

車の周波数応答特性を利用した道東地域における路面性状調査

Road Surface Investigation in East Hokkaido Area by Use of Frequency Response Characteristics

北見工業大学大学院 ○学生員 大越 健司 (Kenji Ohkoshi)
 北見工業大学 正 員 川村 彰 (Akira Kawamura)
 北見工業大学 正 員 高橋 清 (Kiyoshi Takahashi)

1. はじめに

路面の凹凸が車の運動に対して多岐に影響していることは周知の事実である。その中でも車に及ぼされる振動については、道路利用者の乗り心地や車体の耐久性に大きく影響しており、その振動の発生源となる路面の平坦性は舗装の維持管理者の見地においても重要な関心事である。これらのことから、振動に関する研究が活発に行われてきたが、従来は自動車工学の分野において主に乗り心地に着目して研究が行われていたため、振動加速度計をばね上に設置していた。そこで本研究では、車そのものを路面平坦性測定装置とみなすシステムを確立するという観点から、振動加速度計をばね下に設置して研究を行った。以上のような背景から本研究は、路面の凹凸プロファイルと車に生じる振動加速度から車固有の周波数応答関数を算出し、より迅速に、簡便にかつ安価に車の振動特性から路面の平坦性を測定するシステムを開発し、様々なタイプの路面の性状を調査・比較することを主目的としている。

2. 解析手法

路面凹凸のパワースペクトル密度(PSD) $P_x(f)$ が既知である路面を走行したときの車のある部位に生じる振動加速度の PSD を $P_y(f)$ として、x-y 間の周波数応答関数を $A(f)$ とすると次式のような関係が成立する。

$$P_y(f) = |A(f)|^2 \cdot P_x(f) \quad \dots (1)$$

したがって上式を変形すると

$$|A(f)|^2 = P_y(f) / P_x(f) \quad \dots (2)$$

となり、 $|A(f)|$ が求めれば凹凸のスペクトルが未知である路面を走行したときの加速度 $P'_x(f)$ によって、

$$P'_x(f) = P_y(f) / |A(f)|^2 \quad \dots (3)$$

の関係から、未知であった路面凹凸の PSD $P'_x(f)$ が求まる。

3. 周波数応答関数の算定

本研究では、上式(2)を適用して車の周波数応答関数を求めるため、2000年8月29、30日に北海道開発局寒地試験道路において、路面の縦断プロファイルが得られている路面上を測定車(いすゞ BIGHORN)のばね下に振動加速度計(株式会社共和電業製 AS-10HB)を設置し、時速40kmで走行したときの振動加速度の測定を行った。ここで、得られた路面凹凸及び振動加速度のそれぞれのデータを最大エントロピー法(MEM)を用いてスペクトル解析を行い、これらの結果から上式(2)に基づいて算出した周波数応答関数を図1に示す。この図で、

1.5(c/m) (17.2Hz)付近(円で囲んだ部分)でピークを迎えていることから、車のばね下の固有振動数領域と一致していることがわかる。

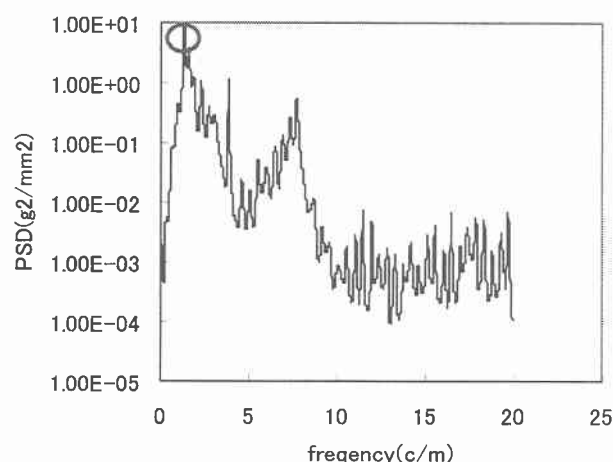


図-1 車の周波数応答関数

4. 路面の平坦性の実測

前節で算出した周波数応答関数を用いて実際に路面の平坦性を測定するにあたり、本研究では良い路面・悪い路面という2つのテーマに基づいて路面の選定を行い、それぞれ測定を行った。

