

アメニティ

## 低騒音・低振動化に貢献する商品・技術

野田 万朶\*



野田 万朶

## NSK Products and Technology Contribute to Low Noise and Low Vibration

by B. Noda

This article discusses the recent trend of products and technologies that offer greater reductions in noise and vibration in rolling bearings and precision machinery parts, which are the chief products of NSK.

In the first half of this article, we deal with typical sound and vibration problems including race noise of rolling bearings. In addition, we will introduce new NSK technologies that reduce noise and vibration. In the latter half, we introduce the "NSK S1 series™" of ball screws and linear guides and describe their excellent sound and vibration performance.

- |   |  |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>1. はじめに</li> <li>2. 転がり軸受の低騒音・低振動化             <ul style="list-style-type: none"> <li>2.1 レース音の低減</li> <li>2.2 レース音以外の音・振動の低減</li> </ul> </li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>3. ボールねじ，リニアガイドの低騒音・低振動化             <ul style="list-style-type: none"> <li>3.1 ボールねじ</li> <li>3.2 リニアガイド</li> </ul> </li> <li>4. あとがき</li> </ul> |
|---|--|

## 1. はじめに

騒音・振動は、「国で定めている各種有害物質の許容限度，測定方法」の中に，ダイオキシンや大気汚染物質と肩を並べて登場してくることから見ても，環境に対する影響の大きさが伺える．一方，騒音関係の参考書をひも解くと，騒音とは，「ない方がよい音，あることの好ましくない音」と書かれており，極めて主観的かつあいまいなものとも言える．しかし，残念ながら機械装置から発せられる音は，九分九厘この騒音の範ちゅうから免れることはなく，「ない方がよい」ということを目指して，低騒音・低振動化へのたゆまぬ努力が払われている．

本稿では，NSKの代表的な商品である，転がり軸受と精機製品の音響・振動について概説し，最近の低騒音・低振動化への取組みを紹介する．

## 2. 転がり軸受の低騒音・低振動化

転がり軸受は，軌道輪・転動体・保持器など数点の部品から構成される比較的単純な機械要素でありながら，その発生音は十種類以上もある<sup>1)</sup>．この中で最も基本的な音は，レース音と呼ばれるもので，すべての軸受で常に発生する．連続的で滑らかな“シャー”という音質が特徴である．レース音以外にも，転がり軸受の構造上 unavoidable 音もあるが，滑らかなレース音に重畳して聞こえるため，耳障りで異常な音としてとらえられるケースが多い．

このため，本稿では，レース音とそれ以外の音・振動の低減技術に分けて紹介する．

## 2.1 レース音の低減

レース音は，転がり軸受の基本的な音ではあるが，特に静粛性が要求される家電製品や情報機器では，そのレベルが問題になる．

家電製品については，終日運転されるエアコンや空気清浄器への用途が，夜間運転を伴うこともあって，

\* 総合研究開発センター 新技術開発センター

最も低騒音化への要求が高い。これらの機器のファンモータ用によく使われている内径 8mm の玉軸受の振動レベル（レース音の源）は、図1のように向上している<sup>2)</sup>。このように、玉軸受のレース音低減が、最近のエアコンの静粛性向上に大きく貢献している。

転がり軸受が使用される情報機器には、HDD（磁気記憶装置）、レーザビームプリンタ、IC 冷却ファンモータなどがあるが、中でも HDD スピンドルモータ用軸受の音響・振動品質の向上は目覚ましいものがある。この軸受には、音響・振動以外に、トルク、耐衝撃性、長期信頼性などの他の性能要求も高く、設計、潤滑、材料、加工のいずれの面でも、玉軸受技術の中では先端的な位置付けにある。

レース音の発生原因は、軸受の軌道面や転動体表面のうねり、粗さなどのわずかな形状誤差によるものと考えられており、この形状誤差を小さくすることがレース音低減の基本となる。しかし、現在の優れた軸受

