

## 自発的断層成長の動力学的シミュレーション 2 断層間相互作用の効果

## Dynamic simulation of spontaneous crack growth -Effects of interaction between two faults

# 安藤 亮輔[1], 多田 卓[2], 山下 輝夫[1]

# Ryosuke Ando[1], Taku Tada[2], Teruo Yamashita[3]

[1] 東大・地震研, [2] 科技団・科技特研

[1] ERI, U. of Tokyo, [2] JST Research Fellow, [3] ERI, Univ. of Tokyo

本研究では、動的に相互作用する2つの断層の成長過程をシミュレーションし、断層形状の変化、断層上の滑り、波動放射、破壊の乗り移りや停止などを詳しく考察する。変形は2次元面外剪断(SH)とし境界積分方程式法(BIEM)を用いる。結果の一例を示す。まず最も単純な場合として、並行するクラックが等方均質な媒質中に配置されている場合を考え、破壊伝播速度は一定としている。その結果、初め双方のクラック面は平面的に成長して行くが、双方のクラック端がある程度まで近づくとお互いに近づき向きに進展の方向を回転させ、最終的には接触することが分かった。

### はじめに

近年、断層間の相互作用が地震発生現象を複雑化することが明らかにされつつある。地震後の静的応力場の変化により、地震が誘発される可能性も指摘されているが、本研究では動的破壊過程における断層間相互作用をあつかう。従来の動的破壊伝播のほとんどの研究においては、断層面の形状をあらかじめ平面として固定しており、実際の断層のように、ステップした断層のふるまいを完全に動的な問題として考察した研究はない。

本研究では、動的に相互作用する2つの断層の成長過程をシミュレーションし、断層形状の変化、断層上の滑り、波動放射、破壊の乗り移りや停止などを詳しく考察する。変形は2次元面外剪断(SH)とし境界積分方程式法(BIEM)を用いる。あらかじめ屈曲や分岐した断層形状を与えることが出来るだけでなく、また破壊の伝わる断層面の形状をあらかじめ決定することなく、応力と強度の関係で自由に变化できるのが本研究の特色である。

### モデル

次に、結果の一例を示す。

まず最も単純な場合として、並行する(non co-planar)クラックが等方均質な媒質中に配置されている場合を考える。さらに、広域初期応力場も図1で32のみ値を持つように、媒質内で一様に与えてある。破壊発生とともに初期応力レベルから一定の動摩擦応力レベルまで瞬間的に応力降下するものとし、クラック面上では動摩擦レベルは一定とする。なお、この条件下では応力降下量は、クラック面が初期状態から傾くにつれて減少し角度90°で0になる。

この計算では、破壊伝播速度は等速とし、他方のクラックと接触するまで成長を続けるとの仮定を加える。各時間ステップでクラック端での剪断応力が最大になる方向にクラックは進展していくものとする。

### 結果

図1に、クラック成長の様子を示す。なお、それぞれの量は無次元化されている。一点から始まった破壊は両方向に速度0.8( : S波速度)で広がり、t=20ではまだクラック面は平面形状のままである。t=78で2つのクラックの端がある程度まで近づくと進展の方向を他方のクラックに近づき向きに回転させる。このとき、クラック端での剪断応力と滑り速度は減少し始めることが確認されている。それは、応力降下量が減少する方向であるということと説明される。t=108ではついに二つのクラックは接触を起こす。

### 今後の課題

ここに挙げた例では破壊伝播速度を前もって仮定しており、破壊が断層間の動的相互作用によって減速するのか、それとも加速されるのか、他方のクラックへの乗り移りが起こるのかなどの問題には答えていない。今後は、自発的な破壊伝播について、強度に不均一性を入れた場合、2つの断層の配置パターンを変えた場合、クラックの過去の滑りによって生じた不均一な応力場の効果、破壊が2つの断層で同時に始まったときと単独で始まった場合の違いなど、を調べる。さらに、同様のシミュレーションを面内(P-SV)型クラックについても行う。また、摩擦則に何らかの構成則を仮定した場合の効果も調べる。

