

庄戸トンネル施工技術検討会

第7回検討会 資料

令和 7年 6月 18日

東日本高速道路株式会社 関東支社 横浜工事事務所

鹿島建設・前田建設工業・佐藤工業 横浜環状南線 釜利谷庄戸トンネル工事特定建設工事共同企業体

目 次

1. 検討会の目的	1
2. 施工状況	4
3. 盛土部掘削区間の地下水位変動抑制対策（ファンカーテングラウチング）の必要性	15
4. 今後の進め方	16

1. 検討会の目的

1－1. 全体概要

高速横浜環状南線は、横浜都心から半径約10～15kmを環状に結ぶ横浜環状道路の一部であり、横浜都心部の慢性的な交通渋滞を緩和するとともに環境の改善へ寄与し、さらに、横浜市の経済活動と暮らしを支える社会資本として重要な役割を果たす道路である。

また、都心から半径約40～60kmの位置に計画されている総延長約300kmの自動車専用道路である圏央道の一部であり、都心から伸びる放射状の道路を環状に連絡することにより、都心への交通を分散し、渋滞の緩和等に寄与する。当路線は、横浜横須賀道路の釜利谷ジャンクションと国道1号を結ぶ延長約9kmのうち、約7割がトンネルなどの地下構造となっている。

1－2. 検討会の目的

高速横浜環状南線のトンネル群の一部を構成する「庄戸トンネル（仮称）」は、開削工法で施工する計画となっていたが、第1種低層住居専用地域・風致地区等の当該地域の特殊性を考慮し、工事中の環境負荷を低減することを目的に非開削工法の適用可能性について「庄戸トンネル検討会」（平成19年～21年）を設置して検討を実施してきた。

分合流、4連近接、低土被りなど、庄戸トンネル（仮称）固有の条件を考慮しながら、現地の調査結果を踏まえた地盤条件に基づいてトンネル構造及び環境に与える影響について検討した結果、分合流区間及び4連近接区間は馬蹄形断面、低土被り区間は矩形断面を基本構造とし、より詳細な設計や施工計画の検討を進めて行くこととした。

庄戸トンネル施工技術検討会（平成24年～）では、これら検討結果等を踏まえ、庄戸トンネル（仮称）の実施工に向けた施工方法及び環境に与える影響・対策について、より詳細な検討を実施しており、第5回検討会までに確認した詳細な全体施工計画に対し、第6回検討会においては、令和3年4月から令和4年11月までに上り線の工事状況を報告し、適切に施工が進められていることを確認した。

今回の第7回検討会は、第6回検討会に引き続き、釜利谷庄戸トンネル工事における令和4年12月から令和7年5月までの工事状況を報告するものである。

1－3. 庄戸トンネルの概要

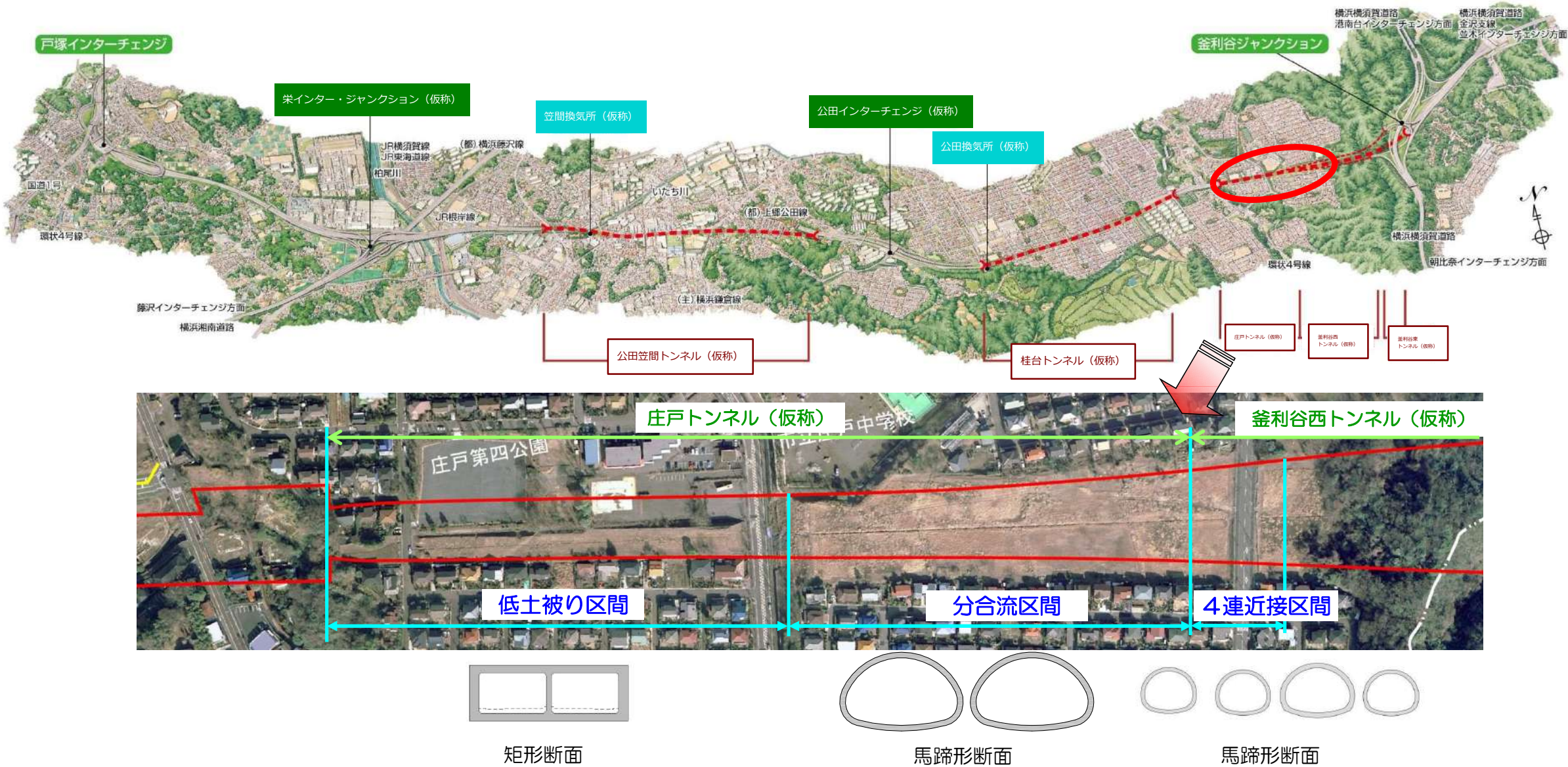
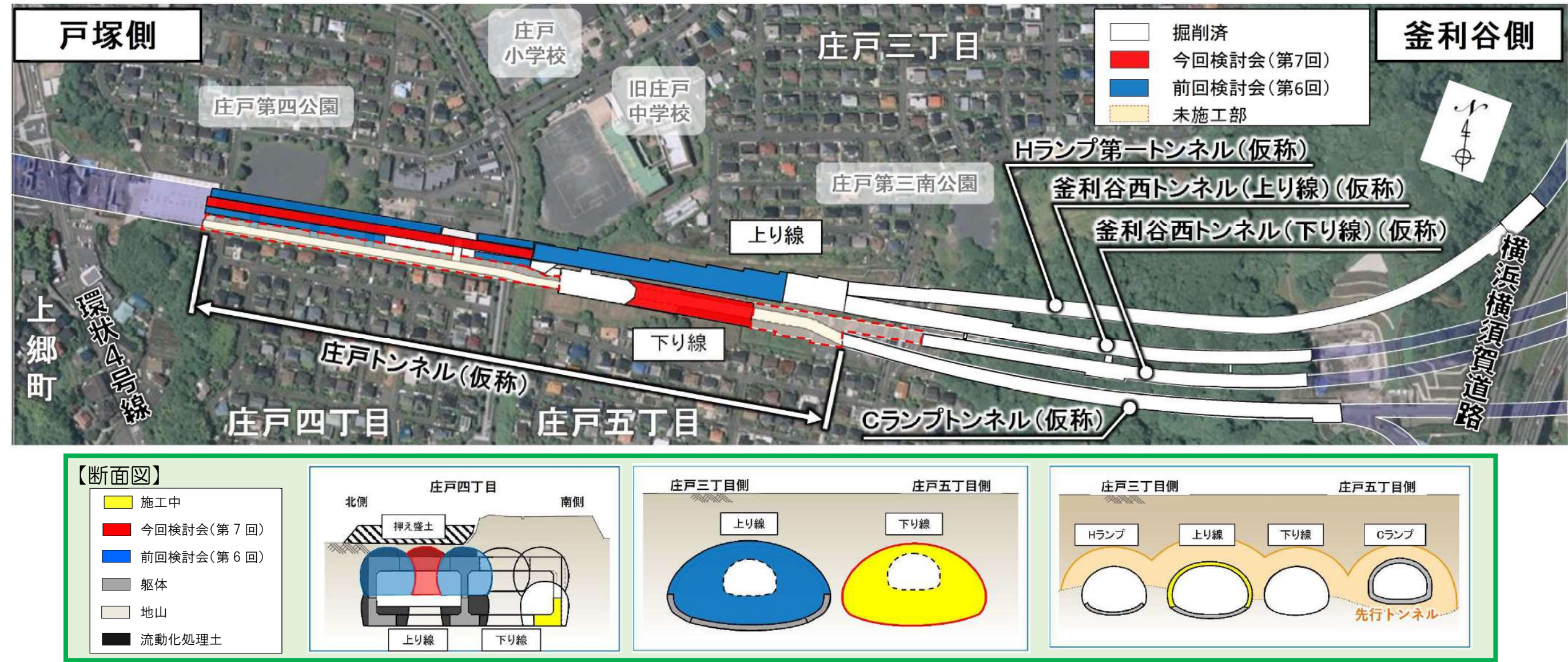


