

正弦波複合振動の知覚における特性と影響要因 ーランダム振動に対する振動感覚の評価へ向けて (その2) ー

環境振動 複合振動 知覚
物理量 ランダム振動 性能評価

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

§ 1 はじめに

本報では前報に続き、正弦振動との比較、複合振動の波形や物理量との対応などに着目し、正弦波複合振動の知覚特性と影響を及ぼす要因について考察する。

§ 2 知覚に関する結果および考察

図1に0.4Hzと6.3Hzの複合振動に対する「まったく感じない」の回答確率を正弦振動と比較して示す。横軸は正弦振動、複合振動ともに、加速度最大値の目標値で表し、実線で複合振動、破線で正弦振動の結果を示す。本実験では、加速度最大値が等しい複合振動でも、正弦振動の組み合わせ方によって、6.3Hzの基準振動と他の振動数の付加振動の加速度が大きい方が異なる2種類の組み合わせができる。図1に示す複合振動の結果については、組み合わせた2種類の正弦振動のうち、どちらの振動数の加速度最大値が大きいかにによって曲線を区別している。

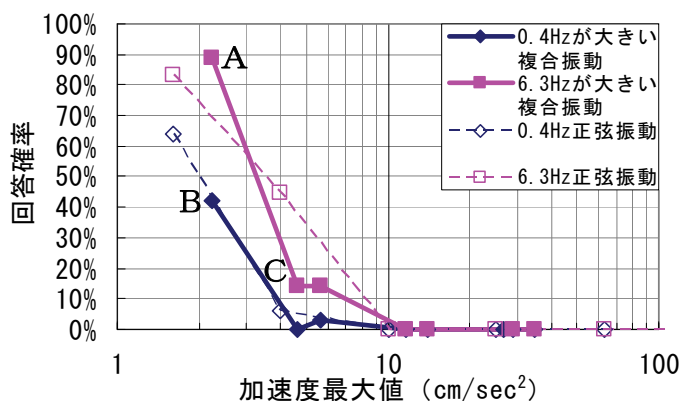


図1 0.4Hzと6.3Hzの複合振動に対する「まったく感じない」の回答確率

図に示すように、複合振動の回答確率は、加速度が大きい方の正弦振動の回答確率とほぼ類似した傾向を示しており、回答確率は概ね、複合振動を構成する2波のうち加速度最大値が大きい正弦振動に近いことがわかる。

図2は1.6Hzと6.3Hzの複合振動に対する「まったく感じない」の回答確率を示す。1.6Hzを付加した複合振動も、0.4Hzとの複合振動と同様に、加速度最大値が大きい方の正弦振動の回答確率に近い傾向を示す。

特に1.6Hzは、左右方向の正弦振動を敏感に感じる振動数範囲にあり、知覚に対する影響力も大きい¹⁾ことがわかっている。このような振動数成分の加速度が大きい複合振動の場合、その知覚確率が1.6Hzの正弦振動とほぼ等

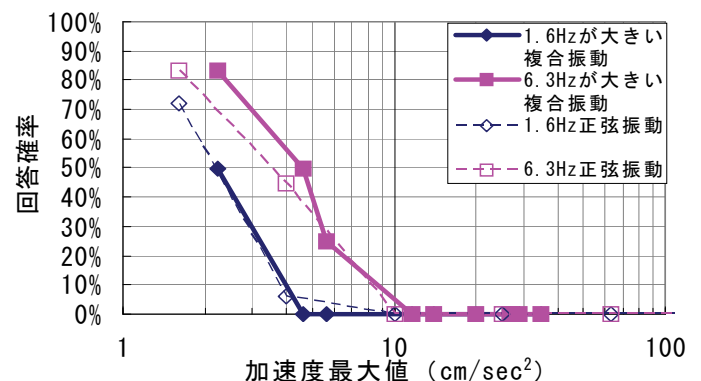


図2 1.6Hzと6.3Hzの複合振動に対する「まったく感じない」の回答確率

しいことが特徴的である。

一方、図3に示す25Hzと6.3Hzの複合振動の場合には、0.4Hzや1.6Hzとの複合振動と異なり、加速度最大値の小さい範囲において正弦振動よりも回答確率が高く、感じにくいことが特徴的である。先行研究¹⁾においても、10Hzを超える高振動数の正弦振動に対する水平振動感覚は、周辺要因などの影響をうけ、ばらつきが大きくなるなど、特徴的な傾向を示すことがわかっている。特に感じにくい高振動数の成分が付加されることで、複合振動をより感じにくくする影響があるものと推察できる。

