

(負)高速横浜環状北西線 シールドトンネル(港北行)工事



大成・佐藤・東洋(負)高速横浜環状北西線
シールドトンネル(港北行)特定建設工事共同企業体

事業概要

横浜環状北西線(以下、北西線)は、東名高速道路(横浜青葉インターチェンジ)と第三京浜道路(港北インターチェンジ)を結ぶ、延長約7.1kmの自動車専用道路です。北西線が完成すると、横浜北線と一体となり、東名高速道路から横浜港までが直結され、横浜市北西部と横浜都心・湾岸エリアとの連携強化等が図られます。北西線は、横浜市と首都高速道路株式会社により、東京2020オリンピック・パラリンピックまでの開通を目指して、事業を進めています。

■首都圏の高速道路ネットワーク図

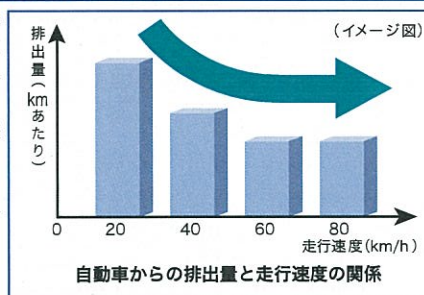


■市北西部と横浜都心・湾岸エリアとの連絡が強化



■交通混雑の緩和と大気環境の改善

混雑により走行速度が低下すると、自動車からの大気汚染物質の排出量が増加します。北西線・横浜北線が整備されることで道路ネットワークが充実するとともに、大気環境の改善が期待できます。



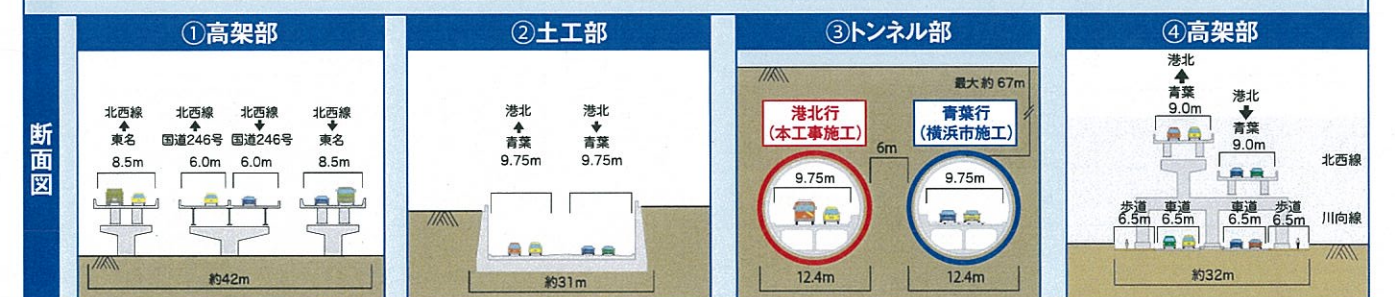
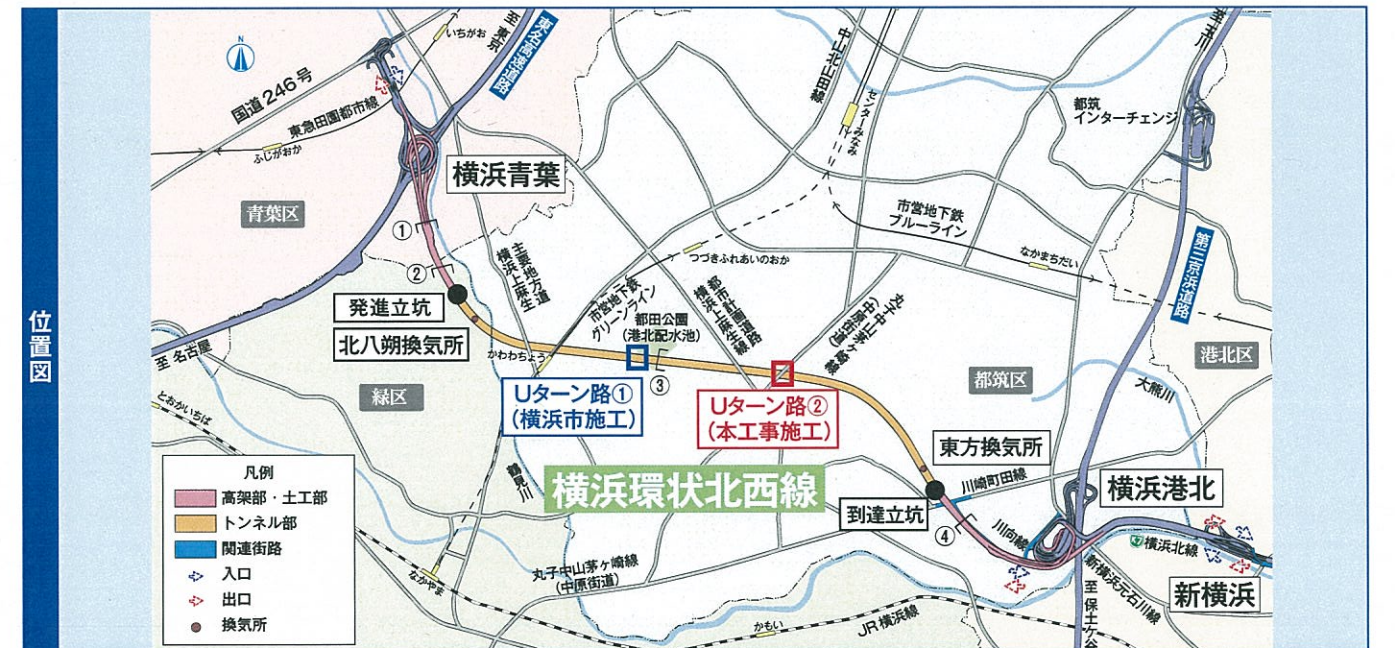
■災害時等における道路ネットワークの信頼性が向上

