

ドローンと画像診断 AI によるダム洪水吐コンクリートの劣化診断

北電技術コンサルタント株式会社 正会員 ○橋本 徹
北電技術コンサルタント株式会社 松谷 悟
JVS 株式会社 数井 英明

1. はじめに

橋梁点検の分野においては、2019年2月に定期点検要領の改定がなされ、「従来の近接目視に加え、自らの近接目視によるときと同等の健全性の診断を行うことができる」と判断した方法」での点検が可能となった。これにより、ドローンやAI等の新技術の活用が推進され、国は少なくとも2024年度からの3巡目定期点検までに、「新技術の性能カタログ」等を拡充・整備し、施設ごとに最適な手法を選択して点検する方向性を示している。

一方、ダム点検の分野においては、2013年10月にダム総合点検実施要領が制定され、ダムにおける点検・検査として、ダム管理者が実施する約30年毎のダム総合点検、日常点検及び臨時点検と、ダム管理者以外の専門家等が実施する約3年毎の定期検査がある。これらの点検・検査結果は、健全度評価及び今後の維持管理方針の作成に資するための重要な情報となるが、大規模ダムの洪水吐やダム背面等の点検・検査はアクセスが容易ではなく、また人が近づくための足場の設置は膨大な費用を要するため、遠方からの双眼鏡等による目視点検に頼っているのが現状である。

今回、著者らは広範囲なドローン撮影と膨大なAI処理を必要とする洪水吐コンクリートの劣化診断に、橋梁点検で培ってきたドローンと画像診断AIによる技術を応用し、ひび割れ幅の目標精度を確保しつつ、ドローンによる撮影画像を効率的に取得・解析する手法を確立したのでここに報告する。

2. 対象構造物、使用機材及び画像診断 AI

対象とする構造物は、神奈川県内のダムに設置されている高さ95m、幅90mの洪水吐である。また、使用する機材は、ドローン：DJI製Matrice300RTK、使用カメラ：DJI製ZenmuseH20T（写真サイズ：5,154画素×3,888画素、光学ズーム機能・グリッド撮影機能付）、画像診断AI：社会インフラ画像診断サービス「ひびみつけ」（開発者：富士フイルム株式会社）である。

3. ドローンと画像診断 AI による撮影画像の取得・解析手法

大規模なダム洪水吐コンクリート（撮影面積：25,000m²）を対象とし、広範囲なドローン撮影及びそれに続く膨大なAI処理を効率的に実施するため、ドローンカメラが有する光学ズーム機能とグリッド撮影機能を組み合わせた半自動撮影手法を採用した。具体的には、画像診断AIの処理で要求される30%ラップ撮影やあおり角度20度以内撮影を満足する条件下で、光学ズーム機能により被写体までの距離を長くとり、加えてグリッド撮影機能で撮影される画角も大きく取ることにより、撮影時間の大幅な効率化が可能となる手法である。また、①後続する画像診断AIの処理においてもグリッド撮影単位で写真を簡単に画像合成・整理できること、②被写体までの距離を長くとることによりダム洪水吐での突発的な上昇気流等に対し安定な撮影ができること、③半自動撮影のため撮影品質が均一である等の多くのメリットがある。今回は現場状況を勘案し、光学ズーム機能を10倍（被写体までの距離18m）、グリッド撮影機能56グリッド（縦7画角×横8画角）を採用した。

4. 被写体までの距離の選定とひび割れ精度管理

今回用いた画像診断AIは、その性能カタログによると、目標ひび割れ幅0.2mmを確保するためには0.6mm/画素以下の解像度が必要とされていることから、それに安全を見込み0.5mm/画素の解像度を設定した。これ

キーワード 画像解析技術、ドローン、AI、ダム洪水吐、コンクリート劣化診断、維持管理

連絡先 〒930-0858 富山県富山市牛島町13番15号 北電技術コンサルタント株式会社 TEL070-2252-3563

を満たす撮影条件として、撮影画角（写真サイズ×解像度）は 2.6 m×2.0m 以下とし、被写体までの距離は図-1 のようにカメラのセンサーサイズ（7.6 mm×5.7 mm）、焦点距離 52 mm（10 倍ズーム時）と撮影画角、被写体までの距離との比例関係から 18 m 以下とした。ひび割れ精度管理として、これらの撮影条件下で実際に目標ひび割れ 0.2mm 幅が検出できるかどうかをダム洪水吐近傍擁壁のひび割れで検証し、検出精度が確保できていることを確認した。また、撮影時にはカメラに内蔵されているレーザー距離計により、被写体までの距離を随時確認し、被写体までの距離が 18 m 以下であること、ドローンが被写体に対し常に正対していることを確認した。

