

平成29年度
機械設計技術者試験
2級 試験問題 I

第1時限 9:30~11:40 (130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

〔1. 機構学・機械要素設計〕

1

軸継手とクラッチは、駆動軸と従動軸を、その軸端において連結する機械要素である。軸継手やクラッチの構造や機能を説明した次の【A】～【G】の文章に最も関連の深い語句を下記の〔語句群〕から選び、その番号を解答用紙の解答欄【A】～【G】にマークせよ。ただし、重複使用は不可である。

- 【A】 簡単な構造で、連結・分解が容易であるなどの利点があり、トルクはピンのせん断力により伝えられる。軸心間のズレや角度が大きい場合や振動・衝撃のある軸には適さない。
- 【B】 プレート形やタイヤ形があり、軸振動や衝撃を吸収し、2軸間の絶縁が可能である。トルクの伝達能力は固定軸継手の半分以下で、材質の劣化による耐久性などに問題がある。
- 【C】 リーマボルトで堅固に締結され、構造は簡単であるが、弾性変形の機構が無いので2軸の軸線を完全に一致させるための確実な心出しが必要である。伝達トルクはボルトの直径、本数などに比例する。高速回転し、振動を嫌うところで使用する。
- 【D】 自動車や工作機械などで、2軸の軸線が 30° 以下の角度で交差する場合に用いられ、フック継手とも呼ばれる。こま形、十字軸型などがある。
- 【E】 連結する2軸の中心線が平行の場合に用い、高トルク、低回転に使用される。原動軸と従動軸に取り付ける本体にみぞを設け、これらの上に直交した突起を持つ滑動板を組み合わせる。
- 【F】 一方を駆動軸に固定し、他方を軸方向に移動させて、両端を着脱させる。高速では連結できないが、2軸間にはすべりがなく、大トルク伝達に適している。
- 【G】 2軸の軸線に偏心や偏角などによる狂いが生じても多少の誤差を許容でき、接合部に合成ゴムや皮などの弾性のあるブシュを介してボルトで締結する。トルク伝達能力は、介在するブシュの面圧強度、耐久性によって制限される。

〔語句群〕

- ① 円板クラッチ
- ② オルダム式軸継手
- ③ かみ合いクラッチ
- ④ ゴム軸継手
- ⑤ 歯車形軸継手
- ⑥ フランジ形固定軸継手
- ⑦ フランジ形たわみ軸継手
- ⑧ 流体クラッチ
- ⑨ ローラチェーン軸継手
- ⑩ 自在軸継手（ユニバーサルジョイント）

2

チェーン伝動は、力の伝達が摩擦によるのではなく、チェーンのローラをスプロケットの歯に引っ掛けて送るため、一定の速度比を得ることができる。直径 $D = 69\text{cm}$ の車輪を持つ自転車において、ペダルのスプロケット歯数 $z_A = 44$ 、車輪のスプロケット歯数 $z_B = 17$ とし、惰性による走行は不可とする。次の設問 (1) ~ (4) に答えよ。

- (1) 距離 $s = 4\text{km}$ を走行するために必要なペダルの回転数 n [回] 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。

〔数値群〕 単位：回

- | | | | |
|-------|-------|--------|--------|
| ① 412 | ② 524 | ③ 607 | ④ 713 |
| ⑤ 822 | ⑥ 945 | ⑦ 1026 | ⑧ 1165 |

- (2) ローラチェーンのピッチ $p = 12.7\text{mm}$ とする。スプロケットのピッチ円直径 d_A [mm] 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：mm

- | | | | |
|-------|-------|-------|-------|
| ① 95 | ② 108 | ③ 121 | ④ 132 |
| ⑤ 145 | ⑥ 159 | ⑦ 178 | ⑧ 191 |

- (3) チェーン伝動ではすべりは無いが、スプロケットの角速度が一定でもチェーンの速度は常に変動している。ペダルのスプロケットを $N_A = 93\text{min}^{-1}$ で回転させたとき、チェーンの最小速度 v_{\min} [mm/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：mm/s

