

画像分析を用いたリップラップ材劣化評価の一事例

株式会社エイト日本技術開発 正会員 黒田 修一
 正会員 仲村 賢人
 独立行政法人水資源機構 稲垣 謙司
 関西大学 正会員 小林 晃

1. はじめに

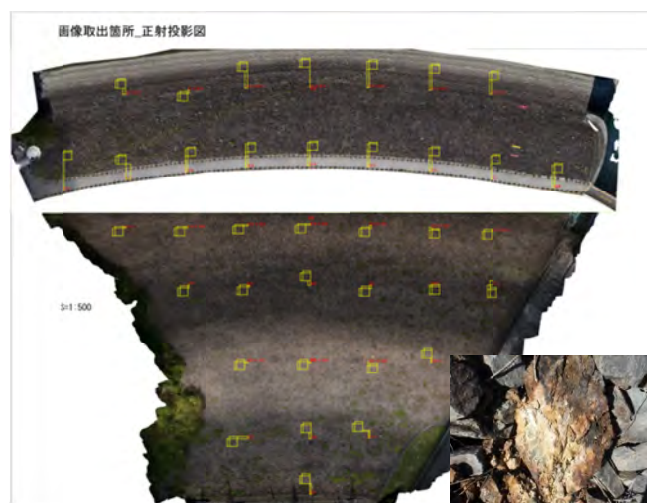
我が国は高度経済成長期を経て現在まで数多くのダムが建設され、国土交通省所管ダムにおいては 30 年以上経過しているダムが約 40%を占めている^①。老朽化が進むダムの維持管理を効率的に実施していくためには、設置構造物の経過観察が重要となる。特にロックフィルダム堤体法面は、ダムの変状や安定性を確認するために要監視が必要な構造物の 1 つである。本研究では、効率的に堤体法面全体を調査が出来る UAV(無人飛行機)による空撮画像を用い、画像解析によるリップラップ材の粒度分析方法の紹介とその分析結果から、リップラップ材の劣化指標の目安を作成し、リップラップ材としての性能を定量的に判定した事例を示したものである。



図1 対象ダム堤体(左岸側)

2. 調査対象地概要・調査目的

調査対象地のロックフィルダムは、竣工から 40 年を経過した堤高 128m、堤体積 5,780,000m³の傾斜土質遮水壁型ロックフィルダムで、洪水調節・利水・発電の役割を持った多目的ダムである。ロックフィルダムの表面に配置されるリップラップ材は、侵食作用や堤体材料の風化を防止する法面保護工としての機能が求められている。そのため材料には所定の粒径と重さ、吸水量の小さいことが要求性能として規定されている。当該ダムでは比重が大きく、粒径 300mm 以上の大塊の岩塊が 70%以上配置することを目安として施工されている。本研究は竣工 40 年を経過したダム堤体法面全体の法面保護工としての機能を確認することを目的としたものである。



劣化箇所(抜粋)

図2 堤体オルソ画像^③(※画像抽出箇所を加筆)

3. 画像処理による粒度分析手法

UAV で撮影したリップラップ材の画像^③から粒度分析を実施した。解析手法は小林らの画像解析技術^②を用いた。これは、画像を二値化(白黒)して、その中から石部と影部のグループがあるかを判定し、石部の大きさをピクセルの範囲で計算し、粒度状態を把握する手法であり、リップラップ材の粒度状態を定量的に判断することが出来る。調査では図 2 に示す堤体全体のオルソ画像から固定点(黄色枠箇所)を設置し、この固定点を中心に画像ソフト上で図 3 に示す様な 5m×5m の画像を抽出し、粒度分析を実施した。固定点はダムに配置されている可動標的を用いているため、将来に渡り継続的な維持監視が可能となる。

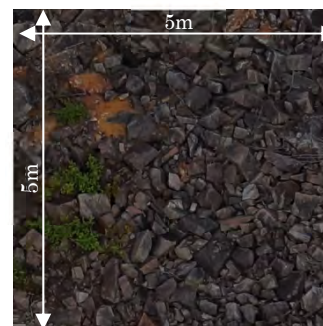


図3 抽出画像^③(一例)

