

令和1年度
機械設計技術者試験
2級 試験問題 I

第1時限 9：30～11：40（130分）

1. 機構学・機械要素設計
2. 材料力学
4. 流体工学
7. 工業材料
8. 工作法

令和1年11月17日実施

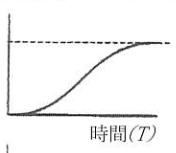
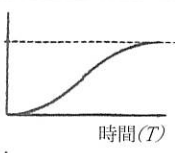
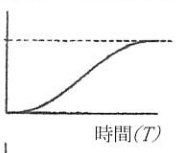
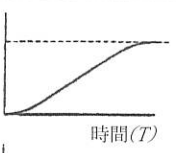
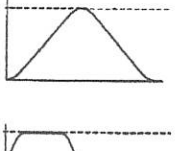
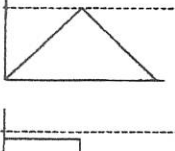
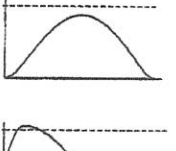
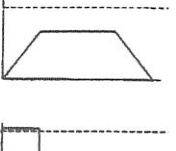
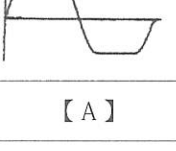
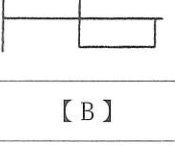
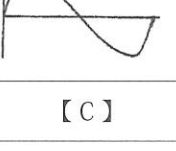
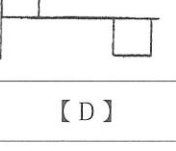
主催：一般社団法人 日本機械設計工業会

〔1. 機構学・機械要素設計〕

1

カム機構は平面や立体の形状をもつ原動節（カム）に回転運動または直線運動を与えると、これに直接接触した従動節が所要の周期的運動を起こすような機構であり、これらは内燃機関の吸排気弁開閉を行う機構や工作機械の割出機構などに広く用いられている。カムの回転角とそれにとまう従動節の変位の関係を表した曲線は「変位曲線」といい、変位曲線から求められる速度・加速度曲線を総称して「カム曲線」という。

次表は、板カム 1/2 回転の変位、速度、加速度および時間を無次元化した代表的なカム曲線である。空欄【A】～【D】に最も適切なカム曲線の名称を下記の〔語句群〕から、空欄【E】～【H】に最も適切なカム曲線の特徴を下記の〔選択群〕から選び、その番号を解答用紙の解答欄【A】～【H】にマークせよ。ただし、重複使用不可とする。

	カム曲線			
変位 (S)				
速度 (V)				
加速度 (A)				
カム曲線の名称	【A】	【B】	【C】	【D】
カム曲線の特徴	【E】	【F】	【G】	【H】

〔語句群〕

- ① 等速度曲線 ② 等加速度曲線 ③ 変形台形曲線 ④ 変形正弦曲線

〔選択群〕

- ① 最大加速度が比較的小さく、高速・軽荷重に向いている
 ② 従動節の動きが、ある範囲で等速度にする必要がある場合に用いられる
 ③ 各特性のバランスが良く、一般的に使われる
 ④ 最大加速度が制限されているときに、最短時間で駆動することができる。高速時には振動しやすい

2

電動機が効率 $\eta = 0.98$ の 2 軸減速歯車を介して巻き上げ機を駆動している。巻き上げ機の負荷トルク $T_B = 800\text{N}\cdot\text{m}$ 、回転速度 $N_B = 150\text{min}^{-1}$ とする。次の設問 (1) ~ (4) に答えよ。

- (1) 巻き上げ機側歯車の歯数 $Z_B = 56$ 、歯先円直径 $d_{kB} = 145\text{mm}$ とするとき減速歯車のモジュール m を計算し、その値を下記の〔数値群〕の中から選び、その番号を解答用紙の解答欄【A】にマークせよ。

〔数値群〕

- ① 0.4 ② 0.8 ③ 1.5 ④ 2.5 ⑤ 4 ⑥ 6 ⑦ 8 ⑧ 10

- (2) 電動機側歯車の基準円上の周速度 v_A [m/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【B】にマークせよ。

