

長崎県窯業技術センター

CERAMIC RESEARCH CENTER of NAGASAKI

令和4年度研究報告

ANNUAL REPORT 2022

70号

No. 70

研究報告

2022

70

CRCN

目次 Contents

| | |
|----|---|
| 01 | 研究の概要 |
| 03 | ● 経常研究（短報） ① 高機能セラミックス製品の3Dプリンティング技術開発 |
| 06 | ● 経常研究（報告） ② 陶磁器関連製造技術を活用した多孔質素材の開発（その2） |
| 12 | ● 経常研究（報告） ③ 陶磁器と異業種とのコラボレーションによる商品開発の研究（その1） |
| 20 | ● 経常研究（短報） ④ 陶磁器分野におけるAI、IoT活用技術の開発 |
| 24 | ● 研究マネジメントFS（資料） ⑤ 半導体関連の用水及び排水処理に資する吸着材に関する調査研究 |
| 26 | ● 共同研究（資料） ⑥ 蛍光X線分析装置を用いたガラスビード法による岩石の主成分・微量成分分析 |

研究の概要

経常研究（短報）

3D

3

5

天草選上陶土等を原料に、チューブポンプとスクリー式押出装置を組み合わせた新たなシステムについて移送試験を行った。チューブポンプに吸引された原料が、内径 3 mm、長さ 190 mm のチューブ内をスクリー式押出装置まで移送され、その後、スクリー式押出装置の先端から吐出できることが確認された。また、チューブポンプとスクリー式押出装置それぞれの吐出量は、モーターの回転数で、同量に調整できる範囲があることが分かった。

経常研究（報告）

2

3

5

県内の陶磁器業界で一般的に行われている素焼き（900℃程度の低温域）と本焼き（1300℃程度の高温域）で焼成可能な多孔質素材の製造プロセスについて検討した。低温域においては、珪砂にカルボキシルメチルセルロースとガラスフリットを配合することで、乾燥保形性と焼成強度の安定化を図り、高い透水性を有する多孔質素材が得られ、この素材による多孔質植栽鉢を試作した。また高温域においては、有機バインダーの添加やガラスを使った従来の多孔体の製造技術に比べ、簡便かつ低コストで高機能な多孔質陶磁器を製造する方法を発明し、特許出願した。

経常研究（報告）

1

4

6

日用食器の需要が減少している一方で、ネット市場の拡大に加え、巣ごもり需要の増加で、流通環境や消費者の購買行動も大きく変化している。また、ギフトチャンネルの多様化により、ギフト市場は今後も活発化するとされており、加えて、企業間の異業種コラボレーションも今後さらに加速化すると予測されている。しかしながら、陶磁器業界では、陶磁器製品単体での差別化が困難になってきており、市場の現状把握と新規需要の獲得が喫緊の課題となっている。

本研究は、ネット市場での消費者の購買行動に関する現状を調査し、陶磁器と異業種コラボによるギフトに適した商品を開発するものである。今年度は、長崎県立大学と共同で、ネット利用の消費者に対して購入動機などの調査・分析及び活水女子大学と共同で、開発をする陶磁器と異素材とのコラボ商品について検討を行った。

研究の概要

経常研究(短報)

AI IoT

4

6

陶磁器製造用焼成炉に適応する IoT 化した温度センサーを用いて、焼成炉内温度分布のリアルタイム可視化技術を確立することを目的に研究を行った。

焼成は 0.1m³ ガス焼成炉を使用し、室温から 1280℃ 迄の昇温プログラムで自動制御して行った。0.1m³ ガス焼成炉内の上段、中段、下段の 3 点に K 型熱電対を挿入し、この熱電対と接続した小型コンピュータであるラズベリーパイにて多点温度データを蓄積することが出来た。また蓄積した多点温度データは遠隔にてパソコンやタブレット端末、スマートフォンでリアルタイムに閲覧できることを確認した。

研究マネジメント FS (資料)

4

排水中に含まれる有害物質を吸着・除去するゼオライト粉末を作製した。ゼオライト粉末は、県内未利用資源のシリカを主原料に合成し、白色、微粒であった。さらに、合成したゼオライト粉末に県内未利用資源等を加え、成形後 800℃ で焼成することでゼオライト含有の多孔体を作製した。また、県内企業から排出される 4 種類の排液等について、作製したゼオライト含有の多孔体による 24h の吸着試験を実施した。吸着能については今後引き続き検討を行っていく予定である。

共同研究 (資料)

X

4

5

本研究では、試料と融剤の重量比 1:5 のガラスビードを用いた検量線法による岩石の主成分と微量成分元素の組成範囲に対応した蛍光 X 線分析手法およびその分析結果について検討した。その結果、測定結果は一部の微量元素を除き、産業技術総合研究所地質調査総合センターの岩石標準試料 (JB-1a、JG-1a) の推奨値に近い結果となり、主成分元素および微量元素を連続的に比較的精度よく分析可能であることが分かったので XRF を用いた化学分析に応用・貢献できる。

