

ダイオキシン類汚染底質浚渫技術の開発

守屋典昭・車田佳範

ダイオキシン類による環境汚染問題は社会的に関心を呼んでおり、特に底質においては、魚介類を經由して人体への蓄積の恐れがあることから対策が急務となっている。この中で汚染底質の浚渫除去は、最もリスク低減効果の高い対策手法といわれているが、施工にあたっては、浚渫精度、浚渫時の汚濁の拡散防止、モニタリング手法などの点で、従来技術よりもさらに高度な浚渫技術が要求されている。

このような状況のもと、五洋建設株式会社では汚染底質の環境浚渫を目的とした、「環境浚渫工法」、「リアルタイム汚濁監視システム」、「薄層安定化処理工法」の一連の新技术を開発したので、その概要を紹介する。

キーワード：環境、浚渫、汚染底質、ダイオキシン類、汚濁、モニタリング

1. はじめに

平成14年、ダイオキシン類による底質の汚染に係る環境基準150 pg-TEQ/gが定められた。ダイオキシン類は、微量でも毒性が高く、生物蓄積性、生物濃縮性を有することから人々の関心も非常に高く、今後の対策方針について社会的な注目を集めている。

これを受けて国土交通省港湾局は、平成15年3月「港湾における底質ダイオキシン類対策技術指針¹⁾」をとりまとめている。この中で、底質ダイオキシン類対策の基本的な考え方は、魚介類を經由して人が間接的にダイオキシン類を摂取する経路を遮断することとしたうえで、リスク低減効果が大きい対策工法として汚染底質の「浚渫・掘削除去」を挙げている。またそれとともに、濁りの発生を防止し高含泥率で薄層浚渫する技術が必要であることも示している。

このような背景の中、当社ではダイオキシン類をはじめとする汚染底質の環境対策を主目的とした新しい浚渫技術「環境浚渫工法」および「リアルタイム汚濁監視システム」、「薄層安定化処理工法」を開発したので、その概要を紹介する。

2. ダイオキシン類汚染底質浚渫時の課題

ダイオキシン類汚染底質の特徴とそれともなう浚渫時の課題をまとめると、以下のようなものである。本報文で紹介する新技术は、これら浚渫時の課題を解決する

ために開発したものである。

(1) 濁りの発生防止

ダイオキシン類汚染底質浚渫時の一番の課題は、浚渫時の汚濁発生にともなう二次的な水質汚染を防止することである。ダイオキシン類は不溶性で底質中の微粒子に吸着して移動することから、浚渫時の濁りの発生はそのまま水質の汚染につながることになる。

そこで浚渫工事にあたっては、濁りの発生が少ない浚渫工法を利用することはもちろんであるが、作業上全くの皆無にすることは困難であるため、汚染の程度に応じて前処理や拡散防止策を併用する必要がある。また二次汚染防止のためにも、濁りの発生量、流向・流速などを常に監視しながら、施工にフィードバックするためのシステムが必要である。

(2) 薄層高濃度浚渫

ダイオキシン類は底質の表層数m以内の比較的浅い部分に堆積していることから、汚染された部分だけを余掘り少なく確実に浚渫除去できる技術が望まれる。また処分場の確保、無害化処理費の観点から、できるだけ水を含まない高濃度（高含泥率）浚渫がよい。

(3) 浮泥対策

ダイオキシン類は底質中の粒子の細かい部分、特に浮泥と呼ばれる有機分の高い微粒子に強く吸着している。これら浮泥は高含水比で浚渫除去が困難であるばかりか、濁りの発生の一歩の要因になっている。浮泥

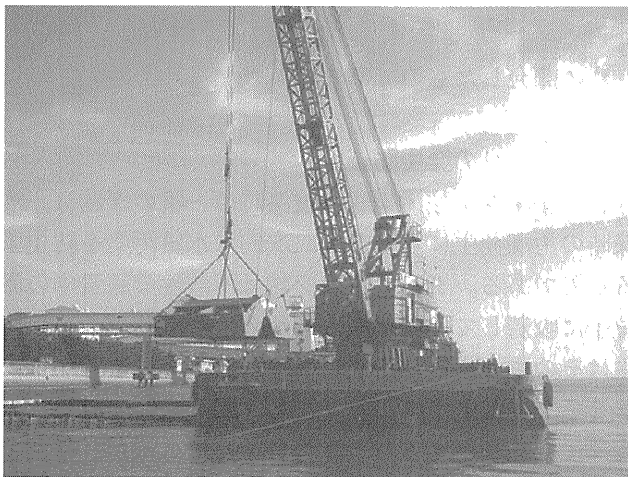
による濁りの発生を防止しながら、確実に汚染部分を除去できる新しい技術が必要である。

