

# スマートフォンを用いた路面性状の簡易計測をもとにした 舗装補修計画策定の取り組み

会津若松市 建設部道路維持課 ○高野康弘  
東亜道路工業株式会社 技術営業部 阿部長門  
バンプレコーダー株式会社 八木浩一

## 1. はじめに

会津若松市では路線数 5054 路線、延長距離 1407km の道路を管理しており、舗装率は 68% である。このうち約 800km を日常的に巡回パトロールし、点検と同時に簡易補修を行なっている。加えて MMS による路面性状計測も実施しているが、5 年に 1 回で 100km 程度にとどまっている。このような状況のもと、巡回パトロールや市民からの情報をもとに舗装補修計画を策定してきた<sup>1)</sup>。これに対して 2014 年 12 月からスマートフォンを用いた路面性状の簡易計測と巡視日報作成を進め、舗装補修計画策定への活用を目指し、補修優先順位設定のためのデータをもとにした評価得点決定方法（会津モデル）の検討に取り組んできた。本報文ではこの内容について報告する。

## 2. スマートフォンを用いた路面性状の簡易計測

### 2.1 簡易計測の方法と得られるデータの内容

2014 年 12 月から道路維持課のパトロール車 3 台を含め延べ 29 台にスマートフォンや IoT 端末を設置し、巡回パトロールなどの際に加速度と GPS 情報を収集している。車のエンジン ON/OFF に合わせて計測開始、終了、データ送信され、職員の操作は一切不要なため、移動時は常にデータを記録し、市内全域のデータを収集している。ここから縦断プロファイルを算出して路面性状を分析している<sup>2)</sup>。分析指標は IRI、平たん性 $\sigma$ 、測線ひび割れ率、および段差高である。区間長は局所的な状態を反映しやすい 20m 強をはじめ 40m 強、80m 強、160m 強を算出している。



写真-1 公用車でのデータ収集

### 2.2 簡易計測のデータの精度

従来の MMS による路面性状データと簡易計測データの比較を行なった。図-1 に平たん性 $\sigma$ の比較、図-2 にひび割れ率の比較を示す。MMS は 2015/11 計測の 1 回のデータ、簡易計測は 2015/12~2016/7 計測の複数回のデータである。図-1 の平たん性 $\sigma$ を見ると簡易計測は MMS と良い相関を示しており、計測ごとの値も安定していることが分かる。

