

三次元測定機における温度環境による測定誤差の検討

機械部機械科 後藤幸臣
 本山英雄
 大塚裕俊

1. はじめに

三次元測定機は、金型等の立体的な寸法や形状を簡単かつ迅速に測定することができるので、生産現場への普及は今後も増えるものと思われる。

ほとんどの三次元測定機は、 $1\mu\text{m}$ あるいはそれ以下の分解能を持つスケールを内蔵しており、最近のように $0.1\mu\text{m}$ デジタル表示のものまで見られるようになると、測定結果もそれだけの精度を持っていると期待しがちであるが、他の測定器に比べてXYZ軸等自由度が多いことや、アッペの原理を満足していないなど誤差要因が複雑に絡みあい、実際には表示の精度からほど遠いこともあり得る。

三次元測定機の測定値の精度は、スケールの誤差やXYZ軸間の運動誤差などの機構上の要因と、温度や湿度などの環境条件による誤差によって決まる。前者はメーカー側に委ねるとして、ユーザー側としては後者の環境条件、特に温度の影響が重要なものとなるが、生産現場への普及が増えるにつれ、必ずしも理想的な環境下で測定できるとは限らなくなるから、温度の変化がどの程度、どのように測定値に影響を与えるかを把握しておくことは重要と考えられる。

ここに温度環境の測定値に与える影響をみるために次のような実験を行った。

2. 実験方法

使用した三次元測定機はMITUTOYO製FJ1006型(1000×800×800mm)ジョイスティック付。 $\phi 4\text{mm}$ のタッチプローブにより、図-1に示すような形状に加工したSKD-11材の4つの穴の中心間距離を、試料の温度や測定室の温度を変化させて測定し、各条件下における測定値の変化の様子を読み

