

ドローンに搭載した赤外線カメラを用いた 効率的なモルタル吹き付け法面の点検手法の構築

金沢大学大学院 学生会員 ○松岡 佑樹

金沢大学 正会員 藤生 慎

金沢大学 フェロー 高山 純一

1. 背景・目的

2016 年わが国では、高度経済成長期に多くの土木構造物が建設されてきた。しかし、人口減少、少子高齢化、国や地方自治体の財政難などの状況下において、新規の土木構造物の建設は抑制され、現在は既存の構造物を維持管理することが重要視されている^{1,2)}。土木構造物の中でもモルタル吹き付け法面は、高度経済成長期とともに昭和 40 年代に多く施工され、昭和 40 年代後半には 800 万 m²/年もの施工量があったといわれている³⁾。現在、道路法面の維持管理は、道路防災点検や道路管理者が定めた点検要領等にしがたって行われているが、他の土木構造物と同様に、限られた予算や人員の中で、効率良く適切な維持管理を行うことが、今後より重要になっていくと考えられる。

そこで、本研究では、法面点検の効率化を目的に小型無人航空機(ドローン)に搭載した赤外線カメラの映像を AI により分析を行い、法面の浮きの把握を目指す。法面の劣化には、亀裂、剥離、浮き、空洞、はらみだし、目地のずれ、土砂のこぼれ出し等があるが、本研究では、赤外線カメラの特性から浮きの把握のみを点検の効率化の対象としている。

2. 調査概要

本研究では、本研究では、小型無人航空機(ドローン)に搭載した赤外線カメラを用いて、法面を撮影し浮きの把握を行う。今回対象とした法面は、石川県の県道 207 号線沿いの法面(図-1)、県道 209 号線沿いの法面(図-2)の二箇所である。撮影日時は、2017 年 11 月 22 日に行った。赤外線カメラを用いて県道 207 号線沿いの法面の一部を撮影した画像が図-1 の右である。

図-1 の赤外線画像では、法面裏が浮いている箇所は温度が高いことを示す白または黄色で表示され、浮いていない箇所は温度が低い赤色で示される。これは、撮影が早朝で気温が低かったため、法面裏の

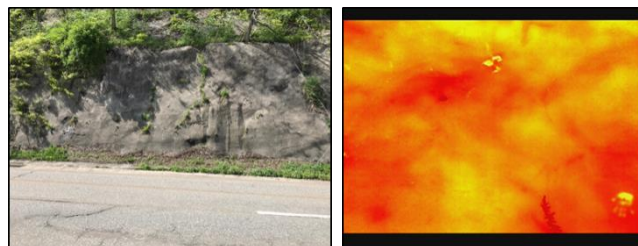


図-1 本研究で分析対象とした県道 207 号線法面の
可視光画像(左)と赤外線画像(右)

浮きある箇所は空気の温度が高く、浮きがない箇所は冷たくなっていたと考えられるため、温度差が現れたと考えられる。以上より、赤外線画像からモルタル吹き付け法面の浮きが目視により把握することが可能であることが得られた。

3. 法面の浮きの把握

図-1 に示したモルタル吹き付け法面の赤外線画像の温度差を AI に学習させ、AI により法面裏の浮きが把握できるか検証を行った。

(1) 本研究で用いた AI の概要

本研究では、法面裏の浮きについて効率的な把握を目指している。したがって、人による目視判定ではなくコンピュータによる自動判定を目指す。ゆえに、その判定には AI を用いることとした。

本研究で用いる AI は、Microsoft 社が開発している Microsoft Azure の Cognitive Services Custom Vision である。今回の分析では Custom Vision を用いて、モルタル吹き付け法面裏の浮きの有無の判定を行う。

(2) AI の学習

AI による分析を行うためには、AI に学習させるための学習データが必要になる。今回の分析では、県道 207 号線沿いの法面(図-1)の赤外線画像を学習データとして用いた。学習させる前に、図-1 の赤外線画像を縦 10×横 10 に画像を分割し、1 枚ずつ浮きの箇所と浮きがない箇所を分け、浮きあり、浮きなしのタグをつけて学習させた。浮きありのタグを 35 枚に、浮きなしのタグを 41 枚につけた。ただし、

画像の上下 10 枚ずつ計 20 枚と草、手形が写っている箇所
の画像は、学習させる画像から除外した。
学習した結果を表-1 に示す。今回作成した AI モデル
の学習結果は、「浮きあり」の精度が 93.60%、想起
が 83.10%であり、「浮きなし」の精度が 95.20%、
想起が 92.70%であった。どちらのタグにおいても精
度が 90%を超えているので良好なモデルと言える
だろう。

