

## 4) - 3 倒壊解析プログラムを利用した木造住宅の耐震性評価システムの開発 【基盤】

### Development of Seismic Evaluation System of Timber Frame Structures by Collapsing Process Analysis Program

(研究期間 平成 20～22 年度)

材料研究グループ

中川貴文

Dept. of Building Materials and Components

Takafumi Nakagawa

In this report, we developed a numerical analysis method to be able to trace collapsing process of wooden post-and-beam houses during earthquake by input experimental results of the components like the joints and the frames. The distinct element method was used for fundamental theory and the calculating program that can carry out the time-history response analysis of three dimensional frame models. The analysis results were verified by some shaking table test results. As a result, it was found that our new analysis method can carry out the collapsing process simulation of shaking table tests of wooden houses by using the element test results of the walls and the joints. The collapsing analysis software was produced as the achievement of this research and the user interface and the manual of the software was improved. This software is able to be downloaded without charge at the website of Building Research Institute.

#### 【研究目的及び経過】

近年の大地震による木造住宅の被害により、木造住宅の耐震性能に対する関心が高まっている。木造住宅の耐震性は実大の振動台実験によって確認することが有効な手段であるが、コストがかかり、多くの仕様を検証することは困難である。そのため数値解析によって地震時挙動を追跡する試みがなされているが、大変形・倒壊に至るまでを追跡した解析例はほとんど無いのが現状である。倒壊解析プログラムは、振動台実験等の特別な実験を実施することなく、建物の倒壊の有無を把握することが可能であるため、例えば構造基準の変化に対応して新たに開発された設計法の検証、確率論を元にした性能設計等に活用することができ、建築行政関係者・研究者にとって有用な解析ツールとなる。

本研究では、地震時の木造住宅の応答・倒壊過程を、簡易な操作でデータ入力を行い、視覚的に確認することができる耐震性評価システムの開発を行う。応答計算には、建築研究所で開発した倒壊解析プログラム（基盤研究課題「部材・接合部の強度分布を考慮した木造軸組躯体の倒壊シミュレーション法の開発（H17～H19）」の成果）を用い、倒壊に至る過程、損傷の程度を理論に裏付けられた耐震性評価結果として提示する。

