

## 舗装点検におけるひび割れ判読工程での機械学習技術適用検討

国際航業株式会社 正会員 ○鈴木 達朗 国際航業株式会社 非会員 田島 朋樹  
 国際航業株式会社 正会員 福士 直子 国際航業株式会社 非会員 原田 政寿  
 高崎河川国道事務所 非会員 永来 良吾 高崎河川国道事務所 非会員 石原 彰剛

## 1. はじめに

平成29年3月に舗装点検要領(直轄版)が制定され、道路管理者は膨大な面積の路面の状態を効率的かつ的確に維持管理することが求められている。現在は、「道路管理者の目視」を基本にセンサを利用したひび割れ、わだち、IRIの計測を適宜活用し、舗装劣化を判断し補修している。特にひび割れの把握については、舗装構造の保全の観点からも重要である。現状では舗装調査・試験法便覧に準拠したメッシュ法で実施した場合、人の目(以下、目視)で判読をしており、全体の約3割の工数を占めているため機械による自動判読の実用化が必要である。前回の検討<sup>3)</sup>ではラインセンサで取得した画像を使用し、実用に向けた適用性を確認している。本稿では、広く普及しているMMS(Mobile Mapping System)を用い路面損傷検出への適用性を検討することが、コスト縮減や道路管理者の労力軽減に繋がると想定し、舗装点検で計測したデータの中で、MMS画像に機械学習技術(以下、AI)を適用し路面健全性評価の実用の可能性について検討を行った。

## 2. 新技術による検討概要

一般的なMMSで得られる斜め画像は、画像の手前付近において精緻に撮影されていてもカメラからの距離が遠くなるとぼやける不均一な画像となる。そのため、手前側の画像のみを使用し不均一さを完全ではないが取り除く前処理を行う必要がある。

実用性の評価は、目視判読結果を正解とし、ひび割れ画像の分類の予測精度(表1)と、10m区間の健全性診断区分の予測精度(表3)で行った。

対象は高崎河川国道事務所管内の管理道路のうち約60kmとした。使用データはメッシュ法(縦横50cmのます目の中のひび割れの面積を評価)によるひび割れ判読結果を学習データとし、アルゴリズムはVGG19を使用した。

## 3. 使用機材・使用データ概要

MMSは(財)土木研究センターが実施する路面性状自動測定装置の性能確認試験に合格した機材を使用し、斜め画像はカメラパラメータから路面を真上から見た状態に正射変換した。変換した画像を用いてメッシュ法でひび割れ判読(目視)を行い、メッシュ内のひび割れが0本、1本(線状)、2本以上(面状)の3分類のラベルを付与した。

## 4. メッシュ単位での分類予測精度

維持管理においては、全体の正解率を上げるよりも損傷の見落としを少なくする方が重要であると考え、本稿では評価指標として正解率(予測が当たった件数を全体件数で割った値)と、再現率(目的とする分類の正答件数を目的とする分類の全体件数で割った値)を取り上げる(表1)。図2に2分類と3分類の考え方を示す。表1を見ると、2分類予測では正解率と再現率ともに85%前後で良好であるが、3分類予測ではひび1本と2本以上の再現率が低くなり、ひびの本

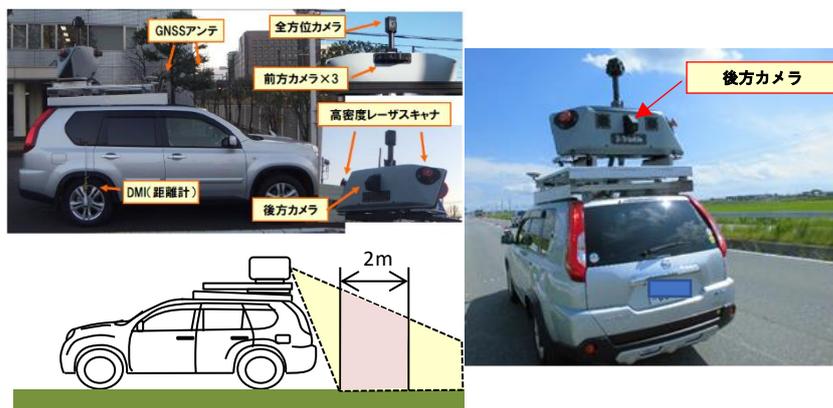
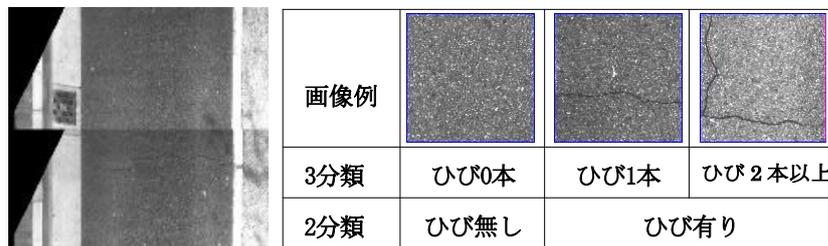


