

上高地における3次元データを活用したDXの取り組み

大井 春平¹・小口 貴雄²

¹松本砂防事務所 工務課 (〒390-0803 長野県松本市元町1丁目8番28号)

²松本砂防事務所 (〒390-0803 長野県松本市元町1丁目8番28号)

信濃川上流の梓川の上流域にある「上高地」は、特別名勝・特別天然記念物に指定されており、砂防工事等により土地を改変する際、事前に関係機関より同意を得る必要がある。工事による影響や景観変化を具体的に伝えるため、Lider SLAM (Simultaneous Localization and Mapping) を用いた景観シミュレーションを作成した。SLAMによる3次元地形点群データとCIMモデルを合わせて活用することで、従来では確認が難しかった溪流の河床や林内の現況を詳細に把握・共有することが可能となった。¹⁾

キーワード CIMモデル, 景観シミュレーション, 施工計画

1. はじめに

梓川上流に位置する上高地(図-1)は特別名勝・特別天然記念物に指定されており、年間100万人以上(コロナ禍前)の観光客が訪れる観光名所である。砂防工事等により現状を変更する際は、事前に関係機関より同意を得る必要がある。配慮事項を十分検討した上で、工事による影響や景観変化をより具体的に伝えなければならない。そのため、砂防施設的设计段階において、砂防工事中及び完成後の景観を可視化し、その変化を評価することが重要となる。これまで、主にイラストやフォトモンタージュ等による景観検討手法が多く用いられており、固定された任意の視点場からの景観イメージに留まっていた。(図-2)

一方、3次元点群データによる現況地物の計測は、斜面や溪流部では、航空機やUAVがよく用いられる。本対象溪流のような上空からの大部分が樹木に覆われる溪流の河床及び林内の現況を詳細に把握することは困難であり、砂防事業を実施するような地形の起伏が激しく樹木などにより見通しが確保しづらい条件では、地上レーザ航空機やUAVに対し効率やコスト面でも課題がある。

そこで本検討では、Lider SLAM (Simultaneous Localization and Mapping) による色付点群データを活用した景観検討等を試みた。SLAMは点群による地図作成と自己位置推定を同時に行う技術であり、近年活用が進められている²⁾。SLAM計測により作成した色付点群データと計画砂防施設等のCIMモデルを合わせることでより詳細な景観シミュレーション等を実施したため、その有効性について述べる。



図-1 上高地位置図

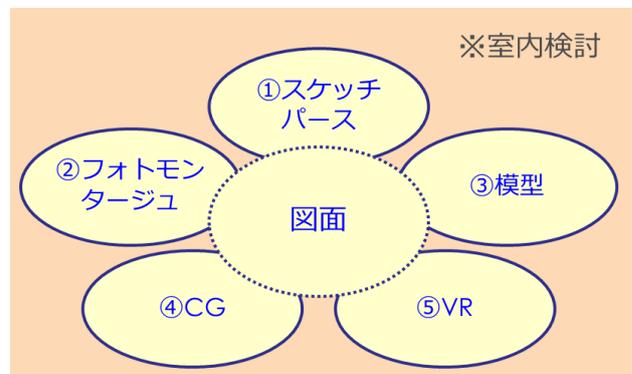


図-2 視覚化ツール例

2. 対象溪流の地域特性

対象溪流は梓川上流域における支川の上千丈沢（図-3）である。上千丈沢の谷出口付近には、観光名所である河童橋までの主要道路（県道上高地公園線）が通っている。一方で、脆弱な地質と急峻な地形から豪雨の際には土砂流出が発生しやすく、唯一のアクセス路である県道が土砂によって寸断され観光客が孤立するリスクを抱えている。そのため、道路が横断する上千丈沢などの支川では、土砂災害対策として砂防施設等の構造物が整備されている。



図-3 対象範囲の位置図（上千丈沢）

4. SLAM計測

レーザ計測器はHovermap（Emsent社製）を使用し、計測時はカメラ（GoPro）を稼働した。計測範囲は、溪流長約400m、溪流幅約200mとした。計測は19回に分け、1回の計測は、堰堤や堆積物の配置状況に応じて、10～20分/回程度で計測可能な範囲とした。また、隣接区間が20%以上重複するように設定した。（図-5）（写真-1）（写真-2）

