

音響トモグラフィを用いた薬液注入による地盤改良の効果確認

(財)鉄道総合技術研究所 正会員 澤田亮, 後藤幸司
(株)地域地盤環境研究所 正会員 粥川幸司, 山内淑人, 早川清
JFE シビル(株) 正会員 榊原淳一

1. はじめに

様々な土木工事で実施されている薬液注入による地盤改良においては、一般に材料の注入量、注入位置による施工管理がなされているが、注入範囲を定量的に確認するまでには至っていない。一方、近年では「地盤の可視化」に関する技術開発が各方面で進められており、本研究で用いた音響トモグラフィもその一つである。

今回、音響トモグラフィにより、実際に施工された地盤改良域を挟む地盤断面の可視化を試みた結果、地盤改良範囲をある程度特定することができたので、その結果を報告する。

2. 音響トモグラフィ地盤調査技術¹⁾

音響トモグラフィは弾性波トモグラフィに分類される技術であるが、「高周波の音響波」を「周波数とエネルギーを制御」して発振することに特徴がある。図-1 に測定の概念図を示す。従来の弾性波を用いた探査では、高精度な測定に必要な高周波数の波は、地盤中における減衰が大きいため、現場測定に適用される範囲が限定的であった。これに対して、本手法では疑似ランダム波を発振波とすることで、S/N 比(信号とノイズの比)を飛躍的に改善し、精度が高く測定距離の長い現場計測を可能としている。

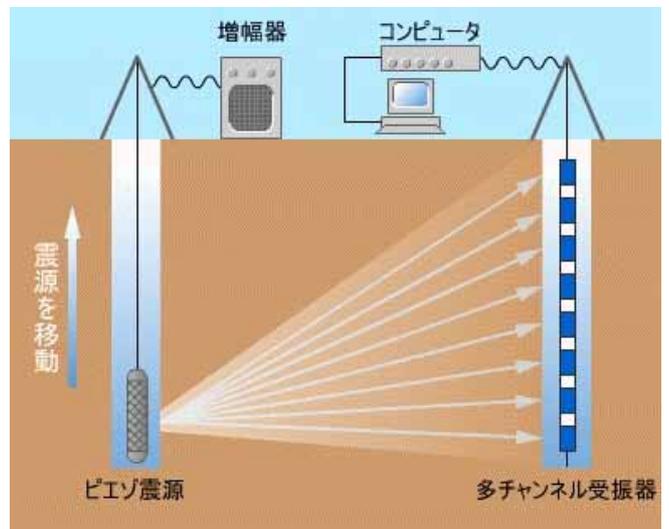


図-1 音響トモグラフィ測定概念図

3. 測定の概要

測定の対象とした薬液注入工は、河川改修のために設置する U 型よう壁の底盤改良工事である。注入方式は二重管ストレーナ複相式で、溶液型の水ガラス系材料を浸透注入させたものである。また、注入範囲は GL.-3.7 ~ -5.2m である。なお、対象地盤は玉石混じり砂礫地盤で、地下水位は概ね GL.-3m であった。写真-1 に測定状況を示す。

音響トモグラフィによる効果確認においては、薬液注入工の前後で測定を行い、その相対比較を行う必要がある。しかし、今回は改良を実施する領域とそれ以深の領域において、地盤の性状の大きな相違がないため、想定される改良域(GL.-3.7 ~ -5.2m)とそれ以深(GL.-5.2 ~ -8m)の状態を比較することで、効果確認の検討を行った。よって、4章に示す結果評価では、これらの比較結果を考察している。



写真-1 現場測定状況

キーワード: 音響波, トモグラフィ, 薬液注入, 現場測定

連絡先: 〒113-0034 東京都文京区湯島 1-8-4 山川ビル 2 階, TEL03-3812-4792, FAX03-3812-4793

4. 測定結果と考察

測定の結果として P 波速度, 減衰率の低下を式(1)による比率で表し, その分布を検討した. これを, 図-2, 3 に示す. 0%に近ければ速度低下や減衰率の低下が少なく, 100%に近ければそれが大きいことを示すものである.

$$\text{低下率} = \left(1 - \frac{\text{測定値} - \text{最小値}}{\text{最大値} - \text{最小値}} \right) \times 100 (\%) \quad \text{式 (1)}$$

図より, P 波速度, 減衰率の低下が 50%以上の範囲と想定される範囲は緑～赤で着色した領域(図中)であり, これは, 想定される改良範囲とほぼ一致している. また,

想定される改良範囲の直上部や直下部において, P 波速度, 減衰率の低下が 40%程度である領域(図中)があることも確認された. さらに, 想定改良範囲よりも深い領域(G.L.-5.2m 以深)において, 発振側に比べて受信側の方が P 波速度, 減衰率の低下が大きい範囲がある(図中)ことも確認された.

