平成17年度

機械設計技術者試験
1級　試験問題Ⅰ

第1時限　9：00～10：30（90分）

1．機構学・機械要素設計

2．材料力学

6．制御工学

9．機械製図

平成17年11月27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　転がり軸受と滑り軸受とを下記の各項目について比較せよ。（解答用紙に記入せよ）

(1)　高速回転の可能性

(2)　軸受剛性

(3)　軸受許容荷重

(4)　軸受寿命

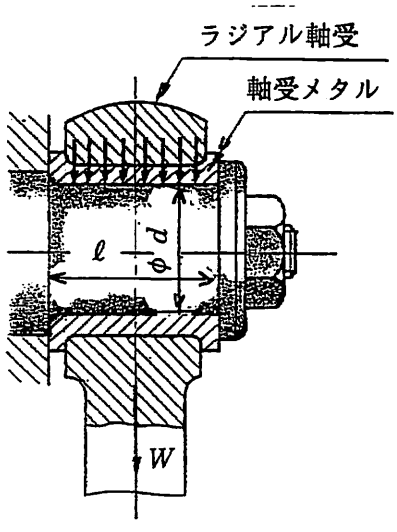
(5)　実用性

1－2　800Nの荷重が加わる端ジャーナル軸受で、$\ell/d=1.6$として、ジャーナルの直径と長さを求めよ。ただし、軸の許容曲げ応力を52MPa、最大許容圧力を4 MPaとする。

なお、曲げ荷重のみが作用する軸では、曲げモーメントをM［N･mm］、許容曲げ応力をσ_a［MPa］とすると、必要な軸径d［mm］は

$$d \geqq \sqrt[3]{\frac{32M}{\pi \sigma_a}}$$

となる。



[2．材料力学]

2－1　以下の文章は、強度設計上考慮しなくてはならない疲れ破壊に関する事項について述べたものである。空欄に当てはまる適切な語句あるいは数式を解答欄に記入せよ。(重複使用可)

(1)　部材の疲れ破壊は、ある点に小さな亀裂が発生し、それが応力の繰り返しによって拡大して起こる。この微少亀裂が発生する個所は、応力が【 A 】している部分である。従って、部材の疲れ強さは、その形状と合わせ考えて始めて意味がある。形状を無視して疲れ強さを云々できない。

今、切り欠きを持つ部材（切り欠き材）に生じる最大応力の値を示す指標として

$$\alpha = \frac{\sigma_{max}}{\sigma_0}$$

σ_{max}：切り欠きを持つ部材（切り欠き材）に生じる最大応力（Pa）

σ_0：仮に切り欠きが存在しないものとして、母体に生ずるべき応力（公称応力）（Pa）

が用いられる。αは【 B 】と呼ばれる。この値については、既に丸棒、板材等、多くの部材について弾性論によって得られている。新たな形状のものについては、有限要素法等を利用して求めることが出来る。

さて、部材の疲れ強さに関しては、切り欠きを持つ部材（切り欠き材）の疲れ限度σ_wと切り欠き材と全く同じ材料で作り、表面を標準に仕上げた平滑材（切り欠きの無い材料）の疲れ限度σ_{w0}との比で評価される。

$$\beta = \frac{\sigma_{w0}}{\sigma_w} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (1)$$

σ_{w0}：切り欠きが無い場合の疲れ限度（Pa）

σ_w：切り欠き材の疲れ限度（Pa）

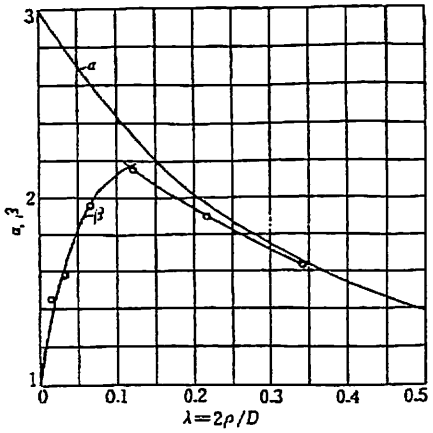
βは【 C 】と呼ばれる。切り欠き材に繰返し応力が加われば、公称応力は小さくても、切り欠き底附近の応力は公称応力より高い。そのため、切り欠き材の疲れ強さは、平滑材の疲れ強さに比べかなり【 D 】くなる。