図1 使用機材と後方カメラの撮影範囲イメージ



(左)正射影写真を接合した状態

(右)メッシュ画像の分類

図2 使用データ

キーワード Road Pavement Maintenance, Crack Detection, MMS

連絡先 〒183-0057 東京都府中市晴見町 2-24-1 国際航業株式会社 e-mail:tatsuro\_suzuki@kk-grp.jp

数の区別は難しいという結果になった。原因として一部の不鮮明な画素による検出精度の低下が起こっている可能性が考えられる。

表1 メッシュ毎の2分類と3分類の予測精度

2分類の予測			3分類の予測			
正解率	ひび無し=0本	ひび有り	正解率	ひび0本	ひび1本	ひび2本以上
	再現率	再現率		再現率	再現率	再現率
85.0%	85.1%	84.5%	82.7%	85.1%	59.5%	62.1%

## 5. 健全度診断区分の予測性能

舗装評価単位である10m区間毎の診断区分(表2)<sup>1)</sup>の予測結果を表3に示す。修繕段階の区分Ⅲの再現率は92%となり、修繕が必要な区間の見落としは少ない結果となった。

表2 診断区分

診断区分	状態	ひび割れ率
I	健全	0%~20%
II	表層機能保持段階	20%~40%
III	修繕段階	40%~

表3 診断区分の予測結果(単位:区間数)

目視判読 AI判読	I	II	III	AI判読 合計
I	3,529	17	1	3,547
II	1,213	502	31	1,746
III	163	367	354	884
目視判読合計	4,905	886	386	6,177
再現率	72%	57%	92%	71%(正解率)

次に、国土交通省『路面性状を簡易に把握可能な技術』<sup>2)</sup>に記載された性能評価に沿って、表3の数値から表4に示す式で検出率と的中率を算出した。検出率は表2の診断区分を発見した率、的中率は検出の正しさを評価する指標である。表5に示した評価区分<sup>2)</sup>が仮にAであることが実務利用における合格ラインとすると、本検討で作成した分類予測AIは、検出率において、ひび割れ率の診断区分II(表層機能保持段階)で99%の検出率であり、ひび割れ率の診断区分III(修繕段階)で92%の検出率であったことから区間の見落としが少なく合格ラインであった。一方、的中率の評価はC、Dとなりひび割れを過大に評価しているため、完全にひび割れをAI判読のみで判定することは難しい。

表4 検出率と的中率の評価結果

項目	区分	率(%)	評価	計算方法
検出率	II以上	99%	A	$\frac{\text{AIがII以上を正解した区間数}(1,254=502+367+31+354)}{\text{人間がII以上と判定した区間数}(1,272=886+386)}$
	IIIのみ	92%	A	$\frac{\text{AIがIIIを正解した区間数}(354)}{\text{人間がIIIと判定した区間数}(386)}$
的中率	II以上	47%	C	$\frac{\text{AIがII以上を正解した区間数}(1,254=502+367+31+354)}{\text{AIがII以上と判定した区間数}(2,630=1,746+884)}$
	IIIのみ	40%	D	$\frac{\text{AIがIIIを正解した区間数}(354)}{\text{AIがIIIと判定した区間数}(884)}$

表5 検出率と的中率の評価区分<sup>2)</sup>

評価	率
A	80-100%
B	60-80%
C	40-60%
D	20-40%
E	0-20%

高崎河川国道事務所では、舗装点検の結果を踏まえて道路管理の最前線である出張所の意見等を総合的に評価し舗装修繕箇所を決定している。今回検証したMMSの斜め画像においてAI判読によるひび割れ診断で試行した道路延長60kmで、目視抽出された診断区分II以上が3.86km、AI判読で抽出された診断区分II以上が3.54kmとなり99%の検出率であった。さらに出張所の確認を経ることで、現実的な修繕候補箇所の抽出が可能であることから、MMSの斜め画像を用いてAIで解析した結果を参考とする本稿の手法は、現地の要補修箇所や要修繕箇所の選定に有効であることが分かった。

## 6. おわりに

MMSで得られた画像データを舗装点検でも活用するため、本稿と同様の手法を用いることで、現場職員の参考となるデータ作成が可能となる。MMS毎にカメラの設置箇所やスペックが異なるため、斜め画像の変換処理、再現率に課題はあるが、従前の舗装点検方法をAI判読することで、効率的な舗装点検が実現でき、道路管理者による要補修箇所選定支援につながる資料を作成することが可能となった。

## 参考文献

- 国土交通省.『舗装点検要領』.2016
- 国土交通省.『路面性状を簡易に把握可能な技術』の試験結果等を公表します～新技術の活用に向けて～.2018
- 富士直子,小林大志郎,岩男誠二,笠原亮介,矢吹信喜.機械学習技術を活用した路面性状調査の効率化.土木学会論文集F3(土木情報学).2017;73(2):I\_409-I\_415.