

モデルの不完全性を前提とした震源波形インバージョン(2): グリーン関数の不確定性を考慮した震源過程解析

Waveform inversion for source processes in an incomplete model (2): Seismic source analyses with green's function uncertainties

八木 勇治 [1]; 深畑 幸俊 [2]

Yuji Yagi[1]; Yukitoshi Fukahata[2]

[1] 筑波大学大学院; [2] 京大・防災研

[1] Univ. of Tsukuba; [2] DPRI, Kyoto Univ.

<http://www.geol.tsukuba.ac.jp/~yagi-y/index.html>

震源波形インバージョンは、大地震時における断層すべりの時空間分布を求めるために一般的なツールとなっている一方で、解析によって得られた震源モデルが、研究者毎に大きく異なっていることが指摘されている。Yagi and Fukahata (2008, GJI) では、モデル誤差の一つである離散化誤差に起因する共分散成分を波形データのインバージョン解析に取り入れ、解析結果がデータのサンプリング間隔に依存してしまう問題を解決した。この研究は、世界で初めて地震波形データの共分散成分の重要性を示したものであるが、モデル誤差としては、離散化誤差よりもむしろ、複雑な速度構造の影響によるグリーン関数の誤差や震源モデル自体の不確定性に起因する誤差の方がずっと大きいと考えられる。

グリーン関数の誤差を小さくするために、3次元速度構造を仮定してグリーン関数を計算する、または、中小地震の観測波形を経験的グリーン関数として解析に利用する等の研究が行われてきた。しかし、精密な地下構造を求めることは困難であること、経験的グリーン関数として利用できる地震は、ターゲットとする地震の断層面上で発生することは稀であることを考慮すると、グリーン関数の不確定性を前提とした定式化を確立する必要性は高い。本研究では、深畑・八木(2009, 連合大会)で発表されるモデル誤差を一般的に考慮した定式化を基に、震源モデルと速度構造モデルが不完全であることを前提とした震源波形インバージョンの定式化を行った。そして、その有効性を示すために、数値実験を行うと共に、実際の観測波形記録に適用した。

解析には、遠地実体波波形を使用し、データの共分散成分として、震源モデルの誤差と速度構造モデルの誤差に由来する二つの成分を考慮した。この共分散成分は、時間と空間に対して相関を持っている。二つの誤差項の相対的な重み、及びスムージング等の拘束条件との相対的な重みは ABIC を用いて推定した。

まず、単純な震源モデルを仮定して数値実験を行った。与えたすべり速度関数にガウシアンノイズを加え、更にグリーン関数にもガウシアンノイズを加えて合成波形を計算し、これを観測波形として解析を行った。従来の定式化では、すべりベクトルの方向が入力と異なる方向を持ち、かつ、すべり量分布が入力より不均一になる傾向があるのに対して、本研究の定式化で、安定に解が得られる結果を得た。

次に、実際に観測された地震波形に適用して解析を行った結果、非負の条件を課さなくとも、ほとんどの地震で安定に解を得ることができた。これらの結果は、本研究の定式化によって、系統的な誤差が軽減することができ、適切に解を得られるようになったことを示す。