

一般廃棄物焼却灰の開水路分級技術の開発に関する研究

九州大学 学生会員 ○前田拓磨、フェロー会員 島岡隆行

〃 正会員 小宮哲平、中山裕文、梶野友貴

中電技術コンサルタント(株) 正会員 渡辺修士 非会員 平尾隆行、竹本誠

五洋建設(株) 正会員 鵜飼亮行、加島史浩

中央開発(株) 非会員 前田直也、松崎陽介

1. はじめに

我が国では最終処分される廃棄物の約 20%が海面処分されており¹⁾、海面処分場の依存率が高くなってきている。海面処分場では廃棄物が海水中に没するために埋立廃棄物の安定化に時間を要し、処分場の廃止の遅延が維持管理コストの増加及び円滑な土地利用の障害をもたらしている。一方、海面処分される廃棄物の約 3 割を占める焼却灰は小粒径なもののほど汚濁成分を多く含むことが知られており²⁾、細粒子区分（粒径 0.425mm 以下と定義）を除去して焼却灰を海面処分することにより、海面処分場の早期安定化が期待される。著者ら³⁾は一般廃棄物焼却灰から細粒子区分を効率的に除去する方法として開水路分級に着目し、昨年度開水路分級実証実験を実施し、細粒子区分の除去率が 5 割程度であることを確認している。本研究では、細粒子区分除去率の更なる向上を図ることを目的に、焼却灰投入方法等の改善を行い、開水路分級実証実験を再度実施し、焼却灰投入地点からの流下距離と沈降焼却灰の堆積状況の関係を把握することにより、沈降部（焼却灰投入地点から開水路末端まで）の最適長さと細粒子区分除去率を把握した。

2. 試料及び方法

2-1 試料 T 清掃工場から排出された焼却灰から粒径 10mm 以上の粗雑物を除去したものを試料とした。焼却灰中の細粒子区分の割合は 27%であった。

2-2 実験方法 0 海面処分場の内水域に隣接する場所に図-1 に示す開水路 (W30×D1250×H80cm) を設置した。開水路の底面には沈降焼却灰回収のために受皿 (W235×D296×H44mm) を敷詰めた。ノッチタンクに貯留された処分場の保有水をポンプで開水路内に供給し、水深及び断面平均流速が所定値になるようにバルブ及び可動堰を調整した上で、投入焼却灰の着水速度を可能な限りゼロに近づけることを目的に小分けした焼却灰を水面に限りなく近づけて投入し、この投入を投入量合計が 30.0kg となるまで繰り返した。焼却灰投入が完了して所定時間経過後、給水ポンプを止め、開水路底面に堆積した沈降焼却灰が流動しないように可動堰の高さをゆっくりと下げて排水し、代表地点の受皿に堆積した沈降焼却灰を回収し、乾燥質量及び粒度分布を測定した。流速は超音波流速計 (Vectrino、Nortek 社) で測定し、断面平均流速は流速の鉛直方向分布から 3 点法で求めた。

表-1 に実験ケースを示す。断面平均流速が 2 水準、沈降部の長さ（投入地点から可動堰下端までの水平距離）が

2 水準の計 3 ケースの実験を行った。水深は全ケースで 60cm とした。ケース 1 は昨年度の実証実験における水深及び断面平均流速を再現したものであるが、流下距離と沈降焼却灰の堆積状況の関係を明らかにするため、沈降部の長さを

昨年度の実験より 2m 長くし、7m とした。ケース 2 は、流速が流下距離と沈降焼却灰の堆積状況の关系到及ぼす影響を把握することを目的に、ケース 1 よりも断面平均流速を速くしたものである。ケース 3 は、ケース 2 の結果に基づき沈降部の最適長さを検討し、沈降部の長さ以外の条件をケース 2 と同じにしたものである。

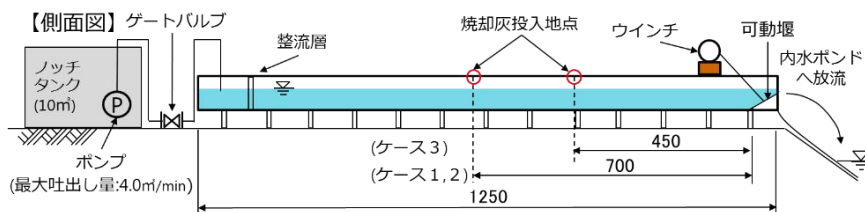


図-1 開水路設計図 (単位: cm)

表-1 実験条件

ケース番号	水深(cm)	断面平均流速 (cm/s)	沈降部長さ (m)
1	60	40	7
2	60	60	7
3	60	60	4.5

3. 結果及び考察

3-1 流速の鉛直方向分布 図-2 に流速の鉛直方向分布を示す。プロットは実測値、曲線は実測値の対数近似曲線である。ケース 2 及び 3 では、3 点法で測定した断面平均流速は同じであったが、流速分布は大きく異なっていた。

3-2 流下距離別の堆積状況 図-3 に流下距離別の沈降焼却灰の乾燥質量を示す。乾燥質量は焼却灰投入地点から 1~2m 下流でピークを示し、流速の対数近似値が速いケースほどピーク位置は下流側に位置した。図-4 にケース 2 における流下距離別の粒度分布を示す。粒径が大きいほど沈降速度は速く、上流側に粒径が大きなもの、下流側に粒径が小さなものが堆積した。赤線は沈降焼却灰中の細粒子区分の質量百分率を示す。

