

## 土木工事におけるのり面緑化工の品質管理の高度化 - UAV 空撮画像を用いたのり面緑化成績の定量評価の試行 -

鹿島建設(株) 正会員 ○板川 暢 藤崎勝利 山口毅志 高山晴夫 阿子島学  
(株)ジェピコ 野口泰謙 土屋賢太郎  
岩手大学 原科幸爾  
東京農業大学 山田 晋

### 1. はじめに

のり面緑化工の成績判定は、「のり面全体が緑に見え、植被率が 70～80%以上である」という目安に基づいて、未だ目視による定性的な評価や、局所における植被率の計測や草本の本数・株数の計数による抜き取り検査が一般的に行われている。また、検査基準・方法が統一されておらず、現行手法では個人の主観や植生状況による誤差が生じること、ならびに定量的かつ面的な評価が困難であることが課題となっている。

こうした課題解決の一助として、筆者らは UAV（無人航空機）の空撮画像を用いたのり面緑化工の品質管理の高度化技術を開発してきた<sup>2)</sup>。今回、国土交通省の公募事業「建設現場の生産性を飛躍的に向上するための革新的技術の導入・活用に関するプロジェクト」に採択され、本技術を中国地方整備局発注の小田川付替え南山掘削他工事（岡山県倉敷市）で試行したので、本稿にて報告する。

### 2. 技術概要

本技術は、農業分野で普及しつつある UAV を用いたリモートセンシング技術をのり面緑化工の品質管理に適用し、定量的な植被率の評価と緑化成績の判定を行うものである。のり面緑化成績の定量評価の手順は、UAV 空撮を主とした「現地計測」、SfM（Structure from Motion）・GIS（地理情報システム）による解析を主とした「データ処理」、出力結果に基づいた「評価・検査」の段階がある（図-1）。

### 3. 試行概要

本試行では、小田川付替え南山掘削他工事で施工した緑化のり面（厚層基材吹付工法）（写真-1）を対象に、本技術が緑化のり面の品質管理の高度化や検査の省力化に資することを確認した。併せて、各工程で取得・作成した各種データをデータプラットフォーム（DPF）で共有し、定量評価結果に基づいた遠隔臨場による緑化工の検査を試行した（図-1）。

#### （1）現地計測

現地計測は、2021年10月と11月の2回試行した。空撮機材は、ACSL社 PF2（マルチスペクトルセンサカメラ MicaSense 社 RedEdge-MX 搭載、写真-2）、および DJI 社 P4 Multispectral を使用した。異なる空撮機材や条件で複数回（計 23 評価分）の空撮を実施し、それぞれで定量評価までの一連の工程が完了できることを確認した。対象のり面（約 11,000m<sup>2</sup>）の1回の空撮に要した時間は 10～25 分程度である。併せて、

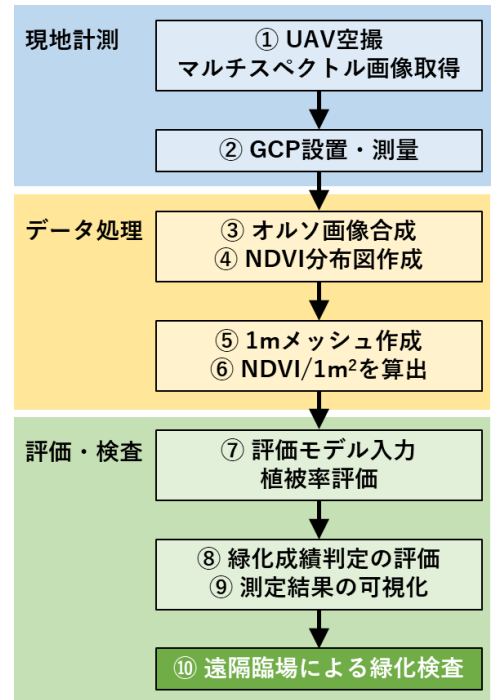


図-1 本技術（試行）のフロー



写真-1 試行対象のり面



写真-2 RedEdge-MX を搭載した PF2

キーワード 植被率, ドローン, リモートセンシング, マルチスペクトルセンサカメラ, NDVI

連絡先 〒182-0036 東京都調布市飛田給 2-19-1 鹿島建設(株)技術研究所 TEL 042-485-1111

オルソ（正射変換）画像等の精度確保のために、GCP（地上基準点）の設置・測量を行った。また、試行時期にあたる秋季から冬季にかけての植生状況に合わせた植被率評価モデルを構築するために、専門家による現地植生調査を並行して実施した。

## （2）データ処理

2回の現地計測で取得した空撮画像を用いて、SfMでオルソ画像の合成、近赤外域と可視赤域の反射率に基づいたNDVI（正規化植生指数；植物の活性度等を示す）の算出およびNDVI分布図の作成を行った（図-2）。NDVI分布図は数cmの解像度でNDVI値が格納されている。これを、GISを用いてXY座標平面上で1m四方に分割したメッシュで集計し、1mメッシュ毎のNDVIの平均値およびレンジ値（最大値－最小値の差分）を算出した。これらを植被率評価モデルに入力して、1mメッシュ毎の植被率を評価した。なお、本試行では現地の植生状況を踏まえ、緑色の植物のみの場合、ならびに枯れた植物を含めた場合の植被率を対象とした2つのモデルを構築し、各植被率を評価した。

