

# 道路交通による戸建住宅水平振動に対する知覚の振動レベルを用いた評価に関する一検討

埼玉大学	正会員	○松本 泰尚
日本技術開発		笠松 徹
産業技術総合研究所	正会員	国松 直
日本女子大学		石川 孝重
日本女子大学		野田千津子

## 1. 背景・目的

車両通行に伴う橋梁振動などの道路交通に起因する周辺戸建住宅における振動問題に対して、振動規制法では、道路の敷地の境界線上における鉛直方向の振動を対象に基準値が定められている。しかし、居住者等が問題とする振動は建物内のものであり、地盤や建物の振動特性の影響により、敷地境界での振動と建物内での振動は異なる特性を示すのが一般的である。特に、戸建住宅の建物全体系の1次固有振動数は3~10Hzに分布していることから<sup>1)</sup>、橋梁の固有振動数や車両のばね上振動の振動数などがその範囲内にある場合には、建物の固有振動が励起され鉛直振動より水平振動が支配的となる可能性が高い。そこで、本研究では、戸建住宅における水平方向の道路交通振動に対する人の知覚の評価に関して、被験者実験を実施して検討を行った。

## 2. 被験者実験の概要

本研究では2回の被験者実験(実験1,2)を実施しており、実験では動電型の加振装置を用いた振動台を使用した。振動台上には3m四方の居室が設置されており、1セットの実験につき居室の床に直接座った被験者8人に対して実験を行った。実験1には32人、実験2には40人の18~22歳の女性被験者が参加している。入力振動としては、実験1では道路交通振動を想定した振幅の変動を伴う振動、実験2では実際に戸建住宅で測定した振動を用い、被験者に対して左右方向に加振した。実験1の振幅変動振動は、1.6, 6.3, 25 Hzの正弦振動をハニングウィンドウ(長さ1.25, 2.5, 3.75秒程度)で振幅変調した20秒間の振動(全6種類)とし、また実験2で用いた全6種類の実振動には、卓越振動数や振動性状の異なる30秒間の道路交通振動波形4種類を含む。図1に入力振動の例を示す。図1(b),(c)では、(a)との比較のため20秒間分のみを示しているが、それ以外の部分の振動は小さく知覚への影響は無視できる。また、上述の振幅変動振動および道路交通振動の卓越成分に対応する振動数の連続正弦振動も、それぞれの実験で入力振動として用いている。実験では、各振動波形に対し加速度ピーク値が1.6, 4, 10, 25 cm/s<sup>2</sup>となるような入力振動を被験者に与え、振動暴露後に知覚に対する5段階のアンケート(「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」)への回答を求めた。また、実験1では図1(a)のように過渡的な振動が3回発生するような入力振動に対し、それぞれの過渡的振動に対する反応を測定するため、

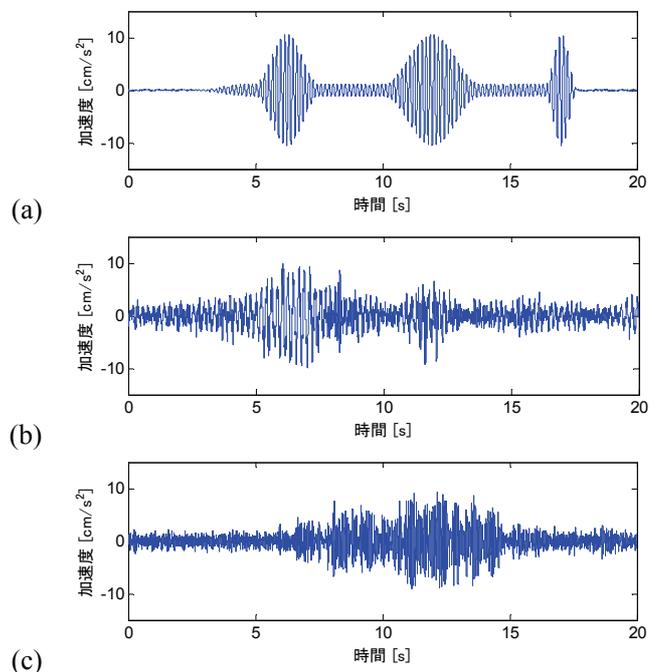


図1 入力振動波形の例。(a) 振幅変動振動(実験1)、(b) 道路交通振動1(実験2)、(c) 道路交通振動2(実験2)。

キーワード 道路交通振動, 振動評価, 振動知覚, 振動レベル

連絡先 〒338-8570 埼玉県さいたま市桜区下大久保255 埼玉大学大学院理工学研究科 TEL: 048-858-3557

振動を知覚している間手持ちのスイッチを押し続けるように被験者に指示した。以下に示す結果では、アンケートについては「まったく感じない」以外の回答をした被験者数、スイッチについては個々の過渡的振動に対してスイッチを押した被験者数それぞれの全被験者数に対する割合を知覚確率として整理している。また、入力振動の大きさの評価には、JIS C 1510<sup>2)</sup>に規定された水平方向の振動レベルを用いた。

