

平成23年度

機械設計技術者試験

2級 試験問題 I

第1时限 9：30～11：50（140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

平成23年11月20日実施

主催：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時間は試験科目数が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。）第2時間は、5科目中1科目（機械製図）は記述式解答用紙を使用するため、マークシート解答用紙は4枚配付されることになります。

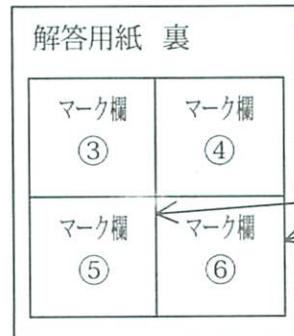
	試験科目数	マークシート数
第1時間	5科目	5枚
第2時間	5科目	4枚
第3時間	1科目	マークシート無し

試験科目とは、次の11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流体工学⑤熱工学⑥制御工学
- ⑦工業材料⑧工作法⑨機械製図⑩応用・総合
- ⑪環境・安全

- ◇ 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以内に設定されています。）

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。

◇ 角答用紙に関する注意事項

第1時限 2級 試験問題Ⅰ の場合

科 目	解答用紙 種類	解答方法
1. 機構学・機械要素設計	マークシート	マークシート解答用紙に解答して下さい。
2. 材料力学	マークシート	"
4. 流体工学	マークシート	"
7. 工業材料	マークシート	"
8. 工作法	マークシート	"

以上の5科目で解答用紙は、マークシート解答用紙 5枚 です。

## [1. 機構学・機械要素設計]

1

呼び番号6306（内径30mm）の単列深溝玉軸受が回転数 $700\text{min}^{-1}$ で、ラジアル荷重 $Fr=1800\text{N}$ 、スラスト荷重 $Fa=840\text{N}$ の場合、次の間に答えよ。ただし、軸受については次の通りとする。

基本静定格荷重  $Cor=15000\text{N}$

基本動定格荷重  $Cr=26700\text{N}$

【A】等価ラジアル荷重 $Pr$  [N] はいくらになるか。

ただし、ラジアル係数  $X=0.56$

スラスト係数  $Y=1.71$  とする。

(注)  $X$ 、 $Y$ の値は、 $Fa / Cor$ 、 $Fa / Fr > e$  ( $e$ : JIS表中の数値) から求めたものである。(JIS B 1518)

答えとして、最も近い値を下記〔数値群〕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。

〔数値群〕 単位: N

- |        |        |        |        |        |
|--------|--------|--------|--------|--------|
| ① 900  | ② 1100 | ③ 1300 | ④ 1700 | ⑤ 1900 |
| ⑥ 2200 | ⑦ 2400 | ⑧ 2600 | ⑨ 2900 | ⑩ 3100 |

【B】寿命(時間)はどれだけになるか。ただし、信頼度を97%とする。

基本定格寿命を補正するのに $a_1$ 、 $a_2$ 、 $a_3$ の係数を用いる。

$a_1$  (信頼度係数) は、表より求めよ。

$a_2$  (軸受特性係数) は、真空脱ガスなど材料の改良により、疲れ寿命の延長を補正するもので $a_2 \geq 1$ となる。

$a_3$  (使用条件係数) は、潤滑油の粘度が低い場合には0.5以下の値になる。

よって、 $a_2 \times a_3 = 1$ とする。

答えとして、最も近い値を下記〔数値群〕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。

表 信頼度係数  $a_1$

$L_n$	$L_{10}$	$L_s$	$L_4$	$L_3$	$L_2$	$L_1$
信頼度 %	90	95	96	97	98	99
$a_1$	1	0.62	0.53	0.44	0.33	0.21

〔数値群〕 単位:  $\times 10^3$  時間

- |     |      |      |      |      |
|-----|------|------|------|------|
| ① 3 | ② 4  | ③ 5  | ④ 6  | ⑤ 7  |
| ⑥ 8 | ⑦ 13 | ⑧ 15 | ⑨ 18 | ⑩ 20 |

**2**

伝動軸の滑り軸受の設計においては、 $PV$ 値（最大許容圧力速度係数）が用いられる。これは、軸受の摩擦による発熱量の目安になるもので、発熱係数とも言われている。そこで、これを用いて設計を行う。

内径55mm、長さ70mmの青銅ジャーナル軸受が回転数400min<sup>-1</sup>の鋼伝動軸を支持する場合、ラジアル荷重をどの程度、支えることができるか。ただし、 $PV$ 値=2 MPa·m/s（日本機械学会・機械実用便覧）とする。

答えとして、最も近い値を下記〔数値群〕の中から一つ選び、その番号を解答用紙の解答欄【A】にマークせよ。

〔数値群〕 単位：kN

- |       |       |       |       |       |
|-------|-------|-------|-------|-------|
| ① 4.2 | ② 4.6 | ③ 5.0 | ④ 5.5 | ⑤ 6.1 |
| ⑥ 6.7 | ⑦ 7.2 | ⑧ 7.9 | ⑨ 8.4 | ⑩ 8.8 |

