

JISにもとづく製図法(4)

機械創成工学実習Ⅱ

2021年4月20日 (火)

中谷彰宏

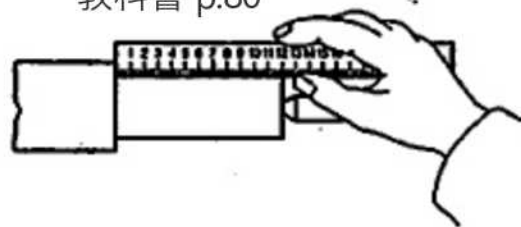
<http://www-md.mech.eng.osaka-u.ac.jp/>

教科書「津村利光 読序, 大西清著, JISにもとづく標準製図法第15全訂版, (2019), オーム社」をこれから学ぶ諸君のための補助資料

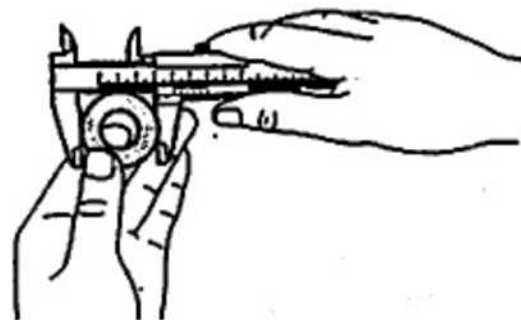
寸法の測定

教科書 p.80

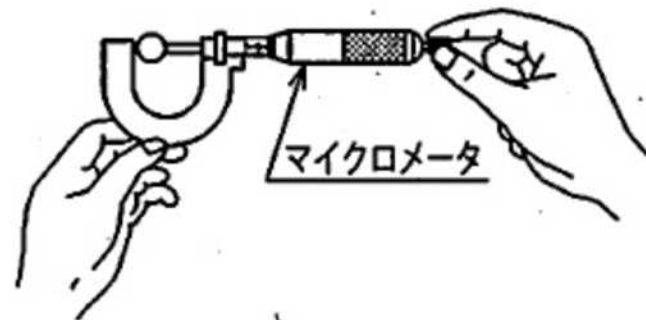
ものさし、ノギス、マイクロメーターなどで、目盛の数値を読み測定する。



(a) ものさし (1 mm 以下は目測)



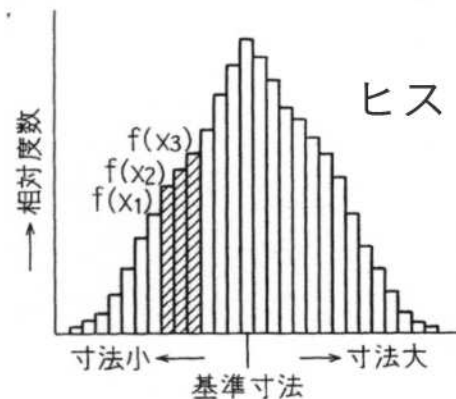
(b) ノギス (1/20 mm* まで測定可能)



(c) マイクロメータ (1/100 mm* まで測定可能)

〔注〕 *目盛の数値. 表示量では, ノギス 1/100 mm, マイクロメータ 1/1000 mm まで測定される.

図 6・2 各種の寸法測定法



ヒストグラム

測定には誤差が伴う

測定値した数値には有効数字がある

同じ工程で作ったものでもサイズにはばらつきがある

公差と表面性状：理想と現実

“厚さ一定の平板”を製作できるだろうか？

- (1) 仮に裏面と表面が完璧な平面で、それらが平行であった（厚さが一定）としても、設計時に指定した厚さ（寸法）に対して出来上がり製品の厚さ（寸法）には必ず誤差がある → サイズ公差
- (2) 実際には完璧に平坦な面は作れないし、それらを平行にすることもできない
 - (a) 板全体が何らかの形でゆがんでいて、厚さも不均一だったりする → 幾何公差
 - (b) どんな表面でも拡大してみると傷があったり、ざらつきが存在する → 表面性状

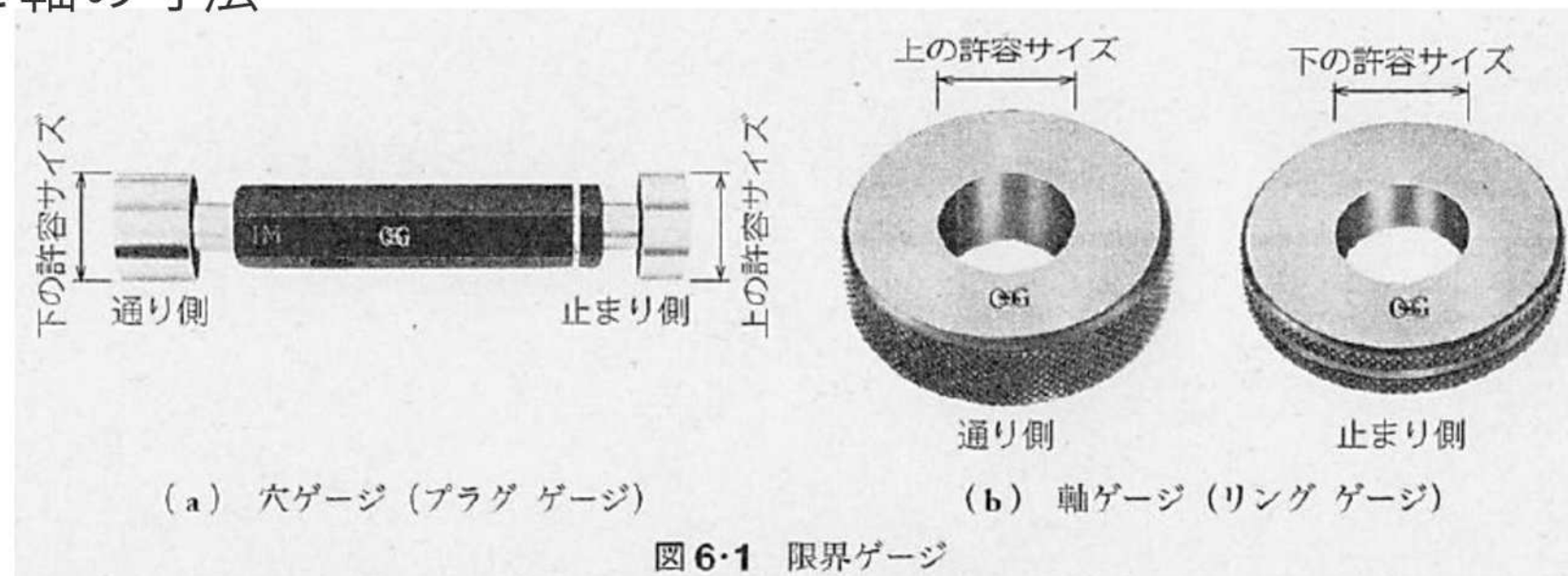
図示サイズと公差

教科書 p.80

図示サイズ：基準とするサイズ

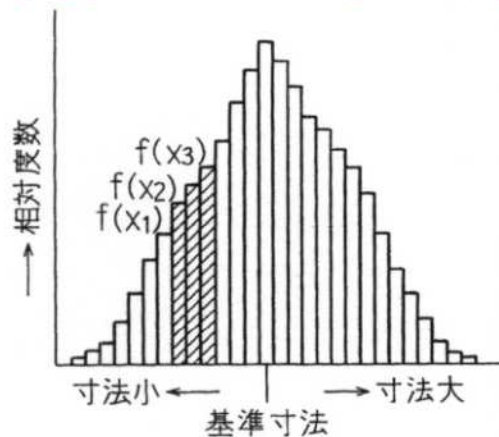
公差：上の許容サイズと下の許容サイズの差

穴と軸の寸法

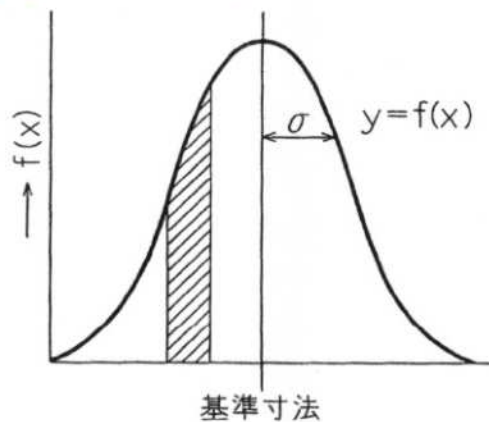


サイズ公差と許容限界サイズ (上の許容サイズ、下の許容サイズ)

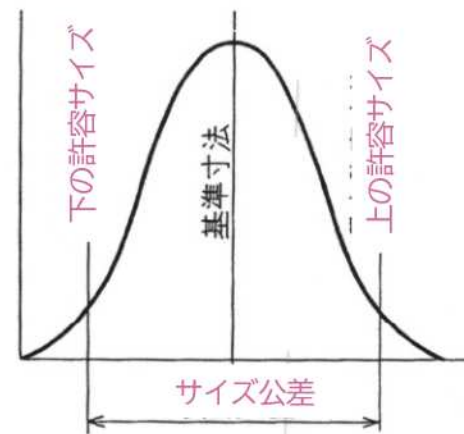
教科書 p.80



ヒストグラム



正規分布曲線



許容限界サイズ

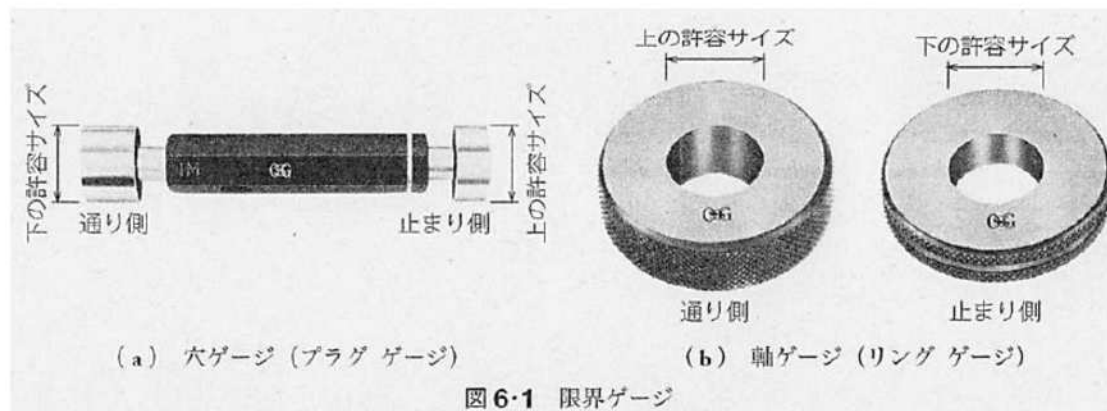


図 6-1 限界ゲージ

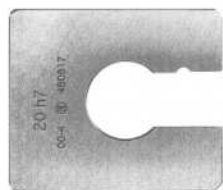
合格品の判定

教科書 p.80

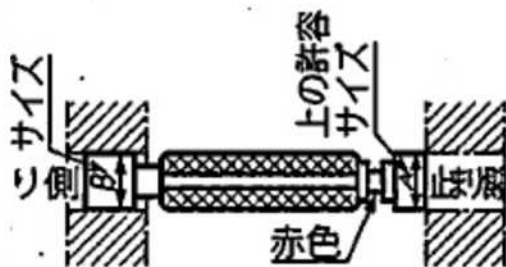
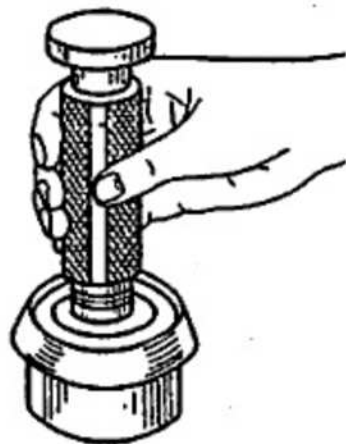
許容サイズに対応した大きさの異なる二つのゲージを使って、
ひとつは通るが、もうひとつは通らない場合に、
許容サイズについての合格品と判定する



穴用超硬限界ゲージ Limit gauges for holes of cemented carbide



軸用超硬限界ゲージ Limit gauges for shafts of cemented carbide



(a) 穴ゲージ



(b) 軸ゲージ(はさみゲージ)

図6・3 上の許容サイズと下の許容サイズ

第一測範製作所Webページより

はめあい

教科書 pp.81-83

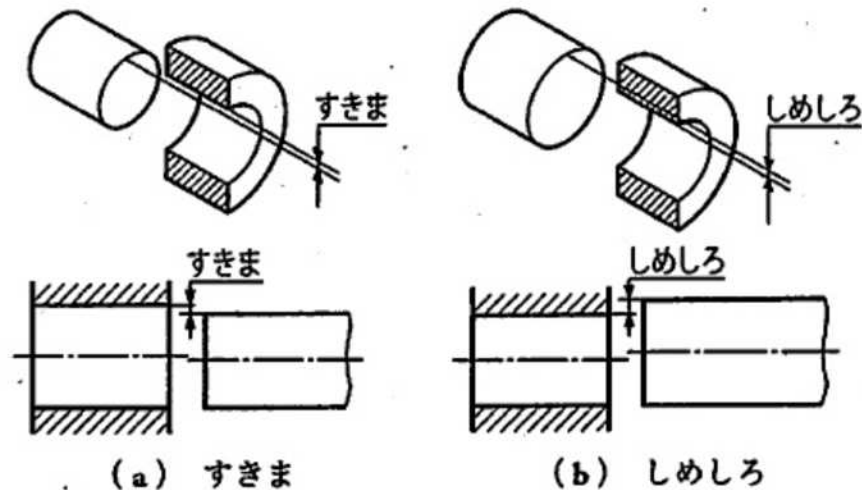
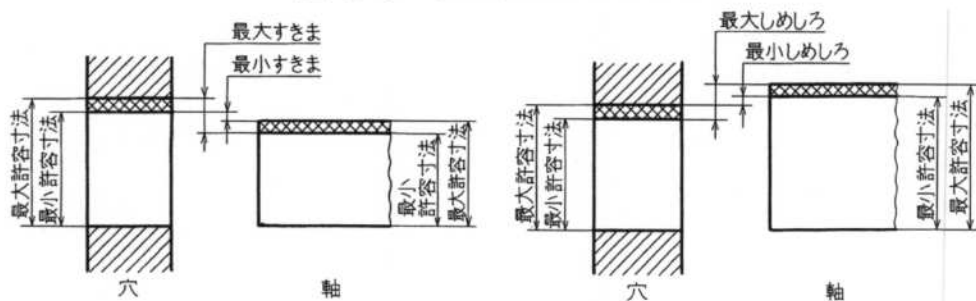


図6.4 すきまおよびしめしろ



すきまばめ 中間ばめ しまりばめ

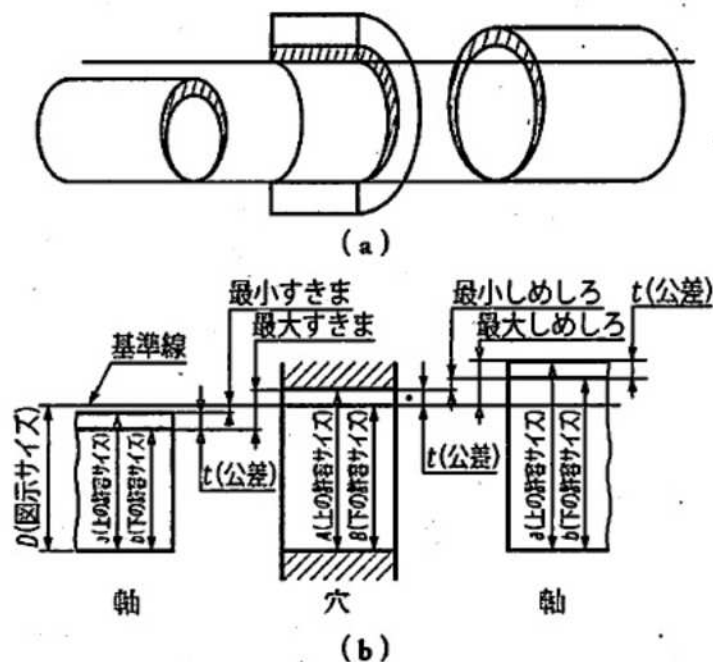


図6.5 すきまおよびしめしろの範囲

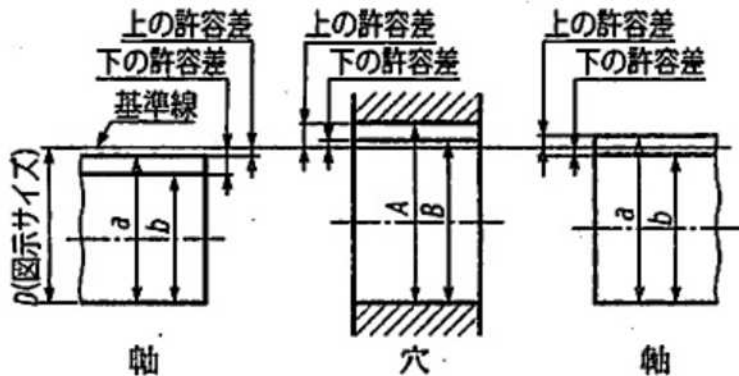
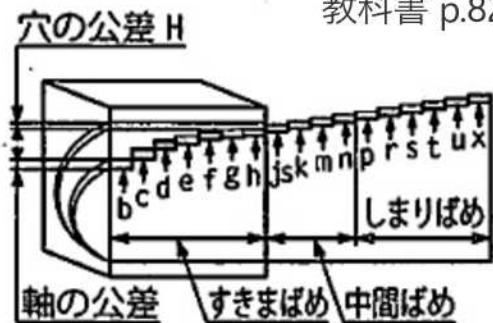


