

令和 5 年度
機械設計技術者試験
2 級 試験問題Ⅱ

第 2 時限 12：40～14：40（120分）

- 2. 力学分野
- 4. 材料・加工分野
- 6. 環境・安全分野

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. 力学分野〕

1

シャルピー衝撃試験機の力学的考察に関する以下の設問 1, 2 に答えよ。

設問 1 衝撃試験機において、図 1 に示すように質量 m [kg] のハンマを角度 α から自然に振り下ろしたとき、試験片を折断した後、角度 β だけ跳ね上がった。試験片を破壊するために要したエネルギーを示す式を、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。ただし、ハンマの重心を G 、回転軸中心（回転支点） O から重心までの距離を r [m] とし、空気抵抗や機械の摩擦抵抗は無視する。重力加速度は g [m/s²] とする。

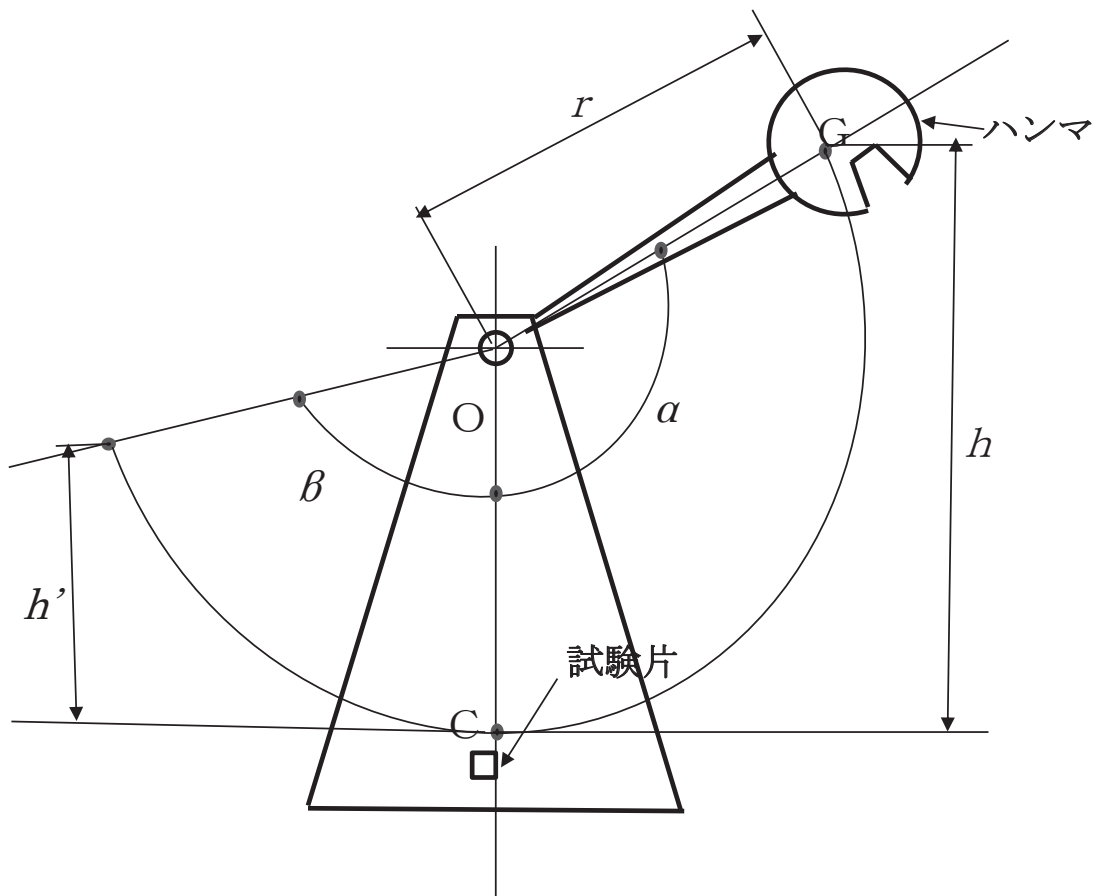


図 1

〔数式群〕 単位：N・m

- | | | |
|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| ① $mgr(\sin \alpha - \cos \beta)$ | ② $mgr(\sin \alpha - \sin \beta)$ | ③ $mgr(\sin \beta - \sin \alpha)$ |
| ④ $mgr(\cos \alpha - \cos \beta)$ | ⑤ $mgr(\cos \beta - \cos \alpha)$ | |

設問2 衝撃試験機のハンマの回転支点Oには、衝撃時に力が作用しないように設計される。そのためには図2に示すように試験片の当たる位置Pと重心Gとの距離 e を適切に選択しなければならない。距離 e を計算する過程を示す以下の問い(1)～(3)に答えよ。

- (1) 今、ハンマ部を取り出した図3において
実際の衝撃試験機とは逆に試験片がハンマに衝突すると考えると、衝突時の力積 F とハンマ重心の並進運動の速度 v の関係は $F = mv$ である。また、衝突後の重心の回転角速度を ω とすると、重心まわりの回転運動において、 F と ω の関係を重心まわりの慣性モーメント I を使って表す式を、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 $Fr = I\omega$
- ② $Fr = Iv$
- ③ $Fe = I\omega$
- ④ $Fe = Iv$
- ⑤ $FI = \omega e$