**3**

はすば歯車は、平歯車に比べ、歯が斜めになっているので、同じ歯幅でも歯すじが長く、そのため、かみ合い率も大きくなり、荷重も複数の歯で分担されるので、高速、高荷重運転には優れている。このため小形化もされ騒音も低い。しかしごラスト（軸方向荷重）が生じるが、これには対応できる転がり軸受は十分にある。

(設問)

歯直角モジュール  $m_n$  (添字  $n$  : 歯直角) = 5 mm、ねじれ角  $\beta=20^\circ$ 、歯数  $z_1=24$ 、 $z_2=72$  の一組のはすば歯車について次の値を求めよ。

【A】基準円直径  $d_1$  および  $d_2$  (旧JISではピッチ円直径)

【B】歯先円直径  $d_{a1}$   $d_{a2}$

【C】中心距離  $a$

答えとして、最も近い値を下記の〔数値群〕より選び、その番号を解答用紙の解答欄【A】

【B】【C】にマークせよ。

【A】、【B】は、マーク2つ

【C】は、マーク1つのみ

(参考)  $\sin 20^\circ = 0.3420$

$\cos 20^\circ = 0.9397$

$\tan 20^\circ = 0.3640$

〔数値群〕 単位：mm

- |       |       |       |       |       |       |       |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| ① 124 | ② 127 | ③ 132 | ④ 137 | ⑤ 142 | ⑥ 166 | ⑦ 252 |
| ⑧ 255 | ⑨ 260 | ⑩ 262 | ⑪ 378 | ⑫ 383 | ⑬ 390 | ⑭ 393 |

**4**

減速機内の一対の非転位平歯車（旧JISでは標準平歯車）が破損した。測定の結果のよると、中心距離  $a=250\text{mm}$ 、ピニオンの歯先円直径  $d_{a1}$  がおよそ  $108\text{mm}$ 、歯先円周でのピッチがおよそ  $13.5\text{mm}$  であった。これより両歯車の各値を計算により推定せよ。

【A】ピニオンの歯数  $z_1$  はいくらか。

答えとして、最も近い値を下記の [数値群] の中から一つ選び、その番号を解答用紙の解答欄【A】にマークせよ。

[数値群]

- |      |      |      |      |      |
|------|------|------|------|------|
| ① 21 | ② 22 | ③ 23 | ④ 24 | ⑤ 25 |
| ⑥ 26 | ⑦ 27 | ⑧ 28 | ⑨ 29 | ⑩ 30 |

【B】モジュール  $m$  はいくらか。

答えとして、最も近い値を下記の [数値群] の中から一つ選び、その番号を解答用紙の解答欄【B】にマークせよ。

[数値群] 単位 : mm

- |       |     |       |     |      |
|-------|-----|-------|-----|------|
| ① 1.5 | ② 2 | ③ 2.5 | ④ 3 | ⑤ 4  |
| ⑥ 5   | ⑦ 6 | ⑧ 7   | ⑨ 8 | ⑩ 10 |

【C】ピニオンの基準円直径  $d_1$  はいくらか。

答えとして、最も近い値を下記の [数値群] の中から一つ選び、その番号を解答用紙の解答欄【C】にマークせよ。

[数値群] 単位 : mm

- |       |       |       |       |       |
|-------|-------|-------|-------|-------|
| ① 94  | ② 96  | ③ 100 | ④ 104 | ⑤ 106 |
| ⑥ 110 | ⑦ 112 | ⑧ 116 | ⑨ 118 | ⑩ 120 |

【D】相手歯車の歯数  $z_2$  はいくらか。

答えとして、最も近い値を下記の [数値群] の中から一つ選び、その番号を解答用紙の解答欄【D】にマークせよ。

[数値群]

- |      |      |      |       |       |
|------|------|------|-------|-------|
| ① 84 | ② 86 | ③ 88 | ④ 90  | ⑤ 92  |
| ⑥ 94 | ⑦ 96 | ⑧ 98 | ⑨ 100 | ⑩ 102 |

5

歯車に関する下記〔I群〕(A～N)の専門用語と、最も関係のあるものを〔II群〕(1～14)より選び、その番号を解答用紙の解答欄【A】～【N】のそれぞれにマークせよ。

## 〔I群〕

A	歯の折損	F	スコーリング	K	転位係数
B	頂げき	G	クラウニング	L	転位量
C	アンダーカット	H	法線ピッチ	M	はすば歯車
D	ピッキング	I	かみ合い圧力角	N	ノビコフ歯車
E	バックラッシ	J	転位歯車		

