

寸法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寸法公差、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. 寸法公差、はめあい及び表面粗さ

1. 普通公差 (JIS B 0405)

(1) 図面の中で目標寸法のみ記載され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)

公差等級		基準寸法の区分							
記号	説明	0.5 ⁽¹⁾ 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: ⁽¹⁾ 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 6.3 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	±1° (注)	±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'

注 精級, 中級の区別はされていない.

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 g6** がこれに相当する

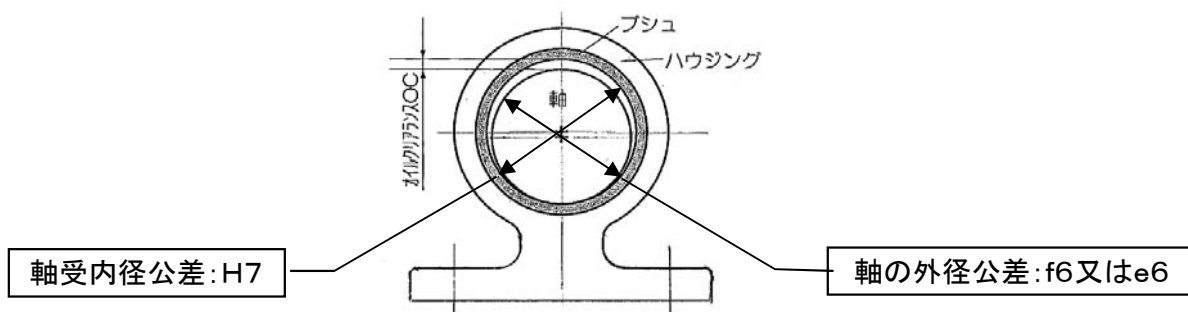
一般的に軸精度を1等級厳しくしている理由は穴加工より軸加工の方が精度確保が容易のため

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 隙間は36~93 μとなる

e6: -72~-94 μ 隙間は72~133 μとなる



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。

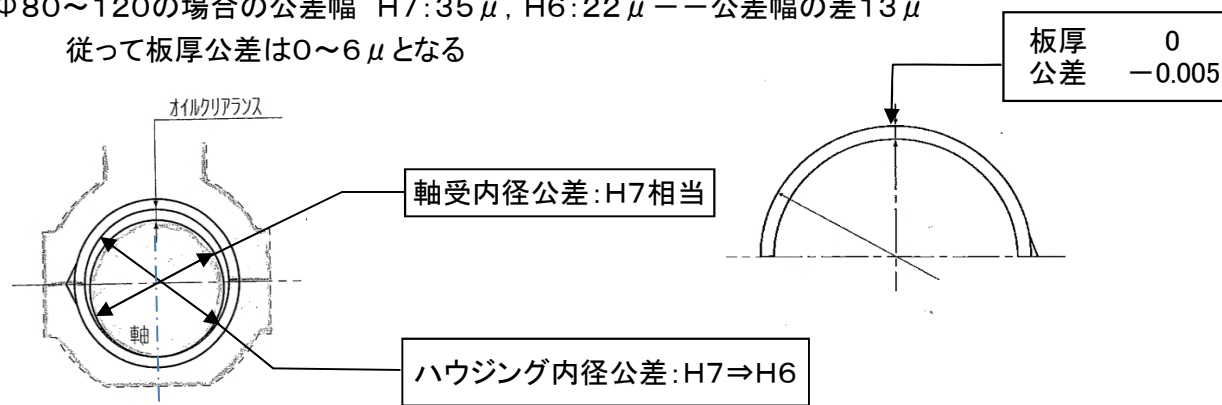
- (1) 半割のメタルを軸受部(ハウジング)に組付けた状態で **H7 相当** の内径精度を確保必要有り
- (2) 2部品の組合せとなるため穴加工の精度を1ランク厳しい **H6** を採用する
- (3) 半割メタルの板厚公差を厳しく設定し精度を確保。(**H7, H6** の寸法公差幅の差の $\cong 1/2$ とする)

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)

