

浚渫処分場における地盤改良工の有用性の検討

岡部 晃^{1*}・坂本 奈温子²・西山 哲²・照屋 市朗³・中原 浩実³

¹岡山大学 環境理工学部環境デザイン工学科 (〒700-0081 岡山県岡山市北区津島中1-1-1)

²岡山大学大学院 環境生命科学研究科 (〒700-0081 岡山県岡山市北区津島中1-1-1)

³天野産業株式会社 (〒714-0094 岡山県笠岡市七番町1-76)

*E-mail: pu3y5zdz@s.okayama-u.ac.jp

Key Words : dredging, Plastic-bord Drain by Floating System, volume reduction, soil improvement, water leakage

1. はじめに

港湾では、航路や泊地の維持や整備のために定常的に浚渫が行われ、大量の浚渫土が発生する。浚渫土の多くは、従来、海洋投入、埋立、浅場・干潟造成の方法により処分されてきたが、多大な建設費用や環境への影響の観点から、近年、新たな埋立処分場の確保が困難になってきていることに加え、海洋環境の保全のため、海洋投入処分が困難となっている¹⁾。また、中国地方の河川は花崗岩から成る急峻な山地を流れることから、山間部での岩石の風化・侵食が激しく、河口部では短時間で大量の真砂土が堆積する。特にそのような特徴の強い高梁川河口部に位置する水島港では、大型化する船舶の航路確保のために高頻度で大規模な浚渫工事が行われ、水島港玉島地区ハーバーアイランドに位置する浚渫土処分場では浚渫土の受け入れ容量不足が課題となっている。このような背景から現在倉敷市玉島乙島地区では浚渫土受け入れ容量を確保するため、各種工法による処分場の減容化が検討され、その一つにプラスチックドレーンを排水材として打設し、圧密排水を促進させるPDF工法(Plastic-bord Drain by Floating System)が実施された。本工法は浚渫土処分場の減容化において非常に適した工法であるが、条件次第では施工が不可能になる場合がある。本論文では、当該地区における施工内容を報告するとともに、PDF工法による減容化の有用性について検討する。

2. 事業内容

(1) 事業概要

工事名：浚渫土処分場 地盤改良工その1

請負金額：¥429,000,000-

工期：令和3年5月28日～令和4年3月31日

発注者：岡山県備中県民局水島港湾事務所

受注者：天野産業・ナйкаイアーキット建設工事共同企業体

施工場所：岡山県倉敷市玉島乙島地区内(図-1)

工事内容：地盤改良工(PDF工法)

工程：(図-2) 参照

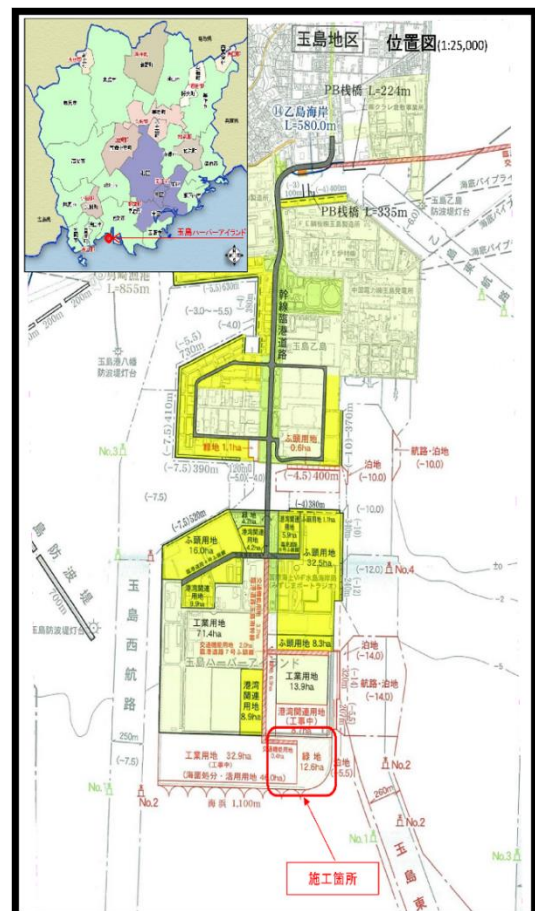


図-1 施工場所²⁾

工 種	令和3年						令和4年
	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月
準備工							
測量工							
仮設工							
PDF船組立							
PDF船打設							
片付け工							

図-2 工程表



図-3 現場写真(2021年9月)

(2) 浚渫土処分場の概要

倉敷市玉島乙島地区ハーバーアイランド最南部に位置する浚渫土処分場(図-3)は、昭和62年(1987年)に浚渫土処理護岸工事が着工されたのち、平成6年(1994年)に護岸が完成した。現在では全長1,368m、幅315m、面積46.0ha、深さ20.5mの広大な処分場である³⁾。地盤はもともと泥状だったものの、処分場の容量が限界を迎えるにつれて表面が乾燥して干上がり、現在では加水したため浅水状態となっている。