## 〔II群〕

1. 切下げ防止、2軸の中心距離の調整、かみ合い率の調整、すべり率の改善などのために用いる。
2. 歯元円から、それと、かみ合う歯車の歯先円までの距離。JISの記号では $c$ を用いる。
3. 歯面が溶着して再び引き離され、滑り方向に引き裂かれる、かじり現象で摩耗が生じる。
4. 歯面に繰返し接触応力が作用し、これが許容応力を超えると、歯面は疲れ現象を起こして、小さな穴が発生する。ヘルツの式に関係あり。
5. 製作上の誤差や、取付け誤差、熱膨張などを考慮して、かみ合う一対の歯同士の間につける隙間。
6. 歯すじ方向誤差、軸の平行度、組付け誤差、軸のたわみによる歯面端部の片当たりを防ぐために、歯すじ方向に適当なふくらみ加工をする歯形修整法。
7. ラック形工具で創成する場合、歯数が小さい場合に生じる。
8. ルイスの式に関係あり、歯形係数、動荷重係数、過負荷係数などの諸係数を考慮。
9. この大きさを $\pi m \cos \alpha$ で表わす。
10. 転位量をモジュールで割った値。JISの記号では $x$ を用いる。
11. ラック形工具の基準ピッチ線と、歯車の基準ピッチ円とを半径方向にずらした距離 $xm$ で表わす。
12. 歯すじは、つるまき線をなし、かみ合い率が大きく、振動、騒音も少ない。
13. 歯形に凸と凹の円弧を用いたもので高負荷用。
14. かみ合う転位歯車の中心距離により変化する。

## [2. 材料力学]

1

下記の【A】～【J】のそれぞれの事柄に最も関係が深いと思われる数値を、〔数値群〕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。  
重複使用不可。

【A】軟鋼の降伏点（降伏応力） (単位：MPa)

【B】軟鋼の引張強度 (単位：MPa)

【C】鉄鋼材料の縦弾性係数（ヤング率） (単位：MPa)

【D】鉄鋼材料の横弾性係数 (単位：MPa)

【E】鉄鋼材料のポアソン比 (単位：無次元)

【F】一軸応力場における無限板に空いた円形の穴の周囲の応力集中係数（無次元）

【G】長い円筒型タンクの円筒部に働く、周方向応力（フープ応力）と軸方向応力の比率

【H】長辺と短辺の比率が2対1の矩形断面において、短辺に平行な中立軸回りの断面2次モーメントと、長辺に平行な中立軸回りの断面2次モーメントとの比率

【I】鉄鋼材料の密度 (単位：kg/cm<sup>3</sup>)

【J】鋼材の線膨張係数 (単位：K<sup>-1</sup>)

〔数値群〕

- |                         |                         |           |                     |                      |
|-------------------------|-------------------------|-----------|---------------------|----------------------|
| ① $1.15 \times 10^{-5}$ | ② $7.86 \times 10^{-3}$ | ③ 0.3     | ④ 2.0               | ⑤ 3.0                |
| ⑥ 4.0                   | ⑦ 200～300               | ⑧ 370～450 | ⑨ $8.0 \times 10^4$ | ⑩ $2.06 \times 10^5$ |

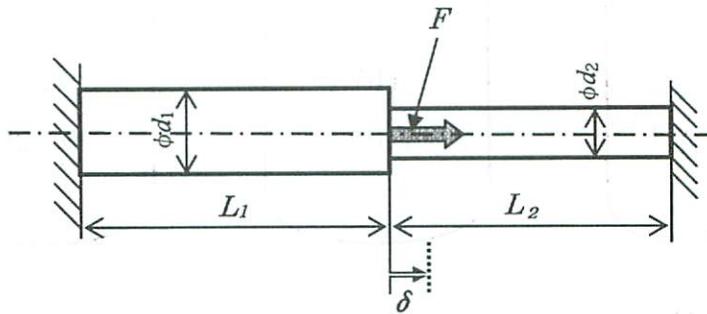
2

図に示す段差のある丸棒の中間に、軸力Fをかけた場合の以下の設問に答えよ。

ただし、 $d_1 = 30\text{mm}$ ,  $d_2 = 20\text{mm}$ ,  $L_1 = 600\text{mm}$ ,  $L_2 = 660\text{mm}$

縦弾性係数  $E = 206 \text{ GPa}$ ,  $F = 200 \text{ kN}$

である。



【A】左端の壁の反力として、もっとも近い値を下記の〔数値群〕より選び、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 35  | ② 46  | ③ 58  | ④ 63  | ⑤ 98  |
| ⑥ 114 | ⑦ 121 | ⑧ 143 | ⑨ 154 | ⑩ 165 |
| ⑪ 182 | ⑫ 212 |       |       |       |

【B】右端の壁の反力として、もっとも近い値を下記の〔数値群〕より選び、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