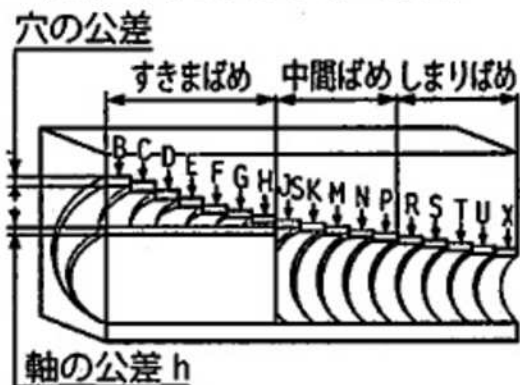
図6.7 上および下の許容差

はめあいの種類

教科書 p.82

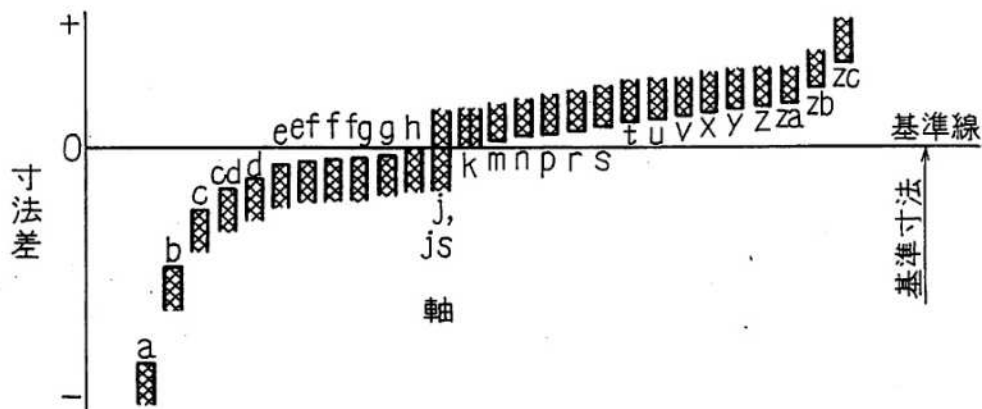


(a) 穴基準はめあい方式



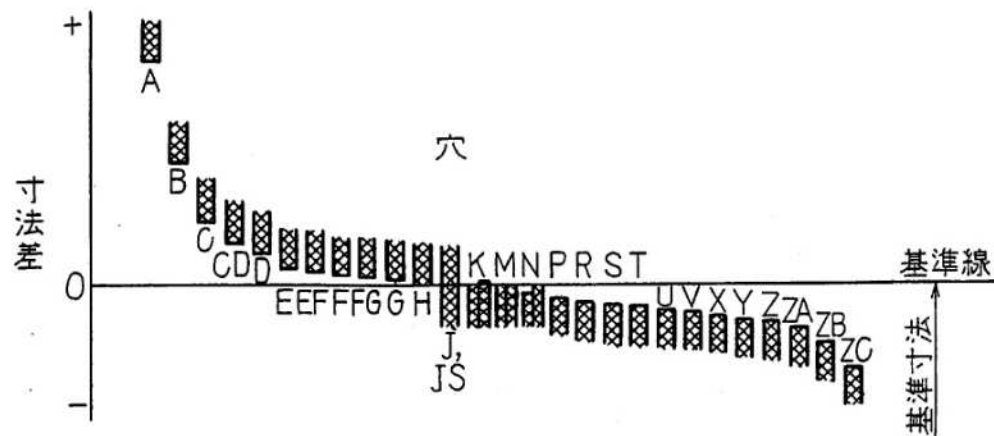
(b) 軸基準はめあい方式

図 6・6 はめあいの種類



穴基準
はめあい方式

穴の公差H (大文字) に対して、
軸をaからzc (小文字) で指定



軸基準
はめあい方式

軸の公差h (小文字) に対して、
穴をAからZC (大文字) で指定

図示サイズの区分

表 6・1 図示サイズの区分(単位 mm)

教科書 p.84

図示サイズ		中間区分		図示サイズ		中間区分	
を 超え	以下	を 超え	以下	を 超え	以下	を 超え	以下
—	3	—	—	80	120	80 100	100 120
3	6	—	—	120	180	120	140
6	10	—	—			140	160
				160	180		
10	18	10	14	180	250	180	200
		14	18			200	225
18	30	18	24	250	315	250	280
		24	30			280	315
30	50	30	40	315	400	315	355
		40	50			355	400
50	80	50	65	400	500	400	450
		65	80			450	500

図示サイズが大きくなるほど公差は大きくなるが、ある区分（**を超え**以下）を定めて、同一区分では同じ公差となるように定める

図示サイズの区分とIT基本サイズ公差等級

教科書 p.84

IT(International Tolerance)基本サイズ公差等級：
数値が小さいほど公差が小さい

ゲージ類 ← はめあわされる部分 → はめあわされない部分

表 6・2 IT 基本サイズ公差等級の数値
(単位 $\mu\text{m} = 0.001 \text{ mm}$)

基本サイズ 公差等級 図示 サイズ(mm)		IT 基本サイズ公差等級の数値					
		IT 5 (5 級)	IT 6 (6 級)	IT 7 (7 級)	IT 8 (8 級)	IT 9 (9 級)	IT 10 (10 級)
を 超え	以下						
—	3	4	6	10	14	25	40
3	6	5	8	12	18	30	48
6	10	6	9	15	22	36	58
10	18	8	11	18	27	43	70
18	30	9	13	21	33	52	84
30	50	11	16	25	39	62	100
50	80	13	19	30	46	74	120
80	120	15	22	35	54	87	140
120	180	18	25	40	63	100	160
180	250	20	29	46	72	115	185
250	315	23	32	52	81	130	210
315	400	25	36	57	89	140	230
400	500	27	40	63	97	155	250

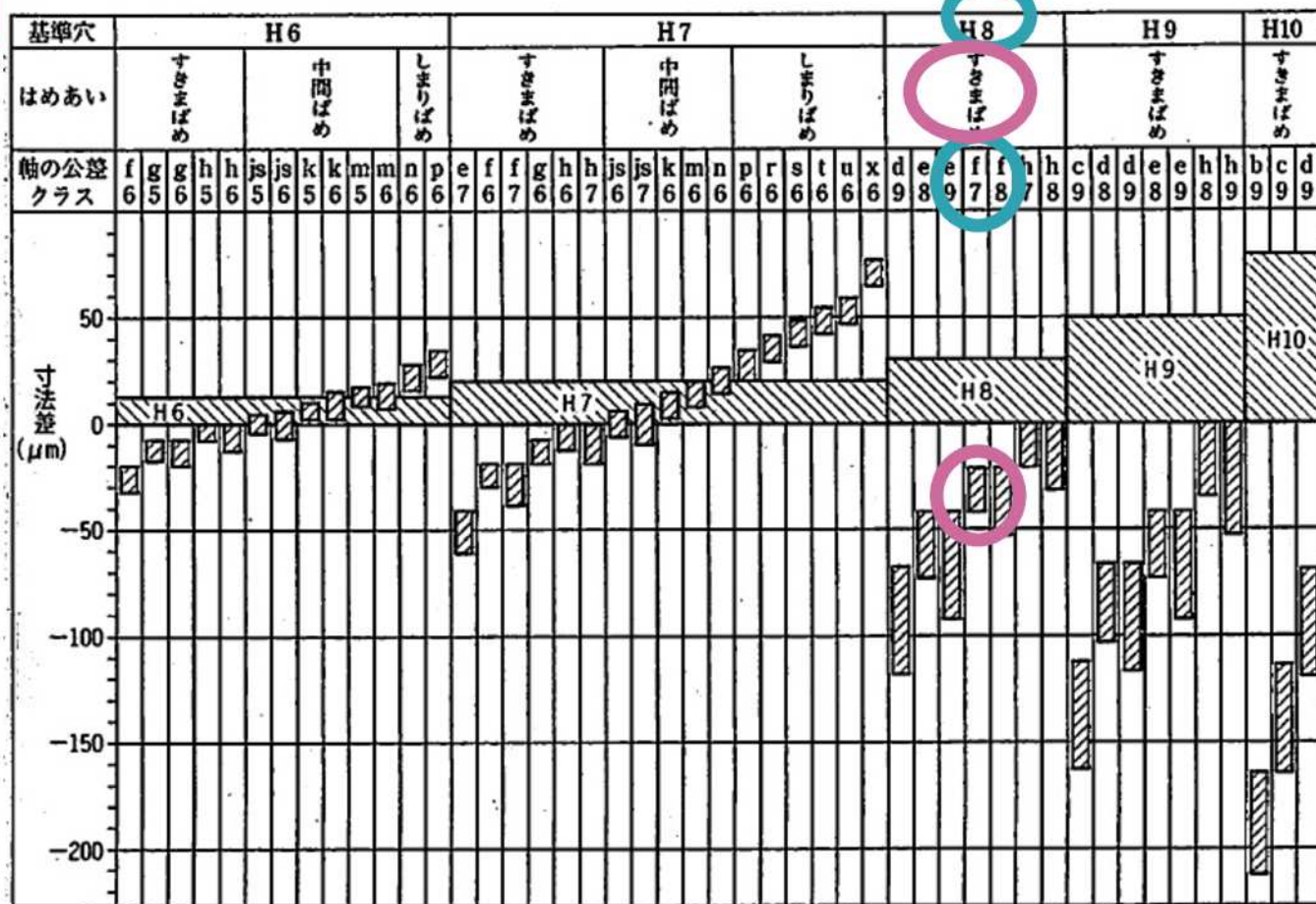
このうち、1 級～4 級は主としてゲージ類、5 級～10 級は主としてはめあわせられる部分、11 級～18 級は主としてはめあわされない部分の公差として適用される。

(例) 図示サイズ $\phi 12\text{mm}$ の軸を
IT 基本サイズ公差等級 8 級 (IT8) で製作

1. 図示サイズ 12mm は区分「 10mm を超え 18mm 以下」に該当
2. IT8 の桁をみると、表からこの製品の公差は $27\mu\text{m}$

穴基準はめあい方式(図示サイズ30mmの場合)

教科書 p.85



公差クラス：
ラテン文字と等級
で表す

(例)

穴の公差クラス H8
軸の公差クラス f7

(例)

基準穴 $\phi 30 H8$
(公差H, IT8)

軸 $\phi 30 f7$
(公差f, IT7)

→ 基準線よりも下
→ はめあいを読むと
「すきまばめ」
とわかる

図6・8 穴基準はめあい方式の図(図は図示サイズ30mmの場合を示す)

穴基準はめあい方式

(例) 穴H8と軸f7のはめあい

教科書 p.85

表 6-3 多く用いられる穴基準はめあい方式の例

基準穴	軸の公差クラス															
	すきまばめ					中間ばめ					しまりばめ					
H 6					g5	h5	js5	k5	m5							
				f6	g6	h6	js6	k6	m6	n6*	p6*					
H 7			f6	g6	h6	js6	k6	m6	n6	p6*	r6*	s6	t6	u6	x6	
			e7	f7	h7	js7										
H 8			f7	h7												
			e8	f8	h8											
H 9		d9	e9													
		d8	e8		h8											
H 10		c9	d9	e9		h9										
	b9	c9	d9													

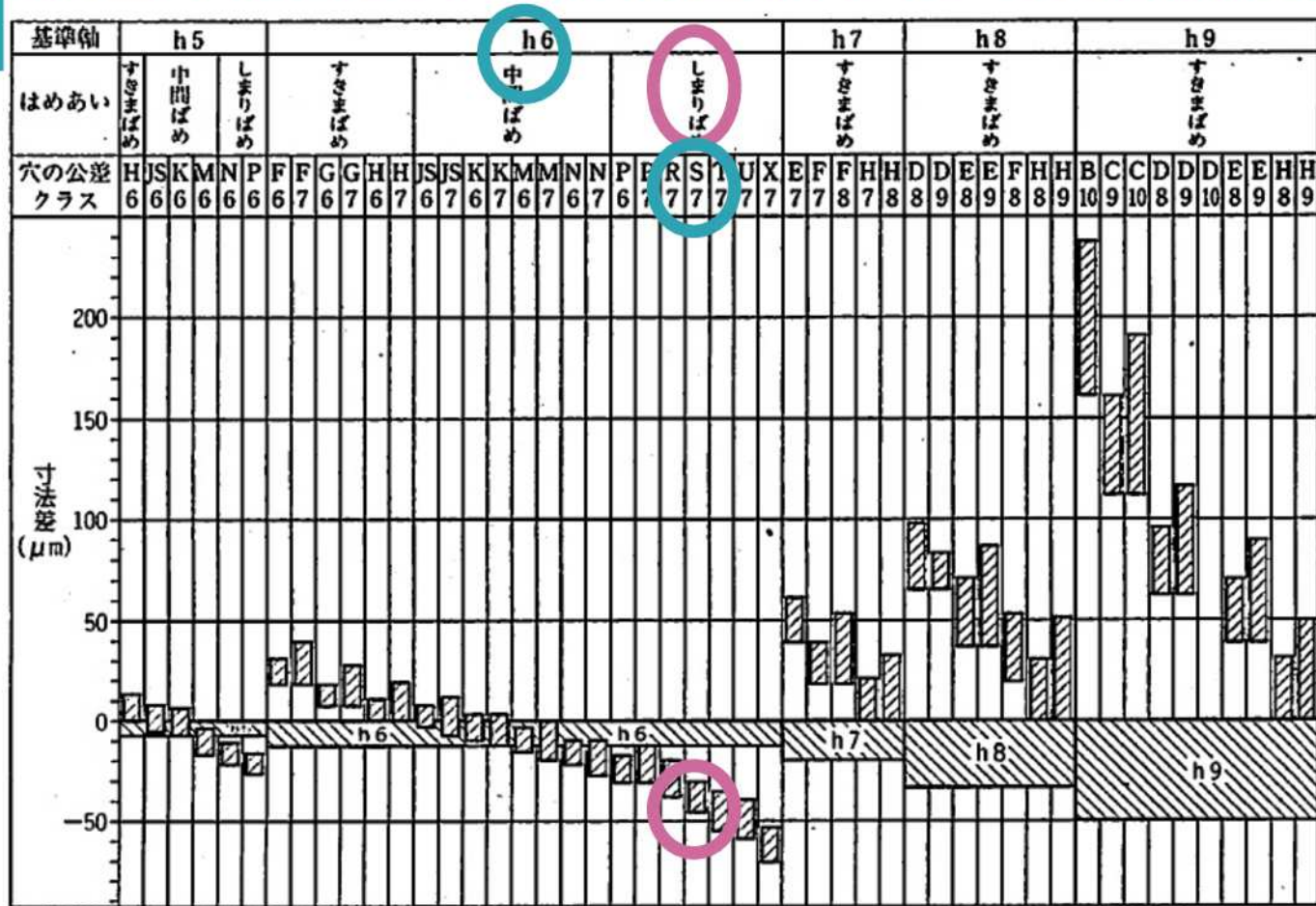
[注] * これらのはめあいは、寸法の区分によっては例外を生じる。

(例)
基準穴 $\phi 30H8$
(公差H, IT8)
軸 $\phi 30f7$
(公差f, IT7)
→ 「すきまばめ」とわかる

あるいは、公差クラスH8(公差H, IT8)の穴を基準に「すきまばめ」のはめあいとなる軸を設計したければ、軸の公差クラスは
f7, h7, e8, f8, h8, d9, e9
から選べばよいことがわかる

