

令和6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

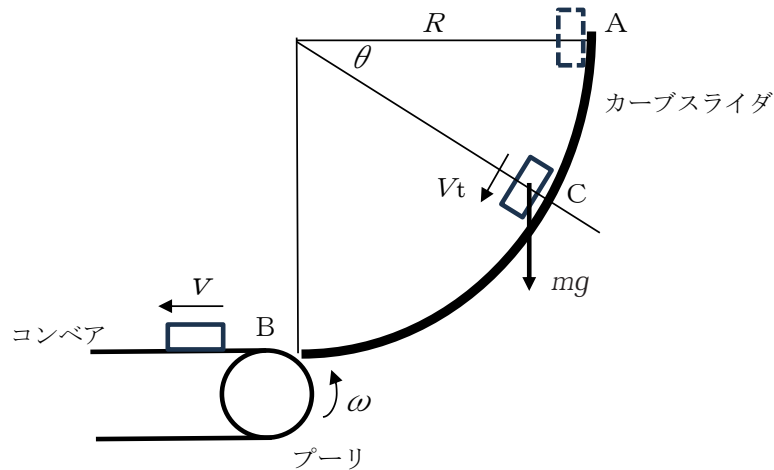
令和6年11月17日実施

主催：一般社団法人 日本機械設計工業会

〔2. 力学分野〕

1

下図のように、質量 m の荷物がカーブスライダの水平位置であるスタート点 A より放たれ(自然落下)、終点 B でコンベアにスリップなしで乗せ換えられる。以下の設問に答えよ。なお、C 点は A 点より角度 θ だけ回転移動した位置である。ただし、重力加速度は g とする。カーブ面での摩擦抵抗や空気抵抗は無視するものとする。



- (1) カーブスライダの落下途中点 C における荷物の接線方向の力 F を表す式を、下記〔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。ただし、水平位置から点 C の角度を θ とする。

〔数式群〕

- ① $mg \tan \theta$ ② $mg \sin \theta$ ③ $mg \cos \theta$ ④ $m \sin \theta$ ⑤ $m \cos \theta$

- (2) カーブスライダの落下途中点 C における荷物の接線加速度 a_t を表す式を、下記〔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。ただし、水平位置から点 C の角度を θ とする。

〔数式群〕

- ① $g \cos \theta$ ② $g \sin \theta$ ③ $g \tan \theta$ ④ $mg \cos \theta$ ⑤ $mg \sin \theta$

- (3) カーブスライダの落下途中点 C において、荷物の接線方向の速度 (周速) v_t とカーブスライダの曲率半径 R との関係を表す式を、下記〔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〕

- ① $v_t = \sqrt{mgR \cos \theta}$ ② $v_t = \sqrt{2mgR \cos \theta}$ ③ $v_t = \sqrt{2mgR \sin \theta}$
 ④ $v_t = \sqrt{2gR \cos \theta}$ ⑤ $v_t = \sqrt{2gR \sin \theta}$

- (4) カーブスライダの落下途中点Cにおける荷物に作用する遠心力 U を表す式を、下記〔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。
ただし、ここでは荷物の周速を v とする。

〔数式群〕

① $\frac{v^2}{mR}$ ② $m\frac{v^2}{R}$ ③ $m\frac{R}{v^2}$ ④ $\frac{R}{mv^2}$ ⑤ mRv^2

- (5) カーブスライダの落下途中点Cにおいて、スライダ面に作用する力(抗力) T を表す式を、下記〔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〕

① $mg \sin \theta$ ② $2mg \sin \theta$ ③ $2mg \cos \theta$
④ $3mg \sin \theta$ ⑤ $3mg \cos \theta$

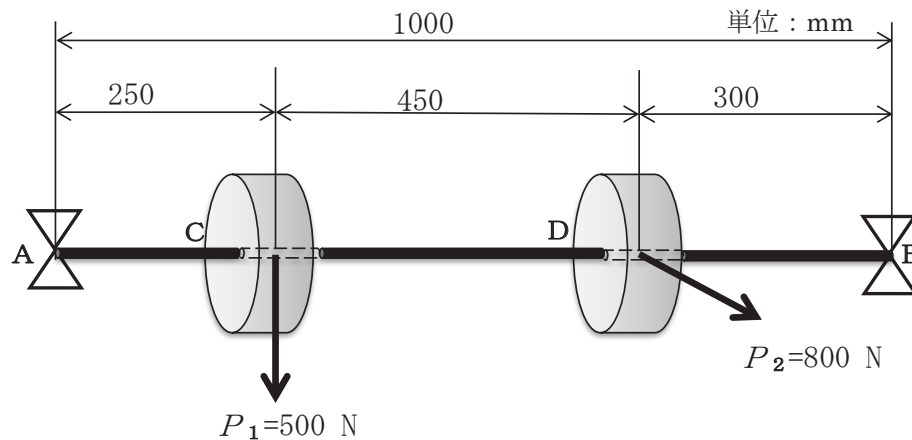
- (6) カーブスライダのB点における荷物の速度とコンベアを回転させるためのプーリ(半径 r)の角速度 ω を表す式を、下記〔数式群〕から選び、その番号を解答用紙の解答欄【F】にマークせよ。

〔数式群〕

① $\frac{\sqrt{2gr}}{R}$ ② $\frac{\sqrt{2gR}}{r}$ ③ $\frac{\sqrt{2mgr}}{R}$
④ $\frac{\sqrt{2mgR}}{r}$ ⑤ $\frac{\sqrt{gR}}{r}$