大規模災害が発生した場合には、高速道路は緊急車両の通行や物資の輸送など重要な役割を果たします。北西線・横浜北線が整備されると、災害時における全国から市内各地への救援や物資の輸送のルートが多重化され、災害に対する備えが充実します。



位置図・断面図

北西線は、延長約7.1kmのうち、約4.1kmをトンネル構造とし、横浜青葉・港北インターチェンジに出入口を設置します。トンネルの両坑口付近に1か所ずつ換気所の設置を計画しています。



工事概要

本工事は、高速横浜環状北西線の「港北行」シールドトンネル工事です。横浜市緑区北八朔町の発進立坑から都筑区東方町の到達立坑までの延長約3.9kmを、泥水式シールド工法によって構築します。トンネルの掘進と内部構築、さらに施設工事(別工事)を同時施工することによってトンネルの早期完成を目指します。トンネルの縦断勾配は、下り5.0%～上り0.3%～上り3.0%に変化し、最小土被り7.7m、最大土被りは66.5mとなります。掘進対象土質は大部分が洪積層であり、N値50以上の上総層群の泥岩層Kmと細砂層Ksに該当します。発進立坑から港北行・青葉行のシールドマシンが2台並列して発進しますが、本工事「港北行」は北側(掘進方向に向かって左側)の路線を構築します。

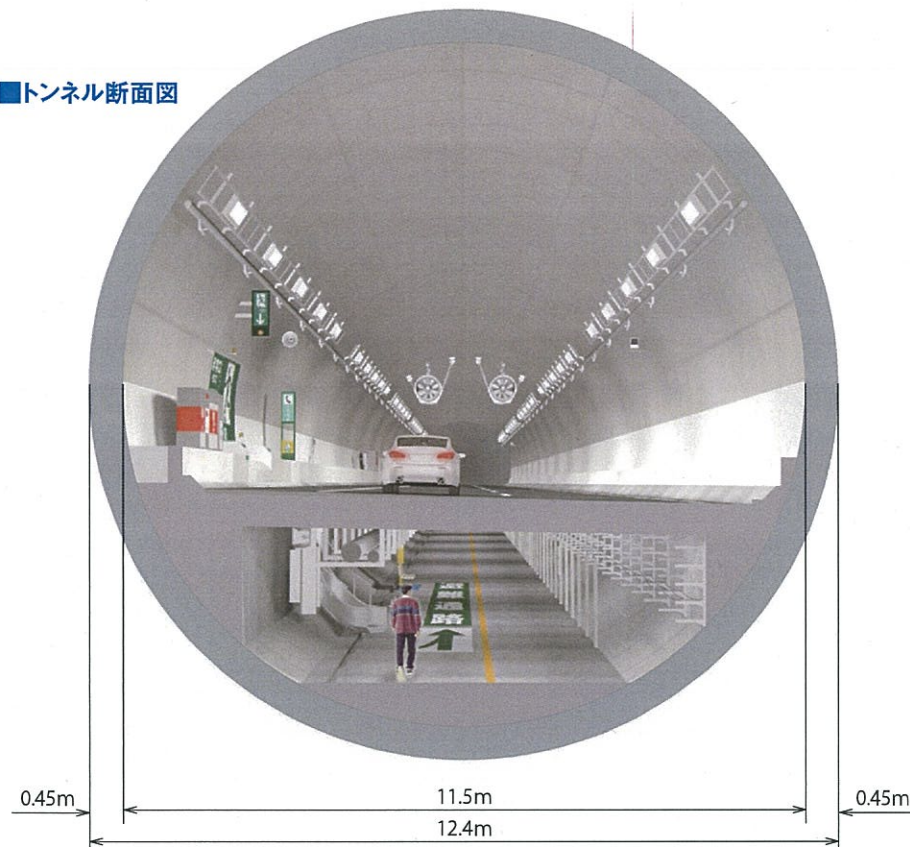
■工事内容

工事件名：(負)高速横浜環状北西線シールドトンネル(港北行)工事
 施工場所：横浜市緑区北八朔町～横浜市都筑区東方町
 発注者：首都高速道路株式会社
 施工者：大成・佐藤・東洋(負)高速横浜環状北西線
 シールドトンネル(港北行)特定建設工事共同企業体
 工期：2015年3月25日～2019年3月18日(約48カ月)

