

Investigation to estimate high-frequency limit of Empirical Green's tensor derivatives (EGTD) using aftershocks

*SAYUMI YOSHIDA¹, MASANORI HORIKE¹

1. HANSHIN CONSULTANTS Co., Ltd.

1. はじめに

地震動グリーン関数の空間微分は、地震動予測等に利用できる重要な情報である。これを数値的に推定するためには地下構造モデルが必要となるため、現状では1Hz以上の高周波数成分を含むことは難しい。高周波数成分を含むグリーン関数空間微分を作成する方法の1つとして、観測記録を利用する方法がある。Plicka and Zahradnik (1998)は、複数の小地震記録を用いて、グリーン関数の空間微分 (EGTD) の推定法を提案した。この手法は、伝播経路や地盤のモデル化を必要とせず、また異なるメカニズム解の余震からでも任意のメカニズム解の地震動の計算ができる手法である。しかし、どの程度の範囲の余震を用いればどの程度の高周波数(限界高周波数)まで信頼できるEGTDが推定できるかが明らかになっていない。本研究では、これらの検討を、2016年に発生した熊本地震の余震記録を用いて実施した。

2. データと手法

今回使用した2016年熊本地震の余震記録はおおよそマグニチュード2～4の範囲の余震である。EGTDを推定するためには、断層パラメータ (走向・傾斜・滑り角)、地震モーメントやコーナー周波数からなる震源パラメータが必要となる。そのため、断層パラメータはP波初動から、地震モーメント、コーナー周波数は ω -2モデルを仮定してS波のフーリエスペクトルから算出した。

初めに、ある半径の球内に位置する6個以上からなる余震グループを設定し、次にPlicka and Zahradnik (1998)により提案された手法を用いてグループ化された余震群から3成分地震動のEGTDを推定した。更に、EGTDの推定に用いてない余震の観測波形 (検証余震波形) と推定したEGTDを用いて算出した地震動波形を、相関関数を指標として比較し、EGTDの限界高周波数を評価した。

3. 結果

EGTD推定のための地震グループ化半径を500m, 1000mにした場合、4 HzまでのEGTDが高精度で安定して推定できた。グループ化半径500mと1000mを比較すると半径500mの方がより高精度のEGTDが推定された。この結果は、グループ化をする余震はより接近したものを選択するとより高精度のEGTDが推定できることを意味する。これは、グループ化の範囲の代表的な長さ (直径) に対して、考慮している最短波長の比が、半径500mの方が大きいためであると考えられる。また、グループ化半径500mの場合はさらに10Hzまで高精度に推定できる可能性を示唆する結果となった。これらの結果は、比較的精度良く震源パラメータが決定できた余震記録を用いた場合である。一般に、規模の小さい地震の震源パラメータを一意的に決定することは難しい。しかし、震源インバージョン等に利用することを考えると、震源パラメータの精度がやや悪い余震記録からもEGTDを推定できるようにしたい。

EGTDの推定に利用することができる地震を増やすために、震源パラメータの決定精度が悪い余震記録に遺伝的アルゴリズム (GA) を用いて、余震波形に良く合う震源パラメータとEGTDの同時推定を行った。その結果、走向・傾斜・滑り角の検索範囲(± 0.1 radians)でパラメータの決定精度が悪い余震を用いても、4 HzまでのEGTDが求められることが確認できた。また、余震グループによっては、4 Hzより高い高周波数限界まで利用できるEGTDを推定できる場合があることもわかった。

この研究の結論は、以下の3点である。

- (1) 余震地震動波形から推定したEGTDは、少なくとも4Hzまでは充分信頼できる。
- (2) グループ化する余震はより接近したものを選択するとより高精度のEGTDが推定できる。
- (3) 余震の震源パラメータの精度がやや悪くてもEGTDの推定に利用できる。

