

## 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, 新保 栄一

## Improvement of Reliability for the Coordinate Measuring Machines

Toshiyuki YAMAHATA and Eiichi SHINBO

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、ボールプレートを用いて三次元測定機の繰返し誤差について検討し、また、三次元測定機の軸精度を段差ブロックゲージ及びレーザ干渉測長機で測定して三次元測定機の精度検査等について検討した。

その結果、次のことが得られた。

- 1) 三次元測定機の軸精度について段差ブロックゲージ、レーザ干渉測長機、ボールプレートで測定することで、それぞれの測定法の特徴及びブリッジベッド型三次元測定機のX軸の精度を確認した。
- 2) 校正されたボールプレートを使用すれば、日常的に精度検査する場合に、短時間で三次元測定機の精度検査が可能であり、有効であることを確認した。

## 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は、X軸、Y軸、Z軸のガイドとプローブヘッドから構成され、各ガイドに設置されたガラススケールからXYZ軸の座標値を読み取り、コンピュータによりデータを処理し、所要の寸法等を計算する装置である。

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、ボールプレートを用いてCMMの繰返し誤差について検討し、CMMの軸精度を段差ブロックゲージ及びレーザ干渉測長機で測定してCMMの精度検査等について検討した。

## 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

- ・SUPER FN905 ((株)ミットヨ製)

測定範囲 : X=900mm, Y=550mm, Z=600mm

最小表示値 : 0.5  $\mu$ m

各軸精度 :  $2.9 + 4L/1000 \leq 5 \mu$ m

空間精度 :  $3.6 + 4L/1000 \leq 6 \mu$ m

## (2) レーザ干渉測長機

- ・HP5529A

確度 :  $\pm 1.7$ PPM (エアセンサ使用時)

最小表示量 : 0.001  $\mu$ m

## (3) 段差ブロックゲージ

- ・チェックマスタ ((株)ミットヨ製)

呼び寸法 : 0~610mm

## (4) ボールプレート

$\phi$ 20mm 18個

CMMのY軸指示精度について、段差ブロックゲージ及びレーザ干渉測長機を用いて測定した。CMMの機械座標系でY=0, 275, 550mm, Z=177mmの位置でX軸指示精度について測定した。

段差ブロックゲージの測定では、球径 $\phi$ 3mmのスタイラスを装着したタッチプローブを用いて、自動測定を行った。段差ブロックゲージはCMM機械座標と3 $\mu$ m以内で一致するように厳密に配置した。測定範囲X=200~810mm, X=200~230mmではピッチ10mm, X=230mmからはピッチ20mmで往復測定を3回行った。

レーザ干渉測長機による測定では、CMMラムに反射鏡を取り付け、定盤上に干渉計を配置した。

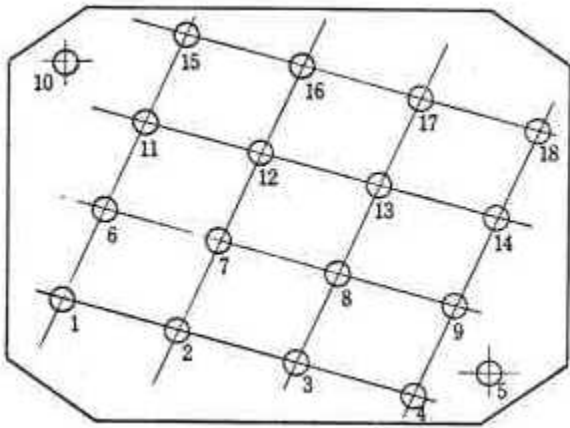


図1 ボールプレート

測定位置X=0~800mm, ピッチ50mmで往復測定を3回行った。CMMの軸移動は自動で行い, 反射鏡が静止して表示値が安定したときに自動トリガが作動するように, レーザ干渉測長機を設定して測定した。

ピッチ誤差及びヨー誤差の測定では, CMMのラムに角度測定用反射鏡を取り付け, 定盤上に角度用干渉計を配置した。また, ピッチ誤差の測定では1枚の反射鏡を介して, 角度測定用干渉計にレーザ光を入射した。ピッチ誤差測定では, 測定位置X=0~700mm, ヨー誤差測定では, 測定位置X=0~800mmで行い, 両誤差測定ともにピッチ50mmで往復測定を3回行った。

ボールプレートの測定では, 図1に示すように, 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測定取得し, 繰り返し精度を求めた。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。

