

III-528

比抵抗トモグラフィによる実地盤での注入固結領域の調査研究

佐藤工業(株) 正会員 芝本真尚
 佐藤工業(株) 正会員 山本松生
 佐藤工業(株) 正会員 中村 創
 早稲田大学 正会員 森 麟

1. はじめに

比抵抗トモグラフィを使用して砂質地盤（洪積世・成田層群）における注入固結領域の調査研究を実施した。本研究では、薬液注入の前後に地盤の比抵抗トモグラフィを実施し、従来は確認が困難であった注入固結領域の可視化を試みた。さらに土留掘削を行って、実際の注入固結領域の位置と形状を調査した。

本報告は、比抵抗トモグラフィの解析結果と実際の注入固結領域を比較した結果について述べる。

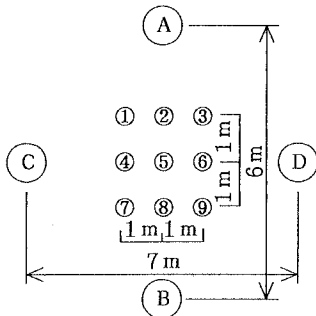
2. 比抵抗トモグラフィによる調査方法

注入場所は、千葉県山武町の洪積台地が開析された河谷低地において実施した。当該地質は、表面から約2mほどは盛土と表土からなり、その下約4mまではN値12以下の細砂が、それ以深はN値30以上のよく締まった微細砂層となっている。また、地下水のレベルは地表面に近い位置にある。

比抵抗トモグラフィによる調査手順は、次のとおりである。

- ① 薬液注入前に地盤の見掛け比抵抗の測定を行う。図1に示すように、注入設計範囲を取り囲むように鉛直方向にボアホールA、B、C、Dを削孔する。ボアホールAとBは6m離れており、CとDは7m離れている。A-B、C-Dという組合わせで見掛け比抵抗の測定を行う。図2にA-B断面の比抵抗の測線（パス）の配置を示すが、C-D断面も同様である。ボアホールの深度は、測線がなるべく多く注入設計範囲を通過するように注入設計範囲より3m深くして12mとした。本図に示すように、2本のボアホールと地表面に50cmピッチで設置した電極を使用して、ボアホール間およびボアホールと地上の間に微小な電流を流して、地盤の見掛け比抵抗を2極法で測定する。測線の総数は一断面で1152である。
- ② 図1に丸数字で示した9箇所で行う。注入仕様は表1のとおりである。
- ③ ①と同様に注入後に地盤の見掛け比抵抗を測定する。
- ④ 注入箇所を土留掘削し、実際の注入固結領域の位置と形状を直接確認する。

なお、注入前後の土質試験結果は、表2のとおりであるが、注入後の透水係数および一軸圧縮強度はコアによる室内試験の結果である。



英字は電極配置用ボアホール
丸数字は薬液注入位置

図1 ボーリング配置図

表1 薬液の注入仕様

注 入 工 法	複相式二重管ストレーナー工法
注 入 材	緩結性溶液型薬液
注 入 深 度	7.25～9.0m
ス テ ッ プ 数	8（1ステップ長25cm）
注 入 量	1ステップ当たり100ℓ（他に パッカー用として瞬結材 9ℓ）

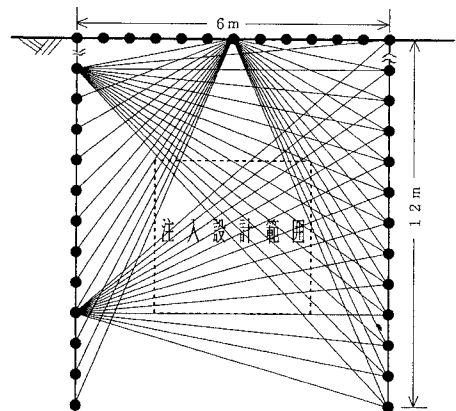


図2 比抵抗測線配置図
（A-B断面）

表2 土質試験結果

項 目	注 入 前	注 入 後
透水係数 (cm/sec)	$1 \sim 4 \times 10^{-4}$	$2 \sim 5 \times 10^{-6}$
N 値	30～50以上	40～50以上
一 軸 圧 縮 強 度 (kgf/cm ²)	—	3.8～7.8

3. 試験結果

比抵抗測定によって得られたデータを逆解析して、比抵抗の二次元分布を求め、このうち降雨による影響が少ないと考えられる地表から4m以深の部分の結果を図3、図4に示す。本図には掘削によって観察した注入固結体を合わせて示す。この注入固結領域は、注入設計範囲よりやや大きくなり、その固結状況は、50cm毎のスライス面で調査したが、すべて非常に良好な固結状態を示し、未固結部はみあたらなかった。本図および室内実験からわかったことは次のとおりである。

