

薄層浚渫技術「カレン S 工法」の開発とため池の放射性物質対策への適用

東洋建設株式会社	正会員	○宮原和仁	森田研志
東洋建設株式会社		酒本昌典	佐藤孝志
東洋建設株式会社		久保滋	阿部龍介

1. はじめに

東日本大震災による原子力発電所の事故により、福島県を中心とした広範囲のため池に放射性物質が堆積した。福島県と農林水産省では、福島県内の農業用ため池 3,730 箇所約 8 割に当たる 2,956 箇所のため池の放射性物質モニタリングを実施している。平成 26 年度のモニタリング結果では、底質の放射性セシウム（以下、Cs）濃度が 8,000Bq/kg-dry を超えるため池が 730 箇所あり、最大値が 69 万 Bq/kg-dry であると報告されている¹⁾。底質の放射性 Cs 濃度の鉛直分布は、10cm 以浅の上層が高く、下層になるほど低下する傾向があり²⁾、底質表層に広く薄く堆積している。農林水産省では営農再開・農業復興の観点から、ため池の放射性物質対策（以下、ため池対策）の対象池を、底質の放射性 Cs 濃度が 8,000Bq/kg-dry を超え、利用や維持管理上支障のおそれがある池としている³⁾。

ため池対策で除去した汚染底質は、除去土壌等として仮置場あるいは中間貯蔵施設へ搬出することになるが、対象ため池が多いため、大量の除去底質が発生することになる。除去土壌等の保管施設の容量には限りがあること、輸送による生活環境等への影響を最小にする必要があることから、除去底質の発生抑制が重要となる。ため池対策工事に伴う空間線量率の上昇や放射性物質の飛散を防止するため、更には作業員の被ばく線量を抑制するためには、湛水した状態での底質除去技術の必要性が高い。

筆者らは、平成 23 年度環境省除染技術実証事業で「水域（湖沼・河川等）の底質を対象とした除染・減容化技術の開発」として採択され、複数のため池で底質汚染状況を調査するとともに、底質の薄層除去による除染技術及び減容化技術等の実証実験を実施してきた^{4),5)}。また、浚渫作業に携わるオペレータであれば容易に操作ができ、高い精度で薄層浚渫が可能となる浚渫装置の自動姿勢制御技術を開発した⁶⁾。これらの技術は平成 27 年度福島県ため池等放射性物質対策公募技術実証事業において、その効果が確認された⁷⁾。さらに、福島県による平成 28 年度ため池放射性物質対策モデル事業において、ため池対策工事を実施し、施工管理方法を確立した。本稿では、薄層浚渫技術の概要と特徴を述べるとともに、技術実証事業の成果及びため池対策工事での施工管理手法及び施工実績を報告する。

2. 薄層浚渫技術「カレン S 工法」

(1) 薄層浚渫装置

薄層浚渫技術「カレン S 工法」は、可搬式組立台船に搭載した汎用バックホウのアーム先端に幅広の薄層浚渫装置（以下、浚渫装置）を装着し、バックホウ旋回により浚渫装置を水平方向にスイングさせることで、底質表層を薄層かつ面的に浚渫する技術である（写真-1 及び図-1）。浚渫した底質の揚泥には、強力な吸引力を有し、障害物への対応性が高い真空吸引ポンプ方式を採用している。そのため、浚渫装置には吸引設備が搭載されておらず、軽量化を実現している。

浚渫装置は図-2 に示すように、回転パドル、スクリーコンベア及び汚濁拡散防止シェード（鋼殻）で構成されている。本装置による底質の除去機構は以下のとおりである。回転パドルで