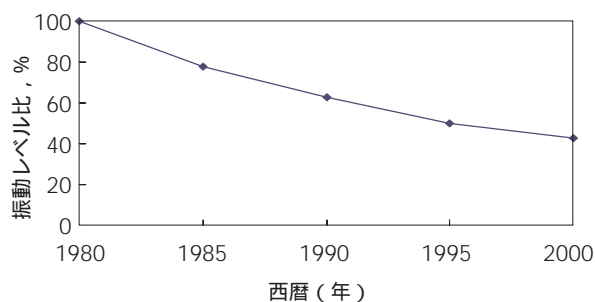


図1 ファンモータ用玉軸受の振動レベルの推移  
Fig. 1 Transition of vibration level of ball bearings for fan motors

加工技術を用いても、形状誤差を小さくすることには限界があり、軸受の内部設計の改善によるレース音の低減も図られている。この開発例については、本誌の「静音・低トルク玉軸受 GR シリーズの開発」に述べられているので参照されたい。

## 2.2 レース音以外の音・振動の低減

前述のように、軸受の基本的な音であるレース音が小さくなるにしたがって、相対的にそれ以外の音が目立つようになる。このため、レース音以外の音・振動についても、低減化のための努力が払われており、いくつかの例を紹介する。

### 2.2.1 傷音の低減

軸受到衝撃や振動を加えると、転走面に傷、圧こんが付き、図2に示すようなパルス状の波形を有する耳障りな音（傷音）や振動が発生する。傷音の原因は、軸受の取扱い不良による場合が多いが、圧こんの付きにくい材料や軸受設計によって、傷音の発生しにくい軸受が開発されている。

また、輸送中の振動等に起因するフレッチング（振動による微小滑りによって、鋼球と軌道面との接触面に生じる圧こん状の摩耗）を発生させにくいグリースも開発されており、ラフな軸受の取扱いに対して、従来よりも耐性のある軸受が実用化されている。このグリースについては、本誌の「ファンモータ静音軸受用 NSAグリースの開発」に詳述されているので、参照されたい。

