

技術報文

海洋土木におけるジオシンセティックス利用

太陽工業(株) 石田 正 利

1. はじめに

わが国におけるジオシンセティックス利用の歴史は、1957年に凍上防止を目的として路床土をビニール布で包み込み地下水の上昇を防ぐ試験工事が行われ、さらに1959年に来襲した伊勢湾台風による災害復旧工事に際し、大量の織布が使用された¹⁾。現在においては多種多様の材料を用いたジオシンセティックスが開発、利用されている。わが国におけるジオシンセティックスの2001年における使用量は全体で1億㎡に達し、その内訳は表-1に示すとおりである²⁾。

ジオシンセティックスの分類は図-1³⁾に示すとおりであり、それぞれ異なった特徴を有する。ジオシンセティックスに要求される主な機能は、補強・排水・分離・ろ過・遮水・保護であり、土木工事に使用するにあたっては、その要求機能を満たすジオシンセティックス製品が選択して使用される。ここでは、海洋土木において使用されるジオシンセティックス製品に対し、その要求機能ごとに代表的なものを紹介する。

表1 2001年ジオシンセティックス使用量²⁾

種類	使用量	
	万㎡	%
織布	896	8.6%
不織布	4925	47.2%
編布	29	0.3%
ジオネット	197	1.9%
ジオグリッド	999	9.6%
パーチカルドレーン材	1953	18.7%
ジオメンブレン	810	7.8%
ジオコンポジット	404	3.9%
その他関連製品	221	2.1%
総計	10434	100.0%

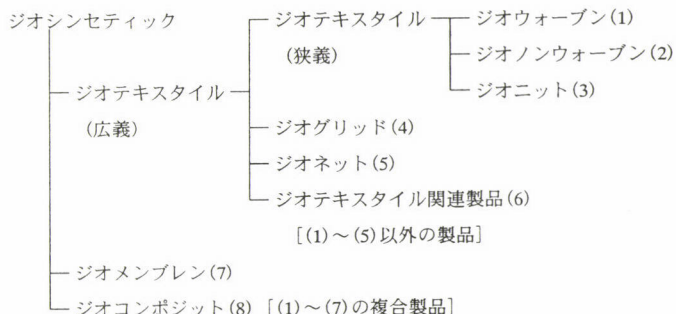


図-1 ジオシンセティックスの分類³⁾

2. 要求機能に対するジオシンセティックス製品

2.1 補強

補強機能を期待するジオシンセティックスの代表的なものとして、軟弱地盤表層処理工法の一つである敷設材工法に用いられるジオグリッドが挙げられる。海域の埋立地においては埋立材料の調

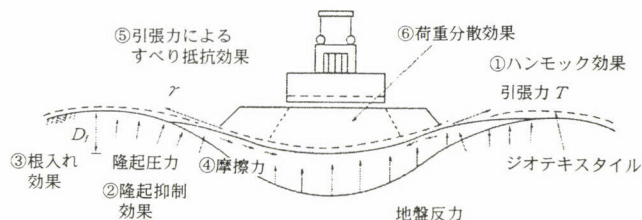


図-2 敷設材の支持力増加機構の概念⁴⁾



写真-1 ジョグリッドを用いた覆土



写真-2 ジョグリッドのパネル同士の結束

達のし易さ、コスト面、土取り箇所の水深の増加等から航路浚渫土砂を用いて埋め立てられる事例が多く、浚渫土砂が沖積粘土でポンプ浚渫されてたものを埋め立てる場合等は、埋立地は超軟弱地盤となる。このような地盤に、良質土砂を覆土する場合は地盤がヘドロ状であるため、ブルドーザー等による施工は非常に困難となる。そこで、繊維系のジオグリッドや織布を敷設し、地盤の支持力を増加させて良質土砂の覆土を容易にするものである。図-2⁴⁾に敷設材工法の支持力増加機構の概念を示す。なお、敷設材工法の場合、良質土砂と超軟弱地盤との分離効果も期待できる。写真-1はジオグリッドを敷設した後、ブルドーザーおよび、ミニキャリアにより覆土を実施している状況である。敷設材として使用されるジオグリッドの引張り強さに代表される必要物性は、地盤条件や施工条件により決定される。実際のジオグリッドは工場にて、ある程度の大きさのパネル(例えば10m×30m)に縫製加工されたものを現場にて敷設し、写真-2に示すように隣り合う同士のパネルを繊維ロープやテープにて結束する。したがって、設計に際しては縫製部や結束部を含めた引張り強さを用いる必要がある。表-2に敷設材工法として使用されている繊維系ジオグリッドの物性の一例を示す。

