

固着すべり直前における電磁放射

Electromagnetic emission during seismic nucleation phase of stick-slips

大沼 久美 [1]; 大槻 憲四郎 [2]

Kumi Onuma[1]; Kenshiro Otsuki[2]

[1] 東北大・理・地学; [2] 東北大・理・地学

[1] Geology, Tohoku Univ.; [2] Earth Sci., Tohoku Univ.

はじめに

震源核形成過程は、地震発生の物理と地震予知にとって重要である。

1) すべり面トポグラフィの特徴的波長は震源核のサイズを決め、そこから一連のスケーリング則が導かれるという (Ohnaka and Shen, 1999)。しかし、天然の断層には地質学的な断層変位量に比例した厚さのガウジ層が伴われるので、“特徴的な波長”に相当するものを明らかにしなければならない。それは、断層帯内の特徴的な構造であるリーデルシアに相当する可能性がある (萩原・大槻, 2007)

2) 破壊・固着すべり実験において、コサイスマックのみならず、プレサイスマックなすべりにも圧電効果または流動電位による電磁シグナルが伴われる (e.g. Yoshida et al., 1998)。しかし、乾燥条件下における圧電性を持たない岩石試料であっても電磁シグナルが伴われることがあり (e.g. Yamada et al., 1989; O'Keefe and Thiel, 1995)、これら以外のメカニズムの存在を示唆している。

固着すべり実験の方法

実験機器: ガス圧式三軸変形試験機。試料: 直径 20mm、高さ 40mm の円柱形の斑レイ岩または花崗岩。プレカット面: 軸に 50 度、鏡面仕上げ。模擬ガウジ: 挟まない場合、斑レイ岩または石英の粉 0.25g を挟んだ場合で実験。センサー類: 軸応力用歪ゲージ 1 枚、すべり変位用歪ゲージ 1 枚、すべり面外周に沿って貼りつけた 3 枚のせん断歪用ゲージ、プレカット面に埋め込んだ摩擦電位用の 3 対 6 本の電極、誘導起電力測定用の互いに直交する 1 対のトロイダルコイル。データ採取: 2MHz・連続・同期。実験手順: 封圧 80~180MPa と軸差応力 250MPa を予め 30分~1時間載荷し、模擬ガウジ層を圧密してから軸荷重を増加。

実験結果

I. ガウジを挟まない場合

主固着すべりイベント時 (応力降下 6 - 300MPa) の電極電位の変動は 55mV - 180mV 以上で、誘導電位は 0.37mV - 4.4mV。電極電位変動は、ハンレイ岩と花崗岩とでは有意の差は無さそう。いずれの実験にも核形成フェーズは認められない。主固着すべりの前に、1MPa 以下の応力降下と同期して、30mV 以下のパルス状で指数関数的に減衰する電極電位の変化が認められることがある。

II. ガウジを挟んだ場合

主固着すべりイベント時 (応力降下 7 - 400MPa) の電極電位の変動は 17mV - 200mV 以上、誘導電位は 1mV - 18mV 以上。電極電位変動は、ハンレイ岩と花崗岩とでは有意の差は無さそう。全試験中 70% に核形成フェーズが認められず、30% に認められる。

核形成過程でのすべり変位、準静的応力降下、継続時間、電極電位変動の最高値は、ある実験ではそれぞれ 0.02mm, 14MPa, 0.3sec, 20mV で、別の実験では後の 3 者が 3.5MPa, 0.35sec, 4mV である。すべり面に沿って貼った 3 枚のせん断歪用ゲージは、震源核の最初の位置とその伝播を捉えている。歪ゲージと対応する位置の 3 対の電極の電位は、震源核の最初の位置とその伝播に同調して変化する。なお、ガウジを挟まない場合と同様、主固着すべりの前に、小さな応力降下と同期して、パルス状で指数関数的に減衰する電極電位の変化が認められることがある。

議論・結論

1) ガウジを挟まない場合のいずれの実験にも震源核形成は認められない。これはプレカット面を 3 ミクロンのダイヤモンドペーストで鏡面仕上げして、すべり面の特徴的凹凸波長が非常に短いためと思われる。

2) 岩石試料と模擬ガウジが花崗岩かハンレイ岩かに関わらず、主固着すべりイベント時に発生するパルス状の電極電位の変動には有意な差は認められない。主固着すべりイベント前のパルス状電極電位変動も同様である。したがって、その原因は圧電効果ではなく、摩擦電気やガウジ粒子の破壊である。

3) 電極電位変動は震源核の形成と移動に同調しているので、前者が後者によるものであることは明らかである。

4) 震源核形成時のすべり量から推定される震源核の長さがリーデルシアのオーダーなので、リーデルシアで震源核が形成される可能性が高い。