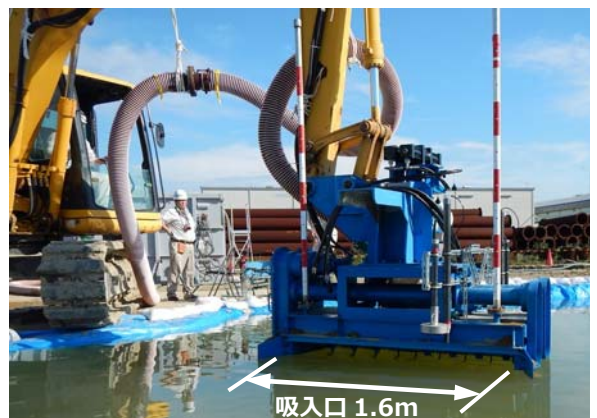


写真-1 薄層浚渫装置の装着状況

キーワード 薄層浚渫、底質、放射性物質対策、ため池、自動姿勢制御システム、浚渫施工管理システム

連絡先 〒980-0021 宮城県仙台市青葉区中央 2-9-27 東洋建設株式会社東北支店 TEL 022-222-2262

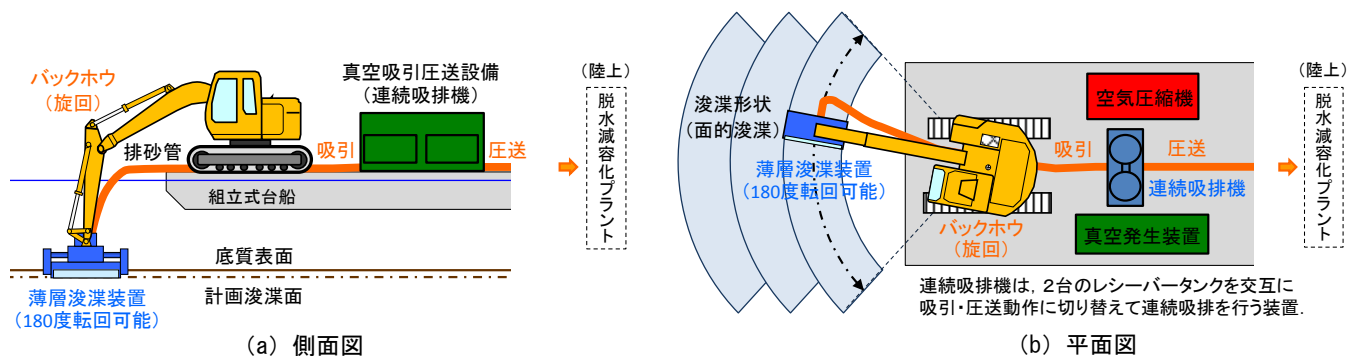


図-1 薄層浚渫船の設備構成と面的浚渫のイメージ

薄く剥ぎ取られた底質は、スクリーコンベアで装置内の吸入口へ誘導され、船上に装備した連続吸排機による真空吸引力で周囲水とともに揚泥される。揚泥された泥水は、連続吸排機を圧送動作に切り替えて陸上の脱水減容化プラントへ送泥される。浚渫装置は180度の転回機能を有しているため、バックホウ旋回の往復方向で浚渫が可能となる。汚濁拡散防止シェードには、前面と底面に開口部を設けている。前面の開口部は浚渫土厚に応じて開口高さが調整できるため、浚渫時の周囲水の取込み量を調節でき、高い土砂濃度での浚渫が可能となる。底面前部の開口部は、固結した底質を回転パドルで削り取るための切削面として設けている。底面後部は、真空吸引管の吸入口（筒先）が直接底質に接することによる深掘り現象を防止するため、底板を設けている。

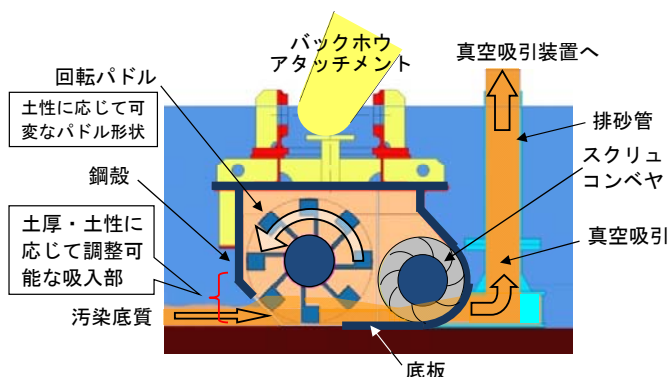


図-2 薄層浚渫装置概略図（側面図）

(2) 浚渫装置の自動姿勢制御システム

バックホウを搭載した船体は、浚渫装置を装着したバックホウアームを旋回させることで重心が移動し、浚渫装置の移動方向に船体が沈み込む。その結果、浚渫装置が傾斜するとともに沈み込むことになる（図-3）。この時、バックホウのオペレータは、バックホウの旋回、ブーム、アーム及びバケットシリンダーの複数の重機操作を同時に行う必要がある。つまり、バックホウを旋回させながら、水中に没して目視確認できない浚渫装置を所定の深度及び姿勢（水平）に操作する必要があるため、非常に高度な操作技術が求められる。浚渫装置に目印指標を設定できない場合、浚渫装置の姿勢制御は極めて困難となる。そこで、複数の重機操作の内、バケットシリンダーの操作を外部油圧制御装置（以下、制御装置）が自動的に行い、それ以外の操作をオペレータが行う姿勢制御システムを開発した。本システムを採用することで、オペレータの操作負担が軽減し、薄層浚渫の精度向上が図れることになる^{前掲6）}。以下に本システムの概要を示す。

本システムは、バケットシリンダーの自動制御による浚渫装置の傾斜制御と、オペレータによる浚渫装置の空間（平面及び高さ）位置制御で構成される。本システムのフローを図-4に示す。浚渫作業を開始すると、浚渫装置に設置した傾斜計が傾斜角度をリアルタイムに測定し、水平か否かを制御装置が判定する。水平状態でない場合、制御装置がバケットシリ

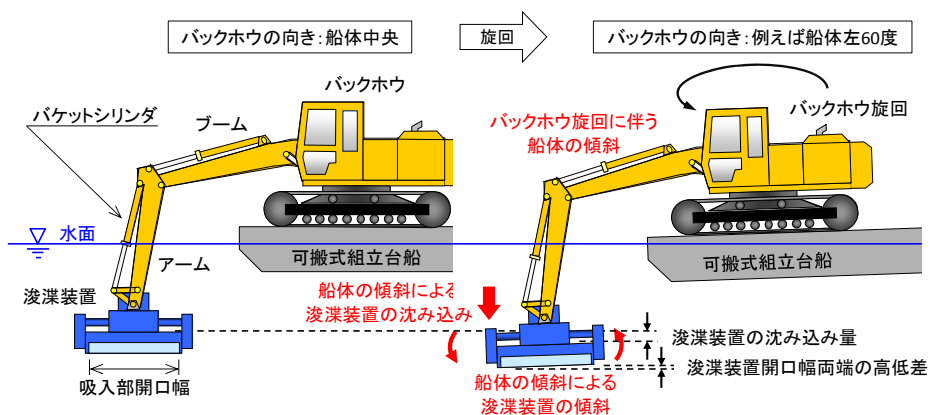


図-3 バックホウ旋回による浚渫装置の傾斜と沈み込みのイメージ

ンダーに圧油を供給し、浚渫装置が水平になるよう制御する。浚渫作業中はこの動作が繰り返され、浚渫装置の傾斜制御が自動的に行われるため、オペレータに操作負担が掛からない。

(3) 浚渫施工管理システム

浚渫施工管理システムは、バックホウ搭載の GNSS、バックホウ可動部材に設置した傾斜計、船体に設置した水位計により測定されたデータを解析し、バックホウ操作室のモニター画面に浚渫装置の位置情報や浚渫範囲、浚渫実施状況等の施工管理に必要な情報をリアルタイムに表示させることができる(図-5)。本システムは浚渫作業において、効率かつ精度の高い施工管理を支援するものである。浚渫装置の姿勢制御は自動的に行われるため、オペレータはモニター画面の誘導情報を基に浚渫装置の空間位置のみを制御すれば良く、操作負担が大幅に低減する。その結果、浚渫の施工精度が向上することになる。