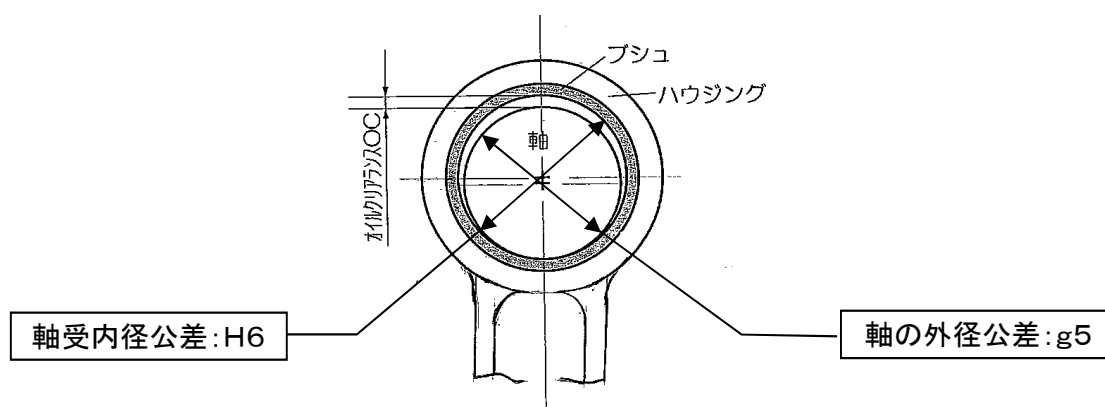
- (1) 耐摩耗性の確保(油膜形成が不利)、また振動騒音抑制のため軸受公差を経験的に軸径の $\cong 0.2 \sim 0.5 / 1000$ の隙間を目安とする

- (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~+16μ, g5: -9~-20μ 隙間は9~36μとなる

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



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: +4μ ~ +12μ

- (2) 植込み側はとまりばめを採用 Φ6~10 JS7: ±7μ 隙間は3μ ~ -19μ

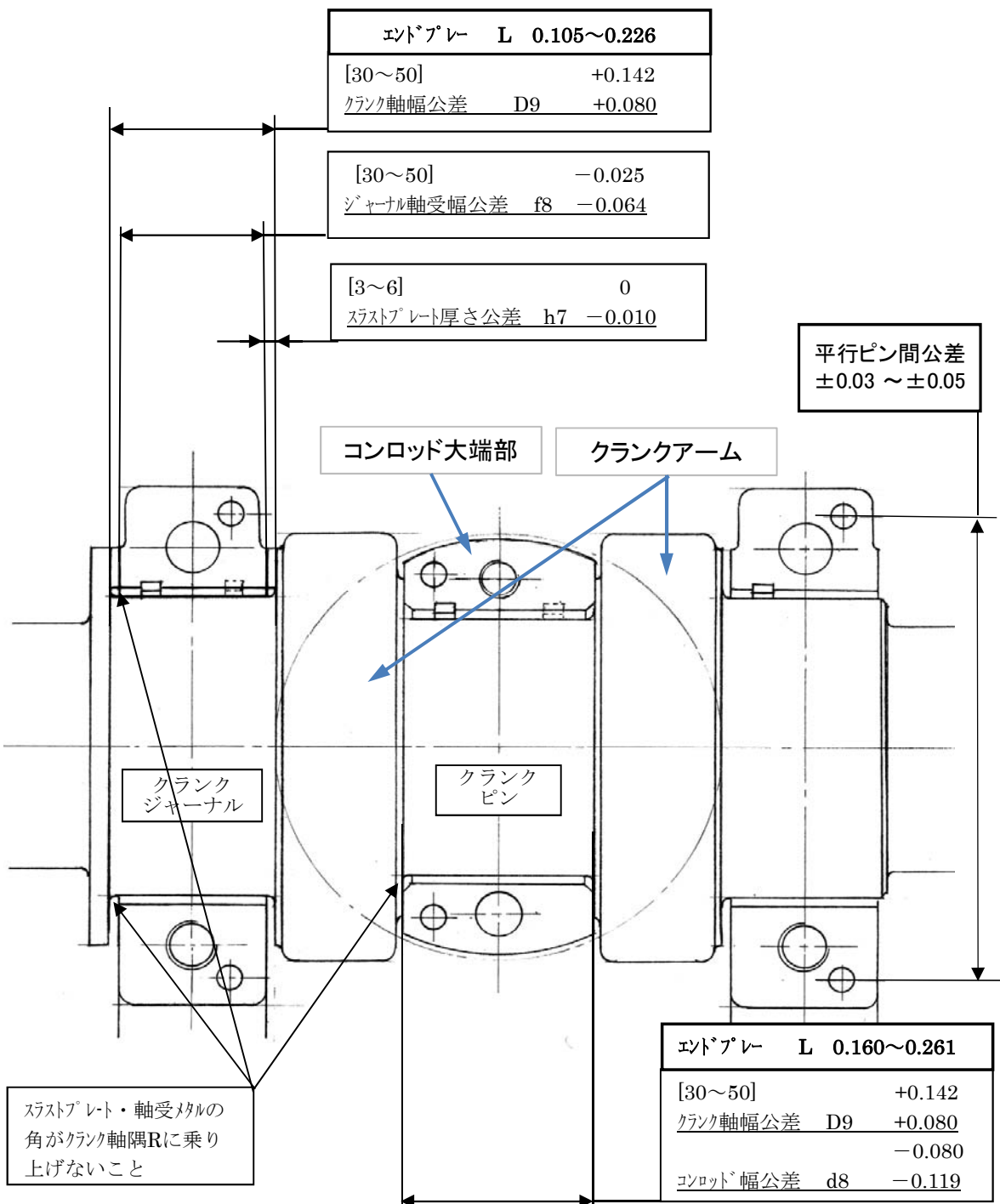
- (3) はめ込み側はすきまばめを採用 Φ6~10 E7: +25μ ~ +40μ 隙間は13μ ~ 36μ

