

### III-62 大断面泥水シールド掘進に伴う地盤変形(軟弱地盤)測定結果について

帝都高速度交通営団 正員 中島 信  
 正員○米島 賢二  
 パシフィックコンサルタンツ 正員 中村 兵次

1. はじめに 市街地における土木工事では、工事による近接・交差構造物等への影響を把握し、それらに対する防護方法を考える上で、地盤変形を予測することは大変重要な事柄である。

営団においては、長年の計測により洪積地盤における泥水シールド掘進に伴う地盤変形予測手法をほぼ確立することができた。また、軟弱地盤においても辰巳シールドの計測を基に暫定的な軟弱地盤における泥水シールド掘進に伴う地盤変形予測手法を決定し、7号線第1期工事における近接構造物の影響検討に使用してきた。軟弱地盤における地盤変形はシールド施工条件や地盤条件等の影響を強く受けるので、一現場のみの解析では地盤変形予測手法が確立されたとは言いがたい。このため、軟弱地盤における地盤変形予測手法確立を目的に、7号線第1期工事区間の軟弱地盤を掘進する神谷シールドにおいて、地盤変形測定と解析上に必要なシールド施工に関する項目について計測を行った。今回はその計測結果について報告するものである。

2. 地盤及び測定内容 現地の地盤は表土の下に、N値3~8を示す細砂層、N値が殆ど0の軟弱なシルト層、そしてN値5.0の礫層より構成され、それぞれの層厚は1.0m、2.5m、17.0m、8.0mである。また、地盤変形計測機器は図-1のように配置し、水平変位、鉛直変位、間隙水圧についてシールド通過前100mから通過後6箇月間測定した。また、シールド施工時のカッター圧、泥水のテールボイドへの回り込み、テール近傍で地盤に作用する圧力(裏込め圧力)の経時変化を表-1の方法により、計測をした。なお、計測地点における泥水圧は静止側圧からカッター圧を差し引いた圧力(1.6kg/cm<sup>2</sup>)で施工した。なお、ここで比較の対象としている辰巳シールドでは、軟弱層が深くシールド下面から約20mとなっていること、その軟弱層の強度がやや小さいこと、および泥水圧が静止側圧2.5kg/cm<sup>2</sup>とやや高いことが神谷シールドと異なっている。

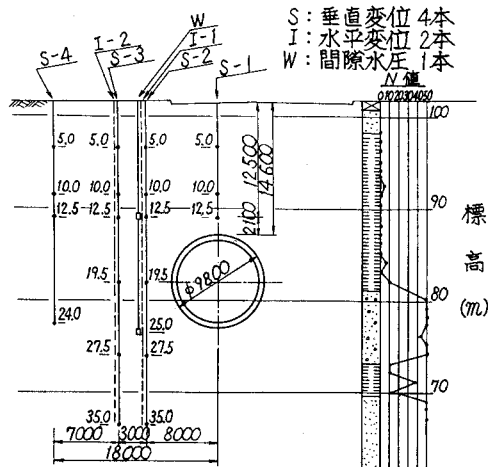


図-1

表-1 シールド施工関連項目の計測方法

項目	計測方法
カッター圧	カッターフェイス脚部1箇所に歪計を設置する。カッターフェイスの回転ごと計測し、カッターフェイス全圧力を求める。
泥水のテールボイドへの回り込み	シールド中部部スキンプレート全周にほぼ均等に5箇所ボールバルブを設置し、概ね100リングごとにバルブを開けて泥水の回り込みを確認した。
テール近傍の圧力経時変化	A、Bセグメントの注入孔に圧力計を5箇所設置し、地盤変形調査面所付近で計測した。

### 3. 測定結果

1) 地表面変位の経時変化 神谷シールドと辰巳シールドの地表面の沈下状況を図-2に示す。最終沈下量は神谷シールドより辰巳シールドの方が大きい。また切羽到達前の隆起が辰巳シールドでは5mm程度見られたが、神谷シールドでは見られなかった。さらに、裏込め注入時及び近接構造物防護用の二次注入時に若干の隆起が見られ、シールド通過後、地盤が落ち着くまで長期間沈下が続く傾向は辰巳シールドと同様であった。

