Sn-006　　　　　　　　　会場：C417　　　　　　　　　　　　　時間：6月4日　14:45-15:00

Thermal pressurization から熔融へスイッチする断層滑りの数値シミュレーション

Numerical simulation on the effects of switching thermal pressurization to melting during seismic slip.

門澤　伸昭[1]，大槻　憲四郎[1]

Nobuaki Monzawa[1], Kenshiro Otsuki[1]

[1] 東北大・理・地球科学

[1] Earth Sci., Tohoku Univ.

本研究で我々は断層岩の観察に基づいた断層運動の数値シミュレーションコードを作成した．対象とした断層岩は平林の野島断層から採取し，この断層岩は過去の地震の際に地下3kmで形成されたものである．それは極細粒ガウジとpseudotachylyteが非常に薄く互層し構成され，注目すべきは1回の地震で形成されるslip zoneの幅が数mm程度である事だ.狭いslip zoneは大きな発熱を生みthermal pressurizat ion(TP)や熔融が速やかに生じる．弾性体モデルを用いた結果，断層運動の慣性力が熔融初期の高い剪断抵抗を乗り越え，最終的にTPが有効な場合と同等の低い抵抗値を示した.

はじめに：実験的摩擦構成則であるslip weakening friction lawとrate and state dependent friction lawが天然の地震に適用可能なのかは疑わしい。それは、室内と自然界とでは、摩擦の物理過程が同じではないことによる。我々が兵庫県南部沖地震の地震断層である野島断層から発見した深度3－5kmで形成された断層岩には、(1)岩石のmelting、(2)ガウジのfluidization、(３)thermal pressurizationの３種の正のフィードバック内蔵型の物理過程が記録されていた。さらに注目すべき点は一回の地震イベントに対応するslip zoneの幅は約数mm以下と大変小さく、地震時の滑りがこのような狭い幅で起こることを示していた。

目的：Otsuki(2000)は野島断層岩の性状から地震性摩擦すべりの物理過程を解明した。これによって、発熱帯の幅、熔融体の温度と固体体積分率の変化とともに、溶融体の粘性率の変化も概算されている。我々は断層岩より得たこのような情報を用いて、数値シミュレーションによってこの断層岩の生成過程の再現を試みる。

Numerical model：岩石の熔融は thermal pressurization が効果的に働かず、温度上昇が速やかに起こる場合に生じ易い。Mase&Smith(1987)のthermal pressurizationの過程で、溶融温度に達した時点で熔融体の剪断滑り過程にスイッチするコードを組込むことで、摩擦すべりの全過程が再現できる。Thermal pressurization の過程はMase&Smith(1987)の式を採用し、溶融温度に到達した場合には、粘性率の温度依存性と未溶融固体粒子の体積分率依存性を加味した Otsuki et al(2000)で測定された以下に示す野島断層の pseudotachylyte の温度依存型関係式を用いる。

$$\eta=6*10^{-10}*EXP(27957/T)$$

溶融後の過程には熱拡散方程式とニュートン流体の構成式用いる。Thermal pressurization に関する Mase & Smith(1987)の式群と上記の方程式とを、すべり速度を強制的に一定に保つ条件および弾性体モデル(Spring rider model)に適用した条件で計算した。

結果･考察：野島断層の断層岩で示される狭い slip zone での断層運動は大きな､発熱を引き起こし､thermal pressurization および melting を速やかに発動させる。熔融の運動物性は温度が低い時は粘性率が高いために非常に大きな剪断抵抗を示し(摩擦係数に換算すると約 0.7)､その後､温度の上昇に伴い､その粘性率および剪断抵抗を著しく減少させる。また､弾性体モデルを用いて断層の運動を計算した結果，断層運動の慣性力は熔融初期の非常に高い剪断抵抗を乗り越えることができる事を示した。従って､狭いslip zoneでの断層運動は内在する流体の熱に対する反応に影響せず､thermal pressurizationやmeltingを速やかに引き起こす事で低い剪断抵抗を生み出す事が分かった。