

路面平坦性が自転車用幼児座席に及ぼす影響について

北見工業大学大学院 学生会員 ○西海 隼人 北見工業大学工学部 正会員 富山 和也
 北見工業大学大学院 学生会員 幸谷 宥毅 北見工業大学大学院 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
 明石市市役所 正会員 鈴木 啓祐

1. はじめに

近年、自転車の利用者が増加しており、特にコロナ禍において通勤や通学時の公共交通のからの転換に伴うニーズが高まりをみせた¹⁾。既往研究²⁾において自転車の利用目的を調査したアンケートでは、送迎、通勤・通学、仕事の利用、買い物、その他外出の選択肢の中で最も送迎での利用が高い結果がある。その中でも、自転車への幼児同乗は子育て世帯にとって身近で利便性の高い交通手段として利用されており、特に都市部において活発に利用がされている。

一方、幼児は成人と異なり自身の意思を伝えることが難しく、幼児が自転車乗車時の路面からの振動による影響は明らかではないため、路面から伝わる振動の影響を定量的に把握することが求められる。また、幼児頭部に周波数 3.0Hz、振幅±40mm 以上の揺さぶり行為を行った場合、急性硬膜下血腫を発症させるリスクがある³⁾。

本研究では、自転車用幼児座席に幼児ダミー人形を乗せ、走行実験を実施し、路面からの振動が幼児に及ぼす影響を明らかにすることを目的とした、路面評価について検討を行った。

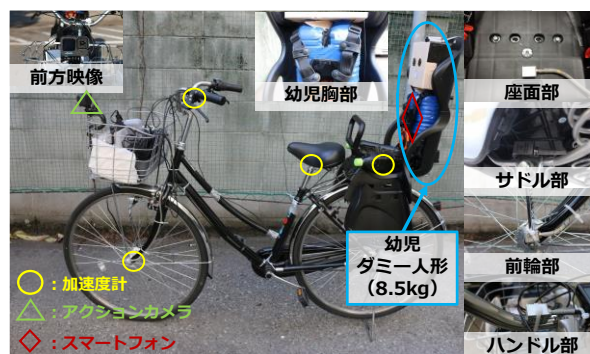


図-1 計測装置の概要



(a) ポーラス舗装 (b) 密粒度舗装

図-2 計測路面

2. 走行実験の概要

2.1. 計測装置

本実験では市販の 27 インチのシティサイクルを使用し、荷台に SG 規格対応の自転車用幼児座席を取り付けた。振動波形データを取得するために図-1 に示すようにハンドル部、前輪部、サドル部、座面部の加速度計に加え、後席の幼児ダミー人形胸部にスマートフォンを取り付け、スマートフォン内蔵のセンサーを用いて振動の計測を行った。また、走行した路面状況を把握するため、前方にアクションカメラを取り付け路面の映像を取得した。

2.2. 幼児ダミー人形

幼児ダミー人形は高さ 76cm、生後 8 か月程度の体重となるように作成した。なお、頭部の重量は体重の約 30% であるため⁴⁾、ダミー人形の頭部の重量は体重の約 27% である 2.3kg とした。

2.3. 計測工区

走行実験は、兵庫県明石市の協力を得て、図-2 に示す二見町に位置する全長 100m の表層に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）および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）の工区で計測を実施した。なお、自転車の走行速度は 5, 10, 15km/h とした。

3. 自転車用幼児座席に着目した路面評価

3.1. 路面からの振動が自転車に及ぼす影響

走行時に自転車の利用者である運転者および、幼児が感じる路面凹凸に起因する振動の影響を把握するため、走行速度 15km/h で走行した際、前後輪の通過時間の差は 0.24 秒であることから基底長 0.25 秒の鉛直方向加速度の移動二乗平均平方根を算出した。その一例として、走行速度 15km/h のポーラス舗装および密粒度舗装走行時に得られた結果を図-3 に示す。運転者が振動の影響を大きく受けるサドル部は振動加速度が小さいのに対し、幼児ダミー人形胸部においては振動が大きく、前輪部と同等の影響を受けていることがわかる。サドル部と比較し幼児ダミー人形胸部の振動加速度が大きい原因として、ニュートンの運動の第二法則より加速度は物体の質量に反比例するた

