

平成20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20年11月23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 平ベルトによる動力伝達機構は各所に使用されている。設計に際して、ベルトに加わる張力の把握が大切なこととなる。以下は、ベルトの張力算出法について述べたものである。文中の空欄に当てはまる数式を導け。次いで、諸元に示したベルト車について、ベルトに加わる張力を求めよ。解答は解答用紙の解答欄に記入せよ。

図に示したようにベルトの微小部分（微小中心角  $d\theta$ ）を採って考える。この微小角内で、張力は  $T$  から  $T+dT$  に増加する。またベルトとベルト車の間では摩擦が作用し、ベルト車を回転させる場合の抵抗となる。摩擦係数を  $\mu$  とし、張力との間の関係を求めると、

$$T + dT = T + \mu q ds$$

$$q ds \doteq 2T \frac{d\theta}{2} = T d\theta$$

であるから

$$\frac{dT}{T} = \mu d\theta$$

これを積分すると、

$$\ln \frac{T_1}{T_2} = \mu \theta$$

従って、

$$T_1 / T_2 = \text{【A】}$$

となるから

$$\frac{T_1 - T_2}{T_2} = \frac{P}{T_2} = e^{\mu \theta} - 1$$

これより、

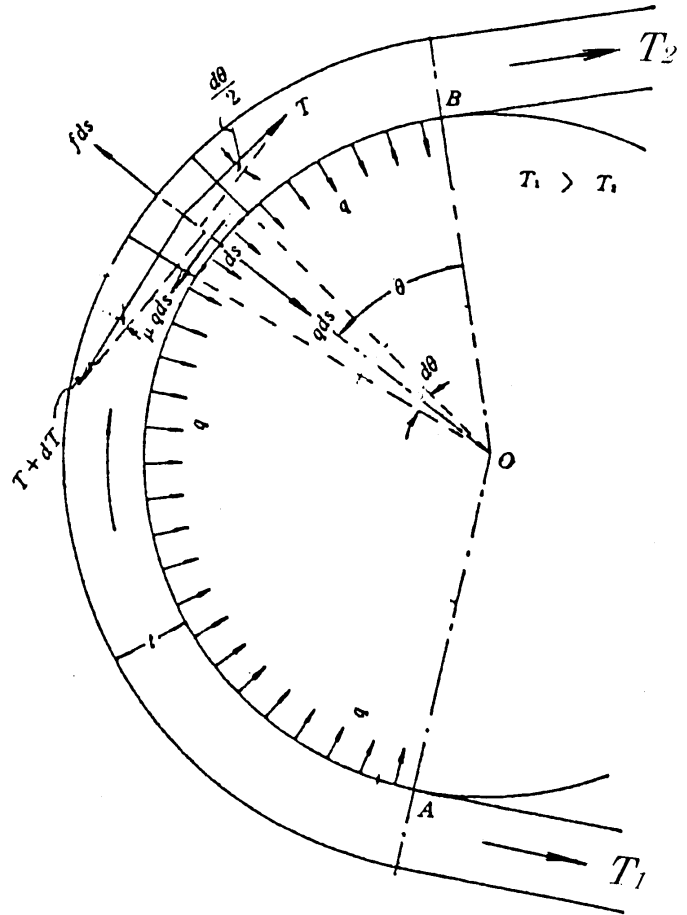
$T_1$  は

【B】

$T_2$  は

【C】

となる。



いま、 $H$  (kW) の動力を伝達する場合には、

$$H = P \cdot v$$

であるから

$$H = \text{【D】}$$

$$v = R \cdot \omega$$

$$R = D/2$$

$\omega$  : ベルト車の回転角速度

$D$  : ベルト車の直径

となる。したがって、

$$T_1 = \mathbf{[E]} \cdot H \quad (\text{N})$$

となる。

いま、伝達動力； $H = 10\text{kW}$ 、ベルト車の直径； $D = 100\text{ mm}$ 、摩擦係数； $\mu = 0.1$ 、ベルトのはり角； $\theta = 150^\circ$  とした場合、張力  $T_1$  を求めると、 $\mathbf{[F]}$  (N) となる。

1-2 次の文章は、歯車による動力伝達についての基本的な事項を述べたものである。空欄に当てはまる数式、数値あるいは語句、記号を解答用紙の解答欄に記入せよ。

図において I、II がそれぞれ A、B を中心として回転しているものとする。その接触点における速度をそれぞれ  $v$ 、 $v'$  とする。 $v$  は AC に垂直な方向に作用する。 $v'$  は BC に垂直な方向に作用する。