βの実測値はそれほど多くない。図1は、αとβの関係を表した1例を示したものである。これより、βはαより常に【 E 】いことが分かる。この事は、他の切り欠き材についても同様である。

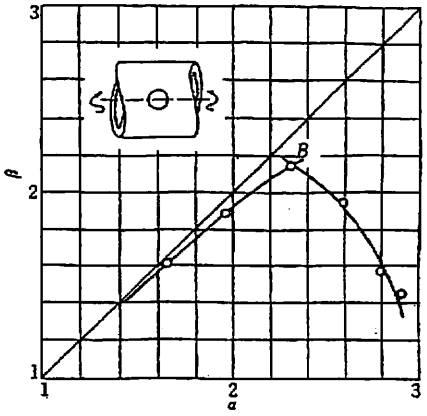
そこで、切り欠きを有する部材の設計に際して、βをαと同値であると見なして疲れ限度を計算してみると、得られた疲れ限度の値は、本来の切り欠き係数から導出した値よりも常に【 F 】くなる。従って、設計に当たっては、常に安全側となる。

そのため、βが判明していない場合は、αで代用しても構わない。

(2) 孔を開けた板材の疲れ強さを推察する。図2は、平滑試験片での疲れ限度線図である。一方、図3は、円孔を有する無限板を引張した場合における円孔の周りの応力分布を示したものである。これらより、孔を開けた板材の疲れ限度（設計に際して安全側とみなせる）を示す線を図2中に記入せよ。



