

交通による実振動と正弦振動を用いた被験者実験の概要 —ランダム振動に対する振動感覚の評価に向けて(その17)—

正会員 ○ 国松 直*1
正会員 石川 孝重*2
正会員 野田千津子*3

環境振動 実振動 知覚
水平振動 実験概要 被験者実験

§ 1 はじめに

これまで環境振動に対する知覚や心理量に着目した被験者実験で検討してきたのは、正弦振動やその組合せによる複合振動¹⁾が中心である。しかし、交通や風によって住宅に実際に生じる振動の波形は、複数の振動数成分を含み、振動数や振幅が時々刻々と変化する。風による実振動に関する実験²⁾がある一方、より複雑な物理特性をもつ交通振動に対する評価の検討は少ない。

そこで本研究では、戸建て住宅内で実測した車輻や鉄道による水平振動を実振動の一例としてとりあげ、これらを元波形として用いた被験者実験を実施した。その結果から、実振動の波形パターンや卓越振動数の違いが知覚に及ぼす影響を探り、正弦振動の知覚との違いを明らかにすることが目的である。

昨年度、実測データの離散間隔を変化させて振動数範囲を拡大した被験者実験を行なった³⁾結果、実振動の知覚を、FFT分析による卓越振動数と時系列波形における加速度最大値で評価できる可能性を見出した。一方、先行研究⁴⁾における正弦振動の知覚との比較においては、実験条件などの影響が懸念された。

そこで今年度は、同一被験者に対して実振動と正弦振動の実験を行い、両者の比較から違いを明らかにし、実振動の知覚に対する評価曲線を提示する。

§ 2 昨年度までの実験結果をふまえた検討

一昨年度の実験⁵⁾では、戸建て住宅での実測振動を用いたため、各住宅の固有振動数である5.0~10Hz程度が、顕著に卓越した入力振動を用いた。その結果、卓越振動数が実振動の知覚に影響する傾向を見出すことはできたが、より広い振動数範囲を対象とした検証が課題となった。

そこで昨年度³⁾は、上記の実験で対象とした実測振動を元波形として、その波形データの離散間隔を変化させることで、より広い範囲で任意の卓越振動数を設定することを試みた。一方、加速度は、振幅に適宜倍率をかけることで、任意の加速度最大値とした元波形と相似の振動が再現できる。今年度も、同様の方法で入力振動を作成することとした。

本研究では、目標とした波形を忠実に再現できる振動制御装置を用いることで、このような入力波形の作成とその実現を可能とした。昨年度の検討結果より、波形データの離散間隔を変化させることで、比較的顕著に卓越

した複数の振動数成分は元波形と相似の関係を保ち、主な卓越振動数、波形パターン、加速度最大値が相似の関係にあることを確認している。

§ 3 実振動と正弦振動に対する被験者実験1の概要

振動台を用いた被験者実験1における居室内の状況を図1に示す。3m×3mの加振テーブルの上に、天井高さ3mの鋼材製の居室を設置し、床面にはカーペットを敷いている。壁、窓などの内装は一般的な住宅用の材料を用いた。先行研究との比較などを考慮して、被験者は18~45歳の女性とし、1日8人で5日間、合計40人で行った。

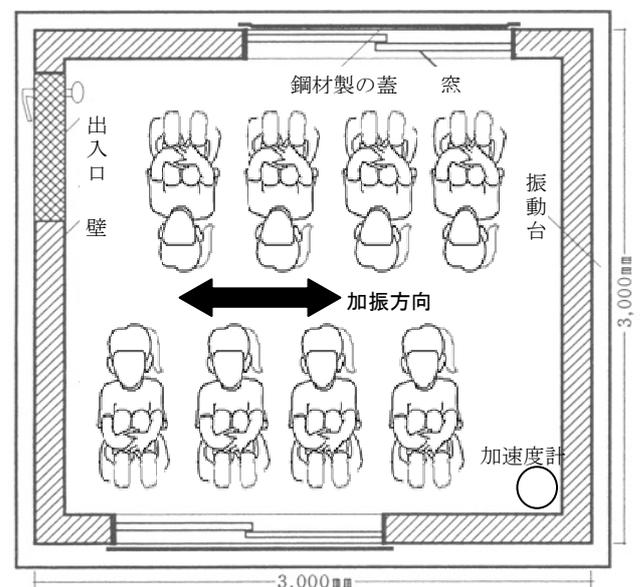
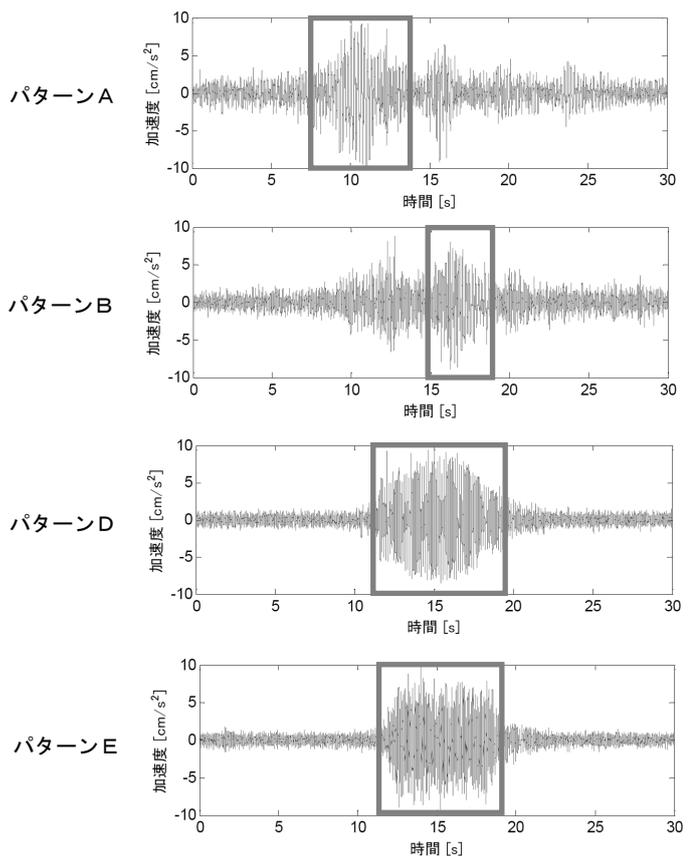