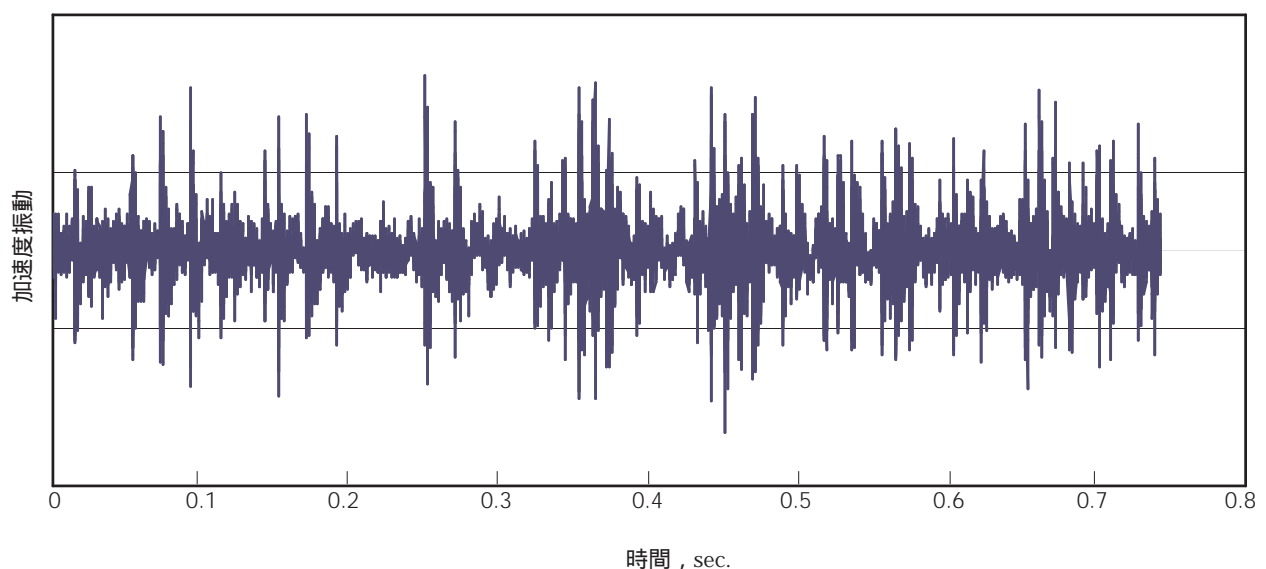


図2 傷のある玉軸受の振動波形  
Fig. 2 Vibration wave of ball bearings with flaws

### 2.2.2 保持器音の低減

保持器音は、軸受の高速化や低温環境での使用など、軸受使用条件の過酷化に伴って、発生例が増加している。保持器音は、波形プレス保持器、もみ抜き保持器、プラスチック保持器など、どの形式の保持器でも発生する。また、音質も「カチャカチャ」という衝突音的なものや、「ガーガー」とか「ガサガサ」というように、いくつかの種類があり、それぞれに音の発生機構も異なっている。

しかし、基本的には保持器の振れ回りや、不規則な運動によって音が発生するため、保持器の動き量を少なくすることが、保持器音低減には有効である。反面、むやみに保持器の拘束を強めると、回転トルクの増大や、潤滑不良を引き起こす恐れがある。このため、保持器音は、他の軸受性能も勘案しながら、保持器の形式や軸受の使用条件ごとに、個別に対策が採られる場合が多い。

### 2.2.3 冷間異音の低減

保持器音以外にも、軸受使用条件の過酷化によって発生する音・振動問題として、極低温環境（-40～-20 程度）において発生するアキシャル振動（異音を伴う）がある。この異音は、グリース潤滑の玉軸受で発生し、ほとんどの場合、予圧をかければ防止することができる。

しかし、使用箇所によっては予圧がかけられない場合もあり、軸受サイドでの対策が必要とされる。NSKの玉軸受は、従来からこの種の異音が発生しにくい軸受設計を行っているが、上述の極低温環境では、防ぎ切れないケースも散発している。

このため、特殊グリースと異音対策専用の軸受内部設計の採用によって、極低温環境においても、異音発生のない軸受が開発されている。

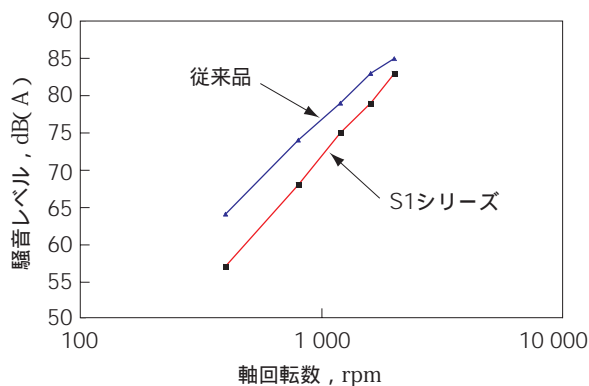


図3 ボールねじの騒音特性の比較  
Fig. 3 Comparison of noise characteristics of ball screws

### 2.2.4 きしり音の低減

きしり音は金属性の不快な音質をもち、比較的大形の軸受が、グリース潤滑で使用されるときに発生しやすい。玉軸受でも発生するが、円筒ころ軸受での発生例が多く、時として大きな音を発生することから、低減化への要求が強い。

きしり音対策としては、軸受のラジアルすきまを小さくすることが有効であるが、過小なすきまは焼付き異常を誘発する原因となる。このため、NSK では、ラジアルすきまを小さくしなくとも、きしり音防止が可能な円筒ころ軸受を開発した。この詳細については、本誌の「きしり音防止軸受」を参照されたい。

