

# 家屋内振動増幅の実態調査結果

佐野 藤 治      中 村 信 一      高 津   熟\*

(\* 非常勤研究員)

## 要 旨

家屋内増幅については、未だ十分なデータが得られていない。今回、下記5種類の新築住宅について建物内増幅を調べることができた。

1. コンクリートパネル、2. 鉄骨、3. 鉄骨軸組、4. 木質パネル、5. ツーバイフォ

その結果、鉛直方向の振動増幅を地面上と二階において見ると、各建物とも  $L_{10}$  で (80%レンジの上端値) 約3dBの増幅が認められた。

建物増幅特性を周波数において見ると、各建物とも鉛直方向では30Hzを超える周波数において顕著であった。また、水平振動に対しては、10Hz以下での周波数に対して各建物共通に増幅が見られた。

キーワード： 交通振動、増幅、家屋、 $L_{10}$

## Measurement Results of Vibration Amplification in Ordinary Houses

Fujiharu Sano, Shinichi Nakamura and Minoru Takatsu\*

\* Associate Researcher

### Summary

Adequate data on amplification of vibration level in houses are not to be gathered yet.

In this study, investigation on amplification of vibration level was carried out in five types of new precast houses as follows :

1. Concrete, 2. Steel, 3. Steel frame-brace, 4. wooden panel, 5. two by four

As a result, 3dB amplification of  $L_{10}$  (upper most value of 80% percentile) between ground and 2nd-story of each house was obtained.

Regarding frequency specification of amplification, each house had noticeable amplification over 30Hz in vertical direction and showed common amplification under 10Hz, in horizontal direction.

Keywords : traffic vibration, amplification, house,  $L_{10}$

### 1 はじめに

地盤振動により家屋が振動する。家屋内での振動は地盤での振動レベルよりも大きくなることが知られている<sup>1)</sup>。

今回、建物構造が異なるプレハブ住宅について振動増幅の実態を調査する機会を得たので結果を報告する。

### 2 調査対象建物

今回調査対象とした建物は、1 コンクリート構造、2 鉄骨構造、3 鉄骨軸組構造、4 木質パネル構造、5 ツーバイフォ構造住宅である。

対象建物はいずれも幹線道路に面して建てられており、その対象振動は車の走行による道路交通振動である。

建物の構造を表1に示す。

	建物1	建物2	建物3	建物4	建物5
建物構造	コンクリート	鉄骨	鉄骨軸組	木質	ツバ
基礎構造	ベタ基礎	連続布基礎	連続布基礎	連続布基礎	連続布基礎
建物階数	二階（一部三階）	三階	二階	二階	二階

表1 調査対象建物構造

### 3 調査方法

測定はJISZ8735に基づき行った。振動ピックアップは、地盤上では踏み固めた土の上またはアスファルト面上に置いた。また、建物内ではフローリング床上に置いた。

地盤上での振動測定は、道路端から5、10、15、20mの地点で行った。また建物各階では、リビング、寝室等

の部屋を測定対象とし、いずれも部屋の中心及び上下階で同じ場所となるような位置で行った。

測定は、3方向（鉛直Z・水平X、Y）について行った。水平方向は、道路と直行する方向をX、道路と平行な方向をYとした。対象建物ごとの測定位置を表2に示した。

	建物1	建物2	建物3	建物4	建物5
地面測定位置	車道端から15m	車道端から15m	車道端から15m	車道端から20m	車道端から15m
一階測定位置	リビング	リビング・ダイニング	リビング	リビング	リビング
二階測定位置	寝室（洋室）	寝室（洋室）	寝室（洋室）	寝室（洋室）	寝室（洋室）
三階測定位置		洋室			

表2 建物別調査地点

### 4 測定結果の概要

#### (1) 振動レベル

振動規制法に基づきZ方向の振動レベルを、5秒間隔で100個サンプリングしたデータについて、80%レンジの上端値(L<sub>10</sub>)およびLeqについて求めた。その結果を表3に示す。

各建物について車道端から15m離れた位置での地面に

おける振動レベルを見ると、L<sub>10</sub>はおよそ50dBで48から51dBに分布していた。Lはおよそ47dBで45から48dBに分布し、L<sub>10</sub>との間に相関性は見られる。L<sub>10</sub>とLeqの差はおよそ3dBあり、Leqの方が低いものであった。

各建物について一階でのL<sub>10</sub>、Leqを見ると、建物一階床構造の違いによる差異が見られた。今回対象とした全ての建物の基礎は、連続布基礎構造であり、かつ震災

