

I-42 GIS・CAD データを用いた都市の地震動シミュレーション

○東北大学大学院 学生員 山川貴弘
 東北大学大学院 正 員 寺田賢二郎
 東北大学大学院 正 員 市村 強
 東北大学大学院 正 員 北原道弘

1. はじめに

福井地震、新潟地震、宮城県沖地震、また最近では兵庫県南部地震などに見られるように、大地震は人命や社会基盤そのものに深刻な被害をもたらしてきた。特に高度化・複雑化が進み、マンションや高層ビルなど様々な構造形式の建物が立ち並ぶ現代の都市において、人命の安全確保の為に地震時における都市の応答を示し、危険地域を提示することは重要かつ早急に求められていることである。そこで、GISを各種解析データのプラットフォームとした震災評価システムのプロトタイプ構築を計算機支援環境において試みる。

2. 震災評価システムの概要

本震災評価システムでは、製造業などで用いられている「CAE」の理念を応用し、震災評価システムに効率よく取り入れた。GISを震災評価を行う各種データのプラットフォームとして用い、Global・Local地震時応答解析を行い、震災評価のためのプロトタイプを実装した。GISを計算工学的観点から最大限に有効活用し、GISの枠組みを拡張した次世代震災評価システムである。図-1参照。

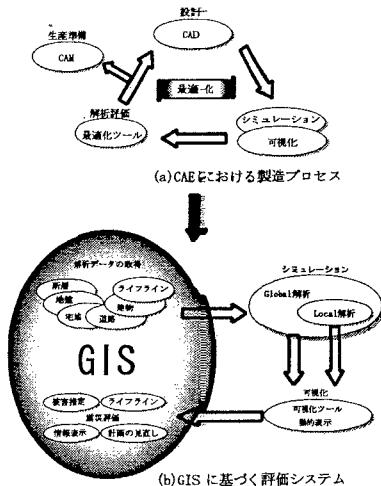


図-1 CAEとGISに基づく震災評価

2.1 GISによる解析地域の可視化

GISとは、地理情報システムの略称で、文字や数字、画像などを地図と結びつけ、コンピュータ上に再現し、位置や場所からさまざまな情報を統合したり、分析したりすることができる仕組みである。さまざま

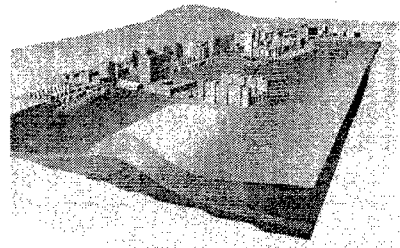


図-2 GISによる仙台市長町再開発地区の可視化。空間データを種類（レイヤー）毎に分けて記録し、これを重ねあわせることにより新たな領域データの作成、最短経路の抽出、空間データを用いたコミュニケーション、疑似体験や3次元分析などさまざまな空間シミュレーションが可能となる。GISにて震災評価のためのデータをレイヤ（層）として取り組み、統合・管理・表示・解析プログラムへの受け渡しをする。又、図-2はGISを使用し、解析対象地域（仙台市長町再開発地区）を電子地図として表したものである。これは高度レイヤー、建物レイヤー、地盤の境界層レイヤーから成り立っている。これらを座標定義することにより、この3つのレイヤーを正確に位置付け、可視化・解析が可能となる。

2.2 Global 解析

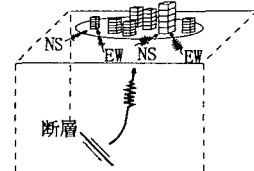


図-3 伝達過程

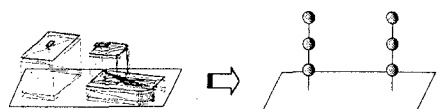


図-4 パネ・マスモデル

Global 解析では、都市全体における地震時挙動の

評価を行うために用いる。ここでは、各建物を図-4に示すようなパネ・マスモデルに置き換えて解析する。建物の最下層に地震時の地盤解析を行った強制力(加速度)をNS・EW方向それぞれに与え(図-3参照)、建物の時刻歴応答を求める。動的解析手法として、陰解法である「newmark- β 法」を用いた。この解析プログラムに必要なパラメータは各建物の高さ(H)・建物を構成する点の座標値と建物重心での各時間ステップにおける外力(地震波)である。GISデータからこの高さ情報を読みとり、各時間、各建物ごとの質点変位応答を計算する。時間間隔 dt は 0.01 秒、総時間は 5 秒ほどとした。

