

3D プリンタで作製した可動部を持つ作品の評価

久次米 利彦*

Evaluation of Products with Moving Parts Created with a 3D Printer

Toshihiko KUJIME*

Synopsis: New 3D printer (Multi Jet Fusion Technology) was introduced with the financial support of Facility Maintenance Cost Subsidy in 2018. Several objects which had moving parts were designed, fabricated, and evaluated at the graduation project in 2020. In some trials, it was found that moving parts required 0.2 mm clearance for preventing parts from sticking. 3D printer with Multi Jet Fusion Technology is the resolution of 1200 dpi, the layer thickness of 0.08 mm and capable of modeling with an accuracy of ± 0.2 mm. Additionally, it was found that fabrication of fixed parts using friction because a little wider clearance could lead to no fixing. Therefore, it is necessary to fabricate several parts and combine them afterward for such application.

(Received Sep. 28.2021)

Key words: 3D printer, moving parts, multi agent system, accuracy of clearance

1. 緒 言

平成 30 年度私立学校施設整備費補助金の支援を受け 2018 年度に Multi Jet Fusion 方式の新型 3D プリンタ (HP 社製 Jet Fusion 4200, 以下 HP JF4200) が導入された。2020 年度の卒業研修において、HP JF4200 を使用して可動部を持つ作品の製作を行った。本研究ノートでは、作製した作品の評価としてパーツ一体で可動部を作製するにあたって得られた知見について述べる。

2. 作品 1 「多機能ナイフをモチーフにしたオブジェクト」

Fig.1 に作品 1 の 3D モデルを示す。作品 1 は多機能ナイフをモチーフとして、ナイフの部分と 3 種類の動物の頭部・脚部に置き換えたオブジェクトである。この頭部および脚部が可動部となっている。

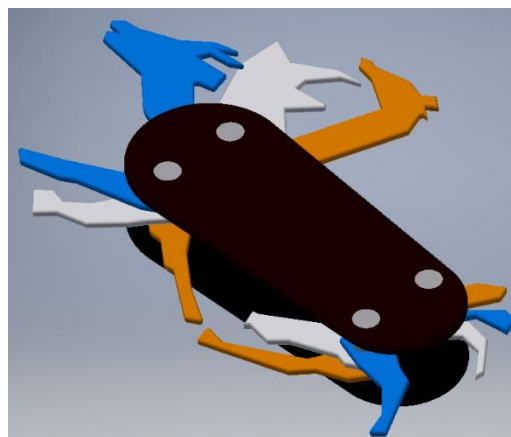


Fig.1 Work No.1, 3D model of object in the motif of versatile knife.

Fig.2 に可動部の試作段階での検証用パーツ 1 の 3D モデルを示す。可動部を有する部品を 3D プリンタで一体的に作製する場合、板パーツが軸に対して癒着しないかどうかを確認するために製作した。直径 5 mmφ の軸に対して、板の穴の大きさを 5.1,

5.2 mm として HP JF4200 で一体式のパーツを試作した結果、いずれの穴径においても板パーツは癒着せず可動したが、ぐらつきのない大きさとして、穴の大きさは 5.2 mm が最適と判断した。

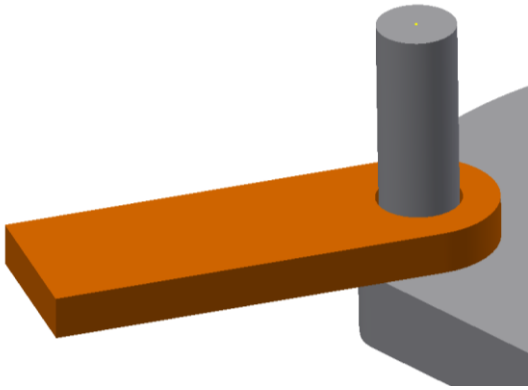


Fig.2 3D model for verifying moving parts #1.

次に 3 枚の板パーツを重ねて一体で作製した場合、パーツ同士が癒着しない最適なオフセットの間隔を調べる目的で検証用パーツを作成した Fig.3 に検証用パーツ 2 の 3D モデルを示す。



Fig.3 3D model for verifying moving parts #2.

