

明治大学 機械工学科 機械設計・製図 B

部品図の製図の方法
はめあい と 幾何公差

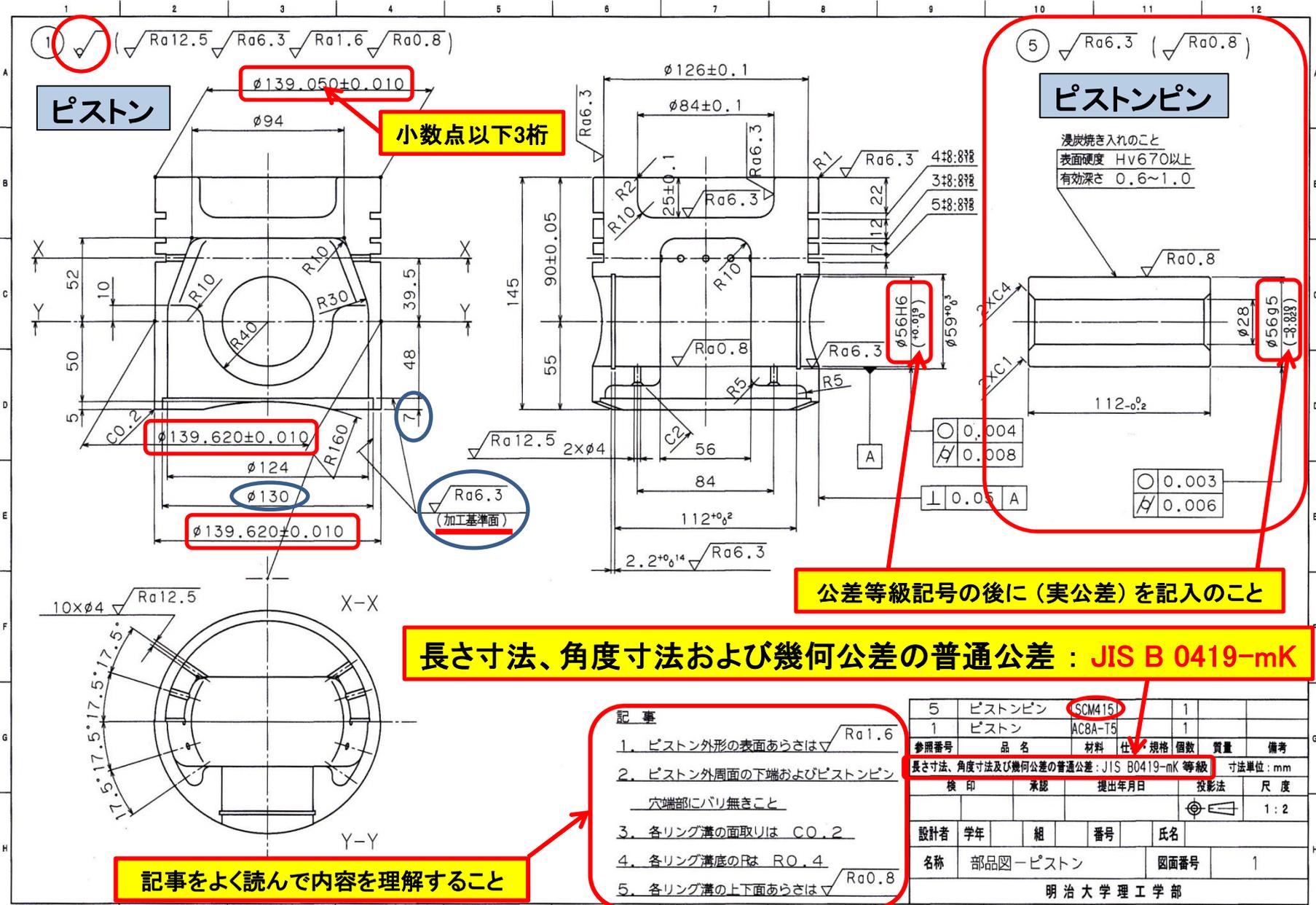
松本 章

本講義に使用するテキスト

- ・部品図サンプル図面
- ・寸法公差および はめあい、幾何公差の必要性について [22]
- ・クランクジャーナル軸受、コンロッド軸受周りの設計手順 [41]

ピストン、ピストンピン

部品図の製図の方法 ^[27]



ピストンピン

浸炭焼き入れのこと
表面硬度 Hv670以上
有効深さ 0.6~1.0

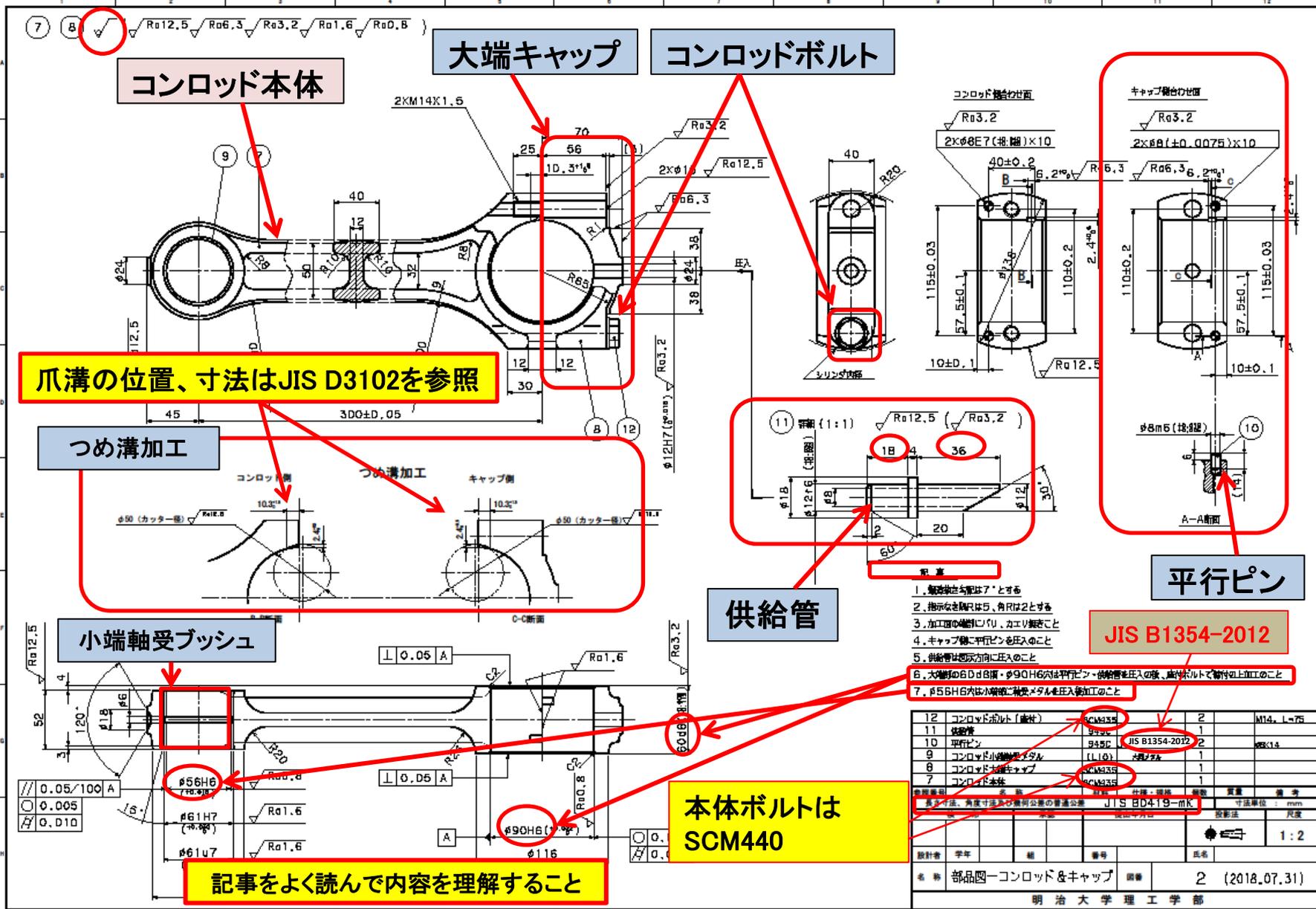
公差等級記号の後に(実公差)を記入のこと

長さ寸法、角度寸法および幾何公差の普通公差：JIS B 0419-mK

記事をよく読んで内容を理解すること

- 記事
1. ピストン外形の表面あらさは $\sqrt{Ra1.6}$
 2. ピストン外周面の下端およびピストンピン
— 穴端部にバリ無きこと
 3. 各リング溝の面取りは C0.2
 4. 各リング溝底のRは R0.4
 5. 各リング溝の上下面あらさは $\sqrt{Ra0.8}$

5	ピストンピン	SCM415	1			
1	ピストン	AC8A-T5	1			
参照番号 品名 材料 仕 規格 個数 質量 備考						
長さ寸法、角度寸法及び幾何公差の普通公差：JIS B0419-mK 等級 寸法単位：mm						
検印	承認	提出年月日	投影法	尺度		
設計者	学年	組	番号	氏名		
名称	部品図-ピストン	図面番号	1			
明治大学理工学部						



4. 油穴、油溝の代表例

軸径 ϕd	油穴径	溝幅	溝深さ	角度
$\phi 25 < \phi d \leq \phi 40$	3	3	0.8	60°
$\phi 40 < \phi d \leq \phi 50$	4	4	1.2	
$\phi 50 < \phi d \leq \phi 80$	5	5	1.5	
$\phi 80 < \phi d \leq \phi 110$	6	6	1.5	
$\phi 110 < \phi d \leq \phi 140$	8	8	2.0	

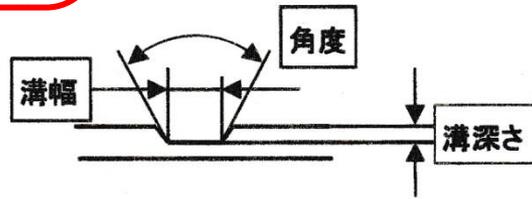
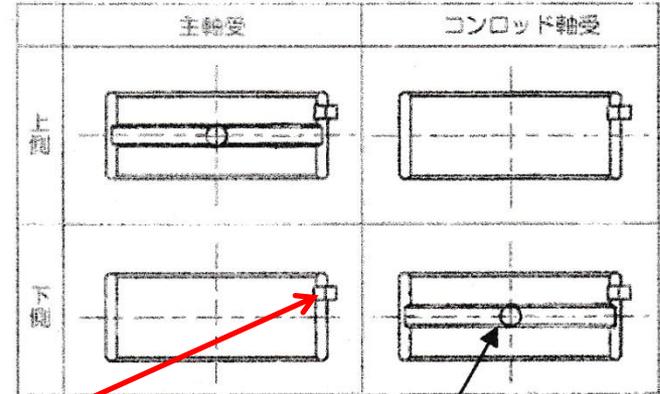


表 油穴、油溝代表例



油穴

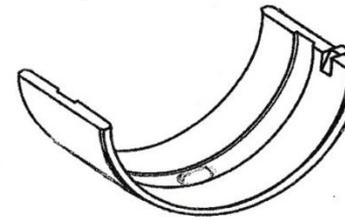
大同メタル(株)技術資料より抜粋

爪の位置、寸法は古い規格(JIS D3102)を参照

クランク ジャーナル軸受け、コンロッド軸受け周りの設計手順 (改2)

- クランクシャフトのジャーナル径、クランクピン径が決定されると軸受メタルの肉厚は以下の表での選定される
ディーゼルエンジンの軸受けメタルの肉厚寸法 (大同メタル推奨値)

軸受け外径 ϕD [mm]	肉厚の基準寸法 [mm]					
	1.75	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0
$\phi 35 < \phi D \leq \phi 45$	○	○				
$\phi 45 < \phi D \leq \phi 60$	○	○	○			
$\phi 60 < \phi D \leq \phi 70$	○	○	○	○		
$\phi 70 < \phi D \leq \phi 85$		○	○	○		
$\phi 85 < \phi D \leq \phi 110$			○	○	○	
$\phi 110 < \phi D \leq \phi 125$				○	○	○
$\phi 125 < \phi D \leq \phi 150$					○	○

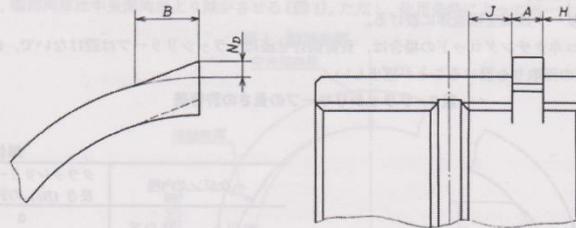


ジャーナル径(dcc)、クランクピン径(dcc)に軸受肉厚(板厚)×2を加えたものが軸受外径である。

JIS D3102

D 3102-1987

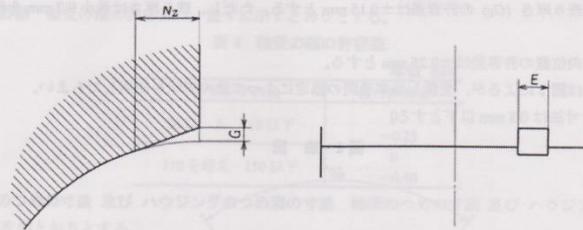
表5 軸受のつめ寸法及び許容差



単位 mm

軸受の肉厚	幅 (A)		突出 (N_D)		長さ (B)	
	基準寸法	許容差	基準寸法	許容差	基準寸法	許容差
1.5	3.0		1.0		4.0	
2.0	4.0		1.4		5.6	
2.5	5.0	0	1.4	0	5.6	0
3.0	6.0	-0.1	1.7	-0.25	8.7	-0.8
3.5	6.0		1.7		8.7	
4.0	6.0		1.7		8.7	

