

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) —

正会員 ○ 国松 直*1
正会員 石川 孝重*2
正会員 松本 泰尚*3
正会員 野田千津子*4
正会員 神野 美佳*5
正会員 笠松 徹*6

環境振動 複合振動 振動感覚
先行研究 ランダム振動 性能評価

§ 1 はじめに

これまで、環境振動に対する知覚や心理量については被験者実験などを通して明らかにされてきた。しかし、先行研究の多くは、実際に生じる振動数や振幅がランダムに変化する振動ではなく、正弦振動を対象としている。

一方、ランダム振動や複合振動に関する先行研究としては塩谷ら¹⁾、Dupuis ら²⁾の研究などがあるが、いずれも対象振動が例示的な条件にとどまっておき、汎用的な知見としてはまとまっていないのが現状である。

そこで本研究では、実環境に発生するランダム振動に対する知覚・心理量を知るための基礎的な検討として、2種類の正弦振動を組み合わせた複合振動に着目し、被験者実験を行った。実験結果を先行研究³⁾などによる正弦振動の結果と比較し、2波を複合することによる波形の変化が振動感覚に及ぼす影響を探ることが目的である。

§ 2 実験の概要

実験では、実測事例や先行研究³⁾との対応を鑑み、左右水平方向の振動を対象とした。正弦振動を複合することによる波形の変化と対応させて、知覚や心理量への影響を把握するため、正弦振動を組み合わせた模擬振動による検討⁴⁾もふまえ、2種類の正弦振動を組み合わせた複合振動を入力することとした。先行研究³⁾で示されている正弦振動に対する知覚閾の振動数特性や交通振動の実測事例をふまえ、6.3Hzを基準振動として固定し、0.4, 1.6, 25Hzを付加振動とした。振動数ごとに0.63cm/sec²から63cm/sec²の範囲を常用対数で等間隔に分割した6種類の加速度最大値を目標値とし、基準振動と付加振動を1種類ずつ組み合わせて複合振動を作成する。実験では、このような68種類の複合振動と、基準振動・付加振動を含む22種類の正弦振動を入力した。表1に実験を行った複合振動と正弦振動の条件を一覧する。振動はパソコンを用いて常に同じ入力値で制御し、振動の再現性を確保するとともに、サーボ型加速度計で収録したデジタルデータをもとに、実験後に目標値の実現性を検証した。

実験では動電型の加振装置を用いた振動台を使用した。振動台の上に3m×3m、高さ3mの鋼材製の居室を設置した。居室自体の剛性はきわめて高く、振動台と一体となって振動する。居室の窓には鋼材製の蓋をし、居室内から外部を見通せないようにした。居室の内装は一般の住宅等に用いられる材料を使用している。鋼板製の壁の

表 1 振動入力条件のマトリックス

複合振動		基準振動・6.3Hz						(cm/sec ²)
		加速度	0.63	1.6	4	10	25	
0.4 Hz	0.63	○	○	○				
	1.6	○	○	○	○			
	4		○	○	○	○		
	10			○	○	○	○	
	25				○	○	○	
	63					○	○	
1.6 Hz	0.63	○	○	○				
	1.6	○	○	○	○			
	4		○	○	○	○	○	
	10			○	○	○	○	
	25				○	○	○	
	63					○	○	
25 Hz	0.63	○	○	○				
	1.6	○	○	○				
	4		○	○	○	○		
	10			○	○	○	○	
	25				○	○	○	
	63					○	○	

正弦振動		加速度 (cm/sec ²)						
		0.4Hz	1.6	4	10	25	63	160
振動数	0.4Hz		○	○	○	○	○	○
	1.6Hz			○	○	○	○	○
	6.3Hz				○	○	○	○
	25Hz					○	○	○

間には10cm程度のグラスウールを吸音材として充填し、外部からの音にも配慮した。この壁は外部の騒音を15dB程度低減できる。さらに実験中は一定の音量で音楽を流した。この実験では体感による知覚、心理量を把握するため、このようなかたちで、体感以外に振動を想起させる要因をできるかぎり排除した状態で実験を行った。

また、実験後に被験者に対して行ったヒアリングから、25Hzを付加した複合振動の場合、壁体などの共振により音が発生していたことがわかった。共振音が発生するのは、知覚閾より十分大きい加速度範囲であったため、心理量には若干影響している可能性があるが、知覚にはほとんど影響しないものと考えられる。

性別や年齢によるばらつきを少なくし、先行研究³⁾と比較するため、被験者は18~24歳の女性とし、1セットの実験につき9人、合計36人の被験者に対して実験を行った。図1に示すように、実験中、被験者は居室内で足を伸ばして床に直接座る。このような被験者に対して左右水平方向の振動を入力した。