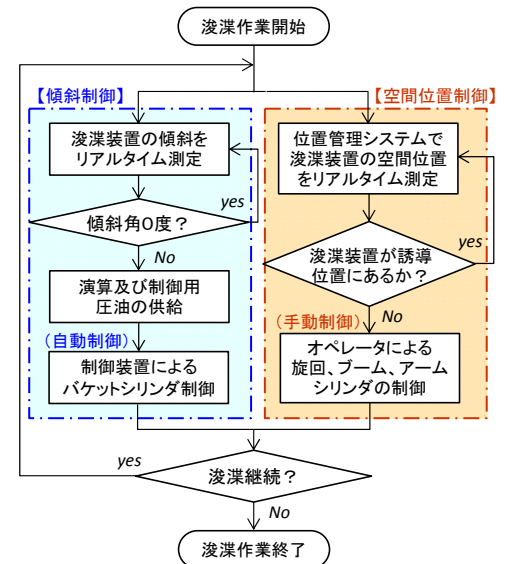


図-4 姿勢制御システムのフロー

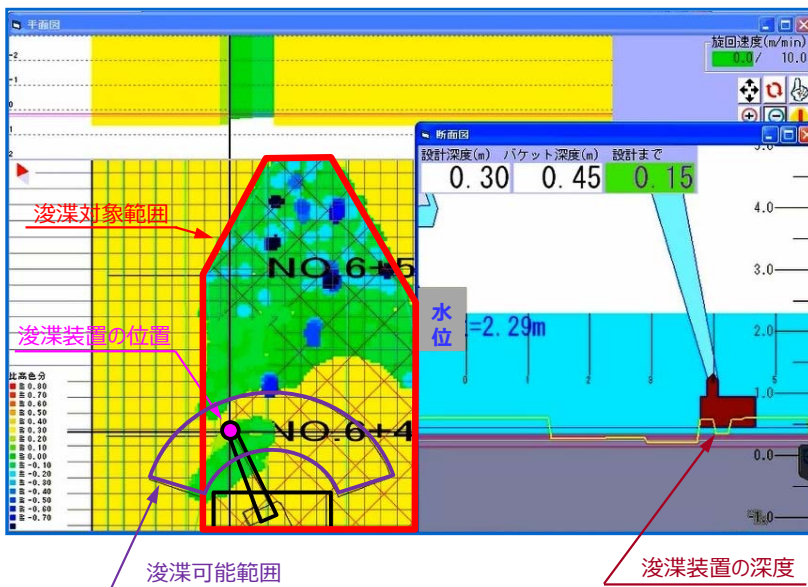
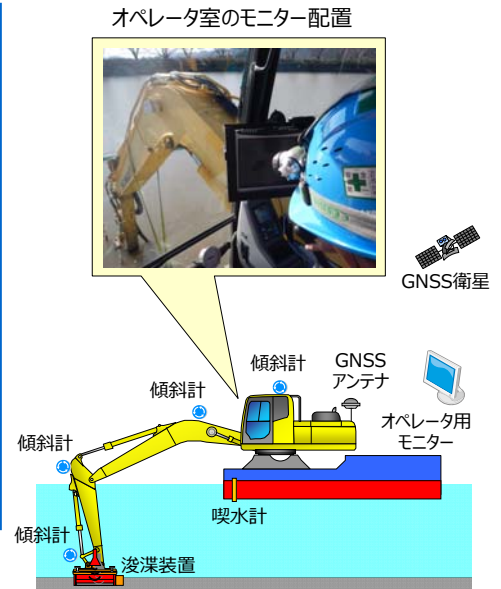


図-5 浚渫施工管理システム



(4) 脱水減容化技術

脱水減容化設備は底質ダイオキシン類対策で実績を有する設備構成としている(図-6)。底質の解泥・攪拌処理は、浚渫した底質の真空吸引圧送による水搬工程での解砕効果を期待しており、特別な設備を投入していない。分級洗浄処理には振動篩とサイクロンを併用した湿式洗浄分級方式を採用している。分級した細粒分の減容化処理には、圧搾式フィルタープレスや薄層式フィルタープレスなど、脱水促進機構を有する設備を採用している。脱水処理で発生する脱水ろ水は、全量を凝集沈殿設備へ返送して排水処理を施す仕組みとし、直接放流は行わない。脱水ケーキは大型土のうに袋詰めして場内で一時保管し、後日、除去土壌等として搬出される。

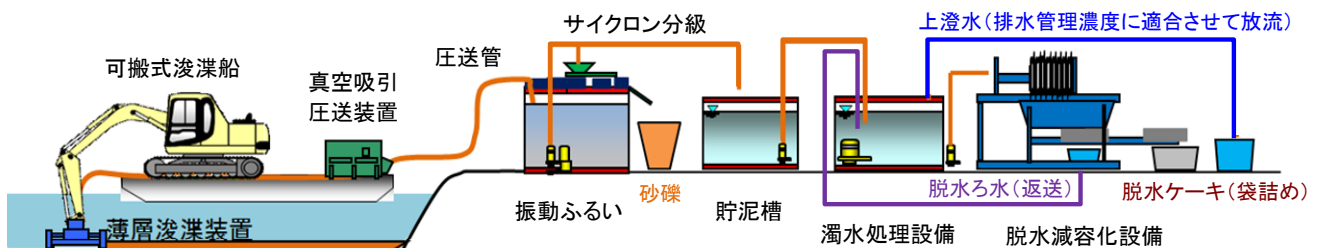


図-6 底質の薄層浚渫から浚渫土の圧送、分級洗浄、脱水減容化処理までのフロー図

3. 技術実証の成果

(1) 技術実証事業の概要

本技術は、福島県による平成 27 年度ため池等放射性物質対策公募技術実証事業に採択され、技術実証を行った。実証事業の規模は、ため池満水面積 22,500m² の内、対象面積は 2,000m² であり、底質の除去厚は 15cm、実証範囲の水深は 1.5m 程度であった（表-1）。底質の土質特性は、シルト分が卓越した細粒土であった（表-2）。図-7 に底質の放射性 Cs 濃度の鉛直分布を示す。比較的高濃度に汚染されている範囲は、底質表層から 15cm までの範囲であることがわかる。本実証事業では、底質を 15cm 除去することによる放射性 Cs 濃度の低減効果や減容化効果等を確認した。以下に主な実証結果を示す。

