

佐藤工業(株) 正会員 大前晋一
 佐藤工業(株) 正会員 芝本真尚
 佐藤工業(株) 正会員 山本松生

1. はじめに

著者らは、比抵抗トモグラフィを使用して、注入固結領域を探索する方法を開発している¹⁾。これまでの研究では、注入固結領域の中心部を低比抵抗体としてとらえることができたものの、中心から遠くなるにしたがって高比抵抗になり、厳密に注入固結領域の範囲を限定することはできなかった。この理由は、2次元(X-Y)解析では、注入固結領域がZ方向に無限に続くものとして解析するが、実際の注入固結領域はZ方向に限られた長さしか持たないため、その結果として2次元解析では中心部だけ低比抵抗になり、中心から遠くなるにしたがって高比抵抗になり薄まったような結果が得られる。こういった欠点を克服するには、3次元で測定解析を行うのがもっとも良い方法であるが、3次元で測定するためには、2次元の場合よりはるかに多数のボーリング孔が必要であり現実的ではない。そこで、本報告では3次元の順解析を用いて、2次元比抵抗トモグラフィの解析の結果を検討した。

2. 数値実験

注入固結領域の周囲に電極を配置した地盤を模擬したモデルを図1に示す。このモデルは現場で実施した比抵抗トモグラフィによる注入固結領域の探索試験²⁾を再現したものになっている。注入領域は点線で示す立方体あるいは直方体の形状をとるものとし、比抵抗値は $3\Omega \cdot m$ とする。また、地盤の比抵抗値は $60\Omega \cdot m$ で均一とする。ボアホールの間隔は6m、注入深度は7~9m、ボアホールの深さは10mとする。

数値実験は、まず3次元有限要素法の順解析で理論比抵抗値を計算する。次にこの理論比抵抗値を測定値にみたてて2次元有限要素法の逆解析³⁾を行う。注入固結領域の大きさは設計注入範囲である一辺が3mの立方体形状($L=3m$, $M=3m$)を基本として、奥行き方向(Z方向)の長さ(M)を変化させる。これにより注入固結領域の大きさにより再構成される2次元比抵抗値分布の相違を検討する。現場で実施した試験では、固結状況は良好であり注入固結領域は計画よりも大きめに固結しており、ほぼ一辺が4mの立方体形状となっていた。そのためこの形状での解析を付け加えて、現場測定との比較を行った。表1に今回計算した解析ケースを示す。

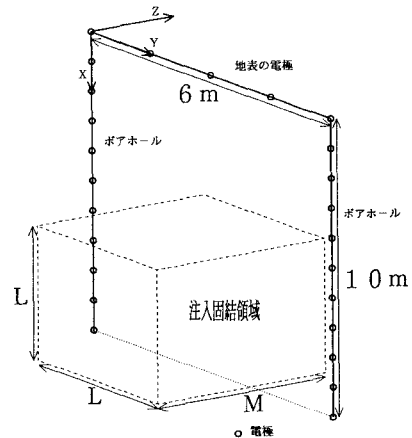


図1 解析モデル

表1 解析ケース

	L (m)	M (m)
ケース1	3.0	3.0
ケース2	3.0	6.0
ケース3	3.0	9.0
ケース4	4.0	4.0

3. 計算結果と考察

ケース1~3の計算結果として逆解析の2次元比抵抗値分布を図2に示す。まずケース1、2では比抵抗値が $10\Omega \cdot m$ 以下の領域が存在せず特にケース1では低比抵抗領域が実際より拡大されて再現されており、全体的に薄められたばやけた形状になっている。ケース3は、 $10\Omega \cdot m$ 以下の領域を核に構成されており、ほぼ注入固結領域の形状が再現されている。

また3つのケースを比較すると奥行き方向の長さが大きくなるにつれて低比抵抗領域の比抵抗値の変化の勾配が大きくなる傾向が認められる。つまり奥行き方向の長さが大きくなるにつれて、明瞭に注入固結域をとらえることができる。

