

東名 JCT ランプシールド工事の 「今後の掘進」に関するオープンハウスの資料

令和 4 年 1 2 月 1 1 日～ 1 3 日

国土交通省 関東地方整備局 東京外かく環状国道事務所
東日本高速道路(株) 関東支社 東京外環工事事務所
中日本高速道路(株) 東京支社 東京工事事務所

次第

• 事業概要	1
• 沿線住民の皆さまへ	3
• 再発防止対策及び地域の安全・安心を高める取り組み	4
• 今後の掘進について	65
• お問い合わせ先	73

東京外かく環状道路(関越～東名)の計画概要

(平成19年4月6日 都市計画変更(高架→地下))
(平成27年3月6日 都市計画変更(地中拡幅部))

平面図



計画概要

延長: 約16km

高速道路との接続: 3箇所

- ・東名JCT(仮称)
- ・中央JCT(仮称)
- ・大泉JCT

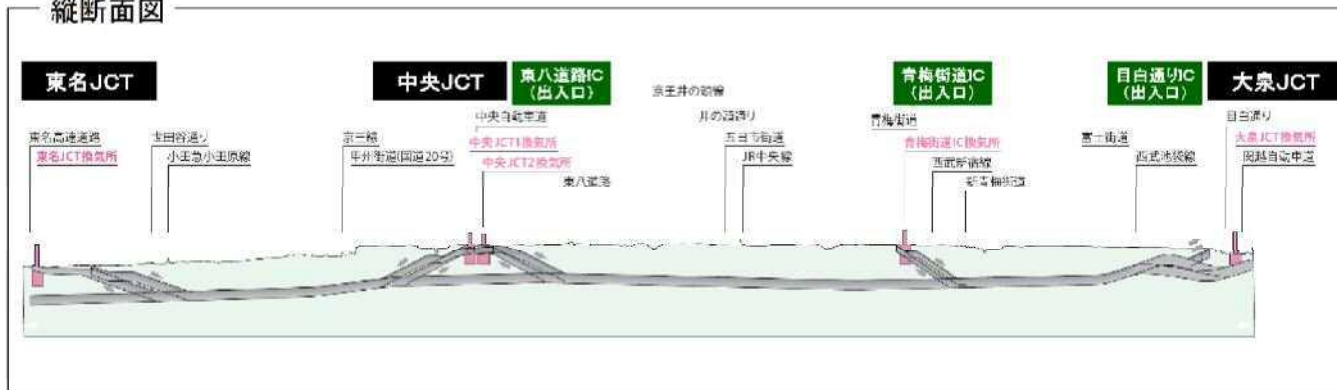
出入口: 3箇所

- ・東八道路IC(仮称)
- ・青梅街道IC(仮称)
- ・目白通りIC(仮称)

構造形式: 地下式

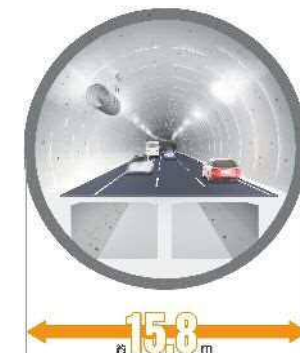
(41m以上の大深度に計画)

縦断面図



(JCT・ICは仮称。開通区間は除く)

トンネル完成イメージ



沿線住民の皆さまへ

一昨年(2021年)の10月18日、調布市東つつじヶ丘2丁目付近において地表面陥没を確認、それ以降も地中に空洞が発見され、外環道沿線にお住まいの皆様には多大なご迷惑とご不安な思いをおかけしておりますことを心よりお詫び申し上げます。

わたしたち事業者は事故発生後より、ただちに有識者委員会を立ち上げ、事故原因の特定を行った結果、シールドトンネルの施工に課題があったことが確認されました。

昨年(2021年)の12月24日に開催した第23回東京外環トンネル施工等検討委員会でとりまとめた再発防止対策等について、今年(2022年)の1月23日から2月1日にかけて沿線にお住まいの皆様を対象に説明会を開催させていただき、大泉側本線(南行)シールドトンネル工事は2月25日から、中央JCT北側ランプシールドトンネル工事は3月4日から、事業用地内での掘進作業を進めさせていただきました。

大泉側本線シールドトンネル工事及び中央JCT北側ランプシールドトンネル工事については、第24回(2022年6月2日)及び第25回(2022年10月26日)東京外環トンネル施工等検討委員会において、再発防止対策等が有効に機能していることを確認しております。

また、東名JCTランプシールドトンネル工事及び中央JCT南側ランプシールドトンネル工事については、大泉側本線シールドトンネル工事及び中央JCT北側ランプシールドトンネル工事の対応も踏まえ、再発防止対策の具体化を進め、第26回(2022年12月1日)東京外環トンネル施工等検討委員会において、再発防止対策等を取りまとめました。

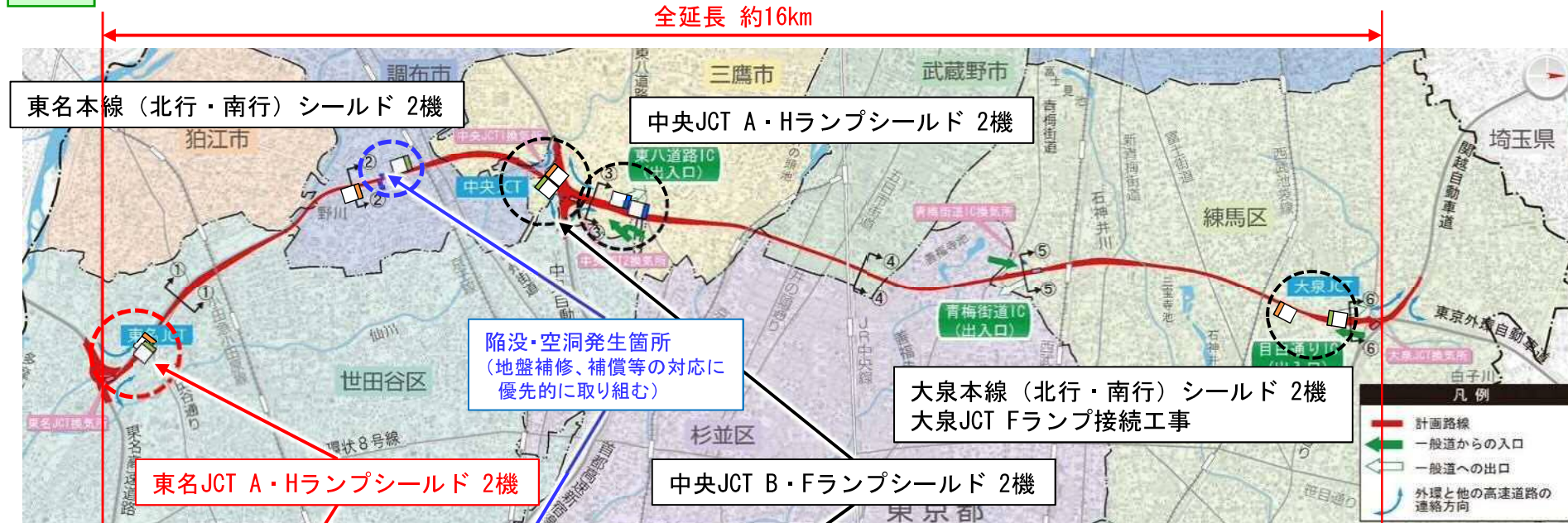
本日は、東名JCTランプシールドトンネル工事における「再発防止対策及び地域の安全・安心を高める取り組み」や「今後の掘進」について、ご説明させていただきます。

