比抵抗トモグラフィによる 薬液注入範囲の評価技術

■ 概 要

地盤の液状化対策などに用いられる恒久薬液注入では、注入範囲や改良効果の確認が必要となります。従来は、効果確認用のチェックボーリングを行い、採取したコア試料の一軸圧縮強度測定や成分分析により注入量を確認するのが一般的です。しかし、これらの方法では、試料採取箇所における薬液注入の改良効果は確認できますが、点あるいは線の情報しか得られません。また、一軸圧縮強度測定の場合、所定の材令を待たなければ確認できません。

本技術は、薬液注入後の改良体と未注入地盤の比抵抗の違いを利用して、電気探査の一種である比抵抗トモグラフィにより薬液注入範囲の面的評価を行うものです。

【比抵抗トモグラフィ】

比抵抗トモグラフィでは、図-1 のように、調査対象領域の３方を囲むように電極を配置し、一つの電極から電流を流した時に地盤内に発生する電位を、それ以外の電極で測定します。同じことを電極の組み合わせを切り替えて繰り返します。測定した電位データから逆解析により地盤内の電気の流れにくさ、すなわち比抵抗の分布を推定します。

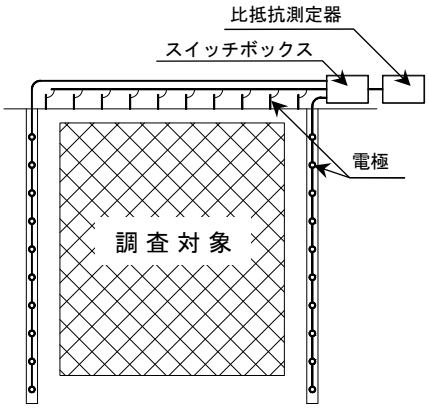

図-1 比抵抗トモグラフィ測定概念図

■ 用 途

薬液注入範囲の面的な出来型確認

■ 特 長

1. チェックボーリングでは得られなかった面的な注入範囲や注入効果の評価が可能です。
2. 調査対象領域の３方を囲むように電極を設置することにより、鉛直面・水平面にかかわらず評価が可能です。
3. 当社開発の独自解析技術（時系列解析法）により、注入と同時に行うリアルタイムモニタリングが可能です。これにより、施工中に注入不良を即時に検知できるようになります。

■ リアルタイムモニタリング

従来の解析法は、測定中対象領域の比抵抗分布は変化しないことを前提としているため、リアルタイムモニタリングは困難でした。「時系列解析法」は、これを克服するために開発した新しい解析法であり、リアルタイムモニタリングが可能です。図-2 のように、塩水（薬液の代用）を飽和砂中に注入する模型実験において時系列解析法による比抵抗分布は従来解析法より実際の比抵抗分布に近い結果が得られています。

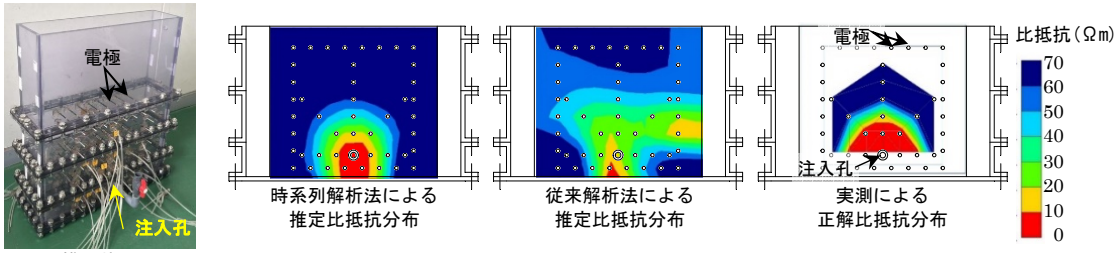

図-2 模型実験結果

■ 実施例（既設共同溝の耐震補強工事）

◆ 比抵抗トモグラフィによる解析結果

液状化対策として施工した浸透固化処理工に比抵抗トモグラフィを適用し、薬液注入範囲の面的評価を行いました（図-3、4）。薬液注入の各ステップにおいて注入範囲付近の比抵抗が低下する解析結果が得られ、比抵抗トモグラフィが薬液注入範囲の面的評価に有効であることを確認しました。