3. 環境浚渫工法 (END 工法)

(1) 開発の目的

従来、浚渫工事の多くはグラブ浚渫船で行われているが、従来型のグラブでは、余掘り量が多く、また濁りの発生が大きいなどの課題があった。

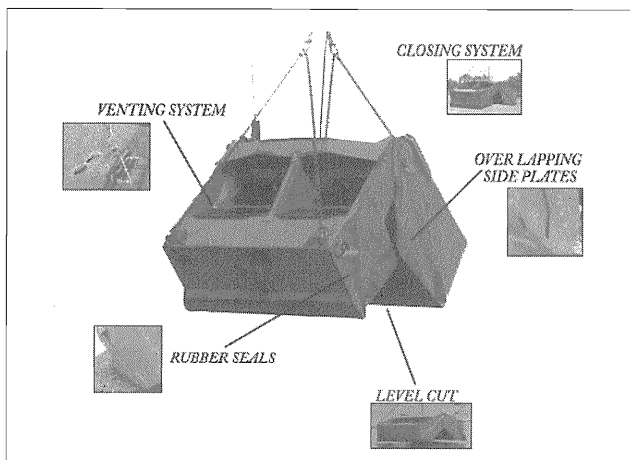
そこで、汚染底質の効率的な除去、濁り発生の低減および高濃度浚渫を目的とした「環境浚渫工法；END (ENvironmental Dredging) 工法」を開発した。本工法は、米国の Cable Arm 社から技術導入した「環境浚渫グラブ」と、新規に開発した「浚渫および操船管理システム」から構成される新しい浚渫技術である。写真—1 に施工状況を示す。



写真—1 END 工法施工状況

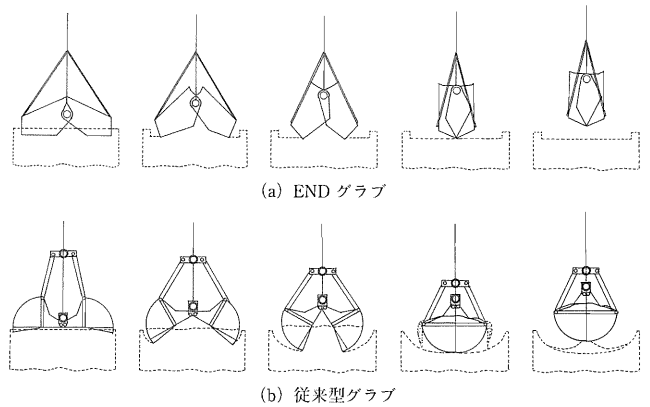
(2) 薄層浚渫

END 工法の最大の特長は、ユニークな形状のグラブによる薄層水平掘削機構である。写真—2 に環境浚渫



写真—2 環境浚渫グラブ (END グラブ) の特長

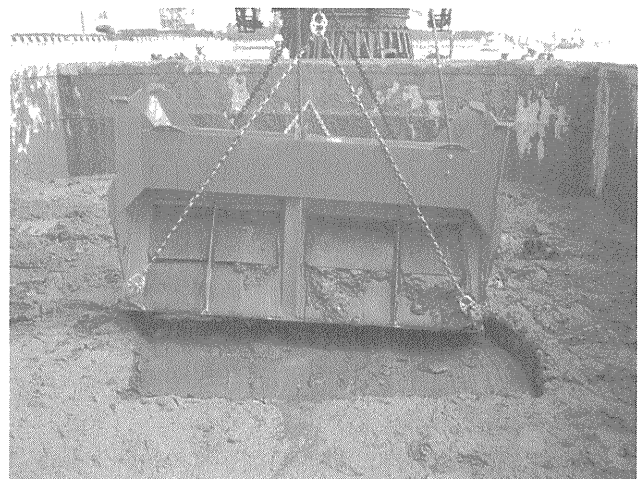
渫グラブ (END グラブ) を示す。図—1 に END グラブと従来型グラブとの掘削機構の相違を示す。



