

# 超小型模型ヘリによる斜面崩壊箇所プロファイリングの適用に関する一考察

アジア航測(株) 正会員 ○近藤 健一、内田 修、五百蔵 弘  
京都大学大学院 フェロー 杉山 友康

## 1. はじめに

鉄道事業者の多くは、斜面災害等が発生した場合、迅速に災害状況を把握し、復旧計画を策定する必要がある(図1)が、災害状況調査の多くが人手によるものであり、多大な労力がかかっている。そこで、①現地で災害状況を迅速に把握すること、②土砂量など復旧数量を簡易に算定すること、③復旧対策検討のための内業作業の省力化を目的に、近年小型化、低価格化がすすむ超小型模型ヘリに着目し、これまで地上からの目視や簡易計測で判断していた災害状況の把握を、超小型空撮装置を用いた空撮と三次元モデリング技術を活用することで、迅速に災害状況を把握することを検討した。本稿では、実際の災害現場で適用調査を実施した結果を報告する。

## 2. 使用機材

近年、UAV (Unmanned Aerial Vehicle) は、小型化が進み災害調査などに利用されている<sup>1)</sup>。UAVは小型かつ廉価になったものの、サイズは1m程度、価格は数百万から1千万程度するため、災害現場での可搬性や価格面での課題がある。今回の試験に用いた UAV は可搬性と価格面を重視し、ホビー用の超小型模型ヘリ(DJI社製の Phantom(図2))を使用した。本機は全長390mm、ローター直径203mm、飛行時重量<1000g、4ローターマルチコプターである。非常に小型かつ軽量である。また、GPS、3軸ジャイロ、高度計により、安定した姿勢制御が可能となっている。カメラは、GoPro HERO3 Black Editionを使用した。本体サイズ59mm×40.5mm×30mm、本体重量は73gと非常に軽量である。

## 3. 撮影概要

撮影は、平成23年に山口・島根県で発生した豪雨により被災した土砂災害現場で実施した。図3は、超小型模型ヘリの飛行状況を撮影した写真である。地上風速が5m/sec程度以下であれば姿勢制御機能により安定した飛行ができる。地上風速が1~2m/s程度以下であれば、手放しでホバリングも可能であった。1バッテリーでの飛行可能時間は10分弱であった。カメラ設定は、災害現場の全容把握を目的とした動画撮影時には、解像度4K(3840×2160)、画角をウルトラワイドとした。三次元モデル作成に使用する静止画撮影時には、解像度とレンズ歪の影響を考慮し、解像度700万画素、画角をミディアムで撮影を行った。撮影方法は、災害箇所に対して平行に撮影(図4)し、画像のラップ率は80%以上となるよう、撮影インターバルは1秒ごとの自動連続撮影とした。

