

統合地震シミュレータを用いた 地下街からの避難解析の基礎検討

東京工業大学

東北大学

東京工業大学

東京大学地震研究所

学生会員

学生会員

正会員

正会員

○篠竹英介

佐茂隆洋

市村強

堀宗朗

1. はじめに

都市構造の急激な変容により，未経験の震災が起こりうる．既存の都市震災評価の方法として，過去の知見に基づく経験的・統計的な手法が主に用いられているが，未経験の震災に対処するには限界があると予想される．勿論，過去の知見の重要性を否定するものではないが，効果的な震災対策のためには，震災の諸過程を数値シミュレーションし，地震時に都市で起こる現象を明らかにすることが重要だと考えられる．またその情報を分かりやすく可視化し，「都市にどのような震災が起こりうるか」について市民，行政，技術者の間で共通認識を形成することも合意の下で効率的な震災対策をすすめる上で重要である．この目的のために著者らのグループは，震災の諸過程をシミュレーションの積み重ねにより予測・想定し，得られた結果を分かりやすく提供する「統合地震シミュレータ (IES: Integrated Earthquake Simulator)」の開発に取り組んでいる^{1) 2)}．

2. 統合地震シミュレータの概要

IES は，1) GIS/CAD データから構築された都市モデル，2) 断層から地表までの地震動の生成過程をシミュレーションする強震動シミュレータ，3) 鋼構造・コンクリート構造・土構造・建築構造物などの構造物応答をシミュレーションする解析ツール，4) 人の動きなどを踏まえ災害をシミュレーションする災害シミュレータから構成される．これらを踏まえ震災を総合的に評価し，分かりやすい高度震災情報を提供する．デジタルデータ群を管理する基幹システムと各事象・構造物の数値解析ツールをプラットフォーム・プラグイン仕様で結びつけている (図1)．震災の諸過程を数値シミュレーションの積み重ねによって評価し，客観的な高度震災情報を提供できるところに IES の特徴がある．現在までに IES のプロトタイプが完成している．本稿では，このプロトタイプを

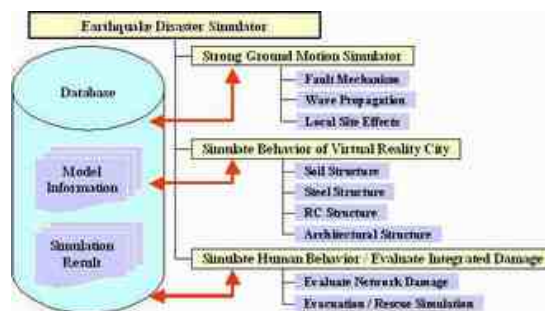


図-1 統合地震シミュレータの概要

用いて地下街からの避難解析の基礎検討を行う．

3. 統合地震シミュレータの適用例

都内のあるターミナル駅周辺の 1500[m] × 1500[m] 領域を対象とする．GIS/CAD データから三次元地盤構造，地上構造物，地下街および道路ネットワークからなる都市モデルを構築し (図2)，関東地震を想定した震災評価を行った．利用できるデータが限られているため，本解析では，強震動シミュレータには統計的グリーン関数法と一次元重複反射理論を適用し，建築構造物応答解析には近似モード解析を適用した．

都市内の計測震度分布を図3に示す．1500[m] × 1500[m] という狭い範囲でも，不整形地盤の影響により大きな偏りが生じている．次に，建築構造物の被害分布を図4に示す．耐震補強によるデータが利用できず，その効果を考慮していないため，ほとんどの建物が小破壊を起こしている．また，高い建物においては大破もみられる．さらに大破構造物の周囲に建築物高さから瓦礫流出幅を推定し，周囲道路の閉塞判定³⁾を行った．図5に地下街周辺の被害状況を示す．震災以前には地下街の出入り口は4箇所あるが，道路閉塞によって3箇所が塞がれている．

以上の結果を受けて地下街からの震災時の人間の避難解析を行った．被害無しの場合と被害有りの場合である時間内に地下街から何人避難できるか評価した．人間の挙動解析にはマルチエージェントシミュ

