

振動数組み合わせの実験結果に基づく実験条件の違いによる影響 —ランダム振動に対する振動感覚の評価に向けて(その 15)—

正会員 ○ 水野 博美*1
正会員 石川 孝重*2
正会員 国松 直*3
正会員 野田千津子*4

環境振動 複合正弦振動 知覚
水平振動 実験条件 卓越振動数

§ 1 はじめに

前々報(その 13)で述べた座位姿勢における実振動の知覚確率は、先行研究¹⁾と比較して全体的に厳しい評価になっている。実験後の被験者に対するヒアリングでも、振動を感じるか感じないか、あいまいな状態でボタンを押した場合が多いとの指摘もあり、実験方法が被験者の知覚評価に対して影響を与えている可能性がある。

そこで本報では、過去に実施した実験との比較に基づいて、このような実験条件が知覚におよぼす影響を検討する。実振動の実験と同時に、同じ被験者に、2, 3種の振動数を組み合わせた波形を用いた実験も行っており、この組み合わせ実験の結果から、実験条件の影響に対する補正を試みることにした。

§ 2 異なる振動数の組み合わせが知覚におよぼす影響

振動数の複合による知覚への影響を正弦振動との対比から検討する目的で、異なる振動数の正弦振動を組み合わせた実験を行った。6種類の振動数(0.4, 1.0, 2.5,

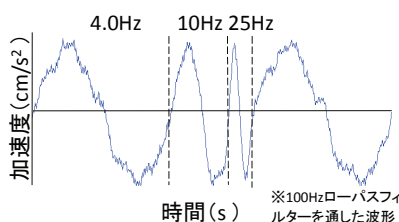


図1 入力振動の例(3種)

4.0, 10, 25Hz)のうち、2種と3種の全組み合わせ計 35 種類を入力振動とした。図1に示す3種の振動数組み合わせの例のように、組み合わせる振動数の正弦振動1周期分を、振動数が低い方から繰り返す波形を人工的に作り、入力振動とした。

被験者は臥位姿勢による実振動の実験と同じであり、振動台に設置した居室内で脚を曲げて床に直接座る。このような被験者に対して左右・水平方向に、時間経過とともに加速度が徐々に大きくなる振動として入力する。被験者には、実験開始の合図後は、振動を感じている間、手に握ったボタンを押し続けるように事前に指示した。

被験者のボタンによる知覚応答は、加速度最大値が 0.63, 1.6, 4.0, 10 cm/sec^2 となった直後にボタンを5秒間押し続けた時、その振動を知覚したものと評価した。

2, 3種の振動数が複合する場合の振動数の代表値として、FFT 分析による卓越振動数を用いて評価してみる。2種と3種の振動数の組み合わせに関する知覚確率の評価曲線を図2に示す。また、単一の振動数の繰り返しである正弦振動を1種の振動数とみなすこととし、先行研

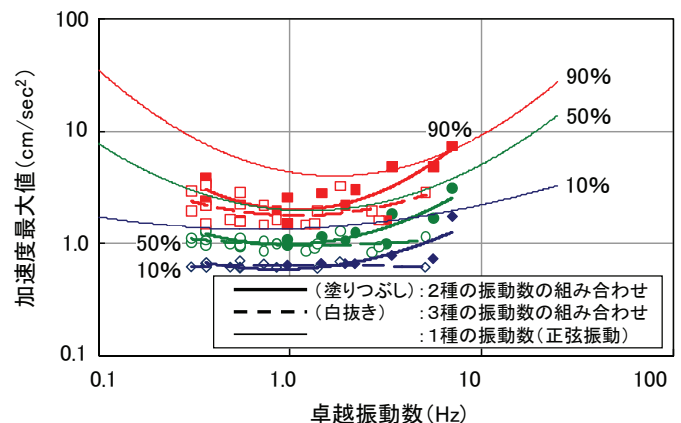


図2 2, 3種の振動数組み合わせと正弦振動³⁾との知覚の比較
研究³⁾における正弦振動の知覚確率をあわせて示す。卓越振動数を説明変数、加速度を目的変数(いずれも常用対数値)とした2次曲線で回帰している。

3種の組み合わせは2種よりも知覚確率の評価曲線の曲率が緩やかで、組み合わせる振動数による違いが小さい。また、3種の組み合わせの方が知覚確率の分布範囲が狭く、被験者間のばらつきが小さいなどの特徴があるが、2種と3種の差は最大で10%程度である。

