

道路舗装の損傷の検出に向けた多様な車載機器によるセンサデータの比較検証

法政大学大学院（現パシフィックコンサルタンツ（株））

学生会員

○野崎 琉加

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

1. はじめに

我が国の道路舗装における点検は、路面性状調査と日常点検が実施されている。路面性状調査は専用車両を用いて舗装の損傷状況を定量的に評価できるが、調査費が高額などの理由もあって数年に一度の頻度で実施されている。一方、日常点検は、数日から1か月ごとに目視で実施されている。しかし、修繕の要否は点検者の経験知に依存しており、さらに、熟練者不足の課題も深刻化している。このため、点検作業の効率化が喫緊の課題である。そこで、近年、車の走行位置や加速度を記録したプローブデータによる舗装点検¹⁾が注目されている。著者らも深層学習を用いてスマートフォンの加速度から舗装の損傷を判定する手法を考案している²⁾。しかし、既存研究では、プローブデータの取得に任意の機器を指定しており、その機器に合わせて舗装の損傷判定手法を考案している。そのため、複数の機器を横断したロバストな手法の構築には至っていない。他方、近年はドライブレコーダなどの専用車載機器（以下、「機器」とする。）からも加速度を取得でき、これらによる舗装点検サービスも展開されている³⁾。

そこで、本研究の目的は、著者らが考案した深層学習を用いた損傷判定手法が様々な機器に適用可能であることを検証することとした。これにより、ユーザの環境に合わせた機器でデータを取得できるため、考案手法の汎用性向上に寄与する。本研究では、その第一歩として、路面性状調査結果を正解とし、同時に取得したドラ

イブレコーダや車載機器によるデータとスマートフォンのデータとを比較する。

2. データ取得実験

2022年11月4日（金）に静岡市にてデータ取得実験を実施した。本実験では、路面性状測定車両に、スマートフォン（機器1）、解像度が4Kの動画を撮影可能なA社のドライブレコーダ（機器2）、トラックなどの商用車に設置可能な同じくA社のドライブレコーダ（機器3）およびB社の車載機器（機器4）を設置した。2種類のドライブレコーダには、一定以上の衝撃を検知した場合にその時刻の前後の映像を記録するため加速度センサがついており、加速度を取得可能である。また、スマートフォンは専用のアプリを用いて加速度を取得した。機器の仕様を表-1に示す。さらに、実験後の2023年1月27日（金）、2月8日（水）にも、一般車にドライブレコーダとスマートフォンを設置して複数回データを取得した。

3. 取得データの基本特性分析と比較検証

本研究では、路面性状調査結果のMCIを損傷の正解データとし、損傷有・無の区間における加速度の推移を比較した。MCIとは、ひび割れ率、わだち掘れ量および平坦性から舗装の損傷の程度を定量的に評価する指標であり、5.0以上は健全、3.0以下は早急な修繕が必要であることを示す。まず、路面性状調査結果と計測したプローブデータとを最近傍にて結合し、MCIを基準に損傷有区間と損傷無区間とをそれぞれ200mずつ抽出

表-1 データ取得機器の仕様

データ取得機器	取得加速度	データ取得間隔	データ取得回数
機器1：スマートフォン	・左右加速度 (x軸加速度) ・前後加速度 (y軸加速度) ・上下加速度 (z軸加速度)	2Hz	2022年11月4日（金）、2023年1月27日（金）、 2023年2月8日（水）×3回分の計5走行分
機器2：4Kドライブレコーダ		1Hz	2022年11月4日（金）、2023年1月27日（金）、 2023年2月8日（水）×3回分の計5走行分
機器3：業務用ドライブレコーダ		30Hz	2023年1月27日（金）、 2023年2月8日（水）×3回分の計4走行分
機器4：車載機器		15Hz	2022年11月4日（金）の 計1走行分

キーワード 加速度，ドライブレコーダ，車載機器，損傷判定，道路舗装
連絡先 〒162-0843 東京都新宿区市谷田町2-33 法政大学 TEL：03-5228-1347 E-mail：imai@hosei.ac.jp

した. 抽出区間を図-1に示す. 次に, それぞれの区間において, 走行速度が 40~60km/h であるプローブデータを選定し, 機器および損傷有・無ごとに加速度を比較した. それぞれの機器における損傷有・無区間の加速度の推移を表-2に示す. その結果, いずれの機器においても損傷無区間より損傷有区間の方が加速度の振幅が大きかった. これは, ひび割れなどの損傷をタイヤが踏み車両が揺れたことが要因であると考えられる. このため, 舗装の損傷が加速度に反映されていることが確認できた. また, 機器4の車載機器の加速度の数値は, 機器1のスマートフォンや機器2・3のドライブレコーダの数値と比較して小さいことがわかった. これは, B社の車載機器が運転挙動を測定することを目的としており, 道路面の状況変化など外乱の影響を受けないように設計されているためであると考えられる. 加速度の数値が小さいと深層学習による損傷有・無の判定が難しいものの, 数値を二乗するなどの処理によって損傷を検出できる可能性があると考えられる.

4. おわりに

本研究では, 様々な専用車載機器のセンシングデータに適用できる舗装の損傷判定手法の開発を目指して, ドライブレコーダや車載機器によるデータと既存研究にて使用されているスマートフォンのデータとを比較した. その結果, ドライブレコーダや車載機器のデ

ータでも損傷を判定できる可能性が示唆された. 今後は, これらのデータを用いて深層学習による舗装の損傷判定モデルを構築し, 精度を比較する.

謝辞: 本研究の遂行にあたり, 静岡市, 前田道路株式会社の関係各位には, 走行実験におけるルートを選定や路面性状調査の実施などに関して多大なご協力と貴重なご意見を賜った. ここに記し感謝の意を表す.

参考文献

1) 吉武俊章, 溝部和広, 安村成史, 宮本文穂: 走行映像と車内走行音および車両振動を用いた舗装路面簡易評価システムの開発, 土木学会論文集 F4 (建設マネジメント), Vol.69, No.1, pp.12-31, 2013.

2) 今井龍一, 中村健二, 山本雄平, 塚田義典, 野崎琉加: 定期的に収集したプローブデータの特長による舗装の損傷の抽出に関する基礎的研究, 土木学会論文集 E1 (舗装工学, Vol.78, No.2, pp.I 171-I 181, 2023.

3) 日本電気株式会社: くるみえ for Cities, <<https://jpn.nec.com/machimie/index.html>>, (入手 2023.3.31).



図-1 損傷無区間と損傷有区間

表-2 損傷無区間と損傷有区間の加速度の推移

データ 損傷有無	2023年2月8日 (水)				2023年1月27日 (金)				2023年2月8日 (水)				2022年11月4日 (金)			
	機器1 スマートフォン				機器2 4Kドライブレコーダ				機器3 業務用ドライブレコーダ				機器4 車載機器			
損傷無区間																
損傷有区間																

x軸加速度

y軸加速度

z軸加速度

速度