

### 3次元有限要素法による関東地方における工学的基盤波の再現計算

東電設計(株) 正会員 ○栗田哲史  
 (株)エデュサイエンス総合研究所 正会員 董勤喜  
 (株)計算力学研究センター 正会員 吉見顕一郎

#### 1. はじめに

関東地方の工学的基盤上における地震動の揺れやすさ地域特性のメカニズムを解明するために、著者等は関東地方の深い地盤構造をモデル化した3次元有限要素法による数値シミュレーション解析を実施している<sup>1),2)</sup>。本研究では構築した解析モデルの妥当性確認のために観測記録との比較を行い、地震動の再現性を調べた。

#### 2. 解析モデルと計算条件

数値シミュレーションの対象とした地震は、2015年9月12日5時49分に発生した東京湾の地震(Mj=5.2)である。震源位置情報は気象庁一元化震源情報の値を使用した。震源域から工学的基盤( $V_s=500\text{m/s}$ )までの深い地盤構造を3次元の有限要素でモデル化した。図-1に今回の解析で対象とした領域を示す。P波速度、S波速度、密度などの地盤物性値および標高は、防災科学技術研究所から公開されているJ-SHISの深部地盤データを使用した。地震基盤( $V_s=3300\text{m/s}$ )以深の地盤データはMatsubara and Obara<sup>3)</sup>による「日本列島下の三次元地震波速度構造 海域拡大版」の標準的構造モデルを用いた。その他の解析条件は文献1),2)と同様である。

観測記録の再現性を確認した観測地点は、図-1に示すK-NETの4地点である。震央を中心にして東京側と千葉側にそれぞれ2地点を選択した。

#### 3. 数値シミュレーションによる再現計算

2015年9月12日東京湾の地震(Mj=5.2)の震源メカニズム解はF-netより表-1のように得られている。対象地震の観測記録は、図-2に示す通り平均的な加速度応答スペクトル比(観測記録/距離減衰式の推定値)と比較すると大幅に振幅が大きいことが分かる。CHB014姉崎の評価結果では、短周期側で平均値の3倍程度になっている。これは、当該地震の震源位置が56.6kmと深いため、応力降下量が平均的な地震よりも大きいことが推察される。表-1の地震モーメントをそのまま用いてシミュレーションを行った結果、各観測点で解析値が過小評価になることが分かった。更に、震央である東京湾を挟んだ東京側と千葉側で、解析値と観測値との振幅の整合性にアンバランスが生じた。そこで、震源パラメータに関するパラメータ・スタディを実施して、観測記録が最も良く再現されるような震源パラメータを探索した。ここで、先述の応力降下量を大きくする効果は、断層面積を一定として地震モーメントを増加させて表現した。各パラメータの探索範囲は、地震モーメントはF-netの値の1~3倍、走向は $182^\circ\sim 222^\circ$ 、傾斜角は $68^\circ\sim 75^\circ$ 、すべり角は $-127^\circ\sim -147^\circ$ とした。

パラメータ・スタディの結果、表-2の震源パラメータを用いた場合に観測記録を最も良く再現できることが分かった。各観測地点の工学的基盤における加速度時刻歴の比較を図-3に示す。なお、観測記録には1Hzのローパス・フィルター処理を施している。両者は良く対応しており、解析モデルの妥当性が確認できた。

#### 謝辞

防災科学技術研究所のJ-SHISの深部地盤データおよびF-netの地震メカニズム情報を使用させて頂きました。また、震源情報には気象庁一元化震源情報を使用させて頂きました。関係各位に謝意を表します。

#### 参考文献

- 1) 栗田哲史・董勤喜・佐藤慶治：関東地方の工学的基盤における地震動シミュレーション，土木学会 第71回年次学術講演会，I-163，pp.325-326，2016年。 2) 栗田哲史・董勤喜・佐藤慶治：三次元地盤構造を考慮した関東地方の地震動シミュレーション，土木学会 第36回地震工学研究発表会論文集，C11-901，2016年。 3) Matsubara, M. and Obara, K. : The 2011 Off the Pacific Coast of Tohoku earthquake Related to a Strong Velocity Gradient with the Pacific Plate, Earth Planets Space, 63, pp.663-667, 2011.

キーワード 揺れやすさ，地域特性，深部地盤構造，地震動シミュレーション，有限要素法

連絡先 〒135-0062 東京都江東区東雲 1-7-12 KDX 豊洲グランドスクエア9F 東電設計(株)技術開発部 TEL 03-6372-5111

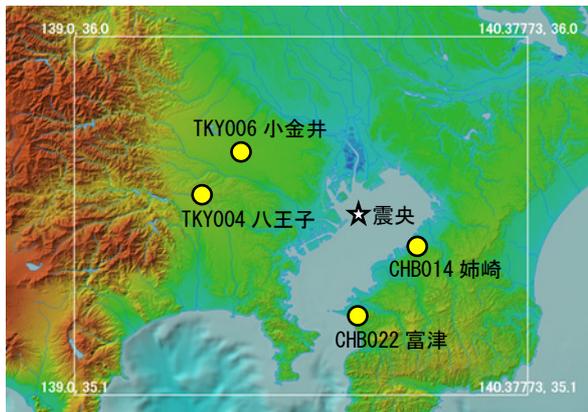


図-1 関東地方の解析対象領域 (白枠線内)

(国土地理院ウェブサイト(地理院地図)を加工して作成)

