

FAST システム最終処分場の実証研究

久保田 洋 矢島 聡
岡本 太郎 酒向 信一
山田 裕己

概 要

わが国における最終処分場をめぐる状況は、リサイクルや資源化の促進等により最終処分量は減少しているが、依然として最終処分場の確保は厳しい状況にある。特に地域的な偏りが大きく、地域によっては処分場が確保できず域外に廃棄物が流出し、処分が広域化する事態となっている。このような最終処分場の立地を困難にしている大きな要因のひとつとして、地域住民の方の抱える長期的な環境への不安感や埋立てられる廃棄物に対する不信感がある。

筆者らは、最終処分場の主要埋立物の 1 つである焼却灰の早期安定化を目的として、最適な散水と通気を行う、環境負荷の低い前処理手法（FAST システム）の開発を行ってきた。本報文では FAST システムの実用性を検証するために 2008 年に行った実大規模での実証試験について報告する。また地域住民の方により安全で安心な最終処分場を提供するために FAST システムを組み込んだ新しい最終処分場の管理方法についても考察した。

Empirical research into the “FAST system” for landfill management technology”

Abstract

Although the volume of waste being landfilled in Japan has been reduced by an increase in recycling, it is still difficult to find sufficient landfill sites for current levels of waste. In particular regional deflection is big problem. Wide-area disposal results from the inability of some regions to reserve landfill. One of difficulties in landfill construction is uncertainty about the long-term environmental impact and distrust of landfill waste by local residents.

We have researched an environmental low-load pretreatment method and developed the “FAST system” to improve the safety and stability of bottom ash. The FAST system results in optimal aeration of waste and treatment with sprinkling water. In this work, results of full-scale experiments undertaken in 2008 to verify the practical utility of the FAST system method were reported. In addition, a new landfill management system was discussed to provide safer and more secure landfill to local residents.

キーワード: 最終処分場 焼却灰 前処理
実証試験 FAST システム

§1. はじめに

近年、最終処分場の立地困難、残余容量の逼迫から焼却灰の溶融処理やエコセメント化等の再利用を前提とした処理が始まっている。しかし、溶融処理はエネルギーの負担が大きく、エコセメント化は市販セメントの2～4倍のコストになる等の課題が指摘されている。平成 18 年度時点では焼却施設からの残渣の約8割は最終処分場に埋立てられている¹⁾。

焼却灰を埋立てる最終処分場の立地を困難にしている要因として、焼却灰に含まれる塩類や重金属等に起因する長期的な周辺環境への影響に対する住民の不安感や不信感があり、負荷が少なく安全性の高い最終処分場が厳しく求められている。そのため安全性が高く、環境負荷の少ない最終処分場の建設が可能になれば、全国で必要な最終処分場の整備が進むことが期待できる。

筆者らは負荷が少なく安全性の高い最終処分場を実現する技術として早期安定化に着目し、埋立前の焼却主灰を対象として散水と通気による低負荷な前処理手法の研究開発を行ってきた。その結果、30～40cm 厚に撒き出した焼却灰に 2mm/sec の通気をしながら、4mm/日の水を分割して散水する前処理手法を開発した(以降、基準前処理法とする)¹⁾²⁾。この前処理手法は液/固比 1 以下という効率的な散水と通気により、焼却灰中の溶出しやすい成分は洗い出し、そうでない成分は分解もしくは難溶化させることで、埋立後の浸出水濃度を早期に低下させることを特長としている。

本研究では、前述の基準前処理法を基に安定化処理能力の向上を図った FAST*システム最終処分場の実施計画・設計に必要な試験データの取得を目的とした。

※ FAST: Fujita's Ash Stabilization & Treatment System for Disposal Facilities

§2. FAST システム最終処分場の技術的特徴と優位性

本研究で検証するFASTシステム最終処分場の特徴は、薬剤等は使用せず最適な水量と空気を使った低環境負荷な前処理システムを用いて焼却灰を改質し、安全性を確認した焼却灰を埋立てるシステムである。また改質された焼却灰が早期に安定化することで処分場の閉鎖から廃止までの期間の短縮を可能にし、水処理施設のランニングコスト削減が期待されるシステムである。本システムにおける前処理では次の作用が並行して行われることを特徴とする。