従って、法線方向の速度成分は

$$v \cos a = v' \cos a' \dots\dots\dots (1)$$

これより、

$$\frac{v'}{v} = \mathbf{[A]} \dots\dots\dots (2)$$

ここで、 $v \cos a \neq v' \cos a'$  であれば、当然 I と II とは互いに食い込むか離れるかのどちらかで、接触が出来なくなる。

さて、接線方向の速度成分の差がすべりを生むこととなる。そのすべりの速度は

$$v \sin a - v' \sin a'$$

で表わされる。いま I および II の回転角速度を  $\omega$ 、 $\omega'$  とすると、

$$v = AC \times \omega$$

$$v' = BC \times \omega'$$

であるから、

$$\frac{\omega'}{\omega} = \frac{v'}{BC} \times \frac{AC}{v} = \frac{\cos a}{\cos a'} \times \frac{AC}{BC} = \mathbf{[B]} / \mathbf{[C]} \dots (3)$$

これを言葉で表すと

【2つの回転体がすべり接触を伴う動力の伝達をする場合は、接触点における法線は両回転体の中心線 AB が角速度の比によって分割される点  $\mathbf{[D]}$  を通る。この点は定点となる。両回転体の角速度の比は、中心線がこの定点で分割される線分に逆比例する】

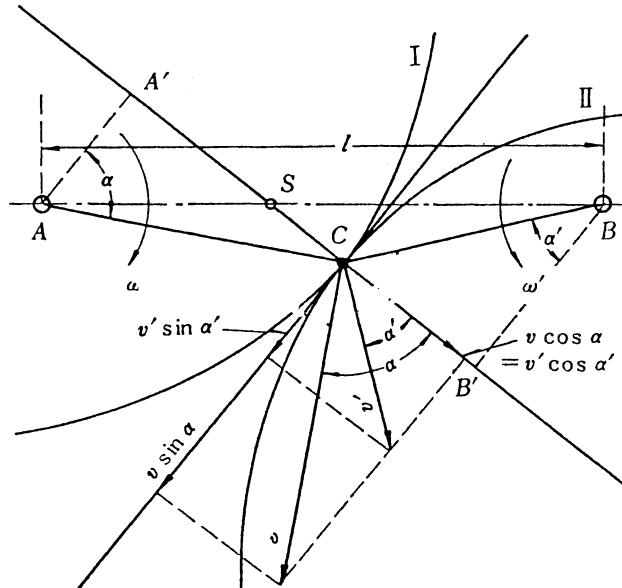
このことをさらに言い換えてみると

【2回転体がかみ合って、一定の回転速度比を保って回転するには、両回転体の接触点 C に

おける共通法線は、常に中心線上の一定点【D】を通らなくてはならない

この定点をピッチ点と呼ぶ。また、回転軸A, Bを中心としてピッチ点を通るように設けた円を【E】という。

以上のことを踏まえると、A, Bの距離が100mm、I, IIの回転速度が、 $\omega_1=10$  rad/s、 $\omega_2=30$  rad/sの場合、I, IIの【E】の半径は【F】mm、【G】mmとなる。



1-3 次の文章は軸受をハウジングおよび軸に取り付ける際の留意事項を述べたものである。空欄に当てはまる語句を語句群から選びその番号を解答用紙の解答欄に記入せよ。

1. ハウジングへの取り付け；

軸受を取り付けるための穴は、図1に示したように、目くら穴とする場合もある。しかし、この場合は十分な加工精度が得られないことがある。切削工具の摩耗具合によって、加工されたすみ部の精度が思わしくなかったりするためである。これにより、以下のような軸の取り付け不良の原因となる。

1) フィレット部の形状寸法が適切でなくなる。このため、図1(a)に示したように、フィレットと【A】とが接触し、【B】を起こす。

2) すみに異物がつまり、外輪の位置決め不良が発生する。

これに対して、図1(b)のようにすみにヌスミを設ける場合がある。しかしこの場合でも、

- ① 切削工具の摩耗により、断面のすみの丸み形状が崩れ、【C】を招くような形状となりがちである。この場合は、疲れによるハウジングの破損を招く。
- ② 異物が詰まるなどの理由で、軸受の位置決め精度を損なう。

従って、ハウジングは図2に示したように通し穴加工とし、平らな側板を取り付けて、外輪の【D】方向の位置決めをすべきである。

ハウジングがアルミニウムのような軽合金の場合は、図2にも示したように鋼製の【E】を鑄込むべきである。【E】は鑄造時に変形しないように肉厚を十分厚くする。

## 2. 軸への取り付け；

軸は、図3に示したように内輪が直接接するように肩を設ける場合も多い。この場合も、フィレット部の形状寸法が適切でなくなり、内輪の取り付け精度に不具合を生じる場合もある。従って、内輪の肩との間に【F】を設けるべきである。これによって内輪は正確に位置決め出来る。【F】は長くし、その内径円筒面で位置決めするようにする。肩部のすみに対応する部分の面取りを十分大きくする。材料は軸と同じ材料を使い、はめあいは軽い押し込み程度とする。また、【F】には軸受の引き抜き用に孔または溝を設けておくと便利である。