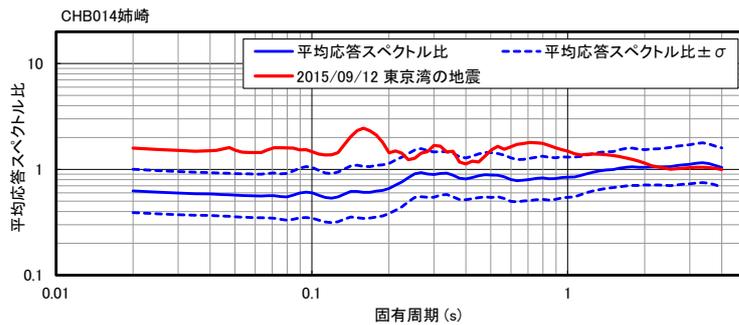


図-2 観測記録の加速度応答スペクトル比 (工学的基盤上の地震波の比較)

表-1 対象地震の震源メカニズム解 (F-net)

地震モーメント (Nm)	走向 (°)	傾斜角 (°)	すべり角 (°)
$3.82 \times 10^{16}$	202	68	-137

表-2 調整後の震源パラメータ

地震モーメント (Nm)	走向 (°)	傾斜角 (°)	すべり角 (°)
$(3.82 \times 10^{16}) \times 3$	<b>182</b>	68	-137

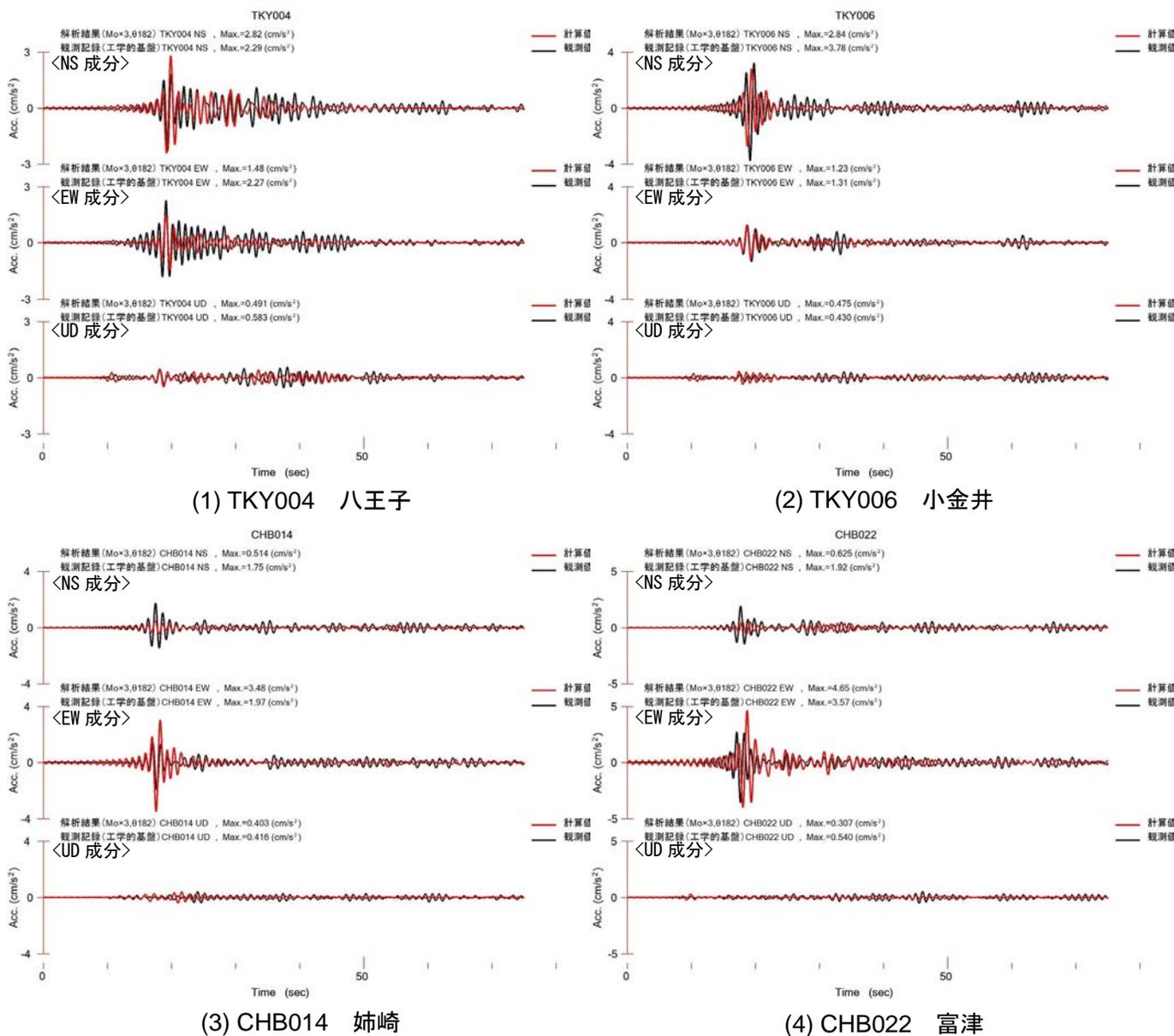


図-3 観測地点における加速度時刻歴の比較 (2015年9月12日 東京湾の地震, Mj5.2)