

# 耐震系ソフトを活用した耐震住宅活性化に向けて

住居環境科 稲森 信博

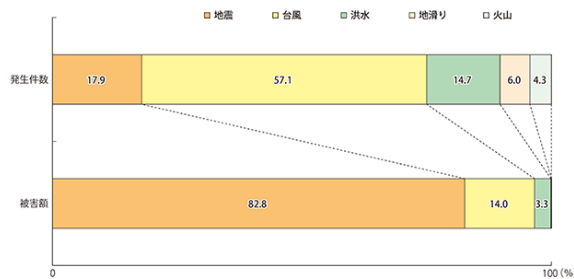
## Revitalizing earthquake-resistant housing using earthquake-resistant software

Nobuhiro INAMORI

**概要** 近年、日本の自然災害は増加傾向にある。自然災害の中でも建築物に多大な影響を与える災害として地震が挙げられる。2023年国土交通省がまとめた推計では、現在住んでいる住宅の約90%は耐震化が確保されているとの結果であるが、県別の推計では、島根県は70%に留まっている。本報では、建築を学んでない一般人にも住宅の耐震化についての必要性を幅広く知ってもらう取り組みを報告する。

### 1. はじめに

近年、多くの自然災害が発生している。自然災害は被害者生活再建支援法第二条一号には、「暴風、豪雨、豪雪、洪水、高潮、地震、津波、噴火その他の異常な自然現象により生ずる被害をいう。」と定義されている。その中でも発生件数が多いのが、台風(暴風雨・暴雨)であり、次いで地震である。さらに地震は、発生件数は台風に比べ少ないが、被害額は82.8%と発生した際の被害の大きさが高い。(図1)



資料：ループン・カトリック大学疫学研究所災害データベース (EM-DAT) より中小企業庁作成  
(注) 1. 1985年～2018年の自然災害による被害額を集計している。  
2. 2018年12月時点でのデータを用いて集計している。  
3. EM-DATでは死者が10人以上、「被災者が100人以上」、「緊急事態宣言の発令」、「国庫救援の要請」のいずれかに該当する事象を「災害」として登録している。

図1 自然災害の発生件数と被害額別割合

近年の震度5弱以上の地震が観測された回数を図2に示す。点線は、近似曲線を示しており、今後も増加する傾向が見て取れる。また、2025年に関しては、7月現在までであり、例年に比べると増加することが見込まれる。

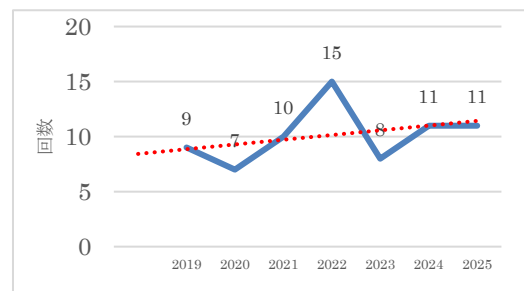


図2 震度5弱以上の地震発生件数

国土交通省が総務省「住宅・土地統計調査」を基に推計したデータによると、全国の住宅の耐震化率は約90%となっており、高い耐震化率となっている。ただし、内訳をみると昭和56年以降の建物の戸数と昭和55年以前の住宅で耐震性ありの戸数の総和となっており、昭和56年以降の住宅の耐震性については、確認をしていない可能性が考えられる。また、都道府県別の住宅耐震化率では、千葉県や宮城県が90%以上となっているのに対し、島根県は70.0%と全国でも低い耐震化率であることが確認できた。(図3) 3)

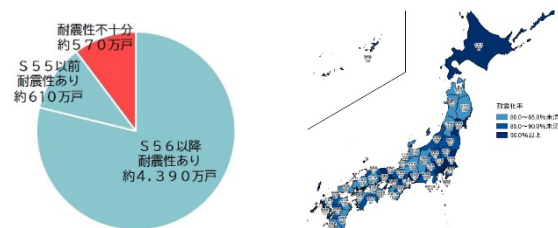


図3 全国の住宅の耐震化率

以上のことから、島根県における住宅の耐震化率を向上させることが求められており、住民の意識の啓発を促すことが必要であると思われる。本報では、国民的キャラクターであるドラえものの野比家及び昭和56年以降平成12年以前の現存している住宅について耐震診断ソフト及び木造住宅倒壊解析ソフト(以下 wallstat)を用いて、揺れ方や壊れ方を可視化し、住宅倒壊の疑似体験や補強方法を身近に感じてもらう事例である。

