

海面処分場に関する技術開発

—信頼性の高い海面処分場を目指して—

鶴飼 亮行*

要 旨

環境に対する意識の高まりとともに、新たな廃棄物処分場の整備が難しくなっている。特に都市部では、陸上処分場の確保が難しくなっているため、大規模な処分容量を確保でき、また、生活環境に与えるリスクが小さい海面処分場への期待が高くなっている。一方、1998年に廃棄物処分場の構造・維持管理・廃止の技術基準に係わる省令が改正され、より信頼性の高い廃棄物処分場が求められるようになった。ここでは、海面処分場の特徴を述べるとともに、信頼性の高い海面処分場を目指して進めている技術開発の概要についてまとめた。なお、本稿は、『環境浄化技術』2006年5月号、特集：最近の最終処分場に掲載された内容を、年報のために再編集したものである。

1. はじめに

環境に対する意識の高まりとともに新たな廃棄物処分場の整備が難しくなるなか、特に都市部での陸上処分場の確保は困難となっている。

海面処分場は、地下水の最下流部であることから生活環境に与えるリスクが陸上処分場より小さいと考えられること、陸上では難しい大規模な処分容量を確保できること、埋め立てられた処分場跡地は港湾用地として有効利用できること、などの利点から陸上処分場の確保が難しい都市部で、特に東京湾や大阪湾など静穏海域を有する地域において多く整備されてきた。

全国の一般廃棄物の処分場の施設数と埋立容量の統計資料をもとに両者の比から1施設あたりの海面処分場と陸上処分場の埋立容量を単純計算すると、海面処分場は270万 m^3 、陸上処分場では18万 m^3 となり、1施設あたりの海面処分場の容量が大規模であることがわかる。また、東京都の一般廃棄物の資料(1998年)によると海面処分場への排出量は、全体の85%となり、都市部の海面処分場への高い依存性を示しているといえる。

一方、最終処分場の周辺環境への影響に関心が高まるなか、1998年6月には、「一般廃棄物の最終処分場及び産業廃棄物の最終処分場に係る技術上の基準を定める命令」(総理府・厚生省共同命令)が改正され、廃棄物処分場の構造・維持管理基準、廃止基準が強化・明確化されている。海面処分場においても、この共同命令で示された基準を満足することが必要であり、より信頼性の高い海面処分場が要求されることとなった。



写真-1 新海面処分場(東京都)

本稿では、海面処分場の特徴について述べるとともに、信頼性の高い海面処分場を目指して進めている技術開発の概要をまとめる。

2. 海面処分場の特徴

海面処分場は、港湾区域内の海域に廃棄物埋立護岸を構築することで囲われた水域を確保し、そのなかに廃棄物を投入することで埋め立てを行う最終処分場である。

海面処分場としては、主に浚渫土砂などを受け入れる安定型廃棄物最終処分場、管理型産業廃棄物を受け入れる管理型廃棄物最終処分場および一般廃棄物を受け入れる一般廃棄物最終処分場が整備されている。有害廃棄物を受け入れる遮断型廃棄物最終処分場は海面処分場として整備

*技術研究所

された事例はない。

廃棄物埋立護岸の構造は、埋め立てられる廃棄物の種類によって異なる。図-1に廃棄物埋立護岸のイメージ図¹⁾を示す。一般廃棄物最終処分場と管理型廃棄物最終処分場の遮水工に関する構造基準は同等であるので、安定型廃棄物最終処分場と管理型廃棄物最終処分場の廃棄物埋立護岸について示す。

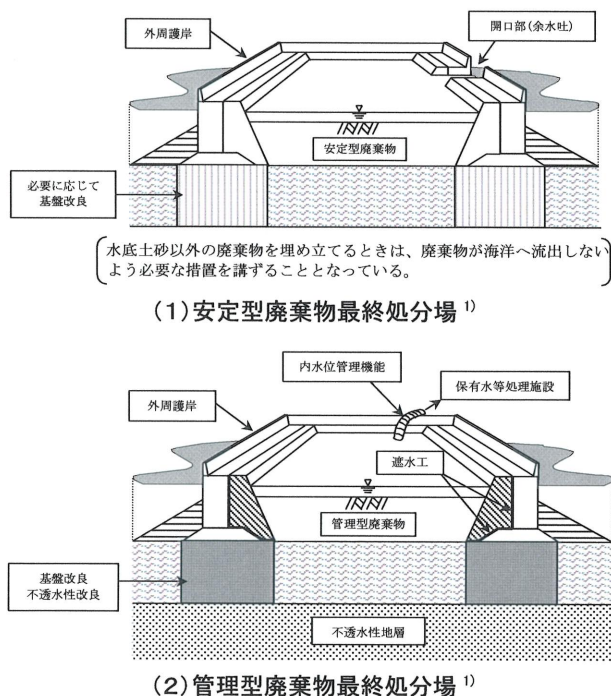


図-1 廃棄物埋立護岸のイメージ図

安定型廃棄物埋立護岸では、浚渫土砂以外の廃棄物を埋め立てる場合には、廃棄物が処分場外に流出しないようにしなければならないが、図-1に示したように開口部を設けてもよく、処分場内の保有水の浸出を防ぐための遮水工は必要ない。

