

平成28年度
機械設計技術者試験
2級 試験問題Ⅱ

第2時限 12：40～14：40（120分）

- 3. 機械力学
- 5. 熱工学
- 6. 制御工学
- 9. 機械製図(記述式解答用紙に解答すること)
- 11. 環境・安全

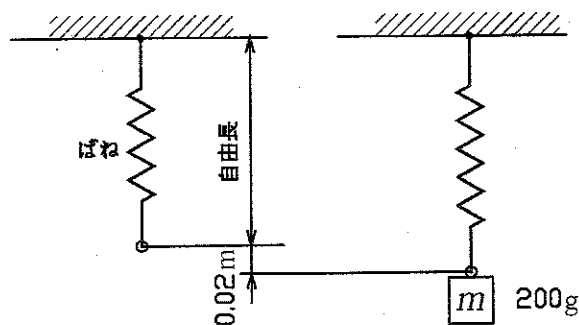
平成28年11月20日実施

主催：一般社団法人 日本機械設計工業会

[3. 機械力学]

1

鉛直に吊り下げられたばねとその先端に付けられた質量からなる 1 自由度振動系がある。この質量は 200 g であり、ばねは静的平衡状態のときに自然長から 0.02 m だけ伸びている。ここで、重力加速度 g を 9.8 m/s^2 とする。下記の設問 (1)、(2) に答えよ。最も適切な解答を [数値群] から選び、その番号を解答用紙の解答欄【A】、【B】にマークせよ。



- (1) この系の固有角振動数を求めよ。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【A】にマークせよ。

[数値群] 単位: rad/s

- ① 6 ② 12 ③ 22 ④ 32 ⑤ 42

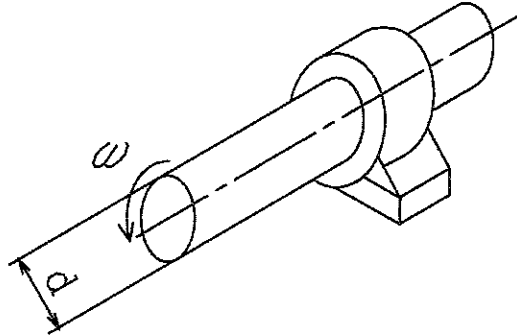
- (2) この系の固有振動数を求めよ。答えを下記の [数値群] から選び、その番号を解答用紙の解答欄【B】にマークせよ。

[数値群] 単位: Hz

- ① 3.5 ② 4.5 ③ 5.5 ④ 6.5 ⑤ 7.5

2

直径 d のラジアル軸受において、軸が荷重 W を受けて、角速度 ω で回転している。ここで、軸と軸受の間の動摩擦係数を μ_k とする。下記の設問 (1)、(2) に答えよ。最も適切な数値を〔数値群〕から選び、その番号を解答用紙の解答欄【A】、【B】にマークせよ。



(1) 接触部分全体に働く摩擦力によるモーメント M は、

$$M = \frac{1}{2} \pi d \mu_k W$$

となる。直径 0.06 m のラジアル軸受において、軸が 2 kN の荷重を受けて、 100 min^{-1} で回転している時、摩擦力のモーメントを求めよ。ここで、軸と軸受の間の動摩擦係数を 0.02 とする。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【A】にマークせよ。

〔数値群〕 単位：N・m

- ① 1.7 ② 2.7 ③ 3.7 ④ 4.7 ⑤ 5.7

(2) 摩擦によって損失する動力を求めよ。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【B】にマークせよ。

〔数値群〕 単位：W

- ① 10 ② 20 ③ 30 ④ 40 ⑤ 50

3

球の慣性モーメントに関する下記の設問（１）、（２）に答えよ。

- （１）質量 m 、半径 r の球の慣性モーメントを求めよ。最も適切な数式を下記の〔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 $\frac{1}{2} mr^2$ ② $\frac{1}{3} mr^2$ ③ $\frac{2}{3} mr^2$ ④ $\frac{1}{5} mr^2$ ⑤ $\frac{2}{5} mr^2$

- （２）質量 2 kg、半径 0.1 m の球の中心を通る軸まわりの慣性モーメントを求めよ。答えとして最も近い数値を〔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：kg・m²

① 0.004 ② 0.006 ③ 0.008 ④ 0.01 ⑤ 0.013

[5. 熱工学]

1 高温の流体と低温の流体とが、管や板などの隔壁をへだてて別々に流れ、その隔壁を通して熱の移動が行われるガス加熱器の問題である。この場合、両流体の流れの方向によって、並流型と向流型の基本型式があり、その熱交換の状況を図1、図2に示す。

