

# 積層造形技術の新製品開発への応用

企画管理部 産学官連携推進担当 林 千歳\*、中央研究所 住岡 淳司

## 1. 緒言

平成 22 年度に導入した積層造形装置は、あらかじめ平面状に敷き詰められた材料粉末に所定の断面形状にレーザを照射し、局所的に熔融-凝固させることで造形を行うものである。造形時には、固液間の相変態と融点(ポリアミド 12 で約 186°C)から室温までの冷却のプロセスがあり、造形の条件が不適切な場合、不均一な収縮による反り等の変形が起こりやすい。

そこで本研究では、積層造形装置の造形特性の把握を目的に、厚肉の造形モデルの寸法精度、収縮等による変形の程度、及び造形モデルの配置と表面状態との関係、近接した造形モデル間の熱影響などについて検討した。

## 2. 実験方法

### 2.1 使用材料

試験片は、3 次元 CAD により STL 型式で形状データを作成し、STL のエラー修正、造形エリアへの配置、スライスデータ作成を経て造形を行った。

造形粉末は、ポリアミド 12 を用い、Table 1 に示す条件で造形を行った。造形は、同一断面にある模型すべての輪郭を走査後に塗り潰しを行っている。室温まで冷却して取り出し、サンドブラスト等による未焼結粉末除去処理の後に水洗し、20°C 湿度 25% で 24h 保持し乾燥後評価に用いた。

Table 1 積層造形の条件

造形箇所	レーザ出力 W	照射速度 mm/s	オフセット mm	積層厚さ mm
輪郭部	16	1500	0.0	0.10
塗り潰し部	21	2500	0.15	

### 2.2 試験片の形状と評価項目

Fig. 1 に示すように 40mm×10mm×40mm の直方体の間隔を 2~10mm に変化させて試験片を配置し、造形体の間隔が表面の状態へ及ぼす影響について検討した。また、Fig. 2 に示す薄肉試験片を作成し、隣接する造形体の距離を変化させたときの寸法精度について評価を行った。さらに Fig. 3 に示した、肉厚を 5mm から 40mm に変化させた試験片により、造形体の厚みと造形体の寸法精度の関係について調査を行った。寸法精度については、当センターの大型エックス線 CT により形状をスキャンし、肉厚測定機能、CAD データとの比較機能により評価を行った。

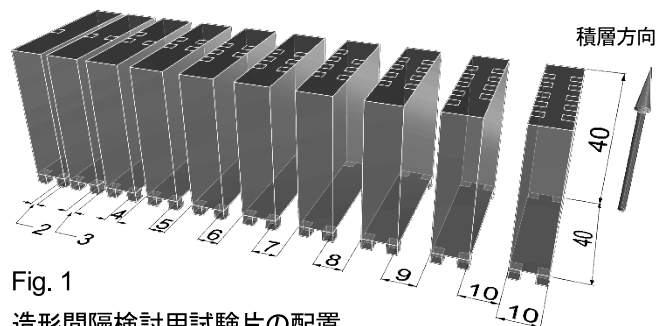


Fig. 1 造形間隔検討用試験片の配置

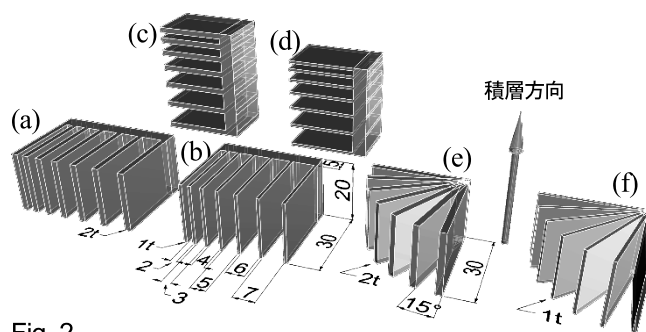


Fig. 2 薄肉試験片の形状および配置

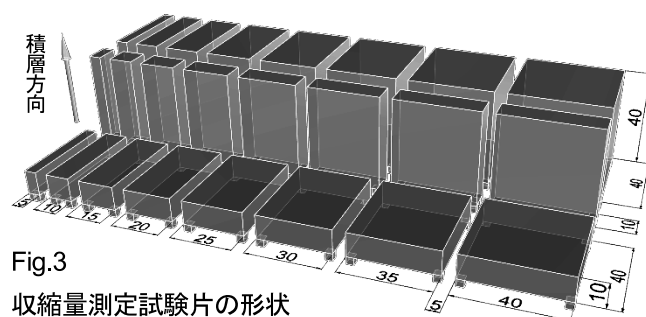


Fig.3 収縮量測定試験片の形状

## 3. 実験結果および考察

### 3.1 造形体の配置の間隔影響

隣接する直方体との距離  $d$  を 2mm から 10mm まで変化させたもの、および隣接する造形体がないものの表面状態を Fig. 4 に示す。なお、積層の方向は図の下から上方向である。

