

上下動レシーバ関数を用いた簡易スタッキング法の拡張

Improvement on the simple stacking method based on radial and vertical components receiver functions

汐見 勝彦 [1]

Katsuhiko Shiomi[1]

[1] 防災科研

[1] NIED

レシーバ関数は、観測点下の地震波速度不連続面を検出する解析方法のひとつとして広く活用されている。レシーバ関数から不連続面の深さを求める場合、レシーバ関数そのものを逆問題として解く方法や当該地域の代表的な速度構造あるいは走時トモグラフィの結果を用いて深度変換する方法が用いられる。一方、Zhu and Kanamori (2001) は、ポアソン比とモホ面の深さをパラメタとし、モホ面に起因する Ps 変換波および地表面との多重反射波の到着走時をもっともよく説明する値をグリッド・サーチにより求める方法を提案した。具体的には、ある地下構造に対する Ps 波、PpPs 波、PsPs+PpPs 波の理論到来時刻におけるレシーバ関数の振幅値を重みとともに加算し、その値が最大になるパラメタを探す方法であり、簡易スタッキング法 (Simple Stacking 法) と呼ばれることがある。この方法は、変換波位相の到来時刻を読み取る必要がないこと、複数のレシーバ関数を同時かつ簡易に評価できること等の利点があるため、地殻の厚さや平均的なポアソン比を求めるために広く活用されてきた。レシーバ関数だけでは、各パラメタ間に相互依存性が存在することから、Zhu and Kanamori は P 波速度について 6.3km/s という値を仮定したが、設定した P 波速度と現実の構造との間の差異が 0.1km/s 程度存在するだけで、モホ面 (主要地震波速度不連続面) 深度の推定に 1km 弱の誤差が系統的に生じるといふ手法上の問題がある。

今回、上下動レシーバ関数を用いることにより簡易スタッキング法を拡張し、地殻の厚さ、平均的なポアソン比に加え、P 波速度も変数としてグリッド・サーチを行う方法について検討を行った。Langston and Hammer (2001) の考え方にしたがえば、上下動レシーバ関数は、多点観測の上下動成分の記録をスタックして推定した震源時間関数を用いてデコンボリューションすることにより得られる。拡張した簡易スタッキング法では、radial 成分に記録されている Ps 変換波及び PpPs 波、radial 及び上下動成分に記録されている PpPp 波を対象とした。PpPp 波の走時は観測点下の P 波速度構造を規定する役割を担う。グリッド・サーチは、P 波速度、 V_p/V_s 比、主要地震波速度不連続面までの深さをパラメタとした。ある角度で入射したひとつのレシーバ関数のみを使用した場合、各パラメタの間には相互依存性が残り、一意に結果を求めることが出来ない。ただし、様々な入射角をもつレシーバ関数を同時解析することにより、その不確定性は低減される。この効果は、radial 成分のみで検討する場合よりも大きい。本手法の効果を検討するため、モホ面より上が 1 層あるいは 2 層からなる 1 次元速度構造モデルを用いた数値実験を行った。入射角は 20° から 40° まで 5° 刻みで 5 種類設定し、周期 1s の Ricker wavelet を入射波とした場合に地表で得られる理論地震波形から上下動成分及び radial 成分のレシーバ関数を求めた。なお、震源時間関数には、Ricker wavelet をそのまま用いた。従来法では、仮定する P 波速度が実際の構造の平均的な値と 0.2km/s 異なる場合、モホ面深度の推定結果に 1~2km 程度の差異を生じたが、拡張された手法を用いることにより、不連続面の深さは数百 m 以下、P 波速度も 0.02km/s 以下の精度で再現できることが示された。この手法を防災科研 Hi-net の那智勝浦 (N.NKTH) 観測点およびすさみ (N.SSMH) 観測点で観測された波形に適用した。観測点の南東方向の地震を対象に解析を行ったところ、那智勝浦観測点下では、地殻の平均的な地震波速度は $V_p=6.1\text{km/s}$ 、 $V_s=3.5\text{km/s}$ 、モホ面の深さ H は 25km となった。また、すさみ観測点下では、 $V_p=6.3\text{km/s}$ 、 $V_s=3.8\text{km/s}$ 、H=29km となった。この結果は、地震波走時トモグラフィ結果およびトモグラフィによる速度構造を用いて深度変換することにより求めたフィリピン海プレートの海洋性モホ面の深さ [汐見・松原 (2005)] とほぼ一致する。ただし、上下動成分レシーバ関数には地殻の不均質にともなう多重散乱波に起因すると思われる振幅の大きな後続波により、強い擾乱を受けている。今後は、PpPp 波を精度よく検知するために、より適切な震源時間関数やフィルタを検討し、上下動成分レシーバ関数の推定精度を高める必要があるが、本手法を活用すれば、本手法により求められた結果を初期構造としたレシーバ関数インバージョンにより、レシーバ関数のみから詳細な観測点下の速度構造を解明することが可能となることが期待される。