

ソナーを使用したチャンバー内の可視化に向けた基礎実験

鉄建建設(株) 正会員 ○山田 宣彦

鉄建建設(株) 正会員 岩瀬 隆

(株)アーク・ジオ・サポート 森 裕之

東京大学名誉教授 浅田 昭

1. はじめに

泥土圧シールド掘進中の施工管理にあたっては、チャンバー内の土砂性状が適切な塑性流動性を有していることを、排土性状から目視観察や試験等により確認する。また、適正なチャンバー内圧力を設定し、チャンバー内圧力勾配等をリアルタイムに監視するといったチャンバー内圧力のモニタリングを行うことが重要である。これまで、シールド本体のスキンプレート内側からソナーにてシールド外周の地山状態を計測し、計測結果の妥当性を検証した¹⁾。今回その成果を利用して、チャンバー内圧力変化の測定を行うために、チャンバー隔壁のシールド機体側にソナーを取り付け、チャンバー内の土砂と非接触な状態で計測を行うことを検討した。本稿では、データ収集を目的にチャンバー内土砂を模擬した土槽を用いて行った試験について報告する。

2. 計測の概要

塑性流動性のモニタリング項目の一つに、チャンバー内圧力の加圧状況と推移を確認する管理項目がある。チャンバー内の圧力勾配の傾きにずれが生じた場合、チャンバー内土砂の分離・沈降が生じている可能性があり、切羽土圧の不安定化につながる。そこで、切羽土圧とチャンバー内土砂の密度には関係があることに着目し、今回はチャンバー内土砂の密度を計測することで、チャンバー内の可視化を検討した。図-1にチャンバー隔壁のシールド機体側にソナーを取り付けた前方ソナー計測概要図を示す。ソナーからチャンバー内に向けて超音波を発信すると、カッタースポークで反射する。発信からその反射波受信までに要する時間は、チャンバー内土砂の性状・密度により異なる。密度と音速度および反射強度には一定の関係があることから、土砂の密度を推定することができる。

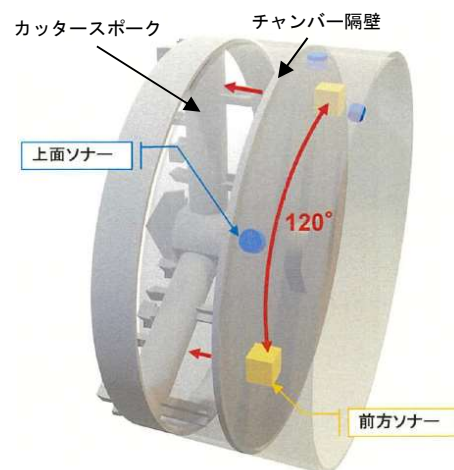


図-1 前方ソナー計測概要図

3. 土槽を用いた試験計測

3. 1 試験概要

試験にはチャンバー内の土砂を模擬した泥土を投入した土槽を作成した(図-2)。泥土は砂質土に重量比で15%と25%のベントナイトを混ぜた飽和した土砂を用い、カッタースポークを模擬した円筒管を土槽作成時に埋め込み、チャンバー隔壁を模擬した厚さ50mmの鋼板の上にソナーを載せて下向きに計測を行った。ソナーと鋼板の接触面には、計測に悪影響のある鋼板内多重反射波の減衰に効果があるとともに、間隙に馴染み、超音波の伝搬に優れたシリコンラバー(厚さ1mm)を挟

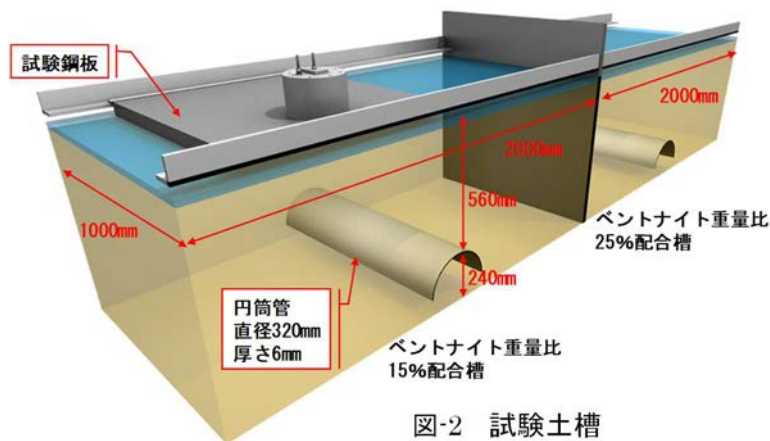


図-2 試験土槽

キーワード シールドトンネル, 切羽土圧, ソナー, 計測, 解析

連絡先 〒101-8366 東京都千代田区神田三崎町 2-5-3 鉄建建設(株)土木本部地下・基礎技術部 TEL03-3221-2165

んだ(図-3). 計測は, ソナーを偏心させて載せた鋼板を 30mm ごとに円筒管をまたぐように移動させながら, 計測点ごとに周波数 35kHz, 波数 5 で計測を行った. 試験概要図を図-4 に示す. この周波数と波数の組み合わせは簡易な土槽を用いた予備試験により, 今回の試験条件, 計測距離および泥土の密度を勘案して設定した.

