

正弦波複合振動の知覚における周波数補正加速度実効値による評価
ーランダム振動に対する振動感覚の評価に向けて（その 3）ー

正会員
正会員
正会員
正会員

○笠松 徹*1
松本 泰尚*2
石川 孝重*3
国松 直*4

環境振動
周波数補正

複合振動
ランダム振動

知覚
性能評価

§ 1 はじめに

本報では、前報までに得られた実験データを用いて、正弦波複合振動の知覚特性に対応する評価量について検討する。ここでは特に、わが国の振動規制法や環境振動評価に関する国際規格に規定されている、周波数補正加速度実効値による評価と、知覚の関係について検討する。

§ 2 正弦振動の知覚における周波数補正の検討

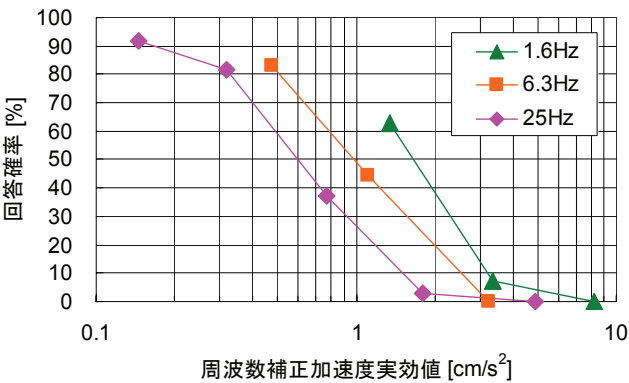
まず、本実験の正弦振動に対する結果に、周波数補正加速度実効値による評価を適用した。周波数補正には、JIS C 1510¹⁾の水平特性、ISO 2631-1²⁾の水平特性である W_d 補正、および ISO 2631-2³⁾の鉛直ー水平複合特性である W_m 補正を用いた。実験で用いた周波数に対するこれらの補正係数を表 1 に示す。ただし、0.4Hz はいずれの周波数補正においても適用範囲外である。

表 1 周波数補正係数

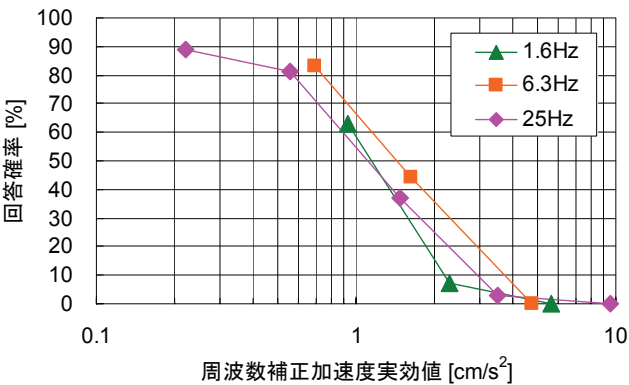
	JIS 水平	W_d	W_m
1.6 Hz	1.396	0.968	0.934
6.3 Hz	0.457	0.323	0.669
25 Hz	0.112	0.080	0.220

図 1 に JIS 水平特性および W_m 補正を適用した補正加速度実効値と、「まったく感じない」の回答確率との関係を示す。 W_d 補正は、JIS 水平特性と同一な周波数依存性を表す補正であるため、ここでは結果を省略している。図の横軸に示す補正加速度実効値は、振動台上で測定した加速度を用いて算出している。また、4 セットに分けて行った実験のうち、1 セットの実験については、入力振動の振幅が他の 3 セットと著しく異なる加振条件があったため、振幅が異なる 1 セット分の結果は除外している。

周波数補正を施すことにより、評価量と回答確率の関係が、周波数に関わらず等しくなることが期待される。しかし、JIS 水平特性を適用した場合、異なる周波数における評価量と回答確率の間に明確な差が認められ、この補正は本実験の結果に対して適切とは言えないことがわかる（図 1 (a)）。一方、図 1 (b)に示した W_m 補正については、前述のとおり鉛直ー水平複合特性であり、水平振動のみに対する人の応答の周波数特性を表すものではないが、JIS 水平特性や W_d 補正に比べると、本実験結果の評価により適していると言える。



