

後続波の半自動同定を含めた地震波速度構造解析 「漸進的モデル改良法 Ver.2」

Seismic traveltime inversion including semi-automatic identified later phases - Progressive model development method (PMDM) ver. 2

佐藤 利典[1], 大石 教博[1]
Toshinori Sato[1], Norihiro Oishi[1]

[1] 千葉大・理
[1] Chiba Univ.

1. はじめに

人工地震による地殻・上部マントルの速度構造調査は、地球内部構造を調べるもっとも強力な方法である。その分解能や精度を上げ、また、求めた構造を客観的に評価することは、速度構造調査の信頼性を高める上で非常に重要である。最近では、従来の forward modeling による試行錯誤的な方法に取って代わり、インバージョンを用いた客観的な解析のできる方法が出てきたが、速度構造解析は非線型性が強いいため求めた構造は初期モデルに強く依存することや、phase の同定は人間が前もって行う必要があるなどという欠点があった。

この欠点を克服するため、我々は1次元モデルから擬似2次元、そして2次元モデルへとインバージョンを使って段階的にモデルを改良していく「漸進的モデル改良法」という方法を開発した (Sato and Kennett, 2000)。この方法は、2次元構造をいきなり求めるのではなく1次元モデルから順々に求めていく点、各段階では forward modeling ではなく客観的なインバージョンを用いている点、各段階の結果が次の段階の初期モデルとして使える点、走時の phase を同定する必要がない点などが特色である。本発表では、この方法をさらに発展させて、これまで初動走時しか扱えなかったのを、反射波などの later phase の走時を含めて解析できるように手法を改良したことについて報告する。

2. 解析方法

後続波の走時を取りこめるように以下の改良を行った。Pick した後続波の phase の人間による同定は必要としないようにするために、モデルへの取りこみ方を工夫した。具体的には、初動走時のみで求めた2次元構造を用いて、後続波の phase の同定を自動的に行う。この際、後続波と思われる pick はそれぞれグループに分けて(このグループ分けは人間が目で行う)、グループごとに phase の同定を最小2乗法を用いて自動的に行う。この方法では、人間が関与するところは pick とそのグループ分けだけであり、今までの他の方法のように phase の人間による同定を必要としない。またグループとして phase を同定するため、pick 1つ1つについて行うより同定の信頼性が上がると考えられる。

しかしこの方法では、初動走時のみで求めた2次元構造を用いるので、この構造が実際の構造から外れている場合、後続波の phase の同定を間違える可能性がある。これを避けるため、間違える可能性のあるグループについては最小2乗法による最適と次善の2つ phase を候補にあげ、そのそれぞれについてインバージョン解析を行うこととした。これにより計算量は増える(2 phase とするグループが n 個ある場合は、phase の組み合わせは全部で2の n 乗個となる。例えば n=8 なら 256 個あり、計算も 256 倍になる。)が、よりロバストな方法となる。

3. 計算結果

上記の改良した方法を用いて構造解析のシミュレーションを行った結果、反射波を用いた解析では、今まで悪かった層下面の速度の解像度や深いところの解像度が非常に改善されることが示された。また、初期モデルが悪い場合でも正しい phase のものが最適解なることが示された。この方法を実際のデータにも応用し解像度の改善など良好な結果を得た。