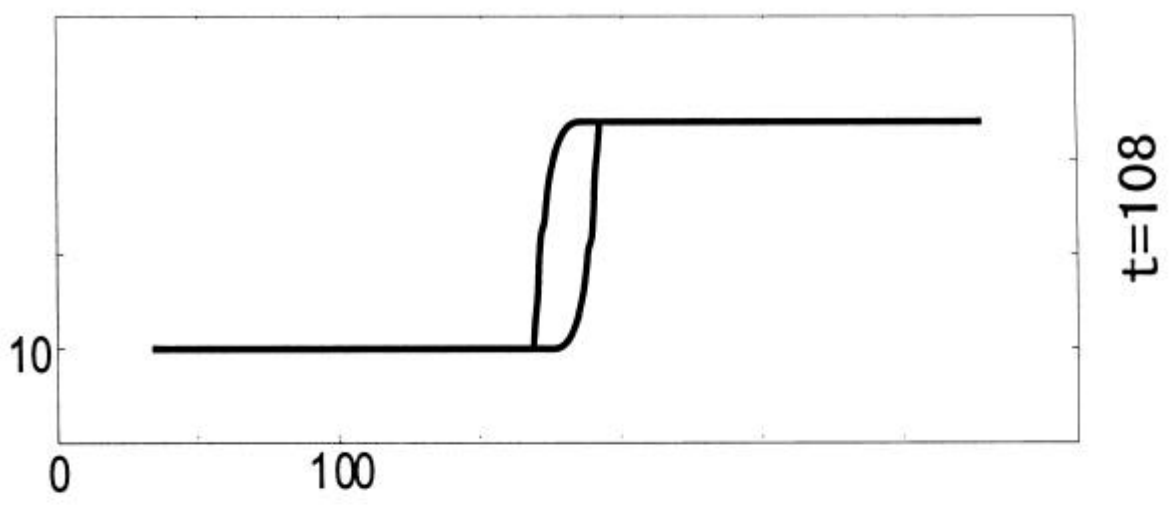
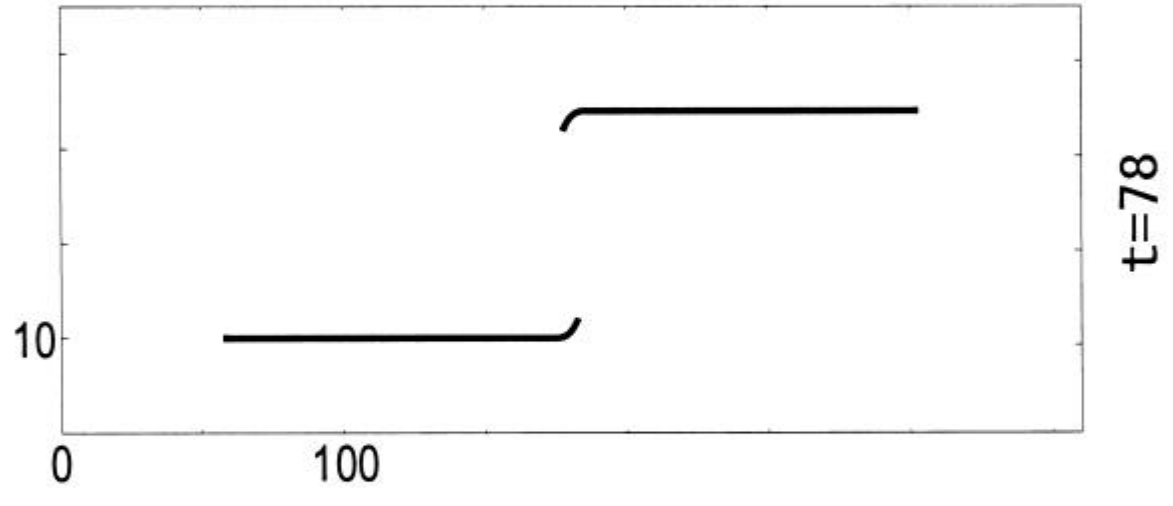
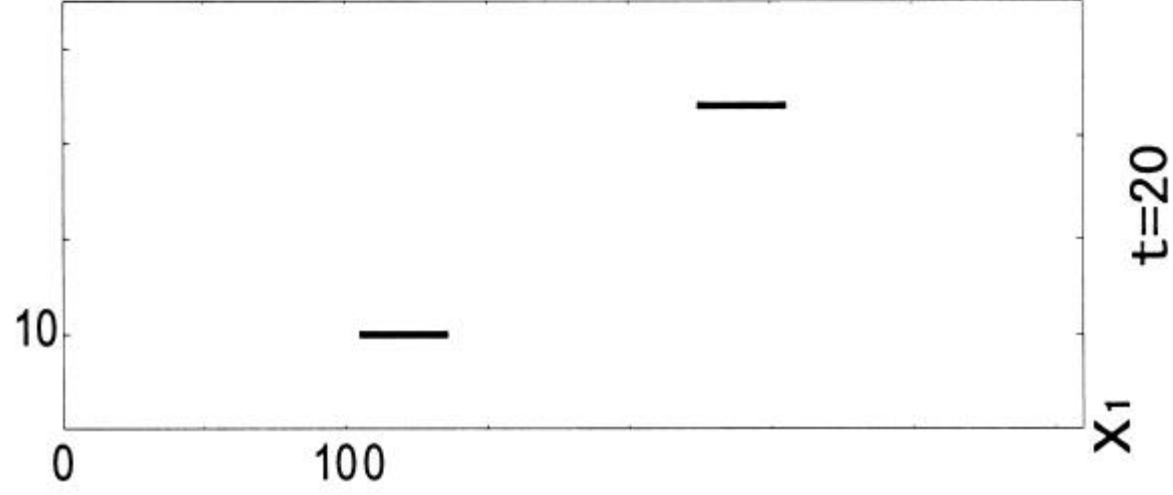


図1 クラック成長の様子。t=78でクラックの進展方向が変化している