

1. 転がり軸受の分類と特徴

1.1 構造

転がり軸受は、一般に図 1.1 (図 A ~ 図 H) に示すように、軌道輪 (内輪と外輪)、転動体 (玉またはころ) および保持器から構成されている。すなわち、内輪と外輪との間に数個の転動体が配置され、さらに、お互いに接触しないよう保持器によって一定の間隔を保ちながら円滑な転がり運動させるような構造になっている。

**軌道輪 (内輪と外輪) または軌道盤<sup>1)</sup> (軸またはハウジング)**

転動体が転がる表面を軌道面と呼び、軸受にかかる荷重をその接触面で支えている。

また、一般に内輪は軸と、外輪はハウジングとはめあいされて使用される。

注 1) スラスト軸受の軌道輪を軌道盤と呼び、内輪を軸軌道盤、外輪をハウジング軌道盤と呼ぶ。

**転動体**

転動体は大別すると玉ところになるが、ころはその形状により円筒ころ、針状ころ、円すいころ、およびたる形をした球面ころが一般的である。転動体と内輪、外輪の軌道面とは幾何学的には玉の場合は点、ころの場合は線で接触して、転動体はその軌道面上を理論的には転がり運動しながら公転している。

**保持器**

軸受にかかる荷重を直接受けることはなく、転動体を一定の間隔で正しい位置に保持するほか、軸受を取扱うときに転動体の脱落防止の役目ももっている。保持器には製造方法により打抜き(プレス)保持器、もみ抜き(削り出し)保持器、成形保持器などがある。

1.2 分類

転がり軸受はその構造上から、使用している転動体によって玉軸受、ころ軸受に大別される。玉軸受は軌道輪の形状により深溝玉軸受、アンギュラ玉軸受に分けられ、ころ軸受はころの形状により円筒ころ軸受、針状ころ軸受、円すいころ軸受、自動調心ころ軸受に分けられる。機能上から、負荷する荷重の方向によって、主としてラジアル荷重を受けるラジアル軸受と、アキシアル荷重を受けるスラスト軸受に分けることもできる。さらに、転動体の列数によって単列、複列、4列軸受など

に、また、内輪と外輪が分離できる分離形軸受と分離できない非分離形軸受とに区分することもある。工作機械用精密転がり軸受、特殊環境用軸受など特定用途のために設計された軸受や、リニアボール軸受、リニアローラ軸受、リニアフラットローラなどの直線運動軸受もある。転がり軸受の分類を図 1.2 に示す。詳細については、各軸受の紹介ページをご参照ください。

