

617

動的注入工法現場実験  
—比抵抗トモグラフィによる改良範囲の検出(その2)—

梶谷エンジニア(株)	正会員	○ 上出 定幸
(財)鉄道総合技術研究所	正会員	村田 修
東急建設(株)技術研究所	正会員	大河内保彦
東急建設(株)技術研究所	正会員	駒延 勝広
梶谷エンジニア(株)	正会員	東瀬 康孝

1. はじめに

薬液注入工法における注入後の改良範囲や改良効果は、非破壊試験で確認することが難しい。そこで、この問題点を解決するために、動的注入現場実験(浸透注入と割裂注入)を実施した箇所地下可視化手法の一種である比抵抗トモグラフィを用いて改良範囲の確認実験を行った。その結果、良好な注入範囲が検出されたので、ここで報告する。

2. 注入地盤特性と実験概要

注入実験は、砂層を浸透注入地盤として、粘性土層を割裂注入地盤として実施した。砂層は全体にルーズな完新統の砂層であり、GL-2.90mまでは細粒分混りで、それ以深は礫混りである。また、粘性土層はGL-2.50mまでが火山灰質粘性土の軟質な盛土からなり、GL-2.50m以深は更新統の硬質な火山灰質粘性土からなる。

比抵抗トモグラフィ実験は、対象とする注入範囲から左右1m(注入管を中心にとして各1.5m)離れた位置に設置した測定孔を用い、孔-孔間において電極間隔を0.25m、電極配列を二極法で測定した。測定は、薬液注入の前後2回実施した。注入前測定は自然状態における比抵抗の分布を、注入後測定は注入剤が十分に固化した状態での比抵抗の分布を把握し、これらの結果を用いて注入前後の比抵抗の変化率を求め、注入範囲を確認した。

3. 実験結果

各測線における測定結果から、①注入前の比抵抗分布図、②注入後の比抵抗分布図を得た。その結果から③注入前後における各セルの比抵抗の変化率、 $\{\Delta R = (R_2 - R_1) / R_1 \times 100$   $\Delta R$ : 変化率(%),  $R_1$ : 事前測定の比抵抗( $\Omega$ -m),  $R_2$ : 事後測定の比抵抗( $\Omega$ -m)}を求め、比抵抗変化率を得た。

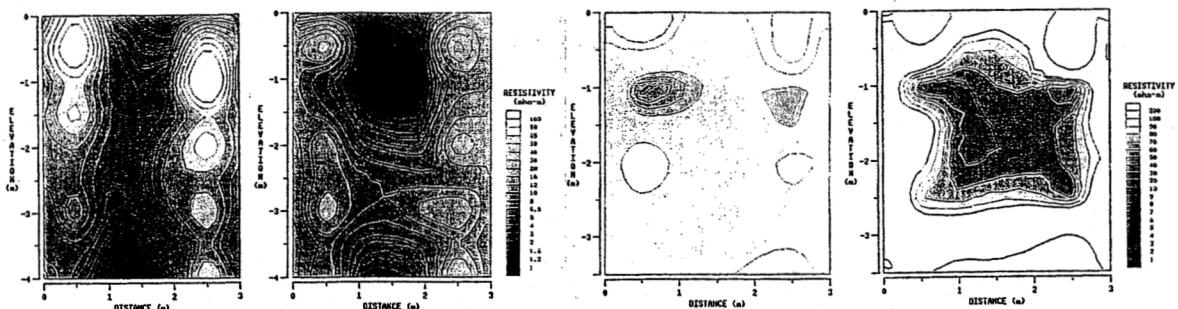
3-1 注入前および注入後の比抵抗分布

動的注入における浸透注入と割裂注入の測定結果は、以下のとおりである。

1) 浸透注入

割裂浸透注入は、飽和状態の砂質地盤で実施した。なお、この試験箇所は覆工板下2.0mで、測定孔より1.0m離れた側面に鋼矢板が施工されている。図-1に浸透注入の比抵抗分布を示す。

左図は注入前の比抵抗分布であり、20~50 $\Omega$ -mを中心に、測定孔に近接して平行に60~100 $\Omega$ -mが分布する。中央の上下に10 $\Omega$ -m以下の低い部分が分布する。また、右図は注入後の比抵抗分布であり、測定孔に沿っての20~50 $\Omega$ -mの比抵抗の分布と中央下部の低比抵抗の分布は、注入前とはほとんど変化していない。しかし、中央上部で長方形の状態で4~6 $\Omega$ -mと比抵抗が著しく低い範囲が検出された。この低下範囲が注入範囲と想定される。



注入前 注入後  
図-1 浸透注入部の比抵抗分布

注入前 注入後  
図-2 割裂注入部の比抵抗分布

Field Experiment of Dynamic Grouting Method -Detection of Improved Region by Resistivity Tomography (Part2)  
S.Kamide(Kajitani Engineering Co.,Ltd), O.Murata(Railway Technical Research Institute), Y.Okochi (Tokyu Construction Co.,Ltd), K.Komanobe (Tokyu Construction Co.,Ltd), Touse Yasuyaka(Kajitani Engineering Co.,Ltd)