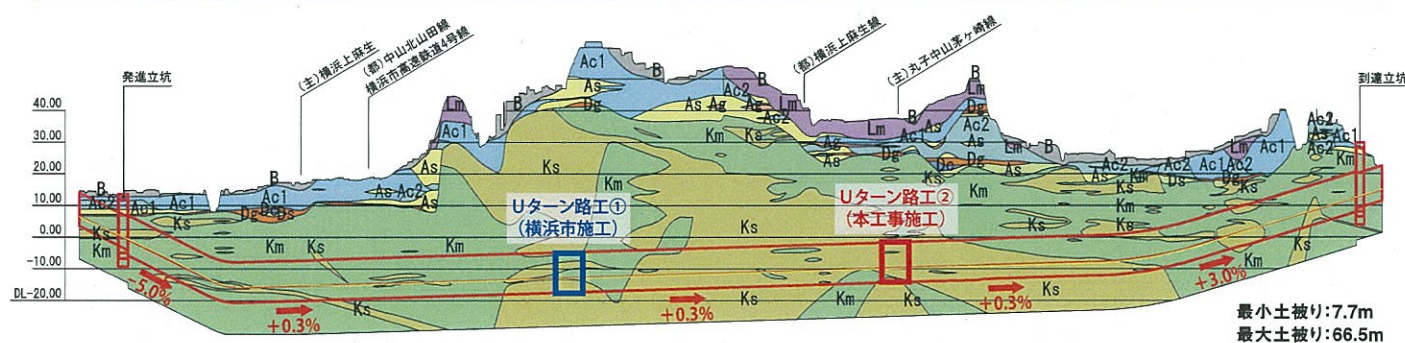
■主要工事数量

- ①シールド掘進工：泥水式シールド機外径φ12,640mm、路線延長3,890.3m
- ②セグメント製作工：外径φ12,400mm、内径φ11,500mm
 RCセグメント、鋼製セグメント、合成セグメントの3種
- ③床版工：合成床版32,600㎡、側壁13,000㎡
- ④Uターン路工：1箇所(Uターン路②)、補助工法：パイプラーフエ+薬液注入工
- ⑤附帯工：インバート工、二次施工側壁工、排水工

■トンネル断面図



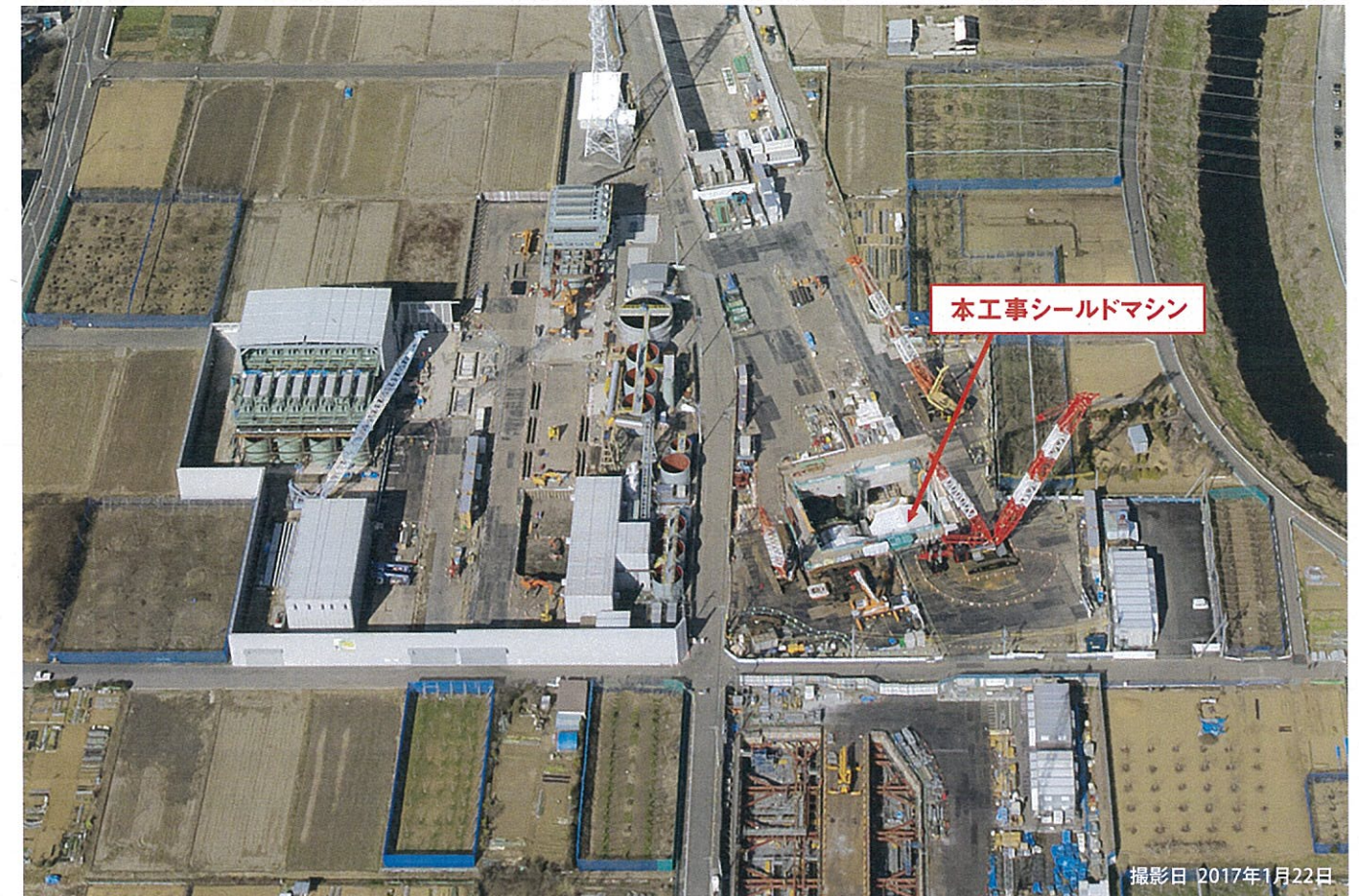
■路線縦断面図



■土質凡例

地質時代	第 四 紀										
	完 新 世					更 新 世					
地層名	盛土層	沖積層				ローム層	洪積層			上総層群	
土質名	人工土	粘性土 (粘土)	粘性土 (シルト)	砂質土	礫質土	ローム	粘性土	砂質土	礫質土	泥岩層	砂岩層
記号	B	Ac1	Ac2	As	Ag	Lm	Dc	Ds	Dg	Km	Ks

