

13) 粉末積層造形による陶磁器成形技術の研究

平成 25 年度 JST 公募研究- 研究成果展開事業 研究成果最適展開支援プログラム(A-STEP)

副島 潔

本研究は、有田焼等の磁器で使用される磁器原料の粉末により、素地成形を 3D プリンターで直接行うことを可能にする原料開発を行うものである。本年度評価した粉末では 3D プリント後の状態が非常に脆く、良好な解決策を見いだすに段階には至らなかった。噴射側のバインダーを変更する実験でも、研究機材のインクジェットノズルの詰まりを誘発する結果となった。総じて、当初の目標を達成する段階には至らなかった。成形が終了していれば、ほぼそのまま焼結することは確認できており、成形が可能となる材料開発を継続して行いたい。

1. はじめに

本研究は、陶磁器の形状デザインをコンピュータ上でを行い、その形状データから 3D プリンターを使って出力したものを焼成すれば、データどおりの陶磁器が得られるような、3D プリンターの造形材料を開発するものである。3D プリンターでの造形は、本来、検討モデルの製作が主目的であるが、本研究では、造形材料を変更することで、陶磁器の最終製品と同等のものを、迅速かつ安価に実現することを目的としている。

具体的な性能としては従来の有田焼にできるだけ近いものを実現し、業界からスムーズに認知が得られるよう、現在使用されている天草陶石を主成分とした粉末材料での実現を目指す。技術の成果を利用する段階では、陶磁器製品開発時の時間短縮、型に依存しない少量生産、従来の技術では不可能だった複雑な形状の陶磁器製品を可能にし、結果として陶磁器デザインと製造プロセスの変革を図ることにつながる。

2. 実験内容

2.1 粉末造形材料の開発

有田焼では天草陶石(磁器原料)を使用しており、できるだけ天草陶石を主原料とした材料開発を目標とした。実験機は、Z310Plus(旧 Z Corporation 社、現 3D Systems 社)を利用した。

焼成前の生原料粉末、素焼き焼成後の素地を粉碎した素焼粉末で実験を行った(図 1)。

3D プリンティングでは、材料を薄い層(実験機では 0.1mm)に進展させなければならない。用意した初期材料は粒子径のばらつきが大きく、流動性が悪く、結果として進展性に問題があった。

粉末材料の粉体流動性については、粒子径のばらつきを抑えることである程度向上することが知られている。流動性を計測する機器を用意することが出来ず、観察での比較ではあるが、実機での造形実験において、当初は滑らかな造形面を構成することが出来なかった(図 2)。篩い分けによって 50 μ m 以下の微粒子側を除去することにより、進展性が改善され、平滑な造形面を得ることが出来るようになった。

しかしながら、造形サイクルそのものは問題なく終了するものの、結果として固化力が不十分であり、満足な造形

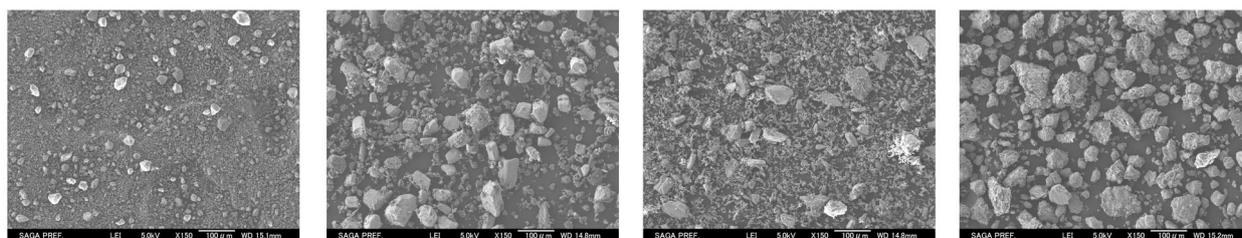


図 1 実験に使用した粉末の拡大写真(X150)

左より「天草生粉末」「天草素焼粉末」「サンエス石膏特級(参考)」「3D プリンター用専用石膏粉末 ZP150(参考)」。



図2 荒れた造形材料表面.

