

技術報文

# 一体型複合遮水シートによる管理型海面処分場遮水工の概要

東洋建設(株) 前田 敏

## 1. はじめに

管理型海面処分場は、主に大都市圏内陸部での廃棄物最終処分場の確保が、現状ではますます困難な状況となっているため、港湾整備事業の一環として今後も引き続き計画的に整備されるものと思われる。また、安定型を含む海面処分場は、大都市周辺の港湾区域内に比較的大規模に造成されることが多く、例えば大阪湾広域臨海環境整備センターでは、これまでに尼崎沖・泉大津沖・神戸沖で埋立処分場を整備し、1990年1月から尼崎沖で廃棄物受入を開始しており、現在は大阪沖の新島地区で埋立処分場の建設を進めている。これら4地区の合計埋立面積は、約500ha、埋立容量は約7600万 $m^3$ となっている。この他、東京湾の新海面処分場を初め、広島港出島地区処分場、那覇港処分場など全国各地で整備が進められており、すでに平成15年1月までに港湾整備事業として81港104箇所の海面処分場が整備されている。

このように管理型海面処分場は、大都市周辺部で比較的大規模に造成が可能であり、遮水性基盤となりうる粘性土地盤を底部遮水として活用できるなど処分場建設にとって有利な面が多い。しかし、海上での建設となるため、波浪・潮汐・風などの海象・気象条件や、処分場内外の水位差による静水圧、軟弱地盤による地盤沈下や地震の影響等の厳しい自然条件下にある。このため、管理型海面処分場の建設では、特に、埋立護岸および遮水工の構造や施工方法を決定するに当たって、これらの自然条件に対する十分な検討が必要である。

ここでは、管理型海面処分場の護岸遮水工として実績が増えているPVCシート等のジオメンブレンを材料とした二重の遮水シートによる遮水工に対して、さらに軟弱地盤等での沈下や地震時の地盤の変形に対する追随性や遮水性に優れた遮水シートとして開発した一体型複合遮水シート(一体型トリプルライナー<sup>1)</sup>)の概要について述べる。

## 2. 管理型海面処分場の埋立護岸と遮水工の構造概要

管理型海面処分場の埋立護岸と遮水工の構造については、平成10年6月の「一般廃棄物の最終処分場およ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」の一部改正(以下、改正命令と称す)により、表面遮水工としての遮水層の構造基準が遮水性や安全性において従来より厳しく規定されたことを受けて、平成12年11月に「管理型廃棄物埋立護岸の設計・施工・管理マニュアル」<sup>2)</sup>(以下、管理型護岸マニュアルと称す)が発刊され、改正命令の主旨に基づいて管理型廃棄物埋立護岸の構造が規定された。

この管理型護岸マニュアルに示されている主な護岸遮水工の構造例を図-1および図-2に示す。このように、護岸遮水工として遮水シートを用いた重力式または捨石式護岸の他、鋼(管)矢板を鉛直遮水工と護岸本体工とに兼ねた二重鋼(管)矢板式護岸などがあり、各地での実績もそれぞれ増えている。これらの護岸遮水工の内、二重遮水シートを用いた施工事例として、旧川之江市(現四国中央市)西部産業廃棄物最終処分場の護岸遮水工の断面例を図-3に示す。ただし、この事例での基礎地盤は透水性地盤であり、底部遮水も二重の遮水シート工法とし、護岸斜面部での中間保護層の層厚は2.4~3.0m、上部被覆層は3.8~5.0mとなっている。

