MOTION & CONTROL™

転がり軸受

取扱説明書

NSK

NSK

Handling Instructions for Bearings

転がり軸受を正しく取扱うために

目　次

1 正しい取扱い ……1

2 取付け ……1
2.1 軸との はめあい ……1
2.1.1 はめあい と すきま ……1
2.1.2 固い はめあい の圧入力と加熱温度 ……4
2.1.3 はめあい作業 ……5
2.1.4 テーパ穴軸受の取付け ……7
2.2 ハウジングへの取付け ……7
2.3 予圧する取付け ……9
2.3.1 ラジアル軸受の予圧 ……9
2.3.2 スラスト軸受の予圧 ……11
2.4 取付けの一般的な注意 ……12
2.5 潤　滑 ……13
2.6 試運転 ……14

3 保守および点検 ……16
3.1 保守点検の要領 ……16
3.2 給油の方法 ……16
3-2-1 グリース潤滑 ……16
3-2-2 油潤滑 ……17
3.3 軸受の損傷 ……18

4 取外し
4.1 外輪の取外し ……22
4.2 内輪の取外し ……22
4.3 軸受の洗浄 ……23
4.4 軸受の検査 ……24

5 軸受の保管 ……24

6 付表 ……25

1 正しい取扱い

転がり軸受は，いろいろな使用条件のもとで大小さまざまな荷重を受けて使用されるが，一定の精密さをもって製造されたものであるから，その取扱いは慎重でなければならない．しかし，注意深く取扱うことがそのすべてではなく，その軸受の使用目的を十分に認識しておくことも大切である．

軸受の早期破損について，その原因を調べてみると，大半が取付けの誤りや使用法の不適によって起っている．このことを考えれば，軸受の設計あるいは選定とともに，軸受を生かして使うためには正しく取扱うということがきわめて重要であることがわかる．正しい取扱いということを要約すれば

(1) 軸受および関係部品が清浄であること
(2) 関係部品の寸法，仕上げが適正であること
(3) ごみや水分など有害なもののないこと
(4) 軸受の設計目的および使用条件に合致した取付けであること
(5) 適切な取付け，取外し用具を正しく使うこと
(6) 取付けや取外しのとき軸受に きず や ひずみ を発生させないこと
(7) 適正な潤滑剤を適量だけ使用すること
(8) さび発生防止のためには，清潔な手で扱うこと．できれば手袋の着用が望ましい

などである．軸受の取扱いに精巧な装置はかならずしも必要ではないが，作業が容易になり，また，誤りなく作業するためには，それぞれの場合に適切な用具を使うべきである．

なお，設計，検査に携わる人も，軸受の正しい取扱いや，軸受の使用目的に合致した取付方法などを十分に知って，設計，検査すべきであることは言うまでもない．

軸受を正しく取扱うのは，防ぎうる損傷から軸受を守り，十分に軸受の使用目的を果すためである．

2 取 付 け

2.1 軸との はめあい

2.1.1 はめあい と すきま

普通の円筒穴の軸受は，軸に しめしろ を与えて取付けることが多いが，内輪を軸に圧入するには相当の力を加えなければならない．また，ある しめしろ をもって取付けられるから内輪はいくらか膨張し，すきま は一般に内輪が膨張しただけ減少する．

円すいころ軸受などは取付後に すきま の調整もできるが，玉軸受や円筒ころ軸受などは すきま の調整はできないので，しめしろ に応じて，適切な すきま の軸受を選ぶ必要がある．一般に，軸受は CNすきま で作られていて，普通荷重に対する はめあい に適するように定められている．この はめあい より しめしろ の大きい場合には，CNすきま より大きい すきま（C3,C4など）の軸受を選ばなければならない．

一般に，内輪と軸の はめあい による すきま の減少量は
式(1)，(2)で表わされる．
旋削軸では

$$\delta_f = k \cdot \Delta d = k \frac{d}{d+3} \Delta d_a \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (1)$$

研削軸では

$$\delta_f = k \cdot \Delta d = k \frac{d}{d+2} \Delta d_a \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (2)$$

ここで

δ_f ：はめあい による すきま減少量(mm)
Δd ：有効しめしろ(mm)
Δd_a ：測定上のみかけの しめしろ(mm)
k ：$d/D_i \fallingdotseq 0.70 \sim 0.90$
d ：呼び軸受内径(mm)
D_i ：内輪の軌道径(mm)

表 1 軸受の軸との はめあい

■ラジアル軸受の軸との はめあい

条件		適用例(参考)	軸径(mm) 玉軸受	軸径(mm) 円筒ころ軸受 円すいころ軸受	軸径(mm) 自動調心ころ軸受	軸の公差域クラス	備考
円筒穴軸受と軸							
外輪回転荷重	内輪が軸上を容易に動く必要がある.	静止軸の車輪	全軸径			g6	精密を要する場合にはg5, h5を用いる. 大きな軸受の場合，軸受が容易に移動できるようf6でもよい.
	内輪が軸上を容易に動く必要がない.	テンションプーリ ロープシーブ				h6	
内輪回転荷重 又は 方向不定荷重	軽荷重 又は変動荷重 ($0.06C_r$(1)以下の荷重)	家電機器 ポンプ 送風機 運搬車 精密機械 工作機械	18以下	—	—	js5	精密を要する個所には5級を用い，軸受も高精度のものを使用する. また，内径18mm以下の高精度玉軸受には，h5を用いる.
			18～100	40以下	—	js6(j6)	
			100～200	40～140	—	k6	
			—	140～200	—	m6	
	普通荷重 ($0.06 \sim 0.13C_r$(1)の荷重)	一般の軸受部分 中大形電動機 タービン ポンプ エンジンの主軸受 歯車伝動装置 木工機械	18以下	—	—	js5～6(j5～6)	単列円すいころ軸受及び単列アンギュラ玉軸受の場合，k5, m5の代わりにk6, m6を用いることができる.
			18～100	40以下	40以下	k5～6	
			100～140	40～100	40～65	m5～6	
			140～200	100～140	65～100	m6	
			200～280	140～200	100～140	n6	
			—	200～400	140～280	p6	
			—	—	280～500	r6	
			—	—	500を超えるもの	r7	
	重荷重 又は衝撃荷重 ($0.13C_r$(1)を超える荷重)	鉄道車両 産業車両 電車の主電動機 建設機械 粉砕機	—	50～140	50～100	n6	CNすきまより大きいすきまの軸受を必要とする.
			—	140～200	100～140	p6	
			—	200を超えるもの	140～200	r6	
			—	—	200～500	r7	
アキシアル荷重のみがかかる		各形式の軸受の使用個所	全軸径			js6(j6)	—
テーパ穴軸受(スリーブ付き)と軸							
各荷重		一般の軸受部分	全軸径			h9/IT5(2)	IT5, IT7, は，軸の形状偏差(真円度，円筒度など)がそれぞれIT5, IT7の公差内になければならないことを表わす.
		伝動軸 木工機械主軸				h10/IT7(2)	

注 (1) C_rは使用する軸受の基本動ラジアル定格荷重を表わす.
(2) ITの数値については，付表3(29ページ)をご参照ください.
備考 この表は，鋼製の中実軸に適用する.

■スラスト軸受の軸との はめあい

条件		適用例(参考)	軸径(mm)	軸の公差域クラス	備考
アキシアル荷重のみがかかる		旋盤主軸	全軸径	h6又は js6(j6)	—
合成荷重 (スラスト自動調心ころ軸受)	内輪静止荷重	コーンクラッシャ	全軸径	js6(j6)	
	内輪回転荷重 又は 方向不定荷重	リファイナ 押出機	200以下	k6	
			200～400	m6	
			400を超えるもの	n6	

表２ 軸受のハウジング穴との はめあい

■ラジアル軸受のハウジング穴との はめあい

条件			適用例（参考）	ハウジング穴の公差域クラス	外輪の移動	備考
一体形ハウジング	外輪回転荷重	薄肉ハウジングで重荷重又は大きな衝撃荷重	自動車車輪（ころ軸受） クレーンの走行車輪	P7	外輪はアキシアル方向に移動できない.	—
		普通荷重又は重荷重	自動車車輪（ころ軸受） 振動ぶるい	N7		
		軽荷重又は変動荷重	コンベアローラ 滑車 テンションプーリ	M7		
一体形ハウジング又は二つ割りハウジング	方向不定荷重	大きな衝撃荷重	電車の主電動機			
		普通荷重又は重荷重	ポンプ クランク軸の主軸受 中大形電動機	K7	外輪は原則として，アキシアル方向に移動できない.	外輪がアキシアル方向に移動する必要がない場合
		普通荷重又は軽荷重		JS7（J7）	外輪はアキシアル方向に移動できる.	外輪はアキシアル方向に移動できることが必要
	内輪回転荷重	各荷重	一般の軸受部分 鉄道車両の軸受箱	H7	外輪はアキシアル方向に移動できる.	—
		普通荷重又は軽荷重	プランマブロック	H8		
		軸と内輪とが高温になる	製紙ドライヤ	G7		
一体形ハウジング		普通荷重又は軽荷重で特に精密回転を要する	研削スピンドルの後部玉軸受 研削遠心圧縮機の固定側軸受	JS6（J6）	外輪はアキシアル方向に移動できる.	—
	方向不定荷重		研削スピンドルの後部玉軸受 研削遠心圧縮機の固定側軸受	K6	外輪は原則として，アキシアル方向に固定される.	荷重が大きい場合には，Kより，しめしろの大きいはめあいを適用する. 特に高い精度が要求される場合には，更に小さな許容差を用途ごとに適用してはめあいを行なう.
	内輪回転荷重	変動荷重で特に精密な回転と大きな剛性を要する	工作機械主軸用 円筒ころ軸受	M6又はN6	外輪はアキシアル方向に固定される.	
		静粛な運転が要求される	家電機器	H6	外輪はアキシアル方向に容易に移動できる.	—

備考 1. この表は，鋳鉄又は鋼製ハウジングに適用する．軽合金製ハウジングに対しては，上表 はめあい より しめしろ を大きくする．
2. シェル形針状ころ軸受などの特殊な はめあい については，NSKカタログをご参照ください．

■スラスト軸受のハウジング穴との はめあい

条件		適用軸受	ハウジング穴の公差域クラス	備考
アキシアル荷重のみがかかる		スラスト玉軸受	すきま0.25mm以上	普通の場合
			H8	精度を要する場合
		スラスト自動調心ころ軸受 急こう配円すいころ軸受	外輪はラジアル方向にすきま を与える	ラジアル荷重は別の軸受で負荷する場合
合成荷重	外輪静止荷重	スラスト自動調心ころ軸受	H7又はJS7（J7）	—
	外輪回転荷重又は方向不定荷重		K7	普通の場合
			M7	比較的ラジアルの荷重が大きいB場合

すなわち，しめしろ の70～90％が すきま減少量となって表われる．（直径系列４の軸受は小さい方の数字を採る）

また，内輪，外輪の温度差は普通の運転条件ではおよそ５～10℃であるが，内輪が高温になったり，外輪が冷却されるような場合はこの温度差も大きくなる．内輪，外輪の温度差による すきまの減少量

$$\delta_t \fallingdotseq \alpha \cdot \Delta_t \cdot D_e \cdots\cdots (3)$$

(3)式で

δ_t ：内輪･外輪の温度差によるラジアルすきま減少量(mm)

α ：軸受鋼の線膨張係数≒12.5×10^{-6} (1/℃)

Δ_t ：内輪･外輪の温度差(℃)

D_e ：外輪の軌道径(mm)

ころ軸受 $\fallingdotseq \frac{1}{4}(3D+d)$

玉軸受 $\fallingdotseq \frac{1}{5}(4D+d)$

d ：呼び軸受内径(mm)

D ：呼び軸受外径(mm)

これらの はめあい の程度は荷重条件や温度条件などから決められるもので**表１**，**表２**にその一例を示す．はめあい の程度や温度条件によっては CNすきま より大きいC3又は C4すきま の軸受を使わなければならない．

2.1.2 固い はめあい の圧入力と加熱温度

内輪を軸に固く取付けるとき，軸方向に内輪を圧入する力は しめしろ や軸径などによって異なるが，はめあい面の面圧や摩擦係数が大きいほど圧入力も大きくなる．大きい圧入力を要するときは，一般に内輪を油中で加熱して膨張させてから取付けるが，しめしろ の大小を圧入力によって測りながらプレスなどで圧入する場合もある．

中実軸に対する はめあい面の面圧p_mおよび圧入力または引抜力はそれぞれ式(4)，(5)で表わされる．

$$p_m = \frac{1-k^2}{2} \cdot \frac{\Delta d}{d} \cdot E \cdots\cdots (4)$$

$$K = \mu p_m \pi d B = \frac{1}{2} \mu E \pi B (1-k^2) \Delta d \cdots\cdots (5)$$

ここで

k ：d/D_i

d ：呼び軸受内径(mm)

D_i ：内輪の軌道径(mm)

B ：呼び内輪幅(mm)

Δd ：有効しめしろ(mm)

表3 μの値

適用例	μの値（平均）
内輪を円筒軸に圧入するとき	0.12
内輪を円筒軸から引抜くとき	0.18
テーパ軸またはスリーブに圧入するとき	0.165
テーパ軸から引抜くとき	0.135
軸と軸受のテーパ穴の間にスリーブを圧入するとき	0.30
軸と軸受のテーパ穴の間からスリーブを抜くとき	0.33

E ：縦弾性係数　208 000 MPa

μ ：はめあい面の摩擦係数

はめあい面の摩擦は，はめあい面の条件によってかなり異なり，μの値は一般に**表３**に示す値を採ることができる．

また，軸受の外，内径の比D/dに対して$(1-k^2)$は近似的に**表４**のように示される．

このようにして，内輪を軸に圧入する力を求めることができるが，多くの場合は内輪を油中で加熱し膨張させて取付ける方が簡単である．加熱する程度は しめしろ および軸径によって一様ではないが，軸受を150℃以上に加熱すると軸受のかたさが減少することになるので，できるだけ120℃以下で作業する．**図１**は軸径に対する加熱温度と軸受内径膨張量を表わしたもので，各種 はめあい の最大 しめしろ も示してあるので，必要な加熱温度差を知ることができる．

実際の はめあい作業では，作業中に軸受が冷えてしまい，容易に軸に取付けることができないので，必要な加熱温度よりさらに20～30℃高めに加熱するとよい．加熱のため油中に軸受を入れておく時間は，普通20分

