

木曽川水系における UAV 及び関連技術を活用した砂防施設点検に関する取り組み

国土交通省中部地方整備局多治見砂防国道事務所 森下淳, 堀智幸*1, 大畑隆史, 伊藤美沙, 西崎涼真
 株式会社建設技術研究所 ○矢作和樹, 笹山隆, 伊藤巧, 今井健太
 *1 現 国土交通省中部地方整備局河川部

1. はじめに

砂防施設点検において UAV を活用することにより、点検の高度化や作業員の安全性向上が望まれる。UAV を使用した点検では上空から施設の写真を撮影し変状や地形変化を把握することが基本だが、撮影画像からでは①植生繁茂下の状況把握、②基礎部の洗堀状況を把握することが困難であり、点検を実施する上での課題となっている。このうち、①については笹山ら(2023)が小型レーザースキャナーを搭載した VTOL 型 UAV を用いたレーザー計測により、植生繁茂下の地形計測が可能であることを確認している。そこで今回、VTOL 型 UAV を用いたレーザー計測の精度を確認するため、測量結果との比較を行った。さらに、VTOL 型 UAV を用いたレーザー計測による土砂移動状況の定量的な計測について検証した。また、点検の高度化に向けた取り組みとして、②を解決するためにソナーによる砂防堰堤の基礎洗堀を計測する手法についても検証した。

不要である。また、水平飛行時は 60km/h と高速で飛行するため、広域を迅速に調査可能である。

レーザースキャナーは、VTOL 型 UAV に搭載可能である小型軽量の機材を選択した (図 3)。



項目	仕様
機材名称	AS-VT01
寸法	213×120×45cm
積載可能重量	1.0kg

図 2 使用した VTOL 型 UAV



項目	仕様
機材名称	Mapper+OEM
スキャナー視野角	70.4°
ショット数	240,000/秒
重量(バッテリー除く)	0.75kg

図 3 使用したレーザースキャナー

2. レーザー技術を用いた堆砂量計測

2.1 試験概要

実証試験は、岐阜県中津川市に位置する木曽川流域の落合川を対象とした。落合川は源頭域での土砂生産が活発であり、砂防施設が多数整備されている。発着点は十分なスペースを有する砂防堰堤周辺に設定し、1フライトで総飛行距離約 8km を飛行する計画とした。飛行範囲には 13 基の砂防施設が含まれる。

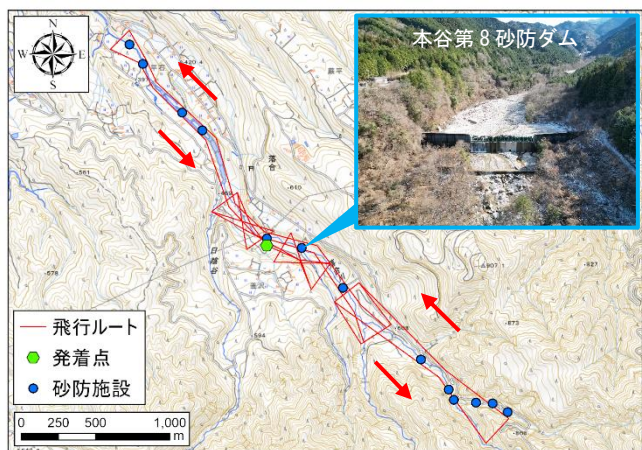


図 1 飛行ルート

2.2 使用機材

今回の実証試験では、図 2 に示す VTOL 型 UAV を使用した。本機体は固定翼機であるが、マルチコプターと同様に垂直離着陸を行うため滑走路が

2.3 試験結果

2.3.1 地形モデル

レーザー計測にて取得した点群データより作成した地形モデルの一部を図 4 に示す。飛行ルート周辺の河道に沿った約 1.3km² の範囲について地形モデルを作成した。また、河道内やその周辺は樹木下を含めて概ねモデル化することが出来た。

レーザー計測の精度を確認するため、本谷第 8 砂防ダムの堆砂敷において路線測量を実施し、作成した地形データと比較した (図 5)。両者の縦断形状は概ね一致したが、標高の誤差が最大約 0.7m であった。

標高に誤差が生じた要因として GPS による計測精度の影響が考えられる。誤差を数 cm 以内に収めることが出来る PPK システムを使用することで、計測精度を向上できる可能性がある。

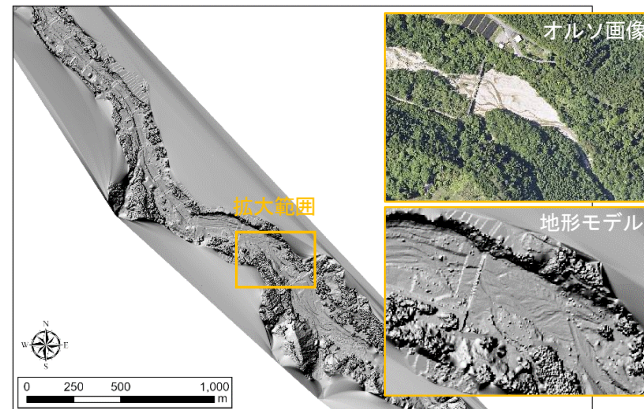


図 4 作成した地形モデル (一部)

