

## 舗装路面走行時の電動キックボードの振動特性について

北見工業大学工学部 学生会員 ○西海 隼人 北見工業大学大学院 学生会員 幸谷 宥毅  
 北見工業大学工学部 正会員 富山 和也 北見工業大学工学部 学生会員 佐々木 賢一郎  
 大林道路株式会社 正会員 森石 一志 大林道路株式会社 正会員 山口 雄希

### 1. はじめに

現在、道路空間におけるニーズが時代とともに多様化し、シェアリングサービスの急速な展開や新しいモビリティの登場により新たな道路空間が必要となってきた。また、複数の公共交通機関の移動サービスを組み合わせた日本版 MaaS (Mobility as a Service) の推進<sup>1)</sup> が図られており注目を浴びている。その中でも電動キックボードは世界各国で急速に普及している乗り物であり、海外ではマイクロモビリティ専用レーンの整備が進められているなど、新たな道路環境整備が求められている。一方、既存の乗り物では座位を対象とした振動特性の評価が主であり、電動キックボードを対象とした路面評価では、乗車体勢として立位を基本とした車両振動の評価が必要となる。そこで、本研究では、車両と路面特性の相互作用の観点から電動キックボードの振動特性を把握するため、走行実験を実施しパワースペクトル密度推定に基づく検討を行った。

## 2. 走行実験の概要

### 2.1. 実験ヤード

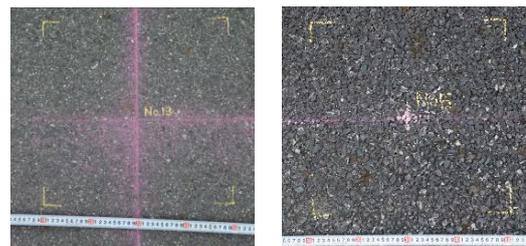
実験は 2021 年 12 月 12~15 日に兵庫県加東市にある大林道路株式会社東条アスファルト混合所で実施した。対象とした路面は、図-1 に示す、表層に密粒度アスファルト混合物を用いた舗装（以下、密粒度舗装）と排水機能を有するポーラスアスファルト混合物を用いた舗装（以下、ポーラス舗装）を対象とし、各舗装上に一直線の測線を設けた。各測線長は、密粒度舗装が 20m であり、ポーラス舗装が 18m である。また、予め同年 7 月に、測線上の 1 地点にて舗装のきめ深さを公益社団法人日本道路協会「舗装調査・試験法便覧」S022-3T に基づき、MPD (Mean Profile Depth) を算出した。その結果、MPD は、密粒度舗装で平均 0.38mm、ポーラス舗装で平均 2.65mm となった。

### 2.2. 実験に使用した電動キックボード

走行実験では図-2 に示す一般的な電動キックボードを用いた。車両の寸法は全長 1.2m、全幅 0.5m、全高 1.2m であり、重量は 27.5kg である。タイヤ直径は前後 10 インチ発泡ウレタン充填チューブレスタイヤであり、後輪内蔵モーター式となっている。

### 2.3. 電動キックボードの振動計測方法

電動キックボードの振動は、各舗装で計測区間まで 5m の助走区間を設け、5km/h および 10km/h まで加速したのち測線上を一定速度で走行し計測を行なった。



a) 密粒度舗装      b) ポーラス舗装  
 図-1 計測路面



図-2 計測に使用した電動キックボード

振動の計測は、3軸方向（前後方向を x, 左右方向を y, 上下方向を z とする）に測定できる加速度センサを 図-2 に示す通り、ハンドル中心部、前方車輪バネ上、前方車輪バネ下および車体後方の計 4 か所に設置し、サンプリング間隔 5ms で実施した。なお、本研究では、電動キックボードの振動特性として、乗り心地に関係する上下方向に着目した。

### 3. 実験結果と考察

電動キックボードの振動特性を把握するために、パワースペクトル密度推定を行った。図-3 に密粒度舗装の、図-4 にポーラス舗装のパワースペクトル密度を走行速度毎に示す。なお、図中、走行速度に対応した路面波長および路面特性分類<sup>2)</sup>を併記した。人体の共振振動数は 30Hz 以下の周波数に影響を及ぼすことから電動キックボードの走行速度域を考えるとメガテクスチャ（波長 50mm~500mm）に着目する必要がある。

