

三次元測定機の寸法測定における環境温度変化の影響

桑原 修

広島市工業技術センターの三次元測定機を用いた寸法測定において、環境温度が変化した場合の測定結果に対する影響を調査した。環境温度を 24°C で安定した状態から 30°C 付近まで 6°C 程度変化させながら円筒スコヤの寸法測定結果の変化を観察したところ、円の中心座標で 60 μ m、円の直径で 1.6 μ m 程度のずれが生じることがわかった。

キーワード：三次元測定機、環境温度、寸法測定

1. はじめに

三次元測定機を用いた寸法測定において、測定機が設置してある環境の温度変化は測定結果に影響を及ぼす要因の一つである⁽¹⁾。一般的に寸法測定機は温度管理された環境に設置され、一定の温度に慣らされた状態で使用することで、その影響を最小限にする。しかし、現実的には工作機械を用いた機上測定など、温度管理ができない状態で寸法測定を行う場合もある。

当センターの三次元測定機を設置している部屋の空調システムは冷暖房を手動で切り替える方式であるため、冷房か暖房のどちらかしか運転できない。このため 20°C 前後で室温が変化する季節は、空調を稼働させることができず、環境温度を一定にすることができない。こうしたことから、三次元測定機の環境温度による影響を把握する必要があり調査を行った。

2. 実験方法

当センターの三次元測定機（SVA fusion 9/10/6、(株)東京精密）は X 軸移動量 850mm、Y 軸移動量 1000mm、Z 軸移動量 600mm であり、温度補正機能を搭載している。

測定の様子を図 1 に示す。測定用の試料として円筒スコヤ（直径 70.085mm、真円度 0.2 μ m）を用い、定盤上に固定して円測定を行った。測定した円の中心座標（x, y）、X 軸方向の直径及び Y 軸方向の直径を算出し

評価に用いる。X 軸方向の直径は極座標系における 0° 及び前後 0.5°、1° の 5 点のデータを平均化した。Y 軸方向の直径も同様に 90° 及び前後 2 点ずつのデータを平均化した。

実験時の温度変化を図 2 に示す。空調を稼働させ、24 時間温度慣らしを行った後に空調を停止し環境温度を変化させる。空調を停止する前にスタイラス校正と試料の座標測定・設定を行い、温度変化中はこれらを行わない。環境温度が変化する中で円筒スコヤの寸法測定を行い、測定値の変化を観察する。温度補正機能は有効にするが、補正係数は座標測定・設定したときのものが反映され、温度変化実験中は更新されない。

温度測定の様子を図 3 に示す。X 軸は測定時に移動するため直接温度を測定することができない。そのため、図 4 のように、X 軸と同様の温度変化をする鋼ブロックを X 軸温度用ダミーとして用意し、その温度を X 軸温度とした。