表４ $(1-k^2)$の値

D/d	$(1-k^2)$
1.5	0.25
2.0	0.41
2.5	0.52
3.0	0.61
3.5	0.67

D ：呼び軸受外径，d ：呼び軸受内径

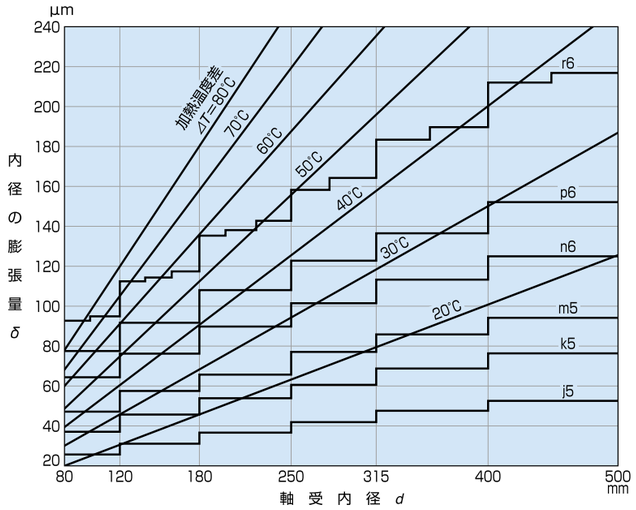


図1　加熱温度差と内輪の膨張

ぐらいでよい．例えば，内径120mmの軸受をn6はめあい で取付ける場合は，最大しめしろ は65μmであり，**図1**をみれば必要な加熱温度は，室温+50℃でよいが，容易に軸に押し込むためには，更に，20～30℃高めにする必要があるので，加熱温度は室温+70～80℃あればよいことがわかる．

固い はめあい の圧入力と焼ばめについてあらましをのべたが，しめしろ が過大の場合，内輪に異常に大きな応力が生じて内輪を割損させることがある．内輪に生じる応力は内輪内径はめあい面の円周方向の応力が最も大きく，その大きさは(6)式で示すことができる．

$$\sigma_{t\,max} = p_m \frac{1+k^2}{1-k^2} \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (6)$$

ここで，p_m ：面圧(MPa)

k ：d/D_i

一般にこの最大応力の値は，軸受鋼の場合には98MPa以下，最悪の場合でも127MPa以下になるように はめあい を選ぶことが望ましい．

2.1.3　はめあい作業

内輪を軸に取付けるとき，一般には圧入又は焼ばめされるが，圧入にはかなりの力を必要とする．圧入に必要な力は式(5)で求められる．

この圧入作業のとき，外輪に力がかかると転動体(玉や ころ)によって軌道面にブリネル圧こんを生じることがあり，また，内輪の小つばに直接衝撃を与えると，割れなどをおこすおそれがある．更に，保持器に力がかかってもよくないから，圧入のときは十分な注意を払うことが肝要である．

しめしろの少ない中形，あるいは小形の軸受では圧入力も小さくてすむので，常温のままで軸に内輪を圧入することができる．**図2**のように真ちゅう棒を内輪側面に当てて，ハンマでたたいて圧入する．このとき，内輪側面に当たる真ちゅう棒の先端部は斜めに切っておき，内輪側面の外側をたたかぬように軸の肩の端面に正しく密着するようにする．真ちゅうのかけらが軸受の中に入らないように注意するのはもちろんのことである．

更に，よい方法として，内輪の全側面に接する軟鋼製で筒形の取付具**図3**を使うとよい．これであれば，かなり大きい打撃を加えて圧入することもできる．

プレス，圧縮空気，油圧などを用いれば平行に押し込みやすく，圧入圧力を知りながら取付けることができるから，しめしろ の過大，過小を知ることができて便利である．

圧入作業を行なうにあたっては，軸受の内径および軸の外径に粘度の高い，できれば極圧性の油を塗布しておくことが必要である．なお，二硫化モリブデン(MoS_2)のペースト状のものを塗布して圧入すると，かじり を防止し，取外しのときにも軸受の凝着がないので，簡単に取外しできる．

しめしろ の大きい場合の取付方法として，焼ばめによれば楽に取付けることができる．加熱温度は，軸受の寸法および所要の しめしろ によって**図1**から知ることができる．加熱用の油には良質の鉱物油を使う．

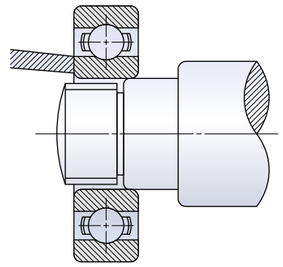


図2　軸受の取付け

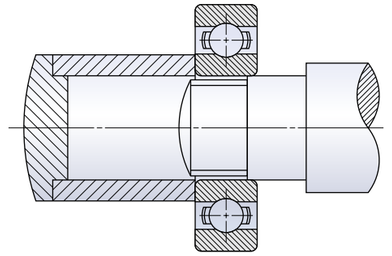


図3　軸受の取付け

油そうの大きさは取付ける軸受が2～5個入る程度で，油量は軸受が完全に浸るほど入れておく．油そうについて注意すべきことは，**図4**にも示すように，必ず金網，又はそれに類したものを容器の底部に入れ，軸受が加熱器(または容器の底)に直接，接触しないようにする．油そうの上に棒を渡して，それにフックをかけて軸受をつるすようにしておけば，取扱いは楽である．

圧延機用の円筒ころ軸受や，鉄道車両の車軸軸受のように，内輪が固いはめあい で用いられるとき，内輪の着脱には大きな圧入力，引抜力を必要とするから，普通の方法では作業時に無理を生じ，軸受又は軸を損傷することもある．円筒ころ軸受で内輪に つば がない場合には誘導電流で内輪を加熱膨張させて着脱を行なうと，迅速に作業ができる．

NSKでは，この方法によって，商用周波数の工場電源で使用できる加熱着脱装置を考案し，各方面で実用化している．また，小形の軸受の単体加熱には**図5**のようなベアリングヒータを実用化している．

軸に取付けた軸受は急速に冷却してゆくが，加熱されて膨張した軸受は幅の方向にも収縮するから，場合によっては，内輪と肩との間に すきま ができないように，軸ナットやその他適切なもので軸受を肩に密着させる．

軸受を取付けた後，冷却してから潤滑剤を軸受の内外部に塗る．この場合，軸受が清浄であることを確かめておくことが必要である．

予圧する場合を除き，一般には取付後，軸受に すきま が必要であり，円滑に回転することを確かめる．ころ軸受であれば，すきまゲージを入れて すきま を測ることもできる．

円筒ころ軸受などは内輪，外輪を分離することができるから，内輪を取付けるときに外輪は外しておくが，後で軸に取付けられた内輪に外輪を組合せるとき，決して無理な力を加えないようにする．さもないと ころ や軌道面に きず をつけやすい．このような組込みきずは音響や早期破損の原因ともなるから注意すべきである．また，これらの ころ軸受は互換性のものと非互換性のものとあるから，あらかじめよく承知しておき，非互換性のものは組合せ番号を間違えないようにしなければならない．

軸との はめあい が緩い場合には取付上の問題は少ないが，軸と内輪との すきま は最小必要限度にとどめなければならない．

スラスト軸受の内輪と軸との はめあい は通常，js6(j6)程度にとればよい．外輪とハウジングとでは，工作機械など精度を必要とする以外，すきま をもたせるのが普通である．

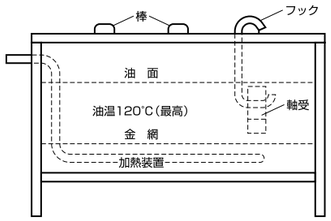


図4　加熱用油そう



図5　ベアリングヒータによる加熱

2.1.4　テーパ穴軸受の取付け

テーパ穴の軸受はアダプタスリーブや取外しスリーブを使って取付けるか，あるいはテーパ軸に直接取付ける．はめあい の程度は すきま の減少量やスリーブ(又は軸受)の押込量によって決まる．

自動調心ころ軸受の場合は，取付中の すきま減少量は，普通，すきまゲージで測定する．取付後の すきま減少量と残留すきま は**表5**に示すとおりである．

すなわち，テーパ穴の自動調心ころ軸受は，普通すきま として**表5**に示すような すきま減少量を考慮して製作されている．荷重が非常に大きな場合は すきま減少量を**表5**に示した値より20％ぐらい大きく採る．

すきまの減少量を直接測定するかわりに，内輪又は取外しスリーブの押込量(軸方向の移動量)を測ることもあるが，その最初の測定位置が決まりにくいから，すきまの減少量を直接測定する方が安心である．

しかし，小形の ころ軸受では取付後の すきま が小さいために すきまゲージを使えない場合は，すきま減少量のかわりに軸方向の移動量を測定しなければならないし，大形の軸受で取付けを容易にするために油中で加熱膨張させて取付ける場合も，軸方向の移動量を測定することになる．この場合，軸受を加熱する前に，いったん軸に取付けて最初の取付位置を測っておき，加熱してから取付ける最終位置は，最初の位置からの軸方向の移動量によって決まる．このとき，加熱前の最初の すきま と，冷却後の最終の すきま とを測定して，所要の すきま減少量が得られていることを確かめることが必要である．

2.2　ハウジングへの取付け

一般に軸受は，先に軸に取付けてからハウジングに取付けられる．取付けの方法や注意は，ハウジングの設計やはめあい，および水平軸，垂直軸などによって異なるが，ここにのべる一般的な事柄はそれぞれの場合に共通する．

ハウジングと外輪との はめあい は，荷重条件などによって決められているわけであるが，指定の はめあい 以上に固すぎるときは研削によって手直しを行なう．やむをえずハウジングをキサゲで大きくするときなど，軸受座にだ円や傾斜の生じないよう注意しなければならない．

また，二つ割れのハウジングで，上下両部の間に薄いシムを入れて はめあい を緩くすることも避けるべきである．逆に，はめあい が緩すぎた場合に，紙や金属箔を外輪とハウジングとの間に入れるなどは絶対にやめるべきであり，やむを得ないときは，ハウジングの内面をめっき するなり，ブッシュを入れるよう加工するなりして，改めてハウジングを指定の寸法に仕上げる．

ハウジングを取付けるにあたって，ラビリンスシールなどの部分が互にすりあうことのないように注意するのはもちろん，基礎への取付けや継手の不良などのため，軸受に過荷重や偏心荷重がかかることのないようにする．

配列する軸受の中から1個だけ固定側軸受とし，軸受をアキシアル方向に位置決めし固定するために用いる．この固定側には，ラジアル荷重とともにアキシアル荷重も負荷できる形式の軸受を選定する．

固定側軸受を除く他の軸受は，ラジアル荷重のみを負荷する自由側軸受とし，温度変化による軸の膨張･収縮を逃がすようにする．また，アキシアル方向の取付位置の調整にも利用する．

温度変化による軸の伸縮対策が十分でないと，軸受に異常なアキシアル荷重がかかり，軸受の早期破損の原因ともなる．

自由側軸受としては，内輪と外輪とが分離でき，アキシアル方向にも移動できる形式の円筒ころ軸受(NU，N形など)などが適しており，それらを用いると，取付け･取外しが容易になることも多い．

非分離形軸受を自由側に使用する場合には，**図6**のように外輪とハウジングとの はめあい を すきまばめ とし，運転中の軸の膨張を軸受とともに逃がすようにする．また，内輪と軸との はめあい面で逃がすこともある．

軸受間隔が短く，軸の伸縮の影響が少ない場合には，一方向だけアキシアル荷重を負荷できるアンギュラ玉軸受，円すいころ軸受などを，2個対向させて使用する．取付後のアキシアルすきま(アキシアル方向の動き量)は，ナットやシムなどで調整する．

はめあい の固い外輪を取付けるときは，**図7**のような軟鋼製の管状取付用具を使う．内輪がすでに軸に取付けられている場合，又は，すでに外輪が軸受箱に取付けられている場合，それぞれ外輪または内輪を固い はめあい で取付けるときは，**図8**，**図9**に示すような用具を使用し，圧入の衝撃が転動体を介して軌道輪にかからないようにする．軸受をハウジングとともに軸に取付けた後，継手などを取付けるときの衝撃荷重が軸受にかからないよう，適切な方法で行なうことも必要である．

表5 テーパ穴自動調心ころ軸受の取付け

単位 mm

呼び軸受内径 d を超え	以下	ラジアル(内部)すきまの減少量 最小	最大	アキシアル方向の押込み量 テーパ 1:12 最小	最大	テーパ 1:30 最小	最大	最小残留すきま CN すきま	C3 すきま
30	**40**	0.025	0.030	0.40	0.45	—	—	0.010	0.025
40	**50**	0.030	0.035	0.45	0.55	—	—	0.015	0.030
50	**65**	0.030	0.035	0.45	0.55	—	—	0.025	0.035
65	**80**	0.040	0.045	0.60	0.70	—	—	0.030	0.040
80	**100**	0.045	0.055	0.70	0.85	1.75	2.15	0.035	0.050
100	**120**	0.050	0.060	0.75	0.90	1.9	2.25	0.045	0.065
120	**140**	0.060	0.070	0.90	1.1	2.25	2.75	0.055	0.080
140	**160**	0.065	0.080	1.0	1.3	2.5	3.25	0.060	0.100
160	**180**	0.070	0.090	1.1	1.4	2.75	3.5	0.070	0.110
180	**200**	0.080	0.100	1.3	1.6	3.25	4.0	0.070	0.110
200	**225**	0.090	0.110	1.4	1.7	3.5	4.25	0.080	0.130
225	**250**	0.100	0.120	1.6	1.9	4.0	4.75	0.090	0.140
250	**280**	0.110	0.140	1.7	2.2	4.25	5.5	0.100	0.150
280	**315**	0.120	0.150	1.9	2.4	4.75	6.0	0.110	0.160
315	**355**	0.140	0.170	2.2	2.7	5.5	6.75	0.120	0.180
355	**400**	0.150	0.190	2.4	3.0	6.0	7.5	0.130	0.200
400	**450**	0.170	0.210	2.7	3.3	6.75	8.25	0.140	0.220
450	**500**	0.190	0.240	3.0	3.7	7.5	9.25	0.160	0.240
500	**560**	0.210	0.270	3.4	4.3	8.5	11.0	0.170	0.270
560	**630**	0.230	0.300	3.7	4.8	9.25	12.0	0.200	0.310
630	**710**	0.260	0.330	4.2	5.3	10.5	13.0	0.220	0.330
710	**800**	0.280	0.370	4.5	5.9	11.5	15.0	0.240	0.390
800	**900**	0.310	0.410	5.0	6.6	12.5	16.5	0.280	0.430
900	**1 000**	0.340	0.460	5.5	7.4	14.0	18.5	0.310	0.470
1 000	**1 120**	0.370	0.500	5.9	8.0	15.0	20.0	0.360	0.530