取った。

又、試料を直接グラブプレート上に設置した場合と、点接触3点支持で空間に置いた場合についても比較した。

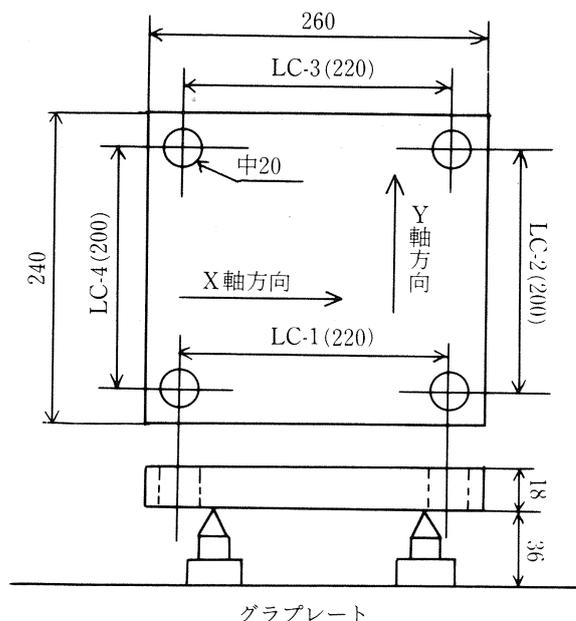


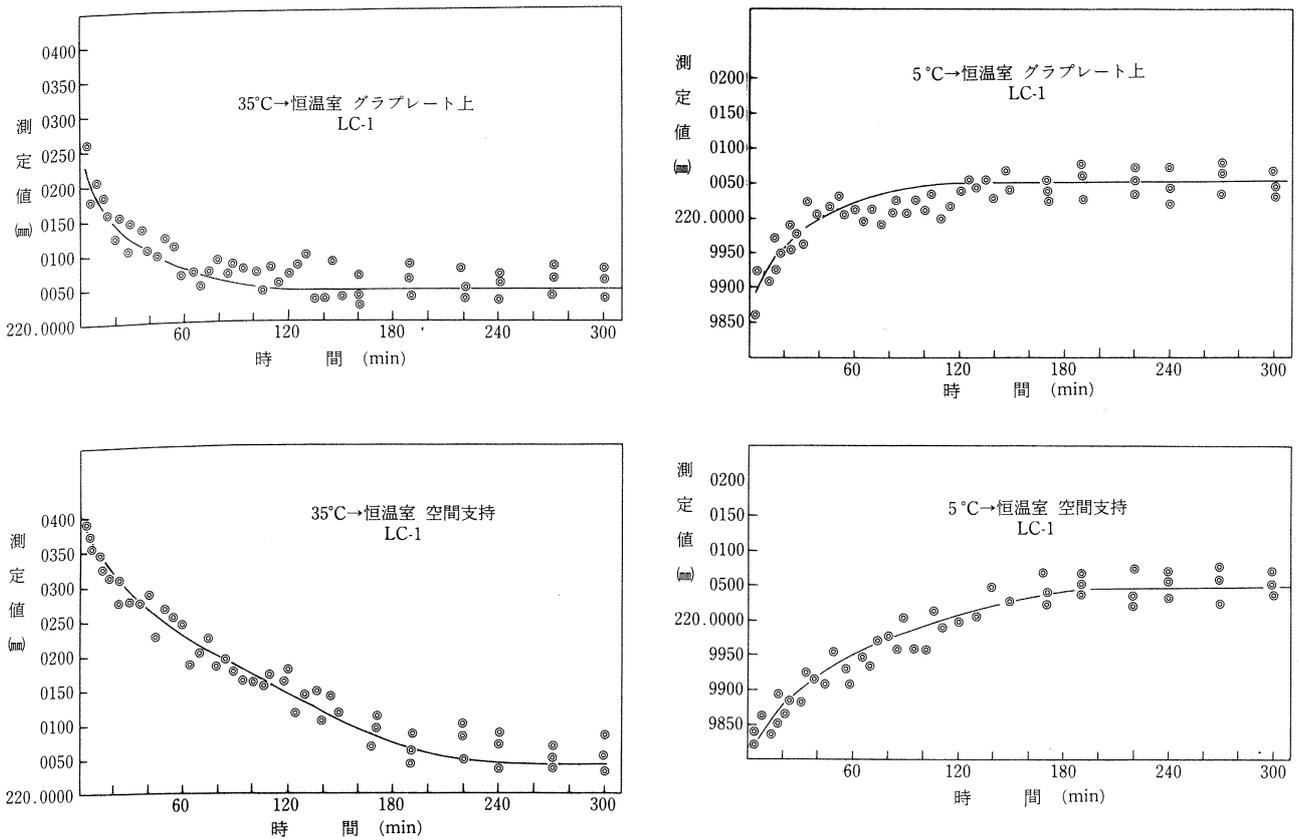
図-1 試料の形状と設置方法

3. 実験結果と考察

(1) 試料を高、低温度域から恒温室へ搬入した場合の変化

暑い時期や寒い時期に、工作室と測定室に温度差がある場合や、直接外気温から恒温室へ試料を搬入してすぐに測定すれば、当然測定値に誤差が生じることは考えられる。

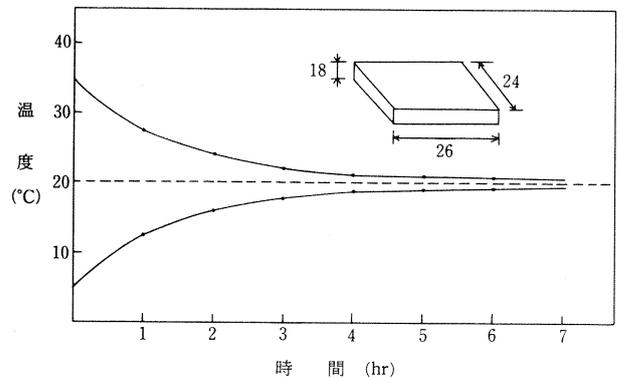
図-2は、 35°C と 5°C の炉内に一昼夜保持した試料を $20\pm 1^{\circ}\text{C}$ の恒温室へ搬入し、直接グラブプレート上に設置した場合と空間に支持した場合について、LC-1の測定値の時間経過による変化を示す。



図一 2 試料を高、低温度域から恒温室へ搬入した場合

35°C, 5°Cともに恒温室に対する温度差は15°Cであり, それぞれ搬入と同時に収縮あるいは伸びているのがわかるが, グラプレート上に直接設置した場合は80~100分で測定値のバラツキの範囲内に入って来るのに比べて, 空間支持の場合は200分程度を要している。これはすでに室温に保たれているグラプレートからの伝熱効果によるものと思われる。

