

CHIL[®] BEARINGS

転がり軸受 - 深溝玉軸受 -

Sunhill



CHL® BEARINGS

転がり軸受 -深溝玉軸受- のカタログ発行にあたって

平素はSunhill製品に格別なご愛顧を賜りありがたく厚く御礼申し上げます。

近年、各種機械・装置に使用される転がり軸受に対する市場ニーズは小形・軽量化、長寿命化、高速化及び環境面等において、ますます高度化、多様化しております。

Sunhillではお客様の使用部位毎に要求される仕様にあった軸受、又は軸受取付け周辺部材との複合化、又は一体化した特長ある機能を持つ製品を開発・設計・製造させていただいております。このようにお客様の要望により構想・設計・製造されるベアリングを「CUSTOM DESIGNED BEARINGS」と呼んでおります。

更に「CUSTOM DESIGNED BEARINGS」と併せ、標準軸受の引合いも多くなり、日本向け仕様内容を加味した製品「CHL®」を中国メーカーと共同で製作し、提供させていただいております。

今回、標準軸受として取組んできました深溝玉軸受について「CHL® BEARINGS 転がり軸受 -深溝玉軸受-」カタログを作成いたしました。

カタログには深溝玉軸受を前提とした軸受全般に共通する技術事項を解説し、一般的な軸受選定の手順に沿って記載いたしました。

「CHL® BEARINGS 転がり軸受 -深溝玉軸受-」カタログが適正な軸受の選定、設計にご利用いただきますようお願い申し上げます。

なお業種用途別「CUSTOM DESIGNED BEARINGS」製品につきましては巻末にご紹介させていただきました。

寸法表に記載されていない品番や「CUSTOM DESIGNED BEARINGS」製品についてのお問い合わせはSunhillにご照会ください。

今後共より一層のご愛顧を頂きますようお願い申し上げます。

■カタログの記載内容は、製品の仕様変更などで予告なく変更される場合があります。カタログに記載された内容の正確性について万全の注意を払っておりますが、誤記等による損害について責任を負いかねます。

カタログの内容を無断で転載、複製することは禁止しております。

目次

	ページ	ページ
1. 単列深溝玉軸受の構造と形式	1	
2. 軸受の選定	2	
2-1 軸受選定フローチャート	2	
2-2 軸受形式と性能比較	3	
2-3 軸受配列の選定	4	
3. 軸受の寿命	5	
3-1 基本定格寿命	5	
3-2 基本動定格荷重	5	
3-3 基本動定格荷重による軸受の選定	5	
3-4 温度による基本動定格荷重の補正	6	
3-5 基本定格寿命の補正	6	
3-6 使用機械と軸受の必要寿命時間	7	
3-7 動等価荷重と動等価ラジアル荷重	8	
3-8 基本静定格荷重	8	
3-9 静等価ラジアル荷重	8	
3-10 許容静等価荷重	9	
4. 軸受の主要寸法と呼び番号	10	
4-1 主要寸法	10	
4-2 呼び番号の表示方法と補助記号	11	
5. 精度	12	
5-1 寸法精度と回転精度	12	
5-2 面取寸法の許容限界値	18	
6. はめあい	19	
6-1 はめあいの重要性	19	
6-2 軸・ハウジング寸法差とはめあい	19	
6-3 はめあいの選定	20	
7. 軸受内部すきま	23	
7-1 軸受内部すきま	23	
7-2 軸受内部のすきま選定	23	
8. 軸及びハウジングの設計	27	
8-1 軸及びハウジングの精度と表面粗さ	27	
8-2 軸受の取付け関係寸法	27	
8-3 軸又はハウジングの設計例	29	
9. 軸受の潤滑	31	
9-1 潤滑の目的	31	
9-2 潤滑方法	31	
9-3 グリース潤滑	31	
9-4 油潤滑	35	
10. 軸受材料	37	
10-1 軌道輪及び転動体の材料	37	
10-2 保持器材料	37	
11. 軸受の取扱い	38	
11-1 取扱い上の一般注意事項	38	
11-2 軸受の保管	38	
11-3 軸受の取付け	38	
11-4 運転検査	40	
11-5 軸受の取外し	41	
12. 深溝玉軸受寸法表	44	
単列深溝玉軸受		
内径 10 ~ 50mm	44 ~ 49	
小径玉軸受及び		
ミニアチュア玉軸受	50 ~ 51	
付表		
付表 1. 軸の寸法許容差	52 ~ 53	
付表 2. ハウジング穴の寸法許容差	52 ~ 53	
付表 3. 硬さ換算表 (参考)	54	
カスタムデザインベアリング		
WE PRODUCE CUSTOM DESIGNED BEARINGS!	55	
WHAT IS CUSTOM DESIGNED BEARINGS?	56	
製品開発プロセス	57	

1. 単列深溝玉軸受の構造と形式

単列深溝玉軸受には、下図のような形式がある。

密封形深溝玉軸受にはシールド形及びシール形があり、軸受内部に良好な潤滑グリースが適量封入されている。密封形深溝玉軸受の特性を比較すると表1-1のとおりとなる。

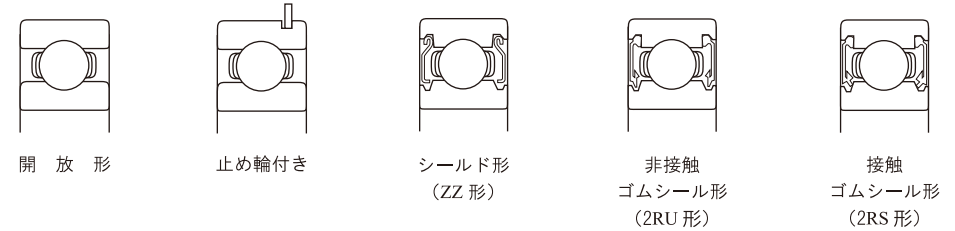


表 1-1 密封形深溝玉軸受の特性

特性	シールド形		シール形	
	非接触形	ZZ 形	非接触形	接触形
	ZZ 形	ZZ 形	2RU 形	2RS 形
摩擦トルク	小	小	小	大
高速性	良	良	良	接触シールのため限界がある
グリース密封性	良	ZZ 形より良	ZZ 形より良	2RU 形より良
防じん性	良	ZZ 形より良	ZZ 形より良	2RU 形より良
耐水性	不適	不適	不適	良
使用温度範囲	-10 ~ +110°C	-10 ~ +110°C	-10 ~ +110°C	-10 ~ +100°C

2. 軸受の選定

転がり軸受の種類、形式及び寸法は多種多様である。

転がり軸受を使用する機械、器具に要求される性能を十分に発揮させるために最も適した軸受を選定することは非常に重要なことである。

軸受の選定に当っては、軸受の要求品質を把握し、軸受の形式、寸法、寿命、精度、はめあい、内部すきまなど内部仕様も含め選定しなければならない。

しかし、軸受の選定の手順や適用ルールはなく、通常そのつど軸受に要求される条件や性能に対して重要なものを優先させ検討して決定している場合が多い。

一般的な軸受の選定手順と検討すべき事項を参考例として図2-1に示す。

2-1 軸受選定フローチャート

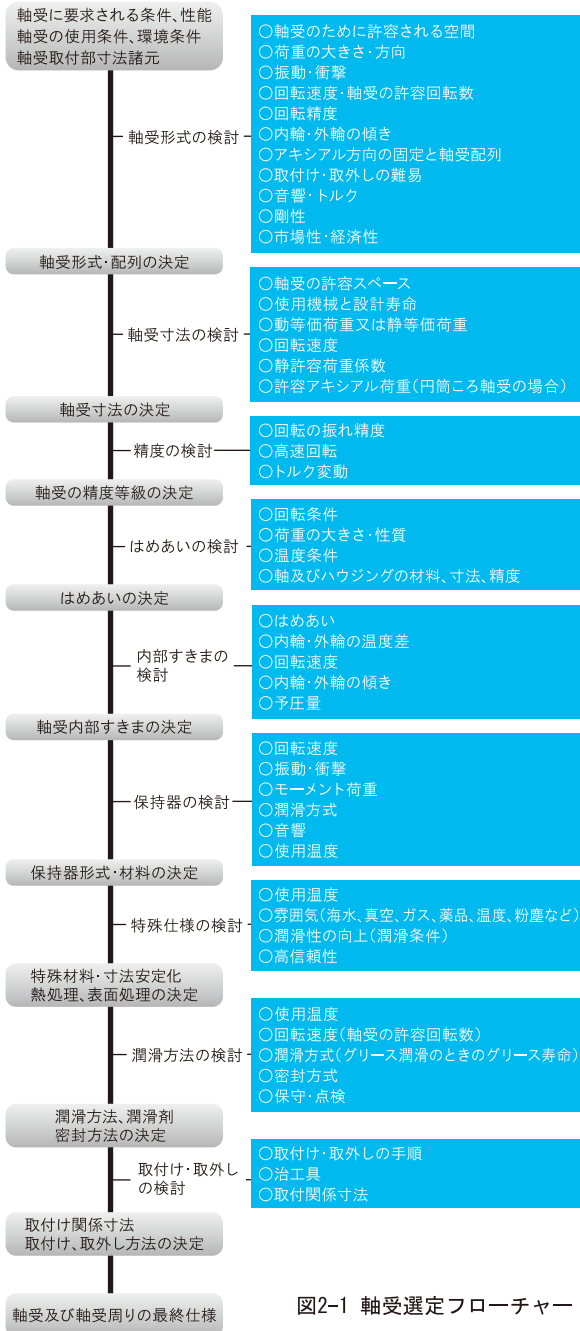


図2-1 軸受選定フローチャート

2-2 軸受形式と性能比較

各種転がり軸受の形式と性能比較を表2-1に示す。

表2-1 転がり軸受の形式と性能比較

軸受形式	特性	負荷容量			高速回転	高精度	低騒音 低トルク	内輪・外輪の許容傾き	剛性	調心作用	内輪・外輪の分離	固定側用	自由側用	内輪 テーパ穴
		ラジアル荷重	アキシャル荷重	合成荷重										
深溝玉軸受		○	○	○	●	●	●	○				□	◇	□
アンギュラ玉軸受		○	○	○	●	○	○	△						
複列アンギュラ玉軸受		○	○	○	○			△				□	◇	
組合せアンギュラ玉軸受		○	○	○	○	●	○	△	○			□	◇	
自動調心玉軸受		○	△	△	○			●		△		□	◇	□
円筒ころ軸受		○	×	×	○	○	○	○	○		□		□	
複列円筒ころ軸受		●	×	×	○	○	○	△	●		□		□	□
内輪片つば付円筒ころ軸受		○	○	○	○			○	○		□			
つば輪付円筒ころ軸受		○	○	○	○			○	○		□	□		
針状ころ軸受		○	×	×	○			△	○		□		□	
円すいころ軸受		○	○	○	○	○		○	○		□			
複列・四列円すいころ軸受		○	○	○	○			△	●		□	□	◇	
自動調心ころ軸受		●	△	○	○			●		□		□	◇	□
スラスト玉軸受		×	○	×	×	○		×			□			
調心座金付スラスト玉軸受		×	○	×	×			○		□	□			
複式スラストアンギュラ玉軸受		×	○	×	○	●		×	○		□			
スラスト円筒ころ軸受		×	○	×	△			×	●		□			
スラスト円すいころ軸受		×	○	×	△			×	●		□			
スラスト自動調心ころ軸受		△	○	△	△			○	○	□	□			

備考 (1) ●特に可能、○十分に可能、○可能、△少し可能、×不可

(2) ←アキシャル荷重を示す。[←、→は矢印の方向に一方のみ] のアキシャル荷重を負荷できることを示す。
↔は両方向

(3) □は適用可能

◇は適用可能、ただし、軸受のはめあい面で軸の伸縮を逃がす構造にする。

(4) スラスト玉・ころ軸受はアキシャル荷重以外は受けられません。

(5) この表は一般的な目安を示すものであり、個々には厳密な選定が必要です。

2-3 軸受配列の選定

一般に軸受は2個の軸受で支持される。この中一方は固定側軸受とし、他方は自由側軸受とするのが一般的である。固定側軸受は軸とハウジングの双方に固定され、ラジアル荷重とアキシャル荷重が負荷でき、アキシャル方向の移動を両方向に固定できる。自由側軸受はラジアル荷重のみ受け、アキシャル方向に移動できるようにする。これにより温度変化による軸の伸縮を逃がし、且つ軸受の取付間隔の誤差

を吸収することができる。しかし、深溝玉軸受のような内輪と、外輪が分離できないものはめあい面(すきまばめ)で行う。

軸受間隔が短い場合は温度変化による軸の伸縮が少ないので固定側、自由側の区別をしなくても使用可能である。

軸受配列の適用例として軸の伸縮、予圧と剛性、取付誤差などを考慮した実際の軸受の配列の代表的なものから玉軸受に関するものに絞り、表2-2に示した。

表2-2 (1) 固定側、自由側に区別する場合

図例	軸受配列		摘要	適用例
	固定側	自由側		
1			<ul style="list-style-type: none"> 最も一般的に使用される配列 ラジアル荷重のほかにある程度のアキシャル荷重も負荷できる 	小形ポンプ 自動車変速機 など
2			<ul style="list-style-type: none"> 軸に伸縮があっても軸受に異常なアキシャル荷重がかからない標準的な配列である 取付誤差の少ない場合、高速用途に適する 軸受相互間の心ずれや、軸のたわみなど予想されるときは不可 	中型電動機 送風機 など
3			<ul style="list-style-type: none"> 比較的に大きなアキシャル荷重(左右いずれの方向にも作用する場合)とラジアル荷重が作用する場合に適する 組合せアンギュラ玉軸受の代わりに複列アンギュラ玉軸受を使用することもある 	ウォームギヤ減速機 など

(2) 固定側、自由側を区別しない場合

図例	軸受配列	摘要	適用例
4		<ul style="list-style-type: none"> 小形機械の一般的な配列で多く利用される 片方の軸受外輪の側面にばね、または厚さを調整したシムを入れ軽い予圧を与えて使用することもある 	小形電動機 小形減速機 小形ポンプ
5	 背面取付け 正面取付け	<ul style="list-style-type: none"> ラジアル荷重がそれほど大きくなく、アキシャル荷重が比較的大きいとき、高速用として用いられる 予圧を与え、軸に剛性を持たせる場合に適する(予圧時の予圧量の調整に注意を要する) モーメント荷重に対しては正面取付けより、背面取付けが有利である 	研削盤の砥石軸 など

(3) たて軸の場合

図例	軸受配列	摘要	適用例
6		<ul style="list-style-type: none"> 組合せアンギュラ玉軸受が固定側 円筒ころ軸受が自由側 	たて形電動機 など

3. 軸受の寿命

転がり軸受に要求される機能は、それぞれ使用される用途により異なり、例えば負荷能力大、トルク小、音、振動小、高精度、剛性大などあるが、これらの機能は同時に一定期間を持続されることが必要である。軸受は正しく使用しても時間の経過とともに音響、振動の増大、精度低下、潤滑グリースの劣化、軌道面の転がり疲れによるはくりなどによって使用できなくなる。このように使用不能になるまでの期間が広義の軸受寿命であり、それぞれ音響寿命、精度寿命、グリース寿命、転がり疲れ寿命などと呼ばれている。

以上のような寿命のほか焼付き、割れ、欠け、かじり、シールなどの損傷や劣化により継続使用が不可能となることがある。これらは軸受の故障として軸受の寿命と区別して考えるべきものである。これらの原因には軸受選定の誤り、軸受周りの設計不良、取付不良、使用方法や保守の誤りなど起因することが多い。

3-1 基本定格寿命

軸受が荷重を受けて回転すると、内輪・外輪の軌道面及び転動体の転動面は絶えず繰り返し荷重を受けることにより、軌道面又は転動面に材料の疲れによってフレーキングと呼ばれるうるこ状の損傷が現れる。

この疲れ現象が現れると使用継続不可能と考えられ、始動以来このフレーキングが生じるまでの総回転数を転がり疲れ寿命といい、狭義に寿命と呼ぶことが多い。

軸受の疲れ寿命は同一条件で設計製作し、同一条件で運転しても相当大きなばらつきがあるので、この寿命のばらつきは統計的現象として現れるため次のように定義された基本定格寿命を使用している。

基本定格寿命とは一群の同じ呼び番号の軸受を同一条件で個々に運転したとき、そのうちの90%の軸受が転がり疲れによるフレーキングを起こすことなく回転できる総回転数をいう。あるいは一定回転速度で運転される場合には、総回転時間で表すことが多い。

軸受の寿命を検討する場合、疲れ寿命だけでなく、要求機能にあった例えばグリース寿命とか音響寿命、精度寿命など用途にあった基準を設け設定しておくといふ。

3-2 基本動定格荷重

転がり軸受の基本動定格荷重とは、その軸受の負荷能力を表すもので、定格疲れ寿命が100万回転(10⁶rev.)になるような方向と大きさが変動しない一定の軸受荷重をいう。

ラジアル軸受では方向と大きさが一定のラジアル荷重をとり、スラスト軸受では、中心軸の方向に大きさが一定のアキシャル荷重をとる。

3-3 基本動定格荷重による軸受の選定

転がり軸受の基本動定格荷重、軸受荷重と基本定格寿命の関係は式(3-1)及び式(3-2)で表すことができる。

$$L = \left(\frac{C}{P} \right)^p \cdots (3-1)$$

$$L_h = \left(\frac{C}{P} \right)^p \cdot \frac{10^6}{60n} \cdots (3-2)$$

ここに

L : 基本定格寿命 (10⁶rev.)

L_h : 基本定格寿命 (h)

C : 基本動定格荷重 (ラジアル軸受のときはCr、スラスト軸受のときはCa) (N) [Kgf]

P : 軸受荷重(動等価荷重)(N) [Kgf]
ラジアル軸受のときはPr
スラスト軸受のときはPa

p : 3(玉軸受)

n : 回転数(rpm)

軸受が一定回転速度で使用される場合、軸受の寿命は時間で表した方が便利である。自動車、車両などは一般に走行料数で表すと便利であり、式(3-3)により求められる。

$$L_s = \frac{\pi \cdot D}{1000} \cdot L \cdots (3-3)$$

3-5 基本定格寿命の補正

ここに
 L_s : 走行キロ数 (10^6 km)
 D : 車輪外径 (m)

軸受の使用条件として、軸受荷重(動等価荷重) P 及び回転速度 n が与えられ、機械に使用される軸受の設計寿命として、寿命時間 L_h が決定したら、軸受に必要な基本動定格荷重 C は式(3-4)で求められる。

この C を満足する軸受を軸受の寸法表の中から選定することにより、軸受寸法を決めることができる。

$$C = P \left(L_{10h} \times \frac{60n}{10^6} \right)^{1/p} \dots (3-4)$$

3-4 温度による基本動定格荷重の補正

軸受を高温で使用すると、軸受の硬さが低下し、常温で使用する場合よりも基本動定格荷重が減少する。したがって、基本動定格荷重に温度係数を乗じ補正する。

$$C_t = f_t \cdot C \dots (3-5)$$

ここで
 C_t : 使用温度による補正した基本動定格荷重(N), {kgf}
 f_t : 温度係数(表3-1)
 C : 基本動定格荷重(N), {kgf}

表3-1 温度係数 f_t の値

軸受温度 $^{\circ}\text{C}$	125	150	175	200	250
温度係数 f_t	1.00	1.00	0.95	0.90	0.75

軸受を 120°C 以上の高温で使用すると寸法が変化する。大形の軸受では寸法変化量が大きいので、寸法安定化処理が必要である。

軸受の基本定格寿命(L 信頼度90%)は前述の式(3-1)によって求められる。

しかし使用する機械によっては、90%以上の信頼度で軸受寿命を求めることが必要な場合がある。

一方、軸受材料や製造方法の改良により、軸受寿命が延びており、更に使用条件(特に潤滑)によっては寿命に影響を及ぼす場合もある。

これらを考慮して基本定格寿命を補正した寿命を補正定格寿命と呼び、式(3-6)で求めることができる。

$$L_{na} = a_1 a_2 a_3 L_{10} \dots (3-6)$$

ここで
 L_{na} : 信頼度、材料の改良、潤滑条件などを考慮した疲れ寿命
 L_{10} : 信頼度90%の基本定格寿命
 a_1 : 信頼度係数
 a_2 : 軸受特性係数
 a_3 : 使用条件係数