- |       |       |       |       |       |
|-------|-------|-------|-------|-------|
| ① 35  | ② 46  | ③ 58  | ④ 63  | ⑤ 98  |
| ⑥ 114 | ⑦ 121 | ⑧ 143 | ⑨ 154 | ⑩ 165 |
| ⑪ 182 | ⑫ 212 |       |       |       |

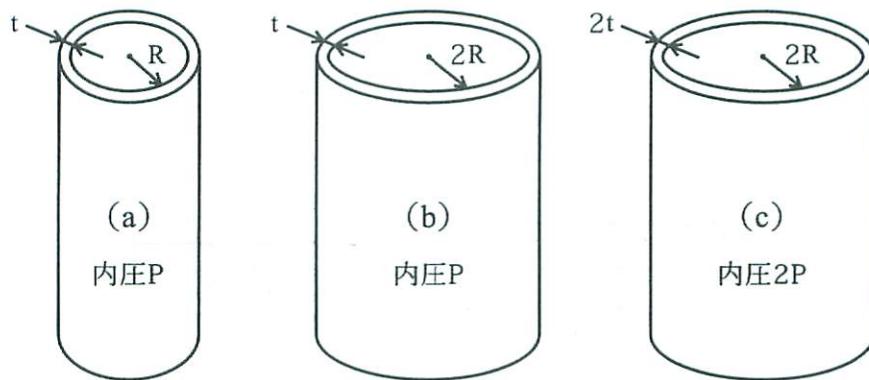
【C】段差部分の変位量  $\delta$  として、もっとも近い値を下記の〔数値群〕より選び、その番号を解答用紙の解答欄【C】にマークせよ。

〔数値群〕 単位 : mm

- |                         |                         |                         |                         |
|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| ① $5.23 \times 10^{-3}$ | ② $8.44 \times 10^{-3}$ | ③ $1.75 \times 10^{-2}$ | ④ $3.46 \times 10^{-2}$ |
| ⑤ $5.47 \times 10^{-2}$ | ⑥ $7.67 \times 10^{-2}$ | ⑦ $9.78 \times 10^{-2}$ | ⑧ $1.96 \times 10^{-1}$ |
| ⑨ $3.46 \times 10^{-1}$ | ⑩ $5.87 \times 10^{-1}$ | ⑪ $8.43 \times 10^{-1}$ | ⑫ $9.50 \times 10^{-1}$ |

3

図に示す3つの長い薄肉円筒容器の中央部の強度について答えよ。



【A】(a) の容器の円周方向(フープ)応力を1とした時、(b) の容器および(c) の容器のそれぞれの円周方向応力の比率を求め、それらの比率として最も適切と思われる組み合わせを下記の数値群から選び、その番号を解答欄の【A】にマークせよ。

[数値群]

- |             |             |             |             |
|-------------|-------------|-------------|-------------|
| ① 1 : 1 : 2 | ② 1 : 2 : 2 | ③ 1 : 2 : 4 | ④ 1 : 3 : 4 |
| ⑤ 1 : 4 : 1 | ⑥ 1 : 4 : 2 | ⑦ 1 : 4 : 4 | ⑧ 1 : 8 : 4 |

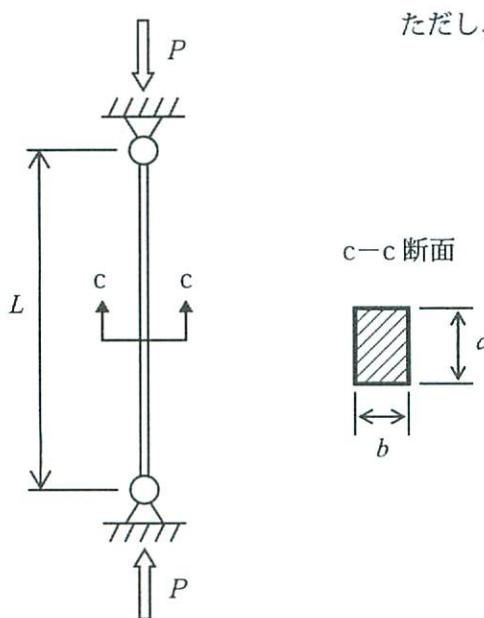
【B】(a) の容器の軸方向応力を1とした時、(b) の容器および(c) の容器のそれぞれの軸方向応力の比率を求め、それらの比率として最も適切と思われる組み合わせを下記の数値群から選び、その番号を解答欄の【B】にマークせよ。

[数値群]

- |             |             |             |             |
|-------------|-------------|-------------|-------------|
| ① 1 : 1 : 2 | ② 1 : 2 : 1 | ③ 1 : 2 : 2 | ④ 1 : 2 : 4 |
| ⑤ 1 : 4 : 1 | ⑥ 1 : 4 : 2 | ⑦ 1 : 4 : 4 | ⑧ 1 : 8 : 4 |