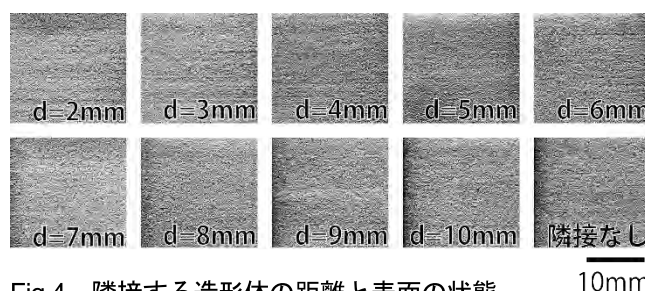


Fig.4 隣接する造形体の距離と表面の状態

\*現 中央研究所

距離  $d$  が 4mm 以下では、表面が粗く積層の段差が他のものに比べ目立つようになっており、少なくとも 5mm、好ましくは 7mm 以上隣接する造形体から遠ざける必要があることがわかる。このことは、レーザ照射により近傍の粉末温度が上昇し、再度レーザが照射されるため、局所的に入熱過剰となるためと考えられる。

Fig. 2 に示す試験片の、隣接する面との間隔と板厚の CT による測定値の関係を Fig. 5 に示す。

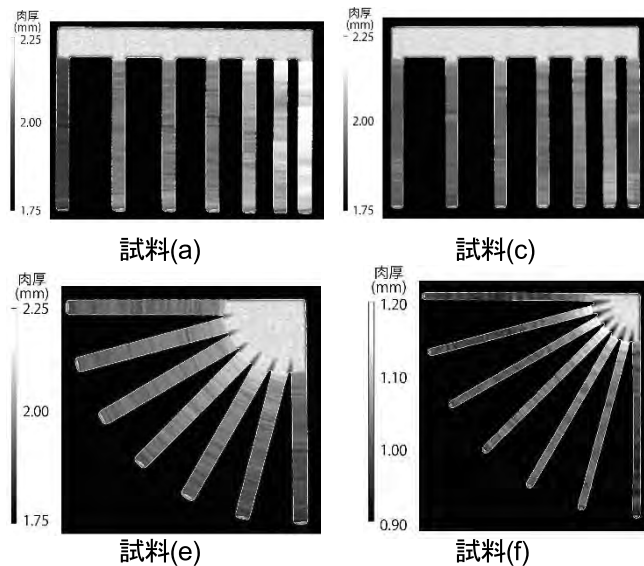


Fig. 5 エックス線 CT 画像による肉厚測定結果

4 試料のいずれも同一の積層断面に造形体が近接するほど、設定した板の厚みが増加するが、5mm 程度間隔を空けることで隣接する造形体の影響が無視できるようになることがわかる。また、試料(c)のように積層の方向を工夫することでこの問題を緩和できることも確認できた。

### 3.2 造形体の厚みと収縮量の関係

Fig. 3 に示す試験片の寸法を、大型エックス線 CT により測定した。その結果、Z 方向は造形のたびごとに正

確に 0.1mm の粉末を敷き詰めるため、初層と最終層のみが誤差の発生要因となるが、X,Y 方向については、積層する平面の形状に大きな影響を受けていた。Fig. 6 に、造形する面のモジュラス (塗り潰す面積をその輪郭の長さで割った値)  $M$  と、造形体の収縮率の関係を示す。

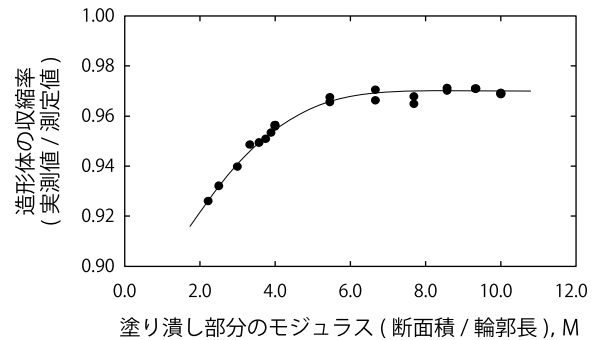


Fig. 6 造形面のモジュラス  $M$  と造形体の収縮率の関係

$M$  が 5 以上になると、おおむね設定値の 97% となった。この装置では 3% の収縮があると言われており、妥当な結果である。 $M$  が 5 以下の場合、 $M$  が小さいほど造形体の寸法は設定値より小さくなる。これは、輪郭部の周囲への熱の放散が大きくなり、レーザ照射の単位長さあたりの見かけの入熱量が減少したためと考えられる。

### 4. 結言

本研究により、以下のことが明らかとなった。

- (1) 造形体の配置に際しては、隣接部分の熱影響による造形幅の増加や表面粗さの増加を防ぐために、5mm 程度の間隔を空けることが望ましい。
- (2) 造形面上の塗りつぶし部モジュラスが 5 以下となる形状の部分は、レーザからの入熱のうち周囲の粉末に奪われる量が増加することから、造形体は所定の幅よりも薄くなる傾向がある。このため、造形面の塗りつぶし部の幅が広くなるよう、積層の方向に工夫が必要となる。

キーワード：積層造形、配置、収縮、CT 画像

## Application of Additive Manufacturing Technology to the Development of the New Products

Chitoshi HAYASHI, and Junji SUMIOKA

Selective Laser Sintering (SLS) process has the potential to become one of the most useful Additive Manufacturing (AM) technique in recent few years, because it has potential to easily produce the complex shape models. And in these days, the usefulness of the AM system, also known as the 3D Printer, comes to be recommended widely and this technique came to attract an interest in various industrial fields.

In this study, the basic modeling properties of the SLS system, such as surface roughness of the parts and the influence of the parts arrangement on their accuracy were examined.