

1. 緒言

本研究で用いられる撥水処理型軸受は、撥水処理を施して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て荷重を支持するものである。

ここでは、軸受面の一部に微小な段差をもたせ、その凹部にスリップを発生させて負荷を増大させるスリップステップスラスト軸受の可能性を、無限幅軸受理論により検討し、実験結果と比較する。

2. 無限幅軸受理論による軸受の静特性解析

ここでは、円周方向に扇状の溝部と棚部の組が3つ配置される円板状の撥水処理型ステップスラスト軸受について、無限幅軸受を仮定した解析により、軸受特性に及ぼす溝部でのスリップの影響を検討する。

解析モデルでは、溝部前半と棚部の後半での負圧部がキャビテーションにより大気圧になると仮定する。そして周期性を考慮して、図1に示すような1扇分 ($B=28\text{mm}$) の無限幅スリップステップスラスト軸受モデルを考える。

正圧発生部での流量の連続性から境界部での圧力 $p_{\max}$ を定め、負荷容量 W を求めると次のようになる。

$$W = \frac{3\eta\{(\gamma+1)\alpha-1\}U_d\beta(1-\beta)B^2}{4\{\alpha^3(1-\beta)+\beta\}h_0^2} \quad (1)$$

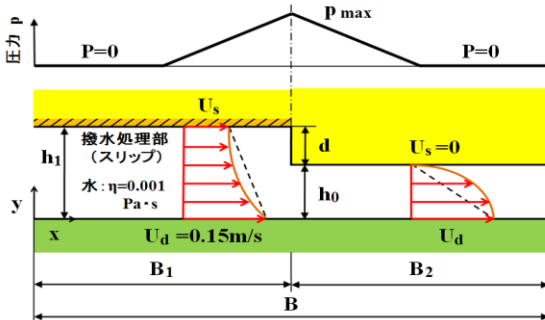


図1 1扇分の無限幅スリップステップスラスト軸受

ここで、 U_d は摺動面の速度、 γ はスリップ率で $\gamma = U_s/U_d$ 、 U_s は固定壁面でのスリップ速度、 β は溝部（スリップ部） B_1 と1扇分の長さ B との比（ $\beta = B_1/B$ ）とした。また、 h_0 は潤滑剤（水）の棚部膜厚、 h_1 は溝部膜厚であり、その比を膜厚比 $\alpha = h_1/h_0 = (h_0+d)/h_0$ とした。 d は溝深さである。

一方、固定壁面での摩擦力 F について、大気圧領域ではせん断流れのみ、正圧発生部では圧力流れを加味した固定壁面での速度勾配を考慮すると、

$$|F| = \frac{\beta B \eta (\gamma - 1) U_d}{\alpha h_0} + \frac{(1 - \beta) B \eta U_d}{h_0} + \frac{(1 - \alpha) h_0}{2} p_{\max} \quad (2)$$

と求まる。

3. 実験装置および実験条件

図2のような実験装置を用いて、荷重を加えたときの固定試験片と回転試験片間の摩擦係数力をロードセルにより測定し、摩擦係数を求めた。回転側には未処理のガラスを用い、固定側には図2中に示す3種類の試験片を用い比較を行った。

荷重は5~100N、潤滑剤には精製水を用い、0.15m/sの速度で各荷重において5分間計測した。固定試験片では撥水部と未処理部の比を1:1に設定（ $\beta=0.5$ ）し、段差部 d を約 $0.5\mu\text{m}$ とした。そして、溝部と棚部共に未処理の「ステップ軸受」、溝部のみ撥水処理を施した「スリップステップ軸受」、また参考のために、溝を持たない（ $d=0$ ）「3扇撥水処理型軸受（スリップ軸受）」の各スラスト軸受を使用した。

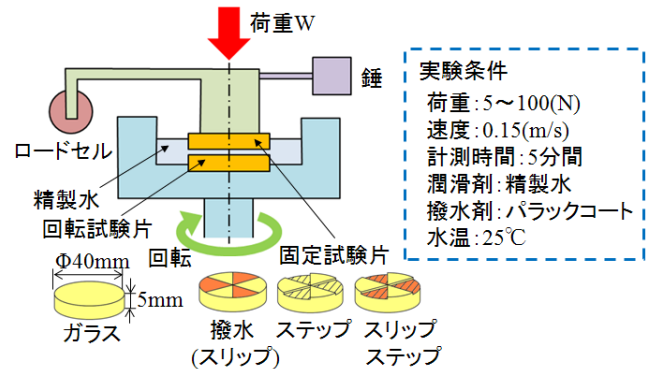


図2 実験装置と試験片ならびに実験条件

4. 実験結果および考察

図3に摩擦特性曲線を示す。上図は理論値、下図は実験結果である。摩擦係数の傾向は理論と実験で同じで、スリップステップ軸受が最も低く、例えば、 $W=80\text{N}$ での摩擦の実験値はステップ軸受の約1/4であった。

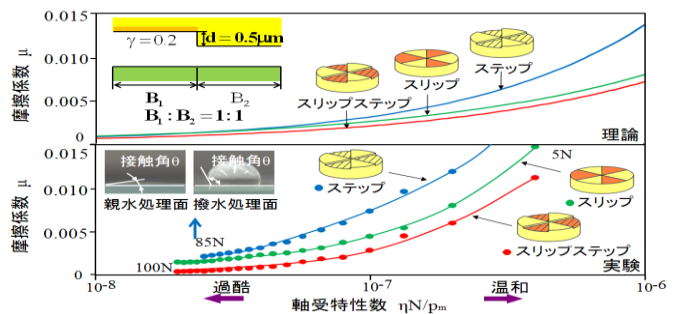


図3 摩擦特性曲線

5. 結言

$0.5\mu\text{m}$ とごく浅い溝部に撥水処理を施したスリップステップ軸受の摩擦は、軸受特性数（ $\eta \cdot N/pm$; η : 粘度, N : 回転数, p_m : 平均面圧）の広い範囲にわたり良好で、溝部を持たないスリップ軸受より低く安定する。

6. 参考文献

- 1) 高田裕紀 他3名、撥水処理型簡易スラスト軸受の開発、日本設計工学会平成20年度秋季大会研究発表講演会、2008、73-74。