

ジオテキスタイルチューブによる 埋立地中仕切仮築堤の築造

鎌田 裕一

シンガポールの埋立工事において、大型の袋詰セメント改良土を海底地盤に連続して据え付け、埋立地の中に仮築堤（以下、ジオバンド）を築造する施工を行った。

このセメント改良土を充填した袋をジオテキスタイルチューブ（以下、ジオチューブ）とよび、ジオバンドはこれをピラミッド状の断面形状に設置したものである。このようなジオバンドの大規模施工は世界的にもめずらしく、専用のジオチューブ据付船「NEREIS」（以下、専用据付船）を新たに建造して施工した。

本報では工事の概要および専用据付船の機能や各部の特徴などの概要、施工方法を紹介する。

キーワード：埋立、ジオチューブ、ジオバンド、袋詰、セメント改良土、据付船

1. 工事の概要

ジオバンドは約 1,900 m × 900 m の埋立地の中に設けられる総延長約 1,900 m の仮築堤である（写真—1）。

ジオバンドを築造する目的は、広大な埋立地において順次埋立と土地造成を完了させるとともに、埋立に伴う汚濁の拡散を抑制することにある。

埋立工事の施工概念を図—1に示す。図のようにジオバンドを設けることにより、ケーソン護岸の進行に伴って順次埋め立てを完了させ、土地として早期の利用に供することができる。

また、ジオチューブ1個あたりの大きさは幅 8 m、高さ 3 m、長さ 25 m であり、これによって作られるジオバンドは、図—2のように両端部にジオチューブを設置し、内部は一層ごとにセメント改良土を直接打設した底面幅が最大約 80 m の断面形状である。

ジオチューブの据付は専用据付船により行い、水面付近など専用据付船による施工が困難な場所については直接充填による施工を行う。

2. 専用据付船の概要

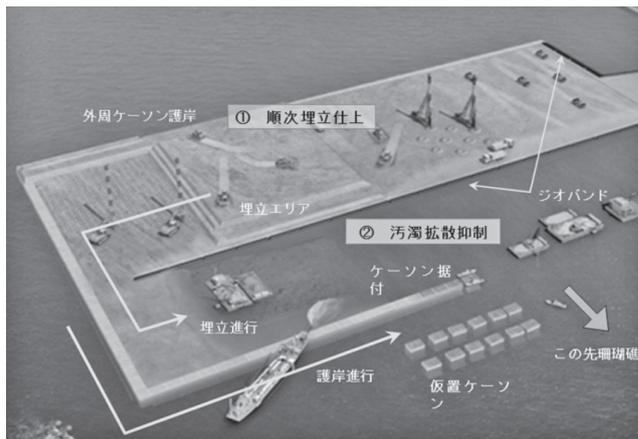
(1) 施工概念

専用据付船はセンターウェルを有した大型の台船に、センターウェル内でジオチューブを降下させるための昇降装置を設けたものである。

ジオチューブは、ジオテキスタイルを直径φ 6.2 m（真円換算）、長さ 25 m の袋状に閉じたもので、浚渫



写真—1 ジオバンド施工完了時



図—1 埋立工事施工概念図



図—2 ジオバンド断面形状図

土とセメントを混合した改良土を泥土圧送船から専用据付船に圧送し、充填する。

設置水深は-25mから-6.5m程度であり、気中で充填した後、ジオチューブトレイと呼ぶジオチューブ昇降用架台を所定の水深まで降下させ、トレイ底部のシャッターを開けてジオチューブを海底地盤上に据え付ける。

