

(22) 路面乗り心地評価における心拍変動指標の適用性について

Application of Heart Rate Variability Index
to the Evaluation of Pavement Surface Ride Quality秋田谷勇輝¹・富山和也²・川村 彰³・石田 樹⁴

Yuki Akitaya, Kazuya Tomiyama, Akira Kawamura, and Tateki Ishida

抄録：本研究の目的は、生体信号を用いることにより、客観性の高い路面乗り心地評価を行うことである。乗り心地評価を行う指標として、アンケートによる主観評価と、心拍変動のストレス指標である LF/HF を用いた。体感評価試験の結果、平坦路面に比べ、凹凸路面では主観評価、LF/HF ともに評価が悪くなることがわかった。また、LF/HF を用いることにより、主観評価では検出することができなかった、潜在的なメンタルストレスを検出できる可能性があることがわかった。これらのことより、心拍変動指標を用いることで道路利用者を意識した路面乗り心地評価を行うことができると考えられる。

キーワード：心拍変動、乗り心地、路面評価、平坦性

Keywords : heart rate variability, ride quality, pavement surface evaluation, road roughness

1. はじめに

道路は、高度経済成長時代の積極的な公共投資により一定量の整備が完了し、量的な満足度は概ね満たしている。それに伴い、現在は、道路利用者意識に基づき、安全性や快適性などの質的満足度の向上が求められている。道路利用者意識は、従来、体感乗り心地試験を実施し、主観的なアンケートにより収集されてきた。しかし、アンケート評価は人の乗車感覚を直接測定できる反面、自己申告であることにより客観性が低く、結果の定量化が困難である¹⁾。

そこで本研究では、道路利用者意識に基づく路面評価を行うために、供用中の道路において、乗り心地の体感試験を実施し、代表的な生体情報である心拍変動指標の適用性について検討する。

2. 心拍変動について

心拍変動とは、心拍一拍一拍の揺らぎであり、呼吸や体温、メンタルストレスなどによって変化する、自律神経系の活動を表す重要な指標の一つである²⁾。自律神経系は、交感神経、副交感神経の二つの異なる活動形態を持ち、心拍変動の高周波成分(HF 成分：0.15-0.4Hz)が副交感神経の、低周波成分(LF 成分：0.04-0.15Hz)が副交感神経と交感神経の活動を反映する。そのため、LF 成分と HF 成分の比をとった、LF/HF がストレスの指標(交感神経の活性度)として提案されている。

本研究では、路面乗り心地評価の体感試験を実施し、心拍変動指標としての LF/HF の適用性について検討する。

3. 走行試験概要

実道における体感試験は、路面平坦性水準の異なる 2 路面(平坦路面、凹凸路面とする)が連続した一般道路において、排気量 2000cc の乗用車を使用して行った。走行速度は当該区間の制限速度である 40km/h で、1 名の被験者につき 3 回試験を行った。平坦性水準は、平坦路面が国際ラフネス指数(IRC: International Roughness Index)で 4.3mm/m と「表面の損傷、供用後の舗装」³⁾相当で、凹凸路面の IRC が 6.8mm/m と「大半に小さなくぼみ、損傷を受けた舗装」³⁾相当である。

(1) 実験協力者(被験者)

本研究では、実験協力者(以下、「被験者」とする)として 20 代の男性 14 名、女性 3 名、計 17 名の協力を得た。被験者は全員免許保有者であるが、運転操作による影響を排除するために、助手席に乗車した状態で試験を行った。

(2) 試験手順

試験を行う際には、手順の違いなどによる誤差が生じるのを防ぐため、全ての被験者に対して同様の手順で試験を行った。はじめに、試験を行う際の注意事項やアンケートの回答方法を説明するために試験コース

1 : 学生員 北見工業大学大学院 工学研究科社会環境工学専攻

(〒090-8507 北海道北見市公園町 165 番地, Tel: 0157-26-9516, E-mail: m1252200015@std.kitami-it.ac.jp)

2 : 正会員 博(工) 北見工業大学 研究員 応用研究推進センター (〒090-8507 北海道北見市公園町 165 番地)

3 : 正会員 博(工) 北見工業大学 教授 工学部社会環境工学科 (〒090-8507 北海道北見市公園町 165 番地)

4 : 正会員 博(工) 北海道開発局苫小牧道路事務所 所長 (〒053-0816 北海道苫小牧市日吉町 2 丁目 1 番 5 号)

