

# 疑似3点法による高速回転主軸の回転精度測定

機械科 大澤洋文 田中孝彦

## Measurement Method for Rotational Motion Error of Air Spindle

Hirofumi Ohsawa and Norihiko Tanaka

### 1. はじめに

近年、電子機器の高機能化、薄型化による部品の小型化に伴い、微細加工の需要が高まり、加工用機械の主軸回転の高速化が求められている。しかし、主軸回転精度の評価法は、接触式センサを用いて低速で回転させたときの静的な方法しか規格化<sup>1)</sup>されておらず、高速回転主軸の実用回転速度領域での評価は行われていないのが現状である。

前回、工作機械の高精度化を目的として、高速回転主軸(10,000rpm)の回転精度を、センサ1本を用いる1点法によって実施した<sup>2)</sup>。しかし、1点法では、主軸回転精度と測定部の真円度の分離ができず、より高精度な主軸を開発するうえで問題となる。それに対し、主軸回転精度と測定部の真円度の分離ができる3点法による回転精度評価方法が発表されている<sup>3)</sup>が、3点法を行うためには、特性をそろえた3本のセンサや専用ソフトを準備する必要があり、経済的負担となる。

そこで今回、より簡易に精度よく回転精度評価を行うために、1本のセンサを用いて3方向から1点法を行う疑似3点法により、主軸回転精度と測定部の真円度を分離する方法を試みた。

### 2. 測定

#### 2.1 測定対象

測定対象として、数値制御高精度スライサUSM-200B(東芝機械(株)製)に搭載された空気静圧スピンドルを用いた。砥石軸に、図1に示すように被測定部品を取付け、その外周変位を静電容量型高精度非接触微小変位計MicroSense4830(日本エー・ディー・イー(株)製)で測定した。

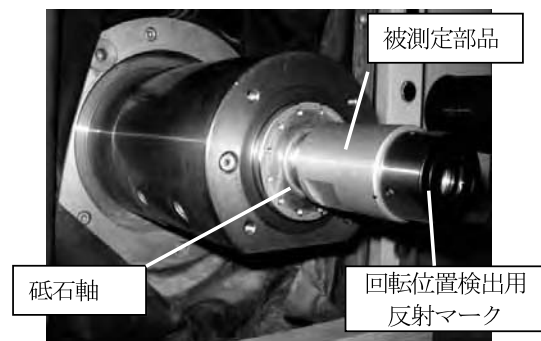


図1 測定対象

#### 2.2 測定方法

測定は、図2のような治具を用いて、0°、90°、-120°の3方向から別々に変位量を測定した。主軸回転数を500rpm、1,000rpm、2,000rpm、4,000rpm、6,000rpm、8,000rpm、10,000rpmの7段階に変化させ、それぞれ各2回ずつ行った。

また、被測定部品の回転位置の検出には、ファイバセンサ(アンプ/FS-V11、センサ/FU-61、(株)キーエンス製)を用いた。ファイバセンサの応答速度は250μsである。

主軸回転数を目標まで上げ、定常状態に達したことをスライサに付属する回転計で確認してから測定開始を指示し、開始指示後、1回目の反射マークの検出から11回目までの10周分の変位を18.7μs間隔で取得した。

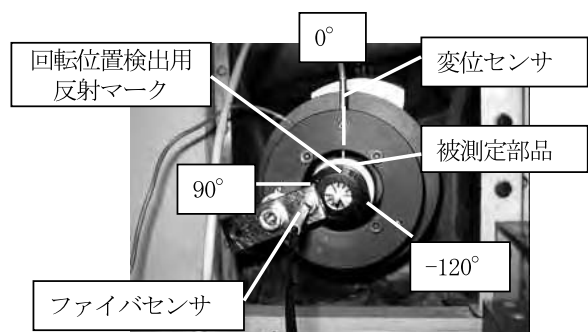


図2 測定装置

【ノート】

取得したデータを10周（3600度）で等分して、各角度での被測定部品外周の変位量とし、5周目のデータのみを使用した。反射マーク検出位置を0°とした時の主軸回転角 $\theta$ に対する一回転分の0°、90°、-120°の変位量をそれぞれ、 $S_a(\theta)$ 、 $S_b(\theta)$ 、 $S_c(\theta)$ とした。

