

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

国土交通省関東地方整備局 正会員 稲見有梨
 埼玉大学工学部 正会員 松本泰尚

1. はじめに

道路の維持管理に関する舗装供用性能の一つとして、道路利用者の視点である走行快適性が挙げられる。都市内の連続高架道路走行中は、橋面舗装の凹凸による連続的な車両振動の他、橋梁ジョイント部の通過により衝撃的振動が間欠的に生じるが、このような車両振動に対する人間の振動感覚は走行快適性に支配的影響を及ぼす。現在、走行快適性を直接的に考慮して舗装供用性能の評価を行う手法は研究段階にあり、人間の主観量である走行快適性を客観的指標を用いて定量的に推定する手法が求められる。ここで、ISO2631-1¹⁾は快適性に着目した振動の評価手法を規定しており、走行快適性の客観的指標としてこの振動評価値を用いることが考えられる。しかし、この手法は主に定常的な振動に対する感覚の研究に基づき開発されたものであり、衝撃を含む振動の評価の妥当性は疑問視されている。本研究では、都市内高架道路における走行実験を行い、その走行快適性の特性及びISO2631-1の有効性を中心にその客観的指標に関して検討した。

2. 方法

都市内高架道路を普通乗用車で走行し、男女各6名の被験者に対して人体に伝達する振動と走行不快度の測定を行った。予備実験を行い、衝撃を含む車両振動の特性がばらつくような10本の走行路を選定した。各走行路の走行時間は50秒、走行速度は制限速度の60km/hとし、測定車と運転者は全被験者で同一とした。

被験者は助手席に着席し、ISO2631-1に規定された座位人体に対する振動計測点¹⁾のうち、不快感に支配的影響を与えると考えられる3点5方向²⁾の加速度を計測した(図1)。ISO2631-1の基本評価値は、人間の振動感覚の周波数依存性を表すとされる周波数補正を施した加速度の実効値を算出した後、

$$a = (a_s^2 + a_f^2 + a_b^2)^{1/2} \quad (1)$$

により求めるよう規定されている¹⁾。aは全体合成値(基本評価値)、 a_s 、 a_f 、 a_b はそれぞれ座席面、足支持面、背もたれ面での振動合成値であり、

$$a_s = (a_{wsx}^2 + a_{wsy}^2 + a_{wsz}^2)^{1/2}, \quad a_f = (0.4^2 a_{wfx}^2)^{1/2}, \quad a_b = (0.8^2 a_{wbz}^2)^{1/2} \quad (2-4)$$

により算出した。 a_w は周波数補正加速度の実効値、添え字s, f, bは計測点(座席面、足支持面、背もたれ面)、x, y, zは計測方向を表す。また、衝撃を含む振動の場合、基本評価法では不快感を過小評価する恐れがあるため、補足評価法(MTVV: Maximum Transient Vibration Value; VDV: Vibration Dose Value)¹⁾も検討した。

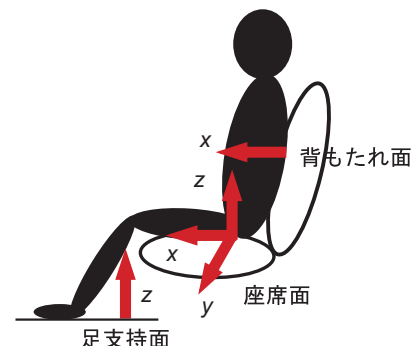


図1 振動計測点

$$MTVV = \max \left[\int_{t_0-\tau}^{t_0} \{a_w(t)\}^2 dt / \tau \right]^{1/2}, \quad VDV = \left\{ \int_0^T \{a_w(t)\}^4 dt \right\}^{1/4} \quad (5,6)$$

$a_w(t)$ は周波数補正加速度の瞬時値、 τ は移動平均の積分時間、 t_0 は観察時間、 T は測定時間を表す。VDVに関しては、基本評価法と同様に各計測点・方向に対して得られた値を合成した。

走行不快度の測定には図2に示す乗り心地評価スケール³⁾を用い、被験者には各走行路の走行直後に乗り心地を評価し対応する箇所に×印を記入させた。

3. 結果・考察

本研究で用いた走行路に対する走行不快度は、走行路間で統計的に有意な差

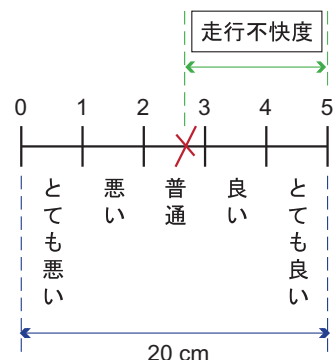


図2 乗り心地評価スケール

キーワード 高架道路, 走行快適性, 客観的評価, 車両振動, ISO2631-1

連絡先 〒338-0825 埼玉県さいたま市下大久保 255 埼玉大学工学部建設工学科 TEL: 048-858-3557

があった（Wilcoxon の符号付順位検定，有意水準 5%）。図 3 に，走行不快感と各客観的指標との間で求めた相関係数を示す．ISO2631-1 による実効値(r.m.s.)，VDV，MTVV に加え，足支持面補正加速度に対する実効値と VDV の結果も示している．ISO2631-1 で規定された評価法に比べ，足支持面加速度のみから求めた客観的指標と走行不快感との相関が高いことが分かった．