3. 2 計測結果

ベントナイト重量配合比率 15%および 25%の土槽上から, 周波数 35kHz の超音波を発信した. 図-5 に円筒管上端反射波形の解析結果を, ベントナイトの重量配合ごとに示す. 赤色部分は音速が早い部分(1800m/s 以上)を表示しており, 緑色と青色は音速が赤色より遅い部分(1800m/s 未満)を表示した. 音速度の色調を追加することで, 反射波から円筒管の形状を捉えることができ, 音速度に明確に差があることから土質の差異についても確認することができた.



図-3 ソナーによる計測状況

4. まとめ

チャンバー内土砂とカッタースポークを模擬した円筒管を配置した土槽での試験により, ソナーの適用性の確認と解析のためのデータを収集することができた. 今後は解析手法を深度化するとともに, 得られた解析結果と密度, 土圧との関係を導くために, 要素試験や実機での搭載試験によりデータを収集する予定である.

参考文献

- 1) 山田ら: シールド外周の地山状態計測の開発と検討, トンネル工学報告集, 第 32 巻, II-6, 2022. 11

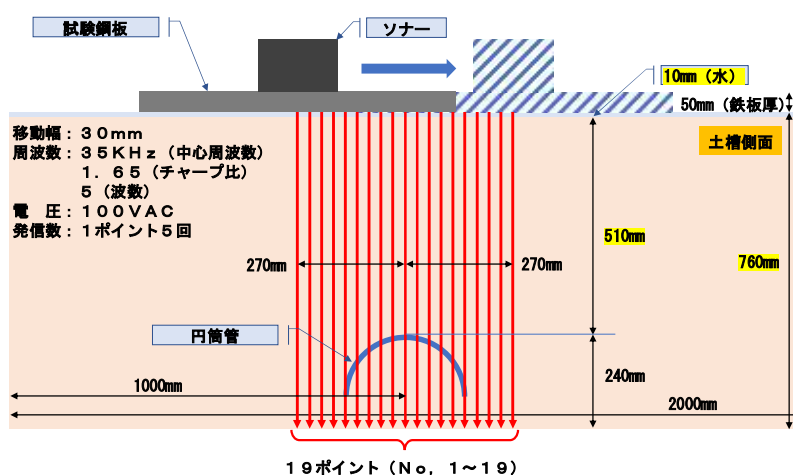


図-4 試験概要図

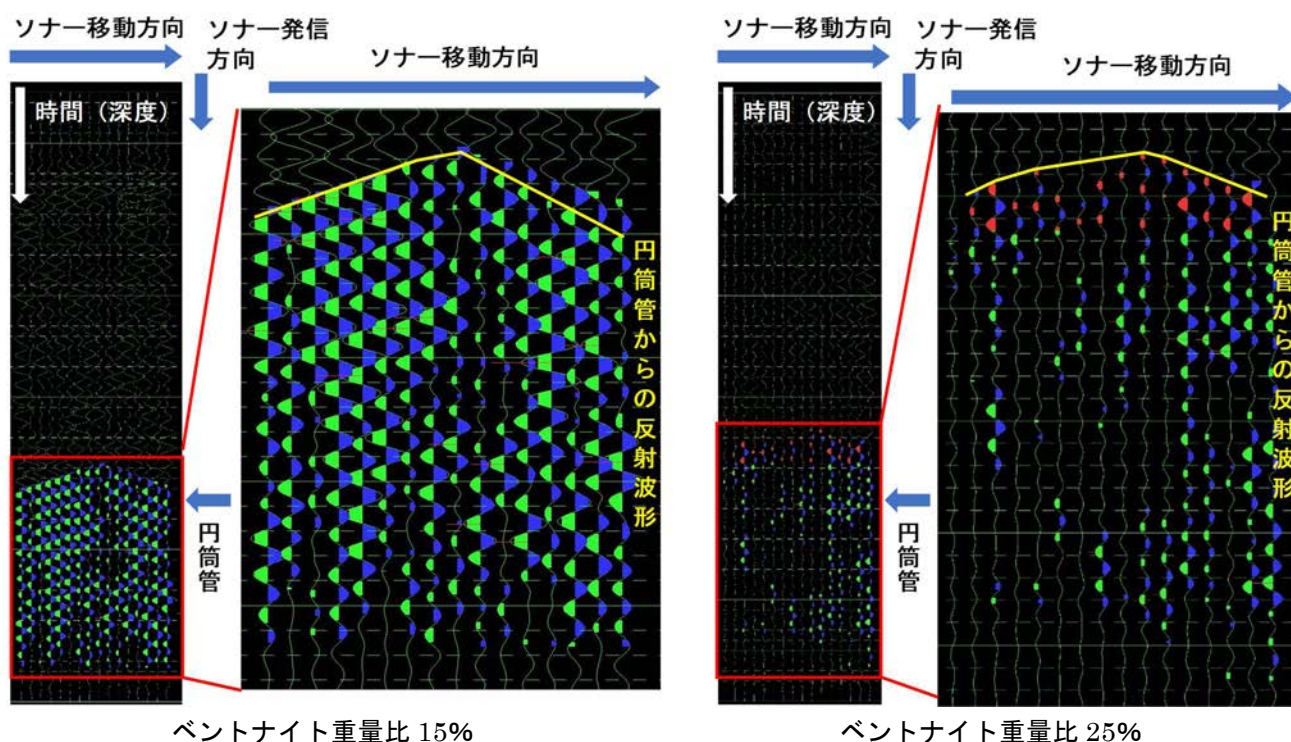


図-5 土層での円筒管上端反射波形解析結果