

脈波情報を用いた道路舗装の乗り心地評価に関する基礎的研究

○ 茨城大学工学部 学生会員 橋本洋平
 茨城大学工学部 正会員 原田隆郎
 茨城大学工学部 フェロー 横山功一

1. はじめに

現在、一般国道における路面の管理指標としては、わだち掘れ量、ひび割れ率、平坦性の3項目を用いた、維持管理指数(Maintenance Control Index:MCI)が利用されている。また、乗り心地に着目した平坦性としての指標であるIRI(International Roughness Index:IRI)などもあるが、こちらも路面情報を基に算出されている¹⁾。

一方、道路利用者の感性を評価した研究^{2,3)}もあるが、こちらは計測が大掛かりである脳波等を用いていることや、道路管理者が利用可能なように定量化されていない、などの問題もある。

よって本研究では、簡易に計測が可能で、外部環境の変化による人体の反応を観察するのに最適と言われる「脈派」を利用し、道路利用者の乗り心地を評価する手法の提案を行った。

2. 脈波測定とその特徴量の抽出方法

本研究で用いる脈波とは、図-1で示すように、脈派測定は指先などの生体組織へ近赤外領域の光を照射し、その反射あるいは透過光を検出するもので、ヘモグロビンの近赤外光の吸光度を利用して血液の脈動を電氣的に計測するものである。脈派は、容易に測定を行うことができ、計測したデータからは多くの生体情報情報を取り出すことができる⁴⁾。本研究では、脈波測定装置として、株式会社CCI社製「BACSディテクター」を使用する⁵⁾。

本研究では、乗り心地から走行性を定量化するための解析方法として、カオス解析を行うこととし、その数量化指標としてリアプノフ指数による時系列データを分析する。カオス解析におけるリアプノフ指数は、写像拡大率の対数であり、引き延ばしの具合を数量化する指数として利用されているが、本研究においては、乗り心地を示す指数としてこれを位置付けた。乗り心地がよい場合には、生体情報が安定しているため、リアプノフ指数は変化せず一定の値を示す。逆に乗り心地が悪い場合には、生体情報が不安定となり、リアプノフ指数は安定時に比べ大きな値を示す。



図-1 脈波測定の原理

3. 脈波による乗り心地測定のための実験

(1) 加速時、カーブに対する脈波測定

自動車走行時に脈波により路面情報を検知する際に、加減速の影響や、道路構造(カーブ等)のような路面以外の変化による挙動を示す場合がある。そこで、乗り心地評価のための基礎実験として、加減速、カーブに対する脈波のリアプノフ指数の変化を観察した。

基礎実験は、平成18年12月に一般国道および一般市道において、被験者を普通乗用車(1000cc)の助手席に搭乗させ、各測定区間を道路交通法に基づいて走行し、脈波の測定を行った。図-2として、停車し被験者の脈波が安定した後、50km/hまで加速を行ったケースのリアプノフ指数の変化を示す。

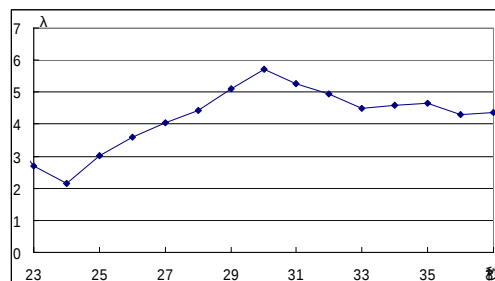


図-2 加速時のリアプノフ指数

キーワード：道路舗装，路面評価，乗り心地，脈波情報

連絡先：〒316-8511 日立市中成沢町 4-12-1 TEL：0294-38-5172 FAX：0294-38-5268

横軸に時間、縦軸にリアプノフ指数を示している。停車時から加速するにあたって、約 2 から 6 まで徐々にリアプノフ指数が増加し、その後 4.5 付近まで徐々に減少していることが伺える。これは、他のケースにおいての加速、減速時においても同様の傾向が表れている。