- | | | | |
|-------|-------|-------|-------|
| ① 854 | ② 856 | ③ 858 | ④ 860 |
| ⑤ 862 | ⑥ 864 | ⑦ 866 | ⑧ 868 |

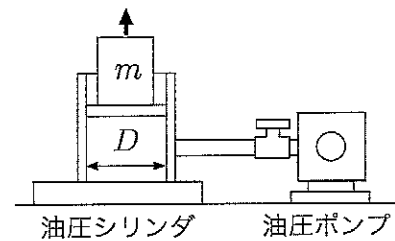
- (4) ペダルに動力として $P = 280\text{W}$ を与えたとき、チェーンの張力 T [N] を計算し、最も近い値を下記の〔数値群〕の中から選び、その番号を解答用紙の解答欄【D】にマークせよ。

〔数値群〕 単位：N

- | | | | |
|-------|-------|-------|-------|
| ① 298 | ② 324 | ③ 356 | ④ 387 |
| ⑤ 405 | ⑥ 426 | ⑦ 441 | ⑧ 463 |

3

右図のように内径 $D=63\text{mm}$ の油圧シリンダを用いて、質量 $m=900\text{kg}$ の物体を作動速度 $v=120\text{mm/s}$ で持ち上げるとき、次の設問 (1) ~ (3) に答えよ。ただし、機械効率その他のエネルギー損失は無視する。



- (1) 油圧ポンプの吐出量 $Q[\ell/\text{min}]$ 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。

〔数値群〕 単位： ℓ/min

- | | | | |
|--------|--------|--------|--------|
| ① 8.91 | ② 12.2 | ③ 15.7 | ④ 17.9 |
| ⑤ 22.4 | ⑥ 24.6 | ⑦ 26.7 | ⑧ 28.9 |

- (2) 吐出圧力 $p[\text{MPa}]$ 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： MPa

- | | | | |
|--------|--------|--------|--------|
| ① 2.83 | ② 2.95 | ③ 3.12 | ④ 3.44 |
| ⑤ 3.61 | ⑥ 3.82 | ⑦ 4.01 | ⑧ 4.23 |

- (3) 所要動力 $L[\text{kW}]$ 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： kW

- | | | | |
|--------|--------|--------|--------|
| ① 0.55 | ② 0.89 | ③ 1.06 | ④ 1.22 |
| ⑤ 1.47 | ⑥ 1.69 | ⑦ 1.91 | ⑧ 2.23 |

〔2. 材料力学〕

- 1 図1のように長さ l_1 および l_2 の軟鋼製棒材の上端が剛体の天井と側壁に取り付けられている。両部材の他端はCでピン結合されている。両棒の横断面積は $A = 100\text{mm}^2$ であり、長さは $l_1 = 1.0\text{ m}$ 、 $l_2 = 1.2\text{ m}$ である。また、取り付け角度は y 軸に対して $\alpha = 60^\circ$ 、 $\beta = 30^\circ$ である。 y 軸方向に $P = 10.0\text{ kN}$ の力が作用するとき、以下の設問(1)～(4)に答えよ。

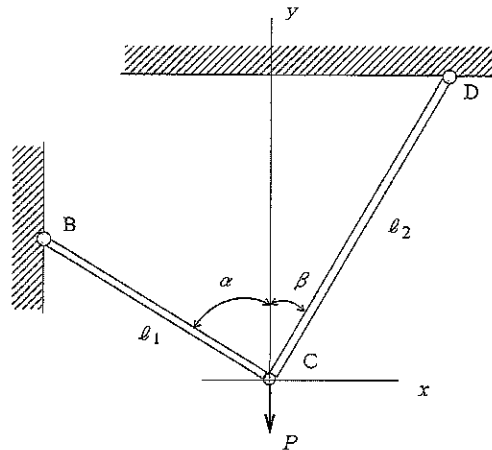


図1

- (1) 棒材BCの伸びを λ_1 とする。 λ_1 の値として正しいものを下記の〔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：mm

