

(様式2)

学位論文の概要及び要旨

氏名 矢壁正樹 印

題 目 多孔質焼結スラスト・ラジアル複合軸受の潤滑性能と
超音波による油膜厚さ測定に関する研究

学位論文の概要及び要旨

近年では電機器のほか、自動車分野、情報分野、産業分野、広くは医療分野など多方面にわたり、潤滑性能向上や、ハイコストパフォーマンス化を狙った各種多孔質材料が注目されている。例えばハードディスクドライブやレーザービームプリンタ等、各種スピンドルモータのジャーナル軸受に Fe-Cu 系多孔質焼結材からなる流体軸受が利用され、長寿命化およびコストメリットを見据えた量産性向上に大きく寄与している。流体軸受において、従来では、スラスト荷重を受ける方式として、ピボット受け方式またはスラスト板を用いる方式が主流であった。ピボット受け方式では、スラスト板と軸先端接触面で極圧状態が発生し、また、スラスト板を用いる方法では、スラスト板と軸受端面間の介在潤滑油の遠心力による飛散により、スラスト板に局部的摩耗が発生する。したがって、これらの方法では寿命が短く、信頼性の確保が困難となる問題点を抱えている。さらに、現在の DVD などの光メディアにおいては、アプリケーションソフトウェアやデータの肥大化に対するメディアの大容量化およびモバイル化に対応するため、モータの高速化、高精度化、高信頼性、小型軽量化、加えてハイコストパフォーマンス化などの要求がなされている。この要求に応えるため、軸受に対しては、軸振れ(モータにおけるターンテーブル振れ抑制と軸許容垂直度確保)およびスラスト摩耗量の抑制、また消費電力の低減、長寿命化につながる良好な潤滑状態の確保が満足され、コストパフォーマンスに優れた多孔質焼結含油軸受の開発が望まれている。

一方、多孔質焼結含油軸受においては、軸-軸受間に油膜が存在し、この油膜の状態によって、流体潤滑、混合潤滑、境界潤滑、固体潤滑、油膜切れなどの潤滑状態が変化し、摩擦係数、発熱量、寿命など軸受の重要な潤滑特性を左右している。したがって油膜厚さの測定は軸受の研究・開発にとってきわめて重要な基礎技術となる。一般的に軸受内の油膜厚さ測定方法としては、電気容量法、X線透過法、磁気抵抗法、光干渉法、直接変位法、誘起蛍光法および赤外線分光法といった手法があるが、多孔質焼結含油軸受に適用することはきわめて困難であり、適用しても精度の面において問題がある。このため、多孔質焼結含油軸受における油膜厚さ、およびその分布を測定することの可能な新たな油膜厚さ測定

法の確立が望まれている。

本研究では、これらの要求を満たすため、第1にラジアル軸受とスラスト軸受を一体型とした多孔質スラスト・ラジアル複合軸受における動圧形状仕様・組合せの最適化を行うことを目的とする。軸受特性として軸浮上性、軸受温度上昇値、摩擦トルク、および軸振れ量を測定し、軸受性能に優れる動圧形状仕様・組合せの実験的検討を行った。第2に多孔質焼結含油軸受における油膜厚さの定量的測定方法の開発を行うことを目的とし、以下の4段階に分けた研究を行った。

第1に多孔質スラスト・ラジアル複合軸受において、ラジアル軸受の動圧形状として内周面にヘリングボーン形状(Herring Bone)、非対称三円弧形状(Three Lobed Type)を、スラスト軸受として軸受端面にウェーブ形状(Hydro Wave Bearing)、ポンプイン形状(Pump In)を採用し、メディア回転時のスラストおよびラジアル方向の荷重を支承するスラスト・ラジアル複合軸受最適化の実験的検討を行った。軸受特性としては、定性的浮上性、軸受温度上昇値、摩擦トルク、軸振れ量などについて測定を行い、軸受の長寿命化・高信頼性化などを達成する動圧形状の組合せを特定した。

第2に多孔質スラスト・ラジアル複合軸受の軸-軸受内周面間およびスラスト板-軸受端面間の単位時間における電気抵抗法を用いた接触回数測定による定量的浮上性測定および軸振れ量の測定を行い、スラスト動圧形状、およびラジアル動圧形状による、軸振れ抑制効果や、各動圧形状の浮上性に対する寄与率、およびスラスト・ラジアル両動圧形状相互の相乗効果を検証した。その結果、軸受の高精度化に要求される軸振れ(T-T whirling)の抑制、あるいは長寿命化につながる良好な潤滑状態を達成する動圧形状の組合せを定量的浮上性の測定により明らかにした。

第3に多孔質焼結含油軸受における油膜厚さの定量的測定方法として、超音波を用いる方法を提案し、その理論付けおよび具体的な実験方法を示し、基礎実験として多孔質焼結含油軸受標準試験片での軸静止時における油膜厚さ測定を行った。焼結含油軸受の含油率を変化させた試験片や溶性材である真鍮の試験片を用いて、本測定方法の有効性について確認した。

第4に多孔質焼結含油軸受標準試験片を用い、実機状態を想定した軸回転時における軸受の油膜厚さ測定を行い、焼結含油軸受の含油率を変化させた試験片や、軸回転数の変化をパラメータとした超音波による油膜厚さ測定を行うことで、その測定方法の汎用性や精度に対する検討を加え、実用化に向けた取り組みを行っている。