

振動知覚データの分析に基づく環境振動評価法の検討

埼玉大学大学院 学生員 ○佐々木貴史
 埼玉大学工学部 正会員 松本泰尚

1. 背景と目的

工場などの生産機械設備から発生する振動や道路交通振動、鉄道振動、建設作業振動などのいわゆる環境振動に関する問題に対し、現在、我が国では振動規制法に基づく評価法があるが、その評価法にはいくつか問題がある。例えば、道路交通振動に対する苦情の多くが、法で定められている要請限度以下の振動で発生している事などである¹⁾。

そこで、本研究では現行の環境振動評価法の妥当性の検討を目的とし、既往の研究で測定された振動に対する人間の振動知覚に関するデータを用い、評価法の中で用いられる振動に対する人間の感覚特性を表す周波数補正特性の妥当性の検討を行った。

2. 環境振動評価に用いる物理量と周波数補正特性

環境環境振動の評価には、計測した振動加速度に基づき、次の式で求められる振動レベル（VL: Vibration Level）が用いられる。

$$VL = 20 \log(a/a_0)$$

ここで、 a_0 は基準振動加速度であり、 10^{-5} m/s^2 と定められている。また a は周波数補正された振動加速度実効値で、図1に示した周波数補正特性²⁾がそれぞれ鉛直方向及び水平方向の振動に適用される。この周波数補正特性は、既往の研究で測定された振動に対する等感度曲線に基づいて規定されているが³⁾、それらの等感度曲線は、着目する振動の大きさの程度によって異なる特性を持つ⁴⁾。環境振動評価においては、振動をようやく感じる程度の大きさにおける人間の振動知覚の周波数特性（知覚閾値）に着目するのが妥当であると言える。

3. 振動知覚データの分析

既往の研究により測定された知覚閾値データの分析を行った。本研究で用いた既往の研究としては、現行の評価法における周波数補正特性の根拠になっていると考えられるものを中心に⁴⁾⁷⁾、論文に掲載されているデータを収集し電子化して分析した。

知覚閾値は振動の入力方向や姿勢などの様々な条件の影響を受ける。その例として図2に振動の入力方向や姿勢の違いによる閾値への影響を示す。

図より、立位での1Hz以上の周波数領域において、人は水平振動よりも鉛直振動に敏感で、また姿勢により閾値の周波数特性が変わることがわかる。

また図3には、複数の研究で測定された振動の入力方向と姿勢が共通のデータを比較している。図で見られるように、各研究でのデータ間にはばらつきが認められるが、これは、被験者間のばらつきや、実験条件・環境の違い