軸に直角に小孔を開けた炭素鋼管のαとβ



図におけるαとβとの関係

図1　αとβの関係

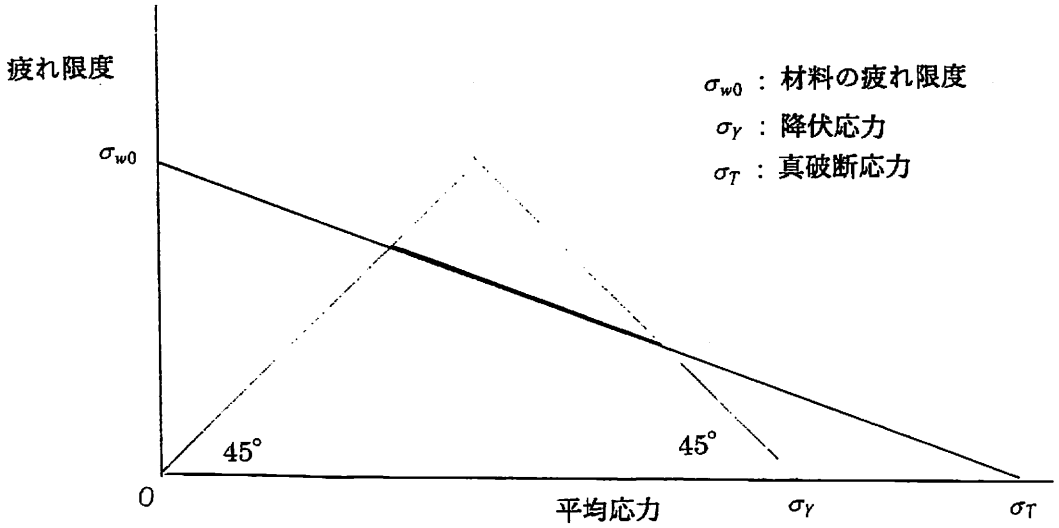


図2　疲れ限度線図

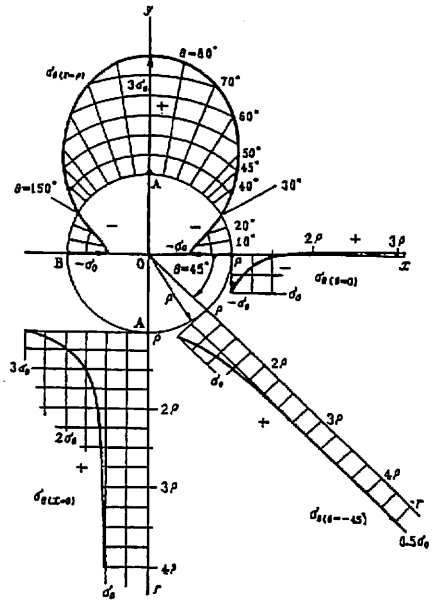


図3　円孔の周りの応力分布

[6．制御工学]

6－1　次の文章は油圧回路の制御系に関して述べたものである。以下の問に答えよ。

(1)　油圧回路は、基本的には、油圧シリンダ、方向制御弁、油圧ポンプ、タンクより構成される。方向制御弁は、管路内の油の閉鎖や逆流防止などに使用され、逆止弁、方向切換え弁などに分類され、その動作形式によって、シート形式、スプール形式とに分かれる。

図1はスプール形式による切換え部の状態を示したもので、油圧図記号に基づいて表現されている。

(i)　前進：スプールを右に押すと、PポートとAポートが繋がる。同時にBポートとTポートが繋がる。従って、油はP→A，B→Tと流れシリンダを前進させる。

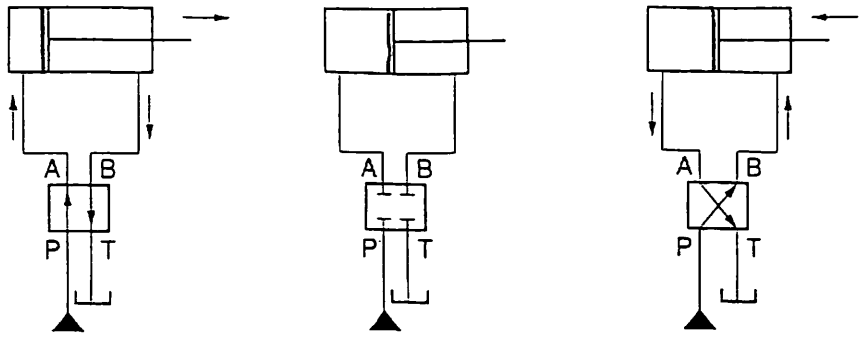
(ii)　停止：ポートはP，T，A，Bの4つで、スプールが全てのポートを遮断している。

(iii)　後退：スプールを左に押すと、PポートとBポートが繋がる。同時にAポートとTポートが繋がる。結局、油は、P→B，A→Tと流れシリンダを後退させる。

この操作力を与える方法としては、手動操作方式、電磁操作方式、パイロット操作方式、電磁パイロット操作方式などがある。また、操作したスプールを元の位置に戻す方法は、ばねに拠る方式が一般的である。