3-5-1 信頼度係数 a_1

信頼度係数 a_1 の値は90%以上の信頼度に対して表3-2の値を採る。

表3-2 信頼度係数 a_1 の値

信頼度(%)	90	95	96	97	98	99
a_1	1.00	0.62	0.53	0.44	0.33	0.21

3-5-2 軸受特性係数 a_2

軸受特性係数 a_2 は材料の種類およびその品質、製造工程、特殊設計により寿命に関する軸受特性が変化する。

このような場合には、軸受特性係数 a_2 で寿命を補正する。

軸受寸法表に記載されている基本動定格荷重 C_r を用い寿命計算をおこなうときは $a_2=1$ とする。

また、特殊材料、製造工程の改良により寿命延長を図る場合には $a_2>1$ の値を採ることができる。

3-5-3 使用条件係数 a_3

使用条件係数 a_3 は軸受の使用条件(使用回転数、負荷状況、温度上昇、特に潤滑条件)が寿命に及ぼす影響を補正する係数である。

潤滑条件が特に良好でその他の使用条件も良好な場合は、 $a_3 \geq 1$ を採ることができる。

しかし、次のような条件では $a_3 < 1$ となる。
 ・ 軸受運転状態での潤滑油動粘度が低い場合(玉軸受で $13\text{mm}^2/\text{s}$ 以下)
 ・ 回転速度が特に低い場合($dm \cdot n$ 値が10,000以下)
 ・ 潤滑剤の中に異物や水分が混入する場合
 ・ 内輪と外輪の傾きが大きい場合
 使用条件係数 a_3 は現状では未知の分野が多く個々の運転条件により、定量的に示すことはできない。

3-6 使用機械と軸受の必要寿命時間

軸受の選定に当って使用される機械の使用条件にあった軸受の必要寿命を設定しなければならない。軸受の寸法を決めるとき、軸受の疲れ寿命以外にも軸の強度剛性なども考慮しなければなりません。

各種機械に使用される軸受には、使用条件によって経験的に目安となる必要寿命時間を表3-3に示す。

表3-3 使用機械例 軸受の必要寿命時間(参考)

使用条件	使用機械	必要寿命時間(h)
短時間、又は間欠運転	家庭用電気機器・電動工具	4000 ~ 8000
	農業機械	4000 ~ 12000
常時使用しないが確実な運転	家庭用冷暖房器用電動機、建設機械、コンベア、エレベータ	8000 ~ 12000
不連続であるが長時間運転	小形電動機、クレーン	12000 ~ 20000
	工場電動機、一般歯車装置	12000 ~ 30000
	工作機械、振動ふるい、クラッシュヤ	20000 ~ 30000
	コンプレッサ、ポンプ、重要な歯車装置	40000 ~ 60000
1日8h以上連続運転	エスカレータ	12000 ~ 20000
	遠心分離機、空調設備、送風機、木工機械	20000 ~ 30000
	大形電動機、鉱山ホイスト、車両用主電動機	40000 ~ 60000
	製紙機械	100000 ~ 200000
24h連続運転、且つ故障による停止が絶対に許されない	水道設備、発電所設備、鉱山排水設備	100000 ~ 200000

3-7 動等価荷重と動等価ラジアル荷重

軸受にラジアル荷重とアキシャル荷重の両方が同時にかかり、その大きさや方向が変動することもある。

実際の荷重条件や回転条件のときと同じ寿命を与えるような大きさが一定の軸受の中心に作用する仮想荷重を動等価荷重という。

寿命計算式(3-1)は軸受荷重Pはラジアル荷重である。ラジアル荷重とアキシャル荷重が同時に作用する場合は動等価ラジアル荷重に換算して寿命計算を行う。

動等価ラジアル荷重は次式で求める。

$$P_r = X F_r + Y F_a \quad \dots(3-7)$$

ここで

P_r : 動等価ラジアル荷重 N {kgf}

F_r : ラジアル荷重 N {kgf}

F_a : アキシャル荷重 N {kgf}

X : ラジアル荷重係数

Y : アキシャル荷重係数

X, Y の値はそれぞれの軸受の寸法表に記載してある。

3-8 基本静定格荷重

転がり面におこる材料の疲れ現象により、軸受が使用不能になる場合とちがい、過大な静荷重を受けたり、衝撃荷重を受けると、軌道と転動体との接触面に局所的な永久変形(圧こん)を生じる。

永久変形量はある限界を超えると、円滑な回転を妨げられ使用不能となる。

基本静定格荷重とは、最大荷重を受けている転動体と軌道との接触部中央における、次に示す計算接触応力に対応する静荷重をいう。

・玉軸受・・・4200MPa(429kgf/mm²)

この接触応力では、転動体と軌道とに生じる永久変形量の和が転動体直径のおおよそ1/10,000になる。

基本静定格荷重 C_0 値はラジアル軸受では C_{or} として軸受寸法表に記載されている。

3-9 静等価ラジアル荷重

軸受が静止しているときや、超低速回転の場合に生じる接触応力と同じ接触応力を、最大荷重を受けている転動体と軌道との接触部に生じさせるような大きさの仮想荷重を静等価荷重という。

ラジアル軸受では、軸受中心を通るラジアル荷重を採る。

静等価ラジアル荷重は次式で求められる。

ラジアル軸受の静等価ラジアル荷重は式(3-8)、(3-9)で求めた値のうち大きい方を採用する。

$$P_{or} = X_o F_r + Y_o F_a \quad \dots(3-8)$$

$$P_{or} = F_r \quad \dots(3-9)$$

ここで

P_{or} : 静等価ラジアル荷重 N {kgf}

F_r : ラジアル荷重 N {kgf}

F_a : アキシャル荷重 N {kgf}

X_o : 静ラジアル荷重係数

Y_o : 静アキシャル荷重係数

X_o, Y_o の値はそれぞれの軸受の寸法表に記載してある。

3-10 許容静等価荷重

軸受到許容される静等価荷重は、一般的な使用条件では、軸受の基本静定格荷重を限度とする。しかしながら、実際には使用する機械により、軸受到要求される条件や、軸受の使用条件によって異なる。

従って許容される静等価荷重は基本静定格荷重に安全係数を考慮しなければならない。従来の経験をもとに安全係数 f_s は式(3-10)によって求められ、一般的に推奨される f_s の値を表(3-4)に示す。

$$f_s = \frac{C_0}{P_0} \quad \dots(3-10)$$

ここに

f_s : 安全係数(表3-4参照)

C_0 : 基本静定格荷重 N(kgf)

(ラジアル玉軸受のとき C_{or})

P_0 : 静等価荷重 N(kgf)

(ラジアル玉軸受のとき静等ラジアル荷重)

表 3-4 玉軸受の安全係数 f_s の値

使用条件	f_s (最小)
高い回転精度を必要とする場合	2
振動・衝撃のある場合	1.5
普通の運転条件の場合	1
多少の回転精度の劣化を許容する場合(低速回転、重荷重用など)	0.5

4. 軸受の主要寸法と呼び番号

4-1 主要寸法

転がり軸受の主要寸法は図4-1に示すように、軸受内径(Φd)、軸受外径(ΦD)、幅又は高さ(B 、 C 又は T)、面取(r)寸法など軸受の輪郭を示す寸法で軸及びハウジングに取り付けるときに必要な寸法である。

この主要寸法は国際規格(ISO15)で規定されており、JIS B 1512(転がり軸受の主要寸法)もこのISOに準拠している。

主要寸法表には軸受内径寸法に対する軸受外径寸法と幅又は高さ寸法及び面取り寸法が直径系列及び寸法系列ごとに示されている。

軸受の直径系列とは軸受内径に対して軸受外径の系列を示すもので、同じ軸受内径に対して段階的に数種の軸受外径を定めている。

幅系列又は高さ系列は同じ軸受内径、同じ軸受外径に対し段階的に数種の幅又は高さを定めている。

寸法系列とは、幅又は高さ系列と直径系列を組合わせたものをいう。

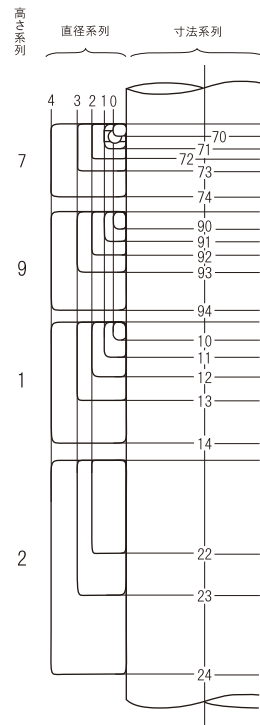


図4-3 スラスト軸受の断面の寸法系列の図式表示(直径系列5を除く)

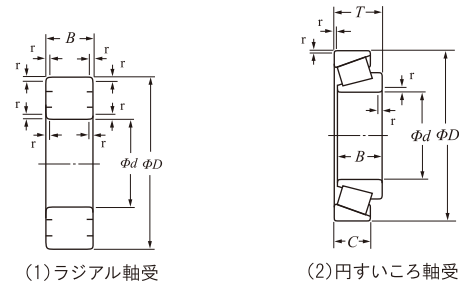


図 4-1

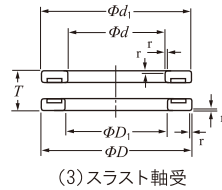
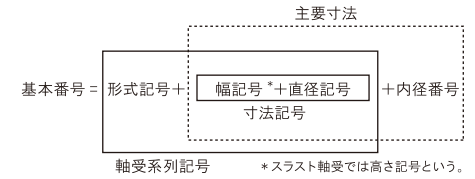


図4-2 ラジアル軸受の断面の寸法系列の図式表示(円すいころ軸受を除く)

呼び番号

転がり軸受の呼び番号は形式、主要寸法、精度、その他の仕様を表すもので基本番号と補助番号から構成されている。

基本記号は軸受の形式、主要寸法など基本的な内容を示すもので、軸受系列記号、内径番号、及び補助記号から構成されており、補助記号は接頭補助記号及び接尾補助記号よりなり、軸受の精度、内部すきまなどの軸受仕様を表す。

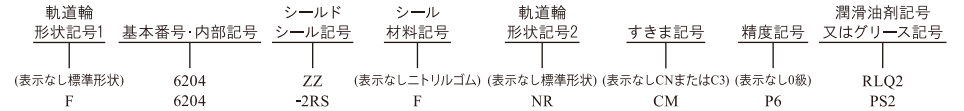


内径番号

内径 (mm)	4	5	6	7	8	9	10	12	15	17	20	25	...	480	500	530	...
内径番号	4	5	6	7	8	9	00	01	02	03	04	05	...	96	/500	/530	...
備考	内径番号=内径						—						内径番号= $\frac{1}{5}$ 内径		内径番号=内径		

4-2 呼び番号の表示方法と補助記号

- (1) 軸受形式 深溝玉軸受 形式番号:6
- (2) 軸受呼び番号



(3) 軌道輪形状記号

記号	内容
F	フランジタイプ
N	外輪外径面に輪溝付
NR	外輪外径面に輪溝・止め輪付
AC	クリープ防止(Oリング付)
B	片ボス付
BB	両ボス付

(5) シール材料記号

記号	内容
C	アクリルゴム
Q	シリコンゴム
F	フッ素ゴム

(6) 潤滑油剤記号 グリース記号

グリース記号	グリース銘柄	メーカー名
RLQ2	アルバニヤ RLQ2	シェル石油
AV2	アルバニヤ S2	シェル石油
AV3	アルバニヤ S3	シェル石油
EP2	アルバニヤ EP2	シェル石油
AVRAJ	アルバニヤ RA-J	シェル石油
PS2	マルテンプ PS2	協同油脂
SRL	マルテンプ SRL	協同油脂
ELM	エマルーブ M	協同油脂
N3	ユニレックス N3	エクソンモービル
BC325	ビーコン 325	エクソンモービル
SH44	SH44M	東レ・ダウコーニング

(4) シールド・シール記号

記号	内容
-OP	シールド溝が付いていない開放軸受
ZC	C形止め輪片側鋼板シールド付
ZZC	C形止め輪両側鋼板シールド付
Z	片側鋼板シールド付
ZZ	両側鋼板シールド付
RS	片側接触ゴムシール付
-2RS	両側接触ゴムシール付
RU	片側非接触ゴムシール付
-2RU	両側非接触ゴムシール付

5. 精度

5-1 寸法精度と回転精度

転がり軸受の精度には主要寸法の寸法精度と回転精度とがある。これらの精度はJIS B 1514(転がり軸受-軸受の公差)に規定されている。(JISはISO規格に準拠している)

精度等級としては、0級、6級(6×級)、5級、4級、2級の5等級に分けており、0級からこの順に精度は高くなっている。

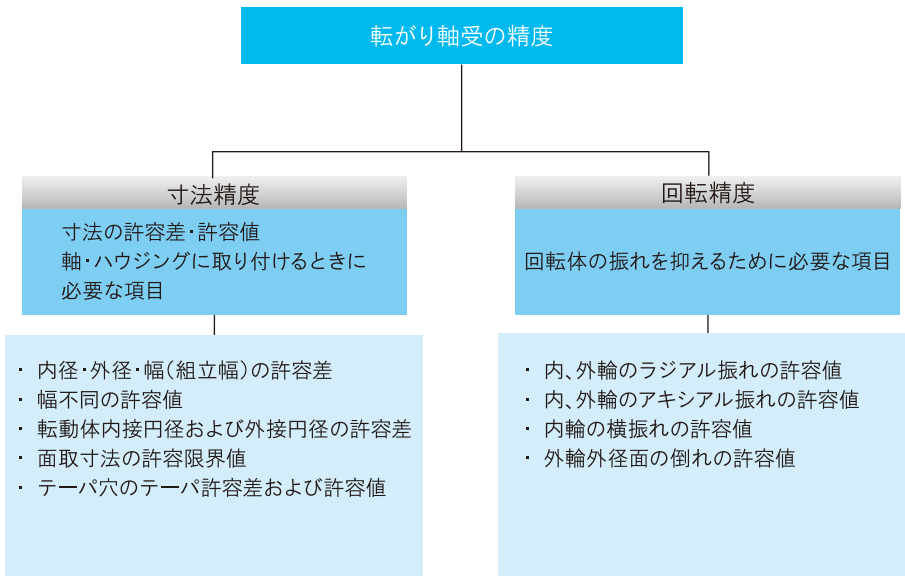


表 5-1 軸受形式と適用規格及び精度等級

軸受形式		適用規格	精度等級				
深溝玉軸受	JIS B 1514 (ISO 492)		0級	6級	5級	4級	2級
アンギュラ玉軸受			0級	6級	5級	4級	2級
自動調心玉軸受			0級	-	-	-	-
円筒ころ軸受			0級	6級	5級	4級	2級
針状ころ軸受			0級	6級	5級	4級	-
自動調心ころ軸受			0級	-	-	-	-
円すいころ軸受	メートル系	JIS B 1514	0級, 6×級	6級	5級	4級	-
	インチ系	ANSI/ABMA Std.19	Class 4	Class 2	Class 3	Class 0	Class 00
	J系	ANSI/ABMA Std.19.1	Class K	Class N	Class C	Class B	Class A
スラスト玉軸受	JIS B 1514 (ISO199)		0級	6級	5級	4級	-
スラスト自動調心ころ軸受			0級	-	-	-	-

表 5-2 精度等級の比較

規格	適用規格	精度等級					軸受形式
日本工業規格 (JIS)	JIS B 1514	0級, 6×級	6級	5級	4級	2級	全形式
国際規格 (ISO)	ISO 492	Normal class Class 6×	Class 6	Class 5	Class 4	Class 2	ラジアル軸受
	ISO 199	Normal Class	Class 6	Class 5	Class 4	-	スラスト玉軸受
	ISO 578	Class 4	-	Class 3	Class 0	Class 00	円すいころ軸受 インチ系
	ISO 1224	-	-	Class 5A	Class 4A	-	計器用精密軸受
ドイツ規格 (DIN)	DIN 620	P0	P6	P5	P4	P2	全形式
アメリカ規格 (ANSI)	ANSI/ABMA Std.20 ^{注1)}	ABEC-1 RBEC-1	ABEC-3 RBEC-3	ABEC-5 RBEC-5	ABEC-7	ABEC-9	ラジアル軸受 (円すいころ軸受を除く)
アメリカベアリング工業規格 (ABMA)	ANSI/ABMA Std.19.1	Class K	Class N	Class C	Class B	Class A	円すいころ軸受 メートル系
	ANSI/ABMA Std.19	Class 4	Class 2	Class 3	Class 0	Class 00	円すいころ軸受 インチ系

注1) ABECは玉軸受に、RBECはころ軸受に適用する。

備考 1. JIS B 1514, ISO 492, 199及びDIN 620は同等である。

2. JIS B 1514とABMA規格とは許容差又は許容値が若干相違する。

表5-3 ラジアル軸受(円すいころ軸受を除く)の許容差および許容値

表5-3-1 内輪の許容差および許容値並びに外輪の幅の許容差および許容値

単位 μm

呼び軸受内径 d (mm)	平面内平均内径の寸法差 ⁽¹⁾ Δd_{mp}										内径の寸法差 ⁽²⁾ Δd_s				平面内内径不同 ⁽³⁾ V_{dp}										平面内平均内径の不同 ⁽⁴⁾ V_{dmp}							
	0 級		6 級		5 級		4 級		2 級		4 級		2 級		0 級			6 級			5 級			4 級		2 級		0 級	6 級	5 級	4 級	2 級
	0, 1, 2, 3, 4		0, 1, 2, 3, 4		0, 1, 2, 3, 4		0, 1, 2, 3, 4		0, 1, 2, 3, 4		0, 1, 2, 3, 4		0, 1, 2, 3, 4		0, 1, 2, 3, 4		0, 1, 2, 3, 4		0, 1, 2, 3, 4		0, 1, 2, 3, 4		0, 1, 2, 3, 4		0, 1, 2, 3, 4		0, 1, 2, 3, 4		0, 1, 2, 3, 4			
を 超え	以下	上	下	上	下	上	下	上	下	上	下	上	下	上	下	上	下	上	下	上	下	上	下	上	下	上	下	上	下	上	下	
0.6 ⁽¹⁾	2.5	0	-8	0	-7	0	-5	0	-4	0	-2.5	0	-4	0	-2.5	10	8	6	9	7	5	5	4	4	3	2.5	6	5	3	2	1.5	
2.5	10	0	-8	0	-7	0	-5	0	-4	0	-2.5	0	-4	0	-2.5	10	8	6	9	7	5	5	4	4	3	2.5	6	5	3	2	1.5	
10	18	0	-8	0	-7	0	-5	0	-4	0	-2.5	0	-4	0	-2.5	10	8	6	9	7	5	5	4	4	3	2.5	6	5	3	2	1.5	
18	30	0	-10	0	-8	0	-6	0	-5	0	-2.5	0	-5	0	-2.5	13	10	8	10	8	6	6	5	5	4	2.5	8	6	3	2.5	1.5	
30	50	0	-12	0	-10	0	-8	0	-6	0	-2.5	0	-6	0	-2.5	15	12	9	13	10	8	8	6	6	5	2.5	9	8	4	3	1.5	
50	80	0	-15	0	-12	0	-9	0	-7	0	-4	0	-7	0	-4	19	19	11	15	15	9	9	7	7	5	4	11	9	5	3.5	2	
80	120	0	-20	0	-15	0	-10	0	-8	0	-5	0	-8	0	-5	25	25	15	19	19	11	10	8	8	6	5	15	11	5	4	2.5	
120	150	0	-25	0	-18	0	-13	0	-10	0	-7	0	-10	0	-7	31	31	19	23	23	14	13	10	10	8	7	19	14	7	5	3.5	
150	180	0	-25	0	-18	0	-13	0	-10	0	-7	0	-10	0	-7	31	31	19	23	23	14	13	10	10	8	7	19	14	7	5	3.5	

単位 μm

内輪(又は外輪)幅の寸法差 ⁽¹⁾ ΔB_s (又は ΔC_s)						内輪(又は外輪)幅不同 V_{Bs} (又は V_{Cs})					内輪のラジアル振れ K_{ia}					内輪の横振れ S_d			内輪のアキシャル振れ ⁽²⁾ S_{ia}			呼び軸受内径 d (mm)							
単 体 軸 受			組 合 せ 軸 受 ⁽³⁾			内輪 (又は外輪) ⁽⁴⁾		内 輪			0 級		6 級		5 級		4 級		2 級		5 級			4 級		2 級			
0 級	5 級	2 級	0 級	5 級	2 級	0 級	6 級	5 級	4 級	2 級	0 級	6 級	5 級	4 級	2 級	5 級	4 級	2 級	5 級	4 級	2 級			5 級	4 級	2 級	5 級	4 級	2 級
上	下	上	下	上	下	上	下	上	下	上	下	最大	最大	最大	最大	最大	最大	最大	最大	最大	最大			最大	最大	最大	最大	最大	最大
0	-40	0	-40	0	-40	-	-	0	-250	0	-250	12	12	5	2.5	1.5	10	5	4	2.5	1.5	7	3	1.5	7	3	1.5	0.6 ⁽¹⁾	2.5
0	-120	0	-40	0	-40	0	-250	0	-250	0	-250	15	15	5	2.5	1.5	10	6	4	2.5	1.5	7	3	1.5	7	3	1.5	2.5	10
0	-120	0	-80	0	-80	0	-250	0	-250	0	-250	20	20	5	2.5	1.5	10	7	4	2.5	1.5	7	3	1.5	7	3	1.5	10	18
0	-120	0	-120	0	-120	0	-250	0	-250	0	-250	20	20	5	2.5	1.5	13	8	4	3	2.5	8	4	1.5	8	4	2.5	18	30
0	-120	0	-120	0	-120	0	-250	0	-250	0	-250	20	20	5	3	1.5	15	10	5	4	2.5	8	4	1.5	8	4	2.5	30	50
0	-150	0	-150	0	-150	0	-380	0	-250	0	-250	25	25	6	4	1.5	20	10	5	4	2.5	8	5	1.5	8	5	2.5	50	80
0	-200	0	-200	0	-200	0	-380	0	-380	0	-380	25	25	7	4	2.5	25	13	6	5	2.5	9	5	2.5	9	5	2.5	80	120
0	-250	0	-250	0	-250	0	-500	0	-380	0	-380	30	30	8	5	2.5	30	18	8	6	2.5	10	6	2.5	10	7	2.5	120	150
0	-250	0	-250	0	-250	0	-500	0	-380	0	-380	30	30	8	5	2.5	30	18	8	6	5	10	6	4	10	7	5	150	180