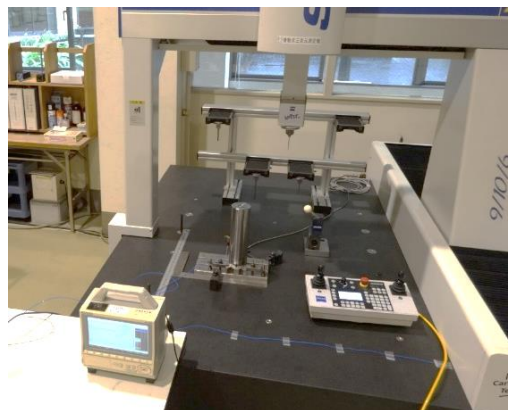


図 1 測定の様子

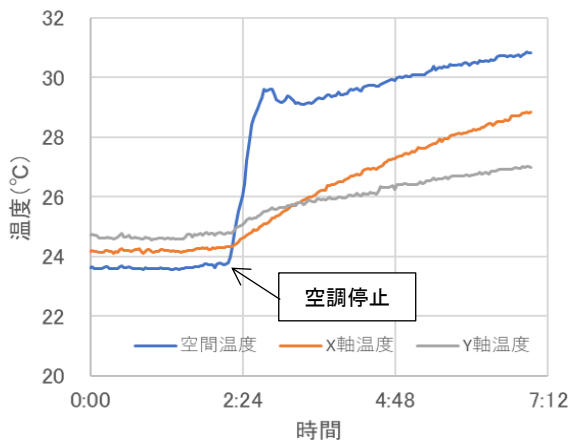


図 2 温度変化

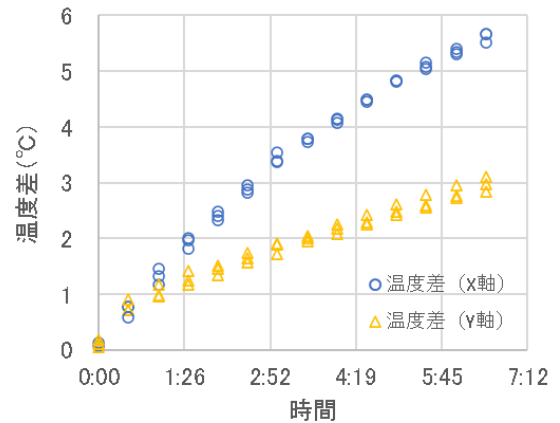


図 5 各軸の温度変化

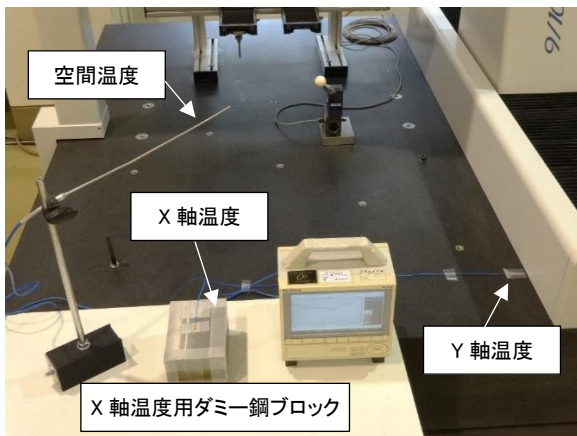


図 3 各軸の温度測定

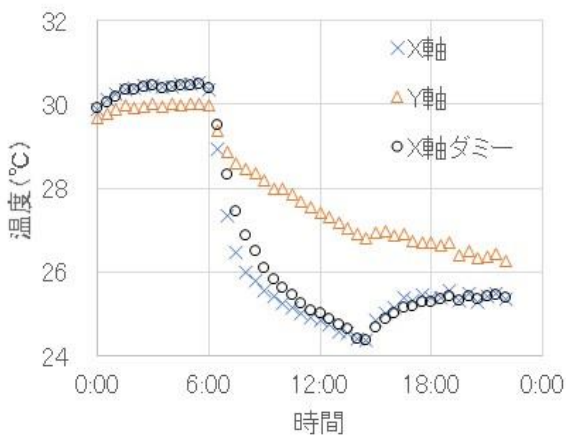


図 4 X 軸温度ダミーブロックの温度変化

3. 実験結果及び考察

空調停止後の各軸の温度変化を図 5 に示す。空調停止時の各軸の温度を基準とし、そこから温度差を示している。X 軸と Y 軸は質量等の差から異なる温度変化をしており、X 軸に比べて Y 軸の温度変化が遅い。温度変化は空調を停止した直後の温度変化が大きく、時間経過とともに温度変化が緩やかになる。

軸の温度差を基準とした円筒スコヤの中心座標の変化を図 6 に示す。軸の温度変化とともに中心座標 x はプラス方向に増加し 60 μm まで変化している、中心座標 y は最初にマイナス方向に変化した後にプラスに転じ 8 μm まで変化している。この中心座標は試料の座標測定・設定を行うことで (0, 0) に復帰する。x 座標と y 座標の変化に大きな差が生じているが、これは三次元測定機の構造的要因が大きいと推測される。ユーザー側でこの要因を追求する意味はないため、それぞれの変化量を特徴として把握しておく。

円筒スコヤの直径測定の変化を図 7 に示す。軸の温度変化とともに X 軸方向の直径はプラス方向に 1.5 μm まで変化し、Y 軸方向の直径はマイナス方向に 1.6 μm 変化している。

その後、スタイラス校正と座標測定・設定を行い、円筒スコヤの直径測定をしたときの結果を表 1 に示す。校正と温度補正係数が更新されたことにより測定誤差

は小さくなっているが、精密測定として無視できない $1\mu\text{m}$ 程度の誤差が残っている。

そこで、 30°C 付近の高い温度で軸の温度変化が小さい状態での追加実験を同様に行った。温度の変化は図 8 の通りであり、 32°C 付近で各軸の温度は安定している。この温度状態でスタイラス校正と試料の座標測定・設定を行い、円筒の寸法測定をした結果を表 2 に示す。その結果、測定誤差は $0.2\mu\text{m}$ 以下となった。

表 1 の測定誤差が大きい要因としては、軸の温度が変化し続けていたことが考えられる。スタイラス校正から円筒直径の測定までに生じた X 軸、Y 軸スケールの膨張により測定誤差が大きくなったと推測される。

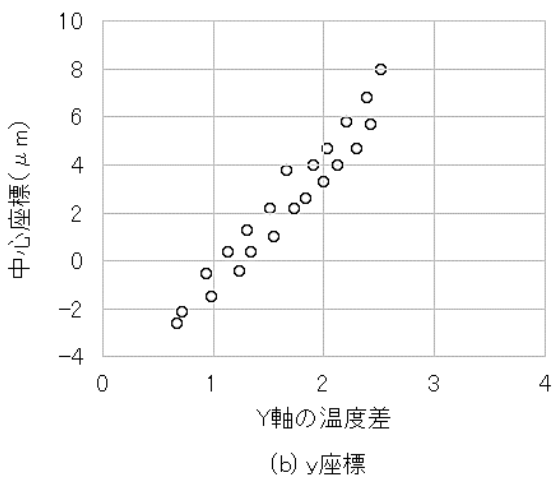
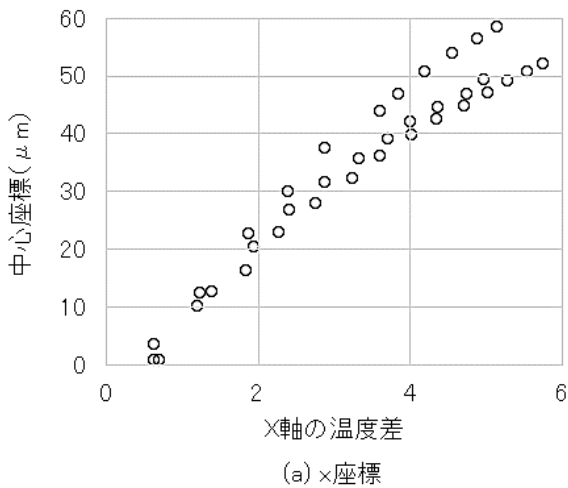