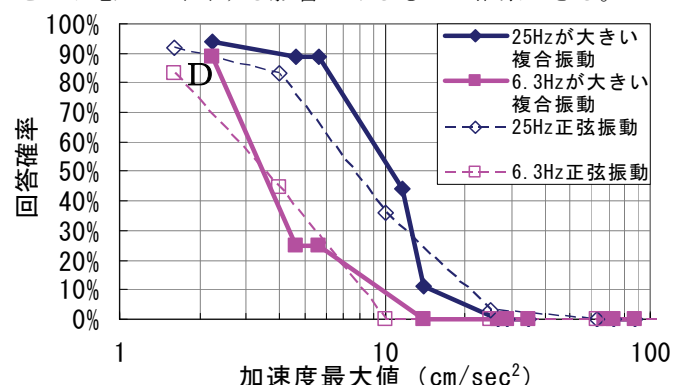


図3 25Hzと6.3Hzの複合振動に対する「まったく感じない」の回答確率

このような振動数成分が異なる複合振動に対する結果から、複合振動の知覚しやすさは、組み合わせた振動のうち知覚における影響力の強い方が決め手となるものと推察できる。その影響力の強さは、各振動数成分の加速度の大きさと正弦振動の知覚における振動数特性によって異なることが推察される。

§ 3 複合振動の知覚における特性

図1～図3にみるように、正弦振動と比較すると、複合振動の方が感じやすい場合、感じにくい場合、同程度に感じる場合など違いがある。このような複合振動の感じ方を、波形との対応から考察すると、以下の4パターンに分けることができる。

図4に6.3Hz, 1.6cm/sec^2 と 0.4Hz , 0.63cm/sec^2 の複合振動の波形を示す。これは図1に示すAの振動であり回答確率は89%である。同じ加速度最大値の6.3Hzの正弦振動に比べて、「まったく感じない」の回答確率が約20%高く、より感じにくい。この場合、図4に○と●で示す6.3Hzのピークを決め手として感じる。一方、 0.4Hz の振動を複合することによって、ピークにうねりが生じるため6.3Hzの正弦振動と比べて複合振動の加速度最大値(2.23cm/sec^2)を感じる頻度が●のみに減少する。そのため、同じ加速度最大値の6.3Hzの正弦振動と比較して感じにくいものと考えられる。このような影響は加速度最大値が小さく、組み合わせた2波のうち振動数の高い方が支配的に働く場合に多くみられる。

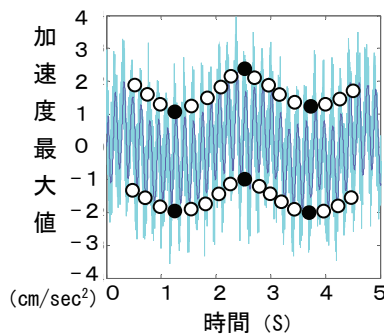


図4 6.3Hz, 1.6cm/sec^2 と 0.4Hz , 0.63cm/sec^2 複合振動の波形

また図5に6.3Hz, 0.63cm/sec^2 と 0.4Hz , 1.6cm/sec^2 の複合振動の波形を示す。図1のBにあたる。この場合は低い振動数の加速度の方が大きいので、 0.4Hz の周期で繰り返す●で示したピークが支配的に働き、6.3Hzによる影響はほとんどない。このような感じ方は、2波のうち振動数の低い正弦振動が支配的な範囲でみられる。