これに対し、管理型廃棄物最終処分場や一般廃棄物最終処分場は、処分場内の保有水の浸出を防ぐための遮水工が廃棄物埋立護岸に必要である。また、処分場内の底面からの浸出を防ぐために海底地盤内には不透水性地層などの遮水性を持った基盤が必要である。

管理型廃棄物処分場や一般廃棄物処分場のように遮水工が必要となる場合、底面からの浸出を防ぐために底面に粘性土層などの不透水性地層を持つ場所を建設場所として選定することがほとんどである。その場合、廃棄物埋立護岸を構築するためには地盤改良が必要となることが多く、構造によって異なるが図-1に示したように地盤改良を施した部分についても遮水性を持たなくてはならない場合がある。

廃棄物による埋め立てが進むにつれ粘性土層の圧密沈下による地盤の変形が生じるため、遮水工にはその変形に追随しつつ遮水性を保持する性能が求められる。これに加え、海面処分場が建設される場所は、潮汐や波浪などの外力の影響を受けやすい場所であるため、施工時から厳しい環境への対処が要求される。このように、海面処分場は陸上処分場とは異なった環境に置かれており、この海面処分場の特徴に適合した遮水工が必要となる。また、前述のように海面処分場は、廃棄物の処理とともにその跡地を利用することを前提として整備されるものであるため、処分場の安定化は重要な要件である。

しかし、海面処分場に埋め立て処分された廃棄物はそのほとんどが海水中に没してしまうため、陸上の処分場に比べて汚濁成分の洗い出しが遅くなり、また、嫌気雰囲気となるため有機成分の分解が遅れる傾向にある。このことから保有水の集排水処理のために残される内水ポンドの水質が廃止基準に適合するまでには長期間を要するといわれており、埋立地の早期安定化のための技術開発が課題となっている。

これまで、遮水工や維持管理手法の技術は陸上の処分場について多くの研究や技術開発が進められてきた。しかし、その技術を海面処分場に直接適用することは難しいことから、海面処分場に適合する技術の開発が必要となっている。

改正命令後の2000年には「管理型廃棄物埋立護岸設計・施工・管理マニュアル(監修:運輸省港湾局、発行:(財)港湾空間高度化センター)」が出版され、海面処分場に関する技術的な留意点や課題が体系的にとりまとめられた¹⁾。特に、技術的な課題が示されたことから、その課題の解決のため研究、技術開発が精力的に進められ、実用化された技術もある²⁾³⁾。

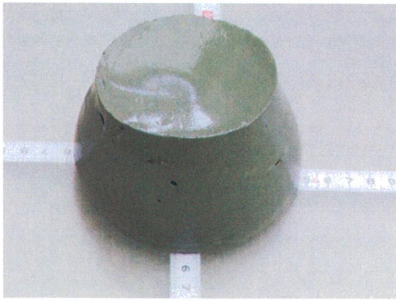
3. 海面処分場に関する技術開発

以下では、現在取り組んでいる海面処分場の建設・維持管理技術について紹介する。なお、技術開発の対象は、海面の一般廃棄物最終処分場および管理型廃棄物最終処分場である。両者の遮水工に関する技術基準は同等であるので、以降では特に両者を区別しない。

3.1 遮水技術

海面処分場の遮水護岸に使用する遮水工は、遮水性能や経済性、耐久性はもちろんのこと、前述のように海中での施工性や地盤の変形に対する追随性が要求される。この課題の解決のための新しい遮水技術として、浚渫粘土を母材とする変形追随性遮水材料を用いた遮水技術「クレイガード工法」を開発した⁴⁾。

この変形追随性遮水材料は、浚渫工事等で発生する海成粘土をリサイクルし、現場で簡易なプラントによりベントナイトを添加・混練して製造するもので、遮水性、変形追随性およ



