

P波速度と地盤物性にかかわる模擬砂地盤での基礎実験

京都大学大学院 フェロー会員 小山幸則

(株)地域地盤環境研究所 正会員 ○明石健, 山内淑人, 粥川幸司

JFE シビル(株) 正会員 榎原淳一

1. はじめに

地盤を可視化する方法の一つに音響トモグラフィ地盤調査法がある。この方法では疑似ランダム波により周波数が高くかつ減衰しにくい発振波を利用することができ、従来の弾性波探査よりも高精度かつより長距離の探査が可能となっている¹⁾。調査によって得られる結果は、地盤内のP波速度分布と減衰率分布の二種の断面図である。これらの探査結果に基づき地盤内部の状態に関する評価を行うことになるが、この評価方法については、特に地盤物性とどのように関連付けるかという部分に関して、検討の余地があるのが現状である。そこで今回は、二種の評価パラメータのうちP波速度のパラメータに着目し、珪砂を用いた室内土槽実験により、データの評価法にかかわる基礎的な検討を行った。以下にその実験内容および結果について報告する。

2. 実験方法

(1) 実験土槽の概要

実験は直径約30cm、高さ約80cmの円筒形の亚克力製の土槽を用いて行った(図-1)。内側の左右端部に、発振受信センサを上下移動させるスタンドパイプを設け、所定の深度で地盤のP波速度の測定を行った。測定測線は上段と下段の2測線とし、受信センサはそれぞれの測線に対して鉛直方向2cmピッチの4点とした。

(2) 実験に使用した地盤材料

実験では相馬砂を使用し、6号珪砂の単一砂及び6号珪砂と4号珪砂を同質量ずつ混合した混合砂の二種の地盤で実験を行った。最大粒径は、前者が0.30mm、後者が1.18mmであり、均等係数はそれぞれ1.95、3.93であった。

(3) 模擬地盤の作成と測定の手順

地盤材料を土槽に投入した後に、土槽内にゆるやかな水流を発生させ攪拌し十分にエア抜きを行い、模擬地盤を作成した。この状態で最初のP波測定を行う。次に、バイブレータで振動を与えて地盤を締固め、ある一定量の地盤の沈下を確認した後、次のP波速度の測定を行う。このような締固めと測定を繰り返し、締固めの程度が異なる模擬砂地盤に対してP波速度の測定を行った。

3. P波速度の測定結果

P波速度と飽和砂密度との関係を図-2に、間隙比との関係を図-3に示す。前者についてはP波速度が大きくなるにつれて湿潤密度も大きくなる傾向を読み取ることができる。後者については反対に、P波速度が大きくなるにつれて間隙比が小さくなる傾向がある。直線回帰を行うと図に示すような回帰式が得られる。それぞれの決定係数 R^2 は0.7を超え、比較的良好な精度であるといえる。実験は、測線高さを変えた場合や砂材料を変えた場合などのいくつかの条件下で行っているが、砂地盤としての全体の傾向を確認することが必要と考え、図には全データを区分せず一括して掲載している。

キーワード 模擬地盤, P波, 密度, 間隙比, 可視化

連絡先 〒113-0034 東京都文京区湯島1丁目8番4号 (株)地域地盤環境研究所 東京事務所 TEL 03-3812-4792

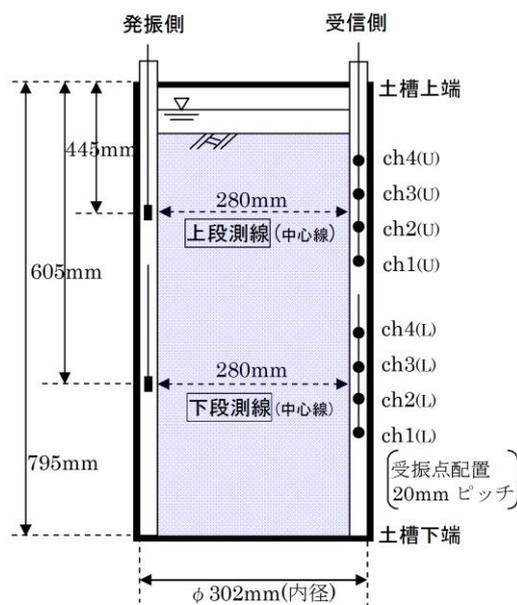


図-1 実験土槽の模式図(側面)

