

電磁アクロスとCSMTの特性比較

A comparison between EM-ACROSS and CSMT

中島 崇裕 [1], 熊澤 峰夫 [2], 國友 孝洋 [3], 鶴我 佳代子 [3], 羽佐田 葉子 [4]

Takahiro Nakajima [1], Mineo Kumazawa [2], Takahiro Kunitomo [3], Kayoko Tsuruga [3], Yoko Hasada [4]

[1] サイクル機構・東濃地科学センター, [2] JNC・東濃, [3] サイクル機構, [4] 名大・理・地球

[1] Tono Geoscience Center, JNC, [2] Tono, JNC, [3] JNC, [4] Earth and Planetary Sci., Nagoya Univ.

アクロス（精密制御定常信号システム）は地下にむけて定期的に周期的信号を放射し、離れた場所でその信号を観測することによって、波動伝播をした媒体の物性・構造についての情報を得て、さらにそれらの時間変動の常時監視を実現するものである。アクロスの手法は電磁波の信号に対しても適用できることは既に示したが、この方法と既存の電磁探査法との違いが必ずしも的確に伝わっていなかったようである。そこで本報告では、電磁アクロスと一見似ているCSMT法との原理と得られると予想される情報の違いをあらためて説明し、地下構造を仮定した場合にどのような見え方をするかを数値実験で比較して示す。

「はじめに」

アクロス（精密制御定常信号システム）は地下にむけて定期的に周期的信号を放射し、離れた場所でその信号を観測することによって、波動伝播をした媒体の物性・構造についての情報を得て、さらにそれらの時間変動の常時監視を実現するものである。これまでに地中に弾性波をおくる音波アクロスについては様々な結果を報告した。アクロスの手法は電磁波の信号に対しても適用できることを地震学会などで示してきたが、この方法と既存の電磁探査法との違いが必ずしも的確に伝わっていなかったようである。そこで本報告では、電磁アクロスと一見似ているCSMT法との原理と得られると予想される情報の違いをあらためて説明し、地下構造を仮定した場合にどのような見え方をするかを数値実験で比較して示す。

「原理の違い」

1. 電磁アクロスでは変位電流の寄与を無視せずに取り扱うので、MTで用いられている数Hz程度の長周期信号から、地中レーダで使う数百MHzの電磁波まで統一的に扱える。つまりMTでは無視してきた誘電率分布を電磁アクロスでは観測できる。この誘電率の分布、特に周波数依存性（分散性）を観測し得ることは、後で述べるように地下水の状態を調べることに関係して重要な意味を持っている。

2. CSMTは観測点での電場・磁場の比から求まるインピーダンスを観測点近傍の平均的物性を表すとみなす手法であり、物理光学的なアプローチであるといえる。電磁アクロスではこれと同等なことができるが、信号源から観測点へのレイパスに沿った伝達関数を周波数の関数として求める幾何光学的な解析も行える。電磁波の伝播が拡散方程式に近似でき、波動としての特性を持たない場合でもアクロスでは解析可能なことはすでに示した。

3. 電磁アクロスでは個々の観測点で電場または磁場の振幅と位相を周波数の関数として測定するので、電場のみまたは磁場のみの観測から求められた伝達関数からでも、地下の構造を推定することができる。

「電磁アクロスの優位性と意義」

1. CSMTでは使わない送信点近傍（平面波とみなされない近地場領域）でのデータもアクロスでは構造解析に使える。特に異方性がある場合や複雑な構造の解析には有効な観測である。これは同時に送信点付近から逐次遠方へと構造解析するのに必須の観測であるといえる。

2. アクロスのデータ解析では地下の電気伝導度の分布だけでなく、媒質の物理分散に関する情報も取得できる。物理分散は物質とその状態に大きく依存することが知られている。特に岩石の含水率が変わると、誘電率が桁で変化し得ることが実験室内での測定で明らかになっている。よって電磁アクロスにおいて広い周波数範囲で観測を行うことと、様々な岩石試料についての室内での基礎実験があるという条件のもとに、地下での水の状態を推定し、かつその時間変動を監視することが可能となる。固体地球の様々な現象が地殻内の水の影響であると推理されながらこれまでにそれを調べる手法がほとんどないといってもよい状況だった現状を考えると、電磁アクロスの開発研究の意義は大きい。

「結果の比較」

2次元構造している場合に、それぞれの方法で同じ受信点での観測量の比較、解析によって求まるものの比較する。特に周波数依存性については、MTでは探査領域の深度の移行としてとらえるが、電磁アクロスでは構造分散と物理分散に分けて解析できることを具体的に示す。