

底泥置換覆砂工法の開発

大成建設株式会社 土木本部 松木田 正義 正 小林 峯男
 同 技術センター フェロ 勝井 秀博 正 上野 成三
 同 エンジニアリング本部 正 岡田 和夫
 同 北信越支店 正 丸山 邦男

1. はじめに

湖沼や内湾などの閉鎖性水域では、アオコ・赤潮の発生や貧酸素化問題に悩まされている。水質浄化対策として汚濁底泥の浚渫や覆砂が実施されているものの、浚渫土の処理場・捨場や砂の入手が困難という課題を抱えている。そこで、著者らは、浚渫土が生じないで現位置で底泥浄化が可能な「底泥置換覆砂工法」を開発中である。本論文では、諏訪湖での現地実証実験と室内水理実験の結果を報告する。

2. 底泥置換覆砂工法の概要

底泥置換覆砂工法は、汚濁底泥の下に堆積する砂質土をジェット水流により湖底上部へ浮上させて、汚濁底泥の表層に砂質土層を形成させる工法である。本工法の場合図と他工法の比較を図-1に示す。本工法は、従来行われてきた浚渫や覆砂に比べて、汚濁底泥の除去が必要ないので浚渫土の処理場問題が解決できること、底泥下部に堆積している砂を利用するため砂入手の必要がないこと、湖底の高さがほとんど変化しないため貯水容量に影響しないことなどのメリットがある。本工法による水質浄化効果・生態系修復効果として、以下の点が期待できる。

覆砂により、底泥の酸素消費量や栄養塩の溶出量が低減され湖水の貧酸素化・富栄養化が抑制される。

湖底環境が砂質土系の好気性環境に変わり底生生物や水生植物が主体の湖底生態系が復活する。

系外からの砂搬入が無いので外来種移入などの生態系攪乱の影響が小さい。

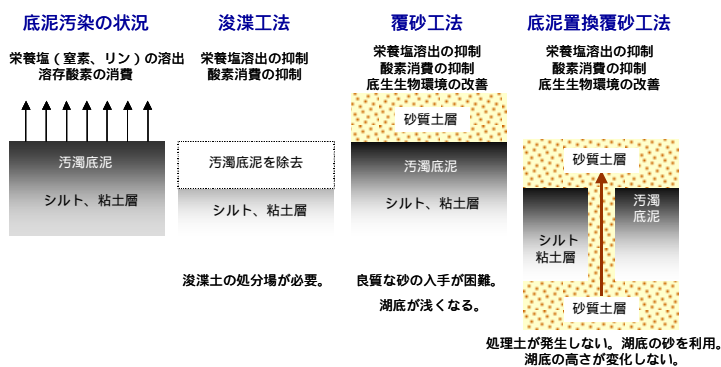


図-1 底泥置換覆砂工法の概念図と他工法との比較



写真-1 実証実験状況

3. 諏訪湖における現地実証実験

(1) 実験方法

実証実験は平成12年10月31日から11月1日まで諏訪湖の北部水域で実施した。台船上のクレーンにより、ジェットパイプと砂浮上用ガイドパイプを4セット設置したユニットを吊り下げ、ジェット水流を噴射しながらユニットを湖底中へ貫入した。主な実験諸元は、水深4m、底泥層厚さ2m、ジェット流量400 l/min（1本当たり）、ジェットパイプの間隔1mである。現地実験状況を写真-1に示す。覆砂結果はダイバー

キーワード：水質浄化，底質浄化，覆砂，浚渫，諏訪湖

連絡先：東京都新宿区西新宿 1-25-1 大成建設株式会社土木本部土木技術部 tel03-5381-5076 fax03-3346-9416

による目視と底泥コアの採取により確認した。底泥コアは 2 cm 間隔でスライスし、粒度分布、含水比、pH、酸化還元電位、強熱減量、全炭素、全有機炭素 TOC、全窒素 TN、全リン TP、全硫黄を分析した。

(2) 底質改善結果

本工法の覆砂状況として、ジェットパイプの周囲約 1m の範囲で厚さ 10 ~ 30cm の覆砂層がダイバーの目視により確認された。実験前後の中央粒径 D_{50} 、TOC、TN、TP の鉛直分布を図-2 に示す。底泥コアの位置は 4 本のジェットパイプの中心である。実験前では全層にわたり D_{50} が 0.02 ~ 0.04mm のシルト質土であったのに対して、実験後ではシルト質土の上に D_{50} が約 0.2mm の細砂が厚さ約 10cm で覆砂されたことが分かる。底質変化については、実験前では、全層にわたり TOC が 25 ~ 40mgC/gDW、TN が 3 ~ 4mgN/gDW、TP が 0.8 ~ 1.5mgP/gDW と有機汚濁化していたのに対して、実験後では、表層 10cm の覆砂層部で TOC が約 10mgC/gDW、TN が 1mgN/gDW 以下、TP が 0.4mgP/gDW と大幅に減少した。

