

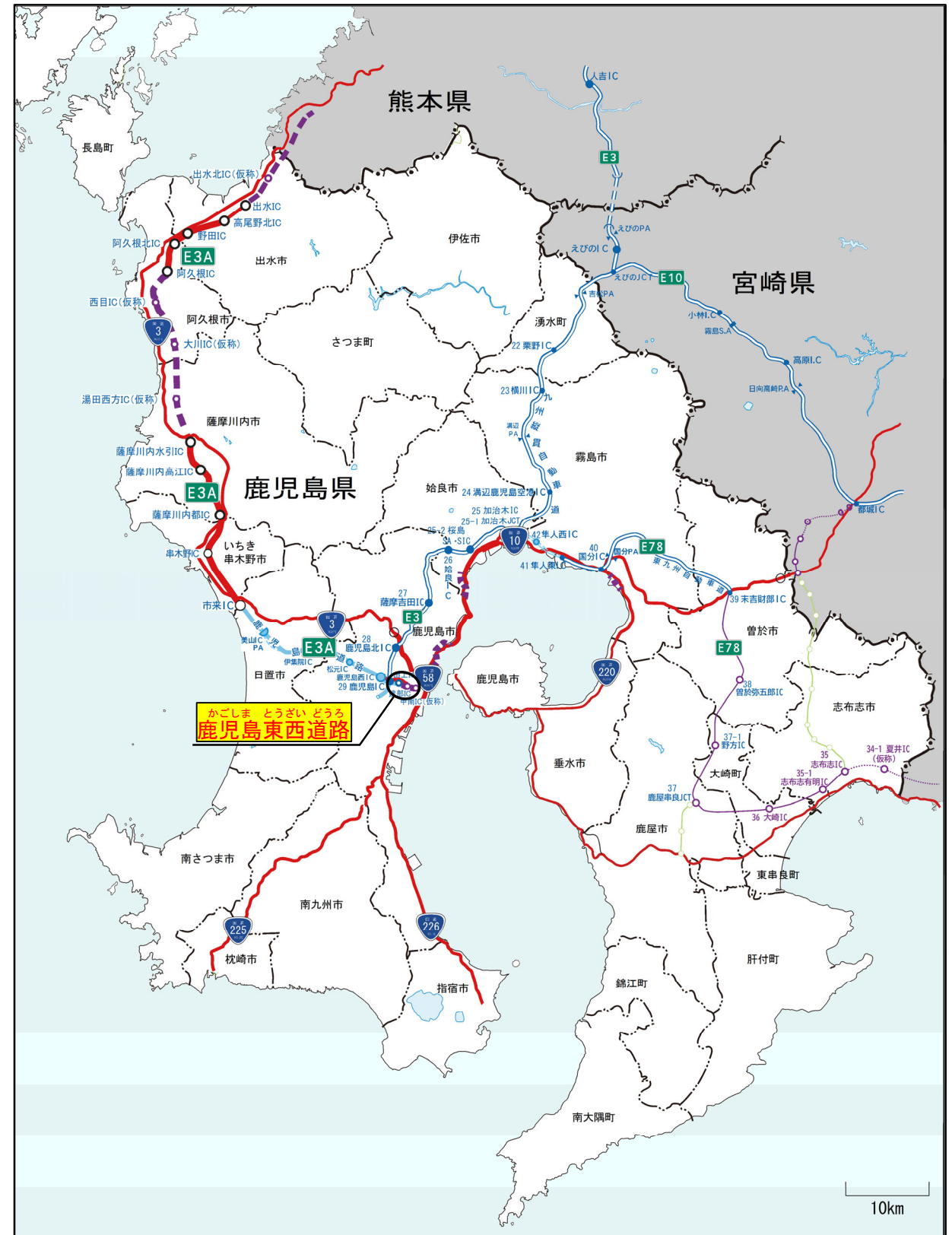
# 鹿児島東西道路シールドトンネル 技術検討委員会

令和5年1月31日(火)

九州地方整備局 鹿児島国道事務所

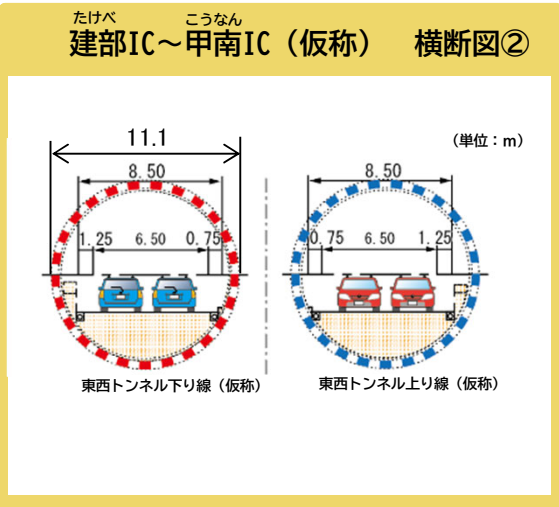
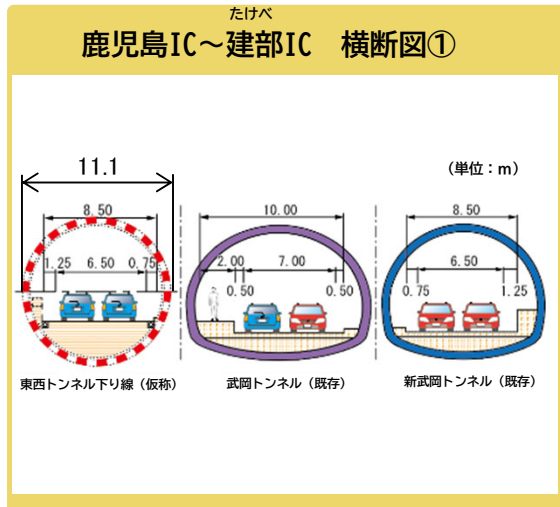
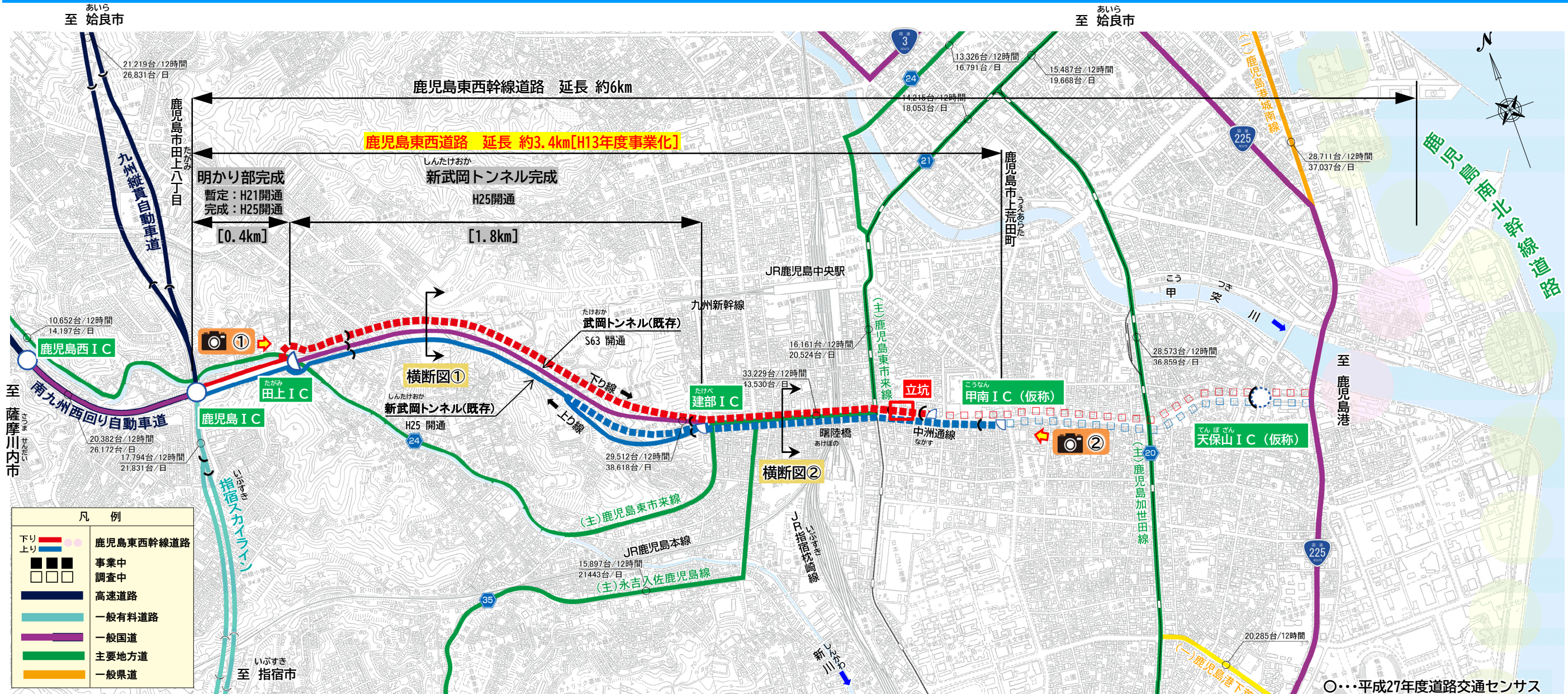
# ～ 目 次 ～

(1)事業概要.....	P 1
(2)路面下空洞調査結果.....	P 2
(3)田上側坑口部の設計・施工について.....	P 4
(4)衛星画像解析結果.....	P 14
(5)流向・流速について.....	P 15
(6)地中拡幅部事前室内試験結果.....	P 16
【確認事項】	
(7)加泥材の配合試験結果.....	P 19





# (1) 事業概要



## ■ 事業概要

- 事業化：平成13年度
- 全体事業費：938億円
- 事業進捗率：62% (R4.3末現在)
- 用地進捗率：99% (R4.3末現在)

## ■ 道路の構造規格

構造規格	第2種2級
設計速度	60km/h
車線数	4車線

※記載内容については、工事、調査の進捗により変更となる可能性があります。

※鳥瞰図やパース図はイメージであり、実際と異なる場合があります。

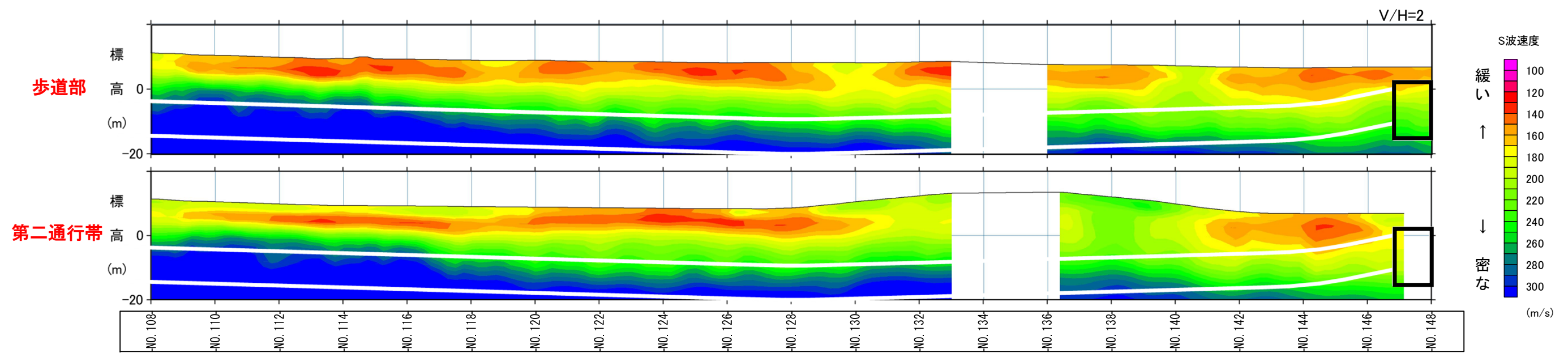
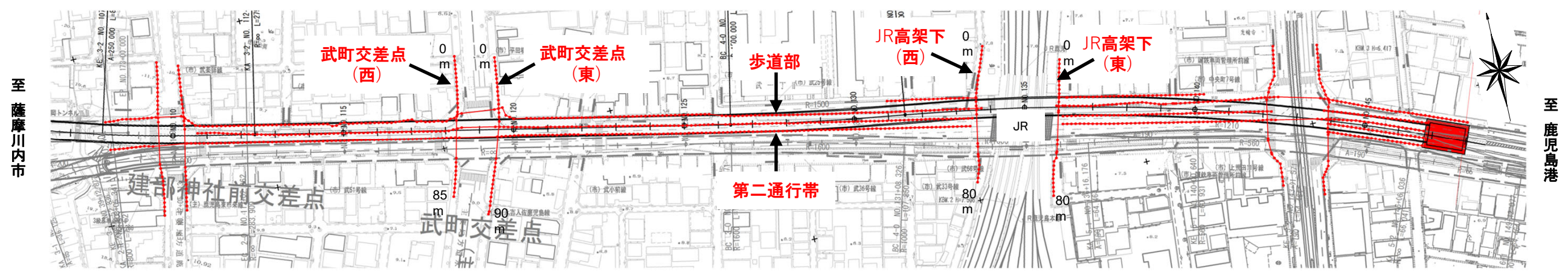
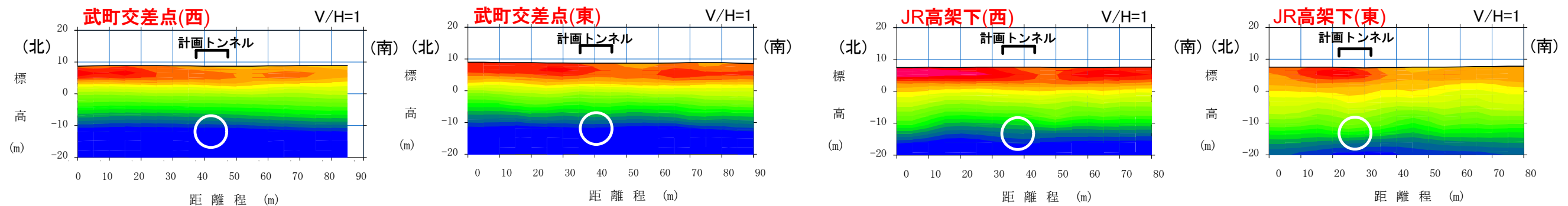


# (2) 路面下空洞調査結果 [市街地部]

[第2回技術検討委員会]

- 局所的な空洞や緩みは確認されていない。また、地下構造物の存在を示唆するような観測結果はなかった。
- 計画トンネルの横断方向(南北方向)についても空洞や緩みは確認されていない。
- 密な部分は、東側に向かって下方に傾斜している。
- S波速度はN値との相関があり地盤状況を定量的に可視化することができる。
- 既往のN値やPS検層で得られているS波速度とも整合している。

