

車両ビッグデータを活用した 苦情発生要因となる路面凸凹箇所の推定

三上 裕輝・及川 大輔・二井 啓(朝日航洋株式会社)

1. はじめに

1.1 道路舗装を取り巻く概況

わが国では、高度経済成長期以降に集中的に整備されてきた道路ストックの老朽化が進行しつつある。

道路舗装に目を向けると、舗装済延長は約120万km¹⁾あり、道路舗装の日常の維持管理については、定期的な点検や修繕、日々のパトロールや応急対策、道路利用者等からの通報や苦情対応等が行われているものの、予算や人員の制約により、十分な対策が実施できていないことが問題となっている。道路管理者にとっては、これらの老朽化対策や予防保全型のメンテナンスサイクルの構築が課題となっている。

これらの道路管理者が抱える老朽化対策や維持管理の課題解決に向けて、国土交通省は、インフラDX (Digital Transformation) 推進本部を設立し、AI・ICT・新技術の導入による点検・維持管理の高度化、効率化といった「行動」のDXを実現するための施策を推進している。

本稿では、これらの道路舗装の維持管理業務のうち、路面の凸凹(穴ぼこ、段差、ひび等)に起因する苦情に着目し、近畿地方整備局奈良国道事務所において一般車両の走行から得られるビッグデータ(以下、車両ビッグデータ)を使った路面状態把握手法(以下、実証技術とする。)と苦情発生要因となる凸凹箇所の関係性について検証した結果について論じる。

1.2 対象とする苦情

道路管理者に寄せられる苦情には様々な種類があるが、路面の凸凹は、通行する大型車

両等の積み荷に影響を及ぼす一つの原因である。本稿では、路面の凸凹によって精密機械や生鮮品等の積み荷を運搬する大型車両のドライバーが通行時に揺れを感じ、道路管理者に通報するような苦情を対象とする。

本稿の対象とする苦情に関連する直轄国道における管理瑕疵件数は、2008年度から2019年度までの12年間において路面の凸凹が常に全体の3割以上を占めており、近年では過半数を占めるに至っている²⁾。このことから、苦情につながる路面の凸凹箇所を把握し、適切な対処を行うことは、道路管理者にとって重要な課題であると推察される。

また、路面の凸凹に起因する苦情に関する既往研究には、大型車両のばね振動加速度、IRI (International Roughness Index: 国際ラフネス指数) と苦情路面との関係について検討したものなどがある³⁾。本稿では、市販車(小型車両)の車両ビッグデータから苦情発生要因となる凸凹箇所をタイムリーかつ広範囲に捕捉する技術の有用性を実証する。

2. 実証技術について

2.1 技術の仕組み

近年、車載通信機を標準搭載した市販車両(以下、「コネクティッドカー」とする。)の普及が進みつつある。自動車メーカーは、許諾を得たコネクティッドカー利用者の車両ビッグデータを活用し、各種サービスの充実等を図っている。

実証技術は、トヨタ自動車株式会社が開発し⁴⁾、小渕らの既往研究⁵⁾において車載GPS等を用いた車両位置情報と車両4輪の車輪速セン

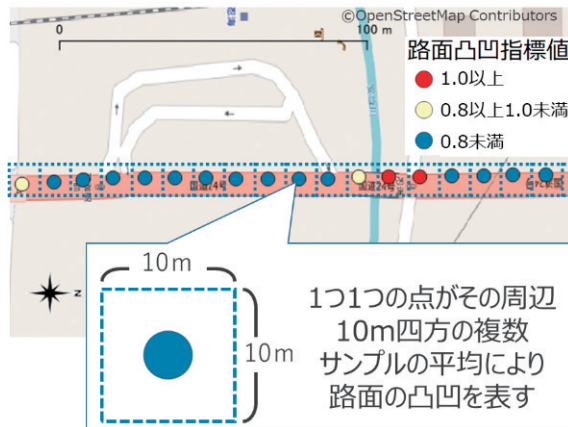


図1 路面凸凹指標値とその表現

サの情報を用い、車輪速の変化から運転操作による要因を差し引くことで車両が路面から受ける入力を抽出し、当該走行地点における路面の凸凹度合いを評価する手法として紹介されている。

