

路面画像撮影車による簡易な路面性状調査技術の検討

ニチレキ(株)道路エンジニアリング部 正会員 ○牧田 哲也
国立研究開発法人土木研究所 正会員 渡邊 一弘

1. はじめに

舗装路面の調査は、現在、路面性状測定車（以下、測定車）による調査が国や都道府県では一般的になっている。平成 25 年度からは道路ストック総点検による舗装の点検が始まったが、市町村においては調査コストが課題となっていた。そこで調査コスト低減の一提案として、路面画像撮影車（以下、撮影車）の前方路面画像によるひび割れ率のランク評価に取り組んだ。

本稿は撮影車のランク評価によるひび割れ率について、測定精度の検証結果を報告するものである。

2. 検討概要

撮影車はひび割れ率、わだち掘れ深さ、IRI の測定が可能で道路ストック総点検における様式-A, B にも対応した車両である。撮影車を用いた調査では、わだち掘れ深さと IRI の解析は測定車による調査と同様、舗装調査・試験法便覧に則った方法（以下、従来法）で行っているが、ひび割れ率は目視によるランク評価を基にした方法で行っている。

本検討では、従来法と解析手法が異なるランク評価について、同一箇所における撮影車と測定車のひび割れ率から、ランク数とランク代表値の最適条件の確認と、測定精度の検証を行った。

3. 路面画像撮影車の仕様および解析方法

撮影車の外観を図-1、仕様を表-1 に示す。撮影車は車両上部に設置したデジタルカメラを用いて、道路進行方向に 5m 間隔で前方路面画像を撮影でき、撮影した画像ではひび割れ幅 2～3mm 程度を視認可能である。

解析方法は撮影した画像の下部から 5m を画像 1 枚の解析範囲とし、ひび割れ率を目視によりランク評価した。評価区間のひび割れ率は、画像 1 枚毎の評価ランクをランク代表値に置換し、区間延長に応じた画像枚数分の平均値とした。

4. 検討方法

ランク数とランク代表値の最適条件の確認は、撮影車と測定車の 100m 評価におけるひび割れ率の相関関係を検証した。その方法は関係式 $Y=aX$ の決定係数 R^2 と係数 a （傾き）によりひび割れ率の傾向を把握した。なお検討に用いたデータは県道の密粒度舗装（以下、密粒度）16km、ポーラスアスコン（以下、ポーラス）17km である。ひび割れ率のランク分け設定条件を表-2 に示す。



図-1 撮影車外観

表-1 撮影車仕様

項目	仕様
車両名称	トヨタ VOXY
距離測定	音層信号取得方式
ひび割れ測定	路面画像取得
わだち掘れ測定	赤外線レーザで高さデータ取得
IRI測定	鉛直方向加速度取得
測定能力	画像取得間隔：5m
	画像解像度：140万画素
	高さ取得間隔：5m
	加速度取得間隔：500Hz

表-2 ひび割れ率ランク分け設定条件

ランク	条件①		条件②		ランク	条件③		条件④	
	範囲	代表値	範囲	代表値		範囲	代表値	範囲	代表値
1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
2	0～3	2	0～3	2	2	0～15	5	0～15	10
3	3～15	10	3～15	10	3	15～30	20	15～30	25
4	15～30	20	15～30	25	4	30～50	40	30～50	40
5	30～40	35	30～40	37	5	50～100	70	50～100	80
6	40～50	45	40～50	47	ランク	条件⑤		条件⑥	
7	50～75	60	50～75	65		範囲	代表値	範囲	代表値
8	75～100	90	75～100	90		1	0～15	5	0～15
					2	15～40	25	15～40	30
					3	40～100	60	40～100	70

キーワード 路面調査、路面画像、簡易調査、ひび割れ、ランク評価、目視評価

連絡先 〒343-0824 埼玉県越谷市流通団地 3-3-1 ニチレキ(株)道路エンジニアリング部 TEL 048-961-6321

5. 検討結果

密粒度における検討結果を表-3、ポーラスにおける検討結果を表-4に示す。

ここで表中に示した数値の意味合いは次のとおりである。

回帰式の係数 a : 撮影車と測定車によるひび割れ率の一致度
 合い (1 に近いほど一致)
 決定係数(R^2) : 相関関係の強さ
 標準偏差 : データのばらつき度合い

密粒度における撮影車と測定車によるひび割れ率の相関関係は以下のとおりである。

- i) 相関関係はランク数が多くなるに従い強くなる傾向が見られ、ランク数 8 の条件②が最も高かった。
- ii) ランク数 8 では代表値の違いによる差は見られないが、ランク数 5 以下では範囲の中央値より大きい値に設定すると相関関係は小さくなった。
- iii) 係数 a は条件②が最も 1 に近く、測定車によるひび割れ率と同等であった (図-2)。

