

NACHI
**TECHNICAL
REPORT**
Components

Vol. **27** B2
May/2014

機能部品事業

■ 新商品・適用事例紹介

小型ボールねじサポート用軸受
「XYシリーズ」

Ball Screw Support Bearings "XY Series"

〈キーワード〉 ボールねじ・高負荷容量・低トルク・小型化

軸受事業部／技術部

中村 陽一 Yoichi Nakamura

要 旨

ボールねじサポート用軸受は、工作機械やロボット、精密測定器、搬送装置などに多用されているボールねじのアキシャル荷重を受ける軸受である。

NACHIは、1982年にボールねじサポート用軸受を発売して以来、設計、製造面の改良を進め、工作機械向けの高剛性タイプボールねじサポート用軸受として「TABシリーズ」を、電動式射出成形機向けの高負荷容量タイプボールねじサポート用軸受として「TAFシリーズ」をラインナップしている。今般、小型ボールねじサポート用として新たに「XYシリーズ」を開発した。

Abstract

The ball screw support bearings are the bearings that carry the axial loads from ball screws mainly used in machine tools, robots, precision measuring equipment and conveyors. Since the launch of ball screw support bearings in 1982, NACHI has improved in designing and manufacturing of the bearings and has introduced the lineups of ball screw support bearings, "TAB Series" of high rigidity for machine tools and "TAF Series" of high-load capacity for electric injection molding machines. At this time, NACHI has developed "XY Series", Small Ball Screw Support Bearing.

1. ボールねじの使用用途と ボールねじサポート用軸受の ラインナップ

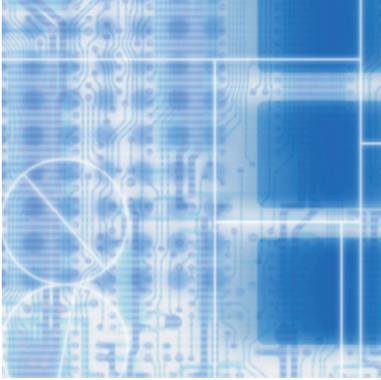
ボールねじの主な使用用途とサポート用軸受への要求性能、主に使用される軸受種別は以下のようなになる。(図1)

(1) 搬送装置、位置決めテーブル

搬送装置や位置決めテーブルに用いられるボールねじは、搬送物の送り荷重に相当する比較的軽荷重で用いられることが多い。そのため、軸受にはコンパクトであることや低トルクであることが要求される。サポート用軸受としては主に、内径50mm以下のAタイプ(接触角30°)またはBタイプ(接触角40°)の組み合わせアンギュラ玉軸受を用いることが多い。

(2) 工作機械

工作機械に用いられるボールねじは、主にテーブルの移動に用いられることが多く、位置決め精度や加工荷重を受けた際の変位を最小限にする高剛性が要求される。そのため、軸受にも高剛性が要求される。サポート用の軸受としては、主に専用の高剛性タイプのサポート用軸受が用いられ、NACHIでは「TABシリーズ」をラインナップしている。



(3) 射出成形機、プレス機

射出成形機やプレス機に用いられるボールねじは、搬送装置や工作機械に用いられるボールねじと比較し、著しく大きなアキシャル荷重を受けることになる。そのため、高アキシャル荷重下においても寿命を満足する高い負荷容量が要求される。サポート用の軸受としては、主に高負荷容量タイプのボールねじサポート用軸受やスラスト自動調心ころ軸受が用いられ、NACHIはボールねじサポート用軸受として「TAFシリーズ」、スラスト自動調心ころ軸受としては「Eシリーズ」、「EXシリーズ」をラインナップしている。

今般、(1)の搬送装置や位置決めテーブルにおいては、高速化、重荷重化が進み、通常のアンギュラ玉軸受では、転がり寿命や剛性性能が不足するケースが多くなっている。そのため、小型ボールねじのサポート用に最適化した小型ボールねじサポート用軸受「XYシリーズ」(図2)を新たに開発した。



