

NACHI  
**TECHNICAL  
REPORT**  
Components

Vol. **14**B3  
October/2007

機能部品事業

マテリアル  
マシナリー

■ 新商品・適用事例紹介

高い機能と信頼性の“探究”

「Questブランド深溝玉軸受」

"Quest" of High Performance and Reliability  
"Quest Deep-groove Ball Bearing"

〈キーワード〉 Quest・深溝玉軸受・耐熱性・グリース寿命

機能部品事業部／技術一部

上 埜 保 博

Yasuhiro Ueno

ファミリーブランド“Quest/クエスト”

無辺に挑戦・高い機能と信頼性を“探究”します。

## 要 旨

深溝玉軸受は、工業生産が開始されて長い歴史があり、最も多く使われているが、その性能は時代を追って向上している。

NACHIは、軸受製造の長い歴史の中で、設計上の改良に加え、鋼材部門と協業で軸受材料の改善による長寿命化、鍛造技術の改良による製造コストの改善、さらに、工作機械部門と連携した製造設備の効率化へ向けた開発などを行ってきた。現在も、軸受鋼、潤滑油、シールなどの開発、改良が続けられている。

このたび、標準的な軸受である深溝玉軸受に新しい技術を盛り込み、グリース寿命、シール耐熱温度を向上させて余裕度を増やすこと<sup>※1</sup>でロバスト性を持たせ、Quest深溝玉軸受としてレベルアップした。

## Abstract

Deep-groove ball bearing has a long history of mass production and is the most widely-used bearing. The performance of this bearing has improved over time.

During a long history of bearing manufacturing, NACHI continued to develop the technology in cooperation with the steel material division to prolong a life of a bearing with improved bearing material, reduce the manufacturing cost with improved forging technology, and further improve the efficiency of manufacturing machine in conjunction with the machine tool division. Even now we continue to develop or improve a bearing steel, lubricant and seal.

New technologies such as doubled grease life and the seal heat-resistant temperature improved by 10°C are applied to Quest deep-groove ball bearing, giving robust, higher performance with more capability.

## 1. 標準深溝玉軸受の探究

深溝玉軸受はラジアル荷重、アキシアル荷重、およびその合成荷重を受けることができ、自動車、電機から産業機械まで広い範囲で使用されている。価格の割に使い勝手がよく、今では、世界各地で生産されている。

このタイプの軸受は、19世紀から生産が開始され、現在の軸受は、その当時のものと一見して大きく変わってはいない。しかし、設計、生産技術、品質管理の向上の他、鉄鋼材料、シール、潤滑剤など、各部品、各工程の進歩のおかげで耐久性、回転摩擦、回転時の騒音などについて格段に向上してきている。

NACHIにおいても、深溝玉軸受は1939年からの歴史があり、現在に至るまで、NACHIの材料から製造までの一貫体制を活かした改良をすすめてきた。<sup>1)</sup>

製鋼部門（現マテリアル部門）では良質な軸受鋼を製造するため、耐久性に影響のある鋼中の介在物縮減を目的とした真空脱ガス法の採用、さらにESR法を採用した軸受鋼の開発をすすめてきた。<sup>※2</sup><sup>※3</sup><sup>※4</sup>素材取りにおいても、“外輪内輪共取熱間プレス成形方式”を開発してきた。<sup>※5</sup>

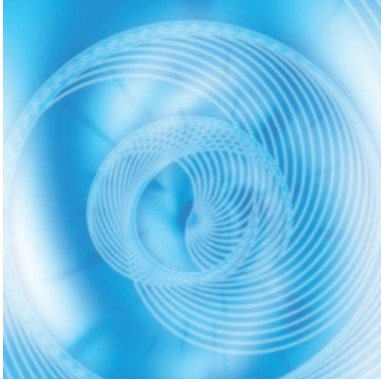
工作機械部門（現マシナリー部門）では、品質向上と生産性向上のため、軸受加工の専用機として内面研削盤、軌道研削盤を開発し投入してきた。

