

CNC 三次元測定機の計測方法による精度検証について

前田 一輝*¹

宮内 宏哉*²

上原 忍*³

後藤 卓三*¹

[要 旨]

CNC三次元測定機で測定を行う場合において、測定条件を変化させることにより測定結果の変化がどのようにあるのかを検証した。測定物の位置による測定精度に及ぼす影響は見受けられないが、測定時に温度が変化している中で測定を行うと温度補正では補正しきれず、ばらつく要因となることがわかった。

1 はじめに

CNC三次元測定機は柔軟な測定システムと座標データの処理機能を有しているため、複雑で高精度な測定を可能としており、現在では機械部品の寸法や幾何形状を測定するためには不可欠な計測装置となっている。しかし、柔軟な測定システムの反面、測定者による測定方法の違いや、測定環境による影響を及ぼすことが知られている。

特に近年では多種多様な部品に高い精度の加工が要求され、同じく信頼性のある精度の高い計測が求められることが多くなっており、測定結果のばらつきを抑えていく必要がある。通常、CNC三次元測定機の測定を行う際には、測定者は測定物が三次元測定機の接触玉により、設置した位置からずれないように固定を行う。そのため、測定物は定盤により近い直上に設置されることが多い。また、通常の保守点検においても、定盤の直上でしか精度管理は行っていない。しかし、測定物の

サイズが大きい場合や形状が複雑なもので、定盤の直上に置けないものは高い位置で測定を行うことがある。

また、測定値のばらつきの要因として、測定時の温度環境があげられる。測定室の温度条件は、試験場所の標準状態（JIS Z 8703:1983¹⁾）で定められているが、実際の測定時の温度は、空調機の状態、扉の開閉、人や装置が発する熱など様々な原因により変動することが多くある。CNC三次元測定機には標準温度（20℃）での測定値とするため、測定物の表面の温度を計測し、温度補正を行う機能が備え付けられている。そのため測定環境が20℃で測定したとしても、標準20℃状態の計測値に補正されているため、計測者は測定時の温度に対して、注意を払わずに測定することができる。しかし、計測中に温度変化を起こす場合、測定物の表面の温度と内部の温度には若干の差があり、補正しきれず、伸びに若干の差が生じていることから、測定結果にばらつきが生じることが考えられる。

そこで本調査では測定時における周辺環境のパラメータ（高さ・温度）を変化させて、測定を行い、精度に及ぼす影響について調査を行った。

*1 基盤技術課 副主査

*2 基盤技術課 主任研究員

*3 中丹技術支援室 主任研究員

2 検証方法

2.1 使用装置

検証に使用した当センターで保有しているCNC三次元測定機を次に示す。

表1 装置仕様

形 式	門固定テーブル移動型
メーカー及び型式	Hexagon Metrology GmbH Leitz PMM-C 12.10.7
測定範囲	X=1,200 mm Y=1,000 mm Z=700 mm
測定精度	空間精度 = $(0.6 + L/800) \mu\text{m}$ 〔L: 測定長さ mm〕 プロービング精度 = $0.6 \mu\text{m}$

2.2 測定高さによる幾何形状の影響検証

2.2.1 幾何形状検証方法

リングゲージ ($\phi 100$) の高さを5段階 (80 mm, 200 mm, 335 mm, 455 mm, 595 mm) に変化させて、その時の内径および真円度 (16点測定) の測定を行った。また測定手順は温度補正、校正、温度補正、測定を1回とし、計3回の計測を行った。

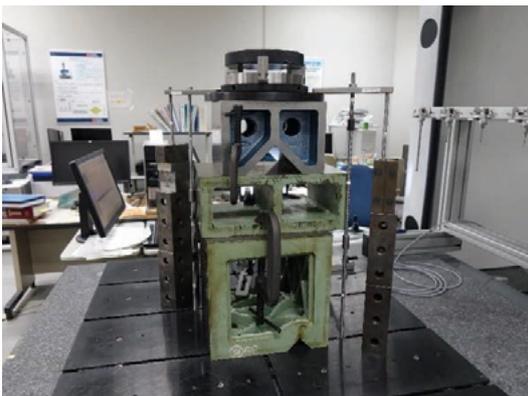


図1 幾何形状測定方法 (高さ 595 mmの時)

