

花崗岩折曲げ破砕時に発生する電気パルス

*中山 慎一郎 [1], 藤井 文明 [1], 富澤 一郎 [1]

電気通信大学菅平宇宙電波観測所[1]

Electric Pulses Associated with Bending Fracture of Granite

*Shinichiro Nakayama[1], Fumiaki Fujii [1], Ichiro Tomizawa [1]

Sugadaira Space Radio Observatory, The University of Electro-Communications[1]

Measurement of electric signals at the time of bending fracture of granite specimens were made to investigate electric signals associated with the seismogenic electromagnetic phenomena. Electric properties of two kinds of granite samples, which had the relative permittivity of 7 and the conductivity of 0.01 S/m at 100 kHz, were used for this experiment. No differences were found on the two samples and also on the cutting direction. Intermittent impulsive signals were detected at the time of fracture. The pulse widths showed peak at 0.8 microsec. The pulse width is related to the charge generation and decay process around fracturing surfaces. It is therefore interpreted that the characteristic pulse widths is produced by the time of electric charge generation when a grain-size of 1 mm is separated by shear wave propagating at the speed of 1.3 km/s.

1. はじめに

岩石に機械的応力を加えた際に電磁気現象を生ずる事は以前から知られている。これは、圧電効果・分極・電荷分離等がその原因と考えられている。また、地震の際に電磁気現象が観測されることも以前から報告されており、地震予知を目的とした電磁気的研究や鉱山・炭坑での落盤事故防止を目的とした電磁気的研究も行われている。しかし、岩石破砕の電磁気的信号源としての特性は、電気回路的な検討が不十分で、観測側の特性も考慮されておらず十分解明されているとはいえない。この発生源の特性を調べるため、花崗岩の電気的特性の測定および花崗岩の折り曲げ破砕実験による破砕時の電気信号測定を行った。以前の実験[1]と同様、信号発生源の推測が比較的容易な折り曲げ破砕を行

った。また、以前より観測系の帯域幅を広げ、パルス幅測定精度を向上させた。また電気的特性を高精度に測定し、パルス幅と電気回路的伝達特性の相関を詳しく調べることができるようにした。

2. 測定

試料として花崗岩を用いた。これは圧電的性質が大きく、また

粒形が明確に判別できるからである。今回、2種類の花崗岩を用い、これらの切出し方向の違う試料を用意した。これは破砕方向や岩石の種類の違いで電気信号波形に違いが出るかを確認するためである。花崗岩試料は短冊状に切断後、銅箔を両側に貼り付けて電極とした。電気的特性の測定ではインピーダンスメータを用いて、並列等価回路静電容量と損失正接を100Hzから10MHzまで高精度測定した。この測定により電気回路的な信号伝搬特性が分かり、信号発生源の波形を推定することができる。折曲げ破砕実験では、両電極間の中間に破砕面を電極面と平行に誘導するため傷を付け、その試料に折曲げ応力を加えて電極間に発生する電位差を測定した。測定系の電気等価回路的検討から、測定周波数帯域を5kHz～5MHzとした。

3. 結果とまとめ

測定結果を解析し次のような結果を得た。100kHzにおける電気的特性測定より比誘電率7、実効導電率0.01S/mを得た。比誘電率は周波数が高くなると減少収束し、実効導電率は周波数に比例増加することが分かった。また、実験に用いた2種類の花崗岩の種類および方向性の違いによる電気的特性の変動は見出せなかった。破砕時の電気信号測定ではインパルスの波形が観測され、このパルス幅の最頻値は0.8-1.0 μ sであった。電気的特性から計算できる時定数(誘電率/導電率)からパルス幅は、発生源のパルス幅とほぼ一致すると考えられる。また、電気回路の周波数特性で短パルス側が減衰されていることはないので、パルス幅は破砕面の不均一性との関連が示唆される。粒径を1mmとし、破砕速度1.3km/sから求めた破砕時間は0.8 μ sである。これは、データ数が不十分なため統計的精度に若干問題があるもののパルス幅分布と一致することから、粒径分布との相関が示唆される。この破壊面では横ずれは起きにくいと考えられ、パルス発生の原因は粒界分離または圧電効果であると考えられる。したがって、破砕の起こっている部分の粒径サイズと電荷生成時間に関係があると推定できる。しかし、現在のところ破断面のどこでこのパルスが発生しているかについての情報は得られていない。

[1]藤井文明・富澤一郎: 花崗岩折り曲げ破砕時の電気信号(2), 第104回地球電磁気・地球惑星圏学会講演会予稿集, B42-P209, 1998.