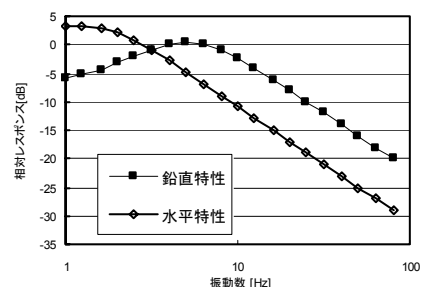


図1 現行の周波数補正特性

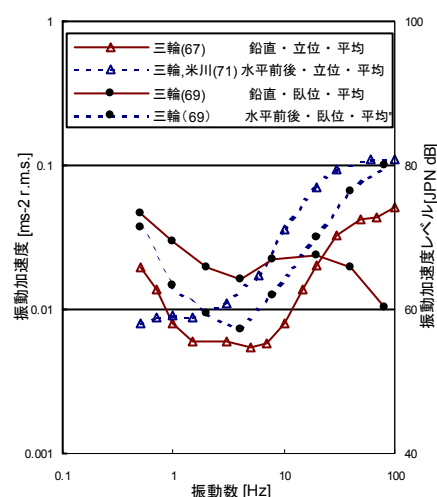


図2 振動入力方向、姿勢の違いによる閾値の差

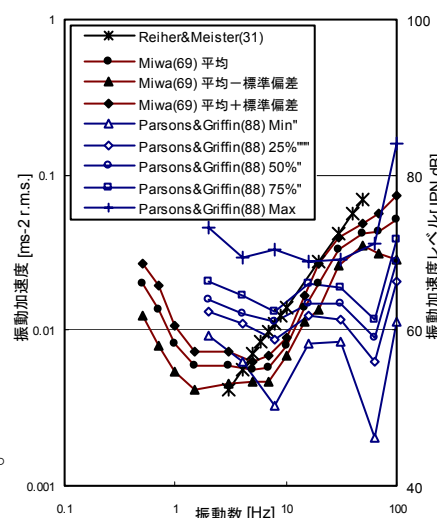


図3 各研究間での閾値のばらつき（鉛直、立位の場合）

キーワード 環境振動, 振動評価法, 知覚閾値, 周波数補正特性, 等感度曲線

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/FAX : 048-858-3557

など、いくつかの条件が複合的に影響していることを示すものと考えられる。

4. 周波数補正特性の妥当性の検討

上述した知覚閾値データを図3のように振動の入力方向（鉛直、水平）と姿勢（立位、座位、臥位）別に整理し、各研究での平均値あるいは中央値のうち最も低い値（最も振動に敏感なことを示す値）を用いて、知覚閾値データに基づく周波数補正特性を作成した。ここで、各々の周波数補正特性と用いて求めた振動レベルでの閾値が、現在一般的に知覚閾値として用いられている55dBとなるように周波数特性の絶対値を設定した。

図4、5に本研究で作成した周波数補正特性を現行の周波数特性と比較して示す。図4の鉛直振動に対しての補正特性は、現行の評価法よりも立位、座位に関しては3.15Hzで大きく、4～20Hzではほぼ同様、25Hz以上で大きくなっているが、全体の傾向としてはほぼ同様であった。しかし、臥位に関しては、立位や座位とは異なり、現行の周波数特性とは異なる傾向を示していることが分かる。

図5の水平振動に対しての補正特性についても、鉛直振動の場合と同様に、臥位の場合は他と比べ差が大きく、特に4Hz以下の低周波数域では傾向がかなり異なっているのがわかる。

以上により、現行の評価法で用いられている周波数補正特性は、立位、座位の場合には知覚閾値の周波数特性を比較的良く表しているが、臥位での知覚閾値を考えた場合は妥当でないと言える。

5. 周波数補正特性の評価値に及ぼす影響

周波数補正特性が振動評価値に及ぼす影響について、実測値の例に適用して検討した。実測値のスペクトル分布により、周波数補正特性の評価値への影響は変化することは明らかであるが、例えば、2階建ての住宅への道路交通振動に関する実測値に適用した表1に示す例では、現行の評価法で振動レベルを算出すると、振動を過小評価する可能性のあることが分かる。

6. まとめ

人間の振動知覚閾値をもとに振動の入力方向及び人間の姿勢別に作成した周波数補正特性は、特に臥位での知覚閾値に着目した場合、現行の周波数補正特性とは異なる事が確認された。環境振動に関する問題においては、夜間など人が寝ている状態の環境を対象にする場合も多く、現行の評価法を用いる場合には、振動を過小評価する可能性があることが分かった。

参考文献

1) 日本騒音制御工学会：地域環境振動。2001。 2) JIS C 1510（振動レベル計）。1995。 3) 松本：文献レビューによるISO2631シリーズの全身振動評価用周波数補正の検証。騒音制御, 27, 52-57, 2003。 4) Miwa: Evaluation methods for vibration effect, Part1. Ind. Health, 6, 183-205, 1967。 5) Von H Reiher , F J Meister : Die Empfindlichkeit des Menschen gegen Erschutterungen, 1931。 6) 三輪・米川：正弦振動の評価法（振動の評価法1）,日本音響学会誌 27 巻 1 号, 11-20, 1971。 7) K.C.Parsons , M.J.Griffin : Whole-body vibration perception thresholds. Journal of Sound and Vibration , 121(2) , 237-258 , 1988。

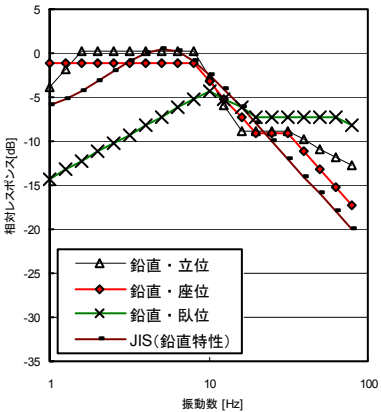


図4 周波数補正特性
(鉛直方向)

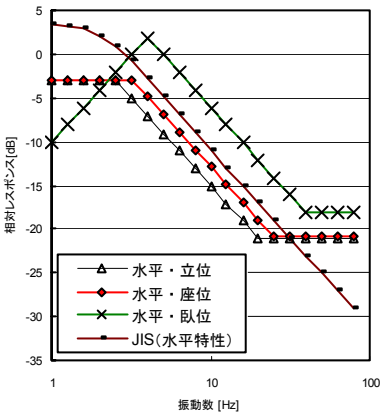


図5 周波数補正特性
(水平方向)

表1 木造2階建て住宅における各補正特性による鉛直方向の振動レベル

	JIS	本研究		
	鉛直特性	立位	座位	臥位
地盤	57.8	57.1	57.4	58.7
1F	45.3	46.5	45.1	50
2F	52.9	52.8	52.4	54.8