

崩壊性地盤を高速施工する泥水泥土複合式シールド工法の掘進

大成建設株式会社 千葉支店 東電印西シールド作業所 正会員 ○橋本 聡
 大成建設株式会社 千葉支店 東電印西シールド作業所 赤松 正博
 東京電力パワーグリッド株式会社 工務部 送変電建設センター 正会員 出雲 力斗

1. はじめに

崩壊性砂質地盤（細粒分含有率8.0%～10.5%，均等係数2.3～2.4）にマシン外径5.45mの泥水泥土複合式シールドで電力洞道を構築した。当初，地域から早期の電力供給を要望されたことからトンネルは高速施工に対応できる泥水式シールドで計画した。しかし，泥水式シールドでは崩壊性地山に対し逸水や切羽崩壊の恐れがあるため，その兆候が見られた時には泥土圧シールドに切り替えることが可能な泥水泥土複合式シールドを採用することにした。泥水式シールドを基本に設計したシールド機で泥土圧シールドとしての掘進が可能かの検証と，地山の崩壊を検知するために装備したシリンダー式および超音波式の2種類の探査装置の有効性を検証したのでここに報告する。

2. シールドの設計

シールド機の構造図を図-1に示す。基本的には泥水式シールドをベースに設計し，泥土圧掘進用にカッターヘッドをスポーク形状とし，スクリュコンベアと加泥注入口を設けた。さらに，マシンには，切羽崩壊の兆候を捉えるため，シールド掘進時のマシン直上の地山の緩みを計測可能な地山探査装置をマシンに装備し，リアルタイムでの計測を実施することとした。

3. シールド機的能力

図-2に泥水式から泥土圧に切り替えた前後の掘進データを示す。上からストローク速度，切羽土圧，シールドジャッキ圧力を示している。泥土圧に切り替えると掘進速度は落ちるが，ジャッキ圧力を上げることで切羽土圧の安定を保ち掘進することができた。

