

令和2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）

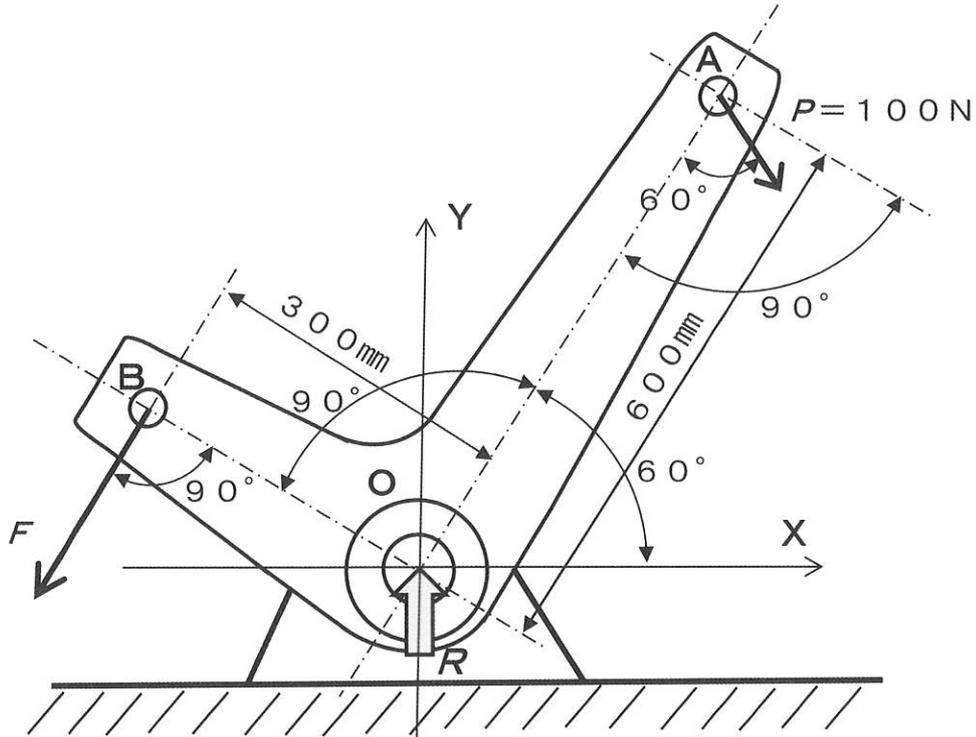
- 3. 機械力学
- 5. 熱工学
- 6. 制御工学
- 9. 機械製図(記述式解答用紙に解答すること)
- 11. 環境・安全

令和2年11月15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 下図に示すベルクランクが、A端で図示する方向に $P = 100 \text{ N}$ の荷重を作用され、図の状態できり合っている。ベルクランクの寸法および角度等は、図中に明示されている。下記の設問(1)～(3)に答えよ。



- (1) A点に、 $P = 100 \text{ N}$ の荷重が図中に示す方向で作用したとき、B点に図中に示す方向で発生する荷重 $F$  [N]を下記の〔数値群〕から最も近い値を一つ選び、解答用紙の解答欄【A】にマークせよ。

〔数値群〕 単位：N

- ① 123      ② 142      ③ 164      ④ 173      ⑤ 184

- (2) 図中のベルクランクで、O点における支持反力 $R$  [N]の大きさを、下記の〔数値群〕から最も近い値を一つ選び、解答用紙の解答欄【B】にマークせよ。

〔数値群〕 単位：N

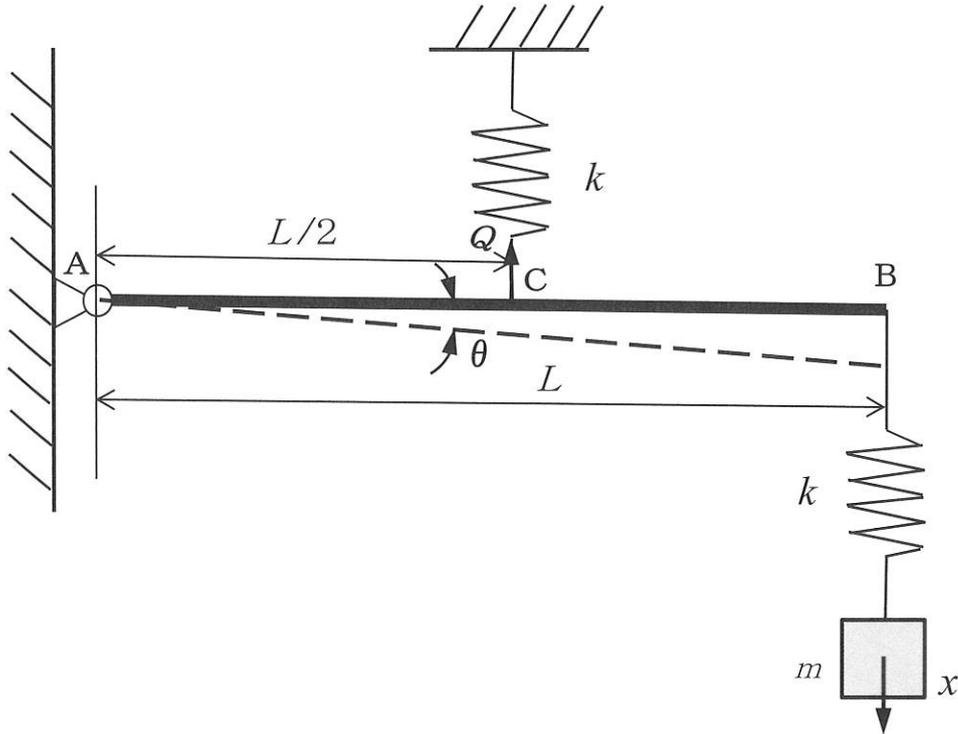
- ① 185      ② 200      ③ 220      ④ 240      ⑤ 260

