

耐震診断・耐震補強に関する考察

-和歌山県の場合を中心として-

その5、木造住宅の補強

耐震診断 地盤特性 和歌山県 木造耐震

正会員 ○前山克友*
尾上 收**
平井健次***
正会員 鈴木計夫****

1、はじめに

阪神・淡路大震災において、いたいたしいほどの災害を木造住宅は被りました。しかし、本来木造住宅は、在来軸組工法、枠組壁工法、伝統工法等先人の知恵のもと、耐震性能は高いと考えている。しかし、比較的自由度のある材料であり、架構形式であるが故に、生活スタイルに合った不規則な空間を作ってしまう、耐震的に不十分な架構形式となり、崩壊してしまったというケースが多いのではないだろうか。

耐震診断の手法においては、一般的な解析方向として、(財)日本防災協会発行の「木造住宅の耐震精密診断と補強方法」がある。最近では限界耐力に準じた準動的解析法も開発されており、制震ダンパーを使った場合の新しい補強工法も提案されている。

ここで、1946年(昭和21年)発生の南海道地震(M8.0)による地震体験談も交えモデル建物による、木造住宅の耐震精密診断と補強方法(財団法人日本防災協会)及び許容応力度設計により構造計算をした場合の算定結果を示し、所要壁量に対する有効壁量の算定値と、耐震診断による総合評点とを比較検討し今後の耐震診断における参考資料としたい。

2、南海道地震(昭和21年発生)による体験

・本州最南端住民

「ものすごい揺れで屋根瓦が全て飛んでしまった、と言う人やそんなに激しい揺れでなかった、と言う人がいました。不思議な結果だと思ひ建築場所を調査すると、激しい揺れの所は軟弱地盤上に建築されており、そんなに激しい揺れでなかったと言う所は、岩盤上に建築されていると言う結果であった。この様な状況のなか、地盤との共振性は非常に重要な要素だと実感した。

3、耐震診断への考察

・軸組み工法としての判断

在来軸組工法と伝統工法とは厳密な区別がつけ難いが、一般には柱の断面サイズが15cmを下回る場合には、伝統工法に特有の独立柱の効果(柱のロッキング抵抗)の効果小さいこともあり、在来軸組工法として扱うことが妥当である。

・木造軸組の設計クライテリア^{*2)}

建物の存在期間中にまれに遭遇する可能性のある最大地表面加速度100ガル(震度5程度)、極めてまれに遭遇する可能性のある最大加速度400ガル(震度7程度)を考える。

木造軸組の耐震性能指標は、木材料が健全であることを前提におけば、既存の研究や一連の実験・解析を通じて、以下のように捉えることが出来る。

- ①変形角1/120以下：ほぼ弾性的な挙動を示す
- ②変形角1/60まで：小破でわずかな補修で再利用が可能
- ③変形角1/30まで：中破で相当の補修後に再利用が可能
- ④変形角1/15まで：大破し倒壊は逃れるが補修改修もしくは建て替えが必要

したがって設計者は、建築主と協議の上目標レベルを設定する。

・水平面内の剛性

小屋面及び2階床面の水平剛性は、建物に加わる地震力を全体の耐力壁に伝えるため、以下の項目について検討を加える必要がある。

- ・火打ち材がバランスよく配置されているか
- ・床版が合板などで張りつめられているか
- ・耐力壁線間の距離は大き過ぎないか(8m以内)
- ・耐力壁で囲まれた面積は大き過ぎないか(最大40m²)

4、診断費補助制度^{*3)}

和歌山県では、平成16年度建築物の耐震診断費補助事業として、昭和56年以前に建築された木造住宅(約17万戸)に対し、5年間で2万戸を目標に耐震診断を実施する計画を立てている。図4-1に流れ図を示す。

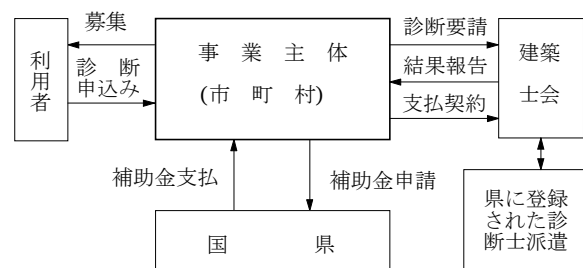


図4-1 診断実施の流れ

今回注目すべきところは、事業主体が市町村であり、利用者は診断費用を負担せずに、耐震診断を受ける事が出来る。

5、某木造建築物の耐震診断例^{*1)}

当建物は、昭和56年以前に建築されたもので、2階建ての建物である。現況の耐力壁配置状況では非常に低い総合評点が算定されている。図5-1に平面図を、表5-1に算定結果を示す。