軸基準はめあい方式(図示サイズ30mmの場合)

教科書 p.86



(例)
 基準軸 $\phi 30 h6$
 (公差h, IT6)
 穴 $\phi 30 S7$
 (公差S, IT7)
 →基準線よりも下
 →はめあいを読むと
 「しまりばめ」とわかる

図6-9 軸基準はめあい方式の図(図は図示サイズ30mmの場合を示す)

軸基準はめあい方式

(例) 軸h6と穴R7のはめあい

教科書 p.86

表6.4 多く用いられる軸基準はめあい方式の例

基準軸	穴の公差クラス																		
	すきまばめ						中間ばめ						しまりばめ						
h5							H6	JS6	K6	M6	N6*	P6							
h6					F6	G6	H6	JS6	K6	M6	N6	P6*							
					F7	G7	H7	JS7	K7	M7	N7	P7*	R7*	S7	T7	U7	X7		
h7				E7	F7		H7												
					F8		H8												
h8			D8	E8	F8		H8												
			D9	E9			H9												
h9			D8	E8			H8												
		C9	D9	E9			H9												
		B10	C10	D10															

〔注〕* これらのはめあいは、寸法の区分によっては例外を生じる。

(例)
 基準軸 $\phi 30 h6$
 (公差h, IT6)
 穴 $\phi 30 S7$
 (公差S, IT7)
 → 「しまりばめ」
 とわかる

あるいは、公差クラスh6(公差H, IT6)の軸を基準に「しまりばめ」のはめあいとなる穴を設計したければ、穴の公差クラスは
 P7, R7, S7, T7, U7, X7
 から選べばよいことがわかる

ただし、P7, R7は寸法の区分によっては例外を生じるとの記述に注意

(例) 穴 $\phi 30H7$ (公差H, IT7) の 具体的公差と上・下の許容サイズ

教科書 pp. 84, 87

図示サイズ30mmは、中間区分
24mmを超え30mm以下の区分
H7は下の許容差 $0\mu\text{m}$ 、上の許容差 $+21\mu\text{m}$
(確かにIT7 → 公差は $21\mu\text{m}$ を満たしている)

表6-5 穴の許容差 (IT7穴の場合)

表6-2 IT基本サイズ公差等級の表
(単位 μm)

基本サイズ 公差等級		IT基本サイズ公差等級の表 (単位 μm)			
図示 サイズ(mm)		IT5 (5級)	IT6 (6級)	IT7 (7級)	IT8 (8級)
を超え	以下				
—	3	4	6	10	14
3	6	5	8	12	18
6	10	6	9	15	22
10	18	8	11	18	27
18	30	9	13	21	33
30	50	11	16	25	39
50	80	13	19	30	46

図示サイズ30mmは
18mmを超え30mm以下の区分
IT7 → 公差は $21\mu\text{m}$

図示サイズ (mm)		穴の公差クラス								
を超え	以下	E7	F7	G7	H7	JS7	K7	M7	N7	P7
—	3	+24 +14	+16 +6	+12 +2	+10 0	± 5	+0 -10	-2 -12	-4 -14	-6 -16
3	6	+32 +20	+22 +10	+16 +4	+12 0	± 6	+3 -9	0 -12	-4 -16	-8 -20
6	10	+40 +25	+28 +13	+20 +5	+15 0	± 7.5	+5 -10	0 -15	-4 -19	-9 -24
10	14	+50 +32	+34 +16	+24 +6	+18 0	± 9	+6 -12	0 -18	-5 -23	-11 -29
14	18	21	21	21	21	21	21	21	21	21
18	24	+61 +40	+41 +20	+28 +7	+21 0	± 10.5	+6 -15	0 -21	-7 -28	-14 -35
24	30	+75 +50	+50 +25	+34 +9	+25 0	± 12.5	+7 -18	0 -25	-8 -33	-17 -42
30	40	+90 +60	+60 +30	+40 +12	+30 0	± 15	+9 -22.5	0 -30	-10 -40	-19 -50

数値での表記は、 $\phi 30H7 \rightarrow \phi 30 \begin{matrix} +0.021 \\ 0 \end{matrix}$

(例) 軸 $\phi 30m6$ (公差m, IT6) の 具体的公差と上・下の許容サイズ

教科書 pp. 84, 88

図示サイズ30mmは、中間区分
24mmを超え30mm以下の区分
m6は下の許容差 $+8\mu\text{m}$ 、上の許容差 $+21\mu\text{m}$
(確かにIT6 \rightarrow 公差は $13\mu\text{m}$ を満たしている)

表6-6 軸の許容差 (IT6軸の場合)

表6-2 IT基本サイズ公差等級の表
(単位 μm)

基本サイズ 公差等級		IT基本サイズ公差等級の表 (単位 μm)				
図示 サイズ(mm)	を 超え	以下	IT5 (5級)	IT6 (6級)	IT7 (7級)	IT8 (8級)
			—	3	4	6
3	6	5	8	12	18	
6	10	6	9	15	22	
10	18	8	11	18	27	
18	30	9	13	21	33	
30	50	11	15	25	39	
50	80	13	19	30	46	

図示サイズ30mmで
18mmを超え30mm以下の区分
IT6 \rightarrow 公差は $13\mu\text{m}$

図示サイズ (mm)		軸の公差クラス							
を 超え	以下	f6	g6	h6	js6	k6	m6	n6	p6
		—	3	-6 -12	-2 -8	0 -6	± 3	+6 0	+8 +2
3	6	-10 -18	-4 -12	0 -8	± 4	+9 +1	+12 +4	+16 +8	+20 +12
6	10	-13 -22	-5 -14	0 -9	± 4.5	+10 +1	+15 +6	+19 +10	+24 +15
10	14	-16 -27	-6 -17	0 -11	± 5.5	+12 +1	+18 +7	+23 +12	+29 +18
14	18	-13 -20 -33	13 -7 -20	13 0 -13	13 ± 6.5	13 +15 +2	13 +21 +8	13 +28 +15	13 +35 +22
18	24	-13 -20 -33	13 -7 -20	13 0 -13	13 ± 6.5	13 +15 +2	13 +21 +8	13 +28 +15	13 +35 +22
24	30	-13 -20 -33	13 -7 -20	13 0 -13	13 ± 6.5	13 +15 +2	13 +21 +8	13 +28 +15	13 +35 +22

数値での表記は、 $\phi 30m6 \rightarrow \phi 30 \begin{matrix} +0.021 \\ +0.008 \end{matrix}$

(例) 穴 $\phi 30H7$ (公差H, IT7) と軸 $\phi 30m6$ (公差m, IT6) のはめあい. 最大しめしろと最大すきま

教科書 p. 90

表6-7 多く用いられる穴基準はめあい方式

数値での表記

穴

$$\phi 30H7 \rightarrow \phi 30 \begin{matrix} +0.021 \\ 0 \end{matrix}$$

軸

$$\phi 30m6 \rightarrow \phi 30 \begin{matrix} +0.021 \\ +0.008 \end{matrix}$$

最大しめしろ

$$0.021 - 0 = 0.021$$

最大すきま

$$0.021 - 0.008 = 0.013$$

図示サイズ (mm)		H7		基準穴 H7 とはめあわ															
		上の許容差(+)	下の許容差	e		f		g		h		js				k		m	
				最大すきま	最小すきま	最大すきま	最小すきま	最大すきま	最小すきま	最大すきま	最小すきま	最大すきま	最大しめしろ	最大すきま	最大しめしろ	最大すきま	最大しめしろ		
を越え	以下	e7	f6	f7	g6	h6	h7	js6	js7	k6	m6								
—	3	10	34	14	22	26	6	18	2	16	20	13	3	15	5	10	6	8	
	3	6	44	20	30	34	10	24	4	20	24	16	4	18	6	11	9	12	
	6	10	55	25	37	43	13	29	5	24	30	19.5	4.5	22.5	7.5	14	10	15	
	10	14	68	32	45	52	16	35	6	29	36	23.5	5.5	27	9	17	12	18	
	14	18	82	40	54	62	20	41	7	34	42	27.5	6.5	31.5	10.5	19	13	21	
	18	24	100	50	66	75	25	50	9	41	50	33	8	37.5	12.5	23	18	25	
	24	30	120	60	79	90	30	59	10	49	60	39.5	9.5	45	15	28	21	30	
	30	35	142	72	93	106	36	69	12	57	70	46	11	52.5	17.5	32	25	35	
	40	50																	
	50	65																	
	65	80																	
	80	100																	
	100	120																	
	120	140																	

ISOはめあい方式の表示:公差の図示

教科書 p. 92

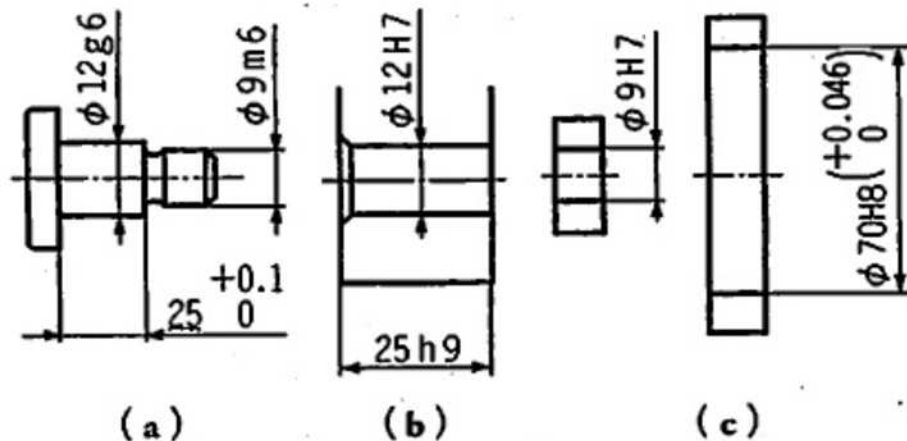


図6・11 公差クラスの記号記入法

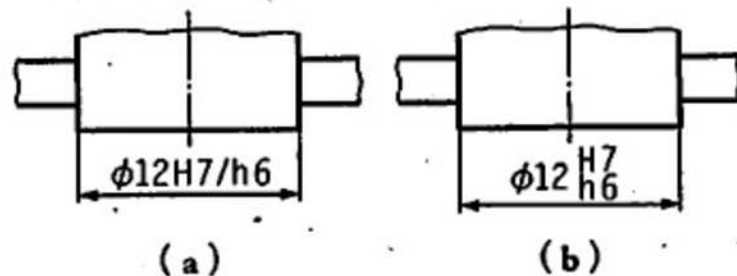


図6・12 組立部品に記号を併せて記入する場合

図示サイズの後
上段に穴の公差クラス
下段に軸の公差クラス

図示サイズの後
穴の公差クラス/軸の公差クラス

ISOはめあい方式によらないサイズ公差

教科書 pp. 92, 93

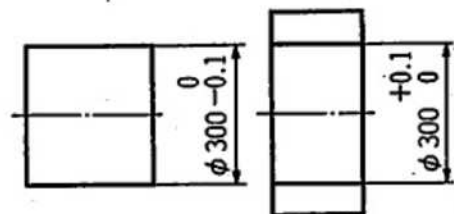


図 6-13 数値による許容差
記入法

上の許容差
図示サイズ
下の許容差

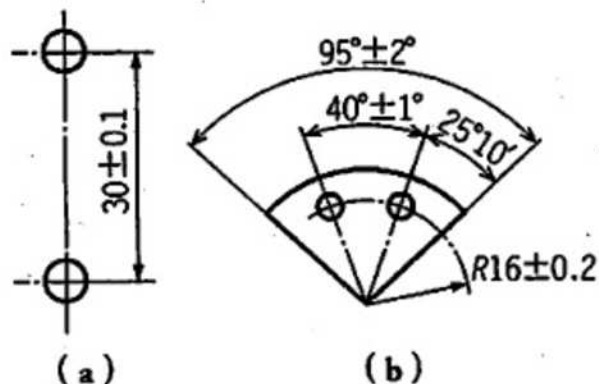


図 6-14 両側公差方式の場合

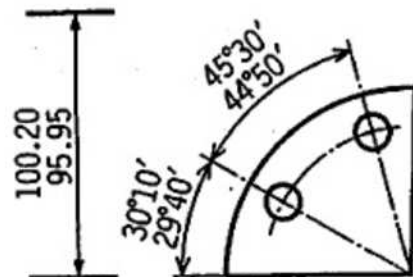


図 6-15 許容限界サイズ
で示した場合

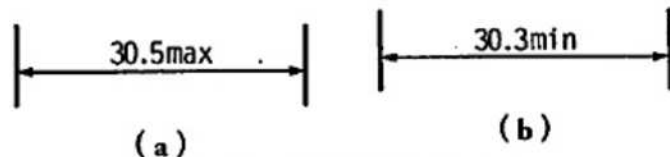


図 6-16 片側許容限界サイズ
を記入する場合

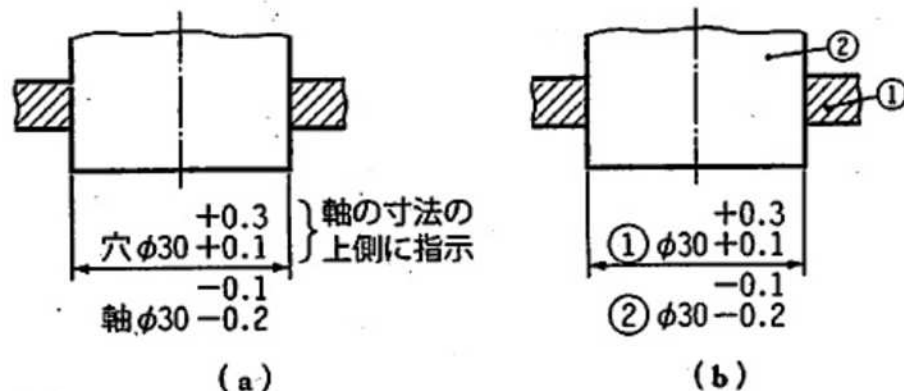


図 6-17 組立部品に許容差を併せて記入する場合

公差の重複を避ける図示

教科書 p. 94

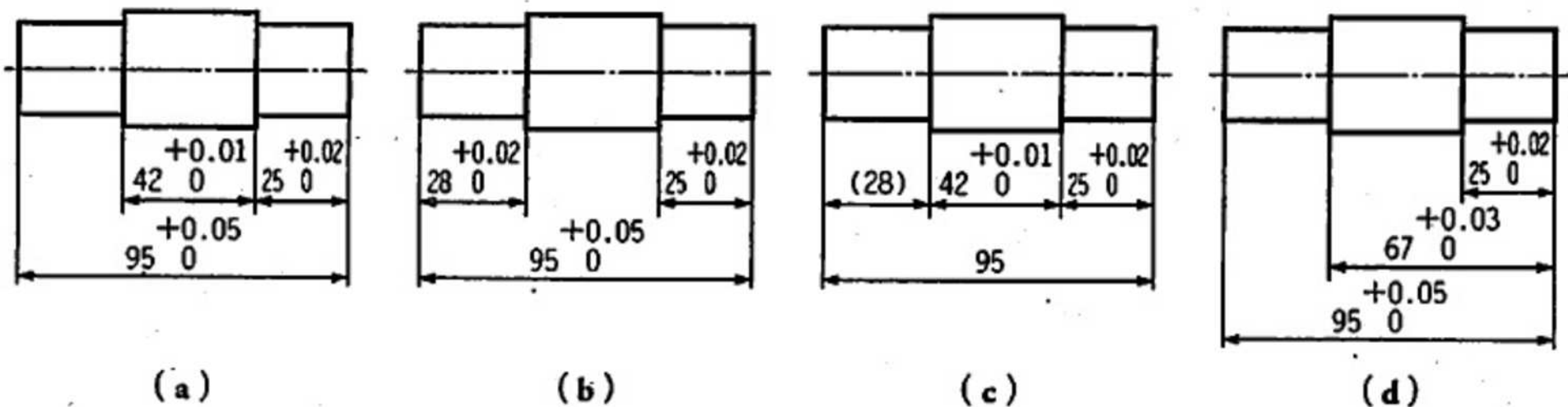


図6-18 公差の重複を避ける寸法記入法

矛盾しないようにする

重要度の高い寸法（機能寸法）から公差を記入

重要度が低い寸法（非機能寸法あるいは参考寸法）には寸法または公差を記入しない

普通公差 許容差

教科書 pp. 94, 95

はめあいでない部分の
公差など

表 6・9 面取り部分を除く長さ寸法に対する許容差

(単位 mm)

