

## 2階建て木造住宅の各階の耐震診断評点比率と損傷度の関係について

既存木造住宅	耐震診断	評点比率	正会員	○花井 勉* <sup>1</sup>	同	井戸田秀樹* <sup>2</sup>
柱接合部低減	耐震改修促進		同	川端 寛文* <sup>3</sup>	同	皆川 隆之* <sup>4</sup>
			同	福本 有希* <sup>5</sup>		

## 1. はじめに

木造住宅の耐震診断に一般的に使用されている一般診断法<sup>1)</sup>(以下、一般診断法と呼ぶ)では、建物の評点は各階の評点の小さい方の値で与えられる。したがって、建物に目標とする評点を与えるためには、各階ともに目標評点を満足することが必要となる。これは、建物各階の損傷が建物全体の損傷に与える影響は等しいとの工学的判断に基づくものであり、一般診断法の評点を尺度にした場合の考え方としては合理的と言える。

一方、木造住宅の耐震改修促進、あるいは人的被害軽減の観点からみると、2階の改修工事と評点に対して、次のような見方をすることができる。

- ①足場の設置が必要な場合がある等、2階の改修工事は比較的高価である。そのため、目標評点達成のために2階の工事が必要な場合、住宅所有者は改修費用を理由に改修自体を断念する場合がある。
- ②層崩壊による建物の倒壊を考えた場合、建物内にいる人が命を失う可能性は、崩壊層上部の重量が大きい1階の方が高いと考えると、人命保護の観点から見た耐震改修評点は1階の方にある程度重みを付けた方が合理的である。

このような観点に基づけば、人的被害の軽減に結びつくより合理的な改修工事を実現するため、一般診断法における2階の必要評点を再確認することは大きな意義があるものと考えられる。そこで、建物各階の評点の比率と損傷度の関係に対して時刻歴計算を含めた詳細な解析を行い、耐震改修促進の立場に立った2階の評点の考え方について検討を行った。

## 2. 2階の評点計算方法について

一般診断法において、2階の評点に関わる各項目について確認する。

## (1) 荷重

一般診断法では建物を総2階と想定して必要耐力を算定している。2階が1階に対して面積が小さい場合は、文献<sup>1)</sup>の<参考>各階の床面積を考慮した必要耐力の算出法(精算法)の計算式を用いるべきである。

また、一般診断法では手法の簡便さを優先して屋根荷重は屋根の仕様から、軽い・重い・非常に重い<sup>3</sup>の3種類の均し荷重で与えられている。特に屋根荷重が主な荷重となる2階においてはかなりの安全率が含まれることもあるので同文献の精密診断法に倣い、より正確に荷重算

定を行なうと良い。

## (2) 柱接合部評価

実大建物の振動台実験<sup>2)</sup>において、1階柱頭の軸力は計算値よりかなり小さいことが実測されている。また、既存木造住宅倒壊実験<sup>3)</sup>において、2階の荷重変形関係は、柱接合部の低減を考慮しない耐震診断結果により近いことが報告されている。

一般診断法の柱接合部低減係数は、耐力壁の非線形ブレース置換モデル、及び柱接合部の非線形バネを用いた解析により導かれている。ここで用いている屋根荷重は一律【屋根(セメント瓦)+天井 56kg/m<sup>2</sup>(水平投影面積当たり)】であり、一般診断法での屋根荷重の軽い屋根の想定荷重:石綿スレート板 950kN/m<sup>2</sup>と比べてもかなり軽めの設定で、屋根仕様によっては柱接合部低減を実状より大きく見込んでいる可能性がある。

## 3. 柱接合部低減を考慮しない解析による各階損傷度評価

## 3.1 解析方針

一般診断法に従って柱接合部低減を考慮した1, 2階評点、セットバック率、および屋根仕様をパラメータとしたモデルプランを、柱接合部低減の無いものとした復元力特性により応答解析し、各階の評点比率と応答(損傷度)の関係性を調べる。解析条件を以下に示す。

## (1) 建物仕様

昭和56年以前の木造2階建て建物で 階高 H=2.7m 間口 7.28m、奥行き 9.1m。耐震要素は、土塗壁 厚 60(2.2)、3つ割筋かい(2.4)とし、柱接合部ランクIV、基礎ランクII、劣化なしとする。ただし、( )内:壁強さ倍率 kN/m。

## (2) 地震荷重: 質点重量

屋根は軽い(L)、重い(M)、非常に重い(H)の3種類とし、床荷重と共に床面積均し荷重で見込む。2階のセットバック率を、2階の面積比  $R_f=0.2\sim 1.2@0.2$  で評価する。

## (3) 各階壁量

各階の仕様、面積より算出した必要耐力から各階の必要壁量を計算する。ただし、基礎、接合部による低減を見込む。古い年代の土壁と併用した3つ割筋かいは配置箇所数も少なく、復元力特性も土塗壁と似ているため、全ての耐震要素が土塗壁であるとして必要な壁量を求め

る。また、一般診断法では必要耐力の 1/4 は垂壁・腰壁、フレーム効果とみているが、地震力を低減しないため必要耐力分の壁長さを設定した。

#### (4) 各階評点

1 階の評点  $Ck_1=1\sim 2.5@0.1$  とし、2 階の評点は 1 階評点との比  $\gamma$  で表す。

#### (5) 復元力特性

文献 1) の復元力特性データベースよりバイリニアスリップ型の特性でモデル化した特性を用いる。採用値は“土塗壁 塗厚 55~70 未満”である。尚、ここでは柱接合部の低減を考慮しないものとする。

#### (6) 地震波による応答解析条件

入力地震波は建築基準法告示 1461 号の簡易 2 種地盤で表層増幅した地表面スペクトルに適合する告示波とする。位相はランダム 10 波とし、結果は応答最大値の平均値で評価する。減衰定数は 5% の瞬間剛性比例型とする。