1回の実験では、基準振動の加速度最大値、付加振動の振動数を固定し、付加振動の加速度を段階的に増加させる方法で連続的に振動を入力した。その間、振動が目

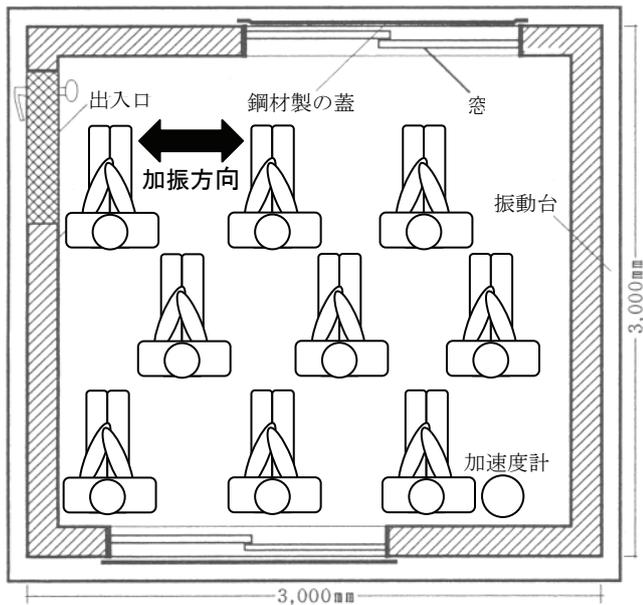


図1 実験中の居室内の状況

標値の加速度に達した時点から 40 秒程度、振動を定常にし、被験者は実験者の合図に従ってアンケートに回答する。1 回の実験では目標値の回数分、アンケートを繰り返した。1 セットの実験ではこのような実験を 21 回行った。また、入力する振動数の組み合わせや基準振動の加速度最大値の順序はランダムに設定し、前後の振動が評価に影響を与えないように実験間隔にも配慮した。

表 2 に実験で使用したアンケートを示す。アンケートでは不快、大きさ、不安、知覚を含めた感じ方について 5 段階の評価を問う。被験者は実験で各振動を感じながらあてはまると思った表現を 1 つずつ選択する。

表 2 実験で用いたアンケート

Q1	まったく不快でない	あまり不快でない	不快である	かなり不快である	非常に不快である
Q2	とて小さい	小さい	どちらでもない	大きい	とて大きい
Q3	まったく不安を感じない	あまり不安を感じない	不安を感じる	かなり不安を感じる	非常に強く不安を感じる
Q4	まったく感じない	あまり感じない	感じる	強く感じる	耐えられない

本研究で取り上げた知覚や心理量には個人差を含めたばらつきが存在し、一様に収束するものではない。このばらつきをふまえた特性を把握するため、各カテゴリーの回答確率に着目し、複合振動に対する知覚や心理量と物理量との関係を考察する。

§ 3 先行研究における正弦振動の知覚との比較

先行研究³⁾と比較することで正弦振動に関する知覚の状況を検証し、本実験結果の位置づけを確認する。

図 2 に本実験における正弦振動に対する「まったく感じない」の回答確率と、先行研究³⁾の正弦振動に対する回答確率を比較して示す。ここでは、振動の知覚を評価する指標として、「まったく感じない」の回答確率をとりあげる。縦軸の回答確率は「まったく感じない」と回答

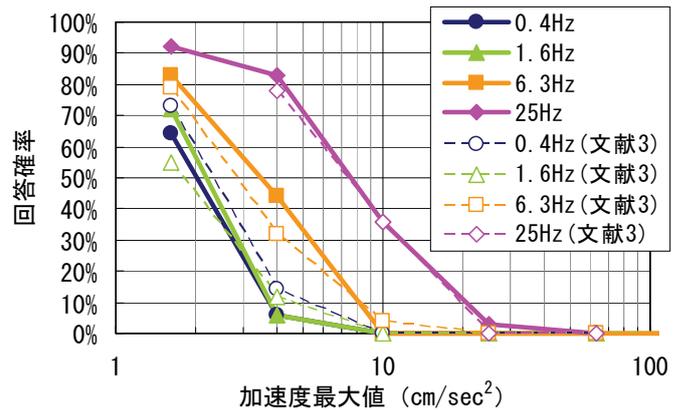


図 2 先行研究における正弦振動に対する「まったく感じない」の回答確率との比較

した人数の全回答者数に対する割合、横軸は対象となる振動の加速度最大値の目標値で示している。実線が本実験における結果、破線が先行研究における結果を示す。

正弦振動に対する「まったく感じない」の回答確率は、加速度が大きくなるほど小さくなるが、振動数によって知覚しやすい程度が異なる。0.4Hz と 1.6Hz はほぼ同程度で基準振動である 6.3Hz より感じやすく、25Hz は 6.3Hz より感じにくい振動数特性をもつ。

本実験と先行研究における結果は、ほぼ同程度の回答確率であり、振動の目標値や波形の再現性が確保されていることを確認できるとともに、実験の実施時期の違い、被験者の違い、振動の入力順序などの実験条件の違いをふまえても、正弦振動に対する知覚の特性として、確度の高い結果であると判断できる。

§ 4 おわりに

2 種類の正弦振動を組み合わせた複合振動に対する本実験の比較対象として実施した正弦振動に対する知覚の結果は、先行研究とほぼ整合していることがわかった。そのため、次報以降で述べる複合振動と正弦振動との比較においては、本実験によって得られた同一被験者の結果を用いて考察を進める。

【引用文献】

- 1) 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.
- 2) ハイブリッド・デュピ, ゲオルク・ツェレット: 全身振動の生体反応, 名古屋大学出版会, 1989 年.
- 3) 石川孝重, 野田千津子: 広振動数範囲を対象とした水平振動感覚の評価に関する検討, 日本建築学会計画系論文集, 第 506 号, pp.9~16, 1998 年 4 月.
- 4) 野田千津子, 石川孝重: 水平振動の知覚に関するメカニズムの分析—正弦振動の組合せによる実験を通して—, 日本建築学会関東支部研究報告集 (構造), pp.269~272, 2000 年度.

*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 埼玉大学大学院 准教授・Ph. D.
 *4 日本女子大学 修士 (家政学)
 *5 東京大学大学院 大学院生
 *6 埼玉大学大学院 大学院生

*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 Civil and Env. Eng., Saitama Univ., Ph. D.
 *4 Japan Women's Univ., M.H.E.
 *5 Graduate Student, The Univ. of Tokyo
 *6 Graduate Student, Saitama Univ.