

水中心検ロボット「ディアグ」におけるモザイク画像自動作成システムの開発

(株)大林組 正会員 ○田中 紘一

(株)大林組 正会員 小俣 光弘

(株)大林組 正会員 坪倉 正和

(株)大林組 正会員 土橋 武夫

(独)水資源機構 川上ダム建設所 飯島 芳則

1. はじめに

インフラ構造物の水中心検は、従来、潜水士による近接目視で行われてきた。しかし、ダムのように、調査範囲が広く、水深も深い構造物の点検では、水深による潜水時間の制約や多くの危険性が伴う。そこで最近では、水上からの遠隔操作により、安全かつ長時間連続で点検を行うことができる水中心検ロボットの開発が進められている。大林組では近年、水中心検ロボット「ディアグ」を開発し、実績を重ねている。本稿では川上ダムで実証した追加機能の開発成果について報告する。

2. 工事と開発技術の概要

川上ダムは三重県伊賀地域と木津川・淀川流域を洪水から守り、伊賀市の水源として建設する多目的ダムで、堤高 84m、堤頂長 334m、堤体積 45.5 万 m³ の中規模の重力式コンクリートダムに分類される(図-1)。2021 年 12 月より開始した試験湛水において、水深が 60m 以上となった 2023 年 2 月に堤体上流面の点検を実施した。

ディアグは濁りや流れのある目視困難な水中でも的確な点検が実施できるよう図-2 のような機能を備えている。過去の実証結果では、撮影した画像が鮮明であることが報告されている。

3. 技術上の課題と追加機能の開発内容

水中ロボットは一定の速度、離隔、方向を制御することが非常に困難であるため、撮影した画像の画角が統一されない。よって、検知した異常を出力調書として取りまとめる際、成果マップの基図となるモザイク画像を作成するには、画像の縮尺調整や並び替えを手作業で行うため、作業効率が悪いといった問題がある。この問題を解決するため、以下 2 点について技術開発を行った。

①離隔保持システムによる撮影画角の統一化

ダム本体との離隔距離を把握するためにマルチビームソナーを搭載した。これによりダム本体までの離隔距離を把握できる。また、ダム壁面との距離が所定範囲から外れた場合や、壁面に対する方向が変わった場合は、搭載されたスラスターで離隔と基本姿勢を調整する。これらにより、離隔と向きを一定に保つことで画角の変動を少なくできる。(図-3)