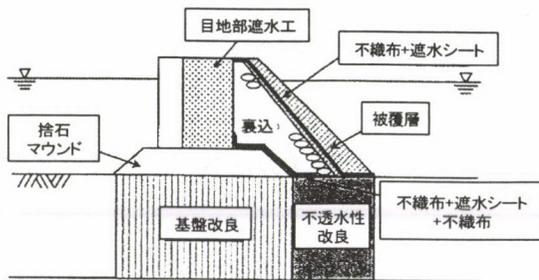


図-1 重力式護岸遮水工の例<sup>2)</sup>

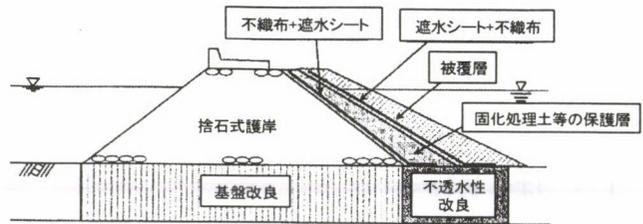


図-2 捨石式護岸遮水工の例<sup>2)</sup>

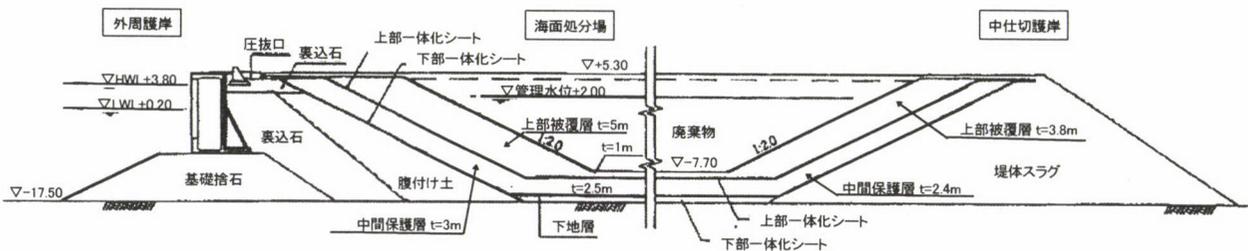


図-3 川之江市西部産業廃棄物最終処分場護岸断面の例<sup>3)</sup>

### 3. 一体型複合遮水シートの概要

一体型複合遮水シート<sup>1)</sup>は、二重の遮水シート間に遮水性中間保護層として二液常温硬化型ポリウレタンを注入して製作し、図-4に示すように二重遮水シートと遮水性中間保護層を有する三重構造の複合遮水シートである。

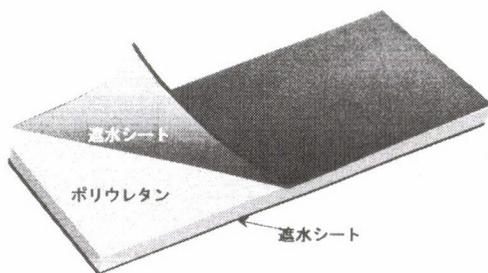


図-4 一体型複合遮水シート構造図

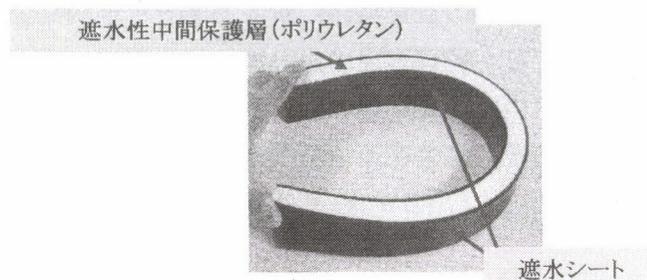


図-5 一体型複合遮水シートの可とう性

中間保護層は、遮水性と変形追随性に優れた高分子材料からなり、仮に遮水シートに欠陥部分があっても中間保護層で遮水性を確保できる。また、地盤沈下や地震時の地盤の変状に追随できる(図-5)。さらに、釘等の異物が貫通しても遮水性能が確保できるなど、従来の二重シート工法にはない確実な遮水性能が期待できる材料である。一体型複合遮水シートの基本特性を表-1に示す。その特徴は以下のとおりである。