図1.1 庄戸トンネル（仮称）・釜利谷西トンネル（仮称）全体位置図

1-4. 今回検討会報告箇所

第7回検討会では、下記平面図の通り、分合流区間下り線および低土被り区間上り線頂部中央導坑の施工状況について報告する。

今回検討会報告箇所（工事進捗は令和7年5月31日現在）



分合流区間（上り線）
側壁コンクリート施工状況



分合流区間（下り線）
掘削状況



釜利谷西トンネル（上り線）（仮称）
覆工コンクリート施工状況



低土被り区間 下り線底部
構築状況

1-5. 検討フロー
以下に検討フローを示す。

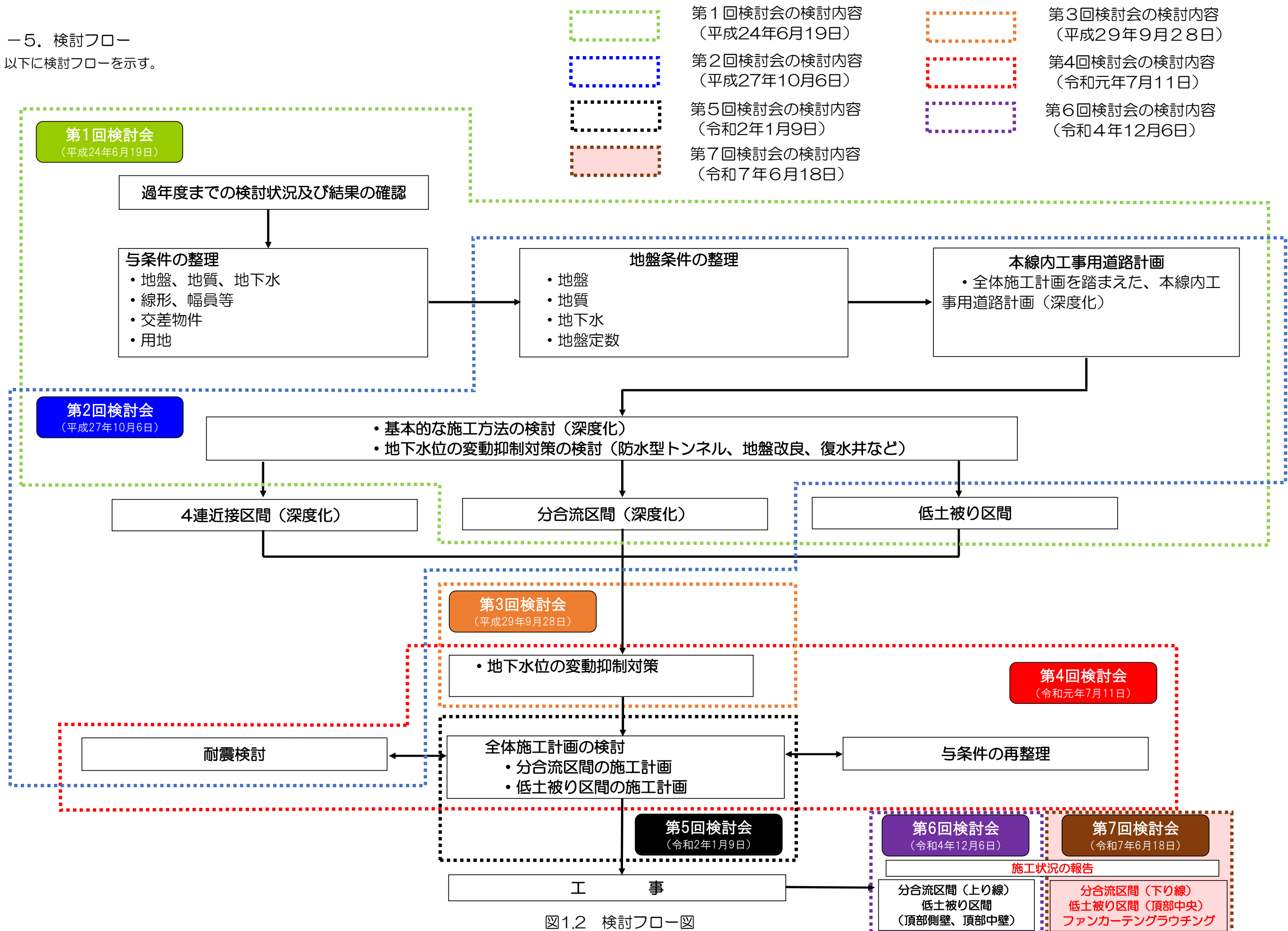
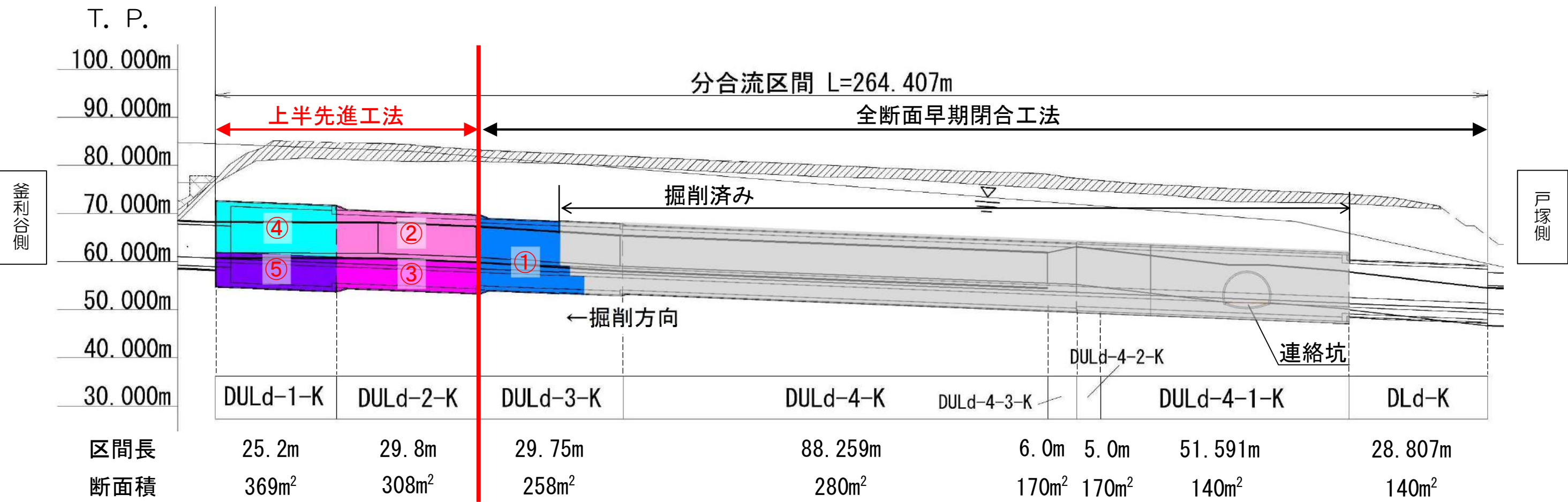


図1.2 検討フロー図

2-1. 分合流区間

2-1-1. 分合流区間の掘削計画

- 超大断面となる DULd-2-K～DULd-1-K については上半先進工法にて掘削する。
 - 大断面となる DULd-3-K～DLd-K については全断面早期閉合工法で掘削する。



- (1) DULd-1-K～DULd-2-K 区間（上半先進工法（上半仮インバート併用））
- 分合流区間の中でも断面が大きく、下半盤から施工機械が届かないため、上半先進工法かつ変位抑制のために上半仮インバートを採用
 - 上半の掘削を完了したあと下半およびインバートを施工するための斜路を掘削
 - 戸塚側から釜利谷側にかけて1基ずつ下半とインバートを施工
 - 上半掘削時に坑内変位、地表面沈下および支保部材応力のいずれかが管理基準値Ⅱを超えれば、掘削を一時中止して追加対策の要否について検討
 - 変位抑制を目的として、上半仮インバートについては、上半切羽と上半仮インバート施工位置との距離を最大1D未満（＝23m（DULd-2-K断面の掘削幅））で設定
 - 大型機械を導入して加背割りを3分割から2分割に変更し、トンネル安定性の向上と坑内変位を抑制

