

平成29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）

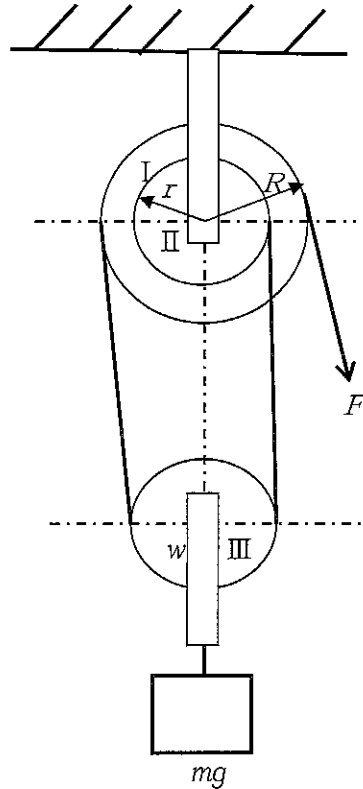
- 3. 機械力学
- 5. 熱工学
- 6. 制御工学
- 9. 機械製図(記述式解答用紙に解答すること)
- 11. 環境・安全

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

[3. 機械力学]

- 1 下図に示す半径 R 、 r の軸に固定された2個の定滑車 I と II と動滑車 III からなる差動滑車がある。動滑車 III の中心に重さ mg の物体をつるし、定滑車 I にかかったロープを、力 F で引張る。ただし動滑車の重さを w とする。
以下の問に答えよ。



- (1) ロープで引く力 F を示す数式を下記の〔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 $\frac{(mg+w)}{2R \cdot (R-r)}$ ② $\frac{(R-r)}{2R \cdot (mg+w)}$ ③ $\frac{2R \cdot (mg+w)}{(R-r)}$
 ④ $\frac{2R \cdot (R-r)}{(mg+w)}$ ⑤ $\frac{(mg+w) \cdot (R-r)}{2R}$

- (2) 重さ mg の物体を、高さ h だけ引き上げるためには、ロープをどのくらいの長さ引かなければならないか。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 $\frac{(R-r)h}{2R}$ ② $\frac{(R-r)}{2h}$ ③ $\frac{Rh}{2(R-r)}$ ④ $\frac{2Rh}{R-r}$ ⑤ $\frac{R-r}{2Rh}$

2

図の I の軸に、II、III の番号が付けられた円板が取り付けられている。

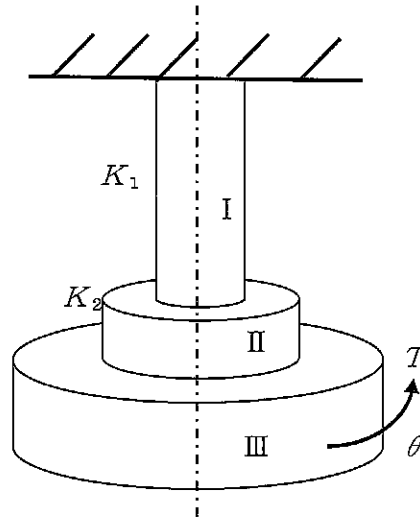
軸 I の一端は、天井に固定されている。

I の軸のねじり剛性を K_1

II の円板のねじり剛性を K_2

III の円板の慣性モーメントを J とする

以下の問に答えよ。



- (1) III の円板にトルク T が作用した時、III の円板の角変位を θ とする。このときのねじり剛性 K_0 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 $\frac{1}{(K_1+K_2) \cdot K_1 \cdot K_2}$ ② $\frac{1}{K_1+K_2}$ ③ $\frac{K_1 \cdot K_2}{K_1+K_2}$ ④ K_1+K_2 ⑤ $\frac{K_1+K_2}{K_1 \cdot K_2}$

- (2) このねじり振動系の固有振動数を、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【B】にマークせよ。