(a) JIS 水平特性による補正



(b) W_m 補正による補正

図 1 JIS および ISO の周波数補正による補正加速度実効値と「まったく感じない」の回答確率の関係（正弦振動）

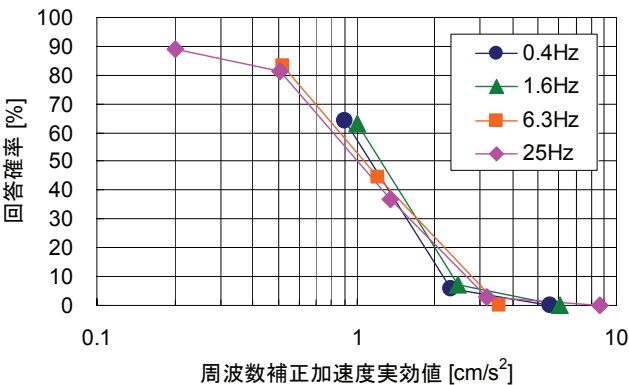


図 2 実験値に基づく周波数補正による補正加速度実効値と「まったく感じない」の回答確率の関係（正弦振動）

つぎに、正弦波複合振動の知覚の評価における周波数補正加速度実効値の適用性を検討するため、本実験の結果に基づく周波数補正係数を各周波数において決定した。被験者が最も敏感であった 1.6Hz を基準（補正係数 1.0）とし、実験結果の知覚特性を周波数によらず同等に評価できるように、0.4, 6.3, 25Hz の補正係数をそれぞれ 0.8, 0.5, 0.2 とした。これらの補正係数を用いた評価量と「まったく感じない」の回答確率との関係を図 2 に示す。

§ 3 補正加速度実効値による複合振動知覚の評価

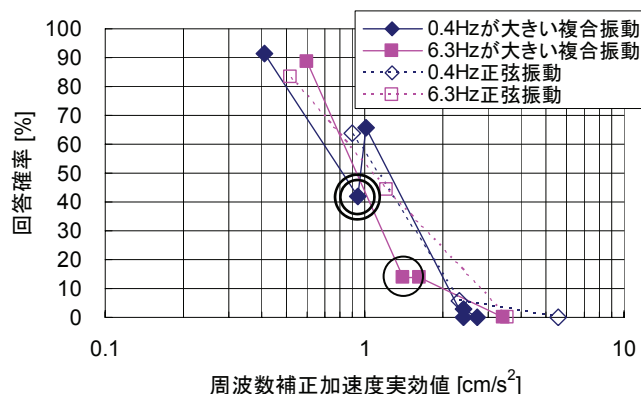
正弦波複合振動の知覚特性を、周波数補正加速度実効値で適切に評価できれば、補正加速度実効値と「まったく感じない」との回答確率の関係は、加振条件に関係なく同様の傾向を示すこととなる。図 3 に、前節で決定した周波数補正係数を適用して算出した補正加速度実効値を用いた結果を示す。図 3 では、図を見やすくするため、複合振動に含まれる周波数ごとに結果を示している。これらの結果は、組み合わせた 2 種類の周波数成分のうち、どちらの成分の補正加速度実効値が大きいかによって区別して示している。また、比較のため、対応する正弦振動の結果も合わせて示している。

図より、いずれの周波数についても、ほとんどの複合振動において、補正加速度実効値と「まったく感じない」の回答確率の関係が、正弦振動における関係と同様の傾向を示していることが分かる。これは、2 種類の周波数成分のいずれの補正加速度実効値が大きいかによらず認められる傾向であった。また、図 3 (a) ~ (c) を比較すると、補正加速度実効値と回答確率の関係が、周波数によらず同様の傾向を示していることも分かる。

