

四国地域における微動分布とプレートの沈み込み形状を考慮したスロースリップイベントの数値モデリング

Numerical models of slow slip events in Shikoku based on observed distribution of tremor and plate configuration

松澤 孝紀^{1*}, 芝崎 文一郎², 廣瀬 仁¹, 小原 一成³

Takanori Matsuzawa^{1*}, Bunichiro Shibazaki², Hitoshi Hirose¹, Kazushige Obara³

¹ 防災科学技術研究所, ² 建築研究所, ³ 東京大学地震研究所

¹NIED, ²Building Research Institute, ³ERI, University of Tokyo

近年, 世界のいくつかの沈み込み帯において, スロースリップイベント (SSE) や低周波微動, 超低周波地震などのゆっくりすべり現象が発生していることが明らかになった。四国から九州にかけての南海トラフの沈み込み帯では, 海溝軸付近に浅部超低周波地震の活動がみられ, プレート間大地震発生域の深部延長上には, 短期的 SSE や, 低周波微動, 深部超低周波地震といった現象が発見されている。さらに豊後水道では, 低周波微動・短期的 SSE 領域 (以下, ETS 領域) よりも浅い側において, 長期的 SSE が繰り返し発生している。我々は, これまで短期的および長期的 SSE の発生を平板のプレートモデル中で再現することに成功し (Matsuzawa et al., 2010, JGR), 紀伊・東海地域の短期的 SSE については, プレート形状と微動の分布を考慮したモデルにおいて, その繰り返しとセグメント化を再現することができた (Matsuzawa et al., 2010, AGU)。本研究においては, 四国地域における長期的および短期的 SSE の発生を, 現実的なプレート形状および実際の微動分布を取り込んだ数値モデル中で再現することを目指した。

ETS 領域は大地震発生域の脆性的な挙動から, 安定沈み込み域の塑性的な変形へと遷移する領域にあたる。本研究では Shibazaki and Shimamoto (2007) と同様に, Shimamoto (1987) 等による halite の実験結果を参考に, カットオフ速度を考慮したすべり速度・状態依存の摩擦則を仮定し, この領域での摩擦挙動をモデル化した。また, ETS 領域および長期的 SSE 領域においては, 周囲よりも V_p/V_s が高くなっていることが報告されており (Shelly et al., 2006; Matsubara et al., 2009), 同領域で間隙水圧が高く (つまり, 有効法線応力が低く) なるようなパラメータの分布を考えた。沈み込むフィリピン海プレートの形状については, Shiomi et al. (2008) および Baba et al. (2006) を参考にモデルを作成した。なお, 微動分布から ETS 領域を設定することとし, Obara et al. (2010) によるクラスタリング処理された微動分布に基づき, プレート境界面の ETS 領域では上述した遷移領域の摩擦則を与えた。一方で, 微動の発生しない周辺領域については安定すべりとなるようにパラメータを与えた。長期的 SSE 領域については, Matsuzawa et al. (2010, JGR) と同様に, strike 方向に有効法線応力を変化させ, 周囲よりも有効法線応力が低い領域を豊後水道においた。実際の数値シミュレーションにおいては, プレート境界面を約 65,000 個の三角形の面要素に分割して表現した。この各要素上で, 上述の摩擦則・パラメータ分布を仮定し, 半無限弾性体の応答を与えてその時間発展を計算した。

数値シミュレーションの結果, 短期的 SSE の繰り返し再現され, 長期的 SSE のパッチでは, ゆっくりしたすべりが繰り返し発生した。また, 観測されているように四国西部では大きな活動が, 四国東部は比較的小規模な活動がみられた。Obara et al. (2011) が報告したような規模の大きな微動活動が深い側から開始する傾向も, 四国西部でみられた。しかしながら, 数値シミュレーションでは四国中部の ETS 領域と固着域の間でゆっくりすべりが間欠的に発生するなど, 実際の観測とは異なる挙動もみられる。このような観測事実と数値シミュレーション結果の差異を比較し, モデルの検討を引き続き行っていくことにより, プレート沈み込み過程のさらなる理解が期待される。

キーワード: スロースリップイベント, 数値シミュレーション, 四国, 地震サイクル

Keywords: slow slip event, numerical simulation, Shikoku, seismic cycle