

## 物理探査を用いた地盤改良の品質確認

鹿島建設(株) 正会員 吉川 正 ○倉石 泰男  
 鹿島建設(株)技術研究所 正会員 稲生 道裕 升元 一彦  
 ケミカルグラウト(株) 関 政男

### 1. はじめに

シールドの発進防護として高圧噴射攪拌工法による地盤改良が多く用いられている。一方、高圧噴射攪拌工法の品質出来形管理手法としては、個々の改良体のラップ部等を一定ヶ所のボーリングコアを用いた目視観察・一軸圧縮試験による確認が一般的である。しかし、この方法では、実験の造成径の測定、深度方向の造成径の分布の把握が困難である。そこで、特に均一な径で改良体を造成しづらい洪積の互層地盤に高圧噴射工法を適用した場合の改良体の出来形管理に電気検層、音波検層、ポアホールレーダーを適用した。その結果を以下に紹介する。

### 2. 土質および高圧噴射攪拌工法の施工概要

地盤改良の対象となる土層構成および発進防護工の範囲を図-1, 2に示す。地盤改良の対象土層はN値50以上の細砂層、砂混じり固結シルト層であった。砂混じり固結シルト層は地盤改良前のコア試料の観察結果より固結シルトが約2~20cmの厚さで互層状に介在していることが確認された。

高圧噴射攪拌工法としては、硬質地盤でも比較的改良性能のよいSuprejet-Midiを用い、図-1に示すように改良径φ2,400を45本造成した。N値5以上の粘性土に対しては造成が不可能である。そのため、砂混じり固結シルト層については、薄層で介在する固結シルトに噴射が遮断され改良範囲の先端まで切削できず設定有効径の改良が確保できないことを想定して、従来の改良体造成引上げステップを2.5cmから半分の1.25cmとし、砂混じり固結シルト層のシルト質細砂を漏れなく改良できるよう変更した。

### 3. 試験概要

物理探査試験は1本施工完了後、コアサンプルを採取したボーリング孔を利用し、以下の3項目を実施した。コアサンプル位置は設計改良径の中心から1.35mの位置とした。

#### ① 電気検層 (ノルマル、マイクロ)

キーワード 地盤改良, 物理探査, シールドトンネル

連絡先 鹿島建設(株) 東京支店 土木部設計課 〒107-8477 東京都港区元赤坂1-3-8 TEL: 03-3796-7539

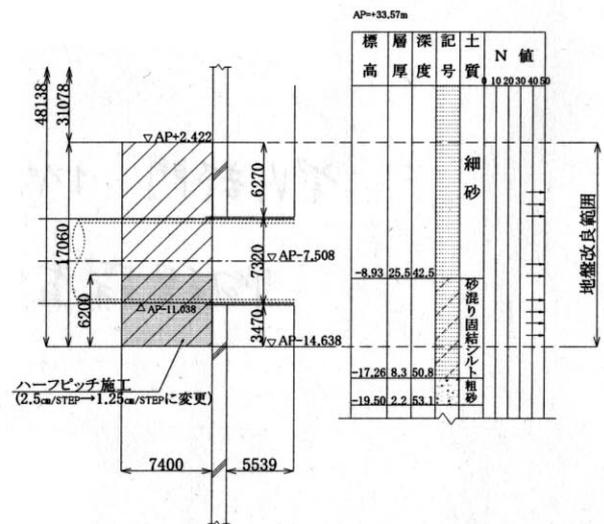


図-1 断面図

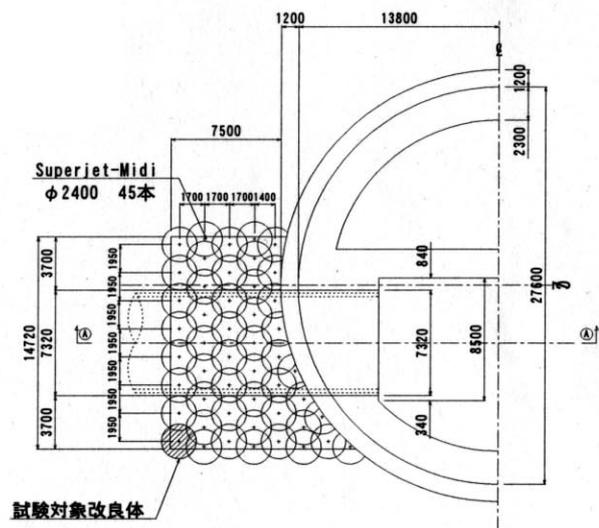


図-2 平面図

- ② 音波（ソニック）検層
- ③ ボアホールレーダー（電磁波）探査

本調査では、電気検層および音波検層によって得られる電気特性、速度等より地盤物性値の変化を把握し、ボアホールレーダーにより物性値の異なる現地盤と改良体の境界面（改良径）を確認した。なお境界面の位置をより正確に捉えるために、対象ボーリング孔について孔曲り（傾斜）測定を実施した。

4. 結果

図-3, 4に試験結果を示す。深度 32m 以浅は、ボーリング孔およびケーシングの影響により、各試験とも正確なデータが計測を得ることができなかった。

電気検層のマイクロ法では未改良部分と地盤との判別が明確に捉えることができた。ノルマル法では、電極間隔が大きく分解能力が低いため未改良部分と地盤との判別が明確にはできなかった。