- (3) 支持反力 $R$ の方向角度は、図に示すx軸を起点( $0^\circ$ )に何度になるか。下記の〔数値群〕から最も近い値を一つ選び、解答用紙の解答欄【C】にマークせよ。

〔数値群〕

- ①  $57^\circ$       ②  $62^\circ$       ③  $68^\circ$       ④  $72^\circ$       ⑤  $81^\circ$

- 2 下図に示す質量を無視した長さ  $L$  の剛体棒  $AB$  に、左端  $A$  点を回転自由にして、右端  $B$  点にばね定数  $k$  のばねが取り付けられている。その  $B$  点のばねの先には、質量  $m$  の物体がつるされている。さらに棒  $AB$  の中間位置  $L/2$  の位置に、ばね定数  $k$  のばねが取り付けられている。下記の設問 (1) ~ (5) に答えよ。



- (1)  $B$  点の先端部に取り付けられたばね質量系による変位を  $x$  とすると、質量  $m$  に関する運動方程式を、下記の〔数式群〕から一つ選び、解答用紙の解答欄【A】にマークせよ。

〔数式群〕

- ①  $m\ddot{x} = -kx - L\theta x$       ②  $m\ddot{x} = -k\left(x - \frac{L\theta}{2}\right)$       ③  $m\ddot{x} = -k(x - L\theta)$   
 ④  $m\ddot{x} = -kx - k\frac{L\theta}{2}$       ⑤  $m\ddot{x} = -kx$

- (2)  $C$  点につるされているばね力  $Q$  を表す式を、下記の〔数式群〕から一つ選び、解答用紙の解答欄【B】にマークせよ。

〔数式群〕

- ①  $Q = k\frac{2}{L\theta}$       ②  $Q = k\frac{\theta}{2L}$       ③  $Q = \frac{kL}{2\theta}$       ④  $Q = \frac{L\theta}{2k}$       ⑤  $Q = k\frac{L\theta}{2}$

- (3) 棒 AB に作用するモーメントのつり合い式を、下記の〔数式群〕から一つ選び、解答用紙の解答欄【 C 】にマークせよ。

〔数式群〕

$$\begin{array}{ll} \text{① } k\left(\frac{L}{2}\right)\theta = kx(x-L\theta) & \text{② } k\left(\frac{L}{2}\right)^2\theta = k(x-L\theta)L \\ \text{③ } k\left(\frac{L}{2}\right)\theta = k(x-L\theta) & \text{④ } k\left(\frac{L}{2}\right)^2\theta = kL\theta(x-L) \\ \text{⑤ } k\left(\frac{L}{2}\right)^2 = k(x-L\theta)^2 L \end{array}$$

- (4) 上記の問の結果より  $x$  に関する運動方程式を、下記の〔数式群〕から一つ選び、解答用紙の解答欄【 D 】にマークせよ。

〔数式群〕

$$\begin{array}{lll} \text{① } \ddot{x} + \left(\frac{k}{5m}\right)x = 0 & \text{② } \ddot{x} + \left(\frac{5k}{m}\right)x^2 = 0 & \text{③ } \ddot{x} + \left(\frac{k}{m}\right)x = 0 \\ \text{④ } \ddot{x} + \left(\frac{m}{k}\right)x = 0 & \text{⑤ } \ddot{x} + \left(\frac{mk}{5}\right)x = 0 & \end{array}$$