- (2) DULd-3-K～DLd-K 区間（全断面早期閉合工法）
- 分合流区間の中でも比較的断面が小さい区間に対して全断面早期閉合工法を採用
 - 変位抑制効果を得るためには、上半切羽と一次インバート施工位置を近付けることが有効だが、近付け過ぎた場合には施工効率が低下するだけでなく、切羽も高くなるため安全面でも課題がある
 - 上半切羽と一次インバート施工位置との距離を6m～1Dの範囲で施工して発生変位を制御するのが一般的
 - 上半切羽と一次インバート施工位置との距離を最大1D（＝18m（DLu-1-K断面の掘削幅））以内として坑内変位の抑制を図る

2-1-2. 騒音・振動に配慮した施工計画

①無打撃による先受け工・ロックボルトの削孔

- ・先行工事にて先受け工およびロックボルト打設に伴う削孔時に騒音・振動が大きくなる事象を確認したため、回転力のみ（無打撃）による削孔を可能とするビットを開発して現地に適用

②鉄骨切断機の採用

- ・先行施工（無打撃）した先進導坑の支保工や吹付けコンクリートの撤去において大型油圧ブレーカー等で取り壊すと振動が周辺の住民に伝播する懸念があったため、鉄骨切断機にて既設支保工を切断しながら撤去
- ・既設支保工を引きはがす際に振動レベルが一時的に増加することが確認されたため、あらかじめ既設支保工の周辺地山を切削してから鋼アーチ支保工を撤去する方法に変更

③周辺地域の安全・安心を高める取り組み

- ・工事に伴う騒音・振動が周辺住宅に与える影響を確認することを目的として周辺住民に対するヒアリングを毎週実施
- ・工事の進捗状況（今週の施工箇所）を現地のデジタルサイネージに掲示

①無打撃による先受け工・ロックボルトの削孔

＜無打撃削孔＞
※水を加えながら、回転の力で削孔



＜標準ビット（例）＞

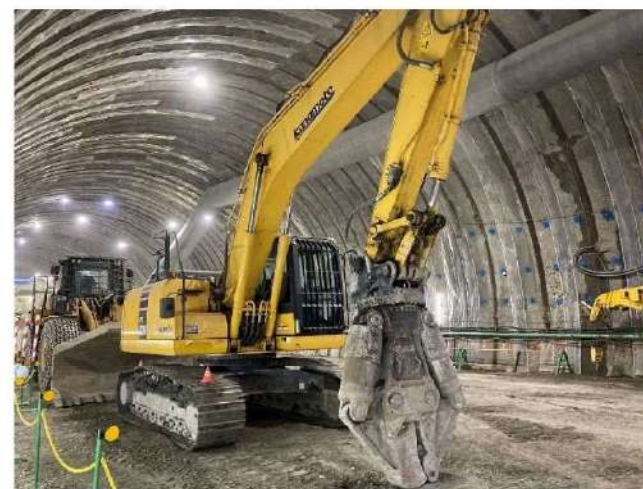


＜無打撃対応ビット＞
（今回採用）



②鉄骨切断機の採用

＜鉄骨切断機＞



＜先進導坑（支保工・吹付コンクリート）撤去時＞



③周辺地域の安全・安心を高める取り組み

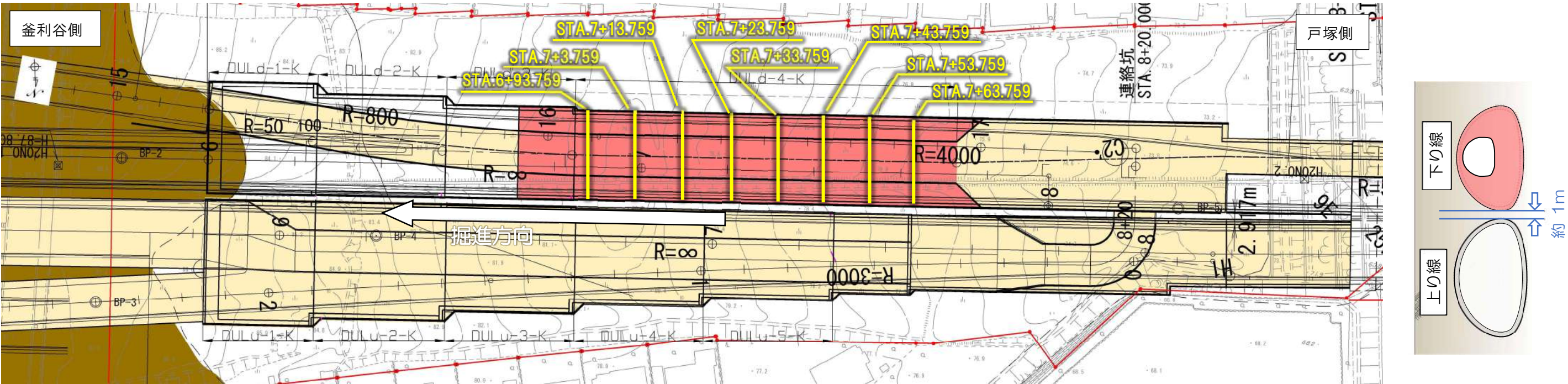
＜施工箇所と周辺家屋との近接状況＞



＜工事の進捗状況をデジタルサイネージで表示＞



2-1-3. 分合流区間(下)の切羽状況推移



STA.7+33.759	STA.7+43.759	STA.7+53.759	STA.7+63.759
STA.6+93.759	STA.7+3.759	STA.7+13.759	STA.7+23.759

当初の想定どおり、凝灰質砂岩を主体とした互層が広がっている。
白色の砂質層や褐色の風化層が薄層として介在しているものの、湧水もほとんどなく滴水程度で、全体として安定した地質が出現している。当該エリア内で大きな地質の変化はない。

2-1-4. 周辺家屋への影響のモニタリング

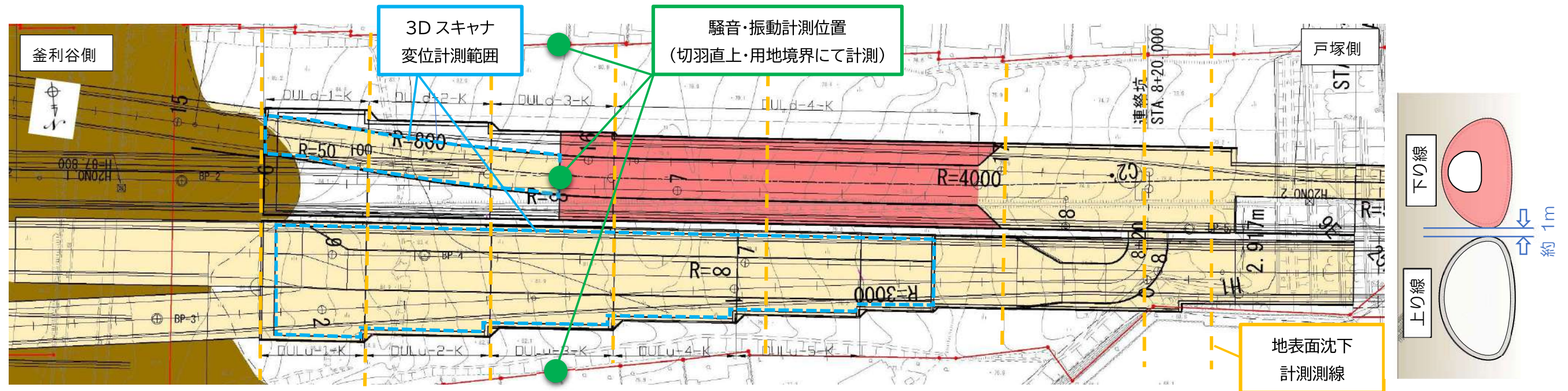
(1) モニタリング計画

① 坑内変位・地表面沈下計測

- ・トンネル掘削が完了した断面において、トンネル坑内の変位状況を確認（1回／時間の頻度で計測を実施）
 - ・先行して掘削した先進導坑において、下り線掘削による局所的な変位等が生じていないか切羽から1Dの範囲を3D スキャナにて確認（1回／時間の頻度で計測を実施）
 - ・先行して掘削した上り線において、下り線掘削による局所的な変位等が生じていないか切羽から前後1Dずつの範囲を3Dスキャナにて確認（1回／時間の頻度で計測を実施）
 - ・トンネル掘削箇所において、地表面に設置した基準点を観測し、掘削による地表面への影響を確認。（1回／時間の頻度で計測を実施）
- ⇒掘削が完了した区間において周辺の家屋に対する管理基準値以下であることを確認している。掘削による変状・異常は発生していない。