3-3 沈降部の最適長さの検討 ケース 2 における流下距離別の沈降焼却灰の乾燥質量及び粒度分布のデータを用い、焼却灰投入地点からある距離までの区間に堆積した沈降焼却灰及び細粒子区分焼却灰の乾燥質量を求め、それらの投入焼却灰乾燥質量に対する比率をそれぞれ焼却灰堆積率及び細粒子区分堆積率と称した。また細粒子区分堆積率を 1 から引いたものを細粒子区分除去率と称した。区間距離を沈降部長さと捉え、図-5 に細粒子区分除去率及び焼却灰堆積率と沈降部長さの関係を示す。沈降部長さが短いほど細粒子区分除去率は高くなるが、一方で除去対象外の粗粒子区分焼却灰も多く流出することが示唆された。除去された焼却灰は処分場内に設けた特別区画で埋立処分することを想定しているが、安定化に長期間を要する特別区画は最小限とすることが望ましい。そこで次式(1)の最適な沈降部長さを検討するための指標を考案した。焼却灰堆積率が大きいほど、流出する焼却灰の量が少なく、特別区画の必要面積が小さくなる。細粒子区分除去率が高かつ焼却灰堆積率も高い、すなわち指標値が最大となる沈降部長さを求めた結果、4.5m 付近であった。そのため、ケース 3 の沈降部長さを 4.5m に設定した。

$$\text{指標}[-] = \text{細粒子区分除去率}[-] \times \text{焼却灰堆積率}[-] \cdots (1)$$

3-4 細粒子区分除去率 表-2 に細粒子区分除去率を示す。最適な沈降部長さを採用したケース 3 では 61% であり、昨年度や他のケースに比べ高い除去率が得られた。

4. まとめ

開水路分級における焼却灰投入方法等の改善により、細粒子区分除去率は向上し、細粒子区分の約 6 割を除去できた。

謝辞：本研究は公益財団法人廃棄物・3R 研究財団からの受託研究として実施されたものである。記して謝意を表する。

【参考文献】 1) 環境省:平成 28 年度一般廃棄物処理実態調査結果, http://www.env.go.jp/recycle/waste_tech/ippan/h28/data/disposal.pdf. 2) 大西一馬ら:都市ごみ焼却灰の分級処理による海面処分場の早期安定化に関する研究, 土木学会論文集 G(環境), 72 巻, 7 号, pp. 333-340, 2016. 3) 前田拓磨ら:海面処分場の早期安定化のための都市ごみ焼却灰の開水路分級技術の開発に関する研究, 土木学会論文集 G(環境), 74 巻, 7 号, pp. 325-332, 2018.

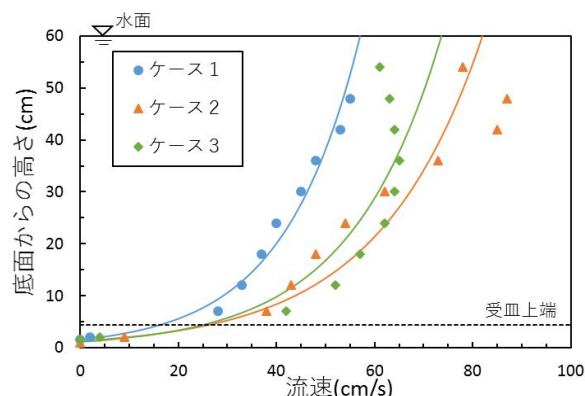


図-2 流速の鉛直方向分布

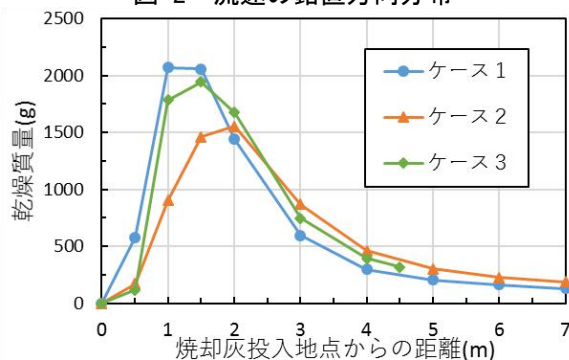


図-3 乾燥質量

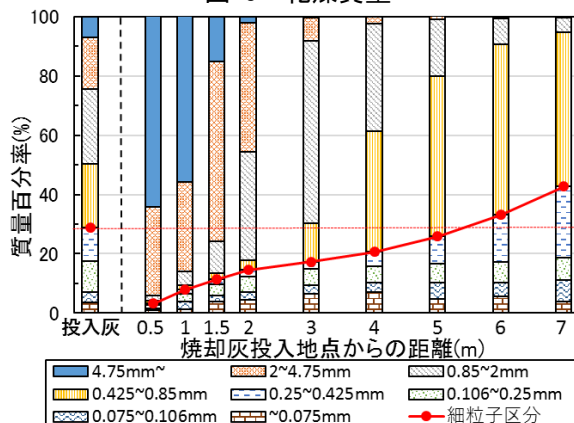


図-4 流下方向粒度別質量百分率(ケース 2)

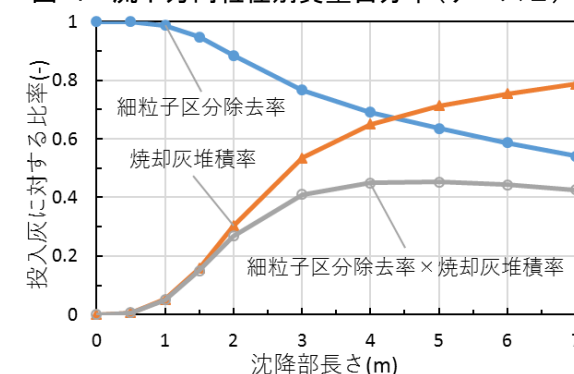


図-5 細粒子区分除去率と焼却灰堆積率の関係(ケース 2)

表-2 細粒子区分除去率

ケース	ケース 1	ケース 2	ケース 3
除去率(%)	33.7	55.6	61.1