

# 新海面処分場の延命化を可能にする真空圧密ドレーン工法とドレーン打設船『VCD-Triton』

中川 大輔・廣井 康伸

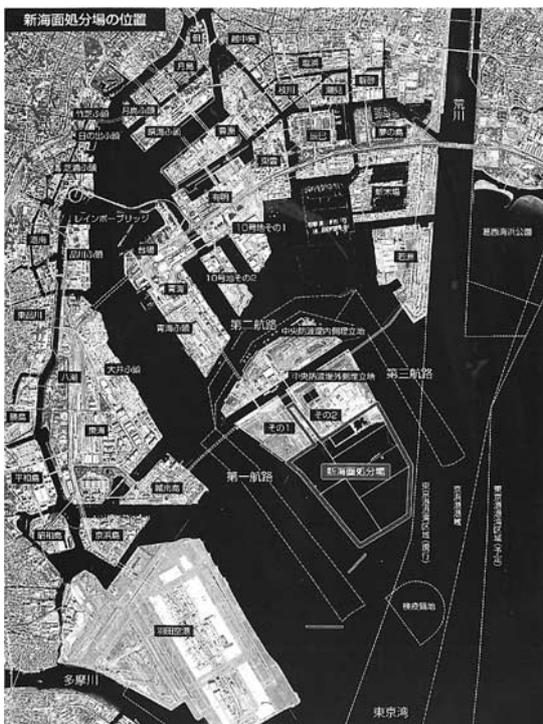
東京港沖合に位置している新海面処分場は、東京港内最後の廃棄物処分場であり、快適な都民活動や都市機能を維持していくため、可能な限り長く利用することが強く求められている。そのため東京都では、在来地盤層および埋立土層を圧密沈下させ処分容量の増大を図る目的で、平成19年度より「真空圧密ドレーン工法」の技術を用いた、延命化対策工事を行っている。本稿では、水域での大規模な同工法の適用を可能にするため、本工事に併せて新造されたドレーン打設船『VCD-Triton』の開発経緯から当該場所での稼働状況までを報告する。

キーワード：海面処分場、真空圧密工法、新船開発

## 1. はじめに

東京都内陸部では、都市活動に伴って発生する廃棄物等の処分場所を確保することが非常に困難であり、昔から東京港内の海面処分場に依存してきている。また、東京港はわが国を代表する国際貿易港であるが、河口港であるため、河川から流れ込む土砂を浚渫し、処分することが維持管理上必要である。

このため、東京都では廃棄物を処分する最終処分場として、中央防波堤外側埋立地沖側に新海面処分場の整備を進めている。平成8年よりAブロック建設を開始し、B、Cブロックまでが完成しており、現在Gブロックの建設を進めている（図—1、写真—1）。



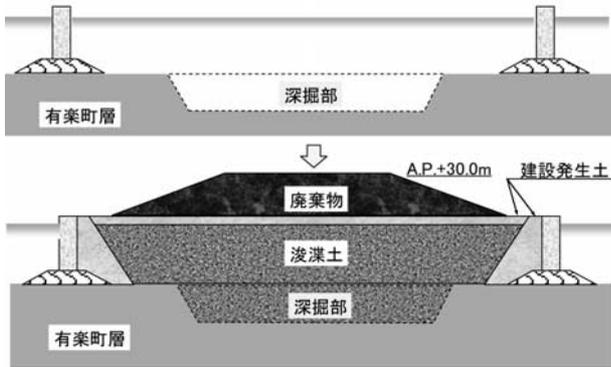
図—1 新海面処分場位置図



写真—1 新海面処分場全景

かつては、様々な廃棄物を埋立処分していたが、現在は廃棄物に関する法制度の整備や、廃棄物の減量化技術の向上・再利用化の促進が進んでおり、適正かつ有効な廃棄物の処理により発生量の抑制が進んでいる。しかし浚渫土砂や建設発生土については、その対応が遅れているのが現状である。