はめあいについては、軸負荷が小さく、純トルク荷重の場合のみの場合は、内輪のはめあいとしては【G】は不要かつ好ましくない。【G】は、フレッチングや【H】を助長することになりかねない。

内輪はナットやカラーで【D】方向に固定するが、しまり力が過大にならないように注意する。軸荷重が大きいような場合は、【G】とするが、組み立ては、油で加熱したやきばめが良いとされる。

## 3. ハウジングの組み立て；

通常ハウジング本体に左右2個のエンドフレームをボルト締めする。このエンドフレームは外輪のハウジングとなる。本体にインロウで組み合わされる。製作誤差により、若干の外輪の【H】は避けられないが、一般的にこの影響は小さい。【H】が $5 \times 10^{-3}$ 以上になると、保持器が破損することが知られている。

### 【語句群】

- |             |         |            |            |
|-------------|---------|------------|------------|
| 1. 応力集中     | 2. スリーブ | 3. アキシアル方向 | 4. 外輪の面取り部 |
| 5. ミスアライメント | 6. ライナ  | 7. しまりばめ   | 8. 干渉      |

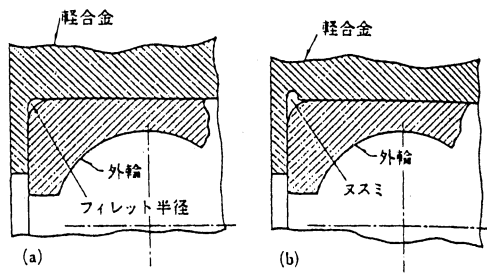


図 1 軸受ハウジング

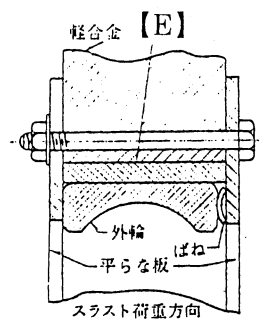


図 2 ハウジング

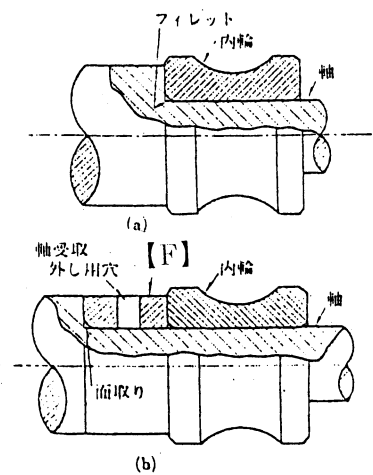


図 3 軸の設計

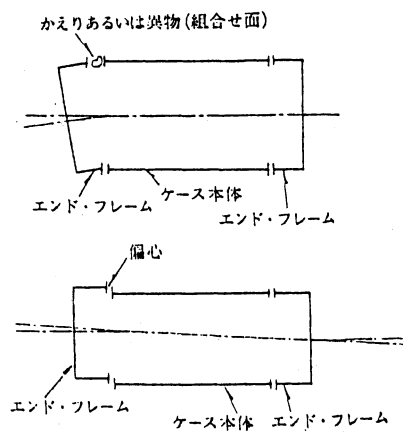


図 4 ハウジングの不具合による軸受のミスアライメント

1-4 以下に示す軸を支持する単列深溝玉軸受の寿命を求めよ

軸直径 :  $d = 20\text{mm}$   
軸受外径 :  $D = 37\text{mm}$   
ラジアル方向荷重 :  $F_r = 20\text{kN}$   
アキシアル方向荷重 :  $F_a = 4\text{kN}$   
回転速度 :  $n = 1400\text{rpm}$

ただし、単列深溝玉軸受の主要な諸元は表に示したとおりである。

疲れ寿命計算式は、最近の研究成果も取り入れ、次のような補正係数を用いた式を使用する。

$$L = a_1 \cdot a_2 \cdot a_3 \cdot \left(\frac{C}{P}\right)^p \quad (\text{単位: } 10^6 \text{ 回 総回転数})$$