〔数値群〕 単位：m/s

- ① 0.75 ② 1.10 ③ 1.56 ④ 1.97 ⑤ 2.44 ⑥ 2.85 ⑦ 3.21 ⑧ 3.65

- (3) 減速歯車間の中心距離 $a = 87.5\text{mm}$ のとき、電動機軸のトルク T_A [N·m] 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【C】にマークせよ。

〔数値群〕 単位：N·m

- ① 77.3 ② 98.6 ③ 121 ④ 157 ⑤ 189 ⑥ 204 ⑦ 231 ⑧ 266

- (4) 電動機に必要な動力 P_A [kW] 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。

〔数値群〕 単位：kW

- ① 7.82 ② 9.98 ③ 12.8 ④ 15.3 ⑤ 17.9 ⑥ 19.6 ⑦ 21.8 ⑧ 24.5

3

ばね（スプリング）とは、荷重による材料の弾性変形を利用した「緩衝用機械要素」であり、コイルばねは、製作が容易で効率が良いとされるため、さまざまな産業機械や防振装置にも使用されている。コイル外径 $D_0 = 40 \text{ mm}$ 、素線径 $d = 4 \text{ mm}$ 、横弾性係数 $G = 78.5 \text{ GPa}$ のコイルばねについて、次の設問（１）～（３）に答えよ。

- （１）圧縮コイルばねのばね定数 $k = 4.5 \text{ N/mm}$ とするとき、このばねの有効巻数 N_a 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【Ａ】にマークせよ。

〔参考式〕 $\delta = \frac{P D^3 N_a}{4 G I_p}$

↓本来はここに π が入り問題として不適切であったため全員正解とする。

〔数値群〕

- ① 4 ② 6 ③ 9 ④ 12 ⑤ 15 ⑥ 18 ⑦ 20 ⑧ 22

- （２）圧縮コイルばねに生じるせん断応力 $\tau_0 = 156 \text{ MPa}$ のとき、ばねのたわみ $\delta \text{ [mm]}$ 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【Ｂ】にマークせよ。

〔数値群〕 単位：mm

- ① 17.0 ② 18.2 ③ 19.4 ④ 20.6 ⑤ 21.8 ⑥ 23.0 ⑦ 24.2 ⑧ 25.4

- （３）実際のばねでは、コイル部の湾曲の影響を考慮して、圧縮コイルばねに生じるせん断応力 τ は、

$$\tau = \kappa \tau_0$$

に修正した値とする。ただし、

$$\kappa = \frac{4c - 1}{4c - 4} + \frac{0.615}{c} \quad (\kappa: \text{ワールの応力修正係数})、c = \frac{D}{d} \quad (c: \text{ばね指数})$$

である。このときの圧縮コイルばねに蓄えられるエネルギー $U \text{ [J]}$ 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【Ｃ】にマークせよ。

〔数値群〕 単位：J

- ① 0.62 ② 0.85 ③ 1.02 ④ 1.29 ⑤ 1.46 ⑥ 1.78 ⑦ 1.97 ⑧ 2.19

〔2. 材料力学〕

1

図 1 は、同一太さの 2 本の軟鋼製棒材が一端を剛体壁に D でピン結合され、他端を C および E で剛体棒にピン結合されている。剛体棒は、点 B で剛体壁にピン結合されている。BD の長さを $\ell = 1.2 \text{ m}$ とし、2 本の軟鋼製棒材の横断面積を $A = 1.4 \text{ cm}^2$ 、縦弾性係数を $E = 206 \text{ GPa}$ とする。また、部材 CD と BC とのなす角は、 $\theta_1 = 30^\circ$ であり、部材 DE と BE とのなす角は、 $\theta_2 = 45^\circ$ である。剛体棒 BC と剛体壁 BD とのなす角度は直角である。点 C に荷重 $P = 20 \text{ kN}$ が作用したとき、棒 BC は点 B を中心として下方向に回転し、棒 CD、DE は、それぞれ λ_1 、 λ_2 だけ伸びるものとする。次の設問 (1) ～ (4) に答えよ。

