

ハンドル型電動車いすの振動応答に基づく路面評価手法の検討

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

1. はじめに

近年、シニアカーに代表されるハンドル型電動車いす（以下、電動車いす）が、高齢者や障がい者の移動負担を軽減するための歩行補助用具として着目されている¹⁾。一方、既存の歩道路面評価は手動の車いすや歩行者を対象としたものが主であり、人口構造および社会基盤の高齢化が深刻化する昨今、誰もが安心して利用できる歩行空間の形成には電動車いすを対象とした路面評価が必要となる。そこで、本研究では、歩行空間における路面の維持管理上重要となる路面特性について明らかにすることを目的に、異なる表層種別の舗装路面上で電動車いすの走行試験を実施し、得られた電動車いすの振動応答に基づく路面評価手法について検討を行った。

2. 走行試験概要

走行試験は、2019年3月21～23日に大林道路(株)機械センター（埼玉県久喜市）内の供用中通路で行った。以下にその概要を記す。

2.1. 計測装置

(a) 電動車いす：電動車いすは、全長1.2 m、全幅0.7 m、全高1.2 m以下で、3輪もしくは4輪のモータ駆動式の車両である。電動車いすは道路交通法において歩行者の扱いであるため、歩道を6 km/h以下で走行することが可能である。走行試験では、図-1に示す懸架装置付きのセリオ遊歩スキップ neo を用いた。

(b) 振動センサ：電動車いすの振動計測は、上下振動加速度に着目し、図-1に示す左前輪のバネ上およびバネ下において500 Hzで、シート直下（以下CG.）において100 Hz計測した。なお、以降の解析では、事後処理によりサンプリング周波数を100 Hzに統一した。

(c) GNSS：走行試験において、各計測装置の同期および、電動車いすの振動と走行箇所の路面状況を対応づけるため、iシステムリサーチ製のGNSS（以下、iSRC-GNSS）を用いた。iSRC-GNSSは、RTK測位により、20 msの分解能で、水平方向0.6 cm、鉛直方向1.0 cm精度の位置情報を取得可能である。図-2にiSRC-GNSSにより取得した走行軌跡を示す。試験では、左前輪が測線Lを通過するよう走行しているが、図-2より、左前輪より内側に0.21 mオフセットし設置したGNSSアンテナの軌跡が正確に得られていることが確認できる。一方、単独測位ではあるが、従来のGPSは最大3 m以上測線から外れる結果となった。

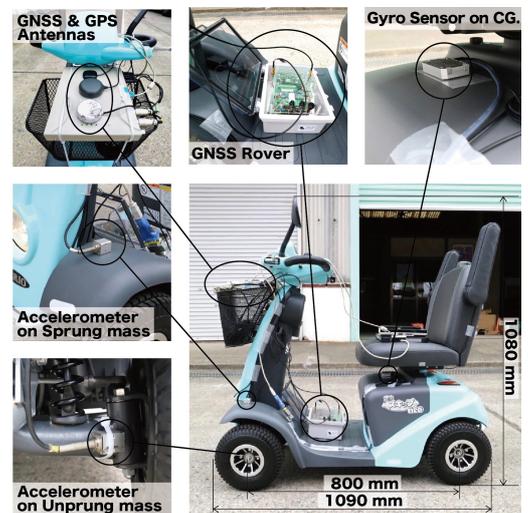


図-1 計測装置の概要

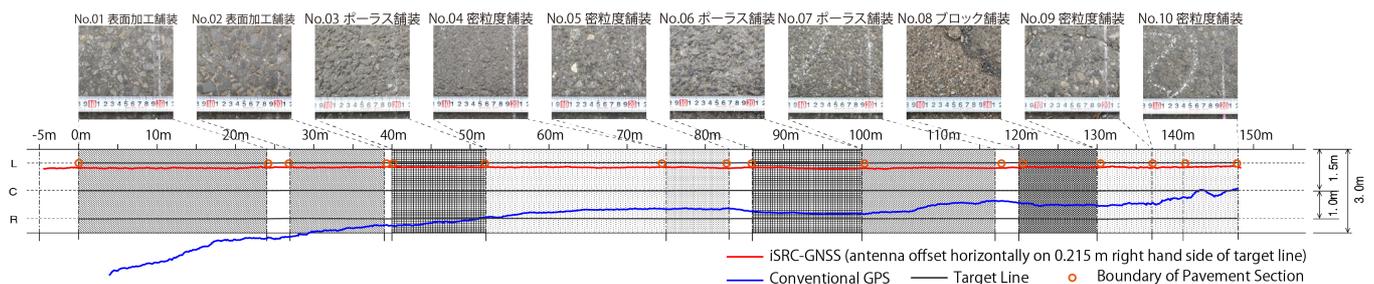


図-2 走行軌跡および試験路面の概要

キーワード 路面評価, テクスチャ, ハンドル型電動車いす, 加速度計, GNSS

連絡先 〒090-8507 北海道北見市公園町165 北見工業大学 工学部 地域未来デザイン工学科 TEL 0157-26-9496

2.2. 試験路面

試験路面は、図-2に示す表層種別の異なる10路面であり、各路面において、低速プロファイラにより得られた路面プロファイルより国際ラフネス指数 (*IRI*) を、CTメータにより *MPD* (*Mean Profile Depth*) を計測した。

