

ため池の放射性物質対策「水底土砂ポンプ浚渫工法」

あおみ建設株式会社 土木本部技術開発部
吉原 到

東日本大震災の際、原発から放射性物質が広範囲に飛散し、降雨によって福島県内のため池に堆積している。『水底土砂ポンプ浚渫工法』は、ため池に堆積した放射性物質の除去技術として新規開発した浚渫機材および浚渫方法である。当社の港湾および地盤改良分野でのノウハウと最新鋭のICT技術を活用し、遠隔無人化による施工、高度な施工管理、および大幅な省力化を実現した。

1. はじめに

東日本大震災で被災した福島第一原子力発電所から放射性物質が広く飛散した。福島県内には、「ため池等」が大小合わせて3000以上あると言われており、飛散した放射性物質は、降雨によりため池に集積され、水底に堆積している。すでにがれき撤去や道路除染などで放射性汚染土が大量に発生している中、土砂処分場の受け入れ能力を鑑み、「ため池等」の浄化においては、放射性物質で汚染された水底土砂の表層部(10cm～30cm程度)のみを効率的に除去する工法が求められた。

あおみ建設では、平成25年度環境省除染技術実証事業を経て、平成26年度より福島県と福島県土地改良事業団体連合会指導のもと「ため池等汚染拡散防止対策実証事業」に参画し、その成果を元に「水底土砂ポンプ浚渫工法」を新規開発し、福島県内のため池において、浚渫作業を実施している。

開発にあたり、留意した点を以下に示す。

- ・農業用水として活用されているところもあり、浚渫時に極力汚濁拡散せず、確実に除去できること。
- ・ため池への進入路が狭隘で大型車の進入が困難な個所が多い。使用機材は小型軽量でかつ小型クレーンで組立進水作業ができること。

2. 工法の概要

2.1 工法原理

底面のみ解放された直方体のケーシング(水中ロッドと呼ぶ)を水底面に貫入し、閉鎖空間を確保する。水中ロッド先端部に装備したウォータージェットで閉鎖空間内の水底土砂表層部を切削し、ロッド内の池の水とともにミキサーで攪拌すると、閉鎖空間全体が放射性物質を含んだ泥水となる。振動ふるいを通する細粒分は、水中ポンプで泥水として陸上に送水して、泥水処理・脱水処理を経て汚染土として場外に搬出す