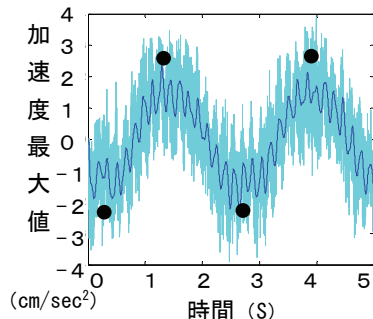


図5 6.3Hz, 0.63cm/sec^2 と 0.4Hz , 1.6cm/sec^2 複合振動の波形

一方図6は、図1にCで示した6.3Hz, 4.0cm/sec^2 と 0.4Hz , 0.63cm/sec^2 の複合振動の波形である。加

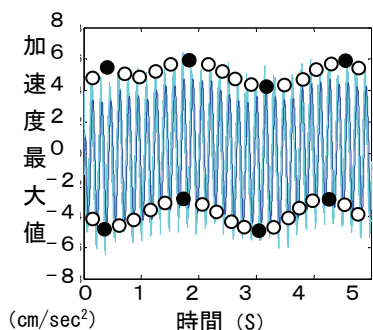


図6 6.3Hz, 4.0cm/sec^2 と 0.4Hz , 0.63cm/sec^2 複合振動の波形

速度最大値の大きい複合振動の一部は、このように正弦振動より知覚しやすい。この場合、複合された正弦振動が両方とも十分知覚できる程度に大きく、●と○で示す2波両方の振動数を感じる事ができる。そのため双方の影響が複合し、正弦振動の場合よりも感じやすくなると考えられる。このような影響は複合振動の加速度がある程度大きく、高い方の振動数成分が支配的となる範囲でみられる。

また図7に示す6.3Hz, 1.6cm/sec^2 と 25Hz , 0.63cm/sec^2 の複合振動は、図3のDであり、 25Hz の正弦振動と同程度に感じにくい。図7に示す波形のように、一方が特に高い振動数の場合、●で示す最大値のピークと隣接するピークの加速度の差が極めて小さい。そのため、感じやすい低い振動数による最大値のピークを明確に分化しにくくなる。その結果、感じにくい高振動数成分の影響が顕著に表れるものと考えられる。

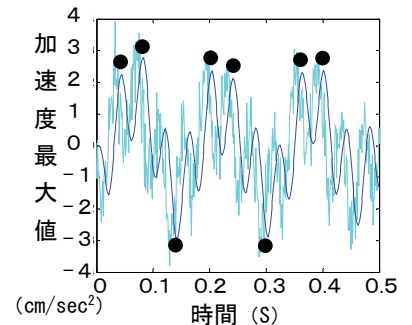


図7 6.3Hz, 1.6cm/sec^2 と 25Hz , 0.63cm/sec^2 複合振動の波形

このように、複合振動の知覚には振動数や加速度の範囲によって波形の違いに起因するいくつかの要因が影響を及ぼす。表1にまとめるように、組み合わせた2種類の振動数成分の影響力のバランスが感じ方に影響を及ぼすが、より強い影響力をもつ振動数成分によって、その影響の仕方は異なることがわかった。

表1 複合振動の特徴と感じ方の分類

	低振動数成分が支配的	高振動数成分が支配的
一方の正弦振動が強く影響する場合	複合振動の加速度最大値を感じることで、知覚しやすくなる	加速度最大値を感じる頻度が減少することで、知覚しにくくなる
2波が相乗的に影響する場合		2波の振動数を感じることで、知覚しやすくなる
高振動数成分の影響が強い場合	高振動数の影響により、知覚しにくくなる	

小
↑
加速度
↓
大

§ 4 おわりに

複合振動の知覚に対しては、複合された正弦振動のうち、影響力が強い方の振動数成分が支配的に働くことがわかった。さらに複合振動の波形に起因する要因をふまえ、複合振動の感じ方を説明することができる。

【引用文献】

- 1) 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.

*1 東京大学大学院 大学院生

*2 日本女子大学住居学科 教授・工学博士

*3 日本女子大学 修士(家政学)

*4 埼玉大学大学院 准教授・Ph. D.

*5 産業技術総合研究所 工学博士

*1 Graduate Student, The Univ. of Tokyo

*2 Prof., Dept. of Housing and Architecture, Japan Women's Univ., Dr. Eng.

*3 Japan Women's Univ., M.H.E.

*4 Assoc. Prof., Dept. of Civil and Env. Eng., Saitama Univ., Ph. D.

*5 National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, Dr. Eng.