3. 試験結果と考察

3.1. 電動車いすの振動応答

電動車いすの振動特性を求めるため、走行区間始終点 (距離 0.00~146.90 m) 間で得られた上下振動加速度の周波数応答関数を算出した。図-3に走行速度 3 km/h 時の周波数応答関数を示す。図中、走行速度に対応した路面波長および路面特性分類²⁾を併記した。図-3より、車体および車軸とも 8 Hz 付近で、車軸側のバネ下加速度は加えて 30 Hz 付近で共振し、路面波長との対応を考えると、車体側はメガテクスチャの、車軸側はマクロテクスチャの影響を受けることがわかる。ここで、車体側の固有振動数は、人の着座時における上下振動の高感度域にあることから、メガテクスチャは電動車いすの乗り心地に影響するものといえる。一方、車軸側の振動は、マクロテクスチャの影響が顕著である。また、車道における縦断凹凸の評価対象であるラフネスの影響は特に車体 CG. において小さく、乗り心地とラフネスが結びつかないことが示唆される。これは、電動カート的全長が短く走行速度も低いためであると考えられる。

3.2. 電動車いすの振動応答に基づく路面評価

前節の結果より、電動車いすの振動応答は路面テクスチャに対し感度が高いことが明らかとなった。そこで、iSRC-GNSSにより得られた位置情報により、各試験路面と電動車いすの振動を対応づけ、各試験路面の特性指標と加速度実効値 (RMS: Root Mean Square) との相関関係を確認した。図-4に加速度 RMS と *MPD* の関係を示す。図より、バネ下加速度の RMS が *MPD* と高い相関関係を示した。これは、図-3よりバネ下加速度がマクロテクスチャに対し感度が高いためと考えられる。この結果は、電動車いすのバネ下振動により *MPD* が推定できることを示唆している。一方、図-5は加速度 RMS と *IRI* の関係であるが、いずれの計測位置においても相関関係はみられなかった。これは、電動車いすが路面のラフネス成分に対し感度が低いためであり、歩行空間の路面評価にはテクスチャの評価が必要であるといえる。

4. おわりに

本研究の結果、電動車いすの上下振動は路面のテクスチャ成分に対し感度が高い一方で、ラフネス成分に対しては感度が低く、歩行空間の路面管理にはテクスチャの評価が必要であることが明らかとなった。また、電動車いすの振動応答と路面特性の関係から、*MPD* が推定可能であることが示唆された。今後、電動車いすのバネ上振動応答に対応したメガテクスチャに関する特性要約指標の開発が望まれる。

参考文献

- 1) 吉田長裕: 欧米における中速・低出力パーソナルモビリティ施策の動向, 交通工学, Vol. 50, No.2, pp.28-31, 2015.
- 2) PIARC: Optimization of Surface Characteristics, *Technical Committee Report on Surface Characteristics--PIARC Xviii World Road Congress*, Brussels, Belgium, 1987.

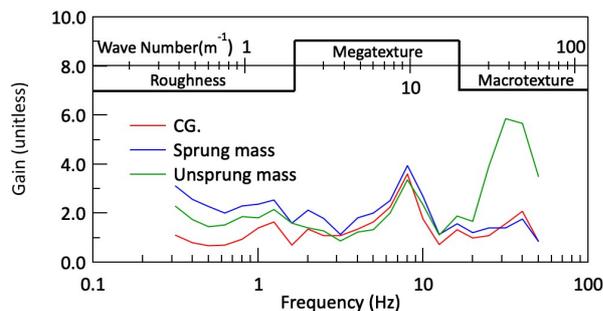


図-3 電動車いすの上下振動応答

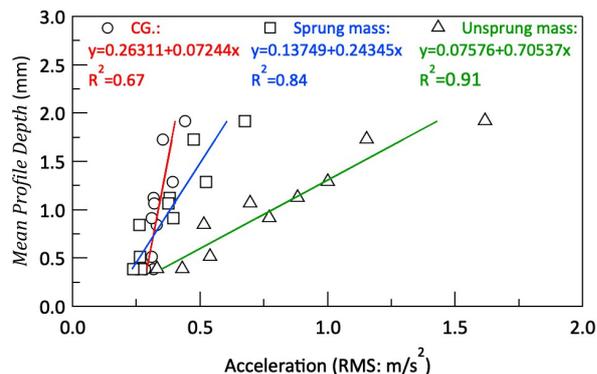


図-4 加速度 RMS と *MPD* の関係

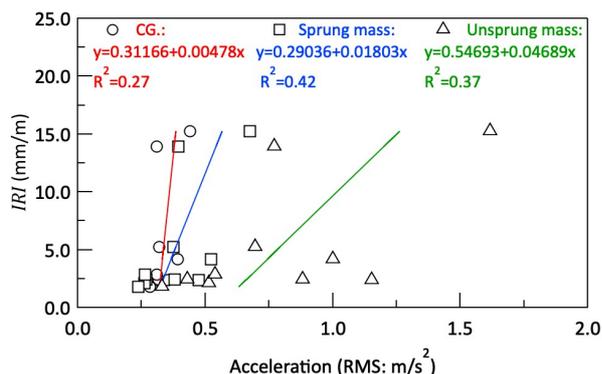


図-5 加速度 RMS と *IRI* の関係