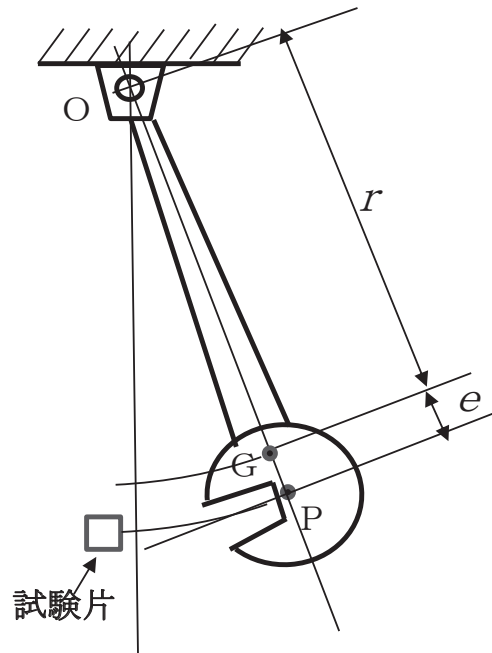


図2

- (2) 図3に示すようにPGの延長線上にあるG点からの任意の距離 s にある点(Qとする)の速度 v' は、以下のようになる。

$$v' = v - s\omega = \frac{F}{m} - \frac{s}{I}Fe$$

$v' = 0$ となるような静止点Qまでの距離 s を重心まわりの回転半径 k を使って表す式として正しいものを、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 $\frac{k}{e}$
- ② $\frac{k^2}{e}$
- ③ $\frac{e}{k}$
- ④ $\frac{e}{k^2}$
- ⑤ $\frac{k^2}{I}$

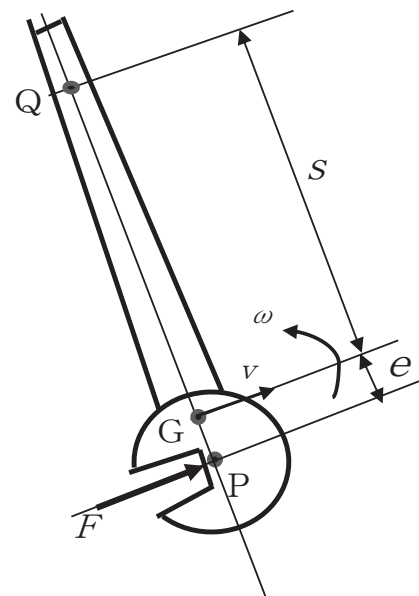


図3

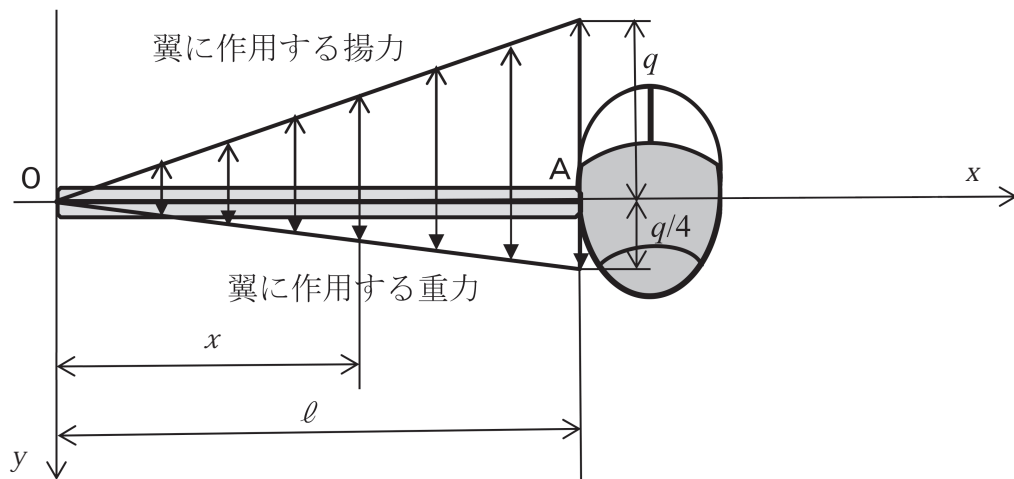
- (3) ハンマの質量 $m = 35 \text{ kg}$ 、回転支点から重心までの距離 $r = 600 \text{ mm}$ 、ハンマのO点まわりの回転半径を 650 mm とすると、回転支点に力が作用しないようにするためには、距離 e はいくらにしたらよいか。問い(1)(2)を参考に計算し、下記の〔数値群〕から最も近い値の一つを選び、その番号を解答用紙の解答欄【D】にマークせよ。

〔数値群〕 単位：mm

- ① 62 ② 84 ③ 104 ④ 156 ⑤ 208

2

下図は航空機の翼に作用する分布力を、左半分のみモデル化して示したものである。翼の長さは、 ℓ [m] である。曲げ剛性を EI とし、 x, y の座標軸を下図に示すようにとる。翼に作用する揚力は、翼の固定部分A点で負側最大 q [N] である。翼に作用する重力による最大の力は、A点で $q/4$ [N] である。以下の設問(1)～(5)に答えよ。