図2 XYシリーズ

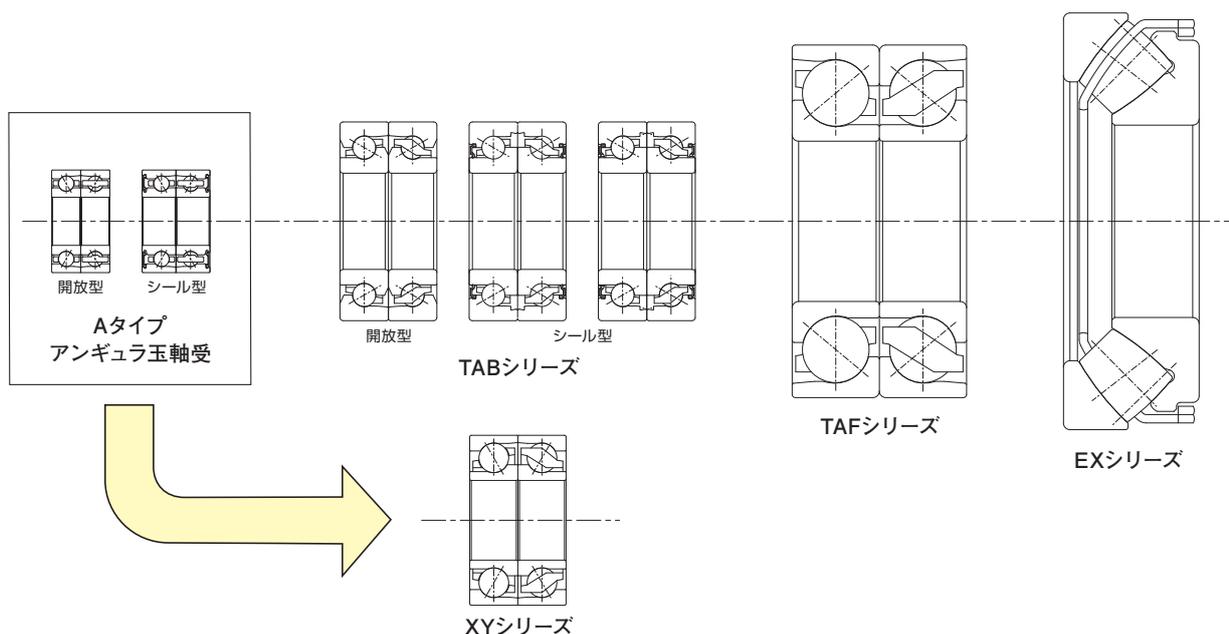


図1 ボールねじサポート用軸受ラインナップ

2. 小型ボールねじサポート用軸受「XYシリーズ」の特長

(1) 開発の狙い

前項にて述べたように、搬送装置や位置決めテーブルの高速化、重荷重化が進んだことより、通常のアンギュラ玉軸受では以下の性能が不足するケースが見られる。

- ・転がり寿命
- ・アキシャル限界荷重
- ・剛性

しかし、これらを満足するように軸受寸法を変更した場合、軸受周辺部品にも影響が生じることになり装置自体が大きくなってしまふ。そのため、従来使用されている小型アンギュラ玉軸受のサイズを維持したまま、不足する性能を補った新たな軸受が必要となる。

(2) 高負荷容量

転がり寿命延伸のためには、基本動アキシャル定格荷重の高容量化が必要である。

ボール径25.4mm以下のスラスト玉軸受における基本動アキシャル定格荷重は、以下の式1にて示される。

$$Ca = f \cdot Z^{2/3} \cdot Dw^{1.8} \dots\dots \text{式1}$$

- Ca : 基本動アキシャル定格荷重 [N]
- f : 材料、内部諸元から決まる定数
- Z : 玉数 [個]
- Dw : 玉の直径 [mm]