- ① 塩類等の溶出しやすい物質を速やかに溶出する
- ② 有機成分を分解促進する
- ③ 重金属等は難溶化する

FASTシステム最終処分場の特徴と優位性を図1に示す。

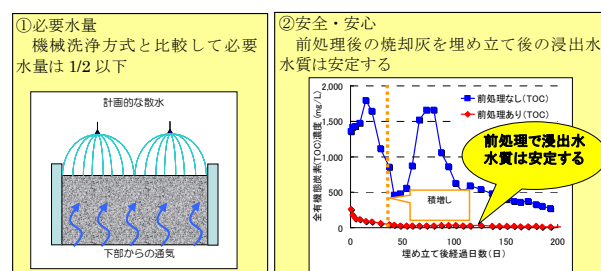


図1 FAST システム最終処分場の特徴と優位性

§3. 実験概要

3.1 カラム試験

FAST システムの実証試験にあたり、ラボにおいてシステムの仕様を検討するためのカラム試験を実施した(図2)。カラム試験は基準前処理法の撒き出し厚の6倍にあたる 180cm 厚で行った。

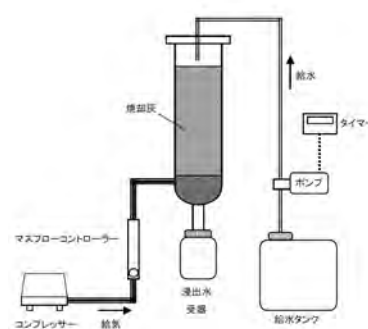


図2 カラム試験装置

3.2 実証試験

実証試験は北九州市エコタウンセンター内廃棄物実証試験施設(写真1)内にて行った。本実証試験は実大規模での前処理の効果を検証することを目的としており、北九州市内の工場より焼却主灰を 81t搬入し、180cm厚に撒き出した後、散水試験を 60 日間行った。



写真1 北九州エコタウンセンター内実証試験施設

§4. 実験

4.1 カラム試験

4.1.1 試験方法

本研究では 2007 年に一般廃棄物の焼却施設より採取した焼却灰(主灰)を 10mm のふるいにて夾雑物を除去し、前処理試験用の円筒カラム(内径 100mm、カラム底部に 50mm 砂利充填)に充填し実験に供した。カラム高さは実験に応じ設定した。散水はタイマーでポンプを制御し、カラム上部より水道水を滴下して行った。通気はカラム横下部より導入し、焼却灰の乾燥を防止するため加湿を行った。浸出水はカラム下部に浸出水受け器を取り付けて採取した。カラム試験装置は 25℃の恒温室内に設置した。試験条件を表 1 に示す。

実験終了後カラムを解体し、充填されている焼却灰を三層になるように分割しそれぞれサンプリングした(上層、中層、下層)。180cm カラムについては、上層(0-20cm)、中層(90-110cm)、下層(160-180cm)と 20cm ずつ採取した。良く混合した各サンプルを環告 13 号に準じて溶出試験を行った。溶出試験水及び試験期間中の浸出水について pH、EC、TOC(全有機態炭素)、Na、Ca、Pb について分析した。

表1 試験条件

試験区	試験条件				
	試験条件概要	充填高 cm	充填密度 g/cm ³	通気 mm/sec	試験日数 日
180cm厚	36mm散水 + 2mm/sec通気	180	0.85	2	36
30cm厚	4mm散水 + 2mm/sec通気	35	0.80	2	4

4.1.2 カラム試験結果

本実験では、基準前処理法の約6倍にあたる180cmまで焼却灰を充填したカラムを作製し、従来と同様の間欠散水を行った。散水量は焼却灰が乾燥気味であることを考慮し、基準法の9倍にあたる36mm/日に設定した。浸出水の TOC 濃度の推移を図3に示す。180cm 厚処理区では 30cm 厚の処理区とほぼ同様の推移を示した。また試験終了後の溶出試験(図4)においても 30cm 厚と同等かそれ以下の値を示していた。これは EC や Pb 濃度においても同様の傾向が見られた。180cm 厚にすることで、焼却灰の自重による圧密やそれに伴う水みちの形成など危惧されたが、水質にそれらの影響は見られなかった。本実験の結果より 180cm 厚においても散水量をコントロールすることにより 30cm 厚で行っていた基準前処理方法と同等の前処理効果を得ることが可能であることが示唆された。

