

## VI 大都市大震災軽減化特別プロジェクト

### VI-1 耐震診断・補強方法の検討及び開発

#### Research and Development for Methods of Seismic Performance Evaluation and Reinforcement for Existing Wood Houses

(研究期間 平成 14～18 年度)

構造研究グループ  
Dept. of Structural Engineering

岡田 恒  
Hisashi Okada

河合直人  
Naohito Kawai

五十田博  
Hiroshi Isoda

The objectives of this R&D project, which was a part of “Special Project for Earthquake Disaster Mitigation in Urban Areas” by Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology, are to develop methods of seismic performance evaluation and reinforcement planning of existing wood houses. Research and development were carried out according to the following items; 1) performance evaluation of various types of reinforcement, 2) investigation on practical seismic reinforcement, 3) actual performance of existing houses, 4) development of seismic performance evaluation method including method for houses after reinforcement, and 5) verification of accuracy of the performance evaluation method developed.

#### 〔研究目的及び経過〕

既存木造住宅には耐震性の不十分なものが多いと言われるが、耐震診断、耐震補強と言った事前の耐震対策が思うように進んでいないのが実態である。その理由の一つに耐震診断・補強技術の問題があり、精度の高い診断方法が開発されていなかったこと、近年開発された種々の補強構法に必ずしも対応していなかったことが挙げられる。

本研究は、大都市大震災軽減化特別プロジェクト「IV. 耐震研究の地震防災対策への反映」<sup>1)</sup>の一環として、木造住宅の耐震安全性の向上のため、耐震診断法及び耐震補強設計の技術開発を行うことを目的に実施された。

#### 〔研究内容〕

各種耐震補強構法の性能評価については、典型的な補強方法 4 種類に対する構造実験及び制震装置を用いた壁の振動実験等により性能評価を行うとともに、標準的な試験法など性能評価法の提案を行った。

また、耐震補強の実態把握としては、耐震補強を行った建物 18 棟について、耐震補強構法別の工期、コスト、耐震補強前後の振動特性などを比較した。

一方、既存木造住宅の耐震性能調査として、取り壊し予定の築 40 年程度を経過した市営の木造住宅 10 棟に対して、常時微動実験、起振機による振動実験を実施し、そのうち 3 棟について引き倒し実験を実施した。

これらの検討に基づき、補強後診断を含む耐震診断法の提案を行ったが、特に柱頭柱脚等の接合部破壊が耐震性能に及ぼす影響について技術的検討を行った。

これらの成果に基づく耐震診断法及び補強方法の具体例を、平成 17 年度に防災科学技術研究所の実大三次元震動破壊実験施設 (E - ディフェンス) で行う既存木造

住宅試験体及び補強試験体に適用し適用性の検証を行った。平成 18 年度には、再度 E - ディフェンスの既存木造住宅再現試験体及び補強試験体に適用し、適用性の検証を行うとともに、住宅の特性や住宅の所有者の特性に応じて適切な選択が可能となるような、耐震診断、補強方法のメニュー化を行った。

#### 〔研究結果〕

##### (1) 補強構法の性能評価法の開発

近年様々な種類の耐震補強構法が提案されているが、制震装置とラーメン構造は、当時の耐震診断法で想定していなかったこともあり、試験法評価法の提案を行った。

制震装置付きの壁については、建物の減衰定数を  $h$  とした場合に次式で与えられる加速度の低減係数  $F_h$  を用いて、耐力が  $(1/F_h)$  倍に増加すると考える等価耐力の考え方をを用いた。

$$F_h = \frac{1.5}{1 + 10h} \quad [1]$$

また、ラーメン構造については、ラーメンを構成する軸組が鉛直荷重を負担しないことを条件に、基本的には面材等を用いた耐力壁の試験法評価法を踏襲こととした。鉛直荷重を負担しないという条件は、ラーメンを構成している部材や接合部の崩壊によって、連鎖的に建物の崩壊に至らないことを担保するためのものである。

##### (2) 耐震補強の実態把握

耐震補強の実態把握として、耐震補強を行った建物 18 棟の実態調査を行い、耐震補強構法別の工期、コスト、耐震補強前後の振動特性などを比較した。その結果、壁を新設すると補強効果が固有振動数測定に反映されやすいが、既存壁の補強、開口部の開口部付き耐震壁への補強、外付け柱、外付けタイプの補強等では、補強効果が固有振動数に反映されにくいことがわかった。

(3) 既存木造住宅の耐震性能調査

既存木造住宅の耐震性能調査として、取り壊し予定の築40年程度を経過した市営の木造住宅10棟に対して、常時微動測定及び起振機による振動実験を実施し、そのうちの3棟について引き倒し実験を実施した。別途行われた他の2棟の水平加力実験も含め、図1に荷重変形関係を示す。これによると、土壁と筋かいを併用した建物では、最大耐力がせん断力係数で0.6程度有り、また、実際に倒壊に至るのは3分の1を超える非常に大きな変形角に達してからであることがわかる。

