

路面維持管理のための人間の振動感覚推定モデルに関する研究

埼玉大学工学部 正会員 ○松本 泰尚
(株)リアルウッド 後藤 千臣

1. はじめに

道路の維持管理に関する舗装供用性能を、利用者の視点から評価する際の主要な項目の一つとして、近年、走行中の車両の振動に関連する走行快適性（乗り心地）が着目されている。走行快適性を決定する主要因としては、路面の縦断プロファイル、車両の動特性、人間の振動感覚が挙げられる（図1）。走行快適性を路面維持管理に利用するためには、その定量的・客観的評価が必要となるが、人間の振動感覚の評価法は他の要因に比較して確立されていない。そこで本研究では、走行快適性の評価に利用できる振動感覚の定量的・客観的評価法に関して検討した。ここで、ISO2631-1¹⁾（以下、ISO）に規定された快適性に基づく振動の評価法は、上記の主旨に合うものである。しかし、高架道路の橋梁ジョイント部通過により生じる衝撃的振動（ハーシュネス）を間欠的に含む振動に対して、ISOの評価は妥当とは言えなかった²⁾。この結果を踏まえ、本研究では、衝撃的振動を含む振動に対する人間の振動感覚を推定するモデルに関する検討を行った。

2. 方法

本研究では、ISOに規定された方法による振動測定の結果に基づいて、人間の振動感覚を推定するモデルを構築することとした。すなわち、モデルの入力は、車両座席面、座席背もたれ面、足支持面における加速度データとし、モデルの出力は、振動に対する不快度の推定値とした（図2）。モデルの構築には、事前に行った走行実験²⁾で測定した加速度データをモデルの入力として用い、被験者による不快度の評価値とモデルの出力を比較することで、モデルの妥当性を検討した。

モデルの構成は、ISOの評価法を基礎とし、これに衝撃的振動の影響を考慮するための信号処理過程を加えた。ISOの評価法を基礎とした理由は、一般道路の走行快適性評価に対し、この種の方法の有効性がある程度確認されていたからであった³⁾。図2において、ISOの評価法は、加速度データから振動全体合成値を算出する過程に相当するが、この過程については参考文献2)を参照されたい。

衝撃的振動の不快度への影響を反映させるための代表値としては、衝撃の回数が不快度に支配的な影響を与えると仮定し、衝撃頻度（単位距離（時間）当たりの回数）を用いた。加速度データからの衝撃頻度の算出には、周波数補正した座席面での鉛直(z)方向加速度の時刻歴を用いた。まず補正加速度の瞬時値と実効値との比がある基準値以上となる場合を衝撃の発生と判断し、次に連続した衝撃を人間が知覚できる衝撃間の時間の最短値を0.2秒として⁴⁾、衝撃の発生と判断された時刻以後0.2秒

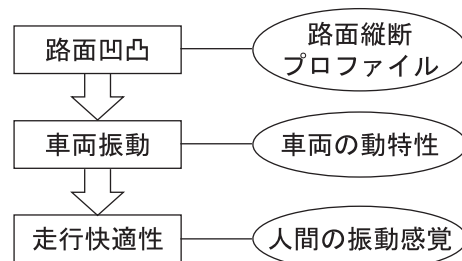


図1 振動に関連する走行快適性決定の概念図

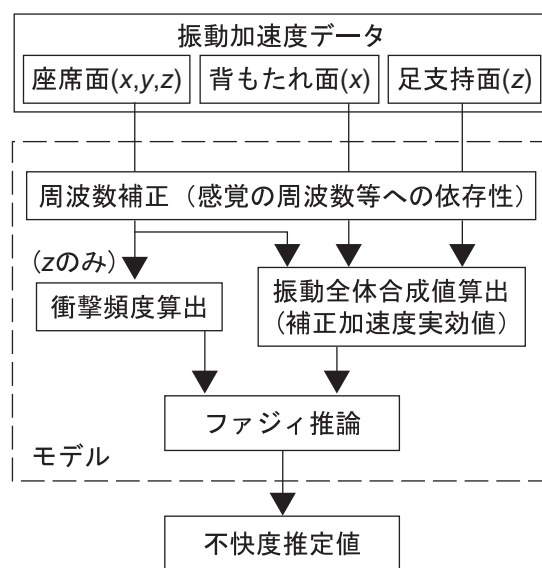


図2 モデル構成（x：前後，y：左右，z：鉛直）

キーワード 走行快適性，振動感覚，客観的評価，ファジィ推論，車両振動，ISO2631-1

連絡先 〒338-8570 埼玉県さいたま市桜区下大久保 255 埼玉大学工学部建設工学科 TEL: 048-858-3552

間のデータは無視することで、衝撃の回数を算出した。ここで、実効値は衝撃部を除いた加速度データより求め、瞬時値の実効値に対する比の基準値は3.0から5.0まで0.5刻みの値を用いた。