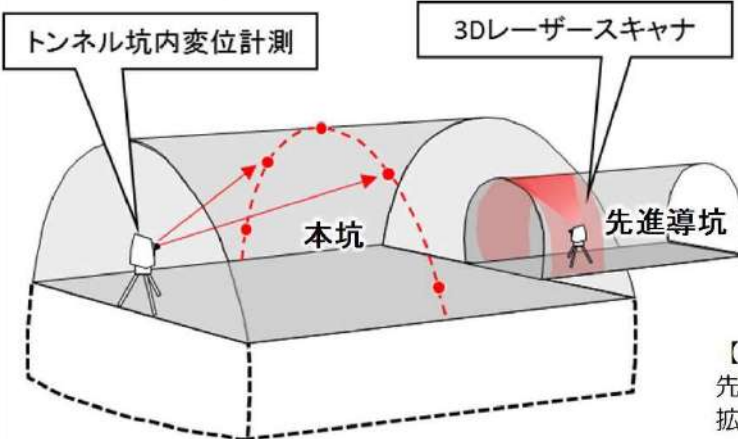
② 騒音・振動の測定

- ・トンネル掘削期間は、騒音・振動計を設置し測定。切羽の進捗に合わせて計測器を切羽直上に配置。庄戸地区内に騒音・振動値を掲示。
- ⇒掘削による騒音・振動について、計測値の現地掲示や沿線住民の方へのヒアリングを踏まえ、施工状況の振り返りを行いながら慎重に施工を進めている。

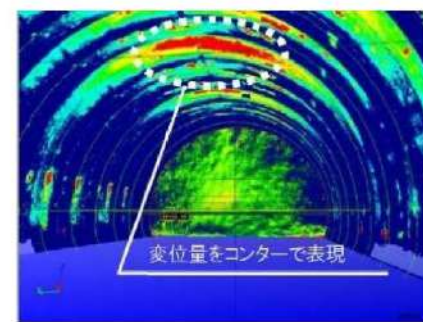


① 坑内変位・地表面沈下計測

<坑内変位計測イメージ>



<3D スキャナ変位計測イメージ>



【目的】
先進導坑に発生する変位の傾向・分布を確認し、
拡幅掘削切羽前方の局所的な地山不良部を推定

<地表面沈下計測状況>



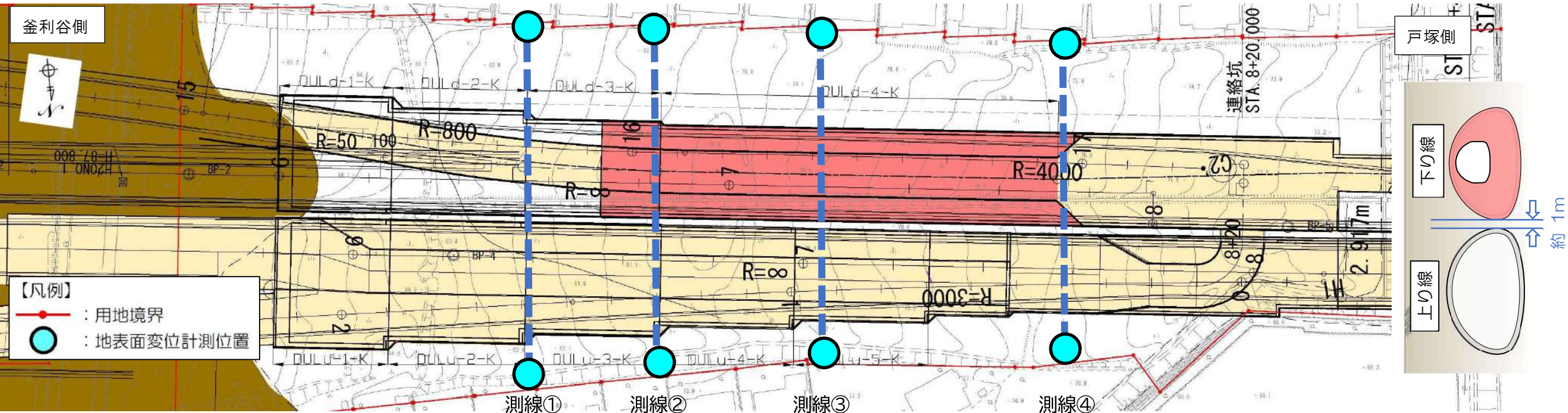
② 騒音・振動の測定

<現地掲示状況>



(2)モニタリング結果

- ・下り線の掘削が完了している区間において、用地境界での地表面沈下量は最大で2.0mm、地表面沈下による傾斜角は最大で0.6/1000radである。
⇒庄戸トンネル検討会（平成19～21年）で設定した家屋に対する管理基準値（沈下：25mm、傾斜角1/1000rad）を下回っていることを確認した。



■地表面沈下の計測結果

測線	上り線側境界		下り線側境界	
	沈下量 (mm)	傾斜角 (rad)	沈下量 (mm)	傾斜角 (rad)
測線①	-1.8	0.6/1000	-2.0	0.0/1000
測線②	+0.2	0.3/1000	-1.4	0.1/1000
測線③	+0.7	0.1/1000	+0.1	0.5/1000
測線④	0.0	0.1/1000	-0.1	0.4/1000

■家屋に対する管理基準値

・地表面沈下量 用地境界で 25mm 以下
・地表面沈下による傾斜角 用地境界で 1/1,000(rad)以下

図 11.2.3 地表面沈下の許容値（用地境界）

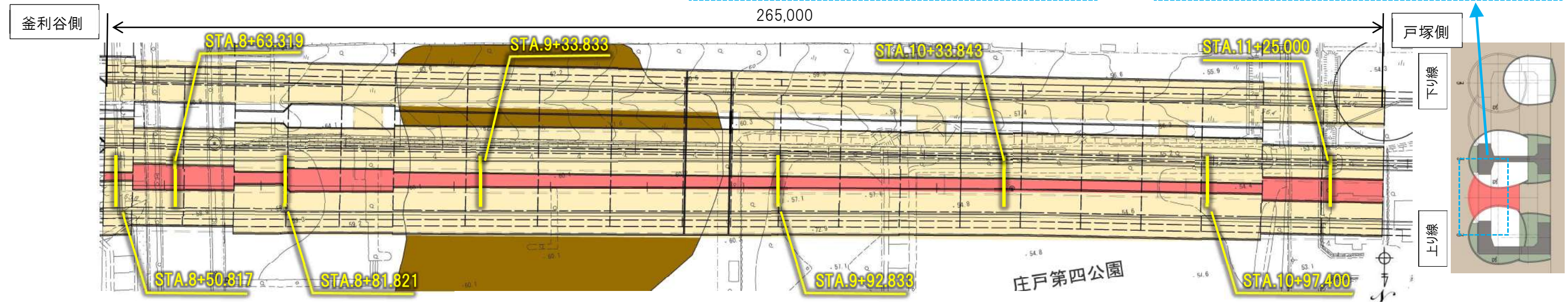
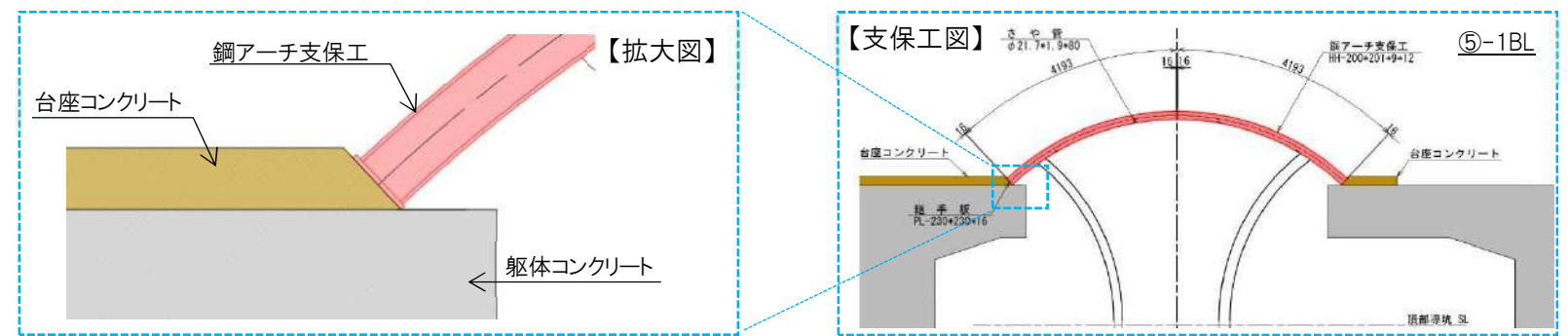
表 11.2.5 地表面沈下の許容値（用地境界）

対象	文献名	管理基準値	採用値	
家屋	① 地中構造物の建設に伴う近接施工指針	日本トンネル技術協会 S11.2	・沈下：20～30mm ・傾斜角：1～2/1,000 (rad)	・沈下：25mm ・傾斜角：1/1,000 (rad) (注) 採用値は、左表の値を考慮した。
	② 構造物等に近接した山岳トンネルの設計施工に関する研究報告書	日本トンネル技術協会 H4.3	・沈下：20～200mm ・傾斜角：(1～1.4)/1,000 (rad)	
	③ 土質基礎工学ライブラリー-34 近接施工	土質工学会 H1.9	・沈下：20～200mm 但し、RC 造を対象	