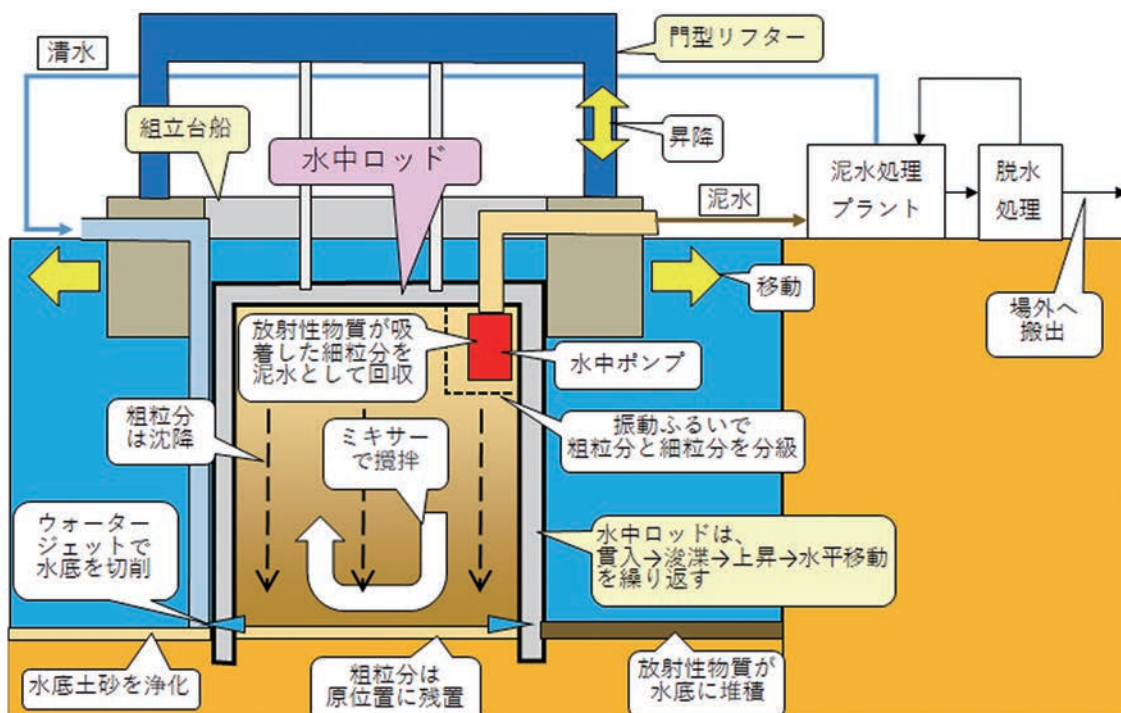


図-1 工法原理説明図

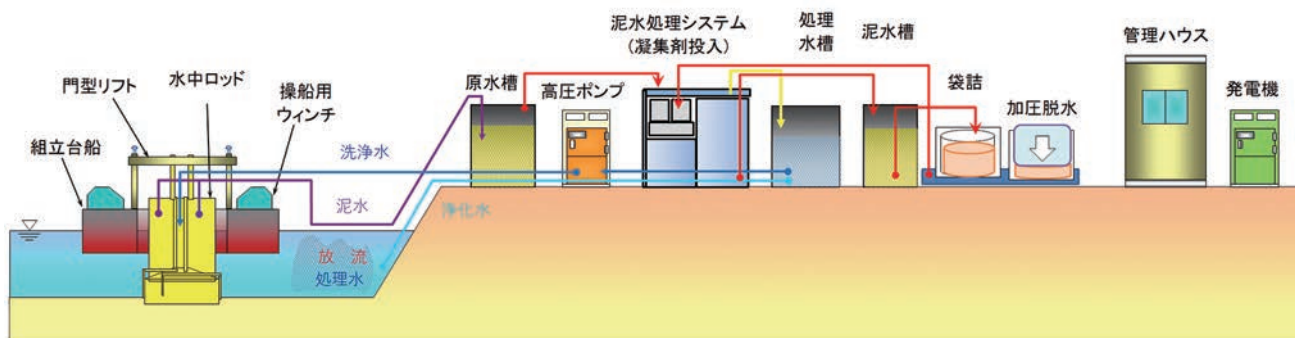


図-2 水底土砂ポンプ浚渫工法全体イメージ図

る。振動ふるいでは土粒子の粗細を分級しており、ふるいを通さない粗粒分は、ミキサーを停止すると原位置で沈降・残置する。放射性物質は比表面積の大きい細粒分に多く吸着するため、汚染度の低い粗粒分を残置することで、脱水処理の効率化とともに、処分土量の削減を図っている(図-1、図-2)。

2.2 施工手順

浚渫船は、小型トラックで運搬可能な組立式台船となっており、台船上に水中ロッドと水中ロッドを昇降させる門型リフター、台船を移動させるウインチを搭載している(写真-1)。浚渫船は口の字型になっており、台船の中心から水中ロッドを吊り降ろし、水底に貫入させる。水中ロッドが1回に浚渫する面積は4㎡で、平面位置の誘導精度を考慮して、平面寸法は2.1m×2.1mとしている。以下に詳細な浚渫手順を示す。

- ① 台船を所定の位置に誘導したのち、ロッドを水底に貫入・根入れさせる。貫入に伴い浮泥が拡散しないように、水中ロッド内部の水を排水しながら水底まで貫入させる。
- ② 所定の根入れ長を確保したら、ウォータージェットで水底土砂を切削し、水中ロッド内に設置したミキサーで循環水流を発生させて、水底の土粒子と閉鎖空間内の水を攪拌混合する。
- ③ 水中振動ふるいで土粒子の粗細を分級し、ふるいを通す細粒分は、泥水として排水ポンプで陸上のプラントに送水する。
- ④ ウォータージェットとミキサーによる攪拌混合、ポンプアップを繰り返す。水中ロッド内の泥水が所定の濁度以下となったら、ウォータージェットとミキサーを停止する。ふるいを通しなかった粗粒分はロッド内で水底に沈降・残置する。
- ⑤ 排水を継続したまま、水中ロッドを引き抜き、次

の施工位置まで移動する。

上記①～⑤を繰り返すことで浚渫を行う。なお、陸上に送水した泥水は、泥水処理プラント(写真-2)で凝集沈殿させ、浄化した水はウォータージェット水として再利用する。プラントで沈降した高濃度泥水は、脱水かごに設置した大型土嚢に袋詰めし、一次脱水(自然脱水)を行う(写真-3)。所定の時間経過したのち、大型土嚢ごと加圧脱水装置(5.1tf)に挿入し、二次脱水を行う。

二次脱水により高有機の粘性土が含水率55%以下となり、大型土嚢のまま処分場に運搬する。



写真-1 浚渫船全景



写真-2 泥水処理プラント



写真-3 脱水処理設備

3. 施工管理システム

3.1 施工管理システムの構成

浚渫船は、ため池への進入路が狭隘であることから、小型軽量であることが求められた。そこで、浚渫船は無人とし、陸上に設置した管理事務所から、遠隔で操船と浚渫装置の運転制御を行うものとした。