専門的な内容も含まれますが、できるだけ分かりやすくご説明させていただきますので、ご遠慮なくご質問いただければと存じます。

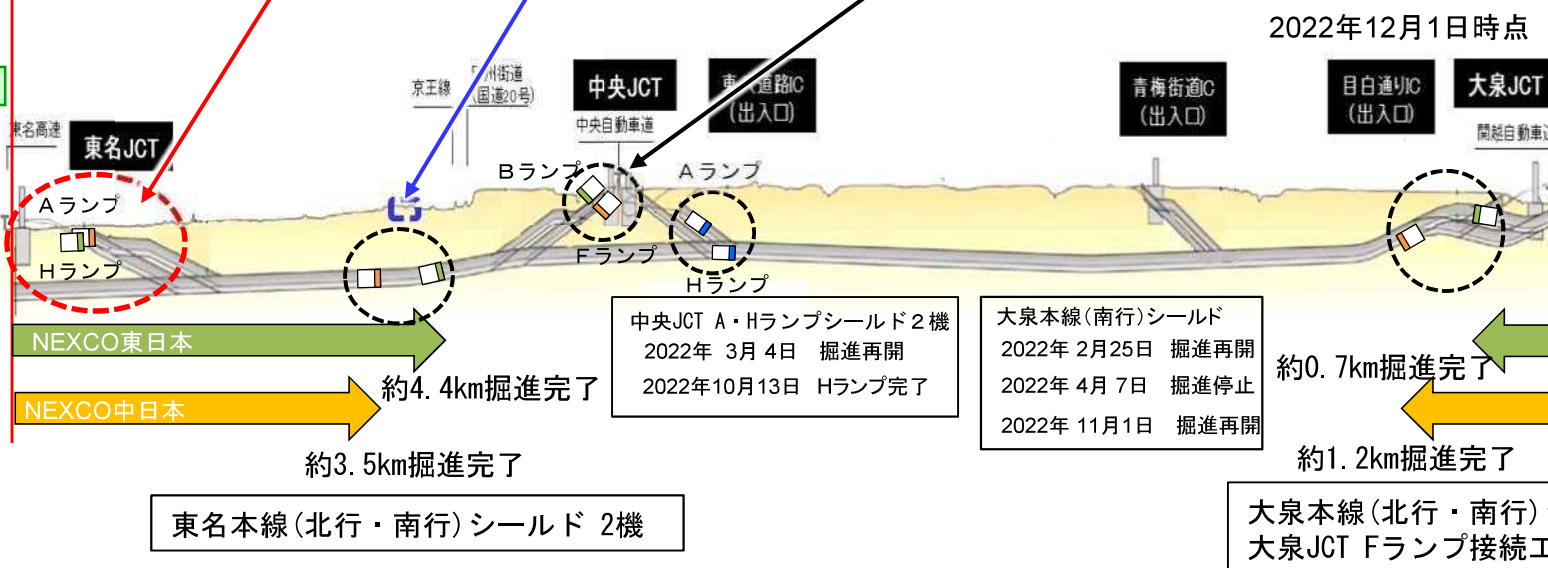
二度とこのような事故を起こさないよう、事業者一同細心の注意を払い取り組んでまいります。

東京外環(関越～東名)現在の状況

平面図



縦断面図



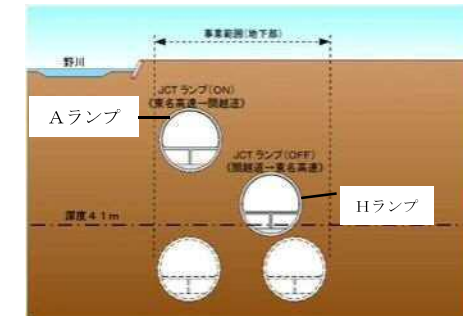
東名JCT A・Hランプシールドトンネル工事の概要

【Aランプシールドトンネル】

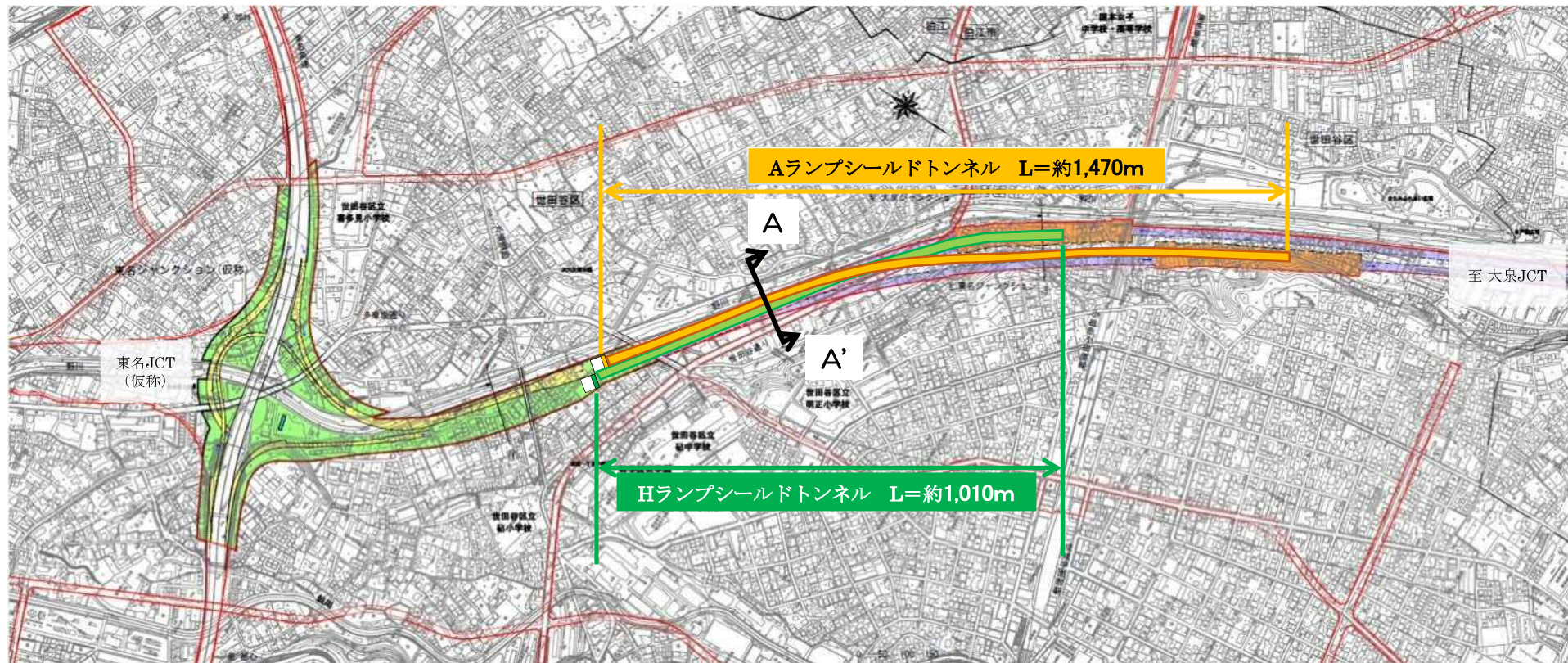
工事名称 : 東京外かく環状道路 東名ジャンクションランプシールドトンネル・地中拡幅(北行)工事
 発注者 : 中日本高速道路(株) 東京支社
 施工者 : 前田・奥村・安藤・間特定建設工事共同企業体
 工事内容 : 泥土圧シールド(シールド機外径 約φ14m、セグメント外径 約φ13.7m) 延長 約1,470m
 ランプシールド区間 : 東京都世田谷区喜多見6丁目～世田谷区成城4丁目