- ① 0.16 ② 0.24 ③ 0.28 ④ 0.38 ⑤ 0.42 ⑥ 0.52

- (2) 棒材CDの伸びを λ_2 とする。 λ_2 の値として正しいものを下記の〔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：mm

- ① 0.29 ② 0.35 ③ 0.44 ④ 0.50 ⑤ 0.60 ⑥ 0.77

- (3) 点Cの x 軸方向への移動量 δ_x の値として正しいものを下記の〔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： $\times 10^{-1}\text{mm}$

- ① 0.22 ② 0.33 ③ 0.42 ④ 0.52 ⑤ 0.63 ⑥ 0.77

- (4) 点Cの y 軸方向への移動量 δ_y の値として正しいものを下記の〔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：mm

- ① 0.29 ② 0.35 ③ 0.44 ④ 0.55 ⑤ 0.63 ⑥ 0.77

2

図2に示すような、三角形の分布荷重を受ける両端単純支持はりについて、以下の設問(1)～(5)に答えよ。

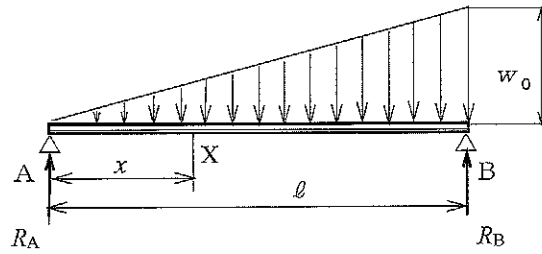


図2

(1) 支点反力 R_A 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【A】にマークせよ。

〔数式群〕

① $\frac{w_0 l}{4}$	② $\frac{2w_0 l}{5}$	③ $\frac{w_0 l}{6}$
④ $\frac{w_0 l}{8}$	⑤ $\frac{w_0 l}{16}$	⑥ $\frac{w_0 l}{32}$

(2) 支点反力 R_B 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【B】にマークせよ。

〔数式群〕

① $\frac{w_0 l}{2}$	② $\frac{w_0 l}{3}$	③ $\frac{2w_0 l}{5}$
④ $\frac{w_0 l}{6}$	⑤ $\frac{w_0 l}{8}$	⑥ $\frac{w_0 l}{16}$

(3) 支点Aから距離 x だけ離れた点Xにおいてはりの断面に作用するせん断力 F_x 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【C】にマークせよ。

〔数式群〕

① $\frac{w_0 l}{2} - \frac{w_0 x^2}{3l}$	② $\frac{2w_0 l}{5} - \frac{w_0 x^2}{2l}$	③ $\frac{w_0 l}{3} - \frac{w_0 x^2}{3l}$
④ $\frac{w_0 l}{6} - \frac{w_0 x^2}{3l}$	⑤ $\frac{w_0 l}{8} - \frac{w_0 x^2}{3l}$	⑥ $\frac{w_0 l}{6} - \frac{w_0 x^2}{2l}$

(4) 支点Aから距離 x だけ離れた点Xにおいてはりの断面に作用する曲げモーメント M_x 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 $\frac{w_0}{2} \left(l - \frac{x^2}{3l} \right) x$	② $\frac{w_0}{3} \left(l - \frac{x^2}{3l} \right) x$	③ $\frac{w_0}{4} \left(l - \frac{x^2}{3l} \right) x$
④ $\frac{w_0}{5} \left(l - \frac{x^2}{3l} \right) x$	⑤ $\frac{w_0}{6} \left(l - \frac{x^2}{l} \right) x$	⑥ $\frac{w_0}{7} \left(l - \frac{x^2}{2l} \right) x$

(5) このはりに作用する最大曲げモーメント M_{\max} 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【E】にマークせよ。

