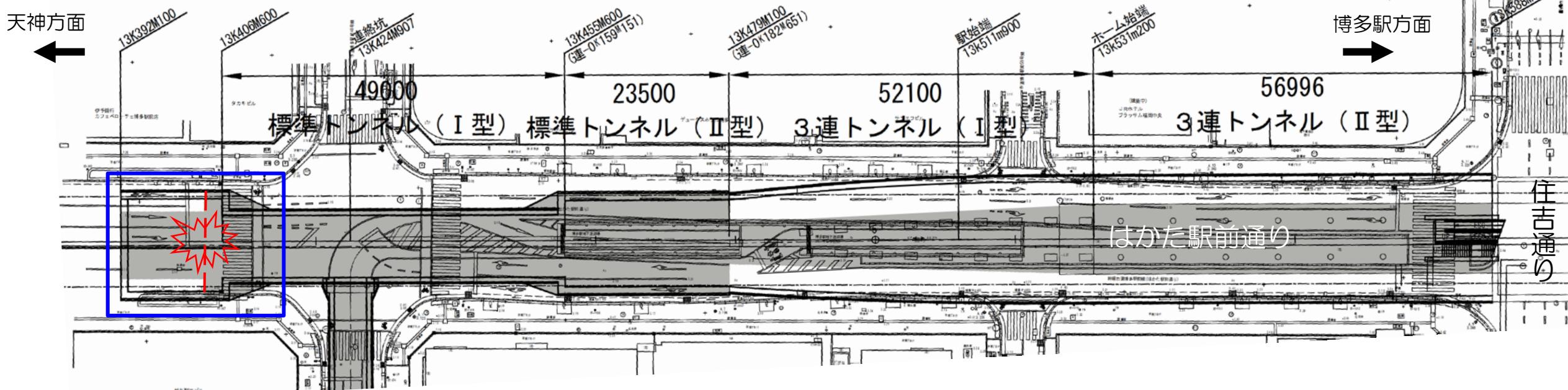


(1) 現在の状況

平成29年8月31日
記者会見時配布資料

1) 道路陥没部の状況【陥没後の時系列まとめ】



第7回福岡市地下鉄七隈線建設技術専門委員会にて報告

2016年11月8日：道路陥没発生

- ・流動化処理土による埋戻し
- ・ライフライン復旧
- ・砕石埋戻し、アスファルト舗装

2016年11月15日：道路開放

2016年11月26日：路面沈下（平均38mm，最大70mm）

2016年12月 2日：地盤補強（緩い砂層）のため、薬液注入開始
12月28日：薬液注入終了

2016年12月22日：検討委員会の要請による追加ボ-リグ調査開始
2017年 2月 1日：検討委員会の要請による追加ボ-リグ調査終了

2017年 5月12日：第7回 福岡市地下鉄七隈線建設技術専門委員会

2017年 5月22日：福岡市議会（第4委員協議会）

2017年 6月 8日：工事再開（地質調査着手）

トンネル坑内等の状況

- ・陥没部の土砂は坑内に堆積している。
（堆積土砂量 約6200m³）
- ・トンネル坑内は地下水で満たされている。
（立坑水深 約15.2m）
- ・土砂層の地下水位に大きな変動はないが、岩盤層の地下水位はアンダーピニング施工の影響と考えられる変動がみられた。
- ・道路面の高さに大きな変化はない。