- (1) 翼の先端から距離 x の位置に生ずる揚力による曲げモーメント M_1 を表す式を、下記の〔数式群〕から一つを選び、その番号を解答用紙の解答欄【A】にマークせよ。

〔数式群〕

- ① $M_1 = \frac{q \cdot x^2}{12\ell}$ ② $M_1 = \frac{q \cdot x^3}{12\ell}$ ③ $M_1 = \frac{q \cdot x^4}{6\ell}$
- ④ $M_1 = \frac{q \cdot x^4}{12\ell}$ ⑤ $M_1 = \frac{q \cdot x^3}{6\ell}$

- (2) 翼の先端から距離 x の位置に生ずる重力による曲げモーメント M_2 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〕

$$\begin{array}{lll} \textcircled{1} M_2 = -\frac{qx^3}{12\ell} & \textcircled{2} M_2 = -\frac{qx^3}{24\ell} & \textcircled{3} M_2 = -\frac{qx^3}{48\ell} \\ \textcircled{4} M_2 = -\frac{qx^4}{12\ell} & \textcircled{5} M_2 = -\frac{qx^4}{24\ell} & \end{array}$$

- (3) 翼の先端から距離 x の位置に生ずる揚力と重力の両者による曲げモーメント M_0 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〕

$$\begin{array}{lll} \textcircled{1} M_0 = \frac{qx^3}{8\ell} & \textcircled{2} M_0 = \frac{qx^3}{16\ell} & \textcircled{3} M_0 = \frac{qx^4}{8\ell} \\ \textcircled{4} M_0 = \frac{qx^4}{16\ell} & \textcircled{5} M_0 = \frac{qx^3}{24\ell} & \end{array}$$

- (4) 翼の固定部分 A 点に生ずる曲げ応力 M_A 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〕

$$\begin{array}{lll} \textcircled{1} M_A = \frac{q\ell^2}{48} & \textcircled{2} M_A = \frac{q\ell^2}{16} & \textcircled{3} M_A = \frac{q\ell^2}{8} \\ \textcircled{4} M_A = \frac{q\ell^3}{16} & \textcircled{5} M_A = \frac{q\ell^3}{8} & \end{array}$$

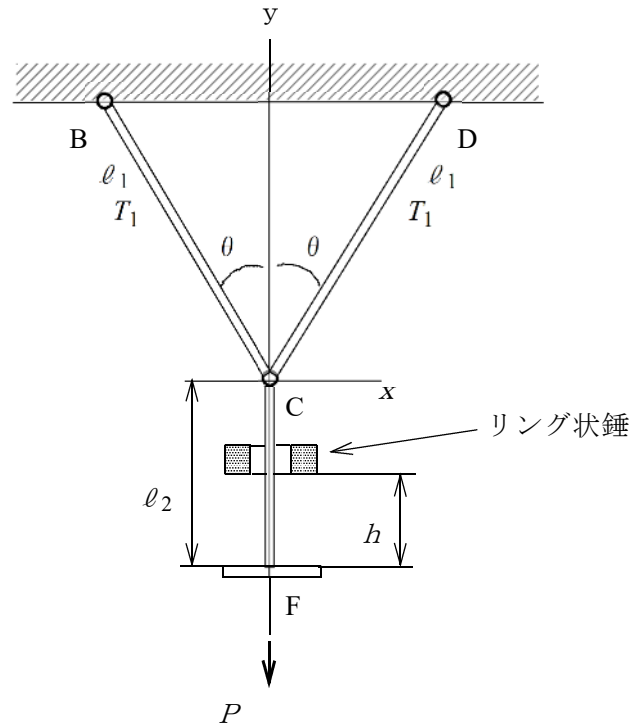
- (5) 翼の先端部 O 点に仮想荷重 P を y 方向に作用させて、ひずみエネルギー法を使い翼先端部の変位量を求める式を、下記の〔数式群〕 から一つ選び、その番号を解答用紙の解答欄【E】にマークせよ。ただし、翼の断面二次モーメントは一定である。

〔数式群〕

$$\begin{array}{lll} \textcircled{1} \frac{-q\ell^4}{36EI} & \textcircled{2} \frac{-q\ell^4}{20EI} & \textcircled{3} \frac{-q\ell^4}{48EI} \\ \textcircled{4} \frac{-q\ell^4}{40EI} & \textcircled{5} \frac{-q\ell^4}{24EI} & \end{array}$$

3

図は同一材料、同一太さの2本の軟鋼製棒材が一端を剛体天井にB, Dで結合され、他端をCでピン結合されている。部材BCおよびDCの長さを $\ell_1 = 2.44 \text{ m}$ とし横断面積を $A = 1.25 \text{ cm}^2$ 、縦弾性係数を $E = 206 \text{ GPa}$ とする。また、部材BCおよびDCとy軸とのなす角は $\theta = 30^\circ$ とする。結合部Cから剛体の円柱CFをのばし下端の受け皿にリング状の錘が落下して衝撃荷重が作用する場合を考える。ただし、錘の質量は $M = 4.55 \text{ kg}$ とし、重力加速度 $g = 9.81 \text{ m/sec}^2$ とする。以下の設問(1)～(6)に答えよ。



