

廃棄物海面処分場の早期安定化が コスト構造の改善に与える効果に関する検討

Simulation on Cost Effectiveness due to Waste Stabilization for Waste Disposal Site in Coastal Area

浅井 正*・小田 勝也**
Tadashi ASAI and Katsuya ODA

要旨：廃棄物最終処分場では、閉鎖後、処分場からの保有水等が安定し、廃止基準を満足するまでに長期間が必要であることから、その間の管理コストの増大等の課題が生じている。建設～埋立～閉鎖～廃止までの各段階でのコストの低減や閉鎖～廃止までの期間の短縮により廃棄物埋立処分のコスト構造改善を通じて循環型社会を促進し、持続可能な社会の実現を目指すことが求められている。以上の背景を踏まえ、本研究では、既存処分場の収支データをもとに建設、埋立造成、跡地利用、長期維持管理等の各段階についてコスト構造を分析した。あわせて、中間処理の合理化による廃棄物の早期安定化がコスト構造の改善に与える効果についてモデル化し、コスト構造に与える効果について検討を加えた。

キーワード：廃棄物海面処分場、コスト分析、保有水・浸出水処理、中間処理

1. はじめに

廃棄物最終処分場では、閉鎖後、処分場からの保有水等が安定し、廃止基準を満足するまでに長期間が必要であることから、その間の管理コストの増大等の課題が生じている。このため、建設～埋立～閉鎖～廃止までの各段階でのコストの低減や閉鎖～廃止までの期間の短縮により持続可能な埋立処分を行うことが求められている。

このような状況を踏まえ、本研究では、2章については、廃棄物海面処分場の廃止に関する法制度上の課題及び廃棄物の物理的・化学的特性による課題を整理した。廃止までの期間の長期化によ

るコスト増加や港湾管理者の費用分担に対する影響について整理するとともに、海面処分場では一旦処分された廃棄物を早期に安定させることが非常に困難であることを明らかにした。このため、

3章については、既存処分場の収支データをもとに、コスト構造の分析を行うとともに、廃止期間の長期化によるその間の余水処理費用や返済利息の増大がコスト構造に与える影響について検討した。4章については、アンケート結果をもとに、中間処理の合理化による廃棄物の早期安定化がコスト構造の改善に与える効果についてモデル化し、コスト構造に与える効果について検討を加えた。

* 正会員 国土交通省 国土技術政策総合研究所, ** 正会員 一般財団法人 みなと総合研究財団

2. 廃棄物海面処分場の廃止に関する課題

2.1 はじめに

廃棄物処分のコスト構造改善を考えるに先立ち、廃棄物海面処分場の廃止に関する様々な課題について整理する。課題には大きく分けて、廃棄物処分に関する法制度上の課題の他、処分場内に受け入れた廃棄物の物性による課題として、化学的特性の安定に関する課題及び廃棄物埋立地盤の地盤強度等の物理的特性の安定に関する課題があげられる。

2.2 法制度上の課題

廃棄物の海面処分を行うにあたり関連する法律には、「廃棄物の処理及び清掃に関する法律」（以下「廃掃法」と呼ぶ）、「公有水面埋立法」および「港湾法」がある。処分場の経営安定化の観点から、これらに関する法令から抽出される制度的課題について、①廃棄物埋立護岸の管理者と海面最終処分場の管理者（廃棄物処分場を設置した者のこと。本資料ではとくにことわりがない場合、管理者とは海面最終処分場の管理者を言う）の責任の区分、②海面廃棄物処分場の特性に合致した各種基準の運用等、③公有水面埋立免許における埋立地用途の扱いの3項目について論点を整理すると以下のとおりである。廃止までの期間の長期化により、閉鎖から廃止までの期間の責任や費用分担の明確化が必要となるとともに、早期の跡地利用が困難になる等、廃棄物埋立護岸の管理者の経営安定に大きく影響する。

① 廃棄物埋立護岸の管理者と海面最終処分場の管理者の責任の区分については、港湾法と廃棄物処理法の間で必ずしも明確でない。たとえば廃棄物処分場の廃止後の形質変更に係る費用負担は、原因者・廃棄物処分場設置者と跡地利用する港湾管理者等との間で責任が明確に示されていない。

- ② 廃棄物海面処分場の特性に合致した各種基準の運用等¹⁾については、現行の各種基準は基本的に陸上処分場を対象として制定されたものであるため、不明確な点が残されている。このため、海面処分場への適合性が不足していることに起因して廃棄物処分場の廃止までに要する時間が10年以上長期化する場合もあり、この間の維持管理費の増大や跡地利用の遅れによる収入減が懸念される。
- ③ 公有水面埋立免許における埋立地用途の扱いについては、廃棄物処分場の延命化にともなう供用期間の長期化により、埋立地の用途・処分計画が有名無実化している。このため、廃棄物埋立護岸の管理者としては、跡地利用を計画的に進めることが困難になっている。

