

UAV グリーンレーザ計測を用いた砂防施設維持管理および土砂動態管理手法への適用

国土交通省 北陸地方整備局 三輪賢志*1, 長谷川真英*2, 川合康之*3

*1 国土交通省大臣官房, *2 国土交通省北陸地方整備局, *3 国土交通省北陸地方整備局利賀ダム工事事務所
日本工営株式会社 ○松永一慶, 三池力, 朝原康貴, 山口裕二

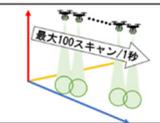
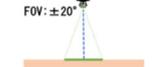
1. はじめに

砂防関係施設の形状やその周辺地形の計測を実施することは、砂防施設の維持管理および土砂動態管理を実施する上で重要である。しかし、洗掘等の砂防施設基礎部の損傷や河床面は水面下に位置している場合が多く、また計測範囲やアクセス性を考慮すると、人による目視点検や近赤外線レーザ計測では計測が困難な場合が存在する。一方で、グリーンレーザは水中の地形情報を点群で捉えることが可能であり、UAVに搭載させることで水中での計測の一手法として有用であると考えられる。本発表ではUAVグリーンレーザ計測を活用した砂防設備形状計測および土砂動態観測の効率化・高度化の検証結果を報告する。



図-1 使用した UAV 機体

表-1 使用したグリーンレーザ スキャナの諸元

機器名	RIEGL VQ-840-G
外観	
重量	約12kg
最大測距距離	1200m (反射率60%)
有効測定レート	200,000測定/秒
スキャン機構	回転スキャンミラー / 橋円
スキャン数	
FOV	FOV: ±20° 

2. UAV グリーンレーザ計測による3次元データ取得

常願寺川上流に位置する真川第4号砂防堰堤、妙寿砂防堰堤～鬼ヶ城砂防堰堤の施設及び周辺河床を対象に、UAVグリーンレーザ計測を実施した。使用したUAV機体 (ALTA-X) およびグリーンレーザスキャナ (VQ-840-G) を図-1、表-1に示す。計測結果を用いて3次元データ (グラウンドデータ・TINデータ・グリッドデータ) を作成した。作成例として真川第4号砂防堰堤のグラウンドデータを図2に示す。

3. 設備形状計測の効率化・高度化の検討

3.1 定量的な形状把握手法の検討

グリーンレーザ計測結果より作成されたグラウンドデータ・TINデータ・グリッドデータの3種類のデータから真川第4号砂防堰堤の本堰堤の断面線を抽出し、精度を検証した。その結果、TINデータから断面線を抽出する手法 (図-3 ①②) が、砂防施設の詳細な形状把握を目的とした設備形状計測手法に適していると考えられる。また、UAVレーザ計測方法の実施条件として規定されるコース間重複度 (ラップ率) の最低値30%¹⁾の計測データから抽出した場合

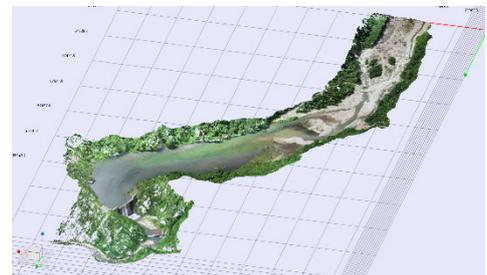


図-2 真川第4号砂防堰堤のグラウンドデータ

でも、定量的な形状把握手法に資すると思われる。

3.2 概括的な形状把握手法

3.1の手法とは異なり、図-3 ③④のようにグラウンドデータ自体を活用して過年度のデータ等と比較することで、砂防施設の概括的な形状把握と変状確認を実施し、従来の施設形状に対する異常発生の有無を確認する手法が