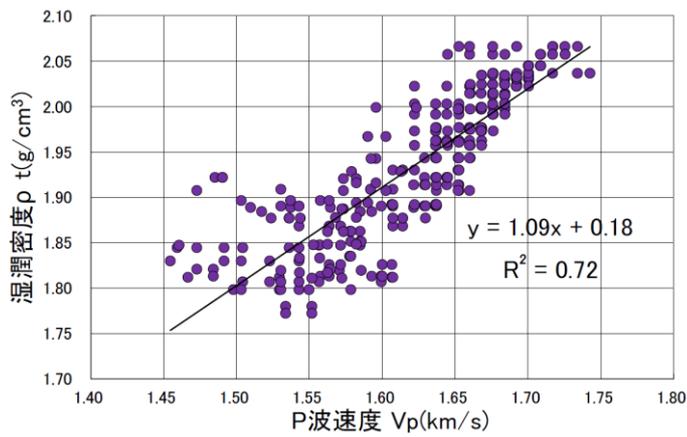


図-2 P波速度と飽和砂密度の関係

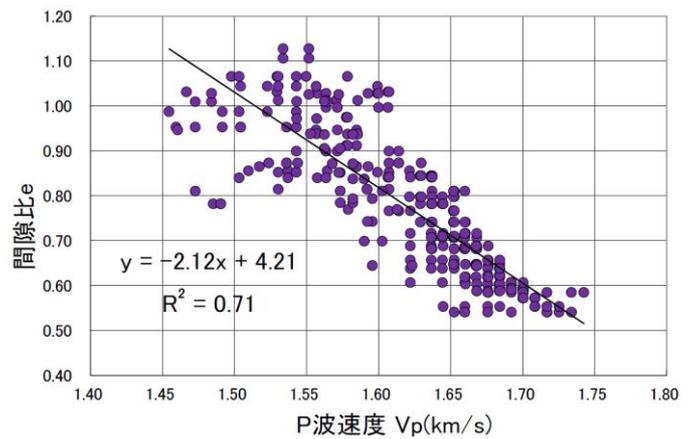


図-3 P波速度と間隙比の関係

4. 地盤物理量の2次元断面図化の試み

今回の実験で得られた回帰式に準拠した場合、P波速度から砂の基本的物理量を算出することが可能となる。そこで、一つの試みとして、過去に実施した音響トモグラフィのP波速度測定結果²⁾に対し、今回の回帰式を用いて図化作業を行った。その結果を図-4と図-5に示す。前者は湿潤密度の分布にかかわる表示例であり、後者は間隙比の分布にかかわるものである。

今回の結果を実際の原位置調査に適用するには、当然のことながら、適用条件の詳細な検討が必要なことは言うまでもない。しかし、具体的な物理量を実験式から導ける可能性を示せたことは、地盤評価法の高精度化に向けた前進であると考えられる。実際の原位置での調査結果について地盤状態の総合評価を行う場合、湿潤密度や間隙比分布が、重要な参照情報となるものと考えられる。

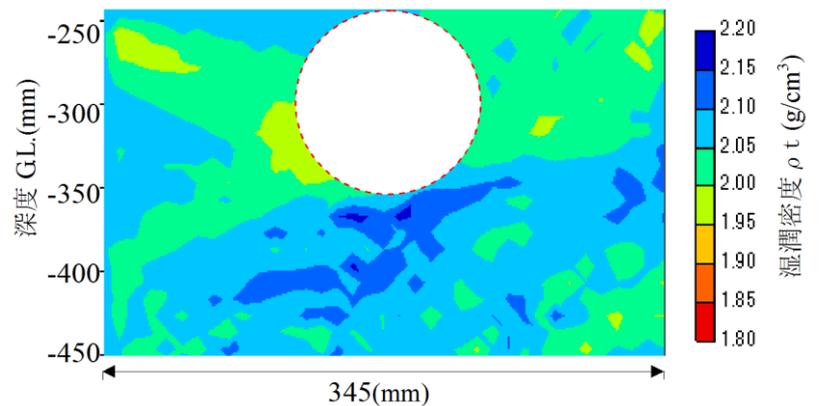


図-4 実験回帰式に基づく湿潤密度分布の表示例

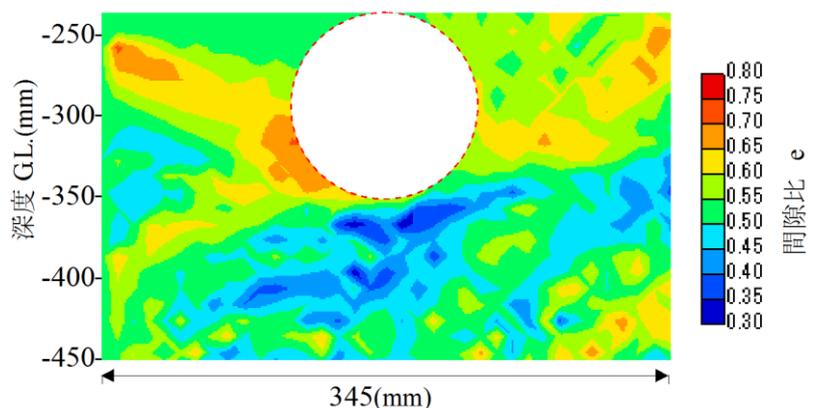


図-5 実験回帰式に基づく間隙比分布の表示例

5. おわりに

今回は模擬砂地盤における実験結果を報告したが、実際の地盤は複雑かつ多様である。したがって原位置データとの照合および分析も重要であり、今後はこのような観点からの研究も進めていきたいと考えている。

参考文献

- 1) 澤田, 後藤, 粥川, 山内, 早川, 榊原: 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, 土木学会 第64回年次学術講演会, pp. 371~372, 2009年9月.
- 2) 小山, 粥川, 山内, 管, 榊原: 音響トモグラフィによる噴砂にともなうトンネル周辺地山の緩み領域の可視化, 土木学会 第65回年次学術講演会, pp. 839~840, 2010年9月.