

平成27年度  
機械設計技術者試験  
3級 試験問題Ⅱ

第2時限 14：20～16：20（120分）

2. 材料力学
5. 熱工学
6. 制御工学
7. 工業材料

平成27年11月15日実施

主催：一般社団法人 日本機械設計工業会

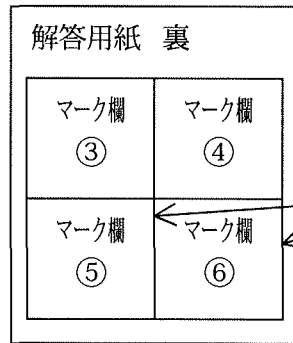
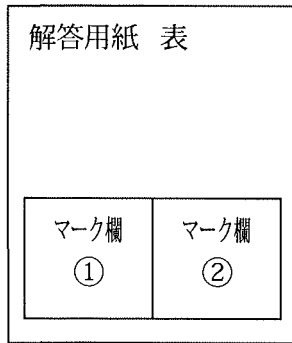
マークシート解答用紙に係る注意事項

- ◇ マークシート解答用紙の記入は、鉛筆またはシャープペンシルに限ります。ボールペン等（消しゴムで消せない筆記用具等）を使用して、マークミス等した場合、新たな用紙は配布しません。
- ◇ マークシート解答用紙は、1 試験科目につき 1 枚配付されます。例えば、第 1 時限は試験科目数が 5 科目ですので、同一様式のマークシート解答用紙が 5 枚配付されます。（問題冊子に挟まれています。）

	試験科目数	解答用紙数
第 1 時限	5 科目	5 枚
第 2 時限	4 科目	4 枚

試験科目とは、次の 9 科目をいいます。  
 ①機構学・機械要素設計②材料力学  
 ③機械力学④流体力学⑤熱工学⑥制御工学  
 ⑦工業材料⑧工作法⑨機械製図

- ◇ マークシート解答用紙の使用方法
  1. マークシート解答用紙は、1 枚で計 6 問（表 2 問、裏 4 問）解答できます。出題数も、1 試験科目につき、6 問以内に設定されています。解答は、試験科目の問題番号と同じ番号のマーク欄にマークするようにして下さい。  
 例 1）試験科目 A の出題数が 6 問の場合は、下図のマーク欄①～⑥のすべてを使用します。  
 例 2）試験科目 B の出題数が 4 問の場合は、下図のマーク欄①～④を使用し、マーク欄⑤と⑥は使用しません。 誤ってマークしないよう注意して下さい。



例 2) の場合、⑤⑥は使用しません。マークしないよう注意して下さい。

- 2. 1 つのマーク欄は、解答欄が A～N まで与えられています。（選択番号 1～14、選択肢は 14 以内に設定されてます。）

例 3) 試験科目 A の問 1 の解答事項が【A】～【G】の場合、解答欄の H～N までは使用しません。誤ってマークしないよう注意して下さい。

例 3) の場合、H～N は使用しません。マークしないよう注意して下さい。

1	解 答 欄													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
A	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫	⑬	⑭
B	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫	⑬	⑭
C	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫	⑬	⑭
D	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫	⑬	⑭
E	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫	⑬	⑭
F	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫	⑬	⑭
G	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫	⑬	⑭
H	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫	⑬	⑭
I	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫	⑬	⑭
J	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫	⑬	⑭
K	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫	⑬	⑭
L	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫	⑬	⑭
M	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫	⑬	⑭
N	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫	⑬	⑭

◇ 試験開始前準備

- ① マークシート解答用紙の枚数を確認してください。不足している場合は、係員に請求して下さい。
- ② 受験番号欄に受験番号を記入し、マーク欄に正しくマークして下さい。
- ③ 氏名を氏名欄に記入して下さい。必ず、フリガナも記入して下さい。
- ④ 解答科目欄に解答科目をマークして下さい。（問題冊子の表紙参照）