表6 ハウジングのつめ溝の幅及び許容差



単位 mm

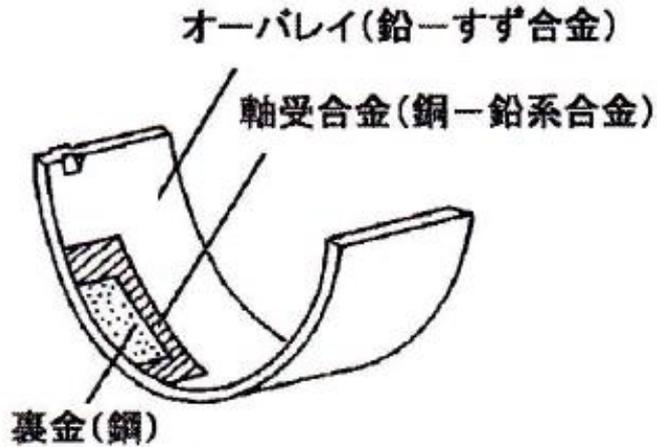
軸受の肉厚	幅 (E)		参考			
			深さ (G)		長さ (N)	
	基準寸法	許容差	基準寸法	許容差	基準寸法	許容差
1.5	3.2		1.6		5.6	
2.0	4.2		2.0		7.2	
2.5	5.2	+0.1	2.0	+0.5	7.2	+1.5
3.0	6.2	0	2.4	0	10.3	0
3.5	6.2		2.4		10.3	
4.0	6.2		2.4		10.3	

2.4 クラッシリリーフ クラッシリリーフは、次のとおりとする。

- (1) クラッシリリーフの長さ (H_D) の許容差は、表7に示すとおりとする。
- (2) クラッシリリーフの深さ (P_D) は、原則として 0.01~0.05 mm の範囲とし、必要な寸法は受渡し当事

コンロッド大端軸受 クランクジャーナル軸受

(3層ベアリングの構造)



軸受材

材料記号 (大同メタル)	成分 (%)			備考
	Cu	Pb	Sn	
K30	残	30	-	ケルメット系
K25	残	25	-	
L23	残	23	3	鉛青銅系
L17	残	17	3	

↓ 疲労強度大

オーバーレイ材

材料記号 (大同メタル)	成分 (%)				
	Cu	Pb	Sn	In	硬質粒子
P8	2	残	8	-	-
P9	-	残	9	9	-
P9Z	-	残	9	9	含む
P4	2	残	10	13	-
P4Z	2	残	10	13	含む

↓ 疲労強度大

溝付



コンロッド大端(下)

クランクジャーナル(上)

溝なし



コンロッド大端(上)

クランクジャーナル(下)



テキスト[22]の説明

5. 平行ピン使用の部位の公差(コンロッド大端部、主軸受部)

(1) JISの平行ピンは軸径の公差により等級がm6とh8の2つに分かれている。(JIS B1354-2012)

内径精度を確保するため公差の厳しいm6を使用する。 m6: $+4\mu \sim +12\mu$

(2) 植込み側はとまりばめを採用 $\Phi 6 \sim 10$ JS7: $\pm 7\mu$ 隙間は $3\mu \sim -19\mu$

(3) はめ込み側はすきまばめを採用 $\Phi 6 \sim 10$ E7: $+25\mu \sim +40\mu$ 隙間は $13\mu \sim 36\mu$

(4) 平行ピンの中心間距離の寸法公差は $\pm 0.03 \sim \pm 0.05$ が通常採用されている(次頁 6. 項の図参照)

JIS B1354-2012

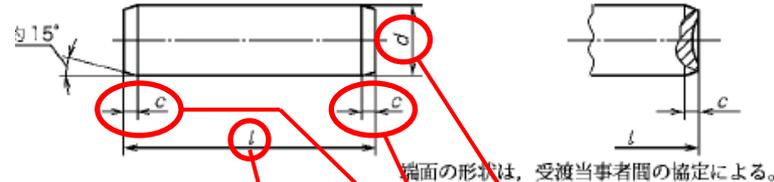
3

B 1354 : 2012

平行ピンの種類

端部の形状	円筒部直径の公差	円筒部の表面粗さ	備考
両端とも面取り (端部形状は1種類)	m6	$Ra \leq 0.8\mu m$	
	h8	$Ra \leq 1.6\mu m$	

表1-平行ピンの形状・寸法



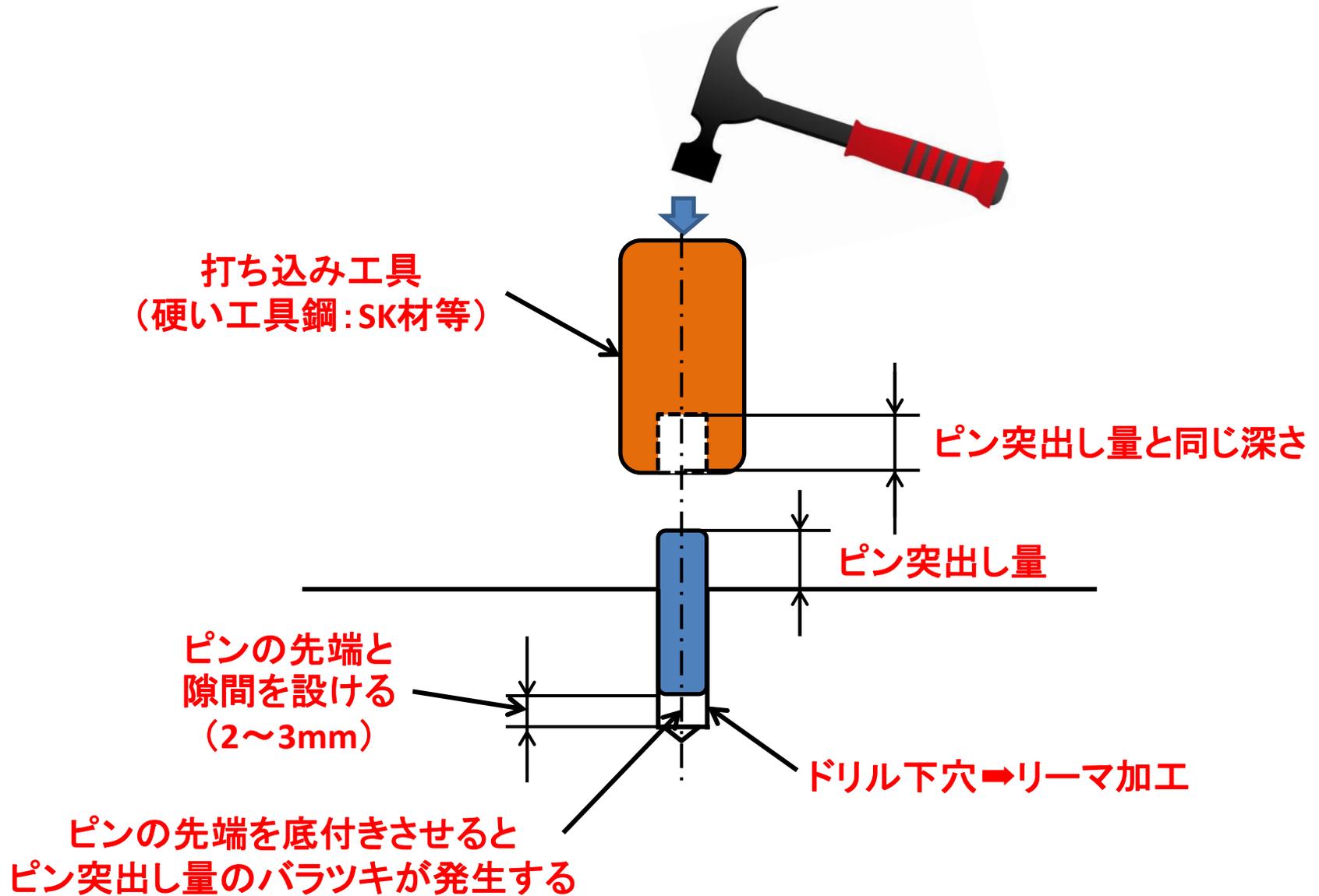
d 公差域クラス m6 又は h8 ⁰	単位 mm																				
	0.6	0.8	1	1.2	1.5	2	2.5	3	4	5	6	8	10	12	16	20	25	30	40	50	
c	約 0.12	0.16	0.2	0.25	0.3	0.35	0.4	0.5	0.63	0.8	1.2	1.6	2	2.5	3	3.5	4	5	6.3	8	
呼び長さ l ^{h)}	最小																				
	最大																				
2	1.75	2.25																			
3	2.75	3.25																			
4	3.75	4.25																			
5	4.75	5.25																			
6	5.75	6.25																			
8	7.75	8.25																			
10	9.75	10.25																			
12	11.5	12.5																			
14	13.5	14.5																			
16	15.5	16.5																			
18	17.5	18.5																			
20	19.5	20.5																			
22	21.5	22.5																			
24	23.5	24.5																			
26	25.5	26.5																			
28	27.5	28.5																			

- ・形状は1種類
- ・軸径の公差はm6とh8 2種類

m6を使用する

推奨する呼び長さの範囲

平行ピンの打ち込み方法^[27]



