

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成24年 6月19日現在

機関番号：53901

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2009～2011

課題番号：21560605

研究課題名（和文）

昭和56年以前の木造住宅を対象とした居住者体験型簡易耐震診断法に関する研究

研究課題名（英文）Study on Sensitive and Simple Seismic Diagnosis
for Wooden Houses Built before 1981

研究代表者

今岡 克也（IMAOKA KATSUYA）

豊田工業高等専門学校・建築学科・教授

研究者番号：20193667

研究成果の概要（和文）：この研究では木造住宅の居住者体験型簡易耐震診断法を確立させるために100棟以上の耐震診断結果のある木造住宅を対象にして水平加振実験を行って固有振動数やねじれ振幅率などを耐震診断数値と比較・検討を行った。その結果、1階に対する2階の面積比が50%以上の場合には、固有振動数が1階の構造評点と良い相関があることが判明した。また、住宅の重心軸上で水平起振器を設置できる場合には、ねじれ振動を正確に励起させることができるので、ねじれ振幅率が1階の偏心率と良い相関があることが判明した。

研究成果の概要（英文）：In order to evaluate the seismic performance of 2-storied wooden houses which were built before 1981, sensitive and simple seismic diagnosis using horizontal vibration generator have been carried out to over 100 houses in Toyota city or Nagoya area. From the investigation, the natural frequency of the house becomes higher when the weight of the roof is lighter and the seismic capacity grade ratio is bigger in case of full 2-storied type. When the house has enough measurement space at the second floor, the torsional amplitude ratio from the vibration test properly corresponds to the eccentricity of the house in case of span direction.

交付決定額

（金額単位：円）

| | 直接経費 | 間接経費 | 合計 |
|--------|-----------|-----------|-----------|
| 2009年度 | 2,500,000 | 750,000 | 3,250,000 |
| 2010年度 | 500,000 | 150,000 | 650,000 |
| 2011年度 | 700,000 | 210,000 | 910,000 |
| 年度 | | | |
| 年度 | | | |
| 総計 | 3,700,000 | 1,110,000 | 4,810,000 |

研究分野：工学

科研費の分科・細目：建築学・建築構造・材料

キーワード：耐震診断・木造住宅・固有振動数・ねじれ振動

1. 研究開始当初の背景

大規模地震による被害を軽減するために既存住宅の耐震化は非常に重要である。特に、耐震規定の緩い昭和56（1981）年以前に建てられた木造住宅は、現行規定に即した耐震診

断を行い、「倒壊の危険が大きい」と評価されたものは早期に改修する必要がある。

東海地震や東南海・南海地震の対策地域に指定されている愛知県では1981年5月以前に建てられた木造住宅を対象にした無料耐

震診断制度を 2002 年から開始した。この制度により、多くの住宅居住者がこの制度により耐震診断を受審している。

また愛知県では、耐震診断の評価値が低い住宅の耐震改修工事に対して、最大 60 万円までの助成金制度も行っている。しかし、「工事費用が高額」「居住性が悪くなる」などの理由で、この制度を使って耐震改修を行う住宅居住者は非常に少ないのが現状である。

2. 研究の目的

この研究の目的は、このように耐震診断の評価が低い改修工事を行っていない木造 2 階建住宅を対象にして水平起振実験を行い、居住者に住宅の揺れを体験してもらいながら「壁充足率」や「偏心率」などの耐震診断値を理解してもらうことである。

さらに、実験結果として求められる「固有振動数」や「ねじれ振幅率」に着目して、それらを耐震診断値と比較・検討して、どのような住宅に両者が良い対応関係を持つかを調査することである。

3. 研究の方法

一般的な木造 2 階建住宅に対する水平起振実験の手順を以下に示す。

(1) 機材を住宅の 2 階に運び、耐震診断報告書の結果と図面を見ながら、できるだけ住宅の重心に近い 2 階の場所を水平起振器の設置位置に決める。

(2) はじめに、設置位置に近い 2 階の柱を両手で強く押して離すことで住宅を自由振動させる。(写真 1) 計測時間は 40 秒間として、この間に波形を見ながら 5~8 回人力起振を繰り返す。そして、計測波形をフーリエ解析することで固有振動数を算定する。

この際に、居住者にも同様に柱を押してもらって波形と固有振動数について理解してもらう。

(3) 次に水平起振器(サンエス製・SSV-115ME、稼動質量: 本体 20kg+おもり 20kg)を 2 階床上に設置して足で固定し、人力起振実験で求められた固有振動数で $600(\text{cm}/\text{s}^2)$ 程度

まで加振させる実験を行う。この際に、居住者にも 2 階の揺れを体験してもらう。また、2 階の両側に置かれたセンサーの波形を見てもらい、違いがあればその原因を説明する。

