

研 究 成 果

<p>サブテーマ名：水熱固化法による機能材料化ならびに安定性評価 小テーマ名：水熱固化法による機能材料化及び安定化技術の開発</p>
<p>サブテマリーダー： 研究従事者：(株)INAX 笈田幹弘、前浪洋輝、田中英昭、三浦正嗣、井須紀文</p>
<p>研究の概要、新規性及び目標</p> <p>①研究の概要 水熱固化法を用い、都市から排出される無機系の廃棄物に対して、機能性（調湿、VOC吸着）を有する建築材料・土木材料として再資源化する技術を開発する。また、重金属類を含む廃棄物に対し、安定化する技術を開発する。</p> <p>②研究の独自性・新規性 200℃以下の廃熱を利用できる低エネルギーの固化技術であり、SiO₂、Al₂O₃を主成分とする幅広い無機廃棄物に対応できる。さらに、ナノサイズの微細孔を制御することで、湿度を調節する機能やVOCを吸着する能力を付与することができる。また、生成相を制御することで重金属類を安定化できる可能性がある。</p> <p>③研究の目標（各フェーズ毎に数値目標等をあげ、具体的に）</p> <p>フェーズⅠ</p> <ul style="list-style-type: none"> ・廃棄物配合率75%以上 ・環告46号の溶出基準クリア <p>フェーズⅡ</p> <ul style="list-style-type: none"> ・廃棄物配合率90%以上 ・高い機能性（調湿性、保水性など）を有する ・実使用場面における重金属類の安定性が確認されている
<p>研究の進め方及び進捗状況（目標と対比して）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・実験室サイズ（40mm×15mm×10mm）において、各種無機廃棄物（都市ゴミ焼却灰、都市ゴミ焼却飛灰、コンクリートがら、建設汚泥）を原料として用い、廃棄物配合率90%で5MPa（実用強度の目安）を満足する水熱固化処理条件（前処理条件及び固化処理条件）を確立した。下水汚泥焼却灰については、廃棄物配合率80%で5MPaを満足する水熱固化処理条件を確立した。 ・実製品サイズ（200mm×200mm×60mm）においては、建設汚泥、コンクリートがら及び下水汚泥焼却灰を原料として用い、インターロッキングブロックとして実用強度を満足する廃棄物配合率85%の舗装材を開発し、工場にて試作した。作製した舗装材は愛知県産業技術研究所に試験施工し、フィールドテストを実施している。曝露開始から2年半が経過したが、不具合は無く十分な性能を示している。 ・各種無機廃棄物の水熱固化材において、機能化を検討した。建設汚泥、都市ゴミ焼却灰、コンクリートがら及び下水汚泥焼却灰において、水熱固化処理におけるナノサイズの微細孔を制御することで木材と同等あるいはそれ以上の調湿性能を付与できることが判明した。さらに、下水汚泥焼却灰を用い、VOC（ホルムアルデヒド）を厚生労働省のガイドライン以下まで低減できる水熱固化材料を開発した。また、建設汚泥、コンクリートがら、下水汚泥焼却灰を混合した原料を水熱固化することで、レンガやコンクリートを上回る高い保水性を付与できることが判明した。 ・重金属類（Cd, Pb, As, Se, Cr⁶⁺, Hg）の溶出が確認されない原料（コンクリートがら、建設汚泥）は、水熱固化後も環告46号の溶出基準を満足した。As及びSeの溶出があった下水汚泥焼却灰は、水熱固化により環告46号の溶出基準を満足した。また、Pbの溶出があった都市ゴミ焼却飛灰は、下水汚泥焼却灰を添加して水熱固化することで環告46号の溶出基準を満足した。これらの重金属類は、水熱固化処理により生成するアパタイト系の鉱物に安定化されたと考えられ、水熱固化の重金属安定化技術としての可能性が示された。
<p>主な成果</p> <p>具体的な成果内容：</p> <ul style="list-style-type: none"> ・都市から大量に排出され問題となっている建設汚泥、下水汚泥焼却灰及びコンクリートがらを再資源化できる方法が示された。水熱固化材料としての使用が困難であった下水汚泥焼却灰に対し、水熱反応性の高い建設汚泥を加えて水熱固化することで材料として十分な強度が得られることが判明した。また、上記の微粒原料のみでは成形性が悪いため量産化できないが、これに粗い粒度の原料を加えることで、成形性が向上して量産化が可能になった。（特開 2003-277124）

- As, Se の溶出が見られる下水汚泥焼却灰に対し、水熱固化法を用いることで、生成物中に安定化でき、環告46号の溶出基準を満足するまで溶出を抑制できることが判明した。(特開 2003-275730)
- 成形性を低下させる微粒原料を造粒することで、成形効率を向上させつつ十分な強度を発揮できた。(特開 2004-182544)

特許件数：3

論文数：

口頭発表件数：

研究成果に関する評価

1 国内外における水準との対比

埋め立て処分されている焼却灰等の無機廃棄物を再資源化するプロセスとして、焼成、セメント固化などがある。これらのプロセスと比較すると、水熱固化法は焼成の1/3のエネルギー消費で材料化できる。また、水熱固化法では、ナノサイズの微細孔を制御することができるため、調湿性能、保水性能、VOC吸着性能などの様々な機能性を付与できる。

2 実用化に向けた波及効果

最終処分場を圧迫している焼却灰、建設廃材などの無機廃棄物を市場の大きな建築材料・土木材料として再資源化することで、最終処分量を削減でき、天然資源を削減できる。例えば、調湿性能を有する水熱固化材が壁紙(市場：6億m²/年)と0.1%置き換わったとすると、約12,000tの廃棄物が削減できる。また、SiO₂, Al₂O₃を主成分とする様々な無機廃棄物に対応できるため、各産業からの廃棄物も幅広く受け入れることができる。

残された課題と対応方針について

- 製品化に向けた課題として、原料廃棄物の前処理コストによる製品価格アップが挙げられる。そこで高付加価値化に向けて他の製品との差別化ができる高い機能性を有する材料を開発する。

	J S T負担分 (千円)							地域負担分 (千円)							合 計
	H11	H12	H13	H14	H15	H16	小 計	H11	H12	H13	H14	H15	H16	小 計	
人件費	684	5601	5728				12,013	***	***	***	***	***	***	***	***
設備費	6588	5198	0				11,786	***	***	***	***	***	***	***	***
その他 研究費	1648	1214	3884				6,746	***	***	***	***	***	***	***	***
旅費	24	201	327				552	***	***	***	***	***	***	***	***
その他	3141	2992	762				6,895	***	***	***	***	***	***	***	***
小 計	12085	15206	10701				37,992	***	***	***	***	***	***	***	***

代表的な設備名と仕様 [既存 (事業開始前) の設備含む]

J S T負担による設備：恒温恒室器、強力振とう機、還元気化水銀測定装置

地域負担による設備：ジョークラッシャー、ロールクラッシャー、ボールミル、X線回折分析装置、蛍光X線分析装置、粒度分布測定装置、F E - S E M、水銀ポロシメーター、イオンクロマトグラフ、I C P、強度試験機

※複数の研究課題に共通した経費については按分する。