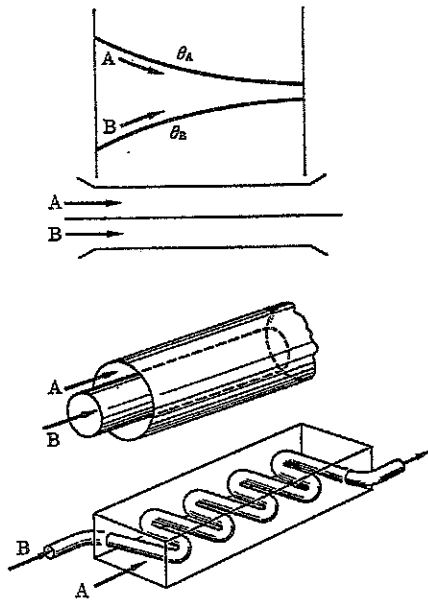


図1 並流型熱交換器

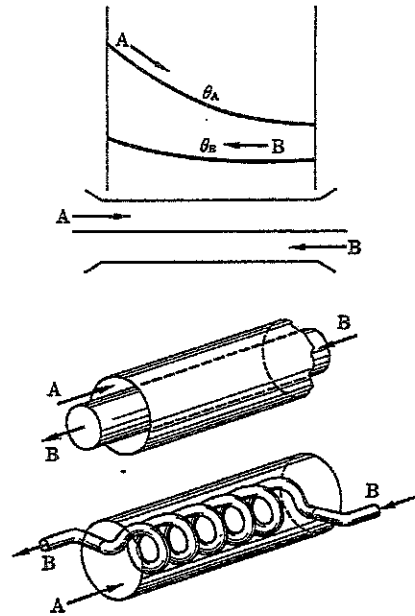


図2 向流型熱交換器

1.5 t/h のガスを 15 °C から 38 °C まで加熱することができるガス加熱器を製作したい。加熱器の形式は並流型とし、加熱には 300 kg/h の温水を用い、温水の入口温度を 80 °C、出口温度を 50 °C とする。

このガス加熱器について、下記の設問 (1)、(2)、(3) の空欄に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【A】～【C】の各解答欄にマークせよ。必要に応じて下記の記述を参考にしてよい。

<p>熱交換線図：</p>	<p>対数平均温度差：</p> $\Delta\theta_m = \frac{\Delta\theta_1 - \Delta\theta_2}{\ln \frac{\Delta\theta_1}{\Delta\theta_2}}$
<p>交換熱量：</p> $Q = m \cdot c_p \cdot (\theta_2 - \theta_1)$	<p>伝熱面積：</p> $F_p = \frac{Q}{K \cdot \Delta\theta_m}$

(1) ガスの平均比熱 $c_p=1.00\text{kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ として、加熱に必要な熱量は【A】である。

〔数値群〕 単位：kJ/s

- ① 6.35 ② 7.25 ③ 8.18 ④ 8.68 ⑤ 9.18 ⑥ 9.58 ⑦ 10.35

(2) 対数平均温度差 $\Delta\theta_m$ は【B】である。

〔数値群〕 単位：℃

- ① 28.5 ② 31.4 ③ 33.5 ④ 35.4 ⑤ 37.5 ⑥ 38.4 ⑦ 39.5

(3) 熱通過率 $K = 29.1\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ として、必要な伝熱面積 F_p は【C】である。

〔数値群〕 単位： m^2

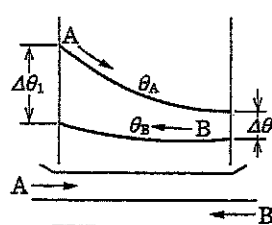
- ① 7.7 ② 8.5 ③ 9.1 ④ 9.7 ⑤ 10.5 ⑥ 11.3 ⑦ 12.1

2

この問題は、前問1との関連問題として取り組み、ガス加熱器の基本型式を、並流型から向流型に変更した場合について、対数平均温度差 $\Delta\theta_m$ および必要な伝熱面積 F の相違を解答せよ。

1.5 t/hのガスを15℃から38℃まで加熱することができるガス加熱器を製作したい。加熱器の形式は向流型とし、加熱には300 kg/hの温水を用い、温水の入口温度を80℃とする。

このガス加熱器について、下記の設問(1)、(2)、(3)、(4)の空欄に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解答欄【A】～【D】にマークせよ。必要に応じて下記の記述を参考にしてよい。

<p>熱交換線図：</p> 	<p>対数平均温度差：</p> $\Delta\theta_m = \frac{\Delta\theta_1 - \Delta\theta_2}{\ln \frac{\Delta\theta_1}{\Delta\theta_2}}$
<p>交換熱量：</p> $Q = m \cdot c_p \cdot (\theta_2 - \theta_1)$	<p>伝熱面積：</p> $F_c = \frac{Q}{K \cdot \Delta\theta_m}$

