

シールドマシン発進時の土留計画における工夫

清水建設株式会社
東日本高速道路株式会社
清水建設株式会社

正会員
千葉工事事務所
正会員

○足助 美岐子
大田 寛
三木 浩

宗像 慎也
鎌倉 友之

齋藤 寛

1. はじめに

本工事は、千葉縣市川市において東京外環自動車道京葉ジャンクション H ランプの函体（本線総延長約 1,668m）を開削工法ならびにシールド工法（ $\phi 13.26\text{m}$ ）により構築するものである。

H ランプシールドトンネル発進立坑(概寸法:幅 33m、延長 25m、深さ 31m、TRD 工法土留め壁)において、シールドマシン発進時には、坑口の切削可能土留め芯材(SZ パイル)に設置したグラウンドアンカー(以下、アンカーと記す)を撤去する必要がある。土留め計画における工夫として、①坑口コンクリートを SRC 構造としその剛性を土留め計算に考慮したこと、②水圧の作用を制御するため地下水位の制御と止水を行ったこと、③アンカー撤去手順の計画と計測を行ったことが大きな特徴である。本稿では、これらの設計、施工および管理について述べる。

2. 坑口コンクリートを考慮した土留め検討

発進坑口の全景写真を写真 1 に示す。図 1 に発進立坑の平面図および図 2 に縦断図を示す。シールドマシン発進にあたり、3～6 段目のアンカーを撤去する必要があるが、残支保工の剛性が小さく支点のスペンが約 18m と大きいため、土留め壁の変形が大きくなり成立しない。したがって、本設躯体壁と土留め壁の間の坑口コンクリートは、スタッド $\phi 16$ (L=80mm@300) に

より土留め壁と一体化し、土留め解析において坑口コンクリートの剛性を考慮することにより、アンカー撤去時の土留め壁変形量と断面力を抑制した。坑口コンクリート自体の支点を確保するため、上方は 2 段梁を巻き込んで打設することとした。

一方、坑口コンクリート下方の支点となる盛替梁には、3～6 段目アンカー撤去後に大きな反力が作用する。土留め壁および坑口コンクリートの変形量を小さくするためには、盛替梁に高い剛性が必要となるため、格子状に H-500 $\times$ 500 $\times$ 25 $\times$ 25 を 1.5m ピッチで設置した。また、シールドマシン発進時にはシールド受け架台を設置する必要があるため、盛替梁を架台桁と兼用として設置することにより、施工性の向上およびコストの削減を図った。さらに品質面においては、躯体側壁が盛替梁反力の作用により変形しないよう、坑口コンクリートを直接支持するものとした。

3. 水圧制御方法

過去の計測履歴から、水位と土留め壁変形量に相関関係が確認された。要因として、掘削の進行に伴い土留め壁と地盤改良体の間に隙間が生じたこと、さらに背面地盤改良体にクラックが生じたことにより、水みちとなり、水圧が土留め壁に直接作用していることが考えられた。この直接作用が土留め支保工撤去後も継続することにより、①土留め壁変形量の助長、②ソイ