2.3 処分場内の廃棄物の安定に関する課題

海面処分場内の廃棄物は、陸上の処分場と比べてその化学的特性が安定化するまでの期間が長くなる傾向にある²⁾。その要因の一つとして、海面処分場内は地下水位が高く、廃棄物が嫌気性の環境下にあることがあげられる。このため、有機物の分解に寄与する細菌が生息できないため、廃棄物の安定化が進まないことが挙げられる。これに対して、陸上の処分場では、排水条件が良好であれば、内部の廃棄物が好気性の環境にある。

もう一つの要因として、海面処分場では表層から浸透する雨水等を表層付近から排水するため、底面付近の保有水はほとんど交換しないことがあげられる。これに対して、陸上の処分場では表面から浸透する雨水等を底面付近から排水するケースが多く、廃棄物層全体を浸透するとともに、定期的に保有水が交換する。

図1は海面処分場において、表層排水による希釈のみを考慮して保有水の化学的酸素要求量の濃

度の変化を計算した例である³⁾。図より 10 年（3,650 日）後でも、保有水中の濃度は 50%程度しか減少せず、一旦海面処分場に投入した物質が安定するには長期間が必要であることがわかる。

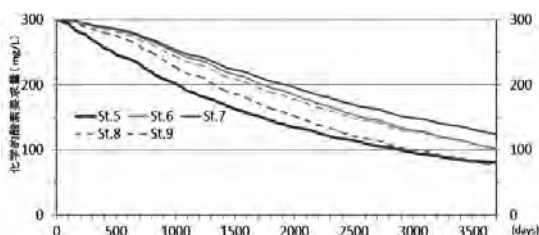


図 1 保有水内の化学的酸素要求量の計算例³⁾

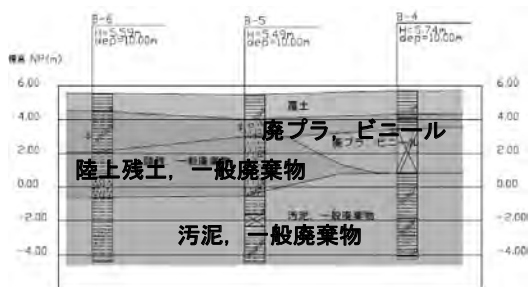


図 2 廃棄物を埋め立てた地盤の特性の例^{3), 4)}

2.4 廃棄物埋立地盤の地盤強度の安定に関する課題

廃棄物を埋め立てた地盤では、埋立場所により内容物のばらつきが大きいため、地盤特性に変動が多く、一般的な傾向を出すのは難しい。

図 2 は、ある廃棄物海面処分場内の廃棄物地盤のボーリング調査結果より土質図を作成したものである^{3), 4)}。表面の覆土を除き、埋立時期により汚泥と一般廃棄物が主体となる層（図中の橙色の層）、陸上残土と一般廃棄物が主体となる層（図中の緑色の層）、廃プラ、ビニールが主体となる層（図中の水色の層）の大きく三層に分類される。

陸上残土等が主体となる層では、比較的単位体積重量も高く、地盤強度もある程度期待される。

これに対して、汚泥等が主体となる層では透水係数が小さく、含水比が大きいことが予想される。

廃プラ、ビニールが主体となる層では、個々のプラスチック片が大きいため、隙間が大きく、層内のバラツキが大きい。既往の調査結果⁵⁾によれば、合成樹脂屑を含む廃棄物は、一般に隙間が多く、単位体積重量が 9.8kN/m³ (3.08kN/m³: 水中) 程度と小さいとのデータがある。締固め困難であることから、断続的な沈下が懸念されることが指摘されている。

ボーリング孔を利用して現場透水試験を行ったところ、図中の B-4 では $k=1.64 \times 10^{-3} \text{cm/s}$ と砂～砂礫に相当する比較的透水性が高い値を示した。これに対して、B-5, B-6 でもそれぞれ $6.48 \times 10^{-2} \text{cm/s}$, $4.38 \times 10^{-2} \text{cm/s}$ と、B-4 と同程度以上の高い値が得られた。このことは、廃棄物地盤内の透水係数が高い層に地下水が集中して流れている可能性が示唆される。

逆に、汚泥が主体となる層のような透水性の低い層では、保有水の循環がほとんどないため、廃棄物の安定が進まないことが懸念される。また、地盤強度の確保のため、あるいは含有有機物の封じ込めのため、地盤改良が必要になることがある。この時、圧密期間の確保による閉鎖までの期間の長期化や地盤改良費用の負担が懸念される。

3. 廃棄物海面処分場の廃止の長期化がコスト構造に与える影響

3.1 はじめに

2. で整理された廃棄物海面処分場の廃止に係る課題から、廃止までに要する時間の長期化により維持管理費の増大が懸念される。このため、廃棄物海面処分場の整備から管理運営、閉鎖、廃止までの各段階の収支について調査を行い、コスト構造を分析した。分析結果をもとに、長期コストの低減に向けた技術的な課題を抽出した。