- (5) 上記の式より固有振動数  $f_n$  を表す式を、下記の〔数式群〕から一つ選び、解答用紙の解答欄【 E 】にマークせよ。

〔数式群〕

$$\begin{array}{lll} \text{① } \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{5k}{m}} & \text{② } 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} & \text{③ } \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{5m}} \\ \text{④ } 2\pi\sqrt{\frac{m}{5k}} & \text{⑤ } \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{m}} & \end{array}$$

## [5. 熱工学]

1

次の文章は熱機関の一つであるガソリンエンジンの理論サイクルであるオットーサイクルについて述べたものである。空欄【A】～【H】に当てはまる適切な語句、記号および数値を〔選択群〕から選び、その記号を解答用紙の解答欄【A】～【H】にマークせよ。ただし、重複使用は可である。

(1) 右の図はオットーサイクルのPV線図である。状態①から状態②は断熱圧縮であり、その圧縮仕事を  $W_{12} > 0$  で表し、②から③は定容加熱であり、燃焼による受熱を  $Q_1$  とする。同様にして③から④は断熱膨張で膨張仕事を  $W_{34}$ 、④から①の排熱による定容放熱を  $Q_2 > 0$  とすると、このサイクルの熱効率  $\eta_{th}$  は

$$\eta_{th} = 1 - \text{【A】} / Q_1$$

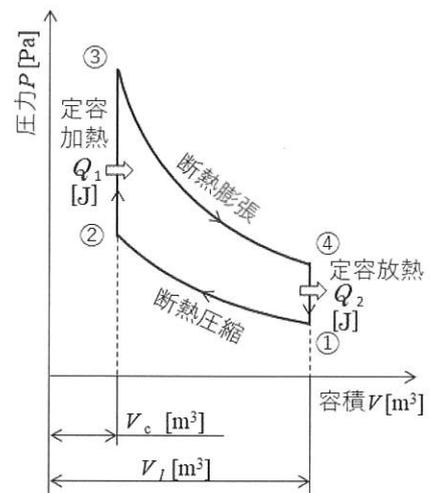
で与えられる。

この式は熱のすべてを仕事  $W$  に変換できないことを示しており、熱効率を1にすることは出来ない。

これは、熱力学【B】法則が成り立つことを示している。

また、上死点までの隙間容積を  $V_c$ 、下死点までのシリンダー容積を  $V_1$  とし、圧縮比を  $\varepsilon$  とすると、 $\varepsilon = \text{【C】}$

で定義され、熱効率を圧縮比で表すこともできる。

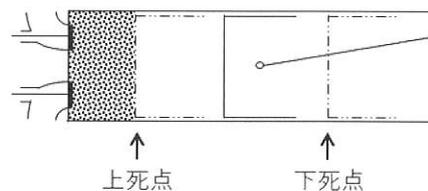


(2) 圧縮比  $\varepsilon = 9.5$  のオットーサイクルについて考える。断熱圧縮前の圧力  $P_1$ 、温度  $T_1$ 、体積  $V_1$  がそれぞれ  $0.1 \text{ MPa}$ 、 $290 \text{ K}$ 、 $6 \times 10^{-4} \text{ m}^3$  であり、断熱膨張後の温度  $T_4$  が  $800 \text{ K}$  である。

このとき、サイクル中の最高圧力  $P_3$  と温度  $T_3$ 、定容加熱における加熱量  $Q_1$ 、定容放熱における放熱量  $Q_2$  を求め、サイクルの理論熱効率  $\eta_{th}$  を求めたい。ただし、作動流体を気体定数  $R = 0.287 \text{ kJ}/(\text{kgK})$  の理想気体である空気とし、比熱比  $\kappa = 1.4$  で一定とする。

断熱過程における  $P$ 、 $V$ 、 $T$  の関係は次式を参考にしてもよい。

$$PV^\kappa = \text{一定}, \quad TV^{\kappa-1} = \text{一定}$$



断熱圧縮後の圧力  $P_2$  および温度  $T_2$  を求めると、 $PV$  および  $TV$  の関係式から、それぞれ  $P_2$  および  $T_2$  が得られる。同様にして、定容過程の  $TV$  関係から  $T_3 = \text{【D】K}$  が得られ、また、定容過程の  $PT$  関係を表す式から  $P_3 = \text{【E】K}$  が得られる。

定容加熱の加熱量は  $Q_1 = mC_v (T_3 - T_2)$  である。作動流体である空気の質量  $m$  は理想気体の状態式より求める。さらに定容比熱  $C_v$  も与えられていないが、比熱比  $\kappa$ 、気体定数  $R$  が与えられており、 $C_v$  との関係式  $\kappa = C_p/C_v$  および  $C_p - C_v = R$  より  $C_v$  を求める。これを定容過程の加熱量を求める式に代入することにより、 $Q_1 = \text{【F】kJ}$  が得られる。