4

図に示す両端単純支持の柱部材の両端に鉛直方向の圧縮荷重  $P$  がかかっている。  
以下の設問に答えよ。



ただし、 $L=2000\text{mm}$ 、 $a=200\text{mm}$ 、 $b=100\text{mm}$

縦弾性係数（ヤング率） $E=206\text{ GPa}$

なお、座屈式はオイラー座屈として、下記式を参考に示す。

$$\text{座屈応力 } \sigma_{\text{cr}} = \frac{\pi^2 EI}{AL^2}$$

【A】最小座屈荷重の計算に必要な断面2次モーメントを計算して、最も近い値を下記の〔数値群〕より選び、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： $\text{mm}^4$

- |                      |                      |                      |                      |                      |
|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| ① $1.67 \times 10^7$ | ② $3.58 \times 10^7$ | ③ $5.46 \times 10^7$ | ④ $6.67 \times 10^7$ | ⑤ $7.78 \times 10^7$ |
| ⑥ $8.56 \times 10^7$ | ⑦ $1.36 \times 10^8$ | ⑧ $2.87 \times 10^8$ | ⑨ $4.38 \times 10^8$ | ⑩ $6.06 \times 10^8$ |
| ⑪ $8.38 \times 10^8$ | ⑫ $9.85 \times 10^8$ |                      |                      |                      |

【B】最小座屈荷重を計算して、最も近い値を下記の〔数値群〕より選び、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

- |                      |                      |                      |                      |                      |
|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| ① $2.02 \times 10^2$ | ② $4.26 \times 10^2$ | ③ $6.68 \times 10^2$ | ④ $2.06 \times 10^3$ | ⑤ $5.45 \times 10^3$ |
| ⑥ $8.47 \times 10^3$ | ⑦ $3.54 \times 10^4$ | ⑧ $5.38 \times 10^4$ | ⑨ $7.02 \times 10^4$ | ⑩ $9.47 \times 10^4$ |
| ⑪ $2.26 \times 10^5$ | ⑫ $5.18 \times 10^5$ |                      |                      |                      |

## [4. 流体工学]

1

有効落差  $H=80\text{m}$ 、流量  $Q=30\text{m}^3/\text{s}$  の滝がある。これを利用して、水力タービンを運転すれば、いくらの動力 (kW) が得られるか。ただし、タービン効率を90%とする。

答えとして、最も近い値を下記 [数値群] の中から一つ選び、その番号を解答用紙の解答欄【A】にマークせよ。

[数値群] 単位:  $\times 10^3 \text{ kW}$

① 12

② 15

③ 18

④ 21

⑤ 24

⑥ 27

⑦ 30

⑧ 33

⑨ 35

⑩ 38

2

水平に設置された内径300mmの平滑面の管路内を、水が平均流速4m/s、圧力250kPaにて流れている。定常流の流体において、ベルヌーイの式は次に示すように3つのエネルギーの合計が常に一定であることを示している。

$$\frac{mv^2}{2} + \frac{mp}{\rho} + mgz = \text{一定} [\text{N} \cdot \text{m}]$$

これより、流れている水の毎秒当たりのエネルギーから、 $Q=Av$  ( $A$ :流れの断面積) として、これに相当する動力 [kW] を求めよ。

答えとして、最も近い値を下記 [数値群] の中から一つ選び、解答用紙の解答欄【A】にマークせよ。

[数値群] 単位: kW

① 62

② 66

③ 70

④ 73

⑤ 78

⑥ 84

⑦ 89

⑧ 93

⑨ 98

⑩ 100

3

円管内を粘性のある流体が流れる場合、流れが層流であれば、下記のハーゲン・ポアズイユの式が用いられる。

$$Q = \frac{\pi d^4}{128 \mu l} \Delta p$$

$Q$  : 流量 [m<sup>3</sup>/s]  
 $d$  : 管内径 [m]  
 $\Delta p$  : 圧力降下 [Pa]  
 $\mu$  : 粘性係数 [Pa·s]  
 $l$  : 管の長さ [m]

これより次の間に答えよ。

【A】内径5mmの水平な管に、油を流量0.01 l/sで流したところ、管の長さ1mにつき15kPaの圧力差が生じた。この油の粘性係数はいくらか。

答えとして、最も近い値を下記〔数値群〕の中から一つ選び、その番号を解答用紙の解答欄【A】にマークせよ。

〔数値群〕 単位 : Pa · s

- ① 0.012    ② 0.018    ③ 0.023    ④ 0.035    ⑤ 0.042    ⑥ 0.049

【B】管内径のみを10%小さくした場合の流量Qは、最初に比べ何%の流量になってしまうか。

答えとして、最も近い値を下記〔数値群〕の中から一つ選び、その番号を解答用紙の解答欄【B】にマークせよ。

〔数値群〕 単位 : %

- ① 52    ② 57    ③ 60    ④ 66    ⑤ 72    ⑥ 78

## [7. 工業材料]

1

下記の文章は、鉄鋼材料に所定の特性を与えるための熱処理や表面処理について説明したものである。【A】～【J】に当てはまる処理の名称として、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【A】～【J】にマークせよ。ただし、重複使用は不可である。