コンロッド(鍛造品)の抜き勾配について

コンロッドは鍛造加工により製造されるため、型鍛造の型から外しやすくするために

7°の抜き勾配を付ける必要がある

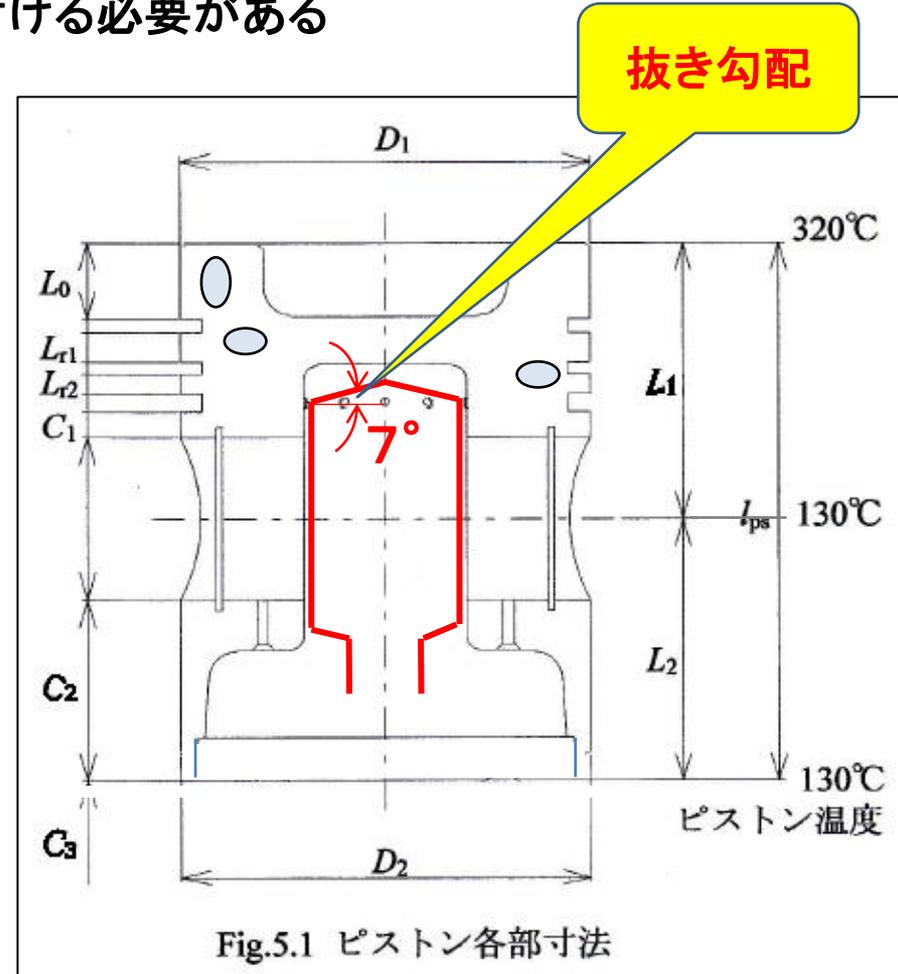
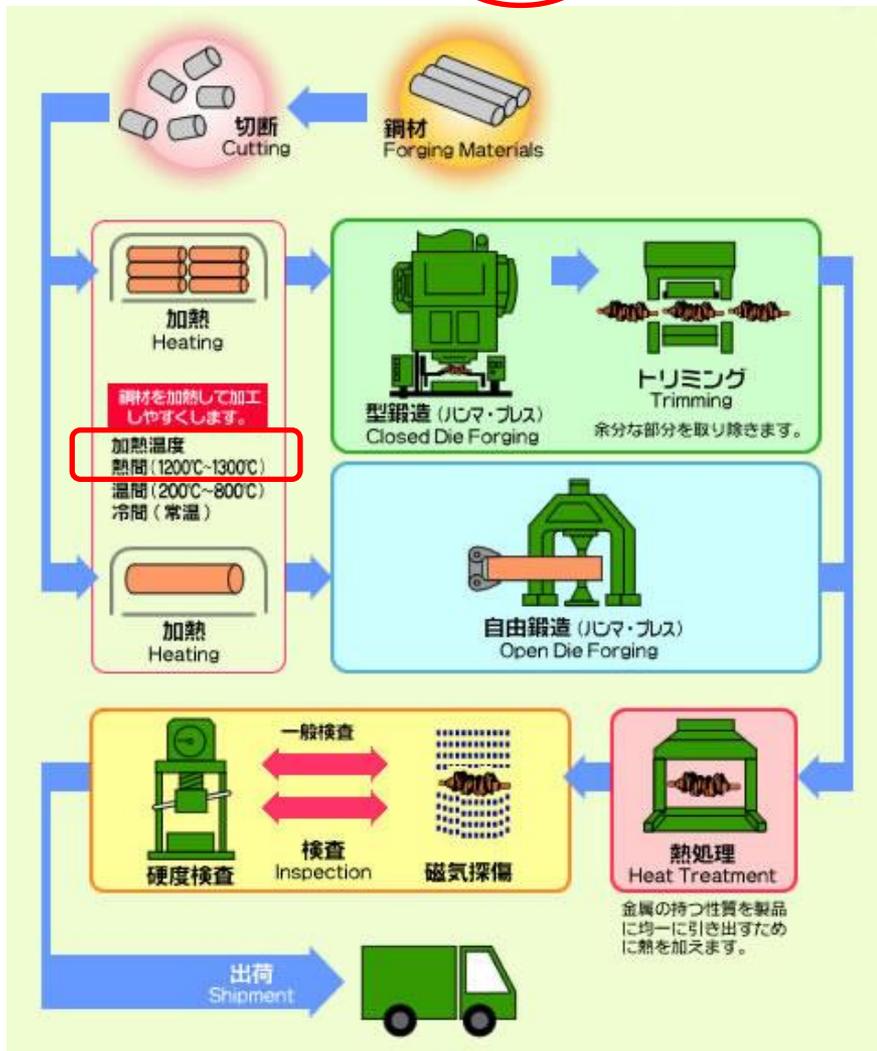
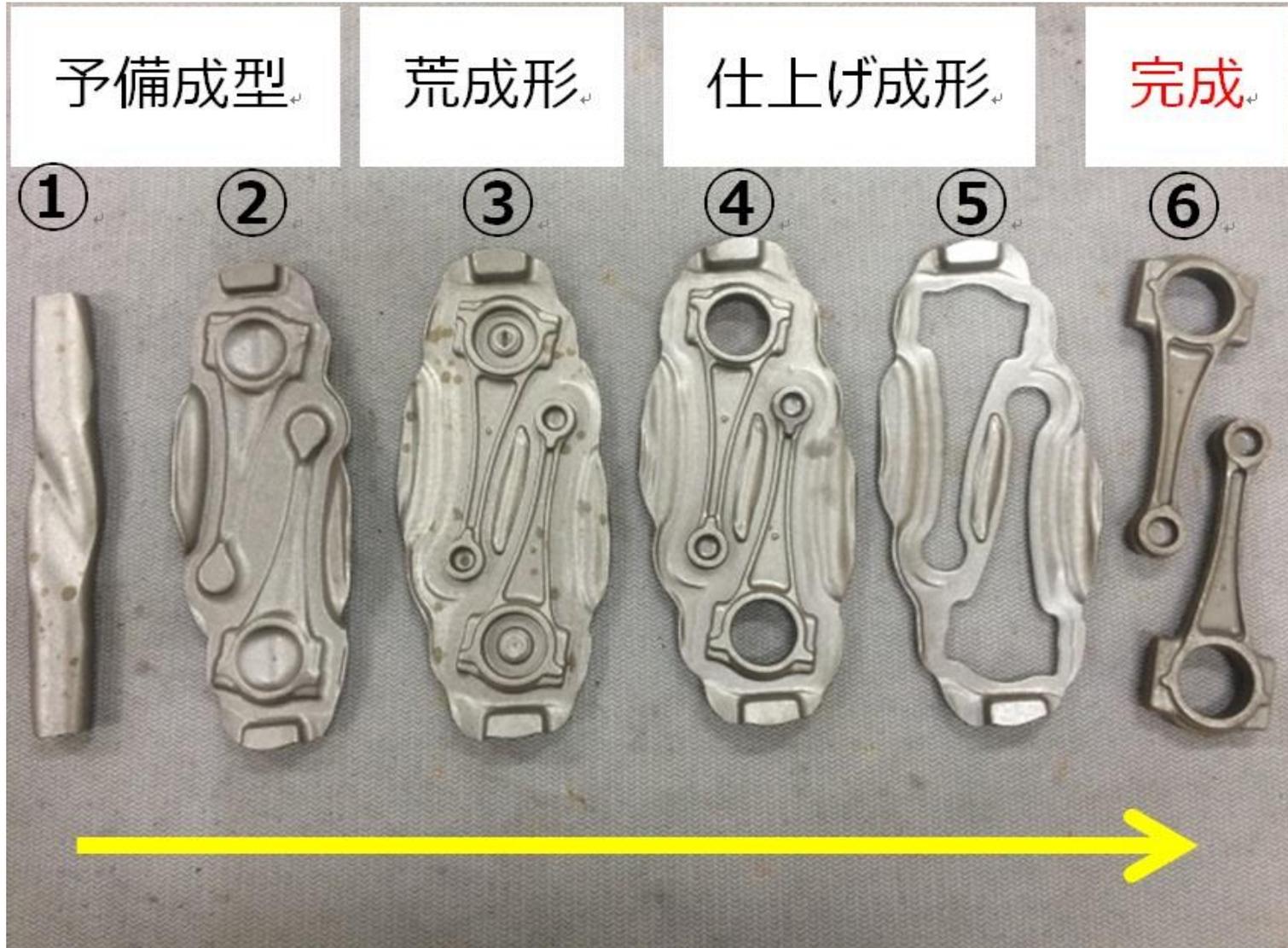
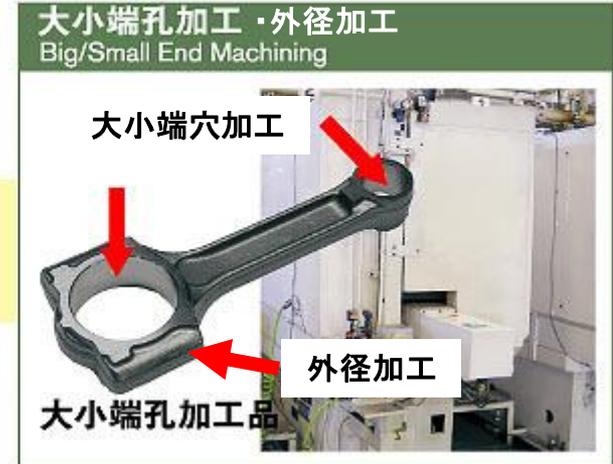


Fig.5.1 ピストン各部寸法

コンロッド鍛造工程

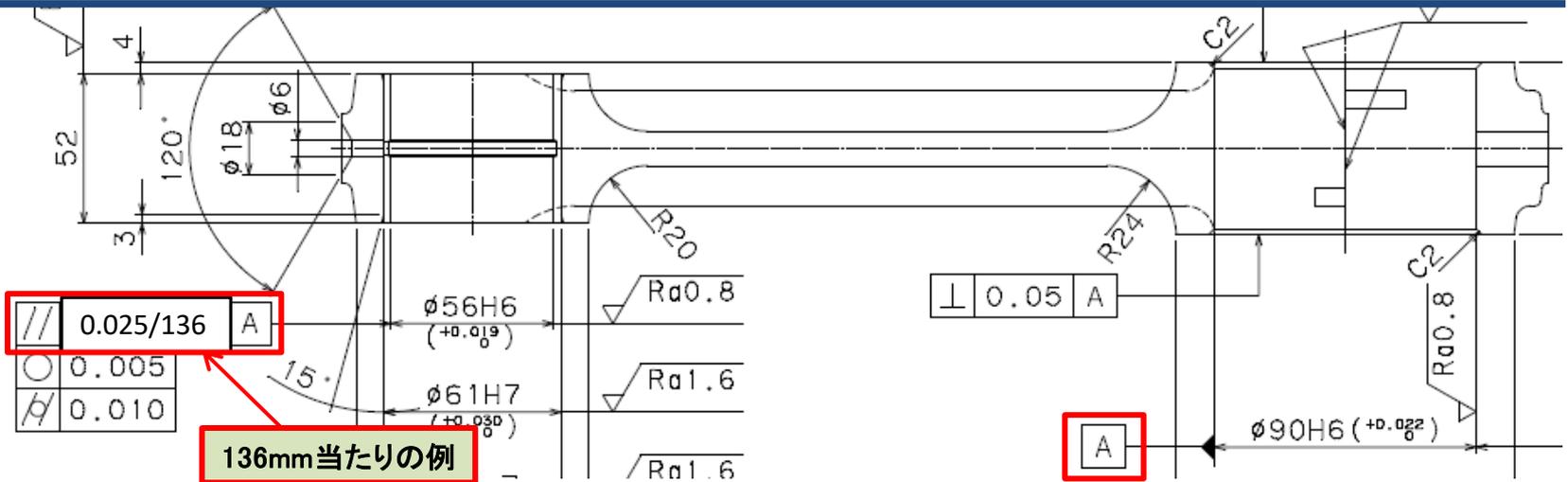


コンロッド加工工程





コンロッド小端部にある幾何公差の平行度を示す0.025/136 についての説明



【3】 その他の幾何公差の指示法

表 3.6 にその他の幾何公差の指示法を示す。

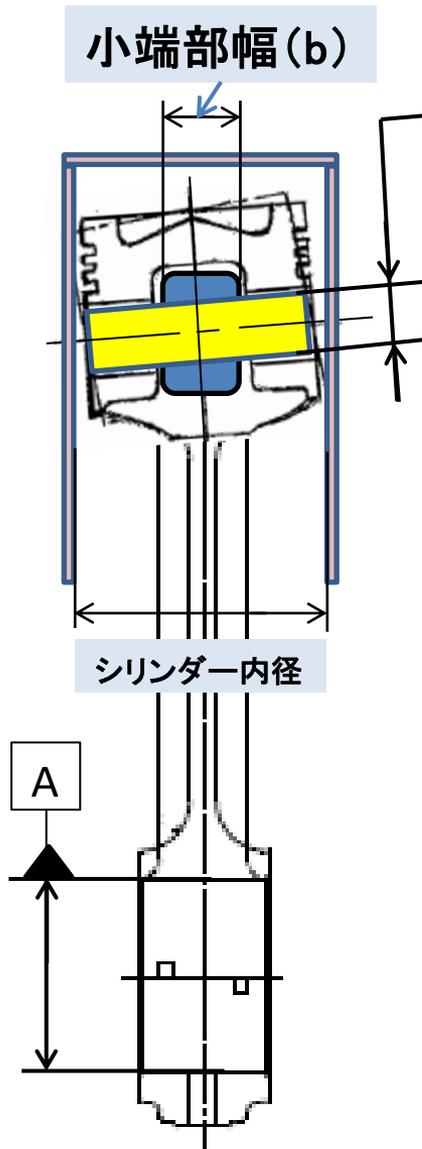
教科書69頁 表3.6
(JIS B 1121と同一内容)

表 3.6 その他の幾何公差の指示法

200mm当たりの例

例	特定の形体の形状に対して指定する場合	公差を二つ以上の形体に適用する場合	形体全体の公差値と特定長さ当たりの公差値の同時表示	同時に二つ以上の幾何特性を指定する場合
幾何公差の表示方法	 中高を許さない	$6 \times \phi 10_{-0.02}^0$ 	 	
意味	平面度が 0.1 mm 以内の公差値に入り、かつ、中高は不可とする	記号“×”を用いて形体の数を公差記入枠の上側に表示する (6ヶ所の例)	全体的な真直度が 0.1 mm 以内に入り、かつ、 <u>特定の長さ 200 mm 当たり 0.05 mm 以内の公差に入ること</u>	真円度公差が 0.02 mm、データム B からの平行度の公差が 0.05 mm 以内のこと

