超流体化工法を応用した一般廃棄物焼却残渣固化体の孔隙構造に関する基礎的研究

 九州大学
 学生会員
 ○西本琢也、村川大亮

 正会員
 小宮哲平、中山裕文

 フェロー会員
 島岡隆行

 安藤ハザマ
 正会員
 秋田宏行、弘末文紀

 非会員
 青木貴均

 熊本大学
 正会員
 椋木俊文

1. はじめに

著者らは、一般廃棄物最終処分場の耐震性の向上、埋立容量消費量の削減、有害物質の溶出抑制、跡地の早期利 用及び高度利用を図ることを目的に、石炭灰固化技術である超流体化工法¹⁾を応用して一般廃棄物焼却残渣を埋立 処分する「廃棄物固化式処分システム」の構築を目指し、一般廃棄物焼却残渣固化体の配合、性状、耐久性に関す る研究を行ってきた^{2),3),4)}。本研究では、焼却残渣固化体の長期耐久性の検討の一環として固化体内における物質の 移動経路であり、かつ固化体の強度と高い相関を持つ孔隙構造に着目し、固化体作製時の配合(混和材及びセメント の配合割合)が孔隙構造に及ぼす影響を定量的に明らかにすることを試みた。

2. 試料及び方法

(1) 試料 F市R清掃工場で採取した一般廃棄物焼却残渣(焼却灰(粒径 9.5 mm 以下)及びキレート処理された飛灰)を試料とした。表-1及び図-1に焼却残渣の含水率、熱しゃく減量、真密度及び平均粒径を示す。

(2)焼却残渣固化体供試体の作製 焼却灰及び飛灰に混和材(石炭灰フライアッシュ)、セメント(高炉セメン ト B)及び水を添加し、混練したものを円筒型枠に入れ、高周波振動を与えて流体化し、封緘養生(20℃、28 日 間)し、焼却残渣固化体(φ50×H100 mm)を作製した。表-2に固化体の配合割合を示す。焼却灰及び飛灰の配合 る 6種の固化体を作製した。水の配合割合は粉体(焼却灰、飛灰、セメント及び混和材)と水の混合体が高周波 振動で流体化する最小量とした。

(3) X線 CT 法による孔隙構造の定量化

a) X線 CT 画像 X線 CT 法は被検体内部における X線の吸収 率から照射断面を画像化する手法である。X線吸収率は物体の 密度に比例することが知られており、X線 CT 画像は照射断面 の密度分布を示すものと考えられる。X線 CT 画像は X線照射

厚分の厚みの情報を持つ画像であり、その画素には厚 みを持つ画素であるボクセル(図-1)内に存在する物 質のX線吸収率から定義されるCT値が格納されている。 b)X線CT画像の撮影 マイクロフォーカスX線CTス キャナー(Toscanner 32300 FPD、東芝)を用いて、供 試体の高さ方向中央部の高さ40mm(供試体底面から高 さ30~70mm)の範囲を対象とし、高さ0.053mm間隔で 供試体断面のX線CT画像を得た。撮影条件は、管電圧

140kV、管電流 200 μ A、X 線照射厚 0.053mm、撮影領域 55.0mm、画素数 1024×1024 とし、ボクセルは図-1 に示す立方体とした。

c) 孔隙構造の解析 得られた断面画像に偽像除去処理(カッピングの除去) を施した上で、二値化処理を行い、孔隙の抽出を行った。二値化処理後の断面 画像を積重ねて立体化し、孔隙構造の解析を行った。なお、二値化処理で抽出

表-1 焼却残渣の基本性状

試料	含水率 (%)	熱しゃく減量 (%)	真密度 (g/cm ³)	平均粒径 (mm)
焼却灰	19.3	4.51	2.42	1.48
飛灰	18.6	7.88	2.56	2.80

表-2 焼却残渣固化体の配合選定

固化体	焼却」	灭配合割合	セメント	そきなまで	
	焼却灰	飛灰	混和材 (石炭灰)	配合割合 (wt%)	水初译LL (W/Pw)
A-1	25	75	0	10	28.0%
A-2	25	75	0	15	27.0%
B-1	22.5	67.5	10	10	26.5%
B-2	22.5	67.5	10	15	26.5%
C-1	20	60	20	10	25.5%
C-2	20	60	20	15	26.0%



可能な孔隙のサイズはボクセルのサイズから 53μm以 上の孔隙(土壌学分野における孔隙の分類 ⁵⁾における メソ孔隙(30~75μm)の一部及びマクロ孔隙(75μm 以上))となる。本研究ではこの孔隙をマクロ孔隙と呼 ぶこととする。

3. 結果及び考察

(1) X線CT画像、二値化画像及びマクロ孔隙の立体 画像 図-2 及び図-3 に X線 CT 画像、二値化画像及び マクロ孔隙の立体構造の一例を示す。固化体内には 0.053~10.3mm 程度の大きさの孔隙が見られた。

(2)配合とマクロ孔隙率の関係 図-4 に固化体の配合とマクロ孔隙率 の関係を示す。混和剤 0%(固化体 A-1、A-2)ではセメントの配合割合が 高い A-2 の方がマクロ孔隙率は小さいが、混和材 10%(同 B-1、B-2)及び 20%(同 C-1、C-2)ではセメントの配合割合の増加に伴いマクロ孔隙率は 増加した。セメント 10%(同 A-1、B-1、C-1)では混和剤の配合割合の増 加に伴いマクロ孔隙率が減少する傾向が見られたが、セメント 15%(同 A-2、 B-2、C-2)では混和剤の配合割合の増加に伴いマクロ孔隙率が増加する傾 向が見られた。以上のように、配合とマクロ孔隙率の間に一定の関係は見 られなかった。

(3)配合とマクロ孔隙構造の関係 固化体の外部と つながっている連続マクロ孔隙とそうでない独立マク ロ孔隙の割合を求めた。図-4に固化体の配合と連続マ クロ孔隙率及び独立マクロ孔隙率の関係を示す。配合 と連続マクロ孔隙及び独立マクロ孔隙の間に顕著な傾 向は見られなかった。

4. まとめ

固化体の配合とマクロ孔隙の間に関連性は見られな かった。本研究で用いた固化体は、固化体の長期性状 変化に関する促進試験に供する前のものであった。今 後、試験後の固化体についても同様の解析を行い、固 化体の長期性状変化を明らかにしていく予定である。 E-1.供試体底面から高さ60mm 二値化画像

図-2 X線CT画像(左)及び二値化画像(右)

E1. 供試体底面から高さ30~70mm X 2 10mm



謝辞:本研究は平成27年度環境研究総合推進費(3K143001、研究代表者:島岡隆行)の助成を受けて実施された ものである。記して謝意を表す。

参考文献:1)(株)安藤・間:超流体工法、<u>http://www.ad-hzm.co.jp/service/ashcrete/tech/</u>、2)村川ら:焼 却残渣の最終処分における石炭灰固化技術の適用に関する基礎的研究、土木学会第 70 回年次講演会講演概要集、 pp.211-212、2015、3)村川ら:一般廃棄物焼却残渣のセメント固化による強度特性と環境安全性に関する検討、 第 26 回廃棄物資源循環学会研究発表会講演論文集、pp.481-482、2015、4)島岡ら:巨大地震に耐えうる環境安 全で堅牢な最終処分場の新技術開発に関する研究、第 26 回廃棄物資源循環学会研究発表会講演論文集、pp.403-404、 2015、5)土壤物理性測定法委員会編:土壤物理性測定法、p.94、1972