

UAV－SfM を用いた積雪面計測における地上基準点設置数が観測結果に与える影響

(株)構研エンジニアリング 正会員 ○保木和弘
 (株)構研エンジニアリング 正会員 高橋浩司
 (株)ジオリサーチ 非会員 猿渡久人

北見工業大学 正会員 白川龍生
 (株)構研エンジニアリング 非会員 長沼芳樹

1. 経緯及び目的

積雪寒冷地における冬期の道路管理や災害対応では法面上の積雪面を迅速かつ適切に把握し、道路利用者の安全を確保する施策を講ずることが重要である。しかしながら、雪尺や測深棒等を用いた手動計測では安全性・迅速性に欠け、航空レーザー測量のような手法では経済性が欠けており、最適な管理手法が確立されていない状況にある。

そこで本研究では、冬期道路管理で重要と考えられる法面上の積雪分布を把握する手法として、UAV-SfM 測量に着目し、積雪のある法面に対して、近傍に設置した地上基準点 (Ground Control Point 以下、GCP) の数が測量結果に与える影響や適用性について検討した。

2. 検証概要

2.1 検証フィールド

検証フィールドのオルソ画像 (航空写真におけるひずみを修正した画像) を図-1 に示す。フィールドは積雪寒冷地における道路法面を対象とし、観測時期は2023年3月上旬である。対象法面の勾配は1:1.2程度で、雪崩予防柵が配置されている。また、冬期間は積雪により雪崩予防柵上部に雪庇が形成されている状況にある。UAV 撮影にあたっては、図-1 に示す5箇所 (H01～H05) に GCP を設置した。得られた点群の一例を図-2 に示す。図より、雪崩予防柵の設置位置で間隙が確認できる。これは、上空からの撮影であることから鉛直方向に突出する雪崩予防柵部分では取得される座標点が疎らとなるためである。

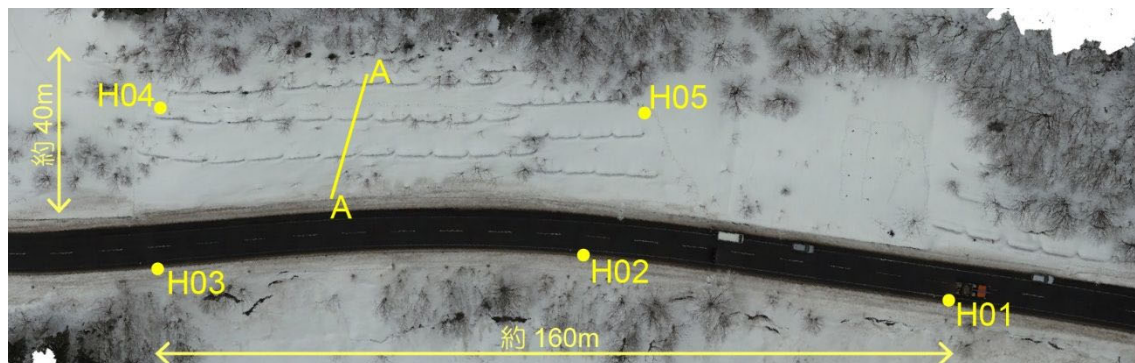


図-1 検証フィールド (オルソ画像)

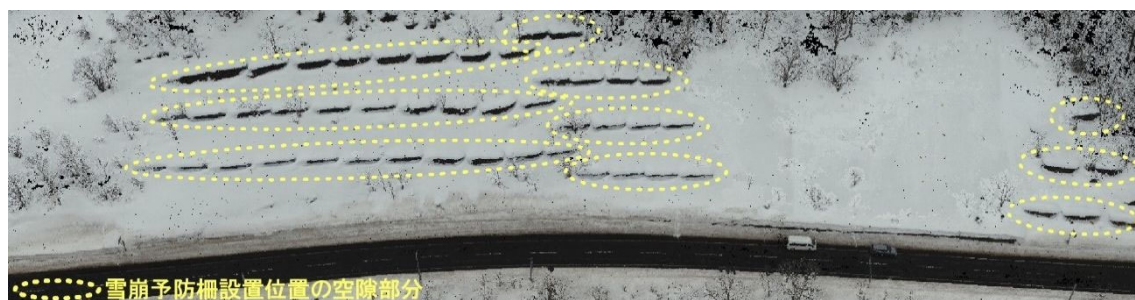


図-2 UAV－SfM による点群[GCP×5] (俯瞰)

