

横浜環状南線公田笠間トンネル工事

矢澤 雄介（鹿島・竹中土木・佐藤工業 特定建設工事共同企業体）



写真-1 発進到達立坑側作業基地全景（令和2年8月撮影）

工事概要

横浜環状南線は、都心から半径50km、延長300kmの首都圏中央連絡自動車道（圏央道）の最南端に位置し、横浜横須賀道路の釜利谷JCTと国道1号線を結ぶ、延長約8.9kmの自動車専用道路である。本線は片側3車線であり、全線の約7割がトンネルなどの地下構造となっている。圏央道は都心からの放射状道路を環状につなぐ道路であり、完成により都心部の通過交通の分散による渋滞緩和や走行時間の短縮、また災害時における緊急車両や救援物資の輸送道路としての機能が期待されている。



図-1 首都圏高速道路ネットワーク図

公田笠間トンネル工事は、横浜環状南線のほぼ中央の公田IC～栄IC・JCT間に位置し、シールドトンネル区間、擁壁区間からなる延長約2.1kmの工事である。シールド区間は、延長約1.7km（覆工外径15m、離隔1m）の上下線併設トンネル、擁壁区間は、延長約0.3km、幅30mのU型擁壁構造である。また、シールド区間には非常駐車帯、換気所、道路面下に避難通路が設置される。

