

## 21 ラインレーザ変位計を用いた逐次多点形状測定法に関する研究

阿部 剛

### 1 目 的

近年、機械部品や金型などを納入する際に、図面指示精度を保証するために測定結果の添付を指示するケースが増加している。その要因として、部品の発注の国際化や設計規格の国際基準導入が挙げられる。これらに対応するためには、費用や時間がかかりコスト高を招くため、簡易な計測システムとして、机上計測が注目されている。

既存の机上計測は、工作機械の主軸にセンサを取り付け、加工物の測定を行う。測定結果は、センサの出力値と工作機械の座標値によって算出される。しかし、工作機械の座標値には、真直度誤差などが含まれるため、算出された測定結果に誤差が含まれることは避けられない。工作機械の真直度誤差を取り除く方法として、逐次2点真直度測定法<sup>1)</sup>がある。本研究では、この手法を多点へ拡張した、逐次多点形状測定法(Sequential Multi-Point Method)以降SMPMと記す)を提案し、ラインレーザ変位計を用いて、実験検証を行った。本報ではその結果について報告する。

### 2 測定原理と実験

#### 2.1 逐次多点形状測定法(SMPM)の原理

図1に原理を示す。センサの個数を $m$ 個とすると、 $K$ 番目の位置において、 $m$ 個の距離データ  $y_j^K$  ( $j=1\sim m$ )を得る。同時に図中灰色の三角で示される隣り合う2つのセンサの差で算出される  $m-1$  個の相対変位  $\Delta Y_j^K$  ( $j=1\sim m-1$ )を得る。所定のセンサ間隔で測定を行うと、同じ箇所の相対変位を最大で  $m-1$  個得ることができる。これら相対変位を加算平均した結果  $\Delta Y_K$  は次に示す式で計算される。

$$\Delta Y_K = \frac{1}{m-1} \sum_{i=1}^{m-1} \Delta Y_{m-i}^{K+i-(m-1)} \dots (1)$$

以上より算出した  $\Delta Y_K$  群を連結することにより、測定対象形状を求める。

#### 2.2 実験装置及び実験方法

機上加工及び計測には、高速切削加工機(ASV400, 東芝機械)を、比較測定のために三次元測定機(PRISMO5, カールツァイス)を使用した。センサのデータ間隔  $33\mu\text{m}$  毎に測定が行えるように、テーブル送り速度とラインレーザセンサのトリガ時間を制御した。計算処理は、最大で 800 測定点の中から任意の点数  $m$  個を、データ群中央から  $m/2$  個ずつ抽出し算出した。

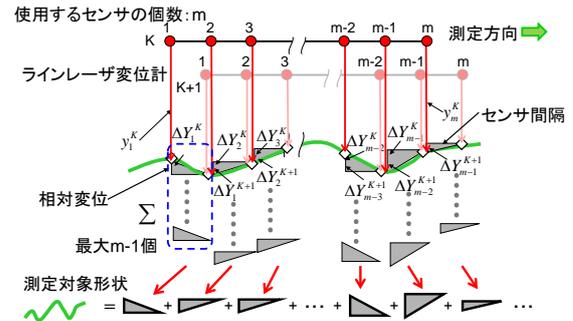


図1 逐次多点形状測定法の原理

#### 2.3 精度検証実験

図2に示す  $\Phi 20\text{mm}$  の精密シリンダゲージを用いて、精度検証を行った。

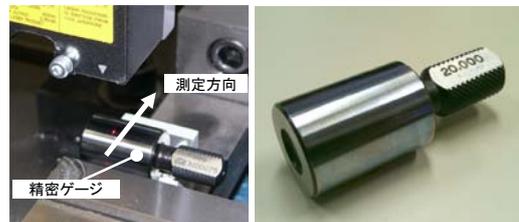


図2 精密シリンダゲージと検証実験

シリンダゲージを図2中に示すラインレーザセンサのラインに沿った方向に、測定を行った。測定条件は、①テーブル送り：66 mm/分、②トリガ時間：30 m 秒、③SMPM で使用したデータ個数：500 点、④測定時間：24.5 秒で行った。測定誤差の結果を図3に示す。

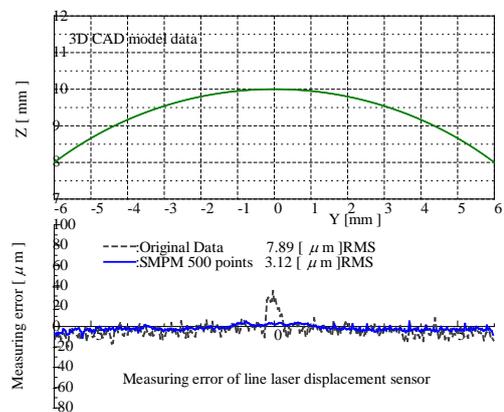


図3 測定精度検証結果

図3上のグラフは、測定対象形状を表し、下のグラフは測定誤差を表す。グラフ中の点線はラインレーザセンサの生データ、実線は SMPM の計算処理を行った結果である。誤差の RMS 値は  $7.89\mu\text{m}$  から  $3.12\mu\text{m}$  に半減しており、本手法の有効性が確認できた。