(2) 浚渫装置の自動姿勢制御システムの有効性確認

台船上のバックホウに装着した浚渫装置の自動姿勢制御システムの有効性を確認した。試験ケースは、浚渫装置の制御が「手動制御」と「自動制御」の 2 ケースとした。手動制御では、オペレータが浚渫装置に取り付けた 2 本の目印指標（写真-2）と水面を照らし合わせ、バックホウを旋回させながら浚渫装置の水平姿勢と高さ制御を行った。自動制御では、オペレータは旋回させながら浚渫装置の高さが一定になることのみに専念してバックホウを操作した。自動制御は浚渫装置が±0.3 度傾くと制御を開始し、0 度で停止する設定とした。試験結果を図-8 に示す。自動制御では旋回の始点（左 40 度）から終点（右 60 度）まで傾斜角が±0.3 度以内で制御できた。一方、手動制御では旋回の始点時と終点時で浚渫装置の傾斜角が大きくなり、最大で 2 度傾斜した。これは吸入口幅 1.6m の浚渫装置が 2 度傾斜すると、両端で 5.6cm の高低差が生じることになる。薄層浚渫が求められる中、無視できない誤差である。以上のことより、オペレータが旋回、浚渫装置の傾斜制御及び高さ誘導の全ての重機操作を行うと、いずれかの制御が疎かになり精度が低下する。一方、傾斜制御を自動化にすると、オペレータは旋回と高さ誘導の操作に専念できるため、操作負担が軽減し浚渫精度が向上することになり、本技術の有効性が実証できた。

(3) 底質の除去厚の確認

目標浚渫厚は、設計浚渫厚 15cm に対し機械精度を考慮して 17cm に設定した。浚渫後に浚渫厚を確認した結果、平均浚渫厚は 17.2cm であった（図-9）。薄層浚渫技術「カレン S 工法」を用いて薄層浚渫を行うことで、高い精度で底質を除去できることが確認できた。

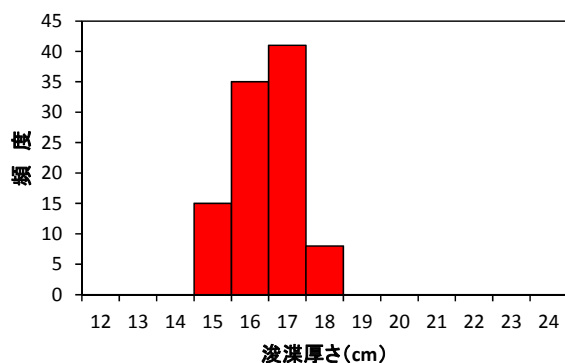


図-9 浚渫厚さのヒストグラム

表-1 実証試験の規模

ため池名	上繁岡第 1
所在地	福島県双葉郡楡葉町上繁岡地内
満水面積	22,500m ²
対象面積	2,000m ² (40m×50m)
底質除去厚	15cm
水深	1.5m前後

表-2 底質の土質特性

項目	数値
土粒子密度	2.530g/cm ³
自然含水比	180.3%
礫分(2~75mm)	0.0%
砂分(0.075~2mm)	4.1%
シルト分(0.005~0.075mm)	76.2%
粘土分(0.005mm未満)	19.7%

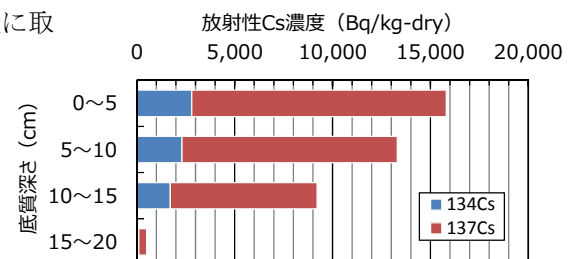


図-7 底質の放射性 Cs 濃度の鉛直分布



写真-2 浚渫装置の目印指標

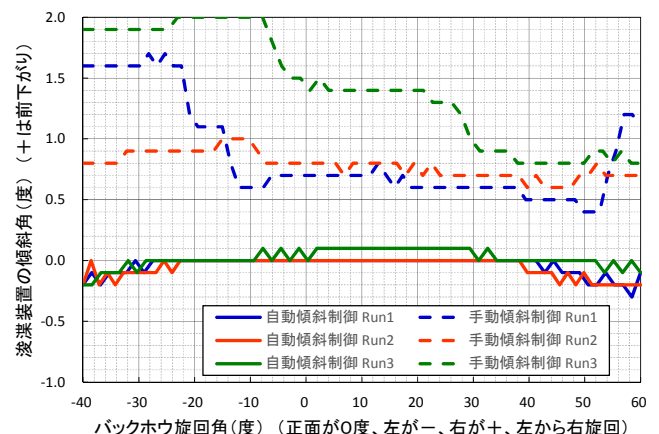


図-8 台船上のバックホウ旋回に伴う浚渫装置の傾斜角

(4) 底質の除去効果

ため池対策前後の底質表層の放射性 Cs 濃度は、実証事業実施者（福島県）によって測定され、底質の除去効果の確認が行われた。底質の放射性 Cs 濃度分布は、プラスチックシンチレーションファイバー（以下、PSF）で測定した濃度データを図-10 のようにコンター図として表現された。

