

横浜横須賀道路の直下におけるトンネル掘削

藤澤 元¹・高橋 敬²・戸久世 昂真³・佐野 裕作⁴

¹ 非会員 東日本高速道路株式会社 関東支社 横浜工事事務所 釜利谷工事区 工事長
(〒221-0013 横浜市神奈川区新子安 1-2-4 オルトヨコハマビジネスセンター2階)

E-mail: h.fujisawa.ab@e-nexco.co.jp

² 非会員 東日本高速道路株式会社 関東支社 横浜工事事務所 釜利谷工事区
(〒221-0013 横浜市神奈川区新子安 1-2-4 オルトヨコハマビジネスセンター2階)

E-mail: t.takahashi.ar@e-nexco.co.jp

³ 正会員 東日本高速道路株式会社 関東支社 横浜工事事務所 釜利谷工事区
(〒221-0013 横浜市神奈川区新子安 1-2-4 オルトヨコハマビジネスセンター2階)

E-mail: t.tokuse.aa@e-nexco.co.jp

⁴ 正会員 (株)熊谷組 首都圏支店 土木事業部 (〒162-8557 東京都新宿区津久戸町)

E-mail: yusaku.sano@ku.kumagaigumi.co.jp

本工事は、建設中の横浜環状南線における釜利谷ジャンクションにおいて、供用中の横浜横須賀道路の直下を含め機械掘削による山岳工法で施工する。

トンネルは、上下線 2 本で各延長約 260m で高速道路の本線部及びランプ部の横断箇所は、土被り約 6m の低土被りトンネルであり、トンネル掘削に際し横浜横須賀道路への影響が懸念された。

そのため掘削中は坑内の A 計測に加え、地中変位計測及び横浜横須賀道路の路面の計測を実施し、自動計測による 24 時間管理を実施した。

本線部及びランプ部の横浜横須賀道路交差箇所の施工方法としては、変位を抑えるため長尺鋼管先受け工、鏡補強工等を実施し計測管理を活用しながら掘削を実施し、問題なく安全に掘削を完了させた。

Key Words: *Measuring Managemet, Tunnel, NATM Method, Yokohama-Yokosuka Expressway, shallow underground*

1. 概要

横浜環状南線は、圏央道（首都圏中央連絡自動車道）の一部で、横浜横須賀道路の釜利谷ジャンクションと国道 1 号と直結する戸塚インターチェンジまでの延長約 8.9km の自動車専用道路である。

当工事区は釜利谷ジャンクション周辺の工事を所掌している。今回報告する工事は、日交通量約 6 万台の重交通路線である横浜横須賀道路と交差する横浜環状南線の本線トンネル工事である（写真-1、図-1）。

本線トンネルである釜利谷東トンネルは機械掘削による山岳工法で、上下線 2 本（各延長 260m）を双設トンネルで施工する。横浜横須賀道路とは最小土被りが 6m であり、トンネル掘削にあたり横浜横須賀道路を通行止め

せず供用させながら施工を行うため、横浜横須賀道路の路面の沈下が発生した際に非常に大きな影響を与えることが懸念された。

工事の施工にあたり、掘削工法の工夫や補助工法の検討、掘削前の FEM の 2 次元モデルによる数値解析及び掘削後の後進トンネルの影響を評価する逆解析、施工時の沈下計測管理体制の徹底を行い、令和元年 10 月に貫通した。この一連の対策検討と掘削結果について報告する。



