

第4章 機械製図

4.1 寸法公差とはめあい

3.11の寸法許容限界記入法で記述したように、寸法は仕上げ寸法の基準となる基準寸法(図示サイズ)に上の寸法許容差(上の許容差)と下の寸法許容差(下の許容差)を付記する。基準寸法に上の寸法許容差を加えた寸法を最大許容寸法(上の許容サイズ)、基準寸法に下の寸法許容差を加えた寸法を最小許容寸法(下の許容サイズ)という。最大許容寸法と最小許容寸法の差、つまり、上の寸法許容差と下の寸法許容差の差を寸法公差(サイズ公差)という。ここでは、はめあい方式による寸法許容差の記入法を取り扱う。(注:本書では旧用語で説明する。括弧内は、現在使用されている新用語で、引用した一部の図、表は新用語が使われている。)

4.1.1 IT基本公差

寸法公差は、対象物の基準寸法が大きいほど大きな値を選ぶ必要がある。それに対して、精度の高い部分や精密なはめあいを要求される部分ほど小さな値を選ぶ必要がある。このような目的から、基準寸法に対応して寸法公差を級別に定めたIT基本公差(基本サイズ公差)(IT:ISO Toleranceの略)がある(表4.1)。IT基本公差は、寸法をいくつかの段階に区分し、寸法が増すに従って公差は大きくとられ、公差の大小で、IT01、IT0、IT1～IT18の20種類の公差等級(基本サイズ公差等級)に分けられている。IT01、IT0～IT4は主としてゲージ類に、IT5～IT10は主としてはめ合わせられる部分に、IT11～IT18は主としてはめ合わせられない部分の寸法公差に適用される。寸法公差を小さくすると、生産コストが上がるので、いたずらに高精度の公差はとらず、はめあいにはIT5～IT10、電子機器などの精密な部分には、IT5～IT7の等級の中から適当なものを選んで、寸法公差を記入するのがよい。

4.1.2 はめあい

穴と軸をはめ合わせる場合、穴の仕上がり寸法が軸の仕上がり寸法より大きいとすきまができ、穴の仕上がり寸法が軸の仕上がり寸法より小さいと入り難くなり、その差をしめしろという。このように、二つの部品がすきまやしめしろを持って互いに組み合わされる関係をはめあいという。

はめあいの用語を以下に示す。いずれも旧用語で、2016年のJIS改正後の新用語は括弧内に記入した。

基準寸法(図示サイズ): 上及び下の寸法許容差を適用することで、許容限界寸法が得られる基準となる寸法

実寸法(当てはめサイズ): 測定で得られた寸法。つまり、実際に仕上げられた寸法。

許容限界寸法(許容限界サイズ): 許容範囲を表す大小二つの限界を示す寸法。この場合、大きい方の寸法を最大許容寸法、小さい方の寸法を最小許容寸法という。

基準線: 寸法の許容限界及びはめあいを図示するとき、基準寸法を表し、寸法許容差及び寸法公差の基準となる直線。便宜上、基準線は、正の寸法許容差が上に、負の寸法許容差が下になるように水平に引く。

最大許容寸法(上の許容サイズ): ある形体の許容できる最大の寸法

最小許容寸法(下の許容サイズ): ある形体の許容できる最小の寸法

表4.1 3150mmまでの図示サイズ(基準寸法)に対する基本サイズ公差等級(基本公差等級)の数値

図示サイズ mm		基本サイズ公差等級																			
		IT01	IT0	IT1	IT2	IT3	IT4	IT5	IT6	IT7	IT8	IT9	IT10	IT11	IT12	IT13	IT14	IT15	IT16	IT17	IT18
超	以下	基本サイズ公差値																			
		μm										mm									
—	3	0.3	0.5	0.8	1.2	2	3	4	6	10	14	25	40	60	0.1	0.14	0.25	0.4	0.6	1	1.4
3	6	0.4	0.6	1	1.5	2.5	4	5	8	12	18	30	48	75	0.12	0.18	0.3	0.48	0.75	1.2	1.8
6	10	0.4	0.6	1	1.5	2.5	4	6	9	15	22	36	58	90	0.15	0.22	0.36	0.58	0.9	1.5	2.2
10	18	0.5	0.8	1.2	2	3	5	8	11	18	27	43	70	110	0.18	0.27	0.43	0.7	1.1	1.8	2.7
18	30	0.6	1	1.5	2.5	4	6	9	13	21	33	52	84	130	0.21	0.33	0.52	0.84	1.3	2.1	3.3
30	50	0.6	1	1.5	2.5	4	7	11	16	25	39	62	100	160	0.25	0.39	0.62	1	1.6	2.5	3.9
50	80	0.8	1.2	2	3	5	8	13	19	30	46	74	120	190	0.3	0.46	0.74	1.2	1.9	3	4.6
80	120	1	1.5	2.5	4	6	10	15	22	35	54	87	140	220	0.35	0.54	0.87	1.4	2.2	3.5	5.4
120	180	1.2	2	3.5	5	8	12	18	25	40	63	100	160	250	0.4	0.63	1	1.6	2.5	4	6.3
180	250	2	3	4.5	7	10	14	20	29	46	72	115	185	290	0.46	0.72	1.15	1.85	2.9	4.6	7.2
250	315	2.5	4	6	8	12	16	23	32	52	81	130	210	320	0.52	0.81	1.3	2.1	3.2	5.2	8.1
315	400	3	5	7	9	13	18	25	36	57	89	140	230	360	0.57	0.89	1.4	2.3	3.6	5.7	8.9
400	500	4	6	8	10	15	20	27	40	63	97	155	250	400	0.63	0.97	1.55	2.5	4	6.3	9.7
500	630			9	11	16	22	32	44	70	110	175	280	440	0.7	1.1	1.75	2.8	4.4	7	11
630	800			10	13	18	25	36	50	80	125	200	320	500	0.8	1.25	2	3.2	5	8	12.5
800	1 000			11	15	21	28	40	56	90	140	230	360	560	0.9	1.4	2.3	3.6	5.6	9	14
1 000	1 250			13	18	24	33	47	66	105	165	260	420	660	1.05	1.65	2.6	4.2	6.6	10.5	16.5
1 250	1 600			15	21	29	39	55	78	125	195	310	500	780	1.25	1.95	3.1	5	7.8	12.5	19.5
1 600	2 000			18	25	35	46	65	92	150	230	370	600	920	1.5	2.3	3.7	6	9.2	15	23
2 000	2 500			22	30	41	55	78	110	175	280	440	700	1 100	1.75	2.8	4.4	7	11	17.5	28
2 500	3 150			26	36	50	68	96	135	210	330	540	860	1 350	2.1	3.3	5.4	8.6	13.5	21	33

上の寸法許容差(上の許容差): 最大許容寸法と対応する基準寸法との差
 下の寸法許容差(下の許容差): 最小許容寸法と対応する基準寸法との差
 基礎となる寸法許容差(基礎となる許容差): 基準線に最も近い許容限界寸法を定義する寸法許容差
 公差等級(基本サイズ公差等級): 寸法公差及びはめあいの方式では、すべての基準寸法に対して同一水準に属する寸法公差の一群で、ITと数字で指定する。公差域クラスではITを省略し、例えば、H7と表す。
 公差域(サイズ許容区間): 最大許容寸法と最小許容寸法とを表す2本の直線の間の領域
 公差域クラス(公差クラス): 基礎となる寸法許容差と公差等級の組合せ
 すきまばめ: 穴と軸を組み立てたときに、常にすきまができるはめあい。つまり、穴の最小寸法が軸の最大寸法よりも大きい、又は極端な場合には等しい。
 中間ばめ: 組み立てた穴と軸の間に、実寸法に依って、すきま又はしめしろのどちらかができるはめあい。つまり、穴と軸の公差域が全体又は部分的に重なり合う。
 しまりばめ: 穴と軸を組み立てたときに、常にしめしろができるはめあい。つまり、穴の最大寸法が軸の最小寸法よりも小さい、又は極端な場合には等しい。

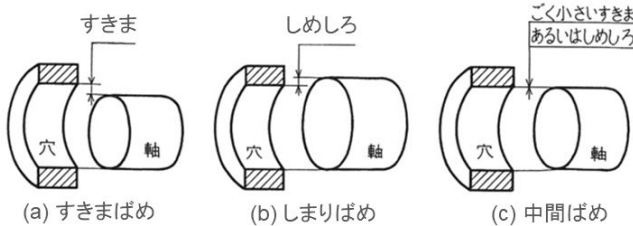


図4.1 はめあい

機械部品には、軸と軸受、キーとキー溝のように互いにはめ合う関係のものが多い。それにも、打込みや圧入で、しっかり固定されるもの、しっかりとまり合って、がたつきがなく、滑らかに回転したり、しゅう動したりするものなど、その機能に応じたいろいろな組合せがある。組み合わせる二つの部品(形体)の関係寸法をどのように選ぶかを決定するのがはめあい方式である。

はめあい部分を加工する場合、穴又は軸のいずれかを基準として加工するのが普通である。JISでは、一般に用いるはめあい方式として、穴基準はめあい(穴基準はめあい方式)と軸基準はめあい(軸基準はめあい方式)の2種類を定めている。どちらを採用しても良いが、作業性から穴よりも軸の方が加工や測定が容易で、穴の内径寸法を調整するには軸用限界ゲージ(リングゲージ、はさみゲージ)より高価な穴用限界ゲージ(プラグゲージ)やリーマなどが必要となるので、一般の工場などでは、加工費が安くなる穴基準はめあいを多く採用している。しかし、1本の伝動軸に継手、プーリ、軸受などの多くの部品がはまるようなものでは、軸基準はめあいの方が有利な場合もある。

- ① 穴基準はめあい(穴基準はめあい方式)
 一つの公差域クラス(公差クラス)の穴と種々の公差域クラスの軸を組み合わせることで、必要な種々のすきまやしめしろを得る方式で、最小許容寸法が基準寸法と一致し、下の寸法許容差が零になる穴(基礎となる寸法許容差の記号:H)を用いるはめあいをいう。

- ② 軸基準はめあい(軸基準はめあい方式)
 一つの公差域クラスの軸と種々の公差域クラスの穴を組み合わせることで、必要な種々のすきまやしめしろを得る方式で、最大許容寸法が基準寸法と一致し、上の寸法許容差が零になる軸(基礎となる寸法許容差の記号:h)を用いるはめあいをいう。

はめあい方式で穴や軸の公差を表示する場合は、基準寸法の後に基礎となる寸法許容差の記号(表4.2、表4.3)穴の場合はアルファベットの大文字、軸の場合は小文字)を記入し、その後に公差等級の数字を記入する。尚、基礎と

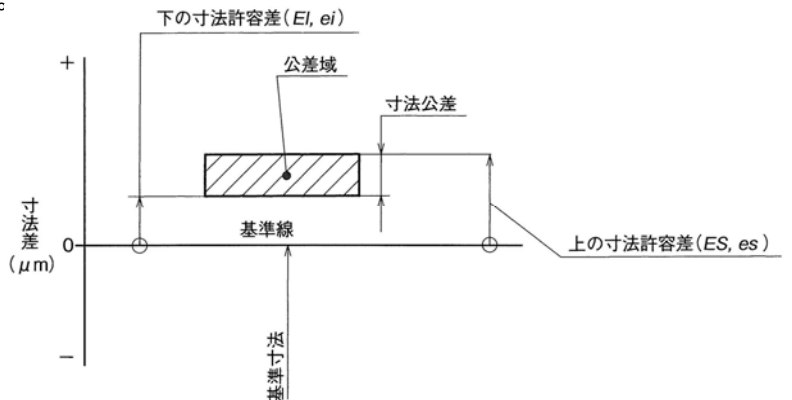


図4.2 公差域の説明

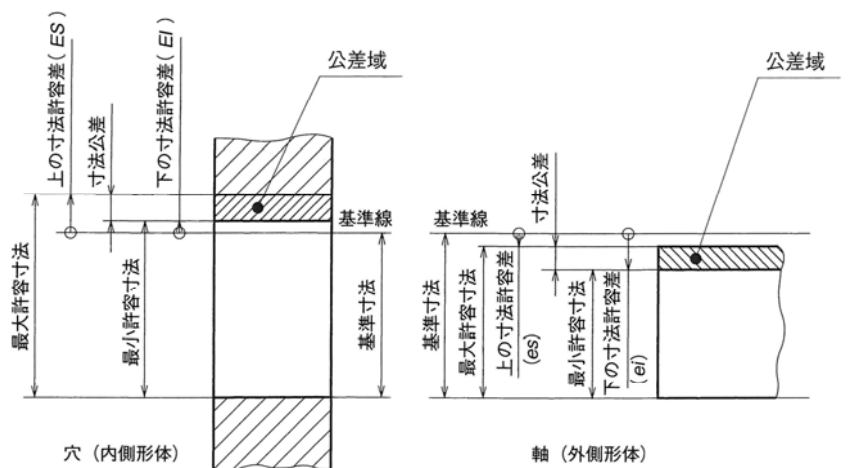


図4.3 用語の説明

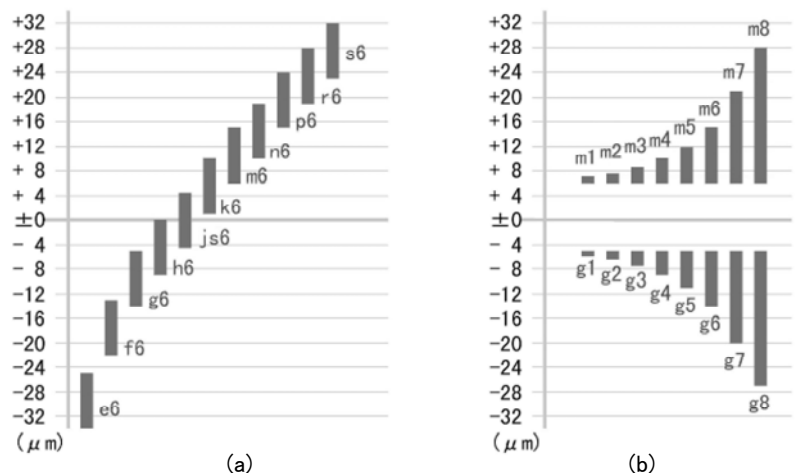


図4.4 軸(基準寸法:8mm)の公差域(a)と公差等級(b)

