

8. 新技術

① 工作機械主軸用精密軸受 ULTAGE(アルテージ)シリーズ

NTNでは工作機械に求められる高効率加工、高信頼性、高品位加工、環境指向に対応するために精密軸受ULTAGEシリーズを開発しました。ULTAGEシリーズは軸受内部設計の最適化、特殊材料・表面改質の採用、特殊グリースの採用、両側のシールの採用などにより優れた能力を発揮します。

ULTAGE(アルテージ)は、Ultimate【究極の】+ Stage【ステージ】を組合せた造語で、精密軸受の究極を求めるNTNの考えを表現したものです。



コンセプト

環境との調和を図りながら超高速・高精度・高信頼性を実現することを最大のコンセプトとしています。

【設計】

用途、使用条件に合わせて内部設計を最適化し、高速・高剛性の両立、低温度上昇、高精度、省エネルギー、低騒音化を実現。

あらゆる場面で最高の能力を発揮。

【材料】

特殊材料、表面改質の採用により、信頼性が大幅に向上。

【潤滑】

独自の環境対応技術や特殊グリース採用で、環境負荷低減、省エネルギーに貢献。

【精度】

従来の精密軸受に超高精度技術を加え、さらなる高精度化を可能に。

② 材料と表面改質の新技術

ULTAGE(アルテージ)シリーズ工作機械用高速及び超高速精密軸受では、優れた耐焼付性と耐摩耗性を示す特殊材料、表面改質を採用しています。(呼び番号 2LA)

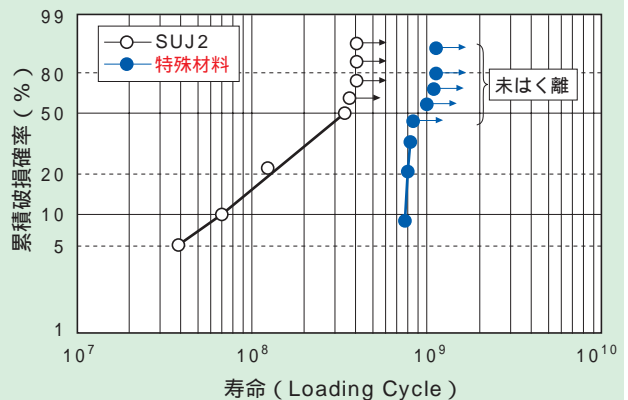
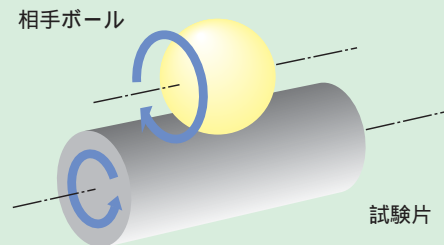
常温寿命

図8.1に点接触試験片による高荷重下での試験結果を示します。

【試験条件】

試験片	12×22mm 円筒
相手ボール	19.05 (3/4")
最大接触面圧	5.88GPa
負荷速度	46 240回/min
潤滑油	タービンVG56 (油浴)

