

構造境界面を組込んだ MT 法のハイブリッドインバージョン

Hybrid inversion using magnetotelluric data with structural boundaries

木村 俊則[1]; 後藤 忠徳[2]; 岡本 拓[3]; 三ヶ田 均[4]; 真田 佳典[5]; 渡辺 俊樹[6]; 芦田 譲[1]

Toshinori Kimura[1]; Tada-nori Goto[2]; Taku Okamoto[3]; Hitoshi Mikada[4]; Yoshinori Sanada[5]; Toshiki Watanabe[6]; Yuzuru Ashida[1]

[1] 京大・工 ; [2] JAMSTEC; [3] 京大・工; [4] 京大大工; [5] 京大・工; [6] 名大・地震火山センター

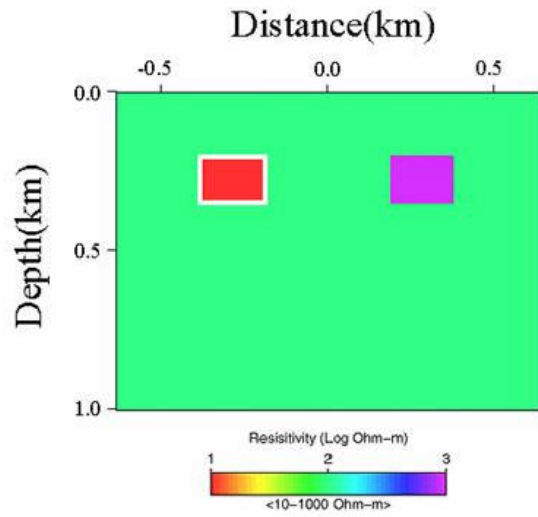
[1] Faculty of Engineering, Kyoto Univ.; [2] JAMSTEC; [3] Dept. of Civil and Earth Resources Eng., Kyoto; [4] Kyoto Univ.; [5] Dept. of Civil and Earth Resources Eng., Kyoto Univ.; [6] RCSV, Nagoya Univ.

MT 法の適用分野は鉱物、地熱、石油や石炭などの資源探査、断層、破砕帯などの地質調査の分野が主である。従来の MT 法の 2 次元インバージョン手法では、全ての比抵抗構造は滑らかに比抵抗値が変化する構造として再現される。しかし、実際に対象とするそれらの地下構造には少なからず比抵抗値が急激に変化する比抵抗構造としての境界面を含んでいるはずである。このことは、同一測線上で実施された MT 法と比抵抗検層の結果を比較した場合、MT 法では比抵抗値が滑らかに変化しているのに対して検層のデータは急激に変化していることから推測できる。以上のことから、MT 法の 2 次元インバージョンにおいて、比抵抗値が急激に変化する構造を再現できないことは大きな問題であると考えた。解決策としては、測定の際に測点数を増やす、測定周波数を変化させるなどして入力データの数を増やすことや、2 次元インバージョン解析を実施する際に、計算を行うブロック数、要素数を増やすなどが容易に考えられるが、測定機器や計算機の都合上、不可能あるいは困難な場合が多く現実的ではない。

