

UAV を用いたダム堤体健全性調査のための基礎研究

茨城大学 学生会員 ○中野翔太

茨城大学 正会員 齋藤修

茨城大学 正会員 桑原祐史

1 研究の背景

社会インフラへの対応が重要な問題となっている。高度成長期以降に整備したインフラが急速に老朽化し、このため、多くの構造物の補修・修繕を行い、機能維持を図るために効率的な点検調査が必要となる。特にコンクリートダムは一般のコンクリート構造物に比べ高い安全度が要求される構造物の一つである。これは、ダムがいったん破壊すると下流に大きな災害をもたらすのみならず、発電、供給、灌漑等の機能が停止し、復旧に多大の費用と日時を要求するからである。したがって既存ダムは、補修工事の必要性のレベルを判断するため、点検をする必要がある。

しかし、現在の手法は、直接目視もしくは高倍率カメラによる方法が主流であり、コストと安全性の面で課題があることは否めない。このような中、無人飛行体である UAV(Uncrew Aircraft Vehicle)を利用したカメラ撮影による、点検作業に注目することが出来る。本研究は、既存の直接または遠望点検における問題を解決するため、デジタルカメラを搭載した UAV を用いたダム堤体点検システムの可能性を提案することにした。実際に UAV で対象領域を撮影し、その過程で得た画像から石灰のにじみ出しや、クラックの影響と推定されるコケ類の分布を読み取る方法を提案し、解析方法の精度検証をする。

2 研究方法

あらかじめ設定した対象ダムを UAV による動画撮影を行う。その動画からクラックや遊離石灰等が見られるダム堤体部分を、TIFF 形式で保存できるソフトウェア (Adobe Premier Pro CC) を使用し、画像をレンダリングする。レンダリングした画像をオリジナルの画像として用いて、Adobe Photoshop CS4 及び Envi を使用し、損傷部分の抽出を行う。ここで、UAV のデメリットとして、①風の影響を受ける、②解像度が被写体の距離によって異なる、③光度不安定 (影の影響) を受けるといった観点から、1 枚の撮影画像内で輝度や濃度が異なるため、1 枚の画像内で統計的に自動判読するのではなく、変状を部分的に抽出して合成する方法が必要と考えた。したがって、抽出はダム堤体の損傷の種類に分けて、濃度分布の分析による領域抽出と、濃度変動パターンの分析によるテクスチャ解析で行う。次に、抽出した画像とオリジナルの画像を重ね合わせて精度評価を行っていく。

3 研究対象地域の概要

本研究の、対象領域は A ダムを対象とした。A ダムは茨城県が管理する 7 つのダムの中で標準的であり、当初検討には適している。表-1 に A ダムの諸元を示す。

4 現地調査の概要

4.1 飛行計画

ダム堤体付近では特有の風が吹くことから、即座に反応し、操作出来るといった点、また、UAV の着地点の有無から、ダム堤体上部から撮影を行った。

4.2 ダム堤体の撮影

対象ダムに対して 2 回の現場検証を行った。国土交通省二瀬ダム管理所の報告によると、0.2 mm 程度のクラック幅は望遠レンズを装着した UAV で認識可能との記述がある¹⁾。但し、高解像度の画像を堤体全体に渡って取得することは、膨大な画像処理と判読作業を必要とし、現実的な時間内で処理や評価ができないことも想定される。実際に現地調査で A ダムの UAV での撮影画像を図-1 と図-2 に示す。図-1 は従来では不可視であった領域を撮影した画

キーワード 社会インフラ, ダム, UAV, クラック調査

連絡先 〒316-8511 茨城県日立市中成沢町 4-12-1 TEL 0294-38-5004

像である。図-2 は撮影した画像のクラックや遊離石灰、漏水部分を目視確認で赤枠で囲んだものである。このように従来の点検方法では、点検作業の複雑な、あるいは困難な領域の点検にも成功し、細かいクラックや遊離石灰部分、も画像に収めることに成功した。また、にじみ出しやコケ類の分布を画像判読により確認することができた。ほかにも、2 回目に撮影した画像で植生被覆部分が広がっていることが確認できた。

5 画像処理

5.1 画像処理手順

本研究では、解析対象を、堤体前面全体のクラック評価画像、堤体前面ピンポイントの箇所におけるクラック、遊離石灰の滲み出し、漏水、粗骨材の剥落、鉄筋露出、粗骨材の露出各部分の拡大画像とし、以上の地点や範囲を客観的に示すために、濃度処理やテクスチャ強調処理(各種微分オペレータなど)を導入する。

5.2 方法の検証

図-2 で示した赤枠部分の変状部分の抽出をした。画像処理での抽出は概ね良好な結果が得られた(図-3 に示す)。このことから、濃度処理や微分処理を施すことにより、ピンポイントでひび割れや欠損の影響と思われる箇所を確認することができた。また、1, 2 回目を比較したところ第 1 回撮影時に遊離石灰であった部分が第 2 回撮影時に漏水も併発していたため、貯水量が変わっていないことから、変状部分の悪化が確認された。さらに、2 回目の実験で堤体と斜体との距離を約 5m まで近づけたことにより、事前実験による鉛直撮影による解像度が実現できたとすると、平均分解能 1.4mm という解像度を得られることが確認できた。しかし、橋梁の点検時にひびわれの目安とされる 0.2mm 程度の詳細な判読は、Inspire1 による遠隔取得画像では難しいことが定量的に確認された²⁾。

6 結論

本研究で用いた UAV では、ダム堤体の健全性の調査のうち、第 1 段階として予察には十分使える事が確認された。今後、カメラのレンズや飛行方法を検討することで、安全かつ安価に、信頼性の高いデータを取得可能になると考える。

表-1 A ダム諸元

竣工年度	S47
型式	重力式コンクリートダム
洪水調節方式	一定率一定量
堤高	45.3m
堤頂長	223.6m
堤体積	173,500m ³
流域面積	44.0km ²
総貯水容量	2880 千 m ³



図-1 従来では不可視であった領域(余水吐内部)



図-2 UAV での撮影画像



図-3 変状部分の抽出

参考文献

- 1) 矢澤憲一：二瀬ダム堤体クラック調査の取り組みについて維持管理上の危険度評価参考，2015.12.27.閲覧。
- 2) 岡部祐太：林野火災による被害領域特定と現況確認方法に関する研究，茨城大学修士学位論文，2016。