ケース4の計算結果と現場測定の結果を図3に示す。ケース4の計算結果はケース1、2と同様に、 $10 \Omega \cdot m$ 以下の領域が存在しないが $40 \Omega \cdot m$ 以下の領域が現場測定で確認された注入固結領域とほぼ一致している。 $40 \Omega \cdot m$ を目安にすれば注入固結領域のおおよその範囲を把握できるものと考えられる。

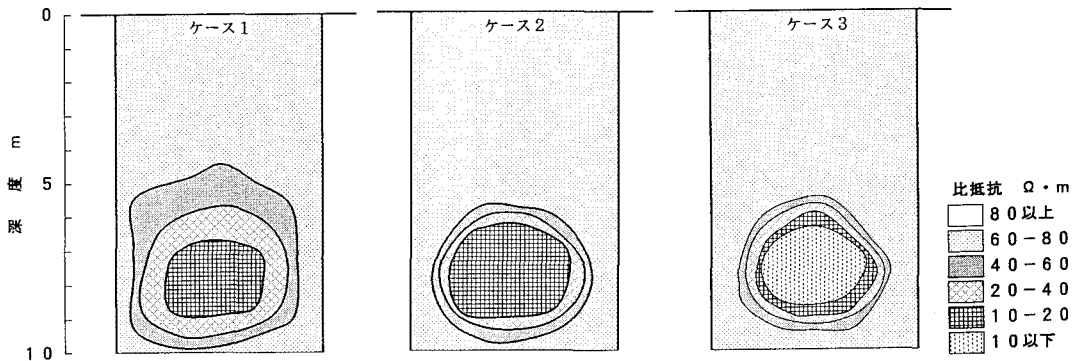


図2 解析結果（ケース1～3）

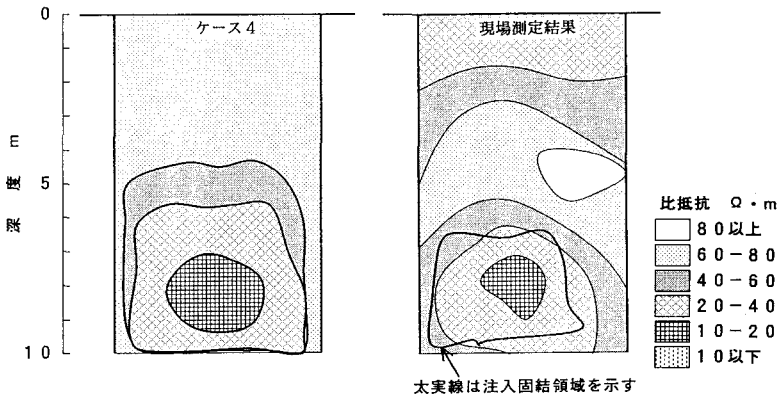


図3 解析結果（ケース4）と現場測定結果の比較

4. おわりに

比抵抗トモグラフィに関して3次元の順解析を利用して注入固結領域の奥行き方向（Z方向）の長さが2次元逆解析に与える影響について検討した。注入固結領域の奥行き方向の長さが短い場合には絶対値としての評価は難しいが、あらかじめ3次元の順解析を行うことにより注入固結領域の把握が可能であることが分かった。

比抵抗トモグラフィの分野では境界条件の設定の改良などの提案がなされており、今後はこれらを検討し解析コードの向上を図ってきたい。

参考文献 1) 芝本、山本、森山、森：比抵抗トモグラフィの砂質地盤における注入領域探索への適用、薬液注入工法における注入効果の予測確認手法に関するシンポジウム pp273~278, 1993.

2) Shibamoto, M., et al.: Application of Resistivity Tomography for Prospecting Grouting Zone in Sandy Ground, Proc., Second SEGJ/SEG Int. Symp. on Geotomography pp209~228, 1992.

3) 佐々木：比抵抗法2次元インバージョンの改良、物理探査, vol. 41, No. 2 pp111~115, 1988.