

先行研究および正弦振動との比較をふまえた実振動の知覚評価 —ランダム振動に対する振動感覚の評価に向けて(その24)—

正会員 ○ 石川 孝重*1
正会員 久木 章江*2

環境振動 実振動 知覚
水平振動 正弦振動 性能設計

§ 1 はじめに

本報では、前報で述べた実振動の知覚に関する実験結果を、交通による実測振動を元波形とした先行研究^{1, 2)}の結果と比較する。その結果に基づいて、波形の違いが実振動の知覚に及ぼす影響を考察し、実振動の知覚に関するより汎用的な評価曲線として提示する。

さらにこの結果を、同時に行った正弦振動の実験と比較し、実振動の知覚特性との違いを明らかにする。

§ 2 昨年度までの実験結果との比較に基づいた考察

一昨年度および昨年度に、戸建住宅において実測された交通振動を元波形とした10種類の実振動を対象として実験を行った^{1, 2)}。さらに今年度は、より複雑な振動数特性をもつ実測波形に着目し、6種類の波形パターンに基づいた実験を行った。元波形とした実測データはいずれも、もっとも卓越する振動数や、その他に含まれる振動数成分が異なる波形である。これらの波形データの離散間隔を増減することで卓越振動数、振幅に倍率をかけることで加速度最大値を、それぞれ段階的に設定し、波形形状を相似形に保った上で、いくつかの卓越振動数、加速度最大値をもった入力振動を生成した。それらを用いた実験から知覚確率を評価した。

昨年度までの実験結果を統合して評価した実振動の知覚確率^{1, 2)}と今年度の結果とを比較してみたものが図1である。一昨年度、昨年度で対象としたパターンA～Eおよびパターン①～⑤と比較して、今年度で対象とした実験で対象としたパターン⑥～⑪は、複数の振動数が同程度に卓越するなど、より複雑な振動数成分をもつことが特徴である。

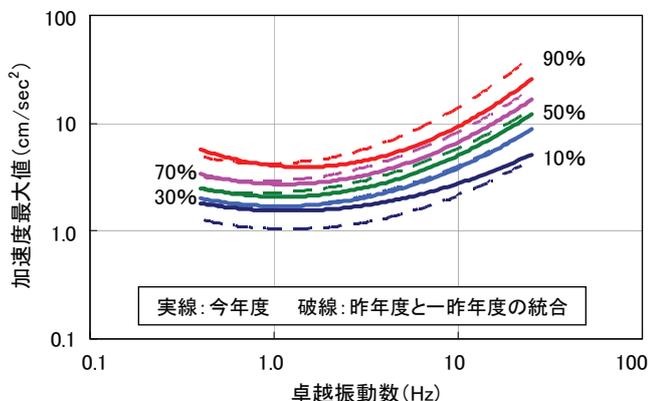


図1 先行研究と本実験における実振動の知覚確率の比較

図中に示す20%ごとに算出した知覚確率を2次曲線で近似した知覚確率の評価曲線を比較すると、30%はほぼ曲線が重なり、50%の評価曲線もほぼ等しい加速度にある。知覚確率10%や90%では、実験による違いがより大きくなる傾向にある。

一方、実振動と同じ卓越振動数を設定した正弦振動に対して、昨年度および今年度の実験結果から知覚確率を評価したものが図2である。正弦振動の場合、いずれの知覚確率の評価曲線も概ね重なっており、実験による結果の違いはほとんどみられない。すなわち両者の実験においては、被験者の個人差に起因する知覚確率の違いはほとんどないことがわかる。

