

岩石の破壊現象とフラクトエミッション

Fractoemission of rocks

堤 昭人[1]

Akito Tsutsumi[1]

[1] 京大

[1] Kyoto Univ.

はじめに

これまでに、岩石の破壊に伴う電磁気現象の発現機構の解明を目的とした様々な実験的研究が行われてきた。そして、流体の移動に起因する現象（界面動電現象）にその原因をもとめるもの、あるいは石英結晶の圧電性（ピエゾ効果）にその原因を求めるものなど様々な機構が提唱されている。一方、セラミクスや金属材料を対象としたトライボロジー（物質の摩擦・磨耗・潤滑に関する科学）の分野では、物質の破壊や摩擦に伴ってできた新生面から種々の粒子（電子、イオン、光子など）が放射されることが古くから知られており、それらの現象は総称してフラクトエミッション、あるいはそれが特に摩擦現象に関連している場合にはトライボエミッションと呼ばれている。最近の例では、摩擦接触点（アスペリティ）の近傍にはプラズマが発生しているとするトライボプラズマモデルが提唱され（Nakayama & Nevshupa, 2002）、電磁気的応用面のみでなく、例えばトライボケミストリーなどの様々な分野からの注目を集めている。このフラクトエミッションに類似の現象は、岩石や鉱物の破壊、摩擦においてもいくつかの研究で確認されている（例えば Tsutsumi et al., 2003）。本講演ではまず、岩石のフラクトエミッション評価を目的として行なわれてきた一軸破壊実験、引っかけ試験（摩擦実験）、真空加熱実験などの実験結果を概観し、最後に最近我々が設計・製作した封圧下での破壊実験システムの概要と、それをを用いた岩石実験結果について概要を報告してこの分野の現状をまとめてみたい。

簡易型三軸圧縮変形試験システム

封圧 200MPa までの条件での岩石の破壊試験、および試料近傍での電磁界変動計測が圧力容器内部で行えるような小型の試験機システムを設計・製作した。電磁気的計測を行うことを主たる目的とするため、圧力や荷重の載荷システムには、手動ポンプを利用して極力外部ノイズを避ける仕様とした。一般に、圧力容器を用いた変形実験における軸荷重の載荷は、大がかりで高価な油圧載荷システムを用いて行われる。本システムにおいては圧力容器の内部にヨークシステムを採り入れることで載荷ラインを最大限に簡素化している。電界変動計測システムは、岩石試料に対し近接して対向させた 2 枚の銅板電極（30mmx30mm）を配置して、電極間に誘起される電界変動を検出する仕様とした。一方、磁界変動は直径 42mm の中空単層円筒コイル（全巻数 206）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た。

封圧下での岩石破壊実験結果

封圧下での破壊実験において、主破壊時には、花崗岩、玄武岩など実験した全ての試料において、顕著な電界と磁界の変動が認められた。すなわち、石英のような強圧電性結晶を含まない試料においても、破壊時に電界と磁界の変動が認められることが、封圧下の実験でも確かめられた。このことから、急激に応力が低下する岩石試料破壊時においては、新生面の形成とそれに続く破断面の変形過程において試料近傍に過渡的な電磁場が形成されたものと考えられる。他方、花崗岩の破壊における電磁波の発生ではこれらの過程に石英の圧電効果が加わって電磁場が形成されたものと考えられる。予察的ではあるが、花崗岩と玄武岩の破壊時に記録された電磁界変動波形のスペクトラムには差が認められる。

k. Nakayama & R. Nevshupa, 2002. J. Phys. D: Appl. Phys., 35, L53

A. Tsutsumi, S. Tanaka, N. Shirai & Y. Enomoto, 2003. JJAP, 42, 5208-5212