表4.2 穴の場合の基礎となる寸法許容値

基礎寸法 mm	基礎となる寸法許容値の数値																上の寸法許容値 ES																△の数値															
	下の寸法許容値 EI								IT7 以下								IT7 を超える公差等級								公差等級																							
	A ⁰	B ⁰	C	CD	D	E	EF	F	FG	G	H	JS ⁰	IT6	IT7	IT8	IT8 以下	IT8 を超える場合	IT8 以下	IT8 を超える場合	IT8 以下	IT8 を超える場合	P	R	S	T	U	V	X	Y	Z	ZA	ZB	ZC	IT3	IT4	IT5	IT6	IT7	IT8									
を越え	以下	3 ^{0/8}	6	10	14	18	24	30	40	50	65	80	100	120	140	160	180	200	225	250	280	315	355	400	450	500	560	630	710	800	900	1000	1000	1120	1250	1400	1600	1800	2000	2240	2500	2800	3150					
		+270	+140	+60	+34	+20	+14	+10	+6	+4	+2	+2	+4	+6	0	0	-2	-2	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4		
		+270	+140	+70	+46	+30	+20	+14	+10	+6	+4	+5	+6	+10	-1	-1	-4	-4	-8	-8	-8	-8	-8	-8	-8	-8	-8	-8	-8	-8	-8	-8	-8	-8	-8	-8	-8	-8	-8	-8	-8	-8	-8	-8	-8	-8	-8	
		+280	+150	+80	+56	+40	+25	+18	+13	+8	+5	+8	+12	+18	-1	-1	-6	-6	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	
		+290	+150	+95	+50	+32	+16	+6	+6	+6	+6	+10	+15	+14	-1	-1	-7	-7	-12	-12	-12	-12	-12	-12	-12	-12	-12	-12	-12	-12	-12	-12	-12	-12	-12	-12	-12	-12	-12	-12	-12	-12	-12	-12	-12	-12	-12	
		+300	+160	+110	+65	+40	+20	+7	+7	+7	+7	+12	+20	+2	-2	-2	-8	-8	-15	-15	-15	-15	-15	-15	-15	-15	-15	-15	-15	-15	-15	-15	-15	-15	-15	-15	-15	-15	-15	-15	-15	-15	-15	-15	-15	-15	-15	
		+310	+170	+120	+80	+50	+25	+9	+9	+9	+9	+14	+24	+2	-2	-2	-9	-9	-17	-17	-17	-17	-17	-17	-17	-17	-17	-17	-17	-17	-17	-17	-17	-17	-17	-17	-17	-17	-17	-17	-17	-17	-17	-17	-17	-17	-17	
		+320	+180	+130	+100	+60	+30	+10	+10	+10	+10	+18	+28	+2	-2	-2	-11	-11	-20	-20	-20	-20	-20	-20	-20	-20	-20	-20	-20	-20	-20	-20	-20	-20	-20	-20	-20	-20	-20	-20	-20	-20	-20	-20	-20	-20	-20	
		+360	+200	+150	+120	+72	+36	+12	+12	+12	+12	+22	+34	+3	-3	-3	-13	-13	-23	-23	-23	-23	-23	-23	-23	-23	-23	-23	-23	-23	-23	-23	-23	-23	-23	-23	-23	-23	-23	-23	-23	-23	-23	-23	-23	-23	-23	
		+410	+240	+180	+145	+85	+43	+14	+14	+14	+14	+26	+41	+4	-4	-4	-15	-15	-27	-27	-27	-27	-27	-27	-27	-27	-27	-27	-27	-27	-27	-27	-27	-27	-27	-27	-27	-27	-27	-27	-27	-27	-27	-27	-27	-27	-27	
		+460	+260	+200	+170	+100	+50	+15	+15	+15	+15	+30	+47	+4	-4	-4	-17	-17	-31	-31	-31	-31	-31	-31	-31	-31	-31	-31	-31	-31	-31	-31	-31	-31	-31	-31	-31	-31	-31	-31	-31	-31	-31	-31	-31	-31		
		+660	+340	+240	+170	+110	+56	+17	+17	+17	+17	+36	+55	+4	-4	-4	-20	-20	-34	-34	-34	-34	-34	-34	-34	-34	-34	-34	-34	-34	-34	-34	-34	-34	-34	-34	-34	-34	-34	-34	-34	-34	-34	-34	-34	-34		
		+920	+420	+280	+210	+125	+62	+18	+18	+18	+18	+39	+60	+4	-4	-4	-21	-21	-37	-37	-37	-37	-37	-37	-37	-37	-37	-37	-37	-37	-37	-37	-37	-37	-37	-37	-37	-37	-37	-37	-37	-37	-37	-37	-37	-37	-37	
		+1050	+540	+330	+230	+135	+68	+20	+20	+20	+20	+43	+66	+5	-5	-5	-23	-23	-40	-40	-40	-40	-40	-40	-40	-40	-40	-40	-40	-40	-40	-40	-40	-40	-40	-40	-40	-40	-40	-40	-40	-40	-40	-40	-40	-40		
		+1650	+840	+480	+260	+145	+76	+22	+22	+22	+22	+60	+84	+6	-6	-6	-26	-26	-44	-44	-44	-44	-44	-44	-44	-44	-44	-44	-44	-44	-44	-44	-44	-44	-44	-44	-44	-44	-44	-44	-44	-44	-44	-44	-44	-44		
		+2900	+1300	+700	+400	+210	+110	+60	+60	+60	+60	+110	+160	+8	-8	-8	-30	-30	-50	-50	-50	-50	-50	-50	-50	-50	-50	-50	-50	-50	-50	-50	-50	-50	-50	-50	-50	-50	-50	-50	-50	-50	-50	-50	-50	-50		
		+3200	+1400	+750	+420	+220	+120	+65	+65	+65	+65	+120	+170	+9	-9	-9	-34	-34	-56	-56	-56	-56	-56	-56	-56	-56	-56	-56	-56	-56	-56	-56	-56	-56	-56	-56	-56	-56	-56	-56	-56	-56	-56	-56	-56	-56		
		+3500	+1500	+800	+450	+240	+130	+70	+70	+70	+70	+130	+190	+10	-10	-10	-40	-40	-66	-66	-66	-66	-66	-66	-66	-66	-66	-66	-66	-66	-66	-66	-66	-66	-66	-66	-66	-66	-66	-66	-66	-66	-66	-66	-66	-66		
		+4800	+2000	+1100	+550	+280	+150	+80	+80	+80	+80	+160	+220	+11	-11	-11	-48	-48	-78	-78	-78	-78	-78	-78	-78	-78	-78	-78	-78	-78	-78	-78	-78	-78	-78	-78	-78	-78	-78	-78	-78	-78	-78	-78	-78	-78		
		+5200	+2200	+1200	+600	+300	+160	+90	+90	+90	+90	+170	+240	+12	-12	-12	-58	-58	-92	-92	-92	-92	-92	-92	-92	-92	-92	-92	-92	-92	-92	-92	-92	-92	-92	-92	-92	-92	-92	-92	-92	-92	-92	-92	-92			
		+5500	+2300	+1250	+620	+310	+165	+95	+95	+95	+95	+175	+250	+12	-12	-12	-68	-68	-110	-110	-110	-110	-110	-110	-110	-110	-110	-110	-110	-110	-110	-110	-110	-110	-110	-110	-110	-110	-110	-110	-110	-110	-110	-110	-110			
		+5800	+2400	+1280	+630	+315	+168	+98	+98	+98	+98	+180	+255	+12	-12	-12	-76	-76	-135	-135	-135	-135	-135	-135	-135	-135	-135	-135	-135	-135	-135	-135	-135	-135	-135	-135	-135	-135	-135	-135	-135	-135	-135	-135	-135			

1) 基礎となる寸法許容値 A 及び B は、1mm 以下の基準寸法に使用しない。
 2) 公差等級が JS7~JS11 の場合、IT の番号 n が奇数であるときは、すぐ下の偶数に丸めてもよい。
 3) IT8 以下の公差等級に相当する値 K、M 及び N、並びに IT8 以下の公差等級に相当する寸法許容値 P~ZC を決定するには、右側の欄から△の数値を用いる。
 4) 特殊の場合：250~315 mm の範囲の公差等級クラス M6 の場合、ES は (-11μm の代わりに) -9μm となる。
 5) IT8 を超える公差等級に相当する基礎となる寸法許容値 N を 1mm 以下の基準寸法に使用してはならない。

表4.3 軸の場合の基礎となる寸法許容値

単位 μm

基準寸法 mm	基礎となる寸法許容値の数値											基礎となる寸法許容値の数値																					
	上の寸法許容差 es すべての公差等級											下の寸法許容差 ei すべての公差等級																					
を 超え	以下	a ¹⁾	b ¹⁾	c	cd	d	e	ef	f	fg	g	h	j ²⁾	IT5 及び IT6	IT7	IT8	IT4 ~ IT7 越える場合	k	m	n	p	r	s	t	u	v	x	y	z	za	zb	zc	
—	3 ¹⁾	-270	-140	-60	-34	-20	-14	-10	-6	-4	-2	0		-2	-4	-6	0	0	+2	+4	+6	+10	+14	+18	+20		+26	+32	+40	+60			
3	6	-270	-140	-70	-46	-30	-20	-14	-10	-6	-4	0		-2	-4		+1	0	+4	+8	+12	+15	+19	+23	+28	+34	+42	+50	+80				
6	10	-280	-150	-80	-56	-40	-25	-18	-13	-8	-5	0		-2	-5		+1	0	+6	+10	+15	+19	+23	+28	+34	+44	+52	+90					
10	14	-290	-150	-95		-50	-32	-16		-6	0			-3	-6		+1	0	+7	+12	+18	+23	+28	+33	+40	+50	+64	+90	+130				
14	18	-300	-160	-110		-65	-40	-20		-7	0			-4	-8		+2	0	+8	+15	+22	+28	+35	+41	+47	+54	+73	+98	+136	+188			
18	24	-310	-170	-120		-80	-50	-25		-9	0			-5	-10		+2	0	+9	+17	+26	+34	+43	+48	+55	+64	+88	+118	+160	+218			
24	30	-320	-180	-130		-100	-60	-30		-10	0			-7	-12		+2	0	+11	+20	+32	+41	+53	+58	+66	+87	+112	+148	+200	+274			
30	40	-360	-200	-150		-120	-72	-36		-12	0			-9	-15		+3	0	+13	+23	+37	+51	+71	+91	+124	+144	+172	+226	+300	+405			
40	50	-380	-220	-170		-145	-85	-43		-14	0			-11	-18		+3	0	+15	+27	+43	+63	+92	+122	+170	+202	+248	+300	+400	+525	+690		
50	65	-410	-240	-180		-170	-100	-50		-15	0			-13	-21		+4	0	+17	+31	+50	+77	+122	+166	+236	+284	+350	+425	+520	+670	+880	+1150	
65	80	-460	-260	-200		-190	-110	-56		-17	0			-16	-26		+4	0	+20	+34	+56	+94	+140	+196	+284	+340	+425	+520	+640	+820	+1050	+1350	
80	100	-520	-280	-210		-210	-125	-62		-18	0			-18	-28		+4	0	+21	+37	+62	+108	+190	+268	+390	+475	+590	+730	+900	+1150	+1500	+1900	
100	120	-580	-310	-230		-230	-135	-68		-20	0			-20	-32		+5	0	+23	+40	+68	+126	+232	+330	+490	+595	+740	+920	+1100	+1450	+1850	+2400	
120	140	-660	-340	-240		-260	-145	-76		-22	0			-22	-32		0	0	+26	+44	+78	+150	+280	+400	+600	+660	+820	+1000	+1250	+1600	+2100	+2600	
140	160	-740	-380	-260		-290	-160	-80		-24	0			-24	-32		0	0	+30	+50	+88	+175	+340	+500	+740	+740	+900	+1100	+1400	+1800	+2300	+2900	
160	180	-820	-420	-280		-320	-170	-86		-26	0			-26	-32		0	0	+34	+56	+100	+210	+430	+620	+940	+940	+1100	+1400	+1800	+2300	+2900	+3600	
180	200	-920	-480	-300		-350	-195	-98		-28	0			-28	-32		0	0	+40	+66	+120	+250	+520	+780	+1150	+1150	+1300	+1600	+2000	+2500	+3100	+3800	
200	225	-1050	-540	-330		-390	-220	-110		-30	0			-30	-32		0	0	+48	+78	+140	+300	+640	+960	+1450	+1450	+1600	+2000	+2500	+3100	+3800	+4600	
225	250	-1200	-600	-360		-430	-240	-120		-32	0			-32	-32		0	0	+58	+92	+170	+370	+820	+1200	+1850	+1850	+2000	+2500	+3100	+3800	+4600	+5500	
250	280	-1350	-680	-400		-480	-260	-130		-34	0			-34	-32		0	0	+68	+110	+195	+440	+1000	+1500	+2300	+2300	+2500	+3100	+3800	+4600	+5500	+6500	
280	315	-1500	-760	-440		-520	-290	-145		-38	0			-38	-32		0	0	+76	+135	+240	+550	+1250	+1900	+2900	+2900	+3100	+3800	+4600	+5500	+6500	+7600	
315	355	-1650	-840	-480		-580	-310	-155		-40	0			-40	-32		0	0	+88	+150	+270	+600	+1400	+2100	+3200	+3200	+3400	+4200	+5000	+6000	+7100	+8300	
355	400	-1800	-920	-520		-650	-340	-170		-42	0			-42	-32		0	0	+100	+170	+310	+700	+1600	+2400	+3600	+3600	+3800	+4700	+5600	+6700	+7900	+9200	
400	450	-2000	-1000	-560		-740	-380	-190		-44	0			-44	-32		0	0	+115	+200	+360	+800	+1800	+2700	+4000	+4000	+4200	+5200	+6200	+7400	+8700	+10100	
450	500	-2200	-1100	-600		-840	-420	-210		-46	0			-46	-32		0	0	+130	+230	+410	+900	+2000	+3000	+4400	+4400	+4600	+5700	+6800	+8100	+9500	+11000	
500	560	-2400	-1200	-640		-950	-460	-230		-48	0			-48	-32		0	0	+150	+260	+460	+1000	+2200	+3300	+4800	+4800	+5000	+6200	+7400	+8800	+10300	+11800	
560	630	-2600	-1300	-680		-1080	-500	-250		-50	0			-50	-32		0	0	+170	+290	+510	+1100	+2400	+3600	+5200	+5200	+5400	+6700	+8000	+9500	+11000	+12600	
630	710	-2800	-1400	-720		-1240	-550	-270		-52	0			-52	-32		0	0	+200	+330	+580	+1300	+2800	+4100	+5800	+5800	+6000	+7400	+8900	+10500	+12100	+13800	
710	800	-3000	-1500	-760		-1430	-600	-290		-54	0			-54	-32		0	0	+230	+380	+660	+1500	+3200	+4600	+6400	+6400	+6600	+8100	+9700	+11400	+13100	+14900	
800	900	-3200	-1600	-800		-1650	-660	-310		-56	0			-56	-32		0	0	+270	+440	+760	+1700	+3600	+5100	+7000	+7000	+7200	+8800	+10500	+12300	+14100	+16000	
900	1000	-3400	-1700	-840		-1900	-720	-330		-58	0			-58	-32		0	0	+320	+510	+880	+2000	+4100	+5700	+7800	+7800	+8000	+9700	+11500	+13400	+15300	+17300	
1000	1120	-3600	-1800	-880		-2200	-800	-360		-60	0			-60	-32		0	0	+380	+590	+1000	+2300	+4600	+6400	+8600	+8600	+8800	+10700	+12700	+14700	+16700	+18800	
1120	1250	-3800	-1900	-920		-2500	-880	-390		-62	0			-62	-32		0	0	+460	+700	+1200	+2700	+5200	+7100	+9400	+9400	+9600	+11600	+13700	+15800	+17900	+20000	
1250	1400	-4000	-2000	-960		-2800	-980	-420		-64	0			-64	-32		0	0	+560	+820	+1400	+3100	+5800	+7900	+10400	+10400	+10600	+12700	+14900	+17100	+19300	+21600	+24000
1400	1600	-4200	-2100	-1000		-3200	-1100	-460		-66	0			-66	-32		0	0	+680	+960	+1600	+3600	+6400	+8700	+11300	+11300	+11500	+13700	+16000	+18300	+20700	+23100	+25600
1600	1800	-4400	-2200	-1040		-3600	-1200	-500		-68	0			-68	-32		0	0	+820	+1100	+1800	+4000	+7000	+9500	+12200	+12200	+12400	+14700	+17100	+19500	+22000	+24500	+27100
1800	2000	-4600	-2300	-1080		-4000	-1300	-550		-70	0			-70	-32		0	0	+980	+1300	+2100	+4500	+7800	+10500	+13300	+13300	+13500	+15900	+18400	+20900	+23500	+26100	+28800
2000	2240	-4800	-2400	-1120		-4500	-1400	-600		-72	0			-72	-32		0	0	+1150	+1500	+2400	+5000	+8400	+11300	+14200	+14200	+14400	+16900	+19500	+22100	+24800	+27500	+30300
2240	2500	-5000	-2500	-1160		-5000	-1500	-660		-74	0			-74	-32		0	0	+1350	+1800	+2800	+5800	+9400	+12400	+15400	+15400	+15600	+18200	+20900	+23600	+26400	+29200	+32100
2500	2800	-5200	-2600	-1200		-5600	-1600	-720		-76	0			-76	-32		0	0	+1580	+2100	+3200	+6500	+10200	+13300	+16400	+16400	+16600	+19300	+22100	+24900	+27800	+30700	+33700
2800	3150	-5400	-2700	-1240		-6200	-1700	-780		-78	0			-78	-32		0	0	+1850	+2400	+3600	+7200	+11000	+14200	+17400	+17400	+17600	+20400	+23300	+26200	+29100	+32100	+35100