1) 地質調査位置・調査項目

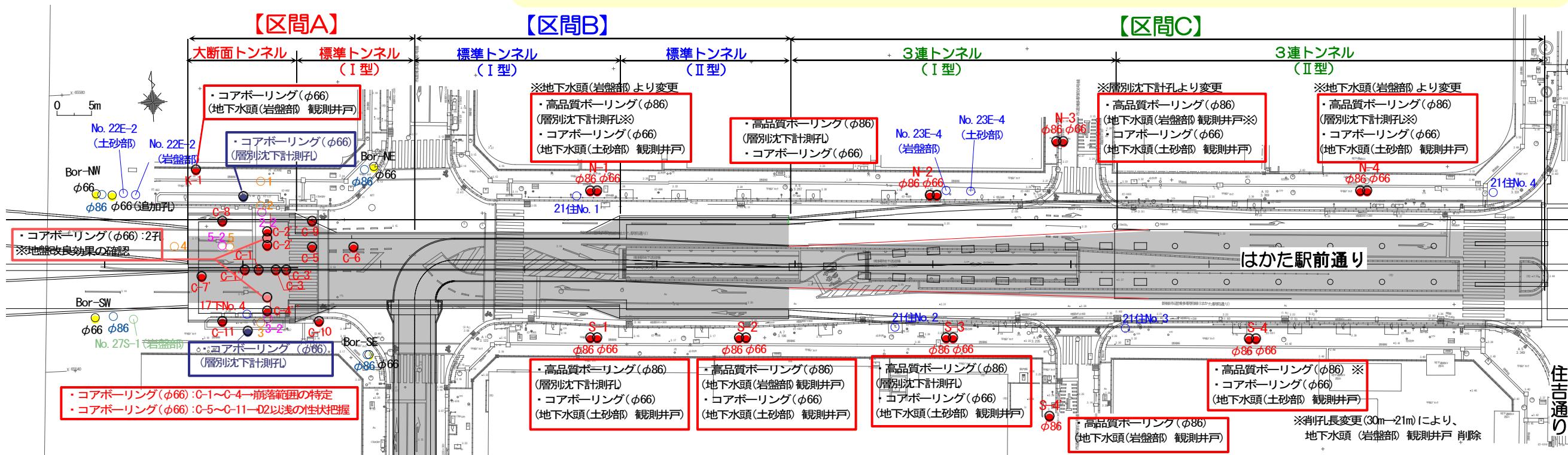
- ※1 埋設物を試掘で確認して実施可否を判断した。
- ※2 地元協議に伴い一部計画を変更した。
- ※3 3連区間の調査孔はN-3、S-4'を除き、ロックボルトの施工範囲内。
- ※4 トンネル坑内にボーリングを貫通させない配置。
- ※5 トモグラフィ探査の実施については検討中。

調査目的

- 【区間A】
 - ①D2層崩壊の範囲調査
 - ②陥没範囲内の不均質性の確認 (追加)
 - ③地盤改良効果確認
- 【区間B】
 - ①インバート掘削のための地質情報の取得
 - ②水抜きの際の地盤挙動予測のための地質情報の取得
- 【区間C】
 - ①左右坑掘削のための地質情報の取得
 - ②水抜きの際の地盤挙動予測のための地質情報の取得

配置の考え方

- ➡ 陥没部を中心とし、崩壊・改良範囲を確認できる範囲
- ➡ 脆弱な炭質頁岩が出現し始めた位置を起点とし、約30m間隔で配置



調査位置	種別	孔径	調査本数	実施する調査項目 (案)	調査後のボーリング孔の利用
【区間A】 大断面トンネル ～ 標準トンネル I 型	コアボーリング	φ66	【計画】：7本※ ↓ 【変更】：15本※	ボーリング調査 (原位置試験・室内試験)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 流向流速調査 【計画】：2孔 → 【変更】：11孔 ・ 層別沈下計測孔：2孔 ・ 地下水頭 (岩盤部) 観測井戸：1孔
【区間B・C】 標準トンネル I 型 ～ 3連トンネル II 型	高品質ボーリング	φ86	【計画】：8本 ↓ 【変更】：9本	ボーリング調査 (原位置試験※1・室内試験※2) ※1：ボアホールテレビ、低圧ルジオン試験、孔内水平載荷試験、トモグラフィ探査 ※2：針貫入試験、土壌硬度試験、室内土質試験、室内岩石試験	<ul style="list-style-type: none"> ・ 地下水頭 (岩盤部) 観測井戸 【計画】：4孔 → 【変更】：3孔 ・ 層別沈下計測孔 【計画】：4孔 → 【変更】：5孔
	ノンコアボーリング → コアボーリング	φ66	【計画】：8本	ボーリング調査 (孔内水平載荷試験)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 地下水位 (土砂部) 観測井戸：8孔

