

# 鹿児島東西道路シーールドトンネル 技術検討委員会

令和3年12月24日

九州地方整備局 鹿児島国道事務所

# ～ 目 次 ～

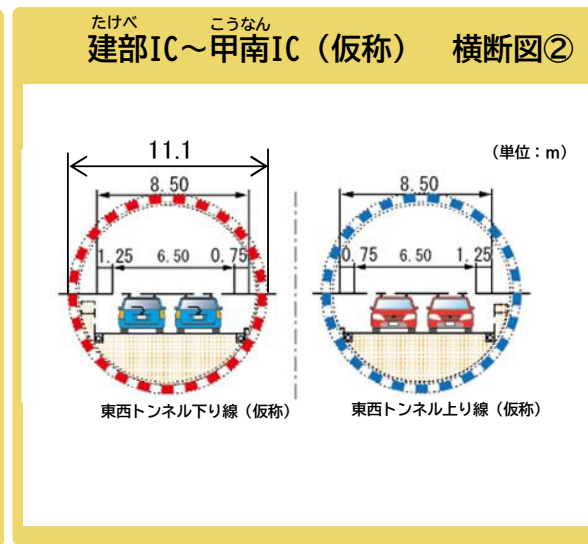
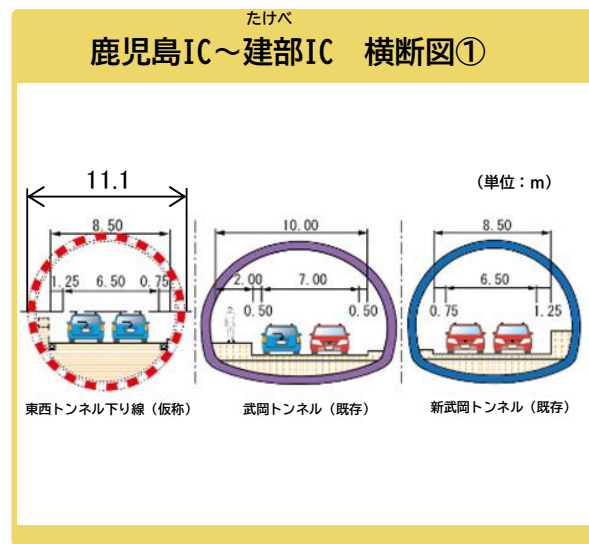
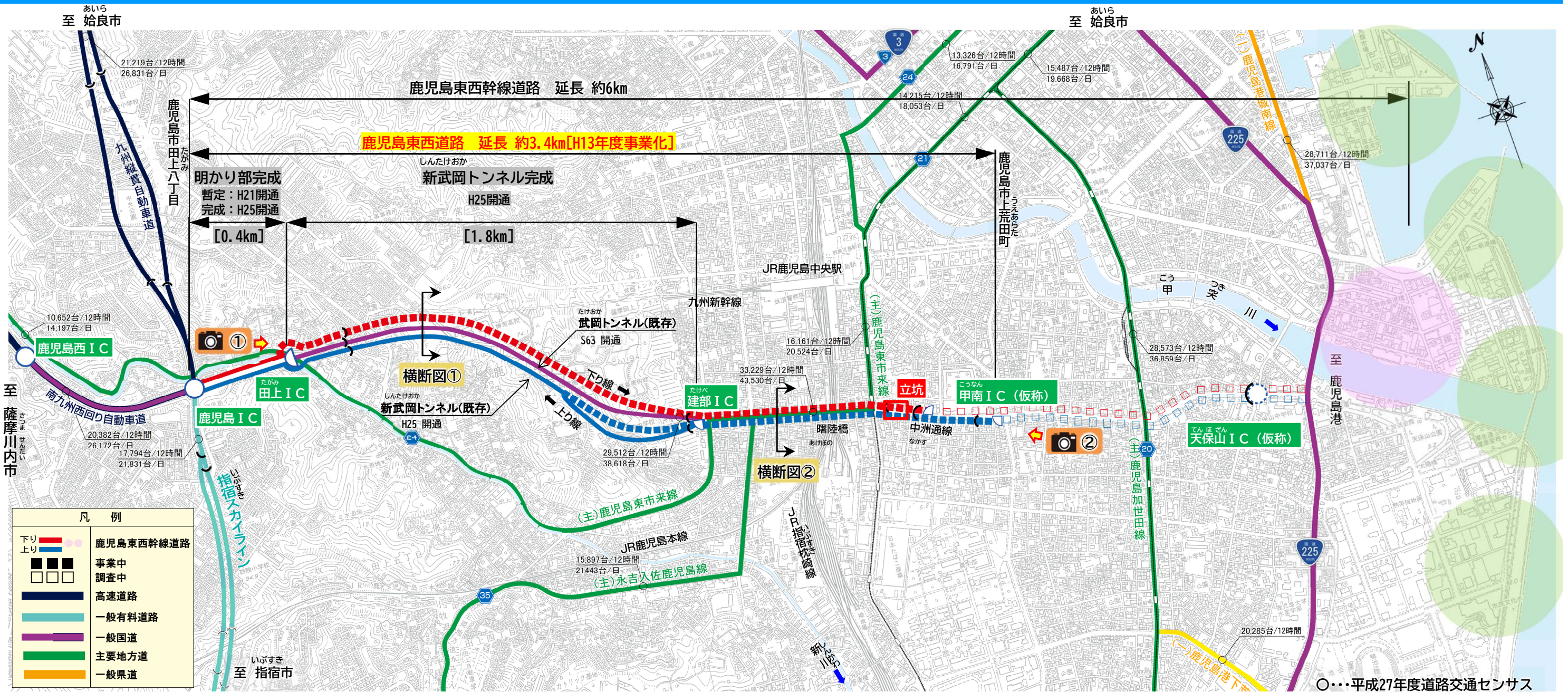
(1) 事業概要