音波（ソニック）検層では深度 43m 付近から速度値の低下が認められる。ボーリングコアの一軸圧縮試験と比較すると、深度 42m 以浅の細砂層の改良区間では  $1.8\text{N/mm}^2$  以上であるのに対して、深度 42m 以深の固結シルト層の改良区間では  $1.5\text{N/mm}^2$  以下であることと調和している。

ボアホールレーダー探査の結果、反射波が検出された区間と反射波が見られない区間があった。前者は、改良体の比抵抗が非常に小さく、電磁波が透過し難いことから改良体と地盤の境界と判断し、後者は、地盤までの距離が 50cm 以上あるために、電磁波が到達せず反射波が検出できなかったと判断した。

5. まとめ

ボアホールレーダー探査では、改良体の端部がボーリング孔壁から 50cm 程度あれば改良体の出来形を確認でき、同種の地盤改良体の出来形管理手法として有効であることが分った。電気検層（マイクロ）法、音波検層については、改良区間および一軸圧縮強度との相関性が認められるが不十分な点も多く、定量的な解析には、今後のデータの蓄積、シミュレーション等が必要と考える。

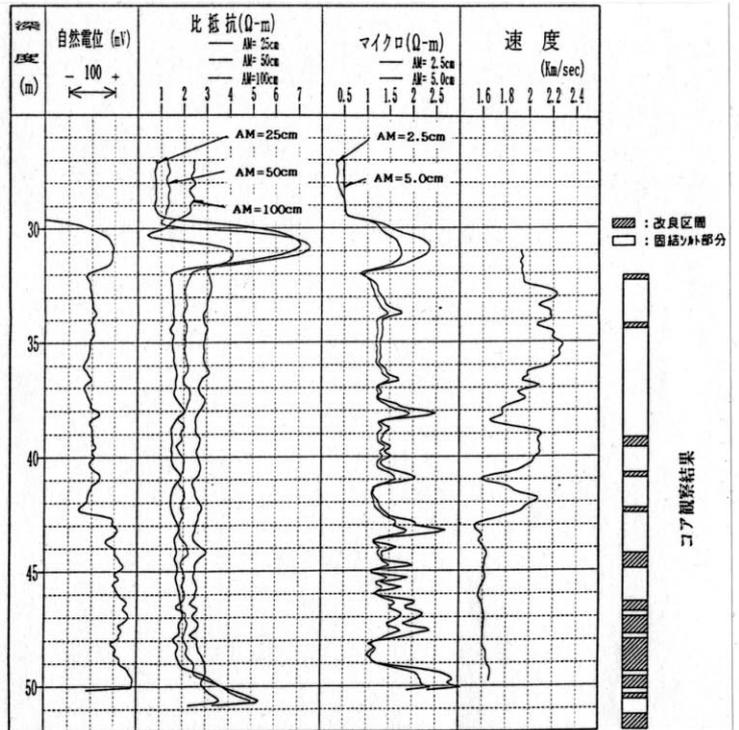


図-3 電気(自然電位, ルナル, マイクロ)・音波(ソニック)検層結果

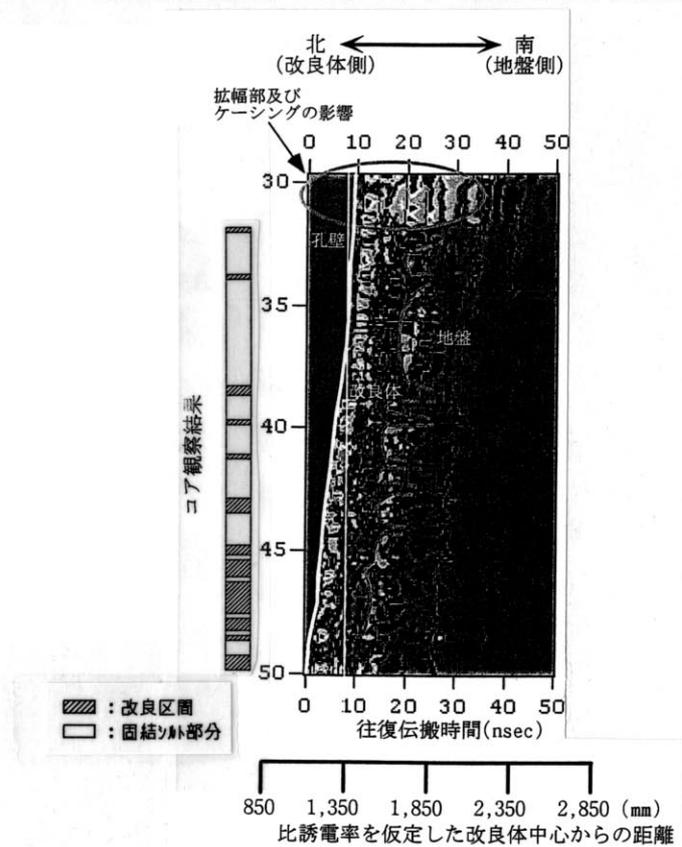


図-4 ボアホールレーダーの探査結果