

モバイルスキャンによる積雪表面の計測に関する研究

(株) 構研エンジニアリング 正会員 ○坂下ひなの 北見工業大学 正会員 白川龍生
(株) 構研エンジニアリング 正会員 高橋浩司 (株) 構研エンジニアリング 正会員 保木和弘

1. はじめに

北海道内の国道の多くは山岳部や海岸部を通過し、斜面沿いであることが多い。このため、冬期に雪崩の恐れがある現場では、雪崩予防柵等の対策が講じられている(図-1)。しかしながら、過去に防雪対策を施工した箇所についても、近年の降雪パターンや雪崩発生形態は気候変動に伴い変化しており、雪崩点検や雪底処理が必要であるケースが多い。冬期道路管理は法面の積雪分布を適切かつ迅速に把握することが重要となるが、これまでは現地で直接計測するか、航空レーザ測量のような間接的手法に限られていた。これらは安全性、迅速性、経済性のいずれかが欠けている。また、雪底の成長を考慮した危険度評価を行うためには、雪底の成長過程や移動速度等の計測技術が不可欠となる。筆者らは UAV-SfM を利用した防雪設備周辺の雪面形状計測に関する研究を進め、積雪環境にて UAV-SfM 測量を適用する際の最適な撮影条件の研究を進めてきた。しかし、上空からの撮影画像では、雪崩予防柵周囲の死角となる部分の点群が作成されない等の問題があった。

そこで本研究ではこの問題解決のため、近年土工の出来高管理等に活用され始めているモバイル端末に着目し、同端末によるスキャン(モバイルスキャンとする)での積雪表面の計測が可能かを検証した。

2. 実験方法

2.1 使用機材および計測方法

モバイル端末は、LiDARセンサーが搭載された iPad pro A2377 (Apple社製)、3次元計測アプリは Scaniverse ver.2.1.4 (ナイアンティック社製)を使用する。現地での計測方法は、雪崩予防柵(幅5.5m、高さ1.5m)1基を対象とし、5m以下の距離を保って周囲を移動しながら計測する。アプリの設定は、計測範囲を5.0m、処理方式をArea、点群の出力をPLY形式とする。点群処理はTREND-POINT Ver.10(福井コンピュータ株式会社製)を使用する。



図-1 法面に設置された雪崩予防柵と雪底の発達事例

2.2 計測精度の検証方法

モバイルスキャンによる積雪深計測の方法は、モバイルスキャンにより得られた積雪表面の点群と別途無雪期の UAV-SfM 測量で作成した地表面の点群を点群処理ソフト上で重ね合わせて、その差分により算出する。重ね合わせは通常、点群に付与された公共座標をもとに行うが、今回使用した3次元計測アプリでは公共座標が付与されないため、露出している雪崩予防柵支柱3本の位置を基準として、手動で重ね合わせる。

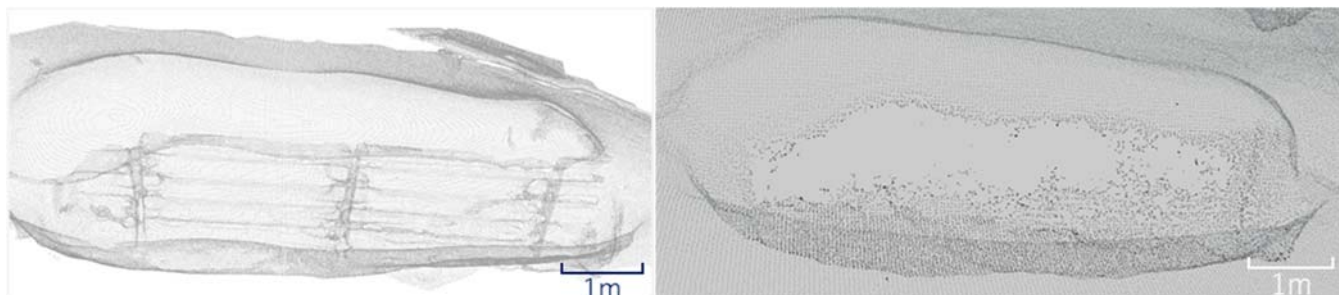
計測精度については、(1)最大雪底高さをスノープローブによる現地計測結果と比較、(2)雪底背面の積雪深8点を UAV-SfM 測量による計測結果と比較することにより検証する。