その結果、対策前で 10,000～20,000Bq/kg-dry 程度であった底質濃度は、対策後では 5,000Bq/kg-dry 程度まで低下した。一方、浚渫直後に底質表層を採取し、ゲルマニウム検出器による分析（以下、ゲルマニウム分析）を行ったところ、対策前で 13,350Bq/kg-dry であった底質は、対策後で 241Bq/kg-dry となり、低減率は 98.2%となった。ゲルマニウム分析結果と PSF 結果の差異は、測定方法や測定位置の違いによる他、除去範囲が満水面積の一部分であったため、対策後の時間経過により除去範囲の外から浮泥が移動し、底質の状況が変化した可能性も考えられる。

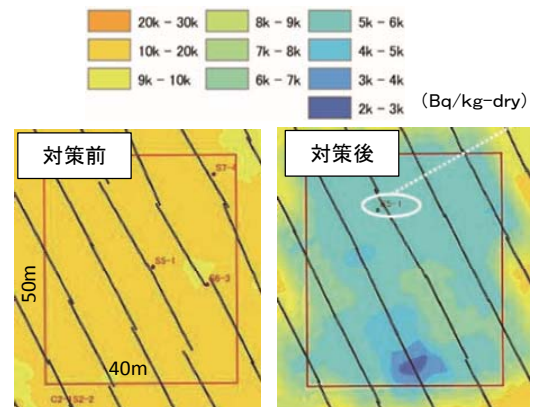


図-10 対策前後の底質放射性 Cs 濃度分布

(5) 排水処理の効果

真空吸引圧送船により揚泥された浚渫泥水は、脱水減容化設備へ圧送され、分級処理で砂分以上の粒径が取り除かれてシルト分以下が含まれる泥水となる。この泥水は凝集沈殿処理により固液分離され、濃縮スラッジと上澄水に分離される。この内、上澄水は排水管理濃度に適合させて池に放流することになる。排水管理濃度は、公共水域における放射性物質の濃度限度「 ^{134}Cs 濃度(Bq/L)／60(Bq/L) + ^{137}Cs 濃度(Bq/L)／90(Bq/L) ≤ 1」であった。排水中の放射性 Cs 濃度はリアルタイムで測定できないため、あらかじめ排水中の放射性 Cs 濃度と濁度の相関関係を取り、施工時は濁度で管理するものとした。

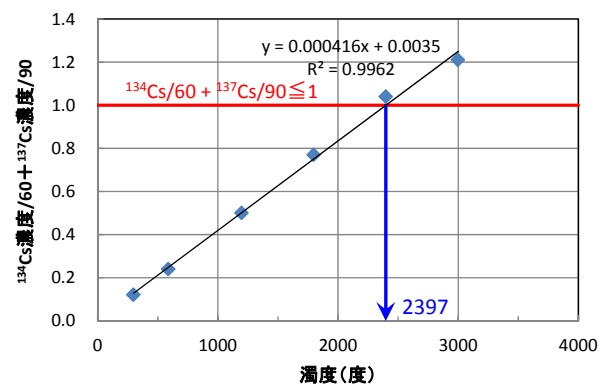


図-11 排水中の濁度と放射性 Cs 濃度の関係

図-11 に濁度と排水中の放射性物質の濃度限度の関係を示す。施工中の濁度は最大で 29 度、平均で 7.5 度であり、全浚渫期間を通して排水管理濃度を満足した。ゲルマニウム分析による排水中の放射性 Cs 濃度は、4 回測定中 3 回が検出下限値（1Bq/L）未満、1 回が 1.6Bq/L（ ^{134}Cs 濃度／60 + ^{137}Cs 濃度／90 = 0.034 未満）であった。

(6) 除去土壌の減容化効果

凝集沈殿処理により分離された濃縮スラッジは、薄層式フィルタープレスで脱水処理を行った。浚渫土量 343.0m³ に対し、発生した砂礫分土量は 1.5m³、脱水ケーキ土量は 140.7m³ であった。減容化率を「1 - 脱水ケーキ土量／浚渫土量」と定義した場合、減容化率は 59.0%となった。脱水ケーキの含水比は平均で 88.3%であり、地山底質の自然含水比 180.3%に対して含水量が大幅に減少した。その結果、地山底質は砂礫分の構成比率が少ないにも関わらず、高い減容化効果となった。脱水ケーキの放射性 Cs 濃度は最大で 5,600Bq/kg-dry、平均で 5,010Bq/kg-dry であった。洗浄砂の放射性 Cs 濃度は最大で 550Bq/kg-dry、平均で 414Bq/kg-dry であった。

4. ため池対策工事の施工実績

(1) 工事概要

技術実証事業を実施した上繁岡第一ため池は、ため池対策技術の普及を目的に福島県による県営ため池放射性物質対策モデル事業の対象となり、本格的なため池対策工事に着手された。施工は横山・東洋特定建設工事共同企業体が担当した。本工事の目的は 8,000Bq/kg-dry 超のため池底質を除去するものであり、底質を除去厚 20cm（一部で 15cm）で薄層浚渫するものであった。工事概要を表-3 に示す。本池の池底は皿池形状となっており、水底地盤はなだらかであった。本工事では浚渫工法に技術実証事業で用いた薄層浚渫技術を採用し、脱水減容化処理に圧搾式フィルタープレスを採用した。図-12 にため池対策の範囲（赤枠内）及び対策実施前の底質の放射性 Cs 濃度分布

を示す。濃度分布図は、着手前に 1,000m² 当たり 3 点以上の頻度で底質を採取し、ゲルマニウム分析による濃度をコンター図として表示したものである。本稿では、本工事におけるため池対策の施工管理手法を紹介するとともに、出来形管理及び品質管理の結果について報告する。