【A】アンモニアガス雰囲気中で、鋼を500～550℃に数時間以上加熱して、表面硬化させる処理である。耐摩耗性や耐疲労性の付与を目的とした処理で、機械部品や金型に実施されている。

【B】誘導加熱によって製品の表面のみを急速に加熱して、内部の温度が上昇する前に急速に冷却して、鋼の表面のみを硬化する処理である。内部はじん性を維持したままで、表面は耐摩耗性に優れているので、シャフトや歯車への実施例が多い。

【C】鋼の変態点以上（オーステナイト領域）に加熱した後、水や油で急冷して硬いマルテンサイト組織を得る処理で、機械構造用鋼や工具鋼などには普通に適用されている。

【D】表面は加工硬化して、圧縮残留応力が付与されるため、疲れ強さが著しく向上する。自動車用のギアやシャフトなど駆動部品、各種ばねなどに実施されている。

【E】塑性加工、鋳造、溶接などによって生じた残留応力を除去するために、700℃以下の適当な温度で加熱して、ゆっくり冷却する処理である。塑性加工によって変形している結晶は、この処理によって歪のない新しい結晶に変化する。

【F】鋼を、変態点以上（オーステナイト領域）に加熱した後、マルテンサイト変態開始点以上の所定の温度（400℃位）に保った熱浴中に焼入れし、その温度で等温保持して、ベイナイト組織を得る処理である。通常の焼入れ焼戻ししたものよりも、衝撃値や絞りが優れ、粘り強い性質が得られる。ばねの熱処理法として、よく利用されている。

【G】炭素含有量が0.2%以下の鋼（肌焼鋼）に対して、表面層の炭素量を増加させる処理で、焼入れすることによって表面層のみ硬化する。炭素の原料としては、プロパンやブタンの変成ガス、アルコールの熱分解ガスなどが用いられている。主に耐摩耗性向上を目的として、自動車部品や機械部品など広範囲の部品に実施されている。

【H】変態点以上（オーステナイト領域）の適切な温度に加熱した後、空冷して前加工の影響を除去する処理である。とくに熱間鍛造した製品は、結晶粒が粗大化しているが、この処理によって結晶粒が微細化して、機械的性質が著しく改善される。

【I】鋼を焼入れしたままのマルテンサイト組織は脆いので、700℃以下の適切な温度に加熱して、所定の機械的性質を与える処理である。一般に、炭素工具鋼は150～200℃で、機械構造用鋼は500～650℃で加熱される。

【J】鋼の冷間加工性およびじん性を向上させるために実施する処理である。冷間鍛造する機械構造用鋼、炭素工具鋼（SK）、合金工具鋼（SKS）、軸受鋼（SUJ）などには、必須の処理である。

〔語句群〕

- |           |          |          |             |
|-----------|----------|----------|-------------|
| ① 焼入れ     | ② 焼戻し    | ③ 完全焼なまし | ④ 焼ならし      |
| ⑤ 低温焼なまし  | ⑥ 高周波焼入れ | ⑦ 炎焼入れ   | ⑧ ショットピーニング |
| ⑨ 浸炭処理    | ⑩ ガス窒化処理 | ⑪ 軟窒化処理  | ⑫ オーステンパー   |
| ⑬ 球状化焼なまし | ⑭ 浸炭窒化処理 |          |             |

2

下記は工具用材料について記述したものである。各設問について答えよ。

【A】超硬合金は、硬質の金属炭化物と結合剤の粉末を焼結して作られる合金である。主成分である炭化物と結合剤の正しい組合せを次の〔語句群〕の中から一つ選び、その番号を解答欄【A】にマークせよ。

〔語句群〕

- ① 炭化けい素（SiC）とモリブデン（Mo）
- ② 炭化鉄（Fe<sub>3</sub>C）とコバルト（Co）
- ③ 炭化タンゲステン（WC）とコバルト（Co）
- ④ 炭化バナジウム（VC）とモリブデン（Mo）

【B】難削材加工用工具材料として、高速度工具鋼や超硬合金よりも硬質の焼結体が使われている。次に示す焼結工具材料のうち、鋼の切削には不向きであるが、最も硬いものを次の〔語句群〕の中から一つ選び、その番号を解答欄【B】にマークせよ。