2-2 低土被り区間

2-2-1. 頂部中央導坑の施工状況

(1) 切羽状況推移

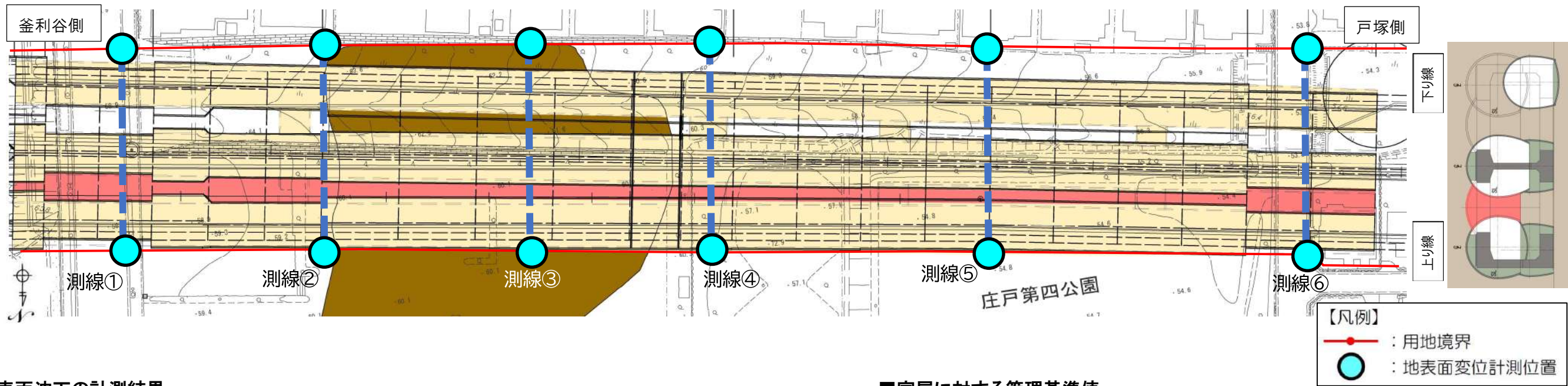


STA.8+50.817 (①ブロック)	STA.8+63.319 (②-2 ブロック)	STA.8+81.821 (③-1 ブロック)	STA.9+33.833 (④ブロック)
STA.9+92.833 (⑤-1 ブロック)	STA.10+33.843 (⑥ブロック)	STA.10+97.400 (⑥ブロック)	STA.11+25.000 (⑦-2 ブロック)

延長 35m にわたって想定通りの範囲に盛土(Bn)が出現したが、この区間以外は凝灰質砂岩を主体とした互層が広がっている。
白色の砂質層や褐色の風化層が薄層として介在しているものの、全体として安定した地質が出現している。

(2)モニタリング結果

- ・ 頂部中央導坑の掘削が完了している低土被り区間において、用地境界での地表面沈下量は最大で3.3mm、地表面沈下による傾斜角は最大で0.7/1000radである。
⇒ 庄戸トンネル検討会（平成19～21年）で設定した家屋に対する管理基準値（沈下：25mm、傾斜角1/1000rad）を下回っていることを確認した。



■地表面沈下の計測結果

測線	上り線側境界		下り線側境界	
	沈下量 (mm)	傾斜角 (rad)	沈下量 (mm)	傾斜角 (rad)
測線①	-1.2	0.1/1000	-2.1	0.2/1000
測線②	+0.5	0.7/1000	+1.5	0.0/1000
測線③	-3.3	0.4/1000	+0.3	0.1/1000
測線④	+2.1	0.5/1000	-1.6	0.4/1000
測線⑤	+1.5	0.3/1000	+5.2	0.1/1000
測線⑥	-0.6	0.6/1000	+2.6	0.2/1000

■家屋に対する管理基準値

- ・ 地表面沈下量 用地境界で 25mm 以下
- ・ 地表面沈下による傾斜角 用地境界で 1/1,000(rad)以下

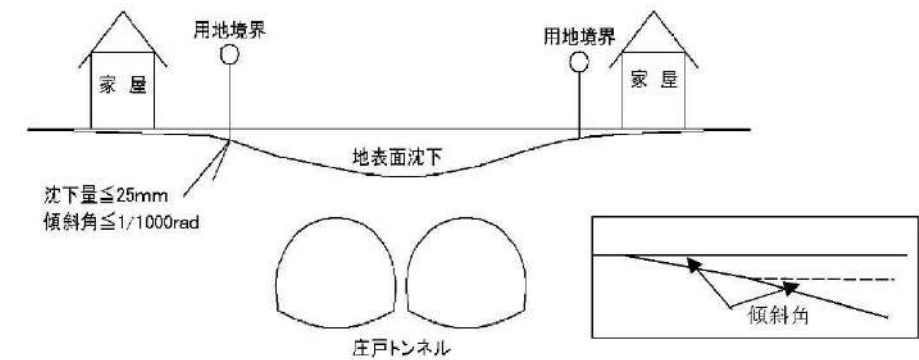


図 11.2.3 地表面沈下の許容値（用地境界）

表 11.2.5 地表面沈下の許容値（用地境界）

対象	文献名		管理基準値	採用値
家屋	①	地中構造物の建設に伴う近接施工指針 日本トンネル技術協会 S11.2	・ 沈下：20～30mm ・ 傾斜角：1～2/1,000 (rad)	・ 沈下：25mm ・ 傾斜角：1/1,000 (rad)
	②	構造物等に近接した山岳トンネルの設計施工に関する研究報告書 日本トンネル技術協会 H4.3	・ 沈下：20～200mm ・ 傾斜角：(1～1.4)/1,000 (rad)	
	③	土質基礎工学ライブラリー34 近接施工 土質工学会 H1.9	・ 沈下：20～200mm 但し、RC 造を対象	(注) 採用値は、左表の値を考慮した。

出典：庄戸トンネル検討会(平成 19～21 年)資料

2-3. 施工中の観測状況

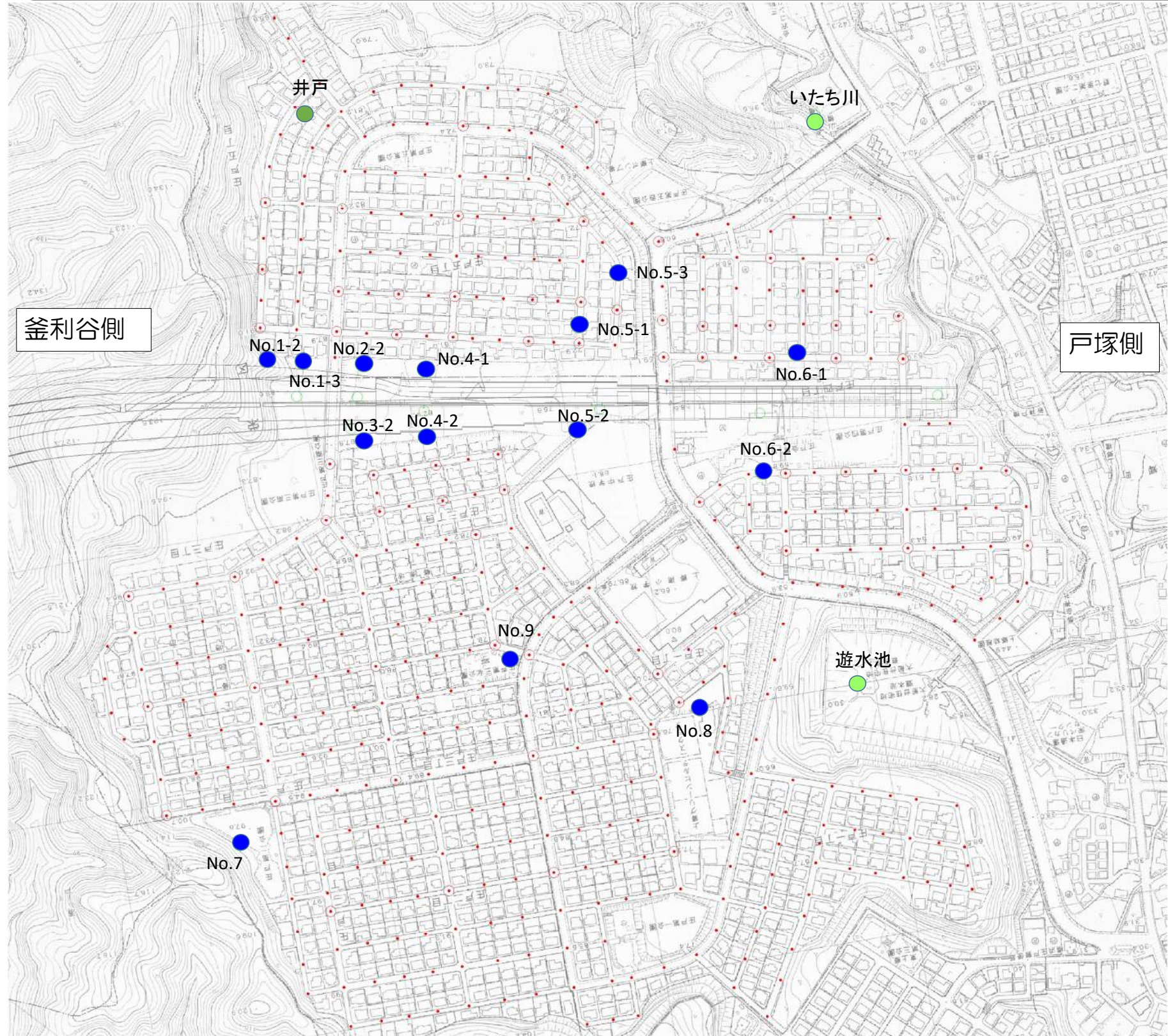
地表面高さ、地下水等について観測計画に基づき測量を定期的を実施。

①地表面高さ測定

- ・調査地点 : 457点 (内、継続調査地点: 67点)
- ・調査項目 : 道路現況高さ測定

②地下水観測

- ・調査地点 : 17箇所
- ・調査項目 : 地下水位測定、流向・流速測定
流量・水質測定(地下水流末)、水質測定(既存井戸)



