

電磁波伝播テンソル伝達関数による地殻電気伝導度モニタリングの試み

Attempt of exploration and monitoring of the electric conductivity by means of the tensor transfer function

中島 崇裕 [1]; 國友 孝洋 [1]; 長尾 大道 [1]; 熊澤 峰夫 [1]

Takahiro Nakajima[1]; Takahiro Kunitomo[1]; Hiromichi Nagao[1]; Mineo Kumazawa[1]

[1] JAEA 東濃

[1] JAEA Tono

地下構造の精密な探査とその状態のモニタリングのために、アクロス (ACROSS: Accurately Controlled Routinely Operated Signal System) の研究開発が進められている。この手法では、振幅および位相を精密に制御した繰り返し信号を用いて、送受信点間の伝達関数を取得する。電磁アクロスにおいては、接地電極等に電流を流すことによって電磁波を励起し、受信点で電磁場を観測することにより伝達関数を求める。この観測された伝達関数を、地下を反射や屈折してきた信号に分解することにより地下の構造を推定する。特にこの手法では常時送信を行うため、伝達関数のSN比の向上と地下状態のモニタリングが可能で、その試験観測のための送信装置を岐阜県東濃鉱山に設置した(2004年合同大会)。

今回、電極軸方向の異なる2組の電極ペアの自動切替えによるベクトル送信を行い、受信点で電磁場観測(最大6成分)により、伝達関数をテンソルとして求められるように改良した。テンソル伝達関数を得ることにより、地下の電気伝導度の情報量が増えるだけでなく、水平方向の不均質性あるいは異方性の情報が得られる。ベクトル送信は、東濃鉱山敷地内にある3つの接地電極のうち、2方向の電極ペアを毎時ごとに切替えることによって行っている。一方の電極ペアについては2時間おきの1時間スタッキングデータとなるが、電極切替えの時間にくらべ地下の状態変化が遅い場合については、テンソル伝達関数の時間変化を得ることができる。

この送信システムを用いて、東濃鉱山周辺8km以内の地域で試験観測を行った。信号周波数としては、8km以内の平均的な電気伝導度構造を調べるための送信を行った(ダイポールモーメントは最大1000Am)。8kmでの観測点では、SN比が1以上の伝達関数を得るためには、24時間以上のスタッキング時間が必要であったが、2Hzから300Hzの範囲の11の周波数でテンソル伝達関数が得られた。この伝達関数の振幅、位相は周波数依存性を持っており、地下の構造を反映している。

得られた結果について、まず、水平成層で近似した地質構造で予想された電磁場とほぼ同等の振幅・位相の電磁場が観測されたことが分かった。また、別々の送信電極ペアのスタッキング結果より、テンソル伝達関数が求まった。このテンソルの方位角依存性から、試験観測した地域では電気伝導度の水平方向の不均質性(あるいは異方性)が大きいという結果が得られた。時間変動に関しては、送信点のごく近傍では降雨と関連のある電磁場の変動が観測されている。この変動と、遠方の特に遠地場領域での変動との関係については現在調査中である。

今回の試験により、電磁アクロスによって能動的な地下モニタリングが可能となる見通しが得られた。今後、本試験システムで、地下状態の時間変動を詳しく見るためには、観測としては多くの周波数での観測が必要であり、解析としては、水平成層より複雑な地下構造での伝達関数を計算コードにより求め、どの領域の状態変化が伝達関数の変化として現れるかを定量的に見積もることが必要である。また、より地下の深い領域の探査のためには、より大きな送信ダイポールモーメントを持った送信装置が必要である。