### 3. 実験結果と考察

#### 3.1 保守点検の履歴

当所所有のCMMは1990年に導入され, 当初から保守点検を毎年実施しており, 常に保証精度内になるように微調整されて, 精度が維持されてきた。図2に最近5年間(2000~2004年)のX軸指示精度を示す。この図より指示精度は $\pm 2\mu\text{m}$ 以内に収まっていることがわかる。検査方法は段差ブロックゲージを機械座標に平行になるように配置した後に, X=90, 190, 370, 550, 730mmの位置で5回

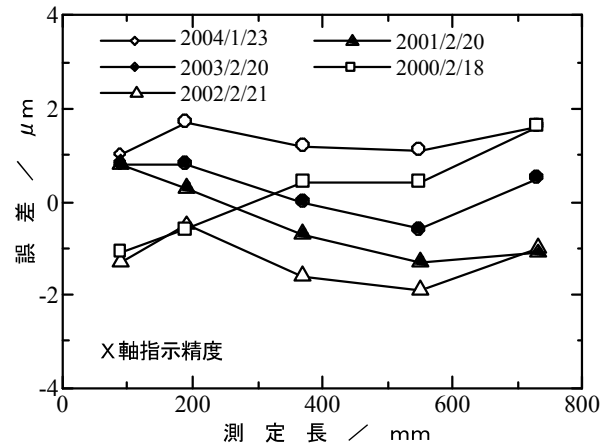


図2 X軸指示精度(保守点検)

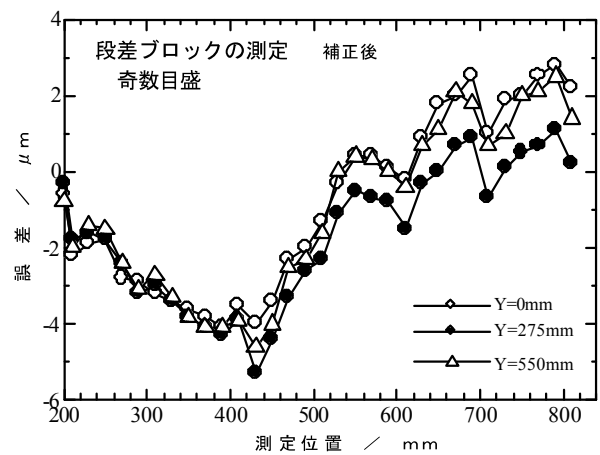


図3 X軸指示精度(段差ブロックゲージ)

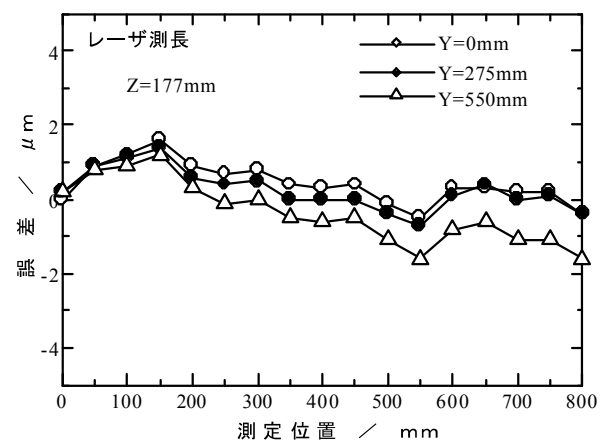


図4 X軸位置決め精度(レーザ干渉測長)

測定して, 指示精度を求めている。

#### 3.2 段差ブロックゲージによる測定

図3に段差ブロックゲージを測定した例を示す。

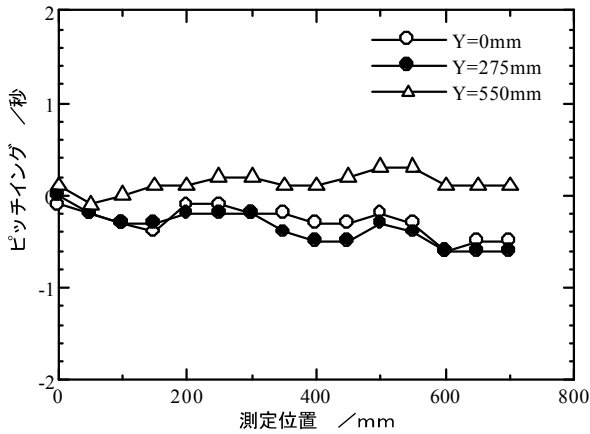


図5 ピッチ誤差

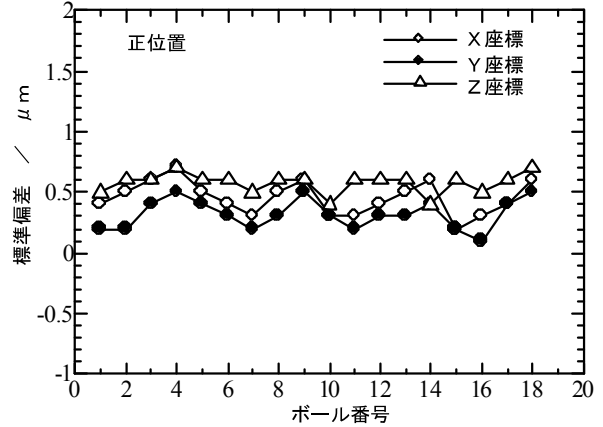


図7 ボールプレート測定の繰返誤差(正位置)