1) 基礎となる寸法許容差 a 及び b を Imm 未満の基準寸法に使用しない。
 2) 公差等級が js7-j11 の場合、IT の番号 n が奇数であるときは、すぐ下の偶数に丸めてもよい。
 したがって、その結果得られる寸法許容差、すなわち、±ITn/2 は μm の単位の整数で表すことができる。

となる寸法許容差の記号には、間違いを避けるため、i、l、o、q、w、I、L、O、Q、Wは使われていない。

穴の場合、穴の寸法は、基礎となる寸法許容差の記号がHのときに基準寸法と一致し、Aに近づくにつれて大きくなって穴は大きく、Zに近づくにつれて小さくなって穴は小さくなる。一方、軸の場合、軸の寸法は、基礎となる寸法許容差の記号がhのときに基準寸法と一致し、aに近づくにつれて小さくなり軸は細く、zに近づくにつれて大きくなって軸は太くなる(図4.4(a))。尚、図4.5に各記号の基礎となる寸法許容差を示す。

公差等級は、数字が小さくなると公差域が狭くなり、大きくなると公差域が広がる(図4.4(b))。

例として、30H7/30p6(しまりばめ)、30H7/30e8(すきまばめ)を取り上げて、上下の寸法許容差、最大許容寸法、および最小許容寸法を求める手順を説明する。最初の数字が基準寸法で、この場合、直径30mmである。

次のアルファベットは基礎となる寸法許容差で、基準寸法に最も近い公差域の位置を指す。基礎となる寸法許容差は、穴の場合は表4.2、軸の場合は表4.3から読み取る。また、アルファベットが大文字なら穴、小文字なら軸と判断する。先ず、表4.2または表4.3で基準寸法30mmに該当する行を探す。この場合、一番左の基準寸法の縦の欄から、「24mmを超え30mm以下」を選ぶことになる。注意すべきは、「を超え」、「以下」である。同じ30mmでも、すぐ下の欄は「30mmを超え40mm以下」なので、30mmは含まれない。次に、アルファベットに該当する基礎となる寸法許容差の列を探す。30H7の場合、表4.2の「24mmを超え30mm以下」の行と「H」の列の交点の寸法数値0 μ mが「基礎となる寸法許容差」である。同様に、30p6では「24mmを超え30mm以下」の行と「p」の列の交点の寸法数値+22 μ mが、30e8では「24mmを超え30mm以下」の行と「e」の列の交点の寸法数値-40 μ mが「基礎となる寸法許容差」である。

最後の数字は公差等級で、公差域の幅を指しており、表4.1から読み取る。表4.1で基準寸法30mmに該当する基準寸法(図示サイズ)の行は「18mmを超え30mm以下」の行になる。IT公差等級6、7、8の列との交点の寸法数値は、それぞれ13 μ m、21 μ m、33 μ mとなる。

30H7の穴では、基礎となる寸法許容差は0 μ mなので、公差域の下の位置の寸法、すなわち、最小許容寸法は基準寸法と同じ30mm、公差域の上の位置の寸法、すなわち、最大許容寸法は、これに21 μ mを加えた30.021mmとなる。軸の場合、30p6では、基礎となる寸法許容差は+22 μ mなので、公差域の下の位置の寸法(最小許容寸法)は30.022mm、公差域の上の位置の寸法(最大許容寸法)は、これに13 μ mを加えた30.035mmとなり、30e8では、基礎となる寸法許容差は-40 μ mなので、公差域の上の位置の寸法(最大許容寸法)は29.960mm、公差域の下の位置の寸法(最小許容寸法)は、これから33 μ mを差し引いた29.927mmとなる。以上の結果をまとめると、表4.4のようになる。

4.2 幾何公差

機械の小型化、高性能化、組立簡素化・容易化に伴って、また、生産のグローバル化に伴って、部品にはその機能や互換性に関する問題が生じる。つまり、でき上がった品物の寸法公差は許容範囲内に入っているが、

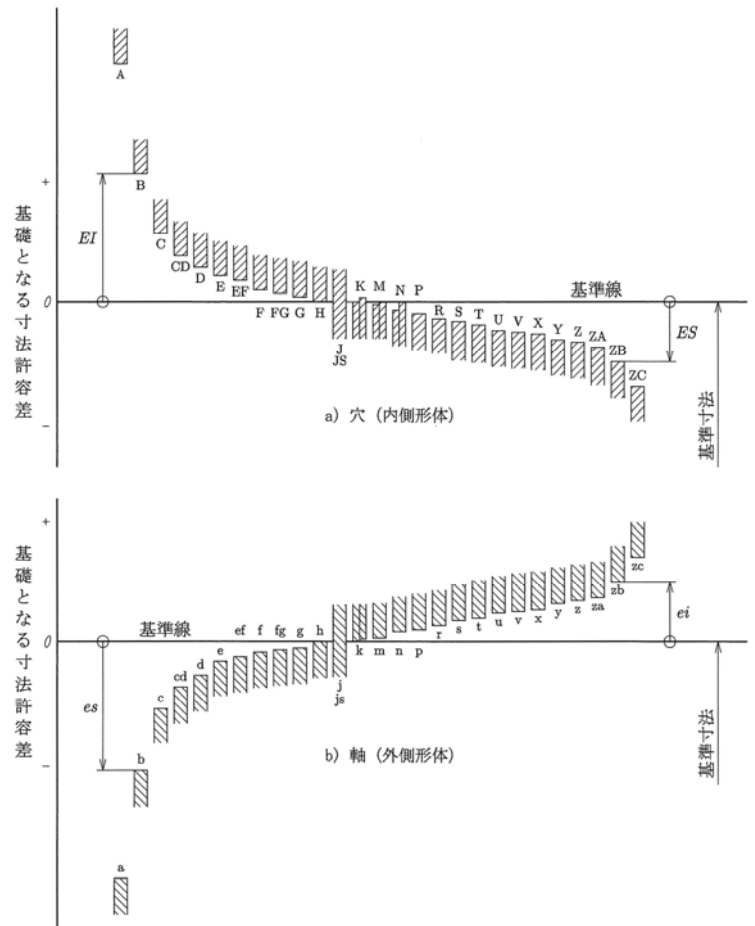


図4.5 基礎となる寸法許容差

表4.4 はめあい(穴基準のすきまばめとしまりばめ)の例

記号による許容限界表示	30H7	30p6	30e8
基準寸法	30mm	30mm	30mm
基礎となる寸法許容差の記号	H	p	e
基礎となる寸法許容差	0 μ m	+22 μ m	-40 μ m
公差等級	7	6	8
公差域の幅	21 μ m	13 μ m	33 μ m
最大許容寸法	30.021mm	30.035mm	29.960mm
最小許容寸法	30mm	30.022mm	29.927mm
寸法許容差による許容限界表示	+0.021 30 0	+0.035 30 +0.022	-0.040 30 -0.073

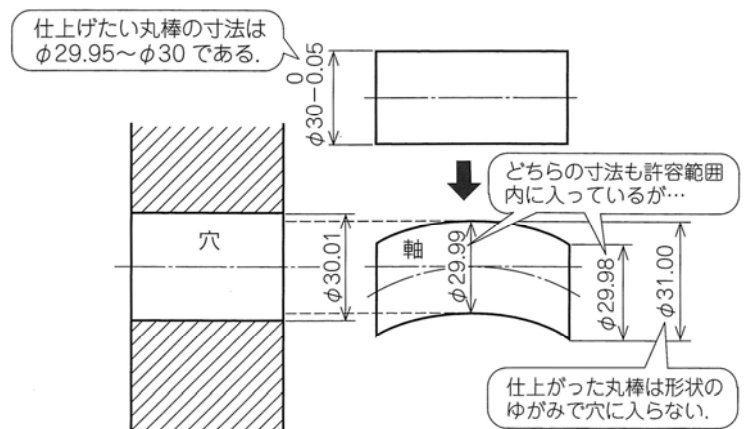


図4.6 幾何公差の必要性

組み上げようとする組み上がらなかつたり、組み上がった後も機能を発揮することができないなどが発生することがある。これは部品のたわみや歪みなど形状の幾何学的不良によることが多く、表面粗さや寸法公差だけではなく、円、平行なもの、角度のあるものなどの形、軸心や穴の位置、振れなどに対して幾何学的な精度が必要なことを示している。このように、形や位置の理想的な正しいものからどの程度までずれても良いかを示す領域(公差域)の値を、幾何公差といい、機械の一部分品としての機能を十分に果たす為に必要な箇所や、部品を標準化したときに、その互換性を保つ必要がある箇所に適用して図示する。尚、品物の形状を構成する表面、穴、溝、ねじ山、面取部分輪郭、軸線及び中心平面などを形体という。

表4.5 幾何偏差の種類

種類	適用する形体	
形状偏差	真直度 平面度 真円度 円筒度	単独形体
	線の輪郭度 面の輪郭度	単独形体または関連形体
姿勢偏差	平行度 直角度 傾斜度	関連形体
位置偏差	位置度 同軸度および同心度 対称度	
振れ	円周振れ 全振れ	

表4.6 幾何特性に用いる記号

公差の種類	特性	記号	データム指示
形状公差	真直度	—	否
	平面度	▭	否
	真円度	○	否
	円筒度	⊘	否
	線の輪郭度	⌒	否
	面の輪郭度	⌒	否
姿勢公差	平行度	//	要
	直角度	⊥	要
	傾斜度	∠	要
	線の輪郭度	⌒	要
	面の輪郭度	⌒	要
	位置公差	位置度	⊕
同心度 (中心点に対して)		◎	要
同軸度 (軸線に対して)		◎	要
対称度		≡	要
線の輪郭度		⌒	要
面の輪郭度		⌒	要
振れ公差	円周振れ	↗	要
	全振れ	↗↘	要

4.2.1 幾何公差の種類

幾何公差表示方式は対象物の形状、位置などの狂いに対して許容値を与えて指示するもので、形状や位置の狂いを幾何偏差という。幾何偏差には、形状偏差、姿勢偏差、位置偏差、振れがあり、この幾何偏差の許容値を幾何公差と呼んでいる。

表4.7 付加記号

説明	記号	説明	記号
公差付き形体指示		突出公差域	Ⓟ
		最大実体公差方式	Ⓜ
データム指示		最小実体公差方式	Ⓛ
		自由状態 (非剛性部品)	ⓕ
データムターゲット		全周 (輪郭度)	
理論的に正確な寸法	50	包絡の条件	ⓔ
		共通公差域	CZ

形状、姿勢、位置、振れの偏差を一定の値の中に規制したいときは、その許容値を定める幾何公差を記号(表4.6)で図示する。幾何公差には形状公差、姿勢公差、位置公差、振れ公差があり、更に、いくつかの種類に分けられる(表4.5、表4.6)。また、幾何公差には、真円度などのようにそれ自体だけで表すものを単独形体といい、直角度などのように基準に対するものを関連形体という。幾何公差には、それに付随して用いる付加記号がある(表4.7)。この中で、データムというものは形体の姿勢、位置、振れなどを決めるために設定した理論的に正確な幾何学的基準である。

寸法数値を枠で囲んだ寸法は、寸法許容値をもたない寸法で、これを理論的に正確な寸法という(図4.7)。この寸法は、幾何公差の真位置を示すために用いられるもので、この真位置の周りに幾何公差が与えられる。

4.2.2 公差記入枠への表示方法

幾何公差の要求事項は、長方形の公差記入

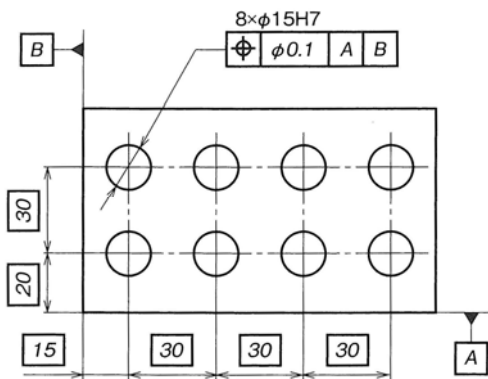


図4.7 理論的に正確な寸法の図示方法

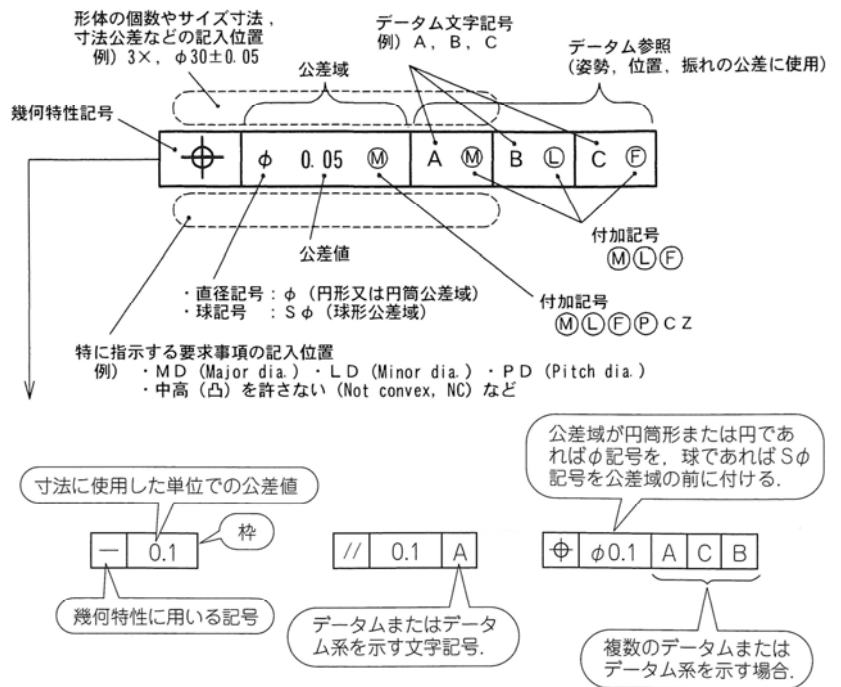
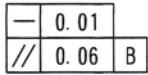