写真 1 発進坑口全景

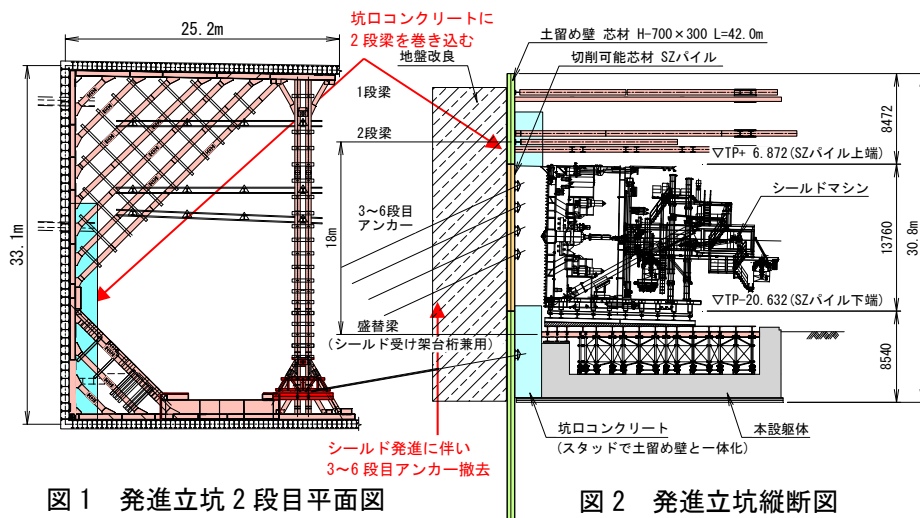


図 1 発進立坑 2 段目平面図

図 2 発進立坑縦断図

キーワード：東京外環自動車道，シールド発進立坑，盛替梁，坑口コンクリート，水圧制御

連絡先：〒104-8370 東京都中央区京橋二丁目 16-1 清水建設株式会社 土木総本部 土木技術本部 TEL:03-3561-3877

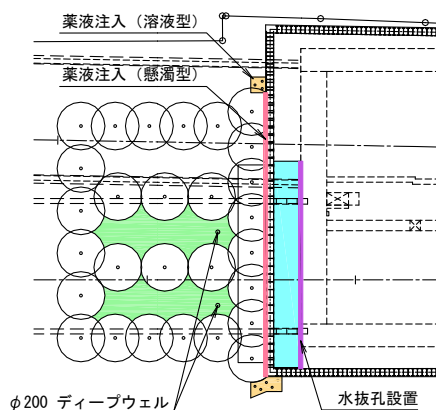


図3 水圧制御方法

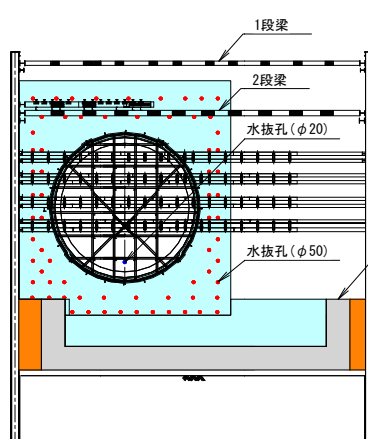


図4 水抜孔設置図

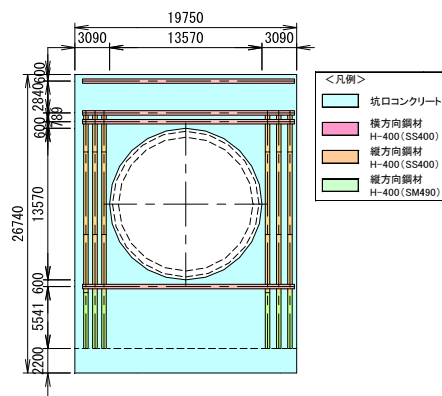


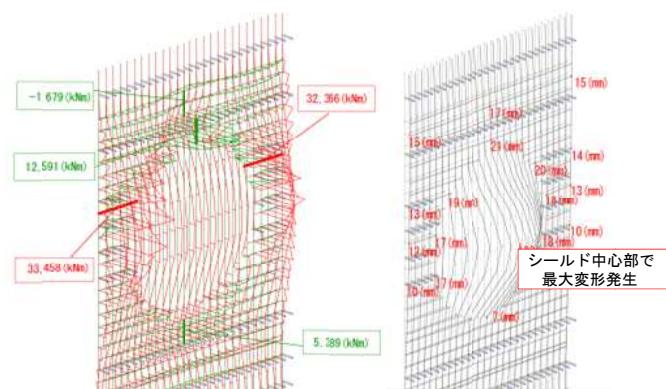
図5 坑口コン内部鋼材配置

ルセメントからの割れ・出水、③アンカーの抜けなどが発生する懸念があった。したがって、土留壁に作用する水圧を制御すること、すなわち止水を確実にすることが重要であった。図3に示すように、薬液注入工法により地盤改良体と土留め壁の取合い部を溶液型で止水し、土留め壁と改良体の隙間を懸濁型で間詰めすることにより土留め壁に直接水圧が作用することを防止した。また、背面改良体内部の地下水は、ディープウェル工法により維持する計画とした。さらに、図4に示すように、坑口コンクリート前面にφ50の水抜孔（同図赤丸）を、土留め壁前面にφ20の水抜孔（同図青丸）を設置し、土留め壁と地盤改良体の間の地下水位を一定のレベルに維持する計画とした。

4. 坑口コンクリートの設計

坑口コンクリートはSRC構造とし、アンカー撤去時の変形挙動を3次元線形骨組解析により確認することとした。解析モデルは、坑口コンクリートを格子梁モデルとし、鉛直方向の部材は土留め壁芯材と一体化した合成梁、水平方向の部材は単独の坑口コンクリート梁、支点（2段梁および盛替梁）はバネとした。作用荷重は、土留め弾塑性解析で得られた3～6段目アンカーに作用するアンカー撤去前の反力を用いた。

図5に坑口コンクリート内部の鋼材配置を、図6に解析結果（曲げモーメント図および変形図）を示す。発生する断面力に対して坑口コンクリート内部に設置する鋼材仕様を決定し、坑口コンクリートの構造が作用荷重に対して十分な強度と剛性をもっていることを確認した。また、2次元の土留め弾塑性解析と3次元の線形骨組解析の結果を比較すると、アンカー撤去前後の増分変形量は60mmの差が見られたが、より現状に近い3次元解析結果に基づき計測管理を行うこととした。



(a) 曲げモーメント図

(b) 変形図

図6 3次元線形骨組解析結果

5. 施工時の計測および実施結果

アンカー撤去時には、切削可能芯材および坑口コンクリート表面に取付けた傾斜計で変形量を、土留め壁の軸力計で軸力をリアルタイムに計測した。地下水位は地盤改良体の内外で計測を行い、設計値よりも低いことを確認した上で施工を行った。

撤去順序は事前にステップ解析を行い、下段の6段目アンカーから上方に向かって撤去することとした。徐々に支点スパンを大きくすることにより、変形量も漸増するため、計測管理が行い易いことがわかった。

計測結果は概ね予測結果と一致し、アンカー撤去後も異常値は観測されなかった。本工事はH28.6に実施し、H29.1にシールドマシンの到達が完了した。

6. まとめ

- (1) SRC構造の坑口コンクリートをスタッドで土留め壁と一体化し、剛性を土留め計算で考慮することにより、アンカー撤去時の変形を抑制した。
- (2) 作用する水圧を可能な限り制御し、計画的に計測を行うことにより、施工時の安全性を確保した。