

平成21年度  
機械設計技術者試験  
2級 試験問題 I

第1時限 9：30～11：50（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21年11月15日実施

主催：社団法人 日本機械設計工業会

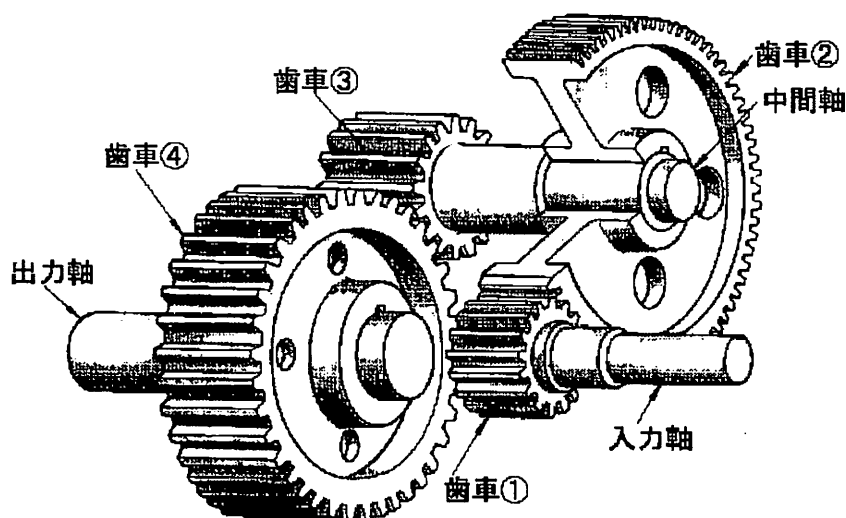
## [ 1. 機構学・機械要素設計 ]

1-1 工具圧力角  $\alpha_c = 20^\circ$  のホブで歯切りした平歯車を用いて、図のような二段減速歯車装置を設計する。入力軸と中間軸および中間軸と出力軸の中心距離（軸間距離）は、ともに  $a = 150\text{mm}$  とし、歯車箱の大きさの制約から各歯車の外径（歯先円直径）は、 $235\text{mm}$  を超えてはならない。また、各歯車対はともに標準平歯車対を原則とするが、理論的な限界歯数17よりも歯数が小さくなり切下げが起こる場合には転位歯車対を用いることにする。

【A】 歯車①と②のモジュール  $m_1 = 3\text{mm}$ 、歯車③と④のモジュール  $m_2 = 5\text{mm}$  とし、歯車対の速度比（速度伝達比）はそれぞれ  $i_1 = 3$ 、 $i_2 = 3$  で、歯車装置の速度比  $i = i_1 \times i_2 = 9$  とするとき、歯車①の歯数  $z_1$ 、転位係数  $x_1$ 、歯先円直径  $d_{a1}$ 、歯車②の歯数  $z_2$ 、転位係数  $x_2$ 、歯先円直径  $d_{a2}$ 、歯車③の歯数  $z_3$ 、転位係数  $x_3$ 、歯先円直径  $d_{a3}$ 、歯車④の歯数  $z_4$ 、転位係数  $x_4$ 、歯先円直径  $d_{a4}$  をそれぞれ求めよ。

【B】 定格出力  $15\text{kW}$ 、回転速度  $1800\text{min}^{-1}$  の電動機を入力軸に取り付けたとき、出力軸の回転速度  $N_2$ 、最大出力軸トルク  $T_2$  を求めよ。

ただし、 $\pi = 3.14$  とし、また歯車装置や軸継手などの諸損失を無視できるものとする。



1-2 フランジ形固定軸継手 (JIS B 1451) がフランジ接触面の摩擦のみで動力を伝達するとき、伝達トルクと伝達動力の最大値を算出したい。ただし、継手ボルトとナットの締付けによって生じるボルトの引張力  $P$  はすべての継手ボルトに等しく働き、フランジ接触面間の摩擦係数  $\mu = 0.3$  (一定) とする。

【A】 継手ボルトのおねじの有効断面の径  $d_s = 8.81\text{mm}$ 、継手ボルト材の許容引張応力  $\sigma_{ab} = 140\text{MPa}$  とするとき、 $P$  の最大値を求めよ。

【B】 継手ボルトの数  $n = 6$  本、ボルト穴のピッチ円直径 (ボルト穴の中心を連ねた円の直径)  $B = 100\text{mm}$  とするとき、伝達トルク  $T$  を求めよ。

