

UAV/SfM-MVS 技術を用いたのり面構造物健全性点検手法の適用性の検討

日特建設株式会社 正会員 ○宇次原雅之
 国際航業株式会社 正会員 村木 広和
 日特建設株式会社 正会員 窪塚 大輔

1. はじめに

これまでに施工された膨大な数ののり面構造物において老朽化の進行が問題となっており、その効率的な維持管理が急務となっている。適切に管理を行うためには、定期的に点検を行的に健全性を評価する必要がある。しかし、のり面構造物は斜面高所まで設けられているため、全体を効率よく点検することが難しい。また、点検記録として写真が残されるが、通常、撮影は変状箇所に限られており、また2次元の写真では、撮影方向、撮影距離などが毎回異なるため、後日、変状の進行の有無を確認するのが難しい場合が多い。

近年、UAV（無人飛行機）により構造物の写真、ビデオ撮影を行い、健全性点検に適用を試みる事例が増えている。UAVによる撮影画像を使用し、Structure from Motion-多視点ステレオ写真測量（SfM-MVS）技術により取得した3次元点群データやオルソフォト画像を点検に適用する方法についても研究が進められている¹⁾など。この方法をのり面構造物の健全性点検に適用できれば、高所まで効率的に点検が可能となり、さらに健全部も含めたのり面全体の状態を記録することが可能である。また、変状箇所については、2次元ではなく3次元の写真データを記録しておくことにより、以後の変状進行の確認が容易になると考えられる。

本報告では、のり面構造物に対してUAVによる撮影を行い、SfM-MVS技術により3次元点群データおよびオルソフォト画像を作成して、のり面構造物の点検方法として適用する方法について検討した。

2. 調査方法

1) 撮影方法

撮影は、UAVによるのり面構造物全体の撮影と、変状部の記録を目的とし、デジタルカメラで近接して撮影する2つの方法を採用する。前者は、のり面上で4mm程度の精度となるような仕様でUAVに搭載したカメラにより撮影する。地上基準点を得るため地上の10箇所に標定点を置き、位置測定を合わせて行う。後者については、地上においてデジタルカメラで、5m離れた位置から撮影する。それぞれの試験仕様を図-1に示す。撮影した写真から、SfM-MVS技術により、点群データおよびオルソフォト画像を取得する。解析ソフトはPixaDMapper (Pix4D社)を使用する。

2) 対象のり面構造物

対象としたのり面は、高さ約20m、側方延長約50mの道路のり面で、このうち左側は吹付工が、また中央から右側にかけてはのり砕工が施工されている(写真-1)。寒冷地であるため、表面剥離が著しく進行し、補修が必要な状態となっており、順次対策が行われている。山岳道路のため道路幅員はせまく、対面は急な谷となっており、地上からのり面全体は見渡せない。また、道路上からは、のり面上部の詳細な状況はわからない。

3. 結果

写真-2~4にUAVによる撮影で得られたオルソフォト画像



写真-1 試験対象のり面

■ UAVによる撮影	
・UAV: Zion QC730 エンルート社製	
・カメラ: Canon EOS Kiss X7 / EF-S24mm f2.8	
横×縦: 5184×3456画素	
飛行速度	3.7m/s
シャッター間隔	1秒間隔
シャッタースピード	1/1000
撮影距離(のり面垂直)	30m
■ 地上からデジタルカメラによる撮影	
・カメラ: i-phone 6	
横×縦: 3264×2448画素	
撮影距離(のり面垂直)	5m
・80%程度ラップさせる	

図-1 撮影に用いた機器と撮影資料

キーワード: のり面構造物、UAV、SfM、点検

住所: 東京都中央区東日本橋 3-10-6 電話番号: 03-5645-5115 FAX 番号: 03-5645-5113

を示す(200枚の写真を使用した)。画像はビューワー上で回転させることが可能であるため、様々な方向から状況を確認することができる。また、拡大することにより、任意の箇所について詳細な状況を確認することが可能であり、吹付の剥離やのり枠の断面欠損の有無などを確認することができる(写真-3、4)。拡大することにより、吹付の水抜きパイプ(径40mm、肉厚4.1mm)の形状が確認できることから、今回の条件では4mm程度の大きさまで識別可能であると判断される。写真-5は地上でのデジタルカメラ撮影で得られたオルソフォト画像である(20枚の写真を使用した)。拡大することにより、金網(径2mm)の発錆状況まで確認できることから、概ね2~3mm程度まで識別可能と判断できる。両データは同じ座標系を持たせることにより、合成させることが可能である。課題として、植物の背面はデータが欠落すること、のり枠の側面が不鮮明となる場合があることなどが確認された。

4. 適用効果と課題

のり面構造物の点検は、高所の把握が難しい場合が多く、点検自体手間がかかることなどの課題があったが、今回適用したUAV撮影とSfM-MVS技術を用いた方法は、それらの課題を解決した効率的な点検方法となると考える。また、3次元の画像であるため、変状の進行の確認がしやすいこと、斜面地形との関連性を把握しやすく原因推定に役立つこと、さらに、3次元点群データから、補修補強計画のための断面図などの入手が可能であることなどのメリットもある。

さらに実用性を高めるためには、点検精度の確保が必要である。一般に、のり面構造物(吹付など)の目視による点検では、1mm程度の開口ひび割れの有無が問題とされる場合が多いことから、実務上、その程度のクラックまで識別できる精度が確保できることが望ましい。今回実施したUAV撮影による方法では、当初設定した精度がほぼ確保できているので、さらに機器・仕様を変更することにより、上記の精度確保は可能であると考える。また、特に詳細に記録したい箇所については、別途、接写し合成することも可能である。

このほか、草や木により遮られる場合の対応、道路のり面などでのUAV撮影時の安全確保などの課題がある。吹付・のり枠以外ののり面構造物での適用性確認等も合わせて、今後、これらの課題の解決を進め、効率的な日常点検手法としての実用性を高めたい。

【参考文献】

1) 大石・白谷ほか、UAVを使った低空画像解析による海岸堤防の劣化状態の検出、土木学会論文集 Vol.71、No.2、pp.1717-1722、2015.

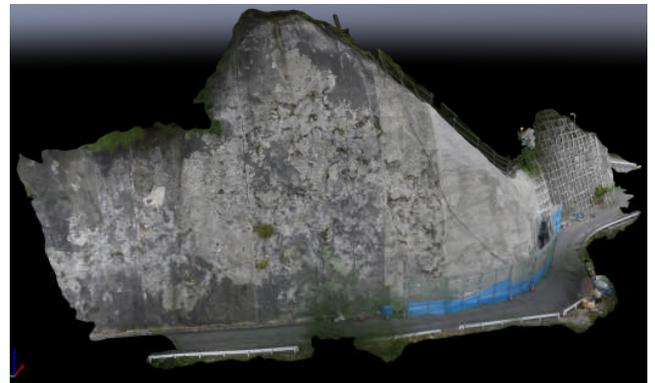


写真-2 オルソフォト画像(のり面全景)/UAV撮影



写真-3 オルソフォト画像(のり枠部分)/UAV撮影



写真-4 オルソフォト画像(吹付表面拡大)/UAV撮影



写真-5 オルソフォト画像(のり枠部分拡大)/地上撮影