これまでは「深掘」と呼ばれる、外周護岸構造に影響のない範囲の現地盤を掘り下げる方法により、処分場の容量拡大・延命化を実施してきた（図—2）。



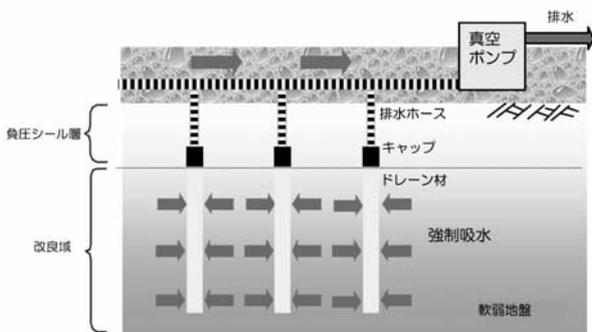
図一 2 深掘工法概念図

しかし、東京港の海域環境を考慮すれば、現在計画されているD、E、Fブロックより沖側への処分場建設は困難であり、現在の処分場をできるかぎり長期にわたり使用していくための追加対策が必要である。こうした現状から、東京都では、さらなる延命化対策工法の検討を行い、沈下促進工法として『真空圧密ドレーン工法』の導入を進めてきた。

本文では、今回、水面域での大規模な真空圧密ドレーン工法の施工を可能にしたドレーン打設船『VCD-Triton』の建造経緯および当該箇所での稼働状況等を報告するものである。

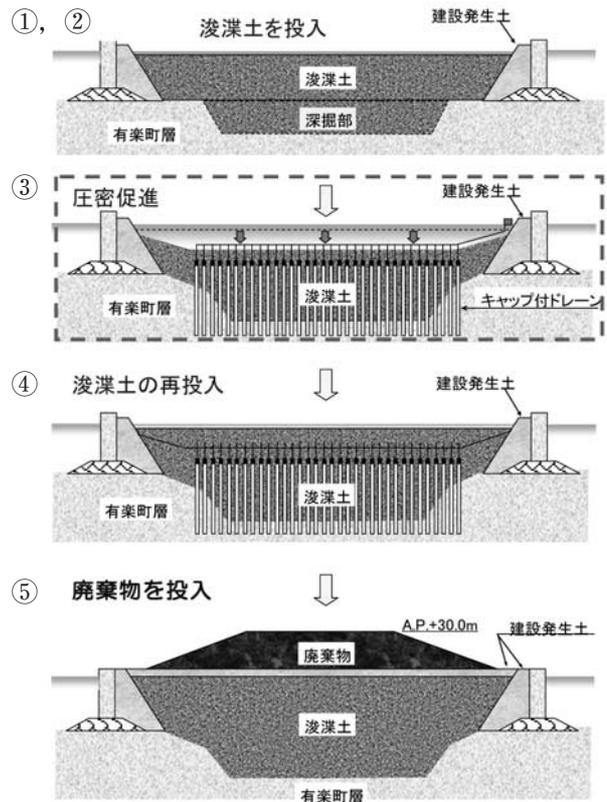
## 2. 延命化対策と真空圧密ドレーン工法

真空圧密ドレーン工法とは、排水ホース付気密キャップを取り付けたドレーンを用いて地盤中に負圧を作用させ圧密改良する工法である。本工法では、上部の表層粘土を負圧シール層として利用することから、大気圧工法において必要であった密封シートが不要となり、従来工法では困難であった大規模な水面下での圧密促進工法に適している。また、载荷盛土工法と比較すると地盤のせん断破壊を発生させないため、廃棄物処分場の遮水機能を損なうことなく施工を行うことが可能となる(図一3)。



図一 3 真空圧密ドレーン工法概念図

延命化対策事業の流れは、  
 ①現地盤を深掘工法で掘削  
 ②浚渫土砂の埋戻処分  
 ③真空圧密ドレーン工法による圧密沈下  
 ④浚渫土砂の再投入  
 ⑤廃棄物の投入  
 になる(図一4)。