(4) 桁行と梁間方向について実験を行い、求められた固有振動数と各位置の振幅値を図面に記入する。そして、実験結果が診断結果と対応して共に「耐震性がかなり低い」と判断される場合には、耐震補強に対するアドバイスをを行う。また、実験結果が診断値と対応せず「耐震性が低くない」と判断される場合には、最も揺れ易い場所を示して、家具などの耐震固定に対するアドバイスをを行う。



写真1 人力起振の様子 と水平起振器

(5) 耐震診断報告書の必要な部分と住宅の外観などをデジタルカメラで撮影する。

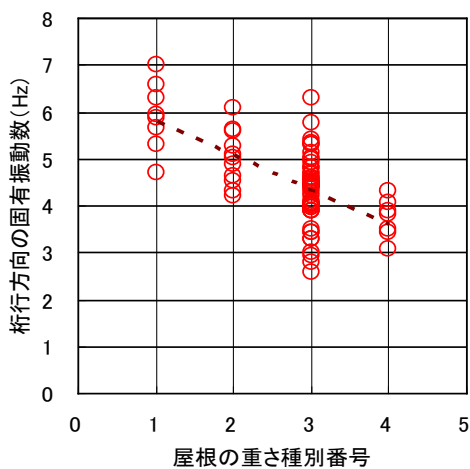
4. 研究成果

(1) 住宅の重さ種別と固有振動数

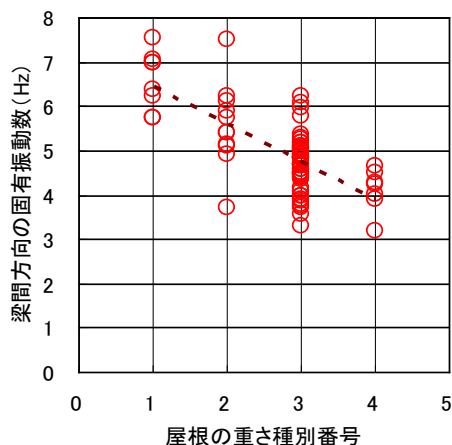
現在の一般耐震診断では住宅の重さを「軽い」「重い」「非常に重い」の 3 種類に分類している。これらは主に住宅の屋根の仕様によって分類され、スレートや金属葺などの屋根を「軽い建物」、桟瓦葺の屋根を「重い建物」、土葺きの瓦屋根を「非常に重い建物」としてしている。ここでは、固有振動数が住宅の重さに強く依存するために、「非常に重い建物」を「切妻屋根」と「入母屋屋根」の再分類した。

図 1 から住宅の重さ種別番号が大きくなり、住宅が重くなると住宅の桁行方向の固有振動数が低くなるのが分かる。

また加振方向で見ると、桁行方向の固有振動数は梁間よりも1割程度低くなる事が分かる。



(1) 桁行方向



(2) 梁間方向

図1 住宅の重さ種別と固有振動数

(2) 1階構造評点と固有振動数

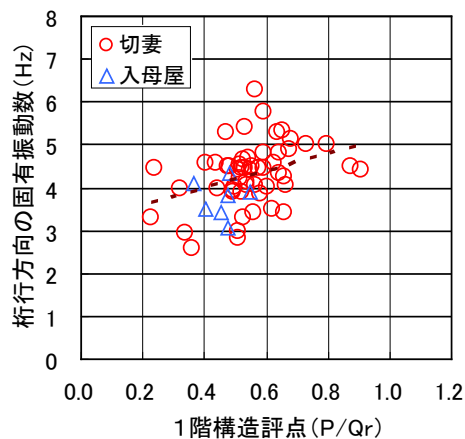
次に一般診断法に基づく1階の上部構造評点を「壁配置による低減係数(E)と劣化度による低減係数(D)を共に1として」次式で算定した。

$$1 \text{ 階構造評点} : P / Q_r$$

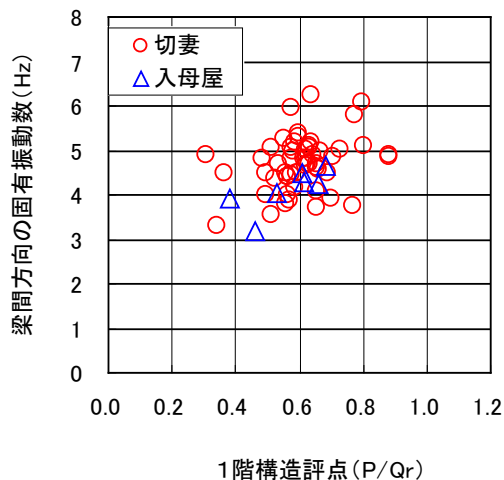
ここで、P は1階の各方向の水平力に対する強さ(kN)である。また Q_r は1階の必要耐力(kN)であり、1階の床面積(m^2)に、建物重さに応じて「軽い建物」は0.83倍、「重い建物」は1.06倍、「非常に重い建物」は1.41