2. 3 解析

解析には、三井により発表された「精度診断技術の研究」<sup>3)</sup>による計算式を用い、図3のような計算プログラムを作成した。プログラムは、 $S_a(\theta)$ 、 $S_b(\theta)$ 、 $S_c(\theta)$ を入力すると、回転精度と測定部の真円度を出力する。

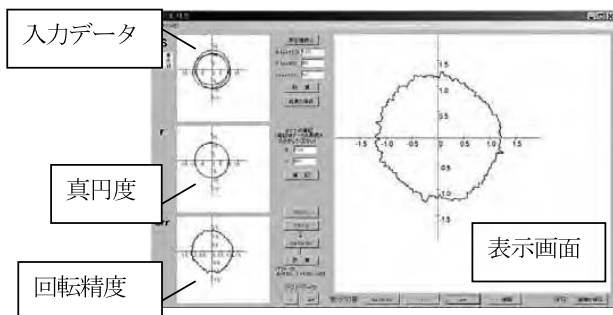


図3 3点法計算プログラム

3. 結果

得られた変位量から、回転精度および測定部の真円度を計算した。1,000rpmの回転精度波形および真円度波形を図4に示す。表1には、主軸回転数ごとの真円度計算結果を示す。

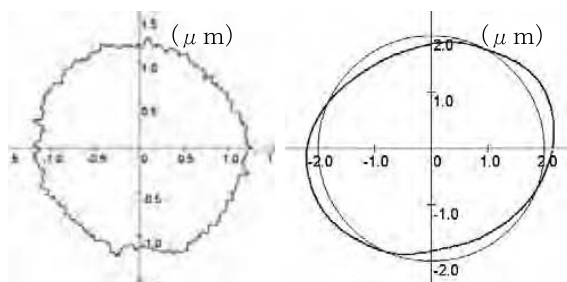


図4 回転精度および真円度波形（1,000rpm）

表1 真円度計算結果

回転数 (rpm)	500	1,000	2,000	4,000	6,000	8,000	10,000
1回目 (μm)	1.28	1.19	1.06	1.16	1.49	1.33	1.22
2回目 (μm)	1.16	1.41	1.27	1.21	0.55	1.25	1.26

また、測定部の真円度を、真円度測定機タリロンド300（テラーホブソン社製）で測定した。結果を図5に示す。

両者の真円度波形から同様の傾向を確認できることから、本手法により、測定データから主軸回転精度と被測定部品の真円度を分離できたといえる。

しかし、計算された真円度の数値は、真円度測定機での結果に対していずれも小さく、また主軸回転数によるバラつきもあった。

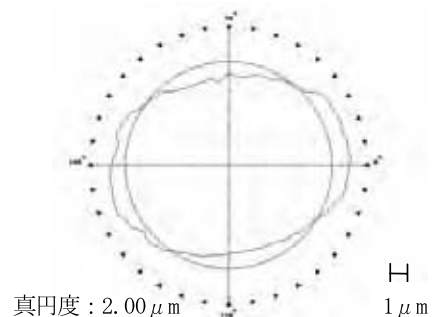


図5 真円度測定機による測定結果

4. まとめ

3点法による測定データから、回転精度と測定部の真円度を分離するプログラムを作成した。

これにより、3方向から別々に測定された疑似3点法においても、回転精度と測定部の真円度の分離が可能であることが分かった。ただし、分離精度の考察については、真円度がはっきりした数種類のマスターを用いて、測定試験を繰り返す必要がある。

本手法を用いれば、工作機械の主軸回転精度を簡易に評価できるだけでなく、円筒加工物の真円度オンマシン測定にも応用できる。

参考文献

- 1) JIS B 6191：工作機械－静的精度試験方法及び工作精度試験方法通則，38-43，(財)日本規格協会（1999）。
- 2) 大澤洋文他：高速回転主軸の回転精度測定，静岡県工業技術研究所研究報告，第3号，156-157（2010）。
- 3) 三井公之：精度診断技術の研究，日本機械学会論文集（C編），48，115-123（1982）。