

海面処分場における廃棄物受入方法の変更に伴う汚濁負荷軽減策の経済評価

九州大学工学部 学生会員 ○林 くるみ

九州大学大学院工学研究院 正会員 中山 裕文

九州大学大学院工学研究院 フェロー会員 島岡 隆行

1. はじめに

海面処分場では埋立廃棄物が保有水に没し嫌気的条件かつ高塩類下にさらされることで、微生物活動が制限されることや、廃棄物層内の流動性が低いことも相まって安定化が遅れ、処分場を廃止するまでの維持管理期間の長期化が大きな問題となっている。海面処分場に受入れる焼却残渣の汚濁負荷軽減策としては、上流側プロセスである焼却処理において、埋立地での浸出水処理負荷の低い排ガス処理薬剤や飛灰のキレート薬剤を選定する方法¹⁾と海面処分場に焼却残渣を受入れた後に分級等の埋立前処理により対応する方法²⁾が考えられる。しかしながら、これまで両者の汚濁負荷軽減策の経済性を比較検討した研究はなされていない。そこで、本研究では海面処分場における焼却残渣の受入方法の改善策として、上流側（搬入前）および下流側（搬入後）で対策した場合の経済性の比較評価を行うため、大阪沖埋立処分場を参考に同規模の

海面処分場を設定し、それぞれの改善策を行った場合の経済性を比較検討した。

2. 海面処分場における受入方法改善策の経済評価の方法

2.1 計算対象とした海面処分場の規模と焼却残渣の受入量

大阪沖埋立処分場を参考に表1のように海面処分場の諸条件を設定した。また、可燃物は焼却により、もとの重量の12.6%¹⁾の焼却残渣になるとした。

2.2 設定したシナリオ

上流側では、焼却施設において埋立地の浸出水処理負荷の低い薬剤を使用することとした。我が国の焼却施設では排ガス処理に特号消石灰、飛灰安定化処理には有機キレート薬剤（ピペラジン系）が一般的に用いられる。しかし、これらの薬剤が浸出水処理に影響をきたす¹⁾ことから、排ガス処理薬剤を水酸化ドロマイト及び重曹に変更し、飛灰安定化処理薬剤をリン酸系無機薬剤に変更するシナリオを設定した。また、参考文献¹⁾および関係会社へのヒアリングから表2のように薬剤の概要を設定し、消石灰（特号、以下特号消石灰と呼ぶ）と有機キレート薬剤の組み合わせを使用薬剤の基準とした。ただし、リン酸系無機薬剤を使用した場合、施設設備が腐食するといった問題が発生するが、これについてはデータを得ることができなかった。実際は腐食対策として、さらに追加の対策コストがかかると考えられる。下流側では、海面処分場において分級処理を実施することとし、国土技術政策総合研究所及び五洋建設の資料を参考にして設定した表3の原単位表を用いて計算を行った。

2.3 水酸化ドロマイトにかかる輸送費の設定

表1 海面処分場の諸条件

埋立容量 [m³]		5,400,000
埋立面積 [m²]		370,000
護岸総延長 [m]		2,400
埋立年数		20年
焼却残渣年間受入量 [t]		275,000
供用期間20年間の焼却残渣年間受入量 [t]		5,500,000
分級処理を実施する場合	区画埋立の中仕切の長さ [m]	345
	分級水路の列数	2列
	ホッパーの台数	2台

表2 本研究で設定した薬剤の概要

排ガス処理薬剤の種類	特号消石灰	水酸化ドロマイト	重曹
排ガス処理薬剤単価	25円/kg	30円/kg	95円/kg
ごみ1tあたりの排ガス処理薬剤添加量	4.38kg	4.55kg	2.63kg
ごみ1tあたりの飛灰発生量	18.83kg	24.05kg	9.19kg
排ガス処理薬剤に対するキレート薬剤添加率	有機 5% 無機 10%	有機 5% 無機 11%	有機 5% 無機 7%
薬剤の種類	有機（ピペラジン系）		無機（リン酸系）
薬剤単価	223円/kg		190円/kg

表3 原単位表

建設	護岸建設費（みなし区画仕切工事費）	15.2	百万円/m
	付帯施設建設費（浸出水処理施設）	0.9	百万円/千m ²
	中仕切建設費	2,100	千円/m
	分級水路	3,550	千円/列
	ホッパー	3,500	千円/台
受入から閉鎖	分級処理費		
	ベルトコンベア	120	千円/(台・月)
	水中ポンプ	36	千円/(台・月)
	バックホウ（リース・人件費）	1,000	千円/(台・月)
	10tダンプ（リース・人件費）	500	千円/(台・月)
	埋立費	3	千円/m ³
	維持管理費		
	施設点検・補修費	220	千円/(千m ² ・年)
	浸出水処理費	162	千円/(千m ² ・年)
	水質モニタリング費	42	千円/(千m ² ・年)
	人件費	715	千円/(千m ² ・年)

