

廃棄物最終処分場の減容化技術の開発と施工事例

リフューズプレス工法

池田 通陽・中川 英司・小林 眞

廃棄物最終処分場の残余容量は年々減少してきているが、処分場用地確保の困難性や地域住民の反対等で新規処分場の建設は滞っている。このため廃棄物の総排出量の抑制や減量、既存の処分場での再分別や溶融、重機等を用いて動的・静的な圧縮によって減容し、延命させるなどが試みられている。

リフューズプレス工法 (Refuse Press Method) (以下「本工法」という) は、廃棄物を静的に圧縮して減容化することにより処分場の延命化を目的として開発された工法である。本稿では、工法の施工概要と施工事例及び減容化以外の適用事例などについて報告する。

キーワード：廃棄物、最終処分場、延命化、静的圧縮、海面処分場、無公害、締め固め、早期安定化

1. はじめに

最終処分場の延命化対策として、1) リサイクル、分別収集の徹底など廃棄物の総排出量の抑制や減量、2) 既に投棄されている廃棄物を掘起して再分別して再資源化や破碎・溶融して減容化する、3) 重機等を用いて動的または静的に強制的に圧縮して減容化 (高密度化) する方法、などがある。

本工法 (静的圧縮減容化工法) は、埋立廃棄物を原位置で静的に圧縮することによって減容化・高密度化し、埋立可能容量を増加する工法である (写真一1)。

本工法は、平成26年～平成29年にかけて極めて大規模な海面埋立処分場の (減容化) 工事に適用され、海面処分場での適用は難しいとされていたが、施工方法の改善等によって十分な成果を上げている。



写真一1 本工法の施工状況 (南本牧)

2. 本工法の概要

本工法は、廃棄物中に $\phi 700 \sim 1,500$ mm の貫入体 (締め固め機能付きの特殊なスクリーオーガー、写真一2) を回転・圧入して、廃棄物を横方向 (孔壁) に圧縮して締め固め、減容化する工法である。通常のスク



写真一2 貫入体 ($\phi 900$ mm, $\phi 1,500$ mm)

掘削・圧縮状況

リューオーガーの場合は、先端のオーガーヘッド部で掘削された土砂はスクリーを伝わり上方に排土されていく。それに対して本工法で使用する貫入体は途中の突起（こて）部で土砂（廃棄物）は孔壁に押し付けられ圧縮し掘削孔が形成される。さらに、貫入体を逆回転させることにより縦方向の締め固めが行われ、掘削孔内に投入された廃棄物が締め固められる。

(1) 施工機械

施工機械は、三点式パイルドライバーにオーガー掘削機を装備し貫入体を取り付けたものを通常用いている。さらに、施工能率の向上のため投入孔に素早く均一に廃棄物を投入するコンベアユニット（写真—3）や投入ホッパー（写真—4）、地上に出た貫入体に付着している灰の飛散を少なくして施工が進められるような鋼製スライド風管（写真—5）などが開発され、標準装備されている。

また、廃棄物地盤上での機械の安定性や機動性の向上および山間部などの高低差のある処分場への適用に対しては、大型のバックホウをベースマシンとしたものに、開発した小型で高出力の油圧式オーガーを取り付けたタイプもある（写真—6）。