- (1) 図について、静荷重 P が作用したときの棒材BCおよびDCに作用する張力 T_1 の値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【A】にマークせよ。

〔数式群〕

① $\frac{P}{2\sin\theta}$ ② $\frac{P}{2\cos\theta}$ ③ $\frac{2P}{\sin\theta}$ ④ $\frac{2P}{\cos\theta}$ ⑤ $\frac{2P}{\tan\theta}$

- (2) 図について、張力 T_1 が作用したときの部材BCの伸び 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【B】にマークせよ。

〔数式群〕

① $\frac{AT_1}{E\ell_1}$ ② $\frac{AT_1}{2E\ell_1}$ ③ $\frac{2T_1\ell_1}{AE}$ ④ $\frac{T_1\ell_1}{AE}$ ⑤ $\frac{T_1\ell_1}{2AE}$

- (3) 図について、静荷重 P が作用したとき受け皿 F の下方への移動量 δ_s 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〕

$$\begin{array}{lll} \textcircled{1} \frac{AP}{E\ell_1 \sin \theta} & \textcircled{2} \frac{AP}{2 E\ell_1 \cos \theta} & \textcircled{3} \frac{2 P\ell_1}{AE \cos^2 \theta} \\ \textcircled{4} \frac{P\ell_1}{2AE \sin^2 \theta} & \textcircled{5} \frac{P\ell_1}{2 AE \cos^2 \theta} & \end{array}$$

- (4) 図について、静荷重 P が作用したときの部材 BC および DC に蓄えられるひずみエネルギー U を荷重 P を用いずに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【D】にマークせよ。

〔数式群〕

$$\begin{array}{lll} \textcircled{1} \frac{\delta_s^2 AE \cos^2 \theta}{\ell_1} & \textcircled{2} \frac{\delta_s^2 AE \cos^2 \theta}{2 \ell_1} & \textcircled{3} \frac{2 \delta_s^2 \ell_1}{AE \cos^2 \theta} \\ \textcircled{4} \frac{\delta_s^2 \ell_1}{2AE \sin^2 \theta} & \textcircled{5} \frac{\delta_s^2 \ell_1}{2 AE \cos^2 \theta} & \end{array}$$

- (5) 図のように錘が高さ h から落下するとき衝撃荷重により、部材 BC および DC の結合部 C は δ の移動量を生ずるとする。錘の位置エネルギーと部材に蓄えられるひずみエネルギーが等しいとして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【E】にマークせよ。

〔数式群〕

$$\begin{array}{ll} \textcircled{1} (h + \delta) M g = \frac{\delta^2 \ell_1}{AE \cos^2 \theta} & \textcircled{2} (h + \delta) M g = \frac{\delta^2 \ell_1}{2AE \cos^2 \theta} \\ \textcircled{3} (h + \delta) M g = \frac{\delta^2 AE \cos^2 \theta}{\ell_1} & \textcircled{4} (h + \delta) M g = \frac{\delta^2 AE \cos^2 \theta}{2 \ell_1} \\ \textcircled{5} (h + \delta) M g = \frac{\delta^2 AE}{\ell_1 \sin^2 \theta} & \end{array}$$

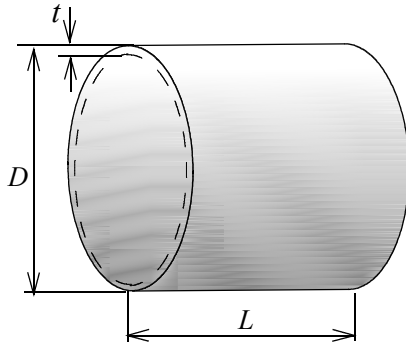
- (6) 前問 (5) を δ について解いて、 $h = 356 \text{ mm}$ のとき衝撃荷重により結合部 C に発生する移動量 δ として最も近い値を下記の〔数値群〕から選び、その番号を解答用紙の解答欄【F】にマークせよ。

〔数値群〕 単位：mm

$$\begin{array}{lllll} \textcircled{1} 0.72 & \textcircled{2} 0.82 & \textcircled{3} 1.01 & \textcircled{4} 1.21 & \textcircled{5} 1.42 \end{array}$$

4

内圧 $p = 450 \text{ kPa}$ のガスを蓄える直径 $D = 12.5 \text{ m}$ および長さ $L = 19.5 \text{ m}$ で板厚 $t = 20 \text{ mm}$ の円筒形の鋼製タンクを製作する場合を考える。ただし、タンクは直径に対して板厚が十分薄い薄肉円筒と考える。また、材料の縦弾性係数は $E = 206 \text{ GPa}$ 、ポアソン比は $\nu = 0.28$ とする。以下の設問 (1) ～ (5) に答えよ。



- (1) タンクに発生する円周方向応力 σ_θ を計算し、 σ_θ の値として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【A】にマークせよ。

〔数値群〕 単位：MPa

- ① 100 ② 114 ③ 120 ④ 141 ⑤ 160

- (2) タンクに発生する対称軸方向応力 σ_z を計算し、 σ_z の値として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：MPa

- ① 70.3 ② 80.5 ③ 100 ④ 111 ⑤ 120

- (3) タンクの外周に発生する円周方向ひずみ ε_θ を計算し、 ε_θ の値として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〕 $\times 10^{-6}$

