

⑬土砂災害警戒区域における測量業務の安全・生産性向上について

北陸コンサルタント(株) 令和6年度高原川流域測量その2業務

(工期：令和6年4月2日～令和7年1月31日)

主任技術者 たけだ 武田 ともひろ 智弘
 担当技術者 にしなか ○西中 ともひと 与仁
たなか 田中 しゅうじろう 佟 士郎



キーワード 三次元点群測量、補備測量

1. はじめに

本業務は、高原川流域の各地点において、砂防施設等の工事や計画に必要な基礎資料の作成を目的に測量・計測作業を行ったものである。神通川水系砂防事務所管内では新設のほか、改築・補修などが必要な砂防施設が点在しており、現場毎に地形条件や特性、要求される測量成果や取得する地理空間情報が異なるため、その都度、計測方法の検討や安全対策を講じる必要がある。このうち、栃洞砂防堰堤での測量・計測作業の事例を紹介し、土砂災害警戒区域における測量業務の安全対策等の取組みについて報告する。

2. 業務概要

江馬東町砂防堰堤群として計画されている栃洞砂防堰堤は、土砂災害警戒区域として指定されている神岡町の北側に近接した位置へ計画されており、砂防堰堤の整備により土砂流出を抑制し、神岡町内での土砂災害を防止するとともに、神通川下流の富山平野での氾濫被害を軽減し、安全性の向上を図る目的がある。



図表1：業務箇所と作業内容

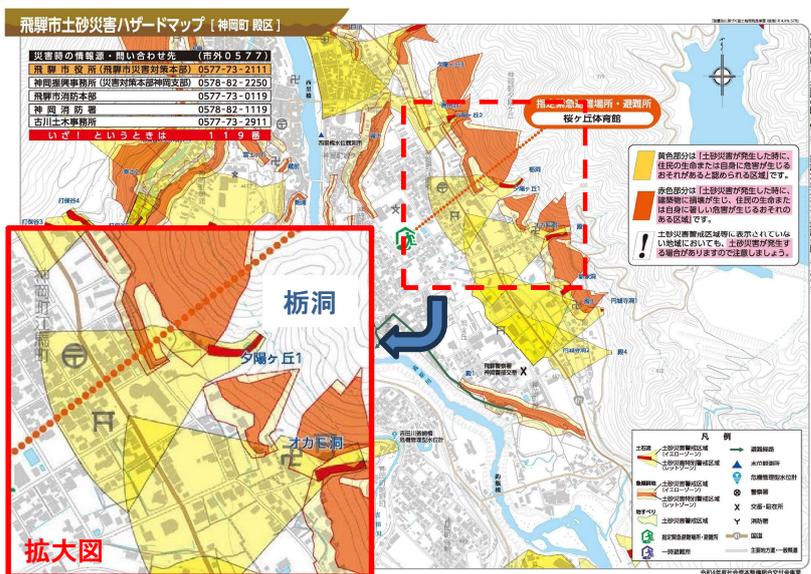


3. 安全管理上の課題等の抽出

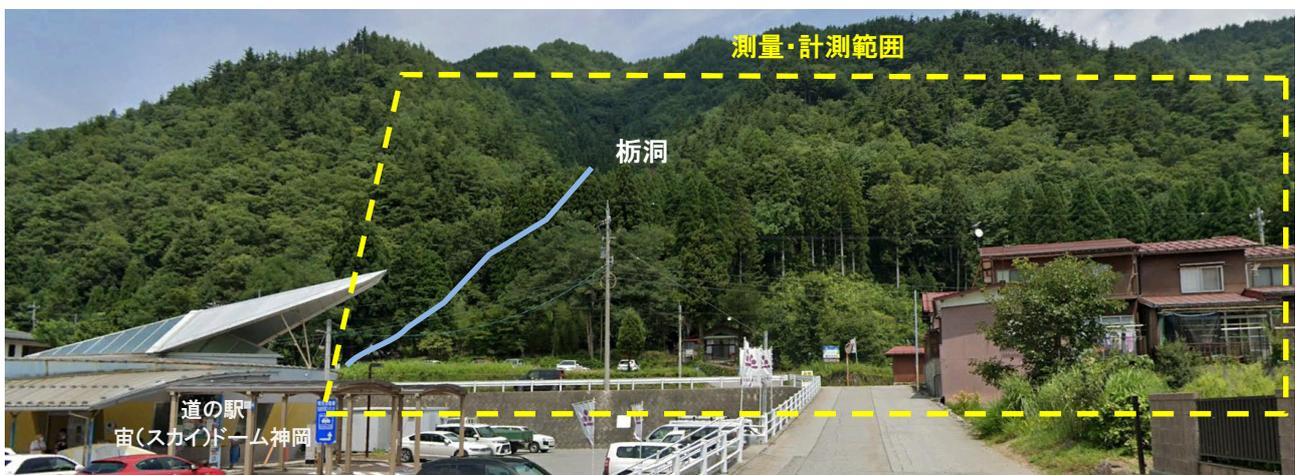
測量・計測の目的は、栃洞砂防堰堤等の施設に必要となる工事用道路のルート検討であり、現地踏査の結果を踏まえ、安全管理上の課題を抽出した。土砂災害特別警戒区域へ指定されている測量範囲の大半を占める急傾斜地と民家や道の駅がすぐ傍に隣接しており、地形条件を考慮し、UAVレーザによる三次元点群測量の実施について検討を行った。



