

1) 科学研究費補助金

1) - 1 伝統構法の構造特性を考慮した地震時の木造住宅の倒壊解析

手法の開発

Development of Collapsing Analysis Method for Japanese Traditional Wood Houses during Earthquake

(研究期間 平成 21～23 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 houses made by Japanese traditional construction method during earthquake. The collapsing process analysis software “wallstat” was used for fundamental calculating theory and carried 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]

伝統的木造住宅の耐震性能はこれまでに多くの研究によって検討されているが、多数の組物による応力の伝達機構や、大変形域で破壊過程の複雑さがあり、未だ明らかになっていないことが多い。また、近年の地震による被害例が多いのも確かで、その構造性能の工学的評価は十分に検討されていないのが現状である。伝統的木造住宅の構造性能を適切に評価する為には、地震によって建物が大きく変形した際の、柱の折損、土塗り壁の損傷、等の破壊現象をモデル化することが重要である。しかし既存の構造解析手法では、そのような大変形域での挙動をモデル化できるものは国内外を問わず少ない。

本研究では、応募者が開発した倒壊解析プログラムに、伝統的構法特有の耐力発現機構（柱の曲げ、架構・組物のめり込みによるラーメンフレーム効果、柱の傾斜復元力）、破壊過程（柱の折損、土塗り壁の損傷、柱脚の滑り）のモデル化を新たに加えることで、伝統的木造住宅の大変形挙動を含めた耐震性評価手法の開発を行うものである。

[研究内容]

- ① 伝統的構法特有の耐力発現機構、破壊過程を考慮した解析プログラムの開発
- ② 接合部、部材の強度実験データ収集
- ③ 建物全体の地震時応答シミュレーションの実施、震動台実験との比較

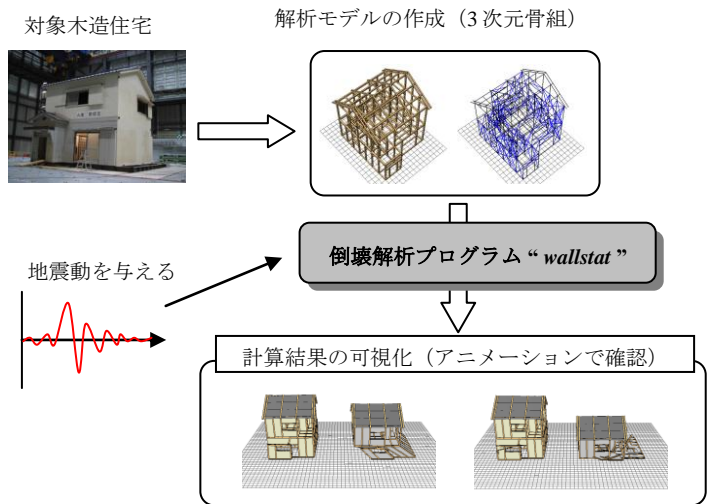


図 1 倒壊解析プログラムの概要

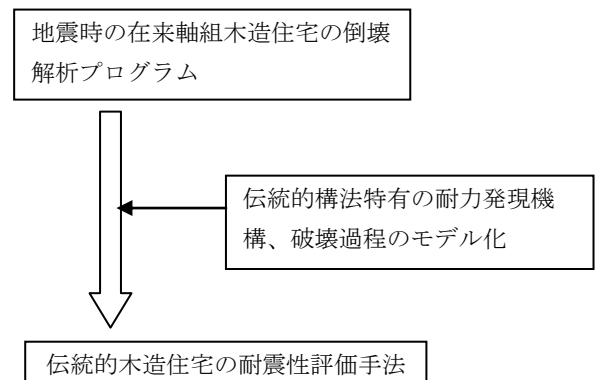


図 2 研究の概要

【研究結果】

1) 伝統的構法特有の耐力発現機構、破壊過程を考慮した解析プログラムの開発

渡顎接合部をモデル化した新たなばねのモデル化、柱脚の 2 次元的な滑りを考慮したクーロン摩擦をモデル化した滑り支承ばね要素の導入を行い (図 3)、解析プログラムの改良を行った。解析結果を動画によって確認できるようにインターフェースの改良を行った。

2) 接合部、部材の強度実験データ収集

伝統構法で用いられている鼻栓、込み栓接合部の実験データを入手した。鉛直荷重を作用させた土塗り壁のせん断試験の荷重変形データを入手した。

3) 建物全体の地震時応答シミュレーションの実施、震動台実験との比較

平成 23 年 1 月に実施された伝統的木造住宅の震動台実験 (防災科学技術研究所 E-ディフェンスにて実施) と、本研究で開発した応答計算プログラムの同条件解析結果との比較によって精度の検証を行った。(図 4) 2 階建ての土塗り壁の試験体に関して、柱脚の 2 次元的な滑り、浮き上がり、土塗り壁の破壊状況を含め、精度よく再現できる解析モデルが構築可能であることが分かった¹⁾。(図 5)