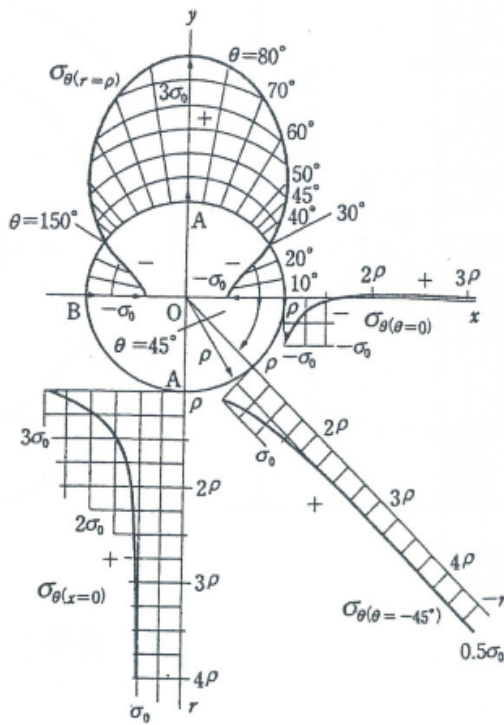
- ① 524 ② 563 ③ 587 ④ 615 ⑤ 684

- (4) タンクに発生する直径の変化量 ΔD を計算し、 ΔD の値として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：mm

- ① 6.05 ② 7.34 ③ 7.76 ④ 7.95 ⑤ 8.14

- (5) タンクに圧力計を取り付けるための小さな孔を開けた。円孔の内周の最大応力を計算し、その値として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【E】にマークせよ。



参考図

参考図は、半径 ρ の円孔を持つ無限平板を x 軸方向に応力 σ_0 で引張った場合の円孔周囲の応力状態を示したものである。

〔数値群〕 単位：MPa

- ① 225 ② 250 ③ 281 ④ 333 ⑤ 352

〔4. 材料・加工分野〕

1

次の一覧表に示す鉄鋼材料の熱処理について、主目的の欄【 A 】～【 E 】に該当するものを〔主目的群〕から、方法の欄【 F 】～【 J 】に該当するものを〔方法群〕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。

熱処理の種類	主目的	方法
焼入れ焼戻し	【 A 】	【 F 】
時効硬化処理	【 B 】	【 G 】
サブゼロ処理	【 C 】	【 H 】
ガス浸炭処理	【 D 】	【 I 】
オーステンパ	【 E 】	【 J 】

〔主目的群〕

- ① 高炭素鋼の焼入れで生じた残留オーステナイトをマルテンサイトに変態させ、耐摩耗性を向上させたり経年変化を防止したりする。
- ② アルミニウム合金の熱処理として有名だが、析出硬化型ステンレス鋼やマルエージング鋼などにも適用される。硬さ、強度、じん性を向上させる。
- ③ 典型的な熱処理法で、非常に硬くてもろい急冷組織から変態や析出を生じさせて、硬さやじん性などの機械的性質を調整する。
- ④ ばねやピアノ線などに適用され、過冷オーステナイトの等温変態を利用してベイナイト組織を得る。特に冷間線引き加工と組合せた処理はパテンチングと言う。
- ⑤ 炭素量の少ない鋼の表層のみを硬化することで内部のじん性を維持したまま主に耐摩耗性を向上させる。

〔方法群〕

- ① 過飽和固溶状態から特定の化合物を析出させ、析出物のサイズや量を温度と時間で制御する。
- ② オーステナイト化温度からマルテンサイト変態が生じる温度まで急冷した後、 A_1 変態点以下の所定の温度まで再び加熱する。
- ③ オーステナイト化温度に加熱した後、マルテンサイト変態が開始しない所定の温度まで急冷した後、その温度で等温保持してベイナイト変態させる。
- ④ ドライアイスや液体窒素などで 0°C 以下に冷却する。この処理はなるべく焼入れ直後に行う。
- ⑤ 変成ガス（RX ガス）または熱分解ガスを用いて 900°C 程度まで加熱して、表層の炭素量を増加させて、急冷により表層のみマルテンサイト変態させる。

2

次の設問（１）～（１０）は工業材料に関して記述したものである。各設問について正しい答えを〔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）炭素鋼において、オーステナイト相から冷却する過程で、鉄（Fe）相とセメンタイト（Fe₃C）相が交互に層状に並んで生成する変態が起きる。拡散をとまなうことから拡散変態に分類され、比較的ゆっくりとした冷却で生じることから平衡状態に準じた変態と言える。この変態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〕

- ① 同素変態 ② 規則 - 不規則変態 ③ マルテンサイト変態
④ パーライト変態 ⑤ バイナイト変態

- （２）ステンレス鋼はミクロ組織に応じて５種類に分類される。クロムを 16 ～ 18% 含有し、ニッケルは含有しない系統で、炭素を約 1 % 含有するため、ステンレス鋼の中で最高の焼入れ硬さを示す。耐食性や切れ味を重視する医療用刃物の他、プラスチック成形用金型などにも用いられる。このステンレス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【Ｂ】にマークせよ。