コンロッド小端部にある幾何公差の平行度を示す0.025/136についての説明



// 0.025/136 A

シリンダー内径(D)と合わせる

コンロッドの大端穴に対する小端穴の平行度は、ピストンの傾き(エンジン前後方向の)に影響する
即ち、ピストンの傾きが大きいとピストンとシリンダー内径のクリアランスが少なくなり、ピストン焼付の原因になる

そのため、小端部幅 (b) の範囲のみでなくて、シリンダー内径 (≒ピストン外径) の長さの範囲まで平行度を規定し、ピストンの傾きを少なくする

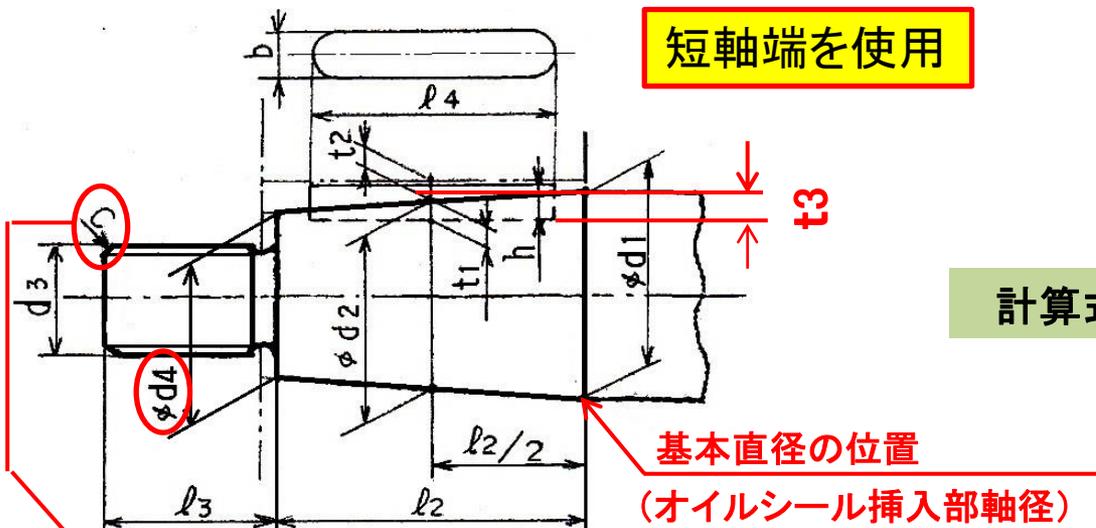
参考図面の図示0.025/136の場合、小端穴にぴったり入る外径の丸棒治具を入れて測定した場合、丸棒治具長さ136mmの範囲の平行度が0.025以内であることを意味する

クランクシャフト先端 1:10テーパ軸形状の説明

参考JIS

JIS B 0904 (テーパ比1:10円すい軸端)

JIS B 1301 (キーおよびキー溝)



計算式

- 1) $\phi d2 = \phi d1 - ((l2/2) \div 10)$
- 2) $\phi d4 = \phi d1 - (l2 \div 10)$
- 3) $t3 = t1 + ((l2/2) \div 10) / 2$

d1=80 の場合の計算例

$$\phi d2 = 80 - (45 \div 10) = 75.5$$

$$\phi d4 = 80 - (90 \div 10) = 71$$

$$t3 = 7.5 + ((45 \div 10)) \div 2 = 9.75$$

d1=90 の場合の計算例

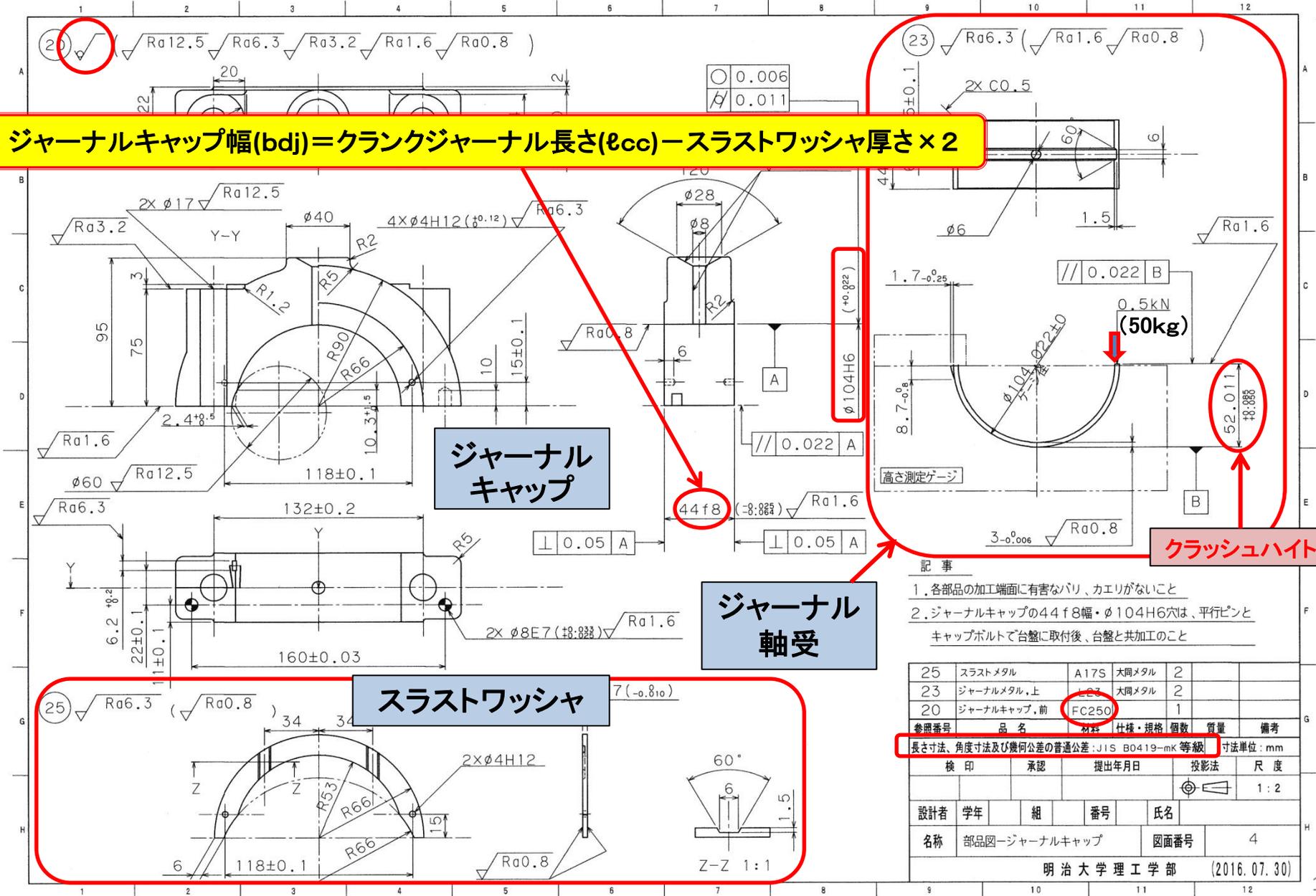
$$\phi d2 = 90 - (45 \div 10) = 85.5$$

$$\phi d4 = 90 - (90 \div 10) = 81$$

$$t3 = 9 + ((45 \div 10)) \div 2 = 11.25$$

基本直径 d ₁	短軸端		おねじ		平行キー		キー溝深さ		
	l ₂	l ₃	サイズ d ₃	面取 C	寸法 b×h	長さ l ₄	軸側 t ₁	PW側 t ₂	基準径 d ₂
60	70	35+3	M42×3	3	16×10	63	6	4.3	56.5
63				3					59.5
65				3					61.5
70				3					66.5
71				3					67.5
75				3					71.5
80	90	40+4	M56×4	4	20×12	80	7.5	4.9	75.5
85				4					80.5
90				4					85.5
95				4					90.5

変更可



ジャーナルキャップ幅(bdj) = クランクジャーナル長さ(lcc) - スラストワッシャ厚さ × 2

ジャーナル
キャップ

ジャーナル
軸受

スラストワッシャ

φ1104H6 (+0.022)

クラッシュハイト

- 記事
1. 各製品の加工端面に有害なバリ、カエリがないこと
 2. ジャーナルキャップの44 f8幅・φ1104H6穴は、平行ピンとキャップボルトで台盤に取付け、台盤と共加工のこと

25	スラストメタル	A17S	大同メタル	2		
23	ジャーナルメタル, 上	L23	大同メタル	2		
20	ジャーナルキャップ, 前	FC250		1		

長さ寸法、角度寸法及び幾何公差の普通公差: JIS B0419-mK 等級 寸法単位: mm

検印	承認	提出年月日	投影法	尺度
			第一角法	1:2
設計者	学年	組	番号	氏名
名称	部品図-ジャーナルキャップ		図面番号	4
明治大学理工学部				(2016.07.30)

2. 軸受メルの寸法管理方法

- 軸受メルは半割のため内外径寸法の直接管理が出来ない
- 軸受メル外径は半割のゲージ(ハウジングの最大内径)に密着させ端部の突出し量で管理。これをクラッシュハイトと云う
これを押し潰す事によりハウジング内径に強く密着させせる(参考)φ82の軸受の場合、ゲージ径はφ82.022±0となる
- 軸受メル内径は板厚管理で内径精度を確保する
(穴径 H6 と H7 公差幅の差の 1/2 を板厚公差とする)

半割ゲージによる外径管理

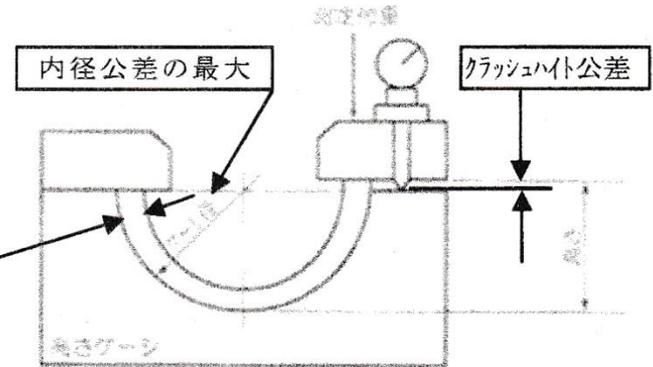


図2-11 高さの定義

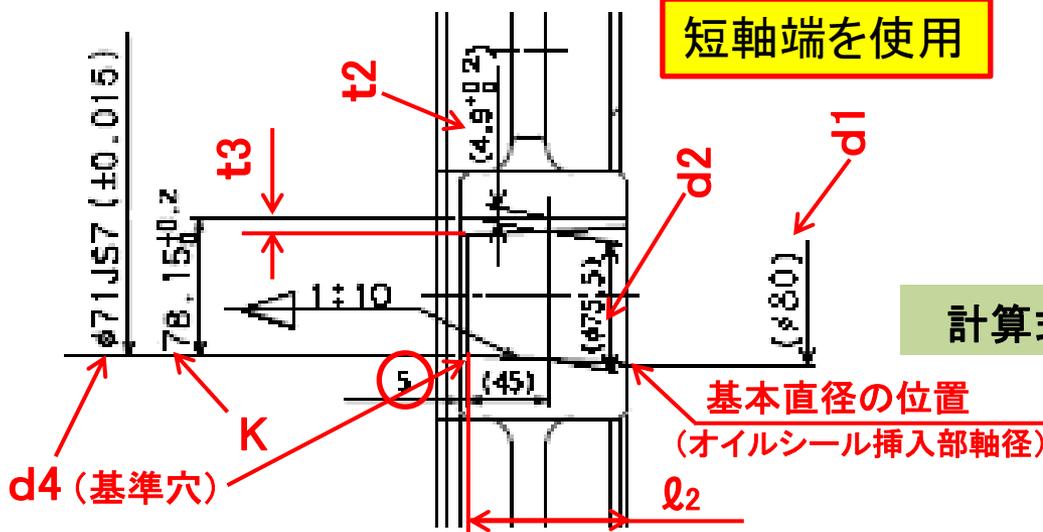
3. 軸受メルの板厚公差、クラッシュハイト公差

- 表中のクラッシュハイトはハウジング最大内径(ゲージ径)時の値。ハウジング材料は鉄とする
- クラッシュハイトの計測時の測定荷重は 0.5kN とする (クラッシュハイトは H6・r6 組合せ時の締め代の相当)

軸受メル外径 φD [mm]	ハウジング内径 H6	メルの板厚 公差	メル組込時の 内径公差 (H7 相当)	(参考) r6 の軸公差 メル外径公差相当	(参考) ゲージ径組込時 の締め代	ゲージ組込時の 軸受メルの クラッシュハイト公差
φ30<φD≤φ50	0~+0.016	0~-0.004	0~+0.024	0.034~0.050	0.018~0.034	0.028~0.053
φ50<φD≤φ65	0~+0.019	0~-0.005	0~+0.029	0.041~0.060	0.022~0.041	0.035~0.064
φ65<φD≤φ80	0~+0.019	0~-0.005	0~+0.029	0.043~0.062	0.024~0.043	0.038~0.068
φ80<φD≤φ100	0~+0.022	0~-0.006	0~+0.034	0.051~0.073	0.029~0.051	0.046~0.080
φ100<φD≤φ120	0~+0.022	0~-0.006	0~+0.034	0.054~0.076	0.032~0.054	0.050~0.085
φ120<φD≤φ140	0~+0.025	0~-0.007	0~+0.039	0.063~0.088	0.038~0.063	0.060~0.099

