

押し ゲン

Oshi-Gen

「前例なき地中接合」 外径約13mのトンネルで シールドマシンが セグメントを削り取る!

圏央道の一部、国道一号線直下で進行中の大口径シールドトンネル工事。

都市部で用地の制約などがあるなかで、離れた場所からの発進となり、かつてない手順での地中接合となった現場を訪れた。

横浜湘南道路トンネル工事

西松・戸田・奥村特定建設工事
共同企業体

【今月の推し】

- ★ **世界初、急曲線部での
後方切削式地中トンネル接合**
- ★ **2基のシールドマシンを
同時運用する大プロジェクト**

上り線トンネル接合部付近を藤沢側から望む。
奥に見えているのは、シールドマシンのカッターフェイスを模して掲示したもの。

三環状道路の外周、 圏央道の一部を構築する

首都圏中央連絡自動車道（圏央道）は、いわゆる「首都圏三環状九放射」で構成される道路交通ネットワークの構想の一部である。都心から放射状に延びる各高速道路を相互に連絡させるとともに、都心から半径四〇〜六〇キロ圏内の東京近郊各都市を結ぶ機能も担う、最も外周に位置する高規格幹線道路である。一九九六年の一部開通以後も整備が進められており、そのうち神奈川県横浜市から藤沢市までに該当するのが「横浜湘南道路」。これが開通すれば、横浜環状南線・さがみ縦貫道路などと一体化して幹線道路の混雑緩和、生活道路の機能回復などが期待されている。

この横浜湘南道路は、延長約七・五キロのうち約五・四キロが地下部であり、大部分が国道一号线の直下ということで、シールド工法で施工されている。今回は、この「横浜湘南道路トンネル工事」の現場を訪れた。

で掘進し、上り線を構築。その後は藤沢側にある回転立坑で方向転換し、下り線も掘り進める。一方で、シールドマシン二号機は横浜側坑口から発進して約二・七キロ掘り進め、一号機が構築した曲線のトンネルに後方から接合する。「私も長年トンネルの現場を担当してきましたが、最初にこの方法を聞いた時は『そんなことができるのか』と、信じ難い思いでした。しかし、用地の制約などがあるなかで、工期とコストを踏まえて最適な方法ということで決まったのだそうです」。

シールドで削り取る 特殊部材 「切削セグメント」

シールドトンネルの地中接合と言えば、逆方向から掘り進めた二基のマシン同士が向かい合って接合する「正面接合」、先に掘ったトンネルの横腹に後から掘ったトンネルが接合する「側面接合」がよく知られるが、既に構築したトンネルの曲線部に後方から接合すると



右／地中接合時の2号機到達状況。接合後に解体され、現在は接合部の内壁にその姿を残している（提供：西松建設㈱）
左上・左下／JVで共同開発した「切削セグメント」。鉄筋の代わりにFFU素材で補強されている（提供：西松建設㈱）

いう方法は異例中の異例。施工の詳細について、同社・長沢勇樹工事長にご説明いただいた。「二号機で後方から接合する部分の壁は、『切削セグメント』という特殊なセグメントで構築しています。簡単に言えば、『シールドマシンで削れる材料でできたセグメント』ということになります。見た目はふつうのRCセグメントとほとんど変わりませんが、内部の芯材は鉄筋ではなくFFU素材※が使われていて、そのままシールドマシンのカッタービットで削りながら掘り進められるようになっています」。

RCと同等の強度を有しながら「削りやすい」という特長も持つ新たなセグメントをJVで開発した、と長沢工事長は続ける。「一般的には立坑でシールドマシンが発進・到達する部分の切削壁に使われる材料なのですが、それをセグメントに使いました。強度的に問題がないことはわかっていましたが、事前にかんりの回数の模擬試験を行い、実際どんな風に削れるのか、削って出てきた破片はどんな状態なのか、そういったことも確認しました」。

※FFU (Fiber reinforced Foamed Urethane)・・・ガラス長繊維強化プラスチック発泡体。硬質ウレタン樹脂をガラス長繊維で強化したもの。



本線から少し離れた場所に立坑をつくり、そこから発進した1号機が曲線を描きながら本線直下に入って掘進。その曲線部に後方の「横浜坑口」から発進した2号機が接合して上り線のトンネルを構築した

限られた用地で、
工期・コストを
考慮した方法

着工から一年目、通算四代目の所長を務める西松建設㈱・齊藤一男所長に、本工事のトピックとなった施工方法とそこにいたった経緯をお聞きした。「つくるのは外径約一三メートルの大口径トンネルを上下合わせて二本。なので、片側からシールドマシン二基で一方通行で掘るとというのが通例でシンプルな方法になると思います。しかし、ここは横浜から藤沢までの市街地で国道一号线沿線ということもあり、シールドマシン二基を発進させるための立坑の用地が確保できませんでした。そこで少し離れた場所にシールドマシンの組立てや資材置き場に使えるヤードを確保して、そこを一号機の発進基地にしました」。