図-3 より、走行速度 5km/h では 24Hz および 35Hz 付近に共振がみられ、走行速度 10km/h ではハンドルのみ 12Hz 付近、その他の計測箇所では 20Hz 付近で共振がみられる。図-4 より、ポーラス舗装では走行速度によらず、10Hz~30Hz 付近に共振がみられ、パワースペクトル密度が大きくなる周波数領域はほぼ一致している。また、バネ下加速度およびバネ上加速度ともに同様の値を示しており、振動吸収装置の影響は小さいことが窺える。ここで、20Hz 付近での共振はタイヤの影響と考えられ、パワースペクトル密度が車体前方と比べて後方で小さくなっているのは、後輪に内蔵されたモーターにより重量が増加しているためと考えられる。路面波長との対応を考えると、4 か所全ての計測位置でメガテクスチャの影響を受けることがわかる。また、図-3、図-4 から、密粒度舗装と比較し、ポーラス舗装はパワースペクトル密度が大きい値を示した。その原因として、MPD の値が密粒度舗装に比べてポーラス舗装では大きいことから、路面のテクスチャが影響しているものと考えられる。

以上より、立位での運転による電動キックボードの振動特性には、路面のメガテクスチャが関係することが示唆された。

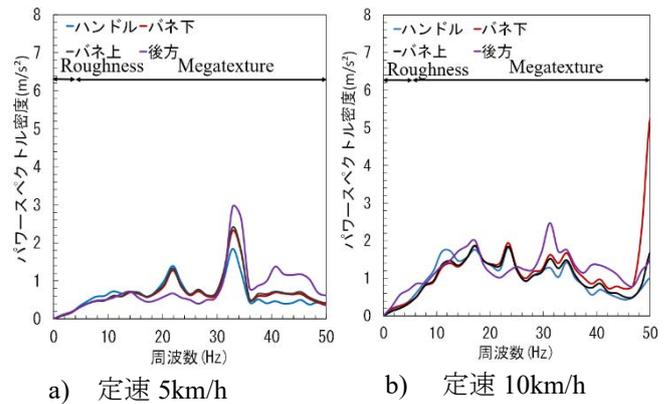


図-3 密粒度舗装

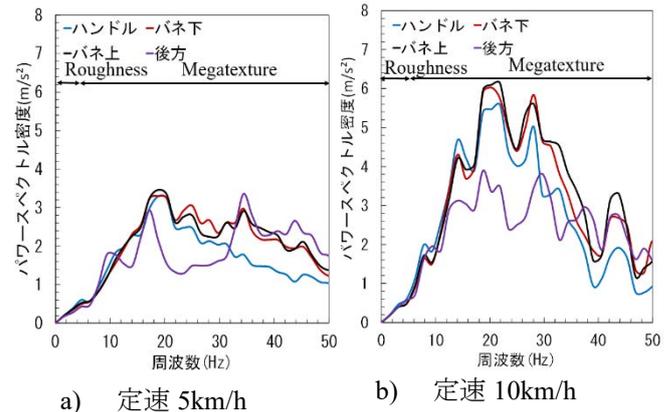


図-4 ポーラス舗装

### 4. おわりに

本研究では、路面評価においても電動キックボードを対象としたメガテクスチャに着目する必要があることを示した。ハンドル型電動車いすの振動応答について調査した既往研究<sup>3)</sup>においてもメガテクスチャの影響が大きいことが報告されており、筆者らは、マイクロモビリティを対象に、メガテクスチャに着目した新たな路面評価方法について検討を続けていく計画である。

### 参考文献

- 1) 国土交通省：持続可能な地域公共交通の実現と日本版 MasS の推進、持続可能な新しいモビリティの実現方策について、2021
- 2) PIARC: Optimization of Surface Characteristics, Technical Committee Report on Surface Characteristics, -PLARC XVIII World Road Congress, Brussels, Belgium, 1978.
- 3) Tomiyama, K. and Moriishi, K. : Pavement Surface Evaluation Interacting Vibration Characteristics of an Electric Mobility Scooter, 9th International Conference on Maintenance and Rehabilitation of Pavements (Mairepav9), Dübendorf, July, 2020.