2

下図は、2個のプーリを設置した軸が、両端を軸受で支持されている状態を示したものである。C点に下向きに P_1 の負荷を、D点には水平方向に P_2 の負荷を、それぞれ軸が受けている。ただし、軸とプーリの重さは無視する。プーリの位置は、図に示してある通りである。以下の設問に答えよ。



- (1) 軸上のC点に P_1 の荷重のみが負荷された場合、A点の軸受に生ずる反力の大きさ R_A' 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：N

- ① 174 ② 268 ③ 375 ④ 421 ⑤ 502

- (2) 軸上のD点に P_2 の荷重のみが負荷された場合、B点の軸受に生ずる反力の大きさ R_B'' 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：N

- ① 149 ② 242 ③ 387 ④ 560 ⑤ 621

- (3) C点に P_1 、D点に P_2 の両者が同時に負荷された時、A点の軸受に生ずる反力の大きさ R_A を、下記の〔数値群〕から最も近いものを一つ選び、その番号を解答用紙の解答欄【C】にマークせよ。

〔数値群〕 単位：N

- ① 309 ② 445 ③ 482 ④ 517 ⑤ 632

- (4) C点に P_1 、D点に P_2 の両者が同時に負荷された時、B点の軸受に生ずる反力の大きさ R_B を、下記の〔数値群〕から最も近いものを一つ選び、その番号を解答用紙の解答欄【D】にマークせよ。

〔数値群〕 単位：N

- ① 386 ② 469 ③ 574 ④ 596 ⑤ 662

3

図1および図2に示すような水門を、水を満たした溜池に設置することを考える。支える水門のはりに作用するせん断力と曲げモーメントおよびそれらの最大値を求めたい。水門のはりは、図2に示すように横に連なって、それぞれが独立して水圧を支えており、隙間から水は漏れないものと仮定する。支点A、Bは単純支持として計算する。はりに作用する水圧は水深に比例して増し、深さ l [m]の底面における最大圧力は $p_{\max} = \rho g l$ である。底面ではりに作用する荷重は、単位長さあたり $b p_{\max} = b l \rho g = w_1$ [N/m]である。ここで、はりの幅は b [m]であり、水の密度を ρ [kg/m³]、重力加速度を g [m/sec²]とする。下記の設問(1)～(6)に答えよ。

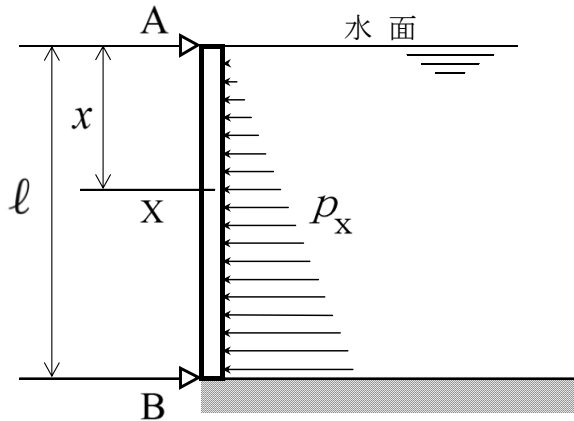


図1

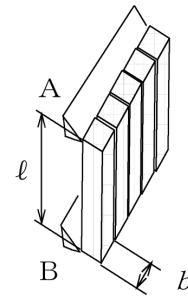


図2

- (1) 上端の支点Aに作用する反力 R_A を表す式として正しいもの下記の〔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 $\frac{w_1 l}{8}$ ② $\frac{w_1 l}{4}$ ③ $\frac{3 w_1 l}{4}$ ④ $\frac{w_1 l}{6}$ ⑤ $\frac{3 w_1 l}{8}$

- (2) 下端の支点Bに作用する反力 R_B を表す式として正しいもの下記の〔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 $\frac{w_1 l}{2}$ ② $\frac{w_1 l}{3}$ ③ $\frac{3 w_1 l}{4}$ ④ $\frac{w_1 l}{6}$ ⑤ $\frac{3 w_1 l}{8}$

- (3) 図1上の点Xにおいて作用するせん断力 F_x を表す式として正しいもの下記の〔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〕

① $\frac{w_1 (l^2 - 4x^2)}{6 l}$ ② $\frac{w_1 (l^2 - 3x^2)}{4 l}$ ③ $\frac{w_1 (l^2 - 2x^2)}{6 l}$
 ④ $\frac{w_1 (l^2 - x^2)}{6 l}$ ⑤ $\frac{w_1 (l^2 - 3x^2)}{6 l}$