(3) 事業の目的

現在、水島港で発生した浚渫土は岡山県笠岡市のJFE企業内土砂処分場(図-4)へ揚土し、埋め立て作業を行っている。岡山県の浚渫土処分場は倉敷市玉島乙島地区ハーバーアイランドと笠岡市鋼管町にある上記処分場の2箇所に限られており、どちらも浚渫土の受け入れ容量の限界が迫っている。倉敷市玉島乙島地区ハーバーアイランドでは現在以上の沖合への埋め立て地増設は不可能であることから、圧密排水によって浚渫土砂の体積を減少させることで、受け入れ容量を確保することを目的として、プラスチックボードドレーンによる地盤改良工の一種であり、工期が短く泥上でも施工可能なPDF工法



図-4 JFE 企業内土砂処分場(笠岡市)



図-5 PDF工法イメージ

(図-5)が実施された。

(4) 方法

PDF工法の施工方法は泥上と水上によって異なり、連結フロート式と台船式が存在する。当該地区では泥上の作業となるため、連結フロート式の施工方法となる。フロート式では組み立て船を用いて水面を移動しながら土中にプラスチックボードドレーンを打設し、同時に水平ドレーンおよび暗渠排水材によって排水経路を確保し、埋め立て土砂の圧密排水を促進させ圧密沈下させる工法を用いて減容化を実施する⁴⁾。また、圧密目的の载荷は施工後の新たな浚渫土の埋め立てによって行う。

3. PDF工法の概要

(1) PDF工法の基本事項

この節では今回使用されたPDF工法に関しての特徴について述べる。大規模な浚渫土処分場の埋め立て直後の状態は、トラフィカビリティが悪く、一般には大型重機を搬入することが困難な状況である。このような泥上の状態で地盤改良が可能な工法としてPDF工法が開発さ

れた。本工法は、連結されたフロートや小型台船上にレールを敷設して、その上を専用打設装置が横行しながら鉛直にプラスチックボードドレーンを打設していくもので、大型の施工船では施工が困難な浅水面(サンドマット敷設後、推進 0.7m 以上確保できる状態)や超軟弱地盤である泥上にも適用が可能であり、スムーズに打設を行えることから工期が短縮できる。また、鉛直ドレーンと水平排水層として機能する水平ドレーンを組み合わせることによってサンドマットを不要とすることも可能である。さらに、振動機を用いない無振動・低騒音工法であることから、周囲への影響がほとんどない⁹⁾。以上が主な PDF 工法の特徴である。

(2) 施工手順

この節では PDF 工法の施工手順について説明する。

a) ウインチ 4 台でフロートを移動

遠隔操作でウインチ(図-6) 4 台によって船体を移動させ、GPS(Global Positioning System)を採用して PDF 船の地盤改良位置を決定し固定する。



図-6 打設船を移動させるウインチ

b) 打設位置セット

PDF 船上の打設装置をオペレーターが、打設機内に設置した GPS 測位位置決めモニターを見ながら横方向に所定のピッチを移動させ打設位置にセットする。

c) 鉛直ドレーン材の打設

打設位置が決定したら、ドレーン材に先端アンカーを取付け(図-7)、ケーシングを貫入し鉛直ドレーンを打設する。また、鉛直ドレーンと水平ドレーン、水平ドレーンと暗渠材の接続を行う。浚渫地盤での施工において、減容化を目的とする場合には、水平ドレーン材は特に有効となる。また、サンドマットの敷設が困難な場合には、サンドマットの代替として地盤上に敷設され、圧密排水された地盤の間隙水の場外への排水経路として用いられる。