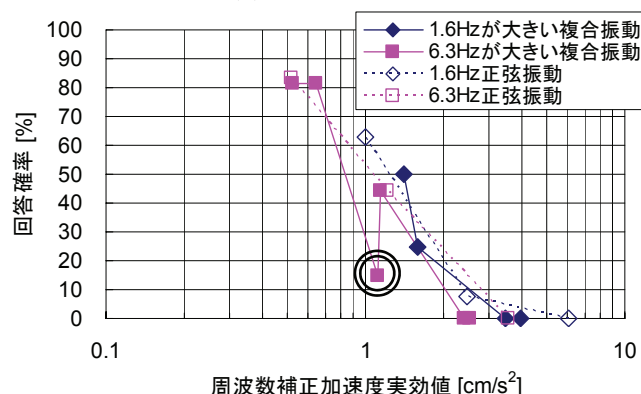
しかし、いくつかの複合振動については他と異なる傾向を示している（○あるいは◎で囲まれたデータ）。これらの加振条件の中には、同程度の補正加速度実効値を持つ加振条件に対し、回答確率が 20% 程度異なり、その差が統計的に有意であるもの（◎で囲まれたデータ）もあった。このことの原因は、本実験の結果あるいは既往の知見からは推定できなかった。

§ 4 おわりに

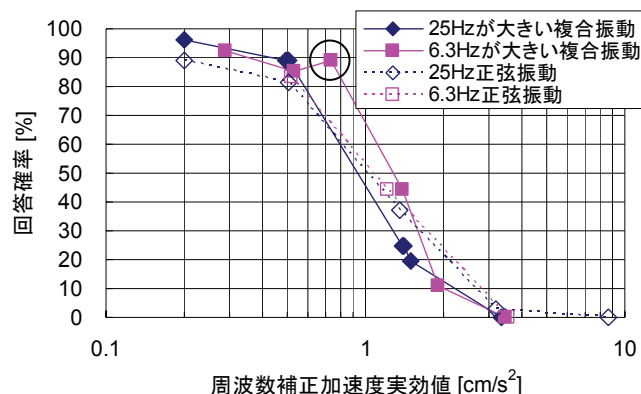
JIS C 1510 や ISO 2631 で規定されている周波数補正係数は、本実験の結果を適切に評価できるものではなかったが、補正係数を適切に設定することにより、正弦波複合振動の知覚特性を、周波数補正加速度実効値を用いて統一的に評価できる可能性を示すことができた。しかし、このことに反するデータも認められたため、本実験とは異なる条件を用いた実験などにより、この評価量の妥当性をさらに検討する必要がある。また、周波数補正加速度実効値を用いて知覚特性が評価できる理由について、前報で述べたような知覚メカニズムの観点から検討することも必要である。



(a) 0.4Hz と 6.3Hz



(b) 1.6Hz と 6.3Hz



(c) 25Hz と 6.3Hz

図 3 実験値に基づく周波数補正による補正加速度実効値と「まったく感じない」の回答確率の関係（複合振動および正弦振動）

【引用文献】

- 1) 日本規格協会：振動レベル計，JIS C 1510, 1995.
- 2) ISO 2631-1: Mechanical vibration and shock – Evaluation of human exposure to whole-body vibration – Part 1: General requirements, ISO 2631-1, 1997.
- 3) ISO 2631-2: Mechanical vibration and shock – Evaluation of human exposure to whole-body vibration – Part 2: Vibration in buildings (1 Hz to 80 Hz), 2003.

*1 埼玉大学大学院 大学院生
 *2 埼玉大学大学院 准教授・Ph. D.
 *3 日本女子大学住居学科 教授・工学博士
 *4 産業技術総合研究所 工学博士

*1 Graduate Student, Saitama Univ.
 *2 Assoc. Prof., Dept. of Civil and Env. Eng., Saitama Univ., Ph. D.
 *3 Prof., Dept. of Housing and Architecture, Japan Women's Univ., Dr. Eng.
 *4 National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, Dr. Eng.