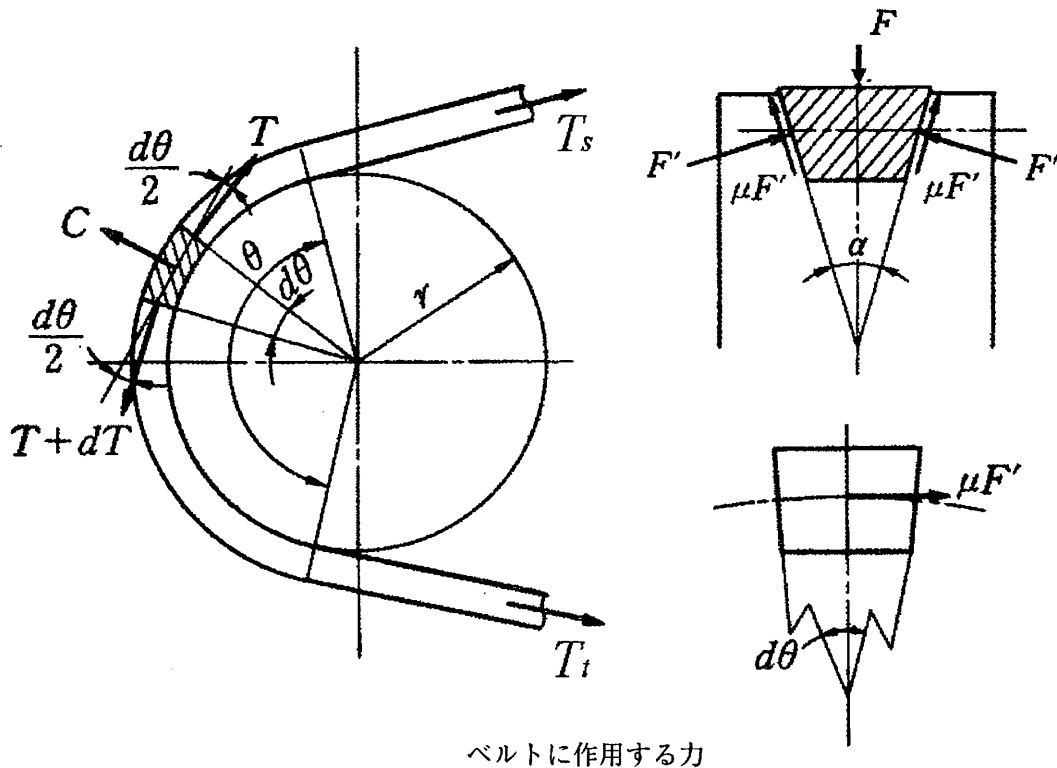
また、この軸継手が回転速度  $1000\text{min}^{-1}$  で  $T$  を伝達するとき、伝達動力  $H$  を求めよ。

1-3 次に記述する(1)～(3)は、Vベルト伝動装置の基本的な事項に関する問題である。

(1) 以下に示す文中の空欄に当てはまる数式を解答用紙の解答欄に記入せよ。

Vベルトが半径  $r$  のプーリに、図に示すように巻掛けられている場合に作用する力を考える。ベルトの引張側の張力を  $T_s$ 、ゆるみ側の張力を  $T_t$  とすると、有効張力  $T_e$  は、以下のようになる。

$$T_e = T_s - T_t \quad (1)$$



同図において、ピッチ円上のベルトの微小部分(中心角  $d\theta$ )における力の関係を考える。微小部分がプーリに押しつけられる力  $F$  は次のようになる。

$$F = 2 [F' \times [ \text{A} ] + \mu F' \times [ \text{B} ]] \quad (2)$$

ただし、

$F'$ : ベルト側面に直角に作用する力

$\mu$ : ベルトとプーリの間の摩擦係数

$\alpha$ : プーリ溝角度

また、微小部分の法線方向の力の釣り合いから、以下の式が成り立つ。

$$(T+dT) \sin \frac{d\theta}{2} + T \sin \frac{d\theta}{2} = F + C \quad (3)$$

ただし、

$T$ : 張力 (ゆるみ側)、  $T + dT$ : 張力 (引張側)

$C$ : 遠心力

$$C = mrd\theta \frac{v^2}{r} = mv^2 d\theta \quad (4)$$

$m$ : ベルトの単位長さあたりの質量

$v$ : ベルトの速度

次に、微小部分の円周方向の力の釣り合いから、以下の式が成り立つ。

$$(T + dT) \cos \frac{d\theta}{2} = T \cos \frac{d\theta}{2} + [C] \quad (5)$$

$d\theta$  が微少のとき

$$\sin \frac{d\theta}{2} = \frac{d\theta}{2}, \quad \cos \frac{d\theta}{2} = 1 \quad (6)$$