(2) 地質状況

(3) 路面下空洞調査手法

(4) 支障杭切削における地盤改良

# (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：48% (R3.3末現在)
- 用地進捗率：77% (R3.3末現在)

**■ 道路の構造規格**

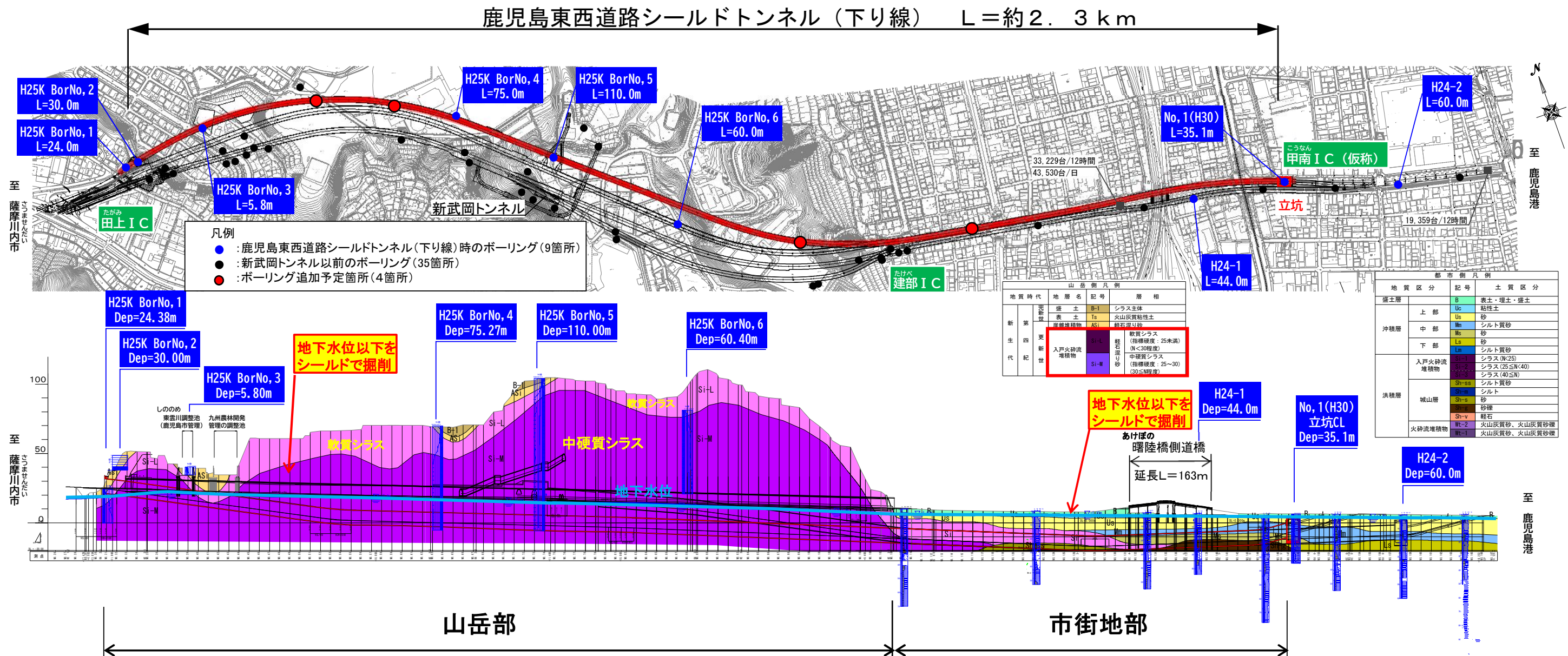
構造規格	第2種2級
設計速度	60km/h
車線数	4車線

※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) 地質状況

- これまでに44箇所のボーリング調査を実施し、地質縦断図を作成。
- 鹿児島東西道路シールドトンネル(下り線)の主な通過土層は「シラス」。N値は30以上(中硬質シラス)。
- 今後、ボーリング間隔の広い箇所でボーリングを追加予定。