(1) ガスの平均比熱 $c_p=1.00$ kJ/(kg・K)として、加熱に必要な熱量は【A】である。

〔数値群〕 単位：kJ/s

- ① 3.93 ② 7.23 ③ 7.63 ④ 8.25 ⑤ 8.85 ⑥ 9.58 ⑦ 10.38

(2) 対数平均温度差 $\Delta\theta_m$ は【B】である。

〔数値群〕 単位：℃

- ① 32.8 ② 34.8 ③ 36.8 ④ 39.7 ⑤ 41.6 ⑥ 43.5 ⑦ 48.4

(3) 熱通過率 $K=29.1$ W/(m²・K)として、必要な伝熱面積 F_c は【C】である。

〔数値群〕 単位：m²

- ① 6.3 ② 7.4 ③ 8.3 ④ 9.2 ⑤ 10.2 ⑥ 11.1 ⑦ 11.6

(4) この条件の場合、向流型の伝熱面積 F_c は並流型の【D】%である。

〔数値群〕 単位：%

- ① 69.5 ② 71.0 ③ 72.5 ④ 74.0 ⑤ 76.5 ⑥ 80.0 ⑦ 84.5

3

次のような〔諸元〕をもつ4サイクルガソリン機関について、下記の設問(1)、(2)、(3)の空欄に当てはま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解答欄【A】～【C】にマークせよ。

〔諸元〕：図示平均有効圧力 : 1.25 MPa
 シリンダ内径×行程 : 73.5mm × 76mm
 シリンダ数 : 6
 回転速度 : 6000 min⁻¹
 機械効率 : 87%

必要に応じて下記の記述を参考にし、SI単位の適用を正確にすること。

$$P_i = \frac{p_{mi} V_s Z}{1000} \times \frac{n a}{60}$$

$$T = \frac{60 \times 1000 \times P_e}{2 \pi n}$$

P_i : 図示出力 [kW]

p_{mi} : 図示平均有効圧力 [MPa]

V_s : 行程容積 [cm³]

Z : シリンダ数

n : 回転速度 [min⁻¹]

$n a$: 毎分爆発回数 (4サイクルでは $a=0.5$)

P_e : 軸出力 (正味出力) [kW]

η_m : 機械効率

T : トルク [N・m]

(1) 図示出力 P_i は【A】である。

〔数値群〕 単位 : kW

- ① 55 ② 85 ③ 110 ④ 120 ⑤ 130

(2) 軸出力 P_e は【B】である。

〔数値群〕 単位 : kW

- ① 75 ② 97 ③ 105 ④ 114 ⑤ 122

(3) トルク T は【C】である。

〔数値群〕 単位 : N・m

- ① 128 ② 137 ③ 146 ④ 156 ⑤ 167

〔6. 制御工学〕

1

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る PID 動作に関して、次の設問 (1) ~ (2) に答えよ。

(1) P 動作の説明として、最も適切なものを 1 つ選び、その番号を解答用紙の解答欄【A】にマークせよ。

- ① P 動作のみで比例ゲイン K_p を小さくすると、オフセットがなくなり、整定時間も短くなる。
- ② P 動作のみで比例ゲイン K_p を大きくすると、オーバーシュートをなくすが、オフセットが大きくなる原因になる。
- ③ P 動作のみで比例ゲイン K_p を大きくすると、応答速度が速くなり、オフセットもなくなる。
- ④ P 動作のみで比例帯を小さくすると、オフセットも小さくなるが、小さすぎるとハンチングを発生する。
- ⑤ P 動作のみで比例帯を大きくすると、オーバーシュートも大きくなるが、オフセットがなくなる。

(2) I 動作の説明として、最も適切なものを 1 つ選び、その番号を解答用紙の解答欄【B】にマークせよ。

- ① PI 動作における I 動作は、P 動作の欠点であるハンチングを改善することを主な目的とする。
- ② PI 動作における I 動作は、P 動作の欠点である速応性を改善することを主な目的とする。
- ③ PI 動作で比例ゲイン K_p を一定にして積分時間 T_i を小さくしていくと、オフセットはなくなるが、小さくし過ぎるとハンチングする原因になる。
- ④ PID 動作で、緩やかなハンチングが生じる場合や、オーバーシュート・アンダーシュートを繰り返して収束する場合は積分動作が強いため、積分時間 T_i を小さくする。
- ⑤ PI 動作で比例ゲイン K_p を一定にして積分時間 T_i を大きくしていくと、設定値に早く引き戻そうとする。

2

サーボ系の制御に関する次の設問 (1) ~ (3) に答えよ。

- (1) サーボ機構について述べた次の文章中の空欄【A】～【I】に最も適切な語句を〔語句群〕の中から選び、その番号を解答用紙の解答欄【A】～【I】にマークせよ。

サーボ機構は、ファクトリーオートメーションやロボット分野で欠かせない技術であり、自動車のブレーキ踏力を補助するブレーキブースター（倍力装置）にも使われている。JISでは、「物体の【A】・方位・姿勢などを制御量とし、変化する【B】に追従するように構成された制御系」と定義している。【B】に追従するための動力源としては、高温・高湿に強く中小出力に有利な空気圧サーボ、大出力の増幅が容易で工作機械に多く使われている【C】サーボ、熱と磁気を発生するため冷却と防磁が必要となるが、半導体製造装置等の精密機器に多く用いられ、精度の高い駆動が特長の【D】サーボがあるが、これら動力源を制御するには【E】がなければサーボ機構は働かない。サーボ機構は【A】を主にしたフィードバック制御系であり、過渡特性および定常特性が【F】を満足するように制御系を構成する必要がある。しかし、フィードバック制御系の特徴として【G】特性を良くするために【H】を増すと【I】特性が悪くなるという相反する性質がある。