注 (1) 0.6mmは、この寸法区分に含まれる。

(2) 円筒穴軸に適用する。

(3) 外輪の幅の寸法差及び幅不同は、同じ軸受の内輪の値による。なお、5級、4級及び2級の外輪の幅不同は、表5-3-2による。

(4) 組合せ軸受用として制作された個々の軌道輪に適用する。

(5) 深溝玉軸受、アンギュラ玉軸受などの玉軸受に適用する。

備考 この表に定める円筒穴軸受の軸受内径の上の許容差は、軌道輪側面から面取寸法 r(最大)の1.2倍の距離以内には適用しない。

表5-3 ラジアル軸受(円すいころ軸受を除く)の許容差および許容値

表5-3-2 外輪の許容差および許容値

単位 μm

呼び軸受外径 D (mm)	平面内平均外径の寸法差 ΔDmp										外径の寸法差 ΔDs				平面内外径不同 ^(*) V _{Dp}										平面内平均外径の不同 ^(*) V _{Dmp}								
	0 級		6 級		5 級		4 級		2 級		4 級		2 級		0 級		6 級		5 級		4 級		2 級		0 級	6 級	5 級	4 級	2 級				
	開放軸受	シールド軸受	開放軸受	シールド軸受	開放軸受	シールド軸受	開放軸受	シールド軸受	開放軸受	シールド軸受	開放軸受	シールド軸受	開放軸受	シールド軸受	開放軸受	シールド軸受	開放軸受	シールド軸受	開放軸受	シールド軸受	開放軸受	シールド軸受	開放軸受	シールド軸受									
	直径系列		直径系列		直径系列		直径系列		直径系列		直径系列		直径系列		直径系列		直径系列		直径系列		直径系列		直径系列		直径系列								
を超え 以下	上	下	上	下	上	下	上	下	上	下	上	下	上	下	9	0,1	2,3,4	2,3,4	9	0,1	2,3,4	0,1,2,3,4	9	0,1,2,3,4	9	0,1,2,3,4	0,1,2,3,4	最大	最大	最大	最大	最大	
2.5 ⁽¹⁾	6	0	-8	0	-7	0	-5	0	-4	0	-2.5	0	-4	0	-2.5	10	8	6	10	9	7	5	9	5	4	4	3	2.5	6	5	3	2	1.5
6	18	0	-8	0	-7	0	-5	0	-4	0	-2.5	0	-4	0	-2.5	10	8	6	10	9	7	5	9	5	4	4	3	2.5	6	5	3	2	1.5
18	30	0	-9	0	-8	0	-6	0	-5	0	-4	0	-5	0	-4	12	9	7	12	10	8	6	10	6	5	5	4	4	7	6	3	2.5	2
30	50	0	-11	0	-9	0	-7	0	-6	0	-4	0	-6	0	-4	14	11	8	16	11	9	7	13	7	5	6	5	4	8	7	4	3	2
50	80	0	-13	0	-11	0	-9	0	-7	0	-4	0	-7	0	-4	16	13	10	20	14	11	8	16	9	7	7	5	4	10	8	5	3.5	2
80	120	0	-15	0	-13	0	-10	0	-8	0	-5	0	-8	0	-5	19	19	11	26	16	16	10	20	10	8	8	6	5	11	10	5	4	2.5
120	150	0	-18	0	-15	0	-11	0	-9	0	-5	0	-9	0	-5	23	23	14	30	19	19	11	25	11	8	9	7	5	14	11	6	5	2.5
150	180	0	-25	0	-18	0	-13	0	-10	0	-7	0	-10	0	-7	31	31	19	38	23	23	14	30	13	10	10	8	7	19	14	7	5	3.5
180	250	0	-30	0	-20	0	-15	0	-11	0	-8	0	-11	0	-8	38	38	23	-	25	25	15	-	15	11	11	8	8	23	23	8	6	4

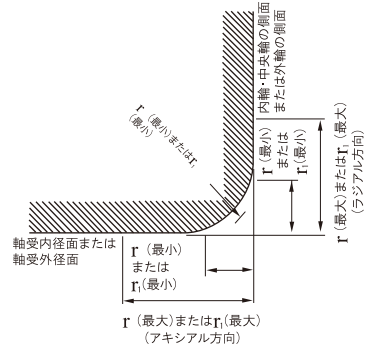
- 注 (1) 2.5mmは、この寸法区分に含まれる。
- (2) 止め輪が取り付けられていないときに適用する。
- (3) 深溝玉軸受、アンギュラ玉軸受などの玉軸受に適用する。
- (4) 0級及び6級の外輪の幅不同は、表5-3-1による。

備考 この表に定める軸受外径の下の許容差は、軌道輪側面から面取寸法 r(最大)の1.2倍の距離以内には適用しない。

単位 μm

呼び軸受外径 D (mm)	外輪のラジアル振れ K _{ca}					外径面の倒れ S _D			外輪のアキシャル振れ ^(*) S _{ea}			外輪幅不同 ^(*) V _{Cs}			を超え 以下																					
	0 級	6 級	5 級	4 級	2 級	5 級	4 級	2 級	5 級	4 級	2 級	5 級	4 級	2 級																						
	最大	最大	最大	最大	最大	最大	最大	最大	最大	最大	最大	最大	最大	最大																						
2.5 ⁽¹⁾	6	15	8	5	3	1.5	8	4	1.5	8	5	1.5	5	2.5	1.5	2.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5			
6	18	15	8	5	3	1.5	8	4	1.5	8	5	1.5	5	2.5	1.5	2.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5			
18	30	15	9	6	4	2.5	8	4	1.5	8	5	2.5	5	2.5	1.5	2.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5		
30	50	20	10	7	5	2.5	8	4	1.5	8	5	2.5	5	2.5	1.5	2.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5		
50	80	25	13	8	5	4	8	4	1.5	10	5	4	6	3	1.5	10	5	4	1.5	10	5	4	6	3	1.5	10	5	4	6	3	1.5	10	5	4	6	3
80	120	35	18	10	6	5	9	5	2.5	11	6	5	8	4	2.5	11	6	5	2.5	11	6	5	8	4	2.5	11	6	5	8	4	2.5	11	6	5	8	4
120	150	40	20	11	7	5	10	5	2.5	13	7	5	8	5	2.5	13	7	5	2.5	13	7	5	8	5	2.5	13	7	5	8	5	2.5	13	7	5	8	5
150	180	45	23	13	8	5	10	5	2.5	14	8	5	8	5	2.5	14	8	5	2.5	14	8	5	8	5	2.5	14	8	5	8	5	2.5	14	8	5	8	5
180	250	50	25	15	10	7	11	7	4	15	10	7	10	7	4	15	10	7	4	15	10	7	10	7	4	15	10	7	10	7	4	15	10	7	10	7

5-2 面取寸法の許容限界値



r : 内輪・外輪の面取寸法
 r_f : 内輪・外輪(正面側など)またはスラスト玉軸受の中央輪の面取寸法

備考 面取表面の正確な形状は規定しないが、アキシャル平面におけるその輪郭は、内輪または中央輪の側面と軸受内径面、もしくは外輪の側面と軸受外径面とに接する半径r(最小)またはr_f(最小)の仮想の円弧の外へ出てはならない。

表5-4 ラジアル軸受(円すいころ軸受を除く)の面取寸法の許容限界値

内輪・外輪の最小許容面取寸法 r(最小)またはr _f (最小)	呼び軸受内径 d		内輪・外輪の最大許容面取寸法 r(最大)またはr _f (最大)		参考 軸またはハウジングの隅の丸みの半径R _a
	を超え	以下	ラジアル方向	アキシャル方向	
0.05 0.08 0.1	-	-	0.1 0.16 0.2	0.2 0.3 0.4	0.05 0.08 0.1
0.15 0.2	-	-	0.3 0.5	0.6 0.8	0.15 0.2
0.3	-	40	0.6 0.8	1 1	0.3
0.6	-	40	1 1.3	2 2	0.6
1	-	50	1.5 1.9	3 3	1
1.1	-	120	2 2.5	3.5 4	1
1.5	-	120	2.3 3	4 5	1.5
2	-	80 220	3 3.5 3.8	4.5 5 6	2
2.1	-	280	4 4.5	6.5 7	2
2.5	-	100 280	3.8 4.5 5	6 6 7	2
3	-	280	5 5.5	8 8	2.5
4 5	-	-	6.5 8	9 10	3 4

備考 呼び軸受が2mm以下の軸受のアキシャル方向のr(最大)の値は、ラジアル方向の値と同じとする。

6. はめあい

6-1 はめあいの重要性

転がり軸受の機能を十分に発揮させるためには、内輪と軸および外輪とハウジングのはめあいが適切でなければならない。

はめあい面にしめしろが不足していると荷重点が円周方向に移動することにより軌道輪が軸又はハウジングに対して円周方向に位置ずれを起こすことがあり、この現象をクリープという。

はめあい面にクリープが一度起こると、はめあい面は著しく摩耗し、軸又はハウジングを損傷させるだけでなく、この摩耗粉が軸受内部に侵入し、異常発熱、振動などの原因となることもある。

このクリープは軸受をアキシャル方向に締め付けるだけでは防止できない場合が多い。クリープ防止には回転荷重を受ける軌道輪に適切なしめしろを与える必要がある。

一方、静止荷重を受ける軌道輪には通常しめしろをつけなくてもよい。

又、不適切なはめあいによる不具合事例として、クリープ以外に軌道輪の割れ、内部すきま過小による焼付き、回転トルク大、回転精度不良、音響不良等の原因となる。

6-2 軸・ハウジングの寸法差とはめあい

軸径および、ハウジング穴径の寸法差はメートル系列の場合には、JIS B 0401「寸法公差及びはめあい」で標準化されている。この寸法公差を選定することにより、軸受と軸又はハウジングとのはめあいが決まる。

はめあいには「すきまばめ」「しまりばめ」「中間ばめ」がある。

軸径及びハウジング穴径の寸法公差と軸受精度等級 0級とのはめあい関係を図6-1に示す。

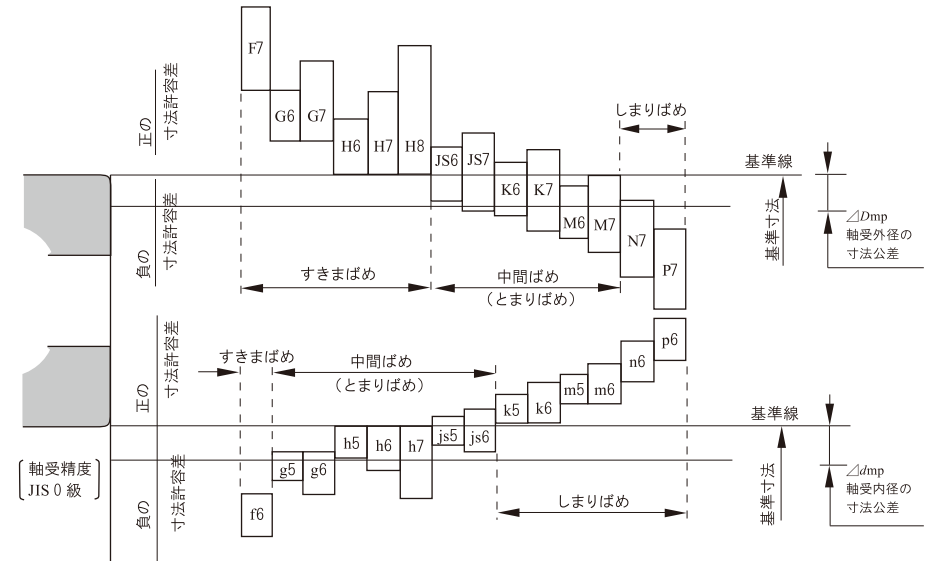


図6-1 軸径及びハウジング穴径の寸法公差と はめあい の関係(0級の軸受の場合)

6-3 はめあいの選定

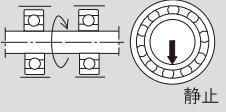
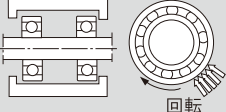
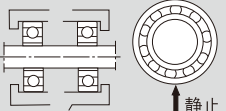
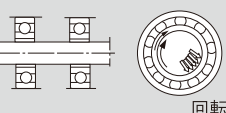
用途にあったはめあいを選定するには軸受にかかる荷重の方向と性質、荷重の大きさ、温度条件、内輪・外輪の回転状態、軸受の取付け、取外しなどの使用条件などを考慮しなければならない。

(1) 荷重の性質とはめあい

荷重の性質には内輪回転荷重、外輪回転荷重及び方向不定荷重があり、はめあいの関係を表6-1に示す。

- ① 回転荷重を受ける軌道輪は「しまりばめ」とする必要がある。
静止荷重を受ける軌道輪は「すきまばめ」とすることができる。
- ② 非分離形軸受(深溝玉軸受等)では、内輪又は外輪いずれか一方を「すきまばめ」とするのが一般的である。

表 6-1 荷重の性質とはめあい

はめあいの要因	条件(荷重の方向)	軸受の回転		荷重条件	はめあい		
		内輪	外輪		内輪と軸	外輪とハウジング	
荷重	荷重方向		回転	静止	内輪回転荷重 外輪静止荷重	しまりばめ	すきまばめ
			静止	回転			
			静止	回転	外輪回転荷重 内輪静止荷重	すきまばめ	しまりばめ
			回転	静止			
		荷重方向が変動したり、不均合荷重がある場合など			方向不定荷重	しまりばめ (又は中間ばめ)	しまりばめ (又は中間ばめ)
荷重方向は一定だが、回転輪が揺動する場合			揺動荷重	揺動する軌道輪をしまりばめ			

(2) 荷重の大きさと必要しめしろ

軸受荷重による内輪のしめしろ減少量は一般に次式により求められる。

$$[\text{Fr} \leq 0.2 \text{ C}_0 \text{ の場合}]$$

$$\Delta d_{\text{F}} = 0.08 \sqrt{\frac{d}{B}} \text{Fr} \times 10^{-3} \dots (\text{N}) \quad (6-1)$$

$$[\text{Fr} > 0.2 \text{ C}_0 \text{ の場合}]$$

$$\Delta d_{\text{F}} \geq 0.02 \frac{\text{Fr}}{B} \times 10^{-3} \dots (\text{N}) \quad (6-2)$$

ここに、

- Δd_{F} : 内輪のしめしろの減少量 mm
- d : 呼び軸受内径 mm
- B : 呼び内輪幅 mm
- Fr : ラジアル荷重 N
- C_0 : 基本静定格荷重 N

したがって、荷重に対する必要な有効しめしろ Δd は式(6-1)(6-2)で求められる値より大きくしなければならない。

(3) 軸受と軸及びハウジングとの温度差と必要しめしろ

運転中の軸受内部の温度は通常、周囲の温度より高くなる。又、一般に軸受が荷重を受けて回転する場合、内輪は軸より温度が高くなるので熱膨張により、はめあい面のしめしろは減少する。

軸受内部とハウジング周囲との温度差を $\Delta T(^{\circ}\text{C})$ とすると、軸と内輪とのはめあい面の温度差は、ほぼ $(0.10 \sim 0.15) \Delta T$ と仮定することができる。この温度差による内輪のしめしろ減少量 Δd_{T} は式(6-3)で求められる。

$$\Delta d_{\text{T}} = (0.10 \sim 0.15) \Delta T \cdot \alpha \cdot d$$

$$\cong 0.0015 \Delta T \cdot d \times 10^{-3} \dots (6-3)$$

ここで

- Δd_{T} : 温度差によるしめしろの減少量(mm)
- ΔT : 軸受内部とハウジング周囲との温度差($^{\circ}\text{C}$)
- α : 軸受鋼の線膨張係数 $\cong 12.5 \times 10^{-6} (1/^{\circ}\text{C})$
- d : 呼び軸受内径(mm)

内輪と軸、外輪とハウジングとの間に温度差があると、熱膨張量が異なるためはめあいを加減する必要がある。

- ① 軸より軸受の温度が高くなるときは、標準よりかたいはめあいにする。
- ② 軸から熱が伝わる時は軸の膨張によりはめあいがかたくなるので、軸受のラジアル内部すきまを大きくする。
はめあい面の応力が大きくなると内輪が割損する危険があるので、あらかじめはめあいを考慮しておく必要がある。
- ③ 外輪温度がハウジングより高いときは、ハウジングとのはめあいをゆるくラジアル内部すきまを小さくする。
- ④ ハウジングより外輪に熱が伝わる時は、ハウジングの膨張が外輪の膨張量より大きいのでかたいはめあいにする。
- ⑤ 軸受及び軸・ハウジングの材質が異なる場合、各々の熱膨張係数が異なるので更に考慮する必要がある。

(4) はめあい面の表面粗さに対する有効しめしろ

はめあい面の表面粗さは、軸受を圧入するときつぶされるので、有効しめしろは見かけのしめしろより小さくなる。この見かけしめしろの減少量は、はめあい面の仕上程度により異なる。

$$\text{研削軸には } \Delta d = \frac{d}{d+2} \Delta da \dots (6-4)$$

$$\text{旋削軸には } \Delta d = \frac{d}{d+3} \Delta da \dots (6-5)$$

ここで

- Δd : 有効しめしろ(mm)
- Δda : 見かけのしめしろ(mm)
- d : 呼び軸受内径(mm)

小形軸受では有効しめしろは見かけのしめしろのおおよそ95%くらいになる。

(5) 内輪に必要なしめしろ

上記(2)~(4)より内輪回転荷重のとき内輪と軸との必要な見かけのしめしろは次のようになる。

$$\text{研削軸では}$$

$$\Delta da \geq (\Delta d_{\text{F}} + \Delta d_{\text{T}}) \left(\frac{d+2}{d} \right) \dots (6-6)$$

$$\text{旋削軸では}$$

$$\Delta da \geq (\Delta d_{\text{F}} + \Delta d_{\text{T}}) \left(\frac{d+3}{d} \right) \dots (6-7)$$

(6) はめあいによるはめあい面の応力

軸受にしめしろを与えて、軸又はハウジングに取り付けられると、軌道輪は膨張又は縮小し、応力が生じる。この応力が大きすぎると、軌道輪が破損することがあるので十分注意することが必要である。

目安として最大しめしろ量を軸径の1/1000以下又は、はめあい面に生じる。円周方向最大応力 σ を120MPa(12kgf/mm²)以下にするのが安全である。

表6-2 はめあい によって生じる軸受内の最大応力

軸 と 内 輪	ハウジング穴と外輪
(中実軸の場合) $\sigma_i \max = \frac{E}{2} \cdot \frac{\Delta d_e}{d} \cdot \left[1 + \left(\frac{d}{D_i} \right)^2 \right]$	($D \neq \infty$ の場合) $\sigma_o \max = E \cdot \frac{\Delta D_e}{D} \cdot \frac{\left[1 - \left(\frac{D}{D_o} \right)^2 \right]}{\left[1 - \left(\frac{D_e}{D_o} \right)^2 \right]}$
(中空軸の場合) $\sigma_i \max = \frac{E}{2} \cdot \frac{\Delta d_e}{d} \cdot \frac{\left[1 - \left(\frac{d_o}{d} \right)^2 \right] \left[1 + \left(\frac{d}{D_i} \right)^2 \right]}{\left[1 - \left(\frac{d_o}{D_i} \right)^2 \right]}$	($D = \infty$ の場合) $\sigma_o \max = E \cdot \frac{\Delta D_e}{D}$

ここに

- $\sigma_i \max$: 内輪内径はめあい面の円周方向最大応力 MPa(kgf/mm²)
 d : 呼び内輪内径(軸径) (mm)
 D_i : 内輪軌道径 (mm)
 Δd_e : 内輪の有効しめしろ (mm)
 d_o : 中空軸内径 (mm)
- $\sigma_o \max$: 外輪内径面の円周方向最大応力 MPa(kgf/mm²)
 D_e : 外輪軌道径 (mm)
 D : 呼び外輪外径(ハウジング穴径)(mm)
 ΔD_e : 外輪の有効しめしろ (mm)
 D_o : ハウジング外径 (mm)