【Hランプシールドトンネル】

工事名称 : 東京外かく環状道路 東名ジャンクションランプシールドトンネル・地中拡幅(南行)工事
 発注者 : 東日本高速道路(株) 関東支社
 施工者 : 安藤・間・西松・日本国土特定建設工事共同企業体
 工事内容 : 泥土圧シールド(シールド機外径 約φ14m、セグメント外径 約φ13.7m) 延長 約1,010m
 ランプシールド区間 : 東京都世田谷区喜多見6丁目～世田谷区成城3丁目



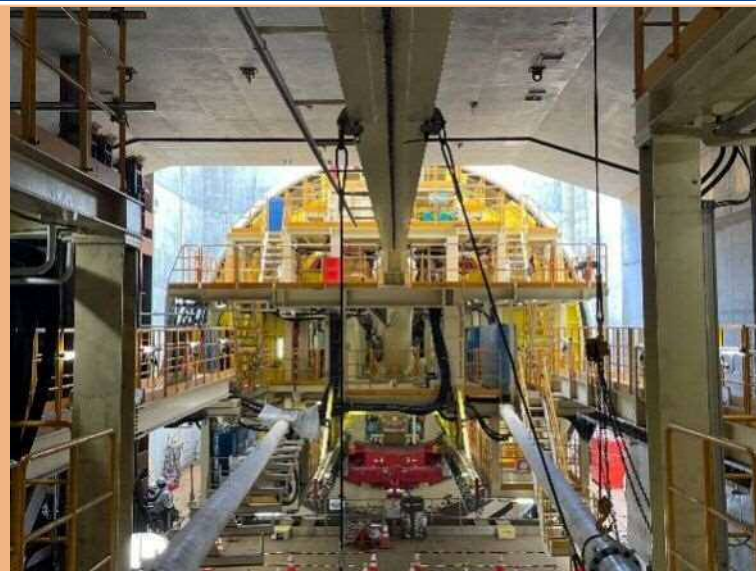
A-A' 断面



東名JCT A・Hランプシールドトンネル工事の概要(現地の状況)



Aランプシールドマシン上面



Aランプシールドマシン背面



Hランプシールドマシン上面



Hランプシールドマシン背面

東名JCT ランプシールドトンネル・地中拡幅工事の施工手順

【以前ご説明した事項】

施工基地整備工

ランプシールド機が発進するための立坑を構築します。

坑外設備工

(工事を行う為の諸設備)

