

のり面工事における空撮画像及び3次元モデルの施工管理への活用

日特建設株式会社 正会員 ○ 藤田哲 正会員 宇次原雅之
群馬大学 正会員 若井明彦

1. はじめに

近年、UAV（小型無人航空機）の普及、機体性能の向上により手軽に空撮画像を取得することが可能となっている。また、撮影された画像から、3次元モデルを構築する技術の汎用化も進んでいる。そこで、筆者らは、のり面工事現場において、地上から全景を把握することが困難な長大な のり面の状況を UAV を用いた撮影により効率よく把握し、得られた画像を用いて SfM-MVS 技術により 3 次元モデル（点群データ、鳥瞰画像等）を取得して、のり面構造物の施工管理、出来形確認へ活用することを試みている。本報告では、その実施例を報告する。

2. 適用現場の概要

空撮および 3 次元モデル活用は、国土交通省関東地方整備局 中部横断角打トンネル工事（山梨県南巨摩郡身延町）におけるトンネル坑口起点側の のり面の のり枠工およびロックボルト工を対象に行った。のり面の諸元は、傾斜約 65 度、高さ約 80m、面積約 2300m²で、地上から全体を見渡すことは困難である。

3. 実施方法

撮影に使用した UAV は、Mavic Pro（DJI 社製）で、UAV 搭載カメラ（横×縦：4000×3000 画素）を使用し、高度 20～100m、撮影距離 15～30m、画像ラップ率 70～90% で行った。撮影は、以下の方法で 4 回行い、撮影した空撮画像から専用ソフト（Pix 4D mapper）により 3 次元モデルを作成した。

撮影①（伐採後金網張り開始時）

事前に標定点を 4 箇所設置した（写真-1）。標定点は、測量で用いられるステッカー式の反射シートを用い、施工範囲内の見通しが可能な位置に設置した（写真-2）。

撮影②（のり枠工組立完了時）

標定点設置なし。

撮影③（のり枠工吹付完了後、ロックボルト工施工時）

標定点設置なし。

撮影④（施工完了時）

標定点として GNSS ロガー内蔵対空標識をのり面下部の平地に 4 箇所設置した。計測データの内、斜面に近い 3 点に関しては測定精度が低かったため、別途 2 点の測量データを使用した。

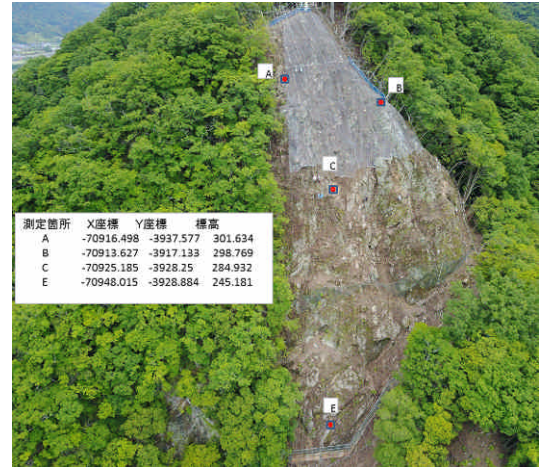


写真-1 標定点の設置状況(全景)



写真-2 標定点の設置(拡大)

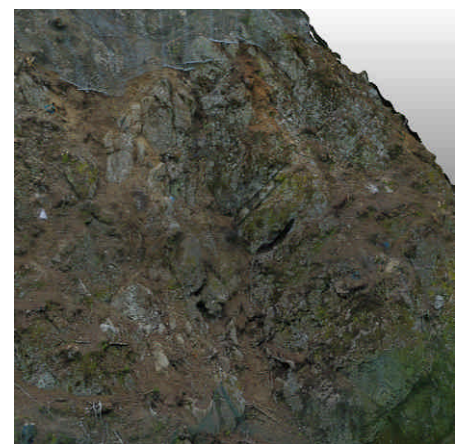


写真-3 鳥瞰画像(拡大)斜面の状態確認

【キーワード】 のり面構造物、UAV、3次元モデル、出来形確認

【連絡先】 〒104-0003 東京都中央区東日本橋 3-10-6 TEL:03-5645-5110 FAX:03-5645-5113

4. 結果及び考察

標定点を設置した撮影①では、位置補正を実施し 4 本の断面図を作成した。当現場のように起伏の多いのり面では、必要な箇所断面図が入手できることは非常に有効であった。さらに、写真-3 のように 3 次元モデルを様々な方向から拡大して確認することにより、岩盤斜面の亀裂や凹部の状況を確認できるため、施工中の安全リスク低減に役立てることができた。また、全景画像を用いることにより、実斜面の起伏に応じたのり枠工の割り付けが可能となった。

