

水中ドローンを使用した取水塔不可視部分の調査の事例
 Case Study of Inspecting non-visible Parts of an Intake Tower
 Using an underwater drone

○小林大介*・中川慎司*
 Kobayashi Daisuke, Nakagawa Shinji

1. はじめに

R6 年度に国営造成施設ストックマネジメント推進事業で新たに「施設管理者に対して最新の技術的知見等を踏まえた管理の効率化・高度化のための技術的支援」を目的とした管理水準向上事業が拡充された。この事業の調査対象施設の真駒内ダムは、北海道久遠郡せたな町に位置し、国営かんがい排水事業で造成され、昭和 58 年に供用開始した農業用ダム(総貯水量:6,480 千 m³)である。さらには、通年貯留のダムであるため、取水塔低位部の水中にある基礎コンクリートや鋼材の劣化状況が目視確認できない状況にある。本報告は、不可視部分の取水塔低位部を確認する方法として、水中ドローンを使用した調査方法を紹介するとともに、施設管理者に対して現地で指導を行い、管理の効率化・高度化のための技術的支援を行った事例である。

2. 調査内容

(1) 調査方法(使用した機器)

調査に使用した水中ドローンは、CHASING 社の「CHASING M2」である。水中撮影、簡易点検を用途としたエントリーモデルで、4K カメラを搭載し、全方位に移動が可能である。潜水深度は最大 100m、航続は最大 4 時間(作業環境等によって異なる)であり、本体とコントローラーは有線(ケーブル)で接続されている。水中ドローンの操作は、操作性、安全性を考慮して取水塔管理橋上で行った。なお、調査は、現地の確認を目的とした事前調査(令和 6 年 9 月 20 日)と施設管理者の現地指導を目的とした本調査(令和 6 年 10 月 29 日)の 2 回行った。

(2) 事前調査

事前調査では、本調査に向けて調査する上での留意点(「3. 調査の留意点」参照)を確認し、その留意点を踏まえて、施設管理者向けの水中ドローン操作説明書を作成した。

不可視部分の変状は、コンクリート構造物の取水塔基礎では、摩耗による粗骨材露出が全体的に見られた。一方、鋼構造物のスクリーン等では、水接触による腐食(発錆)が全体的に見られた他、漂流物の衝突と推測される塗膜の損傷も確認された。



写真 1 真駒内ダム取水塔

Water intake tower of
Makomanai dam



写真 2 水中ドローン本体

Underwater drone body



写真 3 粗骨材露出の状態

Exposed coarse aggregate

* サンスイコンサルタント株式会社, Sansui Consultant Co.,Ltd

キーワード：調査手法, 灌漑施設, 不可視部分

(3) 本調査

本調査では、施設管理者に不可視部分の状況を説明した他、実際に施設管理者が操作説明書を使用して水中ドローンを操作し、施設管理者への現地指導を行った。

3. 調査の留意事項

(1) 降雨後の濁水

事前調査は、調査日の5日前に5.5mm/日の降雨があったが水中部の撮影に問題はなかった。本調査は、6日前と10日前に35mm/日の降雨があった影響で湖水が濁り、撮影の視界が悪くなることが懸念されたため、濁水状況を真駒内ダムに設置されているWebカメラで随時確認し、濁りがある程度収まった状態で行った。その結果、本調査でも問題なく水中部の撮影が行えたことから、降雨後は、Webカメラなどで濁水が収まったことを確認したうえで調査を行うことが重要である。

(2) 取水による水流

事前調査では、取水ゲートが開いている状態で調査を行ったため、機体が取水ゲート側に引っ張られることにより、操作に支障が生じ、目的地への到達に時間を要した。このため、調査は取水ゲートを閉めた状態、または開度を小さくした状態で行う必要がある。本調査では、取水制限の対応、調査時期等を施設管理者と十分に打合せを行い、取水ゲートを閉めた状態で調査を行ったため、円滑に調査を行うことができた。

(3) 流木等の支障物

事前調査では、取水塔周辺の流木や階段等の支障物にケーブルが絡まり、機体の脱出に時間を要した。これは、手元のモニターには機体前方のカメラによる映像が写されるため、機体の回転、移動時における支障物の接触が分かりづらいためである。このため、調査時は、操縦士の他、機体と接続しているケーブルを手繩って支障物への接触をケーブル伝いの振動で判断する補助員を配置し、操縦士と補助員が連携する必要がある。本調査では、支障物への絡まりに留意したため、ケーブルが絡まらず安全に調査を行うことができた。

(4) ダム湖底の土砂巻上げ

事前調査では、ダム湖底に土砂が堆積していたため、ダム湖底に機体が着くと、土砂を巻き上げ、一時的に視界不良となり、構造物との位置関係の把握が困難となった。これを防止するには、ダム湖底の高さを構造図等により把握しておく他、カメラを下向きにして堆砂状況を調査の早い段階で確認する必要がある。本調査では、コントローラーに表示される機体の水深(位置)を参考に、ダム湖底の高さと堆砂状況に留意したため、円滑に調査を行うことができた。

3. おわりに

水中ドローンは、水中の取水塔不可視部分を目視する調査手法として有効であり、施設管理者からも想像以上に鮮明に目視確認ができたと好評であった。一方、現場条件による留意点があり、特に支障物に絡まり脱出困難な場合は、潜水士等の手助けが必要になるため、安全に配慮して操作を行う必要がある。また、空中ドローンと異なり、水中では機体を目視できず、操作難易度が高いため、現場での操作前に、支障物の無いプール等で練習が必要であると考える。



写真4 腐食の状態

Corrosion status



写真5 取水塔周辺の流木

Driftwood around Water intake tower