航空写真で見る発進立坑周辺



■工事場所



お問い合わせ

■発注者：首都高速道路株式会社 神奈川建設局 北西線工事事務所
 〒224-0041 横浜市都筑区仲町台1-32-10 TEL.045-507-8718 / FAX.045-945-5916

■施工者：大成・佐藤・東洋特定建設工事共同企業体 横浜環状北西線シールド工事作業所
 〒226-0021 横浜市緑区北八朔町 TEL.045-482-6021 / FAX.045-482-6023

※高速横浜環状北西線は、横浜市と首都高速道路株式会社が共同で事業を実施しています。

泥水式シールドマシン

平均掘進速度40mm/分(最大50mm/分)を維持し、トンネル仕上り内径φ10m以上の大断面泥水式シールドの中では、国内最速の平均月進340m以上を達成します。

■シールドマシンの仕様

シールドマシン外径:φ12.640m

全長 : 12.865m

重量 :2,300t(後続台車を含む)

総推進力 :18,000t

シールドジャッキ : 60本

ジャッキ速度 : 最大52mm/分

中折れ角度 : 左右 $\pm 1.0^{\circ}$ 上下 $\pm 0.5^{\circ}$

■高速施工対応

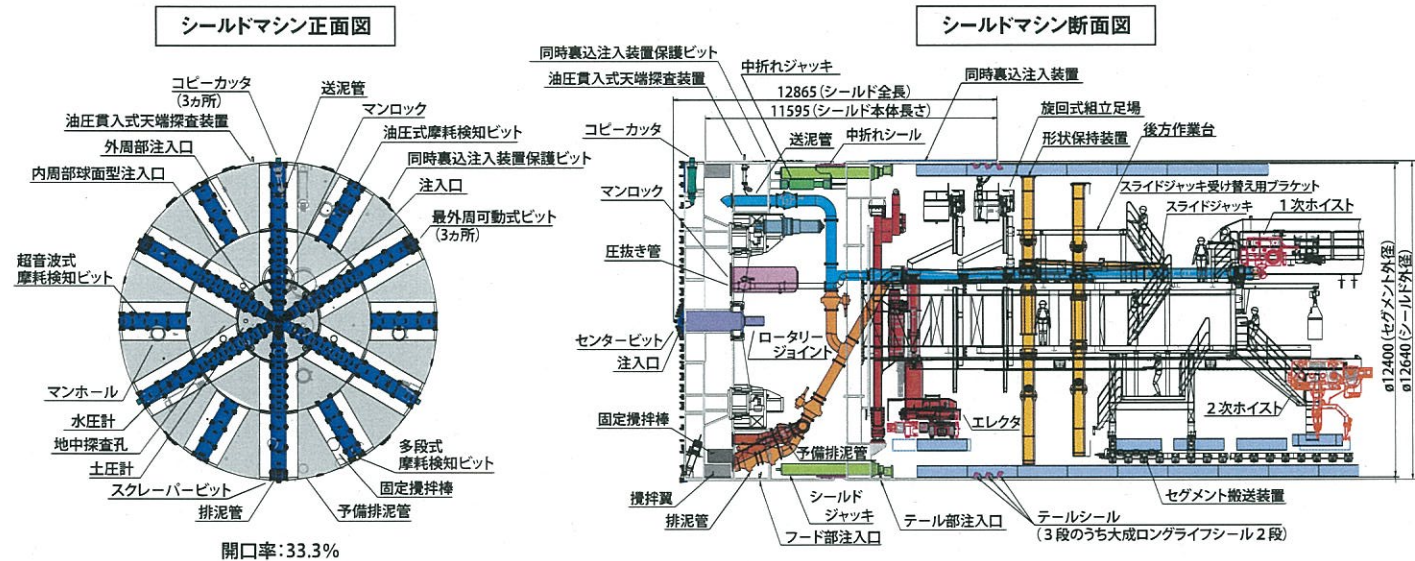
- 面盤開口率33.3%の設定
- セグメント掘進同時組立システムの採用
- セグメント空中受渡し装置の採用

■長距離施工対応

- テールブラシ3段のうち後方2段にTLL(大成ロングライフ)シールを採用
- テールシール注入圧力を計測
- 最外周可動先行ピットを採用
- 振動診断システムを採用



工事に使用するシールドマシン

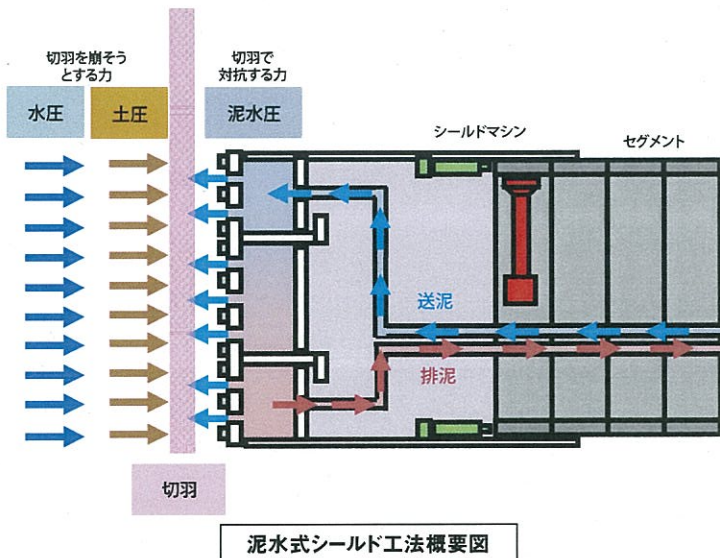


■泥水式シールド工法の採用

シールド工法には、大きく分けて泥水式と泥土圧式の二種類があります。泥水式は、シールド先端へ泥水を送り込み、泥水圧を作用させて切羽の安定を図りながら掘進する工法です。泥土圧式は、掘削した土砂に添加材を加え、流動化した泥土に圧力を与えて切羽の安定を図りながら掘進する工法です。

