

車の周波数応答特性を利用した上川地方の路面性状調査と評価について

北見工業大学	学生員	○谷本 晃一
北見工業大学	正会員	川村 彰
北見工業大学	正会員	白川 龍生
北見工業大学		尾崎 佳人

1. はじめに

道路と車両が直接接する部分である舗装路面の良否は、道路の快適性、安全性、円滑性、環境の保全などにおいて重要な役割を果たしている。特に車体の操縦性・安定性や耐久性などに大きく影響を及ぼす振動の発生源である路面の平坦性を把握することは、道路管理者はもとより道路利用者にとっても重要である。本研究では、路面性状を正確、簡便かつ安価に把握するために、自動車のばね下に振動加速度計を設置し、振動加速度測定を行う。測定で得られた加速度データをスペクトル解析し、振動加速度のパワースペクトル密度（以下 PSD）と車の振動特性から路面凹凸の PSD を算出することにより、上川地方の主要国道における路面の平坦性評価・把握を行うことが主目的となっている。また釧路地方との比較も行った。

2. 解析方法

車両全体を線形システムと仮定した場合、路面凹凸の PSD、 $P_x(f)$ が既知である路面を走行した時の、車両のある部分に生じる振動加速度の PSD を $P_y(f)$ とする。その $x-y$ 間の周波数応答関数を $A(f)$ とすると、次のような関係が成り立つ。

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

上式を変形すると、

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

となり、 $|A(f)|^2$ が求まれば、スペクトルが未知の路面を走行した時の路面凹凸の加速度 $P_y(f)$ 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. 評価の対象となる測定箇所の選定と測定

上川地方の主要国道の測定により、その路面の平坦性を把握・評価するため、国道 39、40、237 号線の事前調査によって特に損傷が大きい（乗り心地、平坦性を損ねる）12 箇所(図 - 1)を測定路面は測定車が他車両等に支障しないよう安全に U ターンができるような場所があるか、測定車が加速するのに十分な距離があるかなどを考慮して選定し、測定を行った。測定は車両のばね下左前輪付近のロアアームに振動加速度計(±196.1m/s²、20G)を設置し、一定の速度 50km/h（速度制限によっては 40km/h）の条件で、各路線 2 回、計 24 回の振動加速度測定を行った。なお、測定距離は 100～450m とした。

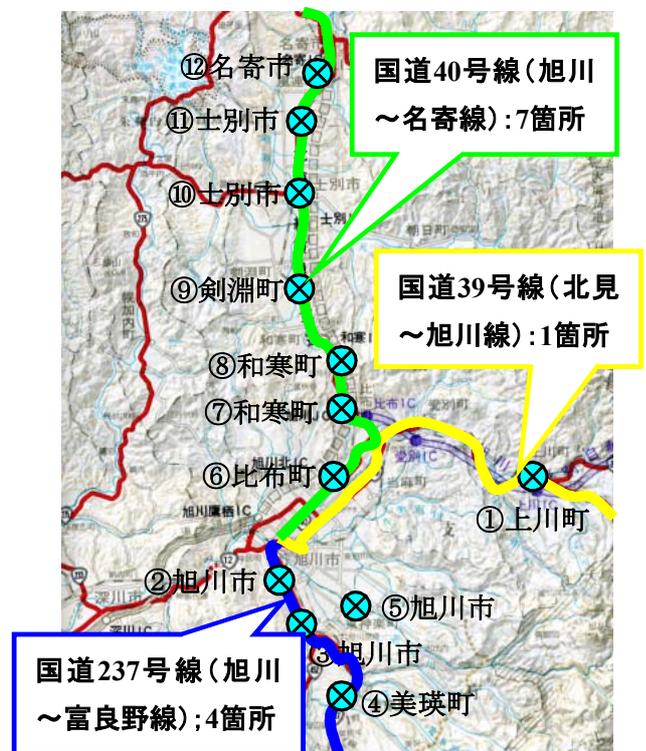


図 - 1 測定箇所

キーワード 路面凹凸 周波数応答関数 路面性状評価 パワースペクトル密度

連絡先 〒090-8507 北海道北見市公園町 165 番地 TEL 0157-26-9516

5. 車の周波数応答関数の算出

車両の振動特性を把握するため、北見市道営農道離着陸場における 3m プロフィロメータ測定による縦断プロファイルと、試験車を用いた測定（同一軌跡上）で得られた振動加速度データを、解析ソフト「RoadRuf」を用いてスペクトル解析を行い、式（2）より周波数応答関数を算出した。

速度 50km/h で車両が走行した時の周波数応答関数の例を図-2 に示す。Wave Number(以下 WN)=1.2m⁻¹ 付近にピークが見られる。(図中の円印)。この値は、車両条件としてばね下部分を対象とした時の一般的な固有振動周波数帯である WN=0.6~1.53m⁻¹ (10~17Hz) に含まれている。つまり、その固有振動周波数帯（共振域）で車両が共振しており、平坦性を評価する際、重要な周波数帯になると考えられる。

