

大規模粘弾性有限要素解析を用いた準静的な地震サイクルシミュレーション手法の開発

Quasi-static earthquake cycle simulation based on large-scale viscoelastic finite element analyses

*縣 亮一郎¹、市村 強²、兵藤 守¹、Barbot Sylvain³、堀 高峰¹

*Ryoichiro Agata¹, Ichimura Tsuyoshi², Mamoru Hyodo¹, Sylvain Barbot³, Takane Hori¹

1. 海洋研究開発機構、2. 東京大学地震研究所、3. 南洋理工大学

1. JAMSTEC, 2. Earthquake Research Institute, The University of Tokyo, 3. Nanyang Technological University

地震サイクルシミュレーションは、固体地球分野で地震発生過程を説明するために研究されているほか、地震発生シナリオを抽出して地震被害予測に役立てるなど、地震工学的側面においても重要な役割が期待される。シミュレーション手法として、地殻変動計算に半無限媒質でのグリーン関数を用いた境界要素法的なアプローチと、断層面上の速度・状態依存摩擦則を組み合わせた方法(e.g. Hori 2009; Barbot et al. 2012)がよく研究され、広く用いられている。一方、地殻変動計算においては、三次元的に複雑かつ不均質な地殻構造の影響や、マントルレオロジーや重力など非線形な物理からの影響が無視できない場合があると考えられる。これらを考慮するためには、有限要素法などの数値解析手法を用いた地殻変動計算と速度・状態依存摩擦則を組み合わせたサイクルシミュレーション手法を構築することが望ましい。このようなアプローチは従来計算コストの問題で実現が難しかったが、近年のスーパーコンピュータに適した高速有限要素ソルバー開発(Ichimura et al. 2016)などで解決可能と考えられる。そこで本研究ではIchimura et al. (2016)で開発された粘弾性有限要素解析による地殻変動計算手法を、速度・状態依存摩擦則に基づいた地震サイクルシミュレーションに適用する。

地震サイクルシミュレーションの支配方程式は、運動方程式、速度・状態依存摩擦構成則、状態変数の時間発展則の式からなる。ただし、従来は応力変化の計算にすべり応答関数の重ねあわせを用いていた部分を、有限要素法による粘弾性変形の時刻暦応答計算に置き換える。時間積分やその他の手法についてはすべてHyodo and Hori (2014)と同じものを用いる。

現在、正方形断層面の中央部に円形のすべり弱化領域を配置した規範的な三次元問題(Noda and Hori, 2014)により、開発したコードの動作確認等を行っている。発表当日には、弾性変形のみを考慮したシミュレーションにより、既往手法における結果との比較を示す。また可能であれば、マントルレオロジーの例として粘弾性変形を考慮した場合の地震発生過程の変化についても考察する。

キーワード：地震サイクルシミュレーション、有限要素法、速度・状態依存摩擦則、大規模数値シミュレーション

Keywords: Earthquake cycle simulation, Finite element method, the rate- and state-dependent friction law, large-scale numerical simulation