現在においても設計、工法、材料、及び各部品の改良がすすめられている。

NACHIでは、Quest:探究ブランドを冠した軸受の展開をすすめているが、標準的な軸受である深溝玉軸受についても、改良成果をとり入れレベルアップを図った。



図1 Questブランド 深溝玉軸受



## 2. 軸受寿命の向上

軸受は、軌道面の上を転動体が通過する度に繰り返し荷重を受ける<sup>2)</sup>ため、金属疲労が発生し、やがて寿命に至る。この内部疲労による軸受破損の指標は基本動定格荷重としてISOやJISで規格化され、またカタログにも表示している。

この疲労寿命は、軸受材料の製鋼技術の進歩により、実際の寿命が、カタログ記載の寿命と比較して長くなり、現実との乖離が大きくなってきたため、1992年に寿命向上分の一部を反映する形で、基本動定格荷重を大きくする方向で見直しされた。その後も、鋼材の改良がすすみ、新たに改訂された基本動定格荷重の計算式ISO281方式による計算寿命に対しても、さらに余裕のある状況にある。

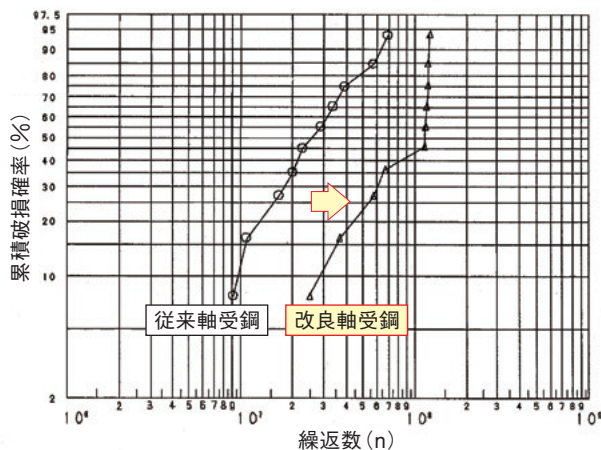
図2は、現在NACHIの深溝玉軸受に使用している鋼材の寿命と、基本動定格荷重に基づく計算値との比較であるが、数年前の材料と比べ数倍の余裕があるデータが確認されている。

しかし、いくら軸受材料が改良されても、軸受内部に異物が侵入したり、潤滑条件が悪ければ、これらの影響で寿命向上効果が活かされない。逆に、密封形軸受(接触シール、非接触シール、シールドタイプ)のシールやグリースが十分に機能すれば、かなりの軸受寿命の向上が期待できるということになる。

NACHIの調査では、お客様からの軸受調査依頼の内、異常な使われ方であった場合を除いて、密封形軸受のほとんどのトラブルの原因は、疲労による破損ではなく、異物や潤滑不良の破損要因によるものが多くを占めていることが分かっている。

また、軸受への要望として、軸の回転数の向上などにより、使用環境がより高温となっている傾向があり、高温への対応、加えて最近では環境対策への対応の要求も出てきている。

このため、NACHIでは、深溝玉軸受の高速回転でのグリース寿命向上、およびシール性能向上を図るなどのレベルアップを行ない、環境に優しい商品づくりを目指した。



試験方法：スラスト型転動疲労寿命試験  
 試験片：φ60×φ20×60  
 鋼球：SUJ2 3/8 3球式  
 潤滑油：スピンドル#60  
 接触面圧：Pmax 4900MPa  
 回転数：1800rpm  
 温度：常温

図2 新旧軸受材料の疲労寿命比較

### 3. シールの改良

外部から異物が侵入すれば、軸受そのものや内部に封入されているグリースにダメージを与え急速に軸受を傷めてしまう。そのため、シール性能向上は軸受寿命向上の有効な手だての一つである。

NACHIでは密封形軸受を1956年から量産開始し、当時開発されたNSLシールは好評を博していたが、時代の高速、高機能の要請により、1990年代に、さらなる低トルク化、耐ダスト性能の向上を目標として、シール形状の見直しによる高性能シール（NSE、NKEシール）を開発。エクセルシリーズとして深溝玉軸受のモデルチェンジを行ってきた。