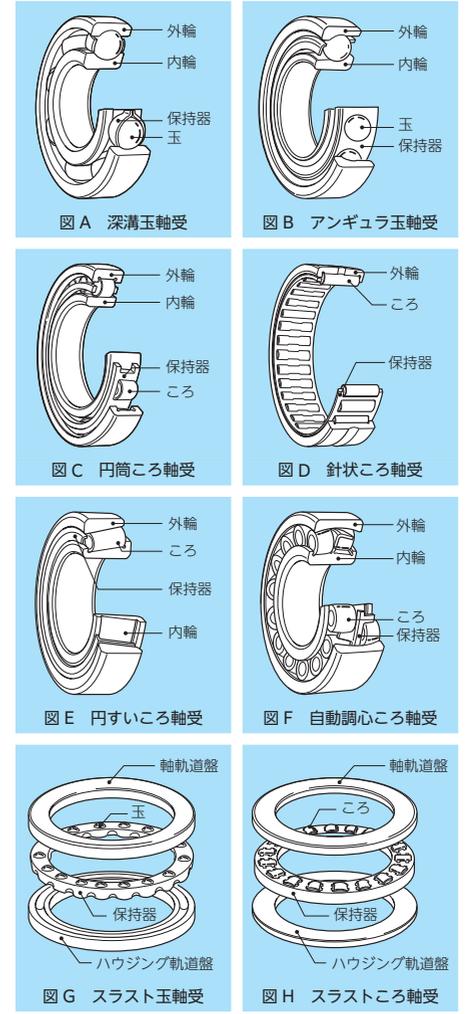


図 1.1 転がり軸受

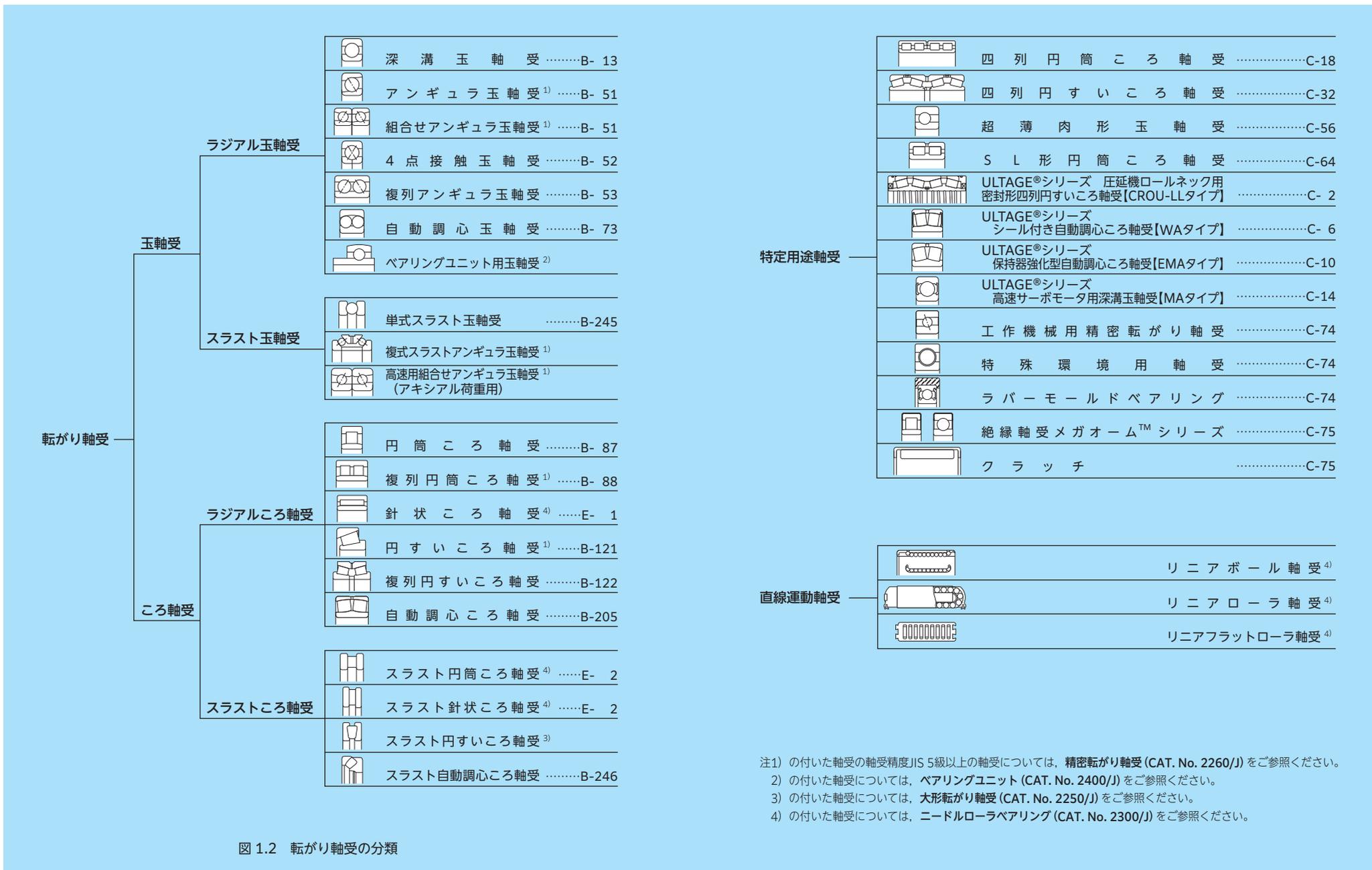


図 1.2 転がり軸受の分類

1.3 特徴

1.3.1 転がり軸受の長所

転がり軸受には多くの形式・種類があり、それぞれ固有の特徴をもっているが、転がり軸受共通の長所を滑り軸受と比較して挙げると次の通りである。

- (1) 起動摩擦係数が小さく、動摩擦係数との差が少ない。
- (2) 国際的に標準、規格が整えられており、互換性のある製品を容易に入手することができる。
- (3) 潤滑しやすく、潤滑剤の消耗も少ない。
- (4) 一般には、ラジアル荷重とアキシャル荷重を同時に1個の軸受で負荷することができる。
- (5) 高温または低温でも比較的容易に用いることができる。
- (6) 予圧することによって、軸受の剛性を高めることができる。

転がり軸受のそれぞれの詳しい形式・種類と特徴は寸法表解説をご参照ください。

1.3.2 玉軸受ところ軸受

玉軸受ところ軸受の比較を表 1.1 に示す。

表 1.1 玉軸受ところ軸受の比較

	玉軸受	ころ軸受
軌道輪との接触状況	 点接触 荷重を受けると接触面はだ円形となる。	 線接触 荷重を受けると接触面は一般に長方形となる。
特性	点接触のため、転がり抵抗が小さく、低トルク、高速使用に適している。また、音響にも優れている。	線接触のため、回転トルクは玉軸受より大きい、剛性が高い。
