

災害廃棄物の焼却主灰を原料とした焼成固化物の物性評価

鹿島建設(株) 正会員 新川 隆夫, 越川 義功, ○西村 正夫
日本メサライト工業(株) 石川 法隆

1. はじめに

東日本大震災により発生した災害廃棄物を焼却することによって生じる主灰は土砂を多く含み、また大量に発生することから再生資材として有効活用することが求められている。本研究では災害廃棄物の焼却主灰（以下：焼却残渣）をより付加価値の高いものへと再生資材化する方法として、焼成固化により製造される人工骨材の原料として焼却残渣を利用することを考え、室内実験によりその焼成固化物の物性評価を行った。

2. 実験概要

使用する焼却残渣として、石巻ブロック災害廃棄物処理サイトにおけるロータリーキルン炉及びストーカ炉の2種類を用いた。焼成固化の実験は、日本メサライト工業(株)の人工軽量骨材の配合を基準に、その一部を焼却残渣に置き換え実験を行った。

配合については基準配合に対して、焼却残渣を30%、50%及び70%の3段階で内割り置換を行った。また、それ以上の置換量では焼成するための造粒が困難となることがわかった。使用材料及び配合を表-1及び表-2に示す。

焼成温度は人工軽量骨材製造時の温度（1130℃）から災害廃棄物の焼却温度（約800℃）の範囲で、3段階（1130℃、950℃、800℃）に設定した。

焼成固化物の製作手順は下記の通りである（写真-1）。

- ①焼却残渣をボールミルにて微粉碎（75 μ m以下）
- ②設定配合した粉体を攪拌機で混合
- ③水を加えてビニール袋内で50回手練り（加水量は試験体表面にクラックが入らない程度とした）
- ④1個2.5g球状に手で丸めて成型（ ϕ 13~14mm）したのち乾燥炉に投入（105℃で10時間乾燥）
- ⑤電気炉で昇温し焼成固化
（300℃10min→600℃から最高温度まで17minで上昇→最高温度で10min→炉外で放冷）

焼却残渣は金物等の大きな塊を除去しボールミルにて12時間粉碎したが、その中にも石などの硬い物質が混入していたため、0.6mm篩を通過したものを試料とした。

今回の実験では全て手作業にて異物を除去したが、実際に骨材を大量に製造する際には、金物や木片など微粉碎できないものを機械的に除去するシステムが必要であると考えられる。

表-1 使用材料

材料名	物性
頁岩微粉末	実機ロッシェルミルにて粉碎したもの。75 μ mふるい通過73%
EPダスト	ロータリーキルン窯尻から電気集塵機により捕集したもの
クリンカー	ロータリーキルン内で骨材が溶着した塊を微粉碎したもの
焼却残渣	焼却残渣から不純物を除去し、乾燥後ボールミルにて75 μ m以下に微粉碎

表-2 実験焼成固化物配合

	頁岩微粉末	EPダスト	クリンカー	焼却残渣
	(dry-wt%)			
① 基準	61	26	13	0
② 30%置換	70	0	0	30
③ 50%置換	50	0	0	50
④ 70%置換	30	0	0	70