〔語句群〕

- | | | | |
|--------|---------|-------------|-------|
| ① 位置 | ② エネルギー | ③ オンオフ動作 | ④ 過渡 |
| ⑤ ゲイン | ⑥ 減衰性 | ⑦ サーボコントローラ | ⑧ 周波数 |
| ⑨ 設計仕様 | ⑩ 定常 | ⑪ 電動 | ⑫ 偏差 |
| ⑬ 目標値 | ⑭ 油圧 | | |

- (2) サーボモータを用いたボールねじ機構がある。モータの回転速度 $N = 1500 \text{ min}^{-1}$ 、ボールねじのリード $P_{h0} = 5 \text{ mm}$ 、減速比 $i = 9$ とする。ボールねじの送り速度 v [mm/s] を計算し、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【J】にマークせよ。

〔数値群〕 単位：mm/s

- | | | | |
|--------|--------|--------|--------|
| ① 5.77 | ② 6.89 | ③ 7.51 | ④ 8.99 |
| ⑤ 10.4 | ⑥ 11.6 | ⑦ 12.5 | ⑧ 13.9 |

- (3) あるシステムへの入力 $x(t)$ に対する出力 $y(t)$ の伝達関数を $G(s) = \frac{K}{1 + Ts}$ (K : 比例ゲイン、 T : 時定数、 s : 複素領域の変数) で近似する。システムの初期状態「0」から、一定値 $x(t) = 50$ を加え、時間 t が十分経過した後の出力 $y_{\infty}(t)$ として、最も適切なものを〔数式群〕の中から選び、その番号を解答用紙の解答欄【K】にマークせよ。

〔参考〕ラプラス変換の性質 $\lim_{t \rightarrow \infty} y(t) = \lim_{s \rightarrow 0} sY(s)$ を「最終値の定理」という

〔数式群〕

- | | | | | |
|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| ① K | ② T | ③ $50K$ | ④ $50T$ | ⑤ $50KT$ |
| ⑥ $\frac{K}{100}$ | ⑦ $\frac{T}{100}$ | ⑧ $\frac{100}{K}$ | ⑨ $\frac{100}{T}$ | ⑩ $\frac{100}{KT}$ |

[9. 機械製図]

