

非接触 3D スキャナによる表面形状測定の高精度化に関する研究

機械情報システム課 吉田勉、金森直希、佐山利彦

1. 緒言

リバースエンジニア用の三次元測定機として非接触 3D スキャナが用いられる。高密度な点間隔で迅速に形状を計測できるので、リバースエンジニアリングの用途に適している。一方、測定対象の材質が金属の場合、表面の光沢により測定は困難となる。そのため、一般的には、白色スプレーを塗布して表面を拡散表面としてから測定を実施される。しかしながら、白色粉末の膜厚が誤差として上積みされ、その誤差が管理できないことが現状であり、課題となっている。

本研究では、非接触 3D スキャナの測定精度などの特性を調べるとともに、スプレーレス測定方法の可能性について検討している。本年度は、複数ショットによる立体形状の測定について検討を行ったので、その詳細内容について述べる。

2. 実験方法

2.1 実験に使用した非接触 3D スキャナ

表 1 に示す非接触 3D スキャナを実験に用いた。

COMET は、カメラ及びプロジェクタを交換することにより、表 1 に示す測定範囲とは、別のものとする事ができるが、実験では、表 1 のとおりとした。また、回転テーブル(以下 RT と記す)を付属し、RT を回転させながら測定できる。

表 1 実験に用いた非接触 3D スキャナの概要

型式	CARL ZEISS 社製 COMET6-16M
測定方法	縞投影カメラ方式
測定点数	1600 万点 4896 × 3264 画素
測定速度	1.2sec/ショット
測定範囲	81 × 54 × 40mm
測定点間隔	16 μ m
測定精度	±8 μ m

2.2 試験体

円筒体形状測定実験ではピンゲージ(ϕ 20mm、公差 $\pm 2\mu$ m)及びノックピン 1 (ϕ 20mm、公差 m6)、ノックピン 2 (ϕ 16mm、公差 +5~10 μ m)を用いた。試験体表面には長手軸方向に周期的な研削加工条痕が認められた。

立体角度測定実験では鋼製の角度ブロック(5~60°)及び角度ゲージ(4~30°)を用いた。角度ブロックは上面、下

面の平面度公差 0.03mm、下面に対する上面の平行度公差 0.03mm、斜面角度公差 $\pm 0.2^\circ$ であり、また、上面、下面は等方性研磨面あり、斜面は傾斜角 5°の場合は研磨紙による研磨面で、その他は切削加工による異方性表面であった。角度ゲージは、角度公差 $\pm 0.005^\circ$ で表面は研削加工面で角度方向に平行な研削加工条痕が認められた。

各試験体について、接触式三次元測定機(ミットヨ製型式 LEGEX574)を用いて寸法、角度、平面度の校正・値付けを行った。

2.3 複数ショットによる立体形状の測定方法

2.3.1 円筒体形状測定方法

測定方法の概略を図 1 に示す。図に示すように、円筒体中心軸と RT の回転中心軸をほぼ同じとなるよう設置し、円筒体中心軸方向に垂直な方向から観察し、照射方向は観察方向とは、水平面内ではほぼ一致し、垂直面内では一定の角度を保っている。

表面の周期的凹凸による強い散乱光の影響を軽減するため、円筒体中心を観察視野の中央よりややずらした位置で、RT を回転させながら一定角度ピッチ(1 回転当たり 70 ショット)で測定した。なお、円筒体上面には測定用マーキング(ナット)を設けた。

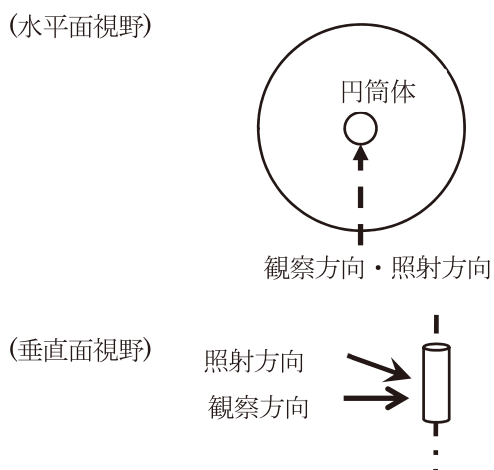


図 1 円筒体形状測定の概略図

2.3.2 立体角度形状測定実験

立体角度体を RT 上ほぼ中心位置に設置し、照射及び観察は、鉛直方向から約 8°傾斜した落射方向から行った。RT を回転させながら一定角度ピッチ(1 回転当たり 10 ショット)で測定した。なお、試験体の傍に適宜測定用マーキング(ナット)を設けた。

