

# 封圧下における岩石のスティック・スリップに伴い発生する過渡電磁気現象

## Electromagnetic signals associated with stick-slip mode sliding of rocks at high confining pressures

# 白井 信正[1]; 堤 昭人[2]

# Nobumasa Shirai[1]; Akito Tsutsumi[2]

[1] 産総研; [2] 京都大学

[1] AIST GSJ; [2] Kyoto Univ.

これまでに、地震関連電磁気現象発現メカニズムについて、石英結晶の圧電効果や流体の移動にその一次的な原因を求めるものなど多くの機構が提唱されてきた。また、これらのモデルに基づいて種々の実験的な研究が行われてきており、石英などの強圧電性結晶のピエゾ効果や流体の移動の起因する界面導電現象についてはよく調べられている。しかしながら、これらのモデルでは震源域に、花崗岩のような石英主体の岩石が必ず存在することを要請する。また、流体の移動にその原因を求めるものは対象とする領域に変形時に流体の移動が伴うことなどの制約がある。一方で、最近のいくつかの研究では、石英を含まない岩石試料の破壊時にも顕著な電界の変動が検出されることから、石英結晶に依らない信号発生のメカニズムの存在する可能性が指摘されるようになった。しかしその発生条件、機構などはほとんど調べられていない。これに対して、セラミクスなどの材料の摩擦摩擦を扱う分野で知られるトライボエミッション、フラクトエミッション等の破壊・摩擦に伴う電磁気現象はこれらの制約を受けない(Nakayama & Nevshupa, 2002)。ここでは、我々が室内で行った岩石のスティック・スリップ実験の結果を報告する。実験では、石英を含まない乾燥した試料として、玄武岩、はんれい岩、カンラン岩を用いた、また石英を含む岩石試料として稲田産花崗岩を用いた。これらについて、150MPa までの各種封圧下の実験を行うことで、電磁気信号の垂直応力、変形時の応力降下量、すべり変位量依存性について検討したのでその結果を報告する。

### 実験方法

実験に用いた装置は、油を圧媒体とした圧力容器と試料に軸荷重を与える油圧ジャッキを組み込んだ軸荷重載荷フレームで構成されている。本装置は最高封圧 200MPa、軸荷重として 500kN まで載荷可能である。試料は 20mm × 50mm に整形し、円柱長軸に対して 30° にカットしたものをを用いた。カット面は 1000 番の研磨材にて仕上げ処理を行った。封圧は 30, 60, 100, 120, 150MPa とし、試料を組み込んだ容器に規定の封圧を加えた後、試料がスティック・スリップを起こすまで荷重を加えた。試料は封圧容器の油が供試体内に侵入しないようにポリオレフィンの熱収縮チューブで被覆した。

電界変動は岩石試料に対し近接して対向させた 2 枚の板状銅板電極 (30mm × 30mm) を試料のカット面に対して並行および直交するように 2 対配置して各電極間に誘起される電界変動信号の検出を試みた。プリアンプは計測する信号の信号源インピーダンスが大きく、しかも接続による損失を少なくするために入力インピーダンスは 1 MΩ に設定した (周波数帯域は DC ~ 70MHz)。一方、磁界変動は 42mm、全巻数 206 の中空単層円筒コイルをセンサとして用いて、試料の一部が円筒コイル内に収まるように同軸上に配置してこれらの同時計測を試みた。

### 実験結果

封圧下での実験においても花崗岩および石英を含まない岩石、玄武岩、はんれい岩、かんらん岩など全ての試験において顕著な電界、磁界の変動が認められた。花崗岩とそのほかの試料では検出される電界信号の強度に差が見られるが、岩石の種類によらず銅電極板に生じている波形とコイルに生じた波形は明らかに異なっている。電界の波形は急峻な落ち下がりと単調に元のレベルへ復帰する波形とその後に続く周期の長い振動成分、コイルに生じた波形は最初の 200 ~ 300kHz 程度の周波数成分とそれよりもやや低い周波数の振動波形からなっている。電界変動信号の強度を比較してみると、摩擦面に平行な方向で弱く、高角の方向に強く現れ、多くの試料において異方性が認められる。このことから、摩擦面に直交した方向での分極が示唆される。電界信号強度は、応力降下量、あるいは摩擦滑り量などに依存している可能性が高い。磁界と AE の発生タイミングには明瞭な関連性が認められる。特に、石英を含まない岩石の試料のいくつかにおいて、電界変動が低い強度レベルにもかかわらず顕著な磁界変動が認められる例がみられた。これらのことは、近傍界での観測であることを考慮すると、摩擦接触点近傍ですべりへの移行過程において低圧のプラズマ放電が発生していることを強く示唆している。