9-1 寸法補助記号に関する問題である。問題(1)～(4)の各問いに対して、正しい解答を解答欄の【A】～【D】に記入せよ。

(1) 下穴9mm、皿ざぐりの直径14mmを図1に引出線で指示したい。寸法補助記号を使って、解答を解答用紙の解答欄【A】に記入せよ。

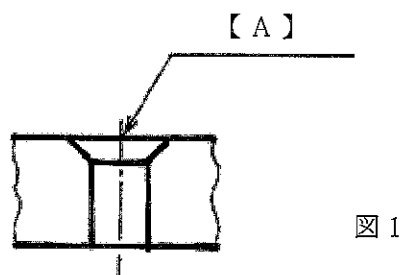


図1

(2) 下穴9mm、直径14mm深ざぐり深さ7.4mmを図2に引出線で指示したい。寸法補助記号を使って、解答を解答用紙の解答欄【B】に記入せよ。

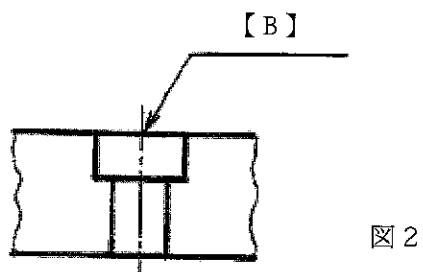


図2

(3) 図3に示した記号CRの意味は何か。解答を解答用紙の解答欄【C】に記入せよ。

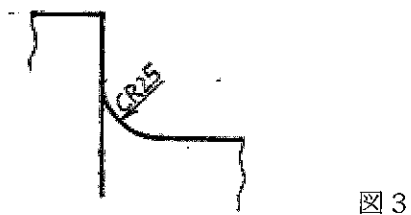


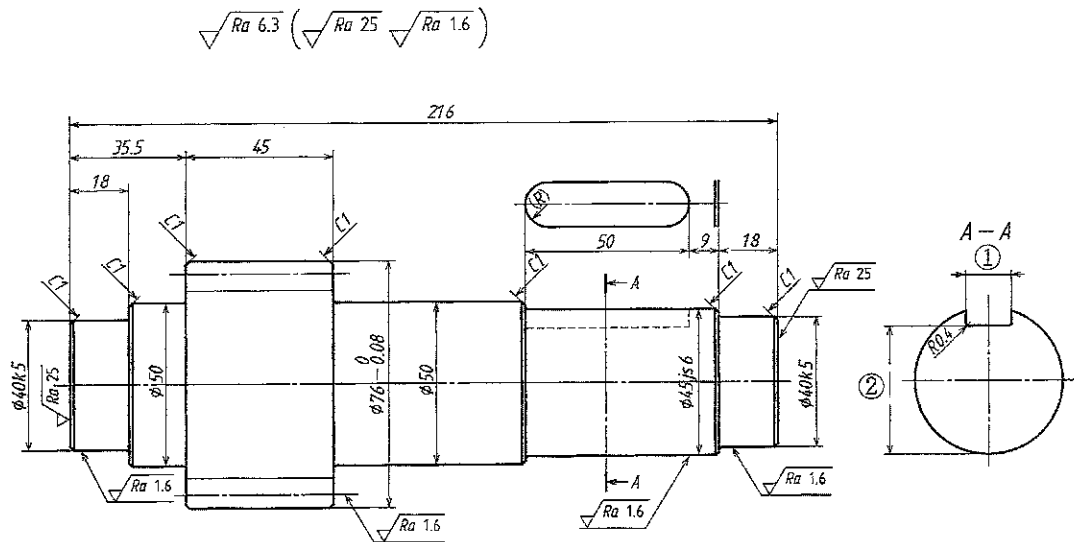
図3

(4) 図4に示した記号SRの意味は何か。解答を解答用紙の解答欄【D】に記入せよ。



図4

- 9-2 次に示した図は、歯車軸の例である。次の文章(1)～(4)の空欄【A】～【S】に対応した適切な用語、数値、記号の解答を解答用紙の解答欄【A】～【S】に記入せよ。



- (1) 軸には歯車歯形標準の並歯、モジュール 4 mm の平歯車が削つてある。基準円直径は【A】、歯数は【B】、歯たけ【C】である。
- (2) 図には表面性状の記号 $Ra\ 1.6$ が示されているが、 Ra は【D】粗さを示す記号であり、1.6の数値は【E】ルールに基づくものである。また、図には示されていないが、 $Rz\ 3.2$ という記号で示される Rz は【F】粗さを示す記号である。なお、粗さ記号が示されていないところの表面性状は【G】の指示が適用される。
- (3) 左側の $\phi 40k5$ の軸端には、単列深溝玉軸受 6208、0 級が取り付けられる。許容差は、内径 $\phi 40$ 、上限 0 mm、下限 -0.012mm である。転がり軸受の最大許容寸法は【H】、最小許容寸法は【I】、寸法公差は【J】である。また、軸の最大許容寸法は【K】、最小許容寸法は【L】、寸法公差は【M】である。(表 1、2 参照)
- このはめあいにおける最大しめしろは【N】、最小しめしろは【O】、このはめあいの種類は【P】である。
- (4) 断面 A-A で示した断面図のキー溝には、平行キーが入る。キー溝の幅①の基準寸法は【Q】、図の②の基準寸法は【R】である。このキー溝の加工は【S】という切削工具を利用する。(表 3 参照)

表1 多く用いられるはめあいの穴の寸法許容差

単位 μm

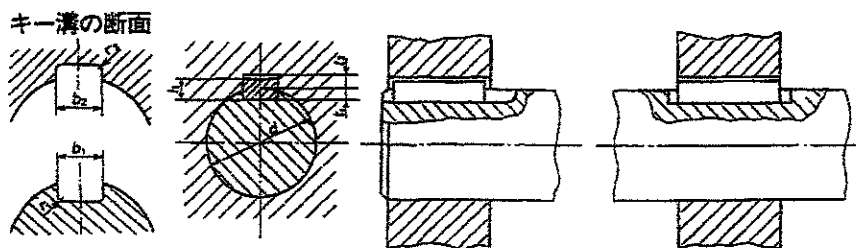
基準寸法の区分 (mm)		H6		H7		H8		H9		H10	
を超え	以下	上の寸法許容差	下の寸法許容差	上の寸法許容差	下の寸法許容差	上の寸法許容差	下の寸法許容差	上の寸法許容差	下の寸法許容差	上の寸法許容差	下の寸法許容差
-	3	+6	0	+10	0	+14	0	+25	0	+40	0
3	6	+8	0	+12	0	+18	0	+30	0	+48	0
6	10	+9	0	+15	0	+22	0	+36	0	+58	0
10	18	+11	0	+18	0	+27	0	+43	0	+70	0
18	30	+13	0	+21	0	+33	0	+52	0	+84	0
30	50	+16	0	+25	0	+39	0	+62	0	+100	0
50	80	+19	0	+30	0	+46	0	+74	0	+120	0
80	120	+22	0	+35	0	+54	0	+87	0	+140	0
120	180	+25	0	+40	0	+63	0	+100	0	+160	0
180	250	+29	0	+46	0	+72	0	+115	0	+185	0
250	315	+32	0	+52	0	+81	0	+130	0	+210	0
315	400	+36	0	+57	0	+89	0	+140	0	+230	0
400	500	+40	0	+63	0	+97	0	+155	0	+250	0