- ① 二重遮水シート間に遮水性中間保護層(ポリウレタン)を有する三重の遮水構造である。
- ② 遮水性中間保護層と二重遮水シートは強固に一体化されている。
- ③ ポリウレタンの良好な充填性により遮水シート等に不可避に存在する欠陥を修復できる。
- ④ 十分な可とう性を有し、地盤変状に追随して遮水性を保持できる。
- ⑤ 遮水性中間保護層は優れた遮水性能(透水係数:  $10^{-12}$  cm/s 以下)および、材料強度を有し、不測の事態で万一遮水シートが破損しても十分な遮水性を保持できる。
- ⑥ 耐久性、耐薬品性に優れる。

- ⑦ 遮水性中間保護層は打ち継ぎが可能で、打ち継ぎ部は一般部と同等の性能を有する。

#### 4. 従来工法に対する一体型複合遮水シート工法の改良点

従来の二重遮水シートと一体型複合遮水シート工法による捨石式護岸の断面例を図-6、7に示す。この図に示すように一体型複合遮水シート工法では一回で遮水シートを敷設できるため、従来

工法に比べて遮水シートの敷設と中間保護層の工程短縮が期待できる。また、中間保護層の体積分だけ廃棄物の可処分容量が増える。さらに、基礎地盤が軟弱な場合の地盤改良範囲が少なくなる可能性があるなど、中間保護層のポリウレタンの材料特性による優れた地盤変形追従性や遮水性に加え、護岸遮水工として護岸構造と組合わせた場合に従来工法に比べて有利な点が生じる。

表-1 一体型複合遮水シートの基本特性

項目	単位	特性値		備考	
		TypeA	TypeB		
遮水シート	材質	---	PVC	---	
	厚み	mm	3.0		1.5
中間保護層	材質	---	ポリウレタン(PU)		
	厚み	mm	10~20		
引張性能	引張強さ	kN/m	50以上	30以上	50mm幅ダンベル(標線間100mm)*、引張速度250mm/min(ひずみ速度2.5min <sup>-1</sup> ; 対標線間)
	伸び率	%	100以上	200以上	
圧縮ひずみ	200kPa	%	5以下	6以下	φ200試験片
	500kPa	%	10以下	12以下	
	1000kPa	%	17以下	20以下	
貫入抵抗	N		750以上	700以上	ASTM D4833準拠
接合部引張強さ	kN/m		35以上	20以上	
遮水シート剥離強さ	N/mm		2.5以上		
線膨張係数	°C <sup>-1</sup>		1.5 × 10 <sup>-4</sup>	2.2 × 10 <sup>-4</sup>	
透水係数(遮水性能)	cm/s		1 × 10 <sup>-12</sup> 以下	1 × 10 <sup>-12</sup> 以下	

\*複合シートの引張性能に関する各種試験は、この試験片の1/3スケールの試験片を用いても同等の結果を得ることができると報告されている(第39回地盤工学研究発表会、2004年7月)

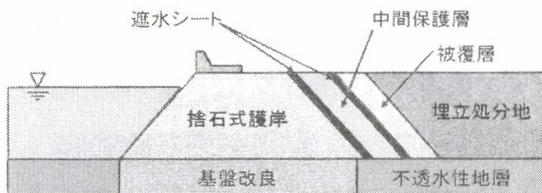


図-6 従来の二重遮水シート工法による断面例



図-7 一体型複合遮水シート工法による断面例

また、図-8に示すように一体型複合遮水シートは、海面処分場の碎石などで整形された不陸面に敷設した場合でも上載荷重に対して破損する可能性が低い。これは、ゴム弾性を有するポリウレタンが不陸によって起きる局所的な荷重を分散させるためであり、不陸面での損傷に対する耐久性が期待できる。<sup>4)</sup>

さらに、一体型複合遮水シートは、写真-1に示すように廃棄物の中に混入する異物(釘や鋭利な金属など)がシートを貫通した状況で図-9に示す実験装置により294kPaの水圧(水深30m相当)を負荷しても漏水しない能力があることを確認した。これはポリウレタンのゴム弾性によって中間保護層が異物と密着して漏水を防ぐからである。<sup>4)</sup>