負荷能力	負荷能力は小さいが、ラジアル軸受ではラジアルおよびアキシャル両方向の荷重を受けることができる。	負荷能力が大きい。つば付き円筒ころ軸受では若干のアキシャル荷重も受けられる。円すいころ軸受では2個組合せにより大きな両方向のアキシャル荷重が受けられる。

1.3.3 接触角と軸受形式

軸受が荷重を負荷したとき、内輪、転動体、外輪の接触点を結ぶ直線がラジアル方向となす角を

接触角（図 1.3 参照）と呼ぶ。接触角が 45°以下ではラジアル荷重の負荷能力が大きいため、ラジアル軸受に分類し、45°を超えるとアキシャル荷重の負荷能力が大きくなるのでスラスト軸受としている。ラジアル軸受とスラスト軸受を一体化した複合軸受も製造している。

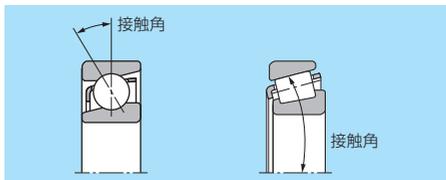


図 1.3 接触角

1.3.4 軸受にかかる荷重

転がり軸受にかかる荷重の種類を図 1.4 に示す。モーメント荷重は、偏心荷重やミスアライメントにより発生する。

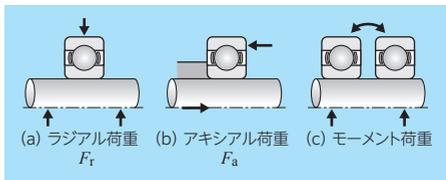


図 1.4 荷重の種類

1.3.5 標準軸受と特殊軸受

主要寸法および形式が国際的に標準化された標準軸受は、互換性のある製品を世界中で容易に、しかも経済的に調達することができるので、機械装置には標準軸受を用いて設計することが望ましい。

しかしながら、その機械の性質、用途、軸受に求められる機能によっては、標準寸法、形式とは異なった特殊軸受を用いることが望ましいこともある。特定用途軸受や機械装置の一部分を軸受と一体化したユニット軸受なども特殊軸受にあたる。代表的な標準軸受の特徴を以下に示す。