単位：dB

		建物1	建物2	建物3	建物4	建物5
地面測定位置	L <sub>10</sub>	51	49	51	48	50
	Leq	48	45	48	45	48
一階測定位置	L <sub>10</sub>	44	48	50	42	52
	Leq	40	45	47	40	51
二階測定位置	L <sub>10</sub>	54	52	52	55	54
	Leq	51	48	49	51	51
三階測定位置	L <sub>10</sub>		53			
	Leq		49			

表3 建物測定位置別振動レベル

面から対策が考えられた作りであることから、差異は一階床構造の違いによるものと思われる。

一階での $L_{10}$ のレベルは一般に地盤より低い。普通の床構造では1~3 dB低く、ベタ基礎のものは7 dB低い結果を示した。しかし、畳の上で測定したものは逆に地面より若干高くなっていた。また、 $L_{eq}$ をみると $L_{10}$ の間には地面と同様に3 dBほどの相違が認められた。なお、畳の上ではその差は少ないようである。

二階における振動レベルの $L_{10}$ を見ると、建物構造による振動レベルに顕著な差異は見られず、およそ53dBで52~55dBに分布していた。また $L_{eq}$ においても同様の傾向が見られた。

三階における振動レベルの測定ができた一建物について見ると、二階での振動レベルの結果より若干高くなる程度、またはほぼ同様であると判断されるものであった。

### 5 X、Y方向での振動レベル

各建物について二階でのX、Y軸方向の振動レベルを見ると、一建物を除き地面上での振動レベルに対するX、Y方向の増幅レベル差はそれぞれ1 dB程であり、ほぼ同様の特性を有していた。X方向とY方向との振動増幅の差が6 dBとなった一建物についてコヒーレンス出力を地面と二階の振動周波数成分について検討した。その結果X、Y軸方向いずれも3.75Hzに相関が見られ、Y軸方向においては際だった相関が見られた。この結果から、Y軸方向に共振が起こり大きな差異となったものと思われる。

一階について見ると、全建物ともX、Yでほぼ同様の増幅傾向を示した。

### 6 周波数領域での振動増幅結果

FFTを用いて周波数分析を行った。分析に当っては最大周波数を100Hzとし、窓関数はハニングを用いた。また、変動データに対する平均化に当っては指数平均を用いた。

振動増幅度は、地面上の振動成分に対する建物各点での振動成分の比により求めた。

#### (1) コンクリート構造

振動増幅度の大きい二階において見ると、X、Y、Z方向いずれも30Hzを超える周波数での増幅が際立っており、各軸方向とも同様の増幅傾向を示した。Z、Y方

向における地面振動に対する二階の増幅度を図1、2に示す。

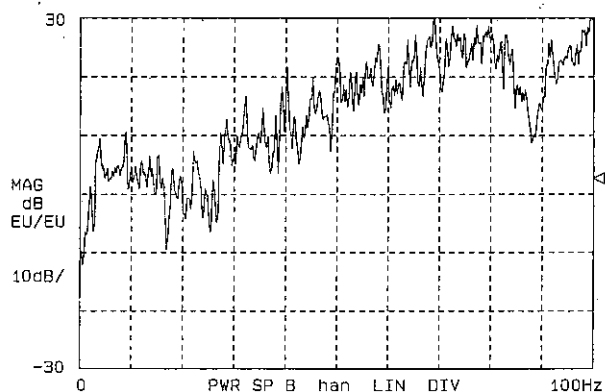


図1 Z方向での振動増幅度 (コンクリート構造)

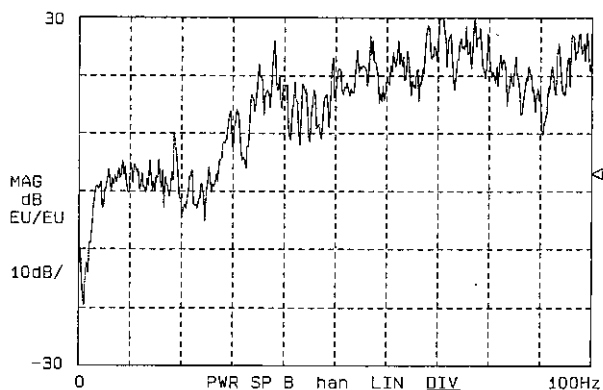


図2 Y方向での振動増幅度 (コンクリート構造)