2.3 Local 解析

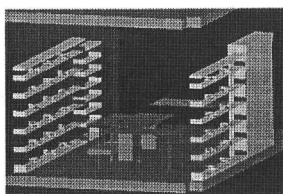


図-5 建物内部

Local 解析では、Global 解析結果を基に詳細な解析を行うために用いる。ここでの解析では、有限要素法の汎用ソフトである、LSTC 社の LS-DYNA を用いた。また、LS-DYNA のプリ・ポストプロセッサとして日本総研の JVISION を用い、メッシュの作成・結果の動的表示を行った。(図-5参照)

3. 解析結果の可視化による震災の評価例

3.1 Global 解析結果

第2節で述べた震災シミュレーションを行った結果を示す。結果表示の方法として二つの指標を用いた。

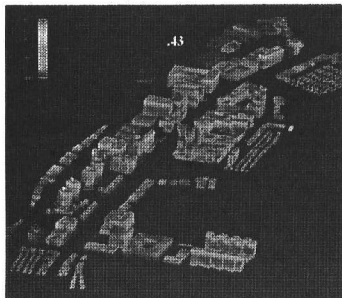


図-6 変位表示

図-6は変位表示である。これより、建物のどの部分で揺れが最大となり、破壊危険性が高くなるか評価可能となる。なお、変位データは建物を構成するポイントに与えている。

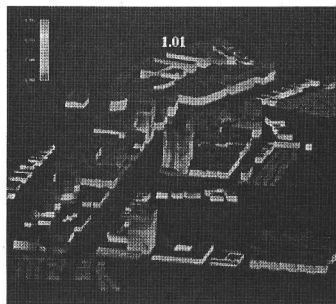


図-7 層間変位角表示

もう一つの評価法として、図-7に示すように層間変位角表示を用いた。層間変位とは隣合う二つの階の水平方向の相対変位であり、これをその間の高さで割ったものが層間変位角である。主材(柱など)が破壊まで至らないが、2次部材(床・ガラスなど)が層間変形についていけず、被害を受ける時があるので、これも又重要な指標となる。層間変位角を時刻と共に表示することで、被害の推移を追うことができる。なお、このデータは建物を構成する要素に与えている。

3.2 Local 解析結果

LS-DYNA を用いて建物内部の詳細な解析を行った結果を図-8に示す。これにより、建物細部に至る所までの応答表示とその破壊過程を可視化することにより、より詳細な震災評価が可能となる。

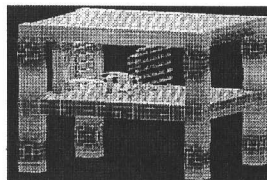


図-8 LS-DYNA を用いた解析結果

4. 謝辞

本研究を進めるにあたり、仙台市の 鈴木三津也氏、都市公団の 増子浩規氏、松本進一路氏からデータの提供とご助言を賜りました。記して感謝の意を表します。

参考文献

- 1) F. Yang, T. Ichimura, and M. Hori Earthquake Simulation in Virtual Metropolis Using Strong Motion Simulator and Geographic Information System, *Journal of Applied Mechanics JSCE*, Vol.5, pp.527-534, 2002.
- 2) 桜井 博行: GIS 電子地図革命, 東洋経済新報社, 2000.
- 3) Fang Yang: Development of Integrated Earthquake Simulator Combining Strong Motion Simulation and Geographical Information System, 2002.