今回のQuest深溝玉軸受では、このシール性能をさらに高温環境下でも維持できることを目的として、耐熱性を上げたニトリルゴムを使用し、高温、高速回転（温度が上昇する）環境下でのシール性能を向上させたものである。

シールの材質であるゴムは、温度が高くなると硬化し、シールリップの内輪への接触圧が弱くなるので密封性能が低下し、その結果、外部からのゴミの侵入を防止する能力が低下する。温度が高いほど、および高温にさらされる時間が長いほどこの傾向が進行する。

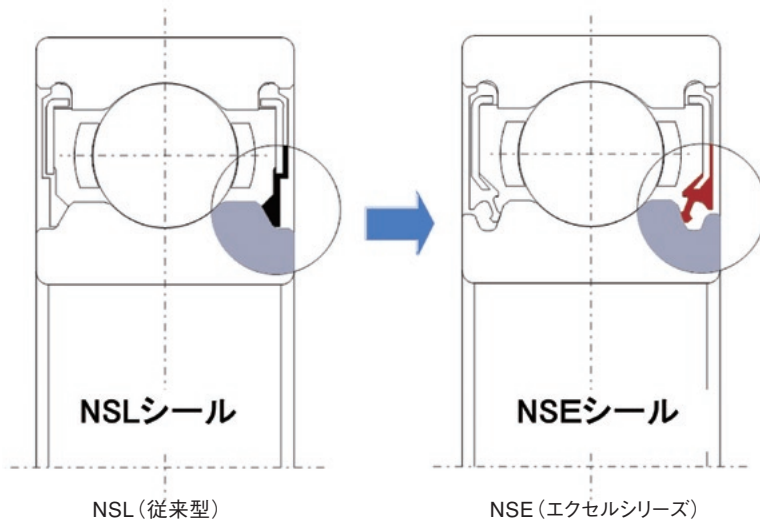


図3 NACHIのシール形状の変遷

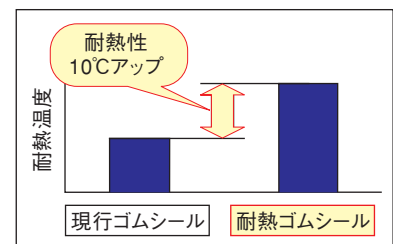


図4 耐熱温度比較

図5のように、ゴム材料の耐熱性をアップさせても、この傾向は避けられないが、シール性能に悪影響をおよぼすまでの劣化速度を遅くすることはできる。結果として、シールが性能を発揮できる時間がのび、軸受寿命向上に貢献できることになる。

図6、図7は、高温(140℃)に70時間放置し、シールのゴム材質を強制劣化させた軸受に、泥水がかかる環境で回転試験を行ない、現行品との比較評価を行なったものである。耐熱ゴムシールは、ゴムシールの劣化の程度が小さく高温環境下で、水分、およびダストの侵入防止効果に優れていることが分かる。