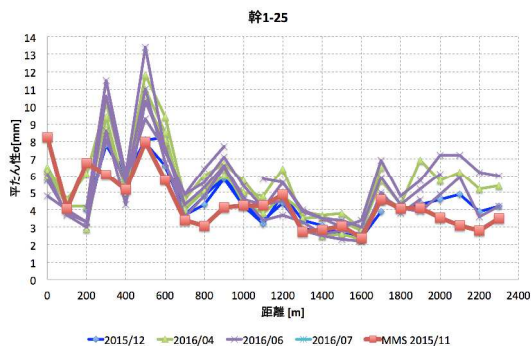


図-1 MMS と簡易計測の比較（平たん性 $\sigma$ ）

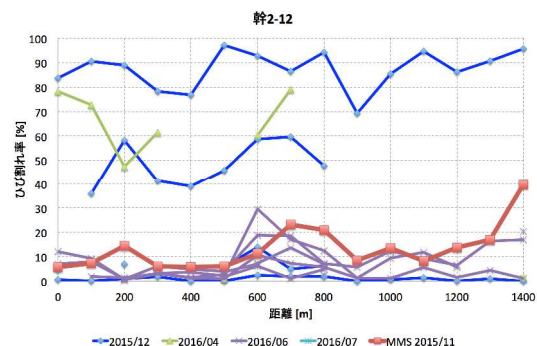


図-2 MMS と簡易計測の比較（ひび割れ率）

図-2のひび割れ率は、簡易計測結果がまれに大きくはずれるケースが見られた。簡易計測はタイヤ接地面から生じる加速度をもとに計測している。タイヤ軌跡はMMSの平坦性 $\sigma$ 計測の測線に近いので平坦性 $\sigma$ は値が安定していると思われる。一方、ひび割れ率は、MMSは路面全体に対するひび割れた面積の割合で表すが、簡易計測はタイヤの軌跡長さに対するひび割れた区間長さの割合で計算され、路肩部や道路中央部のひび割れが反映されない。また、ひび割れ上を通ると高い値となるが、ひび割れを外れて通ると小さい値となりばらつきが大きい。反映しているものが異なるため簡易計測では「測線ひび割れ率」としており、MMSと異なる特性を持つことを理解しておく必要がある。

### 3. スマホを用いた日常パトロールの巡視日報作成

#### 3.1 簡易補修箇所のデータ化方法

2016年6月から日常パトロールの巡視日報作成を従来の手書きによる記録からスマートフォンを使った記録に切り替えた。このアプリでは図-3のように写真やコメントをGPS情報付きで記録できる。手書き記録に多くみられた、路面補修、縁石補修、路面清掃、土のう改修、カーブミラー調整から選択するようにして入力しやすくしている。従来、事務所に戻り手書きで日報作成していたが、現在は印刷するだけで日報作成でき、工数削減と同時にデータ化も実現した。またこれまでは地名で記録し点検箇所、補修箇所が曖昧だったが、GPS記録により、図-4に示すように日常パトロール時に行なった簡易補修箇所の分布を正確に把握できるようになった。



図-3 スマホによる点検・補修記録

#### 3.2 簡易計測と簡易補修箇所の関連性

簡易計測結果と補修箇所に関連性があるかを確認した。図-5に計測結果と補修箇所を重畳した図を示す。横軸は路線の起点からの距離、縦軸は年月である。月ごとのIRIの中央値を求め、IRI=0[mm/m]を水色、当該経路の平均値を黄色、平均値の2倍を赤色として色分け表示した。緑丸で補修箇所と時期を示している。これを見ると600m付近ではIRIが悪くかつ補修も多い。一定の相関があることが分かる。しかし300m付近ではIRIは悪いが補修記録はなく、IRIが悪ければ必ず補修が多くなるわけではないことは明らかである。