〔語句群〕

- ① サーメット
- ② CBN焼結体
- ③ セラミックス
- ④ ダイヤモンド焼結体

【C】鉄鋼系の工具用材料としては、各種工具鋼が使用されており、その中でも、タンゲステン（W）やモリブデン（Mo）を多量に含む高速度工具鋼が、ドリルやバイトに使用されている。次に示す各種合金鋼のJIS記号のうち、高速度工具鋼を次の〔語句群〕の中から一つ選び、その番号を解答欄【C】にマークせよ。

〔語句群〕

- ① SKD11      ② SKS3      ③ SUJ2      ④ SKH57

【D】プラスチック用金型の場合は、耐摩耗性よりも、むしろ鏡面研磨性や耐食性の優れた材料が要求される。そのため、工具鋼だけでなくマルテンサイト系ステンレス鋼も金型材としてよく利用されている。次に示す、各種ステンレス鋼のJIS記号のうち、プラスチック用金型に用いられているマルテンサイト系ステンレス鋼を次の〔語句群〕の中から一つ選び、その番号を解答用紙の解答欄【D】にマークせよ。

〔語句群〕

- ① SUS304      ② SUS630      ③ SUS420J2      ④ SUS316

【E】冷間加工用金型において、熱処理後に平面研削する際に、研削盤への磁石による固定が困難な場合がある。この原因は、焼入加熱時の組織が焼入れ後も、マルテンサイトに変態しないでそのまま残留しているからである。すなわち、この組織は非磁性であるので、残留量が多くなると、磁石に付きにくくなる。この焼入れ後も残留している金属組織を次の〔語句群〕の中から一つ選び、その番号を解答用紙の解答欄【E】にマークせよ。

〔語句群〕

- ① オーステナイト      ② フェライト      ③ パーライト      ④ セメンタイト

【F】耐摩耗性の向上や経年変形の防止を目的として、鋼を焼入れ後に直ちに0°C以下の温度に冷却する処理が行われている。この処理の名称を次の〔語句群〕の中から一つ選び、その番号を解答用紙の解答欄【F】にマークせよ。

〔語句群〕

- ① サブゼロ処理      ② 化成処理      ③ 溶体化処理      ④ 時効処理

3

下記は非金属材料について記述したものである。各設問について答えよ。

【A】非金属材料を代表するプラスチックは、金属材料の代替材料として、家庭用品をはじめ自動車部品や機械部品にまで広く利用されている。プラスチックの種類は多く、個々の特性に応じて使い分けられているが、下記に示すような共通した性質を持っている。次に示すプラスチックの共通した性質のうち、間違って記述しているものを次の〔語句群〕の中から一つ選び、その番号を解答用紙の解答欄【A】にマークせよ。

〔語句群〕

- |                    |                 |
|--------------------|-----------------|
| ① 成形加工が容易である       | ② 密度は鋼の1/7程度である |
| ③ 多様な色彩の製品が容易につくれる | ④ 熱や電気を伝えやすい    |

【B】一般的なプラスチックに比べて、高強度、高耐熱性など優れた特性を有するプラスチックは、エンジニアリングプラスチック（エンプラ）と呼ばれており、機械部品や自動車部品に使用されている。次に示すプラスチックのうち、エンプラに属するもので、プラスチック歯車によく使用されているものを次の〔語句群〕の中から一つ選び、その番号を解答用紙の解答欄【B】にマークせよ。

〔語句群〕

- |                 |                 |               |
|-----------------|-----------------|---------------|
| ① ポリエチレン (PE)   | ② ポリ塩化ビニル (PVC) | ③ ポリスチレン (PS) |
| ④ ポリアセタール (POM) |                 |               |

【C】プラスチックの強度不足を補うために、各種繊維を複合させた繊維強化プラスチックがよく用いられている。繊維の種類には種々のものがあるが、その中でも炭素繊維を複合させたものは軽量・高強度材料として、航空機材料、スポーツ用品など、その使用範囲は広い。この炭素繊維強化プラスチックの通称を次の〔語句群〕の中から一つ選び、その番号を解答用紙の解答欄【C】にマークせよ。

〔語句群〕

- |        |        |       |       |
|--------|--------|-------|-------|
| ① GFRP | ② CFRP | ③ MMC | ④ FRM |
|--------|--------|-------|-------|

【D】構造用セラミックスも、金属の代替材料として機械部品や工具などに使用されている。次に示す構造用セラミックスの中で、とくに優れた高温強度を持つため、ガスタービン部品やエンジン部品に使用されているものを次の〔語句群〕の中から一つ選び、その番号を解答用紙の解答欄【D】にマークせよ。

〔語句群〕

- |                                     |  |
|-------------------------------------|--|
| ① 窒化けい素 ( $\text{Si}_3\text{N}_4$ ) | ② 酸化アルミニウム ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) |
| ③ 窒化チタン (TiN)                       | ④ 酸化ジルコニウム ( $\text{ZrO}_2$ )          |

