

中部地整初！！ スマートフォンを使った 路面性状データの取得とその活用事例

山本裕彦¹・桜井亮²

^{1, 2} 中部地方整備局 北勢国道事務所 上野維持出張所 (〒518-0842 三重県伊賀市上野桑町 2055)

日々の道路巡回では、数多くのポットホール補修対応に追われている。欠損部補修箇所を、劣化速度が速い箇所から優先して補修することが出来れば、ライフサイクルコストの観点から言えば効率的と考えられる。道路巡回においてスマートフォンを活用して路面性状データを取得し、リアルタイムで舗装の劣化状況や劣化速度が見える化され、視覚的に判断出来るようになった効果事例等を報告する。

キーワード：欠損部補修、ポットホール、ライフサイクルコスト (LCC)

1. はじめに

(1) 名阪国道の概要

一般国道 25 号名阪国道 (以降名阪国道) は、三重県亀山市から奈良県天理市までを結ぶ延長 73.2km (内北勢国道事務所管理 56.2km) の自動車専用道路である (図-1)。高速道路の東名阪自動車道、西名阪自動車道と直結し、名古屋～大阪 (中部圏～関西圏) を結ぶ物流の大動脈であると同時に、29 のインターチェンジがあり地域の生活道路としての機能を持ち合わせている。日交通量は 5 万台を越え、大型車混入率は約 40% 以上と 2 台に 1 台が大型車であるため、舗装は痛みやすく日々ポットホールの対

応に追われている。また、国土軸である名神高速道路及び新名神高速道路の代替え機能を有する道路であり、高速道路の東名阪自動車道、西名阪自動車道に挟まれる無料区間の道路のため、設計速度は 60 or 80km/h であるにもかかわらず、旅行速度は 80km/h 以上である。

全国の自動車専用道路において 10km あたりの死亡事故発生件数を調べたものでは、名阪国道は過去 25 年間でワースト 1 を 20 回も記録する、事故が多発する道路となっており、日々の道路維持管理には危険が伴っている。

(2) 名阪国道の舗装実態

北勢国道事務所が管理している路線は、名阪国道の本線 (上下線 4 車線) 及び側道である。先に挙げた名阪国道の特徴から、道路異常発見数は舗装・路面が毎日平均約 5 件あがっている。そのため道路巡回は毎日昼夜の 2 回実施している。昼間巡回は月曜日～土曜日が本線及び側道巡回、日曜日が本線及び各インターチェンジの巡回である。夜間巡回は本線のみである。ここで、舗装・路面の異常の内訳を整理すると、ポットホールが最も多く年間約 900 件発生している (図-2)。

大型車交通量と舗装の損傷の関係性では、名阪国道のように大型車が多いほど早期に損傷が進行する



図-1 北勢国道管理区間

H31d 路面異常の内訳

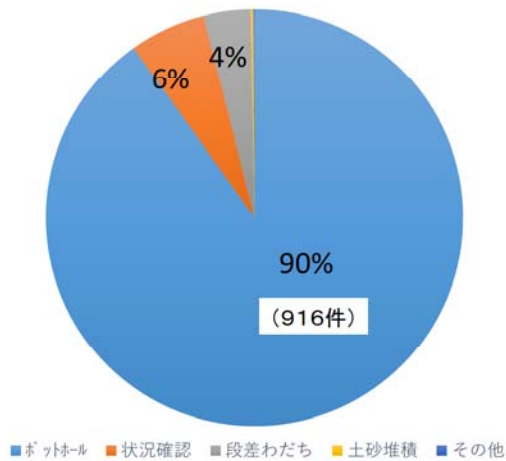


図-2 舗装・路面異常の内訳

ことが分かっている。ポットホールについては、表層のひび割れ等の損傷が進行し雨水等が浸み込み、そこを大型車が通行することにより荷重がかかることが発生要因のひとつであるといわれている。

舗装修繕を効率的に行うには、舗装の劣化を早期に検出し、ポットホールの発生を未然に防ぐ、もしくは大規模な損傷が発生する前に修繕することが重要である。路面の性状調査が日々の道路パトロール中に実施できればLCCの観点から言えば効率的ではないだろうか。

今回「道路パトロール支援サービス¹⁾」及びそのオプションの「動画活用ツール」を試験活用し、日々の欠損部補修の計画、今後の舗装修繕箇所の計画立案等に役立てることが出来るのではと考えた。

