

拡散領域の電磁場観測データにおける伝播遅延による成分解析

Extraction of complex delay from diffusive electromagnetic data in frequency domain

中島 崇裕 [1]; 熊澤 峰夫 [2]; 羽佐田 葉子 [3]

Takahiro Nakajima[1]; Mineo Kumazawa[2]; Yoko Hasada[3]

[1] 静岡大・理・客; [2] 名大・環境; [3] 名大・環境

[1] Shizuoka Univ.; [2] Earth and Environmental Sci., Nagoya Univ.; [3] RSVD, Nagoya Univ.

[はじめに]

拡散場領域の電磁場探査の周波数領域データから、地下境界面での反射に対応するイベント系列に分離する方法について報告する。周波数領域の電磁場データは、地下構造によって決められる電磁場のモードとして解析するのが一般的である。しかし、Levy et al.(1982) で示されたように、時間領域の現象に変換する方法も少なからず報告されている。この方法の利点は、反射面を求めるので、弾性波の反射法で用いられているマイグレーションなどの手法を利用でき、より精度の高い地下構造の推定が行える可能性があるという点である。本研究では、走時を求めるための新たな手法を開発し、その適用結果について説明する。

[手法]

基礎方程式の上では、波動場と拡散場は、時間に関して2回微分を含む双曲形の微分方程式になるか、1回微分を含む放物形になるかの違いである。そのため、ある走時をもつ波に対するスペクトル上での応答は、波動場では周波数軸に対して正弦波的に変化するのに対し、拡散場では周波数の2乗の軸に対して減衰する正弦波のように変化する。その減衰率は伝播距離や、反射/透過率に対応して決まる。拡散場のこの特徴のため、スペクトルとして得られたデータに対して、周波数2乗を新たな軸として導入し、その応答を解析することによって、異なる遅延をもつ波に分離する。

[合成データによる確認]

単純な水平成層構造に平面電磁拡散波が入射した場合について考えた。地表で観測される電磁場は、入力波と地下境界面からの反射波の和で表される。この地下からの反射成分 (reflectivity) と、一般のMTで求める見かけ比抵抗との関係はLevy et al.(1982) が示しており、さらにこの反射成分を、層内で往復する電磁波の往復回数別に分離することによって、地下構造のパラメータに焼きなおした。

この問題に対して、まず周波数2乗に比例した点に観測データをリサンプリングして reflectivity を求め、次に異なる遅延の成分に分離する方法として、存否イベント解析 (Hasada et al, 2000) を用いる。この手法の合成データに対する解析では、Levy et al.(1982) と同様に、層内を多重反射する成分に分離が行えることを確認した。

[実データへの適用]

実データへの適用として、日本原子力研究開発機構 (旧核燃料サイクル開発機構) 東濃地科学センターで行われた、CSAMT 観測 (周波数範囲: 10 ~ 100kHz) で得られたデータ (尾方他, 1998) に本解析方法を適用した。その結果、空中伝播成分と思われる走時が早く減衰の小さいイベント、地下からの反射と思われる2つのイベント、および Near Field とと思われる走時が遅く減衰の大きなイベントに分離ができた。この地下からの反射成分と推定された2つの波素から、地下の物性パラメータを推定した。結果は、CSAMT で得られた比抵抗構造に比べ、層の境界が深く求まる傾向があったものの、ほぼ矛盾のない比抵抗と層の厚さが求まった。

[まとめ]

本報告のように、電磁探査において一般的なモード的な観測結果から、地下の層の間での電磁波の往復時間を求めることによって、地下物性パラメータを求められることを示した。この解析の際に問題となるのは、各周波数領域におけるSN比である。十分高いSN比のデータを得るのに、電磁アクロスのような、任意の周波数領域で必要なレベルをもつ信号を作ることのできる観測システムは有効である。今後の課題としては、平面波の場合だけでなく、ダイポールソースなど、人工ソースにも対応した解析を示すことである。