上述した改良範囲外で P

波速度, 減衰率の低下が確認された領域は, いずれも受信側であるが, 発振側との礫径や地層構成の相違があるものと思われる. しかし, 改良範囲においては明かに P 波速度, 減衰率が低下していることから, 地盤改良の範囲を区分することができると考えられる. このことは, 地盤改良の範囲を定量的に確認するための手法として, 音響トモグラフィが有効な手段であることを示唆している.

なお, 今回は, 改良を実施する領域とそれ以深の領域において, 性状の相違がないことの仮定で検討したが, 実際の運用では地盤改良の実施前後において測定を行い比較することで改良範囲を把握することが望まれる.

5. おわりに

これまでの地盤改良の評価は, ボーリング等による“点”での評価であった. これに対して, 本技術はボーリング孔間の“面”での評価であるといえる. すなわち, 地盤改良の範囲, あるいは分布を面で把握することができるようになり, より広範囲で効率的に実態を捉えることができるという点で有用な技術であるといえる. また, 本技術による面的な調査, 確認を行うことで, 施工の安全性や確実性が向上すると考えられる.

参考文献

1) 榊原: 音響トモグラフィによる“地盤の見える化”, 第 42 回地盤工学研究発表会 C-02, pp.51 ~ 52, 2007 年 7 月

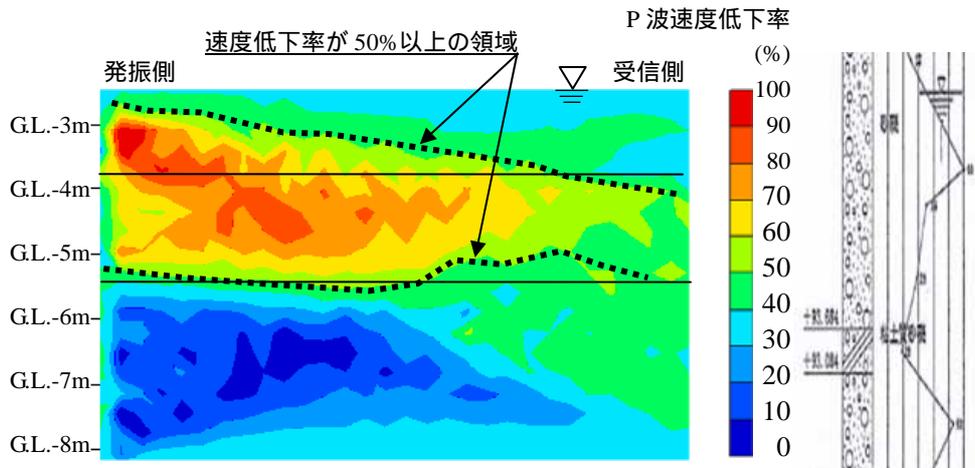


図-2 P 波速度の低下率分布

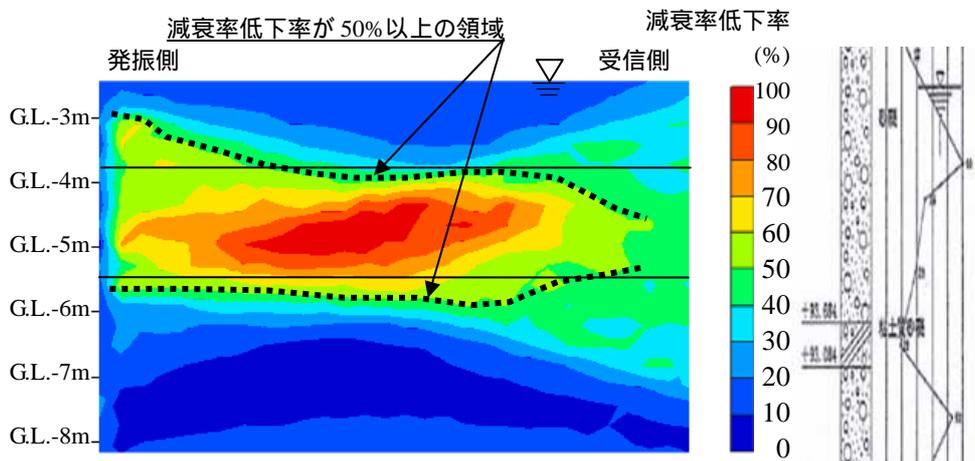


図-3 減衰率の低下率分布