

三次元測定機の信頼性向上に関する研究

ものづくり開発室 山畑 利行, 嶋田 博, 田中 弥

Improvement of Reliability for Coordinate Measuring Machines

Toshiyuki YAMAHATA, Hiroshi SHIMADA and Wataru TANAKA

三次元測定機は構造的な問題から誤差を持っており、また経年変化によって精度の低下が考えられ、三次元測定機の精度保証を検討する必要がある。本年度は、校正器具の一つであるボールプレートに着目し、約1年間をかけて座標測定をして、各ボール中心位置の関係を解析することで、三次元測定機の中周期的な精度変化を検討した。

その結果、ボールプレートを年間を通じて校正測定することで、三次元測定機の精度変化を的確に把握することができることを確認し、有用であることの見解を得た。

1. はじめに

金型や機械加工部品の形状が複雑になるに従って、寸法測定や形状測定に三次元測定機(以下CMM)が多く企業の企業で使用されている。CMMによる計測は、CMM本体固有の性能だけでなく、測定室の環境や使用するプローブ、測定者の技能等に影響する。

CMMの定期検査における測定精度の検査方法がJIS B 7440-2に規定されている。この方法は、多数の長尺ブロックゲージを準備し、それらを厳密に配置して検査する必要があるため、使用者が自ら検査するには技術を要する。

本研究では、CMMの精度特性を把握し、高精度に測定する手法を確立することを目的とする。

本年度は、校正器具の一つであるボールプレートの座標測定をして、各ボール位置の関係を解析することで、中周期的なCMMの精度変化を検討した。

2. 実験装置及び方法

実験に用いた機器の仕様は以下のとおりである。

(1) CMM(実験用)

- ・SUPER FN905 ((株)ミットヨ)
測定範囲 : $X=900\text{mm}, Y=550\text{mm}, Z=600\text{mm}$
最小表示値 : $0.5\ \mu\text{m}$
各軸精度 : $2.9 + 4L/1000 \leq 5\ \mu\text{m}$
空間精度 : $3.6 + 4L/1000 \leq 6\ \mu\text{m}$

(2) CMM(基準用)

- ・PRISM07 super ACC VAST (カールツァイス)

- 測定範囲 : $X=900\text{mm}, Y=1180\text{mm}, Z=650\text{mm}$
最小表示値 : $0.2\ \mu\text{m}$
各軸精度 : $0.9 + L/400 \leq 2.5\ \mu\text{m}$
空間精度 : $1.4 + L/350 \leq 3\ \mu\text{m}$

図1のように、ボールプレートは球径 $\phi 20.6\text{mm}$ の18個の球を配しているものである。ボールプレートの測定は、球No. 1をXY原点とし、球No. 1と球No. 5を通る軸をX軸に設定した後に、18個の球についてX, Y, Z座標及び球径を測定した。測定はNo. 1~No. 18まで5往復して、計10測定の実験データを取得した。ボールプレートを通常的位置(正位置)と、これを180度回転した状態で定盤に設置した位置(反転位置)の2つの位置で測定した。

確認のために、高精度CMM(東葛テクノプラザ所有, カールツァイス製, PRISM07 super ACC VAST)で各球の中心座標及び球径を測定し、この測定値を基準値として解析に使用した。校正測定は7月から5月までの11ヶ月間行い、各測定日毎にデータを解析した。