公差等級		基準寸法の区分							
記号	説明	0.5*以上 3 以下	3を超え 6 以下	6を超え 30 以下	30を超え 120 以下	120を超え 400 以下	400を超え 1000 以下	1000を超え 2000 以下	2000を超え 4000 以下
		許 容 差							
f	精級	±0.05	±0.05	±0.1	±0.15	±0.2	±0.3	±0.5	—
m	中級	±0.1	±0.1	±0.2	±0.3	±0.5	±0.8	±1.2	±2
c	粗級	±0.2	±0.3	±0.5	±0.8	±1.2	±2	±3	±4
v	極粗級	—	±0.5	±1	±1.5	±2.5	±4	±6	±8

〔注〕* 0.5 mm 未満の基準寸法に対しては、その基準寸法に続けて許容差を個々に指示する。

〔備考〕 角の丸みおよび角の面取り寸法については表 6・10 参照。

表 6・10 面取り部分の長さ寸法 (角の丸みおよび角の面取り寸法) に対する許容差
(単位 mm)

公差等級		基準寸法の区分		
記号	説明	0.5*以上 3 以下	3を超え 6 以下	6を超え るもの
		許容差		
f	精級	±0.2	±0.5	±1
m	中級			
c	粗級	±0.4	±1	±2
v	極粗級			

〔注〕* 0.5 mm 未満の基準寸法に対しては、その基準寸法に続けて許容差を個々に指示する。

表 6・11 角度寸法の許容差

(単位 mm)

公差等級		対象とする角度の短いほうの辺の長さの区分				
記号	説明	10 以下	10を超え 50 以下	50を超え 120 以下	120を超え 400 以下	400を超え るもの
		許 容 差				
f	精級	±1°	±30′	±20′	±10′	±5′
m	中級					
c	粗級	±1°30′	±1°	±30′	±15′	±10′
v	極粗級	±3°	±2°	±1°	±30′	±20′

幾何公差 (1)

教科書 pp. 97, 98

何らかの形でゆがんでいて、厚さも不均一だったりする

軸のサイズ公差が規定できるからといって、軸がまっすぐとは限らない

→ 幾何公差

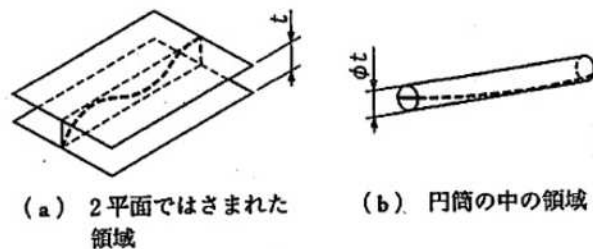
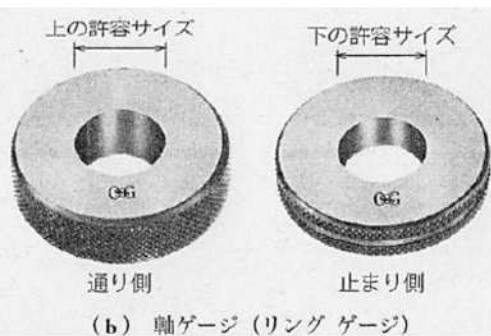


図 7-1 公差域の例

表 7-1 幾何公差の種類と記号 (抜粋)

適用する形体	公差の種類		記号	適用する形体	公差の種類		記号
単独形体	形状公差	真直度公差	—	関連形体	姿勢公差	線の輪郭度	⌒
		平面度公差	▭			面の輪郭度	⌒
		真円度公差	○		位置公差	位置度公差	⊕
		円筒度公差	⌒			同軸度公差または同心度公差	◎
単独形体 または 関連形体	線の輪郭度公差	⌒	対称度公差			≡	
	面の輪郭度公差	⌒	線の輪郭度			⌒	
関連形態	姿勢公差	平行度公差	//		振れ公差	面の輪郭度	⌒
		直角度公差	⊥			円周振れ公差	↗
		傾斜度公差	∠			全振れ公差	↗↘



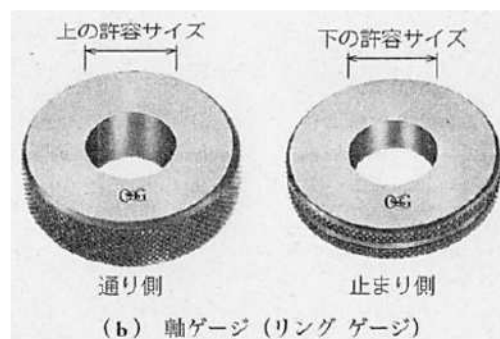
幾何公差 (2)

教科書 p. 80

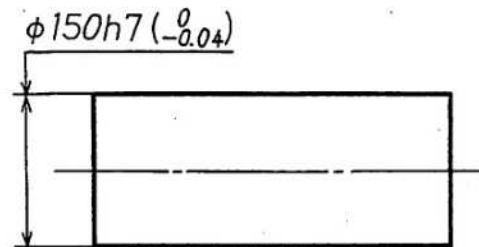
何らかの形でゆがんでいて、厚さも不均一だったりする

軸のサイズ公差が規定できるからといって、軸がまっすぐとは限らない（軸がまがっていても断面が真円に近いと通り側リングゲージを通すことができてしまうことがある）。

→ 幾何公差



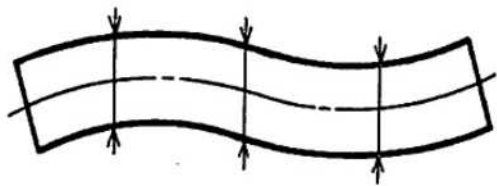
(b) 軸ゲージ (リングゲージ)



(a) 図示

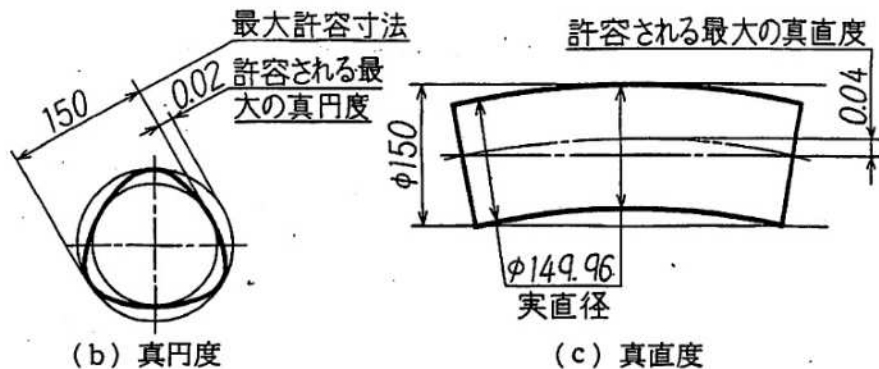


(a)



(b)

実際に仕上がった形状の例



(b) 真円度

(c) 真直度

寸法公差と幾何公差 (真円度, 真直度)

デーラム(datum, 基準となる部分の理想形)

教科書 pp. 98

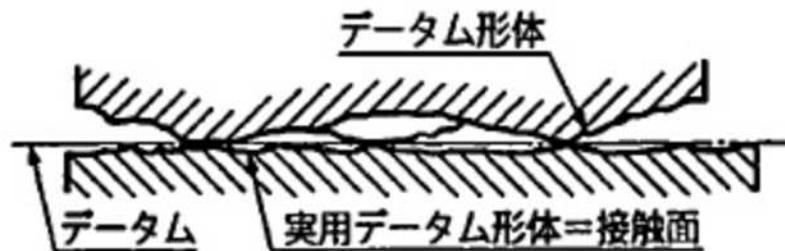


図7・2 データム

デーラム形体：図示上で幾何公差を決めるために設定された部分の形体（部品の表面、穴など）

デーラム：幾何公差を決めるために設定された理論的に正確な幾何学的基準となる面や線など

実用デーラム形体：定盤など極めて精度良く加工された検査用部品の形体。これをデーラムの代わりとして図示部品に接触させて検査する。

データム(基準となる部分)と幾何公差の図示

教科書 pp. 98, 99

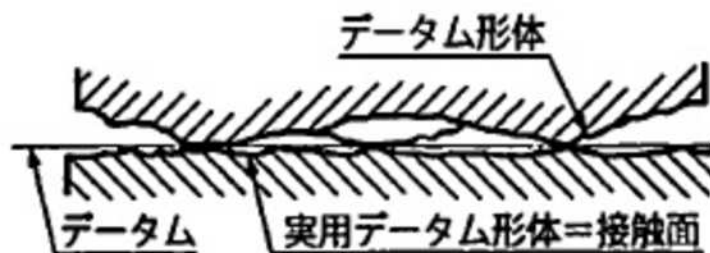
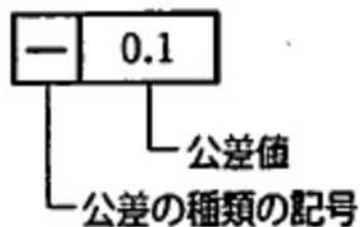
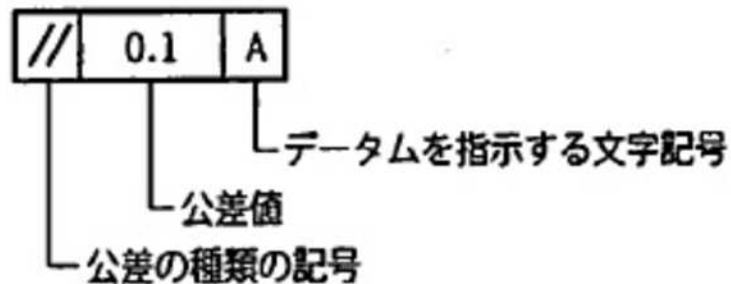


図7-2 データム



(a)



(b)

図7-3 公差記入枠

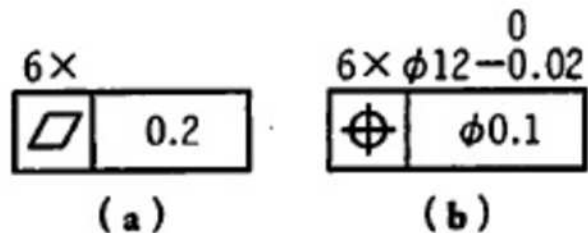


図7-4 公差を複数の形体に適用する場合

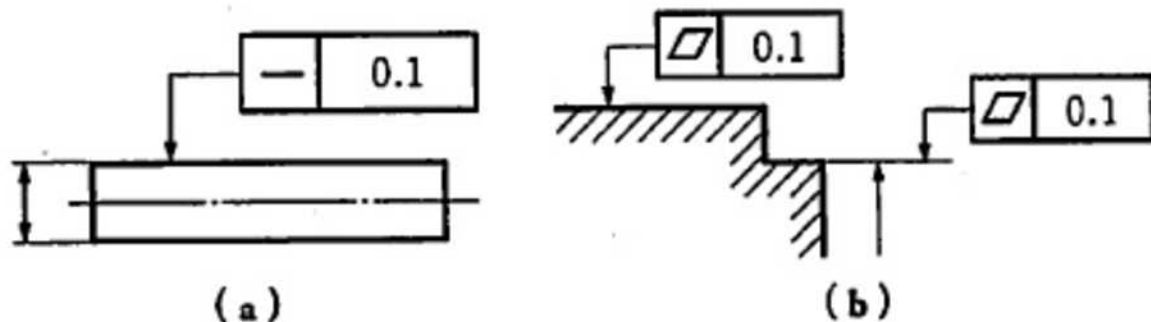


図7-5 公差を線または面に指定する場合

データムと幾何公差の図示

教科書 pp. 99, 100

中心線ではなく外形線またはその延長上に図示寸法線を避けて指定する

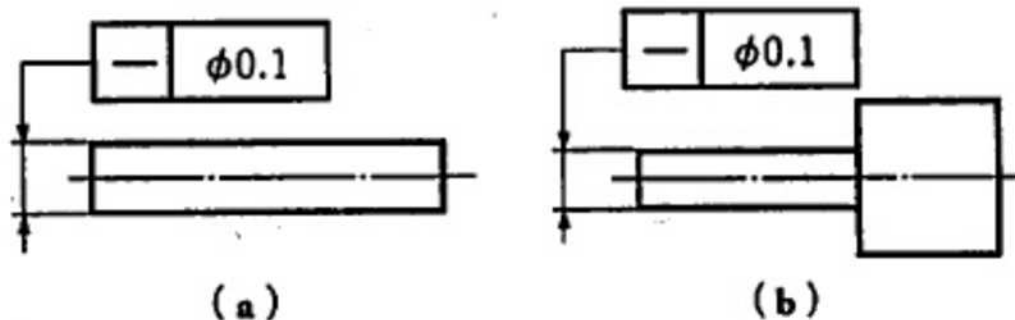


図 7・6 公差を軸線または中心平面に指定する場合

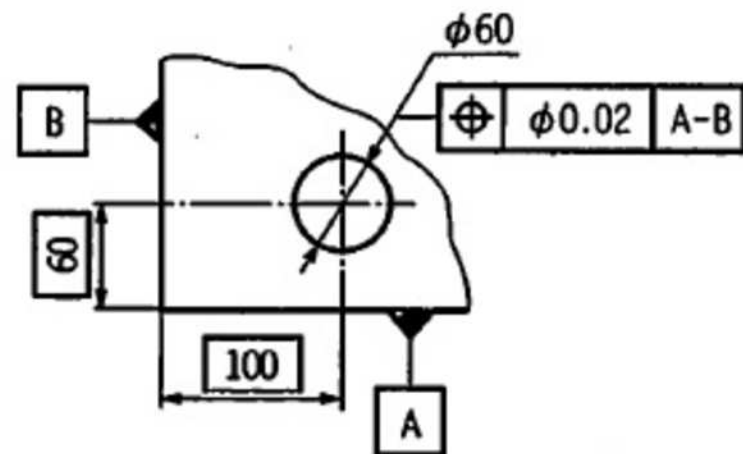


図 7・8 理論的に正確な寸法

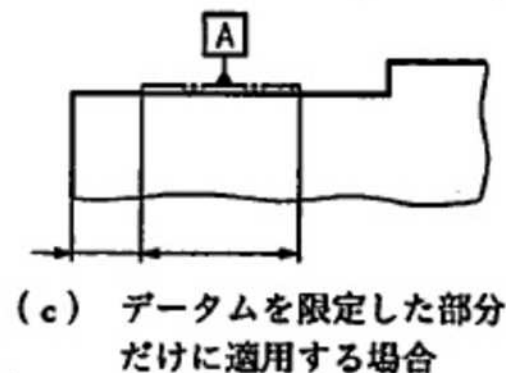
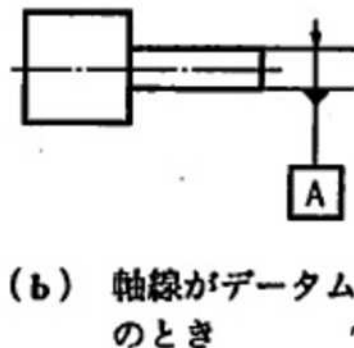
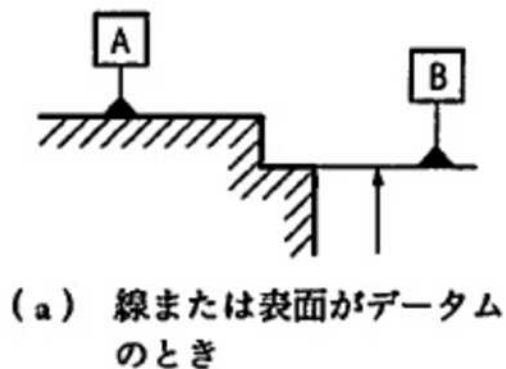