3.2 廃棄物海面処分場のコスト構造

廃棄物海面処分場プロジェクトの整備～埋立～閉鎖～廃止の各段階の収支の流れは次に示すとおりである。整備期間中は、最初の年度に補助金もしくは借り入れを行い、収入として計上した後、毎年整備費が支出される。廃棄物の埋立を開始した後は、廃棄物処分料が収入として計上されるが、埋立費の他、護岸の遮水工等の維持管理用や保有水・浸出水の処理費用、モニタリング費用が支出として発生する。これらの附帯施設は定期的に更新が必要になる。埋立が終了し処分場が閉鎖した後も、廃止するまでの間は遮水工等の維持管理用や保有水・浸出水の処理費用、モニタリング費用が必要となる。

コスト構造の分析を行うため、表 1 に示す 10 管理者が管理運営する 14 箇所の廃棄物海面処分場を対象として、処分場の収支に関するアンケー

表 1 調査対象とした廃棄物海面処分場^{3),6)}

管理者	廃棄物海面処分場
川崎市	浮島廃棄物埋立地 (1 期)
(財)徳島県環境整備公社	沖洲廃棄物最終処分場
(財)岡山県環境保全事業団	水島埋立処分場
(財)広島県環境保全公社	五日市地区廃棄物埋立処分場
ひびき灘開発(株)	響灘西部廃棄物処分場
東京都環境局	中央防波堤外側
	新海面処分場
(財)千葉県まちづくり公社	蘇我地区廃棄物埋立場
横浜市	南本牧廃棄物最終処分場
大阪湾広域臨海環境整備センター	尼崎沖埋立処分場
	泉大津埋立処分場
	神戸沖埋立処分場
	大阪沖埋立処分場
(財)愛知臨海環境整備センター	名古屋港南 5 区廃棄物埋立処分場

ト調査を行った^{3),6),7)}。廃棄物海面処分場の整備から管理運営、閉鎖、廃止までの各段階の収支項目を把握するため、調査項目は表 2 に示すとおりとした。

アンケート結果を整理にするにあたり、対象とした廃棄物海面処分場はそれぞれ廃棄物の受入容量等の規模が異なるため、単純に比較することができなかった。このため、各収支項目に大きな影響を及ぼすと考えられる処分場計画における施設諸元を用いて収支原単位を求めて整理した。

この原単位の平均値を入力条件として、簡便なモデルを用いた廃棄物海面処分場プロジェクトの収支計算を行い、収支構造の分析を行った。処分場計画諸元は、大阪湾広域臨海環境整備センターの泉大津埋立処分場と同程度の規模としている。

表 2 調査項目^{3),6)}

段階	収入	支出
整備	補助金、交付税等 長期借入費	建設費（護岸、附帯施設、 廃棄物地盤）
廃棄物 受入 ～ 閉鎖	廃棄物処分料金	人件費 処分場施設等のランニング コスト 維持管理費
閉鎖 ～ 処分場 廃止	賃貸借料金 維持管理積立金	人件費 閉鎖にともなう設備や工 事の費用（最終覆土費用、 法面保護費用、地盤か良 否、雨水排水設備費用等） 維持管理費
跡地 利用	賃貸借料金 土地売却費	人件費 処分場関連施設撤去工事 費用 跡地利用施設整備費 維持管理費

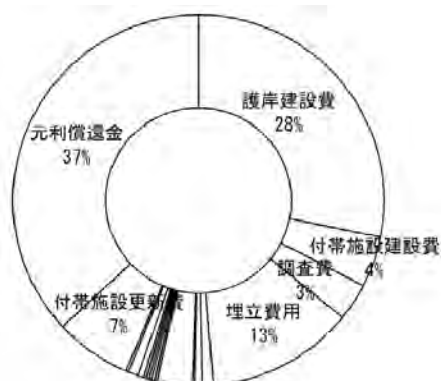


図3 総支出に占める各種費用の割合

図3は総支出に占める各支出項目の割合を示している。最大の割合を示しているのは、元利償還金の37%である。続いて護岸建設費が28%を占めており、プロジェクト開始時の護岸整備に多額の資金調達が必要であることが元利償還金を増加させていると考えられる。そして、これを償還するための収入は主に埋立時の処分料金収入と廃止後の土地売却費であり、廃止までの期間を短縮させることが元利償還金を抑えるために重要であると考えられる。

また、整備コストについては、プロジェクト開始時に必要な護岸建設費が28%を占めており、その後の埋立費用と合わせると41%となる。廃棄物処分場の護岸では埋立材料（廃棄物）の特性・性状に応じた止水工等の護岸性能が求められており、要求される性能に対応した工法を適切に導入することにより、コストの低減が図れるものと期待される。また、埋立工法やその後の地盤改良等を工夫することにより地盤の早期安定化を図り、廃止までの期間を短縮することも重要であると考えられる。

3.3 廃止期間の長期化等によるコスト構造への影響

廃止期間の長期化等による収支への影響を検討

表3 廃止期間の長期化による影響の検討ケース

	閉鎖～廃止の期間	閉鎖～廃止の期間内に考慮する管理費の項目
①	3年（最小）	考慮せず
②	10年	遮水工の管理費のみ
③	10年	水質管理等すべての管理費を考慮
④	25年	水質管理等すべての管理費を考慮

