

戸建住宅の振動増幅量に関する考察

Study on Forecasting Methods of Vibration Amplification of Detached Houses

○坪井恒太郎¹, 井上勝夫², 富田隆太²
 Kotaro Tsuboi¹, Katsuo Inoue², Ryuta Tomita²

In order to solve the problem of environmental vibration, measures at the time of building design are important, and a method for predicting the response value of environmental vibration in advance is necessary. The environmental vibration prediction method includes a method using a numerical analysis model etc. It is possible to obtain a value close to the actual measurement. However, it is difficult for anyone to handle these methods. Also detached houses are mainly built by local construction stores. Therefore, the purpose of this research is to propose a simple prediction method with relatively accurate. In this report, we report the result of investigation on vibration amplification from ground to building.

1. はじめに

環境振動の問題を解決するためには、建物の設計時点での対応が重要であり、環境振動の応答値を事前に予測することが必要である。環境振動予測法には、数値解析モデルを用いる方法¹⁾等があり、実測に近い値を求めることが可能である。しかし、これらの方法は誰でも扱えるものとは言い難い。また、戸建住宅は主に地元の工務店によって建てられている。そのため、本研究の目的は比較的精度の良い簡易的な予測方法を提案することにある。本研究での環境振動の予測方法の考え方をFigure 1に示す²⁾。振動源が高架を走る鉄道振動、一般的な鉄道振動、交通振動のように、種類や状況によって加振力特性が異なる。そのため、実験Aでは加振力を求めることを目的とし、振動源近傍の測定を行い、振動源別にそれぞれの発生する力を求めていく。これには、様々なパターンの発生加振力のモデル化が必要となり、ある程度のばらつきを持ってどの程度に分布するか検討していく。実験Bでは振動源から建物基礎面までの地盤表面の振動伝搬特性の特定、実験Cでは建物近傍の地盤表面から建物内への振動伝達特性を検討していく。そして、実験Aから実験Cまでを定量的に表し、単純な加算・減算で値を算出していくことをイメージしている。本報では、実験Cについて実験的検討を行ったので、その結果について報告する。

2. 実験概要

実験の概要をTable 1に示す。実験件数は8件であり、S造が1件、木造が6件、RC造が1件で、振動源では道路交通振動が4件、鉄道振動が3件、高架を走る鉄道振動が1件である。また、建物1階での測定が4件、2階が5件、3階が1件である。全ての実験において、振動発生時の建物の基礎面近傍と建物内の床を測定点とし、同時に測定を行った。基礎面近傍の地盤上の測定点では、コンクリートやアスファルトといった固い地盤表面上とし、測定点を1点とした。建物内の測定点は、床仕上げ材（フローリング）上とし、測定点を部屋の中央を「床中央」、部屋の角を「床角」、部屋の中央と角を結んだ中点を「床対角上」と定め、測定点を1点から3点とした。また、水平振動は、振動源の進行方向をX方向、振動源の直交方向をY方向とした。

3. 建物内への振動増幅に関する予測方法の考察

Table1の木造の戸建住宅で行った水平X方向、水平Y方向の測定結果と既往研究³⁾等で行われた木造実物件での測定結果の平均値の比較をFigure 2とFigure 3に示す。また、木造の戸建住宅で行った1階と2階の鉛直方向の測定結

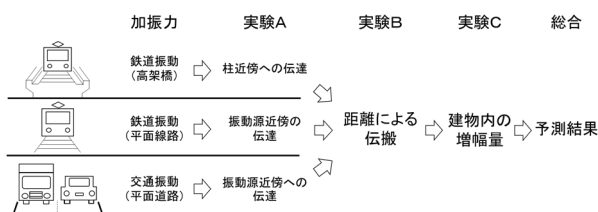


Figure 1. The concept of prediction method²⁾

Table 1. Experiment outline

物件名	建て方	構造	振動源	測定階	測定点		
A部	アパート	S造	車トラック	1階	地盤(コンクリート)	床中央	
B部	戸建住宅	木造	高架電車	2階	地盤(アスファルト)	床中央	
C部	戸建住宅	木造	車トラック	1階	地盤(コンクリート)	床中央	床角
D部	戸建住宅	木造	電車	2階	地盤(コンクリート)	床中央	床角 床対角上
E部	戸建住宅	木造	車トラック	2階	地盤(コンクリート)	床中央	床対角上
F部	戸建住宅	木造	車トラック	2階	地盤(コンクリート)	床中央	床角 床対角上
G部	戸建住宅	木造	電車	1階	地盤(コンクリート)	床中央	床角 床対角上
H部	戸建住宅	RC造	電車	1-3階	地盤(コンクリート)	床中央	床角(3階) 床対角上(3階)

1:日大理工・院(前)・建築 2:日大理工・教員・建築

果と木造実物件での既往研究^[3]等で行われた結果の平均値の比較を Figure 4 と Figure 5 に示す。Figure 2 と Figure 3 をみると、水平 X 方向において、1 階で測定した結果では、地盤面に対して 8Hz 帯域で最大約 5dB、50Hz 帯域で最大約 15dB の増幅がみられた。2 階で測定した結果では、10Hz 帯域以下での建物内への増幅が大きく、5Hz 帯域で最大約 17dB であった。また、水平 Y 方向において、1 階で測定した結果では、水平 X 方向と同様な結果となり、2 階で測定した結果では、8Hz 帯域で最大約 16dB の増幅であった。水平方向においては、10Hz 帯域以下で、1 階よりも 2 階の方が振動は増幅している。これは、建物の固有振動による影響と考えられる。また、既往研究の結果でも同様な傾向がみられた。測定点に着目すると、物件毎ではあるが、「中央」や「角」、「対角上」での測定点の違いによる相対振動加速度レベルの差は小さい。つまり、水平方向では床の測定位置による影響はないといえる。予測方法の検討を行うにあたって、水平方向については、床の測定位置による影響は考慮する必要がないと考えられる。

