

低コスト機材を用いた砂防施設点検の実施について

日本工営都市空間株式会社 ○中山貴士，望月浩自，末永匡美，中林功貴，柴田翔平

1. はじめに

砂防関係施設では、機能や性能の低下等の状況を把握するため、定期点検や臨時点検等が実施されている。砂防堰堤を例にすると、主な変状は、基礎洗堀、ひび割れ・漏水、摩耗であり、その状況を点検で確認し、変状の程度に応じて健全度を評価している¹⁾。

砂防施設の立地箇所は山間地であり、急峻な地形条件下を広範囲に移動する必要がある、施設規模によっては高所作業を伴う他、樹木等の支障物の影響により、目視では変状の見落としが懸念される。また、近年、点検作業の効率化を図るため、UAVを活用した点検も実施されているが、狭隘な地形条件や樹木の繁茂等により、飛行が制限され、変状の視認が困難な場合には、目視点検と併用して点検を実施する必要がある。

点検精度向上を図る上で、特殊かつ高精度・高価な機材の活用は、現地への持ち込みが難しい場合や機材故障による損失、点検継続困難等、点検実施の支障となる恐れがある。そこで、本研究では、目視点検における変状箇所の見落としの防止、変状箇所の可視化とともに、点検作業時の安全性も考慮し、コンパクトかつ低コスト機材を用いた砂防施設点検を試行した。

2. 基礎洗堀状況の確認について

砂防堰堤で基礎洗堀が進行した場合、堰堤の性能である安定条件（転倒，滑動，支持力）の低下につながるため、洗堀に対する健全度評価では、基礎底面に達しているかどうかを把握する必要がある。しかしながら、常時流水があり、基礎前面が湛水している場合、水面下では洗堀の把握が困難である。そこで、モニタリング用の水中カメラを使用して水面下の基礎洗堀状況の撮影・確認を行った。使用したカメラは写真1に示すとおりであり、水中カメラの仕様は、高画質 1/3 インチ 35 万画素である。



写真-1 水中カメラ機材・撮影状況

点検を試行した砂防堰堤は、副堰堤で基礎洗堀が懸念されるものの、堰堤直下に1m程度の水深があり、写真-2に示すように、目視では基礎洗堀状況の確認が困難であった。撮影にあたっては、赤白ポールの先端にカメラを設置して水面下に投入し、モニターで確認しながら写真・動画撮影を行った。



写真-2 副堰堤正面（洗堀部）



写真-3 基礎部の洗堀状況（水中カメラ画像）

水中カメラによる撮影の結果、写真-3に示すとおり、基礎部の洗堀が副堰の基礎面に達していることが確認された。点検対象とした施設は比較的水深が浅く、堰堤前面まで立ち入ることができたため、撮影も容易であった。常時流量が多く、水深が深い場合や前庭保護工内で水褥池が設定されている場合等、容易に施設内に立ち入れない場合も想定される。今回使用したカメラには20mのケーブルが付属しており、堰堤の水通し天端からカメラを投入して撮影することも可能である。

3. ひび割れ・漏水状況の確認について

ひび割れが生じている砂防堰堤では、堆砂状況によっては流体力等が作用した場合に堰堤が損傷し、機能の低下が懸念される。構造上、問題となるのは水平方向

のひび割れであり、堤体からの漏水が確認される場合には、ひび割れが上下流方向に連続している可能性が懸念される。

ひび割れや漏水は、目視点検で観測が可能であるが、高所部等での見落としや点検後の写真判読では不明瞭な場合がある。そこで、漏水箇所が周囲よりも温度が下がって冷たくなる原理（吸熱反応）を利用して、堤体との温度差をサーモグラフィカメラで撮影することで、ひび割れ・漏水状況の可視化を行った。使用した機材は、写真-4 に示すとおりであり、容易に持ち運び・使用が可能であるスマートフォンに接続して使用する 19,200 画素の小型赤外線サーモグラフィカメラである。

今回対象とした施設は写真-5 に示す石積みの砂防堰堤であり、これまでの点検において、石積みの継ぎ目からの漏水が確認されている。堰堤の正面からサーモグラフィカメラで撮影した画像を写真-6 に示す。水通し天端や水抜き暗渠からの落下水の部分で温度差が確認できる他、通常の撮影写真では判読できないところで、堤体からの漏水箇所を確認することができた。

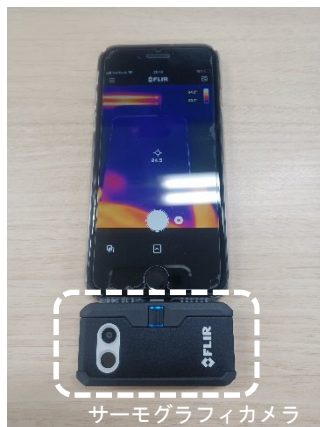


写真-4 使用カメラ



写真-5 堰堤正面（漏水箇所）

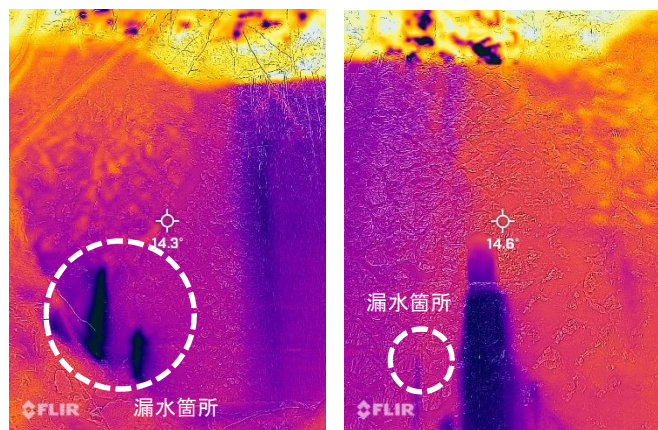


写真-6 サーモグラフィカメラ画像

4. 現地情報の共有について

本堤や前庭保護工等の複数の部位から成る砂防堰堤や長大な溪流保全工等において、単発の写真撮影では全体を 1 枚の写真に収めることが困難である。施設全体の配置、周辺地山や道路等との位置関係の把握とともに、施設形状や変状箇所、施工時の支障物等の情報を共有するため、全天球カメラを用いた資料作成を行った。図-1 は護岸工を対象として作成した資料である。



図-1 全天球カメラの活用事例

全天球画像を用いて作成した人工的な空間（VR 空間）により、画面上で現地空間にいるかのような疑似体験が可能となり、関係者間で現地情報をより正確に把握・共有することができる。

また、構造物の形状や変状箇所をいろいろな方向から把握し、健全度評価の妥当性を確認するため、図-2 に示すような LiDAR スキャナー搭載のタブレットを用いて構造物の 3D 画像の作成を行った。使用したアプリケーションでは撮影地点から約 5m の高さまでがスキャニングの限界であり、小規模な施設において、方向を変えながら施設形状や変状箇所を確認することができる。



図-2 堰堤正面の点群画像

5. おわりに

目視点検結果を補足する目的で、比較的低コストの機材を用いた砂防施設点検を試みた。近年では、高精度かつコンパクトなスキャニング機材やひび割れの自動検出等、施設点検の効率化・高精度化に向けた技術が多く開発されている。施設の安全性の確保や長寿命化計画への反映等に寄与できるように、今後も新技術の活用を検討し、現場で試行しながら、適用性の高い技術の活用を推進していく必要がある。

参考文献：1) 「砂防関係施設点検要領（案）」（令和 4 年 3 月 国土交通省砂防部保全課）