(1) 施工管理手法

仕様書で規定されている出来形管理項目は掘削（浚渫）深度と掘削位置であり、品質管理項目は底質と排水中の放射性 Cs 濃度及び発生土壌等を収納した大型土のう等の空間線量率と表面線量率であった。本稿では、これらの管理項目の内、浚渫深度の出来形管理手法と底質の放射性 Cs 濃度の品質管理手法について示す。

a) 浚渫深度の出来形管理手法

浚渫対象範囲を 5m 間隔で測線を設定し、シングルビーム測深機により横断方向の事前深淺測量を行った。深淺測量で得られた水底地盤高を 5m 間隔で深度を cm 単位で読み取り、5m メッシュの水底地盤高を設定した。浚渫管理は 5m メッシュを単位ブロックとして管理した。目標浚渫深度の設定は、単位ブロック 4 隅の水底地盤高の平均を当該ブロックの水底地盤高とし、この水底地盤高から除去厚 20cm を差し引いた値とした。管理基準値は±65mm であった。本工事では浚渫施工管理システムを採用しており、オペレータはモニターにリアルタイムで表示される現在地での目標浚渫深度を確認しながら重機操作を行った。浚渫深度は従来手法である船員によるレッド測量も適宜行い、施工精度の確認を行った。

b) 底質の放射性 Cs 濃度の品質管理手法

底質の品質管理は仕様書に以下のように規定されていた。測定時期は、着手前、施工後及び施工段階である。測定頻度は、着手前と施工後が 1,000m² 当たり 3 点以上、施工段階は施工日毎である。施工後の測定方法は採泥した底質のゲルマニウム分析による方法で、着手前及び施工段階の測定方法はゲルマニウム分析か簡易濃度測定器のいずれかの方法である。本工事では、着手前の測定は施工後との比較となるので、採泥した底質のゲルマニウム分析による方法を採用した。一方、施工段階での測定は日々の施工管理として実施するため、測定器には測定結果の即時性と携帯性が求められた。本工事では簡易濃度測定器に、水中や土壌中で測定可能で携帯性に優れた S&DL サーベイメータ（応用地質株式会社製）を採用した（表-4）。本サーベイメータによる測定値（計数率 CPM）と放射性 Cs 濃度との相関を取るため、ゲルマニウム分析に供する底質採取地点で本

表-3 モデル事業による対策工事の規模

項目	諸元
ため池名	上繁岡第 1
所在地	福島県双葉郡楡葉町上繁岡地内
満水面積	22,500m ²
対象面積	21,711m ²
底質除去厚	20cm（一部15cm）
水深	0.8～1.7m

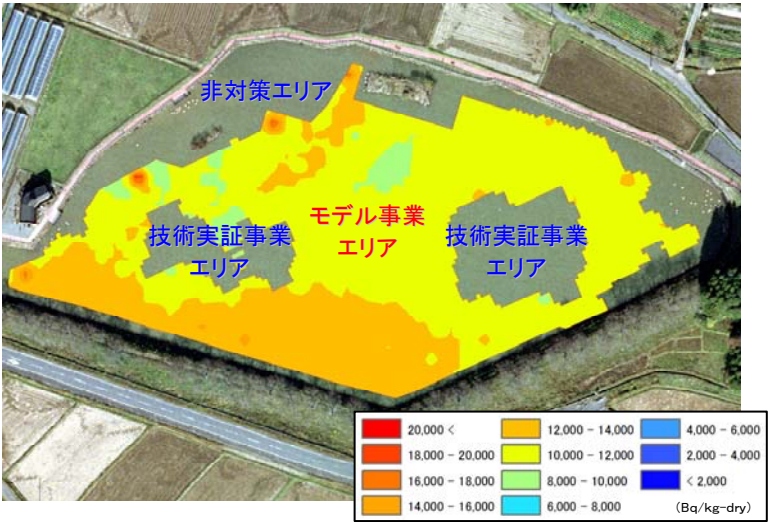


図-12 モデル事業による対策実施前の底質の放射性 Cs 濃度分布

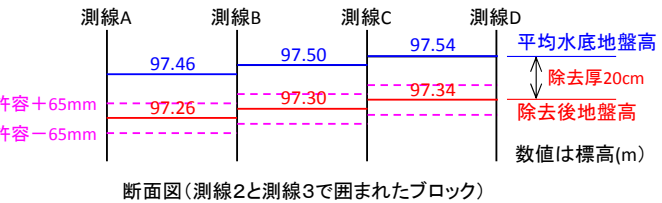
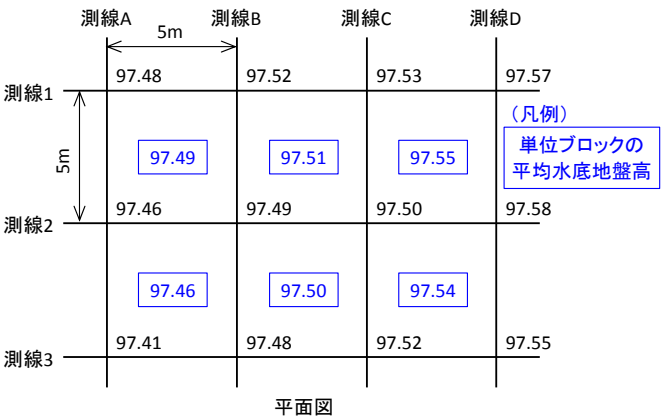


図-13 浚渫範囲の単位ブロックと目標浚渫深度の設定

表-4 簡易濃度測定器の仕様

測定放射線	ガンマ線
検出器	GM管
耐水圧	1MPa（水圧100m相当）
測定出力	0.01～93 μ Sv/h、又はCPM表示
出力	RS232C
寸法	プローブ部 ϕ 41.5mm×L530mm ボックス部 150×190×90mm

