

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

機械電子研究所 吉田勉、金森直希、佐山利彦^{*1}

ものづくりセンター 清水孝晃^{*2}、総合デザインセンター 堂本拓哉

1. 緒言

非接触 3D スキャナはリバースエンジニアリングの用途に非常に適している。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が実施される。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を行っている。本年度は、金型用部品（ロケットリンク）を対象に検討を行ったので、その詳細について述べる。

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。

非接触 3D スキャナは、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 製 COMET L3D8M
測定方法	縞投影カメラ方式
測定範囲	140×105×80mm
測定点間隔	0.042mm

2.2 試験体

測定実験に用いた試験体を図 1 に示す。試験体は 3 体の金型用部品(ロケットリンク)であり、旋盤加工で製造されたもので、表面には周期的な加工条痕が認められた。試験体外径は全て呼び寸法 $\phi 30\text{mm}$ である。部品 1 の穴は公称角 45° の円錐形である。部品 2 と部品 3 の上面と下面との段差は公称値 11mm、8mm である。各試験体の寸法・角度・表面形状については、当センター所有の接触式三次元測定機((株)ミットヨ製 型式 LEGEX574 以下 CMM と記す。)を用い、校正を行った。



図 1 測定実験に用いた試験体

2.3 測定方法

試験体を作成・用意した専用ジグに搭載し、RT 上ほぼ中央位置に設置した。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、一定角度ピッチで測定した。なお、専用ジグ上に測定用のマーキングを設け、測定実施前に、試験体表面をエタノールで脱脂した。図 2 に測定時の様子を示す。



図 2 測定実験

3. 実験結果および考察

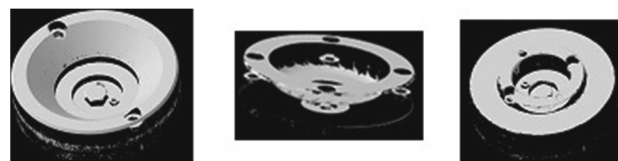
露光時間 417msec 測定角度ピッチ 30° で、測定して得られた点群データを図 3 に示す。図から、部品 1 の測定点群データは大方取得されているが、その他は測定点群データが欠落しているのが確認される。

測定点群データの欠落がもたらす測定結果の影響の低減を図る目的とし、測定角度ピッチを 15° と細かくし、スプレーレス測定（露光時間 407msec の測定結果に露光時間 100msec の結果を重ね合わせ合成する測定）を実施した場合に得られた測定点群データを図 4 に示す。図から、測定点群データが良好に取得できているのが確認される。測定に要する時間は概ね 25 分であった。ただし、壁面、細かな複雑箇所は良好にデータ取得できていないのが確認される。



部品 1 部品 2 部品 3

図 3 測定点群データ(測定角度ピッチ 30° 露光時間 417msec)



部品 1 部品 2 部品 3

図 4 測定点群データ(測定角度ピッチ 15° スプレーレス測定)

^{*1} 現 (公財)富山県新世紀産業機構、^{*2} 現 機械電子研究所

このようにして得られた点群データを基に、表明形状解析した結果の一例を図 5 に示す。

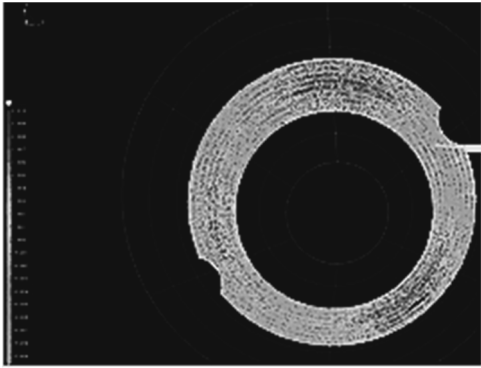


図 5 部品 1 円錐部分の解析結果

図から、部品 1 表面の円錐部分に角度方向に 3 等分するような凸形状歪が生じているのが認められる。このような歪は、部品 1 の上平面及び、部品 3 の上下平面にも認められた。

部品 1 の上平面の平面度、円錐部の円錐度、円錐部のなす角度、部品 2 の段差、部品 3 の上下面の平面度及び段差について、ノーマル測定、スプレーレス測定各々で解析評価した結果及び CMM で校正した結果を表 2 に示す。

表から、測定ピッチを細かく、スプレーレス方式で測定することにより、点群データの欠落が改善されるとともに、表面形状測定誤差が低減されることが認められる。また、非接触 3D スキャナと CMM との測

定偏差は、平面度、円錐度、段差については概ね 5 μ m 以下、角度については 0.01°以下の良好な結果が認められた。

ただし、部品 3 の上面平面度については測定結果の差が認められる。これは歪が著しく発生した箇所が穴近傍にあり、CMM のタッチプローブが接触・検出できなかったため、値が過小となったと考えている。

表 2 測定解析結果

測定方式	部品 1			部品 2	部品 3		
	平面度 (mm)	円錐度 (mm)	角度 (deg)	段差 (mm)	上面平面度 (mm)	下面平面度 (mm)	段差 (mm)
ノーマル	0.014	0.024	44.972	14.982	0.076	0.062	6.160
スプレーレス	0.011	0.019	44.973	14.987	0.016	0.016	6.162
CMM	0.011	0.019	44.979	14.988	0.003	0.017	6.160

4 結言

金型用部品（旋盤加工製品）の表面形状について、スプレーレス測定がほぼ可能であり、表面形状・寸法角度評価では、実用上、十分な精度で測定結果が得られることが明らかとなり、良好な測定事例が得られた。

一方、形状が複雑な所では 2 次反射光で歪みが生じ、壁面では検出光量が僅かなため、測定できなかった。

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

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

Mechanics and Electronics Research Institute: Tsutomu YOSHIDA, Naoki KANAMORI, Toshihiko SAYAMA
Monozukuri Research and Development Center: Takaaki SHIMIZU,
Design Research Center: Takuya DOHMOTO

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 have been delved into concerning about the precisely milled products of steel material.