穴の開いていない同じ大きさの材料を常温常圧下の静止空气中に置いて表面温度と気体の温度差15°Cを与えた場合の放熱(蓄熱)による温度変化は, 計算上^{註1)}図-3のようになるが, 今回の空間に支持した場合の温度による測定値の変化はこれにおおよそ類似した形態を描いている。実際の測定の場合に試料の形状あるいは試料の設置の仕方により, 測定室温になるまでの時間に大きな差を生じることがわかる。



図一 3 板材の理論上温度変化¹⁾

(2) 試料温度のみを一定に保ち測定室の温度を変化させた場合

図-4は試料を $20 \pm 0.5^\circ\text{C}$ に保った恒温水槽に浸しておき, 測定時(測定時間約1.5分)のみ取り出して測定室温度を 26°C から空調設備を稼働させて $20 \pm 1^\circ\text{C}$ に保持後空調設備を止め, 自然に温度上昇を待った場合の測定値の変化をLC-1~LC-4について示す。試料の設置方法は空間支持である。

26°C から空調設備を稼働させると冷気が流れ込み

室温が急激に下がるとともに測定値は逆に急激に上昇し、みかけ上試料が伸びたように表れるが、実際には試料の温度は一定であり伸びるとは考えられないから、これは三次元測定機の方のスケールあるいはXY軸自体が温度が下がることにより収縮するためと思われる。室温の下降とともに最初は急に収

縮し時間の経過とともに徐々にゆるやかになり、空調を切った後はゆるやかな室温の上昇とともに測定値もゆるやかに元に戻ろうとしている。これらは室温の変化に非常に鋭敏に反応しており、室温の変化に対して数分で三次元測定機の読み取りに影響を与えていることがわかる。