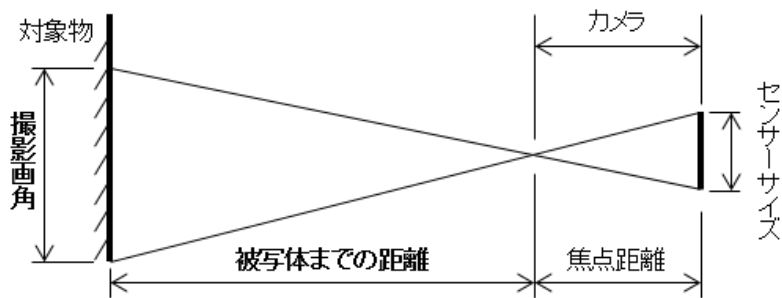


図-1 対象物とカメラとの比例関係

5. 通常撮影との比較検討

通常撮影(使用カメラ：DJI 製 ZenmuseP1, 写真サイズ：8,192 画素×5,460 画素, 焦点距離:55mm)を採用した場合と今回の半自動撮影手法との比較検討（目標ひび割れ幅：0.2mm, 撮影面積：25,000m²の連続面想定）を行い、その結果を表-1 に示す。半自動撮影手法では、通常撮影に比べ①外業（撮影）と②内業（写真整理/AI 処理）を合わせて約 200 時間の効率化が図れることが判明した。これは技師 A の人件費で換算すると約 120 万円の費用減に相当し、③AI 処理費での約 120 万円の費用増と同等である。従って、今回の手法は大規模なダム洪水吐コンクリートの劣化診断において、ほぼ同等のコストで大幅な作業時間の効率化が図れることが分かった。

表-1 通常撮影と半自動撮影（今回）との作業比較

工程	要件	通常撮影	半自動撮影（今回）
① 外業	撮影仕様	1 枚 16m ² の撮影画角を必要とし、1 枚ずつピントを合わせて撮影	1 枚 5m ² の撮影画角を必要とするが、光学ズーム機能とグリッド機能により、1 回で 56 画角（約 170m ² ）を半自動で撮影することが可能
	撮影枚数	約 6,000 枚	約 14,000 枚
	撮影時間	28 時間	15 時間
	撮影難易度	手振れ等があり難しい	半自動のため容易
② 内業	内業仕様	撮影後、長方形等に写真を整理	撮影後、グリッド撮影単位で写真を整理
	内業時間（写真整理）	188 時間	88 時間
	内業時間（AI 処理）	386 時間	308 時間
	写真整理難易度	長方形等に整理するのが難しい	グリッド撮影単位で整理できるので容易
③ AI 処理費		約 100 万円	約 220 万円

6. まとめ

大規模なダム洪水吐コンクリートの劣化診断において、橋梁点検で実績があるドローンと画像診断 AI による診断に加え、ドローンカメラが有する光学ズーム機能とグリッド撮影機能を組み合わせた半自動撮影手法を採用したところ、ひび割れ幅の目標精度を確保しつつ、ほぼ同等のコストで撮影品質の向上と作業時間の効率化が図れることが判明した。特に現場作業の効率化は、ドローン撮影が天候に左右され易いことからそのメリットは大きい。一方、AI 処理費は撮影枚数に応じて費用増となることから、ダム洪水吐の中でも比較的狭い場所での撮影においては 1 枚あたりの撮影画角が大きい通常撮影を併用する等、点検のための各工程の QCD バランスを検討し、状況に応じた適切な点検手法を選択できるよう今後更に検証を重ねていく必要がある。

参考文献

- ・コンクリート診断技術 '21【基礎編】 公益社団法人 日本コンクリート工学会
- ・国土交通省ホームページ：<https://www.mlit.go.jp/road/sisaku/inspection-support/zenbun.html>