図 7・7 データムの図示方法

理論的に正確な寸法

教科書 pp. 100, 102

位置度、輪郭度、傾斜度を与える場合に、
理論的に正確な寸法（寸法許容差を与えない数値）を長方形枠で囲んで記述する

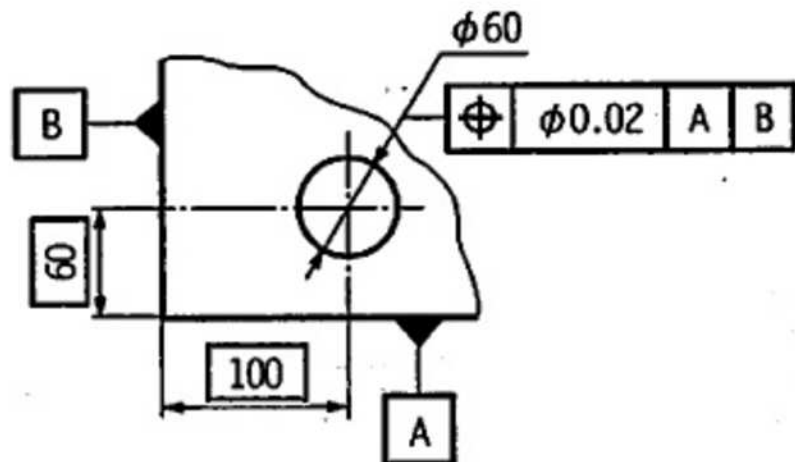
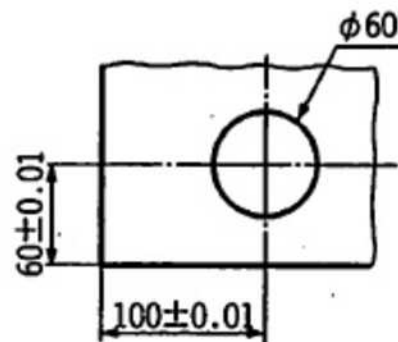
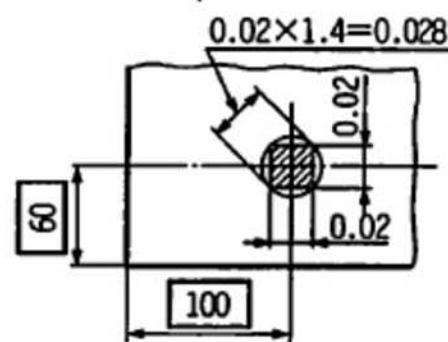


図 7-8 理論的に正確な寸法



(a) サイズ公差による記入



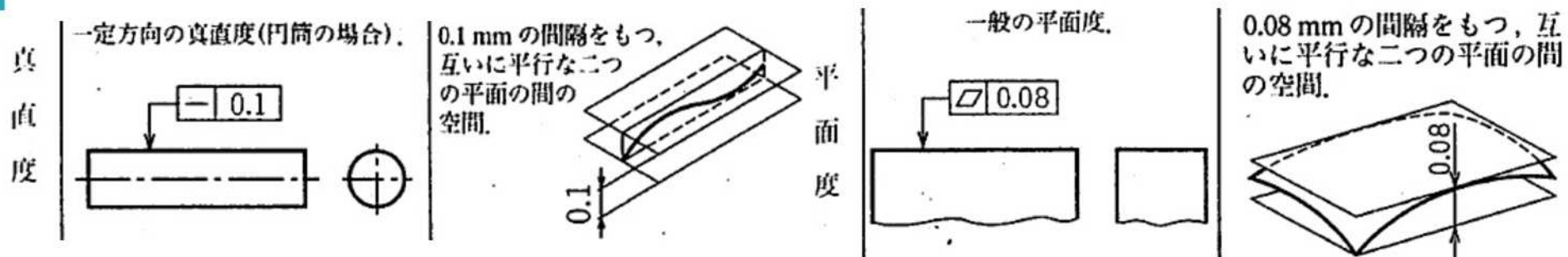
(b) 公差域

図 7-9 位置度による公差域の拡大

サイズ公差による記入の場合との比較

幾何公差の図示例とその公差域:真直度・平面度

教科書 pp. 101, 105



〔備考〕 公差域欄で用いている線は、次の意味を表している。
 太い実線：実体 太い一点鎖線：基準直線，基準平面，基準軸線
 細い実線：公差域 または基準中心平面。
 細い一点鎖線：中心線および補足の投影面。

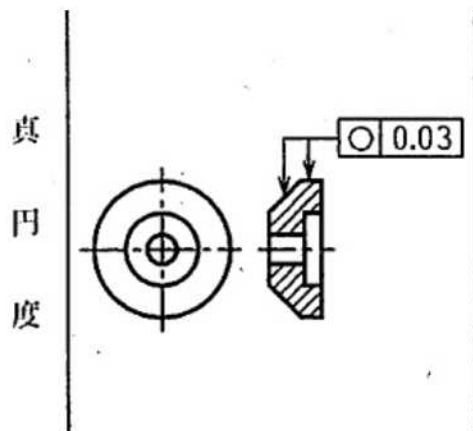
表 7-3 真直度および平面度の普通公差

(単位 mm)

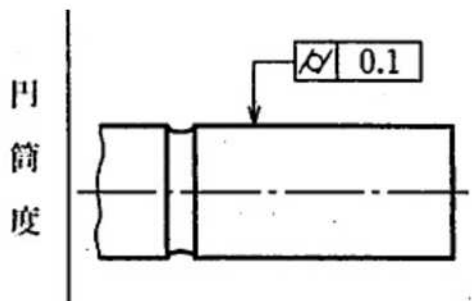
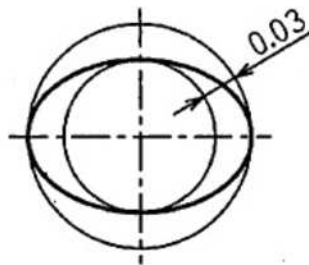
基本サイズ 公差等級	呼び長さの区分					
	10 以下	10 を超え 30 以下	30 を超え 100 以下	100 を超え 300 以下	300 を超え 1000 以下	1000 を超え 3000 以下
	直角度公差および平面度公差					
H	0.02	0.05	0.1	0.2	0.3	0.4
K	0.05	0.1	0.2	0.4	0.6	0.8
L	0.1	0.2	0.4	0.8	1.2	1.6

幾何公差の図示例とその公差域:真円度・円筒度

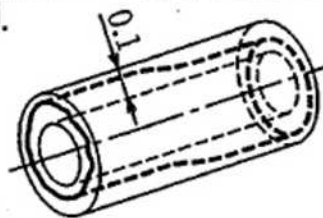
教科書 p. 101



半径が 0.03 mm の差をもつ、同軸の二つの円の中間部。これは、軸線に直角な任意の横断面に適用。



半径が 0.1 mm の差をもつ、同軸の二つの円筒の間の空間。

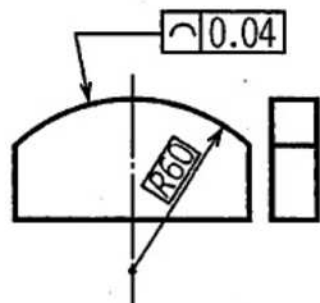


(備考) 公差域欄で用いている線は、次の意味を表している。
 太い実線：実体 太い一点鎖線：基準直線，基準平面，基準軸線
 細い実線：公差域 または基準中心平面。
 細い一点鎖線：中心線および補足の投影面。

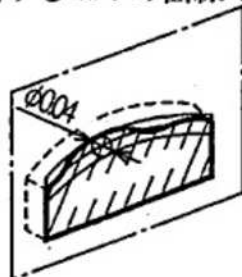
幾何公差の図示例とその公差域：線の輪郭度・面の輪郭度

教科書 p. 101

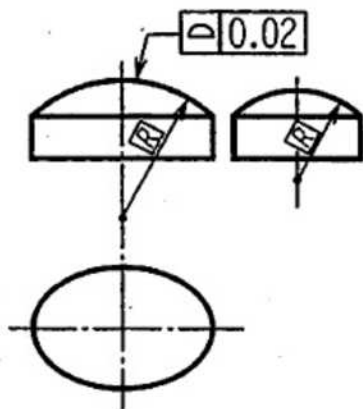
線の輪郭度



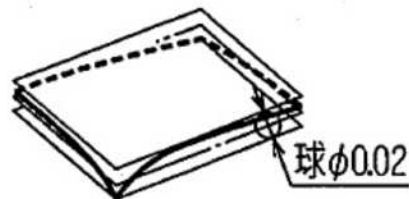
定められた幾何学的な輪郭線上のあらゆる点に中心をもつ、直径 0.04 mm の円を包絡する二つの曲線の中間部。



面の輪郭度



定められた幾何学的な輪郭線上のあらゆる点に中心をもつ、直径 0.02 mm の球で包絡される二つの曲面の間の空間。

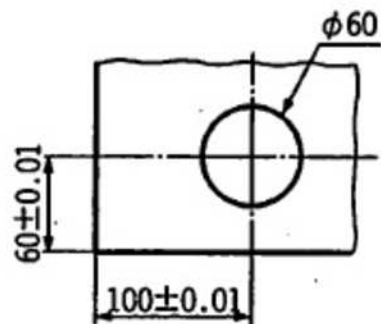
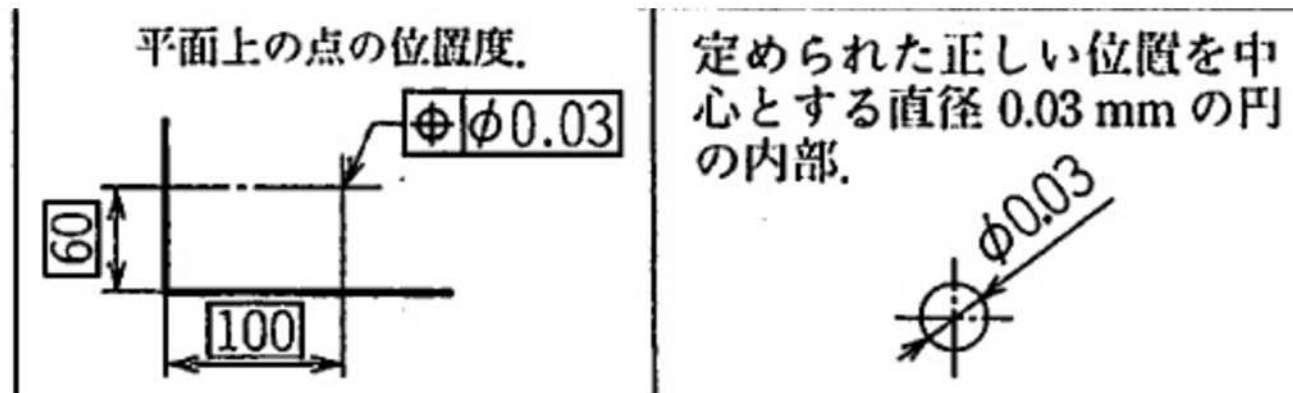


(備考) 公差域欄で用いている線は、次の意味を表している。
 太い実線：実体
 太い一点鎖線：基準直線，基準平面，基準軸線
 細い実線：公差域
 または基準中心平面，
 細い一点鎖線：中心線および補足の投影面。

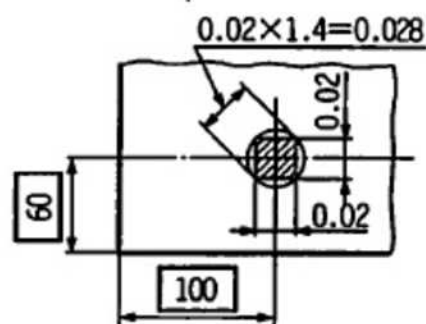
幾何公差の図示例とその公差域:位置度

教科書 pp. 101, 102

位置度



(a) サイズ公差による記入



(b) 公差域

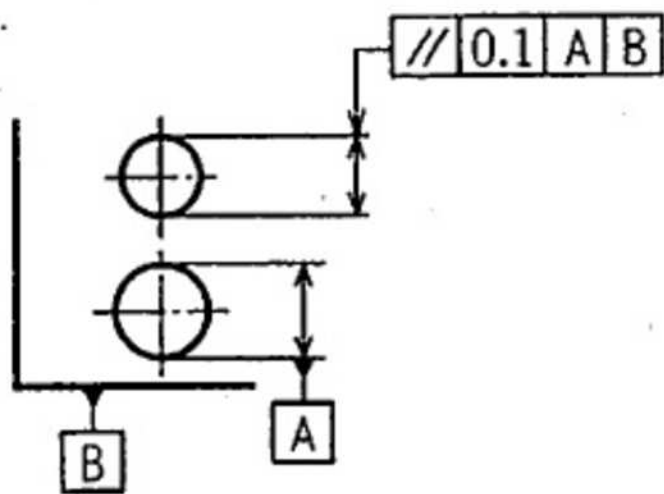
図 7-9 位置度による公差域の拡大

幾何公差の図示例とその公差域：平行度

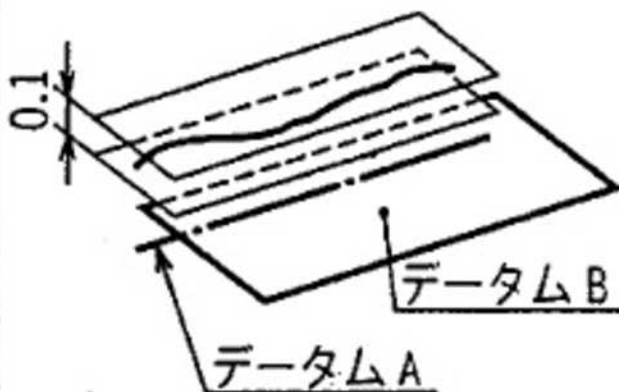
教科書 p. 101

平
行
度

直線部分の基準直線に対する縦方向の平行度(穴の軸線の場合).



基準直線を含む平面に直交し、0.1 mm の間隔をもつ、互いに平行な二つの平面の間の空間.



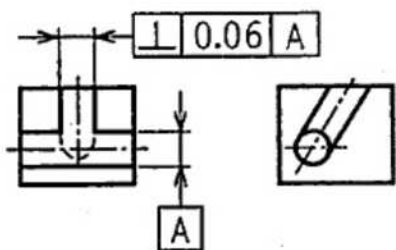
- (備考) 公差域欄で用いている線は、次の意味を表している。
- | | |
|----------|-----------------------|
| 太い実線：実体 | 太い一点鎖線：基準直線，基準平面，基準軸線 |
| 細い実線：公差域 | または基準中心平面， |
| | 細い一点鎖線：中心線および補足の投影面。 |

幾何公差の図示例とその公差域: 直角度・傾斜度

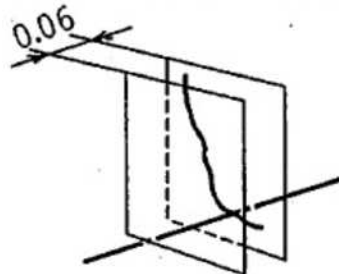
教科書 pp. 101, 106

直
角
度

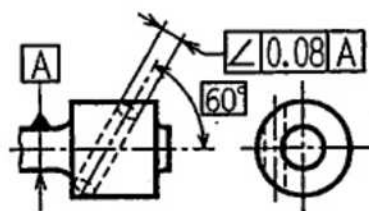
直線部分の基準直線に対する直角度(穴の軸線を基準とする場合).



基準直線に直角に 0.06 mm の間隔をもつ, 互いに平行な二つの平面の間の空間.

傾
斜
度

直線部分と基準直線が同一平面上にない場合の傾斜度(穴と円筒の軸線の場合).



基準直線に 60° 傾斜し, 図示された矢の方向に 0.08 mm の間隔をもつ, 互いに平行な二つの平面の間の空間.

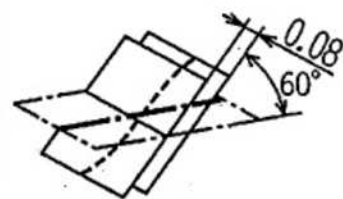


表 7.4 直角度の普通公差 (単位 mm)

基本サイズ 公差等級	短いほうの辺の呼び長さの区分			
	100 以下	100 を超え 300 以下	300 を超え 1000 以下	1000 を超え 3000 以下
	直角度公差			
H	0.2	0.3	0.4	0.5
K	0.4	0.6	0.8	1
L	0.6	1	1.5	2

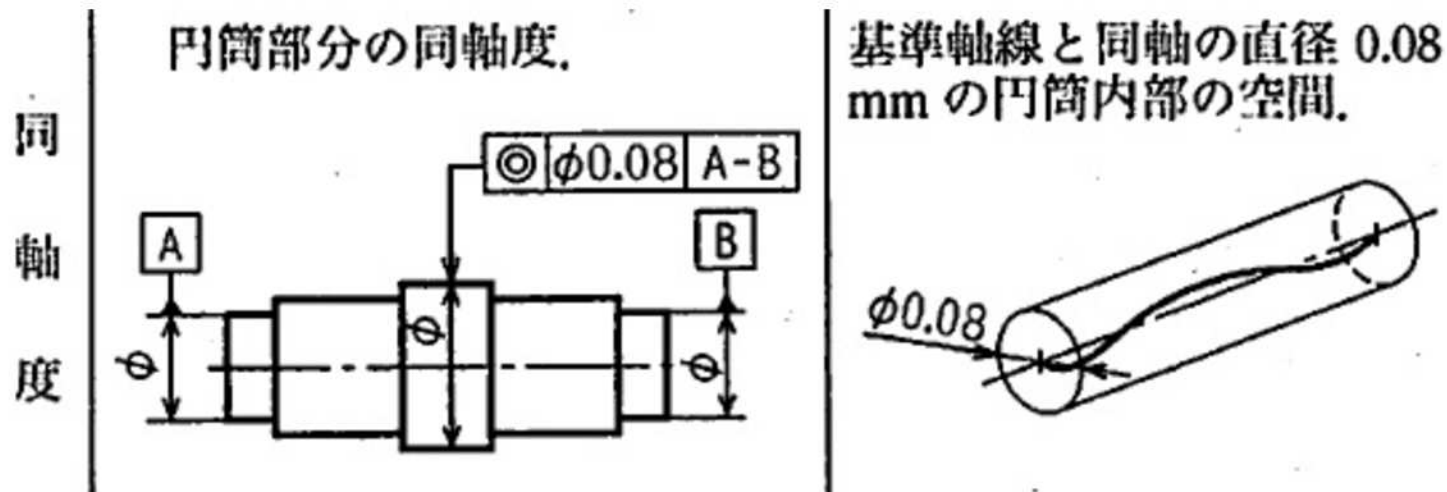
(備考) 公差域欄で用いている線は, 次の意味を表している.

