

Ⅲ - 735

比抵抗トモグラフィを利用した薬液注入の改良範囲評価方法に関する原位置試験

（財）電力中央研究所 正会員 ○小峯秀雄
東京電力（株） 正会員 後藤和生

1. まえがき

薬液注入工法は止水および地盤の強度増加を目的とする地盤改良工法として広く普及しているが、注入後の改良範囲や改良効果の確認が難しいという問題点を有している。筆者らは、砂質地盤の薬液注入工事で利用される水ガラス系薬液が地盤と地下水と比べて電気を通しやすい性質を有していることに着目し、電気比抵抗による薬液注入の改良範囲・改良効果の評価方法を提案し、模型実験等によりその有用性を調査した⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾⁽⁴⁾⁽⁵⁾⁽⁶⁾。本研究は、原位置で試験注入を実施し、既に提案した比抵抗トモグラフィを利用した改良範囲評価方法を適用し、その有用性を調査することを目的としている。

2. 試験注入地点の概要

図-1に試験注入を実施した地点の概要を示す。対象地盤は平均粒径が0.15mm、砂分が84～95%である。現場透水係数は $2.5 \times 10^{-3} \text{ cm/s}$ である。図-1のハッチ部が注入範囲である。試験注入後、平面図に示した6箇所のボーリング孔（図中の1～6の番号を記述した白丸印で示している）を掘削し、改良の状況を調査した。各ボーリング孔の掘削深度は12m、掘削径は86mmである。改良状況の調査のため、全てのボーリング孔においてGL-7.7～9.7mの範囲でコアバックサンプリングを実施した。

3. 比抵抗トモグラフィ測定・解析の概要

比抵抗トモグラフィ測定には、2で述べた6箇所のボーリング孔を利用した。ボーリング孔は、外径76mm、内径65mmの塩化ビニールパイプを挿入し地盤とパイプの間に砂を充填し保護した。使用した塩化ビニールパイプには数個の孔を設けており、孔の面積とパイプの表面積の比率が5%になるよう開孔した。比抵抗を測定した断面は各2箇所のボーリング孔からなる14断面である。本調査ではダイポール・ダイポール法⁷⁾により孔間測定を行った。GL-6.5～10.5mの範囲を測定区間とし、この範囲に1ボーリング孔当たり電極を250mm間隔で17個設置した。ダイポール長は電位電極、電流電極いずれも500mmとし、移動間隔は250mmとした。孔間測定の概要を図-2に示す。孔間測定により得られた地盤の見掛け比抵抗を用い、有限要素法と非線形最小2乗法を組み合わせた2次元解析⁽⁸⁾⁽⁹⁾⁽¹⁰⁾を実施し、試験注入後の比抵抗分布を求めた。解析の詳細な手順については文献(4)(5)を参照されたい。

4. 比抵抗トモグラフィによる改良範囲の評価とボーリング調査結果の比較

図-3に1-6断面の結果を例示する。本調査の対象地盤および注入材の電気比抵抗は表-1に示す通りである。間隙比を0.6～0.8と仮定すると、文献(4)(5)で提案した注入前後の地盤比抵抗の変化比率と薬液充填率の関係式から図-4が得られる。今回の対象地盤の粒度特性は豊浦標準砂に近い。そこで、改良効果の期待できる薬液充填率を豊浦標準砂と同じ60%と仮定すると、注入前後の比抵抗変化比率が0.05以下の範囲を改良範囲と評価できる。表-1に示すように、本対象地盤の注入前の比抵抗が65～85 $\Omega \cdot \text{m}$ であることから、比抵抗値が4 $\Omega \cdot \text{m}$ 以下の範囲を

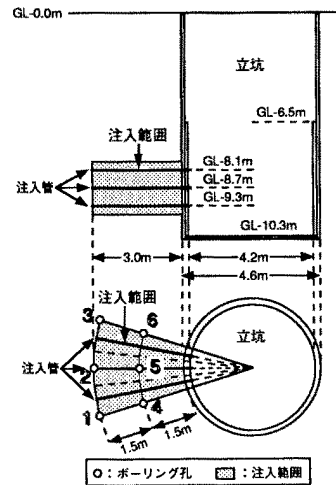


図-1 試験注入地点の概要

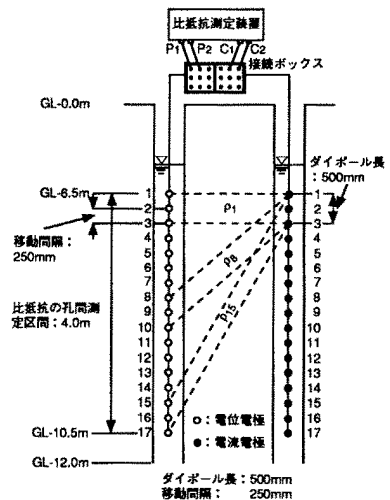


図-2 比抵抗の孔間測定の概要

改良範囲と評価した。改良範囲の評価結果を図-3に網掛け部で併記している。また、ボーリング調査結果も併記している。これらの図から、比抵抗トモグラフィを利用した改良範囲評価方法により改良されたと判定される箇所において固結部が採取されている。また、固結部がほとんど採取されていない箇所は非改良と判定されている。このことから、既に提案した比抵抗トモグラフィを利用した改良範囲評価方法の有用性がおおよそ確かめられた。今後は、さらに詳細な原位置実験を実施したい。