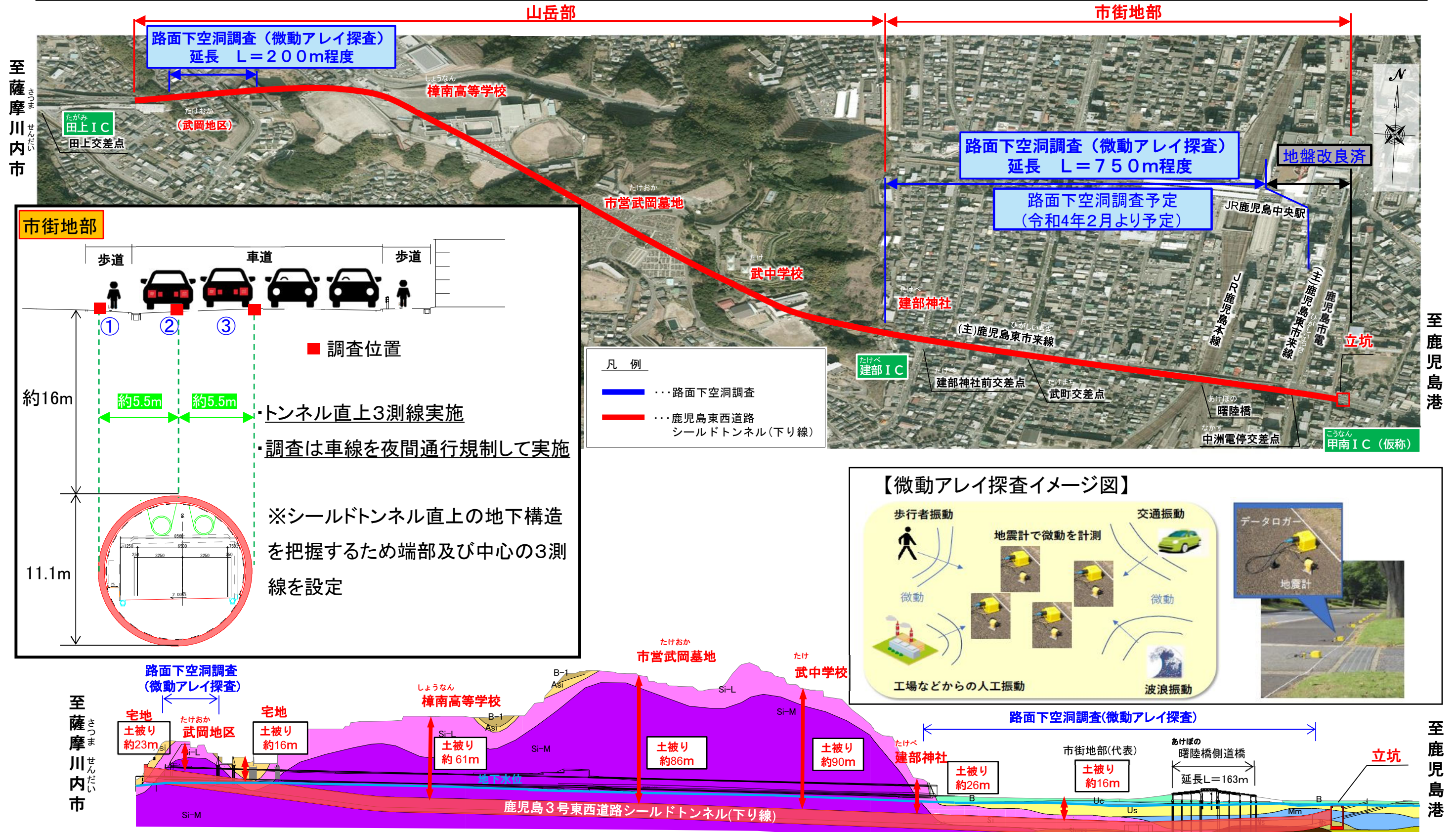
山岳部	市街地部	市街地部
<p>中硬質シラス(やや硬い)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・約2万5000年前に堆積したもの。</li> <li>・粗粒分に富み、<b>比較的硬い</b>。</li> <li>・N値 ≥ 30</li> </ul>	<p>軟質シラス(軟らかい)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・約2万5000年前に堆積したもの。</li> <li>・やや細粒分が多くて<b>軟らかい</b>。</li> <li>・N値 &lt; 30</li> </ul>	<p>シルト・砂・砂礫(風化・軟弱)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・約8000年～6000年前に堆積したもの。</li> </ul>

# (3) 路面下空洞調査の調査手法について

●令和4年2月より微動アレイ探査(※)実施予定。

## ※微動アレイ探査

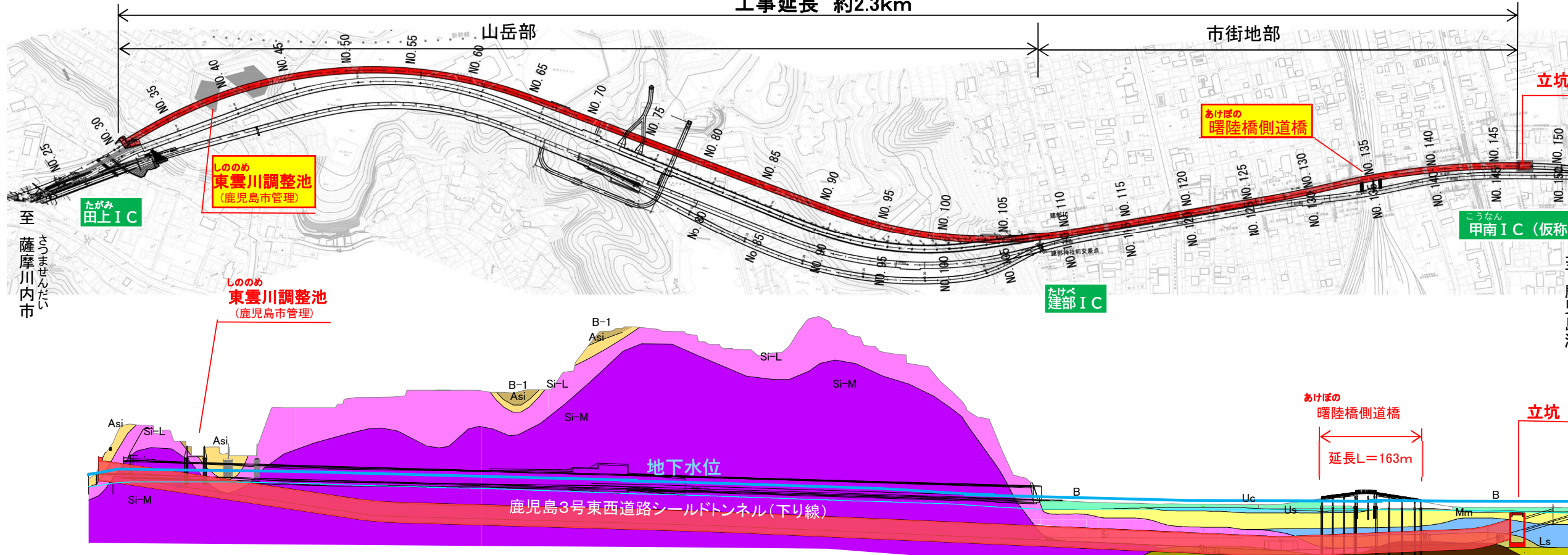
・地表面から行う地盤の物理探査手法。地盤は微小な振動（人工振動・交通振動・海岸線に押し寄せる波浪振動）などによって絶えず振動をしており、この微小な振動を測定・解析することにより地下の構造を把握する。



