

経験的グリーン関数法と3次元有限要素法による2009年駿河湾の地震の強震動シミュレーション Simulation of Strong Ground Motions during the 2009 Suruga-bay Earthquake using Empirical Green's Function and 3D-FEM

佐口 浩一郎^{1*}, 倉橋 奨², 正木 和明², 入倉 孝次郎²
Koichiro Saguchi^{1*}, Susumu Kurahashi², Kazuaki Masaki², Kojiro Irikura²

¹ 株式会社日本アムスコ, ² 愛知工業大学

¹Nihon Emsco Ltd., Co., ²Aichi Institute of Technology

1. はじめに

2009年8月11日に発生した駿河湾の地震の際、中部電力浜岡原子力発電所構内において5号機では他の観測点に比べ2倍程度の地震動が観測された。本研究では、鉛直アレイ観測点である3号機(3G1S)の地中観測点(深度150m)における中小地震記録から経験的グリーン関数法により2009年駿河湾の地震の本震時における浜岡原子力発電所直下の入射地震動の推定を行い、NIED(J-SHIS)による深部地盤モデルに中部電力の調査による浅層地盤を反映させた地下構造モデルを用いて3次元FEM解析による強震動シミュレーションを実施することにより、特に地震動の大きかった5号機における本震記録の再現を試みる。

2. 経験的グリーン関数法による入射地震動の推定

既往の震源モデル¹⁾では、原子炉建屋に設置されている観測波形の特徴から、アスペリティ1の解析には8月13日12:42の余震を、アスペリティ2の解析には8月13日18:11の余震をグリーン関数として用いた波形の合成が行われている。本研究においても、同様にこれらの2つの余震を用いて原子力発電所敷地直下の地震基盤内(深度6km)における入射地震動の波形合成を行った。なお、グリーン関数として用いる余震記録は3号機地盤系の記録から1次元重複反射理論により地震基盤における入射波を算出し使用した。3号機において合成した波形は最大振幅および各パルスともに概ね観測波形を再現しており、地震基盤内における入射地震動の合成波形が妥当であると思われる。

3. 3次元有限要素法による深部地盤構造モデル

2009年駿河湾の地震の後、中部電力浜岡原子力発電所の敷地内および周辺地域では、反射法による地下構造探査が実施されている²⁾。本研究では、この反射法探査結果から震源(各アスペリティ)と浜岡原子力発電所が含まれるよう50km×50km×10km程度の領域を3次元地下構造モデルとして新たに構築した。モデル化に際しては、反射法探査結果による浅部地下構造が存在する部分については、反射法探査結果をそのまま用い、探査結果のない部分についてはNIED(J-SHIS)モデルにて補完することによりモデル化を行った。

4. 3次元有限要素法による強震動シミュレーション

3次元有限要素法による強震動シミュレーションでは、局所的な対象領域のみをモデル化し、遠方の震源による地震力と等価な地震力を入射境界面から入力する手法³⁾⁴⁾を用いる。浜岡原子力発電所直下の地震基盤内(深度6km)における入射地震動の3成分を、各アスペリティからの合成波形としてモデル下部境界および震源側の側方境界において平面波として入射させ解析を行った。対象とする周期帯域は0.5秒以上とし、入射角は各アスペリティから入射地震動の合成位置(3号機直下6km)に対しての入射角とした。モデルの外側領域においては吸収領域を設けた。解析の結果、各観測点における観測記録との整合性は概ね調理的であった。

謝辞

本研究では、中部電力 から提供された地震観測記録を使用しています。ここに記して感謝致します。

参考文献

- 1) 倉橋奨・入倉孝次郎・宮腰研: 近地強震記録を用いた2009年駿河湾を震源とする地震の震源モデルの構築と強震動シミュレーション, 日本地震工学会・大会 - 2009 梗概集, 216-217, 2009
- 2) 中部電力(株): 地下構造調査結果を踏まえた解析用地盤モデルに基づく検討について(検討資料集), 原子力安全保障院, 耐震・構造設計小委員会, 地震・津波・地質・地盤合同WG資料, 合同 W42-1-1, 2010.1
- 3) Jacobo Bielak, Kostas Loukakis, Yoshiaki Hisada, Chiaki Yoshimura: Domain Reduction Method for Three-Dimensional

Earthquake Modeling in Localized Regions , Part I : Theory , Bulletin of the Seismological Society of America , 93 , pp.817-824 , 2003

4)Chiaki Yoshimura , Jacobo Bielak , Yoshiaki Hisada , Antonio Fernandez:Domain Reduction Method for Three-Dimensional Earthquake Modeling in Localized Regions , Part II : Verification and Applications , Bulletin of the Seismological Society of America , 93 , pp.825-841 , 2003

キーワード: 経験的グリーン関数法, 3次元有限要素法, 2009年駿河湾の地震, 強震動シミュレーション

Keywords: empirical Green's function method, 3-D finite element method, 2009 Suruga-bay earthquake, simulation of strong ground motions