本結果を受けて、実証試験においても同様に撒き出し厚さ 180cm、36mm/日散水に設定することとした。

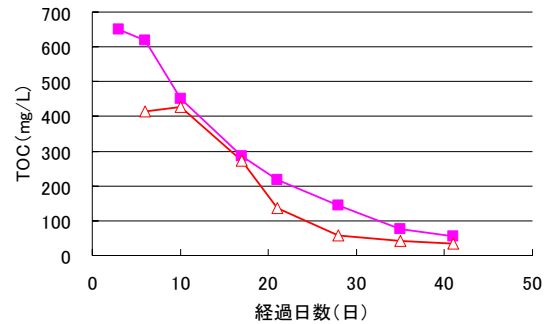


図3 浸出水中のTOC濃度の推移

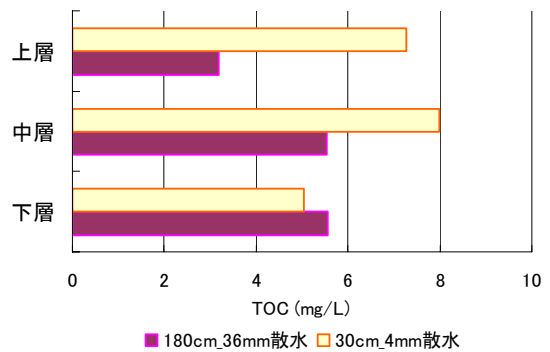


図4 溶出試験のTOC濃度

4.2 実証試験

4.2.1 実証試験実施場所及び試験施設

実証試験は北九州市エコタウンセンター内廃棄物実証試験施設内の試験槽(7m×5m×4mH)にて実施した。試験期間としては平成20年9月13日から平成21年2月10日まで行った。供試試料は北九州市皇后崎工場から焼却灰(主灰)の提供を受けて搬入した。搬入量は 81tとした。焼却灰の搬入後、散水試験を60日間実施した。実証試験装置を図5に示す。試験装置は散水装置、通気装置、浸出水集水装置からなり、施設内の試験槽底面に排水用砕石および通気用の散気管を敷設した。

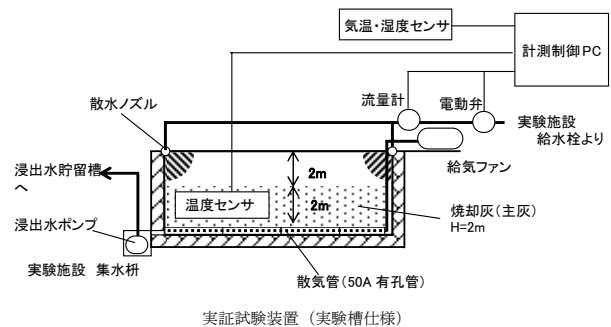


図5 実証試験装置概要

4.2.2 焼却灰の搬入

工場から焼却灰(主灰)の提供を受けて、実証試験施設に10t ダンプトラックで搬入した。搬入量はトラックで9回、合計 81t とした。焼却灰は搬入・投入ステージに一度ダンプし(写真2)、各ロットごとにサンプリングを行った。ステージにダンプされた焼却灰は実作業を想定し、篩い分けは行わず有姿のままバックホウを用いて実験槽内に敷き均した。表面から40cm、80cm、140cmの位置に温度センサ(熱電対)を設置ながら搬入を継続し、81t を搬入した時点で完了とした。完了時における焼却灰の深さは180cmとなった。