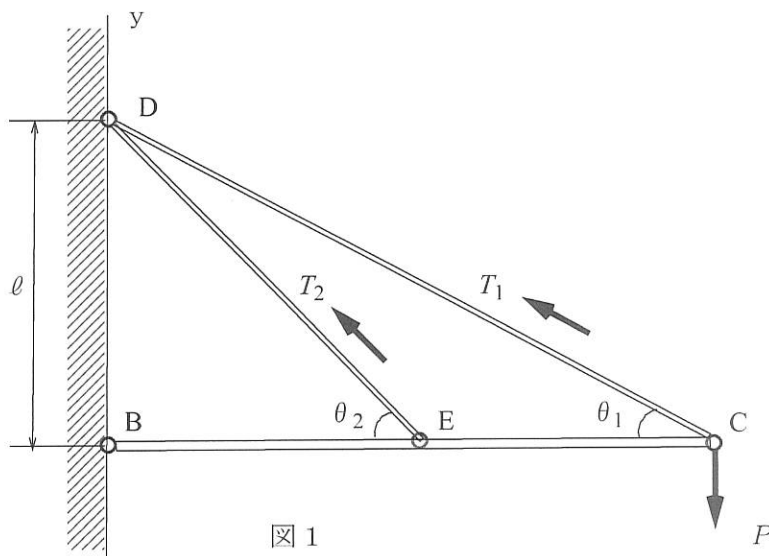


図 1

- (1) 部材 CD に作用する張力を T_1 とし、部材 DE に作用する張力を T_2 としたとき、 T_1 および T_2 と荷重 P との間に成立する式を下記の〔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〕

$$\begin{array}{lll} \textcircled{1} \frac{T_1}{2} + \frac{T_2}{\sqrt{2}} = P & \textcircled{2} \frac{T_1}{\sqrt{2}} + \frac{T_2}{\sqrt{3}} = P & \textcircled{3} \frac{\sqrt{3} T_1}{2} + \frac{T_2}{\sqrt{3}} = P \\ \textcircled{4} \frac{T_1}{2} + \frac{T_2}{\sqrt{3}} = P & \textcircled{5} \frac{T_1}{2\sqrt{6}} + \frac{T_2}{\sqrt{6}} = P & \textcircled{6} \frac{T_1}{2} + \frac{T_2}{\sqrt{6}} = P \end{array}$$

- (2) 部材 CD の伸びを λ_1 とし、部材 DE の伸びを λ_2 としたとき、 λ_1 と λ_2 との間に成立する式を下記の〔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〕

$$\begin{array}{lll} \textcircled{1} \lambda_1 = \sqrt{2} \lambda_2 & \textcircled{2} \lambda_1 = \sqrt{3} \lambda_2 & \textcircled{3} 2 \lambda_1 = \sqrt{3} \lambda_2 \\ \textcircled{4} \sqrt{2} \lambda_1 = \sqrt{3} \lambda_2 & \textcircled{5} \sqrt{3} \lambda_1 = 2 \lambda_2 & \textcircled{6} \sqrt{3} \lambda_1 = \sqrt{2} \lambda_2 \end{array}$$

- (3) 棒材 DE に作用する張力 T_2 の値を計算し、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

- ① 18 ② 20 ③ 24 ④ 28 ⑤ 30 ⑥ 32

- (4) 点 C の y 軸方向への移動量 δy の値を計算し、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： $\times 10^{-3}\text{m}$

- ① 2.5 ② 2.8 ③ 3.1 ④ 3.4 ⑤ 3.8 ⑥ 4.1

2

図2に示すような2本の様な断面を持つ真直片持はり AB と BC が接合点 B に集中荷重 $P = 17\text{kN}$ を受けている。はり、炭素鋼製で縦弾性係数 $E = 206\text{GPa}$ である。断面形状は、図3に示すような長方形で $b = 47\text{mm}$ 、 $h = 80\text{mm}$ であり、長さは $\ell_1 = 1.5\text{m}$ 、 $\ell_2 = 2.0\text{m}$ である。以下の設問(1)～(4)に答えよ。

