

汎用ビデオカメラ画像を活用した道路舗装ひび割れ解析の実現場への適用検証

| | | | |
|-----------------|-----|----|----|
| 日本工営株式会社 | 正会員 | 秋山 | 成央 |
| 日本工営株式会社 | 非会員 | 竹内 | 恭一 |
| 法政大学 | 正会員 | 今井 | 龍一 |
| 大阪経済大学 | 正会員 | 中村 | 健二 |
| 摂南大学 | 正会員 | 塚田 | 義典 |
| 東芝環境ソリューション株式会社 | 正会員 | 熊倉 | 信行 |
| 東芝インフラシステムズ株式会社 | 正会員 | 山崎 | 恭彦 |
| 東芝インフラシステムズ株式会社 | 正会員 | 米川 | 陽子 |

1. はじめに

従来、舗装の損傷状態は、路面性状調査車両を用いて取得したひび割れ率、わだち掘れ量、平坦性の3要素で評価していた。平成28年度に国土交通省が作成した舗装点検要領¹⁾では、目視点検や必要に応じ機器を用いることを妨げないとされているが、目視点検では、定性的な評価となるとともに、点検実施者の主観に評価が左右され、点検調書の作成にも多くの手間を要するなど運用上の課題も多い。近年、車両に取り付けた市販ビデオカメラで撮影した路面画像に深層学習を適用し、ひび割れ等を検出する技術の開発が進められており^{例えば 2)}、簡易に定量的なひび割れ状況を計測することが可能となっている。本稿は、市販の汎用ビデオカメラで撮影した画像を活用した道路舗装ひび割れ解析(以降、簡易ひび割れ解析技術)を直轄国道に適用し、路面性状調査結果や現地路面状況との比較等を通じて実現場への適用性を考察する。

2. 適用した技術および試行区間の条件

適用した技術は、市販のビデオカメラ(SONYアクションカム)で撮影した路面画像に対して、東芝インフラシステムズ(株)が開発した画像処理によりひび割れを解析し、ひび割れ率を自動算出するものである(図-1)。

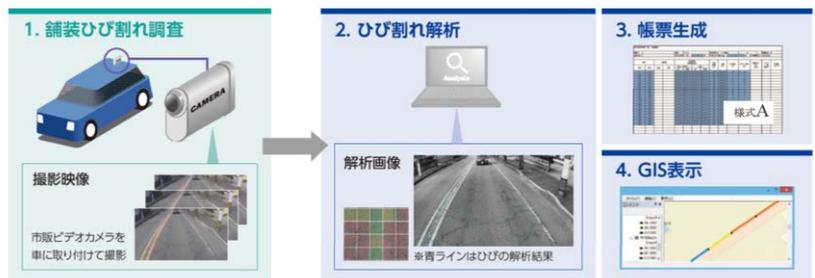


図-1 適用した簡易ひび割れ解析技術の概要

今回の計測は、国道17号熊谷BPの約5km区間を対象とした。なお、当該区間の舗装種別は、起点側1/3程度と終点側の一部区間が排水性舗装であり、それ以外は密粒度舗装である。また、比較対象とした路面性状調査は、ほぼ同時期に取得したものであり、ひび割れ率は20mピッチで評価している。

3. 試行検証結果

図-2に路面性状調査及び簡易ひび割れ解析技術によるひび割れ率の評価結果を示す。簡易ひび割れ解析技術と路面性状調査によるひび割れ率を比較すると、特に排水性舗装区間ではかい離が大きく、密粒度舗装区間では概ね近い傾向があることが分かる。なお、簡易ひび割れ解析技術は、現状では排水性舗装区間はサービス対象外である。

ひび割れ率の評価結果にかい離があった区間(排水性舗装以外)の路面状況を撮影画像から確認した。その一例を図-3に示す。[1]は路面性状調査結果に比べ簡易ひび割れ解析技術によるひび割れ率が高い区間であり、パッチン