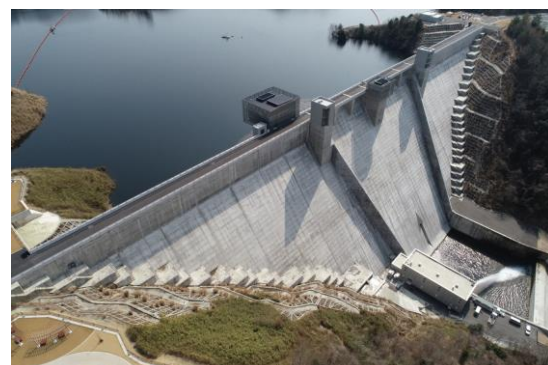


図-1 川上ダム

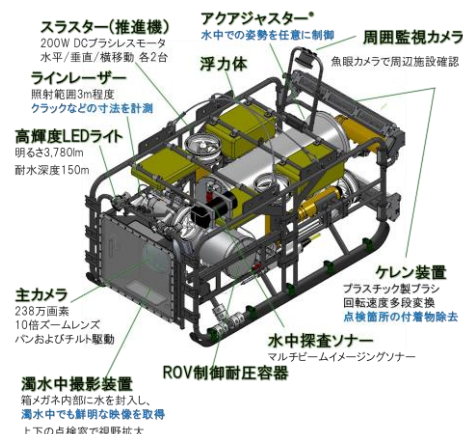


図-2 水中心検ロボット「ディアグ」構成図

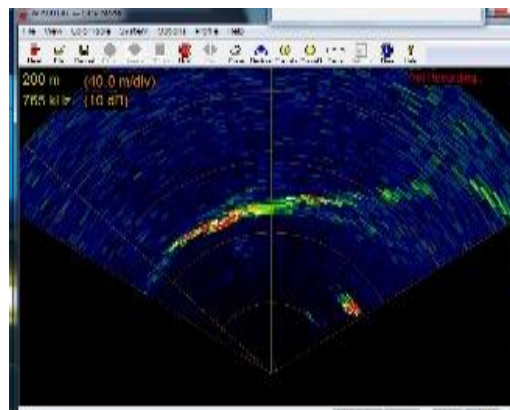


図-3 マルチソナー画像

キーワード 水中心検ロボット, ディアグ, 離隔保持システム, モザイク画像

連絡先 〒518-0205 三重県伊賀市伊勢路赤井谷 758 (株)大林組 川上ダム JV 工事事務所 TEL 0595-41-1015

②出力帳票の一部自動化による作業の省力化

水中で撮影したダム壁面の動画からモザイク画像に使用するフレームを自動計算し、対象のフレームを用いてモザイク画像を生成する、モザイク画像自動作成システムを用いることで調書出力作業の省力化を図る。(図-4)

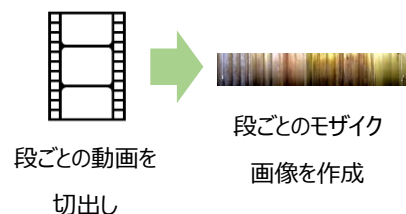


図-4 モザイク画像作成概要

4. 開発実証結果

①マルチソナー画像によりダム堤体とディಾಗ本体との離隔を制御し、一定の画角で点検画像と動画を撮影することができた。実際のソナー画面にはディಾಗ本体の方向線と堤体基線を表示させることで、リアルタイムで姿勢方向を監視できるようにした。これにより、点検画像と動画の画角の変化を少なくすることができた。(図-5)

②撮影した点検動画をモザイク画像自動作成システムにより一定間隔で、写真として切出し、自動的に貼り合わせることで、本来手作業で2時間要するところを、1時間でモザイク画像を作成することができた。(図-6)

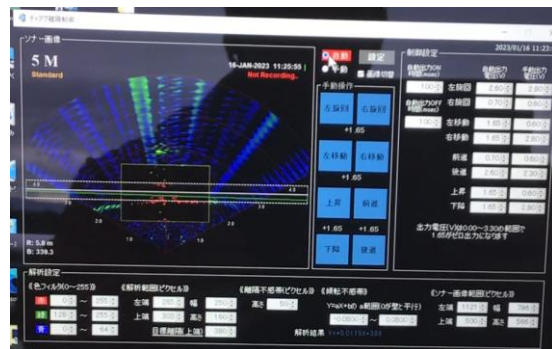


図-5 ソナー画面

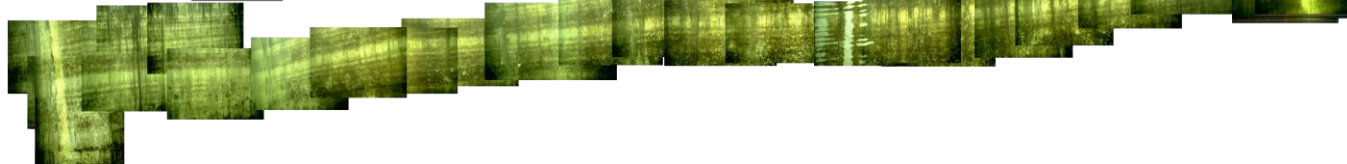
一方、現段階の上記システムでは上下方向に画像を調整することができず、隣り合う写真どうしに上下のズレが生じてしまうため、その手動修正をかけなければならない。この所要時間は1時間程度であり、本システム未使用時と比較して手作業を1時間短縮する事ができた。

5. おわりに

水中点検ロボット「ディಾಗ」の追加機能の開発により、画角変動の少ない画像から点検精度が向上するとともに、調書作成作業の省力化が可能となった。しかし、調書出力時間としてはシステム未使用時とほぼ大差ない状況である。また、システムで作成したモザイク画像から必要範囲を人が手動調整する必要がある。今後はこれらの課題解決に向けた改良を行うことで、更なる精度の向上と省力化が可能だと考える。

1. 人による貼り合わせ (画像26枚)

所要時間: 2時間程



2. 自動モザイク画像作成ソフト(画像26枚_手動修正なし)

所要時間: 1時間程



3. 自動モザイク画像作成ソフト(画像26枚_手動修正あり)

所要時間: 2時間程



図-6 出力モザイク画像

参考文献

- ・土木学会 2021 年度 第1回インフラメンテナンス チャレンジ賞
- ・国土交通省 2021 年度 第5回インフラメンテナンス大賞 技術開発部門
- ・国土交通省 新技術情報提供システム NETIS 登録番号 KTK-150011-VR