

43. 木造住宅の動的耐震診断における起振機と固有周期算定法の開発

05168035 北田 尚義  
指導教員 藤井 大地 教授

動的耐震診断 起振機 固有周期

1. はじめに

近年、東海沖地震や東南海沖地震などの巨大地震の発生確率が高まる中、1981年以降の耐震設計基準を満たさない建物の耐震改修が急務となっている。しかし、戸建木造住宅の耐震改修は、一向に進んでいないのが現状である。この主な原因としては、古い住宅の住人の多くが高齢者であり、耐震改修に必要な費用が捻出できないことが挙げられる。また、耐震診断の方法も、一般には、耐震診断士の目視による方法が主であり、これが詐欺事件の温床にもなっている。最近では、起振機と振動計測装置を用いた動的耐震診断も行われるようになってきているが、起振機を含めた装置が非常に高価であるため、診断自身にかなりのコストがかかるのが現状である。

以上のような問題を根本的に解決するには、低コストで、誰が実施してもほぼ同じ結果が得られる耐震診断手法の確立が必要である。そこで本研究では、大久保・松浦らによって開発されたポータブル3軸加速度計を用いて、戸建木造住宅の動的耐震診断を行う方法を開発する。本加速度計は、加速度センサーとパソコンにのみで3次元振動を計測できるもので、アンプ、ストレージオシロスコープなど専用機器を必要としないため、通常の装置と比較してかなりコストを抑えられる。

本研究では、動的耐震診断用の軽量で安価な衝撃型起振機を独自に開発し、このポータブル3軸加速度計で木造住宅の固有周期を低コストで計測できる方法を確立することを目的とする。

2 起振機開発

本研究で開発した起振機は、ダンベルによる衝撃型起振機で、振子の原理を用いて、衝撃面である木材に衝突させた時の衝撃力が板の摩擦を介して建物の床に伝わることで振動を与える。寸法は、幅 740mm、奥行き 580mm、高さ 1,150mm であり、総重量は 43.77kg、コストは 18,000円である。骨組は鉄パイプで、建物への搬入の容易さを考慮して分解、組み立てが可能になっている。衝撃面には、120mm×180mm の木材を 2 材組み合わせ、L 型金物でベニヤ板 (740mm×580mm) に固定した。衝撃面となる木材の上には重りとして衝撃面と同様の木材を 4 材積み重ね、ベニヤ板の裏面には起振機が滑らないようにシ

リコンゴムを取り付けた。

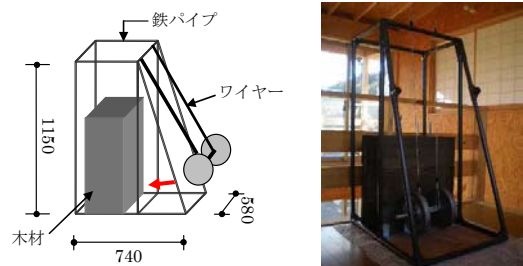


図 1 起振機

3. 加振実験

3.1 建物概要

表 1 に調査対象住宅を示す。振動計測の対象となる住宅の 1 棟目は近畿大学工学部キャンパスの西部に位置する環境共生型木造実験住宅 (以下実験住宅) である。規模構造は木造 2 階建てで、竣工は 2008 年 (平成 20) である。規模は、桁行方向 (X 方向) に 9,100mm、張間方向 (Y 方向) に 5,460mm、軒高 6,129mm、頂部までの高さ 7,729mm である。2 棟目は広島県広島市東区に位置する T 邸で、竣工が 1981 年以降 (昭和 56 年以降) の木造 2 階建ての住宅であり、規模は、桁行方向 (X 方向) に 7,425mm、張間方向 (Y 方向) に 4,550mm である。3 棟目は東広島市河内町小田に位置する K 邸で、1999 年 (平成 11) に建てられた居蔵造りの住宅である。規模は、1 階が桁行方向 (X 方向) に 15,760mm、張間方向 (Y 方向) に 12,312.5mm で、2 階が桁行方向 (X 方向) に 8,865mm、張間方向 (Y 方向) に 6,895mm である。

表 1 調査対象住宅概要

名称	実験住宅	T邸	K邸
外観			
所在地	近畿大学工学部キャンパス西部	広島市東区	東広島市河内町小田
建設年	2008年	1981年以降	1999年
1F床面積	49.686㎡	31.3㎡	170.274㎡
階数	木造2階建て	木造2階建て	木造2階建て
桁行方向	9,100mm	7,425mm	15,760mm
張間方向	5,460mm	4,550mm	12,312.5mm

3.2 測定計画

計測方法として起振機、計測器の配置を図 1 に示す。

実験住宅での実験は、起振器を 1 階の剛心に位置する 2 階平面に、T 邸と K 邸は 2 階の廊下に置き加振を行った。計測には加速度計を用い、図に示す各計測点に設置した。図中、X は長辺 (E-W) 方向、Y は短辺 (N-S) 方向である。計測はこの 2 方向で 5 回ずつ加振を行い、東西いずれの加速度計もサンプリング周波数を 100Hz、継続時間 20 秒とした。

計測データは、初期インパルスを除き、それ以降の自由振動をしている 3 秒間を抜き出す。そのデータを FFT 解析することで得られた卓越振動数から固有周期を算定する。

