

比抵抗トモグラフィを併用した恒久薬液注入の出来形確認

奥村組	正会員	○清水	智明
国土交通省		小川	渉
奥村組	正会員	高畠	哲朗
奥村組	正会員	今泉	和俊

1. 目的

砂町共同溝夢の島交差点における液状化対策工事では、道路外の2箇所に注入用立坑を築造し、立坑側面からの恒久薬液注入（工法名：浸透固化処理工法）の水平施工が行われた。薬液注入では、注入範囲、改良効果の把握が必要であり、従来は数箇所の効果確認ボーリングで強度を確認するなどの方法が取られてきた。しかし、当工事では対象構造物である幹線共同溝の重要性、及び水平施工の実績が少ないことを考慮して、比抵抗トモグラフィを併用して注入範囲を面的に確認することで、より確度の高い注入出来形の確認を図った。

2. 工事概要

施工地点は、GL-14.7m まで緩い砂質土が分布しており、その下位にはGL-37m まで軟弱な粘性土が分布している。図1に液状化対策工の施工範囲の横断面図を、図2に平面図を示す。使用した薬液は特殊シリカ系の溶液型恒久薬液である。成分分析結果から、設計基準強度を薬液の主成分であるシリカ含有量の増加分に換算すると8.7mg/g-dry だった。

注入は約1.5ヶ月間行われ、期間中1週間おきに比抵抗トモグラフィの測定を行った。

3. 比抵抗トモグラフィの概要

現地採取土、および現地採取土より作成したサンドゲルの比抵抗測定の結果、未改良地盤の比抵抗は $2.3\Omega\text{m}$ 、設計注入率で改良した地盤の比抵抗は $1\Omega\text{m}$ となり、改良の前後で比抵抗が約半分に低下することが分かった。このことから、注入前の地盤に比べて比抵抗が低下した領域が注入範囲であると評価できる。

今回の地盤条件では、改良前後の比抵抗コントラストがそれほど大きくないこと、およびノイズの多い都市部での測定のため、通常の測定・解析では評価が困難となることが予想されたため、以下のような対策を施した。

- ・S/N比向上のため標準仕様の10倍の1Aを通電した。
- ・電極に耐食性の高いステンレス製のスプリングを用いた。
- ・電極の接地抵抗を極力低減し、かつ安定するよう電極挿入後の孔内にセメントベントナイトを充填した。
- ・削孔後の坑内に3次元ジャイロを走査して、電極位置を精度良く把握し、解析に反映させた。

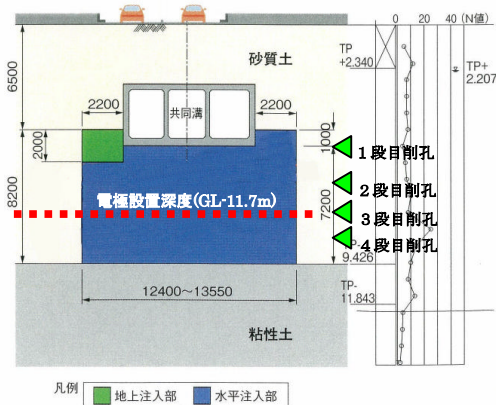


図1 横断面図と電極設置深度

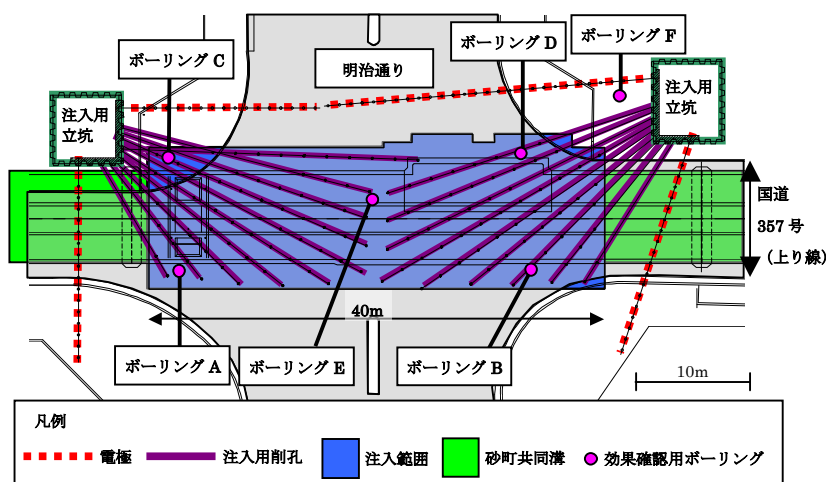


図2 平面図と電極設置位置



写真1 電極

薬液注入，比抵抗トモグラフィ，注入範囲

〒108-8381 東京都港区芝5-6-1 (株) 奥村組 TEL 03-5427-8538

そのため、電極設置は図3に示す手順で行った。電極は1m間隔に計75箇所設置した。

4. 効果確認ボーリング

効果確認ボーリングは図2に示す6箇所で行った。採取資料より、シリカ含有量を測定した。実施箇所のうち、注入範囲内の端部と中央の5箇所(A～E)では、注入範囲に薬液が行き渡っていることを確認し、後述の比抵抗変化率の少ない注入範囲外の1箇所(F)では、比抵抗変化の少ない箇所が注入されていないことを確認した。