〔数式群〕

① $\frac{w_0 l^2}{3\sqrt{3}}$	② $\frac{w_0 l^2}{6\sqrt{3}}$	③ $\frac{w_0 l^2}{9\sqrt{3}}$	④ $\frac{w_0 l^2}{12\sqrt{3}}$	⑤ $\frac{w_0 l^2}{18\sqrt{3}}$	⑥ $\frac{w_0 l^2}{27\sqrt{3}}$
-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------

- 3 図3に示すような直径 $d = 30\text{mm}$ で長さ $l = 1.0\text{m}$ の丸棒の先端にねじりモーメント T が作用している。以下の設問 (1) ~ (3) に答えよ。ただし、丸棒の自重は考慮しないものとする。

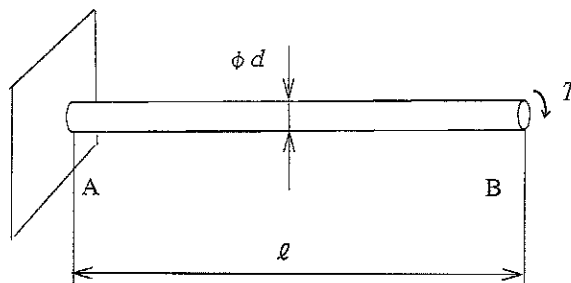


図3

- (1) 丸棒に作用する一様なねじりモーメントが $T = 200\text{N}\cdot\text{m}$ のとき丸棒に生ずる最大せん断応力の値として正しいものを下記の〔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：MPa

- ① 20 ② 25 ③ 38 ④ 57 ⑤ 76 ⑥ 114

- (2) 図4のように丸棒の表面Cにロゼットゲージを貼り、図5のように中心軸 (x 軸) に対して 45° をなす2方向のひずみ ε_1 と ε_2 を測定した。モールのひずみ円図6を参考にして、主せん断ひずみ γ_1 を計算する式を下記の〔数式群〕からえらび、その番号を解答用紙の解答欄【B】にマークせよ。

〔数式群〕

- ① $\gamma_1 = \frac{(\varepsilon_1 - \varepsilon_2)}{4}$ ② $\gamma_1 = \frac{(\varepsilon_1 + \varepsilon_2)}{4}$ ③ $\gamma_1 = \frac{(\varepsilon_1 - \varepsilon_2)}{2}$
 ④ $\gamma_1 = \frac{(\varepsilon_1 + \varepsilon_2)}{2}$ ⑤ $\gamma_1 = (\varepsilon_1 - \varepsilon_2)$ ⑥ $\gamma_1 = (\varepsilon_1 + \varepsilon_2)$

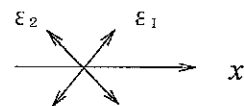
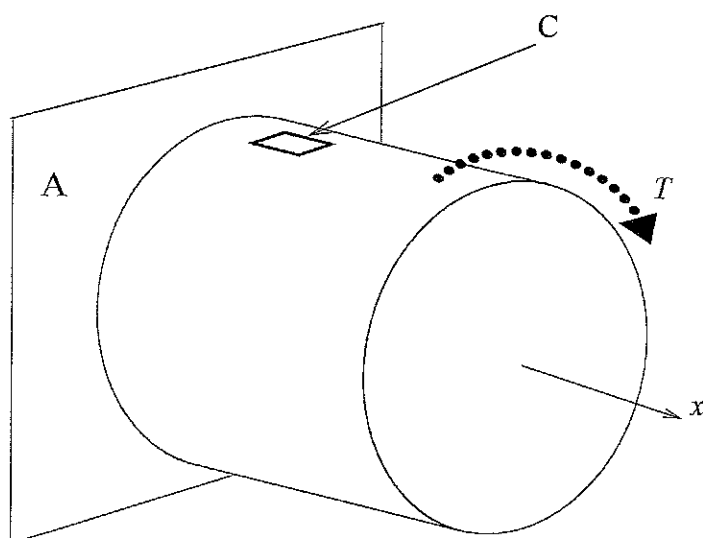