泥水式シールドでは、泥水を地上のプラント設備から送泥ポンプにより切羽まで送り、切羽で掘削した土を泥水と共に排泥ポンプにより地上のプラント設備に輸送し、ふるい等により泥水と掘削土を分離します。泥水は再び切羽へ送り、掘削土は処分先へ搬出します。

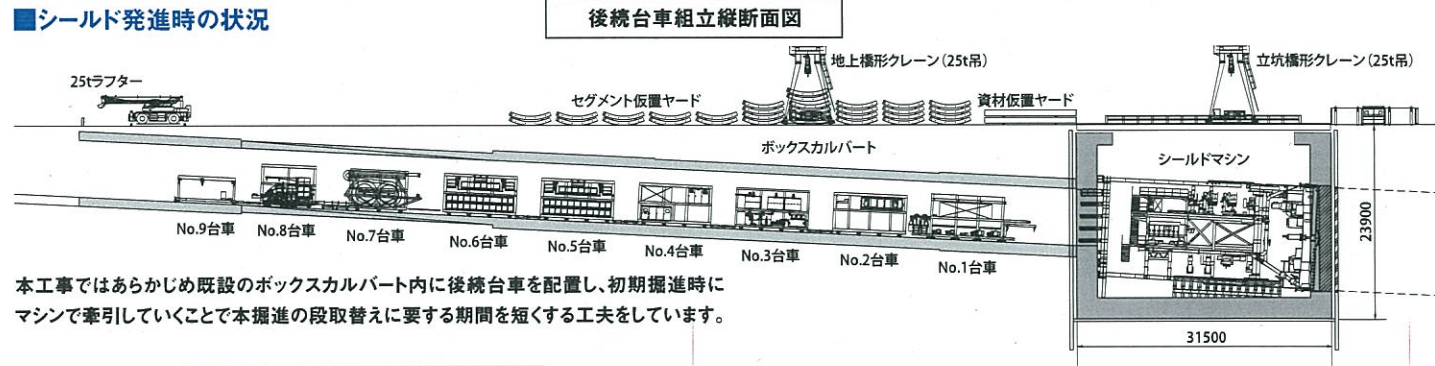
泥水式シールド工法により発生する土砂は、①ふるいにより分離された砂分(1次処理土)と②余った泥水(余剰泥水)を絞って得られた粘土分(2次処理土)の二種類があり、それぞれ受入れ条件を満足する処分先に搬出します。



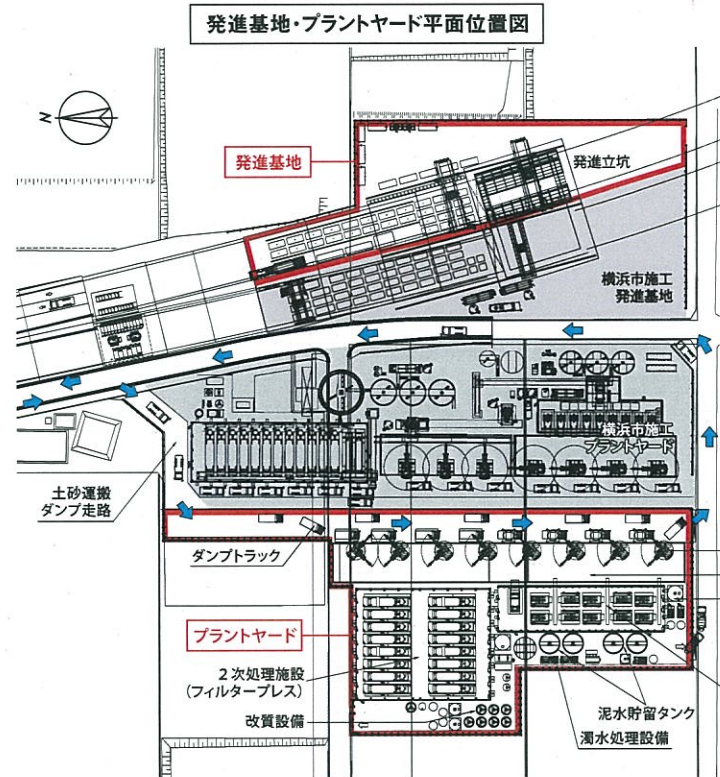
発進基地とプラントヤード

発進基地は、資材の供給場所として使用しセグメント、プレキャストインバート、合成床版パネル、生コンクリート、鉄筋などの材料をトンネル内に供給します。セグメントなどの地上にストックした材料は、立坑に設置された橋形クレーンによって立坑内に投入しタイヤ式搬送台車で施工場所まで運搬します。