サイクルの理論熱効率  $\eta_{th}$  を求めるには定容放熱量  $Q_2$  を求めなければならないが、定容過程の放熱量の式より定容加熱の式と同様にして求めることができ、 $Q_2 = \text{【G】kJ}$  となり、理論熱効率の定義式から  $\eta_{th} = \text{【H】}$  が得られる。

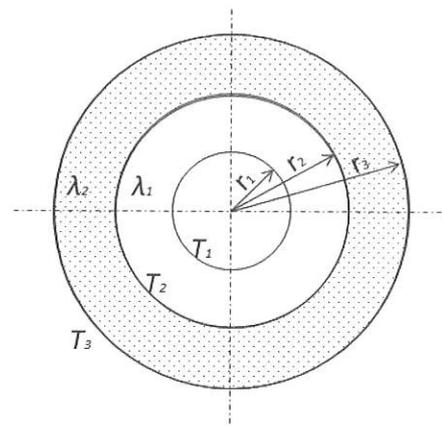
[選択群]

- |             |                      |                   |                     |             |
|-------------|----------------------|-------------------|---------------------|-------------|
| ① $Q_1$     | ② $Q_2$              | ③ 第1              | ④ 第2                | ⑤ $V_c/V_l$ |
| ⑥ $V_l/V_c$ | ⑦ $7 \times 10^{-4}$ | ⑧ 0.3             | ⑨ 0.6               | ⑩ 0.9       |
| ⑪ 710       | ⑫ 2000               | ⑬ $2 \times 10^6$ | ⑭ $6.5 \times 10^6$ |             |

2

図は内半径  $r_1$ 、外半径  $r_2$ 、長さ  $L$  の金属製の円管に外半径  $r_3$  になるように断熱材を巻いた円管の定常熱伝導を表したものである。金属の熱伝導率を  $\lambda_1$ 、断熱材の熱伝導率を  $\lambda_2$  とし、管内壁面温度を  $T_1$ 、金属と断熱材の接面温度を  $T_2$ 、断熱材表面温度を  $T_3$  とし、高温の金属から断熱材を通る熱伝導による単位時間（1 秒）当たりの全熱流量を  $Q$  とする。

以下の設問を手順に従って求め、【A】～【F】に適当な式および最も近い数値を〔選択群〕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。



設問

内径 20 mm、外径 40 mm のステンレス鋼管が、厚さ 10 mm の断熱材で包まれている。管の内壁温度は 573 K、断熱材の表面温度は 303 K に保たれている。ステンレス鋼管管長 5 m 当たりの熱損失  $Q$  [W] およびステンレス管と断熱材の接面温度  $T_2$  [K] を求めよ。ただし、ステンレス鋼および断熱材の熱伝導率をそれぞれ 19.0 W/(mK)、0.057 W/(mK) とする。

手順

題意より

$r_1 = 10$  mm、 $r_2 = 20$  mm、 $r_3 = 30$  mm、 $L = 5$  m、 $T_1 = 573$  K、  
 $T_3 = 303$  K、 $\lambda_1 = 19.0$  W/(mK)、 $\lambda_2 = 0.057$  W/(mK)

円管の熱伝導はフーリエの法則より

$$Q = -\lambda(2\pi rL) \frac{dT}{dr} \quad (1)$$

によって表され、この式を

$$dT = -\frac{Q}{2\pi\lambda L} \frac{dr}{r} \quad (2)$$

と書き換え、境界条件

$r = r_1$  のとき  $T = T_1$

$r = r_2$  のとき  $T = T_2$

で (2) 式を定積分し、熱抵抗の形で書き表すと、結局次式が得られる。

$$Q = (T_1 - T_2)/R_1 \quad (3)$$

ここで、熱抵抗  $R_1 = \text{【A】}$  で表わされる。

同様にして、

$r = r_2$  のとき  $T = T_2$

$r = r_3$  のとき  $T = T_3$

の境界条件で定積分すると

$$Q = (T_2 - T_3)/R_2 \quad (4)$$

ここで、

$$R_2 = \text{【 B 】}$$

となり、(3) 式と (4) 式から、2 層円管の式は

$$Q = (T_1 - T_3)/(R_1 + R_2) \quad (5)$$

で求められる。

したがって、 $R_1$ 、 $R_2$  に設問で与えられた数値を代入すると、

$$R_1 = \text{【 C 】 [K/W]}、R_2 = \text{【 D 】 [K/W]}$$

が得られ、これらを (5) 式に代入すると、

$$Q = \text{【 E 】 W}$$

が得られる。この得られた  $Q$  の値を (3) 式に代入することにより、 $T_2$  の値が求められ、

$T_2 = \text{【 F 】 K}$  となる。

[選択群]