E : ヤング率 $2.08 \times 10^5 \text{MPa} (21200 \text{kgf/mm}^2)$

備考 : 軸及びハウジングの縦弾性係数は鋼の場合の値であり、軸受の内輪、外輪の値と同じである。

参考 : $1 \text{MPa} = 1 \text{N/mm}^2 = 0.102 \text{kgf/mm}^2$

(7) はめあい選定に当たってのその他の検討事項

- 中空軸の場合、薄肉のハウジングに軸受を取り付ける場合などでは、普通よりしめしろをかたくする必要がある。
- 二つ割りハウジングを使用する場合には、外輪のはめあいをすきまばめとする(しめしろの必要がある場合は一体形ハウジングとすること)
- 大きな振動や衝撃荷重を受ける場合は、内輪・外輪をしばりばめとする。
- 小径軸受又は、薄肉軸受を使用する場合はしめしろを小さくする。
- 方向不定荷重を受ける場合は、内輪、外輪ともしばりばめとする。
- 高い回転精度を要求される場合は、しめしろを小さくする必要がある。
- 軸受と異なる材質の軸又はハウジングを使用する場合は、その材質の熱膨脹係数を考慮し、はめあいを決める。
 例えば
 ステンレス軸のとき、しめしろを小さくする。
 アルミ合金ハウジングのとき、しめしろを大きくする。
- しめしろにより内部すきまに影響を及ぼすことがあるので検討が必要である。

7. 軸受内部すきま

7-1 軸受内部すきま

軸受の内部すきまとは、軸又はハウジングに取付ける前の状態で図7-1のように軌道輪と転動体とのすきまをいう。内輪又は外輪の一方を固定し、他方をラジアル方向に移動させたときの移動量をラジアル内部すきまといい、アキシャル方向に移動させたときの移動量とアキシャル内部すきまという。

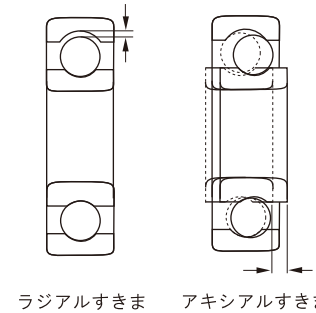


図 7-1 軸受の内部すきま

軸受内部すきまを測定する場合、測定値を安定させるために、軸受に規定の測定荷重を加えて測定する。このため、すきまの測定値(測定すきま)は、測定荷重による弾性変形量だけ真のすきまの値より大きくなる。真の軸受内部すきまはこの弾性変形によるすきまの増加量を補正して求めなければならない。通常、取付け前のすきまは真の内部すきまの値で規定されている。

- 真の内部すきまの値を表7-1～表7-3に示す。
- 深溝玉軸受のラジアル内部すきま…表7-1
 - 小径玉軸受/ミニアチュア玉軸受のラジアル内部すきま…表7-2
 - 電動機用深溝玉軸受のラジアル内部すきま…表7-3

表中に示した内部すきまの中でCNすきまは一般的な使用条件に適用できるように規定されており、CNよりC2、C1の順に小さい値となり、C3、C4、C5の順に大きくなっている。

7-2 軸受内部のすきま選定

軸受の運転中における内部すきま(運転すきまという)は、初期の取付け前の内部すきまに対し、はめあい、温度条件、荷重により変化する。

この運転すきまは、軸受の寿命、発熱、騒音、振動など性能に影響するので、最適な運転すきまになるような初期すきまを選定しなければならない。

軸受内部すきまの変化について図7-2に示す。

(1) はめあいによるラジアルすきまの減少量と残留すきま

軸受を軸又はハウジングにしめしろを与えて取付けると、内輪は膨張し、外輪は縮小するのでラジアルすきまは減少する。はめあいによるすきまの減少量(d_f)は次式により求められる。

$$\delta_f = \delta_{fi} + \delta_{fo} \quad \dots (7-1)$$

$$\delta_{fi} = \Delta d_e \cdot k \cdot \frac{1 - k_o^2}{1 - k^2 k_o^2} \quad \dots (7-2)$$

ここで

δ_{fi} : 軸と内輪のしめしろにより内輪軌道径が弾性膨張することによるすきま減少量 (mm)

Δd_e : 有効しめしろ (mm)

k : 内輪の内径と軌道径との比

$$k = d / D_i$$

k_o : 中空軸の内径・外径の比

$$k_o = d_o / d$$

d : 内輪内径(軸径) (mm)

D_i : 内輪軌道径 (mm)

d_o : 中空軸内径 (mm)

$$\delta_{fo} = \Delta D_e \cdot h \cdot \frac{1 - h_o^2}{1 - h^2 h_o^2} \quad \dots (7-3)$$

ここで

δ_{fo} : ハウジングと外輪のしめしろにより外輪軌道径が弾性収縮することによるすきま減少量 (mm)

ΔD_e : 有効しめしろ (mm)

h : 外輪の軌道径と外径との比

$$h = D_e / D$$

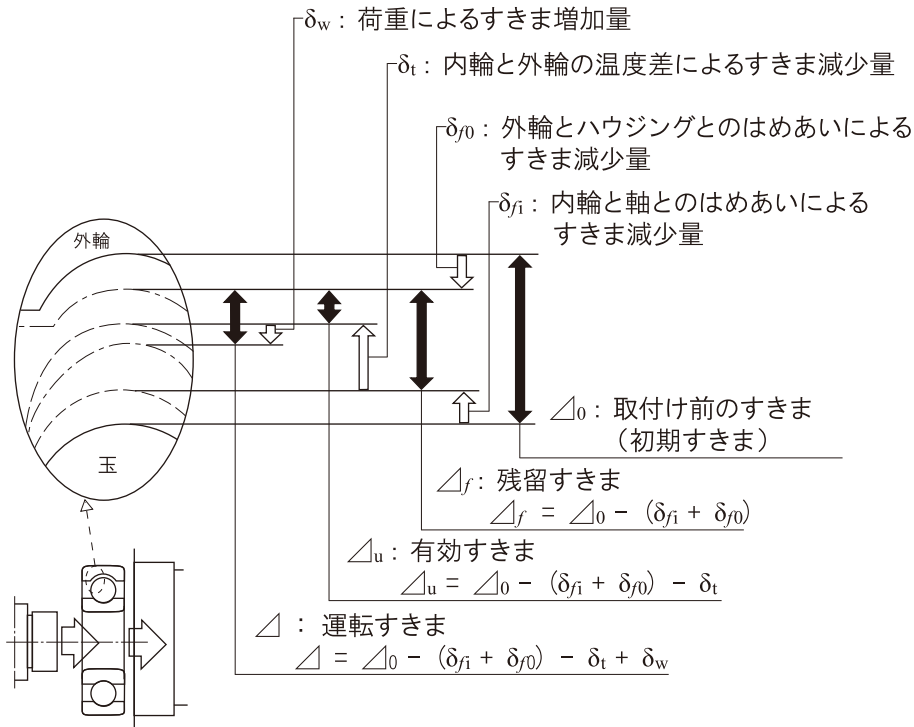


図7-2

h_0 : ハウジングの内径・外径の比
 $h_0 = D / D_0$
 D : 軸受外径(ハウジング内径) (mm)
 D_e : 外輪軌道径 (mm)
 D_0 : ハウジング外径 (mm)

この減少量は軸受の形式・寸法、軸・ハウジングの形状・寸法により異なるがおおよそ有効しめしろの70~90%である。

取付け前の初期すきま(Δ_0)からこのはめあいによるすきま減少量(δ_f)を引いたすきまを残留すきま(Δ_f)という。

$$\Delta_f = \Delta_0 - \delta_f = \Delta_0 - (\delta_{fi} + \delta_{f0}) \quad \dots(7-4)$$

(参考)
 軌道径が不明のとき(玉軸受)

$$D_i = 0.2 (D + 4d)$$

$$D_e = 0.2 (4D + d)$$

(2) 軸受の内輪・外輪の温度差によるラジアルすきまと減少量と有効すきま

軸受の運転中に発生した摩擦熱により通常、軸よりハウジングのほうが放熱条件が良いので外輪の方が温度が低く、内輪及び転動体の温度は外輪より5~10°C位高くなる。ハウジングからの放熱が大きいとき又、中空軸で内部に蒸気や高温の流体が流れていると内輪と外輪の温度差は更に大きくなる。

内輪と外輪とに温度差があると内輪、外輪の熱膨張の差によりラジアルすきまは減少する。

この減少量(δ_t)は次式により求められる。

$$\delta_t = \alpha \cdot \Delta_t \cdot D_e \quad \dots(7-5)$$

ここで

δ_t : 内輪・外輪の温度差によるラジアルすきまの減少量 (mm)

α : 軸受鋼の線膨張係数(1/°C)
 $\alpha = 12.5 \times 10^{-6}$

Δ_t : 内輪及び転動体と外輪との温度差(°C)

D : 外輪外径

d : 内輪内径

D_e : 外輪軌道径 (mm)

残留すきま(Δ_f)からこの(δ_t)をひいたすきまを有効すきま(Δ_u)という。

$$\Delta_u = \Delta_f - \delta_t = \Delta_0 - (\delta_{fi} + \delta_{f0}) - \delta_t \quad \dots(7-6)$$

(3) 荷重によるラジアルすきまの増加量と運転すきま

軸受に荷重がかかると荷重による弾性変形が生じ、その分すきまが増大する。この増加量(δ_w)は次の近似式にて求めることができる。

$$\delta_w = \frac{0.00070}{\cos \alpha} \sqrt[3]{\frac{P_o^2}{D_w}} \quad \dots(7-7)$$

$$P_o = \frac{5F_r}{iz \cos \alpha} \quad \dots(7-8)$$

ここで

δ_w : ラジアル荷重によるラジアル方向弾性変位量(すきま増加量) (mm)

F_r : ラジアル荷重 (N)

α : 接触角 (°C)

D_w : 転動体直径 (mm)

i : 玉の列数

Z : 1列の玉の数

有効すきま(Δ_u)に軸受荷重によるすきま増加量(f_w)を考慮したすきまを運転すきま(Δ)という。

$$\Delta = \Delta_u + f_w$$

$$= \Delta_0 - (\delta_{fi} + \delta_{f0}) - \delta_t + f_w \quad \dots(7-9)$$

(注)軸受荷重が小さい場合(f_w)は考慮しなくてもよい。

(4) 運転すきまと寿命・剛性・騒音について

- ・ 運転すきまがわずかに負であるとき、転がり疲れ寿命が最も長くなる。しかし、負のすきまがある値を超え大きくなると疲れ寿命が著しく低下する。したがって、一般には運転すきまが0よりわずかに大きくなるように内部すきまを選定する。

- ・ 剛性を高めたり、騒音を小さくする必要がある場合には、運転すきまを負のすきま(予圧を与える)となるようにする。

- ・ 又、軸受の温度上昇が高い場合には、運転すきまを更に大きく選定するなど使用条件に応じて検討する必要がある。

使用例

回転時の振動、騒音を低くする。
 -小形電動機- C2, CM

歯車伝導により連続して振動を受ける
 -自動車減速機- C3

軸のたわみが大きい場合
 -自動車半浮動後輪- C5

衝撃、振動が大きい場合
 -振動ふるい、- C3, C4

内輪、外輪ともしばりばめとする場合- C4

表7-1 深溝玉軸受のラジアル内部すきま

単位 μm

呼び軸受内径 d(mm)	すきま										
	C2		CN		C3		C4		C5		
を超え 以下	最小	最大	最小	最大	最小	最大	最小	最大	最小	最大	
10のみ 10 18	18 24	0	7	2	13	8	23	14	29	20	37
		0	9	3	18	11	25	18	33	25	45
		0	10	5	20	13	28	20	36	28	48
24 30 40	30 40 50	1	11	5	20	13	28	23	41	30	53
		1	11	6	20	15	33	28	46	40	64
		1	11	6	23	18	36	30	51	45	73
50 65 80	65 80 100	1	15	8	28	23	43	38	61	55	90
		1	15	10	30	25	51	46	71	65	105
		1	18	12	36	30	58	53	84	75	120
100 120 140	120 140 160	2	20	15	41	36	66	61	97	90	140
		2	23	18	48	41	81	71	114	105	160
		2	23	18	53	46	91	81	130	120	180
160 180	180 200	2	25	20	61	53	102	91	147	135	200
		2	30	25	71	63	117	107	163	150	230

備考 測定すきまとして用いる場合、測定荷重によって生じるラジアルすきまの増加量を補正するものとし、そのすきま補正量は次による。
なお、C2すきまのすきま補正量のうち、小さいほうは最小すきまに、大きいほうは最大すきまに適用する。

単位 μm

呼び軸受内径 d(mm)	測定荷重 (N) [kgf]	すきまの補正量						
		C2	CN	C3	C4	C5		
10(1) 18 50	18 280	24.5	2.5	3~4	4	4	4	4
		49	5	4~5	5	6	6	6
		147	15	6~8	8	9	9	9

注 (1) 10mmは、この寸法区分に含まれる。

表7-3 電動機用軸受のラジアル内部すきま

単位 μm

呼び軸受内径 d(mm)	すきま		備考		
	最小	最大	軸	ハウジング穴	
10(を含む)	18	4	11	js5(j5)	H6~7 又は JS6~7 (J6~7)
18	30	5	12	k5	
30	50	9	17		
50	80	12	22		
80	100	18	30	m5	
100	120	18	30		
120	160	24	38		

備考 測定荷重によって生じるラジアルすきまの増加量は、表7-1の備考のCNすきまの補正量と同じである。

表7-2 小径玉軸受・ミニアチュア玉軸受のラジアル内部すきま

単位 μm

すきま記号	MC1		MC2		MC3		MC4		MC5		MC6	
	最小	最大	最小	最大	最小	最大	最小	最大	最小	最大	最小	最大
すきま	0	5	3	8	5	10	8	13	13	20	20	28

備考 1.標準的なすきまはMC3である。
2.測定すきまとして用いる場合、次表の補正量を加える。

単位 μm

すきま記号	MC1	MC2	MC3	MC4	MC5	MC6
	すきまの補正量	1	1	1	1	2

なお、測定荷重は、次のとおりである。
ミニアチュア玉軸受の場合 2.5N (0.25kgf)
小径の玉軸受の場合 4.4N (0.45kgf)

8. 軸及びハウジングの設計

8-1 軸及びハウジングの精度と表面粗さ

軸やハウジングに精度不良がある場合、これらに組込まれた軸受は、その影響を受け軸受に要求されている性能を発揮できなくなる。

例えば、取付部の肩の精度不良があれば軸受の内輪、外輪の傾きを生じ、軸受荷重のほかにエッジロードが加わり、軸受の疲れ寿命を低下させる。更に、保持器の破損、焼付きなどの損傷を生じる原因となることがある。

またハウジングは外部荷重による変形が少なく軸受を十分支持するような剛性のあることが必要である。剛性が高い程軸受の音響や荷重配分などに有利である。

はめあい面の加工は一般の使用条件では旋削仕上げ、あるいは精密中ぐり仕上げなどでよいが、回転振れや音響などについての要求が厳しい使用個所や、苛酷な荷重条件の場合には研削仕上げが必要である。

一体ハウジングに軸受を2個以上配列する場合、ハウジングのはめあい面は通し穴で加工できるように設計する。二ツ割ハウジングでは薄肉の外輪を変形させることがあるので、加工上注意が必要である。

通常の使用条件下では軸ハウジングの精度と粗さは表8-1による。

(2) ハウジング穴にしめしろをもたせて外輪を取付ける場合、及び薄肉軸受を取付ける場合には、軸・ハウジングの精度が軸受軌道面に与える影響が大きいので更に精度を向上させることが必要である。

(3) 基本公差ITの数値は下記に示す。

表8-2 IT基本公差(抜粋)

単位 : μm

等級 寸法の区分 (mm)	等級						
	IT2 (2級)	IT3 (3級)	IT4 (4級)	IT5 (5級)	IT6 (6級)	IT7 (7級)	
を超え 以下							
-	3	1.2	2	3	4	6	10
3	6	1.5	2.5	4	5	8	12
6	10	1.5	2.5	4	6	9	15
10	18	2	3	5	8	11	18
18	30	2.5	4	6	9	13	21
30	50	2.5	4	7	11	16	25
50	80	3	5	8	13	19	30
80	120	4	6	10	15	22	35
120	180	5	8	12	18	25	40
180	250	7	10	14	20	29	46

8-2 軸受の取付関係寸法

8-2-1 軸受の取付関係寸法

軸受側面が接する軸の肩、又はハウジング内径の肩は軸心に対して直角に仕上げなければならない。(表8-1参照)

軸及びハウジングの隅の丸みは軸受の面取り部分と干渉しないようにする必要がある。

したがって隅の丸みの半径 r_a は、軸受の面取り寸法 r 、又は r_1 の最小値を超えないようにする。

ラジアル軸受に対する軸の肩及びハウジングの肩の高さは、軌道輪の側面に十分接触し、且つ取外し工具などが当てられるような高さとする。

その最小値は表8-3による。軸を研削仕上げするときの逃げ寸法は普通図8-2で、表8-4の値による。

表8-1 軸・ハウジングの精度と粗さ

項目	軸	ハウジング穴	
寸法公差	IT6	IT7	
真円度公差	IT3~IT4	IT4~IT5	
円筒度公差	IT3~IT4	IT4~IT5	
肩の振れ公差	IT3	IT3~IT4	
はめあい面の粗さRa	小形軸受	0.8	1.6
	中形軸受	0.8	1.6

備考 (1) P5、P4級の精密軸受の場合、真円度、円筒度は上表精度の1/2程度におさえる必要がある。

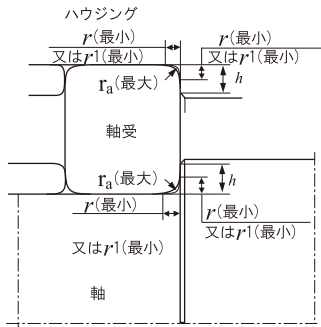


図8-1 ラジアル軸受の面取寸法と軸、ハウジングの隅の丸みの半径と肩の高さ

表8-3 軸・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

単位:mm

内輪又は外輪の面取寸法 r (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)	
		一般の場合	特別な場合
0.05	0.05	0.3	0.3
0.08	0.08	0.3	0.3
0.1	0.1	0.4	0.4
0.15	0.15	0.6	0.6
0.2	0.2	0.8	0.8
0.3	0.3	1.25	1
0.5	0.5	1.75	1.5
0.6	0.6	2.25	2
0.8	0.8	2.75	2.5
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

注 :アキシャ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:軸受寸法表には取付関係寸法として肩の直径で記載されている。

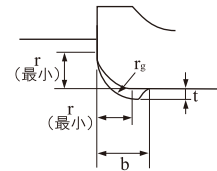


図8-2 軸を研磨仕上げするときの逃げ

表8-4 軸を研磨仕上げするときの逃げ寸法

単位:mm

内輪の面取寸法 r (最小)	逃げる寸法		
	t	r_g	b
1	0.2	1.3	2
1.1	0.3	1.5	2.4
1.5	0.4	2	3.2
2	0.5	2.5	4
2.1	0.5	2.5	4
3	0.5	3	4.7
4	0.5	4	5.9
5	0.6	5	7.4
6	0.6	6	8.6
7.5	0.6	7	10

8-2-2 間座を用いる場合

軸の強度を増すために隅の丸み($r_a \max$)を軸受面取り寸法($r_s \min$)より大きくするとき(図 a)又は軸の肩が低く十分な接触面積が得られない場合(図 b)には軸肩と軸受との間に間座を入れる。

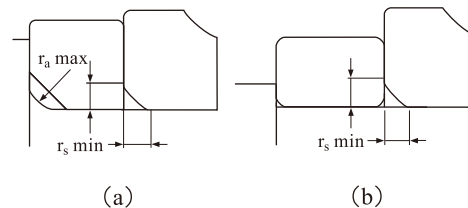


図8-3 間座を用いる方法

8-2-3 軸の取付用ねじや締め付けナット

軸の取付用ねじや締め付けナットは軸に対してできるだけ直角になるように仕上げる。

又ネジは、回転方向と逆にすることが望ましい。

8-3 軸又はハウジングの設計例(円筒穴軸受)

