令和5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)

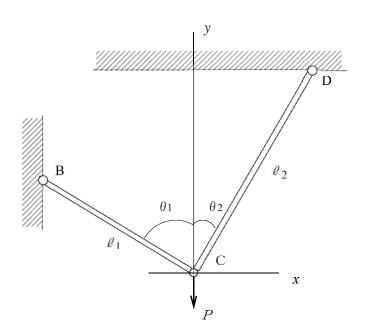
- 2. 材料力学
- 3. 機械力学
- 5. 熱工学
- 6. 制御工学
- 7. 工業材料

令和5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]

図のように長さ ℓ_1 および ℓ_2 の軟鋼製棒材の上端が剛体の天井と側壁にピンで取り付けられ ている。両部材の他端はCでピン結合されている。両部材の縦弾性係数E = 206 GPa、横断 面積は $A=100~\mathrm{mm}^2$ であり、長さは $\ell_1=2.25~\mathrm{m}$ 、 $\ell_2=2.85~\mathrm{m}$ である。また、取り付け 角度は γ 軸に対して $\theta_1 = 60^\circ$, $\theta_2 = 30^\circ$ である。 γ 軸方向に荷重 P = 15.0 kN の力が作用 するとき、以下の設問(1)~(5) に答えよ。



(1) 棒材 BC に作用する張力を T_1 とし、棒材 CD に作用する張力を T_2 する。 T_1 および T_2 のx軸方向の力の釣り合い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【A】にマークせよ。

〔数式群〕

(1)
$$T_1 \sin \theta_1 = T_2 \sin \theta_2$$

①
$$T_1 \sin \theta_1 = T_2 \sin \theta_2$$
 ② $T_1 \cos \theta_1 = T_2 \cos \theta_2$ ③ $T_1 \cos \theta_1 = T_2 \sin \theta_2$

$$\Im T_1 \cos \theta_1 = T_2 \sin \theta_2$$

(2) 棒材 BC および棒材 CD に作用する張力 T_1 、 T_2 の γ 軸方向の力の釣り合い式として正 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。

$$2 T_1 \sin \theta_2 + T_2 \sin \theta_1 = P$$

$$3 T_1 \sin \theta_1 + T_2 \sin \theta_2 = P$$

(3) 前問(1)(2) を用いると T_1 および T_2 を P で表わすことができる。棒材 CD に作用 する張力 T₂を荷重 Pを用いて表す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【C】にマークせよ。

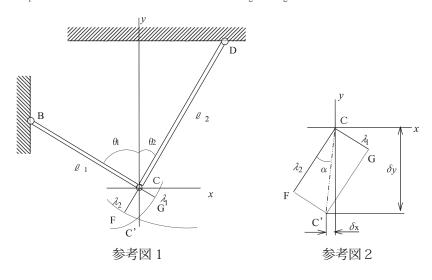
〔数式群〕

- $P \sin \theta 1$ $\sin \theta_1 \cos \theta_2 + \sin \theta_2 \cos \theta_1$
- $P \sin \theta 2$ $\sin \theta 1 \cos \theta 2 + \sin \theta 2 \cos \theta 1$
- $4 \frac{P \cos \theta_1}{\sin \theta_1 \cos \theta_2 + \sin \theta_2 \cos \theta_1}$
- $P \cos \theta_2$ $\sin \theta_1 \cos \theta_2 + \sin \theta_2 \cos \theta_1$
- (4) 棒材 BC の伸びを λ_1 とする。これを計算したところ $\lambda_1 = 0.82$ mm であった。棒材 CD の伸びを λ_2 とする。 λ_2 の値として最も近いものを下記の〔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。

〔数值群〕 単位:mm

- ① 1.46
- 2 1.68 3 1.80 42.01 5 2.45

- (5) 参考図1のように、点Cの変形後の位置をC'とすると、点Bを中心とする半径 $(\ell_1 + \lambda_1)$ の円と点 D を中心とする半径 $(\ell_2 + \lambda_2)$ の円の交点が C'となる。