$$\textcircled{1} 2\pi L\lambda_1 \ln\left(\frac{r_2}{r_1}\right) \quad \textcircled{2} \frac{1}{2\pi L\lambda_1} \ln\left(\frac{r_2}{r_1}\right) \quad \textcircled{3} 2\pi L\lambda_2 \ln\left(\frac{r_3}{r_2}\right) \quad \textcircled{4} \frac{1}{2\pi L\lambda_2} \ln\left(\frac{r_3}{r_2}\right)$$

$$\textcircled{5} 0.0012 \quad \textcircled{6} 0.2 \quad \textcircled{7} 0.4 \quad \textcircled{8} 1.2 \quad \textcircled{9} 120 \quad \textcircled{10} 570 \quad \textcircled{11} 600 \quad \textcircled{12} 1200$$

## [6. 制御工学]

1

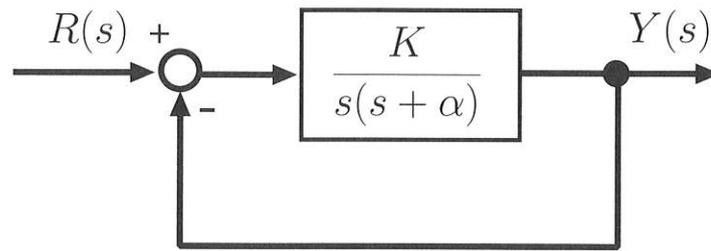
制御系はシステムの用途や構成などのとり方によって、さまざまに分類できる。次表は、多種にわたる制御の一部を「名称」で分類したものである。各項目の説明に最も関連の深い名称を〔語句群〕から選び、その番号を解答用紙の解答欄【A】～【H】にマークせよ。ただし、重複使用は不可である。

説 明	名 称
制御系の応答の良さを定量的に評価する関数（評価関数）を最小あるいは最大にするような操作量を求める制御	【A】
外乱を受ける制御対象に対して、目標値が時間的に変わることなく一定の制御	【B】
代表的な制御系は「サーボ機構」であり、目標値が任意に変化する制御	【C】
制御量が目標値からずれると、操作量が2位置動作する制御。 操作量と制御量の変化に「むだ時間」が生じるため、制御結果にオーバーシュートやハンチングが起きやすい欠点をもつ	【D】
英語の形容詞で「曖昧な」という意味をもち、メンバーシップ関数と推論のルールを設定して行う制御	【E】
「頑健（がんけん）」という意味を持ち、外乱の影響によって制御対象の動特性に変化が生じてても、システムを安定かつ所定の性能を満たすようにする制御	【F】
制御システム内の信号が連続な関数を用いて行う制御	【G】
制御システム内の信号が時間的にも数値的にも離散的な関数を用いて行う制御	【H】

〔語句群〕

- ① アナログ制御      ② オンオフ制御      ③ 最適制御      ④ 追従制御  
 ⑤ 定値制御      ⑥ デジタル制御      ⑦ ファジィ制御      ⑧ ロバスト制御

- 2 下図に示すフィードバックシステムに単位ステップ入力を印加したとき、次の設問（１）～（３）に答えよ。



- （１）行き過ぎ量  $O_s = 25.4\%$  となるための減衰係数  $\zeta$  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]

2次遅れ要素に単位ステップ入力を加えたときの出力  $y(t)$  は、次式で与えられる。

$$y(t) = 1 - \frac{e^{-\zeta\omega_n t}}{\sqrt{1-\zeta^2}} \sin\left(\omega_n \sqrt{1-\zeta^2} t + \tan^{-1} \frac{\sqrt{1-\zeta^2}}{\zeta}\right)$$

$\omega_n$  は、固有角周波数

曲線  $y(t)$  が極値をとる時間  $t_n$  ( $n = 1, 2, \dots$ ) は、

$$\omega_n \sqrt{1-\zeta^2} t_n = n\pi$$

行き過ぎ量を  $O_s$ 、行き過ぎ時間を  $t_p$  とすれば、

$$O_s = 100 \times e^{-\zeta\omega_n t_p}$$

〔数値群〕

- ① 0.03      ② 0.24      ③ 0.4      ④ 0.85      ⑤ 2.4  
⑥ 4      ⑦ 8.5      ⑧ 24      ⑨ 40      ⑩ 65

- （２）応答が最終値の  $\pm 2\%$  以内に入るときの整定時間  $t_s = 1.7\text{s}$  にしたい。そのときの定数  $\alpha$  の値を計算し、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。

