

## 波形インバージョンによる3次元速度構造モデルの構築と震源過程解析 - 2003年宮城県北部地震への適用 -

### Waveform inversion for 3-D velocity structures and source process analyses using its results -2003 Miyagi-ken Hokubu earthquake-

# 引間 和人 [1]; 纈纈 一起 [2]

# Kazuhito Hikima[1]; Kazuki Koketsu[2]

[1] 応用地質 (株) および東大地震研; [2] 東大・地震研

[1] Oyo Corp. and ERI; [2] Earthq. Res. Inst., Univ. Tokyo

震源過程解析や強震動予測を精度良く行うためには正確な速度構造モデルを構築することが重要である。特に、震源過程解析に使用する速度構造モデルには、少なくとも震源域で発生した小地震の観測記録を振幅、位相ともに再現可能なことが求められるが、既存の探査データなどから作成しただけのモデルで観測記録を精度良く再現することは難しい。これに対して、我々は小地震の観測記録から成層の2次元速度構造モデルを求めるインバージョン手法を作成し、その結果を補間することで3次元速度構造モデルを構築することとした(引間・纈纈, 2006)。本発表では、この方法により2003年宮城県北部地震の震源域を含む領域の3次元速度構造モデルを作成し、それを用いてグリーン関数を計算して、2003年宮城県北部地震の震源過程解析を行った結果を示す。

#### 1. 波形インバージョン手法を用いた3次元速度構造モデルの作成

本研究では小地震の波形インバージョンにより震源から観測点までの2次元成層構造モデルを求め、その結果を補間することで3次元速度構造モデルを構築する。2次元構造インバージョン法では、forward計算として差分法を用いる。2次元断面内での計算結果は線震源からの波形に相当するが、これに対してVidale and Helmberger (1987)による方法を基本として点震源相当の波形への変換を行う。

2003年宮城県北部地震の解析領域の速度構造モデル作成では、既存の3次元速度構造モデルの断面を2次元速度構造インバージョンの初期モデルとして用い、解析に使用する余震と観測点とを通る断面で2次元インバージョンを行った。その際の震源位置およびメカニズムは既知のものをそのまま使用した。そして、これらの2次元断面での結果を補間して、最終的な3次元速度構造モデルを構築した。この3次元速度構造モデルを用いて余震のシミュレーション計算を実施し、良好に観測波形が再現されることを確認した。

#### 2. 3次元速度構造を用いた震源過程解析

作成した3次元速度構造モデルを使用して、2003年宮城県北部地震の本震(M 6.4)、最大前震(M 5.6)、最大余震(M 5.5)の震源過程解析を行った。断層面は1次元速度構造モデルによる解析(Hikima and Koketsu, 2004)と同様に設定し、本震については南部は北東-南西、北部は北-南方向の走向を持つ2枚の断層面からなるものとした。震源過程解析を行う際のグリーン関数は、相反定理を用いた3次元差分法により計算した。これにより比較的少ない計算回数で大量のグリーン関数を作成することが可能になる。

1次元速度構造モデルによる本震の解析結果では北側断層の最も浅部に大きなすべり領域(アスペリティ)が存在するが、3次元速度構造を用いた解析ではアスペリティが北側断層のやや深部に位置する結果となった。観測波形の再現は3次元速度構造を用いた場合の方が良好であった。両者の結果を余震分布と比較したところ、3次元速度構造モデルによる結果ではアスペリティの周辺で余震が発生している様子が見られた。また、3次元構造によるアスペリティは地殻変動データのインバージョンにより推定されたアスペリティに近い位置に得られた。さらに、3次元速度構造を使った解析によるアスペリティの直上ないし近傍にアンケート震度分布や墓石転倒率などから最大速度が大きかったと推定される地点が位置している。これらのことから、3次元速度構造モデルを使った解析結果を最終結果として採用した。

#### 3. 1次元・3次元速度構造を用いた解析結果の相違について

1次元構造モデルと3次元構造モデルにより得られた結果が異なった原因について検討した。その結果、それぞれのグリーン関数では、断層面上での震源深さの違いに対する走時・振幅の変化の仕方が違っており、それによりアスペリティの位置が異なった深度に求まったものと考えられる。1次元構造と3次元構造によるグリーン関数の違いは、特に後続位相で大きくなるため、震源過程解析の際に直達波部分のみを解析に用いれば結果の違いは大きくないことが期待される。数値実験によりそのような計算を行った結果、1次元グリーン関数を使った場合でも3次元グリーン関数による結果に近い結果が得られることが確認された。

しかし、震源近傍に十分な数の観測点が存在しないために震央距離が大きな観測点の記録も使う場合や、大規模な地震で観測波形のうち直達波のみから構成される部分を抽出するのが困難な状況では、地下構造の影響を適切に反映した速度構造モデルを使って後続位相まで正しく評価したグリーン関数を使って震源過程解析を行う必要がある。