表2 繊維系ジオグリッドの物性

項目	物性		試験方法
基布	PET		
重さ(g/m ²)	450		JIS L1096
引張り強さ(kN/m)	タテ	68以上	JIS L1096に準拠
	ヨコ	68以上	(1本強度)×(m当り本数)
伸度(%)	タテ	25以下	JIS L1096に準拠
	ヨコ	25以下	1本にて測定
目合(mm)	タテ	7±2	
	ヨコ	6.5±2	

2.2 排水

排水機能を期待するジオシンセティックスの代表的なものとしては、軟弱粘土地盤の圧密促進工法の一つであるバーチカルドレーン工法の材料であるプラスチックボードドレーンが挙げられる。かつてはその材質からペーパードレーンと称されていたが、排水性能が低く使用中にも排水性能が大きく低下するなどの問題点があった。これらの課題を克服するため、開発されたものが現在のプラスチックボードドレーンである。利用方法としては写真-3に示すようにプラスチックボードドレーンを1.0~2.0m間隔で軟弱粘土地盤に鉛直に打ち込み、粘性土地盤内の間隙水を排水させるものである。その概念を図-3に示す。粘土地盤の圧密時間は排水距離の二乗に比例することから、図-3に示すようにドレーン材を地盤内に鉛直に打設することにより、排水距離が短くなり、圧密時間を大幅に短縮させることが可能となる。一般的なプラスチックボードドレーンは、幅10cm程度で間隙水を排水層へ導くための合成樹脂の芯材と土粒子がドレーン内に入るのを防止するフィルターからなるジオコンポジットである。従来からバーチカルドレーン工法の代表的なものとしてはサンドドレーン工法があるが、これは良質な砂の調達や粒度の管理等に留意する必要がある。これに対して、プラスチックボードドレーンは工場製品であることから調達が容易であり、常に一定の品質を確保できるという利点がある。表-3にプラスチックボードドレーンの物性の一例を示す。



写真-3 プラスチックボードドレーン打設状況

表3 プラスチックボードドレーン物性表

素材	芯材	ポリプロピレン
	フィルター	ポリプロピレン
形状・寸法	重量	80g/m
	幅	100±5mm
	厚さ	4±0.5mm
	溝数	28±1
引張り強さ	乾燥時	2.55kN/幅
	湿潤時	2.55kN/幅
伸度	乾燥時	25%
	湿潤時	25%
透水係数	フィルター	1.65×10 ⁻² cm/sec
	面内	1×10 ⁰ cm/sec

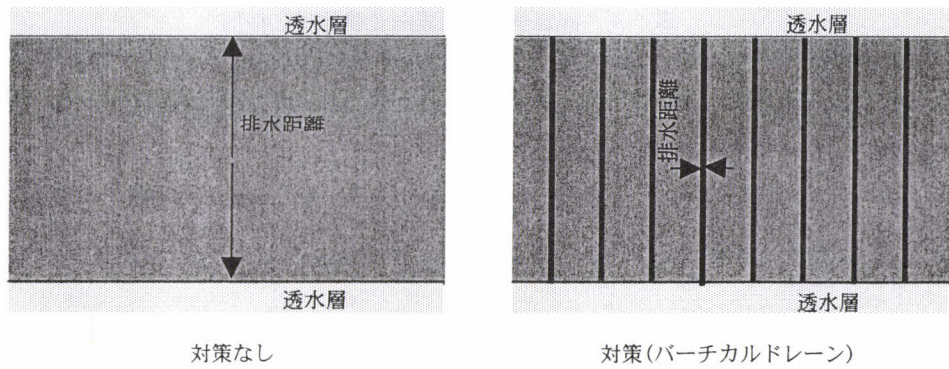


図-3 バーチカルドレーンの効果

2.3 分離

分離機能を期待するジオシンセティックスの代表的なものとして、汚濁防止膜が挙げられる。汚濁防止膜は海洋工事における埋立、浚渫、地盤改良工事等に伴って発生する濁りが工事区域外に拡散するのを防止するため、工事区域内外の海域を遮断するように敷設される。写真-4 に使用事例を示した。一般的な汚濁防止膜は発泡スチロールやゴムチューブ製のフロートと、フロートに取付られる織布を用いたカーテンで構成される。構造形式としては大きく分けて図-4 に示す垂下型と自立型がある⁵⁾。垂下型、自立型は現場条件により単独もしくは、複合して使用される。汚濁防止膜を構成する各部材は気象・海象条件を考慮してその必要物性が決定される。表-4 に固定垂下式汚濁防止膜標準仕様の一例を示す。

