

航空レーザ計測の斜面管理への適用に向けた検討

鉄道沿線斜面を対象として

経営企画本部

まき 澄枝
とちの 翔博

西日本インフラマネジメント技術部

社会インフラマネジメント事業部

ひらまつ たかひろ
まいた いってつ

西日本空間データセンター

佐田 一徹

はじめに

JR 西日本では、線路沿線斜面の維持管理をより効果的、効率的に行うために、「斜面防災カルテ」（以下、「カルテ」という）を作成しています。カルテは線路からの水平距離が概ね 50m までの範囲を対象としているため、調査範囲外に存在する斜面の状態把握が課題となっています。

昨年度は、ヘリレーザ計測による 25cm メッシュの地形データから作成した赤色立体地図の地形判読により、カルテ作成マニュアルなどに規定されている項目が判読できるかを確認しました。^{※1}

本年度は、過去に検討を進めてきたヘリレーザと車載型レーザ計測システム（以下、「MMS」という）の死角を補う手段として、UAV レーザの検討を行いました（図 1）。また、ヘリレーザ計測による数種類の解像度（メッシュサイズと点密度）の地形データを作成し、その判読性能

から適切な解像度を把握するとともに、既往の災害箇所での地形判読を行い、類似箇所での抽出や再発の予見の可能性について検討しました。これらについて、以下に報告します。

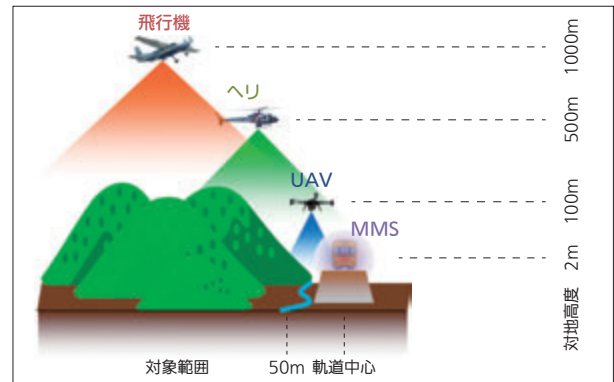


図1 航空レーザ計測技術の検討範囲

ヘリレーザとUAVレーザの比較

表1 使用した機体・機器と計測結果の比較

機体	ヘリ	UAV
機体	エアロスパシアル AS350B	ルーチェサーチ SPIDER-eX
レーザスキャナ	Harrier 68i	Riegl VUX-1
平均計測点密度	59.71点/m ²	379.12点/m ²
平均地盤到達率	9.13%	5.51%
平均地盤到達点数	4.3点/m ²	10.4点/m ²



図2 ヘリレーザとUAVレーザの判読例

UAV レーザの精度などを確認するために、ヘリレーザとの比較を行いました（表 1）。

計測点密度は UAV レーザがヘリレーザの 6 倍以上となりましたが、地盤到達率は UAV レーザの方が低い結果となりました。また、UAV レーザは標高精度がばらつき、複数コースを計測した時のコース間調整ができませんでした。これらの原因として、飛行高度やレーザのスキャン角、GNSS/IMU の精度など、機体・機器の運用方法や機器の精度が考えられます。

一方、DEM（Digital Elevation Model）から作成した赤色立体地図による判読性能の比較では、ヘリレーザでは判読しづらかった、排水設備や小規模な土砂流出痕などを UAV レーザで判読することができました（図 2）。これは、UAV レーザの計測点密度が非常に高いことから、DEM のメッシュサイズを 5cm とすることができ、より詳細な地形表現ができたためと考えられます。

地形把握のために適切なDEMのメッシュサイズの検討

カルテ調査範囲外の斜面状態をレーザ計測データで把握するためには、把握したい地形が表現できる精度で計測を行う必要があります。そこで、DEM から間引きデータを作成し、メッシュサイズと計測点密度の組み合わせごとに地形などの判読可否を調べました（表 2、表 3）。