実施期間  
令和4年2月14日～2月22日



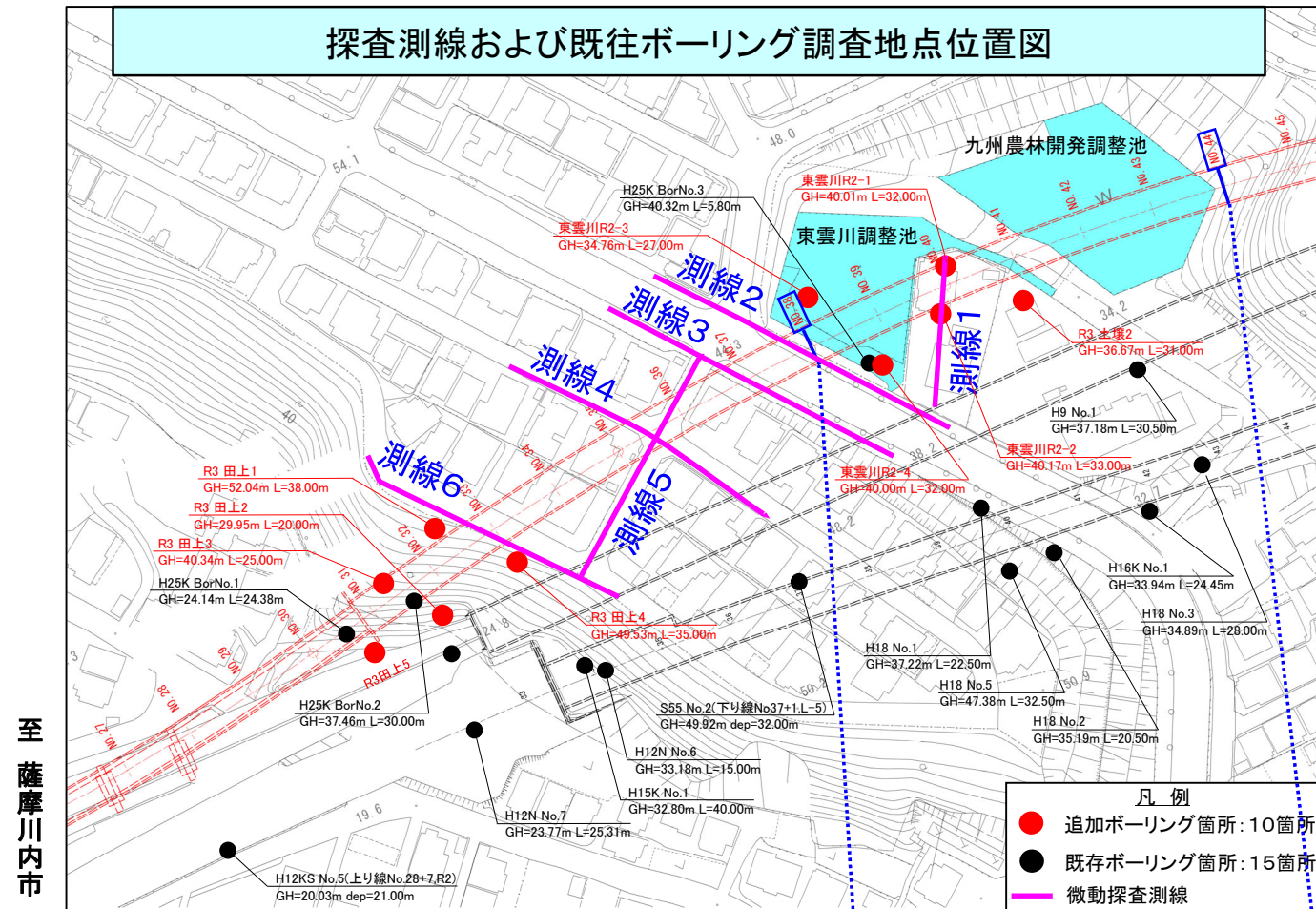


# (2-1) 路面下空洞調査結果[山岳部(武岡地区)]

- 局所的な空洞やゆるみは確認されていない。また、地下構造物の存在を示唆するような観測結果はなかった。
- 微動探査結果と既往のボーリング調査結果(地質構造およびN値の分布構造)は整合している。
- No38~No44区間の側線1、2では、谷埋めの崖錐堆積層が分布している。
- S波速度はN値との相関があり地盤状況を定量的に可視化することができる。

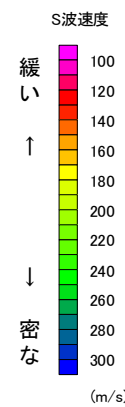
実施期間  
令和4年7月21日

探査測線および既往ボーリング調査地点位置図

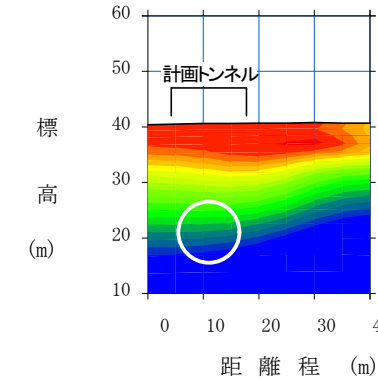


探査結果図

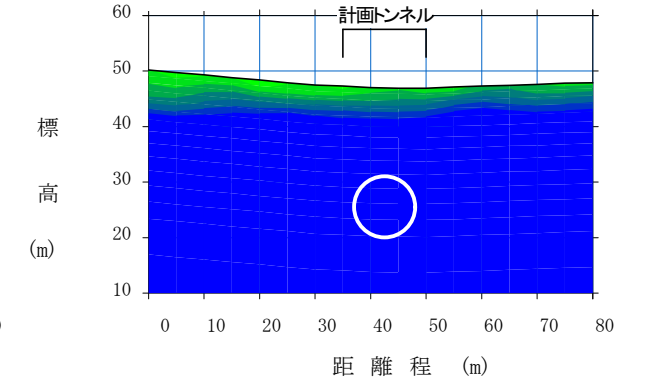
至鹿兒島港



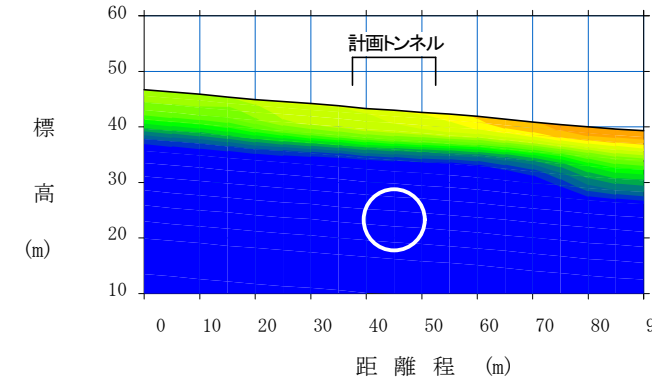
測線1



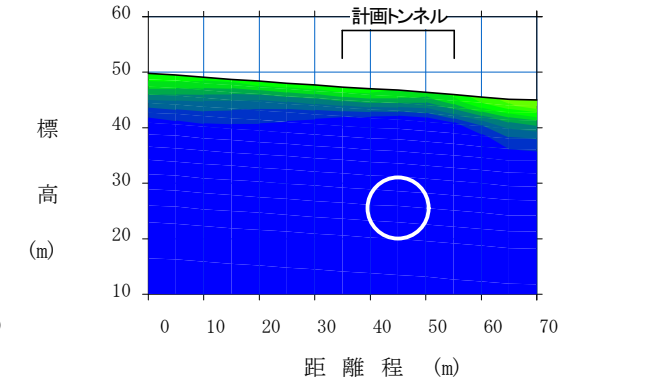
測線4



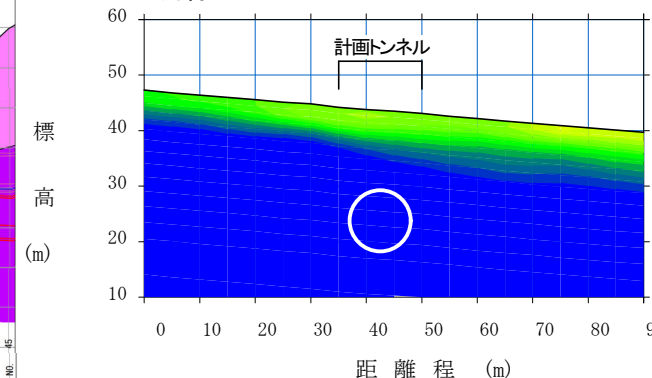
測線2



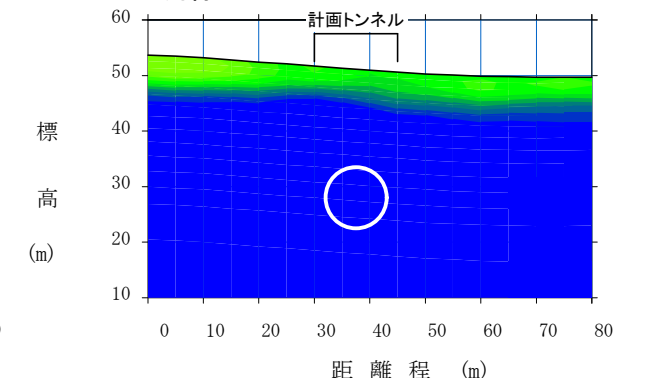
測線5



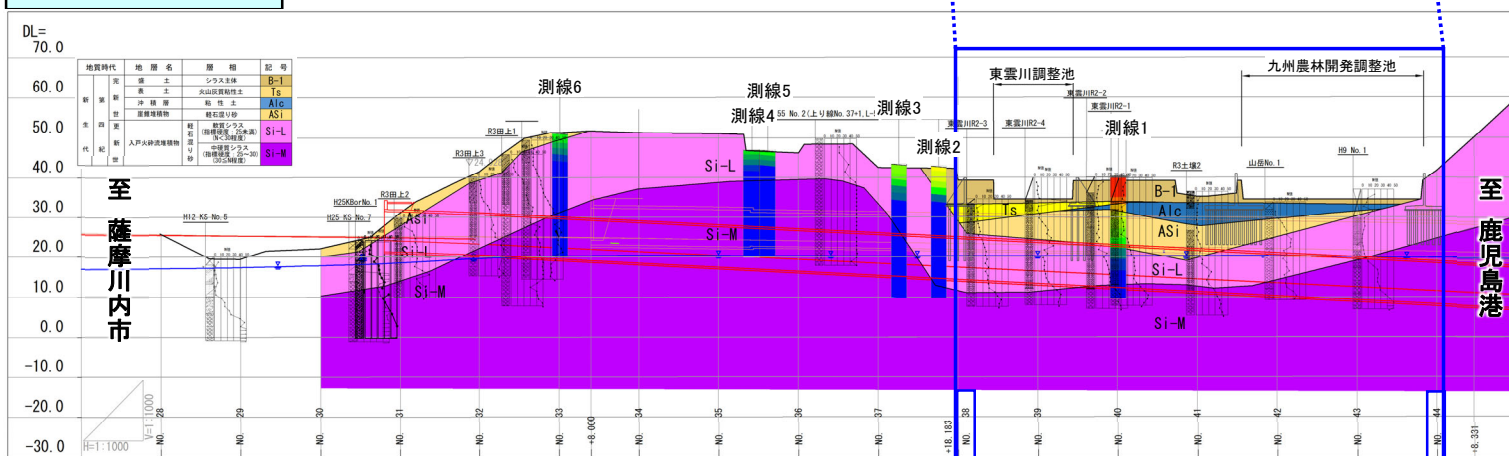
測線3



測線6



地質縦断面図



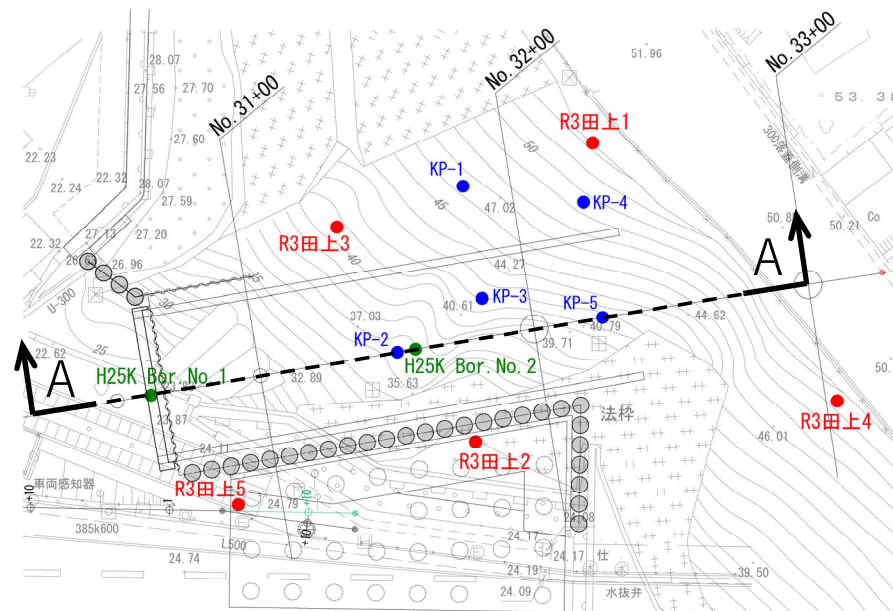


# (3) 田上側坑口部の設計・施工について

## ● 田上側坑口部の追加土質調査結果

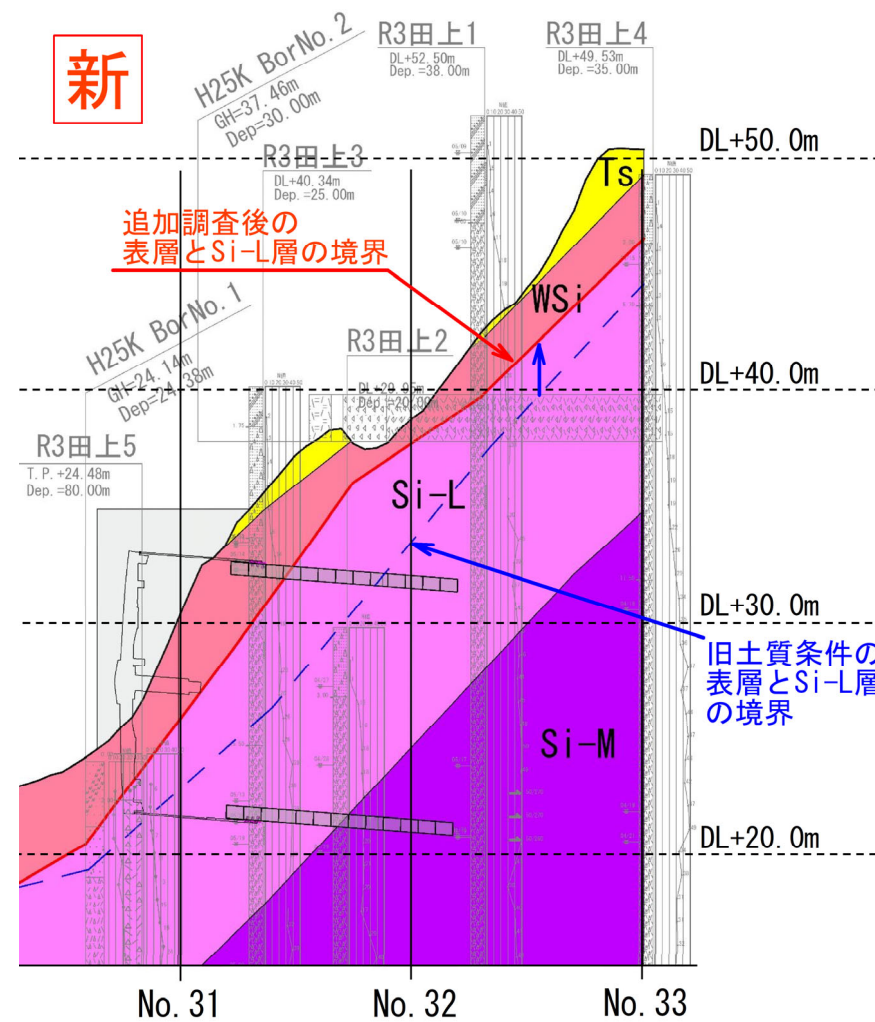
田上側坑口部施工エリア周辺において追加土質調査(ボーリング調査5箇所、簡易動的コーン貫入試験5箇所)を実施し、土層構成、土質定数を確認。追加土質調査の結果、**表層(Ts層、Wsi層)は想定よりも薄く、比較的安定した軟質シラス(Si-L層)が地表面付近まで存在することが判明した。**