掘削した土砂を仮置きする土砂ピット等を整備します。

シールド機組立工

シールド機の組立を行います。



【今回ご説明する事項】

ランプトンネル掘削工

シールド機を使用してランプトンネルを掘削します。

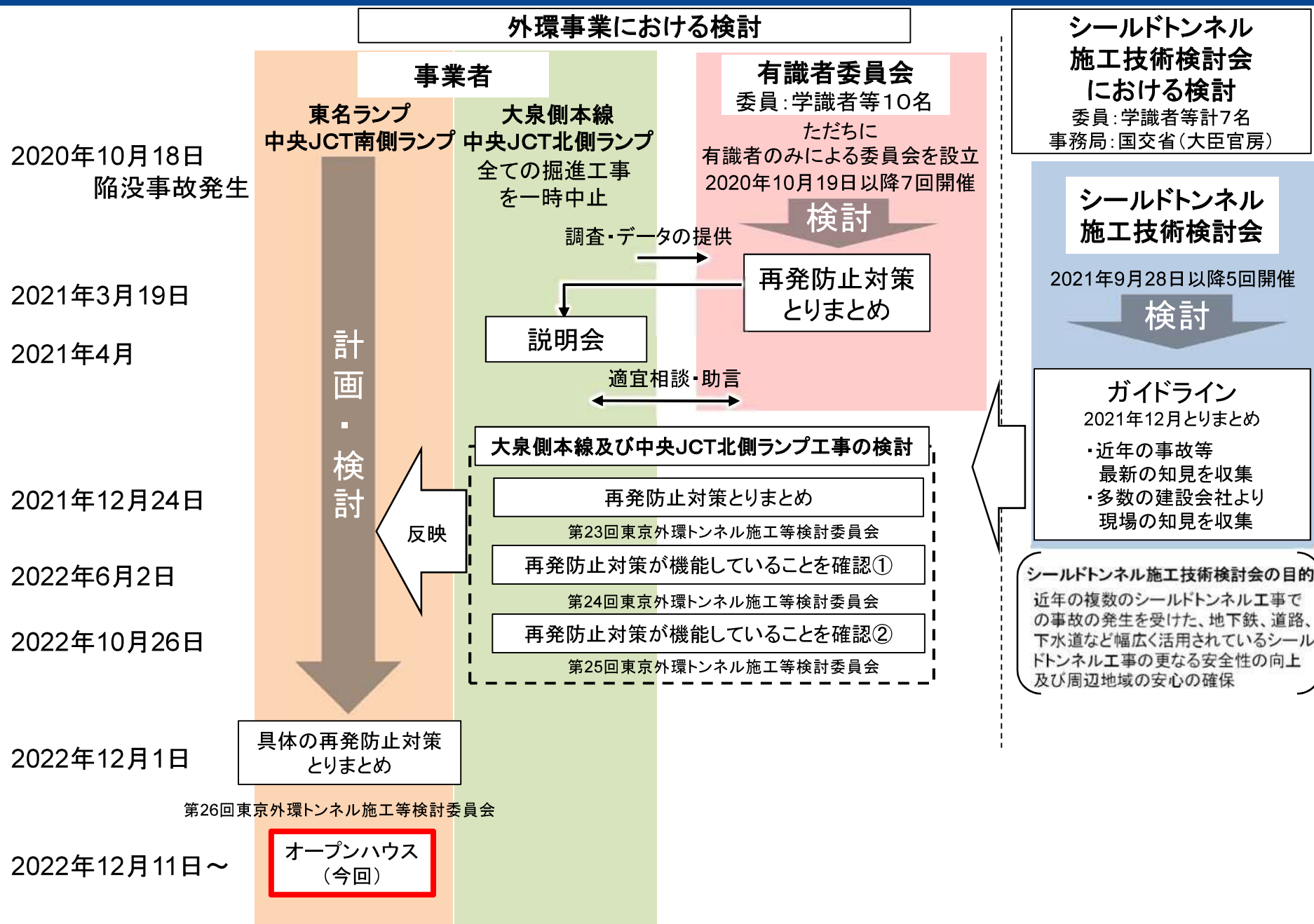


【今後ご説明する事項】

地中拡幅工

ランプ・本線トンネルを拡幅掘削します。

検討の経緯

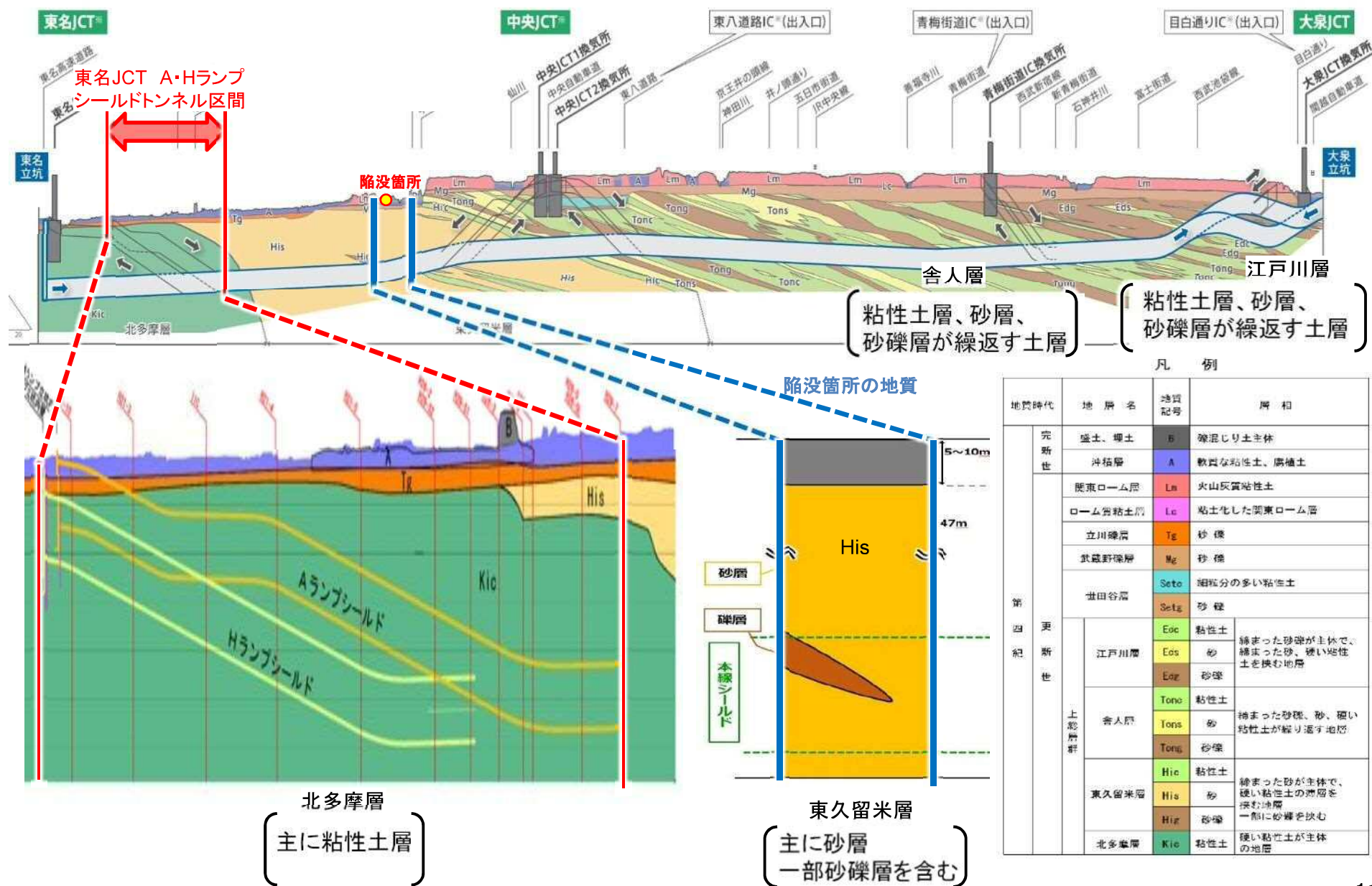


シールドマシンの動画



■ 動画はこちら(69.8MB)

東名JCT A・Hランプシールドの地盤概要



塑性流動性(良い固さ・まとまり)