ジャーナル径、クランクピン径に軸受け板厚×2を加えたものが軸受け外径である。

フライホイールの 1:10テーパ穴形状の説明



参考JIS

JIS B 0904 (テーパ比1:10円すい軸端)
JIS B 1301 (キーおよびキー溝)

計算式

- 1) $\phi d2 = \phi d1 - ((l2/2) \div 10)$
- 2) $\phi d4 = \phi d1 - (l2 \div 10)$
- 3) $t3 = t2 + ((l2/2) \div 10) \div 2$
- 4) $K = d4 + t3$

d1=80 の場合の計算例

$$\begin{aligned} \phi d2 &= 80 - (45 \div 10) = 75.5 \\ \phi d4 &= 80 - (90 \div 10) = 71 \\ t3 &= 4.9 + ((45 \div 10)) \div 2 = 7.15 \\ K &= 71 + 7.15 = 78.15 \end{aligned}$$

d1=90 の場合の計算例

$$\begin{aligned} \phi d2 &= 90 - (45 \div 10) = 85.5 \\ \phi d4 &= 90 - (90 \div 10) = 81 \\ t3 &= 5.4 + ((45 \div 10)) \div 2 = 7.65 \\ K &= 81 + 7.65 = 88.65 \end{aligned}$$

基本直径 d ₁	短軸端		おねじ		平行キー		キー溝深さ		
	ℓ ₂	ℓ ₃	サイズ d ₃	面取 C	寸法 b×h	長さ ℓ ₄	軸側 t ₁	FW側 t ₂	基準径 d ₂
60	70	35+3	M42×3	3	16×10	63	6	4.3	56.5
63									59.5
65									61.5
70									66.5
71									67.5
75	90	40+4	M56×4	4	20×12	80	7.5	4.9	75.5
80									80.5
85									85.5
90									85.5
95									90.5

サイズ公差およびはめあい、幾何公差の必要性について

部品を加工し製品化するにはサイズ公差、幾何公差を持たせないと製造できない。
また機能を満足させるにはどのような公差を選定するかが重要である。

I. サイズ公差、はめあい及び表面粗さ

1. 普通公差 (JIS B 0401)

(1) 図面の中で目標寸法のみ記載され個々の公差の指示がない長さ寸法及び角度寸法に対する公差は下表の公差等級m級(中級)を採用する。

表 2.2 普通公差 (JIS B 0405 個々に公差の指示がない長さ寸法に対する公差)

(単位: mm)

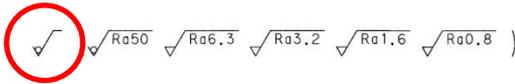
基本サイズ公差等級		図示サイズの区分							
記号	説明	0.5 ⁽¹⁾ 以上	3 を超え	6 を超え	30 を超え	120 を超え	400 を超え	1000 を超え	2000 を超え
		3 以下	6 以下	30 以下	120 以下	400 以下	1000 以下	2000 以下	4000 以下
		許容差							
f	精級	±0.05	±0.05	±0.1	±0.15	±0.2	±0.3	±0.5	—
m	中級	±0.1	±0.1	±0.2	±0.3	±0.5	±0.8	±1.2	±2
c	粗級	±0.2	±0.3	±0.5	±0.8	±1.2	±2	±3	±4
v	極粗級	—	±0.5	±1	±1.5	±2.5	±4	±6	±8

注: ⁽¹⁾ 0.5 mm 未満の図示サイズに対しては, その図示サイズに続けて許容差を個々に指示する。

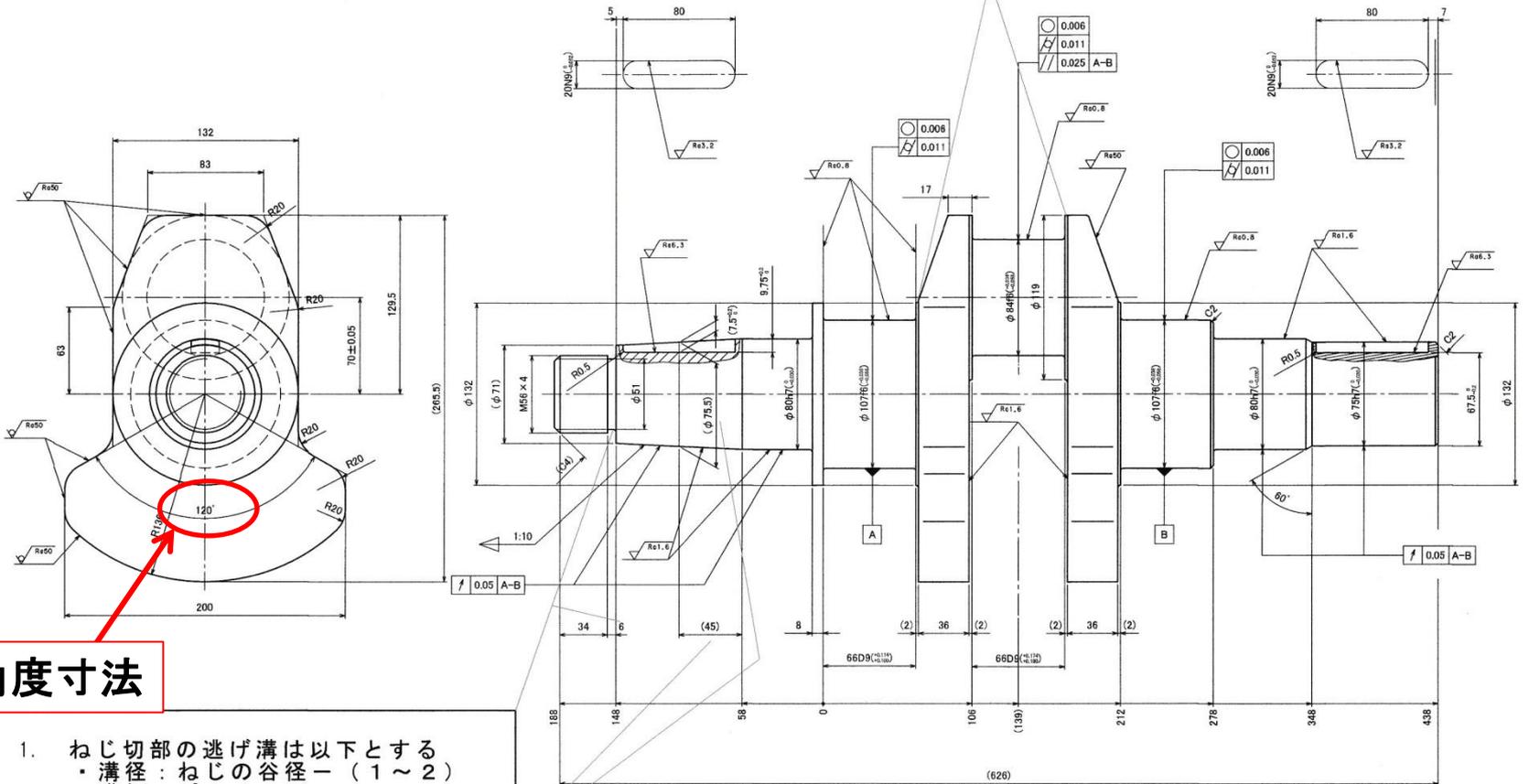
表 6.3 角度寸法の許容差

公差等級		対象とする角度の短いほうの辺の長さの区分 (mm)				
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	$\pm 1^{\circ}$ (注)	$\pm 30'$	$\pm 20'$	$\pm 10'$	$\pm 5'$
m	中級					
c	粗級	$\pm 1^{\circ} 30'$	$\pm 1^{\circ}$	$\pm 30'$	$\pm 15'$	$\pm 10'$
v	極粗級	$\pm 3^{\circ}$	$\pm 2^{\circ}$	$\pm 1^{\circ}$	$\pm 30'$	$\pm 20'$

備考 精級、中級の区別はされていない。



クランクアーム部とクランクピン・ジャーナルとの接合部には2mmの台座を設ける



角度寸法

- ねじ切部の逃げ溝は以下とする
 - 溝径：ねじの谷径 - (1 ~ 2)
 - 溝幅：ピッチ × (1 ~ 1.5)
- テーパ軸のキー溝図示方法
 - JISでは()寸法の数値で溝深さを指示しているが計算が難しい
 - φ80h7軸を基準に溝深さを指示した方が直接的でわかりやすい

- 記事
- クランクピン及びクランクジャーナル部に軟酸化処理を施すこと
 - 指示無き加工面の隅RはR2とする
 - 加工面の端部にバリ・カエリ無きこと
 - 1:10テーパ部の精度は基準ゲージ挿入時の外径全体当たり面が80%以上であること

15	クランクシャフト	S45C	1		
参照番号	品名	材料	仕様・規格・個数	質量	備考
					長さ寸法、角度寸法及び幾何公差の普通公差：JIS B 0419-mK 等級 寸法単位：mm
検印	承認	提出年月日	投影法	尺度	
					1:2
設計者	学年	組	番号	氏名	
名称	部品図-クランクシャフト		図面番号	3	
明治大学理工学部 (2016.07.30)					

参考図面

全 参考図面の普通公差指示の明確化

普通公差は、「長さ寸法及び角度寸法」のみでなく、幾何公差も追加する

長さ寸法、角度寸法および幾何公差の普通公差：JIS B 0419-mK

JIS B 0405

長さ寸法、角度寸法の普通公差

+

JIS B 0419

幾何公差の普通公差

||

JIS B 0419-(f、m、c、v) (H、K、L)



参考図面

全 参考図面の普通公差指示の明確化(参考資料)

JIS記載内容の抜粋

JIS B 0405

個々に公差の指示がない長さ寸法及び角度寸法に対する公差

5. 図面上の指示

この規格による普通公差を適用する場合には、次の事項を表題欄の中又はその付近に指示する。

- (a) JIS B 0405
- (b) この規格による公差等級 (f、m、c、v)

例 **JIS B 0405-m**

JIS B 0419

個々に公差の指示がない形体に対する幾何公差

6. 図面上の指示

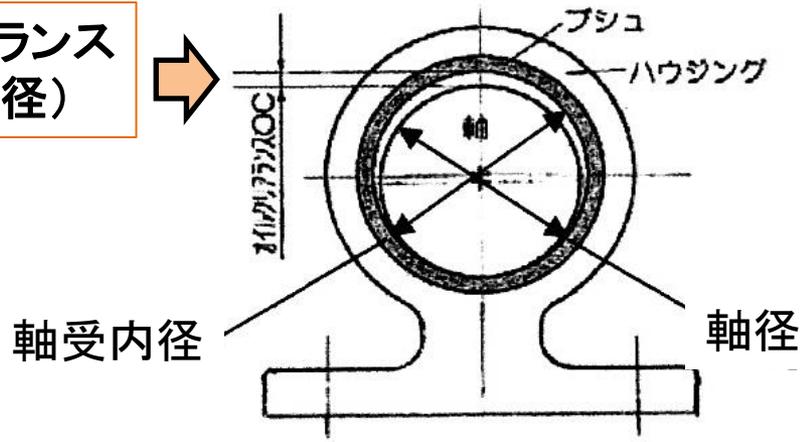
この規格による普通公差を、JIS B0405による普通公差とともに適用する場合には、次の事項を表題欄の中又はその付近に指示する

- (a) JIS B 0419 (H、K、L)
- (b) JIS B 0405 (f、m、c、v)

例 **JIS B 0419-mK**

オイルクリアランスの必要性

オイルクリアランス
(穴径 - 軸径)



軸が回転することにより油膜が形成され軸は軸受内に浮いている
油膜暑さは耐焼き付き性、騒音、摩擦抵抗の面から厚すぎても薄すぎてもダメ



適正な油膜が形成されるように
オイルクリアランスが必要

図 2-46 大径軸受と主軸受の基点の考え方

図 2-48 偏心率標図 (軸心軌跡)

軸径 [mm]	許容最小油膜厚さ [μm]
100	1.25
200	2.0

大同メタル(株) すべり軸受け技術データブックより抜粋

2. 一般的な回転するすべり軸受構造の軸と軸受の公差

(1) 滑らかな回転と焼付きを起こさせない軸受けの隙間(オイルクリアランス)