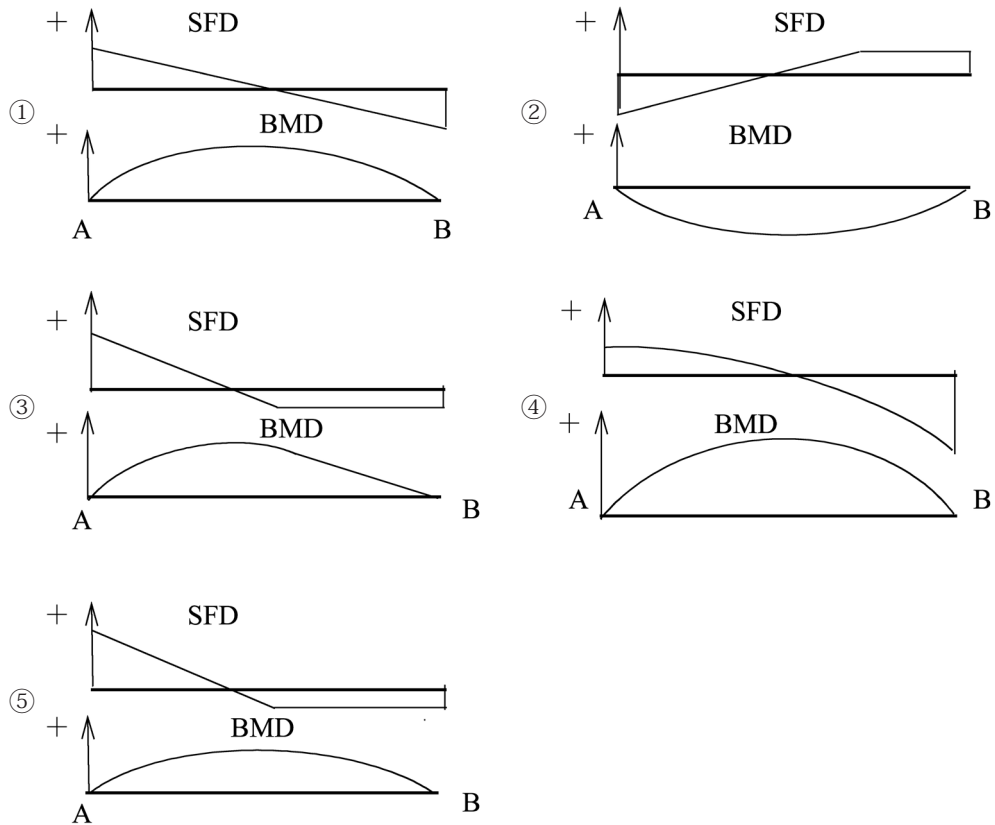
- (4) 図1上の点Xにおいて作用する曲げモーメント M_x を表す式として正しいものを下記の〔数式群〕から選び、その番号を解答用紙の解答欄【D】にマークせよ。

〔数式群〕

- ① $\frac{w_1}{6l} (l^2 - x^2) x$ ② $\frac{w_1}{6l} (2l^2 - x^2) x$ ③ $\frac{w_1}{6l} (l^2 - 2x^2) x$
 ④ $\frac{w_1}{3l} (l^2 - x^2) x$ ⑤ $\frac{w_1}{4l} (l^2 - 3x^2) x$

- (5) 図1に示すような荷重を受けるはりのせん断力図 (SFD) と曲げモーメント図 (BMD) の組み合わせとして正しいものを下記の〔図群〕の中から選び、その番号を解答用紙の解答欄【E】にマークせよ。

〔図群〕



- (6) はりに作用する曲げモーメント M_x の最大値 M_{\max} を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【F】にマークせよ。

〔数式群〕

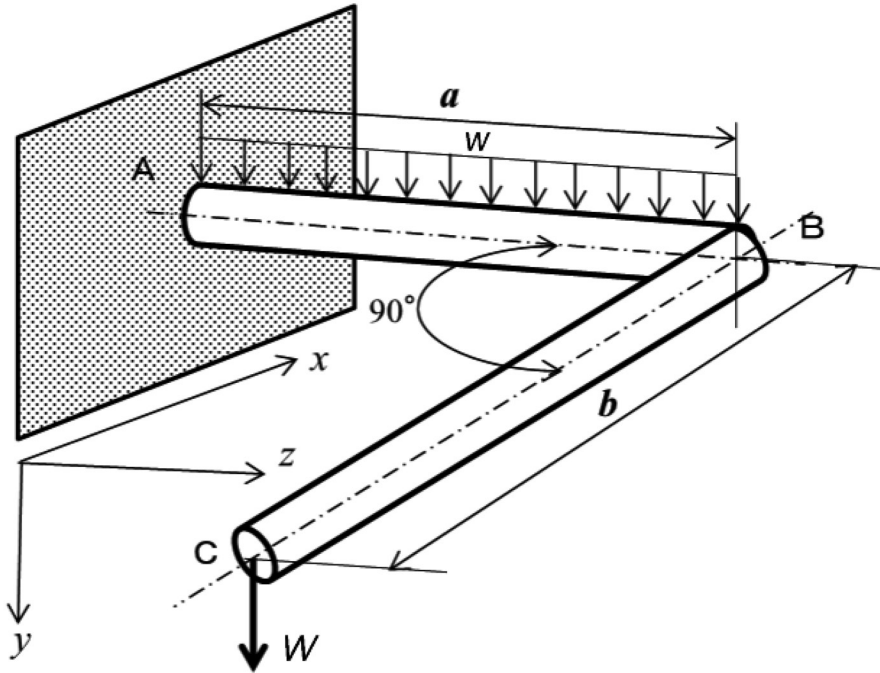
- ① $\frac{w_1 l^2}{3\sqrt{3}}$ ② $\frac{w_1 l^2}{6\sqrt{3}}$ ③ $\frac{w_1 l^2}{9\sqrt{3}}$ ④ $\frac{2 w_1 l^2}{9\sqrt{3}}$ ⑤ $\frac{4 w_1 l^2}{9\sqrt{3}}$

4

下図のような剛体の壁に点Aで固定され水平面 xz 面上で 90° に折れ曲がった丸棒がある。丸棒 AB (長さ a) および BC (長さ b) の直径は d である。棒 AB および BC ともに曲げ剛性を EI としねじり剛性を GI_p とする。点Cに荷重 W [N] が作用し、同時に棒 AB 間に等分布荷重 w [N/m] が図のように作用している。下記の設問 (1) ~ (5) に答えよ。ただし、丸棒の自重は無視する。

