

## 研究ノート

## 3D スキャナと 3D プリンタの連携による造形精度の検証

島津達哉\*<sup>1</sup>、水野和康\*<sup>2</sup>、依田康宏\*<sup>2</sup>Inspection of the Modelling Precision of 3D Printer  
with the Assistance of 3D ScannerTatsuya SHIMADZU\*<sup>1</sup>, Kazuyasu MIZUNO\*<sup>2</sup> and Yasuhiro YODA\*<sup>2</sup>Industrial Research Center\*<sup>1\*2</sup>

異なる造形原理の 3D プリンタ(レーザ粉末焼結方式、バインダ・ジェット方式)の造形精度を比較した結果、バインダ・ジェット方式の 3D プリンタは、造形物の球形状最下層部に凸状の形状不良が確認された。造形原理が原因であると考え、対策として造形物の下にダミーの構造体を CAD データに追加し、再造形を行ったところ、形状不良が抑制され造形精度を大幅に向上できることが分かった。

## 1. はじめに

3D プリンタは複雑な三次元曲面を容易に造形できることから、航空宇宙、医療などの次世代産業分野で活用が期待されている。また、自動車分野でも高付加価値加工部品の製造ツールとして注目が集まっている。現在は試作モデルの形状確認が主な用途であるが、今後は工業製品の製造機としての展開が期待される。一方、工業製品に求められる造形精度を満たすには課題も多い。その造形精度は一般的に 0.1mm 程度であり、中空形状や薄肉形状など、3D プリンタ特有の複雑形状になるほど更に悪化していく。新たな造形手法である 3D プリンタに関しては、既存の造形手法と比べて、公開されている技術情報が非常に不足している。

本研究では、技術情報を補完するため 3D スキャナを用い 3D プリンタの造形精度を検証し、造形精度の改善法を探った。

## 2. 実験方法

## 2.1 評価用造形器物データの利用

本研究では、産総研地域連携戦略予算プロジェクト研究(3D2 プロジェクト)において提案された「造形精度評価用器物」<sup>1)</sup>(以下「器物」)を対象として、3D プリンタの造形精度を検証した。「器物」の形状を図 1 に示す。各頂点に球(理論直径: 22mm)、球の間に円柱(理論直径: 14mm)と直方体(長さ: 18mm)を配した三次元形状である(最大寸法 100×100×100mm)。図中の XY 平面が 3D プリンタ上での積層平面と一致し、Z 軸方向が積層方向と一致する。

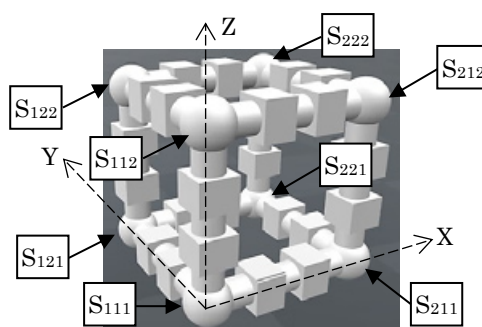


図 1 造形精度評価用器物

## 2.2 3D プリンタを用いた評価試料作成

本研究では、造形精度を比較するため 2 機種 of 3D プリンタで「器物」を造形した。

使用した 3D プリンタは、粉末樹脂(ポリアミド(ナイロン 12))を材料とするレーザ粉末焼結方式の 3D プリンタ(3D Systems 社製 sPro60HD-HS)(以下「レーザ方式」)と、石こう粉末を材料とするバインダ・ジェット方式の 3D プリンタ(3D Systems 社製 ProJet 660Pro)(以下「バインダ方式」)である。どちらの機種も積層ピッチ 0.1mm で造形を行った。