### 3. ボールねじ、リニアガイドの低騒音・低振動化

ボールねじやリニアガイドは、構造上循環路という不連続部を有するため、転がり軸受の傷音に似た音や振動を発生する。しかも、最近の高速化に伴って、そのレベルも増大し、低騒音・低振動化への要求が強くなっている。この要求にこたえるべく開発されたのが、「NSK S1 シリーズ<sup>TM</sup>」である。この製品は、鋼球同士のせりあいや衝突を防ぐために、各鋼球間に樹脂製の保持ピースを挿入し、音響・振動特性をはじめ、作動特性、耐久性などの向上を図ったものである。

#### 3.1 ボールねじ

図3は、軸径 40mm、リード 10mm のボールねじについて、従来品と S1 シリーズの騒音レベルを比較測定した結果である。この図から、S1 シリーズの方が全体に低騒音であるが、特に低速域で効果が大きいことが分かる。さらに、音質に関しても、従来品は鋼球同士が衝突する“チャラチャラ音”が耳障りであったが、S1 シリーズでは鋼球同士の衝突がないために、聴感上では、騒音レベルの差以上の静音効果が得られている<sup>3)</sup>。

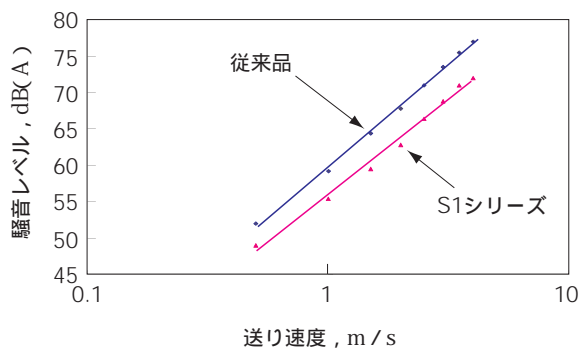


図4 リニアガイドの騒音特性の比較  
Fig. 4 Comparison of noise characteristics of linear guides

また、ボールねじから発生する騒音は、鋼球径、鋼球のピッチ径、回転数の影響が支配的であることが見出されており<sup>4)</sup>、これらを低騒音化に有利な設計に変更することによって、騒音を下げることが行われている。具体的には、リードを大きくして回転数を下げたり、鋼球径や軸径を小さくするなどの対策法が用いられるが、負荷容量が下がるために、それに対する配慮が必要とされる。

### 3.2 リニアガイド

図4は、従来のリニアガイド LH30 と同サイズの S1 シリーズ SH30 の騒音特性を比較測定した結果である。図4から、リニアガイドについても、S1 シリーズの方が従来品よりも、5 dB 程度の低騒音化効果が認められる。S1 シリーズについては、鋼球間の保持ピース挿入とともに、循環機構の内部や出入り口部の改善も施されている。送り速度が低い領域では前者の効果が大きく、送り速度が高くなるに従って後者の効果が大きく現れることが、確認されている<sup>3)</sup>。

また S1 シリーズは、従来品に比べて高周波領域での騒音低減効果が大きく、これが音質向上につながっていることは、ボールねじの場合と同様である。

## 4. あとがき

以上、転がり軸受、精機製品の低騒音・低振動化への取組みの一端について紹介した。音響・振動性能は、初期性能だけでなく、運転期間を通して、その性能を長期に維持することが求められる。今回は、紙面の都合で割愛したが、このような音響・振動性能の長寿命化技術に関する取組みの成果も出つつあり、いずれ稿を改めて紹介したい。

### 参考文献

- 1) 桃野 達信, 野田 万朶, “転がり軸受の振動・音響”, NSK Technical Journal, No. 661 (1996) 13-22.
- 2) 小川 隆司, 中島 宏, “低振動・低騒音機械と転がり軸受”, 機械設計, 44-10 (2000) 38-43.
- 3) 山口 宏樹, 大久保 努, “ボールねじ, リニアガイドの「NSK S1 シリーズ」の開発”, NSK Technical Journal, No. 671 (2001) 35-43.
- 4) 梶田 敏治, 石川 明彦, “精密ボールねじの騒音レベル”, NSK Technical Journal, No. 656 (1993) 50-55.