撮影②で得られた 3 次元モデルは、のり枠の梁の交点の位置を的確かつ効率よく把握することが可能であるため、展開図面の作成、施工数量の早期確定に活用できた。

撮影③、④の吹付完了後の撮影では、のり枠の出来形管理への適用を検討した。図-1 は、標定点による位置補正を行っていない撮影③から得られた 3 次元モデルにより、枠中心間隔を 3 箇所において検証した結果である。のり面上での実測値は設計値 2000mm に対して ± 100 の規格値に入っているが、3 次元モデルから得られた測定値はその値から $-80 \sim +148$ mm と乖離している。図-2 は、現場での管理方法に合わせ、のり枠の梁長の測定結果を比較したものである。梁番号 Y-11 において、現場実測値 20.0m に対し 3 次元モデル上で梁の形状を考慮し 5 分割して計測を行ったところ合計値は 19.72m であり実測値との差は 0.28m (誤差 1.4%) となった。図-3 は、撮影④により得られた 3 次元モデルにより、のり枠の外周を計測した結果である。計測値の合計は 229.95m で現場計測値 231.8m に対し -1.85 m (誤差 0.79%) の差であった。標定点による位置補正を行っていない撮影から得られた 3 次元モデルでは誤差がやや大きくなる場合があるが、標定点を設けることにより、のり枠工の出来形管理にも適用が可能な精度をもつ 3 次元モデルが得られることが確認された。

5. まとめ

今回の結果より、UAV により撮影された画像及び画像から得られた 3 次元モデルは、のり面工事において、現場状況の確認、図面、資料作成や、日常的な工事の管理など、さまざまな段階で有効に活用できることが確認できた。また出来形確認への適用についても、3 次元モデルの精度を上げることにより可能であることが示された。標定点の設置方法や 3 次元モデル上での測定方法により精度が変わるため、今後、より精度を上げる測定・計測方法を検討することが必要である。

今後も、のり面工事での調査、設計、施工、完成検査、維持管理において 3 次元モデルの活用を進め施工管理の省力化、効率化を目指したい。

本研究を行うにあたり国土交通省関東地方整備局甲府河川国道事務所、飛鳥建設株式会社 中部横断角打トンネル作業所の皆様には多大なるご協力を賜りました。記して感謝の意を表します。

参考文献: 1) 矢吹 信喜: CIM 入門, 理工学図書, 12 章, 139~150, 2016

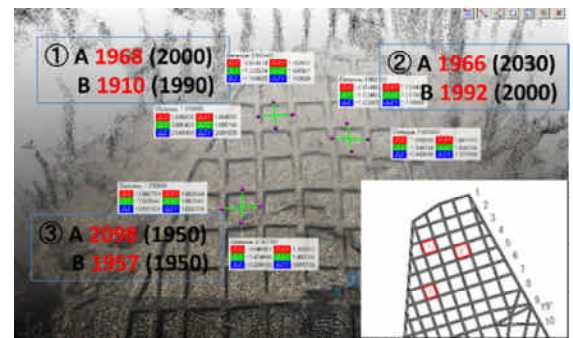


図-1 3次元モデル 出来形確認(枠中心間隔)

赤字: 3次元モデルの計測値、()内: 現場計測値

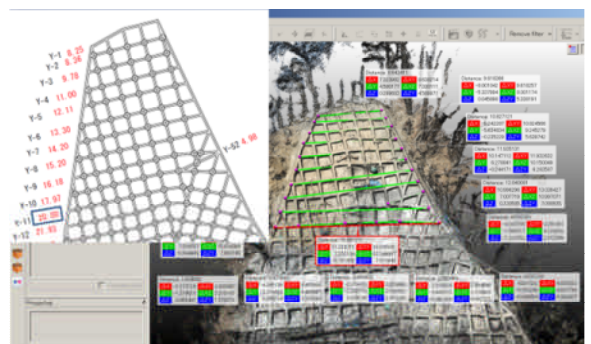


図-2 3次元モデル 出来形確認(梁長)

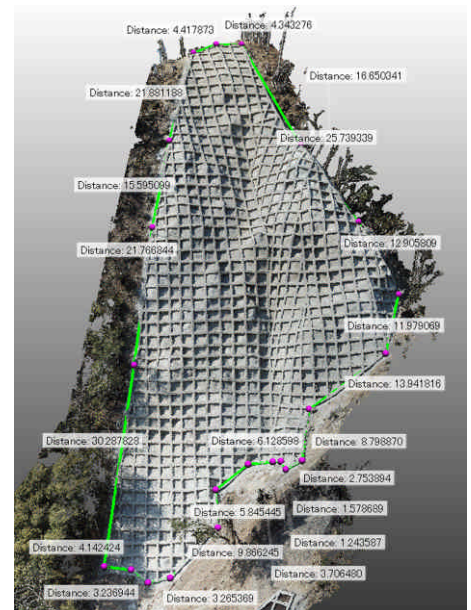


図-3 出来形確認(外周)位置補正有