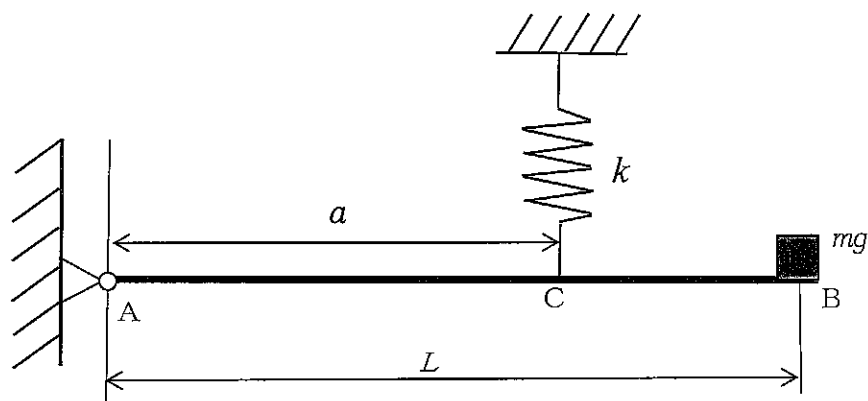
- (4) モータMによる力 F から、図で示す巻き上げ機械を使って、持ち上げることができるブロックの質量 m [kg] を、下記の〔数値群〕から一つ選び、その番号を解答用紙の解答欄【D】にマークせよ。

〔数値群〕

- ① 134 ② 268 ③ 342 ④ 452 ⑤ 521

3

下図に示すA点を回転自由に支持され、質量を無視した片持ばりがある。そのC点部は、ばね定数 k のばねで支えられている。今、はりの先端部B点に質量 m の物体を載せた。以下の問いに答えよ。ただし、はり自体は変形しないものとする。



- (1) はりのB点に質量 m の物体を載せた時、C点に作用する荷重を下記の〔数式群〕から一つ選び、その番号を解答用紙の解答欄【A】にマークせよ。
ただし質量 m の物体による荷重を、 $P (= mg)$ とする。

〔数式群〕

- ① $\frac{a^2 P}{L^2}$ ② $\frac{a P}{L}$ ③ $\frac{L P}{a}$ ④ $\frac{L^2 P}{a}$ ⑤ $\frac{P L^2}{a^2}$

- (2) はりのB点の変位量を、下記の〔数式群〕から一つ選び、その番号を解答用紙の解答欄【B】にマークせよ。

〔数式群〕

- ① $\frac{a^2 P}{L^2 k}$ ② $\frac{L^2 P}{a^2 k}$ ③ $\frac{L P^2}{a k^2}$ ④ $\frac{a^2 k}{L^2 P}$ ⑤ $\frac{P L}{a k}$

- (3) 図で示す状態でのはり A B の見かけのばね定数 K を、下記の〔数式群〕から一つ選び、その番号を解答用紙の解答欄【C】にマークせよ。

〔数式群〕

① $\frac{L^2}{a^2k}$ ② $\frac{L}{ak}$ ③ $\frac{L^2k}{a^2}$ ④ $\frac{a^2k}{L^2}$ ⑤ $\frac{a}{Lk}$

- (4) 図で示す状態でのはり A B の固有振動数を、下記の〔数式群〕から一つ選び、その番号を解答用紙の解答欄【D】にマークせよ。

〔数式群〕

① $\frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{mL^2}{a^2k}}$ ② $\frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{L^2a}{mk^2}}$ ③ $\frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{ma^2k}{L^2}}$ ④ $\frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{L^2k}{ma^2}}$ ⑤ $\frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{a^2k}{mL^2}}$

[5. 熱工学]

- 1 下記の文章は、4サイクルガソリン機関について述べたものである。文章の空欄に当てはまる適切な語句、あるいは数式を〔解答群〕から選び、その番号を解答用紙の解答欄【A】～【K】にマークせよ。

図は、4サイクルガソリン機関の p - V 線図を示している。ここで、 p はシリンダ内圧力、 V はシリンダ容積を表し、このサイクルは、吸入、圧縮、膨張、排気の【A】で行われる。ピストンがシリンダの上部に位置する時を【B】、ピストンがシリンダの最下部に位置する時を【C】という。 V_c は【D】、 V_i は【E】を示し、 $V_i/V_c = \varepsilon$ とすると、 ε は【F】を表す。