参考に、次の公式を示す。

$$\frac{Wl^3}{3EI} \qquad \frac{wl^4}{8EI} \qquad \frac{Tl}{GI_p}$$



- (1) B点に生ずる垂直方向 (y 方向) の変位量 v_B を表す式を下記の〔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〕

$$\begin{array}{lll} \text{① } \frac{wa^3}{3EI} + \frac{Wb^3}{3EI} & \text{② } \frac{wa^3}{8EI} + \frac{Wa^3}{3EI} & \text{③ } \frac{wa^4}{8EI} + \frac{Wa^3}{3EI} \\ \text{④ } \frac{wa^4}{3EI} + \frac{Wa^3}{3EI} & \text{⑤ } \frac{wa^2}{8EI} + \frac{Wb^3}{3EI} & \end{array}$$

- (2) B点に生ずる棒ABのねじれ角 ϕ_B を表す式を下記の〔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〕

$$\begin{array}{lllll} \text{① } \frac{Wab}{3GI_p} & \text{② } \frac{Wb^2}{GI_p} & \text{③ } \frac{Wab}{2GI_p} & \text{④ } \frac{Wab}{GI_p} & \text{⑤ } \frac{Wa^2}{3GI_p} \end{array}$$

- (3) 丸棒 A B のねじりのみによる C 点のたわみ量 v_{TC} を表す式を下記の〔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〕

$$\textcircled{1} \frac{W a b}{3 G I_p} \quad \textcircled{2} \frac{W a b^2}{G I_p} \quad \textcircled{3} \frac{W a b}{2 G I_p} \quad \textcircled{4} \frac{W a b}{G I_p} \quad \textcircled{5} \frac{W a^2 b}{3 G I_p}$$

- (4) 丸棒 B C のみによる B 点を基準とした C 点のたわみ量 v_C を表す式を下記の〔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〕

$$\textcircled{1} \frac{W a^2 b^2}{4 E I} \quad \textcircled{2} \frac{w b^4}{3 E I} \quad \textcircled{3} \frac{W a^2 b^2}{2 E I} \quad \textcircled{4} \frac{w a^2 b^2}{8 E I} \quad \textcircled{5} \frac{W b^3}{3 E I}$$

- (5) C 点の荷重 W と、A B 間の等分布荷重 w による L 型丸棒の先端部 C 点のたわみの総量 (y 方向) を表す式を下記の〔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。

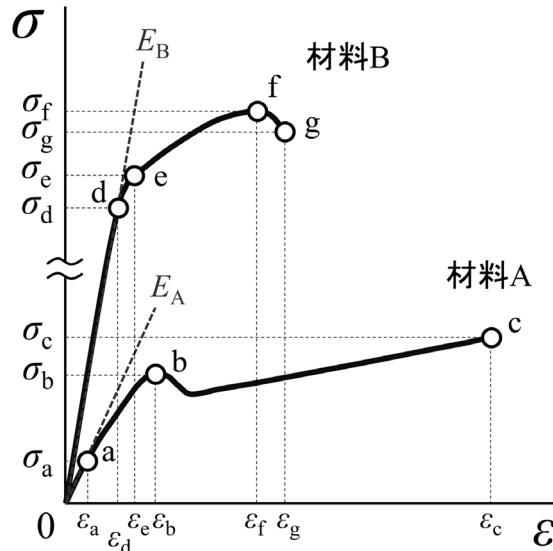
〔数式群〕

$$\begin{aligned} \textcircled{1} \frac{W (a^3 + b^3)}{3 E I} + \frac{w a^4}{8 E I} + \frac{W a b^2}{G I_p} & \quad \textcircled{2} \frac{W (a^4 + b^4)}{3 E I} + \frac{w a^4}{8 E I} + \frac{W a b^2}{G I_p} \\ \textcircled{3} \frac{W (a^3 + b^3)}{3 E I} + \frac{w a^4}{8 E I} + \frac{W a b^3}{G I_p} & \quad \textcircled{4} \frac{W (a^3 + b^3)}{3 E I} + \frac{w a^4}{8 E I} + \frac{W a^2 b^2}{G I_p} \\ \textcircled{5} \frac{W (a^4 + b^4)}{3 E I} + \frac{w a^3}{8 E I} + \frac{W a b^3}{G I_p} & \end{aligned}$$

〔4. 材料・加工分野〕

1

下図は、ある材料Aと材料Bを室温で引張試験したときの応力-ひずみ曲線である。図の横軸は公称ひずみ、縦軸は公称応力であり、図中のc点およびg点は破断を示す。説明文(1)～(4)の空欄【A】～【J】に当てはまる最適な語句を〔語句群〕から選び、その番号を解答用紙の解答欄【A】～【J】にマークせよ。ただし、重複使用は不可である。



- (1) 材料Aは、材料Bに比べて応力が全体的に小さく、材料Aが破断したときのひずみ ε_c は1.0を超えることもある。また、材料Bに比べて【A】が成り立つ範囲が非常に狭い。傾き E_A および E_B で決まる σ_a および σ_d の値が材料の【B】である。
- (2) 材料Aは、【B】をこえてから、分子鎖間でずれ（せん断降伏）が生じて、永久的にひずみが残る。したがって、b点の ε_b は【C】を含むひずみである。b点をこえると【D】が生じて応力が下がり、【D】の範囲が徐々に広がるとともに分子鎖が配向していき、c点の破断にいたる。なお、b点の σ_b は、応力の変化点なので【E】になるが、同時に【D】が始まる直前なので【F】でもある。
- (3) 材料Bは、【B】をこえてから顕著な応力変化が無いため、【E】の代わりとして耐力 σ_e をオフセット法などにより求める。e点をこえると加工硬化しながら応力が増加していき、最大荷重となるf点に到達する。この領域を簡単な指数関数で近似して、【G】を求めることができる。この値が【H】ほど成形性が高いといえる。f点の σ_f は【F】になり、それをこえると【D】が生じて、g点の破断にいたる。
- (4) 材料Aのような挙動は【I】材料で見られ、材料Bのような挙動は【J】材料で見られる。

