

14. 軸およびハウジングの設計

軸受は、軸およびハウジングの設計によっては、偏荷重等の影響を受け、軸受性能が大きく変化する場合があります。たとえば、軸およびハウジングのはめあい部の寸法精度、形状精度誤差により、はめあい面のしめしろ不足となり、クリープが発生することがある。軸またはハウジングの加工精度不良や取付誤差があると、軸受の内輪または外輪に傾きが生じ、内外輪と転動体の接触面端部に大きな荷重が加わることで疲労寿命が低下したり、内外輪のつぼと転動体の端面の当たりが強くなることでつぼが欠けたり、転動体の進み遅れにより保持器に異常な力が加わることで保持器破損が生じることがある。そこで、下記事項に注意して軸およびハウジングの設計を行う必要がある。

- (1) 軸受配列の選定、配列例に適用した軌道輪の固定方法
- (2) 軸受に適用した軸およびハウジングの隅の丸みと肩の高さ寸法
- (3) はめあい部の寸法、形状精度と肩の振れ公差
- (4) 軸受の許容傾き角、許容調心角に適用した軸およびハウジングの加工精度、取付誤差

ハウジングに十分な剛性がないと、内輪または外輪の変形が大きくなり、転動体荷重の分布が崩れ異常音が発生したり、疲労寿命が低下することがある。そのため、ハウジングは十分な剛性が必要である。

2 個以上の軸受を 1 軸に取付けるには、軸方向の取付誤差と熱膨張の逃げのため、1 個を固定側軸受として、ほかは自由側軸受とする。また、2 個以上の軸受を一つのハウジングに取付ける場合は、ハウジングの精度をよくするため、通し穴加工ができるように設計する。

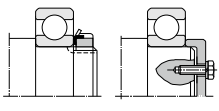
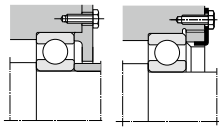
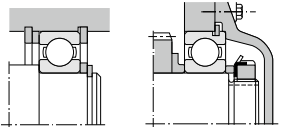
14.1 軸受の固定

アキシアル荷重や予圧を受ける軸受を軸またはハウジングに固定する場合、軌道輪が軸方向に移動すると、重大な不具合につながる恐れがあることから、締付ナット、ボルト、止め輪等を用いて、アキシアル荷重に十分耐えられる、確実な軸方向固定方法を選定しなければならない。

また、**主として自由側軸受として使用される円筒ころ軸受（NU 形、N 形）、ソリッド形針状ころ軸受（内輪付き）についても、モーメント荷重による軸たわみにより軌道輪が軸方向に移動する場合があります。軸受の損傷につながる恐れがあるので、軸方向の固定が必要である。**

表 14.1 に一般的な固定方法を、表 14.2 にテーパー穴軸受の固定方法について示す。軸受の取付け、取外しの詳細については、「15. 軸受の取扱い」項をご参照ください。

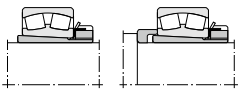
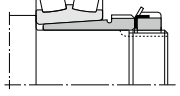
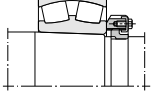
表 14.1 一般的な固定方法

内輪の固定	外輪の固定	止め輪を用いた固定
		
最も一般的な固定方法は締付ナットまたはボルトを用いて、軸肩またはハウジング肩に軌道輪端面を締付けるものである。締付ナットやボルトは、軸受使用中、アキシアル荷重や振動によるゆるみが発生しないように固定しなければならない。		JIS B 2804, 2805, 2806 で規定されているような止め輪を使用すると構造が簡単になる。ただし、面取りとの干渉などの軸受取付関係寸法を満たさなければならない。 また、大きなアキシアル荷重が止め輪に作用する場合、高精度を必要とする場合には適していない。

●軸およびハウジングの設計

NTN

表 14.2 テーパ穴軸受の固定

アダプタスリーブによる固定	取外しスリーブによる固定	二つ割れリングによる固定
		
円筒軸に取付ける場合には、アダプタスリーブまたは取外しスリーブを用いて、アキシャル方向に固定できる。アダプタスリーブは、スリーブ内径と軸との摩擦力により固定されている。		テーパ軸に取付ける場合には、締付ナットおよび外径にねじを切った二つ割れリングを軸に設けた溝にはめ込み、締付ナットで固定される。

14.2 軸受の取付関係寸法

14.2.1 肩の高さと隅の丸み

軸およびハウジングの肩の高さ (h) は、軸受の面取の最大許容寸法 ($r_{s \max}$) より大きくして軸受端面が平坦部で接触するように設計する。隅の丸み (r_a) は軸受の面取りの最小許容寸法 ($r_{s \min}$) より小さくし干渉しないようにする。

一般に表 14.3 に示す肩の高さ (h) および隅の丸み (r_a) を用いる。大きなアキシャル荷重を負荷する軸受には肩の高さ (h) をこの表に示す値より大きく採る。

表 14.3 肩の高さと隅の丸み

単位: mm

$r_{s \min}$	$r_{s \max}$	h (最小)	
		一般の場合 ¹⁾	特別な場合 ²⁾
0.05	0.05	0.3	
0.08	0.08	0.3	
0.1	0.1	0.4	
0.15	0.15	0.6	
0.2	0.2	0.8	
0.3	0.3	1.25	1
0.6	0.6	2.25	2
1	1	2.75	2.5
1.1	1	3.5	3.25
1.5	1.5	4.25	4
2	2	5	4.5
2.1	2	6	5.5
2.5	2	6	5.5
3	2.5	7	6.5
4	3	9	8
5	4	11	10
6	5	14	12
7.5	6	18	16
9.5	8	22	20
12	10	27	24
15	12	32	29
19	15	42	38