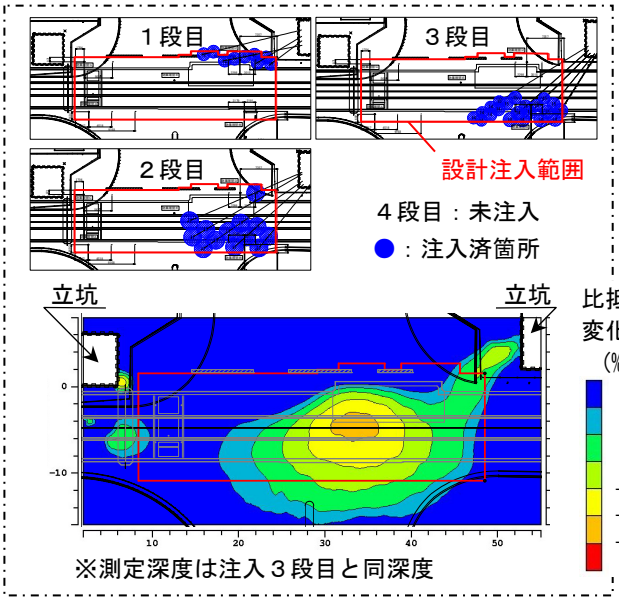

図-3 注入開始１週間後の注入箇所と比抵抗変化率分布

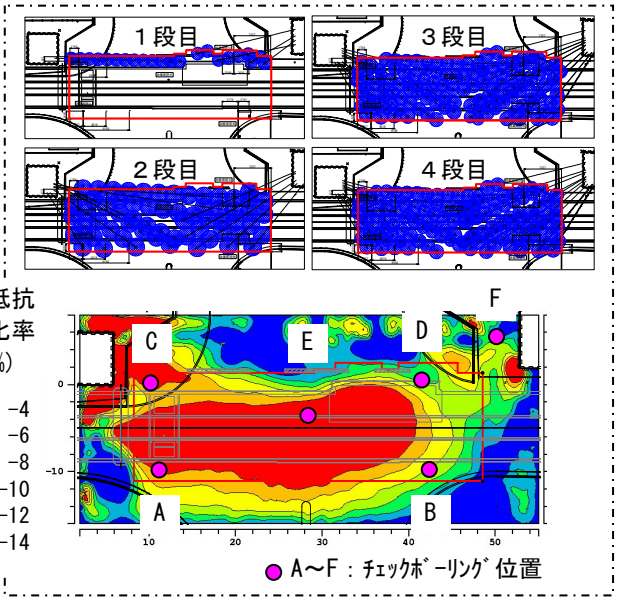

図-4 注入完了時の注入箇所と比抵抗変化率分布

◆ コア試料による注入実績確認

注入範囲内の A～E 地点において採取したコア試料のシリカ含有量増加分は、それぞれ大きい値を示しました（図-4、5）。一方、範囲外の F 地点は、シリカ含有量増加分が僅かであり、A～E 地点の結果とは明確な違いが認められました。この結果は、解析により得られた比抵抗変化率の傾向と一致しています。

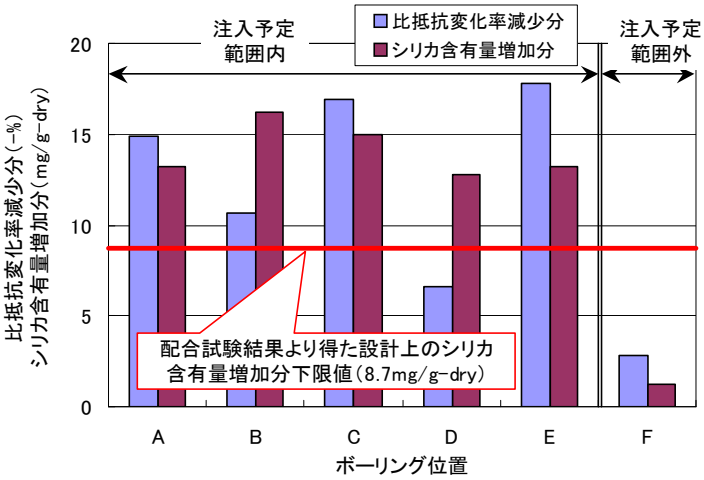

図-5 注入完了時の比抵抗変化率とシリカ含有量増加分の関係

■ 実 績

・砂町地区共同溝補強（その１）工事　関東地方整備局（注入期間：2010.6 ～ 2010.8）
　改良対象土量：約 4,000m^3

■ 関連資料（表彰等）

・第 66 回土木学会年次学術講演会、Ⅲ-381、2011.
「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」

・物理探査、第 72 巻、pp. 139-154、2019.【令和元年度物理探査学会賞論文業績賞受賞】
「薬液注入の浸透課程を監視するための比抵抗トモグラフィの時系列解析法の提案」

・物理探査、第 73 巻、pp. 192-208、2020.
「薬液注入の浸透課程を監視するための比抵抗トモグラフィの時系列解析法の実験的検証」

奥村組 OKUMURA CORPORATION
お問い合わせ先(土木本部)　〒545-8555 大阪市阿倍野区松崎町 2-2-2
http://www.okumuragumi.co.jp　TEL. 06-6625-3893　FAX.06-6625-3901