[参考] 整定時間  $t_s$  は、以下の計算式を用いて算出できる。

$$t_s = \frac{4}{\zeta\omega_n}$$

〔数値群〕

- ① 1.3      ② 2.5      ③ 3.6      ④ 4.7      ⑤ 6.4      ⑥ 8.5

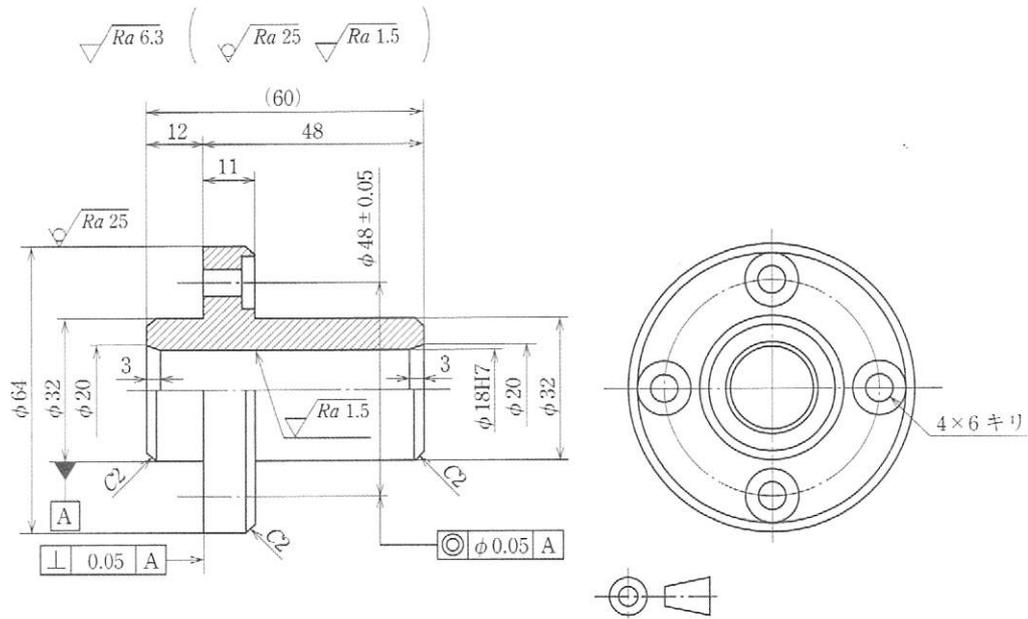
(3) 行き過ぎ時間  $t_p$  [s] を計算し、最も近い値を下記の〔数値群〕の中から選び、その番号を解答用紙の解答欄【C】にマークせよ。

〔数値群〕 単位：s

- ① 0.12      ② 0.24      ③ 0.33      ④ 0.47      ⑤ 0.58      ⑥ 0.71

## [9. 機械製図]

- 1 次を示す図は、ガイドブッシュの部品図である。問題(1)～(11)の空欄【A】～【N】に当てはまる語句、数値を解答欄【A】～【N】に記入しなさい。



- (1) 図面に記入されているC2のCは【A】を表す。
- (2) 主投影図の断面図の名称は【B】という。
- (3) φ18H7の穴にφ18k6の軸が入るとすれば、このはめあいの種類は【C】である。
- (4) 穴に記入されているφ18H7の上の許容差は+0.018、下の許容差は0である。この場合の最大許容サイズは【D】である。
- (5) 図面上に描かれている、塗りつぶされた三角形の記号名称を【E】という。
- (6) 幾何公差について、図に示されている姿勢公差の種類で記号⊥、および位置公差の種類で記号◎の特性名称を【F】、【G】という。
- (7) (60)と記入されている括弧でくくられている寸法は【H】と呼ばれている。
- (8) 4×6キリの記入がなされている。この意味は【I】あける加工がなされていることを表す。
- (9) 図の記号で√は表面性状を表す記号で【J】を表し、√は【K】を表す。
- (10) 図中に示されている記号R<sub>a</sub>は【L】粗さを表し、もし、R<sub>z</sub>という記号であれば、【M】粗さを表す。
- (11) 図面の右下に描かれている記号(◎)は【N】によって描かれている図面であることを表している。

