

SEM037-06

会場:301B

時間:5月26日 12:00-12:15

電磁波パルス検出による地中媒質の電気伝導度の算出 Electrical conductivity of sedimentary medium measured by electromagnetic pulses in the earth

筒井 稔^{1*}, 神谷 宗利¹, 中谷 太環¹, 長尾 年恭²

Minoru Tsutsui^{1*}, Munetoshi Kamitani¹, Taka Nakatani¹, Toshiyasu Nagao²

¹ 京都産業大学, ² 東海大学

¹Kyoto Sangyo University, ²Tokai University

地殻活動に関連していると考えている地中電磁波パルスを確認するために、深さ 100 m のボアホールを確保し、そこに電磁波センサーを挿入して観測研究を続けている。この一連の観測により、地中で検出される電磁波パルスの殆どが雷放電によるものである事が明らかとなった。電気伝導度が高いと予想していた海岸付近（京都大学瀬戸臨海実験所）に構築したボアホール内底部での測定では、地上からの電磁波の減衰が極めて大きい事が確認されたが、それでも雷の多い梅雨時期では一日当たり 10000 個に近い検出個数を確認している。本研究ではこの電磁波パルスを利用して、地中媒質の電気伝導度を求めた。

一般に電磁波パルスが地上から地中に浸入する時、地上で直線偏波をしていても、地中では楕円偏波になる事が多い。そこで本研究では、3 方向磁界成分を検出する 3 軸磁界サーチコイルを深さ 100 m のボアホールの底部と地上の両方に設置し、上下 2 点での電磁波パルスの波形を取得し、その比較を行った。

上下 2 点での計 6 成分の磁界波形の同時検出を必要とするので、16 ビットの多チャンネル高速同時サンプリングの AD 変換器を用いていた。AD 変換開始用タイミングとしては、地下 95 m に設置の東西方向サーチコイルが検出した磁界パルスを用いた。雑音レベルよりも僅かに大きい値をしきい値とし、それを越えた磁界パルスをトリガーとして AD を開始し、32 マイクロ秒のサンプリング周期でデータ取得を行っている。この場合、プリ・トリガーサンプリング方式を採用し、トリガー時刻以前の波形をも得ている。

地上で観測される電磁波パルスの偏波状況と地下 96 m のボアホール内でのその偏波状況は電磁波パルスの入射角度によって異なってくる。垂直入射では地上および地中の両方で直線偏波を示すが、斜め入射の場合は、地上で直線偏波であっても、地中では楕円偏波を示す。波形から地中媒質の電気的パラメータを求めるためには、上下 2 検出点では同一偏波状況である事が必須であるので、本研究のためには、地上および地中で直線偏波をしている垂直入射波の波形のみを選んで解析した。

本観測装置で検出した雷放電パルスの波形を見ると周波数 5.1kHz 付近の成分が卓越している事が判った。ボアホール内の地下 95m で検出された波形の振幅は地上でのそれに比べて 1/22 となっており、位相に関しては約 83 マイクロ秒の遅れとなっていた。垂直入射の電磁波の場合、媒質中を伝搬する電磁波の振幅の減衰状況や位相の遅れを表わす式は簡単になり、その式を用いて厚さ 95m の表層部分での電気伝導度を 0.067 S/m と算出した。

この電気伝導度を用いてその層中での電磁波の伝搬速度を計算すると光速の 1/345 である事が判った。この速度で 95 m を伝搬すると位相の遅れはほぼ 83 マイクロ秒となり、2 点で検出した波形間に現れた遅れ時間と一致した。この事からこの方式で算出された電気伝導度は妥当である事が証明された。これにより、更に深いボアホールを構築して、深さの異なる複数の位置に 3 軸磁界サーチコイルを設置しパルス波形を取得し、同様の解析をすれば、深さの異なる地層での電気伝導度を求める事ができる。

地中の深い領域での電気伝導度を求める方法としては、本研究者が現在行っている地中起源の電磁波パルスの検出とその波源位置を特定を利用する方法がある。この研究は複数の観測点を確保し、地中で励起した電磁波パルスを同時に検出すると共に、夫々で算出された電磁波パルスの到来方位の交点から、波源の位置を特定し、地殻活動と電磁波パルス励起の関係を明らかにしようとするものである。この場合、電磁波パルスの波源位置から夫々の観測点までの距離は異なるため、その距離差と検出波形の時間差から波源位置近傍での伝搬速度が算出でき、その結果としてその位置での電気伝導度を求める事ができる。

キーワード: 電磁波パルス, 地中媒質の電気伝導度算出, ボアホール内電磁波検出

Keywords: electromagnetic (EM) pulses, measurement of electrical conductivity, detection of EM waves in a borehole