

パラメトリック音源による地盤改良体の形状可視化に関する基礎的研究Ⅱ

(株) 竹中土木 正会員 ○植松 佑太, 濱名 正泰, 小西 一生
(株) 東陽テクニカ 非会員 山村 祐二

1. はじめに

「パラメトリック音源による地盤改良体の形状可視化に関する基礎的研究Ⅰ」(以下, 基礎的研究Ⅰ)において, 従来の音波探査技術による出来形計測の課題として, ①指向性の悪さと②改良体と地盤の境界からの反射波が微弱であることを挙げた. 課題①に関する実験結果は基礎的研究Ⅰで報告した. ここでは, 課題②について実施した実験について報告する.

2. 改良体と地盤の境界からの反射に関する検討

改良体と地盤の境界からの音波の反射について検討する. 異なる媒質の境界面に音波が入射すると, 入射音波の一部が反射し, 残りが透過する(図1). これは, 媒質の固有音響インピーダンスの相違(差)によるもので, 媒質間の差が大きければ音波の反射は強くなり, 差が小さければ反射は弱くなる. 媒質の固有音響インピーダンスは密度と音速の積により与えられる.

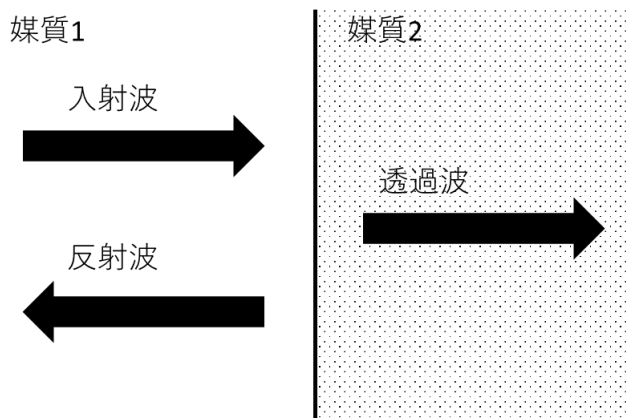


図1. 垂直入射音波の反射と透過

高圧噴射攪拌工法により造成される改良体は原地盤とセメントスラリーを攪拌・混合したものであり, 改良体と地盤の密度はほぼ同じであると考えられる. また, 一般的に高圧噴射攪拌工法は地下水中での施工となるため, 改良体, 地盤, 共に飽和しており, 音速についても改良体と地盤でほぼ同じと考えられ

る.

以上より, 高圧噴射攪拌工法による改良体と地盤の固有音響インピーダンスの差は小さいことが予測され, 境界面からの反射は非常に微弱であると考えられる. したがって, 音波探査による改良体の出来形計測技術を実現するためには, 改良体と地盤の境界からの微弱な反射を特定する手法が必要となる.

3. 実験方法

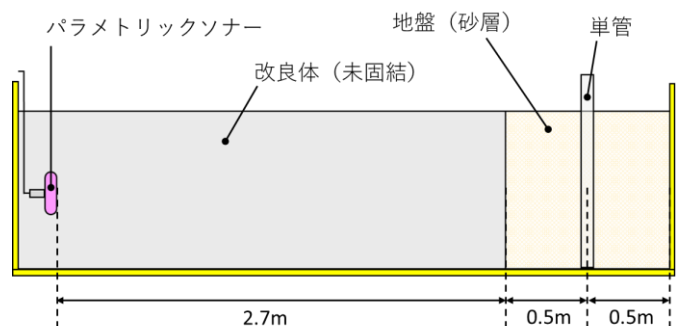


図2. 実験模式図(断面図)

表1. 実験に使用した改良体の構成(重量比)

珪砂6号	普通セメント	水
6	2	2

実験の模式図を図2に示す. 高圧噴射攪拌工法で造成される改良体の改良径は, 大型で凡そ直径5m(半径2.5m)であることから, パラメトリックソナーから2.7m離れた位置が改良体と模擬地盤の境界となるように実験モデルを作成した. さらに, 地盤中の埋設物として, 単管パイプを砂層の中央に設置した. 実験で使用したパラメトリックソナーは, 基礎的研究Ⅰと同様, SES2000(Innomar社製)である.

実験に使用した改良体の配合を表1に示す. 著者らは高圧噴射攪拌工法の施工中にリアルタイムで出来形計測できる技術開発を目指している. そのため, 実験は, 改良体の打設の開始直後から2時間以内に実施した.

