

高周波数 S 波エンベロープ最大振幅到達遅延時間のインバージョン解析 - 東日本における地下不均質構造の推定 -

Inversion of peak delay time of high frequency S-wave envelope to estimate medium inhomogeneity beneath the eastern Honshu, Japan

高橋 努[1]; 佐藤 春夫[1]; 西村 太志[1]; 小原 一成[2]

Tsutomu Takahashi[1]; Haruo Sato[1]; Takeshi Nishimura[1]; Kazushige Obara[2]

[1] 東北大・理・地球物理; [2] 防災科研

[1] Geophysics, Science, Tohoku University; [2] NIED

高周波数地震波は伝播距離の増大と共に主要動継続時間が増大し、最大振幅が減少する。これはエンベロープ拡大現象と呼ばれ、地下の不均質構造によって生じた多重前方散乱や回折によるものと考えられている。直達波エンベロープの初動到達から最大振幅到達までの遅延時間（以下、 t_p ）は内部減衰の影響を受けにくく、これらの散乱の影響を表す良い測定量である。我々のこれまでの研究で、東北日本では高周波数地震波エンベロープの t_p が第四紀火山群直下を通る波線経路で特に大きいこと、つまりその領域で速度不均質が特に強いことを明らかにした。本研究では、高周波 S 波エンベロープの t_p をデータとしてインバージョン解析を行い、三次元地下不均質構造の推定を行う。

Markov 近似に基づいた一様なランダム不均質媒質におけるエンベロープ拡大の研究から、 t_p は伝播距離 R のべき乗に比例して増加することがわかっており、 $t_p = B \cdot R^A$ と表すことができる。係数 B とべき A はどちらも速度不均質を特徴づけるパラメータ（速度ゆらぎの RMS 振幅やゆらぎの相関距離、速度ゆらぎのパワースペクトルの短波長域での勾配）と関連づけることができ、インバージョンではこの A 、 B を未知数とした。非一様なランダム不均質媒質中での t_p の評価は、以下の方法で行った。例として、波線がある媒質 1 をある距離だけ伝播した後に、それとは異なる速度不均質を持つ媒質 2 を伝播する場合を考える。媒質 1 を伝播し終えた時点での t_p の値を t_{p1} とする。媒質 2 での t_p を計算するために、媒質 2 中で t_p の値が t_{p1} になるのに必要な伝播距離を求める。この距離と媒質 2 中での伝播距離の和から媒質 2 を伝播したときの t_p を求める。これは媒質 1 と 2 を波線が通過する過程を、それと等価な媒質 2 中の波線の伝播に置き換えることに相当する。この手法を phase screen 法のように適用することで、任意の非一様不均質媒質中における t_p を得ることができる。この考えの妥当性は、Markov 近似に基づいた Monte Carlo シミュレーションにより確認した。

以上の手法を用い、東日本におけるランダム不均質構造をインバージョンにより推定する。インバージョンには遺伝的アルゴリズムを用い、 t_p の対数の残差二乗和が最小になるような解を求めた。 t_p は 2~4Hz と 4~8Hz、8~16Hz、16~32Hz の帯域での S 波エンベロープから測定した。全データ数は 27,336 である。このインバージョンでは von Karman 型スペクトル構造をもつランダム速度不均質を仮定し、 t_p の周波数依存を考慮した。空間を水平方向に $0.2^\circ \times 0.2^\circ$ 、深さ方向に 20km のブロックに分割し、未知数の総数は 5,606 となった。インバージョンを安定させるため、Saito et al. (2004) で推定された東北日本前弧側の不均質構造に基づき前弧側のパラメータに拘束条件を与えた。得られた結果から、火山フロントではその前弧側や背弧側に比べて不均質が強い様子が明らかになった。また、岩手山を含む第四紀火山群で周囲より不均質が強い傾向が見られた。