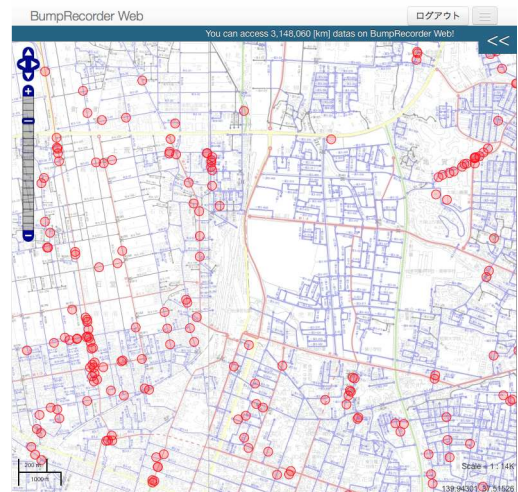


図-4 簡易補修箇所の分布

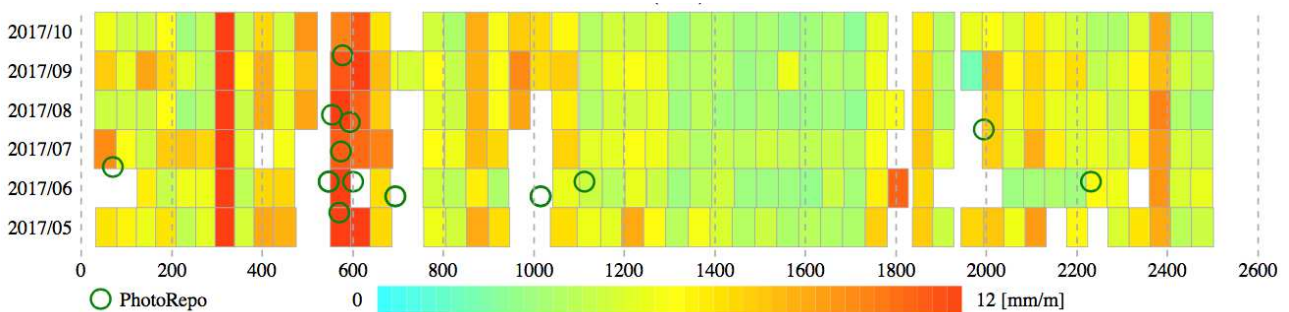


図-5 簡易計測結果 (IRIの月間中央値) と簡易補修箇所の関連性

市内の重要な 22 路線（上下線合計 85km）を対象に、計測指標と簡易補修の関係調べた。区間長 20m 強の IRI、測線ひび割れ率を求め、同じ計測値ごとに総区間数と補修区間数を集計し補修割合を求めた。その結果を図-6 に示す。横軸は計測値、縦軸は補修割合である。左は IRI と補修割合の関係を示す。右肩上がりの傾向が見られ寄与率  $R^2=0.17$ 、中は測線ひび割れ率との関係を示し  $R^2=0.32$ 、右は IRI と測線ひび割れ率の合計値との関係を示し  $R^2=0.45$  であった。IRI+測線ひび割れ率の相関が最も高くなったのは、IRI と測線ひび割れ率の双方が悪い場合に補修割合が上がることを示唆していると考えられ、これを評価指標に用いるのが合理的と思われる。

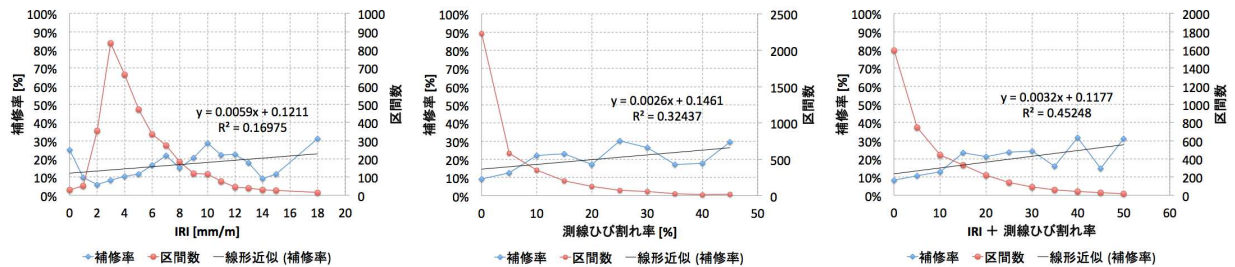


図-6 計測指標と補修割合の関係（左：IRI、中：測線ひび割れ率、右：IRI+測線ひび割れ率）

#### 4. 補修優先順位設定のための評価得点決定方法

##### 4. 1 評価得点決定方法

これまで、舗装補修計画策定の管理基準として MMS で計測した MCI と IRI を用いていたが、調査が 5 年に 1 回で対象路線も主要道路に限定されていることや、MCI 管理から個別指標管理への移行も考慮し、簡易計測データと簡易補修データの活用を検討した。データを得点に換算し、さらに道路利用形態を加味して評価得点を求める。従来 IRI については表-1 に示すとおり 8[mm/m]以上を損傷レベル大と判定していたので、IRI=8[mm/m]を 3 点に換算する。舗装点検要領の「ひび割れ率 40[%]以上を損傷レベル大」との記載に準じ、測線ひび割れ率 40[%]を 3 点に換算する。補修件数は 1 件 1 点とし、さらに道路利用形態ごとに得点を加算する。各項目に重み係数を掛け、合計を評価得点とする。この評価得点は値が小さいと健全、大きいと損傷が進んでいることを示す。表-2 に管理水準のまとめを示す。評価得点の計算例を示すと IRI が 4[mm/m]のときは、 $4 \div \text{管理水準 } 8 \times \text{得点 } 3 = 1.5$  点、9[mm/m]のときは、 $9 \div 8 \times 3 = 3.4$  点だが 3 点で頭打ちとする。当該区間が IRI=4[mm/m]、測線ひび割れ率=20[%]、補修件数=3 件、バス路線かつ通学路であれば、 $(1.5 \times 0.4) + (1.5 \times 0.3) + (2 \times 0.2) + (0.3 + 0.4) \times 0.1 = 1.52$  点となる。

