

# 木造の構造耐震指標 $I_w$ と

## 実被害との関係評価

学籍番号：1130142 氏名：平井 宏

システム工学群 建築・都市デザイン専攻 甲斐研究室

日本の戸建て住宅のうち木造住宅は9割以上を占めている。これらの建物が今後の大地震に対して既存不適格な建物かを判断するための耐震診断は実現象に対し評価されているか、wallstatを利用して関係性を評価する。

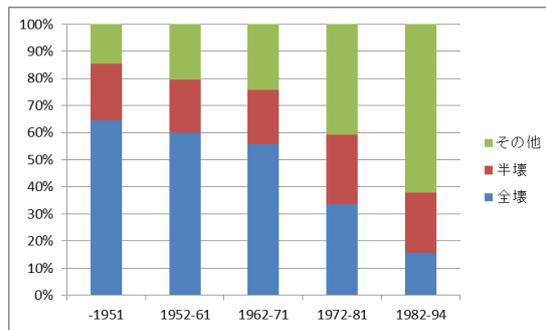
**Key word** 木構造 wallstat 耐震診断 上部構造評点

### 1. はじめに

日本は戸建て住宅のうち木造住宅が9割以上を占めている。1959年建築基準法の改正、1981年建築基準法施行令大改正された。兵庫県南部地震によって神戸市灘地区での木造建物被害数の割合(表1)から法改正によって全壊する建物が減少しているのがわかる。2000年建設省告示第1460号が出され、木造建築物における構造方法及び構造計算の基準が明確に定められた。

2000年以降に建てられたものでは必要な耐力が保障されているが、それ以前に建てられた建物には必要な耐力が不足している既存不適格の建物が残っている可能性がある。既存の建物に対し倒壊の可能性を判断するため耐震診断がある。そこで本研究では、実際の建物の挙動、倒壊が耐震診断の評価と一緒に結果になるのかを木造の解析ソフト wallstat を利用して判断することを目的とする。

表1 神戸市灘地区 木造被害数の割合



### 2. 試験体概要

解析を行うために単純化した軸組構法の建物を使用した。

2階建て

壁：構造用合板(耐力壁仕様)

延べ面積：39.676 m<sup>2</sup>

1階階高：2.94m

2階階高：2.88m

梁・柱：85 mm

筋交：30×90

接合：HD10kN

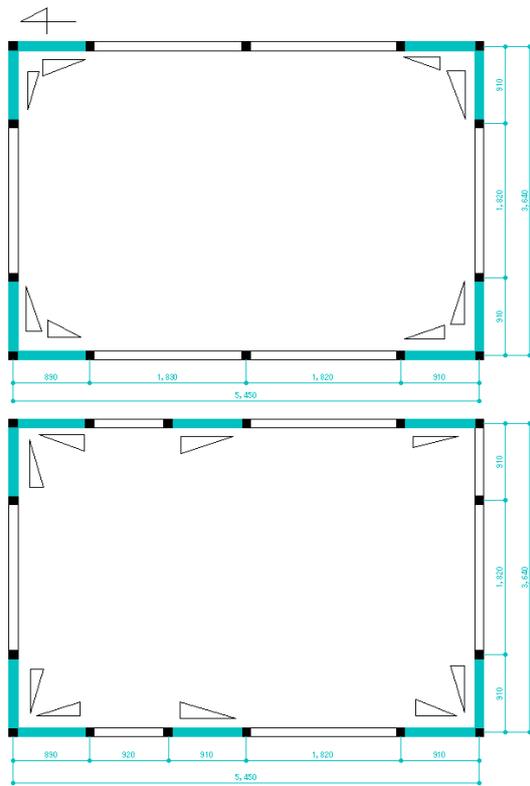


図1 柱・壁・筋交配置図

### 3. 木造住宅の耐震診断

対象とする住宅は、在来軸組構法、伝統的構法、枠組壁工法の住宅としている。

診断の主目的は、耐震補強の必要性の有無を判断することである。診断は極めて稀に発生する地震動による倒壊の可能性の有無について実施する。

一般診断法、上部構造調査として始めに対象となる建物の必要耐力を算定する。

表2 床面積当たりの必要耐力 ( $kN/m^2$ )