また、充填率は70%程度としており、海底地盤上に据え付けた時の形状は蒲葺形状となる。図-3に

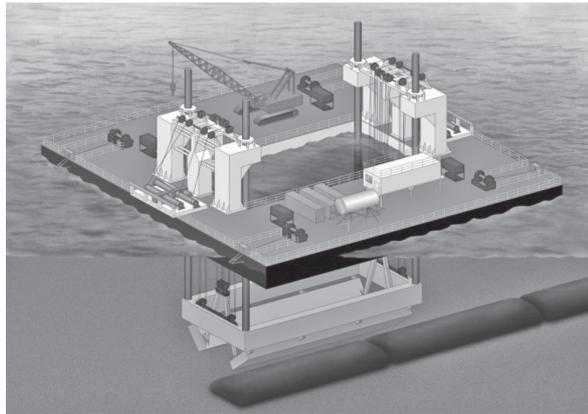


図-3 ジオチューブ施工概念図

専用据付船によるジオチューブ据付の施工概念図、図-4に専用据付船の一般配置図を示す。

(2) 主要仕様

専用据付船の主要な仕様を以下に述べる。

(a) 計画条件

①ジオチューブ（充填状態）

長さ 25 m × 幅 8 m × 高さ 3 m

重量（気中）：860 t、体積：560 m³

②気象・海象条件

風速：15 m/s、潮流：2.5 Kt

(b) 船体

①長さ×幅×深さ（喫水）

54.86 m × 44.20 m × 3.05 m（1.5 m）

②センターウェル

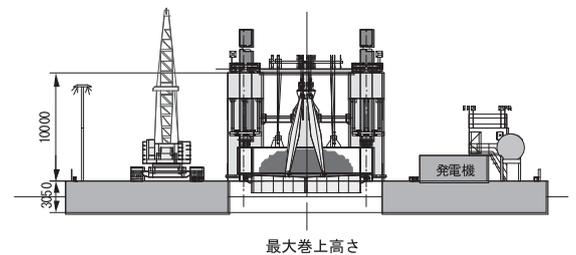
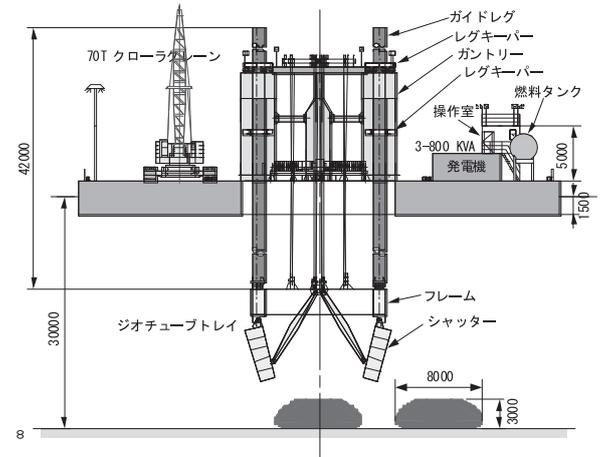
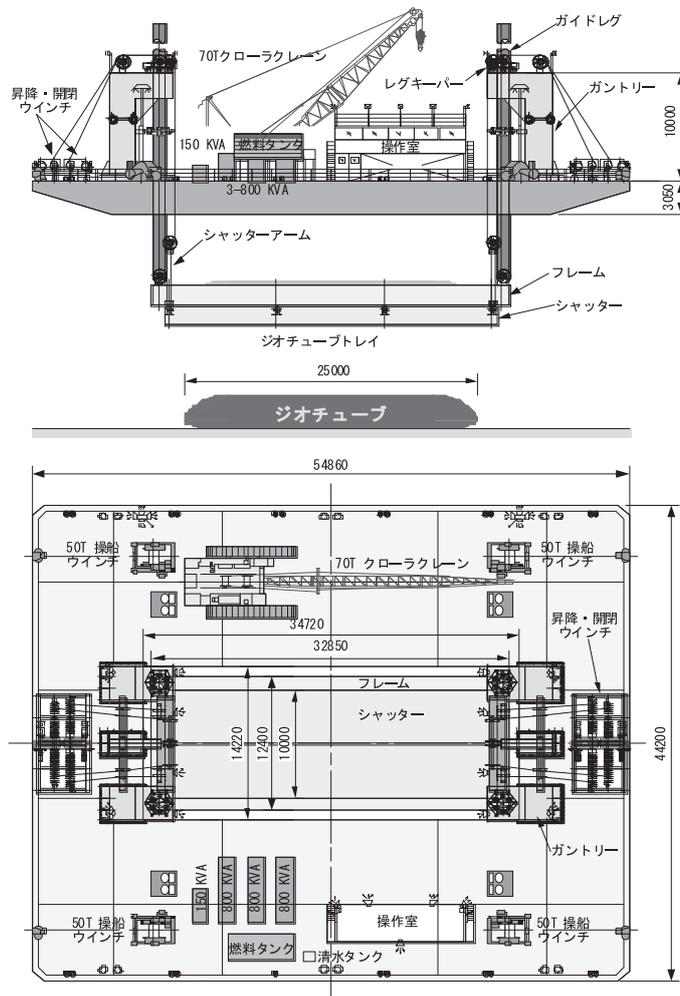
34.72 m × 14.22 m

