

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

ボール精度の変遷

1. はじめに

さまざまな工業分野で、多種多様な工業製品に使用されている転がり軸受（図1）は、あらゆるところで回転運動を支えている極めて重要な機械要素となっています。その転がり軸受の回転精度は、組込まれている転動体の精度に大きく影響され、工業の発展に伴い、転動体の精度も飛躍的に向上してきました。

ここでは、転がり軸受の転動体として使用される鋼球の精度の歴史的変遷及び現在の超高精度ボールについてご紹介します。



図1 転がり軸受

2. 1950年代 戦後復興

日本が戦後の経済復興を果たしていくこの時代、最も高精度な転がり軸受は当時の工作機械（図2）に使われていたものであり、その転動体としての転がり軸受用鋼球の精度は、真球度が $0.2\mu\text{m}$ 程度のものでした。現在の転がり軸受用鋼球のJIS規格（JIS B 1501:2009）の等級に当てはめるとG10（グレード10、番号が小さいほど高精度）に匹敵します。

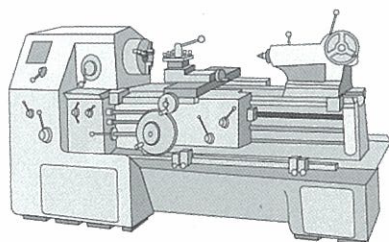


図2 汎用旋盤

3. 1970年代 家庭用ビデオデッキの出現

1970年代に入ると、家庭用ビデオデッキの普及が始まります。ビデオデッキには、テープに記録した映像を再生するために回転するビデオヘッド（図3）があり、この回転を支える転がり軸受の精度が悪いと、再生した映像にノイズが生じたり、うまく録画できなくなったりすることから、ビデオヘッドに使用される転がり軸受及びその鋼球には高い精度が求められるようになりました。

ビデオデッキが出始めた当初の転がり軸受用鋼球の精度は、真球度 $0.1\mu\text{m}$ でした。これはJIS規格の等級に当てはめるとG5に匹敵します。ビデオデッキの普及に伴い、例えば家庭用ビデオ規格のVHSの場合では、ハイファイ、S-VHSと映像や音声が進歩して、次第に再生画面が綺麗になってきましたが、これに伴いビデオヘッドに使用される転がり軸受及びその鋼球に要求される精度もますます高くなり、20世紀の終わりには転がり軸受用鋼球の精度は、真球度 50nm （ $0.05\mu\text{m}$ ）、JIS規格の等級でG3レベルにまで向上していきました。

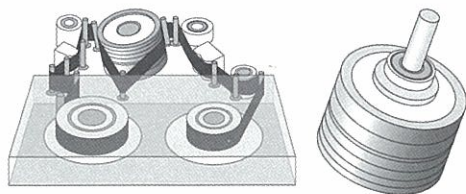


図3 ビデオデッキ概略及びビデオヘッド

4. 1990年代 パソコンの普及

1990年代後半には家庭へのパソコンの普及が一気に進んでいきます。パソコンに欠かせない記憶装置としてハードディスクドライブ(図4)がありますが、この頃から現在に至るまで、急激な進化が続いています。ハードディスクドライブは、磁性体を塗布した磁気ディスクと呼ばれる円盤が高速回転し、その上を磁気ヘッド(図5)が移動することにより、情報を記録したり読み出したりする補助記憶装置で、レコードをイメージしてもらえれば機構が分かりやすいかと思います。

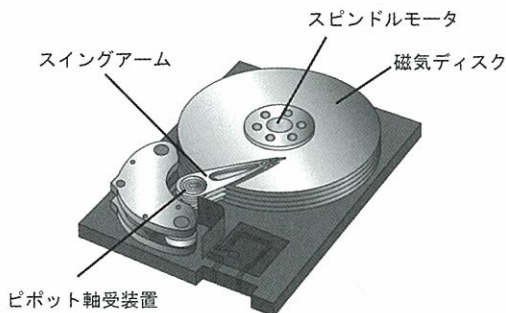


図4 ハードディスクドライブの内部構成



図5 スイングアーム及び磁気ヘッド

ハードディスクの情報を読み書きする場合は、磁気ヘッドが正確に磁気ディスクの上をトレースする必要があり、このため磁気ディスクを回

転させるスピンドルモータの転がり軸受及びその鋼球には、磁気ディスクがぶれないよう、超高精度が求められるようになりました。

ハードディスク用の転がり軸受用鋼球にはビデオヘッドで培った高精度化の技術を応用し、その精度は、真球度50nm、JIS規格の等級でG3相当を起点に高精度化への適用が始まっています。その後、ハードディスクの記憶容量が半年ごとに倍に増え、磁気ディスクの高密度化がますます進み、それに伴いスピンドルモータを支える転がり軸受及びその鋼球に求められる精度は、飛躍的に高くなってきました。2002年にはその精度は、真球度20nm(0.02 μ m)に到達し、もはやJIS規格の等級には存在しないような高精度になりました。

このため転がり軸受という機械部品ではここまでの精度が限界となり、スピンドルモータを支える軸受は、流体軸受に置き代わることになりました。しかしながら、磁気ヘッドを支えるスイングアームの支持部に使用するピボット玉軸受には、現在も高精度な転がり軸受が多く使用されています。

5. 超高精度ボールについて

現在、最も高精度なボールに、転がり軸受用鋼球ではなく、マスターボールと呼ばれる寸法測定用のボールがあります。材質は鋼のほかに窒化けい素のセラミック球もあり、特にセラミック球は錆びたり経年変化したりしないため、長期間の高精度が持続します。

このようなマスターボールは、精密測定機器の校正や検定に使われるもので、寸法や精度が既知のマスターボールを測定することによって、精密測定機器の精度を確認しています。最も高精度なマスターボールは窒化けい素の直径1インチ(25.4mm)のセラミック球で、その精度は、

真球度18nm(0.018 μ m)です。もし、このマスターボールを地球の大きさまで拡大したとしたら、直径のばらつきは10mにしかないほどの超高精度を実現しています。

このように、最近の60年の間にボールの真球度は0.2 μ mから18nmへと10倍以上にも向上してきているのです。