キーワード ロックフィルダム、総合点検、維持管理、UAV、画像処理

連絡先 〒700-8617 岡山県岡山市北区津島京町 3-1-21 株式会社エイト日本技術開発中国支社 TEL086-252-7644

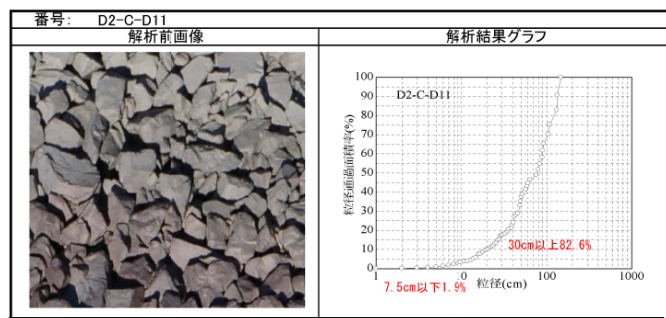


図4 300mmが70%以上の画像と粒度分布

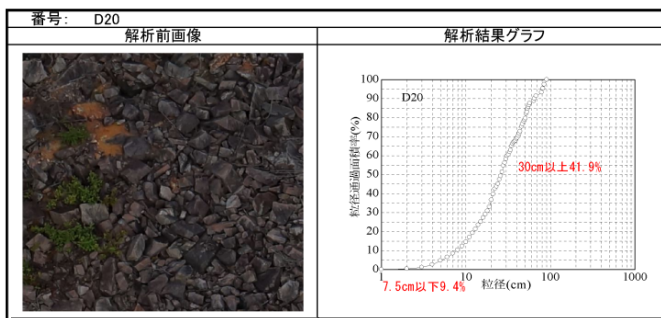


図5 300mmが70%未満の画像と粒度分布

4. 粒度分析結果

粒度分析結果(横軸: 粒径、縦軸: 粒径通過面積率)の一例として、図4に粒度の目安である粒径300mm以上が70%を満たしている画像を、図5に粒径300mm以上が70%を満たしていない画像を示す。両者の画像から見られる石の大きさと粒度分析結果が良く対応していることがわかる。

粒度分析結果からリップラップ材として要求されている性能(土砂化せず法面保護機能が確保される)を評価するため「法面保護材として必要な粒径」以上の粒度が確保されていることを確認する方法を用いた。土砂化に対する定義として図6に示す地盤材料の工学的分類から石分(75mm)の粒度をしきい値とし、その割合による粒度のランクを付けた。ランクはA~Cの判定とし、「判定A(健全): 300mm以上の粒径70%以上」、「判定B(概ね健全): 75mm以上の粒径50%以上」、「判定C(土砂化が一部発生): 75mm以上の粒径50%未満」とした。図7に上記指標に基づく判定結果を示す。施工時の目安である粒径以上で判定Aの基準をほぼ満たしている箇所と、施工時の目安である粒径を満たしていない箇所があることが判明したが、土砂化している状態(判定C)まで進展しておらず、殆どが判定Bの結果となった。現状として、対象地のリップラップ材は土砂化まで進展しておらず、法面保護材としての機能を有していると評価した。

5. まとめ・今後の課題

本研究は、ダム堤体面全体のリップラップ材を定量的に評価することを目的として、画像解析技術を用いた粒度分析を実施した。UAVを用いることで省力化を図り、広範囲の空撮画像を短時間で撮影出来、堤体全体のリップラップ材の状況把握、データ蓄積を容易に行うことが出来た。

画像処理により表面上の粒径を判定する本手法は、目視と比較しても実用上問題ないレベルであるが、今後の課題として、リップラップ材の厚さ方向の評価を含めることや、岩質の劣化程度を画像解析で把握し、劣化の進行速度等を推定する手法を確立する必要がある。今後、全国の同様なリップラップ材が設置されているダムにおいて、ダムの維持点検の省力化を図る事が出来るツールになることを目指していきたい。

【参考文献】: 1)ダム総合点検実施要領・同解説,国土交通省水管理・国土保全局河川環境課,2013 2)小林晃ら,「画像解析によるリップラップ材の現状把握」,農業農村工学会論文集 Vol. 2008 (2008) No. 253 P 35-44,a1, 農業農村工学会,2008 3)仲村ら: UAVを用いたダム構造物調査手法の一例,第71回土木学会年次学術講演会,2016(投稿中) 4)NEXCO設計要領 P1-30,第一集,土工編

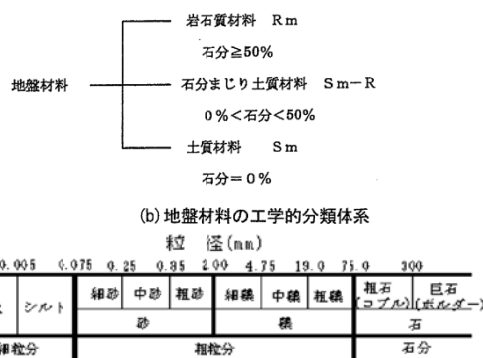
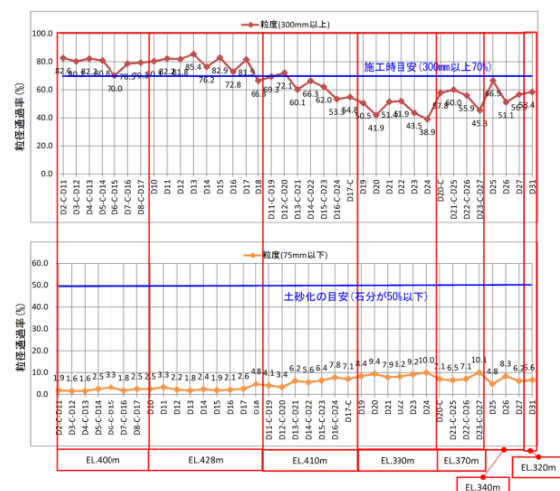
図6 地盤材料の工学的分類⁴⁾

図7 施工時に要求されている粒径と土砂化の判定分布図