※区間Aの調査本数 (変更後15本) の他に地盤改良後に追加で4本の調査を行う

※【変更】：前回委員会からの変更

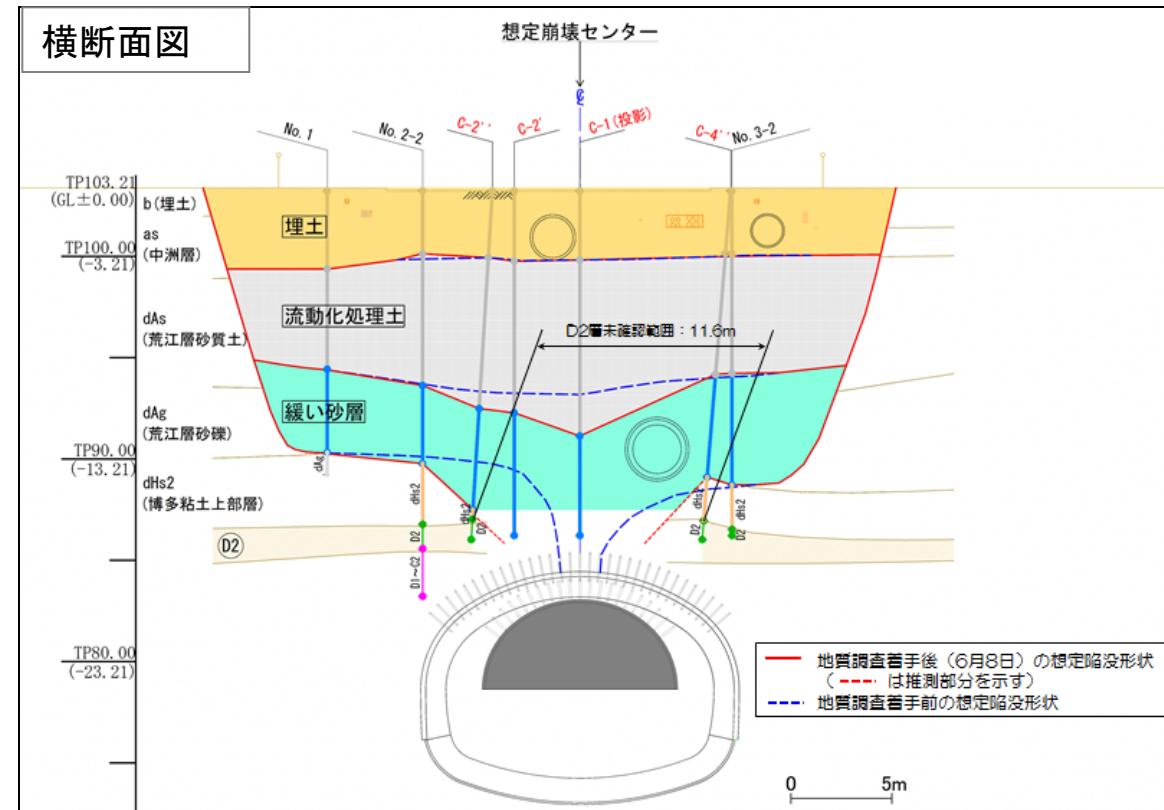
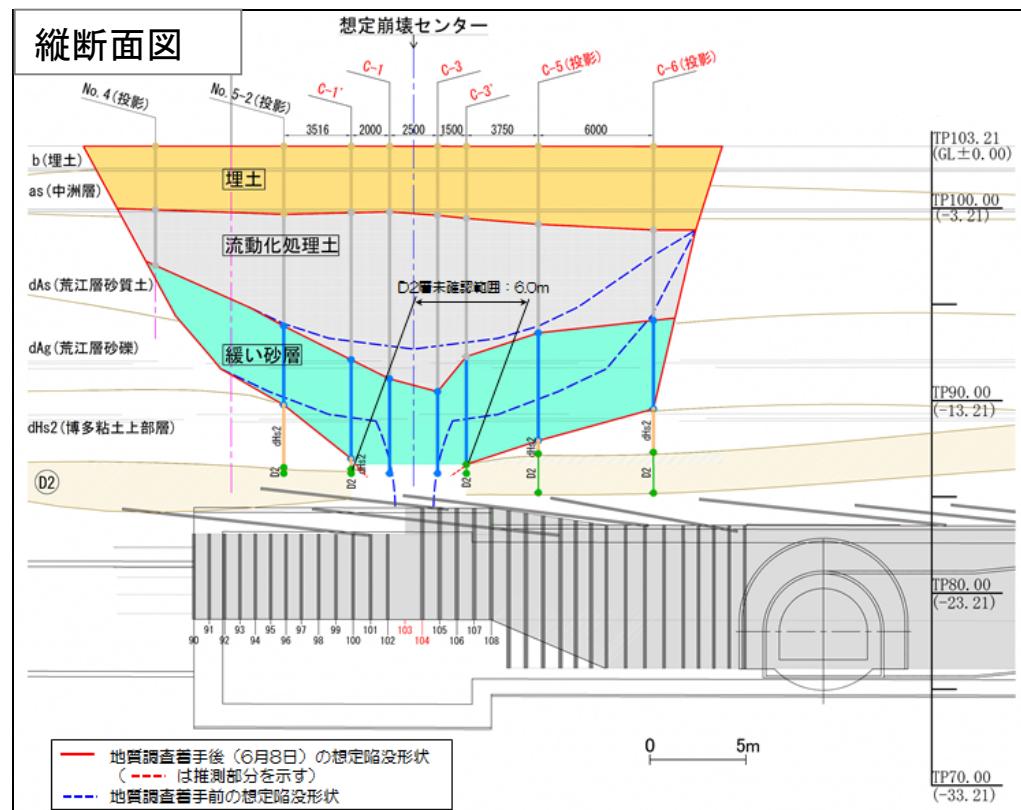
(2) 地質調査 (中間報告)