#### 2.4 ケーススタディ

機械加工を行ったアルミニウム合金に対して計測実験を行った。図4に測定形状及び測定方向を示す。測定条件は2.3節と同じである。図5に、測定誤差の比較結果を、部位ごとの測定誤差比較を表1に示す。上のグラフは、三次元測定機で計測した対象モデルの形状データを表し、下のグラフは測定誤差を表す。誤差の RMS 値が平坦部と円筒部で低減していたが、傾斜部では増加が見られた。傾斜部において、レーザの反射光が検出されないことがあり、測定結果に悪影響を与えていると思われる。

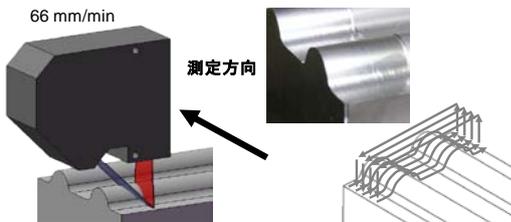


図4 測定対象モデルと測定方向

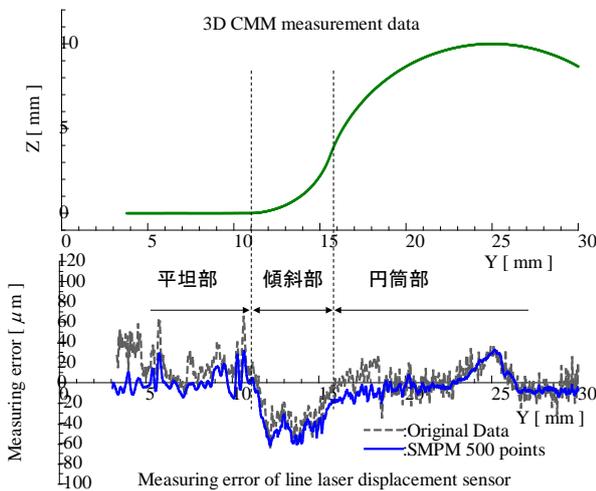


図5 測定誤差比較結果

表1 部位ごとの測定誤差比較

Measurement error deviation RMS [ $\mu\text{m}$ ]		全体	平坦部	傾斜部	円筒部
測定データ	22.06	25.01	34.85	13.25	
SMPM500点	20.79	9.75	43.00	12.06	

### 3 結果と考察

表面性状が測定結果に与える影響に関して検証するために、シリンダゲージと加工面の平坦部を三次元表面構造解析顕微鏡装置(NewView6300, Zygo 社)で比較測定を行った。図6に測定結果を示す。

どちらも、平均粗さ Ra、最大高さ PV とともに差異は見られなかった。そこで、ラインレーザの測定範囲に当たる図6中の点線四角で囲んだ領域で比較を行った。図7に拡大した表面性状を示す。

表面性状のパラメータでは差異が見られなかったが、ラインレーザ幅の範囲では、シリンダゲージの方が均質で、加工面の方は不均質であった。センサはこの範囲で、測定値の検出を行うため、測定誤差の増大が引き起こされたと考えられる。

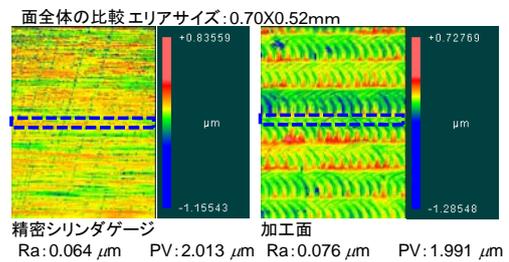


図6 表面性状の比較測定結果

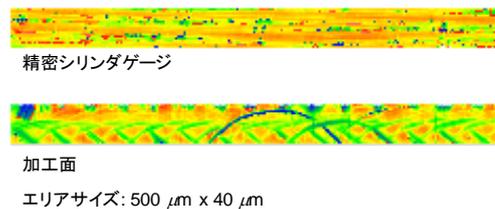


図7 ラインレーザ幅での表面性状比較

### 4 結論

逐次2点真直度測定法を拡張した、逐次多点形状測定法(SMPM)を考案した。ラインレーザ変位計を用いたオンマシン計測装置で本手法の有効性の検証を行った。以下のことが明らかになった。

- 1) 測定精度検証実験の結果より、本手法の有効性が確認できた。
- 2) レーザ幅が有限であることに起因する誤差要因が確認できた。

### 参考文献

- 1) 田中 宏明、佐藤 壽芳、関口 久夫、大堀 真敬：逐次2点真直度測定法の実用化に関する基礎研究、日本機械学会論文集、C編 47(423), 1484-1492, (1981)

(文責 阿部 剛)

(校閲 福地雄介)