塑性流動性あり

- ・良い固さ
- ・まとまり

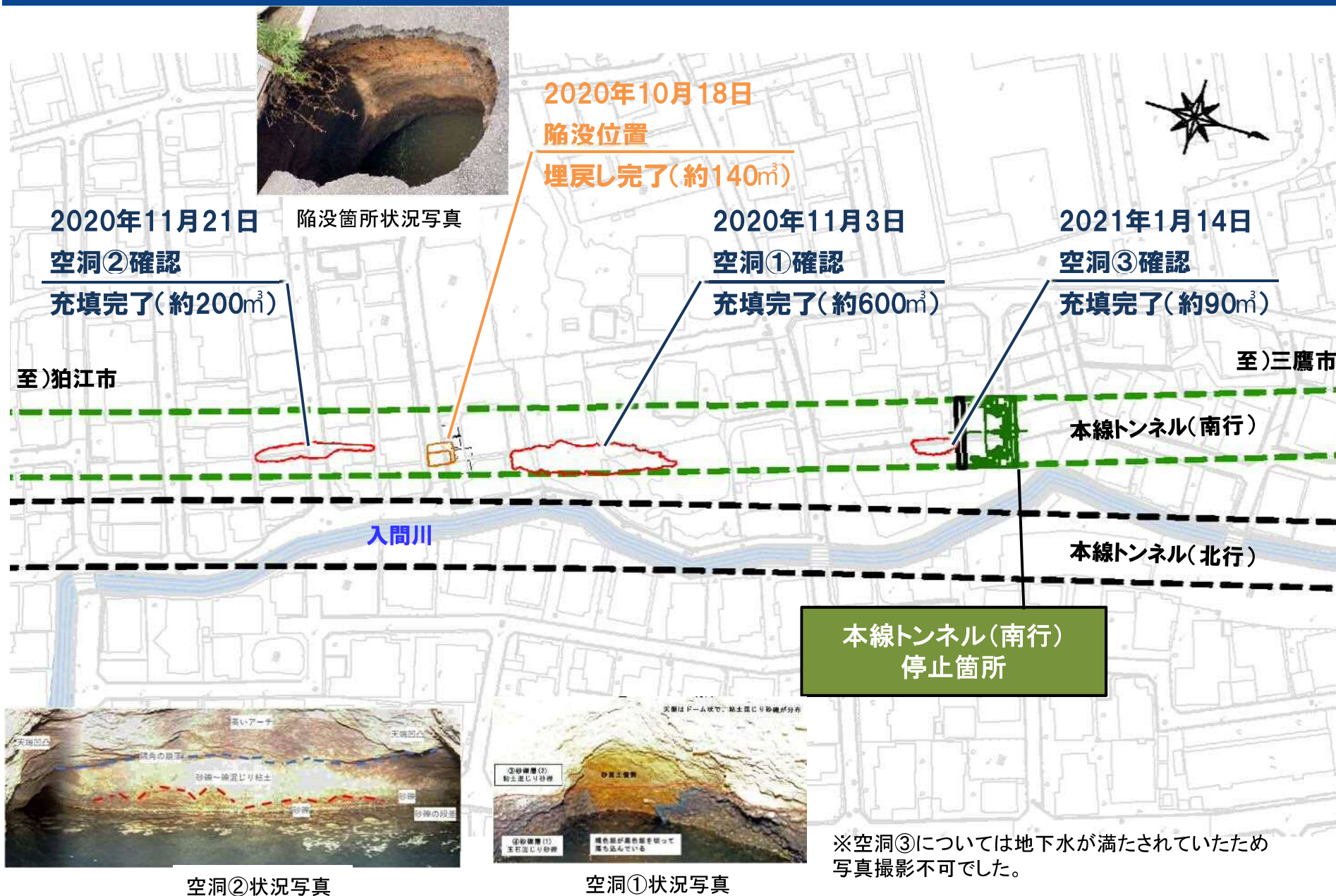


塑性流動性なし

- ・固すぎる
(柔らかすぎてもだめ)
- ・まとまりがない



陥没・空洞事故の経緯



陥没・空洞事故の経緯

■これまでの経緯

2020年

- | | |
|------------|---|
| 10月18日 | 地表面の陥没を確認
応急措置として砂による埋土を実施（翌朝埋土完了） |
| 10月19日 | 第1回 有識者委員会※を開催 |
| 10月23日 | 第2回 有識者委員会を開催 |
| 11月 3日 | 陥没箇所から約40m北にて、空洞①を確認
（11月24日充填作業完了） |
| 11月 5日 | 第3回 有識者委員会を開催 |
| 11月6日、7日 | 陥没箇所周辺の方を対象とした説明会を開催（計3回） |
| 11月21日 | 陥没箇所から約30m南にて、空洞②を確認
（12月3日充填作業完了） |
| 11月27日 | 第4回 有識者委員会を開催
陥没箇所周辺の方を対象に家屋中間調査の意向確認を開始 |
| 12月18日 | 第5回 有識者委員会を開催
・ 陥没・空洞の要因分析（中間とりまとめ） |
| 12月20日、21日 | 陥没箇所周辺の方を対象とした説明会を開催（計3回） |
| 12月25日 | 専用フリーダイヤルを開設 |

※トンネルの構造、地質・水文、施工技術等
について、より中立的な立場で確認、検討
することを目的として設置

陥没・空洞事故の経緯

■これまでの経緯

2021年

- | | |
|-----------|---|
| 1月 8日 | 家屋補償等に関する相談窓口を開設
※3月末時点で計18回実施 |
| 1月14日 | 陥没箇所から約120m北にて、空洞③を確認
(1月22日充填作業完了) |
| 2月12日 | 第6回 有識者委員会を開催 <ul style="list-style-type: none">▪ 追加調査等を踏まえたメカニズムの特定▪ 地盤の補修範囲等の特定▪ 再発防止対策の基本方針の議論 |
| 2月14日、15日 | 陥没箇所周辺の方を対象とした説明会を開催(計3回) |
| 2月26日 | 陥没箇所周辺の各戸訪問(約1,000世帯)を開始 |
| 3月19日 | 第7回 有識者委員会を開催 <ul style="list-style-type: none">▪ 再発防止対策の確定
⇒報告書の公表 |
| 4月 2日～7日 | 陥没箇所周辺及び沿線7区市の方を対象とした説明会を開催(計10回) |
| 4月19日 | 常設の相談窓口(つつじヶ丘相談所)を開設 |
| 9月10日 | トンネル坑内からの調査結果に基づく地盤補修範囲の特定 |

陥没・空洞事故の経緯

■これまでの経緯

2021年

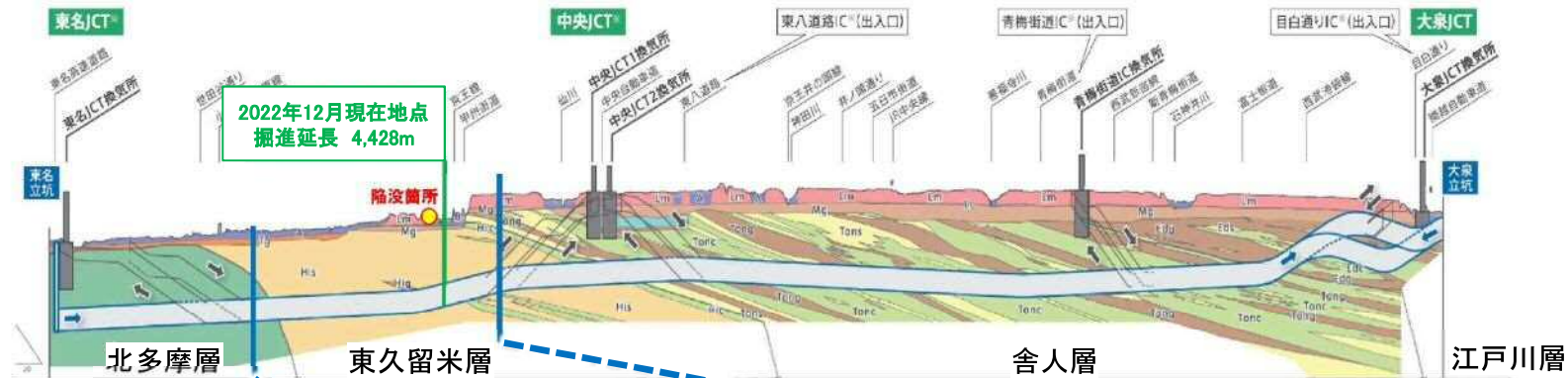
- 12月10日、11日 現場視察会を開催
- 12月14日 調布市域(入間川東側エリア)における追加調査結果の公表
- 12月17日、18日 陥没・空洞箇所周辺にお住まいの方を対象とした説明会を開催(計3回)
 - ・地盤の調査状況及び地盤補修に関する検討状況

2022年

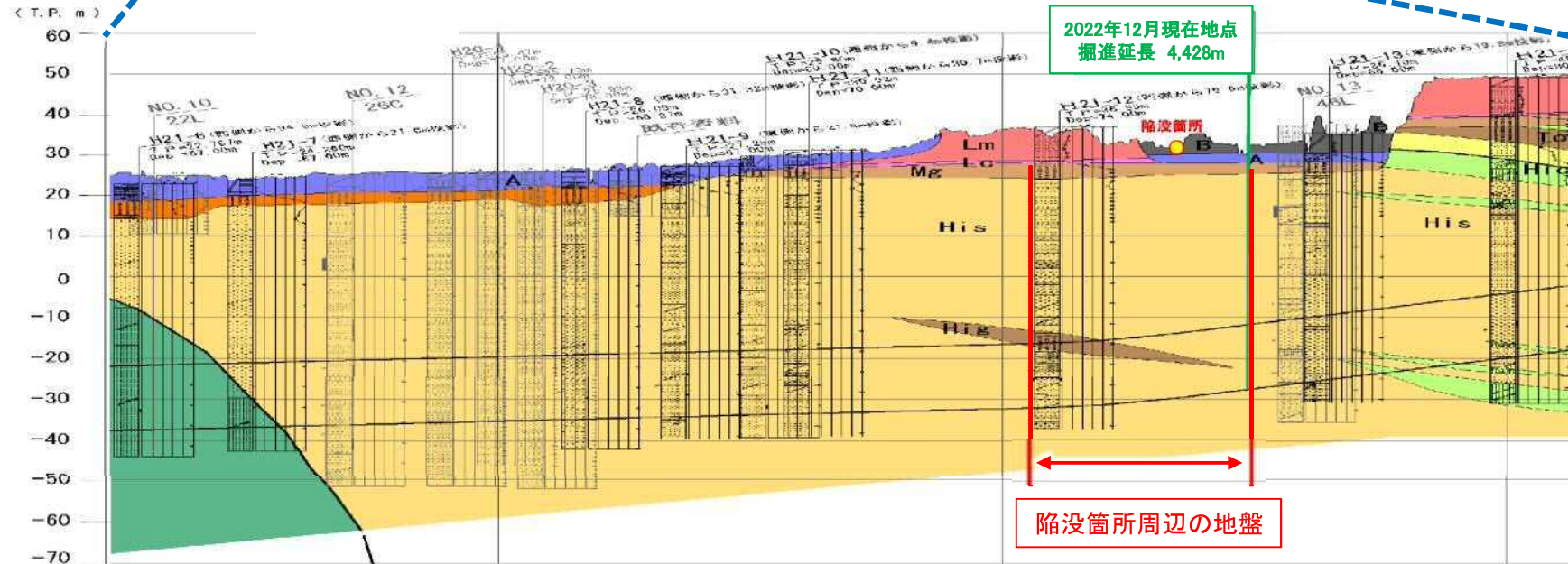
- 3月27日、28日 陥没・空洞箇所周辺にお住まいの方を対象としたオープンハウスを開催(計3回)
 - ・地盤の調査状況及び地盤補修に関する検討状況
- 9月11日、12日 地盤補修工事箇所周辺にお住まいの方を対象としたオープンハウス(計2回)・意見交換の場を開催(計1回)
 - ・地盤補修工事の全体計画の検討状況
- 10月 7日、 8日 地盤補修工事箇所周辺にお住まいの方を対象としたオープンハウス(計2回)・意見交換の場を開催(計1回)
 - ・地盤補修工事の全体計画
- 10月 8日 調布市にお住まいの方を対象としたオープンハウスを開催(計1回)
 - ・陥没・空洞箇所の現在の状況、地盤補修工事の全体計画等
- 12月 9日、10日 地盤補修工事箇所周辺にお住まいの方を対象とした意見交換の場を開催(計2回)
 - ・地盤補修工事の全体計画