と考えることができるので、式 (3) と式 (5) は、以下のようになる。

$$Td\theta = F + C \quad (7)$$

$$dT = 2\mu F' \quad (8)$$

となり、次のように整理できる。

$$dT = \frac{\mu F}{\sin \frac{\alpha}{2} + \mu \cos \frac{\alpha}{2}} = \mu' F \quad (9)$$

ここで、

$$\mu' = \frac{\mu}{\sin \frac{\alpha}{2} + \mu \cos \frac{\alpha}{2}} \quad (10)$$

式 (9) に式 (7) を代入すれば、最終的に式 (11) を得る。

$$\frac{dT}{T - mv^2} = \mu' d\theta \quad (11)$$

また、接触角  $\theta$  について積分すると、

$$\int_0^\theta \mu' d\theta = \int_{T_s}^{T_i} \frac{dT}{T - mv^2}$$
$$\frac{T_i - mv^2}{T_s - mv^2} = e^{\mu'\theta} \quad (12)$$

よって、有効張力  $T_e$  は以下のように求めることができる。

$$T_e = T_i - T_s = mv^2 - T_s + (T_s - mv^2) e^{\mu'\theta} = (T_s - mv^2) (e^{\mu'\theta} - 1)$$

$$\text{または、} T_e = \{mv^2 + (T_i - mv^2) e^{-\mu'\theta} - mv^2\} (e^{\mu'\theta} - 1)$$

$$= \text{【 D 】} \quad (13)$$

また、ベルトがプーリに与える伝達動力  $P$  は、有効張力  $T_e$  と速度  $v$  から次のように求めることができる。

$$P = T_e \cdot v = v (T_i - mv^2) \frac{e^{\mu'\theta} - 1}{e^{\mu'\theta}} \quad (14)$$

- (2) 駆動側プーリのピッチ径  $d_1 = 150\text{mm}$ 、回転数  $1500\text{min}^{-1}$ 、ベルトの接触角  $150^\circ$  のVベルト伝動装置を用いて  $4.5\text{kW}$  の動力伝達を考える。ただし、ベルトとプーリの間の摩擦係数  $\mu = 0.3$ 、一般用VベルトA種（質量は  $0.12\text{kg/m}$ ）を用いる。また、プーリ溝角度  $\alpha = 34^\circ$ 、ベルトの安全率は8とする。また、必要に応じて表1、表2を参照すること。

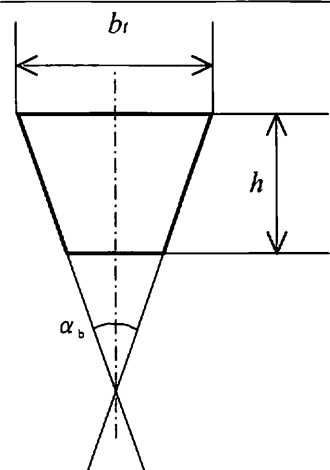
$$\text{また、} \sin \frac{34^\circ}{2} = 0.29, \quad \cos \frac{34^\circ}{2} = 0.96 \text{ とする。}$$

このとき、ベルトの速度  $v$ 、およびベルトの引張側の許容張力  $T_i$  を求めよ。

- (3) また、ベルト1本あたりの伝達動力  $P$  を求めよ。さらに、 $4.5\text{kW}$  の動力伝達に必要なベルトの最小本数  $N$  を求めよ。

表1 一般用Vベルトの断面形状と基準寸法 (単位：mm)

種類	$b_t$	$h$	$\alpha_b$ [deg.]	引張強さ [kN]
M	10.5	5.5	40	1.2以上
A	12.5	9.0		2.4以上
B	16.5	11.0		3.5以上
C	22.0	14.0		5.9以上
D	31.5	19.0		10.8以上
E	38.0	24.0		14.7以上



(JIS K 6323)

表2  $e^{u'\theta}$  の値

$\theta^\circ \backslash \mu'$	90	120	150	180	210	240	270	300	330	360
0.1	1.17	1.23	1.30	1.37	1.44	1.51	1.60	1.78	1.78	1.87
0.18	1.33	1.46	1.60	1.76	1.93	2.13	2.33	2.82	2.82	3.10
0.2	1.37	1.52	1.69	1.87	2.08	2.32	2.57	3.16	3.16	3.51
0.25	1.48	1.69	1.93	2.19	2.50	2.85	3.25	4.22	4.22	4.81
0.3	1.60	1.87	2.43	2.57	3.00	3.51	4.12	5.63	5.63	6.58
0.35	1.73	2.08	2.50	3.00	3.60	4.33	5.20	7.50	7.50	9.00
0.4	1.87	2.31	2.85	3.51	4.32	5.34	6.59	9.98	9.98	12.33
0.45	2.03	2.56	3.25	4.11	5.20	6.60	8.32	13.30	13.30	16.90
0.5	2.19	2.84	3.71	4.81	6.23	8.08	10.59	18.71	17.71	23.14