■測量範囲（垂直写真）



■飛騨市土砂災害ハザードマップ



■栃洞周辺の状況

3.1. 測量作業に関する課題

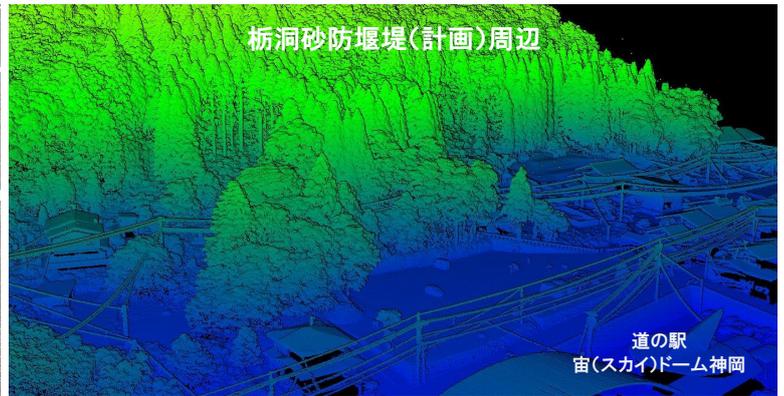
- ・急斜面や崩壊地での人手作業は、墜落災害や土石流等の土砂災害のリスクがある。
- ・民地内での作業が主となるが、当然、樹木の伐採や土地の踏み荒しはNGである。
- ・計測時期（初夏）は植生、樹木の繁茂が著しく、当初設計の地上レーザ測量では、水平位置からの計測となり高低差があるため、盛り返し点が多くなり非効率である。
- ・UAV計測の場合は万が一機体が墜落した際、二次被害の恐れもあるため、民家や道路、道の駅等の上空の飛行は避ける必要がある。また、離着陸地点が限られている。
- ・上部に送電線が横断しており、接触事故や電波障害による操縦不能が考えられる。
- ・民家等の上空の飛行ができないため、三次元点群の計測不足が考えられる。

4. 安全確保への取組み・測量・計測作業の方法

課題への対策や計測方法を社内で協議し、最重要課題は急傾斜地の計測と位置付けた。

4.1. UAVレーザによる三次元点群測量

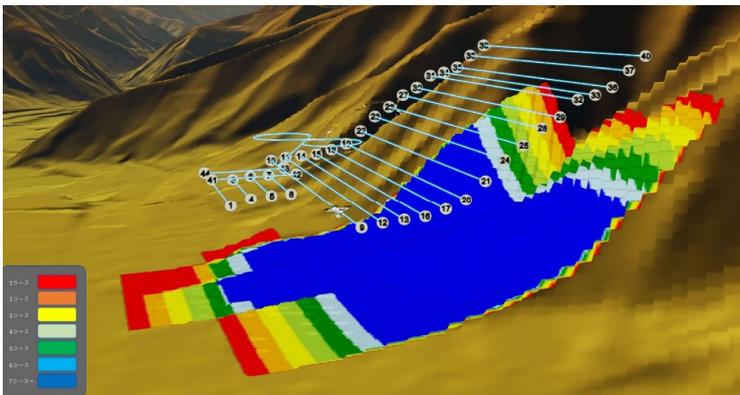
- ・地形測量は、その成果を詳細設計で活用することを見据え観測精度を保つため、コントロールポイントとなる道路施設や宅地、それらに付属する構造物は従来のTSによる点の計測を実施したが、その作業を極力抑え、急斜面の樹林帯や崩壊地などは、植生・樹木下の地形まで計測可能なUAVレーザ測量により実施した。その結果、危険箇所への立入りを最小限とし転倒や墜落災害を防止できた。また、1㎡あたり400点以上の高密度な計測とし、従来は不可欠であった伐採作業を省略できた。



