

B-61 砂礫を含む底泥に対する資源循環型 浚渫システムの適用と砂・泥の分離回収資源利用

○戸田真仁^{1*}, 大崎瑞生¹, 宮里直樹¹, 青井 透¹

¹群馬工業高等専門学校・専攻科環境工学専攻(〒371-0845 前橋市鳥羽町580)

*E-mail: aoi@cvl.gunma-ct.ac.jp

1. はじめに

水を抜かず特殊な攪拌ポンプで部分的に攪拌した底泥を、スラリー輸送して陸上のスクリーンで夾雑物(ビニール、植物繊維など)を取り除いた後に、無機中性凝集剤を用いて迅速に固液分離し、そのまま脱水することにより、15分で脱水土を回収し、それを育苗土として利用する技術を開発してきた¹⁾が、この技術が完成し、2009年10月には国土交通省渡良瀬河川事務所より本川の直線化により取り残された本矢場川の底泥浚渫利活用実験業務を受注し納入した。写真1に本業務の作業写真を示した。



写真1 本矢場川底泥浚渫業務写真 (国土交通省発注)

本業務の浚渫作業では堆積砂の多い場所で、砂礫混じり泥を送液したところ、礫が自動スクリーンにつまりバーが破損するトラブルが発生した。また、自動スクリーンのボックスに砂が堆積して清掃が必要となった。

そこで、適用範囲を拡大し、安定した運転を実現するために、新たにサイクロンを追加するとともに、系設計上必要な泥の堆積密度・脱水土の密度等を計測したので報告する。また、揚泥量を増加するためにポンプの能力を増強 (1.5kW→2.2kW) したので、本ポンプの揚泥能力も検討した。

2. 資源循環型浚渫システムの概要

ため池底泥の浚渫と回収底泥の有効利用には、独自に開発した特殊浚渫ポンプと無機中性凝集剤が、重要な構成要素である。

自動スクリーンでビニール類が完全に除去されるため、回収された脱水土、洗い砂が資源利用できることが本システムの特徴である。

サイクロンを設置した提案技術のシステムフロー図を図1に、機器仕様一覧を表1に、また装置外観を写真2に示した。

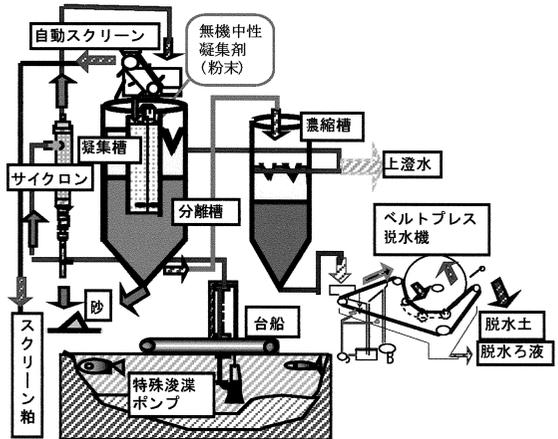


図1 資源循環型浚渫システム実規模装置システムフロー図

サイクロンは図2に示すように、自動スクリーンの手前に設置し、直径125mm, 100mm, 75mm, 50mm, 30mmの塩ビパイプを異径ソケットで順につなげることで、徐々に径が小さくなるようにし、径の小さい

3. 試験方法

(1) サイクロンの製作と粒径分布測定方法

表 1 資源循環型浚渫システム実規模装置機器仕様一覧

| 機器名称 | 仕様 | 電動機 | 備考 |
|---------|--|-----------------------------|----------|
| フロート台船 | 2m×2.5m×0.1m FRP 中央部に0.5m口の開口 | 電動昇降チェーンブロック、100V、操作ケーブル10m | |
| 特殊浚渫ポンプ | 攪拌羽根付無閉塞水中カッター | 200V 4P 2.2kw | インバーター付 |
| サイクロン | 高さ1.23m、最大直径12.5cm、容積7.6ℓ | | |
| 自動スクリーン | 目幅2mm、幅0.22m×長さ0.6m | 200V 0.05kw | |
| 凝集槽 | 0.3mφ×0.85m、V=0.06m ³ | | |
| 攪拌機 | 1枚200φプロペラ | 100V 0.2kw | P GO20-1 |
| 分離槽 | 0.9mφ×1.1m直胴、コーン部0.9m、容積0.9m ³ | | 上部集水装置 |
| 濃縮槽 | 0.6mφ×0.7m直胴、コーン部0.6m、容積0.26m ³ | | 上部集水装置 |