写真—3 コンベアユニット



写真—4 投入ホッパー



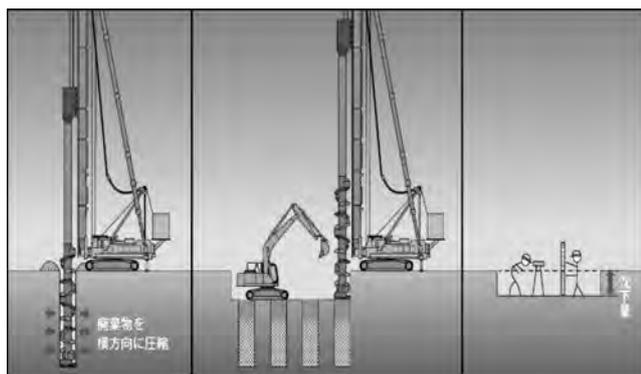
写真—5 鋼製スライド風管



写真—6 大型バックホウタイプ

(2) 施工手順

通常施工では図—1に示す施工手順のように、削孔終了後に一旦貫入体を引き抜き、周辺の廃棄物を掘削孔内に投入して地盤を下げる方法を取っている。しかし、海面処分場は比較的場内の水位が高いことが多く、貫入体を一旦引き抜くと掘削孔内に水を呼び込むため、埋め戻しによって水が溢れ出し、減容化効率が低減する。さらに、施工区域周辺の廃棄物を掘削孔内に投入し地盤を下げると施工面が地下水位以下となり機械の安定性などが確保できなくなる。よって、図—2に示すように所定の深度まで正転で掘削した後、貫入体を引き抜かず、機械近くのベッセル（容器）に仮置きした廃棄物（焼却灰）を掘削孔内に投入しながら貫入体を反転させ引き上げていく方法を採用してい



図一 一般的な施工手順



図二 海面処分場での施工手順

る。その結果、地下水位の高い海面処分場においても施工可能となった。

(3) 本工法の特長

本工法の特徴は以下の通りである。

- 1) 貫入体の回転・圧入は電動又は油圧モーター駆動によるため、掘削時の振動・騒音は殆ど問題

がない。

- 2) 静的圧縮工法のため、遮水シートや侵出水集配水管、ガス抜き管等の既設構造物に全く影響を及ぼさない。
- 3) 廃棄物の圧縮には、特別の材料を使用しないため無公害である。
- 4) 貫入体の回転・圧入には、高トルクの駆動装置を使用するため、粗大ゴミが混入していても適用が可能である。また、廃棄物の種類、組成や締固め状態に合わせて貫入体を使い分けることが可能である。
- 5) 計画深度まで貫入体を到達させるため、改良（圧縮）が確実に行われる。
- 6) 延命化対策の他に、目的・用途にあわせて下記のような利用方法がある。
 - ・掘削孔内に碎石等を投入して締固めて、複合地盤として支持地盤を形成し、跡地利用のための地盤改良工法として利用する。
 - ・形成された掘削孔内に碎石等を投入して、雨水や酸素供給を豊富にすることにより分解を促進させて、廃棄物の早期安定化工法として利用出来る。

3. 減容化工事の事例

本工法における減容化を実施した主な施工実績を表一に示す。表によれば、減容率（平均沈下量／掘削深度）は廃棄物地盤の種類や初期強度にもよるが概ね10～23%が得られている。

表一 主な施工実績

現場名	区分	場所	施工面積 (m ²)	掘削深度 (m)	貫入体径 (mm)	沈下量 (m)	減容率 (%)
十和田組合 (実証実験)	一般	内陸	12	5, 10	φ 850	0.60	12.0
大牟田市 (実証実験)	一般	内陸	48	5, 10	φ 1,500	0.51	10.1
					φ 850	1.24	12.4
菊池トラック最終処分場	産廃	内陸	1,131	5, 10	φ 850	1.17	23.4
共栄産業産廃処分場	産廃	内陸	537	4～8	φ 850	1.41	23.5
山形環境産廃処分場	産廃	内陸	865	6	φ 1,000	0.86	14.3
南本牧処分場 (実証調査)	一般	海面	87	15, 10	φ 800	1.23～1.87	7.8～15.2
	産廃						
南本牧処分場 (その1)	一般	海面	29,000	13	φ 900	圧縮量 63,620 m ³	16.9
南本牧処分場 (その2)	一般	海面	32,000	13	φ 900	圧縮量 76,020 m ³	18.3
南本牧処分場 (その4)	一般	海面	7,200	13	φ 900	圧縮量 23,137 m ³	24.7

一般：一般廃棄物 産廃：産業廃棄物 減容率：沈下量／掘削深度

(1) 内陸処分場（産廃処分場）での事例

減容化工事を実施した某産業廃棄物最終処分場は、建築廃材を主体とした安定5品目（金属、廃プラ、ガラス・陶磁器、ゴム、建設廃材）で埋め立てられている安定型処分場であり、廃棄物の層厚は最大約10mである。

