

清津川流域における UAV レーザ測量手法等の ICT を活用した溪流調査について

国土交通省北陸地方整備局湯沢砂防事務所 北沢茂樹(現：信濃川下流河川事務所)

親松康義(現：信濃川河川事務所)

中日本航空株式会社

○中舎 哉、鈴木浩二、河村倫明、西川貴史

1. はじめに

平成 28 年 9 月、政府の未来投資会議で「建設現場の生産性を 2025 年までに 20%向上させるよう目指す」方針が決定された。方針に沿って 3 年以内に、橋やトンネル・ダムなどの公共工事の現場で、測量にドローン等を投入し、ICT を活用した施工・検査に至る建設プロセス全体を 3 次元データで繋ぐ新たな建設手法の導入が始まった。

一方、砂防分野でも急峻で落石等のおそれがある自然斜面において、起工測量・出来形管理に UAV 等、ICT を最大限活用することにより、工事現場の生産性・安全性を大幅に向上させることが期待される。

本発表では、清津川流域において UAV レーザ測量手法等の ICT を活用した溪流調査を行い、砂防施設の設計や既往の測量成果との比較による河床変動状況把握等の土砂移動把握など、多様な用途に活用することを目的として 3 次元データを取得し、さらに当該測量データを用いて数値地形図データ等を作成したので、その結果を報告する。

2. 業務概要

2.1 業務対象地域

業務対象地域は図 1、図 2 に示す釜川上流地区と八木沢地区の 2 箇所、標高 500～1000m の急峻な山間部に位置し、植生が繁茂しており地上から立ち入りが困難な地形条件である。また、4 月中旬頃まで残雪があり自衛隊の訓練空域に位置するため、計測機会が少なくなるリスクがあり、UAV の安全運航と工程管理を着実に実施する必要があった。

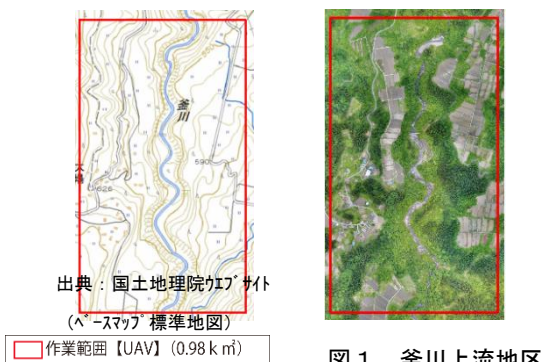


図 1 釜川上流地区

2.2 UAV レーザ計測システム「TOKI」

計測に使用した UAV レーザ計測システム TOKI



図 2 八木沢地区

【NETIS 登録技術 NO. CB-170020-A】を図 3 に示す。

TOKI の基本性能は、本業務で求められる地図情報レベル 500 の精度を確保すること、点群（レーザーによる照射点）密度は 500 点/m²を確保することを満足するものである。



図 3 TOKI の外観

3. 作業結果

3.1 公共申請への対応

UAV レーザ測量とそれを利用した数値図化作業は、公共測量作業規程に記載されていない新技術を用いた作業のため、17 条申請と作成成果を国土地理院へ提出し、本手法の客観的な精度評価を得た。

3.2 計測の実施

計測飛行は、釜川上流地区が 6 月 6 日～6 月 9 日、八木沢地区が 6 月 23 日～6 月 28 日に実施した。八木沢地区においては、UAV による全域の飛行が困難であったため、飛行可能な範囲を計測し、残りの範囲については有人機のレーザーで計測飛行を実施した。

3.3 3 次元データ取得状況

GNSS/IMU 解析で得られた位置・姿勢データ、レーザー測距データを時刻同期で結合させ、レーザー測距ごとに平面位置・標高を持ったデータ（3 次元計測点群データ）を作成した（図 4）。



図4 点群データと現地写真

3.4 数値地形図の作成

UAV・回転翼航空機の2種類のレーザ計測データと現地調査の結果に基づいて、図化編集装置により各種表現事項をデジタルデータとして測定し、図化すると共に記憶媒体に数値図化データとして記録した。河川構造物取得において、従来工法であれば兩岸の急峻な斜面と水部の深さによりTSでの現地測量の立入りが危険かつ困難で、また写真測量でも植生繁茂により図化が困難であると考えられるが、UAVで高密度に計測した3次元データから作成した各種解析データの使用(図5)と砂防設備台帳を参考に図化を行うことにより詳細設計で利用できる地図情報レベル500数値地形図の作成が可能となった。

