

UAV搭載レーザによる落石調査と設計への活用

踏査困難な斜面における、より安全で高精度な斜面管理に向けて

キーワード：斜面防災, UAV, レーザ計測, 3次元モデル, 点群

社会インフラ技術部 高山 陶子・吉田 崇博
 国土保全技術部 さわ 陽之

はじめに

落石や崩壊の発生が懸念される斜面において、その危険性を評価して対策の検討などを行うためには、斜面の地形形状や落石発生源の状況を把握することが重要となります。しかし、砂防施設等が配置される溪岸斜面の多くは比高が大きく勾配が急であり、現地踏査には危険が

伴います。

そこで、近年活用が進む小型無人航空機（Unmanned Aerial Vehicle, 以下 UAV）を利用してレーザ計測及び写真撮影を行い、斜面の落石源の位置や規模を把握することで、砂防施設への影響と対策を検討しました。

UAVを用いた詳細地形データの取得

本検討の対象は、直径が1mを超える浮石・転石が点在している落石の危険性の高い斜面です。この斜面の下方には護岸工が計画されており、工事中の作業員や、完成後の護岸工への落石被害が懸念されます。そこで、UAVを用いた空中写真撮影とレーザ計測により詳細な地形データを取得し、落石源の抽出を行いました（図1）。

使用したUAVはSPIDER及びSPIDER-EX、使用したカメラはSONY α 7R、使用したレーザ計測機はRIEGLE VUX-1です。また、水平位置及び標高の調整のため調整点を5點選点し、スタティック測量による観測を実施しました。

撮影した空中写真は、連続した複数の写真を重ね合わせて三次元化する手法であるSfM/MVS（Structure from Motion / Multi-View Stereo）手法を用いて三次元モデル化しました（図2）。また、5cm解像度の詳細なオルソ画像も作成しました。

さらに、写真測量ではわからない樹木下の転石等を把握するためにレーザ計測を行いました。UAVレーザ計測を用いることで、1平米当たり数百点の高密度点群データを取得可能です。



図2 空中写真から作成した三次元モデル



図1 UAVによるレーザ計測の状況

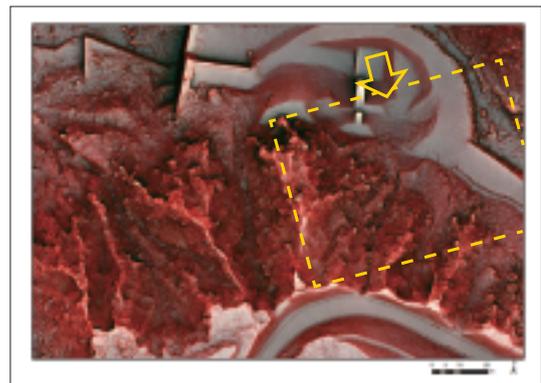


図3 UAVレーザ計測データから作成した赤色立体地図

取得したレーザ計測データから植物等の不要な情報を除去するフィルタリング処理を行った後、地表面の点群（グラウンドデータ）、20cm メッシュ数値地形データ（Digital Elevation Model, DEM）、赤色立体地図（特許第 3670274 号）へ加工しました（図 3）。なお通常行う自動フィルタリングでは地形のオーバーハング部は除

去されてしまいます。しかし本検討のように落石の懸念される斜面の場合、浮石基部等のオーバーハング部の形状再現が危険性把握のためには重要となります。そこで今回は自動フィルタリングに加え、手動によるフィルタリングも併用しました。

落石源の抽出および対策の検討

得られた点群データおよび三次元モデルから、落石源の位置と規模を三次元的に把握しました（図 4）。UAV 調査により抽出された落石源の一部を現地で確認したところ、位置や大きさを正しく把握できていました。

抽出した落石源に対し、UAV レーザで得た地形データを用いて落下方向を推定し（図 5）、落石シミュレーシ

ョンを実施しました（図 6）。その結果から、対策工施工予定位置における落石の影響（エネルギー最大値、最大跳躍高）を整理しました。

これらの成果を用いて落石防護工の工種・規模や、落石予防工の必要性について検討を行い、落石対策工の設計に反映させました（図 7）。

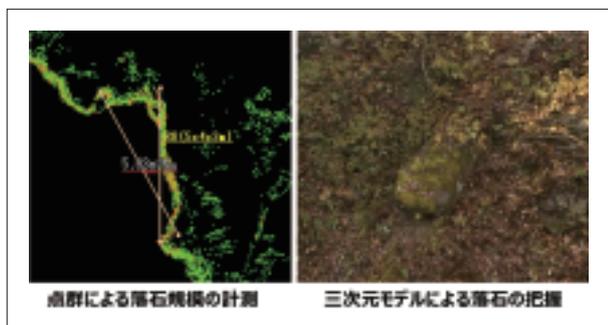


図4 UAVデータを用いた落石源の抽出例

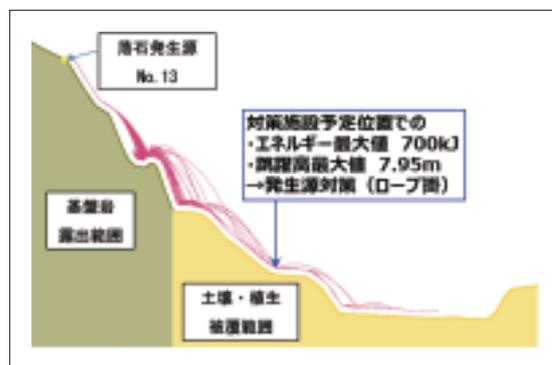


図6 落石シミュレーション結果の例

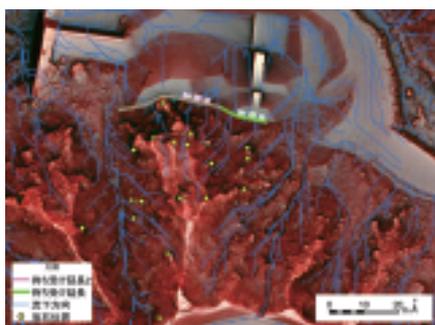


図5 三次元モデル等から把握した落石位置と落下方向



図7 落石防護柵工配置計画図（平面図とオルソ画像）

おわりに

本検討では、UAV により取得した cm オーダの詳細な地形データを活用することで、踏査困難な斜面において、浮石・転石の分布や大きさを精度良く、かつ安全に把握することができました。

得られた成果は対策工の検討材料として有効であり、斜面の管理に役立てることができました。また、対策検

討の際にはレーザ計測による点群データと、写真撮影による三次元モデルを併用することが効果的であることがわかりました。今後、UAV による高精細の地形データの活用が進むことで、より安全で詳細な調査・設計が可能となることが期待されます。