

シールド工法の電磁波を用いた 切羽前方探査システム（シールドアイ）の現場適用

戸田建設株式会社 正会員 ○古賀 稜也
戸田建設株式会社 正会員 中村 太三
戸田建設株式会社 非会員 市川 政美

1. はじめに

シールド工法は、切羽地山の保持や施工環境の向上などの点から、泥水式や泥土圧の密閉型シールドが主流となっている。このため、施工者が直接自分の目でトンネル前方の状況を確認できないという課題がある。また、シールド工事の長距離・大深度化に伴い、掘削する土質は事前に行うボーリング調査で、部分的なデータから地層を想定するため、正確な土層の構成・性状の把握ができず、掘削土量や切羽圧などの各種管理が難しくなっている。そこで、この課題に対し、各種残置杭などのシールド機前方の障害物の探知とともに、カッターヘッド前面の切羽土質判別を可能とする切羽前方探査システム（以下、シールドアイと記述）を開発し、その性能を向上させてきた。本技術はシールド機カッターヘッド前面に送・受信アンテナを装備し、面板の回転に伴い、連続的に、リアルタイムに切羽の土質判別や障害物の有無を探査することができる。本稿では、シールドアイの概要と現場での適用について報告する。

2. 土質判別のメカニズム

カッターヘッド前面（以下、面板と記述）に設置されている送信アンテナから電磁波を発信し、誘電率の異なる障害物による反射波や前面の土質を透過した表面伝播波を受信アンテナが受信する。反射波は反射物がある場合のみ受信されるが、表面伝播波はアンテナ近傍の表層部で通過する電波であり、反射物がなくても必ず受信されるものである。（図-1、図-2）

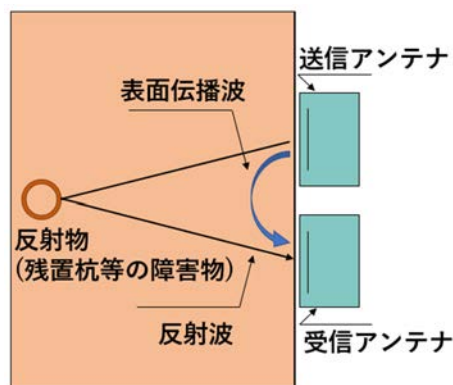


図-1 送受信メカニズム

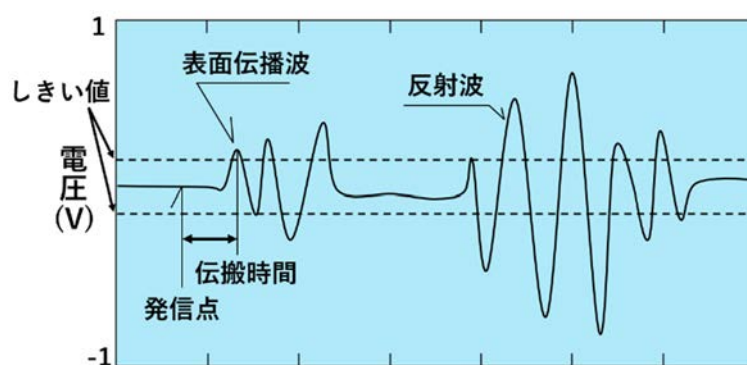


図-2 受信波形

この前面の土質情報を含んだ表面伝播波によって、切羽土質の判別を以下の方法により行うことができる。

- ① 土質によって電波の速度が異なるため、伝搬時間を測定し、土質ごとの伝搬時間で区分することで土質判別を行う方法。
- ② 土質によって電波の減衰度が異なるため、電圧値を測定し、土質ごとの電圧値で区分することで土質判別を行う方法。

キーワード：シールド、土質判別、全面探査、電磁波

連絡先 戸田建設株式会社 東京都中央区八丁堀 2-8-5 TEL0120-805-106 FAX03-3551-8912

面板の回転に伴い、送受信アンテナも360度回転するため連続的に掘削面全面の土質を判別することができる。図-3は砂層と粘土層の区分値範囲を設定し、掘削面360度分の電圧値による土質判別を行った例である。