シールドマシン一号機は、本線から外れた場所にあるヤードから発進し、本来のトンネル起点となる横浜側坑口から約二・八キロ地点で本線に合流する形で曲線施工

とにかく前例のない工法なので」。

設計上、地山からの圧力に対してトンネルの構造を支える部材として十分な強度は備えているが、セグメントは組み上がった後にシールドマシンが掘進する際の推進力がかかる構造物でもある。マシンの掘削方向が変わることにより、力所に強い負荷がかかるようなことがあれば破損してしまうかもしれない。そういった通常のセグメントにはないリスクも想定されたと長沢工事長は付け加えた。「シールドマシンで削れてなおかつ構造として圧力に耐えなければなりません。設計強度としてはかなりぎりぎりの領域に踏み込んだ部材になっているので、掘進中は変な圧力がかかっているか、変位が生じていないかという計測管理が欠かせ



西松建設株式会社
横浜湘南道路トンネル工事事務所
工事長
長沢 勇樹 Yuki Nagasawa

設発生土削減に取り組んだという。

注目現場にかける想い

取材した十月時点では、二号機による地中接合は完了して上り線トンネルが貫通、回転立坑で折り返した一号機が下り線トンネルの掘削を開始しようとしていた。着工した二〇一五年からこの現場に勤務する長沢工事長に、これまでの施工を振り返っていただいた。「（後方切削式地中接合は）やはり難しいというのが第一印象でしたが、今までの実績がないに等しい施工手順なので、無事やり遂げたらすごくいい経験になるだろうな。技術者として挑戦しがいいある工事だったと思います」。

長丁場となっている当現場は、職員の労働環境づくりにも注力。



西松建設株式会社
横浜湘南道路トンネル工事事務所
工事係
杉山 桃香 Momoka Sugiyama



（提供：西松建設株）

【 工事概要 】

発注者 国土交通省関東地方整備局 横浜国道事務所
工事場所 神奈川県横浜市戸塚区小雀町～藤沢市城南4丁目
予定工期 2015年2月13日～2028年9月30日（その4工事）
工事内容 シールド工（1号機）
泥土圧シールド工法（外径φ13.59m）
一次覆工延長：L=2,740.65m
最小曲線半径：R100m、勾配0～2.9%
土被り：10～49m
シールド工（2号機）
泥土圧シールド工法（外径φ13.24m）



上・下/現場事務所内に設けられた女子更衣室と喫茶室。女子更衣室にはシャワーとパウダールームを完備しており、家具や内装にも工夫が凝らされている

右/1号機が方向転換した回転立坑内部（藤沢側）は、地下の大空間となっている
左/1号機のシールドマシン内部。1号機は数多くの支障物を切削する必要があるため、内側からより鋭利なカッタービットに交換できるようになっている

掘ったトンネルを流動化処理土で埋め尽くす

「後方切削式地中トンネル接合」で特殊だったのは、セグメントだけではない。接合時のトンネル内部の状況について、長沢工事長は解説してくれた。「一号機で先行して構築したトンネルに対して後ろから二号機が突っ込んでいく形になるわけですが、内円ができている状態で切削すると、既にあるトンネルの方に地山の土砂が侵入してしまいます。そのため、接合する部分の前後を隔壁で仕切ってその範囲に流動化処理土を充填し、そこも地山と同じように二号機で掘削できるようにしました。従って、切削セグメントを二号機が削りながら出てくるという状況は直接見ることができず、二号機の後方でズリに切削セグメントや処理土が混じっているのを見て間接的に確認しました」。

なお、充填した流動化処理土はこれまで二号機が掘削した土砂にセメントと水を混ぜて再利用し、建



西松建設株式会社
横浜湘南道路トンネル工事事務所
現場代理人・所長
齊藤 一男 Kazuo Saito

新人でこの現場に赴任して三年目の杉山さんは「女性用のパウダールームがあったりして快適ですし、女性だからと特別扱いもなく、働きやすい職場です。見学会の申し込みも多く、皆さんが注目する現場にかかわれているんだなということを実感します」と充実感を語ってくれた。

最後に、齊藤所長に今後の見通しも含めた抱負をお伺いした。「これからはシールド一号機による下り線トンネルの施工になりますが、こちらも発進直後から国道一号線直下の掘進となりますし、後半は用地の制約などの関係で上り線との離隔が最小で四〇センチほどの非常に狭いところを掘り進めなければなりません。マシンの進捗と上り線への影響を確認しつつ、引き続き慎重に進めていきたいですね」。