

# 既存不適格木造住宅の 家具配置による耐震化方法の検討

1150104 長坂 直人

高知工科大学 システム工学群 建築都市デザイン専攻

2000年以前に建てられた既存不適格木造住宅は地震で倒壊してしまう可能性が高い。耐震性を向上させるために耐震補強を行えばよいが、すべてのひとがすぐにできるわけではない。本研究では耐震補強以外の簡易的にできる耐震化方法を検討する。兵庫県南部地震の被害から木造住宅の2階部分の積載荷重の過多が倒壊の原因のひとつと考えられるため、旧耐震基準、新耐震基準の建物モデルを作成し解析・検討を行う。

**Key Words:** 積載荷重、wallstat、建物モデル

## 1. はじめに

高知県は近い将来に発生すると予想される南海地震によって多くの被害が生じることが懸念される。1995年に発生した兵庫県南部地震では、倒壊した木造家屋の下敷きによる死者が全体の約8割であった。特に1階での圧死者が多くみられた<sup>1)</sup>。また圧死被害の発生した住宅構造の約9割は木造であった。1959年に建築基準法、1981年に建築基準法施行令が改正され、2000年には建設省告示第1460号が施行された。2000年以降に建てられた木造住宅は必要な耐力が保証されているが、2000年より前に建てられた木造住宅は、必要な耐力が不足している既存不適格木造住宅である可能性がある。高知県には2000年以前に建てられた木造住宅が約18万戸あると考えられている<sup>2)3)</sup>。平成20年度末の高知県の住宅の耐震化率は70%であり、全国平均の79%と比較して9%も低く、全国平均と比べ高知県の住宅の耐震化が進んでいるとはいえないのが現状である<sup>4)</sup>。

兵庫県南部地震におけるお年寄りの被害状況を鑑みて、現存の既存不適格木造住宅のうち、特に2階建ての住宅を倒壊させない手立てについて考察する。

## 2. 仮説

兵庫県南部地震での木造住宅の被害において1階部分が崩れ、2階がそのまま落ちてくる倒壊が見られた。この倒壊の原因のひとつとして2階部分の積載荷重の過多が考えられる。

## 3. 調査

2階の積載荷重が過多である家が存在するのか、またどのように2階の積載荷重が配置されているか確

認するため香美市の市民を対象に調査を行った。町の防災会長と高知市の市民の協力のもとで5人の市民の調査を行った。2人は実際に2階にものが溜まった状態であった。調査から40%の家がこのような状態であったので、高知県でおよそ7.2万戸の住宅が2階にものが溜まっている状態であることが推測される。

そして家の2階にものが溜まっている状態になっている高知市の市民に協力を仰ぎ、実際に調査をさせていただいた。積載荷重過多の例として、2階の子供部屋を物置として使用していた。またタンスの上に物が乗っていて積載荷重が集中している箇所があった。図1に調査した住宅の2階の積載荷重の配置図、図2、図3に積載荷重の写真を示す。

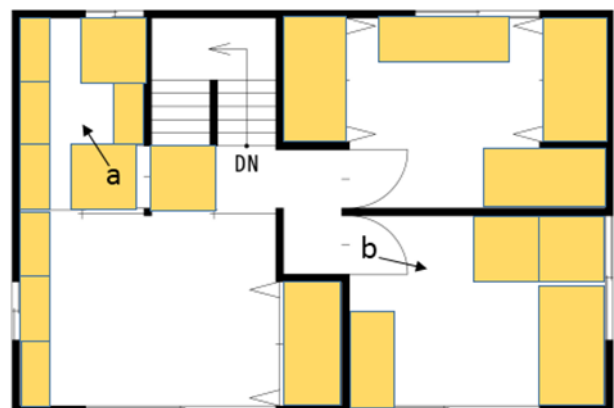


図1 調査した住宅の2階の積載荷重の配置



図2 aから見た写真

図3 bから見た写真

#### 4. 建物モデルの作成方法

実際に仮説の確認を行うため、木造建物解析ソフトの wallstat を用いて建物モデルを作成し解析・検討を行う。3つの建物モデルを作成し、2つは旧耐震基準、1つは新耐震基準の建物モデルとする。建物モデルは建物情報から作成する。建物情報からは建物の幅、奥行き、構造種別や階数、建築年数など基本的な建築物の情報が得られる。本研究ではその中から構造種別が木造、階数が2階のものを選び、建物モデルを作成する。また竣工年代ごとの建築基準法の規定に基づいて建物重量、壁量、接合金物の設定を行う。偏心率は建築年度別の偏心率の変遷から設定を行う。

#### 5. 作成した建物モデル

##### モデル① (在住人数: 2人)

築53年のこの家はもともと6人家族だったが祖父母が亡くなり、子供2人は家を出てしまい今は80代の夫婦が2人で生活している。主に1階で生活しており、2階の子どもが使っていた部屋にはものが溜まっている。2階の積載荷重はタンスや本棚、物置があり、重いタンスを300kg、軽いタンスを100kg、本棚を300kg、物置を50~200kgで設定した。建物情報と詳細設定を図4、2階の積載荷重の配置図を図5に示す。