#### 【研究内容】

##### 1) システムのインターフェース開発

木造住宅の構成部材、接合部等の入力作業の簡素化・

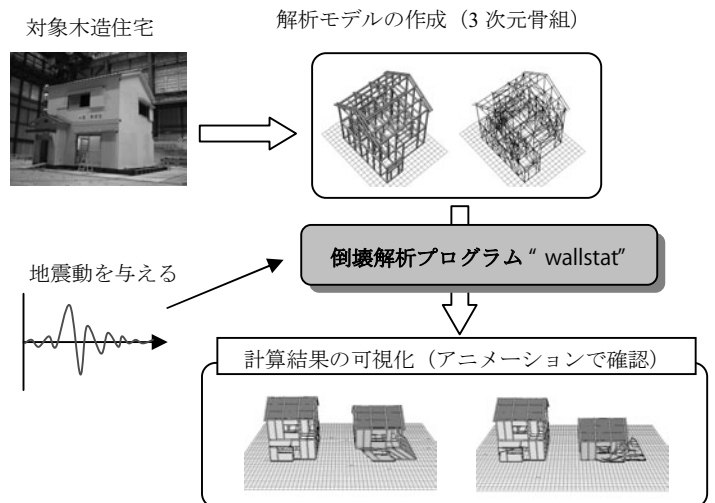


図 1 評価システムの概要

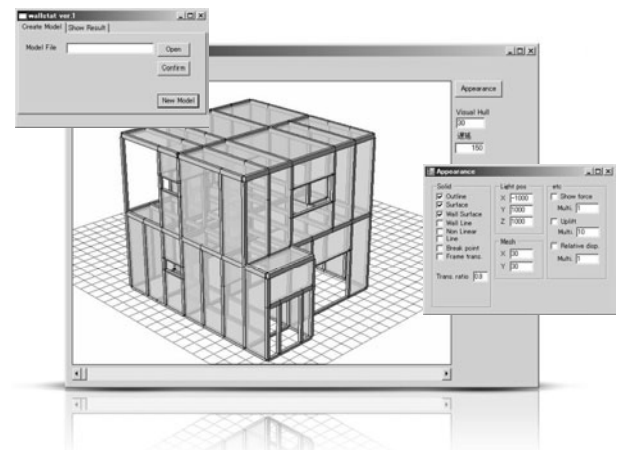


図 2 解析ソフトウェアの画面

自動化、計算結果の視覚化等のシステムのインターフェース開発を行う。

2) 計算結果の比較・キャリブレーション

本研究で用いる倒壊解析による結果と、他の計算手法による結果を比較し、解析手法のキャリブレーションを行う。

3) 耐震要素の実験・データ収集

構成部材、接合部、外装材の実験データの収集を行う。文献で収集できないものについては実験を行う。

【研究結果】

1) 解析ソフトウェアの公開

評価システムは完成し、平成 22 年 12 月より建築研究所の下記HPでフリーソフトとして公開を開始した。

◆倒壊解析ソフトウェア wallstat

<http://www.kenken.go.jp/japanese/research/mtr/Nakagawa/wallstat.html>

公開の前後に、大学や公的研究機関 8 箇所で開催・講習会を行い、実際にソフトウェア触ってもらうことで操作性、改善点などの確認を行い、改良を行った。記者発表を行ったこともあり、公開から H23 年 3 月 31 日までの約 3 ヶ月間で、延べ 702 人のソフトウェアのダウンロード、1875 人の HP 訪問者があった。今後も利用者拡大を目指し、ソフトウェアの改良、HP のコンテンツの充実を、継続して行く予定である。

2) 研究成果の活用例

平成 19 年 11 月に行われた、3 階建て木造住宅の震動台実験、平成 22 年 1 月に行われた伝統的木造住宅の震動台実験（いずれも国交省補助事業）において、本システムを用いて、数値解析を行った。図 3 に試験体と解析モデルの概要を示した。大地震動によって柱脚が先行破壊した際のロッキング現象や、伝統的構法で見られる石場立ての柱脚のすべり現象等を含め、精度良く応答を再現することができた。詳細は文献<sup>1)</sup>を参照されたい。

4) その他

本研究課題の成果である解析ソフトウェアは、耐震診断法の高度化に関する検討<sup>2)</sup>や、既存木造住宅の耐震診断法の改定の際の数値解析ツールとして用いられ、木造住宅の次世代の耐震診断に関する技術基準検討に活用された。また、本システムの活用例とマニュアルは建築研究資料として文献<sup>3)</sup>にまとめられている。

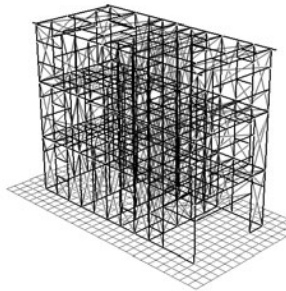
解析ソフトウェアの利用者が、拡大することで、今後、本システムを用いた解析的研究、巨大な地震動が生じたときの木造住宅の倒壊安全性の確認、実験が難しい建物の振動台実験シミュレーションなど、幅広く活用されることが期待される。

【文献】

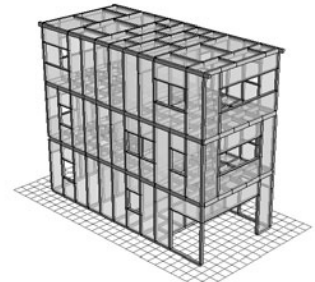
- 1) 中川貴文・三宅辰哉・槌本敬大・五十田博・河合直人「木造 3 階建て軸組構法住宅の設計法と震動台実験 その 14 事後解析」日本建築学会学術講演梗概集(北陸), C-1, p.253-254, 2010
- 2) 建築基準整備促進事業「耐震診断法の高度化に関する検討」平成 21~22 年度報告書
- 3) 中川貴文「大地震動時における木造軸組構法住宅の倒壊解析手法の開発」建築研究資料 No.128 (2010)



(a) 試験体外観



(b) 解析モデル骨組

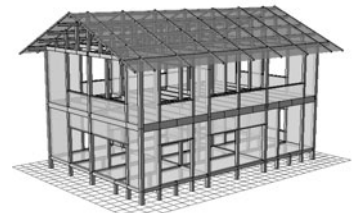


(c) 解析モデル

図 3 3 階建て木造住宅の震動台実験の解析



(a) 試験体外観

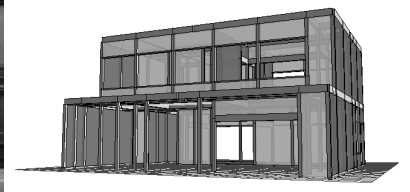


(b) 解析モデル

図 4 伝統的木造住宅の震動台実験の解析



(a) 調査建物外観



(b) 解析モデル

図 5 耐震診断法の高度化における解析