表2 多く用いられるはめあいの軸の寸法許容差

単位 μm

基準寸法の区分 (mm)		m6		k5		js6		h6		g6		f6	
を超え	以下	上の寸法許容差	下の寸法許容差	上の寸法許容差	下の寸法許容差	上の寸法許容差	下の寸法許容差	上の寸法許容差	下の寸法許容差	上の寸法許容差	下の寸法許容差	上の寸法許容差	下の寸法許容差
-	3	+8	+2	+4	0	+3	-3	0	-6	-2	-8	-6	-12
3	6	+12	+4	+6	+1	+4	-4	0	-8	-4	-12	-10	-18
6	10	+15	+6	+7	+1	+4.5	-4.5	0	-9	-5	-14	-13	-22
10	18	+18	+7	+9	+1	+5.5	-5.5	0	-11	-6	-17	-16	-27
18	30	+21	+8	+11	+2	+6.5	-6.5	0	-13	-7	-20	-20	-33
30	50	+25	+9	+13	+2	+8	-8	0	-16	-9	-25	-25	-41
50	80	+30	+11	+15	+2	+9.5	-9.5	0	-19	-10	-29	-30	-49
80	120	+35	+13	+18	+3	+11	-11	0	-22	-12	-34	-36	-58
120	180	+40	+15	+21	+3	+12.5	-12.5	0	-25	-14	-39	-43	-68
180	250	+46	+17	+24	+4	+14.5	-14.5	0	-29	-15	-44	-50	-79
250	315	+52	+20	+27	+4	+16	-16	0	-32	-17	-49	-56	-88
315	400	+57	+21	+29	+4	+18	-18	0	-36	-18	-54	-62	-98
400	500	+63	+23	+32	+5	+20	-20	0	-40	-20	-60	-68	-108