#### (2) 鉄骨系

(1)と同様に二階について見てみると、Z軸方向での振動増幅は10~30Hzで際立っており、他の軸方向とは異なる傾向を示した。X、Y軸方向の増幅では20Hz以下での増幅が際立っており、Y軸方向でこの傾向が顕著であった。Z、Y方向における地面振動に対する二階の増幅度を図3、4に示す。

#### (3) 鉄骨軸組構造

二階について見てみると、Z軸方向での振動増幅は30Hzを超える周波数において際立っており、他の軸方向とは異なる傾向を示した。X、Y軸方向の増幅では10Hz以下での増幅が際立っており、Y軸方向でこの傾向が顕著であった。Z、Y方向における地面振動に対する二階の増幅度を図5、6に示す。

#### (4) 木質パネル構造

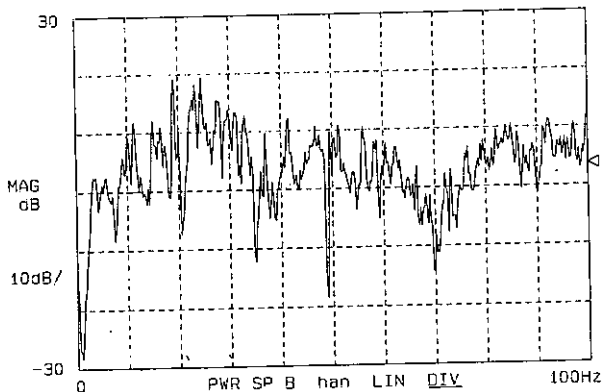


図3 Z方向での振動増幅度 (鉄骨構造)

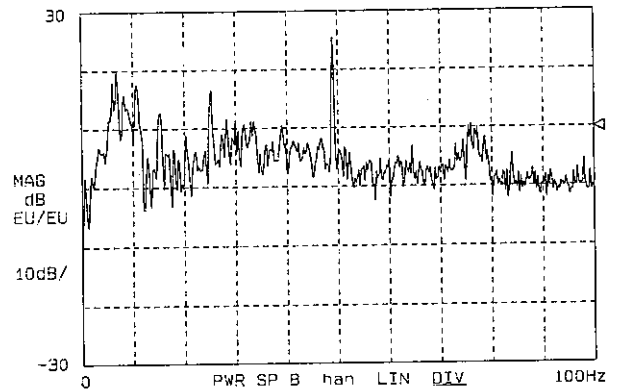


図6 Y方向での振動増幅度 (鉄骨軸組構造)

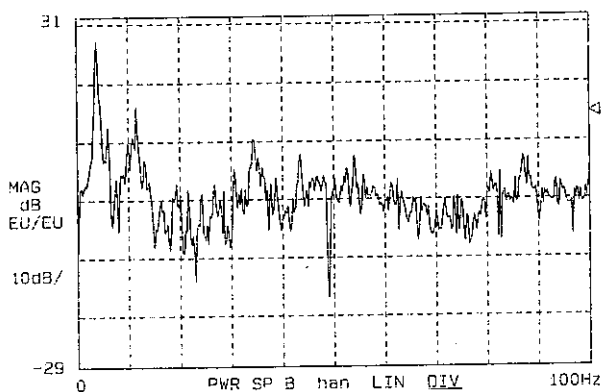


図4 Y方向での振動増幅度 (鉄骨構造)

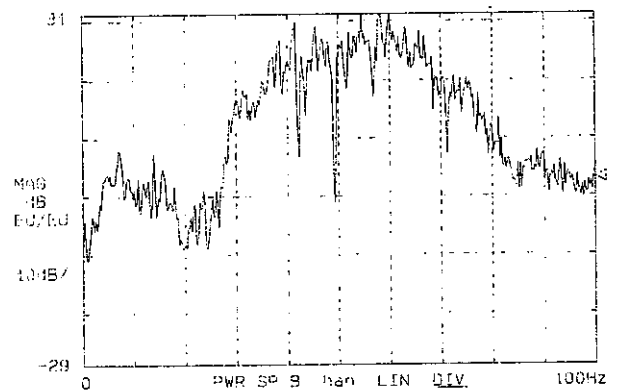


図7 Z方向での振動増幅度 (木質パネル構造)

