

【課題番号】 3G-2103

【研究課題名】 ジオポリマーコンクリートに資する木質バイオマス燃焼灰の資源化技術の実証開発

【研究期間】 令和3年度（2021年度）～令和5年度（2023年度）

【研究代表者（所属機関）】 高巢 幸二（北九州市立大学）

研究の全体概要

再生可能エネルギーの導入が求められる中、近年我が国では、木質バイオマス発電が急速に設備容量を認定されており、投入バイオマス量の2～3%が燃焼灰であると見込むと、燃焼灰の発生量は現在の40万tレベルから2023年には70万tに上昇する可能性がある。

近年、二酸化炭素排出量が理論上セメントの約20%程度であるセメントフリーなジオポリマーコンクリートが開発されている。ジオポリマーは石炭灰や高炉スラグ微粉末のような活性フィラーが必要である。木質バイオマス燃焼灰を石炭灰の代わりにジオポリマーコンクリートの活性フィラーとして活用できれば、資源循環を通じて地域循環共生圏の創造に寄与できる。

建設分野において資源循環を積極的に推進するために、産廃処理されている木質バイオマス燃焼灰を資源化してジオポリマーコンクリートを製造する技術に着目した。木質バイオマス燃焼灰をジオポリマーコンクリートの活性フィラーとして使用するには、未燃炭素含有量が3%以下のものを使用する必要がある。申請者らは環境研究総合推進費による先行研究にて、独自の浮遊選鉱技術を利用して石炭灰から効果的に未燃炭素と重金属を除去するラボ装置の開発に成功している。ラボ装置をベースにパイロットプラントレベルまでスケールアップして、その生産性と効率性および改質製品の性能を検証することで、本技術を地域循環共生圏に組み込むことができる。

本研究開発では、木質バイオマス燃焼灰から未燃炭素と重金属を除去する装置を連続式にすることによって装置サイズを1/10にコンパクト化して、300ton/yの製造量を有するパイロット装置を開発することによって実用可能性を検証する。パイロット装置で製造した改質灰を使用したジオポリマーコンクリートに対して暴露試験により実環境下での耐久性能評価を実施し、木質バイオマス燃焼灰を使用したジオポリマーコンクリートの実用可能性を検証する。

本研究開発の特色は、産廃処理されている木質バイオマス燃焼灰を資源化して資源循環を促進すると共にコンクリートの二酸化炭素排出量を抑制することである。現在、木質バイオマス燃焼灰は有効なリサイクル手法は確立されておらず、石炭灰より高額な16,000円/t程度の処理費で産廃処理されている。本技術の適用により8,000円/t以下で改質してジオポリマーコンクリート等に活用できれば、産廃処理費の削減と資源循環の促進が可能となる。研究代表者が組織している北九州市産業副産物利活用研究会を活用して、そのメンバーである木質バイオマス発電所およびコンクリート二次製品企業に対して本技術を適用したモデルケースを構築して社会実装を目指す。

ジオポリマーコンクリートに資する木質バイオマス燃焼灰の資源化技術の実証開発

北九州市立大学（代表）、京都大学、日本アイリッヒ、西松建設、九州工業大学

1. 研究目的

本研究開発では、木質バイオマス燃焼灰の類型化を行うとともに、本提案方式に合致した燃焼灰を選択し、木質バイオマス燃焼灰から未燃炭素と重金属を除去する装置を連続式にすることによって装置サイズを1/10にコンパクト化して、300ton/yの製造量を有するパイロット装置を開発することによって実用可能性を検証する。パイロット装置で製造した改質灰を使用したジオポリマーコンクリートに対して暴露試験により実環境下での耐久性評価を実施し、木質バイオマス燃焼灰を使用したジオポリマーコンクリートの実用可能性を検証する。

I 木質バイオマス燃焼灰の類型化（サブテーマ①）

・木質バイオマス発電施設からの燃焼灰の発生量に関する統計を整備されていないことから、**全国的なデータベースを作成する**。木質バイオマス発電施設からの灰の発生量の推計及び燃焼灰の類型化を実施し、各リサイクル用途に応じた将来的な資源量の見積もりを行い、改質処理によりジオポリマーコンクリートの活性フィラーとして適用できる燃焼灰を抽出する。

II 連続式木質バイオマス燃焼灰改質リサイクルシステムの実用可能性検証（サブテーマ②）

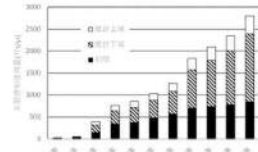
・先行研究で検証が終了しているラボ装置に対して**連続式を開発して同容積で10倍の製造量を実現する装置（処理量300t/年）**を製造し、実機の1/10のパイロットプラントとして改質性能を確認して排水処理を含めた実機化への基礎データを収集する。木質バイオマス燃焼灰の処理費用を鑑みパイロットプラントでの**処理費の目標は8,000円/t以下とし、現状の処理費の50%以上を削減するものとする**。MCASに対して性能試験を実施し、建築用コンクリート混和材として使用するために建築技術性能評価を得るための基礎データを収集する。

