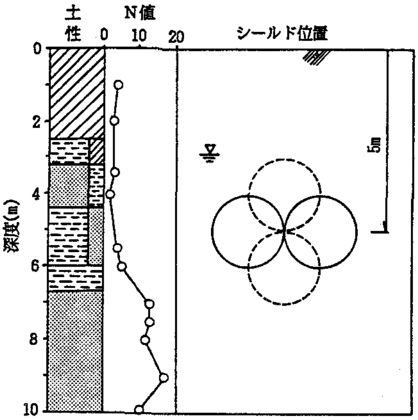
III-67　H＆Vシールド（複断面，旋回・分岐）工法の開発及び実証実験（その５）スパイラルトンネルにおける地盤変状

清水建設　技術研究所　正会員　後藤　茂
同　上　土木本部　久原高志
同　上　技術本部　宮沢和夫

1.はじめに

本報告ではH＆Vシールドの実証実験のうち、シールド掘進に伴う地盤変状について述べる。この工法は多くの制約を受ける地下空間を有効に活用できるトンネル工法であるため、都市部での適用の機会が多いと考えられる。したがって、シールド工事における地盤変状の制御が重要であり、実証実験において水平から垂直への旋回を行いながら掘進した場合の地表面沈下や地中水平変位を測定し、本工法の地盤変状の特性について検討した。



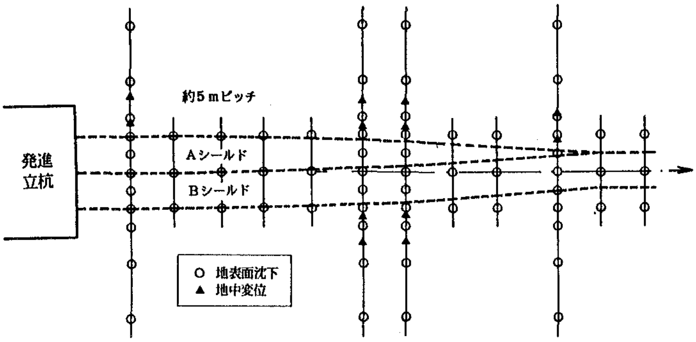
図－1　実験現場の土性

2.施工条件と計測項目

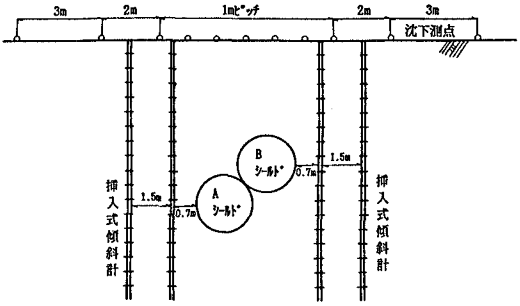
シールドは外径2.12mの２連の泥水式シールドであり、深さはシールド中心線でGL-5mである。裏込めは瞬結性ベントナイトモルタルを用い,同時注入方式で行なった。

実証実験を行なった地点の地盤条件を図－１に示すが、関東ロームの下に軟弱な砂質粘土と粘土質細砂の互層があり、その下はN値＝10程度の細砂層である。シールドは、主に砂質粘土の互層を通り、垂直旋回時に細砂層の一部を含む。地下水位はGL-3mである。

地盤変状に関する計測項目は地表面沈下と地中水平変位である。地表面沈下は地表面に測点を設け、水準測量を行なって変化量を求めた。地中水平変位は挿入式傾斜計を用い、GL-8.5mから0.5mピッチに計測を行なった。両計測とも１リングの掘削当りに１回の計測を行なうことを原則とした。各計測点の平面的配置を図－２に示し、代表的な計測断面の例を図－３に示す。