(c) 主要機器仕様

①操船ウインチ（油圧）4基

50 t × 12 m/min

②ジオチューブトレイ 1式



Geo-Tube Installation barge
"NEREIS"
General Arrangement

図-4 専用据付船一般配置図

搭載荷重：860 t

昇降速度：0.24～2.4 m/min

昇降範囲：+1.5～-30 m

③昇降ウインチ（電動）2基

100 t × 9.6 m/min × 2 drums

④開閉ウインチ（電動）2基

100 t × 9.6 m/min × 2 drums

⑤発電機（可搬式）

主 800 kVA × 415 V × 50 Hz 3基

補 150 kVA × 415 V × 50 Hz 1基

⑥クローラクレーン 1台

70 t × 42 m ブーム

(d) 操作システム（操作室）

①操船ウインチ操作卓 1式

②昇降・開閉ウインチ操作卓 1式

③位置出しシステム（GPS × 2）1式

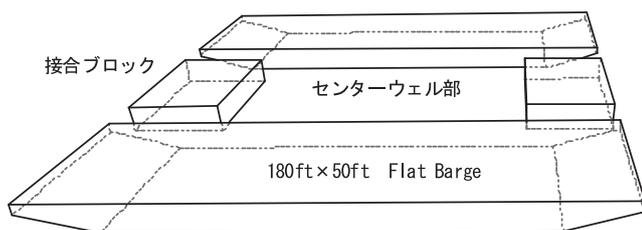
④据付監視システム 1式

(3) 各部の特徴

(a) 船体

専用据付船の船体は、センターウェルを有する大型の台船であり、すべて新造した。図一5に示すように、構造的には2隻の180 ft × 50 ft バージで箱型の接合ブロックを挟み込んで構成した双胴形状である。

この接合ブロック上に昇降・開閉用ウインチなど、ジオチューブの昇降、据付に関する機器類をまとめて設置している。なお船体はLLOYD'S REGISTERの船級を受けている。



図一5 船体構成図

(b) ジオチューブトレイ

ジオチューブを搭載し、昇降するジオチューブトレイはフレームと2枚のシャッターで構成され、4本の鋼管製ガイドレグを有している。

①フレーム

鋼板によるボックス構造となっており、昇降ウインチにより4点で吊り下げられている。なお密閉構造では水没させた時に浮力が発生するため、長辺端部に開口を設け、開放構造としている。

②シャッター

シャッターも鋼板ボックス構造であり、同様に浮力が生じないように端部に開口を設けている。シャッターは1枚当たり4か所のヒンジでフレーム底部に取り付け、シャッターアームを介して開閉ウインチにより4点で吊り下げられている。写真一2にフレームおよびシャッターを示す。



写真一2 フレームおよびシャッター

③ガイドレグ

ガイドレグは大水深での施工時、潮流によるトレイ動揺を抑制して据付精度を高めるためのもので、施工水深を考慮してφ1066.8 mm、長さ42 mの鋼管を使用している。センターウェルを囲む4か所のコーナーにガントリーを配置し、この上下2か所にガイドレグを保持するレグキーパーを設置している。写真一3にガイドレグおよびガントリーを示す。