この3動作を一体化した3位置切換え弁の油圧図記号表現を、解答用紙に記入せよ。

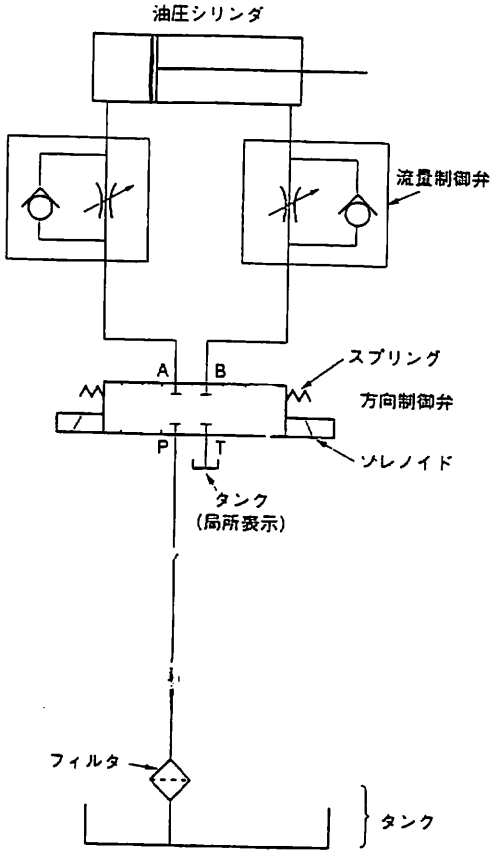
(2)　図1でもわかるように、シリンダが前進端や後退端で停止している時や切替え弁の中立位置でポートがブロックされている時、油は回路中を流れることは出来ない。一方、ポンプは圧力が高くなっても、一定の流量を吐出し続けようとするので、配管や機器の弱い部分から油が漏れたり、破壊する危険性がある。この異常圧力を逃すための装置として、圧力調整弁がある。図2に示した回路について、圧力調整弁を取り付け改善した回路を解答用紙に記入せよ。ただし、図中には油圧ポンプ、タンクも油圧図記号表現を用いて加えて記入せよ。油圧調整弁等の記号表現は図2中に示してある。



(i) 前進　　(ii) 停止　　(iii) 後退

図1　シリンダを作動させるための方向制御弁の切替え

基本油圧回路



油圧図記号

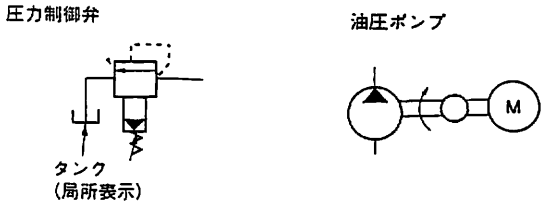


図2　油圧回路

[9．機械製図]

9－1　図1は、スクリューディスチャージャの組立図である。

図2は、スクリュー本体の製作図を作成中のものである。

解答用紙の図2（A3）に、寸法以外で必要と思われる事項を、下記作成要項により記入せよ。

図示作成要項

(1)　図示は日本工業規格（JIS）によること。

(2)　寸法の許容限界は、「公差域クラスの記号（寸法公差記号）」、「寸法許容差」または「許容限界寸法」のいずれかによって記入すること。ただし、普通公差は記入不要とする。

