

VTOL 機搭載 LiDAR による広域地形計測と砂防設備点検への応用

株式会社建設技術研究所 ○田中俊宏, 笹山隆, 内柴良和

株式会社 CTI ウイング 杉山孝聡

エアロセンス株式会社 佐部浩太郎, 今井清貴, 小畑すみれ

国土交通省北陸地方整備局金沢河川国道事務所 甚田隆光, 杉崎亮太*1, 中野光*2

*1 現:北陸地方整備局河川部, *2 現:能登復興事務所

1. はじめに

砂防関係施設点検における臨時点検は、豪雨や地震等が発生した際に、施設の変状や周辺状況を早期に把握することを目的として実施される。牛首川流域では、上流域に多数の砂防設備が配置されている一方、上流域へのアクセス路が県道 1 路線に限られるため、冬期通行止めや災害時の通行不能等により、状況把握が困難となる場合がある。そのため、白山砂防出張所から牛首川源頭部までの約 17km を対象に UAV の自律飛行による点検体制の構築が検討されている (図 1)。

本稿では、このうち LTE 通信が整備された市ノ瀬砂防堰堤から源頭部までの約 7km 区間を対象に、最大高度 560m から写真撮影および LiDAR 計測を実施し、臨時点検および定期点検への適用性について検討した。

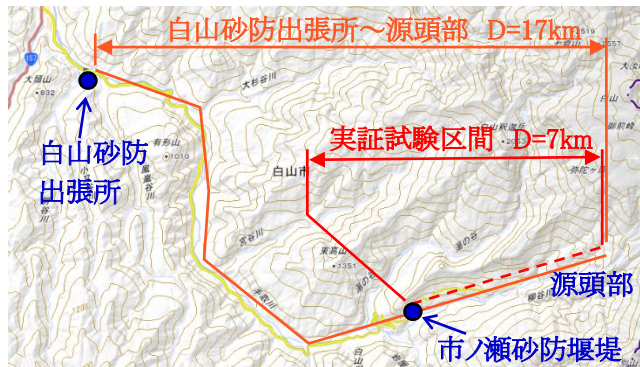


図 1 位置図

2. 実証試験に用いた機材

本試験の現場条件より選定した機材を図 2 に示す。



UAV 機体(エアロボウイング)	仕様
	寸法: 1240×2150mm×420mm
	重量: 9.2kg
	航続距離: 50km
	巡航速度: 65km/h
レーザスキャナ(W50)	仕様
	スキャン角度: 90°
	最大ショット数: 500,000/秒
	最大計測距離:
	500m@20%/1000m@80%反射強度

図 2 使用する機材の概要

3. 実証試験概要

実証試験の飛行計画を図 3 に示す。ホバリングによる高度上昇はバッテリーの消費が大きいため、旋回を繰り返しながら高度を上昇させる計画とし、旋回を含めた飛行距離は 26.6km、最大飛行対地高度は 560m とした。飛行経路は、上流地点で所要の高度を確保するため、発着地点から下流の市ノ瀬砂防堰堤方面へ飛行し、旋回上昇を繰り返し、反時計回りの経路とした。

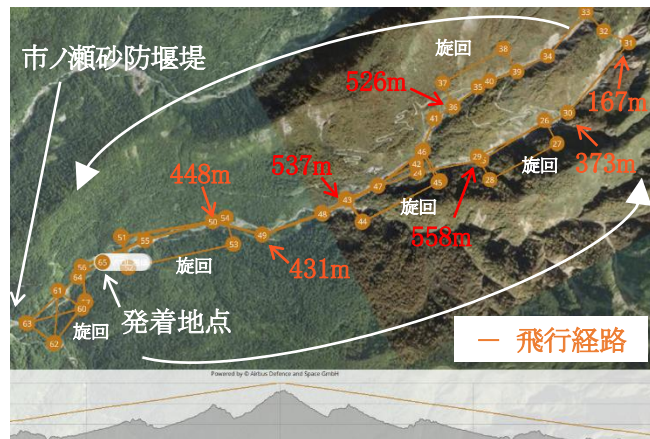


図 3 飛行計画

4. 実証試験結果

4.1 成果の概要

本試験では、山岳地帯の延長 7km (2.9km²) を対象に、最大高度 560m から写真撮影および LiDAR 計測を実施し、約 2.5 時間で広域データを取得した。得られた成果は、①災害直後の初動対応に有効な俯瞰情報 (写真・動画・CS 立体図)、②点群データ (達成率 (1 点以上/m²): オリジナルデータ 89%、グラウンドデータ 63%)、③砂防堰堤の天端幅の計測精度 (較差 8.8cm) である。