図4.8 公差記入枠と各指示事項の配置



(a) 公差を二つ以上に適用させる場合



(b) 二つ以上の公差指定する記入方法 (c) 形状の品質を指示する場合

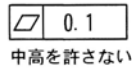


図4.9 公差記入枠

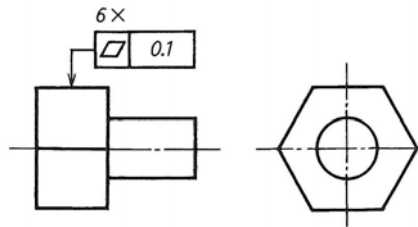


図4.10 6面に幾何公差を指示

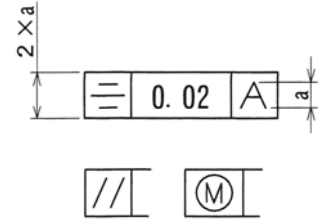


図4.11 ISO規格の寸法割合

枠を2区画、又はそれ以上に区分し、これらの区画中に次の順で左から右に記入する(図4.9)。

- ① 幾何特性に用いる記号
- ② 寸法に使用した単位での公差値。公差域が円筒形又は円であるならば記号“φ”を、公差域が球であるならば記号“Sφ”を付ける。
- ③ データムを指示する文字記号(データムと関連づけるときのみ)。

データムは第3次まで指示でき、優先順位をつけて左から右へ、上位から下位の順に記入する。一つの形体に対して二つ以上の公差を指定する必要がある場合は、公差指示は便宜上一つの公差記入枠の下側に公差記入枠を付けて記入することができる(図4.9(b))。但し、複数の公差指示に矛盾があってはならない。

公差を二つ以上の形体に適用する場合、記号“x”を用いて公差記入枠の上側に記入する(図4.9(a)、(b)、図4.10)。公差域内にある形体の形状の品質の指示をする必要がある場合には、公差記入枠の付近に記入する(図4.9(c))。幾何公差の記号、付加記号及び公差記入枠の大きさや形状の寸法割合については、JISでは規定していないが、ISO規格の一例を図4.11に示す。文字はB形書体、記号は文字の $\sqrt{2}$ 倍、枠の高さは図面記入文字の大きさの2倍で、枠線の太さは文字と同じ程度が望ましい。

4.2.3 公差付き形体の示し方

公差付き形体は、公差記入枠の右側又は左側から引き出した指示線で、次の方法で公差付き形体に結び付けて示す。

- ① 線又は表面自身に公差を指示する場合は、形体の外形線上又は外形線の延長線上(寸法線の位置と明確に離す)(図4.12(a)、(b))。指示線の矢は、実際の表面に点をつけて引き出した引出線上に当ててもよい(図4.12(c))。
- ② 寸法を指示した形体の軸線又は中心平面もしくは一点に公差を指示する場合は、寸法線の延長線が指示線になるように指示する(図4.13)。
- ③ いくつかの離れた形体に対して同じ公差値を適用する場合は、個々の公差域は図4.14のように指示することができる。
- ④ いくつかの離れた形体に対して一つの公差域を適用する場合は、公差記入枠の中に文字記号“CZ”を記入する(図4.15)。

公差域の幅は、特に指定した場合を除き、指定した幾何形状に垂直に適用する。真円度公差の場合は公差域の幅は正接線に直角な直線が図示軸線に交差する方向に適用する。公差域の幅の姿勢は、特に指定した場合を除き、指示線の矢の方向にある。従って、指示線の矢は幾何形状に対して垂直になるように記入する。例えば、図4.16(a)の形状では、同図(b)のように、曲線の正接線に

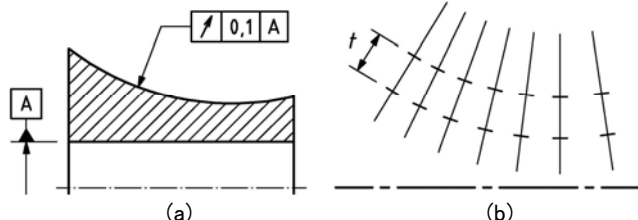


図4.16 幾何形状に垂直な公差域

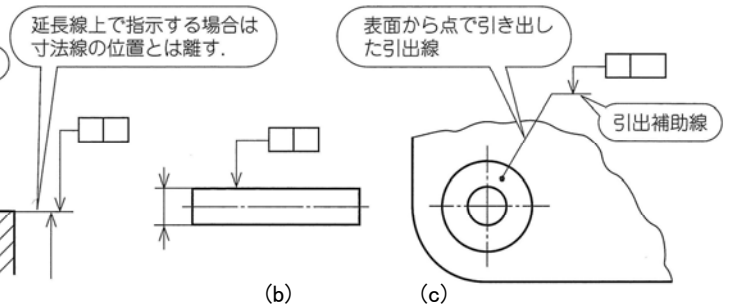


図4.12 公差付き形体の指示方法

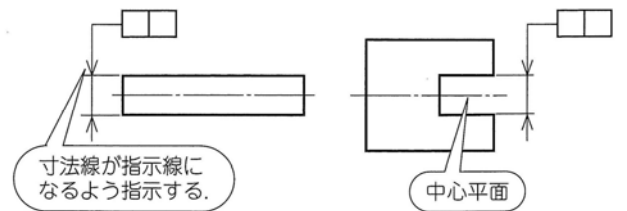


図4.13 寸法を指示した形体に指示する場合

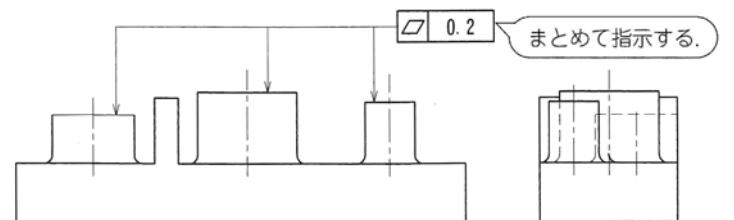


図4.14 同じ公差値を適用する場合の指示の仕方

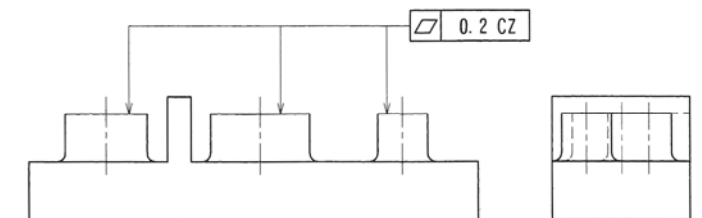


図4.15 共通な公差域を適用する場合の指示の仕方

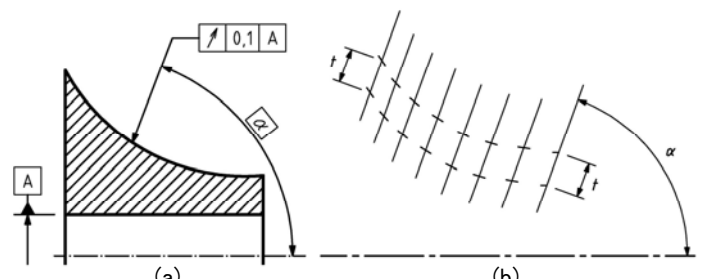


図4.17 幾何形状に垂直でない公差域

垂直な直線の幅 $t(0.1\text{mm})$ の部分が公差域になる。

測定方法などの理由で、ある特定の方向に公差域が設定される場合は、その方向を示す。例えば、図4.17(a)の場合、同図(b)のように、曲面の形状が角度 α の方向に幅 $t(0.1\text{mm})$ だけシフトした領域が公差域になる。

記号“ ϕ ”が公差値の前に付記してある場合は、公差域は円筒、記号“ $S\phi$ ”が公差値の前に付記してある場合は、公差域は球である。

4.2.4 データムの示し方

姿勢公差、位置公差、振れ公差、輪郭度公差の一部では基準に関連付けて指定することがある。この基準は、寸法記入の場合の基準ではなく、幾何公差を規制するために設定した理論的に正確な幾何学的基準であり、この基準をデータムという。この基準が点、直線、軸直線、平面及び中心平面の場合には、それぞれデータム点、データム直線、データム軸線、データム平面及びデータム中心面と呼ぶ。

データムを指示するには、正方形の枠で囲んだ英字大文字とデータム三角記号とを線で結んだデータム記号(図4.18)を用いて示す。

このデータム文字記号は、公差記入枠にも記入する必要がある。データム三角記号は塗りつぶしても、塗りつぶさなくても同じ意味になる。

形体に指定する公差がデータムと関連するときは、以下のようにデータム記号を記入する。

① データムが線又は表面である場合、形体の外形線上や外形線の延長線上に、寸法線の位置と離して記入する(図4.19(a))。また、表面を示した引出線につながった引出補助線上に指示してもよい(図4.19(b))。

② データムが軸線、中心平面、点である場合、寸法線の二つの末端記号が記入できない場合は、一方をデータム三角記号に置き換えてもよい(図4.20)。

4.2.5 公差記入枠へのデータム文字記号記入の仕方

データムを指示する文字記号を公差記入枠に記入する仕方は、3つのケースがあり、表4.8に示す。

4.2.6 その他の指示方法

データムを形体の限定した部分だけに適用する場合、この限定部分を太い一点鎖線と寸法指示で示す(図4.21)。限定範囲が面の場合、ハッチングを施しても良い(図4.21(b))。

形体の全長さのどこにも存在するような限定した長さと同じ特性の公差を適用する場合には、この限定した長さの数值は、公差値の後に斜線を引いて記入する。この指示は、形体の全体に対する公差記入枠の下側の区画に直接記入する(図4.22)。

輪郭度特性を断面外形のすべてに適用する場合、又は境界の表面すべてに適用する場合は、全周記号“ \circ ”を用いて表す(図4.23)。全周記号は加工物のすべての表面に適用するのではなく、輪郭度公差を指示した表面(右図の一点鎖線で囲んだ領域)にだけ適用する。

ねじ山に対して指示する幾何公差及びデータム参照は、例えば、ねじの外径を表す“MD”のような特別な指示がない限りピ

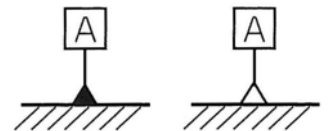


図4.18 データム記号

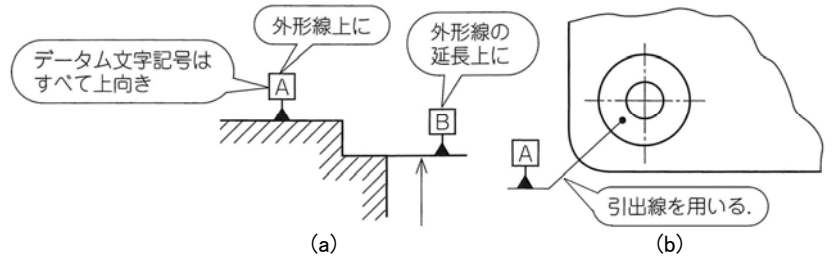


図4.19 データムの表示の仕方

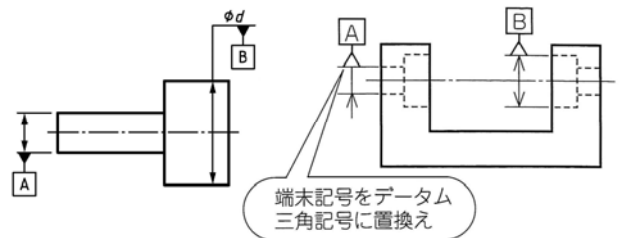


図4.20 軸直線・中心平面がデータムの場合

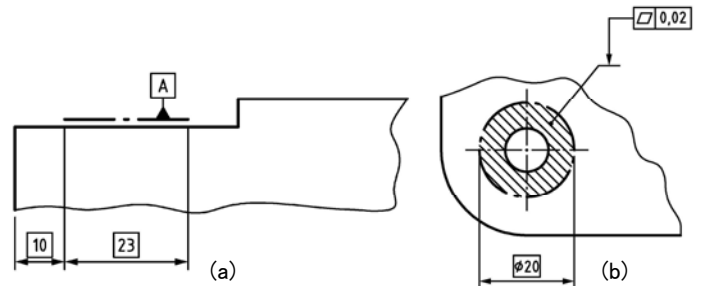


図4.21 太い一点鎖線による限定指示

表4.8 データムで指示する文字の公差枠記入方法

区分	公差記入枠への記入法	適用例
一つのデータムで指定する場合	単独形体によって設定されるデータムは、一つの大文字を用いる。 	
共通軸線のデータムで指定する場合	二つの形体によって設定されるデータムは、ハイフンで結んだ二つの大文字を用いる。 	
データムの優先順位を指定する場合	データム系が二つ又は三つの形体、すなわち、複数のデータムによって設定される場合には、データムに用いる大文字は形体の優先順位に左から右へ、別々の区画に指示する。 	

表4.9 幾何公差の公差域の定義及び図示例とその解釈

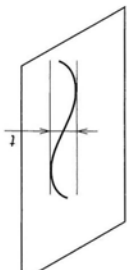
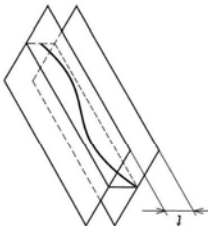

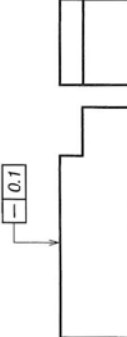
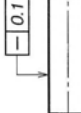