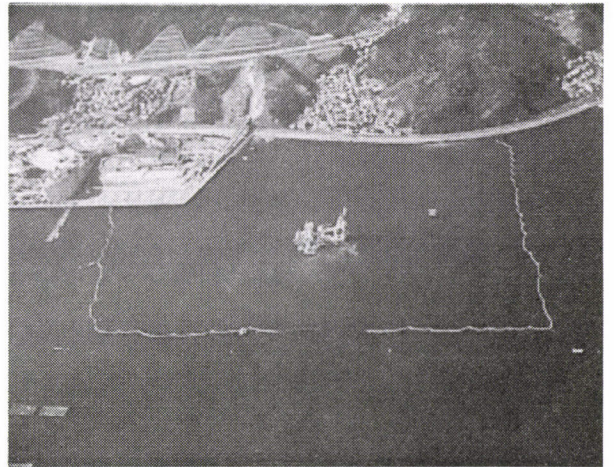


写真-4 汚濁防止膜使用事例

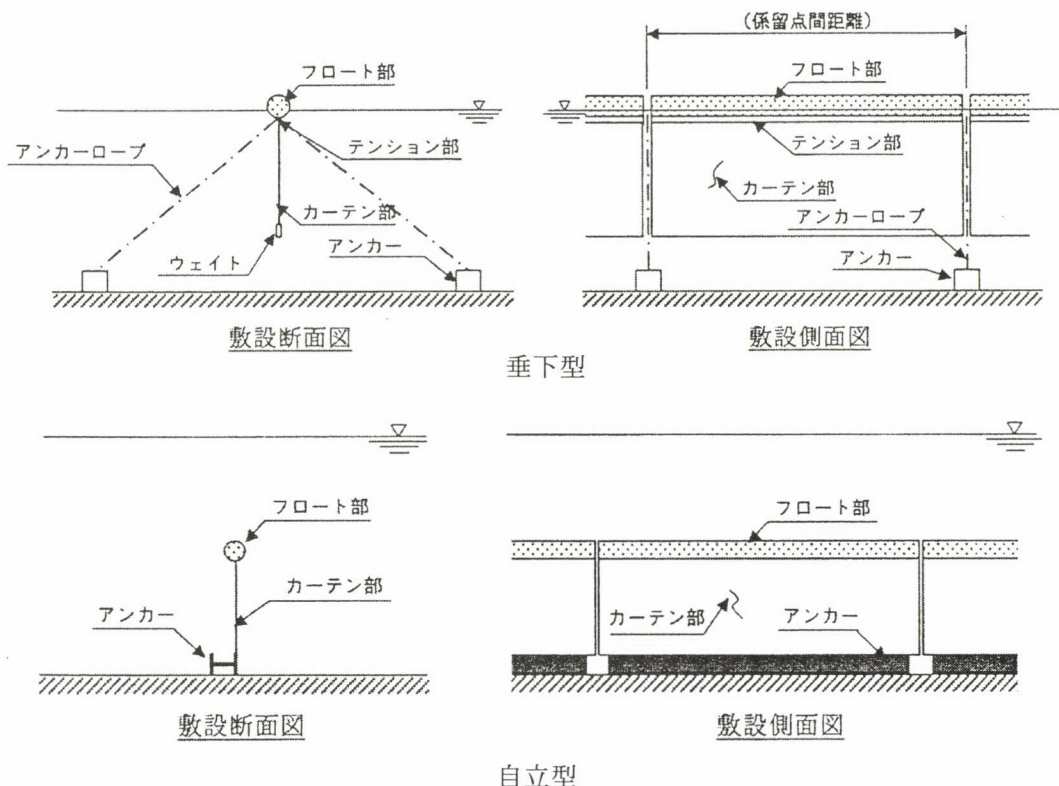


図-4 汚濁防止膜の構造形式⁵⁾

表-4 固定垂下式汚濁防止膜標準仕様例

タイプ	敷設場所の条件	仕 様			
		フロート径 (mm)	フロート形式	カーテン生地 (巻手)	ウェイトチェーン質量 (kg/m)
A	有義波高: 1.5m以下、流速: 0.5m/s以下 (自然の地形で遮蔽された防波堤外の海域)	600	連続	800~500	10~20
B	有義波高: 1.0m以下、流速: 0.2m/s以下 (防波堤内の広い海域、あるいは自然の地形で遮蔽された湾奥の海域)	400	連続	500~300	5~10
C	有義波高: 0.8m以下、流速: 0.1m/s以下 (防波堤内の中程度の広がりをもつ海域)	300	連続	500~300	5~10
D	有義波高: 0.5m以下、流速: 0.05m/s以下 (湖沼、あるいは湖沼と同等に静寂な十分に遮蔽された湾奥の海域)	300	単独	300	3~5