■シールド発進時の状況

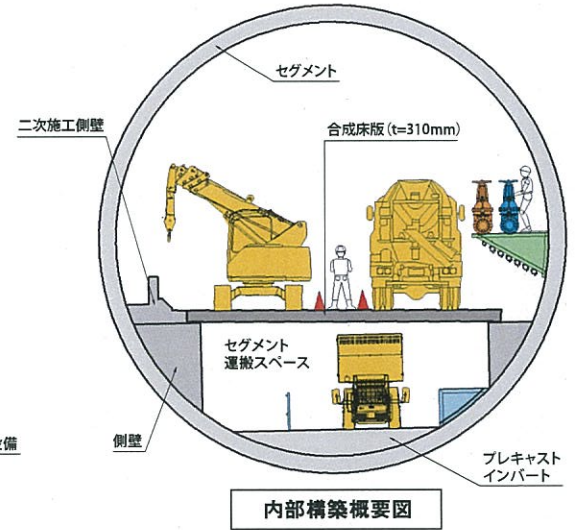


本工事ではあらかじめ既設のボックスカルバート内に後続台車を配置し、初期掘進時にマシンで牽引していくことで本掘進の段取替えに要する期間を短くする工夫をしています。



■内部構築

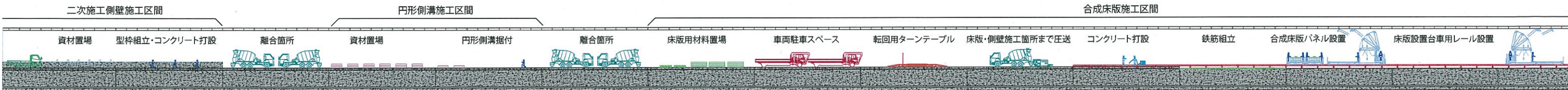
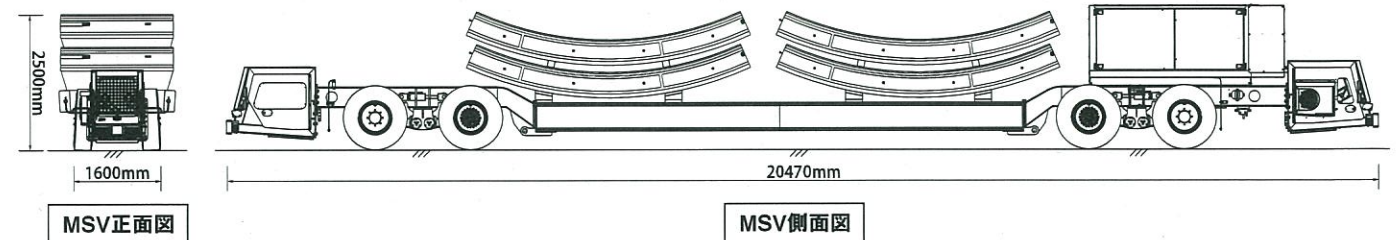
トンネルの内部ではシールド掘進工と並行して、インバート工、側壁工、床版工の順に構築が行われます。インバートはプレキャスト化することにより作業の効率化を図っています。床版構造には施工性・輸送性に優れた鋼・コンクリート構造の合成床版を採用することで、高速施工に対応します。



掘削した土砂が混じった泥水は地上に圧送され前処理・1次処理設備に送られ砂分と泥水に分離されます。分離された泥水は、性状を調整した後もう一度切羽に送られ、繰返し掘削用の泥水として使用されます。掘削により増えて不要となった泥水(余剰泥水)は2次処理機(フィルタープレス)に送られ粘土分と水に分けられます。分離された砂分と粘土分は土砂ピットに溜められバックホウでダンプトラックに積込んで場外へ搬出します。最終的に余った水は濁水処理設備を通して濁度とPHを調整し、下水等へ放流します。

■セグメントの坑内搬送

セグメントの搬送にはタイヤ式搬送台車MSV(Multi-service vehicles)を用います。最大積載重量は50t(セグメント4ピース分)、運行最大速度は時速10km(空車時は時速20km)、セグメント他資材も積載し3台編成で運行します。タイヤ式とすることで坑内の固定レールが不要となり、内部構築施工後の施設工事を早期に着手できる利点があるほか、最大5%の縦断勾配を安全に走行することが出来ます。

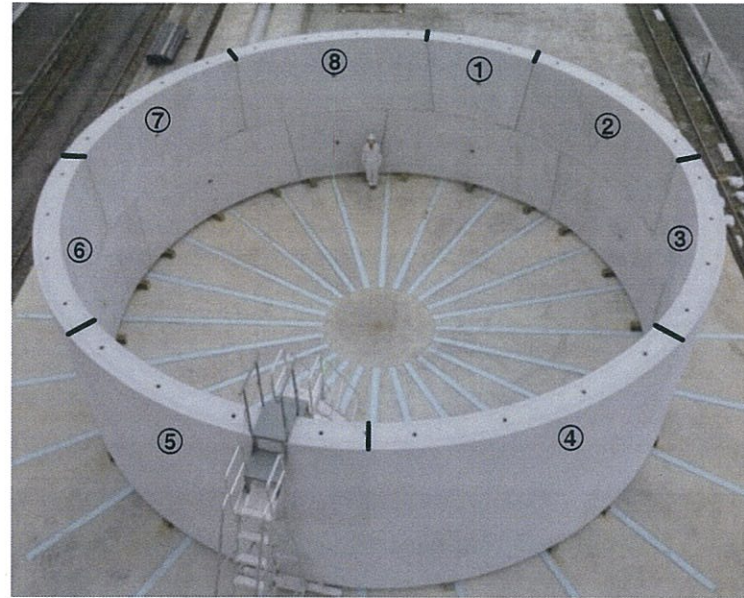


セグメント

トンネルの覆工材であるセグメントは、RC、合成、鋼製の3種類に大別されます。本工事でも3種類を使用しますが、トンネル全線の95%以上を占めるのが鉄筋コンクリート製のRCセグメントです。本工事で用いるRCセグメントには下記に示すような特徴があります。