図4 作成した建物モデル①と建物情報

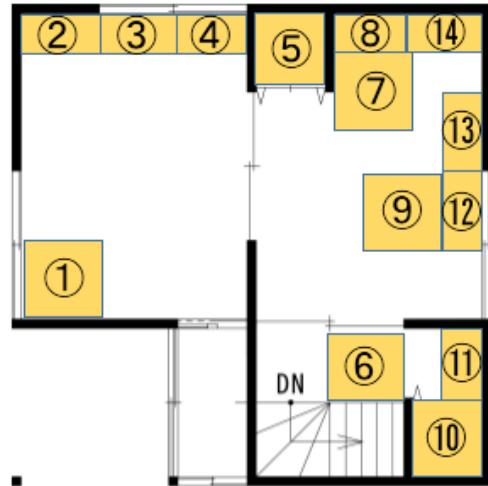


図5 2階の積載荷重の配置

##### モデル② (在住人数: 5人)

築40年のこの家は、70代の夫婦が息子夫婦とその子供の5人で暮らしている。夫婦の部屋が1階、息子夫婦とその子供の部屋が2階にある。一世代前は7人で生活していたため、2階に空き部屋が1つあり、現在は物置状態になっている。2階の積載荷重はタンスや本棚、ベッド、物置があり、重いタンスを300kg、軽いタンスを100kg、本棚を300kg、物置を50~200kg、ベッドを50kgで設定した。建物情報と詳細設定を図6、2階の積載荷重の配置図を図7に示す。

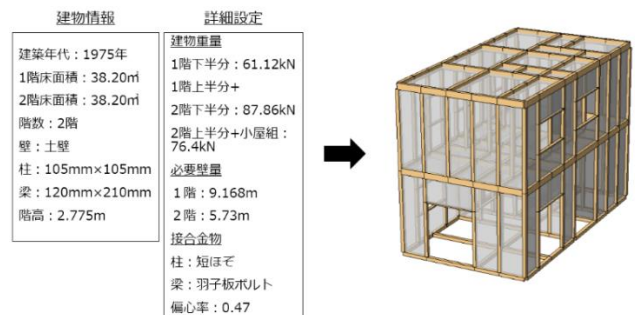


図6 作成した建物モデル②と建物情報



図7 2階の積載荷重の配置

モデル③ (在住人数：4人)

築11年のこの家は40代の夫婦と小学生の子供2人が住んでいる。2階の2部屋が夫婦と子供の部屋で、子どもは2人で1つの部屋を使っている。2階の積載荷重はタンスや本棚、ベッド、物置があり、重いタンスを300kg、軽いタンスを100kg、本棚を300kg、物置を50~200kg、ベッドを50kgで設定した。建物情報と詳細設定を図8、2階の積載荷重の配置図を図9に表す。

建物情報	詳細設定
建築年代：2004年	建物重量
1階床面積：28.98㎡	1階下半分：55.06kN
2階床面積：28.98㎡	1階上半分+
階数：2階	2階下半分：75.35kN
壁：土壁	2階上半分+小屋組：57.96kN
柱：105mm×105mm	必要壁量
梁：120mm×210mm	1階：9.563m
階高：2.775m	2階：6.086m
	接合金物
	柱：HD10kN
	梁：羽子板ボルト
	偏心率：0.30

図8 作成した建物モデル③と建物情報



図9 2階の積載荷重の配置

らしたモデルCの3つである。解析には兵庫県南部地震の際に観測されたJMA神戸を用いた。

6.解析結果

wallstatで解析すると、モデルAは3つとも倒壊せず、積載荷重を配置すると旧耐震基準の建物モデル①、②は倒壊し、新耐震基準の建物モデル③は倒壊しなかった。ただ建物モデル①は図5の積載荷重が集中している箇所の⑫、⑬、⑭のタンス、本棚3つから200kgずつ合計600kg減らすことで倒壊しないようになった。建物モデル②は図7の②、③、④、⑤のタンス、本棚600kg減らすことで倒壊しないようになった。倒壊の様子を見ると2階の積載荷重が集中している部分の床が沈み、2階の柱の接合部が外れ、積載荷重が集中している箇所からねじれるように倒壊した。

この結果から接合部の強度、耐震壁の配置バランスが倒壊に大きく影響を与えていると考える。

7. 解析からの推測

解析を進める中で、積載荷重の配置によっては積載荷重をかけて倒壊しない建物モデルがあり、2階から積載荷重を減らすと倒壊してしまうという結果が見られた。この結果から耐震性を向上させるには、ただ単に2階から積載荷重を減らすだけでなく、積載荷重の配置も重要と考えた。

