

## 強震動予測手法に関するベンチマークテスト (その10: 数値解析手法、ステップ5・6) Benchmark Tests for Strong Ground Motion Simulations (Part 10: Numerical Methods, Step 5 & 6)

吉村 智昭<sup>1\*</sup>, 永野正行<sup>2</sup>, 久田 嘉章<sup>3</sup>, 青井 真<sup>4</sup>, 岩城 麻子<sup>4</sup>, 川辺 秀憲<sup>5</sup>, 早川 崇<sup>6</sup>, Seckin Ozgur CITAK<sup>7</sup>  
YOSHIMURA, Chiaki<sup>1\*</sup>, NAGANO Masayuki<sup>2</sup>, HISADA Yoshiaki<sup>3</sup>, AOI Shin<sup>4</sup>, IWAKI Asako<sup>4</sup>, KAWABE Hidenori<sup>5</sup>, HAYAKAWA Takashi<sup>6</sup>, Seckin Ozgur CITAK<sup>7</sup>

<sup>1</sup>大成建設, <sup>2</sup>東京理科大学, <sup>3</sup>工学院大学, <sup>4</sup>防災科学技術研究所, <sup>5</sup>京都大学, <sup>6</sup>清水建設, <sup>7</sup>海洋研究開発機構

<sup>1</sup>Taisei Corporation, <sup>2</sup>Tokyo University of Science, <sup>3</sup>Kogakuin University, <sup>4</sup>NIED, <sup>5</sup>Kyoto University, <sup>6</sup>Shimizu Corporation, <sup>7</sup>JAMSTEC

### 1. はじめに

数値解析手法(3次元差分法、3次元有限要素法)は、関東、濃尾、大阪平野といった盆地構造を対象とした長周期地震動の計算によく用いられる。本ベンチマークテストでは、2009年度より3年計画で、複数の機関が各々保有する計算コードを用い、同一の震源と地盤モデルで強震動の計算を行い結果を比較している。2009年度は6チームの参加者を得て、半無限および2層の平行成層地盤を対象とし、点震源を考慮したステップ1、面震源を考慮したステップ2を実施した(吉村他、2011)。2010年度は6チームの参加を得て、4層地盤と対称盆地を対象としたステップ3、傾斜基盤盆地を対象としたステップ4を実施した(吉村他、2012)。

### 2. 2011年度のベンチマークテスト実施内容

2011年度は、実際の関東平野の3次元モデルおよび、観測記録のある実地震の震源モデルを対象とした。6チームが参加した。表1に解析条件を、図1に計算領域(210km × 270km)と対象地震と出力点(四角)を示す。ステップ5は中小地震を対象とし、N51は1990年神奈川県西部の地震(点震源)、N52は1990年伊豆大島近海地震(面震源)、N53は1992年東京湾の地震(点震源)である。N51はSato H. et al.(1998)、N52とN53は山田・山中(2003)の震源を参照した。関東平野の3次元地盤モデルは、長周期地震動予測地図2009年度試作版(地震調査研究推進本部、2009)の地盤モデルをもとに作成する。有効振動数は0~0.33Hz(周期3秒以上)とし、19地点の波形を提出する。計算地点は日本建築学会・デジタル強震データ集(建築学会、1996)で観測記録の得られている地点であり、観測記録との比較も行う。ステップ6では、1923年関東地震を対象とし、Sato T. et al.(2005)のインバージョン結果を震源モデルとして用いる。

### 3. 計算結果の例

図2にN51のASKのY成分(EW成分)を示す。吉村はFEM、永野、早川、チタックら、岩城ら、川辺はFDMで計算した。久田の波数積分法(平行成層)の結果も示す。ASK(浅川)は岩盤サイトであるので、波形は単純である。FEM、FDMの結果は相互によく一致している。久田の結果も類似しており、これは地震波がおもに実体波からなり平行成層仮定が有効であるからだと考えられる。一方、厚い堆積層の上の地点では、盆地構造により生成した後続波が優勢となってくる。これらの点でも概ね各チーム間で一致した結果が得られているが、現在の所まだ完全に一致していない。表層の薄い層のモデル化の違いなどの原因を調査中であり、今後さらに一致度が高まるよう修正する予定である。

なお、詳細な解析条件と実施済みの計算結果は<<http://kouzou.cc.kogakuin.ac.jp/test/home.htm>>で公開している。

謝辞:本プロジェクトは文科省・科研費・基盤研究(B)「設計用入力地震動作成のための強震動予測手法の適用と検証」(代表:久田嘉章、平成21-23年度)の研究助成で行われ、日本建築学会・地盤震動小委員会(主査:久田嘉章)および工学院大学・総合研究所・都市減災研究センターとの連携のもとに行われています。佐藤俊明氏、山田伸之氏、小林励司氏には震源データ等を提供して頂きました。Citak氏のチームに、松島信一氏、Robert W. Graves氏にも参加頂きました。

### 参考文献:

- 1) 吉村他(2011), 建築学会技術報告集, 17巻,35号,67-72.
- 2) 吉村他(2010), 建築学会技術報告集, 18巻,38号,95-10.
- 3) Sato et al.(1998), BSSA, 88, 183-205.
- 4) 山田・山中(2003), 地震 2, 56, 111-123.
- 5) 地震調査研究推進本部, [http://www.jishin.go.jp/main/chousa/09\\_choshuki/](http://www.jishin.go.jp/main/chousa/09_choshuki/)
- 6) 日本建築学会編(1996), 日本建築学会・デジタル強震データ集.
- 7) Sato et al.(2005), Science, 309, 462-464.

SSS26-02

会場:304

時間:5月20日 09:15-09:30

キーワード: 断層モデル, 有限要素法, 有限差分法, 関東平野, 関東地震, 神奈川県西部地震

Keywords: Fault model, Finite element method, Finite difference method, Kanto plain, Kanto earthquake, Western Kanagawa Prefecture earthquake

Table 1 Calculation condition

	Site 5	Site 6
Model	3D	3D
Domain	100 km x 100 km x 100 km	100 km x 100 km x 100 km
Boundary	Free surface	Free surface
Initial condition	Zero	Zero
Excitation	Point source	Point source
Output	Displacement	Displacement
Reference	Okada (1985)	Okada (1985)
Software	COMSOL Multiphysics	COMSOL Multiphysics
Hardware	Intel Core i7-2670M	Intel Core i7-2670M
OS	Windows 7	Windows 7
License	Commercial	Commercial

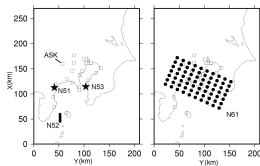


Fig.1 Calculation domain, seismic sources and output sites

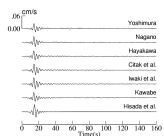


Fig.2 Velocity waveforms at ASK