

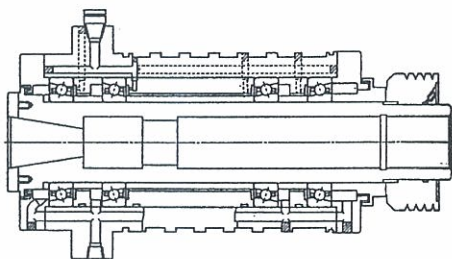
# ここにベアリングが使われています

ベアリング編集小委員会

## 工作機械主軸用ベアリング

工作機械は、広義の解釈としては金属加工・木工加工・化学材料の成形加工などいろいろなタイプを考えることができるが、主として金属加工を指すことが多い。JISにおいても、“主として金属の工作物を、切削・研削などによって、または電気、その他のエネルギーを利用して不要部を取り除き、所要の形状に作り上げるもの”（JIS B 0105より抜粋）と定義されている。

この工作機械の技術革新も目覚ましいものがあり、高精度化はもちろん、主軸系の高速化から始まり、やがては送り系の高速化が追随し、追い越し、今は逆に主軸の高速化がそれに引きずられるような形で開発が進んでいる。その高精度化や高速化を支えるのがベアリングである。



工作機械主軸の例

工作機械主軸用ベアリングには、高精度のほか、高剛性で高速回転・低発熱性が要求される。そのため、一般に他の機械産業用のベアリングに比べ転動体（ボール）の大きさは小さいが、その数は多いという特徴がある。

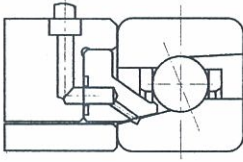
ベアリングの回転性能を示す指標として $d_m n$ 値がよく使われている。 $d_m$ は、ベアリングの転

動体中心径（単位mm）を表し、 $n$ はベアリングの最高許容回転速度（単位 $\text{min}^{-1}$ ）を表す。 $d_m n$ 値は、これらの積で表すものである。工作機械主軸用ベアリングとして、この $d_m n$ 値は、ベアリング形式やその潤滑法により異なるが、1990年代にオイルエア潤滑で最高200万程度であったものが、今では300万まで達し、この先400万にも達しそうな勢いである。加工効率を高めるため、より一層の高速化が求められている。

ベアリングとしてその高速回転に耐えることができるよう、比重の小さい窒化けい素 $\text{Si}_3\text{N}_4$ ファイナセラミックス球を使用したアンギュラ玉軸受を使用することが多くなっている。窒化けい素球は、鋼球に比べ質量が40%と軽量であるので、転動体に作用する遠心力の影響が小さく、また、線膨張係数が低いため高速使用によりベアリング温度が上昇したときに寸法変化が少ないため予圧量の増加も小さい。さらにヤング率が軸受鋼の約1.5倍と大きいので高剛性で低発熱であるという多くのメリットがあり、転がり疲れ寿命の面でも鋼球と同等以上の能力を有している。窒化けい素球は、初期には、高価で必ずしも品質が安定しなかったが、近年、生産量の増加により、安くかつ安定した品質のものが入手できるようになってきた。

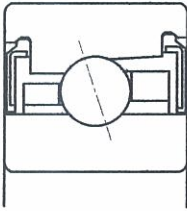
ベアリングの高速回転性能は潤滑方法にも大きく関係し、より高速性を確保するため、オイルエア・オイルミスト潤滑やジェット潤滑が採用され、さらに潤滑剤が確実に必要量のみ接触面に届き、その後は確実に排出できるようベア

リングの構造も工夫されている。



潤滑装置の例

一方、近年、環境負荷低減が大きくクローズアップされ、メンテナンス、装置の簡素化さらには低コスト化とも相まって、グリース潤滑へのニーズも高まっている。グリース潤滑によるベアリングの $d_m n$ 値は、旧来のオイルエア潤滑の領域であった150万を超えるところまで使用可能となりつつあって、通常の鉄鋼材料の加工にはこれで十分なことが多いのでその要求も多くなっている。ベアリングのメンテナンスフリー化を図るため、シール付きアンギュラ玉軸受も



シール付きアンギュラ玉軸受の例

生産されるようになった。ベアリング外部へのグリース飛散防止にもなり、環境に優しい商品になっている。

