

エンベロープインバージョン法による米国カリフォルニアの地殻及び上部マントルの散乱係数と内部減衰の推定

Estimation of the scattering coefficient and the intrinsic attenuation based on a seismogram envelope inversion

吉本 和生[1], Ru-Shan Wu, [2]

Kazuo Yoshimoto[1], Ru-Shan Wu[2]

[1] 東北大・理, [2] UCSC・地球科学

[1] Geophys., Tohoku Univ., [2] Dept. of Earth Sciences, UCSC

1992年 Landers 地震の余震記録をエンベロープインバージョン法に基づいて解析し、同地域における地殻及び上部マントルの散乱係数と内部減衰の大きさを推定した。地震波エンベロープの合成には、Direct Simulation Monte Carlo (DSMC)法を使用した。解析結果は以下の通り。DSMC法で合成されたエンベロープは、観測エンベロープの振幅とその時間変化の特徴を良く説明する(非等方散乱モデルを使用)。カリフォルニア地域の地殻の散乱係数は上部マントルのその値に比べて一桁程度大きい。地殻と上部マントルの平均的な内部減衰の値は1100である。

1. はじめに

従来の地震波エンベロープの研究では、地震波速度構造の空間変化の影響が必ずしも重要視されていなかった。近年、Hoshiba (1995)や Margerin et al. (1998)は、水平成層速度構造が地震波エンベロープの振幅やその時間変化に及ぼす影響を Monte Carlo 法に基づいて評価した。Yoshimoto (1999)は、深さ方向に速度勾配を持った散乱媒質について同様な研究を行った。本研究では、これらの研究を進展させて、散乱係数と内部減衰の同時測定を目的としたエンベロープインバージョン法の開発と、その観測データへの適用の結果について報告する。

2. 地震波エンベロープの合成方法

地震波エンベロープの合成には、Direct Simulation Monte Carlo (DSMC)法[Yoshimoto (1999)]を使用する。DSMC法は、散乱媒質中の震源から多数のエネルギー粒子を射出し、波線理論に基づいて同粒子の時空間分布を微小時間ステップ(平均自由時間)毎に計算する。この場合、散乱と自由伝播の効果は、“分離の原理”によって近似的に別々に取り扱える[Nambu (1980)]。ある観測点における地震波エンベロープは、同点に到達するエネルギー粒子の数から計算される。DSMC法では、震源の輻射特性、非等方散乱、地震波速度の空間変化などを容易にモデル化できるため、より現実的な地震波エンベロープの合成が可能である。

3. データ解析

1992年 Landers 地震の余震記録をエンベロープインバージョン法に基づいて解析し、同地域における地殻及び上部マントルの散乱係数と内部減衰の大きさを推定する。同記録は、深さ10kmで発生したマグニチュード5.0の余震を、震央距離129km以内の10観測点で収録したものである。

速度地震波形記録のエンベロープ振幅を Multiple Lapse Time Window 法に基づいて以下の手順で計算する。10~20Hzのバンドパスフィルタをかける、S波の着信より3秒毎の2乗平均振幅を求める、その値を各トレースの最後の値で規格化する。インバージョン解析では、最初に推定パラメータに適切な初期値を与えて、DSMC法を使用してエンベロープを合成する。ダブルカップル型の震源輻射特性、深さ依存性を持ったS波速度構造、散乱の非等方性、自由表面の反射の影響を考慮に入れる。次に、エンベロープの各パラメータに対する変化率を数値的に評価し、合成エンベロープと観測エンベロープの2乗残差を最小化する最適パラメータを線形近似を用いた反復解法によって求める。

4. まとめ

・DSMC法によって合成されたエンベロープは、観測エンベロープの振幅とその時間変化の特徴を良く説明する。S波主要動の直後に見られるエンベロープ振幅の急激な変化は、非等方散乱モデルでしか説明できない。

・カリフォルニア地域の地殻の散乱係数は上部マントルのその値に比べて一桁程度大きい。

・地殻と上部マントルの平均的な内部減衰(Q値)の値は1100である。

Southern California Earthquake Center (SCEC)から、1992年 Landers 地震の余震観測データを提供していただきました。Incorporated Research Institutions for Seismology (IRIS)のwebシステムから波形収録システムについての情報をダウンロードして使用しました。ここに記して感謝の意を表します。