3. 計測精度の検証結果

3.1 モバイルスキャンによる雪崩予防柵周辺における点群の再現性

図-2 にモバイルスキャンおよび UAV-SfM 測量による点群の作成事例を示す。(a)モバイルスキャンによる点群作成事例では、雪底および雪崩予防柵形状も抜けることなく点群が作成できている。一

キーワード：LiDAR センサー、モバイルスキャン、積雪表面計測、積雪深計測、雪底、冬期道路管理
連絡先：〒065-8510 札幌市東区北18条東17丁目1-1 構研エンジニアリング TEL 011-780-2813



(a) モバイルスキャンによる点群作成事例 (b) UAV-SfM 測量による点群作成事例

方、(b)UAV-SfM 測量による点群作成事例では、雪庇形状の点群は概ね作成できているものの雪崩予防柵の点群はほとんど作成できていない。これは、UAV-SfM 測量は上空からの撮影画像を元にしており、直立した部分は雪庇の死角になりやすいためである。

3.2 雪底高さの計測精度

図-3 に、雪底高さが最大となる位置での断面図と、従来の現地で手法であるスノープローブによる実測の状況を示す。赤色で表されている断面図の点群は、写真と比較して凹凸をよく再現できている。最大積雪深位置において、モバイルスキャンによる計測値は 188cm、スノープローブによる計測値は 197cm で、誤差は -5% (-9cm) であった。

3.3 積雪表面高さの計測精度

図-4に示す雪底背面の積雪表面8点において、モバイルスキャンによる積雪深とUAV-SfM測量による積雪深の計測結果を比較した。計測誤差は0～2cmの範囲で、平均誤差は1%であった。図-5に比較結果を示すが、両者には強い相関が認められる。

4. まとめ

モバイルスキャンを用いた積雪表面計測を行ったが、UAV-SfM測量と変わらず点群を作成できることがわかった。また、UAV-SfM測量で点群が欠ける部分についても再現可能であることがわかった。計測誤差についても積雪深計測の実用上問題ないことを確認した。これより、安価で簡易な計測手法としてモバイルスキャンの有効活用が期待される。ただし、現時点では検証事例が限られることから、今後は様々な条件下での検証が必要であると考え



図-3 雪庇高さの比較 (A-A 断面)

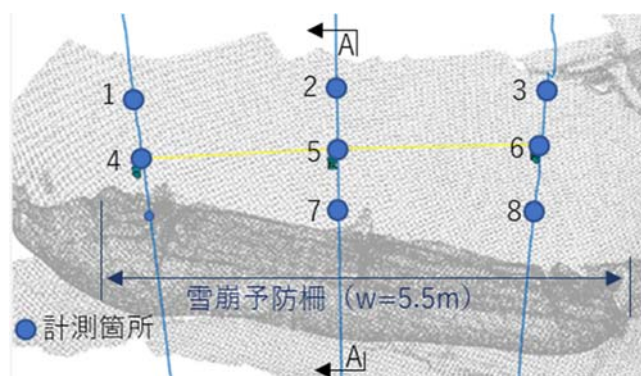


図-4 雪庇上面積雪深の計測箇所

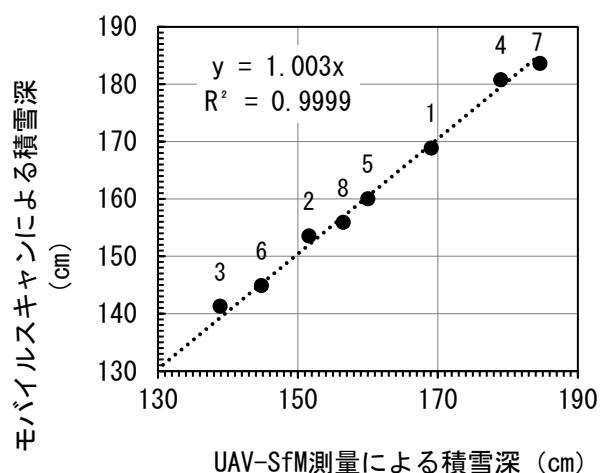


図-5 積雪深計測値の比較