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

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	$Ra \leq 1.6 \mu m$	

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。



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 2.9 工作精度標準

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

(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: 溶接機 M: フライス盤 D: ボール盤 IG: 内面研削盤 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)

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、シェーパ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) で表したものの、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) で表したものの。	$Rz = Rp + Rv$

II. 幾何公差

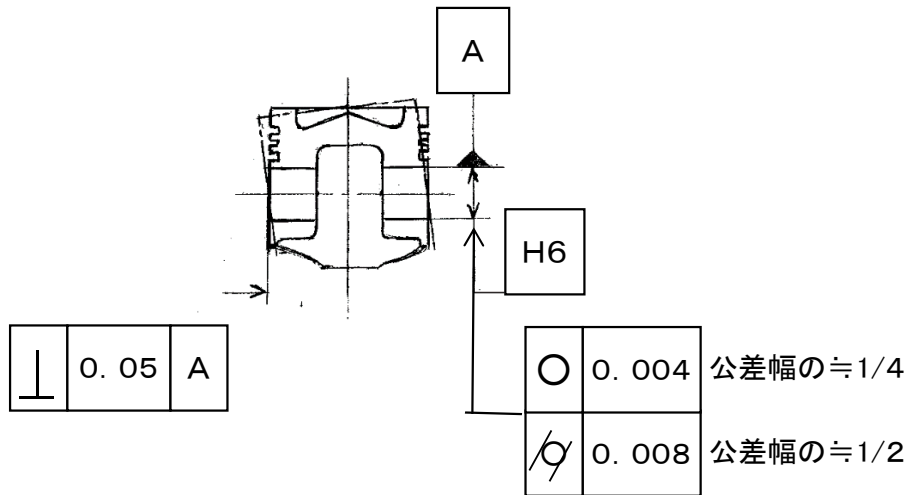
1. 幾何公差は4種類の公差に大別される。(教科書69頁)