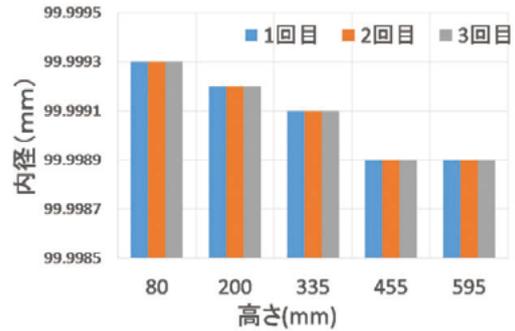


図2 高さ変化時の内径

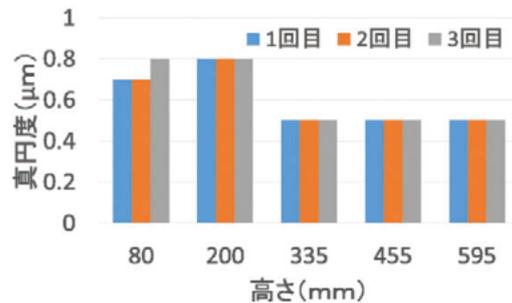


図3 高さ変化時の真円度

2.2.2 結果及び考察

内径および真円度の結果を下記に示す。

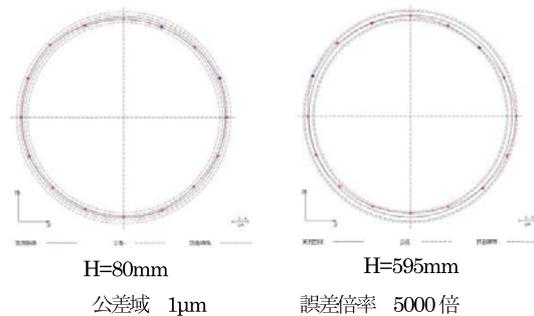


図4 真円度評価図

高さをZ方向に上げるにつれて、内径は小さくなる傾向にあるが、差としては $0.4 \mu\text{m}$ であり、装置が持っているプロービング精度内のため、高さを変更したことによる影響とまで言えない。

また真円度においても、最大で $0.3 \mu\text{m}$ の差であり、高さを変えたことによる影響とは言い難い。

なお、真円度評価図からは高さを変える際に使用している架台は十分に剛性があるものと考えられる。

2. 3 測定高さによる寸法の影響検証

2. 3. 1 寸法検証方法

ブロックゲージ (100 mm、200 mm、300 mm、400 mm、500 mm) をブロックゲージホルダに保持させて、幾何形状測定と同じく高さを5段階 (115 mm、185 mm、305 mm、435 mm、555 mm) に変化させ、機械座標にX方向およびY方向に配置し、3回ずつ測定を行った。

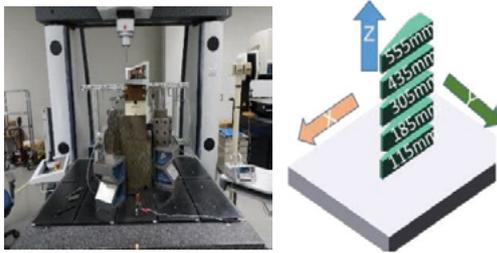


図5 寸法測定方法 (X方向)

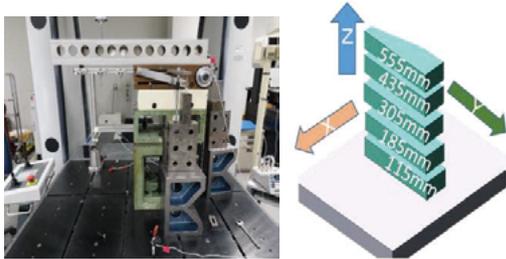


図6 寸法測定方法 (Y方向)

2. 3. 2 結果および考察

結果を下記に示す。(指示誤差=測定値-校正値)