〔語句群〕

- | | | | | |
|---------|--------|----------|-------|----------|
| ① n 値 | ② 金属 | ③ プラスチック | ④ 大きい | ⑤ 降伏強さ |
| ⑥ 粘性ひずみ | ⑦ 引張強さ | ⑧ 比例限度 | ⑨ くびれ | ⑩ フックの法則 |

2

以下の説明文（１）～（１０）は材料の特性や不具合について記述したものである。文章の空欄【Ａ】～【Ｊ】に当てはまる最適な語句または数値を各〔選択群〕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）金属やセラミックスは、微小な繊維状への結晶化によって理論強度に近づくことができる。これは結晶内の欠陥や転位が限りなく少なくなるためである。この材料を【Ａ】といい、ひげ結晶とも言われる。複合材料の強化材、半導体ナノワイヤなどへの利用が検討されている。

〔選択群〕

- ① ナノ粒子 ② ウィスカ ③ フィラメント
④ ピアノ線 ⑤ ポーラスアルミナ

（２）延性材料は、単軸荷重の方向に垂直な面で破断するとは限らない。これは【Ｂ】の斜断面で材料がせん断変形しやすいからである。金属においては、【Ｂ】でシュミット因子（ $\cos \theta \cos \phi$ ）が最大となり、分解せん断応力が臨界値に達しやすくなるため、と説明される。

〔選択群〕

- ① 0° ② 30° ③ 45° ④ 60° ⑤ 90°

（３）設計では、部材の特性だけでなく寸法や形状も考慮しなくてはならない。部材が大寸法になるほど、表面や内部の欠陥が多くなりやすく、残留応力も無視できなくなる。さらに、材料内部の【Ｃ】が小さくなるため、凝固や焼入れの品質に影響を及ぼしやすい。

〔選択群〕

- ① 冷却速度 ② 昇温速度 ③ 切削速度
④ 切断速度 ⑤ 腐食速度

（４）オーステナイト系ステンレス鋼は耐食性と強度の点から汎用性の高い材料である。しかし、【Ｄ】がなされていない安価なものは、クロム炭化物が粒界に析出したままであるため、粒界割れや応力腐食割れなどを助長してしまう。このことをステンレス鋼では鋭敏化という。

〔選択群〕

- ① ショットピーニング ② 陽極酸化処理 ③ 溶体化処理
④ スチーム処理 ⑤ めっき処理

- (5) レーダーや電子レンジなどに使用されるマイクロ波などを伝送するための部品を導波管という。一般的に、導波管の素材には、電磁波を反射しやすい銅やアルミニウムなどの金属が適している。さらに管の内側を銀でめっきすることもある。すなわち、非磁性であり、【E】であることが重要である。

〔選択群〕

- ① 超弾性
② 超塑性
③ 絶縁性
④ 制振性
⑤ 導電性

- (6) すべての金属は加熱すれば膨張し、冷却すれば収縮する。しかし、不変鋼と呼ばれる Fe-Ni 系の【F】は、磁気ひずみによって熱膨張を打ち消すほどの体積変化が生じる材料である。したがって、室温付近ではほとんど熱膨張を示さないのが、精密計器やリードフレームなどに使用される。

〔選択群〕

- ① コルソン合金
② インバー合金
③ ホイスラー合金
④ パーマロイ
⑤ ローエックス

- (7) プラスチックは、金属で見られる応力腐食割れのような問題が起こることがある。これを【G】といい、材料の表面に引張の残留応力が生じている状態で、様々な溶剤や化学物質がポリマー間に浸透し、その結合を弱くすることで引き起こされる。

〔選択群〕

- ① クレーズ
② ケミカルアタック
③ 加水分解劣化
④ 紫外線劣化
⑤ ウェルドライン

- (8) 超伝導材料は、電気抵抗がゼロであること以外に、反磁性によって反発力が得られる。例えば、リニアモーターカーの動力に利用されている。この反磁性を維持するためには、【H】によって、超伝導体内への磁束の侵入を防ぐ必要がある。これは、金属の転位を動きにくくして強化することと似ている。

〔選択群〕

- ① ピン止め効果
② 架橋効果
③ アンカー効果
④ ジョセフソン効果
⑤ 体積効果

- (9) 様々な構造体は、環境問題の観点から薄肉化や軽量化が求められる。その基本的な設計指標として、引張強さとヤング率のそれぞれを密度で割った比強度と比剛性がある。軽金属の中では、比強度に優れる代表的な材料は、【I】である。

[選択群]

- ① チタン合金
- ② マグネシウム合金
- ③ アルミニウム合金
- ④ ニッケル合金
- ⑤ 銅合金

- (10) 水素吸蔵合金の性質は、結晶格子のひずみと金属水素化物の生成によるものであり、弾性率が 180 GPa 以下の金属で多く見られる。一方、転位によって【J】や硬さを高めた金属は、水素吸蔵が難しく、水素ぜい化が起こりやすい。いずれも、侵入した水素原子が転位に影響を及ぼすためと考えられている。

[選択群]

- ① 耐食性
- ② クリープ強さ
- ③ 耐摩耗性
- ④ 接合強さ
- ⑤ 引張強さ

3

加工機械では動力伝達をはじめとして様々な目的で歯車が多用されている。歯車は連続使用されるケースが多いため、その損傷は機械の停止につながり、生産性や品質に過大な悪影響を与えることになる。次の文章は歯車の損傷形態に関する説明文である。【A】～【J】の解説に最も関係のある用語を下記の〔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。