5. 結果

解析は杉本(1995)¹⁾の方法で行った。比抵抗変化率 ϕ は一般的に用いられている下式より算定した²⁾。

$$\phi = \frac{\rho' - \rho}{\rho} \quad \dots \dots (1)$$

ただし、 ρ' ：注入後の比抵抗、 ρ ：注入前の比抵抗
例として図4に注入完了時の比抵抗変化率の分布を示す。注入範囲で比抵抗が低下していることが分かる。効果確認ボーリング実施位置での、シリカ含有量増加分と比抵抗変化率の値を図5に示す。ボーリング地点のうち注入範囲内の5点A～Eでは比抵抗変化率、シリカ含有量増加分ともに大きい絶対値を示し、範囲外の1点Fでは小さい絶対値を示しており、明確な違いが認められる。注入範囲内の5点A～Eでは前述のシリカ含有量増加分の必要量8.7mg/g-dryを満足しており、所定の注入がなされていると判断される。この5点での比抵抗変化率の最小値は-6%であることから、少なくとも6%以上比抵抗が減少している範囲ではこの基準を満足していると考えられる。-6%の境界線を図4に点線で追記した。これより、改良予定範囲については必要量が注入されていると判断できる。

6. まとめ

今回、浸透固化処理工法の実施工において比抵抗トモグラフィによる注入範囲の面的評価を試みた。比抵抗トモグラフィと効果確認用ボーリングとの併用により注入範囲を面的に評価できた。ただし、今回の注入範囲の評価は、6点のみのチェックボーリング結果との比較に立脚しており、測定値のばらつきや統計的な信頼性を議論するには至っていない。今後、類似の物件で比抵抗トモグラフィの実績を重ね、評価方法の信頼性を高めていきたい。

参考文献

- 1) 杉本芳博(1995)：比抵抗トモグラフィによる電解質トレーサのモニタリング—数値的検討—、物理探査学会第92回学術講演会論文集、pp.57-62.
- 2) 藤沢 一、桑原 清、宮崎育三(1995)：比抵抗による薬液注入モニタリング実験、物理探査学会第93回学術講演会論文集、pp.164-167.

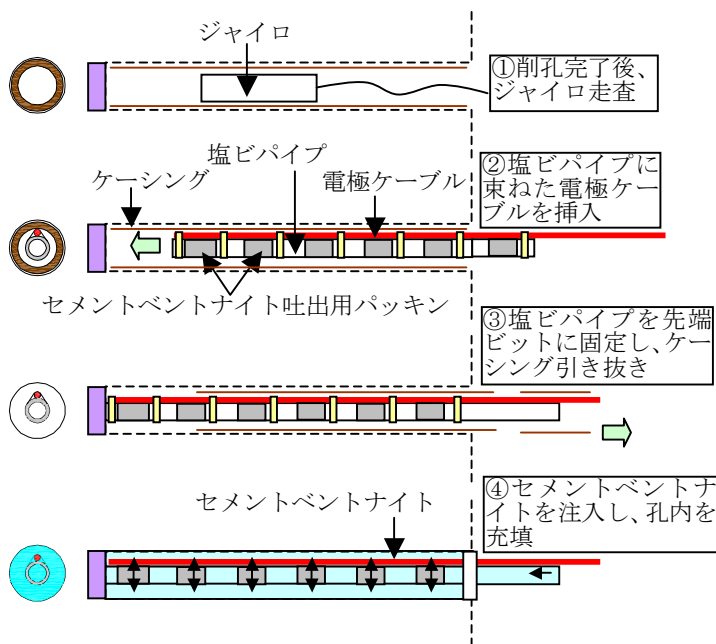


図3 電極設置手順

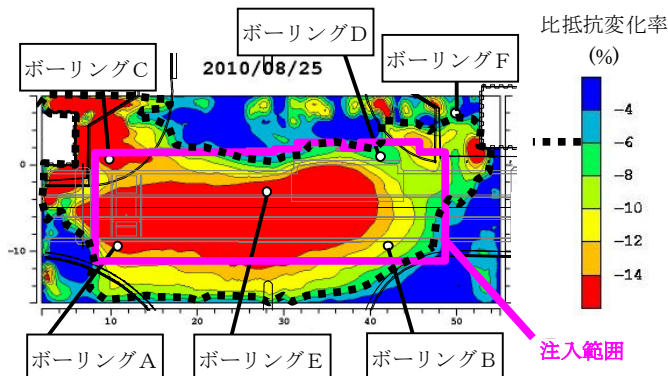


図4 注入完了時の注入箇所と比抵抗変化率の分布

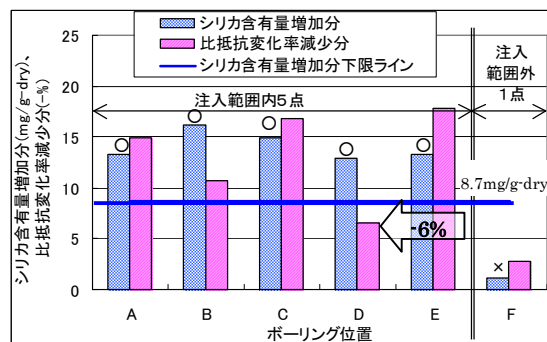


図5 比抵抗変化率とシリカ含有量増加分の関係