これらの各要素をみてみると、玉の直径の1.8乗に比例しているため、玉の直径を大きくすることが定格荷重増加に最も効果的であるといえる。

「XYシリーズ」では、Aタイプアンギュラ玉軸受に対し、鋼球径を大径化することで図3に示すように、定格荷重向上を図っている。また、転がり寿命は定格荷重の3乗に比例するため、Aタイプアンギュラ玉軸受に対し、1.5倍程度向上する。

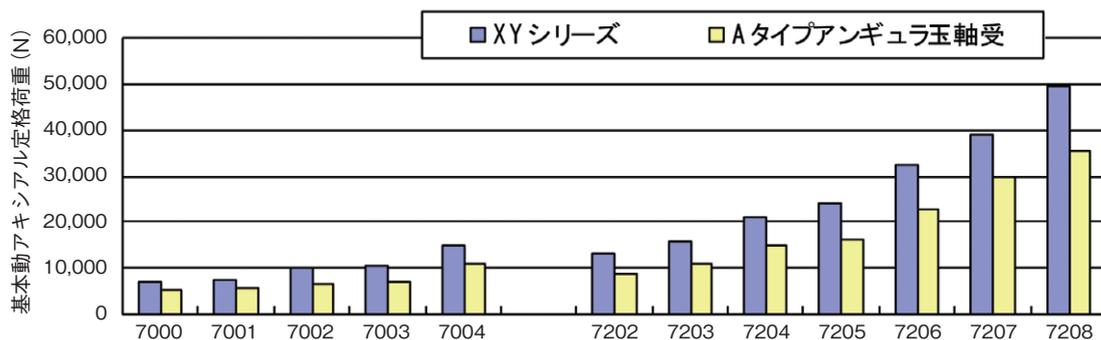


図3 Aタイプアンギュラ玉軸受と「XYシリーズ」の基本動アキシャル定格荷重

(3) アキシアル限界荷重

ボールねじサポート用軸受のように大きなアキシアル荷重を受ける軸受では、図4のように玉と軌道との接触楕円が過大になり、軌道面からはみ出すこと（以下、軌道肩乗り上げという）で早期に損傷するケースがある。