倍して求める。

図2に1階構造評点と固有振動数との関係を2階面積比が0.5以上の場合について示す。この図から2階面積比が0.5以上の場合には、桁行方向も梁間方向も1階構造評点と非常に良い相関があることが分かる。これは、1階構造評点が総2階を想定した値となっているためと考えられる。



(1) 桁行方向 (2階面積比 0.5 以上)



(2) 梁間方向 (2階面積比 0.5 以上)

図2 1階構造評点と固有振動数

(3) 偏心率とねじれ振幅率

1階の壁配置によるねじれ振動を正確に評価するためには、2階の床に設置する水平起振器を住宅全体の重心軸上に置き、さらに、2階床上に置くセンサーを1階の両端に近い場所に設置する必要がある。

このような条件を満足するかどうかで、住宅を4つの平面タイプに分類した。

図3に上記の条件を満たした住宅の桁行方向と梁間方向の偏心率とねじれ振幅率との関係を示す。この図から梁間方向については、ねじれ振幅率は偏心率と良い相関があることが分かる。しかし、桁行方向については、ねじれ振幅率が正側に偏り、偏心率との相関は良くない。

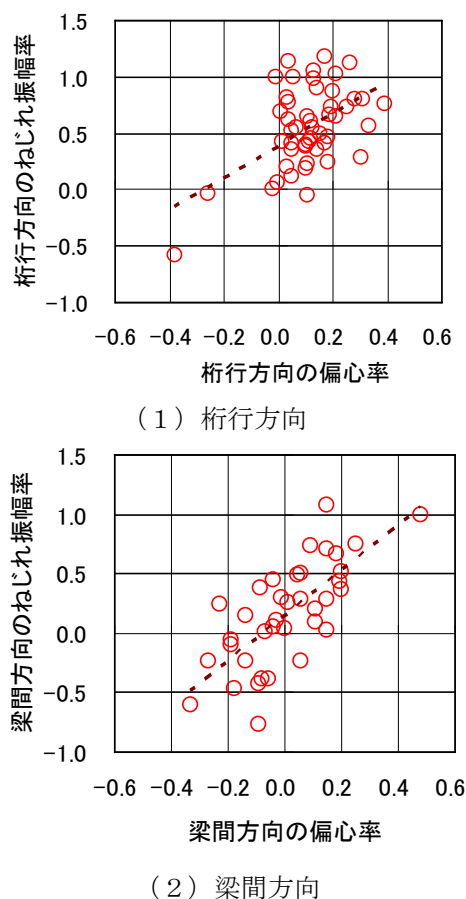


図3 1階の偏心率とねじれ振幅率

この原因は、桁行方向は南側の振幅が北側に比べて非常に大きいためであり、偏心率の算定式では考慮されていない腰壁や垂壁が、南側には少なく、北側に多くあるためと考えられる。

この研究では、耐震診断を受けて評価点が低い豊田市内の約100棟の木造2階建住宅を対象として水平起振実験を行い、耐震診断の結果と比較して以下のことが判明した。

- ・ 木造住宅の固有振動数は屋根の重さに大きく依存し、屋根が重いほど低くなる。
- ・ 1階に対する2階の面積比が50%以上の

場合には、木造住宅の固有振動数は1階の構造評点と良い相関がある。

- ・ 住宅の重心軸上で起振できる場合には、ねじれ振動を励起させることができ、特に梁間方向のねじれ振幅率は、1階の偏心率と良い相関がある。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計1件)

今岡克也, 岩崎雅士, 梅村一貴, 加納亮汰 : 水平起振器を用いた木造2階建住宅の体感型耐震診断法に関する研究, 豊田工業高等専門学校研究紀要, 第44号, pp. 61-68, 2012

〔学会発表〕(計4件)

・ 今岡克也, 梅村純平, 高橋智也 : 居住者体験型の木造2階建住宅の動的耐震診断法に関する研究, 日本建築学会東海支部研究発表会, 2011年

・ 岩崎雅士, 今岡克也 : 水平起振器を用いた木造2階建住宅の体感型耐震診断法に関する研究(その1)固有振動数と1階構造評点との関係, 日本建築学会大会学術研究発表会, 2011年

・ 今岡克也, 岩崎雅士 : 水平起振器を用いた木造2階建住宅の体感型耐震診断法に関する研究(その2)ねじれ振幅率と偏心率との関係, 日本建築学会大会学術研究発表会, 2011年

・ 今岡克也, 岩崎雅士, 梅村一貴, 加納亮汰 : 水平起振器を用いた木造2階建住宅の動的耐震診断法に関する研究, 日本建築学会東海支部研究発表会, 2012年

6. 研究組織

(1) 研究代表者

今岡 克也 (IMAOKA KATSUYA)

豊田工業高等専門学校・建築学科・教授

研究者番号 : 20193667