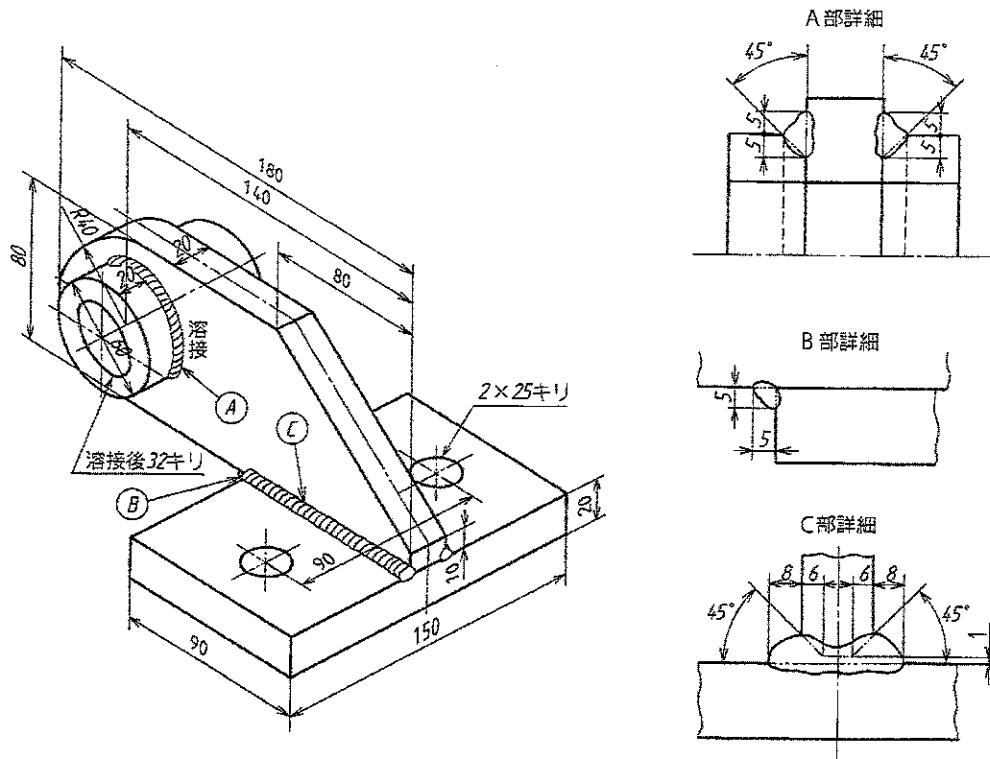
表3 平行キー用のキー溝の形状及び寸法



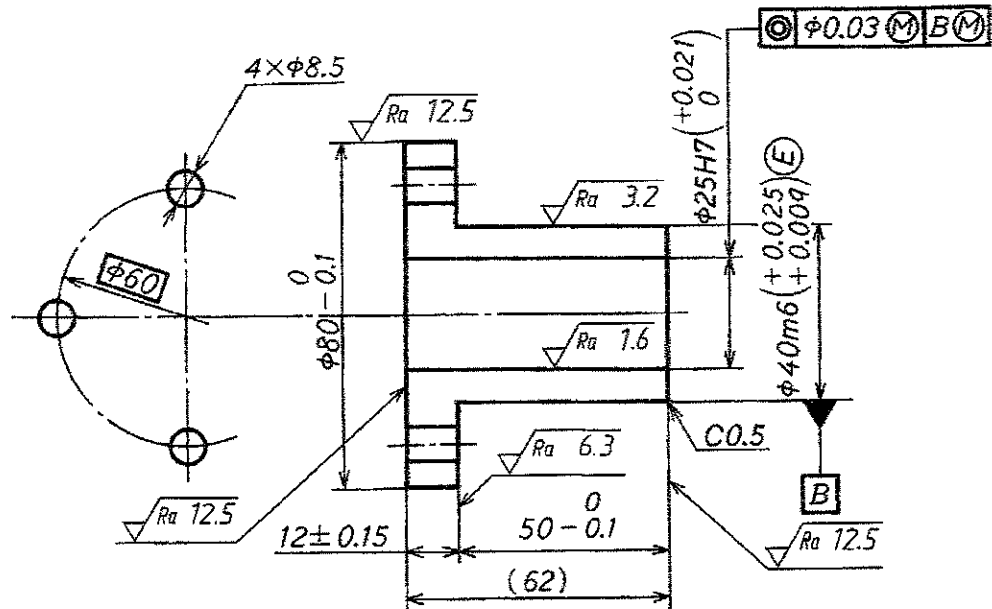
単位 mm

キーの呼び寸法 b×h	b ₁ 及び b ₂ の基準寸法	滑動形		普通形		締込み形	r ₁ 及びr ₂	r ₁ の基準寸法	r ₂ の基準寸法	b ₁ 及びb ₂ の許容差	参考 適応する軸径 d
		b ₁ 許容差 (H9)	b ₂ 許容差 (D10)	b ₁ 許容差 (N9)	b ₂ 許容差 (Js9)	b ₁ 及びb ₂ 許容差 (P9)					
2×2	2	+0.025	+0.060	-0.004	±0.0125	-0.006	0.08~0.16	1.2	1.0	+0.1 0	6~8
3×3	3	0	+0.020	-0.029		-0.031		1.8	1.4		8~10
4×4	4	+0.030	+0.078	0	±0.0150	-0.012		2.5	1.8		10~12
5×5	5	0	+0.030	-0.030		-0.042	0.16~0.25	3.0	2.3	+0.2 0	12~17
6×6	6							3.5	2.8		17~22
(7×7)	7	+0.036	+0.098	0	±0.0180	-0.015	0.25~0.40	4.0	3.3	+0.2 0	20~25
8×7	8	0	+0.040	-0.036		-0.051		4.0	3.3		22~30
10×8	10							5.0	3.3		30~38
12×8	12	+0.043	+0.120	0	±0.0215	-0.018	0.25~0.40	5.0	3.3	+0.2 0	38~44
14×9	14	0	+0.050	-0.043		-0.061		5.5	3.8		44~50
(15×10)	15							5.0	5.3		50~55

9-3 下図は、溶接構造物の軸受の概略図と、図中に指示したA、B、C各部における溶接部の開先形状の実形を示す。各部の実形にしたがって、解答用紙の解答欄①部、②部、③部の図面に溶接記号を使って正しく表示せよ。



- 9-4 次の図は、フランジを描いたものである。下図を参照して、次の文章の空欄に適切な用語、数値を解答用紙の解答欄【A】～【H】に記入せよ。



- (1) 図はフランジの断面図を表しているが、この断面図を【A】という。
- (2) $\phi 60$ の寸法が□で囲まれているが、この寸法を【B】という。
- (3) 括弧付き寸法 (62) は【C】を表している。
- (4) 幾何公差の記号◎は【D】を表し、Ⓜの記号は【E】を表している。
- (5) 外形寸法の端に付けられているⓂの記号は【F】を示している。
- (6) $4 \times \phi 8.5$ の寸法の4 は【G】を表す。
- (7) $C0.5$ の寸法は【H】を表す。

〔11. 環境・安全〕

1

次の【A】～【K】の文章はエネルギー・電力関連のキーワードを解説したものである。最も関係の深い語句を〔語句群〕から選び、その番号を解答用紙の解答欄【A】～【K】にマークせよ。