対象物建物	軽い建物	重い建物	非常に重い建物
平屋建て	0.28Z	0.40Z	0.64Z
2階建て	2階	0.37Z	0.53Z
	1階	0.83Z	1.06Z
3階建て	3階	0.43Z	0.62Z
	2階	0.98Z	1.25Z
	1階	1.34Z	1.66Z

ここで、各建物の仕様は以下のようなものとする。

軽い建物：石綿ストレート板、鉄板葺

重い建物：棧瓦葺

非常に重い建物：土葺瓦屋根

Z：地震地形係数

本研究では建物が地形係数は影響しないものとしている。

必要耐力は各階の必要耐力算出用床面積を乗じて求まる数値となる。

2階建ての1階については、短辺の長さが4.0m未満の場合は、その階の必要耐力を1.13倍するとなっている。

対象とする建物は、短辺が3.64mなので、1階の必要耐力は1.13倍しなければならない。

次に対象建物の保有する耐力を求める。保有する耐力は各階梁間方向の両端1/4部分、桁行方向1/4部分(側端部分)それぞれの方向で算定する。保有する耐力は、無開口壁・有開口壁ごとに求められる。無開口壁部分では壁・柱の耐力、耐力要素の配置による低減係数、劣化度による低減係数から算出される。

無開口壁の耐力は、壁、筋交の種類・工法によって壁基準耐力 $F_w$ が決められており、壁耐力基準と接合部の仕様・基礎の仕様によって耐力低減係数 $K_f$ が求められる。そして無開口壁の壁長3つを乗じて無開口壁の耐力を求める。

有開口壁の耐力の算定では、掃出し型開口の場合 $0.3 \times$ 開口壁長 $L_w$ (m)によって求められる。

耐力要素の配置等による低減係数 $eK_{fl}$ は始めに各階両端1/4内の必要耐力に対する保有する耐力によって充足率を求める。

充足率比が0.5以上( $eK_1 / eK_2 \geq 0.5$ )の場合 $eK_{fl} = 1.0$ としている。

$eK_1$ ：充足率の低い領域の充足率

$eK_2$ ：充足率の高い領域の充足率

充足率比が 0.5 以上 ( $eK_1 / eK_2 < 0.5$ ) の場合は、下記の指揮により低減係数を求める。

$$eK_{fl} = \frac{eK_1 + eK_2}{2eK_2} \dots \text{式 1}$$

それぞれに X 方向、Y 方向について求める。

各階ごとの X 方向、Y 方向での保有耐力に偏心による低減係数を乗じその値を初めに求めた各階ごとに必要耐力を除し、その最少値を上部構造評点 ( $I_w$ ) とする。

表 3 評点と評価結果

**診断結果**

評点 ( $I_w$ ) = 保有する耐力/必要耐力  
各部の検討結果

評点	
1.5以上	倒壊しない
1.0以上1.5未満	一応倒壊しない
0.7以上1.0未満	倒壊する可能性がある
0.7未満	倒壊する可能性が高い

求められた評点によって、倒壊の有無を判断する。

#### 4. Wallstat

解析モデルを作成し、振動台実験のように基礎レベルに任意の地震動を与えることで解析モデルの変形の大きさや倒壊の有無を評価することが可能な解析ソフト。

始めに柱・梁部材の座標、端部の勝ち負け部材の太さ、部材のデータの入ったパラメータを入力し、筋交・壁の座標パラメータを入力しモデルを作成します。そのモデルに地震波を入力することによってモデルの実現象をアニメーションで見る事が出来る。

#### 5. 作業内容

ベースとなる建物(オリジナル)を耐震診断の一般診断で評価すると 0.747 になった。本研究ではオリジナル建物の柱・梁・形状は固定にする。この評点を上げるためには、壁の

耐力の改良、接合部による低減を減らす、壁の増加、偏心率を抑えるモデルを接合金物 10 kN と 25 kN の 2 種類地震波は JMA 神戸の地震波を利用し強さを 0.1 刻みで変えていく。