III 改質木質バイオマス燃焼灰を使用したジオポリマーコンクリートの開発（サブテーマ③）

・コンクリートの二酸化炭素排出量の絶対量を大幅に削減するために、**MCASジオポリマーコンクリートの製造システムを構築する**。パイロットプラントから製造されたMCASを利用したジオポリマーコンクリートを開発して、**二酸化炭素排出量を同等性能の普通コンクリートに対して60%削減し、目標性能は可使時間60分以上、設計基準強度24N/mm²以上、アルカリシリカ反応抑制などの耐久性の優れたものとする**。

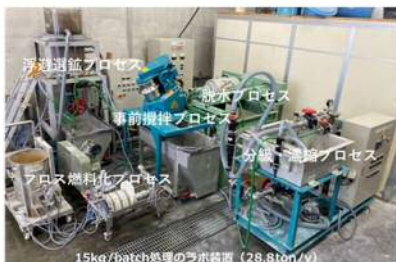
【サブテーマ①：木質バイオマス燃焼灰】

現在はフライアッシュを活性フィラーとして使用しているが石炭火力発電の抑制によって将来的にはフライアッシュの排出は抑制されていくので、**新たなコンクリート混和材および活性フィラー原料を模索する必要がある**。現在、再生可能エネルギーの推進により木質バイオマス燃焼灰の排出が増加しており、都市ゴミなどの焼却灰と同一視されて、産業廃棄物扱いになっている。



- 課題 ①木質バイオマス焼却灰の全体量の把握調査
②木質バイオマス焼却灰のリサイクル用途の類型化
③木質バイオマス焼却灰における浮遊選鉱技術の適用可能性

【サブテーマ②：改質燃焼灰リサイクルシステム】



- 課題 ①本技術の社会実装にはラボ装置の100倍規模が必要
②パイロットプラントにて本技術の実用可能性を検討
③連続式と同容積で10倍の製造量を実現する装置を開発
④実機の1/10のパイロットプラントとして改質性能を確認して排水処理を含めた実機化への基礎データを収集

【サブテーマ③：ジオポリマーコンクリート】

ジオポリマー：1978年にフランスのDavidovitsが提唱したアルカリシリカ溶液とアルミナシリカ粉末との反応によって形成される非晶質のポリマー（縮重合体）の総称

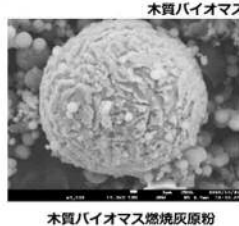
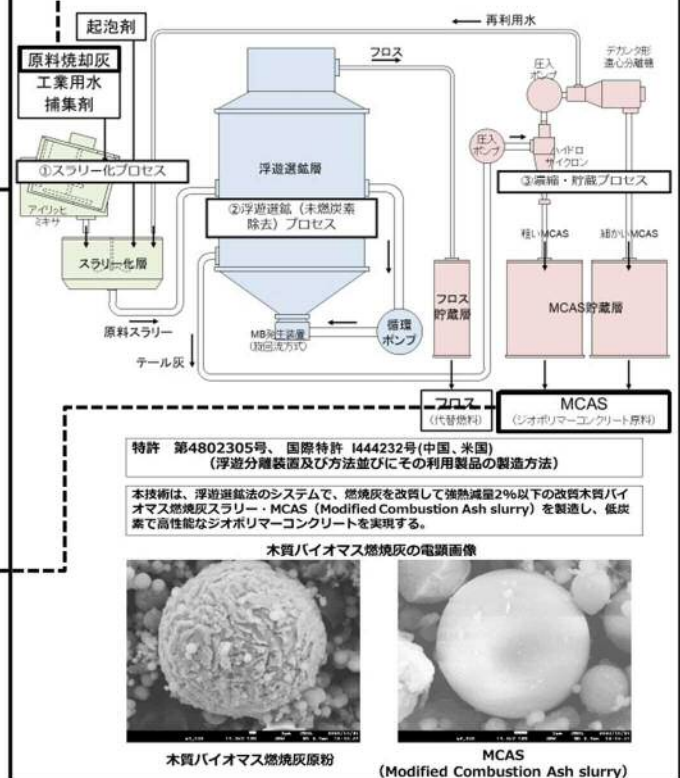


- 課題 ①MCASの適用可能性検証および練混ぜ可能なMCAS含水率の検討
②暴露試験により実環境下での耐久性の確認
③現場打設可能なMCASジオポリマーコンクリート製造システムの構築

【研究体制】



【木質バイオマス燃焼灰の改質プロセス】



木質バイオマス燃焼灰原粉 MCAS (Modified Combustion Ash slurry)