一方、2種あるいは3種の組み合わせのなかで卓越振動数が異なる場合、知覚確率で最大40%程度の差が生ずる。卓越振動数がほぼ等しい場合、異なる振動数の組み合わせによる知覚確率の差は小さく、組み合わせる振動数の種類や数より、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。

また、先行研究³⁾による1種(正弦振動)と2, 3種の振動数組み合わせの知覚確率を比較すると、評価曲線の形状は類似している。一方、加速度の大きさは、1種(正弦振動)と比較して、本実験による2種, 3種の振動数の組み合わせの方が全体的に小さく、実験条件の違いが影響しているものと推察される。

§ 3 実験条件が知覚におよぼす影響に関する検討

本実験と先行研究³⁾との差が生じる要因を検討するため、先行研究^{1,3-5)}の実験条件と知覚確率を比較したものが表1である。実験①~⑧はいずれも正弦振動を対象としているが、知覚確率50%の評価で比較すると、最大で知覚確率40%に相当する加速度の差がある。実験条件と知覚閾の関係を検討した先行研究²⁾では、知覚に影響をおよぼす要因として、加速度の入力範囲や知覚閾の評価方法な

どの影響が大きいことが指摘されているが、表1にみるように、入力振動の加速度範囲が小さい実験⑥⑦⑧では、知覚確率に40%前後の差が生じている。

表1最下段に示した本実験の条件をふまえると、本実験の結果が全体的に厳しい要因として、知覚閾を対象として、より小さく、狭い加速度範囲に限定して振動を入力したこと、それによって、被験者が振動をより強く意識して反応したことなどが主に考えられる。

§4 本実験の実施条件の分析と

その影響に関する補正量の検討

上記の考察をふまえ、本実験による2・3種の振動数の組み合わせが先行研究³⁾による1種(正弦振動)の結果に相当するよう補正量の検討を行った。その際、2・3種の振動数の組み合わせ方による違いは小さいとみなし、平均して評価した。図3に示すように、実験データの回帰式に基づいて、正弦振動の実験³⁾における入力振動数で知覚確率50%に相当する加速度の対数値を求め、1種と