4.2 現地状況の俯瞰的把握

本試験で取得した空中写真は、過年度に実施した低高度 (高度 150m 未満) での点検写真と同様に、流域全体および砂防設備の状況を十分に判読可能であることが確認された (写真 1)。さらに、機体の FPV カメラによる動画および点群データから作成した CS 立体図 (図 4) を併用することで、崩壊箇所を含む現地状況を俯瞰的かつ詳細に把握することができ、災害直後の現地概況把握に有効であると考えられる。

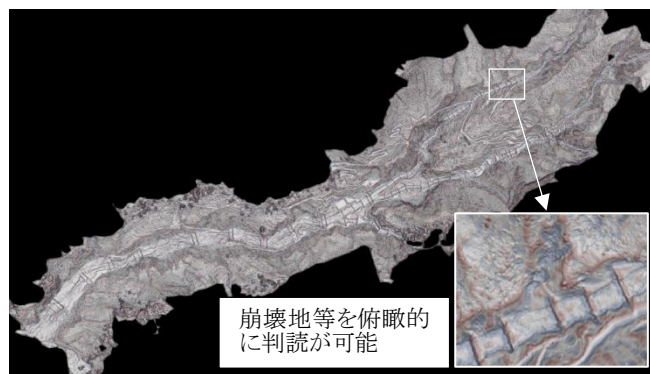


図 4 点群から作成した CS 立体図



写真1 カメラ撮影写真(別当谷：高度約450m)

4.3 点群データの活用

VTOL機搭載LiDARにより取得した点群データの達成率(1点以上/m²)は、過年度の航空レーザ測量93%に対し、オリジナルデータ89%、グラウンドデータ63%であった(図5)。過年度の航空レーザ測量成果との重ね合わせでは高さの差は概ね10~30cm程度であり(図6)、データ取得数が比較的低い断面(H-H')においても地盤線は明瞭に把握できた(図7)。そのため、差分解析による概略的な崩壊土砂量算出など定量的評価が可能と考えられ、初動対応に必要な概況把握に有効性が示された。一方で、較差のばらつきの要因として、現地に標定点が未設置であることに加え、GNSS受信条件や解析条件の影響が含まれる可能性があり、精度の安定化は今後の課題である。

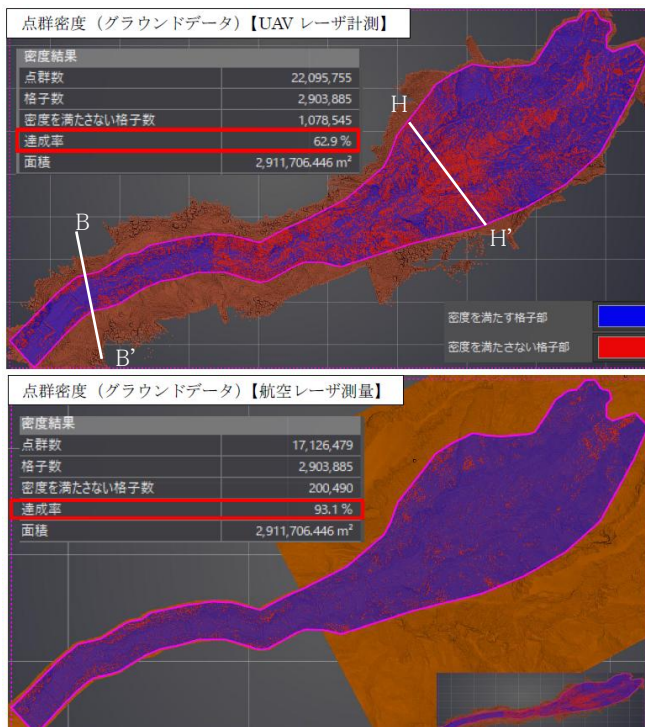


図5 点群密度(上：今回、下：過年度航空レーザ)

