

製品表面状態が非接触式測定に与える影響の実証

廣瀬 龍希*

ラインレーザプローブによる非接触式測定は、様々な因子により測定結果が変化する。特に、反射が強い面やレーザが透過するような材質の場合、測定することから極めて困難であると考えられているが、どのような表面状態ならば測定可能であるかが不明確であった。

本研究では、当センターにおいて測定の機会が多い鉄鋼製品・アルミ合金製品・3D プリンタ・CFRP 製品について実際にラインレーザによる測定を試み、測定の可否を確かめた。

1 はじめに

機械加工業界をはじめとする製造業において三次元測定機(以下、「CMM」)は、複雑形状の部品を高精度かつ効率的に測定することができることから必要不可欠な測定機となっている。

当センターでは、精密機械加工部品を加工する地域企業からの需要を受け、平成 26 年度に以前よりも高精度な CMM を整備した。また、当機器の整備により俵いプローブによる接触式測定に加えて、ラインレーザプローブによる非接触式測定も可能になった。

ラインレーザプローブは俵いプローブによる接触式測定に比べて測定精度では劣るものの、非接触かつ短時間で多くの点群データ(Point Cloud)と呼ばれるデジタルデータを取得することができる。

取得したデジタルデータは、製品にできた打痕等の評価や全体形状の検査に活用できる他、現物だけが残っている古い製品や職人・デザイナーが手作業で製作した形状を測定し、3D プリンタでの造形や機械加工による量産のための図面データ(CAD データ)としての活用が期待されている。

しかし、平成 27 年度の研究において形状の影響についてはある程度把握することができた¹⁾が、企業から持ち込まれた製品をラインレーザで測定可能か否かを判断するためには、実際に測定を試みる必要があり、時間や費用の無駄になっていた。

そこで本研究では、当センターに持ち込まれることが多い材質の製品の測定を試み、ラインレーザによる測

定結果を検証し、測定ノウハウの蓄積を目指した。

2 実験装置

本研究において測定に使用した CMM の仕様を表 1 に、ラインレーザプローブの外観を図 1 に示す。

また、ラインレーザによる測定結果の処理は、装置付属のデータ処理ソフトである MSURF を使用した。

表 1 高精度 CNC 三次元測定機仕様

メーカー	(株)ミツヨ
型式	STRAO-Apex9166
測定範囲	900 × 1600 × 600 (mm)
プローブシステム	①SP25M (俵いプローブ) ②Surface Measure 606 (ラインレーザプローブ)
最大許容長さ測定誤差	$E_{0,MPE} = 0.9 + 4L / 1000$ $E_{150,MPE} = 0.9 + 4L / 1000$ ※俵いプローブ使用時
繰返し精度	0.8 μm
導入年度	平成26年度



図 1 ラインレーザプローブ外観((株)ミツヨ製)

3 実験手順

本研究では、以下の製品をラインレーザプローブに

* 技術支援課 技師

て測定し、点群データを取得した。

(1) 鉄鋼製品

①旋盤加工品 ($Ra = 0.8 \sim 1.6 \mu\text{m}$)

②MC加工品 ($Ra = 0.4 \sim 0.8 \mu\text{m}$)

(2) アルミ合金のフライス加工品

(3) 3D プリント造形品

①造形材: VisiJet® M3 Navy (3D システムズ社)

②造形材: VisiJet® M3 Crystal (同上)