## 2. 対象住宅の選定

耐震活性化に向けて、対象住宅の選定から行った。住宅耐震における法改正の主な遍歴を確認すると1981年6月に新耐震基準が施工され、2000年6月に耐震基準改正が行われている。現在の建築基準法令により建築された住宅は、地震による倒壊例は少ないため、現行以前の住宅を対象とすることとした。

### 2.1 野比家

老若男女問わず、だれもが親しみやすい住宅を考えた際に、国民的キャラクターであるドラえものの野比家を挙げた。明確な竣工日は不明であるが、ドラえもん誕生や応接室がある洋風な間取りが一般庶民に浸透したのは高度経済成長以後であることなどを踏まえると1995年から1966年の間であると想定される。そのため、新耐震基準以前の住宅として診断対象とした。また、野比家の間取りは、昔の間取りと現在の間取りと微妙な差があるため、川崎市藤子・F・不二雄ミュージアムに飾られている野比家の間取りを基に作図することとした。

### 2.2 現存住宅

現存している住宅かつ2000年以前の住宅の調査をするにあたり、市役所の空き家バンクやコミュニティに依頼を行った。結果、1件の住宅の家主の方から了承が得られ、確認申請時に使用した図面をお借りして、図面を基に診断を行った。確認申請月は1992年であり、2000年以前の2階建て在来軸組工法の住宅である。

## 3. データ作成

### 3.1 使用ソフト

耐震に関連するツールとして、パソコンを活用したソフトが様々あるが、本報では当施設に導入されている「ホームズ君耐震診断 Pro」(以下診断ソフト)を活用し、耐震診断を実施することとした。診断方法として一般診断法と精密診断法があるが、今回は、耐震に興味を持ってもらう事を目的としているため、一般診断法で診断をすることとした。また、住宅の揺れ方を可視化し、どの部位の壁等が破損しているかも可視化できる「木造住宅倒壊解析ソフト」(以下 Wallstat)も使用することとした。また、Wallstatは過去に発生した地震波のデータを気象庁のホームページから自分で取り込むことが出来るため、発生した地震に対するシミュレーションを容易に行うことできるソフトである。

### 3.2 各住宅の構造

野比家の間取りを図4に示す。1981年以前の住宅であること及びドラえもんのアニメを確認すると壁は真壁になっていると思われる。そのため筋かいではなく、木摺り下地のモルタル塗り左官仕上げを想定した。また、屋根も同様に確認し、カラー鉄板瓦棒葺きと想定した。

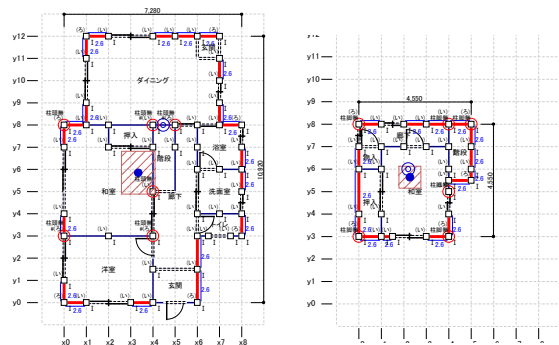


図4 野比家 柱壁位置図

現存住宅の間取りを図5に示す。実際に今も住んで生活している住宅のため、家の中に入っての調査や床下調査を行うことが出来なかった。その

ため、確認申請時の図面を見ながら図面作成を行った前提であることを申し添える。屋根材は石州瓦の生産地であるため、瓦葺きである。壁は筋かいが入っているが、2000年以前の建物であるため、本数が現行の住宅より少ないと思われる。また、上下階の柱の位置は、一致している割合が大きいですが、上階の壁の下に下階の壁がないなど直下率が低くなっていると想定される。

