

「連続繊維強化樹脂を用い大幅な軽量化と
自由度の高い立体造形を可能にする3Dプリンタの研究」に関する報告書
(平成30年度 競争補助事業)

補助事業番号 2018M-127
補助事業者名 呉工業高等専門学校 山脇正雄

1 研究の概要

3Dプリンタで炭素繊維強化樹脂(CFRP)を作る技術が開発されてきていますが、現状の3Dプリンタでは繊維を配置する方向が平面に限られてしまうために、積層した厚さ方向に強化ができませんでした。このため、新しいCFRPの材料とロボットアームを用いて3次元的に繊維を配置しながら立体的な形状を作ることができる技術を研究しました。また3Dプリンタで作ったCFRPは強度が劣化することが知られており、その原因を調べるため、真空中で動作する3Dプリンタを世界で初めて作り、研究を進めています。

2 研究の目的と背景

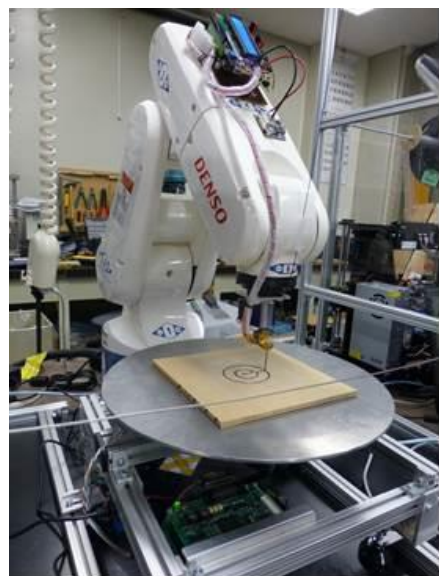
3Dプリンタは切り抜いた紙を重ねてゆくような方法で樹脂層などを積み上げる立体形状形成技術ですが、その形状の制限や積み上げる方向の強度が弱いという欠点があります。一方、炭素繊維樹脂を3Dプリンタで作る技術が開発されてきていますが、積み上げる方向に炭素繊維を配置することができないため、積層方向に強度が改善できていませんでした。この研究では、ロボットアームを用いて直接炭素繊維を立体的に形成することを目指し、そのために必要となるCFRP材料の研究と最適な形成方法を研究しました。また、CFRPは形成中に泡が混入されてしまいそのために強度が弱くなることが知られています。その基礎的なデータを採取し改善するために、真空にして泡が発生しにくい状態で形成して泡の影響を調べる研究も実施しました。

3 研究内容

(1) 3Dプリンタ用CFRP材料の開発と形成方法の研究

①材料仕様の検討と評価

立体的な形状を直接作るためには、光(紫外線)を照射して固めることができる樹脂を使うことが必要で、CFRPにも使える樹脂の研究を行いました。さまざま樹脂を用いて炭素繊維に適用して試作を行った結果、CFRPを立体的に作るために利用できる樹脂を選定することができました。



立体造形ができる3Dプリンタ

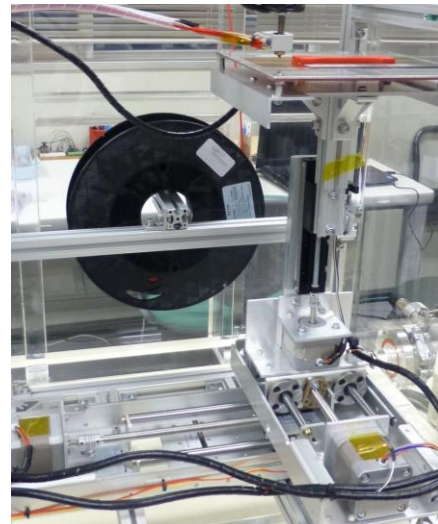
②立体的な形状を作るための製造条件の研究

その樹脂を使って立体的な形状を作るための研究を実施しました。基本的な条件は見出せましたが、細かい条件などについてはこれから研究を継続して最適化を行う予定です。

また立体的に炭素繊維を直接配置するために必要となる6軸のロボットアームとそれを制御する技術を開発しました。立体的な形状に合わせてロボットアームの先端を動かすと、先端の傾きを調整するためにアームが動く範囲に制限ができてしまうことがわかりました。この対策として回転するステージと組み合わせて7軸制御のロボットアームを開発しました。今後は新しい材料とロボットアームを組み合わせることでCFRPの特徴である強く軽量の製品を作る研究を行う予定です。

(2) CFRPの強度改善のための研究

CFRPの形成中に混入した泡の影響を調べるために、泡のできにくい真空中でCFRPの形成が可能な3Dプリンタを世界で初めて開発しました。特殊なモーターや冷却技術などを採用しています。試験片を作って強度の変化を調べていますが、強度が改善できる傾向があることがわかりました。今後精密な評価を行い最適な形成条件を研究するために役立つ予定です。



真空環境で動く3Dプリンタの開発

4 本研究が実社会にどう活かされるかー展望

現時点では3Dプリンタで作ることのできるプラスチックでは強度が十分ではない場合が多く、利用できる分野は限られています。本研究が実用化できれば、CFRPを使い強く軽い製品を直接作ることができるようになり、その用途が広がります。また、真空中での3Dプリンタ利用技術が進みますと、将来宇宙空間でも3Dプリンタでものを作ることができるようになり、材料を打ち上げるだけでさまざまな構造物を宇宙で作ることができるようになります。

5 教歴・研究歴の流れにおける今回研究の位置づけ

これまで3Dプリンタを用いてCFRPを形成する研究を進めてきました。学生が実施する研究のテーマにも採用し、学習と研究を行ってきました。今回の研究は、単にCFRPを作るということだけでなく、直接立体的な強度が強く軽量のCFRPを作る技術に発展

できることになり、研究の上でも大きな一歩を踏み出したこととなります。

6 本研究にかかわる知財・発表論文等

すでに研究内容は学会や研究会でその成果は発表しており、今後も当初の計画通りに発表を行い、最終的には論文として発表を行います。また、企業の技術者を対象とした発表の場や展示会でこの技術を紹介し、実用化を目指します。更に特許はまだ出願できていませんが、2019年の研究成果として出願を目指したいと考えています。3Dプリンタを使ったCFRPの研究で、すでに3件の特許を出願しています。

7 補助事業に係る成果物

(1) 補助事業により作成したもの

学会報告：2019年年度電子情報通信学会総合大会

「ロボットアームを用いた3Dプリンタ技術の検討」

研究会報告：第7回複合材料形成のための3Dプリンティングに関するワークショップ

「3Dプリンタ 新しい積層造形手法の検討」

(2) (1) 以外で当事業において作成したもの

該当なし

8 事業内容についての問い合わせ先

所属機関名： 呉工業高等専門学校（クレコウギョウコウトウセンモンガッコウ）

住 所： 〒737-8506

広島県呉市阿賀南2-2-11

担 当 者： 嘱託教授 山脇 正雄（ヤマワキ マサオ）

E - m a i l : yamawaki@kure-nct.ac.jp

U R L : <https://www.kure-nct.ac.jp/>

※この研究は競争の補助(公益財団法人 JKA補助事業)を受けて実施しました。