

廃棄物固化式処分システムのライフサイクルコスト評価

九州大学大学院 学生会員 小森 祐輝
 〃 正会員 中山 裕文
 〃 フェロー会員 島岡 隆行

1. はじめに

固化式処分システムは、最終処分場に搬入された焼却残渣を選別し、セメントと水を加えて混練した後に振動固化する超流体工法にて埋立を行う新たな工法である。著者らは、従来型処分場と固化式処分場のライフサイクルコスト (LCC) の比較評価を行ってきた¹⁾。これまでの LCC 評価に用いた計算条件には、室内試験や比較的小規模な実験に基づく値を用いていたという課題があった。そこで、本研究では、福岡市中田処分場内において実規模で行った固化式処分の埋立前処理や施工時のデータ、施工後の水収支、水質等のデータを考慮し、固化式処分システムにおける埋立方法や水処理方法、維持管理期間等を再検討した。さらに、必要な設備や重機等の台数等の見直しを行った。さらに、最終処分場廃止後の跡地利用に移るまでの期間を含めた検討を行ったのでその結果を報告する。

2. LCC の計算方法

表 1 に、対象とした最終処分場のライフサイクルステージにおける LCC 評価項目を示す。従来型処分場と固化式処分場について表中の費用を算出し、LCC を比較評価することとした。

表 2 に設定した最終処分場の諸条件を示す。本研究では、従来型処分場と固化式処分場でそれぞれ年間焼却残渣埋立処分量 5 千 t/年 (小)、50 千 t/年 (大) の 2 ケースを設定した。埋立深さを 20m、供用期間を 20 年と設定した。固化式処分場は、覆土が不要であり、超流体工法を用いた振動締固めにより減容されるため、埋立地の容積を従来型よりも 23% 小さくすることができることとした。また、実証試験における焼却灰、飛灰、セメント、水の配合率 (表 3) を元にセメント購入費等を算出した。

従来型処分場と固化式処分場における、雨水の浸透 (浸出水)、表面排除 (表流水)、蒸発の割合を表 1 に示す。従来型処分場については参考文献²⁾を参考に設定した。固化式処分場については実証試験において浸出水が発生しないことが示された。一方、表流水が多く発生し、埋立直後に固化体に接触した表流水の鉛濃度がやや高く、1 年後には表流水水質は基準を満足した。そこで、2 年間のモニタリング期間を含め埋立後 3 年間

表 1 各ライフサイクルステージにおける評価項目

ライフサイクルステージ 処分場	建設段階	供用期間	維持管理期間	廃止・跡地利用の準備	跡地利用
従来型処分場	・埋立地土木工事 ・浸出水処理施設建設	・従来型埋立作業： 敷均し、転圧 ・即日、中間覆土 ・浸出水処理 ・モニタリング ・整備補修	・浸出水処理 ・モニタリング	・最終覆土 ・地盤改良： プレローディング工法	高度な跡地利用を想定
固化式処分場	・埋立地土木工事 ・浸出水処理施設建設 ・パッチャープラント設備工事	・固化式埋立作業： 磁力選別、篩分け、 セメント・水・焼却残渣の混練、振動締固め ・表流水処理 ・モニタリング ・整備補修	・表流水処理 ・モニタリング	・最終覆土	高度な跡地利用を想定

← 本研究の研究対象範囲 →

表 2 最終処分場の諸条件

項目	従来型 (小)	固化式 (小)	従来型 (大)	固化式 (大)
1 年当たり焼却残渣埋立処分量 (千 t/年)	5		50	
埋立地供用年数 (年)	20			
総焼却残渣埋立処分量 (千 t)	100		1,000	
焼却残渣、焼却残渣固化体埋立処分体積 (千 m ³)	78.8	76.9	788	769
即日・中間覆土体積 (千 m ³)	15.8	0.0	158	0.0
埋立地容積 (m ³)	94.6	76.9	946	769
平均埋立深さ (m)	20			
埋立地面積 (千 m ²)	4.73	3.84	47.3	38.4
埋立区画数	1	20	5	20
維持管理期間 (年)	15	3	15	3

表 3 固化式埋立における各材料の配合率

項目	焼却灰	飛灰	セメント	水
練混ぜ材料の配合率 (%)	65.9	21.1	7.8	5.2

は表流水処理を行うこととした。表流水処理量を低減させるため、固化式では埋立区画数を 20 区画（1 年で 1 区画を埋立てる）とし、埋立中および埋立後 3 年以内の区画から発生する表流水は、独立した雨水集水路を通して水処理施設に流れるものとした。

2.3 跡地利用のための地盤改良

従来型の処分場では、埋立終了後の跡地を高度利用するためには地盤改良が必要となる一方、強固な地盤が形成される固化式処分場では地盤改良が不要である。そこで、従来型処分場の地盤改良のために必要なコストの計算を行った。本研究では地盤改良工法として、荷重を乗せて圧密沈下を促すことで、処分場内の廃棄物を掘り起こすことなく締め固めを行うことができる、プレローディング工法を想定して計算を行った。計算方法としては、概算標準工事費に跡地利用を行う面積を乗ずることで、地盤改良コストを算出した。