- 【A】水力、太陽光・太陽熱、風力、バイオマス、地熱、波力など自然由来の持続的に利用可能なエネルギーで発電した電力である。
- 【B】カリフォルニア州が制定した規制で、排ガスを殆ど出さない車を売るよう促すもの。この規制で、世界の電気自動車の導入が加速している。
- 【C】冷暖房、照明、空調、昇降機などに使うエネルギーを大幅に減らし、高断熱、太陽光発電、燃料電池などの導入で消費エネルギーを実質ゼロにしたビルや住宅。温暖化を抑制するために政府が打ち出した施策の一つ。
- 【D】電気エネルギーを熱(冷熱)として氷の状態に貯蔵する方法。電力需要は昼夜の差が大きい。そこで夜間の電力で冷熱を蓄え、昼の空調の冷熱源として利用する。電気料を抑える事が出来る。
- 【E】水素を燃料に使う燃料電池車に水素を供給する施設のこと。エコカーである燃料電池車の普及には、各地にこの施設を設置する必要がある。
- 【F】電力の送電網にコンピューター制御や情報通信技術を取り入れ、電力需給を自動制御し、再生可能エネルギーを最大利用する次世代電力網のこと。
- 【G】情報通信技術を駆使し、デジタル式で電力使用量などに関する様々な情報を収集し、電気事業者と需要家との間で情報をやり取りする機能を持った電力量計のこと。
- 【H】政府が定義した概念で、発電時にCO₂を排出しない原子力と再生可能エネルギーによる電力をさす。
- 【I】家庭のコンセントなどの電源から、自動車に搭載した蓄電池に充電出来るハイブリッド車で、従来のハイブリッド車より航続距離が長くなる。
- 【J】気体は圧力を加えると温まり、逆に膨張させると冷える。この原理を利用して熱を移動させる装置で、空調機や冷蔵庫などに広く使われている。
- 【K】より環境負荷の少ない交通手段に切り替えること。例えば、トラック輸送から鉄道や船舶輸送に転換し、CO₂の排出削減、コスト削減を図る。

〔語句群〕

- | | | |
|-------------|----------------|--------------|
| ① 水素ステーション | ② モーダルシフト | ③ スマートグリッド |
| ④ グリーン電力 | ⑤ ヒートポンプ | ⑥ 排ガスゼロ車規制 |
| ⑦ 氷蓄熱 | ⑧ スマートメーター | ⑨ ゼロエミッション電源 |
| ⑩ ゼロエネビル・住宅 | ⑪ プラグインハイブリッド車 | |

2

「機械安全」に関する次の文章の空欄【A】～【N】を埋めるのに最も適切な語句を、下記の〔語句群〕から選び、その番号を解答用紙の解答欄【A】～【N】にマークせよ。

機械設計者は「安全な機械」を設計すべきことは当然である。では、「安全な機械」とはどんな機械か？機械安全の国際規格【A】も日本工業規格 JIS B 9700 も直接的な定義を避けている。しかし、ISO/IEC Guide 51 は「安全の概念」で、「【B】はあり得ない、相対的に安全としか言えない。安全はリスクを【C】なレベルまで低減することで達成される」と記述している。従って、「安全な機械とは、【D】によってリスクの程度を明確にし、そのリスクを【C】なレベルまで低減し、かつ維持管理されている機械」ということになる。

機械安全の国際規格【A】(JIS B 9700) は、設計者が安全な機械を設計するためには、機械安全への取り組みを、設計の【E】から「安全のための技術原則」にのっとり実施することを規定している。すなわち、【D】の実施と、それに基づく【F】の実施である。

ここで注意すべきことは、【D】を設計部門だけで、設計の初期段階に実施すれば良いと言う程安易なものではない。設計する機械の【G】の各ステージを考慮し、後工程の関係者の知見を取り込み、アセスメントを繰り返すことが重要である。これにより【H】の削減、【I】などが期待できる。このような観点から、設計が機械安全の根幹でなければならない。

ここに、機械安全の規格に基づき安全設計の手順をまとめると、

I. 【D】の実施手順

- ① リスク（【J】、有害性）の洗い出し
- ② リスクの推定・評価
- ③ リスク低減対策の優先度の決定

II. 【F】の実施手順（JIS B 9700 では 3 ステップメソッドと言う）

- ① 【K】…危険源を除去し機械そのものを本質的に安全化する。
- ② 【L】…設計で除去できなかったリスクを除去する。
各種ガードや非常停止装置など。
- ③ 【M】…まだ残っているリスクは、機械の使用者側へ情報として提示し、
対策してもらう。【N】や取扱説明書など。

設計者は以上の手法に基づき、機械そのものを安全化し、同時に使用者側を支援し、両者の連携を密にして機械安全の推進を図るべきである。

〔語句群〕

- | | | |
|-------------|-----------|-------------|
| ① リスクアセスメント | ② リスク低減対策 | ③ ISO 12100 |
| ④ 絶対安全 | ⑤ 本質安全設計 | ⑥ コストミニム化 |
| ⑦ 受忍可能 | ⑧ 安全保護方策 | ⑨ 設計変更 |
| ⑩ ライフサイクル | ⑪ 危険源 | ⑫ 使用上の情報 |
| ⑬ 警告表示 | ⑭ 初期段階 | |