土質調査位置



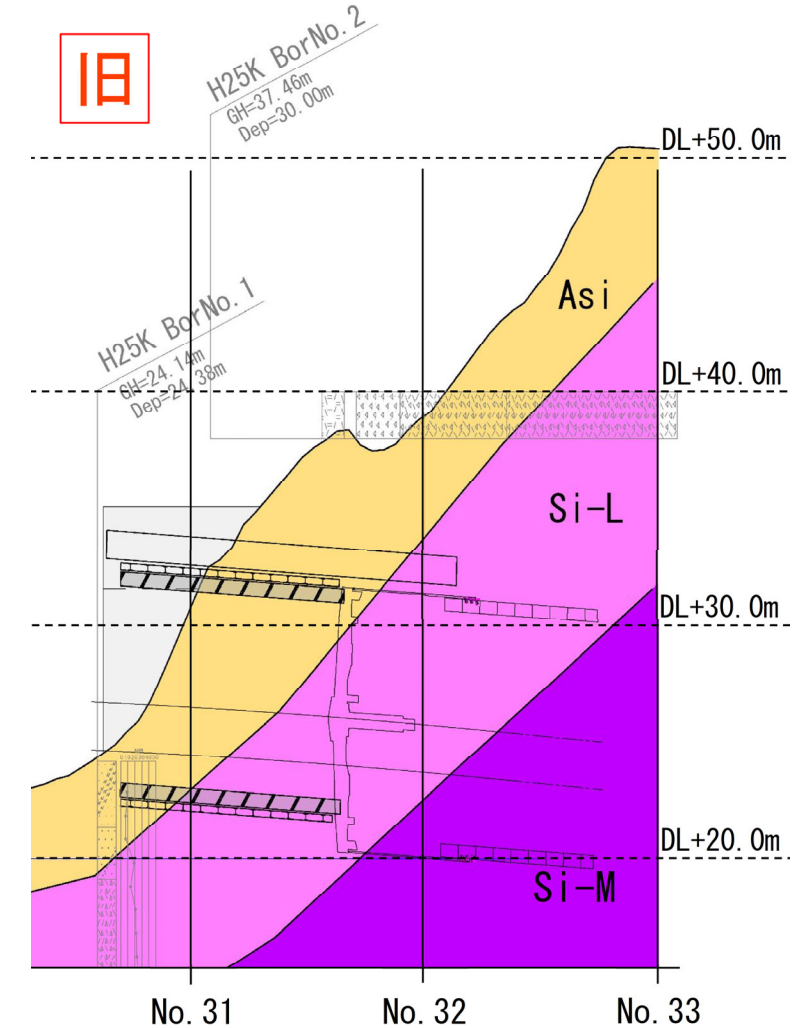
- 凡例
- : 既往ボーリング調査 (H25, 2箇所)
  - : 追加ボーリング調査 (5箇所)  
目的: 土層構成・土質定数の確認
  - : 簡易動的コーン貫入試験 (5箇所)  
目的: 表層付近の土層構成の確認

土層縦断面図 (A-A)



土質定数 (新)

地層 (上段) 地質 (下段)	記号	N値	単位体積重量 $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	粘着力 C (kN/m <sup>2</sup> )	内部摩擦 $\phi$ (°)	変形係数 $E_0$ (kN/m <sup>2</sup> )
表土	Ts	2	14	9	32	1,300
礫混り粘土質砂、軽石混じり砂	Wsi	3	15	11	34	2,500
入戸火砕流堆積物 軽石混じり砂、極軟質シラス	Si-L	17	15	35	38	12,500
入戸火砕流堆積物 軟質シラス	Si-L	17	15	35	38	12,500
入戸火砕流堆積物 中硬質シラス	Si-M	38	15	97	34	24,400



土質定数 (旧)

地層 (上段) 地質 (下段)	記号	N値	単位体積重量 $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	粘着力 C (kN/m <sup>2</sup> )	内部摩擦角 $\phi$ (°)	変形係数 $E_0$ (kN/m <sup>2</sup> )
崖錐堆積物 軽石混じり砂	Asi	5	16	0	30	2,900
入戸火砕流堆積物 軟質シラス	Si-L	10	15.5	40	35	18,000
入戸火砕流堆積物 中硬質シラス	Si-M	45	16	60	40	55,000



# (3-1) 田上側坑口部の設計・施工について

## ● 田上側坑口部の工法選定 (追加土質調査を踏まえた見直し)

追加土質調査の結果、比較的安定した軟質シラスが地表面付近まで存在することが判明したため、坑口部の工法を再検討した。到達部においても、シールド下半部に軟質シラスが存在することから、シールド機の姿勢制御が可能であり、切羽保持対策(盛土)を行い、高耐力のセグメントを配置することでシールド工法による坑口到達が可能と判断。

施工方法	今回 (シールド工法による坑口到達 : 選定)	前回委員会 (山岳工法+補助工法による迎え掘り)
平面図	<p>平面図</p>	<p>平面図</p>
横断面 縦断面	<p>横断面 縦断面</p>	<p>横断面 縦断面</p>
特徴	<ul style="list-style-type: none"> <li>・土被りが小さいトンネル到達部では、流動化処理土による盛土を実施し、シールドの切羽圧を保持する。</li> <li>・トンネル到達部付近は、土被りが小さく、偏荷重が作用するため、高耐力のセグメントを配置する。</li> <li>・迎え掘り工事および切羽安定のための補助工法を省略できるため、合理的な構造となる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・近接構造物(直上住宅地、側方近接トンネル)への影響が懸念される区間はシールド工法で施工する。</li> <li>・小土被りかつ偏土圧が作用する、軟弱な崖錐堆積物(Asi)区間では、補助工法(パイプルーフ)を先行施工し、山岳工法(機械掘削、内部支保工を設置)で迎え掘りする。</li> <li>・迎え掘り区間は、切羽安定のため、薬液注入を実施する。</li> </ul>
コスト	0.5	1.0



# (3-2) 田上側坑口部の設計・施工について

## ● 田上坑口部の工法選定

- ・荷重条件 : 斜面からの大きな偏荷重および地震動による荷重に対して、施工時および完成時の安定性を確保できる土留め構造が必要
- ・施工条件 : 狭隘な施工箇所となることから、施工可能な擁壁と鋼管杭と比較 ※鋼管杭は既設構造物を直接切削可能なジャイロプレス工法
- ・構造条件 : シールドの掘削時の支障とならないような構造

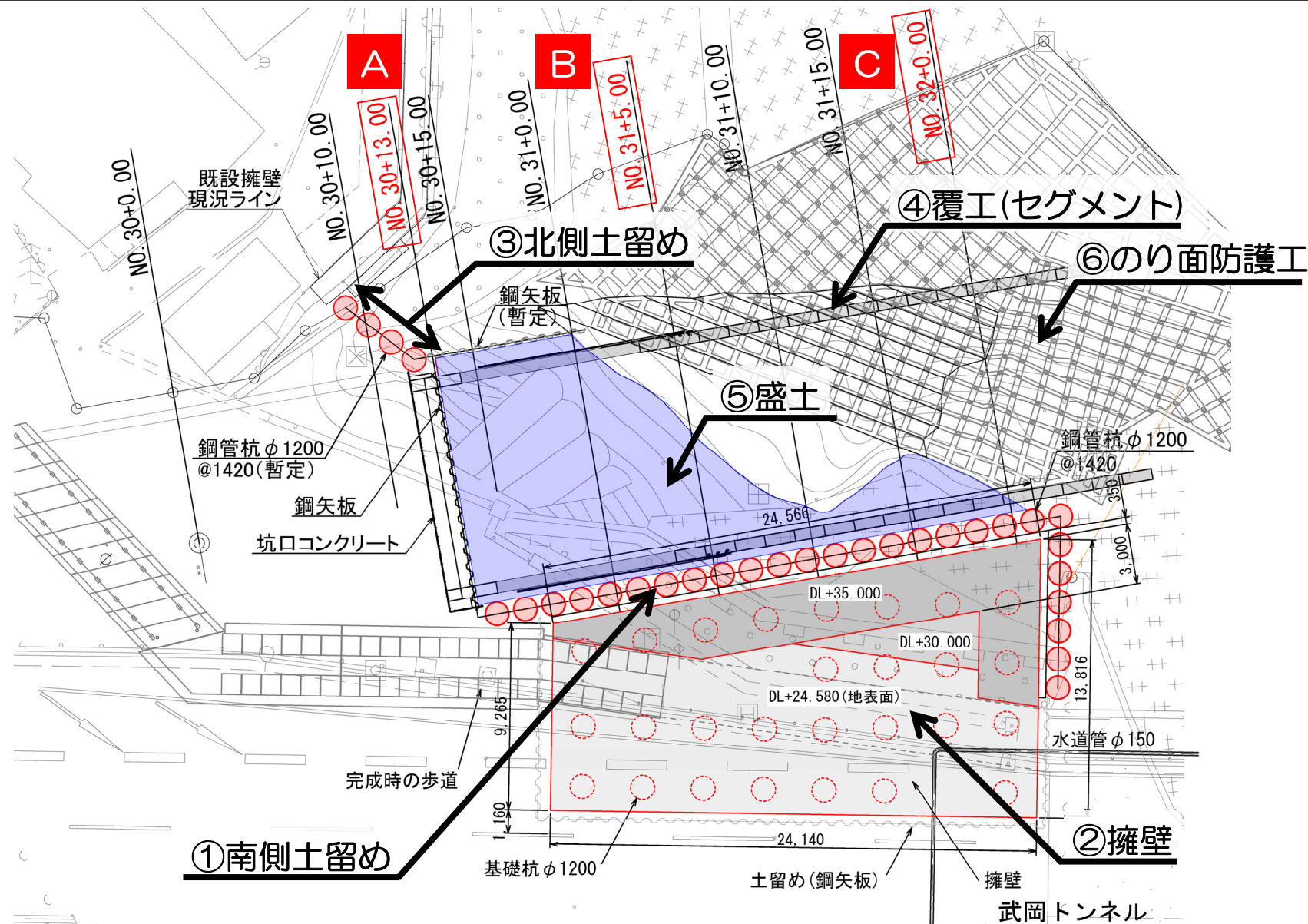
施工方法	擁壁案	鋼管杭案
<p>平面図</p>		
<p>横断面図</p>		
<p>構造的性</p>	<p>・施工時は鋼管杭および除去式アンカー、完成時は擁壁による土留め ・擁壁を構築しながらアンカーを除去することで、シールドの通過が可能</p>	<p>・鋼管杭(ジャイロプレス最大径φ2000)のみでは変形を抑制できないため、施工時、完成時ともにタイロッド、アンカーが必要 ・鋼管杭の突出長が長く、車道からの視認性が低下する(圧迫感大)</p>
<p>施工性</p>	<p>・ジャイロプレス施工量を低減でき、施工性が相対的に良い。</p>	<p>・斜面上へのジャイロプレス施工の難易度が高い。</p>
<p>経済性</p>	<p>・土留め鋼管杭は仮設のため、相対的に仕様を低減できる。</p>	<p>・控え杭、杭の突出長が長く、工期・工費が増大する。</p>
<p>評価</p>	○	△



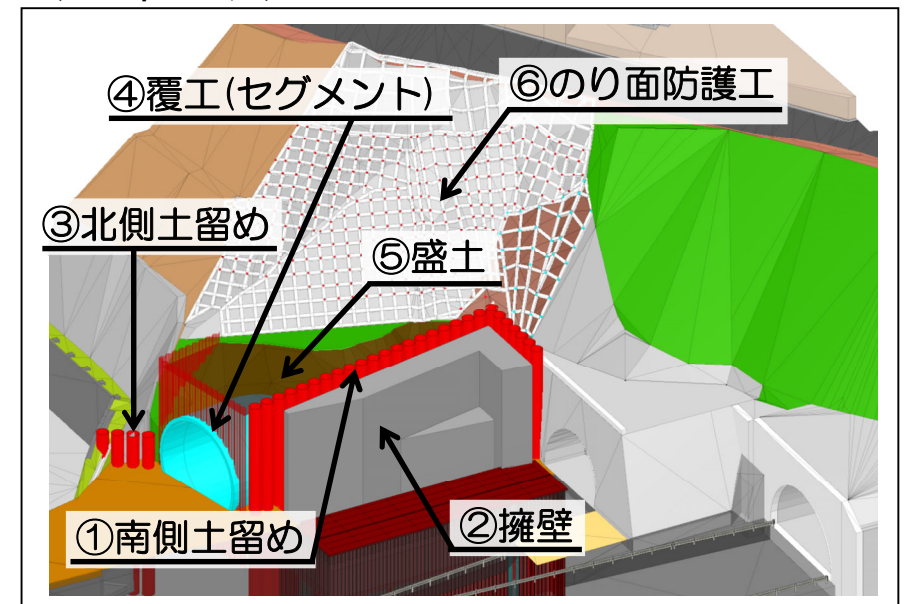
# (3-3) 田上側坑口部の設計・施工について

## ●構造案

トンネルに作用する偏土圧対応、斜面安定等の目的別に①～⑥の対策を実施する。



<3Dイメージ>



### I. 偏土圧対策 のり面

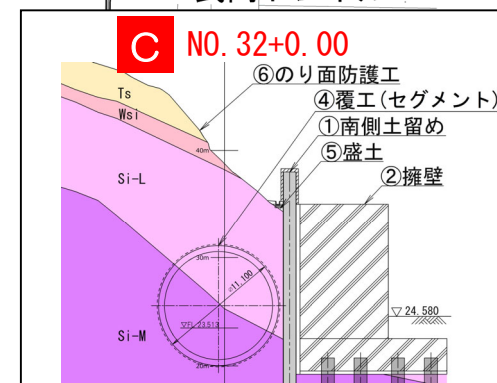
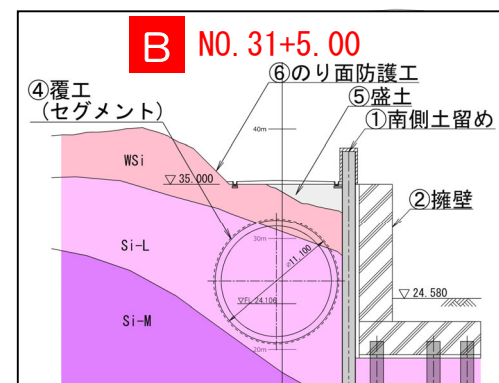
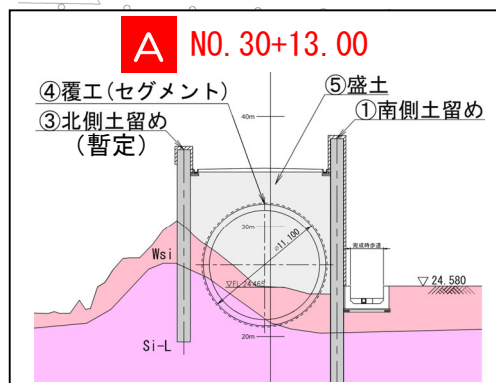
- ①南側土留め  
擁壁施工時の土留め
- ②擁壁  
トンネルに作用する偏土圧対応
- ③北側土留め  
切土時の土留め

