

長大海上橋梁工事におけるジオチューブの適用

三井住友建設株式会社 国際支店 正会員 ○大井 才生

三井住友建設株式会社 国際支店

高橋 英行

三井住友建設株式会社 国際支店

グエン アン チー

1. はじめに

ベトナム北部のハイフォン市において国際大水深港の建設と周辺インフラ整備の一環として、ODA による道路橋工事（工事名：ラックフェン国際港アクセス道路・橋梁工事）を2014年5月に着手した。現場はトンキン湾に面した河口に位置し、橋長5,400mのうち約4,000mはE.L-2m程度の浅瀬が占める。このような条件のもと、路線沿いにジオチューブと呼ばれるチューブ型の袋詰め材料を用いた護岸を施し、工事用アクセスと上下部工の作業エリアを海上に確保した(図-1)。

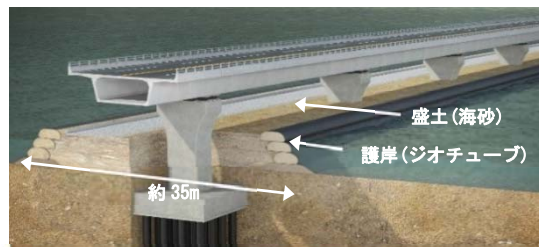


図-1 ジオチューブによる護岸と橋梁

2. ジオチューブ・充填砂の概要

ジオチューブ（国内呼称：サンドパック）は織布ジオテキスタイル製の袋材である。海外では数十年前から土砂の流出防止や養浜工事に利用されているが、我が国では最近になって海岸保全の護岸工の省力化として活用する取り組みが始まり、国総研は2014年にサンドパックによる護岸工のマニュアルを策定している²⁾。本現場ではTENCATE社製（50.5m/袋、引張強度205kN/mおよび透水量20L/m²/s）の4種類のサイズを組み合わせ、最大5段に積み上げた護岸（法勾配1:1.0）を造成した(表-1)。設計高さは平均高潮位E.L1.97より天端高さE.L2.50を基本とし、これに波高を考慮してE.L3.0を確保した(図-2)。使用総数は480袋、延べ24,000mである。

ジオチューブ充填用ならびに盛土材の砂は現場近海の手砂を利用した。土質特性として $\gamma_{dmax}=1.54\text{g/cm}^3$ 、 $W_{opt}=15\%$ 、また粒度は一般の手砂に較べ非常に細かい(図-3)。試験施工より各タイプのジオチューブ充填率（真円を100%とする断面積比）は80%以上を確保し、日本における事例²⁾と合致した。

表-1 タイプ別のジオチューブ出来形

タイプ名称	周長 (m)	充填後の高さ (m)	1袋当りの充填体積(m ³)
C4.6	4.6	0.9	68
C6.0	6.0	1.2	118
C7.5	7.5	1.4	176
C9.5	9.5	1.5	259

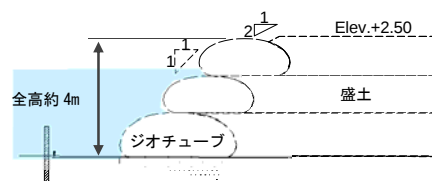


図-2 ジオチューブ断面図

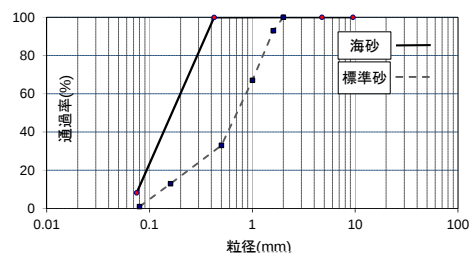


図-3 海砂の粒度分布図

3. 施工方法

当初計画では台船にクレーンや作業員を配置し、海上から施工する計画とした。しかし、遠浅のため台船の移動は干満に大きく影響され、作業時間が大幅に制限される。台船が作業する範囲を予め浚渫することも検討したが、数十万m³もの浚渫に必要な費用や工程に問題がある。以上から接地圧が小さく、履帯廻りが浮体として機能し海上も移動できる泥上掘削機を採用し(写真-1)、海上におけるジオチューブの運搬や布設、また片押し施工による盛土撒出しの補助に使用した。



写真-1 泥上掘削機

キーワード：ベトナム、ジオチューブ、海上、遠浅、泥上掘削機

連絡先：〒104-0051 東京都中央区佃 2-1-6 TEL03-4582-3175 FAX03-4582-3250

工区長 4km を三区間に分け、干満を見計らいながら昼夜作業を進めた。施工手順は 1.一段目ジオチューブ布設・充填、2.一段目ジオチューブ間の盛土、3.一段目ジオチューブ間の盛土上に土木シートを敷設、4.二段目以降のジオチューブ布設と盛土である(写真-2, 3)。ジオチューブの充填は始めに砂と海水を鋼製タンクに投入・攪拌させスラリー化し、サンドポンプ(6 インチ, 22kw)にてジオチューブの注入口へ注入する。スラリー濃度は体積比で砂 40 : 海水 60 程度、充填時間はサイズが大きい周長 9.5m タイプ ($V=259\text{m}^3$)にて約 3 時間である。充填と盛土に使用する海砂を施工場所に圧送するため、砂運搬船から受け入れた砂は定置式の渦巻きポンプ(8 インチ, 800ps)もしくはサンドポンプ(8 インチ, 37kw)により各施工先に圧送した。盛土の平均海水面以深は水締め、天端まわりは振動ローラにより締固め管理し、締固め基準値 90%以上を確保した。工事着手した 2014 年 9 月に台風 15 号がベトナム北部を通過した際の高潮、波浪による衝撃によって布設したばかりのジオチューブの数袋が海底に潜り込む被災に見舞われたが、全体を通してジオチューブの進捗は 102m/日となり、工程を遵守した(写真-4)。

最後に維持管理としてジオチューブを定期的に補修しているが、その要因は二つある。一つ目は経時的にジオチューブ素地から充填砂内の微粒分が浸出し瘦軀化する。二つ目は小型船などがジオチューブに接触し、素地を損傷させ充填砂が流出することである(写真-5)。

4. まとめ

主に海岸保全の工事で使用されるジオチューブを本現場では海上橋梁工事の仮設材に利用した。現場を通して以下の知見が得られた。

1. 延長の長い浅瀬などを盛土するにあたって、ジオチューブを用いた仮設の護岸工は施工が速く有効な工法である。
2. 泥上掘削機の機動力と多機能性(吊込み・運搬・造成)は浅瀬や干満の環境で用いられるジオチューブの工事に適している。
3. 一段目のジオチューブを施工する際は、人力による水際作業が不可欠である。本現場は東南アジアに位置し冬場においても海水温度は 20℃程度であったが、日本ではこの点が制約になると思われる。
4. 小型船の衝突による外傷や繰り返しの波浪によってジオチューブから砂が流出した。損傷による穴は補修のパッチを充てることで対応できるが、一度砂抜けした下段のジオチューブは再充填できないため、追加のジオチューブを増積みする必要があるが生じる。
5. 沈下は最大 30cm 程度生じたが、ジオチューブに引張りによる引き裂れなどは認められず、沈下に対する追従性が認められた。

参考文献

- 1) 角田述朗 ジオチューブ、ジオコンテナの開発と適用例 1996 年
- 2) 国土技術政策総合研究所資料 浜崖後退抑止工の性能照査・施工・管理マニュアル 2014 年



写真-2 一段目ジオチューブの布設



写真-3 二段目ジオチューブの充填



写真-4 ジオチューブに守られたアクセス



写真-5 ジオチューブの損傷と変形