

G1101-3-2 小型スピンドルモータ用流体軸受の最適設計

Optimum Design of Fluid Film Bearings Used in Small Size Spindle Motor

○学 伊藤 径 (東海大院), 学 砂見 雄太 (東海大院), 正 M. ダニエル・イブラヒム (東海大院),
正 難波 唯志 (東海大院), 正 落合 成行 (東海大), 正 橋本 巨 (東海大)

Kei ITO, Yuta SUNAMI, M. Danial IBRAHIM, Tadashi NAMBA,
Masayuki OCHIAI, and Hiromu HASHIMOTO

Tokai University, 1117, Kitakaname, Hiratsuka City, Kanagawa Prefecture 259-1292

Fluid film lubricated dynamic bearings are commonly used for high speed revolutionary equipments acting as rotating shaft support element. Among these equipments which use the bearings as support elements, office automation equipment and IT related devices are widely use the applied. Optimization of bearing parameters is effective to improve the performance of the fluid film lubricated dynamic bearings since low noise and impact-proof characteristics are essential requirements for these equipments. On the other hand, bearings for miniaturized spindles are generally made by a mass production process which will eventually requires reduction of production costs. In this paper, 2.5 inch HDD spindle motor using fluid film lubricated dynamic bearings is used; sensitivity analysis that considered manufacturing error was conducted for optimum design. As a result, the influence of bearing characteristic values upon the occurrence of manufacturing error was clarified.

Key word: Spindle motor, Journal bearing, Manufacturing error, Probability theory

1. 緒言

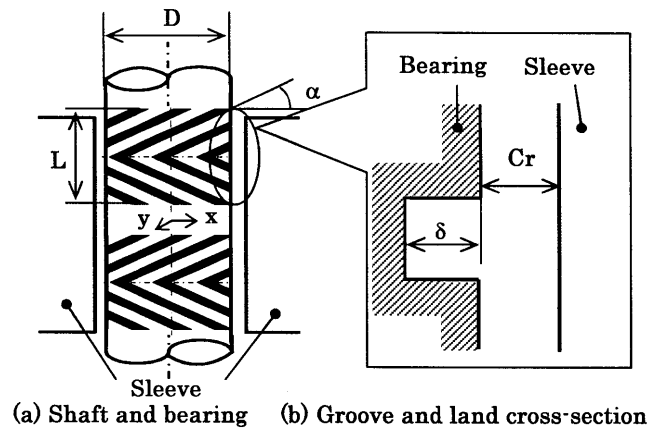
流体軸受は潤滑剤に油や空気のような流体を用いて回転軸を非接触で支持することができる。転がり軸受に比べて静粛で衝撃に強く、非繰り返し回転振れ(NRRO)などの回転精度に優れている。したがって、情報関連機器やOA機器などの回転軸の支持要素として広く用いられている。近年はモバイル用PC、携帯音楽プレーヤーやカーナビゲーションシステムなどの情報記憶媒体としてハードディスクドライブ(Hard Disk Drive: HDD)が広く用いられているが、いずれの機器も更なる低騒音化、高耐衝撃性化、高記録容量化が要求されており、その実現のためには流体軸受の性能向上が必要不可欠であるといえる。

流体軸受の性能向上に際しては、軸受諸元の最適化が有効だと考えられる。例えば橋本⁽¹⁾は、直接探索法と逐次二次計画法を組み合わせたハイブリッド法によりスラスト空気軸受の最適設計を行い、軸受性能を飛躍的に向上させている。本手法は、数理計画法に基づき複数の軸受諸元を同時に最適化できる優れた手法と言える。上述のような機器に用いられている小型スピンドルは、多数の流体軸受によって支えられており多くの設計諸元を有することから、本手法の適用が極めて有効と考えられる。

一方で、このようなスピンドル用の軸受は一般に大量生産され、製造コストの低減が求められている。このような観点から加工誤差に対する感度の把握が設計・製造上極めて重要と言える。しかしながら、加工誤差が流体軸受の性能に及ぼす影響や、加工誤差の影響を考慮した最適設計について検討した研究事例は、著者らの知る限り見受けられない。そこで本研究では、今後使用領域が広がると予測される2.5" HDDスピンドル用流体軸受を対象に、加工誤差を考慮した最適設計を行うための感度解析を、確率論を用いた手法により実施した。

2. 感度解析

本研究で対象とする軸受の外観を図1(a)に、溝部の拡大図を図1(b)に示す。軸受の寸法はTable1のように設定している。感度解析を行うにあたり、本研究では、加工誤差



(a) Shaft and bearing (b) Groove and land cross-section
Fig.1 Journal bearing

Table 1 Bearing dimensions

	Case 1	Case 2
Clearance Cr [μm]	3.0 ± 1.0	3.0 ± 1.0
Groove depth δ [μm]	5.0	2.0~10.0
Bearing diameter D [mm]	3.2	3.2
Bearing width L [mm]	1.0~2.0	1.5
Groove angle α [deg]	25	25

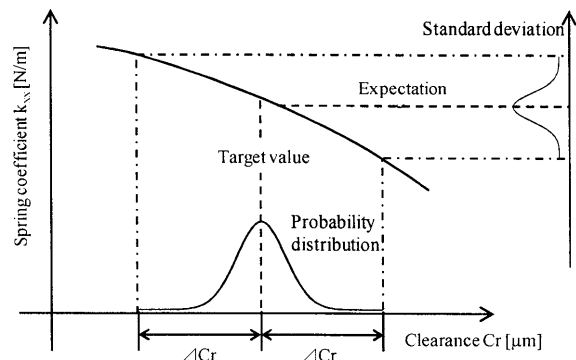


Fig.2 Statistical analysis