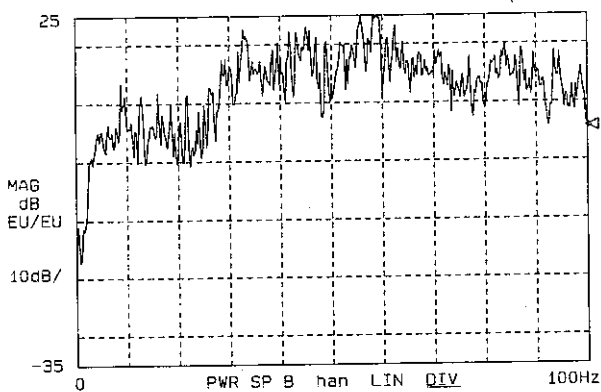


図5 Z方向での振動増幅度 (鉄骨軸組構造)

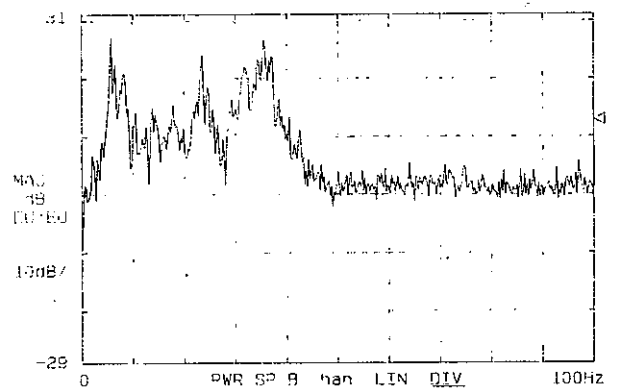


図8 Y方向での振動増幅度 (木質パネル構造)

二階について見てみると、Z軸方向での振動増幅は30~80Hzにおいて際立っており、他の軸方向とは異なる傾向を示した。X、Y軸方向では40Hz以下で際立った増幅を呈した。Z、Y方向について地面振動に対する二階の増幅度を図7、8に示す。

(5) ツーバイフォ構造

二階について見てみると、Z軸方向での振動増幅は30~70Hzにおいて際立っており、他の軸方向とは異なる傾向を示した。Y軸方向の増幅では20Hz以下で際立った増幅を呈したが、一方X軸方向の増幅は20~50Hzおよび10Hz以下の二領域に際立った増幅を呈した。Z、

引用文献

- 1) 通商産業省監修；公害防止の技術と法規、p. 21~22、(1993)

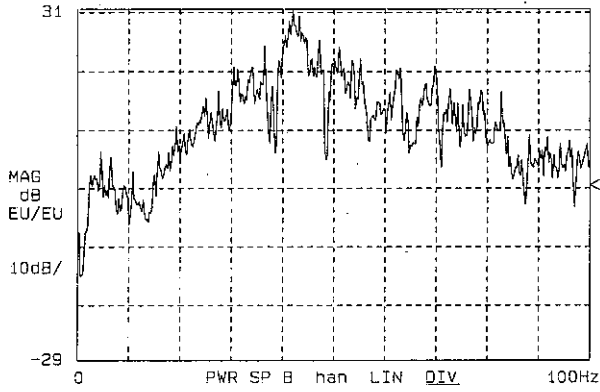


図9 Z方向での振動増幅度（ツーバイフォ構造）

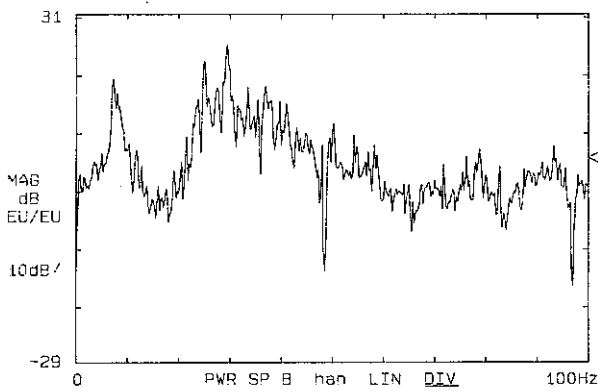


図10 X方向での振動増幅度（ツーバイフォ構造）

X方向における地面振動に対する二階増幅度を図9、10に示す。

7 まとめ

5種類のプレハブ住宅について振動伝搬特性を調査した。その結果、二階床がフローリング等の構造ではZ軸方向の振動が $L_{10}$ でおよそ平均で3 dB増幅していることが認められた。

建物増幅を周波数について見てみると、Z軸方向の振動増幅は30Hzを超える周波数で顕著に現れていた。また、Y、X軸方向での水平振動増幅は多くの場合に10 Hz以下で生じていることが認められた。

人体感覚において著しく振動を感じる周波数が8 Hz以下ということを考えると、水平振動における増幅特性についても居住環境の快適性を確保する点から改善のための方策を図っていくことが必要と思われる。