**2**

機械要素部品において、問題（1）～（8）の空欄【A】～【K】に対応する適切な用語、数値を解答用紙の解答欄【A】～【K】に記入しなさい。

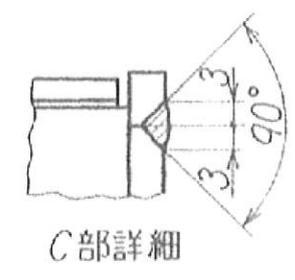
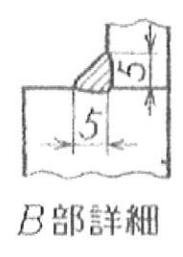
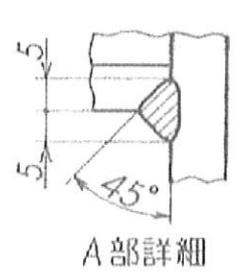
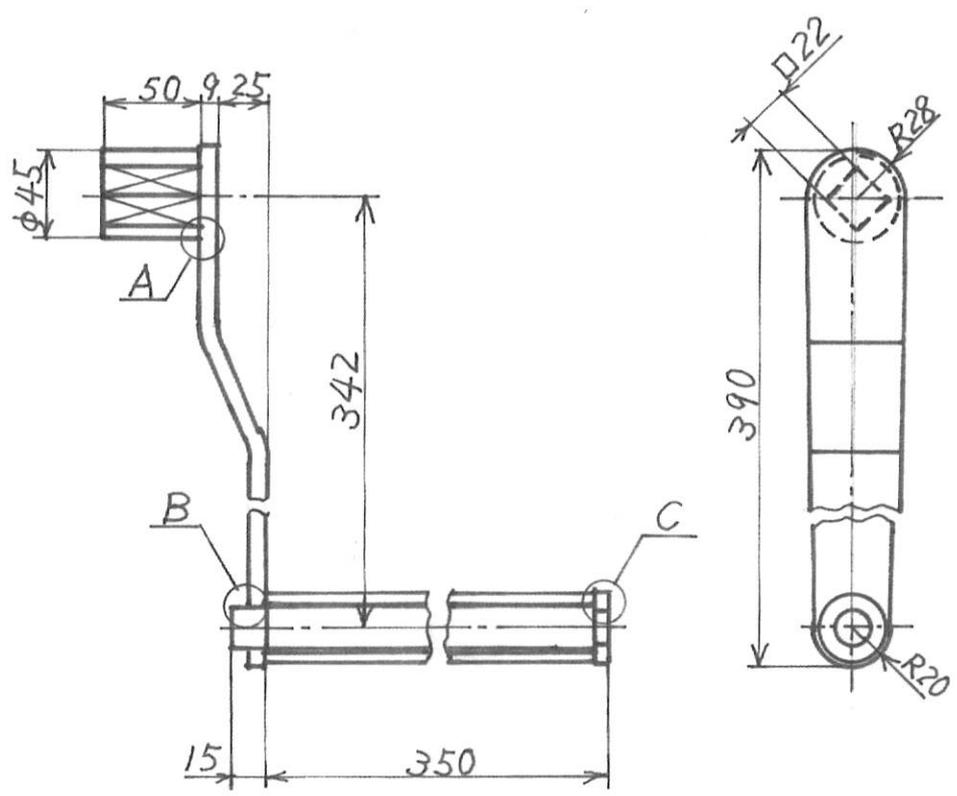
- （1）ねじの表し方で、 $M10 \times 16 / \phi 8.6 \overline{\nabla} 20$ と描かれている場合、 $\phi 8.6$ は【A】を表し、20は【B】を表している。
- （2）めねじを描く場合、下穴をドリル加工するが、ドリルの先端角度は【C】で描く。
- （3）平歯車の製図において、基準円直径を描く線の種類は【D】を用いる。
- （4）歯車製図では、軸に直角な方向から見た図を主投影図とするが、この図を断面図で表した場合、歯底の線は【E】を用いる。
- （5）ねじに用いられる材料で、SUSの材料名は【F】で、最初の“S”は【G】を表している。
- （6）歯車に用いられる材料で、FC250の材料名は【H】で、数値“250”は【I】を表している。
- （7）ばねに用いられる材料で、SUPの材料名は【J】である。
- （8）転がり軸受を大別すると、玉軸受と【K】軸受に分けられる。

**3**

投影法に関する問題（1）～（5）の空欄【A】～【E】に適切な用語を解答用紙の解答欄【A】～【E】に記入しなさい。

- （1）第三角法の投影図の配置では、正面図、平面図、右側面図等は位置が決められているが、【A】は特に位置が決められていない。
- （2）軸測投影において、X、YおよびZの3本の座標軸が互いに等しい角度（ $120^\circ$ ）で描かれる投影図を【B】という。
- （3）第一角法および第三角法の厳密な形式に従わない投影法に【C】がある。この方法は矢印を用いて様々な方向から見た投影図を任意の位置に配置することができる。
- （4）単一の投影面上に斜めに光を当てて投影する方法に【D】がある。これは、投影平面を座標面と平行にとり、対象物の主要な面をそれと平行に置くものである。
- （5）投影面からある距離にある視点と対象物の各点を結んだ投影線が投影面をよぎる投影を【E】とよぶ。