陥没・空洞の推定メカニズム [陥没箇所周辺の地盤]

■地質縦断図



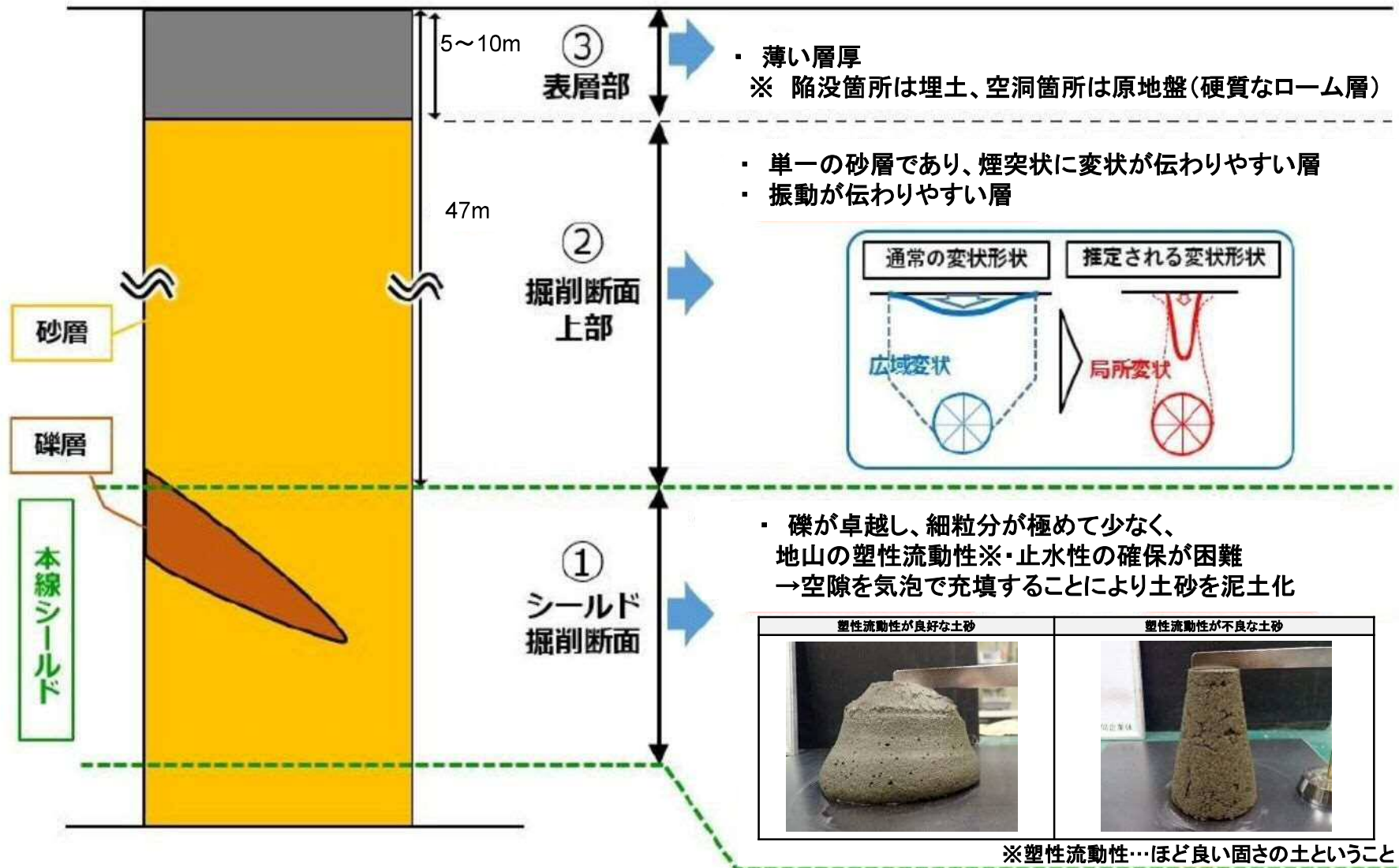
凡 例			
地質時代	地 層 名	地質記号	備 考
完新世	富士・礫土	F	礫混じり土系
	※礫層	A	礫混じり土系、礫土
	関東ローム層	Lm	火山灰質粘土
	ローム状粘土層	Lc	軟土化した関東ローム層
	立川礫層	Lk	砂・礫
第四紀新世	正蔵野礫層	Vg	砂・礫
	出田礫層	Seta	礫の多い粘土
	江戸川層	Setg	砂・礫
	江戸川層	Ets	礫混じり土系、礫土
	江戸川層	Ets	礫混じり土系、礫土
上志保層	舎人層	Ton	礫混じり土系、礫土
	舎人層	Ton	礫混じり土系、礫土
	舎人層	Ton	礫混じり土系、礫土
	舎人層	Ton	礫混じり土系、礫土
	舎人層	Ton	礫混じり土系、礫土
北多摩層	北多摩層	His	粘土質土
	北多摩層	His	粘土質土



陥没・空洞の推定メカニズム [陥没箇所周辺の地盤]

○陥没・空洞箇所周辺は、次の全てに該当する、東京外環全線の中で特殊な地盤条件

①塑性流動性・止水性の確保が困難な掘削断面、②変状が伝わりやすい掘削断面上部、③薄い層厚の表層部

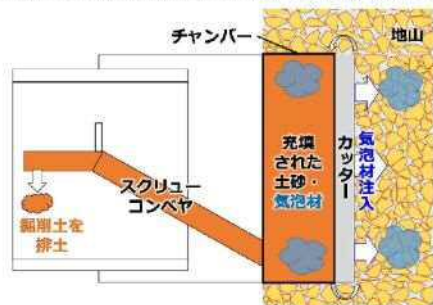


陥没・空洞の推定メカニズム [カッター回転不能に至る現象と解除作業手順]

- 特殊な地盤条件である陥没箇所周辺では、夜間の作業休止後、カッターが回転不能になる事象が発生しました。
(2020年8月以降、計16回発生)
- カッター回転不能の解除の際、地山のゆるみが発生したと考えられます。
- 掘進再開後も気泡材がこの地山のゆるみに浸透し、そのことに気が付かず過剰に土砂を取り込み、地山のゆるみが拡大したと考えられます。

