

分岐断層の動的破壊過程に対する媒質不均質と自由表面の効果

Effects of material heterogeneity and free surface on rupture process of branching faults

田村 慎太郎^{1*}, 井出 哲¹

Shintaro Tamura^{1*}, Satoshi Ide¹

¹東京・理・地惑

¹EPS, Univ. of Tokyo

主要な巨大地震や沈み込み帯の断層すべりはほとんどの場合複雑なジオメトリを超えて伝播する。そのような破壊伝播の支配条件を解明する事は巨視的破壊過程の物理を理解する上で重要であり、破壊進展の予測可能性評価を通じて防災上の意義もある。これまで破壊伝播過程に関する様々な研究が比較的単純な設定のもとで行われてきた。しかし、わずかに複雑な設定を導入しただけで数値計算研究は大変困難なものとなる。例えば、沈み込み帯の破壊伝播過程をモデル化する場合、分岐を含む複雑なジオメトリや自由表面の効果をモデルに組み込まなくてはならないだろう。本研究の目的は分岐構造や自由表面が媒質境界上の主断層と分岐断層上のモードIIの破壊伝播に対して及ぼす影響を調べることである。

媒質不均質・分岐構造・自由表面を統一的に扱うのは過去になされた研究よりも複雑な設定であり、そのための工夫が必要となる。我々は三角形有限要素を用いた有限要素法用解法の計算コードを開発しこの問題に取り組んだ。断層上のすべりはすべり弱体化に従うものとし、スプリットノード法で表現する。媒質境界は吸収境界または自由表面とし、初期応力として、一様応力場および自由表面から一定の勾配で増加する応力場を仮定する。

計算手法および計算コードの妥当性をチェックするために本手法と境界積分法で同様の問題を解き、十分に細かい離散化を行うと両者の解がほぼ同じになることを示す。また分岐がない場合のクラック先端の応力場を計算し、媒質不均質の導入は一般的に断層周辺の二次破壊可能領域を増やすという結果を示す。

分岐断層の破壊伝播問題は最大主応力方向、破壊伝播速度、分岐角度、媒質コントラストというパラメータを変化させながら解く。Generalized Rayleigh波速度に対する破壊伝播速度の比が同じ場合で比較すると、上盤側が柔らかい条件の時に破壊の分岐は促進傾向にある。破壊伝播速度がGeneralized Rayleigh波速度と同程度の場合は、媒質のコントラストによらず破壊が分岐する。

自由表面で0かつ一定の勾配を持つ初期応力場がある場合、地震波によるわずかな応力場の変化によって分岐断層の自由表面に接する部分が破壊され分岐断層全体の破壊につながる。一方、自由表面による動的な法線応力の変化は主断層上の破壊伝播には影響しない。従って破壊過程にとって重要なのは破壊開始点と分岐点との位置関係である。破壊開始点が十分遠方の場合、地震波によって自由表面で励起された分岐断層の破壊が主断層上の破壊よりも先に分岐点に達し、周辺応力場を変化させ主断層上の破壊を停止させる。

キーワード:分岐断層,動的破壊,媒質不均質,自由表面

Keywords: branching faults, dynamic rupture process, material heterogeneity, free surface