変形を微小として円弧を接線で近似すると、参考図2のようになる。四角形 CFC'G の 対角線の長さは、次の通りである。

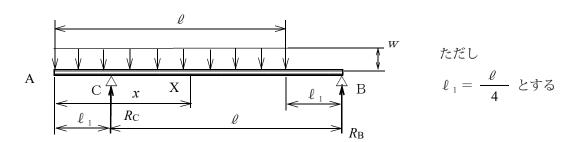
$$CC' = \sqrt{\lambda_1^2 + \lambda_2^2}$$

点COy軸方向への移動量 δy の値として最も近いものを下記の〔数値群〕から選び、 その番号を解答用紙の解答欄【E】にマークせよ。

〔数值群〕単位:mm

- ① 1.29 ② 1.35
- ③ 1.54 ④ 1.75 ⑤ 1.97

2 図に示すような、部分的に等分布荷重 w を受ける片側突き出しはり AB が支点 B , C で単純 支持されている。このはりについて、以下の設問 (1) ~ (5) に答えよ。



(1) 支点反力 R_c 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【A】にマークせよ。

〔数式群〕

(2) 支点反力 R_B 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]

(3) 端点 A から距離 x ($\frac{\ell}{4}$ <x< $\frac{3}{4}$ ℓ) だけ離れた点 X においてはりの断面に作用するせん断力 Fx 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【 C 】にマークせよ。

(4) 端点 A から距離 x ($\frac{\ell}{4}$ < x< $\frac{3}{4}\ell$) だけ離れた点 X においてはりの断面に作用する曲 げモーメント Mx 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【D】にマークせよ。

〔数式群〕

①
$$\frac{3 w}{4} (\ell x - \frac{\ell^2}{4} - \frac{2x^2}{3})$$
 ② $\frac{w}{4} (\ell x - \frac{\ell^2}{3} - \frac{2x^2}{3})$

$$2 \frac{w}{4} (\ell x - \frac{\ell^2}{3} - \frac{2x^2}{3})$$

$$\underbrace{3 \, \frac{3 \, w}{4} \, (\ell x - \frac{\ell^2}{4} - \frac{x^2}{3})} \qquad \underbrace{4 \, \frac{w}{5} \, (\ell x - \frac{\ell^2}{3} - \frac{x^2}{3})}$$

$$4 \frac{w}{5} (\ell x - \frac{\ell^2}{3} - \frac{x^2}{3})$$

$$(5) \frac{w}{6} (\ell x - \frac{\ell^2}{4} - \frac{x^2}{4})$$

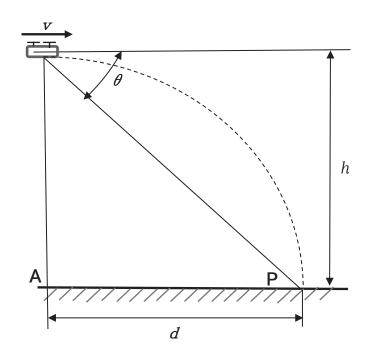
(5) このはりに作用する最大曲げモーメント M_{max} として正しいものを下記の〔数式群〕 から選び、その番号を解答用紙の解答欄【E】にマークせよ。

$$\bigcirc \frac{w\ell^2}{6}$$

$$\boxed{5} \frac{3w\ell^2}{32}$$

〔3. 機械力学〕

図に示すように、水平方向に飛行するドローンから物体を地上のP点に落下させたい。ドロー ンの水平速度 v=20 km/h 一定、飛行高度 h=30 m 一定であるとして、以下の設問 (1) ~(3)に答えよ。ただし、落下する物体に作用する空気抵抗などは無視し、重力加速度 $q = 9.81 \text{ m/s}^2$ のみが作用するとする。



(1) 物体が地上に落下するまでの時間 t [s] を、下記の〔数値群〕から最も近い値を一つ 選び、その番号を解答用紙の解答欄【A】にマークせよ。

〔数值群〕

- ① 1.5
- ② 2.5 ③ 3.5 ④ 4.5

- (5) 5.5
- (2) ドローンからの物体投下点真下の位置 Aから P点までの距離 d [m] を、下記の [数値群]から最も近い値を一つ選び、その番号を解答用紙の解答欄【B】にマークせよ。