(4) 炭素繊維強化プラスチック(CFRP)の成形品

取得した点群データは、MSURFにてフィルタ処理した後に平滑化(スムージング)処理し、メッシュデータに変換した。

そして、材質毎にラインレーザプローブの向きによる測定結果化への影響と形状評価やCADデータ作成への有効性を評価した。

本実験におけるラインレーザの照射角度とは図2に示すとおりとし、測定物に対して垂直にレーザを照射した場合を 0° とした。

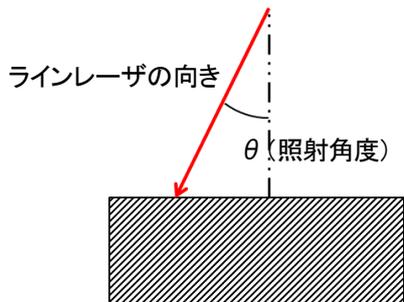


図2 ラインレーザの照射角度

4 実験結果及び考察

4.1 メッシュデータ

4.1.1 鉄鋼製品

図3に鉄鋼製品を測定したメッシュデータを示す。

本製品は、旋盤加工品が $Ra = 0.8 \sim 1.6 \mu\text{m}$ 、マシニングセンタによるフライス加工品が $Ra = 0.4 \sim 0.8 \mu\text{m}$ の中仕上げ面となっている。

ただし、旋盤加工品については、レーザの照射角度を $0 \sim 45^\circ$ にすることで良好な測定ができたが、マシニングセンタ加工品については、 45° では点群を

取得することができず、 0° の角度でレーザを照射する必要がある。

また、旋盤加工品のねじ部は、エッジにおいてレーザが乱反射する他、検出器から見て影になる箇所が多いため良好な測定ができなかった。

しかし、ねじ部の形状解析にラインレーザの測定データを利用することは難しいが、CADデータを作成する場合はねじ部の詳細データは不要であり、ラインレーザを十分に活用できると考えられる。

以上から、表面粗さが小さい平滑な面ほど測定が困難になり、垂直にレーザを照射する必要があることが分かる。レーザを垂直に照射することが困難な箇所を測定する場合は、探傷用スプレー等でつや消しを行う等の対策が考えられる。

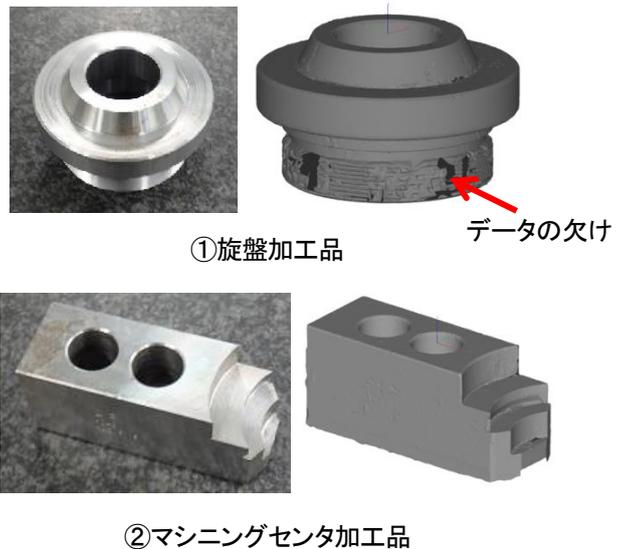


図3 鉄鋼製品の非接触測定結果

4.1.2 アルミニウム合金製品

図4にアルミニウム合金製品を測定したメッシュデータを示す。

本製品は、 $Ra = 0.4 \sim 0.8 \mu\text{m}$ の中仕上げのマシニングセンタによるフライス加工品となる。アルミニウム合金は、測定面に対して垂直な 0° で照射した際にデータの欠けが発生し、鉄鋼材料に比べて測定が困難であった。これは、アルミニウム合金が鉄鋼材料に比べてレーザを良く反射するためであると考えられる。

この対策として、測定面に対して少し傾けてレーザを

照射することで、図 4 に示すような欠けの少ない良好なメッシュデータを得ることができた。

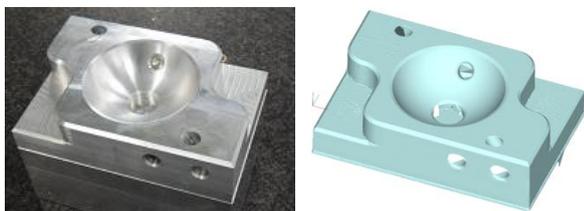
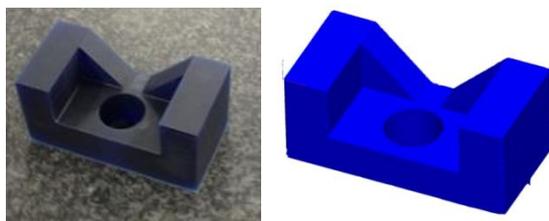


