

リアルタイムでの水中可視化技術（マシンガイダンス+マルチビームソナー）

鹿島建設(株) 正会員 ○荻野 剛 新開貴行 関原真之介
国土交通省 北陸地方整備局信濃川河川事務所 南 健二

1. はじめに

大河津分水路は信濃川(新潟県燕市)より分岐し長岡市寺泊野積で日本海に注ぐ人工河川である。大正 11 (1922) 年の通水から昨年 100 年を迎えたなかで建設当時の技術的制約などから次のような課題を抱えている。

- ・水路幅が河口に向かって漏斗状に狭まる形状で上流に向かって堰上げによる水位上昇が生じる
- ・本来の河口（新潟市）まで約 60 kmあった流れを約 10 kmに短縮したことで急勾配となり河床低下が進行
- ・河床低下抑制を目的として整備された「第二床固」完成から約 90 年を経過し老朽化が進行

北陸地方整備局では平成 27 (2015) 年より「令和の大改修」と称し、大河津分水路左岸側山地部および低水路拡幅、拡幅に伴う第二床固の改築（新第二床固の建設）および、橋梁（野積橋）の架替などの事業に着手している（写真－1）。こうしたなか、北陸地方整備局信濃川河川事務所は平成 31 (2019) 年に全国の「i-Construction モデル事務所」10 事務所のうちの一つに選ばれ「3 次元情報活用モデル事務所」として取り組んでおり、当工事としても建設現場 DX〔OX：大河津 DX〕に取り組んでいる。本稿では、その一つである河川土工において、水中ソナーを用いた水中可視化技術の適用について報告する。

2. 工事概要

工事概要を表－1 に示す。

表－1 工事概要

工事名	大河津分水路新第二床固改築 I 期、同その 2 工事
発注者	国土交通省北陸地方整備局
施工者	鹿島・五洋・福田特定建設工事共同企業体
施工場所	新潟県長岡市寺泊野積地先
工期	2019 年 2 月 13 日～2024 年 12 月 27 日
工事内容	鋼殻ケトン設置工(9 基)、本堤工、減勢工・護床工他



写真－1 新第二床固施工の状況

3. OX（大河津デジタルトランスフォーメーション）

現在、各方面で DX の名のもと業務変革が進んでおり、当工事でも〔OX〕とし“遠隔臨場”と“水中可視化 (2021 年度 PRISM 採択、A 評価)”“AI を用いたドローン映像からの資材管理 (2022 年度 PRISM 採択)”等に取り組んでいる。水中可視化では、バックホウ浚渫船にマルチビームソナーを装備し、必要な時に掘削状態を測定し、瞬時に映像として確認できるシステムを構築し、河川土工の（水中）進捗を恰も気中で視認しているかの如く確認しながら作業できるようにした。

4. 水中可視化（マシンガイダンス（MG）+マルチビームソナーの組み合わせ）

4.1 システム構成と活用フロー

本システムの機器構成を表－2 ならびに図－1 に示す。マシンガイダンスの構成は、バックホウブームと本体に取り付けた傾斜計と GNSS からなり、バケット刃先位置を把握することができる。これと掘削作業時でも障害の少ない船首に取り付けたマルチビームソナーの計測結果とを高性能 PC により統合し、運転席のモニターに表示させる。また計測結果は、PC 内のクラウドアプリを介して関係者全員で共有を行う。

システム活用フローは以下の通り。

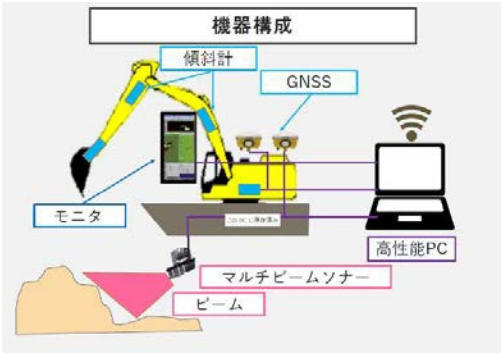
- ①掘削対象範囲の設計図作成 ⇒ ②MG／マルチビームソナー装備 ⇒ ③バックホウ浚渫船移動 ⇒ ④測量（事前測量）⇒ ⑤水中掘削 ⇒ ⑥マルチビームソナー測量（施工中進捗確認）⇒ ⑦掘削修正作業 ※⑥、⑦の作業を繰り返す ⇒ ⑧施工完了（出来形測量）⇒ ⑨出来形評価

