

焼却灰を主体とした最終処分場の安定化促進方法の検討（3） 廃棄物の固化不溶化による早期安定化を目指した最終処分場の構造

○(賛)小嶋平三¹⁾、及川茂樹²⁾、(正)大野文良³⁾、(正)坂本篤⁴⁾、(正)吉村丈晴⁵⁾

1)㈱竹中土木、2)㈱東電通、3)清水建設㈱、4)日本国土開発㈱、5)㈱熊谷組

1. はじめに

近年、廃棄物最終処分場において、埋立廃棄物の早期安定化が大きな課題の一つとなっている。それに対して、本稿では廃棄物をセメントと混ぜて埋め立てる固化埋立案を提案するものである。

一般廃棄物処理の現状において、多くの自治体で焼却方式が採用されており、焼却灰主体の埋立が行われている。本検討では、この焼却灰をセメントと混ぜて埋め立てることにより、廃棄物層全体を固化不溶化し、浸出水量の低減、浸出水質の改善を図り、早期安定化を目指すとともに周辺環境の保全維持を図るものである。この方式には、法的な許可根拠が無く、固化埋立を採用している最終処分場は非常に少ない。希少な事例ではあるが、それを参考に、構造、埋立方法等について提案し、従来の埋立方法とコスト比較を行うケーススタディを実施するとともに、課題を抽出する。

2. 固化埋立案の基本的考え方

2.1 固化埋立案に期待される効果

固化埋立案における固化の主たる目的は、廃棄物を固化不溶化し有害物質を溶出させなくするとともに、埋立廃棄物層に雨水を極力浸透させることなく、浸出水量の削減および浸出水水質の改善を図り、安定化を促進させることである。

また、固化することにより、以下のような効果も期待できる。

- ・ 廃棄物の飛散防止、・ 悪臭の防止、・ 覆土量の削減、・ 地盤強度の確保（跡地の早期利用に有利）

2.2 固化埋立案処分場の特性

(1) 埋立面表面水の取り扱い

固化埋立案においては、埋立表面から埋立廃棄物層内へ浸透する水量は極めて少ない。埋立表面には固化材で固められた廃棄物が露出している状態であり、その上に溜まった水の取り扱いが一つの問題となる。事例では浸出水と同等の扱いをしているが、本検討においても固化体からの六価クロム溶出の懸念等を考慮し、浸出水として扱うものとする。

(2) 中間覆土

中間覆土の目的は、廃棄物の飛散防止、悪臭の発散防止、害虫の発生抑制および火災の防止が挙げられる。事例の実績からすれば、覆土がなくとも上記事象はいずれも生じていないことから考えると、中間覆土は不要であると考えられる。

(3) 最終覆土構造

固化埋立工法においては、セメント固化した廃棄物層には水が浸透し難いことから、従来の最終覆土構造では最終覆土から浸透した水が埋立面表面に触れた後に処分場外にあふれ出てしまう。そのことから、本検討においては図-1に示すような不透水性の最終覆土構造を提案する。

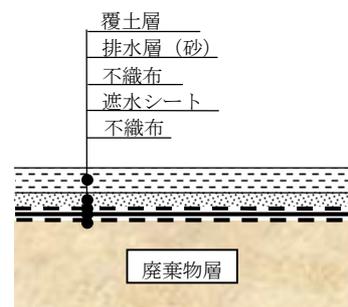


図-1. 最終覆土の構造

(4) 廃止の判断

事例の実績として浸出水および埋立ガスが発生していないことから、これら以外の現行の処分場廃止基準事項（廃棄物内温度、沈下、変形等）を満足することを確認して、廃止と判断することが考えられる。

3. ケーススタディ

従来型および固化埋立型最終処分場について、それぞれの建設、埋立中維持管理および埋立終了後維持管理のコストを算出し、建設から廃止までのライフサイクルコストについて比較検討を行う。

3.1 検討条件

(1) 施設建設費

過去における従来型最終処分場の実績から、処分場および水処理施設の規模（埋立容量、日処理量等）に応じて算出する。なお、埋立容量に関しては、従来型においては中間覆土量および最終覆土量、固化埋立型においては固化材量および最終覆土量を考慮して設定した。

(2) 埋立中維持管理費

1) 機械配置

固化埋立型については以下のような機械配置を基本に考え、埋立規模に応じて台数を設定した。

- ・ ホイールローダ： 焼却灰のプラントへの投入
- ・ コンクリートプラント： 焼却灰と固化材の攪拌・混合
- ・ ブルドーザ： 混合した焼却灰の敷均し
- ・ バックホウ： 埋立補助、埋立終了時の整形
- ・ タイヤローラ： 締固め
- ・ 送水ポンプ： 埋立地内表面水の浸出水処理施設への送水