図 4 アルミ合金製品の測定結果

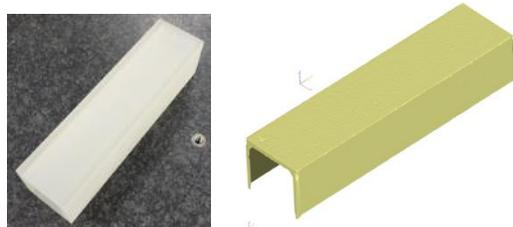
4.1.3 3D プリント造形品

図 5 に当センターの 3D プリントによる造形品を測定したメッシュデータを示す。

図 5 に示すとおり、照射角度は $0 \sim 60^\circ$ の場合において Navy・Crystal 共に良好なメッシュデータを得ることができた。半透明の Crystal については、事前に測定が困難であると予測されたが、本実験で用いた製品のように 5 mm 程度の厚みがある場合は測定可能であった。ただし厚みを減らし、透明度がより高まった場合は、レーザが製品を透過してしまうために測定が困難になると考えられる。



①VisiJet® M3 Navy



②VisiJet® M3 Crystal

図 5 3D プリント造形品

4.1.4 CFRP 成形品

図 6 に今回測定を試みた CFRP 成形品の外観を示

す。

CFRP 成形品はレーザが苦手とする黒色であることに加えて、つや出しの塗料が塗布されていることから照射角度を 0° にしなければ良好なメッシュデータを得ることができなかった。

対策としては、光沢を抑えるために探傷用スプレーの塗布が考えられる。



図 6 CFRP 成形品の外観

4.2 接触測定結果との比較

表 2 に鉄鋼材料の旋盤加工品(図 3 の①)について、倣いプローブによる接触式測定結果とメッシュデータを元にした解析データを比較して示す。

本機器を使用して樹脂を測定した場合、接触式測定結果と非接触測定結果の差は概ね 0.02 mm 以内にとまっていたが²⁾、金属材料についても同様の傾向が見られる。

ただし、内径については円測定を実施した場合は使用するデータ数が少なく、データの荒れの影響を大きく受けているためか誤差が大きくなった。

表 2 鉄鋼製品の測定結果

要素	接触式	非接触式
内径(円筒測定)	34.950 mm	34.950 mm
内径(円測定)	34.950 mm	34.834 mm
外径(円測定)	86.955 mm	86.953 mm
高さ	10.977 mm	10.996 mm
角度	53.15 deg	53.19 deg

5 まとめ

本研究の結果から金属材料については表面粗さが小さくなり、滑らかな面になるほど測定が難しくなることが分かった。

鉄鋼材料やアルミ材料の外形については、 $Ra = 0.4 \mu\text{m}$ 程度まではプローブの角度を調整することで欠けの

無いデータを作成できる。しかし、垂直にレーザを照射することが難しい凹面については、実際の寸法との差が大きくなり、データの欠けも発生し易いという結果になった。

本研究から、高精度 CNC 三次元測定機及びラインレーザプローブを CAD データの作成や形状解析を行う際に活用する際の指針とすることができる。

準総合センター,「3D スキャナと 3D プリンタの連携によるクローズドループエンジニアリングの実証」実施報告書(2016)

2) 京都府織物・機械金属振興センター研究報告, No.50, 初版, 京都府織物・機械金属振興センター(2016), pp. 32-37

参考文献

1) 国立研究開発法人 産業技術総合研究所 軽量標