長方形の断面二次モーメント I および荷重 W を受ける片持ちはりのたわみ δ は次の通りである。

$$I = \frac{bh^3}{12}$$

$$\delta = \frac{W\ell^3}{3EI}$$

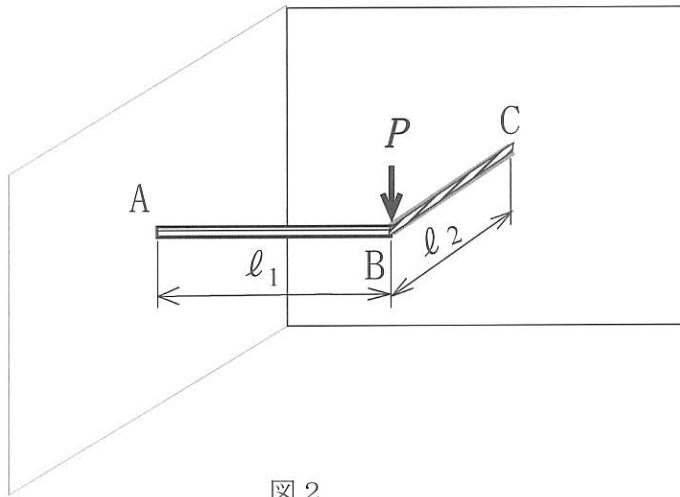


図 2

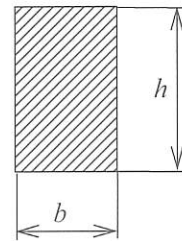


図 3

- (1) はり AB に作用する荷重を計算し、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：kN

- ① 10 ② 12 ③ 14 ④ 16 ⑤ 18 ⑥ 20

- (2) 点 C に作用する曲げモーメント M_c を計算し、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：kN・m

- ① 10 ② 12 ③ 14 ④ 16 ⑤ 18 ⑥ 20

- (3) 点 C に作用する最大曲げ応力 $\sigma_{\max}$ を計算し、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：MPa

- ① 160 ② 180 ③ 200 ④ 220 ⑤ 240 ⑥ 260

- (4) 点 B のたわみ δ_B を計算し、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： 10^{-3}m

- ① 24 ② 26 ③ 28 ④ 30 ⑤ 32 ⑥ 34

3

内圧 $p = 1.0\text{MPa}$ のガスを蓄える直径 $D = 10\text{m}$ で板厚 $t = 20\text{mm}$ の球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球と考える。また、材料の縦弾性係数は $E = 206\text{GPa}$ 、ポアソン比は $\nu = 0.3$ とする。

以下の設問 (1) ～ (3) に答えよ

図 4 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。

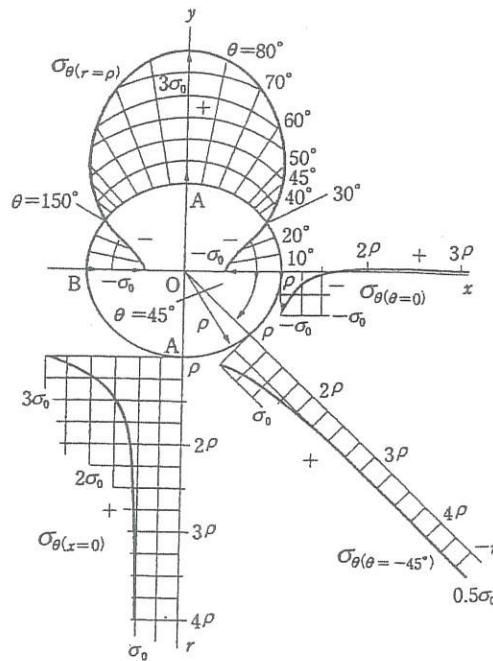


図 4

- (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 50 ② 75 ③ 100 ④ 125 ⑤ 150 ⑥ 175

- (2) タンクの外周に発生する円周方向ひずみを計算し、 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【B】にマークせよ。