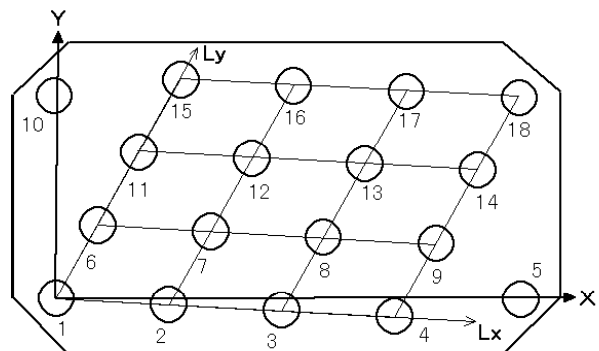


図1 ボールプレート

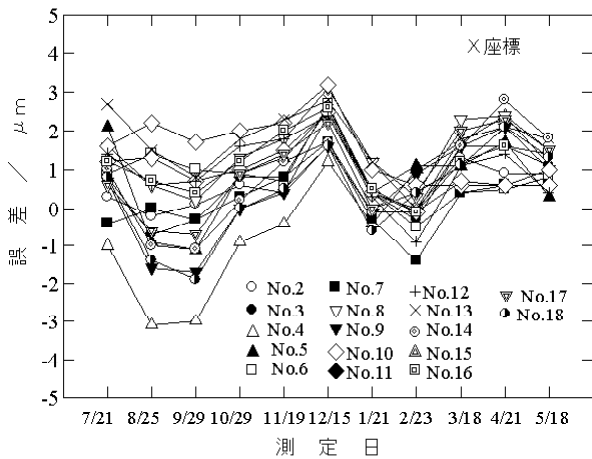


図2 X座標の誤差

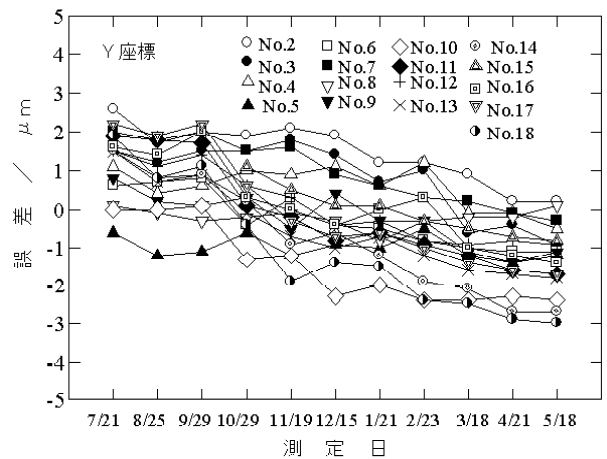


図3 Y座標の誤差

ここでは、 L_x 方向は球No. 1, 球No. 2, 球No. 3, 球No. 4の中心を通る方向の軸とし、 L_y 方向は球No. 1, 球No. 6, 球No. 11, 球No. 15の中心を通る方向の軸とする。解析方法は、 L_x 方向と L_y 方向毎にSN比を求め、X座標、Y座標、中心間距離について行った。また、校正測定は7月から5月までの11ヶ月間行い、各測定日毎にデータを解析した。

3. 結果及び考察

3.1 X座標の誤差

図2にX座標の誤差を測定日毎にまとめた図を示す。誤差はPRISM07のCMMの計測値を基準値と仮定して算出した。7月から9月にかけては、各球のX座標の誤差の偏差幅が4~5 μm と大きい傾向である。12月と4月の測定日でX座標の誤差が正方向に大きくなっている。11ヶ月の校正測定期間で、X座標の誤差は $\pm 3\mu\text{m}$ 程度である。

なお、今年度のCMM保守点検は平成17年1月20日に実施されて、校正されている。

3.2 Y座標の誤差

図3にはY座標の誤差を測定日毎にまとめた結果を示している。7月から翌年5月にかけてのY座標の誤差は、正方向から負方向に減少するような傾向である。X座標と同様に11ヶ月の期間での誤差は $\pm 3\mu\text{m}$ 程度であり、Y座標についても実験で用いたCMMの仕様精度内であることを確認できた。

3.3 球No. 1との中心間距離の誤差

図4に球No. 1との中心間距離の誤差を示す。年間の変化としては、概ねX座標の変化に似ている。これは、ボールプレートの測定座標系設定におい

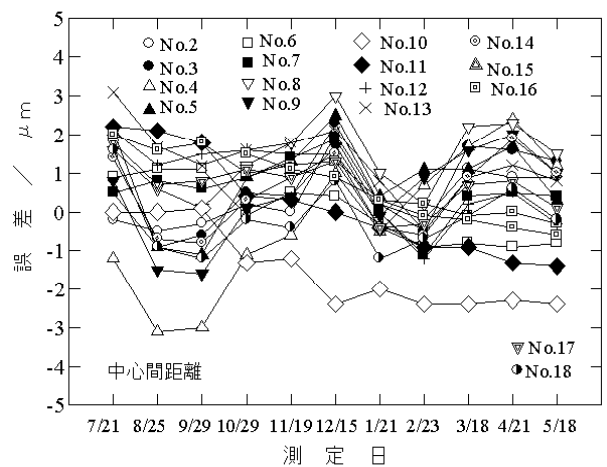


図4 球No. 1との中心間距離の誤差

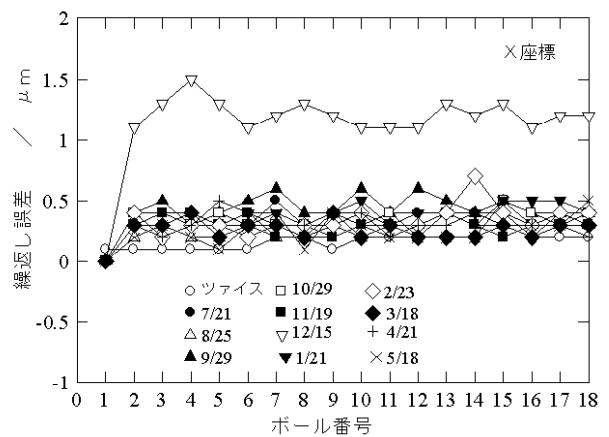


図5 X座標の繰返し誤差(往復)

て、X座標が中心間距離の計算値に及ぼす影響が大きい位置関係であるためである。結果としては、11ヶ月の校正測定期間で、中心間距離の誤差は $\pm 3\mu\text{m}$ 程度である。

