

災害時における3次元データを活用する被災地調査の可能性

国土交通省 関東地方整備局 関東技術事務所 正会員 宮武 一郎 大平 和明
高橋 明男 福永 良三
アジア航測株式会社 社会基盤システム開発センター 正会員 水上 幸治 中嶋 幸宏
社会インフラ技術部 高山 陶子

1. はじめに

近年における自然災害は、局地的な豪雨や連続的な長雨により発生しており、山岳地の被害においては想定外の範囲で地滑りや土砂崩落等の発生が確認され、また、令和元年台風19号においては各地の河川堤防が決壊し大規模な被害となった。これらの災害に対しては、未然の防止対策に加え、災害発生後における現地状況の把握や二次災害の備えに対する調査を行い、被災した河川・道路構造物等の仮復旧及び本復旧を迅速に実施することが重要である。

2. 災害支援の現状と課題

国土交通省は、大規模自然災害の備えとして迅速に地方公共団体等への支援が行えるよう、平成20年4月にTEC-FORCE（緊急災害対策派遣隊）を創設し、被災状況の迅速な把握、被害の拡大や二次災害の防止、被災地の早期復旧等に対する技術的な支援を円滑かつ迅速に実施してきた。令和2年3月現在、延べ11万5千人を超える隊員を派遣し、被災地での支援活動を行ってきたが、危険を伴う調査や複数個所に渡る測量作業が必要になる他、調査や測量作業後における資料整理に時間や労力を費やしている状況にある。

3. 災害を想定した調査手法の整理

本稿では、先に述べた支援活動のうち調査・測量に着目し、デジタルカメラあるいはLS（Laser Scanner）を搭載したUAV（Unmanned Aerial Vehicle）やスマートフォンにより得られる3次元データに関して基本的資料を得ることを目的に、被災状況の迅速な把握、被害の拡大や二次災害の防止、被災地の早期復旧等に対する技術的な支援を円滑かつ迅速に実施することを念頭に、撮影あるいは計測から3次元データの作成、解析までの計測時間、データ分析精度の比較を行う。

4. 計測・解析時間の比較

関東技術事務所構内に整備した不具合を再現した堤防に対し（図1）、屋外作業では災害現場を想定し作業準備から撮影や計測を行い、屋内作業では撮影画像を点群データへ変換（LSによる点群データの取得についてはフィルタリング処理を含む）し、3次元での表示、空間解析まで行った。ここでの空間解析とは、疑似堤防の不具合前の3次元データと突合し、不具合の差分から被害状況を解析するものである。なお、UAV（デジタルカメラ搭載）はInspire2（DJI社製）、UAV（LS搭載）はVUX-1（RIEGL社製）、スマートフォンはPixel3（Google社製）を使用した。



図1. 不具合を再現した堤防（赤線は撮影ルートを示す）

UAV（デジタルカメラ搭載）による撮影では屋外作業に3時間13分、屋内作業に約2時間、UAV（LS搭載）により計測では屋外作業に4時間10分、屋内作業に3日以上、スマートフォンによる動画撮影では現地作業に約30分、屋内作業に約2時間それぞれ要した。中でもUAV（デジタルカメラ搭載あるいはLS搭載）による撮影あるいは計測では対空標識の設置に1時間以上を要し、UAV（LS搭載）では計測に1時間40分

キーワード 災害支援, UAV, スマートフォン, 空間解析, 精度向上

連絡先 〒215-0004 神奈川県川崎市麻生区万福寺1-2-2 アジア航測株式会社 社会基盤システム開発センター
先端技術研究所 空間情報研究室 TEL 044-967-6303

を要した。また、LS により取得した計測データについては、3 次元データとして利活用できるようにするために、機器に依存したソフトウェアによる処理とフィルタリング処理に多くの時間を要することを確認した（図 2）。

5. データ精度の確認

UAV（デジタルカメラ搭載）で撮影した画像について、SfM（Structure from Motion）により 3 次元データを作成した。堤防法面の陥没前後の差分を確認する作業において、基準点を調整していない場合、災害前後の 2 時期の地形モデル間のズレは大きい。基準点調整後には地形モデルがほぼ正確に突合可能となり、3 次元ビューにより、現地状況を自由視点で確認でき、被災箇所の面積、高さを計測することができた（図 3）。また、UAV（LS 搭載）による計測では、写真情報が得られないものの、陥没範囲の確認は可能であり、かつ、フィルタリング処理により樹木下の地盤情報も確認することができた（図 4）。