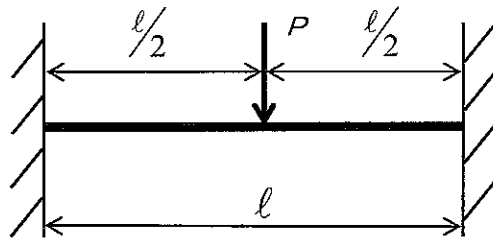
〔数式群〕

① $\frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{J}{(K_1+K_2)}}$ ② $\frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{K_1 \cdot K_2}{J \cdot (K_1+K_2)}}$ ③ $\frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{(K_1+K_2)}{J}}$

④ $\frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{K_1+K_2}{J \cdot (K_1 \cdot K_2)}}$ ⑤ $\frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{1}{J \cdot (K_1 \cdot K_2)}}$

3

両端固定ばりのばね定数について、以下の問いに答えよ。



はり中央部のたわみ (u)

$$u = \frac{Pl^3}{192EI}$$

はりの縦弾性係数 E 、断面二次モーメント I

図 3-1 両端固定ばり

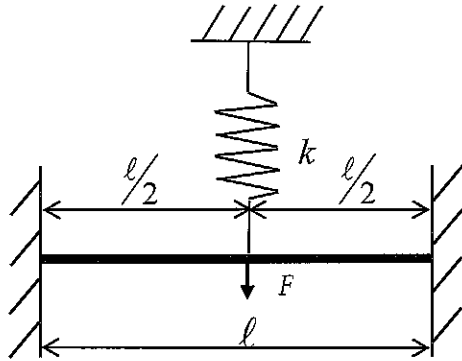


図 3-2 両端固定ばり中央部の上側にばねを設置

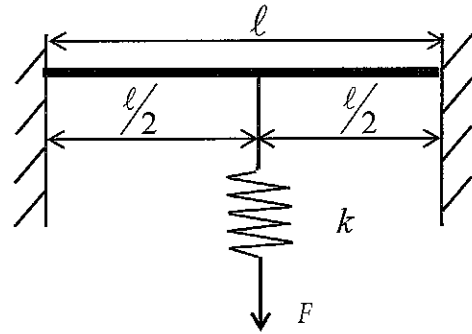


図 3-3 両端固定ばり中央部の下側にばねを設置

- (1) 図 3-1 に示すような両端固定ばりの中央に荷重 P が作用した。このときの等価ばね定数 k_p 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 $k_p = \frac{192}{EI\ell^3}$ ② $k_p = \frac{\ell^3 EI}{192}$ ③ $k_p = \frac{192\ell^3}{EI}$ ④ $k_p = \frac{192EI}{\ell^3}$ ⑤ $k_p = \frac{EI}{192\ell^3}$

- (2) 図 3-1 の両端固定ばりに図 3-2 に示すように中央部に上側から、ばね定数 k のばねを連結した。このときのはりとはばねの等価ばね定数 k_e 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 $k_e = \frac{192EI}{\ell^3} + \frac{EI}{k\ell^3}$ ② $k_e = \frac{192EI}{\ell^3} + k$ ③ $k_e = \frac{192kEI}{k\ell^3 + 192EI}$ ④ $k_e = \frac{k\ell^3 + 192kEI}{192EI}$

- (3) 図 3-1 の両端固定ばりに図 3-3 に示すように中央部下側に、ばね定数 k のばねを連結した。このときのはりとはばねの等価ばね定数 k_e 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 $k_e = \frac{192kEI}{k\ell^3 + 192EI}$ ② $k_e = \frac{kEI}{k\ell^3 + 192kEI}$ ③ $k_e = \frac{192EI}{\ell^3} + k$ ④ $k_e = \frac{k\ell^3 + 192kEI}{192EI}$

[5. 熱工学]

1

次はエンジン等の設計に関して必要とする原理を記述したものである。

空欄【A】～【J】に当てはまる適切な語句、数値、記号、数式を(1)、(2)のそれぞれの〔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。