以上より、本工法により汚濁底泥上に砂層が確実に覆砂され、表層の有機物含有量が 1/3 以下に低下することが確認された。

4. 覆砂・にごり拡散の水利実験

本工法の覆砂状況とにごりの拡散範囲を調べるために水利実験を実施した。円筒水槽 ($\phi 4.6\text{m} \times H 3\text{m}$) 内に砂層 (厚さ 85cm, $D_{50} 96\mu\text{m}$)、底泥層 (厚さ 15cm, $D_{50} 5\mu\text{m}$)、水層 (1m 水深) の 3 層モデルを構築し、ジェット流量は 10, 15, 20 l/分と変化させて、覆砂厚の分布と濁りの拡散範囲を計測した。実験縮尺は諏訪湖実証実験の 1/4 相当である。覆砂厚の断面分布を図-3 に示す。覆砂範囲は 20~30cm の範囲で、その厚さはジェットパイプの近傍で大きく、距離が離れるにつれて減少した。また、ジェット流量の増大に伴い覆砂厚・範囲とも増大する。浮遊物質濃度 SS の鉛直分布を図-4 に示す。高濃度のごりは底面近傍の 5 cm に限定され、それより上層ではほとんどにごりが発生しなかった。この状況は、諏訪湖の現地実験でのダイバーの目視状況と一致する。以上より、本工法によって発生するにごりの範囲は湖底の極近傍層に限られることが定量的に示された。また、ジェット流量と覆砂厚・範囲の関係が求まった。

5. まとめ

現位置での底泥浄化が可能な「底泥置換覆砂工法」の現地・室内実験を行い、良好な底質改善結果が確認できた。今後、栄養塩溶出・酸素消費量の低減効果、底生生物・水生植物の復元効果を検討する予定である。なお、本実験では国土交通省土木研究所島谷室長、中村研究員から貴重なアドバイスを頂いた。ここに謝意を表する。

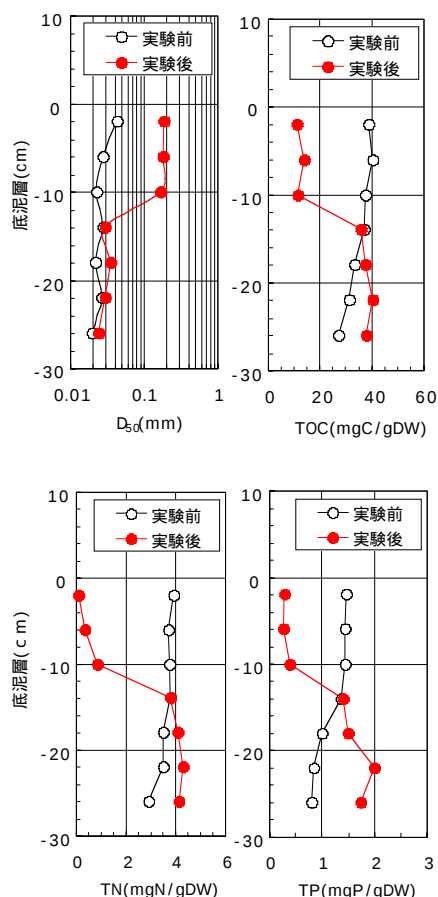


図-2 覆砂実験前後の底質変化

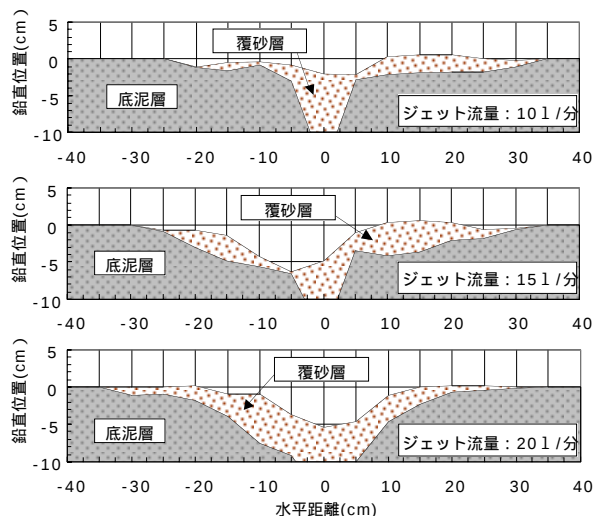


図-3 覆砂状況の断面図

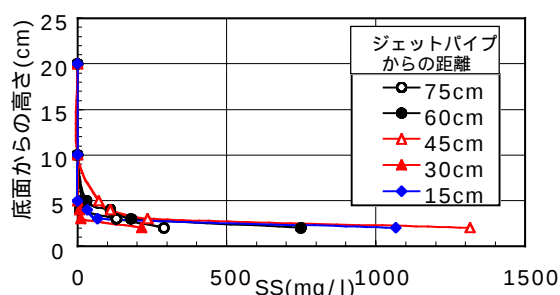


図-4 にごり拡散分布 (ジェット流量 15l/分)