

K-15

### 3D プリンタを用いたロボット部品の検討 充填率及び充填構造による強度変化 Examination of robot parts using 3D printer Strength change due to filling rate and filling structure

○岩間有利<sup>1</sup>, 原田昌彦<sup>2</sup>, 入江寿弘<sup>3</sup>\* Aruto IWAMA<sup>1</sup>, Masahiko HARADA<sup>2</sup>, Toshihiro IRIE<sup>3</sup>

When creating robot parts with a 3D printer, there were cases where damage or destruction occurred due to insufficient strength. I was interested in how the strength changes by changing the parameter settings of the slicer software, so I started this experiment.

#### 1. 実験背景

ロボットの部品を 3D プリンタで作成する際、強度不足により破損や破壊が生じてしまうことがあった。

スライサーソフトのパラメータの設定を変えることで、強度がどのように変化するのか興味を持ち、この実験を始めた。

#### 2. 目的

パラメータの設定および積層方向による強度の変化を調べ、実際にロボットの部品を作成する際に役立つ。

#### 3. 実験内容

今回は、IdeaMaker というスライサーソフトを用いた。IdeaMaker では積層方向、充填率、充填構造、内部構造を囲う壁の枚数などを変更でき、今回はこれらの値を変化させた時に強度がどのくらい変化するのかを調べた。

#### 4. 強度の解析 I

充填構造および積層方向による強度変化の解析を行う。また、実験方法は以下の手順で行う。

- [1] 6×6×80 mm の角柱データを作成した。
- [2] 充填率 30%、壁 2 枚に設定し、格子状、ハニカム構造、ジャイロイドの角柱をそれぞれ作成した。各種角柱に対して、長手方向積層の角柱を 5 本、短手方向積層の角柱を 5 本作成した。
- [3] 角柱の積層方向に対して垂直な向きに荷重をかけた。支持間隔は 60 mm で行った。
- [4] ピーク荷重を測定した。

##### 4-1. 結果

短手方向積層の角柱は、100 N 以下の荷重では破壊が起きず、ピーク荷重を測定することができなかった。充填構造による強度の違いはほとんど見られず短手方向積層の角柱の方が強度は高いという結果になった。

積層方向	充填構造	ピーク荷重 (平均)[N]
長手方向	格子状	35.5
	ハニカム構造	36.1
	ジャイロイド	37.5
短手方向	格子状	×
	ハニカム構造	×
	ジャイロイド	×

Figure.1 Stacking direction and peak load for each struct

#### 5. 強度の解析 II

充填率を変えたときの強度変化の解析を行う。

また、実験方法は以下の手順で行う。

- [1] 6×6×140 mm の角柱データを作成した。
- [2] 充壁 1 枚に設定し、充填率を 0%から 100%まで 20%間隔で、格子状、ハニカム構造、ジャイロイドの角柱をそれぞれ作成した。各種角柱に対して、長手方向積層の角柱を 5 本、短手方向積層の角柱を 5 本作成した。
- [3] 角柱の積層方向に対して垂直な向きに荷重をかけた。支持間隔は 120 mm で行った。
- [4] 長手方向積層の角柱はピーク荷重を測定し、短手方向積層の角柱は 10 N の荷重をかけたときのたわみを測定した。

##### 5-1. 結果 (長手方向積層)

- [1] 充填率を上げると強度が高まる。
- [2] 充填構造による強度の違いはほとんど見られない。
- [3] ジャイロイドで割れずに一部にひびが入るのみの角柱が 3 本あった。

以上のことから、ジャイロイドは一部の損傷が他の箇所伝わりにくいと考えられる。

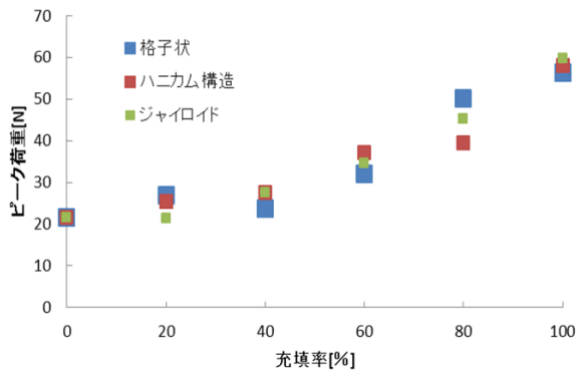


Figure-2 Relationship between filling rate and peak load

5-2. 結果 (短手方向積層)

- [1] 充填率を上げると強度が高まる.
- [2] 充填構造による強度の違いはほとんど見られない.
- [3] 高耐熱の PLA 樹脂のヤング率は約 3.5GPa であるため, 充填率 100%のヤング率と一致する.

