

光造形方式 3D プリンターの精度に関する報告

佐々 知栄子、斉藤 光弘(情報・生産技術部 デザイン・設計グループ)

1. はじめに

当所では、3D プリンターによる試作支援や製品開発、受託研究などを実施している。支援開始以降、柔らかい素材のエラストマーライクを使用した造形依頼が増えている。さらに多様な要望に応えるために、人肌のような柔らかさ（ショア A2 ゴムライク樹脂）からプラスチックのような硬さ（アクリル樹脂）まで造形可能な図 1 の超軟性造形対応光造形 3D プリンター「M3DS-SA5/4KHi」（ミツ社）を 2020 年度末に導入した。本稿では、光造形 3D プリンターの特長の紹介と精度について報告する。



図 1 M3DS-SA5/4KHi

2. 導入装置「M3DS-SA5/4KHi」の特長

導入した装置は、図 2 のコーター方式と呼ばれる機構で、樹脂槽が移動してコーディングシート上に樹脂を均一に塗布させ、下部のプロジェクターの LED によりスライスデータを投影し固め、一層ずつ積層される。吊り下げ方式で、造形物が逆さまに造形される。これにより柔らかな造形物にかかる負担を軽減している。主な仕様を表 1 に示す。以下に特長を示す。

- ・ゴムライクの柔らかい素材から硬いアクリルライクの素材までが造形可能
- ・伸縮性が必要とされる部品の作製が可能
- ・造形ピッチ・XY 分解能が細く、滑らかな造形が可能
- ・造形物の形状や特徴に合わせて照射時間の調整が可能

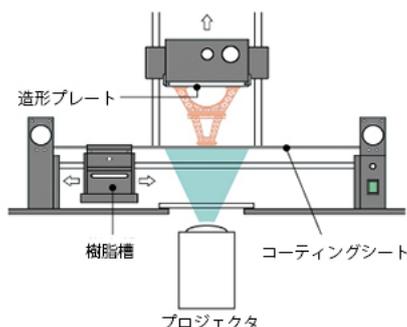


図 2 コーター方式の機構

表 1 主な仕様

出力方式	光造形方式
積層ピッチ	25 μ m、50 μ m
造形範囲	150×85×180 mm
材料 (柔らかい順に記載)	ゴムライク樹脂（ショア A2、A5、A13、A50）、 ゴム弾性樹脂（ショア A25、A55） 耐熱性アクリル樹脂
サポート材料	造形物の樹脂と同じ、 もしくは造形形状によって無し

3. 造形物の精度評価

微細造形をテストで造形した際、細部に樹脂が入り込んで埋まることがあること、造形ステージに対して水平方向の面と吊り下がり積層される垂直方向の面に違いが生じることの懸念があった。その課題とメーカーの推奨値などを踏まえたテスト造形形状を考案し、精度を確認した。

微細造形の限界は、樹脂の種類、色、照射時間、気温等の影響があるため一概には決められないが、メーカーの推奨値、限界値の目安は、ゴムライクの場合、推奨値 1.0 mm、限界値 0.7 mm、アクリル樹脂の場合、推奨値 1.0 mm、限界値 0.6 mm である。また、角度 45° 以上のオーバーハングが発生する場合は、事前に専用のソフトでサポート付加を作成するか、3D-CAD で設計する必要がある。

今回精度評価に使用した樹脂の種類は、ショア A25 弾性樹脂、アクリル樹脂である。

3.1 評価方法 1 穴径、厚さ、隙間の検証

図 3 の穴径を評価する造形物と、図 4 の厚さ、隙間を評価する造形物を作製した。垂直方向の面と水平方向の面における精度の違いも確認するため、L 字形状とした。

安定しない形状や柔らかな素材は、樹脂槽が移動する際に造形物が揺れ動き、歪みが生じるため、揺れ防止としてサポート付加した。

図 3 の造形ステージの付着部の水平面の穴径は、ショア A25 弾性樹脂では、 ϕ 1.5 mm 以上、アクリル樹脂では、 ϕ 2 mm 以上が必要となるが、垂直方向には、ショア A25 弾性樹脂、アクリル樹脂共に ϕ 3 mm 以上が造形可能であった。

図 4 の水平面の溝は、ショア A25 弾性樹脂では、1.0 mm 幅以上、アクリル樹脂では、0.5 mm 幅以上が必要となるが、垂直方向には、ショア A25 弾性樹脂、アクリル樹脂共に ϕ 0.5 mm 幅以上が造形可能であった。水平面の厚みは、ショア A25 弾性樹脂、アクリル樹脂共に 0.7 mm 厚まで造形可能で、垂直方向には、A25 弾性樹脂は、1.0 mm 厚以上、ア

