

シールド機外周の地山状態計測へのソナーの適用検討

鉄建建設(株) 正会員 ○岩瀬 隆
(株) アーク・ジオ・サポート 浅田 昭

1. 目的

密閉式のシールド工法では、掘進機で地山は全て覆われており山岳トンネルのように地山の状況を直視することができないため、切羽の崩壊の兆候を捉えることが難しい。切羽保持のため、トライアル区間を設けての設定圧と地盤の挙動とのすり合わせ、チャンパー内の塑性流動性の維持、排土量の監視や統計処理など様々な対策がとられているが、地質条件が変化する区間では地山と共に変化する適正值の見極めが難しく、地表面に変状が現われてから切羽保持圧の設定値と適正值の乖離を認識するケースが多い。

このような地表面変状を防ぐには、原因となる地盤の緩みを数値化又は可視化して、切羽保持圧の見直し、遅硬性の充填材を注入するなどの対策の初動を早めることが重要になる。そのため機械運転データによる間接的な地山状態の把握手段とは異なる直接的な測定手法が望まれる。

地山安定度や余掘り範囲の測定には、機外へ向けて測定器を突出させて貫入抵抗を測定するものや電磁波レーダなどが一般的である。機外での接触型の計測器のためシールド機への装備には専用設計が必要となる。

本研究は、カッターで切り崩された部分と未掘削の地山部分の境界までを余掘り領域と考え、シールド機からその境界面までの距離の(地山)非接触での計測の実現を目指し、ソナーの適用性を検討したものである。

2. 計測の概要

本研究における外周地山の計測方法の概要を図1に示す。カッターヘッドにより切り崩された領域とその外側の健全な地山部分では音響インピーダンスが異なるため、その部分に向けて(超)音波を発信するとその境界で反射が生じる。その反射波を受信するまでの時間と、泥土中の音速からその境界までの距離を数値化することが出来る。シールド機直上の地山状態計測は上部の外殻(スキンプレート)内面に外周へ向けて取付けたソナーで行い、シールド機前方(上部)の地山状態計測は隔壁の機内側に前方に向けて密着させた音響パラメトリック・サブボトム・プロファイラ(PSBP)でチャンパー内の泥土又は泥水およびカッタースポーク越しに計測する。