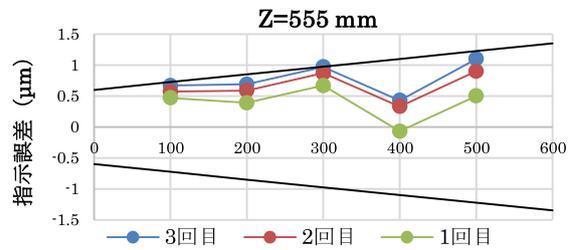
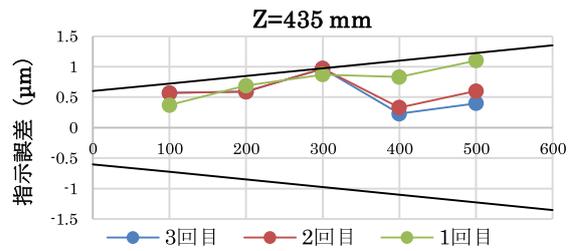
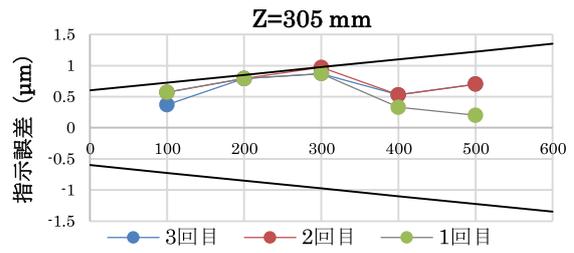
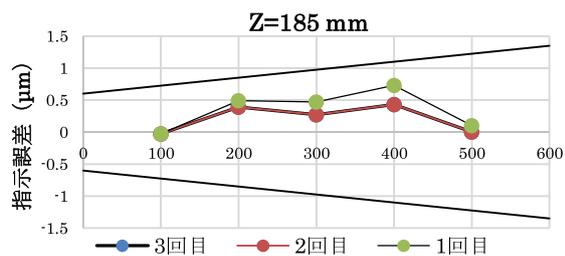
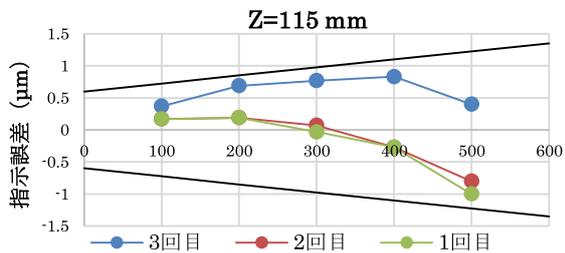
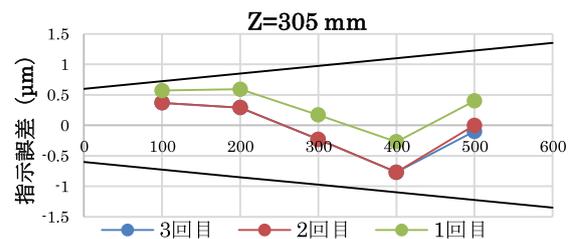
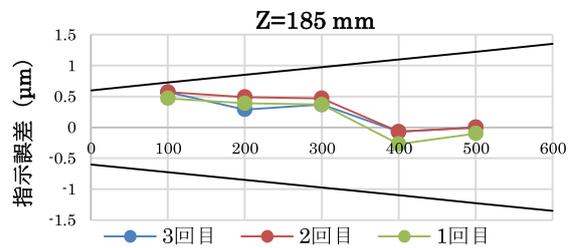
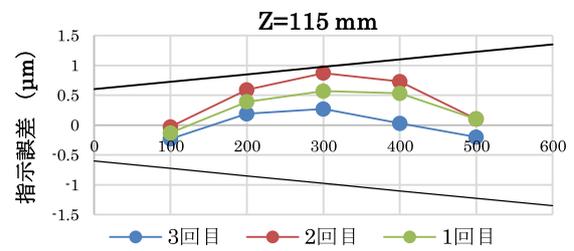


図7 寸法結果 (X方向)



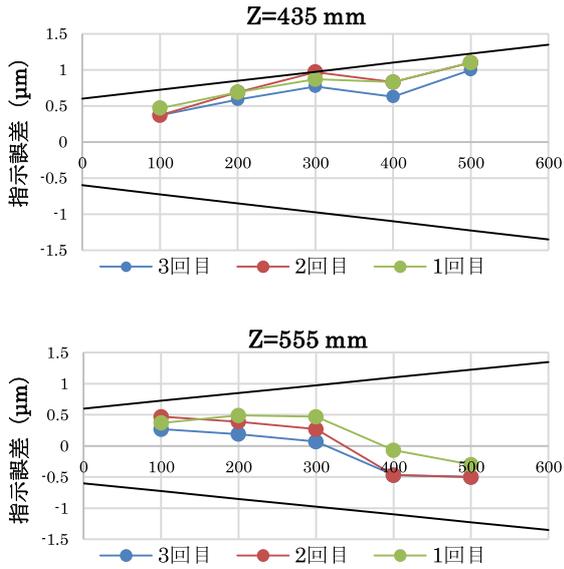


図8 寸法結果 (Y方向)

