

- 1 2 構造形式と解析モデルの関係の定量化

Study on quantification of the relationship between structural type and numerical model

(研究期間 平成 13 年度)

構造研究グループ

Dept. of Structural Engineering

楠 浩一

Koichi Kusunoki

向井 昭義

Akiyoshi Mukai

福山 洋

Hiroshi Fukuyama

五十田 博

Hiroshi Isoda

勅使川原 正臣

Masaomi Teshigawara

Synopsis- The main goal of this study is to develop the real-time residual seismic capacity evaluation system. This system can show the residual seismic capacity of a building to its owner soon after an earthquake. The evaluation system is based on the performance-based design concept. The outline how to evaluate with this system is proposed, furthermore, this system is applied for the existing shaking table test result in this study.

【研究目的及び経過】 コンピュータ技術の進化に伴い、微小要素をモデル化した解析まで実施することが可能となった。しかし、採用する解析手法、要素の数値モデルなどの解析仮定に依存して、解析結果には大きなばらつきが生じている。しかも、実際の建築物の応答を解析的に評価するに当たっては、施工性および地震動特性の影響が極めて大きく、その評価精度が極めて低くなることが経験的に知られている。

これらの問題を克服し性能表示の信頼性を向上するために、本研究では建物に安価な加速度計を数個載せて、その計測値から地震後瞬時に建物の残余耐震性能を判定するシステムを検討した。

大地震時には、多くの建物が被災し、その結果、多くの避難民を生む事となる。被災した建物の中には、その損傷ゆえに本震後の余震によって更に損傷が拡大し、建物内の人に甚大な2次被害を生じる可能性のあるものがある。また、それとは逆に、工学的な検証により、余震に対して十分な耐震性能を依然保有している建物に対しても、地震に対する恐怖心から住民が建物から避難し、その結果避難民の数を増加させる場合がある。余震による2次被害を低減するとともに、避難民の数を減らすためには、本震後の迅速な建物の応急危険度判定が必要不可欠である。しかし、現状では設計技術者あるいは研究者が目視で1棟ずつ応急危険度判定を実施しているのが現状である。判定に必要な期間も長く、判定建物数も充分とはいえない。また、目視に依るが故に技術者のレベルによって判定が大きくばらつくことが問題である。更に技術者による詳細な調査が必要となる「要注意」という灰色の判定が多く出され、この詳細調査には時間がかかり、その結果、住民の不安を早急に取り除くことができず、避難民の数を増やすこととなる。

そこでこういった問題を解決するために、本研究では、各建物に数台の安価な加速度センサーを配置し、その加速度センサー計測値から、機械的に建物の地震時の応答を計測し、地震後の残余耐震性能をリアルタイムで判定する技術の確立を目的とする。特に本研究ではその第一段階として、ねじれ振動等立体振動の卓越しない低層建物を対象としている。この技術により、本震直後には建物の安全性を住民に表示することが可能となる。

【研究内容】 本装置は、図1に示すように、基本として2台の加速度計と1台の耐震性能評価装置からなる。地震時の建物応答および入力地震動を加速度計によって計測し、残余耐震性能、つまりどの程度の地震にまで堪える性能が建物に残っているかを瞬時に表示する装置である。この装置を用いることにより、建物の地震後の安全性について、ほぼリアルタイムに判定することが出来る。

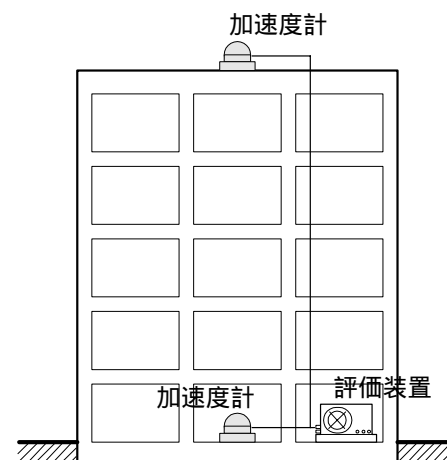


図1 機器構成

判定は、計測された各層応答加速度から算出される建物の性能曲線と、計測された入力地震動から算出される要求曲線を比較することにより行う。

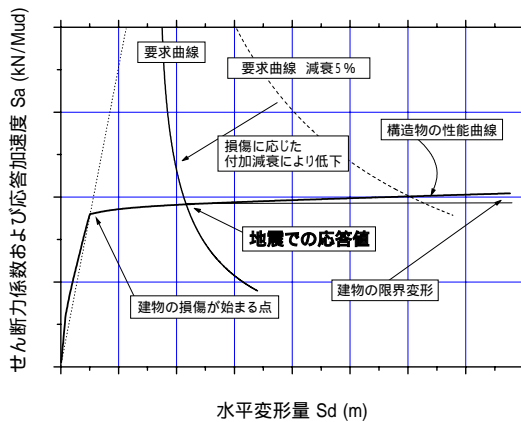


図2 判定の概要

性能曲線とは、多質点系である建物の性状を、代表変位と代表復元力 S で表したものである。また、要求曲線とは、入力地震動の加速度応答スペクトルを縦軸に、変位応答スペクトルを横軸にとった曲線である。

