

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に向けて(その 10)—

正会員 ○ 露木 美奈*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

環境振動 実振動 知覚
交通振動 卓越振動数 被験者実験

§ 1 はじめに

前報に続き、戸建住宅で実測された交通振動に対する知覚特性に着目する。従来、交通振動は公害振動として扱われ、前報で用いた振動レベルで評価されることが多かった。振動レベルは、感覚特性に基づいた補正曲線を用いて振動数成分を総合的に評価するため、建築の固有振動数に対応して評価するには扱いにくい場合もある。

そこで本報では、水平方向の実振動の時系列波形から得られる振動数成分や加速度に着目して評価し、実振動の知覚特性を見出す。その上で、正弦振動に対する知覚との比較や波形の違いが知覚に及ぼす影響を調べる。

§ 2 時系列波形の性状に着目した知覚の評価

実施したアンケートの中から、各振動に対する「まったく感じない」以外の回答確率を知覚確率として評価し、卓越振動数、加速度最大値、波形の特徴による違いに着目して検討する。実験方法等は(その 8)に準ずる。

実験時の入力振動の測定データから、居室の共振によって鉛直方向に比較的大きい加速度の発生が認められた実振動パターン 6、正弦振動 19Hz について、これまでの実験データ^{1, 2)}を用いて検証した結果、鉛直方向の振動が知覚に影響を与えている可能性があることがわかったため、ここでは解析対象から除くこととした。

2.1 卓越振動数が知覚に及ぼす影響

図 1 に 5 種類の実振動に対する知覚確率を示す。実振動の種類によって波形は多様であるが、 1.6cm/s^2 、 25cm/s^2 では知覚確率の差がほとんどない。加速度がある程度まで小さい、あるいは大きい範囲の場合、卓越振動数や波形による知覚への影響は小さいことがわかる。一方、4～

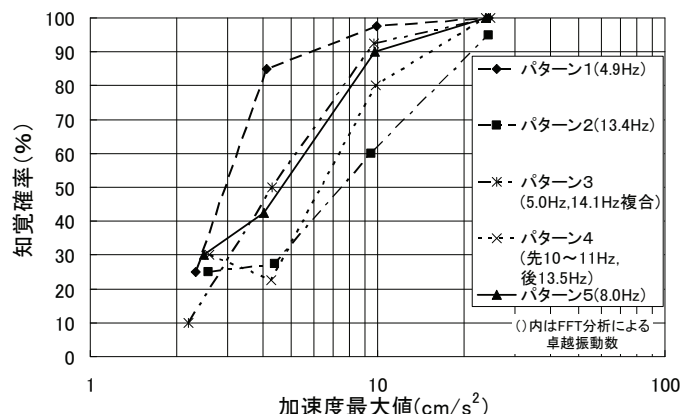


図 1 実振動に対する知覚確率

10cm/s^2 を中心とした加速度範囲では、実振動の種類によって知覚確率に差がみられる。単一の振動数が卓越する場合に着目すると、例えば 10cm/s^2 ではパターン 2、パターン 5、パターン 1 の順に知覚確率が高い。すなわち、卓越振動数が低いほど感じやすい傾向を示し、正弦振動の知覚における振動数特性と共通している。