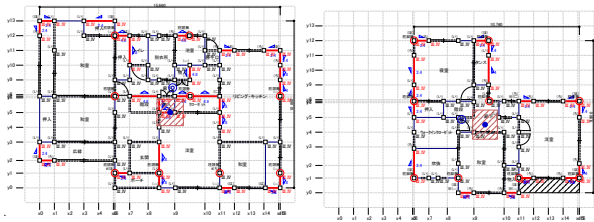


図5 既存住宅 柱壁位置図

## 4. 各住宅の耐震性

### 4.1 wallstatによる可視化

地震波は、野比家と既存住宅のどちらも、想定震度6~7の極稀地震X方向、Y方向、想定震度7の能登半島地震、想定震度7の兵庫県南部地震の4つの震度データで家を揺らし、耐震性を確認した。(図6、7)その結果、どちらも壁や筋交いが赤色(変形:大)や橙色(変形:中)に変化し、倒壊又は

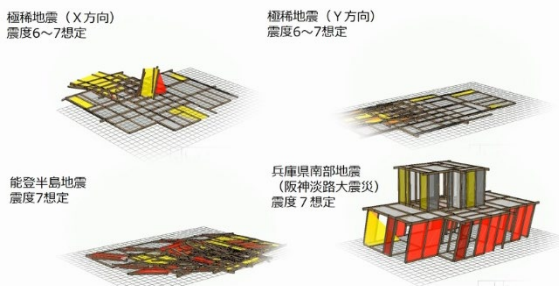


図6 野比家 シミュレーション結果

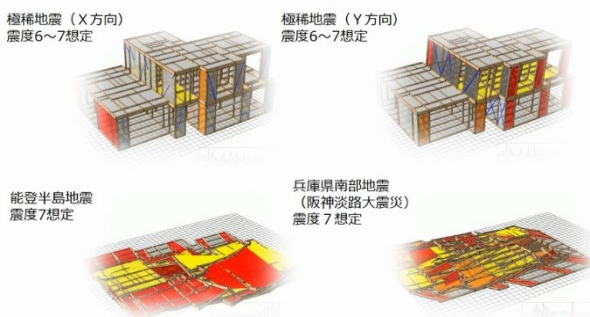


図7 既存住宅 シミュレーション結果

住宅の著しい傾きが見て取れる結果となった。野比家及び既存住宅では筋かいが不足していること、柱などの垂直材と梁などの横架材が金物で固定されていないことにより、倒壊若しくは著しい傾きに至ったと想定される。また、既存住宅のシミュレーション結果から各方向同時の地震で倒壊した要因として偏心率による倒壊が考えられる。

### 4.2 診断ソフトによる耐震診断

耐震ソフトを用いた結果を図8、9に示す。野比家と既存住宅の現状の耐震性は、耐震ソフトによると上部構造評点が0.44、0.36であり、どちらも倒壊する可能性が高いという結果になった。また、評点分析を見ると、野比家は和室が多いため、床の仕様は、畳敷きが主となっていることから水平構面の剛性が低いこと、1階の壁の配置が偏っていること、柱梁接合部の接合金物が不足していることが耐震性を下げている要因と考えられる。既存住宅も和室及び吹抜けがあるため床の水平構面の剛性が低いこと、柱梁接合部の接合金物の不足が耐震性を下げている要因であると考えられる。

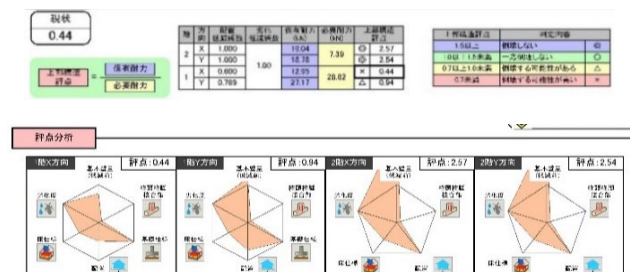


図8 野比家 耐震診断結果

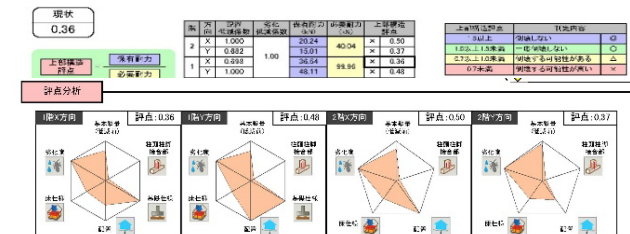


図9 既存住宅 耐震診断結果

## 5. 耐震改修

### 5.1 耐震改修案作成

結果を踏まえ、3つの耐震改修を検討した。1つ目は45×90の筋交いを取り付けること、2つ目は柱頭柱脚部の金物補強、3つ目は屋根材の瓦葺きからスレート葺きへの改修である。改修後の結果を以下示す。(図10、11、12)