※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。

# (4) 支障杭切削における地盤改良

工事延長 約2.3km



地質時代	地層名	記号	層相
新第四紀	盛土	B-1	シラス主体
	表土	Ts	火山灰質粘性土
	産雜堆積物	Asi	軽石混り砂
	入戸火砕流堆積物	Si-L	軟質シラス (指標硬度: 25未満) (N<30程度)
更新世		Si-M	中硬質シラス (指標硬度: 25~30) (30≤N程度)

地質区分	記号	土質区分		
盛土層	B	表土・埋土・盛土		
沖積層	上部	Uc	粘性土	
		Us	砂	
	中部	Mm	シルト質砂	
		Ms	砂	
下部		Ls	砂	
		Lm	シルト質砂	
洪積層	入戸火砕流堆積物	Si-1	シラス (N<25)	
		Si-2	シラス (25≤N<40)	
		Si-3	シラス (40≤N)	
	城山層		Sh-ss	シルト質砂
			Sh-m	シルト
		Sh-s	砂	
		Sh-g	砂礫	
	Sh-v	軽石		
火砕流堆積物	Wt-2	火山灰質砂、火山灰質砂礫		
	Wt-1	火山灰質砂、火山灰質砂礫		

**しのめ 東雲川調整池** (切削対象物:PHC杭φ350 N=約62本)

**対応方針**

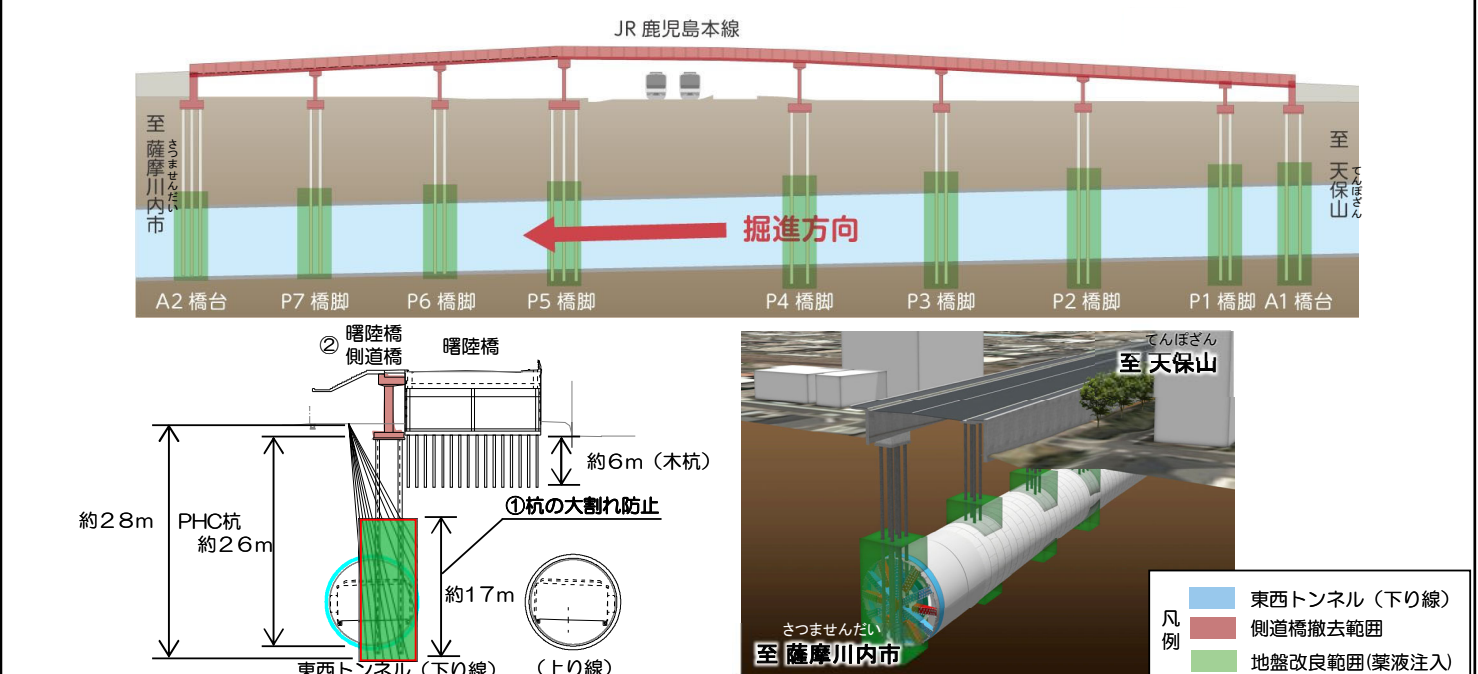
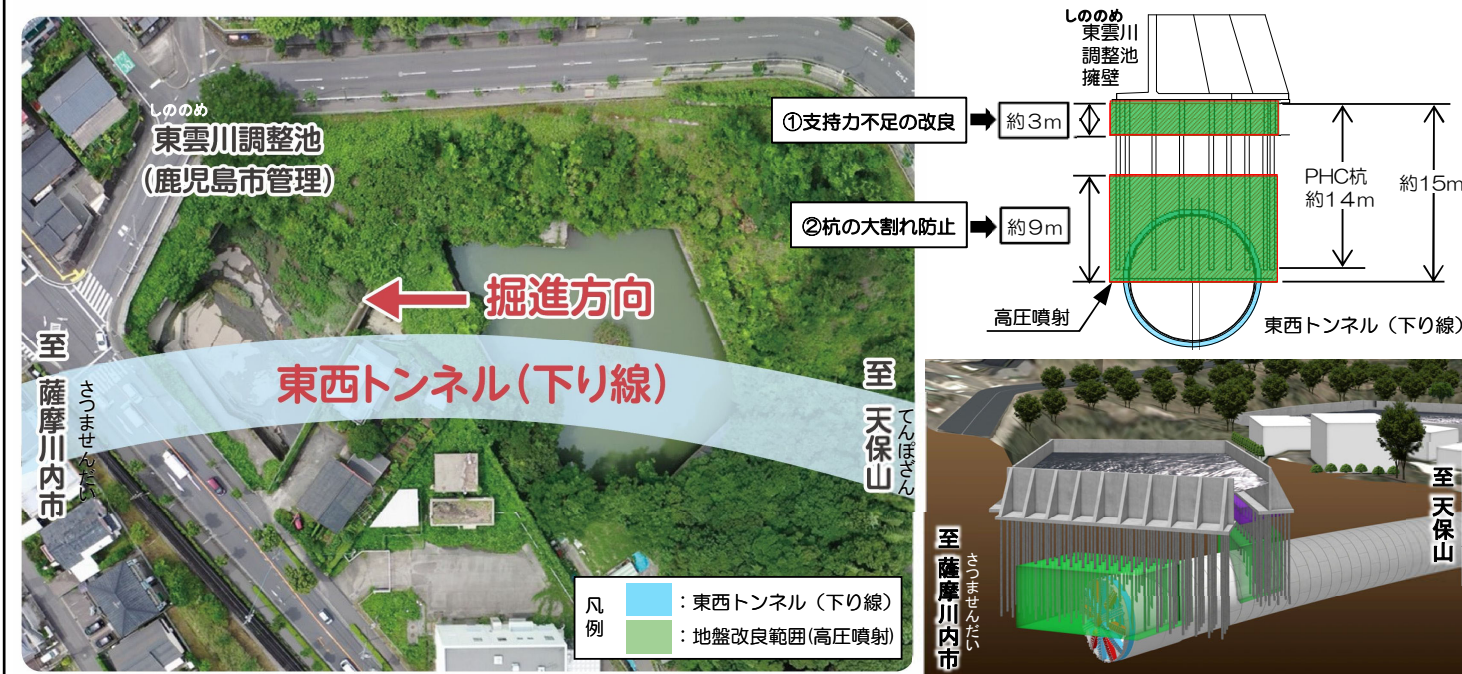
- 杭切削による支持力不足のため、擁壁直下を地盤改良し、直接基礎として構造を安定させる。
- 切削時に杭の大割れを防止するため杭周りを地盤改良。

**あけぼの 曙陸橋側道橋** (切削対象物:PHC杭φ450 N=約40本)

**対応方針**

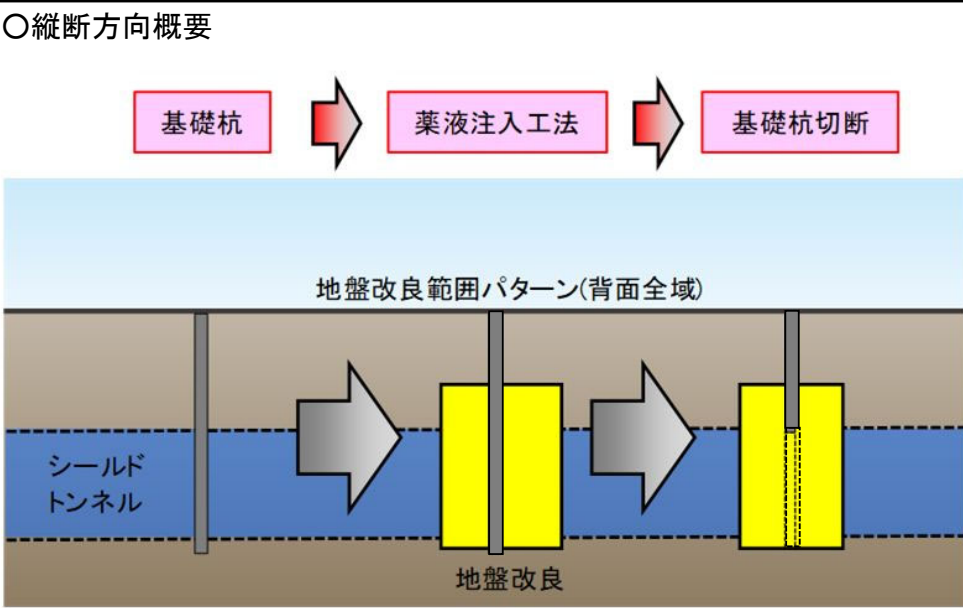
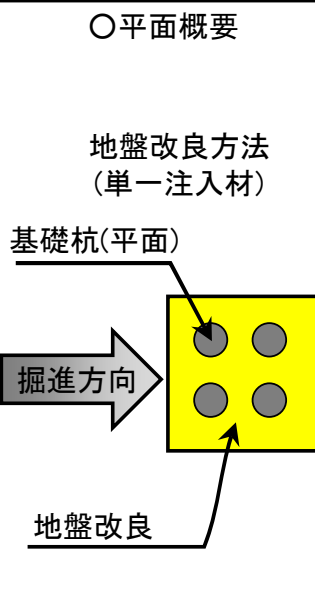
- 杭の切削前に側道橋上下部撤去。
- 切削時に杭の大割れを防止するため、杭周りを地盤改良。(薬液注入)