表 3.7 幾何公差の種類と幾何特性・記号

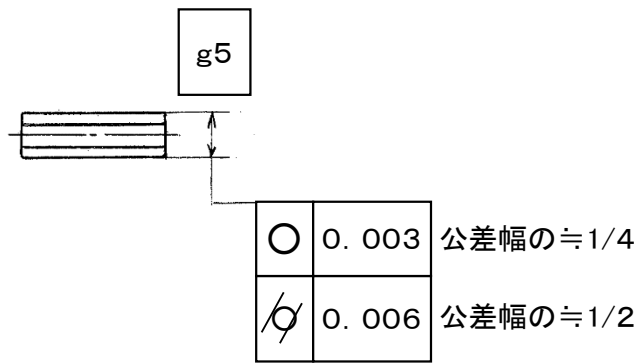
公差の種類	幾何特性	記号	適用形体・(データム表示)
形状公差	真直度	—	単独形体 (否)
	平面度	\square	
	真円度	\bigcirc	
	円筒度	⌀	
	線の輪郭度	\frown	
	面の輪郭度	\smile	
姿勢公差	平行度	\parallel	関連形体 (要)
	直角度	\perp	
	傾斜度	\sphericalangle	
	線の輪郭度	\frown	
	面の輪郭度	\smile	
位置公差	位置度	\oplus	単独形体 (否), 関連形体 (要)
	同心度 (中心点に対して)	\odot	
	同軸度 (軸線に対して)	\odot	関連形体 (要)
	対称度	\equiv	
	線の輪郭度	\frown	
	面の輪郭度	\smile	
振れ公差	円周振れ	\diagup	関連形体 (要)
	全振れ	\diagup	