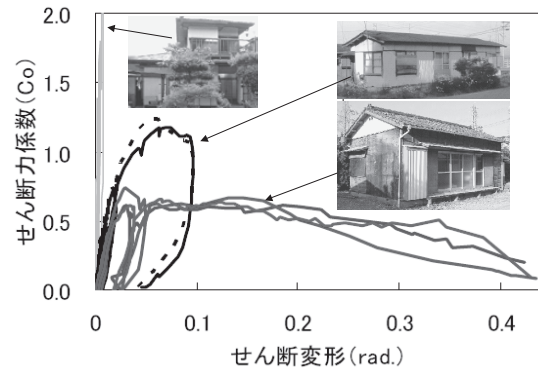
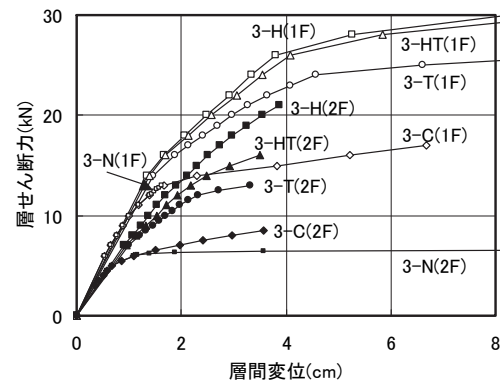


図1 既存木造住宅の荷重変形関係

(4) 耐震診断法の提案

終局状態で耐力壁のせん断破壊が生じる以前に周辺の接合部が先行破壊した場合、耐力壁の耐力が十分に発揮されずに層のせん断耐力が低下する。既存住宅の耐震診断においては、不十分な接合仕様である場合の耐力低下の評価方法が必要である。

図2に長さ6.37mの2層構面について、接合部破壊を含む場合の荷重変形関係の計算結果の例を示す。これらの計算結果から接合部仕様による構面の耐力低減係数の提案を行った。この低減係数は、(財)日本建築防災協会発行の「木造住宅の耐震診断と補強方法」に盛り込まれ、耐震診断において広く使われることとなった。



壁倍率3.5、腰壁垂れ壁なしの場合  
H: 全ての箇所に引き寄せ金物使用、  
HT: 構面両端に引き寄せ金物、他はかど金物使用  
T: 全ての箇所にかど金物使用  
C: 金物なし(構面両端通し柱の場合)  
N: 金物なし(構面両端管柱の場合)

図2 構面の荷重変形関係の計算結果

(5) 耐震診断法の精度検証

耐震診断法及び補強方法の具体例を、平成17年度にE-ディフェンスで震動実験を行った既存木造住宅試験体及び補強試験体に適用し、適用性の検証を行った。図3に震動実験と耐震診断の荷重変形関係の比較を示す。耐震診断結果は、実験結果に比べてやや低い耐力の推定となるが、安全側の評価であり、概ね妥当であると判断できる。平成18年度にも同様にE-ディフェンスの震動実験試験体に適用し、適用性の検証を行った。

また、これまでの研究結果を踏まえて、住宅の特性や住宅の所有者の特性に応じて適切な選択が可能となるような、耐震診断、補強方法のメニュー化を行った。

(6) 結論と今後の課題

本研究課題では、①各種の耐震補強構法の性能評価、②耐震補強の実態把握、③既存木造住宅の耐震性能調査、④補強後診断を含む耐震診断法の提案、⑤提案された耐震診断法の精度検証という一連の研究を行った。

実際に耐震補強の促進を図るためには、住宅の特性や住宅の所有者の特性に応じて適切な補強方法を選択するための支援も必要である。今後の課題としてそうした支援方策の充実を図る考えである。

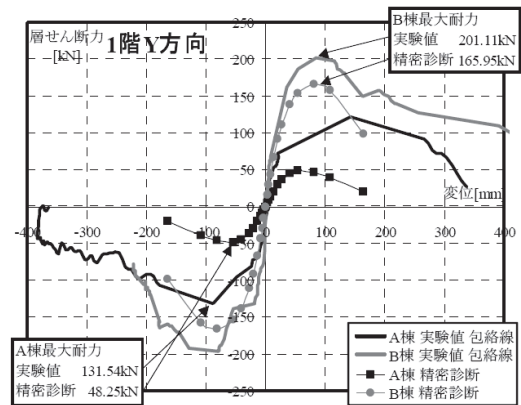


図3 実験と耐震診断による荷重変形関係の比較

[参考文献]

1) 大都市大震災軽減化特別プロジェクトIV耐震研究の地震防災対策への反映 成果報告書(平成14~18年度), 文部科学省研究開発局・独立行政法人防災科学技術研究所