3. 実験結果および考察

3.1 円筒体形状測定結果

円筒度誤差は一様に約 $20\mu\text{m}$ であった。図 2 にピン直径の測定結果と参照値との差を示す。図より、誤差は $5\mu\text{m}$ を下回る結果となり、高精度寸法測定が可能なが確認された。

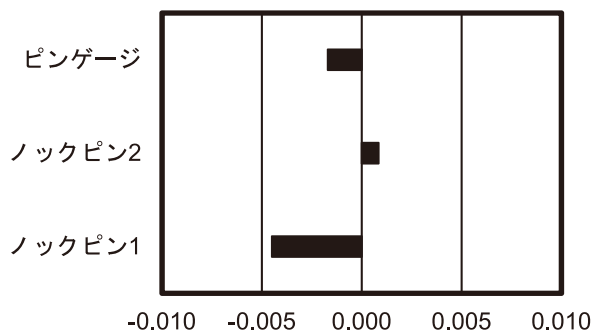


図2 測定結果と参照値との差(mm)

3.2 立体角度形状測定結果

角度ブロックについて、上面の平面度誤差はほぼ $20\mu\text{m}$ を下回り、斜面の平面度誤差はペーパー仕上面の場合は $20\mu\text{m}$ を下回るが、切削加工面の場合は 50 から $100\mu\text{m}$ を上回る大きな値となった。角度測定の結果と参照値との差を図 3 に示す。傾斜角が $5-50^\circ$ の範囲で、誤差が 0.04° を下回る結果となった。なお、傾斜角が 60° 以上となる場合は測定が困難であった。

角度ゲージについては、平面度誤差は約 $40-50\mu\text{m}$ であった。測定結果と参照値との差を図 4 に示す。角度測定の結果は 0.2° を大幅に下回る結果となった。なお、傾斜角が 30° を超える場合は測定が困難であった。以上の結果から、表面性状の差異に応じて測定可能な傾斜角は限られることが認められるが、角度測定の精度は JIS¹⁾ で定める加工品公差「精級レベル」を超える精度があることが確認された。

キーワード：非接触 3D スキャナ、高精度測定、スプレーレス測定、金属光沢面

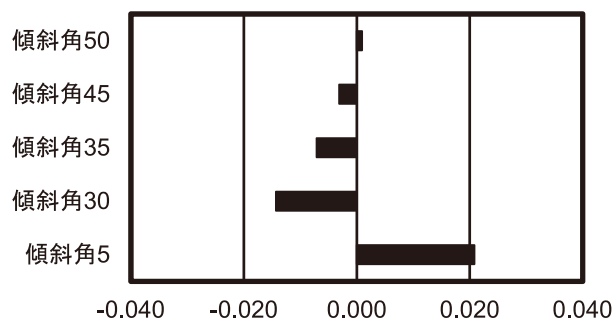


図3 測定結果と参照値との差(deg)

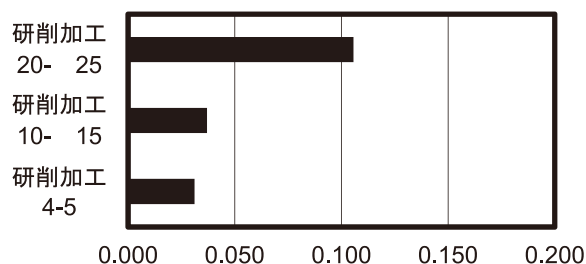


図4 測定結果と参照値との差(deg)

4. 結言

鋼製光沢面の非接触 3D スキャナによる複数ショットによる立体形状のスプレーレス測定の可能性を調べたところ、円筒体形状の測定では 5 ミクロン以下の高精度寸法測定が可能であることが確認された。また、立体角度形状測定では、切削加工面の場合は傾斜角 50° 、研削加工面の場合は傾斜角 30° までは落射方向での測定が可能であり、JIS 規格の精級レベルの測定に対応可能であることが確認された。

参考文献

1) JISB0405(1991), 普通公差—第1部：個々に公差の指示がない長さ寸法及び角度寸法に対する公差

Study about High Quality Surface Shape Measurements with Non-Contacting 3D-Scanner

Mechanics and Electronics Research Institute

Tsutomu YOSHIDA, Naoki KANAMORI, Toshihiko SAYAMA

Surface measurements of glossy steel surfaces with Non-Contacting 3D-scanner have been considered to be ultimately difficult to be operated. The new 3D-scanners that have the efficacy to measure glossy surface shape, named 'non-spraying measuring method', however, have been burgeoning these years. In this research, the adaptation of the method has been delved into concerning about the various precisely machined surfaces of steel material.