

## 経験的グリーン・テンソル法による高周波数帯域の地震動シミュレーション

○大堀道広<sup>1)</sup>

1) 正会員 福井大学附属国際原子力工学研究所, 福井県敦賀市鉄輪町1-2-4, ohorim@u-fukui.ac.jp

### 1. はじめに

全国的な地震観測網が整備され、強震観測記録の蓄積が進んでいることから、著者ら<sup>1),2)</sup>は同一の震源域で発生した多数の小地震による観測記録を用いて経験的グリーン・テンソルを推定し、これを用いて任意の震源メカニズムに対する地震動を計算できる経験的グリーン・テンソル法<sup>3)</sup>に関心を持ち、これまで断続的に研究を行ってきた。前報<sup>1),2)</sup>では、2001年兵庫県北部地震(M5.4)の震源周辺の観測点を対象に、最大11個の余震記録より経験的グリーン・テンソル(EGTD)を推定し、本震の低周波数帯域(1Hz以下)の地震動に関するシミュレーションを実施した。本報では、同地震の高周波数帯域の地震動について、EGTDを推定し、本震をどの程度再現できるか試行した結果について報告する。

### 2. 対象地震と観測点

2001年兵庫県北部地震の本震とその余震の震央および対象とする観測点の位置関係を図1に示す。この地震は、本震の前後に活発な地震活動を伴った。防災科学技術研究所のK-NETおよびKiK-netでは、本震(番号1)と25個の余震(M<sub>j</sub>3.1~4.7, 番号2~26)による地震動が記録されている。図1に示すように、震央分布は東西方向4km南北方向5kmの範囲に分布する。震源の深さは9~12kmに分布している。本研究では、震央距離40km以内のK-NETおよびKiK-netの観測点5点を対象とする。加速度記録は、一回積分し、周波数帯域0.2~10 Hzのバンドパスフィルターを施した速度波形として用いる。なお、紙面の都合により、以降は観測記録のS/N比が最も良好なHYG004についてのみ言及する。

### 3. 経験的グリーン・テンソルの推定

余震記録よりEGTDを推定するためには、前処理として、余震波形より震源時間関数を逆合積し、震源域が等しい同規模の地震か波形記録と見なせるように補正する必要がある。前報<sup>1),2)</sup>では、周波数帯域0.2~1 Hzの速度波形を再現できる震源時間関数を用いた。この方法で周波数帯域0.2~10 Hzの速度波形を逆合積しただけでは短周期側の地震動の再現性に問題が生じることから、各地震のフーリエ・スペクトルの観察よりコーナー周波数をラフに見積もり、 $\omega^2$ モデルを仮定して周波数領域で除することで、短周期側の振幅レベルの補正を行った。コーナー周波数は本震が1 Hz、余震のそれが1~3 Hzと見積もっている。図2には、11個の余震記録より算定したEGTDを例示する。

### 4. 考察とまとめ

推定されたEGTDを用いて、余震ならびに本震のシミュレーションを行った。図3には、周波数帯域0.2~1 Hzに対する波形の一致度を例示する。観測記録に対する処理法がやや異なるため、前報<sup>1),2)</sup>に比較して一致度はやや下がるものの、両者の対応は良好である。図4には、周波数帯域0.2~10 Hzに対する計算波形を観測波形と比較して示す。両者の一致度は地震によって異なるものの、総じて良い対応が見られる。さらに一致度を高めるためには、各地震の高周波数帯域の震源特性を精度よく補正する必要があり、今後の課題である。図5には、最大速度についての観測値に対する計算値の比を、三つの周波数帯域について比較している。低周波数帯域(0.2~1 Hz)の結果が最も良いが、高周波数帯域(1~10 Hz)および全周波数帯域(0.2~10 Hz)の結果もまずまずである。