水酸化ドロマイトは国内産を使用することとし、国土交通省が定める関東運輸局におけるトラック運賃を参考に輸送費を計算した。全国の水酸化ドロマイトの9割を供給している栃木県葛生地区から関西地域までの距離約600 kmを10 tクラスの大型車で輸送するとし、これにかかる費用を一回の薬剤購入量10 tで除し、水酸化ドロマイト1 kgあたりの輸送費33.2円を算出した。また、特号消石灰と重曹は関西地域内で供給できるとし、輸送する距離を50 kmと設定して薬剤1 kgあたりの輸送費2.8円を計算した。

3. 上流側（搬入前）対策および下流側（搬入後）対策におけるコスト計算結果

3.1 上流側（搬入前）対策の計算結果

特号消石灰と有機系薬剤の組み合わせ（基準）では、年間薬剤関連費は図1のように7.2億円となった。また、水酸化ドロマイトとリン酸系無機薬剤の組み合わせに変更した場合、年間17.3億円となった。重曹と有機系薬剤の組み合わせでは、年間7.9億円となった。基準と変更後の差分は、最も大きいもので10億1千万円、最も小さいもので7千万円となった。

3.2 下流側（搬入後）対策の計算結果

分級処理を実施する場合、中仕切、分級水路、ホッパーの建設費に供用期間20年の分級処理費を加算した。その結果、図2のように分級処理を実施しない場合は347億円、実施する場合は360億円となり、その差分は13億円となった。また、一年あたりでは約7千万円となった。

4. 上流側（搬入前）対策と下流側（搬入後）対策の比較

特号消石灰と有機系薬剤の組み合わせ（基準）からそれぞれ変更した際の費用の差分を年間可燃物焼却量で除し、可燃物1 tあたりのコスト増加額を計算した。また、分級処理を実施する場合と実施しない場合の差分を供用期間20年間における可燃物焼却量で除し、可燃物1 tあたりのコスト増加額を計算した結果、図3のようになった。これらを比較すると、焼却施設における薬剤を水酸化ドロマイトとリン酸系無機薬剤の組み合わせに変更した場合は429円/tとなった。分級処理を実施した場合は30円/tとなった。

5. 結論

焼却施設において特号消石灰と有機系薬剤の組み合わせから薬剤を変更した際の可燃物1 tあたりのコスト増加額を比較した結果、水酸化ドロマイトとリン酸系無機薬剤の組み合わせが429円/tと最も大きかった。また、重曹と有機系薬剤の組み合わせは29円/tと最も小さかった。分級処理を実施した場合は30円/tと全体のシナリオの中で2番目に小さかった。ただし、水酸化ドロマイト、または重曹とリン酸系無機薬剤は埋立地の浸出水処理負荷が小さく、長期的にみると処分場の早期安定化による維持管理コストの削減が見込まれる。分級処理の実施についても、処分場の閉鎖から廃止までの維持管理期間が短縮されるため、コスト削減が見込まれる。本研究では汚濁負荷軽減量の比較はしていないため、これらを考慮して汚濁負荷軽減策を検討していく必要がある。

【参考文献】

- 1) 樋口壯太郎：焼却排ガス処理薬剤や飛灰処理キレートが埋立管理に与える影響と対策研究、2016
- 2) 管理型海面処分場の早期安定化及び利用高度化技術に関する委員会：港湾における管理型海面処分場の早期安定化に関する技術情報集、2017

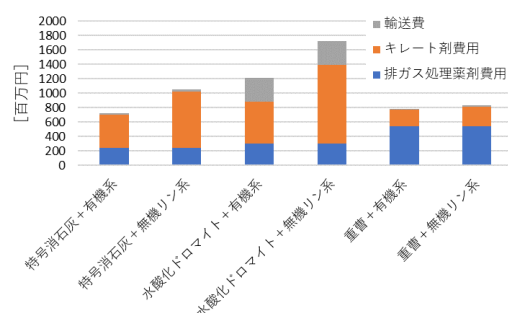


図1 上流側（搬入前）対策のコスト

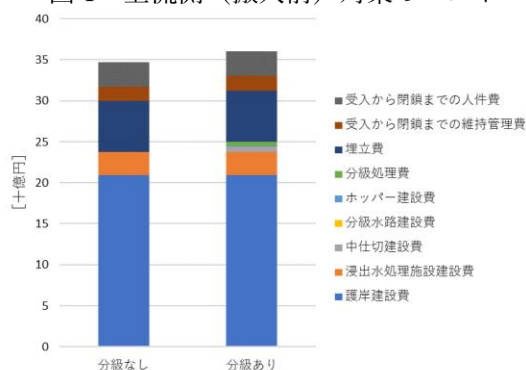


図2 分級処理のコスト比較

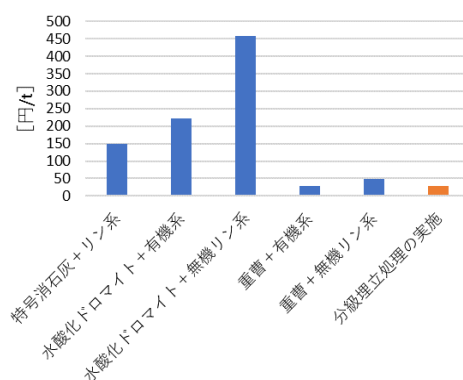


図3 可燃物焼却量1 tあたりのコスト増加額