※地質調査結果が全て揃っていない時点での中間報告であるため、形状や数値は変更となる可能性がある。

平成29年8月31日
記者会見時配布資料

2) 想定される陥没形状

大断面部の地質調査によって、想定される陥没形状は下記のとおりであることがわかった。



3) D2層の強度や水の通しにくさ

難透水性風化岩 (D2層) の性状や変形係数, 透水係数等にバラツキがあることがわかった。

①D2層の性状のバラツキ

●強風化頁岩

→リモナイトが濃集する(低角度)。



... S-2

●強風化+破碎砂岩

→30~60° のせん断割れ目が発達する。



... C-2'

●強風化砂岩

→指圧で容易に破壊する。



... C-6

②D2層の変形係数のバラツキ

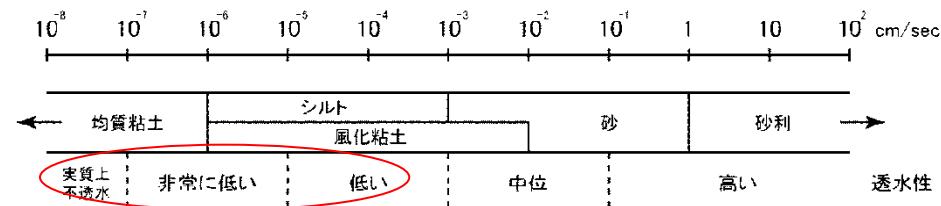
• 変形係数Eは, 8~400MN/m²で分布。

③D2層の透水係数のバラツキ

• 透水係数Kは, 6.70×10⁻⁸~4.17×10⁻⁴cm/sで分布。

※透水係数

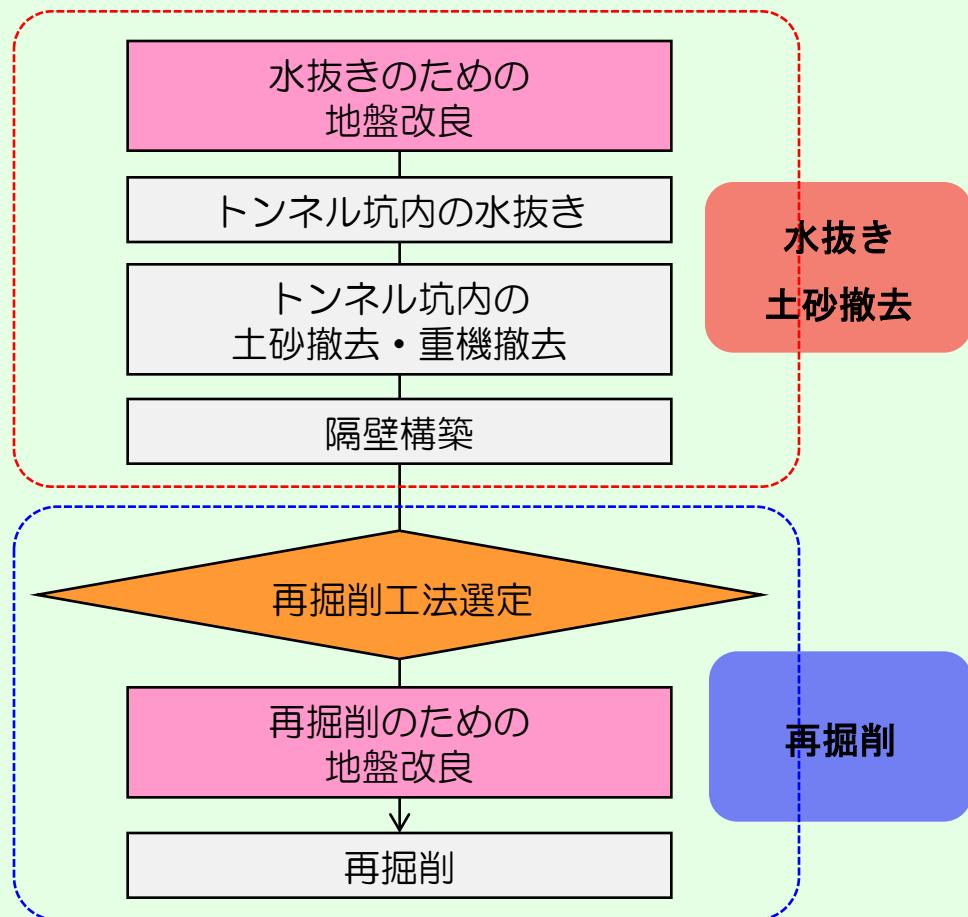
地下水などの通しやすさを示す (数値が小さいほど水を通しにくい)