備 考　上表のラジアル(内部)すきまの減少量は，CNすきまの軸受のときの値である．
C3すきまの軸受の場合，ラジアルすきまの減少量として，この最大値を目安とする．

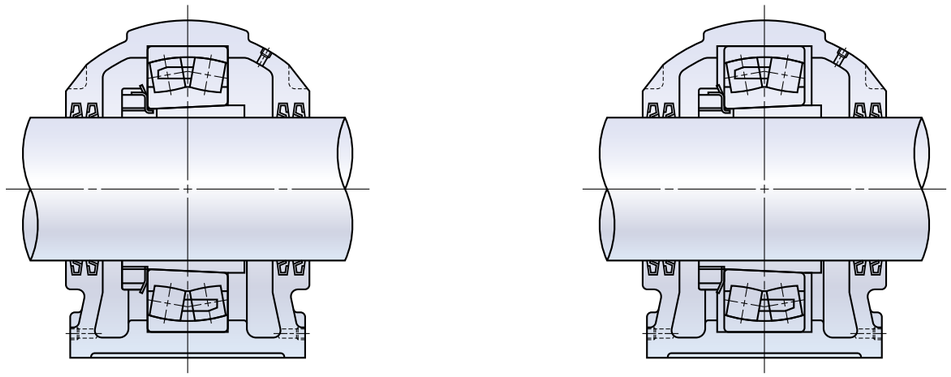


図6　固定側(左)，自由側(右)

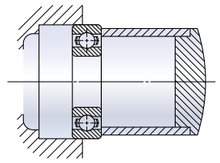


図7　外輪の押込

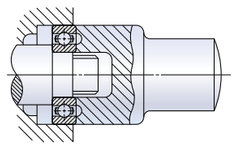


図8　外輪の押込

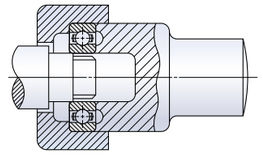


図9　内輪の押込

2.3　予圧する取付け

2.3.1　ラジアル軸受の予圧

アンギュラ玉軸受や円すいころ軸受などを取付けるとき，使用条件によっては予圧する必要がある．予圧というのは，外部から荷重がかかっていないとき（すなわち，取付けられたままのとき），軸受の玉やころなどに，あらかじめ所要の荷重をかけるような組立調整を行なうことであって，予圧の目的は，運転中の軸のラジアル方向や軸方向の変位を必要限度以内に小さくするためである．

予圧する取付けは，変位を小さくする手段としては非常に有効な方法であるが，どんな場合でも必要以上に大きい力をかけて予圧することは，軸受にとって好ましくないから，予圧の目的を十分に考えて，その量や方法を誤らないようにしなければならない

図10は２個のラジアル玉軸受の外輪をエンドカバーのねじで予圧して取付けたものである．方法としては簡単であるが，熟練者が注意して調整しないと満足な結果は得られない．また，この方法では予圧の大きさを正確に測ることはむずかしく，軸受の起動摩擦モーメントと予圧量を予め知っておく必要がある．

軸受にかかる荷重が小さければ予圧量も比較的小さくてすむから，**図11**のように ばね によって予圧する方法もある．予圧量から ばね の大きさや圧縮量がわかるが，適当な大きさの ばね数本を円周上に配置する．ばねによる予圧は多くの場合，ラジアル方向の変位を小さくする場合に行なわれる．

図12のように内輪，外輪それぞれに間座を入れて予圧する方法は非常によい方法であり，取付けも簡単であるし，予圧も確実に行なわれる．間座は一方が他より少し長くつくられているが，個々の軸受は寸法的に多少の差があり，したがって，間座の長さの差はどの軸受についても同じとはいえないから，組合される軸受について測定し決めなければならない．

単列アンギュラ玉軸受は，単独では使用されず，必ず対にして使われるが，その組合せ法には**図13**の正面組合せ（DF）と**図14**の背面組合せ（DB）とがある．

図15は軸方向に予圧されていなときの状態で，予圧に必要な軸方向の内輪，外輪の変位量は a，b であり，ナットで締付けられると，a と b だけ軸方向に動いて予圧 T_1 が得られる．同じ形式の軸受であれば普通 $a=b$ である．いずれにしても，使用条件に対して a と b が正しくつくられていれば，取付けは簡単であり，ナットを十分に締付けるだけでよい．

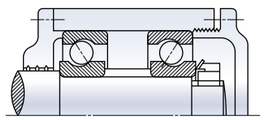


図10　ねじによる予圧

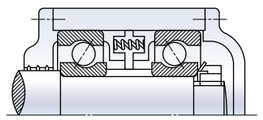


図11　ばねによる予圧

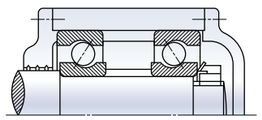


図12　間座による予圧（自由側）

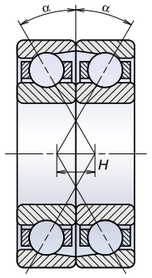


図13　正面組合せ

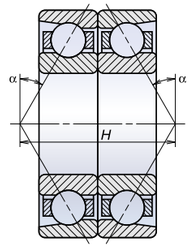


図14　背面組合せ

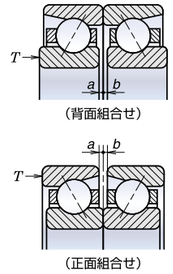


図15　予圧量

単列アンギュラ玉軸受のアキシアル荷重と軸方向の変位量との関係は近似的に式(7)で表わされる．

$$\delta_a = \frac{4.4\times10^{-4}}{\sin\alpha}\left(\frac{Q^2}{D_a}\right)^{\frac{1}{3}} \cdots\cdots(7)$$

ここで

δ_a：軸方向の変位量　(mm)
Q：１個の玉がうける荷重　(N)
α：接触角
D_a：玉の直径　(mm)

軸受全体にかかるアキシアル荷重を T とすれば，軸受の玉数 Z のとき，１個の玉がうける荷重 Q は式(8)で表わされる．

$$Q = \frac{T}{Z\sin\alpha} \cdots\cdots(8)$$

したがって，軸方向変位量 δ_a は一般に

$$\delta_a = C_a \cdot T^{\frac{2}{3}} \cdots\cdots(9)$$

で表わされる．C_a は個々の軸受の形式，寸法によって定まる定数である．

図16において，軸受間のすきま a と b は軸方向の変位 δ_a で表わされ，予圧が増すにつれて すきま a と b は減少し，すきまがなくなったときの予圧が T_1 である．

外からアキシアル荷重 T が軸受Ａにかかると，Ａはさらに軸方向に δ_i だけ変位し，軸受Ｂは同じ量だけ変位が減少して，軸受Ａ，Ｂの変位はそれぞれ $\delta_{aA}=\delta_a+\delta_i$，$\delta_{aB}=\delta_a-\delta_i$ となる．

すなわち，軸受Ａにかかっている力は予圧を含めて (T_1+T-G) であり，軸受Ｂには (T_1-G) がかかる．

軸受が全く予圧されていないとき，アキシアル荷重 T がかかって δ_T だけ変位するとすれば，予圧したために得られる軸受の変位の減少は $(\delta_T-\delta_i)$ で表わされる．

また，$G=T_1$ すなわち $\delta_i=\delta_a$ となれば軸受Ｂは無負荷になり，軸受Ａの変位 δ_{aA} は

$$\delta_{aA}=2\delta_a=2C_a\cdot T_1^{\frac{2}{3}}=C_a\left(2^{\frac{3}{2}}T_1\right)^{\frac{2}{3}} \cdots\cdots(10)$$

また軸受Ａにかかる力は，$G=T_1$ であるから，

$$T_1+(T-G)=G+(T-G)=T \cdots\cdots(11)$$

式(9)，(10)，(11)から

$$\delta_{aA}=C_a\cdot T^{\frac{2}{3}}=C_a\left(2^{\frac{3}{2}}T_1\right)^{\frac{2}{3}} \cdots\cdots(12)$$

すなわち

$$T=2\sqrt{2}\cdot T_1$$

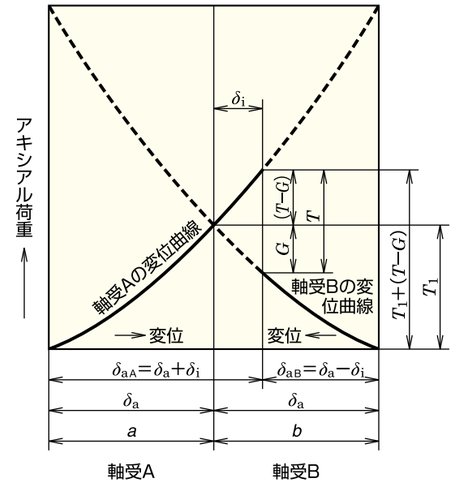


図16　予圧の線図

予圧する場合，軸受Aは所要の寿命および速度条件に対して，アキシアル荷重（T_1+T-G）に耐える負荷容量が必要である．

2.3.2　スラスト軸受の予圧

スラスト玉軸受を横軸に用いるとき，取付けにあたって軸受の玉や軌道輪の位置が ずれ ないように注意しなければならない．複式スラスト玉軸受，又は，2個の単式スラスト玉軸受を横軸に用いる場合は特にそうである．

すなわち，負荷されない側の玉と保持器又は軌道輪が下に ずれ て偏心し，次にその列が負荷されると，必ず発熱その他の事故を生じるから，これを防ぐために軸方向の予圧が必要になってくる．この玉と保持器あるいは軌道輪の ずれ は，荷重がかかったとき，玉にかかる荷重を不均一にし，正規の位置に戻ろうとするための滑りを生じて，発熱を起こし破損の原因になる．

予圧を行なう方法は，ラジアル軸受の場合と同じように，ねじ や調整板により軸方向に調整する方法と ばね による方法とがある．**図17**，**図18**はこれらの使用例であるが，前者の場合は調整がむずかしく経験を必要とするので，後者の ばね による方法が簡単でもあり，また方法としても優れている．この予圧はスラスト玉軸受だけでなく，**図19**のようなスラストころ軸受についても同様である．

スラスト玉軸受が比較的高速で回転しているとき，玉は旋回滑りを起こしやすい，玉が旋回滑りを起こさないために必要な最小アキシアル荷重は，次の式（13）及び式（14）で求めた値のうち，大きいほうを採る．

$$F_{a\min}=\frac{C_{0a}}{100}\left(\frac{n}{N_{\max}}\right)^2 \quad \cdots\cdots(13)$$

$$F_{a\min}=\frac{C_{0a}}{1\,000} \quad \cdots\cdots(14)$$

ここで

$F_{a\min}$ ：最小アキシアル荷重(N)
C_{0a} ：基本静アキシアル定格荷重(N)
n ：軸受の回転速度(min^{-1})
$N_{\max}$ ：軸受の許容回転数(油潤滑)(min^{-1})

スラスト自動調心ころ軸受は，使用中に ころ と外輪軌道面との間の滑りによって，かじり などの損傷を起こすことがある．この滑りを起こさないために必要とする最小アキシアル荷重$F_{a\min}$は，次式によって求められる．

$$F_{a\min}=\frac{C_{0a}}{1\,000} \quad \cdots\cdots(15)$$

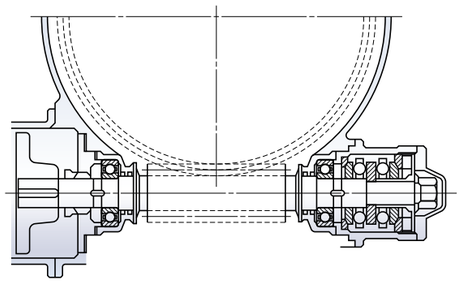


図17　スラスト玉軸受の予圧（ねじ）

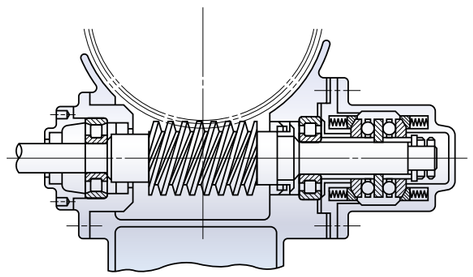


図18　スラスト玉軸受の予圧（ばね）

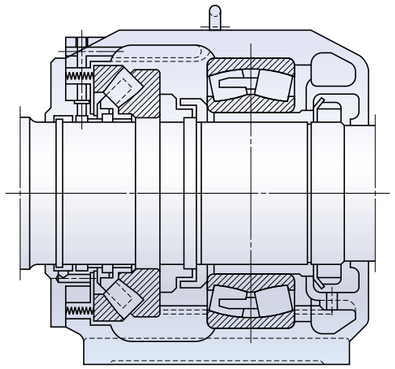


図19　スラストころ軸受の予圧（ばね）

2.4　取付けの一般的な注意

ラジアル軸受を軸に固定させるには，一般に軸の肩や間座に密着させて軸ナットで締付ける．この場合，軸の肩や間座の端面は軸心に直角に仕上げておかなければならない．この直角度が悪いと，軸受の回転精度や ころ の当りがわるくなり，発熱や早期疲れの原因となる．外輪側面と接するハウジングの肩についても同様である．

軸の肩の高さや間座の外径，又はハウジングの肩の高さは軸受の取外しと関係があるので，その標準寸法がJISに参考として示され，また，カタログにも示されている．これら肩の高さなどと共に，軸やハウジングの隅の丸みも重要である．肩の高さと隅の丸みの値を**表6**に参考に示す．

スラスト玉軸受の球面座金は，工作機械主軸のように精度が確保されている場合は別として，一般にはハウジングとの間に すきま を与えて取付ける．とくに平面座形のスラスト玉軸受については，軸やハウジングの肩の直角度は先に述べたと同じように十分に精密に仕上げることが必要である．偏心についても細心の注意を払って取付けなければならない．

よく見られることであるが，機械の精度を上げるためには使用する軸受の精度を上げるほどよいと往々にして考えられている．しかし，軸受の精度に相応して軸やハウジング関係の精度も十分に高くすべきであり，関係部分の精度不良による軸受の損傷も決して少なくないので注意しなければならない．

このほか，取付けの一般的な注意として軸受およびその関係部品を清浄に保つことが必要である．すなわち，なるべく ごみ や湿気のないところで取扱い，洗浄油は汚れていないものを用い，さびの発生を防ぐなどの考慮を払うべきである．

取付前には必ず各部分の点検をする．軸やハウジングの寸法，形状，精度はもちろん，密封部などの検査も必要である．軸受の点検を行なう場合は，周囲の ごみ が入らぬように，また，手の汗をつけないように注意する．