するため、閉鎖～廃止までの期間を3年、10年および25年とした場合について廃棄物処分場プロジェクトの収支計算を行い、その結果を比較・検討した。

収支計算にあたり、処分場の護岸整備に必要な費用は初年度に全額起債により借入を行うと仮定し、利率は者汽笛割引率相当（4%）とした。借入金と利子、廃棄物処分のための埋立費用、付帯施設更新費、その他の管理運営費用を毎年の廃棄物処分料金と廃止後の跡地売却費用で返済するとした。また、整備から売却までのプロジェクト期間を最大50年程度と仮定し、整備期間を5年間、受入から閉鎖までの期間を20年と設定したので、閉鎖～廃止までの期間の最大値は25年とした。

処分場を廃止するためには、閉鎖後の処分場内の保有水の水質が2年間連続して廃止基準を満足する必要がある、その後廃止手続きを行うことになる。このため、閉鎖～廃止までの期間の最小値を3年としている。

この中間的な場合である閉鎖～廃止の期間を10年とした場合では、この期間内の管理費が収支に与える影響を検討するため、遮水工の管理費のみ計上した場合についても計算を行っている。閉鎖～廃止の期間を3年とした場合では、閉鎖後直ちに廃止を行っているものとみなして、管理費を計上していない。

廃止期間の長期化等による影響の検討のそれぞれ

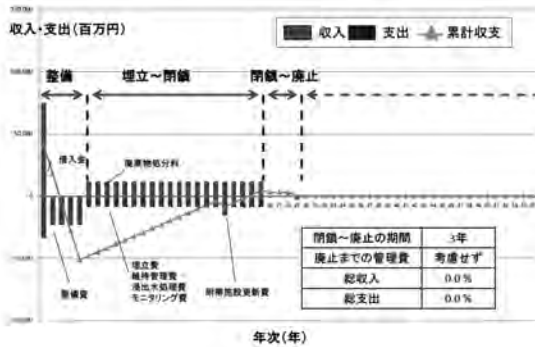


図4 廃止期間の長期化等による収支への影響
ケース①：閉鎖～廃止の期間を最小にした場合

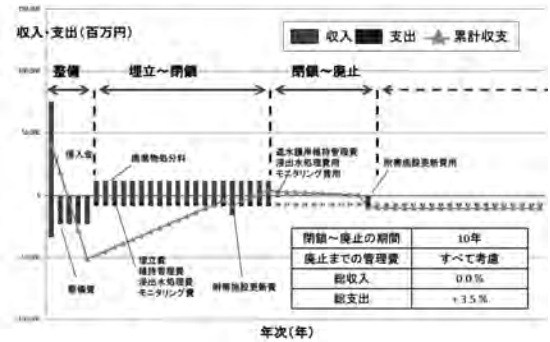


図6 廃止期間の長期化等による収支への影響
ケース③：閉鎖～廃止の期間を10年にした場合
(閉鎖後、水質管理等のすべての管理費を考慮)

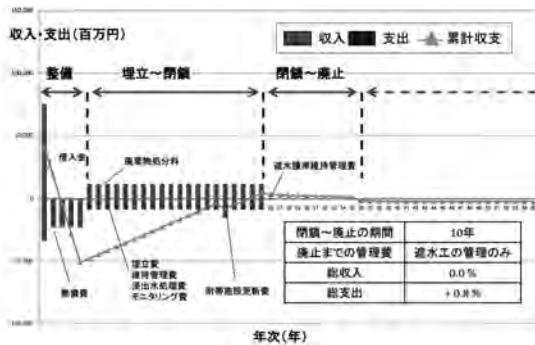


図5 廃止期間の長期化等による収支への影響
ケース②：閉鎖～廃止の期間を10年にした場合
(閉鎖後、遮水工の管理費のみ考慮)

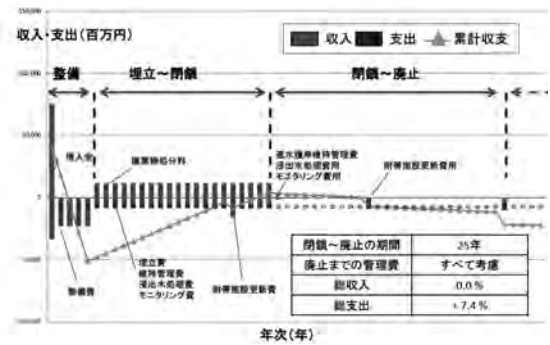


図7 廃止期間の長期化等による収支への影響
ケース④：閉鎖～廃止の期間を25年にした場合
(閉鎖後、水質管理等のすべての管理費を考慮)

れのケースの計算条件は表3に示すとおりである。

図4～図7は、それぞれケース①～④に対する計算結果から得られる各年次の収入、支出および累計収支の値をグラフに示したものである。図を比較すると閉鎖までの期間の収入・支出の増減の傾向は、ほぼ同じである。各ケースの収支の差は、主に閉鎖から廃止の間の管理費用の差によるものと考えられる。

