

1. 課題区分・管理番号 技術開発課題・28-g003
2. 研究テーマ名 木質バイオマス燃焼灰を活性フィラーとしたジオポリマー製造技術の確立による地産地消型再資源化システムの構築
3. 研究期間 平成28年8月1日 ～ 平成29年3月31日
4. 研究代表者 工学部／社会環境工学科 （職名）准教授 （氏名）佐川孝広
5. 課題提案者

6. 研究成果の概要

下欄には当該研究成果について、その具体的内容、意義、重要性等を、地域課題研究事業計画書に記載した「研究目的」と「研究計画・方法」に照らし、A4で2～3枚程度で、できるだけ分かりやすく記載願います。文章の他に、研究成果を端的に表す図表を貼り付けても構いません。本学HPにて公表しますので、公表できる内容としてください。

【研究の背景・目的】

2011年に発生した東日本大震災以降、わが国では脱原発の流れが加速するとともに電力の安定供給が危惧されており、再生可能エネルギーの開発・普及が急務である。再生可能エネルギーのうち、太陽光、風力および地熱発電は発電量が自然条件、立地条件に大きく依存する。一方、バイオマス発電は基本的には火力発電であり、現状で最も普及の可能性が高い再生可能エネルギーといえる。各種バイオマスのなかでも、入手が容易な建設廃棄物、木質チップ等を用いた木質バイオマス発電の普及が期待されている。

一方で、木質バイオマス発電の最大の問題点が焼却灰の処理である。現状では、焼却灰は産業廃棄物として有償にてセメント工場等で処理されている。セメント原燃料としての利活用はリサイクルの視点からも有益であることは論を俟たないが、バイオマス発電所としての採算性を鑑みると焼却灰の有価物としての有効利用法の確立が木質バイオマス発電普及の鍵となっている。

そこで本研究では、木質バイオマス焼却灰の有価物としての有効利用法の確立を目的に、ジオポリマー(GP)の活性フィラーとしての適用を検討した。

なお、GPはセメントを全く使用しない建設材料として、近年注目されている。セメントを用いる一般的なコンクリートは、セメントと水の化学反応により硬化・強度発現するのに対し、GPは高炉スラグ微粉末、フライアッシュ等のアルカリシリカ粉末(活性フィラー)とアルカリ溶液との縮重合反応により硬化・強度発現する硬化体である。

【実験方法】

・ 使用材料

本研究では、高炉スラグ微粉末 4000(BFS)、焼却灰、5号珪砂、水ガラス1号を水で2倍希釈(GP溶液)したものを使用した。

・ 物理化学試験

蛍光 X 線分析(XRF)により、焼却灰および白土の化学組成を測定し、粉末 X 線回折(XRD)によりガラス化率を測定した。また、ジオポリマーペーストを作製後、20°C一定の封緘養生を行い、XRDにより材齢 0, 3, 7, 28 日での含有鉱物を同定した。

・ 圧縮強度試験

活性フィラーの高炉スラグ微粉末：焼却灰の比率を 100:0, 75:25, 50:50, 25:75, 0:100 に変化させた配合にてジオポリマーモルタルを作製し、20°C一定の封緘養生の後モルタル圧縮強度試験を行った。圧縮強度の測定は JIS A1108 に準じ、φ5×10 の円柱供試体を用いた。測定材齢は 3, 7, 28 日とした。

【実験結果及び考察】

・ 焼却灰は、化学組成として SiO_2 , Al_2O_3 を多く含み、XRD/リートベルト法により求めたガラス化率は 70 % 程度であった。したがって、木質バイオマス焼却灰は、フライアッシュと同様にガラス質のアルミノシリケートを含有し、GP の活性フィラーとして適用できると考えられた。

・ 図 1 にモルタル圧縮強度試験結果を示す。図示されるように、高炉スラグ微粉末 100% の GP 硬化体の圧縮強度が最も高く、焼却灰の混合比が増すほど圧縮強度は低下した。しかし、焼却灰の置換率が 50 % でのモルタル圧縮強度は材齢 28 日にて 50 N/mm^2 程度であり、実用上十分な強度発現を示した。

・ 図 2 には高炉スラグ微粉末 100%、高炉スラグ微粉末:焼却灰が 50:50 の GP 硬化体の XRD 測定結果を示す。焼却灰置換率 50 % の回折線は、焼却灰に含まれる石英、長石等の不活性鉱物であり、いずれの GP ともに 30° 付近に非晶質ハローが認められることから、主たる反応生成物は C-(A)-S-H ゲルと推測された。

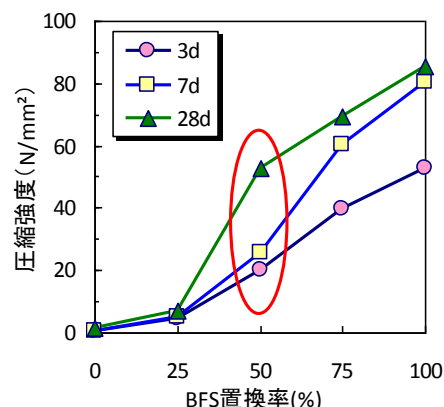


図 1 モルタル圧縮強度

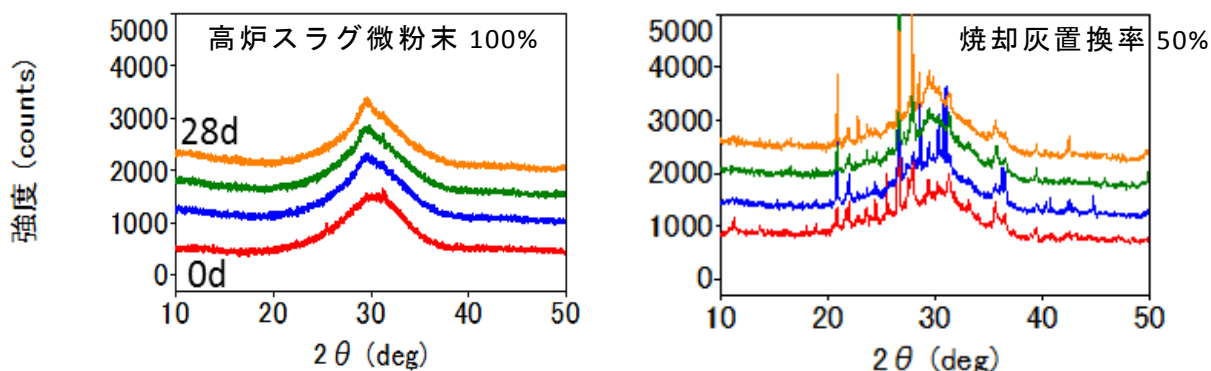


図 2 硬化体の XRD プロファイル