図中、① ② ③ ④ 各点の温度を、それぞれ、 T_1 、 T_2 、 T_3 、 T_4 とする。

作動流体は、点② → ③ の間に、定容状態で熱量 Q_1 を受熱し、点④ → ① の間に、定容状態で熱量 Q_2 を放熱する。

今、作動流体の質量を m [kg]、定容比熱を C_v [J/kg・K] とすると、受熱量 Q_1 、放熱量 Q_2 、仕事量 W は、それぞれ

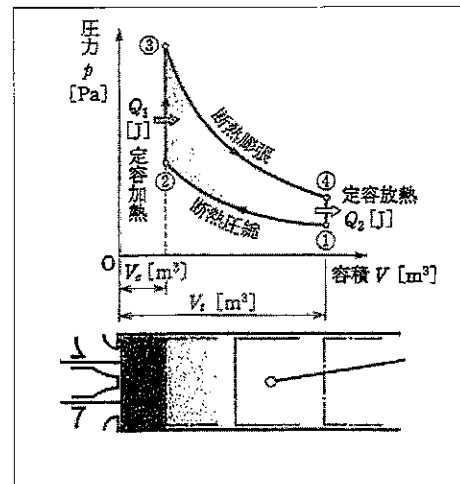
$$Q_1 = \text{【G】} \text{ [J]}$$

$$Q_2 = \text{【H】} \text{ [J]}$$

$$W = \text{【I】} \text{ [J]}$$

で表される。したがって、このサイクルの理論熱効率 η は、下記のように表される。

$$\eta = \frac{W}{Q_1} = 1 - \frac{Q_2}{Q_1} = 1 - \frac{\text{【J】}}{\text{【K】}}$$



〔解答群〕

- | | | | |
|-----------------|---------------------|---------------------|-----------------|
| ① 2行程 | ② 4行程 | ③ 下死点 | ④ 上死点 |
| ⑤ すきま容積 | ⑥ シリンダ容積 | ⑦ 行程容積 | ⑧ 膨張比 |
| ⑨ 圧縮比 | ⑩ $mC_v(T_4 - T_1)$ | ⑪ $(T_3 - T_4)$ | ⑫ $(T_4 - T_1)$ |
| ⑬ $(T_3 - T_2)$ | ⑭ $(Q_1 - Q_2)$ | ⑮ $mC_v(T_3 - T_2)$ | ⑯ $(Q_2 - Q_1)$ |

2

下記の文章は、理想気体について述べたものである。文章の空欄に当てはまる適切な語句・数値・数式を〔解答群〕から選び、その番号を解答用紙の解答欄【A】～【I】にマークせよ。

(a) 理想気体は、実在のガスの持つ性質を理想化したもので、ガスの分子は位置だけはあるが、体積を持たず、かつ、分子間や壁との間には引力は働かないと仮定されている。

今、理想気体において、気体の圧力 p 、体積 V 、質量 m 、ガス定数 R 、絶対温度 T とした時、次の状態方程式

$$\text{【A】} \cdots \cdots (1)$$

が成立する。

この時、比体積 v は、【B】 m^3/kg で表されるから、(1) 式は

$$\text{【C】} \cdots \cdots (2)$$

となる。

ガス定数 R の値は、気体の種類によって異なるが、気体の質量 m は、モル数 n と分子量 M の【D】に等しく、(1) 式は、 $pV = nMRT$ となる。

ここで、 $R_0 = \text{【E】}$ とすると、(1) 式は

$$\text{【F】} \cdots \cdots (3)$$

となり、 R_0 は、全ての気体に対して相等しい値となる。これを【G】という。

また、ガス定数 R は、1kg の理想気体を定圧 p の下で温度 T を 1K 上昇させた時、外部にする仕事 W は、【H】になるという物理的意味を持つことを表している。

(b) 今、空気を貯蔵タンクに圧縮機で貯えたところ、貯蔵タンク内の圧力が 100kPa、温度が 50℃であった。この時の貯蔵タンク内の空気密度 ρ は、【I】 $[\text{kg}/\text{m}^3]$ である。

ただし、空気のガス定数 $R = 287\text{J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ とし、 $\rho = 1/v$ で示される。