図一 4 埋戻と延命化事業の流れ

今回、延命化対策事業が行われる新海面処分場Cブロックにおいて、改良面積38haが約5m沈下することで東京ドーム1.5杯分(約200万m<sup>3</sup>)の受入容量増大が見込まれ、浚渫土の2年間分の受入れ期間の延長が可能となる。

## 3. ドレーン打設船建造

### (1) 開発までの経緯

東京都は、本工法の適用の有効性を確認するため、試験工事を平成17年、18年に実施した。その際、導入されたのが閉鎖水域や狭小部で実績のある「連結フロート式」によるドレーン打設船である。この船の特徴としては、構成部材を陸上運搬し、現地へ搬入することが可能であるため、閉鎖水域での稼働に適している(写真一2)。



写真一 2 連結フロート式ドレーン打設船

- ⑤閉鎖水域への吊り込みが可能な構造を有すること（起重機船による吊り込みを想定）。

ドレーン船は、兵庫県淡路島の福良港において約5ヶ月の期間を経て建造された（写真一 3）。



写真一 3 淡路島での建造状況

ただし、過酷な気象条件下においての長期稼働には適していないうえ、組立、解体、運搬費等を含めると費用が割高になる。また搭載されている艀装品および打設機についても、新海面の地盤特性や水域での施工能率等を考えると、その施工条件への対応が非常に困難となる。

さらに、真空圧密ドレーン工法を用いた沈下促進工法は、打設後の水域に排水設備が縦横に敷設されており、施工後は、船舶の進入ができなくなるという制約がある。そのため、複数の打設船の稼働はアンカーリング等を勘案すると不可能となり、膨大なドレーン打設を1隻の打設船で施工しなければならない。

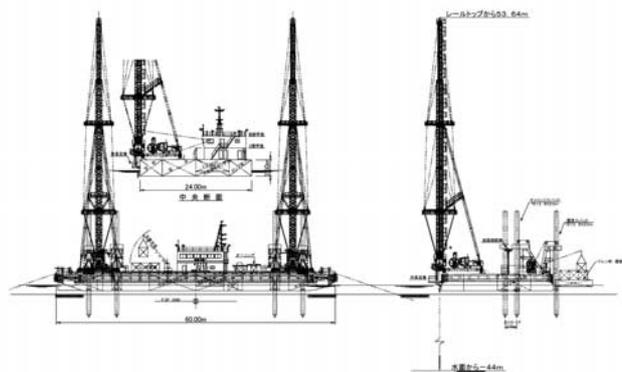
こうした中、当該条件下において工事の円滑な実施を実現するため、キャップ付ドレーン材の打設を効率よく施工できる性能を有する新しいドレーン打設船の建造が必要であった。

## (2) 新船の建造およびその特徴

新船に必要な機能・条件として、以下の項目が挙げられた。

- ①大深度（水面下 40m）の打設性能を有すること。
- ②陸上施工と同等な打設速度を有すること（船体位置決め作業の効率化）。
- ③処分場内の水深 1.5m において、支障なく稼働できる喫水であること。
- ④台風などの荒天時にも損傷を受けない堅固な構造を有すること。

新造されたドレーン船は、長さ 60m、幅 24m、深さ 3.5m の船体構造を有しており「VCD-Triton (Vacuum Consolidation Drain 略)」と命名され、図一 5、表一 1 に示す設備を備えている。



図一 5 VCD-Triton 姿図

ケーシングを保持するための長尺リーダーは、2本のバックステーに支えられており、控えのワイヤーを甲板上に固定することにより、風速 60m の荒天時にも耐えられる構造となっている。また、VCD-Triton は閉鎖水域での稼働を実現するため、吊り込み可能な 32 箇所の吊環を船体骨格部に装備している（写真一 4）。