(1) 昼間（掘進中）

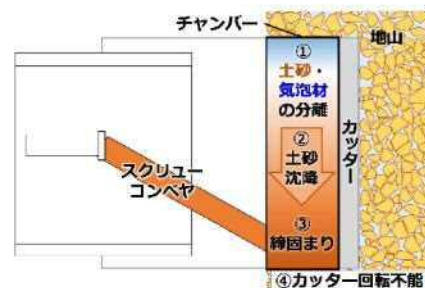
- チャンバー内土圧と地山からの圧力の均衡が取れている状態
- 細粒分・細砂分の減少、薬の介在してくる中で、気泡材の種別変更及び添加量の調整、掘進速度の調整を行いながら掘進を実施



(2) 夜間
休止

(3) 翌朝（掘進休止後）

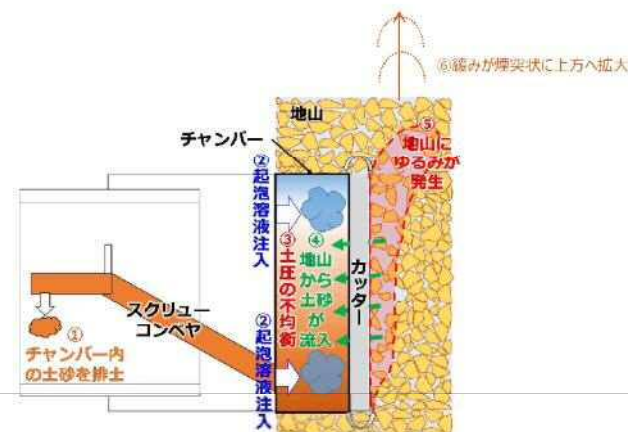
- チャンバー内の①土砂・気泡材が分離、②土砂沈降及び③締固まりが発生
⇒ ④カッター回転不能(荷重)が発生



※振動に関する問合せを受け、
作業休止時間を拡大

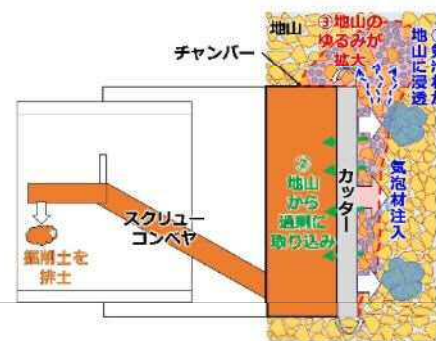
(4) 閉塞解除作業

- カッターを再回転するため、①チャンバー内の締め固まった土砂を一部排出
- 排出によるチャンバー内圧力の低下を防止するため、②直ちに排出土砂分の起泡溶液と置き換える必要がある
⇒ この際、③土圧の均衡がとれず、④地山から土砂がチャンバー内に流入することで、結果として、⑤地山に緩みが発生し、⑥陥没状に上方へ拡大



(5) 掘進再開後

- 特殊な地盤下で塑性流動性を保つため、通常より多くの気泡材を地山に注入し、掘進を再開
- 掘進を再開後、①気泡材が④閉塞解除作業で緩んだ地山に過度に浸透
⇒ 塑性流動性・止水性が低下し、閉塞解除作業で緩んだ地山に対する切羽土圧の不均衡
⇒ 一部の気泡材は回収できず、掘削した地山重量を過少に評価し、②土砂の取り込みが想定より過剰に発生
⇒ 繰り返しの閉塞解除作業により生じた地山の緩みを掘進時にさらに助長し、③地山の緩みが進行方向に拡大し、地表面付近に硬質のロームをアーチとする空洞が地中に形成
⇒ 硬質ロームが欠如している箇所で陥没に至った

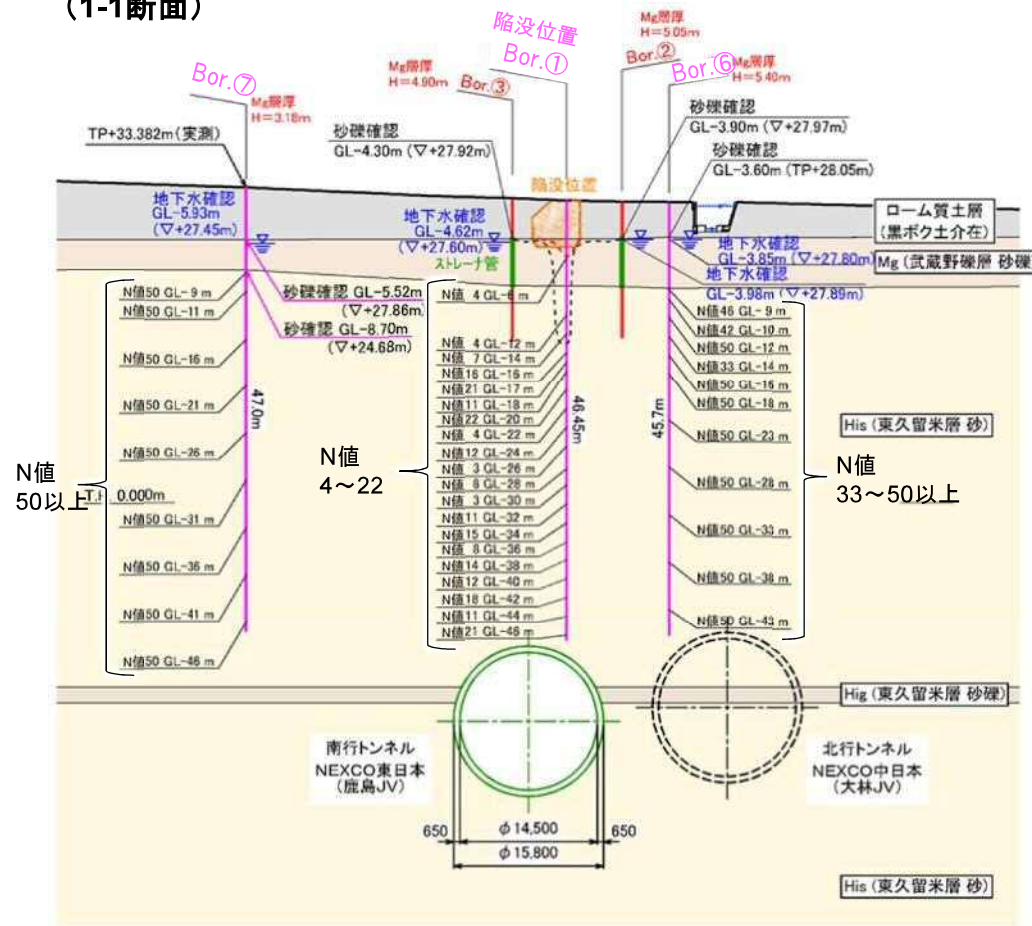


調査結果(陥没・空洞箇所周辺の地盤状況)

○陥没箇所のボーリング①では、トンネル上部までの地盤の緩みを確認しました。

○トンネルから東側のボーリング⑥および西側のボーリング⑦では緩みは確認されませんでした。

(1-1断面)