工事は貫入体径φ850mm、掘削深度4～8m（平均6m）、掘削点間隔1.2mの施工仕様で実施した。施工の結果、平均地表面沈下として1.41mが得られ（写真一七）、減容率は23.4%であった。

(2) 海面処分場での事例

南本牧廃棄物最終処分場は、埋立面積17.9ha、埋立容量約427万m³の海面処分場で、既往資料によれ



写真一七 内陸（産廃）処分場での事例

ば一般廃棄物が約8割、産業廃棄物が約2割投棄されている。

減容化工事（当工事では高密度化工事）を施工するに当たり、実証試験を行い、より効率の良い減容効果と地下水位が高い場合での施工方法を確認した。実証試験は廃棄物組成の異なる2箇所ではφ800mmの貫入体を用い、掘削点間隔を1.06～1.50m、掘削深さを5～15mに変化させて、複数の組合せで実施した。実証試験結果を図一三に示す。

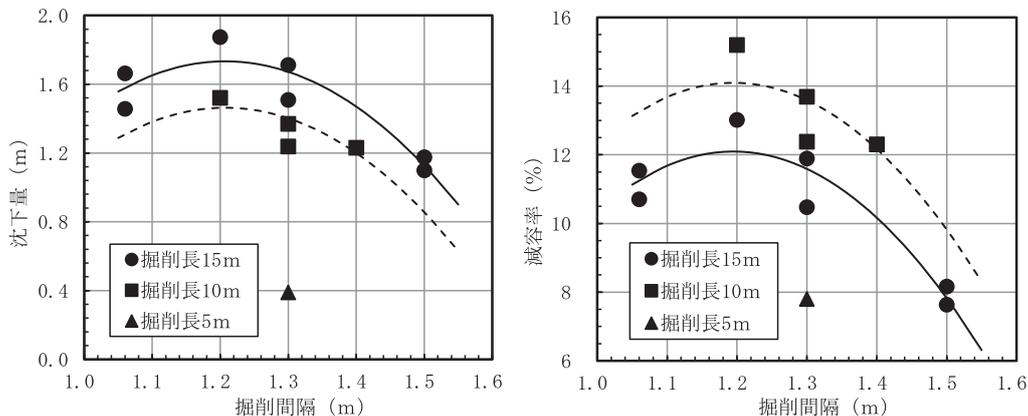
試験結果や地盤調査結果より本工事仕様は、掘削深度を13mとし、φ900mmの貫入体を使用し、掘削点間隔は1.25mとした。

本工事（1期工事、2.9ha）に先立って施工敷地内で小面積4か所を選定し、設計仕様の確認のための試験施工を実施した。その結果、設定した施工仕様で目標値（1孔当りの投入量3.1m³以上）が得られることが確認できたので、本施工を設計仕様のまま進めることにした。

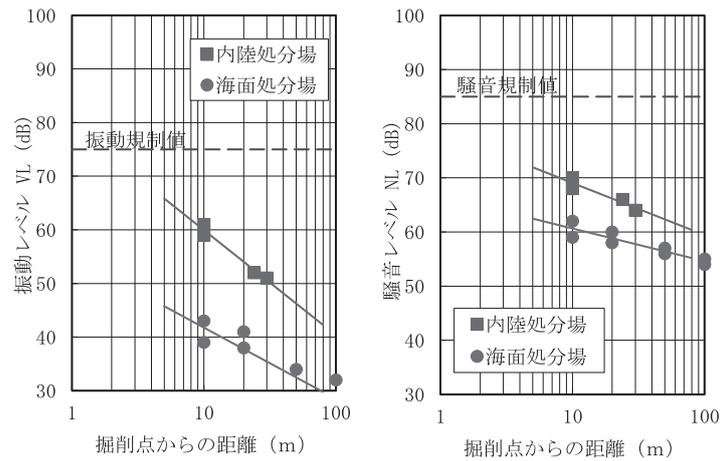
施工の結果、当初の目標値を1割程度上回る6.3万m³の減容量が得られた。この減容量を沈下量（圧縮量）に換算すると6.3万m³÷2.9ha=2.17m地表面が下がったことになる。施工開始後3年経過した現在（H29.5）も継続して工事が進められているが、1期工事と同等以上の良好な成果が得られている。