また、東日本大震災で被害を受けた妙顕寺本堂について被害調査に基づき、倒壊過程の再現を行った²⁾。その結果、被害調査で得られた倒壊状況とどういつの倒壊過程を再現することができた。(図 6)

4) その他

本研究課題の成果により、倒壊解析ソフトウェア「wallstat」に伝統構法特有の地震時挙動をモデル化する機能を拡張することが可能となった。

構造技術者が本解析ソフトウェアを利用することで、今後、巨大な地震動が生じたときの伝統的構法による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) Takafumi Nakagawa, et. al., “Development of Numerical Analysis Method for Japanese Traditional Wood Houses Considering the Sliding Behavior of Column Ends”, Proceedings of World Conference of Timber Engineering, New Zealand (2012)
- 2) 中川貴文、日高敏郎、稲山正弘「東日本大震災における妙顕寺本堂の地震被害調査と倒壊過程の解析 その 2 立体骨組モデルによる倒壊過程の解析」日本建築学会学術講演梗概集 (東海), C-1, (2012) 発表予定

参考: 倒壊解析ソフトウェア wallstat

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

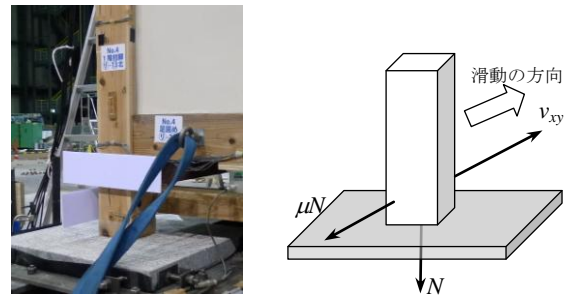


図 3 石場建ての柱脚のモデル化

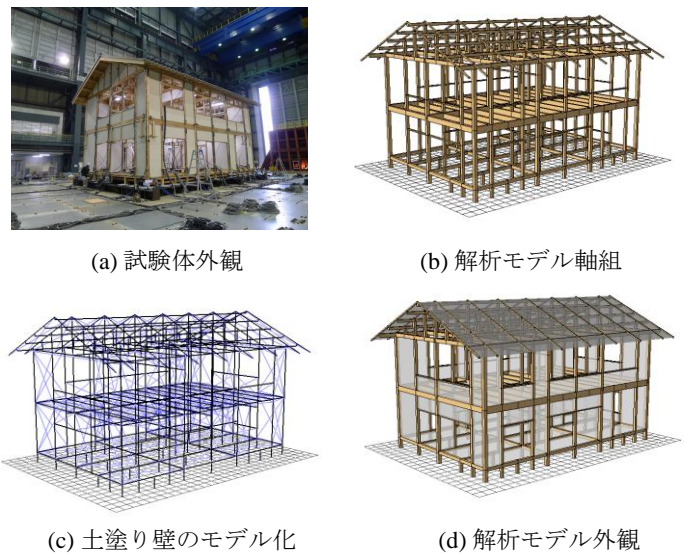


図 4 解析モデルの概要

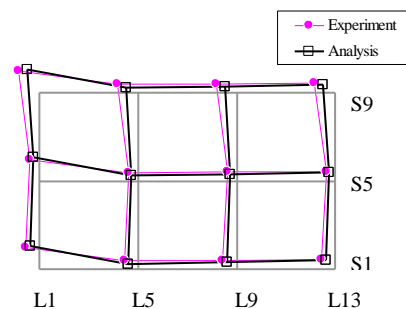


図 5 実験と震動台実験結果の変形の比較

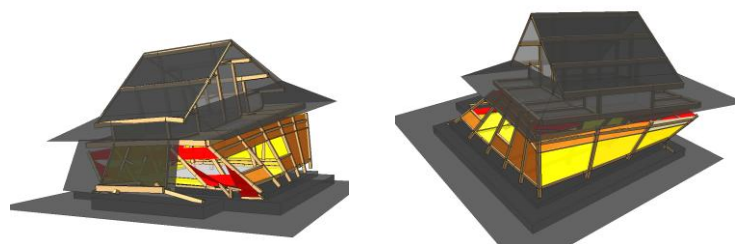


図 6 寺院本堂の倒壊過程の再現