軸受の はめあい作業や すきま の測定などについては，すでに述べたとおりであるが，取付けにあたっては，十分な計画をたててとりかかり，正確な記録をとっておくことが望ましい．

また，円すいころ軸受の取付けでは外輪と内輪サブユニットを分離し，それぞれを相手ハウジング及び軸に取付けて組合せる工程となる．この場合内輪の大つば ところ端面（転動体の頭部）が正しく接触していない状態，すなわち座りのよくない状態となることがある．

これらが正しい接触状態になる様に軸受を回転させる「なじ（馴染）ませ作業」が必要である．

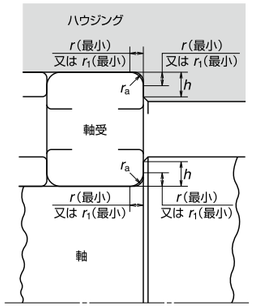


図20　ラジアル軸受の面取寸法と軸・ハウジングの隅の丸みの半径と肩の高さ

表6 軸及びハウジングの隅の丸みの半径とラジアル軸受に対する肩の高さ（メートル系）

単位 mm

内輪又は外輪の面取寸法 r（最小）又は r_1（最小）	軸又はハウジング		
	隅の丸みの半径 r_a（最大）	肩の高さ h（最小）	
		深溝玉軸受(1) 自動調心玉軸受 円筒ころ軸受(1) ソリッド形針状ころ軸受	アンギュラ玉軸受 円すいころ軸受(2) 自動調心ころ軸受
0.05	0.05	0.2	—
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	1.25
0.6	0.6	2	2.5
1	1	2.5	3
1.1	1	3.25	3.5
1.5	1.5	4	4.5
2	2	4.5	5
2.1	2	5.5	6
2.5	2	—	6
3	2.5	6.5	7
4	3	8	9
5	4	10	11
6	5	13	14
7.5	6	16	18
9.5	8	20	22
12	10	24	27
15	12	29	32
19	15	38	42

注（1）アキシアル荷重を負荷させる軸受では，この値より十分大きな肩の高さを必要とする．
（2）大きなアキシアル荷重がかかる場合には，この値より十分大きな肩の高さを必要とする．

備　考　1．スラスト軸受に対しても，この隅の丸みの半径が適用される．
2．軸受寸法表には，取付関係寸法として肩の高さでなく，肩の直径で記載されている．

2.5 潤滑

転がり軸受の潤滑法は，油潤滑法とグリース潤滑法に大別できる．

グリース潤滑は，密封装置が簡単となり，便利な潤滑方法であるので転がり軸受の潤滑法として好んで用いられる．

最近ではグリース自体の改良進歩により，その応用範囲が広くなっているが，回転速度，使用温度，グリース充てん量，グリース寿命などに注意しなければならない．

回転速度が速くなるとグリース潤滑が困難になる．この回転速度の限界は，軸受の形式・寸法，潤滑法，使用条件などによって異なる．NSK転がり軸受カタログの寸法表には，普通の使用条件で運転した場合に許容できる回転数を軸受ごとに示してある．

表7 潤滑グリースの銘柄と性能参考表

銘　柄	増ちょう剤	基　油	滴点 (℃)	ちょう度	使用温度範囲 (1) (℃)	耐圧性	許容回転数に対する使用限界 (2) (%)
アドレックス	リチウム	鉱　油	198	300	0～+110	強	70
アポロイル オートレックス A	リチウム	鉱　油	198	280	−10～+110	中	60
アラペン RB 300	リチウム・カルシウム	鉱　油	177	294	−10～+ 80	中	70
EA2 グリース	ウレア	ポリαオレフィン油	260以上	243	−40～+150	中	100
EA3 グリース	ウレア	ポリαオレフィン油	260以上	230	−40～+150	中	100
EA5 グリース	ウレア	ポリαオレフィン油	260以上	251	−40～+160	強	60
EA7 グリース	ウレア	ポリαオレフィン油	260以上	243	−40～+160	中	100
ENC グリース	ウレア	ポリオールエステル油+鉱油	260以上	262	−40～+160	中	70
ENS グリース	ウレア	ポリオールエステル油	260以上	264	−40～+160	中	100
ECZ	リチウム+カーボンブラック	ポリαオレフィン油	260以上	243	−10～+120	中	100
イソフレックス NBU 15	バリウムコンプレックス	ジエステル油+鉱油	260以上	280	−30～+120	弱	100
イソフレックス スーパーLDS 18	リチウム	ジエステル油	195	280	−50～+110	弱	100
イソフレックス トパス NB52	バリウムコンプレックス	ポリαオレフィン油	260以上	280	−40～+130	弱	90
エアロシェル グリース 7	マイクロゲル	ジエステル油	260以上	288	−55～+100	弱	100
SH 33 L グリース	リチウム	シリコーン油	210	310	−60～+120	弱	60
SH 44 M グリース	リチウム	シリコーン油	210	260	−30～+130	弱	60
NS ハイリューブ	リチウム	ポリオールエステル油+ジエステル油	192	250	−40～+130	中	100
NSA	リチウム	ポリαオレフィン油+エステル油	201	311	−40～+130	中	70
NSC グリース	リチウム	アルキルジフェニルエーテル油+ポリオールエステル油	192	235	−30～+140	中	70
NSK クリーン グリース LG2	リチウム	ポリαオレフィン油+鉱油	201	199	−40～+130	弱	100
エマルーブ 8030	ウレア	鉱　油	260以上	280	0～+130	強	60
MA8 グリース	ウレア	アルキルジフェニルエーテル油+ポリαオレフィン油	260以上	283	−30～+160	中	70
クライトックス GPL-524	PTFE	パーフルオロポリエーテル油	260以上	265	0～+200	中	70
KP1	PTFE	パーフルオロポリエーテル油	260以上	280	−30～+200	中	60
コスモワイドグリース WR No.3	ナトリウムテレフタラメート	ポリオールエステル油+鉱油	230以上	227	−40～+130	弱	100
G-40M	リチウム	シリコーン油	223	252	−30～+130	弱	60
シェルアルバニヤ EP グリース 2	リチウム	鉱　油	187	276	0～+ 80	強	60
シェルアルバニヤグリース S1	リチウム	鉱　油	182	323	−10～+110	中	70
シェルアルバニヤグリース S2	リチウム	鉱　油	185	275	−10～+110	中	70
シェルアルバニヤグリース S3	リチウム	鉱　油	185	242	−10～+110	中	70
シェルカシーダグリース RLS 2	アルミニウムコンプレックス	ポリαオレフィン油	260以上	280	0～+120	中	70
シェルサンライトグリース 2	リチウム	鉱　油	200	274	−10～+110	中	70
WPH グリース	ウレア	ポリαオレフィン油	259	240	−40～+150	中	70
デムナムグリース L-200	PTFE	パーフルオロポリエーテル油	260以上	280	−30～+200	中	60
ニグエース WR-S	ウレア	合 成 油	260以上	230	−30～+150	弱	70
ニグルーブ RSH	ナトリウムコンプレックス	ポリアルキレングリコール油	260以上	270	−20～+120	中	60
パイロノックユニバーサル N6B	ウレア	鉱　油	238	290	0～+130	中	70
バルマックス RBG	リチウムコンプレックス	鉱　油	216	300	−10～+130	強	70
ビーコン 325	リチウム	ジエステル油	190	274	−50～+100	弱	100
マルテンプ PS No.2	リチウム	ポリαオレフィン油+ジエステル油	190	275	−50～+110	弱	100
モリコート FS-3451グリース	PTFE	フルオロシリコーン油	260以上	285	0～+180	中	70
UME グリース	ウレア	鉱　油	260以上	268	−10～+130	中	70
UMM グリース 2	ウレア	鉱　油	260以上	267	−10～+130	中	70
レアマックス AF-1	ウレア	鉱　油	260以上	300	−10～+130	中	70

注 (1) 温度範囲の上限又は下限に近いところ，あるいは真空中などの特殊環境で使用する場合には，NSKにご相談ください．
(2) 短時間運転の場合や冷却条件が良好な場合には，グリースの補給が適切であれば，この限界を超えて使用できる．

グリースの使用温度範囲は，種類によって異なるが，一般の目安を**表7**に示す．この温度範囲外でグリースを利用するときは，補給法にも注意を払う必要がある．

まず，軸受内部には十分にグリースを詰める．このとき，保持器案内面などにもグリースを押し込むことが必要である．次に，ハウジング内部の軸及び軸受を除いた空間容積に対して，

1/2～2/3（許容回転数の50％以下の回転のとき）
1/3～1/2（許容回転数の50％以上の回転のとき）

程度の量を充てんする．

グリースは，使用中に性状の変化を生じるので，ある期間使用したら取替える必要がある．この性状の変化は運転条件，外的条件に影響されるので，一律に使用限界を決めることは困難である．作業者が外観から判定するのも容易ではない．

普通の環境で使用される場合，経験から割り出されたグリースの取替期間の図（16ページ**図23，24**）を利用すると便利である．

油潤滑法は，広く利用されている方法である．油は流動性，熱放散がよく，循環，強制潤滑に適し，ごみや摩耗粉も除去しやすい，振動，音響にも良い影響を与え，潤滑剤としては最適である．

しかし，油潤滑にすると，潤滑系統が複雑となり，メンテナンスが必要となる．

また，油もれを防ぐため密封装置に注意する必要がある．

潤滑油の粘度は，その軸受の運転温度において選定し，一般的には，運転温度において次に示す粘度以上のものを選ぶとよい．

玉軸受，円筒ころ軸受…… 13 mm²/s
自動調心ころ軸受，円すいころ軸受… 20 mm²/s
スラスト自動調心ころ軸受……32 mm²/s

図22は，一般的な油の粘度ー温度線図であって，温度による粘度変化を知ることができる．

給油方法には，油浴法，飛沫給油法，強制循環給油法，噴霧給油法などがあり，軸受周囲の構造，運転条件により適切な給油方法が採用される．もっとも一般的な油浴潤滑における軸受の許容回転数もカタログの寸法表に示してある．

2.6 試運転

取付けが完了したら軸受の試運転を行なうが，試運転中に調べることは，異常音の有無と軸受温度の上昇の程度である．もちろん，軸受の回転は円滑でなければならない．

試運転で軸受に異常を発見したら，その状況に応じて軸受の分解点検を行い，その原因を調査する．

特に高速の機械の場合，まず低速で始動し，次第に回転数を上げて行くことが望ましい．軸受温度は，一般にはハウジングの表面の温度から推測できるが，油穴などを利用し，直接軸受外輪で測ることが望ましい．潤滑油の温度により推測することもできる．軸受温度は徐々に

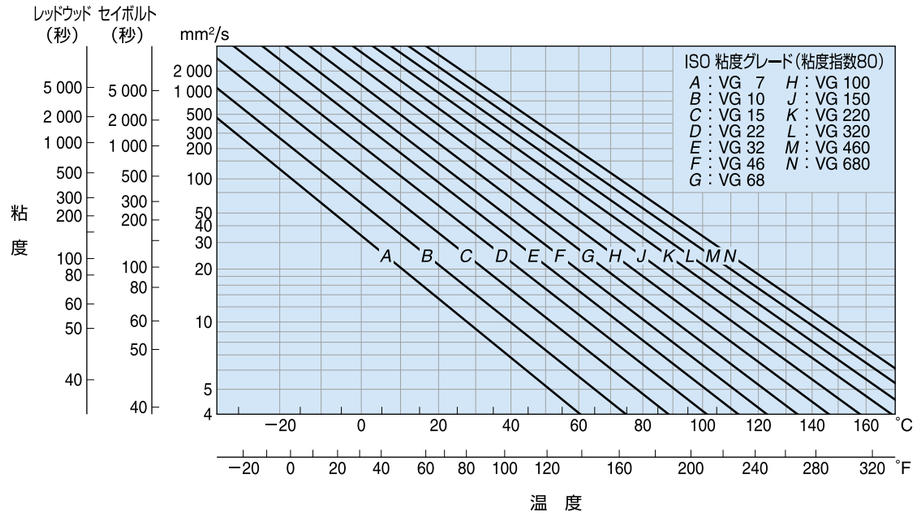


図22 粘度温度線図

上昇し，一般に時間の経過と共に飽和状態になるので温度上昇の傾向を見れば取付けの良否がわかる．軸受や取付けに異常があれば，軸受温度はなかなか安定せず異常に高くなる．

軸受の飽和温度は機械の熱容量・放熱量・回転数・荷重によって異なるが，普通は温度上昇 20～30 ℃が最も多い．

温度がどこまでも上昇して異常な高温になる場合の原因としては，次のことが挙げられる．すなわち

- グリースや油を過量に満しすぎたとき
- 密封装置の摩擦が強すぎるとき
- 軸受のすきまが少なすぎるとき
- 軸受の形式および潤滑方法に対して高速すぎるとき
- 軸受に異常荷重がかかっているとき
- 軸やハウジングおよびその肩などの精度不良による軸受の当りが悪いとき
- 軸受自身に欠陥があるとき

などであるが，取付けや工作精度の誤りだけでなく，軸受の選定を誤っている場合もある．

音を調べるには，聴音器をハウジングにあてて聞くとよい．潤滑剤の不足，軸やハウジングなどの精度不良，ごみ や金属粉の混入，軸受の不良などが原因となって，金属的な高温や異常音，不規則音を生じる．

表 8 は軸受の異常現象に関する推定原因と対策について参考に示したものである．

取付記録として，試運転の結果は必ず記録しておくべきであり，その記録は後で異常予知に活用できる．

表8 軸受にとって異常な運転状態とその原因・対策

運転状態		推定原因	対策
騒音	高い金属音 (1)	異常荷重	はめあいの修正，軸受すきまの検討，予圧の調整，ハウジング肩の位置の修正など
		取付不良	軸・ハウジングの加工精度，取付精度の改善，取付方法の改善
		潤滑剤の不足，不適	潤滑剤の補給，適正な潤滑剤の選択
		回転部品の接触	ラビリンスなどの接触部分の修正
	規則音	異物により軌道面に生じた圧こん，さび，きず	軸受交換，関係部品の洗浄，密封装置の改善，きれいな潤滑剤の使用
		ブリネリング	軸受交換，取扱いに注意
		軌道面のフレーキング	軸受交換
	不規則音	すきま過大	はめあい及び軸受すきまの検討，予圧量の修正
		異物の侵入	軸受交換の検討，関係部品の洗浄，密封装置の改善，きれいな潤滑剤の使用
		玉のきず，フレーキング	軸受交換
異常な温度上昇		潤滑剤の過多	潤滑剤を減らし適量化，硬めのグリース選択
		潤滑剤の不足，不満	潤滑剤の補給，適正な潤滑剤の選択
		異常荷重	はめあいの修正，軸受すきまの検討，予圧の調整，ハウジング肩の位置の修正など
		取付不良	軸・ハウジングの加工精度，取付精度の改善，取付方法の改善
		はめあい面のクリープ 密封装置の摩擦過大	軸受交換，はめあいの検討，軸・ハウジングの修正，密封形式の変更
振動大 (軸の振れ回り)		ブリネリング	軸受交換，取扱いの注意
		フレーキング	軸受交換
		取付不良	軸・ハウジングの肩の直角度，間座側面の直角度の修正
		異物の侵入	軸受交換，各部品洗浄，密封装置の改善など
潤滑剤の漏れ大 変色大		潤滑剤の過多，異物の侵入，摩耗粉の発生・侵入など	潤滑剤の量の適正化，潤滑剤の取替えと選定の検討，軸受交換の検討，ハウジングなどの洗浄

