

波形パターンが座位姿勢における実振動の知覚におよぼす影響 —ランダム振動に対する振動感覚の評価に向けて(その13)—

正会員 ○ 岩田 奈緒*1
正会員 石川 孝重*2
正会員 国松 直*3

環境振動 実振動 知覚
水平振動 波形パターン 卓越振動数

§ 1 はじめに

本報では、前報(その12)で概要を述べた交通による実振動を対象とした実験のなかで、座位姿勢の結果を対象に波形形状パターンと知覚確率との関係について述べる。各波形のFFT分析の結果をふまえ、波形パターンによって異なる振動数特性が、座位姿勢における実振動の知覚におよぼす影響について分析・検討する。

§ 2 実振動の卓越振動数と知覚確率の評価

昨年度までの検討結果をふまえ、実振動の知覚確率の評価には、FFT分析による卓越振動数と時系列波形による加速度最大値を用いることとした。実験実施日ごとの卓越振動数・加速度最大値の再現性を確認した結果、日ごとの差が概ね±10%にあることから、5日間の平均値を用いる。波形パターンを考慮し、加速度の変動が複数回あるパターンA、B、C(その12・図1参照)は、継続時間が10秒以上の場合、前半・後半に分けて分析する。

また、被験者の知覚応答は、各入力振動の加速度最大値から、各振動の継続時間の1/10の間ボタンを押し続けている被験者を、その振動を知覚したものとして評価することとした。

2.1 卓越する振動数範囲が限定される波形の場合

実験で入力した波形のうち、パターンA、C、D、Eに対する知覚確率を図1に示す。卓越振動数ごとに、各振動の知覚確率を加速度最大値で直線補間して、知覚確率10、50、90%に相当する加速度を算出してプロットした。振動数によるばらつきを平滑化するため、説明変数を卓越振動数、目的変数を加速度(いずれも常用対数値)として回帰した2次曲線をあわせて示す。

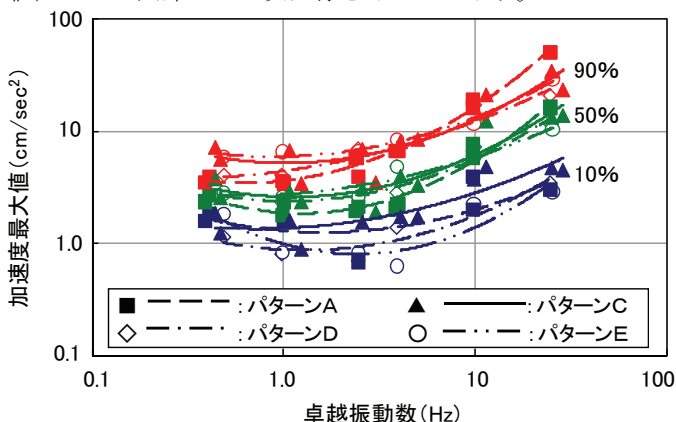
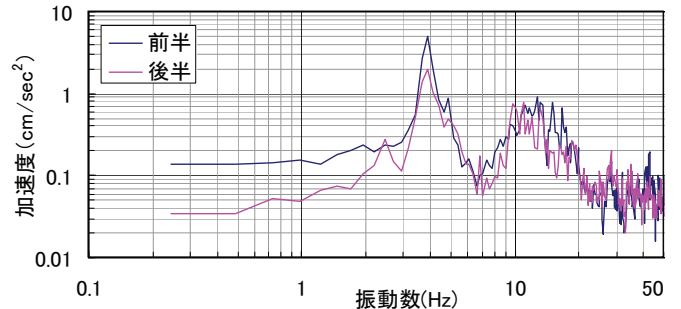


