

堆砂対策における低コスト水中3次元計測技術の活用
—内閣府 SIP 第3期インフラ関連課題における取組み—
Utilize of Low-Cost Underwater 3D Measurement Technology for Sediment Control
- Efforts in SIP Phase 3 Infrastructure-Related Issues -

○向井章恵、黒田清一郎
MUKAI Akie, KURODA Seiichiro

1. はじめに 経常的な堆砂対策が行われている大規模なダムだけではなく、農業用ダムのように中小規模のダムにおいても持続的な堆砂対策が行われるためには、低コストかつ水位を落とさない条件でも対策を講じることができる汎用的な技術が必要である。農研機構は、戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）第3期（2023～27年度）の課題「スマートインフラマネジメントシステムの構築」のサブ課題「革新的な建設生産プロセスの構築」において、農業用ダムにおける低コストで汎用的な堆砂計測技術・浚渫技術の研究開発を進めている。本報告では、著者らが取り組んでいる研究開発内容を紹介する。

2. 水中3次元堆砂計測技術の開発 農業用ダムの多くが経常的に堆砂計測を行っていない主な理由は、計測方法を安価な深淺測量としても採算が取れないためである。そこで、ソナーを市販の安価な魚探とすることで低コスト化を実現し、これらをボートよりも可搬性が高く、操作性が良い水面ドローン¹⁾に搭載する3次元堆砂モニタリングシステムの開発を進めることとした。水面ドローンは、農林水産省官民連携事業においてため池を対象として開発したものである。灌漑期の計測については、貯水位とピーク流量の波形を押さえながら大雨毎の繰り返し計測を行い、貯水池での3次元的な堆砂ポイントの検討を行うことを目的とする。2023年度は、現地実証ダムにおいて、水面ドローンと同機種の子ナーを搭載したボートを用いて満水時の堆砂形状データを取得し（**Fig. 1**）、2024年度から本格的に開始する繰り返し計測に対しての事前準備（航路の設定など）を行った。また、陸地部分については、空中ドローンを用いて3次元形状を取得した（**Fig. 2**）。非灌漑期の計測については、現地実証ダムで実施中の取水施設周りの陸上掘削について、ダム関係者から水面ドローンが計測する3次元堆砂形状を施工管理に使えるかという要望があった。現地実証ダムでは施工量（掘削土量）を堤体付近の土砂置き場の山の大きさで評価しているが、水位を十分に落とし切れないことから、水中をバックホウで掘る状態となっている。この時、バケットの

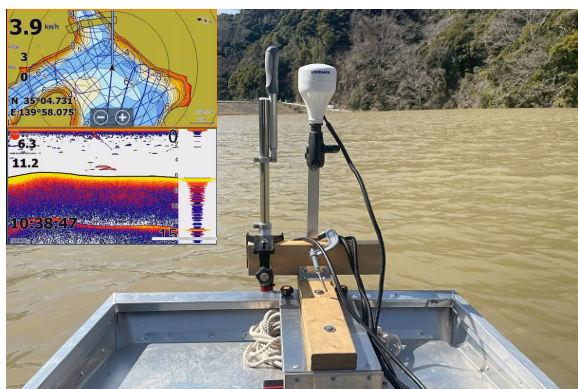


Fig. 1 計測時の現地実証ダムとソナー画面
Demonstration dam and sonar screen during measurement

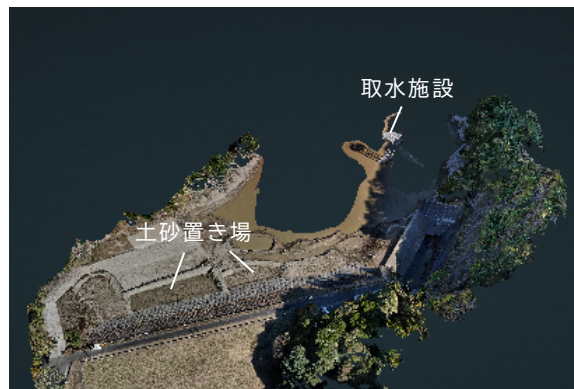


Fig. 2 空中ドローンによる現地実証ダムの画像
Image of the demonstration dam taken by the drone

隙間から土砂が水とともに流出するため、施工量が山の大きさよりも少なく見積られる。2024年度からは、山の大きさではなく、掘削箇所の3次元堆砂形状から施工量を正確に評価できるよう、計測プランの検討を進める。

3. 浚渫工事の遠隔操作による作業効率化

農 農業用ダムの取水施設近傍の堆砂は取水障害を引き起こす可能性があるため、浚渫工事を定期的に行う必要がある。現在、農業用ダムの浚渫工事は予算を投じて事業化して行われているが、日常的な管理の範疇で工事ができるようになれば、堆砂対策は革新的に進むと考えられる。そこで、一般的な建機をレトロフィット技術等の活用により安価にアップグレードし、浚渫工事の遠隔化を低コスト・低労力で行うことのできる普及型の技術開発を進めている。現地実証ダムでは、取水施設周辺の堆砂をロングアームのバックホウ（以下、ロングアーム）2機で掘削し、掘削土をクローラダンプ2台で堤体近傍の土砂置き場に運搬している（Fig. 3）。そこで、2024年度からは、ロングアームの遠隔化・部分的自動化も視野に入れつつ、クローラダンプの遠隔操作の検討を進める。なお、ロングアームの遠隔化・部分自動化は、水中3次元計測技術を取入れ、適切な掘削箇所を可視化しながら実施する。

4. 堆砂対策の遠隔化を実現するCPSの構築

サイ サイバー空間において工事を実施するシステム開発のため、土木研究所が開発している自律施工技術基盤（OPERA）上に作業工程を再現する試みに取り組んでいる（Fig. 4）。また、浚渫工事の随時モニタリング結果をフィジカル空間上の時系列3次元データとして実装し再現する野外実証試験を進めている。

お **わ** **り** **に** 本報告では、SIP3で取り組んでいる堆砂対策における低コストな技術開発の内容を紹介した。今後、開発技術の社会実装を推進するためには、ガイドライン掲載に向けた体制整備や現地実証ダム関係者が便益・コストを含めて技術を受入れ可能かどうかを検討していく必要がある。



Fig. 3 現地実証ダムでの浚渫工事の現況
Status of dredging work at the demonstration dam



Fig. 4 OPERA を用いた工事再現のイメージ
Reproduction of works using OPERA

謝辞：本報の内容は、内閣府の戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）第3期（課題名称「スマートインフラマネジメントシステムの構築」）により実施したものである。

引用文献：1) 大久保ら（2023）：第72回農業農村工学会大会講演会講演要旨集、pp.387-388.