注 (1) 中～大形の円筒ころ軸受や玉軸受で，グリース潤滑の場合，特に冬場や低温などの環境条件によっては，きしり音が問題になることがある．一般的には，きしり音が発生しても軸受の温度上昇はなく，疲れ寿命やグリース寿命への影響はないので，軸受をそのまま使用して差し支えない．あらかじめ，きしり音の発生が懸念されるような場合には，NSKにご相談ください．

3 保守および点検

3.1 保守点検の要領

軸受を正当な寿命まで使用し，またなんらかの原因によって起る事故を未然に防止したり，早期にその原因となる事象を発見して大事に至らせないためには，保守点検を怠ってはならない．

運転中の軸受の点検は，ときどき軸受の回転音を聞くことと軸受温度を測ること，あるいは軸受の振動の状況を調べることなどに集約される．わずかな軸受のフレーキングでも異常音や不規則音を発し，熟練すれば聴音器で容易に正常音と聞きわけることができる．軸受の温度は，ハウジングの表面に手をあててみることによって，おおよそ判断できるが，ハウジングの油穴などを利用して温度計を差しこみ，軸受の温度を直接測るのが適切である．

車両用ころ軸受のように，移動するものであって音や温度の測定が運転中にできないものでは，一定期間ごとに点検を行ない，グリースは新しいものと取替える．

使用中のグリースを調べることも軸受の運転状況を知るのに有効であって，グリースの漏れや劣化はもちろん，その中に含まれる ごみ や鉄粉からも判断される．

点検の結果，軸受に異常があったり損傷が発見されたら，すぐに軸受を分解して詳細に調べ，その原因を確かめることが必要である．

3.2 給油の方法

3.2.1 グリース潤滑

軸受に潤滑剤はなければならないが，その量はわずかでよく，また，次の給脂までの期間は一般に長い．その期間は軸受の形式寸法・回転数および他の運転条件によって異なり，経験的に決められることが多い．

図 23，**24** は，高品質のリチウム石けん－鉱油系のグリースを用いて，温度 70 ℃，普通荷重（P/C=0.1）の場合のグリース補給間隔の目安である．温度が 70 ℃を超える場合は，15 ℃上がるごとにグリース補給間隔を半減させる必要がある．

また，荷重によっても補給間隔は変わり**表 9** にある荷重係数を補給間隔に乗じて用いる．なお，特に玉軸受では，使用するグリースによってさらに補給間隔を延ばすことができる．（例えば，高品質の合成油系リチウム石けんグリースでは約 2 倍の補給間隔をとることができる．）

グリースの潤滑能力は異物の混入や水分の浸入による乳化や劣化などによって低下する．従ってこの様な厳しい環境で使用する場合は，**図 23**，**24** で求められる値の 1/2～1/10 に短縮する必要がある．

ハウジングは，グリースの補給や取替も考慮して設計されるべきであって，ときどきグリースの取替を行う機

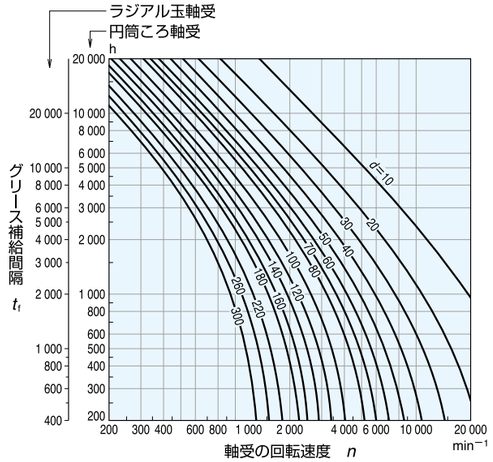


図 23 ラジアル玉軸受・円筒ころ軸受のグリース補給間隔

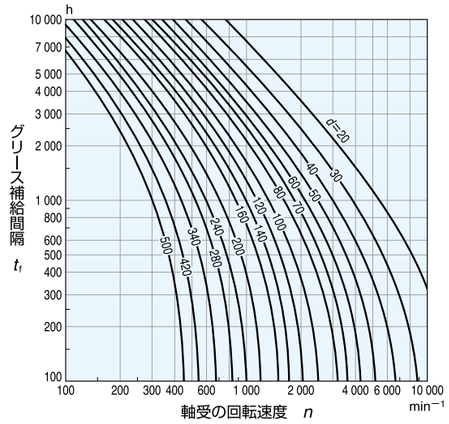


図 24 円すいころ軸受・自動調心ころ軸受のグリース補給間隔

表 9 荷重係数

P/C	≦ 0.06	0.1	0.13	0.16
係数	1.5	1	0.65	0.45

械では，ハウジングの分解が簡単にできるものでなければならず，また，密封装置部分からの水の浸入を防ぐことができない場合などは，グリースの補給も頻繁になる．したがって，古いグリースがハウジングから出やすい設計にしておく必要がある．

ごく低速回転であれば，ハウジングにグリースが一杯つまっていてもよいが，高速になるにしたがってグリースの充満は避けなければならない．

定期的にハウジングを分解できる場合は，グリース補給穴はつけない方がよい．実際例からみて，多くは補給穴の周囲にグリースがあるだけで，肝心の軸受部までグリースがとどかず，かえって逆効果をきたすことがあるからである．

しかし，軸受が大形になり高速になると，頻繁でしかも確実なグリース補給が必要となり，そのたびにハウジングの分解もできないので，グリース補給穴を設けるが，補給穴の側のハウジング空間をグリースセクターによって数個所に仕切っておき(**図 25**)，グリースがハウジングに充満することなく，新しいグリースが軸受内に入っていくようにするとよい．補給穴と反対側のハウジング空間を広くして，古いグリースをここに溜め，ときどきカバーをはずして，溜まった古いグリースを取出す．

高速回転の場合は，グリースバルブを使えばもっと簡単になる．これは，電動機・タービンポンプなどの長期間連続運転のものに適している．グリースバルブの目的はグリースの充満を避けるためであって，**図 26** はグリースセクターとグリースバルブをつけた例を示す．

図 27 はプランマブロックにグリースバルブを設けた例であり，セクターとして薄鉄板 b で仕切っている．

3.2.2　油潤滑

油浴潤滑のハウジングには，オイルゲージがついているが，油面の高さは軸受が静止している時に見た方が誤りがない．規定の油面が保たれていなければ給油するが，密封装置が完全で油漏れがなければ，給油の必要は少ない．油の交換は運転条件によるが，運転温度が 50℃以下で ごみ の少ない良好な環境下で使用される場合は 1 年程度の交換周期でよい．

熱源が外部にあって運転温度が 100℃をこえる場合，熱安定性のよい油を使っていても，2～3 か月ごとか，それ以内に交換した方がよい．

滴下給油の場合の滴下数は，条件によって適切に調整するが，普通は毎分数滴の滴下でよい．ジェット給油で軸受の潤滑を行なう高速回転の場合の給油量は，油圧とノズル口径とによって加減するが，給油された油が軸受部に溜まらないようにすることが大切である．

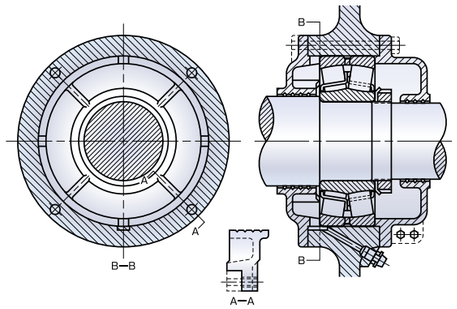


図 25　グリースセクター

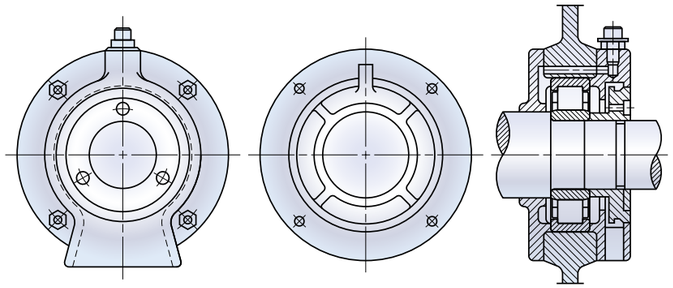


図 26　グリースバルブ

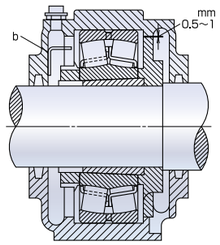


図 27　グリースバルブ(プランマブロック)

3.3　軸受の損傷

早期損傷(故障)を生じた軸受をよく観察し，潤滑条件や，その取付周りを調べ，故障に至る経過などを詳細に調べてみると，その損傷原因は，軸受の取付け，取扱い，潤滑上の配慮不十分，密封構造不完全，熱影響の検討不十分などいろいろと推定できる．転がり軸受の損傷を，その現象面，例えば，ころ軸受の つば の かじりきず についてみた場合，その原因は，油不足，給排油構造の欠陥，潤滑剤不適当，水や異物の侵入，取付誤差大あるいは軸の たわみ などによる内輪と外輪の相対傾き角大などあり，それらの条件が重なり合っている場合もある．したがって，損傷軸受のみを調べたのでは，その真の原因を知ることは難しい．しかし，軸受の使用機械，使用個所，使用条件，軸受周りの構造，潤滑条件，あるいは取扱い，運転経歴などを知った上，更にその損傷トラブル発生前後の状況がわかれば，何通りかの原因に結びつけて検討し，軸受損傷の再発生防止の対策が可能となる．調査軸受についての観察は，軌道の走行跡，つば などのすべり部分等軸受内部の状況は勿論，軸受内径や外径面の接触さび，あるいは きず などを含めて，見落としのない様に十二分に行うことが，その原因探求の近道である．また，それと同時に，壊れていない同類の使用個所の軸受の調査も役立つことが多い．要するに，その軸受を用いている機械装置についての総合的調査が重要である．ここでは軸受の代表的な損傷例を参考として示す．

走行跡と荷重のかかり方

軸受が回転すると内輪，外輪の軌道面は，転動体との転がり走行跡がくすんだ面になる．走行跡が軌道面につくのは異常ではないが，その程度や形態により負荷条件を知ることができる．

走行跡を注意深く観察すると，ラジアル荷重だけを負荷したもの，大きなアキシアル荷重を受けたもの，モーメント荷重を受けたもの，あるいはハウジングに極端な剛性むらがあったことなどが分かる．軸受に予想外の荷重や取付け誤差が大きかったなどをチェックでき，軸受損傷の原因追求の手がかりとなる．**図 28** に深溝玉軸受の代表的な走行跡を示す．

(a)～(d)はラジアル荷重やアキシアル荷重を受けたときの，一般的な走行跡である．内輪回転，外輪回転及び負荷条件により走行跡が異なっている．これらに対し，(e)はミスアライメントにより軸が傾いているとき，(f)はモーメント荷重を受けているとき，(g)はハウジングの内径精度が悪く だ(楕)円のとき，(h)は軸受内部すきまがないときの走行跡である．(e)から(h)の走行跡は，軸受に損傷を与えることが多く，注意が必要である．

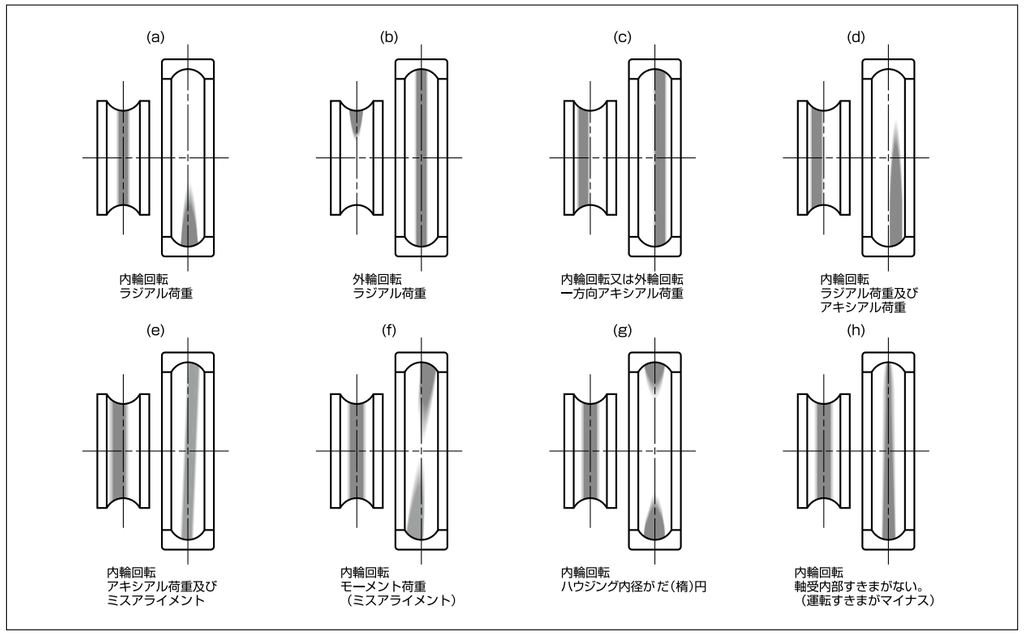


図 28　深溝玉軸受の代表的な走行跡

●フレーキング

軸受にあらわれるフレーキングは初めは非常に小さいものであるが，これは短時間のうちに大きくひろがってゆく(**図29**)．このフレーキングの現象が正常な使用の後にあらわれる，いわゆる軸受の寿命とすべきものであるか，あるいは予期しない異常荷重によるものであるかという判断は簡単にはできない．

