

熱・流体圧・非弾性空隙率変化の相互作用によって生じるゆっくりした動的破壊

Slow dynamic rupture generated by the interaction among heat, fluid pressure and inelastic porosity change

鈴木 岳人 [1]; 山下 輝夫 [2]

Takehito Suzuki[1]; Teruo Yamashita[2]

[1] 東大地震研; [2] 東大・地震研

[1] ERI, University of Tokyo; [2] ERI, Univ. of Tokyo

本研究では、ゆっくりした動的断層滑りを理論的に研究した。そのような研究はスロースリップや低周波地震の発生メカニズムの理解に対して大きな寄与をすることになる。我々の研究で重要な役割を担っているのは、熱多孔質媒質中にある地震断層近傍における非弾性空隙率変化と流体の流れである。多くの研究者たちは、断層尾端伝播速度に対して流体の流れの速度は無視できるほど小さいと考えているため、動的断層滑りに関して非排水条件を仮定しがちであった。しかし、地殻を構成する岩石の diffusivity は、動的断層滑りの間に数センチメートルほど流体が流出することを示唆する (Mase and Smith, 1987)。この流出距離は、動的断層滑りの最中に強い剪断変形が行われる狭い領域の幅と同程度である。それゆえ、流体の流れは動的断層滑りの合理的なシミュレーションにおいて一般的に無視できない。

非弾性空隙率は断層滑りとともに増加すると仮定する。我々はこれまでの一連の研究で、無次元パラメータ S_u が動的断層滑り過程を支配することを見出してきた。また外部剪断応力の一部しか個々の地震によって解放されないという条件から、 S_u の範囲として S_c より大きい領域が多くの地震に対して満足されるべきであるということも示してきた (S_c は媒質の物性等に依存するパラメータ)。それゆえ本研究ではこの範囲を S_u に対して仮定する。この条件の下で、断層の成長に伴う断層端の応力集中の増加率は、古典的な特異性のある亀裂モデルから期待されるものよりも十分小さいことが明らかになった。それゆえ我々のモデルにおいては、断層の成長は断層強度のわずかな空間的揺らぎに敏感であるといえる。

自発的な断層端の成長のシミュレーションにおいて、断層端伝播速度は diffusivity に強く依存することが分かった：いくつかの例において、断層端は 1km/s かそれ以下の速度で伸展するのが見られた。もし強度が一様と仮定するならば、断層の成長は遅かれ早かれ低速から高速へと移り変わるようになる。しかし、強度は実際の断層においていくらか不均質である可能性がある。もしそのような不均質を考慮に入れるならば、高速破壊に移る前にゆっくりとした断層成長が止められてしまう可能性が高い：断層端の成長は、我々の断層モデルにおいてモデルパラメータのわずかな空間的不均質に敏感であることに注意されたい。動的な断層成長が止められたとしても、その成長は流体の流れを仮定すると再び始まり得る。実際、我々の研究から、止められた断層端における Coulomb の破壊応力が流体の流れによって時間とともに増加する傾向にあるということが示される。これは動的な断層成長を引き起こすであろうし、少なくとも初期段階においてそれはゆっくりとした動的成長であると言えるであろう。すなわち、全体の破壊過程は複雑で多くの小さなスケールのゆっくりした動的破壊からできており、全体としてゆっくりした動的破壊過程として認識されることになる。