(1)

サイクルを表す P - V 線図 (P : 圧力、 V : 体積) において、サイクルはそれが行われる方向によって2種類に分かれる。時計の回る方向にサイクルが行われると、1サイクル毎に仕事を発生して外部に与えられる。これは【A】のサイクルと言われる。1サイクルの間に作動流体が外部の高熱源から受け取る熱量を Q_H 、外部の低熱源に捨てる熱量を Q_L とすれば、外部に対して行う仕事 L は熱力学第1法則の関係によって式【B】で与えられる。この熱効率 η_{th} は式【C】によって定義され、可逆カルノーサイクルでは高熱源の絶対温度を T_H 、低熱源の絶対温度を T_L とすれば熱効率 η_{th} は式【D】で与えられる。熱力学第2法則によれば熱は高温から低温に流れるのが自然であり、決して逆に流れることはないことを示しており、また、このサイクルにおいて Q_H をすべて L に変換することは不可能で Q_L を零にすることは出来ないことを示している。

[解答群]

- | | | | |
|---------------------|------------|-----------|---------------------|
| ① 冷凍機 | ② 熱機関 | ③ ヒートポンプ | ④ $Q_L - Q_H$ |
| ⑤ $Q_H - Q_L$ | ⑥ L/Q_H | ⑦ Q_H/L | ⑧ $(T_H - T_L)/T_H$ |
| ⑨ $T_H/(T_H - T_L)$ | ⑩ カルノーサイクル | | |

(2)

逆に反時計回りにサイクルが行われ、1サイクル毎に仕事 L を外部から供給して低熱源から熱量 Q_L を受け、高熱源に熱量 Q_H を与えることは可能であり、これは Q_L を利用する場合に【E】、 Q_H を利用する場合に【F】と呼ばれている。この場合、仕事 L に対する目的の熱量の比を動作係数 ε または成績係数 COP と呼び、【F】では式【G】で定義される。その値は低熱源を外界とすると、外界からの熱の授熱の度合いを表し、値は1以上で、もし、その値が3とすると仕事 L の【H】倍の熱量を高熱源に得たことになり、省エネルギーの指標となるものである。さらに逆可逆カルノーサイクルでは ε は上述と同様に高低熱源温度 T_H 、 T_L で定義する式【I】で与えられ、 ε を大きくするには【J】の温度を高くすればよいことがわかる。

[解答群]

- | | | | |
|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| ① ヒートポンプ | ② 冷凍機 | ③ $T_H/(T_H - T_L)$ | ④ $(T_H - T_L)/T_H$ |
| ⑤ T_H | ⑥ T_L | ⑦ 3 | ⑧ 1.5 |
| ⑨ $Q_H/(Q_H - Q_L)$ | ⑩ $(Q_H - Q_L)/Q_H$ | | |

2

熱移動に関する下記の文章について【A】～【J】に当てはまる適切な語句・記号・数式を(1)(2)のそれぞれの〔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。

- (1) 壁面と流体（気体または液体）が接しているとき、壁面の温度 T_w が流体の温度 T_f の温度より高いとすると、熱力学第2法則より、壁面から流体方向への熱移動が生じる。これを【A】と呼び、これを式で表すと【B】の法則により壁面の単位面積（ 1m^2 ）、単位時間 1s あたり $q=h(T_w-T_f)$ で表される。壁面の面積を F [m^2] とすると全壁面の単位時間当たりの熱流量 Q は【C】で表される。この q は【D】とよび、また h を【E】という。