キーワード 積雪深計測, UAV-SfM, 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 (株)構研エンジニアリング TEL 011-780-2811



Matrice300RTK(DJI)_[ZenmuseP1]

図-3 機器仕様

2.2 UAV 撮影及びレーザー計測

図-3に、撮影に使用するUAV 機体及びカメラ仕様を示す。撮影方法は、鉛直下向きに俯瞰撮影する。撮影画像の積雪表面でのオーバーラップ率（重複度）は、「UAV を用いた公共測量マニュアル（案）※1）」に基づき、進行方向に80%以上、隣接コースで60%以上とした。また、撮影対地高度は法面高さを考慮して70mとした。SfM解析プログラムにはAgisoft Metashape Professional Version1.8.4 build14856を使用した。SfM解析の詳細は既往の研究成果※2)に倣った。また、同日に地上レーザー計測を実施し、同範囲の点群座標を取得した。

2.3 検証方法

検証は5箇所に設置したGCP全てを使用してSfM解析を実施し得られた点群座標（Case-1）を、道路付近に設置した3箇所のGCPのみを使用して得られた点群座標（Case-2）と比較する形で実施した。これは冬期道路における災害発生時、または災害発生の恐れがある場合に、斜面上にGCPを設置することが困難な状況を想定している。また、同日に実施した地上レーザー計測により取得した点群座標に対する差異についても検証を行った。

3. 検証結果

図-4に示す点群から得られた横断面においては、前述した雪崩予防柵が設置されている部分の座標が乱れていること、本検証は法面上の積雪面を対象としていることから雪崩予防柵近傍（前後2m程度）は検証の対象外とした。なお、地表面座標は積雪期の直前に地上レーザー計測で取得した点群から作成している。

図-4より、Case-1およびCase-2で得られた積雪横断面は地上レーザー計測から得られた積雪に比較して、同程度の積雪量（平均100～101%程度）で評価され、ほぼ一致していることが分かる。

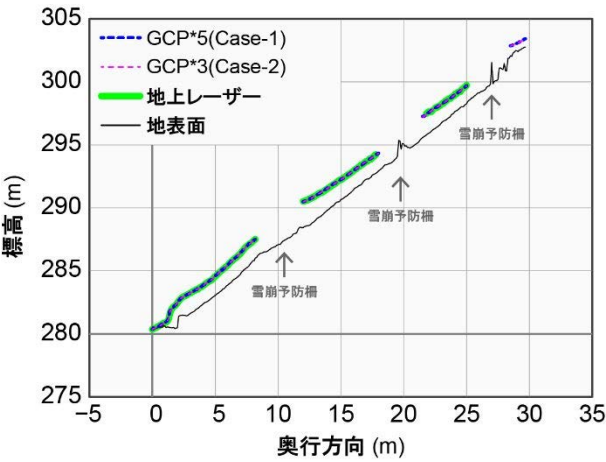


図-4 横断面図（A-A）による比較

表-1 GCPにおける標高値の比較

基準点	(m)	RTK－GNSS	GCP*5 (Case-1)	GCP*3 (Case-2)
H04	標高値	296.811	296.796	296.785
	差分	－	-0.015	-0.026
H05	標高値	292.983	292.969	292.961
	差分	－	-0.014	-0.022

表-1に、Case-2で使用していないGCP（H04、H05）における標高値を、RTK-GNSS 測量による観測値と比較した結果を示す。表より、H04、H05ともにCase-1では15mm程度、Case-2では25mm程度低い値を示した。

これより、UAV を用いた積雪面計測を実施する際、GCP 設置数に制約がある場合には、制約が無い場合と比較して積雪面を若干低く評価する可能性があるため、積雪量に対して数%の安全率を設けることが望ましいと考えられる。

4. まとめ

本検証で得られた結果より、UAV－SfM を利用した斜面積雪モデル作成は、現地状況を十分に再現可能であることが分かった。一方で、GCP が不足する場合、計測した積雪深に対して適切な補正を与える必要があると考えられる。

参考文献

1) 国土交通省国土地理院：UAV を用いた公共測量マニュアル（案）[2017]
2) 高橋浩司，白川龍生，長沼芳樹：下向き短波放射と雪面の反射率が空撮図化に及ぼす影響，第32回ふゆトピア研究発表会[2020]