〔数值群〕

- (1) **8**
- (2) 11
- ③ 14
- (4) 17
- (5) 20
- (3) ドローンの水平航路とドローン・P点を結ぶ直線の角度 θ [度] がいくらになったら投 下すればよいか。下記の〔数値群〕から最も近い値を一つ選び、その番号を解答用紙 の解答欄【C】にマークせよ。

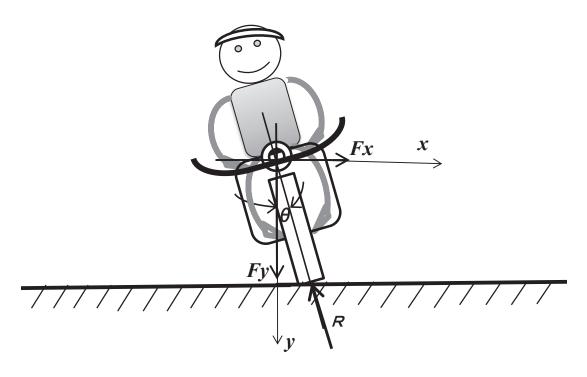
〔数值群〕

- ① 35

- ② 45 ③ 55 ④ 65 ⑤ 75

2 下図に示すようにオートバイが、路面との傾き θ を保ちながらカーブを走行している。カーブの曲率半径は、r=50 m である。オートバイの時速は v=50 km/h である。重力加速度を g=9.81 m/s 2 とする。オートバイと人間の合計した質量を m とすると重さは mg で表される。

オートバイが安定してカーブを走行するためには、図中のx方向成分力Fx、y方向成分力Fy そしてオートバイの路面から受ける反力Rの3成分が、つり合う必要がある。以下の設問($\mathbf{1}$) \sim ($\mathbf{5}$) に答えよ。



(1) カーブを走行している時の遠心力を表す式を、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。

〔数式群〕

①
$$m \frac{v}{r^2}$$
 ② $m \frac{v^2}{r}$ ③ $m \frac{r}{v^2}$ ④ $m \frac{v}{r}$ ⑤ $m \frac{r^2}{v^2}$

(2) 図中に示すx方向成分の力Fxを表す式を、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。

$$\boxed{1} \frac{mv^2}{r} - R \cdot \cos \theta \qquad \boxed{2} \frac{mr^2}{v} - R \cdot \cos \theta \qquad \boxed{3} \frac{mv^2}{r} - R \cdot \sin \theta$$

(3) 図中の y 方向成分の力 Fy を表す式を、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
$$mq \cdot \cos \theta - R \cdot \sin \theta$$

①
$$mg \cdot \cos \theta - R \cdot \sin \theta$$
 ② $mg \cdot \sin \theta - R \cdot \cos \theta$ ③ $mg - R \cdot \sin \theta$

$$3 ma - R \cdot \sin \theta$$

$$4 mg \cdot \sin \theta - R$$
 $5 mg - R \cdot \cos \theta$

(5)
$$mq - R \cdot \cos \theta$$

(4) 以上のFxとFyの成分から $\tan \theta$ を導くことができる。 $\tan \theta$ を表す式を、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〕

$$\boxed{1} \frac{v^2 g}{r^2} \qquad \boxed{2} \frac{v^2}{rg} \qquad \boxed{3} \frac{rg}{v^2} \qquad \boxed{4} \frac{vg}{r} \qquad \boxed{5} \frac{r^2 g}{v}$$

$$3\frac{rg}{v^2}$$

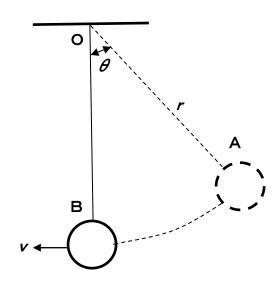
$$\odot \frac{r^2g}{v}$$

(5) オートバイの傾き角度 θ [度] を計算から求め、最も近い値を下記の〔数値群〕から 一つ選び、その番号を解答用紙の解答欄【E】にマークせよ。

〔数値群〕

- ① 12.1 ② 15.1 ③ 17.1 ④ 21.5 ⑤ 26.5

下図に示すように、長さrのひもにつり下げられている質量mのおもりを、点Aの位置から 静かに離した。おもりには重力加速度qのみが作用するとして、以下の設問(1) \sim (3) に答えよ。



