

電動車いすの乗り心地に関連した振動特性の検証

| | | | |
|-----------|------|-----|-----|
| 北見工業大学大学院 | 学生会員 | ○幸谷 | 有毅 |
| 北見工業大学工学部 | 正会員 | 富山 | 和也 |
| 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 |
| 北見工業大学大学院 | 学生会員 | 佐々木 | 賢一郎 |
| 北見工業大学大学院 | 学生会員 | 西海 | 隼人 |

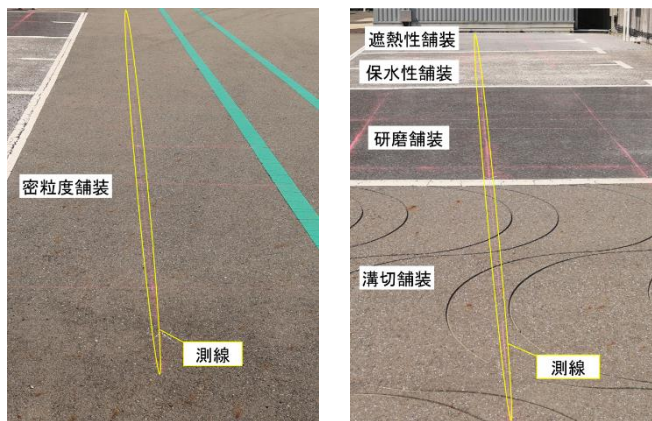
1. はじめに

近年、日本では移動手段として、パーソナルモビリティが注目されている。その一例として、経済産業省では、高齢者の移動・活動を促すだけでなく、自動車運転による事故の減少などにもつながることから、電動車いすの普及促進に関する取り組み¹⁾が行われている。

しかし、一般的に路面評価で多く用いられている国際ラフネス指数（以下、IRI）は、路面凹凸に対する自動車の上下振動モデルに基づき算出されるため、歩行空間の路面評価ではパーソナルモビリティの振動特性を考慮した評価指標が必要である。以上の背景から本研究では、主に歩行空間におけるパーソナルモビリティを対象とした路面評価方法の検討を目的に、走行時の乗り心地に関連した振動特性について、異なる2つのタイプの電動車いすを用いた走行試験を実施し検討を行った。

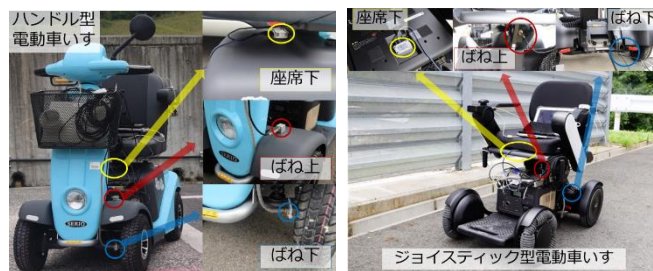
2. 走行試験ヤード

走行試験は、2021年7月に兵庫県加東市の大林道路株式会社東条アスファルト混合所にて実施した。試験ヤードは、**図-1(a)**に示す密粒度アスファルト混合物を表層に用いた舗装（以下、密粒度舗装）で構成される試験ヤードAと、**図-1(b)**に示す密粒度アスファルト混合物を用いた表層に溝切を施した舗装（以下、溝切舗装）、排水機能を有するポーラスアスファルト混合物を表層に用いた舗装に特殊な処理を施した研磨舗装および保水性舗装、遮熱性舗装で構成された試験ヤードBの2種類を用意し、試験路面では予め、左車輪上の位置に長さ18mの測線を設け、測線上をマルチ・ロード・プロファイラ（以下、MRP）を用いて10mm間隔で路面凹凸を計測した。



(a) 試験ヤードA (b) 試験ヤードB

図-1 試験ヤードの路面状況



(a) ハンドル型 (b) ジョイスティック型

図-2 使用した電動車いすと計測機器の設置状況

3. 使用機器

電動車いすは、ハンドル型電動車いす（以下、ハンドル型）とジョイスティック型電動車いす（以下、ジョイスティック型）の2種類に大きく分けられる。本研究では、**図-2**に示すサスペンション付きのハンドル型とジョイスティック型の2機種を用いた。加速度は、**図-2**に示す座席下およびばね上、ばね下の3箇所の位置に設置して計測した。尚、ばね上およびばね下にサンプリング間隔は500Hz、座席下のサンプリング間隔は100Hzとした。