サーベイメータにより計数率を測定した。計数率とゲルマニウム分析による放射性 Cs 濃度との相関関係を図-14 に示すが、強い相関関係にあることが確認できた。対象池の底質では 8,000Bq/kg-dry に相当する計数率は 281CPM となった。日々の施工管理は、概ね 50m² に 1 回の頻度で浚渫後に本サーベイメータで底質の放射性 Cs 濃度を測定し、底質が 281CPM 以下となっていることを確認した。

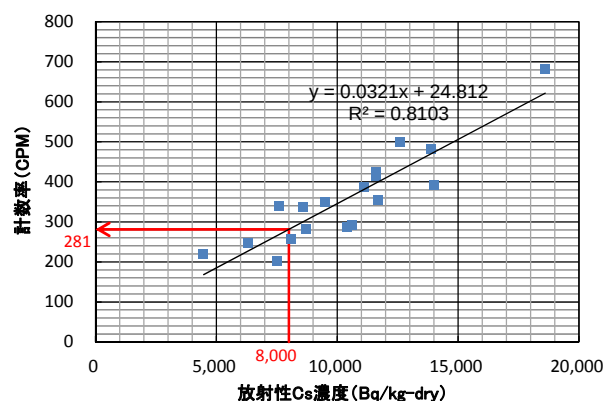


図-14 計数率と放射性 Cs 濃度との相関関係

(2) 浚渫深度の出来形結果

浚渫深度の出来形管理頻度は仕様書に 1,000m² 当たり 3 点以上で、監督員が指示した地点と規定されていた。図-15

に設計浚渫深度に対する出来形深度の高低差を度数分布で表したものを示す。全ての出来形管理点において、許容値 (±65mm) に収まっていた。出来形深度が設計浚渫深度に対し許容値の 50% (±30mm) 以内に収まっている割合は 68.8%であった。以上のように、薄層浚渫技術「カレン S 工法」を用いることで、精度の高い薄層浚渫が行えた。

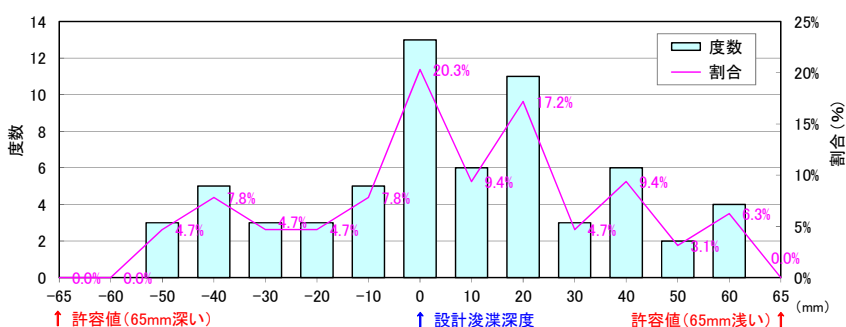


図-15 設計浚渫深度に対する出来形深度の高低差の度数分布図

自主的に浚渫深度の出来形状を確認するため、マルチビーム測深機による深浅測量を実施した。採用した測深機は測深可能水深が 1.5m 以上のため、池内の深水域に限定して測定した。このため、測深範囲内でパッチテストに必要な傾斜地形を確保できず、誤差補正ができなかった。よって、測深結果は参考扱いとした。図-16 に深浅測量結果の一部を示す。図中の四角内の数値は目標浚渫標高を示している。この図より概ね水平に近い形状で浚渫できていることがわかる。

(凡例) 目標浚渫標高

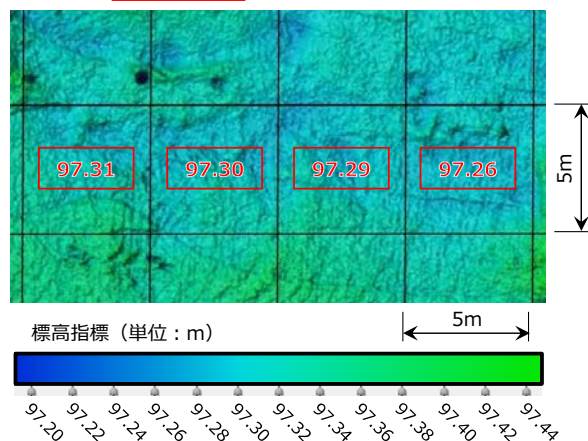


図-16 マルチビームによる深浅測量結果 (平面図)

(3) 底質濃度の品質管理結果

浚渫後に着手前の採泥地点と同一地点で底質を採取し、ゲルマニウム分析を行った。図-17 に示すとおり、対策範囲全域の底質で 8,000Bq/kg-dry を大幅に下回り、高濃度の汚染底質は確実に除去できた。これは日々の施工管理で、目標とする浚渫深度を高い精度で管理できたことと底質を拡散させることなく施工できたことの表れと考える。

(4) 処理水濃度の品質管理結果

濁水処理設備にて固液分離を行った上澄水 (処理水) の濁度の測定結果を図-18 に示す。上澄水の濁度は最大で 88 度 (図-11 の排水管理濃度 1 に対し 0.04 に相当)、平均で 15.9 度 (同じく 0.01 に相当) であり、全浚渫期間を