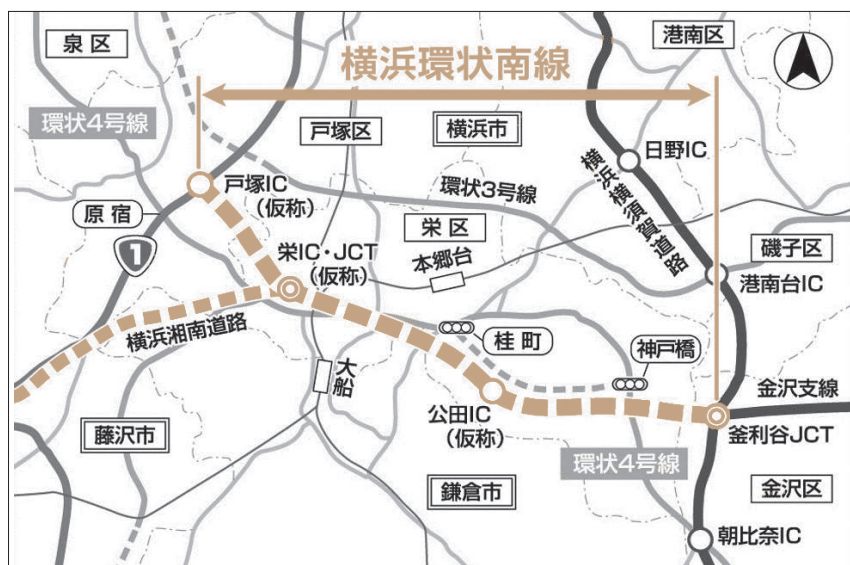


図-2 横浜環状南線路線図

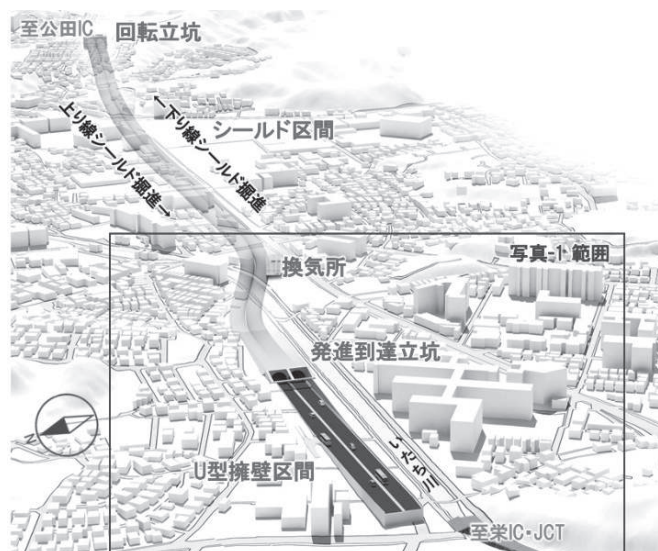


図-3 完成予想図

表-1 工事内容

工 事 名	横浜環状南線公田笠間トンネル工事
発 注 者	東日本高速道路株式会社 関東支社
受 注 者	鹿島・竹中土木・佐藤工業 特定建設工事共同企業体
工事場所	神奈川県横浜市栄区公田町～飯島町
工 期	2016年4月6日～2020年11月10日(延長予定)
工事内容	・シールドトンネル：3,448m (1,724m×上下線) ・立坑：3箇所 (発進到達立坑・回転立坑・換気所) ・非常駐車帯：4箇所 ・坑内避難通路工：3,448m ・U型擁壁：掘割擁壁 125m、盛土擁壁 175m

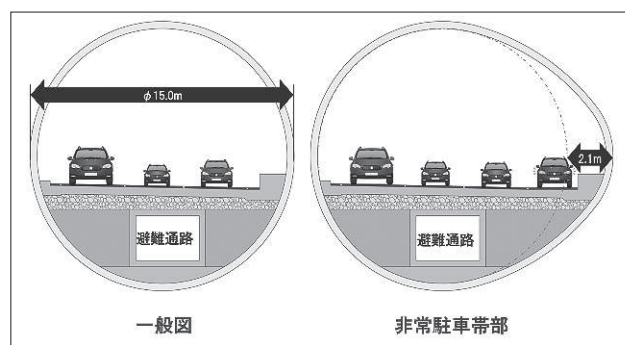


図-4 シールド断面図

工事の特徴

工事施工箇所は閑静な住宅街に位置している。特に発進到達立坑付近は住宅が近接しているため、振動・騒音・粉塵など近隣に配慮した工事遂行が求められる。

路線の地質構成は上総層群泥岩（大船層）を基盤とし、上部に軟弱な沖積層（粘性土、砂質土、有機質粘性土）が分布している。工事区間は中小河川による開析が進んだ起伏に富んだ地形であり、谷の基盤や丘陵をつくる堅固な軟岩と開析谷に堆積した軟弱な沖積層が急激に変化する。

主たる工事であるシールド工事の特徴は、①セグメント外径15mの大断面及び離隔1mの併設、②低土被りでの発進・到達、③5.6%の急勾配と600Rの複合線形、④全体の約7割が沖積層直下で1.5D以下の低土被り、⑤泥岩層と沖積層との急激な土層変化、⑥重要構造物離隔1m以下の近接

