

氏名	許 微
授与した学位	博 士
専攻分野の名称	工 学
学位授与番号	博甲第2539号
学位授与の日付	平成15年 3月25日
学位授与の要件	自然科学研究科知能開発科学専攻 (学位規則第4条第1項該当)
学位論文の題目	CHARGE SIMULATION MODELLING OF A NON-HOMOGENEOUS CONDUCTIVE FIELD WITH ITS APPLICATION TO GROUNDING RESISTANCE EVALUATION AND CONDUCTIVITY DISTRIBUTION IDENTIFICATION (不均質導電場の仮想電荷モデリングと接地抵抗評価および地層導電率分布同定への応用に関する研究)
論文審査委員	教授 東辻 浩夫 教授 高橋 則雄 教授 加川 幸雄

学位論文内容の要旨

Charge simulation method (CSM) is a boundary element method, in which fictitious charges are specified over the boundaries and we can avoid the singular integral associated with the boundary element method. We apply it to the impedance evaluation of the electrical grounding systems which is the first part of the present thesis. The grounding is very important not only for the power transmission systems but also for the modern intelligent buildings. It is also apt to be placed in non-homogeneous ground site of limited area in congested urban districts. The non-homogeneous media are modelled in such a way that the field is homogenized by placing the charges over the inter-surfaces between the homogeneous media.

The grounding system design is only possible provided all the physical parameters are known including the ground resistivity distribution. The non-homogeneous parametric distribution must be obtained from other sources such as the impedance data measured. This is in the second part of this thesis. Dual reciprocity method in association with boundary elements (DRMBEM) is employed for the modelling with which the direct inversion is possible. The numerical simulation approach has been first developed for the two-dimensional field model. For verifying the approach, an experiment is attempted and the apparatus is developed for this purpose (electric impedance tomography, EIT). The multiple impedance measurement is made for the electrodes placed over the boundary of an electrically conductive field with buried objects. The potential and conductivity distributions are obtained by the direct inversion algorithm and compared with the simulation.

Finally, our simulation is extended to three-dimensional cases. One is the case where the impedance measurement is possible on the surfaces surrounding the field of interest. Another is the case where it is only possible over a single surface as is usual in more realistic situations. The solution of the latter is yet poor compared with the former but it is still useful in roughly identifying the position and value of inhomogeneity except for exact shapes, suggesting the future development.

論文審査結果の要旨

この論文は不均一な導電率分布をもつ媒質にロッド状などの導体を打ち込んだときの接地抵抗、および地表面における抵抗測定による地中の導電率分布の推定という互いに逆の深く関連する工学的問題について、境界要素法に基づいて解析を行ったものである。

接地抵抗を求める問題では、定常電流場の問題を静電場の問題に読み替え、誘電体の界面に等価電荷を置く方法により、要素数を減らすなど、数値解析を容易にすることが可能なことを示した。また、具体的な場合について解析を実行し、提案する方法による解が十分な精度をもつことを定量的に明らかにした。接地抵抗の大きさは様々な電気設備において重要な事項であり、これらの結果は有用である。

一方、地表の電氣的測定から地中の導電率分布を推定する方法は、地中の資源探索において非常に重要な技術である。また、スケールは大きく異なるが、皮膚表面の電氣的計測から体内の様子を推測する技術は無侵襲であり医療において有用な診断法の一つである。このような逆問題の場合、導電率分布を仮定すれば地表における電位分布などが求まるから、測定値と仮定に基づく計算値との違いが少なくなるように仮定を修正することを反復する解法が一般的な解法である。この論文では、不均一導電場の方程式において、不均一に起因する項が電場に対する方程式における電荷分布の項に相当することに着目して、二重相反法と呼ばれる方法によって導電率分布を繰り返しなしに求める方法を用いた。また、具体的な問題に対して、地中に打ち込んだ端子の測定値を用いずに、地表のみの測定値から地中の導電率分布がどれだけ正確に推定されるかについて解析を行った。結果は、地中に打ち込んだ端子の測定値を用いる場合に比べて、形状についての精度は劣るものの、十分実用的な情報が得られた。実用的な観点からは簡便さのメリットが精度の悪さを補って余りあると考えることができ、これらは役に立つ結果である。

以上のように、この論文は、不均一な導電場に関する順問題と逆問題の数値計算による解析について、境界要素法に基づく実用的方法を与え、具体的な適用例によってその有用性を示しており、工学的な意義がある。特に逆問題においては、表面だけの情報から内部を推定するという実際的で簡便な方法の精度を確認しており有用である。また、順問題の部分および逆問題の部分の一部は既に出版されている。

よって、本論文は博士（工学）に値すると判定する。