クリル樹脂は、0.7 mm厚まで造形可能であることがわかり、図3、4共に水平面と垂直面に違いが生じることを確認した。

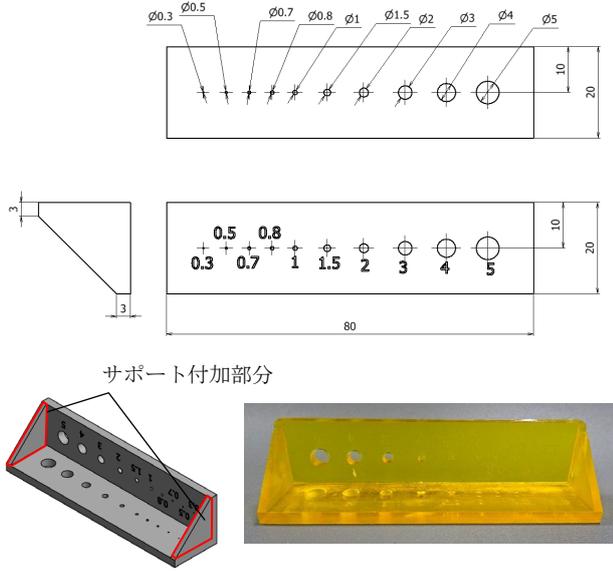


図3 穴径評価造形物

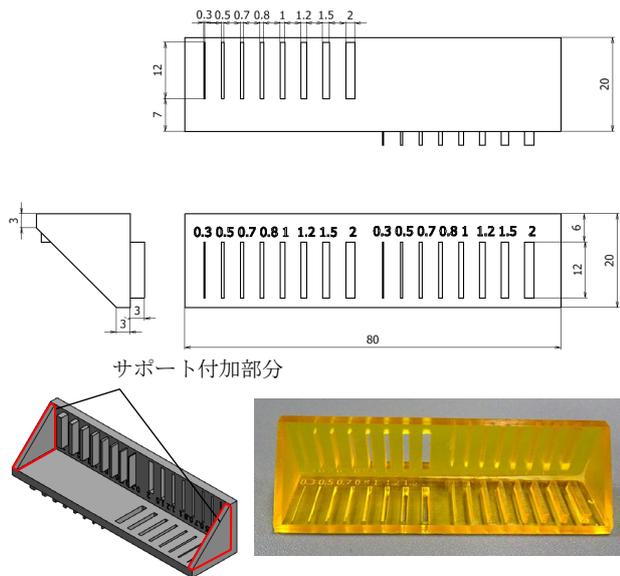


図4 隙間、厚み評価造形物

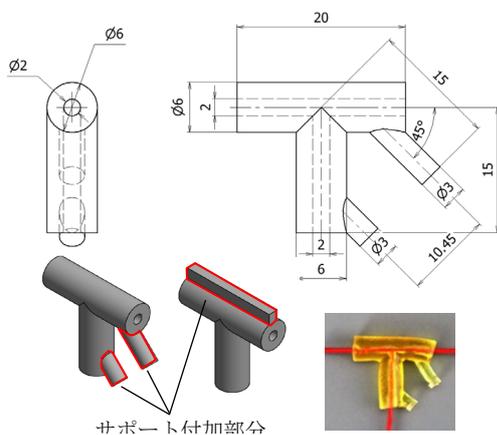


図5 チューブ形状穴径評価造形物

3.2 評価方法2 チューブ形状穴径の検証

チューブ形状の穴径を確認するため、T字を逆さまにした状態で造形したが、ステージ面に対し平行するチューブの穴部分が埋まってしまったため、図5に示すT字形の造形を行った。サポート付加形状2種、穴径を変えた8種(φ0.7、0.8、1.0、2.0、2.2、2.5、3.0 mm)を造形した。サポート付加部分の右図は、サポート付加部分がステージ面に対して吊り下がる状態で、チューブ形状がステージに対して平行に造形される。左図は、サポート付加部分がステージ面に吊り下がる状態で、チューブ形状がステージに対して斜めに造形される。

穴径が小さい場合、細部に樹脂が入り込んで埋まってしまふことがあり、右図のサポート付加による造形の方が穴が埋まらずに造形できる。ショア A25 弾性樹脂の場合、φ2.0以上は造形が可能であるが、アクリル樹脂の場合、φ4.5 mm以上が造形可能であると確認できた。

3.3 評価方法3 オーバーハングの検証

図6の5種の造形を行い確認した。角度45°以上のオーバーハングが発生する場合は、メーカーからの情報によるとサポート付加の必要があるとのことだったが、角度35°までの造形が可能であった。

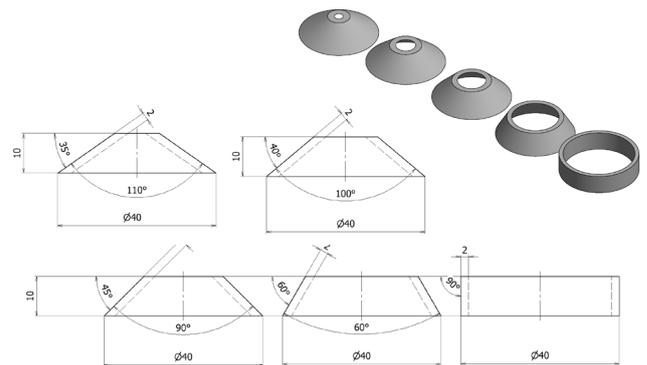


図6 オーバーハング評価造形物

4. まとめ

メーカーの推奨値、限界値の検証と細部へ樹脂が入り込みや造形ステージに対して水平方向の面と吊り下がりて積層される垂直方向の面の違いを検証し、以下の知見を得た。

- 1) 穴径、隙間、厚み評価では、水平方向の面と垂直方向の面に違いが生じることがわかり、ステージ面に付着している水平方向の面の方が精度が高いことがわかった。
- 2) チューブ形状評価では、T字形で穴の造形を重視する場合、サポート付加し配置を斜めに造形した方が有効であった。
- 3) オーバーハング形状では、メーカーの推奨角度より鋭角の角度を造形することができた。

形状や素材の柔らかさによって、造形前に、出力方向やサポート付加の検討すると共に、照射時間の細かい設定が必要であることもわかった。今後、更なる機械特性を把握する必要がある。