1201 小径玉軸受の転動体公転滑りに関する研究

Research on Orbital Slip of Rolling Element of Small Ball Bearing

野口昭治 (東理大), ○藤木直子(東理大・学)

Shoji NOGUCHI, Tokyo University of Science, Yamazaki 2641, Noda City Chiba

Naoko FUJIKI, Tokyo University of Science, Yamazaki 2641, Noda City Chiba

A major factor that the small ball bearing becomes application limits is wearing. The wearing occurs because of slipping caused in the bearing at low load. This slipping is called 'orbital slip'. The purpose of this research is to experiment on and quantitatively clarify the orbital slip. As a result of the experiment, the generation of orbital slip was confirmed. Moreover, quantitative data of orbital slip that has not been researched up to now was obtained for the first time. The tendency to orbital slip guessed from this experiment is shown as follows.

- 1) Orbital slip is generated easily by the rotational speed high and the load low.
- 2) Standard product slips than high accuracy product when a proper load hangs to the bearing.

1. 緒言

本研究対象である小径玉軸受は、事務機や家電に使われている小型モータやOA機器を冷却する装置であるファンモータなど様々な機械に大量に使われている。小径玉軸受の寿命は、はくりではなく、音や振動が上昇して使用限界となることが多い。音や振動上昇の原因には、潤滑剤劣化による潤滑不良が一般的であるが、軸受に適正荷重がかかっていない場合、特に低い荷重の時は軸受の転動体/軌道面に滑りが生じ、それによる摩耗が原因となることもある。この内部滑りは“公転滑り”と呼ばれているが、公転滑りについて定量的に実験を行った報告はほとんどない。そこで本研究では、アキシアル荷重と回転速度をパラメータにして公転滑りを観察し、定量的に滑り率を求めた結果について報告する。

2. 実験方法

小径玉軸受にアキシアル荷重をかけ回転させ、内部を高速度カメラで撮影する。そのデータを解析することによって転動体の公転数を算出し、計算によって求めた理論公転数との差を計算することで公転滑りを求める。理論公転数は以下のような式から求められる¹⁾。

$$n_c = \left(1 - \frac{D_w \cos \alpha}{D_{pw}}\right) \frac{n_i}{2} + \left(1 + \frac{D_w \cos \alpha}{D_{pw}}\right) \frac{n_e}{2}$$

$$\left[\begin{array}{ll} n_c: \text{転動体の公転数} & D_{pw}: \text{転動体ピッチ径(mm)} \\ D_w: \text{転動体直径(mm)} & \alpha: \text{接触角(deg)} \\ n_e: \text{外輪回転数(min}^{-1}\text{)} & n_i: \text{内輪回転数(min}^{-1}\text{)} \end{array} \right]$$

3. 製作実験装置及び実験全体図

軸受を回転させる装置を図1に示す。軸受にアキシアル荷重をかけ外輪を固定し、エアスピンドルを用いて内輪を回転させる。本実験の全体図を図2に示す。ファンクションジェネレータによって実験装置の回転数を設定し軸受を回転させ、高速度カメラで軸受の内部の運動状態を撮影し、データをパソコンへ保存するというシステムになっている。

4. 実験条件

今回の実験は表1のような条件で行った。アキシアル荷重は、今回の実験で用いる軸受の場合9.8N程度が一般的に用いられていることから0.98N, 2.94N, 4.90N, 10.8Nとした。また、軸受の寸法は図3のようになっている²⁾。

Fig.1 Experimental apparatus

Fig.2 Overall view of experiment

Table1 Experimental condition

bearing	deep groove ball bearing 695
load(N)	0.98, 2.94, 4.90, 10.8
rotational speed (min ⁻¹)	1500~17500(at 2000 intervals)
recording time(s)	10
lubricant agent	Grease natural base oil(VG22)
rotation	clockwise rotation inner race rotation

5. 実験結果

撮影したデータを解析するため bmp 形式で保存し、画像解析ソフト MATLAB で製作したプログラムを用いて解析を行い、実際の公転数を算出した。図4に撮影した画像の一例を示す。

また、滑り具合を示す値である滑り率を以下の式で定義した。滑り率と回転数との関係を図5に示す。

$$[\text{滑り率} = 1 - (\text{測定公転数}) / (\text{理論公転数})]$$

6. 結 言

今回の実験では測定公転数が理論公転数より少ないことから、公転滑りが発生していることが確認できた。また、今まで明らかでなかった公転滑りについて、定量的なデータを得ることができた。以下今回の実験における公転滑りの傾向を示す。

- (1) 低荷重・高速回転であるほど滑りは発生する。
- (2) 適正荷重では一般標準品よりも高精度品の方が、滑りが発生しにくい。

Fig.3 Test bearing

Fig.4 Example of image

Fig.5 Relationship between orbital slip ratio and rotational speed(Grease, VG22)

7. 今後の課題

今後の課題として、公転滑りに関して潤滑油粘度、温度等をパラメータにした実験を行う予定である。

参考文献

- 1) NSK, テクニカルレポート, 日本精工株式会社
- 2) NSK, 転がり軸受, 日本精工株式会社