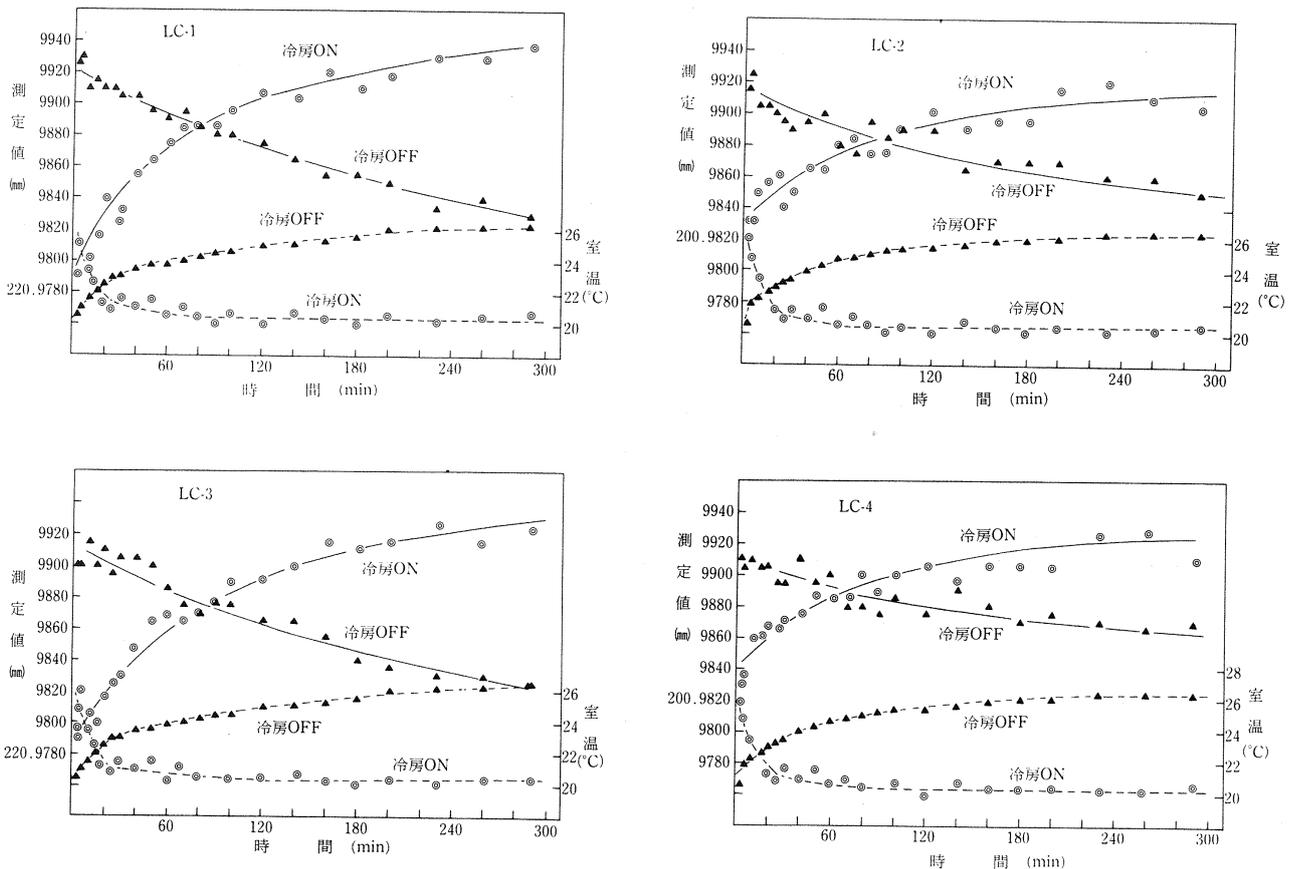


図-4 試料温度を一定にして測定室の温度を変化させた場合

又、試料の設置方向から、三次元測定機のX方向の測定値の変化を表すLC-1及びLC-3と、Y方向を表すLC-2とLC-4を比較した場合、約300分間でX方向が14~15 μ m程度、Y方向で約9 μ m変化しており、これはX方向とY方向の長さの差を補正してもX方向の変化の方が大きくなっている。これはX軸とY軸の構造の相違により温度の影響を受ける度合いが異なっているものと思われる。

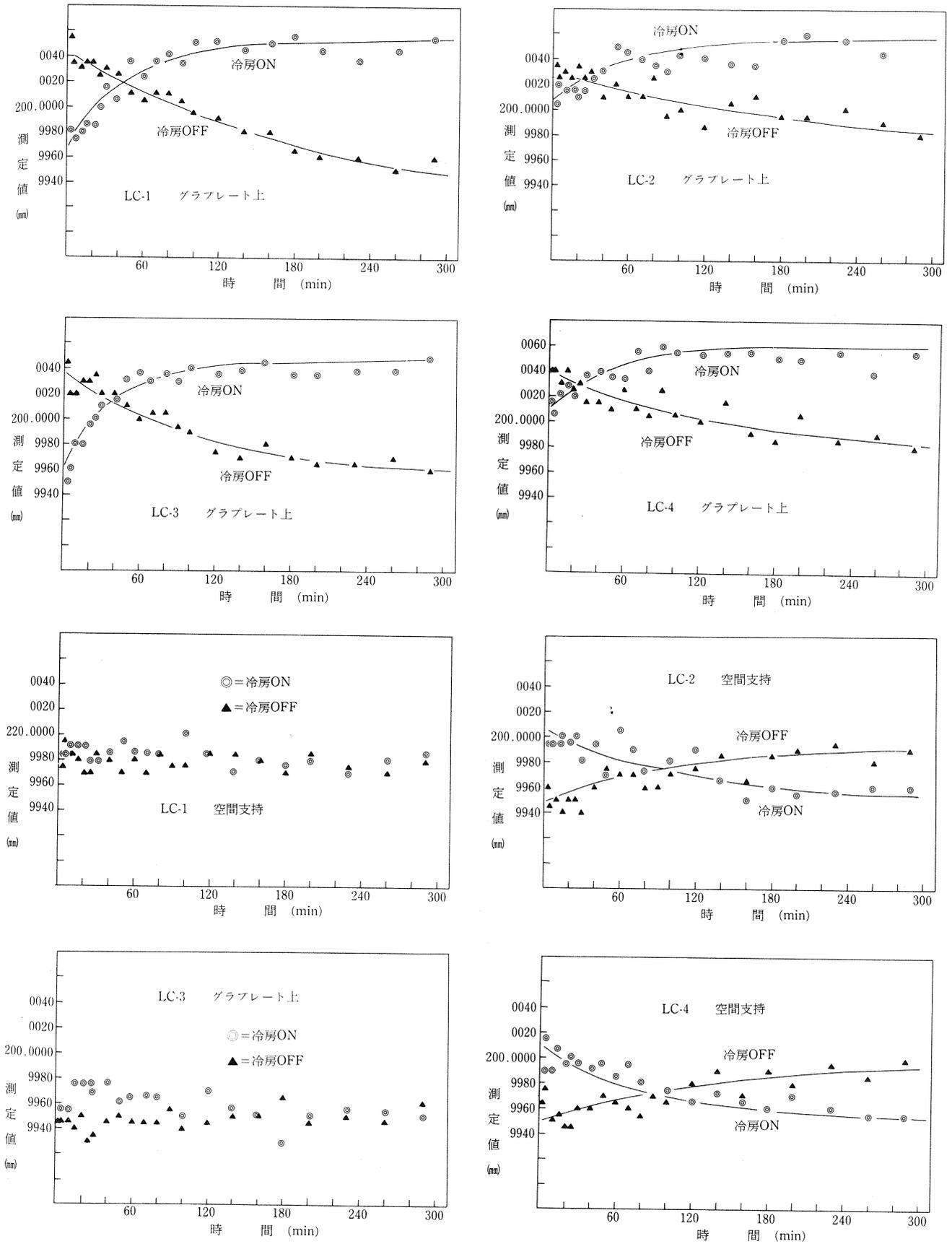
これら三次元測定機自体が温度の変化に非常に鋭敏に反応すること、又測定方向により温度変化に対する影響が異なり、測定値に差を生じることは温度管理の重要性を示すものである。

