

高速道路ランプ部への矩形シールド工法の導入（その2：掘進経過報告）

鹿島建設(株) 正会員 ○真鍋 智 正会員 吉田 潔 正会員 渡辺幹広
正会員 馬目広幸 正会員 吉迫和生
阪神高速道路(株) 渡辺真介 松川直史

1. はじめに

本工事では、地下に構築する高速道路の出口ランプ部を開削工法から矩形シールド工法に変更し、施工上の課題と解決策を検討してきた。本報告では、平成28年10月に発進した矩形シールドの小土被り発進対策、急勾配掘進対応について掘進工進捗50%段階の経過（平成29年3月末120m本掘進中）を報告し各種対策効果を検証する。

2. 矩形シールド掘進の諸対策と実施内容

施工上の課題と対策の実施内容を以下にまとめる。

(1) 小土被り発進対策

発進に際しては、近隣民家にも接近しており、以下にあげる要件から沈下抑止対策と地盤崩壊防止対策を施した。

- ①小土被り（押え盛土造成前の最小土被り1.5m）であること。
- ②矩形断面で上部が平坦であること。

表-1の内容で、押え盛土と影響遮断壁（ソイルモルタル壁）を配置し、水平傾斜計を利用した地表面沈下の自動計測を押え盛土造成時に設置した。また、シールドマシン前胴からは掘進中に沈下抑止特殊充填材²⁾を使用した。裏込め注入もシールドマシンからの掘進同時裏込め注入方式を採用した。写真-1に発進状況を示す。

(2) 本線開削土留め壁との併走掘進の対策

本線開削土留め壁と約150mに渡り小離隔（シールド掘削外径と芯材間最小250mm）で掘進するため、マシンの方向制御、姿勢制御が重要であり、カッター余掘り制御によるローリング修正対策も施すこととした。掘進時の切羽土圧管理では、掘進に伴い深度が増えることから、掘進10mごとに切羽土圧管理値を地下水位も勘案し段階的に設定した（図-1参照）。

掘進管理に際しては土留め計測管理データを同時に取り込んで監視する計画とした（図-2に開削部の計測配置図を示す）。具体的には、実測の地下水位に基づき延長225m区間内の5断面で土水圧を再計算し、矩形シールド通過時の土留め変位と切梁軸力を計測しながら早い段階で最適な管理値を決定し掘進管理に反映した。土留め支保工は静止土水圧に耐える設計であるが、ソイルモルタル壁内面鋼板補強も実施した。掘進は15mm/分程度の速度で平均日進量2m（昼方のみ）である。対策を表-2に整理する。

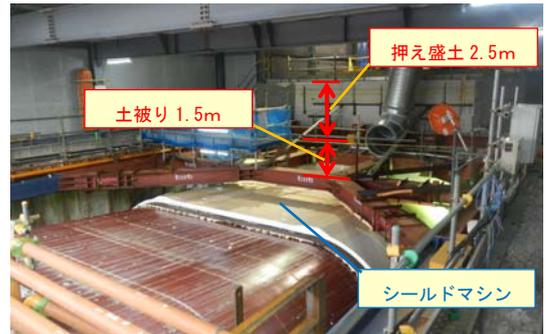


写真-1 シールド発進状況

表-1 小土被り発進対策

対策	内容
(1) 押え盛土	<ul style="list-style-type: none"> ・範囲・・・発進直後L=16.5m（機長程度）、h=2.5m ・盛土材・・・セメント改良土（50kg/m³添加） ・目的・・・①切羽圧への載圧30kPa付加 ②加泥材、裏込め材の噴出防止
(2) 影響遮断壁	<ul style="list-style-type: none"> ・範囲・・・発進直後L=30m区間（深さ15m） ・立坑土留TRD施工時に無芯ソイルモルタル壁施工（南北2面） ・目的・・・周辺道路、家屋への沈下影響防止
(3) 浅層改良	<ul style="list-style-type: none"> ・範囲・・・土被り1D相当（深さ8m）程度までの区間 ・表層・・・セメント混合改良（2m以深は薬液注入） ・目的・・・①地表面沈下の抑止 ②加泥材、裏込め材の噴出防止
(4) 地表面沈下計測	<ul style="list-style-type: none"> ・範囲・・・発進直後L=22m（押え盛土区間含む） ・2mピッチで水平挿入式傾斜計設置（沈下量演算） ・目的・・・①掘進時のリアルタイム計測 ②掘進時の設定切羽土圧の妥当性検証
(5) 沈下抑止特殊充填材	<ul style="list-style-type: none"> ・範囲・・・掘進中のマシン周囲のカッター余掘り部分に充填（マシン前胴から掘進中に充填） ・材料・・・流動性（充填性）を有し、1ヵ月で地盤強度相当に硬化