●ECI決定事項からの変更 **切削工法⇒杭撤去**



# (4-1) 曙陸橋側道橋基礎杭の対応(1/4)

## 【当初計画】

地盤改良による支障杭切削	
概略図	<p>○縦断方向概要</p>  <p>○平面概要</p> 
施工概要	<ul style="list-style-type: none"> <li>・基礎杭を残置+シールドマシンで直接切削</li> <li>・切削防護工:薬液注入工法</li> <li>・切削防護工範囲;基礎杭切削範囲の杭背面全域</li> <li>・地盤改良方法;単一注入材で注入を行う</li> </ul>
必要強度 (3MN/m <sup>2</sup> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>・当該対象地盤に対して懸濁型を使用</li> </ul>
シールド掘削時の周辺への影響	<ul style="list-style-type: none"> <li>・基礎杭引き抜き跡を適切に処理する必要がある</li> <li>・鉄道へ与える影響は小さい</li> </ul>
判定	<p>シールド掘削時の基礎杭に対するリスクは少ない</p> <p style="text-align: right;">○</p>

## 【検討経緯と結果】

### ①地盤改良工法の実績

⇒高圧噴射攪拌工法によるPC杭直接切削の施工実績あり。

### ②高圧攪拌噴射工法は、所定の強度(3MN/m<sup>2</sup>)が期待できるが、JRの軌道に対し隆起等の懸念から採用不可(JR協議)

### ③隆起等が発生せずに薬液注入工法の中で所定の強度(3MN/m<sup>2</sup>)が期待できる懸濁型薬材による薬液注入工法を採用⇒ECI決定事項

### ④懸濁型薬液注入工法のシラスにおける浸透性確認試験

⇒室内注入試験の結果、浸透しないため適用不可

⇒近傍(武公園)における採取試料を用いた、室内注入試験を実施。  
⇒対象地盤の中で細粒分含有率が最も小さく(12%)、最も浸透性が良いと想定されるMs層で浸透不可という結果となった。

### ⑤溶液型薬液注入工法の室内試験

⇒所定の強度が発現しないため適用不可  
目標強度E=0.9~1MN/m<sup>2</sup>

⇒室内注入試験・強度試験を実施。  
⇒シラス(Si層)において平均0.6MN/m<sup>2</sup>程度という結果となった。(図-1)