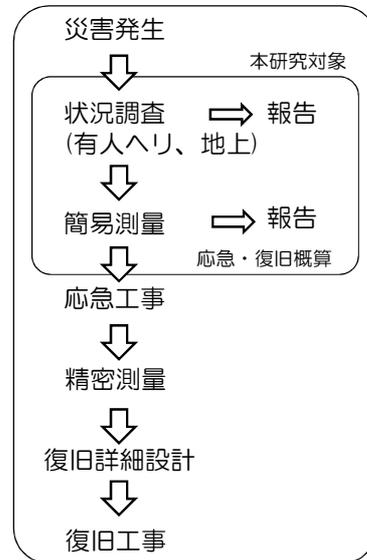


図1. 災害復旧フロー



図2. 超小型模型ヘリ



図3. 飛行状況

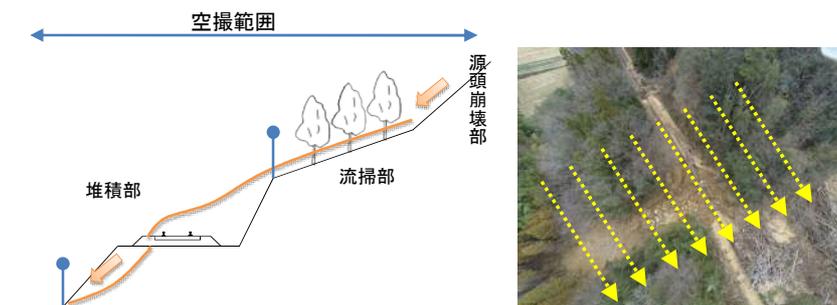


図4. 撮影方法

撮影方法は、災害箇所に対して平行に撮影(図4)し、画像のラップ率は80%以上となるよう、撮影インターバルは1秒ごとの自動連続撮影とした。

キーワード 超小型模型ヘリ, 斜面災害, SfM, 三次元モデル, 迅速性, UAV

連絡先 〒530-6029 大阪市北区天満橋1-8-30 アジア航測(株) 西日本プロジェクト室 TEL06-4801-2250

#### 4. 三次元データの作成

複数画像からカメラ撮影位置を推定し三次元形状を復元する技術としてStructure from Motion(SfM)がある<sup>2)</sup>。本稿では、SfMの三次元形状の復元技術を災害状況把握に適用した。SfMで写真画像から三次元モデルを作成するまでの一般的な流れは以下の通りである。①デジタルカメラによる写真画像の撮影、②カメラパラメータの設定、③基準点の設定、④写真撮影位置の推定、⑤三次元モデルの構築(点群→ワイヤフレームモデル)、⑥テクスチャの張付け、⑦三次元モデルの出力。ここで、③基準点については、本研究の目的が現場の省力化、災害状況の迅速な把握であることから、詳細測量を実施せず、レール幅、赤白ポール、レーザ距離計を用いた簡易測量で実施した。

#### 5. 取得情報と三次元モデル処理結果

現場撮影試験にて得られた静止画と動画を図4と図5に示す。地上調査では立入り困難な斜面崩壊箇所や、上空からの全体の災害状況把握が可能となることから、災害発生原因や復旧計画の策定に必要な情報をその場で簡易に確認する事が可能となることが分かった。また、得られた複数画像から三次元モデルの作成を実施した(図6、7)。処理時間は、解析に使用した画像ファイル70枚に対して4時間程度であった。これら、三次元データを活用することにより、応急・復旧工事に必要となる、崩壊土量、面積、撤去土量などの算出も可能となる。



図4. 静止画(700万画素)

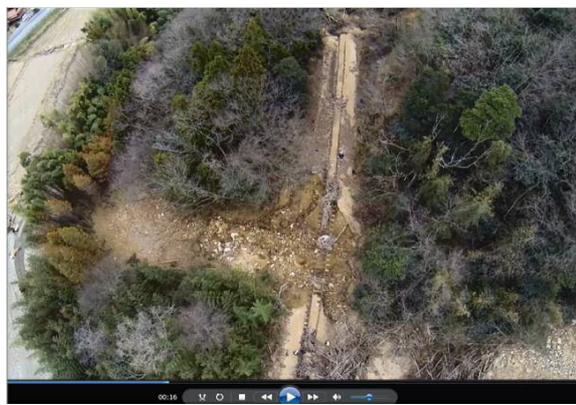


図5. 動画(4K: 3840×2160)



図6. 三次元データ(テクスチャ貼付け)

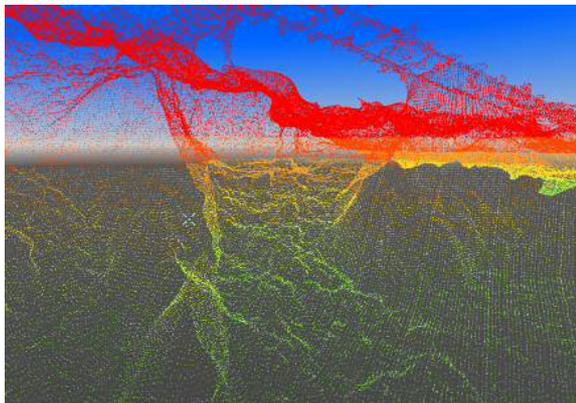


図7. 三次元データ(XYZ点群)

#### 6. まとめ

災害調査において、廉価な超小型模型ヘリと三次元モデリング技術により、簡便かつ迅速に災害現場の状況を把握可能であることが分かった。地上調査のみではカバーしきれない情報を得ることができる。今後は、地上調査、超小型模型ヘリ、有人航空機を用途に応じて使い分けることで、災害時に現場技術者が役立てることができると考えている。本研究にあたって、撮影場所提供のご協力をいただいた西日本旅客鉄道株式会社に謝意を表します。

#### 参考文献

- 1) 木下ら：回転翼型マイクロUAVを用いた深層崩壊箇所の災害調査：砂防学会誌，Vol. 66 No. 3 p. 51-54，2013
- 2) Noah Snavely, Steven M. Seitz, Richard Szeliski：Photo Tourism: Exploring image collections in 3D, ACM Transactions on Graphics (Proceedings of SIGGRAPH 2006), 2006