表-1 地盤および注入材の電気比抵抗

	電気比抵抗 ($\Omega \cdot m$)
地盤	65~85
地下水	15
注入材	0.41~0.42

地盤の電気比抵抗はコア採取した試料により測定した。注入材はホモゲルにより測定した。

謝辞

試験の実施には、東京電力（株）の関係各位、東電設計（株）山崎剛次長および（株）応用地質の御協力を賜った。ここに記して深謝する次第である。

参考文献

- (1)小峯(1993):電気比抵抗による薬液注入改良部の充填率の評価方法、土木学会論文集463号/III-22, pp.153-162
- (2)小峯(1992):電気比抵抗による薬液注入改良効果の定量的評価法(その1)―薬液充填率の評価法の開発―、電中研研究報告U91066
- (3)Komine, H. (1992): Estimation of Chemical Grout Void Filling by Electrical Resistivity, Grouting, Soil Improvement and Geosynthetics, Proceedings, GT Div/ASCE, pp. 372-383
- (4)小峯、西、後藤(1994):比抵抗トモグラフィを利用した薬液注入の改良範囲評価方法、土木学会論文集493号/III-27, pp.137-146
- (5)小峯、田中、西、鈴木(1994):電気比抵抗による薬液注入改良効果の定量的評価法(その2)―比抵抗トモグラフィを利用した改良範囲の評価、電中研研究報告U93035
- (6)Komine, H. and Nishi, K. (1995): Evaluation of grouted region by resistivity changes, Proceedings of 10th Asian Regional Conference on SM&FE (submitted)
- (7)物理探査学会(1989):図解物理探査, pp.53-57, pp.192-197
- (8)佐々木裕(1981):比抵抗垂直探査における2次元構造の自動解析(I), 物理探査, Vol.34, No.5, pp.341-350
- (9)佐々木裕(1981):比抵抗垂直探査における2次元構造の自動解析(II), 物理探査, Vol.34, No.6, pp.422-434
- (10)佐々木裕(1988):比抵抗2次元インバージョンの改良, 物理探査, Vol.41, No.2, pp.111-115

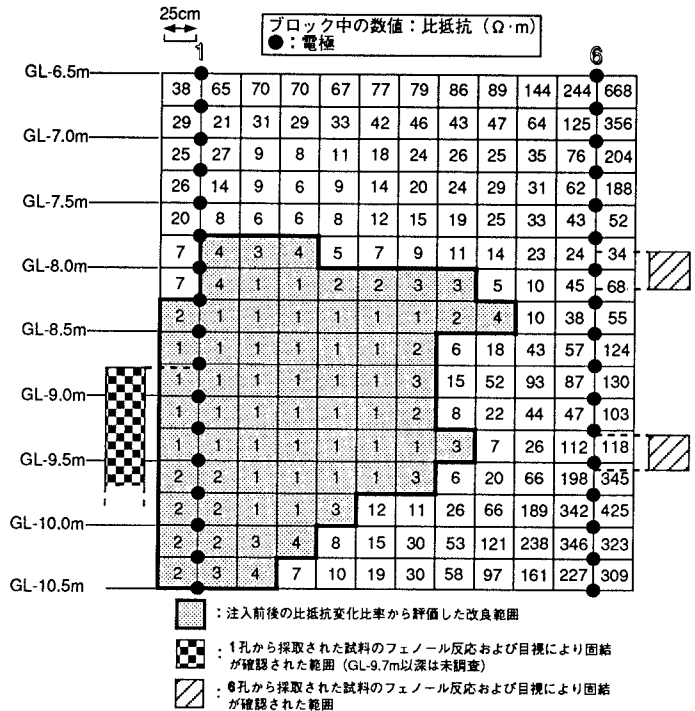


図-3 比抵抗トモグラフィ解析結果と改良範囲の評価（1-6測定断面）

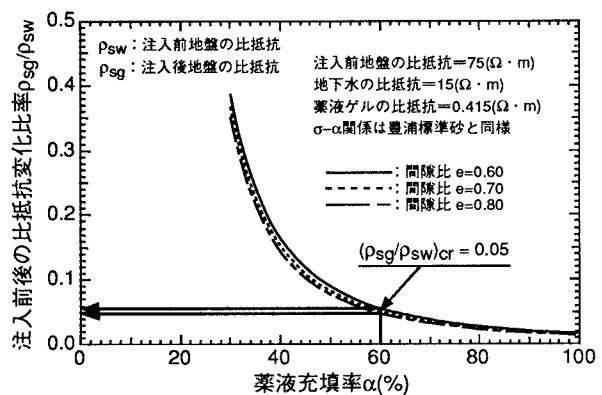


図-4 $\rho_{sg}/\rho_{sw} - \alpha$ 曲線