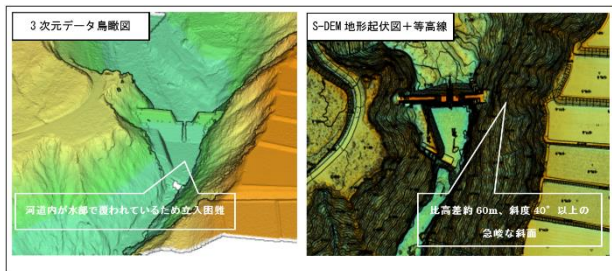


図5 堰堤部3次元データ表示

3.5 S-DEMによる地形表現

地形データ(DEM)を使用し、基準面となるグラウンドデータに表層部のオリジナルデータを加えて再統合処理することにより、メッシュでは表現できなかった微小な凹凸(浮石等)のデータを可視化できるS-DEM地形起伏図を作成した。図6に示す特徴的な地形の一例として、溪岸が急峻な侵食地形をより明確に表現することができるため、小規模な滞筋が確認できる。また、斜面頂部の変状がS-DEMでは馬蹄形に近い形状で確認できる。

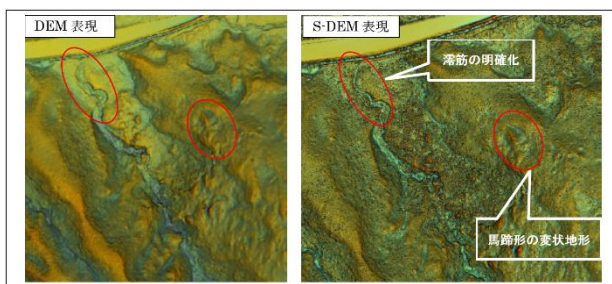


図6 S-DEMで表現した地形

4. まとめ

4.1 生産性の向上

釜川上流地区ではTOKIの使用により、従来工法のTSを使った縦横断測量と比べ外業が201人工→35人工、内業は113人工→65人工と短縮し全体で214人工(68%)の短縮であった。

4.2 3次元データ取得の効果

高密度に計測したデータから作成する①任意箇所縦横断データ(図7)②S-DEM地形起伏図(図8)は設計・施工計画に連携が可能であると考えられる。

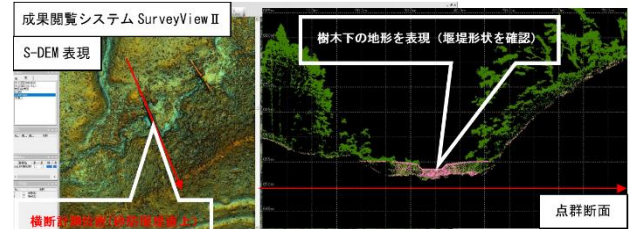


図7 閲覧システムによる点群断面表示

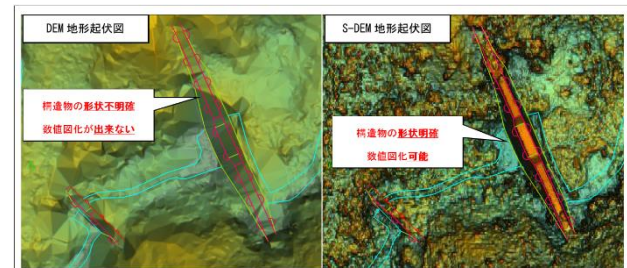


図8 構造物の形状が明確な例

4.3 既往の測量成果との比較

平成26年度に実測した測量データとの比較を行った(図9)。TSによる縦横断測量により地形図を作成した作業で、横断線上の測点データを比較した。標高精度は標準偏差16cmの誤差で地図情報レベル500数値地形図データ精度(標準偏差25cm以内)内にあり、良好な測量精度であると考えられる。

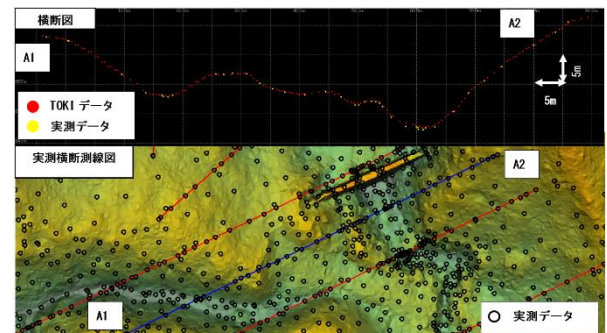


図9 実測データとの比較横断面図

5 課題

UAVの活用において、山間地では離着陸場からUAVが計測できない地区(積雪、視認不可、航続距離)が発生する。この代替計測方法の検討やフライト条件(樹高が高い・送電線が近い等)は、机上計画と異なる場合が多いことに留意する必要がある。