

O-010

## 人的被害リスク情報を付加した住宅耐震診断ソフトウェアの試み A Software for Dwelling Earthquake Safety Evaluation with Human Risk Information

村上ひとみ† 竹田宏樹‡

Hitomi Murakami Hiroki Takeda

### 1. はじめに

日本木造住宅耐震補強事業者協同組合<sup>1)</sup>から2002年1月に発表された木造住宅耐震診断結果調査によると、耐震精密診断を実施した木造住宅4313件中70%が「やや危険」または「倒壊又は大破壊の危険あり」という結果であった。大地震の発生が予測されているにも拘わらず、現在の日本の住宅の耐震性能は非常に低く、また、耐震補強に関する住民の意識が低いことは重大な問題である。

そこで本研究では、兵庫県南部地震のアンケート調査データを用いて家屋倒壊による閉じ込めと人的被害リスクを分析する。さらに、事前対策として耐震補強をしておくことが、どれほど生命を危険から遠ざけるのかという予測を示すことで、住民の耐震補強に関する意識を向上させ、耐震補強の実施を促進させることを目的とするソフトウェアの開発を行う。

### 2. 家屋倒壊による人的被害リスク評価

本研究では、1995年兵庫県南部地震に関して、神戸市東灘区で行ったアンケート調査データ<sup>2)</sup>(世帯票474件、個人票1145件から成る。以後、「東灘区データ」と表記)を用いて、住宅の物的被害状況と閉じ込めや死傷の因果関係の分析を行った。

#### (1) 閉じ込めの定義

東灘区データに関して、「地震終了直後の行動支障」と「地震終了直後の室内変化による行動支障」という2つの質問項目に着目する。「閉じ込め」状態について、「柱や梁の落下などにより、体が拘束され身動きが取れない状況」と「体を拘束されていないが、家屋の変形や家具の散乱により屋外へ出ることが困難な状況」の2種類があり、図1のような包含関係があることがわかった。

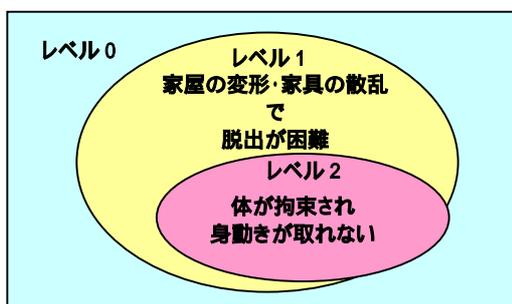


図1 閉じ込め概念図

#### (2) 身の危険度分析

人的被害リスクをユーザ(木造住宅の居住者)に理解しやすい形で表現するために、「身の危険度」について以下の2種類の分析を行った。

† 山口大学理工学研究科環境共生工学専攻, IPSJ

‡ 松下電器産業(株)

「住宅全体から見た身の危険度」: 木造住宅データに関して、「住宅の損傷度」を基準として地震時にその住宅内に家族全員がいた場合に、「1人以上が(空間的に・身体的に)閉じ込められる確率」、「ケガの程度とその確率」、「地震後の家具などの散乱状況(周囲の状況)」を推定した。図2に身体的閉じ込め確率を示す。住宅の損傷度が完全崩壊になると急激に閉じ込め確率が高くなる。

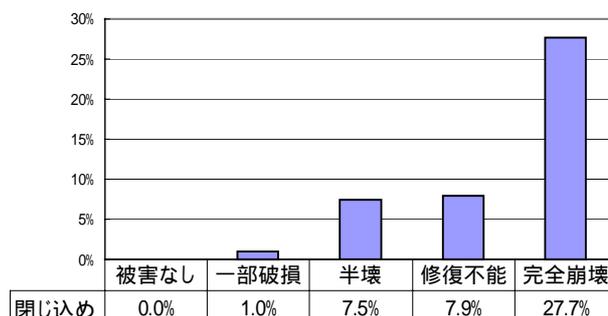


図2 身体的閉じ込め確率

#### 「ユーザ個人の身の危険度」

住宅の損傷度を基準として「(空間的・身体的)閉じ込め確率」、「ケガの程度とその確率」に、さらに「ユーザの寝ている階数」というパラメータを追加して、ユーザが住宅で生活する上で最も長時間無防備状態にある寝室での身の危険度を推定した。

### 3. ソフトウェアの構築

#### 3.1 入力・演算・出力ステップ

本ソフトウェアは8ステップで構成されており、Microsoft Visual Basic6.0により開発した。

- ・ステップ1: 基礎データ入力。ユーザが地震に対する意識と「築年数」・「建物階数」・「家族人数」・「何階に寝ているか」・「年齢」・「性別」について回答する。
- ・ステップ2: 簡易耐震診断(図3)。ユーザが自宅に関して地盤・基礎、建物の形、壁の配置、筋かい、壁の割合、老朽度の6項目に回答し、耐震診断値<sup>3)</sup>を求める。
- ・ステップ3: 地震危険度マップからの居住地域の地震危険度の算出。地震危険度マップ<sup>4)</sup>を使用して、ユーザの居住地域の予想計測震度を得る。予想計測震度を得た後、予想計測震度を考える期間をユーザが指定する。期間は10年間~50年間の間で選択する。
- ・ステップ4: 住宅損傷度の計算。ステップ2より耐震診断値が、ステップ3より予想計測震度がそれぞれ求められるので、これらの値を損傷度評価関数<sup>5),6)</sup>に挿入し、住宅の損傷度を計算する。
- ・ステップ5: 身の危険度の計算。前述した身の危険度分析の結果をユーザとユーザの住宅に適用する。身の危険度は住宅の損傷度ごとに求められているので、それをステッ

