

分散分析による3Dプリンタ造形誤差要因の評価について

1. はじめに

モノづくりのデジタル化が進む中で3Dプリンタの利用が広がっています。3Dプリンタは造形方式・造形条件などの違いにより造形精度もさまざま、意図した精度内で造形するためには、導入した3Dプリンタの造形誤差の傾向を把握しておくことが重要です。

ここでは、3Dプリンタの造形条件を変えて複数個のサンプルを造形し、3Dデジタイザにより形状測定して、造形条件の違いが造形精度へ与える影響を評価した例を紹介します。

2. 実験方法

造形サンプルは四面体の頂点を球とした形状(図1)で、球直径15mm、1辺が約33mmです。4つの造形領域(図2)それぞれにおいて、3つの高さ位置で合計12個を造形しました。造形姿勢はすべて同じで、Z軸を積層方向、最初の造形層を高さ位置の1層目としました。

造形に用いた3Dプリンタは3D Systems社 sPro60HD-HS(レーザ粉末焼結方式)、形状測定に用いた3DデジタイザはGOM社 ATOS Triple Scan 16Mです。

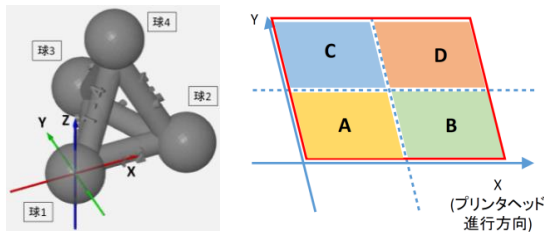


図1 造形サンプル

図2 造形領域

3. 実験結果

領域Aでのサンプルについて、測定データをC ADデータと比較したカラーマップを図3に示します。1~3層目ともZ軸方向に収縮し、特に1層目の収縮が大きい傾向がみられます。

数値的に評価するため、測定した4つの球の中心座標を求め、CADデータに対するXYZ各軸方向の造形倍率を計算しました。X、Y軸の平均倍率0.9987に対し、Z軸の平均倍率は0.9972でした。各サンプルのZ軸の造形倍率は、どの領

域でも1層目の値が小さいことがわかります(表1)。

表1の値を用いて、次式のF値から有意水準5%で検定し、分散分析による評価を行いました。

$$F = \frac{\text{要因効果の分散}}{\text{誤差効果の分散}}$$

ここでの要因は、造形高さ位置、造形領域になります。分散分析では、要因による効果の変動が単純な誤差の変動より大きいとF値が大きくなり、要因の影響を判定できます。

今回用いた3Dプリンタでは、高さ位置を誤差要因とした分散分析において、Z軸の造形倍率について有意差がありました。X軸、Y軸の造形倍率について有意差はありませんでした。なお、表計算ソフトなどを用いると有意水準となる境界値(p値)も求めることができ、高さ位置に関するZ軸造形倍率のp値は0.1%以下でした。

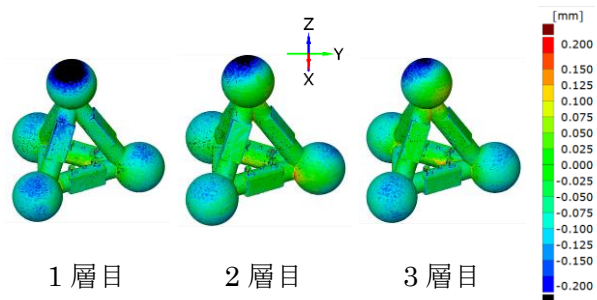


図3 領域Aでの造形高さごとのカラーマップ

表1 Z軸(積層方向)の造形倍率

	領域A	領域B	領域C	領域D
1層目	0.9950	0.9954	0.9962	0.9962
2層目	0.9962	0.9969	0.9979	0.9978
3層目	0.9975	0.9977	0.9992	1.0002

4. おわりに

当センターでは、3Dデジタイザや接触式三次元測定機による形状測定(産業技術センター)、3Dプリンタによる造形試験(本部)を行っています。お気軽にお問い合わせください。

付記

本研究は産総研地域連携戦略予算プロジェクト「3D計測エボリューション」(3D3プロジェクト)と連携して実施しました。



産業技術センター 自動車・機械技術室 依田康宏 (0566-24-1841)

研究テーマ: 非接触三次元測定

担当分野: 非接触三次元測定、情報工学