経験的に軸径の $\approx 0.5 \sim 1 / 1000$ の隙間を目安とする

JISで規定されているはめあい記号の組合せでは **H7と f6** 又は **e6** がこれに相当する

一般的に軸精度を1等級厳しくしている理由は穴加工より軸加工の方が精度確保が容易のため

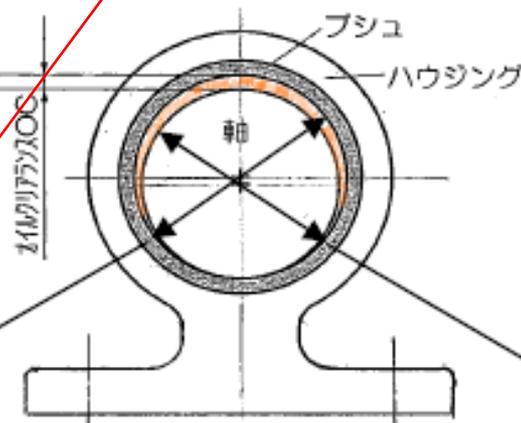
Φ50~80 の場合の公差幅 H7: 0~+30 μ, f6: -25~-41 μ 隙間は25~71 μとなる

e6: -60~-79 μ 隙間は60~109 μとなる

Φ80~120の場合の公差幅 H7: 0~+35 μ, f6: -36~-58 μ

e6: -72~-94 μ 隙間は36~93 μとなる
隙間は72~133 μとなる

オイルクリアランス
(穴径 - 軸径)



(例) 軸径 φ 100の場合

$$100 \times (0.5 \sim 1/1000) = 50 \sim 100 \mu m$$

軸受内径公差: H7

軸の外径公差: f6 又は e6

3. 半割のすべり軸受構造の公差(クランクジャーナル、ピン部)

半割りの軸受けと言えどもオイルクリアランスは上記1項と同等の隙間を確保する必要がある。

(1) 半割のメタルを軸受部(ハウジング)に組付けた状態で **H7 相当** の内径精度を確保必要有り

(2) 2部品の組合せとなるため穴加工の精度を1ランク厳しい **H6** を採用する

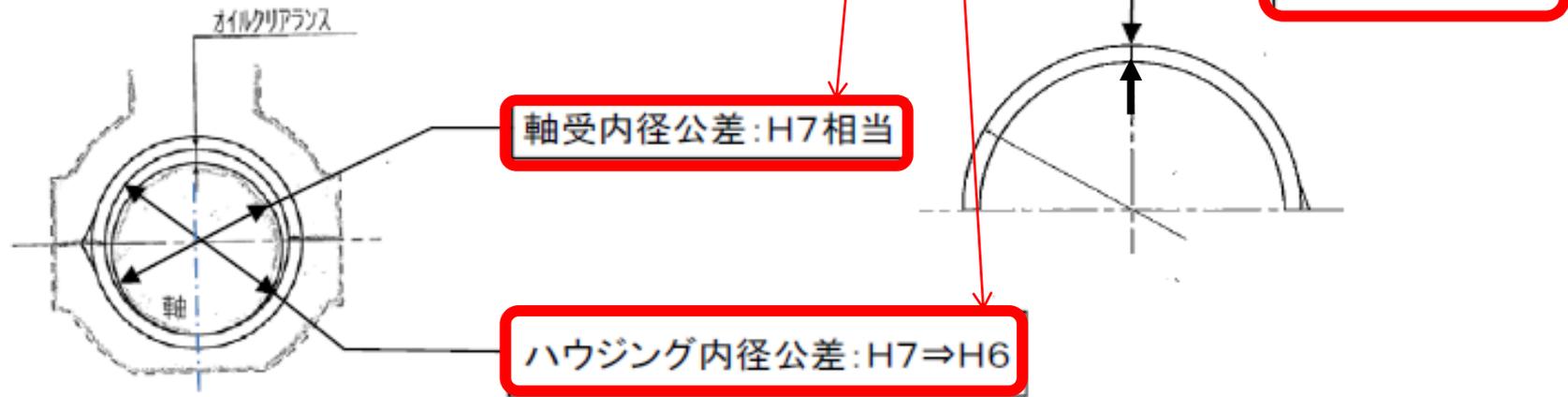
(3) 半割メタルの板厚公差を厳しく設定し精度を確保。(**H7, H6** の寸法公差幅の差の $\approx 1/2$ とする)

Φ50~80の場合の公差幅は H7:30μ, H6:19μである — 公差幅の差は11μである

従って板厚公差を0~5μとすればH7の内径公差の確保が可能

Φ80~120の場合の公差幅 H7:35μ, H6:22μ — 公差幅の差13μ

従って板厚公差は0~6μとなる



4. 揺動する部品の軸受構造の公差(ピストンピン~コンロッド小端軸受、ピストンピンボス)

(1) 耐摩耗性の確保(油膜形成が不利)、また振動騒音抑制のため軸受公差を経験的に軸径の $\approx 0.2 \sim 0.5 / 1000$ の隙間を目安とする

(2) 目安の数値が小さいため公差の等級を1等級厳しくする必要がある

JISで規定されているはめあい記号の組合せでは H6、g5 がこれに相当する

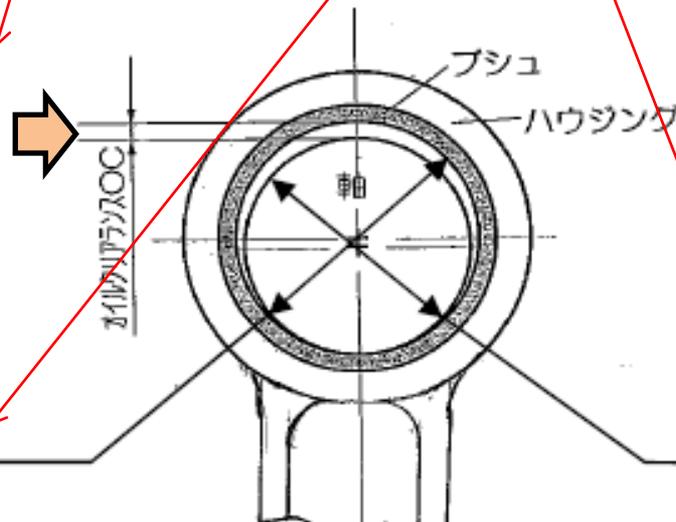
Φ30~50の場合の公差幅 H6: $0 \sim +16 \mu$, g5: $-9 \sim -20 \mu$ 隙間は $9 \sim 36 \mu$ となる

Φ50~80の場合の公差幅 H6: $0 \sim +19 \mu$, g5: $-10 \sim -23 \mu$ 隙間は $10 \sim 42 \mu$ となる

オイルクリアランス
(穴径 - 軸径)

コンロッド小端
軸受内径

軸受内径公差: H6



(例) 軸径 φ80の場合

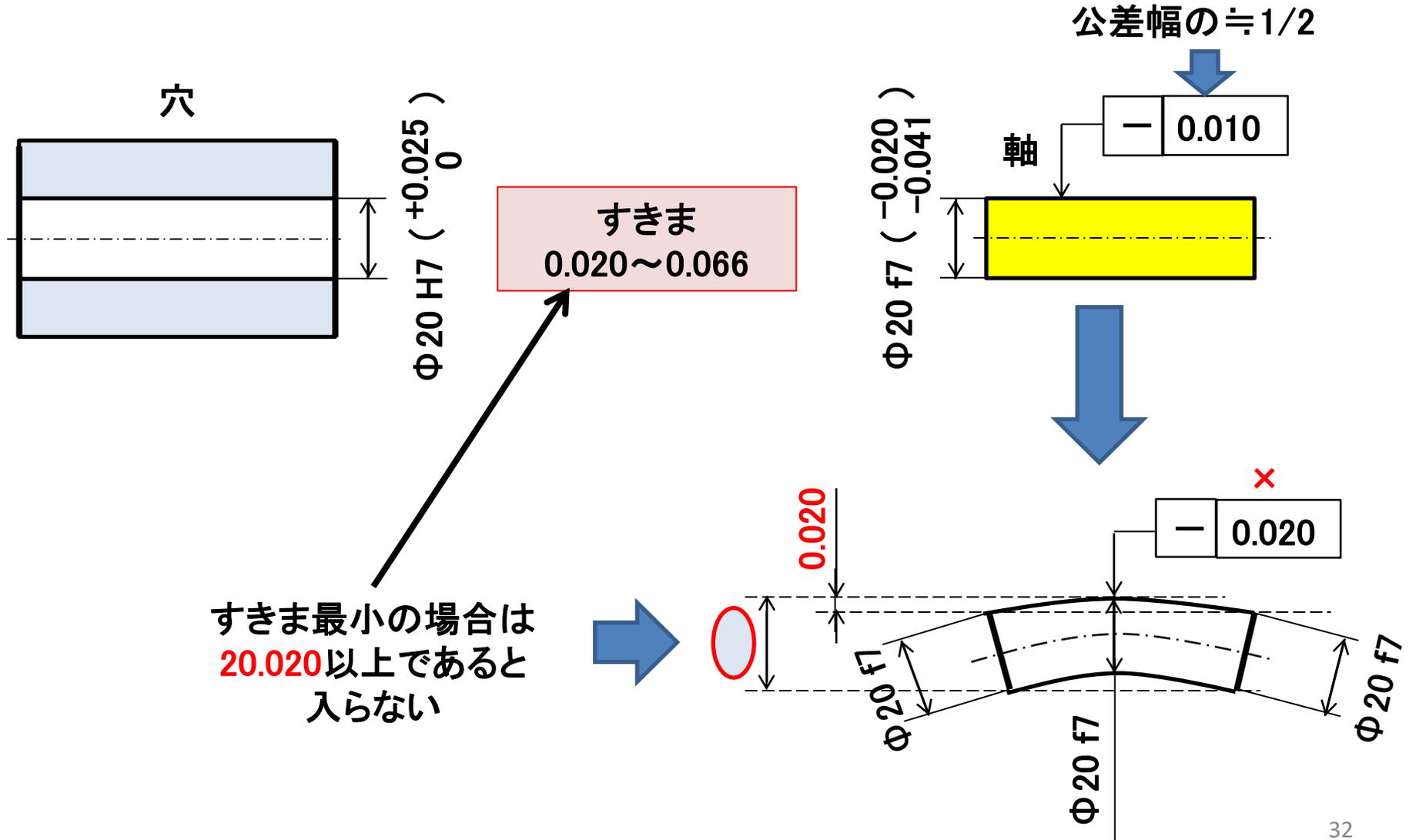
$$80 \times (0.2 \sim 0.5 / 1000) = 16 \sim 40 \mu m$$

軸の外径公差: g5

ピストンピン外径

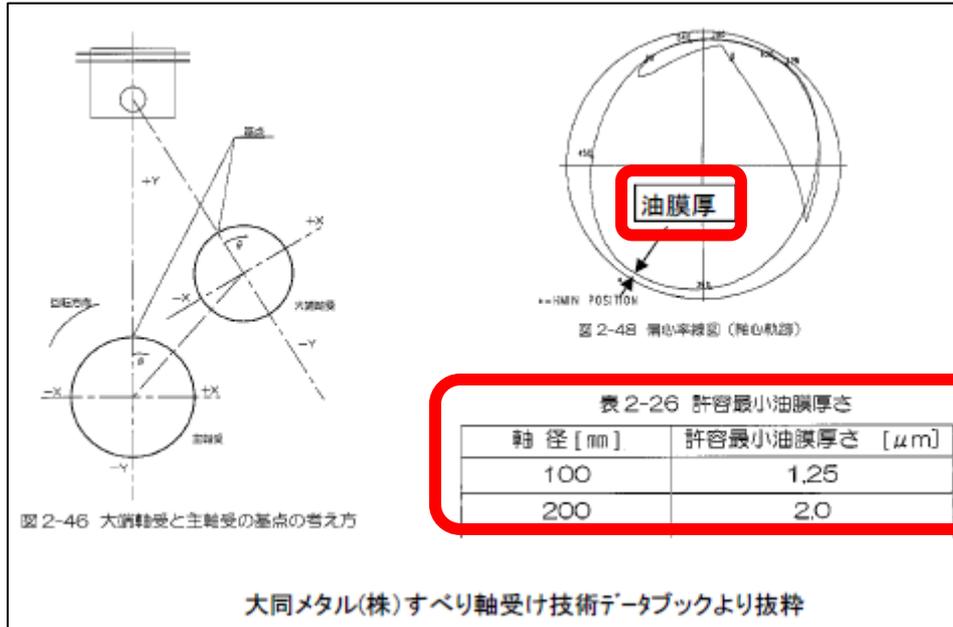
幾何公差の必要性

簡単な一例(真直度)



表面粗さの必要性

簡単な一例(油膜厚と粗さ)