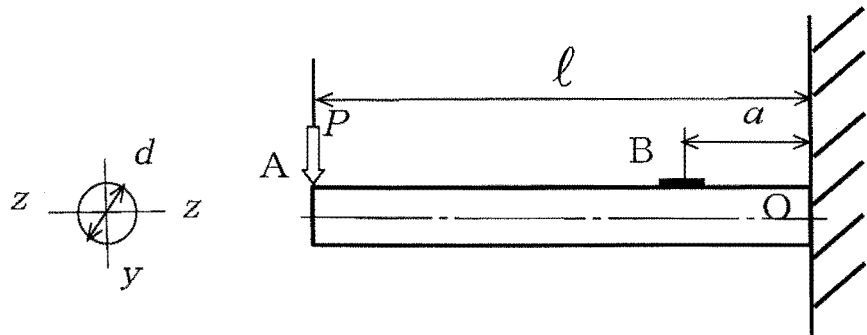
以上は、配付されたすべての用紙に行ってください。

## [2. 材料力学]

1

下図に示す直径 $d$ の丸棒の片持ちはりの先端部Aに、荷重 $P$ が作用している。固定部から距離 $a$ のところにひずみゲージが、はり付けてある。下記の設問(1)～(4)に答えよ。

ただし片持ちはりの文字変数とその値は図の下に示す。



$$P = 40 \text{ N},$$

$$l = 650 \text{ mm}, \quad a = 15 \text{ mm}$$

$$d = 10 \text{ mm},$$

$$E = 206 \text{ GPa}$$

(1) 上記断面の $z$ 軸に関する断面二次モーメント $I_z$ 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 $\frac{\pi d^2}{64}$ | ② $\frac{\pi d^3}{24}$ | ③ $\frac{\pi d^3}{32}$ | ④ $\frac{\pi d^4}{64}$ | ⑤ $\frac{\pi d^3}{12}$ |
| ⑥ $\frac{\pi d^4}{32}$ | ⑦ $\frac{\pi d^3}{64}$ | ⑧ $\frac{\pi d^2}{24}$ | ⑨ $\frac{\pi d^2}{4}$  | ⑩ $\frac{\pi d^2}{32}$ |

(2) 固定部から距離 $a$ だけ離れたB点に生ずる曲げモーメントを、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 $-P \times l$               | ② $-P \times a$       | ③ $-P(\ell + a)$              | ④ $-\frac{P a}{\ell}$ | ⑤ $-P(\ell - a)$           |
| ⑥ $-\frac{P(\ell - a)}{\ell}$ | ⑦ $-\frac{P \ell}{a}$ | ⑧ $-\frac{P(\ell + a)}{\ell}$ | ⑨ $-P(\ell \times a)$ | ⑩ $-\frac{P(\ell - a)}{a}$ |

(3) ひずみゲージがはり付けてあるB点の曲げ応力を計算して最も近い答えを下記の〔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

- |       |       |       |       |       |
|-------|-------|-------|-------|-------|
| ① 125 | ② 160 | ③ 165 | ④ 170 | ⑤ 175 |
| ⑥ 180 | ⑦ 185 | ⑧ 195 | ⑨ 200 | ⑩ 260 |

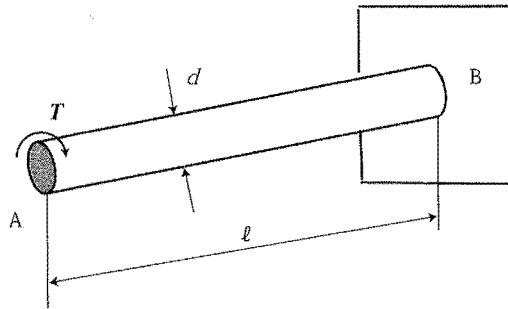
(4) 次に、荷重  $P$  が未知の場合を考える。荷重を調べるために B 点にはり付けたひずみゲージの値  $\varepsilon$  を測定した。その結果  $\varepsilon = 753 \times 10^{-6}$  の値が得られた。未知の荷重  $P$  として最も近い値を下記の〔数値群〕から選びその番号を解答用紙の解答欄【D】にマークせよ。