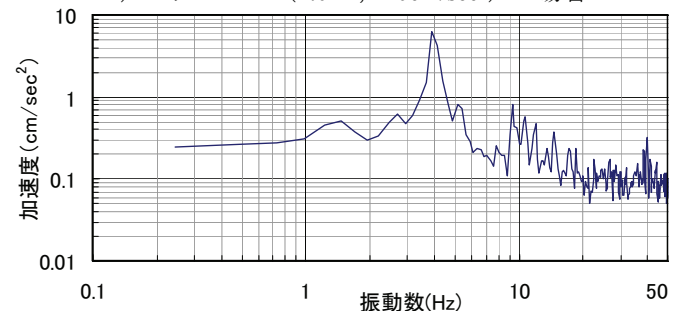
図4 パターンA、C、D、Eの知覚確率

これらの波形パターンでは比較的単一の範囲の振動数が卓越しており、その場合、卓越振動数を用いることで知覚確率の評価曲線は概ね類似した形状を示す。

例えば、パターンA、DのFFT分析の結果を図2に示す。サンプリング振動数1,000Hzの加速度データに対して、FFT点数4096、重複率50%とし、対象とする振動の範囲で分析を繰り返して平均化した。図のスペクトルは対象範囲の最大値をとったもので、波形パターンを考慮して、窓関数は方形窓とした。卓越振動数4.0Hz、加速度最大値10cm/sec²を目標とした入力振動の場合、どちらの波形パターンも、目標とした4.0Hz程度で顕著に卓越している。



a) パターンA (4.0Hz, 10cm/sec²) の場合



b) パターンD (4.0Hz, 10cm/sec²) の場合

図2 パターンA、パターンDのFFT分析結果例

一方、パターンCのFFT分析結果が図3である。前半と後半で卓越振動数に違いがあり、前半が目標としたほぼ4.0Hz、後半はその約1.3倍の5.4Hzが卓越する。

図4にパターンEのFFT分析結果を示す。もっとも卓越するのは目標値のほぼ4.0Hzであるが、20Hz程度など複数の範囲で卓越する傾向にある。いずれも振幅比はもっとも卓越したスペクトルに対して80%に満たないため、ここでは4.0Hzを卓越振動数として扱うこととした。

図2～4以外の卓越振動数、加速度最大値を目標とした場合も、卓越振動数は、先行研究¹⁾で対象とした元波形

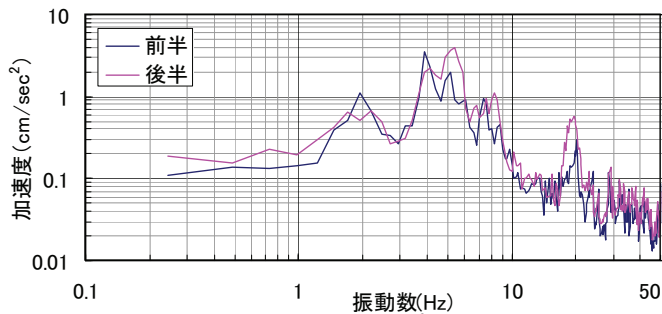


図3 パターンC (4.0Hz, 10cm/sec²) のFFT 分析結果例

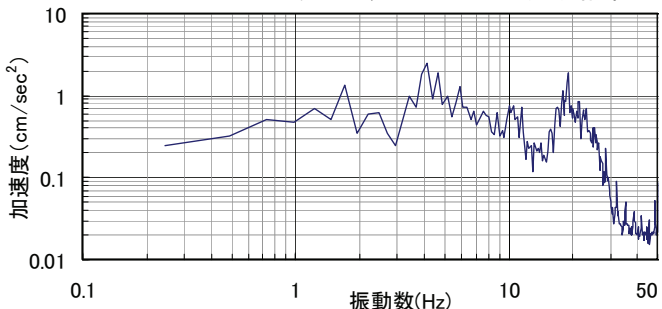


図4 パターンE (4.0Hz, 10cm/sec²) のFFT 分析結果例と相似の関係にあることを確認している。

2.2 複数の振動数範囲が卓越する波形の場合

パターンBでは、他の4種の波形パターンと異なり、図5に示すFFT分析結果のように、2つの振動数範囲が同程度に卓越する。入力振動の設定は、より感じやすいと考えられる低い振動数範囲を目標値としたが、入力波形の前半部分では約3倍の振動数範囲の方が卓越している。そこで、評価に用いる卓越振動数と知覚確率の評価曲線の傾向を比較してみた。