〔数値群〕 単位： $\times 10^{-5}$

- ① 39 ② 42 ③ 49 ④ 52 ⑤ 57 ⑥ 59

- (3) 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図 4 を参照して計算し、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【C】にマークせよ。

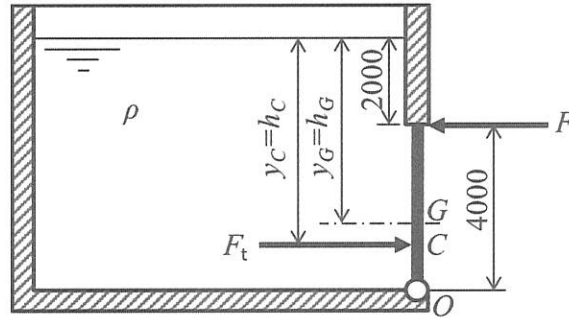
〔数値群〕 単位：MPa

- ① 250 ② 275 ③ 300 ④ 350 ⑤ 360 ⑥ 375

〔4. 流体力学〕

1

高さ 4 m、幅 5 m の長方形の水門が図のように O 点を軸として回転することで開閉する。その水門は長方形開放容器の側面に垂直に取り付けられており、水門の上縁は水面下 2 m である。水の密度 $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$ としたとき、以下の設問 (1) ～ (3) に答えよ。また、必要に応じて下記の式を参考にせよ。



$$F_t = \rho g h_G A \quad A: \text{水門の面積} [\text{m}^2], g: \text{重力加速度 } 9.8 [\text{m/s}^2], \\ h_G: \text{水門の重心までの深さ} [\text{m}]$$

$$y_C = y_G + \frac{I_{xG}}{y_G A} \quad I_{xG}: \text{水門の断面二次モーメント} [\text{m}^4]$$

$$(I_{xG} = ab^3/12, a: \text{幅さ} [\text{m}], b: \text{高さ} [\text{m}])$$

- (1) 水圧による全圧力 F_t を計算し、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: kN

- ① 384 ② 484 ③ 584 ④ 684 ⑤ 784

- (2) 全圧力の圧力中心 y_C を計算し、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: m

- ① 3.3 ② 3.8 ③ 4.3 ④ 4.8 ⑤ 5.3

- (3) 水門を閉めておくために必要な力 F 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【C】にマークせよ。

〔数値群〕 単位: kN

- ① 327 ② 377 ③ 427 ④ 477 ⑤ 527

2

ダムの水を 4.0 km 下流の発電所まで 2 本の管路で導き、10MW の発電を行う計画を立てた。ダムの有効落差が 60 m で、水車と発電機の全効率を 78 % とするとき、以下の設問 (1)、(2) に答えよ。ただし、水の密度 $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$ 、管摩擦係数 $\lambda = 0.006$ とする。
必要に応じて下記の式を参考にせよ。

$$\text{効率} \quad \eta = \frac{W}{\rho g Q H} \quad (W: \text{動力 [W]、} H: \text{落差 [m]、} Q: \text{流量 [m}^3/\text{s]、} g: \text{重力加速度 } 9.8[\text{m/s}^2])$$

$$\text{管路の摩擦損失} \quad h_L = \lambda \cdot \frac{L}{d} \cdot \frac{v^2}{2g} \quad [\text{m}] \quad (d: \text{管直径 [m]、} L: \text{管路の長さ [m]、} \\ v: \text{管内平均流速 [m/s]})$$

$$\text{流量} \quad Q = A \cdot v \quad [\text{m}^3/\text{s}] \quad (A: \text{管の断面積 [m}^2])$$

(1) 水の流量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: m^3/s

① 20.8 ② 21.8 ③ 22.8 ④ 23.8 ⑤ 24.8

(2) 摩擦損失を有効落差の 1% 以下にするための管直径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: m

① 2.8 ② 3.3 ③ 3.8 ④ 4.3 ⑤ 4.8

〔7. 工業材料〕

1

次の設問（1）～（8）は、鉄鋼材料に含有する各種元素について記述したものである。各設問について、【A】～【J】に当てはまる元素の名称を下記の〔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にマークせよ。ただし、重複使用可である。