キーワード パーソナルモビリティ、電動車いす、振動特性、路面評価

連絡先 〒090-8507 北海道北見市公園町165番地 北見工業大学社会環境系交通工学研究室 TEL0157-26-9516

4. 解析方法

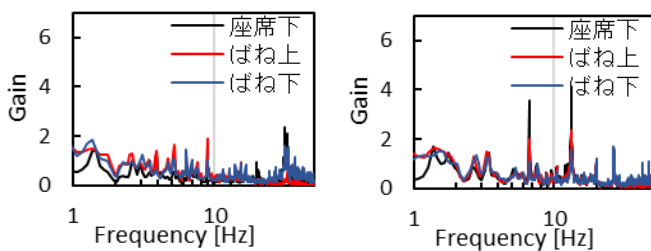
電動車いすの振動特性を把握するために、走行速度4km/hにおける、路面のプロファイル加速度および電動車いすの上下振動加速度から周波数応答関数を算出し振幅利得（以下、Gain）を求めた。事前処理として、それぞれの加速度データのトレンド除去をした後に、パワースペクトル密度関数（以下、PSD）を算出した。ここで、PSDはパラメトリックなスペクトル推定手法であるユール・ウォーカー法を用いた。

5. 結果と考察

図-3に試験ヤードAの図-4に試験ヤードBの周波数応答関数を示す。なお、1Hz未満の周波数ではGainが上昇する傾向が見られたが、車体寸法を考慮すると道路勾配によるものと考えられることから、1Hz未満の周波数は検証の対象から除外した。既往研究²⁾よりホイールベースと車速で定まる周波数列で車体加速度とピッチングモーメントに規則的なピークが生じることが明らかにされており、本計測においても規則的なピークが生じる結果となった。ここで、図-3と図-4では、ピーク位置に違いがある傾向を示したが、一般的に固有振動数は舗装種別によらず同様のピークを示すことから、計測延長が18mと短いことによるものだと考えられる。2機種の電動車いすの固有周波数は、図および先行研究³⁾より、ばね下は30Hz、ばね上および座席下は8Hz付近である。よって、電動車いすの車体側の固有振動数は、路面特性分類⁴⁾において波長0.05~0.5mのメガテクスチャを示していることから、路面評価指標を作成する上ではメガテクスチャに着目する必要があることがわかった。

6. おわりに

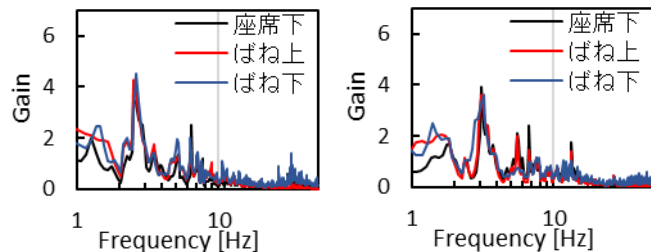
電動車いすの固有振動数は、機種を問わず、主として路面特性波長⁴⁾の波長0.05~0.5mに対応したメガテクスチャの感度が高いことを明らかにした。よって、路面評価で一般的に用いられているIRIでは、路面特性分類⁴⁾の波長0.5~50mに対応したラフネス波長領域に対応していることから、電動車いすを代表としたパーソナルモビリティの固有振動数に対応した路面評価指標を検討する必要があると考えられる。今後、得られた成果を用いて、ネットワークレベルの路面点検に資するパーソナルモビリティを対象とした路面評価指標の開発に取り組み、



(a) ハンドル型

(b) ジョイスティック型

図-3 試験ヤードAで得られた周波数応答関数



(a) ハンドル型

(b) ジョイスティック型

図-4 試験ヤードBで得られた周波数応答関数

プロジェクトレベルの点検手法として開発した路面評価指標とICTを活用した計測方法⁵⁾と組み合わせることで、効果的な歩行空間の管理へとつなげられる。これにより、誰もが安心する歩行空間整備に寄与できると期待される。

参考文献

- 1) 経済産業省ホームページ、電動車いす等安全対策・普及推進事業を実施します：
<https://www.meti.go.jp/press/2020/10/20201008001/20201008001.html>（最終アクセス 2022.2）
- 2) 福島直人：ランダム路面入力シミュレーション手法の開発、日本機械学会論文集（C編）70巻693号、I_77-I_84、2004.5
- 3) Kazuya Tomiyama, Kazushi Moriishi: Pavement Surface Evaluation Interacting Vibration Characteristics of an Electric Mobility Scooter, 9th International Conference on Maintenance and Rehabilitation of Pavements (Mairepav9), Dübendorf, July, 2020.
- 4) PIARC: Optimization of Surface Characteristics, Technical Committee Report On Surface Characteristics--PIARC Xviii World Road Congress, Brussels, Belgium, 1987
- 5) 幸谷宥毅, 富山和也, 他：歩行空間で運用可能なパーソナルモビリティを活用した三次元点群計測システムの開発, 土木学会関西支部2021年度年次学術講演会, 2021.5