

非接触 3次元スキャナの測定誤差の把握と高精度測定手法の確立

—測定誤差の把握について—

萩原義人・米山陽・鈴木大介・寺澤章裕・佐藤博紀・古屋雅章・長田和真・中村哲夫

Study on Grasping Measurement Error and Establishment of High Precision

Measurement Method by Non-contact 3D scanner

- About Grasping Measurement Error -

Yoshihito HAGIHARA, Akira YONEYAMA, Daisuke SUZUKI, Akihiro TERASAWA,
Hiroki SATOU, Masaaki FURUYA, Kazuma OSADA and Tetsuo NAKAMURA

要 約

従来の高精度測定手法である接触式 3次元座標測定で対応できない案件に対し、非接触 3次元スキャナや X線 CT などの測定手法が活用されており、その需要は年々増加傾向にある。そこで本研究では、非接触 3次元スキャナの測定誤差を把握するために各種測定物の測定誤差について検討を行った。

その結果、材質の違いによる測定データの取得可否や測定方向に依存する測定値への影響、さらには接触式 3次元測定との誤差の把握等、高精度な測定を確立するための各種測定結果を得ることができた。

1. 緒 言

近年の製品の多様化・複雑形状化に伴い、従来の高精度測定手法である接触式 3次元座標測定で対応できない案件が年々増加傾向にある。

現在、そのような案件に対しては、非接触 3次元スキャナや X線 CT 等が用いられているが、取得したデータは、測定物の特性や測定条件などの影響により、1/10 mm 単位での測定誤差が生じるなど、安定した測定に支障をきたしているのが実情である。

これまで当センターでは、前身の富士工業技術センターにおいて実施した平成 28 年度経常研究「三次元座標測定機を用いた非接触形状測定の精度向上に関する研究」¹⁾や平成 28～30 年度に参画した産総研地域連携戦略予算プロジェクト (3D3 プロジェクト)²⁾により、非接触測定の誤差要因に関する知見を得ることができた。しかし、利用企業からの要望 (測定対象物) は多岐にわたるため、今後の技術支援という実用面においては、さらなる測定誤差の把握と高精度測定手法の確立が必要となっている。

そこで本報では、今後の支援強化に繋げることを目的として、当センターで保有している複数の非接触 3次元スキャナを用いた各種測定物の測定誤差の把握ならびに高精度測定手法を確立するために、各種検証を行った。

2. 実験方法

2-1 評価サンプル

評価に用いたサンプルを図 1 に示す。サンプルの材質は、金属製サンプルとしてアルミ (以下 AL) とステンレス (以下 SUS)、樹脂製サンプルとしてポリアセタール (白色、以下 POM) とアクリル (透明、以下 PMMA) の 4 種類を用いた。サンプルのサイズは $\phi 20$ mm, L100 mm である。また、同一の曲率に対して異なった曲率が混在した場合の影響を見るために、図 2 に示す異なる真円度形体を持つ楕円サンプルも作製した。作製に用いた機器は、樹脂 3D プリンタ装置は、旧 OBJET 製の CONNEX500 である。

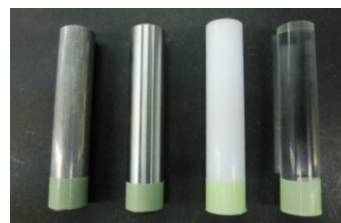


図 1 評価サンプル

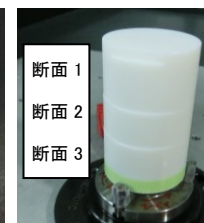


図 2 楕円サンプル

(左から AL, SUS, POM, PMMA)

2-2 測定機

非接触測定に用いた測定機は、レーザ方式 2 機種 (レ

ーザ①，レーザ②) とパターン投影方式1機種(パターン)の計3台である。また，非接触測定との比較測定用に，図3に示す接触式3次元座標測定機(以下，CMM)を用いた。その概要を表1に示す。



図3 3次元測定機

表1 3次元測定機概要

メーカー	(株)ミットヨ
型式	Crysta Apex-C7106
測定範囲	705×1005×605mm
プローブ	接触式スキヤニングプローブ レニシヨ-製 SP25M
公称制度	MPE ^E 1.7+3L/1000μm
	MPE ^P 1.7μm

