

動力学震源インバージョンに対する推定変数の感度分析 Sensitivity analysis of estimation parameters for dynamic source inversion

○ 後藤浩之・澤田純男
○ Hiroyuki Goto, Sumio Sawada

We examine the sensitivities among the estimation parameters of dynamic source inversion based on the numerical analysis in 2-D SH wave fields. Rupture time, which is the one of the estimation parameters, is recognized as a worse-estimated parameter. The estimation difficulties of rupture time lead to multiple rupture models to represent a given waveform set on the free surface. The differences of the rupture models are mainly affected to higher frequency components than the target frequency components which are used to estimate the rupture models.

1. はじめに

地震時に震源断層で生じていた破壊を動力学に基づいた側面から明らかにすることを目的として、現在動力学震源インバージョン手法を開発している。この動力学震源インバージョン手法では、与えた形状の摩擦構成則に従う滑り変位の時空間分布を得ることが可能であるが、手法が非線形インバージョンであることから全ての推定変数が同等な精度で推定可能であるかは自明でない。そこで、本報告では数値解析例を用いた推定変数の感度分析を通じて変数毎の推定精度の検討を行った。

2. 感度分析

2次元 SH 波動場を対象とし、断層の傾斜角による影響を把握することを目的とした3ケースと破壊モデルの違いによる傾向を把握することを目的とした3ケースとにおいて検討を行う。摩擦構成則は Ida(1972)による線形な滑り弱化フェーズを有する滑り弱化型摩擦構成則を用い、構成則の形状を支配するパラメタである応力降下量（降伏表面力と残留表面力の差、及び初期表面力と残留表面力の差）と滑り弱化距離とを観測波形から評価する。

推定変数の再現性について RMS を用いた定量的評価の結果、傾斜角、及び破壊モデルの違いに関わらず、破壊時刻が与えられた観測波形から推定されにくいこと、破壊時刻を固定して推定することで安定した推定結果を得ることが可能なことが確認される。

3. 変数間のトレードオフと周波数成分への寄与

破壊時刻の感度が低いことは、破壊時刻を含む変数間のトレードオフの存在を示唆するため、これが特徴的なケースに着目してその原因を詳細に検討する。

インバージョンに使用した波形の再現性が良好でかつ、与えた破壊時刻の初期値に依存して得られる破壊モデルが異なる場合について着目すると、特徴的な点として両推定破壊モデル間において推定されたみかけの破壊エネルギーが異なる。両者で生成された滑り速度の時空間分布はその実オーダーに対して差の分布のオーダーが 1/10 に満たないことから、オーダー的に滑り速度分布が同一な破壊過程であるとみなすことは難しいと思われる。これはみかけの破壊エネルギーの違いに起因して生成される破壊過程が異なることを示している。滑り分布と波形が線形関係であることを踏まえると、インバージョン対象周波数成分のみを有する波形の再現性が良好であることから、非対象周波数領域に滑り分布の違いが寄与していると考えられる。

推定された両破壊モデルから周波数帯域フィルタを介さずに波形を生成させてフーリエ振幅スペクトルを比較したところ、非対象周波数領域である 1Hz 以降の高周波数成分において低周波数側と比較して違いが明瞭に確認される。このため、変数間にみられたトレードオフ、及び低感度に対する1つの要因として、対象周波数領域に高周波数成分が含まれないことが挙げられる。