(1) A 点と B 点でおもりが静止しているとき、 B 点におけるひもに作用する張力 T と、 A 点における張力 T' の比 ($\frac{T}{T'}=k$)を表す式を、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。

[数式群]

$$\bigcirc \frac{1}{\sin\theta} \qquad \bigcirc \frac{1}{\cos\theta} \qquad \bigcirc \frac{1}{\tan\theta} \qquad \bigcirc \frac{1}{mg} \qquad \bigcirc \frac{1}{mgr}$$

(2) A 点と B 点における位置エネルギーの差 $\triangle E$ を表す式を、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
$$m g k$$
 ② $m g r k$ ③ $\frac{m g r}{k}$

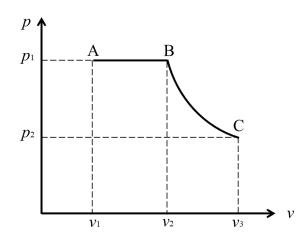
④ $\frac{m g r}{k^2}$ ⑤ $m g r (1 - \frac{1}{k})$

(3) B点を通過する瞬間のおもりの速度 ν を表す式を、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。

[5. 熱工学]

分子量 M の理想気体が図に示す pv 線図の $A \to B \to C$ のように変化したとする。各変化における外部から与えられた熱量、内部エネルギーを求めたい。ただし、 $B \to C$ は等温変化とし、比熱比 κ 、定圧比熱 c_p 、定容比熱 c_v 、一般ガス定数 R_u とする。

次の手順の文章の空欄【A】~【J】に当てはまる語句または式を〔解答群〕から選び、その番号を解答用紙の解答欄【A】~【J】にマークせよ。



手順

 $A \to B$ の状態変化は【 A 】変化であり、熱力学第【 B 】法則より、物質 1kg あたりの量について表すと、熱量 q、内部エネルギー u、比体積 v、エンタルピー h および圧力 p とすると、

$$dq = du + pdv = dh - vdp$$

であり、状態式は

$$pv = [C] \times T$$

ν、Tの関係

$$\frac{v_1}{T_A} = [D]$$

より、外部から与えられた熱量 q_{AB} は

$$\begin{split} q_{\mathrm{AB}} &= \int_{\mathrm{A}}^{\mathrm{B}} \mathrm{d}h = \int_{\mathrm{A}}^{\mathrm{B}} c_{\mathrm{p}} \mathrm{d}T = c_{\mathrm{p}} (T_{\mathrm{B}} - T_{\mathrm{A}}) = c_{\mathrm{p}} T_{\mathrm{A}} (\frac{v_{2}}{v_{1}} - 1) \\ &= c_{\mathrm{p}} \times \text{ [E]} \times \text{ [F]} \end{split}$$

内部エネルギーの増加分 Δu は $\mathbf{d}u = c_{\mathbf{v}}\mathbf{d}T$ より

$$\Delta u = \int_{A}^{B} c_{v} dT = c_{v} (T_{B} - T_{A}) = [G] \times [E] \times [F]$$

となる。

B→Cの等温変化において、熱力学第【B】法則より

$$dq = du + pdv = c_v dT + pdv$$

p、νの関係

$$pv = p_1v_2 = [H]$$

より、

$$q_{\rm BC} = \int_{\rm B}^{\rm C} p \, dv = p_1 v_2 \int_{\rm B}^{\rm C} \frac{1}{v} dv = [1]$$

また、
$$du = c_v dT = [J]$$
 より

$$\Delta u = [J]$$

〔解答群〕

- ① 等圧

- (2) $\frac{c_p}{\kappa}$ (3) $p_1 v_2 \ln \left(\frac{v_3}{v_2} \right)$ (4) $p_1 v_2 \ln \left(\frac{v_2}{v_3} \right)$ (5) 0 (6) 1

2 外径 48.6 mm、肉厚 2 mm のステンレス鋼管が、厚さ 3 mm の断熱材で包まれている。管 の内壁は 300%,断熱材の表面は 30%に保たれている。ステンレス鋼管外面の温度および 管長 1 m あたりの熱損失を求めたい。