深溝玉軸受

最も一般的な軸受で種々の分野で幅広く使われている。この軸受には内部にグリースを封入し使い易くしたシールおよびシールド軸受がある。

また、外輪取付け時の位置決めを考慮した止め輪付き軸受、ハウジングの温度による軸受はめあい面の寸法変化を吸収する膨張補正軸受、潤滑油中のごみに強い TAB 軸受など種々の軸受がある。

表 1.2 密封玉軸受の構造

形式および記号	シールド形			
	非接触形 ZZ	非接触形 LLB	接触形 LLU	低トルク形 LLH
構造				

アングュラ玉軸受

内輪、玉、外輪の接触点を結ぶ直線がラジアル方向に対してある角度（接触角）をもっている。この角度は基本的に3種類の接触角で設計されている。

この軸受はアキシャル荷重が負荷できるが、接触角をもつため、1個では使用できず、対または、組合せで使用しなければならない。

また、内輪、外輪をそれぞれ一体化した複列アングュラ玉軸受もあり、これは 25°の接触角をもっている。

一方、一つの軸受で両方向のアキシャル荷重が受けられる4点接触軸受がある。ただし、負荷条件によっては、温度上昇、摩耗の問題が発生するので、注意が必要である。

表 1.3 接触角と記号

接触角と接触角記号	接触角		
	15°	30°	40°
接触角記号	C	A <sup>1)</sup>	B

注 1) 接触角記号 A は省略する。

表 1.4 複列アングュラ玉軸受の構造

形式および記号	開放形	シールド形 ZZ	非接触シールド形 LLM	接触シールド形 LLD
構造				

表 1.5 組合せアングュラ玉軸受の組合せ形式

組合せ形式	背面組合せ DB	正面組合せ DF	並列組合せ DT
構造			

ℓ：作用点間距離

円筒ころ軸受

転動体がころのため負荷能力が大きく、ころは内輪または外輪のつばで案内されている。内輪、外輪が分離できるので組立てがしやすく、いずれも固いはめあいをすることができる。また、内輪、外輪いずれかがつばのない形式では軸方向に自由に動くので、軸の伸びを吸収するいわゆる自由側軸受として使うのに最適である。一方、つばのある形式はころ端面とつばの間でわずかながらアキシャル荷重を受けることができる。さらに、アキシャル負荷能力を高めるためにつばならびにころ端面形状を考慮した HT 形、また、ラジアル負荷能力を高めるため内部設計を工夫した EA 形、E 形円筒ころ軸受もある。小径サイズは EA 形が標準である。

基本的な形式を表 1.6 に示す。

上記の他に、さらに、大きな荷重に適用するためにころを多列に並べた軸受、保持器をなくして総ころ形式にした SL 形軸受などもある。

表 1.6 円筒ころ軸受の形式

形式記号	NU 形	NJ 形	NUP 形
構造			
形式記号	N 形	NF 形	NH 形 (NJ+HJ)
構造			

円すいころ軸受

内輪、外輪の軌道面およびころの円すいの頂点が軸受の中心線上の一点で交わるように設計されている。このため、ころは軌道面上を内輪軌道面と外輪軌道面から受ける合成力によって、内輪たつばに押付けられて案内されながら転がる。

ラジアル荷重を受けるとアキシャル方向の分力が生じるので2個対応させて使用する必要がある。ころ付き内輪と外輪が分離するので、すきままたは予圧の状態での取付けが容易で便利であるが、組み込み後すきまの管理は難しいので注意が必要である。ラジアル荷重、アキシャル荷重とも大きな荷重を受けることができる。

NTNでは浸炭鋼（はだ焼鋼）にて長寿命化を図ったETA-などの軸受がある。なお、この他に2個の軸受を組合せた複列円すいころ軸受、さらに、四列円すいころ軸受などが重荷重用としてある。