7.1. 解析モデルの作成

建物モデル②の中で4つのモデルを作成した。積載荷重のかかっていないモデル、1階、2階に積載荷重を配置したモデル、2階の積載荷重を減らしたモデル、2階の積載荷重を減らしたモデルの積載荷重の重心を建物の剛心に寄せたものの4つである。

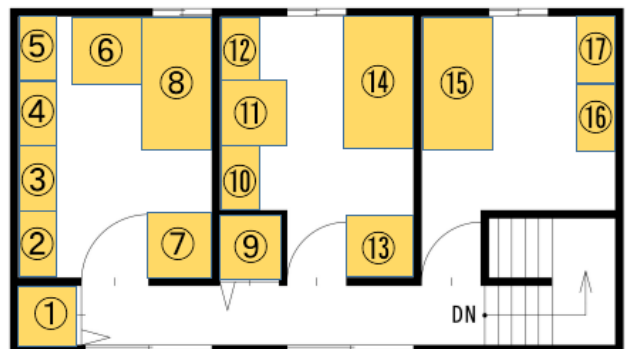


図10 建物モデル②の2階の積載荷重の配置

6. 解析モデルの作成

1つの建物モデルから解析モデルを3つ作成した。積載荷重のかかっていないモデルA、1階、2階に積載荷重を配置したモデルB、2階の積載荷重を減



図 11 建物モデル②の  
2階の積載荷重を減らした配置

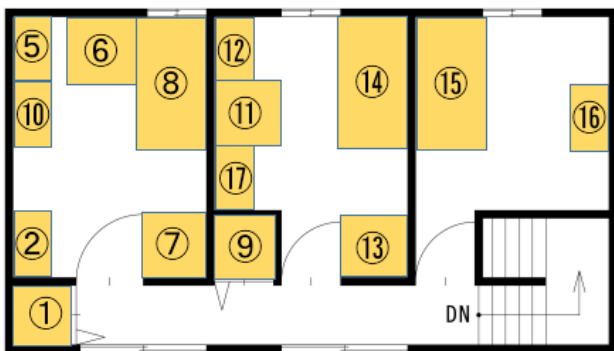


図 12 建物モデル②の2階の積載荷重を減らし  
積載荷重を移動させた配置

## 7.2. 解析結果

図 10 のように 2 階に積載荷重を配置しても倒壊しなかった建物モデルが図 11 のように③、④のタンス 300kg ずつを減らすことで、倒壊する現象が見られた。ただ図 12 のように⑩、⑰の本棚、タンスを移動させることで倒壊しなくなった。このことから建物が倒壊した原因は積載荷重の重心が建物のより端に偏り、建物モデルの剛心との距離が大きくなったことだと考える。ただ積載荷重を移動させることで 2 階の積載荷重の重心が剛心に寄り耐震性が向上したと考えられる。

この結果から重心を考えずに 2 階の積載荷重を減らすだけではなく、積載荷重を減らした後の重心を建物の剛心に寄せることで建物の耐震性を向上できることが示せた。

## 8. おわりに

2 階の積載荷重の過多が木造住宅の倒壊の原因のひとつと考え、旧耐震基準の建物モデルを 2 つ、新耐震基準の建物モデルを 1 つ作成し解析を行った。その結果地震力を弱めるには 2 階の積載荷重を減らすことが重要で倒壊の様子として積載荷重が集中している部分の床が沈み、2 階の柱の接合部が外れ倒

壊した。また積載荷重をかけても倒壊しない建物モデルの、2 階から積載荷重を減らすと倒壊してしまう結果が見られた。この倒壊の原因が 2 階の積載荷重の重心が建物の剛心から離れてしまったことが原因であることが分かった。

この結果から接合部の強度が倒壊に大きく影響を与えていると考える。また積載荷重を減らすだけではなく、減らした後の積載荷重の重心を建物の剛心に寄せることで建物の耐震性を向上できることが示せた。

## 9. 謝辞

本研究を遂行するにあたり、高知工科大学 甲斐芳郎教授、高知工科大学 地域連携機構 地域連携センター 永野正展教授、香美市楠目防災会長 森本和憲様には資料の提供や数多くのご助言、ご指導をして頂きました。ここに記して謝意を表します。

## 参考文献

- 1)日本消防協会 阪神・淡路大震災誌,1996
  - 2)高知県土木部住宅課 高知県住生活基本計画,2012
  - 3)高知県 住宅着工統計  
<http://www.pref.kochi.lg.jp/soshiki/171901/tyakkou.html>
  - 4)高知県土木部住宅課 高知県木造住宅耐震診断マニュアル,2012
- 高知工科大学 須崎市に含まれる建物の個別情報の IES への導入,2013
- 一般財団法人 日本建築防災協会 木造住宅の耐震診断と補強方法, 2012
- 日本木造住宅耐震補強事業者協同組合 既存住宅の長寿命化に関する調査データ,2009
- 山田耕司 愛知県の在来軸組木造住宅の壁量に関する調査研究,1998
- 兵頭慶祐 須崎市を対象とした南海地震による木造建築物の構造被害の推定,2014