キーワード 路面評価, 自転車, 幼児, 幼児座席, 振動加速度

連絡先 〒090-8507 北海道北見市公園町 165 北見工業大学 工学部 社会環境系 TEL0157-26-9496

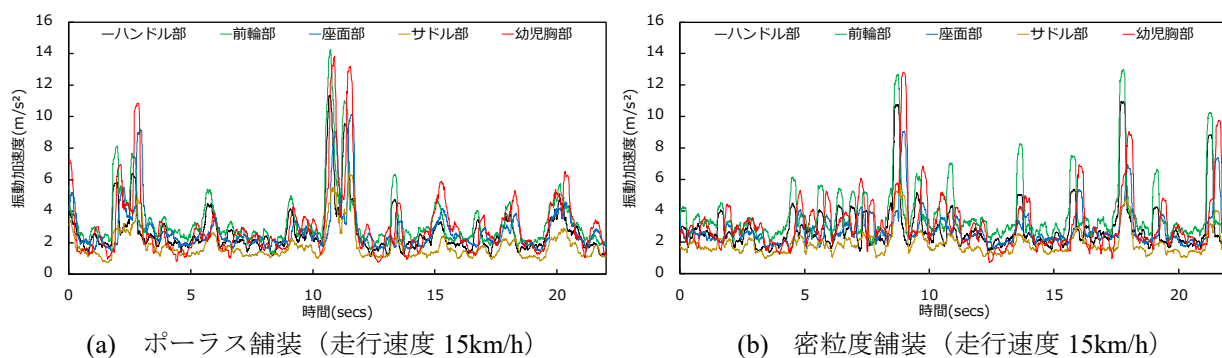


図-3 鉛直方向振動加速度の移動二乗平均平方根

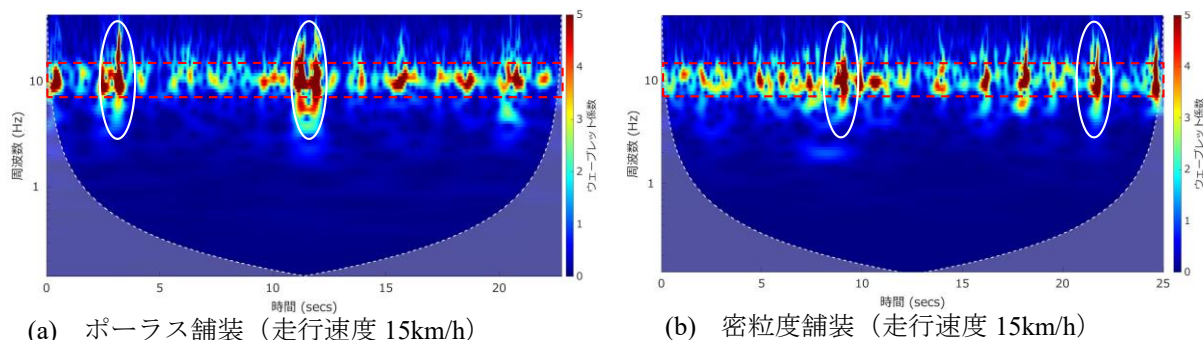


図-4 ダミー幼児人形の鉛直方向振動加速度を1次元連続ウェーブレット変換した結果



図-5 振動周波数が卓越した路面の状況

め、運転者の体重（60kg）と比較し幼児ダミー人形は体重が軽いことが原因として考えられる、骨格が未発達である幼児は運転者と比較し、振動の影響を大きく受けているので、自転車用幼児座席に着目した路面評価が必要であるといえる。

3.2. 幼児が受ける振動周波数

幼児に影響を及ぼす周波数を解明するため、ダミー幼児人形に取り付けた鉛直方向加速度を1次元連続ウェーブレット変換した。その一例として、走行速度 15km/h のポーラス舗装と密粒度舗装走行時に得られた結果を図-4 に示す。ウェーブレット係数が大きくなる周波数は共に4～40Hz 付近であり、特に振動が卓越する周波数は6～20Hz 付近であり、ISO2631-1⁵⁾の定義によると鉛直振動では、4～8Hz で人間は振動を最も感じやすいことから、幼児もチャイルドシート乗車時に振動を感じやすいと考えられる。また、図-5 に示す画像でポーラス舗装の特にウェーブレット係数が大きくなる場所を確認すると、路面の段差による影響であり、密粒度舗装では大きくひび割れが生じた箇所による影響であることがわかる。図-3 (a)、図-4 (a) より、最も振動周波数が卓越した 12 秒付近において、振動加速度 10.19m/s²、周波数 9Hz の全振幅を計算すると 6.38mm となる。この結果は急性硬膜下血腫を発症させる条件では無いものの、段差通過時の振動は幼児に対して大きく影響をすることが明らかになった。

4. おわりに

本研究結果より、幼児ダミー人形はサドル部と比較し路面からの振動の影響を受けており前輪部と同等の影響を受けている。また、卓越する周波数は6～20Hz であることが明らかになった。今後は、段差による差や幼児の体重の差などの条件を考慮し、自転車用幼児座席に着目した路面評価方法について検討を行う予定である。

参考文献

- 1) au 損保保険：～東京都の「自転車通勤」に新型コロナが与えた影響を調査～自転車通勤者のうち、4人に1人が新型コロナ流行後に開始、<https://www.au-sonpo.co.jp/corporate/news/detail-240.html>。（最終アクセス 2023 年 3 月）
- 2) 上田真紀子，別府知哉，長野博一：幼児乗せ自転車に着目した 都内の自転車利用実態に関する基礎的研究，土木計画学研究発表会・講演集，Vol52-131，2015。
- 3) 辻内伸好，小泉孝之，原圭佑：振動入力に対する幼児頭蓋内の動的応答と損傷評価，日本機械学会論文集 Vol.80, No.814,2014。
- 4) ウェブ電速報：こどもの視点ラボ・レポート No.1，<https://dentsu-ho.com/articles/7635>。（最終アクセス 2023 年 3 月）
- 5) International Organization for Standardization：Mechanical vibration and shock Evaluation of human exposure to whole-body vibration. Part 1: General requirements. ISO2631-1, 1999