〔解答群〕

- ① SUS304 ② SUS316 ③ SUS440C ④ SUS630 ⑤ SUS329J1

- （３）機械構造用合金鋼の代表的な鋼種であり、クロモリ鋼とも呼ばれる。高強度、高じん性であるため、高張力ボルトやシャフトに使用される。浸炭焼入れも可能だが、焼入れが良いため、内部まで硬くならないように注意が必要である。この鋼種で炭素量が約 0.2% の場合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【Ｃ】にマークせよ。

〔解答群〕

- ① SKH51 ② SKD61 ③ SUH660 ④ SUJ2 ⑤ SCM420

- （４）2000 系アルミニウム合金に分類される Al-Cu-Mg 系合金は、熱処理によって時効硬化することで炭素鋼並みの高強度が得られる。しかし、銅（Cu）の含有量が多いため耐食性が劣る。この代表的なものに A2017 合金があり、航空機用外板などに使用されている。この合金の一般的な名称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〕

- ① ラウタル ② シルミン ③ ジュラルミン
④ 超々ジュラルミン ⑤ ヒドロナリウム

- (5) 電熱線（ニクロム線）として広く知られているが、超耐熱合金の主成分でもある。オーステナイト相を合金元素（Al、Ti、W、Mo、Nb 等）の添加により析出強化する。ジェットエンジン、ガスタービン、過給機などの高温部材に使用される。この基本的な合金系に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-Cr 系 ② Ni-Cu 系 ③ Ni-Al 系 ④ Ni-Ti 系 ⑤ W-Ni 系

- (6) タングステンカーバイト（WC）にバインダーとしてコバルト（Co）を加えて焼結した合金である。WC の粒径と Co の含有量によってじん性、硬さ、耐摩耗性を調整でき、切削工具や金型材料に用いられる。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【 F 】にマークせよ。

〔解答群〕

- ① 工具鋼 ② 超合金 ③ 超硬合金 ④ 耐熱鋼 ⑤ 焼結鋼

- (7) セラミックスは電子・電気材料としても利用される。電圧を加えたり取り除いたりしたときだけ電流が流れる性質や、圧力を加えると電圧が発生したり、電圧を印加するとひずみが発生する性質がある。このような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【 G 】にマークせよ。

〔解答群〕

- ① 絶縁体 ② 誘電体 ③ 導電体 ④ 受容体 ⑤ 黒体

- (8) 切削の効率化にともない、切削時の発熱が問題となっており、耐熱性に優れるセラミックス工具が注目されている。窒化ケイ素にアルミナを焼結助剤として添加した通称サイアロンは、粒界相の生成が抑制されて、窒化ケイ素よりも耐熱性、耐熱衝撃性、耐摩耗性に優れる。このセラミックスの構成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 Al_2O_3 系 ② $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-TiC}$ 系 ③ $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-ZrO}_3$ 系
④ Si_3N_4 系 ⑤ $(\text{Si}, \text{Al})_6 (\text{O}, \text{N})_8$ 系

- (9) エンジニアリングプラスチックの熱硬化性樹脂の一つで、常温・常圧で成形でき、金属やコンクリートなどとの接着性が優れている。また、耐熱性、機械的性質、絶縁性、耐水性なども優れていることから、ガラス繊維や炭素繊維との複合材（FRP）は釣り竿やゴルフのクラブなどに使用されている。このプラスチック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 メラミン | ② エポキシ | ③ ポリカーボネート |
| ④ ポリアミド | ⑤ ポリエチレン | |

- (10) エンジニアリングプラスチックの熱可塑性樹脂の一つで、耐摩耗性、寸法安定性、絶縁性、耐候性などに優れ、透明で強度が高いため、アクリル（PMMA）と同様にプラスチックレンズや自動車のライトカバーなどに使用される。しかし、疲労強度が低く、アルカリの存在や高温下で加水分解の可能性もある。このプラスチック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 メラミン | ② エポキシ | ③ ポリカーボネート |
| ④ ポリアミド | ⑤ ポリエチレン | |

製造現場では、加工機械間を製品や部品を移動、運搬するために多くの搬送装置が稼働している。最近では生産のシステム化によって、自動化も積極的に行われている。次の文章は運搬・移送や様々な搬送装置について述べたものである。文章中の空欄【A】～【L】に最適と思われる語句を下記の〔語句群〕から選び、その番号を解答用紙の解答欄【A】～【L】にマークせよ。ただし、語句の重複使用は不可である。

- (1) 運搬・移送の自動化方式には、予め固定された位置の間で搬送作業を自動的に行う定地点間搬送装置と搬送地点が指令に基づき変更可能な可変搬送装置に分類される。一般に前者は【A】や流れ作業に採用され、後者は【B】に多く採用される。なお、定地点間搬送では、製品が連続的に流れる連続方式と搬送が時間的に不定期的な【C】に分類できる。
- (2) 搬送装置では、運搬する製品を装置に直接取り付ける方式と製品をいったん取付具や【D】に取り付けた後に搬送装置に取り付ける方式がある。自動化、DX化が進展するにしたがって、後者の方式の採用が進んでいる。例えば、マシニングセンターでは、これを搬送装置から直接加工テーブルに自動移載し、加工が行われる。この際にマシニングセンターに設備される自動交換装置が【E】である。
- (3) 定地点間搬送装置の代表で、両端に設置されたプーリの回転で移動するエンドレスに張られたベルトで搬送する装置が【F】である。多数並べられた回転するローラやホイールに載せて搬送する装置が【G】である。
- (4) 産業用ロボットも搬送装置として利用されている。これらはプログラムでのフレキシブルな対応が可能なことから、(1)で述べた可変搬送装置としての活用である。ロボットは、加工機械への部品のローディングやアンローディングなどの【H】にも多く使われる。つまり、加工工程間の搬送である。固定シーケンス方式やプレイバック方式のロボットを利用し、小型部品の迅速な取り出しなどに使われている大量生産向けの装置をとくに【I】と呼ぶこともある。