図8は、各ケースの総収入、総支出をグラフに示したものである。各ケースの総収入、総支出の値は、表4に示すとおりである。今回の計算では、ケース①で処分場廃止までの間で収支がバランス

するように廃棄物処分料金を設定している。

ケース④(廃止までの期間が25年)の総支出の額は、ケース①(廃止までの期間が3年)とくらべて7.4%大きい。閉鎖後の毎年の支出は、グラフ上では判別できないほど微小であるが、25年間累積すると無視できないほど増大している。

ケース④(廃止までの期間が25年)の総支出の額は、ケース③(廃止までの期間が10年)とくらべて約2.1倍である。総支出は閉鎖までの期間の増大に対して、管理費の増大により、ほぼ比例的に増加している。ただし、保有水・浸出水の処理やモニタリングのための附帯施設更新費用は、

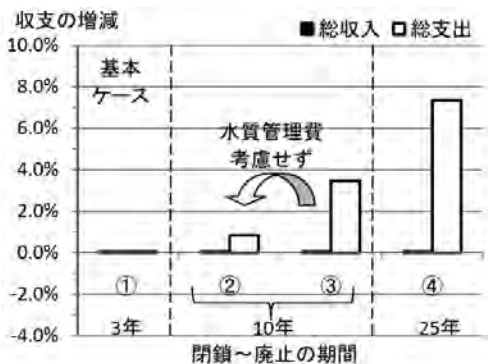


図 8 廃止期間の長期化等による影響の比較

表 4 廃止期間の長期化等による影響の比較

ケース	総収入	総支出
① 廃止期間（最小）	0.0%	0.0%
② 廃止期間（中）	0.0%	+0.8%
③ ②+水質管理	0.0%	+3.5%
④ 廃止期間（大）	0.0%	+7.4%

一定期間毎に必要なため、段階的に増加する支出もある。

ケース③（廃止までの期間が 10 年、すべての管理費を考慮）の総支出の額とくらべて、ケース②（廃止までの期間が 10 年、遮水工の管理費のみ考慮）は 23%程度であり、総支出の大部分を保有水・浸出水の処理費用、モニタリング費用が占めていると考えられる。このため、長期的なコストの低減には、保有水・浸出水の処理費用、モニタリング費用の低減が有効であると考えられる。

なお、実際の処分場では廃止後の跡地の売却益で最初の年度の借り入れを返済する場合もあった。この場合では、廃止までの期間が長くなるほど返済時の利息が大きくなる。

4. 中間処理の合理化による早期安定化がコスト構造に与える効果

4.1 廃棄物の中間処理

4.1.1 廃棄物処理技術の分類

表 5 は廃掃法施行令にもとづき廃棄物処理施設を一覧にまとめたものである。発生した廃棄物は、表に示す処理技術を用いて中間的に処理された後、最終処分場に処分される。

表 5 廃棄物処理施設の種類の

産業廃棄物処理施設(令第 7 条)		
号	施設の種類の	施設の中核設備
1	汚泥の脱水	脱水機
2	汚泥の乾燥（天日乾燥施設を除く）	乾燥設備
	汚泥の乾燥（天日乾燥施設）	
3	汚泥の焼却	燃焼室
4	廃油の油水分離	油水分離設備
5	廃油の焼却	燃焼室
6	廃酸または廃アルカリの中和	中和槽
7	廃プラスチック類の破碎	破碎機
8	廃プラスチック類の焼却	燃焼室
8の2	木くず又ははがれきの破碎	破碎機
9	有害物質又はダイオキシン類を含む汚泥のコンクリート固化施設	混練設備
10	水銀又はその化合物を含む汚泥のばい焼施設	ばい焼室
11	汚泥、廃酸又は廃アルカリに含まれるシアン化合物の分解施設	熱分解設備又は分解槽
11の2	廃石棉等又は石棉含有産業廃棄物の熔融施設	熔融炉又は破碎設備
12	廃 PCB 等、PCB 汚染物又は PCB 処理物の焼却施設	燃焼室
12の2	廃 PCB 等又は PCB 処理物の分解施設	反応設備
13	PCB 汚染物又は PCB 処理物の洗浄施設又は分離施設	洗浄設備又は分離設備
13の2	産業廃棄物の焼却施	燃焼室
14	産業廃棄物の最終処分場	
一般廃棄物処理施設(令第 5 条)		
・処理能力が 5t/日以上 （焼却施設は、処理能力 200kg/時以上または火格子面積 2m ² 以上） ・一般廃棄物の最終処分場		

表中で用いられている廃棄物処理技術は、大きく減容化技術と無害化技術に分けることができる。減容化技術は、破碎・分別の後、再利用により最終処分される量を減少する技術と圧縮もしくは焼