### 3.2 解析結果

本検討と類似仕様の建物の分析結果 4) では、診断用の復元力特性と実大振動実験値とを比較すると、実験値のほうが 2 倍近く性能が高く、また文献 5) では今回対象とした壁倍率 1 の土塗り壁でも実験値では片面の場合 1.25

~1.39 倍、両面中塗りでは 2 倍以上の値を示している。今回の検討は 1 階 2 階の評点の比による影響に着目していることから、評点比率  $\gamma = 1$  で 1, 2 階の層間変位が設計用安全限界変位 9cm (1/30) 以内となるよう壁量を割り増した (1 階評点  $Ck_1=1.8$  とした) 解析結果 (図 1) を中心にこれを考察する。

2 階の変位が安全限界変位以内となるパラメータに着目すると以下のことが言える

- ・ ①非常に重い屋根 H < 重い屋根 M < 軽い屋根 L の順に 2 階層間変位が大きくなる。
- ②面積比率  $R_f$  は評点比率 0.7 以上であればあまり影響がない。
- ③評点比率が 0.8 以上であれば 2 階の変形角は 1 階の変形角を越えない。
- ④1 階の壁量がさらに増しても ( $Ck_1=2.0$ ) 上記のことが言える

### 4. まとめ

昭和 56 年以前に建てられた典型的な 2 階建て木造住宅の一般診断法の評点と、実性能を考慮した場合の損傷の関係について検討した。検討条件の範囲では、2 階の評点はやや安全側であり、1 階との評点比率で 0.8 以上であれば 1 階の損傷を超えることがない結果となった (図 2)。

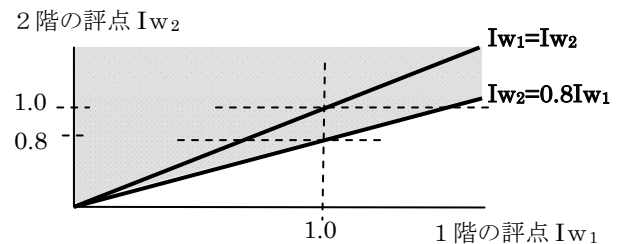


図 2 2 階の損傷が 1 階の損傷より大きにならない範囲

### 謝辞

本検討は、愛知建築地震災害軽減システム研究協議会 (会長: 相山女学園大学, 小野徹郎教授) の活動の一環として実施した。貴重なご意見を賜った耐震改修工法部会の委員各位に感謝申し上げます。

### 参考文献

- 1) 日本建築防災協会: 木造住宅の耐震診断と補強方法, 2004
- 2) 建築技術, pp.111, 2006.4
- 3) 佐藤友彦, 五十田博ほか: 震動台による既存木造住宅の耐震性能検証実験その 13 移築補強・無補強試験体の補強計画と診断法の検証, 日本建築学会大会学術講演梗概集 C-1, pp.391-392, 2006
- 4) 佐藤友彦, 五十田博ほか: 既存木造住宅と補強した住宅の動的耐震診断とその精度検証, 日本建築学会構造系論文集, No.618, pp.391-392, 2006
- 5) 日本住宅・木材技術センター: 土塗壁・面格子壁・落とし込み板壁の壁倍率に係る技術解説書, pp.112-116, 平成 16 年 2 月

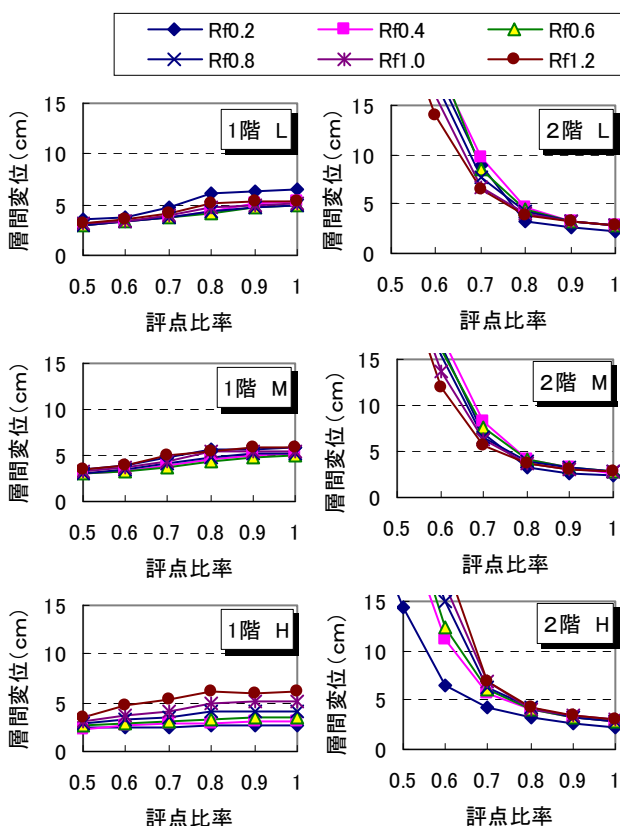


図 1 パラメータ別各階の損傷度 (層間変位)

\*1 えびす建築研究所 代表取締役・博士(工学)  
 \*2 名古屋工業大学 教授・工博  
 \*3 愛知県庁 博士(工学)  
 \*4 えびす建築研究所  
 \*5 大林組 博士(工学) 元東京大学大学院生

\*1 President, Ebisu Building Laboratory Co., Dr. Eng.  
 \*2 Prof., Nagoya Institute of Technology, Dr. Eng.  
 \*3 Aichi Prefectural Office, Dr. Eng.  
 \*4 Ebisu Building Laboratory Co.,  
 \*5 Obayashi Corporation, Dr. Eng.