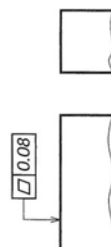
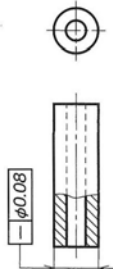
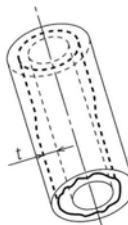
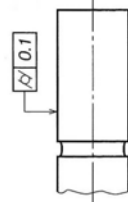
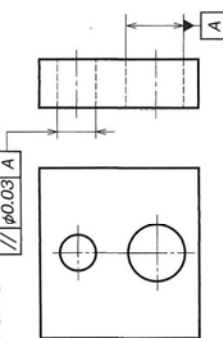
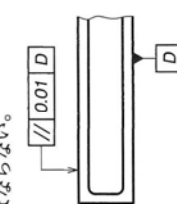
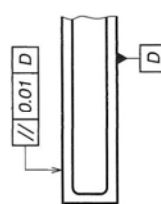
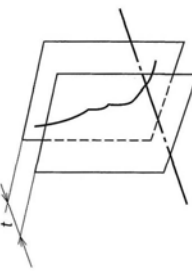
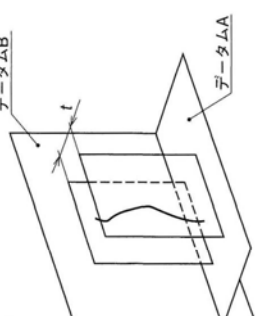
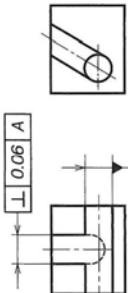
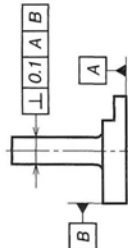
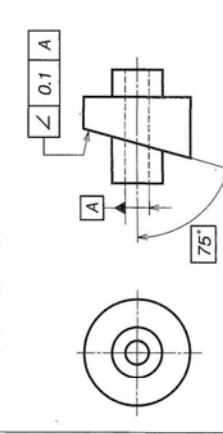
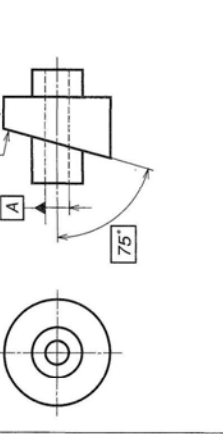
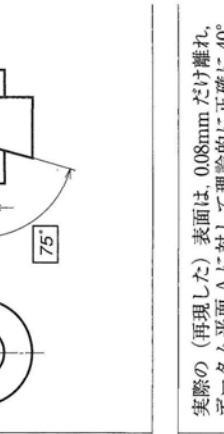
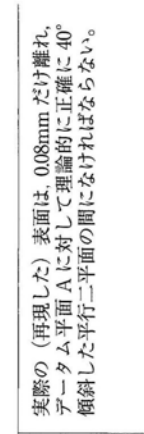
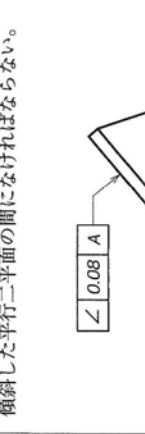
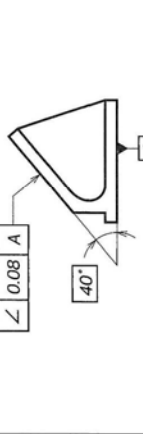
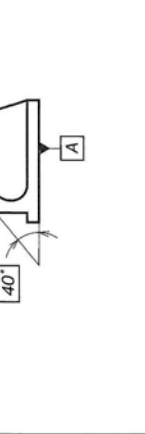
記号	公差域の定義	指示方法及び説明
—	<p>1. 真直度公差</p> <p>対象とする平面内で、公差域は t だけ離れ、指定した方向に、平行二直線によって規制される。</p>  <p>公差域は、t だけ離れた平行二平面によって規制される。 備考 この意味は、旧 JIS B 0021 とは異なる。</p>  <p>公差を適用する円筒の実際の (再現した) 軸線は、直径 t の円筒の中の円筒公差域の中になければならない。</p> 	<p>上側表面上で、指示された方向における投影面に平行な任意の実際の (再現した) 線は、0.1mm だけ離れた平行二直線の間になければならない。</p>  <p>円筒表面上の任意の実際の (再現した) 母線は、0.1mm だけ離れた平行二平面の間になければならない。 備考 母線についての定義は、標準化されていない。</p> 
	<p>2. 平面度公差</p> <p>公差域は、距離 t だけ離れた平行二平面によって規制される。</p>  <p>実際の (再現した) 表面は、0.08mm だけ離れた平行二平面の間になければならない。</p> 	<p>実際の (再現した) 軸線は、0.08mm だけ離れた平行二平面の間になければならない。</p> 
□	<p>4. 円筒度公差</p> <p>公差域は、距離 t だけ離れた同軸の二つの円筒によって規制される。</p> 	<p>実際の (再現した) 円筒表面は、半径距離で 0.1mm だけ離れた同軸の二つの円筒の間になければならない。</p> 
	<p>9. 平行度公差</p> <p>9.1 データム直線に関連した線の平行度公差</p> <p>実際の (再現した) 軸線は、データム軸直線 A に平行な直径 0.03mm の円筒公差域の中になければならない。</p>  <p>9.2 データム平面に関連した表面の平行度公差</p> <p>公差域は、距離 t だけ離れ、データム平面に平行な平行二平面によって規制される。</p> 	<p>実際の (再現した) 軸線は、0.01mm だけ離れ、データム平面 D に平行な平行二平面の間になければならない。</p> 
⊥	<p>10. 直角度公差</p> <p>10.1 データム軸直線に関連した線の直角度公差</p> <p>公差域は、距離 t だけ離れ、データムに直交な平行二平面によって規制される。</p>  <p>10.2 データム平面に関連した線の直角度公差</p> <p>公差域は、距離 t だけ離れ、平行二平面によって規制される。この平面は、データムに直交である。</p> 	<p>実際の (再現した) 軸線は、0.06mm だけ離れ、データム軸直線 A に直角な平行二平面の間になければならない。</p>  <p>円筒の実際の (再現した) 軸線は、0.1mm だけ離れ、データム平面 A に直角な平行二平面の間になければならない。</p> 

表4.9 幾何公差の公差域の定義及び図示例とその解釈

記号	公差域の定義	指示方法及び説明
11.3	データム直線に関連した平面の傾斜度公差	指示方法及び説明
11.3	データム直線に関連した平面の傾斜度公差 公差域は、距離 <i>t</i> だけ離れ、データムに対し指定した角度で傾斜した平行二平面によって規制される。	実際の（再現した）表面は、0.1mm だけ離れ、データム軸直線Aに対して理論的に正確に75°傾いた平行二平面の間になければならない。 
11.4	データム平面に関連した平面の傾斜度公差 公差域は、距離 <i>t</i> だけ離れ、データムに対して指定した角度で傾いた平行二平面によって規制される。	実際の（再現した）表面は、0.08mm だけ離れ、データム平面Aに対して理論的に正確に40°傾斜した平行二平面の間になければならない。 
12.1	位置度公差 12.1 点の位置度公差 公差値に記号Sφが付いた場合には、その公差域は直径 <i>t</i> の球によって規制される。球形公差域の中心は、データムA、B及びCに関して理論的に正確な寸法によって位置付けられる。	球の実際の（再現した）中心は、直径0.3mmの球形公差域の中になければならない。その球の中心は、データム平面A、B及びCに関して球の理論的に正確な位置に一致しなければならない。 
15.2	円周振れ公差—軸方向	指示方法及び説明
15.2	円周振れ公差—軸方向 公差域は、その軸線がデータムに一致する円筒断面内にある <i>t</i> だけ離れた二つの円によって任意の半径方向の位置で規制される。	データム軸直線Dに一致する円筒軸において、軸方向の実際の（再現した）線は0.1mm 離れた、二つの円の間になければならぬ。 
15.3	任意の方向における円周振れ公差 公差域は、 <i>t</i> だけ離れ、その軸線がデータムに一致する任意の円すいの断面の二つの円の中に規制される。特に指示した場合を除いて、測定方向は表面の形状に垂直である。	実際の（再現した）振れは、データム軸直線Cのまわりに1回転する間に、任意の円すいの断面内で0.1mm 以下でなければならない。 
15.4	指定した方向における円周振れ公差 公差域は、 <i>t</i> だけ離れ、その軸線がデータムに一致する二つの円によって、指定した角度の任意の測定円すい内で規制される。	指定した方向における実際の（再現した）円周振れは、データム軸直線Cのまわりに1回転する間に、円すいの任意の断面内で0.1mm 以下でなければならない。 
16.1	全振れ公差 16.1 円周方向の全振れ公差 公差域は、 <i>t</i> だけ離れ、その軸線はデータムに一致した二つの同軸円筒間によって規制される。	実際の（再現した）表面は、0.1mm の半径の差で、その軸線が共通データム軸直線A-Bに一致する同軸の二つの円筒の間になければならない。 

ツチ円直径を表す“PD”、外径を表す“MD”、又は谷径を表す“LD”のような特別な指示がされた特定の形体に適用する(図4.24)。

公差域をその形体自体の内部ではなく、その外部に指定したい場合は、その突出部を細い二点鎖線で表し、その寸法数字の前及び公差値のあとに記号Ⓟを記入する(図4.25)。このような指示によって定まる公差域を突出公差域といい、これは姿勢公差及び位置公差に適用できる。

4.2.7 公差域の定義と指示方法

幾何公差の公差域の定義及び図示の例を、その解釈と共に表4.9に示す。表の公差域の定義欄で用いている線は、次の意味を表している。

太い実線又は破線: 形体

太い一点鎖線: データム

細い実線又は破線: 公差域

太い二点鎖線: 補足の投影面又は切断面への形体の投影

細い二点鎖線: 補足の投影面

又は切断面

細い一点鎖線: 中心線

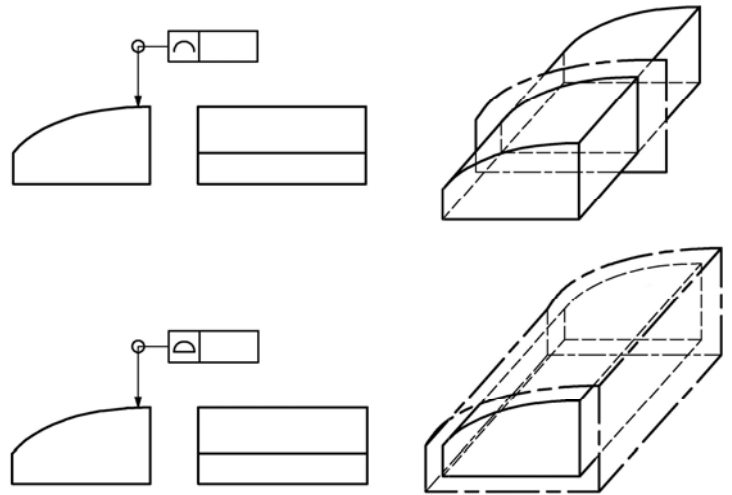


図4.23 輪郭度記号と全周記号

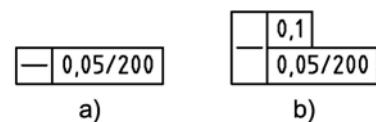


図4.22 斜線による限定表示

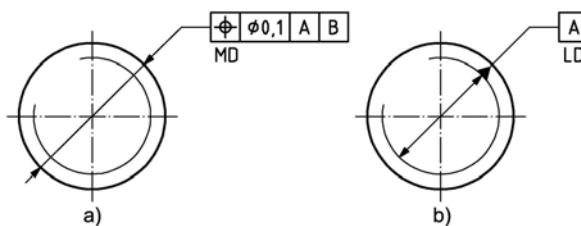


図4.24 ねじの外径、谷径と幾何公差

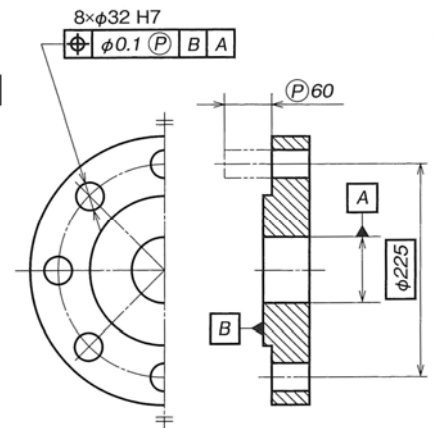


図4.25 突出公差域の指示方法

4.3 表面性状

機械部品の表面は、鑄造、鍛造などの黒皮(切削、研削などの加工前の金属材料の表面)のままの部分と、機械加工などで仕上げられた部分がある。後者のように、機械加工などで表面を削り取る加工のことを除去加工といい、そのときに刃物で生じる模様を筋目方向という。これらの表面を粗さ測定器で調べると、図4.26に示すような凸凹(でこぼこ)になっていることが分かる。このように小さい間隔で起こる表面の凸凹で、ざらざらしているとか、つるつるしているとかいう感覚のもとになる量を表面粗さといい、表面粗さは高い寸法精度を要求する場合やモノ同士を滑らせる場合、密閉性を必要とする場合などに影響を与えるので、表面性状の要求事項に曖昧さがないように、明確な意味をもつ図示記号を使用して指示する必要がある。このような表面粗さ、除去加工の有無、筋目方向などの機械部品などの表面の状態を表面性状という。

4.3.1 表面粗さの種類

ここでいう粗さは、マイクロメータサイズの小さな凸凹で、対象物の表面を直角な平面で切断した(図4.27(a))ときの切り口を粗さ測定器で測定すると図4.27(b)のような断面輪郭が得られる。この断面輪郭を断面曲線という。断面曲線からフィルタで所定の波長より長い表面うねりの成分を除去したものを粗さ曲線といい(図4.27(b))、粗さパラメータの評価の基礎となる。うねりは、粗さに比べて大きい間隔をもつ起伏で、工作機械の精度や刃物の振動・たわみなどで起きる。粗さ曲線からカットオフ値(波長)の長さを抜き取って表面性状パラメータを得る部分の長さを基準長さといい、基準長さを一つ以上含む表面粗さの評価に用いる(測定を