【試験概念図】



	$L_{10} (\times 10^7 \text{回})$	寿命比
SUJ2	6.3	1
特殊材料	79.8	12.7

SUJ2に対し、約13倍の転がり疲労寿命を示します。

図8.1 点接触試験片での寿命試験結果

高温寿命

図8.2にスラスト形試験片による200℃での試験結果を示します。

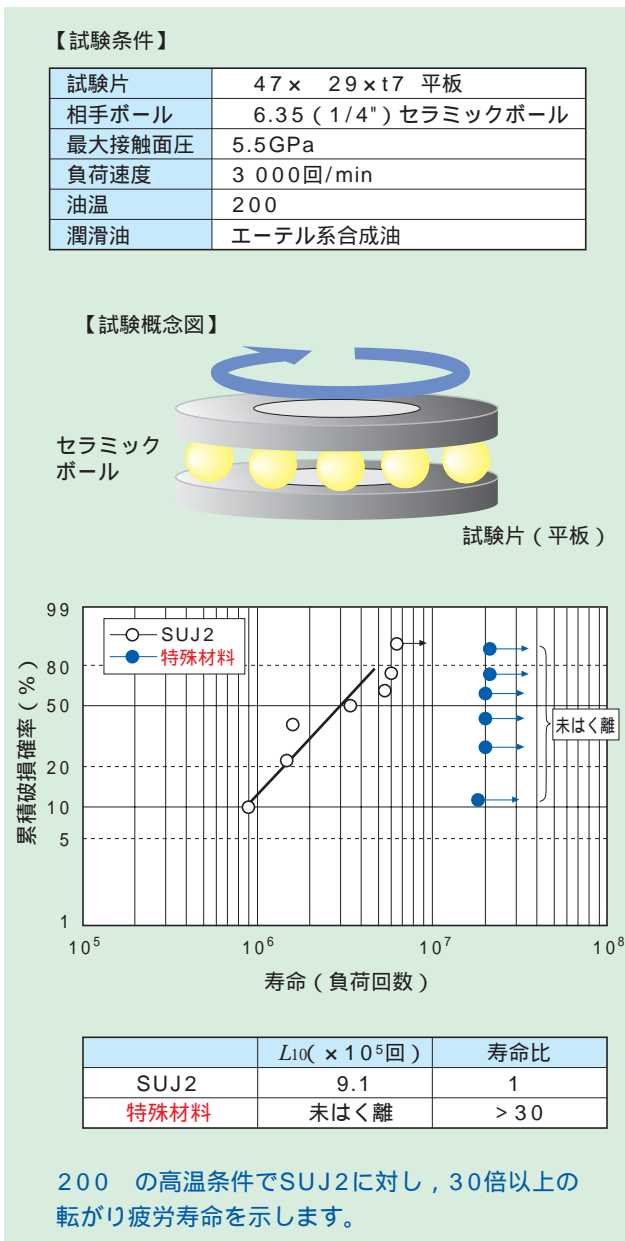


図8.2 スラスト形試験片での高温寿命試験結果

耐摩耗性の向上

図8.3にサバン型摩擦摩耗試験の結果を示します。