図—1 浚渫機構の相違

END グラブは、特別な操作を行うことなくグラブを吊りあげるだけで刃先が水平に閉じる機構になっている。一方、従来型グラブでは、掘削断面は円弧上となり、均一な地盤に仕上げるには、ラップ部分の掘削ロスも大きい。

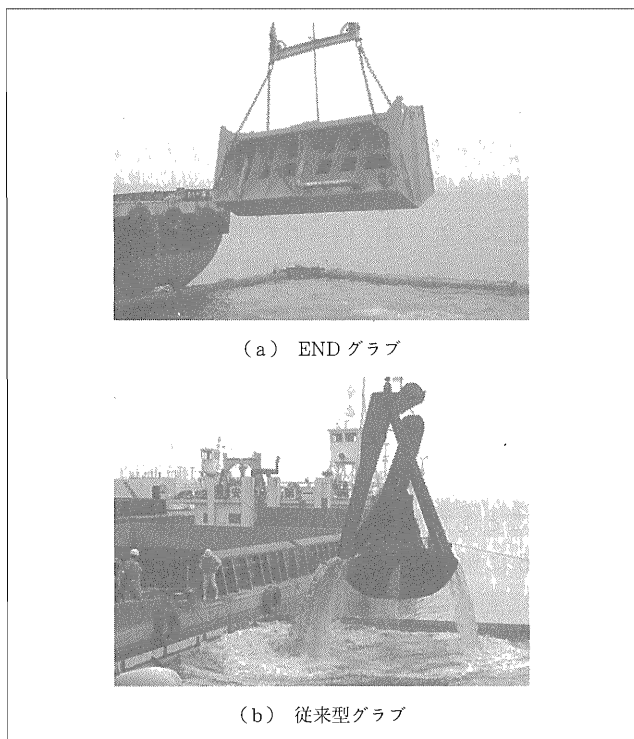
従来型グラブでは底面余掘厚を約 50 cm 確保する必要があったが、薄層浚渫グラブでは 10~20 cm まで低減できるため、汚染底質の処理土量を大幅に低減することができる。写真—3 に薄層水平掘削状況を示す。



写真—3 薄層水平掘削状況

(3) 濁りの発生防止

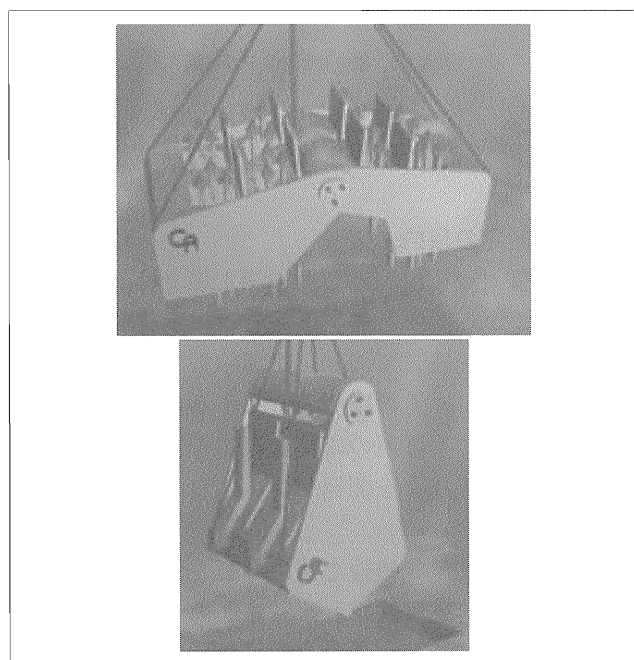
END グラブは、浚渫時の濁りの発生防止にも有効である。写真—2 に示すように、グラブは左右がオーバーラップして閉じる構造になっており、密閉性が非常に高い。またグラブ先端には刃先が完全に閉じたことを確認するための装置が取付けられており、異物の噛込みによる浚渫土砂の漏れを未然に防げる。写真—4 に従来型グラブとの密閉性の違いを示す。



写真—4 END グラブの密閉性

次に水平掘削機構により、グラブの刃先しか掘削面に接しないため、接触面積が広い従来型グラブより、グラブ吊上げ時の吸上げや付着した泥による濁りの発生も低減できる（図—1 参照）。