■RCセグメントの特徴

- 1.セグメント1リングを8分割として1ピースを大型化(国内最大の12t)することで、止水上の弱点となる継手箇所を減らしています。
- 2.セグメント隅角部の補強鉄筋にエポキシ樹脂塗装鉄筋を採用し、かぶり部の発錆対策を行っています。
- 3.コンクリートにポリプロピレン繊維(太さ $\phi 64.8\mu\text{m}$ ×長さ12mm)を添加(体積比0.3%)することで、耐火性能とひび割れ抑制効果を両立させています。
- 4.継手金物にはダクロタイズド処理またはエポキシ樹脂系カチオン電着塗装を施し、鋼製部材の防食性能を向上させています。
- 5.トンネルの詳細点検に備えてセグメントの鉄筋を損傷させずにテストピースコア採取が可能なコアマークを明示しています。



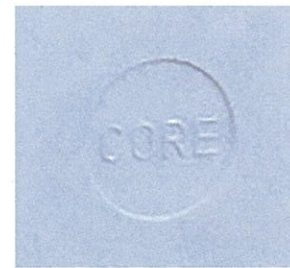
RCセグメントの2リング仮組立て状況



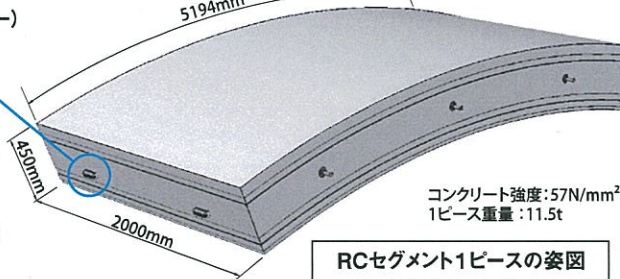
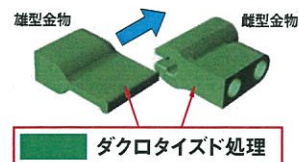
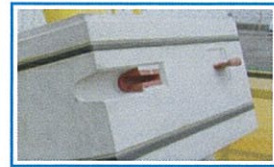
鉄筋がご組立状況



ポリプロピレン繊維(バルチップPW-Jr) コアマーク $\phi 100\text{mm}$

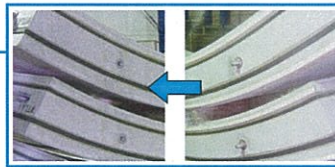


■セグメント間継手(コーンコネクター)



RCセグメント1ピースの姿図

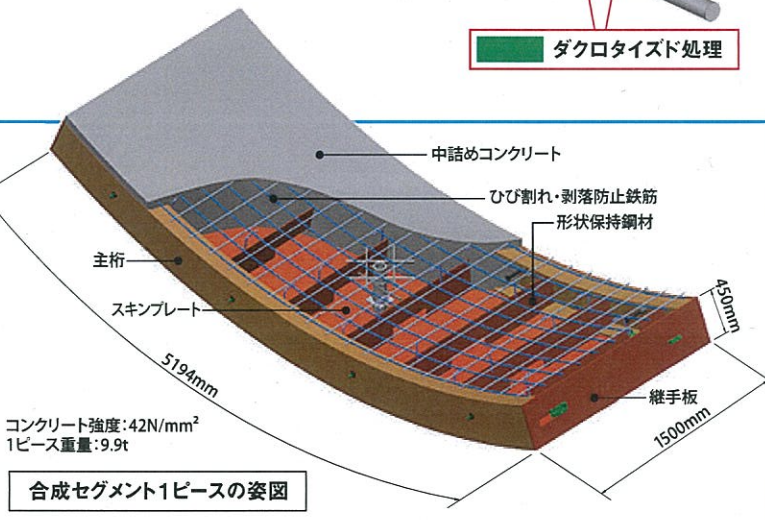
■リング間継手(スクリューボルト)



■合成セグメントの特徴

合成セグメントは、鋼材で組立てられた鋼殻にコンクリートを充填したコンクリート一体型鋼製セグメント(ハイブリッドセグメント[®])です。高耐力な性能を有していることから、RCセグメントでは剛性が不足する箇所に補強セグメントとして用いられます。また、RCセグメントと同様に中詰めコンクリートにポリプロピレン繊維を添加することで、道路火災に対する十分な耐火性能を持たせています。