- (5) 工作機械を中核としたスマートファクトリでは、加工部品や工具を搬送するために【J】が使われる。この特徴は走行のための軌道がなく、何らかの方法でナビゲーションが行われ、さらにバッテリーなどによる自走式であることである。そのために、他の搬送台車と比べて【K】の自由度が高く、システム運用のフレキシビリティをあげることが可能である。誘導方式には床に貼った磁気テープをガイドパスとするものや床の白テープの反射を利用した【L】方式などがある。

〔語句群〕

- | | | | |
|----------|-----------|----------|-----------|
| ① ハンドリング | ② ベルトコンベア | ③ 光学誘導 | ④ 多種中量生産 |
| ⑤ 大量生産 | ⑥ AGV | ⑦ オートローダ | ⑧ レイアウト |
| ⑨ APC | ⑩ 間欠搬送 | ⑪ パレット | ⑫ ローラコンベア |

製品設計の段階で、後工程の製造・加工工程を考慮した設計を行うことが望ましい。次の文章は機械加工を考慮した部品の形状設計に関して述べたものである。文章中の空欄【A】～【J】に最適と思われる語句を下記の〔語句群〕から選び、その番号を解答用紙の解答欄【A】～【J】にマークせよ。ただし、語句の重複使用は不可である。

- (1) 出来る限り 1 台の【A】で加工が終了する部品形状とする。
- (2) 加工時に部品が保持された状態を想定し、【B】を加工しないですむ部品形状とする。
- (3) 保持具に固定された加工物が、加工時に切削抵抗によって変形しないような十分に【C】の高い部品形状にする。
- (4) 設計した部品を加工する際に、出来る限り工具、工具ホルダ、治具、保持具等が【D】しないような形状を考える。
- (5) エンドミルによるポケット加工を想定した隅部の丸みは、出来る限り【E】する。これによって加工能率や精度が上がる。
- (6) 丸棒の端部におねじがある部品では、工具の逃げを確保するために溝を設ける。これによって、【F】の加工がなくなり、作業が楽になる。
- (7) 部品内部に精密な穴がある場合、バイトによる中ぐり加工を想定して、穴の端部肩の丸みはバイト刃先の【G】と等しくする。
- (8) 部品に穴がある場合には、一般的にドリル加工を想定して穴深さは出来る限り浅くする。穴径が小さいほどドリルは変形や振動がしやすいので、一般的には直径の【H】倍以下の深さとする。
- (9) ドリル加工による穴を想定した時の加工面は、【I】になる形状は避ける。また、部品の側面近くに穴を設ける必要があるときには、出来る限り側面から穴の端までの距離は大きくする。
- (10) 非貫通穴の底部形状は、ドリル加工を想定して円錐形状とする。また、非貫通穴の内部にねじを設ける必要があるときには、【J】での加工を考慮して底までねじ山がある形状とはしない。

〔語句群〕

- | | | | | |
|-------|--------|----------|---------|--------|
| ① 大きく | ② 小さく | ③ 不完全ねじ部 | ④ 完全ねじ部 | ⑤ 非露出面 |
| ⑥ タップ | ⑦ 工作機械 | ⑧ レイアウト | ⑨ 5 | ⑩ 10 |
| ⑪ 剛性 | ⑫ 干渉 | ⑬ コーナ半径 | ⑭ 斜面 | |

〔6. 環境・安全分野〕

1

次の文章（１）～（５）は、それぞれ環境関連のキーワードについて解説したものである。空欄【Ａ】～【Ｊ】を埋めるのにもっとも適切な語句を各文章ごとの〔語句群〕より一つ選び、その番号を解答用紙の解答欄【Ａ】～【Ｊ】にマークせよ。

- （１）世界の地球温暖化対策は 1997 年の COP3 において【Ａ】が採択され先進国の取組みが始まった。現在は 2015 年採択のパリ協定により、気温上昇を産業革命のころと比べ 2℃以下（できれば 1.5℃以下）に抑えることを目標としている。地球の周りに二酸化炭素等の温室効果ガスが増えることにより地球温暖化が進んでいると言われているが、もし温室効果ガスがないと地球の平均気温は約【Ｂ】となり、人が住めない状況になる。温室効果ガスがあることで地球の平均気温は約 14℃程度に保たれている。

〔語句群〕

- ① 地球サミット ② 水俣条約 ③ 京都議定書 ④ 0℃ ⑤ -10℃ ⑥ -20℃

- （２）ペットボトルなどの廃棄物は、【Ｃ】により処理されているが、製品プラスチックについてもプラスチック資源循環法ができ、リサイクルを進めようとしている。また、携帯電話・ゲーム機等に含まれる希少金属を回収して利用しようという【Ｄ】も制定されている。