図5 C部表面のひずみ

図4 ねじりモーメント T を受ける丸棒の固定端 A 部近傍の拡大図。

このひずみ状態をモールのひずみ円を用いて表すと図6のようになる。

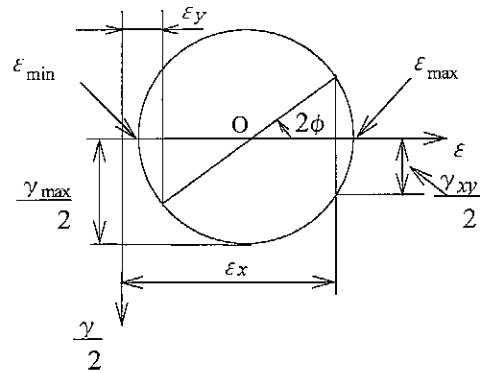


図6 モールのひずみ円

- (3) ロゼットゲージによるひずみ測定の結果 $\varepsilon_1 = 235 \times 10^{-6}$ 、 $\varepsilon_2 = -235 \times 10^{-6}$ であった。使用した棒材の横弾性係数 G の値として正しい数値を下記の〔数値群〕からえらび、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：GPa

① 27

② 45

③ 60

④ 74

⑤ 80

⑥ 85

〔4. 流体力学〕

1

以下の各設問に関する文章について、空欄【A】～【J】に最適と思われる語句・文章を下記の〔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) ベルヌーイの定理が成立する条件は、【A】、【B】、【C】である。
- (2) ピトー管は、空気流又は水流の【D】を測定して、流速を測定する装置である。
- (3) ベンチュリ管は水平管を徐々に絞った管に【E】と【F】を適用して管の上流側と絞り部の【G】から、流量を測定する装置である。
- (4) 相似則とは、「流体で満たされた中にある大形可動物体とその模型の流れ状態は、両者の【H】が同じであれば、双方の流れ構造も同じになる」ことを示している。
- (5) 水平管内流のエネルギー損失は、【I】によって起こり、【J】となって現れる。したがって、管路の流れの完全発達領域では、管路の断面間の摩擦損失は、断面間の距離とそとの間の圧力損失の測定値から求められる。

〔解答群〕

- | | | | |
|---------|-----------|-----------|----------------|
| ① 長さの次元 | ② 全圧と静圧の差 | ③ 一定に保たれる | ④ レイノルズ数 |
| ⑤ 流速 | ⑥ 動粘度 | ⑦ 管の直径 | ⑧ ベルヌーイの定理 |
| ⑨ 粘度 | ⑩ 流量 | ⑪ 連続の式 | ⑫ 粘性の影響が無視できる |
| ⑬ 圧力差 | ⑭ 定常流である | ⑮ 粘性損失 | ⑯ 圧縮性の影響が無視できる |
| ⑰ 力 | ⑰ 弾性係数 | ⑱ 速度勾配 | ⑳ 圧力勾配 |

2

図は水平管路の断面①～②の間の流体の力の釣り合い状態を示す。管路の設計の損失ヘッド h_f の計算には管摩擦係数 λ の値が必要である。

以下の文章の空欄【A】～【G】に最適と思われる語句・数値・数式を、下記の〔解答群〕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

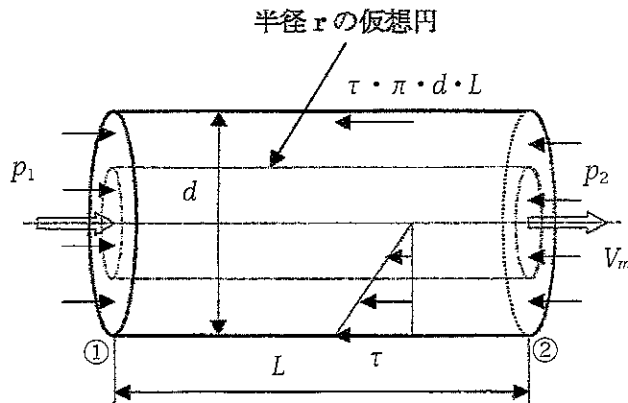


図 円管内流体の力の釣り合い

計算対象の諸元

円管の長さ $L=10$ [m]