$C$ : 基本動定格荷重

$P$ : 動等価荷重

$a_1$ : 信頼度係数

$a_2$ : 軸受特性係数

$a_3$ : 使用条件係数

ここでは、

信頼度 95%

軸受温度  $100^\circ\text{C}$

$$a_3 = 0.86$$

$$P = X \cdot F_r + Y \cdot F_a$$

$F_r$ : ラジアル方向荷重

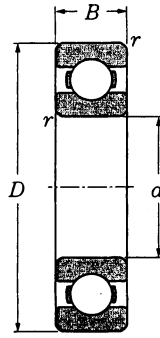
$F_a$ : アキシアル方向荷重

$X$ : ラジアル荷重係数

$Y$ : アキシアル荷重係数

とする。





開放形

主要寸法				基本動 定格荷重	基本静 定格荷重	(基本動 定格荷重)	(基本静 定格荷重)	
mm				kN		kgf		
<i>d</i>	<i>D</i>	<i>B</i>	<i>r</i> <sub>s min</sub> <sup>1)</sup>	<i>r</i> <sub>NS</sub> 最小	<i>C<sub>r</sub></i>	<i>C<sub>or</sub></i>	<i>C<sub>r</sub></i>	<i>C<sub>or</sub></i>
<b>10</b>	15	3	0.1	—	0.855	0.435	87	44
	19	5	0.3	—	1.83	0.925	187	94
	22	6	0.3	0.3	2.7	1.27	275	129
	26	8	0.3	—	4.55	1.96	465	200
	30	9	0.6	0.5	5.10	2.39	520	244
	35	11	0.6	0.5	8.20	3.50	835	355
<b>12</b>	18	4	0.2	—	0.930	0.530	95	54
	21	5	0.3	—	1.92	1.04	195	106
	24	6	0.3	0.3	2.89	1.46	295	149
	28	7	0.3	—	5.10	2.39	520	244
	28	8	0.3	—	5.10	2.39	520	244
	32	10	0.6	0.5	6.10	2.75	620	280
37	12	1	0.5	9.70	4.20	990	425	
<b>15</b>	21	4	0.2	—	0.940	0.585	96	59
	24	5	0.3	—	2.08	1.26	212	128
	28	7	0.3	0.3	3.65	2.00	375	204
	32	8	0.3	—	5.60	2.83	570	289
	32	9	0.3	0.3	5.60	2.83	570	289
	35	11	0.6	0.5	7.75	3.60	790	365
42	13	1	0.5	11.4	5.45	1 170	555	
<b>17</b>	23	4	0.2	—	1.00	0.660	102	67
	26	5	0.3	—	2.23	1.46	227	149
	30	7	0.3	0.3	4.65	2.58	475	263
	35	8	0.3	—	6.80	3.35	695	345
	35	10	0.3	0.3	6.80	3.35	695	345
	40	12	0.6	0.5	9.60	4.60	980	465
	47	14	1	0.5	13.5	6.55	1 380	665
62	17	1.1	—	22.7	10.8	2 320	1 100	
<b>20</b>	27	4	0.2	—	1.04	0.730	106	74
	32	7	0.3	0.3	4.00	2.47	410	252
	37	9	0.3	0.3	6.40	3.70	650	375
	42	8	0.3	—	7.90	4.50	810	455
	42	12	0.6	0.5	9.40	5.05	955	515
	47	14	1	0.5	12.8	6.65	1 310	680
	52	15	1.1	0.5	15.9	7.90	1 620	805

注1) 面取寸法 *r* の最小許容寸法である。

信頼度係数  $a_1$

信頼度 %	90	95	96	97	98	99
寿命記号	$L_{10}$	$L_5$	$L_4$	$L_3$	$L_2$	$L_1$
信頼度係数 $a_1$	1.00	0.62	0.53	0.44	0.33	0.21

軸受特性係数  $a_2$

軸受温度(°C)		100	125	150	175	200	225	250
軸受特性係数 $a_2$	玉軸受	1	0.86	0.73	0.61	0.42	0.27	0.22
	ころ軸受	1	0.84	0.70	0.58	0.38	0.24	0.18

動等価ラジアル荷重

$$P = XF_r + YF_a$$

$\frac{F_a}{C_{or}}$	$e$	$\frac{F_a}{F_r} \leq e$		$\frac{F_a}{F_r} > e$	
		$X$	$Y$	$X$	$Y$
0.010	0.18				2.46
0.020	0.20				2.14
0.040	0.24				1.83
0.070	0.27				1.61
0.10	0.29	1	0	0.56	1.48
0.15	0.32				1.35
0.20	0.35				1.25
0.30	0.38				1.13
0.40	0.41				1.05
0.50	0.44				1.00

静等価ラジアル荷重

$$P_{or} = 0.6F_r + 0.5F_a$$

ただし  $P_{or} < F_r$  となるときは  $P_{or} = F_r$  とする。

## [ 2. 材料力学]

2-1 強度設計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、その番号を解答欄に記載せよ。なお、AからJはそれぞれ異なる言葉が入る。文中、同一用語が何回か出てくることに注意すること。

### (1) 強度計算について

一般に、強度計算では、負荷（荷重）によって生じる部材のある断面に働く単位面積あたりの力つまり  を計算してその値を強度設計上の指標としている。この断面に働く  は、断面に垂直に働く直応力と断面に平行に働く  がある。直応力はさらに、引張応力、  および曲げ応力に分類される。