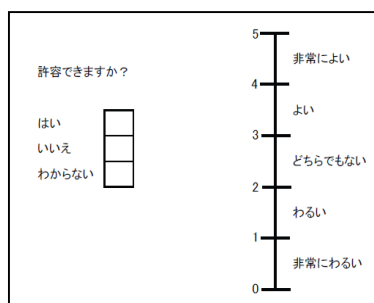


図-1 アンケート評価項目

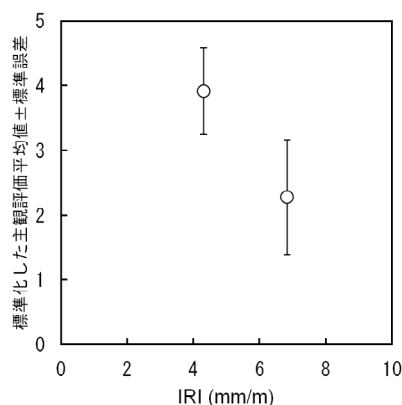


図-2 主観平均値と IRI の関係

の下見を行った。下見後、スタート地点で安静状態の心拍変動データを1分間測定し、走行試験を行った。また、走行終了後、図-1に示す乗り心地に関する5段階のアンケート評価を行った。

4. 実験結果と考察

図-2に、全被験者の標準化した主観評価平均値を、IRIごとに示す。図より、IRIの増加に伴い、主観評価値が低下することが確認できる。また、図-3に全被験者の標準化したLF/HF平均値を、IRIごとに示す。図より、IRIの増加に伴い、LF/HFの値が増加していることが確認できる。これらの結果より、主観評価、心拍変動ともに、IRIが増加すると乗り心地が低下する結果が得られた。一方、図-4は平坦路面と凹凸路面におけるLF/HFの変化率と、主観評価の変化率をプロットしたものであるが、決定係数 $R^2=0.02$ 以下と、LF/HFと主観評価の変化率には相関性がないことが確認できた。このことから、LF/HFは、アンケートでは評価困難な潜在的ストレスを検出しているものと考えられる。以上より、心拍変動指標としてLF/HFを用いることで、利用者意識を考慮した客観的な路面乗り心地評価が期待できる。

5. まとめ

本研究は、代表的な生体情報に基づくストレス指標

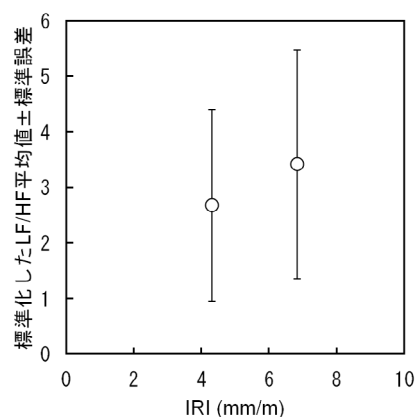


図-3 LF/HF と IRI の関係

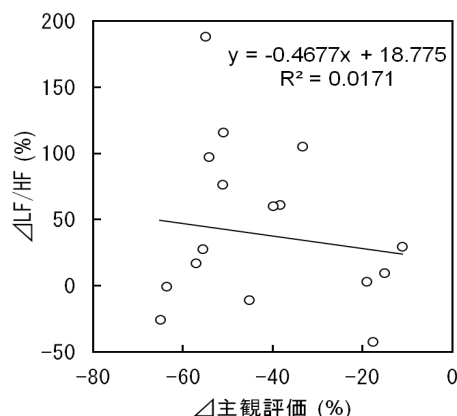


図-4 主観評価と LF/HF の関係

であるLF/HFの、路面乗り心地評価への適用性について、実道における体感試験を実施し検討したものである。その結果、平坦路面に比べ、凹凸路面では主観評価値が低下し、LF/HFは増加することから、IRIが増加することによって、主観のおよび客観的に乗り心地が低下することが確認できた。また、LF/HFによる、アンケートでは評価困難な潜在的ストレス検出の可能性が示唆された。以上より、心拍変動指標としてLF/HFを用いることで、利用者意識を考慮した客観的な路面乗り心地評価が期待できることを示した。今後は心拍変動の個人差の影響を確認するとともに、路面乗り心地評価におけるLF/HFの適用範囲についての検討を進める予定である。

参考文献

- 1) 石田樹, 川村彰, Alimujiang Yiming, 富山和也: 生体信号による舗装路面の乗り心地評価に関する基礎的研究, 土木学会舗装工学論文集, 第12巻, pp. 197-204, 2007.
- 2) Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology: Heart Rate Variability: Standards of measurement, physio-logical interpretation, and clinical use, European Heart Journal, Vol. 17, No. 3, pp. 354-381, 1996.
- 3) 土木学会 舗装工学委員会 路面性状小委員会: 舗装工学ライブラリー1 路面のプロファイリング入門 -安全で快適な路面をめざして-, 丸善, 2003.