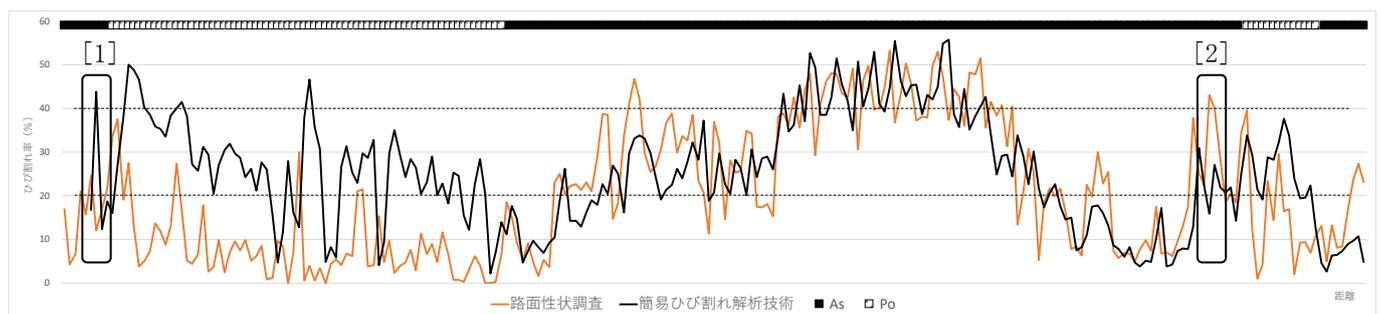


図-2 通常の路面性状調査車による計測結果(ひび割れ率)との比較

キーワード：舗装点検技術、ひび割れ率、健全性、損傷評価、深層学習

連絡先 〒060-0005 札幌市中央区北5条西6-2 日本工営株式会社 札幌支店技術第一部 TEL011-557-8022



図-3 かい離区間の路面状況

グ跡をひび割れと評価するか否かにより結果が異なっているものと考えられる。[2]は逆に簡易ひび割れ解析技術による値が低い区間である。路面性状調査では1mm以上のひび割れを対象としており、細かなひび割れが多い区間ではひび割れ率が高くなるが、簡易ひび割れ解析技術では細かなひび割れまでは抽出できておらず、ひび割れ率評価結果に差が生じていると考えられる。道路管理者が舗装管理や修繕判断に必要となるひび割れの程度も考慮した、ひび割れ抽出精度の検証が必要であると考えられる。

路面性状調査と簡易ひび割れ解析技術のひび割れ率評価の相関係数は0.772であり、相関が高いことが見て取れる(図-4)(排水性舗装区間データは除外)。路面性状調査のひび割れ率との差の平均(平均二乗誤差)は9.6%であった。

4. 健全性の適合率・再現率の検討

計測したひび割れ率から舗装点検要領に準じ健全性を評価し、路面性状調査結果を正として簡易ひび割れ解析技術の適合率及び再現率を算出した(表-1)。この結果、健全性Ⅲに対しては適合率57%、再現率47%と半分程度であった。予防的な補修の確認段階である健全性Ⅱ以上(Ⅱ及びⅢ)に対しては、適合率87%、再現率78%と比較的高い値であった。この結果より、現状では要修繕区間(健全性Ⅲ)の抽出には課題があるものの、劣化が顕在化しつつある区間(健全性Ⅱ及びⅢ)は概ね抽出可能であり、目視点検箇所(絞込み等)への適用も想定される。

5. 局所的な損傷抽出技術としての評価

舗装の維持管理場面では、亀甲状ひび割れやポットホールなど局所的な路面状況を確認し、対処判断する必要がある。一方、路面性状調査のひび割れ率は20mや100mを1区間として評価するため、局所的な損傷は値に反映されづらいのが実態である。このニーズに対し、局所的な損傷を検出する機能を用いて、対象区間の損傷検出を試みた。結果の一例を図-5に示す。ひび割れ率が高い区間では、局所的な損傷も多く検出されており、同じ健全度区間の修繕優先度・緊急度の評価などへの活用が考えられる。また、ひび割れ率が低い区間でも局所的な損傷が検出されている箇所があることから、ひび割れ率では捉えきれない損傷を評価していることを確認した。

6. おわりに

本稿では、既存の簡易ひび割れ解析技術について、路面性状調査結果との比較等を行い、道路舗装管理の中で目視点検箇所抽出や局所的な損傷把握への適用可能性を確認した。一方、排水性舗装や修繕判断実態に即したひび割れ抽出など、道路管理者ニーズを踏まえた精度向上や評価方法の確立を図っていくことが必要である。

謝辞：本研究は、関東地方整備局大宮国道事務所による路面性状調査及び新技術の試行検証等のデータ提供を受けたものであり、多大なるご協力を頂きました。心より感謝いたします。

参考文献

- 1) 国土交通省：舗装点検要領，平成29年3月，<https://www.mlit.go.jp/road/sisaku/yobohozen/tenken/yobo3_1_10.pdf>
- 2) 熊倉他：舗装ひび割れ簡易可視化ツールの開発，第73回年次学術講演会講演概要集，土木学会，No. CS9-035，2018

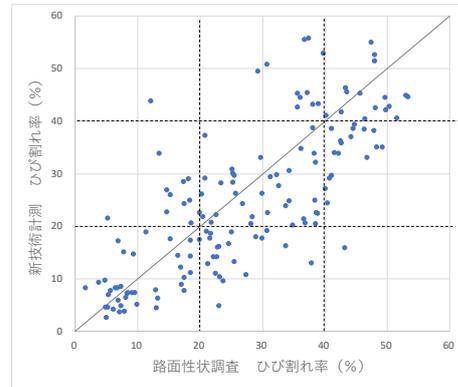


図-4 ひび割れ率の相関状況

新技術計測 ひび割れ率 (%)

表-1 健全性の適合率・再現率

| 評価手法 | 路面性状評価 | | | | | 適合率 | |
|-----------|--------|-----|-----|-----|-----|---------|-------|
| | 健全性 | I | II | III | 計 | | |
| 新技術 評価 | I | 39 | 21 | 1 | 61 | 64% | 87% |
| | II | 11 | 35 | 17 | 63 | 56% | |
| | III | 1 | 11 | 16 | 28 | 57% | |
| | 計 | 51 | 67 | 34 | 152 | - | |
| 再現率 | | 76% | 52% | 47% | - | F値(Ⅱ・Ⅲ) | F値(Ⅲ) |
| | | - | 78% | - | - | 82% | 52% |



図-5 局所的な損傷の把握状況例