## [ 2. 材料力学 ]

2-1 疲労強度に関する下記の文章の空欄に最も適した言葉を、下記の語句群から選び、その番号を解答欄【A】～【J】に記載せよ。

機械構造物の破壊事故では、腐食および疲労破壊によるものが多いと言われている。繰り返し荷重がかかる場合は、「引張強さ」や【A】等の基準強度よりも小さな応力で機械構造物が破損することがある。航空機や船舶では、流体力による繰り返し荷重がかかる。自動車や鉄道の車輪は、回転することで繰り返し荷重がかかる。

繰り返し荷重がかかると、それを支える機械部品には引張や【B】、時には曲げやねじりによる繰り返し応力が発生する。この繰り返し応力が、疲労破壊の原因になることがある。特に、機械部品の【C】が急激に変化するボルト穴や溶接による欠陥等があると、局所的に応力が【D】なり、疲労破壊を起こしやすくなる。このように応力が急変する現象を【E】と言う。

疲労が発生しやすい箇所では、定期的に【F】し、疲労による亀裂が発生していないことを確認する。万が一疲労による亀裂が見つかった場合は、修理によってその亀裂を取り除けば破壊事故を未然に【G】することができる。

設計では、繰り返し荷重がかかる場合、形状の不連続な箇所について、あらかじめ求められた図表や解析等により応力の大きさを推定するが、【E】の程度が【H】ほど、少ない繰り返し回数で疲労が発生しやすくなる。また、繰り返し応力の変動幅を応力振幅という。応力振幅の大きさと繰り返し回数が疲労強度に大きく影響するが、応力の変動しない成分がある場合は【I】の影響も考慮する必要がある。

応力振幅の大きさがある値より小さくなると、繰り返し回数がどんなに増えても疲労亀裂が発生しない場合がある。この応力振幅の下限値を【J】という。

疲労強度には、主として、繰り返し荷重による応力振幅の大きさと繰り返し回数、応力集中の程度、材質などが関係する。

[語句群]

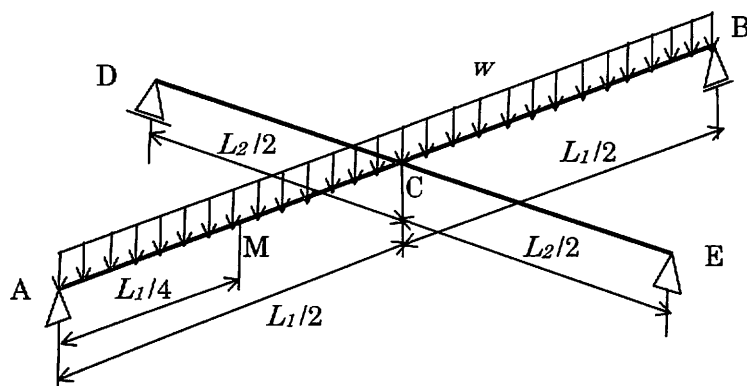
- |       |               |        |        |      |
|-------|---------------|--------|--------|------|
| ① 解析  | ② 大きく         | ③ 平均応力 | ④ 断面形状 | ⑤ 防止 |
| ⑥ ゆるい | ⑦ 小さく         | ⑧ 応力集中 | ⑨ 点検   | ⑩ 曲げ |
| ⑪ 厳しい | ⑫ 疲労限度 (疲れ限度) | ⑬ 降伏点  | ⑭ 圧縮   |      |



2-2 両端支持はり AB が中央点 C で、別の直交する両端支持はり DE に支えられている。  
 はり DE も、その中央点 C で、はり AB を支えている。  
 はり AB および、はり DE の各長さはそれぞれ  $L_1$  および  $L_2$  である。  
 はりの断面は両はりとも同一寸法の長方形（幅  $b$ 、高さ  $h$ ）である。また単位長さあたり  $w$  の等分布荷重が、はり AB のみに全長にわたってかかっている。

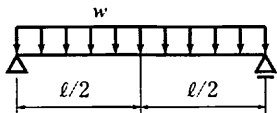
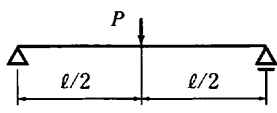
はり AB は C 点で、はり DE からの反力  $R_c$  を受けることになり、はり DE は、同じ C 点では、はり AB から  $R_c$  を受けることになる。

