

2022年4月28日

2021年度 総合文化研究所研究助成報告書

研究の種類 ※該当する()に ○を付ける	・共同研究 () ・個人研究 (○)	
研究代表者 (所属・職・氏名)	家政学部・被服学科 教授 村瀬 浩貴	
研究課題名	Additive Manufacturing を用いた新規多孔性被服材料の開発	
研究分担者氏名	所属・職	役割分担
なし		
研究期間	2021年4月1日 ～ 2022年3月31日	

研究実績の概要 (1)

1.はじめに

Additive Manufacturing (AM)もしくは3D Printing は新たな製造技術として様々な分野で応用が進んでいる。ファッション分野でも2015年ごろより取り入れられるようになってきたが、まだその応用事例は少なく学術的な研究も少ない。報告者は、2017年よりAMを研究に取り入れて新しい被服材料の開発に取り組んできた。本研究では、複雑な形状を造形できるAMの特徴を活かして特殊構造を持つ多孔性材料を作製し、その構造-物性相関を明らかにするとともに、新規な触感を発現する多孔性クッション材料を開発することを目的としている。今回、①2種類の樹脂を複合させた材料を用いることで造形物の柔軟性を制御する技術、および、②多孔構造をAMで造形する技術、の2点を検討したので報告する。

2.方法

1) 2種類の樹脂複合による造形物の柔軟性制御

今回用いたFDM(Fused deposition modeling)タイプの3Dプリンタでは、直径2.8mmの樹脂製フィラメントを造形用の原料として用いる。通常はこのフィラメントはポリ乳酸などの単一組成の樹脂でできているが、このフィラメントに2種類の樹脂を複合することにより複雑な構造の発現を目指した。クッション材料としての柔軟性を発現させるために柔らかい熱可塑性ポリウレタンのフィラメントを用いても、現状のAM技術では造形物の構造を十分に微細に加工することは困難であるため、造形物の柔らかさには限界があった。そこで、熱可塑性ポリウレタンと水溶性樹脂を複合化した自作フィラメントを用いて造形し、造形後に水溶性樹脂を除去することにより柔軟性を高めることを試みた。

研究実績の概要（2）

(2)多孔構造を AM で造形する技術の検討

AMで立体物を造形するためには、まずコンピュータでモデルを作製する必要がある。通常は3D CAD（3 dimensional computer aided design）を用いて構造モデルを作製するが、本研究では造形物の構造を様々に変化させて柔軟性との関係を調査するという目的がある。造形物を構成する素構造の寸法や次元などを任意かつ簡便に変更できることが望ましい。そこで、本研究ではパラメトリックデザインが可能な Rhinoceros 7（アプリアラフト社）とモデリング支援ツール Grasshopper を使用して構造モデルを作製することを検討した。また作製した多孔体モデルを実際に AM で造形するには工夫が必要である。本助成で導入した樹脂押し出し装置を2つ備えた3Dプリンタを用いて、熱可塑性ポリウレタンで多孔体モデルを造形し、水溶性樹脂で多孔体を支持するパーツ（サポートと呼ぶ）を作製する装置条件を探索した。

3.結果と考察

(1)2種類の樹脂複合による造形物の柔軟性制御

水溶性ポリビニルアルコール樹脂の芯の周りに、熱可塑性ポリウレタン繊維と水溶性ポリビニルアルコールをらせん状に巻き付けて複合化したフィラメントを自作した。この複合化フィラメントを用いて AMにより直方体モデルを造形し、また、比較のために同じモデルを熱可塑性ポリウレタンのみでも造形した。それぞれのモデルの圧縮変形時の応力—歪み曲線を測定すると、複合化フィラメントを用いて造形したものは圧縮力が 1/30 になっており、著しく柔軟になっていることが示された。本技術を応用して、柔軟性を制御できることが明らかとなった。

(2)多孔構造を AM で造形する技術の検討

図1に、3次元ボロノイ構造モデルの例を示す。ボロノイ構造の解説は誌面の都合上割愛するが、3次元に張り巡らされた連続した柱で構成された構造であり、一種の多孔構造と言える。図1は、同一体積中に発生させる母点の数をパラメトリックに変更して作図した3種類のボロノイ構造である。



図 1. 母点の数を変更して作製した3次元ボロノイ構造の例

Rhinoceros+Grasshopper の組み合わせで構造を制御した多孔構造をデザインできることを確認した。現在は、作製した多孔体モデルを AM で実際に造形する条件を検討中である。

4. まとめ

AMを用いて構造を制御した多孔構造を造形可能であることを確認できた。今後は、実際に構造モデルを造形し、構造—物性相関を明らかにしてゆくとともに、(1)と(2)の技術を組み合わせて新規な触感を有する多孔体の創生に挑戦してゆく。

研究発表(印刷中も含む)雑誌および図書

本研究の成果は以下の学会年次大会にて発表予定

村瀬浩貴, 君島里歩, 田中りら, 2成分複合フィラメントを用いた Additive Manufacturing, 繊維学会年次大会, 2022年6月10日(東京)