〔解答群〕

- | | | | | |
|--------------|-------------|----------------|-----------------|----------|
| ① $pV = mRT$ | ② $pV = RT$ | ③ $pV = nR_0T$ | ④ $p = \rho RT$ | ⑤ m/V |
| ⑥ V/m | ⑦ 積 | ⑧ 和 | ⑨ MR | ⑩ 一般ガス定数 |
| ⑪ ガス定数 | ⑫ pV | ⑬ $pV T$ | ⑭ 0.981 | ⑮ 1.078 |
| ⑯ 1.101 | ⑰ 1.201 | | | |

[6. 制御工学]

1

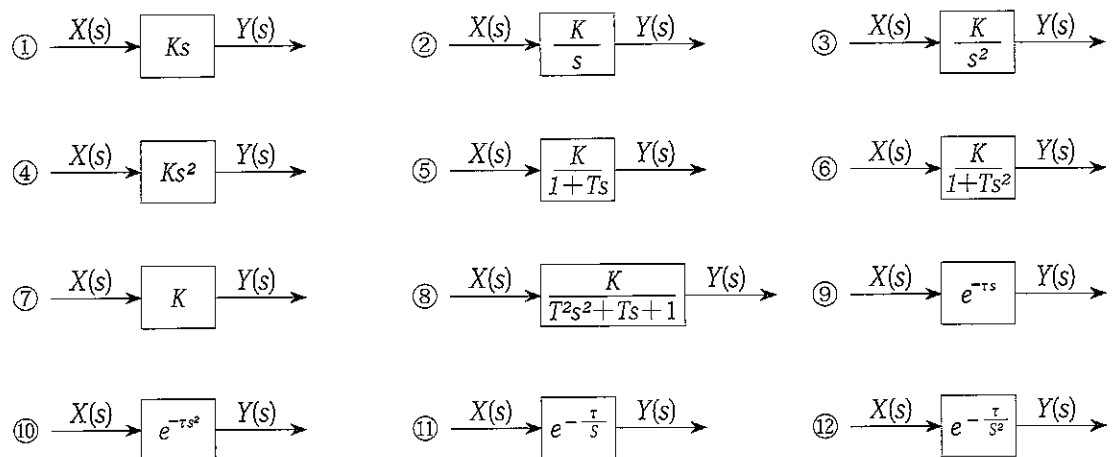
制御系の動作特性を知るには、規則的に変化する入力信号を要素やシステムに与え、その反応から特性を調べる。入力として、単位の大さのステップ信号を印加したときに得られる応答をインディシャル応答という。次表のインディシャル応答の説明文に最も適切な制御系の要素を下記の〔語句群〕から選び、その番号を解答用紙の解答欄【A】～【E】にマークせよ。また、その制御系の要素に最も適切なブロック線図を下記の〔図群〕から選び、その番号を解答用紙の解答欄【F】～【J】にマークせよ。

インディシャル応答	制御系の要素	ブロック線図
0 から徐々に大きくなり、その増大する割合が一定になった	【A】	【F】
単一の指数関数状に増加して定常値に落ち着いた	【B】	【G】
入力信号と同じ波形で、時間だけが遅れた	【C】	【H】
入力信号と同じ波形で、大きさが K 倍になった	【D】	【I】
理論的には、入力信号が加えられた瞬間、急峻に立ち上がり即座に 0 となるが、物理的には存在しない	【E】	【J】

〔語句群〕 解答欄【A】～【E】に対応

- | | | | |
|----------|----------|----------|----------|
| ① むだ時間要素 | ② 微分要素 | ③ 減衰要素 | ④ 比例要素 |
| ⑤ 行き過ぎ要素 | ⑥ 積分要素 | ⑦ 整定要素 | ⑧ 遅れ時間要素 |
| ⑨ 一次遅れ要素 | ⑩ 位相進み要素 | ⑪ 位相遅れ要素 | ⑫ 進み時間要素 |