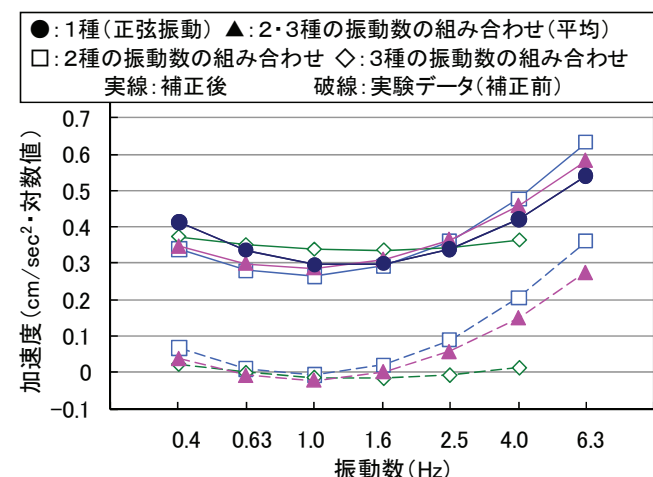


図3 知覚確率50%の加速度に基づいた補正量の検討

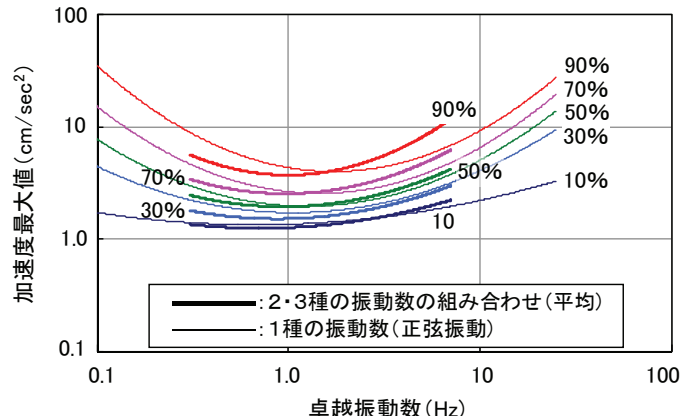


図4 振動数組み合わせ(補正後)と正弦振動³⁾の知覚確率

表1 先行研究^{1,3~5)}における正弦振動の知覚に関する実験条件

実験番号	引用文献番号	被験者数(人)	1回人数(人)	振動の条件				知覚閾の評価方法	実験①との知覚確率の差(50%で比較)
				振動数(Hz)	加速度(cm/s ²)	暴露時間(秒)	入力方法		
実験①	3	35	1	0.1~40	0.63~400	—	上昇+定常	合図	—
実験②	3	32	1	0.1~40	1.6~400	30(アンケート時)	上昇+定常	合図後にアンケート	合図:約-10% アンケート:約-10%
実験③	3	35	1	0.1~40	1.6~400	30	上昇+定常	アンケート	-30~0%
実験④	1	40	8	0.1~40	1.6~400	50	上昇+定常	アンケート	約-10%
実験⑤	4	36	9	0.4, 1.6, 6.3, 25	0.63~160	40	上昇+定常	アンケート	-20~0%
実験⑥	1	40	8	5, 8, 13.5, 19	1.6~25	30	定常 ランダム順	アンケート	-40~-20%
実験⑦	5	32	8	1.6, 6.3, 25	1.6~25	10	定常 ランダム順	アンケート	-50~-40%
実験⑧	5	32	8	1.6, 6.3, 25	1.6~25	10	定常 ランダム順	ボタン	-40~-30%
本実験	—	40	8	0.4, 1, 2.5, 4, 10, 25	0.63~12	約60~120	上昇	ボタン	-50~-20%

※引用文献:本文の文献番号に対応。※入力方法:「定常+上昇」は定常と定常の間の加速度を徐々に増加して入力。
※入力方法:「定常ランダム順」は定常振動をランダムな順番に入力。※本実験は振動数組み合わせの結果で比較。

2・3種の振動数組み合わせとの差分を平均して補正量を求めた。その結果、加速度の対数値で0.31, 知覚確率で約40%に相当する加速度を、実験条件による影響として補正することとした。

この補正量に基づいて、先行研究³⁾と本実験の結果を比較したのが図4である。補正後の結果から、正弦振動と2・3種の組み合わせに対する知覚確率曲線は同程度の加速度範囲にあることがわかる。さらに、両者の形状や曲率も類似し、同じような知覚特性を示している。

§5 おわりに

本実験の結果より、2・3種の振動数を組み合わせた正弦振動に対して、卓越振動数を用いることで、正弦振動と同様に知覚を評価できることがわかった。

このような振動数の組み合わせに関する実験結果から、本実験の実験条件が結果におよぼす影響について検証し、加速度に対する補正量を求め、知覚特性を明らかにした。

本研究の一部は、環境省地球環境保全等試験研究費によって行っている。記して謝意を表する。

【引用文献】

- 1) 露木美奈, 石川孝重, 野田千津子, 松本泰尚, 国松直: 戸建住宅における交通による水平振動の波形性状に着目した知覚の評価—ランダム振動に対する振動感覚の評価へ向けて(その10)—日本建築学会大会学術講演梗概集(環境工学I), pp.361~pp.362, 2009年8月。
- 2) 石川孝重, 野田千津子他: 水平振動感覚のばらつきに影響をおよぼす要因とその評価—その1~その2—, 日本建築学会大会学術講演梗概集(環境工学I), pp.307~pp.310, 2002年8月。
- 3) 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~pp.14, 1999年10月。
- 4) 国松直, 石川孝重, 松本泰尚, 野田千津子, 神野美佳, 笠松徹: 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, 日本建築学会大会学術講演梗概集(環境工学I), pp.377~378, 2007年8月。
- 5) 笠松徹, 松本泰尚, 石川孝重, 野田千津子, 国松直: 振幅変動振動の知覚特性に関する検討—ランダム振動に対する振動感覚の評価に向けて(その6)—, 日本建築学会大会学術講演梗概集(環境工学I), pp.459~460, 2008年9月。

*1 日本女子大学大学院 大学院生
*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
*4 日本女子大学 学術研究員・修士(家政学)

*1 Graduate Student, Division of Housing, 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.
*4 Researcher, Japan Women's Univ., M.H.E.