### II. 偏土圧対策 シールド

- ④覆工(セグメント)  
外圧に対してトンネル内空を確保
- ⑤盛土  
トンネル掘削による影響防止

### III. 斜面安定対策

- ⑥のり面防護工  
施工時～供用時の斜面安定

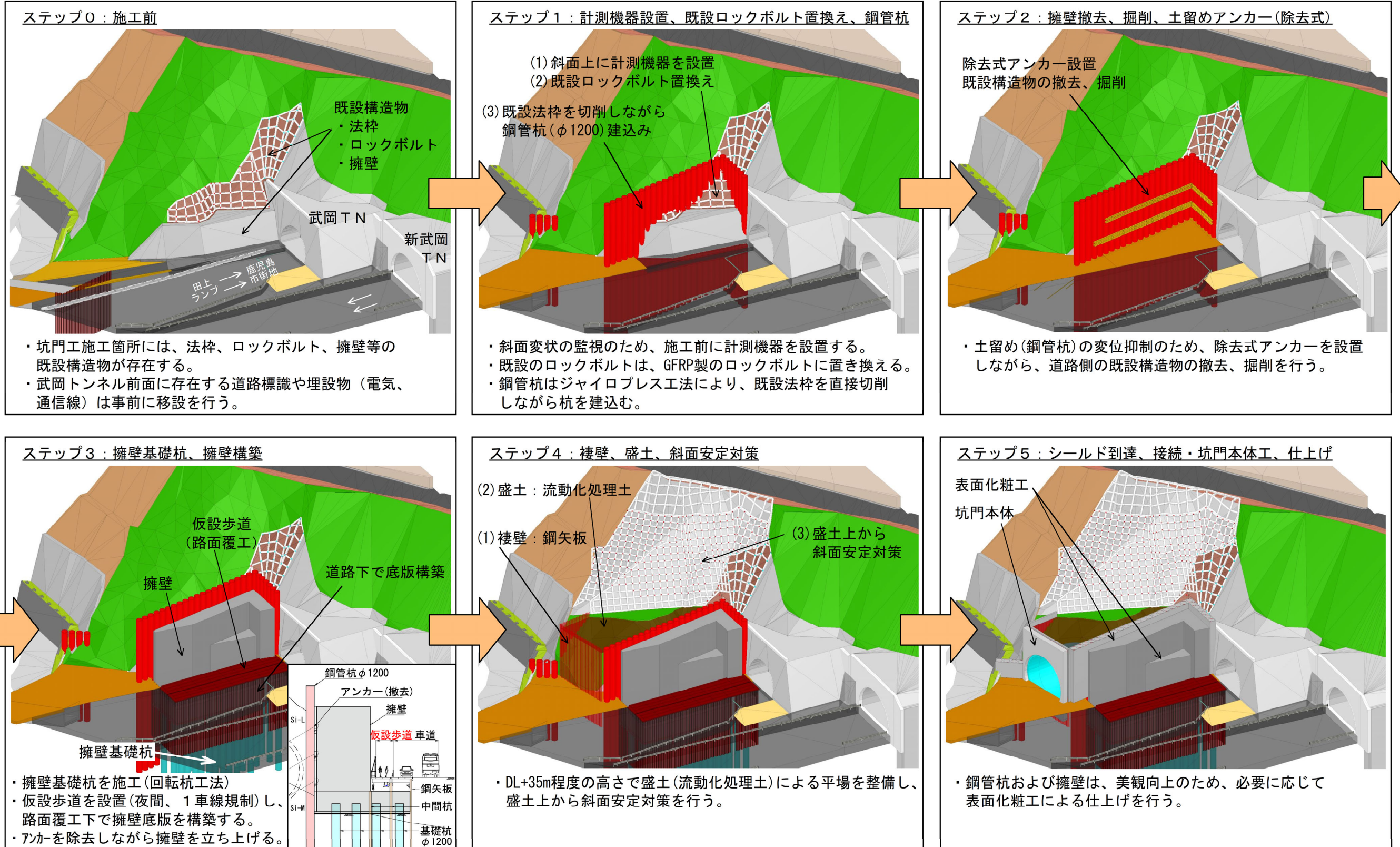




# (3-4) 田上側坑口部の設計・施工について

## ● 田上側坑口部全体施工ステップ

※各構造の形状寸法等は詳細設計で変更の可能性有り





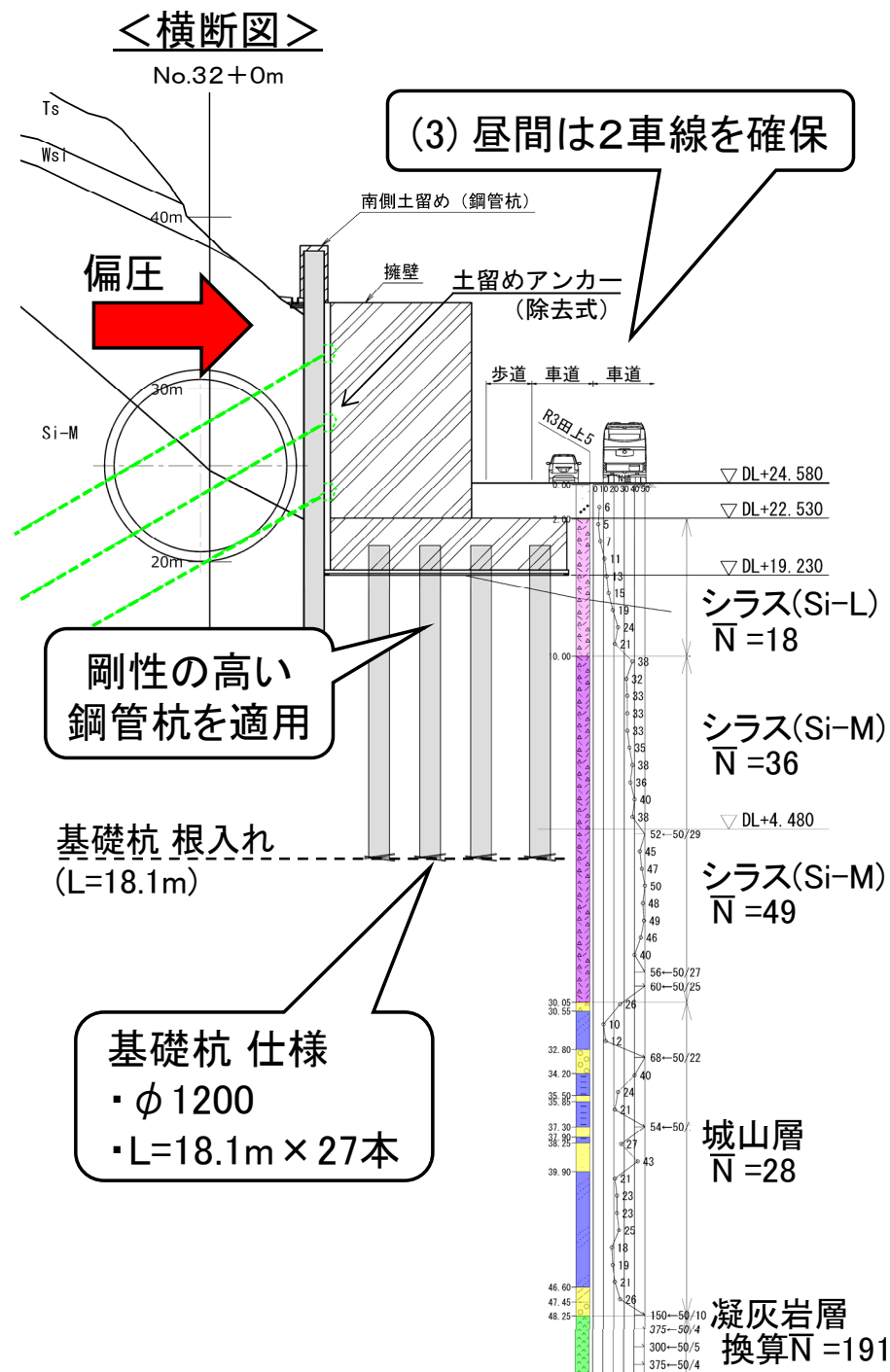
# (3-5) 田上側坑口部の設計・施工について

## ● I. 偏土圧対策 のり面 ②擁壁：設計・施工条件

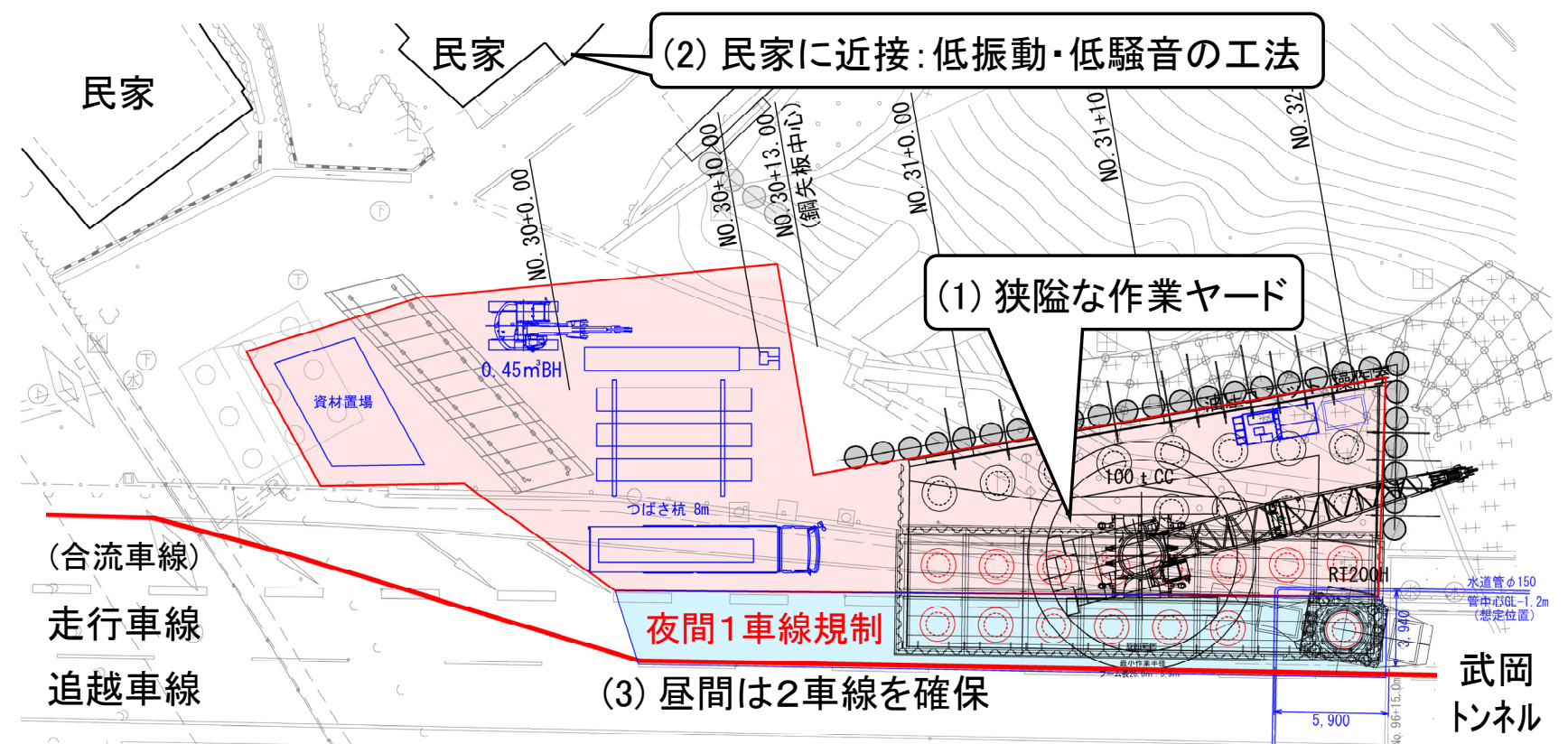
- ・施工ヤード：(1) **狭隘な作業ヤード**
- ・周辺環境：(2) 民家が近接するため、**低振動・低騒音の工法**
- (3) 国道3号は主要幹線道路であり、**昼間は2車線を確保。夜間においても1車線を確保。**

### 【交通量調査】

場所：武岡トンネル(下り線)  
 期間：令和5年1月19日(木)～令和5年1月20日(金)  
 時間：夜間 19:00～7:00  
 結果：車 両 [3,591台] 歩行者 [47人]



## <平面図> ※回転杭工法の例



## <杭工法の選定>

工法		鋼管杭	(1)狭隘なヤード	(2)振動・騒音	コスト※	工程	判定
打込み杭	(例)パイロハンマー工法	○	クローラークレーン	○	×	—	×
埋込み杭	プレボーリング杭工法	○	TBH掘削機	○	○	1.3	△
	(例)鋼管ソイルセメント杭工法	○	三点式杭打機	×	○	—	×
回転杭工法		○	全周回転機	○	○	1.0	○
場所打ち杭	(例)オールケーシング工法	×	全周回転機	○	○	—	×

