

ダム上流面の水中部における水中調査ロボットの点検・調査

五洋建設(株) 正会員 ○水野 剣一 杉本 英樹 正会員 武井 俊哉
正会員 森屋 陽一 正会員 小笠原 哲也

1. はじめに

高度経済成長期を中心に整備されたダム等の水中構造物は、老朽化が進行しており、効率的・効果的な維持管理を行う必要が生じている。しかし、大水深の水中構造物の点検・調査では、安全面と効率面から潜水士による目視調査が難しいという課題がある。このため、著者らは大水深域に適用できる水中調査ロボットを開発した。開発した水中調査ロボットは2014年度～2015年度に国内のダムにおいて現場実証を実施した¹⁾。これまでの実証によって抽出された課題は、ロボットの移動速度や概要調査（以下：概査）効率の向上であった。さらに、今年度はダム上流の堤体面における漏水調査が新たな課題となった。これらの課題に対応するため、著者らは新たな水中調査ロボットを開発した。本稿は、2016年度に国土交通省の「次世代社会インフラ用ロボット試行的導入」に参加し、新造した水中調査ロボットを用いて国内のダムで堤体面やコンジット予備ゲートの概査や漏水調査を行った結果を報告する。

2. 水中調査ロボットの概要

水中調査ロボットは、長さ100cm、幅70cm、高さ77cmであり、水深150mまでの耐水圧性能を有する。水中調査ロボットを図-1に示す。ロボットは3方向6基のスラストで自由な移動や任意に設定する深度・方位の保持が可能であり、船上や陸上から遠隔操作して無人航行できる。昨年度までの従来機からの主な改良点としては、スラストのモータ出力向上による移動速度の向上、ダムの継目やクラックからの漏水量を測定することができる漏水検知装置の装備、ダムに正対して離隔距離を保持しながら撮影できるタイヤ付ロッドの装備、計測用カメラの解像度（120万画素⇒500万画素）の向上である。漏水検知装置は内径4cmの管内に電磁流速計を設置し、装置の先端部を堤体面に押し当てて管内の流速を計測することで漏水量を測定できる。漏水量は室内実験によって得られた流速の30秒間の平均値と流量の関係から算出を行う。

3. 試行的導入の概要

水中調査ロボットの試行的導入を2016年11月に国内のダムで実施した。本ダムは、1982年に竣工した堤頂長約300m、堤高60mの重力式コンクリートダムである。試行的導入で実施した調査項目は、①ダム堤体コンクリートのクラック・浮き・剥離などの調査、②堤体の漏水調査、③コンジット予備ゲート戸当たりの変状の調査、④コンジットゲート内部調査である。