プ 4 で求めたユーザの住宅の予想損傷度とマッチングさせることで、住宅の身の危険度を推定する(図4)。



図3 簡易耐震診断実行画面

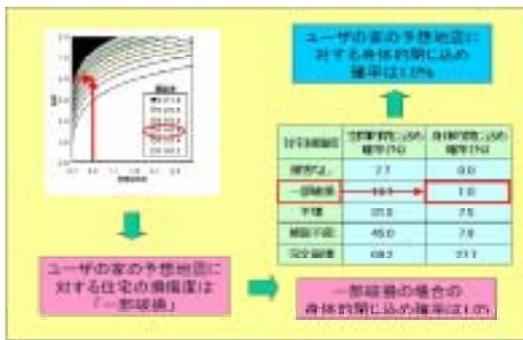


図4 身の危険度のマッチング例

- ・ステップ6: 現在の住宅に関する結果の表示。
- ・ステップ4・5で求めた計算結果(住宅損傷度と身の危険度)を表示。
- ・ステップ7: 耐震補強を行った場合の結果表示と比較。耐震補強は住宅の損傷度を低下させると仮定し、ユーザにどれだけ損傷度を低下させたいかを入力してもらい、ステップ4の損傷度評価関数<sup>5),6)</sup>を再度使用し、耐震診断値をどれだけ上昇させる必要があるかを推定する(図5)。さらに身の危険度(ステップ5)の改善効果を再度計算し、表示する。また、ステップ2の耐震診断項目の中で、最も値の低かった項目を耐震補強推奨箇所として表示する。

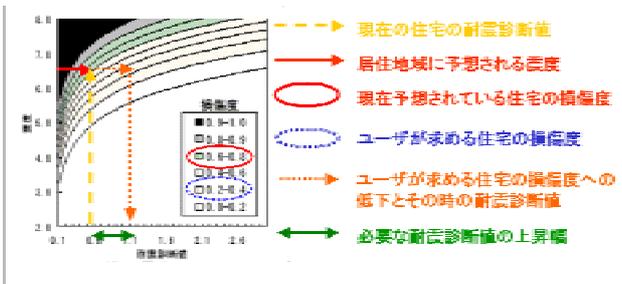


図5 耐震診断値の上昇幅を求める過程

- ・ステップ8: ユーザがソフトウェア使用後の地震に対する意識調査と、操作性のアンケートに回答する。

### 3.2 ソフトウェアの有効性の検証

ソフトウェアを宇部市9名、益田市7名の住民に使用してもらい、耐震補強に対する意識向上させる効果について検討した。表1に耐震補強についての意識の変化を示す。使用前に「耐震補強を知らない」と回答した人は、使用後には「重要性を感じた」や「興味を持った」という回答に変化しており、意識が向上していることがわかる。

表1 耐震補強についての意識の変化

	使用後				計
	補強を行う おもうと思っ た	補強の重 要性は感 じた	補強に興 味を持っ た	補強につ いて意識 変化無し	
既に補強 を行った					
補強を考 えたこと がある	1				1
補強は必 要と思う が考えた ことは ない	1	1	2		4
補強は必 要ない		2	3		5
補強を不 知	2	2	3		5
計	2	5	8	1	16

### 4. まとめ

本研究では、兵庫県南部地震における閉じ込めと人的被害発生身の危険度について分析し、これらの結果を基に住民に対する耐震補強促進のためのソフトウェアを開発した。ソフトウェアを住民に使用してもらった結果、耐震診断・補強への意識が向上することが確かめられた。今後の課題として、環境の違いによる人的被害リスクの変化を取り入れること、また住宅の劣化による耐震診断結果への影響を考慮して診断の信頼性を増やすことが重要である。

#### <参考文献>

- 1) 日本木造住宅耐震補強事業者協同組合：  
<http://www.mokutaikyo.com/>
- 2) 竹田宏樹・村上ひとみ・他：1995年兵庫県南部地震における東灘区と北淡町の閉じ込め実態比較，地域安全学会梗概集，No.11, pp.49-52, 2001.
- 3) 日本建築防災協会：増補版 木造住宅の耐震精密診断と補強方法，pp.1-28, 1995
- 4) 損害保険料率算定会：活断層と歴史地震を考慮した地震危険度評価の研究，地震保険調査研究会47, p80, 2000
- 5) 岡田成幸：デューデリジェンスのための建物耐震診断結果を利用した損傷度評価関数(1)～木造建物とRC造建物(手法編)～，日本建築学会大会学術講演梗概集，pp.25-26, 2002.
- 6) 高井伸雄，岡田成幸：デューデリジェンスのための建物耐震診断結果を利用した損傷度評価関数(2)～木造建物とRC造建物(解析編)～，日本建築学会大会学術講演梗概集，pp.27-28, 2002.