写真-1 現場上空写真

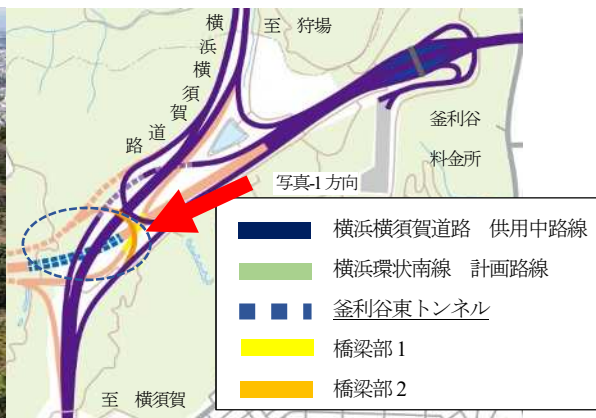


図-1 釜利谷ジャンクション

2. 掘削工法

本工事は横浜市金沢区の山間部に位置する。地質は大部分が砂質泥岩であり、凝灰岩が数 cm～数 10cm の厚さで層状に分布する第三基層が主体である。地山等級は CL～DH 級（一軸圧縮強度 25～50N/mm²）、亀裂は 20cm 以内の間隔であり、湧水は部分的に 0.02m³/min 程度であった。

高速道路本線とランプ線直下では、変位を最小限に抑えるため、長尺鋼管先受け工及び鏡補強工、インバート吹付けによる早期閉合を併用し、補助ベンチ工法付全断面工法により掘削を行った。支保パターンを図-2 に示す

3. 計測管理体制

計測位置と項目を図-3 及び表-1 に示す。路面計測範囲は高速道路との平面上交差部より前後約 15m とし、測定範囲は 3m とした。路肩のガードレール付近にプリズム型、中央分離帯部にキャッツアイ型の反射プリズムを 110 点設置した。さらに、路面全体の変形を把握するため、アスファルト及び白線上のノンプリズム測定を 133 点設定した。

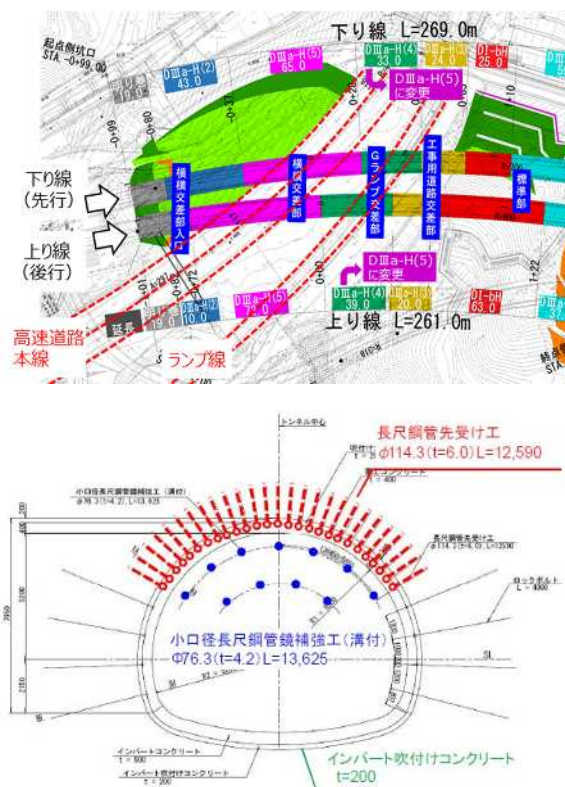


図-2 支保工パターンと支保パターン図 (DIIIa-H(5)-K 断面)