転がり軸受を軸受又はハウジングに固定するためにはしめしろによる固定だけでは十分でないことがある。

アキシャル荷重を受ける軸受については、軌道輪がアキシャル方向に移動しないように固定する必要がある。

8-3-1 軸の設計例

- (1) 軸の肩と反対側の軸端側よりアキシャル荷重が働く場合は普通(図8-4)(a)軸用ナットと座金(ゆるみ止め)、(図8-4)(b)軸用ナットと止め金(ゆるみ止め)、(図8-4)(c)エンドプレートとボルトを使用する。
- (2) 軸の肩と反対側の軸端側よりアキシャル荷重を受けないときは、軸の溝に止め輪をはめて内輪の移動を防ぐとよい。このとき止め輪と軸受との間の軸方向のわずかなすきまを減らすときは軸と止め輪との間にシム又は間座を挿入してすきまを調整する。(図8-5)(c)

- (3) 軸の肩部を設けるかわりに歯車プーリーなどの機械部品との間に間座を用いる場合や装置内の空間が限られた場合、又は軸の機械加工の容易さを目的とするときは止め輪を用いると便利である。

この場合、止め輪にアキシャル荷重が働くが、アキシャル荷重によって止め輪に曲げ応力がかかるのを防ぎ、且つ止め輪と輪溝との軸方向すきまをなくすために軸と止め輪の間にシムあるいは間座を挿入する。(図8-5)(b)(c)

(4) 軸径と軸受内輪外輪との寸法差がなくメンテナンス時、軸受の取外し時取外し治具が使用できない場合がありその場合に治具が使用できるように軸肩部の1部に切欠を設けておくとよい。(図8-5)(a)

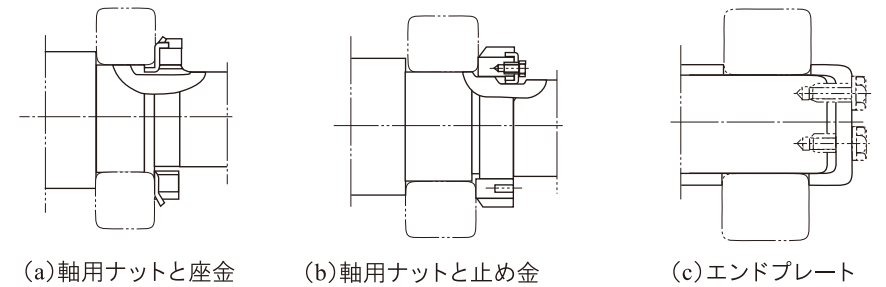


図8-4

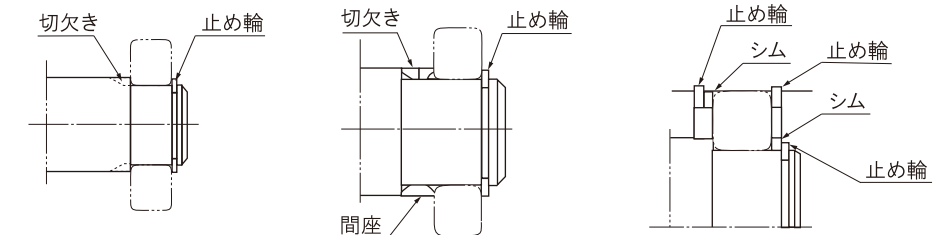


図 8-5

8-3-2 ハウジングの設計例

- (1) 2個以上の軸受を一本の軸に取付ける場合は、温度の上昇による軸の伸縮を自由にさせ、且つ組立時の軸受間隔の取付誤差を逃がす構造にする必要がある。そのためには一個の軸受は固定側軸受としてラジアル荷重およびアキシャル荷重の両方を受けるものとし、その内輪、外輪を軸及びハウジングに固定し、他の軸受は自由側軸受として、軸方向に移動できるようにして、ラジアル荷重のみ負荷させる構造とする。したがって、非分離形軸受（内輪と外輪が分離しない形式の軸受）を自由側軸受として使用する場合には、ハウジングと外輪はすきまばめとし、軸受が軸方向に移動できる構造にする必要がある。（図8-6）

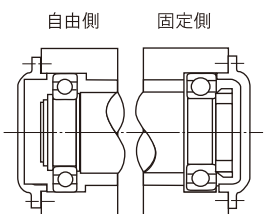


図 8-6

自由側軸受はハウジングと外輪のはめあいをすきまばめとする。

- (2) 軸受の間隔が短くて、熱膨張の影響が少ないか、または軸方向の動きをあまり問題にしない場合には、2個の非分離形軸受を使用することがある。このときは両側の軸受の側面に適当なすきまを与える。（図8-7）

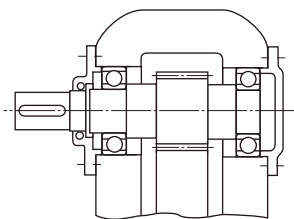


図 8-7

又、軸受の間隔が短くても、振動や音の問題がある場合は片側軸受の外輪側面と軸受押えとの間にウェーブワッシャ又は、皿ばね等を配し、予圧荷重をかけ軸受内部すきまをなくして使用することもある。（標準モータ等）（図8-8）

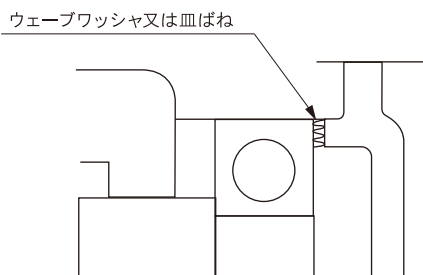


図8-8

- (3) 単列アンギュラ玉軸受等は2個対応又は複数個組合わせて使用する場合が多い。軸受間隔が大きいときは温度上昇によって軸の伸縮による寸法変化がきわめて大きくなるので図8-9のように2個の軸受を組み合わせるとして固定側とし、他の軸受を自由側とする。図8-9は自由側に深溝玉軸受を使用し、軸受外輪とハウジングとのはめあいをすきまばめとし、外輪外径とハウジングの間で軸伸びをアキシャル方向に逃がし移動させる方式である。

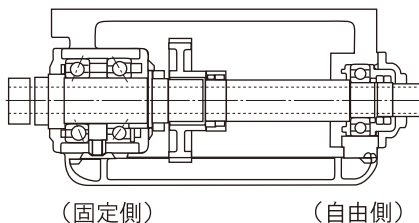


図8-9

9. 軸受の潤滑

9-1 潤滑の目的

転がり軸受の潤滑の目的は、軸受内部の摩擦と摩擦を減らし焼付きを防止することである。

潤滑の方法、潤滑剤の適、不適は転がり軸受の性能や、寿命などに大きな影響をおよぼす。

潤滑の効用は次のとおりである。

- (1) 摩擦及び摩擦の減少
軌道輪と転動体及び保持器の各部の接触面を潤滑し、摩擦・摩擦を減少させる。
- (2) 疲れ寿命の延長
転がり接触面が十分に潤滑されているときは寿命は長くなる。
- (3) 摩擦熱の冷却と除去
循環給油などでは摩擦により発生した熱を搬出、冷却し温度上昇をおさえ、且つ潤滑油の劣化を防ぐ。
- (4) 防塵、防錆作用
異物の侵入防止、さびや腐食の防止。

9-2 潤滑方法

軸受の潤滑方法は、グリース潤滑と油潤滑に大別される。いずれの潤滑方法にも得失があるため、軸受の使用条件、使用目的に合った潤滑方法を選定しなければならない。

表 9-1 グリース潤滑と油潤滑の選定指針

項目	グリース潤滑	油潤滑
潤滑性能	良い	非常に良い
回転速度	低速～中速	高速可（給油法により制限有）
ハウジング構造 密封構造、保守	簡略化可能	複雑で油漏れ及び保守に注意を要する
冷却効果	なし	循環給油などで効果あり
潤滑剤の交換	やや複雑	比較的容易
じんあいのろ過	困難	容易（循環給油でろ過）
環境汚染	漏れによる汚染少ない	汚染を嫌う用途には不向き

9-3 グリース潤滑

グリースは取扱いが容易で、通常一度の充填で長期間補給しなくてもよく、且つ密封装置も比較的簡単な構造でできるため転がり軸受の潤滑にもっとも多く用いられている。

グリース潤滑の方法には下の方法がある。

- (1) あらかじめグリースを封じた密封形（シール、シールド形）軸受
- (2) 開放形軸受を使用し、ハウジング及び軸受内部に適量グリースを充填し一定期間毎に補給又は交換する方法。

9-3-1 グリースの充填量

- (1) 密封形（両シール、両シールド形）軸受には軸受メーカーでグリースを封入し出荷されている。封入量は通常軸受空間容積の20～30%封入されている。
- (2) ハウジング内へのグリース充填量は軸受の使用条件、ハウジングの構造や空間容積によって異なるが、一般的には空間容積の1/3～1/2程度の量を充填する。グリースの充填量が多すぎると、攪拌により発熱し、グリースの劣化、軟化、しいては軸受の損傷に至る場合があり注意すること。

9-3-2 グリースの補給・交換

一般の使用条件では、グリースは一度充填すれば長期間補給しなくてもよいが、使用条件(特に使用温度、環境、グリースの種類など)及び、運転条件により定期的にグリースを補給、又は交換しなければならない。

グリース補給に当っては、劣化したグリースが新しいグリースに確実に置き換えられること、且つ補給量を適正值に管理しなければならない。

グリースの補給を適切に行う方法として、その1例を図9-1に示す。

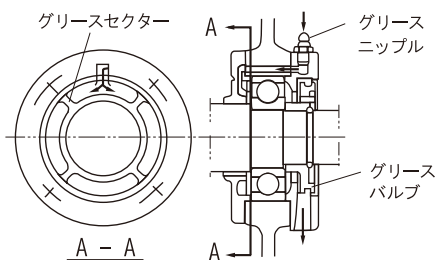


図9-1 グリース補給方法例

この方法は、グリースセクターとグリースバルブを併用したもので、補給側のハウジング空間をグリースセクターによって数箇所仕切っておき、1箇所の仕切り内にだけ充填したグリースが軸受内部に適正量だけ流入するようにする。軸受内部の旧グリースが押し出され、グリースバルブによってハウジングの外へ排出される。

補給グリースは同じ銘柄のものを使用するのが望ましい。(異質のグリースは不可)

9-3-3 グリースの補給間隔

転がり軸受用のグリースでも、使用時間の経過とともに性状は劣化し、潤滑機能が低下するので使用条件により、たびたびグリースを補給しなければならない場合もある。

通常の運転状態のもとでの補給時間の目安を図9-2に示す。この値は軸受温度が70℃以下の場合に適用し、温度が85℃では1/2、100℃で1/4程度になる。

9-3-4 潤滑グリース

グリースは基油、増ちょう剤及び添加剤からなる半固体状の潤滑材である。グリースの潤滑性能は基油、増ちょう剤及び添加剤の種類や組合せにより決まる。一般的なグリース種類(リチウム及び非石けん基グリースのみ抜粋)とその特徴を表9-2に示した。又、一般的によく使用されているグリース銘柄と性状、特性を表9-2に参考として示した。

同種類のグリースでも銘柄により、性能が大きく異なることがあるので、グリースの選定に当ってはグリースメーカーの性状データや、グリースメーカーの見解を確認し決めて下さい。

(1) 基油

グリースの基油には鉱油が多く使用されているが、低温や高温などの特殊性能が要求される場合には、ジエステル、シリコン油、ふっ素油などの合成油も用いられる。グリースの潤滑性能は基油により決まるので、基油粘度を重視しなければならない。

一般に低粘度基油のグリースは低温・高速性能に優れ、高粘度基油のグリースは高温・高荷重の用途に適している。

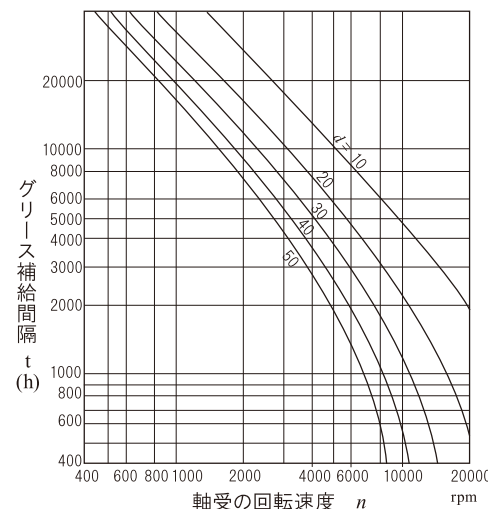


図9-2 ラジアル玉軸受 グリースの補給間隔

表 9-2 グリースの銘柄と性状表

メーカー名	グリース銘柄	外観・色相	増ちょう剤	基油	基油粘度 ℃ mm ² /s	ちょう度	滴点 ℃	使用温度 範囲 ℃	グリースの適正							特性
									音質	耐水性	高速回転	高温寿命	耐寒性	耐荷重	低トルク	
シェル石油	Gadus S2 V100 2 (RLQ2)	なめらかなバター状 こはく色	リチウム	鉱油	40 75.1	266	195	-25 ~ 120	○	○					○	軸受用汎用グリース
	シェルアルバニヤグリース S2	淡褐色	リチウム	鉱油	40 131	283	181	-25 ~ 120	○	○						工業用万能グリース
	シェルアルバニヤグリース S3	淡褐色	リチウム	鉱油	40 131	242	182	-20 ~ 135	○	○		○				工業用万能グリース
	シェルアルバニヤ EP グリース 2	なめらかなバター状 茶褐色	リチウム	鉱油	40 220	284	184	-20 ~ 110		○				◎		工業用汎用極圧 グリース
協同油脂	マルテンブ SRL	淡褐色 粘ちよう状	リチウム	ポリオールエステル +ジエステル	40 26	250	190	-50 ~ 150	◎	○		○	○		○	高温度範囲用グリース
	マルテンブ PS No2	白色 粘ちよう状	リチウム	ジエステル+精製鉱油	40 15.9	275	195	-50 ~ 130		○	○				○	低温、低トルクグリース
エクソンモービル	ユニレックス N3	緑色	リチウム・ コンプレックス	鉱油	40 115	230	260 以上	-30 ~ 160		◎	○	○				高温用グリース
	ビーコン 325	黄褐色	リチウム	ジエステル油	40 12	285	180	-54 ~ 120		○	○	○	○		○	低温、低トルクグリース
NOKクレーパー	BARRIERA L 55/2 H1	白色	PTFE	フッ素油		280		-30 ~ 260		○	○	○				高温用グリース

(2) 増ちょう剤

グリースの増ちょう剤には、リチウム、ナトリウム、カルシウムなどの金属石けん基が主として使用されている。その他用途により、シリカゲル、ベントンの無機質増ちょう剤、あるいはウレア、フッ素化合物などの有機質増ちょう剤よりなる非石けん基増ちょう剤が使われる。

グリースの機械安定性、耐熱性、耐水性、など特性は主として増ちょう剤により定まる。

増ちょう剤と滴点とは密接な関係があり、一般的には滴点の高いグリースは使用可能上限温度が高い。耐熱性については基油の耐熱性も考慮しなければならない。

グリースの耐水性は増ちょう剤の耐水性により定まる。ナトリウム石けんやナトリウム石けんを含む混合基グリースは耐水性が劣り、水のかかる箇所や湿度の高い箇所では乳化するので使用しない方がよい。

(3) 添加剤

グリースには用途に応じ、酸化防止剤、防せい剤、極圧剤、腐食防止剤などが添加されている。

重荷重や衝撃荷重条件では極圧添加剤入りグリースを選定し、長期間グリース補給をしないときには酸化防止剤入りグリースを選定する。

表9-3 グリースの種類と一般的性能

名称	リチウムグリース			非石けん基グリース (ノンソープグリース)	
増ちょう剤	リチウム 石けん			ウレア ベントン カーボンブラック ふっ素化合物 など	
基油	鉱油	ジエステル油	シリコン油	鉱油	合成油
滴点 °C	170 ~ 190	170 ~ 190	200 ~ 250	230以上	230以上
使用温度範囲 °C	-30 ~ +130	-50 ~ +130	-50 ~ +160	-10 ~ +130	-50 ~ +220
機械的安定性	優	良	良	良	良
耐圧性	良	可	不可	良	良
耐水性	良	良	良	良	良
用途	転がり軸受用として最も用途が広い			低温特性、摩擦特性に優れている。計器用や小形電動機用軸受に適する。	主として高温用に使用される。中、高温用に用いられる。低溫用、高温用として用いられる。ふっ素化合物は耐薬品性、耐溶剤性に優れている。

(4) ちょう度

ちょう度はグリースの硬さを示す値であり、使用中の流動性を表す目安となる。

ちょう度は規定重量の円すい形のコーンが規定された時間(5秒間)に自重でグリースの中に侵入した深さ(1/10mm単位)で表し、数値が大きいほど軟らかい。

転がり軸受の潤滑には、普通 NLGI ちょう度 No2. または3が用いられる。

グリースのちょう度と使用条件との関係を表9-4に示す。

表9-4 グリース ちょう度と使用条件

NLGI ちょう度番号	ASTM(JIS)ちょう度 (25°C, 60回講和)	使用条件・用途
0	355~385	集中給脂用
1	310~340	集中給脂用、低温用
2	265~295	一般用、密封玉軸受用
3	220~250	一般用、高温用
4	175~205	特殊用途

(5) 異種グリースの混合

グリースを補給するとき、銘柄の異なるグリースを混合してはならない。異種類の増ちょう剤を使ったグリースを混合すると、グリースの構造を破壊することがある。

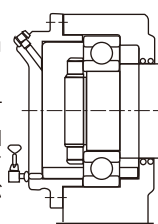
また増ちょう剤が同種類のもので、添加剤が異なるときは、お互いに悪影響を及ぼすことがある。

9-4 油潤滑

一般に油潤滑は、高速や高温下でグリース潤滑で対応できない場面でよく用いられる。主な油潤滑方法を下記に示す。

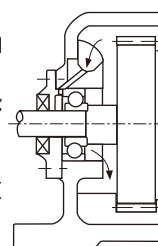
【油浴潤滑】

- 油潤滑で簡単な方法。低、中速回転で広く使用されている。
- 油面はオイルゲージを取付けて管理する。停止時の油面を横軸では転動体最下部中心、立軸では転動体が50~80%浸るようにする。



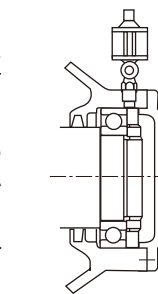
【飛沫潤滑】

- 軸受を直接油に浸さず、軸に取付けた回転体(歯車、羽根車など)で油をはね飛ばして飛沫にして給油する方法。
- 変速機等、歯車装置など広く使用されている。
- 比較的高速まで使用可能。



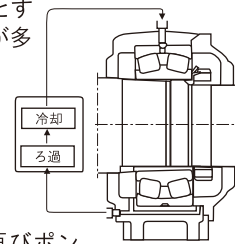
【滴下潤滑】

- 比較的高速回転の小形玉軸受などによく使用される方法。
- 右図に示すように可視式のオイルに油が貯蔵されている。
- 滴下する油量は上部のねじにより調整される。



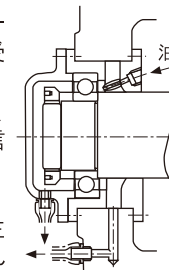
【循環給油】

- 高速や高温の使用条件に対して冷却を必要とする場合、循環給油が多く用いられる。
- 上部給油パイプからの油は軸受内部を通り熱を持ちさき、下部パイプからタンクに戻る。
- 冷却された油は再びポンプやフィルターを通り給油される。



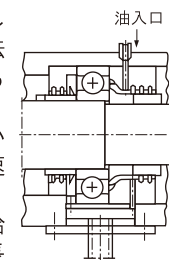
【ジェット給油】

- 軸受側面から潤滑油を一定の圧力で噴射し、軸受内部を貫通させる方法。
- 高速(dm・n値100万以上)、高温など過酷な条件で信頼性が高い。
- ジェットエンジン・ガスタービンや工作機械の主軸軸受などに使用される。



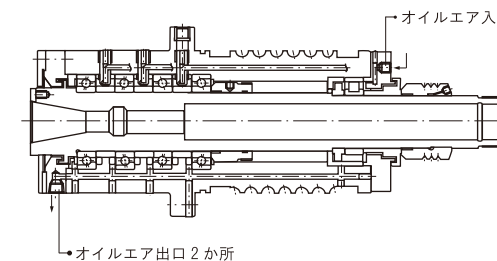
【噴霧給油】

- 空気で潤滑油を霧状にして軸受に吹きつける方法でオイルミスト潤滑法とも呼ばれている。
- 潤滑油が少量のため、かくはん抵抗が少なく、高速回転に適している。
- 常に新しい潤滑油が供給できるので軸受寿命を長くする。



【オイルエア給油】

- 微量の潤滑油を定量ピストンで間欠的に吐出し、ミキシングバルブによって圧縮空気の中に潤滑油を徐々に引き出し、連続的な流れとして軸受に供給する潤滑方法である。
- 油の微量管理が可能のため、最適油量にコントロールでき、発熱が少なく、高速回転に適している。
- 常に新しい油が供給されるため油の劣化を心配しなくてもよい。
- 工作機械の主軸に多く使用され、高速にも適す。