- ※1. 連続型は、フロート部に浮力体が連続して配置される。単独型は、浮力体が不連続のものをいう。
- ※2. 有義波高1.5mを越える海域については、特別仕様となる。
- ※3. 上記仕様を選定するに当たり、風速、水深、カーテン丈長は、代表的に下記の数値を用いた。
風速: 20m/s、水深: 20m、カーテン丈長: 10m

2.4 ろ過

ろ過機能を期待するジオシンセティックスの代表的なものとしては、護岸捨石マウンド等に敷設する防砂シートが挙げられる。防砂シートは図-5に示すように、護岸捨石マウンド背面に敷設し、干満差や波、流れにより護岸背面の土砂が捨石の間隙から抜け出るのを防止する目的で使用される。一般的な防砂シートは不織布もしくは織布が用いられ、あらかじめ工場にて幅10~20m程度の大きさのパネルになるよう縫製加工されたものを現場にて敷設する。隣り合うパネル同士は50cm程度の重ね合わせを行い、所定のピッチにて繊維ロープやテープにて結束する。表-5に防砂シートの最低規格値⁶⁾を示した。

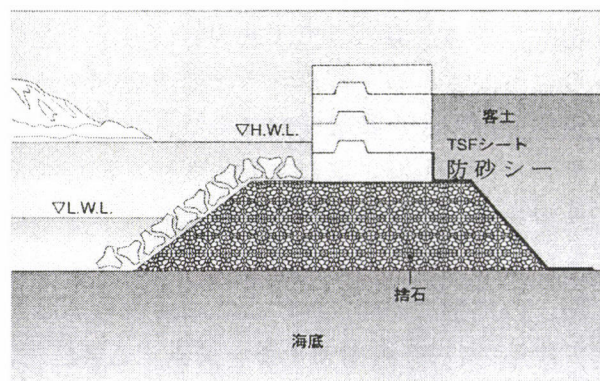


図-5 防砂シート敷設概念

表5 防砂シートの最低規格値⁶⁾

種別	厚さ	引張り強さ	伸び	質量	備考
不織布	4.2mm以上	880N/5cm以上	60%以上	500g/m ² 以上	JIS L1908
織布	0.47mm以上	4080N/5cm以上	15%以上	***	JIS L1908

2.5 遮水および保護

遮水機能を期待するものとしては廃棄物海面処分場の護岸遮水工として使用される遮水シートがある。2000年6月に施行された「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の一部を改正する命令」により、陸上処分場だけでなく海面処分場においても遮水工の基準が厳しくなった。遮水工の一部として遮水シートを用いる場合、アスファルト系以外の遮水シートについては1.5mm

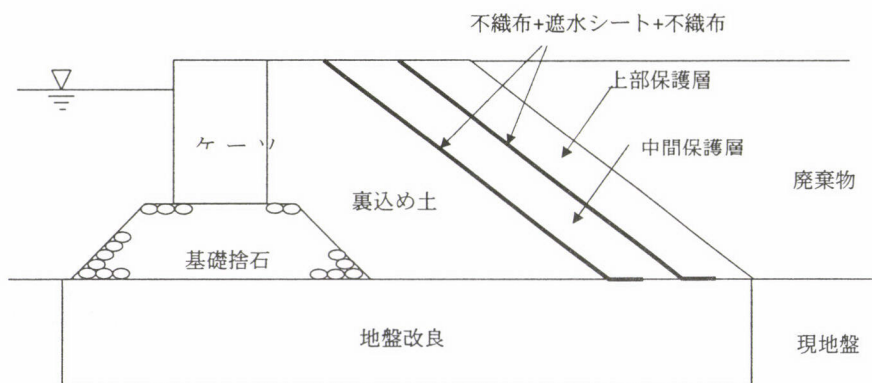


図-6 ケーソン式護岸の場合の二重遮水シートによる遮水工の例

以上、アスファルト系遮水シートについては3.0mm以上の厚さを有するものが必要で、特に遮水工として、遮水シートのみを使用する場合については、二重遮水シートが義務づけられている。図-6にケーソン式護岸の場合の二重遮水シートによる遮水工の例を示す。なお、遮水シートを敷設する地盤および、遮水シート上面には遮水シートが地盤と接することによる損傷防止、廃棄物による損傷防止を