4 下図は、ある装置のハンドル図面である。主要部の寸法を示したが、図中に指示したA、B、C各部は溶接部で、図の下に各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A～C部に溶接記号を使って正しく指示しなさい。



## 〔11. 環境・安全〕

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 】を埋めるのにもっとも適切な語句を下記の〔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）地球温暖化対策には2つの対策がある。一つは、温室効果ガスを大気中に排出する量を削減する【 A 】であるが、もう一つは、地球温暖化による悪影響に対して備えたり、新しい気候条件を上手に利用したりする【 B 】である。
- （2）企業経営や成長において、環境、【 C 】、企業統治といった観点からの配慮が必要という考え方をそれぞれの頭文字をとり【 D 】という。今日、企業の長期的な成長のためには、この3つの観点が必要だという考え方が世界的に広まってきている。投資の意思決定において、従来型の財務情報だけを重視するだけでなく、【 D 】も考慮に入れる手法は「【 D 】投資」と呼ばれている。
- （3）プラスチックごみのリサイクル方法には3つある。使用済み製品や生産工程から出る廃プラスチックを回収し、利用しやすいように処理して、新しい製品の材料もしくは原料として再利用する【 E 】、そのままではなく、廃プラスチックを化学的に分解して化学物質の原料として再利用するケミカルリサイクル、焼却の際に発生する熱エネルギーを回収・利用する【 F 】の3つである。
- （4）水俣病、新潟水俣病、イタイイタイ病、四日市公害は、1940～1960年代に日本で発生した四大公害病である。この公害病のそれぞれの原因物質は、水俣病は【 G 】、イタイイタイ病は【 H 】、四日市公害は大気中の亜硫酸ガスである。
- （5）冷凍空調機器の冷媒として用いられているフロンは、【 I 】のために規制され代替フロンに変更されてきたが、代替フロンも冷凍空調機器から漏れて大気中に放出され、【 J 】の原因の一つになっていることから業務用の冷凍空調機器の使用中の点検が義務化された。

〔語句群〕

- |             |              |           |
|-------------|--------------|-----------|
| ① 地球温暖化     | ② カドミウム      | ③ S D G s |
| ④ 鉛         | ⑤ マテリアルリサイクル | ⑥ 適応策     |
| ⑦ サーマルリサイクル | ⑧ オゾン層破壊     | ⑨ 生物種の減少  |
| ⑩ 経済        | ⑪ 水銀         | ⑫ 社会      |
| ⑬ 酸性雨       | ⑭ E S G      | ⑮ 緩和策     |

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。

機械設備による災害は、【A】と、操作する人の不安全行動によって起こる。本質的な安全化のためには、この不安全な状態をなくすことが重要である。それには次の二つの方策が考えられる。

1) 【B】：人の不安全行動に対する方策

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) 【C】：【A】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ても、確実に安全側（例：機械が止まるなど）に落ち着く仕組み

また、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。安全とは、リスクを受忍可能なレベルまで低減することであり、リスクとは以下の式で表される。

$$\text{リスク} = \text{【D】} \times \text{危害の程度}$$

機械安全の国際規格 ISO 12100 (JIS B 9700) は、設計者が安全な機械を設計するためには、機械安全の取り組みを、設計の初期段階から「安全のための技術原則」にのっとり実施することを規定している。すなわち、【E】の実施と、それに基づく【F】の実施である。

ここに、機械安全の規格に基づき安全設計の手順をまとめると

1. 【E】実施手順

- ① リスク（危険源、【G】）の洗い出し
- ② リスクの推定・評価
- ③ リスク低減対策の優先度の決定

2. 【F】の実施手順（JIS B 9700 では3ステップメソッドと言う）

- ① 【H】・・・危険源を除去し機械そのものを本質的に安全化する。
- ② 【I】・・・設計で除去できなかったリスクを、【I】（各種ガード）や付加保護方策（非常停止装置など）で除去する。
- ③ 使用上の情報・・・それでも除去できないリスクは、使用者へ情報として提示し、対策してもらう。例えば機械に表示する「警告表示」、「【J】」など。

機械設計者は以上の手法に基づき、機械そのものを安全化し、同時に使用者側を支援し、両者の連携を密にして機械安全の推進を図るべきである。

〔語句群〕

- |            |             |              |
|------------|-------------|--------------|
| ① リスク低減方策  | ② 取扱説明書     | ③ 機械設備の不安全状態 |
| ④ フールプルーフ化 | ⑤ 安全保護方策    | ⑥ 有害性        |
| ⑦ 本質安全設計   | ⑧ リスクアセスメント | ⑨ 危害の発生確率    |
| ⑩ フェールセーフ化 |             |              |