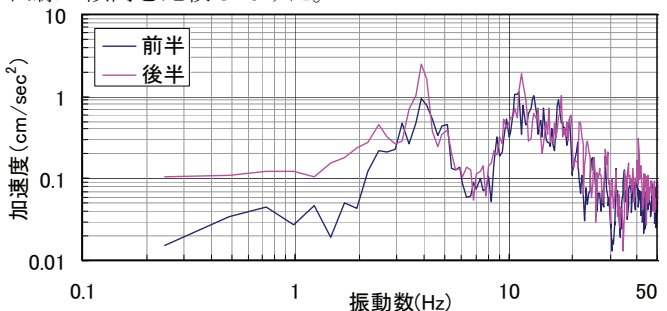


図5 パターンB (4.0Hz, 10cm/sec²) のFFT 分析結果例

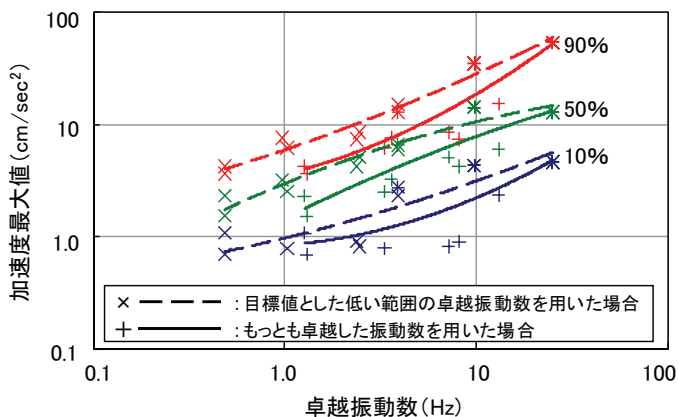


図6 卓越振動数の評価の違いによるパターンBの知覚確率

図6に、目標値とした低い範囲の卓越振動数を用いて評価した場合と、もっとも卓越した卓越振動数を用いて評価した場合のパターンBの知覚確率を示す。図1と比較すると、FFT分析でもっとも卓越した振動数を用いた場合の方が、知覚確率の評価曲線は他の波形パターンと類似した傾向を示している。

このことから、実振動の知覚確率を、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を用いて評価することで、波形パターンにかかわらず、類似した形状の評価曲線を得られることがわかる。

§3 座位姿勢における実振動に対する知覚

上記の結果をふまえて、座位姿勢における波形パターンごとの知覚確率を図7に示す。実振動では、波形パターンの違いが知覚におよぼす影響は大きいと考えたが、本実験で対象とした波形パターンに関する限り、知覚確率曲線はいずれも類似した形状を示す。

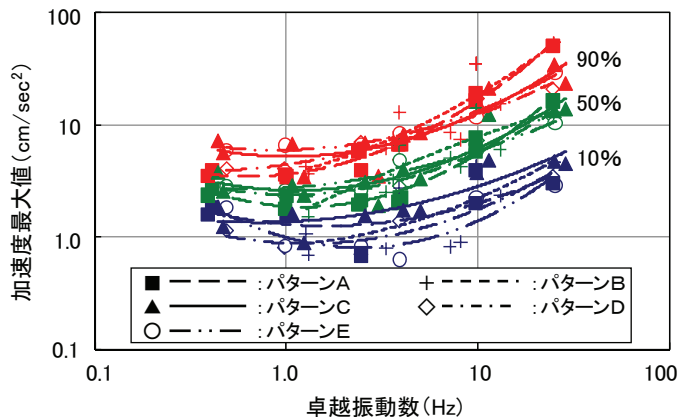


図7 座位姿勢における波形パターンごとの知覚確率

このなかで同程度に卓越する振動数成分が複数あるパターンBは、知覚確率の評価曲線の形状に若干の違いがあり、振動数の評価による影響とも考えることができる。

一方、等しい知覚確率の評価曲線で比較すると、5種の波形パターンの違いは知覚確率で20%以下であるのに対し、同じ波形パターンでも、卓越振動数によって知覚確率で40%以上の違いが生じている。このことから、全体としてみれば、波形パターンの違い以上に、卓越振動数が知覚におよぼす影響が大きいことがわかる。

§4 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実験結果から、波形形状パターンによる知覚の違いは小さく、卓越振動数による影響が大きいことを明らかにした。時系列波形における加速度最大値と複合する振動数成分のなかでもっとも卓越した振動数を用いることで、実振動の知覚を評価できることがわかった。

【引用文献】

- 1) 松本泰尚, 石川孝重, 国松直他: 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) -, 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。

*1 元日本女子大学住居学科
*2 日本女子大学住居学科 教授・工学博士
*3 産業技術総合研究所 工学博士

*1 Dept. of Housing and Architecture, Japan Women's Univ.
*2 Prof., Dept. of Housing and Architecture, Japan Women's Univ., Dr. Eng.
*3 National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, Dr. Eng.