< 1階平面図 >

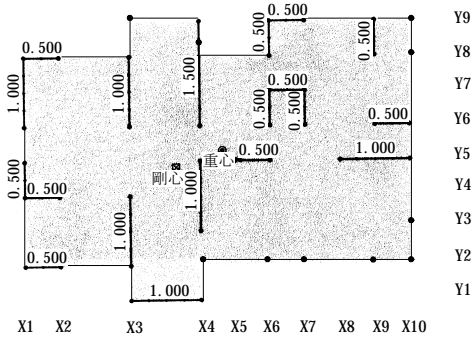


図5-1 某住宅の平面図

表5-1 補強前の総合評点

総合評点	$1.0 \times 0.569 \times 0.609 \times 1.0 = 0.34$
------	---

上記診断結果をもとに、総合評点1.0以上を確保する目的で耐力壁の追加を行い耐震性の向上を図った。図5-2に平面図を、表5-2に補強後の算定結果を示す。

< 1階平面図 >

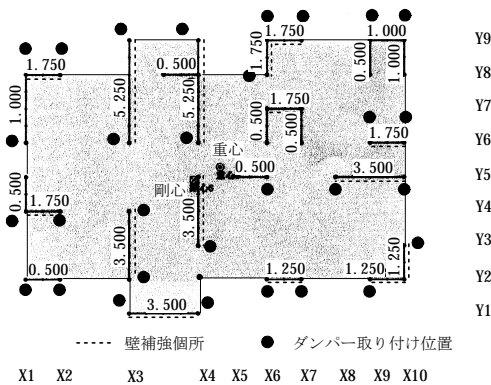


図5-2 某住宅補強後の平面図

表5-2 補強後の総合評点

総合評点	$1.0 \times 0.846 \times 1.504 \times 1.0 = 1.27$
------	---

ここで、総合評点1.5以上を確保すべく、制震ダンパー（壁倍率0.25mに換算出来る）を取り付け、目標値を満足させた。全体的な補強方法の流れの中で、改修予算にこだわらないなら、比較的スムーズに補強計画を立てることが出来るが、一般住宅の場合などは少ない予算で効果的な補強方法を考えなくてはならないため、より精度の高い解析方法で耐震診断を行い、補強計画を考えるべきである。

6、壁倍率による水平抵抗力の計算

・耐力壁の壁倍率

耐力壁のせん断耐力の大きさは「壁倍率」で表される。在来軸組工法の耐力壁倍率は実験結果に基づき次の様に算定される。

$$\text{壁倍率} = 3 / 4 * (P(1/120) / 130)$$

この水平荷重が130kgの時は壁倍率1となる。

ここで、許容応力度設計による、 L_d / L_n の算定結果を表6-1に示し耐震診断の補強後の総合判定と比較検討を行った。

表6-1 許容応力度設計による $L_d \cdot L_n$ の比較表

		風力に対して				地震力に対して			
		X方向		Y方向		X方向		Y方向	
		壁長	Ld/Ln	壁長	Ld/Ln	壁長	Ld/Ln	壁長	Ld/Ln
2階	Ld	25.94		26.09		25.94		26.09	
	Ln	6.75	3.84	16.51	1.58	15.33	1.69	15.33	1.70
1階	Ld	43.75		59.55		43.75		59.55	
	Ln	18.53	2.36	33.18	1.80	25.53	1.71	25.53	2.33

Ld: 有効壁量 Ln: 所要壁量

7、算定結果及び補強に対するまとめ

木造住宅については、建物全体が軽く、構造体自身も架構しやすいうえ、おおがかりな工法や特殊な工法が必要ない。また改修にあたっては手作業の範囲内での施工が可能なおうえ、鉄骨などを抱かせて補強することも一つの方法であろう。

今回、昭和56年以前に建築された建物を耐震診断し補強計画を行った結果、総合評点は満足のいくものであった。しかし、地盤との相関関係を考えるならば、より詳細な検討を行うことが望ましい。

一方、鉄筋コンクリート造耐震診断基準における、第2種構造要素の問題は、木造の場合柱のサイズに該当するのではないかと考える。すなわち12cm角や15cm角の柱サイズの場合、階が崩壊してしまったという報告は見受けられないが、10.5cm角以下の細い柱で建築されている場合は、色々な被害報告を聞く。

太い柱で作られている伝統工法の建物においては、その変形能力とあいまって、耐震性能の高い建物と評価できる。

今回、耐震診断費補助事業により、行政と一体となって住宅の耐震性向上に取り組み、「和歌山県の住宅は高い耐震性を保有している」という状況を作り出したい。

参考文献

- *1) 木造住宅の耐震精密診断と補強方法
(財団法人 日本建築防災協会)
- *2) 木造住宅耐震診断・改修指針とその解説
(財団法人 石川県建築住宅総合センター)
- *3) 木造住宅耐震マニュアル
(和歌山県県土整備部都市政策課)

* 和歌山県建築構造設計協会
** 和歌山県建築士事務所協会
*** 和歌山県建築士事務所協会
**** 福井工業大学

* Wakayama Construction Designers Association
** Wakayama Architect Office Association
*** Wakayama Architect Office Association
**** Fukui University of Technology