〔解答群〕

- ① 熱伝達率 ② 熱伝導率 ③ 熱伝導 ④ 熱伝達 ⑤ ニュートンの冷却
 ⑥ フーリエ ⑦ qF ⑧ qF^2 ⑨ 熱流束 ⑩ 熱流速

- (2) さらに、平行平板の熱通過を表す式は、平板の両側に流体があり、高温側流体の温度を T_h 、壁の温度を T_1 、 h を h_1 、低温側流体の温度を T_c 、壁の温度を T_2 、 h を h_2 とし、平行平板の熱伝導率を λ 、板の厚みを δ とすると単位時間当たりの熱の流れはどちらの面も同じであるから、 $q=h_1(T_h-T_1)=$ 【F】 $=h_2(T_2-T_c)$ が成り立つ。

これを熱通過式で表すと結局 $q=K(T_h-T_c)$ のように表され、この K を【G】または熱貫流率と呼び

$$(1/K)=(1/h_1)+(\delta/\lambda)+(1/h_2)$$

で表される。

今、 h_1 対 (λ/δ) 対 h_2 の比が 10 対 100 対 1000 のとき、どれかを 2 倍にしたとき最も効果があるのは【H】を 2 倍にしたときである。したがって、もし、エアコンの室内および室外機などで空気側を h_1 、冷媒側を h_2 および管壁の金属の λ/δ を考えたとき、ほぼこれらの比率のオーダーがこれぐらいとすると、このエアコンの性能を改善しようとするれば【I】側の【J】を改善すべきである。

〔解答群〕

- ① 空気 ② 冷媒 ③ 熱通過率 ④ 熱伝導率 ⑤ 熱伝達率
 ⑥ $(\frac{\delta}{\lambda})(T_1-T_2)$ ⑦ $(\frac{\lambda}{\delta})(T_1-T_2)$ ⑧ h_1 ⑨ λ/δ ⑩ h_2

[6. 制御工学]

1

次の文章はシーケンス制御について述べたものである。空欄【A】～【H】に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【A】～【H】にマークせよ。ただし、重複使用は不可である。

制御対象機器へ操作者の意志を伝えるために操作する器具を操作用器具といい、押しボタンスイッチや切換えスイッチなどがある。これら操作スイッチは接点の動作状態の違いから、次の3つに分類される。

【A】	操作後、手を離すと、接点はそのまま保持するが、操作部分は元の状態に戻る
【B】	操作している間だけ接点が開閉し、手を離すと自動的に元の状態に戻る
【C】	操作後、手を離しても操作部分と接点はそのままの状態を保持する

また電磁継電器を用いてシーケンス制御の論理を構成するものを【D】制御と呼ぶ。電磁コイルに電流を流すことで接点が開閉し、電流を切ると開く【E】接点と電磁コイルに電流を流すことで接点が開き、電流を切ると閉じる【F】接点がある。【D】制御の基本的制御回路にはいくつかあるが、その中でも回路自身が出力の状態を保持することができる記憶回路を【G】という。

一方、接点を使わずに半導体スイッチング素子を組み合わせて回路の開閉を行うことでシーケンス制御する方式を【H】制御といい、【D】制御に比べ、寿命が長い、応答速度が速いなどの特徴がある。

〔語句群〕

- | | | | |
|----------|---------|------------|----------|
| ① a | ② b | ③ c | ④ PID |
| ⑤ 電動式 | ⑥ 保持式 | ⑦ リレーシーケンス | ⑧ デジタル |
| ⑨ 自動復帰式 | ⑩ 残留接点式 | ⑪ 無接点シーケンス | ⑫ 自己保持回路 |
| ⑬ フリッカ回路 | ⑭ プログラム | | |

2

質量 m の貨車の運動に関する系について、次の設問 (1) ~ (4) に答えよ。

- (1) 時間領域における貨車の速度 $v(t)$ 、駆動力 $f(t)$ 、車体に作用する空気などの抵抗力を $cv(t)$ (c : 速度に対する減衰係数とする) とする。駆動力 $f(t)$ を入力、速度 $v(t)$ を出力とすると、この系の伝達関数 $G(s)$ として、最も適切なものを下記の〔数式群〕の中から 1 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、ラプラス変換を施す際、すべての初期値を 0 とする。