以上のことから、密粒度においては条件②が最適条件となり、その測定精度は測定車における従来法のひび割れ率と同等であることが確認された。

次にポーラスにおける撮影車と測定車によるひび割れ率の相関関係および密粒度との違いは以下のとおりである。

- i) 相関関係は密粒度と同様、条件②が最も高く、決定係数も 0.7 弱と同程度であった。
- ii) 標準偏差はいずれの条件においても密粒度より大きく、ばらつきは大きい。
- iii) 係数 a は 0.7 程度と、測定車によるひび割れ率の 7 割程度であった (図-3)。

以上のことから、ポーラスにおいては密粒度と同様、条件②が最適条件となったが、測定車における従来法のひび割れ率の 7 割程度しか評価しておらず、標準偏差も大きかった。

なお、条件②は密粒度、ポーラスともひび割れの解析時間が従来法に比べ 6 割程度短縮され、調査単価になおすと 5 割程度のコスト縮減が見込まれる手法である。

6. まとめ

撮影車によるひび割れ率をランク評価する手法は、密粒度においては測定車における従来法のひび割れ率に近い評価が可能であり、密粒度が大半を占める山間部や市町村道では有効と考える。ただし、本検討は限られた区間における検討結果であり、引き続きひび割れの幅や発生形態等が多様な区間における検討を続けていきたい。一方、ポーラスでは肉眼でも視認しにくい、陰影のはっきりしない細かなひび割れを判別することは困難であり、高い測定精度を確保するためには性能確認試験に合格するレベルの車両による調査が望ましいと考える。なお、本検討は国立研究開発法人土木研究所との共同研究「路面性状の効率的取得技術の開発に関する研究」の一環で実施したものである。

表-3 相関関係とデータのばらつき (密粒度)

条件	一次回帰式 ($Y=aX$)		Y=Xからの偏差	
	a	R^2	平均 %	標準偏差
条件①	0.9033	0.6917	-0.9404	5.3729
条件②	0.9741	0.6955	-1.6466	5.4353
条件③	0.8667	0.6233	-1.0837	5.6050
条件④	1.0376	0.3020	-4.7449	6.0331
条件⑤	0.9240	0.4852	-2.4584	6.0777
条件⑥	1.1894	0.0075	-7.6978	6.2350

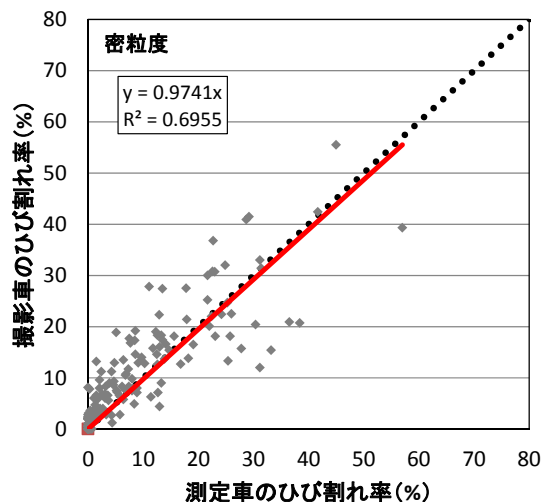


図-2 ひび割れ率の相関関係 (条件②)

表-4 相関関係とデータのばらつき (ポーラス)

条件	一次回帰式 ($Y=aX$)		Y=Xからの偏差	
	a	R^2	平均 %	標準偏差
条件①	0.6964	0.6787	-7.5647	8.7889
条件②	0.7469	0.6818	-6.1135	8.6341
条件③	0.6645	0.6627	-8.6256	9.0764
条件④	0.7534	0.5329	-4.8729	9.3853
条件⑤	0.7231	0.6563	-7.4331	9.2401
条件⑥	0.8962	0.6233	-1.6301	9.5130

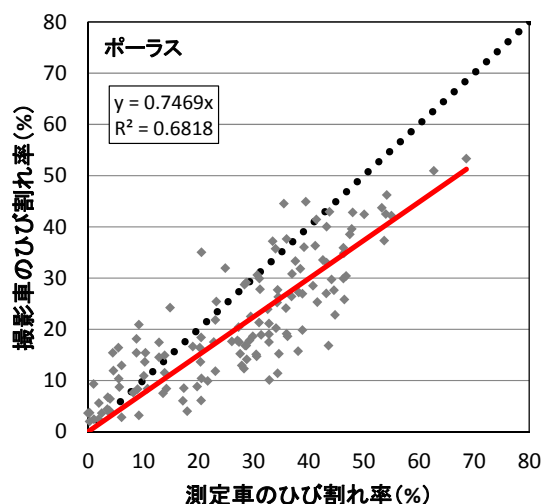


図-3 ひび割れ率の相関関係 (条件②)