次の手順の文章の空欄【A】~【J】に当てはまる式または最も近い数値を〔解答群〕から選び、その番号を解答用紙の解答欄【A】~【J】にマークせよ。

手順

円管の内径を d_1 とし、外径を d_2 とすると、 d_2 と厚みが与えられており、 d_1 = 44.6 mm となり、断熱材表面の直径 d_3 は d_3 = 【 A 】 mm となる。また、円管内面温度 t_1 、円管外面と断熱材との接面温度 t_2 、断熱材表面温度 t_3 、ステンレス管の長さ L、熱伝導率 λ_1 および断熱材の熱伝導率 λ_2 とする。題意より、 t_1 = 300 \mathbb{C} 、 t_3 = 30 \mathbb{C} 、 λ_1 = 19.0 W/(m·K)、 λ_2 = 0.057 W/(m·K)、L = 1 m となる。円管および断熱材を通る全体の熱伝導による伝熱量 Q は定常状態では等しいので、

$$Q = \frac{2\pi\lambda_{1}L}{\ln\frac{d_{2}}{d_{1}}}(t_{1} - t_{2}) = \frac{2\pi\lambda_{2}L}{\ln\frac{d_{3}}{d_{2}}} \times [B]$$
 (1)

が成り立つ。

式(1)を熱抵抗の形に書き換えると、直列の電気抵抗のオームの法則同様に、

$$Q = \frac{t_1 - t_2}{R_1} = \frac{t_2 - t_3}{R_2} = \frac{[C]}{[D]}$$
 (2)

の形が成り立つ。ここで、式(1)より熱抵抗は、

$$R_1 = [E], R_2 = [F]$$

の形に変形されている。

したがって、題意の数値を代入すると、

$$R_1 = [G] K/W, R_2 = [H] K/W$$

となり、式(2)にこれらの値を代入すると、

$$Q = [I] W$$

が得られ、このQから式(1)より、円管と断熱材の接面温度 t_2 が求まり、

$$t_2 = [J] ^{\circ}$$

となる。

〔解答群〕

$$(2) (t_1-t_2)$$
 $(3) (t_2-t_3)$ $(4) (t_1-t_3)$ $(5) R_1-R_2$ $(6) R_1+R_2$

©JMDIA

〔6. 制御工学〕

制御に関する次の設問(1)~(8)に答えよ。

(1) 制御系において動的なシステムの伝達特性を調べるときに用いる数学的な手法はどれ か。最も適切な語句を〔語句群〕から選び、その番号を解答用紙の解答欄【 A 】 にマー クせよ。

〔語句群〕

① オイラー変換

② カスケード変換 ③ ナイキスト変換

④ ブロック変換

⑤ ラプラス変換

(2) 制御で第一に要求され、制御系の設計で最も重要とされる制御特性はどれか。最も適 切な語句を〔語句群〕から選び、その番号を解答用紙の解答欄【B】にマークせよ。

〔語句群〕

① 安定性 ② 固有特性 ③ 状態特性 ④ 速応性 ⑤ 閉ループ特性

(3) 制御系において定常特性の解析に必要不可欠であり、主にシステムの定常値を求める ときに使用するものはどれか。最も適切な語句を〔語句群〕から選び、その番号を解 答用紙の解答欄【C】にマークせよ。

[語句群]

① オイラーの定理

② 初期値の定理

③ 最終値の定理

④ ド・モアブルの定理

⑤ ラウス・フルビッツの定理

(4) 制御系の性能を評価する指標であり、システムにステップ入力を印加したときの応答 が定常値の50%に達するまでの時間を示すものはどれか。最も適切な語句を〔語句群〕 から選び、その番号を解答用紙の解答欄【D】にマークせよ。

〔語句群〕

① 行き過ぎ時間

② 遅れ時間

③ 整定時間

④ 立ち上がり時間 ⑤ 微分時間

(5) 制御システムの周波数特性を把握するために使用され、通常は振幅の変化を示すゲイ ン特性と位相の変化を示す位相特性の2つを1組として表されるものはどれか。最も 適切な語句を〔語句群〕から選び、その番号を解答用紙の解答欄【E】にマークせよ。