このような特性は、図 2 に示す実振動と正弦振動に対する知覚との比較にもみることができる。

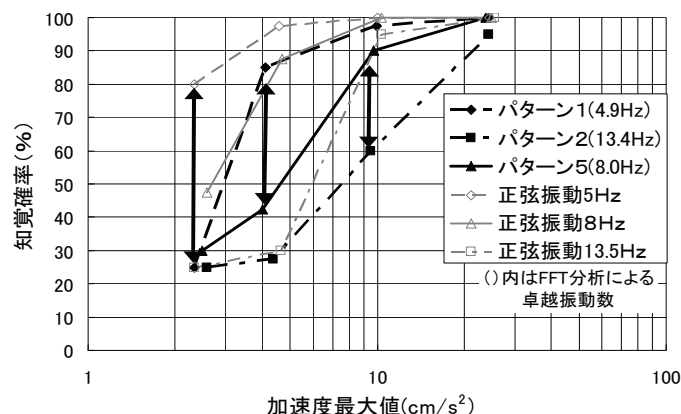


図 2 知覚確率における正弦振動との比較

図中の矢印のように、卓越振動数 4.9Hz のパターン 1 では 1.6cm/s^2 、8.0Hz のパターン 5 では 4cm/s^2 、13.4Hz のパターン 2 では 10cm/s^2 で正弦振動との差が大きい。すなわち正弦振動との比較において、実振動の影響が強く表れる加速度範囲が卓越振動数によって変化する。実振動の卓越振動数が高いほど、正弦振動と知覚確率の差が開く加速度が大きい。実振動としての知覚特性が強く表れる範囲に、卓越振動数が強く影響することがわかる。

2.2 波形の特徴が知覚に及ぼす影響

卓越振動数と共に、実振動の特徴をとらえる要素の 1 つとして波形に着目する。ここでは、本実験で用いた実振動を、図 3 に示す短い加速度の増減が何回か生じるグループ(例: パターン 4)

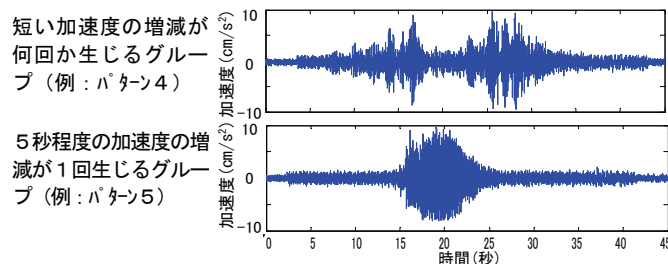


図 3 波形の特徴による実振動のグループ分け

ループ（パターン1，3，4）と5秒程度の加速度の増減が1回生じるグループ（パターン2，5）に分けた。

図4は、顕著に卓越する単一の振動数が知覚に強く影響するパターンに着目し、これらの波形の特徴によるグループごとに知覚確率曲線を比較したものである。各振動に対する知覚確率を、加速度の実測値間で直線補間して、30%、50%、70%、90%に対応する加速度を算出し、振動数は卓越振動数で評価した。図中には、比較対象として正弦振動の知覚確率をあわせて示している。

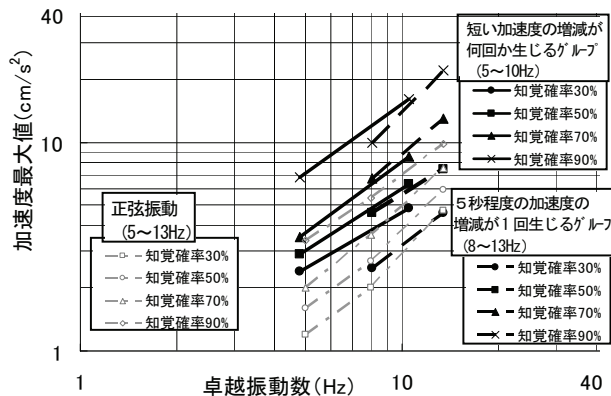


図4 波形の特徴による知覚確率の比較

短い加速度の増減が何回か生じるグループでは、全体的に正弦振動と曲線の傾きがほぼ等しい。最大加速度と卓越振動数で評価すると、知覚確率曲線は振動の物理量に対して正弦振動と同様の関係を示す。振動数や加速度の範囲によらず、正弦振動の知覚確率と概ね20~40%の差があり、実振動の方が感じにくい。

一方、5秒程度の加速度の増減が1回生じるグループでは、知覚確率30%程度の加速度範囲は正弦振動とほぼ等しく、加速度が大きい範囲ほど、正弦振動より感じにくくなり、知覚確率のばらつきが広がる傾向にある。

