

木造・RC造・S造建物に対する崩壊解析 耐震診断法の開発と実用化

Development of method for simulating seismic collapse of wooden, RC and steel buildings

プロジェクト代表者:川上 英二(地圏科学研究センター・教授)

Hideji Kawakami (Geosphere Research Institute, Professor)

1 研究目的

1995年の阪神大震災では、6000名以上の人命が失われた。その第一の理由は地震により家屋が倒壊したためであり、その後、建物の耐震化の必要性が繰り返し指摘された。しかし、阪神大震災での教訓にも拘らず建物の耐震化は殆んど進んでいない。著者は、この主な理由を、

- (1) 地震時に建物が具体的にどのように壊れるかが想像できない
- (2) 従って、どこをどう補強すれば良いかが判らない
- (3) 全てを補強するなら建替えた方が経済的である

ためであると考えた。そして、

- (4) 地震時に具体的にどのように壊れるかを動画(アニメーション)で示し、
- (5) どこを補強すべきであるか、設計変更すべきであることを明らかに示し、
- (6) 補強箇所を2,3箇所に限定した経済的な補強設計変更を提案する

ことを可能にすれば、建物の耐震化が飛躍的に進むものと考えた。そして、新しい耐震診断方法として「崩壊解析 耐震診断法」の計算プログラムを開発した。

2 本方法の特徴

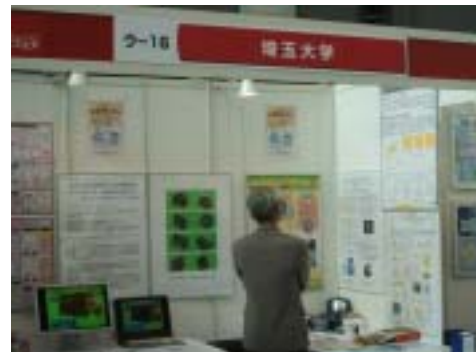
本方法は従来の耐震診断法と比較して下記の特徴を有する。

従来の耐震診断法は静的解析であり、破壊・崩壊・振動を直接扱っていないのに対し、本方法では、動的な非線形崩壊解析を行うことにより、耐震診断の精度を向上させた。

従来は安全性を考えた設計・診断であるため、本当に破壊する外力が判らないのに対し、本方法では、実際の現象をなるべく正確に表すことを目的とし、実際の外力に対する平均的な応答を求めており、これが本方法の特徴である。強度としては下限値ではなく平均値を使用し、起こり得る大き



2006年11月10日NHK「ゆうどきネットワーク」で紹介された埼玉大学理工フェアでの展示「崩壊解析による耐震診断」



2007年2月7-8日にさいたまスーパーアリーナで開催された「彩の国ビジネスアリーナ・産学連携フェア2007」に出展した崩壊解析 耐震診断法

な外力に対する平均的な（最も起こりそうな）応答を算定した。

本方法では、設計において各部材の強度の余裕がばらついていることを利用した。すなわち、建物の破壊はすべての部材が同時に破壊して生ずる訳ではなく、1番の弱点箇所から始まり、全体の崩壊に進行してしまう。従って、建物内の少数箇所の弱点を補強しておけば、建物全体として非常に強くなる可能性が高い。

従来の耐震診断では、判定結果が数値の羅列として表されてきたのに対し、本方法では、動画（アニメーション）で判定結果を表した。

3 研究結果

本プロジェクトでは、新しい耐震診断方法として「崩壊解析 耐震診断法」の計算プログラムを開発した。本耐震性評価方法では、まず建物を構成する柱・梁・壁などの各部材の強さを実験結果に基づいて正確にモデル化した。次に、これらの部材を組み上げることにより、建物全体のモデルを作成した。これに大地震で観測された地震動を与えることにより、建物がどのように応答・崩壊するかを力学的に精密に計算した。阪神大震災で観測された地震記録、およびその2倍の地震動を、建物に対して与え応答を計算し、どのように安全であるか、または崩壊するかを可視化した。

動画で最初に壊れた部材(場所)が建物の弱点であり、どの部分が弱いかが視覚的にわかることから、家全体を耐震補強するのではなく、弱い部分だけを補強すれば良いことになる。このため、不必要な補強や過剰設計を避けることが可能であり、費用が安くすむ。改修後の応答も動画で確認できるため、家を新築・改築する際の設計のチェックや設計変更に役立つ。

木造建物に対して開発した崩壊解析 耐震診断法を、「埼玉大学理工フェア」や「彩の国ビジネスアリーナ・産学連携フェア 2007」で展示し、本展示は、2006年11月10日のNHKの番組「ゆうどきネットワーク」で紹介された。また、埼玉大学のホームページ（<http://www.saitama-u.ac.jp/kawakami/>）で公開した。本ホームページは、YAHOOの登録サイトにも採用され、本耐震診断法は、着実に実用化に向け改良されつつある。

参考文献

- (1) Chang H.Y. and Kawakami H., Effects of Ground Motion Parameters and Cyclic Degradation Behaviors on Collapse Response of Steel Moment-Resisting Frames, Journal of Structural Engineering, American Society of Civil Engineers, Vol. 132, No. 10, pp.1553-1562, October, 2006.
- (2) Kawakami, H., Mogi, H. and Tingatinga, E., A Note on Spatial Variations in Response Spectra of Earthquake Ground Motions, ISET Journal of Earthquake Technology, Vol. 44, No. 1, March 2007.
- (3) Kawakami, H., Tingatinga, E. and Chang, H.Y., An Innovative Strategy for Performance Assessment and Earthquake Retrofitting of Woodframed Buildings, 1st European Conference on Earthquake Engineering and Seismology, P392A, September 2006.
- (4) Kawakami, H., Tingatinga, E. and Chang, H.Y., Three-dimensional Seismic Damage Simulation of Wooden Houses Using Rigid Body-Spring Method, Earthquake Resistant Engineering Structures VI, WIT Press, Vol. 93, pp.421-430, 2007.
- (5) Kawakami, H., Tingatinga, E. and Chang, H.Y., Seismic Retrofitting of Woodframed Buildings Using Three-Dimensional Rigid Body-Spring Method, First International Workshop on Performance, Protection & Strengthening of Structures under Extreme Loading, PROTECT2007, 2007 (印刷中)。