目的として保護材を敷設する必要があり、かつ二重の遮水シート間にも同様に廃棄物の埋立に伴う負荷などにより、両方の遮水シートが同時に損傷することを防止する目的で保護材を敷設する必要がある。これら保護材としては、不織布が使用される場合が多い。写真-5に護岸捨石上に敷設された保護マットを、写真-6に保護マット上に敷設された遮水シートを示す。

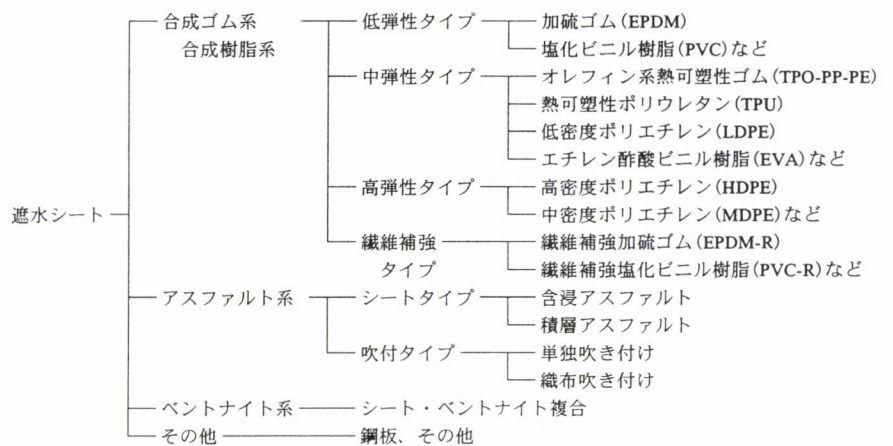


図-7 遮水シートの種類⁷⁾



写真-5 保護マット敷設状況



写真-6 遮水シート敷設状況

現在陸上処分場を含めて、遮水シートの種類は図-7⁷⁾に示すようなものがあるが、海面処分場においてはその施工条件から海水に沈むことが求められ、これまではPVCの使用実績が多いが、最近では海水に沈むLLDPEシートが開発されている。

その他、保護を目的としたジオシンセティックスとしては布製型枠がある。布製型枠はポリエステルやナイロン製の織布を袋状の二重構造に加工したもので、写真-7に示すように護岸の斜面等に敷設後、モルタルやコンクリートを注入することにより、所定の厚さを有する法面保護工となる。



写真-7 布製型枠(遮水シートの保護材として使用)

布製型枠の主な特徴としては、モルタルやコンクリートを直接内部に注入打設することから施工が非常に早いこと、水中施工が可能なが挙げられる。また、最近では建設副産物の有効利用という観点から、浚渫土砂に固化材を添加した固化処理土を注入して法面保護工とする工法も実施されている。

3. おわりに

以上、海洋土木において使用されているジオシンセティックスに関して、その機能ごとに代表的な製品を紹介した。ここで紹介したものはジオシンセティックス製品の一部にすぎず、陸上を含めるとさらに多くの用途で使用されている。今後も続くといわれる公共投資の減少、少子高齢化の進展、地球規模の環境問題等、わが国は厳しい状況にある中、コスト縮減、環境負荷の低減に寄与できる材料として、今後もさらにジオシンセティックスの適用は増えていくと考えられる。

参考文献

- 1) (社)地盤工学会：土質基礎工学ライブラリー40 ジオテキスタイル, p6, 1994
- 2) 今泉繁良：2001年ジオシンセティックス使用量のアンケート調査結果, ジオシンセティックス技術情報, 国際ジオシンセティックス学会日本支部, Vol. 19, NO. 2, p3, 2003
- 3) 日本規格協会：ジオシンセティック用語 JIS L0221, p8, 1994
- 4) (財)土木研究センタージオテキスタイル補強土工法普及委員会：ジオテキスタイルを用いた補強土の設計・施工マニュアル改訂版, p235, 2000
- 5) (財)港湾空港建設技術サービスセンター・海洋工事汚濁防止協会：汚濁防止膜技術資料, p2-3, 2003
- 6) (社)日本港湾協会：港湾の施設の技術上の基準・同解説(上巻), pp350-351, 1999
- 7) (社)全国都市清掃会議：廃棄物最終処分場整備の計画・設計要領, p218, 2001