〔語句群〕

① 一次遅れ線図 ② 伝達線図

③ ブロック線図

④ ボード線図

⑤ ラプラス線図

(6) 制御系を構成する基本的要素の一つであり、その特性は出力の大きさを決めるゲイン係数、応答の速応性に関わる固有角周波数、応答の安定性に関わる減衰係数によって決まるものはどれか。最も適切な語句を〔語句群〕から選び、その番号を解答用紙の解答欄【F】にマークせよ。

〔語句群〕

① 1 次遅れ要素② 2 次遅れ要素③ 積分要素④ 微分要素

⑤ 比例要素

(7) 制御対象と制御装置がフィードバックループを形成するシステムにおいて、制御を行うために制御対象に加える量はどれか。最も適切な語句を〔語句群〕から選び、その番号を解答用紙の解答欄【G】にマークせよ。

〔語句群〕

制御量
 操作量
 偏差量
 フィードバック量

⑤ 目標量

(8) フィードバック制御の一つで、原理的に生じるオフセットを修正する効果を持つが、 位相が全周波数域で90度遅れるため、応答速度や安定性の劣化にも影響するものはど れか。最も適切な語句を〔語句群〕から選び、その番号を解答用紙の解答欄【H】にマー クせよ。

〔語句群〕

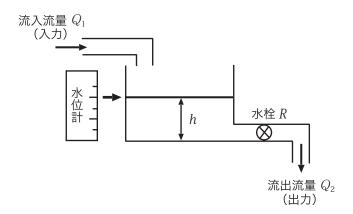
① 1 次遅れ動作② 2 次遅れ動作③ 積分動作④ 微分動作

⑤ 比例動作

©JMDIA - 14 -

右図のような断面積Aの水槽が あり、流入流量 Q₁で水を供給 し、流出流量 Q2 で放出してい るとき、水位 h の平衡状態で保 たれている。いま、流入流量を $q_1(t)$ だけ増加させたとき、水位 がh(t)、流出流量が $q_2(t)$ だけ増 加した。

次の設問(1)~(5) に答えよ。



(1) この系の微分方程式として正しい数式を下記の〔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。ただし、Rは水栓の抵抗である。

〔数式群〕

$$1 A \frac{d}{dt}h(t) = q_2(t) - \frac{1}{R}h(t)$$

①
$$A\frac{d}{dt}h(t) = q_2(t) - \frac{1}{R}h(t)$$
 ② $A\frac{d}{dt}h(t) = q_1(t) - \frac{1}{R}h(t)$

$$A\frac{d}{dt}h(t) = q_1(t) - Rh(t)$$

(5)
$$A\frac{d}{dt}h(t) = q_2(t) + \frac{1}{R}h(t)$$
 (6) $A\frac{d}{dt}h(t) = q_1(t) + \frac{1}{R}h(t)$

(6)
$$A\frac{d}{dt}h(t) = q_1(t) + \frac{1}{R}h(t)$$

(2) 出力を水位 h(t)として、この系の伝達関数 G(s)を求める。伝達関数 G(s)として、正し い式を下記の[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。

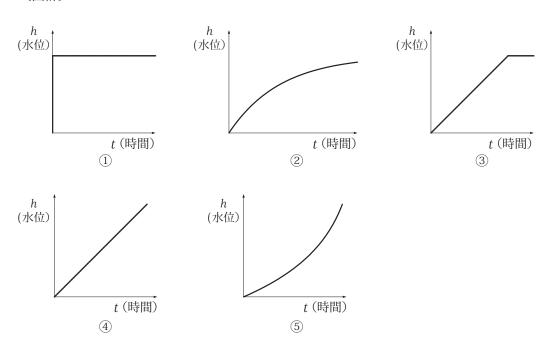
$$\bigcirc$$
 $\frac{R}{As}$

①
$$\frac{R}{As}$$
 ② $\frac{As}{R}$ ③ $\frac{A}{1+ARs}$ ④ $\frac{R}{1+ARs}$ ⑤ $\frac{As}{1+AR}$ ⑥ $\frac{Rs}{1+AR}$

$$4 \frac{R}{1 + ARs}$$

(3) 平衡状態からずれ始めた後の水位変化として正しい図を下記の〔図群〕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。

