

シールド機外周の地山状態計測システムについて実用化研究・検証（その2）

鉄建建設(株) 正会員 ○竹田 茂嗣
 鉄建建設(株) 正会員 岩瀬 隆
 (株)アーク・ジオ・サポート 村越 誠
 東京大学名誉教授 浅田 昭

1. 目的

模擬地盤を用いた計測で掘削泥土と模擬地盤との境界面からの反射波を抽出でき、その後に装置を実機に取り付け計測環境の機器への影響について確認したことを過年度に報告した¹⁾。同報告で課題とした、鋼板内の多重反射の影響を最小限にすることについて、その後の研究により計測および解析方法について一定の知見が得られている。本報告では、その知見を基に実機に取り付け計測し得られたデータの解析結果²⁾について、正確度を検証したので報告する。

2. 検証方法の概要

解析した結果の正確度（閾値等含め）が明確でなかったことから、シールド外周の地盤の緩み範囲を土槽内で模擬し、ソナーによる計測及び解析を行って緩み範囲を特定し、装置による計測の妥当性を確認する。（図-1）

2. 1 模擬地盤の製作

2,000 mm×1,000 mm×深さ 500 mmの土槽に層厚 440 mm～470 mmの十分に圧密した粘性模擬地盤を製作した。模擬地盤上には加泥材を混ぜた泥土を 30 mm～60 mmの厚さで覆い被せるように充填した。

2. 2 計測方法

土槽上に、シールド本体のスキンプレートを模擬した厚さ 50 mmの鋼板を設置し、計測は、鋼板の中心にソナーを置いて鋼板を移動させながら行った。（写真-1）計測は地点毎に 80～100 kHz を 1kHz ごとに、波数 3 及び波数 4 で行った。

2. 3 解析方法

検証の対象とする実機のデータ解析²⁾では、基準とする計測回及びその一計測回前のデータを用いその差から音響反射面を算出したが、シールド掘削機が停止状態での反射波の確認は難しかった。（図-2）

今回の模擬地盤での計測は、実機計測で反射波の確認が困難だった、シールド掘削機停止状態に相当する。今回の試験でソナーの一計測回程度の移動距離では、計測対象の地盤の高さに変化が少なく、層厚の変化の算出が困難であった。

そこで、解析は得られたデータについて、基準とする測定回に対して当該回の過去の複数回分又は将来の複数回分若しくはその組み合わせたデータを選定平均し当該基準回との差を求めて行った。（図-3）

キーワード シールドトンネル、余掘り、ソナー、計測、解析

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 TEL0476-36-2359

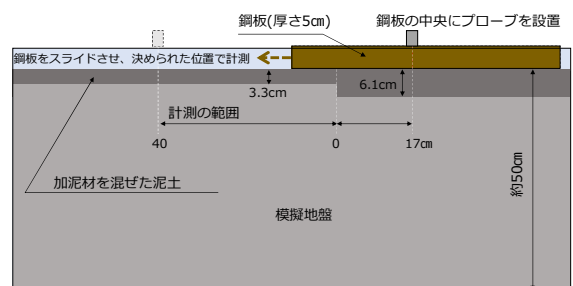


図-1 模擬土槽を用いた計測検証

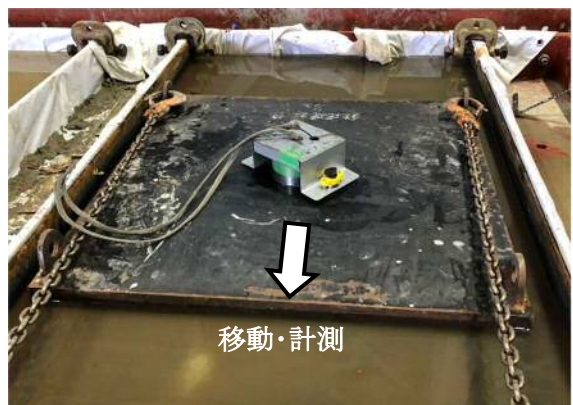


写真-1 模擬地盤の計測状況

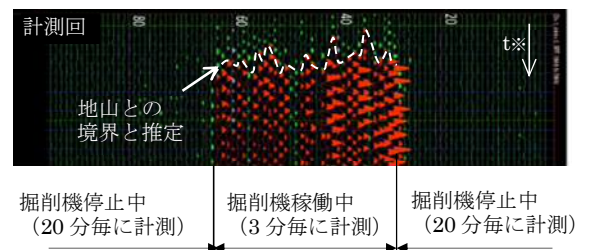


図-2 実機のデータ解析結果（過年度解析結果）

※ソナーが反射波を受信するまでの時間であり、シールド外部からの距離に変換できる。

なお、連続パルス波について3波と4波では音波伝搬の強さが異なり、一方で分解能に影響する。解析した結果を評価する際に計測対象の探査深度等を考慮して使い分けることが適当である。