## （3）評価・検査

既存指針の目安に基づいて1mメッシュ毎の緑化成績判定を対象のり面全域で行った。定量評価結果を可視化するために、GISを用いて植被率分布図（図-3）および緑化成績判定図（図-4）を作成した。なお、これらの図の場合の未施工面・コンクリート吹付け面を除いた箇所の平均植被率は94.4%、植被率が70%以上で「可」判定となるメッシュの割合は93.5%となり、現地の植生状況と相違ない結果が得られた。

DPFとして、取得データ等を共有するクラウドサーバー、評価結果の閲覧・確認の効率化を図るWeb-GISアプリケーションを構築した（図-5）。遠隔臨場による緑化工の検査では、関係者がDPF上で評価結果等の確認を行うとともに、検査官が指定する箇所の緑化状況を確認することを想定して、緑化のり面の映像中継・共有を行った。今回の対象のり面では、高所・急傾斜地はUAVに搭載したカメラ、安全なアクセスが可能な箇所はウェアラブルカメラを使用した。遠隔臨場の試行の結果、本技術は安全性が高く、検査の高度化と省力化が図れることを確認した。

## 4. おわりに

本試行を通して、定性的で部分的な従来手法に比べ、一度に広範囲の成績判定が可能となり、検査等にかかる時間・労力を低減させ、定量的かつ効率的な品質管理に寄与することを確認した。本試行の結果を踏まえ、今後も汎用性、簡便性、精度等の向上を図り、本技術の普及・社会実装に努めていく。

なお、国土交通省の関係者の方々には、本技術を試行する貴重な機会を頂戴した。記して感謝の意を表す。

## 参考文献

- 1) 日本道路協会：道路土工 切土工・斜面安定工指針（平成21年度版），pp.521, 2009.
- 2) 板川ら：UAV空撮画像を用いた法面緑化成立状況の定量評価技術，土木学会全国大会第76回年次学術講演会，VII-9, 2021.

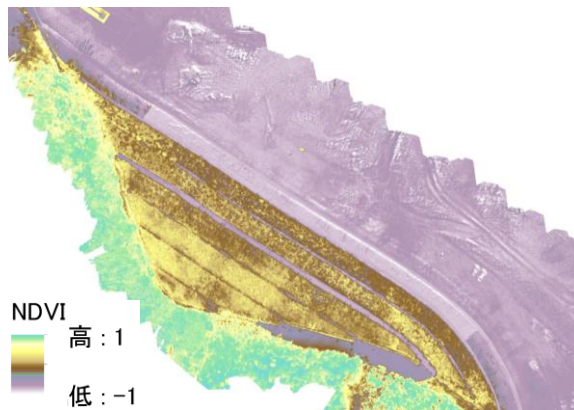


図-2 対象法面のNDVI分布図の例（10月）

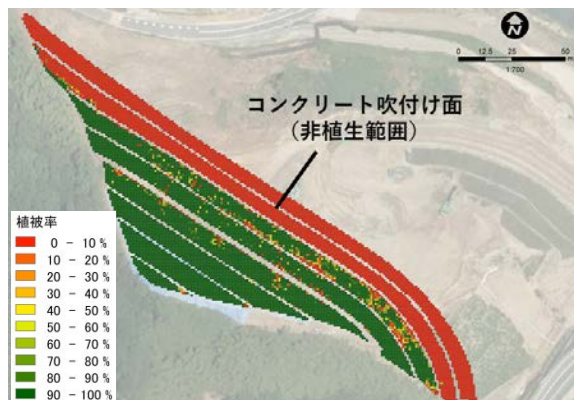


図-3 植被率分布図の例（枯れ含む）（10月）

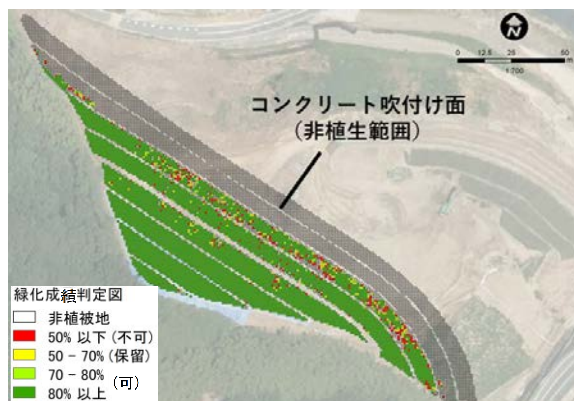


図-4 緑化成績判定図の例（枯れ含む）（10月）



図-5 Web-GISアプリケーションによる共有