Fig.3 の矢印で示すオフセットを 0.1, 0.2, 0.3, 0.45 mm として HP JF4200 でパーツを試作した。その結果、0.1~0.3mm では板パーツが癒着してしまった。0.45 mm では可動はしたが間隔が開きすぎていた。このオブジェクトでは、頭部や脚部の板パーツを摩擦である程度固定することを設定しており、開きすぎていると固定できないことが判明した。そこで頭部などの板パーツを固定するために設

計を見直して、板パーツ同士は十分間隔を取って一体で作製し、間にワッシャーを後から挿入して板パーツを固定するようにした。Fig.4 に変更したパーツ（検証用モデル 3）の 3D モデルを示す。

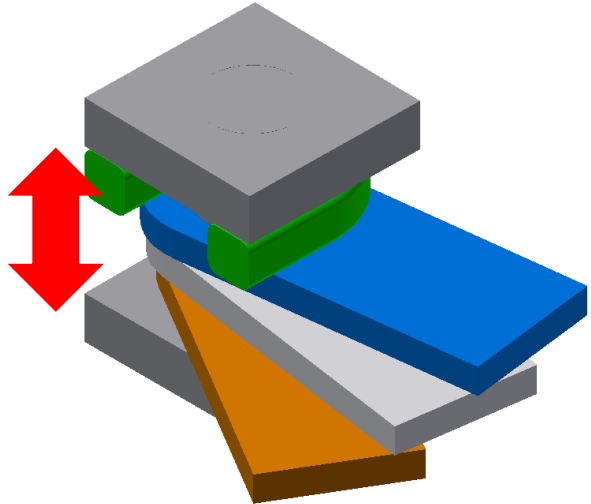


Fig.4 3D model for verifying moving parts #3.

検証用モデル 3 では隙間が 6 mm となるようパーツを組み立て、その隙間に厚さ 4.9, 5.0, 5.1, 5.2, 5.3 mm のワッシャーを入れて、板パーツが固定できる最適のワッシャーの厚さを検証した。その結果、5 mm の厚さが最適であった。

この作品の評価として、可動部の作製については、一体で作製する場合、癒着せずに可動させるには直径で 0.2 mm の寸法差が必要であることが判明した。また、摩擦を利用して固定するようなパーツを一体で作製することは難しいことが判明した。

3. 作品 2 「名刺ケース」

Fig.5 に作品 2 の 3D モデルを示す。作品 2 はふたが開閉する名刺ケースである。可動部であるふたとケースの接続部の 3D モデルを Fig.6 および Fig.7 にそれぞれ示す。Fig.6 に示すふたの可動部の棒の直径は 2.8 mm であり、Fig.7 に示すケースの穴の直径は 3.5 mm でその寸法差は 0.7 mm である。この棒と穴の寸法差については、0.4, 0.5, 0.6 mm でも一体での作製を試作したが、いずれも可動しなかった。また、積層方向に対して穴が垂直になる方向にモデルを配置して作製した場合は可動しなかった。この場合は寸法差だけでは

なく、造形方向によっては形状がきれいな円形にならなかったために癒着した可能性が考えられる。

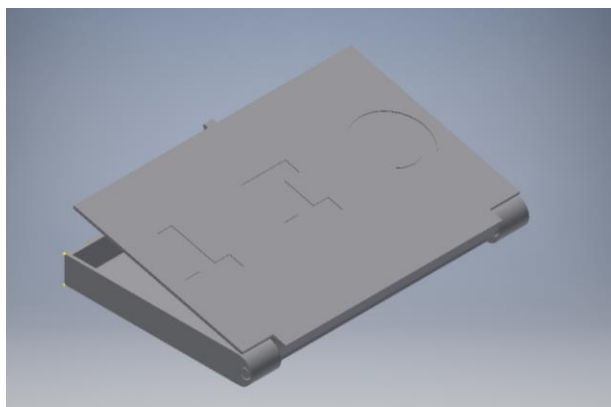


Fig.5 Work No.2, 3D model of the business card case.

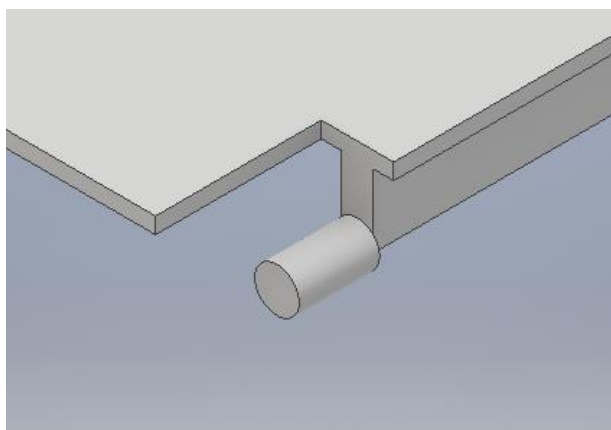


Fig.6 3D model of the lid for hinge connection.

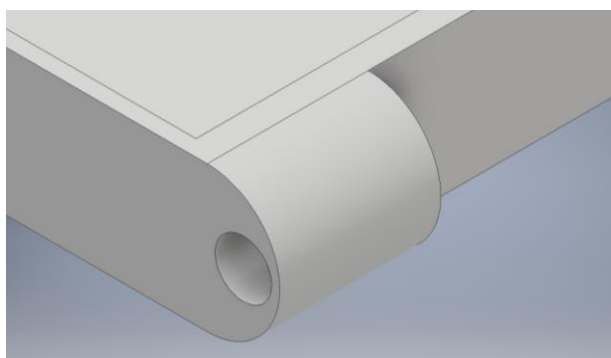


Fig.7 3D model of the body for hinge connection.

