

封圧下での岩石破壊に伴い発生する過渡電磁気現象に関する実験的研究

Mechanism of transient electric activities associated with triaxial rock failure

白井 信正[1], 堤 昭人[2]

Nobumasa Shirai[1], Akito Tsutsumi[2]

[1] 産総研, [2] 京大

[1] AIST Mech.Engng.Lab, [2] Kyoto Univ.

これまでに、地震関連電磁気現象の解明を目指して、岩石破壊に伴う電磁気現象の発現機構解明を目的とした様々な実験的な研究が行われてきた。現在、電磁気現象発現メカニズムとして支持されているものは、石英結晶の圧電分極および破壊領域における流体の界面導電現象にその一次的な原因を求めるものである。一方、我々が室内で行った岩石の一軸破壊実験において、電荷の変動と同時に強圧電性結晶である石英を含まない岩石(はんれい岩、かんらん岩)あるいはMgO等の非圧電性結晶の破壊に伴い、試料表面の電荷の明瞭な変動が認められている。このことは、試料の破壊に伴い圧電分極以外の原因で過渡的な電場が形成されたことを意味している。岩石の脆性破壊現象が発現する震源域でのこの機構の有効性を検討するために、封圧下での圧縮破壊実験を行い、電界および磁界変動の計測を行っ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。

試料には20mm×40mmに整形した花崗岩(稲田産、真壁産)、玄武岩、はんれい岩、かんらん岩を用いた。封圧条件としては20、60、100MPaとし、試料を組み込んだ容器に規定の封圧を加えた後、試料が破壊するまで差応力を加えた。供試体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2対配置して電極間に誘起される電荷変動の検出を試みた。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1MΩに設定した(周波数帯域はDC~70MHz, 利得100)。一方、磁界変動は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。コイルセンサのプリアンプには入力インピーダンス1MΩ、周波数特性はDC~10MHzのものを使用して、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、花崗岩試料にのみ、主破壊前の変形加速ステージにおける顕著な電界および磁界変動が認められた。界の発生には、AEの発生との明瞭な関連性が認められる。石英を含まない試料においては、主破壊に先行するAEの発生が認められるものの、磁界および電界に顕著な変動は認められなかった。これらのことから、主破壊前に計測される信号発生においては石英の圧電効果が主たる要因となっているものと考えられる。

一方、主破壊時には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。いずれの試料においても磁界変動信号のレベルに大きな差は認められないものの、強圧電性結晶である石英を含まない玄武岩、はんれい岩、かんらん岩の破壊に伴う電界変動信号については、岩石の種類によって大きなレベルの差が認められた。これらのことは、強圧電性結晶を含まない試料においては、新生面の形成とそれに続く破断面での剪断摩擦過程において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。