※擁壁工(杭工事および躯体工事)を比較

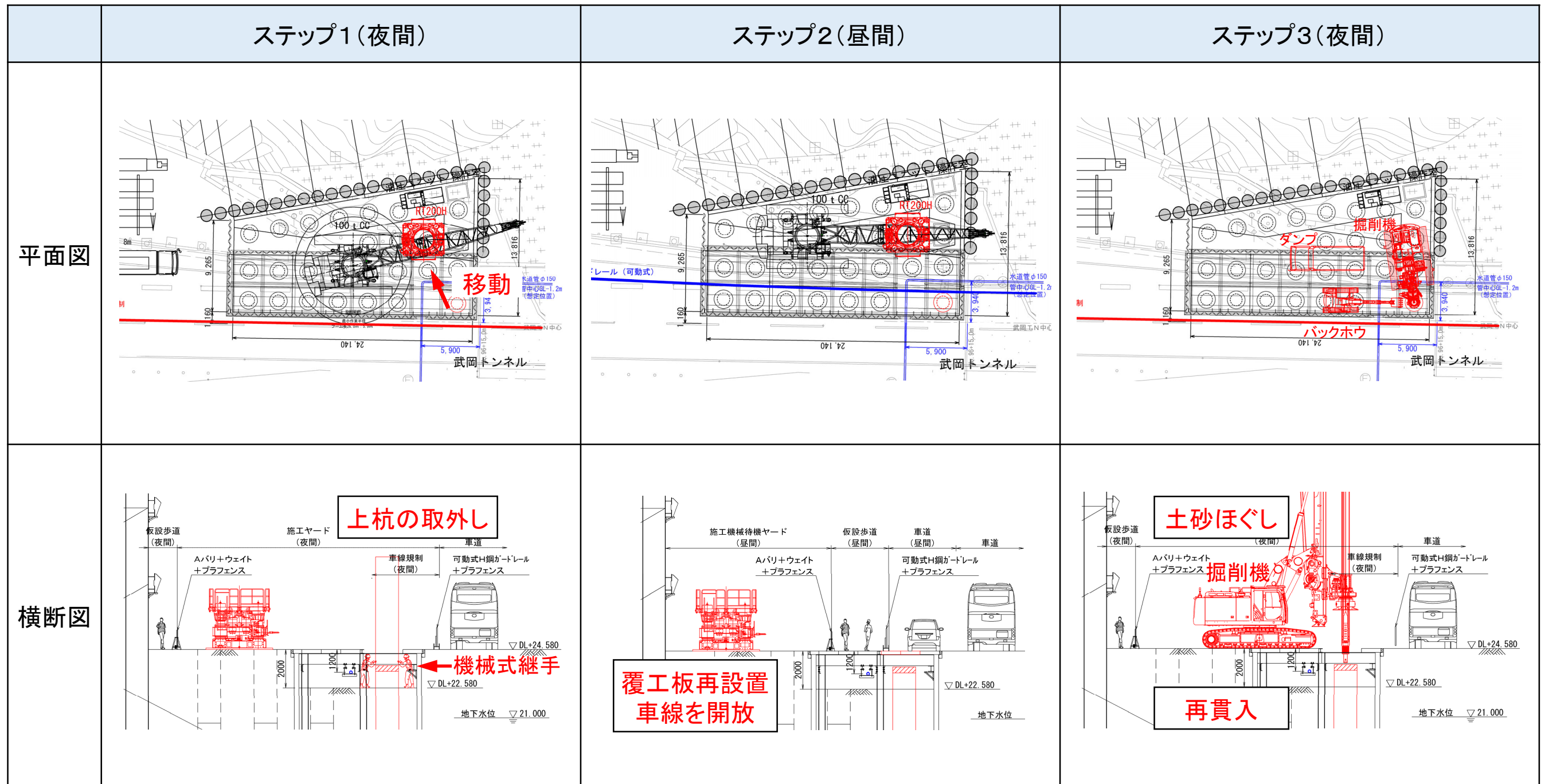


# (3-6) 田上側坑口部の設計・施工について

## ● I. 偏土圧対策 のり面 ②擁壁：施工計画

道路部における回転杭工法の施工事例を踏まえ、田上側坑口部においても**昼間の2車線開放**および**貫入不能となるリスクに備えた施工計画**とする。

### 貫入不能時の対応ステップ

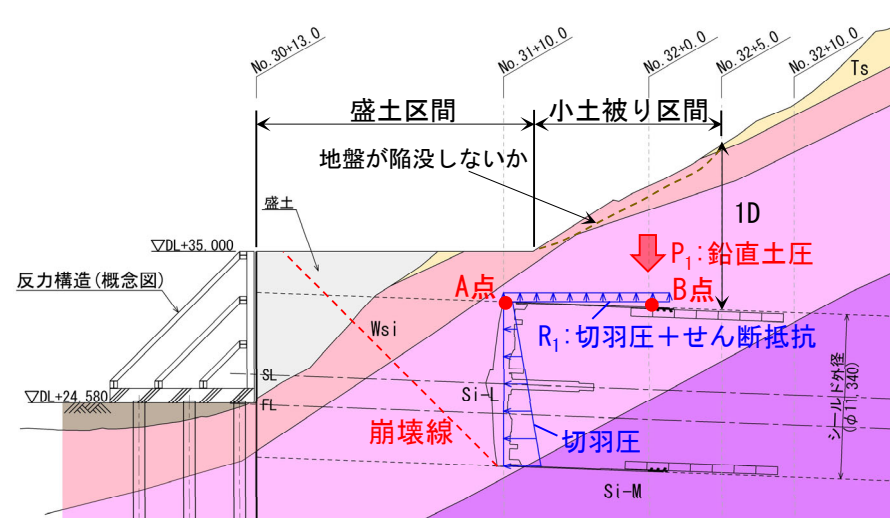
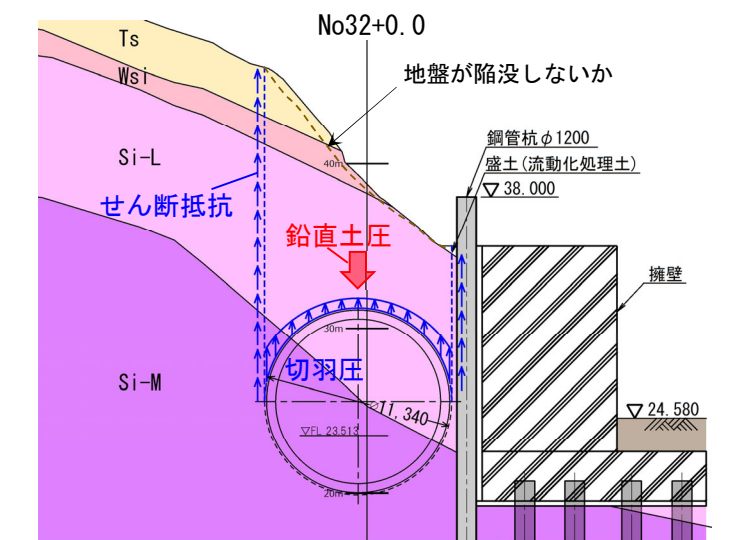
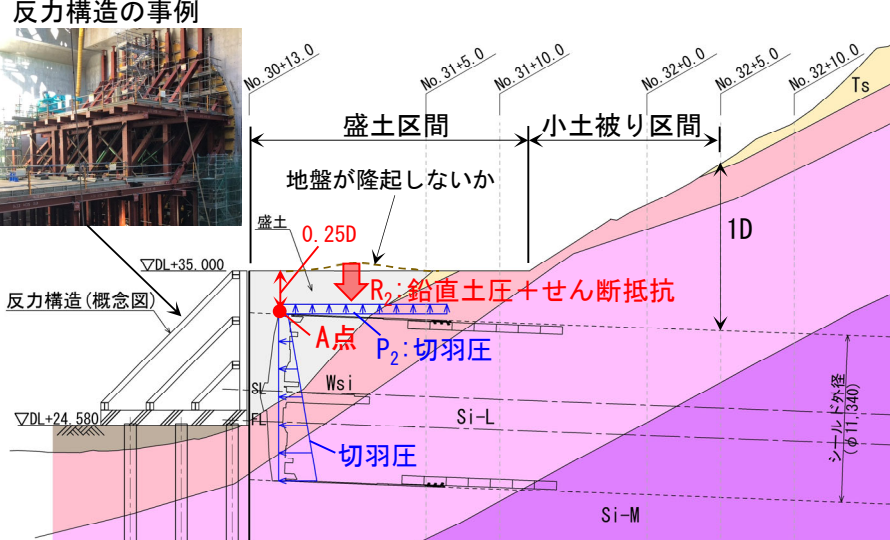
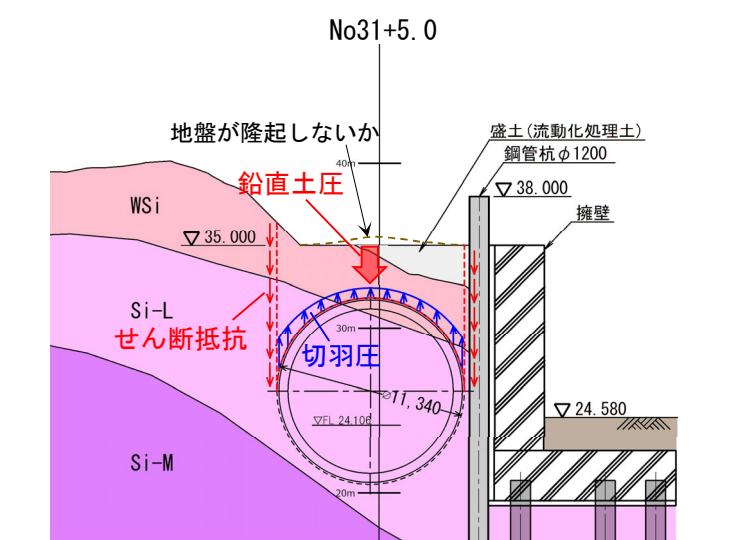




# (3-7) 田上側坑口部の設計・施工について

## ● II. 偏土圧対策 シールド ⑤盛土：田上側坑口部シールド施工時の課題と対策(パイプルーフの必要性)

田上側坑口部はシールドの土被りが1D(D=シールド外径)以下と小土被りでの施工となるため、必要な盛土を行った上で、小土被りトンネルの実績に基づいた切羽圧等の管理を行い、地表面に隆起・陥没などの影響が生じないようにすることで、パイプルーフは不要となる。

<p>基本方針</p>	<p>トンネルクラウン部(A点)における全土被り圧を切羽圧として設定し、地表面の隆起・陥没を防止する。 坑口付近は盛土を行うことで、最小土被り(実績から0.25D以上とする)を確保し、安定したシールド掘削を行う。</p>	
<p>CASE1 小土被り区間掘進時</p>	<p>【検討内容】</p> <p>①シールド上部の検討</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>シールド先端(A点)で切羽圧を設定</li> <li>設定した切羽圧に対し、土被りの大きなテール部(B点)での地山安定(陥没しないこと)を確認</li> </ul> <p>②シールド前面の検討</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>切羽前面の圧力に対する地山安定を確認</li> </ul> <p>【①の試算結果】</p> <p><math>P_1 &lt; R_1</math> (Fs=1.6) …OK</p> 	
<p>CASE2 盛土区間掘進時</p>	<p>【検討内容】</p> <p>①シールド上部の検討</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>シールド先端(A点)で切羽圧を設定</li> <li>設定した切羽圧に対し、地山安定(隆起しないこと)を確認</li> </ul> <p>②シールド前面の検討</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>切羽前面の圧力に対する反力構造の安全性を確認</li> </ul> <p>【①の試算結果】</p> <p><math>P_2 &lt; R_2</math> (Fs=1.7) …OK</p> 	



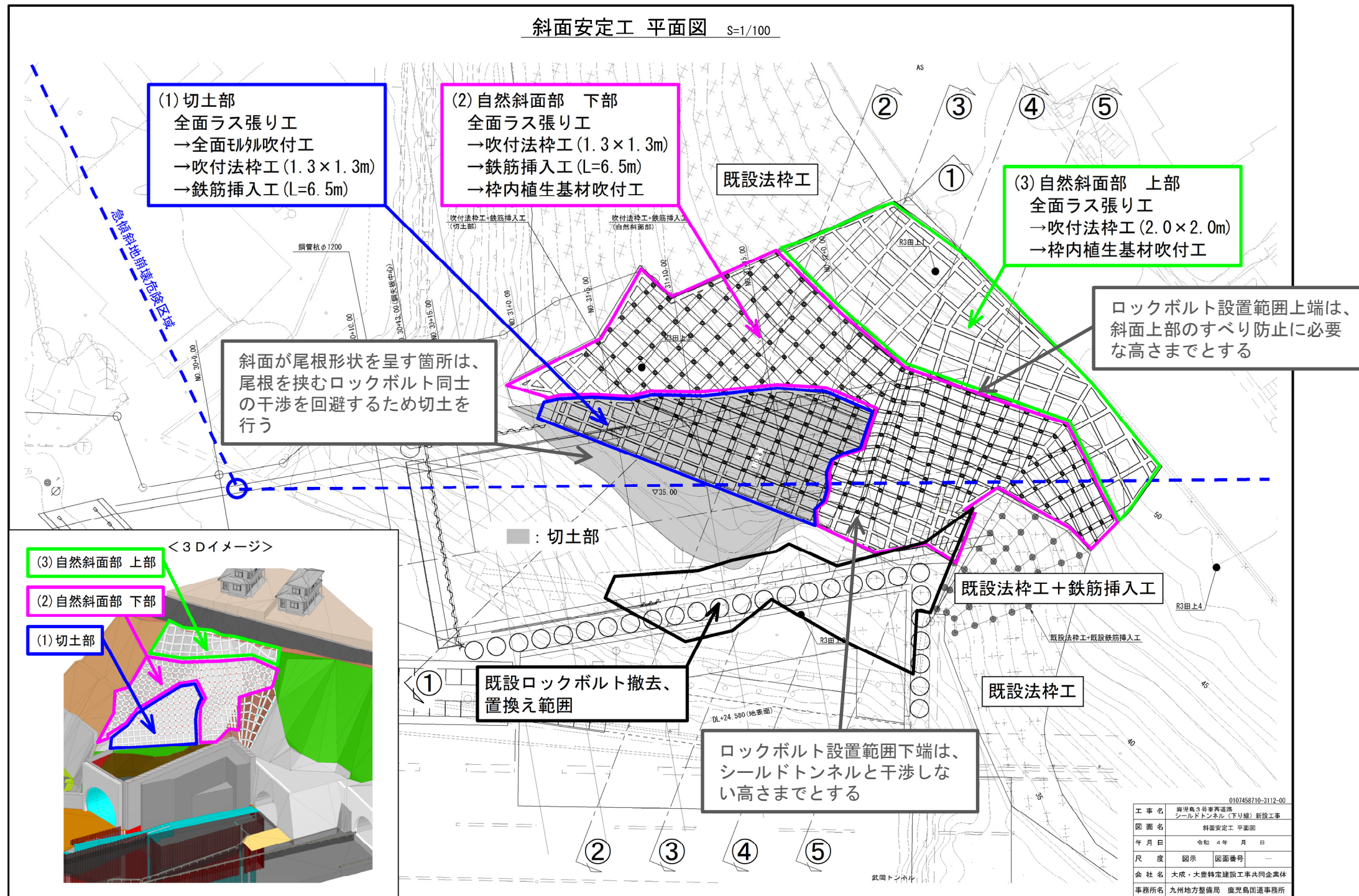
# (3-8) 田上側坑口部の設計・施工について

## ●Ⅲ. 斜面安定対策 ⑥のり面防護工

当該斜面は上方に住宅地、下方に供用中の道路が存在することから、斜面の安定性確保には十分な配慮が必要となるため、R4.11月酒匂委員と現地踏査を行い有効なのり面防護工の検討を行った。