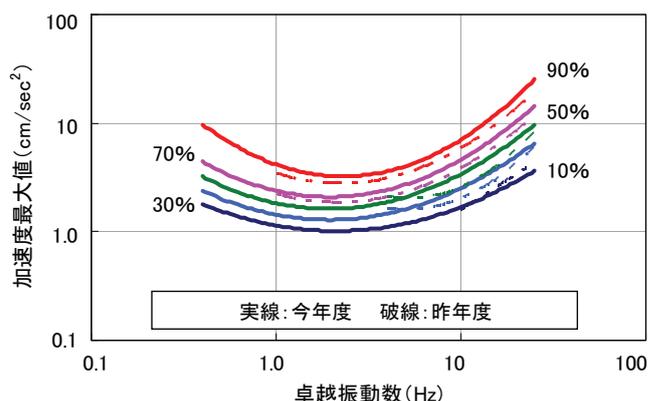


図2 先行研究と本実験における正弦振動の知覚確率の比較

このように実振動と正弦振動に対する昨年度までの実験結果の比較から、正弦振動と比較して実振動の場合には、知覚確率のばらつきが大きい。正弦振動の実験結果の比較において、個人差によるばらつきがほとんどないことをふまえると、実振動の知覚確率曲線に生じるばらつきは、波形形状や振動数特性など、実振動の物理的な特性の違いによるばらつきと考えられる。

このような実振動の波形の違いが知覚に及ぼす影響に関する検討として、これまでの実験で対象とした16種類の実振動の波形を比較すると、知覚確率の評価曲線には図3にみるようなばらつきが生じる。図には波形によるばらつきが大きい90%と10%を例示しており、知覚確率30%～70%の範囲では、波形によるばらつきはより小さい傾向にある。類似した形状の評価曲線となる波形が多く、10%および90%の場合、波形によるばらつきの幅は知覚確率で約40%程度に相当する。

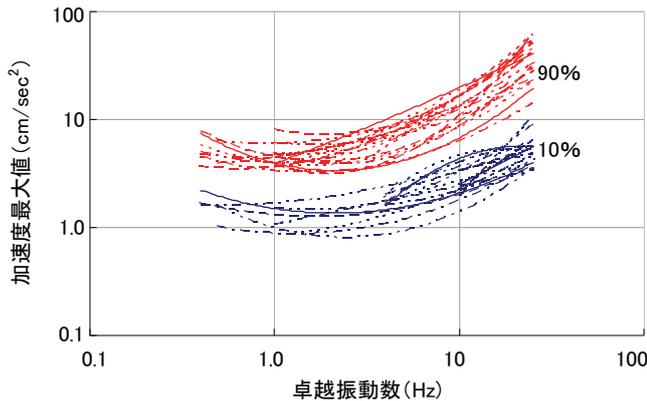


図3 16種類の実振動の波形による知覚確率の比較

一方、同一波形における卓越振動数の違いによっては最大で60%程度の知覚確率の差が生じることから、実振動の知覚に対しては、波形の違いより卓越振動数の違いが及ぼす影響が大きいことが分かる。

これらの実験結果をふまえると、FFT分析によ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が実振動の知覚確率に及ぼす影響が大きく、実振動の知覚確率をこれらの物理量を用いて評価することが概ね可能と考えられる。平均的な30%~70%程度の知覚確率に基づいて実振動を評価する場合には、波形による物理的特性による違いの影響は大きくない。一方、知覚確率10%や90%などに基づいて評価する場合には、波形によるばらつきが大きくなることを考慮する必要がある。

§3 知覚確率における実振動と正弦振動の比較

以上の考察をふまえ、一昨年度から実施した戸建住宅で実測された交通振動を元波形とした16種類の実測振動の波形を統合して、実振動に関する知覚確率として評価したものが図4である。卓越振動数が低い範囲では、他の振動数成分の影響を受けて知覚確率10%にややばらつきがみられるが、全体的には同様の形状の曲線が加速度に対してほぼ等間隔に並び、安定した特性を示している。この結果からも、FFT分析によ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、実振動の知覚確率を概ね評価できることがわかる。