〔数式群〕

- ① $\frac{mc}{s}$ ② $\frac{s}{mc}$ ③ $\frac{m}{c}s$ ④ $\frac{c}{m}s$
 ⑤ $\frac{1}{cs+m}$ ⑥ $\frac{1}{ms+c}$ ⑦ $\frac{1}{ms^2+2mcs+c^2}$ ⑧ $\frac{1}{cs^2+2mcs+m^2}$
 ⑨ $m^2s+2mcs+c^2$ ⑩ $c^2s+2mcs+m^2$

- (2) この系の速度のステップ応答 $v(t)$ は、比例ゲイン K 、時定数 T とすると、

$$v(t) = fK(1 - e^{-\frac{t}{T}})$$

と表される。貨車の質量 $m = 2.5\text{t}$ 、駆動力 $f = 3000\text{N}$ 、速度の定常値

- $v_{\infty} = 16.7\text{m/s}$ のとき、時定数 $T[\text{s}]$ 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【B】にマークせよ。

〔数値群〕 単位: s

- ① 3.43 ② 5.15 ③ 7.29 ④ 9.43
 ⑤ 11.4 ⑥ 13.9 ⑦ 15.7 ⑧ 18.2

- (3) この貨車が動き始める ($t = 0\text{s}$) のときの加速度 $a[\text{m/s}^2]$ 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: m/s^2

- ① 0.73 ② 0.86 ③ 0.95 ④ 1.13
 ⑤ 1.20 ⑥ 1.33 ⑦ 1.45 ⑧ 1.53

- (4) 遅れ時間 $t_d[\text{s}]$ 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【D】にマークせよ。

〔数値群〕 単位: s

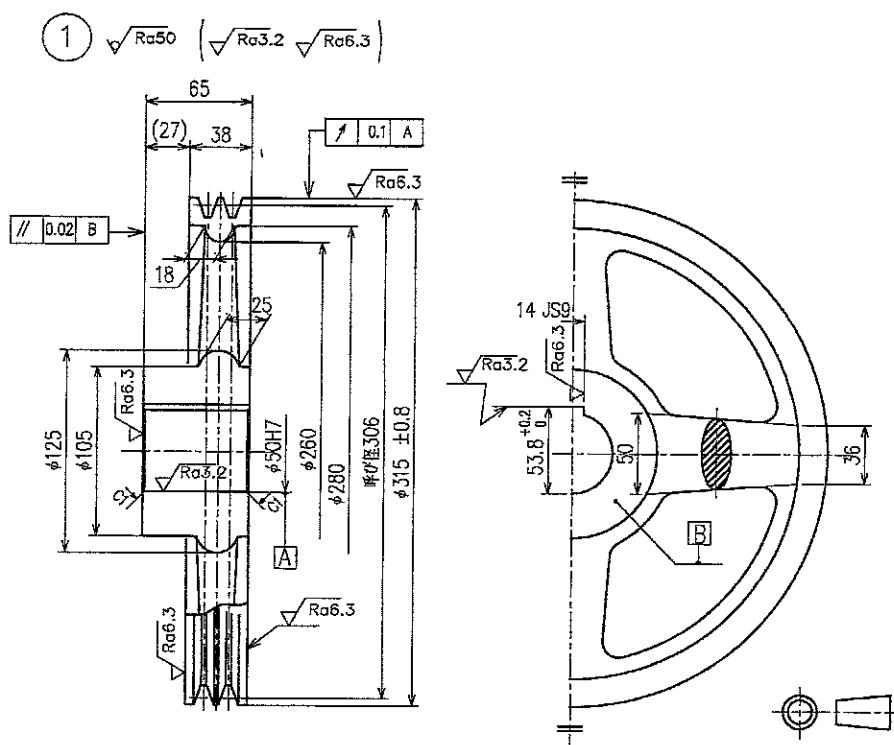
- ① 2.33 ② 3.67 ③ 4.72 ④ 5.63
 ⑤ 6.79 ⑥ 7.41 ⑦ 8.45 ⑧ 9.63