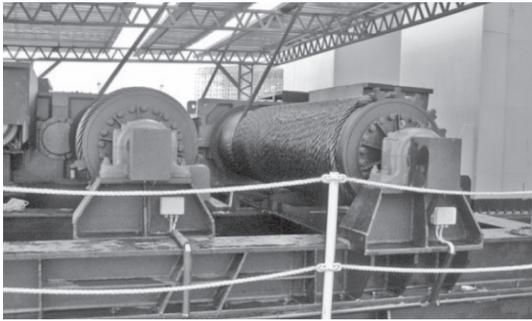


写真一3 ガイドレグおよびガントリー

(c) 昇降装置

ジオチューブトレイはフレーム4点、シャッター4点の計8点をガントリー頂部より吊り下げた構造であり、昇降は昇降および開閉ウインチを同時に使用して行う。昇降および開閉ウインチは溝付1層巻ドラムの同軸複胴ウインチとし、能力はどちらも100 t巻としている。また、シャッターを開放してジオチューブを据え付ける際には、ワイヤー荷重の変化によりワイヤーの緩みが発生するため、各プーリーだけでなく

ウインチドラムにもワイヤーの外れ止めを設置している。写真—4に昇降および開閉ウインチを示す。



写真—4 昇降および開閉ウインチ

(d) 操作・管理装置

① ジオチューブ据付システム

ジオチューブの据え付けは、据付監視システムと昇降・開閉ウインチ操作卓により行う。

据付監視システムはモニター画面上に船体の傾斜やジオチューブトレイの降下深度、シャッターの開閉状況など船体の姿勢と潮位や海底地盤形状の地形データを組み合わせ表示させている。

昇降・開閉ウインチ操作卓ではウインチの荷重を確認しながら、各ウインチを独立して遠隔操作できる。なお通常の下降および上昇操作は、1ボタンにて行い、各ウインチが同調した連動運転としている。

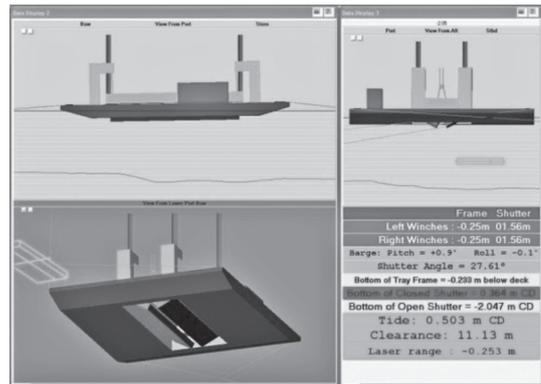
ジオチューブの据付状況は直接目視することができないため、据付監視システムのモニター画面とウインチ荷重の変化により判断している。写真—5に昇降・開閉ウインチ操作卓を、写真—6に据付監視システム画面を示す。

② 位置決め操船システム

専用据付船の操船位置決めは、地図データ上に深淺測量結果を示し、この上にGPSによる船位およびジオチューブ据付計画位置を表示した画面を見ながら、4台の操船ウインチを遠隔操作することで行う。写真—7に操船ウインチ操作卓を、写真—8に位置決め操船システム画面を示す。



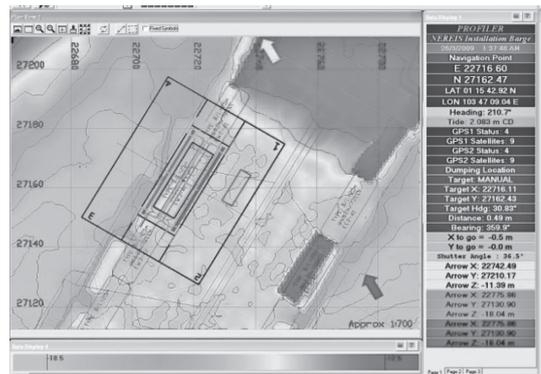
写真—5 昇降・開閉ウインチ操作卓



写真—6 据付監視システム画面



写真—7 操船ウインチ操作卓



写真—8 位置決め操船システム画面

3. 施工方法

(1) セメント改良土製作作業

セメント改良土の材料は粘性土であり、浚渫によって発生した浚渫土を使用している。浚渫土は固結した粘土塊を取り除いたのち、土運船内で解泥・攪拌作業と含水比調整を行いほぼ均質な粘性土を作製する。なお含水比調整と解泥はフロー試験によって品質管理を行っている。写真—9に解泥・攪拌作業を示す。