**3. 振幅変動振動に対する知覚の評価**

図2に、実験1で用いた振動のうち、6.3 Hzの正弦振動を2.5, 3.75, 1.25秒のウィンドウで振幅変調した過渡的振動が順に発生する振動(図1(a)の波形)および6.3 Hzの連続正弦振動に対する知覚確率を、振動レベルとの関係で示す。図中の「正弦振動」、「振幅変動」はアンケート結果に、「過渡振動」は個々の過渡的振動に対するスイッチによる結果にそれぞれ対応する。まず、アンケート結果に着目すると、52~53 dBでは連続正弦振動、振幅変動振動ともに35%程度の知覚確率を得たが、60 dB程度では両者の知覚確率の差が顕著であり、40%程度の被験者は連続正弦振動のみしか知覚しなかったことがわかる。つぎに、振幅変動振動(3回の過渡的振動)に対するアンケート結果と、個々の過渡的振動に対するスイッチによる結果を比較すると、50~52 dBでは振幅変動振動の知覚確率がいずれの過渡的振動の知覚確率よりも高い。これは、被験者がいずれかの過渡的振動を知覚したことにより振幅変動振動を知覚したと判断したことを示唆する結果である。一方、60 dB程度では最も長い過渡的振動と振幅変動振動の知覚確率が55%付近ではほぼ同程度となっており、この場合は振幅変動振動の知覚において最も長い過渡的振動の知覚が支配的であったことが推察できる。

**4. 道路交通振動に対する知覚の評価**

図3に、図1(b),(c)で示した道路交通振動に対する知覚確率を例として示す。道路交通振動1は、5 Hz付近、道路交通振動2は5 Hzと15 Hz付近にそれぞれ卓越振動数成分を持つ振動であったが、振動レベルの変化による知覚確率の推移は道路交通振動1と2で同様の傾向を示しており、道路交通振動2において知覚に支配的な影響を持ったのは5 Hz付近の成分であったものと推定できる。また、それぞれの振動の卓越振動数周辺で帯域制限した波形の分析から、これらは前節のウィンドウ長3.75秒の過渡的振動が1回発生する振動に近い波形を持つものと判断できた。図3の振動レベル56 dB程度での結果に着目すると、道路交通振動の方が正弦振動より30%程度知覚確率が低く、前節の3.75秒の過渡的振動と同様の傾向が見られた。

**5. まとめ**

戸建住宅で測定された水平方向の道路交通振動を用いた被験者実験より、5~6Hz付近に卓越振動数成分を持つ道路交通振動と連続正弦振動とでは、同程度の振動レベルでも知覚される確率は異なることを示した。本実験で得られた結果は、道路交通振動などの実振動を想定して振動数や振幅の変化を制御した振動実験の結果を蓄積していくことで、振動の種類に関わらず振動知覚を適切に評価できる方法を構築できる可能性を示すものと考えている。なお、本研究の一部は、環境省予算によっている。記して謝意を表す。

**参考文献**

- 1) 宮澤 編著:目でみる木造住宅の耐震性, 東洋書店,2007. 2) 日本規格協会:振動レベル計, JIS C 1510, 1995.

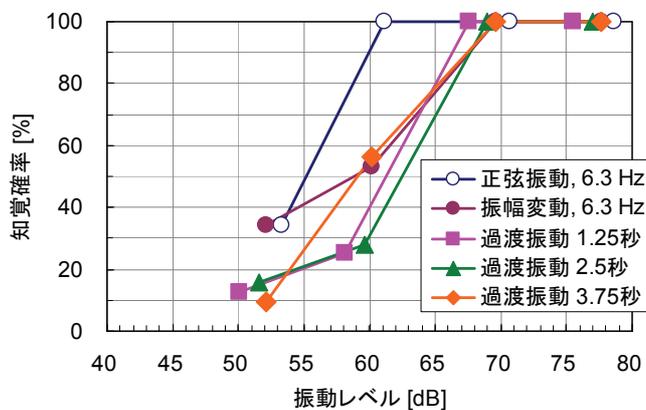


図2 振幅変動振動に対する知覚確率の例

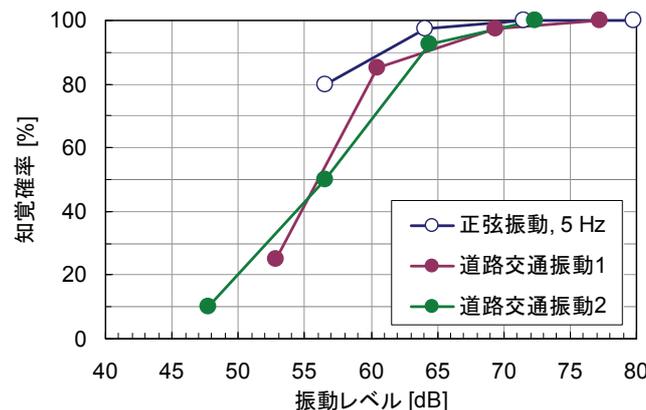


図3 道路交通振動に対する知覚確率の例