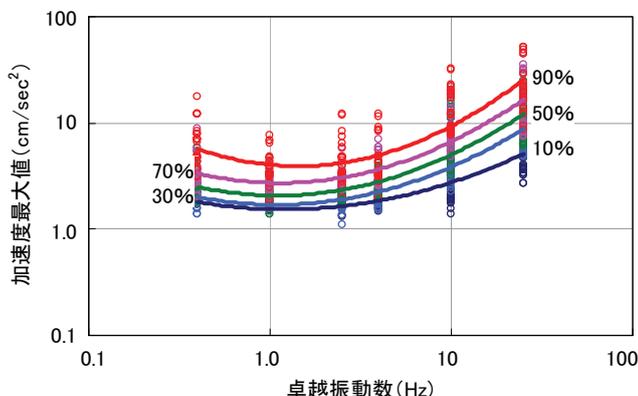


図4 16種類の波形を統合した実振動の知覚確率の評価

この結果を、昨年度および今年度の結果を統合して評価した、正弦振動に関する知覚確率と比較したものが図5である。

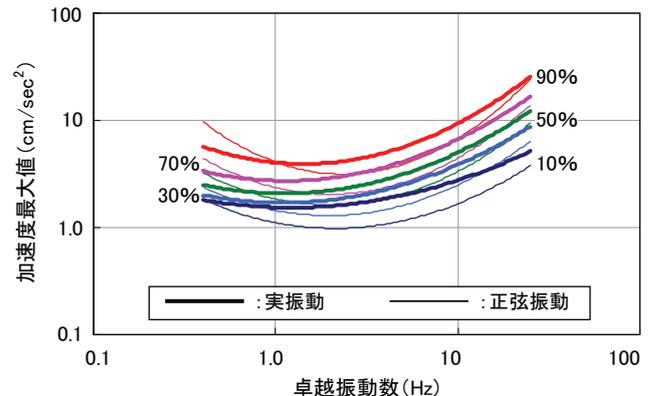


図5 実振動と正弦振動に関する知覚確率の比較

正弦振動と比較すると、正弦振動の評価曲線の方が全体的に加速度の低い範囲にあり、正弦振動より実振動を知覚しにくい傾向にある。一方、実振動と正弦振動に対する知覚確率の評価曲線の形状はやや異なり、振動数によって、両者の知覚確率の差に若干違いがみられる。

昨年度までの実験結果^{1, 2)}と比較して、正弦振動と実振動に関する知覚確率の違いがやや大きい傾向にある。特に低振動数範囲で知覚確率の大小関係が逆転する範囲があることを考慮すると、実振動の振動数成分の特徴によって、もっとも卓越する振動数以外の振動数成分が、実振動の知覚確率に影響を及ぼしている可能性が考えられる。

実振動と正弦振動との知覚確率の差は、振動数範囲によって変動するが、実振動の方が概ね20~40%程度感じにくく、正弦振動を敏感に知覚する1.5~2.5Hzの方が両者の差が開く傾向にある。

§4 おわりに

実振動の知覚特性を明らかにする目的で、戸建住宅で実測された水平振動を元波形として用い、卓越振動数と加速度を変化させた被験者実験を行った。

先行研究で対象とした10種類の波形による実験結果を含めて、全16種類の波形を用いた実験から、座位姿勢における実振動の知覚確率評価として、波形形状や振動数特性の違いを包含して、ある程度汎用化された結果を示すことができたと考えている。

本研究の一部は、日本学術振興会科学研究費補助金・基盤研究(C) (課題番号 22560587) の一環により行われた。

【引用文献】

- 1) 石川孝重 他：ランダム振動に対する振動感覚の評価に向けて(その17)~(その21)ー、日本建築学会大会学術講演梗概集(環境工学I), pp.397~406, 2011年8月。
- 2) 石川孝重 他：ランダム振動に対する振動感覚の評価に向けて(その12)~(その16)ー、日本建築学会大会学術講演梗概集(環境工学I), pp.371~379, 2010年9月。

*1 日本女子大学住居学科 教授・工学博士

*2 文化学園大学建築・インテリア学科 准教授・博士(学術)

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

*2 Assoc. Prof., Dept. of Architecture and Interior, Bunka Gakuen Univ., Ph. D.