太い実線: 実体
細い実線: 公差域

太い一点鎖線: 基準直線, 基準平面, 基準軸線
または基準中心平面,
細い一点鎖線: 中心線および補足の投影面.

幾何公差の図示例とその公差域:同軸度

教科書 p. 101



(備考) 公差域欄で用いている線は、次の意味を表している。

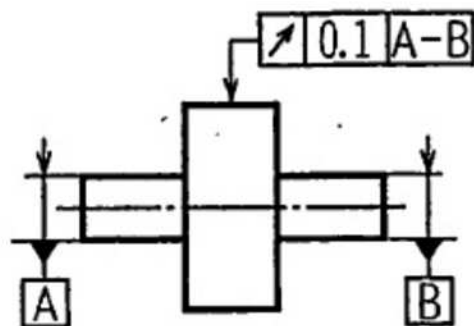
太い実線：実体	太い一点鎖線：基準直線，基準平面，基準軸線
細い実線：公差域	または基準中心平面，
	細い一点鎖線：中心線および補足の投影面。

幾何公差の図示例とその公差域：振れ（円周振れ）

教科書 pp. 101, 106

振
れ

半径方向の振れ(円周面の場合).



矢の方向の測定平面内で、
振れが 0.1 mm を超えない
こと。

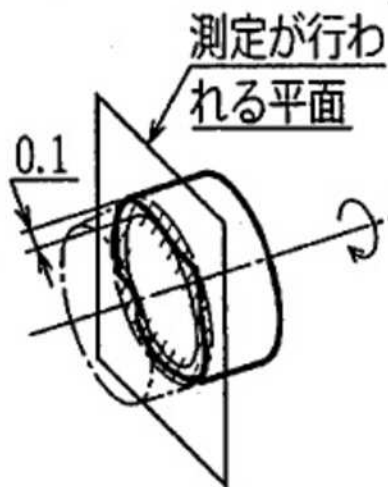


表 7-6 円周振れの普通公差
(単位 mm)

基本サイズ 公差等級	円周振れ公差
H	0.1
K	0.2
L	0.5

〔備考〕 公差域欄で用いている線は、次の意味を表している。

太い実線：実体
細い実線：公差域

太い一点鎖線：基準直線，基準平面，基準軸線
または基準中心平面，

細い一点鎖線：中心線および補足の投影面。

最大実体公差方式 (1)

教科書 p. 103

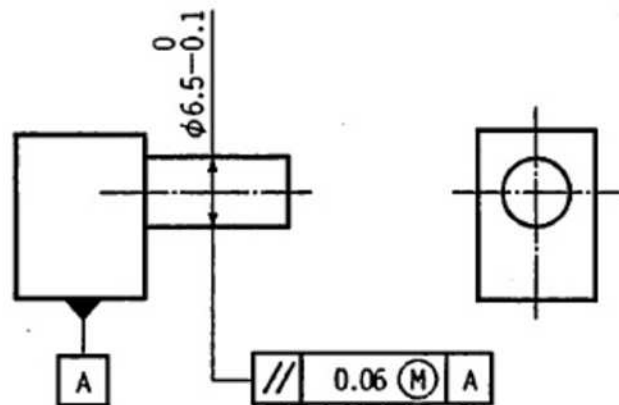


図 7-10 最大実体公差方式の適用例

独立の原則：サイズ公差と幾何公差は別々に適用
これに対して、

最大実体公差方式：質量を考えて

最大実体状態 (MMC)：軸が最も太く、穴が最も小さい

最小実体状態 (LMC)：軸が最も細く、穴が最も大きい

実効サイズ (VS)

軸：MMSに幾何公差を加えたサイズ

穴：MMSから幾何公差を引いたサイズ

最大実体公差方式 (2)

教科書 pp. 102-104

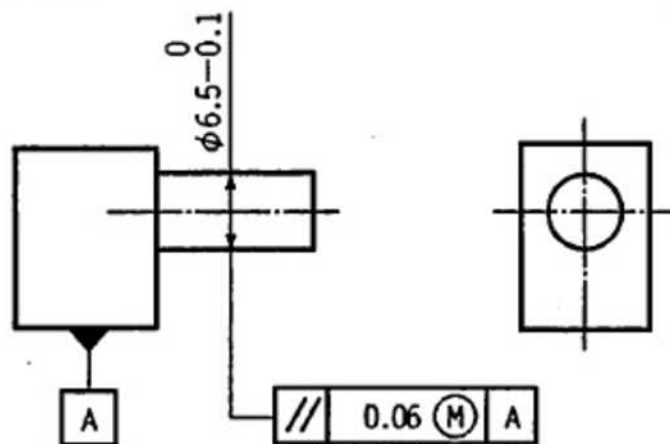


図 7・10 最大実体公差方式の適用例

サイズ公差：サイズ公差は 上の許容差 0、下の許容差 -0.1

0 最大実体サイズ (MMS) は $\phi 6.5$

$\phi 6.5-0.1$ 最小実体サイズ (LMS) は $\phi 6.4$

幾何公差：平行度

軸線は、データム平面Aに対して平行で間隔が0.06の平行平面間になければならない。

Mの丸囲み文字はMMC最大実体公差方式を採用することを意味する

最大実体公差方式 (3)

教科書 pp. 102-104

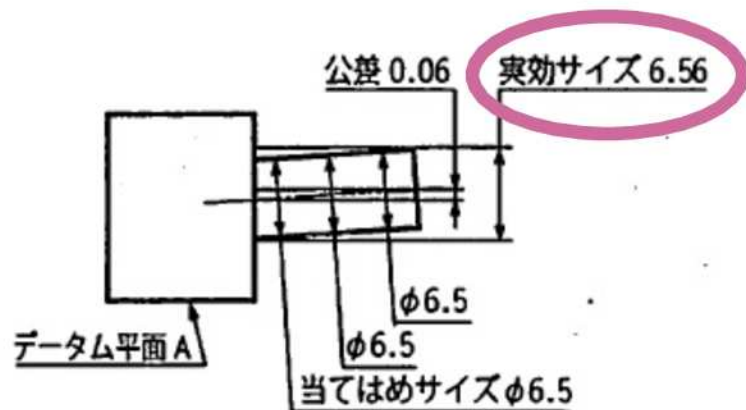


図 7-11 最大実体サイズに仕上がった場合



図 7-12 最小実体サイズに仕上がった場合

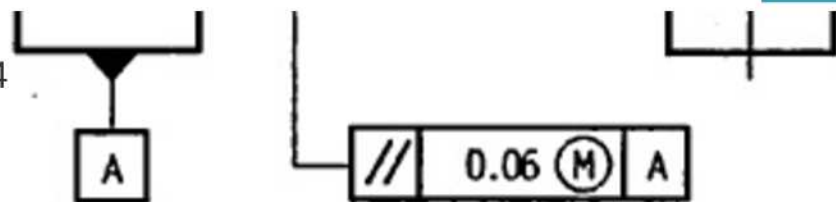


図 7-10 最大実体公差方式の適用例

軸が最大実体サイズ $\phi 6.5$ で、平行度の幾何公差が最大の 0.06 のとき、実効サイズ (virtual size; VS) は 6.56 となる。

もし独立の原則の場合 (丸囲み M の記号がない場合)、軸が最小実体サイズ $\phi 6.4$ であったとしても、平行度の幾何公差の許容値は 0.06 のままである

一方、最大実体公差方式の場合 (丸囲み M の記号がある場合)、軸が最小実体サイズ $\phi 6.4$ であれば、平行度の幾何公差は $6.56 - 6.4 = 0.16$ まで許される

最大実体公差方式 (4)