写真一2 変形追随性遮水材料

び経済性に優れた材料である。

この遮水材料の特徴は、「①固化しないため、護岸完成後の地盤沈下や、地震時の外力などに起因する遮水工の変形に追随し、ひび割れを生じない。②土質系の自然材料であるため、材料劣化が少なく長期的に安定している。③ポンプ圧送が可能で、一般的な機械により施工が可能である。」などであり、管理型海面処分場の側面遮水工や底面遮水工への適用が可能である。側面遮水工としては、鋼板や遮水シートと組み合わせることで鋼管矢板の継手遮水に適用することや、H形鋼矢板壁の継手隔壁内に本遮水材を充填して連続遮水壁を構築するなど、多様な護岸構造に対応できる(図-2)。また、H形鋼矢板や鋼管矢板の継ぎ手止水と併用するため、2重、3重の遮水を組み合わせることができるため、より信頼性の高い遮水構造を構築することができる。

この遮水構造の遮水性能は、室内試験での確認はもとより、広島県呉市の阿賀マリノポリス地区内で実施した実海域実験で施工性ととも実証している。また、写真一1に示した新海面処分場(東京都)Gブロック西護岸の一部に鋼管矢板の継ぎ手の遮水工としてクレイガード工法が採用されている³⁾。

なお、本工法の開発では、独立行政法人港湾空港技術研究所および国立大学法人横浜国立大学との共同研究を実施している。

3.2 漏水検知システム

遮水シートの健全性を把握する漏水検知システムは陸上処分場ではすでに実用化されているが、海面処分場では適用実績はない。

陸上処分場に適用される漏水検知システムは物理式および電気式によるシステムの二種に大別され、電気式によるシステムは遮水シートの高い電気抵抗を利用したものである。

海面処分場において、遮水シートの電気式漏水検知が困難とされていたのは主に2つの要因がある。ひとつは、海水の電気伝導率が高いこと。もうひとつは、遮水シート端部を回りこんで測定電極に流れる迷走電流が生じ検知能力が低下することである。海面処分場では底面の遮水は不透水性地層により確保させることが多く、遮水シートは処分場全面では

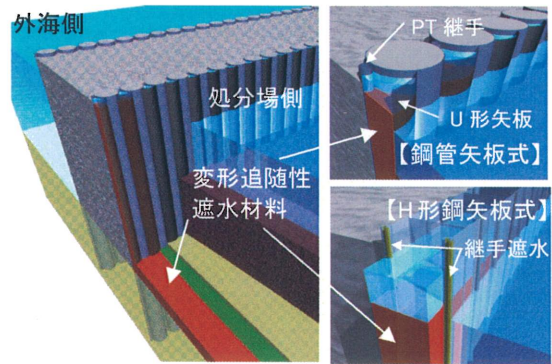


図-2 クレイガード工法による遮水構造

なく廃棄物埋立て護岸部にのみ敷設されるためである。

この問題に対し、迷走電流を遮断するガード電極を採用することで海面処分場に適用可能な漏水検知システムを開発した⁵⁾。

本システムの基本構成は、図-3に示すように、電流の発生源となる印加電極を検知対象となる遮水シートからみて処分場側に、印加電極から流れた電流を受け取る測定電極を外海側に配置する。図-3には、遮水工が破損していない場合と破損している場合での電流経路を示している。

本漏水検知システムは、屋内での原理確認実験および屋外で実施した実規模の大型モデル実験(図-3、写真-4)によって定性的ではあるが高い適用性を確認している。

現在、破損の定量的な評価をはじめとしたシステムの設計手法を構築するため開発を進めている。

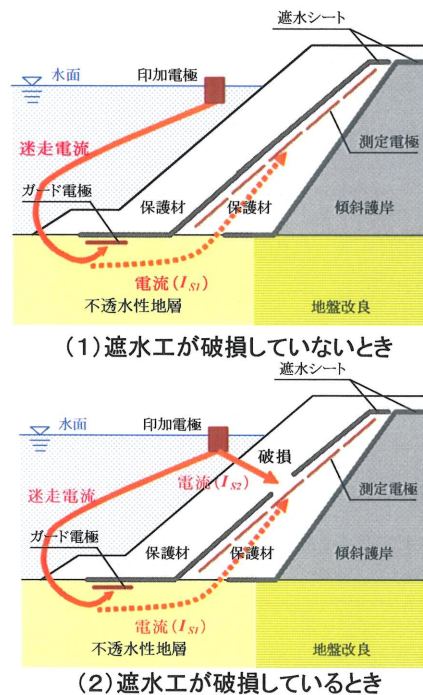


図-3 海面処分場漏水検知システムの電気経路

なお、この技術は国土技術政策総合研究所との共同研究により開発を進めているものである。

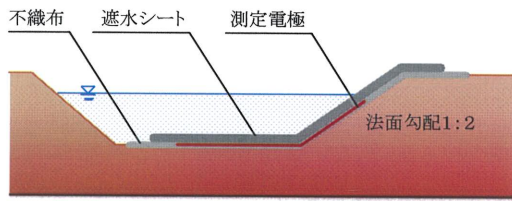


図-4 大型モデル実験の概要(断面図)