等分布荷重の値、はりの各寸法および縦弾性係数（ヤング率）を下記に示す。  
 はりの断面寸法および縦弾性係数は両はりとも同じ値である。  
 $w = 5.5 \text{ N/mm}$ 、 $L_1 = 1000 \text{ mm}$ 、 $L_2 = 600 \text{ mm}$ 、 $b = 20 \text{ mm}$ 、 $h = 30 \text{ mm}$ 、 $E = 206 \text{ GPa}$



- (1) はり AB の C 点における DE からの反力  $R_c$  および、C 点におけるたわみ  $\delta_c$  の各値をそれぞれ求めよ。
- (2) はり AB の支点反力  $R_A$ 、 $R_B$  および、はり DE の支点反力  $R_D$ 、 $R_E$  の各値を求めよ。
- (3) はり AB について、支点 A から  $L_1/4$  離れた M 断面における最大曲げ応力  $\sigma_M$  の値を求めよ。

なお、両端支持はりの中央点におけるたわみは次の表を参考にしてよい。

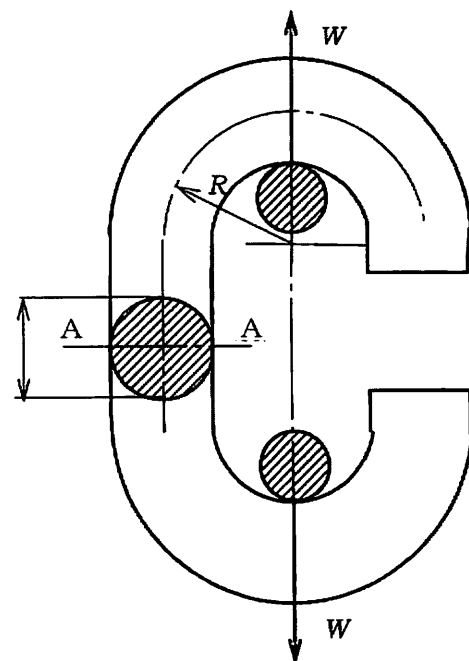
荷重状態	中央点Cのたわみ
	$\frac{5wl^4}{384EI}$
	$\frac{P\ell^3}{48EI}$

$I$ : はりの断面二次モーメント

2-3 図に示すように片方が開口した直径  $d$  の円形断面を有するC型フックに垂直荷重  $W$  が作用する場合について次の設問に答えよ。  
ただし、A-A断面の中心と荷重線との距離はフック部の曲率半径と同じ  $R$  とする。

(1) フックのA-A断面の両端に生じる最大および最小応力を求める式を示せ。  
なお、A-A断面は、半径  $R$  の中心位置より下方向に十分離れているものとする。

(2)  $d = 20 \text{ mm}$ 、 $R = 26 \text{ mm}$ 、フック材の降伏応力を  $\sigma_y = 360 \text{ MPa}$ 、安全率を3とした場合、降伏に対する許容荷重  $W_a$  はいくらか。

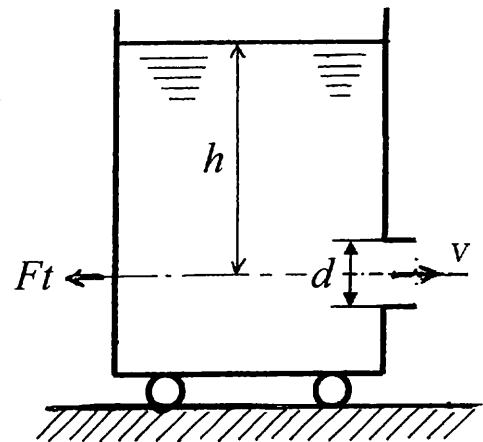


## [ 4. 流体力学 ]

4-1 流体力学に関連をもつ下記の I 群中の事項と最も関係のあるものを、II 群中より選び、その番号を解答欄に記入せよ。

I 群	II 群
A. 連続の式	1. 無次元数で流れの重要な特性を示す
B. ベルヌーイの式	2. 流体との接触表面に、はく離が生じると渦ができる
C. ハーゲン・ポアズイユの式	3. $\mu$ を密度で割ったもの。単位 $[\text{m}^2/\text{s}]$
D. アルキメデスの原理	4. 円管では2320 (最低値)
E. パスカルの原理	5. 流体のエネルギー保存の法則
F. レイノルズ数	6. 速度勾配に対するせん断応力、単位 $[\text{Pa} \cdot \text{s}]$
G. 臨界レイノルズ数	7. 流管において入口と出口の流量は等しい
H. 粘度 ( $\mu$ )	8. 円管における粘性流体の管径と圧力降下の関係
I. 動粘度 ( $\nu$ )	9. 密封容器内の液体に加えた圧力の伝達法則
J. 境界層	10. 浮力は物体が排除した流体の重さに等しい

