

5. 不適格木造住宅の耐震補強に関する研究

03168074 中村 忠
指導教官 藤井 大地 助教授

不適格木造住宅 筋かい 立体骨組解析
耐震補強 密度法

1. はじめに

1995 年(平成 7 年)の兵庫県南部地震(阪神淡路大震災)は、6400 人余りの死者のうち、5000 人近くが木造住宅の下敷きになって圧死した。

構造上の主な原因として、筋かいの不足とその配置の不備、接合部の不備、床の水平力と剛性不足、壁量の不足、基礎と軸組の締結不備があげられる。これら問題を抱えている木造住宅の多くは、1980 年(昭和 55 年)以前に旧耐震基準で建てられている木造住宅であり、現在の新耐震基準を満たしていない不適格木造住宅である。これらの不適格木造住宅で安全に暮らすには、最低限住宅の耐震レベルを旧耐震基準から新耐震基準まで耐震補強する必要がある。現在、耐震補強として、壁補強、屋根の軽量化、劣化箇所の補修、基礎補強、接合部補強、外部補強などがある。しかし、工期やコストなどの問題により、耐震補強はほとんど進んでおらず、近年になっても不適格木造住宅が全国の木造住宅の 40%と多いのが現状である。そこで本研究では、旧耐震基準と新耐震基準とを具体例を出し比較し、最低限必要な補強を求める。また、藤井・服部らによって木造住宅の筋かいの補強効果は非常に大きいと証明されている。そこで、筋かいで補強する際の有効な配置を検討し、筋かいの最適配置プログラムの開発を行う。

2. 旧耐震基準と新耐震基準との比較

旧耐震基準と新耐震基準との違いを地震に対する必要壁量で数値に表してみる。表 1 は典型的な住宅の床面積、表 2 は階の床面積に乗ずる数値である。(屋根は瓦など重い屋根葺材とする)、表 3 はこれらの条件による必要壁量の長さを示す

表 1 床面積

延べ床面積	118.5[m^2]
1 階床面積	69.6[m^2]
2 階床面積	48.9[m^2]

表 2 階の床面積に乗ずる数値

	2 階建て	
	1 階	2 階
旧耐震基準	24	15
新耐震基準	33	21

[cm/m^2]

表 3 必要壁量の長さ

	1 階	2 階
旧耐震基準	1670.4	733.5
新耐震基準	2296.8	1026.9
壁量の差	626.4	293.4

[cm]

表 3 の結果より、1 階部分での必要壁量の長さの差は 626.4[cm]、2 階部分での差は 293.4[cm] である。倍率 1.0 の筋交い(1.5[cm] \times 9[cm])の木材、耐力壁長さ 90[cm])に換算すると、1 階では 7 本(626.4[cm] \div 90[cm]=6.96 \leq 7)、2 階では 4 本(293.4[cm] \div 90[cm]=3.26 \leq 4)の差となった。但し、これらの値は 1 方向のみであり、住宅全体では 2 倍の値となる。

3. 筋かいの配置計画

3.1 解析例

筋かいの耐震補強効果は非常に大きいですが、接合部を完全固定出来ない木造において筋交いを引っ張り材として扱うにはホゾ抜けなどの問題が起きてしまう。そこで、筋かいを圧縮材とし図 1 の解析モデルを立体骨組解析プログラムを用いて解析し、有効な配置を検討する。

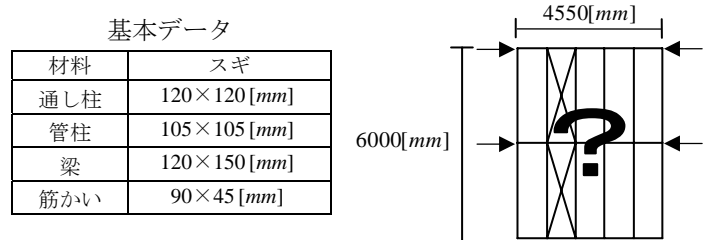


図 1 解析モデル

3.2 解析結果

部材への負担が少なかった筋かいの配置方法は、図 2、図 3 の点線で示したような配置になった。図 4 の配置が有効であると考えられる。

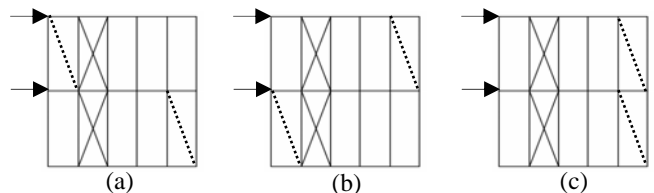


図 2 左方向からの荷重

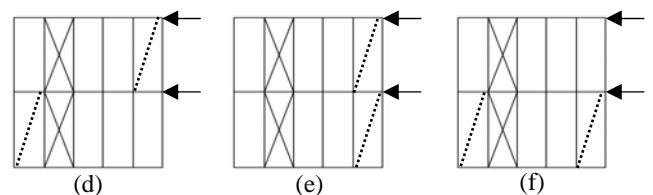


図 3 右方向からの荷重

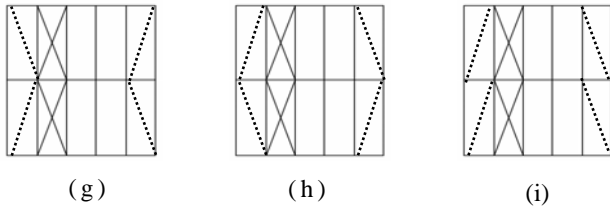


図 4 有効な配置

4. 筋かいの最適配置プログラム

4.1 解析手法

筋かいを創生する方法として、位相最適化手法の一つである密度法を使う。密度法とは、最適化手法を用いて、要素の密度を計算し、不要な要素の密度は低くし、密度の高い必要な要素を得る方法である。本プログラムでは、筋かいを要素とし、必要な筋かいのみ得ることができる。