〔数値群〕 単位：N

- |       |       |       |       |       |
|-------|-------|-------|-------|-------|
| ① 15  | ② 20  | ③ 24  | ④ 28  | ⑤ 75  |
| ⑥ 125 | ⑦ 140 | ⑧ 220 | ⑨ 240 | ⑩ 420 |

2

下図に示すような直径  $d = 16 \text{ mm}$ 、長さ  $\ell = 0.5 \text{ m}$  の軟鋼製丸棒が一端 B を固定され、自由端 A にねじりモーメント  $T = 60 \text{ N} \cdot \text{m}$  を受けている。下記の設定 (1) ~ (3) に答えよ。



(1) 軟鋼の横弾性係数  $G$  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：GPa

- |      |      |       |       |       |
|------|------|-------|-------|-------|
| ① 60 | ② 65 | ③ 70  | ④ 80  | ⑤ 88  |
| ⑥ 90 | ⑦ 95 | ⑧ 100 | ⑨ 106 | ⑩ 110 |

(2) 軟鋼棒に発生する最大ねじり応力を計算し、その答に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 50  | ② 75  | ③ 80  | ④ 100 | ⑤ 120 |
| ⑥ 140 | ⑦ 150 | ⑧ 155 | ⑨ 160 | ⑩ 180 |

(3) 軟鋼棒に発生するねじれ角を計算し、その答に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： $\times 10^{-2}$  rad (ラジアン)

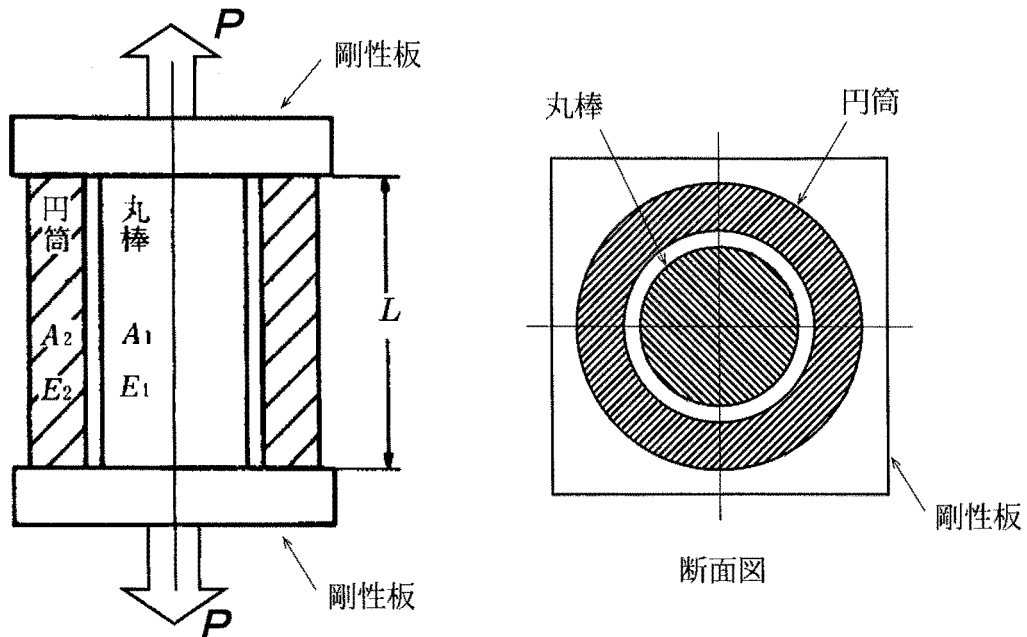
- |        |        |        |        |        |
|--------|--------|--------|--------|--------|
| ① 5.0  | ② 5.8  | ③ 7.5  | ④ 8.0  | ⑤ 9.3  |
| ⑥ 10.0 | ⑦ 11.6 | ⑧ 12.5 | ⑨ 14.0 | ⑩ 15.5 |

