

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

1. 目的

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角程度のものである。利用目的は小型で精度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「ヒーター溶解方式」から「ペレットのスクリュウ溶解」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マトリックスのものを用いて検証する。同時に、40cm³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を確認する。

2. 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40cm³プリンター(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、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。

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)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。

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	2458
ABS (stratsys, fortus用)	33.3	3.0	1693
ポリマーカー疑似木粉	23.4	15.0	1627
サインスマート木質(木粉40%)	28.0	2.5	2078

2-4. 大形ツールの成形

次に1辺40cmの”コ”字断面で全面がt10mm厚の曲面で構成される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。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。