ISO やそのもととなった BS6841⁵⁾（以下、BS）においては、振動全体合成値と不快感の関係があいまいさを含んだ形で示されており、また衝撃頻度と不快感の定量的関係は明確でないため、本研究では不快感の推定にファジィ推論を用いた。個々のファジィ集合を定義するメンバシップ関数は、図3に示す三角形型とした。ここで、振動全体合成値及び不快感のメンバシップ関数はISOとBSを参考に定義した。また、衝撃頻度の基準距離は、10mから30mまで5m刻みの値とした。ファジィルールは、振動全体合成値と衝撃頻度に対するそれぞれ6つのファジィ集合が、不快感に対する6つのファジィ集合に対応するものとした。

3. 結果・考察

本研究で検討したモデルのうち、実験で測定した不快感と相関が高かったのは、衝撃判断の基準値が3.0及び3.5、衝撃頻度の基準距離が10mから20mのもので、実験値と推定値との相関係数はいずれも0.92以上であった。図4に、衝撃判断の基準値を3.0、衝撃頻度の基準距離を15mとしたときの推定値と実験値との比較を示す。この条件での相関係数は0.96と高く、異なる振動に対する不快感の相対的な関係をよく推定できているだけでなく、実験値と比較的近い推定値が得られていることも分かる。また、図4には、衝撃頻度を用いず振動全体合成値のみを用いた推定値と実験値との比較も示している。振動全体合成値のみを用いた推定値と実験値との相関係数は0.63であり、このことと図4から、衝撃頻度を考慮したモデルの方が実験値の傾向と近い推定結果が得られたことが分かる。

4. まとめ

ファジィ推論を用いて衝撃の影響を考慮したモデルにより、衝撃的振動を含む振動に対する不快感が、従来の方法より精度良く推定できる可能性を示した。しかし、本研究のモデルは限られた条件の実験結果をもとに構築したものであり、他の条件におけるモデルの妥当性の検討が必要である。各種最適化手法を用いたメンバシップ関数等の定義も今後の検討課題である。

参考文献

1) ISO2631-1, 1997. 2) 稲見, 松本: 都市内高架道路の走行快適性とその客観的指標に関する一検討, 土木学会第58回年次学術講演会, V-051, 2002. 3) Parsons and Griffin: Methods for predicting passenger vibration discomfort, SAE paper 831029, 1983. 4) Matsumoto and Griffin: Effect of phase on discomfort caused by vertical whole-body vibration and shock – experimental investigation, JASA 111, 1280-1288, 2002. 5) BS 6841, 1987.

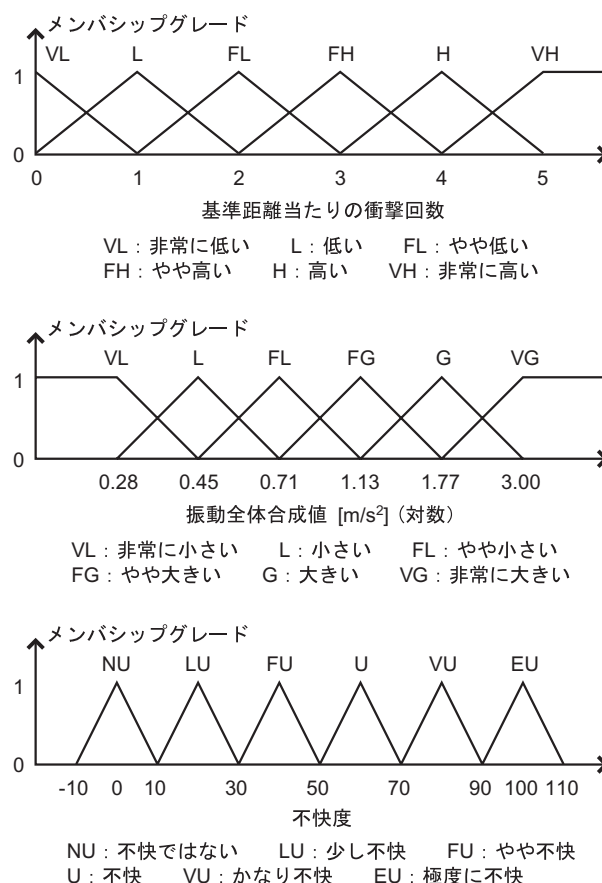


図3 メンバシップ関数

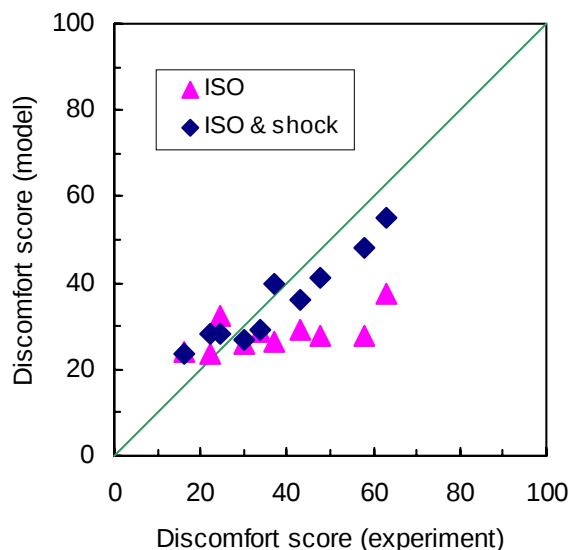


図4 ISOの全体合成値のみを用いた不快感推定値と衝撃頻度も用いた推定値との比較