このとき、軌道肩乗り上げが生じない限界荷重をアキシアル限界荷重という。

「XYシリーズ」では、鋼球径の大径化とそれに合わせた内部設計の最適化を図ることで、Aタイプアンギュラ玉軸受に対し、図5に示すように大幅な性能向上を図っている。

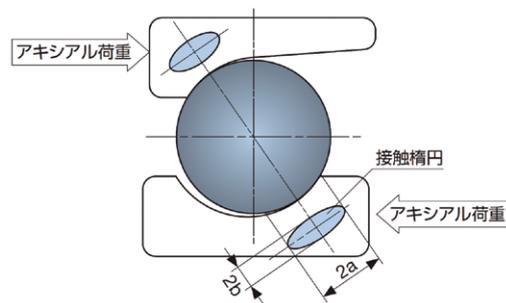


図4 アキシアル限界荷重

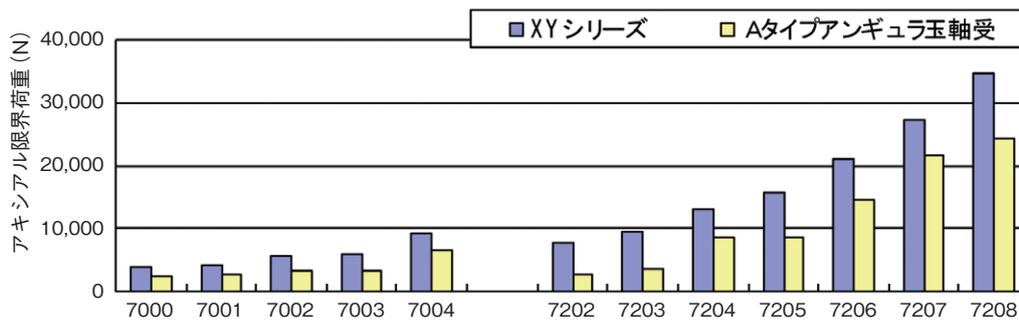


図5 Aタイプアンギュラ玉軸受と「XYシリーズ」のアキシアル限界荷重

(4) 回転円滑度と剛性

搬送装置や位置決めテーブル用軸受には、送りを円滑に行なうため高い回転円滑度が要求される。また、重荷重下でも正確な位置決めを行なうことができる剛性が必要である。「XYシリーズ」は、内部諸元と送り用途に合わせた最適な予圧設定を行なうことで、図6に示す様にアキシャル剛性を高めつつ、トルク増大を最低限に抑え、図7に示す様に従来品に対しても低いトルク性能を実現している。また、JIS5級以上の精密軸受とすることで回転円滑度を高めている。

(5) 樹脂保持器

一般にボールねじサポート用軸受は、その大小を問わず、高速の正逆繰り返し運転下にて使用されるため、保持器柱部への負荷が大きい。そのため、「XYシリーズ」の開発に当り、現在市場にて十分な実績がある「TAB」および「TAF」の両シリーズのボールねじサポート用軸受と同様の高強度タイプ樹脂保持器を採用した。

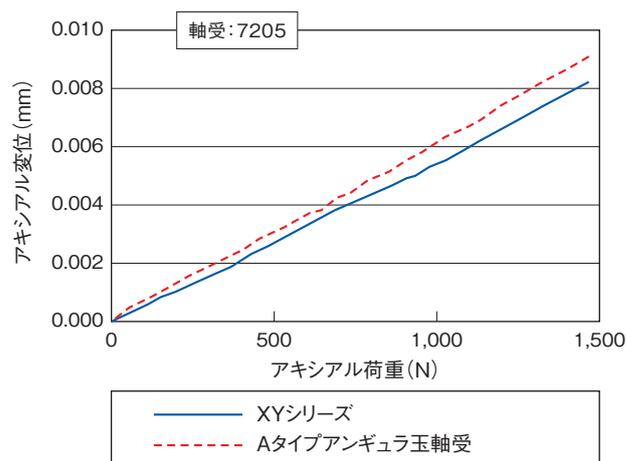


図6 Aタイプアンギュラ玉軸受と「XYシリーズ」の剛性比較

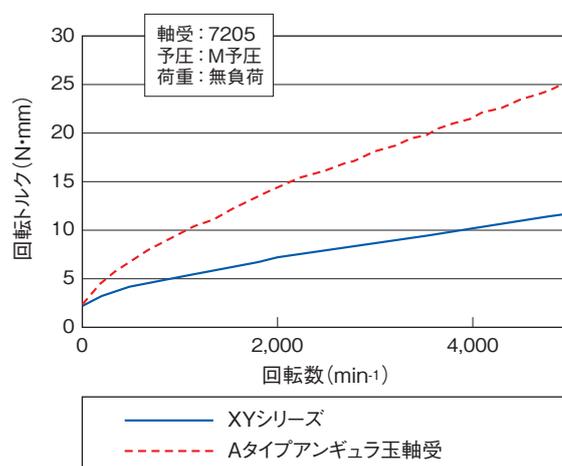


図7 Aタイプアンギュラ玉軸受と「XYシリーズ」の回転トルク比較

3. 小型ボールねじサポート用軸受「XYシリーズ」のラインナップ

本シリーズのラインナップを表1に示す。本シリーズの標準仕様は、DB（背面）組み合わせまたはDF（正面）組み合わせであるが、3列以上の多列組み合わせ、フラッシュグラウンド（万能組み合わせ）にも対応している。

