

## 市販カメラを用いた舗装わだち掘れ評価手法に関する基礎的研究

Basic research on pavement rutting evaluation method using a vehicle camera

室蘭工業大学建築社会基盤系学科 ○学生員 石塚椿 (Tsubaki Ishizuka)  
室蘭工業大学大学院工学研究科 正会員 浅田拓海 (Takumi Asada)

## 1. はじめに

近年、インフラの老朽化に伴う維持管理の重要性が高まっている。道路舗装では、予防保全の観点から、「点検、診断、措置、記録」のメンテナンスサイクルの構築が推進されている。2016年に策定された舗装点検要領では、一般国道（道路分類B）においては、ひび割れ率、わだち掘れ量、IRI（International Roughness Index：国際ラフネス指数）の路面性状3要素を基本とした管理水準を道路管理者が設定すること、目視あるいは機械を用いた3段階評価を採用することが明記されている<sup>1)</sup>。これを受けて、様々な点検技術が開発され、2018年には、新技術の性能評価のために国土交通省による共通試験が実施された<sup>2)</sup>。その参加技術を見ると、IRIとひび割れ率に関しては、市販の加速度計やカメラを用いた技術が幾つかあり、一定の精度が得られている。しかしながら、わだち掘れ量については、市販カメラによる技術はあるものの精度が低く、3Dスキャナなどの高価な計測デバイスに頼っている技術がほとんどである。

著者らは、市販カメラと一般車両を用いた「簡易カメラ搭載型舗装点検システム（図-1）」を構築し、現在、深層学習によるひび割れ率評価<sup>3)</sup>やひび割れ発生原因判別<sup>4)</sup>、加速度センサによるIRI評価について開発を進め、システムに組み込んでいくところである。これにわだち掘れ評価を追加できれば、本システムにより路面性状3要素の統合的な計測が可能となり、舗装点検の効率化に大きく寄与できる。

わだち掘れ量が大きい路面では、幅員方向の路面の色の濃淡変化が生じる場合が多い。この濃淡を画像処理で数値化できれば、目視評価と同等な結果が得られると考えられる。そこで、本研究では、簡易カメラ搭載型舗装点検システムにわだち掘れ評価ツールを組み込むことを目的に、市販カメラで撮影した路面画像の濃淡に着目したわだち掘れ評価方法について検討する。

## 2. 方法

## 2.1 調査概要

本研究では、道内の複数の道道路線で撮影した路面画像を分析に用いる。撮影には、著者らが開発した簡易カメラ搭載型舗装点検システム（図-1）を用いた。市販カメラ（GoPro HERO6）を車両ボンネットに設置し、走行しながら前方の路面を動画撮影する。このカメラのGPS機能により、5m毎の静止画を抽出し、わだち掘れ評価に用いる。

正解データは、目視評価によって作成した。わだち掘れの診断区分Ⅰ（目安としてわだち掘れ量20mm以下）、Ⅱ（同20～40mm）、Ⅲ（同40mm以上）の3段階の目



図-1 簡易カメラ搭載型舗装点検システム



図-2 画像処理によるわだち掘れ評価方法

視評価を行い、上記の路面画像からそれぞれ300枚選出した。この目視評価は、学生1名が担当し、舗装点検要領の見本画像を参照しながら行った。

## 2.2 わだち掘れの画像評価

図-2に示すように、まず、路面画像から分析領域を抽出し、正射変換する。次に、平滑化処理を適用し、影やひび割れなどのノイズを除去する。その後、横断方向に検出線を設置し、明度レンジ（最大値－最小値）が最小となる位置（評価ライン）の値を用いてわだち掘れを評価（以下、画像評価）する。ここで、どのような平滑化処理を適用すれば、目視評価を再現できるかを分析する。比較するフィルタは、平均値フィルタ、ガウシアンフィルタ、メディアンフィルタの3つであり、それぞれ

ウィンドウサイズを 15, 21, 25, , 201, 205pixel まで設定し、これら全組み合わせから画像評価の3段階区分（画像診断区分）を適切に分離できる閾値を設定する。

画像診断区分の精度評価には、共通試験で採用されている指標を用いる。正答率は、正解クラスと画像評価が一致した割合である。検出率区分 N 以上 (N+) は、正解クラスで区分 N 以上となるデータの内の、画像評価でも N 以上となった割合である。的中率区分 N+ は、画像評価で区分 N 以上となったデータの内の、正解クラスでも区分 N 以上となった割合である。なお、国土交通省の共通試験では、各精度を A (80~100%)、B (60~80%)、C (40~60%)、D (20~40%)、E (0~20%) の5段階ランクにして公表している<sup>2)</sup>。

### 3. 結果

平滑化処理毎に正解クラス間の画像評価中央値の差を求めた。これが大きいほど画像診断区分を適切に分離できることを意味する。図-3 に示すように、正解クラス II-I の差は、メディアンフィルタが最も大きく、ウィンドウサイズ 25 でピークを示した。一方、正解クラス III-II では、平均値フィルタのウィンドウサイズ 145 でピークが見られた。そこで、これらのピーク値に着目して、以下のように、画像診断区分の閾値設定を行う。