2-3 測定方法

非接触測定は，各測定機の推奨条件により行った。レーザ方式は機器定盤上で測定を実施し，パターン投影方式は回転テーブル上で測定を実施した。一般的に非接触測定の際には，測定物の表面光沢等によってデータ取得が安定しない場合があるため，スプレーを塗布して測定することがある。そのため，非接触測定は，スプレーを塗布しないままでの測定(スプレー無し)とスプレーを塗布しての測定(スプレー有り)をそれぞれ行った。接触式測定はレーザ方式と同様に機器定盤上で測定を実施した。また測定対象は断面直径と真円度とし，評価サンプルは上面から20mmの位置，楕円サンプルは各断面(断面1~3)の中央の位置とした。

3. 結果および考察

3-1 評価サンプルの直径値の比較

評価サンプルの直径値の測定結果を図4に示す。

直径値に関しては，スプレー塗布の有無に関係なく類似した傾向を示した。しかし，スプレー無しの場合には，POMがパターンで，PMMAがレーザ②とパターンで測定値の算出可能な測定データを取得することができなかった。この要因は，樹脂サンプルのレーザの透過率や反射率などが影響しているのではないかと考えられる。また，金属サンプルはいずれの測定方法においてもCMMの測定結果と同様の結果であったが，樹脂サンプルはCMMの測定結果に比べばらつきの大きい結果であることが確認できた。

3-2 真円度の比較

次に評価サンプルの真円度の測定結果を図5に示す。

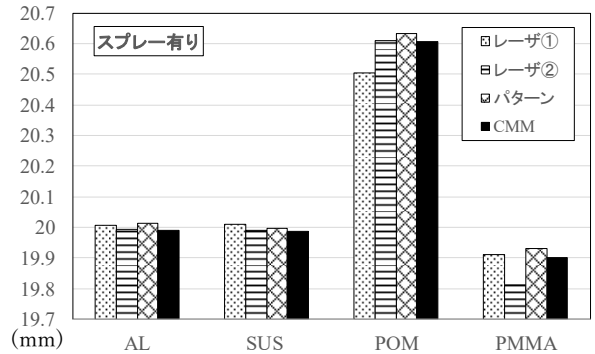
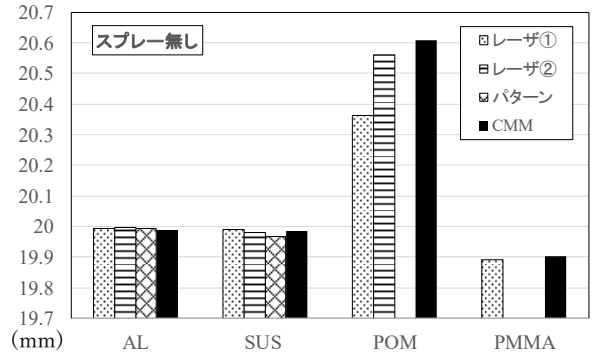


図4 評価サンプルの直径値測定結果

真円度に関しては，スプレー塗布の有無により顕著な差異が現れた。スプレー無しでは，CMMの測定結果に対し，かなりばらつきのある結果となった。特にレーザ①の測定結果のばらつきが大きく，AL，SUSは約0.35mm，POMは0.75mm，PMMAは0.4mmという結果であった。それに対し，スプレー有りでは，CMMの測定結果に対し，ほとんどの測定値が0.1mm以内のばらつきに抑えられる結果となった。

以上の結果から，真円度の測定に関してはスプレーを塗布することでばらつきの少ない安定した測定を行えることが確認できた。

3-3 設計照合の結果

各非接触測定により得られたデータを用いて，設計モデルとの設計照合を行った。

一例として，SUSのスプレー有り無しのレーザ①の照合結果を図6に示す。設計照合を行ったソフトは，Geomagic DesignX(3Dシステムズ製)である。照合結果より，スプレー無しの場合，サンプル表面の光沢等の影響と思われる筋が認められた。この筋の数は測定方向の数(8方向)と同じであることから，測定方向数に依存して生じることが確認できた。このデータ取得時の影響が真円度の値に悪影響を及ぼしたと考えられる。しかし，スプレー有りではその筋は消失しており良好な測定が行えていることが確認できた。