高機能セラミック製品の 3D プリンティング技術開発

戦略・デザイン科 依田 慎二
環境・機能材料科 秋月 俊彦

要 約

天草選上陶土等を原料に、チューブポンプとスクリー式押出装置を組み合わせたシステムを構築し、移送試験を行った。チューブポンプに吸引された原料が、内径 3mm、長さ 190mm のチューブ内をスクリー式押出装置まで移送できることが解った。さらにその後、スクリー式押出装置に原料が充填され、装置先端から吐出できることも確認された。また、チューブポンプとスクリー式押出装置それぞれの吐出量は、モーターの回転数で、同量に調整できる範囲があることが解った。

キーワード：チューブポンプ、スクリー式押出装置、天草選上陶土、モーター回転数

1 はじめに

近年、3D 技術は、陶磁器製品の新製品開発において、広く実用化されている。当センターにおいても、これまで石膏や樹脂素材の 3D プリンタや、モデリングマシーンなど、3D 技術を活用した陶磁器製品や試作品の作製を数多く行い、技術を整備してきた。そのような流れの中、経常研究において継続して取り組んでいる 3D プリンタによる造形技術は、石膏型を使わずに製品を直接造形できることから、廃石膏を排出しないサステナブルな成形方法と考えられる。加えて、多品種、少量生産、短納期という市場の要望への対応はもちろん、従来は成形できなかった新形状・新機能製品の開発、また成形設備の低コスト・省スペース化、労働や技能の簡素化など多くのメリットが考えられる。

そこで本研究では、陶土等を原料に 比較的価格な 3D プリンタで、陶磁器製品を直接造形する基盤技術の確立を目的に検討を行った。

2 実験方法

本研究では、これまでにチューブポンプを用いて陶土を移送し、プリンタヘッドから吐出す

る方法で陶土を積層してきたが、吐出時の脈動や、チューブ内の残圧のため、ポンプ電源の ON-OFF に対する吐出のレスポンスが遅くなるといった課題が認められた¹⁾。そのため、チューブポンプに代わり、スクリー式押出装置による陶土の移送も試みたが、チューブ内をプリンタヘッドまで押し出すには、スクリーモーターへの負荷が大きく、十分な吐出速度を得るのは困難であることが判明した²⁾。

そこで今回、これまで個別に検討してきたチューブポンプとスクリー式押出装置を組み合わせた新たなシステムについて検討を行った。

2.1 移送試験システム

原料には市販の天草選上陶土に対して、セルロースナノファイバー（日本製紙株式会社製 セレンピア）を 0.2mass% と珪酸ソーダ 0.2mass%、水分 23.5mass% を添加し十分に攪拌・混合を行い、スラリー状に調製したものを使用した。

今回検討した移送試験システムを図 1 に示す。原料をタンクに充填し、タンク下部からチューブポンプへ原料を移送した。チューブポンプ出口からは、フッ素系チューブ（内径 3mm、長さ 190mm）を通して、スクリー式押出装置まで原料が移送され、その先端（内径 2.5mm）からス

クリューにより吐出されるシステムにおいて吐出可能か検討を行った。



図1 移送試験システムの外観

2.2 チューブポンプとスクリー式押出装置の移送量の調整

上記 2.1 のシステムでは、2 つの移送装置を接続しているため、各装置からの原料の移送速度が異なると、接続部分のチューブ内部への圧力上昇によるチューブの膨れや、逆に押出装置からの吐出量の低下等が引き起こされる可能性が考えられる。そこで、それぞれの装置について、モーター回転数と単位時間当たりの原料移送量について試験を行った。

試験方法は、タンクに原料の天草陶土を投入し、チューブポンプの電源を入れ、原料を移送させる。原料がチューブポンプを過ぎスクリー式押出装置へ入る直前で接続部分のチューブを外し、吐出が安定した後、チューブから吐出される原料を試験皿に 1 min 回収し、その重量を測定した。

次に、チューブポンプとスクリー式押出装

置間のチューブを接続し、スクリー式押出装置内に原料を充填させる。その後、スクリー式押出装置の電源を入れ、装置先端から吐出される原料が安定したのを確認した後、吐出される原料を試験皿に 1 min 回収し、その重量を測定した。

3. 結果と考察

3.1 移送試験

原料の天草陶土等を原料に、チューブポンプとスクリー式押出装置を組み合わせた今回のシステムで、吐出可能かの試験を行った。その結果、原料がチューブポンプによる吸引力でポンプ内にスムーズに導入され、そのまま詰まることなくスクリー式押し出し装置へ移送されることが確認された。更にその後、原料はスクリー式押出装置内でも詰まることなく、先端から吐出できることが確認された。