写真2 トラック積載型浚渫システム外観

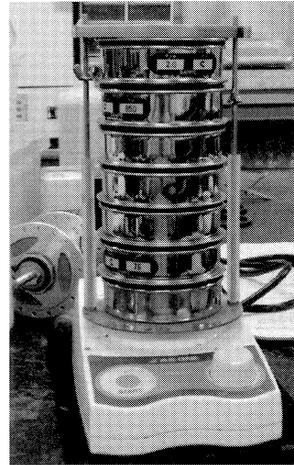


写真3 ふり分け試験機とふるい

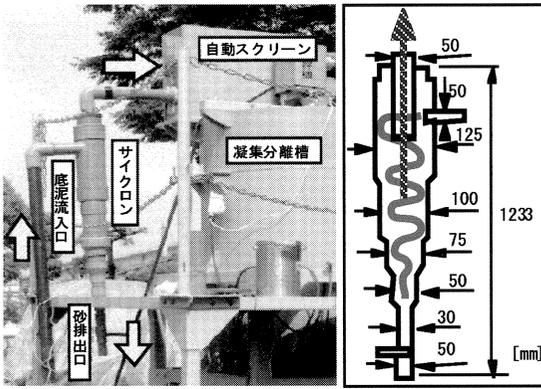


図2 サイクロンとその周辺装置の外観及びシステムフロー図

方を下にするすることで、下部に砂が溜まるようにし、その最下部にはボール弁を取り付けた。また、サイクロンに流入してくる底泥の摩擦などによって、サイクロン内部が磨耗しないように、サイクロン上部にはゴム板を接着した。

粒径分布の測定は、浚渫ポンプを砂礫の多い場所で運転し、砂礫を多く含む底泥を浚渫することで、サイクロンによって回収された砂礫とサイクロンを通過し分離槽（凝集してない）の底にたまった砂礫を採取し、その試料を乾燥させた後2mm, 0.850mm, 0.245mm, 0.250mm, 0.106mm, 0.075mmのふるいによってふるい分け試験を行なった。ふるい分け試験は、写真3に示すような、直径75mmの小型のステンレスふるいを用いて、アズワン株式会社のミニふるい振とう機MVS-1を3分間稼動することでふるい分けを行なった。ふるいの直径は75mmと小型であり乾燥が容易なので、多くの試料分析に有効である。

(2) 浚渫底泥濃度測定

本装置を用いて、高専内ため池底泥（シルト粘土）に枝葉が絡みガスを内包している）を連続的に浚渫し、自動スクリーン通過後流入底泥のSS濃度及びVSを磁皿による蒸発乾固法（厳密にはTS）で測定した。

(3) 堆積泥密度の簡易測定

写真4で示すような25mlちょうどを採取できるようにした細い透明管を製作し注射器のように底泥を採取し、湿潤密度 (g/cm³), VS(%), 含水率 (%) を蒸発

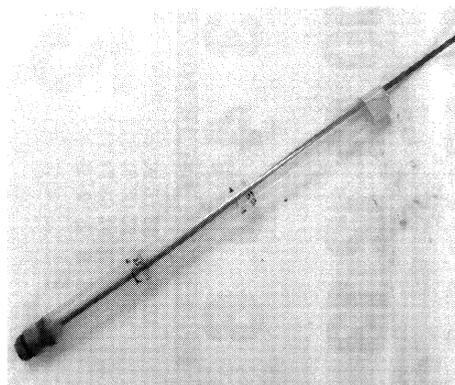


写真4 底泥25ml採取用透明管

乾固法で測定した。

(4) 脱水土密度の簡易測定

脱水土を1ℓ、500mlのビーカーにそれぞれ1ℓ、500mlになるまで入れて、質量をはかり、湿潤密度を求める。さらに、それを密にした状態で湿潤密度を求めた。

4. 結果及び考察

(1) 本システムの性能

高専内ため池の底泥は、水深1mに対して80cm程堆積している。台船上の特殊浚渫ポンプで、連続して底泥の浚渫を行い、採取した自動スクリーン後の流入底泥の濃度を表2に示した。

流入底泥濃度は、平均40g/ℓ (4.0%)程度であったが、ポンプの位置によっては濃度が低下する傾向があるので、ポンプの適切な移動が重要な因子である。

この時の揚泥量は、今回増強したポンプの出力が2.2kWで、以前のポンプ出力が1.5kWで130ℓ/min (約8m³/H)であったため、ポンプの性能曲線より2.2kWでは260ℓ/min (約15m³/H)となる。

また、短い攪拌時間及び分離槽滞留時間にも係ら

表2 自動スクリーン通過後流入底泥のSS濃度・VSの1例

| 1回目 | | | 2回目 | | |
|-----|------|------|-----|------|------|
| 流入水 | SS濃度 | VS | 流入水 | SS濃度 | VS |
| NQ | g/l | % | NQ | g/l | % |
| 1 | 74.3 | 15.1 | 1 | 33.6 | 13.8 |
| 2 | 31.7 | 15.4 | 2 | 83.7 | 16.0 |
| 3 | 14.1 | 16.3 | 3 | 7.0 | 19.4 |
| 4 | 84.6 | 14.0 | 4 | 10.9 | 17.5 |
| 5 | 7.9 | 11.3 | 5 | 6.8 | 18.5 |
| 平均 | 42.5 | 14.4 | 平均 | 28.4 | 17.0 |