■地表面高さ測定

(道路現況高さ測定(水準測量))

- ・計測箇所(457点)
- ・継続的に測定する代表点(67点)

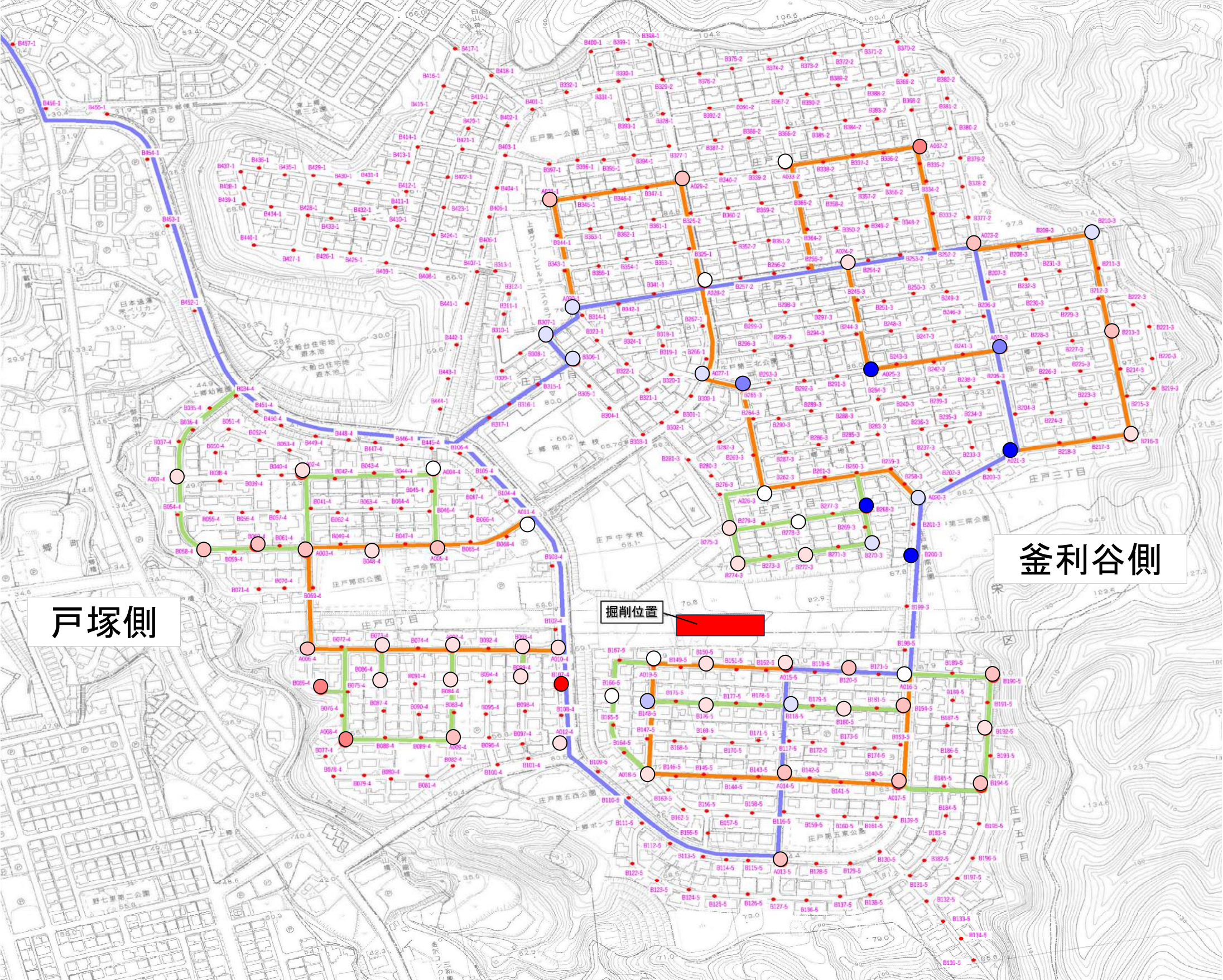
■地下水観測

(地下水位等の観測)

- 地下水位
- 流量・水質
- 水質(既存井戸)

■令和7年4月時点の地表面高さ測定結果（平成28年10月時点（初期値）との比較）

・沈下量は最大で-8mmである。なお、路線敷地境界の変位量は同様の傾向は示しておらず、現状は安定している状況。今後も測定を継続し、注視していく。



初期値との比較 (mm)	内訳 (箇所)
 +7	1
 +5～+6	3
 +3～+4	17
 +1～+2	22
 0	9
 -1～-2	8
 -3～-4	1
 -5～-6	2
 -7～-8	4
合計	67

道路現況高さ測量(水準測量)

・ 測点箇所 (457点)

・  うち継続的に測定する代表点(67点)

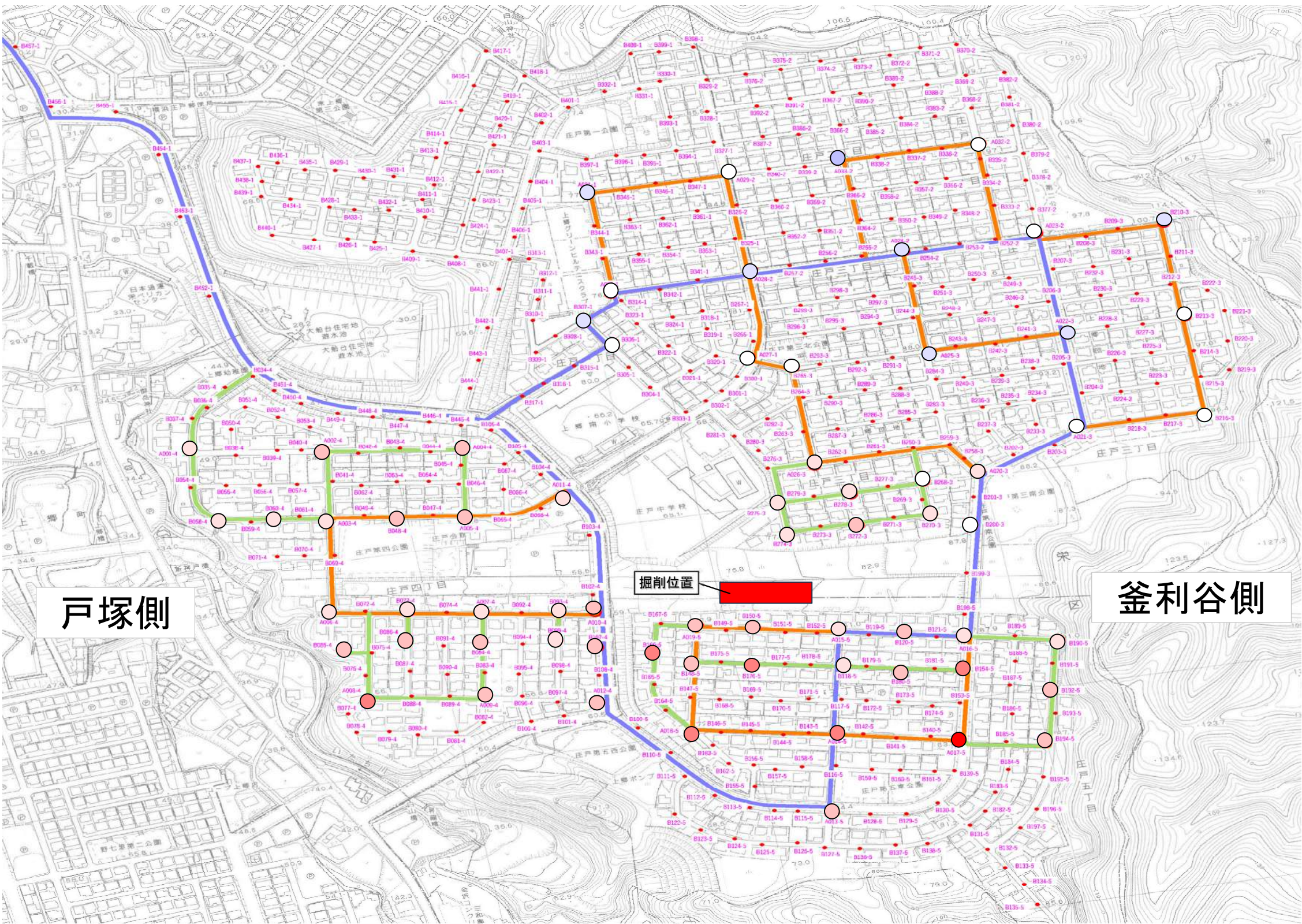
 1次路線 L=2. 79km

 2次路線 L=2. 92km

 3次路線 L=2. 05km

合計 L=7. 76km

■令和7年4月時点の地表面高さ測定結果（令和7年1月時点との比較）



R7.1月との比較 (mm)		内訳 (箇所)
	+4	1
	+3	6
	+2	20
	+1	20
	0	12
	-1	7
	-2	1
	-3	0
	-4～	0
合計		67