4-2 図のような車輪を付けた円筒形タンクの側壁ノズルから水が噴出する場合、次の設問に答えよ。ただし、口径  $d = 80 \text{ mm}$ 、 $h = 1.6 \text{ m}$  とする。



(1) 噴出速度  $v$  (m/s) を求めよ。

(参考) 流速は、トリチェリの式から容易に求まるが、ベルヌーイの式からも求められる、ここに、その式を示す。

$$v = \boxed{\phantom{000}}$$

$\boxed{\phantom{000}}$  の中は、次のものから適切なものを選んで用いよ。

$$\frac{1}{2}gh \quad \sqrt{\frac{1}{2}gh} \quad gh \quad \sqrt{gh} \quad 2gh \quad \sqrt{2gh} \quad gh^2$$

(2) (i) 流量  $Q$  ( $\text{m}^3/\text{s}$ ) を求めよ。

(ii) これを単位を変えて ( $\ell/\text{s}$ ) を用いて示せ。

- (3) 噴流が流出するとき、車輪を付けたタンクは、噴流の流れと反対方向に動く。噴流がタンクに与える推力  $F_t$  を次式により求めよ。

$$F_t = \boxed{\phantom{0000}} \quad (\text{N})$$

$\boxed{\phantom{0000}}$  の中には、次のものから適切なものを選んで用いよ。ただし、 $\rho$  は水の密度  $10^3 \text{kg/m}^3$  とする。

$$\frac{1}{2} \rho Q \quad \frac{1}{2} \rho Q v \quad \rho Q v \quad \rho Q v^2 \quad \frac{1}{2} \rho Q v^2 \quad \rho Q^2$$

- (4) ノズルの開口部を閉じた場合、ノズル面積に作用する流体静圧力による力  $F_0$  と、ノズルからの噴流による力  $F_t$  の比  $F_t/F_0$  はいくらになるか。

(参考) 水面からの深さ  $h$  の点における圧力  $p$  は (大気圧無視の場合)

$$p = \boxed{\phantom{0000}} \quad (\text{N/m}^2)$$

$\boxed{\phantom{0000}}$  の中には、次のものから適切なものを選んで用いよ。

$$gh \quad \frac{1}{2} \rho gh \quad \rho gh^2 \quad \rho gh \quad \frac{1}{2} \rho gh^2$$

## [7. 工業材料]

7-1 次の一覧表に示す5種類の鋳鉄について、それぞれ最も関連の深い語句を【語句群】の中から選びなさい。なお、語句は〔A〕群と〔B〕群それぞれから一つずつ選び、その番号を解答欄に記入せよ。ただし、重複使用は不可である。

鋳鉄の種類	関連の深い語句（特徴等）	
	〔A〕	〔B〕
〔1〕ねずみ鋳鉄		
〔2〕ニレジスト鋳鉄		
〔3〕ダクタイル鋳鉄		
〔4〕チル鋳物		
〔5〕可鍛鋳鉄		

### 【語句群】

#### 〔A〕群

- ① 普通鋳鉄      ② マグネシウム      ③ 脱炭処理      ④ オーステナイト  
 ⑤ 低合金鋳鉄      ⑥ リンの添加      ⑦ セメントタイト

#### 〔B〕群

- ① 表面硬化      ② 長時間処理      ③ 球状黒鉛      ④ 高硬度・高強度  
 ⑤ 片状黒鉛      ⑥ 耐熱・耐食性      ⑦ 三元共晶

7-2 次に示す設問〔A〕～〔E〕は金属製品の表面処理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に記入せよ。

