

統合地震シミュレーションの全国展開 Implementation of Integrated Earthquake Simulation for Mega Cities in Japan

○堀 宗朗, 市村 強, ラリス ウィジャラトネ
○Muneo HORI, Tsuyoshi ICIHMURA, Lalith Wijerathne

Integrated earthquake simulation (IES) is aimed at seamlessly computing all phases of earthquake hazard and disaster in urban area. Full advantage is being taken of high performance computing in developing the system, and modules of automated model construction which converts various digital data to urban area model are being prepared. In the present project, this system is distributed to large cities in Japan so that earthquake hazard and disaster simulation will be made.

1. はじめに

地震災害被害の予測は防災減災を進める第一歩である。計算機の高速化・大容量化と都市デジタル情報の拡大・整備を利用し、災害と被害の全過程を数値解析することで、科学的合理性の高い地震災害・被害の予測を実現することが研究されている。想定された地震シナリオが引き起こす、都市での地震動と地震被害、さらには被害対応を数値解析するという統合型のシミュレーションである。統合地震シミュレーション (Integrated Earthquake Simulation, IES) としてプログラム開発が進められている。

プログラム開発と同時に、IES の有効性を高めるための試行も重要である。京大防災研究所・東大地震研究所拠点間連携共同研究の課題の一つとして、多数の大学の協力を仰ぎ、主要都市で IES の実行を進めている。実際に IES のシステムを各大学に移植するとともに、IES の有効性を高めるため、1) 都市モデルの自動構築の改良、2) IES に実装される数値解析プログラムの拡充、3) 計算結果の有効利用、が検討されている。

上記を背景に、本報告では、IES の国内展開の状況を説明する。合わせて複数の大学で実際に試行されている都市モデルを使った地震災害・被害シミュレーション結果を紹介する。

2. IES の国内展開

東北大学・新潟大学・東京工業大学・山梨大学・神戸大学・香川大学・高知工科大学・九州大学の協力により、仙台・新潟・東京・甲府・神戸・高松・高知・福岡を対象とした IES が移植されてい

る。移植の実体は、IES のシステムの実行ファイルと、対象都市の基本都市モデルを構築するために必要な市販の地理情報システム (Geographical Information System, GIS) である。

IES は統合型のシステムであるため、地震動や地震応答、被害対応に関する数値解析プログラムを追加することも可能である。同様に GIS 以外の都市デジタル情報を新たな入力データとして、新しい様式の都市モデルの構築に利用することもできる。この IES の拡張という点では、前述の大学が研究開発の主体である。

3. IES のシミュレーション結果

(1) 新潟市

想定される地震シナリオに応じて都市の地震被害は異なる。正確な地震被害の評価には表層地盤の局所的な地震動増幅効果の評価も必要である。この点を考慮し、新潟市では KNET の NIG010 ステーションの 21 個の観測された地震動データを想定される地震シナリオとして利用した。また、表層地盤の地震動解析の有無による地震被害の違いも検討した。

IES の都市モデルとして、83 個のボーリングデータを使った 3 次元表層地盤モデルと、新潟市のビルデータセットを使った建物モデル群を構築した。検討の一例として、局所的な地震動増幅効果を考慮した場合と考慮しなかった場合の建物応答を図 1 に示す。図に示された応答は最上階の層間変形角である。