ここで、本震を超える余震は存在しないと仮定し、余震の発生機構等が本震と同じであると仮定すると、余震の最大の要求曲線は、本震の要求曲線と一致することになる。実際には、余震によって更に建物が損傷を受けた場合は、それに応じた履歴減衰が作用するため、要求曲線を低下することが出来る。しかし、一度損傷を受けた建物が、更に余震を受けた場合に生じる履歴減衰の大きさを精度良く推定する方法が現時点ではないため、本手法では安全側の判断として余震に対しては損傷によって生じる履歴減衰を考慮しないこととする。よって、最大の余震の要求曲線は5%減衰で求めた本震の要求曲線とする。建物の残余耐震性能は、建物の限界変形点とこの5%減衰での要求曲線を比較することによって算出することが出来る。建物の限界変形点での等価周期における性能曲線上の S_{ap} の値と、要求曲線状の S_{ad} の値の比 S_{ap}/S_{ad} が1を上回る場合は余震に対して「安全」と判断でき、下回る場合は余震に対して「危険」と判断される。

【研究結果】 図3に示す試験体の振動実験結果¹⁾を対象に、本手法を用いて残余耐震性能の判定を行った。各階の変形量は、文献2)に示されているIwanの方法を用いた。算出された性能曲線を図4に示す。図中には、実験時に直接計測された各階の変形量から計算した性能曲線をあわせて示している。図から、両者は良好に一致している

ことが分かる。試験体の限界変形角は1/75と仮定したが、本加振時に負側で1/75の変形角に達しており、危険と判断された。

本研究は、「公共建物を対象とした強震観測ネットワークの研究(平成13年度~15年度)」と発展的に統合した。また、判定方法について特許申請を行うとともに、科学研究費補助金 若手研究(B)を本テーマに対して獲得した。

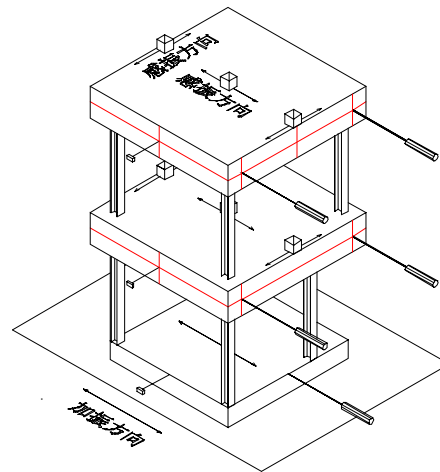


図3 対象建物

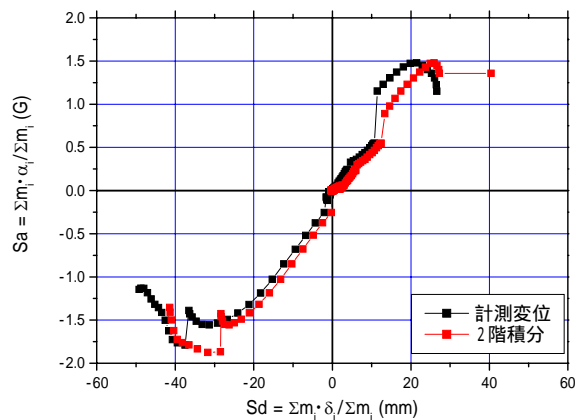


図4 性能曲線の比較

【参考文献】 1) 偏心骨組の地震応答性状に関する研究(その1、その2)、隈澤文俊、廣崎裕一、犬飼瑞郎、小豆畑達哉、加藤博人、楠浩一、福田俊文、日本建築学会学術講演梗概集、pp.829-832、2001年9月、2) Some Observations on Strong-motion Earthquake Measurement using a Digital Accelerograph, Iwan, W. D., et al., Bulletin of the Seismological Society of America, Vol. 75, pp. 1255-1246, October, 1985