### (2) 強度の基準について

強度設計では、応力計算で求めた設計応力が、材料強度から決まる許容応力以下になるよう断面寸法等を決定する。許容応力は、材料の引張試験で求まる  または引張強度、疲れ強さ等の材料の基準強度を  で割った値が用いられる。この  は、実際の荷重や設計、材料、施工その他の不確定な要因によるバラツキの影響を考慮しても、機械構造物が十分負荷に耐えられるように、経験に照らし合わせて設定した値（1.0以上で、基準応力の種類や負荷（荷重）条件にもより、通常の機械設計では1.5から4.0程度を用いることが多い）を用いる。この関係を式で表すと下式のようになる。

$$\text{設計応力} \leq \text{許容応力} = \frac{\text{基準強度}}{\text{E}}$$

したがって、例えば許容応力が基準強度の1/2倍になっているということは、強度に2倍の余裕があるということではない。上述の荷重、設計、材料、施工等の様々な不確定な要因を考えると、設計応力をこの許容応力程度の値まで抑えて設計しないと、何らかの原因で機械構造物が壊れる恐れがあるからである。  は、強度設計上必要不可欠なもので、安全を確保する上での社会的な規範としての意味もある。

### (3) 引張荷重と圧縮荷重について

引張荷重では、柱の横断面に生じる引張応力が材料の降伏点に達するまでは、部材の大きな変形は発生しない。しかしながら、細長い柱に圧縮荷重が加わる場合は、柱の圧縮応力が降伏点より小さい値であっても柱が急に曲がってしまい折れてしまうことがある。この現象を  と言い、その時柱にかかる限界の荷重を  と言う。細長い柱では、その荷重は柱の  の2乗に反比例する。

(4) 繰り返し荷重について

一般に、金属材料に加わる荷重が変動する繰り返し荷重であると、材料の降伏点よりかなり小さな荷重で部材が破壊することがある。この破壊現象を I と言い、応力振幅の大きさが大きいほど、また荷重繰り返し数が多いほど発生し易く、機械構造物で最も起き易い、代表的な破壊形態のひとつである。

特に、部材の形状が急激に変化するコーナー部等では応力の流れ（力線と言う）が乱れ繰り返し荷重による亀裂が発生し易い。こうした局所的に応力が大きくなる部分を J 部と言う。繰り返し荷重による破壊を防ぐには、こうした急激な形状変化する部分を極力減らし応力の流れをなだらかにすることが有効である。

【語句群】

- |                  |                |                 |        |         |
|------------------|----------------|-----------------|--------|---------|
| 1. 安全率           | 2. 応力          | 3. 応力集中         | 4. 変形  | 5. 圧縮応力 |
| 6. 熱応力           | 7. 疲労（または疲労破壊） | 8. 座屈荷重         | 9. 断面積 |         |
| 10. 降伏点（または降伏強さ） | 11. 長さ         | 12. 座屈（または座屈破壊） |        |         |
| 13. 断面二次モーメント    | 14. 衝撃破壊       | 15. せん断応力       |        |         |

2-2 部材2を部材1-1および部材1-2で挟み込み、2箇所でピンにより連結されている。

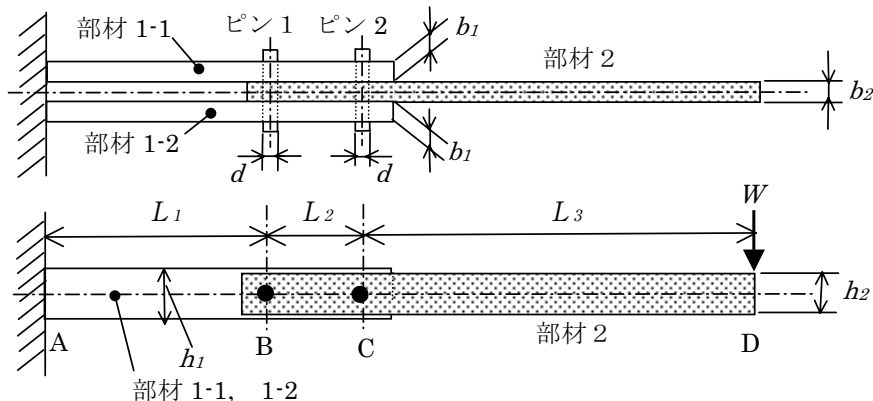
部材1-1および1-2の左端は壁に固定されており、部材2の右端に垂直荷重  $W=1\text{kN}$  が作用している。各部の寸法を下記に示す。部材、ピンの自重は無視し、座屈は発生しないものとする。応力の単位はMPaとして以下の問いに答えよ。

寸法： $L_1=400\text{mm}$ 、 $L_2=200\text{mm}$ 、 $L_3=800\text{mm}$ 、 $d=9\text{mm}$

部材1-1、1-2の各断面：幅  $b_1=8\text{mm}$ 、高さ  $h_1=80\text{mm}$  の長方形（ただし、断面B-Bおよび断面C-Cには、中心に直径  $d=9\text{mm}$  のピン穴がある。）