次に道路構造、ここではカーブ走行時のリアプノフ指数と、平坦道路の直線走行時のリアプノフ指数を比較したものを図-3 に示す。ここでの道路構造は半径 60～80 メートル程度のカーブであり、40～50km/h で走行した。図-3 は 3 回の測定それぞれにおけるカーブと直線走行時のリアプノフ指数の平均値を示している。このように、ここで示した 3 回の測定すべてにおいて、直線走行時よりもカーブ走行時のリアプノフ指数が高いことが伺える。また、各測定回について、カーブと直線走行時では 1.0～1.5 程度の差が生じている。

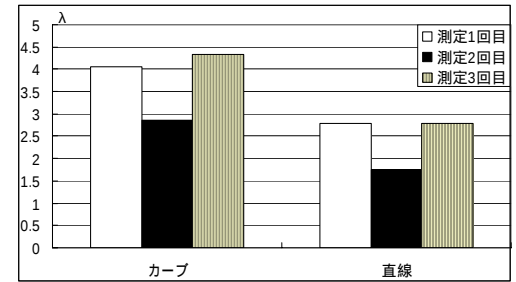


図-3 道路構造による比較

以上のように、加減速やカーブなどの路面以外から検知した情報の傾向や特性を把握しておくことにより、路面データが不明であっても、測定波形を見ることで、ある程度の走行情報を得ることが可能であると考えられる。

(2)実際の路面による検証実験

次に(1)の考察が、実際の路面において対応しているか検証を行った。ここでも、平成 18 年 12 月に一般国道において、被験者を普通乗用車(1000cc)の助手席に搭乗させ、測定区間を道路交通法に基づいて走行し、脈波の測定を行った。図-4 として、直線から半径 60～80 メートル程度のカーブを走行し、その後約 20 メートルおきに設定された 5 つの段差を走行し、急停止したのち通常の加速を行った場合の、脈波のリアプノフ指数の変化を示す。この図の横軸は時間であり、縦軸に加速度を示している。実験中に起きた事柄を測定結果の波形と対応させると、(1)で検証した、加速やカーブで示す特徴が示されていることが確認できる。よって、これらの特徴を把握し、測定データから除去等の加工を行うことにより、路面以外の影響を受けた部分を排除し、路面の影響のみが含まれるデータにすることが可能である。すなわちそのデータは、乗り心地を示すデータであるといえる。

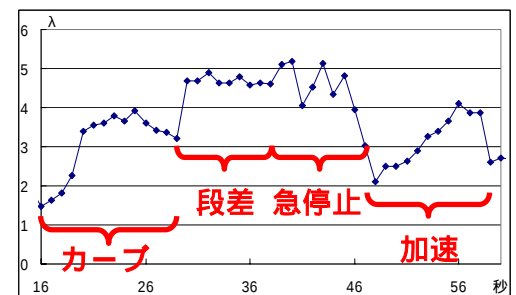


図-4 任意路面走行時における波形

5. おわりに

これまで述べたように、舗装路面から人間が受ける影響を脈波により捉えることができた。従って、脈波によって測定されたデータの特性を考慮し、加工することで、道路の乗り心地を示すデータを得ることができる。それは、簡易に測定が可能であり、道路利用者による個人差のない道路評価が可能になることにより、道路管理に道路利用者の視点を取り入れることが可能になる。今後は、以上を踏まえ、脈波を用いた新たな路面評価方法の提案を進めたいと考えている。

参考文献：

- 1)大野ら：「乗り心地」に着目した路面管理指標に関する研究，JH 試験研究所道路研究部舗装研究,EXTEC，61 号，Vol.16，No.1，2002,6，pp37-40
- 2)遠藤桂，感性に基づいた舗装の評価と舗装マネジメントへの適用，中央大学理工学研究科土木工学専攻博士論文，2004
- 3)石田ら：ドライビングシミュレータによる舗装路面の乗り心地と走行安心感の評価，北海道開発土木研究所月報，No.630，2005 年 11 月，pp.37-45
- 4)光井ら：人にやさしいモニタロボットの研究，岐阜県生産情報技術研究所所報，第 4 報，pp.27-30，2003.
- 5)清水ら：指尖脈波のカオス分析を用いたドライバの心身状態の定量化，ヒューマンインターフェース学会研究報告集，Vol.6，No.1，2004，pp97-99