

戸建住宅における交通振動に対する知覚の移動加速度実効値による評価 ーランダム振動に対する振動感覚の評価に向けて(その9)ー

環境振動 実振動 知覚
交通振動 移動加速度実効値 振動レベル

正会員 ○笠松 徹*1
正会員 松本 泰尚*2
正会員 国松 直*3
正会員 石川 孝重*4
正会員 野田千津子*5

§ 1 はじめに

前報では、戸建住宅で計測された交通振動波形を用いた被験者実験により得られた知覚確率について、居住性能評価指針¹⁾に定められた方法により評価した。その結果、知覚確率の実験値は指針による推定値に比べ高い傾向を示した。本報では、振動規制法や国際規格で用いられている移動加速度実効値を用いた評価と、本実験で得られた知覚確率の関係を検討する。

§ 2 移動加速度実効値の算出

既報²⁾で示しているとおり、振動規制法による評価で用いる振動レベル³⁾(以下、 L_v)は、時刻 t における移動加速度実効値

$$a_{rms}(t) = \left[\frac{1}{\tau} \int_{-\infty}^t (a(\xi))^2 e^{\left(\frac{t-\xi}{\tau}\right)} d\xi \right]^{\frac{1}{2}} \quad (1)$$

に基づき算出される。 $a(\xi)$ は振動加速度の時刻 ξ における瞬時値、 τ は時定数でその値は0.63秒と定められている。既報²⁾で検討したように、本実験で用いたような過渡的特性を持つ振動の場合、式(1)の時定数 τ が変化すると、同じ振動に対して異なる移動加速度実効値が得られることとなる。既報²⁾の検討結果より、時定数 τ の最適値は、振動数によって異なることが示唆された。そこで、本報では、既報²⁾における振動数1.6, 6.3, 25 Hzの実験結果から、時定数 τ の最適値を振動数の関数として

$$\tau = 5.50 \cdot f^{-0.670} \quad (2)$$

と定義した。1/3 オクターブバンド分析によりバンドごとに求めた周波数補正加速度時刻歴に対し、式(2)により求めた時定数を用いて移動加速度実効値を算出し、それらから振動レベルに相当する量(以下、修正 L_v)を求めた。以下では、振動レベル(L_v)および修正した振動レベル(修正 L_v)での評価と知覚確率の関係について検討する。特に、交通振動に対する知覚確率とそれに対応する振動数の正弦振動に対する知覚確率の比較を行うことで検討を加える。

§ 3 移動加速度実効値による知覚の評価

3.1 道路交通振動の場合

図1は、道路交通による振動波形およびその卓越振動

数成分に対応する振動数の正弦振動に対する知覚確率と、振動レベルおよび修正した振動レベルとの関係を示している。ここで、パターン2, 4は、13.5Hz付近の振動数成分が卓越する振動であったが、居室の共振によって鉛直方向に比較的振幅の大きい振動の発生が認められ、水平振動と鉛直振動が知覚に対して同等の影響を与えている可能性があったため、本報での検討からは除外している。

振動レベル(L_v)で評価した場合、図に示したパターン1, 3いずれにおいても、実振動と正弦振動の間に差異が認められ、同等の振動レベルの場合には、正弦振動の知覚確率の方が実振動より高い傾向があった。その差は、同程度の振動レベルに対して知覚確率で20~30%程度、同程度の知覚確率に対して振動レベルで3dB程度であった。一方、振動数に応じて時定数を変化させた振動レベル(修正 L_v)を用いた場合には、実振動と正弦振動の差が減少する傾向があったことが図より分かる。

このような傾向は、既報²⁾における振幅変動振動に対する知覚に関する結果のうち、パターン1, 3の卓越振動数と近い6.3Hzの振動に対して見られた傾向と同様であり、系統的に制御した入力振動を用いて得られた既報の結果の実振動への適用可能性を示すものと言える。

3.2 鉄道振動の場合

図2に、鉄道振動波形およびその卓越振動数成分に対応する振動数の正弦振動に対する知覚確率と、振動レベルおよび修正した振動レベルとの関係を示す。パターン6は19Hzの振動数成分が卓越する振動であったが、前述の13.5Hzの場合と同様に鉛直方向にも振動が生じていた。振動の測定結果および既往の知覚閾に関する知見^{4,6)}より、この場合は、鉛直振動の知覚への影響が水平振動に比べてより支配的になることが推察されたので、物理量の評価の際には、測定された鉛直方向の加速度の値を用いることとした。

まず、上述のように鉛直方向の振動を用いて解析したパターン6については、図で示したように、振動レベルおよび修正した振動レベルのいずれで評価した場合においても、実振動と正弦振動に対する知覚確率はほぼ同等の傾向を示している。振動レベルで評価した場合と修正した振動レベルで評価した場合でほとんど変化がないのは、鉄道振動の継続時間が比較的長いこと、本報で用い