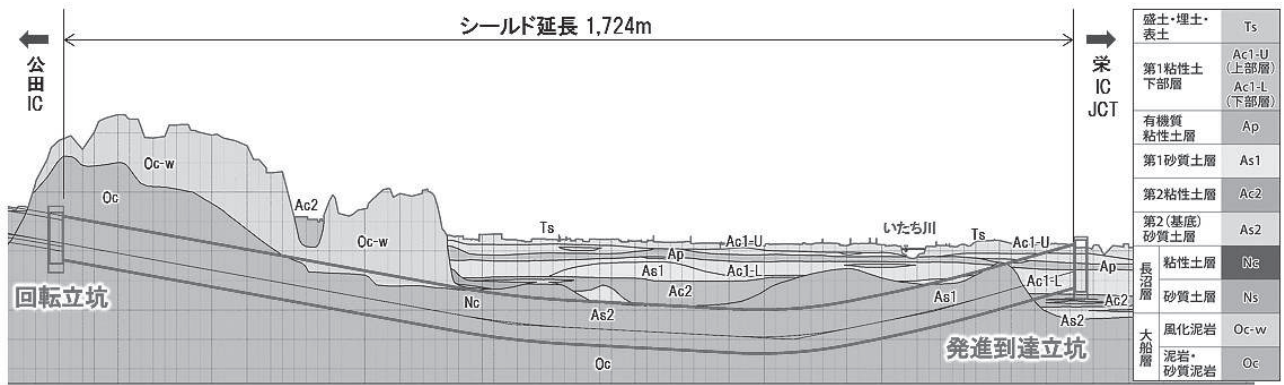


図-5 地質縦断面図

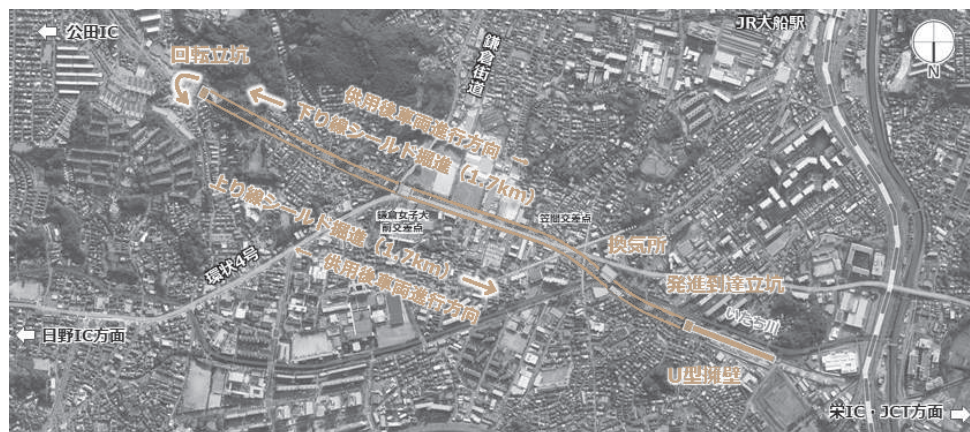


図-6 工事路線図

施工、⑦河川横断部の地中支障物対策、⑧非常駐車帯におけるシールドの地中拡幅工などが挙げられる。

シールドトンネル工法の概要

(1)工法

- ・ 泥土圧式シールド工法
- ・ 覆工外径 15.00m、内径14.19m

(2)シールドマシン諸元

- ・ シールドマシン外径 $\phi 15.28\text{m}$ (中折れ式)
- ・ 全長 13.35m
- ・ 重量 3,300t
- ・ シールドジャッキ 84本
- ・ 推進力 210,000kN

(3)セグメント

シールドトンネルの覆工は1次覆工のみで使用条件に応じて下記のセグメントを使い分ける。セグメント高さは約400mmであり、合成セグメン

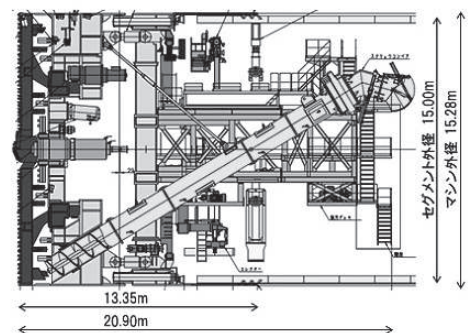
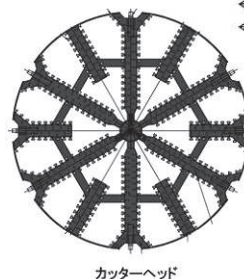


図-7 シールドマシン断面図



カッターヘッド

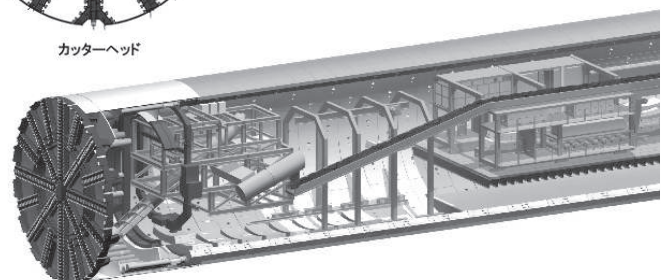


図-8 シールドマシン全体図

トには有機繊維コンクリート、その他のセグメントには耐火ボードの設置で道路トンネルとして耐火性能を持たせている。

- ・一般部…合成セグメント
(セグメント幅2.00m、1,513R)
- ・地中拡幅部、換気所接続部…鋼製セグメント
(セグメント幅1.50m、113R)
- ・低土被り部…鋼製中詰セグメント
(セグメント幅0.90m、284R)
- ・地層急変部…可とうセグメント
(セグメント幅0.65m、4R)