〔図群〕



(4) 水槽の断面積 $A=0.1~{\rm m}^2$ とする。流出流量が $0.03~{\rm m}^3/{\rm s}$ 、水位が $75~{\rm cm}$ 増加したとき、この系の時定数 $T[{\rm s}]$ 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【 D 】にマークせよ。

〔数值群〕単位:s

- ① 1.2 ② 2.5
- ③ 3.6
- **4** 4.7
- ⑤ 5.8

(5) この系の立ち上がり時間 $t_r[s]$ 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。

〔数值群〕単位:s

- ① 3.2
- 2 4.3
- ③ 5.5
- 4 6.8
- ⑤ 8.1

〔7. 工業材料〕

1 最近の電気自動車(EV)の市場拡大にともない、銅材料の需要が高まっている。次の一覧表に示す5種類の銅材料について、構成元素の欄【A】~【E】に該当するものを〔構成元素群〕から、特徴の欄【F】~【J】に該当するものを〔特徴群〕からそれぞれ一つずつ選び、その番号を解答用紙の解答欄にマークせよ。ただし、重複使用は不可である。

銅材料	構成元素	特徴
タフピッチ銅	[A]	[F]
黄銅	[B]	[G]
青銅	[C]	[H]
白銅	[D]	[1]
ベリリウム銅	[E]	[J]

〔構成元素群〕

① Cu-Be-Ni ② Cu-Zn ③ Cu-Ni ④ Cu-Sn ⑤ Cu

[特徴群]

- ① キュプロニッケルとも呼ばれ、身近なところでは新 500 円硬貨の中央部分に使われている。展延性、耐食性に優れ、熱交換器の他、楽器、建築などの管にも使用されている。
- ② 英語で Bronze と表記し、この材料の彫刻品をブロンズ像という。真ちゅうよりも歴史が古く、鏡や剣が文化財として出土している。鋳造性、耐摩耗性、耐食性に優れ、バルブや軸受などに使用される。
- ③ 電解精錬した銅、いわゆる電気銅を溶解して地金としたもの。電気伝導性に優れるため導電材料として使用されるが、酸素含有量が多いので溶接や熱間鍛造時に水素ぜい化を起こしやすい。
- ④ 時効硬化によって特殊鋼並みの機械的性質を示すことから、特殊鋼では難しい防爆工具に 使用される。また、ばね特性にも優れるため、ばねやロードセルなどにも使用される。
- ⑤ 英語で Brass と表記し、ブラスバンドの由来となっている。亜鉛の含有量に応じて合金の 色が変化する。塑性加工が容易であるが、アンモニアを含む環境下では応力腐食割れが起 きやすい。電気部品や給排水部品などに使用される。

- 次の設問(1) \sim (10) は材料に関する現象や特徴について記述したものである。各設問 2 の答えとして正しいものを〔解答群〕から一つ選び、その番号を解答用紙の解答欄【 A 】~ 【 J 】 にマークせよ。
 - (1) 工業材料は、金属材料、無機材料、有機材料、複合材料の4つに大別でき、原子間結 合の違いによってそれぞれの特性が説明される。例えば、セラミックスは、共有結合 によって非常に硬く、耐摩耗性、耐食性、絶縁性に優れているが、もう一つの重要な 基本的性質に該当するものを選び、その番号を解答用紙の解答欄【 A 】にマークせよ。

〔解答群〕

耐熱性
 耐衝撃性
 耐圧性
 延性

⑤ 被削性

(2) 工業材料の中でも特に金属材料は、ミクロ組織を変化させることで様々な特性を発揮 しているため、特性が劣化した場合にミクロ組織を観察することは重要である。観察は、 金属片に研磨とエッチングを施し、結晶や相ごとに凹凸をつけて色調を変化させた模 様を、100~500倍に拡大して行う。この観察像に該当するものを選び、その番号を 解答用紙の解答欄【B】にマークせよ。