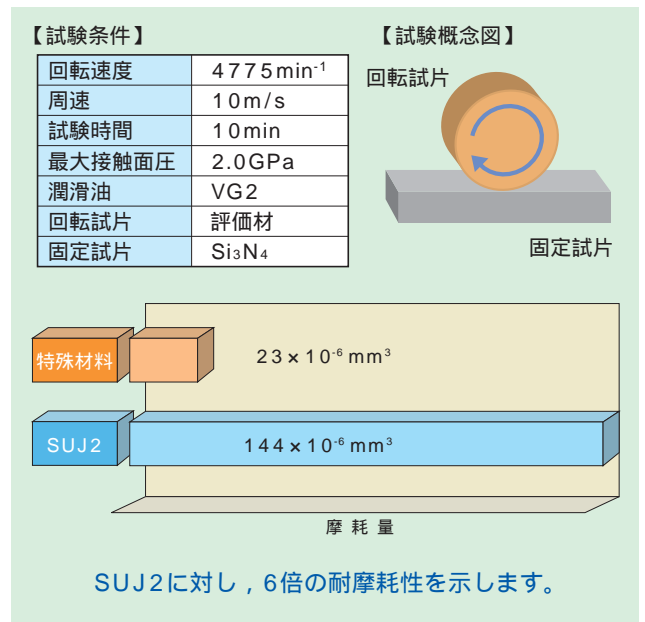


図8.3 サバン型摩擦摩耗試験結果

耐焼付性の向上

図8.4に2円筒転がりすべり試験の結果を示します。

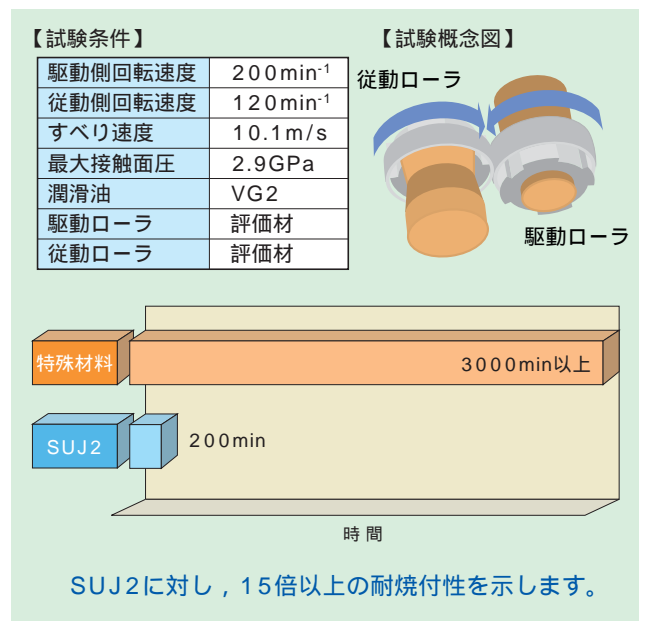


図8.4 円筒転がりすべり試験結果

セラミックボールの採用

図8.5に転動体材質の違いによる温度上昇比較結果を示します。

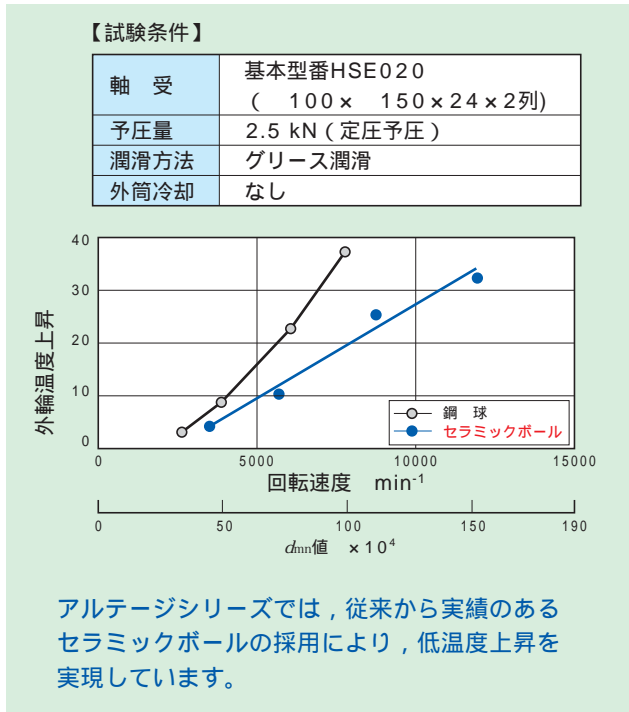
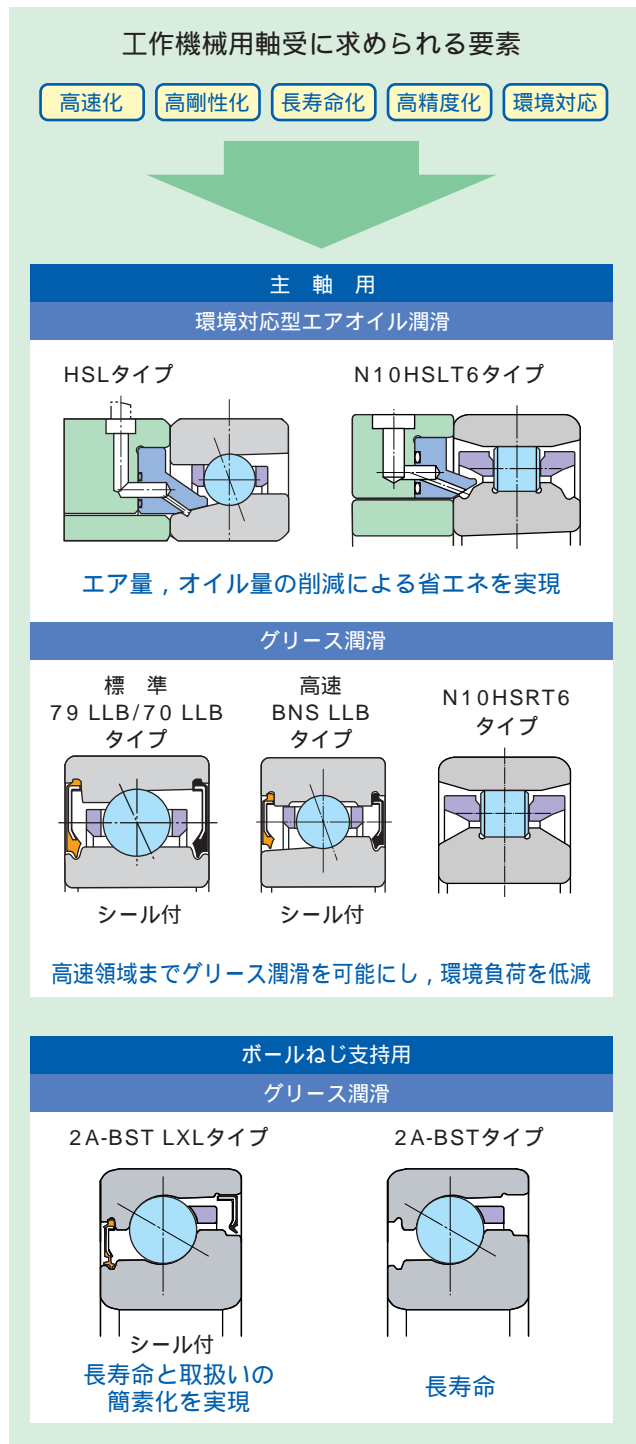