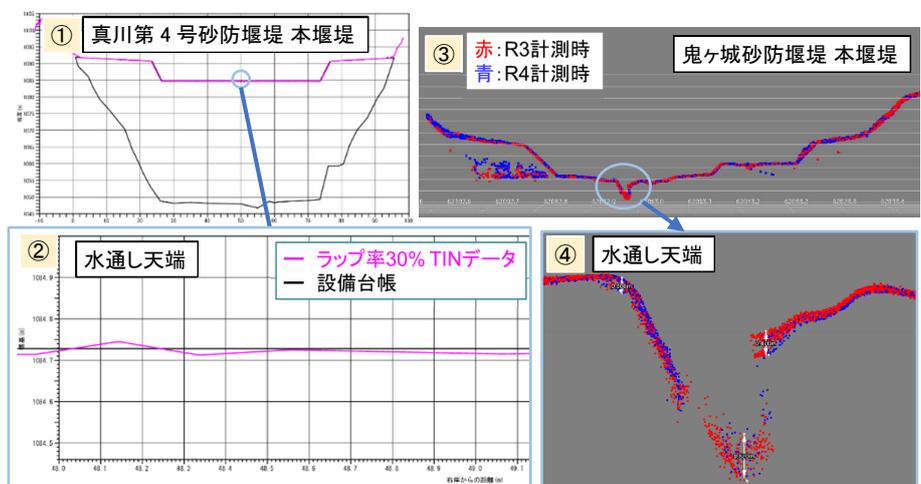


図-3 ①②:ラップ率 30%の TIN データから抽出した横断線
③④: 計測時期の異なるグラウンドデータの比較

有用であった。また、2.1と同様にラップ率30%の計測データを用いた場合でも概括的な形状把握手法に資すると考えられる。

3.3 検討結果のまとめ

以上より、上記の手法を用いることにより、水流の影響を受ける砂防施設の形状を把握する手法として活用が可能であることが確認された。ただし、グリーンレーザ計測により取得される点群の分布は、図-4に示すように基本的に5～10cm程度の厚みが発生することから、設備形状計測については0.1m以内の計測幅を有することに考慮する必要がある。また、計測目的に応じた検討手法を選定することが重要であり、例えば竣工直後の第1回目点検、補修設計に資する定量的な変状範囲の調査等を目的とする場合は2.1の定量的な形状把握手法、5年に1回程度のフォローアップ点検²⁾等を目的とする場合は2.2の概括的な形状把握手法というように、計測目的毎に検討手法を選別することが望ましい。

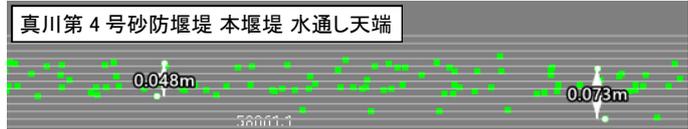


図-4 ラップ率 30%のグラウンドデータの点群の厚みの様

4. 土砂動態観測の効率化・高度化の検討

妙寿砂防堰堤本堰堤上流堆砂敷を対象に、令和3,4年でそれぞれ8月下旬と10月上旬に計測したデータの差分解析結果を図-5に示す。差分解析により、対象とする砂防堰堤周辺の河床変動を水面下を含め定量的に土砂分布を把握でき、土砂動態を把握する一手法としての活用性は高いと考えられる。また、図-5に示すように同範囲・同時期且つ同程度の降雨傾向（図-6参照）の条件下で、計測年によって浸食・堆積傾向が大きく異なることも確認された。さらに、3の設備形状計測と同様に、ラップ率の違いによる差分解析結果に差異はほとんどみられなかった。

5. まとめと今後の課題

UAVグリーンレーザ計測を活用した設備形状計測および土砂動態観測の手法を検討した結果人力点検や近赤外線レーザ計測では困難な条件下でグリーンレーザ計測は有効であり、この手法は砂防分野での維持管理や土砂動態観測の高度化につながると考えられる。また、計測時のラップ率は既定値の中で低く設定することでも計測結果に問題は無く、計測作業の効率性についても検討することができた。

一方で、グリーンレーザ計測により取得された点群は0.1m以内の計測幅が見られた。点群から断面線を抽出する手法は現段階で確立されていないことをふまえ、施設形状を把握することを目的とした管理値の設定および更なる計測手法の検証が今後の課題となる。

また、点群処理作業に多大な時間を要することも課題として挙げられる。真川第4号砂防堰堤周辺（図-2の範囲）では、オリジナルデータの作成（座標調整・ノイズ処理・河床点群補正等）に17日程度、グラウンドデータ作成（水面・植生点群抽出）に7日程度要した。点群処理時間を短縮する方法が今後のUAVグリーンレーザ計測の砂防分野への実用化には必須と考えられる。例えば土砂動態観測を目的とした場合は要求される土砂量のオーダー（100～1,000m³程度）に対する差分解析結果の妥当性を精査し、それらを満たす範囲での点群処理の効率化を検討するなど、更なる検証がこれからも必要と考えられる。

参考資料

- 1) 国土地理院 UAV搭載型レーザスキャナを用いた公共測量マニュアル（案），2020
- 2) 北陸地方整備局河川部 UAV点検要領（案），2020

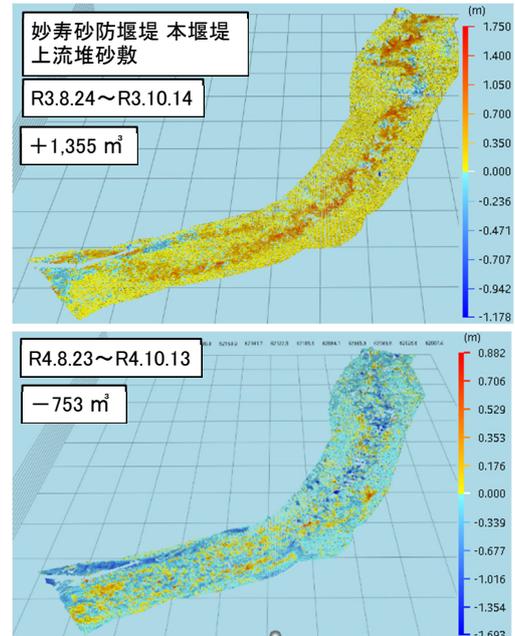


図-5 河床差分解析結果（暖色が堆積，寒色が浸食傾向を示す）

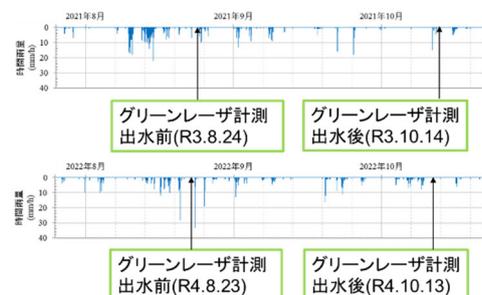


図-6 グリーンレーザ計測ケースと時間雨量の対応図