■ UAV搭載型グリーンレーザスキャナ

■ 三次元点群データ（栃洞周辺のオリジナルデータ）

- ・飛行計画は、予め、国土地理院地図DEMを用いて三次元地形を確認し、飛行コースを設定した。そのうえで本計測に先立ち、小型UAVを使用して本計測と同一コースを予撮し、通信状況や地形、樹木との離隔、電波障害の有無も把握できた。
- ・UAVの離発着地点の課題は、飛騨市神岡振興事務所との調整により、道の駅の休館日に作業を実施することとし、第二駐車場を使用させていただいた。



■ 国土地理院地図（DEM）を用いた飛行計画



■ 安全監視員の配置

- ・万が一、機体が墜落した際の二次被害対策は、飛行計画時に民家や道路、道の駅等の物件の上空より水平方向に30mの離隔を取り、計測時は念のため、安全監視員を2名配置し、車両通過時はUAVの飛行を一時停止させ、二次被害の防止に努めた。

4.2. バックパック型レーザ (LiDAR SLAM) による計測

- ・前述のとおり、UAVレーザ測量により急斜面の地形データは取得できたが、やはり民家や道路の周辺は点群が計測不足となった。また、コントロールポイントとなる道路施設や建物等を三次元で表現したいと考えたが、UAVによる上空からの計測のみでは一部が欠測となり、何らかの方法で補備測量を行う必要があった。そこで背負って歩きながら計測を行う LiDAR SLAM を活用して要求点密度を補測した。



■ UAV計測 (上空) のみの点群

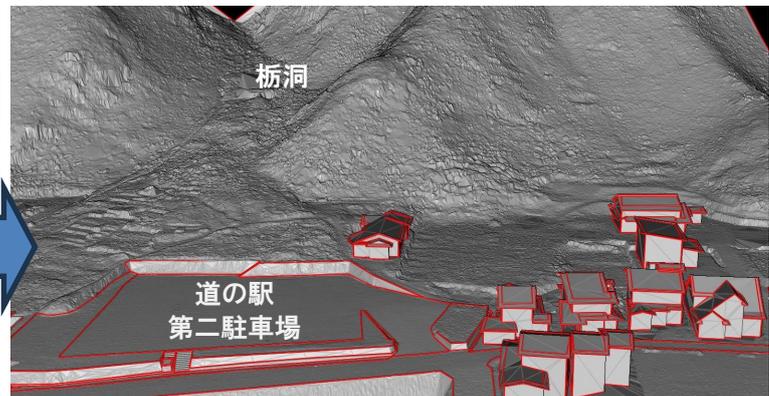


■ LiDAR SLAM system

- ・取得した三次元点群データより三次元地形モデルを作成した。道路施設や建物をモデル化することで、工事用道路のルートや事業用地の検討、用地測量の資料として活用できる。宅地が狭い間隔で密集している当該地区では LiDAR SLAM の機動性は高く、機器の盛り返しを行う必要がなく計測したいポイントへ歩いて移動するため、狭い路地等では通行する車両の邪魔にならないという利点もあった。



■ バックパック型レーザ計測状況



■ 三次元モデルでの地形表現 (T I N)

5. まとめ

本業務では、UAVレーザとバックパック型レーザ (LiDAR SLAM) による補備を併用した測量により三次元点群を取得し、土砂災害警戒区域の三次元モデルを作成した。

それにより安全管理の向上を果たせ、結果的に計測日数を縮減でき生産性向上も達成できた。働き方改革として、週休二日制の導入や作業員の労働時間の見直し等が進められる建設業界においても作業の効率化は人材確保の観点からも重要な課題であり、今後も新技術の積極的な活用により安全・生産性の向上に繋がりたいと考えている。