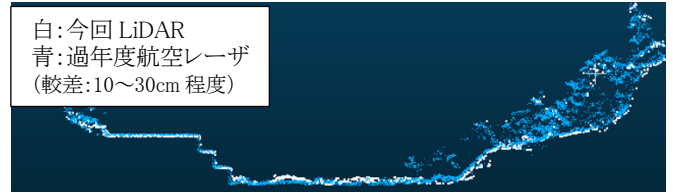


図6 点群データの重ね合わせ

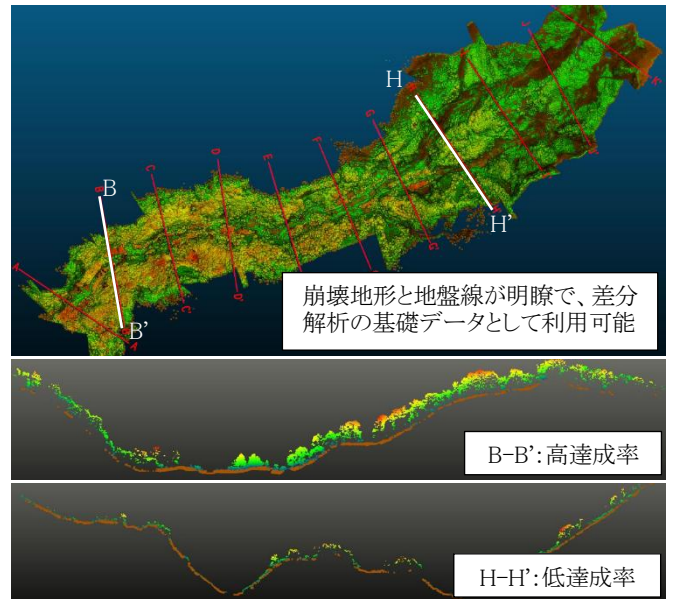


図7 点群データから作成した立体図および断面図

4.4 天端幅計測による施設形状の把握

定期点検への適用性を検証するため、取得した点群データを用いて細谷第7号砂防堰堤の天端幅を計測した。計測結果は、実際値3.0mに対して2.912mとなり、較差は8.8cm(2.9%)であった(図8)。この結果は、構造物の外形や規模の把握、変状発生時における概略寸法の確認に十分な精度を有しており、臨時点検のみならず定期点検への活用可能性を示すものである。

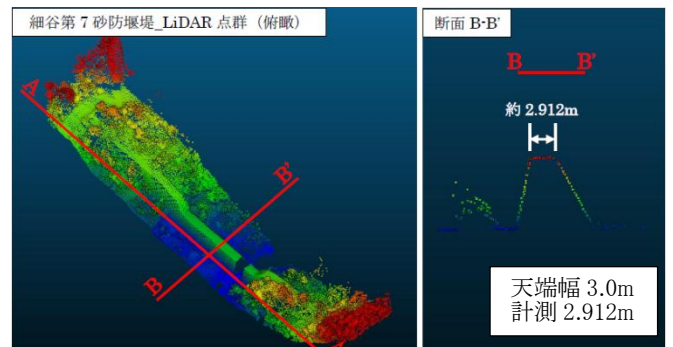


図8 立体図の計測(細谷第7号砂防堰堤)

5. まとめと今後の展望

本試験では、準備から撤収まで約2.5時間で、牛首川上流域の山岳地帯(延長7km、対象面積2.9km²)における空中写真撮影およびLiDAR計測を最大高度560mから実施し、広域データを取得した。今後は、臨時点検に加えて定期点検への展開を見据え、運用体制や解析技術の高度化により、災害予防・復旧分野へのさらなる適用が期待される。