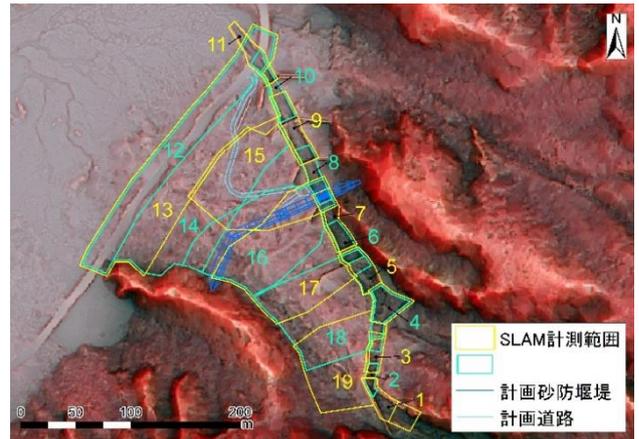


図-5 計測範囲

3. 景観検討の実施方法

景観検討は、SLAM計測により作成した色付点群データと、計画砂防施設のCIMモデルとを組み合わせることで統合モデルを作成し、工事による改変範囲の確認や工事前後で景観にどのような変化があるかを確認した。また、俯瞰的に景観を確認できるフライスルー動画や、人目線から景観を確認できるウォークスルー動画を生成し、複数の視点から景観検討を行った。（図-4）

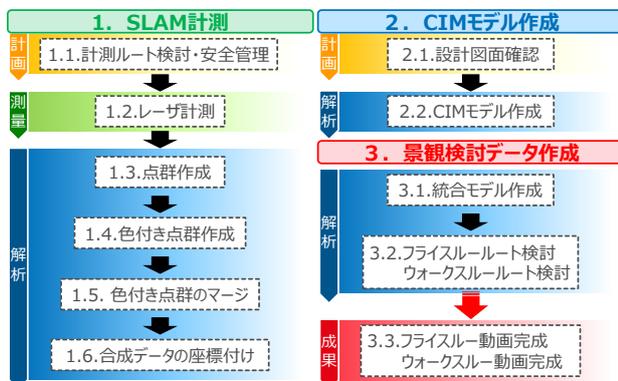


図-4 景観検討データの作成フロー



写真-1 計測時の様子



写真-2 溪流内の状況

(2) 計測結果

取得した点群データ（約4万/m²）は、周辺環境の3次元形状やレーザの反射強度情報等を内包する。今回、点群データとGoProデータを融合することで色付点群情報を取得した。色付点群データ（約7千/m²）は植生を残した点群と、溪床状況が確認しやすいように植生の一部を除去した点群の2種類を作成した。（図-6）

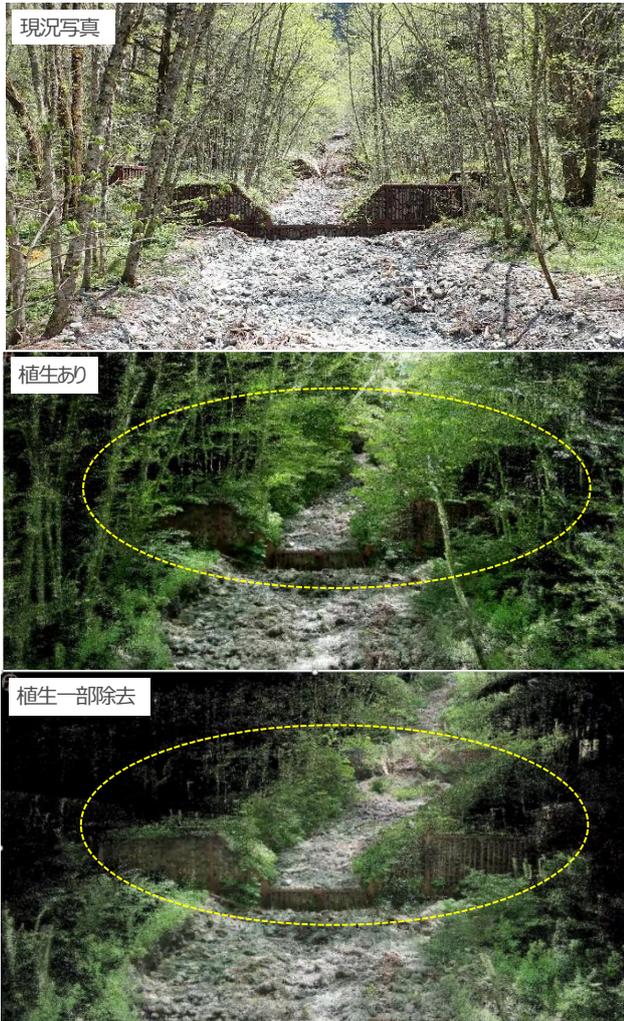


図-6 色付点群データ（河床状況）

5. CIMモデル作成

計画施設の CIM モデルについては、計画図面に標高値を付与することで、砂防堰堤および工事用道路の3次元モデル（図-7）を作成した。また、作成した各モデルには、色付点群データと合わせた際に施工後の完成イメージへ近づけるため、景観を配慮した適切な配色（RGB）を設定した。（図-8）