真空圧密ドレーン工法では、ドレーン打設後に気密キャップに取り付けられた排水ホース（枝管）を集水管（幹管）に接続する必要がある。陸上施工では本作

表一 VCD-Triton 諸元

型長さ	60.0m
型幅	24.0m
型深さ	3.5m
吃水	1.5m
トリム・ヒール	± 3° 以内
タンク容量	
海水バラストタンク	4.8m × 10m × 3.5m (P/S) 140m <sup>3</sup> × 4
燃料油タンク	7.2m × 6m × 2.5m (P) 90m <sup>3</sup>
冷却用清水タンク	7.2m × 10m × 3.5m (P) 200m <sup>3</sup>
打設機械	
台数	2台
形式	横行レール式/ローラー駆動角型ケーシング圧入方式 202kw/台
打設可能深度	水面下 43m
係船・操船ウインチ	
台数	4台
形式	15/10T × 20/30m
固定スパッド昇降ウインチ	
台数	2台
形式	10/5T × 12/24m
キャリッジスパッド昇降ウインチ	
台数	2台
形式	10/5T × 12/24m
油圧ユニット	
形式	電動油圧パワーパック 75kw × 3
スパッドキャリッジ	
台数	2基
形式	油圧シリンダー駆動
ストローク	2.5m
主発電機	
台数	2台
形式	ディーゼルエンジン駆動可搬式 (220KVA)
補助発電機	
台数	1台
形式	ディーゼルエンジン駆動可搬式 (60KVA)



写真一四 吊環取付状況

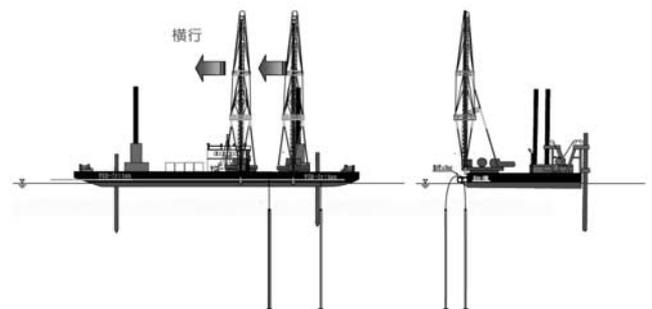
業を別工程として行うが、VCD-Tritonには、船体前面部の水面際に作業足場が設置されており、打設作業と並行して、この接続作業を行うことが可能であり、作業効率の向上および安全性の確保を実現している(写真一5)。



写真一五 集水管接続状況 (作業足場)

VCD-Tritonの最大の特徴として打設効率の向上を図る機能の充実があり、その設備が随所に配置されている。

甲板上のレールを2台の打設機が横行することで、船体を移動することなく、レールの長さ分のドレーン本数を連続して打設することができる(ドレーン間隔1.8mで24本の打設が可能)(図一6)。



図一六 打設機の横行概念図

また、船体位置決めには、キャリッジシステムが導入されている。通常、水域において作業船の位置決めを行う場合は、ウインチと固定スパッドを併用して行う場合が一般的である。しかし、打設位置に船体を固定するための精度や作業効率を勘案すると施工能率の大幅な低減を招くことが想定される。そこで取り入れられたのがこのシステムである。キャリッジシステムとは、地盤中に貫入したスパッドを軸にして、油圧シリンダーを駆動させることで船体の微調整(ストローク長2.5m)を可能にしたものである。本システムの

手順は以下の通りである。

- ①4台のウインチによりおおよその打設位置へ船体を移動させる。
- ②キャリッジスパッドを海底地盤に貫入し、キャリッジシステムを作動させ、船体位置を微調整する（図-7）。
- ③固定スパッドを海底地盤に貫入し、船体を完全に固定する。

