

無人航空機(UAV)を活用したロックフィルダム洪水吐きの健全度調査

パシフィックコンサルタンツ株式会社 北海道支社

正会員 ○竹澤 祥太

正会員 中村 哲

非会員 杉本 雄一

1. 調査の背景と目的

従来、ダム堤体コンクリートの健全度調査において、地上から目視困難な箇所の調査は、ロープワーク調査が主であった。しかし、ロープワーク調査は、調査範囲の広いダムやアプローチが困難なダム洪水吐きでは、調査範囲全体を網羅するために作業日数を要し、作業員に危険が伴う、といった課題がある。このような背景から、近年、ダム堤体表面を効率的かつ安全に調査するために、無人航空機（以下、UAV とする）が活用されている。本論文は、完成後 32 年が経過した高見ダム（北海道管理、中央コア型ロックフィルダム、堤高 120m）の長寿命化計画策定にあたり実施した、ダム総合点検実施要領¹⁾に基づく土木構造物の健全度調査のうち、UAV を活用した洪水吐きの調査結果を報告するものである。

2. 対象構造物の状況

高見ダムの洪水吐きは、水平長：433.5m、鉛直高さ：97m であり、導流部の勾配は、上流側は緩勾配（1/18）、下流側は急勾配（1/1.3）となっている。写真-1 に、洪水吐き下流側から撮影した、急勾配水路部の写真を示す。急勾配水路部は、左岸側は堤体との間の尾根地形により、右岸側は急峻な地形により、目視できない。また、下流側は、スキージャンプ式の減勢方式により比高差があるため、下流地盤からの目視が困難である。このため、急勾配水路部では、ダム完成以降、網羅的な健全度調査が実施されていない。

3. 調査方法

撮影範囲は、洪水吐き越流部、導流部緩勾配部、導流部急勾配部、減勢部の 4 区間とし、各区間の底面と壁面の 2 アングル（計 6 フライト）で 1 日かけて撮影を行った。写真-2 は撮影に用いた UAV である。本調査には、総重量 3.15kg、8 枚羽の UAV を使用した。また、表-1 に搭載カメラの仕様・撮影条件を示す。調査にあたり、事前にテストフライトを行い、写真-3 に示す任意のクラック幅（0.1mm～5.0mm）を記したテストペーパーを用いて、クラック幅認識のキャリブレーションを行った。テストフライト結果から、一般的にコンクリートの補修が必要なクラック幅（0.2mm 以上）を写真から判読できる撮影



写真-1 洪水吐き急勾配水路部



写真-2 撮影に用いた UAV

表-1 搭載カメラの仕様・撮影条件

カメラ仕様	機種：Canon G15 1/1.7型CMOS 1,210万画素
撮影仕様	シャッター速度(秒)：1/800 水平画角（度）63.8 鉛直画角（度）50.1 対角画角（度）75.8



写真-3 クラック幅認識テストペーパー

キーワード UAV、ロックフィルダム、洪水吐き、健全度調査、長寿命化計画

連絡先 〒060-0807 北海道札幌市北区北7条西1丁目2番地6（NCO 札幌 15F） TEL 011-700-5226



写真-4 洪水吐き急勾配部の状況

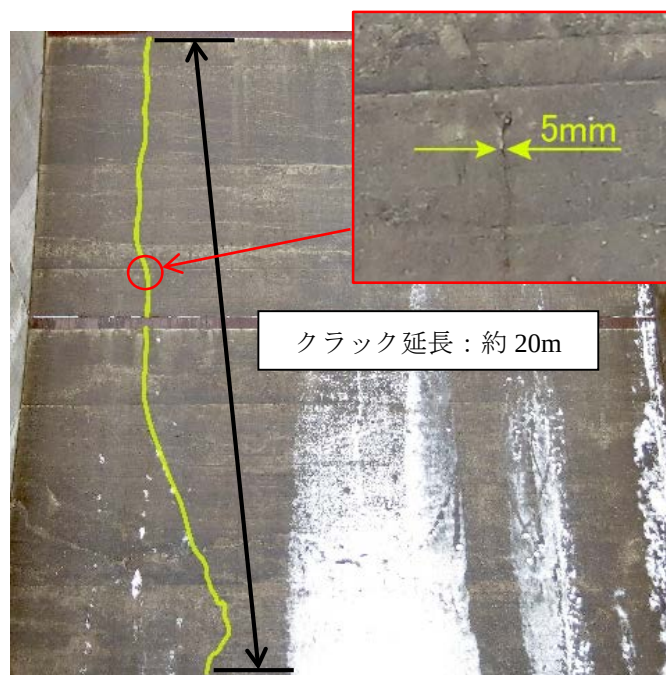


写真-5 UAV 調査によって確認されたクラック

高度（対象構造物からの離れ）として、UAV を対象構造物から 5m 以内の範囲で飛行させて撮影を行うこととした。また、撮影した写真から、クラックの規模（範囲、幅）を判読するとともに、漏水の有無、遊離石灰の析出の有無、鉄筋のサビ汁の析出の有無、コンクリート表面の磨耗・剥離の有無等、劣化状況の確認を行った。

4. 調査結果

写真-4, 5 に、UAV で撮影した急勾配水路部の写真の一例を示す。導流部から減勢部にかけて、隔年で実施される定期検査や日常の目視点検では確認できなかった鉛直方向のクラックを確認した。写真から読み取った結果、クラックが、最大開口幅：約 5.0mm（角の欠け落ちを含むコンクリート表面の開口幅）、延長：約 20m の規模にわたって発生していることを確認した。なお、当該クラックから、漏水や遊離石灰の析出、サビ汁の析出等は見られなかった。当該クラック以外にも、従来、確認されなかった減勢部表面コンクリートの磨耗や、左右岸壁面のコンクリート剥離等の劣化状況を確認した。

5. 洪水吐きの健全度評価

本調査で確認された導流部急勾配部のクラックは延長約 20m で連続するが、漏水、遊離石灰の析出、鉄筋のサビ汁の析出等はなく、鉄筋の腐食や、これに関わるコンクリートの剥離等の事象は見られない。このため、鉄筋コンクリート構造物として構造的な安全性に問題はないと判断した。また、洪水吐きの放流機能に影響を及ぼす劣化ではないことから、現状では洪水吐きの機能は維持されている。しかし、今後の出水や地震の発生によってクラックが進展した場合、構造的な安全性や放流機能に影響を及ぼす可能性があるため、ダム総合点検実施要領¹⁾に基づく健全度評価では、必要に応じて対策を実施する、予防保全（重点状態監視）と評価した。

6. まとめ

本論文で示したように、調査範囲の広くアプローチが困難なダム洪水吐きでは、UAV を活用することによって、これまで目視が困難であった箇所の劣化状況を把握でき、効率のよい調査が可能になる。また、調査結果が位置情報や画像として保存されるため、ロープワーク調査よりも劣化進展の評価が容易である。したがって、UAV を用いた調査は、長寿命化計画策定に資する総合点検や、地震・出水直後の臨時点検等、今後のダム維持管理に大いに有用であると考えられる。

参考文献

- 1) 国土交通省 水管理・国土保全局 河川環境課，ダム総合点検実施要領・同解説，2013