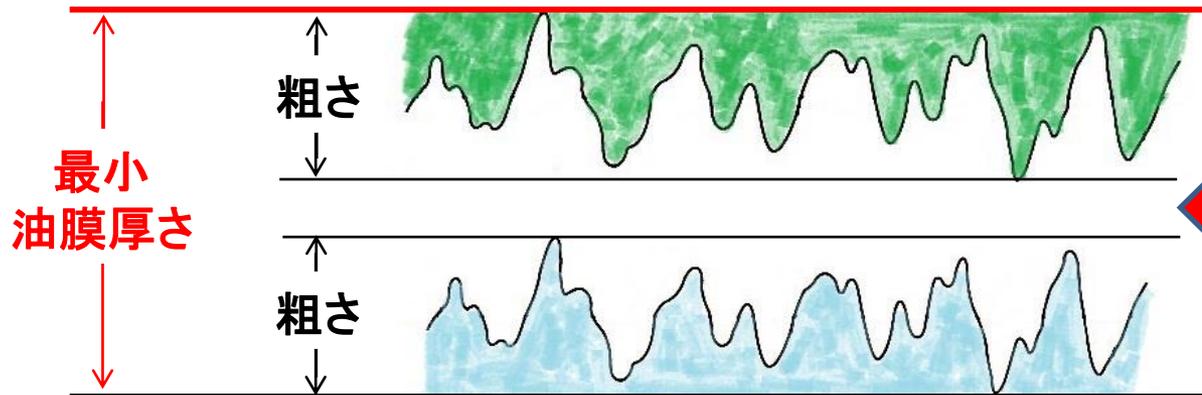


設計の基本

オイル潤滑部品は金属同士が接触しない様に設計する

油膜によって金属同士は浮いている

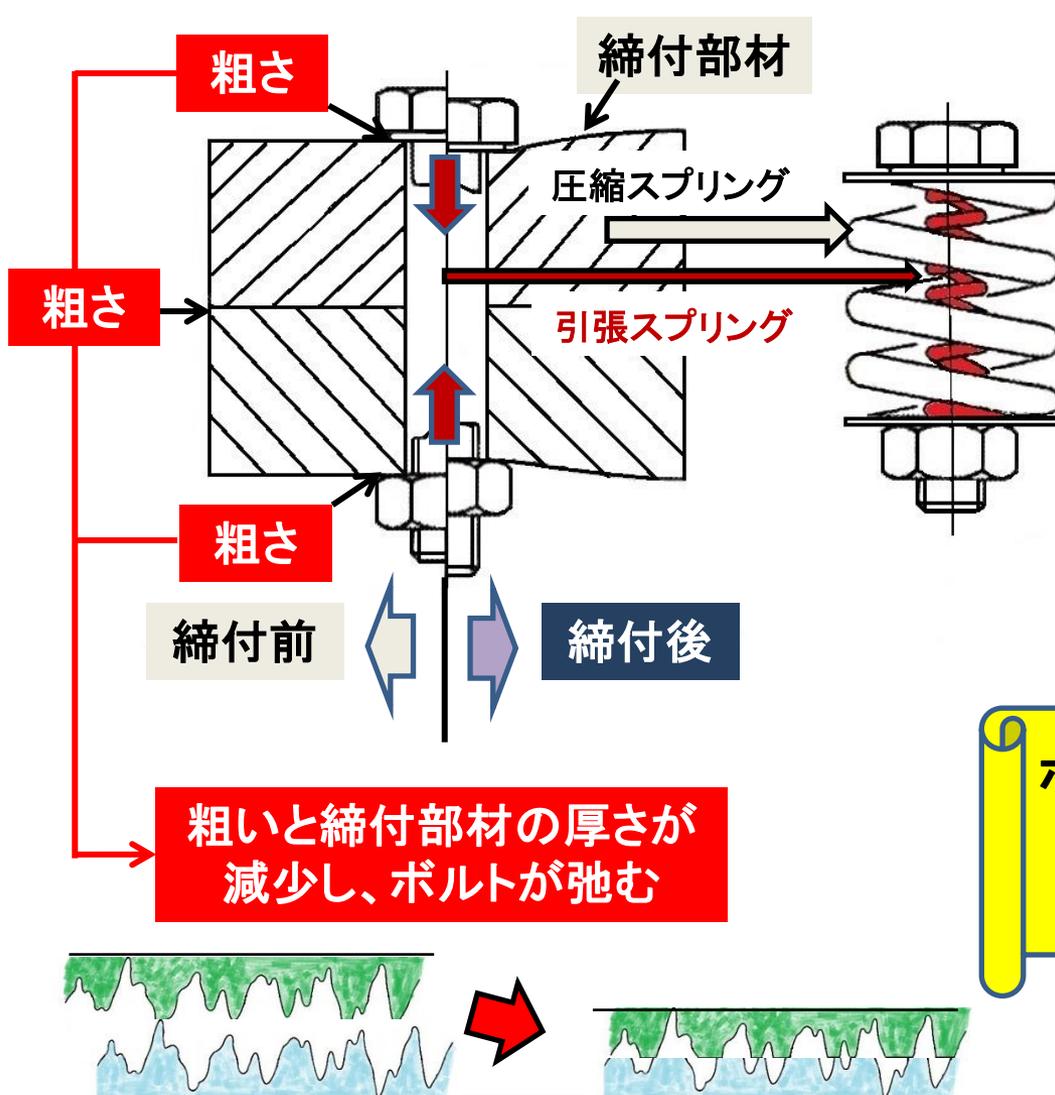
表面粗さは、最小油膜厚さ 以下に設計する



金属同士が接触しない様に

表面粗さの必要性

簡単な一例(ボルトの弛み)



ボルトを締めると

ボルトは伸び締付部材は縮む
共に戻ろうとする力で釣り合う

・ボルトは引張スプリング
・締付部材は圧縮スプリング

ボルトの弛み(=締付力の低下)は、
締付部材のへこみ(陥没)や
厚さ減少による

寸法公差、幾何公差、表面粗さ、エンドプレーは難しい

新エンジンの開発



形状は計画図で決める



部品図作成段階での
寸法公差、幾何公差、表面粗さ、エンドプレーはどうか？



現在量産中の自社製
エンジン図面を参考にする



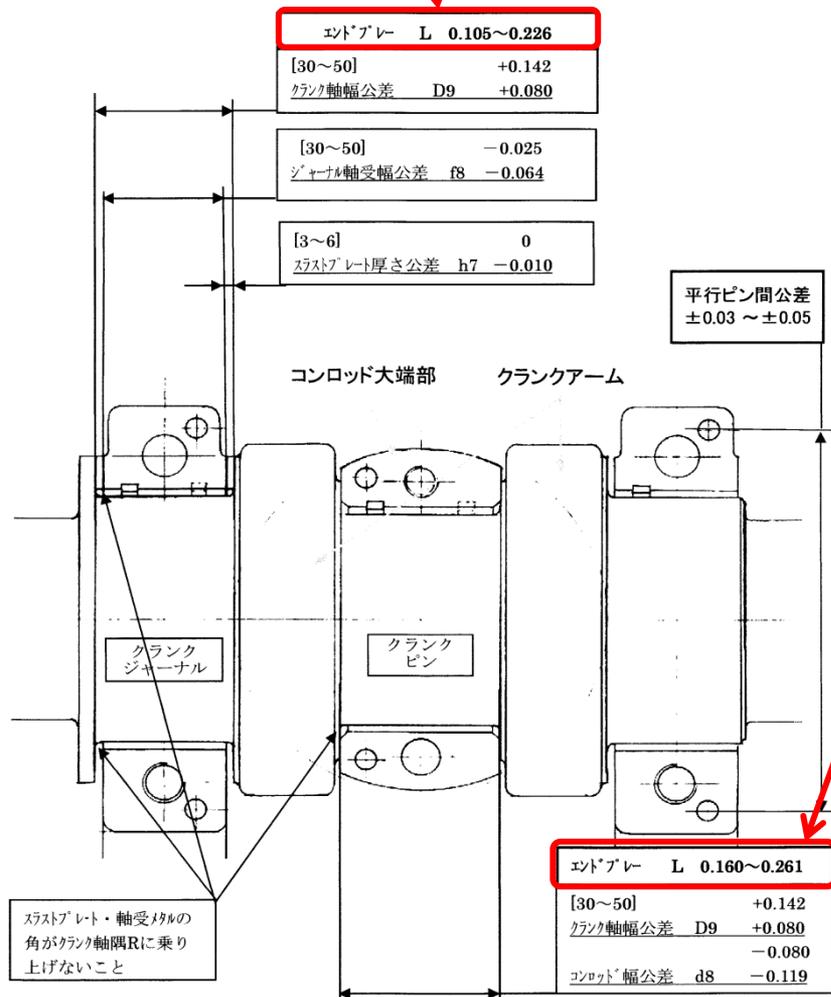
現在量産中の既存
エンジンスケッチを参考にする

市場実績のあるエンジンの図面は
素晴らしいお手本

既存エンジンを購入し
各部品の寸法や表面粗さを計測し
スケッチ(図面化)する

6. 軸の前後方向の隙間(エンドプレー)公差について

- (1) 台盤及びジャーナル軸受に対するクランクシャフトの前後方向の位置を規制するためスラストプレートを挿入
 相対運動する両者間には潤滑も考慮し 0.1 以上の隙間 を設ける。
- (2) コンロッド大端部の前後方向の位置規制及び潤滑も考慮しクランクアーム間に 0.15 以上の隙間 を設ける。



8. 各種加工方法と表面粗さの範囲(教科書59頁参照)

指で触って粗さの感覚を覚える

表 3.1 Ra による各種表面粗さと仕上げ状態

粗さ記号	仕上げ状態	粗さ記号	仕上げ状態
$\sqrt{Ra\ 25}$	黒皮を除く程度	$\sqrt{Ra\ 1.6}$	上級の機械仕上面：軸受の外輪外面、弁と弁座との接触面など
$\sqrt{Ra\ 12.5}$	他の部品と関係しない粗仕上面	$\sqrt{Ra\ 0.8}$	精密な機械仕上面：クランクピン、歯車面、軸受面など
$\sqrt{Ra\ 6.3}$	旋盤、フライス盤、ドリルボーリングなどの並級の仕上面	$\sqrt{Ra\ 0.2}$	精密な仕上面：高速回転軸あるいは軸受、シール摺動面
$\sqrt{Ra\ 3.2}$	旋盤、フライス盤、研削、シニアバなどの並級の仕上面	$\sqrt{Ra\ 0.1}$	非常に精密な面：燃料ポンプのプランジャ、シリンダ内面など

表 3.2 表面粗さ一定義および表示 (JIS B 0601)

種類	記号	説明図	求め方	計算式
算術平均粗さ	Ra		抜取り部分における粗さ曲線 $f(x)$ の絶対値の平均を (μm) で表したものを、左図斜線部の高さ。	$Ra = \frac{1}{l} \int_0^l f(x) dx$ ここに、 l : 基準長さ
最大高さ粗さ	Rz		抜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、この値を (μm) で表したものを。	$Rz = Rp + Rv$

7. 工作精度標準(工作法とITの関係—教科書56頁参照)

公差等級 IT : International Tolerance

表 6-7 加工精度標準

公差等級 加工 形状	工作法	IT3	IT4	IT5	IT6	IT7	IT8	IT9	IT10	IT11	IT12	IT13	IT14	IT15	IT16
		外径加工	L				精				中				粗
	A					精				中			粗		
	TL						精				中		粗		
	CG	精													
	P					中				精				粗	
穴径加工	L						精			中					粗
	A										中				
	TL							精					粗		
	D														
	B			精											粗
	IG		精												
	P					中									
	P						中								
長さ加工	L							精							
	A								精						
	TL									中					
	M										中				
	SG	精													
	P			中											
	P														
	W										精				
穴位置加工	D														
	B			精											
	P							中							
	P														
	W			精											

記憶する必要はないが
必要な時に参考書として見る

(注) 1. 工作法記号
 L: 旋盤 P: プレス B: 中ぐり盤 SG: 平面研削盤 CG: 円筒研削盤
 TL: タレット旋盤 W: 油圧機 M: フライス盤 D: ボール盤 IG: 内筒研削盤 A: 自動旋盤
 2. 加工コスト比 粗級: 中級: 精級-1: (1.5~2.5): (3~5)

Ⅱ. 幾何公差

1. 幾何公差は4種類の公差に大別される。(教科書69頁)

