

DSM を用いた球対称 transversely isotropic 媒質における理論地震波形計算ソフトウェアの開発

DSM software for computing synthetic seismograms in transversely isotropic spherically symmetric media

河合 研志[1], 竹内 希[2], ロバート ゲラー[3]

Kenji Kawai[1], Nozomu Takeuchi[2], Robert J. Geller[3]

[1] 東大・理・地球惑星, [2] 東大・地震研, [3] 東大・理・地球惑星科学

[1] Earth and Planetary Sci, Univ. of Tokyo, [2] ERI, Univ. of Tokyo, [3] Earth and Planetary Science, Tokyo Univ

リソスフェア・アセノスフェア・遷移層・CMB など, 地球内部の様々な領域で異方性の存在が示唆されている。これらの地震学的構造を正確に推定することは, 地球内部のダイナミクスやレオロジーを理解するのに欠かせない。異方性構造の推定に波形インバージョンは有効であると考えられるが, 現時点では必要な理論波形の計算アルゴリズム及びソフトウェアはまだ開発途上の段階である。これまで Direct Solution Method (Geller and Ohminato 1994, GJI; 以下 DSM と呼ぶ) に基づいて等方な媒体における波形計算ソフトウェアが開発され, データ解析に使用されてきた。しかし, まだ異方性を含む媒体における波形計算ソフトウェアが開発されていない。本研究ではその最初のステップとして球対称 transverse isotropy の異方性媒質に対する, DSM の波形計算手法及びソフトウェアを開発した。

DSM では与えられた計算時間内に最も高精度な解を与えるような離散化手法 (Geller and Takeuchi 1995, GJI; Takeuchi and Geller 2002, GJI, submitted) を用いるが, これまでは等方媒質のみ定式化されていた (Takeuchi et al. 1996, GRL; Cummins et al. 1997, GJI)。本研究ではこれを transverse isotropy の異方性媒質の場合に拡張した。等方媒質の場合と同様に, 水平方向依存部分に球面調和関数, 鉛直方向依存部分に linear spline 関数を基底関数として用いた場合の演算子を最適化した。弾性定数の数は 2 個から 5 個に増えるが, 鉛直方向依存部分は, 3 種類の演算子で表現されることは不変である。それぞれの演算子をその誤差がすべて等しくなるよう, 解くべき連立方程式係数行列の帯幅を増やさずに定義し直すことにより, 等方媒質の場合と同様に演算子を最適化できることがわかった。この導出には異方性構造を等方媒質からの無限小の摂動であるという類の近似は用いていないため, 強い異方性構造を持つ媒質に対しても等方媒質と同等の精度を確保できることが保証される。

図は SH 波の計算結果を示す。構造は isotropic PREM (Dziewonski and Anderson 1981, PEPI) に鉛直方向成分の方が水平方向成分よりも速い 2% の transverse isotropy の異方性を導入した。図に震央距離 55 度における S 波及び ScS 波の理論波形を示す。S 波に比べて ScS 波は鉛直方向に伝播するために等方媒質の方が早く到達する。逆に ScS 波に比べて S 波は水平方向に伝播するために等方媒質よりも遅く到達する。これらの特徴が理論波形計算で再現できている。

figure: Transverse component of synthetic velocity seismograms for the toroidal (SH) wavefield. The depth of the source is 600km, and the epicentral distance is 55 degrees. The mechanism is a point moment tensor (Mrs with all other components zero) with a step function time dependence. The red line is the synthetic velocity seismogram for the isotropic model, and the green line is the synthetic velocity seismogram for a medium with 2% transverse isotropy for which the horizontal velocity is faster than the vertical.

- isotropic
- transversely isotropic

S

SCS

50sec