#### 謝辞

本研究では、防災科学技術研究所のK-NET, Kik-net, F-netの公開データを利用して頂きました。また本研究は、科学研究費補助基金・基盤研究(C)課題番号24540464(研究代表者:大堀道広)の支援を受けました。記して感謝申し上げます。

#### 参考文献

- 1) 大堀道広・久田嘉章: 余震記録に基づく2001年兵庫県北部地震の経験的グリーン・テンソルの推定と本震(M<sub>5.4</sub>)の強震動シミュレーション, 地震2, 59, 133-146, 2006.
- 2) Ohori, M. and Y. Hisada: Comparison of the empirical Green's spatial derivative method empirical Green's function method, Bull. Seism. Soc. Am., 101, 2872-2886, 2011.
- 3) Plicka, V., and J., Zahradnik, 1998, Inverting seismograms of weak events for empirical Green's tensor derivatives, Geophys. J. Int., 132, 471-478.

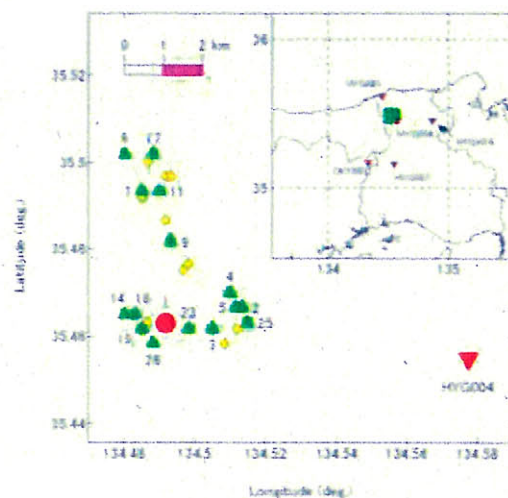


図1: 対象地震の震央と観測点の分布<sup>2)</sup>

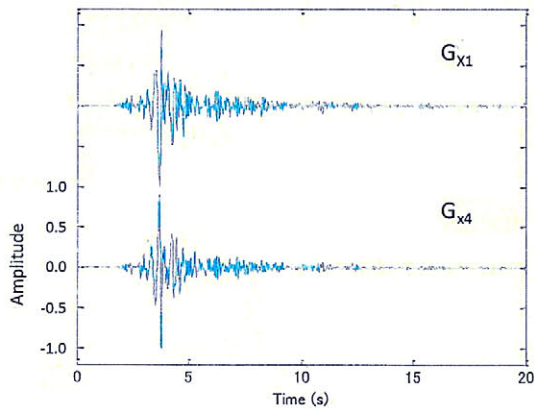


図 2 : 周波数帯域 0.2~10 Hz の EGD の推定例  
(Transverse 成分, 振幅は最大値で基準化している.)

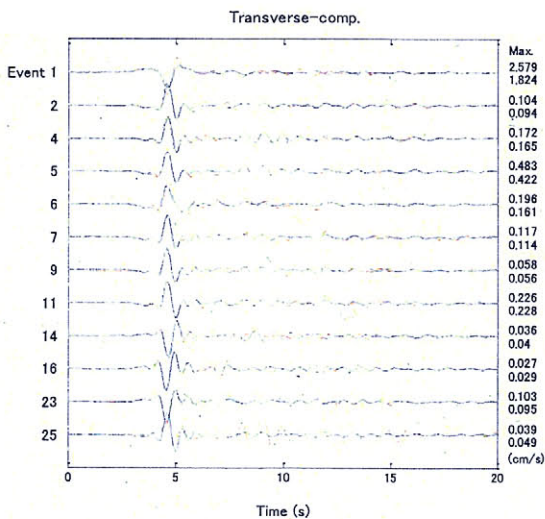


図 3: 周波数帯域 0.2~1 Hz の観測波形と計算波形の比較例 (Transverse 成分, 図の説明は図 5 を参照されたい.)