図8.5 転動体材質の違いによる温度上昇比較

③ 環境対応技術

ULTAGEシリーズ主軸用軸受には、エア量、オイル消費量の削減による省エネを達成した環境対応型エアオイル潤滑仕様と高速領域までグリース潤滑を可能にし、環境負荷を低減したグリース潤滑シール付仕様があります。

また、ボールねじ支持用軸受には長寿命を実現した油潤滑用の開放形仕様と、長寿命と取り扱いの簡素化を可能にするシール付仕様があります。




グリース潤滑シール付アンギュラ玉軸受

(1) 使いやすさ

ULTAGEシール付アンギュラ玉軸受はグリース封入タイプです。グリース封入作業が不要となり、組立前に防錆油を拭き取るだけでご使用いただけます。さらに、正面側、背面側に異色シールを採用しています。正面側（黒色）、背面側（オレンジ色）をシールの色で確認することができ、組合せ方向の確認が簡単です。（表8.1）

表8.1 シールの色と軸受の組合せ

DBセット【背面組合せ】	DFセット【正面組合せ】
<p>オレンジ色シール + オレンジ色シール</p> 	<p>黒色シール + 黒色シール</p> 

(2) 主軸構造の簡素化提案

ULTAGEシール付アンギュラ玉軸受は内部構造の最適化により、グリース潤滑での高速運転が可能です。ミスト飛散がほとんどないグリース潤滑は主軸構造を簡素化し、環境負荷低減、コスト低減に貢献します。（図8.6）

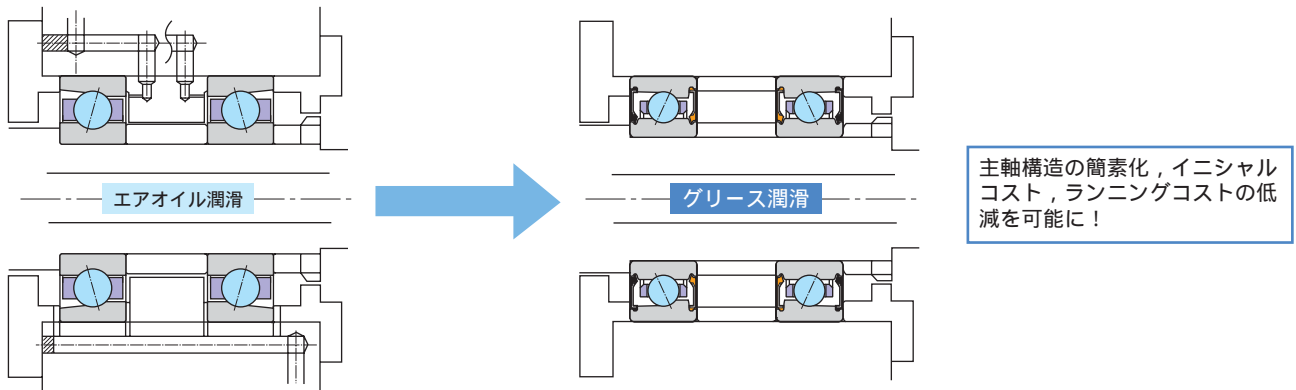


図8.6 潤滑方法の変更（エアオイル潤滑 グリース潤滑）

環境対応型エアオイル潤滑アンギュラ玉軸受 / 円筒ころ軸受

環境対応型エアオイル潤滑アンギュラ玉軸受（HSL，HSFLシリーズ）/ 円筒ころ軸受（N10HSL(K)シリーズ）は環境対応型ノズルとの組合せにより，ミスト飛散（油煙）の低減と騒音値の低減が可能になります。