(2) 甲府市

甲府盆地は二つの川が流入しているため地盤構

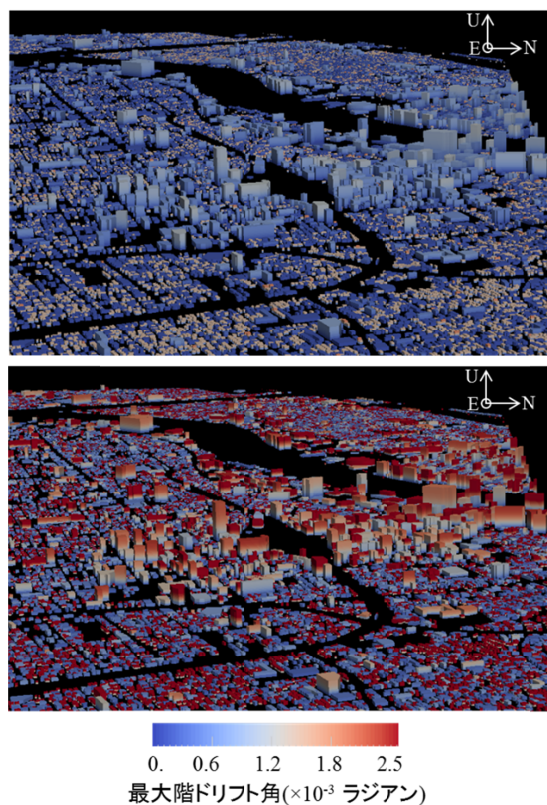


図 1. 新潟市での地盤増幅効果の考慮の有無による建物応答の差の例：上は考慮しない場合，下は考慮した場合。

造は複雑である。この結果，地震動はもとより，埋設管に影響する地盤ひずみも特殊な集中をすることが懸念されている。IES に実装されている表層地盤の地震動解析では，3次元モデルを使うため，地点毎の地盤ひずみを予測することも可能である。高い時間分解能を利用し，他の手法では難しい埋設管への影響評価が可能である。

上記を背景に，IES を使って甲府市での表層地盤での地震動解析を行い，想定された一様基盤入力地震動が引き起こす地盤ひずみの空間分布を計算した。対象は 5,750m 四方であり 3 層の地盤モデルを構築した。なお，各地層は非線形 (RO モデル) としている。この結果，最表層の軟弱な堆積層においてひずみの集中が生じることを明らかにした (図 2 参照)。

(3) 仙台市

IES で標準として利用する GIS データは，元データの収集・整備に地域毎に差があるため，必ずしも一様ではない。同一種類の都市デジタル情報でも非一様であることは，IES の都市モデルの自動構築には障害となっている。

仙台市の青葉区・太白区・泉区・若林区・宮城

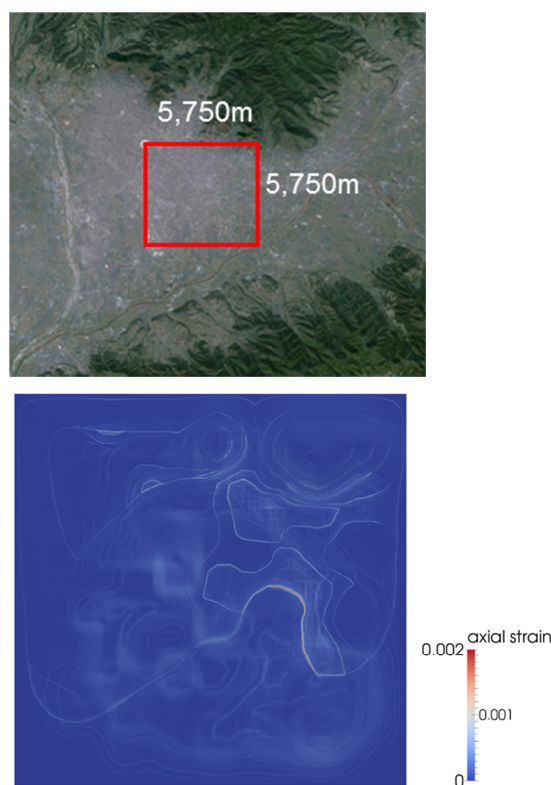


図 2. 甲府市での地盤増幅解析から得られた地盤歪の空間分布：上は対象地区，下は第 1 成分の分布。

野区を対象に，IES の試行シミュレーションを行う場合，この GIS の非一様性が問題となった。建築建物の形状と高さデータは敢然に整備されているものの，用途がない建物階数は，一部，欠けているからである。一部の区では数割，建物階数のデータが欠けている。

都市デジタル情報の非一様性に対処するため，他のデータを使った推測を行う。建物階数の場合，高さデータと適当と思われる確率分布を使って建物階数を推定するのである。推定された建物階数を使った建築建物の都市モデルを図 3 に示す。

4. おわりに

本報告は，各地域の大学の協力を仰ぎ，国内の複数の都市に IES の移植が進められている現状を紹介した。移植は IES の単純なオペレーションではなく，有効利用のための研究開発も必要である。また，シミュレーション結果を防災・減災に結び付けるためには，例えば，自治体等へ予測される災害・被害を提供することも重要となる。IES そのものの開発とともに，このような国内展開を将来課題として位置付けている。