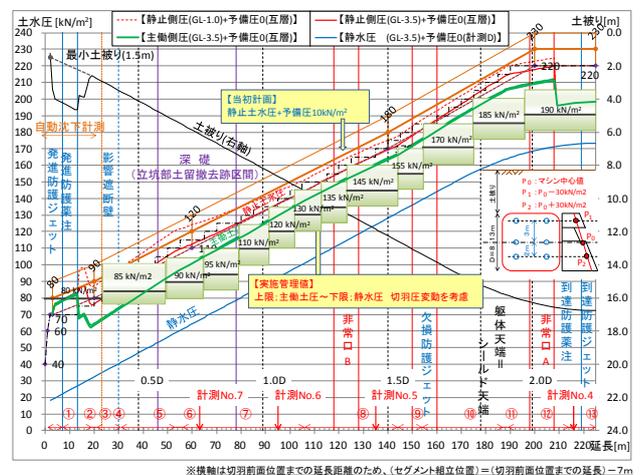


図-1 掘進進捗に応じた切羽土圧管理値の設定

キーワード：シールド工法、矩形シールド、小土被り発進、沈下抑止対策、土留め計測管理

連絡先：鹿島建設(株)関西支店 常磐工区JV 工事事務所 〒591-8001 堺市北区常磐町2-11 TEL072-250-7190

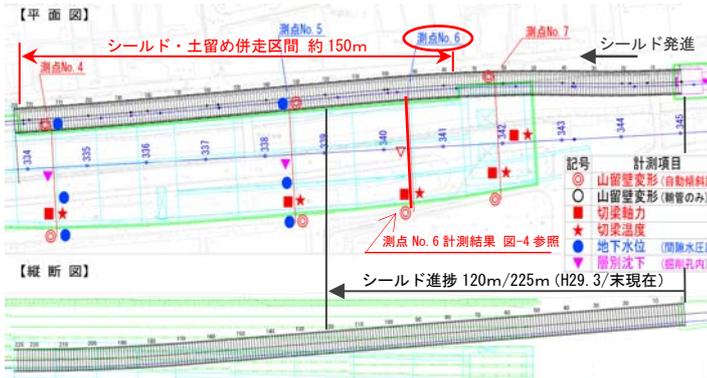


図-2 シールド併走部の土留め計測配置図

表-2 土留め壁併走掘進の対策

対策	内容
(1) 計測関係	<ul style="list-style-type: none"> 本線開削部土留め計測との連携 土留め変位、土留め支保工軸力、間隙水圧等 掘進データと同じ時系列でデータ監視、整理
(2) 切羽圧管理	<ul style="list-style-type: none"> 本線開削部土留め壁の監視(目視、カメラ設置) 地表面への影響と合わせて、切羽管理土圧の設定を事前検討 静止土水圧+予備圧(10kPa)を基準に最適な管理値を設定 →発進時の沈下計測実績から、主働土圧+予備圧での設定に変更
(3) 姿勢制御	<ul style="list-style-type: none"> 土留め壁併走区間では土留め壁側の緩みでシールド左右の偏土圧が発生 マシン姿勢制御、ローリング制御の影響が想定されるため、 カッター余掘り制御、中折れ、シールドジャッキパターンで調整
(4) 線形管理	<ul style="list-style-type: none"> シールド掘削外径と土留め壁間隔;最小250mm→慎重な線形管理が必要 セグメント幅を1.0mとし、蛇行修正セグメントを計画的に準備