まず、メディアンフィルタ・ウィンドウサイズ 25 による画像評価の分布を正解クラス I とそれ以外 (II・III) で比較すると図-4 左のようになる。そこで、画像診断区分 I と II・III の閾値は、正解クラス I の 75 パーセンタイル値と正解クラス II・III の 25 パーセンタイル値の平均値 (22) とした。次に、上記閾値により分離された画像診断区分 II・III のデータに、平均値フィルタ・ウィンドウサイズ 145 を用いると、図-4 右のようになる。正解クラス II の 75 パーセンタイル値と正解クラス III の 25 パーセンタイル値の平均値 (23) を画像診断区分 II と III の閾値とした。

上記の閾値による画像診断区分の精度を図-5 に示す。国土交通省の共通試験に参加した市販カメラを活用した同型技術<sup>2)</sup>の検出率 II+ はランク D、的中率 II+ はランク A である。これに対し、本手法はそれぞれ A、A である。また、検出率 III と的中率 III のランクはそれぞれ B、A となったが、共通試験では検証されていないため比較ができない。しかしながら、現在採用されている目視評価を概ね再現できていることから、その代替手法として用いることで、効率のかつ客観的なわだち掘れの3段階評価を行うことができる。

### 4. まとめ

本研究では、市販カメラと簡易な画像処理によってわだち掘れを評価できる可能性を示した。ただし、今回は、わだち掘れの精密な計測結果ではなく、目視評価結果を正解とした基礎的検討であり、精度検証には限界があることに注意されたい。今後は、多様な路線、日照条件、道路状況における真値データを揃え、深層学習や機械学習の導入により精度を向上させ、簡易カメラ搭載型舗装点検システムに組み込んで実用化を目指す。

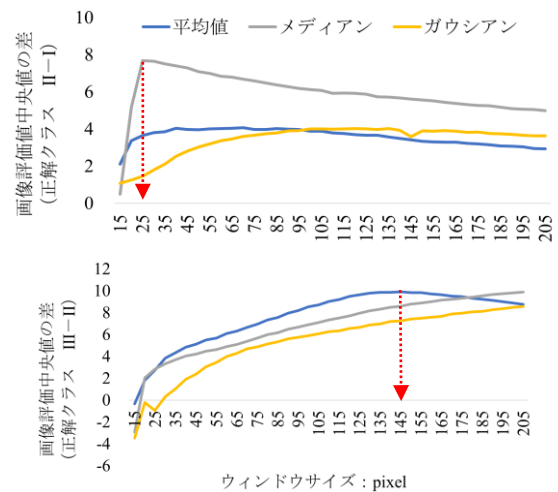


図-3 正解クラス間の画像評価中央値の差

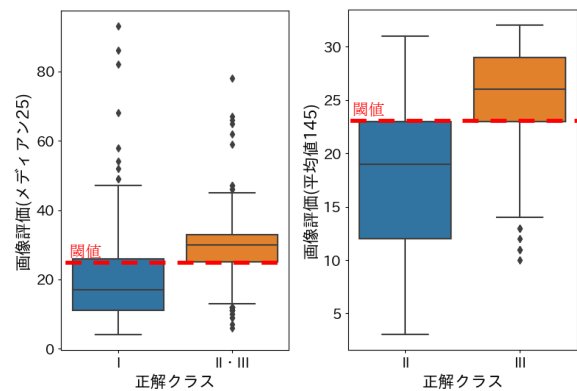


図-4 正解クラス別の画像評価と画像診断区分の閾値

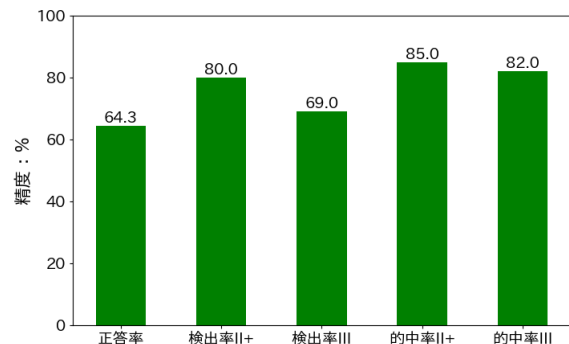


図-5 画像診断区分の精度

### 参考文献

- 1) 国土交通省：舗装点検要領，2016。
- 2) NETIS 維持管理サイト：路面性状を簡易に把握可能な技術，現場検証結果，<http://www.m-netis.mlit.go.jp/global-data/>
- 3) 浅田拓海，居駒薫樹，長屋弘司，亀山修一：U-net によるひび割れスケッチを導入した簡易カメラ搭載型舗装点検の精度検証，土木学会論文集 E1（舗装工学），Vol.76，No.2，pp.I\_123-I\_131，2020。
- 4) 長屋弘司，浅田拓海，亀山修一：説明可能な AI を用いた舗装のひび割れ発生原因判別システムの開発，土木学会論文集 E1（舗装工学），Vol.77，No.1，pp.28-38，2021。