写真-2 合成セグメント

(4)掘進計画

シールドマシンは、発進到達立坑から鏡切り後に発進し、約1年かけて1.7km先の直接切削土留壁の回転立坑に到達させる。回転立坑に到達したマシンは立坑内で180°回転し向きを変え、発進到達立坑に向けて再発進し、さらに約1年かけて発進到達立坑に到達する計画である。

平均月進は初期掘進期間を含まず約250m/月を想定している。

シールド工事の課題①：低土被り掘進

(1)課題

路線の縦断線形及び用地の関係からシールドマシンは土被りがほとんどない状態で発進到達立坑から急勾配で発進する。立坑付近は軟弱な沖積層が卓越し、初期掘削区間に軟岩層と沖積層の急激な土層変化点が存在するため、地盤変状のリスクが高い。また、有機質粘性土層（腐食土層）が存在するため周辺地盤の地下水位の変動に細心の

注意を払う必要がある。さらに住宅直下及び河川護岸に対し並行・交差の掘進となるため、厳密な地盤変状抑制対策が求められる。また掘進中及び供用後のトンネル浮上りに対する余裕を持った設計的対応も必要になる。

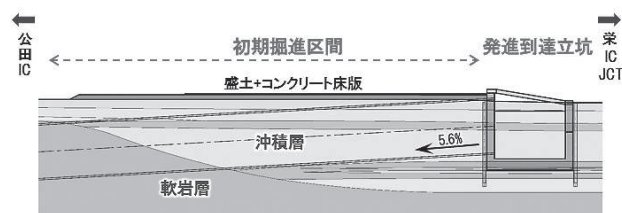


図-9 低土被り区間縦断面図

(2)地盤変状抑制対策

低土被り区間である発進直後の約100m区間の左右用地境界には、周辺地盤及び地下水位の変状防止を目的とした土中壁（鋼矢板Ⅲ～VL型）を施工している。

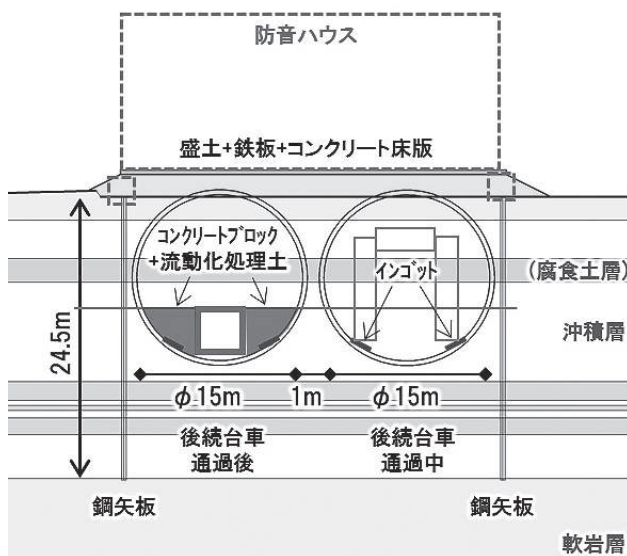


図-10 低土被り区間断面図

(3)トンネル浮上り対策

トンネルの浮上り対策として、地上部には盛土や鉄板、コンクリート床版の設置、坑内にはコンクリートブロック、インゴットの設置を計画している。

(4)掘進管理

低土被り区間のシールド掘進は地盤変状リスクを踏まえた下記の掘進管理を行う計画である。

- ① リング毎の計画切羽圧の設定と、詳細なチャンバー内土圧管理による切羽圧自動制御シ

システムを併用した切羽圧管理を実施する。

- ② チャンバー内土砂の塑性流動性モニタリング結果を掘進管理に反映することで、適切な切羽圧を保持する。
- ③ 厳密な排土量管理による土砂過剰取込を防止する。
- ④ 地上及び地中変位をリアルタイムに掘進管理にフィードバックさせる。
- ⑤ 既設観測孔及び間隙水圧計による地下水位管理を実施し、圧密沈下を防止する。