- ① 注入前の地盤の比抵抗は、地表面から4m以深の部分は100 ~150 $\Omega \cdot m$ 以上となっている部分が多いが、50~100 $\Omega \cdot m$ の部分もみられるなど均一ではない。注入前の成田層のN値の分布も場所によってバラツいており、このことも注入前の地盤は、ややむらがあり、均一とはいえない状況となっている。
- ② 現地の注入固結体をコア抜きし、実験室で比抵抗測定したところ約200 $\Omega \cdot m$ であった。
- ③ 掘削によって調査した注入固結体は、比抵抗トモグラフィで求めた注入後の深度6mから10mにかけて分布している50 $\Omega \cdot m$ 以下の低比抵抗部分とかなり一致しているが、まだ十分とはいえない。
- ④ A-B断面では、解析結果による50 $\Omega \cdot m$ 以下の領域は実際の注入固結領域より、多少広がっている。これはA-B断面以外に存在する固結領域の3次元的な効果が、虚像となって現れたためと推察される。
- ⑤ C-D断面では、A-B断面とは逆に実際の注入固結領域を部分的に50 $\Omega \cdot m$ 以上と評価している領域がある。これはボアホールDが孔壁の崩れによって2mほど浅くなったことにより、測線数が減少したことが原因と考えられる。

4. おわりに

比抵抗トモグラフィによって、注入固結領域を低比抵抗体としてとらえることができた。しかし、注入の良否を判断するためには、このままの精度では十分ではない。今後は、精度の向上を図るとともに、地盤比抵抗値と注入固結体のてん充率との対応や3次元解析を進めていく予定である。

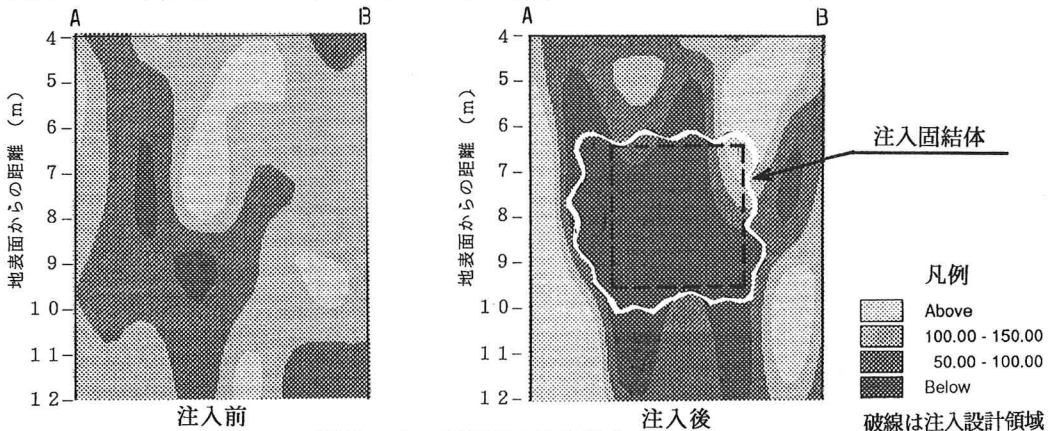


図3 A-B断面の比抵抗分布

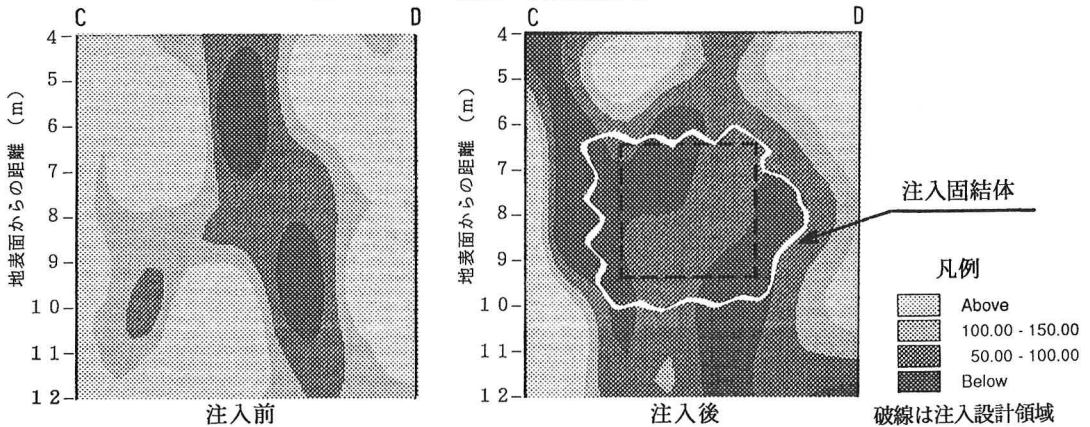


図4 C-D断面の比抵抗分布