

# 3D プリント造形材料の異方性について

7510724 佐藤 佑  
担当教員 後藤 文彦

## 1. はじめに

私が所属する構造研究室では、八二カム構造やダイヤカット円筒、折り紙構造を新しい構造部材として応用できないかと有限要素シミュレーションによって、それらの力学的な挙動の解析を行ってきた。しかし、有限要素法は要素選択やメッシュ分割、境界条件や荷重条件などに敏感で、それらの条件が適切に設定されていないと妥当でない解を出してしまうことがある。そこで、有限要素シミュレーションの検証方法として、stratasys 社製の Objet Eden260V で有限要素モデルを成形し、有限要素シミュレーションと同様の境界条件のもとで実験を行うことで、有限要素法による数値解と実験から得られる実測値の比較と検証を行ってきた。Eden260V は用途にあわせてプリントに使用する樹脂材料を選択することができるが、その中の一つである FullCure720 はクリープが大きく不安定であり実験には適した樹脂材料ではなかった。そこで、より公称ヤング率が高い合成樹脂材料の RGD525 を用いて材料試験を行った。これまでの研究から RGD525 は比較的クリープが少なくヤング率が高いが、プリントのシステム上、異方性を持つので、構造解析に利用するために、作成されたモデルの異方性等の特徴を把握することが本研究の目的である。

## 2. モデル作成

### (1) 樹脂材料と 3D モデル

モデル材に使用したのは公称のヤング率が最も高い高耐熱性材料の RGD525 を使用し、サポート材はセンターに備え付けの Fullcure720 を使用した。サポート材とは、モデルを覆いトレイと接合させることでプリント時のズレや転倒を防ぎ、モデルとの差異をなくすために使用される材料である。引張試

験モデルは、昨年で作成した試験体との比較を図るためにも、昨年までと全く同じモデル (図-1 参照) を使用し、曲げ試験モデルは正方形断面の単純梁で作成した。



図-1 引張試験モデル

### (2) 実際にプリントしてみると

引張試験モデルをプリントしたところ、測定場所よりも厚めに作成した円形の吊り下げ部分に、格子状の構造ができてしまい引張試験には影響が出てしまうと思われる。そのため、吊り下げ部を薄いモデルにすることで、格子状の構造の混入を避けた。



図-2 吊り下げ部の格子状構造

## 3. 試験

### (1) 引張試験

積層方向によるヤング率の違いとプリンターヘッドの走行方向とモデルの設置方向によるヤング率の違いを比較するため、通し番号 11-23 の 6 パターン (図-3 参照) の試験体を作成し、試験を行い各ヤング率を求めた。試験は、30 秒ごとに 0.5kg のおもりを計 11 個乗せてデータを取り、それぞれ 3 回ずつ試験を行いヤング率を求めた。平均を求めると表-1 のようになる。よってヘッドの走行方向に沿ってプリントされた試験体のほうがヤング率が

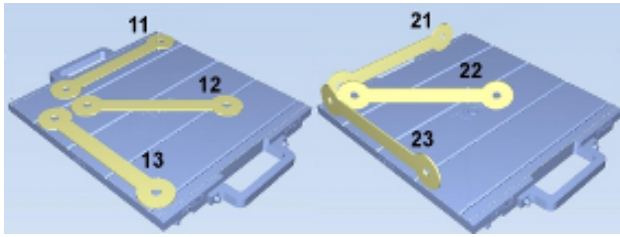


図-3 プリント時の引張試験体セット図

表-1 引張試験から求めたヤング率

試験体	11	12	13
ヤング率 (GPa)	3.37208	1.94241	2.09815
試験体	21	22	23
ヤング率 (GPa)	3.36092	3.04390	2.94255

大きく、積層方向に高くプリントされた試験体の方が異方性が出にくいと考えられる。また、クリープを調べるために荷重 0.5kg を 24 時間かけ続け、除荷した後のさらに 24 時間の挙動を試験体 11 と試験体 23 について見てみると、それぞれ図-4,5 のように変動し、去年のクリープ試験時のグラフ図-6 と比較した。試験体 11 はクリープがほとんど見られず、試験体 23 は去年と同様の挙動を見せている。これは、30 秒毎に载荷していった引張試験の結果からすると、異方性が少ない試験体 23 がクリープも少ないと考えていたが、この樹脂材料については、異方性の出にくさとクリープの少なさは比例しないと思われる。