1) 地盤改良の検討手順

地盤改良方法の選定に向けて、どのような検討手順が望ましいか比較を行った。
地盤改良（補助工法含む）の施工については、「水抜きと再掘削の地盤改良を分けて行う（A案）」または、「水抜きと再掘削の地盤改良を合わせて行う（B案）」という案がある。
地盤改良時や再掘削時の安全面に着目すると、B案がより優れていると考える。

A案 水抜きと再掘削の地盤改良を分けて行う



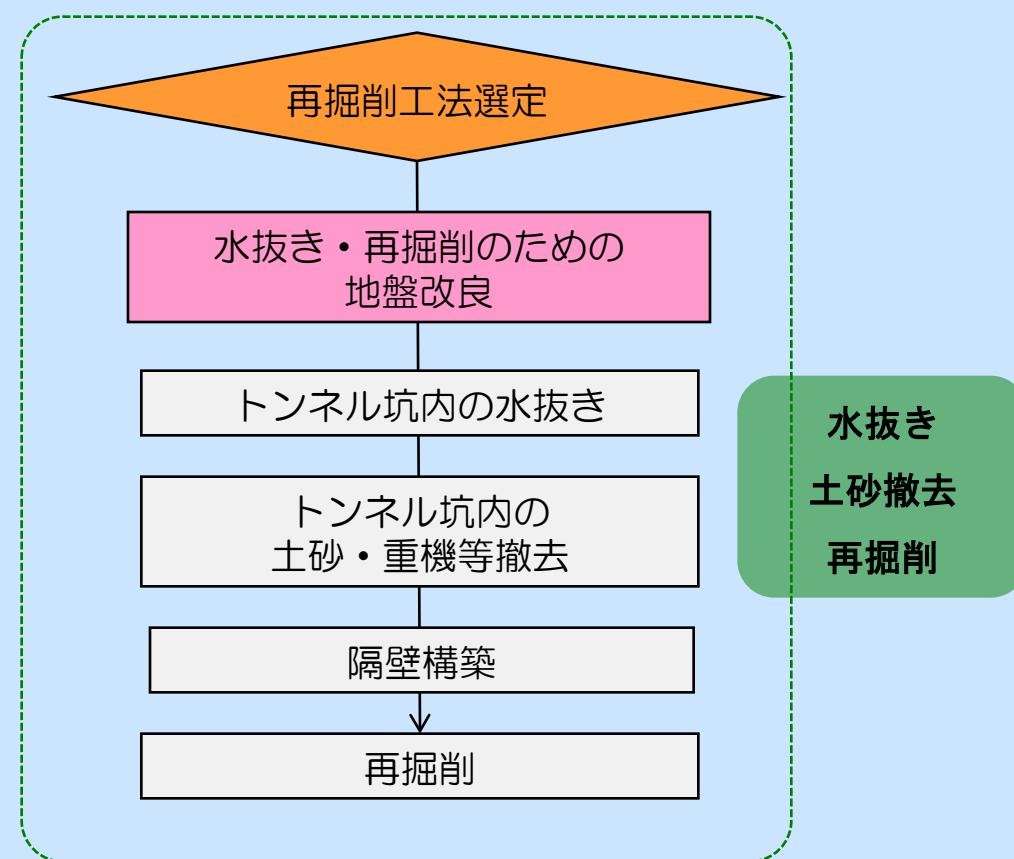
<メリット>

- ・水抜きに必要な地盤改良を実施後、水抜きに着手できるためB案よりも早期にトンネル坑内の健全性確認が可能。

<デメリット>

- ・水抜きのために実施した地盤改良強度が再掘削時に必要な地盤改良強度を満たさない場合、既存地盤改良体が影となり、改良不足が生じる可能性がある。
- ・地盤改良を分割して行うため、施工性が劣る。

B案 水抜きと再掘削の地盤改良を合わせて行う



<メリット>

- ・トンネル坑内が地下水等で充填された比較的安定した状態で再掘削に必要な地盤改良までを実施するため、より安全な施工となる。
- ・地盤改良をまとめて行うことで施工効率が良く、A案に比べ改良効果の確実性も高い。

