

南海トラフ地震連動発生による地震と津波の高精度評価

Accurate evaluation of ground motion and tsunami due to the synchronization occurrence of the Nankai-Trough earthquake

古村 孝志 [1]; 今井 健太郎 [2]; 齊藤 竜彦 [1]
Takashi Furumura[1]; Kentaro Imai[2]; Tatsuhiko Saito[1]

[1] 東大総合防災情報研究センター; [2] 東大情報学環/地震研究所
[1] CIDIR, Univ. Tokyo; [2] CIDIR/ERI, Univ. of TOKYO

1. はじめに

南海トラフ巨大地震の連動発生の影響は、単に震源域の拡大に伴う強震被害の広域化にとどまらない。連動により地震規模がM8.0を越えて増大すると、周期が数秒～十数秒以上の長周期地震動の放射が強化され、長大構造物への影響が深刻になる。大きな地震地殻変動による海岸線の沈降は、大津波による被害を相乗効果で拡大させる。連動発生による地震津波被害の予測には、巨大地震の震源から作り出される短周期～長周期地震動、そして地震地殻変動を含む広帯域の地震動のシミュレーションが必要である。また、地震により発生する津波の高精度評価のためには、地震動シミュレーションと津波シミュレーションの連携が欠かせない。

2. 地震 - 津波連成シミュレーション

新しく開発した地震 - 津波の連成シミュレーション (Furumura and Saito, 2009) では、まず3次元不均質場での地震波伝播と海底地殻変動を運動方程式により計算し、次にこれを入力データとして、海底下での津波の発生と伝播を3次元ナビエ・ストークス式を用いて評価する。どちらも差分法に基づく陽的計算により評価できるため、適切な境界条件を用いて2つのモデルの連成は容易に実現できる。大規模計算のために、領域分割に基づく並列計算コードを開発し、地球シミュレータとT2K オープンスパコン (東大) 上で計算を行った。

一般的な津波計算では、簡単のために海面変動の分布、すなわち初期津波を海面変動と等しいと仮定することが多いが、地震震 - 津波連成では、海底地殻変動の時間変化により海面に津波が生成される過程も正しく評価する。地震動計算により刻々と得られる海底地殻変動を、海底面直上の海水の上下・水平流速の境界条件として与えることにより、海水面には津波が発生する。その後、時間の経過とともに津波は重力を復元力として周囲に伝播する。こうして、地震と津波計算の連成により南海トラフの複雑な海底下で発生する地殻変動と、津波の発生、そして伝播の一連の過程を詳しく評価することができる。

3. 1944年東南海地震、1707年宝永地震の地震・津波評価

1944年東南海地震 (M7.9) と1707年宝永地震 (M8.4) の長周期地震動と津波評価を行った。震源モデルは、それぞれ山中 (2004) と安中・ほか (2003) により強震動と津波解析により求められた断層滑りモデルを用いた。

連動発生 (宝永地震) による長周期地震動のレベルは地域により大きく異なり、たとえば東海南海地震と東海地震の震源域に近い名古屋では周期3～6秒の速度応答が2倍以上大きくなるほか、震動の継続時間が2倍以上長くなる。地震地殻変動は震源域に沿って四国から駿河湾にかけての広い範囲にわたるほか、沈降・隆起量が2倍以上大きくなる。これに伴い、日向灘から関東以北にかけて大きな津波が発生する。

本計算から得られた海底地殻変動の分布を、従来の均質な地下構造モデルを用いた場合と比較したところ、南海トラフの3次元地下構造モデルを用いた計算では、海底面の隆起・沈降の範囲が局在化し、地殻変動の空間変動の不均質性が強くなることわかる。これにより発生した津波波形は、深海での津波発生過程における一種の時空間フィルタ効果 (たとえば、Saito and Furumura, 2009) により幾分緩和されるものの、依然として波長が短くかつ複雑な波形の特徴が残る。また、伊豆諸島や関東への長い伝播において、南海トラフの深い海域を伝播することにより津波の分散効果が大きく、長い後続波群も作り出す。このような津波の分散効果は、津波計算に一般に用いられる長波 (浅水) 近似計算では評価することができないことにも注意が必要である。

4. 大規模地震津波シミュレーションに向けた課題

これまで、1944年東南海地震や1946年南海地震の断層面において、強震動を強く発生したアスペリティと、大きな津波を作り出した滑りが異なる場所にある可能性が議論されている。現在の地震と津波インバージョンでは分解能が低くこの問題に決着をつけることは難しく、また地震と津波計算の地下構造モデルに整合性は無いため、詳細な比較は困難である。今後、地震と津波の連成計算、そしてこれをグリーン関数に用いた高精度の震源インバージョンによりこの問題が解決することが期待できる。