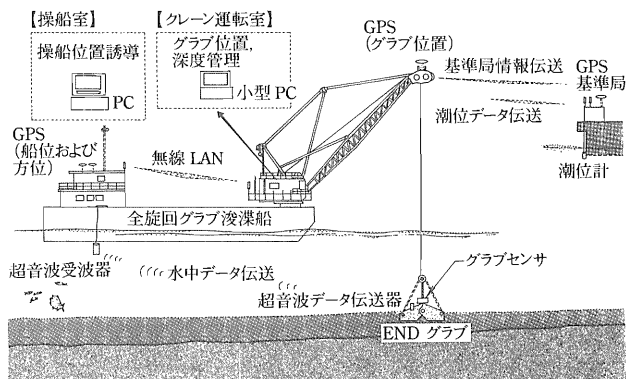
さらにグラブ側面には、通水口が設けられており、グラブ降下時の水圧による濁りの拡散を防止するとともに、吊上げ時にも水圧の影響の少ない形状になっている。図—2 にグラブからの通水機構を示す。



図—2 通水口による濁りの拡散防止

(4) 高濃度浚渫

環境浚渫工法では、1 掘削あたりの浚渫土量とグラブ容積とを完全に一致させ、余剰水を図—2 に示した通水口から排出することにより高濃度な浚渫を可能としている。したがって、浚渫毎のグラブの位置と深度を高精度で管理することが非常に重要であり、新たに「浚渫および操船管理システム」を開発した。図—3 にシステム構成を示す。



図—3 浚渫および操船管理システム

「浚渫管理システム」は、グラブの正確な位置と深度を計測し、1 掘削あたりの浚渫土量を正確に管理するものである。

グラブの平面的な位置はブーム先端に取付けられた GPS で計測し、無線 LAN で操作室に通信する。またグラブの深度は水圧計で計測し、水中超音波通信により伝送する。掘削土量は、掘削位置の原地盤高とグラブ刃先の目標貫入深度を事前に登録しておき、その後作業船潮位を加減してコンピュータで演算処理する。オペレータは、グラブの刃先深度と目標深度をモニターでリアルタイムに確認しながら浚渫作業を行うことができるようになっている。

「操船管理システム」は、船をシフトせずに浚渫できる最大エリアを浚渫順に登録しておき、モニター上で作業船の位置誘導を行うものである。船体に取り付けた GPS により方位、位置を計測し、所定の施工位置に正確に操船することができる。

4. リアルタイム汚濁監視システム

(1) 開発の目的

従来、浚渫施工時の濁りの監視は、1 日に数回、人が基準監視点で濁度計を吊り下げて濁度計測するのが一般的であった。ただしダイオキシン類で高濃度に汚染された底質においては、わずかな濁りの発生が水質汚染に結びつくため、このような管理手法は適切では

ないと考えられる。そこで、施工時の水質環境を高精度かつリアルタイムに一元管理できる「リアルタイム汚濁監視システム」を開発した。

(2) システムの概要

図-4 にシステムの概要を示す。本システムの特長は、浚渫箇所と基準監視点の間に補助監視点を設置し、濁度および流向・流速をリアルタイムで計測することにより、施工へのフィードバックを可能にした点である。