<デメリット>

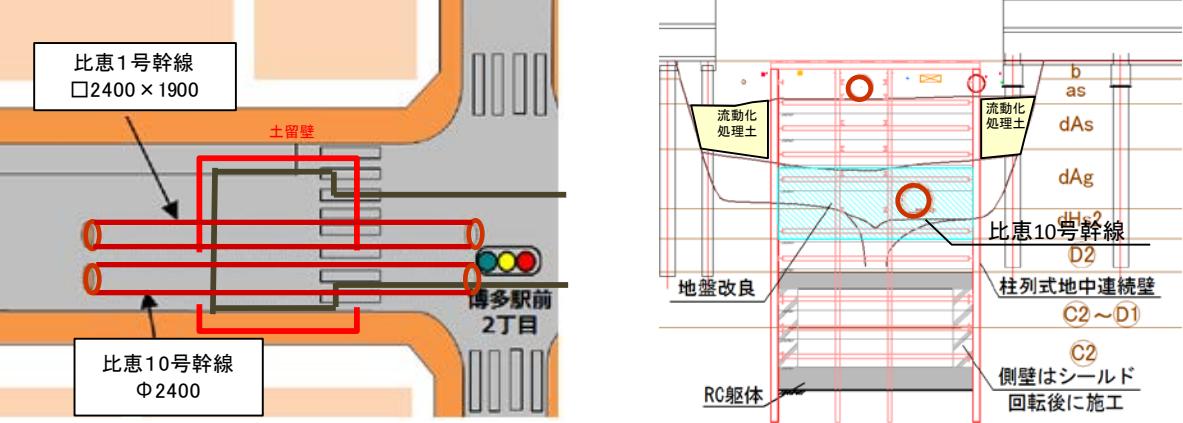
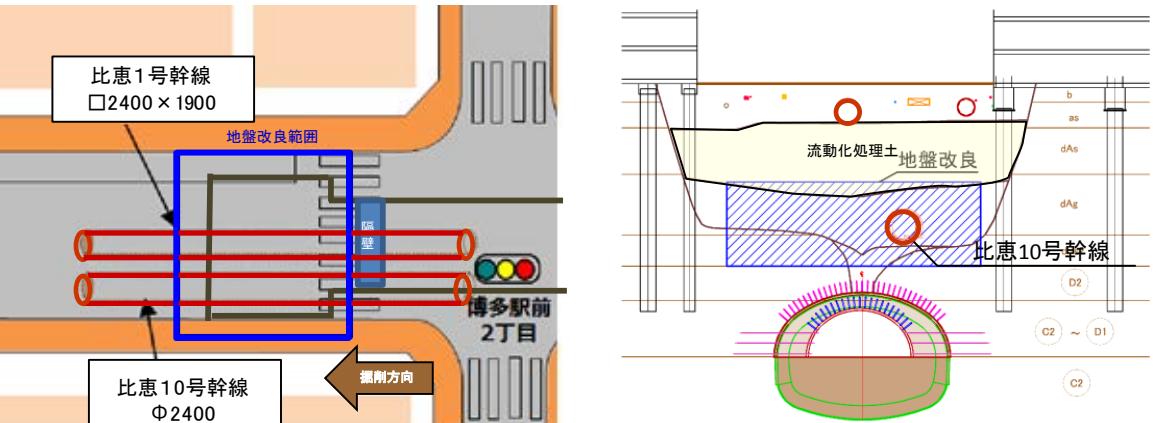
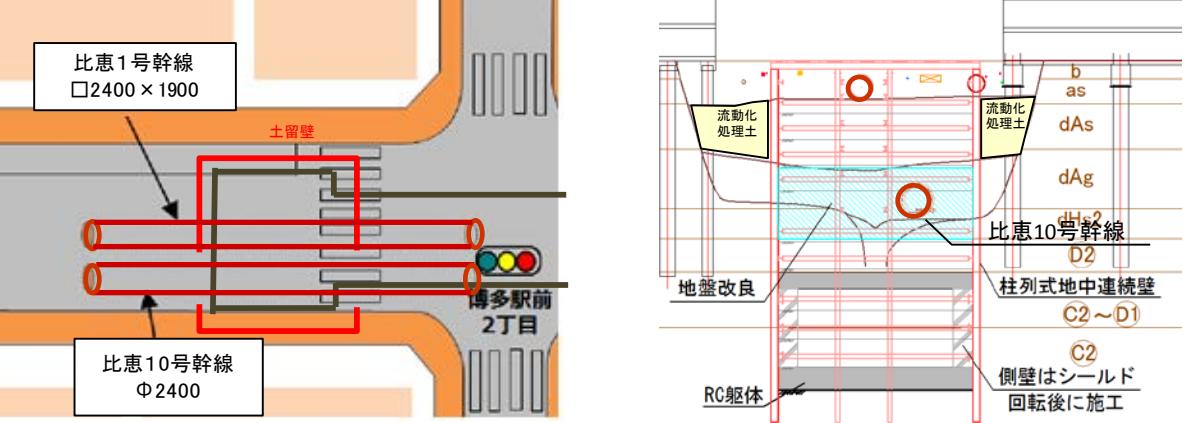
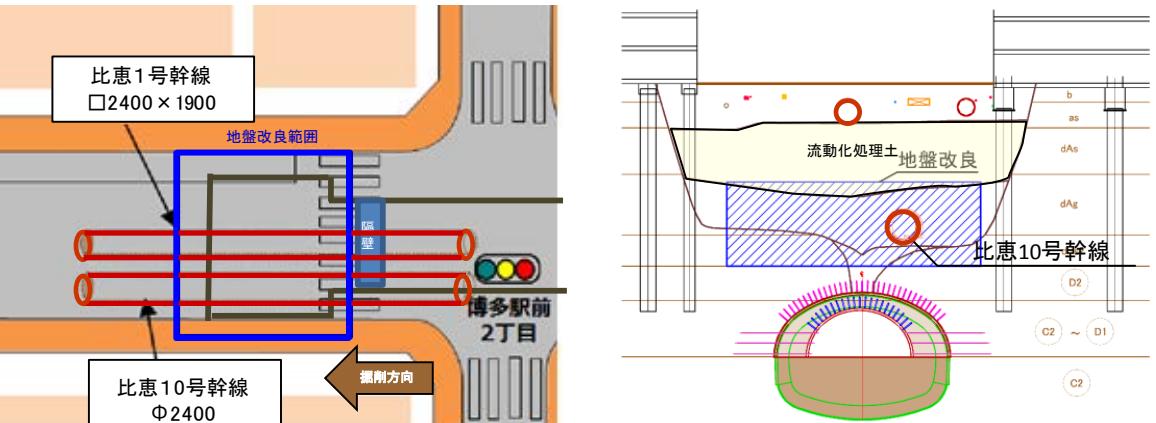