路面の凸凹度合いは、外れ値を除く複数サンプルの平均値を定量的な独自指標（以下、「路面凸凹指標値」とする）として算出する。路面凸凹指標値は、路面の凸凹度合いが大きいほど値も大きくなる。また、路面凸凹指標値は、図1に示すように緯度経度を基準とした10m四方のメッシュ内の代表緯度経度にプロットした状態で提供される。

2.2 技術の特性

路面の凸凹の把握は、従来から専用の計測車両等による路面性状調査（概ね数年に1度）等の点検や職員等による日常パトロール（概ね日次）によって行われている。これまでの点検を補完、代替するDX技術には、GPSや加速度センサ等を内蔵したスマートフォンを車両に設置して、路面の凸凹を定量的に測定するアプリケーションによる簡易的な点検手法がある。しかし、これらの手法は、道路管理者や点検事業者等が現地を走行し、能動的に調査する必要がある。

また、受動的な調査には、道路利用者から

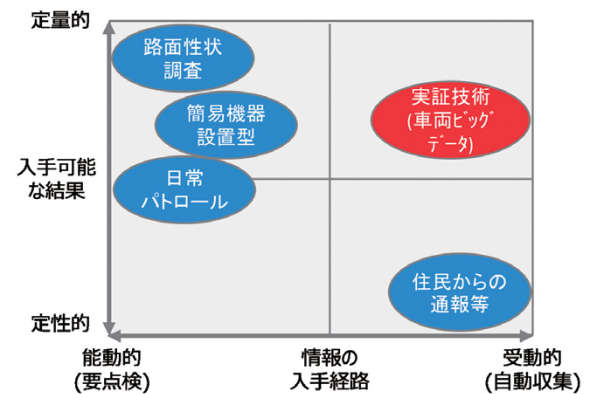


図2 路面凸凹度合いを入手する手法の比較

の苦情や要望等の収集があり、例えば近畿地方整備局では緊急通報ダイヤルを用いて運営している。これらの従来型の電話等による通報を補完、代替するDX技術には、スマートフォンアプリケーションによる住民通報サービス等がある。これらの手法は、通報を受動的に収集できる利点があるものの、通報者の主観に基づく定性的な情報であることから、道路管理者による情報の取捨選択が必要である等の問題がある。これらの手法を図2に示すように2軸の観点で表すと、実証技術は、走行済の車両ビッグデータを利用することから点検のための走行が不要で、かつ定量的な点検結果を受動的に得られるという利点を有する。

3. 苦情推定の実証

本稿では、実証技術を用いた苦情発生要因となる凸凹箇所の推定を、近畿地方整備局奈良国道事務所の国道24号で実施した結果を用いて紹介する。

なお、奈良国道事務所では、路面の応急対策等により生じた路面の凸凹に対する苦情の増加が問題となっていた。

3.1 苦情発生箇所の推定

苦情を管理する苦情簿では位置が記述されない場合もあり、具体的な苦情箇所を特定できない場合がある。そこで、本実証では苦情

発生箇所と類似する路面の凸凹情報として、補修箇所の補修前後の車両ビッグデータを活用した。具体的には、補修前の路面の凸凹度合いを苦情が発生する可能性が高い水準、補修後の路面の凸凹度合いを良好な水準と定め、両水準を実証技術で定量化することにより、苦情発生箇所の代替とした。

3.1.1 推定方法

本実証では、奈良国道事務所管内の国道24号のうち、2019年10月に切削オーバーレイ等による補修を実施した箇所の補修前後の路面の凸凹度合いを定量化した。

路面の凸凹度合いの定量化にあたっては、補修箇所における10mごとの実施前月末と実施翌月初のそれぞれ1週間の車両ビッグデータから算出した路面凸凹指標値を用いた。

3.1.2 推定結果

図3に示すように補修前の路面凸凹指標値は、補修区間約100mのうち9箇所中8箇所(88.9%)において1.0以上であった。補修後の路面凸凹指標値は、9箇所すべてが0.8未満に改善した。

