

マルチグリッド並列 PSM/FDM ハイブリッド法による南海トラフ巨大地震の強震動シミュレーション

Numerical simulation of strong ground motion for the Nankai earthquakes by using the multigrid hybrid PSM/FDM parallel method

古村 孝志[1]

Takashi Furumura[1]

[1] 東大地震研

[1] ERI, Univ. Tokyo

1. はじめに

大規模な3次元地震波動伝播・強震動シミュレーションの効率化のために、異なる格子サイズを組み合わせた「マルチグリッド PSM/FDM ハイブリッド計算法」を開発した。本手法の利用により、低速度かつ不均質性の強い表層地盤構造から高速度の深部構造までを計算モデルに効率よく組み込むことができるため、少ない格子数（計算メモリ）と計算時間で大規模な3次元シミュレーションが可能になる。

異なる格子サイズを組み合わせた3次元 FDM 計算の歴史は古く、既に Pitarka (1999) の「不規則格子 FDM 計算」や、Aoi and Fujiwara (2000) の「不均質格子 FDM 計算」によりその有効性が示されている。ここでは「PSM/FDM ハイブリッド計算法」(古村・他、2000; Furumura et al. 2002) のマルチグリッド化のために、1) フーリエ変換を用いた波動場の補間/間引きの高精度演算、2) 格子サイズの異なる2領域をまたがる不規則格子 FDM 計算に関して工夫を行っている。そして、I) 無限媒質計算において2領域の境界から反射波が生じないこと、II) 均一格子を用いた波動計算と波形が一致することにより精度を確認している。

2. 東南海地震の強震動シミュレーション

本計算法の有効性を確認するために、1944年東南海地震の強震動シミュレーションを行った。3次元計算領域には九州から北関東に至る 1228km*614km*150km の範囲を選び、これを地表下 6 km までを細かな (1.2km*1.2km*0.6km) 格子間隔で、そして深部領域をこの2倍の間隔で 3276 万格子に分割した。西南日本の地下構造モデルは、大見・他 (2001) の P 波速度構造と、Love 波の分散曲線から求められた S 波速度構造 (古村・瀧瀬, 2001) を参考に決めた。また、平野部には $V_s=1.6\text{km/s}$ の堆積層を厚さ 2.4km で一様に与えた。深部地殻構造は、モホ面の深度分布 (領木, 1999) とフィリピン海プレートの3次元形状 (Ishida 1989) を考慮して決めた。本計算では周期 1.5 秒以上の波動伝播を評価することができる。東南海地震の断層モデルには、強震波形記録のインバージョンから求められた菊地・山中 (2000) の解を用いた。断層面を 2km*2km の小断層に分割し、各小断層上の断層滑りと破壊開始時刻を Bicubic Spline 補完から求めて計算モデルに組み込んだ。計算には 9GB のメモリと、HITACHI SR8000 の 128CPU 並列計算で 2 時間を要した。

計算結果を見ると、四国の東部から関東平野の北部にかけての数百 km 以上の範囲に震度 3 以上の領域が広がっており、破壊伝播の方向にあたる遠州灘から駿河湾にかけては震度 4 以上の強震動領域が長く延びている。求められた震度分布は観測 (宇佐美, 1985) をよく説明する。ただし、計算結果には周期 1.5 秒以下の短周期波動が含まれていないため、震源域近傍では 1 ~ 2 程度震度が小さくなっている。

堆積層を含まないモデル計算との比較から、a) 堆積層の地震動増幅により震度が 0.5 ~ 1 以上大きくなること、そして b) 堆積層の外では逆に地震動エネルギーが弱まり震度が小さくなることも確認できた。