シールド工事の課題②：掘削残土の貯留

(1)課題

シールド作業基地は幹線道路から離れた非常に閑静な住宅街にあり、昼夜作業となるシールド掘進中の騒音・振動・粉じん対策及び夜間の掘削残土の貯留が課題となっている。

(2)掘削残土の搬送設備・貯留設備

シールド掘進によって生じる掘削土は、ベルトコンベアで切羽から発進到達立坑に搬送される。発進到達立坑側の作業基地は下図のような設備配置となっており、発進到達立部にはセグメントヤードや各種施工設備、擁壁区間には第1土砂ピットと改質設備、市道を挟んだ借地用地には第2土砂ピットを設置する計画である。

掘削土砂はベルコンにより搬送され、改質設備で改質後、土砂ピットに搬送・貯留され、土砂ピットから大型ダンプトラックにより場外の残土処分場へ搬出される。各施設には防音ハウスを設置し、騒音粉塵防止など周辺環境に配慮した計画になっている。

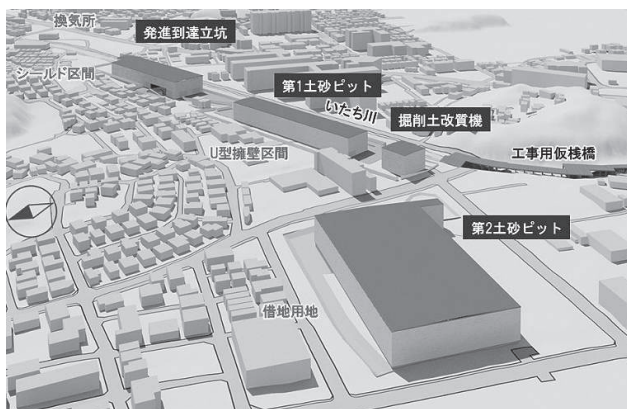


図-11 発進到達立坑側基地設備配置図



写真-3 防音ハウス設置状況

おわりに

本年6月中旬より、発進到達立坑にてシールドマシンの現地組立作業を開始した。組立作業は発進架台、反力受下部を設置した後、1,000tクレーンと350tクレーンを併用して行っている。周辺環境に配慮し、クレーンによる投入作業は昼間のみに限られるが、今後マシン部材どうしの溶接作業など立坑内での作業がメインとなった後は昼夜間作業となるため、開閉式の防音屋根を立坑上に設置し、坑内作業の騒音の低減を図る計画である。シールドマシン組立作業は約1年間で予定している。

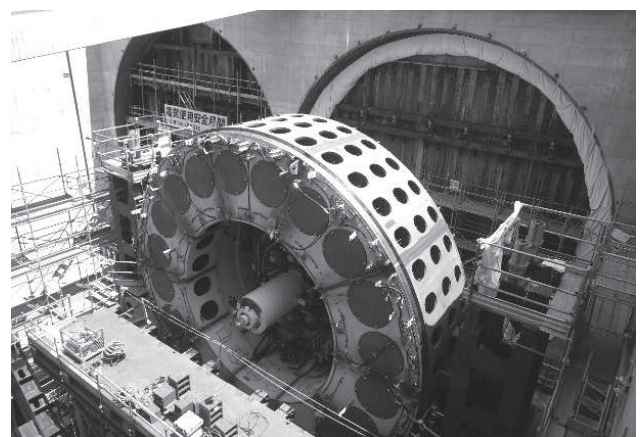


写真-4 マシン組立状況

本工事は、来年秋のシールド発進に向け、シールドマシン組立工事をはじめ土砂貯留搬送設備工事の他、回転立坑工事、換気所工事、地中支障物撤去工事など広範囲にわたり作業を進めている。

作業時間や車両台数の制約に加え、コロナ禍も重なり、今後も厳しい工事条件が続くことになるが、工事にかかわる職員、作業員が一丸となり、近隣への影響に配慮しながら安全確実に工事を進めていきたい。