ず、分離上澄水のSS濃度は平均60mg/ℓであり、SSの回収率は99.9%であった。

上記より、流入底泥濃度が40g/ℓ(4.0%)で流入量が260ℓ/min(約15m³/H)の場合、脱水土は乾燥重量で600kg/Hとなる。脱水土の含水率が50%だとすると、1時間に1200kgの脱水土が回収できると予想できる。

また、実際に本システムを用いて底泥浚渫を行なう場合の底泥回収量を計算すると、1日の稼働時間を6時間とすると、1日に7200kgの脱水土が回収できる。

(2) 堆積底泥の密度と含水率

堆積底泥の密度と含水率の測定値を表3に示した。堆積土は乱さない状態で採取し実験室に持ち帰り夾雑物を除去した後ポリビンに静置し、圧密状態になった底泥から、写真4に示すサンプラーで正確に25mℓを計り取り計測した。固液分濃度は40%、湿潤密度は1.1であった。実際のため池底泥は、ガスや枝葉で空隙を有するため密度は低下することになる。

(3) 脱水土の密度

表3 堆積底泥の密度と含水率

| 資料名 | 湿潤密度(g/cm ³) | 含水率(%) | VS(%) |
|-----|--------------------------|--------|-------|
| 1 | 1.21 | 64.7 | 11.1 |
| 2 | 1.03 | 61.8 | 11.4 |
| 3 | 1.16 | 50.0 | 6.3 |
| 4 | 1.19 | 56.7 | 7.9 |
| 5 | 1.15 | 51.0 | 3.5 |
| 6 | 1.01 | 61.0 | 4.5 |
| 7 | 1.04 | 65.8 | 10.7 |
| 8 | 0.99 | 72.0 | 12.9 |
| 9 | 1.09 | 58.3 | 9.0 |
| 10 | 1.13 | 58.7 | 10.7 |
| 平均 | 1.10 | 60.0 | 8.8 |

脱水土の密度測定結果を表4に示した。実際に脱水土を受け入れ貯留する場合、1m³のフレコンバック等を用いるので下部は自重で圧密される。通常は空気を多く含む密でない状態であるが、下部は密で、上部は疎の両方の状態があるため、脱水土の密度は平均すると1g/cm³程度と考えられる。

(4) サイクロンの性能の実証

ふるい分け試験の結果を図3に粒土分布図で示した。自動スクリーンのつまりの原因となる、自動スクリーンの目幅2mmよりも大きい砂礫の多くがサイクロンによって回収されることがわかる。

表4 脱水土の密度測定結果

| ピーカー | 密でない湿潤密度(g/cm ³) | 圧密した湿潤密度(g/cm ³) |
|---------|------------------------------|------------------------------|
| 11 A | 0.76 | 1.26 |
| 11 B | 0.74 | 1.29 |
| 11 C | 0.81 | 1.24 |
| 500ml A | 0.83 | 1.25 |
| 500ml B | 0.83 | 1.33 |
| 500ml C | 0.85 | 1.27 |
| 平均 | 0.80 | 1.27 |

通過質量百分率[%]

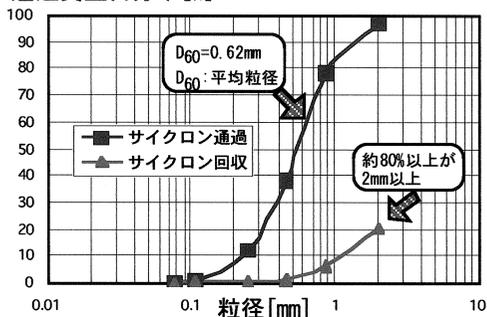


図3 サイクロン回収砂とサイクロン通過底泥の粒土分布

5. まとめ

無機中性凝集剤の特性を活かした、コンパクトな底泥浚渫装置が完成し、本矢場川など実際の水域でも十分な成果を得ることができた。しかし、多少のトラブルもあったため、その解決法として、サイクロンによる砂礫除去を追加したが、直径2mm以上の砂礫は有効に除去できることがわかった。

また、ヘッドロ状小粒径堆積底泥の密度は1.1程度であり、脱水土の密度もフレコン貯留状態で1.0程度であった。これらの測定値は実施設運転管理に必要である。

謝辞

実装置の整備には、NPO環境技術研究所、NPOみずなみ、初雁興業(株)等の御支援を頂いた。また本研究室所属の5年生学生に多くの協力を頂いた。厚くお礼申しあげる。

参考文献

- 1) 小出至也, 荻野修大, 宮里直樹, 青井 透(2009)新開発無機凝集剤を用いた実規模ため池底泥部分浚渫と回収底泥の有効利用, 土木学会第46回環境工学研究フォーラム講演集, pp24-26
- 2) 大崎瑞生, 戸田真仁, 宮里直樹, 青井 透(2010)農業用ため池や景勝地底泥浚渫土の成分組成の相違と培養土としての評価, 土木学会第47回環境工学研究フォーラム講演集(投稿中)