これらの結果から本実証では、実際に補修が行われている路面状態を示す路面凸凹指標値が1.0以上を苦情発生の可能性が高い水準としてしきい値に設定した。そのしきい値を、2019年1月4日～1月17日の2週間(交通量が少な

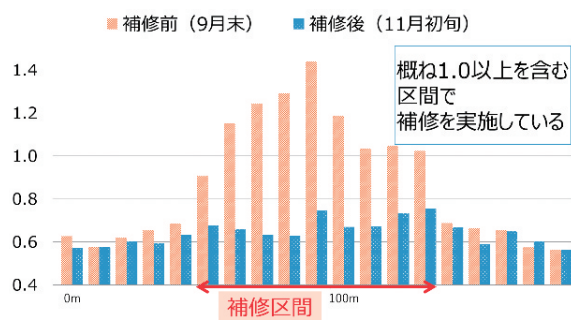


図3 補修前後の路面凸凹指標値の変化と特徴

い一部区間は2019年1月1日～1月31日の1か月間)の車両ビッグデータから算出した路面凸凹指標値に適用すると、国道24号の48.3kp～74.0kpの片道約25.7kmで、苦情発生の可能性が高い箇所として163箇所を推定した。

3.2 路面との比較による定性評価

実証技術によって苦情発生の可能性が高い箇所とした路面にはどのような特徴があるか確認した。

3.2.1 検証方法

本実証では、3.1で推定した苦情発生の可能性が高い163箇所に対して、市販カメラで撮影した現地画像を用いて実証技術が捕捉する路面状態を確認した。現地画像は、2019年11月～2020年1月に撮影したものを採用した。

3.2.2 検証結果

苦情発生の可能性が高い箇所と推定した163箇所のうち113箇所(69.3%)で苦情につながる可能性のあるひび、応急対策跡の荒れ、41箇所(25.2%)でマンホールやジョイント等の道路上地物による段差を捕捉していることが現地画像から確認できた(図4)。

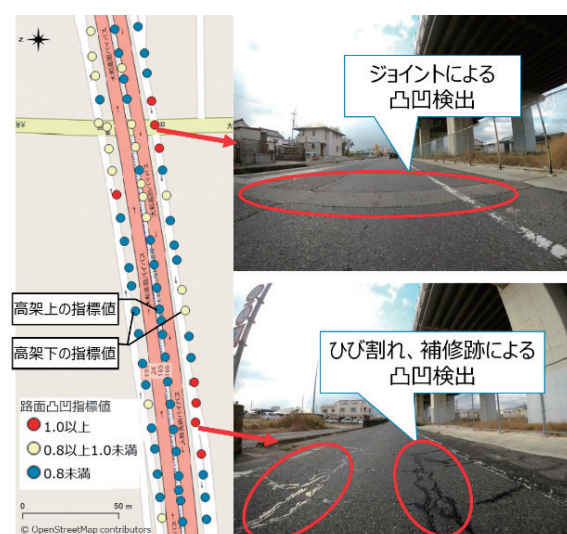


図4 苦情発生の可能性が高い路面の事例



図5 側道の路面の凸凹検出の事例

一方、9箇所(5.5%)は、現地画像から路面に凸凹等の特徴はみられなかった。これらの箇所では、対象路線に接続する側道の合流部分の路面の凸凹を捕捉している等、10m四方の空間分解能である実証技術の特性に起因するものと推察された(図5)。

3.3 IRIとの比較による定量評価

実証技術による苦情発生箇所の推定に関する定量評価を行った。ここでの定量評価は、ドライバーが体感する乗り心地の評価指標であるIRIを用いた。

3.3.1 検証方法

本実証では、3.2と同区間を対象に、苦情発生の可能性が高い箇所として路面性状調査でIRI8mm/m以上となった100箇所を抽出した。

苦情発生の可能性が高い箇所の基準は、実際に苦情発生した箇所のIRIの値から設定することが望ましい。しかし、本検証では苦情発生の可能性が高い基準を既往研究や国道の管理基準を参考に設定した。既往研究では、苦情路面の特性として10mごとのIRIが4mm/m以上、最大振幅約10mm以上の領域で多くが分布³⁾し、損傷を受けた舗装の目安はIRI4mm/m～11mm/m⁶⁾とされている。このうち国道については、舗装点検要領において診断区分Ⅲ(修繕