図-7 砂防堰堤・道路のCIMモデル



図-8 砂防堰堤・道路のCIMモデル（RGB）

6. 統合モデル作成

上記で作成したCIMモデルと計測した色付点群データを組み合わせることで、仮想空間に樹木と計画施設を机上で可視化した統合モデルを作成した。（図-9）



図-9 統合モデル

7. 景観シミュレーション等の実施

下流から上流までの一連の景観を確認可能なフライスルー動画と、ウォークスルー動画を作成することで、砂防工事前後における景観の変化を俯瞰的かつ効率的に確認した。また、任意視点からの景観検討として、計画施設の視認性確認、樹木伐採時の景観影響、工事時の支障物確認の3点について実施した。

(1) 視点場からの計画施設の視認性確認

上千丈沢の下流に位置する視点場（県道）から計画施設の視認性を確認し、特に観光客の多い夏季は樹木が繁茂することで施設が見えにくく、景観への影響は少ないことが確認できた。（図-10）



図-10 道路からの計画施設の視認性確認例

(2) 樹木伐採による景観への影響検討

計画施設の直下の樹木を遮蔽物として残すことで、下流から施設が見えにくいよう配慮することが可能であることが確認できた。（図-11）

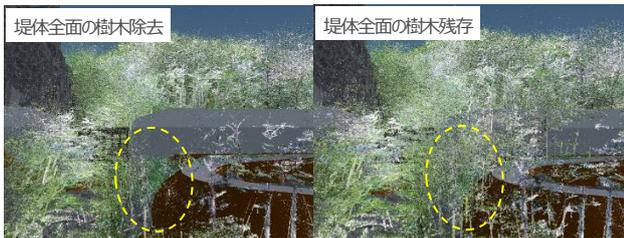


図-11 樹木伐採による景観への影響検討例

(3) 施工計画検討

工事の際に支障物となり得る樹木の特定や架空線等を確認できるため施工計画検討の際にも効果的であった。

（図-12）このことは、施工時の安全対策の情報共有や樹木等の支障物に掛かる用地補償の説明にも活用できることが期待されることが分かった。

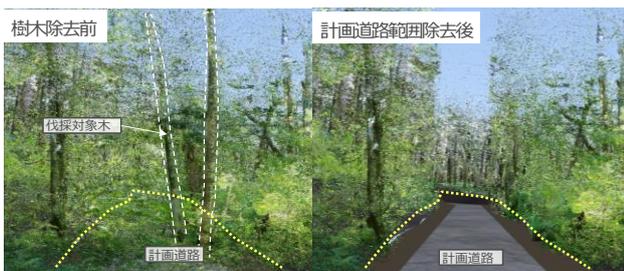


図-12 工事における支障木の確認例

8. 関係機関・環境調査の有識者への説明

作成したモデルや動画を用いて、関係機関への説明や、環境調査や文化庁文化審議会において、有識者に現地状況の説明を行った。（写真-3）有識者からは「植生だと見えない河床の状況や既存施設の状況などが確認できて、わかりやすい」との評価をいただいた。



写真-3 環境調査に関する有識者への説明状況

9. まとめ

本稿では、Lidar SLAM 計測により、溪床内及び林内の高密度な色付点群データを取得し、現地状況を詳細に再現した。また、CIM モデルとの組み合わせや点群のフィルタリング等により、砂防工事完了後の景観を多面的に検討できた。さらに、樹木の伐採有無による景観への影響検討や、工事の際の支障木の検討などにも効果的に活用が期待され、より効率的な施工や環境・景観への影響の低減などの検討に有効であることを確認した。

今回は上高地で工事を行うための景観検討として SLAM 技術を活用したが、今後は設計と実際の現場とのずれを少なくし施工を行う際の手戻り等を無くしたり、一般の方に事業を受け入れてもらいやすくするための説明資料として活用出来るのではないかと考える。

参考文献

- 1) 新田寛野(他)：上高地におけるSLAM技術を用いた新たな景観DXへの取り組み。令和5年度砂防学会研究発表会概要集。2023, R9-10, p. 313-314. pp. 313-314
- 2) 友納正裕・原祥堯(2020)：SLAMの現状と今後の展望、システム/制御/情報, Vol. 64, No. 2, pp. 45-50