(1) ミスト飛散（油煙）の低減

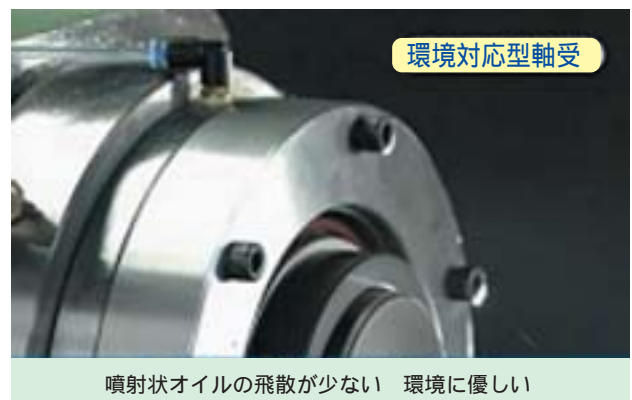
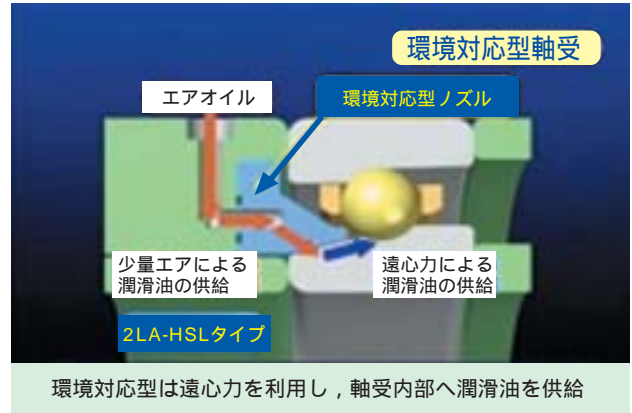
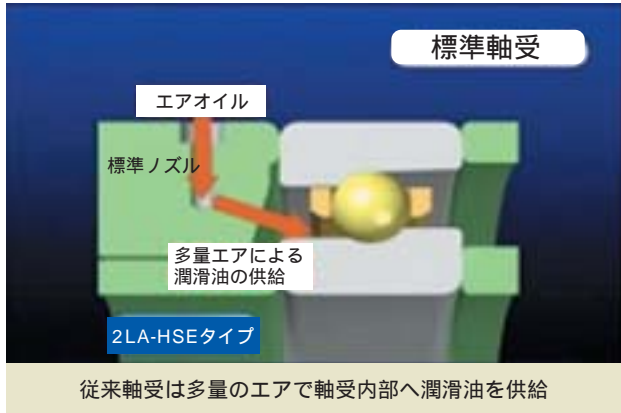
環境対応型エアオイル潤滑軸受は，軸受内部への潤滑油の供給方法がノズルから噴出する圧縮エアではなく回転する内輪の遠心力を利用する方法のためエア量の削減，油量の削減につながります。そのためスピンドルのラビリンスシールが

ら漏れ出す ミスト（油煙）も削減可能となります。従来の標準軸受と環境対応軸受の油煙発生を比較すると下の写真のようになります。

エアで噴射された潤滑油は，軸受内部を通過し，多量のミスト状のまま排出されます。

軸受からミスト状で排出された潤滑油は，主軸ハウジングの排気孔を通り回収されますが，一部は主軸ラビリンスシールから流出し，機械周辺の環境を悪化させます。

環境対応型軸受の採用は，作業環境の改善につながります。



(2) 騒音値の低減

エアオイル潤滑は微量なオイルをエアの力を使って供給する方法であり、図8.7、図8.9に示したように専用ノズル間座を使用します。

1 ~ 1.5程度のノズルを使用し、エア量30 ~ 40NL / min / 1軸受のエアにより、オイルを軸受軌道面に供給します。ノズルにより圧縮され、高速噴流となった多量のエアが、オイルの搬送と同時に高速回転する軸受のエアカーテンを破り、オイルを供給する為の道具として使用されています。当社の開発した環境対応型軸受はこの多量エアの消費を抑えると同時にエアによる風切り音を小さくした仕様となっており、環境対応ノズルから供給される微量オイルが、軸受内輪の遠心力により両方のテーパ面間に沿って進み、軸受軌道面に達

する供給メカニズムを特徴としています。(図8.8, 図8.10)

エアに求められる機能は内輪の窪み部までの搬送であり、多くの流量を必要としません。また、搬送に使用されたエアはテーパ面から漏出することから、風切り音の発生も小さくなります。

環境対応型軸受の採用により、6 ~ 8dBAの騒音の低減が可能になります。

<例>

10000min⁻¹以上の高速領域において6dBA ~ 8dBAの騒音低減を実現しています。(図8.11)