説明文

- 【A】 歯の表面または表面下材料が、疲労限度以上の繰返し曲げ応力を受けることで発生する歯面損傷の総称である。
- 【B】 歯面同士がこすられることで、摩擦により次第に表面が減量していく現象である。歯形が変形するため、正常なかみあいが行われなくなるだけでなく、歯厚が過小となって使用が危険となる。
- 【C】 潤滑が正常に行われないなどのため、金属と金属の接触が起こり、歯面が融着して再度引きはがされるためにおこる損傷である。強度の場合は、融着のために歯面が荒れ、歯形をくずすとともに、動力損失が増加する。
- 【D】 歯面のぼり、突起、外部からの異物および歯面に埋め込まれた大きな異物などが原因で生じる損傷で、滑り方向に荒い引っかき傷ができる。アブレイブ摩耗より傷が大きく、深くなる。
- 【E】 歯面近傍の応力が材料の疲労限度を超えたときに、繰返し荷重によって歯面または内部に微細な亀裂が発生し、そこから小片が脱離して歯面にピットを生じる損傷である。歯元面、とくに基準円の下側に現れることが多いが、ひどいときには歯末面にも発生する。
- 【F】 歯面が外部からの加熱、あるいは過大な周速、荷重の下で、または潤滑の不良によって運転中に高温になって変色する。歯の硬さの低下を伴い、歯面または歯元の疲労強度の低下を引き起こす。
- 【G】 わずかな回数の著しく大きな荷重によって発生し、疲労折損のように亀裂の緩やかな進行によるものではなく、破面は静的曲げ破断面に似た様相を示す。
- 【H】 軸受の破損などが原因で、歯車の歯と歯が乗り上げるようなとき、あるいは大きな異物をかみこんだ時におこる歯のつぶれを指す。
- 【I】 高荷重のために、表面下で材料の疲労がおこり、かなり大きな金属片が歯面から脱落または剥離する破面損傷である。表面硬化歯車に多く生じる損傷である。ピットが多数発生して連なったものもこのように呼ぶことがある。
- 【J】 歯に作用する過大なせん断負荷により折損する場合で、破断面付近に大きな塑性変形を伴っているものをいう。非鉄金属歯車・非金属歯車・歯車継手などにおこることがある。

〔語句群〕

- ① スクーリング ② スポーリング ③ せん断折損 ④ スクラッチング
- ⑤ 圧壊 ⑥ 歯面疲労 ⑦ 焼け ⑧ ピッチング
- ⑨ 摩耗 ⑩ 過負荷折損

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。次の文章は鋳造部品、溶接部品、板金加工部品を対象にして考慮すべき項目を述べたものである。文章中の空欄【 A 】～【 T 】に最適な語句を、Ⅰ～Ⅲの各々の〔語句群〕から選び、その番号を解答用紙の解答欄【 A 】～【 T 】にマークせよ。ただし、語句の重複使用は不可である。

Ⅰ. 鋳造部品について

- (1) 厚肉部がある場合には、この部分に【 A 】が生じる場合がある。これを防止するため【 B 】を設け肉厚を均一にする。強度が不足する場合には【 C 】を設けるようにする。
- (2) アルミニウム合金や鋳鋼のように収縮率が大きい材質で、ピストンのように肉厚に対して長い部分がある場合には、中心線に沿って【 A 】が生じる場合があるので、この場合は長手方向に【 D 】を持った肉厚となるようにする。
- (3) 薄い断面を有する場合には、【 E 】が流入しにくいいため、最小肉厚は材質と【 F 】によって最適な寸法となるようにする。
- (4) 肉厚部と薄肉部とが隣接していれば、両部分の冷却速度や収縮速度も異なり、高い【 G 】が発生する。急な【 H 】変化や鋭い角度は弱点となりやすいので避ける。

〔語句群〕

- | | | | |
|--------|-------|-------|----------|
| ① 残留応力 | ② 断面 | ③ 勾配 | ④ 製品の大きさ |
| ⑤ 溶湯 | ⑥ 空洞部 | ⑦ ひげ巣 | ⑧ リブ |

Ⅱ. 溶接部品について

- (1) 溶接部が何か所に集中すると、溶接後にひずみや応力が集中するので、溶接部を【 I 】させる構造にする。
- (2) 溶接作業がしやすい構造の部品形状を考える。例えば、姿勢は【 J 】の突合せ溶接ができるような構造の配慮を行うとか、作業が容易となる環境を確保するために溶接箇所を【 K 】とれる部品形状となるように設計する。
- (3) 溶接による変形を防ぐために、変形が少なくなるような溶接構造とする。例えば、平板の突合せ溶接では表側と裏側の【 L 】から溶接する構造とする。
- (4) 溶接部には、小さな【 M 】を与えないようにする。溶接部に高精度が要求されるときには、機械加工用の【 N 】を設けておく。なお、溶接部分に機械加工が及ばないような寸法を確保する。

〔語句群〕

- | | | | |
|-------|-------|------|------|
| ① 上向き | ② 下向き | ③ 広く | ④ 狭く |
| ⑤ 仕上代 | ⑥ 公差 | ⑦ 両面 | ⑧ 分散 |