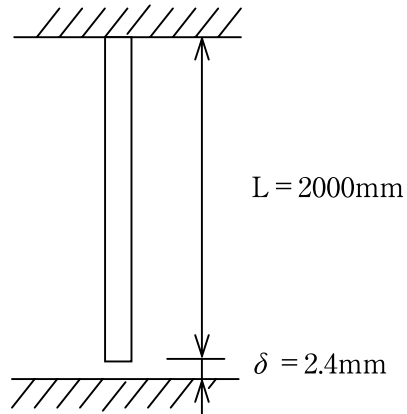
部材2の各断面：幅  $b_2=8\text{mm}$ 、高さ  $h_2=70\text{mm}$  の長方形（部材1-1、1-2と同様ピン穴あり。）

- (1) 部材2のせん断力図（SFD）と曲げモーメント図（BMD）を示せ。
- (2) 断面C-Cにおいて、部材2の最大曲げ応力  $\sigma_c$  を求めよ。（ピン穴周辺の応力集中は、無視する。）
- (3) ピン2の平均せん断応力  $\tau_2$  を求めよ。
- (4) 固定端Aにおける部材1-1（または1-2）の最大曲げ応力を求めよ。



2-3 図のように、長さ2 mの鋼製のパイプが天井から突き出しており、床との間に2.4mmの隙間がある。熱によるパイプの挙動と床への影響について下記の問いに答えよ。

ただし、鋼材の線膨張率  $\alpha = 1.2 \times 10^{-5} / ^\circ\text{C}$ 、縦弾性係数  $E = 2 \times 10^5 \text{MPa}$ 、パイプの横断面積  $A = 2000 \text{mm}^2$  とする。自重は無視できるものとする。



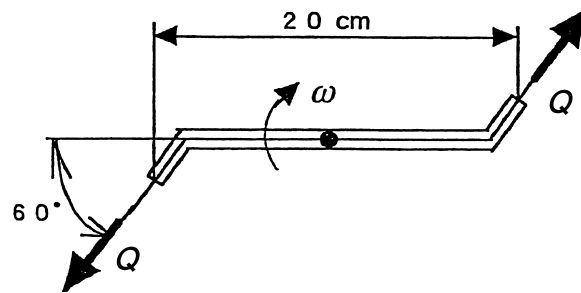
- (1) 温度が何度上昇すると棒の下端が床に着くか。
- (2) 丁度パイプの下端が床に接した状態からさらに温度を20℃上げた場合に棒が床を押す力を求めよ。小数点以下一桁目まで求めよ。ただし、棒の座屈は考えない。

## [ 4. 流体力学 ]

4-1 家庭用スプリンクラーの寸法例を下図に示す。これより次の設問に答えよ。

(1) 水の噴出口の口径12mm、噴出水流量  $Q = 0.03\text{m}^3/\text{min}$  として、このスプリンクラーの回転数  $n$  (rpm) を求めよ。

(ただし、回転軸などの摩擦は無視できるものとする。)



参考として、噴流が流出するときの推力  $F$  は次式を与える。

$$F = \square$$

$\square$  の中は次のものより適切なものを選べ。

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

(2) スプリンクラーの回転を止めるのに必要なモーメント  $M$  を求めよ。

4-2 図1のような直径  $d = 1\text{ m}$ 、高さ  $h = 25\text{ m}$  の円柱の塔がある。これより次の設問に答えよ。

- (1) 風速  $v = 50\text{ m/s}$  の強風によって受ける全抗力  $F_D$  を求めよ。
- (2) 高さ0 (地表) における曲げモーメント  $M$  を求めよ。

ただし、空気の密度  $\rho = 1.205\text{ kg/m}^3$  ( $20^\circ\text{C}$ )、三次元物体の抗力係数  $C_D$  は、厳密には  $Re$  数の関数であるので、図2を用いて  $C_D$  を求めよ。全抗力において、摩擦抵抗は考慮せず、地表と円柱の長さが抗力係数に与える影響は無視するものとする。

参考として  $Re = vd/\nu$  を示す。

ここで動粘度  $\nu = 15.12\text{ mm}^2/\text{s} = 15.12 \times 10^{-6}\text{ m}^2/\text{s}$  ( $20^\circ\text{C}$ )

$F_D = C_D \times A \times \boxed{\phantom{000000}}$

$\boxed{\phantom{000000}}$  の中は、次のものより適切なものを選んで用いよ。

$\frac{\rho v}{2}$	$\frac{\rho v}{3}$	$\frac{\rho^2 v}{2}$	$\frac{\rho^2 v}{3}$	$\frac{\rho v^2}{2}$	$\frac{\rho v^2}{3}$
--------------------	--------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------