表-1 従来の管理基準 (IRI)

0～3[mm/m]	損傷レベル小
3～8[mm/m]	損傷レベル中
8[mm/m]以上	損傷レベル大

表-2 評価得点算出の管理水準

項目	管理水準	得点	重み係数
IRI	8[mm/m]	3	0.4
測線ひび割れ率	40[%]	3	0.3
補修件数	2	2	0.2
道路利用形態	バス路線	0.3	0.1
	通学路	0.4	
	観光地	0.3	



図-7 検討路線の評価得点分布

## 4.2 主要路線での評価結果

先の重要な 22 路線を対象に、検討内容に基づき評価得点を算出し、地図上に色分け表示したものを図-7に示す。表-3に区間長 20m 強ごとに求めた評価得点の分布割合を示す。健全な側からの割合では 1 点未満 54%、1.5 点未満 82%、2 点未満 98%、損傷の大きい側からでは 2 点以上 2%、1.5 点以上 18%、1 点以上 46%であった。区間の評価得点から路線ごとの平均を求めた結果（路線評価得点）を表-4に示す。評価得点が高い順に幹 I -6、若 3-206、幹 II -11 と続き、幹 II -43 がもっとも小さい値となった。

## 4.3 郊外路線の評価結果

郊外の幹線道路の評価得点を図-8に示す。本路線は西側の国道と東側の主要地方道を結ぶ市道で区間により損傷形態が異なる。評価得点が高くな値となった区間 A の路面状況を写真-2の左側に示す。ここは河川橋梁と山裾の地域で、段差やわだち割れが進展しひび割れ幅が広い。これに対し評価得点が小さめの値となった区間 B、写真-2の右側では、細かいひび割れが発生しており、紫外線などによるアスファルトの老化の影響が大きいが乗り心地は良好な区間である。評価得点がそれほど悪くない区間 B の補修は、写真-3に示す雨水浸透を抑制する常温型簡易補修材での検討を進めている。

## 5. まとめ

会津若松市では「スマートシティ会津若松」の推進を掲げている。その一環として道路維持分野においても、スマートフォンを活用した路面性状調査と巡視点検、簡易補修履歴のデータ化を進めてきた。さらにこれを活用した舗装補修計画策定（会津モデル）に取り組んでいる。今回は重要な 22 路線についてのみ評価したが、すでに市内全域の計測と補修履歴のデータ化が済んでいることから、他路線についても同様の評価を進めていく予定である。

### 参考文献

- 1) 会津若松市市道舗装補修計画 <http://www.city.aizuwakamatsu.fukushima.jp/docs/2016121600010/>
- 2) 八木浩一、自動車のばね上観測加速度からの路面縦断プロファイルの推定とその精度検証、土木学会舗装工学講演会、2013

表-3 評価得点分布割合

評価得点	割合	累積
0~0.5	9%	9%
0.5~1.0	45%	54%
1.0~1.5	29%	82%
1.5~2.0	15%	98%
2.0~	2%	100%

表-4 路線評価得点

路線	評価得点
幹 I -6	1.50
若 3-206	1.43
幹 II -11	1.36
:	:
幹 II -43	0.61



図-8 会津若松市郊外の幹 I -25 の評価事例



写真-2 現場路面状況 (左：区間 A、右：区間 B)



施工前

施工後

写真-3 常温型簡易補修材の検討