図-8 不陸地盤上での載荷試験状況

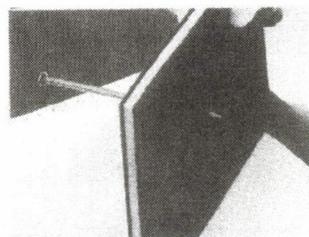


写真-1 異物貫通状況

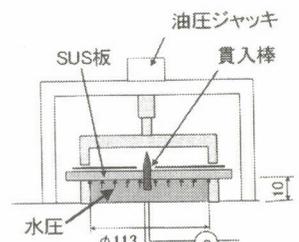


図-9 耐水圧実験装置

## 5. 一体型複合遮水シート工法の施工概要

管理型海面処分場での一体型複合遮水シートの敷設イメージを図-10に示す。主な施工方法は、従来の二重遮水シート工法に準じるが、幅約2mで所定長さの一体型複合遮水シートを工場製作して現場に搬入し、シート接合、ポリウレタン注入および養生をすべて台船上で行う。接合部のポリウレタンは粘性流体で注入され、その後、養生によりゴム弾性が発揮されるが、台船からのシートの展開およびその後の護岸への敷設は、接合部のポリウレタンの養生時間、敷設手間および現場条件等を考慮して施工サイクルを決定する。

一体型複合遮水シートの台船上での接合・養生および海上への引き出し・敷設については、写真-2に示すように、平成18年8月に実海域実証実験を実施して確実に施工できることを確認した。

特に、写真-3に示す接合部の施工では、上下遮水シートの溶着とポリウレタンの充填を確実に行う必要があるが、遮水シートを敷設後、回収した接合部サンプルの引張試験を実施して基準値の35 kN/mに対して49.7 kN/m以上あることが確認できた。また、接合部の出来形や各作業での作業時間等の施工データを取得した。

## 6. おわりに

管理型海面処分場でのPVCシート等のジオメンブレンを使用した二重遮水シートによる護岸遮水工に対して、新しい材料としての一体型複合遮水シートを用いた工法による護岸遮水工の概要を示した。本稿では海面処分場の護岸斜面遮水工としての適用について述べたが、本工法は陸上処分場での斜面遮水工および鉛直遮水工としても適用できる。

一体型複合遮水シート工法協会は、民間13社からなり、工法普及のため平成18年5月に設立しました。本稿で紹介した実海域実証実験も工法協会の会員会社で実施したものであり、ご指導・ご協力いただいている多くの関係各位に深謝いたします。

### [参考文献]

- 1) 嘉門雅史：管理型海面最終処分場の地盤工学的問題と新技術，基礎工，2006年7月
- 2) (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，平成12年11月
- 3) 小竹望，鶴ヶ崎和博，手塚隆：管理型廃棄物海面処分場における遮水シート工の設計施工，No.314 電力土木，2004年11月
- 4) 一体型複合遮水シート工法協会：一体型複合遮水シート工法 技術資料・積算資料，平成18年5月

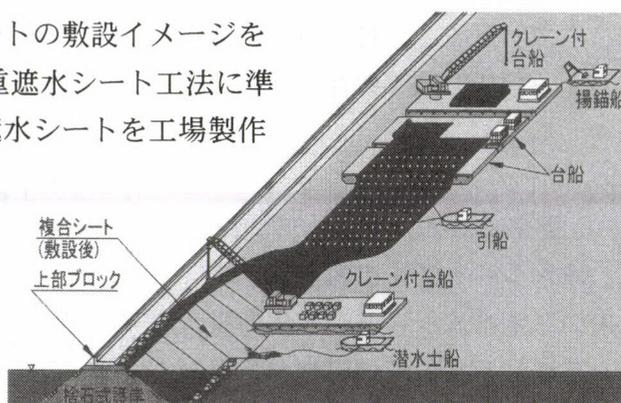


図-10 海面処分場での敷設イメージ



写真-2 実海域実証実験状況(平成18年8月)



写真-3 実証実験での接合状況