

PS 灰を用いた富栄養湖における浚渫土の有効利用

(株)フジタ 正会員 ○吉野広司 畑野俊久
正会員 斎藤悦郎 正会員 望月美登志
正会員 土開健義

1. はじめに

富栄養湖における窒素・リンは、湖流域から河川を経由して流入する他、湖底に堆積し泥に含まれているものが湖水中に溶出している。夏期には、これらを栄養分とする植物プランクトン（アオコ）が異常発生し、水質悪化の大きな原因となる。湖沼における水質汚濁防止対策および底質汚濁防止対策など水質浄化事業の一環として底泥浚渫が実施されているが、浚渫土砂の土質性状により、その有効利用先や受け入れ先の確保ならびに跡地利用が困難な問題を抱えている。本論文では、富栄養湖の浚渫土を有効利用することを目的に、製紙スラッジ灰（以下、PS 灰とする）の高吸水性を有する粒状体の特徴を利用した改良材により、栄養塩類の濃度が高い浚渫土に対し環境に配慮した改良を行い、その改良土の有効利用先を拡大した成果について報告する。

2. 工事概要

浚渫土の改良工事は、富栄養湖に区分される諏訪湖において、筆者らがこれまで研究開発してきた PS 灰を基材とした改良材を用い、浚渫土を有効利用先の土構造物に必要な品質に改良するものである。改良対象となる浚渫土は栄養塩類の濃度が高い底泥表層 50cm をポンプ浚渫し、陸上部の囲繞堤内へ圧送方式により搬送後、天日乾燥による脱水されたものである。しかし、この浚渫土の物性は表-1 に示すように、高液性限界な粘性土で、含水比は $w=179 \sim 269\%$ と非常に水分が多い状態であった。浚渫土を改良する装置は、写真-1 に示すように、改良材サイロ 150m³×2 基、短軸のスクリーミキサ、搬送ベルトコンベヤからなる構成としている。本工事で用いた PS 灰の物性は既報¹⁾と同様である。スクリーミキサは、改良能力 150m³/h であり、粉塵の発生しない密閉式である。改良土の有効利用先の拡大を図る上で、利用先となる仮置きができない狭隘な田畑、校庭、グラウンド、さらに水辺整備として計画されている周景湖岸造成盛土等に対し、下記の条件を満足することが求められた。

- ・改良直後に運搬、盛土が可能な改良土の締固め強度
- ・利用先に合わせ、容易に強度調整が可能
- ・水域環境に影響を与えない（改良土が中性域）
- ・改良による粉塵、悪臭が発生しない
- ・改良土は栄養塩類の溶出抑制が可能

3. 浚渫土の改良

以下、本工事に PS 灰を適用した改良結果を記す。図-1 は、本工事の改良実績を整理したもので、利用先において必要な改良土のコーン指数 $q_c=500\text{kN/m}^2$ を得るときの浚渫土の含水比と添加量の関係を表している。改良土の品質管理は、このグラフを用いることで浚渫土の含水比の変動に対し、迅速に最適な添加量の決定を行えるものとした。本改良工事における必要添加量の範囲は 380～570kg/m³ である。

表-1.浚渫土の物性

物性値	平均値	最小値	最大値
密度 $\rho_s(\text{g/cm}^3)$	2.489	2.347	2.576
含水比 $w(\%)$	204.6	179.3	269.0
液性限界 $w_L(\%)$	181.0	160.8	195.0
塑性限界 $w_p(\%)$	84.7	73.1	98.9
塑性指数 I_p	96.4	87.4	107.2
pH	6.1	5.6	6.5



写真-1.浚渫土の改良状況

キーワード 製紙スラッジ灰，浚渫土，富栄養湖，地盤改良

連絡先 〒243-0125 神奈川県厚木市小野 2025-1 (株)フジタ 技術センター TEL046-250-7095

4. 改良土の有効利用

改良土の利用先の一例として、写真-2 に湖岸の造成盛土に適用した結果を示す。湖岸断面は、下部から改良土、被覆土、砕石または芝から構築している。ここで、改良土を湖岸に適用するに当たり、改良土が栄養塩類の溶出抑制効果を有することをカラム溶出試験²⁾により確認している。溶出試験は、円筒形の直径 14cm に改良土を締めエネルギー A 法にて厚さ 30cm で作成し、覆砂はその上に施した。直上水の高さは 50cm である。カラム内は試験中、栄養塩類が溶出し易い嫌気状態（DO<1mg/l、窒素ガスを使用）とし、恒温室 20℃ で実施した。以下に実験ケースを記す。