試験結果を踏まえ

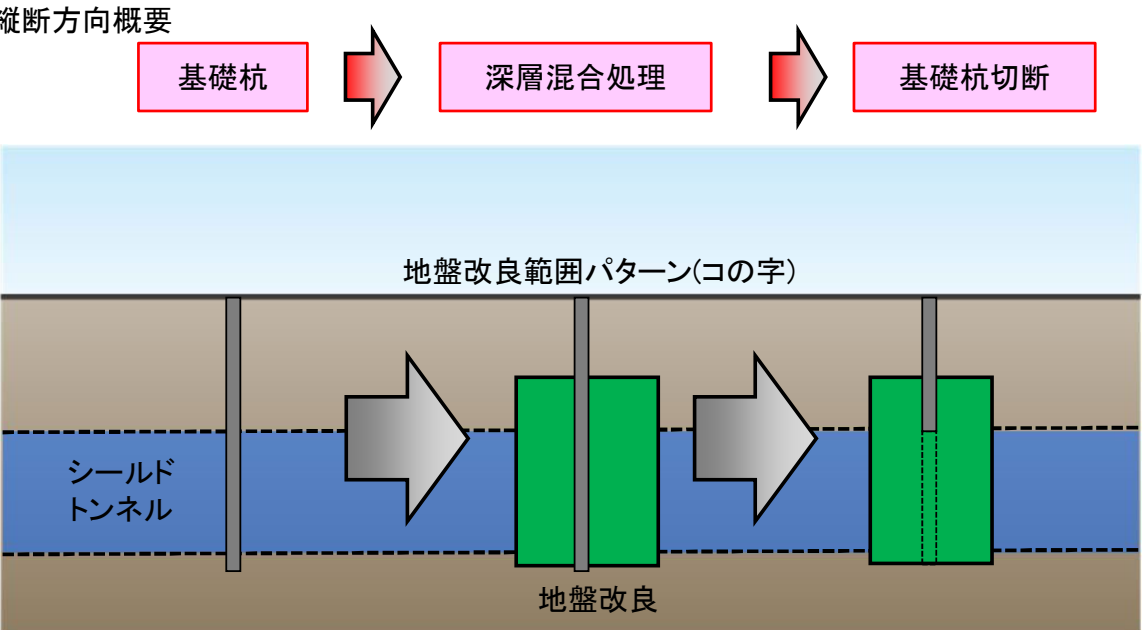
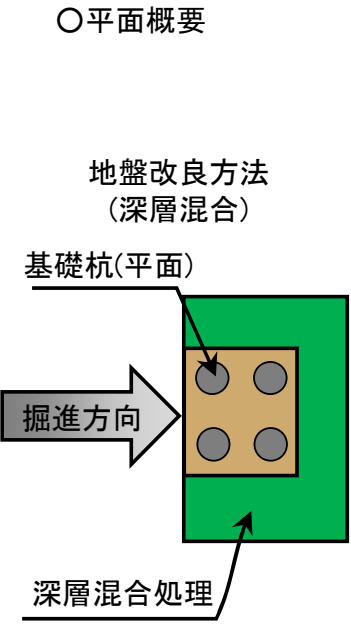
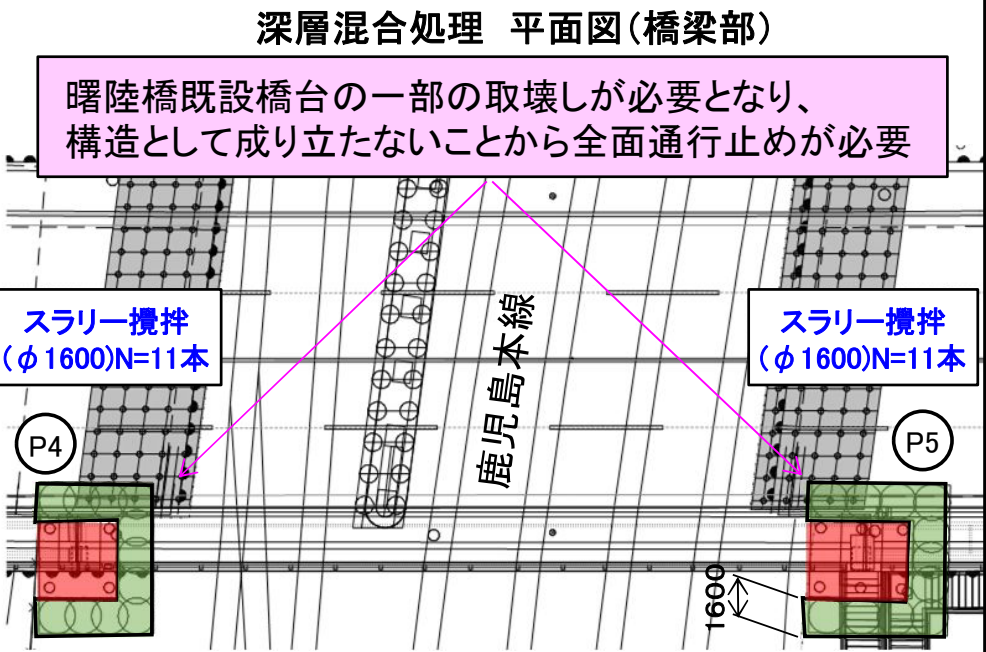
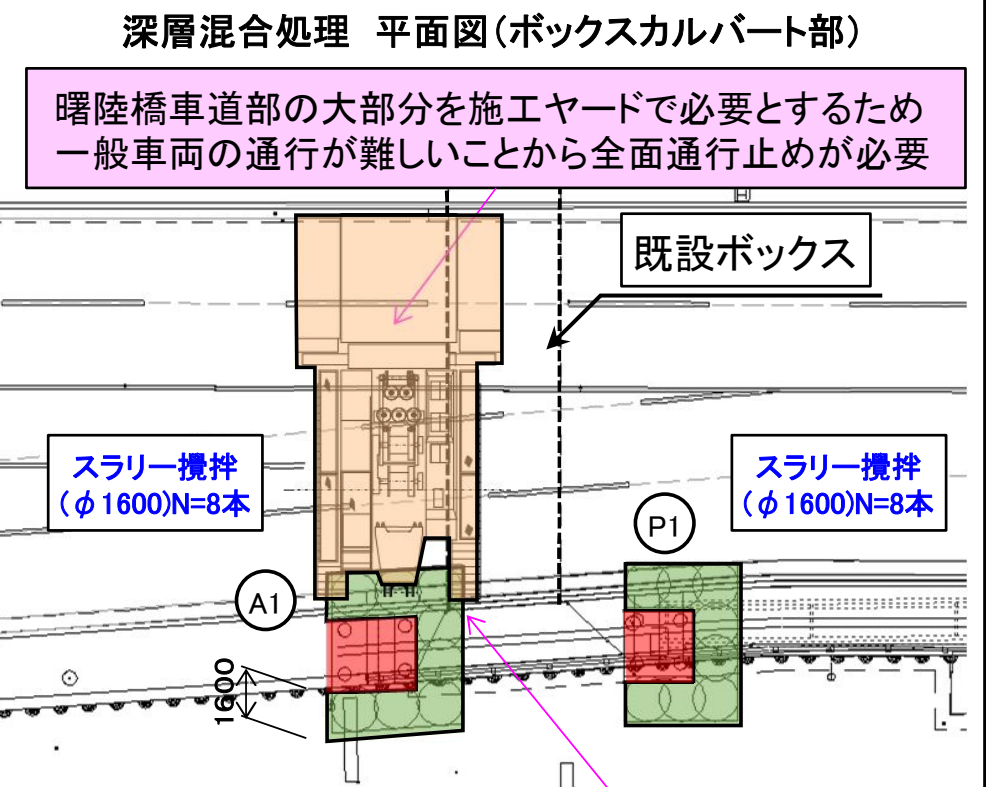
工法の再検討