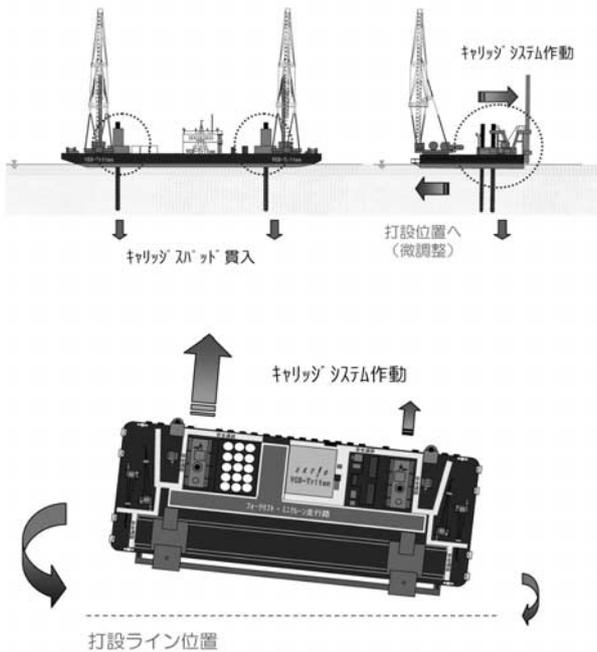


図-7 キャリッジシステムの概念図

船体位置決め精度は、海上 GPS 利用促進機構のリアルタイムキネマティック補正データを受信することで± 1cm の精度を実現している。

本システムは集中制御されており、操作室において、位置情報を表示した管理画面を見ながら、すべての船作業を一人で行うことができる（図-8）。これに

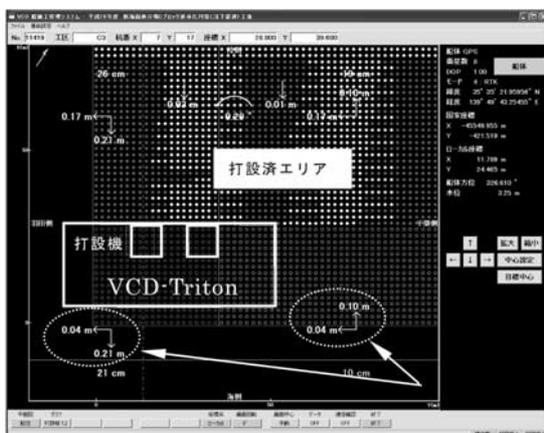


図-8 船位調整画面

より、位置決め作業の効率化と作業の安全性を大幅に向上させている。

また、打設管理情報（オシログラフ）を電子化し、船体位置情報とあわせて無線 LAN 化して情報を共有することで、施工管理を行ううえで必要な情報を船上の誰もがリアルタイムにパソコン画面で確認することが可能である（図-9）。

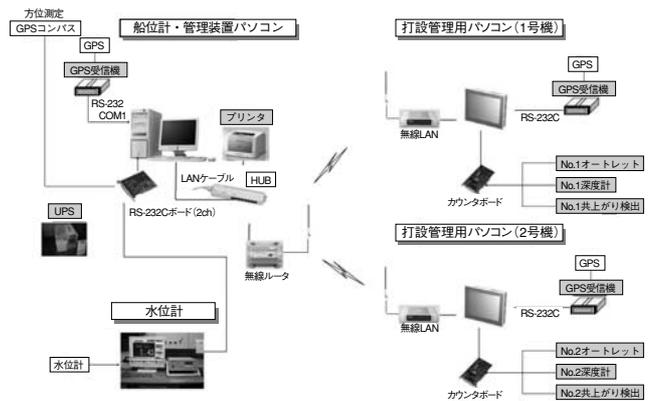


図-9 システム構成概念図

#### 4. ドレーン船『VCD-Triton』本格稼働へ

VCD-Triton はドレーン打設開始にあわせ、建造された兵庫県淡路島より東京港へ回航された。新海面処分場への吊り込み作業は、VCD-Triton 本体重量が約 1,400t に及ぶため、3,000t 吊り起重機船により行った。本作業は、当該作業区域が東京国際空港（羽田空港）の航空制限下にあり、起重機船のブームが航空機の就航に影響を与えるとして、航空機への影響が少ない夜間の吊込作業となった。また、新海面への回航および場内への吊り込みに際して、ドレーン打設機の長尺リーダー（約 50m）をセットした状態では、同作業が