また，フレーキングは他の損傷と異なり，潤滑，荷重，振動などの複合要因によって発生する場合が多く，原因を一つに絞り込む事が難しい．しかしながら軸受が適正な潤滑，適正な荷重で使用されている場合には，早期破損が発生する確率が極めて低いことから，原因推定には潤滑と荷重の大きさが適正であったかを確認する必要がある．**図30**は自動調心ころ軸受に過大なアキシアル荷重がかかり片側列のみに生じた早期フレーキングを示す．早期フレーキングの原因はこの様な異常荷重の他にも傾いて取付けられた場合，軸受すきまの選定を誤った場合，ハウジングの精度が悪い場合などがあげられる．



図29　フレーキング



図30　フレーキング

●欠け・割れ

図31は円すいころ軸受の内輪大つばの欠けを示したもので，軸受に異常なアキシアル荷重がかかるか衝撃荷重がかかった場合，あるいは軸受の取付け，取外しなどのときに つば に異常な力がかかった場合に発生する．割れの原因としては大きな衝撃荷重がかかったり(**図32**)，過大な しめしろ などがあげられる．外輪の両端面だけで支えられているような場合は軸方向に割れたり，内輪・外輪と軸，又はハウジングなどとの間に すべり が有るとき，すべり の方向と直角に割れが生じる．軸との はめあい がゆるくクリープを生じたときなどにみられる．

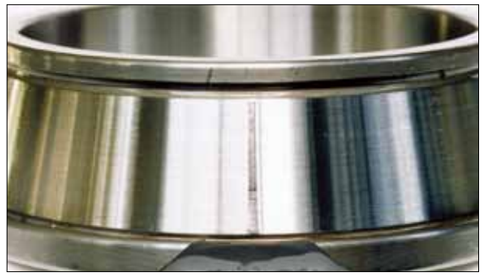


図31　欠　け



図32　割　れ

●圧こん

軌道面の圧こんは，軸受の取扱い上の不注意，異物のかみこみ，あるいは静止時に強い衝撃荷重がかかった場合に軌道面に生じる へこみ(ブリネル圧こん)である．

また，転動体と軌道面との接触部分において振動や揺動による摩耗が進みブリネル圧こんに似た くぼみ を生じる．この現象をフォールスブリネリングという．特に軸受が機械に取付けられたまま輸送されるときなどに多くみられる(**図33**)．

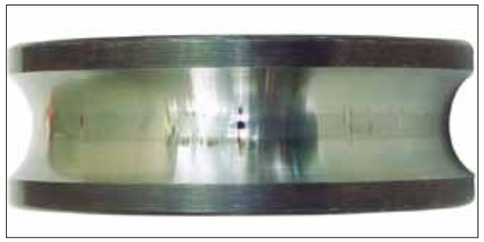


図33　圧こん

●かじり

ころ軸受では，つば と ころ端面 との滑り接触部において潤滑油不足や，異物のかみ込みにより転動部よりも先に部分的な微小焼付きの集成によって つば面や ころ端面 が損傷を生じる(**図34**)(**図35**)．



図34　自動調心ころ軸受の つば かじり



図35　ころ端面のかじり

●摩耗

摩耗に影響する因子としては異物の侵入，潤滑剤の不足，不適などが挙げられ(**図36**)，水の浸入により腐食摩耗がすべり面やころがり面に生じる．

また，はめあい が適当でないためにクリープを起してはめあい面 に摩耗を生じることもある．

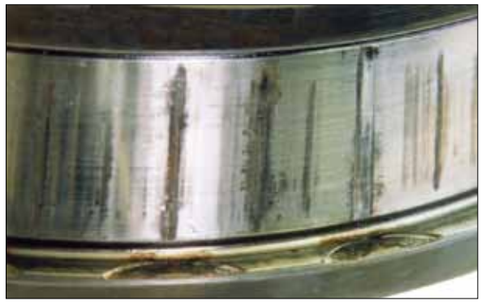


図36　摩　耗

●さび

軸受内部の さび は水分の浸入によって生じるものであり，また，潤滑剤が不適の場合にも発生する．水分の浸入による潤滑不良が原因で さび が発生した例を**図37**に示す．軸やハウジングと内輪・外輪との はめあい面に赤褐色や黒色の摩耗粉が発生することがある．これははめあい面 の接触が完全でないときに，その間で僅かな すべり が起こり表面が酸化し酸化物が生じたものであり，振動や重荷重を受ける所でよく見られる．この現象はフレッチング(フレッチングコロージョンともいう)といわれているもので一見 さび によく似ている．



図37　さ　び

●電食

運転中に軸受内を電気が流れると内外輪と玉や ころとの接触部分の非常に薄い油膜を通してスパークし，その表面が局部的に溶融し凹凸となる．顕著なものは，なし地状や縞模様の凹凸に進展することもある(**図 38**)．電食の程度が大きい場合はフレーキングを誘起し，また転動面の硬さが低下して摩耗を促進させる．



図38　電　食

●スミアリング

スミアリングとは，運転中に軌道面と転動面との間で転がりに伴う滑りと油膜切れで生じる微小焼付きの集成によって起こる表面損傷である．損傷表面は**図 39** に示す様に微小溶着の集成による面荒れとなる．潤滑剤，潤滑方法の改善が必要である．

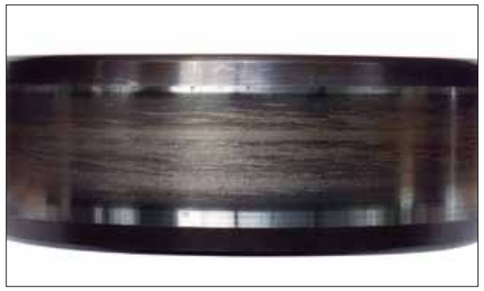


図39　スミアリング

●クリープ

クリープとは，軸受の はめあい面（内輪内径面と軸，外輪外径面とハウジング)に すきま が生じたとき，はめあい面間で相対的にずれる現象をいう．クリープを生じた はめあい面は，鏡面あるいは曇った面を表わし かじり や摩耗を伴う場合もあり**図 40** に損傷例を示す．

はめあい面の しめしろ チェックや外輪の場合は側面からの締付けに効果がある．

また，かじり や摩耗の防止には，軸受と軸やハウジングとの間の潤滑が効果的である．



図40　クリープ

4 取　外　し

軸受の取外しは，定期点検や軸受の取替えのときなどに行なわれる．取外し後に，その軸受を再使用する場合，又は軸受の状態を調査する必要がある場合には，取外しも取付けと同様に入念に行ない，軸受及び各部品を損傷しないように注意する必要がある．特に，しまりばめ をした軸受の取外しは，作業が難しくなるので，軸受周りの構造については，軸受を容易に取外しできるよう設計の段階で十分考慮しておく．必要に応じて取外用具を設計製作しておくことも大切である．

取外しに当っては，図面により取外方法，順序を検討し，軸受の はめあい 条件なども調べて，取外作業に万全を期すること．

また，損傷した軸受の調査が必要な場合も，上記と同様に取外し前と同じ状況を保つように注意深く取扱うことが必要である．取外しの際には，軸受に きず をつけたり，グリースをふきとったり，ごみ や鉄粉などを除いたりすることはよくない．究明されるべき損傷の原因も，そのためにわからなくなることがある．

軸受の はめあい が緩い場合は，普通簡単に取外しできるが，固い はめあい の場合は注意すべきである．

4.1　外輪の取外し

しまりばめ をした外輪の取外方法のうち，簡単で有効な方法を**図 41** に示す．これはハウジングに取外しボルト用のねじを円周上３箇所に切っておき，取外しの時以外は栓をしておく．

通しボルトで前後のふたを固定するハウジングであれば，**図 42** の方法がよい．この場合，軸受の内輪外輪を同時に支える特別のナットを使って，引抜きによる内輪外輪みぞの圧こんや きず を防ぐことが肝要である．

場合によってはハウジングを何らかの方法で温めて取外してもよいが，均一に全周を加熱しないと，ハウジングをゆがませたり割ったりするおそれがある．また，加熱にあまり長い時間をかけると，軸受も膨張して抜きにくくなるから注意を要する．

4.2　内輪の取外し

内輪の取外しは，その はめあい が固ければ，取付けほどは簡単でない．内輪の取外しに，よく爪で引抜く道具が使われるが，外輪を引張って抜く方法は，軌道面に圧こん をつけて軸受を不良にすることがある．

軸の肩に２～３箇所のみぞをつけて，そこに当て金をあて，ハンマでたたいて内輪を抜く方法(**図 43**-a)は簡単であり，比較的 しめしろ の少ない押込の場合に使われる方法であるが，激しくたたいて当て金をすべらし，内輪の小つば等を欠損させることがあるから，**図 43**-b のようにリング(二つ割れ)を介して打撃を加えるようにした方が安全である．

より安全な方法として，**図 43**-c のようにチューブを介して行なう方法がある．ねじ やプレスを使うこともよい．

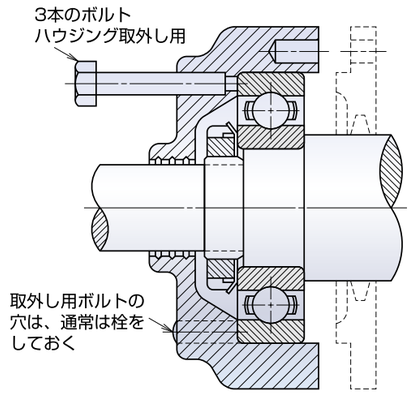


図41　外輪の取外し

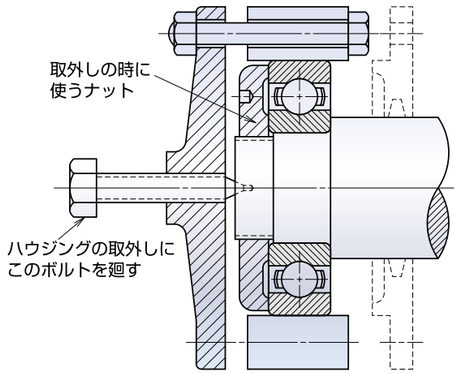


図42　外輪の取外し

内輪の引抜治具としては**図 44** に示すようなものが有効である．後板Ａは上下二つに分れ，ボルトで締付ける．前板Ｂのボルト Ｃと軸端中心との間には鋼球（大形の軸受にはスラスト玉軸受）を入れておくとより確実である．ＡとＢにはそれぞれの軸受の大きさによって適当なボルト穴をあけておく．引抜きに要する力は，先に述べた式(5)および表3，表４を用いて求めることができる．場合によっては，後板Ａの代わりにハウジングの後ぶたを利用してもよい．

しめしろ の大きな大形のころ軸受では，前述の誘導過熱による着脱法にしたがえば，内輪を損傷することなしに簡単に取外すことができる．この装置がない場合には，周囲をバーナなどで加熱して内輪を膨張させることもあるが，これは軸受の再使用を考えないで軸の損傷を防ぐために行なう方法である．

これら軸受の取外しについては，あらかじめ設計のときに十分考慮され，その方法が行なえるように準備されていなければならない．

すなわち，軸受部分の設計は取付け，取外しに至るまで考えられたものでなければ，十分とはいえない．

4.3　軸受の洗浄

ある期間使用した軸受を取外して点検する場合は軸受を洗浄するが，古いグリースのついた軸受は，まず，そのグリースを調べ，次に軸受を洗浄して軸受の状況を点検する．

この場合，洗浄は粗洗浄・仕上洗浄の２段階にして，粗洗浄のときは軸受を回転させないで刷毛などで ごみ や摩耗粉のついたグリースを洗い落すのがよい．

新しい軸受の場合，軸受には包装前に必ずさび止め剤が塗布されているが，一般的には，このさび止め剤を落すだけの目的で軸受を洗浄する必要はない．

通常さび止め剤は軸受の表面にうすく少量しか塗布されていないので，潤滑油や潤滑グリースに混入しても有害ではない．汚れた油やごみの多い所で洗浄することの方が，むしろ軸受にとっては より有害である．

しかし，小形の高速軸受の場合や，低粘度の潤滑剤を使ったりミスト給油をする場合には，このさび止め剤は洗い落す方がよい．

すなわち，原則として軸受の洗浄を行なうのは，軸受を点検するときや軸受に ごみ が付着した場合，または，その機械が高速・精密であるため，わずかな回転の抵抗があっても困る場合である．

洗浄剤としては，一般的には白灯油が使われる．低粘度のスピンドル油をジェット式に吹付けてもよい．

圧縮空気も，その空気が水分や ごみ を含んでいなければ，軸受内の ごみ を除くのに使えるが，普通，空気の中には水分が含まれており，ノズルの出口で凝縮して水滴となることが多く，したがって，これらの点について十分に注意が払われなければならない．また，圧縮空気を吹きつけて軸受を回転させながら洗浄するようなことは，軸受内の ごみ によって軌道面を きず つけやすいから，内外輪を押さえて軸受が回らないようにする．

軸受を洗浄した後，保管する必要を生じた場合は十分に軸受を乾燥させて，さび止め剤を塗る．とくにグリースを塗るときは，軸受を回しながら完全に各部にグリースが行渡るようにする．

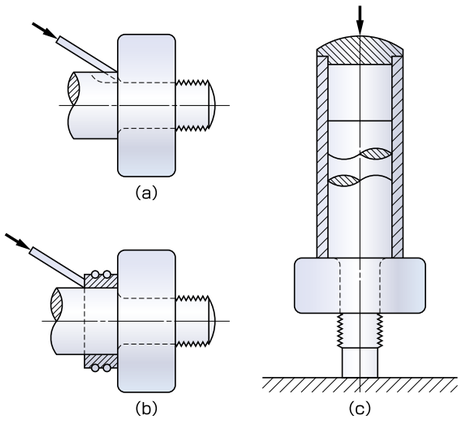


図 43　内輪の取外し

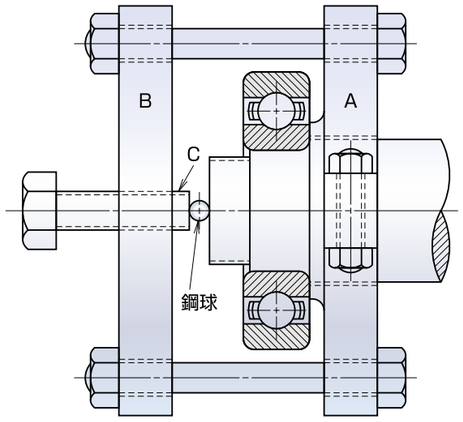


図 44　内輪引抜治具

4.4　軸受の検査

ここでいう検査とは，軸受の寸法精度や回転精度を定量的に測定することを指すのではなく，簡単に現場的に検査することを指す．

すなわち，ある期間使用した軸受の状況を調べ，異常の有無を点検して，更に再使用に耐えるか否かを，比較的簡単に判断するには，まず，軸受を完全に洗浄した後（前節参照），外見上の異常，たとえば さび・打きず・軌道面や転動体のフレーキングなどを調べる．玉軸受の場合は，回転の円滑さをみる．