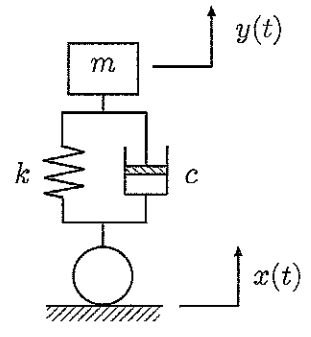
〔図群〕 解答欄【F】～【J】に対応



〔補足〕 K はゲイン定数、 s はラプラス演算子、 T は時定数、 τ は時間要素

2

右図のような質量 m 、ばね定数 k 、ダッシュポットの粘性係数 c で構成された機械振動系について、次の設問 (1) ~ (5) に答えよ。



(1) 車輪の変位 $x(t)$ 、質量 m の変位 $y(t)$ のとき、この系の運動方程式として、最も適切な式を下記の〔数式群〕の中から選び、その番号を解答用紙の解答欄【A】にマークせよ。

〔数式群〕

- ① $(m+c) \frac{d^2x(t)}{dt^2} + kx(t) = c \frac{dy(t)}{dt} + ky(t)$
- ② $m \frac{d^2y(t)}{dt^2} + c \frac{dy(t)}{dt} + ky(t) = c \frac{dx(t)}{dt} + kx(t)$
- ③ $(m+c) \frac{d^2y(t)}{dt^2} + ky(t) = c \frac{dx(t)}{dt} + kx(t)$
- ④ $m \frac{d^2x(t)}{dt^2} + c \frac{dx(t)}{dt} + kx(t) = c \frac{dy(t)}{dt} + ky(t)$
- ⑤ $m \frac{d^2x(t)}{dt^2} + (c+k)x(t) = (c+k)y(t)$
- ⑥ $m \frac{d^2x(t)}{dt^2} + \frac{1}{2}(c+k)x(t) = \frac{1}{2}(c+k)y(t)$

(2) この系の伝達関数 $G(s)$ として、最も適切な式を下記の〔数式群〕の中から選び、その番号を解答用紙の解答欄【B】にマークせよ。ただし、ラプラス変換を施す際、全ての初期値を 0 とする。

〔数式群〕

- ① $\frac{k}{ms+c}$
- ② $\frac{c}{ms+k}$
- ③ $\frac{ks}{ms+c}$
- ④ $\frac{cs}{ms+k}$
- ⑤ $\frac{k}{ms^2+cs+k}$
- ⑥ $\frac{c}{ms^2+cs+k}$
- ⑦ $\frac{ks}{ms^2+cs+k}$
- ⑧ $\frac{cs}{ms^2+cs+k}$
- ⑨ $\frac{cs+k}{ms^2+cs+k}$
- ⑩ $\frac{ks+c}{ms^2+cs+k}$
- ⑪ $\frac{cs^2+k}{ms^2+cs+k}$
- ⑫ $\frac{ks^2+c}{ms^2+cs+k}$

(3) この系の固有角周波数 ω_n を求める式として、最も適切な式を下記の〔数式群〕の中から選び、その番号を解答用紙の解答欄【C】にマークせよ。

〔数式群〕

- ① $\frac{c}{2mk}$
- ② $\frac{c}{2\sqrt{mk}}$
- ③ $\frac{c}{\sqrt{mk}}$
- ④ $\frac{k}{\sqrt{mc}}$
- ⑤ $\sqrt{\frac{m}{k}}$
- ⑥ $\sqrt{\frac{k}{m}}$
- ⑦ $\frac{c}{\sqrt{2mk}}$
- ⑧ $\frac{k}{\sqrt{2mc}}$
- ⑨ $\sqrt{\frac{2m}{k}}$
- ⑩ $\sqrt{\frac{m}{2k}}$
- ⑪ $\sqrt{\frac{k}{2m}}$
- ⑫ $\sqrt{\frac{2k}{m}}$

- (4) 固有角周波数 ω_n が与えるこの系の制御特性(指標)として、最も適切な語句を下記の〔語句群〕の中から選び、その番号を解答用紙の解答欄【D】にマークせよ。

〔語句群〕

- ① 安定性 ② 共振性 ③ 速応性
④ 定常特性 ⑤ 伝達特性

- (5) 質量 $m = 60\text{kg}$ 、ばね定数 $k = 2.5\text{kN/m}$ 、ダッシュポットの粘性係数 $c = 200\text{Ns/m}$ のとき、整定時間 $t_s[\text{s}]$ を計算し、最も近い値を下記の〔数値群〕の中から選び、その番号を解答用紙の解答欄【E】にマークせよ。