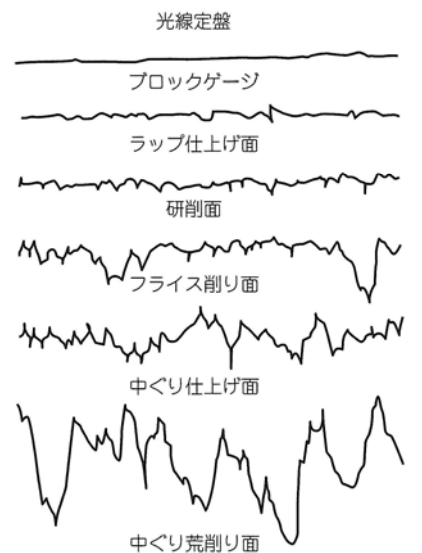


図4.26 各種仕上げ面の断面曲線

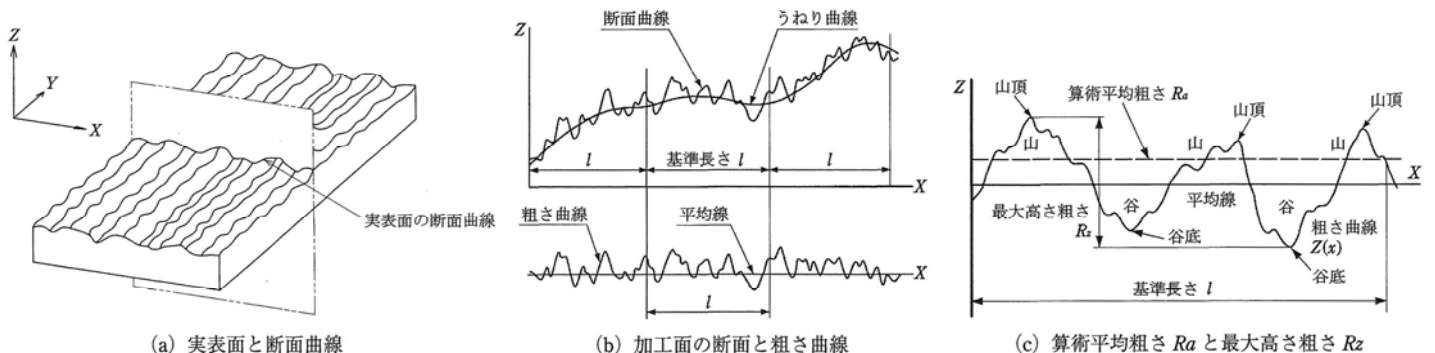


図4.27 表面粗さとうねり

行う)長さを評価長さという。評価長さは基準長さの5倍以上にとられるのが普通である。

表面性状パラメータは、表面の微細な幾何学的特性を表すパラメータのことで、輪郭曲線パラメータ、モチーフパラメータ、負荷曲線に関連するパラメータがある。輪郭曲線パラメータには、粗さパラメータ(表4.10)、うねりパラメータ、断面白線パラメータがある。表面性状パラメータの中でよく使われているのは、粗さパラメータであり、現行のJIS規格では、その中には算術平均粗さ(R_a)、最大高さ粗さ(R_z)、十点平均粗さ(R_{zJIS})、粗さ曲線要素の平均長さ(RSm)、負荷長さ率($Rm(c)$)などがある。但し、十点平均粗さは国際規格にはなく、現行JISでも、本則ではなく、付属書で規定されている。問題は、表面粗さのJIS記号は、これまで繰り返し改訂が行われてきたの、過去の記号を含めて3種類の記号が併用されている現状である(表4.11、表4.12参照)。これは、JIS記号が新たに改訂となっても、既に描かれた図面の記号を修正することは多大な労力を要するためである。

旧々記号(1982年制定)は記号(∇)での表示だけで数値化はされていないが、旧記号(1994年改訂)と現記号(2003年改訂)では数値化して示される。旧記号と現記号では数値化するとき用いるフィルタが違い、旧記号の方がうねりの影響を受け易いので、数値が同じでも粗さが同じとは言えない。表面性状パラメータの記号も旧記号と現記号では違う。例えば、一見同じように見える算術平均粗さの記号は旧記号は R_a と a が下付き文字だが、現記号では下付きではなく、大文字の R に小文字の a を付けた R_a である。つまり、 R に付く文字が旧記号では下付きなのに対し、現記号では下付き文字ではない。記号自体も違っているものがある。例えば、最大高さ粗さは R_y から R_z に変更されている。この変更に伴い、従来から日本でよく使われていた十点平均粗さが R_z から R_{zJIS} (JISの文字高さは z とほぼ同じ高さ)に変更されている。指示記号も表4.11の例のように違っている。旧記号では粗さの数値は ∇ の上に記入し、 R_a の場合は R_a を省略したが、現記号では水平な線の下に記入し、 R_a は省略できない。加工方法は、必要なら旋盤、フライス削り、ドリル加工などが指定できるが、実務では、こうした加工方法は加工者に一任されているので特に指示することはない。但し、研削盤を用いた研削加工が必要な場合は、指示するのが一般的である。ここでは、日本でよく使われる粗さパラメータの算術平均粗さ(R_a)、最大高さ粗さ(R_z)、十点

表4.10 表面性状パラメータ

パラメータ	JIS B 0601:1994 JIS B 0660:1998 の記号	JIS B 0601:2013 の記号
粗さ曲線の最大山高さ	R_p	R_q
粗さ曲線の最大谷深さ	R_m	R_v
最大高さ粗さ	R_y	R_z
粗さ曲線要素の平均高さ	R_c	R_c
粗さ曲線の最大断面高さ	-	R_t
算術平均粗さ	R_a	R_a
二乗平均平方根粗さ	R_q	R_q
粗さ曲線のスキューネス	S_k	R_{sk}
粗さ曲線のクルトシス	-	R_{ku}
粗さ曲線要素の平均長さ	S_m	RSm
粗さ曲線要素に基づくピークカウント数	-	RPc
粗さ曲線の二乗平均平方根傾斜	Δ_q	$R\Delta_q$
粗さ曲線の負荷長さ率	t_p	$Rmr(c)$
粗さ曲線の切断レベル差	-	$R\delta c$
粗さ曲線の相対負荷長さ率	-	Rmr
十点平均粗さ	R_z	R_{zJIS}

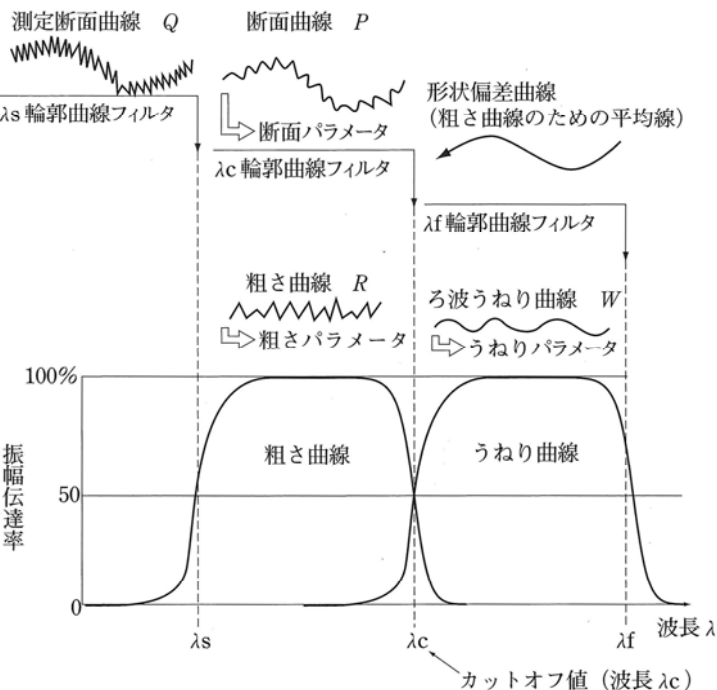


図4.28 表面粗さ程度の目安

表4.11 表面粗さの程度と記号

程度		旧々記号 (JISB0031:1982)	旧記号 (R_a の場合) (JISB0031:1994)	現記号 (R_a の場合) (JISB0031:2003)
なめらか (コスト高)	精密仕上げ	∇	0.2	$\sqrt{Ra\ 0.2}$
	上仕上げ	∇	1.6	$\sqrt{Ra\ 1.6}$
	並仕上げ	∇	6.3	$\sqrt{Ra\ 6.3}$
ざらざら (コスト低)	荒仕上げ	∇	25	$\sqrt{Ra\ 25}$
	生地 (きじ)	\sim	∇	∇

表4.12 表面粗さ程度の目安

程度	説明
精密仕上げ	非常に精密な面で、専用の加工法により仕上げる。(研削、ラップ仕上げ、バフ仕上げなど) 加工コストは高い。
上仕上げ	精密な仕上げ面や、H7/g6などの軸のはめあい面など。
並仕上げ	一般的な加工面。旋盤やフライス盤を使用して経済的に加工できる。
荒仕上げ	重要でない面。荒い仕上げでよいときには、このレベルを選択する。

平均粗さ(R_{zjis})のみ説明する。 R_a と R_z は同一図中で混用してもよいが、実際には、どちらかに統一した方がよい。

① 算術平均粗さ(R_a)

粗さ曲線からその平均線の方に基準長さだけ抜き取り、抜き取り部分の平均線の下側に現れる部分を平均線で折り返して得られる面積(図4.29)を基準長さで除した値で、粗さ曲線を $y=Z(x)$ で表したときに、次式で求めた値をマイクロメートル(μm)で表したものをいう。

$$R_a = \frac{1}{l} \int_0^l |Z(x)| dx \quad l: \text{基準長さ}$$

算術平均粗さは、数値は小さく平均化され、突発的な大きな傷があっても測定値に及ぼす影響が少なく、安定した結果が得られるので、一般に、算術平均粗さが多く利用されている。

② 最大高さ粗さ(R_z)

粗さ曲線の並外れて高い山や低い谷がない部分から基準長さを抜き取り、抜き取り部分の山頂線と谷底線との間隔を、粗さ曲線の縦倍率の方向に測定し、基準長さにおける山高さの最大値 Z_p と谷深さ Z_v の最大値の和の値をマイクロメートル(μm)で表したもので(図4.30)、漏れ止め(シール)など、1箇所であっても平均表面からの凹凸の大きさが機能に直接影響を与えるものに対して使用される。

③ 十点平均粗さ(R_{zjis})

粗さ曲線から平均線の方に基準長さだけ抜き取り、この抜き取り部分の平均線から縦倍率の方向に測定した粗さ曲線で、次式のように、最も高い山頂から5番目までの山頂の標高の絶対値(Z_p)の平均値と、最も低い谷底から5番目までの谷底の標高の絶対値(Z_v)の平均値との和を求め、この値をマイクロメートル(μm)で表したものをいう(図4.31)。ここで、 Z_{p1} 、 Z_{p2} 、 Z_{p3} 、 Z_{p4} 、 Z_{p5} は基準長さに対応する抜き取り部分の最も高い山頂から5番目までの山頂の標高の絶対値、 Z_{p1} 、 Z_{p2} 、 Z_{p3} 、 Z_{p4} 、 Z_{p5} は基準長さに対応する抜き取り部分の最も低い谷底から5番目までの谷底の標高の絶対値である。

$$R_{zjis} = \frac{Z_{p1} + Z_{p2} + Z_{p3} + Z_{p4} + Z_{p5}}{5} + \frac{Z_{v1} + Z_{v2} + Z_{v3} + Z_{v4} + Z_{v5}}{5}$$

表面性状を指示する場合に用いる各パラメータの標準数列が定められており、表4.14、表4.15にその標準数列を示す。太字は特に優先的に用いる数値である。また、 R_a を求める場合のカットオフ値(基準長さ)と評価長さの標準値及び R_a 以外のパラメータを求める場合の基準長さとして評価長さの標準値を表4.16、表4.17に示す。

各パラメータの測定値は16%ルール(図4.32)、すなわち、すべての測定値のうち、指示された要求値を満たさないものが16%以下なら合格とするルールが適用されるが、パラメータに“max”

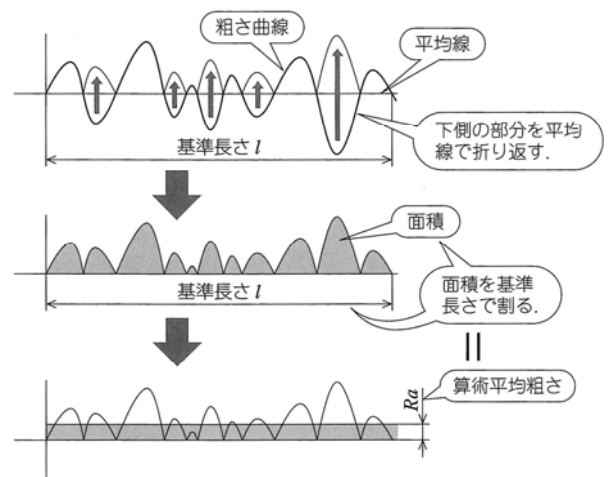


図4.29 算術平均粗さ R_a の求め方

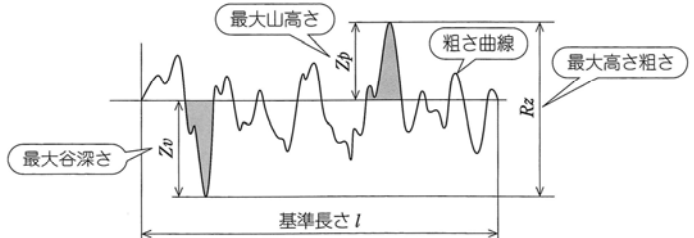


図4.30 最大高さ粗さ R_z の求め方

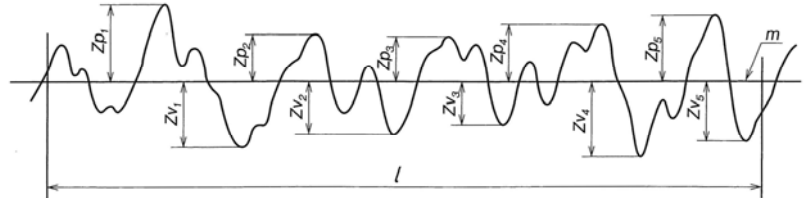


図4.31 十点平均粗さ R_{zjis} の求め方

表4.13 算術平均粗さ(R_a)と従来の仕上げ記号との関係

算術平均粗さ R_a		最大高さ R_z	十点平均粗さ R_{zjis}	$R_z \cdot R_{zjis}$ の 基準長さ l(mm)	従来の仕上げ記号
標準数列	カットオフ値 λ_c (mm)	標準数列			
0.012 a	0.08	0.05 s	0.05 z	0.08	
0.025 a		0.1 s	0.1 z		
0.05 a		0.2 s	0.2 z		
0.1 a		0.4 s	0.4 z		
0.2 a		0.8 s	0.8 z		
0.4 a	0.8	1.6 s	1.6 z	0.8	▽▽▽▽
0.8 a		3.2 s	3.2 z		
1.6 a		6.3 s	6.3 z		
3.2 a	2.5	12.5 s	12.5 z	2.5	▽▽
6.3 a		25 s	25 z		
12.5 a		50 s	50 z		
25 a	8	100 s	100 z	8	▽
50 a		200 s	200 z		
100 a	—	400 s	400 z	—	—

※上記は、従来の仕上げ記号を便宜上数値化したものであり、厳密性はない。

表4.14 R_a の標準数列

	[単位 μm]				
	0.012	0.125	1.25	12.5	125
	0.016	0.160	1.60	16.0	160
	0.020	0.20	2.0	20	200
	0.025	0.25	2.5	25	250
	0.032	0.32	3.2	32	320
	0.040	0.40	4.0	40	400
	0.050	0.50	5.0	50	
	0.063	0.63	6.3	63	
0.008	0.080	0.80	8.0	80	
0.010	0.100	1.00	10.0	100	

表4.15 R_z と R_{zjis} の標準数列

	[単位 μm]				
	0.125	1.25	12.5	125	1250
	0.160	1.60	16.0	160	1600
	0.20	2.0	20	200	
0.025	0.25	2.5	25	250	
0.032	0.32	3.2	32	320	
0.040	0.40	4.0	40	400	
0.050	0.50	5.0	50	500	
0.063	0.63	6.3	63	630	
0.080	0.80	8.0	80	800	
0.100	1.00	10.0	100	1000	