9-4-1 潤滑油

軸受の潤滑油には耐荷重性能、酸化安定性及び防せい性能の良い高度精製鉱油又は合成油が用いられている。

潤滑油の選定に当っては、運転温度において適切な粘度となる油の選定が重要である。粘度が低すぎると、油膜形成が不十分となり、早期異常摩耗や焼付きの原因となる。

逆に粘度が高すぎると、粘度抵抗が大きくなり、発熱したり動力損失が大きくなる。

一般的には荷重が大きいほど、軸受が大形になるほど高粘度油を用い、回転速度が速いほど、低粘度油を使用する。

普通の使用条件では、運転中の軸受周りの温度において、玉軸受の場合必要粘度は運転時の動粘度13mm²/s(13cst)以上を目安とする。

選定の参考として、潤滑油の温度と粘度との関係を図9-3に示す。

運転温度において適正な粘度をもつ潤滑油を選定するのに用いる。

表9-5に軸受使用条件に応じて潤滑油粘度の選定の目安を示す。

潤滑油として

- JIS K 2211(冷凍機油)
- JIS K 2213(タービン油)
- JIS K 2219(ギヤ油)
- JIS K 2238(マシン油)
- JIS K 2239(軸受油)

を基礎に油選定の基準を示す。

表9-5 油選定の基準

軸受の運転温度(°C)	dn値	潤滑油のISO粘度グレード(VG)		適用軸受
		普通荷重	重荷重または衝撃荷重	
-30 ~ 0	許容回転数まで	22 32	46	全種類
0 ~ 60	15000まで	46 68	100	全種類
	15000 ~ 80000	32 46	68	全種類
	80000 ~ 150000	22 32	32	スラスト玉軸受を除く
	150000 ~ 500000	10	22 32	単列ラジアル玉軸受 円筒ころ軸受
60 ~ 100	15000まで	150	220	全種類
	15000 ~ 80000	100	150	全種類
	15000 ~ 80000	68	100 150	スラスト玉軸受を除く
	15000 ~ 80000	32 46	68	単列ラジアル玉軸受 円筒ころ軸受
100 ~ 150	許容回転数まで	320		全種類
0 ~ 60	許容回転数まで	46 68		自動調心ころ軸受
60 ~ 100	許容回転数まで	150		

- 備考 1. 本表はJIS K 2001 工業用潤滑油粘度分類に基づいて油選定の指針を示したものである。
 2. 一般に重荷重、低速回転ほど、粘度の高い潤滑油を使用する。
 3. 本表の指針は、油浴式または、循環給油式について示したものである。

9-4-2 潤滑油の交換時期

油の交換時期は使用条件や油量などにより異なるが、油浴潤滑では油温が50°C以下の良好な条件で使用される場合には一年に1回程度の交換でよい。しかし油温が高い場合や、水分が入る場合やその他異物の混入などがある場合には、交換周期を短くする必要がある。

使用条件に応じ、定期的に潤滑油の潤滑性能、劣化状況などを点検してその装置又は、使用部位毎に交換時期を設定することが望ましい。

グリースの場合と同様銘柄の異なる油の混入は避けなければならない。

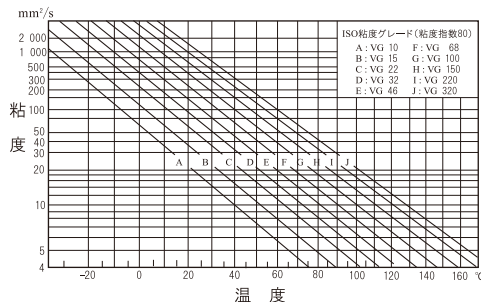


図9-3 潤滑油の粘度と温度との関係

10. 軸受材料

10-1 軌道輪及び転動体の材料

転がり軸受は、転動輪と転動体との接触面ですり摩耗を繰り返しながら滑りを伴う転がり接触をしている。且つ、高い精度を保持する必要がある。このため、軌道輪及び転動体の材料としては主として次に示すような特性が要求される。

- ① 転がり疲れ強さが大きいこと
- ② 硬さが高いこと
- ③ 耐摩耗性に優れていること
- ④ 寸法安定性がよいこと
- ⑤ 機械的強度が大きいこと
- ⑥ 加工しやすいこと

そのほか用途により耐衝撃性、耐熱性、耐食性なども要求される。

軌道輪及び転動体の材料として通常、高炭素クロム軸受鋼が用いられ、中形軸受以下の軸受にはSUJ2が使用される。その特徴を表10-1に示す。

その他特殊用途には、浸炭軸受用鋼、高速度鋼や耐食性の要求にはステンレス鋼SUS 440C(表10-2)が使用される。

表10-1 高炭素クロム軸受鋼の化学成分(主要成分)

規格	記号	化学成分%						
		C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo
JIS G 4805	SUJ 2	0.95~1.10	0.15~0.35	0.50以下	0.025以下	0.025以下	1.30~1.60	0.08以下

表10-2 転がり軸受用ステンレス鋼の化学成分(主要成分)

規格	記号	化学成分%						
		C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo
JIS G 4303	SUS 440C	0.95~1.20	1.00以下	1.00以下	0.040以下	0.030以下	16.00~18.00	0.75以下

表10-3 保持器用鋼板及び炭素鋼の化学成分(主要成分)

区分	規格	記号	化学成分%				
			C	Si	Mn	P	S
打抜き保持器用鋼板	JIS G 3141	SPCC	0.12以下	-	0.50以下	0.04以下	0.045以下

10-2 保持器材料

保持器は軌道輪及び転動体の両方、又はそのいずれか一方と滑り接触をしながら回転中に受ける振動や衝撃荷重に耐える強度を有し、摩擦が小さく、軽量で且つ運転中の温度に耐えることが要求される。

小形、中形軸受には通常、打抜き保持器用鋼板SPCC(表10-3)が用いられる。

用途によりオーステナイト系ステンレス鋼板SUS304が用いられる。

又、小径玉軸受、ミニチュア玉軸受や特殊用途に使用される軸受用保持器としてポリアミド樹脂(PA66)が使用される。PA66は軽量で耐食性があり、減衰性、潤滑性能にも優れている。但し、使用温度に限界がある。

11. 軸受の取扱い

11-1 取扱い上の一般的注意事項

転がり軸受は一般の機械部品と比べて精度が高く、機械の回転部分のうち最も重要な精密部品であるために取扱いにも特に慎重さが望まれる。いかに高性能の軸受を用いても取扱いを誤ると、機械精度の低下、寿命の低下、故障などが発生し所期の性能は得られない。

したがって、軸受の開包から取付け、機械稼働、運転まで十分注意して取扱わねばならない。

軸受の取扱い上の注意事項は次のとおりである。

- (1) 軸受及びその周辺を清浄にする。
どんなに小さいごみでも、軸受に悪影響を及ぼすので、ごみが入らないようにきれいにする。
- (2) 取扱いはていねいに行う。
取扱い中、軸受に衝撃を与えると、きず、圧こんやときには欠けたり、割れたりする。
- (3) 適切な取扱い治具を使う。
有り合わせの代用品をやめ、適切な用具を使う。
- (4) 軸受のさびびに注意する。
手の汗がさびの原因となるので清潔な手で扱うよう注意する。できれば、毛羽だちのしないきれいな手袋をするとよい。

11-2 軸受の保管

適切な防錆油を塗布した軸受は防錆紙等で包装して出荷されており、この包装に損傷がない限りある期間軸受の品質は保証されている。

しかし、長期間保管する場合は、湿度65%以下、温度20℃前後で、床面より30cm以上離れた棚に保管することが望ましい。

また直射日光の当たる場所や、冷たい壁と接する場所は避ける必要がある。

11-3 軸受の取付け

軸受の取付け良否は、機械の精度軸受の寿命等、性能に直接影響する。そのため取付け前に取付けに関し十分検討し、作業標準を作成し取付け作業を進めることが望ましい。

作業標準の項目は通常次のとおりである。

- (1) 軸受及び関係部品の洗浄方法
- (2) 関係部品の寸法精度及び仕上状態チェック
- (3) 取付方法及び取付け治具
- (4) 軸受取付け後のチェック
- (5) 潤滑剤の供給(注入方法、注入量)

11-3-1 軸受取付け前の注意事項

軸受を取扱う場所は清浄にし、取付治工具、作業台はきれいにする。

軸受は防錆処理をし包装されているので取付け直前まで開包しないこと。

一般にグリース潤滑の場合には、洗浄せずそのままグリースを充填する。シール・シールド軸受(片シール・片シールドは除く)はグリースが封入されており、グリースの封入はしなくてもよい。

グリース封入されているシール・シールド軸受は加熱や洗浄はしないこと。

高精度や高速で使用される場合は、きれいな洗浄油で洗い、軸受に塗布されているさび止め剤等を除去する。洗浄した軸受はそのまま放置しておくこととさびが発生しやすいので注意すること。

【軸】

軸を清浄にし、キズ、ばり、かえりやさびがないことを確認する。

軸受のはめあい部の寸法、精度(真円度、円筒度、肩部の直角度等)、粗さ及び軸の隅の丸みを確認する。

また、シールの当り面の精度・粗さの確認をする。

【ハウジング】

ハウジング内部に鋳物砂、削りくず、ラップ剤など異物等絶対に残さないよう清浄にする。

軸受外径とハウジング穴とのはめあいは、一般的にすきまばめの場合が多いがしまりばめとする場合がある。

すきまばめで且つ自由側とする場合は軸受がハウジングの中で軸方向に確実に動けることを確認すると同時に寸法、精度を確認する。

しまりばめで使用する場合は、外輪は内輪同様肉薄であり、ハウジング穴の真円度が悪いとそれなりに変形するので軸同様寸法、精度(真円度、円筒度、肩部直角度)、粗さ、隅の丸みを確認する。

また、プランマブロックのように二つ割で本体と蓋で組付けられるものは、ボルトを締め付ける前には真円でも締め付けたときだ円となることがあるので注意する必要がある。

【その他の部品】

軸受の取付けに必要な部品として、スリーブ、スペーシング、スリング、オイルシール、Oリング、軸ナット、座金、軸又は穴用止め輪などがある。これらの部品も十分に洗浄し、寸法や外観、特にねじ部のきず、ばり等ないか確認する必要がある。

【その他の注意事項】

軸ナットはナット側面がねじ面に対して正しく直角になっているか確認する。

もしこの面が傾いていると、締め付けたとき軸の曲り、軸の振れ、温度上のトラブルの原因となる。

11-3-2 軸受の取付け方法

軸受の取付け方法は軸受形式やはめあいの条件により異なる。

一般には軸回転の場合が多いので内輪にはしまりばめが必要である。円筒穴軸受ではプレスによる圧入や焼ばめによって取り付けることが多い。

ハウジングの取り付けは一般にすきまばめが多いがしまりばめの場合は通常プレスで圧入する。

(1) プレスによる圧入方法(しまりばめ)

小形軸受ではプレスによる圧入方法が広く使用されている。

図11-1に示すように内輪に当て金を当てて、軸の肩に内輪側面が密着するまでプレスで静かに押し込む、外輪に当て金を当てて内輪を取

り付けることは軌道輪に圧こんやきずをつける原因となるので絶対に避けなければならない。

作業を行うときははめあい面に油を塗布するとよい。

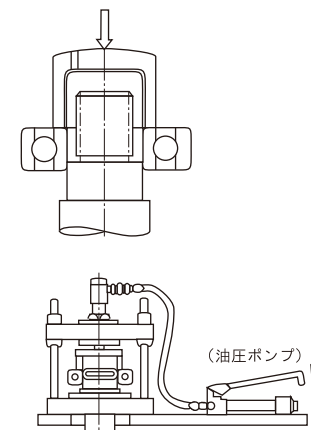


図 11-1

(2) ハンマーなどでたたいて取付ける方法

プレスが使用できずやむを得ずハンマーなどでたたいて取付ける場合にも当て金を内輪に当てて作業する。この方法はしばしば軸受損傷の原因となるので、しめしろが小さい場合のみにとどめておき、しめしろが大きい場合や、中形以上の軸受には用いない方がよい。

ハンマーでたたくとき、衝撃が大きくなりやすい鉄ハンマーを避け、銅ハンマー又は樹脂ハンマーを用いるとよい。

ハンマーで叩く

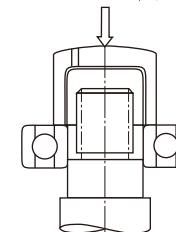


図 11-2

11-3-3 内輪・外輪非分離形軸受の取付け

深溝玉軸受のように、内輪・外輪が非分離形軸受で、内輪・外輪ともにしまりばめで、取り付ける場合には、図11-3に示すような当て金を用い、ねじや油圧で内輪・外輪を同時に押し込む。

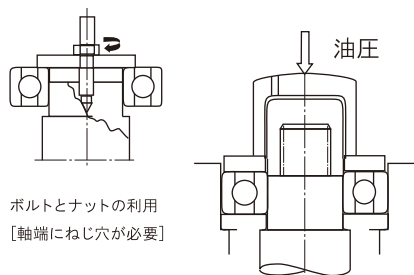


図11-3 内輪・外輪同時押込み

内輪・外輪を同時に取り付ける場合、ハンマーは使用してはいけない。油圧又はねじで静かに圧入する。

以上、軸受を取り付けるときの方法の場合も軸受に均一な力がかかるようにするため、下記のような当て金を用いて静かに圧入する。

このとき、当て金を外輪に当てて、内輪を圧入したり、内輪に当てて外輪を圧入してはならない。(図11-4)

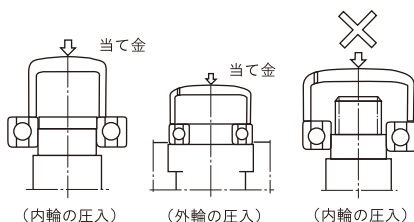


図 11-4

11-4 運転検査

軸受が正常に取り付けられているかどうか確認しなければならない。

(1) 手廻しによる回転検査

手廻しで円滑に回転するか確認する。

その調査項目は

- ① 引っ掛かりがないか
異物の侵入、きず、圧こん等による。
- ② 回転トルクむらがないか
取付け不良、取付け面の加工不良など。
- ③ トルク過大(重い)
すきま過小、取付け誤差、シールの摩擦など異常がなければ、動力による試運転を行う。

(2) 試運転による検査

動力運転は無負荷・低速から始動し、徐々に規定の条件に上げ、定格運転に入る。試運転時の調査項目は

- ① 異常音の有無
運転時の音は通常軸受の外輪外径面、またはハウジング表面で聴音棒や聴音器などで調べる。
高い金属音や異常音、不規則な音は異常を示すものであり、その原因としては潤滑不良、軸受自身の不具合、ごみ侵入、軸・ハウジングの不具合等がある。
- ② 軸受の温度上昇の推移
軸受の温度は通常軸受に近いハウジング外面に温度計を装着し測定するが、油穴等を利用し直接軸受の外輪の温度を測定できればより正確に測定することができる。
軸受温度は運転開始から徐々に温度上昇、通常1~2時間で定常状態になり安定するが何らかの不具合があると急激に温度上昇し、異常な高温となることがある。更に焼付きに至ることもある。
昇温の原因としては
 - ・ 潤滑剤の不適合又は過剰
 - ・ 軸受自身の不具合(軸受選定も含め)
 - ・ しめしる過多によるすきま過小
 - ・ 軸・ハウジングの精度不良又は取付け不良
 - ・ 密封装置の摩擦過大
 などが考えられる。

- ③ 軸受の振動の有無
- ④ 潤滑剤の漏れや変色

以上 試運転にて異常が見つかったら直ちに運転を停止し、機械を再点検し、必要があれば軸受を取外して点検する。

異常現象に関する推定原因と対策については表11-1を参考として下さい。

11-5 軸受の取外し

軸受の取外しは定期点検や軸受の取替えまたは、機械の故障が発生したときに行われる。

取外し後、その軸受を再使用する時、または軸受の状態を調査する場合には、取付け時と同様取外しも入念に行い、軸受及び各部品を損傷しないように注意しなければならない。特にしまりばめをした軸受の取外し作業は難しくなるので設計段階から容易に取外しができるような構造にすべく検討しておくことが必要である。

11-5-1 取外し前の事前準備

取外の実施に当たっては、次の項目について事前に準備しておくことよい。

- ① 軸受けの取外し方法・順序
- ② はめあい条件
- ③ 取外し治工具
プレス
特殊スパナ
プーラ及び特殊プーラ
取外し保持用具
その他

11-5-2 取外し前の調整

取外し前に機械の運転状態や機械の周囲の状況、特に異常がある場合はその状況を詳細にチェックしておき、次の改良につなげるようにまとめておくことが望ましい。

特に故障のときは取外し作業中に故障を解決するキーポイントが見つかることが多いので、取外しにあたっては次の点に注意し調査する必要がある。

- ① 潤滑油および潤滑油の残量(グリースの場合グリースの残量)汚染の程度(粘性・色相など)・・・サンプルを採集
- ② 軸受取付け状態の異常の有無(締め付ボルト、ナットの弛み、スリングとハウジングとの接触可否など)
- ③ 軸受内輪・外輪のはめあいの状態
- ④ 測定できれば組付け状態での軸受内部すきまの測定
- ⑤ 軸受の故障状態

11-5-3 円筒穴軸受の取外し

小・中形軸受の取外しには通常特殊スパナ、特殊プーラなどが多く用いられる。

大形軸受や軸受形式により、オイルインジェクションや誘導加熱方式などにより取外しが行われる。

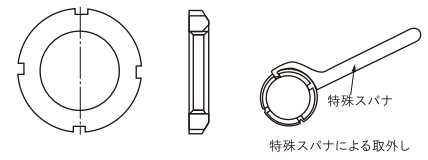
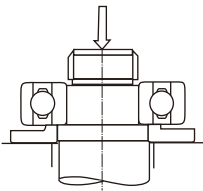
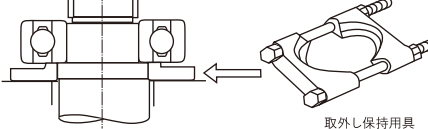
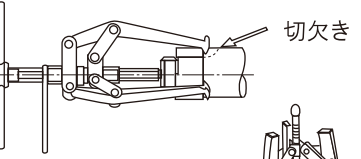
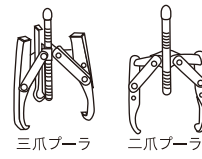
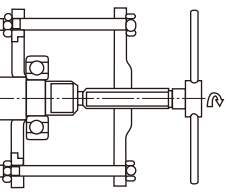
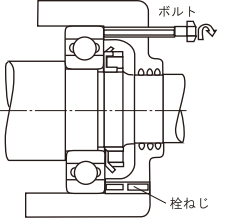
ここでは小・中形玉軸受の取外し方法について図11-5に示す。

非分離形軸受の取外しにはできるだけ転動体に外力が作用されないように取扱うことが大切である。

表11-1 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	規則音 (低い金属音)	きず音(リベット打ち音に類似) 錆音	異物により軌道面に生じた圧こん、錆、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
		圧こん音(濁ったサイレン音に類似)	ブリネリング(軌道面に転動体のピッチ間隔の圧こん)	軸受交換、取扱いに注意
		はくり音(ハンマーで叩いているような音)	軌道面のフレーキング	軸受交換
	不規則音	ごみ音(ガリガリという音-かわず音ともいう、音が出たり、消えたり)	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
		はめあい音(ゴロゴロという音やハンマーで叩いているような音)	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
		きず音、錆音、はくり音	玉のきず、フレーキング	軸受交換
	高い金属音	異常荷重、すきま過小	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	
		取り付け不良	軸、ハウジングの加工精度、取付け精度の改善、取付け方法の改善	
		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	
異常な温度上昇	潤滑剤の過多	潤滑剤を減らし適正化、硬めのグリース選択		
	潤滑剤の不足、不適	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		
	取り付け不良	軸、ハウジング加工精度、取付け精度の改善、取付け方法の改善		
	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・軸の振り廻り大	ブリネリング	軸受交換、取扱いに注意		
	フレーキング	軸受交換		
	取り付け不良	軸、ハウジングの肩の直角度、間座側面及びナット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		