物が得られる材料を開発するまでに至らなかった。造形結果としては、生粉末の方がやや良好な成形性を示し、得られた成形体で焼成実験を行うことが出来た。

2.2 液体材料の開発

記粉末材料に対し、プリンター射出ノズルから噴射し、粉末材料を固着させる液体材料を研究するものである。水溶性バインダーで粘度調整や組成を検討した。また噴射量の最適化を検討した(図3)。

バインダーについては、3D プリンターの造形材料として市販されているバインダー(PB60)を基材として、ファイナセラム造形で一般的に使われるバインダー「バインドセラム WA320(三井化学)」を添加して実験を試みた。噴射量は、基本の噴射量(粉末材料 100:バインダー30)に対し、実験機材の操作で 194%まで増量することが可能である。基本噴射量では造形が終了して初期乾燥を終えると粉末に戻ってしまい、全く造形物を得ることが出来な

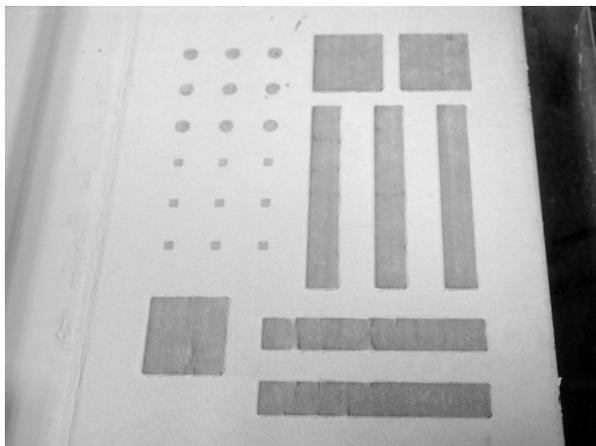


図3 造形時の様子.

かった。噴射量を最大限まで増量することで、ある程度改善できたものの、有効な固着状況とはならなかった。バインドセラムを添加した場合には、有為な変化は見られず、むしろインクジェットノズルが頻繁に詰まる事態を誘発した。結果として、噴射する液体材料によって造形性を改善する有効な手段を見いだすことが出来なかった。

3. 結果と考察

計画では粉末とバインダー双方の開発を想定し、実験に取り組んだ。インクジェットヘッドから噴射するバインダーは、インクジェット開発と並行して行うことが理想であるが、研究段階では有効な体制を整えることができなかった。粉末については機械で使用可能な進展性を得ることはできたが、十分な成形性を得る段階には至らなかった。研究期間中、機材(3D プリンター)の不具合が頻発し、結果として十分な実験を行うことが出来なかった。不完全な造形結果ではあったが、造形物は焼成で焼結巣で切ることを確認した(図4)。粉末材料側にバインダーを添加することで造形性を改善できる見通しは得ており、今後は粉末材料側の開発を中心に継続して研究に取り組みたい。

謝辞

本研究は、JST の委託研究事業として実施しました。研究に関してご助言をいただきました佐賀県地域産業支援センターの安田誠二科学技術コーディネータに、深く感謝いたします。

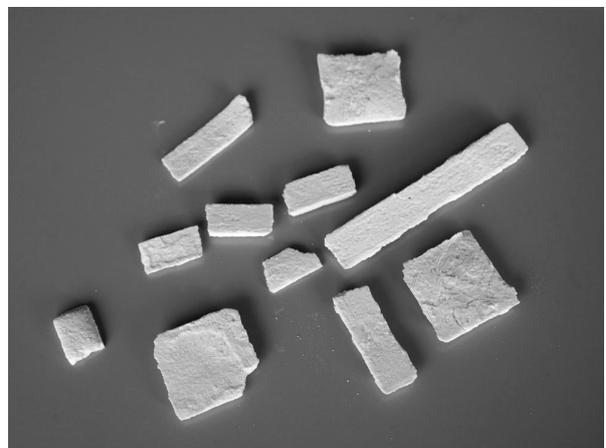


図4 不完全ながら得られた造形物の焼成結果.