表4.16 Raの基準長さ(切削加工面の例)

Ra [μm]	粗さ曲線の 基準長さ(lr) [mm]	粗さ曲線の 評価長さ(ln) [mm]
(0.006) < Ra ≤ 0.02	0.08	0.4
0.02 < Ra ≤ 0.1	0.25	1.25
0.1 < Ra ≤ 2	0.8	4
2 < Ra ≤ 10	2.5	12.5
10 < Ra ≤ 80	8	40

表4.17 Rz, Rv, Rp, Rc及びRtの基準長さ(切削加工面の例)

Rz ⁽¹⁾ , Rz lmax ⁽²⁾ [μm]	粗さ曲線の 基準長さ(lr) [mm]	粗さ曲線の 評価長さ(ln) [mm]
(0.025) < Rz, Rz lmax ≤ 0.1	0.08	0.4
0.1 < Rz, Rz lmax ≤ 0.5	0.25	1.25
0.5 < Rz, Rz lmax ≤ 10	0.8	4
10 < Rz, Rz lmax ≤ 50	2.5	12.5
50 < Rz, Rz lmax ≤ 200	8	40

注 (1) Rz は、Rz, Rv, Rp, Rc 及び Rt を測定する際に用いる。
(2) Rz lmax は、Rz lmax, Rv lmax, Rp lmax 及び Rc lmax を測定する際にだけ用いる。

がついているものは、すべてが満たすときに合格とする最大値ルールが適用される。各種の加工法で得られる算術平均粗さRaの範囲を表4.18に示す。

4.3.2 面の指示記号と指示法
[1] 図示記号

表面性状を指示するには、左側の短い線と右側の長い線からなる60°の角度を持つV字形の基本図示記号が用いられる。表面性状の要求事項がない図4.35(a)の基本図示記号だけでは表面性状の要求事項の指示には使えないが、簡略図示、および、意味が検討中の表面又は注記に特別な説明がされている場合は用いることができる。基本図示記号に表面性状の要求事項が指示されている場合は、対象面に除去加工をするか否かは問わないこととする。

除去加工、例えば、対象面に機械加工をする場合は、基本図示記号に横線を付ける。表面性状の要求事項がない図4.35(b)の除去加工の図示記号だけを表面性状の指示に使えないが、意味が除去加工を必要とする表面の場合には用いることができる。

対象面に除去加工をしない(許さない)場合は、基本図示記号のV字形の線に内接する丸記号を付ける(図4.35(c))。前加工が除去加工であっても他の方法であっても、それには関係なく前加工で得られた表面性状のままにする。

性状指示の文字は線の太さの10倍の高さのB形直立体(表面性状パラメータは斜体)で、短い左側の線の高さは文字の高さの√2倍、右側の線の高さは指示する行数による(3行以上は高くする)が、通常は文字の高さの3倍の高さとなっている(表4.19)。内接する丸記号は、V字形部分を正三角形と見立てて、それに内接する円を描く。すぐ後に記述の全周面指示の丸記号も同様な大きさである。

表面性状の要求事項を指示する場合、図4.35の図示記号の長い方の斜線に横に直線を付ける(図4.36)。報告書又は契約書に用いる場合、表面性状の要求事項を文書表現で指示でき、図4.35(a)の指示はAPA(Any Process Allowed)、図4.35(b)の指示はMRR(Material Removal Required)、図4.35(c)の指示はNMR(No Material Removed)とす

表4.18 各種加工方法と算術平均粗さRaの関係

加工方法	算術平均粗さRa												
	50	25	12.5	6.3	3.2	1.6	0.8	0.4	0.2	0.1	0.05	0.025	0.0125
火炎切断	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
スナッピング	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
のこ引き	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
平削り, 形削り	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
穴あけ			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
ケミカルミリング			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
放電加工			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
フライス削り			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
ブローチ削り			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
リーマ仕上げ			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
中ぐり, 旋削			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
バレル研磨			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
電解研削			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
ローラバニシ仕上げ			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
研削			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
研削			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
ホーニング			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
つや出し			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
ラップ仕上げ			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
超仕上げ			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
砂型鋳造	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
熱間圧延	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
鍛造	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
パーマネントモールド鋳造	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
押出し	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
冷間圧延, 引抜き	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
ダイカスト	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

(注) ■ 一般に得られる粗さ範囲
▨ 特別な条件下に得られる粗さ範囲

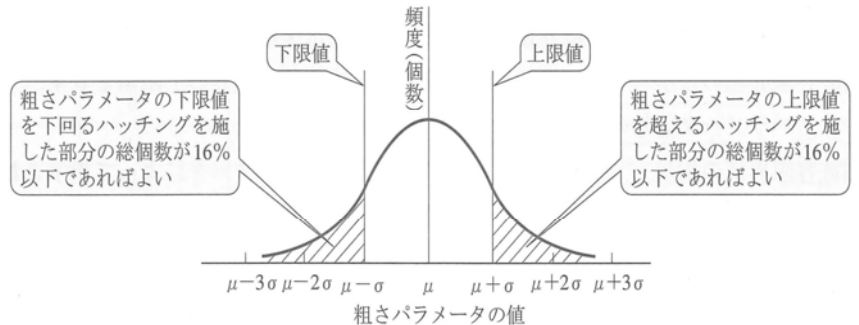
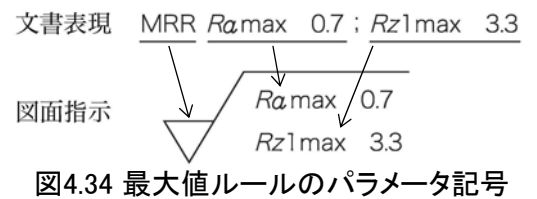
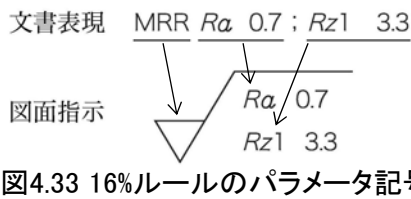


図4.32 16%ルールの説明(正規分布に基づく)



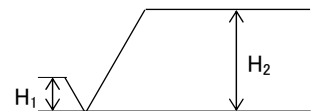
(a)基本図示記号 (b)除去加工をする場合 (c)除去加工をしない場合

図4.35 基本図示記号

表4.19 図示記号および関連事項指示の寸法 (mm)

数字および文字の高さ, h	2.5	3.5	5	7	10	14	20
記号の線の太さ, d'	0.25	0.35	0.5	0.7	1	1.4	2
文字の線の太さ, d							
高さ, H ₁	3.5	5	7	10	14	20	28
高さ, H ₂	8	11	15	21	30	42	60

備考 手描きの場合, H₂ は、指示する行数による。通常は一行でも 2h 程度でよい。



る(図4.33、図4.34)。

閉じた外形線で表された部品(外殻形体)一周の全周面に同一の表面性状を要求する場合は、表面性状の図示記号に丸記号を付ける(図4.37、図4.39)。但し、部品一周の表面性状の図示記号で曖昧さが生じるおそれがある場合は、個々の表面に表面性状の要求事項を示す。

例えば、図4.37左や図4.39(a)のように全周指示記号で指示すると図4.37右や図4.39(b)に示すように1から6の各面を指示したことになる。前面と後面は表面性状の指示の対象ではないことに、つまり、全周面であって、全表面でないことに注意する必要がある。また、図4.38(a)、(b)は同図左のような円筒形状への指示であるが、(a)の場合は円筒面のみへの指示であるが、(b)では円筒面のほか四つの平面へも表面性状の指示となる。

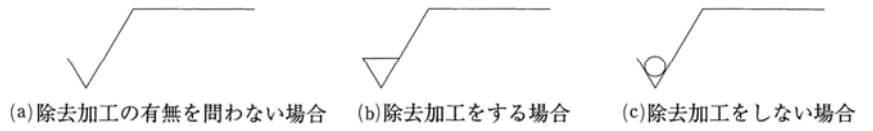


図4.36 表面性状の図示記号

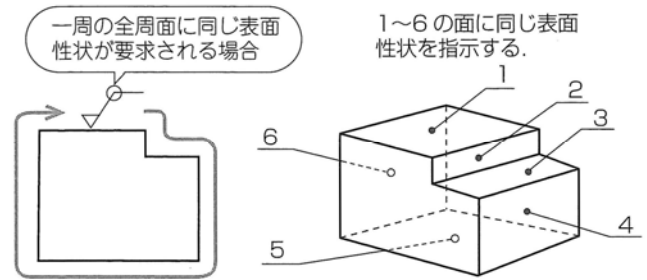


図4.37 全周面に適用する場合の例1

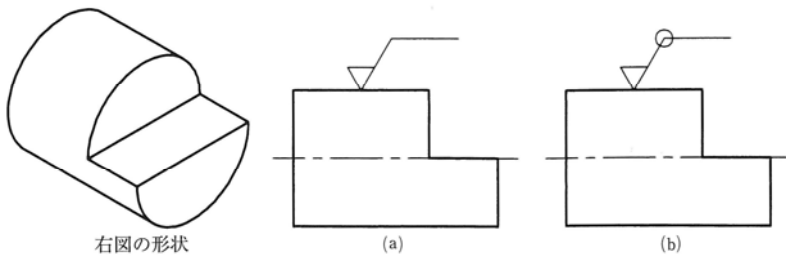


図4.38 全周面に適用する場合の例2

[2] 表面性状の要求事項の指示方法

対象とする面の機能に関連した表面性状の要求事項に曖昧さがないように、表面性状パラメータとその要求値の他に、必要に応じてフィルタの通過帯域、基準長さ、加工方法、加工による筋目とその方向、削り代などを指示する(図4.40)。また、必要に応じていくつかの異なる表面性状パラメータを組み合わせる指示する。

1) 表面性状パラメータの指示

一番目の表面性状の要求事項、つまり、表面性状パラメータ記号とその値及び通過帯域又は基準長さを、通過帯域又は基準長さ、斜線“/”、パラメータ記号とその値の順に、図4.40(a)の“a”の位置に指示する。分かり易いように、パラメータ記号とその値の間のスペースは、ダブルスペース(半角スペースが二つ)にする(図4.40(b))。

詳細は割愛するが、モチーフ法で評価したモチーフパラメータの場合は、通過帯域、斜線“/”、評価長さ、斜線“/”、パラメータ記号とその値の順で指示する(評価長さは、標準値の16mmとは異なる場合は必ず指示する)(図4.41)。

二番目の表面性状の要求事項を図4.40(a)の“b”の位置に指示する。三番目又はそれ以上の要求事項を指示する場合は、表面性状の図示記号の長い方の斜線を縦方向に延ばして多数行の指示ができるようにスペースを広げ、図4.40(a)の“b”の位置の下に指示する。

尚、要求事項の解釈の基本となるパラメータ記号とその値は、三つの輪郭曲線の区別(R(粗さ曲線)、W(うねり曲線)又はP(断面曲線))、パラメータの種類、評価長さに含まれる基準長さの数、指示された許容限界値の解釈の4項目からなる。評価長さに含まれる基準長さの数が標準値の5でない場合には、基準長さの数をパラメータ記号に付ける(例えば、図4.33、4.34、)。

例: Ra3, Rz3, RSm3、... (評価長さが三つの基準長さからなる場合)

許容限界値については、片側又は両側許容限界値を、表面性状の要求事項として指示し、パラメータ記号とその値及び通過帯域で表す。パラメータ記号とその値及び通過帯域が指示されている場合は、“16%ルール”又は“最大値ルール”に従った片側限界の上限値を表す。パラメータ記号とその値及び通過帯域の指示が、パラメータの片側許容限界の下限値を表す場合は、パラメータ記号の前に文字Lを付ける(例:LRa 0.32)。

両側許容限界値は、文字Uに続くパラメータ記号とその上限値を上の方に、文字Lに続くパラメータ記号とその下限値を下の方に指示する(図4.42)。常に記号U及びLを指示することが望ましいが、上限値及び下限値が同じパラメータで指示され、上限値及び下限値であることが明確に分かる場合

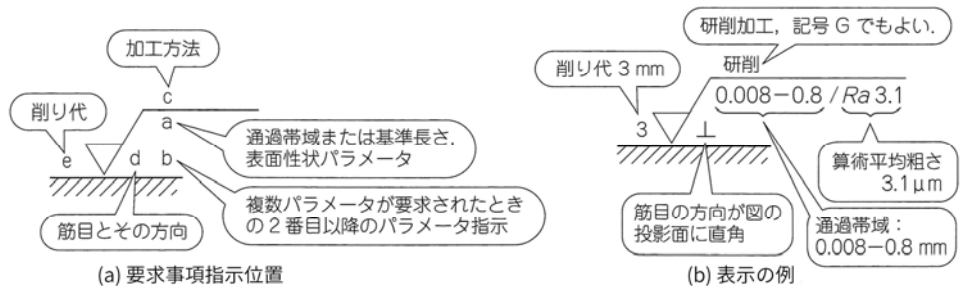


図4.40 表面性状の指示方法

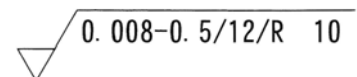


図4.41 モチーフパラメータの例

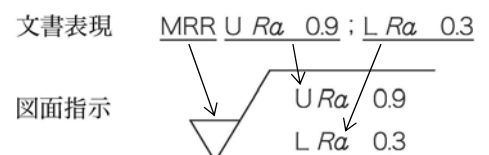


図4.42 両側許容限界値の指示

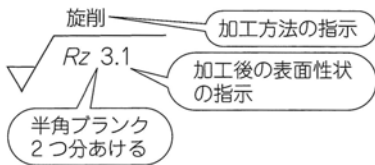


図4.43 加工方法の指示

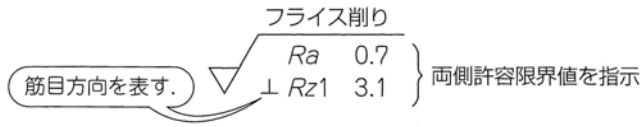


図4.44 筋目方向の指示

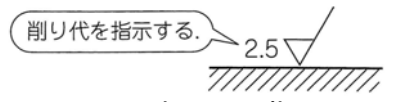


図4.45 削り代の指示

は、記号U及びLを省略できる。指示する上限値及び下限値は、同じパラメータ記号及び同じ通過帯域でなくてもよい。

2) 加工方法の指示

表面性状パラメータの値は、輪郭曲線の細部形状による影響を強く受けるので、パラメータ記号とその値及び通過帯域を指示するだけでは表面機能に対して必ずしも曖昧さのない指示をしたことにはならない。従って、加工方法が輪郭曲線の特定の細部形状にある程度影響を及ぼすなどの理由から、多くの場合、加工方法を指示することが必要である。対象面に旋削、研削やめっきなど加工を施す場合や、表面処理、塗装または加工プロセスに必要な事項は図4.40のcの位置に指示する(図4.43)。

