

UAV グリーンレーザによる流路工の三次元計測・評価

国土交通省 中部地方整備局 多治見砂防国道事務所 田中 健貴、松原 和哉、鷹見 和也
株式会社 三栄コンサルタント ○畠山 直樹、見付 友範、瀧澤 亘記

1. はじめに

従来、流路工や溪床の土砂移動状況を把握する手法は、横断測量による平均断面法が一般的であり、最近では、LP データによる面的把握も行われてきている。しかし、これまで広く使用されてきた陸域用レーザでは、水中部の土砂移動が把握できず、局所的な洗掘を見逃すといった課題があった。

一方、最近ではレーザ計測機器の小型化、高精度化が急速に進み、UAV に陸域用と水域用のレーザを搭載し、同時に三次元計測可能な新技術が開発されている。今回、この水域の計測も可能な UAV グリーンレーザにより三次元計測・評価を行ったため、この結果を報告する。

2. 調査方法

2.1 調査対象

調査を実施した流路工の諸元を以下に示す。

- ・流路工延長 : 1250m (床固工 13 基)
- ・流路工幅 : 48m (計画勾配 : 1/40)



写真-1 R3. 8 月の出水状況写真

2.2 新技術 : UAV グリーンレーザの概要

UAV グリーンレーザは、図-1 に示すとおり、陸域用レーザ(赤色)と水域用レーザ(緑色)を照射し、この2つのレーザの距離の差分より、水深を把握する。

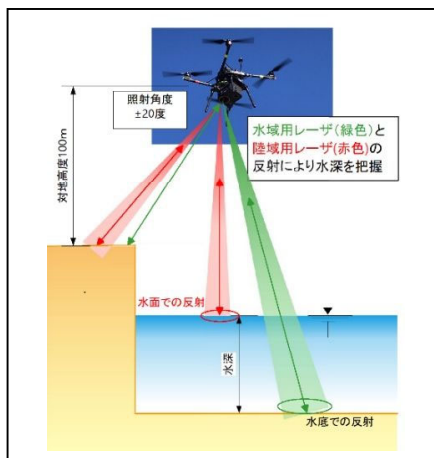


図-1 計測イメージ図

2.3 UAV グリーンレーザによる三次元計測

(1) 既往の計測データと出水履歴

当流路工の既往の計測と出水の状況を以下に整理し

た。今回の計測結果と R2 年実施時の 2 つのデータを用いて差分解析を行うことにより、出水による土砂移動の状況を把握した。

- ①R2. 5 月 : ヘリによるグリーンレーザを実施
- ②R2. 7 月出水 ③R3. 8 月出水
- ④R3. 12 月 : UAV グリーンレーザを実施・・・今回

(2) 使用機器の仕様

使用機器の仕様を表-1 に整理した。

表-1 UAV グリーンレーザの機器

機器	項目	仕様
レーザ RIEGL VQ-840-G	計測精度	10 mm
	最大計測距離	150m
	レーザ照射角	40°
UAV 機体 Alta-X	飛行可能時間	10 分
	自動飛行機能	あり
	運行可能最大風速	5m/s

(3) 要求精度と検証結果

要求精度は、「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)、R2. 3」を参考に以下のとおりとした。

- ・要求精度 : X=0.1m、Y=0.1m
- ・要求点密度 : 100 点/m²

計測日の透視度は 99cm、天気は快晴であり良好な計測環境で行うことができた。なお、点密度を検証したところ、大部分の箇所において 200 点/m² 以上確保されていた。落差工下流部の、水しぶきや気泡が発生している悪条件箇所においても 50 点/m² は確保されていた。

(4) 計測手法

計測手順を図-2 に示した。現地作業である基準点設置、UAV 飛行は 1 日で完了した。その後のデータ整理は 15 日で完了した。

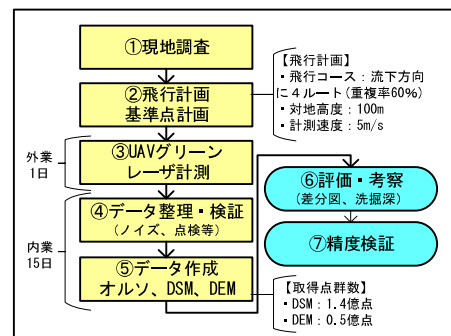


図-2 作業手順

3. 結果

3.1 グリーンレーザによる河床状況の把握

計測した DSM データから DEM データを作成し、さらに赤色立体図を作成した(図-3)。

この図より、落差工下流部の洗掘が進行していることが明瞭になっている。この付近の水深は 1.5m~2.0m であるため、陸域用レーザでは捉えることが出来ない変化を捉えられている。この洗掘深と落差工の床付面を縦断的に整理した結果、床付け面まで洗掘が進行していることが判明した。