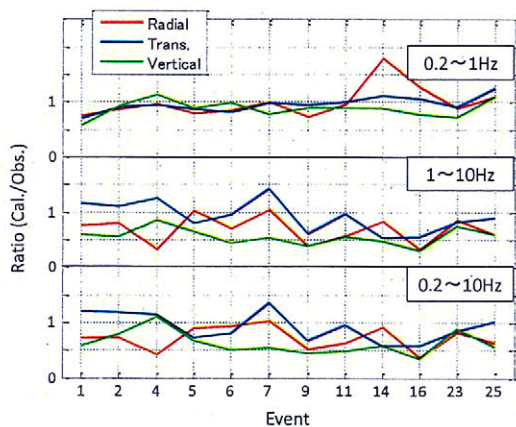


図 5 : 最大速度の比較 (計算値/観測値)

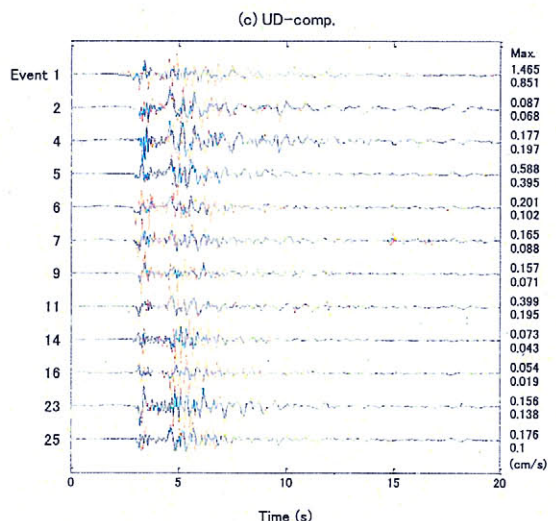
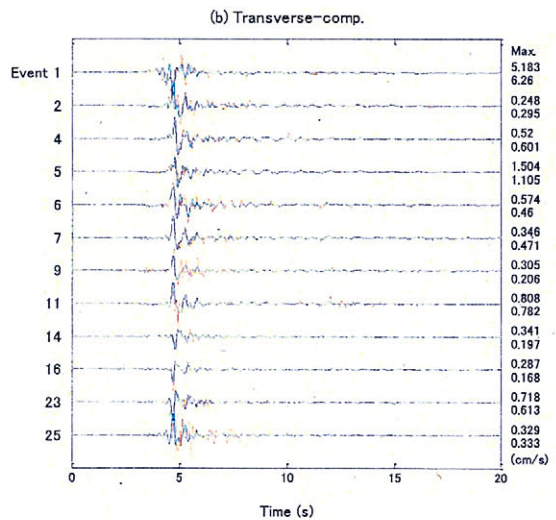
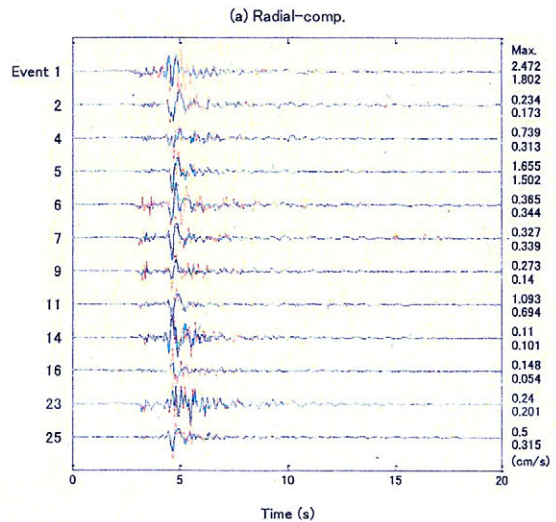


図 4 : 周波数帯域 0.2~10 Hz の速度波形の比較 (薄  
色線は観測波形を, 濃色線は計算波形を示す.  
波形右側の数値は上段が観測値の, 下段が計  
算値の最大値を意味する.)