内輪，外輪の はめあい面にクリープの現象がないか，摩耗の程度がひどくないかも調べる．

保持器の摩耗やリベットの緩み・頭部の欠損なども調べる．破損は，その保持器に対して軸受が高速である場合や，潤滑剤の不良・不足による場合が多い．

すきまは，比較的大形の ころ軸受であればすきまゲージで測定できるが，玉軸受など小形のものは簡単に手で動かした程度では判断できない．信頼できる すきまの量を知るためには，それ相当の方法によらなければならない．日本工業規格　JIS Ｂ 1515 を参照されたい．なお，これら JIS Ｂ 1500 番台のものは「転がり軸受」に関するものであり，寸法精度や回転精度の測定も行なうときは，その方法と数値について参考となる．

5　軸受の保管

軸受は永久に使用されるものではなく，ある時期になれば取替えられるものであるから，すぐ取替えることができるよう，予備の軸受はその使用状況に応じて常に倉庫に保管されているのが普通である．

軸受の保管について注意することは，特に さび である．軸受は普通さび止め剤を塗られ，包装紙に包まれているが，包装紙だけでは完全に外気の流通を遮断することができないから，軸受保管の場所は，湿気のない所が望ましい．

また，保管は清潔で湿度も少なく，換気のよい，直射日光のあたらない場所を選び，ロッカーや棚を使用し，少なくとも床上 30cm 以上の高さのところに並べて保管するのがよい．包装を無意味に解くことは さび の原因をもたらしやすいから，必要ない限り包装はそのままにしておく．

受入検査のために包装を解いた場合には，その後のさび止め処置と包装に十分注意を払って保管するようにしなければならない．

【参照カタログ】

New Bearing Doctor	(CAT. No. 7002)
自動調心ころ軸受 取扱説明書	(CAT. No. 9003)
テクニカルレポート	(CAT. No. 728)
ロールネック用軸受 取扱説明書	(CAT. No. 9001)

6 付　表

付表 1 軸の寸法許容差

単位：μm

径の区分(mm) を超え	以下	軸受の平面内平均内径の寸法差(0級) Δ_{dmp}	d6	e6	f6	g5	g6	h5	h6	h7	h8	h9	h10	js5	js6	j5	j6	j7	k5	k6	k7	m5	m6	n6	p6	r6	r7	径の区分(mm) を超え	以下
3	6	0 −8	−30 −38	−20 −28	−10 −18	−4 −9	−4 −12	0 −5	0 −8	0 −12	0 −18	0 −30	0 −48	±2.5	±4	+3 −2	+6 −2	+8 −4	+6 +1	+9 +1	+13 +1	+9 +4	+12 +4	+16 +8	+20 +12	+23 +15	+27 +15	3	6
6	10	0 −8	−40 −49	−25 −34	−13 −22	−5 −11	−5 −14	0 −6	0 −9	0 −15	0 −22	0 −36	0 −58	±3	±4.5	+4 −2	+7 −2	+10 −5	+7 +1	+10 +1	+16 +1	+12 +6	+15 +6	+19 +10	+24 +15	+28 +19	+34 +19	6	10
10	18	0 −8	−50 −61	−32 −43	−16 −27	−6 −14	−6 −17	0 −8	0 −11	0 −18	0 −27	0 −43	0 −70	±4	±5.5	+5 −3	+8 −3	+12 −6	+9 +1	+12 +1	+19 +1	+15 +7	+18 +7	+23 +12	+29 +18	+34 +23	+41 +23	10	18
18	30	0 −10	−65 −78	−40 −53	−20 −33	−7 −16	−7 −20	0 −9	0 −13	0 −21	0 −33	0 −52	0 −84	±4.5	±6.5	+5 −4	+9 −4	+13 −8	+11 +2	+15 +2	+23 +2	+17 +8	+21 +8	+28 +15	+35 +22	+41 +28	+49 +28	18	30
30	50	0 −12	−80 −96	−50 −66	−25 −41	−9 −20	−9 −25	0 −11	0 −16	0 −25	0 −39	0 −62	0 −100	±5.5	±8	+6 −5	+11 −5	+15 −10	+13 +2	+18 +2	+27 +2	+20 +9	+25 +9	+33 +17	+42 +26	+50 +34	+59 +34	30	50
50	80	0 −15	−100 −119	−60 −79	−30 −49	−10 −23	−10 −29	0 −13	0 −19	0 −30	0 −46	0 −74	0 −120	±6.5	±9.5	+6 −7	+12 −7	+18 −12	+15 +2	+21 +2	+32 +2	+24 +11	+30 +11	+39 +20	+51 +32	+60 +41 +62 +43	+71 +41 +73 +43	50 65	65 80
80	120	0 −20	−120 −142	−72 −94	−36 −58	−12 −27	−12 −34	0 −15	0 −22	0 −35	0 −54	0 −87	0 −140	±7.5	±11	+6 −9	+13 −9	+20 −15	+18 +3	+25 +3	+38 +3	+28 +13	+35 +13	+45 +23	+59 +37	+73 +51 +76 +54	+86 +51 +89 +54	80 100	100 120
120	180	0 −25	−145 −170	−85 −110	−43 −68	−14 −32	−14 −39	0 −18	0 −25	0 −40	0 −63	0 −100	0 −160	±9	±12.5	+07 −11	+14 −11	+22 −18	+21 +3	+28 +3	+43 +3	+33 +15	+40 +15	+52 +27	+68 +43	+88 +63 +90 +65 +93 +68	+103 +63 +105 +65 +108 +68	120 140 160	140 160 180
180	250	0 −30	−170 −199	−100 −129	−50 −79	−15 −35	−15 −44	0 −20	0 −29	0 −46	0 −72	0 −115	0 −185	±10	±14.5	+7 −13	+16 −13	+25 −21	+24 +4	+33 +4	+50 +4	+37 +17	+46 +17	+60 +31	+79 +50	+106 +77 +109 +80 +113 +84	+123 +77 +126 +80 +130 +84	180 200 225	200 225 250
250	315	0 −35	−190 −222	−110 −142	−56 −88	−17 −40	−17 −49	0 −23	0 −32	0 −52	0 −81	0 −130	0 −210	±11.5	±16	+7 −16	±16	±26	+27 +4	+36 +4	+56 +4	+43 +20	+52 +20	+66 +34	+88 +56	+126 +94 +130 +98	+146 +94 +150 +98	250 280	280 315
315	400	0 −40	−210 −246	−125 −161	−62 −98	−18 −43	−18 −54	0 −25	0 −36	0 −57	0 −89	0 −140	0 −230	±12.5	±18	+7 −18	±18	+29 −28	+29 +4	+40 +4	+61 +4	+46 +21	+57 +21	+73 +37	+98 +62	+144 +108 +150 +114	+165 +108 +171 +114	315 355	355 400
400	500	0 −45	−230 −270	−135 −175	−68 −108	−20 −47	−20 −60	0 −27	0 −40	0 −63	0 −97	0 −155	0 −250	±13.5	±20	+7 −20	±20	+31 −32	+32 +5	+45 +5	+68 +5	+50 +23	+63 +23	+80 +40	+108 +68	+166 +126 +172 +132	+189 +126 +195 +132	400 450	450 500
500	630	0 −50	−260 −304	−145 −189	−76 −120	—	−22 −66	—	0 −44	0 −70	0 −110	0 −175	0 −280	—	±22	—	—	—	—	+44 0	+70 0	—	+70 +26	+88 +44	+122 +78	+194 +150 +199 +155	+220 +150 +225 +155	500 560	560 630
630	800	0 −75	−290 −340	−160 −210	−80 −130	—	−24 −74	—	0 −50	0 −80	0 −125	0 −200	0 −320	—	±25	—	—	—	—	+50 0	+80 0	—	+80 +30	+100 +50	+138 +88	+225 +175 +235 +185	+255 +175 +265 +185	630 710	710 800
800	1 000	0 −100	−320 −376	−170 −226	−86 −142	—	−26 −82	—	0 −56	0 −90	0 −140	0 −230	0 −360	—	±28	—	—	—	—	+56 0	+90 0	—	+90 +34	+112 +56	+156 +100	+266 +210 +276 +220	+300 +210 +310 +220	800 900	900 1 000
1 000	1 250	0 −125	−350 −416	−195 −261	−98 −164	—	−28 −94	—	0 −66	0 −105	0 −165	0 −260	0 −420	—	±33	—	—	—	—	+66 0	+105 0	—	+106 +40	+132 +66	+186 +120	+316 +250 +326 +260	+355 +250 +365 +260	1 000 1 120	1 120 1 250
1 250	1 600	0 −160	−390 −468	−220 −298	−110 −188	—	−30 −108	—	0 −78	0 −125	0 −195	0 −310	0 −500	—	±39	—	—	—	—	+78 0	+125 0	—	+126 +48	+156 +78	+218 +140	+378 +300 +408 +330	+425 +300 +455 +330	1 250 1 400	1 400 1 600
1 600	2 000	0 −200	−430 −522	−240 −332	−120 −212	—	−32 −124	—	0 −92	0 −150	0 −230	0 −370	0 −600	—	±46	—	—	—	—	+92 0	+150 0	—	+150 +58	+184 +92	+262 +170	+462 +370 +492 +400	+520 +370 +550 +400	1 600 1 800	1 800 2 000

付表２ ハウジング穴の寸法許容差

単位：μm

径の区分(mm)		軸受の平面内平均外径の寸法差(0級) Δ_{Dmp}	E6	F6	F7	G6	G7	H6	H7	H8	J6	J7	JS6	JS7	K5	K6	K7	M5	M6	M7	N5	N6	N7	P6	P7	径の区分(mm)	
を超え	以下																									を超え	以下
10	18	0 −8	+43 +32	+27 +16	+34 +16	+17 +6	+24 +6	+11 0	+18 0	+27 0	+6 −5	+10 −8	±5.5	±9	+2 −6	+2 −9	+6 −12	−4 −12	−4 −15	0 −18	−9 −17	−9 −20	−5 −23	−15 −26	−11 −29	10	18
18	30	0 −9	+53 +40	+33 +20	+41 +20	+20 +7	+28 +7	+13 0	+21 0	+33 0	+8 −5	+12 −9	±6.5	±10.5	+1 −8	+2 −11	+6 −15	−5 −14	−4 −17	0 −21	−12 −21	−11 −24	−7 −28	−18 −31	−14 −35	18	30
30	50	0 −11	+66 +50	+41 +25	+50 +25	+25 +9	+34 +9	+16 0	+25 0	+39 0	+10 −6	+14 −11	±8	±12.5	+2 −9	+3 −13	+7 −18	−5 −16	−4 −20	0 −25	−13 −24	−12 −28	−8 −33	−21 −37	−17 −42	30	50
50	80	0 −13	+79 +60	+49 +30	+60 +30	+29 +10	+40 +10	+19 0	+30 0	+46 0	+13 −6	+18 −12	±9.5	±15	+3 −10	+4 −15	+9 −21	−6 −19	−5 −24	0 −30	−15 −28	−14 −33	−9 −39	−26 −45	−21 −51	50	80
80	120	0 −15	+94 +72	+58 +36	+71 +36	+34 +12	+47 +12	+22 0	+35 0	+54 0	+16 −6	+22 −13	±11	±17.5	+2 −13	+4 −18	+10 −25	−8 −23	−6 −28	0 −35	−18 −33	−16 −38	−10 −45	−30 −52	−24 −59	80	120
120 150	150 180	0 −18 0 −25	+110 +85	+68 +43	+83 +43	+39 +14	+54 +14	+25 0	+40 0	+63 0	+18 −7	+26 −14	±12.5	±20	+3 −15	+4 −21	+12 −28	−9 −27	−8 −33	0 −40	−21 −39	−20 −45	−12 −52	−36 −61	−28 −68	120	180
180	250	0 −30	+129 +100	+79 +50	+96 +50	+44 +15	+61 +15	+29 0	+46 0	+72 0	+22 −7	+30 −16	±14.5	±23	+2 −18	+5 −24	+13 −33	−11 −31	−8 −37	0 −46	−25 −45	−22 −51	−14 −60	−41 −70	−33 −79	180	250
250	315	0 −35	+142 +110	+88 +56	+108 +56	+49 +17	+69 +17	+32 0	+52 0	+81 0	+25 −7	+36 −16	±16	±26	+3 −20	+5 −27	+16 −36	−13 −36	−9 −41	0 −52	−27 −50	−25 −57	−14 −66	−47 −79	−36 −88	250	316
315	400	0 −40	+161 +125	+98 +62	+119 +62	+54 +18	+75 +18	+36 0	+57 0	+89 0	+29 −7	+39 −18	±18	±28.5	+3 −22	+7 −29	+17 −40	−14 −39	−10 −46	0 −57	−30 −55	−26 −62	−16 −73	−51 −87	−41 −98	315	400
400	500	0 −45	+175 +135	+108 +68	+131 +68	+60 +20	+83 +20	+40 0	+63 0	+97 0	+33 −7	+43 −20	±20	±31.5	+2 −25	+8 −32	+18 −45	−16 −43	−10 −50	0 −63	−33 −60	−27 −67	−17 −80	−55 −95	−45 −108	400	500
500	630	0 −50	+189 +145	+120 +76	+146 +76	+66 +22	+92 +22	+44 0	+70 0	+110 0	–	–	±22	±35	–	0 −44	0 −70	–	−26 −70	−26 −96	–	−44 −88	−44 −114	−78 −122	−78 −148	500	630
630	800	0 −75	+210 +160	+130 +80	+160 +80	+74 +24	+104 +24	+50 0	+80 0	+125 0	–	–	±25	±40	–	0 −50	0 −80	–	−30 −80	−30 −110	–	−50 −100	−50 −130	−88 −138	−88 −168	630	800
800	1 000	0 −100	+226 +170	+142 +86	+176 +86	+82 +26	+116 +26	+56 0	+90 0	+140 0	–	–	±28	±45	–	0 −56	0 −90	–	−34 −90	−34 −124	–	−56 −112	−56 −146	−100 −156	−100 −190	800	1 000
1 000	1 250	0 −125	+261 +195	+164 +98	+203 +98	+94 +28	+133 +28	+66 0	+105 0	+165 0	–	–	±33	±52.5	–	0 −66	0 −105	–	−40 −106	−40 −145	–	−66 −132	−66 −171	−120 −186	−120 −225	1 000	1 250
1 250	1 600	0 −160	+298 +220	+188 +110	+235 +110	+108 +30	+155 +30	+78 0	+125 0	+195 0	–	–	±39	±62.5	–	0 −78	0 −125	–	−48 −126	−48 −173	–	−78 −156	−78 −203	−140 −218	−140 −265	1 250	1 600
1 600	2 000	0 −200	+332 +240	+212 +120	+270 +120	+124 +32	+182 +32	+92 0	+150 0	+230 0	–	–	±46	±75	–	0 −92	0 −150	–	−58 −150	−58 −208	–	−92 −184	−92 −242	−170 −262	−170 −320	1 600	2 000
2 000	2 500	0 −250	+370 +260	+240 +130	+305 +130	+144 +34	+209 +34	+110 0	+175 0	+280 0	–	–	±55	±87.5	–	0 −110	0 −175	–	−68 −178	−68 −243	–	−110 −220	−110 −285	−195 −305	−195 −370	2 000	2 500