Figure 4 と Figure 5 をみると、鉛直方向において、木造 1 階で測定した結果では、地盤面に対して 20Hz 帯域で最大約 10dB の減衰がみられ、31.5Hz 帯域以降で相対振動加速度レベルが大きくなる傾向がみられた。木造 2 階で測定した結果では、全周波数帯域でばらつきが大きい結果となった。測定点に着目すると、「中央」や「角」、「対角上」といった測定点での相対振動加速度レベルの差は大きく、物件毎では全て「角」よりも「中央」や「対角上」の方が、相対振動加速度レベルが大きい。これは、測定位置による床の固有振動や床の拘束を左右する梁や柱の位置による影響と考えられる。つまり、鉛直方向では床の測定位置による影響が大きいといえる。予測方法の検討を行うにあたっては、基本は「角」への増幅量を求め、「角」から任意の点への伝達については、床の固有振動数等を考慮した伝搬特性により求める方法が妥当と考えられる。

4. まとめ

予測方法を検討するにあたり、水平方向では床の測定点による影響は小さいが、建物の固有振動を考慮する必要がある。また、鉛直方向では床の測定点による影響が大きく、床の固有振動を考慮した方法が必要であると考えられる。今後、実験 C において、更なる実験的検討と既往研究の結果の蓄積を行い、実用的な環境振動の予測方法の提案を行っていきたい。

5. 参考文献

- [1]石橋敏久, 岩本賢治:「外部振動源による地盤—基礎—建物一体解析」, 日本建築学会大会講演梗概集, 環境工学 I pp323~326, 2015 年 9 月
- [2]坪井恒太郎, 井上勝夫, 富田隆太:「環境振動の地盤伝搬特性の実験的検討(戸建住宅の実用的環境振動予測法に関する研究:その1)」, 日本建築学会大会講演梗概集, 環境工学 I, pp457~pp458, 2018年9月
- [3]小谷朋央貴, 伊積康彦, 富田隆太, 後藤剛史, 横島潤紀:「木造家屋における鉄道振動測定結果 その2 家屋増幅量について」, 日本建築学会大会講演梗概集, 環境工学 I, pp325~326, 2012年9月

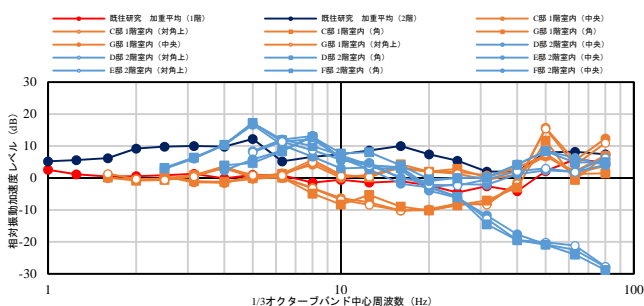


Figure 2. Actual measurement results of horizontal direction "X"

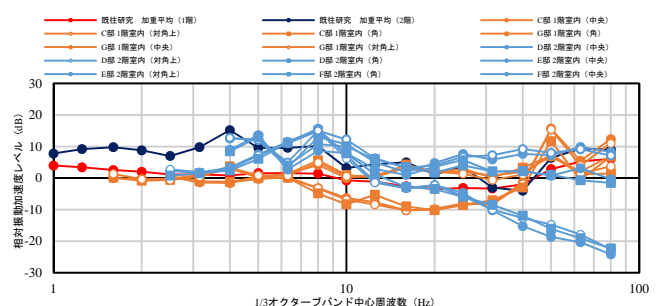


Figure 3. Actual measurement results of horizontal direction "Y"

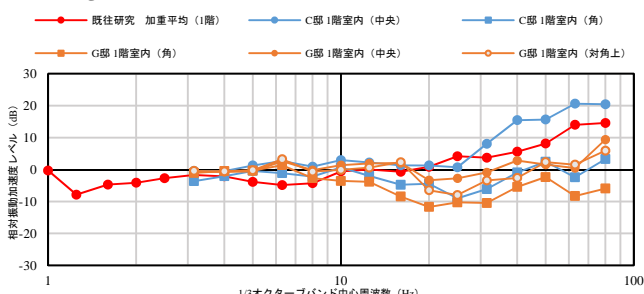


Figure 4. Actual measurement results on 1st floor on Vertical direction

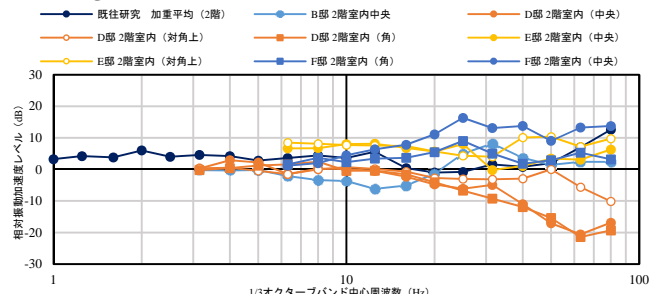


Figure 5. Actual measurement results on 2nd floor on Vertical direction