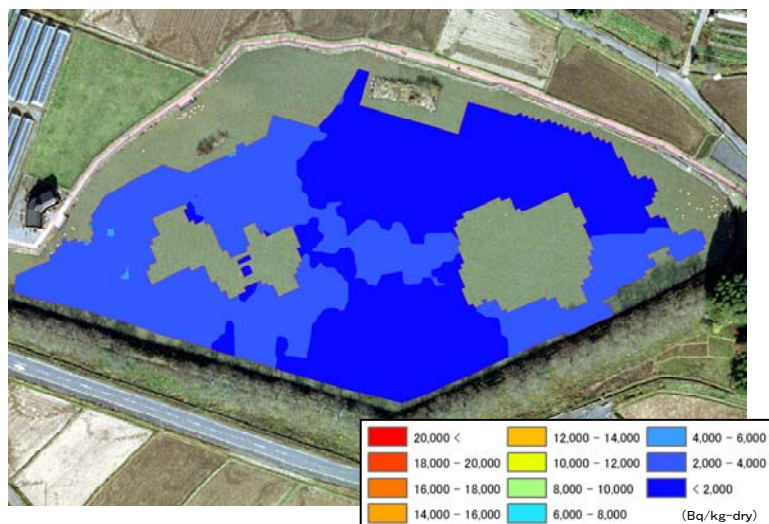


図-17 モデル事業による対策実施後の底質の放射性 Cs 濃度分布

通して排水管理濃度を十分に満足した。なお、濁度が 88 度まで上昇した原因は、脱水ろ水（アルカリ性）を濁水処理設備へ返送するシステムであるが、一時的に脱水ろ水の供給がなくなり、凝集剤（酸性）の影響で濁水処理対象水が酸性側に振れたため、凝集性が悪くなったためである。pH 処理を適正に行うことで、凝集性は確保されることになる。ゲルマニウム分析による排水中の放射性 Cs 濃度は、5 回測定中全てで検出下限値（1Bq/L）未満であった。

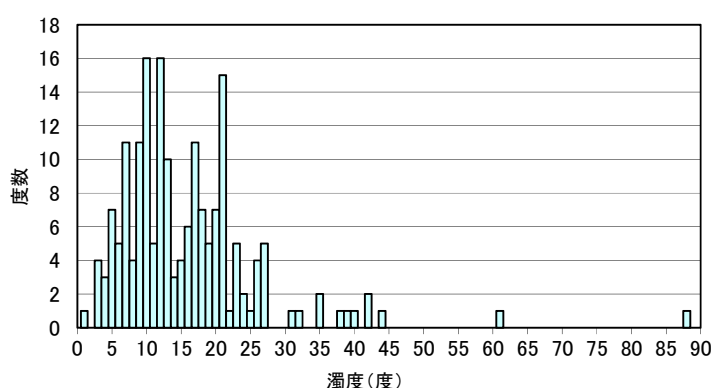


図-18 処理水濁度の度数分布

(5) 除去土壌の減容化結果

ため池対策土量 4,206m³に対し、発生した除去土壌等の土量は 2,600m³であり、減容化率（＝1－除去土壌量／ため池対策土量）は 38.2%となった。ここでの除去土壌等とは、脱水ケーキや砂礫分など、ため池対策として浚渫して発生した全ての除去物のことである。技術実証事業時の減容化率 59.0%（除去土量等を脱水ケーキのみで評価）であり、本工事の減容化率と乖離があった。この理由は、技術実証事業では除去範囲が池中央部で除去厚が 15cm、除去底質が比較的含水比の高いシルト粘土成分が主体であったが、本工事では除去範囲がため池の外周部を含む池全域であり、除去厚が 20cm（一部で 15cm）と比較的厚く、除去底質が含水比の低いシルト粘土成分や砂礫成分が多かったためと考えられる。脱水ケーキの含水比は平均 84.8%であり、脱水ケーキを収容した大型土のうの表面線量率は最大で 1.47 μ Sv/h、平均で 0.56 μ Sv/h であった。

5. まとめ

ため池等の放射性物質対策技術として、底質の汚染特性を踏まえ、薄層浚渫装置、浚渫装置の自動姿勢制御システム及び浚渫施工管理システムで構成される薄層浚渫技術「カレン S 工法」を開発した。福島県によるため池等の底質放射性物質対策実証事業で本技術の有効性を確認した。その結果、高い精度で底質除去ができ、底質の放射性 Cs 濃度の大幅な低減効果が確認できた。ため池放射性物質対策モデル工事では、底質の薄層浚渫の施工管理手法として、浚渫範囲の単位ブロック化による目標浚渫深度の設定、及び底質放射性 Cs 濃度の簡易測定器による品質管理方法を立案した。その結果、施工技術に「カレン S 工法」を採用し、本施工管理手法で管理することで、高濃度の放射性物質で汚染された底質を確実に除去することができた。除去土壌等の発生量は、ため池対策土量の 6 割程度まで減容され、脱水減容化効果が確認できた。今後は、薄層浚渫技術とため池対策の施工管理手法により、ため池等の放射性物質対策の促進に寄与できるように努めていきたいと考えている。

最後に、ため池等放射性物質対策公募技術実証事業及びため池放射性物質対策モデル事業において、福島県農林水産部農地管理課並びに福島県相双農林事務所農村整備部農地計画課の関係各位にご指導ご協力を頂いた。放射性 Cs 濃度分布図の作成では水土里ネット福島農村振興部環境整備課の関係各位にご指導ご協力頂いた。ここに記して感謝致します。

6. 参考文献

- 1) 野内芳彦他：ため池に蓄積した放射性物質の対策技術実証について、水土の知，83(8)，pp. 9-10, 2015
- 2) 農林水産省：ため池の放射性物質対策技術マニュアル【第 2 版】，p. 14，2016. 3.
- 3) 農林水産省：ため池の放射性物質対策技術マニュアル【第 2 版】，p. 31，2016. 3.
- 4) 独）日本原子力研究開発機構：平成 23 年度除染技術実証事業（環境省受託事業）報告書，付録 2-10, 2012. 10.
- 5) 宮原和仁：放射性セシウムによる溜池底質の汚染状況と除染技術，土地改良，281 号，pp. 54-56，2013.
- 6) 宮原和仁他：水中作業の施工精度向上に資するバックホウバケット姿勢制御システムの開発，土木学会第 70 回年次学術講演会，VI 部門，pp. 1473-1474，2015. 9.
- 7) 福島県農林水産部：平成 27 年度福島県ため池等放射性物質対策公募技術実証事業 実施結果報告書，pp. 8-9，2016. 4.