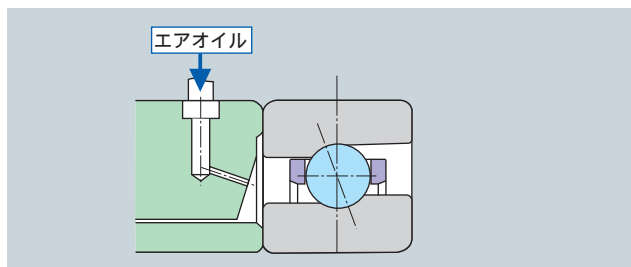


図8.7 標準ノズル

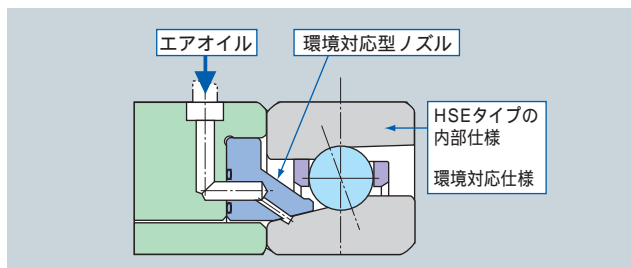


図8.8 環境対応ノズル

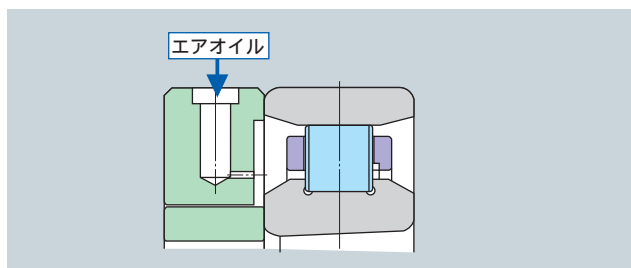


図8.9 現行軸受 N10HSタイプ

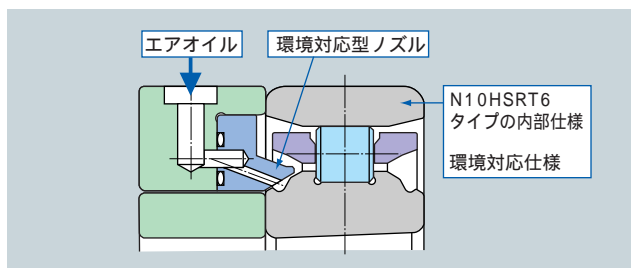


図8.10 アルテージ N10HSLT6タイプ

【試験条件】

軸受	5S-2LA-HSFL020(環境対応型軸受) 5S-2LA-HSF020 (100 × 150 × 24 × 2列)
回転速度	20000 min ⁻¹
予圧量	2.5 kN (定圧予圧)

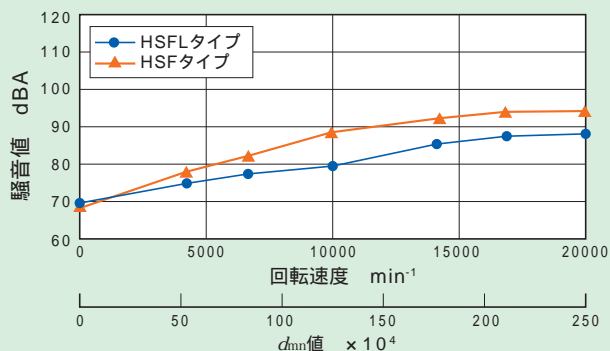


図8.11 騒音値比較

環境対応型軸受の採用により騒音値の低減と共に特に高速運転時の高周波成分「キーン音」が軽減されます。これは、標準ノズルで高速噴流となってエアと転動体との衝撃によって発生する騒音成分が環境対応ノズルの採用により軽減されるためです。

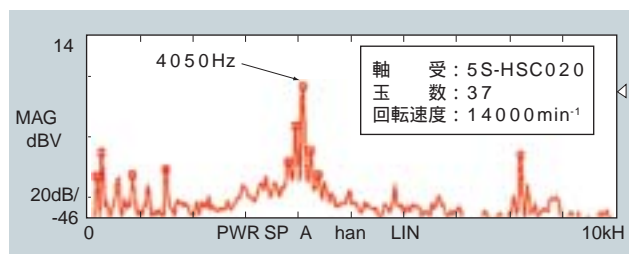


図8.12 軸受騒音の周波数特性について (標準ノズル)