〔A〕塗装の下地処理としてよく適用されている表面処理は、次のうちのどれか。

- ① 浸炭焼入れ    ② 窒化处理    ③ リン酸塩処理    ④ ニッケルめっき    ⑤ 高周波焼入れ

〔B〕切削工具によく適用されている金色の硬質皮膜は、次のうちのどれか。

- ① TiN    ② CrN    ③ TiC    ④ TiAlN    ⑤ DLC

〔C〕浸炭焼入れした歯車の疲労強度向上を目的として、よく適用されている表面処理は、次のうちのどれか。

- ① 高周波焼入れ    ② 浸硫処理    ③ 水蒸気処理    ④ ショットピーニング  
 ⑤ 窒化处理

〔D〕最近、ドライ加工実現のための表面処理としてDLCコーティングが話題になっている。

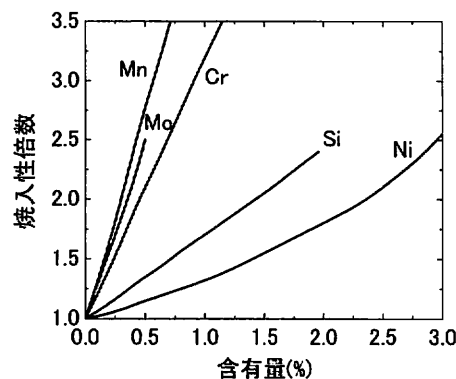
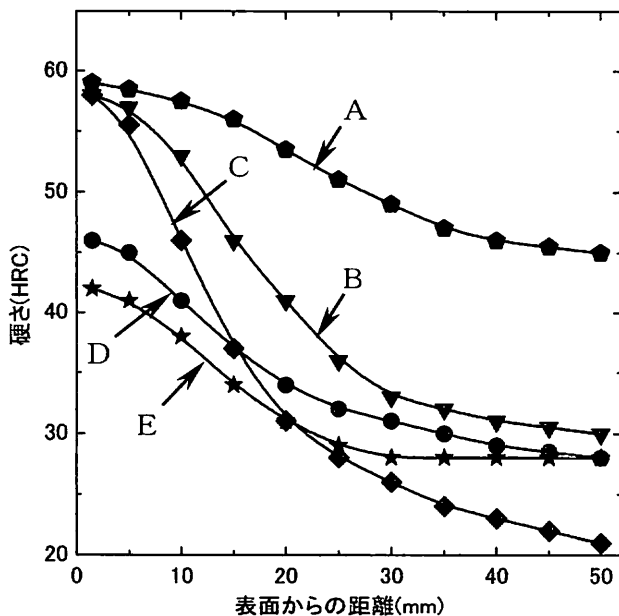
次のDLCに関する文章のうち、間違っているのはどれか。

- ① DLCのDはダイヤモンドの意味である
- ② DLCはグラファイト（黒鉛）から生成することができる
- ③ DLCはプラズマCVDによって生成することができる
- ④ DLCコーティングすることによって摩擦係数が低減する
- ⑤ DLCの生成温度は500℃以上の高温である

〔E〕SCM435製調質ボルトにおいて、一般に適用されている耐食性付加を目的とした表面処理は、次のうちのどれか。

- ① 亜鉛（Zn）めっき    ② すず（Sn）めっき    ③ 銀（Ag）めっき
- ④ クロム（Cr）めっき    ⑤ 金（Au）めっき

7-3 一般に、機械構造用鋼における最高焼入硬さは炭素含有量が多いほど高い。なお、焼入性は炭素以外の合金元素も大きな影響を及ぼす。〔参考図〕は、各種合金元素の含有量と焼入性倍数の関係を示したものであり、焼入性倍数が大きいほど焼入性は良好である。下図は、各種H鋼（焼入性を保証した機械構造用合金鋼）の標準的な焼入性曲線（ジョミニー曲線）である。図中の焼入性曲線A～Eに当てはまる鋼種記号を【語句群】の中から選び解答欄に番号を記入せよ。



〔参考図〕 各種合金元素の焼入性倍数

図 各種H鋼の標準的な焼入性曲線

【語句群】

- ① SCM822H    ② SMnC443H    ③ SNC815H    ④ SMn443H    ⑤ SCM445H

## [ 8. 工作法]

8-1 工作機械のNC化率 [工作機械全生産額に対するNC (数値制御) 工作機械の生産額の比率] は、限りなく100%に近くなっていて、今や数値制御でない工作機械を探すほうが難しい状況となっている。次の文章は、NC工作機械について述べたものである。空欄に最適と思われる言葉を下記の語句群から選び解答欄に記号で答えよ。なお、用語の重複使用は不可である。

- (1) NC工作機械の代表は、丸物部品加工を行うNC旋盤と、角物部品の加工に使われるマシニングセンターである。工作機械で様々な形状の部品が加工できる仕組みは、工作物と切削工具の【A】によるものである。所望の場所に数値制御によって、工具や工作物を移動させることを【B】制御といい、部品形状に沿ってそれらを連続的に移動させる制御を【C】制御と呼んでいる。NC工作機械では、通常両方の制御機能を有しているが、ドリルによる穴あけ加工の場合には、理論的には前者だけで加工が可能である。
- (2) 平面内で工具の経路を自由に制御するためには、【D】制御が必要である。この代表的な工作機械がNC旋盤である。マシニングセンターでは、立体の形状部品を加工するために【E】制御が一般的に必要となる。さらに、最近では複雑形状の加工が求められるために、テーブルの傾斜角度を制御したりすることが必要となり、【F】制御や【G】制御加工のマシニングセンターが実用化されている。旋盤でも、主軸の回転軸を制御できたり、工具を上下方向に制御できたりする工程集約型旋盤が普及してきている。これを複合旋盤と言ったり、【H】と言ったりする。
- (3) NC工作機械ではNC制御装置からの指令によって、【I】を駆動させて上述の制御を行っている。工作機械の制御装置に対して工具や工作物 (テーブル) の運動を指示するプログラムを作成することをNCプログラミングという。簡単な形状の部品加工であれば、制御装置が直接受け取れる特殊なコードの組み合わせで、プログラムを直接作成することができる。これを【J】と呼んでいる。しかし、NC工作機械は、複雑形状の部品加工を目的にして開発されたため、工作機械の開発と同時に、プログラミング専用のコンピュータが開発された。これが【K】と呼ばれるもので、基本言語はAPTを基本としている。最近では加工部品形状として、設計時に創成される設計データを活用する【L】によるプログラミングが普及している。
- (4) NC工作機械の得意とする加工は、複雑形状の加工以外に【M】受注する部品加工である。つまり、プログラムさえ保存しておけば、これを再利用することで対応ができるからである。NC工作機械は多品種少量生産向きであると言われるが、一品生産では汎用工作機械が適しているのも、正確には【N】ができる中種中量部品の加工が最適である。よくNC工作機械は、精度の高い加工が可能であると言われるが、これも正確な意味で正しくない。NC工作機械を使用することで誰がやっても【O】もしくは安定性の