道路現況高さ測量(水準測量)

● 測点箇所 (457点)

●のうち継続的に測定する代表点(67点)

1次路線 L=2.79km

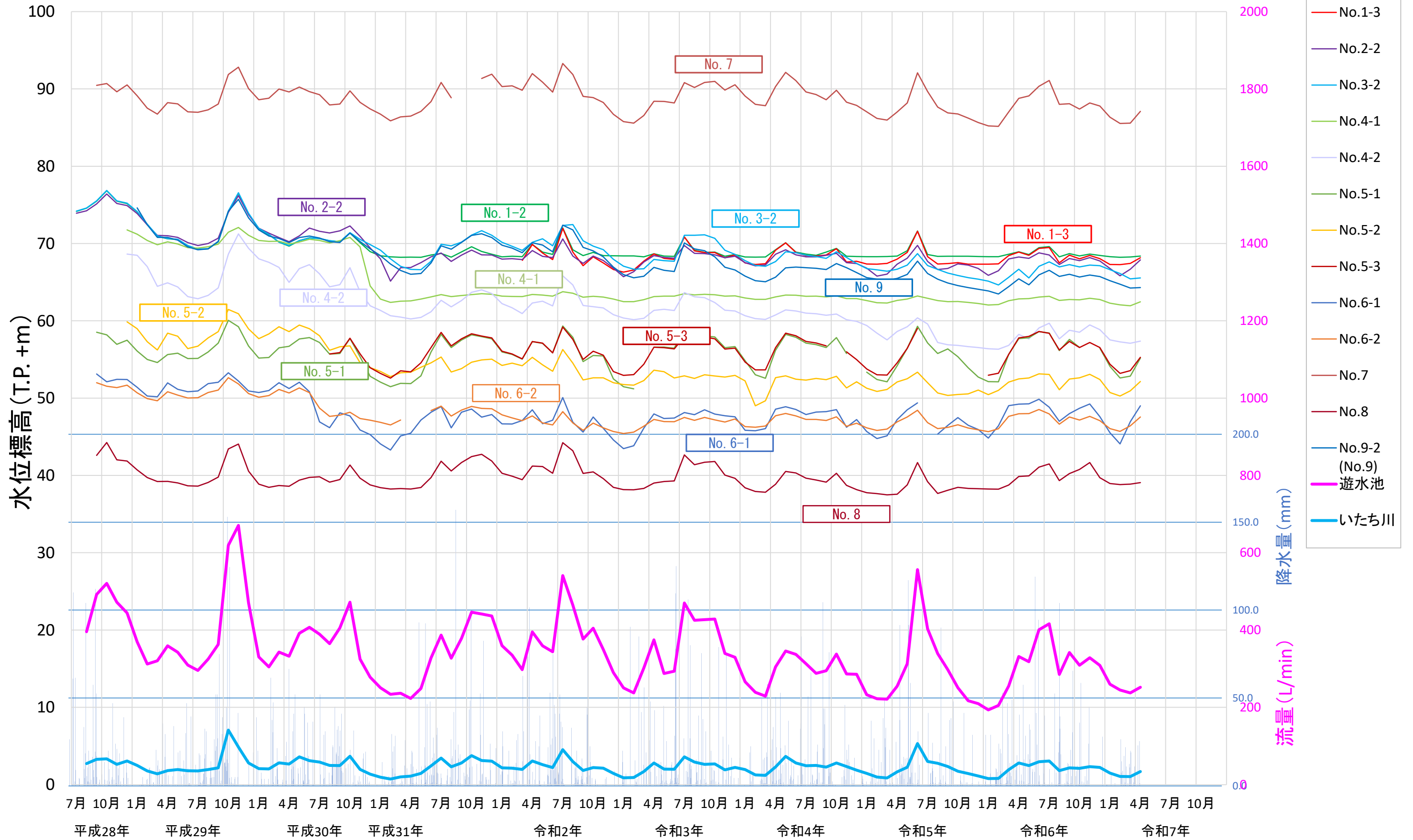
2次路線 L=2.92km

3次路線 L=2.05km

合計 L=7.76km

■地下水位観測結果（H28.7～R7.4）

地下水位の変動は降雨量の影響が見られ、各調査点は概ね同じ水位変動傾向を示している。今後も観測を継続し、注視していく。



3 盛土部掘削区間の地下水位変動抑制対策(ファンカーテングラウチング)の必要性

3-1 水圧応答試験の概要

「盛土部掘削区間において、盛土内の地下水がトンネルに沿って、トンネル縦断方向の終点側に向けて移動する可能性」が指摘されており、その対策として止水壁（ファンカーテングラウチング）に関する必要性の検討を実施した。

トンネル縦断方向の地下水流動状況を推定することを目的として、水圧応答試験を実施した。今回の試験は、トンネル掘削が周辺地山に与える透水特性の変化を把握するため、トンネル掘削施工前後での透水性の変化等の評価を実施した。

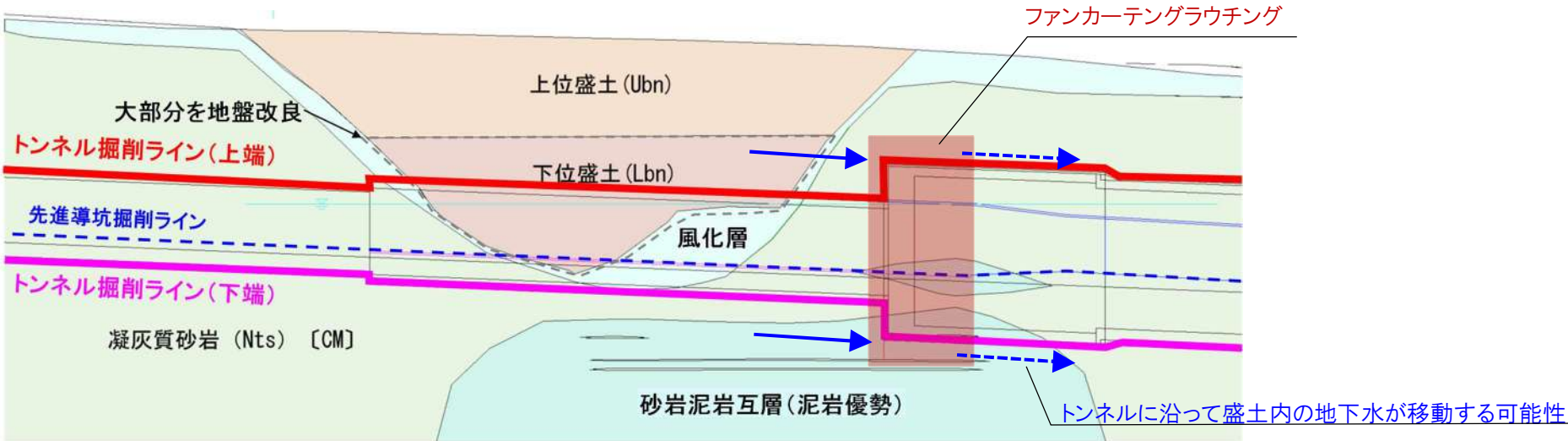


図 ファンカーテングラウチングのイメージ

3-2 水圧応答試験の結果

水圧応答試験の結果、以下の知見が得られた。

- トンネル掘削による影響は、トンネル周辺の透水性の変化にほとんど影響を与えていない。
- また、盛土部と凝灰質砂岩の境界付近においては、比較的透水性の高い風化層が分布しており、盛土部とトンネル掘削ライン（上端側）の間及びトンネル掘削ライン（下端側）と凝灰質砂岩の間には比較的透水性の高い風化層が一部残存している。このことから、トンネル横断方向へ流れる地下水は風化層を通ることで阻害される恐れがないため、施工後のダムアップ・ダムダウンの影響は少ないと考えられる。
- これらの結果より、地下水がトンネル縦断方向に流出する可能性は低いため、地下水位変動抑制対策の必要はないと考えられるが、引き続き、施工中及び施工後の地下水位及び地表面の変動を注視していくこととする。