4. 周辺環境測定結果

幾つかの施工現場で、公害振動計と騒音計を用いて振動・騒音の距離減衰測定を実施した。測定結果を図一四に示す。振動レベル、騒音レベルとも得られた値はかなり低い値であり、周辺で作業しているバックホウの値の方がむしろ大きな値であった。その他に地表面変位測定や粉じん測定を実施しているが、殆ど変位は無く、粉じんの発生も非常に少ないため、既設構



図一三 海面処分場での実証試験結果



図一 4 振動・騒音の距離減衰図

造物や人体に影響を及ぼす値には至っていない。よって、本工法はほとんど無公害に近い工法といえる。

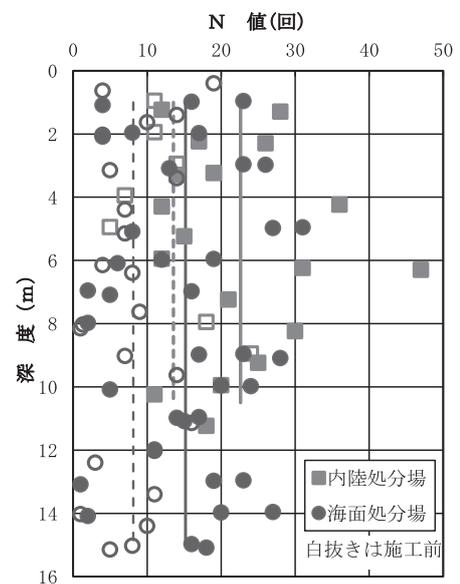
5. 地盤強度測定結果（跡地利用）

幾つかの施工現場で施工後に実施したボーリング調査の結果を、施工前の値と対比し図一5に示す。測定結果によれば、施工前の約2倍程度に強度増加している。よって、本工法を適用することにより軽微な構造物の建設が可能であり、跡地の有効利用への効果が窺える。

6. 減容化以外の適用事例

(1) 緩い再生砕石の地盤改良事例

本工法を緩い再生砕石の締固めに適用した事例であり、現場は既存の建築物を壊し、残った地下躯体部の内部へ解体コンクリートによって発生した再生砕石を用いて埋め戻されていた場所である。埋戻し層厚は約4mで、埋戻し終了時に大型重機で転圧・締固めを実施したが、表層部分のみの締固めで深部は締め固ま