ある精度が確保できることになる。

**【語句群】**

1. 同時1軸
2. 同時2軸
3. 同時3軸
4. 同時4軸
5. 同時5軸
6. 信頼性
7. 位置決め
8. ターニングセンター
9. 自動プログラミングシステム
10. サーボ機構
11. 輪郭
12. 繰返し
13. マニュアルプログラミング
14. 対話処理プログラミング
15. 部品中心生産
16. 加工精度
17. CAD/CAM
18. 相対運動

- 8-2 設計上必要である加工においても、素材の材質や加工内容によって加工が困難である場合や能率が上がらない場合がある。第Ⅰ群に述べるケースにおける対応可能な加工として、最適と考えられる方法を、第Ⅱ群から選び解答欄に記号で答えよ。なお、重複使用は不可である。

**【第Ⅰ群】**

1. 鋼板の複雑形状の打抜き加工を、タレットパンチプレスによって行っているが、型に左右されない自由な曲面を、効率的に、かつ材料の歩留まりを考慮して加工を行いたい。
2. アルミニウムの仕上げ研磨をラッピング加工で行っているが、仕上げ面粗さとともに光沢のある面をより高能率に作りたい。
3. 鉄鋼丸棒から切削加工によって、ねじを切り出しているが、製作個数が格段に増えたために能率が求められてきた。なお、ねじの設計仕様として高い精度は求められていない。
4. 機械の内部に排気ガスで回転する小型のタービン羽根がある。これは鋳造によって超耐熱合金で製作されていたが、排気ガスの温度上昇とともに回転性能のアップが求められてきた。
5. ニアネットシェイプで焼結された小型のセラミック部品に、寸法精度を整えるためと仕上げ面粗さを向上させるための仕上げ加工を行いたい。
6. 直径100mm丸棒の外周切削加工を旋盤で行うことで、長尺の軸を製作したい。切削抵抗による材料の逃げや振動を抑えながら精度のよい切削加工を行いたい。
7. SUS304の大量小物部品のバリ取りを効率的に行いたい。ただし、角丸みや、直角度など精度は求められない。
8. 塑性加工によって製作された板ばねについて、簡単な操作によって工作物の疲労強度や耐摩耗性を上げる処理を行いたい。
9. 超硬合金製のしゅう動部品について、接触部分の耐摩耗性を向上させたいが、寸法精度等は元の超硬合金の精度を維持したい。
10. 回転を伝達する合金鋼製中空軸において、新用途の観点から小型化、軽量化、強度（比強度）向上、さらにはある方向に強度が最大となるように材料設計も行いたい。



【第Ⅱ群】

1. 炭素繊維を使ったフィラメントワインディング（FW）法を採用する
2. 炭酸ガスレーザ加工によって輪郭制御加工を行う
3. 背分力の小さくなる刃先形状のバイトを使用し、かつ振れ止めを併用する
4. 鋼球を高速で表面に噴射して冷間加工を行うショットピーニングを用いる
5. 切削から塑性加工である転造に加工方法を変える
6. ダイヤモンド砥石を使ったホイールによる研削加工を施す
7. イオンプレーティングによって、セラミックの薄膜をコーティングする
8. 窒化ケイ素の微粉末を材料とした粉末加工法を考えてみる
9. 切削工具としてダイヤモンドを用いて、高速切削を行う鏡面加工を採用する
10. 研磨材、コンパウンド水溶液と共に部品を容器の中に入れ、それらの相対運動によってバッチ処理加工を行うバレル加工を採用する