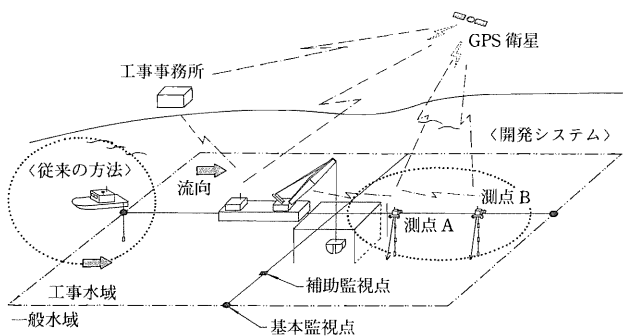


図-4 リアルタイム汚濁監視システム概念図

(3) システム構成

本システムは、工事水域内の監視点に配置される洋上観測システムと、作業船および事務所で集中管理システムから構成されている。

写真-5 に洋上観測システムを示す。

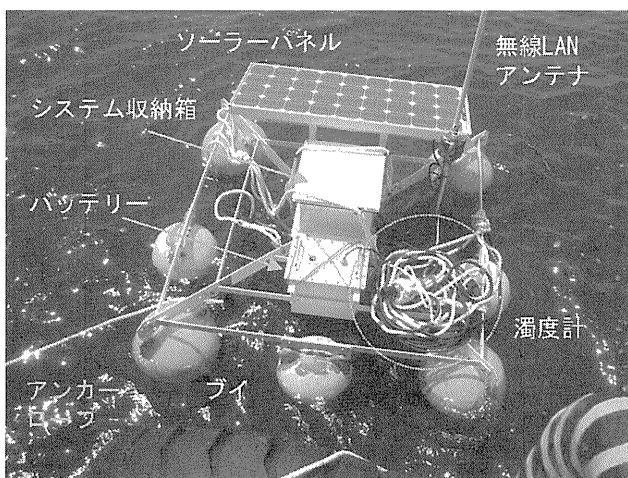


写真-5 洋上観測システム

洋上観測システムは、

- ・フロート上の観測装置
- ・電源装置
- ・水中に吊下げたセンサ類
- ・係留用備品

から構成されている。

計測項目は、主に濁度、流向・流速であるが、必要であれば他の環境影響項目も可能である。また連続して観測したデータは無線LANによりリアルタイムで集中管理システムに伝送する。

集中管理システムは、得られた水質データ、位置データなどを基に、濁りの拡散範囲などをリアルタイムに管理するものである。濁度と水質ダイオキシン類濃度に高い相関があることから、事前にこれらを登録しておくことにより、濁度の計測データを水質ダイオキシン類濃度として管理できる。さらに高精度な管理を行いたい場合には、流速による汚濁の拡散などを解析・予測することも可能である。

写真-6 に集中管理システム画面を示す。オペレータは、常に濁りの発生量を確認しながら作業を行うことができ、例えば、濁りの発生が多い場合は施工速度を落とすなど、施工への迅速なフィードバックが可能である。

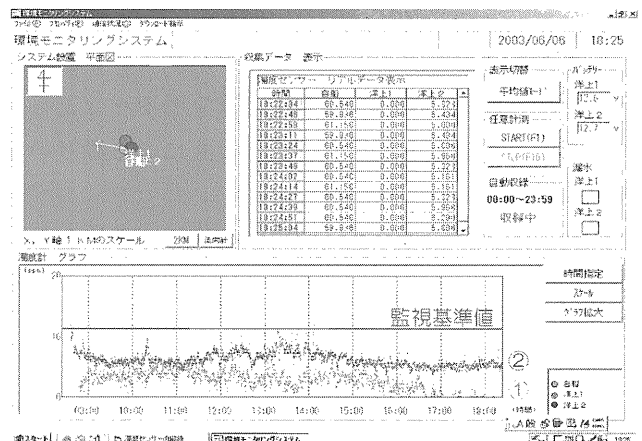


写真-6 集中管理システム画面

5. 薄層安定化処理工法

(1) 開発の目的

汚染底質対策を目的とした浚渫工事では、水底表層の浮泥対策が重要である。浮泥とは、水底表層部に堆積した高含水比底質であり、浚渫除去が困難であるばかりか、除去しても再度流入してくるため対策が困難である。そこで、浮泥の確実な除去を目的とした「薄層安定化処理工法」を開発した。

