

汎用 UAV を活用した砂防設備点検の試み

株式会社 興栄コンサルタント 正会員 ○畑佐 陽祐
山田真登 関谷秀幸 奥村良 大橋義夫

1. 背景・目的

砂防関係施設は土砂災害防止の機能を有する重要な社会資本であり、果たしている役割は持続的に発揮させなければならない。そのため、砂防関係施設の点検を通じて、機能及び性能の状況を的確に把握しておくことが重要である。

現在の点検は点検者による目視や計測によって行われているが、アクセスの困難や危険が伴う場所等における点検にあたっては、UAV 等の活用により、作業の効率化及び安全性の向上を図ることが推奨されている。一方でこの具体的な手法については、未だ定められていないのが現状である。他方、道路橋においては、橋梁点検の作業負荷軽減を目的に、平成 31 年 2 月に道路橋定期点検要領が改訂され、UAV をはじめとしたロボット等の新技術を活用した橋梁点検が可能となっている。しかし、現在道路橋での活用が提案されている UAV は、高機能かつ高価格の物が多く、容易に用いることは難しい状況である。ここで、砂防関係施設の点検と橋梁点検とでは、活用場面や必要精度等が大きく異なることから、砂防関係施設の点検においては、調査専用 UAV ではなく汎用 UAV を用いることでも十分に点検の補助が可能になると考えた。そこで本研究では、砂防設備点検の効率化および安全性の向上を目的とし、汎用 UAV を活用可能な場面を想定した上で、実際に現地調査を実施し、その有効性検証を実施した。

2. 活用場面の検討

砂防設備点検は、現在、既往の点検結果に基づき点検サイクルを設定し、定期点検を実施している。砂防設備の多くは建設から長期間が経過しているものの、降水量の変化等による外力の変化も生じることから、既に把握されている変状が進行する可能性に加え、新たな変状が発生する可能性も高いと考えられる。そのため、定期点検では、これまでの点検で確認されている変状の進行有無とともに、新たな変状発生の有無が調査対象となる。

砂防設備は主に無筋コンクリートを用いた重力構造であることから、ひび割れ等の発生が構造全体に与える影響は橋梁等に比べて小さい。また、現状の評価基準

においても、構造全体に及ぼす影響を多角的に考慮した評価となっているため、局所的な劣化の寸法に対する精度は橋梁ほど要さない。一方、砂防設備の点検では水の影響を強く受ける。例えば水沫によりひびわれ発生位置に苔が繁茂している場合、苔を除去しなければ、ひび割れの確認が困難となる可能性がある。

砂防設備の機能・性能低下を引き起こす現象として、天端コンクリートの摩耗、基礎洗掘、堆砂域における異常堆積等が挙げられる。石積構造の砂防設備の場合は、石積の欠損も施設の機能・性能を低下させる。以上の点について、UAV による活用が可能な範囲や条件を検証する必要がある。

3. 実構造物調査

調査対象施設は表-1 に示す 3 基の砂防堰堤・単独床固工とした。ただし、施設 C については、川幅が 10m 程度で兩岸の切り立った斜面に樹木が繁茂していたことから、UAV が樹木に接触する危険性が高いと判断し、UAV の飛行を断念した。点検箇所は、①天端コンクリートの摩耗、②本体コンクリートのひび割れ、③基礎洗掘、④石積の欠損、⑤堆積状況の 5 つとした。

①天端コンクリートの摩耗について：流水下であっても b 評価程度の摩耗は確認できた。ただし、規模の計測ができないため、定量的な評価は不可能であった。

②本体コンクリートのひび割れについて：c 評価に相当する明瞭なひび割れが確認できた。写真-1 (a), (b) に示すように、UAV での撮影写真を前回点検の写真と比較することで、進行有無の判断が可能であった。一方で、写真-1 (c) に示すように、苔の繁茂やひび割れ箇所への水の付着による変色により、判断が出来ない場合も存在した。他方、点検者による点検では、光の反射により確認できない水中のひび割れを発見することができた等、UAV の方が有効性が高い場面も存在した。

表-1 施設概要

	施設A	施設B	施設C
堤高	5.0m	14.0m	7.0m
堤幅	74.0m	53.0m	21.5m
水通し幅	30.0m	30.0m	10.0m
前回評価	C	C	B

キーワード：砂防堰堤、点検、UAV、ドローン、汎用

連絡先：〒500-8288 岐阜県岐阜市中鶴 4 丁目 11 番地 株式会社興栄コンサルタント TEL058-274-2332

③基礎洗掘について：洗掘が生じている状況は確認できたものの、水泡によって洗掘部の詳細は確認できなかった。これは点検者による調査と同様であった。

④石積の欠損について：欠損の有無および個数が確認できた。また、写真-2 に示すとおり、UAV を用いた場合には、天端は上空から、堤体は正面から等と自由な画角での撮影が可能となることから、立ち入りが可能な箇所からの撮影に限定される点検者による調査よりも、効果的に状態を把握することが可能であった。

⑤堆積状況について：堆積の程度が確認でき、初回の点検と比較することで堆積の増減が判断可能であった。

以上の UAV による点検実施の作業時間について、点検者による点検と比較した結果を表-2 に示す。UAV の活用では、点検者による点検と比べて点検所要時間が半分程度となった。

4. 今後の活用

UAV での調査は写真や動画に基づくため、ひび割れの長さ、幅や河床洗掘の深さ等、定量的な評価は困難であった。ただし、事前にスケールを設置しておく等により、一定の定量評価は可能であると考えられる。また、観測部位へのアクセス性や、撮影画角の自由度が高いため、新たな損傷の発見や石積の欠損、土砂の堆積、大規模なひび割れ等の定性的な変化を察知することには有効性が高い。さらに、水量の多い溪流等、点検者の観

表-2 点検所要時間

	施設A	施設B
人員点検	140分	80分
ドローン点検	65分	45分
短縮可能時間	75分	35分

測部位へのアクセスが困難な場合にも、UAV による点検の有効性が高い。点検所要時間は施設の大きさやアクセス性等の条件に大きく左右されるが、UAV の活用により大幅な短縮が見込まれる。

以上より、砂防設備点検の際には、現場での測定が可能な点検者による点検と、アクセス性と自由度の高い UAV を用いた点検とを組み合わせることが望ましい。具体的には、施設規模や前回点検時の損傷の程度、地形条件による UAV の使用可否等を考慮し、事前に点検計画を策定した上で点検を実施することで、効率化および安全性の向上をはかることが可能となる。

<参考文献>

- 1)水管理・国土保全局砂防部保全課：砂防関係施設の長寿命化計画策定ガイドライン（案），2019.3
- 2)国土交通省砂防部保全課：砂防関係施設点検要領（案），2019.3
- 3)国土交通省道路局：道路橋点検要領，2019.2
- 4)国土交通省道路局：点検支援技術性能カタログ（案），2019.2



(a) 前回点検（点検者撮影）



(b) 今回点検（UAV 撮影）



(c) 苔の繁茂

写真-3 ひび割れの点検



(d) 前回点検（点検者撮影）



(e) 今回点検天端（UAV 撮影）



(f) 今回点検堤体（UAV 撮影）

写真-4 石積の点検