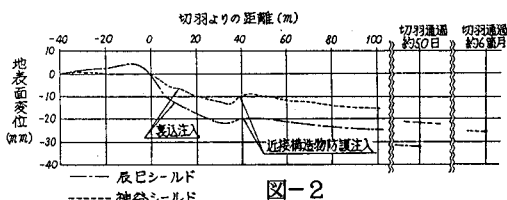


図-2

2) 地中変位 シールド通過後約180日の状況を図-3に示す。鉛直変位はシールド直上部が最大となり、シールド中心より下の側部では辰巳シールドと同様に若干の隆起が見られた。また、水平変位は辰巳シールドと異り若干シールド側へ地盤が寄る傾向がみられた。この相違点は、泥水圧の相違によるものと考えられる。

3) 間隙水圧 両シールドとも間隙水圧はシールド通過時に一時的に変動があるものの、比較的早くに当初間隙水圧に戻ることが確認された。

4) カッター圧の測定 カッター圧は掘進中500 t (0.64 kg/cm<sup>2</sup>)、停止中約450 t (0.57 kg/cm<sup>2</sup>) でほぼ一定であった。

5) 泥水のテールボイドへの回り込み 一部の確認孔で泥水が確認されたが、これは曲線施工または蛇行時のものと思われ、全般的には泥水のテールボイドへの回り込みはなかった。

6) テール近傍での地盤応力の経時変化 図-4に計測結果を示す。計器がシールドから抜け出す時の圧力は多少変動しているが、いずれも同傾向、同程度の圧力であった。これは裏込め材が十分全周に回り込み、裏込め注入材の圧力を示していると考えられる。

4. 地盤変状要因の分析 辰巳シールドでは計測結果をもとに地表面沈下の経時変化を図-5の3ステージに分類して提案した。これと今回の神谷シールドの場合を比較すると次の事項がいえる。

① 切羽前方における泥水圧及びシールド推力の影響と考えられる隆起 泥水圧を静止側圧からカッター圧を差し引いた圧力 (1.6 kg/cm<sup>2</sup>) と適正におさえたことにより見られなかった。

② 切羽通過よりテールボイドの裏込め注入完了までの沈下 この沈下の要因は辰巳シールドと同様シールド部とテール部に分けられ、シールド部は乱された周囲の土がシールドに密着してシールド進行方向に動き、沈下を起こす要因となる。また、テール部は同時注入を行ったが、地盤応力と注入圧との相違により沈下するものと考えられる。

③ シールド通過後の長期沈下 セグメント及び固化した裏込め注入材により地盤は支持されるが裏込め注入、近接構造物防護のための二次注入及びシールド掘進により乱された地盤はかなり長期間、圧密沈下が続き辰巳シールドと同様となった。

5. おわりに 軟弱地盤におけるシールド掘進による地盤変形計測と地盤変形解析を行うのに必要なシールドのカッター圧、泥水のテールへの回り込み、テールボイド発生から裏込め注入材が固まるまでの地中応力の経時変化を計測することができた。今後、これらのデータを吟味し、軟弱地盤における泥水シールド掘進に伴う地盤変形予測手法を営団として確立していきたい。

(参考文献) 「中村、中島その他3名：泥水式シールド掘進に伴う軟弱地盤の変形解析手法について 土木学会第45回学術講演会概要集」その他

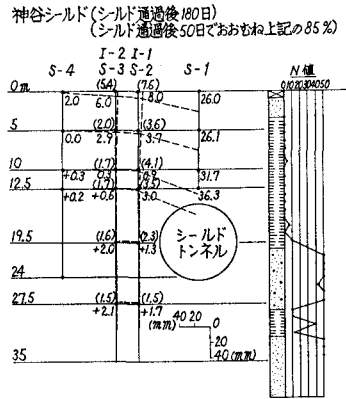


図-3 平面線形：直線

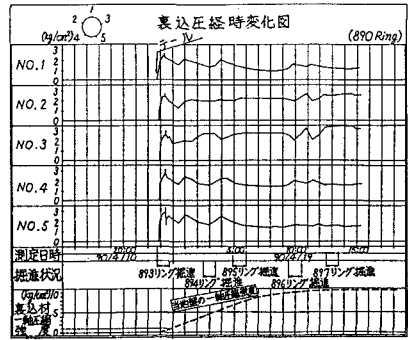


図-4

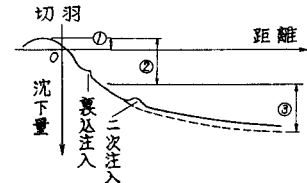


図-5 トンネル直上における地表面変位の模式図