3. 対策の評価

(1) 小土被り発進の評価

図-3 にシールド中心上の地表面沈下測量結果を示す。発進後のシールドマシン機長分が発進立坑のエントランス内に入るまではボイドキーパー充填と裏込め注入ができなかったため、その区間を含めカッターによる余掘り量に相当する沈下が工事敷地内で最大約 40mm 発生した(シールド機通過時直上と後続沈下による)。これに対し、充填開始後は直上沈下量が 5~10mm に抑制できた。なお、官民境界での沈下量は 1mm 以下であった。

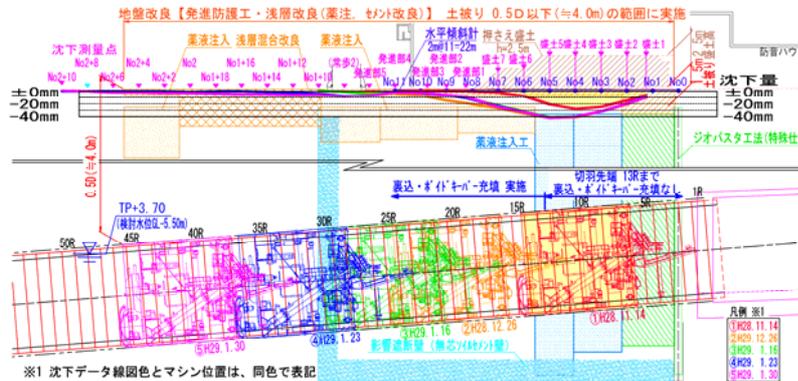


図-3 発進時の地表面沈下測量結果(シールド中心上)



写真-2 矩形シールド坑内

(2) 本線開削土留め壁との近接併走掘進の評価

掘進時は地表面沈下を抑制すると同時に、土留め壁に過剰な影響を与えないよう切羽土圧管理値を極力低く設定した。当初は静止土水圧(+予備圧)で設定したが、発進時の沈下管理実績から主働土圧(+予備圧)相当まで抑えた設定に変更し初期掘進から本掘進まで延長の半分余りの 120m を無事終えた。

測点 No.6 におけるシールド通過前後の土留め計測結果を図-4 に示す。シールド通過前後で軸力がやや減少傾向にあったが、土留め壁変位はほとんど変化なく影響を抑えられた。

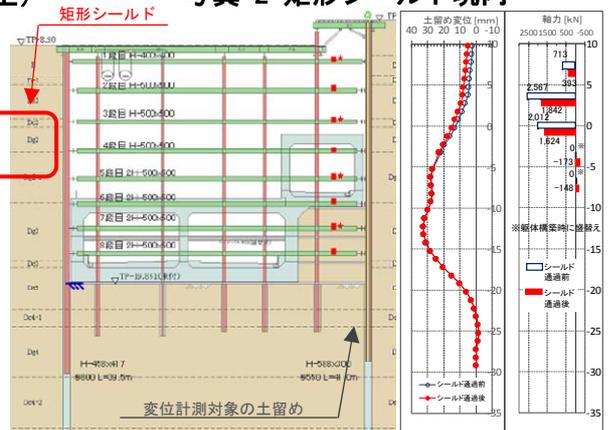


図-4 掘進前後の土留め計測結果(測点 No. 6)

4. おわりに

矩形シールド工法による小土被り発進と土留め壁との近接掘進は、狭隘な都市環境下で求められる非開削工法で貴重な施工実績となると期待できる。写真-2 に本掘進開始時の坑内状況を示す。土留め壁併走掘進に対しては、初期掘進における沈下管理実績をもとに土留めへの影響を抑える管理値を設定しながら慎重に掘進を継続したい。

参考文献

- 志村敦ら; 高速道路ランプ部への矩形シールド工法の導入(その1; 計画概要)、土木学会第72回年次学術講演会、2017.9(投稿中)
- 吉迫和生ら; 矩形シールド工事における新しい沈下抑止特殊充填材の施工実績、土木学会第72回年次学術講演会、2017.9(投稿中)