2. 活用ツールの概要

(1) 道路パトロール支援サービス

前提として、名阪国道では舗装点検要領²⁾（平成28年度10月国道交通省道路局）に基づき、3年に1回の定期点検を実施している。路面性状調査により、ひび割れ率、わだち掘れ量、平坦性が測定される。舗装の管理基準としては、平坦性から変換したIRI (International Roughness Index: 国際ラフネス指標) (式(1)³⁾)及びひび割れ率、わだち掘れ量の3指標が基本とされており、3指標と合わせて複合指標であるMCI (Maintenance Control Index: 維持管理指数) やその他の指標を用いることも出来る。これらの指標や日々のパトロール、道路利用者からの要望などを元に舗装修繕の発注計画をしたり、維持工事での欠損部補修の予定を立てたりしている。

$$IRI = 1.33 \sigma + 0.24 \quad (1)$$

σ : 平坦性 (mm)

今回活用した「道路パトロール支援サービス」は、日々の道路巡回で使用するパトロール車にスマートフォンを固定し、道路巡回をしながら路面の情報を収集するものである。スマートフォンの加速度センサーが走行時の振動を検知し、そのデータから路面性状を簡易推定することができる。この技術による指標は路面劣化評価、DII (Deterioration Information Index: 劣化情報指数) としている。舗装点検要領の健全性診断の区分に基づき、舗装の損傷レベルを3段階に区分している。DII < 3 が区分Ⅰ (健全)、3 ≤ DII < 9 が区分Ⅱ (表層機能保持段階)、DII > 9 が区分Ⅲ (修繕段階) である (図-3)。DIIの信頼度としては5回程度の走行データがあれば妥当であるとされている。参考に、路面性状調査によるMCIとDIIを、舗装の診断区分による比較をしたところ、一致箇所は89.6%であった。MCIはひび割れ率の値に大きく影響を受けているため、MCIでは悪くない結果であっても道路利用者の行政相談箇所とリンクしないことがある (式(2a)~(2e)⁴⁾)。本サービスは、振動から路面の劣化具合を推定しているため、道路利用者の感覚に近く、行政相談箇所と近いという結果になる。

$$MCI = 10 - 1.48C^{0.3} - 0.29D^{0.7} - 0.47\sigma^{0.2} \quad (2a)$$

$$MCI_0 = 10 - 1.51C^{0.3} - 0.3D^{0.7} \quad (2b)$$

$$MCI_1 = 10 - 2.23C^{0.3} \quad (2c)$$

$$MCI_2 = 10 - 0.54D^{0.7} \quad (2d)$$

C : ひび割れ率 (%)

D : わだち掘れ量の平均 (mm)

σ : 平坦性 (mm)

平坦性が見測定の場合は式(2b)、式(2c)および式(2d)の算出結果のうち最小値をもってMCIの値とする。

またスマートフォンの位置情報 (GPS) と、巡回路線のキロポストをキャリブレーションすることで、インターネットのゼンリンの地図上に路線評価がプロットされる。路線上に劣化度に応じて色分けされて表示されるので、現在の管理路線全体の劣化

アスファルトの舗装の診断区分 出展:国土交通省「舗装点検要領」(平成28年10月)		道路パトロール支援サービス					【参考】
劣化度	DII値	ひび割れ率 (高麗率)	IRI	ひび割れ率	わだち掘れ量	MCI	
1	~0.9	~1	~2.9	~18	~18	5~	
2	1~2.9						
3	3~4.9	1~1.5	3~7.9	20~39	20~39	3~4.9	
4	5~6.9						
5	7~8.9						
6	9~10.9	1.5~	8~	40~	40~	~2.9	
7	11~12.9						
8	13~						

図-3 劣化度の指標

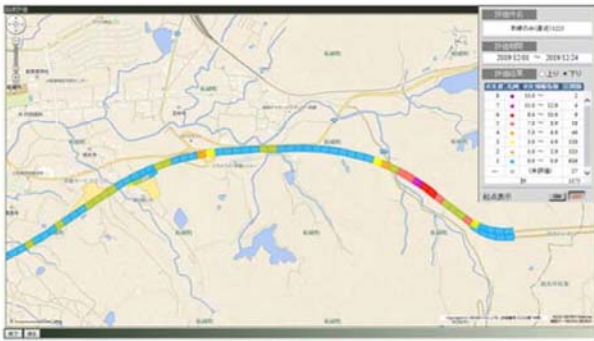


図-4 路線評価出力例

状況を一目でイメージすることが出来る（図-4）。即日結果を確認することが可能であるため、異常箇所は、翌日以降巡回の重点ポイントとして抽出することが出来、応急処理後の巡回時の走行データで改善を確認することも出来る。