4. 試行的導入の結果

ロボットの空中重量は約100kgであり、写真-1に示すように積載形トラッククレーンによりロボットを乗

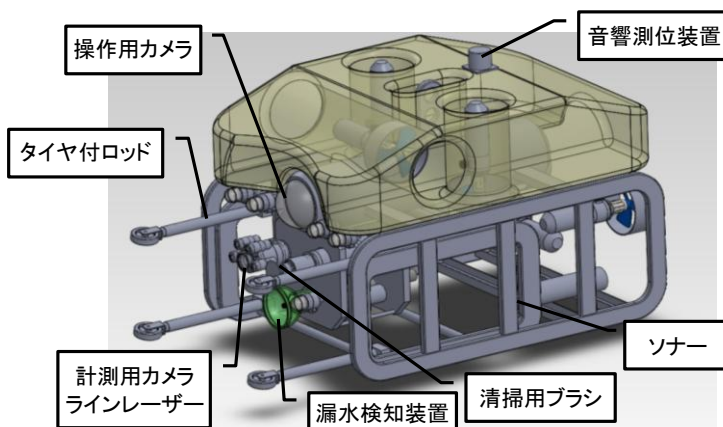


図-1 水中調査ロボット



写真-1 ROV 投入状況

キーワード 大水深、遠隔操作無人探査機、水中、ロボット、維持管理

連絡先 〒329-2746 栃木県那須塩原市四区町1534-1 五洋建設(株) 技術研究所 TEL 0287-39-2100

せた籠を吊り降ろして水面に浮かべた。その後、ロボットを操作して籠から出し、各調査箇所に移した。この方法によって、水面上に船を配備しなくても調査が可能になる。

堤体コンクリートの調査では、スラストを使用してタイヤ付ロッドを堤体面に押し付け、さらに壁と平行に位置するスラストを使用することで、堤体とロボットを一定間隔に保ち壁に沿って移動しながら撮影が可能である。カメラと堤体の離隔距離 55cm, 走行速度 15cm/s 程度で撮影した画像が写真-2 であり、以前補修された箇所が確認できた。また、モザイク図の作成を行った結果の一例を写真-3 に示す。今回の試行的導入での概査効率は従来機の約 90 m²/h から約 110m²/h と 2 割向上した。

漏水調査では、事前に下流面や監査廊で漏水が確認されている横継目において、上流側からロボットで撮影したところ 写真-4 のように木の葉や小枝が詰まっている状況が確認された。木の葉や小枝を除去した後、漏水検知装置で測定した。得られた流速から漏水量を算出した結果、漏水量は測定範囲(直径 15cm)で約 1.7ℓ/min であった。この漏水箇所は以前漏水を止めるために補修された部分であり、その鋼材の一部が劣化したことで再度漏水が発生していると考えられる。

コンジット予備ゲート戸当たりの調査では、カメラと堤体の離隔距離を 25cm にして撮影した。この時の概査効率は約 30m²/h であった。撮影画像から戸当たりに錆汁が付着した部分を確認された(写真-5)。また、コンジットゲート内部調査も行ったが、特に異常は確認されなかった。

5. まとめ

試行的導入の結果、タイヤ付ロッドを使用し壁に沿って移動しながら撮影することで堤体コンクリートの概査効率が向上した。また、漏水検知装置によってダムの上流面で定量的な漏水量測定ができた。また、コンジット予備ゲートの変状の有無が確認できた。

謝辞： 試行的導入において、格別のご配慮をいただいた国土交通省、(一財) 先端建設技術センター、実証現場をご提供いただいたダム管理所ほか、多大なご協力をいただいた関係各位に紙面を借りて謝意を表す。
参考文献：1) 水野, 小笠原, 杉本, 森屋, 武井：大水深水中調査ロボットによるダムの点検・調査への現場適用, 土木学会第 71 回年次学術講演会, VI-740, pp. 1479-1480, 2016 年 9 月

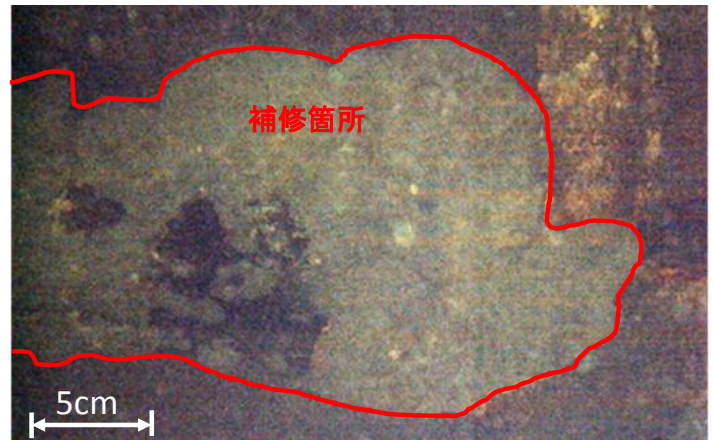


写真-2 堤体補修箇所の画像



写真-3 堤体概査のモザイク画像



写真-4 漏水検知状況・漏水箇所の 3D 画像



写真-5 コンジット予備ゲート戸当たりの画像