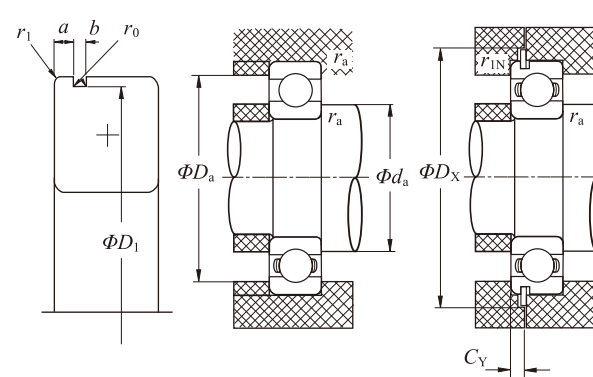
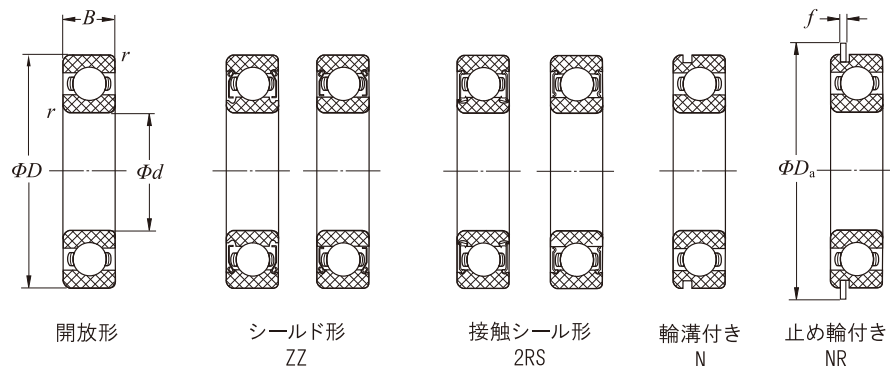
図 11-5 円筒穴軸受の取外し

内輪の取外し方法	解説
 <p>図11-5-1</p>	<ul style="list-style-type: none"> 軸用ナットに特殊スパナを用いて取外す方法(図11-5-1) プレスによる取外し方法(図11-5-2) プレスによって取抜くことができれば最も簡単である。このとき引抜力を内輪で受けるよう注意する。更に内輪の当て金として取外し保持用具(図11-5-3)を用意するとよい。 引抜治具による取外し方法 図11-5-4、図11-5-5、図11-5-6のような専用の引抜治具を用いて引抜く方法でよく利用されている。いずれも引抜治具の爪が内輪の側面に十分かかるようにしなければならない。そのため、軸の肩のところに引抜き治具の爪がかかるように切欠き溝を加工するなど工夫することが必要である。
 <p>図11-5-2</p>	
 <p>図11-5-3</p>	
 <p>図11-5-4</p>	
 <p>図11-5-5</p>	
 <p>図11-5-6</p>	
外輪の取外し方法	解説
 <p>図11-5-7</p>	<ul style="list-style-type: none"> しばりばめをした外輪を取外すには、図11-5-7に示すように、あらかじめハウジングに外輪押しボルト用ねじを円周上数か所に設けておき、ボルトを均等に締めながら取外す。

12. 深溝玉軸受寸法表

単列深溝玉軸受

内径 10 ~ 20mm



動等価荷重

$$P_r = XF_r + YF_a$$

$\frac{F_a}{C_{0r}}$	e	$\frac{F_a}{F_r} \leq e$		$\frac{F_a}{F_r} > e$	
		X	Y	X	Y
0.014	0.19				2.30
0.028	0.22				1.99
0.056	0.26				1.71
0.084	0.28				1.55
0.11	0.30	1	0	0.56	1.45
0.17	0.34				1.31
0.28	0.38				1.15
0.42	0.42				1.04
0.56	0.44				1.00

静等価荷重

$$P_{0r} = 0.6F_r + 0.5F_a$$

ただし、 $F_r > P_{0r}$ のときは、 $P_{0r} = F_r$ とする。

主要寸法 (mm)				基本定格荷重 (N) [kgf]				許容回転数 (rpm)		呼び番号					輪溝寸法 (mm)		止め輪寸法 (mm)		取付関係寸法 (mm)					(参考) 質量 (開放形) (g)					
d	D	B	r (最小)	C _r	C _{0r}	C _r	C _{0r}	開放形 Z・ZZ形	開放形 Z形	開放形	シールド形	シールド形	輪溝付き	止め輪付き	a (最大)	b (最小)	D ₁ (最大)	r ₀ (最大)	r ₁ (最小)	D ₂ (最大)	f (最大)	d _a (¹) (最小)	d _a (¹) (最大)		D _a (¹) (最大)	r _a (最大)	r _{1N} (最大)	D _X (最小)	C _γ (最大)
10	19	5	0.3	1600	750	163	76	34000	40000	6800	ZZ	2RS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	12	17	0.3	-	-	-	5.0
	22	6	0.3	2700	1270	275	130	32000	38000	6900	ZZ	2RS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	12.5	20	0.3	-	-	-	11.0
	26	8	0.3	4580	1980	467	202	31000	36000	6000	ZZ	2RS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	13	24	0.3	-	-	-	19.0
	30	9	0.6	5100	2380	520	243	24000	30000	6200	ZZ	2RS	N	NR	2.06	1.35	28.17	0.4	0.5	34.7	1.12	14	15	26	0.6	0.5	35.5	2.9	30.0
	35	11	0.6	7650	3480	780	355	22000	26000	6300	ZZ	2RS	N	NR	2.06	1.35	33.17	0.4	0.5	39.7	1.12	14	16	31	0.6	0.5	40.5	2.9	49.0
	12	21	5	0.3	1920	1040	196	106	32000	38000	6801	ZZ	2RS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14	14	19	0.3	-	-	-
24	6	0.3	3380	1480	345	151	30000	36000	6901	ZZ	2RS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14	14.5	22	0.3	-	-	-	13.0	
28	8	0.3	5100	2380	520	243	28000	32000	6001	ZZ	2RS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14	15	26	0.3	-	-	-	21.0	
32	10	0.6	6820	3050	695	311	22000	28000	6201	ZZ	2RS	N	NR	2.06	1.35	30.15	0.4	0.5	36.7	1.12	16	17	28	0.6	0.5	37.5	2.9	36.0	
37	12	1	9720	4230	991	431	20000	24000	6301	ZZ	2RS	N	NR	2.06	1.35	34.77	0.4	0.5	41.3	1.12	17	18	32	1	0.5	42.0	2.9	59.0	
15	24	5	0.3	2070	1180	211	120	28000	34000	6802	ZZ	2RS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17	17	22	0.3	-	-	-	8.0
	28	7	0.3	4000	2020	408	206	26000	30000	6902	ZZ	2RS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17	17	26	0.3	-	-	-	16.0
	32	9	0.3	5580	2850	569	291	24000	28000	6002	ZZ	2RS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17	18.5	30	0.3	-	-	-	26.0
	35	11	0.6	7650	3750	780	382	20000	24000	6202	ZZ	2RS	N	NR	2.06	1.35	33.17	0.4	0.5	39.7	1.12	19	20	31	0.6	0.5	40.5	2.9	46.0
	42	13	1	11500	5420	1173	553	17000	20000	6302	ZZ	2RS	N	NR	2.06	1.35	39.75	0.4	0.5	46.3	1.12	20	21.5	37	1	0.5	47.0	2.9	82.0
	17	26	5	0.3	2180	1280	222	131	26000	30000	6803	ZZ	2RS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19	19	24	0.3	-	-	-
30		7	0.3	4300	2320	438	237	24000	28000	6903	ZZ	2RS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19	19.5	28	0.3	-	-	-	18.0
35		10	0.3	6000	3250	612	331	22000	26000	6003	ZZ	2RS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19	21	33	0.3	-	-	-	39.0
40		12	0.6	9580	4780	977	487	17000	20000	6203	ZZ	2RS	N	NR	2.06	1.35	38.10	0.4	0.5	44.6	1.12	21	23	36	0.6	0.5	45.5	2.9	65.0
47		14	1	13560	6560	1383	669	15000	18000	6303	ZZ	2RS	N	NR	2.46	1.35	44.60	0.4	0.5	52.7	1.12	22	25	42	1	0.5	53.5	3.3	109.0
20		32	7	0.3	3450	2250	352	229	22000	26000	6804	ZZ	2RS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22	22.5	30	0.3	-	-	-
	37	9	0.3	6550	3600	668	367	19000	22000	6904	ZZ	2RS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22	23.5	35	0.3	-	-	-	36.0
	42	12	0.6	9380	5020	956	512	18000	20000	6004	ZZ	2RS	N	NR	2.06	1.35	39.75	0.4	0.5	46.3	1.12	24	25.5	38	0.6	0.5	47.0	2.9	69.0
	47	14	1	12840	6200	1309	632	15000	18000	6204	ZZ	2RS	N	NR	2.46	1.35	44.60	0.4	0.5	52.7	1.12	25	26.5	42	1	0.5	53.5	3.3	105.0
	52	15	1.1	15930	7810	1624	796	14000	17000	6304	ZZ	2RS	N	NR	2.46	1.35	49.73	0.4	0.5	57.9	1.12	26.5	28	45.5	1	0.5	58.5	3.3	142.0

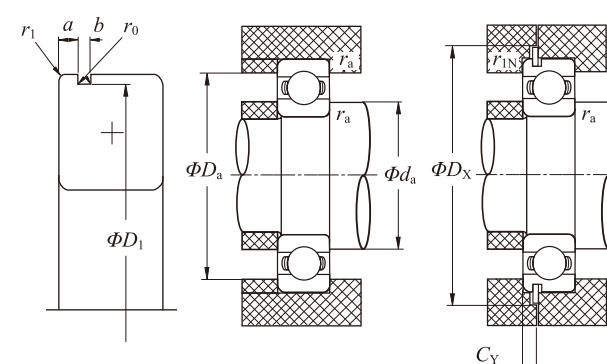
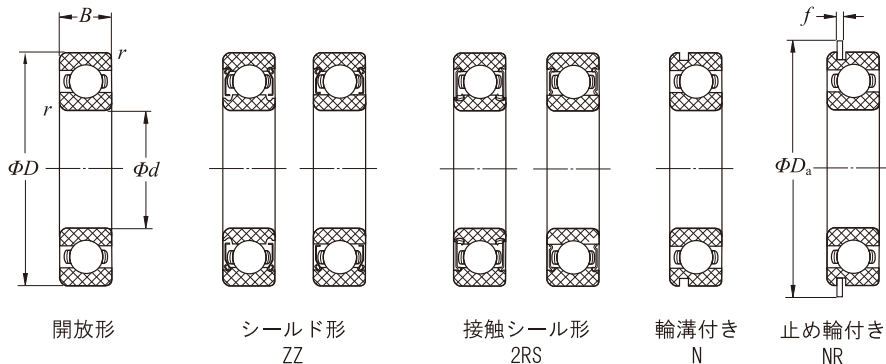
注 (1) 大きなアキシャル荷重がかかる場合には d_a 、 D_a は、内輪及び外輪の口元径と同一寸法まで採ることができる。

備考 1. 直径系列7(極薄肉)の軸受も制作できます。

2. 上記寸法表に記載されていない寸法を希望される場合は、サンヒルにご相談ください。

単列深溝玉軸受

内径 25 ~ 45 mm



動等価荷重

$$P_r = XF_r + YF_a$$

$\frac{F_a}{C_{0r}}$	e	$\frac{F_a}{F_r} \leq e$		$\frac{F_a}{F_r} > e$	
		X	Y	X	Y
0.014	0.19				2.30
0.028	0.22				1.99
0.056	0.26				1.71
0.084	0.28				1.55
0.11	0.30	1	0	0.56	1.45
0.17	0.34				1.31
0.28	0.38				1.15
0.42	0.42				1.04
0.56	0.44				1.00

静等価荷重

$$P_{0r} = 0.6F_r + 0.5F_a$$

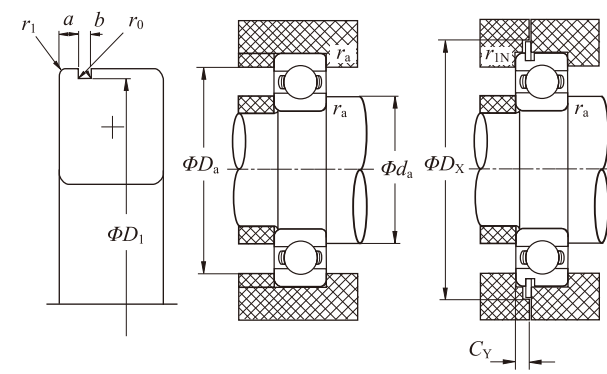
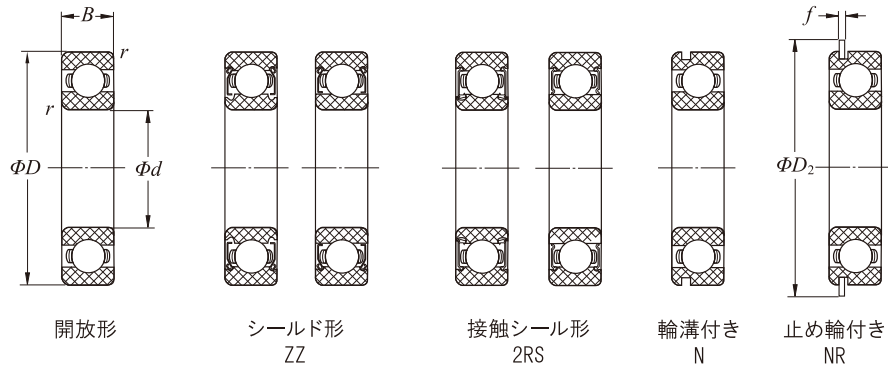
ただし、 $F_r > P_{0r}$ のときは、
 $P_{0r} = F_r$ とする。

主要寸法 (mm)				基本定格荷重 (N) / (kgf)				許容回転数 (rpm)		呼び番号					輪溝寸法 (mm)					止め輪寸法 (mm)		取付関係寸法 (mm)					(参考) 質量 (開放形) (g)		
d	D	B	r (最小)	C _r	C _{0r}	C _r	C _{0r}	開放形 Z・ZZ形	開放形	開放形	シールド形	シールド形	輪溝付き	止め輪付き	a (最大)	b (最小)	D ₁ (最大)	r ₀ (最大)	r ₁ (最小)	D ₂ (最大)	f (最大)	d _a (¹) (最小)	d _a (¹) (最大)	D _a (¹) (最大)	r _a (最大)	r _{1N} (最大)		D _X (最小)	C _Y (最大)
25	37	7	0.3	3700	2650	377	270	18000	22000	6805	ZZ	2RS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	27	27.5	35	0.3	-	-	-	22.0
	42	9	0.3	6650	4200	678	428	16000	19000	6905	ZZ	2RS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	27	28.5	40	0.3	-	-	-	42.0
	47	12	0.6	10060	5670	1026	578	15000	18000	6005	ZZ	2RS	N	NR	2.06	1.35	44.60	0.4	0.5	52.7	1.12	29	30	43	0.6	0.5	53.5	2.9	75.0
	52	15	1	14010	6980	1429	712	13000	15000	6205	ZZ	2RS	N	NR	2.46	1.35	49.73	0.4	0.5	57.9	1.12	30	32	47	1	0.5	58.5	3.3	125.0
	62	17	1.1	22400	11500	2284	1173	11000	13000	6305	ZZ	2RS	N	NR	3.28	1.90	59.61	0.6	0.5	67.7	1.70	31.5	35.5	55.5	1	0.5	68.5	4.6	229.0
	62	17	1.1	16200	10300	1652	1050	9500	12000	6306	ZZ	2RS	N	NR	3.28	1.90	68.81	0.6	0.5	78.6	1.70	36.5	40	65.5	1	0.5	80	4.6	340.0
30	42	7	0.3	4040	3140	412	320	15000	18000	6806	ZZ	2RS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	32	32.5	40	0.3	-	-	-	26.0
	47	9	0.3	7250	5000	739	510	14000	17000	6906	ZZ	2RS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	32	33	45	0.3	-	-	-	49.0
	55	13	1	13200	8250	1346	841	13000	15000	6006	ZZ	2RS	N	NR	2.08	1.35	52.60	0.4	0.5	60.7	1.12	35	36	50	1	0.5	61.5	2.9	90.0
	62	16	1	19500	11300	1988	1152	11000	13000	6206	ZZ	2RS	N	NR	3.28	1.90	59.61	0.6	0.5	67.7	1.70	35	38	57	1	0.5	68.5	4.6	205.0
	72	19	1.1	26700	15000	2723	1530	9500	12000	6306	ZZ	2RS	N	NR	3.28	1.90	68.81	0.6	0.5	78.6	1.70	36.5	40	65.5	1	0.5	80	4.6	340.0
	72	19	1.1	16200	10300	1652	1050	9500	12000	6306	ZZ	2RS	N	NR	3.28	1.90	68.81	0.6	0.5	78.6	1.70	36.5	40	65.5	1	0.5	80	4.6	340.0
35	47	7	0.3	4270	3590	435	366	14000	16000	6807	ZZ	2RS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	37	37.5	45	0.3	-	-	-	30.0
	55	10	0.6	8000	5670	816	578	12000	15000	6907	ZZ	2RS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	39	40	51	0.6	-	-	-	86.0
	62	14	1	16200	10300	1652	1050	11000	13000	6007	ZZ	2RS	N	NR	2.08	1.90	59.61	0.6	0.5	67.7	1.70	40	42	57	1	0.5	68.5	3.4	100.0
	72	17	1.1	25700	15300	2621	1560	9500	11000	6207	ZZ	2RS	N	NR	3.28	1.90	68.81	0.6	0.5	78.6	1.70	41.5	44.5	65.5	1	0.5	80	4.6	284.0
	80	21	1.5	33500	19200	3416	1958	8500	10000	6307	ZZ	2RS	N	NR	3.28	1.90	76.81	0.6	0.5	86.6	1.70	43	46	72	1.5	0.5	88	4.6	464.0
	80	21	1.5	16200	10300	1652	1050	9500	12000	6307	ZZ	2RS	N	NR	3.28	1.90	76.81	0.6	0.5	86.6	1.70	43	46	72	1.5	0.5	88	4.6	464.0
40	52	7	0.3	6350	5550	648	566	12000	14000	6808	ZZ	2RS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	42	42	50	0.3	-	-	-	34.0
	62	12	0.6	13700	10000	1397	1020	11000	13000	6908	ZZ	2RS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	44	45	58	0.6	-	-	-	112.0
	68	15	1	17000	11800	1734	1203	10000	12000	6008	ZZ	2RS	N	NR	2.49	1.90	64.82	0.6	0.5	74.6	1.70	45	47	63	1	0.5	76	3.8	190.0
	80	18	1.1	29510	18140	3009	1850	8500	10000	6208	ZZ	2RS	N	NR	3.28	1.90	76.81	0.6	0.5	86.6	1.70	46.5	50.5	73.5	1	0.5	88	4.6	366.0
	90	23	1.5	40500	24000	4130	2447	7500	9000	6308	ZZ	2RS	N	NR	3.28	2.70	86.79	0.6	0.5	96.5	2.46	48	53	82	1.5	0.5	98	5.4	636.0
	90	23	1.5	16200	10300	1652	1050	9500	12000	6308	ZZ	2RS	N	NR	3.28	2.70	86.79	0.6	0.5	96.5	2.46	48	53	82	1.5	0.5	98	5.4	636.0
45	58	7	0.3	6600	6150	673	627	11000	13000	6809	ZZ	2RS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	47	47.5	56	0.3	-	-	-	40.0
	68	12	0.6	14100	10900	1438	1111	9500	12000	6909	ZZ	2RS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	49	50	64	0.6	-	-	-	126.0
	75	16	1	21000	14800	2141	1509	9000	11000	6009	ZZ	2RS	N	NR	2.49	1.90	71.83	0.6	0.5	81.6	1.70	50	52.5	70	1	0.5	83	3.8	240.0
	85	19	1.1	31500	20400	3212	2080	7500	9000	6209	ZZ	2RS	N	NR	3.28	1.90	81.81	0.6	0.5	91.6	1.70	51.5	55.5	78.5	1	0.5	93	4.6	420.0
	100	25	1.5	53000	32000	5404	3263	6700	8000	6309	ZZ	2RS	N	NR	3.28	2.70	96.80	0.6	0.5	106.5	2.46	53	59.5	92	1.5	0.5	108	5.4	829.0
	100	25	1.5	16200	10300	1652	1050	9500	12000	6309	ZZ	2RS	N	NR	3.28	2.70	96.80	0.6	0.5	106.5	2.46	53	59.5	92	1.5	0.5	108	5.4	829.0

注 (1) 大きなアキシャル荷重がかかる場合には d_a 、 D_a は、内輪及び外輪の口元径と同一寸法まで採ることができる。

備考 1. 直径系列7(極薄肉)の軸受も制作できます。
2. 上記寸法表に記載されていない寸法を希望される場合はサンヒルにご相談ください。

単列深溝玉軸受
内径 50 mm



動等価荷重
 $P_r = XF_r + YF_a$

$\frac{F_a}{C_{0r}}$	e	$\frac{F_a}{F_r} \leq e$		$\frac{F_a}{F_r} > e$	
		X	Y	X	Y
0.014	0.19				2.30
0.028	0.22				1.99
0.056	0.26				1.71
0.084	0.28				1.55
0.11	0.30	1	0	0.56	1.45
0.17	0.34				1.31
0.28	0.38				1.15
0.42	0.42				1.04
0.56	0.44				1.00

