

解説1

JIMTOF2018における転がり軸受の技術動向とIoT関連技術の活用

日本精工 前田 吉則*

*まえだ よしのり：産業機械事業本部産業機械技術総合センター 産業機械軸受技術センター 工作機械技術部

はじめに

JIMTOF2018では、IoT関連の出展（稼働状況監視や工場全体の見える化、加工情報蓄積、故障予測・診断、遠隔保守・管理、AI、生産現場立上げ支援などの種々の新製品やサービス）が多く見られ、前回にも増して、参加者の関心を集めていた。

JIMTOF2016でのIoT関連の出展はコンセプト展示が多い印象だったが、今回は具体的な製品やサービスの提案が随所に見られ、今後はこれまでに以上にIoT関連技術の利活用が進むと予想される。

上記状況の中で、工作機械（旋盤やフライス盤、研削盤、マシニングセンタなど）における基幹部

品の1つである軸受には、その変化への適応と、それらに貢献できる種々の特性（高速性や音響、低振動、低トルクなど）をもつ新製品やサービスが求められると考える。

本稿では、工作機械用転がり軸受の最新技術動向について、当社が出展した製品およびサービスを紹介・解説する。

JIMTOF2018 出展機の概要

転がり軸受は、工作機械用スピンドルに組み込まれる部品の1つであり、工作機械の加工精度に直接結びつく重要部品である。

1982年に開催された第11回JIMTOFから30年以上にわたり、継続してJIMTOFにおける高速スピンドルの出展台数を、当社にて独自に調査した結果を図1に示す。10000 min⁻¹以上の高速スピンドルの出展台数は、2000年の第20回までは徐々に増加していたが、それ以降は大きな変化が見られず、高止まりしており、IoT関連の出展が増加している直近の状況におい

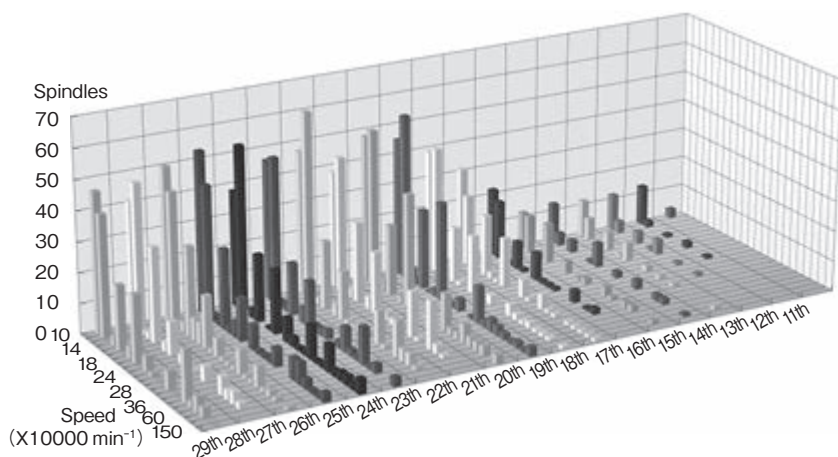


図1 JIMTOFにおける10000 min⁻¹以上の高速スピンドルの出展台数

ても、目立った変化は見られないことがわかる。

工作機械の技術動向

従来は、高速運転時のボールの遠心力を低減できる、軽く強靱なセラミックボールの実用化や、発熱変動に鈍感で、安定した高速運転を可能にしたロバストシリーズの普及などにより、スピンドルを高速化することで加工効率を向上してきた。近年においては、高速工作機械の剛性特性から再生びり振動を避ける安定限界線図を求めることにより、切込み量を増やして高効率化を図る技術が実用化されている。また、多品種少量生産の進展により、金型の生産効率向上も課題となっている。時間のかかる金型表面の最終磨き工程を削減するため、スピンドルの回転精度を高めて、加工面品位を向上させることが求められる¹⁾。

将来の労働人口の減少や技術伝承などを考慮し、工作機械の省人化・自動化への取組みが進められているが、その実現には、見える化や状態監視、診断などのIoT関連技術の利活用が期待されている。

以上を踏まえ、JIMTOF2018に出展した製品・サービスの中から、次項より3点を紹介する。

新開発保持器「サーセイブ」搭載 超高速アンギュラ玉軸受

※本項は、NSK TECHNICAL JOURNAL, No.691(2019)32-33頁の内容を抜粋して転載

プラスチック製品の射出成形に使用する金型は、高い外観品質が求められる。このため、従来は、金型のキャビティ面を機械加工で所定の形状に加工した後、最終の磨き工程により表面を仕上げるのが一般的であった。近年では、NC装置の制御技術の発達や、スピンドルの高速化に伴い、金型製作の効率向上を目的として、できる限り機械加工で最終仕上げ工程に近いところまで、行うようになってきている。

ここで問題となるのが、スピンドルの回転精度、特に回転非同期振れ(Non repetitive run out, 以下NRRO)の低減である。スピンドルの回転精度、特にNRROが悪い場合、軸が1回転した後、切れ刃