路線評価出力結果やCSV ファイルの出力される項目は以下のとおりである。

・路線評価

- ①評価件名：走行車線，追越車線，側道
- ②評価期間
- ③評価結果：劣化度別凡例，劣化度別区間数，上り線下り線の切り替え
- ④概要情報：劣化度，劣化情報指数，評価回数，最新日付，区間開始キロポスト，区間終了キロポスト
- ・CSV
- ①路線名
- ②最新評価日時（上り），（下り）
- ③劣化情報指数（上り），（下り）
- ④劣化度（上り），（下り）
- ⑤評価パトロール数（上り），（下り）
- ⑥区間長（m）
- ⑦区間開始，区間終了（k p）
- ⑧IRI

他にも，スマートフォンを活用していることにより，異常時の発見や災害時にスマートフォンで撮影し，写真をクラウドへ送信，事務所及び出張所と共有することも可能である（図-5）。

費用としては，従来の調査として路面性状測定車

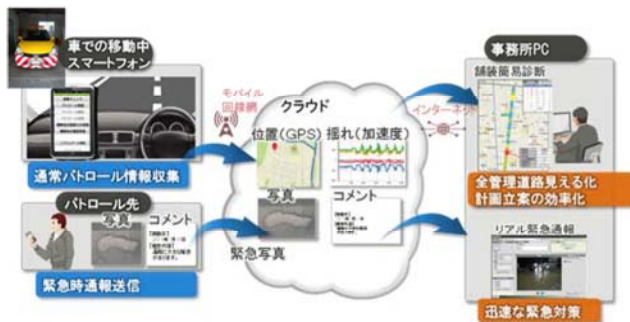


図-5 サービスのイメージ

表-1 費用比較

■ 3年間のコスト例 管理路線100Km (名阪国道)		路面データ計測		パトロール支援機能	費用 (3年分)
		計測対象・距離	計測スパン		
路面性状測定車による調査		①管理道路 100Km×上下線	3年に1回	なし	約1,000万円～
道バト	スマホ1台運用の場合	①管理道路 100Km×上下線 + ②複数車線の管理	毎日	・評価の見える化 ・即日評価可能	約380万円

によるものと比較している。路面性状調査は3～5年に1度の頻度であり，また調査にあたっては通常500km（複数事務所）の延長を2～3ヶ月かけて調査し，費用は5万円～/kmが相場である。名阪国道のみの調査であれば高速道路に直結する自動車専用道路のため3年に1度の調査となり，1回あたり1,000万円以上となる。対して，「道路パトロール支援サービス」は1年間約120万円，3年間の場合約380万円となり約60%コスト削減出来る（表-1）。また，3年に1度の調査のため直近の路面性状がつかめなかったり，高い頻度で測定出来なかったりする問題があった（図-6）。対して，毎日データを収集しているため路面性状データは最新のものを見ることが出来，発注計画や欠損部補修計画を練ることが出来るメリットがある。

（2）動画活用ツール

次に，「動画活用ツール」について紹介する。これはパトロール車に搭載したドライブレコーダーの映像データをパソコンに取り込むことで，「道路パトロール支援サービス」の路線評価と連動させることが出来る（図-7）。これにより，劣化度が高いと出た箇所の路面状況を，現地へ行かずパソコンでの映像で確認することが出来，業務の効率化に繋がる。また，名阪国道のように自動車専用道路で，旅行速度が速い路線では，降車しての現地確認や写真撮影には危険が伴うため，静止画のキャプチャする