教科書 pp. 102-104

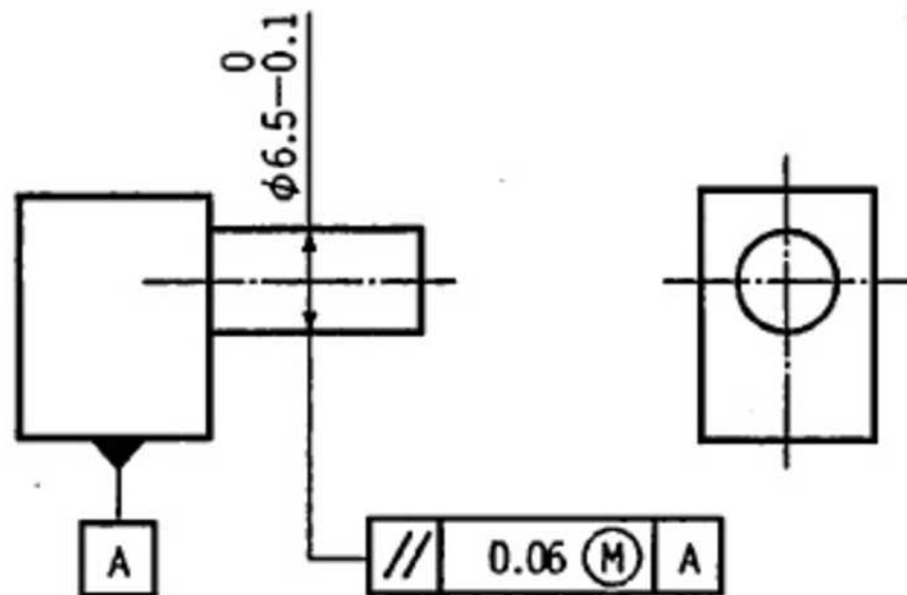


図 7-10 最大実体公差方式の適用例

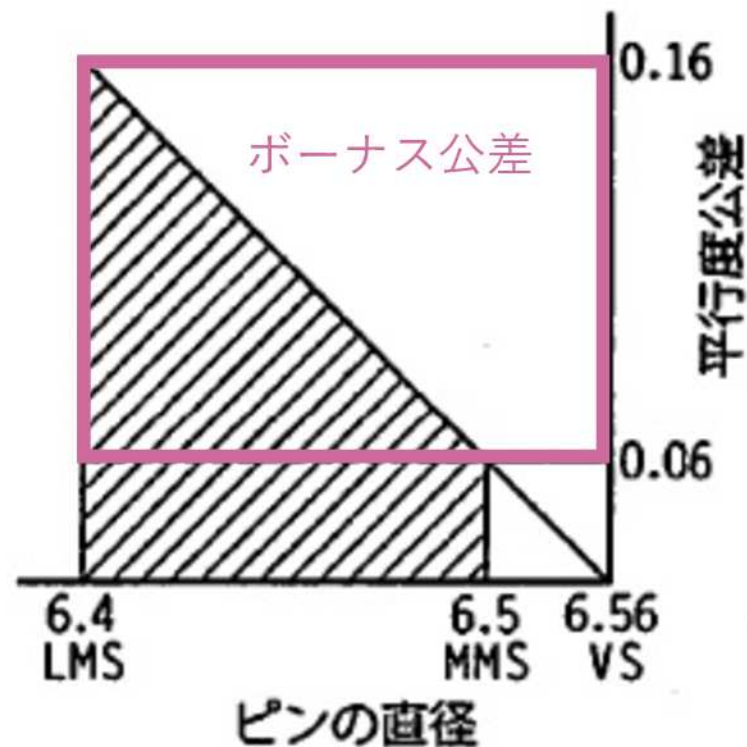


図 7-13 助的公差線図

表面性状

教科書 p. 108

どんな表面でも拡大してみると傷があったり、ざらつきが存在する
光沢面やつや消し面は意匠デザインの的に重要 → 表面性状

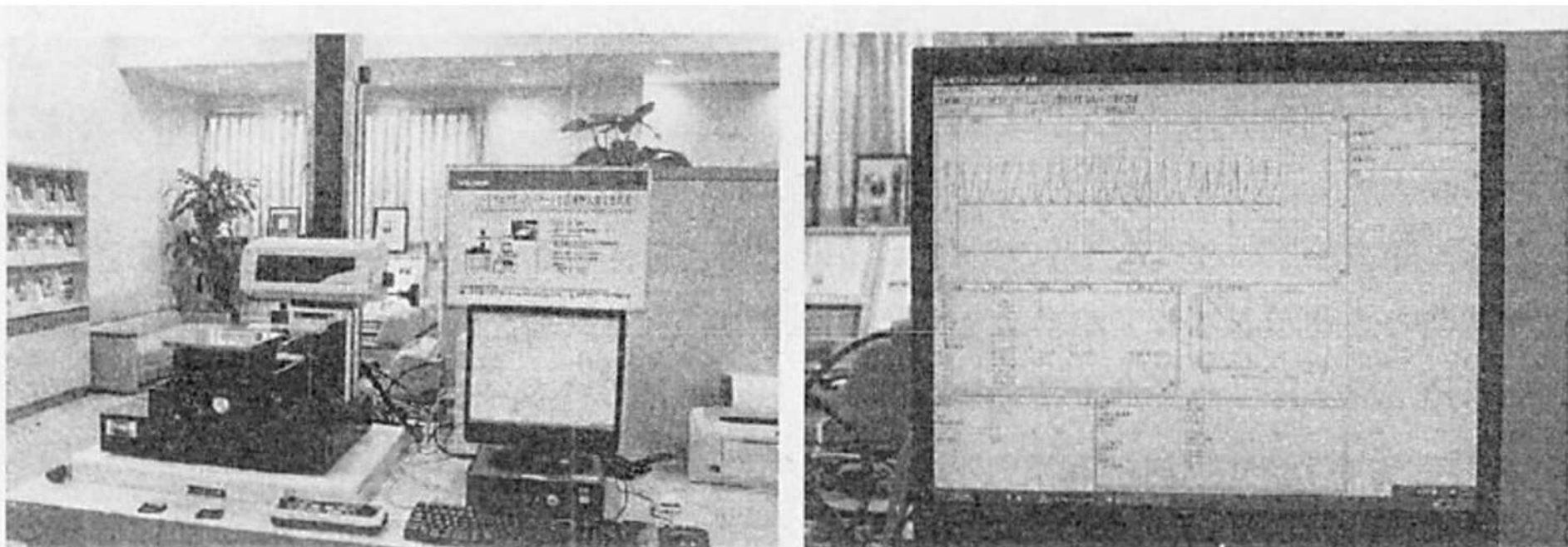


図8・1 ハイブリッド表面性状測定機（左）とその操作画面

表面性状と幾何公差は輪郭曲線の波長の違い

教科書 pp. 108, 111

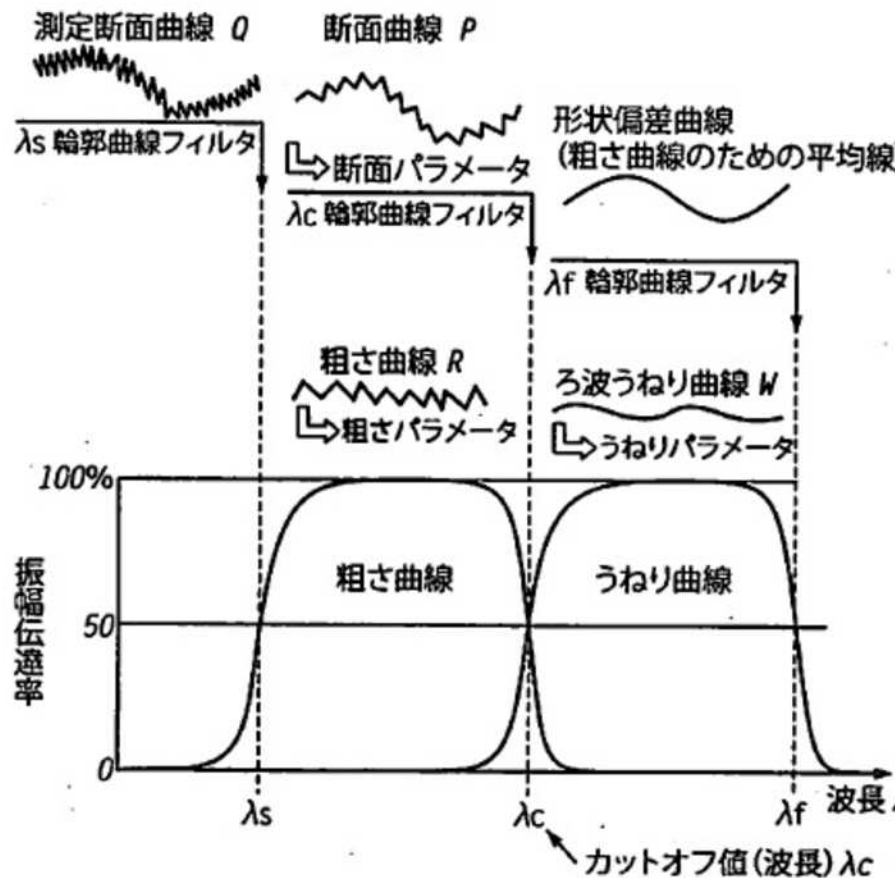


図 8-2 断面曲線, 粗さ曲線, うねり曲線

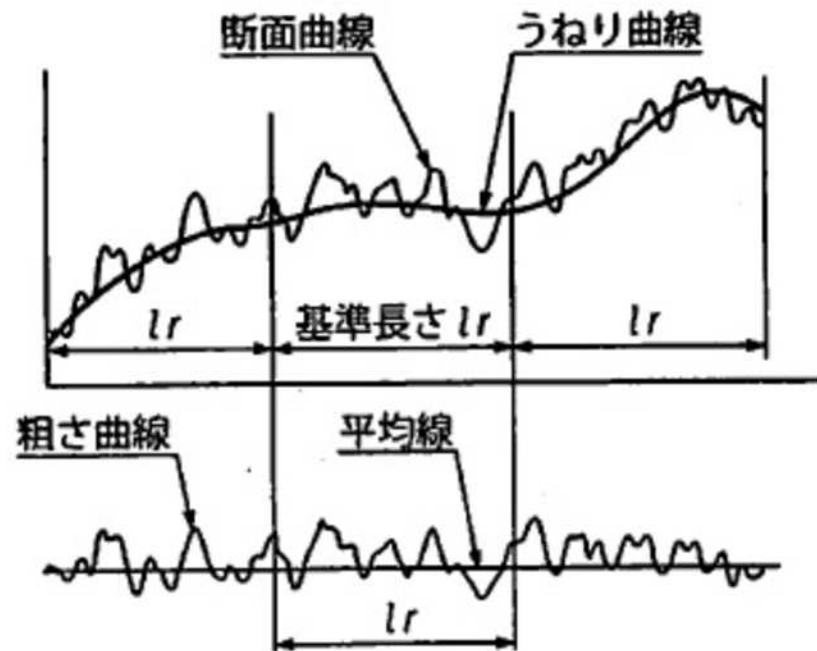


図 8-3 断面曲線と粗さ曲線

輪郭曲線パラメータ (1)

輪郭曲線のパラメータ

教科書 p. 110

表 8・1 輪郭曲線パラメータとその記号 (JIS B 0031 附属表 E より)

(a) 粗さパラメータ記号

	高さ方向のパラメータ											横方向のパラメータ	複合パラメータ	負荷曲線に関連するパラメータ		
	山および谷						高さ方向の平均									
粗さパラメータ	R_p	R_v	R_z	R_c	R_t	R_{zJS}	R_a	R_q	R_{sk}	R_{ku}	R_{a75}	R_{Sm}	$R_{\Delta q}$	R_{mr} (c)	$R_{\delta c}$	R_{mr}

(b) うねりパラメータ記号

	高さ方向のパラメータ											横方向のパラメータ	複合パラメータ	負荷曲線に関連するパラメータ		
	山および谷						高さ方向の平均									
うねりパラメータ	W_p	W_v	W_z	W_c	W_t	W_{EM}	W_a	W_q	W_{sk}	W_{ku}	W_{EA}	W_{Sm}	$W_{\Delta q}$	W_{mr} (c)	$W_{\delta c}$	W_{mr}

(c) 断面曲線パラメータ記号

	高さ方向のパラメータ											横方向のパラメータ	複合パラメータ	負荷曲線に関連するパラメータ		
	山および谷						高さ方向の平均									
断面曲線パラメータ	P_p	P_v	P_z	P_c	P_t	—	P_a	P_q	P_{sk}	P_{ku}	—	P_{Sm}	$P_{\Delta q}$	P_{mr} (c)	$P_{\delta c}$	P_{mr}

輪郭曲線パラメータ(2)





教科書 p. 110

粗さの定義

表 8・2 輪郭曲線パラメータ(粗さ曲線)の種類と定義 (JIS B 0601 附属書より)

記号	名称	説明	解析曲線
R_a	算術平均粗さ	基準長さにおける $Z(x)$ の絶対値の平均	
R_z	最大高さ粗さ	基準長さでの輪郭曲線要素の最大山高さ R_p と最大谷深さ R_v との和	
R_{zJIS}	十点平均粗さ	粗さ曲線で最高山頂から5番目までの山高さの平均と、最深谷底から5番目までの谷深さの平均の和	

旧記号との対応

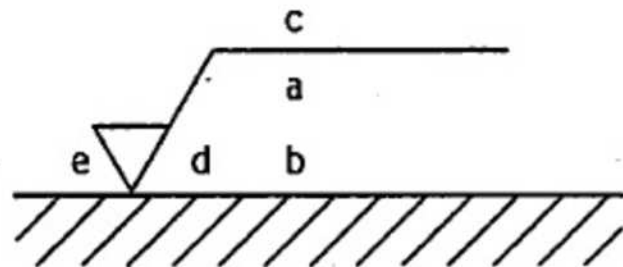
算術平均粗さ (R_a)	最大高さ (R_y)	十点平均粗さ (R_z)	仕上げ記号
0.012 0.025 0.050 0.100 0.20	0.050 0.100 0.20 0.40 0.80	0.050 0.100 0.20 0.40 0.80	
0.40 0.80 1.60	1.60 3.2 6.3	1.60 3.2 6.3	
3.2 6.3	12.5 25	12.5 25	
12.5 25	50 100	50 100	
50 100 200 400	200 400 800 1600	200 400 800 1600	—

製図では最新の規格を学ぶ

現場では、旧規格も使われるし、古い図面を参照することもある

表面性状の図示法

教科書 pp. 112, 113



- a : 通過帯域または基準長さ, パラメータとその値
- b : 二つ以上のパラメータが要求されたときの二つ目以上のパラメータ指示
- c : 加工方法
- d : 筋目およびその方向
- e : 削り代

図 8・6 表面性状の要求事項を指示する位置



図 8・4 表面性状の図示記号

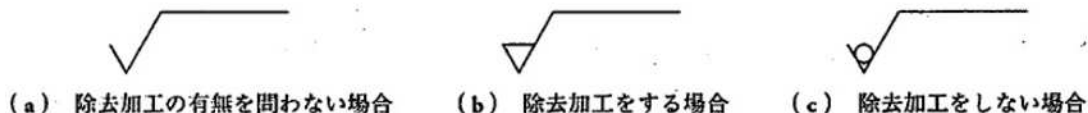


図 8・5 除去加工の有無による表面性状の図示記号

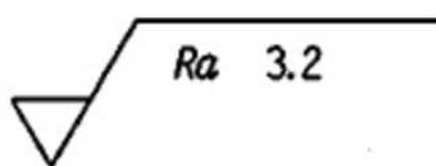


図 8・7 記号と許容値の空き

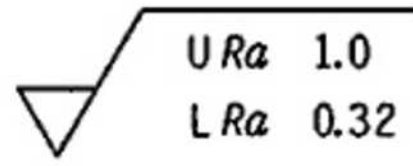


図 8・8 上限・下限の指示

記号と限界値の間にダブルスペース (二つの半角スペース)

筋目

教科書 p. 113

表 8・4 筋目の方向の記号

記号	=	⊥	X	M	C	R	P
意味	筋目の方向が記号を指示した面の投影面に平行	筋目の方向が記号を指示した面の投影面に直角	筋目の方向が記号を指示した面の投影面に斜めで2方向に交差	筋目の方向が多方向に交差	筋目の方向が記号を指示した面の中心に対してほぼ同心円状	筋目の方向が記号を指示した面の中心に対してほぼ放射状	筋目が粒子状のくぼみ、無方向または粒子状の突起
説明図							

表面性状の管理項目

教科書 p. 114

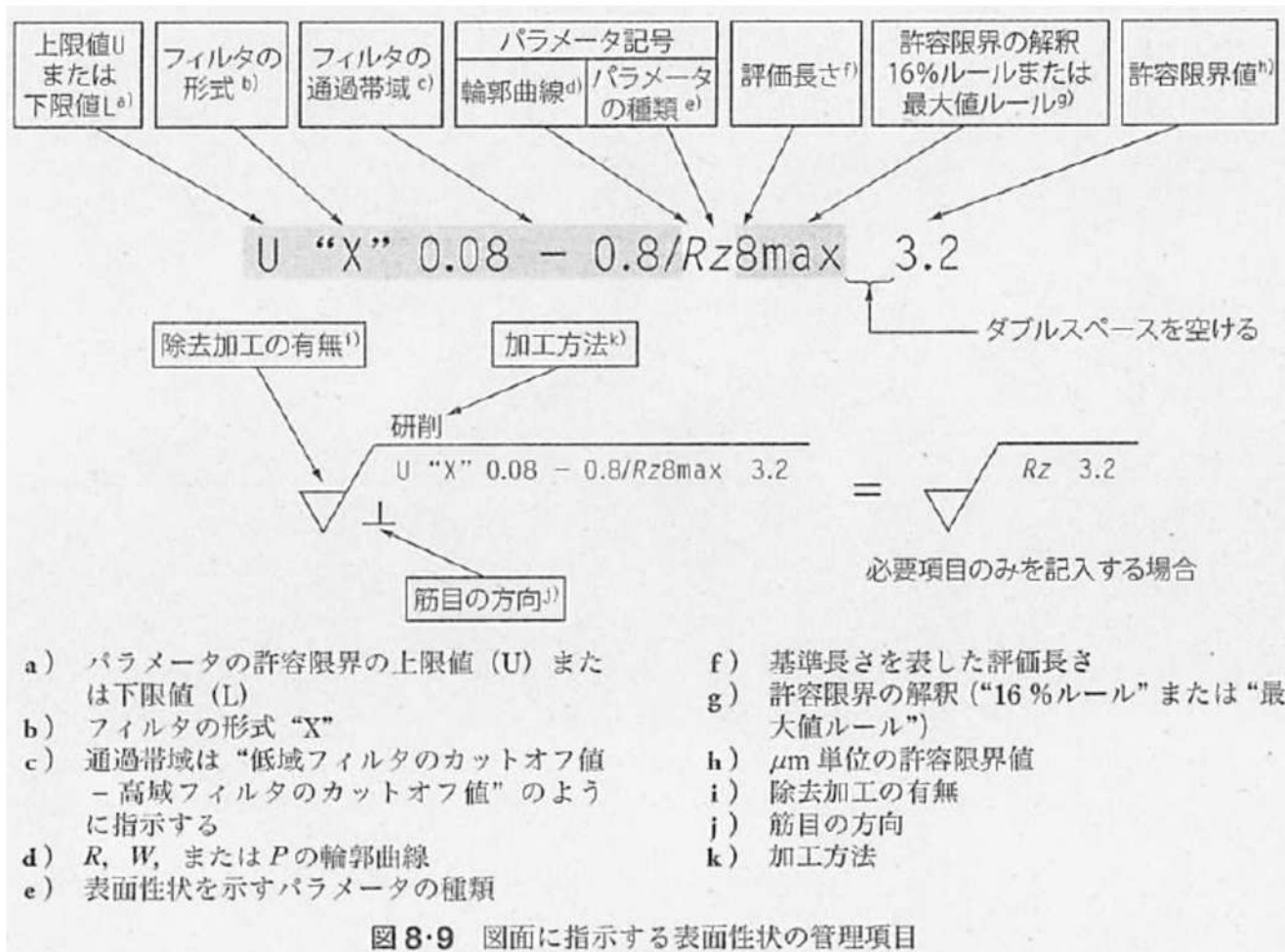


図 8・9 図面に指示する表面性状の管理項目

表面性状の図示

教科書 pp. 114, 115

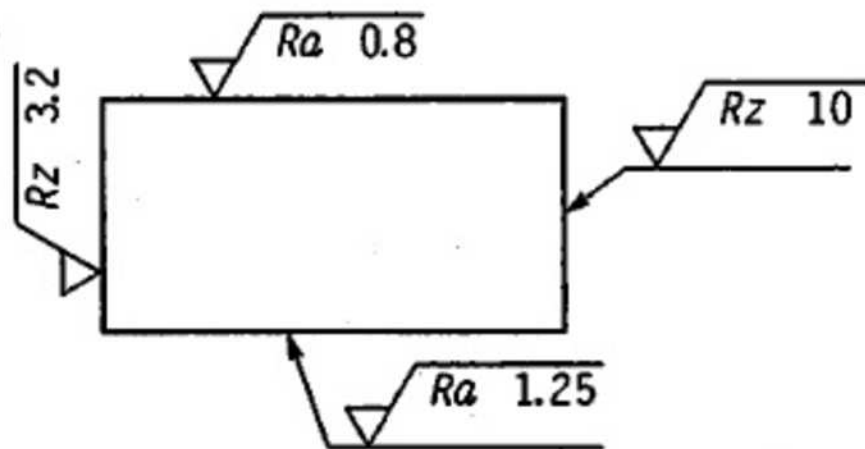


図8・10 表面性状の要求事項の向き

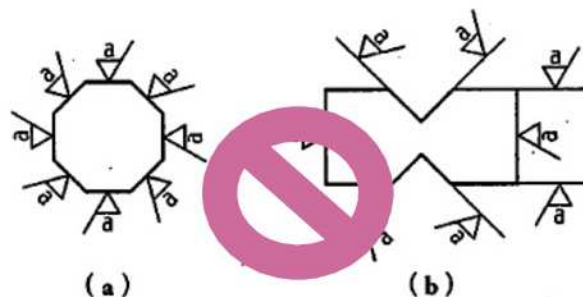


図8・11 禁止された記入法

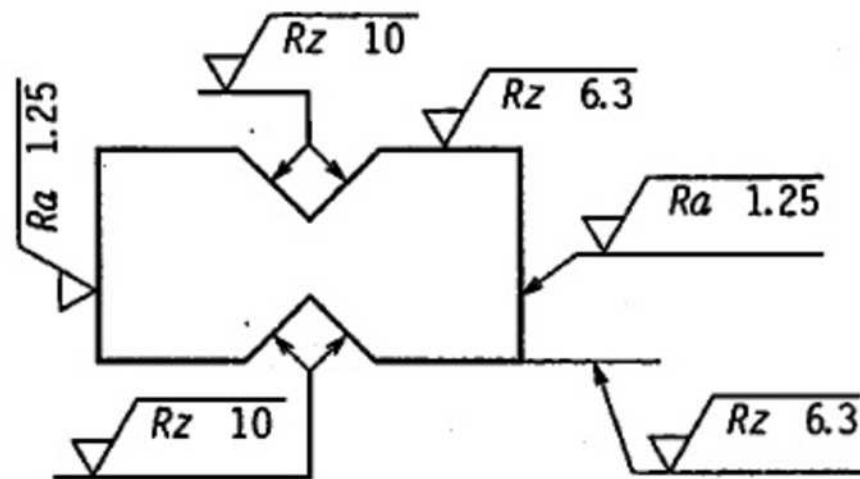


図8・12 表面を表す外形線上に指示した表面性状の要求事項

表面性状図示記号 記入法(1)