3. 解析結果

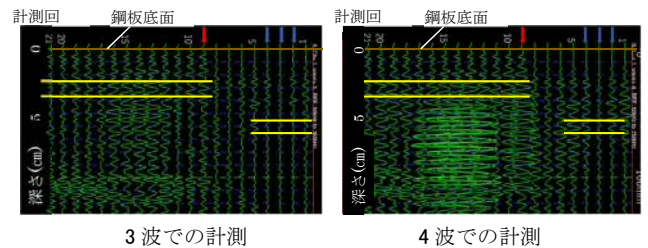
掘削泥土と模擬地盤との境界面からの反射波を抽出できた。各地点において計測し解析した反射波の受信に要する時間から推定される距離について実測した模擬地盤形状と比較したところ、その結果は模擬地盤の地形に近似するものであった。(図-4) 基準とする計測回との差を求める他の計測回の選択を検討、基準とする回とある程度乖離していることから、模擬地盤までの計測距離の変化量を確認できたものである。

4. まとめ

解析手法を検討し、シールド掘削機停止状態でも反射波の確認が可能な解析手法を開発した。

基準とする計測回の地点に対して当該地点計測時の過去複数回分又は将来複数回分のデータを平均した値を用いて、その差から解析を行ったところであるが、その差を求めるために用いる計測回の選択の適否は、解析によって得られた結果から判断する。

構築したシステム(図-5)について、一連のソーナーの適用の検討及び実機搭載による継続した計測と解析手法の検討によって、探査システムとして実用の可能性を示唆することのできる成果を得ることができた。



- ↓ : 基準とする計測回
- ↓ : 基準との差を求めるために選定した回
- : 反射波の見られる範囲

図-3 解析結果(模擬地盤からの反射波)

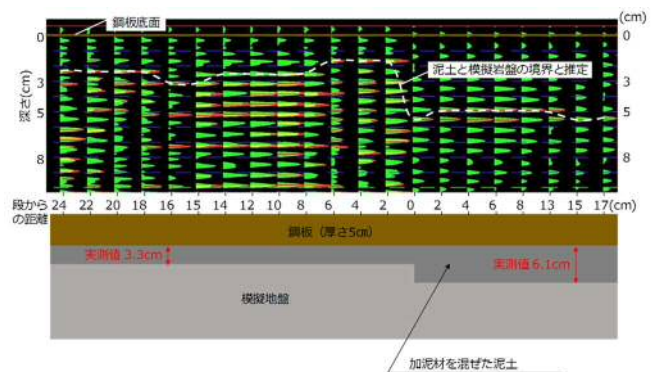


図-4 反射点と模擬地盤形状の比較

※赤は波形(振幅の絶対値)の最大値に対して0.3以上となるものを示し、その立ち上がりは模擬岩盤との境界と推定される。
※ここでは0.3を閾値とした。

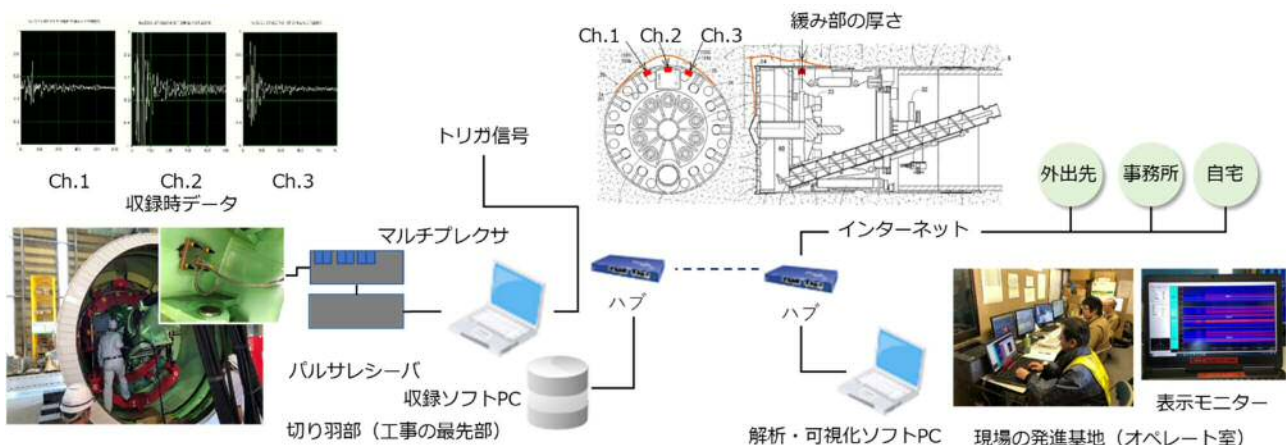


図-5 構築したシステムの概要

参考文献

- 1) 岩瀬 隆, 浅田 昭: シールド機外周の地山状態計測へのソーナーの適用検討, 土木学会第74回年次学術講演会, VI-486, 2019
- 2) 山田 宜彦, 橋本 崇俊, 村越 誠, 浅田 昭: シールド機外周の地山状態計測システムについて実用化研究・検証(その1), 土木学会第77回年次学術講演会, 2022