

令和元年度第2回テクノロジー・カフェ開催報告

【開催概要】

開催日時:令和元年8月26日(月)18時~20時

開催場所:東京理科大学葛飾キャンパス 図書館棟1階 理科大サイエンス道場

テーマ:「超精密と超高速回転を実現する流体潤滑軸受技術 ~ その設計と応用事例について ~」

主催:葛飾区産学公連携推進協議会、葛飾区、東京理科大学 研究戦略・産学連携センター

講師:工学部 機械工学科 准教授 宮武正明氏

参加者:8社 合計8名

今回のテクノロジー・カフェの講師は、「超精密と超高速回転を実現する流体潤滑軸受技術 ~ その設計と応用事例について ~」について、東京理科大学 工学部 機械工学科 の宮武正明准教授にお願いした。

宮武准教授率いる宮武研究室では、静圧空気軸受、動圧空気軸受、水静圧軸受などの流体潤滑軸受や非接触浮上装置に関する研究を行っている。それらの軸受特性を明らかとするとともに、高精度の位置決め、機構や加工機への適用も実施。近年では、流体潤滑軸受に関するテーマに加えて、天然樹脂である漆をベース樹脂とし、それに固体潤滑剤を添加した自己潤滑性すべり軸受に関する研究も行っている。

■軸受とは？

「軸受」とは、回転するものの軸を支える機械部品の総称で、「ベアリング」と呼ばれることもある。回転する製品の側で、これらの動きを支える働きをしている。具体的には、車輪や歯車などの部品が自由に回転をしたときに、回転軸を正しい位置に保ち、摩擦を軽減する役割を担う。

ベアリングは主に「すべり軸受」と「転がり軸受」の2種類に分類することができる。

「すべり軸受」は、軸と軸受の間に薄い膜を作り、潤滑油などを入れて滑らせながら回転させる。軸と軸受を広い面で接触させることが可能で、大きな荷重にも耐えられる。

「転がり軸受」は、軸受の内輪と外輪の間に複数の玉を入れて回転させる。これによりすべり軸受より軽快に回転するというメリットがある。また、転がり軸受の形状は国際的に統一されており、広く製造されている点も大きな特徴。市場規模を見ると、転がり軸受:すべり軸受:10:1程度。

すべり軸受と転がり軸受は、それぞれメリット、デメリットがあるため、ユーザーはそれらを考慮して、使用条件や用途に合わせて、選択・選定する必要がある。

■流体潤滑軸受とは？

流体軸受は、潤滑流体膜を形成させるメカニズムの違いによって、「動圧型(動圧軸受)」「静圧型(静圧軸受)」に分類される。また、潤滑流体に水や油などを用いるものを「流体潤滑軸受」、空気やヘリウム、炭酸ガスを用いるものを「気体軸受」というふうに区分している。本講義で主に取り上げるのは前者である。

【動圧型流体軸受】

軸と軸受の相対すべり運動によって、潤滑流体膜に圧力(動圧)を発生させることによって、負荷を支持する方式の軸受。HDD のスピンドルモーターや、ノートパソコンの冷却ファンなどに用いられている。

【静圧型流体潤滑軸受】

軸受外部より、あらかじめ加圧された高圧の潤滑流体をすべり面間に強制的に供給する。それによって、潤滑流体膜を形成し、負荷を支持する方式。軸が静止しているような場合でも潤滑流体膜が形成される。超精密加工機のスピンドルなど、高速で回転するドリルを支える軸部分で使われる。

■流体潤滑軸受に関する研究

宮武研究室での「流体潤滑軸受スピンドル」に関する研究テーマが発表された。

流体潤滑軸受に関する基礎的な研究は長らく行われてきた。近年では、流体スピンドルを用いた加工や、軸受レイアウトが加工精度に与える影響など、実際のアプリケーションに近い研究を多く行っている。今回は「①流体潤滑軸受スピンドルを用いたエンドミル加工時における回転軸振れに関する数値的研究」や「②金属 3D プリンターを用いた、新しい多孔質静圧軸受の開発」の2つが紹介された。

【①流体潤滑軸受スピンドルを用いたエンドミル加工時における回転軸振れに関する数値的研究】

本研究では、複数の静圧空気軸受によりされたスピンドルの回転精度が数値的に求める汎用的なプログラムを作成し、軸受配置、加工条件が、回転精度に与える影響を明らかにした。このようなプログラムを用いることで、静圧空気軸受を用いたスピンドルの設計が従来より容易となることが期待できる。

【②金属 3D プリンターを用いた、新しい多孔質静圧軸受の開発】

本発表では、金属 3D プリンターを用いた多孔質空気軸受の製造方法とその特徴を紹介した。従来の多孔質空気軸受と比較して、簡単な構造を実現し、かつ、多孔質内径部と外径部の通気性を変化させることで、軸受性能の向上が可能となることが明らかになった。

■まとめ:流体潤滑軸受のメリットと課題

流体潤滑軸受のメリットは、転がり軸受と比較して、低荷重の用途にて、高速、高精度が実現可能なことである。

一方、デメリットとしては、転がり軸受のようにメーカーが提供している簡易的な計算方法で性能を求めることができないこと。部品の精度要求が高く、一般的には高コストで入手しづらい。これが流体潤滑軸受の普及を妨げる要因の一つとなっている。

今後は流体潤滑軸受スピンドルシュミレータや3D プリンターの利用により、入手やランニングコストが低下し、精密機器以外の用途にも広く普及することが期待されている。

■質疑応答(Q:質問者、 A:宮武准教授)

Q:流体潤滑軸受で共通の規格があれば、わざわざシミュレーションしなくても良いと思うのですが、いかがですか？

A:実はすべり軸受の業界全体で共通の規格化というのはかなり遅れています。世界的にその動きは進められています。規格品としてあるのは、キャンホンなどで使われている精密用のスピンドルです。小さなところに関してはメーカー独自の規格を使っているところがほとんどです。

質疑応答の後、葛飾キャンパス内の宮武研究室を見学し、解散となった。