2. 各種部品の幾何公差

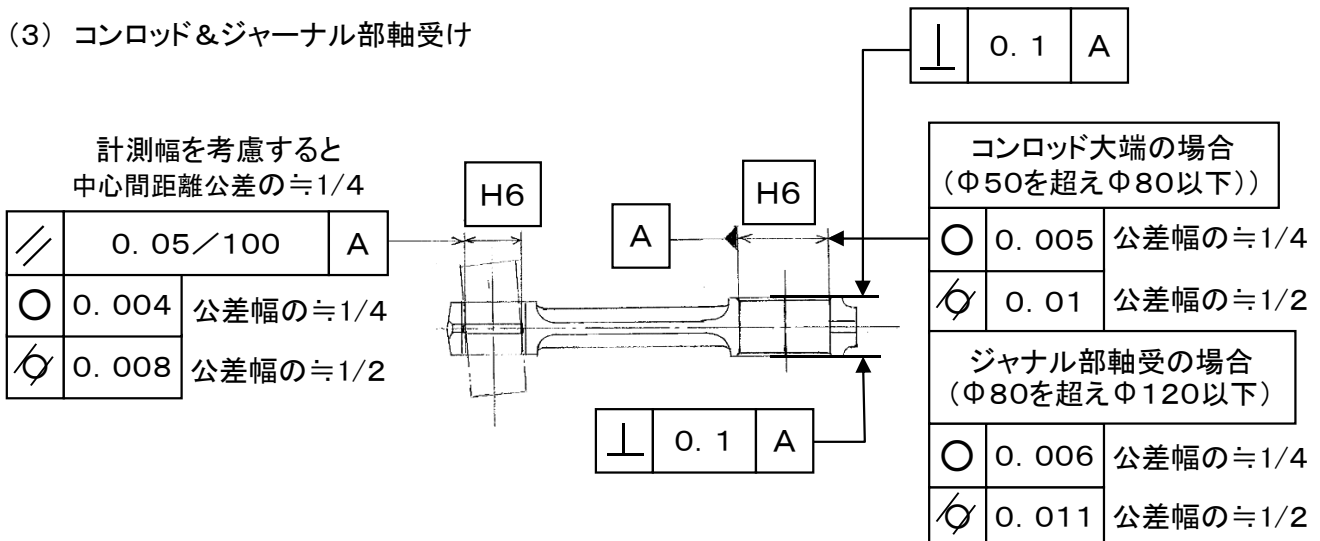
(1) ピストン



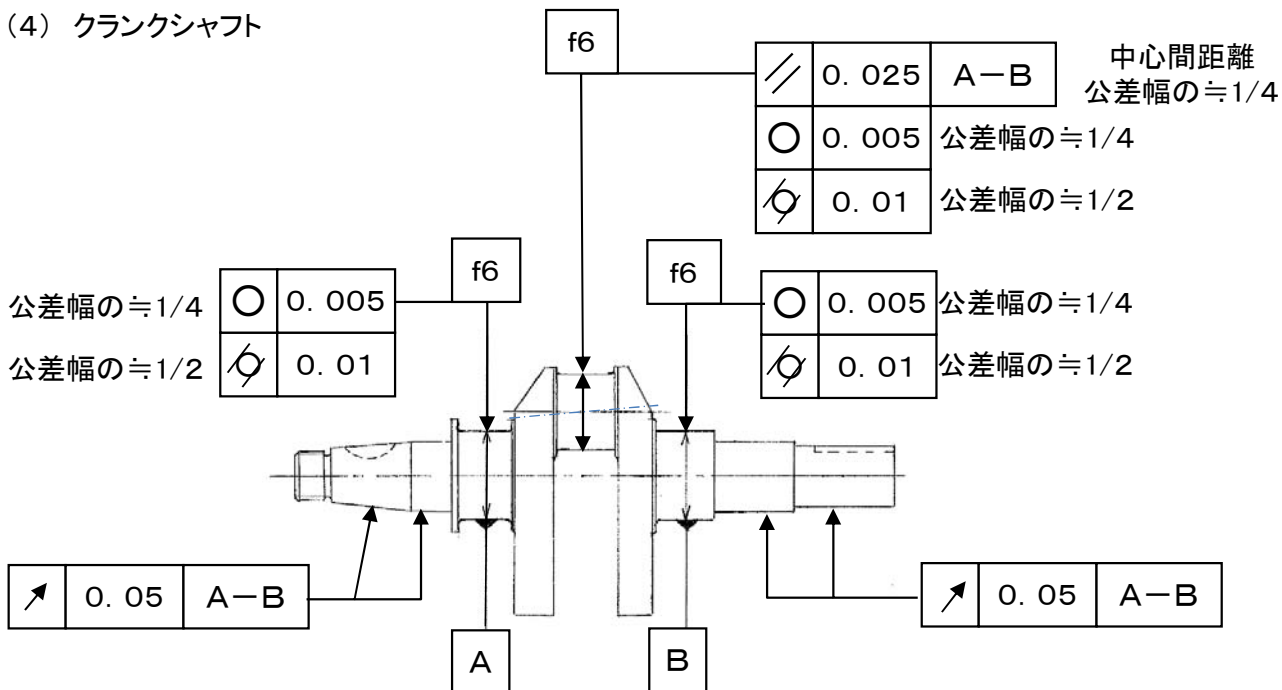
(2) ピストンピン



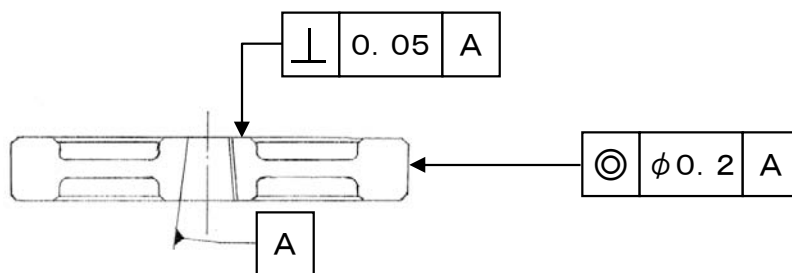
(3) コンロッド&ジャーナル部軸受け



(4) クランクシャフト



(5) フライホイール



【参考】 真円度の必要性

軸受け部は加重変動によりジャーナル中心が下図の通り偏心運動します。
この時の油膜厚さが基準円と軸心軌跡との隙間に相当します

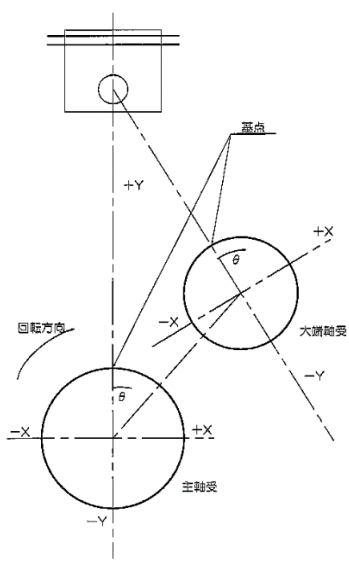


図 2-46 大端軸受と主軸受の基点の考え方

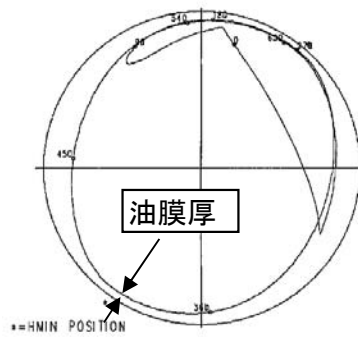


図 2-48 偏心率線図 (軸心軌跡)

表 2-26 許容最小油膜厚さ

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