このような波形の特徴による違いは、知覚確率30%程度の比較的小さい加速度範囲で顕著にみられる。

2.3 振動数成分が複雑な場合の評価

上述したような振動数成分が比較的単純な事例だけでなく、実振動では時間経過に応じて卓越振動数が変化し、同時に複数の振動数範囲が卓越する場合もある。

例えば、パターン4のように、経過時間によって卓越振動数が異なる場合がある。図3のように、初めに振幅が大きくなる17秒付近では10~11Hz程度、次に増幅する27秒付近では13Hz程度が卓越する。図5に示すように、後の卓越振動数に近い正弦振動13.5Hzとパターン4の知覚確率はほぼ等しく、正弦振動の方が感じやすい傾向が現れていない。一方、先に卓越する10Hz付近の正弦振動の知覚確率が8Hzと13.5Hzの中間に位置すると考えると、パターン4の方が40%程度感じにくい傾向を示すものと評価できる。このような傾向から推察すると、卓

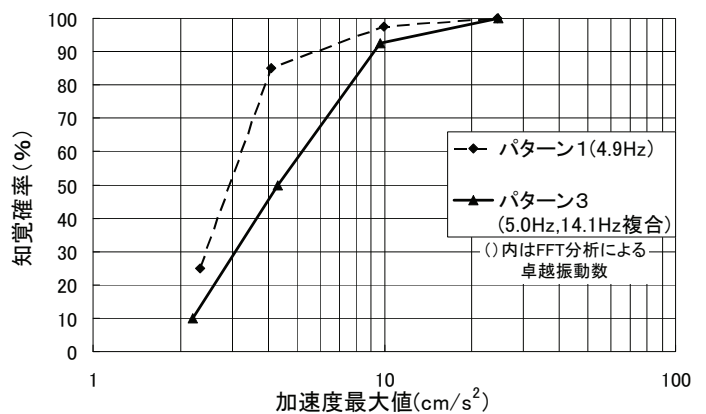


図5 パターン4と正弦振動8Hz, 13.5Hzとの比較

越振動数と加速度最大値の関係から、先の範囲の卓越振動数10~11Hzが知覚に強く影響していると判断できる。

一方、パターン3では最大のスペクトルが5.0Hz、次が14.1Hzであり、同時に複数の振動数が卓越する。同様に5Hz付近が卓越するパターン1との比較を図6に示す。

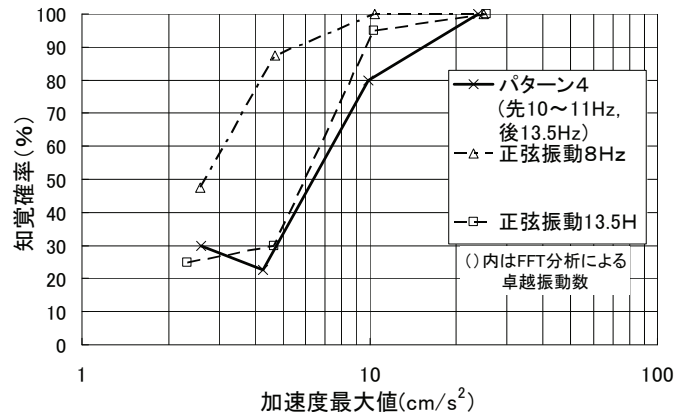


図6 同時に複数の振動数が卓越する波形の知覚確率

文献³⁾は、複数の振動数を含む複合振動の方が、単一振動数の正弦振動より感じにくい傾向を示唆している。パターン1との比較においても同様に、5Hzと14.1Hzが複合するパターン3の方が感じにくい傾向を示す。

§3 おわりに

時系列波形から得られる卓越振動数と加速度最大値は、交通による実振動の知覚に強く影響することがわかった。

前報までの結果をふまえると、実振動と正弦振動に対する知覚は、評価方法によって多様な関係を示す。振動数成分や加速度範囲と対応した詳細な検討が求められる。

【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.
- 2) 石川孝重, 野田千津子: 知覚確率に基づいた床スラブの鉛直振動に対する居住性能評価, 構造工学論文集, Vol.50, pp.3~7, 2004年3月.
- 3) 国松直 他: 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)~(その4)—, 日本建築学会大会学術講演梗概集(環境工学I), pp.377~384, 2007年8月.

*1 東日本旅客鉄道
*2 日本女子大学住居学科 教授・工学博士
*3 日本女子大学 学術研究員・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 East Japan Railway Company
*2 Prof., Dept. of Housing and Architecture, Japan Women's Univ., Dr. Eng.
*3 Researcher, 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.