トンネル掘削に伴う斜面の不安定化によるすべり崩壊を防止するため、**鉄筋挿入工(ロックボルト)**の施工を行う。

また、**のり面全体にのり枠を配置**し、枠内は、**自然斜面部は植生基材吹付工**、**切土斜面部はモルタル吹付工**を実施し、表層の風化や崩壊を防ぐ。





# (3-9) 田上側坑口部の設計・施工について

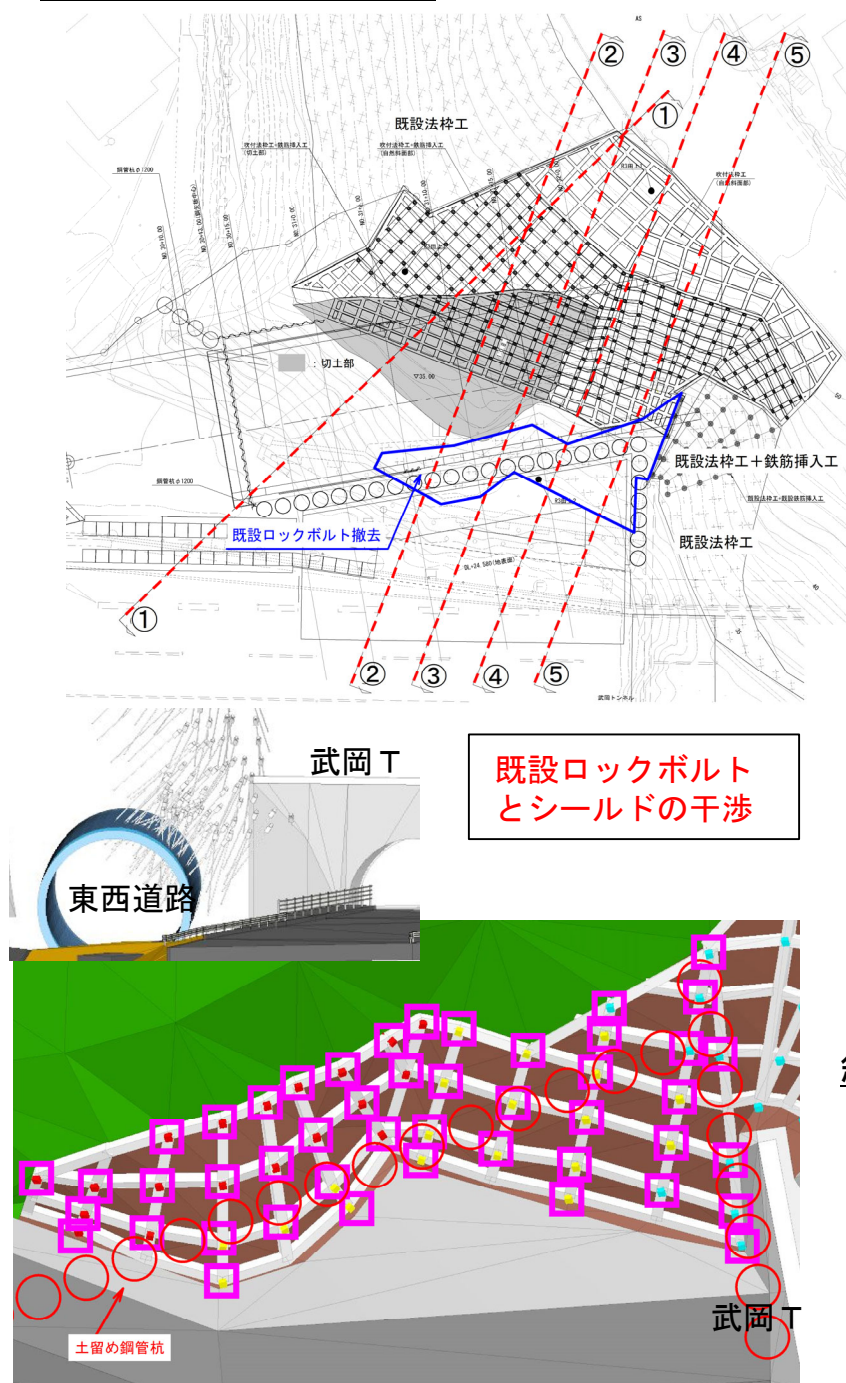
## ●Ⅲ. 斜面安定対策 ⑥のり面防護工

各施工段階および完成時について安定解析を行い、計画安全率を満足するよう必要な対策工を設計する。

完成時はレベル2地震動を考慮、施工時においてレベル1地震動に対し安定性を確保する。

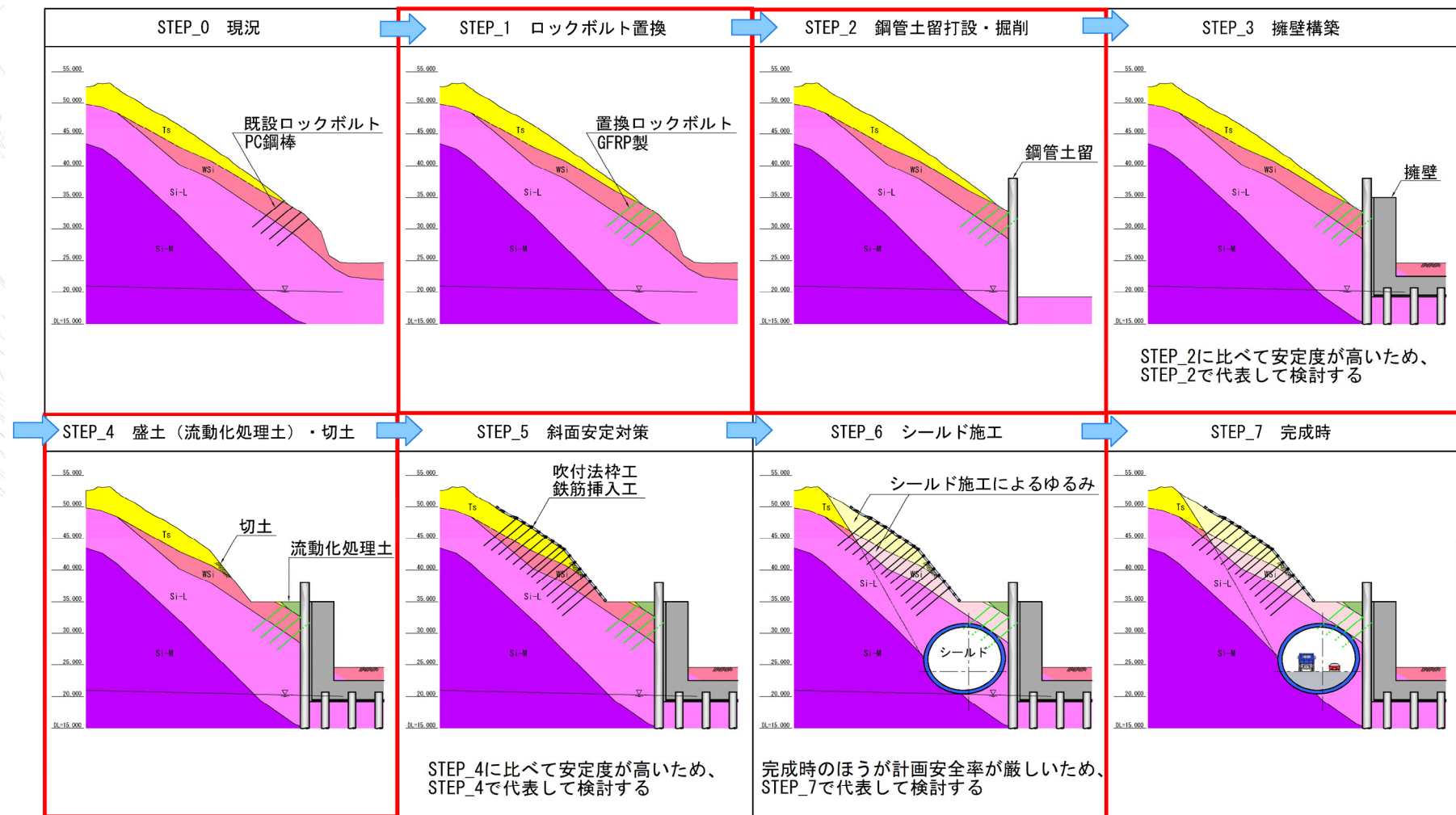
既設ロックボルトが新設トンネルと干渉するため、施工時の斜面安定対策として、既設ロックボルトから切削可能なGFRP※製ロックボルトに変更する。

検討断面位置 平面図



施工ステップを考慮した検討ケースの設定

※GFRP: ガラス繊維強化プラスチック



斜面安定解析結果一覧

検討ケース	STEP_1		STEP_2		STEP_4		STEP_7	
	常時	レベル1地震時	常時	レベル1地震時	常時	レベル1地震時	常時	レベル2地震時
①～⑤断面の最小安全率	1.18	1.03	1.18	1.03	1.19	1.05	1.27	1.04
計画安全率	1.10	1.00	1.10	1.00	1.10	1.00	1.20	1.00
判定	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK

□: GFRP製ロックボルトに置き換え



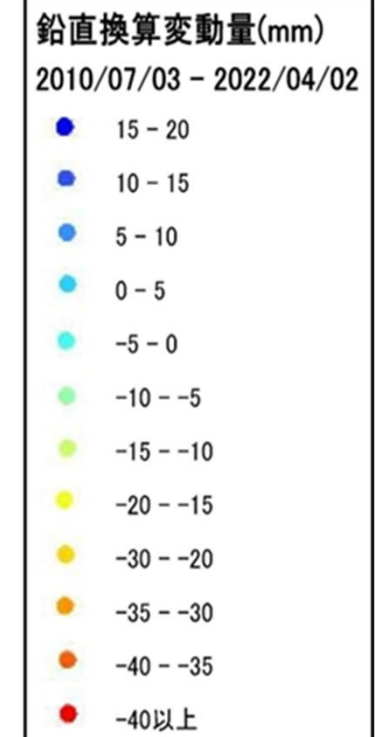
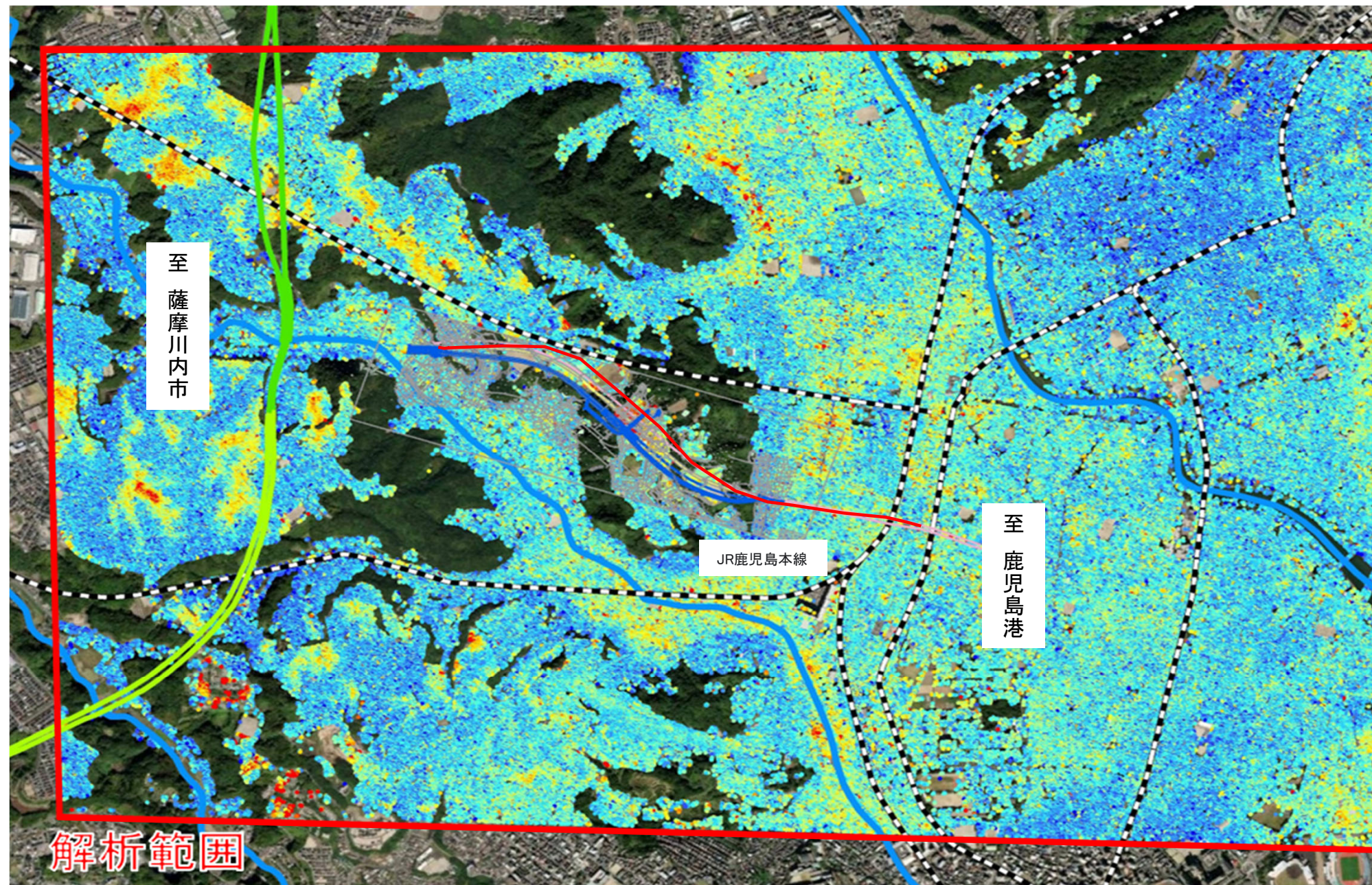
## (4) 衛星画像解析結果

### 【解析概要】

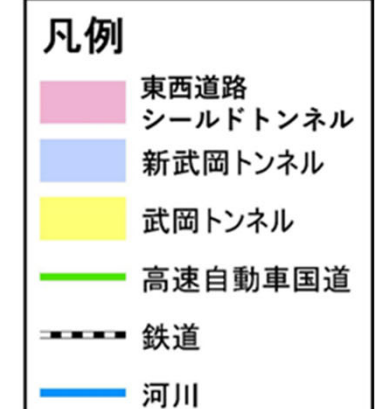
- 解析期間:2010/07/03-2022/04/02
- 解析面積:21km<sup>2</sup>
- 解析範囲:下図

### 【解析結果】

- 全体として、大きな変動は観測されていないようであるが、局所的な沈下は認められる。
- 地形改変や地下水の利用状況などの影響で変動が生じている可能性も考えられる。
- 植生箇所等は、電磁波の反射が弱く変動データが得られない。



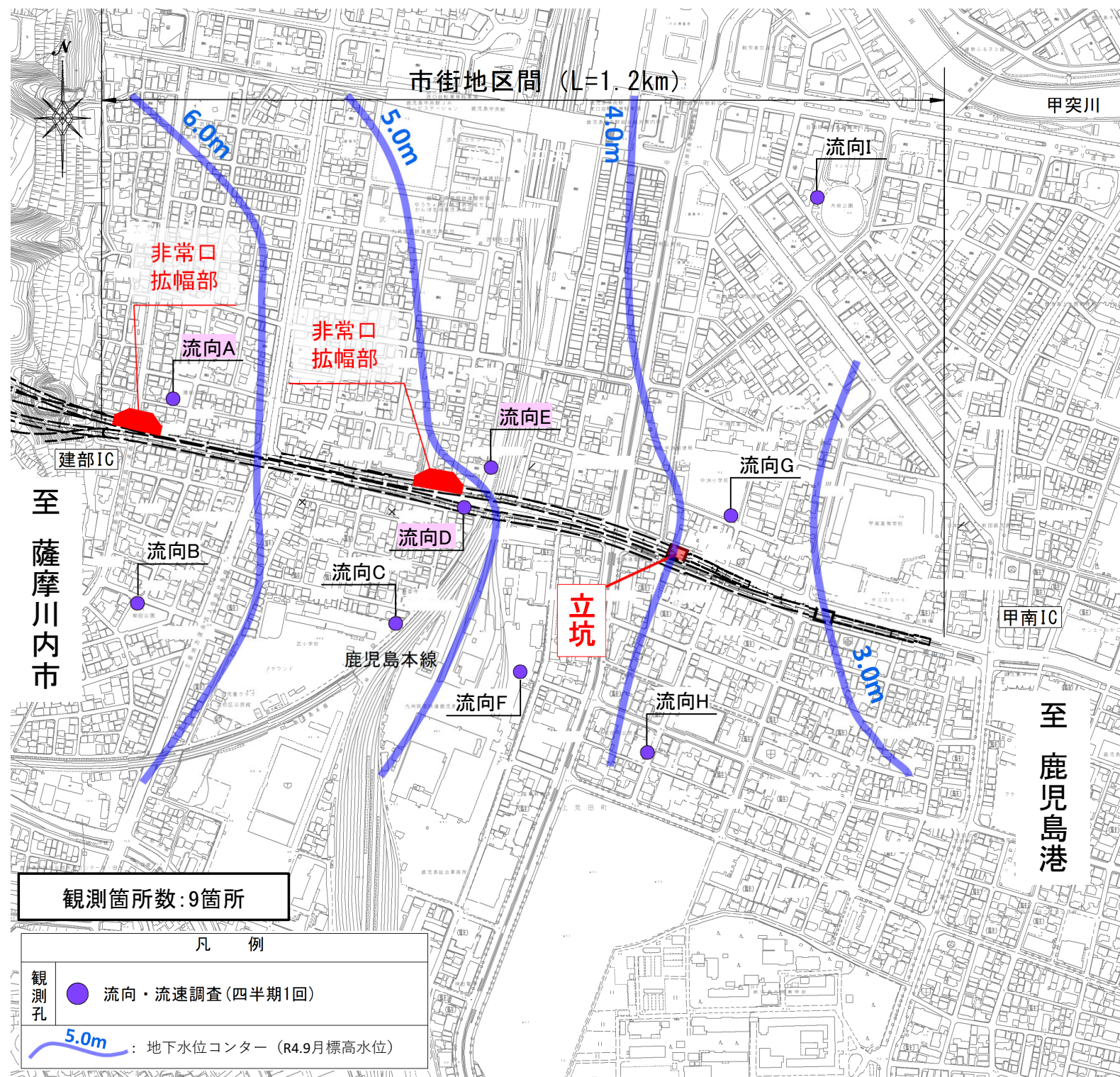
※精度誤差:±5mm程度





# (5) 流向・流速について

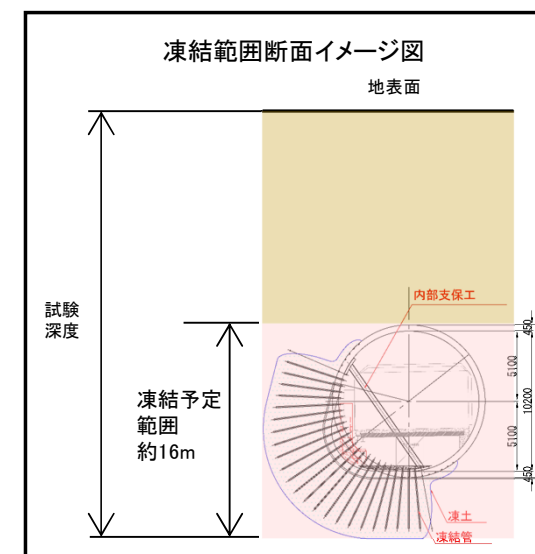
- 凍結工法としては、**200cm/日以下の流速が経験的な目安とされている。** ※出典：日本雪氷学会、日本建設機械化協会
- 流向・流速の観測位を9箇所設置しモニタリング開始。
- 非常口拡幅部近傍のA,D,Eの観測結果は、**平均流速40～60cm/日であることから凍結工法が可能と判断。**  
また、**塩分濃度についても観測されず。**（塩化物イオン20mg/ℓ未満）