作製した粘性土は土運船から固化処理船（プラント船）へ運び、セメントを混合してセメント改良土（固化処理土）を作製する。固化処理船はセメントスラリーの製造プラントや混練装置、ピストン式の圧送装置を装備し、セメント改良土を専用据付船に圧送することができる（図—6）。



写真-9 解泥・攪拌作業



写真-11 充填が完了したジオチューブ

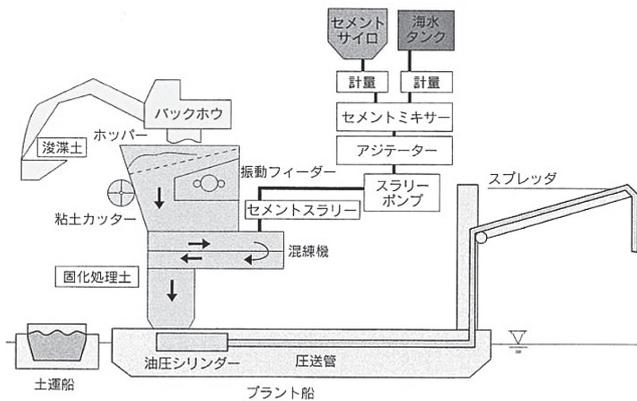


図-6 セメント改良土作製概要図

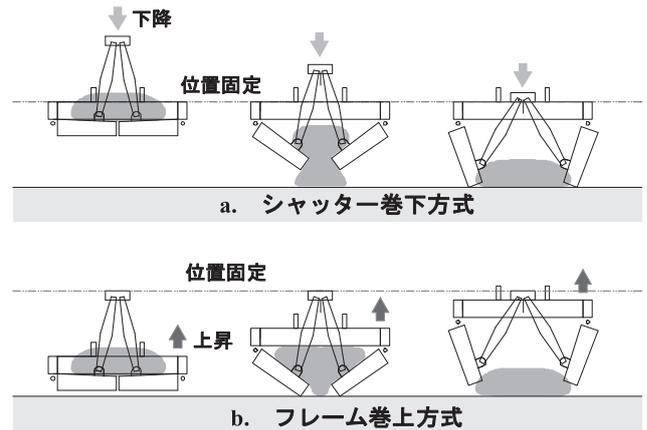


図-7 ジオチューブの据付方法

(2) ジオチューブの充填

ジオチューブは水面上に上昇させたシャッター上に展開し、固化処理船より圧送されたセメント改良土を上部2か所の充填孔より圧入し充填する。写真-10にジオチューブの展開を、写真-11に充填が完了したジオチューブを示す。

(3) ジオチューブの据え付け

ジオチューブの据え付けは、図-7のaのようにシャッターを下げて開くのではなく、よりジオチューブに無理のかからない方法であるbのようにフレームを引き上げながらシャッターを開く方法で行っている。bのフレーム巻上方式ではジオチューブトレイを正



写真-10 ジオチューブの展開

確に地盤直上まで降下させる必要があるが、据付監視システムにより位置出しを可能としている。

4. おわりに

超大型の袋詰固化処理土を水深 25 m 以上の水底に据え付けるという工法は、世界的にも例を見ない。

専用据付船は機能的には単純なものであるが、860 t という大きな揚重能力を持つことから、設計および建造は慎重に行った。施工当初様々な問題が発生したが、関係者各位のご尽力により無事完了した。

この場を借りて、関係各位へ感謝の意を表します。本報は発注者との守秘義務の協定により工事名、工事場所等の情報を明記しておりません。ご了承下さい。

JCMA

[筆者紹介]
 鎌田 裕一 (かまだ ゆういち)
 五洋建設(株)
 土木部門 土木本部
 船舶機械部
 部長