却により容量そのものを減少させる技術がある。無害化技術は、洗浄等により有害物質を抽出した後、薬品により処理を行うものとコンクリート等で封じ込めるものがある。

表 6 中間処理施設を整備する背景、目的及び課題に関するアンケート結果

	廃棄物処分場 A	廃棄物処分場 B
施設の運営主体	一部事務組合	公益財団法人
施設整備の背景	○旧ごみ焼却施設の老朽化による更新	○県内市町村から下水汚泥の中間処理の要望 ○当初はセメント固化による中間処理物の埋立処分。6年後に施設を更新 ○16年後、施設の老朽化対策、処分場余水への負荷軽減及び廃棄物の減容化を目的に焼却事業を開始
施設整備の目的・理由	○発生するごみの焼却処理	○下水汚泥の埋立で起こる処分場浸出水への負荷の低減。 ○廃棄物の減量化。 ○余熱の利用。
施設の構成	○焼却設備、破碎設備、灰溶融設備及び廃棄物発電設備	○廃棄物受入ピット・ホッパ、廃棄物搬送設備、焼却設備、ガス冷却設備（ボイラ）、排ガス処理設備（バグフィルタ）
施設整備のメリット・デメリット	(メリット) ○ごみの処理を他に依存しないこと (デメリット) ○建設費及び運営管理費がかかる	(メリット) ○処分場の延命化 ○排水処理負荷の低減 ○地盤の安定 (デメリット) ○特になし
最終処分場延命化等の取り組み	(減容化等、最終処分場延命化の取り組みについて) ○破碎選別設備:燃えないごみ等を破碎選別し再資源化。残渣の焼却 ○灰溶融炉: 灰を溶かし再資源化 (廃棄物の無害化、地盤強度の向上など、最終処分場廃止後の付加価値向上の取り組みについて) ○廃棄物の無害化: 中間処理施設の処理過程で出る排気ガス中の重金属等を含んだ廃棄物（飛灰）から重金属等が溶出しないよう薬剤処理（処理飛灰）	(減容化等、最終処分場延命化の取り組みについて) ○焼却事業による減容化 (廃棄物の無害化、地盤強度の向上など、最終処分場廃止後の付加価値向上の取り組みについて) ○特になし

4.1.2 廃棄物処分場の管理者による中間処理の実施の背景、目的及び課題

廃棄物の中間処理における課題を把握するため、管理者に対してアンケートを実施した。アンケートは、自ら中間処理施設を有している2つの管理者を対象とした。

アンケート項目は、管理者及び廃棄物処理事業の概要のほか、中間処理施設の概要、施設整備の背景や目的、施設整備により得られたメリット・デメリット、中間処理施設の導入による最終処分場の延命化の取り組み等である。

表6は、アンケートの結果をとりまとめたものである。施設整備の背景・目的については、両者とも旧施設の老朽化による更新としているが、施設更新にともない廃棄物の減容化及び地盤強度の増大を図っている。

廃棄物処分場Aでは、焼却温度の高温化によりさらなる減容化を図るとともに、残渣の熔融処理を行って無害化や地盤強度の増大を図っている。これに対して、廃棄物処分場Bでは、当初汚泥をセメントで固化処理をしてから埋立をしていたが、施設更新に際して処分場余水の負荷低減及び減容化の観点から焼却処理に変更している。廃棄物処理による地盤の安定についても期待している。

施設整備のデメリットとして、廃棄物処分場Aでは、施設建設費及び運営管理費の負担をあげている。これに対して、廃棄物処分場Bでは、デメリットなしと回答している。その理由を管理者にヒアリングしたところ、当初セメント固化処理を行っていたため、これと比べると処理費用の負担が減少しているということである。処理費用の削減のみならず、減容化による受入容量の増大にともなう処分料金収入の増大による影響も大きいと回答している。

これらから、廃棄物処分場の管理者は、処分容量の増大や処分費用の減少を目的として、中間処

理施設を導入していると考えられる。また、導入に際しては、施設整備及び管理運営の費用負担を課題としている。

4.2 中間処理の合理化によるコスト構造改善への影響

3.3より、今回の計算では、処分場の廃止までの期間が長期化することにより、総支出が10年あたり3%程度上昇するという結果が得られた。また、保有水の挙動を分析した結果では、処分場の閉鎖後、水質が安定し廃止するまでには20年以上が必要であるという結果が得られている。このことから埋立処分後に保有水に処理を加えることにより、水質を短期間で安定させることは難しいと考えられる。

これに対して、排出先から運搬される廃棄物に対して中間処理を施して、無害化した後に処分場に受け入れるのであれば、保有水の水質が改善され廃止までの期間の短縮が期待される。また処分場側では浸出水の処理費用や処理施設の維持管理費用の低減が期待される。

このほか、中間処理において選別や焼却、熔融処理を行う場合には、廃棄物の減容化による処分場の延命化も期待される。選別等により発生したリサイクル材の売却による収入も期待される。焼