〔 9 . 機械製図 〕

1 次の文章 (1) ~ (6) の空欄【A】~【J】に対応した適切な用語を解答用紙の解答欄【A】~【J】に記入せよ。

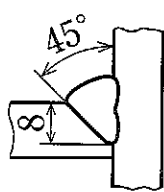
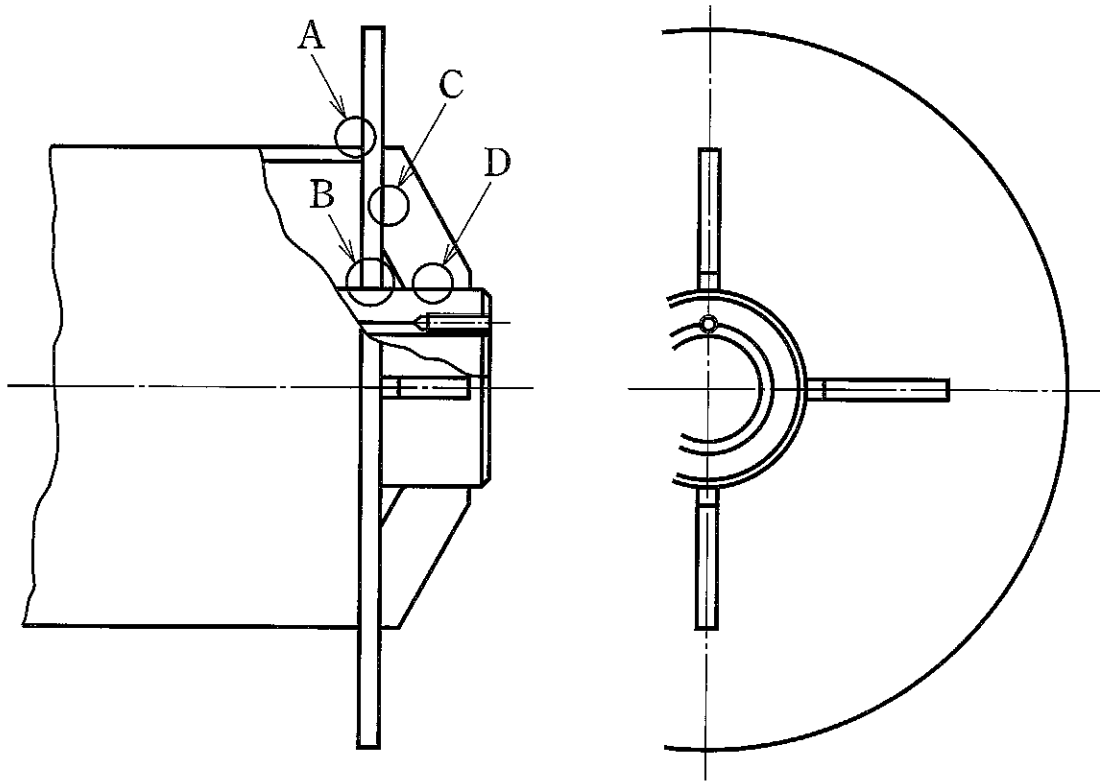
- (1) 2 種類以上の線が同じ場所に重なる場合、線の優先順位は、外形線、【A】、切断線、中心線の順である。
- (2) 9 キリ $\sqcup 14 \Downarrow 7.4$ の寸法において、“ \sqcup ”は【B】を表し、“ \Downarrow ”は【C】を表している。
- (3) 表面性状の図示記号で、“ \surd ”は【D】場合、“ \surd ”は【E】場合に用いられる。
- (4) 加工方法記号で、“M”は【F】削りを表し、平面や溝などを切削する工作機械によるものである。また、“L”は【G】を表し、主に円筒面を切削する工作機械によるものである。
- (5) 幾何公差に用いられる記号で、寸法数値が四角い枠で囲ってある寸法を【H】という。
- (6) M12×16/φ10.2×20 と図面に記入されていた場合、“M12”は【I】、“φ10.2”は【J】を表している。