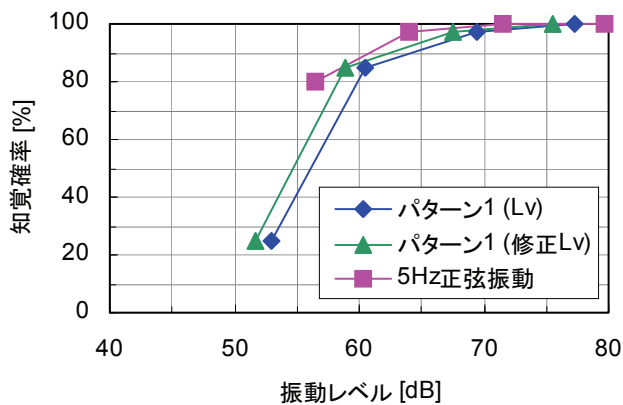


図1 道路交通振動（パターン 1,3）および対応する正弦振動に対する知覚確率と振動レベルの関係

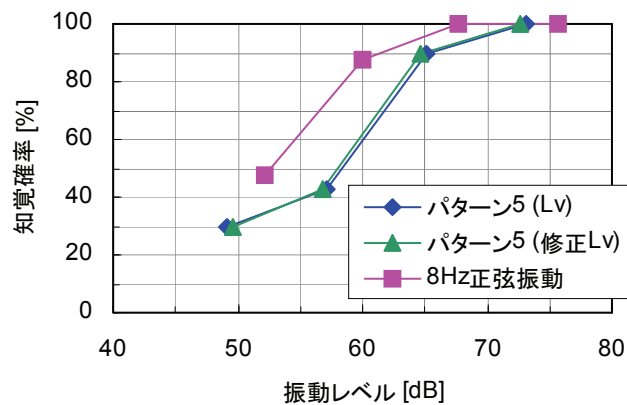


図2 鉄道振動（パターン 5,6）および対応する正弦振動に対する知覚確率と振動レベルの関係

た範囲の時定数の変化が移動加速度実効値の算出結果にほとんど影響を及ぼさないことと、卓越振動数成分に対する時定数 0.74 秒が振動レベルの時定数 0.63 秒とさほど変わらないことによる。

つぎに、8Hz の振動数成分が卓越しているパターン 5 については、振動レベルおよび修正した振動レベルのいずれで評価した場合でも、実振動と正弦振動に対する知覚確率の間に明確な差が認められる。振動レベルで評価した場合と修正した振動レベルで評価した場合とで差が小さいのは、パターン 6 の場合でもあったように、鉄道振動の継続時間が比較的長いことによる。パターン 5 に見られた実振動と正弦振動との知覚特性の差異は、既報²⁾や既往の研究⁷⁾の結果とは異なるものであり、その理由は明確ではなく今後の検討が必要である。

§4 おわりに

本研究で用いたような卓越振動数成分の数が限られており、かつ過渡的な特性を持つ交通振動に対する知覚特性は、振動数、振幅を系統的に制御した入力振動を用いた検討により得られた知見に基づく評価方法で、適切に推定できる可能性を示した。

【引用文献】

- 1) 日本建築学会：建築物の振動に関する居住性能評価指針・同解説，2004。
- 2) 松本泰尚，他：振幅変動振動知覚の移動加速度実効値による評価に関する検討—ランダム振動に対する振動感覚の評価へ向けて（その7）—，2008 年度日本建築学会大会（中国）学術講演梗概集，pp.461-462，2008 年 9 月。
- 3) 日本規格協会：振動レベル計，JIS C 1510，1995。
- 4) 石川孝重，野田千津子：広振動数範囲を対象とした水平振動感覚の評価に関する検討，日本建築学会計画系論文集，第 506 号，pp.9-16，1998 年 4 月。
- 5) 石川孝重，野田千津子：知覚確率に基づいた床スラブの鉛直振動に対する居住性能評価，構造工学論文集，Vol.50，pp.3-7，2004 年 3 月。
- 6) M. J. Griffin, Handbook of Human Vibration, Academic Press, 1990。
- 7) T. Miwa, Y. Yonekawa and K. Kanada: Thresholds of perception of vibration in recumbent men. Journal of Acoustical Society of America, 75(3), pp. 849-854, 1984。

*1 日本技術開発 修士（工学）

*2 埼玉大学大学院 准教授・Ph. D.

*3 産業技術総合研究所 工学博士

*4 日本女子大学住居学科 教授・工学博士

*5 日本女子大学 学術研究員・修士（家政学）

*1 Japan Engineering Consultants Co, Ltd, M. Eng.

*2 Assoc. Prof., Dept. of Civil and Env. Eng., Saitama Univ., Ph. D.

*3 National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, Dr. Eng.

*4 Prof., Dept. of Housing and Architecture, Japan Women's Univ., Dr. Eng.

*5 Researcher, Japan Women's Univ., M.H.E.