〔語句群〕

- ① 家電リサイクル法 ② 自動車リサイクル法 ③ 建設リサイクル法
④ 容器包装リサイクル法 ⑤ 小型家電リサイクル法 ⑥ 食品リサイクル法

- （３）日本国内では 1950 年代から公害が頻発し、特に 4 大公害といわれる水俣病、新潟水俣病、イタイイタイ病、四日市ぜんそくが有名である。このうち、四日市ぜんそくの原因は【Ｅ】である。また、1968 年に発生したカネミ油症による健康被害の原因物質は【Ｆ】である。

〔語句群〕

- ① 窒素酸化物 ② 硫黄酸化物 ③ 浮遊粒子状物質
④ 鉛 ⑤ P C B ⑥ D D T

- （４）建築物の省エネも大切である。外壁の断熱性能向上や高効率の設備導入などにより大幅な省エネルギーを実現し、かつ再生可能エネルギーを導入することで、年間のエネルギー消費量の収支ゼロをめざした住宅を【Ｇ】という。また、家電製品の省エネも進み特に冷蔵庫は 10 年前と比べると電力消費量は約【Ｈ】減少している。

〔語句群〕

- ① Z E H ② Z E B ③ H E M S ④ 20% ⑤ 30% ⑥ 40%

- (5) まだ十分食べられるにもかかわらず廃棄されている食品のことを【 I 】といい、日本人一人当たり毎日おにぎり 1 個分（約 130 g）の食品が捨てられている。また、安全に食べられるのに包装の破損や過剰在庫などのため市場に出すことができない食品を寄贈してもらい、必要としている施設や団体等に無償で提供する【 J 】活動が行われている。

〔語句群〕

- ① フードバンク ② 子ども食堂 ③ 食品ロス ④ 3 分の 1 ルール
⑤ 賞味期限 ⑥ 産地偽装

2

「機械安全」に関する次の文章の空欄【 A 】～【 J 】を埋めるのに最も適切な語句を、下記の〔語句群〕から選び、その番号を解答用紙の解答欄【 A 】～【 J 】にマークせよ。ただし、重複使用は不可である。

機械設計技術者は、安全な機械を設計する必要がある。そのためには、国際安全規格や労働安全衛生法を良く知り、安全確保に努めなければならない。労働安全衛生法では、事業者の講ずべき措置等および事業者の行うべき調査等について下記のように定められている。この中で、「危険性等を調査し、その結果に基づいて、必要な措置を講ずるように努めなければならない。」というのは、【 A 】のことである。

以下、労働安全衛生法からの抜粋

（事業者の講ずべき措置等）

第二十条 事業者は、次の危険を防止するため必要な措置を講じなければならない。

- 一 機械、器具その他の設備（以下「機械等」という。）による危険
- 二 【 B 】の物、発火性の物、引火性の物等による危険
- 三 【 C 】、熱その他のエネルギーによる危険

（事業者の行うべき調査等）

第二十八条の二 事業者は厚生労働省令で定めるところにより、建築物、設備、原材料、ガス、蒸気、粉じん等による、又は作業行動その他の業務に起因する危険性又は【 D 】等を調査し、その結果に基づいて、この法律又はこれに基づく命令の規定による措置を講ずるほか、労働者の危険又は健康障害を防止するため必要な措置を講ずるように努めなければならない。

機械の安全設計を進めるためには安全とリスクの意味をよく理解することが大切である。安全はリスクを経由して【 E 】がないことと定義されている。つまり、リスクを許容可能なレベルまで低減することが求められる。

また、リスクとは危害の発生確率と【 F 】の組合せである。安全のためには【 A 】により、許容可能なレベルまでリスクを低減する必要がある。許容可能なレベルまでリスクが下がっていない場合には、本質的安全設計、【 G 】、使用上の情報と呼ばれるリスク低減方策が実施される。

なお、機械設備による災害は、【 H 】と機械設備の不安全状態によって起こる。本質的な安全のためには、この不安全な状態をなくすることが重要である。それには次の二つの方策が考えられる。

1) 【 I 】:【 H 】に対する方策

人が誤って不適切な操作をしても、結果が事故や災害につながらないか、あるいは正常な動作を妨害しない仕組み

2) 【 J 】:機械設備の不安全状態に対する方策

動力源が故障したり、機械の構成部品やシステムのどこかに故障が生じて、確実に安全側（例：機械が止まるなど）に落ち着く仕組み

〔語句群〕

- | | | |
|---------------|-------------|--------------|
| ① リスク低減方策 | ② フェールセーフ化 | ③ 機械設備の不安全状態 |
| ④ 操作する人の不安全行動 | ⑤ 安全保護方策 | ⑥ フールプルーフ化 |
| ⑦ 電気 | ⑧ リスクアセスメント | ⑨ 危害の程度 |
| ⑩ 爆発性 | ⑪ 危害の発生確率 | ⑫ 許容不可能なリスク |
| ⑬ 許容可能なリスク | ⑭ 危険性 | ⑮ 有害性 |