図1 実験1における居室内の状況

居室内で、被験者は脚を曲げた状態で床に座り、知覚の応答に用いるボタンを手に握る。曲げた脚の下で両手でボタンを握るように指示し、他の被験者からボタンへの応答が見えないように配慮した。被験者に対して、実験者が実験の開始を伝えた後、振動を感じている間、このボタンを押し続けるよう事前に指示した。

実験1では、昨年度に対象とした戸建て住宅での実測振動から、図2に示すパターンA、B、D、Eの4種類を元波形とした。パターンA、Bは道路交通通過時、パターンD、Eは鉄道通過時の実測振動である。これらを元波形として波形データの離散間隔を増減し、卓越振動数を表1に示す5段階に変化させる。そのため、同じ波形の場合も、卓越振動数で継続時間が変化する。



※各波形の は評価の対象とする振動の範囲

図2 実験1における入力振動の元波形

(パターンの名称は昨年度の実験³⁾と統一している)

表1 実験1で入力した振動の条件

	卓越振動数	加速度最大値 (cm/sec ²)					継続時間45秒に 入力範囲を限定した 波形パターン	
		1.6	4	10	25	63		160
卓越 振動 数	1.0Hz	●	●	○	○	○	○	パターンA, B, D, E
	2.5Hz	●	●	○	○	○	○	パターンB, D
	4.0Hz	●	●	○	○	○	△	—
	10Hz	●	●	●	○	○	△	—
	25Hz	●	●	●	●	○	△	—

※●は、入力後、アンケートを行わない条件。○は、入力後、アンケートを行なう条件。

さらに先行研究⁴⁾等の実験範囲から、表1に示す加速度最大値を目標値とした。この条件で、目標波形を忠実に再現できる振動制御装置を用いて入力振動を作成した。

実験1では、これらの実振動20種類(波形パターン4種類・卓越振動数5種類)に加えて、同様の卓越振動数と加速度最大値を目標値とする正弦振動5種類(継続時間30秒)を入力した。振動の入力順序は、波形パターン、振動数ともランダムに設定し、全日共通の順序とした。

入力振動の作成にあたっては、各波形の加速度最大値の前後を中心に、図2に□で囲った範囲を、評価の対象とする波形として定めた。卓越振動数1.0Hz, 2.5Hzでは、波形パターンによって、この範囲で継続時間が45秒を超

える場合がある。そのため、表1に示した波形パターンと卓越振動数の組み合わせでは、加速度最大値を中心とした継続時間が45秒となる範囲に限定した入力振動を作成した。評価対象の範囲で継続時間が45秒を超えない場合には、その前後に適宜範囲を広げて、いずれの条件でも5~45秒程度の継続時間となるようにした。正弦振動の場合、継続時間は各振動数とも30秒とした。

各回の実験では、最初に、アンケートの基準とする0.63Hz・25cm/sec²の正弦振動を30秒間入力する。被験者は基準とする振動に関するアンケートに回答した後、ボタンを手に握る。振動を10秒間停止した後、任意の波形パターンで卓越振動数を1種類に固定し、加速度最大値が段階的に大きくなるよう、各10秒の間をあけて、実振動を連続して入力する。被験者は振動を感じている間ボタンを押し続ける。表1に○で示した加速度最大値の振動を入力した後のみ、被験者はアンケートに回答した後、再度、ボタンを手に握り、振動を感じている間、ボタンを押し続けるという方法で繰り返した。

知覚の評価は、被験者のボタンによる応答を用いて行い、評価対象とする振動の継続時間内に一定時間の間、ボタンを断続的に押し続けた被験者を、対象の振動を知覚したものとして評価した。

実験者は、居室の外でCCDカメラを通して被験者の状況を観察しながら、被験者に対して左右方向に振動を入力し、この間の入力振動をサーボ型加速度計で計測する。入力振動の実測データは、各被験者のボタンによる応答の電圧とともに、デジタルデータレコーダで収録し、結果の評価に用いた。

§4 おわりに

実振動と正弦振動との知覚における相違を明らかにするために行った、被験者実験1の概要をまとめた。次報以降で、実験結果について述べる。

【引用文献】

- 1)石川孝重, 松本泰尚, 国松直 他: 正弦波複合振動の知覚および心理量に関する実験の概要—ランダム振動に対する振動感覚の評価へ向けて(その1)~(その4)—, 2007年度日本建築学会大会学術講演梗概集(環境工学I), pp.377~384, 2007年8月.
- 2)塩谷清人, 藤井邦雄, 田村幸雄, 神田順: 2次元水平ランダム振動の知覚閾に関する研究, 日本建築学会構造系論文集, 第485号, pp.35~42, 1996年7月.
- 3)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)—, 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.
- 4)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.
- 5)石川孝重, 松本泰尚, 国松直, 野田千津子 他: —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 産業技術総合研究所 工学博士
*2 日本女子大学住居学科 教授・工学博士
*3 日本女子大学学術研究員 博士(学術)

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