写真2 ダンプトラックによる搬入

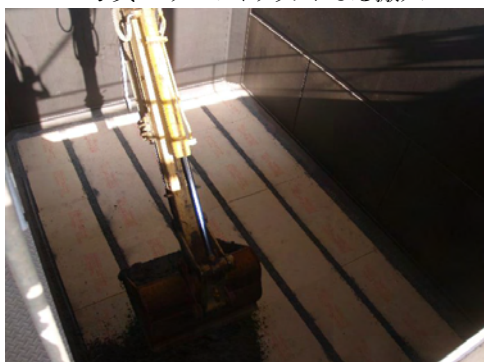


写真3 バックホウによる敷き均し

4.2.3 運転条件

実証試験条件はラボ試験結果をもとに、以下のとおりに設定した。

○水量

散水量 1.2 m³/日

浸出水量 0.96 m³/日

浸出水量／散水量 80%

経過日数 50 日の時点での液固比 0.6

○通気量

1.8 mm/sec でほぼ一定

4.2.4 サンプリング・分析項目及び計測項目

○ 浸出水

浸出水の分析項目を以下に示す。

pH, EC, TOC, BOD, COD, T-N, Pb, Na, Ca, Cl

○ 前処理前後の焼却灰

搬入時および実証試験終了時前処理済焼却灰(主灰)の搬出時に焼却灰の採取を行った。採取した焼却灰について溶出試験(環告13号)を行った。

溶出液について、以下の分析項目を分析した。

pH, EC, TOC, Pb, Na, Ca, Cl

○ 環境計測データの回収および解析

実証試験期間中の下記の項目について計測制御PC を用いて連続計測・制御を行った。制御項目は送風量、散水量である。

・ 計測および制御項目

水量(散水量、浸出水量) 計測および制御
ブロー送風量

・ 計測項目

温度(外気温、各焼却灰層(40、80、140cm)
外気湿度

4.2.5 試験結果

1) 焼却灰層の温度

各層における焼却灰層内温度の推移を図6に示す。試験開始直後から温度が上昇し、中層においては開始1週間後に 50℃を超えた。各層の温度は2週間前後を経過した時点から徐々に低下してゆく傾向を示したが、散水・通気を行っている期間では外気温と比較して高い傾向を示すことを確認した。水和反応や生物反応による温度上昇の可能性が考えられるが、今後の検討が必要である。

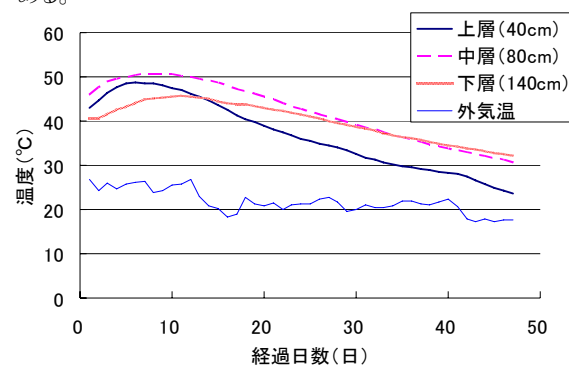


図6 焼却灰層内の温度推移

2) 浸出水の性状の変化

(1) 着色の変化

試験開始 49 日後までの浸出水の着色の変化を写真 4 に示す。20 日を過ぎるころから着色が薄まってゆく傾向が確認された。40 日後からは着色はほとんど感じられなかった。また臭気についても40日以降の浸出水はほとんど感じられなかった。

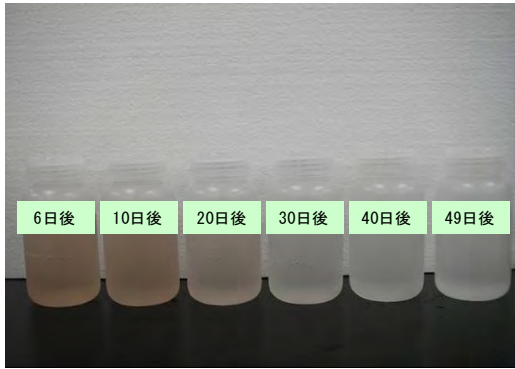


写真4 浸出水着色の変化

(2) 水質の経時変化

① EC

ECの経時変化を図7に示す。散水開始後10日間程度の期間は高い値を示したが、その後低下し、40から50日程度でEC値低下の速度が低下した。散水により、塩類の洗い出し効果が進んでいることが伺えた。