3

下図は、丸棒と円筒を剛性板に接着した「組み合わせ棒」である。

丸棒および円筒の横断面積を $A_1$ 、 $A_2$ 、縦弾性係数を $E_1$ 、 $E_2$ とする。剛性板の間の距離は $L$ とする。引張荷重 $P$ が、剛性板に作用し、伸び $\lambda$ が生じた。

下記の設問(1)～(5)に答えよ。



- (1) 引張荷重 $P$ とその結果、丸棒に生ずる荷重 $P_1$ と円筒に生ずる荷重 $P_2$ の関係は次式となる。答を下記の〔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  $P = \frac{P_1}{2} + \frac{P_2}{2}$    ②  $P = \frac{P_1}{4} + \frac{P_2}{4}$    ③  $P = P_1 + P_2$    ④  $P = \frac{P_1}{2} + \frac{P_2}{4}$    ⑤  $P = 2P_1 + P_2$

- (2) 丸棒の伸び $\lambda_1$ は、丸棒に生ずる荷重 $P_1$ を使うと、どのような式で示されるか。

下記の〔数式群〕から選び、該当する番号を解答用紙の解答欄【B】にマークせよ。

〔数式群〕

①  $\lambda_1 = \frac{A_1 L}{P_1 E_1}$    ②  $\lambda_1 = \frac{P_1 L}{A_1 E_1}$    ③  $\lambda_1 = \frac{A_1 E_1}{P_1 L}$    ④  $\lambda_1 = \frac{E_1 L}{A_1 P_1}$    ⑤  $\lambda_1 = \frac{P_1 E}{A_1 L}$

- (3) 円筒の伸び $\lambda_2$ は、円筒に生ずる荷重 $P_2$ を使うと、どのような式で示されるか。

下記の〔数式群〕から選び、該当する番号を解答用紙の解答欄【C】にマークせよ。

〔数式群〕

①  $\lambda_2 = \frac{A_2 E_2}{P_2 L}$    ②  $\lambda_2 = \frac{P_2 E}{A_2 L}$    ③  $\lambda_2 = \frac{A_2 L}{P_2 E_2}$    ④  $\lambda_2 = \frac{E_2 L}{A_2 P_2}$    ⑤  $\lambda_2 = \frac{P_2 L}{A_2 E_2}$

(4) 丸棒と円筒から成る組合せ棒の伸び $\lambda$ 、丸棒の伸び $\lambda_1$ 、円筒の伸び $\lambda_2$ の関係は、どのような式で表されるか。答を下記の〔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  $\lambda = \frac{\lambda_1}{2} + \frac{\lambda_2}{2}$     ②  $\lambda = \lambda_1 + \lambda_2$     ③  $\lambda = \lambda_1 = \lambda_2$     ④  $\lambda = \frac{\lambda_1}{2} + \frac{\lambda_2}{4}$     ⑤  $\lambda = \lambda_1 + \frac{\lambda_2}{2}$

(5) 上記の設問(1)～(4)の式を用いて、 $P_1$ と $P_2$ を求めることができる。ここでは求めた丸棒の $P_1$ から生じる応力 $\sigma_1$ が、どのような式で表されるか。答を下記の〔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〕

①  $\sigma_1 = \frac{A_1 E_1 + A_2 E_2}{E_1 P}$     ②  $\sigma_1 = \frac{E_1 P}{A_1 E_1 + A_2 E_2}$     ③  $\sigma_1 = \frac{E_1 P}{A_1 E_2}$   
④  $\sigma_1 = \frac{A_1 E_2}{E_1 P}$     ⑤  $\sigma_1 = \frac{E_1 E_2 P}{A_1 E_1 + A_2 E_2}$