段階)をIRI8mm/m以上⁷⁾としており、これを苦情発生の可能性の高い基準とした。

比較箇所について、10mごとに路面性状調査のIRI8mm/m以上の箇所と路面凸凹指標値を展開し、IRIと実証技術の双方から見た苦情発生の可能性が高い箇所の一致度合いを定量的に整理した。比較には、3.2と同時点の路面凸凹指標値と2019年1月の路面性状調査を採用した。

3.3.2 検証結果

路面性状調査でIRI8mm/m以上となった100箇所のうち、93箇所(93.0%)でIRIと路面凸凹指標値の双方からみた苦情発生の可能性が高い箇所が一致した(図6)。

一方で、IRI8mm/mとなった箇所に対して路面凸凹指標値が一致しなかった箇所は、10m四方に含まれる複数車線の路面状態を平均化

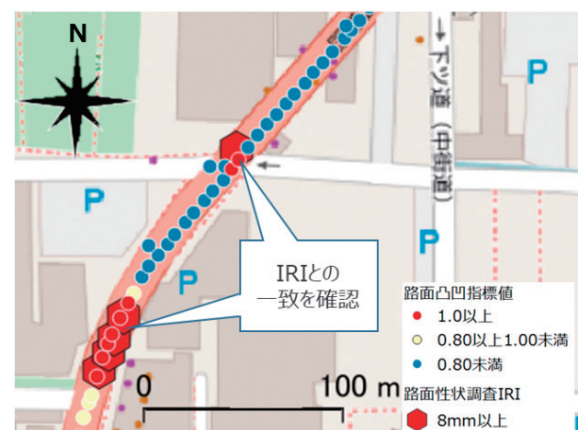


図6 IRIと路面凸凹指標値の比較結果の事例



図7 車線ごとに路面状態が異なる場合の不一致の事例

する実証技術の特性等、路面性状調査と実証技術の測定方法の違いに起因するものと判断できた。

3.4 実証技術の適用可能範囲

実証技術によって苦情発生箇所の推定ができる範囲を把握するため、次の手順で車両ビッグデータによる推定の適用可能範囲の検証を行った。

3.4.1 検証方法

本実証では、近畿地方整備局が管理する7府県にまたがる直轄国道24路線・約1,924kmを対象区間とし、2020年11月の1か月間の車両ビッグデータを利用した。適用可能の判定は、対象区間を100mごとに分割した区間内に路面凸凹指標値を9点以上算出できる場合とした(図8)。

なお、9点を判定基準とした理由は、路面凸凹指標値は、10m四方の路面状況を複数サンプルから算出することから、100mの区間には通常10点算出されるが、分割した区間と路面凸凹指標値の位置を同定する際に道路形状に起因するズレを考慮し、さらに分割した区間の路面を面的に評価する場合に9割程度の範囲を網羅する必要があると考えたためである。



図8 適用範囲の判定の考え方

3.4.2 検証結果

検証によって得られた各府県の結果を表1に

表1 近畿地方整備局管内の府県ごとの管理延長における適用可能割合と小型車の最小交通量

府県名	管理延長	適用可能割合	24H小型車最小交通量
滋賀県	275km	100.0%	2,851台
京都府	194km	100.0%	3,360台
大阪府	243km	100.0%	1,929台
兵庫県	488km	99.9%	620台
奈良県	150km	100.0%	2,413台
和歌山県	368km	99.6%	1,745台
福井県	206km	100.0%	1,051台
合計	1,924km	99.9%	—