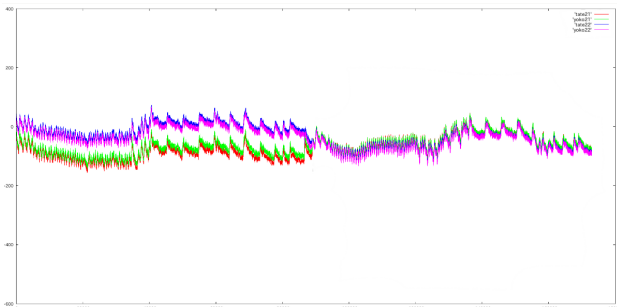


図-4 試験体 11 のひずみ-時間関係

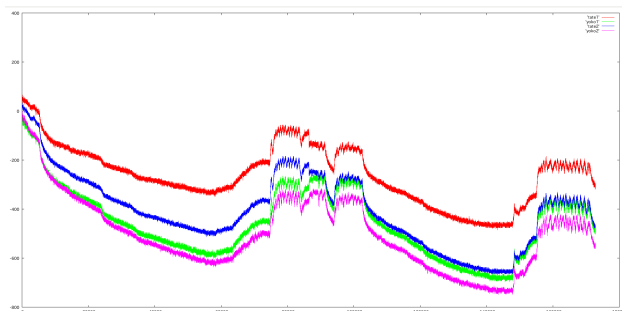


図-5 試験体 23 のひずみ-時間関係

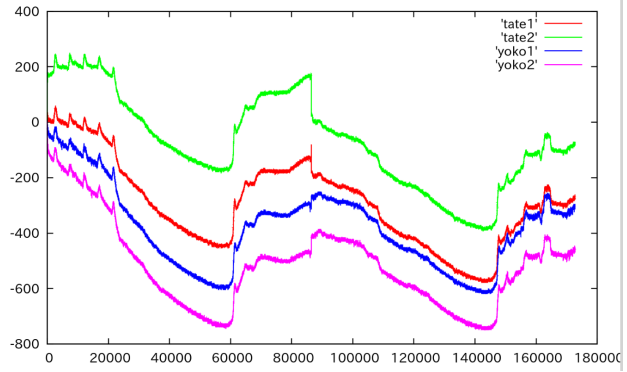


図-6 昨年のひずみ-時間関係

## (2) 曲げ試験

引張試験では試験体を薄くすることで、試験体内部に格子状の構造が作成されないようにしたが、実際に有限要素法の検証に用いる時にはモデルを 3D プリンターで都合で変更することは出来ない。格子状の構造が入った状態での異方性をチェックするために、試験体プリント時の上面と側面と 2 パターンの载荷条件で曲げ試験を行った。試験体は 3D プリンターで作成した正方形断面の長さ 220mm, 幅 10mm, 厚さ 10mm の試験体 1 と、長さ 200mm, 幅 7mm, 厚さ 7mm の試験体 2 と、長さ 200mm, 幅 7mm, 厚さ 7mm でプリント時にプリンターヘッドの走行方向に対して 45° 回転させた試験体 3 とを作成した。表-2 の結果から、試験体プリント時の側面に载荷した場合に若干ながら曲げ弾性率が大きくなり、プリント時にプリンターヘッドの走行方向に対して 45° 回転した状態で設置した試験体は弾性率が大きく、異方性も少ないと言える。

表-2 曲げ試験から求めた曲げ弾性率

	試験体 1	試験体 2	試験体 3
上面载荷時 (GPa)	2.42430	2.41226	2.61399
側面载荷時 (GPa)	2.78541	2.48662	2.64048

## 4. まとめ

3D プリンター Eden260V に対応した樹脂材料の RGD525 は、積層方向に高くモデリングするとヤング率が高くなり、異方性も少なくなる。また、より立体的で厚みのあるモデルを作成する時にはプリンターヘッドの走行方向に対して 45° 回転した状態で 3D モデルを設置しプリントすることで、異方性は抑えることが出来ると予想される。