## [8. 工作法]

1

生産設備のレイアウトは、作られる製品の特性に適合するように構成することで、能率的な生産が可能となる。特に最近ではコンピュータ支援による生産システムが促進されており、これらに適合した設備のレイアウト設計は、今後の重要な生産ファクターとして位置付けられている。

下に示す図は工業製品を生産量Qと種類Pで分析した結果である（P-Q分析）。一般的に種類の多い製品は量が少なく（多種少量）、種類の少ない製品は量が多く（少種多量）、そしてその中間（中種中量）の製品といったように3つに分類できる。

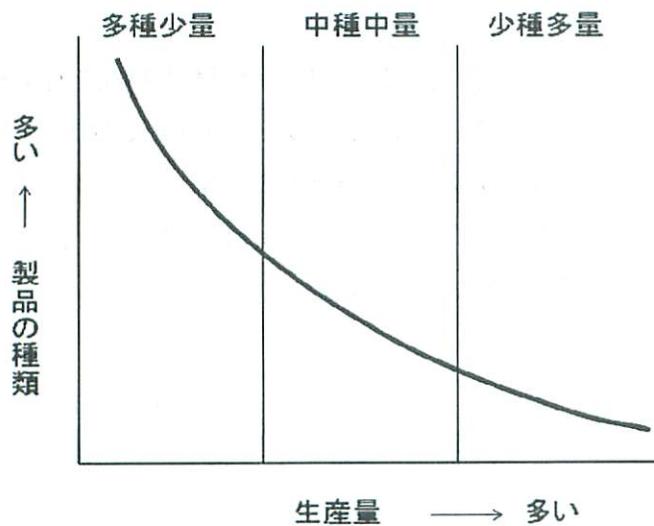


図 P-Q分析結果

下記に示す設備のレイアウトは、上図に示すどの製品群に有効なものを、多種少量であれば①を、中種中量であれば②を、少種多量であれば③を解答用紙の解答欄【A】～【H】にマークせよ。

- 【A】グループレイアウト      【B】セルレイアウト      【C】機種別レイアウト
- 【D】製品別レイアウト      【E】プロセスレイアウト      【F】フレキシブルレイアウト
- 【G】ラインレイアウト      【H】混合ラインレイアウト

2

前問①では、各種レイアウトを取り上げたが、コンピュータを活用した自動化システムのターゲットは中種中量製品である。ここにおいては自動化の難しい多種少量製品をいかに中種中量に移行するかがポイントとなる。以下に示す手法やシステムで中種中量化に有効なものには①を、あまり関係ないと思われる事項には②を解答用紙の解答欄【A】～【J】にマークせよ。

【A】5S

【B】部品中心

【C】トランスファーマシン

【D】標準化

【E】汎用工作機械

【F】シリーズ化

【G】FMS

【H】コンベア

【I】モジュール化

【J】グループテクノロジー

3

工業用製品の付加価値向上のため、これを構成する部品精度も年々高くなってきてている。次の文章は超精密加工の一分野である鏡面加工について述べたものである。文章中の【A】～【G】に最適と思われる言葉を下記の【語句群】から選び、その番号を解答用紙の解答欄【A】～【G】にマークせよ。ただし、語句の重複使用は不可である。

- (1) 超精密加工では従来からポリッシングや【A】が用いられてきたが、複雑形状への対応や能率向上の観点から切削加工による方法に置き換えられるようになっている。これが金属面を鏡面のような精度に加工する鏡面切削である。
- (2) 鏡面切削で、一般に使用される工具は【B】製のシングルポイント工具である。平面に近い鏡面を切削する場合には、仕上面粗さを向上させるために刃先曲率の大きな【C】と呼ばれる工具や平バイトが使われる。
- (3) 鏡面切削に用いられる工作機械は、高剛性で熱変形が少ない高精度加工に対応できるものとなっている。例えば主軸スピンドルの軸受は、通常の工作機械が転がり軸受、滑り軸受を使っているのに対して、【D】を採用することで、振動の発生等も防止できる。
- (4) 鏡面切削の対象とする材料は、銅、銅合金や【E】などの軟質金属である。前者の銅合金などは【F】の反射鏡などに利用され、後者の材料はレーザプリンタの【G】や磁気ディスク基板の鏡面切削に利用されている。

【語句群】

- |            |           |            |         |
|------------|-----------|------------|---------|
| ① CBN      | ② レーザ加工機  | ③ 天然ダイヤモンド | ④ 焼結軸受  |
| ⑤ プラスチック   | ⑥ フレネルレンズ | ⑦ ミラクルバイト  | ⑧ ラッピング |
| ⑨ アルミニウム合金 | ⑩ 流体軸受    | ⑪ バレル加工    | ⑫ チタン   |
| ⑬ ポリゴンミラー  | ⑭ セラミック   |            |         |