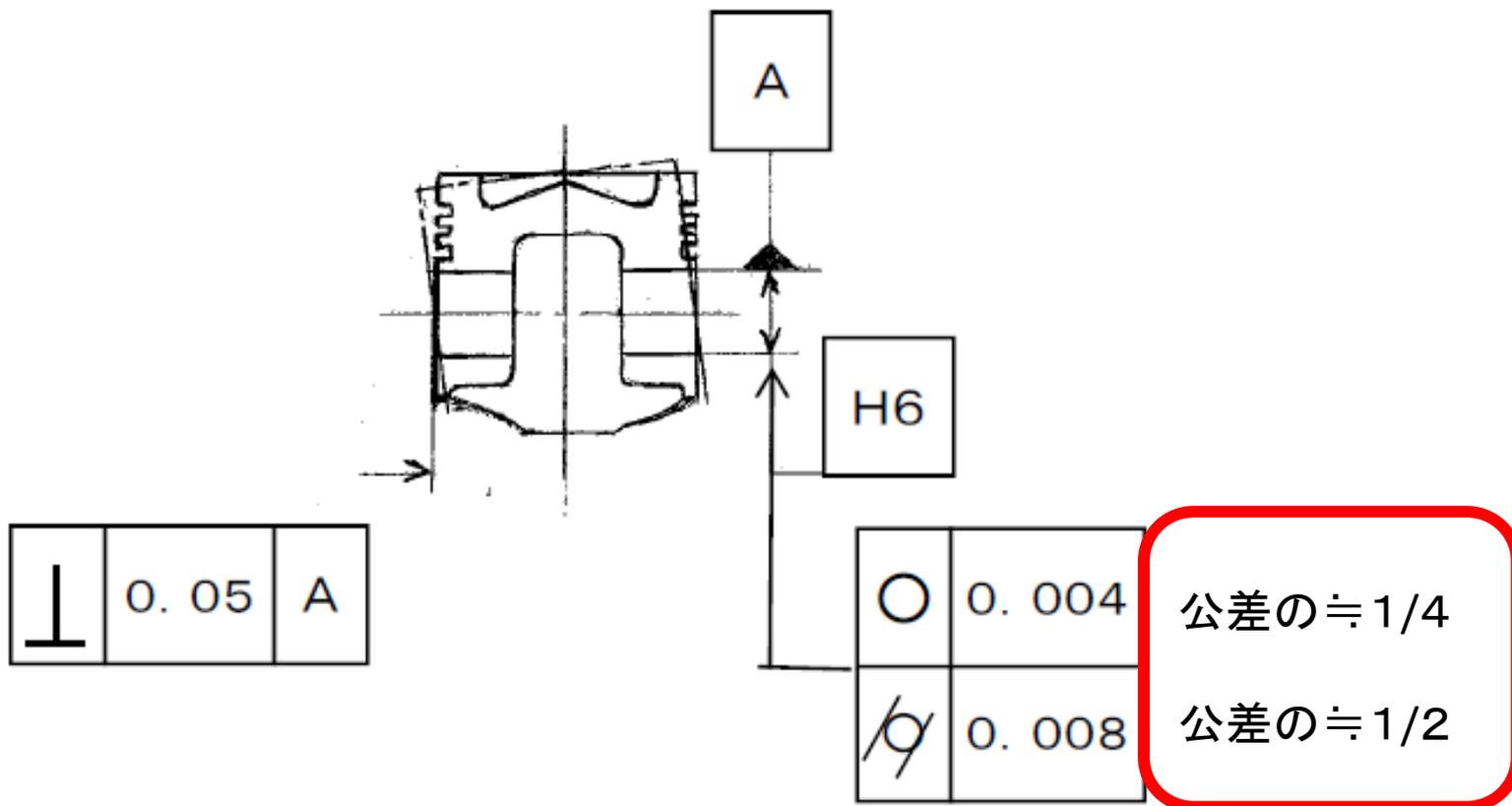
頻繁に使う幾何公差は
記憶する

表 3.7 幾何公差の種類と幾何特性・記号

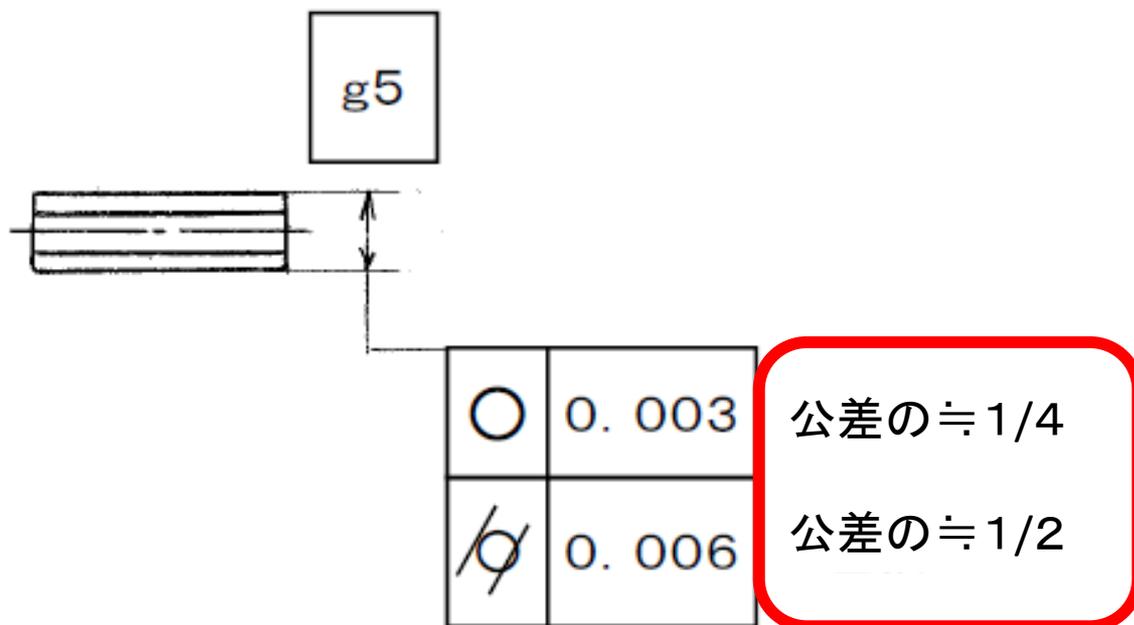
公差の種類	幾何特性	記号	適用形体・(サーカム表示)
形状公差	真直度	—	単独形体 (否)
	平面度	▭	
	真円度	○	
	円筒度	⊘	
	線の輪郭度	⌒	
姿勢公差	面の輪郭度	⌒	関連形体 (要)
	平行度	//	
	直角度	⊥	
	傾斜度	∠	
	線の輪郭度	⌒	
位置公差	面の輪郭度	⌒	単独形体 (否), 関連形体 (要)
	位置度	⊕	
	同心度 (中心点に対して)	◎	
	同軸度 (軸線に対して)	◎	
	対称度	≡	
	線の輪郭度	⌒	
振れ公差	面の輪郭度	⌒	関連形体 (要)
	円周振れ	/	
	全振れ	//	

2. 各種部品の幾何公差

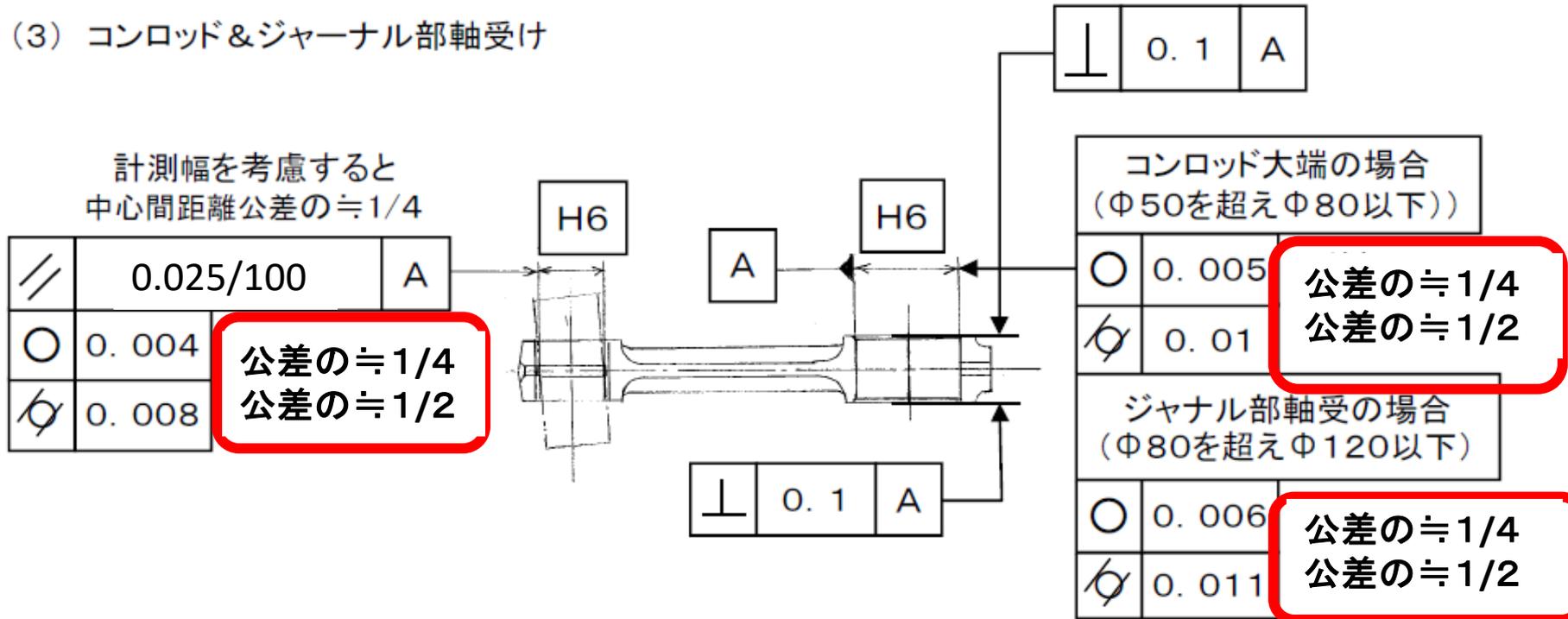
(1) ピストン



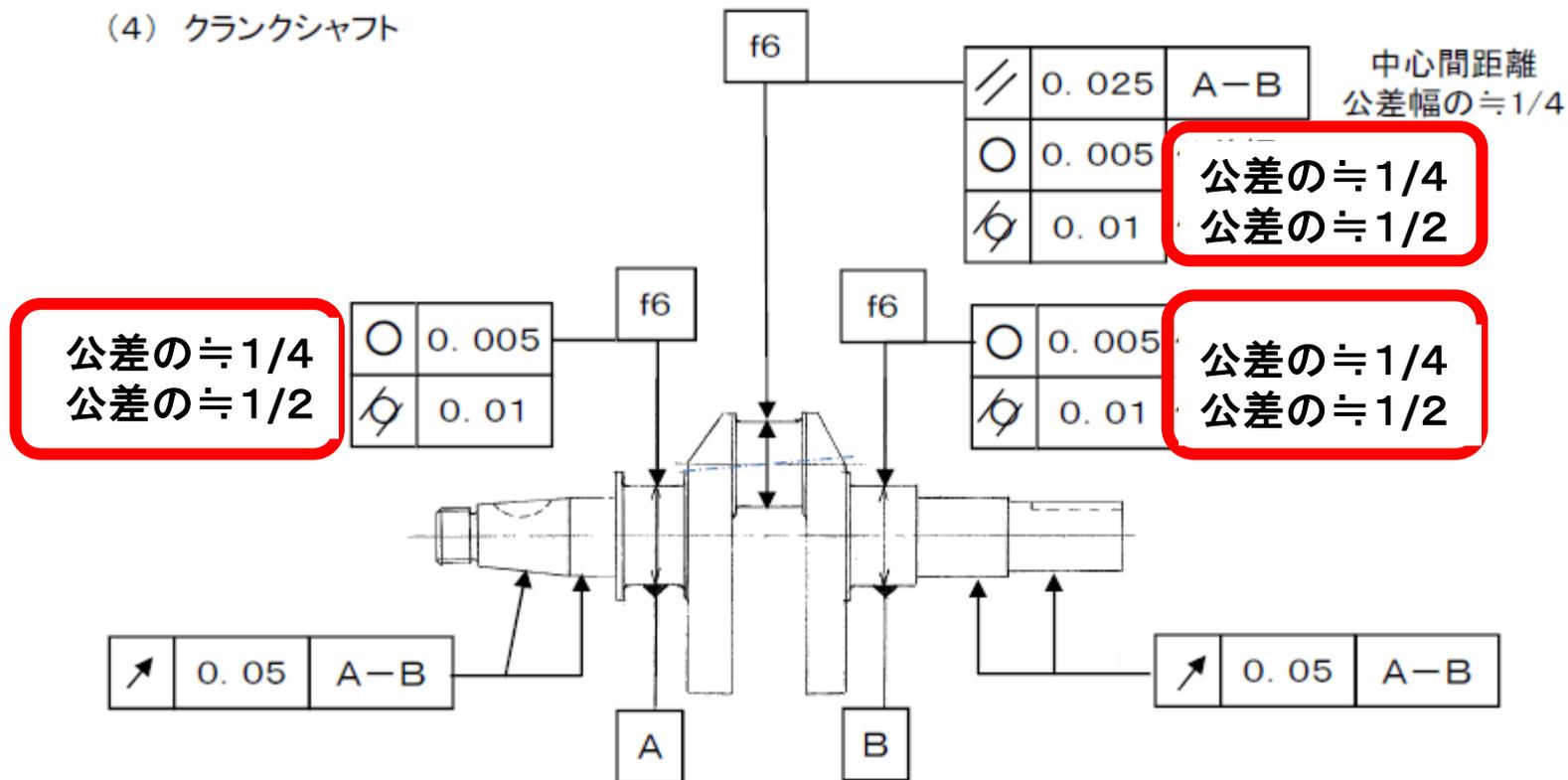
(2) ピストンピン



(3) コンロッド&ジャーナル部軸受け



(4) クランクシャフト



(5) フライホイール