〔解答群〕

① 超音波映像

② 光学顕微鏡像

③ X 線 CT 像

④ 走查型電子顕微鏡像 ⑤ 透過型電子顕微鏡像

(3) 金属材料において、熱処理は溶かさない温度で加熱するが、鋳造は融点以上に加熱し て溶かした後、冷却とともに所定の形状に凝固させる。この凝固では液相内で結晶の 核生成と成長が起こる。この現象に該当するものを選び、その番号を解答用紙の解答 欄【C】にマークせよ。

〔解答群〕

① 析出 ② 晶出 ③ 固溶 ④ 拡散

⑤ 再結晶

(4) 金属材料において、よく見られる現象で、転位と呼ばれる線状の欠陥が特定の結晶面 を移動し、その結晶面がすべることで、もとの形状には戻らない変化が起こる。この 現象に該当するものを選び、その番号を解答用紙の解答欄【 D 】にマークせよ。

〔解答群〕

膨張・収縮

② 弾性変形

③ 塑性変形

④ ダイラタンシー

⑤ チキソトロピー

(5) マルテンサイト変態は、鉄系だけでなく非鉄系や非金属系の材料にも起こる現象で、 硬さだけでなく、変形が回復しやすい超弾性や、セラミックス工具に必要なじん性な ども得ることができる。そのようなマルテンサイト変態が生じない材料として該当す るものを選び、その番号を解答用紙の解答欄【 E 】にマークせよ。

[解答群]

- ① Ni-Ti 系形状記憶合金 ② A7075 アルミニウム合金 ③ SUS630 ステンレス鋼
- ④ 部分安定化ジルコニア ⑤ SCM435 クロムモリブデン鋼
- (6) ガラスやダイヤモンドのように可視光が透過する材料は透明である。光が透過すると き、材料の状態によって特定の波長を吸収すれば有色透明となり、原子配列の乱れや 障害物などにより散乱すれば不透明となる。この透明性に影響を及ぼさないものを選 び、その番号を解答用紙の解答欄【 F 】にマークせよ。

〔解答群〕

- 不純物
- ② 表面の凹凸
- ③ 熱振動

- ④ 内部欠陥
- ⑤ 結晶粒界
- (7) ステンレス鋼は、ミクロ組織によって以下の5種類に分類される。最も一般的なステ ンレス鋼である SUS304 や、耐食皮膜の強化のためにモリブデンが添加された SUS316 などは同じ分類である。この種類に該当するものを選び、その番号を解答用紙の解答欄 【 G 】にマークせよ。

〔解答群〕

- ① オーステナイト系 ② マルテンサイト系
- ③ フェライト系

- ④ 析出硬化系
- ⑤ オーステナイト・フェライト系
- (8) 鉄鋼材料を加熱すると600℃付近から徐々に赤くなるが、そのような温度でも硬さが 極端に低下せず、合金工具鋼よりもさらに二次硬化を高めた材料である。高速でも金 属材料を切削できることから高速度工具鋼と呼ばれ、高速の英訳を略してハイスとも 呼ばれている。この工具鋼の材料記号に該当するものを選び、その番号を解答用紙の 解答欄【 H 】 にマークせよ。

〔解答群〕

① SKH ② SKD ③ SUH ④ SUJ ⑤ SCM

(9) めっき処理によって防食皮膜を付けた鋼板の一つにブリキがある。このブリキは缶詰などの水分に接触する部材に用いられ、かつては玩具にも用いられた。しかし、ブリキの皮膜は鉄よりもイオン化傾向が小さいため、鉄が露出してしまうと局部電池作用により腐食が進んでしまう。この皮膜成分に該当するものを選び、その番号を解答用紙の解答欄【I】にマークせよ。

〔解答群〕

① 銅 ② スズ ③ 亜鉛 ④ ニッケル ⑤ クロム

(10) 熱可塑性樹脂の一種で、エンジニアリングプラスチックに分類される。結晶性がよく、透明であり、飲料用のペットボトルとして大量に用いられている。ガラス繊維強化により耐熱性が向上し、自動車や家電などの分野にも用いられる。この材料に該当するものを選び、その番号を解答用紙の解答欄【 J 】にマークせよ。

〔解答群〕

① ポリエチレン ② メラミン ③ ポリエチレンテレフタレート

④ エポキシ ⑤ ポリカーボネート

 \bigcirc JMDIA -20-