## 2.3 「器物」の測定および評価

造形された「器物」の造形精度を評価するために 3D スキャナ(GOM 社 ATOS Triple Scan 16M)を用いて測定を行った。

本研究では、特に球(Sxyz)の直径と真球度に着目し、2 機種 of 3D プリンタの造形精度を比較した。

### 3. 実験結果及び考察

#### 3.1 球の直径および真球度

$S_{XYZ}$  の理論直径に対する偏差を図 2 に、真球度を図 3 に示す。

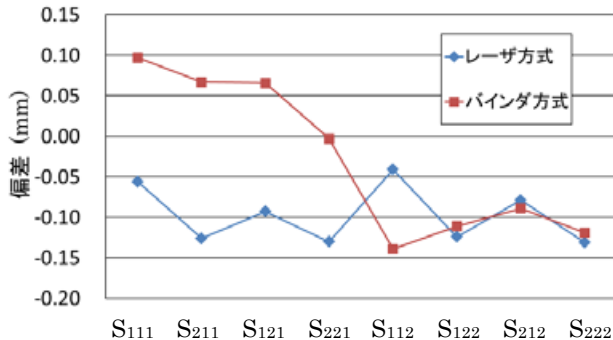


図 2 球の理論直径に対する偏差の比較

球の直径に関しては、「レーザー方式」では、全ての球について理論直径より 0.04~0.13mm 小さくできていた。一方「バインダ方式」では、「器物」下段の  $S_{XY1}$  は 0.00~0.10mm 大きく、上段の  $S_{XY2}$  は 0.09~0.14mm 小さくできており傾向が分かれた。

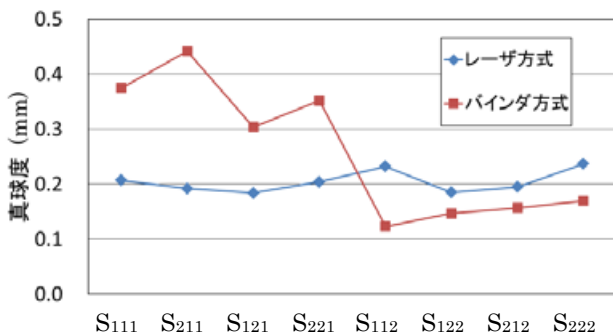


図 3 真球度の比較

真球度に関しては、「レーザー方式」では、全体的に 0.2mm 程度であった。「バインダ方式」では、 $S_{XY2}$  は 0.2mm 以下で「レーザー方式」よりも若干小さい値を示したが、 $S_{XY1}$  は 0.3mm 以上の値に増大し、最大で 0.44mm となった。

#### 3.2 考察

$S_{111}$  について、仮想的に ZX 断面で切断し真円度評価した。ベストフィットした最小 2 乗円に対する偏差の分布の比較を図 4 に示す。

「バインダ方式」の球の底部が大きく凸形状に膨らんでいることが確認できる。「レーザー方式」では、形状の歪みは確認されないことから、凸形状の要因は、「バインダ方式」の造形原理に起因するものと推察される。

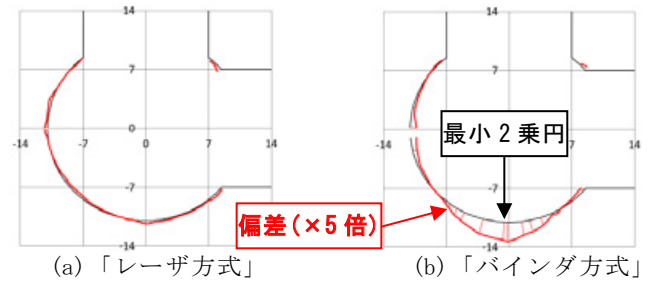


図 4 真円度評価比較

図 5 に示す造形原理のように、容器内に粉末材料が敷き詰められている点は、2 機種 of 3D プリンタで共通している。材料を固化するために、「レーザー方式」では上部からレーザーが照射され、「バインダ方式」では、接着剤を含んだ液滴が投下される。問題の球の底部は造形の 1 層目になる。パウダースノー状の石こう粉末に対して液滴が投下され、粉末材料は下に引き伸ばされながら凝固する。数層分造形が進むと、それまでに固化した造形部位が土台の役目を果たし、次第に形状が安定していくものと考えられる。



図 5 3D プリンタの造形原理

対策として図 6 のように 3D-CAD データに、土台の役目を果たすダミーの構造体を球の下に配して再造形を行った。3D スキャナで測定した結果、真球度は 0.2mm にまで改善した。

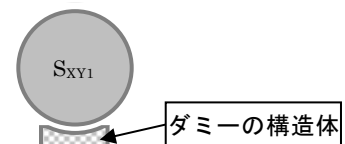


図 6 ダミーの構造体の追加

### 4. 結び

3D スキャナにより、異なる造形原理の 3D プリンタの造形精度を比較した結果、「バインダ方式」3D プリンタは「器物」の球底部に凸形状の形状不良が確認された。対策としてダミーの構造体を 3D-CAD データに追加することで造形精度を改善できることが分かった。

### 文献

- 1) 産業技術総合研究所計量標準総合センター：3D2 プロジェクト実証ガイドライン Final, P3(2015)