

居住性能評価指針との比較による実振動の知覚に関する実験的評価 —ランダム振動に対する振動感覚の評価に向けて(その 16)—

正会員 ○ 石川 孝重*1

正会員 国松 直*2

環境振動
水平振動実振動
居住性能評価指針知覚
性能設計

§ 1 はじめに

本研究では、戸建住宅内で実測した交通による水平振動を元波形とした被験者実験を行い、座位姿勢および臥位姿勢における実振動の知覚特性を実験的に検討した。

本報では、居住性能評価指針¹⁾が交通振動に対して提示している性能評価曲線との比較を行い、設計実務における実振動の評価に関して実験結果から評価・考察する。

§ 2 実験条件の影響を補正した実振動の知覚評価

居住性能評価指針との比較にあたって、実験条件による影響を補正した結果を図 1 に示す。本実験の結果に対しては、姿勢や振動の種類にかかわらず、前報(その 15)で求めた加速度に対する補正量を適用することとし、座位姿勢の正弦振動には先行研究²⁾の結果を用いている。

実振動の知覚確率は、FFT 分析によりもっとも卓越した振動数と時系列波形における加速度最大値で評価した

結果である。姿勢の違いにかかわらず、評価曲線の形状や曲率は実振動と正弦振動ではほぼ類似している。一方、実振動の方が全体的に 40～60%程度知覚しにくい。

§ 3 居住性能評価指針をふまえた実振動の知覚評価

居住性能評価指針¹⁾では、1.0～30Hz の範囲で交通振動に対する性能評価曲線を提示しているが、これらは、正弦振動の知覚に関する先行研究の結果に基づいて設定されている。一方、実振動の知覚の評価に用いる振動数や振幅の評価には様々な議論があり、同指針でも述べられているように、実振動の知覚の評価にもっとも適した物理量は明らかではない。

同指針では、1/3 オクターブバンド分析による加速度の最大値を用いた評価を推奨しているが、それが不可能な場合、応答波形から求まる卓越振動数と加速度振幅の最大値を照合することも可能としている。

本研究では、応答波形の FFT 分析によりもっとも卓越する振動数を求め、時系列波形の加速度最大値を用いて評価していることから、後者の方法に相当する。この場合、同指針でも、時系列波形の加速度最大値による評価は、1/3 オクターブバンド分析より大きめの評価になることが指摘されており、本実験における実振動の知覚確率の評価は、この点に留意する必要がある。

また、本実験で用いた実振動は、1/3 オクターブバンドの中心周波数を卓越振動数の目標値としたことで、もっとも卓越する振動数は、分析方法の異なる FFT 分析、1/3 オクターブバンド分析のいずれの場合も、大きな差がない結果となった。同指針で指摘しているように、1/3 オクターブバンド分析とは異なり、FFT 分析は条件によって卓越振動数に若干の違いが生じるが、実務上では、大きな支障とらないと考えている。構造設計者にとっては 1/3 オクターブバンド分析による dB あるいは実効値を用いた評価より、FFT 分析の方が扱いやすい面もある。

居住性能評価指針¹⁾の交通による水平振動に関する性能評価曲線と、座位姿勢における本実験の実振動に対する知覚確率を比較したのが図 2 である。

図 2 にみられるように、正弦振動の知覚確率に基づいた性能評価曲線と、実振動の知覚確率の評価曲線は、同じような形状にある。実振動の方が知覚確率の分布する加速度範囲が広いことから、知覚確率の違いには幅があり、H-90 が実振動の知覚確率 30%、H-30 が実振動の知覚

