



廃棄物を原料とする温度調節機能を有する環境調和材料の創生 (平成25年度 プレ共同研究成果)

メタデータ	言語: jpn 出版者: 室蘭工業大学地域共同研究開発センター 公開日: 2016-07-05 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 田畑, 昌祥, 馬渡, 康輝, 松本, 和好 メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/10258/00008981

廃棄物を原料とする温度調節機能を有する環境調和材料の創生（平成25年度 プレ共同研究成果）

著者	田畑 昌祥, 馬渡 康輝, 松本 和好
雑誌名	室蘭工業大学地域共同研究開発センター研究報告
巻	25
ページ	43-45
発行年	2015-02
URL	http://hdl.handle.net/10258/00008981

廃棄物を原料とする温度調節機能を有する

環境調和材料の創生

田畑 昌祥*1, 馬渡 康輝*1, 松本 和好*2

1 はじめに

灰は、主として焼却灰と火山灰とに大別される。焼却灰には、例えば、石炭火力発電所から排出される石炭灰や、廃プラスチック発電所から排出されるプラスチック焼却灰や、下水処理場で排出される下水汚泥焼却灰等がある。従来、これらの灰は、成型後高温で焼成することにより建築用レンガやブロック、または高温でスラグ化させることにより道路の路盤用の骨材として再利用している。しかし、これらの灰から焼成硬化体を製造する際に、以下に述べるようなコスト面での課題が山積していた。

石炭灰を主成分とする焼成硬化体の製造行程は、まず灰へ添加物および水を添加して混合し成型、その後数日間養生・乾燥した後に焼成する。各工程のコストを考えてみると、1：添加物である、セメント、石灰石、石膏、苛性ソーダ、粘土、バインダ、起泡剤等からいくつかを選択し、相当量を添加しなければならないこと、2：養生・乾燥に必要な広大なスペースを長期に渡り確保しなければならない、3：焼成時の焼成温度が1,200℃程度必要であったため、高温処理に伴う多額の燃料費および炉の保守費が必要であること等が挙げられる。さらに、灰の有効利用の観点から考えると、従来の焼成硬化体の製造方法は、石炭灰の含有量が少ないうえに、使用可能な石炭灰の組成が限定される場合もあり、有効な製造方法とは言えなかった。

申請者らは以前、灰の種類や組成にかかわらず、灰を主原料とし、かつ簡便な方法によって製造可能な焼

成体の製造方法を開発した¹⁾。具体的には、本技術は灰に少量のホウ素化合物を添加して混合する添加・混合工程と、ホウ素化合物が添加された混合灰を焼成する2工程からなる。本研究では、室蘭市内で生成したフライアッシュの有効利用を目指し、本技術を用いてその焼成体が製造可能か否か検討した。

2 実験方法

2.1 焼成体の作製

2.1.1 試料

フライアッシュは、室蘭市内の某企業から供出していただいた。添加剤であるホウ酸、炭酸カルシウム、水酸化カルシウム、酸化カルシウム、ケイ酸カルシウムは、純正化学製一級を用いた。

2.1.2 石炭灰と添加剤との混合及び焼成

焼成体は以下の手順で作製した。

- 1, 秤量したフライアッシュおよび添加剤を混合し磁性アルミナ乳鉢で粉碎した。
- 2, 溶着保護材を敷いた焼成容器：灰分測定用灰皿 50 x 30 mm (アズワン製) に混合灰を 5 g 投入し、小板を使って平らに押し固めた。
- 3, 電気炉 Muffle Furnace FP21 (ヤマト科学 (株) 製) 内へ配置し、設定温度に昇温を開始した。昇温速度は約 15℃/分であった。
- 4, 設定温度に到達後、所定時間保持し、ヒーターをオフにした。炉の扉を閉めたまま 300℃ 以下に放冷後、試料を取り出した。