※ハイブリッドセグメント(hybrid segment)は大成建設(株)が開発した合成セグメントの製品名です。



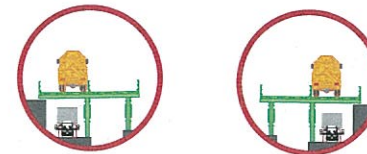
合成セグメント1ピースの姿図

Uターン路

■施工手順断面図

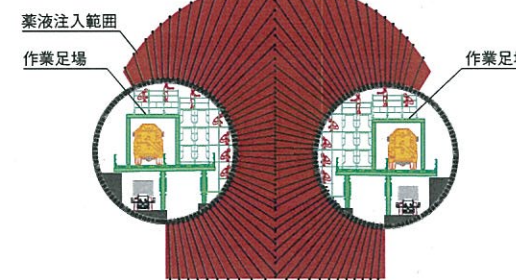
STEP 1

シールド掘進後
仮設構台の設置



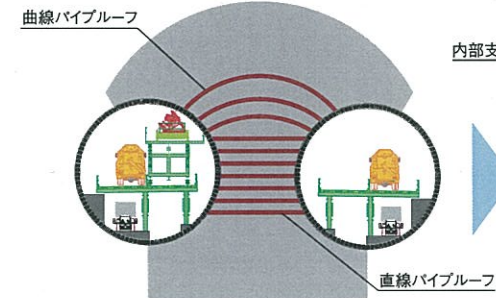
STEP 2

トンネル内部より止水対策の
薬液注入工を施工



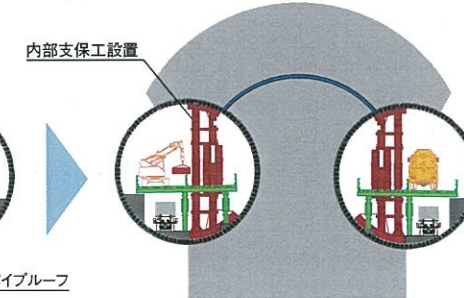
STEP 3

トンネル内部より地山防護の
パイプルーフを施工



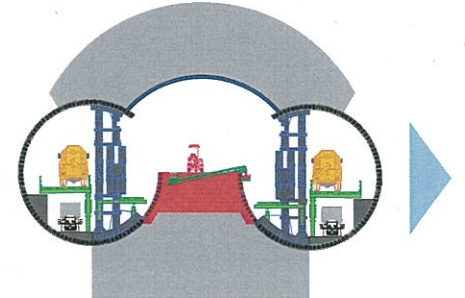
STEP 4

セグメント切断部変形対策の
内部支保工を先行設置



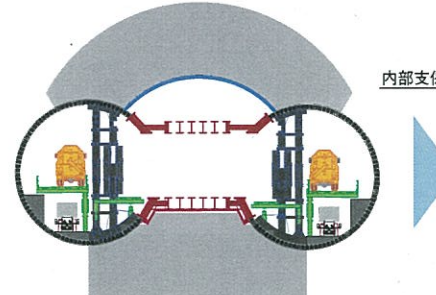
STEP 5

セグメントを撤去しトンネルを切り開
いた開口部よりトンネル間を掘削



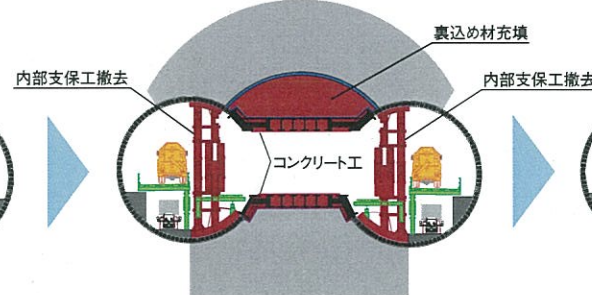
STEP 6

トンネル開口部の補強鋼材と
Uターン路本体鋼製枠を設置



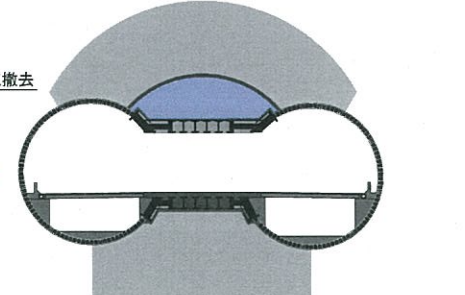
STEP 7

防水工を行った後に
躯体コンクリート打設と裏込め材充填



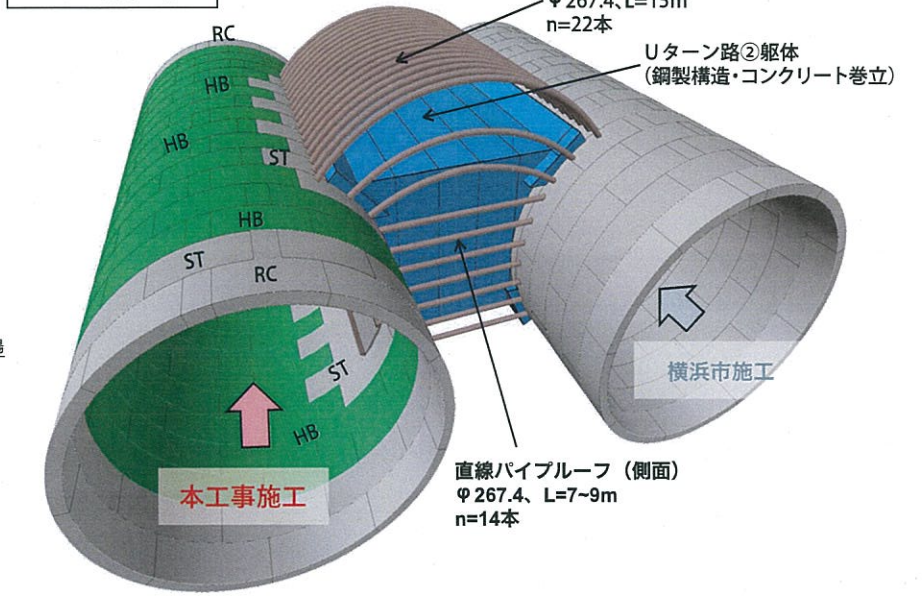
STEP 8

Uターン路の完成



本路線には並設される2本のシールドトンネルを連結する横坑(Uターン路)が2箇所あり、その1箇所を本工事で施工します。高速道路供用後にトンネル内で災害が発生した場合など、一方のトンネルからもう一方のトンネル内に緊急車両が進入したり、避難路として使用する転回路の役目をはたします。本工事ではパイプルーフと呼ばれる鋼管の防護工と薬液注入工を補助工として地山の崩落を防止し、開口された地下空間の中でUターン路②の躯体を構築します。Uターン路部分は、切断撤去が容易な鋼製セグメント(ST:steel)を使用しています。薬液注入範囲などの特殊部には、剛性の高い鋼・コンクリート構造の合成セグメント(HB:hybrid)を使用します。

Uターン路概要図



側壁施工区間

プレキャストインパート施工区間

後続台車No.1～No.9×2列

セグメント搬送装置

シールドマシン

養生完了 型枠脱型・養生 型枠台車セット・コンクリート打設 上筋組立 下筋組立 アンカー筋設置 セグメント清掃

