

花崗岩折曲げ破砕時に発生する電気パルス(3)

Electric Pulses Associated with Bending Fracture of Granite (3)

富澤 一郎[1], 中山 慎一郎[1]

Ichiro Tomizawa[1], Shinichiro Nakayama[2]

[1] 電通大・菅平

[1] Sugadaira Space Radio Obs., Univ. of Electro-Comm., [2] SSRO, Univ. of Electro-Comm.

http://ssro.ee.uec.ac.jp/lab_tomi/index_j.html

花崗岩折曲げ破砕で主破断面ができる数 ms 前から発生するパルスの電位変動特性を調べた。その立ち上がり時間は $0.3 \sim 0.5 \mu\text{s}$ 、放電時定数は $55 \sim 65 \mu\text{s}$ となる頻度が高かった。また、いくつかのパルス発生源について、破断面での位置・大きさ・向きといった電気双極子パラメータを特定できた。

これまでに地震に関連すると考えられる異常な電磁放射現象が多数報告されている。これは、震源域での岩石等の破壊等によって電磁気的な変動が発生し、地表まで伝搬し、異常電磁放射現象として捕らえられることが、一つの有効な機構として提唱されている。この説に立てば、地殻変動に伴う電磁気現象を解明する上で、震源域での岩石破壊等による電磁気現象発生機構や、震源域から地表までの電磁界の特異伝搬経路の解明は必要不可欠である。そこで、室内実験による岩石破砕実験により、単純な状況下での岩石破砕時の電磁界変動発生機構を解明し、震源域での岩石破壊等による電磁気現象メカニズムを推定することを目的としている。本研究では、破砕機構として単純化できる利点から、折曲げ破砕による電位変動観測を行い、岩石破砕時の電位変動発生メカニズムの解明を試みた。

試料としては、多数の電磁放射現象が観測された兵庫県南部地震震源域の基本構成岩である花崗岩を用いた。花崗岩試料の電気的特性は、 100kHz において比誘電率 7、実効導電率 $3 \times 10E-6\text{S/m}$ であった。これらの値は周波数特性を持ち、乾燥した室温の花崗岩の場合、導電率が伝搬特性を決定づけていることが分かった。

岩石破砕実験システムは、電気信号発生源位置及び電気双極子パラメータを詳しく測定するため、以前の研究[1]に比べセンサ数を増し、電位センサ 4、AE センサ 2、荷重センサ、破壊開始センサで構成した。各センサによって観測された波形は 8bit 精度の 100MS/s デジタル信号に変換した。岩石試料に電位センサを設置し、適切なプリアンプを用いることで $1\text{kHz} \sim 10\text{MHz}$ の帯域において補償し、電磁気現象発生源での信号を再現できる事を示した。この補償により電磁気現象発生源の電気双極子パラメータ、電荷生成・消滅について議論することができた。

岩石破砕実験の結果、次のようなことが分かった。花崗岩は、破断面ができる数 ms 前から、電気パルスの電位変動が AE 振幅とともに発生する。統計的にクラックによる電気パルス波形を評価すると、電気パルスの立ち上がり時間は $0.3 \sim 0.5 \mu\text{s}$ 、放電時定数は $55 \sim 65 \mu\text{s}$ となる頻度が高い。この立ち上がり特性から、何らかの鉱物結晶が微小破壊され、それによる分極によるものと考えられる。電気パルスの放電時定数は、花崗岩の電気的特性より求めた放電時定数 $\tau \sim 50 \mu\text{s}$ とほぼ等しいことから、この岩石内で生成された電荷は、岩石内で消滅するといえる。電気パルスの立ち上がり時間、すなわち電荷生成時間は、花崗岩の粒径に深く関与していることが、クラックの破壊速度(S波)との関連性から説明できた。

花崗岩のクラックによる電気パルスの特徴として、高周波が電気パルスに混在していることが確認された。数百 kHz \sim 1MHz 程度の高周波の混在が観測され、花崗岩特有の現象と見ることが出来る。混在高周波は、AE 振幅波形に挙動が類似しているが、1対1には対応していない。また、電気パルスの立ち下がりには比例し、混在高周波も減衰する。これより混在高周波発生要因として、クラック形成による電荷が、クラック付近の破砕された微小鉱物にチャージし、弾性波歪みにより電荷の振動が起こる。または、歪みにより石英鉱物に分極が生じ、電荷の振動がおこることなどが考えられるが、有力な決め手はまだ得られていない。

電気パルス発生源の電気双極子パラメータについては、破断面に垂直な面のみではあるが、その面内での電気双極子パラメータの位置、大きさ、向きを特定できた。統計的に見ると、発生源位置は破断面付近で多く発生し、推定される電気双極子の大きさに関しては $10^{-15} \sim 150 \cdot \text{m}$ オーダー程度、方向は破断面にほぼ垂直方向である例が多かった。

花崗岩折曲げ破砕により、電気パルスや高周波の電磁気現象発生が確認され、発生機構も徐々に分かってきた。これらの波形およびスペクトルの特徴は、地震時の高周波電磁放射現象との対応づけをする上で重要な意味を持つと考えられる。分極要因を特定するために、さらに岩石破砕実験システムを改善し、電気パルス発生源の電気双極子パラメータ決定精度を向上させることが必要である。

[1] 中山慎一郎, 富澤一郎; 花崗岩折曲げ破碎時に発生する電気パルス(2); 第 108 回地球電磁気・地球惑星圏学会予稿集, 2000.11