## [5. 熱工学]

1

ガソリン機関の熱サイクルに関する下記の設問(1)、(2)について、空欄に当てはまると思われる記号、数式または数値をそれぞれの〔数式群〕および〔数値群〕から選び、解答用紙の解答欄【A】～【H】にマークせよ。

(参考)単位質量の物質の温度を1[K]だけ高めるのに必要な熱量を比熱 $c$ [J/(kg·K)]という。いま、質量 $m$ [kg]、比熱 $c$ [J/(kg·K)]の固体あるいは液体を熱力学温度 $T_1$ [K]から $T_2$ [K]まで上昇させるとき、これに必要な熱量 $Q$ は、式(a)で表される。

$$Q = m c (T_1 - T_2) \dots\dots\dots (a)$$

設問：

(1) 図1は、定容サイクルまたはオットーサイクルともいわれるガソリン機関の基本サイクルで、シリンダー内の圧力 $p$ と容積 $V$ の変化を示す $p-V$ 線図である。点①、②、③、④の温度をそれぞれ $T_1$ 、 $T_2$ 、 $T_3$ 、 $T_4$ [K]とし、作動流体の質量を $m$ [kg]、定容比熱を、 $c_v$ [J/(kg·K)]とすれば、加熱量 $Q_1$ [J]、放熱量 $Q_2$ [J]およびこのサイクルから得られる仕事量 $W$ [J]は、それぞれ式(b)、(c)、(d)で表される。

$$Q_1 = \boxed{\text{【A】}} \text{ [J]} \dots\dots\dots (b)$$

$$Q_2 = \boxed{\text{【B】}} \text{ [J]} \dots\dots\dots (c)$$

$$W = \boxed{\text{【C】}} - \boxed{\text{【D】}} \text{ [J]} \dots\dots\dots (d)$$

したがって、定容サイクル理論熱効率 $\eta_0$ は、点①、②、③、④の温度 $T_1$ 、 $T_2$ 、 $T_3$ 、 $T_4$ の関数として、式(e)で示される。

$$\eta_0 = W/Q_1 = 1 - \frac{\boxed{\text{【E】}}}{\boxed{\text{【F】}}} \dots\dots\dots (e)$$

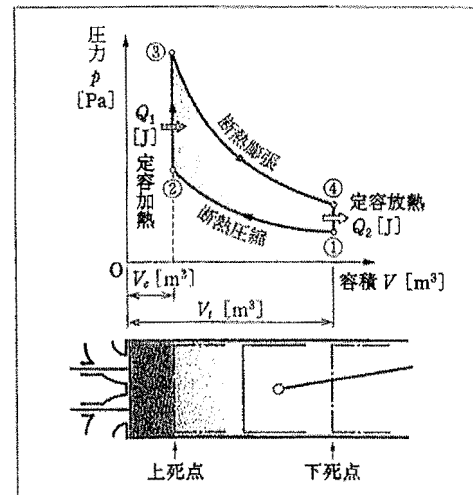


図1

〔数式群〕

- ①  $m c_v (T_3 - T_4)$     ②  $m c_v (T_3 - T_2)$     ③  $m c_v (T_2 - T_1)$     ④  $m c_v (T_4 - T_1)$   
 ⑤  $T_1$                     ⑥  $Q_1$                     ⑦  $T_2$                     ⑧  $Q_2$                     ⑨  $T_4 - T_1$   
 ⑩  $T_2 - T_1$             ⑪  $T_3 - T_2$             ⑫  $T_3 - T_4$