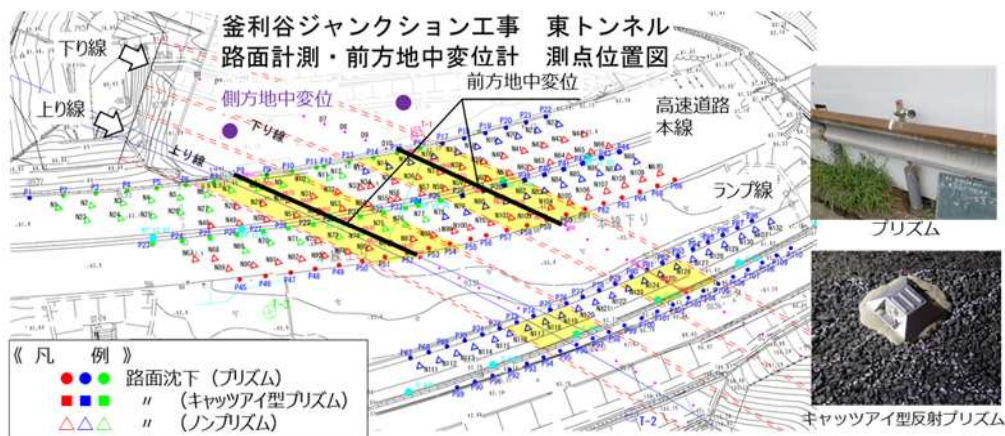


図-3 変位測定箇所と測定機器

また、供用中の高速道路下におけるトンネル掘削による切羽前方地山のゆるみ状態を早期に発見する目的で、A計測以外に3つの計測・測定を行っている。

(1) 前方地中変位測定

水平ボーリングにより三軸の加速度センサーを全幅にわたり 0.5m 間隔で連続配置し、それぞれの傾斜変化から連続した沈下変位及び切羽前方地山の変位を計測する。

(2) 側方地中変位測定

トンネル掘削時の地山の挙動を観測するため、先行する下り線トンネルの左右側部に鉛直ボーリングを行い三軸加速度センサーを2か所設置した。

(3) B計測の追加

先行する下り線トンネルの鋼アーチ支保工および吹付応力ならびにロックボルト軸力を計測する。また、後行する上り線トンネルに向かって水平ボーリングを行い、地中変位計を設置し上り線トンネル掘削時の地山の挙動を計測する。

坑内外の計測は 24 時間の計測担当者常駐による監視体制を編成した。また、自動計測値に異常を確認した場合、即時対応が求められることから関係者への迅速な周知のため警報通知が届くアラートメール機能を構築した。

表-1 計測項目

計測項目		計測点数	計測頻度
坑内 A計測	坑内観察	—	各掘削毎 1回/時間 (自動)
	天端沈下	1か所/5m	
	内空変位	4か所/5m	
坑内 B計測	ロックボルト軸力	16点	
	鋼アーチ支保工応力	5点	
	吹付コンクリート応力	5点	
	地中変位	5点	
地中 変位 計測	前方地中変位(水平)	上り線 45m	
		下り線 40m	
	側方地中変位(鉛直)	下り線本線交差部 左右各 15m	
路面 計測	路面沈下(グリッド)	100点	
	路面沈下(ノングリッド)	133点	

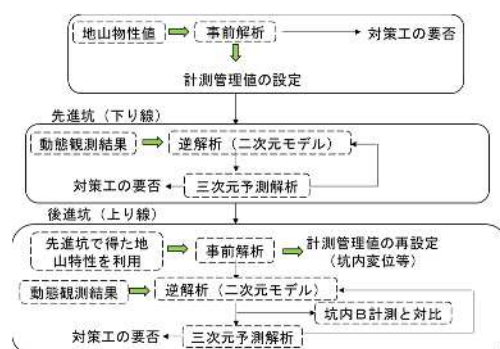


図-4 検討フロー図

4. 数値解析による検討

土質調査結果に基づく事前の3次元数値解析を実施し、高速道路への影響を検討した。検討のフローを図-4に、3次元モデルと解析結果を図-5に示す。

地山物性値は前方地中変位計測の水平ボーリングの際にコア採取も行い、変形特性と強度特性を把握した。この数値を用いて事前解析を行い、掘削方法や支保パターン、対策工を検討した。路面沈下量は本線直下で5mm