4.2 解析例

図 5 の既存住宅の軸組 2 面を解析モデルとする。

材料は普通構造材としてスギとする。各部材の寸法は、通し柱 120×120 [mm]、管柱 105×105 [mm]、筋かい 90×45 [mm]、梁 120×180 [mm]、 120×270 [mm]、 120×240 [mm] である。鉛直荷重は床荷重を 1800 [N/m²]、屋根荷重を 686 [N/m²]とする。水平荷重は地震時荷重とし、標準せん断力は 0.2 とする。

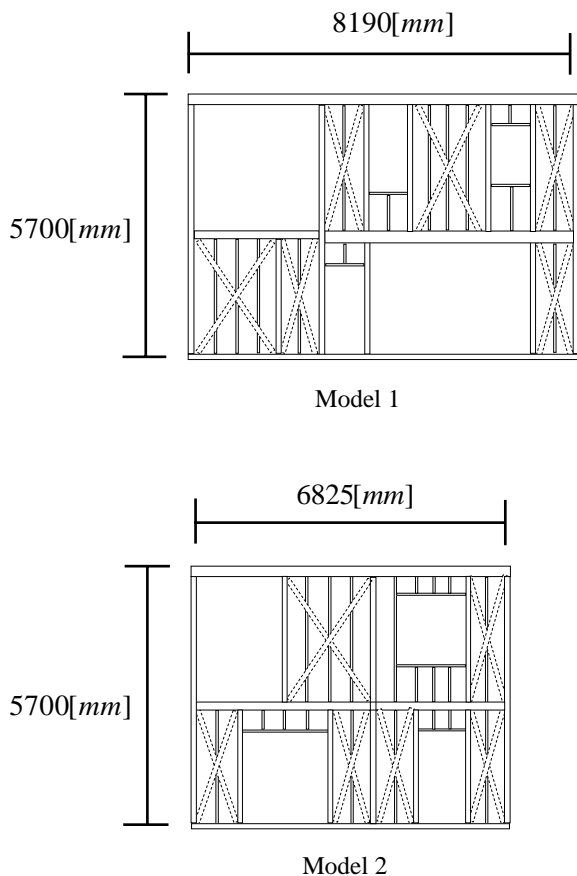


図 5 軸組モデル

4.3 解析結果

図 6(a)(c)は本プログラムで解析した結果である。図 6(b)(d)は、実際に施工された配置である。また、表 6 は軸力の最大値である。

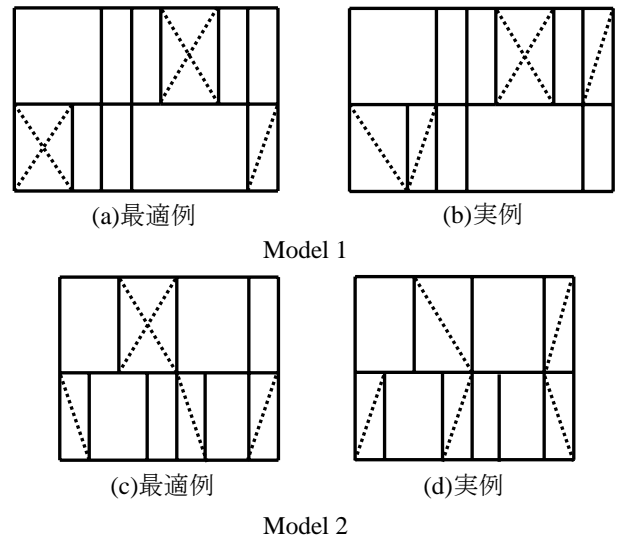


図 6 筋かいの配置

表 4 軸力の最大値

	モデル 1		モデル 2	
	(a)	(b)	(c)	(d)
最大軸力	4367[N]	4517 [N]	2096[N]	3141[N]

5. まとめ

本研究では、旧耐震基準と新耐震基準とを具体例を出し比較し、最低限必要な補強を求めた。また、筋かいで補強する際の有効な配置を検討し、筋かいの最適配置プログラムの開発を行った。

旧耐震基準と新耐震基準を比較することで、耐震補強する際の、最低限の補強量の目安ができた。また、筋かいの配置において、従来の配置に加え、図 4(i)のような荷重の掛かる点よりも遠くにある筋かいで力を受ける配置が有効であるとわかった。

解析結果の図 6 から見てとれるように、実際に施行された配置と類似しているとは言えない。だが、部材に掛かる軸力の最大値は、本プログラムによって得られた図 6(a)(c)の方が低減されていた(表 4)。したがって、二次元で筋かいを最適配置していると考えられる。今後、本プログラムの三次元化を望む。

参考文献

- 1) 木造軸組構法建物の耐震設計マニュアル編集委員会 伝統構法を生かす木造耐震設計マニュアル 学芸出版社
- 2) 藤井大地 Excel で解く 3次元建築構造解析 丸善
- 3) 藤井大地 パソコンで解く構造デザイン 丸善