6. 平坦・損傷路面の ISO による比較と分析

前章で求めた周波数応答関数と、上川地方における振動加速度の PSD を式（3）より、路面凹凸の PSD を算出し、ISO（国際標準化機構）によって提案されている PSD による路面の平坦性分類で、路面性状評価を行った。ここでは路面の平坦性の程度を 8 段階（A~H）に分類しており、下の区分に属するほど平坦性において良好であることを意味し、上の区分に属するほど路面状態が悪くなることを示す。上川地方と昨年の釧路・弟子屈での平坦・損傷路面凹凸の PSD の比較を図-3 に示す。また本研究では一般的な固有振動周波数帯である WN=0.6~1.53m⁻¹ (10~17Hz) の周波数帯に着目し評価を行った。コルゲーションの損傷レベルは D~E 区分に属し、路面性状が悪く、上川と釧路におけるパッチングを比較してみると上川の方が上の区分に属し路面性状が悪かった。平坦路面は両方とも A~B 区分に属し、路面性状は良好であり、一般的な解釈と一致している。

7. おわりに

本研究ではスペクトル解析によって、車両の振動特性（着目すべき周波数帯）から路面性状評価を行った。今後の課題としては、振動加速度を利用した路面プロファイル推定システムを構築し、実際の路面性状を把握することで、道路管理者の維持管理・修繕はもとより道路利用者費用などの広い分野につなげていく事が必要であると思われる。

謝辞

本研究にあたり、北海道開発局の関係各位にご協力をいただいた。ここに記して感謝の意を表す。

参考文献

大越健司, 川村彰, 白川龍生, 後藤謙太: 車の周波数応答関数を利用した路面性状システムに関する研究, 平成 14 年度土木学会北海道支部論文報告集 第 59 号 pp734-735, 2003

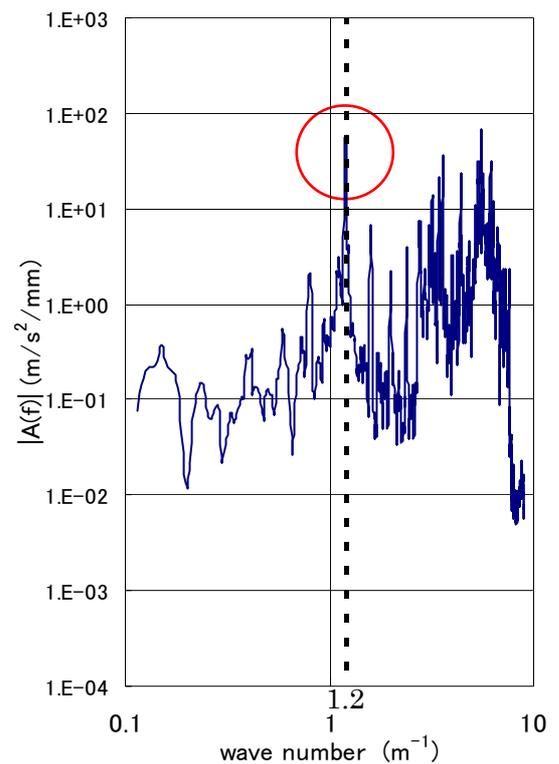


図-2 車の周波数応答関数

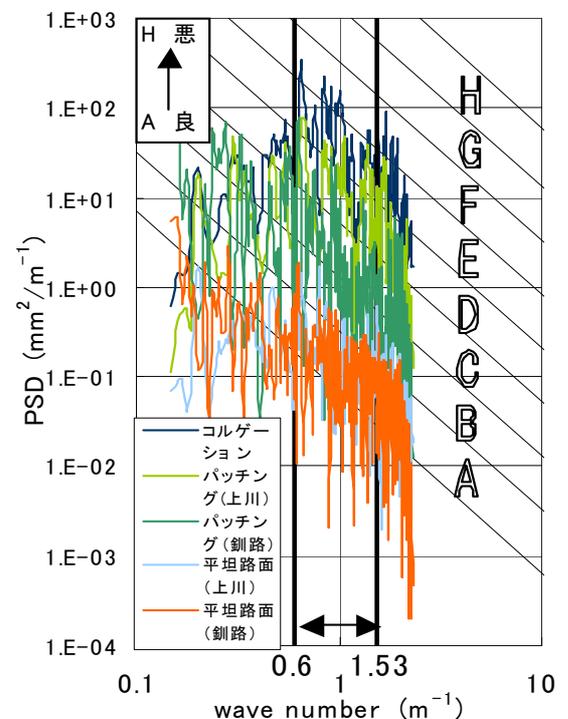


図-3 路面凹凸の PSD 比較