これらのモデルを耐震診断し wallstat との解析結果を比較する。

#### 6. 結果

表 4～8 は本研究での対象モデルを耐震診断の評点と実被害を比較した表である。表の図は被害を表しており下記のように判断した。

- 損傷なし、△ 少し変形、▽ 変形、
- ▲ 小破、▼ 中破、■ 大破、× 倒壊

表 4 評点  $I_w$  値と実被害

	$I_w$ 値	JMA神戸地震波 倍率				
		0.6	0.7	0.8	0.9	1
筋交なし(10)	0.745	△	▽	▽	×	×
筋交30×90(10)	0.965	○	○	○	△	×
筋交45×90(25)	1.306	○	○	○	○	△

表 1 は評点  $I_w$  値が大きくなると実被害においても強い建物になっている。

表 5 筋交と接合金物

	$I_w$ 値	JMA神戸地震波 倍率				
		0.6	0.7	0.8	0.9	1
筋交45×90(10)	1.059	○	○	○	▼	■
筋交45×90(25)	1.306	○	○	○	○	△

表 2 はオリジナルモデルの筋交を 30×90 のものを 45×90 に変更した。そのモデルの接合金物の種類を変えてみての比較である。筋交を強くする場合、接合金物も強くすることによって筋交の性能を引き出すことができる。

表 6 接合金物の比較

	$I_w$ 値	JMA神戸地震波 倍率				
		0.6	0.7	0.8	0.9	1
オリジナル(10)	0.965	○	○	○	△	×
オリジナル(25)	1.188	○	○	△	×	×

表 3 はオリジナルモデルの接合金物のみを変更し比較したものである。本研究で対象とするモデルのように部材が細い場合、接合金

物を強くすると逆効果となってしまう、地震に対して弱い建物になってしまうこともある。

表7 壁の増設の比較

	Iw値	JMA神戸地震波 倍率				
		0.6	0.7	0.8	0.9	1
オリジナル(10)	0.965	○	○	○	△	×
南面壁+(10)	1.248	○	○	▲	▼	▼

表4は壁を増やした場合の比較である。壁を増やすことによって、無開口壁の壁長の長さが伸び耐震診断においても保有する耐力が増えることによって評点が高くなるが、実被害として必ずしも有効ではない。

表8 筋交が有効

	Iw値	JMA神戸地震波 倍率				
		0.6	0.7	0.8	0.9	1
筋交45×90(25)	1.306	○	○	○	○	△
南面壁+筋交45×90(25)	1.702	○	○	○	○	▲

表5筋交・接合金物を強くしたものと壁を増やし、筋外・接合金物を強くしたものを比較した。ここでも壁を増やすことによって保有する耐力が増え評点も良くなっているが、実被害を見るとさほど差がなかった。主要耐力構造物の性質上変形に対し早く耐力が出る筋交は対象とするモデルが細長い建物だったため、壁が増えたことよりも筋交・接合金物が強くなったことによって地震力に対して効果を得られたと考えられる。

## 7.考察

筋交を強くするときは接合金物を強くすることによって地震に対し強い建物になる。

部材が細い場合接合金物を強くすると耐震性の低い建物となり逆効果になってしまう可能性がある。

主要耐力構造物の性質上早く耐力が出る筋交は細長い建物には有効である。

建物が細長い場合、壁を強くして耐震診断の保有する耐力を多くするより、筋交・接合金物を強くするほうが効果的である。

## 8.まとめ

本研究では壁を増設、筋交・接合金物を強くすると耐震診断の評点は上がるが、実被害として必ず有効ではない。

耐震診断の評価を上げるために建物の補強を行うが、補強の方法によっては、建物の耐震性が弱くなってしまいう可能性がある。

## 9.参考文献

- 1) 2012年改訂版木造住宅の耐震診断と補強方法
- 2) T. Nakagawa, M. Ohta, et. al. "Collapsing process simulations of timber structures under dynamic loading III: Numerical simulations of the real size wooden houses", *Journal of Wood Science*, Vol.56, No.4, p.284-292 (2010)