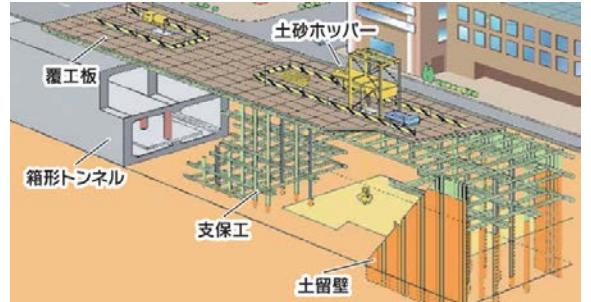
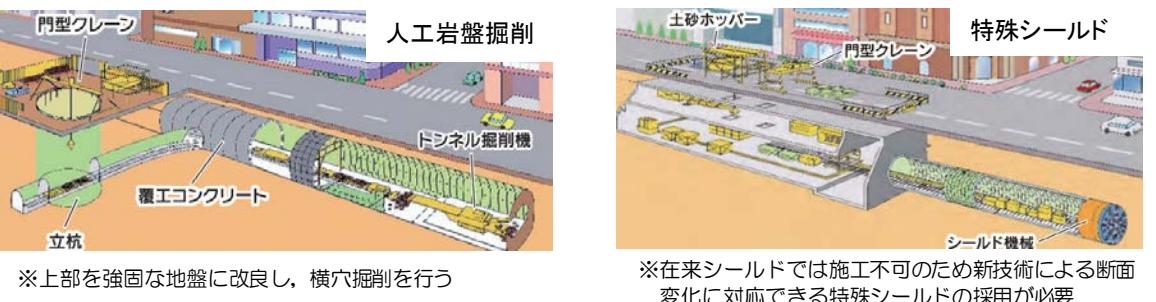
- ・再掘削のための地盤改良実施後から水抜きを開始することになるため、トンネル坑内の健全性確認時期がA案よりも遅くなる。