静等価荷重
 $P_{0r} = 0.6F_r + 0.5F_a$
ただし、 $F_r > P_{0r}$ のときは、
 $P_{0r} = F_r$ とする。

主要寸法 (mm)				基本定格荷重 (N) (kgf)				許容回転数 (rpm)		呼び番号					輪溝寸法 (mm)					止め輪寸法 (mm)		取付関係寸法 (mm)						(参考) 質量 (開放形) (g)	
d	D	B	r (最小)	C _r	C _{0r}	C _r	C _{0r}	開放形 Z・ZZ形	開放形 Z形	開放形	シールド形	シールド形	輪溝付き	止め輪付き	a (最大)	b (最小)	D ₁ (最大)	r ₀ (最大)	r ₁ (最小)	D ₂ (最大)	f (最大)	d _a (¹) (最小)	d _a (¹) (最大)	D _a (¹) (最大)	r _a (最大)	r _{1N} (最大)	D _X (最小)		C _Y (最大)
50	65	7	0.3	6400	6200	653	632	9500	11000	6810	ZZ	2RS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	52	53	63	0.3	-	-	-	57.0
	72	12	0.6	14500	11700	1479	1193	9000	11000	6910	ZZ	2RS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	54	55.5	68	0.6	-	-	-	135.0
50	80	16	1	22000	16200	2243	1652	8500	10000	6010	ZZ	2RS	N	NR	2.49	1.9	76.81	0.6	0.5	86.6	1.7	55	57.5	75	1	0.5	88	3.8	260.0
	90	20	1.1	35000	23200	3569	2366	7100	8500	6210	ZZ	2RS	N	NR	3.28	2.7	86.79	0.6	0.5	96.5	2.46	56.5	60	83.5	1	0.5	98	5.4	459.0
	110	27	2	62000	38500	6322	3926	6000	7500	6310	ZZ	2RS	N	NR	3.28	2.7	106.81	0.6	0.5	116.6	2.46	59	66.5	101	2	0.5	118	5.4	1,060.0

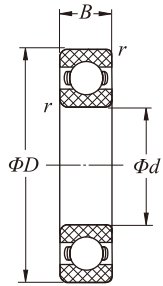
注 (1) 大きなアキシャル荷重がかかる場合には d_a 、 D_a は、内輪及び外輪の口元径と同一寸法まで採ることができる。

備考 1. 直径系列7(極薄肉)の軸受も制作できます。
2. 上記寸法表に記載されていない寸法を希望される場合はサンヒルにご相談ください。

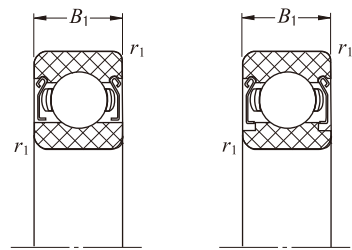
小径玉軸受・ミニチュア玉軸受

メートル系

内径 5 ~ 9 mm

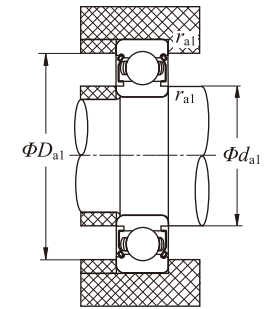
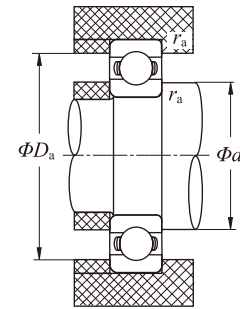


開放形



ZZ ZZ

両シールド形



d	主要寸法(mm)					基本定格荷重				許容回転数(rpm)		呼び番号		取付関係寸法						(参考) 質量 開放形 (g)
	D	B	r (最小)	B1	r1 (最小)	Cr (N)	C0r {kgf}	Cr {kgf}	C0r {kgf}	グリース潤滑 開放形 ZZ形	油潤滑 開放形	開放形	シールド形	da (最小)	da1 (最大)	Da (最大)	Da1 (最小)	ra (最大)	ra1 (最大)	
5	14	5	0.2	5	0.2	1330	550	136	56	40000	50000	605	605ZZ	6.6	6.9	12.4	12.2	0.2	0.2	5.0
	16	5	0.3	5	0.3	1880	680	192	69	36000	43000	625	625ZZ	7.0	7.5	14.0	13.8	0.3	0.3	5.0
	19	6	0.3	6	0.3	2880	1080	294	110	32000	40000	635	635ZZ	7.0	8.5	17.0	16.5	0.3	0.3	8.0
6	13	3.5	0.15	5	0.15	1080	440	110	45	40000	50000	686	686ZZ	7.2	7.4	11.8	11.7	0.15	0.15	2.6
	15	5	0.3	5	0.2	1880	680	192	69	40000	45000	696	696ZZ	7.6	7.8	13.4	13.3	0.2	0.2	4.3
	17	6	0.3	6	0.3	1510	740	154	75	38000	45000	606	606ZZ	8.0	8.2	15.0	14.8	0.3	0.3	6.0
	19	6	0.3	6	0.3	2220	910	226	93	32000	40000	626	626ZZ	8.0	8.5	17.0	16.5	0.3	0.3	8.0
	22	7	0.3	7	0.3	3300	1370	337	140	30000	36000	636	636ZZ	8.0	10.5	20.0	19.0	0.3	0.3	14.0
7	14	3.5	0.15	5	0.15	1170	510	119	52	40000	45000	687	687ZZ	8.2	8.5	12.8	12.7	0.15	0.15	2.9
	17	5	0.3	5	0.3	1610	710	164	72	36000	43000	697	697ZZ	9.0	10.0	15.0	14.8	0.3	0.3	4.8
	19	6	0.3	6	0.3	2220	910	226	93	36000	43000	607	607ZZ	9.0	9.1	17.0	16.5	0.3	0.3	7.0
	22	7	0.3	7	0.3	3320	1380	339	141	30000	36000	627	627ZZ	9.0	10.5	20.0	19.0	0.3	0.3	14.0
	26	9	0.3	9	0.3	4550	1970	464	201	28000	34000	637	637ZZ	9.0	11.3	24.0	21.1	0.3	0.3	25.0
8	16	4	0.2	5	0.2	1610	710	164	72	36000	43000	688	688ZZ	9.6	10.2	14.4	14.2	0.2	0.2	4.0
	19	6	0.3	6	0.3	2220	910	226	93	36000	43000	698	698ZZ	10.0	10.0	17.0	16.5	0.3	0.3	6.8
	22	7	0.3	7	0.3	3320	1380	339	141	34000	40000	608	608ZZ	10.0	10.5	20.0	19.0	0.3	0.3	12.0
	24	8	0.3	8	0.3	3350	1400	342	143	28000	34000	628	628ZZ	10.0	12.0	22.0	20.5	0.3	0.3	16.0
	28	9	0.3	9	0.3	4550	1970	464	201	28000	34000	638	638ZZ	10.0	12.8	26.0	22.6	0.3	0.3	29.0
9	17	4	0.2	5	0.2	1330	660	136	67	36000	43000	689	689ZZ	10.6	10.7	15.4	15.2	0.2	0.2	4.4
	20	6	0.3	6	0.3	2480	1090	253	111	34000	40000	699	699ZZ	11.0	11.6	18.0	17.2	0.3	0.3	8.5
	24	7	0.3	7	0.3	3350	1400	342	143	32000	38000	609	609ZZ	11.0	12.0	22.0	20.5	0.3	0.3	16.0
	26	8	0.3	8	0.3	4450	1950	454	199	28000	34000	629	629ZZ	12.1	12.8	22.0	22.8	0.3	0.3	20.0
	30	10	0.6	10	0.6	5100	2380	520	243	24000	30000	639	639ZZ	13.0	15.4	26.0	25.6	0.6	0.6	36.0

備考. 上記寸法表に記載されていない寸法を希望される場合は、サンヒルにご相談ください。

付表1. 軸の寸法許容差

径の区分 (mm)	軸受の平面 内平均内径 の寸法差 (0級) △dmp	f6	g5	g6	h5	h6	h7	js5	js6	j5	j6	j7	k5	k6	k7	m5	m6	n6	p6	r6	r7	軸受の平面内平均 内径の寸法差 (0級) △dmp	径の区分(mm)
																							を 超え
3	6	0 - 8	- 10 - 18	- 4 - 4 - 9 - 12	0 0 0 - 5 - 8 - 12	± 2.5	± 4	+ 3 + 6 + 8 - 2 - 2 - 4		+ 6 + 9 + 13 + 1 + 1 + 1	+ 9 + 12 + 4 + 4	+ 16 + 8	+ 20 + 12	+ 23 + 27 + 15 + 15	0 - 8	3	6						
6	10	0 - 8	- 13 - 22	- 5 - 5 - 11 - 14	0 0 0 - 6 - 9 - 15	± 3	± 4.5	+ 4 + 7 + 10 - 2 - 2 - 5		+ 7 + 10 + 16 + 1 + 1 + 1	+ 12 + 15 + 6 + 6	+ 19 + 10	+ 24 + 15	+ 28 + 34 + 19 + 19	0 - 8	6	10						
10	18	0 - 8	- 16 - 27	- 6 - 6 - 14 - 17	0 0 0 - 8 - 11 - 18	± 4	± 5.5	+ 5 + 8 + 12 - 3 - 3 - 6		+ 9 + 12 + 19 + 1 + 1 + 1	+ 15 + 18 + 7 + 7	+ 23 + 12	+ 29 + 18	+ 34 + 41 + 23 + 23	0 - 8	10	18						
18	30	0 - 10	- 20 - 33	- 7 - 7 - 16 - 20	0 0 0 - 9 - 13 - 21	± 4.5	± 6.5	+ 3 + 6 + 8 - 2 - 2 - 4		+ 11 + 15 + 23 + 2 + 2 + 2	+ 17 + 21 + 8 + 8	+ 28 + 15	+ 35 + 22	+ 41 + 49 + 28 + 28	0 - 10	18	30						
30	50	0 - 12	- 25 - 41	- 9 - 9 - 20 - 25	0 0 0 - 11 - 16 - 25	± 5.5	± 8	+ 6 + 11 + 15 - 5 - 5 - 10		+ 13 + 18 + 27 + 2 + 2 + 2	+ 20 + 25 + 9 + 9	+ 33 + 17	+ 42 + 26	+ 50 + 59 + 34 + 34	0 - 12	30	50						
50	80	0 - 15	- 30 - 49	- 10 - 10 - 23 - 29	0 0 0 - 13 - 19 - 30	± 6.5	± 9.5	+ 6 + 12 + 18 - 7 - 7 - 12		+ 15 + 21 + 32 + 2 + 2 + 2	+ 24 + 30 + 11 + 11	+ 39 + 20	+ 51 + 32	+ 60 + 71 + 41 + 41 + 62 + 73 + 43 + 43	0 - 15	50	80						

付表2. ハウジング穴の寸法許容差

径の区分(mm)	軸受の平面 内平均外径 の寸法差 (0級) △Dmp	F6	F7	G6	G7	H6	H7	H8	J6	J7	JS6	JS7	K5	K6	K7	M5	M6	M7	N5	N6	N7	P6	P7	軸受の平面 内平均外径 の寸法差 (0級) △Dmp	径の区分(mm)
																									を 超え
10	18	0 - 8	+ 27 + 34 + 16 + 16	+ 17 + 24 + 6 + 6	+ 11 + 18 + 27 0 0 0	+ 6 + 10 - 5 - 8	± 5.5	± 9		+ 2 + 2 + 6 - 6 - 9 - 12	- 4 - 4 - 0 - 12 - 15 - 18	- 9 - 9 - 5 - 17 - 20 - 23	- 15 - 11 - 26 - 29	0 - 8	10	18									
18	30	0 - 9	+ 33 + 41 + 20 + 20	+ 20 + 28 + 7 + 7	+ 13 + 21 + 33 0 0 0	+ 8 + 12 - 5 - 9	± 6.5	± 10		+ 1 + 2 + 6 - 8 - 11 - 15	- 5 - 4 - 0 - 14 - 17 - 21	- 12 - 11 - 7 - 21 - 24 - 28	- 18 - 14 - 31 - 35	0 - 9	18	30									
30	50	0 - 11	+ 41 + 50 + 25 + 25	+ 25 + 34 + 9 + 9	+ 16 + 25 + 39 0 0 0	+ 10 + 14 - 6 - 11	± 8	± 12		+ 2 + 3 + 7 - 9 - 13 - 18	- 5 - 4 - 0 - 16 - 20 - 25	- 13 - 12 - 8 - 24 - 28 - 33	- 21 - 17 - 37 - 42	0 - 11	30	50									
50	80	0 - 13	+ 49 + 60 + 30 + 30	+ 29 + 40 + 10 + 10	+ 19 + 30 + 46 0 0 0	+ 13 + 18 - 6 - 11	± 9.5	± 15		+ 3 + 4 + 9 - 10 - 15 - 21	- 6 - 5 - 0 - 19 - 24 - 30	- 15 - 14 - 9 - 28 - 33 - 39	- 26 - 21 - 45 - 51	0 - 13	50	80									
80	120	0 - 15	+ 58 + 71 + 36 + 36	+ 34 + 47 + 12 + 12	+ 22 + 35 + 54 0 0 0	+ 16 + 22 - 6 - 13	± 11	± 17		+ 2 + 4 + 10 - 13 - 18 - 25	- 8 - 6 - 0 - 23 - 28 - 35	- 18 - 16 - 10 - 33 - 38 - 45	- 30 - 24 - 52 - 59	0 - 15	80	120									
120	150	0 - 18	+ 68 + 83 + 43 + 43	+ 39 + 54 + 14 + 14	+ 25 + 40 + 63 0 0 0	+ 18 + 26 - 7 - 14	± 12.5	± 20		+ 3 + 4 + 12 - 15 - 21 - 28	- 9 - 8 - 0 - 27 - 33 - 40	- 21 - 20 - 12 - 39 - 45 - 52	- 36 - 28 - 61 - 68	0 - 18 0 - 25	120	150									

付表3. 硬さ換算表(参考)

ロックウェル Cスケール硬さ (1471N) {150kgf}	ピッカース硬さ	ブリネル硬さ		ロックウェル硬さ		ショア硬さ
		標準球	タングステン カーバイト球	Aスケール 荷重588.4N {60kgf} brale圧子	Bスケール 荷重980.7N {100kgf} 径1.588mm球 (1/16in)	
68	940	-	-	85.6	-	97
67	900	-	-	85.0	-	95
66	865	-	-	84.5	-	92
65	832	-	739	83.9	-	91
64	800	-	722	83.4	-	88
63	772	-	705	82.8	-	87
62	746	-	688	82.3	-	85
61	720	-	670	81.8	-	83
60	697	-	654	81.2	-	81
59	674	-	634	80.7	-	80
58	653	-	615	80.1	-	78
57	633	-	595	79.6	-	76
56	613	-	577	79.0	-	75
55	595	-	560	78.5	-	74
54	577	-	543	78.0	-	72
53	560	-	525	77.4	-	71
52	544	500	512	76.8	-	69
51	528	487	496	76.3	-	68
50	513	475	481	75.9	-	67
49	498	464	469	75.2	-	66
48	484	451	455	74.7	-	64
47	471	442	443	74.1	-	63
46	458	432	432	73.6	-	62
45	446	421	421	73.1	-	60
44	434	409	409	72.5	-	58
43	423	400	400	72.0	-	57
42	412	390	390	71.5	-	56
41	402	381	381	70.9	-	55
40	392	371	371	70.4	-	54
39	382	362	362	69.9	-	52
38	372	353	353	69.4	-	51
37	363	344	344	68.9	-	50
36	354	336	336	68.4	(109.0)	49
35	345	327	327	67.9	(108.5)	48
34	336	319	319	67.4	(108.0)	47
33	327	311	311	66.8	(107.5)	46
32	318	301	301	66.3	(107.0)	44
31	310	294	294	65.8	(106.0)	43
30	302	286	286	65.3	(105.5)	42
29	294	279	279	64.7	(104.5)	41
28	286	271	271	64.3	(104.0)	41
27	279	264	264	63.8	(103.0)	40
26	272	258	258	63.3	(102.5)	38
25	266	253	253	62.8	(101.5)	38
24	260	247	247	62.4	(101.0)	37
23	254	243	243	62.0	100.0	36
22	248	237	237	61.5	99.0	35
21	243	231	231	61.0	98.5	35
20	238	226	226	60.5	97.8	34
(18)	230	219	219	-	96.7	33
(16)	222	212	212	-	95.5	32
(14)	213	203	203	-	93.6	31
(12)	204	194	194	-	92.3	29
(10)	196	187	187	-	90.7	28
(8)	188	179	179	-	89.5	27
(6)	180	171	171	-	87.1	26
(4)	173	165	165	-	85.5	25
(2)	166	158	158	-	83.5	24
(0)	160	152	152	-	81.7	24

WE PRODUCE CUSTOM DESIGNED BEARINGS !

お客様のニーズにお応えしたく、
 長年の経験・能力をフルに活用いたしました。
 お客様との質の高いコミュニケーションを経て、
 そのニーズに合致させた特徴ある製品を
 生産いたします。



樹脂巻プーリー



ウレタン巻ベアリング



特殊形状ベアリング

THE CUSTOM

 DESIGNED
 BEARINGS

WHAT IS CUSTOM DESIGNED BEARINGS ?

「**もの**の形を売るのはなく、

ものの生命を買っていただきます」

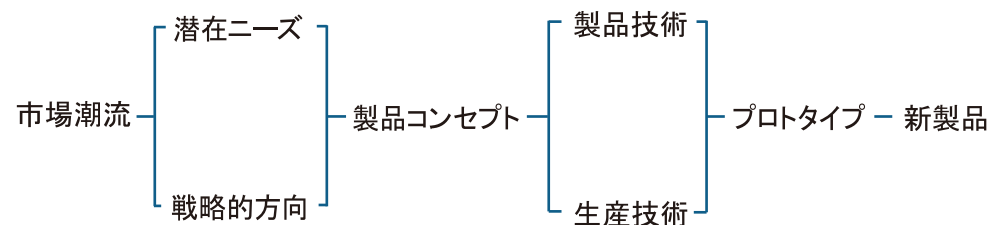
弊社技術者が製品設計段階よりお客様の開発協議に参加させて頂き、特徴ある機能を持つベアリングを提案開発製造、販売致します。

お客様の要望により構想設計製造されるベアリングをサンヒルでは「CUSTOM DESIGNED BEARINGS」と呼んでおります。

その姿、形はお客様の要望により変化を生じ、機能である生命を加味されつつ改善されていきます。それは、いつともその形が留まるものではなく、改善進化をしていきます。「CUSTOM DESIGNED BEARINGS」はいつもニーズに向かってお客様へご提案致します。

Solutions For All Your Needs

製品開発プロセス



市場調査 市場や販売先から情報を収集し、製品の改良および新製品の開発に役立てます。

企画提案 新製品のコンセプトを提案し、市場の反応・コスト・分析・他社との区別等を明瞭化します。

製造設計 新製品のコンセプトを具現化する設計・デザイン作業をします。

試作 ディスカッションを重ねながら、より細かい部分に注意を払い品質のすぐれた製品提供の実現をはかります。

量産 多種少量から大量生産まで、ニーズに応じた工程管理を実現し生産体制を築きます。

販売 俊敏で確かなサービスを心がけ、全国に幅広い販売網を手掛けています。

Solutions For All Your Needs

株式会社 サンヒル
〒515-0834 三重県松阪市岡山町1-3
1-3, Okayama-cho, Matsusaka-city, Mie, Japan
TEL:0598-58-0131 / FAX:0598-58-0130
E-mail:sales-info@sunhill.co.jp
URL:www.sunhill.co.jp



ISO-9001 認証取得
株式会社 サンヒル
JQA-QMA13924

無錫勝喜路機械有限公司
Wuxi Sunhill Machinery Co., Ltd.
〒214124 中華人民共和国 江蘇省無錫市無錫經濟開發区高運路18号
TEL:86-510-6893-2022 / FAX:86-510-6893-2055
E-mail:sales@sunhillchina.com
URL:www.sunhillchina.com



SUNHILL VIETNAM CO., LTD
Vinh Cuong 3B Factory, Road No. 05, An Phuoc Industrial Zone, An Phuoc Ward,
Long Thanh District, Dong Nai Province
TEL:84-251-3686659 / FAX:84-251-3686660

Sunhill America, LLC
5300 Broadmoor Ave. SE Suite B, Grand Rapids,
Michigan, USA 49512
TEL:1-866-673-3750 / FAX:1-866-673-3731 (USA Toll Free)
TEL:1-616-249-3600 / FAX:1-616-608-0826 (International)
E-mail:sales.info@sunhillamerica.com
URL:www.sunhillamerica.com

Siam High-tech Link Co., Ltd.
タイ 総代理店
87 M.1 Grand Sukkumvit Bangna Trad Km. 39,
T. Bang samak A. Bang pakong, Chachoengsao
24130

サンヒル代理店