3.4 繰返し誤差

図5には、11ヶ月間のX座標の繰返し誤差を表す。12月を除いてはX座標の繰返し誤差は $0.6\mu\text{m}$ 程度である。12月の測定日では、繰返し誤差が $1.5\mu\text{m}$ 程度もあり、他の測定日に比べ大きい。座標測定データを調べてみると球No.1を測定したときのX座標の標準偏差が他の球よりも大きい。解析の過程で0点補正をした際に、その戻り誤差が他の球の座標値計算に影響を及ぼしたと考えられる。

図6には、11ヶ月間のY座標の繰返し誤差を示す。Y座標については11ヶ月間を通しての繰返し誤差は $0.8\mu\text{m}$ 以下である。なお、X座標とY座標ともに、高精度CMM(ツアイス)の繰返し誤差は $0.2\mu\text{m}$ 以下であり、小さいことがわかる。

3.5 中心間距離のSN比

図7、図8に球の中心間距離におけるSN比を計算した例を示す。Lx方向について見てみると、No.15~No.18のラインで全般的にSN比が66dBから73dB前後であり、計測の信頼性が高いことがわかる。一方、No.1~No.4を通るラインでは、測定日12月15日でSN比が極端に55dBと低下している。これは、X座標の繰返し誤差で述べたように、球No.1での中心座標の戻り誤差の影響によるもので、CMMのプローブの繰返し精度が通常より低下していたことが原因の一つと考えられる。全般的にLx方向よりもLy方向の方がSN比が高い傾向にある。このように、SN比を計算することで、CMMのその日の状態をある程度把握することができる。

4. まとめ

ボールプレートを約1年間をかけて座標測定をして、各球の中心位置の関係をSN比を用いて解析することで、CMMの中周期的な精度変化を検討した。

その結果、ボールプレートを年間を通じて校正測定することで、CMMの精度変化を的確に把握することができることを確認し、有用であることの知見を得た。

最後に、ボールプレートの校正測定に協力を頂きました東葛テクノプラザ(現在は千葉県商工労働部産業振興課)の城之内一茂氏に深く感謝いたします。

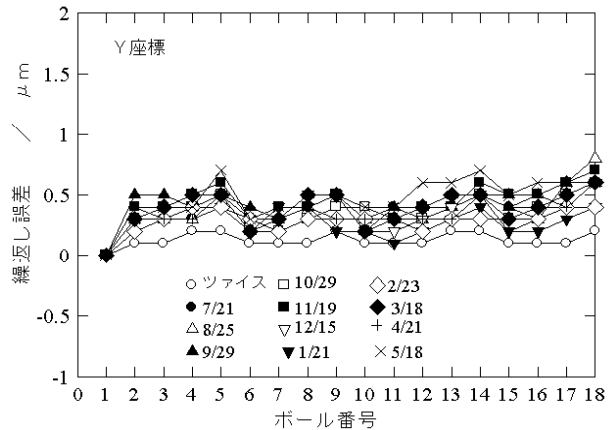


図6 Y座標の繰返し誤差(往復)

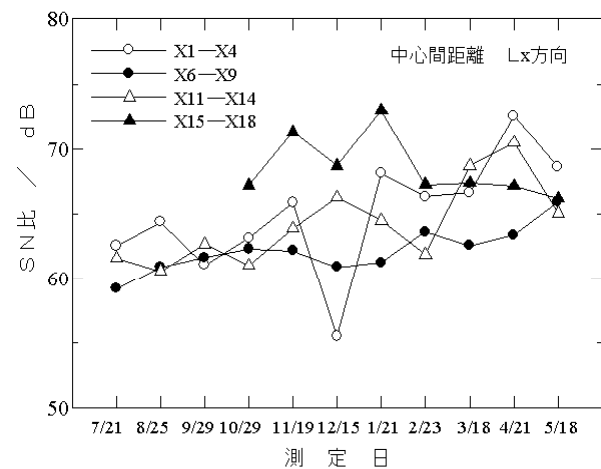


図7 Lx方向のSN比

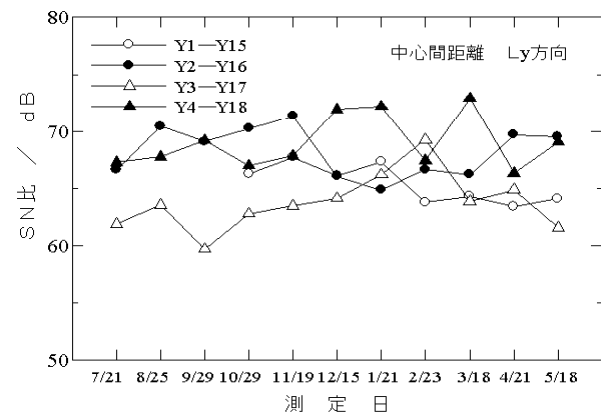


図8 Ly方向のSN比

参考文献

- 1) 山畑, 新保: 平成15年度千葉県産業支援技術研究所研究報告, No. 2, p17~19 (2004)
- 2) 石田, 小池, 他6名: SN比による計測方法の評価と管理, 日本規格協会, 177 (1987)