(3)　表面性状に関する指示事項は、図形に記入し、簡略法等で一括指示する方法をとらず、図示記号と、表面性状パラメータは算術平均粗さ（Ra）によって表すこと。

ただし、指示値は、機械加工部分の1.6，6.3，25の3種類とする。

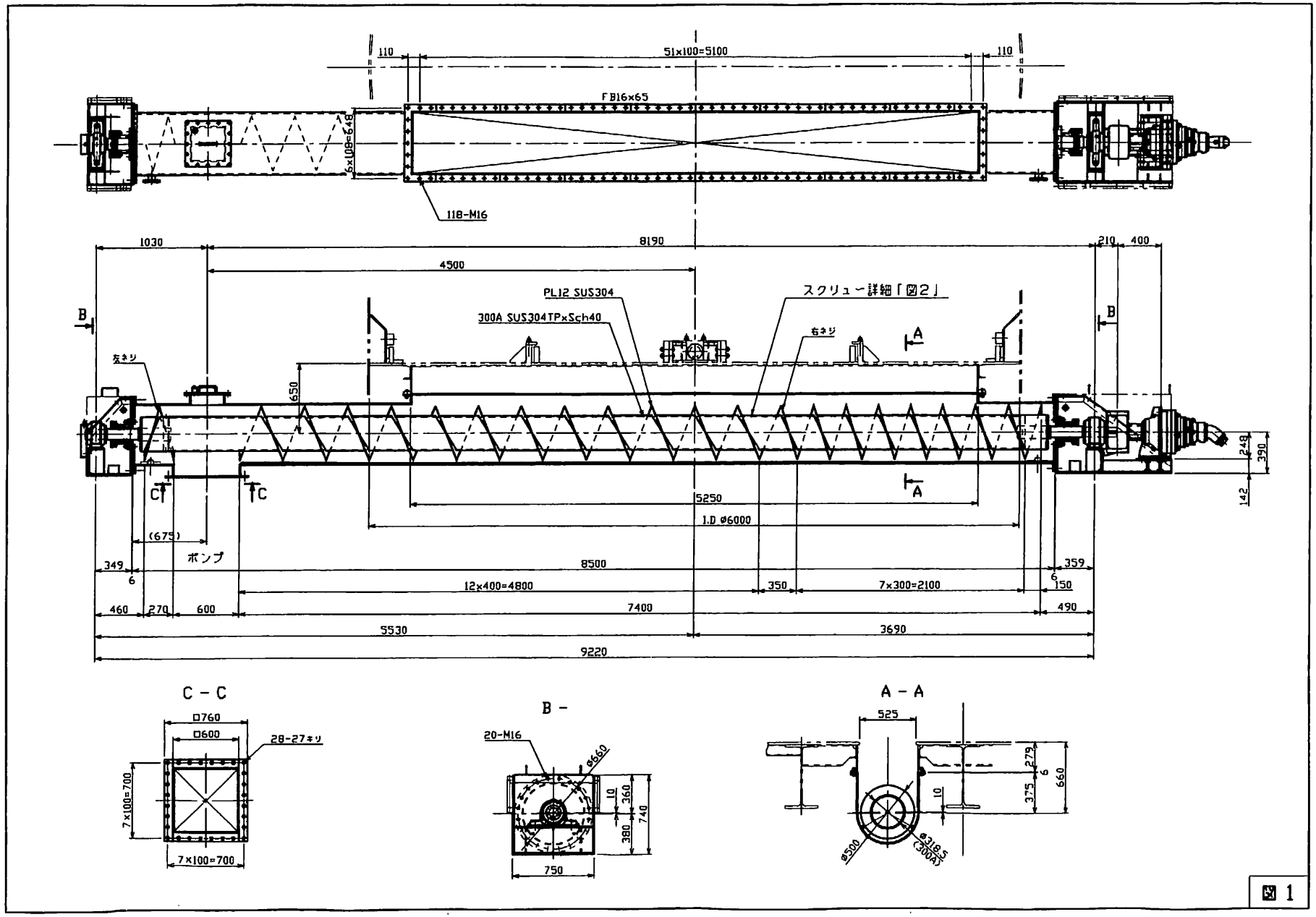
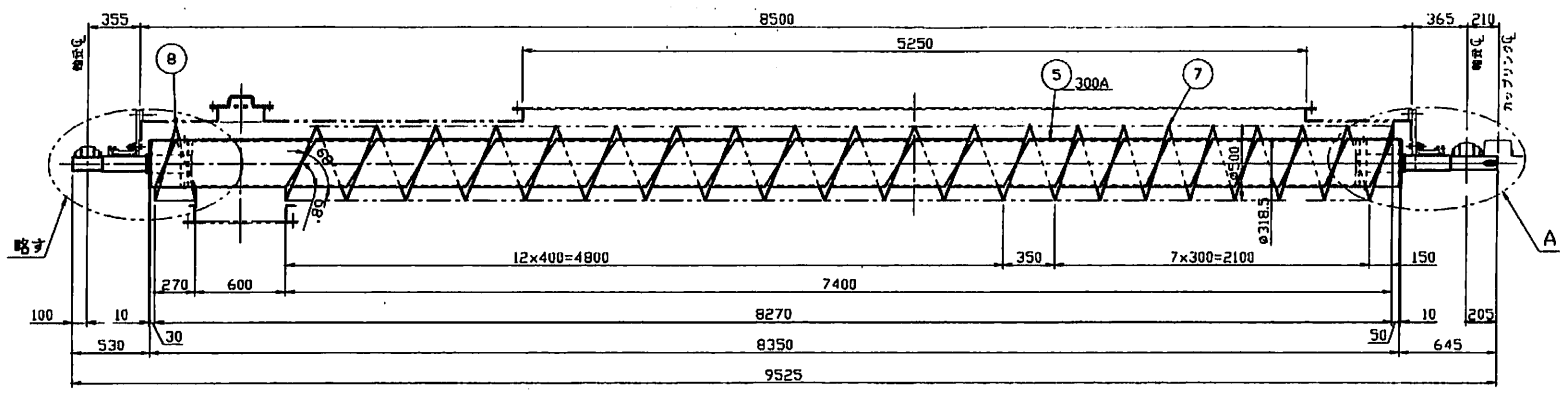

