

理論波形との比較による回折P波およびS波の走時決定

Determination of arrival times of diffracted P and S-waves by comparison of observed seismograms with synthetic waveforms

東野 陽子[1], # 深尾 良夫[2], 竹内 希[2]
Yoko Tono[1], # Yoshio Fukao[2], Nozomu Takeuchi[3]

[1] JAMSTEC, [2] 東大・地震研

[1] JAMSTEC, [2] Earthq. Res. Inst., Univ. of Tokyo, [3] ERI, Univ. of Tokyo

(1)概要

回折P波、S波は核 マントル境界に沿って伝播し、この境界層近傍の構造に強く影響をうけるため、これらの波の走時解析はこの境界層近傍の速度推定に非常に有効的である。しかし、回折波であるため長周期成分が卓越し、特に震央距離が長くなるほど、エネルギーレベルも下がるので、立ち上がりは著しく不明瞭になり、到達時刻を観測記録から直接決定ことは多くの場合難しい。またエネルギーレベルが低い大きな地震を使わざるを得ず、観測波形と理論波形との相関を取る場合でも、震源関数の影響を無視できない。そこで、本研究では、観測波形と理論波形の相関を取るために、(1)理論波形計算には回折波のような波動現象に対しても正確な計算ができる Direct Solution Method(DSM)を用い、(2)観測波形と計算波形の相関から波の到達時刻を正確に決めることを目的として震源関数の求め方を工夫した。この観測波形と理論波形の相関を用いた走時決定方法は 他の地震波位相に対しても広く応用でき汎用性の高い手法と考えられる。

(2)理論波形計算

観測波形と理論波形との相関から走時を精度よく求めるためには、波形をできるだけ精度よく且つできるだけ短周期まで計算することが必要である。ここではCMBの回折波に対しても特別な考慮をせずに厳格に波形が計算できる DSM法を採用し、且つ短周期まで波形計算することを可能にした Takeuchi et al (1996) のアルゴリズムを用いる。

(3)震源時間関数決定法

震源時間関数としてデルタ関数や単純な震源モデルを仮定して理論波形を計算した場合、大地震に対して得られた観測波形との相関は一般に良くない。そこで、直達P波を使って震源関数を求めた。

記録からマントル最下部を通る直達P波の中から立ち上がりが明瞭に判読できるものを選び、走時を読み取る。このP波記録を基準波形としデルタ震源関数に対する理論波形でもって非負の条件をつけて最小二乗法的に deconvolutionする。得られる震源関数は一般に少数の正のパルスにより構成され、特にわずかながらも立ち上がりが判読できた時刻に対応して1本の明瞭なパルスが立つのが大きな特徴である。

但し、ここでの震源関数は着目する観測点での最適震源関数でありグローバルな意味での最適震源関数ではない。

(4)到達時刻決定法

上記の震源関数を与えるP波から、着目する観測点に対し最近接方位に存在する観測点によって記録されたものを選び、これを基準波形とする。着目する観測点のデルタ震源関数に対する理論波形に基準波形の震源関数を convolutionすることにより、回折P波、S波の波形を計算する。得られた計算波形と観測波形との相関を取り、最大相関を与える時間シフト、震源関数の立ち上がりパルスに相当する時刻、及び基準波形の初動読み取り時刻とから回折P波、S波の到達時刻を決定する。

(5)適用例

IRISの深発大地震(実体波マグニチュード6以上、震源の深さ50km以深)の記録に対し上記手法を適用した。震源関数として矩形や三角形の形をした近似的な震源時間関数や既存の震源時間関数を組み込んだ計算波形と観測波形を比較した場合、回折P波、S波が明瞭に見えるような大地震に対しては、両者の一致は概してよくない。ここに提唱した手法による震源時間関数を用いることにより、特に複雑な震源時間関数をもつ地震記録に対して、回折P波だけでなくコアフェーズや回折S波の相関が、近似解やグローバル解を与えた場合よりはるかに向上した。

(6)Preliminaryな解析結果

求められた走時異常をそのまま核 マントル境界上の走時異常としてマップピングすると、回折P波、S波に対して得られた結果は共に、ユーラシア大陸下で高速度異常、インド洋下で低速度異常をもつ傾向を示した。

Reference: Takeuchi, N., R. J. Geller, and P. R. Cummins, 1996. Highly accurate P-SV complete synthetic seismograms using modified DSM operators, *Geophys. Res. Lett.*, 23, 1175-1178.