円管の直径 $d=200$ [mm]

流量 $Q=0.075$ [m³/s]

水の動粘度 $\nu=1 \times 10^{-6}$ [m²/s]

重力加速度 $g \doteq 10$ [m/s²]

円周率 $\pi \doteq 3$

(1) 管内の平均流速 $V_m =$ 【A】 [m/s]

(2) 管レイノルズ数 $Re = \frac{V_m d}{\nu} =$ 【B】 で円管内の流れは【C】である。

(3) 【D】に滑らかな円管の摩擦係数 λ は層流については【E】、乱流では【F】の計算式を適用する。壁面粗さが影響する実用管の λ を求める場合は【G】を利用する。

〔解答群〕

① 24.31

② 0.3306

③ 2.50

④ 0.02116

⑤ 5×10^5

⑥ 層流

⑦ 乱流

⑧ $64/Re$

⑨ $0.3164 (Re)^{-1/4}$

⑩ 水力学的

⑪ 実用的

⑫ ムーディ線図

⑬ ニクラゼの摩擦係数

〔7. 工業材料〕

1

金属製品の致命的な損傷には、物理的因子による破壊と化学的因子による腐食がある。次の文章(1)～(8)は、金属製品に発生する破壊または腐食について記述したものである。各文章において【A】～【J】に当てはまる語句を答えなさい。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】～【J】にマークせよ。ただし、重複使用は不可である。

- (1) イオン化傾向の異なる金属同志の組み合わせによる製品において、湿潤雰囲気中で使用された場合に腐食電池を形成し、イオン化傾向の大きい金属(陽極側)が溶出することによって起こる腐食現象は、【A】とよばれている。
- (2) ボルト締結箇所や溶接箇所など金属板同士の合わせ目など狭いすきまに発生する腐食現象は、【B】とよばれている。
- (3) オーステナイト系ステンレス鋼の溶接による接合箇所などで、熱影響部(500～800℃に加熱された箇所)にクロム炭化物が結晶粒界に沿って析出し、その結果生じたクロム欠乏部が局部的に腐食される現象は、【C】とよばれている。
- (4) 曲げ加工や溶接によって生じる引張残留応力、使用中に負荷される外部応力がある場合に、海水など塩素(Cl)イオンを含む水など腐食環境下で破壊する現象は、【D】とよばれている。鉄鋼材料の中ではプレス加工ステンレス鋼製品で問題になることが多い。
- (5) 液体が衝撃的にぶつかる箇所や流速が急変する箇所において、液体中に存在する硬質粒子によって生じる機械的な摩耗現象は、【E】とよばれている。
- (6) 表面の局部的に集中して生じる腐食現象で、ピット状に腐食するため、【F】とよばれている。表面の不均一組織、表面保護膜の局部的な破壊などが原因として考えられる。
- (7) 使用中に単純に増加する負荷応力によって生じる破壊現象は、【G】とよばれている。延性材料であれば、その破面には多数の微小空洞が形成され、それらが合体した模様を呈するため、この破面形態は【H】とよばれている。
- (8) 使用中に亀裂を生じ、その後に繰り返し負荷される応力によって亀裂が伝播して、最終的に破壊に至る現象は、【I】とよばれている。そのマイクロ破面には、【J】とよばれる連続的に平行した縞模様が観察される。

