

複雑な振動数成分をもつ実振動の知覚に着目した実験の概要 - ランダム振動に対する振動感覚の評価に向けて(その22) -

正会員 国松 直*1
正会員 石川 孝重*2
正会員 久木 章江*3

環境振動 実振動 知覚
水平振動 振動数成分 被験者実験

§ 1 はじめに

これまで正弦振動を主な対象として検討されてきた環境振動に対する評価に対して、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。

そこで本研究では、戸建住宅内で実測した車輦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¹⁾。一方、振動数成分が複雑に組み合わさった波形の場合はやや異なる傾向が見受けられ、卓越振動数以外の振動数成分が知覚に及ぼす影響の検討が、今後の課題となっていた。

そこで本報告では、複数の振動数成分が同程度に卓越する元波形を増やして実験を行い、複雑な振動数成分が実振動の知覚特性に与える影響について検証する。

§ 2 昨年度までの実験結果をふまえた検討

これまでに行った戸建住宅における実測振動を用いた実験²⁾では、各住宅の固有振動数である 5.0~10Hz 程度が顕著に卓越しており、より広い振動数範囲を対象とした検証が課題となった。そこで一昨年度³⁾は、同じ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もつ入力振動を作成した。その結果、波形パターンの種類によらず、もっとも卓越する振動数によって知覚確率を評価できることを明らかにした。

さらに昨年度¹⁾は、実振動の波形パターンを増やして実験を行い、正弦振動に対する知覚確率との比較を通して、実振動に対する知覚確率をより汎用的に評価することを試みた。その結果、複雑な振動数特性をもつ実振動の場合、正弦振動や1種類の顕著な卓越振動数をもつ実振動とは、知覚確率が異なる傾向を示すことがわかった。

そこで本研究では、複数の振動数成分が卓越するなどの特徴を示す波形パターンを用いた実験を行い、より複雑な振動数特性が実振動の知覚に及ぼす影響を検討する。

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。これまでの検討結果より、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、波形パターンを保った入力波形を作成できることを確認している。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した。

§ 3 実振動と正弦振動に対する被験者実験の概要

振動台を用いた被験者実験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18~22歳の女性とし、1日8人で5日間、1名の被験者交代を含めて合計41人で実験を行った。

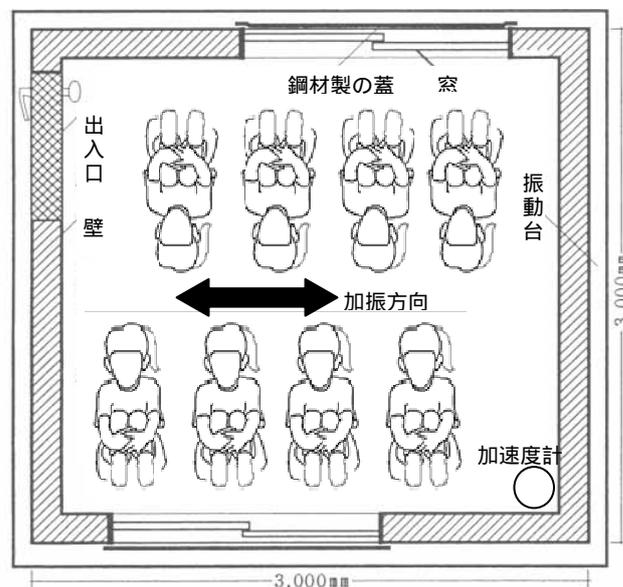


図1 実験における居室内の状況

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。

実験では、戸建住宅での実測振動から、図2に示すパターン～の6種類を元波形とした。パターンは鉄道通過時、は道路交通通過時、～は建設工事時の実測振動である。

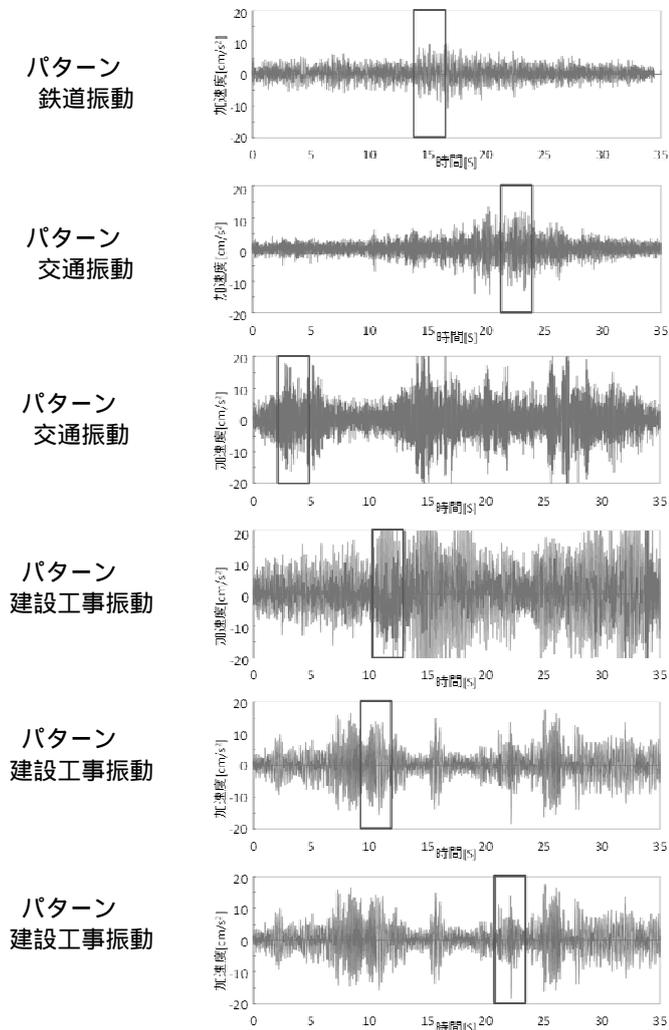


図2 実振動を用いた実験における入力振動の元波形

実験では元波形のデータ離散間隔を増減し、卓越振動数を表1に示す6段階に変化させた。そのため、同じ波形パターンでも卓越振動数によって継続時間が変化する。

さらに先行研究⁴⁾等の実験範囲から、表1に示す加速

表1 実験で入力した振動の条件

		加速度最大値(cm/sec ²)				
		1.6	4	10	25	63
卓越振動数	0.4Hz					
	1.0Hz					
	2.5Hz					
	4.0Hz					
	10Hz					
	25Hz					

は、入力後アンケートを行わない条件。は、入力後、アンケートを行う条件。
0.4Hzはパターンと正弦波のみ63cm/sec²を実施。

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。

これらの実振動36種類(波形パターン6種類・卓越振動数6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6種類(継続時間15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。

各回の実験では最初に、アンケートの基準とする振動(0.63Hz・25cm/sec²の正弦振動)を15秒間入力する。被験者はこの振動に関して基準と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

振動数特性が複雑な実振動に対する知覚特性を明らかにするために行った被験者実験の概要をまとめた。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 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) - , 日本建築学会大会学術講演梗概集(環境工学), pp.397~406, 2011年8月.
- 2)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), pp.357~364, 2009年8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), 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.

*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 文化学園大学建築・インテリア学科 准教授・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 Assoc. Prof., Dept. of Architecture and Interior, Bunka Gakuen Univ., Ph. D