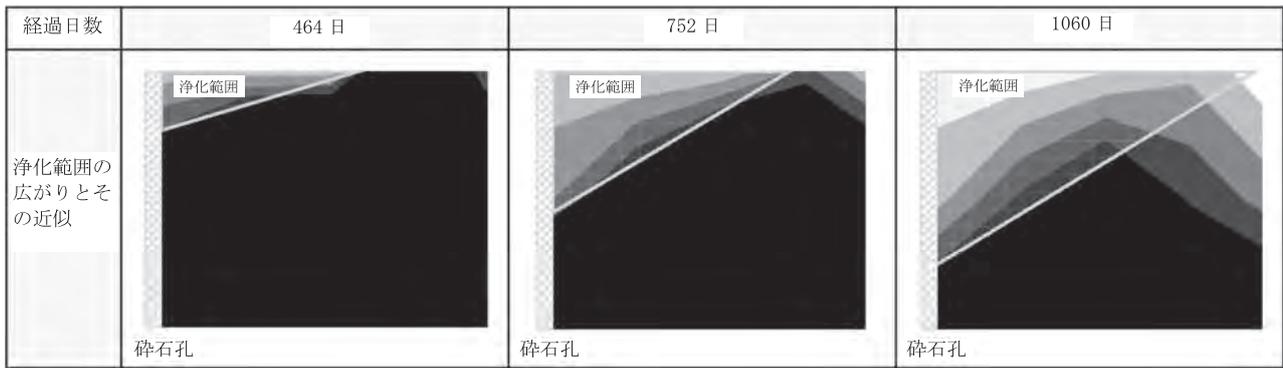
図一 5 地盤強度測定結果対比図

っていない可能性があり、地震時の揺込沈下など支持層として利用するためには何らかの対策が必要であった。

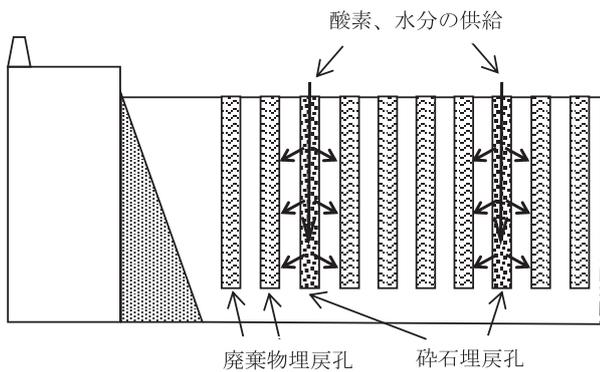
施工は、バックホウ(0.8m³型)をベースマシンとした油圧式リーダレス基礎機械に、アースオーガーと



写真一 8 締固め施工状況



図一七 大型土槽での安定化実験結果



図一六 安定化対策概念図

φ 500 mm の貫入体を装着して、1.2 m 間隔で施工した (写真一八)。施工は地下躯体のピット毎に、各々の沈下 (圧縮) 量を測定しながら進めた。測定結果によれば、約 3 ~ 18 cm (平均 8.6 cm) の沈下 (圧縮) 量が得られ、十分な締固めと均一化が図られた。

(2) 廃棄物埋立地の早期安定化への適用

図一六に示すように掘削点のうち数か所を、廃棄物の代わりに砕石で埋戻し、酸素供給を豊富にすることや水を循環させることにより廃棄物の安定化促進を図る大型土槽実験を実施した。結果によると、図一七に示すように表層及び砕石孔周辺から浄化は進行し、早期安定化促進を図れることが分かった。また、25 孔に 1 孔程度の割合で砕石孔を設ける配置が経済的であることも分かり、減容化工事と並行した場合全体の 4% 程度の減容量が少なくなる程度なので、減容化に対する影響も少ないと判断される。よって、本工法で砕石孔を設けることにより早期安定化促進を図れることは分かったが、地下水位以下の廃棄物に対して課題は残る。

7. おわりに

本工法リフューズプレス工法は低公害性であるの

で、都市近郊においても採用可能な工法である。また、大規模工事に対しても施工対応が充分可能である。今後は効率化によるコストの削減や処分場の早期安定化と跡地利用のためのデータの蓄積と設計法や施工法の確立、および支持力増加や液状化対策等の地盤改良への適用などを図っていく予定である。

JCM A

《参考文献》

- 1) 池田ほか：RP (リフューズプレス) 工法による最終処分場の延命化実証実験, 土木学会第 58 回年次学術講演会論文集, pp.293-294, 2003
- 2) 宇良ほか：RP 工法 (埋立廃棄物静的圧縮減容化工法) による埋立廃棄物安定化促進実験 (第 3 報), 第 18 回廃棄物学会研究発表会講演論文集, pp.867-869, 2007
- 3) 和田ほか：海面型廃棄物最終処分場における埋立廃棄物の高密度化, 第 37 回全国都市清掃研究・事例発表会講演論文集, pp.258-260, 2016
- 4) 鳴海ほか：リフューズプレス工法による廃棄物最終処分場減容化事例, 基礎工, Vol.44, No.4, pp.79-81, 2016
- 5) 池田ほか：静的圧縮減容化工法による海面最終処分場の減容化事例, 土木学会第 71 回年次学術講演会論文集, 第 VII 部門, pp.11-12, 2016
- 6) 池田ほか：静的圧縮減容化工法による減容化事例と安定化の提案, 第 27 回廃棄物資源循環学会研究発表会講演論文集, pp.405-406, 2016

[筆者紹介]



池田 通陽 (いけだ みちはる)
海洋工業(株)
技術部長



中川 英司 (なかがわ えいじ)
海洋工業(株)
工事部長



小林 眞 (こばやし まこと)
(株)サンテック
代表取締役