流向流速測定結果速報値

孔番・調査地点	試験深度 GL-m	試験対象 深度の 地質	記号	計測日	流向		流速 cm/day	備考
					概略流向※1			
流向A 建部公園	6.00	沖積層 上部砂質土	Us	8月12日	北北東	↗	54.7	
				12月6日	西南西	↙	33.1	
	18.00	シラス	Si	8月23日	東南東	↘	74.9	
				12月6日	北東	↗	92.2	
流向D 荒田川 左岸 植栽帯	4.50	沖積層 上部砂質土	Us	10月7日	西南西	↙	67.7	
				12月8日	西北西	↙	85.0	
	22.00	シラス	Si	10月7日	西北西	↙	44.6	
				12月8日	北北西	↙	14.4	
流向E 武公園	15.00	沖積層 上部砂質土	Us	8月27日	北北東	↗	33.1	
				9月20日	東北東	↘	18.7	台風通過後(R4.9.18)
	19.00	シラス	Si	11月22日	東南東	↘	46.1	
				12月2日	北	↑	67.7	
27.50	城山層 玉石混じり砂礫	Sh-g	8月27日	北北東	↗	17.3		
			9月20日	東	→	13.0	台風通過後(R4.9.18)	
	11月22日	北西	↙	12月2日	北西	↙	30.2	
				12月2日	東南東	↘	40.3	
8月27日	北	↑	9月20日	東北東	↘	21.6		
			11月22日	南西	↙	14.4	台風通過後(R4.9.18)	
12月2日	東北東	↘	43.2					

概略流向のうち、青色は西側に向く流向を示し、赤色は東側に向く流向を示す。



凍結範囲平均流速結果(流向A・流向D・流向E)

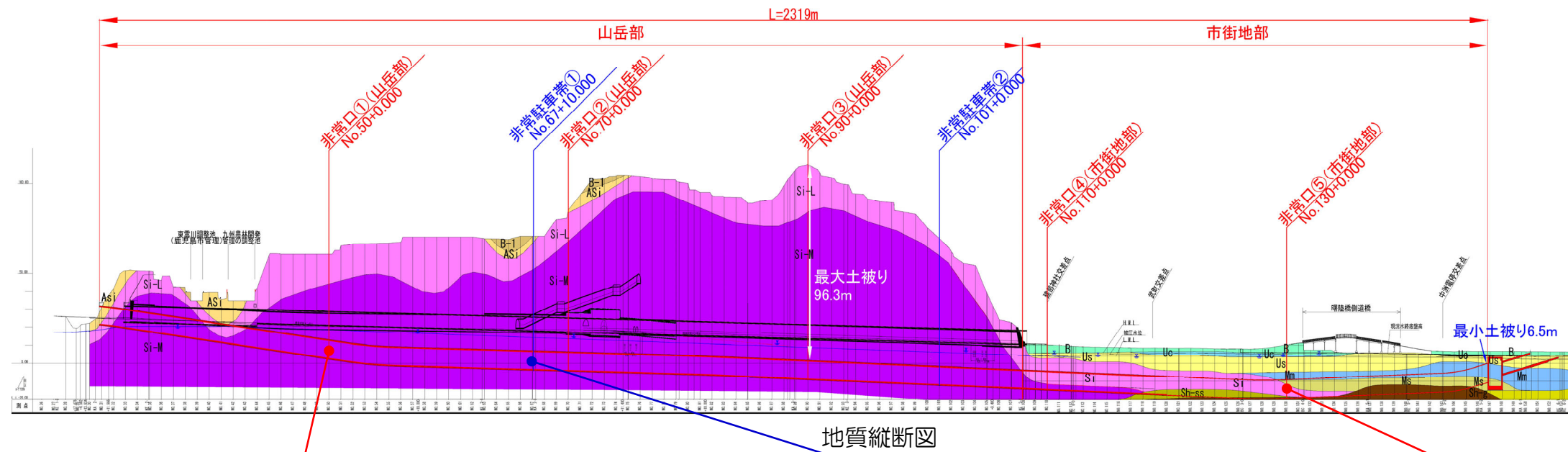
凍結範囲深度の地質	記号	平均流速 cm/day
沖積層 上部砂質土	Us	41.4
シラス	Si	40.9
城山層 玉石混じり砂礫	Sh-g	55.3



# (6) 地中拡幅部の設計方針について

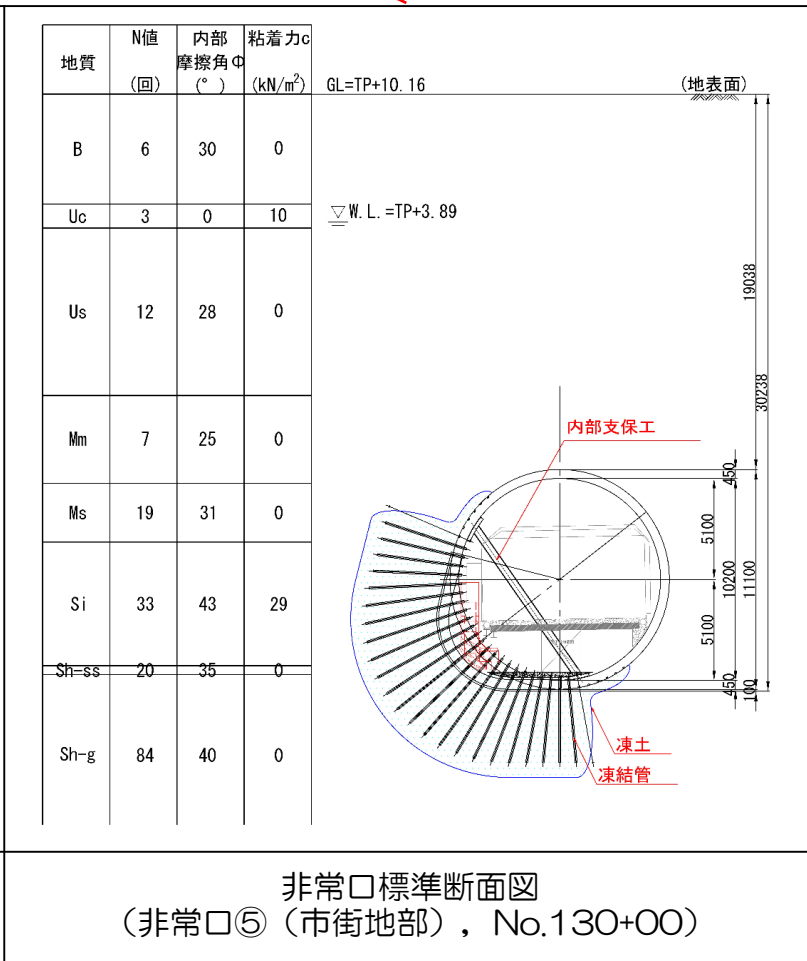
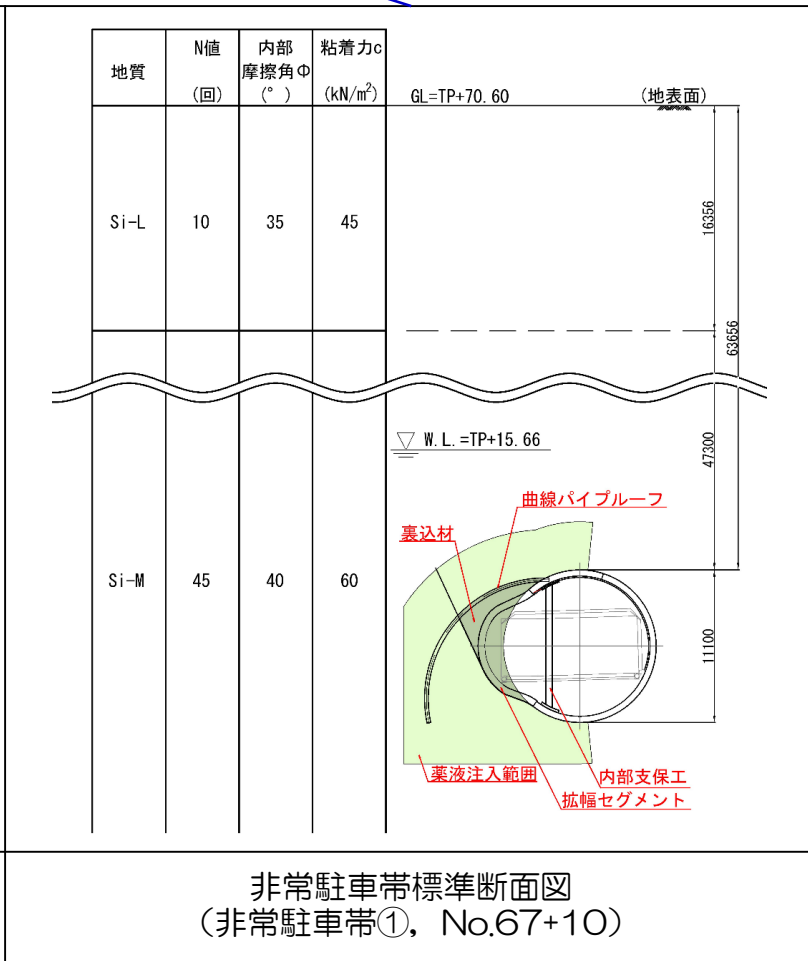
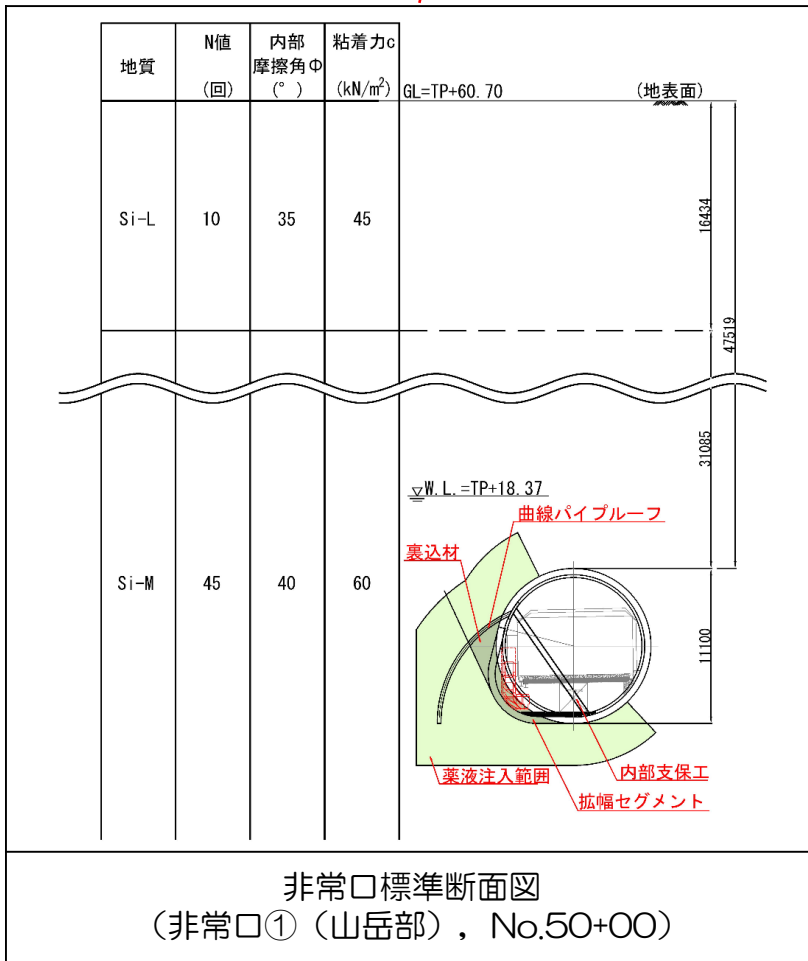
[第2回技術検討委員会]

●山岳部(5箇所)は、薬液注入+曲線パイプ工法、市街地部(2箇所)は、凍結工法を採用。



地質時代	地層名	記号	層相
沖積層	盛土	B-1	シラス主体
	表土	Fs	火山灰質粘性土
	産種堆積物	ASi	軽石混り砂
洪積層	軟質シラス	Si-L	(指標硬度: 25未満 N<30程度)
	中硬質シラス	Si-M	(指標硬度: 25~30 30≤N程度)
	硬質シラス	Si-H	(指標硬度: 30以上)

地質区分	記号	土質区分
盛土層	B	黄土・埋土・盛土
	Uc	粘粘土
	Uc	砂
沖積層	Mm	シルト質砂
	Ms	砂
	Ls	砂
洪積層	Si-L	シルト質砂
	Si-M	シルト
	Si-H	シルト
	Sh-g	砂
	Sh-s	砂
	Sh-ss	砂
	Sh-g	砂





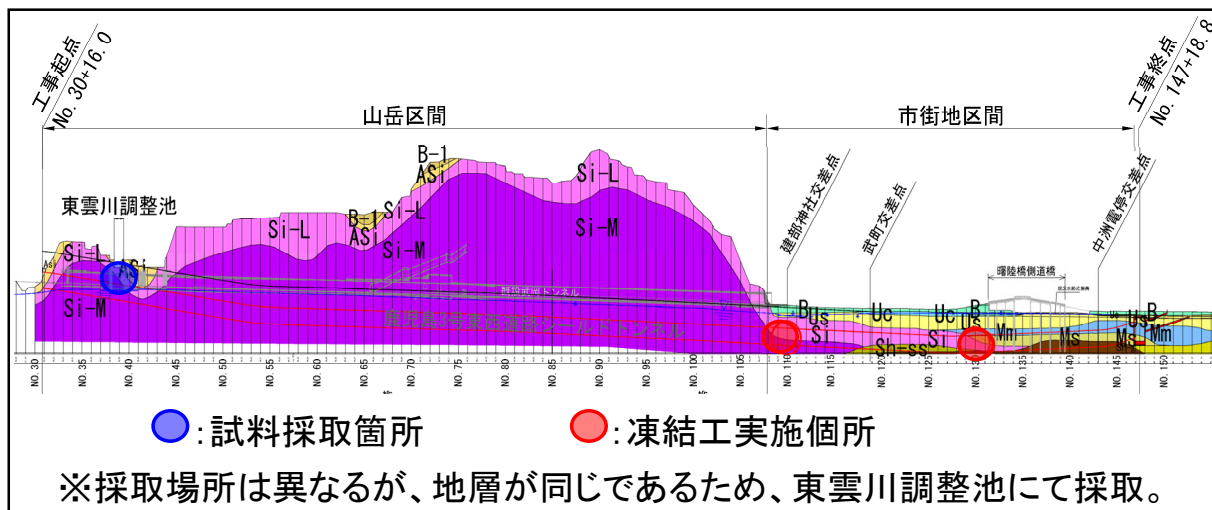
# (6-1) 地中拡幅部事前室内試験結果(凍結工法)

- シラス地盤については、既往の実績より、「砂質土凍土」として詳細設計を行うが、シラス凍土の物性値を確認した実績は少ない。そこで、シラス凍土の物性値を確認。軟質シラス(Si-L層)および中硬質シラス(Si-M層)を対象として、設計条件の妥当性を確認するため、凍結試験に現地サンプリングした供試体を用いた。
- 室内試験(一軸圧縮強度、膨張率)の妥当性を確認。
- 結果、一軸圧縮強度、膨張率を満足することを確認。