4-1. 良い路面における測定

良い路面として空港滑走路、高規格道路、圧雪路面を取り上げ、2000年12月12日に北見市農道離着陸場、2001年2月14日に美幌町町道655号道路(圧雪路面)(地図①)及び美幌バイパス(地図②)の計3箇所において、測定車のばね下部分に振動加速度計(株式会社共和電業製 AS-20HB)を設置して時速40kmで走行したときの振動加速度の測定を行った。

4-2. 悪い路面における測定

悪い路面を選定する参考として、2001年7月12日に北見通運株式会社で運送業務に従事している方にヒアリングを行い、後日実際に現場の視察を行った結果、パッチング、橋のジョイント部、ひび割れ路面、波状路面の4種類の路面を取り上げ、2001年8月20日に道道7号線(北見常呂線)の常呂町字登(地図③)においてパッチング、同路線の常呂町字土佐(地図④)において土佐橋のジョイント部、2001年11月4、5日に国道334号線の斜里町朱円(地図⑤)において波状路面、同路線の東藻琴村明生(地図⑥)においてひび割れ路面の測定を、良い路面の測定と同様の条件でそれぞれ行った。

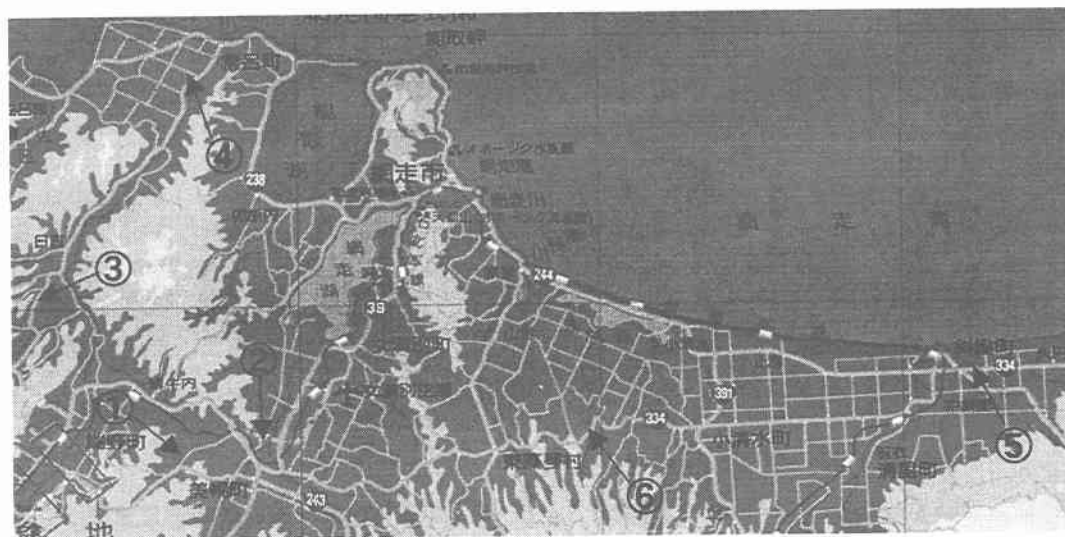


図-2 測定地点分布図

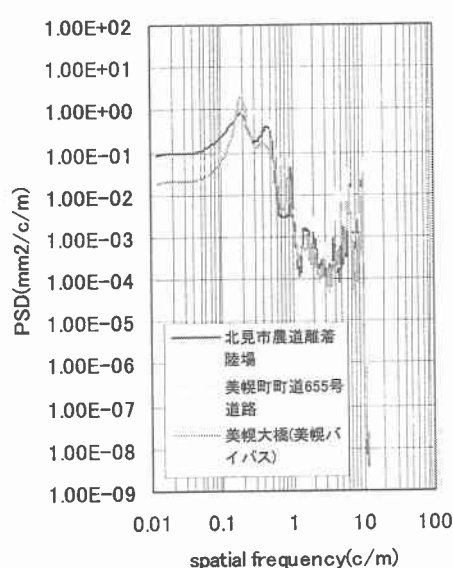


図-3 路面凹凸 PSD グラフ(良い路面)