(2) 薄層安定化処理工法の概要

薄層安定化処理工法は、水底表層の浮泥部分を回転翼が備わった枠で抑えこみ、濁りの発生を抑制しながら安定化材を注入、攪拌して、わずかな時間でゲル状

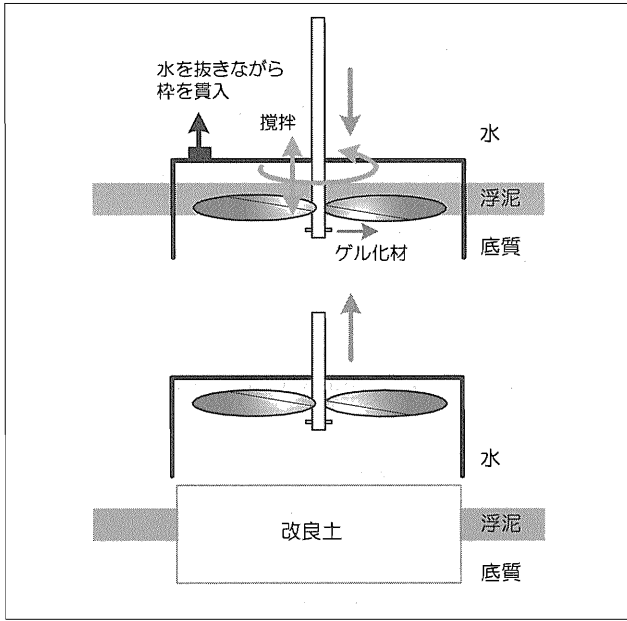


図-5 薄層安定化処理工法概念図

に固結化，安定化させるものである。図-5 に工法の概念図を示す。本工法の特長は，以下のようである。

- ① 杵で囲んだ内部を攪拌するため，濁りの発生が全くない。
- ② 浮泥を上部の水とともに安定化処理するため，浮泥の再流入を防止できる。
- ③ 安定化処理土は低強度であり，後の浚渫作業が容易である。また処理の効果により，浚渫時にも濁りの発生が少ない状態に改質される。

写真-7 に含水比 600% の底質を安定化処理した状況を示す（写真は，安定化処理後崩したもの）。安定化処理に要する時間は，1分程度である。このように，従来のセメント系固化材では不可能であった高含水比底質の早期安定化処理を可能としたことが本工法の大きな特長である。また本工法は，浮泥の除去目的だけでなく，汚染物質を封じ込める原位置固化処理対策としても十分に利用可能である。

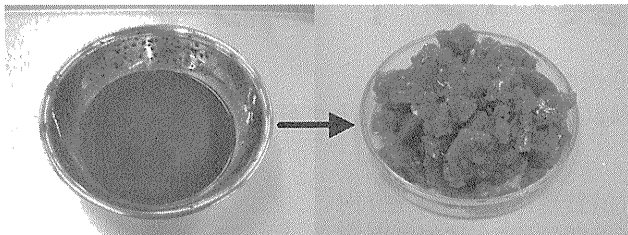


写真-7 安定化材によるゲル状処理

(3) 実証実験

薄層安定化処理工法の基本性能（施工時の濁り抑制，処理土の出来形）を検証するために大型土槽実験を行っ

た。

実験で使用した攪拌装置は，昇降，軸の回転ができ，軸先端部には直径 50 cm の攪拌翼が設けられている。翼の内側からは，攪拌軸を通じて安定化材を注入する構造になっており，通常の固化処理装置と同様である。杵は鋼製（60 cm 角×長さ 50 cm）で，攪拌翼と別に昇降できるようになっている。写真-8 に実験装置の概要を示す。

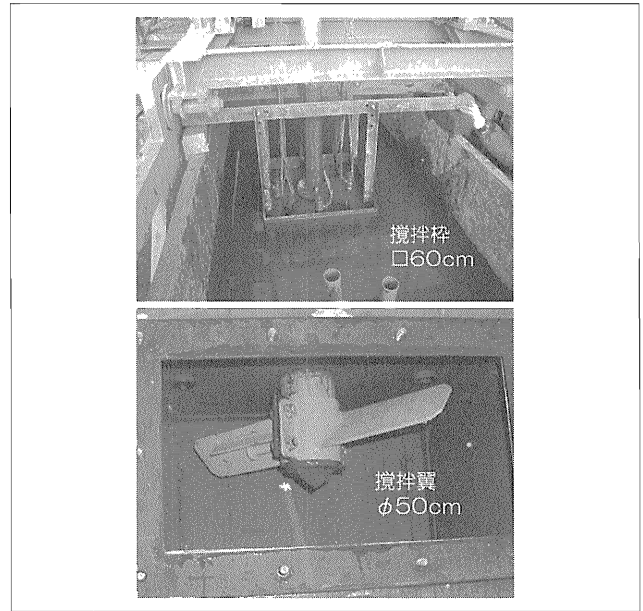


写真-8 杵付き攪拌装置

実験では，攪拌杵の有無による攪拌時および攪拌装置昇降時の濁りの発生状況と，ゲル化材による安定化処理土の出来形を確認した。

写真-9 に安定化処理後の出来形状況を示す。表層 40 cm の底質と直上の水 10 cm を杵で囲んで安定化処理を行った結果，底質面より盛上がった状態で処理できていることが確認できた。また施工時の濁りの発生は全く認められなかった。