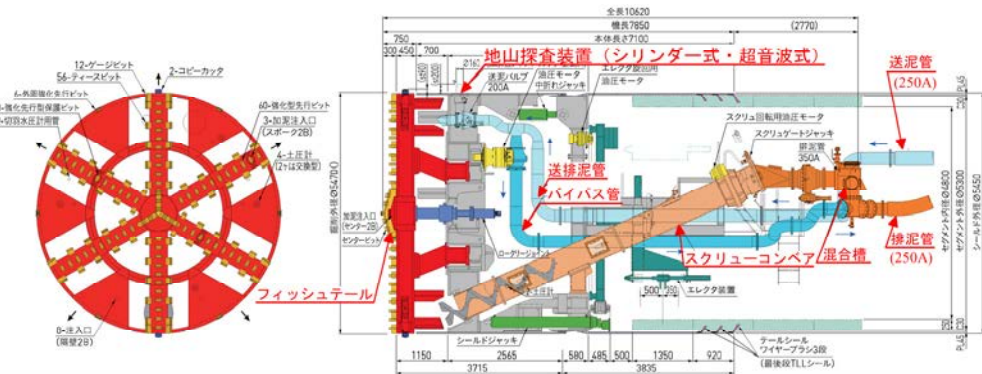


図-1 シールドの構造図

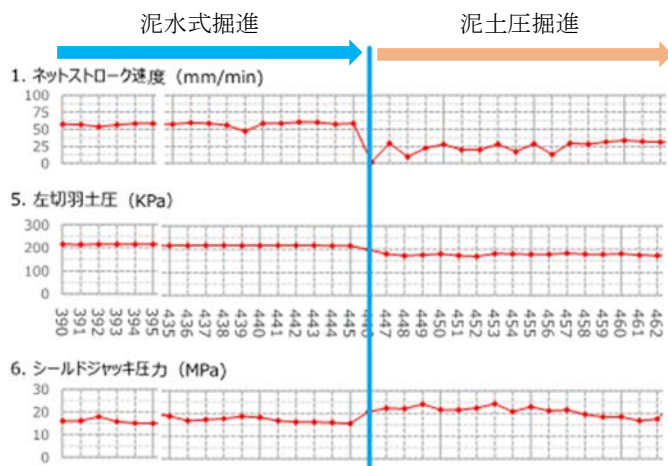


図-2 泥水式から泥土圧式に替わる前後のデータ

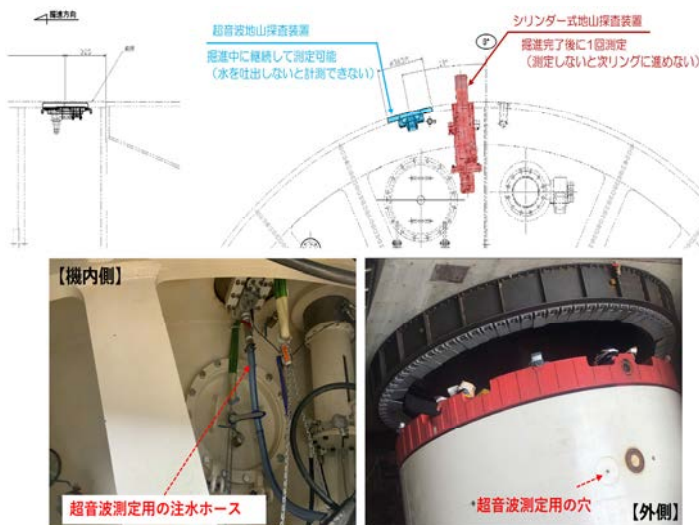


図-3 地山探査装置（シリンダー式・超音波式）の構造図

キーワード 高速施工，崩壊性地盤，複合式シールド，シリンダー式地山探査装置，超音波式地山探査装置
 連絡先 〒270-1350 千葉県印西市中央北1丁目3の3（CNCビル内）
 千葉印西エリア洞道新設工事共同企業体 東電印西シールド作業所 TEL0476-48-2360

【流体管理画面での表示：Aktio】



【掘進管理画面での表示：ENZAN】



図-4 地山探査装置（超音波式）の管理画面

4. 地山探査装置の機能

地山探査装置は前胴先端から 1,075mm の位置に、シリンダー式（マシン直上から左方向へ 5° 傾斜）と超音波式（同 13° 傾斜）の 2 種類の地山探査装置を取り付け、掘削中に計測した。計測結果は、流体管理・掘進管理画面で常時表示可能とした。超音波地山探査装置は水を出さないと計測ができないため、1) 掘進を開始すると、自動で超音波装置用給水バルブが開く設備とした。2) 中央監視室でもバルブを手動操作できるようにした。3) 超音波用に水を出すと偏差流量に影響するため、流量計を設置して偏差流量の補正をできるようにした。構造図を図-3 に、管理画面を図-4 に示す。

5. 地山探査装置計測結果

計測結果の代表例として、840R 掘進時の記録を図-5に示す。超音波式による測定値は 20mm の近傍を推移し、連続的に安定したデータが計測できた。一方、シリンダー式は、掘進完了後に 1 回計測を行い、計測開始後に超音波式のデータと合致する 20mm で一時的に停止したのち、再度約 50mm 伸長し最終的に 70mm を測定した。裏込め注入量より求めた想定ボイド量と地山探査装置による計測結果を図-6に示す。シリンダー式と超音波式の計測値の差は最大 180mm であった。想定ボイド量と地山探査装置による計測結果は掘進初期では超音波式に、本掘進ではシリンダー式に追従した。泥土圧掘進区間で、シリンダー式では見逃した空隙を超音波式では察知できた。

6. まとめ

泥水泥土複合式シールドの機構を活用し、本工事の課題であった、崩壊性砂地盤の切羽安定と高速施工（最大月進 530m/月）を両立した施工を実現した。以下、得られた知見をまとめる。

- ・泥水式シールドを基本に設計したシールド機で泥土圧シールドとしても掘進が可能であった。
- ・掘進中に連続的に空隙を計測が可能である超音波式の計測方法が効果的であると確認された。
- ・シリンダー式だけでは地山の崩壊を見落とす可能性もあり、超音波式とシリンダー式の両方で管理することが望ましい。



図-5 地山探査装置計測結果（840R）

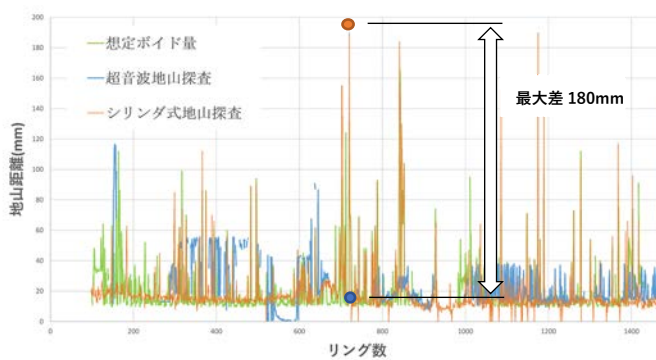


図-6 地山探査測定値と想定ボイド量