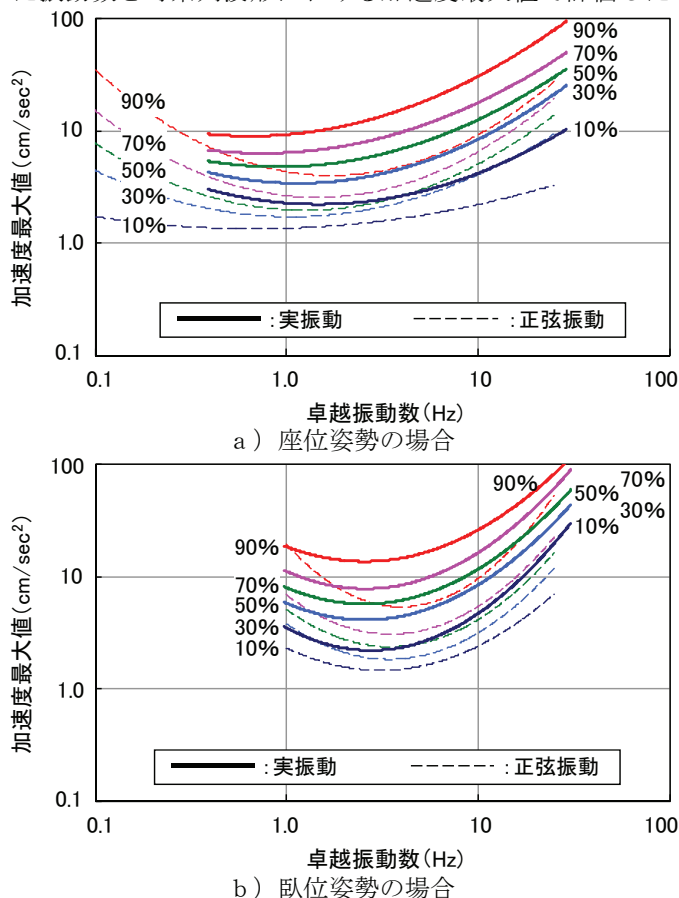


図 1 実振動と正弦振動の知覚確率の比較

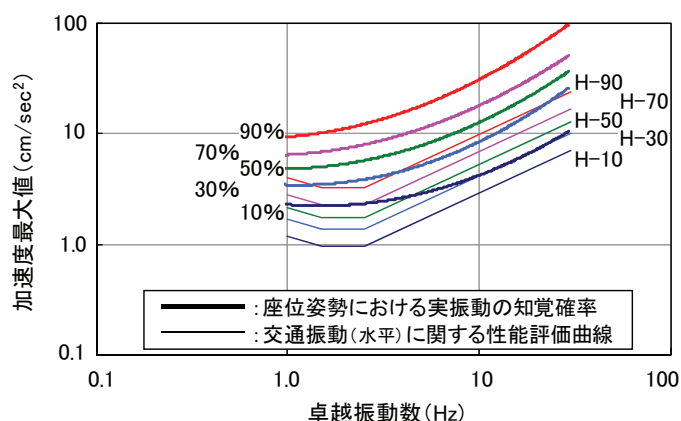


図2 座位姿勢における居住性能評価指針との比較

確率 10%にはほぼ相当する。性能評価曲線と比較して、実振動の方が概ね 20～60%程度感じにくい傾向が表れている。

一方、図3に臥位姿勢における実振動の知覚と、居住性能評価指針¹⁾の性能評価曲線との比較を示す。この場合は、姿勢の違いの影響によって、評価がもっとも厳しい振動数範囲や曲線の形状が異なる。そのため、知覚確率の振動数による差は座位姿勢より大きく、最小で 20%前後、最大では 90%以上の差が生じており、特に振動数が高い範囲での違いが大きい。