焼成前後の試料の外観を図1に示す。

*1：くらし環境系領域

*2：東海建設株式会社



図1 フライアッシュと添加剤との混合物（上段），
およびそれらの焼成後（下段）

2.2 焼成体の強度試験

アクリル板と金属棒を使った独自の簡易強度試験法により，分銅を用いて 100g から最大 3,000g の荷重を徐々にかけた。なお，荷重に対する強度の目安は，3,000g 以上は手で折れない，2,000g は一般的なビスケットの強度と対応する。強度実験の実施状況を図2に示す。



図2 焼成体の強度試験

3 結果と考察

従来の各種灰に対する検討結果に基づき，焼成温度および時間を 1120 °C, 4 h とし，ホウ酸を 1 および 2 wt% 添加した混合灰の焼成試験を行った。その結果，得られた焼成体の強度はいずれも非常に脆く，耐荷重はそれぞれ 800 g, 1,000 g であった（表1）。従来の検討対象であった石炭灰等では，上記の条件で十分な強度の焼成体を得られていたが，本フライアッシュでは十分な強度が得られないことが明らかになった。

表1 ホウ酸混合灰から得られた焼成体の強度^{a)}

ホウ酸 (wt%)	1	2
耐荷重 (g)	800	1,000

^{a)} 焼成条件：1120 °C, 4 h

次に，本焼成体の強度の向上を目指して，ホウ酸 2 wt% と追加の無機塩を混合した混合添加剤を用いた焼成体の作製を検討した。その結果，カルシウム塩(Ca 塩)を追加した混合添加剤が，焼成体の強度を向上させることが明らかになった。用いた Ca 塩は，炭酸カルシウム(CaCO₃)，酸化カルシウム(CaO)，水酸化カルシウム(Ca(OH)₂)，ケイ酸カルシウム水和物(CaSiO₃·nH₂O)である。いずれの場合も，ホウ酸単独添加の場合と比べ，焼成体の強度が著しく増加し，ケイ酸カルシウムを除く 3 種の Ca 塩では，その耐荷重は 3,000 g 以上まで向上した（表2）。

表2 ホウ酸(2 wt%) - カルシウム塩(8 wt%)混合添加剤を用いて生成した混合灰焼成体の強度^{a)}

Ca 塩	CaCO ₃	CaO	Ca(OH) ₂	CaSiO ₃ ·nH ₂ O
耐荷重 (g)	3,000	3,000	3,000	2,000

^{a)} 焼成条件：1120 °C, 4 h

混合添加剤系の有効性を確認するために，各種 Ca 塩から炭酸カルシウムを選択し，添加量を 8 wt% に固定して，ホウ酸の添加量を 1, 0.5, 0.2 wt% と減らして焼成体を作製した。その結果，ホウ酸添加量の減少と共に焼成体の強度が低下する傾向が見られた（表3）。

表3 ホウ酸の割合を変えて調製した CaCO₃(8 wt%) 混合添加剤を用いて生成した混合灰焼成体の強度^{a)}

ホウ酸 (wt%)	0.2	0.5	1
耐荷重 (g)	400	600	1700

^{a)} 焼成条件：1120 °C, 4 h

以上の結果は，本フライアッシュを原料とする高強度の焼成体を得るには，ホウ酸または CaCO₃ どちらか一方を添加しても効果がなく，両者を適切な混合比で調製した混合添加剤が必要であることが明らかになった。

4 おわりに

フライアッシュを原料とする焼成体を作製する方法として、ホウ酸とカルシウム塩との混合添加剤が有効であることを明らかにした。特に、貝殻由来の廃棄物である炭酸カルシウムを本添加剤に用いることができたことは、有効利用が切望されている2種の廃棄物同士の組み合わせによる材料作成が可能になった点で非常に意義がある。

本研究で開発した技術を用いて作製した焼結体は、多孔性であるため、保水能力が非常に高いことが予想できる。今後は、この性質を活用し、省エネ室内環境調節材（空調用冷温発生板、潜熱利用蓄熱材等）としての可能性、具体的には、焼結体の成形条件と保水力の関係、その保水焼結体が気密室内を想定した断熱容器内の温度をどの程度下げられ、維持できるかどうかを評価する予定である。

文 献

- (1) 特許第 393117 号