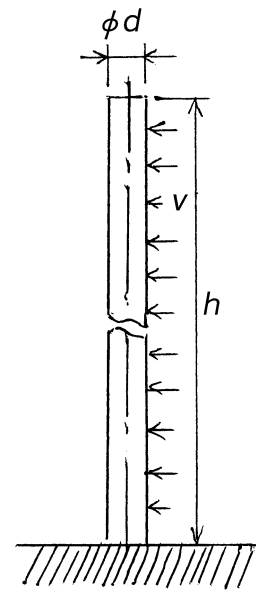


図1 円柱の塔

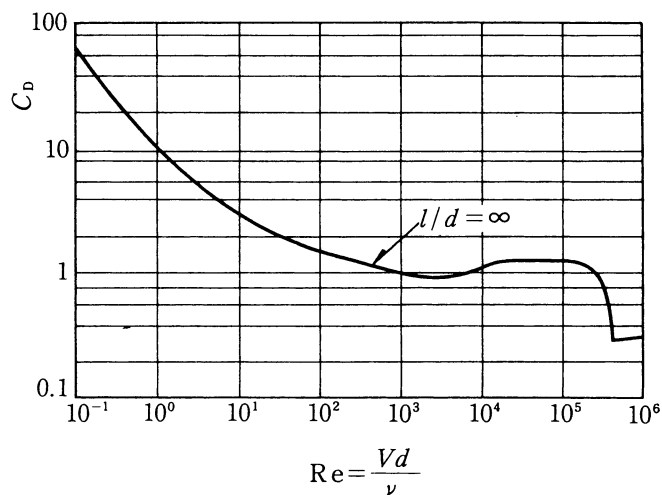


図2 円柱の抗力係数

## [ 7. 工業材料 ]

7-1 六角ボルトの製作に関する各設問について、正しい答を選びその番号を解答欄に記入せよ。製作するボルトの主な仕様と加工工程の概略は下記のとおりとする。

- ・強度区分：10.9
- ・呼び径—長さ：M10-L100
- ・加工工程の概略

材料切断(シャーリング) ⇒ ヘッダー加工(冷間) ⇒ ねじ形成(転造) ⇒ 脱脂洗浄  
⇒ 焼入れ焼戻し ⇒ 酸洗 ⇒ めっき

- (1) このボルトの最小引張強さは次のうちのどれか。  
① 1040MPa      ② 940MPa      ③ 840MPa      ④ 740MPa
- (2) このボルトに設定すべき焼入れ・焼戻し後の硬さ範囲は次のうちのどれか。  
① 21～30HRC      ② 31～40HRC      ③ 41～50HRC      ④ 51～60HRC
- (3) このボルトの材質として最も適した鋼種は次のうちのどれか。  
① SS400      ② S15C      ③ SUS304      ④ SCM435
- (4) このボルトに最も適した材料の種類は次のうちのどれか。  
① 完全焼なまし材      ② 焼ならし材      ③ 調質材      ④ 球状化焼なまし材
- (5) このボルトに最も適した焼入温度範囲は次のうちのどれか。  
① 610～670℃      ② 680～740℃      ③ 750～810℃      ④ 820～880℃
- (6) 焼入れ後の金属組織は次のうちのどれか。  
① マルテンサイト      ② ソルバイト      ③ フェライト      ④ パーライト
- (7) このボルトに最も適した焼戻温度範囲は次のうちのどれか。  
① 201～300℃      ② 301～400℃      ③ 401～500℃      ④ 501～600℃
- (8) 焼戻し後の金属組織は次のうちのどれか。  
① マルテンサイト      ② ソルバイト      ③ フェライト      ④ パーライト
- (9) ねじ部の疲れ強さを向上させるために有効な手段は次のうちのどれか。  
① 熱間鍛造を採用する      ② 熱処理時に表面脱炭させる  
③ 熱処理後に黒色皮膜処理を行う      ④ 熱処理後に転造する



(10) 防食を目的として強度区分10.9以下のボルトに適用されているめっきは次のうちのどれか。

- ① 銅 (Cu) めっき    ② クロム (Cr) めっき    ③ 亜鉛 (Zn) めっき
- ④ ニッケル (Ni) めっき

7-2 機械設計において考慮すべきものに耐食性がある。金属の腐食に関する各設問について、【    】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欄に記入せよ。ただし、重複使用は不可である。

(1) 貴な金属と卑な金属間で【 A 】を形成し卑な金属が溶出することによって起こる腐食は【 B 】または接触腐食とよばれており、金属の腐食原理を代表するものである。

(2) 開口部の大きさに対して発生する深い形状の局部腐食は【 C 】とよばれており、ステンレス鋼やアルミニウムなど不動態膜を形成している金属に起こりやすい。

(3) 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を【 D 】という。すきま部は外部よりも溶存酸素の供給が不十分になって希薄になるため【 E 】が形成されて腐食が進行するのである。

(4) オーステナイト系ステンレス鋼などで、500～800℃に加熱されたとき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【 F 】とよばれている。

(5) 部品を機械装置に組み込んだときや使用初期はまったく問題なかったものが、突然亀裂を生じて破壊する現象は【 G 】という。酸洗いや電気めっきを施したときに生じる【 H 】、大きな内部応力を有するステンレス鋼や黄銅部品などに生じる【 I 】などがある。

