

## 強震動予測手法に関するベンチマークテスト (その6: 理論的手法、ステップ3・4) Benchmark Tests for Strong Ground Motion Simulations (Part 6: Theoretical Methods, Step 3 & 4)

久田 嘉章<sup>1\*</sup>, 永野正行<sup>2</sup>, 野津 厚<sup>3</sup>, 宮腰 研<sup>4</sup>, 中川太郎<sup>5</sup>, 浅野公之<sup>6</sup>

Yoshiaki Hisada<sup>1\*</sup>, Masayuki NAGANO<sup>2</sup>, Atsushi, NOZU<sup>3</sup>, Ken MIYAKOSHI<sup>4</sup>, Taro NAKAGAWA<sup>5</sup>, Kimiyuki ASANO<sup>6</sup>

<sup>1</sup> 工学院大学, <sup>2</sup> 東京理科大学, <sup>3</sup> 港湾空港技術研究所, <sup>4</sup> 地域地盤環境研究所, <sup>5</sup> フジタ, <sup>6</sup> 京都大学防災研究所

<sup>1</sup>Kogakuin University, <sup>2</sup>Tokyo University of Science, <sup>3</sup>The Port and Airport Research Institute, <sup>4</sup>Geo-Research Institute, <sup>5</sup>Fujita Corporation, <sup>6</sup>Disaster Prevention Research Institute

### 1 はじめに

前報(久田・加藤・吉村ほか、2010; 久田ほか、2011)に引き続き、2010年度に実施した3手法(理論的手法・数値解析手法・統計的グリーン関数法)のうち、本報(その6)では理論的手法による強震動予測手法に関するベンチマークテストの結果の報告を行う。さらに、(その7)では数値解析手法、(その8)では統計的手法に関する報告を行う。本ベンチマークテストは、強震動計算の分野の第一線で活躍する研究者・実務者の参加により、同じ条件で様々な手法・計算コードの結果の相互比較を行い、その適用範囲やバラツキを検討を行い、使用したデータ・結果、マニュアルを公開すること目的とした3年間のプロジェクトとして実施している。

### 2 理論的手法による強震動予測手法に関するベンチマークテスト(ステップ3、ステップ4)

表1と表2に2010年度に実施した理論的手法によるベンチマークテスト(ステップ3・4)の概要と地盤モデルを示す。2009年度に実施したステップ1・2の2層の平行成層地盤モデルに加え、工学的基盤までの4層地盤モデルを対象としている。ステップ3では、単純なガウス型関数のすべり速度を持つ点震源とし、深さ2 kmと地表の場合、減衰の有無の3種のモデルを課題とした(T31-T33)。一方、ステップ4では、中村-宮武型のすべり関数を持つ横ずれ断層モデルとし、地中断層(T41-T43)と地表断層(T44)を対象とした。破壊伝播に関しては、1kmメッシュサイズの小断層ごとに離散的なケース(T41, T42)と連続なケース(T43)を設定し、さらに離散的な場合は、一定の破壊伝播速度を与える場合(T41)と、3種のランダムな破壊開始時間を与える場合(T42)を設定した。

### 3 参加チームと実施結果

各ステップの参加チームと用いた手法は以下の通りである。ステップ3では、久田(工学院大、波数積分法)、永野(理科大、薄層法)、野津(港湾空港技術研究所、離散化波数法)、宮腰(地域地盤環境研究所、離散化波数法)、中川(フジタ、波数積分法)の5チームが、一方、ステップ4では久田・永野・中川の3チームが、それぞれ参加した。

ステップ3・4ともに、実用上、参加者間の結果はほぼ同等の結果を得た。特にT31、T41、T43における減衰のある地盤モデルでの地中震源・地中断層による結果はほぼ完全に一致した。一方、T32の無減衰地盤の場合は大きなQ値などで近似する必要があり、震央距離10 km以内では互いに一致したが、100 kmなどの遠方では表面波の振幅の差が現れた。またT33やT44の地表震源・地表断層では、条件通りに地表に震源を設定した場合と50 m程度の深さで近似した場合で、遠方では表面波に振幅の差異が見られた。

### 4 おわりに

より詳細な内容や結果は下記ページを参照されたい。

<http://kouzou.cc.kogakuin.ac.jp/test/home.htm>

2011年度には現実に近い地盤モデルと震源モデルによるブラインドプレディクション実施する予定である。

謝辞: 本プロジェクトは文部科学省・科学研費・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」(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、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。

### 参考文献:

久田ほか(2011)、強震動予測に関するベンチマークテスト - 理論的手法の場合(その1)、日本建築学会技術報告集、第17巻、第35号、67-72

久田・加藤・吉村ほか(2010)、強震動予測手法に関するベンチマークテスト(その3:理論的手法)(その4:統計的グリーン関数法)(その5:数値解析手法) 日本地震学会・秋季大会

表1 理論的手法による2010年度ベンチマークテスト(ステップ3・4)の概要

ステップ3 (締切:2010/9/1)			ステップ4 (締切:2010/11/1)		
モデル名	T31	T32	T41	T42	T44
地盤	4層地盤		2層地盤		
減衰	あり	なし	あり		なし
震源	点震源(深さ2km:ガウス型関数) 点震源(深さ0km:ガウス型関数)		横ずれ断層(上端深さ2km:中村-宮武関数)		横ずれ断層(上端深さ0km:中村-宮武関数)
有効振動数	0~5 Hz		連続		
出力点	+002,+006,+010,+030,+060,+100 km (計6点)		連続		
			1km <sup>2</sup> 間隔一定	1km <sup>2</sup> 間隔ゆらぎ	連続
			0~5 Hz		
			±002,±006,±010,±030,±060,±100 km (計12点)		
			1波形	3波形	1波形

表2 4層地盤モデルの物性値

Layer	Thickness (m)	Vp(m/s)	Vs(m/s)	Density(kg/m <sup>3</sup> )	Qp	Qs
1	200	1,600	400	2,000	20f	20f
2	400	2,600	1,000	2,400	30f	30f
3	1,000	4,000	2,000	2,600	40f	40f
4 (Half Space)	∞	6,000	3,464	2,700	70f	70f

注1: Q 値の f は振動数(Hz) 注2: 2層地盤モデルの場合、第3層を厚さ1kmとする

キーワード: 強震動予測手法, ベンチマークテスト, 理論的手法, 波数積分法, 離散化波数法, 薄層法

Keywords: Strong Ground Motion Simulations, Benchmark Test, Theoretical Methods, Wavenumber Integration Method, Discrete Wavenumber Method, Thin Layer Method