施工管理システムは、浚渫船の船位誘導と施工の進捗を管理する船位誘導システムと、施工機械全般を半自動で運転制御する遠隔施工用管理装置の2つで構成されている。2つのシステムは管理事務所内に設置され、事務所内のオペレータは誘導画面を見ながらウインチのリモコンを操作して、台船の位置を誘導する。管理事務所に RTK-GNSS 基地局、台船に RTK-GNSS 移動局を2台設置し、台船の位置及び向きをリアルタイムに把握できる。また遠隔施工用管理装置により、水中ロッドの昇降、ミキサーや水中ポンプなど機器の操作、各センサーデータの取得と施工管理データの記録などを総合的に管理する。これらの機械類の制御や各種データの送受信は、事務所と台船間を無線 LAN で接続して行っている(図-3、写真-5)。

3.2 船位誘導システム

船位誘導システムは、RTK-GNSS を使用し、水中ロッドの平面位置と向きを高精度に誘導する。管理画面(図-4)では、ため池の形状に合わせてため池全体を水中ロッドの施工単位である2m×2mのメッシュで自動的に区切り、画面上にリアルタイムに表示される平面位置を見ながら、台船に搭載した4台のウインチを遠隔で操作して施工位置へ誘導する。未施工は白、既施工は緑で表示し、施工の進捗を視覚的に把握する。また、遠隔施工用管理装置と連動して計測データを取り込み、水底土砂の施工前後の放射線量を画面表示し、再施工などの判断に活用している。

3.3 遠隔施工用管理装置

管理装置は、機器の自動運転制御および各種施工管理の記録を行う。浚渫の施工サイクルは、移動-計測-ロッド貫入-攪拌洗浄-ロッド上昇を繰り返すが、そのモードの遷移に合わせて、機器の ON/OFF や運転時間を自動的に制御している(図-5)。また、各種センサーの計測値は自動的にデータベース化され、運転日報も自動的に作成する。この管理装置により、オペレータが行う操作はほぼ自動化され、機器の異常検知やリアルタイムの計測値に基づく機器の微調整など、高度な施工管理と省力化が実現した。また、遠隔操作により、台船上の無人化も実現した。

4. 工法の特徴

- ① 水底に貫入する水中ロッド内部の閉鎖された領域のみを浚渫するため、水底表層に堆積した放射性物質を確実に除去できるとともに、施工中に濁りを周辺に発生させない(写真-4)。



写真-4 浚渫時の水中ロッド周辺の状況

- ② 小型の組立式台船(4.0m×4.0m)を使用することで、進入路が狭く大型クレーンが使えない現場条件であっても、機材の搬入・組立および進水が可能。
- ③ 台船の喫水が浅く、岸際まで施工可能。(適用可能水深0.3m～5.0m)
- ④ 船位誘導システムと遠隔施工用管理装置により、無人化施工と高度な施工管理・省力化を実現した。
- ⑤ 水底土砂の放射線量をリアルタイムに計測することで施工品質の確保と手戻りの防止を実現。