(3) 試料、測定室ともに温度変化を与えた場合

図-5は試料を2日間測定室内に置いた後、測定室の空調稼働させた場合の測定値の変化を示す、室温の変化は図-4に示すものとほぼ同じである。

試料、測定機ともに同温にさらされるのであるから本来なら温度が変化しても測定値は変わらないはずであるが、試料と測定機の熱膨脹係数や熱伝導率の違いや、大きさ、形状の差異が当然測定値にも表れることは考えられる。

グラブプレート上に試料を直接設置して室温を下げた場合、測定値は上昇しみかけ上試料は伸びており、ここでもこの上昇量はX軸方向を示すLC-1及びLC-3の方がY方向を示すLC-2及びLC-4よりも変化が大きくなっている。



図一五 試料、測定室ともに温度変化を与えた場合

空調を切るとゆるやかに元に戻って行く。

試料がみかけ上伸びているのはグラプレートが温度の影響を受けにくく、直接その上に置いた試料も温度の影響が少くなっており、X軸、Y軸よりも収縮量が小さいものと思われる。

試料を空間に置いた場合は、試料も直接温度の影響を受けて収縮するために、X軸方向ではほとんど測定値に変化がなく、Y軸方向についてはグラプレート上に直接置いた場合とは逆に収縮している。

これらは、グラプレートが一番温度の影響を受けにくいこと、今回の試料とX軸の温度変化に対する影響が偶然おおよそ一致していること、Y軸はX軸より温度の影響が少いことなどがわかる。

このことは試料の大きさ形状、材質、設置方法、又X軸Y軸の熱変位の相違等の要因が絡み合い、測定値に複雑な影響を与えることがわかる。

4. まとめ

以上、温度変化が三次元測定機における測定値に及ぼす影響をみた結果を要約すると

(1) 単純な形状なら空間支持の場合ほぼ理論値に近似した変化を示すが、試料の設置方法、形状によりこれは変化する。

(2) 三次元測定機そのものが温度変化に鋭敏に反

応し数分で測定値に影響が表れる。

(3) 三次元測定機のX軸とY軸についても温度の影響を受ける度合いが異なり、測定方向により測定値に差が表れる。

(4) 試料の材質、大きさと三次元測定機の各軸の温度変化に対する影響との絡み合いで測定値は複雑に変化する。

5. おわりに

三次元測定機における温度の影響をみるために、今回の実験では温度の変化を大きめに設定した。

又、(1)の試料を高、低温度域から恒温室へ搬入した場合の変化についての試料はワイヤ放電加工機で通常の条件で穴加工したものであり、それ以後の実験はさらに治具研削盤で仕上げ加工をしたものである。両者に仕上げ面によるバラツキの相違がみられるようであるが、このことについては次回の実験にゆずりたい。

この実験に使用した三次元測定機は、日本自転車振興会から競輪収益の一部である機械工業振興資金の補助を受けて設置したものである。

参考文献

1) 浅野友一著「熱工学」啓学出版