(2) 流体の質量 $m=8.0$ [kg]、定容比熱 $c_v=1.32$ [kJ/(kg·K)]、点①、②、③、④の温度をそれぞれ、 $15^\circ\text{C}$ 、 $130^\circ\text{C}$ 、 $560^\circ\text{C}$ 、 $80^\circ\text{C}$ として、このガソリン機関の1サイクル当たりの仕事量は $W = \text{【G】}$  [kJ]、理論熱効率は $\eta_0 = \text{【H】}$  [%]である。

【G】の〔数値群〕 単位：kJ

- ① 3360    ② 3540    ③ 3720    ④ 3960    ⑤ 4120    ⑥ 4260

【H】の〔数値群〕 単位：%

- ① 81.9    ② 82.5    ③ 83.2    ④ 83.9    ⑤ 84.6    ⑥ 85.2



2

モータが25kWの電力で運転されている。このうち12.5%がモータの内部損失によって熱として失われる。下記の設問(1)、(2)、(3)について計算し、最適と思われる数値をそれぞれの〔数値群〕の中より一つ選び、その番号を解答用紙の各解答欄【A】～【C】にマークせよ。

設問：

(1) 内部損失として毎秒失われる熱量は【A】である。

〔数値群〕 単位：kJ/s

- ① 2.56      ② 2.86      ③ 3.13      ④ 4.26      ⑤ 4.53  
⑥ 5.26      ⑦ 7.03      ⑧ 7.85      ⑨ 8.59      ⑩ 9.85

(2) モータの回転軸から被駆動機へ伝えられる機械エネルギーは【B】である。

〔数値群〕 単位：kW

- ① 6.1      ② 8.8      ③ 10.2      ④ 13.8      ⑤ 15.2  
⑥ 17.9      ⑦ 19.2      ⑧ 21.9      ⑨ 23.2      ⑩ 25.7

(3) モータの回転数 $3600\text{min}^{-1}$ のときのトルクは【C】である。

〔数値群〕 単位：N・m

- ① 54.6      ② 58.1      ③ 61.6      ④ 64.4      ⑤ 67.6  
⑥ 72.1      ⑦ 82.6      ⑧ 98.6      ⑨ 116      ⑩ 126

## [ 6. 制御工学 ]

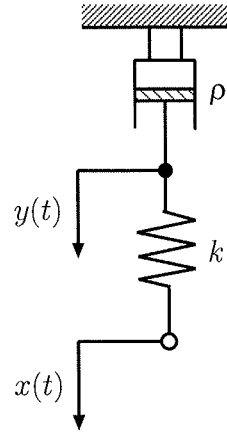
1

下記の設問 (1)、(2) に答えよ。

- (1) 図のようなダッシュポットとばねを用いた系の伝達関数  $G(s)$  は、  
変位  $x(t)$  を入力、変位  $y(t)$  を出力とすると

$$G(s) = \frac{Y(s)}{X(s)} = \frac{1}{1+Ts}$$

である。なお、 $T$  は、定常状態の 63.2% に達する時間である。この系の動特性を表す要素として、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】にマークせよ。



〔語句群〕

- |          |        |          |
|----------|--------|----------|
| ① 1次遅れ要素 | ② 積分要素 | ③ 2次遅れ要素 |
| ④ 微分要素   | ⑤ 比例要素 | ⑥ むだ時間要素 |

- (2) 設問 (1) の系において、ダッシュポットの粘性係数  $\rho$ 、ばね定数  $k$  とする。 $T$  を求める式として、最も適切な数式を〔数式群〕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。

〔補足〕 設問 (1) の系の運動方程式は、以下の式で表される。

$$\rho \frac{dy(t)}{dt} = k(x(t) - y(t))$$

〔数式群〕

- |                    |                    |                           |                           |
|--------------------|--------------------|---------------------------|---------------------------|
| ① $\rho k$         | ② $2\rho k$        | ③ $\sqrt{\frac{\rho}{k}}$ | ④ $\sqrt{\frac{k}{\rho}}$ |
| ⑤ $\frac{k}{\rho}$ | ⑥ $\frac{\rho}{k}$ | ⑦ $\frac{2\rho}{k}$       | ⑧ $\frac{\rho}{2k}$       |