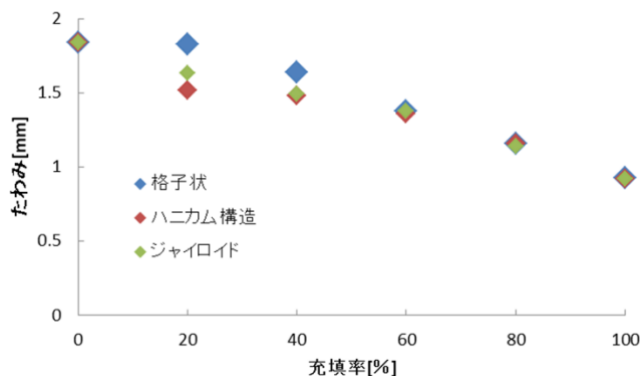


Figure-3 Relationship between filling rate and deflection

6. 強度の解析Ⅲ

壁の枚数を変えたときの強度変化の解析を行う.

6-1. 結果 (短手方向積層)

- [1] 充填率を上げると強度が高まる.
- [2] 充填率 0%に設定し, 壁の枚数を 1 枚から 5 枚まで 1 枚間隔で角柱を作成した. 各種角柱に対して, 長手方向積層の角柱を 5 本, 短手方向積層の角柱を 5 本作成した.
- [3] 角柱の積層方向に対して垂直な荷重をかけた. 支持間隔は 120 mm で行った.
- [4] 100 N 以下の荷重で割れる場合にはピーク荷重を, 割れない場合には, 10 N の荷重をかけたときのたわみを測定する.

6-2. 結果 (長手方向積層)

- [1] 壁の枚数が多くなると強度が高まる.
- [2] 4 枚から 5 枚までのピーク荷重の増加量が, 他の間隔の増加量に比べて少ない.

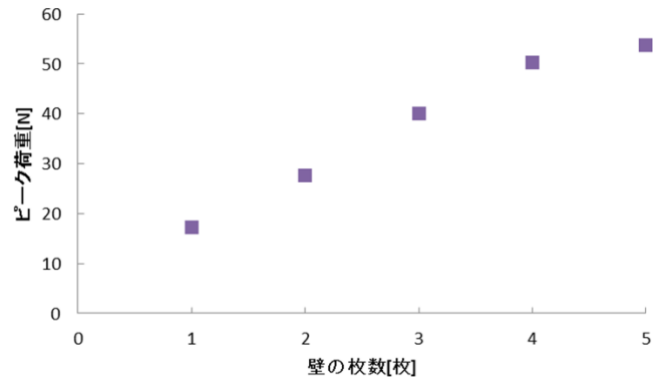


Figure-4 Relationship between the number of walls and peak load

6-2. 結果 (短手方向積層)

- [1] 短手方向積層の角柱は 100N 以下の荷重では割れない.
- [2] 1 枚, 2 枚間のたわみの減少量は, 4 枚, 5 枚間のたわみの減少量に比べて大きい.

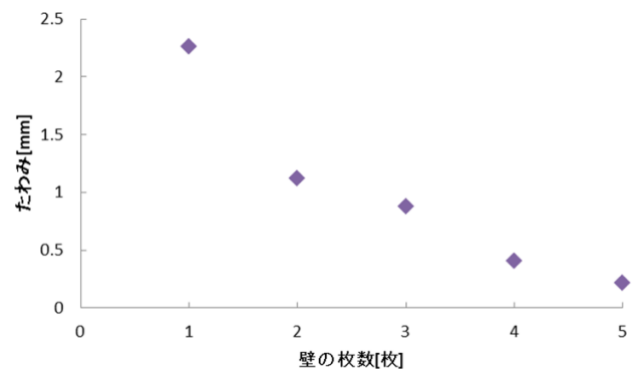


Figure-5 Relationship between the number of walls and deflection

7. 強度の解析Ⅲ

短手方向積層は長手方向積層に比べて強度が高い為, 細い形状, 薄い形状を印刷する場合は短手方向積層が望ましい. また, 強度は充填率に依存し充填構造にはほぼ影響しない. Figure-5 のグラフから壁のみの様な薄い構造でも, 短手方向積層の強度はかなり高いことと, たわみ量は壁の枚数に比例しないことがわかる.

8. 参考文献

- [1] 水野操『わかる! 使える! 3D プリンター入門』日刊工業新聞社
- [2] 門田和雄『門田先生の 3D プリンタ入門』講談社
- [3] 牟田淳『デザインのための数学』オーム社
- [4] 矢崎成俊『実験数学読本 2』日本評論社
- [5] 竹中規雄, 吉沢周蔵, 青木顯一郎『機械工作法』産業図書
- [6] 邊吾一, 藤井透, 川田宏之『最新 材料の力学』培風館