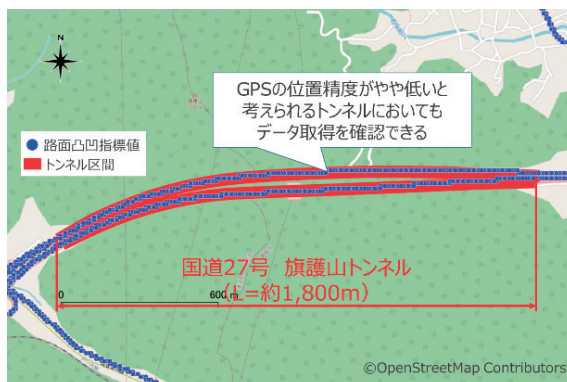


図9 トンネル区間のデータ取得事例
(福井県の旗護山トンネル約1,800m)

示す。検証によって近畿地方整備局管内の直轄国道のほぼ全域で実証技術が適用でき、苦情発生箇所の推定が可能であることを確認した。

対象区間における交通量の最小値が620台(平成27年度道路交通センサスにおける24時間小型車交通量)であり、これは少なくともこれ以上の交通量があれば適用可能と考えられる。

適用可能範囲には、車載GPSの位置捕捉や通信がやや困難と考えられる図9に示すトンネルや高架下が含まれる。これらの範囲における位置捕捉は、各種車載センサの情報による車両位置の補完を行い、一定の条件下で通信の復帰時に蓄積されたデータを送付する仕組みにより実現している。

この仕組みにより実証技術は、実証対象区間のトンネルにおいては路面性状調査等の一般的な点検技術の適用対象外の区間でも適用可能なことを確認した。

4. まとめと今後の展望

本稿では、現地の路面状態ならびにIRIとの比較から、実証技術による苦情発生要因となる凸凹箇所の推定が一定の精度を有しており、かつ、近畿地方整備局管内の直轄国道のほぼ全域に適用できることを確認した。

一方で、10m四方の空間分解能である実証技術の特性に起因する不一致の事例が確認された。この問題は、将来的な車両の位置把握精度向上による解決が期待される。

今後、苦情発生箇所の推定精度の向上に向けては、苦情が実際に発生した箇所との一致度合いの整理や近年整備が進みつつある3D点群データ等から算出される段差量との比較等を検討する。

■謝辞

本稿の作成にあたって、近畿地方整備局 企画部 施工企画課、奈良国道事務所 管理第二課、一般財団法人 先端建設技術センターならびにトヨタ自動車株式会社 コネクティッドカンパニー e-TOYOTA部 データ事業推進室に各種ご協力、ご助言をいただいた。この場を借りて感謝申し上げます。

【付記】

本稿は、近畿地方整備局研究発表会（2021年6月）及び第43回測量調査技術発表会（2021年9月）の発表内容に、改良と検討を加えたものである。

■参考文献

- 1) 国土交通省道路局：道路統計年報<http://www.mlit.go.jp/road/ir/ir-data/tokei-nen/>
(2021/12/19参照時点)
- 2) 国土交通省：直轄国道における管理瑕疵件数の推移<https://www.mlit.go.jp/road/>

[sisaku/ijikanri/pdf/08.pdf](http://www.mlit.go.jp/road/ir/ir-data/tokei-nen/) (2021/12/19参照時点)

- 3) 深田宰史・松本剛也・岡田裕行・樺山好幸：高速道路走行時の大型車ドライバーにより抽出された短波長の苦情路面に対する評価，土木学会論文集 E1 (舗装工学)，Vol.68，No.3 (舗装工学論文集第17巻)，I_45-I_53，2012.
- 4) 木村陽介・間嶋宏：路面状態推定装置及び路面状態推定方法，特開2020-13537，2020
- 5) 小淵達也・木村陽介：お客様の車両から収集されるビッグデータを活用した舗装路面状態推定技術の開発，第60回土木計画学研究発表会・講演集，2019
- 6) (社) 日本道路協会：舗装調査・試験法便覧，〔第1分冊〕，2007
- 7) 国土交通省：舗装点検要領https://www.mlit.go.jp/road/sisaku/yobohozen/tenken/yobo3_1_10.pdf，2017

■執筆者

三上 裕輝 (みかみ ひろき)

朝日航洋株式会社



(共著者)

及川 大輔 (おいかわ だいすけ)

朝日航洋株式会社

二井 啓 (にい あきら)

朝日航洋株式会社