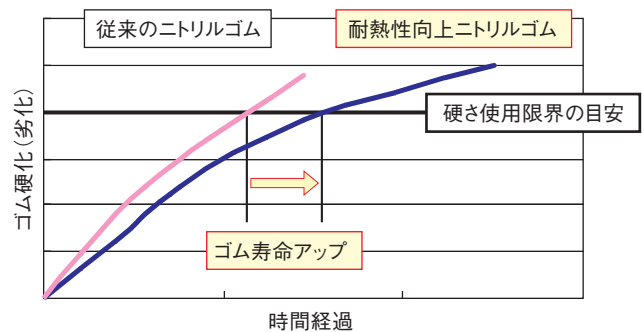


図5 高温空気中でのゴム硬度変化

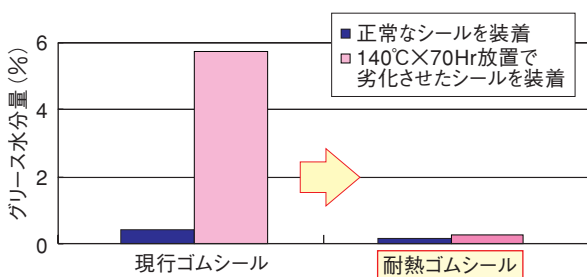


図6 泥水試験後の軸受内グリース水分量

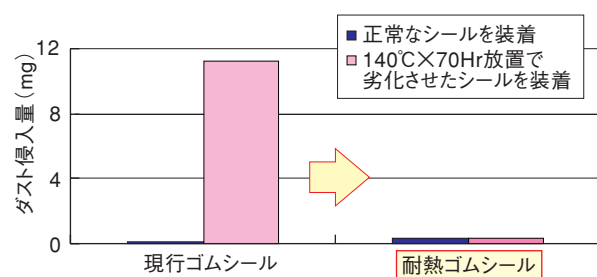


図7 泥水試験後の軸受内ダスト侵入量

## 4. グリース寿命の向上

密封形軸受の場合、異物が内部に侵入しない環境では、軸受材料の品質が向上し疲労寿命がのびている現在では、グリースの寿命が軸受の寿命を左右しているケースが多い。そのため、高温高速でのグリース寿命を向上させることで軸受寿命をアップさせることができる。

一方、現行エクセルシリーズ深溝玉軸受は、静かにまわることを目標に、音響に関する品質管理を強化するとともに、静粛性グリースを採用している。このグリースは高品質軸受の構成要素として海外でも高い評価を受けており、現在の深溝玉軸受の長所の一つとなっていた。

Questブランド深溝玉軸受では、この静粛性という長所は維持したまま、高温性能をアップさせ寿命を向上させることとした。

グリースを構成する3要素<sup>3)</sup>、<sup>※7</sup> 基油、<sup>※8</sup> 増ちょう剤、<sup>※9</sup> 添加剤の成分は基本的に現行仕様を踏襲し、基油の原料であるエステル<sup>※10</sup>の脂肪酸を厳選し、基油蒸発量、酸化安定性を向上させることでグリース寿命をのばすことを図った。

図8は、高温高速寿命試験結果であるが、このような厳しい試験条件でも、現行品と比較して2倍程度寿命がのびるデータが得られている。一方で、音響性能は現行品と変わらず現行グリースの長所を残している。(図9参照)