【連絡先】〒136-8570 東京都江東区新砂一丁目1-1 (株)竹中土木東京本店 技術・設計部

小嶋平三 Tel: 03-6810-6222 Fax: 03-6660-6308 e-mail: kojima-h@takenaka-doboku.co.jp

【キーワード】廃棄物、焼却灰、固化不溶化、早期安定化、コスト

2) 固化材および固化材添加量

事例を参考にして、固化材には高炉B種セメントを用い、添加量は焼却灰の20%（重量比）とする。

3) 浸出水水質

表-1. 浸出水水質の設定

設定した浸出水水質を表-1に示す。従来型では過去の事例から設定し、固化埋立案ではセメント固化した廃棄物に触れた水であることを考慮し、推測して設定した。

	pH	BOD(mg/L)	SS(mg/L)	COD(mg/L)	T-N(mg/L)	重金属類	Dxn類
従来案	7	300	300	200	150	基準を少し上回る程度	
固化埋立案	7	100	150	100	100	基準以下	

表-2. 試算結果

単位:百万円

	従来型					固化埋立案				
	建設費	維持管理費 (埋立て中)	最終覆土	維持管理費 (埋立後)	合計	建設費	維持管理費 (埋立て中)	最終覆土	維持管理費 (埋立後)	合計
1万m3	440	477	4	168	1,089	442	681	24	1	1,148
10万m3	1,093	1,098	19	400	2,610	1,074	1,633	121	2	2,830
100万m3	5,464	4,103	73	1,514	11,154	5,059	5,989	473	2	11,523

(3) 埋立終了後維持管理費

1) 廃止までの期間

最終覆土が終了し、廃止できるまでの期間について、従来型においては過去の事例から30年とする。一方、固化埋立案においては、前述のように浸出水および埋立ガス以外の廃止基準事項である廃棄物内温度、および沈下・変形について満足することで廃止することを提案した。廃棄物内温度に関してはセメントが強アルカリであることから生物分解に起因する温度上昇はないと予測され、沈下・変形に関してもセメントで固化していることからないと予測されることから、最低管理期間で廃止基準を満たすと考えられ、2年と設定する。

2) 浸出水量

従来型では浸出係数におけるC1およびC2の関係より、埋立て中の浸出水量の60%が発生するものとする。固化埋立案では浸出水は発生しない。

3.2 試算結果

試算結果を表-2に示す。結果をまとめると以下となる。

- ・本検討では、水処理施設の建設費において想定した水質の違いを反映していない。反映すれば、固化埋立案の建設費を本検討より安く抑えられる可能性がある。
- ・埋立中の維持管理費においては、固化材費の影響が大きく、規模が大きくなるに従い固化埋立案が高くなる。
- ・一方、埋立後の維持管理費においては、水処理が不要であることが大きく、圧倒的に固化埋立案が安くなる。
- ・総合的にみれば、水処理費の低減効果よりも固化材費の増大の方が若干大きく、全ケースにおいて3~8%程度固化埋立案の方が高くなっている。しかし、先の述べたように固化埋立案の水処理施設の簡略化により、この差異を小さくできる可能性がある。

4. 今後の課題

(1) 法令の整備

現行の法令においてはこの固化埋立案は正式には認められていない。効果が認識され、問題がないことを検証し、いち早く法的にも認められることが望まれる。

(2) 固化体の要求品質

固化体の要求品質において、本検討では廃棄物を固化不溶化することとしたが、埋立層中に水を浸入させなければ有害物質も溶出しないという考えもある。その場合の品質基準としては、処分場の構造基準にある不透水性地盤の基準である透水係数 $1 \times 10^{-5} \text{cm/sec}$ が一つの目安となると考えられる。

(3) 最適固化材混練方法の検討

(2)の要求品質の設定次第で、混練方法の選択の幅も広がる。バラツキ等を考慮して最低限の品質を確保するためには、混合専用機械による攪拌混合は最低限確保する必要があると考えるが、本検討のようなコンクリートプラントだけでなく、土質改良機等の選択もあり得る。

(4) 廃止基準の考え方

本検討においては、現行の基準に従うこととし、最低管理期間の2年で廃止できると仮定したが、それで問題がないことは実証されていない。固化体の劣化等について検討を加え、長期安定性について検証した上で、固化埋立案の廃止基準について検討することが必要である。

5. おわりに

4で述べたように、固化埋立案は法的に認められていないこともあって事例が少なく、技術的に確証が得られていない課題が多い。しかしながら、本検討での経済性においては概ね従来型と同等であることが示唆され、加えて飛散・悪臭の抑制等、環境保全性においては優位となる可能性があることから、これからも検討していく価値のある埋立方法であると考えられる。今後、法的な整備とともに、一つ一つの課題を検証していくことが望まれる。

謝辞：本報告は、NPO・LS研の平成20年度研究成果報告書の一部である。研究分科会メンバーおよび下記の方々には研究進行において協力、ご指導いただいた。ここに記して感謝の意を表します。堀井安雄氏（クボタ環境サービス）、古田秀雄氏（日本技術開発）、花嶋正孝氏（NPO・LSCS研最高顧問）、古市徹氏（NPO・LSCS研理事長）