図 6 中心座標変化

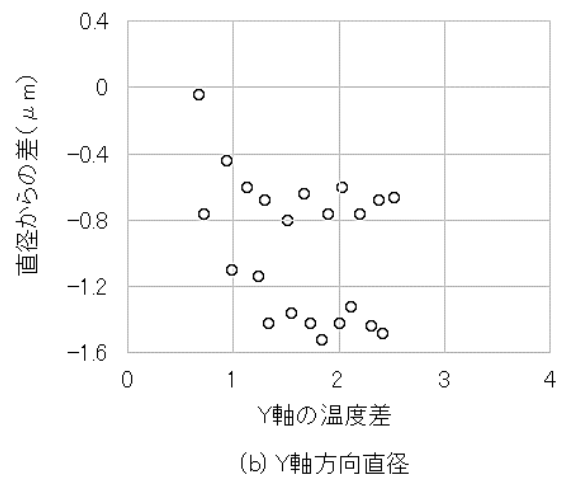
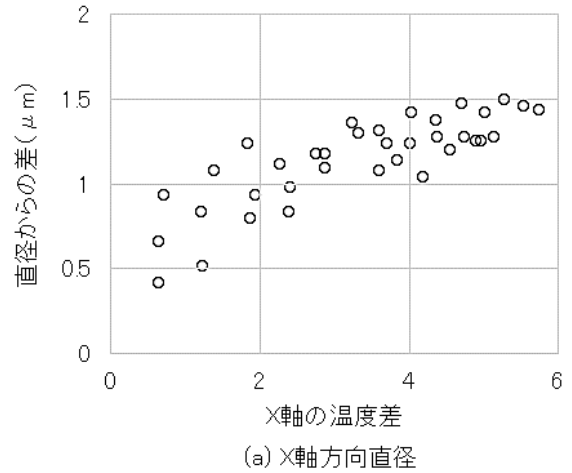


図 7 円筒の直径測定結果

表 1 円筒スコヤの直径
スタイラス校正等後、温度変化中

X 軸方向直径(μm)	Y 軸方向直径(μm)
0.92	-0.02
-0.08	0.78
0.88	0.38
0.74	0.35
0.34	0.88

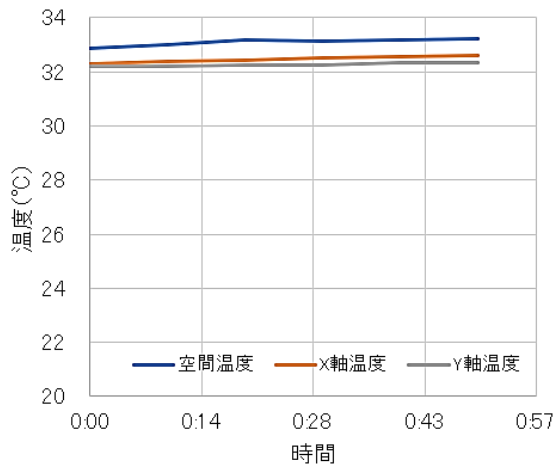


図 8 追加実験の温度変化

表 2 円筒スコヤの直径
スタイラス校正後、温度安定

X 軸方向直径(μm)	Y 軸方向直径(μm)
-0.1	0.12
0.18	0.08
0.1	0.12

4. まとめ

広島市工業技術センターの三次元測定機による寸法測定において、環境温度を変化させて寸法測定結果に生じる変化を調査した。環境温度を 24°C で安定した状態から 30°C 付近まで 6°C 程度変化させながら円筒スコヤの寸法測定結果の変化を観察したところ以下のことがわかった。

- 1 環境温度が 6°C 程度変化することにより、円筒の中心座標に 60μm 程度ずれが生じる。
- 2 環境温度が 6°C 程度変化することにより、円筒の直径に 1.6μm 程度ずれが生じる。

環境温度を制御できない状態での寸法測定においては、今回の結果を参考にして適切な間隔でのスタイラス校正や試料座標の測定・設定を行う必要がある。

本調査で使用した三次元測定機は、公益財団法人 JKA の公設工業試験研究所等における機械設備拡充により整備したものである。

参考文献

- (1) 沢辺雅二、精密加工・計測における環境とその管理、精密工学会誌、Vol.74(2008年) No.7、P.700