図-6 MCI から進行が進んだ事例

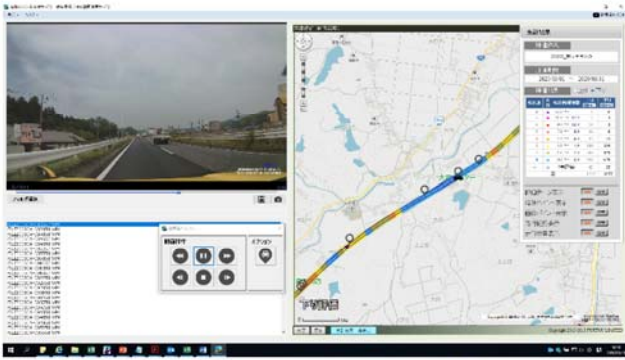


図-7 動画活用ツール出力例



図-9 動画活用ツール活用例

ことが出来るこのツールを利用するメリットは大きい。

3. 名阪国道での取り組み

(1) 取り組み事例

名阪国道における、「道路パトロール支援サービス」及び「動画活用ツール」の2つのツールの活用事例を報告する。名阪国道では、ポットホールが多発しており、欠損部補修が追いついていない状況である。日々のパトロール時の常温合材による補修も、本線上での作業は非常に危険のため十分転圧することは出来ていない。また、交通量も多いことから補修してもすぐに合材が飛んでしまい、欠損部補修する頃には継ぎ接ぎ状態で、走行性の悪化が目立っていた。従前の補修の手順は、日々の巡回日誌の報告事象や道路利用者からの要望を参考に補修箇所を決め、加熱合材補修、切削オーバーレイ等の補修方法や施工時期、優先順位は監督職員及び維持業者の采配によることがほとんどであった。

今回、2つのツールを活用することで、管理路線全体の現在の劣化状態が、色分け画像や動画により視覚的に判断出来るようになった。このため、補修箇所の選定は主観で判断することはなくなり、DIIの値により優先順位を決定出来るようになった。

舗装修繕工事の施工箇所を発注担当課と打ち合わせする際にも、3年前の路面性状調査だけではなく、本ツールの劣化度も合わせて確認し、行政相談が多い区間を選択するなど活用した。現場を把握仕

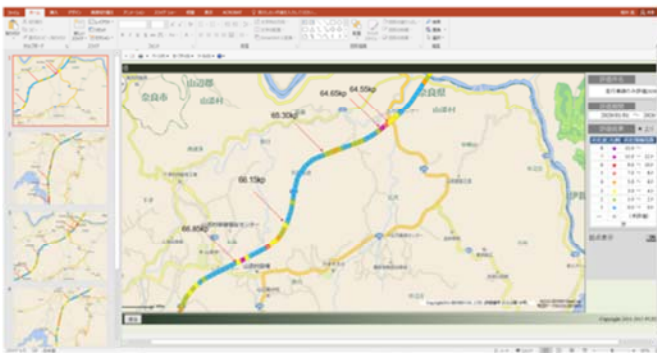


図-8 発注課との共有活用例

切れていない担当者や着任して間もない係長とも管理路線のイメージを共有することが出来た(図-8)。他にも、路肩の除草、法面の樹木伐採の計画や、夜間の照明灯点検、標識の反射確認にも活用することが出来た(図-9)。

(2) 試行

「道路パトロール支援サービス」はGPSと連動しているが、トンネルのようにGPSが届かないもしくはずれが大きい箇所は、サービスとして路線評価出力は適用されない。しかし、パトロール車の走行速度からトンネル内の大まかな位置は算出されると考えた。今回、名阪国道で試行的にトンネル区間における路線評価出力を行い、その妥当性を検証した。

路線評価データは、トンネル内も振動データ、動画データ共に取得出来ている。課題の位置情報は、トンネルの入口直前と出口直後のGPSデータにおける時刻と速度をベースとして考えた。トンネル内を一定の速度で走行していると仮定して、トンネル内の評価を割り振り出力することが出来た。評価の妥当性について、ドライブレコーダーの映像で比較すると大幅な不一致は見られなかったため、評価可能であることが検証出来た(図-10)。GPSの届かない範囲においても、一部手作業が必要となるが、対応可能であるといえた。



図-10 トンネル内評価の例

4. まとめ、課題

(1) まとめ

従前は監督職員や維持業者の采配によって決定していた欠損部補修箇所の優先順位が、「道路パトロール支援サービス」及び「動画活用ツール」を活用したことで、現在の劣化状態が着色や動画・画像により視覚的に判断出来るようになった。また、道路利用者からの行政相談時にもパソコンから直近の路面状況を見ながら話すことが出来るようになった。舗装修繕計画に本サービスを活用することで、最新のデータを反映し、工事発注予定箇所の見直しをすることが出来た。コスト面においても路面性状測定車による調査と比較すると、約60%縮減出来たといえる。

本サービスは路面性状調査結果と比較しても約90%一致しており、目視点検と組み合わせることで、今後は舗装点検ツールとしての活用にも期待が持てる。

(2) 課題

出力された地図画像を比較することで、変化が著しい箇所が把握出来、異常箇所の抽出も可能となる。劣化度が高い地点や劣化が著しい地点を抽出することでポットホールの予兆検知に繋がるか検討した。