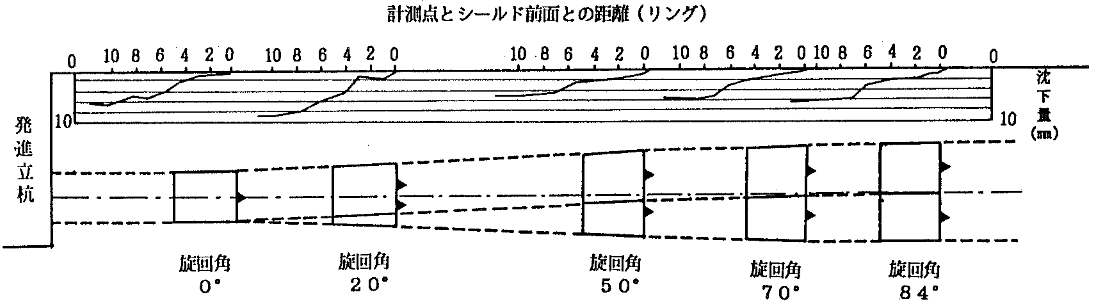
図－２　計測点の平面的配置



図－３　代表的な計測断面

3.計測結果

水平から垂直への旋回の程度はシールド機の旋回角で表わされるが、今回は２連のシールドの中心線の深さが一定になるように掘削しており、旋回角が大きくなるほどシールド機の土被りが小さくなり、水平面への投影巾も小さくなる。シールド掘進に伴う地表面沈下の経時変化を旋回角０°（水平）から約９０°（垂直）の断面について示したのが図－４である。地表面

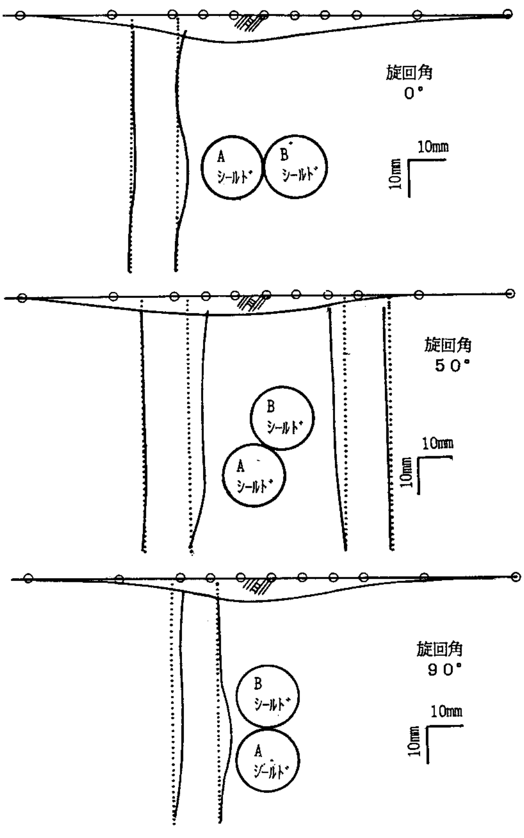


図－4　各旋回角でのシールド掘進に伴う地表面の沈下（センターライン）

はシールド機前面の通過とともに沈下を生じはじめ、テールが通過する時に沈下量が増加し、その後はあまり変化せずに収束した。また、各断面における最終的な沈下量は６～９mmであり、旋回角による大きな相違は見られなかった。

シールドのテール通過後の地表面沈下と地中変位の分布を図－５に示す。旋回角０°と９０°の場合では地表面変位の影響範囲が９０°の方が多少狭い傾向が見られるが、沈下はほぼ左右対称に生じており、顕著な相違は見られない。５０°の場合には浅い側のシールド機の直上で最大の沈下が生じ、沈下の影響範囲は深い側へ広がっている傾向が見られた。旋回角５０°の場合には２つのシールド機の平面的位置と深さが異なるために、両者の影響範囲が重なりあい、このような沈下性状を示したものと考えられる。

地中水平変位は地表面沈下と同様にシールド機のテールの通過とともに急増しており、シールド機に近い方が早く変位し、後に遠い方が追従していた。変位の分布は計測線とシールド外面が最も近い場所で最大値を示していたが、旋回角９０°の場合には２連のシールド機の接合部分で最大値を示していた。しかし、変位の最大量は４～５mmであり、旋回角による相違はほとんど見られなかった。



図－５　テール通過後の地表面沈下と地中水平変位の分布

4.まとめ

水平・垂直の旋回を自由に行えるH＆Vシールドに関して掘進に伴う地盤変状を実証実験において確認した。その結果、地表面沈下や地中水平変位の分布形状はシールドの旋回角によって多少の相違はあるが、沈下量や変位量の最大値はシールドの姿勢による差はほとんどなく、旋回を伴う掘進でも通常のシールド同様に考えられることが明らかになった。

謝辞

今回の開発及び実証実験はH＆Vシールド工法研究会（間組、清水建設、前田建設工業、川崎重工業、新日本製鐵）により行なわれたものである。御指導を願った諸先生や関係各位に感謝致します。