スマートフォンについては、静止画（動画から切り出し画像を含む）から SfM により 3 次元データを作成した。

全体的な堤防形状を再現できたが、UAV による撮影や計測とは別に行ったため、基準点には測量した対空標識を用いず、UAV で作成した 3 次元データより特徴箇所と座標値を事後的に取得した。6 点取得したものの、特徴箇所に片寄りがあったため、正確なデータの突合ができない結果となった（図 5）。なお、撮影は得られた 3 次元データの点群密度と作業効率から、動画（フル HD）による撮影が良好であった。UAV（デジタルカメラ搭載）と同程度の密度（法面の 1m^2 で 1100 点程度）が得られたほか、静止画撮影では考慮の必要なラップ率を意識せずに撮影できることから、被災地での安全管理上も望ましい。

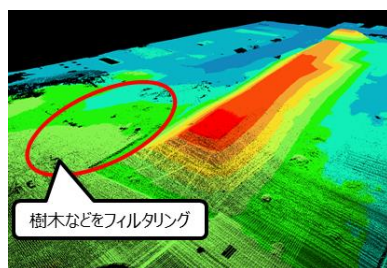


図 4. フィルタリング処理後 UAV（LS 搭載）データ

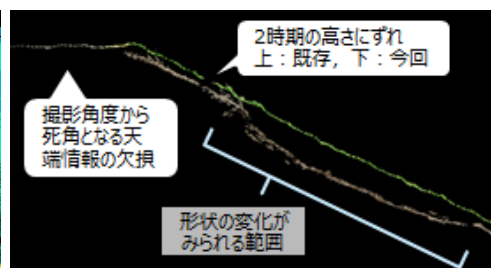


図 5. スマートフォンによる 2 時期地形モデル表示と調整後のズレ

なお、撮影は得られた 3 次元データの点群密度と作業効率から、動画（フル HD）による撮影が良好であった。UAV（デジタルカメラ搭載）と同程度の密度（法面の 1m^2 で 1100 点程度）が得られたほか、静止画撮影では考慮の必要なラップ率を意識せずに撮影できることから、被災地での安全管理上も望ましい。

6. まとめと今後の課題

3 次元データにより、任意の視点から面積、長さ、角度等を計測することができる。これにより、従来の計測用ポールや巻き尺を用いる計測方法に比べ、安全性や正確性を確保できる。さらに基準点調整により、GIS（地理情報システム）を用いて災害前の地形モデルとの差分分布図を作成し、体積の集計が可能である（図 6）。

災害の形態により、調査対象への接近可否やエリアの広さ、土地の被覆条件が様々であるため、検討した計測手法を使い分ける必要がある。今後は基準点調整の軽減、また解像度の異なる公共測量成果の地形モデルとの空間解析活用について、検討を進める。

本報告は、国土交通省関東地方整備局関東技術事務所発注「R1 道路防災 LP 調査分析検討（その 1）業務」で得た業務委託成果の一部である。

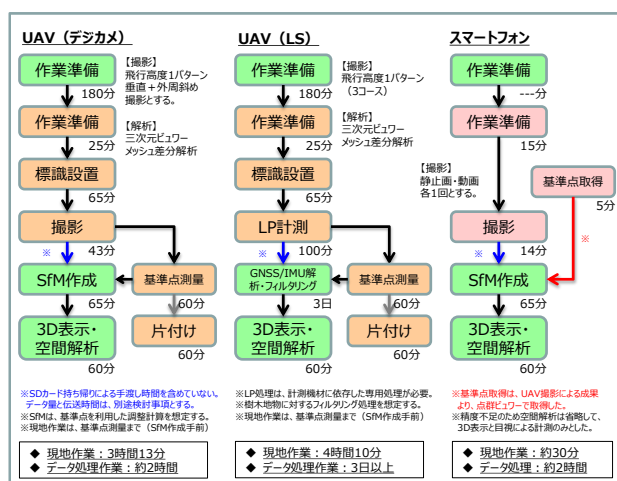


図 2. 画像撮影あるいは計測から解析までの時間

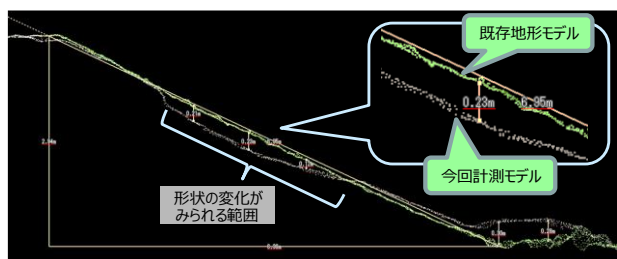


図 3. UAV（デジタルカメラ搭載）による 2 時期地形モデル表示（基準点調整後）

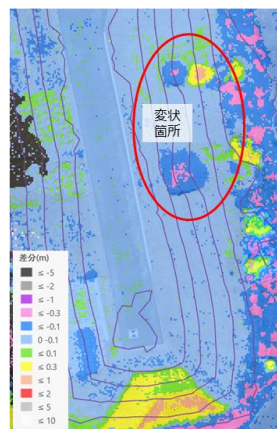


図 6. GIS による差分分布図（左）と指定エリアの体積集計（右）