(3) 今後の進め方

平成29年8月31日
記者会見時配布資料

2) 再掘削工法について

トンネル再掘削に用いる工法は、大きく分けると『開削工法』または『非開削工法』がある。今回はそれぞれの留意点や市民生活への影響について整理した。今後、安全面を重視し工法を選定していく。

		開削工法	非開削工法
工法		地表面を上から直接掘り下げて、構造物をつくり、埋戻して復旧する工法	横穴式に地中を掘り進み、トンネルを造る工法
施工イメージ	平面図		
	断面図		
イメージ図			
留意点		<ul style="list-style-type: none"> 埋設物の存在を考慮しつつ、土留め支保工が設置できない箇所への対策を含めた土留め支保工の安全性を確認する必要がある 開削時に、既存トンネルの支保工の撤去等を行う場合には、その安全性について検討する必要がある また、既設構造物(下水管等)の切り回しや防護等を行う場合には、その可否や埋設物の安定性について検討する必要がある 周辺建築物へ影響を与える恐れがあることから、土留め支保工の剛性を高める等の事前の対策や地表面の変位計測など、安全面を考慮した対策を講じる必要がある 	<ul style="list-style-type: none"> 地下水の影響や周辺地山、残置支保工の状況の把握、再掘削の加背割、支保工、補助工法等について、安全面を考慮した対策を講じる必要がある 陥没箇所に残置されることになる信号機等の埋設物は、状況に応じて適切に処理する必要がある
参考	メリット	陥没部を地上から直接掘るため、陥没部を目視確認しながら施工可能	地盤改良の際には道路占有が生じるが、その後は、地上での作業が少ないため、市民生活や道路交通への影響が小さい
	デメリット	地盤改良に加え、地上から土留め等を構築する作業や地下埋設物の移設作業が発生するため、連続的な騒音、振動及び長期間の道路占有が生じ、市民生活や道路交通に与える影響が大きい	掘削時に陥没部の全体形状を直接目視確認することが困難

(4) 地盤改良

平成29年8月31日
記者会見時配布資料

1) 地盤改良の検討フロー

大断面トンネル

標準トンネル～3連トンネル

地質調査

地盤改良及び補助工法の検討

概略検討

地盤改良や補助工法の設定

詳細検討

改良体、地山、支保工は安定か
沈下は許容値以内か

YES

NO

再掘削工法検討・選定

FEM解析等による検討

地山、トンネルは安定か
沈下は許容値以内か

YES

地盤改良工法及び補助工法の選定

地盤改良及び補助工法の検討

概略検討

地盤改良や補助工法の設定

詳細検討

改良体、地山、支保工は安定か
沈下は許容値以内か

YES

NO

D2層の安定性の検討
(中央坑掘削時データの活用)

地山、支保工は安定か
沈下は許容値以内か

YES

NO

水抜き時の対策工なし

FEM解析等による検討(左右坑掘削時)

地山、支保工は安定か
沈下は許容値以内か

YES

NO

追加対策工の検討

地盤改良工及び補助工法の選定

水抜き・土砂撤去時の検討

掘削時の検討