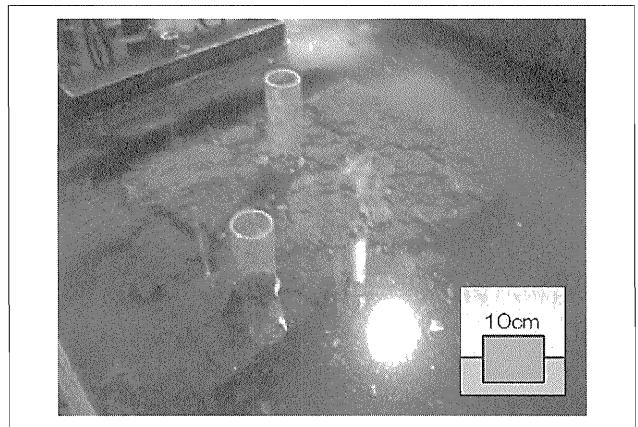


写真-9 安定化処理土

(4) 施 工

図-6 に薄層安定化処理工法のバッチ処理での施工イメージを示す。

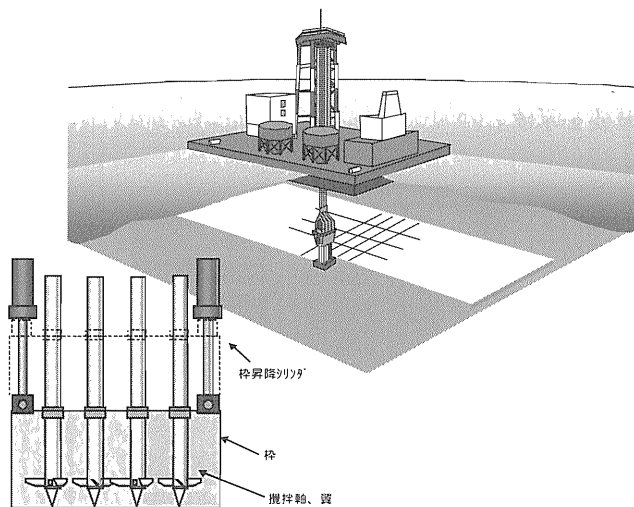


図-6 薄層安定化処理工法施工イメージ

今回の実験により、従来の深層混合処理工法と同様な施工機械に少し改良を加えることで、本工法が施工可能であることが明らかとなった。今後はさらに、連続処理が可能な施工機械を開発することで、処理土の品質および経済性を高め、実施工への早期利用を目指していく予定である。

6. あとがき

本報文では、ダイオキシン類汚染底質対策技術のう

ち、新たに開発した浚渫関連技術を紹介した。五洋建設株式会社ではこの他にも、

- ・覆砂による原位置処理技術「スラリー式ブラインド覆砂工法」
- ・汚染底質の減容化を目的とした脱水処理技術「スクリーンプレス脱水システム」
- ・汚染底質のオンサイト分解・無害化技術「可搬式ダイオキシン類無害化プラント」

を有している。

今後は、こうした各種対策技術の中から「五洋式汚染底質対策システム」として、現地の条件に応じた最適な処理システムの提案を行っていく所存である。

JCMA

《参考文献》

- 1) 国土交通省港湾局：「港湾における底質ダイオキシン類対策技術指針」、平成15年3月

【筆者紹介】

守屋 典昭（もりや のりあき）
五洋建設株式会社
技術研究所
主任



車田 佳範（くるまだ よしのり）
五洋建設株式会社
環境研究所
課長



現場技術者のための

建設機械整備用工具ハンドブック

- ・建設機械整備用工具約180点の用語解説と約70点の使い方を収録。
- ・建設機械の整備に携わる初心者から熟練者まで幅広い方々の参考書として好適。

■ A5判 120頁

■ 定価：会 員 1,050円（消費税込）、送料420円

非会 員 1,260円（消費税込）、送料420円

社団法人 日本建設機械化協会

〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8（機械振興会館） Tel. 03(3433)1501 Fax. 03(3432)0289