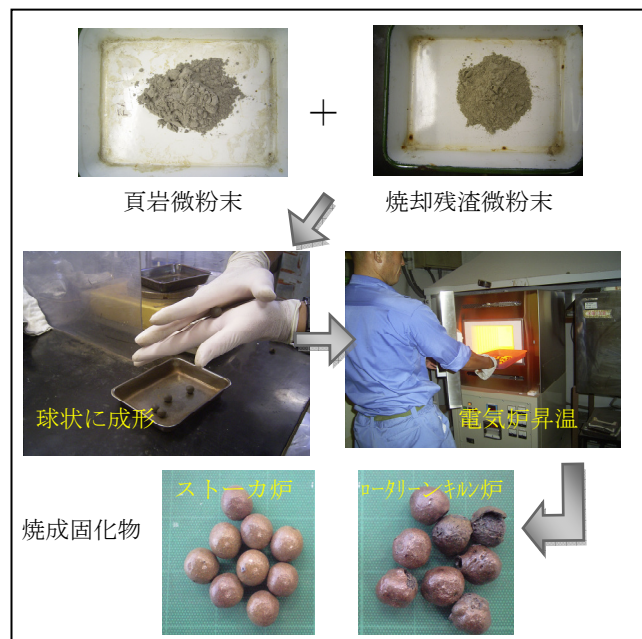
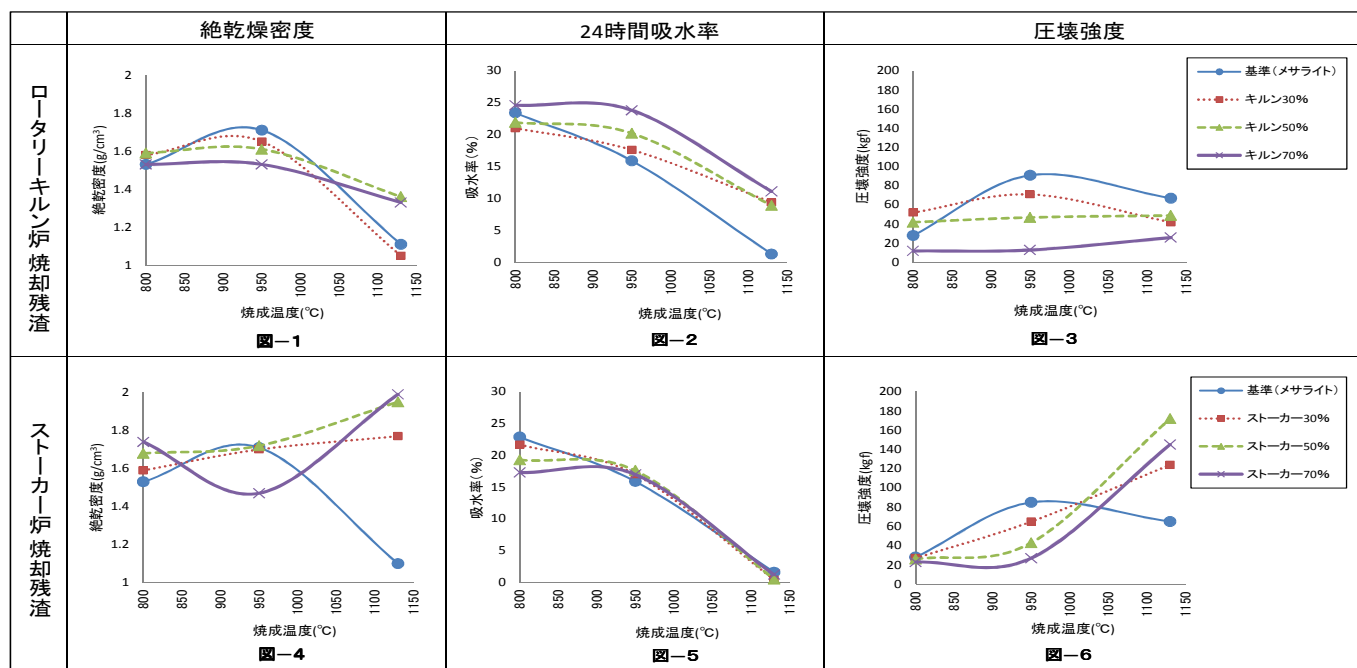


写真-1 焼成固化物製作フロー

3. 実験結果

焼却残渣物の強熱減量はロータリーキルン炉が約7%と未燃分がやや多く、ストーカ炉が約3%と焼却が安定しており、それが焼成固化物の物性の違いに影響を与える主な要因であると考えられる。実験の結果を図-1～6に示す。



- ① 絶乾密度について、コンクリートに使用する天然骨材の密度が $2.5\text{kg}/\text{cm}^3$ 以上であり、今回の焼成固化物は全体的に $2.0\text{kg}/\text{cm}^3$ 以下と軽量の骨材として分類される。ストーカ炉の焼却残渣を使用した 1130°C 焼成固化物は密度が $1.8\sim 2.0\text{ kg}/\text{cm}^3$ と高くなる傾向があった。これはストーカ炉の焼却残渣には原料の軟化点を引き上げる化学成分（カルシウム等）が含有しているのではないかと推測される。
- ② 24 時間吸水率について、ストーカ炉よりロータリーキルン炉の方が吸水率が高くなっている。通常、母材の軟化点を超えた場合、骨材表面の熔融によりガラス質の皮ができ、表面が緻密化することから吸水率が低くなる。ロータリーキルン炉の焼却残渣を原料としたものは未燃分がやや多く、急激な昇温により発泡し、表層近くにまで空隙が発生したことが吸水率を高める原因になったと考えられる。
- ③ 圧壊強度について、ストーカ炉焼却残渣を使用した 1130°C 焼成固化物の圧壊強度が高くなっている。置換率による有意な差もなく、 $125\sim 170\text{kg}/\text{cm}^2$ と一般的な軽量骨材と比較して約 2 倍近い圧壊強度が得られることがわかった。

以上のことから、ストーカ炉の焼却残渣物を原料として、 1130°C に昇温した焼成固化物は、コンクリート用の骨材として利用できる可能性があることがわかった。また、ロータリーキルン炉の焼却残渣物についても、昇温の速度を緩和することで品質を改善できるものと考えられる。焼成固化物は重金属などを固定化する効果も期待することができる。今後の課題として、物理的な物性と化学的な安定性を兼ね備える焼成の温度や昇温速度を模索する必要があると考えている。

4. まとめ

今回の実験で、災害廃棄物の中間処理施設に設置されている仮設焼却炉（ロータリーキルン炉）を、焼成固化技術により再生資材化施設として有効活用できる可能性があることがわかった。東日本大震災の災害廃棄物を取り巻く状況は、災害廃棄物の処理から、再生された資材を如何に有効に利用するか、という段階に移ってきており、本報が再資源化の一助となれば幸いである。

参考文献

- 1) 日本メサライト工業株式会社 構造用人工軽量骨材“メサライト”技術資料