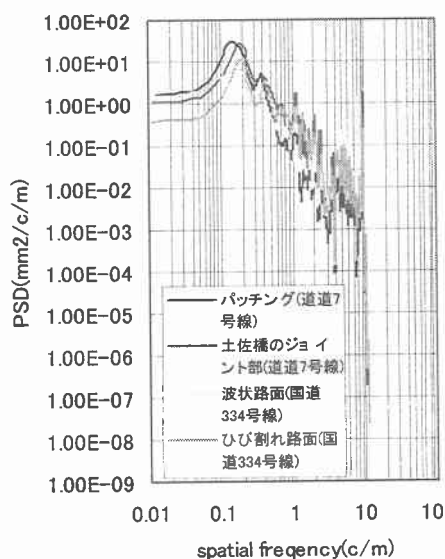


図-4 路面凹凸 PSD グラフ(悪い路面)

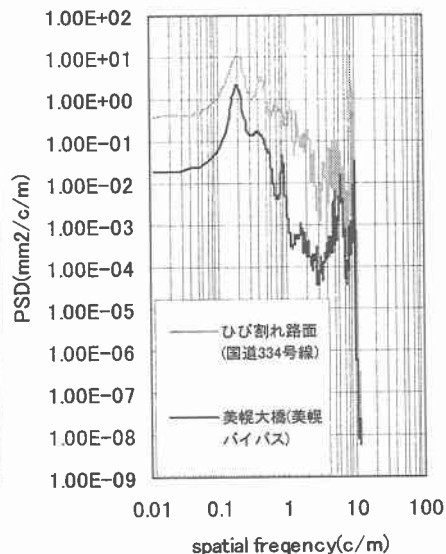


図-5 路面凹凸 PSD 比較グラフ

4-3. 路面凹凸 PSD の比較

ここで、得られたデータを上式(3)にあてはめて求めた未知であった路面凹凸の PSD を良い路面と悪い路面に分けてそれぞれを比較したグラフを図3及び図4に示す。このうち、美幌大橋とひび割れ路面のグラフを重ね合わせたものを図5に示す。この図から、ひび割れ路面のグラフが周波数帯全体に渡って高い PSD の値を示していることがわかる。このことはひび割れ路面のほうが凹凸度が高い、即ち悪い路面であるということを示している。

5. おわりに

本研究により、車の周波数応答関数を用いて平坦性が未知である路面の凹凸 PSD を測定することができ、それらのグラフを重ね合わせることで路面同士を比較することで相対的に路面の良否を評価することができた。今後の課題としては、ISO8608 の評価基準に適合させて具体的に路面の性状を評価することや、さらに多くの種類の路面や条件で測定を実施してシステムの精度や実用性について検証を行っていくことがあげられる。また、今後は車のばね上部分にも加速度計を設置して測定を行い、乗り心地と関連付けて路面を評価することや、IRI(国際

ラフネス指数)を用いての評価へ発展させていくことを予定している。

本研究では北海道開発局網走開発建設部及び北海道網走土木現業所、北見通運株式会社の関係各位に多大なるご協力を得た。ここに記して謝意とする。

参考文献

- 1) 加来照俊, 川村彰: 路面の凹凸と車の運動に関する一考察, 第14回日本道路会議論文集, pp. 655-656, 1981
- 2) ISO8608: Mechanical vibration-Road surface profiles-Reporting of measured data, pp17-21, 1995
- 3) 日野幹雄: スペクトル解析, pp. 210-224, 1979
- 4) 川合平夫, 森崎健二: 自動車走行時の振動についての一考察, 新三菱重工技報 Vol. 6 No. 1
- 5) 川合平夫, 森崎健二: 自動車走行路面の性質と振動乗心地への関連性, 新三菱重工技報 Vol. 2 No. 2
- 6) 大越健司, 川村彰ら: 車の周波数応答関数を利用した路面性状評価の基礎的研究, 土木学会第56回年次論述講演会講演概要集 V-043