110
51×100=5100
110
FB16×65
6×108=648
118-M16
1030
8190
210
400
4500
PL12 SUS304
300A SUS304TP×Sch40
スクリュー詳細「図2」
左ネジ
右ネジ
B
A
C
650
5250
I.D φ6000
(675)
ポンプ
349
6
8500
359
12×400=4800
350
7×300=2100
150
460
270
600
7400
490
5530
3690
9220
249
390
142
C－C
□760
□600
28-27キリ
7×100=700
7×100=700
B－
20-M16
φ660
10
360
740
380
750
A－A
525
279
6
660
375
10
φ500
φ318.5
(300A)

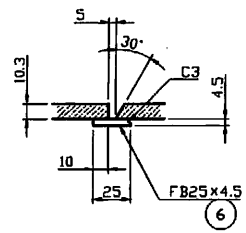
図 1

1	φ120-920	
2	PL50-φ302	SS400
3	PL19-φ302	SS400
4	PL9-90×193	SS400
5	300A-8350	[illegible]
6	FB25×45-922	SS400
7	PL12	SUS304
8	PL12	SUS304

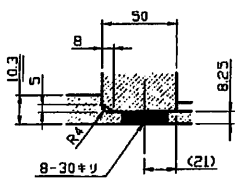
全体図



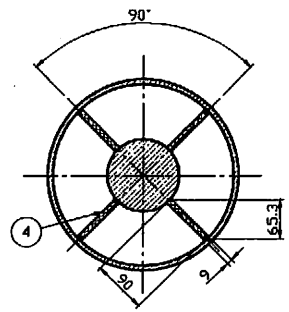
300Aシャフト継部要領図



B 部詳細



C -C



A 部詳細

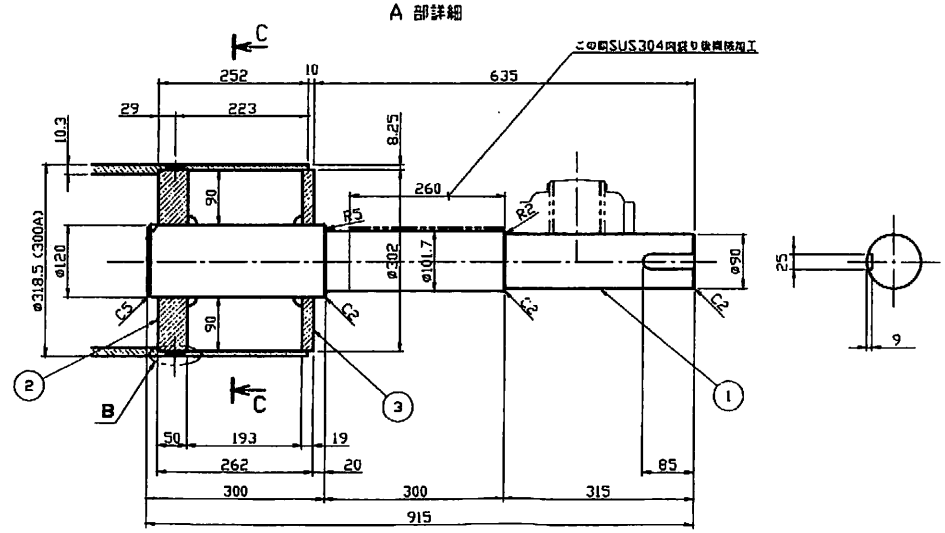
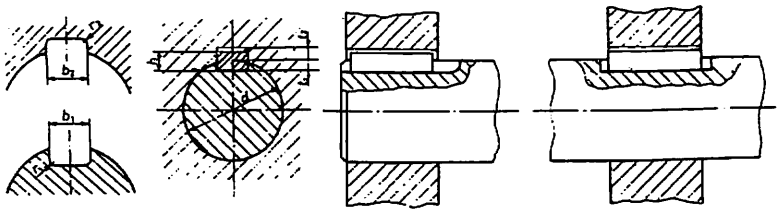