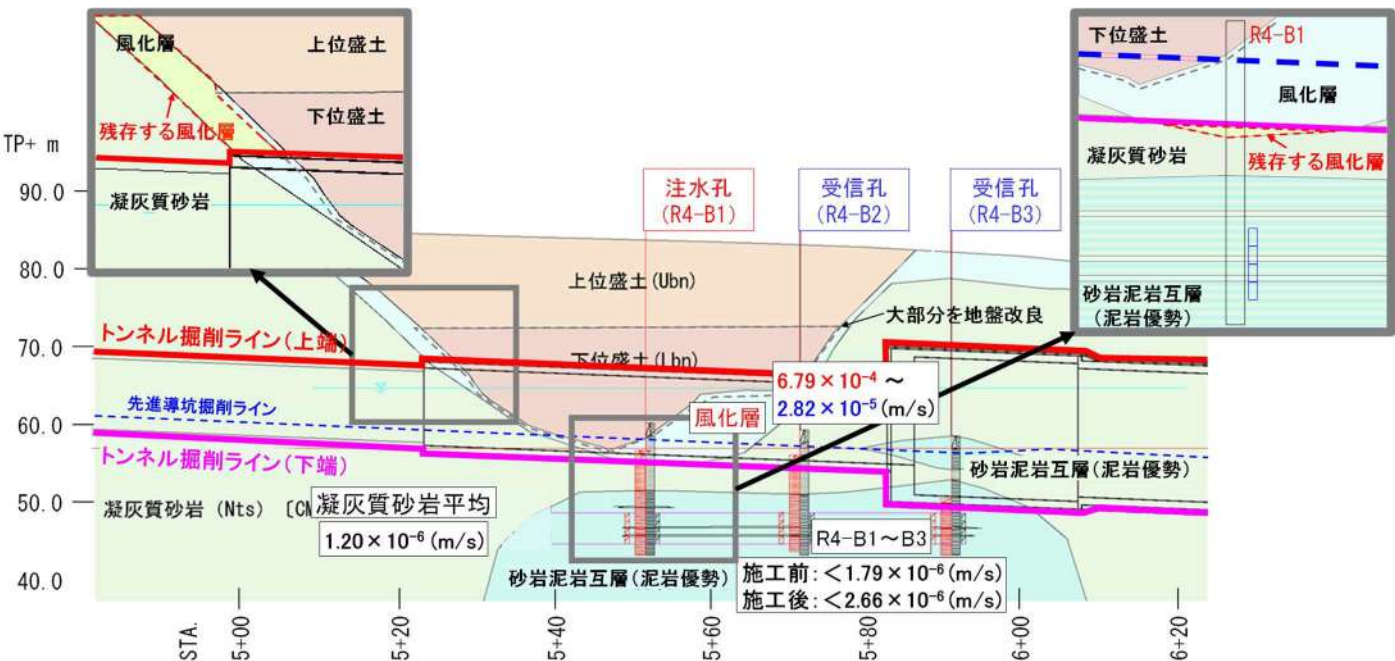


図 盛土層周辺の透水係数

【参考】透水性の指標

透水性	トンネル周辺岩盤 10^{-6} m/s				下位盛土 10^{-4} m/s			
	10^{-11}	10^{-10}	10^{-9}	10^{-8}	10^{-7}	10^{-6}	10^{-5}	10^{-4}
透水性	実質上不透水	非常に低い	低い	低い	中	位	高	高い
対応する土の種類	粘性土 (C)	細砂, シルト, 砂-シルト-粘土混合土 (SF) (S-P) (M)	砂及びれき (礫) (GW) (GP) (SW) (SP) (G-F)	清浄なれき (GW) (GP)				
透水係数を直接測定する方法	特殊な変水位透水試験	変水位透水試験	定水位透水試験	特殊な変水位透水試験				
透水係数を間接的に測定する方法	圧密試験結果から計算	なし	清浄な砂及びれきは、粒度と間隙比とから計算					

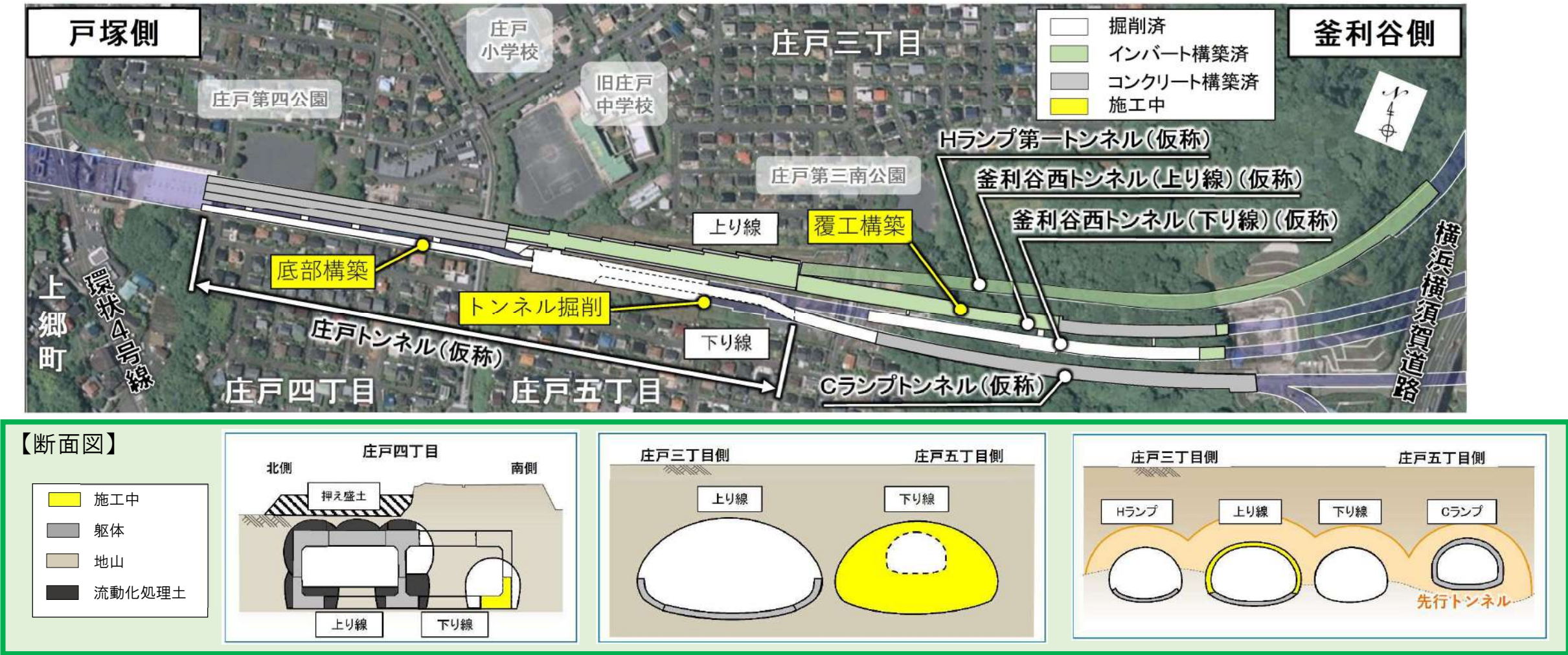
【抜粋】地盤材料試験の方法と解説(令和3年4月、地盤工学会)

4. 今後の進め方

釜利谷庄戸トンネル工事は、非常に難易度の高い工事で、「世界最大級の大断面トンネルの施工」「非開削工法での2連BOXカルバートの施工」など過去に例を見ない技術的に大きな課題があるとともに、「閑静な住宅街に近接したエリアで、住環境への配慮が必要」な工事です。

本工事は、2021年2月に着手して4年間工事を進めており、現状の進捗は下図に示す通り、トンネル掘削が80%以上完了してコンクリート構造物の構築工事がメインとなっております。また、概ね想定される技術的な大きな課題は委員会等で確認しながら施工を進めてきた状況であり、今後も引続き、周辺住環境に十分配慮し、慎重に施工を進めてまいります。

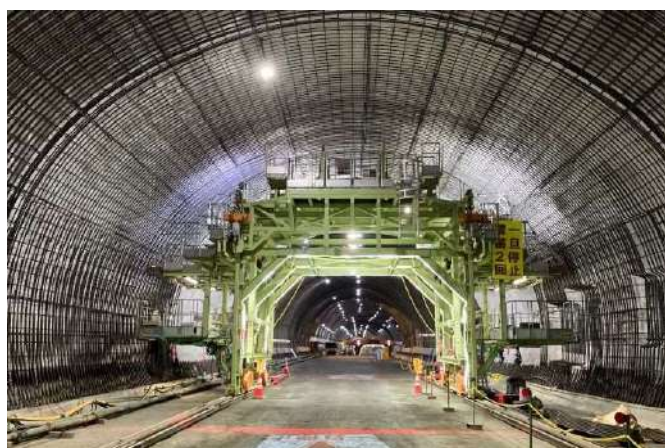
令和7年5月31日現在の工事進捗状況



分合流区間（上り線）
側壁コンクリート施工状況



分合流区間（下り線）
掘削状況



釜利谷西トンネル（上り線）（仮称）
覆工コンクリート施工状況



低土被り区間 下り線底部
構築状況