2 次に示した図は、V プーリ (FC250) を描いたものである。図を参照して、次の文章 (1) ~ (11) の空欄【A】~【R】に対応した適切な用語、数値、記号の解答を解答用紙の解答欄【A】~【R】に記入せよ。

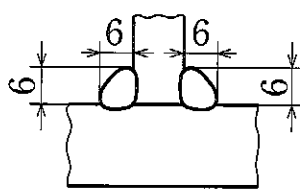


- (1) 主投影図の一部分が破断線によって断面図示されているが、この断面図の名称を【A】という。
- (2) 右側面図にアームの切り口の形状を 90°回転して表しているが、この断面図を【B】という。
- (3) 図中の C1 は、【C】を表す記号で、角度は【D】、削り加工の長さは【E】mm を表している。
- (4) 主投影図の上に表示されている (27) は、【F】寸法と呼ばれている。
- (5) ラテン文字の大文字を正方形で囲ってある \boxed{B} を【G】という。
- (6) 公差記入枠に示されている記号 \square は【H】を表し、 \boxtimes は【I】を表している。
- (7) 右側面図の対称中心線の上下に記入されている短い 2 本の平行線の名称を【J】という。
- (8) 軸の入る穴 $\phi 50H7 (+0.025 / 0)$ の上の許容サイズ (旧 JIS 最大許容寸法) は【K】mm で、下の許容サイズ (旧 JIS 最小許容寸法) は【L】mm である。また、サイズ公差 (旧 JIS 寸法公差) は【M】mm である。
- (9) 穴 $\phi 50H7$ に軸 $\phi 50g6$ が挿入されるとすれば、このはめあいの種類は【N】である。
- (10) $\sqrt{Ra \ 6.3}$ は【O】粗さを示し、数値 6.3 は【P】を示している。
- (11) このプーリの材料 FC250 の材料名は【Q】で、数値の 250 は【R】を表している。

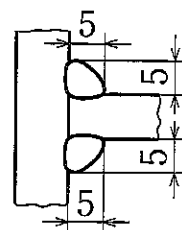
- 3 下図は、手巻きウィンチの巻胴溶接構造物の概略図と、図中に指示したA、B、C、D各部分における溶接部の開先形状の実形を示す。各部の実形にしたがって、解答欄の図面に溶接記号を使って正しく指示しなさい。



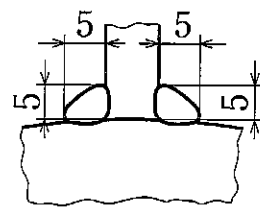
A部実形
全周溶接



B部実形
全周溶接

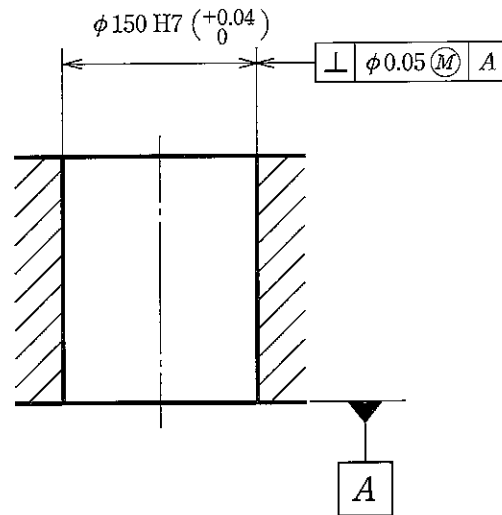


C部実形



D部実形

- 4 次の図は、円筒穴を描いたものである。下図を参照して、次の文章(1)～(3)の空欄【A】～【F】に対応した適切な用語、数値、記号を解答用紙の解答欄【A】～【F】に記入せよ。