写真-3 大型モデル実験の実験状況(海水注入前)

3.3 埋立法

前述のように海面処分場に埋立処分された廃棄物の安定化には陸上処分場と比べて時間を要する傾向にあり、安定化を促進させる工法の開発が望まれている。

これまでも、水没することにより汚濁成分を溶出しない不活性廃棄物を水面下に埋立て、陸化した埋立て地盤上に汚濁成分を溶出する活性廃棄物を埋め立てる方法や、安定化を促進させたい深度(領域)に集排水暗渠管を水平に埋設し、保有水を集排水することで暗渠管上部の廃棄物埋立層を好気雰囲気にするなどで安定化を促進する方法などが提案されている。

しかし、前者は活性廃棄物の埋立容量が減ることや、埋立て時期が制約を受けること、後者は、安定化領域が限定されるなどの問題を含んでいる。このような問題を解決するため、海面処分場全体の安定化促進を念頭に置いた埋立法を提案し、実験的な検討を基礎にして技術開発を進めている。そのひとつの溶脱・分級埋立法⁶⁾について紹介する。

溶脱・分級埋立法は、埋立処分する焼却灰による環境汚染リスクを埋め立て以前に減少させ、周辺環境に対して安全性の高い埋立地盤を造成する新しい埋立法である。

本工法は、溶脱工程と分級埋立工程から構成される。溶脱工程(スラリー輸送)は、廃棄物を埋め立てる際に海水と混合させてスラリー状にして輸送することで焼却灰中に含まれる溶解性の重金属類を焼却灰から海水へ積極的に溶出させるものである。分級埋立工程は、重金属類の含有量および溶出特性が粒径により異なる傾向を示すことから、埋立地盤

の環境リスクを低減するために、焼却灰を粒径別に分けて埋立処分するものである。汚濁成分の溶出量が比較的小さい粒径の大きな焼却灰のみを埋め立てることで環境負荷の低く、早期安定化が可能な埋立区画を造成することができる。

この技術は、国立大学法人九州大学との共同研究により開発を進めている。

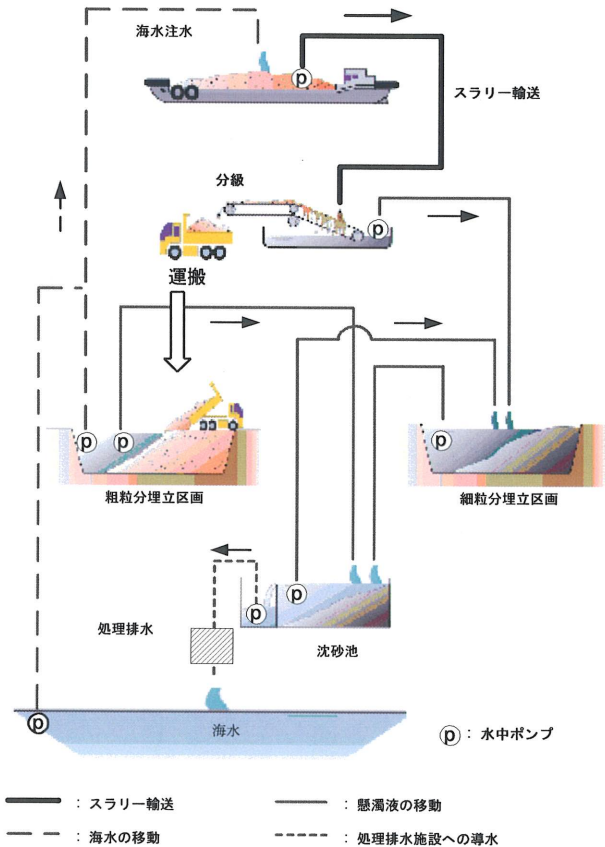


図-5 溶脱・分級埋立法

4. おわりに

今後も、海面処分場の信頼性を向上させる技術開発を進めることで、安全な処分場の確保に寄与していきたい。

【参考文献】

- 1) (財)港湾空間高度化センター:管理型廃棄物埋立護岸設計・施工・管理マニュアル、2000。
- 2) 小田勝也:ベース設計資料, No.126 土木編、建設工業調査会, pp.36-41、2005。
- 3) 福田賢二郎ら:土木学会第 58 回年次学術講演会講演集, 第VI部門, pp.535-536, 2003。
- 4) 上野一彦ら:海洋開発論文集, Vol.20, pp.821-826, 2004。
- 5) 羽田晃ら:海洋開発論文集, Vol.20, pp.815-820, 2004。
- 6) 古賀大三郎ら:廃棄物学会論文誌, Vol. 14, No.6, pp.334-342, 2003。