走行不快感を決定する主要因の一つとして，走行路中に含まれるジョイントによる衝撃的振動の影響が考えられた．そこで，走行不快感と最も相関が高い傾向があった足支持面補正加速度実効値の走行路ごとの値と，ジョイント部を除いた加速度データから求めた補正加速度実効値を，全被験者の中央値と比較した結果を図 4 に示す．これより，ジョイント部以外の振動の走行路間の差は小さく，足支持面補正加速度実効値の走行路間の差は，主にジョイント部の影響によるものであることが分かる．図 5 に，衝撃の頻度に影響する走行路中のジョイント数と走行不快感の全被験者の中央値との比較を示す．両者は走行路間で類似した推移をしていたことが分かる．図 6 には，図 3 で用いた客観的指標とジョイント数との相関係数を示しており，足支持面補正加速度実効値及び VDV がジョイント数とより相関が高かったことが分かる．これらの客観的指標と走行不快感との相関は比較的高かったこと及び図 5 の結果より，本研究で得られた走行不快感に対して，ジョイントによる衝撃の頻度が支配的影響を及ぼしたことが推察できた．

4. まとめ

橋梁ジョイント部を多く含む都市内高架道路の走行快適性に対して ISO2631-1 の基本評価法の有効性は低かった．本研究で用いた走行路と客観的指標に関しては，足支持面補正加速度実効値が走行快適性の客観的指標として最も適当であった．ただし，通常の道路で ISO2631-1 の基本評価法の有効性は認められており，また人間は足支持面から伝達する振動のみに不快感を感じるとは考えにくい．足支持面補正加速度実効値は，走行不快感に支配的影響を与えたと推察されるジョイントでの衝撃の頻度をより反映していたため，走行不快感との相関が高かったと考えられる．

参考文献

1)International Organization for Standardization: Mechanical vibration and shock – evaluation of human exposure to whole-body vibration – part1: general requirements, ISO2631-1, 1997. 2) Parsons, K.C., Griffin, M.J.: Methods for predicting passenger vibration discomfort, SAE paper 831029, 1983. 3) Nick, J.B., Janoff, M.S.: Evaluation of panel rating methods for assessing pavement ride quality, Transportation Research Record 946, 5-13, 1983.

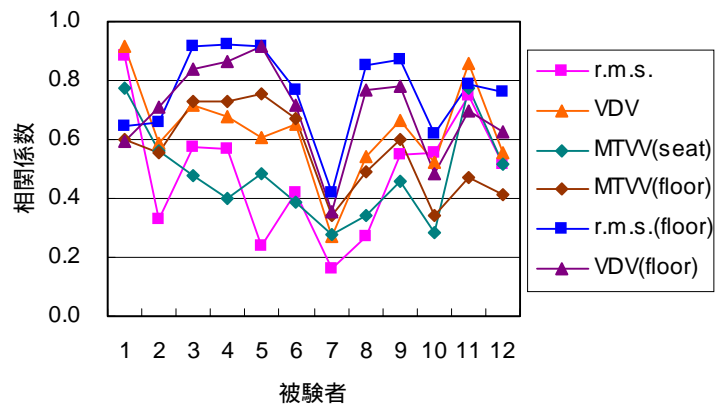


図 3 客観的指標と走行不快感の相関係数

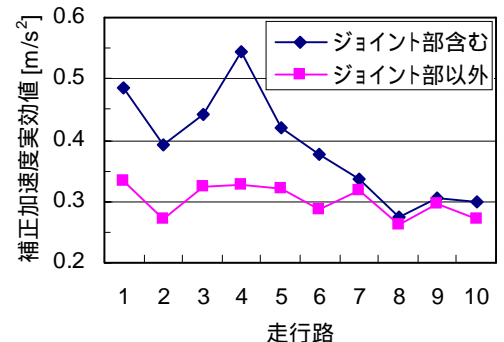


図 4 足支持面補正加速度実効値へのジョイントの影響

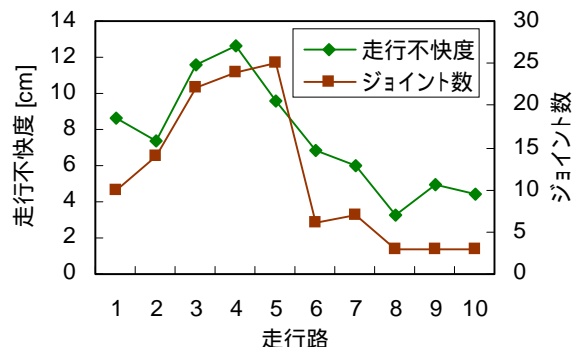


図 5 走行不快感とジョイント数

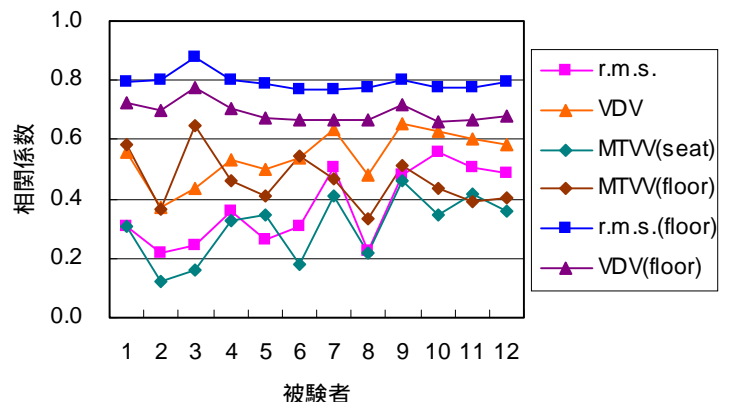


図 6 客観的指標とジョイント数の相関係数