

1. 緒言

水ポンプや HDD のスピンドルモータなどに使用されている従来の溝つき軸受は、グループ部とランド部を交互に配置したときのせん断流量の差を補うようにして圧力を発生し、軸受を支持する構造になっている。しかし、表面の溝の品質管理は難しく、加工時間やコストがかかるという問題がある。

この問題を解決するため、研究室では平面に対して撥水処理（表面で水をはじく）面と未処理面を交互に配置したスラスト軸受の研究を行っている。本研究では ANSYS による流体解析によって、撥水処理軸受の発生圧力に及ぼす撥水面形状の影響について検討する。

2. ANSYS による 3D モデルでの水膜解析

図 1 のような上部の回転体と撥水処理を施した下部の固定軸受を水中に設置したモデルを考えた。固定面については、撥水処理を施した 3 扇撥水軸受、3 面スパイラル撥水軸受、6 面スパイラル撥水軸受の 3 種類の軸受を用いる。

今回は、上面の回転体と下面の固定軸受によって形成される任意の膜厚をもつ流体膜に発生する圧力について解析する。

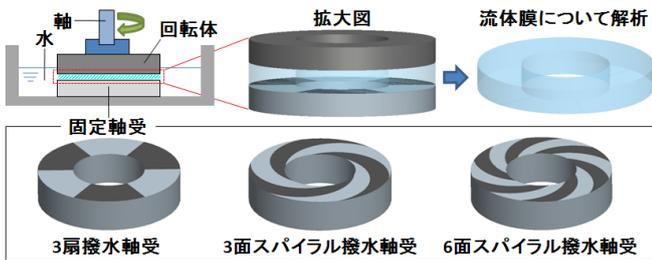


図 1.解析対象モデル

3. 解析対象モデル及び境界条件についての概要

流体膜のモデル形状としては、図 2 のように直径 40mm、内径 20mm、流体膜の厚みを 1 μ m 及び 5 μ m とする。膜厚の大きさを変えることによって、圧力の大きさや発生領域がどのように変化するかを比較する。また、周期性を利用し周期境界条件を用いて、 $\theta = -30^\circ$ から $\theta = 90^\circ$ までの 120 $^\circ$ の領域のみを対象としてモデルの簡略化を行う。

境界条件としては、回転面では別に行った実験で用いられている角速度 9.64rad/s を与え、潤滑面上でのスリップはないものとする。また、下部の軸受面との間にある水膜については、周期境界面をカップリングで繋ぎ、内外円周面に圧力 0Pa を与える。そして、軸受面の未処理部の全ての速度を 0m/s とし。最後に、撥水部では回転面角速度の 15% の 1.45rad/s のスリップを与える。

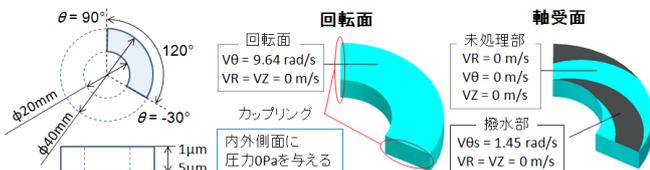


図 2.流体膜モデル形状

4. 解析結果及び考察

図 3 が圧力分布及び速度成分の結果である。これらのモデルの負圧部は、実際には気泡が介在し大気圧となるので有効な圧力発生領域は正圧部のみとなる。ここでは、3 扇と 3 面スパイラルの撥水面形状の軸受モデルについて比較する。

図(a)の 3 扇は、3 面スパイラルに比べて大きな圧力が発生していることがわかる。しかし、未処理部と撥水部の境界が円周方向に対して直交していることから、正圧部で流体が押し出される形となって潤滑剤をうまく供給することができず、負圧部で僅かな流体を吸い込んで潤滑剤を供給しなければならない構造となっている。

3 面スパイラルでは、正圧部で外から内に引き込む半径方向成分が含まれる。速度成分については、VR と V θ の比率は 1:59 となり、図(b) に VR を 59 倍にしてベクトル図として示してある。以上のことから、正圧部でも外から内へ潤滑剤を供給できることが考えられる。しかし、最大圧力が低くなるという欠点があるが、圧力が発生している領域を加味すると 3 扇の正圧値とさほど変わらない可能性がある。

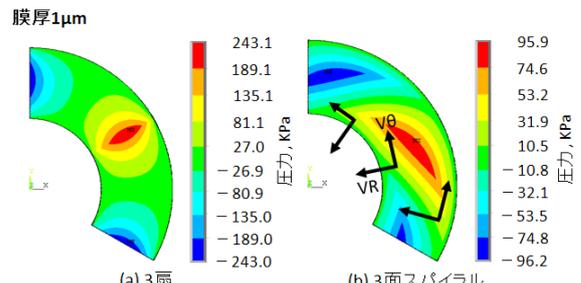


図 3.圧力分布及び速度ベクトル図

5. 全モデルについての総合評価

図 4 から、膜厚を 5 μ m から 1 μ m へ薄くすることによって、最大圧力が大幅に増加していることがわかる。表面形状としては、大きな負荷容量を得たい場合には 3 扇が適しており、より良い潤滑状態を得たい場合はスパイラル形状が適しているといえる。

今後は、今回の解析で得られた上記の特性を生かし、より良い軸受特性を得られる最適形状について検討し、実験データとの比較をおこなう。

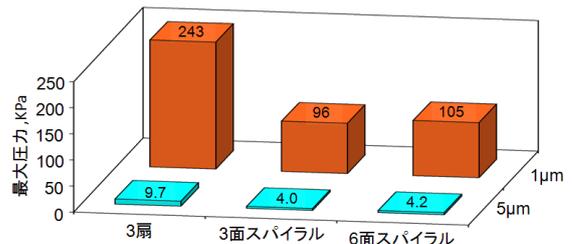


図 4.各モデルでの最大圧力グラフ

6. 参考文献

ANSYSFLOTTRAN 技術セミナー,サイバネットシステム株式会社