2

PID制御は、構造が簡単かつプラントに設置してからも調整が容易であり、安定性の解析などが理論的に行なえるなどの理由から、プロセス制御や多くのアクチュエータ制御系に用いられている。下記の設問(1)、(2)に答えよ。

(1) 下記(i)～(iii)の文章中の空欄【A】～【C】に最も適切な数式を〔数式群〕の中から選び、その番号を解答用紙の解答欄【A】～【C】にマークせよ。

(i) 時間領域におけるP動作とは、制御偏差 $e(t)$ に比例する信号を出力する動作であり、制御出力を $c(t)$ 、比例ゲインを $K_p$ とすれば

$$c(t) = K_p e(t)$$

である。よって、P動作の伝達関数 $G(s)$ は

$$G(s) = \text{【A】}$$

である。

(ii) 同様にI動作とは、制御偏差 $e(t)$ を累積し、操作量を出力する動作であり、積分時間を $T_i$ とすれば

$$c(t) = \frac{1}{T_i} \int e(t) dt$$

である。ただし、I動作は油圧制御装置などに単独で用いられることもあるが、大部分はP+IのPI動作として機能させる。よって、PI動作の伝達関数 $G(s)$ は

$$G(s) = \text{【B】}$$

である。

(iii) 同様に、D動作とは、外乱などの入力で制御偏差 $e(t)$ の急激な変化を抑制するため、操作量を素早く調整して制御量の変化を元の状態に戻す働きをする動作であり、微分時間を $T_d$ とすれば

$$c(t) = T_d \frac{de(t)}{dt}$$

である。ただし、D動作は単独では制御能力がないため、P+DのPD動作、P+I+DのPID動作として機能する。PID動作の伝達関数 $G(s)$ は

$$G(s) = \text{【C】}$$

と求まる。

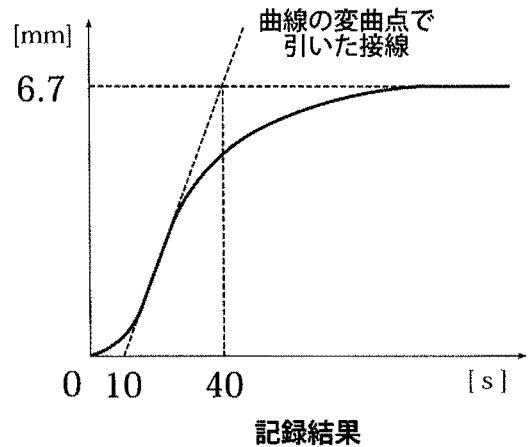
PID制御では、比例ゲイン $K_p$ 、積分時間 $T_i$ 、微分時間 $T_d$ の各パラメータが不適切であると、系が不安定になったり、応答が遅くなる原因となる。そのため、チューニングには各種経験則などを用いる方法や実際の現場での試行錯誤により、制御仕様に適合する値を決めていく。

〔数式群〕

- |                                                |                                                          |                                                            |
|------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| ① $\frac{1}{K_p}$                              | ② $K_p$                                                  | ③ $K_p s$                                                  |
| ④ $\frac{1}{K_p s}$                            | ⑤ $K_p (1+T_i s)$                                        | ⑥ $\frac{1}{K_p} (1+T_i s)$                                |
| ⑦ $K_p \left(1 + \frac{1}{T_i s}\right)$       | ⑧ $\frac{1}{K_p} \left(1 + \frac{1}{T_i s}\right)$       | ⑨ $K_p (1+T_i s+T_d s)$                                    |
| ⑩ $\frac{1}{K_p} (1+T_i s+T_d s)$              | ⑪ $K_p \left(1 + \frac{1}{T_i s} + T_d s\right)$         | ⑫ $\frac{1}{K_p} \left(1 + \frac{1}{T_i s} + T_d s\right)$ |
| ⑬ $K_p \left(1+T_i s + \frac{1}{T_d s}\right)$ | ⑭ $\frac{1}{K_p} \left(1+T_i s + \frac{1}{T_d s}\right)$ |                                                            |