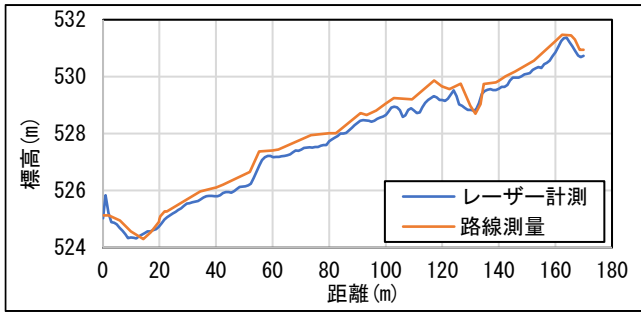


図 5 レーザー計測結果と路線測量結果の比較

2.3.2 土砂移動状況の計測

土砂移動状況は令和元年に有人航空機により取得されたレーザー計測業務成果の地形データ(LP データ)と比較することで計測を試みた。比較対象は本谷第 8 砂防ダムとした。本施設は平成 29 年度以降、定期点検にて土砂堆積の増加が報告されている。

計測結果と LP データの比較を図 6 に示す。施設の標高は概ね一致しているが、堆砂敷では今回実施したレーザー計測結果の標高が高い。標高差は最大 3.4m 程度であり、標高の違いは約 4 年間で堆積した土砂の影響によるものと考えられる。

なお、今回の実証試験は飛行時間が約 10 分であり、準備時間を含めると半日程度でデータの取得まで完了した。本検証の結果より、出水前後で VTOL 型 UAV を使用したレーザー計測を行い、それらの差分をとることで、広域にわたる土砂移動状況を概略的に把握可能であると考えられる。

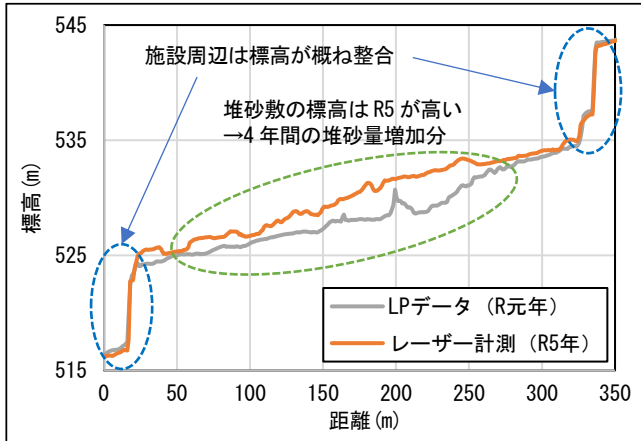


図 6 既往 LP 成果との比較

3. ソナーによる基礎洗堀の計測

3.1 試験概要

実証試験は、岐阜県中津川市に位置する中津川流域の中津川第 4 砂防ダムを対象に実施した。過年度の定期点検では基礎部の洗堀が指摘されているが、洗堀深について定量的な計測は実施されていない。

3.2 使用機材

基礎洗堀の計測には図 7 に示す水中測量に用いるスキヤニングソナー (以下、ソナー) を使用した。ソナーによる計測では音波により水中の 3 次元点群デー

タを取得可能である。なお、計測時には発電機等による電源確保が必要である。



項目	仕様
機材名称	BV5000
周波数	1350kHz
視野角	42° × 1°
計測レンジ	1~20m(最大 30m)
寸法	26.7 × 23.4 × 39.1cm
重量	9.8kg

図 7 使用したソナー

3.3 試験結果

ソナーによる基礎洗堀の計測結果を図 8 に示す。今回の計測では、洗堀範囲は横断方向で約 9m、上下流方向に約 3m であり、洗堀深は下流側の平坦な河床より約 0.3m であった。また、最も深く掘れている箇所で堰堤の水抜き穴底面と同程度まで洗堀していることを確認した。以上より、過度の基礎洗堀は生じていないと考えられる。

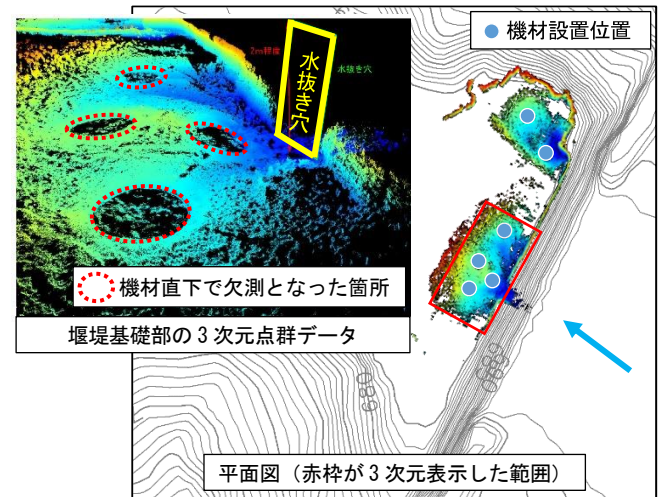


図 8 ソナーによる基礎洗堀の計測結果

4. まとめと今後の課題

VTOL 型 UAV によるレーザー計測は、土砂堆積を概略的に把握する程度の計測精度を有しており、広範囲の地形を迅速に計測することが可能なため、臨時点検での活用が期待される技術である。

ソナーを使用することで、過去の点検時に把握できていなかった堰堤基礎部の洗堀状況を定量的かつ 3 次元的に計測可能であった。UAV で点検ができない部位については、他の技術で補うことで点検の高度化を図ることが有効であると考えられる。今後、人力での計測が困難な流量が多い箇所での実証試験を行い、ソナーの適用性を検証する必要がある。

参考文献

笹山ら(2023) 令和 5 年度砂防学会発表概要集, p503-504