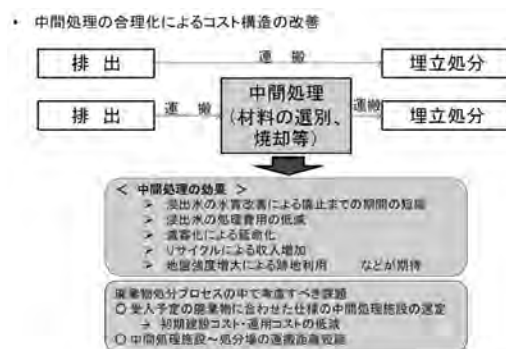


図9 中間処理の合理化による改善のイメージ^{3), 8)}

却や溶融処理等により、埋立材料のうち汚泥や廃材等を除去した場合には、地盤強度の増大も期待される等、管理運営や地盤条件の改善への様々な効果が期待される。

ただし、現状では対策技術の確立を含め中間処理のコストが未知数であることと、中間処理施設から処分場までの運搬費が別途必要となる等、課題がある。このため、中間処理による浸出水の安定化が収支へ与える影響をプロジェクト全体の収支計算を行って検討し、コスト構造の改善に向けた今後の技術的な課題をとりまとめることとした。

収支計算の計算条件は、表7に示すとおりである。閉鎖～廃止の期間は、中間処理により廃棄物からの溶出がないため、2年間の水質のモニタリング後ただちに廃止できるとして、すべてのケースで3年と設定した。

今回の計算では、最も合理的な場合の1つとして、中間処理施設の整備費用を処分場の整備費用の中に含める形で計算した。実際の処分場では外部の処理施設を利用する場合も考えられるが、中間処理の方法は廃棄物の性状や含有物により異なり、それぞれ別の処理が必要になる。処分場で扱う廃棄物の量が一定量あり、その種類が事前に明らかになっている場合には、処分場内で最適な方法を用いて処理を行う方が有利であると考えられる。また、外部の処理施設を活用する場合は、廃棄物の処分料金の中に、中間処理の費用と中間処理施設から処分場までの運搬費用が付加される。

中間処理施設の整備費用は、処分場へのヒアリング結果をもとに平均値および最小値、最大値を設定した。最小値、最大値については、処分場により単価のバラツキが大きいことと、今後の技術革新による処理コストの低減を期待することから、±50%と幅を持たせて与えることとした。中間処理施設の整備費用を最大値にした場合には、(総収入) - (総支出) の値が大きくマイナスになった

ため、収支バランスを取るために廃棄物処分料金を1,500円値上げした場合についても計算した。

中間処理の実施により、埋立後の保有水・浸出水の処理費用も低減すると考えられる。このため、処理費用の単価を、3.2で得られた収支原単位の最小値と仮定して計算を行った。

図10は、各ケースの総収入、総支出をグラフに

表7 廃棄物の中間処理による影響の検討ケース

	閉鎖～廃止の期間	中間処理施設整備費	産廃処分料金
⑤	3年	平均値×50%	① 同じ
⑥	3年	平均値	② 同じ
⑦	3年	平均値×150%	③ 同じ
⑧	3年	平均値×150%	④+ 1,500円

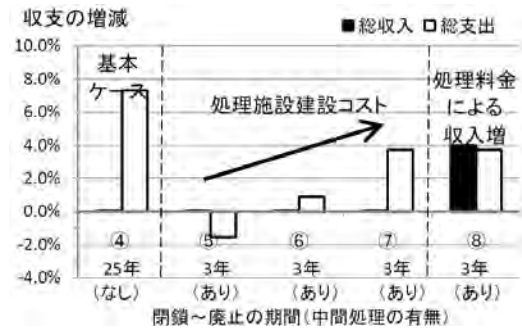


図10 廃棄物の中間処理による浸出水の早期安定化の総収支への影響

表8 廃棄物の中間処理による浸出水の早期安定化の総収支への影響

ケース	総収入	総支出
④廃止期間長期化	0.0%	+7.3%
⑤中間処理(小)	0.0%	-1.6%
⑥中間処理(中)	0.0%	+0.9%
⑦中間処理(大)	0.0%	+3.7%
⑧産廃処分費値上げ	+4.0%	+3.7%

示したものである。各ケースの総収入、総支出の値は、表 8 に示すとおりである。比較を容易にするため、この計算でも、ケース①で処分場廃止までの間で収支がバランスするように廃棄物処分料金を設定している。

標準的なケースであるケース④とくらべて、ケース⑤～⑧はいずれも総支出が小さくなっている。ケース⑤とケース⑥では、総支出の額が、処分場の閉鎖後直ちに廃止する場合（ケース①）と同等もしくは小さくなっている。ケース⑦の場合でも、ケース④とくらべて総支出の増加が 51%程度まで抑えられている。

このことは、中間処理を行うことにより埋立時の保有水・浸出水の処理費用を低減することができれば、総支出全体の額を大きく低減できる可能性を示唆している。今後、中間処理技術の向上と低コスト化とあわせて、処分場の廃止期間の短縮に向けた取組が期待される。

5. まとめ

本研究では、はじめに、海面廃棄物最終処分場の管理運営者へのアンケート調査にもとづきコスト構造を分析した。その結果、建設費（28%）、付帯施設の建設・更新費（11%）、埋立費用（13%）及び元利償還金（37%）の占める割合が大きかった。このため、建設コストの縮減とあわせて廃止までの期間の短縮による支払利息の低減が長期コストの低減に効果があると考えられる。