表1 「XYシリーズ」のラインナップ

呼び番号	主要寸法 (mm)						基本動アキシャル 定格荷重 Ca (N)	基本静アキシャル 定格荷重 Coa (N)	アキシャル 限界荷重 (N)	参考寸法 (mm)				標準 予圧 (N)	ばね定数 (N/μm)	起動トルク (N・mm) (参考)
	d	D	B	2B	r	r1				da1	da2	Da1	Da2			
7000XYDB (DF)	10	26	8	16	0.3	0.15	7,050	8,090	3,760	15.8	13.5	20.2	23	147	92	6.4
7001XYDB (DF)	12	28	8	16	0.3	0.15	7,550	9,290	4,170	17.8	15.5	22.2	25	147	98	6.4
7002XYDB (DF)	15	32	9	18	0.3	0.15	10,000	12,700	5,490	20.9	18.3	26.1	29.3	147	98	7.1
7003XYDB (DF)	17	35	10	20	0.3	0.15	10,700	14,300	6,010	23.4	20.8	28.6	31.9	147	105	7.1
7004XYDB (DF)	20	42	12	24	0.6	0.3	15,100	21,000	9,270	27.9	24.7	34.1	38	294	147	18.4
7202XYDB (DF)	15	35	11	22	0.6	0.3	13,200	16,100	7,660	21.9	18.7	28.1	32	294	128	18
7203XYDB (DF)	17	40	12	24	0.6	0.3	15,800	20,600	9,360	25.7	22.4	32.3	36.4	294	140	18.7
7204XYDB (DF)	20	47	14	28	1	0.6	21,200	27,500	12,900	30	26.2	38.1	43.1	490	169	39.2
7205XYDB (DF)	25	52	15	30	1	0.6	24,100	34,900	15,600	35	31.2	43	48.6	490	188	39.3
7206XYDB (DF)	30	62	16	32	1	0.6	32,500	48,800	21,000	41.7	37.1	51.4	57.3	490	196	43.5
7207XYDB (DF)	35	72	17	34	1.1	0.6	39,000	62,900	27,300	48.9	44	59.1	65.5	882	259	92.9
7208XYDB (DF)	40	80	18	36	1.1	0.6	49,500	81,700	34,700	54.6	49	66.4	73.5	882	267	99.8

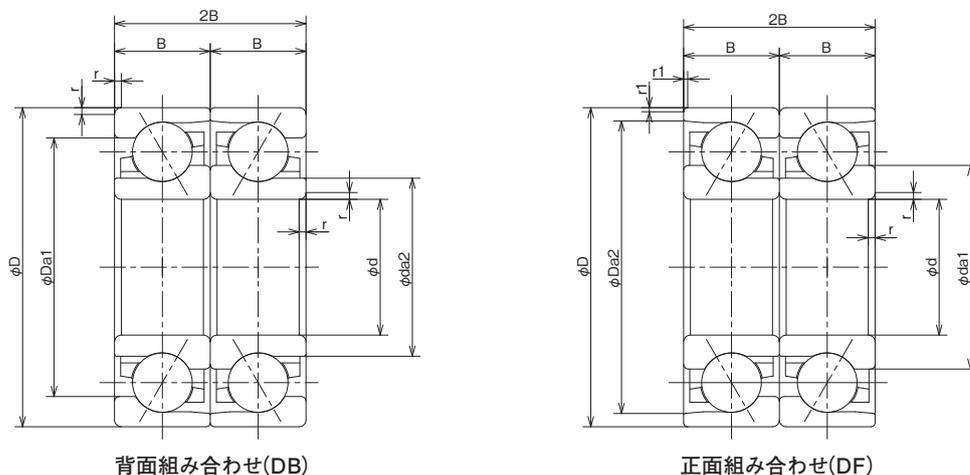


図8 組み合わせ方式

4. まとめ

NACHIは、これまで30年以上、ボールねじサポート用軸受を製造・販売してきた。その実績と市場でのノウハウおよびトライボロジー技術を活用し、商品ラインナップの拡充を図ってきた。

今回、搬送装置、位置決めテーブルなどの重荷重化ニーズに応える形で新たに小型ボールねじサ

ポート用軸受「XYシリーズ」をラインナップに加えた。また使用条件によるがAタイプアンギュラ玉軸受の置き換えも期待できる。今後も、更なる技術開発を進め、工作機械・産業機械の発展に貢献する軸受の商品化に取り組んでいく。