Ⅲ. 板金加工部品について

- (1) 部品サイズは、板金材料となる【 O 】からなるべく多くの個数が取れ、【 O 】から余る材料が少なくなるよう、【 P 】を考慮して設定する。
- (2) 板金加工において、曲げ加工は最も重要で難しい加工工程である。最もよく使うV曲げにおける部品端部の曲げについては、【 Q 】(曲げフランジ寸法)があまり小さいと曲げることができないので、【 Q 】が「内側曲げ半径+板厚×3」以上確保できる寸法に設計する。なお、内側曲げ半径は、一般的に板厚の2倍以上とする。実際にはV溝を有する下型(ダイ)に板を乗せ、上型(ポンチ)で加圧して曲げるため、V溝の両側に板がかかるような大きさのダイが必要となる。
- (3) 曲げ加工の近くでは曲げによる板の伸びのために【 R 】が働く。したがって、曲げ位置に近い位置にある穴は変形してしまう。変形を受ける「曲げ位置から穴の縁までの寸法」は、板厚や穴の直径や金型構造に影響を受けるが、一般に板厚の3～4倍の寸法を確保しておく。どうしても曲げの近くに穴が必要な場合は、曲げ加工後に穴を【 S 】で機械加工を行うようにする。
- (4) 板金曲げ加工では寸法精度が出しにくいことから、不必要な【 T 】の指示はなるべく避ける。さもないと正確な曲げ寸法を出すために、現場で試し曲げが必要となり製造コストを押し上げる原因となってしまう。

[語句群]

- | | | | |
|-------|--------|---------|--------|
| ① 引張力 | ② 歩留まり | ③ サイズ公差 | ④ 絞り |
| ⑤ 定尺板 | ⑥ タップ | ⑦ ドリル | ⑧ 曲げ高さ |

〔6. 環境・安全分野〕

1

次の文章は、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。以下の設問（1）～（5）の空欄【A】～【J】を埋めるのに最も適切な語句または数値を各文章ごとの〔選択群〕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）最近全国の水道水や地下水等から、有機【A】系化合物であるPFASが検出され問題となっている。水や油をはじく特性などから、かつては【B】や精密機器の製造、フライパンのコーティング、はっ水スプレーなど幅広い用途に使われていた。長く環境に残留することから“永遠の化学物質”とも呼ばれ、欧米の研究では、PFASの一部の物質が発がん性や子どもへの成長の影響など有害性が指摘されている。日本ではPFASのうち3種類の物質について、輸入や製造などが禁止されている。

〔選択群〕

- ① 塩素 ② フッ素 ③ 臭素 ④ 食器用洗剤 ⑤ 泡消火剤 ⑥ 除草剤

（2）気候変動問題と並んで生物多様性保全は国際的な環境問題となっている。2010年に愛知で開催された生物多様性条約第10回締約国会議（COP10）で20の目標が定められたが、目標達成度は約1割であった。現在は、2030年までに陸域・海域の一定割合を保全する【C】など23の行動目標が定められている。最近、国内で繁殖する外来種の増加が問題になっており、2023年にはアカミミガメとアメリカザリガニが条件付特定外来生物に指定された。なお、絶滅危惧種等をまとめた生物のリストを【D】という。

〔選択群〕

- ① ネイチャーポジティブ ② レッドリスト ③ 30by30目標
④ ブラックリスト ⑤ 生態系保全 ⑥ 自然共生サイト

（3）海で発生して生物等に被害を起こしている青潮とは、海が酸素不足の環境で【E】粒子が生じ海水が青白くなる現象で、水域に栄養塩（窒素、リン等）が過剰に供給されることが原因である。また、赤潮は【F】の異常増殖が原因で海水が赤褐色等に変色する現象であり、これも富栄養化が原因である。

〔選択群〕

- ① リン ② 硫黄 ③ 窒素 ④ 植物プランクトン ⑤ 魚類 ⑥ 底生生物

- (4) 再生可能エネルギーの一つとして水素やアンモニアの活用が進められようとしている。これらは炭素を含まないため燃焼しても二酸化炭素を発生しない。水素は製造方法により、以下のように呼ばれている。再生可能エネルギー（太陽光、風力、水力等）からつくられた水素が【G】水素、化石燃料を原料にしてつくられ、CCS等により二酸化炭素を発生させない水素は【H】水素と呼ばれている。ここでいうCCSとは火力発電所で発生した二酸化炭素を地中深くに貯留するもので二酸化炭素回収・貯留と言われている。

〔選択群〕

- ① ブルー ② グレー ③ グリーン ④ イエロー ⑤ ピンク ⑥ ホワイト

- (5) 日本の産業廃棄物排出量は令和4年度で3億7000万トンとなっている。産業廃棄物の排出量を種類別にみると、【I】の排出量が最も多く、次いで動物のふん尿、がれき類の順となっており、この3品目で全排出量の約8割を占めている。どうしてもリサイクルできない焼却灰等は最終処分（埋立）されるが、現在の産業廃棄物最終処分場の残余容量は約【J】年分しかない。

〔選択群〕

- ① 汚泥 ② ばいじん ③ プラスチック類 ④ 10 ⑤ 20 ⑥ 30

2

「機械安全」に関する次の設問（１）、（２）について答えよ。

- (1) 「労働災害及び機械安全」に関する次の文章の空欄【A】～【F】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】～【F】にマークせよ。ただし、重複使用は不可である。

令和5年の労働災害については、死亡災害は集計開始以来最少となった前年を下回る見込みであるものの、休業4日以上之死傷災害は前年同期よりも増加しており、過去20年で最多となった令和4年を上回る見込みで、平成21年以降、死傷者数が増加に転じてから続く増加傾向に歯止めがかからない状況となっている。

令和5年の全産業の死亡者数は755人であり、死傷者数（休業4日以上）は135,371人であった。死傷者数の内訳では、墜落・転落、交通事故（道路）、【A】によるものの割合が高く、この3つで全体の6割以上を占めている。特に製造業では、【A】による死亡者の割合が最も高く36%を占めている。

機械設備による労働災害はいぜんとして死傷災害全体の2割を占め、製造業においてはその比率は3割にのぼる。機械災害は、機械のエネルギーが大きいことから、【A】等により身体部位の切断・挫滅等の重篤な災害や死亡事故につながることが多いのが特徴である。