キーワード 都市震災評価，統合地震シミュレータ，GIS データ

〒152-0033 東京都目黒区大岡山 2-12-1 TEL 03-5734-3725 FAX 03-5734-3577

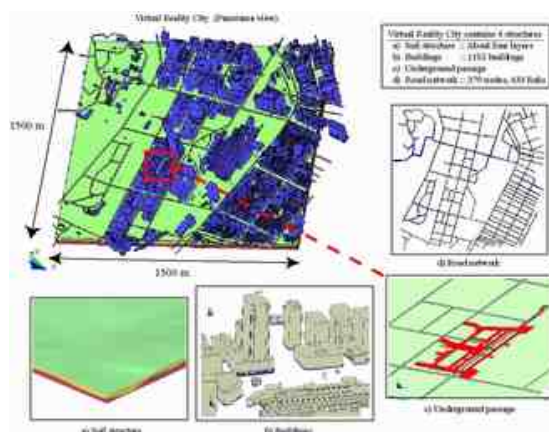


図-2 構築した都市モデル

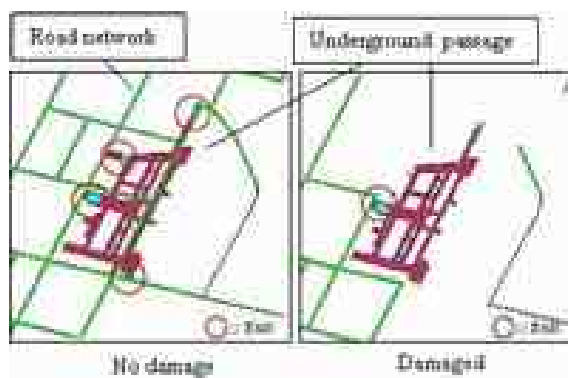


図-5 地下街周辺被害

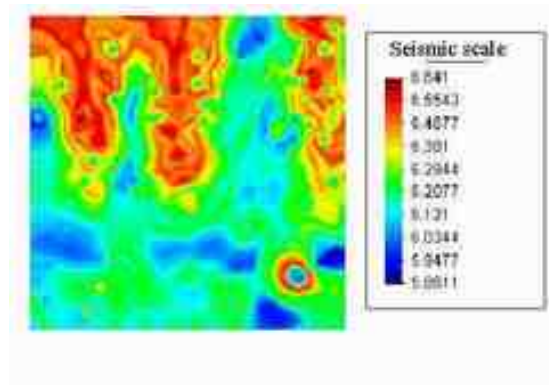


図-3 地表面計測震度分布



図-4 建物被害分布

レーション⁴⁾を適用した。表1に示すように、両者の比較から被害有りの場合、避難人数が半数程度に減っていることが分かる。これは、周囲の構造物の被害により、地下街の出入り口が閉塞したことが主因と考えられる。地下街のような閉塞性の高い構造物において出入り口等の設置を計画する際には、本解析評価のように周辺構造物被害までを考慮することが望ましいと思われる。

表-1 避難解析結果比較

	No Damage	Damaged
避難完了人数 (全 200 人中)	136	71
避難完了平均時間 (秒)	383.2	289.1

4. まとめ

本稿では、既存のIESのフレームワークを拡張し、人間の避難解析までを組み込んだ。簡単な適用例ではあるものの、構造物被害が人の避難行動に及ぼす影響を数値シミュレーションの積み重ねによって評価するフレームワークの有効性が示されたと考えている。今後は、ネットワーク被害及び人的被害評価組み込みの検討を進めるとともに、適用する解析手法やデータの精度・モデル化手法の評価を行い、それぞれ必要十分な手法・精度・情報量を把握し、精度の向上を図る予定である。

参考文献

- 1) T. Ichimura, M. Hori, K. Terada, T. Yamakawa, On Integrated Earthquake Simulator Prototype: Combination of Numerical Simulation and Geographical Information System, Structural Eng./Earthquake Eng., JSCE, Vol.22, No.2, pp. 233s-243s, 2005.
- 2) 市村強, 伊丹洋人, 佐茂隆洋, 堀宗朗, 山口直也, デジタルシティ神戸の構築とその震災シミュレーションへの応用に関する基礎検討, 構造工学論文集 JSCE, Vol.51A, pp. 513-520, 2005.
- 3) 独立行政法人防災科学技術研究所: 建物倒壊および道路閉塞のシミュレーション技術の開発, 大都市大震災軽減化特別プロジェクト成果報告書, 2002-2004.
- 4) 堀宗朗, 犬飼洋平, 小国健二, 市村強: 地震時の緊急避難行動を予測するシミュレーション手法の開発に関する基礎的研究, 社会技術研究論文集, Vol.3, pp. 138-145, Nov. 2005.