- (1) 公差記入枠に記入されている \perp は【A】を表し、 \textcircled{M} は、寸法と幾何公差との間の相互依存関係を考慮しているときに用いられる記号で、この公差方式を【B】方式と呼んでいる。
- (2) 公差記入枠の公差値(0.05)の前に ϕ が付記されている場合の公差域の領域は【C】を示し、 ϕ が付記されていない場合の公差域の領域は【D】を示している。
- (3) この図で最大実体寸法は【E】で、最小実体寸法は【F】である。

[11. 環境・安全]

1

「2030 アジェンダ」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〔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。

2015年9月、【A】な開発に関する世界首脳会議国連総会が開催され、「【A】な開発のための2030 アジェンダ」が採択された。これは国際社会が【B】年に向けて、持続可能な社会の実現のために取り組むべき課題を集大成した新たな国際的な枠組みである。同年成立した【C】抑制のための国際的枠組み「【D】」と共に重要で、世界は新たなステージに入ったのである。我が国はこれら二つの画期的な【E】に関し、国内外の取り組みを進めている。

「2030 アジェンダ」の中核をなす「持続可能な開発目標 (SDG s)」は、世界を変えるための17のゴールと169のターゲットから成っている。各ゴールはターゲットを介して環境と結びつき、持続可能な開発の三原則「【F】、経済、社会」の3側面でバランスが取れ、統合された形で達成することとしている。この考え方は、我が国の【G】が目指す方向と同じである。

「2030 アジェンダ」における持続可能な開発目標 (SDG s) のターゲットの中で、化学物質の【H】と使用による人の健康と環境への悪影響の最小化を達成するために、【I】の全体を通して化学物質を【J】すべきことが盛り込まれている。

(SDG s : Sustainable Development Goals)

〔語句群〕

- | | | | |
|--------|-----------|--------|--------|
| ① 温暖化 | ② 環境政策 | ③ 適正管理 | ④ 持続可能 |
| ⑤ パリ協定 | ⑥ 国際合意 | ⑦ 2030 | ⑧ 環境 |
| ⑨ 製造 | ⑩ ライフサイクル | | |

2

化学物質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〔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。

現代社会において、多種多様な【A】が私たちの生活に便利さをもたらしているが、その一方で【B】や環境への負の影響が懸念されるものも多々ある。化学物質はその製造・輸入・加工から使用、リサイクル、【C】に至るライフサイクルの各過程で、環境に排出される可能性がある。人の健康や環境への影響が懸念される化学物質については、その悪影響を【D】するために、【E】の各段階で、さまざまな対策・手法を組み合わせた包括的なアプローチを、戦略的に推進することが重要である。

政府は人の健康や環境への悪影響が懸念される【F】の管理を、「2030 アジェンダ」のターゲットに沿った重要な課題として取りあげ、【G】を経験した国としてその教訓を生かし、世界に貢献しようとしている。

国連環境計画（UNEP）は2013年、水銀の人為的な【H】から人の健康および環境を保護することを目的とし、水銀の採掘、輸出入、使用、環境への排出・放出等など、ライフサイクル全般にわたる包括的な管理を求める「【I】」を採択した。

この条約を順守するため、我が国は2015年6月、【J】を成立させ、その他関連する法律を改正・整備し、2016年2月「【I】」を批准した。

〔語句群〕

- | | | | |
|---------|-----------|-----------|--------|
| ① 水俣条約 | ② 水俣病 | ③ 排出・放出 | ④ 人の健康 |
| ⑤ 軽減・除去 | ⑥ 水銀汚染防止法 | ⑦ ライフサイクル | ⑧ 廃棄 |
| ⑨ 水銀 | ⑩ 化学物質 | | |