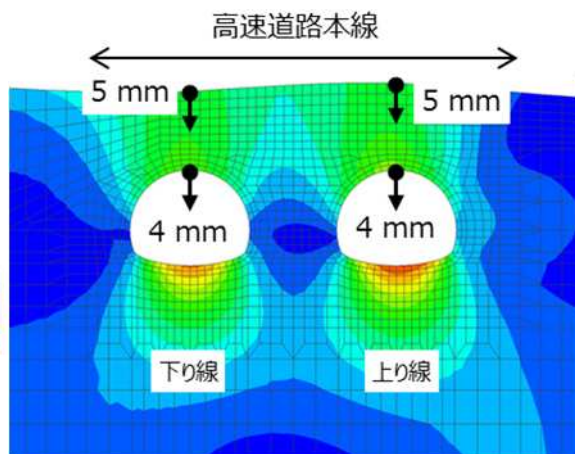
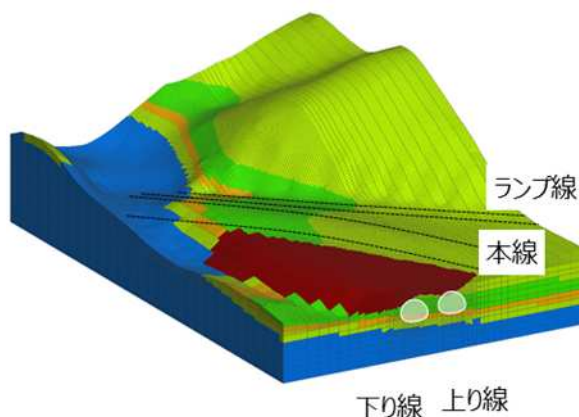


図-5 3次元モデルと解析結果

5. 施工結果

施工段階ごとの代表的な路面沈下量を図-6に示す。上下線トンネルともに、インバート吹付けによる早期閉合、長尺鋼管先受け工及び鏡補強工の施工により、高速道路手前の早期閉合なしの支保パターンに比べて沈下量は少なく、路面沈下量はプリズム設置個所で5mm程度

となった。

トンネル掘削中には監督員側も現場詰所で待機し、万が一横浜横須賀道路が路面沈下した際に備えて夜間常駐していた。結果として、掘削を完了した以降も路面への大きな変化はなく、無事にトンネル掘削を終えることができた。

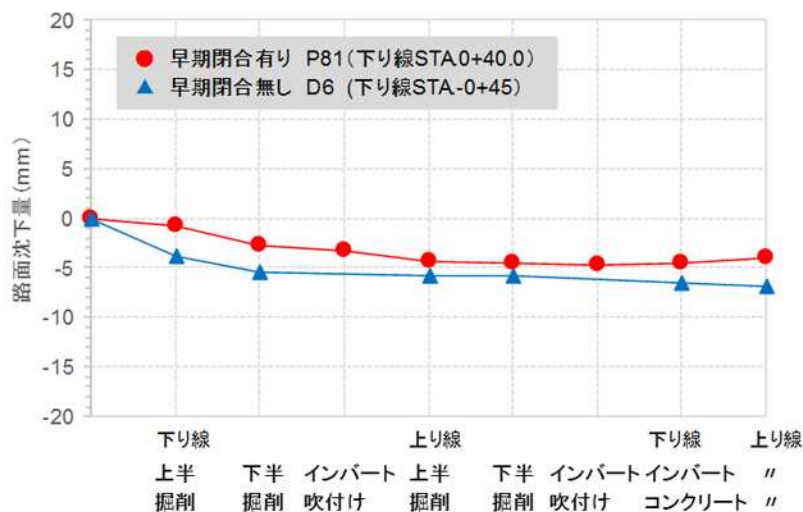


図-6 施工段階ごとの路面沈下量

TUNNEL EXCAVATION JUST UNDER THE YOKOHAMA – YOKOSUKA EXPRESSWAY

Hajime FUJISAWA, Takashi TAKAHASHI, Takamasa TOKUSE and Yusaku SANO

We excavated the tunnel under the Yokohama-Yokosuka Expressway a part of the Yokohama Kanjo South Route. The distance is only 6m between Yokohama-Yokosuka Expressway to Yokohama Kanjo South Route. Before the excavating, we assessed the ground subsidence management value by means of numerical analysis using the measured geological characteristics. During the tunnel excavating, we observed the ground-surface and underground behavior in 24-hour measurement automatically. Under the Yokohama-Yokosuka Expressway section, we conducted the auxiliary methods; long face bolt presupport, tunnel face shotcrete, invert shotcrete. Finally, we successfully excavated Kamariya-East tunnel until breakthrough.