

首里城破損瓦をリサイクルしたセラミックスの加工について

琉球大学工学部工学科機械工学コース
材料加工学研究室 神田 康行
kanda@tec.u-ryukyu.ac.jp

1. 目的

首里城の火災に伴い多くの破損瓦が発生しました。首里城破損瓦は沖縄県民が敬愛する首里城の一部です。そのため、沖縄県は破損瓦の利活用事業を実施しています。また、首里城破損瓦の基礎的な材料データは、歴史文化的な観点から貴重と考えられます。

そこで、本研究室では、首里城破損瓦を微粉砕することでセラミックス（例えば、タイルなど）の原料としてリサイクルする加工技術を研究しています。本展示では、これまでの研究成果を紹介します。

2. 破損瓦の基礎的組成

セラミックスは、非常に細かい粉末を原料にすることから、破損瓦を微粉砕しました。破損瓦は、図1に示す破片状の瓦を用います。まず、破損瓦粉末の化学組成と材料構成を調べました。表1に破損瓦の化学組成を示します。化学組成は、68%の石英、16%の酸化アルミニウム、6.09%の酸化鉄を含んでいます。図2に破損瓦粉末の材料構成を調べた結果を示します。材料は、石英、酸化鉄および長石から構成されていることがわかりました。



破片状の破損瓦



破損瓦粉末

図1 破片状の破損瓦と粉末

表1 破損瓦粉末の化学組成

SiO ₂	67.9
Al ₂ O ₃	16.1
Fe ₂ O ₃	6.09
CaO	3.30
K ₂ O	3.06
Others	3.56

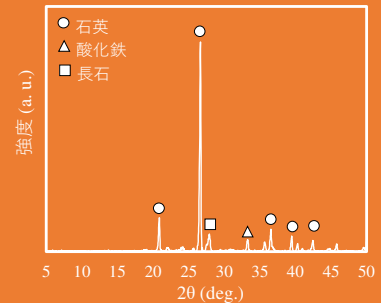


図2 破損瓦粉末の材料構成

3. 破損瓦粉末のセラミックスへの加工

本研究では、破損瓦粉末の特性を活かすために、図3に示すような放電プラズマ焼結法（SPS）により、セラミックスを作製しました。SPSは、焼結型を加圧と同時に加熱する成形加工法であり、通常の焼結炉よりも短時間で高品位のセラミックスを作製できます。破損瓦粉末は、図3の焼結型内に詰め込みます。セラミックスの曲げ強度は、製品設計において重要な材料特性であり、図4のように曲げた時の破断力から測定します。図5にSPSにより作製した破損瓦粉末を原料としたセラミックスの曲げ強度を示します。図5には、図1の破損瓦とタイルの国際規格であるISO 13006の曲げ強度を比較しています。図5より、SPSにより作製したセラミックスの曲げ強度は、破損瓦およびISO 13006を大きく超える110 MPaを示しました。この結果より、破損瓦は、SPSを活用することで高強度タイルの原料として有望であると考えています。

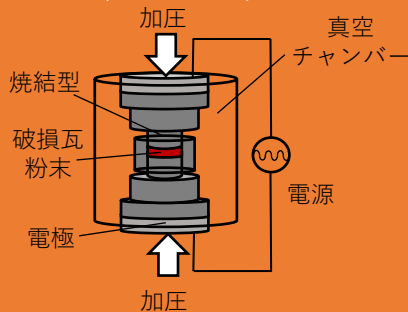


図3 放電プラズマ焼結法（SPS）

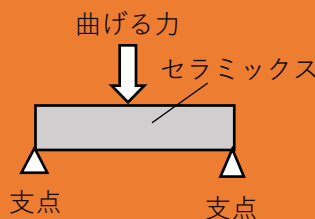


図4 三点曲げ試験

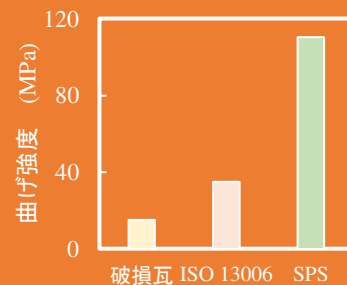


図5 曲げ強度の比較

4. まとめと今後の予定

SPSを用いて破損瓦粉末をリサイクルしたセラミックスの曲げ強度は110MPaを示しました。この結果より、破損瓦は、微粉砕処理によりセラミックスの原料として転換可能と期待されます。今後は、セラミックスの材料特性を顕微鏡観察を通して検討予定です。なお、本研究は、沖縄県の破損瓦等活用事業および令和3年度 琉球大学 首里城再興研究プロジェクトの支援により行われたものです。