教科書 p. 115

寸法補助線に指示
円筒面角柱面に記入
二つ以上の寸法線に記入

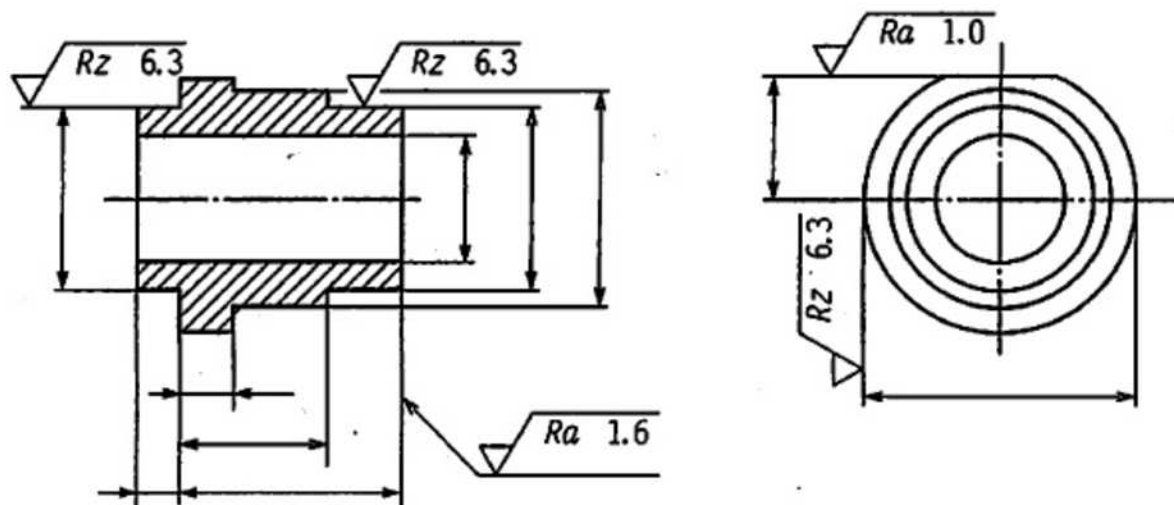
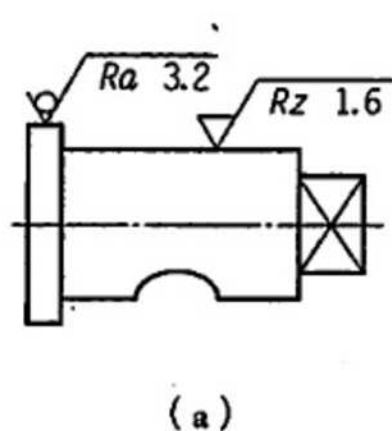
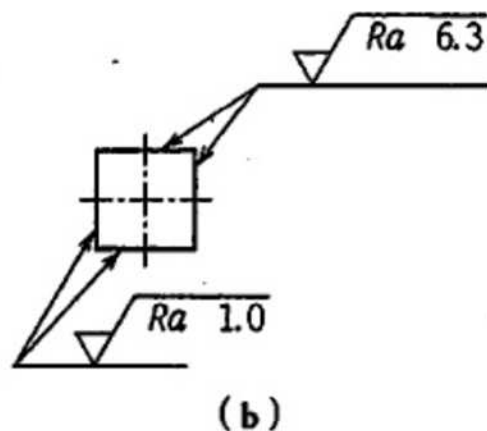


図8・13 寸法補助線に記入する場合



(a)



(b)

図8・14 円筒面および角柱面への記入

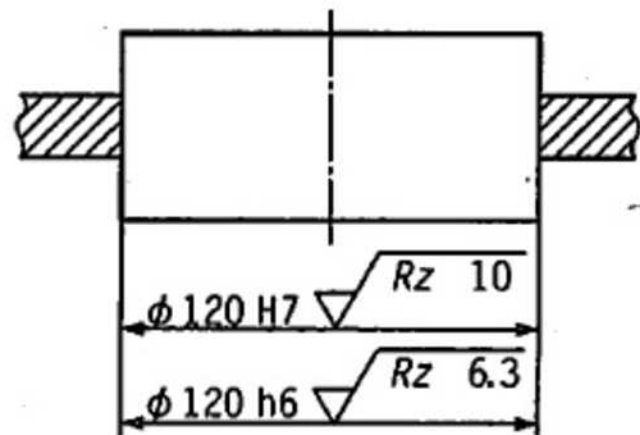


図8・15 二つ以上の寸法線に記入

表面性状図示記号 記入法 (2)

教科書 p. 116

幾何公差の
公差記入枠に指示

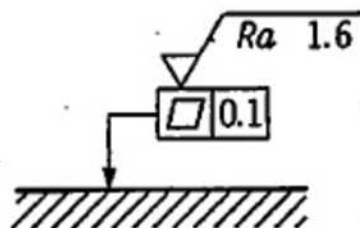


図 8-16 幾何公差
枠に記入

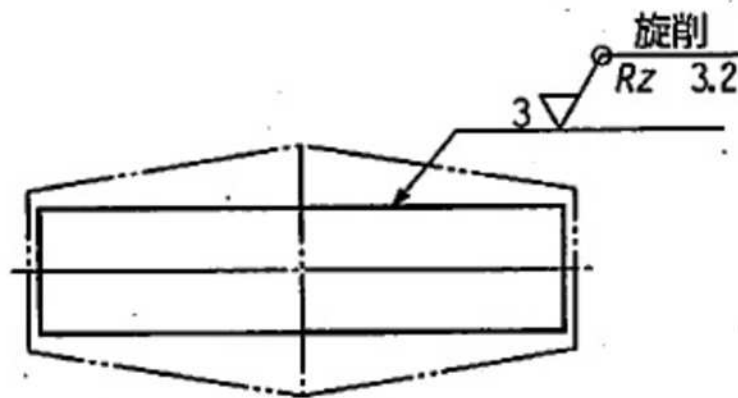


図 8-17 削り代の指示

削り代

全周が同じ場合は図示記号の交点に○印

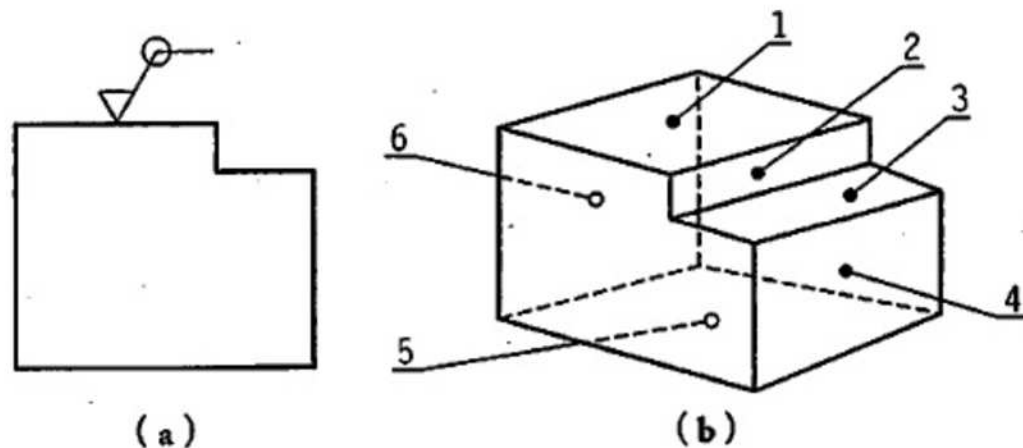


図 8-18 部品の全周面への記入

参考 図形に外形線によって表された全表面とは、部品の三次元表現 [(b)図] で示されている6面である (正面および背面を除く)。

表面性状図示記号 記入法 (3)

教科書 pp. 116, 117

全て同じ場合
大部分が同じで一部のみ異なる場合
スペースが限られている場合

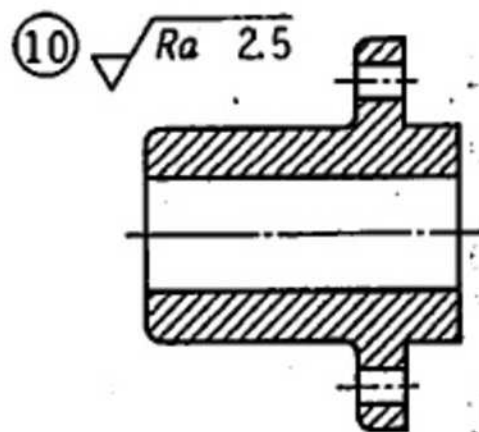
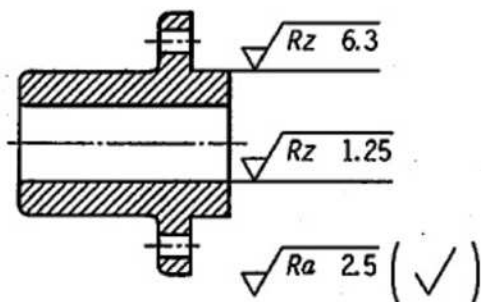
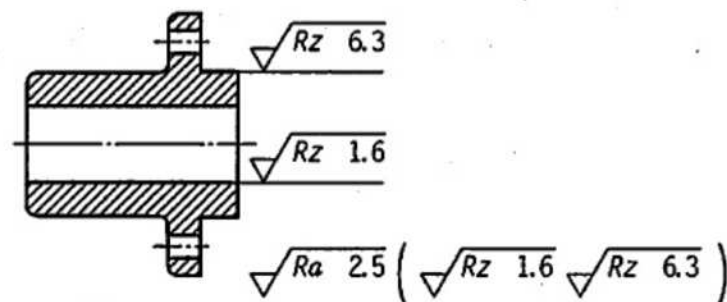


図 8-19 すべての面が
同一の表面性
状の場合



(a) 大部分が同一のとき



(b) 一部が異なる表面性状を付けるとき

図 8-20 大部分が同一(一部異なる)表面性状の場合

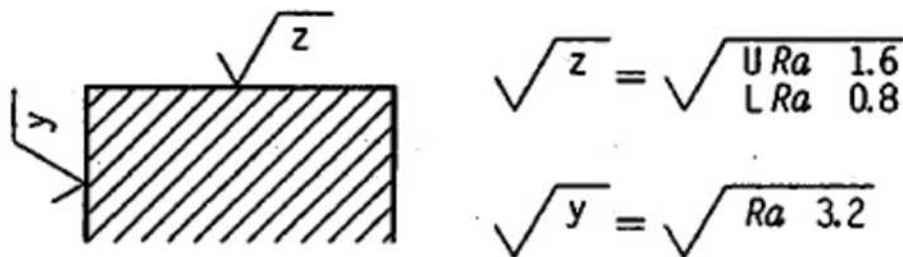


図 8-21 限られたスペースへの指示

表面性状図示記号 記入法(4)

教科書 p. 117



図8-22 図示記号だけによる場合

表8-5 表面性状の要求事項を指示した図示記号

図示記号	意味および解釈
	除去加工をしない表面, 片側許容限界の上限値, 標準通過帯域, 粗さ曲線, 最大高さ, 粗さ $0.5 \mu\text{m}$, 基準長さ l_r の5倍の標準評価長さ, “16%ルール” (標準)
	除去加工面, 片側許容限界の上限値, 標準通過帯域, 粗さ曲線, 最大高さ, 粗さ $0.32 \mu\text{m}$, 基準長さ l_r の5倍の標準評価長さ, “最大値ルール”
	除去加工面, 片側許容限界の上限値, 通過帯域は $0.008 - 0.8 \text{ mm}$, 粗さ曲線, 算術平均粗さ $3.2 \mu\text{m}$, 基準長さ l_r の5倍の標準評価長さ, “16%ルール” (標準)
	除去加工面, 片側許容限界の上限値, 通過帯域は基準長さ 0.8 mm (λ_s は標準値 0.0025 mm), 粗さ曲線, 算術平均粗さ $3.2 \mu\text{m}$, 基準長さ l_r の3倍の評価長さ, “16%ルール” (標準)
	除去加工をしない表面, 両側許容限界の上限値および下限値, 標準通過帯域, 粗さ曲線, 上限値; 算術平均粗さ $3.2 \mu\text{m}$, 基準長さ l_r の5倍の評価長さ (標準), “最大値ルール”, 下限値; 算術平均粗さ $0.8 \mu\text{m}$, 基準長さ l_r の5倍の標準評価長さ, “16%ルール” (標準)

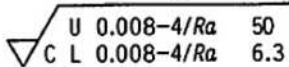
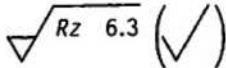
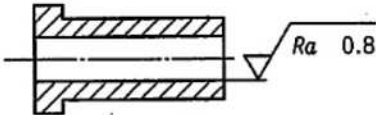

要求事項を指示した
記入例

表面性状図示記号 記入法 (5)

教科書 p. 118

要求事項を指示した 図示例

表 8-6 表面性状の図示例

要求事項	示 例										
両側許容限界の表面性状を指示する場合の指示 一両側許容限界 一上限値 $Ra = 50 \mu\text{m}$ 一下限值 $Ra = 6.3 \mu\text{m}$ 一両者とも“16%ルール”(標準) 一通過帯域 $0.008 - 4 \text{ mm}$ 一標準評価長さ ($5 \times 4 \text{ mm} = 20 \text{ mm}$) 一筋目は中心の周りにほぼ同心円状 一加工方法：フライス削り	<div style="text-align: center;"> フライス削り  </div> <p>参考 原国際規格では、UおよびLが明確に理解できるこの例では、UおよびLを省略してよいとなっているが、迅速に判断できるように記号UおよびLを付した。</p>										
1か所を除く全表面の表面性状を指示する場合の指示 1か所を除く全表面の表面性状 一片側許容限界の上限値 一 $Rz = 6.3 \mu\text{m}$ 一“16%ルール”(標準) 一標準通過帯域 一標準評価長さ ($5 \times \lambda c$) 一筋目の方向：要求なし 一加工方法：除去加工	<div style="text-align: center;">  </div> <div style="text-align: center;">  </div>										
二つの片側許容限界の表面性状を指示する場合の指示 一二つの片側許容限界の上限値 <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%; border: none;">1) $Ra = 1.6 \mu\text{m}$</td> <td style="width: 50%; border: none;">6) “最大値ルール”</td> </tr> <tr> <td style="border: none;">2) “16%ルール”(標準)</td> <td style="border: none;">7) 通過帯域 - 2.5 mm</td> </tr> <tr> <td style="border: none;">3) 標準通過帯域</td> <td style="border: none;">(λs)</td> </tr> <tr> <td style="border: none;">4) 標準評価長さ ($5 \times \lambda c$)</td> <td style="border: none;">8) 標準評価長さ ($5 \times$</td> </tr> <tr> <td style="border: none;">5) $Rz \text{ max} = 6.3 \mu\text{m}$</td> <td style="border: none;">2.5 mm)</td> </tr> </table> 一筋目の方向：ほぼ投影面に直角 一加工方法：研削	1) $Ra = 1.6 \mu\text{m}$	6) “最大値ルール”	2) “16%ルール”(標準)	7) 通過帯域 - 2.5 mm	3) 標準通過帯域	(λs)	4) 標準評価長さ ($5 \times \lambda c$)	8) 標準評価長さ ($5 \times$	5) $Rz \text{ max} = 6.3 \mu\text{m}$	2.5 mm)	<div style="text-align: center;"> 研削  </div>
1) $Ra = 1.6 \mu\text{m}$	6) “最大値ルール”										
2) “16%ルール”(標準)	7) 通過帯域 - 2.5 mm										
3) 標準通過帯域	(λs)										
4) 標準評価長さ ($5 \times \lambda c$)	8) 標準評価長さ ($5 \times$										
5) $Rz \text{ max} = 6.3 \mu\text{m}$	2.5 mm)										

各自で確認してほしいところ

確認してほしいところ（重要だが授業では講述しない）

10章 材料表示法

必要に応じて確認してほしいところ

（機械製図では使わないが将来必要になるかもしれない）

9章 溶接記号とその表示法

11章 CAD機械製図


15章 その他の工業部門製図

15.1 建築製図


15.2 土木製図

15.3 電気製図

15.4 配管製図



卒業生短信



みなさんの先輩からの声！

**2013年度博士前期課程修了
(マイクロダイナミクス研究室 → クボタ)**

AMS News Letter 2017 Spring

私は2013年に修士課程を修了後、クボタに入社して現在4年目です。仕事はエンジン技術部に配属されて産業用ディーゼルエンジンの設計を行っています。産業用ディーゼルエンジンは、トラクターやバックホーといった農業機械や建設機械に搭載することを目的としたエンジンであり、特徴は低回転で高トルクを出すことに重点を置いています。また、機械メーカーの設計として重要なことは、計算や経験を基に論理的に考えて高い応力にも耐えられる安全な部品を作ることです。その為に、学生の時に学んだ機械要素設計や材料力学等を駆使して必要な強度を求めたり、解析を用いて最適な形状を決めたりしています。現在は主力製品であるトラクター搭載用のエンジンを主に担当していますが、今後は多種多様な搭載機械にも携われるように精進しようと考えています。

大阪府能力開発協会主催 国家資格CAD検定で表彰！（2014秋）