また、このエステルは、軸受用潤滑剤の中で生分解性に優れており、環境に優しいグリースとなっている。

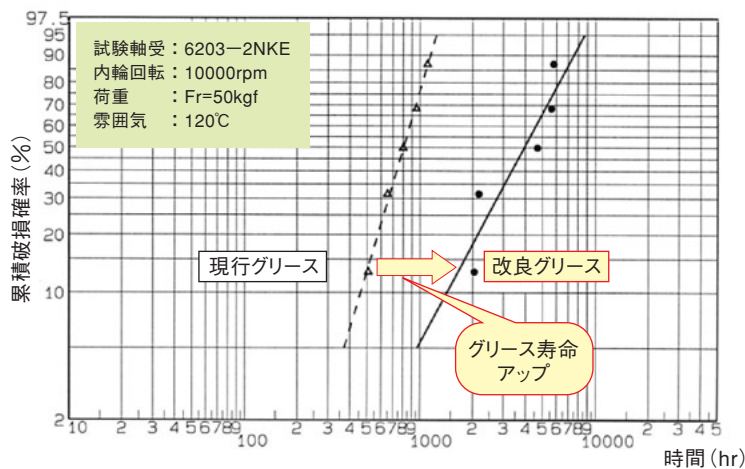


図8 高温高速耐久試験結果

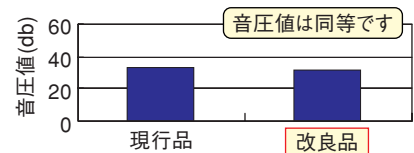


図9 グリースによる音圧値の比較



## 5. 深溝玉軸受の使われ方

### 1) 使われ方

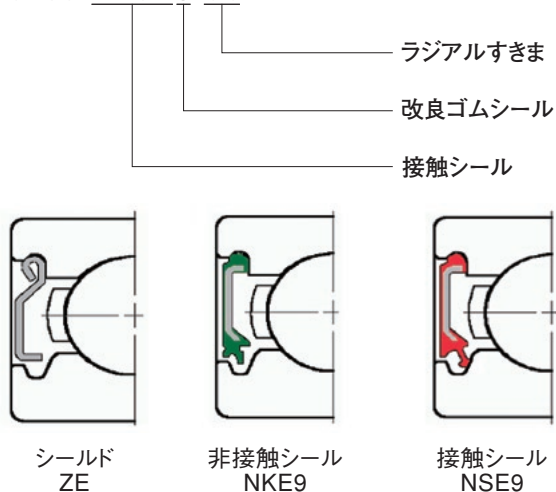
モーター、室外機、減速装置、二輪車などあらゆる機械に使用されている。



また、ガイド上で外輪を車輪として使う方法、簡易なスラスト受けとして使う方法など、専用部品には及ばないものの、この軸受の機能をうまく活用されているケースもある。

### 2) Questシリーズの種類と型式

#### 6203-2NSE9 C3



## 6. RoHS、ELV指令に対応

軸受を構成している部品に使用されている材料はその成分、表面処理についてRoHS、ELV指令<sup>※11</sup>、<sup>※12</sup>に対応している。

# 7. 更なるQuest:探究を目指して

NACHIは、材料から製造までの一貫体制を持つ軸受メーカーとして、生産開始以来、マテリアル、マシンング、機能部品の総合技術を活かした開発、改良をすすめ、様々な顧客ニーズに対応してきた。

今後、さらなるQuestブランドの軸受の拡充をすすめるため、蓄積してきたコア技術に加えて、材料や表面処理、加工技術の開発など、NACHIのシナジーを活かすとともに、新しい技術を取り込み、ますます高度化する顧客ニーズや、新たな用途への対応を探究してゆく。

## 用語解説

### ※1 ロバスト

ここでは環境の変化に対して余裕を持たせることで機能を安定して発揮することを意味している。

### ※2 鋼中の介在物

鋼中の介在物は疲労寿命の基点となる。そのため、軸受寿命向上のため、この介在物の縮減にむけ努力がなされていた。主なものとして、鋼中の酸素により生成する酸化物系介在物と非金属介在物がある。

### ※3 真空脱ガス法

溶鋼を真空に晒すことで、鋼中に含まれるガス(酸素、水素など)を除去する方法。この方式を採用することで当時の鋼材と比較し疲労寿命が3倍にのびた。

### ※4 ESR法(エレクトロスラグ再溶解法)

大気中で溶解した鉄鋼を電極として再溶解させる方法で、1973年にNACHIがこの工法による軸受鋼を開発した。鋼中酸素量は低減しないが非金属介在物は著しく減少させることができ、当時の真空脱ガス鋼に対し転動疲労寿命を2.5倍にのばすことができた。

### ※5 外輪内輪共取熱間プレス成形方式

外輪、内輪は当初棒鋼からの旋削加工により材料取りを行っていたがNACHI独自の鋼板から外輪、内輪を製造する技術を開発、後に棒材からの鍛造加工に改良された。

### ※6 基本動定格荷重

軸受寿命が100万回転となるような、方向と大きさが変動しない一定の軸受荷重をいう。

### ※7 基油

潤滑油の役割をする。

### ※8 増ちょう剤

グリース状にかため、基油を保持する機能を持つ。

### ※9 添加剤

酸化防止剤、防錆剤、極圧添加剤などグリースの機能を追加するもの。

### ※10 生分解性

自然界に生息する微生物による分解のされやすさ。

### ※11 RoHS (Restriction of Hazardous Substances)

電子・電気機器における特定有害物質の使用制限についての欧州連合(EU)による指令

### ※12 ELV指令 (End-of life Vehicles)

欧州連合(EU)が施行した自動車のリサイクル指令。

## 参考文献

- 1) 福田 和人：軸受用材料の変遷  
不二越技報 Vol.57 No.1 通巻122号
- 2) 高木 俊行・渡辺 孝一：知りたいトライボロジー講座③  
「転がり接触について」  
NACHI-BUSINESS news Vol.10 D1、June/2006
- 3) (社)日本トライボロジー学会 グリース研究会編  
潤滑グリースの基礎と応用