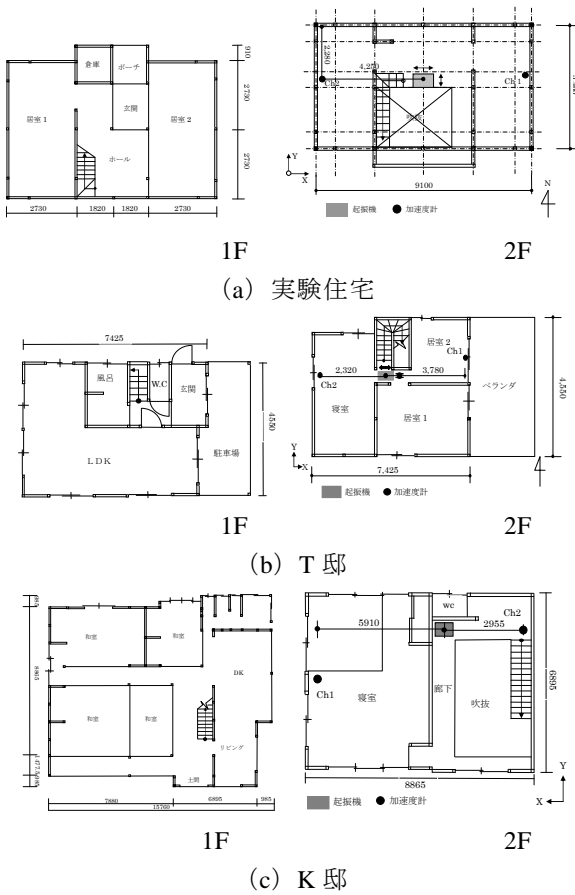


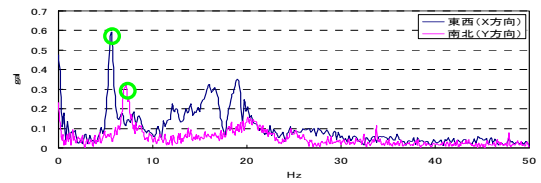
図 1 計測器等の配置

### 3.3 測定結果

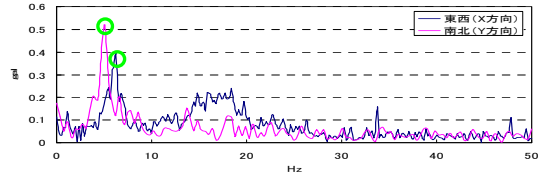
Ch1 の各住宅の X、Y 方向のフーリエスペクトルを図 2 に示す。また、各住宅の固有周期を図 3 に示す。図 2 の丸印は、加速度フーリエスペクトルの卓越振動数であり、固有周期を推定する際には、卓越振動数を固有振動数として推定する。実験住宅は X 方向 5.62Hz、Y 方向 7.17Hz に卓越が認められた。T 邸は X 方向 6.21Hz、Y 方向 5.08Hz、K 邸は X 方向 6.1Hz、Y 方向 3.91Hz に卓越が認められた。(図 2)

表 2 に、実験を行った 3 棟の固有周期の結果を示す。T 邸、K 邸は X 方向の固有周期が短かった。これは、外壁の長さが関係していると考えられる。T 邸、K 邸に

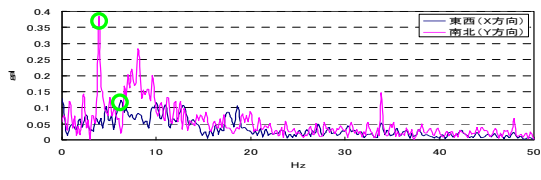
して、実験住宅は Y 方向の固有周期が短かった。これは、X 方向より Y 方向の壁量の方が多く関係していると考えられる。このことから、固有周期は壁量によって左右されることがあることがわかる。



(a) 実験住宅



(b) T 邸



(c) K 邸

図 2 フーリエスペクトル (c h 1)

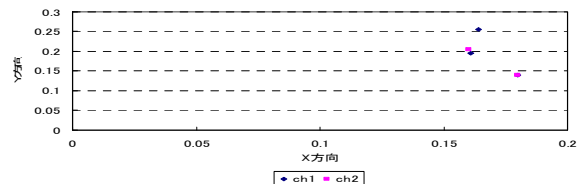


図 3 各住宅の固有周期

表 2 1F 壁量と固有周期の関係

実験住宅	方向	必要壁量 (cm)	有効壁量 (cm)	固有周期 (sec)
		1441	1638	0.18
T 邸	X 方向	908	713	0.16
	Y 方向	908	910	0.20
K 邸	X 方向	4938	1577	0.16
	Y 方向	4938	2561	0.26

### 4. まとめ

本研究の目的であった軽量で安価な起振機を開発することができた。また、小型で分解、組み立てが可能であるため戸建木造住宅に設置することも容易となった。開発した起振機による加振実験により、低コストで住宅の固有周期を算定することができた。

今後は経年の異なる戸建木造住宅で実験を行い、経年と固有周期の関係を調べるのが望ましい。

### 参考文献

- 1) 大崎順彦：新・地震動のスペクトル解析入門，鹿島，2000.3
- 2) 杉山英男：地震と木造住宅，丸善，pp.222-244，1998.5