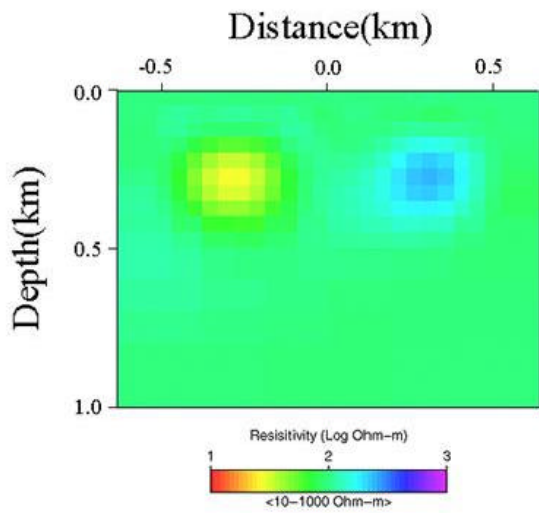
そこで、本研究では急激に比抵抗値が変化する比抵抗構造を MT 法の 2 次元インバージョンで再現できるようにするために、例えば反射法地震探査などから明らかとなっている構造境界面の情報を、先験的情報として MT 法の 2 次元インバージョンに組込むことで、急激に比抵抗値が変化する比抵抗構造を再現することを目指した。以下に理論の詳細を示す。MT 法の 2 次元インバージョンにおいて、最小化するべき目的関数は最小二乗和を計算する項と、モデルのラフネスを計算する項により構成される。ここで、モデルのラフネスを計算する項に注目すると、平滑パラメータが全ての隣接するブロック間において均等に作用している。これが、急激に比抵抗値が変化する比抵抗構造が再現できない大きな原因であると考えた。そこで、本研究では、このラフネスを計算する項において、隣接するブロックにおける比抵抗値の差分を計算する行列に着目した。境界面を与えたブロック境界に対応する行列の要素に、境界パラメータを作用させることで、境界面を表現した。境界パラメータは 0.0 から 1.0 の値をとり、0.0 に近づくとき境界面における比抵抗値の変化は急激なものとなり、1.0 に近づくとき滑らかなものとなるように設定してある。最適な境界パラメータを選択するために、情報量基準 ABIC の値を用いた。反復計算ごとに、3 つの境界パラメータを設定し、ABIC の値が最も小さくなるものをその反復計算における最適値とした。

以上の理論を用いて、いくつかの比抵抗モデルについてモデル計算を行った。TM モードの見掛比抵抗、位相のデータを用いて、100 m 均質媒質中に、10 m と 1000 m の異常体が存在するモデル(図(a))について計算を行ったところ、従来の 2 次元インバージョンの手法では 10 m の異常体については約 30 m、1000 m の異常体では約 250 m 程度の比抵抗値を示しており、その周囲の比抵抗値も本来の 100 m と大きく異なり、滑らかに比抵抗値が変化する比抵抗構造として再現されているのに対し(図(b))、10 m の異常体の周囲を取り囲むように境界面を設定した場合(図(a))では、10 m の異常体はほとんど 10 m 程度の比抵抗値として再現されており、100 m との境界面において急激に比抵抗値の変化する比抵抗構造となっている(図(c))。ここでの境界パラメータは反復計算ごとに 0.0 に近づいており、ABIC の値も従来のものより低い値を示している。また、比抵抗構造としての境界面ではない場所に境界面を与えた場合、境界パラメータの値は 1.0 に近づくことも確認された。この他、入力データ数を少なくして計算を行った場合でも、良好な結果が得られた。

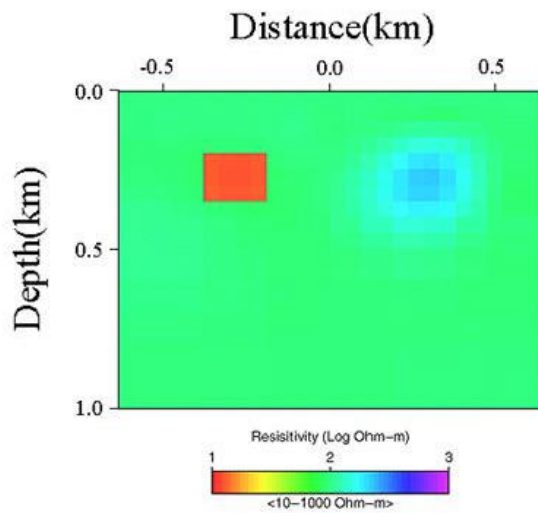
モデル計算の結果を踏まえて、実データへの適用を試みた。本研究では 2002 年の 12 月から 2003 年の 1 月にかけて実施された、南海トラフ熊野灘における海洋 MT 法調査において取得されたデータを用いた。従来の手法を用いて 2 次元インバージョン解析を行った後、本研究において開発した手法により、同一測線上で実施された反射法地震探査の結果から、プレート境界面とされている境界面を MT 法の 2 次元インバージョン中に取り入れた解析を行った。得られた結果は従来の方法によるものと大きく異なり、プレート境界面に沿って比抵抗値が急激に変化する比抵抗構造が得られた。



(a)



(b)



(c)