〔語句群〕

- | | | | |
|----------|---------|-------------|-----------|
| ① 応力腐食割れ | ② 衝撃破壊 | ③ 粒界腐食 | ④ ディンプル |
| ⑤ クリープ | ⑥ 疲労破壊 | ⑦ ガルバニック腐食 | ⑧ 全面腐食 |
| ⑨ エロージョン | ⑩ 静的破壊 | ⑪ ストライエーション | ⑫ リバーパターン |
| ⑬ 孔食 | ⑭ すきま腐食 | | |

2 次を示す鉄鋼材料について、JIS による材料記号を〔語句群(記号)〕から、主な用途を〔語句群(用途)〕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。

種 類	JIS による記号	用 途
ねずみ鋳鉄	【A】	【F】
炭素工具鋼	【B】	【G】
ステンレス鋼	【C】	【H】
冷間圧延鋼板	【D】	【I】
快削鋼	【E】	【J】

〔語句群(記号)〕

- | | | | |
|-------|-------|------|-------|
| ① SUM | ② FCD | ③ FC | ④ SPC |
| ⑤ SK | ⑥ SKH | ⑦ SF | ⑧ SUS |

〔語句群(用途)〕

- ① 加工精度を重視した各種機械部品など
- ② 建築、橋、船舶など、大型構造物
- ③ 自動車車体、各種機械部品など
- ④ 厨房機器、食器、医科用機械器具など、耐食性を重視するもの
- ⑤ プレス型、刃物、刻印など
- ⑥ ボルト、歯車、シャフトなど、高強度を要する機械部品全般
- ⑦ 重ね板ばね、コイルばねなど、ばね類
- ⑧ 工作機械のベッド、機械のカバー、自動車用エンジン部品など

〔 8 . 工 作 法 〕

1

粉末冶金は他の加工法にはない多くの特徴を有しているため、本加工法によって製作される焼結製品は多用されている。また、新素材加工においても一役買っている。以下の文章は粉末冶金法や焼結品に関して述べたものである。文章中の空欄【A】～【J】に最適と思われる語句を下記の〔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、語句の重複使用は不可である。

- (1) 粉末冶金法は、素材粉体を型にいれて加圧成型し、次いで【A】以下の温度で焼結を行って製品を製造する加工技術である。
- (2) 鉄系焼結部品において使用される鉄粉は、還元鉄粉および大量生産が可能な噴霧法による【B】鉄粉である。
- (3) 焼結品の静的強度は一般的に他の製法による製品と遜色はないが、【C】に弱い。
- (4) 形状的に切削が困難でコスト高になっているものや最終的に【D】を加えて精度を出していた部品に関して、粉末加工法を採用することで工程削減がはかれる。
- (5) 焼結品は基本的に【E】であるために後処理に関しては注意を有するが、この特徴を積極的に利用してフィルタや【F】などの製品が作られている。
- (6) 粉末加工の成形工程における加圧は通常上下方向から行われるので、加圧方向に【G】な穴やみぞは加工不可能である。
- (7) 金型で上下方向から成形する場合、金型と粉体の間に摩擦が生じ、焼結品の上部・下部と中央部分で粉の【H】の不均一が発生するため、設計において製品の直径に対する全長、肉厚、プレス方向の厚さには注意を要する。
- (8) 不活性ガスを媒体として全方向から均一な圧縮を与えると共に高温で焼結を行う粉末冶金法が【I】である。これを用いた焼結品には、【J】、焼結耐熱合金、セラミックなどがあり、ニアネットシェイプが実現された。

〔語句群〕

- | | | | |
|---------|--------|------------|--------|
| ① 平行 | ② 直角 | ③ 超硬合金 | ④ 衝撃荷重 |
| ⑤ 凝固温度 | ⑥ 含油軸受 | ⑦ ホットプレス | ⑧ ミル |
| ⑨ アトマイズ | ⑩ 切削加工 | ⑪ レーザ加工 | ⑫ 密度 |
| ⑬ 硬度 | ⑭ 多孔質 | ⑮ 熱間静水圧プレス | ⑯ 溶融温度 |

