

助成事業成果報告書

記入日 2026年 5月 15日

一般財団法人せこ記念財団 御中

所属機関・職名 富山県立大学・准教授（現・東洋大学・准教授）

研究代表者 兵動太一

貴財団による研究助成の研究成果について、下記の通り報告します。

研究課題： 燃焼温度を変えたもみ殻灰の地盤改良への適用に関する実験室的研究

研究代表者： 兵動 太一

所属機関・職名： 富山県立大学・准教授

助成期間： 2025年 1月 ～ 2026年 3月

助成総額： 100万円

研究目的：

2024年能登半島地震では多くの戸建住宅が液状化による被害を受けた。液状化は地下水で飽和している砂地盤で起こりやすいとされている。様々な対策工法があるものの住民の自己負担が重いなどの理由から十分に普及していないのが現状である。そこで、従来のセメント改良材等の代替品としてもみ殻灰を使用できないか考えた。コンクリート工学ではセメントを使用しないジオポリマーコンクリートという考え方がある。活性フィラーとアルカリ水溶液を複重合反応させ強度発現させるメカニズムを有する。本研究ではもみ殻に含まれるシリカに着目し、もみ殻を活性フィラーとして使用できるか検討した。また、もみ殻を燃焼させてもみ殻灰とすることで質量当たりのシリカが増加し、反応性の向上が期待される。既往の研究より燃焼温度によってもみ殻灰が含有するシリカ構造が変化すると報告している。燃焼時間に応じてシリカの構造は変化し、低温では非晶質シリカの質量割合が多く、高温では晶質シリカの質量割合が多くなる。非晶質シリカは晶質シリカより高い反応性を示すため、シリカの構造の違いがジオポリマーの強度に影響を及ぼすと考えられる。そこで本研究では、燃焼温度の異なるもみ殻灰を活性フィラーとして用いたジオポリマー改良材を添加した硅砂の供試体を作製し、任意の期間養生させた後に針貫入試験により強度を測定した。これによりもみ殻灰の燃焼温度がジオポリマー改良土の強度に及ぼす影響を調べた。

研究報告： (研究内容及び成果)

本研究では、ジオポリマー改良土の土質試料として、東北珪砂6号を使用した。活性フィラーには、400℃から900℃で燃焼させた6ケースのもみ殻灰を使用した。もみ殻灰はもみ殻を100℃刻みに設定した電気炉で燃焼させた後、粉碎機で1分間粉碎した。アルカリ水溶液には、水ガラス3号と5%濃度の水酸化ナトリウム水溶液を使用した。本研究で用いたジオポリマー改良材の配合割合を表-1に示す。本研究と同様に活性フィラーにもみ殻灰、アルカリ水溶液に水ガラスを使用しているHyodoの配合割合に準じて配合割合を決定した。試料作製は図-1のように水ガラス、水酸化ナトリウム水溶液、蒸留水を混合したものに、東北珪砂6号ともみ殻灰を混合したものを相対密度60%になるようにプラモーラド（Φ=50mm, h=120mm）に水中落下法の要領で三層になるように充填し、供試体を作製した。作製した供試体は、室温20℃±3℃、湿度25%±3%程度の養生室にて気中養生を行った。

表-1 本研究のジオポリマー改良材の配合割合

活性フィラー	アルカリ水溶液		水
もみ殻灰	水ガラス	NaOH	蒸留水
36.8	12.5	5.9	55.2

NaOH:水酸化ナトリウム水溶液(5%) (g/L)

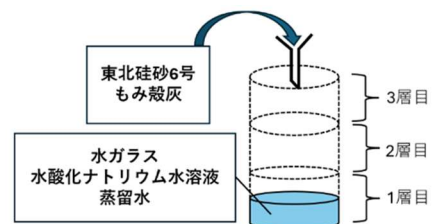


図-1 供試体作製のイメージ

図-2に養生日数と針貫入試験より算出した換算一軸圧縮強さの関係を示す。養生28日目において400℃、500℃および600℃のケースで換算一軸圧縮強さは目標強度である100kN/m²を超えた。

図-3に養生28日目における非晶質シリカの質量割合と換算一軸圧縮強さの関係を示す。非晶質シリカの質量割合と換算一軸圧縮強さの関係に正の相関が示された。養生日数の進行により縮重合反応が十分に進み一軸圧縮強さは非晶質シリカ量に支配されていると考えられる。

本研究では、本材料を浸透固化処理工法に適用するために簡易的な模型実験を実施したが、ジオポリマー改良材の粘性が高く、浸透せず目詰まりを起こす結果となった。燃焼温度によっては液状化に対応できる強度である100kN/m²を上回るため、別の工法への適用を考える必要がある。

今後の研究の見通し：

本研究の試験結果よりもみ殻灰の燃焼温度と改良土の強度に一定の関係を見出すことができたことから、今後はコストと強度に見合った炉の選定をすることでみ殻灰を用いた地盤改良に一つ近づくことができるのではないかと考えている。今回は一軸圧縮試験や針貫入試験のみの実施だったため、動的試験で挙動を観測する必要がある。

また、改良工法では今回は浸透固化処理工法を想定したが、思ったような結果が出なかったことから、浅層混合処理工法などにターゲットを移し研究を継続したい。

発表論文名、著書名、講演項目：（予定を含む、必要に応じて増減のこと）

(1) Effect of moisture dilution rate on ground improvement materials using rice husk ash, Taichi Hyodo, 第21回国際地盤工学会議, 2026年6月（印刷中）

(2) もみ殻灰を用いたジオポリマー改良土に及ぼす燃焼温度の影響：吉田蒼生，兵動太一，立田真文，藤島圭吾，横山詩歩，山田莉久，日本地震工学会・大会2025, 2025年12月

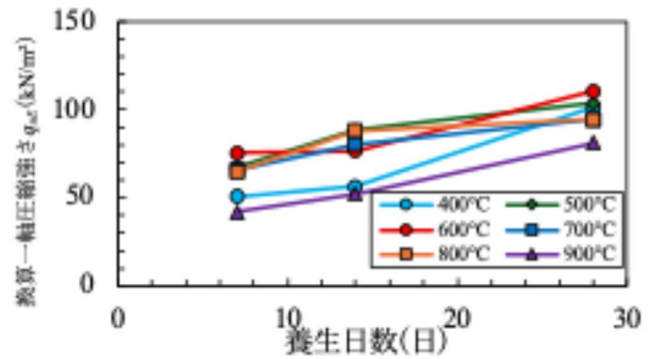


図-2 養生日数と換算一軸圧縮強さの関係

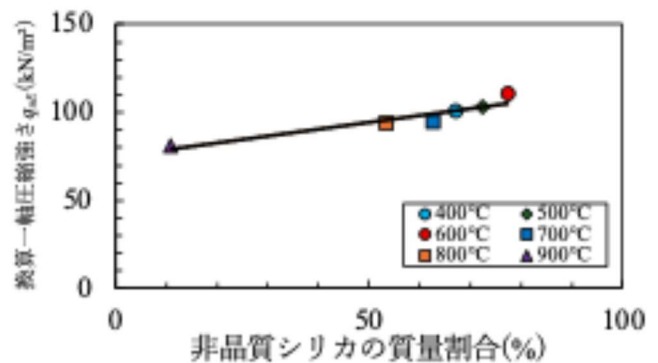


図-3 養生28日目における非晶質シリカの質量割合と換算一軸圧縮強さの関係

以上