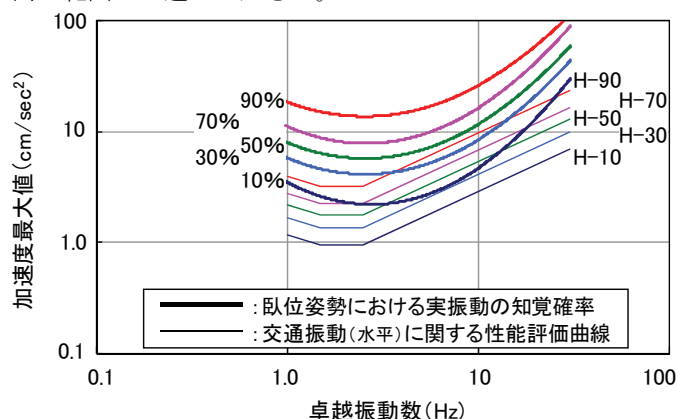


図3 臥位姿勢における居住性能評価指針との比較

特に、臥位姿勢でもっとも感じやすい 4.0Hz 前後は、昨年度に実験を行った戸建住宅における交通による実測振動の卓越振動数が多くみられる範囲 5.0～10Hz 程度に近く、設計上、留意が必要であることを示唆している。

§4 交通による実振動に対する知覚の評価

本研究では、昨年度³⁾までの検討結果から、卓越振動数と知覚確率との関係に着目し、戸建住宅で実測された波形データの離散間隔を変化させることで、卓越振動数の範囲を広げ、加速度の変動を相似の関係で再現した波形パターンを用いて、実振動の知覚を検討した。

今回の実験で用いた波形パターンは、振動数が比較的単一の範囲で卓越する場合が多い。それらと同様に、戸建住宅内で実測される交通振動は、固有振動数が顕著に卓越する事例が多いこともわかっている⁴⁾。このような場合には、卓越振動数と時系列波形の加速度最大値を用い

ることで、波形パターンによらず、知覚確率はほぼ等しいものとして評価できる。

また、卓越振動数と加速度最大値で評価した、これらの実振動に対する知覚確率は、正弦振動とほぼ同じ特性を示し、等しい卓越振動数と加速度最大値の正弦振動と比較すると、実振動が概ね 60%程度感じにくいことが明らかになった。

このように、実験結果に基づいた評価ではあるが、FFT 分析から求められるもっとも卓越する振動数と時系列波形における加速度最大値を用いることで、実振動の知覚に対応した評価が可能である。特に卓越振動数が明確な場合には、波形パターンによる違いを考慮せず正弦振動との差分から実振動の知覚を評価することが可能であり、設計実務においても有用な指標となる。

ただし、座位姿勢と臥位姿勢では、正弦振動・実振動とも、卓越振動数との関係からみた知覚特性が異なり、評価が厳しい振動数範囲も異なるため、姿勢の違いを考慮した評価が求められる。

また、本実験の波形パターンBのように、同程度に卓越する振動数成分が複数ある場合など、より複雑な物理的特性をもつ実振動の場合、その波形特性が知覚確率に影響する可能性も示唆されており、今後の課題である。

§5 おわりに

戸建住宅で実測された交通振動を元波形とした被験者実験の結果と居住性能評価指針との比較をふまえ、実振動に対する知覚の評価を、設計実務における観点からまとめた。

本実験では、振動数特性が複雑な振動に対する知覚の評価に異なる傾向がみられたが、対象とした元波形が限られており、波形特性による知覚への影響については、詳細な検討にいたらなかった。しかしながら、卓越振動数と加速度最大値を用いた実振動の知覚の評価は、正弦振動と同様の特性を示し、設計実務において有用な指標となる可能性を示すことができた。

今後、元波形を増やすなどして、波形特性の違いが知覚におよぼす影響をさらに検討する予定である。

【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、第2版、2004年5月。
- 2) 野田千津子、石川孝重：水平振動を受ける被験者の状況が知覚閾に及ぼす影響、日本建築学会計画系論文集、第524号、pp.9～14、1999年10月。
- 3) 石川孝重、松本泰尚、国松直、野田千津子他：一ランダム振動に対する振動感覚の評価に向けて（その8）～（その11）一、日本建築学会大会学術講演梗概集（環境工学I）、pp.357～364、2009年8月。
- 4) 日本騒音制御工学会：環境省請負業務 平成20年度振動評価手法及び規制手法等検討調査業務 報告書、平成21年3月。

*1 日本女子大学住居学科 教授・工学博士

*2 産業技術総合研究所 工学博士

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

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