注1) 大きなアキシャル荷重がかかる場合には、この値より大きな肩の高さが必要である。

2) アキシャル荷重が小さい場合に用いる。これらの値は、円すいころ軸受、アンギュラ玉軸受および自動調心ころ軸受には適当でない。

備考 $r_{s \max}$ とは隅の丸みの最大許容値である。

14.2.2 間座および研削逃げを用いる場合

応力集中を緩和し軸の強度を増すために、隅の丸み ($r_{a \max}$) を軸受面取寸法より大きくする必要のあるとき (図 14.1a)、または軸の肩が低く十分な接触面積が得られないとき (図 14.1b) には、軸肩と軸受との間に間座を用いる。

軸またはハウジングのはめあい面を、研削仕上げした場合の逃げ寸法を表 14.4 に示す。

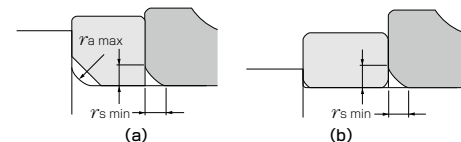
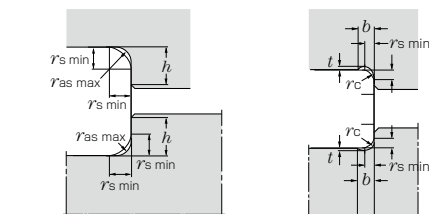


図 14.1 間座を用いる方法

表 14.4 研削逃げ寸法

$r_{s \min}$	逃げ寸法		
	b	t	r_c
1	2	0.2	1.3
1.1	2.4	0.3	1.5
1.5	3.2	0.4	2
2	4	0.5	2.5
2.1	4	0.5	2.5
2.5	4	0.5	2.5
3	4.7	0.5	3
4	5.9	0.5	4
5	7.4	0.6	5
6	8.6	0.6	6
7.5	10	0.6	7



●軸およびハウジングの設計

NTN

14.2.3 スラスト軸受の取付関係寸法

スラスト軸受は負荷と剛性の面で軌道盤の支持面を十分に広くする必要があり、寸法表の取付関係寸法を採る。(図 14.2, 図 14.3)

そのため、ラジアル軸受より軸およびハウジングの肩高さは、大きくなる。(各スラスト軸受の取付関係寸法については、寸法表に記載している。)

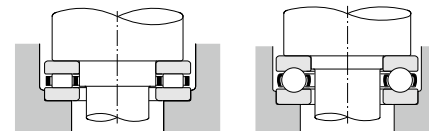


図 14.2

図 14.3

14.3 軸およびハウジングの精度

通常の使用条件における軸およびハウジングのはめあい部の寸法精度・形状精度および表面粗さ、はめあう面に対する肩の振れ公差を表 14.5 に示す。

表 14.5 軸およびハウジングの精度

項 目		軸	ハウジング
寸法精度		IT6 (IT5)	IT7 (IT5)
真円度 (最大)		IT3	IT4
円筒度			
肩の直角度		IT3	IT3
はめあい面 の粗さ <i>Ra</i>	小形軸受	0.8	1.6
	中形・大形軸受	1.6	3.2

備考 精密軸受 (P4, P5 精度) の場合、真円度・円筒度については本表精度の 1/2 程度におさえる必要があり、詳細については「精密転がり軸受カタログ (CAT. No. 2260/J)」をご参照ください。

14.4 軸受の許容傾き角・許容調心角

軸のたわみ、軸およびハウジングの加工精度、取付誤差などによって、軸受の内輪と外輪とは多少の傾きを生じることがある。この傾きが大きい場合は、自動調心玉軸受・自動調心ころ軸受またはベアリングユニットなど調心性のある軸受を使用する。許容傾き角・許容調心角は軸受形式、荷重、軸受内部すきまなどによって異なるが、寿命低下および保持器破損の恐れがあるため、その目安は一般用途の場合、表 14.6 に示す値以下で使用する必要がある。

なお、「傾き角 (取付誤差) と寿命」との関係については 3.7 項 (A-24) をご参照ください。

表 14.6 軸受形式と許容傾き角・許容調心角

許 容 傾 き 角			
深溝玉軸受	1/1 000~1/300	円すいころ軸受 ¹⁾	
アンギュラ玉軸受 ¹⁾		単列標準	1/2 000
単列	1/1 000	単列アルテージ	1/600
		針状ころ軸受	1/2 000
円筒ころ軸受			
軸受系列 10, 2, 3, 4	1/1 000		
軸受系列 22, 23	1/2 000		
アルテージ	1/500		
複列 ²⁾	1/2 000		

注1) 組合せ軸受の許容傾き角は、作用点位置が影響するため、NTNにご照会ください。

2) 工作機械主軸に用いる高精度軸受は除く。

備考 スラスト軸受については、NTNにご照会ください。

許 容 調 心 角			
自動調心玉軸受	普通荷重	1/15	スラスト自動調心ころ軸受
自動調心ころ軸受	普通荷重以上	1/115	普通荷重
軽荷重	1/30	ベアリングユニット ³⁾	1/60~1/30

注3) ベアリングユニットについては、「F ベアリングユニット」項 F-10 をご参照ください。