地震災害予測のための大都市圏強震動シミュレータの開発

一深部構造のモデル化及び強震動シミュレーションー

○池上泰史1)・秋山伸一1)・山根裕之1)・井上哲也1)・アフニマル2)・纐纈一起2)

- 1) 正会員 (株) CR Cソリューションズ, 〒136-8581 東京都江東区南砂 2-7-5, y-ikegami@crc.co.jp
- 2) 正会員 東京大学地震研究所, 〒113-0032 東京都文京区弥生 1-1-1, koketsu@eri.u-tokyo.ac. jp

1. はじめに

本研究では、東京など大都市圏における地震災害の軽減を目的として、巨大地震を対象とした強震動シミュレータを開発した。本シミュレータは大規模で複雑な3次元地下構造を高精度でモデル化するモジュール、高精度かつ現実的な計算規模で強震動シミュレーションを実行するモジュールおよび結果を分かりやすく表示するモジュールから成り立つ。

3次元広域地盤の地震波伝播解析には少ない計算メモリと演算時間で結果が得られることから、現状では差分法が普及している。一方、通常の有限要素法にはこうした利点はないが、差分法では難しい地形の影響を考慮できる特長がある。そこで、本研究ではボクセル型有限要素¹⁾を用いることで大幅な計算の効率化を図り、より現実的なモデルを用いたシミュレーションを可能にした。

ここでは、1923年関東地震を対象に、地下構造のモデル化と強震動シミュレーションについて述べる.

2. 深部地下構造のモデル化

地下構造モデル化モジュールは工学的基盤面以深の深部構造をモデル化する部分と地形分類図から表層地盤の地震動増幅率を求める²⁾部分に分けられる.このうち、深部地下構造は屈折法探査データと重力探査データの両者の逆解析³⁾によって設定される.

関東地方で行われた屈折法探査(図 1)と重力探査(図 2)の結果から逆解析により求められた地層境界面の深度分布を図3に示す. 地層境界面は関東平野西部の山地から東に向かって深くなり,特に相模湾,千葉県中部および都心付近で大きく落ち込んでいる点がこの地域の地下構造の特徴となっている.

図 3 に示した地層境界面に基づき作成したシミュレーションモデルを図 4 に示す. また, 1923 年関東地震の断層モデル 40 を図 5 に示す. この断層モデルは小田原北部を震源とし、小田原付近および三浦半島付近の 2 箇所にアスペリティを持つ.

3. 強震動のシミュレーション

ボクセル型有限要素法による長周期地震動のシミュレーションによって得られた速度応答のスナップショットを図6に示す.図6によると,小田原付近で現れた地震動は相模湾を東に進み三浦半島付近で勢力をさらに強め房総半島館山に向う.一方,関東

地方南部や西部の山地際では表面波が発生し、都心に向かって伝播する. 先に述べたように、関東平野では堆積層が都心部から千葉県中央部にかけて深くなっている. こうした地下構造の影響を受けて表面波は平野内部に留まり続け、その結果、地震動の継続時間が長くなると考えられる.

つぎに、統計的 Green 関数法を用いて算出した短 周期地震動を工学的基盤面において長周期地震動と ハイブリッド合成し、広帯域地震動を求める. なお、 両者の接続振動数は 0.5Hz である. さらに、地形分 類図から得られる工学的基盤よりも浅い表層地盤の 増幅率をこの広帯域地震動に掛け合わせ、地表面に おける地震動を求める.

図7には関東地方各地の速度波形を示す.これらの波形では主要動部分に短周期成分が見られるが,全体として周期2,3~10秒にかけての長周期成分が卓越している.このような震動特性は先に示した地下構造の影響によって現れる.

また、断層直上の関東地方南部では大きな振幅を示す. さらに、この地震では震源である小田原付近から三浦半島に向かって断層破壊が進むため、破壊方向に当たる房総半島では特に大きく揺れる.

4. まとめ

1923 年関東地震を対象に、地下構造のモデル化および強震動シミュレーションの結果を示した。本シミュレータの中核を成す地震波伝播モジュールには、これまで実用化が困難と考えられていた有限要素法を採用し、並列化などの改良を加えることにより実用的な地震波解析が可能となった。今後は、このシミュレータを用いて様々な強震動予測を行う予定である。なお、本研究は(独)科学技術振興機構 JST-ACT 13C-2 の一環として実施した。

参考文献

- Koketsu, Fujiwara, Ikegami: Finite-Element Simulation of Seismic Ground Motion with a Voxel Mesh, Pure Appl. Geophys., 161, 11-12, 2463-2478, 2004.
- 2) 鄭, 久保, 久田, 畑山, 座間:地震災害予測のための大都市圏独震動 シミュレータの開発-50mメッシュ地形地盤分類と周波数帯別増幅率 マップー, 日本地震工学会年次大会, 2004.
- Afnimar, Koketsu, Nakagawa: Joint inversion of refraction and gravity data for the three-dimensional topography of a sediment-basement interface, Geophys. J. Int. 151, 243-254, 2002.
- Kobayashi, Koketsu: Source Process of the 1923 Kanto Earthquake Inferred from Historical Geodetic, Teleseismic, and Strong Motion Data, in press, 2004.

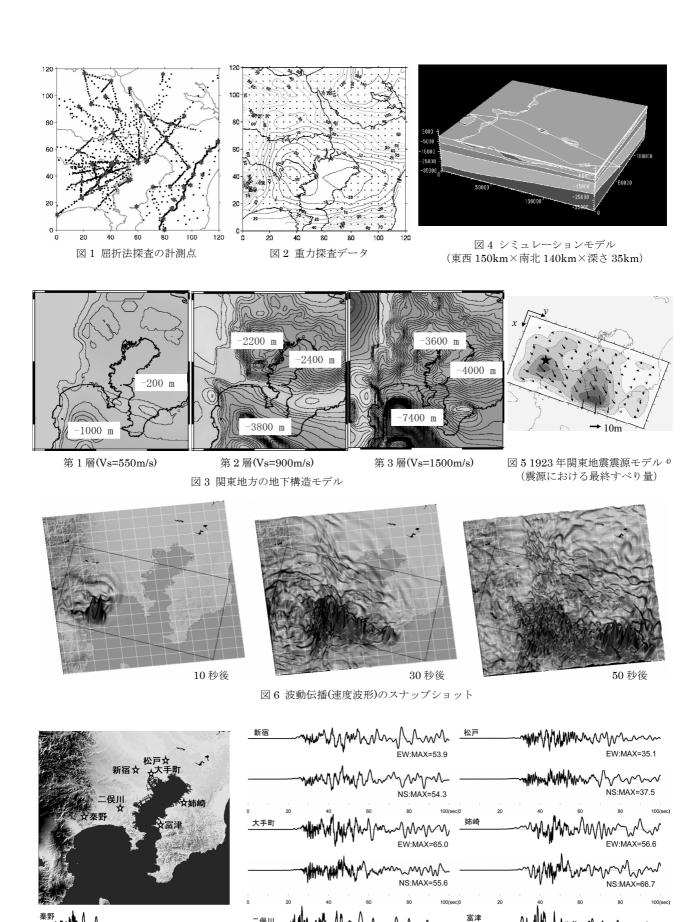


図 7 地表面での広帯域速度波形(単位:cm/s)

EW:MAX=67.1

NS:MAX=62.4