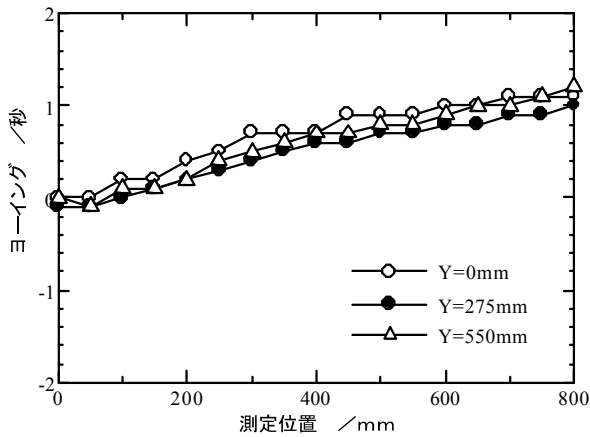


図6 ヨー誤差

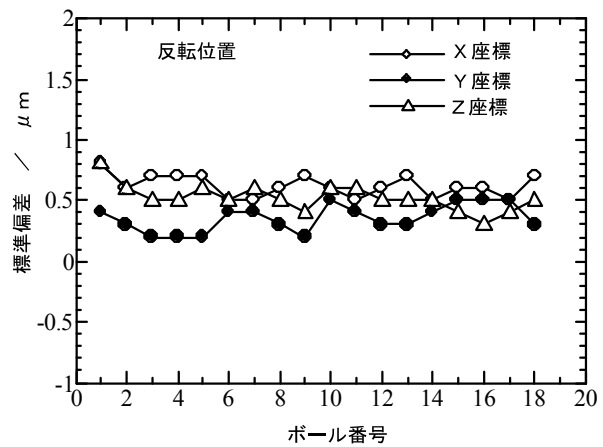


図8 ボールプレート測定の繰返誤差(反転位置)

段差ブロックゲージの成績書を参考にして、測定値に補正したものをプロットしたものである。X=0~430mmまでは誤差が負の方向に増加し、その後正方向に誤差が増加する傾向である。最大誤差として $5\mu\text{m}$ 程度、誤差の偏差としては $7\mu\text{m}$ 程度である。また、Y=275mmの位置が指示精度が最も小さいことがわかる。

### 3.3 レーザ干渉測長機による位置決め精度

図4にレーザ干渉測長機によるX軸位置決め精度を示す。Y=0, 275, 550mmのいずれもほとんど似たような誤差の傾向である。剛性の高い位置であるY=275mmの位置が、最も誤差が小さいことが確認できた。全位置で誤差は $\pm 2\mu\text{m}$ 以内に収まっており、定期保守点検と同様な結果であることを確認した。

### 3.4 ピッチ及びヨー誤差測定

図5, 図6にX軸のピッチ誤差及びヨー誤差を示す。ピッチ誤差に比べてヨー誤差は若干大ききめである。ヨー誤差は0mmから遠ざかるに従い、正の方向に大きくなる傾向である。

### 3.5 ボールプレートの測定

18個の球を測定してX座標, Y座標, Z座標の繰返し誤差を示したのが, 図7, 図8である。ボールプレート位置が正位置及び反転位置の両方ともに, X座標, Y座標, Z座標では, いずれの場合にも $0.8\mu\text{m}$ 以下であり, またY座標の繰返し誤差が最も小さいことがわかる。

### 4. まとめ

CMMの軸精度を段差ブロックゲージ及びレーザ干渉測長機等で測定してCMMの精度検査等について検討した。その結果, 次のことが得られた。

- 1) CMMの軸精度について段差ブロックゲージ, レーザ干渉測長機, ボールプレートで測定することで, それぞれの測定法の特徴及びブリッジベッド型CMMのX軸の精度を確認した。
- 2) 校正されたボールプレートを使用すれば, 日常的に精度検査する場合に, 短時間でCMMの精度検査が可能であり, 有効である。