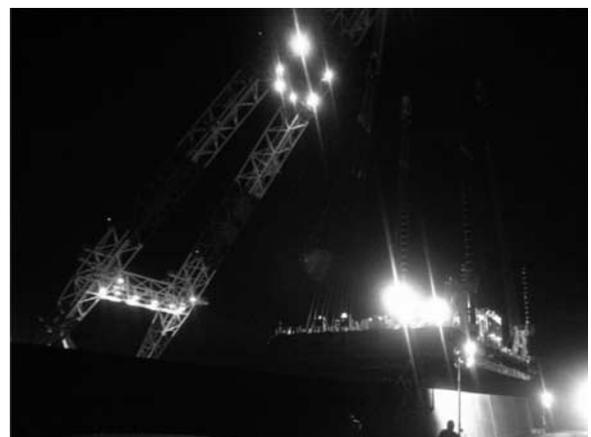


写真-6 起重機船による吊込状況

困難となるため、ドレーン船本体を新海面場内へ吊り込んだ後に、打設機リーダーの取付作業を実施した(写真—6, 7)。



写真—7 起重機船によるリーダー建込状況

新海面への吊込完了後、設備の最終調整を経て、平成19年12月にキャップ付ドレーン材の打設を開始した。新海面の延命化事業初年度の施工数量は表—2に示す通りである。

表—2 施工数量一覧表

工種名称	規格・寸法	単位	設計数量
ドレーン杭打設工		本	11,325
ドレーン打設(深度A.P.-36.5m)	杭長 36.8m	本	5,266
ドレーン打設(深度A.P.-35.0m)	杭長 35.3m	本	2,487
ドレーン打設(深度A.P.-34.0m)	杭長 34.3m	本	3,572
排水管設置工		式	1
負圧載荷工		日	310
観測工等		式	1

新造船 VCD-Triton は、初期トラブルもなく、約1万1千本のキャップ付ドレーン材打設と配管の設置作業を3ヶ月で終え、日当たりのドレーン打設本数は、建造時に想定していた200本/日を見事達成し、その性能の高さをあらためて証明した(写真—8)。



写真—8 VCD-Triton 稼働状況

現在、工事は負圧載荷の工程に入っている(写真—9)。3ヶ月(平成20年6月時点)経過した時点で、地盤の圧密沈下は、平均3.0mを計測しており、順調に成果を上げている。



写真—9 負圧載荷状況(真空ポンプ稼働)

## 5. おわりに

大規模な海面での真空圧密ドレーン工法の適用及びそれを可能にするVCD-Tritonは、新たな海面処分場の建設による水域の喪失、水辺環境の悪化を軽減し、環境問題全般にわたって大きな効果を発揮することで、全国的に逼迫している最終処分場の確保という現代社会の問題に対しても一つの回答を提示したと考えている。東京のみならず、全国で同じ問題を抱える中、本事業および本工事が今後の指標の一つになれば幸いである。

JICMA

### 《参考文献》

- 1) 新海面処分場建設記録(A, B, Cブロック)  
「新海面処分場建設工事安全協議連絡会」
- 2) 新海面処分場広報パンフレット「東京都港湾局」
- 3) 東京港便覧(2007)「社東京都港湾振興協会」
- 4) 真空圧密ドレーン工法 技術資料「真空圧密ドレーン工法研究会」

### 【筆者紹介】

中川 大輔(なかがわ だいすけ)  
五洋建設㈱  
東京土木支店 有明工事事務所  
工事主任



廣井 康伸(ひろい やすのぶ)  
五洋建設㈱  
土木本部 機械部  
主任