【実験条件】 浚渫土、改良土、改良土+覆砂 15cm、改良土+覆砂 30cm

浚渫土と改良土からの栄養塩類の溶出として、全窒素（以下 TN とする）を図-2 に、全リン（以下 TP とする）を図-3 に示す。TN の溶出量は、浚渫土に比較し改良土では小さく、顕著な違いが見られた。また覆砂による抑制効果も見られ、より効果的に抑制を図ることができている。TP の溶出量は、40 日経過後を見ると浚渫土よりも改良土の方が、さらに覆砂を行うことにより溶出量が小さくなっている。今回の実験により、TP、TN の溶出抑制効果について考察すると、PS 灰の粒子構造が影響する要因としては細孔による吸着が、また締めによる密度増加による効果も考えられる。



写真-2. 周景湖岸造成盛土への有効利用

5. まとめ

栄養塩類の蓄積する湖沼や河川において水質浄化やアオコ発生による悪臭防止のために底泥を浚渫するが、その浚渫土は非常に高含水な状態であり、栄養塩類も多く含む。これをセメント系や石灰系の固化材により改良した場合は臭気が発生し、湖岸もしくは周辺にて有効利用するには、その受け入れ先や利用用途が限定される。PS 灰を利用した改良材は、高吸水性により瞬時に環境を配慮した改良が可能であり、特にこれまで困難であった高含水な浚渫土や泥土などの改良と有効利用に適していると考えられる。

参考文献

- 1) 望月,阪本,小方：製紙スラッジ焼却灰を用いた土質改良材（FT マッドキラー）,電力土木 No298,2002.3
- 2) （社）底質浄化協会：底質の調査・試験マニュアル,平成 15 年 3 月

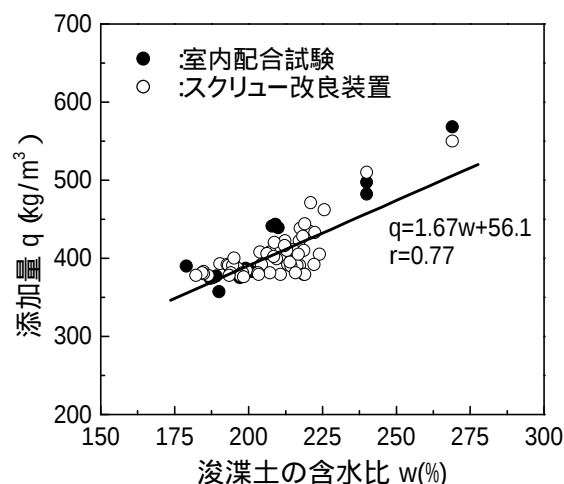


図-1. 浚渫土の含水比と添加量の関係

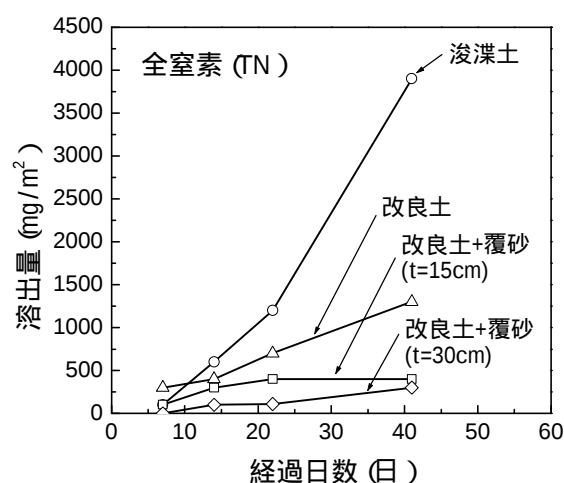


図-2. 全窒素の溶出試験結果

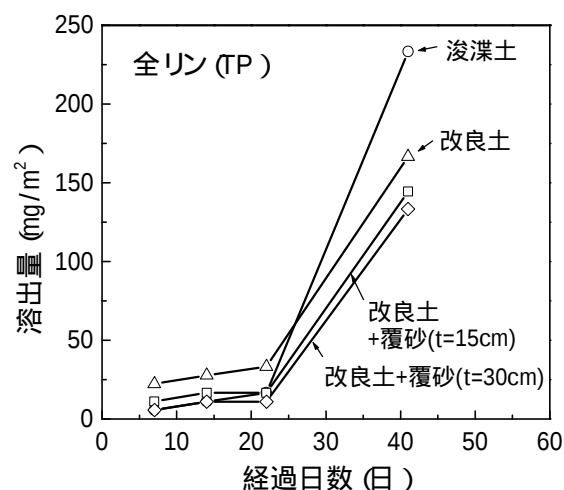


図-3. 全リンの溶出試験結果