

撥水処理型スラスト軸受の基礎特性

トライボロジー研究室

北邑有希雄

1. 緒言

本研究で述べるスラスト軸受は、パソコンの HDD、ファン、水ポンプなど種々の場所で用いられており、軸方向に作用する荷重を支持する軸受である。現在は主として、溝の付いたスパイラルグループ軸受が用いられているが、溝の角部や深さの品質管理が難しく、また、加工時間やコストなどの面でも問題がある。

本研究では、撥水処理型スラスト軸受を考える。この軸受は、ガラス板に撥水処理を施して、その表面でのスリップ流れを発生しやすくした部分とスリップが生じ難い未処理の部分とを交互に設けることで、せん断流量の不連続性を生み、圧力流れを発生させ荷重を支持するものである。

ここでは、無限幅軸受理論値により撥水処理軸受の基礎特性を検討する。

2. 撥水処理軸受の無限幅軸受理論

図1に示すように、奥行き方向に無限に長い2つの壁面が距離 h_0 を隔てて平行に存在すると仮定する。このとき、上面は静止しており、下面は速度 U_d で動いている。

B_1 の領域の静止面には撥水処理を施しており、壁面にはスリップ流れ U_s が生じるものとする。このとき、 B_2 のスリップがない領域との間でせん断流量の不連続性が発生するため、圧力流れ(最大圧力 p_{max})が誘起され、軸受は荷重を支持することができる。なお、下面の移動面でのスリップはなしとした。

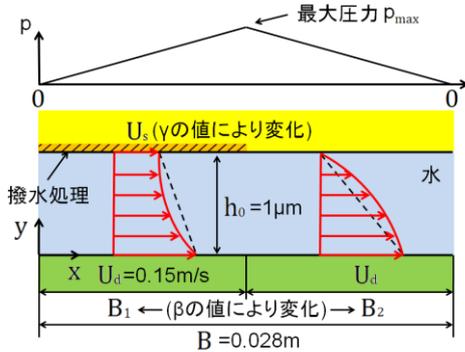


図1 無限幅撥水処理軸受の圧力分布と流れの関係

このとき、撥水処理部 B_1 と軸受長さ B との比を $\beta = B_1/B$ 、スリップ率を $\gamma = U_s/U_d$ とすると支持荷重 W と摩擦係数 μ は次式で与えられる。

$$W = \frac{3\eta\gamma U_d \beta(1-\beta)B^2}{h_0^2} \quad \dots(1)$$

$$\mu = \frac{(\gamma\beta - 1)h_0}{3\gamma\beta(1-\beta)B} \quad \dots(2)$$

3. 計算結果および考察

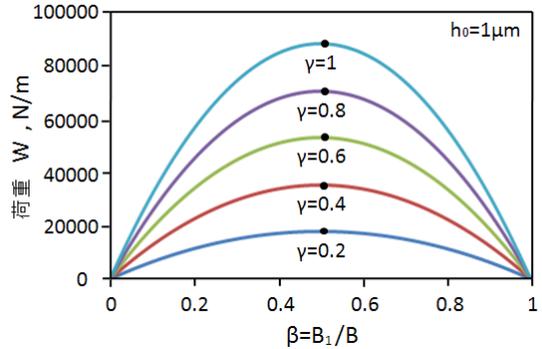


図2 撥水部長さ割合 β と支持荷重 W の関係

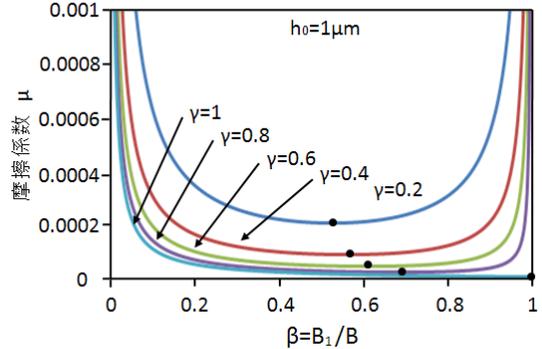


図3 撥水部長さ割合 β と摩擦係数 μ の関係

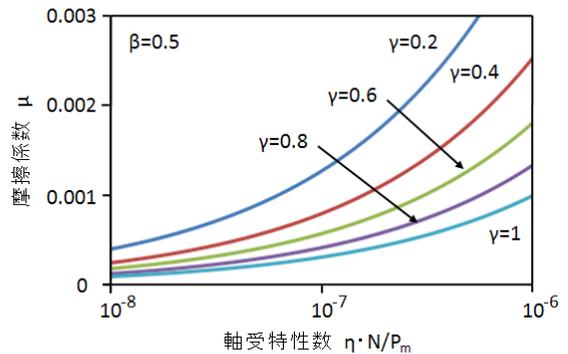


図4 摩擦特性曲線

図2～図4に計算結果を示す。支持荷重 W は、スリップ率の上昇とともに増加するが、 W の最大値での β は、いずれの γ でも $\beta = 0.5$ となる。図3に示した摩擦係数も β の影響を受け、 $\beta = 0.5 \sim 0.7$ で最小値を示し、高スリップ率の場合 $\mu < 0.0001$ と極めて低い値となる。

4. 結言

撥水部での流体のスリップを考慮した軸受特性の解析から、現実的な大きさの圧力の発生が望め、摩擦係数も実験と同程度に低くなることが明らかになった。