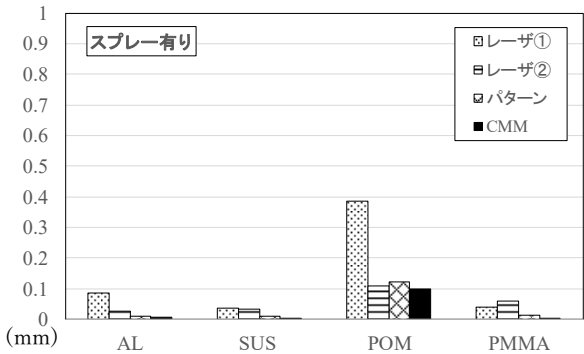
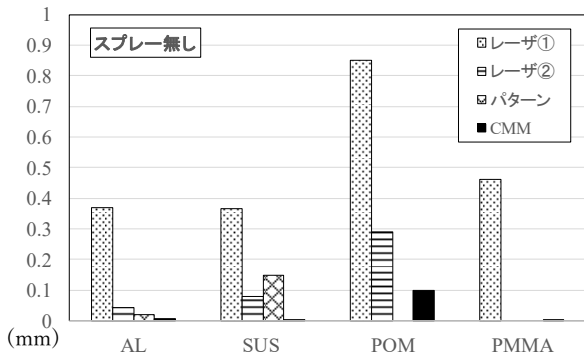


図5 評価サンプルの真円度測定結果

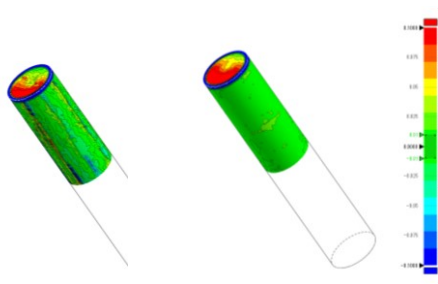


図6 SUSの設計照合結果

(左:スプレー無し, 右:スプレー有り)

3-4 楕円サンプルの評価について

楕円サンプルの直径測定結果を表2, 真円度測定結果を表3に示す。接触式による直径および真円度の測定値に対し, レーザ②の差分値が他の測定機と比べ, いずれの断面においても小さくなる(より接触式測定に近い値となる)ことが確認できた。それとともに, 測定機器により1/10mm単位での差分が生じるなど, 機器, 材質, 形体により大きな測定誤差を生じることが確認できた。また, 各非接触測定により得られた測定データと設計モデルデータ(CADデータ)との照合結果を図7に示すが, レーザ②およびパターンで得られた測定データが設計モデルデータに近似した形体を示すことが確認できた。

4. 結言

非接触3次元スキャナの測定誤差を把握するために各種評価を行った結果, 以下のことが確認できた。

表2 直径測定結果

	直径値 (mm)			
	CMM 測定値	レーザ①	レーザ②	パターン
		CMMとの差分		
断面1	47.833	0.155	0.104	0.270
断面2	48.866	0.066	-0.015	0.091
断面3	49.878	-0.073	-0.016	0.041

表3 真円度測定結果

	真円度 (mm)			
	CMM 測定値	レーザ①	レーザ②	パターン
		CMMとの差分		
断面1	2.046	0.375	0.037	0.244
断面2	1.047	0.205	0.049	0.152
断面3	0.076	0.047	0.030	0.014

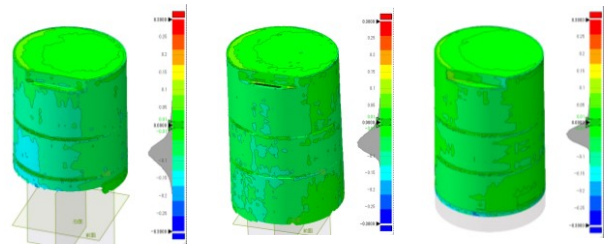


図7 設計照合結果 (左からレーザ①, ②, パターン)

- 1) 直径値に関しては, スプレー塗布の有無に関係なく各測定機において類似した傾向を示した。
- 2) スプレー無しの場合には, POMがパターンで, PMMAがレーザ②とパターンで測定することが困難であった。
- 3) 照合結果より, スプレー無しの測定データは, サンプル表面に測定方向数に依存して生じていると思われる筋を確認することができた。
- 4) 接触式による直径および真円度の測定値に対し, レーザ②の差分値が他の測定機に比べ小さくなることが確認できた。

参考文献

- 1) 長田和真, 鈴木大介, 西村通喜, 米山陽: 三次元座標測定機を用いた非接触形状測定の精度向上に関する研究, 平成28年度山梨県富士工業技術センター業務・研究報告, pp.54-58 (2016)
- 2) 産業技術総合研究所: 3D スキャナと3D プリンタの連携によるクロズドループエンジニアリングの実証 (2016)