図-1 一軸圧縮試験(Si層)

# (4-1) 曙陸橋側道橋基礎杭の対応(2/4)

## 【深層混合による杭切削とした場合】

基礎杭残置＋基礎杭切削防護(深層混合)		施工時における施工検討図(案)
概略図	<p>○縦断方向概要</p>  <p>○平面概要</p> 	<p>深層混合処理 平面図(橋梁部)</p> <p>曙陸橋既設橋台の一部の取壊しが必要となり、構造として成り立たないことから全面通行止めが必要</p> 
改善ポイント	杭の周辺をコの字で改良することで動きを抑えられる JR軌道部の軌道隆起を抑えるためスラリーによる攪拌	<p>深層混合処理 平面図(ボックスカルバート部)</p> <p>曙陸橋車道部の大部分を施工ヤードで必要とするため一般車両の通行が難しいことから全面通行止めが必要</p> 
施工概要	<ul style="list-style-type: none"> <li>基礎杭を残置＋シールドマシンで直接切削</li> <li>切削防護工: 深層混合処理</li> <li>切削防護工範囲: 基礎杭の切削範囲をコの字型で改良</li> </ul>	<p>既設構造物(ボックスカルバート)に干渉</p>
シールド掘削時の周辺への影響	<ul style="list-style-type: none"> <li>基礎杭大割れによるマシンへの取り込み不良の可能性あり</li> <li>基礎杭(PHC杭)のジョイント部が面板に押し込まれて、うまく切削ができない ⇒基礎杭切削時にシールドマシンが停止した場合、鉄道へ与える影響が大きい</li> </ul>	
判定	<ul style="list-style-type: none"> <li>強度が得られるか不明</li> <li>深層混合処理工法を行うため、比較的大型の改良機が必要</li> <li>深層混合処理施工時に県道の通行止めが必要となり、交通への影響が大きい</li> <li>改良範囲が一部既設構造物(陸橋、ボックス)の取壊しが必要</li> </ul>	△
費用	概算工事費: 約120百万円＋(陸橋上下部工再構築、ボックスカルバート再構築)	



# (4-1) 曙陸橋側道橋基礎杭の対応(3/4)

## 【杭撤去とした場合】

	基礎杭撤去		施工時における施工検討図(案)
概略図			<p>A1基礎杭撤去 施工配置図</p>
改善ポイント	-		
施工概要	<ul style="list-style-type: none"> <li>・シールド掘削前に基礎杭を撤去</li> <li>・基礎杭撤去後、良質土や流動化処理土等による埋戻し</li> </ul>		
シールド掘削時の周辺への影響	<ul style="list-style-type: none"> <li>・基礎杭直接切削の必要がないため、問題なし</li> <li>・基礎杭引き抜き跡を地山相当の強度を有する材料で密実に充填する必要がある</li> <li>・鉄道へ与える影響は小さい</li> </ul>		<p>基礎杭撤去状況(イメージ写真)</p>
判定	<ul style="list-style-type: none"> <li>・県道への影響を最小限に抑えることができる</li> <li>・シールド掘削時の基礎杭に対するリスクは少ない</li> </ul>		○
費用	<ul style="list-style-type: none"> <li>・概算工事費: 約900百万円</li> </ul>		

# (4-1) 曙陸橋側道橋基礎杭の対応(4/4)

●基礎杭引き抜き跡を地山相当の強度を有する材料で密実に充填する必要があるため、埋戻し材の検討を以下のとおり実施した。

## 【埋戻し材の検討】

埋め戻し材料	第1案	第2案	第3案	第4案
	良質土	セメントベントナイト	流動化処理土	シラスモルタル
概要	・良質土(購入土)による埋戻し	・セメントベントナイト(ベントナイト+セメント+水) ・現地プラントが必要	・流動化処理土(購入土+セメント+水)による埋戻し ・トラックミキサ車により工場からの運搬が可能	・シラスモルタル(シラス+セメント+水)による埋戻し ・トラックミキサ車により工場からの運搬が可能
充填性	・充填しながらの転圧が不可能であることから充填性にリスクあり	・流動性に優れる材料であることから充填性に問題ない	・流動性に優れる材料であることから充填性に問題ない	・流動性に優れる材料であることから充填性に問題ない
	×	○	○	○
シールド掘削時の影響	・締固め・転圧不足によりシールド掘削時の添加材や裏込め材等が噴出するリスクがある	・流動性に優れる材料での充填であることから、シールド掘削時に問題となるリスクは低い	・流動性に優れる材料での充填であることから、シールド掘削時に問題となるリスクは低い	・流動性に優れる材料での充填であることから、シールド掘削時に問題となるリスクは低い
	△	○	○	○
判定	充填が不十分であり、シールド掘削時に添加材や裏込め材が噴出するリスクがある	・シールド掘削時に問題となるリスクが低い、セメントベントナイト練り混ぜのための現地プラントの確保が困難	・シールド掘削時に問題となるリスクが低い	・シールド掘削時に問題となるリスクが低い
	×	△	○	○
費用(材工費)	約9百万円	約140百万円	約40百万円	約40百万円