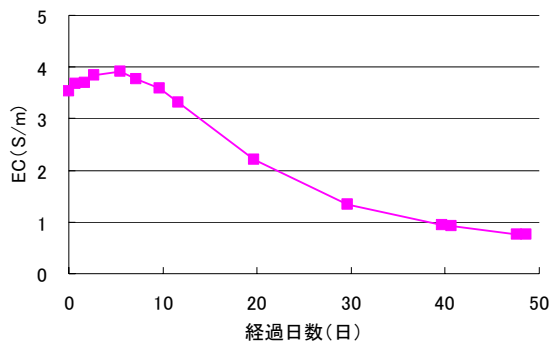


図7 浸出水中のECの推移

② TOC

TOCの経時変化を図8に示す。ECの経時変化と比較してTOC濃度の立ち上がりに時間差があったが、5日前後をピークにして経過時間に伴って濃度が低下した。塩類の洗い出しと同様にTOCで示される有機成分についても散水による洗い出しの効果が進んでいることが伺えた。

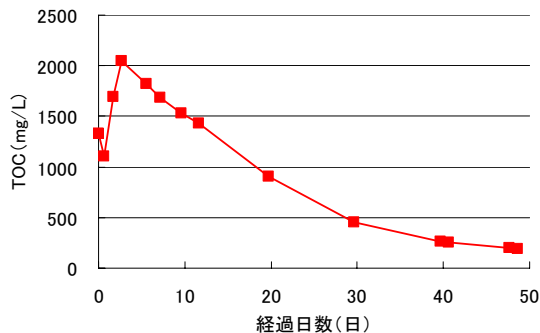


図8 浸出水中のTOC濃度の推移

③ 試験終了時のBOD,COD

試験開始時の浸出水のBODおよびCODの分析値を表2に示す。散水開始後50日の時点で初期ピーク

時の1/10程度に低下した。これらの指標は浸出水中に含まれる有機性成分の含有量と関連する。本試験では同じ有機性成分の指標としてTOCの経時変化を分析したが、TOCにおいても同様にピーク時の1/10程度に低下した。一般的にBOD、CODの分析と比較してTOCの分析は簡便であるため、日常の水質管理はTOC成分を指標として行い、水質管理指標としてBODまたはCODの値を監視するような形での前処理工程の運転管理が考えられた。

表2 浸出水中のBOD,CODの変化

	初期値	50日後
BOD	2,600mg/L	210mg/L
COD	1,500mg/L	170mg/L

3) 焼却灰の溶出試験

散水試験終了後(65日後)、表層より深さ40-50cm、90-100cmの焼却灰を採取し溶出試験を行ったところ、前処理なしの焼却灰(9回分平均値)と比較してECで1/3、TOCで1/7程度まで減少していることが確認された。このことから本研究の前処理手法によりほぼ均一に焼却灰の安定化を進めることが可能であることが確認された。

4) カラム試験との比較

ラボ試験における試験データ(埋め立て高さ30cmで散水量の液固比および通気条件は同条件で設定、焼却灰は北九州市皇后崎工場より採取したが時期は異なる)との比較を行った。図9にTOCの比較結果を示す。「実証試験180cm」は今回の試験結果、「カラム試験30cm」は過去のラボ試験結果を示す。

焼却灰の採取時期は異なるが、実証試験およびカラム試験におけるEC、TOC値の経時変化は同様の傾向を示した。これらの結果から、実証規模での前処理方法の有効性を確認できたと同時にカラム試験によって埋立もしくは前処理に受け入れる焼却灰の事前試験・トリートビリティ試験を実施できる可能性が示唆された。

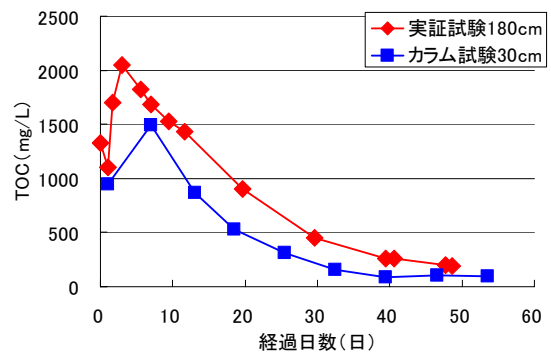


図9 浸出水中のTOCの推移

§5. FASTシステムによる新しい埋立管理工程

FAST システムの前処理工程の特徴として、焼却灰の改質と埋立前の焼却灰の性状を把握する(トレーサビリティの確認)ことが考えられた。これらの特徴を基に新しい最終処分場の管理工程を以下のように考察した。(図10)