3.2 チューブポンプとスクリー式押出装置による原料の吐出量

2.2 の試験方法で、チューブポンプとスクリー式の押出装置の 2 つの装置でモーター回転数と原料の吐出量の測定結果を図 2 及び図 3 に示す。

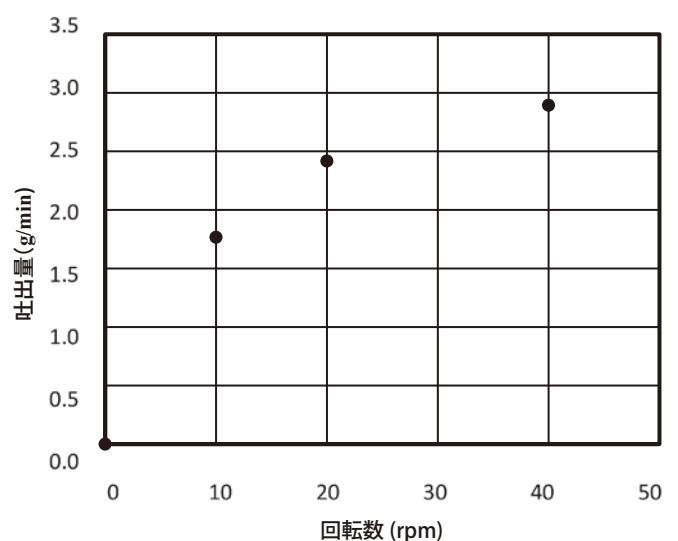


図2 チューブポンプのモーター回転数と吐出量の関係

4. まとめ

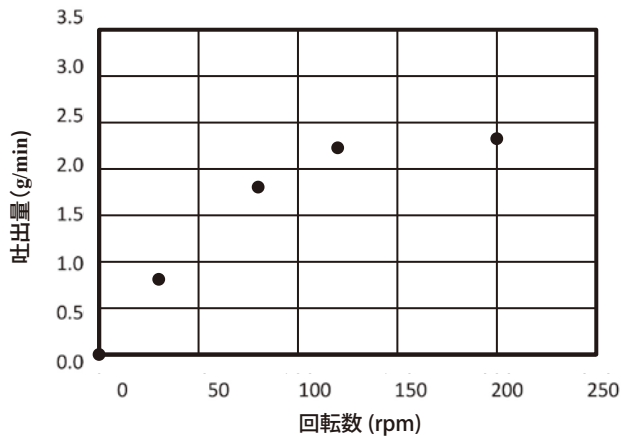


図3 スクリュー式押出装置のモーター回転数と吐出量の関係

2つの装置共に、回転数が増加するに従い、吐出量も増加傾向を示した。ただし、スクリュー式押出装置については、毎分約 2.3g 以上の吐出は困難となることから、両装置の吐出量は、この値以下でモーター回転数を調整する必要があることが判明した。今回の移送試験システムで、毎分 2g の原料を吐出した状況を図 4 に示す。10 min の吐出試験では問題がないことが確認された。

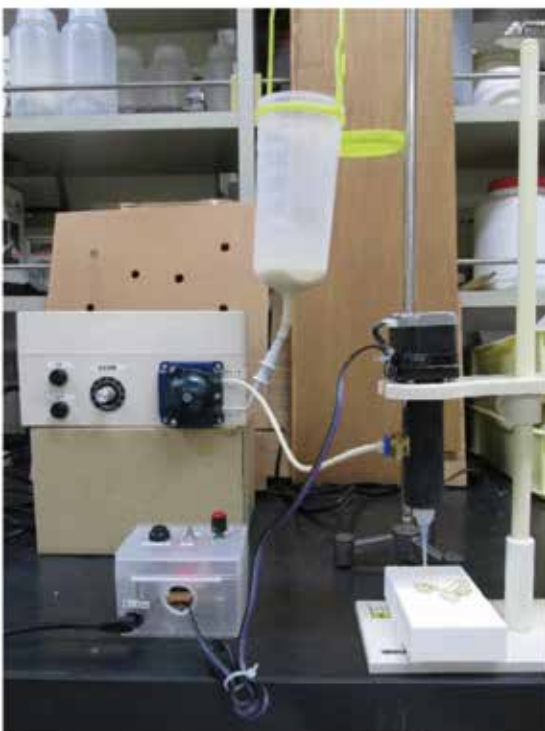


図4 移送試験システムでの原料吐出状況

天草選上陶土等を原料に、チューブポンプとスクリュー式押出装置を組み合わせた新たなシステムによる移送試験を行い、以下の結果を得た。

- (1) チューブポンプでタンク中の原料を吸引し、長さ 190mm のチューブ内を原料移送できることが分かった。
- (2) 天草選上陶土等を原料に、チューブポンプからスクリュー式押出装置へ移送し、先端から安定した吐出が可能であることが確認された。

文献

- 1) 依田慎二、秋月俊彦、3D プリンタを利用した陶磁器生地造形技術の開発、長崎県窯業技術センター研究報告、No. 67 pp.17-18 (2019).
- 2) 依田慎二、秋月俊彦、高機能セラミック製品の 3D プリンティング技術開発、長崎県窯業技術センター研究報告、No. 69 pp.17-19 (2021).