## 凍結試験の実施内容と確認事項

試験内容	確認事項
一軸圧縮試験	凍土の強度が設計値 <sup>※1)</sup> 以上となるか  <b>【凍土-10°における強度の設計値】</b> ・圧縮強度 $\sigma_{UC}$ : 4.50MN/m <sup>2</sup> ・一軸圧縮強度 $q_u$ : 6.92MN/m <sup>2</sup>  <b>【凍土-5°における強度の設計値】</b> ・圧縮強度 $\sigma_{UC}$ : 2.75MN/m <sup>2</sup> ・一軸圧縮強度 $q_u$ : 4.23MN/m <sup>2</sup>
凍上・沈下試験	膨張率 $\xi$ が設計値(=0.5% <sup>※2)</sup> )以下となるか

## 試料採取場所



## 凍結試験 試験結果

試料土名	一軸圧縮試験			凍上・沈下試験		
	温度 $\theta$ (°C)	一軸圧縮強度 試験結果		凍結膨張率 試験結果 $\xi$ (%)	施工箇所の 拘束圧 $\sigma_1$ (MN/m <sup>2</sup> )	施工箇所の 凍結膨張率 $\xi$ (%)
Si-M	-10	$q_u$ (MN/m <sup>2</sup> )	平均	0.08+0.03/ $\sigma_1$	0.20 ~ 0.26	0.20 ~ 0.23
		11.19	10.85			
		10.47	>6.92 OK			
	-5	10.89	8.60			
		8.42	>4.23 OK			
		8.42	>4.23 OK			
Si(-L)	-10	$q_u$ (MN/m <sup>2</sup> )	平均	0.24+0.03/ $\sigma_1$	0.17 ~ 0.26	0.36 ~ 0.42
		12.93	13.14			
		13.24	>6.92 OK			
	-5	13.25	9.40			
		9.67	>4.23 OK			
		9.24	>4.23 OK			

※1 出典: 地盤改良の調査・設計と施工—戸建て住宅から人工島まで—(地盤工学会 2013)  
 (圧縮強度は一軸圧縮強度の65%として設定)

※2 設計におけるシラス地盤の膨張率は、既往試験結果より0.5%以下として設定



## (6-2) 地中拡幅部事前室内試験結果(薬液注入工法)

- シラス地盤に対する薬液注入に関して、想定した設計強度を満足する薬液を選定するために室内試験を実施した。
- 室内試験結果より、地中拡幅部の薬液注入は、**設計強度を満足する無機系(シリカゾル系)の薬液を選定する。**

### 薬液注入室内試験の実施目的と確認事項

実施目的	設計に必要な物性値	試験内容	注入材料	確認事項
地盤改良土の構造計算にて想定している設計強度を満足する薬液を選定する。	粘着力	一軸圧縮試験	<ul style="list-style-type: none"> <li>・無機系(シリカゾル系) :2種類</li> <li>・有機系 :2種類</li> </ul>	粘着力cが $100\text{kN/m}^2$ ※以上であること

※設計における改良地盤の粘着力は「薬液注入工 設計資料 (日本グラウト協会 令和元年版)」より設定

### 薬液注入室内試験 試験結果

注入材の分類	薬液名称	標準砂における室内一軸圧縮強度(参考値)	対象土層	室内一軸圧縮強度		設計粘着力※	
				試験結果	平均値		
無機系 (シリカゾル系)	シリカライザーH	300~500 $\text{kN/m}^2$	Si-M (硬質シラス)	695 $\text{kN/m}^2$	681 $\text{kN/m}^2$	170 $\text{kN/m}^2$ > 100 $\text{kN/m}^2$ OK	
				654 $\text{kN/m}^2$			
				695 $\text{kN/m}^2$			
	ハードライザーL3 通常型	300~500 $\text{kN/m}^2$	Si-M (硬質シラス)	343 $\text{kN/m}^2$	380 $\text{kN/m}^2$		
376 $\text{kN/m}^2$							
420 $\text{kN/m}^2$							
有機系	RSG-III	400~800 $\text{kN/m}^2$	Si-M (硬質シラス)	214 $\text{kN/m}^2$	260 $\text{kN/m}^2$	65 $\text{kN/m}^2$	
				269 $\text{kN/m}^2$			
				297 $\text{kN/m}^2$			
	ジオキープ#205	400~800 $\text{kN/m}^2$	Si-M (硬質シラス)	173 $\text{kN/m}^2$	182 $\text{kN/m}^2$		45 $\text{kN/m}^2$
				185 $\text{kN/m}^2$			
				187 $\text{kN/m}^2$			

※設計粘着力は、一軸圧縮試験の室内強度/現位置強度=2、粘着力=一軸圧縮強度/2より、粘着力c = 一軸圧縮強度(室内試験結果)/4として算定した。



# (7) 加泥材の配合試験結果

- 市街地部におけるシールド掘進に適した加泥材を選定するにあたり、酒匂委員立会のもと、配合試験を実施した。
- 本試験では、ボーリングによる土質調査結果をもとに購入土で作成する模擬土を使用。
- 加泥材に求められる**チャンバー内掘削土砂の塑性流動性、材料分離を起こさない、掘削土砂のシールドへの付着防止、カッタービット・ヘッドの摩擦低減を目的**とした加泥材選定試験を実施する。

## 1. 試料土(掘削模擬土)

- ・掘削断面の粒度分布を模した模擬土を作成する。  
模擬土は下記の2タイプ作成

タイプA：H24-1ボーリングの粒度分布を模した模擬土

タイプB：購入したシラス土を市街地部シラス土(Si)に模した模擬土

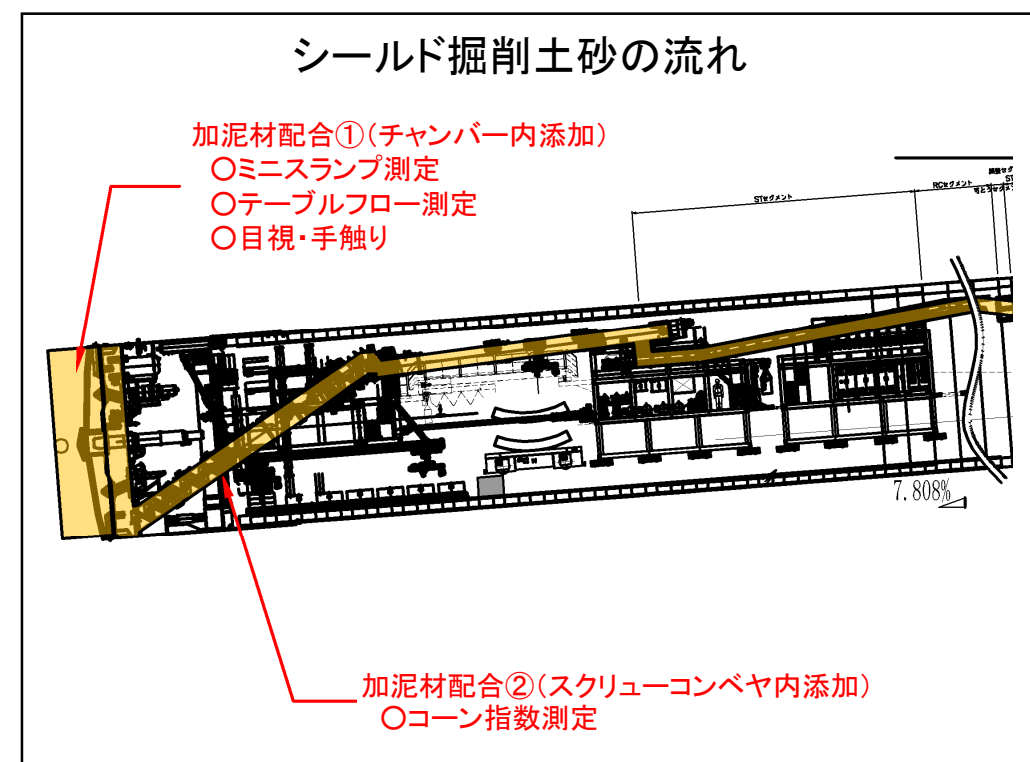
		掘削模擬土		タイプA		タイプB	
粒度分布	礫(%)	2-75mm		33.0		23.3	
	砂(%)	0.075-2mm		58.0		51.8	
	細粒分	シルト(%)	0.005-0.075mm	9.0	8.0	24.9	14.2
	粘土(%)	0.005mm未満	1.0		10.7		
含水比(%)				30.5		42.6	

## 2. 判断基準

- ・良好な塑性流動性の確保および、噴発防止材における判断基準の目安を以下に示す。

項目	判断基準
目視・手触り	分離抵抗性(攪拌後の礫・砂の沈降) 流動性(混練り時の負荷やまとまりのある流動化) 粘性(適度な粘性状況) 触感(握った際に芯が残らない)
ミニスランプ測定	1.0cm ~ 7.0cm
テーブルフロー測定	110mm ~ 174mm
コーン指数測定	100kN/m <sup>2</sup> (目標値) : ベルコン運搬

※出典: 東京外かく環状道路本線トンネル(北行)大泉南工事









# (7-1) 加泥材の配合試験結果


## 3. 加泥材材料

・下記、加泥材を用いて性状確認を行う。

■加泥材①(チャンバー内添加)

材料名	水溶性高分子系 (セルローズ系) SP-BL	水溶性高分子系 (アクリル系) SP-α	界面活性系 TAS-foam	鉱物系 (ベントナイト系) 助材F
外観				
特徴	掘削土砂の粘性を増大させ、チャンバー内の土砂を塑性流動性及び止水性を有する泥土に改良する。水溶性高分子系のセルローズ系に分類される。	掘削土砂の粘性を増大させ、チャンバー内の土砂を塑性流動性及び止水性を有する泥土に改良する。水溶性高分子系のアクリル系に分類される。	チャンバー内の土砂を塑性流動性及び止水性を有する泥土に改良する。掘削土砂の付着を防止する効果がある。	細粒分の不足を補い、チャンバー内の土砂を塑性流動性及び止水性を有する泥土に改良する。

■加泥材②(スクリーコンベヤ内添加)

材料名	水溶性高分子系 (アクリル系) SP-α
外観	

## 4. 加泥材配合

・タイプA、タイプBの試料土に下記の加泥材配合を加え、最適な配合と注入率を選定する。

■タイプA

試験番号	加泥材配合 (1m3当たり)			
A-1	セルローズ系 SP-BL	ベントナイト 助材F	水	
	8kg	10kg	988L	
A-2	アクリル系 SP-α	ベントナイト 助材F	水	
	10kg	10kg	986L	
A-3	界面活性系 TAS-foam	セルローズ系 SP-BL	ベントナイト 助材F	水
	5kg	5kg	10kg	986L

■タイプB

試験番号	加泥材配合 (1m3当たり)			
B-1	セルローズ系 SP-BL	ベントナイト 助材F	水	
	8kg	10kg	988L	
B-2	アクリル系 SP-α	ベントナイト 助材F	水	
	10kg	10kg	986L	
B-3	界面活性系 TAS-foam	セルローズ系 SP-BL	ベントナイト 助材F	水
	5kg	5kg	10kg	986L



# (7-2) 加泥材の配合試験結果

- 配合試験結果より、A-1・B-1は材料分離が見られた。A-2・B-2は、粘性が若干強い状況であった。
- A-3・B-3は、塑性流動性、材料分離抵抗に優れていた。
- 以上を踏まえ、**A-3・B-3の配合とする。**

立会確認状況 2022年8月26日



## 判断基準(案)

### ■ミニスランプ

①数値による判定(×でなければOK)

数値(cm)	判定
崩壊	×
~0.9	×
1.0~1.9	△
2.0~4.0	○
4.1~7.0	△
7.1~	×

②変形形状による判定(×でなければOK)

変形形状	判定
崩壊(ハサハサ)	×
ほとんど変形しない	×
広がりなく僅かに下がる	△
横分の崩落を伴って下がる	△
横方向に広がりながら下がる	○
流れるように大きく広がる	×

③分離状況による判定(×でなければOK)

分離がない	○
分離水がにじむ	△
分離水が流れるように広がる	×

### ■テーブルフロー

①数値による判定(×でなければOK)

数値(mm)	判定
崩壊	×
100~109	×
110~119	△
120~160	○
161~174	△
175~	×

②変形形状による判定(×でなければOK)

変形形状	判定
崩壊(ハサハサ)	×
ほとんど変形しない	×
横分の崩落を伴って広がる	△
徐々に横方向に広がる	○
流れるように大きく広がる	×

③分離状況による判定(×でなければOK)

分離がない	○
分離水がにじむ	△
分離水が流れる	×

### ■目視・手触り

①分離抵抗性(×でなければOK)

状況	判定
攪拌後に礫・砂の沈降がない	○
攪拌後に礫分がわずかに沈降する	△
攪拌後に表面に気泡や水分が分離する	×
静置後に上水が生じない	○
静置後にわずかに上水が生じる	△
静置後に上水が生じ砂分の沈降がみられる	×

②流動性(×でなければOK)

状況	判定
混練時の負荷が小さい	○
混練時の負荷がやや大きい	△
混練が困難	×
混練時に全体がまとまって流動化する	○
混練時に流動化するものまとまりがない	△
混練時に流動化が困難	×
水分量が適切で流動性を有する	○
水分量が少し多くシャバシャバしている	△
水分量が不足しておりパサパサしている	×

③粘性(×でなければOK)

状況	判定
適度な粘性を有する	○
粘性がやや不足	△
粘性がほとんどない	×
粘性が強いものの容易に混練できる	○
粘性が強く混練に大きな力が必要	△
粘性が強く混練が困難	×

④触感(×でなければOK)

状況	判定
握った際に芯が残らない	○
握った際にわずかに芯が残る	△
握った際に容易に脱水され固い芯が残る	×
混練時の手触りがなめらか	○
混練時の手触りがややざらついている	△
混練時になめらかさがほとんどない	×

## 加泥材選定試験結果

試験番号		目視・手触り他	ミニスランプ測定	テーブルフロー測定	コーン指数測定	総合評価	備考
A-1	事前試験	×	2.2 cm ○	132 mm × 131 mm ○	14 kN/m <sup>2</sup> ×	×	材料分離
	立会時	×	— cm ×	— mm × — mm ×	— kN/m <sup>2</sup> ×	×	
A-2	事前試験	○	2.2 cm ○	127 mm × 130 mm ○	5 kN/m <sup>2</sup> ×	×	粘性が強い
	立会時	○	3.0 cm ○	115 mm × 115 mm △	— kN/m <sup>2</sup> ×	×	
A-3	事前試験	○	2.5 cm ○	143 mm × 137 mm ○	192 kN/m <sup>2</sup> ○	○	優れている
	立会時	○	3.5 cm ○	135 mm × 132 mm ○	145 kN/m <sup>2</sup> ○	○	
B-1	事前試験	×	0.8 cm ×	123 mm × 120 mm ○	130 kN/m <sup>2</sup> △	×	材料分離
	立会時	×	— cm ×	— mm × — mm ×	— kN/m <sup>2</sup> ×	×	
B-2	事前試験	○	2.0 cm ○	122 mm × 123 mm ○	14 kN/m <sup>2</sup> ×	×	粘性が強い
	立会時	○	1.5 cm △	110 mm × 113 mm △	— kN/m <sup>2</sup> ×	×	
B-3	事前試験	○	2.5 cm ○	158 mm × 157 mm ○	283 kN/m <sup>2</sup> ○	○	優れている
	立会時	○	3.0 cm ○	141 mm × 139 mm ○	262 kN/m <sup>2</sup> ○	○	

※出典: 東京外かく環状道路本線トンネル(北行)大泉南工事