4. AI モデルによる法面裏の浮きの判定

作成した AI モデルを用いて県道 209 号線沿いの
法面(図-2)の浮きの判定を行った。県道 209 号線沿
いの法面の赤外線画像(図-2)を AI を用いて浮きの判
定を行う前に、図-1 と同様に、縦 10×横 10 に画像
を分割し分析を行った。ただし、画像の上下 10 枚ず
つ計 20 枚と手形が写っている箇所の画像は、判定
から除外した。

県道 209 号線沿いの法面の赤外線画像の判定結果
を図-3 に示す。浮きありの確率が、30%未満のとき
チェック「✓」、30%以上 60%未満のとき「!」、60%
以上のとき「×」と表示した。コンクリート診断士
が判断した結果と比較すると浮きがある箇所が「×」
で表示されており、浮きの判定できていることがわ
かる。

5. まとめと今後の課題

法面点検の効率化を目的に、小型無人航空機(ドロー
ーン)に搭載した赤外線カメラでモルタル吹付け法
面を撮影した。県道 207 号線沿いの法面の赤外線画
像を AI に学習させ、法面裏の浮きを判定すること
ができるモデルを作成した。作成した AI モデルを
用いて県道 209 号線沿いの法面の赤外線画像の判定
を行ったところ打音検査により浮き認められた
箇所を浮きがあると判定することが可能となった。

今後の課題として、今回分析に用いた赤外線画像
は朝に撮影した画像であったが、撮影する時間帯に
よって浮きが赤外線画像にどう写るかを把握し分
析に考慮する必要がある。また、季節による変化も
考慮する必要があると考える。また、法面が向いて
いる方角により太陽光の当たり方に差異が生まれ、
赤外線画像の写り方が変わってくることが考えら
れるため、今後様々な条件で実験を行う必要がある。

表-1 AI モデルの学習結果

タグ	精度	想起
浮きあり	93.60%	83.10%
浮きなし	95.20%	92.70%

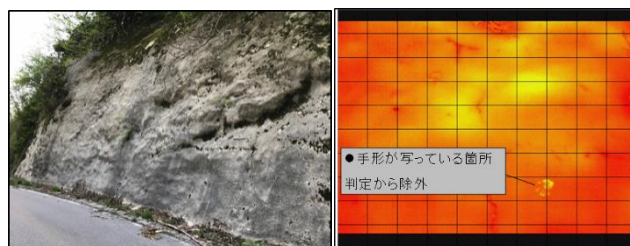


図-2 本研究で分析対象とした県道 209 号線法面の
可視光画像(左)と赤外線画像(右)

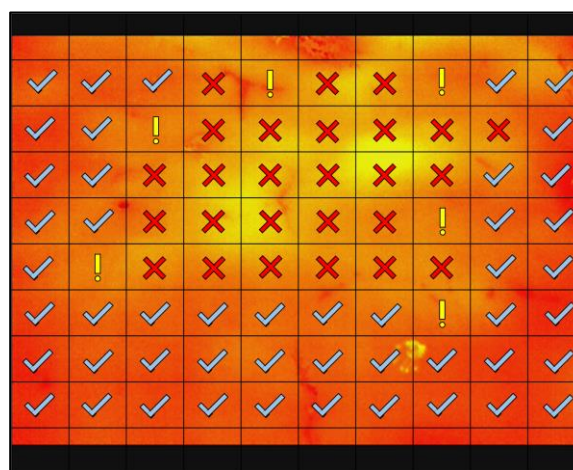


図-3 県道 209 号線沿いの法面の
赤外線画像の判定結果

参考文献

- 1) 国土交通省 道路局：総点検実施要領（案）【道路のり面
工・土工構造物編】（参考資料），平成 25 年 2 月
- 2) 一般社団法人建設コンサルタンツ協会近畿支部 公共土
木施設の維持管理に関する研究委員会：斜面・のり面の
適切な点検手法の手引きと補修・補強工法選定資料，平
成 24 年 7 月 1 日
- 3) 補強土工法研究会 老朽化吹付のり面補修工：
<http://www.japan-hokyoudo.jp/roukyuuka-morutaru.html>
(最終閲覧日：2018 年 7 月 30 日)
- 4) 日本工営株式会社：熱赤外線画像による吹付のり面の老
朽化診断，
https://www.n-koei.co.jp/rd/technology/pdf/h16pr_13.pdf
(最終閲覧日：2018 年 7 月 30 日)