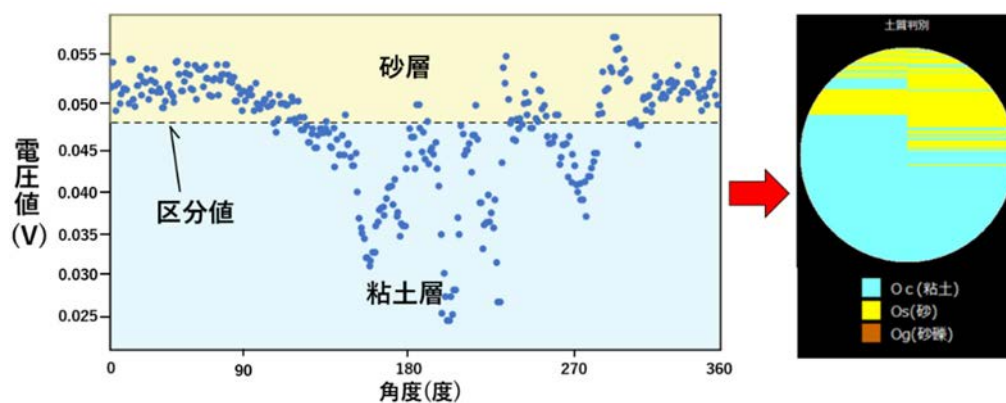


図-3 土質判別

3. シールドアイによる実現場での土質判別

判別を行うための電圧値範囲の設定は、図-4に示す事前のボーリング調査①1063Rでの実際の土質分布（黄色：砂、水色：粘土）をもとに、その位置での表面伝搬波の電圧値の計測結果から行った。ボーリング調査の実施していない1240Rでの事前の想定縦断面図では、粘性土が大部分を占める掘削断面と想定されていたのに対し、図-5

が示すようにシールドアイの探査では、砂が大部分を占める結果となった。実際、掘進時の排土状況においては、砂が優勢であったことが確認されており、おおむね探査結果が示した土質を示したと想定される。また、

事前のボーリング調査②1340Rにおいては、図-4が示すように、ボーリング調査結果とシールドアイでの探査結果は、おおむね同様の土層状態を示し、シールドアイによる土質判別ができていたことが示された。

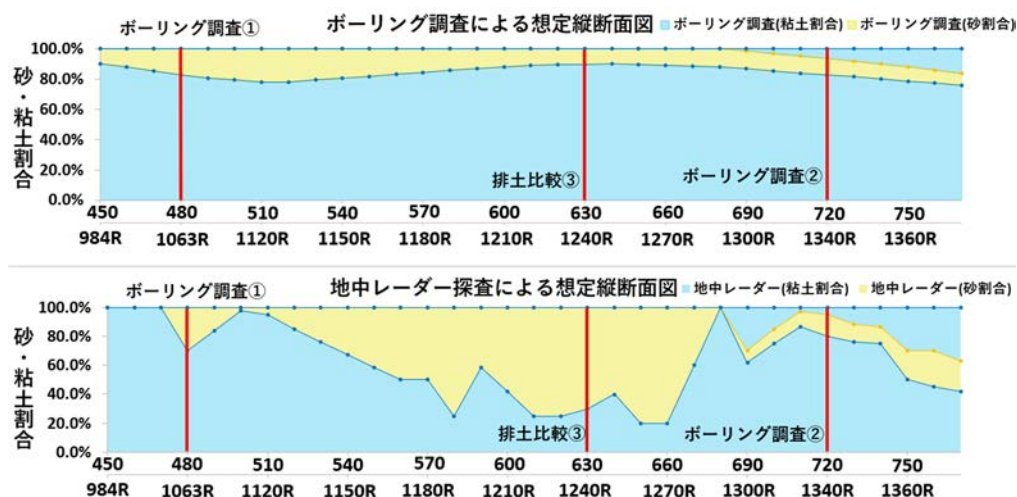


図-4 想定縦断面図と探査結果の比較



図-5 1240Rでの想定断面図(左)と計測結果(右)

4. おわりに

電磁波を用いて土質判別を行うシールドアイのメカニズムとシールドアイによる実現場での土質判別結果について報告した。今後は、精度をさらに向上させていくためにN値や掘削中にビットにかかる抵抗など、の情報を組み合わせて判別を行うことでさらなる精度の向上を行うことができると考える。また、複数の切羽の情報を蓄積していき、最適な電圧の範囲をAIに解析させるなどして土質判別のAI化についても今後検討していく予定である。