4. 作品 3 「眼鏡フレーム」

Fig.8 に作品 3 の 3D モデルを示す。作品 3 は丸

眼鏡をモチーフにした眼鏡フレームである。「つる」の部分が可動する。

Fig.9 にフレーム本体および「つる」の可動部の 3D モデルを示す。(a) は本体部、(b)は「つる」の部分、(c)と(d)は本体部と「つる」を組み合わせたモデルである。

Fig.9(a)に示す本体接続部の穴の大きさは直径 2 mm で、(b)に示した「つる」の接続部の棒は直径 1.4 mm であり、(c)中の矢印で示す穴と棒の隙間は 0.3 mm であった。また、(d)中の矢印で示す



Fig.8 Work No.3, 3D model of the glasses frame.

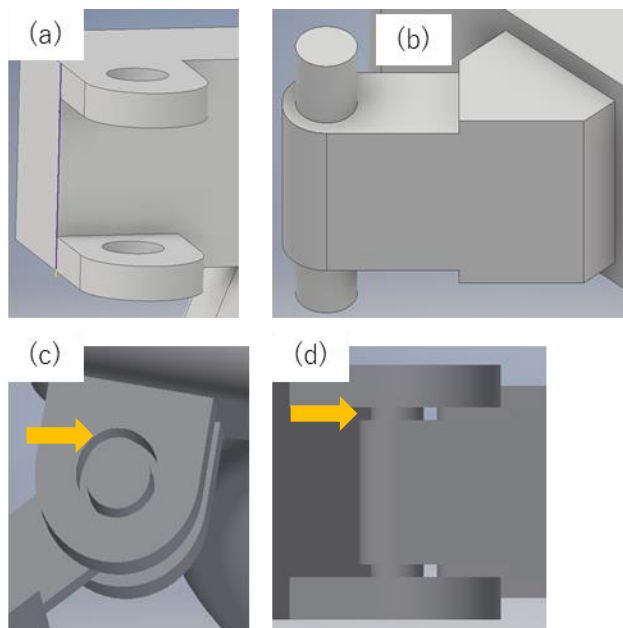


Fig.9 3D models of (a) body, (b) vine, and (c)(d) combinations for hinge connection

隙間は上下とも 0.3 mm であった。穴と棒の寸法差は 0.4 mm でも試作したが可動しなかった。この作品においては、一体的な製作で「つる」を可動させることができたが、Fig.10 に示すように「つる」が上下に動いてしまい、安定感のないものになってしまった。

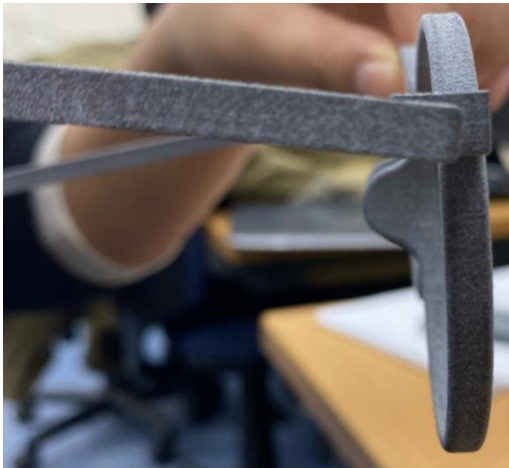


Fig.10 Appearance of inclined vine.

5. まとめ

Multi Jet Fusion 方式では原料の樹脂粉末がサポートを兼ねるため従来使用されてきた熱溶解積層法よりも精度良く一体でパーツが作製できるのではないかと考えていた。実際に作製してみると、隙

間に入った粉末をいかにして除去するかという問題もあり、可動させるためには寸法差として隙間が 0.2 mm は必要であることが判明した。これは熱溶解積層法におけるパーツを可動させる隙間として経験値として得られた値と一致する。このことから、精度的にはどちらも差がなかったものと考えられる。他方、Multi Jet Fusion 方式はカタログデータとして「プリント解像度 1200 dpi, レイヤー厚さ 0.08 mm で造形することで、100 mm での造形物で±0.2 mm の精度を実現できます。」とあり²⁾、このことから可動部においては隙間として 0.2 mm 以上確保する必要があるものと考えられる。

また、摩擦を利用して固定するようなパーツを一体で作製することは困難であり、逆に隙間が大きいとパーツが安定しないという問題がおこった。このような場合は別々のパーツとして作製しそれを組み立てて精度を確保する必要があると考えられる。

参考文献

- 1) 畑迫健一, 久次米利彦: 産業技術短期大学誌, **53**(2020) 139-142..
- 2) HP Jet Fusion 3D 4200 : キヤノン – Canon. <<https://cweb.canon.jp/3dprinter/special/lineup/hp.html>>. (参照 2021-09-10).