(2) あるプラントにステップの大きさ

10mmに対する応答を求めたところ、右図のような記録結果を得た。なお、図中の点線は、記録後に付加した補助線である。この記録結果を用いて、プラントを制御するために必要なPIコントローラの比例ゲイン $K_p$ を求め、最も近い値を〔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。



〔補足〕

PID制御の各パラメータを調整する方法の1つとして、実験経験から求めるZiegler-Nicholsのステップ応答法があり、PI動作の比例ゲイン $K_p$ は次式で求める。

$$K_p = \frac{0.9T}{KL}$$

ただし、 $K$ :ゲイン定数  $T$ :時定数  $L$ :むだ時間

〔数値群〕

- ① 0.18 ② 0.3 ③ 0.5 ④ 0.67 ⑤ 2.5 ⑥ 4 ⑦ 5.4 ⑧ 6.7

## 〔7. 工業材料〕

1

下記の設問（1）～（5）は炭素鋼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【A】～【E】にマークせよ。

- (1) 鉄—炭素系平衡状態図における $A_1$ 変態点は次のうちのどれか。解答欄【A】にマークせよ。  
① 627℃                      ② 727℃                      ③ 827℃                      ④ 927℃
- (2) 共析鋼に含有する炭素量は、次のうちのどれか。解答欄【B】にマークせよ。  
① 約0.2%                      ② 約0.4%                      ③ 約0.6%                      ④ 約0.8%
- (3) S45Cの完全焼なまし組織は、次のうちのどれか。解答欄【C】にマークせよ。  
① パーライト    ② フェライト    ③ フェライト+パーライト    ④ オーステナイト
- (4) 鉄—炭素系平衡状態図における $A_3$ 変態点より高温での金属組織は次のうちのどれか。解答欄【D】にマークせよ。  
① パーライト    ② フェライト    ③ フェライト+パーライト    ④ オーステナイト
- (5) 炭素鋼に必ず含まれる元素の組み合わせは、次のうちのどれか。解答欄【E】にマークせよ。  
① 炭素 (C)、シリコン (Si)、モリブデン (Mo)、リン (P)、イオウ (S)  
② 炭素 (C)、シリコン (Si)、マンガン (Mn)、リン (P)、イオウ (S)  
③ 炭素 (C)、シリコン (Si)、モリブデン (Mo)、リン (P)、クロム (Cr)  
④ 炭素 (C)、シリコン (Si)、マンガン (Mn)、クロム (Cr)、イオウ (S)

2

下記の設問（1）～（5）は非鉄金属について記述したものである。（1）～（5）に当てはまる金属の名称を答えなさい。答は〔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【A】～【E】にマークせよ。ただし、重複使用は不可である。

- (1) 語句群の金属のうち最も重い金属はどれか。解答欄【A】にマークせよ。  
(2) 語句群の金属のうち磁石に付く金属はどれか。解答欄【B】にマークせよ。  
(3) 語句群の金属のうち最も軽い金属はどれか。解答欄【C】にマークせよ。  
(4) 語句群の金属のうちトタン板のめっき金属はどれか。解答欄【D】にマークせよ。  
(5) 語句群の金属のうちステンレス鋼に必ず数%以上添加されている金属はどれか。解答欄【E】にマークせよ。

〔語句群〕

- ① 銅 (Cu)                      ② クロム (Cr)                      ③ アルミニウム (Al)    ④ ニッケル (Ni)  
⑤ 金 (Au)                      ⑥ 銀 (Ag)                      ⑦ 亜鉛 (Zn)                      ⑧ マグネシウム (Mg)