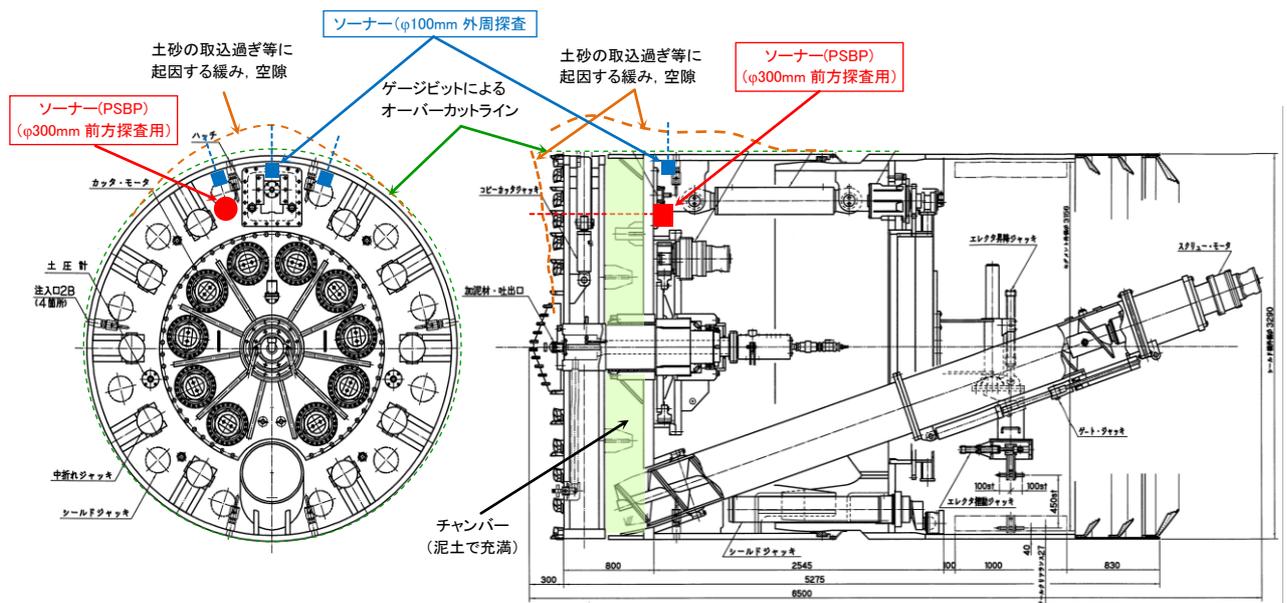


図1. ソナーを用いたシールド外周地山状況計測概要図

キーワード シールド工法, 余掘り, ソナー, 計測

連絡先 〒286-0825 千葉県成田市新泉9-1 鉄建建設(株)建設技術総合センター研究開発センター施工技術G

3. 特長

ソーナーを用いたシールド外部地山状態計測手法の特長を以下挙げる。

- 鉄板越しに探査可能なため、取付及び構造が簡易
- シールド機への後付けが可能
- 探査用機器を確実に回収、転用が可能
- 磁気探査、電磁波レーダのようにシールド機本体(金属)の影響を受けにくい。

4. 模擬地盤での試験計測

粘性土と砂質土を十分に締め固めて作成した模擬地盤の上に、実際のシールド工事の掘削土(泥土状)、シールド機外殻及び隔壁を模擬した鋼板を重ねた上にソーナーを載せて下向きに計測を行った(写真1.)。その解析結果(図2.)では、計測波形から超音波発信後に鋼板内を往復する波形(残響)を信号処理で取り除くことによって、模擬地盤に設けた段差に倣うように深度が変化する反射波の様子を抽出できた。

5. 実機での試験計測

実際の使用環境下での計測状況の確認と実機への取り付け方法の検討のため、当社施工中の現場にて試験計測を実施した(写真2,3.)。シールド機への取り付けは強力マグネットを用いた簡易的な治具を試作し、密着性と取扱い性能が良好であることを確認した。計測環境の影響については、インバータを用いたカッター駆動方式ではノイズの影響を強く受けることが確認され、今後解析を進めるとともに対策を検討してゆく。

6. まとめ

模擬地盤での計測では解析により掘削泥土と模擬地盤との境界面からの反射波を抽出することができ、実機では取付手法と計測環境の影響について確認できた。今後、実機での計測データを蓄積しながら信号処理、解析手法の深度化を図り、リアルタイムでの境界面の深度の数値化・可視化の実現を目指してゆく。



写真1. 模擬地盤での試験計測状況

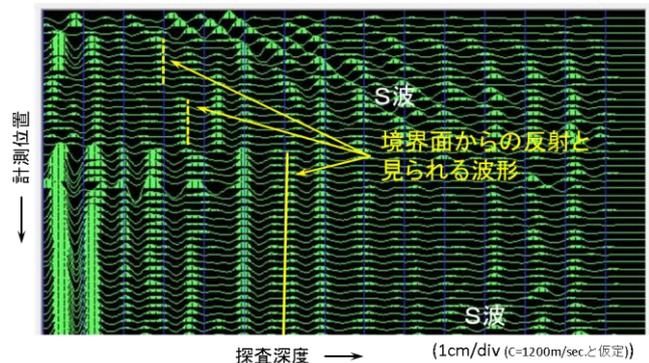
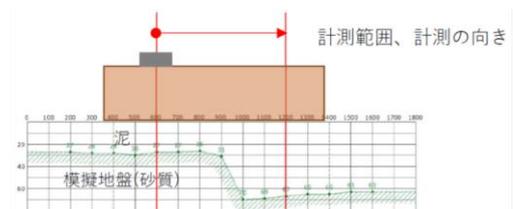


図2. 模擬地盤での測定波形解析結果 (一部)



写真2. 実機へのソーナー取付状況 (外周向き)



写真3. 実機での試験計測状況