- （1）【A】の含有量が 0.02% 以下のものを純鉄、0.02% を超えるものを鋼と呼ぶのが一般的である。
- （2）鉄鋼材料の主成分は鉄（Fe）であり、その他に必ず含まれる元素として、炭素、イオウ、リン、【B】及び【C】の 5 元素がある。
- （3）【D】は低温で使用する際に脆くする（低温脆性）元素である。
- （4）【E】は高温で使用する際に脆くする（高温脆性）元素である。
- （5）焼入れした際に得られる硬さは、【F】の含有量が多いものほど高くなる。
- （6）【G】は有害元素であるが、被削性を向上させる働きがあるので、0.3% 位まで添加した快削鋼がよく利用されている。
- （7）18-8 ステンレス鋼とは、18% の【H】及び 8% の【I】を含有するステンレス鋼のことである。
- （8）機械構造用合金鋼に属する SCM435 の記号のうち、M は【J】を表している。

〔語句群〕

- | | | |
|-------------|--------------|------------|
| ① イオウ (S) | ② クロム (Cr) | ③ リン (P) |
| ④ 炭素 (C) | ⑤ モリブデン (Mo) | ⑥ ケイ素 (Si) |
| ⑦ ニッケル (Ni) | ⑧ マンガン (Mn) | |

次の設問（１）～（１０）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にマークせよ。

（１）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 チタン（Ti） ③ アルミニウム（Al） ④ 鉄（Fe） ⑤ 鉛（Pb）

（２）ベアリング鋼の 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 SUJ ② SUH ③ SUP ④ SUS ⑤ SUM

（３）次に示すステンレス鋼の種類のうち、磁石に付かないものはどれか。解答欄【Ｃ】にマークせよ。

- ① マルテンサイト系 ② フェライト系 ③ オーステナイト系
④ オーステナイト・フェライト系 ⑤ 析出硬化系

（４）次に示す工具材料のうち、ダイヤモンドについて硬いものはどれか。解答欄【Ｄ】にマークせよ。

- ① 高速度工具鋼 ② サーメット ③ セラミックス ④ 超硬合金
⑤ CBN（立方晶窒化ホウ素）

（５）酸やアルカリに溶けやすく、犠牲電極としてのめっき金属や乾電池の陰極に使用されている。トタンは、軟鋼板にこの金属をめっきしたもので、建築資材として大量に使用されている。この金属は、次のうちのどれか。解答欄【Ｅ】にマークせよ。

- ① モリブデン ② 錫（スズ） ③ 亜鉛 ④ 鉄 ⑤ ニッケル

（６）有色金属の一つで、非常に軟らかくて延性に富んでおり、装飾品によく使用されている。工業用としては、電気伝導度や耐食性が非常に優れているので、この金属のめっき品は、電子部品のコネクタなどによく使用されている。この金属は次のうちのどれか。解答欄【Ｆ】にマークせよ。

- ① 金 ② 銀 ③ 銅 ④ アルミニウム ⑤ 錫（スズ）

（７）引張強さ 1200MPa を要する機械部品に最も適した鋼種は、次のうちのどれか。解答欄【Ｇ】にマークせよ。

- ① S20C ② SKH51 ③ SS400 ④ FCD700 ⑤ SCM440

（８）航空機によく用いられているジュラルミンは熱処理型アルミニウム合金である。ジュラルミンの主要合金成分は、次のうちのどれか。解答欄【Ｈ】にマークせよ。

- ① Al-Mn 系 ② Al-Si 系 ③ Al-Si-Mg 系 ④ Al-Cu-Mg 系 ⑤ Al-Fe 系

(9) Cu-Zn 合金は、塑性加工が容易であり機械的性質も良好であるので広範囲の分野で用いられている。Cu-Zn 合金の一般的な名称は、次のうちのどれか。解答欄【I】にマークせよ。

- ① 青銅 ② 黄銅 ③ 洋白 ④ タフピッチ銅 ⑤ 白銅

(10) エンジニアリングプラスチック（エンプラ）とは、一般のプラスチックよりも機械的強度や耐熱性を向上させたものである。明確な定義はないが、一般的なエンプラの耐熱温度は次のうちのどれか。解答欄【J】にマークせよ。