次に、閉鎖から廃止までの期間の長期化による影響を処分場プロジェクト全体の収支計算結果を用いて検討した。全体のコスト構造の中で水質管理費用の占める割合は小さいが、処分場の閉鎖から廃止までの期間を 3 年から 10 年、25 年と増加させた場合、保有水等の管理費用の増大により総支出を 3～4% ずつ上昇させる結果が得られた。保有水の処理施設は定期的に更新が必要であり、廃

止までの期間が長期化すると、付帯施設の更新によるコスト増加の影響もあらわれる。

長期コストの低減には、処分場を早期安定化させて廃止までの期間を短縮する手法や水質管理費用を低減する手法が有効と考えられる。このため、廃棄物を中間処理することにより処分場の早期安定化を図る手法を提案した。処分場プロジェクトの収支計算結果より、中間処理に対する初期コストを抑えることができれば、埋立時を含む全体の管理費用を低減できる可能性が示された。また、初期コストの増加に対する改善策として、過度な負担にならない範囲で廃棄物処理料金を値上げすることにより収支をバランスさせることができる可能性が示された。

これらの検討より、海面廃棄物最終処分場の運営管理者が長期コストの低減に向けた取り組みを進めるにあたり、事業の進め方の検討や個別の技術開発の実施の際の参考になるものと期待される。

謝辞

本研究の実施にあたり、海面処分場の事業者の方々にはヒアリングやアンケート調査に快く対応いただいた。また、歴代の国土技術政策総合研究所沿岸防災研究室長には、本研究の取りまとめにあたり、さまざまなご助言をいただいた。ここに記して深甚なる謝意を表します。

引用・参考文献

- 1) 環境省 HP：広域最終処分場計画調査(海面最終処分場の閉鎖・廃止適用マニュアル策定に向けた調査)報告書，2009.
- 2) 土木学会環境工学委員会広域処分小委員会：廃棄物海面埋立環境保全調査，土木学会論文集 No. 650/VII-15，pp. 1～12，2000.
- 3) 浅井正・小田勝也：持続可能な臨海部における廃棄物埋立処分に関する研究，国土技術政

- 策総合研究所資料, No. 741, 2013.
- 4) 小田勝也・有賀藍・東原純・神原隆則・橋本和佳・前田直也・王寺秀介：海面廃棄物最終処分場における保有水水位の平面分布調査，第 20 回廃棄物資源循環学会研究発表会講演論文集，2009.
 - 5) (財) 港湾空港高度化環境研究センター：管理型廃棄物埋立護岸設計・施工・管理マニュアル（改訂版），134p.，2008.
 - 6) 数土勉・有賀藍・小田勝也・田中裕一：簡易収支モデルを用いた海面廃棄物処分場の財政収支に関する一検討，第 21 回廃棄物資源循環学会研究発表会講演論文集，2010.
 - 7) 根木貴史・渡邊祐二・浅井正・小田勝也・築地健太朗：海面廃棄物最終処分場経営シミュレーションの感度分析，第 23 回廃棄物資源循環学会発表会講演論文集，2012.
 - 8) 根木貴史・渡邊祐二・浅井正・小田勝也・築

地健太朗：海面廃棄物最終処分場における中間処理内製化に関する考察，第 23 回廃棄物資源循環学会発表会講演論文集，2012.

著者紹介

浅井 正（正会員）

国土交通省国土技術政策総合研究所（神奈川県横須賀市長瀬 3-1-1），昭和 41 年生まれ，平成 3 年 3 月名古屋大学大学院土木工学専攻修，同年 4 月運輸省（現国土交通省）に入省，現在国土技術政策総合研究所勤務，沿岸海洋・防災研究部沿岸防災研究室長，土木学会会員。

E-mail: asai-t92y2@ysk.nilim.go.jp

<http://www.ysk.nilim.go.jp/>

小田 勝也（正会員）

一般財団法人みたと総合研究財団（東京都港区虎ノ門 3-1-10），昭和 56 年 3 月大阪大学大学院修，同年 4 月運輸省（現国土交通省）に入省，平成 21 年 9 月よりみたと総合研究財団勤務，現在同財団首席研究員，土木学会会員。

E-mail: oda@www.wave.or.jp/

<http://www.wave.or.jp/>

Simulation on Costs Effectiveness due to Waste Stabilization for Waste Disposal Site in Coastal Area

Tadashi ASAI and Katsuya ODA

ABSTRACT : After the dumping of waste, it takes a long time to stabilize the water quality retained in a waste disposal site in coastal area. This is one of the primary factors to increase the total cost to maintain a waste disposal site. For sustainable management of the site, it is required to reduce the cost of each management phase, such as construction, dumping and stabilization, and to reduce the period to stabilize the water quality retained in the site. In this study, it is revealed the cost of each management phase through the questionnaire survey, and the cost structure of the waste disposal site project. Then, modeling the cost effect to induce the new techniques to stabilize disposed waste materials, appropriate cost structure is examined through numerical analysis.

KEYWORDS : *Waste Disposal Site in Coastal Area, Cost Analysis, Treatment of Retained Water and Saturated Water, Intermediate Processing*