3. LCC 計算結果

図 1 に埋立開始から跡地利用のための地盤改良までの LCC の計算結果を示す。埋立廃棄物 1t 当たりの LCC は従来型（小）が 49.0 千円/t、固化式（小）が 45.0 千円/t、従来型（大）が 18.9 千円/t、固化式（大）が 13.7 千円/t となり、固化式の方が LCC が小さくなることが示された。固化式では、埋立地土木工事費、水処理施設（従来型：浸出水処理、固化式：表流水処理）建設費と処理費が小さくなった一方、人件費と重機購入費が大きくなった。図 2 に従来型に対する固化式の LCC 削減率と処分場規模（埋立ごみ量）の関係を示す。従来型に対する固化式の LCC 削減率は、埋立ごみ量 100 千 t では 8.2%、1,000 千 t では 27.9% となり、規模が大きいほど LCC の削減率が高いことが示された。

4. 結論

従来型、固化式処分場の LCC を比較した結果、以下のような結論が得られた。

- ・ 埋立廃棄物 1t 当たりの LCC は従来型（小）が 49.0 千円/t、固化式（小）が 45.0 千円/t、従来型（大）が 18.9 千円/t、固化式（大）が 13.7 千円/t となり、固化式の方が LCC が小さくなることが示された。
- ・ 固化式では、埋立地土木工事費、水処理施設建設費と処理費が小さくなった一方、人件費と重機購入費が大きくなった。
- ・ 従来型に対する固化式の LCC 削減率は、埋立ごみ量 100 千 t では 8.2%、1,000 千 t では 27.9% となり、規模が大きいほど LCC の削減率が高いことが示された。

【参考文献】1) 川崎耕, 中山裕文, 島岡隆行: 廃棄物固化式処分システムのライフサイクルコストに関する研究、平成 29 年度土木学会西部支部研究発表会、2018 年、2) 田中信壽: 環境安全な廃棄物埋立処分場の建設と管理、技報堂出版、2000 年

表 4 浸出水、表流水、蒸発の割合

項目	従来型		固化式	
	埋立中区画	埋立終了区画	埋立中区画	埋立終了区画
浸出水	0.72	0.22	0	0
表流水	0	0.5	0.72	0.72
蒸発	0.28	0.28	0.28	0.28

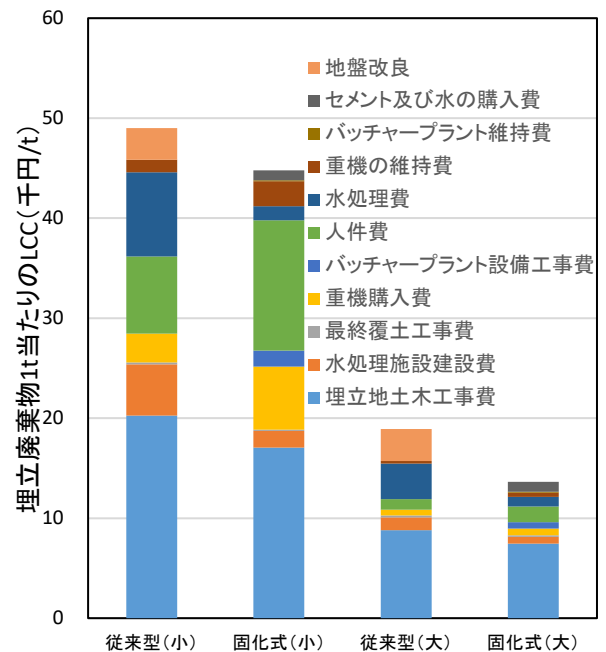


図 1 埋立開始から地盤改良までの LCC

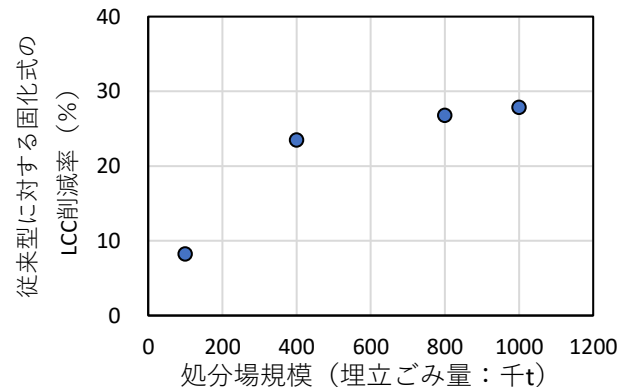


図 2 従来型に対する固化式の LCC 削減率と処分場規模（埋立ごみ量）の関係