- ① 100℃以上 ② 200℃以上 ③ 300℃以上
④ 400℃以上 ⑤ 500℃以上

〔8. 工作法〕

1

鋳造部品を採用する場合、加工における欠陥や対策を考慮した設計が必要である。以下の表のⅠ欄には鋳物の欠陥を、Ⅱ欄にはこれらの発生原因または防止・低減対策を示している。

Ⅰ欄の欠陥に最も関係があると思われる事項をⅡ欄から選び、その番号を解答用紙の解答欄【A】～【J】にマークせよ。ただし、Ⅱ欄の重複使用は不可である。

Ⅰ 欄	Ⅱ 欄
ブローホール【A】	① 押し湯の位置・大きさ
ひけ巣【B】	② 鋳鉄の酸化溶解、鋳鋼の精錬不足
変形とき裂【C】	③ 肉厚の均一化
残留応力【D】	④ 肉厚不足
寸法不良【E】	⑤ リブなどの位置
鋳肌不良【F】	⑥ 幅木の位置および保持
湯まわり不良【G】	⑦ 鋳物砂の選択
のろかみ【H】	⑧ 湯口不良
組織不良【I】	⑨ 鋳込み温度の低過ぎ
湯境【J】	⑩ 鋳込み温度の高過ぎ

2

金型は自動車や家電製品から日用品まで様々な製品を支える重要な製造のツールである。以下の文章は金型やその製造技術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) 金型は均一な大量生産品をいかに早く製造するかという使命にこたえてきた。しかし、最近では製品へのニーズの多様化から【A】も頻繁に求められることで、金型の納期の短縮、製造コストの低減、さらには高精度化・高機能化が求められている。
- (2) 金型への要求が高まる中で、その製造に関してもコンピュータ支援により設計から加工までの全工程をシステム化した【B】の活用が不可欠となっており、金型産業も自動化に基づく装置産業化が進行している。
- (3) 金型は製品設計者が思い描く形状を実際の製品に再現するための転写工具である。金型はこの形状を直接転写する部分であるキャビティセットと加工運動を与える部分のダイセットから成り立っている。後者の構成部品は【C】されているものが多い。
- (4) 金型部品の中で、射出成型用金型ではキャビティやコア、プレス用金型では【D】やダイなどの形状加工にかかわる工数が大きいためこの部分の効率化が求められる。これらの設計にあたっては金型の変形、加熱・冷却による諸問題、充填・流動状態を考慮しなければならない。設計時にコンピュータによって解析を行うのが【E】である。
- (5) 設計で創成された CAD の表面形状データを反転してキャビティの形状データが作られる。このデータをもとに数値制御工作機械加工のための NC データを作成する。曲面をマシニングセンター等で加工するするときには工具として【F】を使用することが多いが、形状によっては工具干渉を避けたり、外周刃で加工するために 5 軸加工機を必要とすることもある。また、抜き型加工では【G】放電加工機が多用されている。
- (6) 形状加工の後、仕上げ加工が行われる。その第 1 段階は【H】と呼ばれ、表面粗さ成分を除去することで幾何学的精度を向上させることである。第 2 段階は幾何学的形状をくずすことなく粗さ・光沢・つやを向上させる【I】が施工される。仕上げ加工は今でもやすり、スティック砥石、研磨布紙などによる熟練者による手作業が多く、この工程の自動化が今後期待されている。
- (7) 加工後、完成した金型の出来上がり寸法の測定・検査に関しては、従来はハイトゲージやノギスなどが用いられていたが、最近では高精度な【J】が使われている。測定データと CAD モデルデータを比較することで良否を判断することができる。

〔語句群〕

- | | | | |
|-----------|----------|-----------|------------|
| ① 鏡面仕上げ加工 | ② CAE | ③ CAD/CAM | ④ モデルチェンジ |
| ⑤ 標準化 | ⑥ 三次元測定機 | ⑦ ワイヤカット | ⑧ ボールエンドミル |
| ⑨ 平滑加工 | ⑩ ポンチ | | |