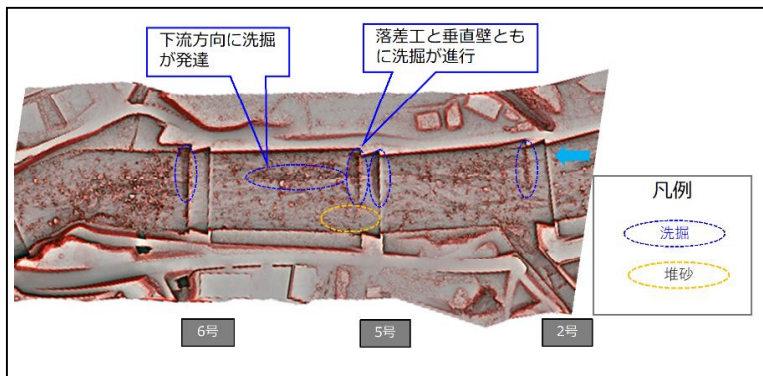


図-3 計測結果(赤色立体図)

3.2 2 時期のグリーンレーザのデータ比較

今回計測した結果と、R2 年に計測した結果を用いて差分図を作成し、洗掘・堆砂状況を評価・考察した。この結果、図-4 に示すとおり、2 回の出水により、床固工下流部において最大 2.2m 洗掘が進行し、流路方向に 80m 発達していることが判明した。

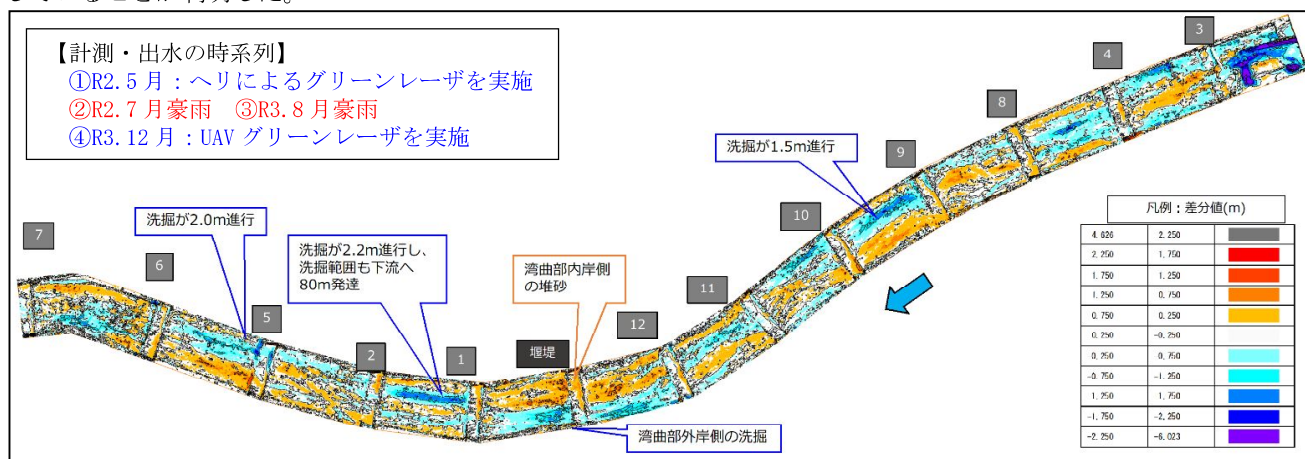


図-4 R2 年データと R3 年データの重ね合わせ(差分図)

3.3 洗掘・堆砂量の評価(土砂収支)

図-4 の重ね合わせデータより、床固工間の洗掘量と堆砂量を三次元的に算出した(図-5)。この結果、R2 年から 2 回の出水が発生しているものの、洗掘・堆砂の範囲は大きく変化していないため、溪床の固定化(二極化)が進んでいることがわかった。洗掘・堆砂量のボリュームは、ほとんどの区間で洗掘量が優勢であり、流路工全体としての土砂収支は、洗掘:-3000m³(下流へ供給)であった。

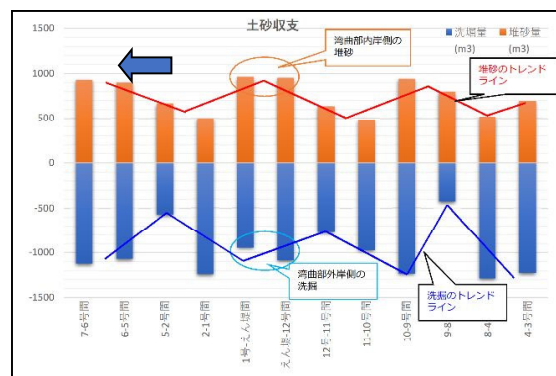


図-5 土砂収支(7号~3号床固工)

4. おわりに

今回のグリーンレーザの計測結果より、整流状態で透明度の高い箇所は、点密度 200~300 点/m² の確保できていることから、洗掘状況を明瞭に把握することができた。また、2 時期の差分データを整理したことにより、土砂量の移動状況を三次元的に定量評価することができた。溪床全体の洗掘・堆砂量の評価、溪床内の面的状況(局所洗掘)を可視化できるため、今後の維持管理手法として効果的であることがわかった。今後は、洪水後や定期点検等にグリーンレーザを活用し、落差工下流部や護岸工基礎部等のモニタリング・評価、土砂動態状況のモニタリングを行うことが望ましい。