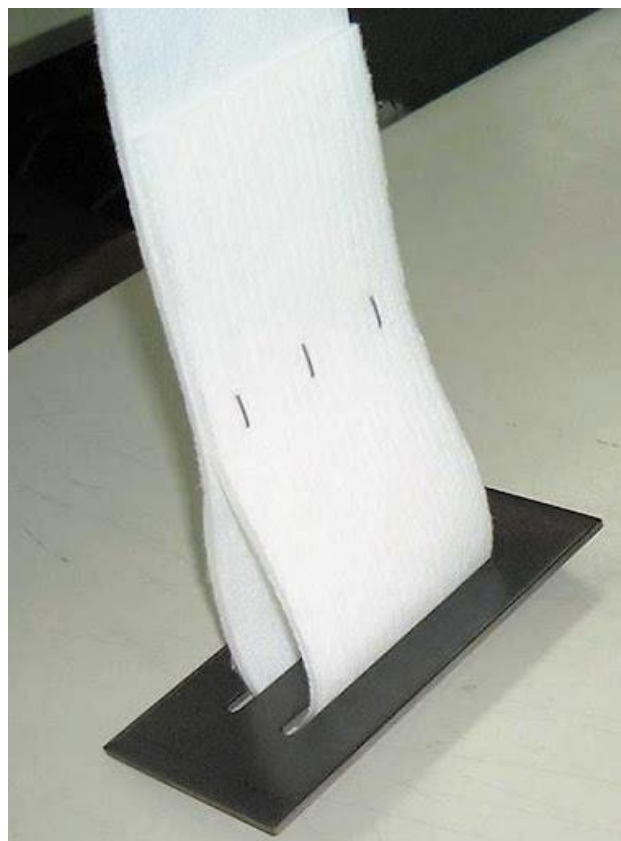


図-7 ドレーン材とアンカー

d) 打設装置を横移動し次の打設位置セット

e) c)～d)を繰り返す⁹⁾

4. 本工法の有用性

(1) 本工法の経済性

PDF 工法は組み立て式の台船を用いて施工を行うことから、狭い場所でもスムーズに部品を搬入することができる。この点から、浚渫土処分場のような閉水域での施工に非常に適していると考えられる。また、減容化をはじめとするより大幅な圧密沈下を期待する場合にも、サンドマットの代わりに厚さが薄い水平ドレーンと暗渠管による排水を行うことで、従来のサンドマットの厚さ分だけ大幅な容量確保が期待できる。

(2) 当該地区における課題

PDF 工法は台船に施工機械を搭載して施工を行う特性上、施工地盤が浅水または泥状である必要がある。当該地区では施工開始前、一部が完全に干上がった状態であったため、台船の移動ができずプラスチックボードドレーンの打設が不可能であった。そこでホースによって一定の水位まで海水を注入することで台船の移動を可能にすることが施工の条件となった。しかし、閉水域の面積が大きすぎることや、埋め立て地の東側護岸の岸壁付近

からの漏水(図-8, 9)があることで、思うように水深が上昇せず、重機による漏水の阻止や大量の海水の注入により、経済性の低下に繋がった。このように、従来の工法との相違点として水面を移動しながらドレーン打設を行う点があげられるが、地盤の状況や漏水によって地盤が干上がってしまうと施工が不可能になり、工事が中断し当初の工期に比べて大幅に遅れる可能性がある。



図-8 漏水が確認された場所



図-9 壁面付近からの漏水

5. 結論

以上から、PDF 工法による浚渫土処分場の減容化は、従来の地盤改良工に比べ、浅水面上や泥上でもスムーズにプラスチックボードドレーンの打設を施工することが可能なことから、工期を短縮することができる点に加え、水平ドレーンによって、サンドマットを不要とすることができることから最大限の圧密沈下量を期待できる点、載荷盛土を浚渫土砂で賄えるという点において当該地区のように従来の施工が難しく、なるべく短時間の容量確保を目的とした現場では非常に有用な工法であると考えられる。しかし、PDF 工法の最大の特徴は水面に台船を浮かせて移動させながらドレーン打設を行う工法であるという点であり、施工前に干上がった地盤に海水を注入し、浅水状態を維持しなければならない現場では、思わぬ場所にひび割れ等が発生しておりそこから漏水することが考えられ、かえって経済性を悪化させる可能性がある。地盤に亀裂が入りそこから漏水するような状態にある場合、事前に行う調査において、透水係数等の各パラメータが得られる土質試験の他に、目視で漏水の可能性がある場所を点検することが有効であり、現場が広く目視での点検が困難な場合、精度が向上すれば、将来的に人工知能を活用したひび割れ検出の技術を導入する余地があると考えられる。そのうえで、激しい漏水やコスト消費が考えられる場合には干上がった状態のまま行うことができる他の工法を検討すべきである。本現場においては上記のような課題点があったが、岡山県内の浚渫土砂処分場の容量不足がひっ迫している状況を鑑みると、工期が短く短期間で容量確保ができる点、大幅な容量確保ができる点において、本工法は非常に有用な工法であったと考える。

参考文献

- 1) 熊谷 隆宏：浚渫土の減容化技術，pp.1，2012.
- 2) 天野産業株式会社：工事概要説明書 公共港湾工事（浚渫土処分場 地盤改良工その1），pp.1，2020.
- 3) 岡山県水島港湾事務所：水島港の整備，2020.
- 4) (株)不動テトラ：玉島人工島減容化対策工事施工計画，pp.2，2020.
- 5) PDF 工法研究会：PDF 工法（フロート式プラスチックボードドレーン工法）技術資料，pp.2，2011.
- 6) 太平商工株式会社，株式会社不動テトラ，錦城ゴム株式会社，株式会社ソイルテクニカ：フロート式プラスチックボードドレーン工法，pp.3.