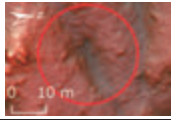
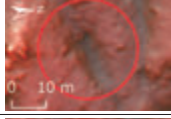
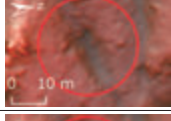
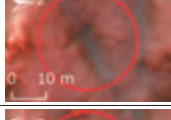

結果、メッシュサイズ 50cm と計測点密度 4 点 / m² の組み合わせで、対象とする地形を表現できることがわかりました。ただし、計測点密度については、DEM から点を間引いているため、実際の計測データよりも精度が高いことに留意する必要があります。

表2 メッシュサイズと地形などの判読可否

メッシュサイズ	計測点密度	斜面			渓流		
		露岩	崩壊跡	崖錐	沖積錐	ガリー	砂防施設
25cm	20点/m ²	○	○	○	○	○	○
50cm	20点/m ²	△	△	△	○	○	△
50cm	4点/m ²	△	△	△	○	○	△
1m	20点/m ²	×	△	×	×	△	△
1m	4点/m ²	×	△	×	×	△	△

○：判読可（比較的明瞭）、△：不明瞭、×：判読不可

表3 メッシュサイズによる地形表現の比較例

メッシュサイズ (計測点密度)	崩壊跡（谷筋の崩壊跡）	
25cm (20点/m ²)		崩壊頭部の露岩も識別可能
50cm (20点/m ²)		崩壊頭部の露岩状態がやや不明瞭
50cm (4点/m ²)		崩壊頭部の露岩状態がやや不明瞭
1m (20点/m ²)		モザイクが目立つ
1m (4点/m ²)		モザイクが目立つ

なお、別の場所で、メッシュサイズ 50cm ・ 計測点密度 10 点 / m² のデータを基に、同様の組み合わせで判読可否を確認したところ、表 2 と同様の結果を得ました。

既往災害渓流の判読比較

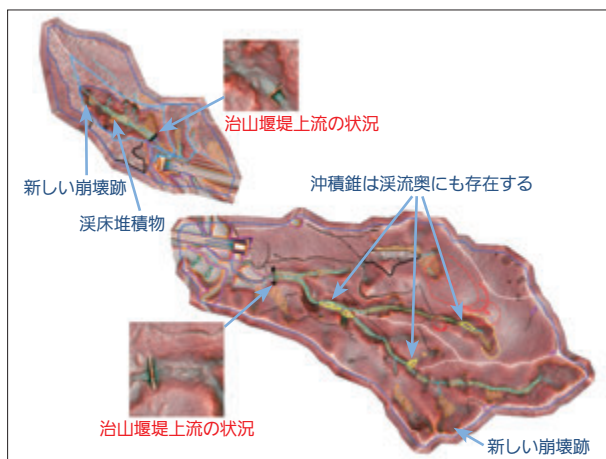


図3 既往災害渓流の判読結果

災害履歴のある 2 渓流について、類似箇所抽出や再発の予見可能性を検討するために、地形判読を行いました（図 3）。

判読を行ったトンネル上部の流域は、いずれも土砂の生産や移動が活発な状況が確認されました。一方で、治山堰堤の堆砂状況は、対照的であることが確認できました。

今回は限られた箇所での確認結果であり、総合的な評価は困難なもの、相対的な評価による対策優先度の区分や、類似箇所抽出による事前対策などの実施に活用できる可能性があると思われます。

おわりに

UAV レーザについては、コース間調整の課題が残るものの、地形表現がヘリよりも優れていることが確認できました。複数コースの調整を適切に行えるようになれば、ヘリレーザと MMS の死角を補う手段としての利用が期待できます。ヘリレーザについては、適切な計測方法が

概ね把握できたほか、既往災害渓流の判読結果から相対評価への可能性が確認できました。

今後は、調査対象とする流域・斜面の絞り込み手法や危険度の評価基準などの検討を行い、航空レーザ計測の実務での活用を進める予定です。

※1 牧他:航空レーザ計測による斜面リスク抽出可能性、For the Future2017、pp48-49