キーワード 水中可視化、マシンガイダンス、マルチビームソナー、i-Construction

連絡先 〒950-8550 新潟県新潟市中央区万代 1-3-4 鹿島建設(株)北陸支店土木部 TEL025-243-3766

表－2 使用機器

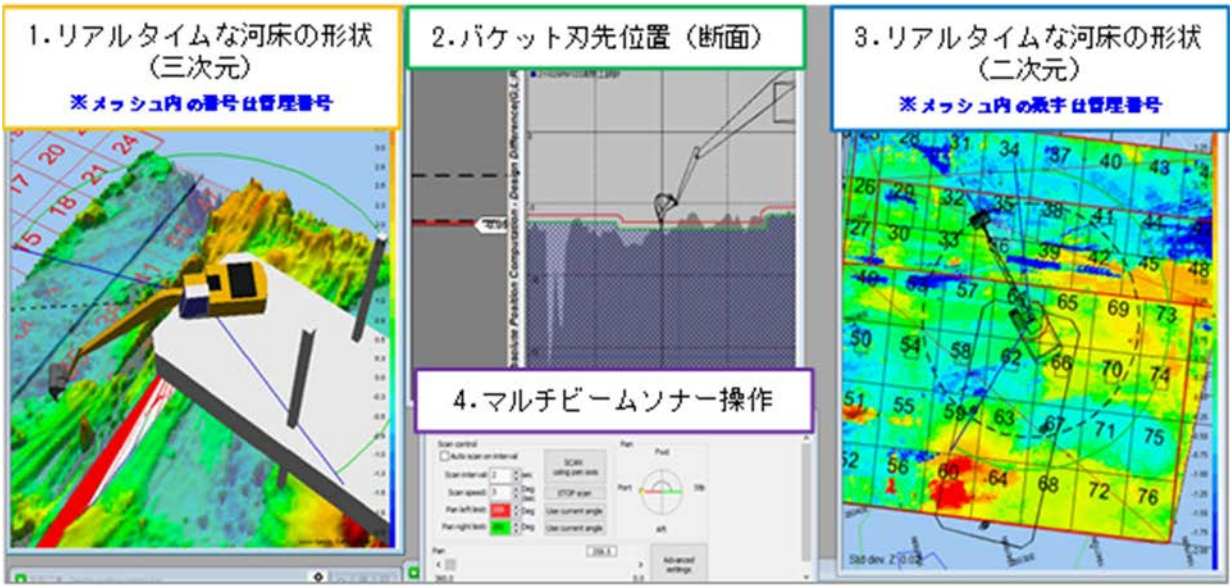
マルチビームソナー	SeaBatT20-P
マシンガイダンス	GCS900
統合処理ソフト	Trimble Marine Construction
GNSS 位置補正	VRS service
PC	Dell latitude 5424 Rugged
クラウド	BOX
モバイルルーター	4G クラス



図－1 システム概要

4.2 施工実績

- マルチビームソナーを装備したバックホウ浚渫船による施工実績を以下に示す。
- ・マルチビームソナーによる測量を実施することにより、即座に河床の形状が更新できるため掘削作業の進捗をリアルタイムで確認することが可能となった（測量によるバックホウ浚渫船の待機時間削減）
 - ・バケット刃先位置と最新の河床状況をリアルタイムでモニター表示することで（図－2）、実際に見ることのできない水中の状態を可視化することができ、オペレータの技量によらない水中掘削が可能となった
 - ・従来実施していた着手前、完了後（施工途中）の深浅測量が削減できた
 - ・作業船による深浅測量とマルチビームソナーによる測量の結果を比較し、その差は 10 cm 以内が 95% 以上であり同等の精度あることが確認できた
 - ・河床形状はクラウド上に保存されるため、机上で確認することができ追加作業の指示が行えるようになった



図－2 バックホウ運転席に設置した水中可視化画面

4.3 課題

- ・マルチビームソナーの調達費用（特殊な機材、流通量少）が別途掛った
- ・オペレータの操作習熟は 1～2 日程度であったが、システムトラブル時の原因究明と復旧に時間を要した

5. おわりに

従来の水中掘削作業はオペレータの経験・技量によるところが大きかったが、今回取り組んだ水中可視化技術では、マシンガイダンス機能とマルチビームソナーの測量結果を連携させ、デジタル技術を駆使したシステムを構築したことで、河床の形状を任意のタイミングで把握し、気中での操作であるかのように作業を進めることができ多面的で詳細な施工管理の実現可能となった。水中可視化技術によって、河床部の施工状況を把握する行為が従来と比べ飛躍的に効率ようになったことから、施工管理上の働き方を変える一歩であると言える。

新第二床固の建設は現在も鋭意施工中である。今後も水中可視化技術を活用しつつ、OX を通じて更なる現場管理の高度化および、工事の生産性向上を図り、これからの 100 年に繋がる施工管理システムの構築に積極的に取り組んでいきたい。