## 2) 割裂注入

割裂注入は、不飽和状態の粘性土地盤で実施した。図-2に割裂注入の比抵抗分布を示す。左図は注入前の比抵抗分布であり、GL-1.00~2.00m区間の150~175Ω-mを除けば125~150Ω-mを示す。右図は注入後の比抵抗分布であり、注入前とは著しく比抵抗分布が異なる。表層および測定孔の周辺を除いたGL-0.30mからGL-1.40mまでは50~75Ω-mを中心に75~125Ω-mが取り巻く状態で、低い比抵抗を示す範囲が検出された。この範囲が注入範囲と想定される。

### 3-2 注入前と注入後との比抵抗変化率

図-3は、注入前と注入後との比抵抗変化率を示したものである。左図は割裂浸透注入における比抵抗変化率であり、中央部上部でほぼ正方形の状態では70%以上の低下変化率を示す。この範囲が注入範囲と推定される。

一方、右側は割裂注入における比抵抗変化率であり、GL-1.50mかにかけて変化率20%以上の低下を示す。その範囲より上位では漸移的に小さくなり、下位では急激に小さくなる。

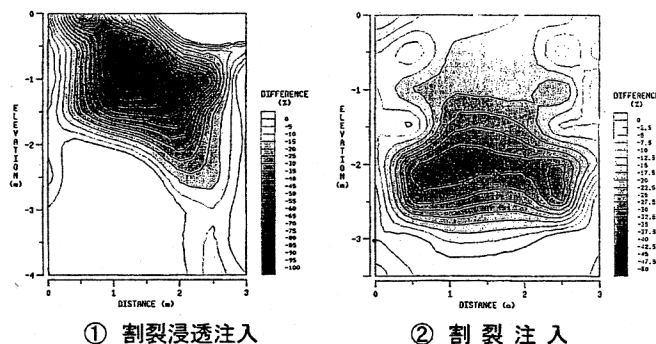


図-3 注入前後の比抵抗変化率(%)

## 4. 実験結果の判定

### 4-1 注入範囲の確認

注入後測定が終了した後、掘削を行い、注入改良範囲や注入効果の確認を行った。この掘削による注入範囲の確認と比抵抗トモグラフィによって推定される注入範囲を比較することによって、薬液注入の改良範囲と効果が比抵抗トモグラフィによって把握できるか検証できる。

図-4に割裂浸透注入における掘削によって確認された固化範囲を示す。なお、割裂注入では脈状に注入剤が確認されるが、固化範囲は不明瞭な状態となっており、記載は困難である。

### 4-2 注入範囲と比抵抗分布の比較

浸透注入において掘削によって確認された改良範囲と比抵抗分布による変化率が80%以上低下の範囲の比較すると、概ね一致している。

飽和状態の砂層の比抵抗は、注入前で30~40Ω-m、注入後で6Ω-mを

示す。よって、注入後の比抵抗が6Ω-mの範囲、あるいは変化率が-80%以上の範囲が注入範囲であると考えてよい。

割裂注入では、脈状に注入剤が確認され、その周辺部では固化の状態は明瞭でないが固化が確認され、比抵抗の変化率も低下している。この範囲の変化率は-15%以上の低下する範囲が固化範囲と考えられる。

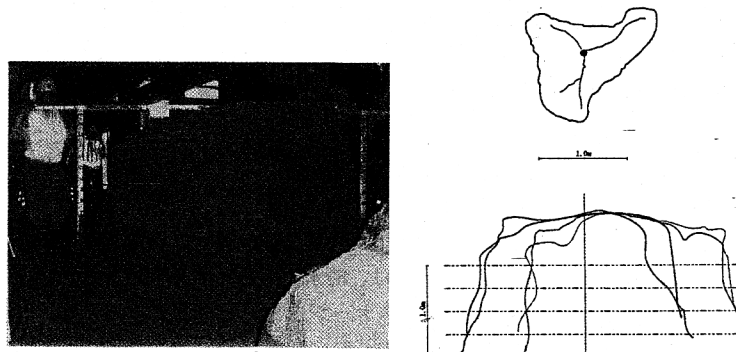


図-4 掘削による注入範囲(浸透注入)

## 5. まとめ

比抵抗トモグラフィによる注入前後の比抵抗の変化率と掘削による改良範囲を比較すると、比抵抗変化率が注入範囲とほぼ一致した。このことから、比抵抗トモグラフィによる変化率を調べることによって、注入による固化範囲を推定することが可能であることが分かった。今後、比抵抗変化率と注入範囲の強度を把握する必要であることから、比抵抗変化率と強度の関係を調べて行く計画である。

## 参考文献

- 1) 小峰秀雄 (1993) : 比抵抗法による薬液注入範囲予測の可能性検討 第27回土質工学研究発表会講演集 pp2255
- 2) 小峰秀雄, 後藤和生 (1998) : 現場試験による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の実証 土木学会論文集 NO.603/III-44 pp129-138
- 3) 平本 弘ほか3名 (1999) : 動的な注入現場実験-比抵抗トモグラフィによる改良範囲の検出(その1) 第34回地盤工学会研究発表会(投稿中)