付表３ 基本公差 IT の数値

基準寸法の区分(mm)		公差等級																	基準寸法の区分(mm)	
		IT1	IT2	IT3	IT4	IT5	IT6	IT7	IT8	IT9	IT10	IT11	IT12	IT13	IT14	IT15	IT16	IT17	IT18	
を超え	以下	基本公差の数値(μm)											基本公差の数値(mm)							を超え	以下
—	3	0.8	1.2	2	3	4	6	10	14	25	40	60	0.10	0.14	0.25	0.40	0.60	1.00	1.40	—	3
3	6	1	1.5	2.5	4	5	8	12	18	30	48	75	0.12	0.18	0.30	0.48	0.75	1.20	1.80	3	6
6	10	1	1.5	2.5	4	6	9	15	22	36	58	90	0.15	0.22	0.36	0.58	0.90	1.50	2.20	6	10
10	18	1.2	2	3	5	8	11	18	27	43	70	110	0.18	0.27	0.43	0.70	1.10	1.80	2.70	10	18
18	30	1.5	2.5	4	6	9	13	21	33	52	84	130	0.21	0.33	0.52	0.84	1.30	2.10	3.30	18	30
30	50	1.5	2.5	4	7	11	16	25	39	62	100	160	0.25	0.39	0.62	1.00	1.60	2.50	3.90	30	50
50	80	2	3	5	8	13	19	30	46	74	120	190	0.30	0.46	0.74	1.20	1.90	3.00	4.60	50	80
80	120	2.5	4	6	10	15	22	35	54	87	140	220	0.35	0.54	0.87	1.40	2.20	3.50	5.40	80	120
120	180	3.5	5	8	12	18	25	40	63	100	160	250	0.40	0.63	1.00	1.60	2.50	4.00	6.30	120	180
180	250	4.5	7	10	14	20	29	46	72	115	185	290	0.46	0.72	1.15	1.85	2.90	4.60	7.20	180	250
250	315	6	8	12	16	23	32	52	81	130	210	320	0.52	0.81	1.30	2.10	3.20	5.20	8.10	250	315
315	400	7	9	13	18	25	36	57	89	140	230	360	0.57	0.89	1.40	2.30	3.60	5.70	8.90	315	400
400	500	8	10	15	20	27	40	63	97	155	250	400	0.63	0.97	1.55	2.50	4.00	6.30	9.70	400	500
500	630	9	11	16	22	32	44	70	110	175	280	440	0.70	1.10	1.75	2.80	4.40	7.00	11.00	500	630
630	800	10	13	18	25	36	50	80	125	200	320	500	0.80	1.25	2.00	3.20	5.00	8.00	12.50	630	800
800	1 000	11	15	21	28	40	56	90	140	230	360	560	0.90	1.40	2.30	3.60	5.60	9.00	14.00	800	1 000
1 000	1 250	13	18	24	33	47	66	105	165	260	420	660	1.05	1.65	2.60	4.20	6.60	10.50	16.50	1 000	1 250
1 250	1 600	15	21	29	39	55	78	125	195	310	500	780	1.25	1.95	3.10	5.00	7.80	12.50	19.50	1 250	1 600
1 600	2 000	18	25	35	46	65	92	150	230	370	600	920	1.50	2.30	3.70	6.00	9.20	15.00	23.00	1 600	2 000
2 000	2 500	22	30	41	55	78	110	175	280	440	700	1 100	1.75	2.80	4.40	7.00	11.00	17.50	28.00	2 000	2 500
2 500	3 150	26	36	50	68	96	135	210	330	540	860	1 350	2.10	3.30	5.40	8.60	13.50	21.00	33.00	2 500	3 150

備 考 1. 公差等級 IT14～IT18 は，基準寸法 1mm 以下には適用しない．
2. 500mm を超える基準寸法に対する公差等級 IT1～IT5 の公差の値は，実験的使用のために含める．

付表

MEMO

日本精工株式会社

www.nsk.com

本　　社	TEL.03-3779-7111（代）	FAX.03-3779-7431	東京都品川区大崎 1-6-3（日精ビル）　〒141-8560
産業機械事業本部	TEL.03-3779-7227（代）	FAX.03-3779-7644	東京都品川区大崎 1-6-3（日精ビル）　〒141-8560
自動車事業本部	TEL.03-3779-7189（代）	FAX.03-3779-7917	東京都品川区大崎 1-6-3（日精ビル）　〒141-8560
営　業　本　部			
産機営業統括部	TEL.03-3495-8223（代）	FAX.03-3779-8698	東京都品川区大崎 1-6-3（日精ビル）　〒141-8560
販売店営業統括部	TEL.03-3779-7297（代）	FAX.03-3495-8231	東京都品川区大崎 1-6-3（日精ビル）　〒141-8560
販売技術統括部	TEL.03-3779-7315（代）	FAX.03-3779-8698	東京都品川区大崎 1-6-3（日精ビル）　〒141-8560
東　北　支　社	TEL.022-261-3735（代）	FAX.022-261-3768	宮城県仙台市青葉区一番町 1-2-25（仙台 NS ビル 7F）　〒980-0811
日　立　支　社	TEL.029-222-5660（代）	FAX.029-222-5661	茨城県水戸市城南 1-4-7（第 5 プリンスビル 6F）　〒319-0803
北関東支社	TEL.027-321-2700（代）	FAX.027-321-2666	群馬県高崎市栄町 16-11（高崎イーストタワー 2F）　〒370-0841
長岡営業所	TEL.0258-36-6360（代）	FAX.0258-36-6390	新潟県長岡市東坂之上町 2-1-1（三井生命長岡ビル 7F）　〒940-0066
東京支社 第一営業部	TEL.03-3779-7302（代）	FAX.03-3779-7437	東京都品川区大崎 1-6-3（日精ビル）　〒141-8560
札幌営業所	TEL.011-231-1400（代）	FAX.011-251-2917	北海道札幌市中央区北二条東 11-23　〒060-0032
宇都宮営業所	TEL.028-610-8701（代）	FAX.028-610-8717	栃木県宇都宮市東宿郷 2-2-1（ビッグ･ビースクエア 7F）　〒321-0953
東京支社 第二営業部	TEL.03-3779-7334（代）	FAX.03-3779-7437	東京都品川区大崎 1-6-3（日精ビル）　〒141-8560
東京支社 第二営業部（八王子）	TEL.042-645-7021（代）	FAX.042-645-7022	東京都八王子市明神町 4-7-14（八王子 ON ビル 8F）　〒192-0046
東京支社 販売店営業部	TEL.03-3779-7251（代）	FAX.03-3495-8241	東京都品川区大崎 1-6-3（日精ビル）　〒141-8560
東京支社 販売技術部	TEL.03-3779-7307（代）	FAX.03-3495-8241	東京都品川区大崎 1-6-3（日精ビル）　〒141-8560
西関東支社	TEL.046-223-9911（代）	FAX.046-223-9910	神奈川県厚木市中町 2-6-10（東武太朋ビル 5F）　〒243-0018
長　野　支　社	TEL.0266-58-8800（代）	FAX.0266-58-7817	長野県諏訪市中洲 5336-2（諏訪貿易流通会館轟ビル 4F）　〒392-0015
上田営業所	TEL.0268-26-6811（代）	FAX.0268-26-6813	長野県上田市大手 1-6-4　〒386-0024
甲府営業所	TEL.055-222-0711（代）	FAX.055-224-5229	山梨県甲府市丸の内 2-14-13（ダイタビル 3F）　〒400-0031
静　岡　支　社	TEL.054-253-7310（代）	FAX.054-275-6030	静岡県静岡市葵区紺屋町 17-1（葵タワー 22F）　〒420-0852
名古屋支社 営業部	TEL.052-249-5749（代）	FAX.052-249-5826	愛知県名古屋市中区新栄 2-1-9（雲竜フレックスビル西館 2F）　〒460-0007
名古屋支社 販売店営業部	TEL.052-249-5750（代）	FAX.052-249-5751	愛知県名古屋市中区新栄 2-1-9（雲竜フレックスビル西館 2F）　〒460-0007
名古屋支社 販売技術部	TEL.052-249-5720（代）	FAX.052-249-5701	愛知県名古屋市中区新栄 2-1-9（雲竜フレックスビル西館 2F）　〒460-0007
北　陸　支　社	TEL.076-260-1850（代）	FAX.076-260-1851	石川県金沢市藤江南 1-40　〒920-0346
関西支社 第一営業部	TEL.06-6945-8156（代）	FAX.06-6945-8174	大阪府大阪市中央区北浜東 1-26（大阪日精ビル 6F）　〒540-0031
松山営業所	TEL.089-941-2445（代）	FAX.089-941-2538	愛媛県松山市千舟町 4-6-1（フコク生命ビル 6F）　〒790-0011
姫路営業所	TEL.079-289-1521（代）	FAX.079-289-1675	兵庫県姫路市南駅前町 100（パラシオ第 2 ビル 8F）　〒670-0962
関西支社 第二営業部	TEL.06-6945-8248（代）	FAX.06-6945-8174	大阪府大阪市中央区北浜東 1-26（大阪日精ビル 6F）　〒540-0031
京滋営業所	TEL.077-564-7551（代）	FAX.077-564-7623	滋賀県草津市若竹町 8-4　〒525-0031
関西支社 販売店営業部	TEL.06-6945-8158（代）	FAX.06-6945-8175	大阪府大阪市中央区北浜東 1-26（大阪日精ビル 8F）　〒540-0031
関西支社 販売技術部	TEL.06-6945-8168（代）	FAX.06-6945-8178	大阪府大阪市中央区北浜東 1-26（大阪日精ビル 7F）　〒540-0031
中　国　支　社	TEL.082-285-7760（代）	FAX.082-283-9491	広島県広島市南区大州 3-7-19（広島日精ビル 3F）　〒732-0802
福山営業所	TEL.084-954-6501（代）	FAX.084-954-6502	広島県福山市曙町 5-29-10　〒721-0952
九　州　支　社	TEL.092-451-5671（代）	FAX.092-474-5060	福岡県福岡市博多区博多駅東 2-6-1（九勧筑紫通ビル 7F）　〒812-0013
熊本営業所	TEL.096-337-2771（代）	FAX.096-348-0672	熊本県熊本市北区楠 8-16-50　〒861-8003
東日本自動車第一部（厚木）	TEL.046-223-8881（代）	FAX.046-223-8880	神奈川県厚木市中町 2-6-10（東武太朋ビル 5F）　〒243-0018
東日本自動車第一部（富士）	TEL.0545-57-1311（代）	FAX.0545-57-1310	静岡県富士市永田町 1-124-2（明治安田生命富士ビル 2F）　〒417-0055
東日本自動車第二部	TEL.03-3779-7361（代）	FAX.03-3779-7439	東京都品川区大崎 1-6-3（日精ビル）　〒141-8560
東日本自動車第三部（宇都宮）	TEL.028-610-9805（代）	FAX.028-610-9806	栃木県宇都宮市東宿郷 2-2-1（ビッグ･ビースクエア 7F）　〒321-0953
東日本自動車第三部（東海）	TEL.0566-71-5260（代）	FAX.0566-71-5365	愛知県安城市三河安城町 1-9-2（第 2 東祥ビル 5F）　〒446-0056
東日本自動車第四部	TEL.027-321-3434（代）	FAX.027-321-3476	群馬県高崎市栄町 16-11（高崎イーストタワー 3F）　〒370-0841
中部日本自動車部（豊田）	TEL.0565-31-1920（代）	FAX.0565-31-3929	愛知県豊田市下市場町 5-10　〒471-0875
中部日本自動車部（東海）	TEL.0566-71-5351（代）	FAX.0566-71-5365	愛知県安城市三河安城町 1-9-2（第 2 東祥ビル 5F）　〒446-0056
中部日本浜松自動車部	TEL.053-456-1161（代）	FAX.053-453-6150	静岡県浜松市中区板屋町 111-2（浜松アクトタワー 19F）　〒430-7719
西日本自動車部（大阪）	TEL.06-6945-8169（代）	FAX.06-6945-8179	大阪府大阪市中央区北浜東 1-26（大阪日精ビル 5F）　〒540-0031
西日本自動車部（広島）	TEL.082-284-6501（代）	FAX.082-284-6533	広島県広島市南区大州 3-7-19（広島日精ビル 2F）　〒732-0802
西日本自動車部（姫路）	TEL.079-289-1530（代）	FAX.079-289-1675	兵庫県姫路市南駅前町 100（パラシオ第 2 ビル 8F）　〒670-0962

〈2013 年 6 月現在〉

最新情報はNSKホームページでご覧いただけます。

お問合せ：製品については、お近くの支社・営業所にお申し付けください。

製品の技術的な内容についてのお問合せ

■ベアリング・精機製品関連（ボールねじ・リニアガイド・モノキャリア）　0120-502-260

■メガトルクモータ・XYモジュール　0120-446-040

日本精工株式会社は、外国為替及び外国貿易法等により規制されている製品･技術については、法令に違反して輸出しないことを基本方針としております。
規制に該当する当社製品を輸出される場合は、同法に基づく輸出許可を取得されますようお願い致します。
なお、当社製品の輸出に際しては、兵器･武器関連用途に使用されることのないよう十分留意下さるよう併せてお願い致します。

無断転載を禁ずる　このカタログの内容については、技術的進歩及び改良に対応するため製品の外観、仕様などは予告なしに変更することがあります。
なお、カタログの制作には正確を期するために細心の注意を払いましたが、誤記脱漏による損害については責任を負いかねます。

MOTION & CONTROL™

NSK

円滑でくらしやすい地球のために

この印刷物は環境に配慮した用紙·印刷方法を採用しています。

CAT. No.9010e 2014 G-1 ©日本精工株式会社 2004年9月初版発行