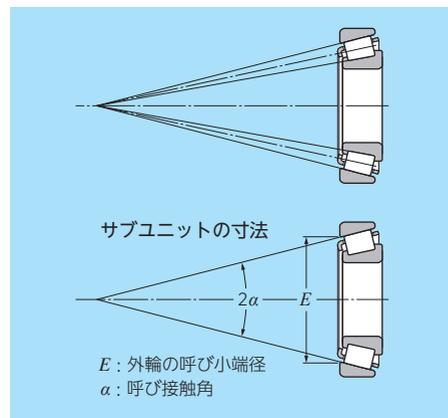


図 1.5 円すいころ軸受

自動調心ころ軸受

軌道面が球面をした外輪と2列のたる形転動体を擁する内輪をもった軸受で軸の傾きなどに対応する調心性をもっている。

内部設計の違いによりいろいろな形式の軸受がある。

内輪内径がテーパ穴をした軸受もあり、アダプタまたは取外しスリーブにて軸に容易に取付けら

れ、また、大きな荷重を受けられるので多くの産業機械に使われている。アキシャル荷重が大きくなると片列のころが無負荷となり、いろいろな弊害が起こるので使用条件に注意が必要である。

表 1.7 自動調心ころ軸受の形式

形式	ULTAGE® シリーズ		
	EAタイプ	EMタイプ	EMタイプ(大形サイズ)
構造			
形式	Bタイプ	Cタイプ	213タイプ
構造			

スラスト軸受

転動体の形状および用途によっていろいろな形式の軸受がある。

一般的に、許容回転速度は低く、また、潤滑には注意が必要である。

下記以外にも特定用途として種々のスラスト軸受がある。

表 1.8 スラスト軸受の形式

形式	単式スラスト玉軸受	スラスト針状ころ軸受
構造		AXK形 AS形軌道盤 GS, WS形軌道盤
形式	スラスト円筒ころ軸受	スラスト自動調心ころ軸受
構造		 調心角

針状ころ軸受

転動体としてのころが直径6mm以下で長さ直径3～10倍の小さな針状ころを用いた軸受である（JIS B 1506 転がり軸受—ころ）。転動体が針状ころであるため、断面高さが小さく、寸法の割には負荷能力が大きく、本数が多いことから剛性も高く、また、揺動運動に適した軸受といえる。

この軸受には非常に多くの種類があるが、ここでは代表的な形状のもののみ紹介する。詳細については、専用カタログ「ニードルローラベアリング (CAT. No. 2300/J)」をご参照ください。

表 1.9 針状ころ軸受の主な形式

形式	保持器付き針状ころ
構造	
形式	ソリッド形針状ころ軸受
構造	
形式	シェル形針状ころ軸受
構造	
形式	カムフォロア ローラフォロア
構造	

ベアリングユニット

玉軸受を種々の形状をした軸受箱の中に組み入れたユニット商品で、軸受箱を機械にボルト締めにより取付けるとともに、軸は止めねじで簡単に内輪に取付けることができる。

すなわち、軸受周りの設計が一切不要で、回転装置を支持することができる。軸受箱の形状によってピロー形、フランジ形などさまざまな形状の軸受箱が標準化されている。軸受外径部分は軸受箱内径部形状同様に球面形状をしているので調心性をもっている。

また、潤滑は軸受内にグリースが封入されており、二重シールにより防塵効果をもたせている。

詳細については、専用カタログ「ベアリングユニット (CAT. No. 2400/J)」をご参照ください。

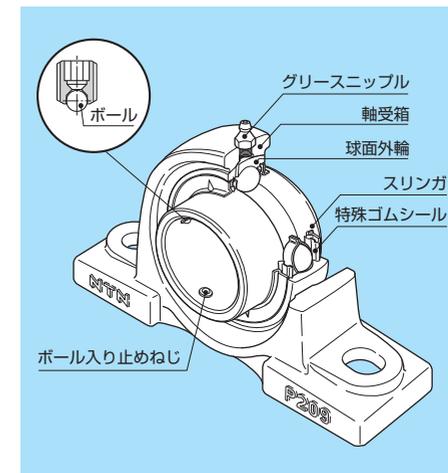


図 1.6 給油式ベアリングユニット