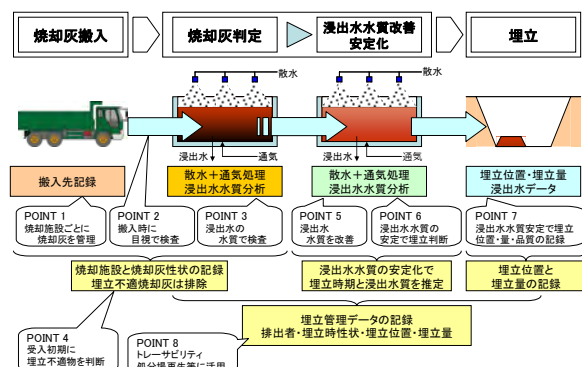


図10 FASTシステムによる最終処分場管理工程

管理工程のポイントをまとめると以下になる。

① POINT1: 焼却施設ごとに焼却灰を管理

最終処分場に数ヶ所の焼却施設から焼却灰が搬入されている場合は、焼却灰性状はそれぞれの焼却施設の焼却方式・稼動年数・搬入可燃ごみの地域差などにより異なる。そのため、それらの焼却灰を混ぜずにそれぞれの焼却施設ごとに養生区画を変えて、別々に安定化を図る必要がある。

② POINT2: 搬入時に目視で検査

搬入時のダンプアップ時に目視により前処理に不適な粗大ごみや燃え残りなどを可能な限り選別し、安定化に悪影響がないようにする。

③ POINT3: 浸出水の水質で検査

受入初期に出てくる浸出水の性状を検査する。

④ POINT4: 受入初期に埋立不適物を判断

検査の結果、有機物が規定以上含まれていたり、重金属類の含有量が異常に多い焼却灰などをチェックし、通常の前処理で対応できないものは、撤去し焼却施設に返送り再焼却するか、セメント固化処理などの処理を行う。

⑤ POINT5: 浸出水水質改善

散水・通気を行い、定期的に浸出水を検査し、前処理による安定化の進行状況をチェックする。

⑥ POINT6: 浸出水水質の安定で埋立判断

浸出水の水質が所定の濃度になったら、前処理終了と判断し、最終処分場に搬出する。

⑦ POINT7: 浸出水水質安定で埋立位置・量・品質の記録

最終処分場では、その焼却灰の埋立位置・量・性状

(安定化の状況)を記録する。

⑧ POINT8: トレーサビリティ: 処分場再生等に活用

埋立記録により、焼却灰のトレーサビリティを確保することができる。

§6. まとめ

本研究で得られた結果を以下にまとめる。

- (1) 焼却灰を充填し、散水及び通気を行う前処理槽内では温度が 50℃程度まで上昇することが本実証試験で明らかになった。
- (2) 焼却灰の早期安定化することを目的として開発を進めてきた、散水と通気による前処理手法について実大規模での実証試験を行った。焼却主灰 81t を 180cm 厚さに撒き出し、約 50 日で浸出水中の EC、TOC 濃度が低下することを確認した。この結果からラボ試験と同様の効果が実大規模においても得られることが明らかになった。
- (3) ラボにおけるカラム試験が実大規模での前処理の経時変化と同様の傾向を示すことが確認され、トレーサビリティ試験としてカラム試験が有効であることが示唆された。

謝 辞 本研究は福岡大学大学院、株式会社クリーンセンターとの共同研究による平成20年度北九州市環境未来開発助成「FASTシステム最終処分場の実証研究」の成果であり、関係各位の方々に深謝いたします。

参考文献

- 1) 環境省、一般廃棄物処理実態調査(平成 18 年度調査結果)
- 2) 矢島聡・佐竹英樹ら: 高度管理型最終処分場における埋立物安定化に関する研究, フジタ技術研究報告 第 40 号, 2004
- 3) 久保田洋・矢島聡ら: 廃棄物の埋立管理における前処理の効果, フジタ技術研究報告, 第 44 号, 2008
- 4) 久保田洋・樋口壮太郎ら: 焼却灰の埋立管理における前処理の効果(4), 第 20 回廃棄物学会研究発表会講演論文集, 2009

ひとこと

安全・安心な最終処分場の普及のためには川上(搬入時)での管理が重要であり、そのためにFASTシステムのようなリスク管理手法は有効であると考えています。



久保田 洋