表-2はDIIの値が翌月以降悪化している具合に応じて着色をしている。また翌月以降のポットホール発生件数を区間毎に入力している。劣化度が悪化している区間にはやはり翌月以降にポットホールは発生していることは判明した。しかし、あまり変化が見られない区間においても、ポットホールが発生しているものも見受けられた。結果として翌月以降の劣化度の悪化具合とポットホールの発生の明確な因果関係はつかめなかった。

「動画活用ツール」において現在AIによるひび

表-2 ポットホール予兆検知

北勢国道 評価出力結果 走行期間：2019/10/01～2020/03/31																			
区間 (km)	区間番号 K-P	DII (上)	DII (下)	DII (上)	DII (下)	基準			PH			基準			PH				
						R2.02	R2.03	R2.3	件数	R2.1	R2.2	R2.3	件数	R2.1	R2.2	R2.3			
50	67900	67950	1.6	3.6	0.6	1.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
46	67950	67997	1.6	1.0	0.6	1.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
50	68000	68050	1.6	0.6	0.6	1.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
50	68050	68100	7.0	9.0	4.6	7.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
50	68100	68150	9.6	12.0	6.6	9.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
50	68150	68200	4.0	3.6	4.0	4.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
50	68200	68250	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
50	68250	68300	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
50	68300	68350	2.0	3.6	4.6	2.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
50	68350	68400	5.0	6.6	3.6	5.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
50	68400	68450	2.6	2.0	1.6	2.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
50	68450	68500	2.6	4.6	2.0	2.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
50	68500	68550	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
50	68550	68600	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
50	68600	68650	1.0	0.0	0.6	1.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
50	68650	68700	6.6	4.6	4.6	6.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
50	68700	68750	7.6	7.6	4.6	7.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
50	68750	68800	1.6	2.6	0.6	1.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
50	68800	68850	6.6	4.6	4.6	6.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
50	68850	68900	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
50	68900	68950	4.0	6.0	2.6	4.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
50	68950	69000	2.6	5.0	6.6	2.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	69000	690100	2.0	6.0	0.0	2.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
50	69000	69050	12.6	13.6	6.6	12.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
50	69050	69100	4.0	9.0	6.6	4.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
50	69100	69150	7.6	13.0	9.4	7.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
50	69150	69200	1.0	1.6	2.6	1.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

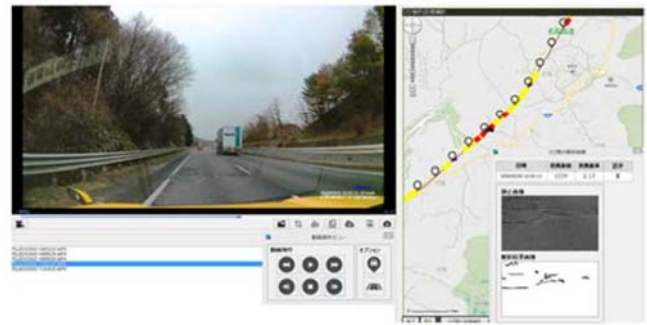


図-11 ひび割れ検知結果の表示例



図-12 ひび割れ解析の仕組み

割れ解析を試行しているところである(図-11)。ポットホールの予兆検知はDIIの値の進行だけでは結びつけられなかったが、ひび割れ(ひび割れ率)の解析精度が上がれば、因果関係が見えてくるかもしれない(図-12)。また、日常の道路巡回での傾向としてポットホールの発生件数は天候が雨の時に多く発生している傾向にあるので、時間当たり雨量との関係性も加味していきたい。補修履歴から使用材料、施工方法も確認して改善出来るように検討していきたい。

5. おわりに

本報告におけるツールの活用は、日々の道路巡回が路面性状の把握に繋げることが出来たといえるものである。試行ではあったが、GPSが途切れるトンネル内においても評価の出力が概ね出来、今後の日常点検の向上に繋がるといえる。現在はドライブレコーダーを活用している「動画活用ツール」のひび割れ解析技術と平行して、区画線の剥離状況の把握も合わせて出来ないか試行し始めているところである。引き続き名阪国道の道路巡回で有効と思われる新技術を活用して舗装の予防保全に取り組むとともに、今後は課題であるひび割れの解析精度の向上、

ポットホールの予測検知，区画線の診断など継続して検討を進めていきたい。

参考文献

- 1) 株式会社富士通交通・道路データサービス NETIS 登録番号：QS-170023-VR
- 2) 国土交通省 道路局 国道・防災課：舗装点検要領, 2017
- 3) 舗装性能評価法-必須および主要な性能指標編-（平成 25 年版）公益社団法人 日本道路協会
- 4) 舗装設計施工指針（平成 18 年版）社団法人 日本道路協会