ただし、整定時間 t_s は、応答が定常値の $\pm 5\%$ 以内の値に減衰するまでの時間であり、減衰係数を ξ とすれば

$$t_s = \frac{3}{\xi\omega_n}$$

で求めることができる。

〔数値群〕 単位：s

- ① 0.89 ② 1.16 ③ 1.47 ④ 1.79
⑤ 2.12 ⑥ 2.53 ⑦ 2.97 ⑧ 3.24

〔7.工業材料〕

1

次に示す (A)～(H) は、それぞれ鉄鋼の金属組織およびその関連用語を説明したものである。(A)～(H) に最もよく当てはまる金属組織の名称またはその関連用語を答えなさい。答は〔語句群〕の中から最も適切なものを選び、その番号を解答用紙の解答欄【A】～【H】にマークせよ。ただし、重複使用は不可である。

- (A) 炭素等を固溶した面心立方構造の γ 固溶体。解答欄【A】にマークせよ。
- (B) オーステナイト領域から急冷した際、 M_s 点以下で生じる組織。解答欄【B】にマークせよ。
- (C) 鉄と炭素の化合物(炭化物)で、化学式は Fe_3C で表される。解答欄【C】にマークせよ。
- (D) 炭素等を固溶した体心立方構造の α 固溶体(または δ 固溶体)。解答欄【D】にマークせよ。
- (E) 焼入れ後に 500°C 以上の高温で焼戻ししたときの組織(調質組織)。解答欄【E】にマークせよ。
- (F) オーステナイトから共析変態したフェライトとセメンタイトの層状組織。解答欄【F】にマークせよ。
- (G) 過冷オーステナイトから、パーライト変態温度と M_s 点との範囲で等温保持したときに得られる組織。解答欄【G】にマークせよ。
- (H) 溶鋼段階から鋼材中に存在する酸化物や硫化物など。解答欄【H】にマークせよ。

〔語句群〕

- | | | | |
|----------|-----------|-----------|-----------|
| ① パーライト | ② デンドライト | ③ セメンタイト | ④ 非金属介在物 |
| ⑤ フェライト | ⑥ トルースタイト | ⑦ オーステナイト | ⑧ ベイナイト |
| ⑨ レデブライト | ⑩ マグネタイト | ⑪ ソルバイト | ⑫ マルテンサイト |

2

次の設問（A）～（H）は各種工業材料について記述したものである。各設問について正しい答えを選び、その番号を解答用紙の解答欄【A】～【H】にマークせよ。

（A）次に示す金属のうち、密度がもっとも小さいものはどれか。解答欄【A】にマークせよ。

- ① 銅 (Cu) ② 金 (Au) ③ 鉄 (Fe) ④ アルミニウム (Al)

（B）炭素工具鋼の JIS による鋼種記号は、次のうちのどれか。解答欄【B】にマークせよ。

- ① SK ② SKH ③ SKS ④ SKT

（C）ばね鋼の JIS による鋼種記号は、次のうちのどれか。解答欄【C】にマークせよ。

- ① SUJ ② SUM ③ SUP ④ SUS

（D）次に示す工具材料のうち、もっとも耐熱性に優れているものはどれか。解答欄【D】にマークせよ。

- ① 高速度工具鋼 ② セラミックス ③ 超硬合金 ④ ダイヤモンド

（E）快削鋼において、被削性を向上させるために添加されている合金元素は、次のうちのどれか。解答欄【E】にマークせよ。

- ① クロム (Cr) ② ニッケル (Ni) ③ イオウ (S) ④ モリブデン (Mo)

（F）機械を据え付ける際の土台やその関連箇所には、種々の基礎材料が用いられている。基礎材料のうち、セメントと砂を水で練り混ぜたもので、床の上塗りやすえ付けボルトの固定などに用いられている材料は、次のうちのどれか。解答欄【F】にマークせよ。

- ① モルタル ② レンガ ③ コンクリート ④ サーメット

（G）金属のうちでは最も融点 (3380℃) が高く、電気抵抗が大きいので電球などのフィラメントに使用されている金属は次のうちのどれか。解答欄【G】にマークせよ

- ① チタン ② 銅 ③ タングステン ④ ニッケル

（H）スチロール樹脂とも呼ばれるもので、各種家庭用品や文具類に用いられている有機系材料は次のうちのどれか。解答欄【H】にマークせよ。

- ① ポリエチレン ② ポリアミド ③ ポリ塩化ビニル ④ ポリスチレン