上下にあるラインは装置が保障している最大許容指示誤差であり、X, Y方向ともに測定高さを変化させたことにより、精度を外れることはなかった。

2. 4 測定時の温度変化による検証

2. 4. 1 検証方法

測定時の温度環境を 20°Cを中心として変化している状態 (50 分周期) で、ブロックゲージ (100 mm, 300 mm, 500 mm) を5分間隔で温度補正を行わないで測定した場合と通常とおり温度補正を行った場合で測定を行った。

2. 4. 2 結果及び考察

結果を下記に示す。

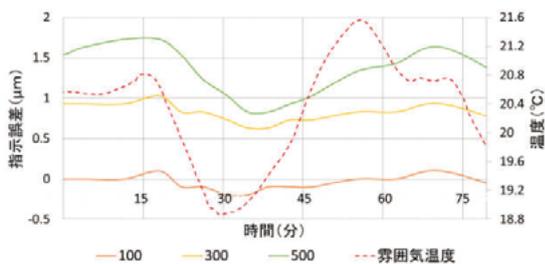


図9 測定長さ (補正無) の時間変化

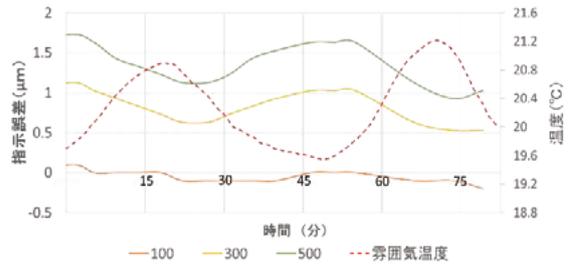


図10 測定長さ (補正有) の時間変化

図9からは、雰囲気温度の上昇・下降に伴い、指示誤差値が同じように変動し、500mmのブロックゲージで1 μm程度の変動がでることがわかる。しかし図10のように温度補正を行った際には、雰囲気温度の上昇・下降とは反対の傾向で変動することとなる。

さらにより詳細に検証するためにブロックゲージ (300 mm) を2種類 (セラミック: 熱膨張係数 9.8×10^{-6} 、鋼製: 10.5×10^{-6}) を準備 (図11) し、温度環境が変化している中で、2分間隔で計測を行った。

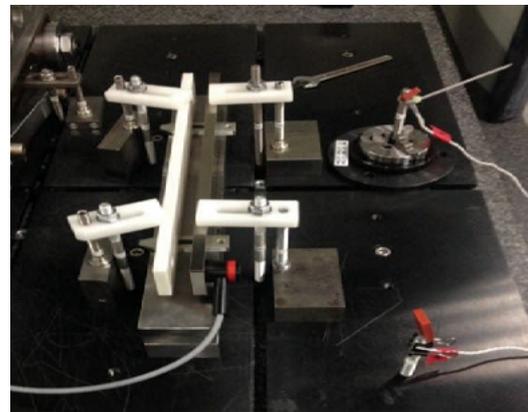


図11 内部温度及び表面温度の検証

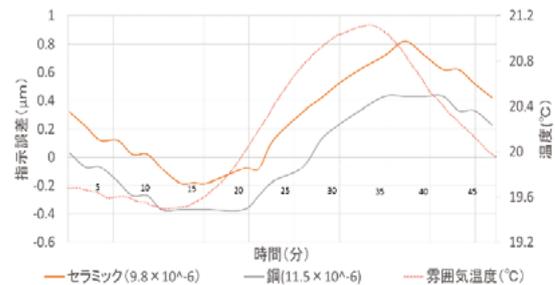


図12 測定長さの時間経過

先ほどと同じく測定時の温度（50分周期）に追従して、指示誤差値も同じようにして変化しているが、3分程度の遅れが生じている。雰囲気温度の変化に測定物の全体の温度がなじむまでの間の差が生じるためと考えられる。なお、熱膨張率の違いは約10%程度であり、値への影響は見受けられなかった。

3. まとめ

測定物の高さを変えて測定位置を変化させながら幾何形状及び寸法の測定を行った結果、装置保有の測定精度内に収まり、測定高さによる影響は

ないことがわかった。また測定時に温度環境が変化している中では、温度補正を行っていても、測定物の表面温度と差が生じているため、補正しきれないことがあり、高精度に測定を行うときには温度変化を抑えることや、温度変化のサイクルを把握しタイミング良く測定するなどの注意が必要となる。

(参考文献)

- 1) JIS-Z8703. -1983. 試験場所の標準状態
- 2) 沢辺雅二：精密工学会誌 Vol.74 No.7 (2008)