加工方法を図面上や工程表などに記号で表示する場合に用いる名称と記号が、主に金属に対して規定されている。主な加工法と記号を表4.20に示す。

3) 筋目の指示

加工で生じる面の筋目(例えば、加工工具の刃先で生じる筋目)およびその方向は、表4.21の例に示す記号を用いて図4.40のdの位置に指示する(図4.44)。記号による筋目の指示は、文書表現には適用しない。表4.21の記号で明確に表すことのできない筋目模様が必要な場合には、図面に注記としてそれを指示する。

4) 削り代の指示

削り代は鋳造・鍛造などの図面に用いられ、同一図面に後加工の状態が指示されている場合にだけ指示されるもので、図4.40のeの位置にミリメートル単位で指示する(図4.45)。削り代の指示は、表面性状の図示記号だけに付けられる要求事項で、文書表現には適用しない。削り代は、通常の表面性状の要求事項に加えて指示できる。

4.3.3 面の指示記号の記入法

表面性状の要求事項の付いた図示記号が図面の下辺又は右辺から読めるように記入し、次のような方法で指示する。従って、上面と左面には対象面に接して指示できるが、その他の面では引出線などを使用して指示することになる(図4.46)。

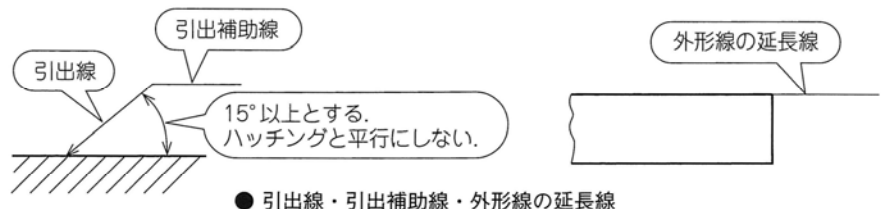
表面性状の要求事項(図示記号)又は矢印(又は他の端末記号)付きの引出線につながった引出補助線が対象面の外側から外形線の延長線に接するようにして表面性状の要求事項を指示する。引出補助線が適用できない場合は、引出

表4.20 加工方法の記号

加工方法	記号	加工方法	記号
旋削	L	ホーニング	GH
穴あけ(きりもみ)	D	放電加工	SPED
中ぐり	B	超音波加工	SPU
フライス削り	M	パフ研磨	SPBF
平削り	P	ブラッシング	SB
形削り	SH	ラップ仕上げ	FL
ブローチ削り	BR	やすり仕上げ	FF
リーマ仕上げ	DR	きさげ仕上げ	FS
内面研削	GI	リーマ手仕上げ	FR
研削	G	ダイカスト	CD

表4.21 筋目方向の記号

記号	説明図および解釈
=	筋目の方向が、記号を指示した図の投影面に平行 例 形削り面、旋削面、研削面
⊥	筋目の方向が、記号を指示した図の投影面に直角 例 形削り面、旋削面、研削面
X	筋目の方向が、記号を指示した図の投影面に斜めで2方向に交差 例 ホーニング面
M	筋目の方向が、多方向に交差 例 正面フライス削り面、エンドミル削り面
C	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 例 正面旋削面
R	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 例 端面研削面
P	筋目が、粒子状のくぼみ、無方向又は粒子状の突起 例 放電加工面、超仕上げ面、ブラッシング面



● 引出線・引出補助線・外形線の延長線

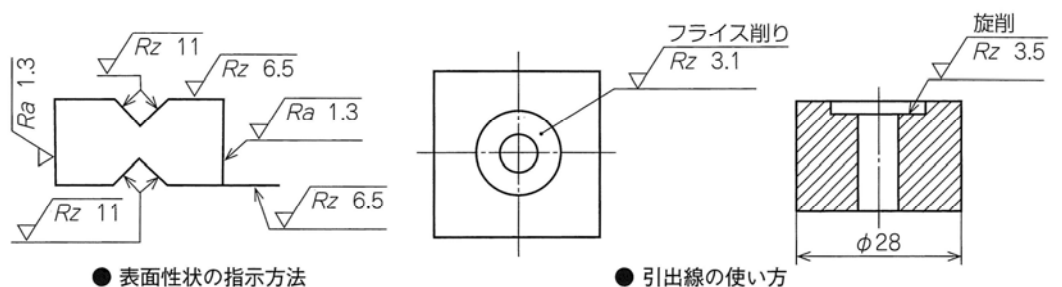


図4.46 削り代の指示

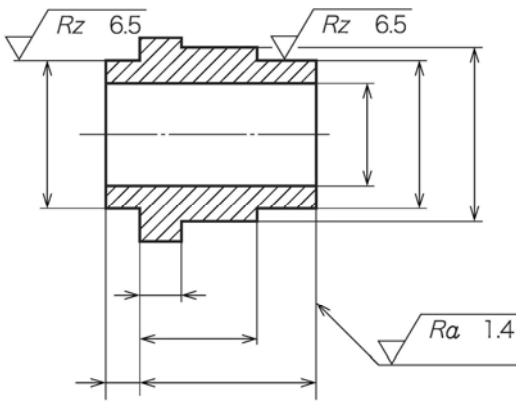


図4.47 寸法と併記した指示例1

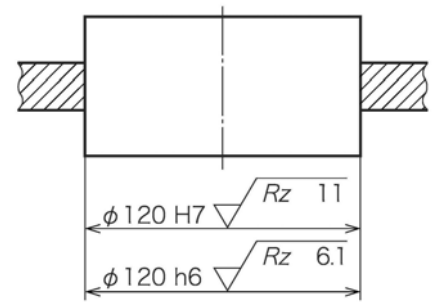
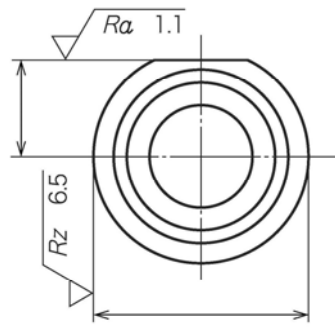


図4.48 寸法と併記した指示例2

線に接するようにして表面性状の要求事項を指示する(図4.46)。

誤って解釈する恐れがない場合は、表面性状の要求事項を寸法に並べて寸法線に(図4.48)、また、幾何公差の記入枠上側に付けて(図4.49)指示できる。図4.48の対象面は、円筒面であることが明らかに分かる。円筒面以外では、設計者の意図とは違う解釈がされる場合がある。

寸法補助線に指示する場合は、寸法補助線に接するか、矢印(又は他の末端記号)付きの引出線につながった引出補助線、又は引出線(引出補助線が適用できない場合)に接するようにして表面性状の要求事項を指示する(図4.47)。

中心線によって表された円筒表面及び角柱表面(角柱の各表面が同じ表面性状のとき)では、表面性状の要求事項を1回だけ指示する(図4.50)。角柱の各表面に異なった表面性状が要求される場合には、角柱の各表面に対して個々に指示する(図4.50(b))。

部品の大部分に同じ表面性状が要求される場合には、表面性状の要求事項を図面の表題欄の傍ら、主投影図の傍ら又は参照番号の傍らに置く。

このような表面に対する図示記号は、大部分の表面が同じ表面性状をもつ場合に対して部分的に異なった表面性状の要求事項があることを示すために、括弧で囲んだ何も付けない基本図示記号(図4.51(a))、又は、括弧で囲んだ部分的に異なった表面性状の要求事項(図4.51(b))を記入すると共に、部分的に異なった表面性状の要求事項を該当する表面の主投影図に指示する。

表面性状の要求事項を繰り返し指示したくない場合、指示スペースが限られている場合、又は同じ表面性状の要求事項が部品の大部分で用いられる場合には、対象部品の傍ら、表題欄の傍ら又は一般事項を指示するスペースに簡略参照指示であることを示して、簡略図示を対象面に適用して参照指示することができる。

図4.54は、表面性状の要求事項を文字付き図示記号に置き換えて、対象面に簡略図示で参照指示した例、図4.52は、基本図示記号に置き換えるときの簡略参照指示の例である。

表面処理の前と後の表面性状を指示する必要がある場合の

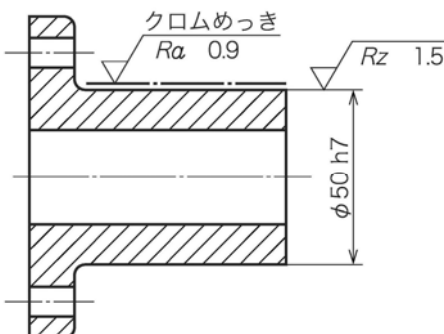


図4.53 表面性状の簡略表示の仕方

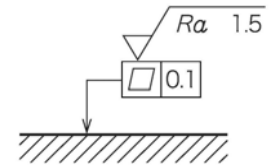


図4.49 公差記入枠に付けた指示例

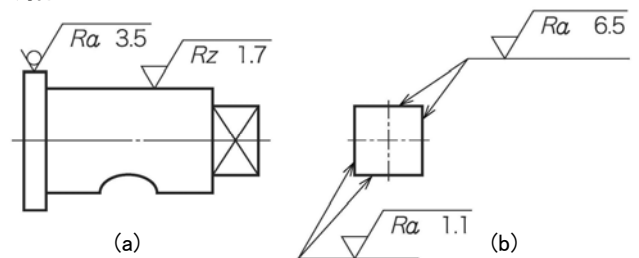


図4.50 円筒及び角柱の表面の指示例

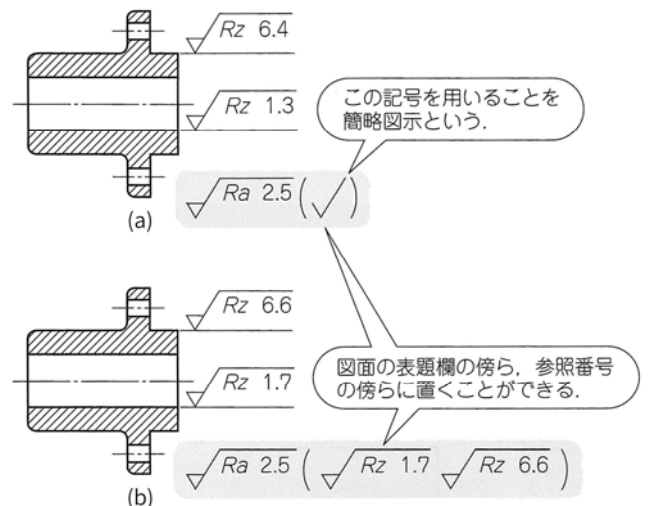


図4.51 表面性状の簡略表示の仕方

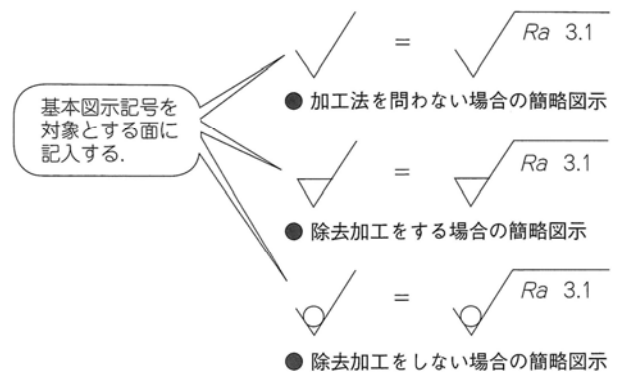


図4.52 図示記号で指示する場合

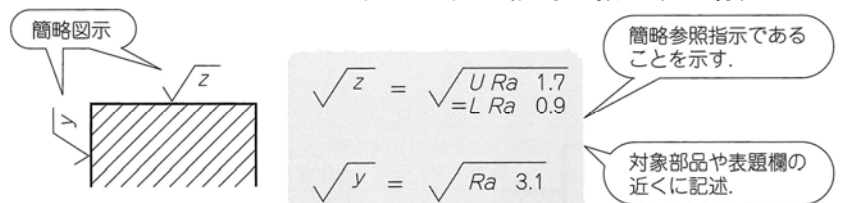
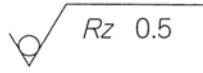
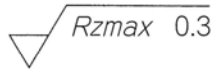
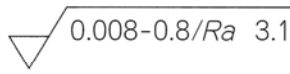
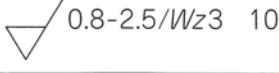
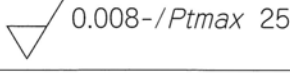
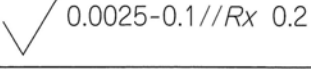


図4.54 簡略参照表示での指示

表面性状の要求事項は、“注記”で指示するか、又は図4.53のように指示する。図4.53では、寸法補助線に接した図示記号で、処理前の表面性状を、太い一点鎖線上の図示記号で、処理内容と処理後の表面性状を指示している。

表4.22に図示記号の意味とその解釈の例を示す。

表4.22 図示記号の意味と解釈の例

図示記号	意味および解釈
 $Rz\ 0.5$	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 lr の5倍の標準評価長さ、“16%ルール” (標準) (JIS B 0633 参照)
 $Rzmax\ 0.3$	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 $0.3\ \mu\text{m}$ 、基準長さ lr の5倍の標準評価長さ、“最大値ルール” (JIS B 0633 参照)
 $0.008-0.8/Ra\ 3.1$	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 $3.1\ \mu\text{m}$ 、基準長さ lr の5倍の標準評価長さ、“16%ルール” (標準) (JIS B 0633 参照)
 $-0.8/Ra3\ 3.1$	除去加工面、片側許容限界の上限値、通過帯域は JIS B 0633 による基準長さ 0.8mm (λ_s は標準値 0.0025mm)、粗さ曲線、算術平均粗さ $3.1\ \mu\text{m}$ 、基準長さ lr の3倍の評価長さ、“16%ルール” (標準) (JIS B 0633 参照)
 $URamax\ 3.1$ $LRa\ 0.9$	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 $3.1\ \mu\text{m}$ 、基準長さ lr の5倍の評価長さ (標準)、“最大値ルール” (JIS B 0633 参照)、下限値：算術平均粗さ $0.9\ \mu\text{m}$ 、基準長さ lr の5倍の標準評価長さ、“16%ルール” (標準) (JIS B 0633 参照)
 $0.8-2.5/Wz3\ 10$	除去加工面、片側許容限界の上限値、通過帯域は $0.8-2.5\text{mm}$ 、うねり曲線、最大高さうねり $10\ \mu\text{m}$ 、基準長さ lw の3倍の評価長さ、“16%ルール” (標準) (JIS B 0633 参照)
 $0.008-/Ptmax\ 25$	除去加工面、片側許容限界の上限値、通過帯域は粗さ曲線、 $\lambda_s=0.008\text{mm}$ で高域フィルタなし、断面曲線、断面曲線の最大断面高さ $25\ \mu\text{m}$ 、対象面の長さに等しい標準評価長さ、“最大値ルール” (JIS B 0633 参照)
 $0.0025-0.1//Rx\ 0.2$	加工法を問わない表面、片側許容限界の上限値、通過帯域は $\lambda_s=0.0025\text{mm}$; $A=0.1\text{mm}$ 、標準評価長さ 3.2mm 、粗さモチーフパラメータ：粗さモチーフの最大深さ $0.2\ \mu\text{m}$ 、“16%ルール” (標準) (JIS B 0633 参照)