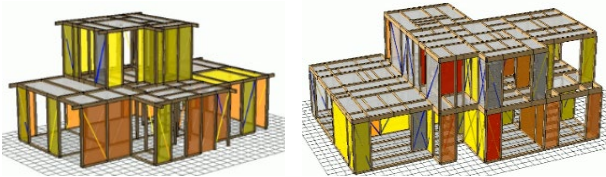


図10 シミュレーション結果  
(左：野比家 右：現存住宅)

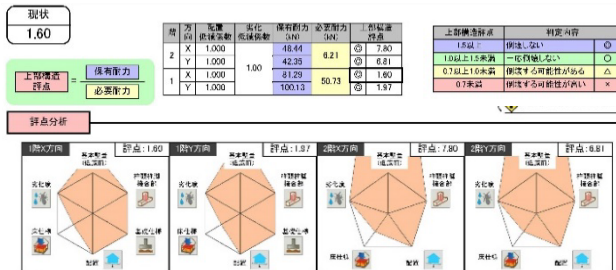


図11 耐震診断(野比家)

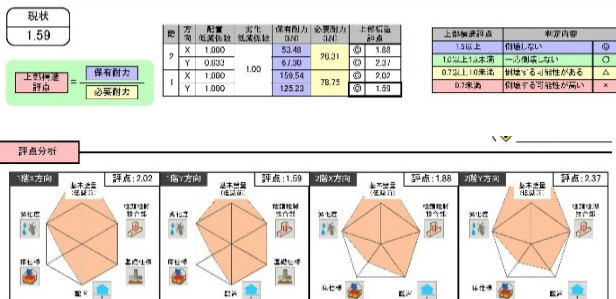


図12 耐震診断(現存住宅)

wallstatを用いて揺らした結果、筋交いを取り付ける補強と、柱頭柱脚部の金物補強、屋根材の変更を行うと、どちらも家の倒壊は防ぐことが出来き、野比家の壁は赤色に変化することが無かった。

また耐震ソフトを用いた結果、補強後の耐震性は上部構造評点が1.6、1.59となり、どちらも倒壊しないという結果となった。さらに、評点分析より、補強前不足していた柱頭柱脚接合部の強さの割合が高くなったことが確認できた。

## 6. 発表

今回調査した結果や分析した結果を基に、耐震活性化につながるような資料作成を行った。高齢者や子供など幅広い住民への興味ある資料作りを考慮し、野比家に関しては接合部が可動可能な構造模型を作製した。

作成した資料を使い、今回図面を提供して頂いた家主及び、地域のイベントに参加している地域住民に対して耐震についての発表を行った。(図15、16)



図15 家主への発表 図16 イベント時の発表

意見として「専門用語が分かりにくい」、「耐震診断を行ってみたい」などの様々な意見を頂いた。今回頂いた意見を集約し、改善を繰り返すことでより良い資料ができ、耐震の活性化を促す資料になると思われる。

## 7. おわりに

地震はいつ発生してもおかしくない自然災害であり、備えておくことが必要である。今回作成した資料を基に今後も啓発活動の依頼があれば地域への発表会を実施し活性化を行っていきたい。

最後に、資料を提供して頂いた家主の方や発表の場を提供して頂いた都野津コミュニティに感謝申し上げます。

### 文献

- 1) 中小企業庁

[https://www.chusho.meti.go.jp/pamphlet/hakusyo/2019/2019/html/b3\\_2\\_1\\_2.htmlpdf](https://www.chusho.meti.go.jp/pamphlet/hakusyo/2019/2019/html/b3_2_1_2.htmlpdf)

- 2) 国土交通省 HP

[https://www.mlit.go.jp/jutakukentiku/house/jutakukentiku\\_house\\_fr\\_000043.html](https://www.mlit.go.jp/jutakukentiku/house/jutakukentiku_house_fr_000043.html)

- 3) 一般社団法人 耐震性能見える化協会

<https://wallstat.jp/>

著者 E-mail Inamori.Nobuhiro@jceed.go.jp