キーワード パラメトリック音源, 音波探査, 高圧噴射攪拌工法, 出来形計測

連絡先 〒270-1395 千葉県印西市大塚1-5-1 (株)竹中土木 竹中技術研究所 TEL 0476-47-1700

4. データ分析

改良体と地盤の境界からの音波の反射を特定する方法について説明する。パラメトリックソナー（以下、ソナーと略す）で受信される改良体と地盤の境界からの反射波は、非常に微弱であるため、ノイズに埋もれていると考えられる。しかし、ソナーから境界面までの距離は基本的に変わらないため、反射波は常に同じタイミングで受信することとなる。一方で、ソナーで受信されるノイズはランダムに発生する。したがって、ソナーで複数回受信した反射波の信号波形を、加算、平均することで、ノイズの影響を小さくすることができ、反射波を特定することが可能になると考えられる¹⁾ (図3)。

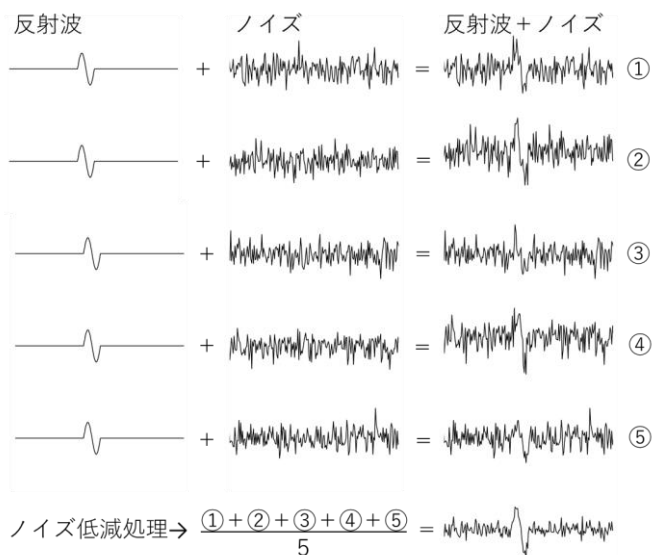


図3. 平均化によるノイズ低減処理の原理

さらに、上記のノイズ低減処理を行ったソナーデータに対し、画像処理で用いられるエッジ検出を適用することで、反射波をより明瞭に特定できると考えられる。

以上の処理（ノイズ低減処理とエッジ検出）を、実験により収録したソナーデータに適用し、その有効性について調べた。

5. 結果

実験により収録したソナー画像と上記のデータ処理を適用したソナー画像を図4に示す。図4より、収録したソナー画像では、改良体と地盤の境界からの反射波が微弱であり、かつノイズの影響により、境界面の検出は難しい。しかし、ノイズ低減処理と

エッジ検出を行ったソナー画面では、実験の設定と同じ、2.7mの位置の反射を検出できている。また、地盤中の埋設物を模した単管パイプからの反射も検出できている。

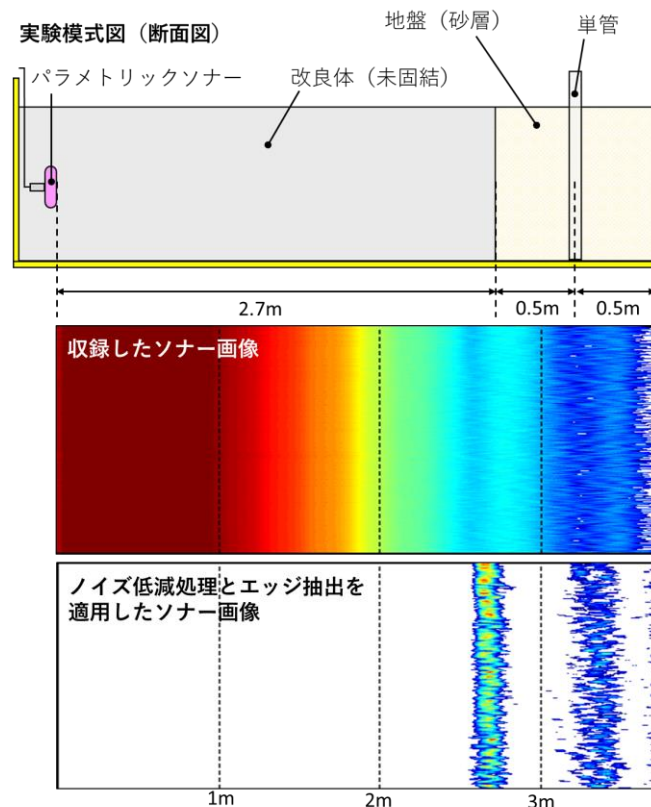


図4. 実験模式図(上)と収録したソナー画像(中)、ノイズ低減処理とエッジ抽出を適用したソナー画像(下)。

6. まとめ

本論では、音波探査により、改良体と地盤の境界からの反射波を特定するために平均化によるノイズ低減処理とエッジ検出を組み合わせた方法を提案した。実験の結果、提案手法は改良径の計測に有効であることが示された。

基礎的研究I及び本論より、パラメトリック音源が高圧噴射攪拌工法の出来形管理に有効な技術であることを示した。著者らは、引き続き、パラメトリック音源を用いた高圧噴射攪拌工法の出来形管理技術の実用化を目指し、開発を進めていく予定である。

7. 参考文献

- 1) Innomar Technologie GmbH. SES-2000 User's Guide, V2.8, 192-194. 2009.