図 2

平行キー用のキー溝の形状及び寸法

キー溝の断面

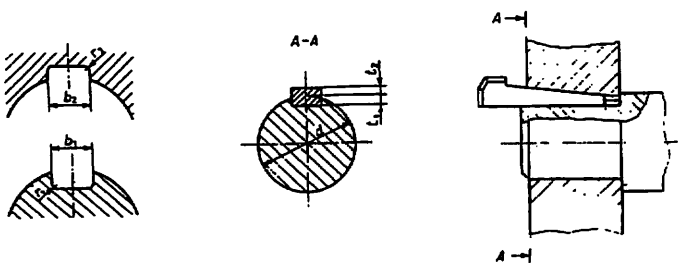


単位 mm

キーの呼び寸法 $b \times h$	b_1及びb_2の基準寸法	滑動形 b_1 許容差(H9)	滑動形 b_2 許容差(D10)	普通形 b_1 許容差(N9)	普通形 b_2 許容差(Js9)	締込み形 b_1及びb_2 許容差(P9)	r_1及びr_2	t_1の基準寸法	t_2の基準寸法	t_1及びt_2の許容差	参考 適応する軸径(2) d
(7×7)	7	+0.036 0	+0.098 +0.040	0 −0.036	±0.018 0	−0.015 −0.051		4.0	3.3	+0.2 0	20～ 25
8×7	8							4.0	3.3		22～ 30
10×8	10						0.25～0.40	5.0	3.3		30～ 38
12×8	12	+0.043 0	+0.120 +0.050	0 −0.043	±0.021 5	−0.018 −0.061		5.0	3.3		38～ 44
14×9	14							5.5	3.8		44～ 50
(15×10)	15							5.0	5.3		50～ 55
16×10	16							6.0	4.3		50～ 58
18×11	18							7.0	4.4		58～ 65
20×12	20	+0.052 0	+0.149 +0.065	0 −0.052	±0.026 0	−0.022 −0.074	0.40～0.60	7.5	4.9		65～ 75
22×14	22							9.0	5.4		75～ 85
(24×16)	24							8.0	8.4		80～ 90
25×14	25							9.0	5.4		85～ 95
28×16	28							10.0	6.4		95～110

こう配キー用のキー溝の形状及び寸法

キー溝の断面



単位 mm

キーの呼び寸法 $b \times h$	b_1及びb_2 基準寸法	b_1及びb_2 許容差(D10)	r_1及びr_2	t_1の基準寸法	t_2の基準寸法	t_1及びt_2の許容差	参考 (2) 適応する軸径 d
(7×7)	7	+0.098 +0.040		4.0	3.0		20～ 25
8×7	8			4.0	2.4	+0.2 0	22～ 30
10×8	10		0.25～0.40	5.0	2.4		30～ 38
12×8	12	+0.120 +0.050		5.0	2.4		38～ 44
14×9	14			5.5	2.9		44～ 50
(15×10)	15			5.0	5.0	+0.1 0	50～ 55
16×10	16			6.0	3.4	+0.2 0	50～ 58
18×11	18			7.0	3.4		58～ 65
20×12	20	+0.149 +0.065	0.40～0.60	7.5	3.9		65～ 75
22×14	22			9.0	4.4		75～ 85
(24×16)	24			8.0	8.0	+0.1 0	80～ 90
25×14	25			9.0	4.4	+0.2 0	85～ 95
28×16	28			10.0	5.4		95～110