が同じ位置に来ないため、切り込みごとにわずかな切り込み深さのずれが生じる。これを繰り返しながらワーク全体を加工すると、ワーク表面に引き目のランダムなばらつきが発生し、外観品質が悪化するため、磨き工程に時間がかかってしまう。

スピンドルの回転精度は、回転バランスや部品精度が影響する回転同期振れ(Repetitive run out, 以下RRO)と、先ほど述べた回転非同期振れ(NRRO)とに大別される。RROは、スピンドル装置の作り込みで決定される割合が大きいが、加工面品位に影響を及ぼすNRROは、ほぼ軸受の回転精度で決まってしまう。

当社は、このような問題に対応するため、金型加工機などの高精度加工機を主な対象用途とした、新保持器「サーセイブ」搭載超高速アンギュラ玉軸受を開発した(写真1)。

新開発保持器「サーセイブ」には、NSKが開発したスーパーエンジニアリングプラスチックを材料として選定した。この材料は、従来の材料よりも強度、弾性率、寸法安定性などの特性が優れているため、設計の自由度が増し、内部設計を最適化することができた。これにより、保持器の振り回りを最小限に抑えることができ、NRROを従来よりも約50%低減することに成功した(図2)。

また、スピンドルの回転精度を高めるだけでなく、保持器の無駄な動きがなくなることにより、高速運転時の動摩擦トルクが約20%低減した(図3)²⁾。本軸受を採用することにより、金型の磨き工程の削減が可能となり、生産効率の向上に寄与するものと考えられる。



写真1 新保持器「サーセイブ」搭載超高速アンギュラ玉軸受

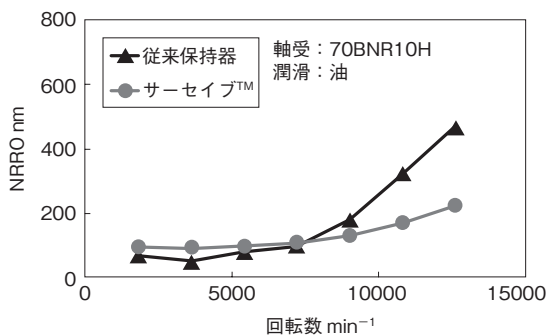


図2 サーセイブのNRRO測定結果

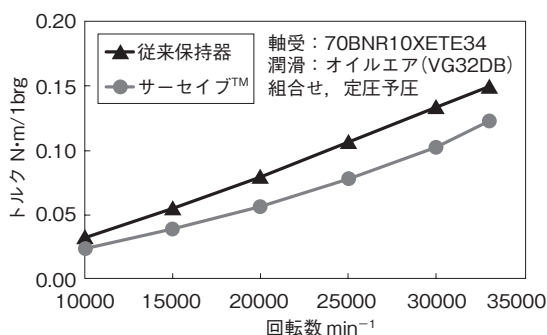


図3 サーセイブのトルク測定結果

2次元コードを用いた IoT支援サービス「NSK Verify」

※本項は、日本工業出版の転載許可を得て、月刊誌「機械と工具」、2月号、(2018)26-29頁の内容を抜粋して転載

工作機械用軸受におけるIoT技術の適用は、軸受製品の信頼性向上にとどまらず、製造から流通までの物流と品質管理への貢献においてもその効果が期待される。

工作機械向け主軸の組立に当っては、軸受の精度がきわめて重要である。軸受の寸法精度や回転精度は非常に厳しい管理によって高いレベルでの品質が保証されているが、工業製品であるがゆえに、軸受個体ごとにミクロンオーダーでのばらつきを有している。工作機械メーカーではこのばらつきの影響を極限まで抑えるために、たとえば1つの主軸に2個の軸受を用いる際に、用意した複数の軸受に対して各種寸法測定を行い、相互の寸法差の最も小さい1対を組合せとして、選定して



図4 「NSK Verify」2次元コード読取による個体情報の取得

使用する手順が取られることがある。機械の組立の工程能力を保証するためには、このような軸受選定作業の自動化が効率的に実施されなければならない。そのためには電子データなどを活用することで情報管理を行い、精密軸受自体の精度情報を適切に管理することで付加価値を高める必要があると考えられる。

そこで、当社では、情報活用の効率化と信頼性向上のため工作機械用精密軸受を対象とした製品の個体情報を電子データとして提供するサービス「NSK verify」を開始している。

本サービスの特徴は、軸受の意匠箱に付与された2次元コードを専用のスマートフォンアプリで読み取ることにより、図4のように寸法精度や回転精度などの検査成績データを即座に読み出すことができる点にある。取得したデータはCSVおよびPDF形式での出力が可能であり、他の端末へ転送することが可能である。本サービスを利用すれば、個体情報の確認作業を迅速に行うことが可能となり、軸受製品に付属している成績証からユーザーの管理台帳への書き写しやPCへの打ち込みの際のヒューマンエラーを防止することができるようになる。加えて、軸受調達時の真贋判定の補助機能も兼ね備えているため偽造品や模造品対策も可能である。また、本サービスとともに、事業所検索機能や販売店検索機能を活用すれば、製品の調達性が向上するうえに、各種相談窓口が明確となる。設計面では、簡易的な寿命計算や荷重検討の計算ツールへのリンクにより、設計品質の向上