

重み係数を考慮したスラスト軸受の溝形状最適設計

Optimum Design of Groove Geometry for Thrust Bearing with Weight Factor Consideration

大豊工業(株) (正) *難波 唯志 東海大学・工[院] (学)ダニエル・イブラヒム
東海大・工(正) 橋本 巨

Tadashi Namba*, Daniel Ibrahim**, Hiromu Hashimoto***
*Taiho Kogyo co., Ltd, **Graduate School Student of Tokai University, ***Tokai University

1. 緒言

現在, HDD(ハードディスクドライブ)や光ディスクなどの情報関連機器の需要は増加傾向にある。これらの回転部分の支持軸受には主に流体軸受が使用されており, 回転機械の性能を高めるためには軸受性能も高めることが重要である。このような問題に対して, 近年では軸受要素の性能改善を目的とした最適設計⁽¹⁾が取り組まれている。一般に, 軸受設計を行う際には目的関数が単一である場合は少なく, その多くは複数の目的関数を同時に最適化する多目的最適設計として行われている。従来, 複数の目的関数を有する多目的最適設計問題を解く際には, 目的関数どうしの積または比をとる方法や, 各目的関数に重みをつけ, その総和をとって単一の目的関数に帰着させる方法などにより行われてきた。しかしながら, 実際に重み係数を選定する際には設計者自身の価値判断や試行錯誤により決定するため, 最適な重み係数を得るまでには膨大な計算時間や計算回数が必要であるなどの問題がある。

そこで本研究では, 重み係数を設計変数としたスラスト軸受の溝形状最適設計問題について検討したので報告する。

2. 最適設計

最適設計問題を定式化するにあたり, 軸受荷重 W [N], 軸受外半径 R_1 [mm], 軸受内半径 R_2 [mm], 軸回転数 n_s [rpm] は設計の与条件としてあらかじめ与えられているものとする。

最適化の指標となる目的関数の候補を考える。スラスト軸受は軸受面に作用する摩擦損失の低減および外乱からの安定性を向上させることが要求される。したがって, 本研究ではこれら 2 つの目的を同時に達成するために, 次に示す 2 つの状態量の重み付き線形和を目的関数として採用する。

$$f_i(x) / f_d(x)$$

$$f(x) = W_f \bar{k} + (1 - W_f) / \bar{T}_r \quad (1)$$

ここで, W_f は重み係数を表している。重み係数 W_f は各目的関数に対する影響度合を表すものであり, 一般に設計者が決定するパラメータである。しかし, 最適な重み

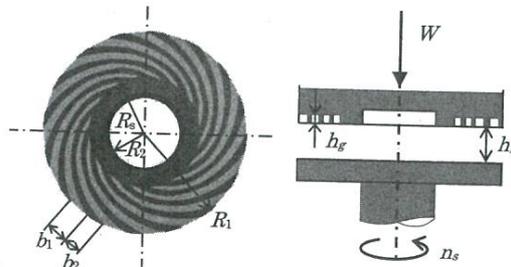


Fig. 1 Geometry of thrust bearings

Table 1 Given variables and constraints

Parameter	Value
Outer radius R_1 [mm]	16
Inner radius R_2 [mm]	4
Load capacity W [N]	0.98, 4.9, 9.8
Rotational speed n_s [rpm]	20000
Groove number N	16
Seal radius ratio R_s	0.58
Groove depth h_g [μ m]	20
Groove width ratio α	0.636
Minimum angle amount $\phi_{i \min} (i=1-4)$	$-\pi$
Maximum angle amount $\phi_{i \max} (i=1-4)$	π
Minimum weight factor $W_{f \min}$	0
Maximum weight factor $W_{f \max}$	1
Minimum film thickness $h_{r \min}$ [μ m]	2

係数を得るには膨大な計算回数が必要となる。そこで, 本研究では, 重み係数 W_f を設計変数として採用する。

設計変数は次式のように表される。

$$X = (\phi_1, \phi_2, \phi_3, \phi_4, W_f)$$

ここで, $\phi (i=1-4)$ は基本形状からの円周方向への移動量を示している。また, 設計変数および状態量に課せられる制約条件は次式として

$$g_i(X) \leq 0 (i=1-12)$$

ただし, 制約関数 $g_i(X) \leq 0 (i=1-12)$ は次のように与えられる。

