

## ケミカルウッド FDM方式 3Dプリンターの開発に関する調査研究

森本 巖\*

### 抄 録

FDM方式の3Dプリンターが大形化し、かつフィラメント材料のヒータ溶融からペレットのスクリュウ溶融に変えることで吐出量を大幅に増加させることができれば、そのプリンターは閉じた曲面を用いるモノコック構造で剛性を上げた椅子の直接製造に用いられるようになる。これを実証するために、市販低価格機の中で最も造形サイズの大きい40cmキューブFDMプリンターを購入し、開発したものや最近市販されるようになったケミカルウッドフィラメントを用いて曲面構成ツールを成形した。その結果、材料収縮による成形物の反りと造形テーブルからの剥離が最大の課題であることを確認した。

### 1 はじめに

安価なFDM方式の3Dプリンターが大量に販売されている。これは射出ノズル径が0.4mm、積層ピッチが0.1mm、造形サイズは最大150mm角程度のものが多い。利用目的は小型で精密さの高い部品の成形に限定される。大型の商業機も高速性よりも高精細さが重視され、造形コストは非常に高く、量産製品の部品製造に用いられることは無い。

もし、低価格機のテーブルが大形化し、木質系のフィラメント材料が利用でき、更に現在の「ヒータ溶融方式」から「ペレットのスクリュウ溶融」に変えることで吐出量を大幅に増加させることができれば、その3Dプリンターは閉じた曲面を用いるモノコック構造で高剛性椅子の直接製造に用いられるようになるはずである。このような装置は、脚物家具メーカーの多い徳島県で特に望まれている。

本研究ではまず、ケミカルウッド（木粉を混練した熱可塑性樹脂）をフィラメント材料とするFDM方式の積層造形装置が実現可能であるかを、市販の木質系材料フィラメントや、押出メーカーに委託して試作したABSマトリックスのフィラメントを用いて検証する。同時に、40cm角を超える大形造形物のプリントにはどのような課題があるか確認する。

### 2 研究内容

市販されるFDM低価格機の中で最も造形サイズの大きい40cm角プリンタ(L-DEVO M4040)を購入した。この装置を用いて、押出成形メーカーに依頼

して開発したものと、H27年より市販されるようになった木質系フィラメントを用いて、引張試験片を成形し、これの強度評価を行った。また、一辺長さ70mmの正四面体を成形し、その研磨仕上げ性と研磨面の木質感を評価した。熱溶融する材料であるため、ベルトサンダー研磨では材料が高温にならないよう能率を落とさなければならない。磨面には木目は現れないが視覚的・触感的には木材のような感触がある様に思える。

#### 2・1 木質フィラメントの開発

委託開発したABSケミカルウッドフィラメント（木粉20%）は、木粉サイズの最大径指定を行わなかったため、φ0.4mmノズルで詰まりヒーター熱で炭化した。また、吐出量の時間変動が大きく成形が安定しない。木粉はその最大サイズを0.1mm程度に制限し、かつ寸法分布も狭い範囲に正規分布させる必要があることが分かった。

#### 2・2 木質系市販フィラメントの評価

木質系市販品の1つは樹脂に気泡を混入しかつ炭化させて「木質調としたもの」で木粉は入っていない。もう一つは、「木粉40%」でマトリックス樹脂の材質表記が無いが吐出温度が200℃でPLA（ポリ乳酸）であると推定される。この市販品2種類は、熱収縮によるそり量はPLA材料よりも大きい、詰まりは起こらずL-DEVOでの使用に問題はなかった。

#### 2・3 成形品の引張強さ

JIS K7139 A1 引張試験片(t4mm, ABSのみ2.7mm)

\* 機械技術担当

を造形しその引張強さを 3 本平均値で評価した。引張速度：2mm/min, 平行部：10mm, 平行部間隔：80mm とした。

H-PLA はこのプリンタメーカー提供の標準材料であり、この強度が比較対象となる。木材フィラー入りはサインスマートのもののみであるが、マトリックス材である PLA 単体と比較して 40% 程度の強度低下となっている。木質に見せるために PLA 材に茶色の着色を施し、微細気泡を混入したポリメーカーのものは、それよりも更に低強度である。Stratsys 社の ABS 材料は、メーカー指定の熔融温度より 50℃ も低い温度で射出したためか、隣接部との熔融に欠陥（気泡混入）が多く、大型商業機 fortus による成形品と同等の強度が得られていない（表 1）。

表 1 木質系プリント材料の引張試験結果

フィラメント材質	引張強さ [MPa]	伸び量 [mm]	弾性率 [MPa]
H-PLA (ヒュージョンテクノロジー)	49.6	3.0	2,458
ABS (stratsys, fortus 用)	33.3	3.0	1,693
ポリメーカー 疑似木粉	23.4	15.0	1,627
サインスマート 木質 (木粉 40%)	28.0	2.5	2,078

## 2・4 大形スツールの成形

次に一辺 40cm の”コ”字断面で全面が 10mm 厚の曲面で構成されるスツールの成形を行った。充填率 20% の中空構造を指定したが、成形時間は 170 時間を超える。材料は熱収縮量が大きく、大形造形物

ではこれによる造形テーブルからの剥離が発生し、造形失敗につながる。ガラスに紙テープや専用エンボスフィルムを貼ったテーブルでは剥離が起こるため、瞬間接着剤メーカーから提供を受けた粘着層形成ゲルをガラスに塗布したテーブルを用いた。40cm 角のコ字断面の 2 つの端面共に 1cm 程度のそりが発生したが、剥離は進行せず造形が完了した（図 1）。チャンバーの温度制御をしない開放型の FDM 大形プリンターでは、材料収縮による成形物の反りによる精度低下と、造形テーブルからの剥離による造形失敗が大きな課題であることを確認した。

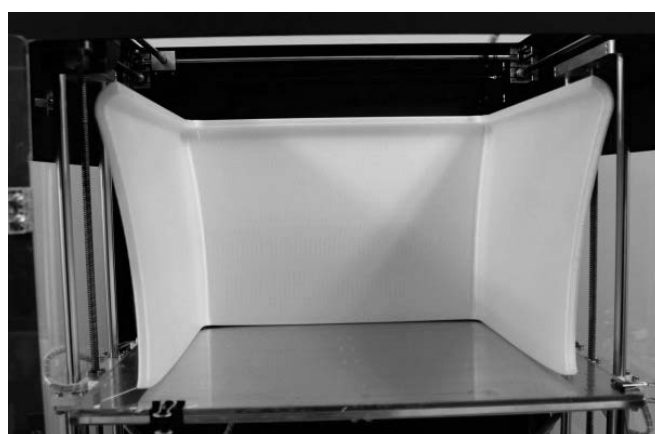


図 1 プリント中の 40cm サイズスツール

## 謝辞

本研究は公益財団法人 JKA の平成 27 年度公設工業試験研究所等における人材育成等補助事業において実施しました。