5. おわりに

本浚渫船は、現在3隻保有しており、現在も福島県内のため池にて施工中である。福島県の復興や農業の風評被害の撲滅に寄与出来れば幸いである。

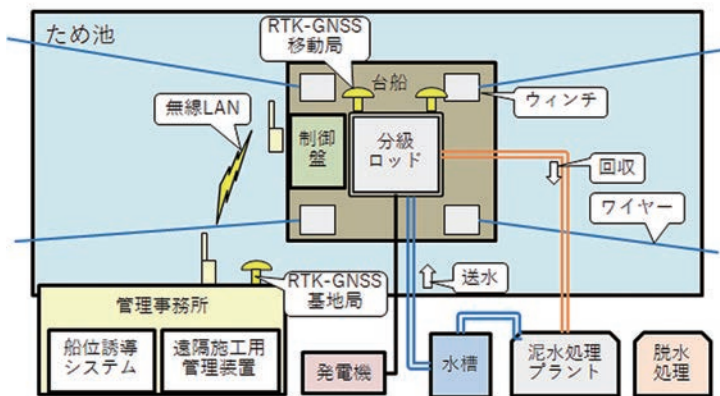


図-3 施工管理システム構成図



写真-5 管理事務所での遠隔制御状況

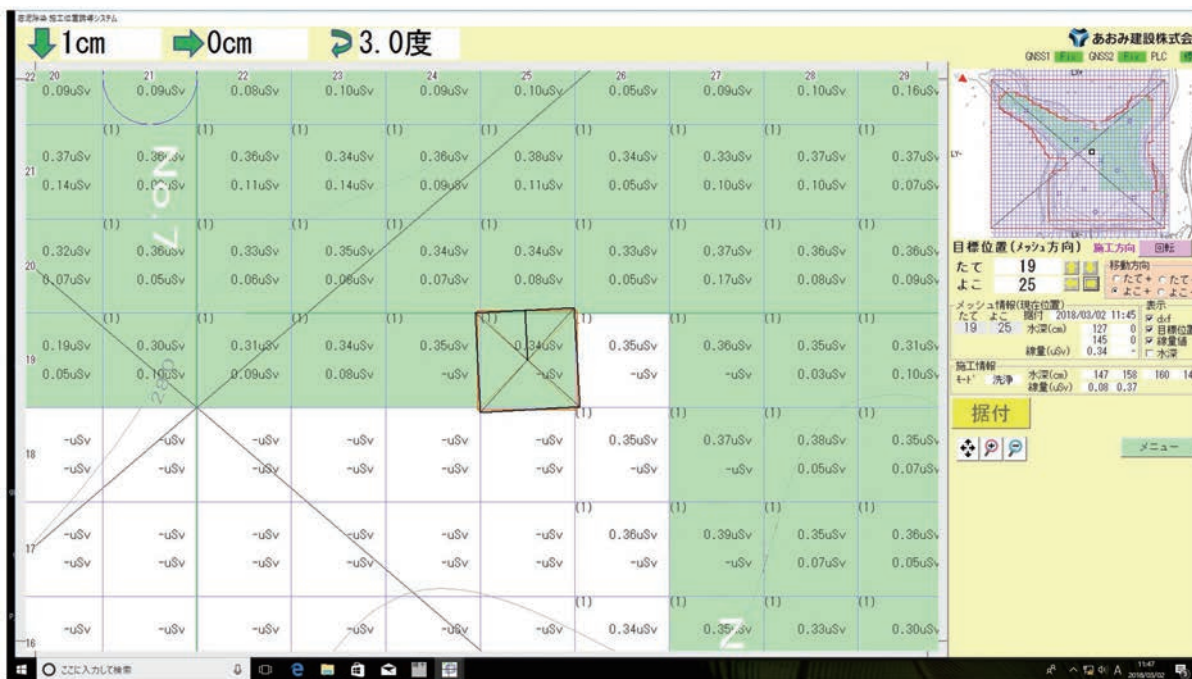


図-4 船位誘導システム管理画面

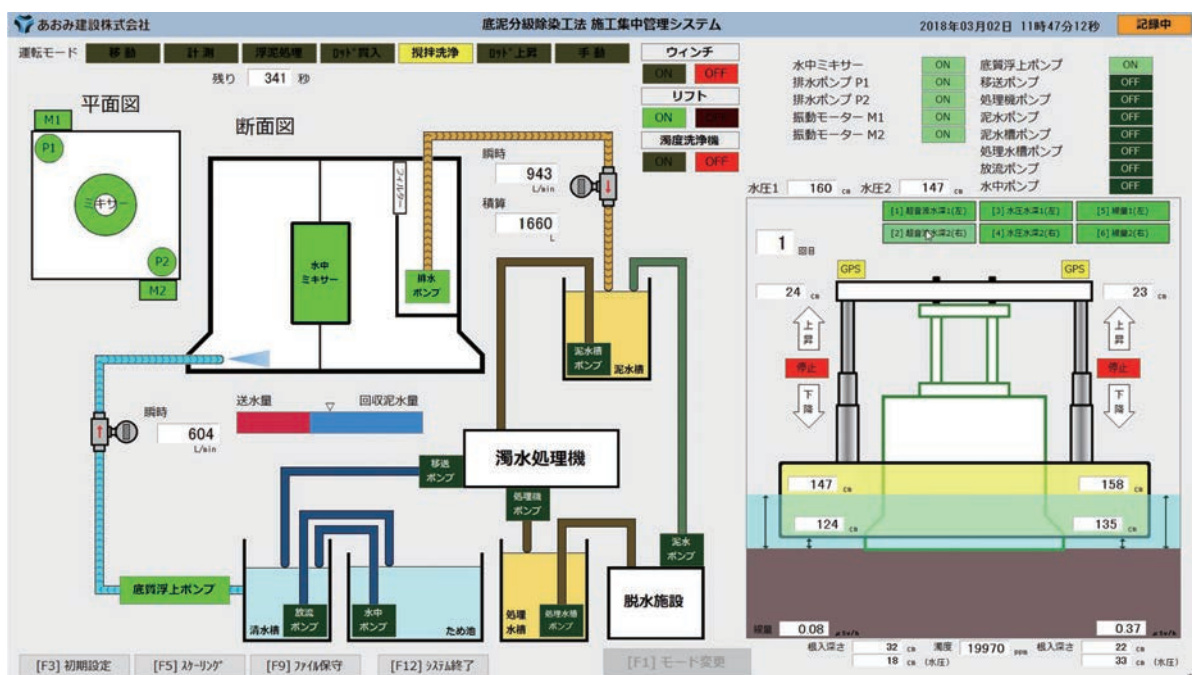


図-5 施工管理装置管理画面