(6) 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を【 J 】という。

〔語句群〕

- ① 応力腐食割れ    ② すきま腐食    ③ 遅れ破壊    ④ 粒界腐食    ⑤ バナジウムアタック
- ⑥ 水素ぜい化    ⑦ エロージョン    ⑧ 腐食電池    ⑨ 孔食    ⑩ ガルバニック腐食
- ⑪ 全面腐食    ⑫ 酸素濃淡電池

## [ 8. 工 作 法 ]

8-1 機械加工の中で最も頻繁に行われるものは、旋盤による旋削加工である。次の文章は旋削加工のうちの端面切削における加工現象と加工精度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、各用語は重複使用してもよいものとする。

直径が大きく、長さの短い丸棒工作物の端面（円形平面）を切削工具（バイト）で切削するとき次の2つの送り方向が考えられる。

- (1) 端面の外周から中心に向かって切削する場合
- (2) 端面の中心から外周へ向かって切削する場合

ただし、主軸回転数、切削工具の送り、切込みは一定の条件で切削を行うものとする。

(1) の切削形態を採用したときには、最初は【A】が最大で、中心に工具が近づくにしがって小さくなる。さらに回転数と送りが一定であるから半径方向の切削工具の移動速度は【B】、発生する単位時間当たりの切りくず量は次第に【C】する。

端面の中心付近で表面粗さが大きくなる場合があるが、これは【D】が【E】するために刃先に【F】が発生したことが原因である。

刃先付近に発生する切削熱に最も大きな影響を有する加工条件は【G】である。そのため発生する切削熱は中心に向かって次第に【H】する。しかし、工作物の温度は次第に上昇するため軸方向への熱膨張は次第に【I】し、【J】が次第に【K】することになる。さらに、切削工具も次第に熱膨張するため【L】が一層【M】する。そのために切削後に工作物が室温の状態に下がると加工面は中心部が【N】の状態となる。

(2) の切削形態を採ると、工作物の軸方向への熱膨張は切削とともに【O】し、【P】が次第に【Q】することになる。そのため工作物は切削後室温に下がると、加工面の中心部は【R】の形状となる。

以上のように汎用旋盤では回転数は一定であるが、【S】では工具刃先の位置を検出して【T】制御が可能となっている。

### [語句群]

- |         |          |         |          |         |
|---------|----------|---------|----------|---------|
| 1. 切削工具 | 2. 工作物   | 3. 切込み  | 4. 送り    | 5. 切削速度 |
| 6. 構成刃先 | 7. 増加    | 8. 一定   | 9. 減少    | 10. 凹   |
| 11. 凸   | 12. 周速一定 | 13. むしれ | 14. NC旋盤 |         |

8-2 機械加工においては加工される材料の被加工性（加工されやすさ）が加工精度や加工能率に大きな影響を与える。次の文章は各種加工法における素材の特性と加工性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、重複使用は不可である。

1. プレスによる深絞り成形において、加工できるブランクの大きさには限界があり、この限界を示す値が【A】である。深絞り性の良い材料は塑性異方性で支配され、【B】の大きなものほどよい。深絞り性を評価する試験法として【C】がある。
2. プレスによる板材の成形加工に、板厚を減らして面積を増加した分で成形を行う張出し成型がある。張出し成形性を高めるには材料と工具間の潤滑性を高めることと、材料的には加工硬化性の高い【D】の高い材料が好ましい。張出し性を評価する試験法として【E】がある。
3. 切削加工においては、工具は高温や大きな応力など過酷な状況にさらされている。これに耐えるように耐熱性や強じんな材料で工具は作られているが、工具摩耗は避けられない。工具にすくい面摩耗が発生するときには【F】を有する工具材料を選択し、逃げ面摩耗が大きいときには【G】を考慮することがよい。また、欠けやチッピングが発生するときには【H】のある工具を選択する。
4. 砥石を使った研削加工での研削性能は、工作物である材料の研削量と砥石の損耗量との体積比である【I】で評価できる。一般的に高硬度の研削しにくい材料ほどこの値は【J】なるが、砥粒が摩耗したときなどは異常な値となるので、同時に単位時間当たりの研削量も評価に入れたほうがよい。
5. 鋼の熱処理は、組織を調整しこれに必要な性質を付与するために不可欠な加工法である。特に焼入れは重要であり、焼入性を保証した構造用鋼鋼材である【K】がJISに規定されている。焼入性の保証に使われる試験法が【L】である。

[語句群]

- |            |            |               |
|------------|------------|---------------|
| 1. 研削比     | 2. ジョミニー試験 | 3. コニカルカップテスト |
| 4. エリクセン試験 | 5. 小さく     | 6. 大きく        |
| 7. H鋼      | 8. 限界絞り比   | 9. 耐アブレシブ性    |
| 10. $n$ 値  | 11. $r$ 値  | 12. じん性       |
| 13. 耐熱性    |            |               |

