

## ベンチマークテストから見えてきた強震動評価法の課題 (その2: 数値解析手法) Several issues revealed from benchmark tests for strong ground motion simulations (Part 2: Numerical methods)

吉村 智昭<sup>1\*</sup>, 永野 正行<sup>2</sup>, 久田 嘉章<sup>3</sup>, 川辺 秀憲<sup>4</sup>, 早川 崇<sup>5</sup>, 山本 優<sup>6</sup>, Citak Seckin Ozgur<sup>7</sup>, 松島 信一<sup>8</sup>  
Chiaki YOSHIMURA<sup>1\*</sup>, Masayuki Nagano<sup>2</sup>, Yoshiaki Hisada<sup>3</sup>, Hidenori Kawabe<sup>4</sup>, Takashi Hayakawa<sup>5</sup>, Yu Yamamoto<sup>6</sup>,  
Seckin Ozgur Citak<sup>7</sup>, Shinichi Matsushima<sup>8</sup>

<sup>1</sup>大阪大学, <sup>2</sup>東京理科大学, <sup>3</sup>工学院大学, <sup>4</sup>京都大学, <sup>5</sup>清水建設, <sup>6</sup>大成建設, <sup>7</sup>海洋研究開発機構, <sup>8</sup>京都大学  
<sup>1</sup>Osaka University, <sup>2</sup>Tokyo University of Science, <sup>3</sup>Kogakuin University, <sup>4</sup>Kyoto University, <sup>5</sup>Shimizu Corporation, <sup>6</sup>Taisei Corporation, <sup>7</sup>JAMSTEC, <sup>8</sup>Kyoto University

### 1. はじめに

数値解析手法(三次元差分法や三次元有限要素法)は、関東、濃尾、大阪平野といった堆積平野を含む数百 km の地盤領域を対象に、長周期地震動の計算を行うのによく用いられる。震源や堆積盆地構造の影響を考慮して精度よく地震動が計算できる一方、それらのモデル化の違いが結果に与える影響が大きく、また手法の違いによる結果の違いもある。筆者らは、数値解析手法のベンチマークテストを 2009 年度から 3 年間にわたって実施した。そこで明らかとなった課題点を整理するとともに、南海トラフの震源域を対象とした新たなベンチマークテストを計画したのでその概要を述べる。

### 2. ベンチマークテスト(2009~2011 年度)で明らかになった課題

2009 年度のステップ 1, 2 では、半無限および 2 層地盤を対象に点震源と面震源を考慮した。実用上ほぼ同等の結果が得られているものの、詳細にみると、差分法で地層境界上に格子点が位置する場合、この格子点に上の層、下の層、あるいは平均のうちの物性値を与えるかで、波形がわずかに異なった。

2010 年度のステップ 3, 4 では、単純な堆積盆地構造として、対象な台形盆地と非対称な傾斜基盤盆地を考慮した。不整形地盤を離散化した場合、曲面や傾斜面付近で物性値の配置がチームにより僅かに異なっており、これに起因する波形の差が表面波の部分で見られた。

2011 年度のステップ 5, 6 では、関東平野モデルを考慮し、3 つの中小地震および 1923 年の関東地震のシミュレーションを行った。実体波部分はチーム間でよく一致していたが、差分格子の間隔が異なるチーム間で、表面波部分で差が見られた。格子間隔が異なると、表層付近で深さ方向の地盤物性のモデル化が異なり、水平方向に長距離伝播する表面波で差が蓄積すると考えられる。

以上のように、表層付近のモデル化は表面波に与える影響が大きく、数値解析手法で主に対象とする長周期地震動の検討では重要な点である。

### 3. 新ベンチマークの実施

上記のような課題点に留意しつつ、南海トラフの震源域を対象として、2004 年紀伊半島南東沖地震(前震、9/5、19:07、M7.1)のシミュレーションを行うベンチマークテストを計画した。

表 1 に概要、図 1 に震源位置および計算地点の案を示す。

計算領域は、参加者各自の興味と計算能力に従い、関東平野、濃尾平野、大阪平野のいずれか、あるいは複数の平野を含む領域とする。震源モデルは、山本・吉村(2012)の点震源を用いる。地盤モデルは、関東平野では長周期地震動予測地図 2012 年度試作版のモデルを用いる。濃尾平野と大阪平野では上部地殻以浅(1~14 層)は 2009 年度版モデル、下部地殻以深(15 層以深)は 2012 年度試作版を用いる。計算周期は、関東平野は 4 秒以上、他は 2.5 秒以上とする。計算点は、図 1 に示すように、各平野内で 5~10 点程度、震源から各平野への伝播経路地盤で 5 点程度選んでいる。

なお、実施要領の詳細は、<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)「大都市圏で想定される広帯域強震動と超高層建築の減災対策」(代表: 久田嘉章、平成 24-26 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。

1) 吉村他(2011)、強震動予測手法に関するベンチマークテスト: 数値解析手法場合(その 1)、日本建築学会技術報告集、17 巻、35 号、67-72。

2) 吉村他(2012)、強震動予測手法に関するベンチマークテスト: 数値解析手法場合(その 2)、日本建築学会技術報告集、18 巻、38 号、95-100。

3) 吉村他(2013)、強震動予測手法に関するベンチマークテスト: 数値解析手法場合(その 3)、日本建築学会技術報告集、19 巻、41 号、65-70。

SSS35-09

会場:103

時間:5月23日 14:45-15:00

4) 山本・吉村 (2012)、3次元大規模FEMによる東海・東南海・南海連動地震の長周期地震動シミュレーション、日本建築学会構造系論文集、第77巻、第677号、1055-1064

キーワード: 断層モデル, 有限差分法, 有限要素法, 関東平野, 濃尾平野, 大阪平野

Keywords: Fault Model, Finite Difference Method, Finite Element Method, Kanto Plain, Nobi Plain, Osaka Plain

表1 計算条件

ステップ7	
モデル名	N71
対象地震	2004年紀伊半島南東沖地震(前震)
震源	点震源
地盤	関東平野…長周期地震動予測地図2012年度試作版 濃尾、大阪平野…上部地殻以浅は同2009年版、下部地殻以深は2012年版
減衰	あり
有効振動数	関東平野: 0~0.25Hz(4秒以上)、濃尾、大阪平野: 0~0.4Hz(2.5秒以上)
計算点	平野内で5~10点程度、震源から各平野への伝播経路地盤で5点程度

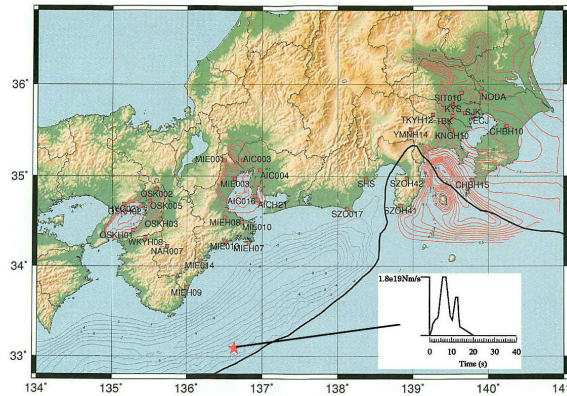


図1 震源位置と出力点