ところで、機械の安全化を進める上では、以下の3つの大前提がある。

- ・人はミスをする。
- ・機械は【B】する。
- ・【C】は存在しない。

このように【C】はなく、危険源をなくさない限りどんなに安全化を進めても「残りリスク」が残る。そのため、リスクアセスメント等により【D】なリスクのレベルまでリスクを低減することが機械の安全化に求められる。そのレベルは合理的に実現可能な技術水準とされている。

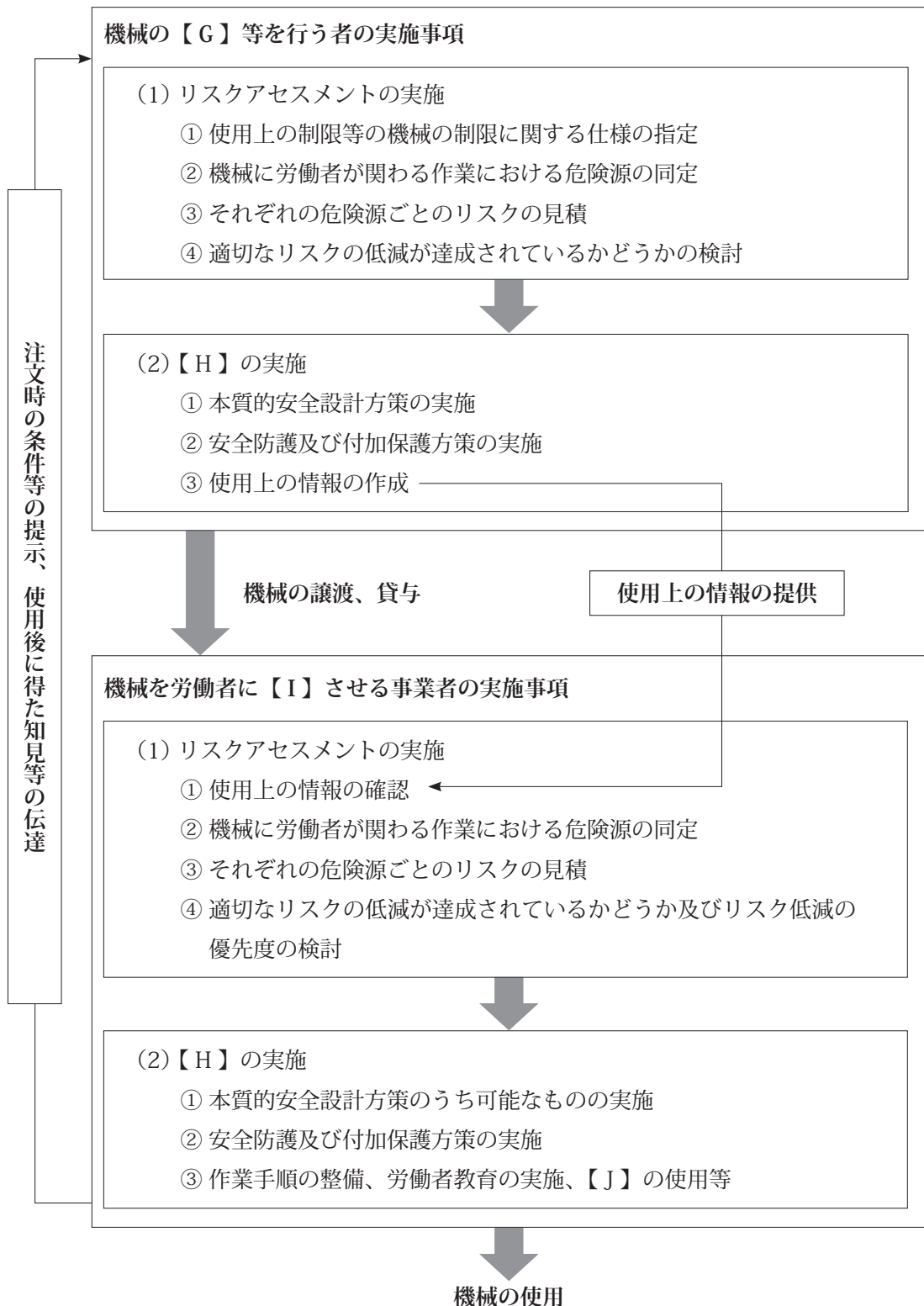
また機械災害を確実に防止するためには、以下に示す3つの機械の安全化の原則がある。

1. 【E】の原則：機械の危険箇所（危険源）を除去する、または人に危害を与えない程度にする。
2. 隔離の原則：人が機械の危険源に接近・接触できないようにする。
3. 【F】の原則：一般的に機械が止まっていれば危険はなくなるので、人が機械の動作範囲に入る場合は、インターロック等で機械を停止させる、または停止してから入場を許可する。

〔語句群〕

- | | | | |
|---------|--------------|---------|--------|
| ① 飛来・落下 | ② はさまれ・巻き込まれ | ③ 崩壊・倒壊 | ④ 許容可能 |
| ⑤ 許容不可能 | ⑥ リスク | ⑦ 停止 | ⑧ 絶対安全 |
| ⑨ 本質安全 | ⑩ 故障 | | |

(2) 以下に示す「機械包括安全指針に基づく機械の安全化の手順」の空欄【G】～【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【G】～【J】にマークせよ。ただし、重複使用は不可である。



〔語句群〕

- | | | |
|----------|---------|--------|
| ① 管理的対策 | ② 工学的方策 | ③ 設計 |
| ④ 使用 | ⑤ 製造 | ⑥ 保護方策 |
| ⑦ 個人用保護具 | ⑧ 安全作業 | |