

DX時代の治山事業

～UAVレーザデータを活用した調査・計画・設計・施工の事例～

キーワード：UAV, レーザデータ, 三次元データ, 治山調査, 治山計画, 設計, 施工

西日本国土保全コンサルタント技術部 小川 豪司・才本 隆司
 森林ソリューション技術部 伊藤 忍・野々山 直人

はじめに

治山事業にも、レーザ測量、データの三次元化、CIM、ICT 施工をはじめとする DX 時代が到来しており、例として「山地災害重点地域総合対策事業」に代表される治山計画や山地災害危険地区の見直しなどが挙げられます。

三次元データは各地で整備されつつありますが、レーザの照射点が4点/m²程度の場合が多いことから、治山事業では荒廃地判読や治山施設検討などあくまで“計画段階”までにとどまっているのが現状です。それに比べて UAV レーザデータの照射点は100点/m²以上あり、設計や施工に活用できる精度と考えられています。

活用したレーザデータ

(1) 計測諸元

使用した UAV レーザデータは、レーザ測量機「Yellow Scan Surveyer ULTRA」により別業務で計測され、レーザ照射密度400点/m²、地図情報レベル500の精度（高さ精度：20cm、水平精度：15cm）が確保されたものです（表1）。

表1 UAVレーザ測量機の諸元

計測点間隔(進行方向、横断方向)	25.0cm、20.9cm
対地高度	100m
飛行速度	5.0m/s (18.0km/h)
レーザ拡散角	3.0mrad
スキャン回転数	5-20Hz
レーザ発光回数	600kHz (600,000点/秒)
有効計測角	60deg
有効計測幅	115m
コース間重複度	70%

(2) 調整用基準点

「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)」(国土交通省)では、水平位置と標高の両方について、データの検証および調整を行う場合は調整用基準点を4点以上設置することとなっていますが、本計測では対空標識が合計10点設置されています(図1)。うち、5点は仮想基準点方式(VRS:周辺の複数の電子基準点における観測データから、測量現場のごく近傍にあたかも基準

アジア航測は、市街地北側にある林内からの出水で被害が発生した米原市清滝地区の北谷を対象に、2020年に計測された UAV レーザデータを用いて、水文解析や微地形解析を実施し、治山計画および施設設計を行いました。

本稿では、調査・計画・設計・施工という一連の業務を、UAV レーザによる三次元データを用いて従来より効率的・効果的に実施した一例として紹介します。

なお、本事業では2022年6月、本成果を活用し、山腹工や水路工などの施工が完了しました。

点があるかのような状態を作り出す技術)で、残り5点はトータルステーション(TS)を用いて観測され、座標が求められています。

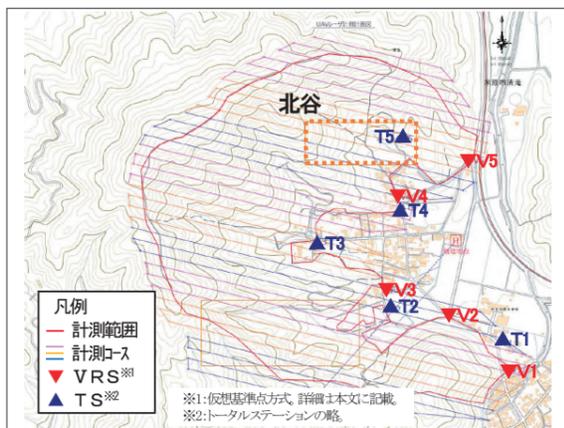


図1 北谷の位置と調整用基準点設置位置

(3) 解析処理

航空レーザ計測データと同様、GPS データ、IMU データ、レーザ測距データを解析してオリジナルデータが作成されています。オリジナルデータに自動フィルタリングが施され、自動フィルタリングで除去されなかった余分な点は、簡易オルソ画像を基に手動にて細かく除去され、グラウンドデータが作成されています。

レーザデータによる現況把握

(1) 微地形の把握

グラウンドデータを用いて作成した赤色立体地図から、清滝地区の北谷には、耕作跡地の段差や小規模な滑落崖、手掘り水路などがあることが明らかになりました。小規模な滑落崖は、ヒノキ林の中に一部だけ存在する竹林内にあることから、斜面の不安定化が示唆されました。

(2) 出水原因の特定

デジタル標高モデル(DEM)から0.5m×0.5mメッシュの斜面方位図と水系図を作成し、水文解析を行いました(図2)。その結果、北谷斜面には斜面西側(図2水系1)とほぼ中央を流下する(同図水系2)2つの水系があることが確認され、耕作跡地における表流水の流下方向は、斜面方向(同図の格子点状の黒い小さな矢印)から西→東方向が卓越することがわかりました。分析結果

の現場確認でも、水系1の近傍に湧水地が、下流部に流下痕跡を把握できました。

このことから、出水は豪雨時に水系1から市街地の方向に流下したものと考えられました。



図2 北谷の水の流れの方向と流水痕跡位置ほか

現況を踏まえた施設整備計画・実施設計および施工

微地形解析と水文解析の結果から、不安定化が示唆された斜面の基礎部と水害の発生源である斜面右岸の凹地形出口付近に、土留工を計画することとしました。このほか、丸太筋工、伏工等を計画し、林地復旧を図る計画としました。

また、凹地形出口では、豪雨時に表流水が想定されることから、土留工に水路受を設置し、北谷の流路工まで続く直線の水路工を計画しました。

この計画を元に、仮設道を含めて実施設計を行い、

2021年12月14日から施工が開始され、翌年6月30日に無事完了しました。



図3 土留工(左)と水路工(右)

調査～施工におけるUAV計測データの利点と課題

詳細な三次元データがあるため、微細な地形を確認しながら任意の測線において縦横断面を確認できることは、計画時の大きなメリットでした。これは適切な施設配置・勾配の検討や手戻り防止につながりました。また、水路工線形の複数案比較や仮設道のカーブ設定をより容易に行うことができました。さらに平坦な斜面において出水の原因を把握できたのも、詳細な三次元データが面的に取得されていたからでした。

一方で、図面上の基準点が現場にないことや、斜面上部にいくほど起工測量結果との差異が大きくなるという

おわりに

課題は見受けられたものの、レーザデータをもとに、調査～施工を実施できたことは治山事業のDX化に向け大きな一歩を踏み出した点で意義があったと考えます。今後は詳細な三次元データの活用事例を増やし、より効

率的な治山事業の実施に貢献していきたいと思えます。このことから、出水は豪雨時に水系1から市街地の方向に流下したものと考えられました。このことから、出水は豪雨時に水系1から市街地の方向に流下したものと考えられました。このことから、出水は豪雨時に水系1から市街地の方向に流下したものと考えられました。

率的な治山事業の実施に貢献していきたいと思えます。なお、本内容は滋賀県湖北森林整備事務所様ご発注の「令和2年度第407号治山調査業務委託」報告書データを用いて作成しています。