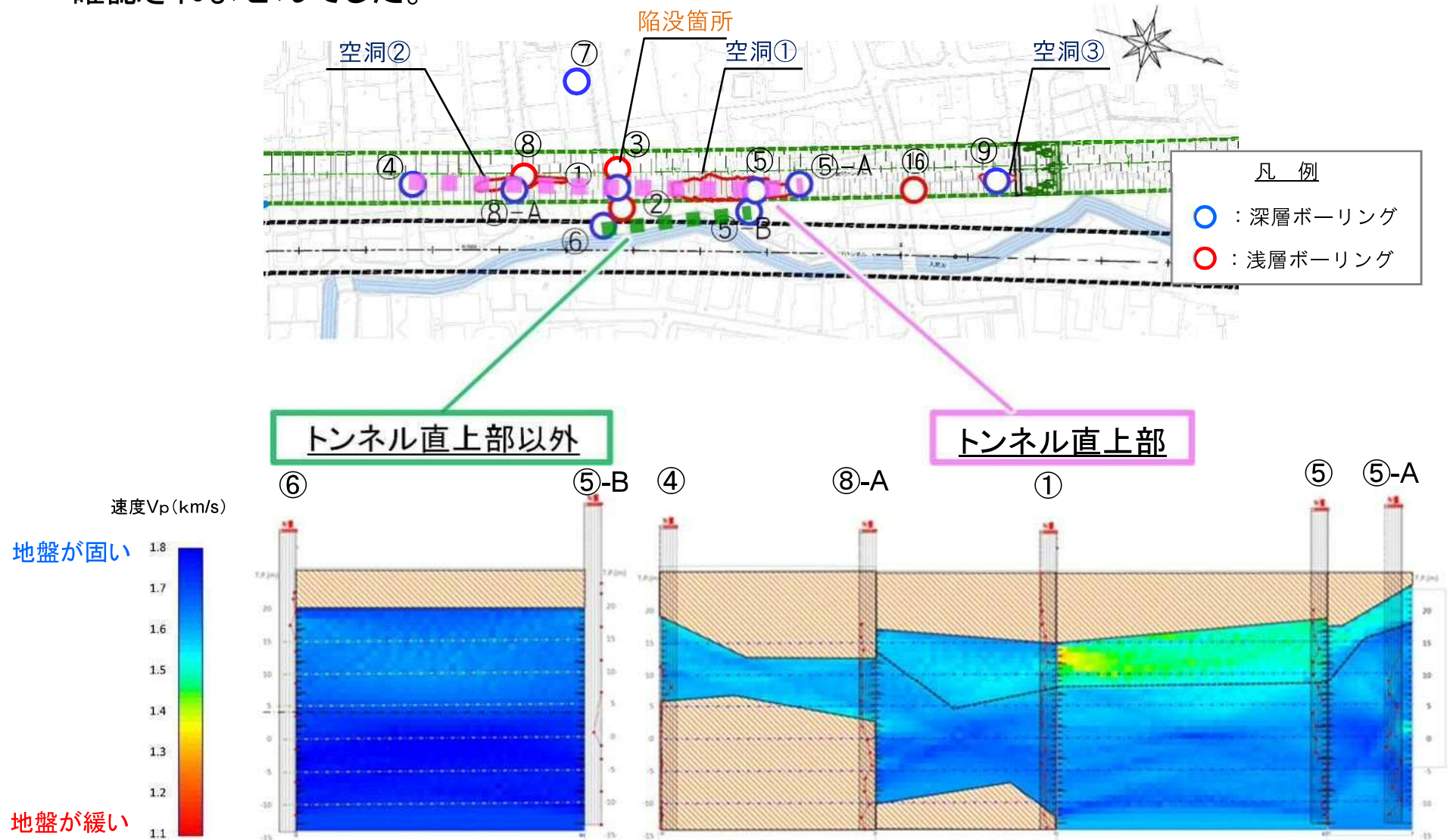
凡例 (空洞・陥没箇所)

- 空洞線 (3Dスキャナー)
- 空洞線 (音響ソナー)
- - - 空洞下面線 (Borによる想定線)
- - - SWSでの挿入不可深度線
- - - 陥没部崩落土位置 (陥没部底面)



調査結果(陥没・空洞箇所周辺の地盤状況)

○音響トモグラフィによる調査結果、トンネル直上部以外では地盤の緩みや空洞の存在は確認されませんでした。



調査結果(落とし戸実験)

■落とし戸実験の概要

○細粒分の少ない砂地盤において、シールド掘削時に過剰な土砂の取り込みが生じた場合、緩み領域がどのように上方に進展するかについて、実験的に検証を行いました。

○実験の結果、落とし戸を引くことによって、上方に緩み領域が発生することが確認されました。

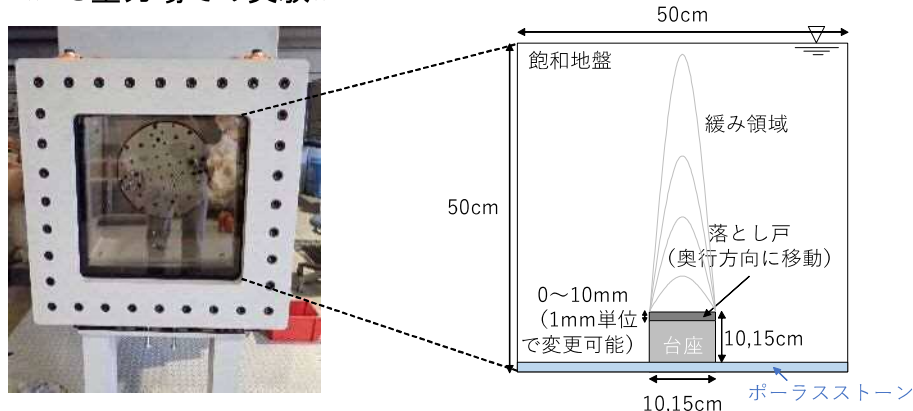
実施期間

2020/12/1 ~ 12/10

実験対象とする原地盤の土物性

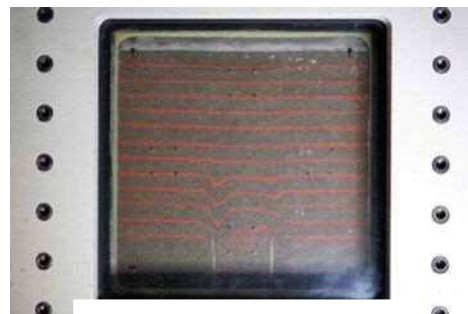
对象	项目	淹没地
原地盘	乾燥密度 (g/cm^3)	2.008
	土粒子密度 (g/cm^3)	2.711
	間隙比	0.350
模型地盘	乾燥密度 (g/cm^3)	1.600
	間隙比	0.694

《1G重力場での実験》



【実験結果】

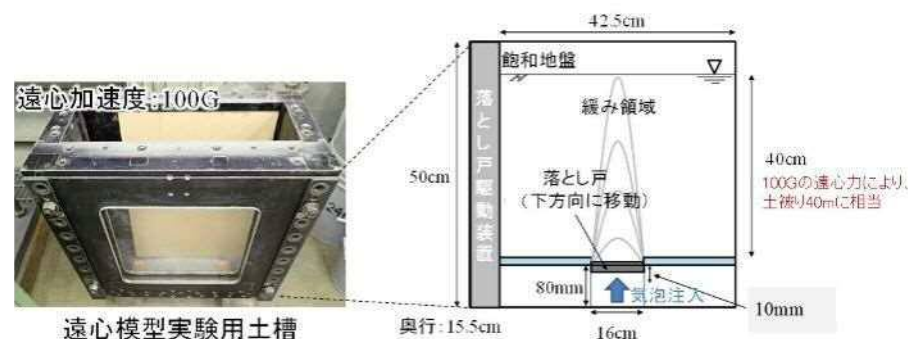
落とし戸実験ケース		
模型地盤		
対象土	乾燥密度	強制沈下量
陥没地	1.600g/cm ³	5mm



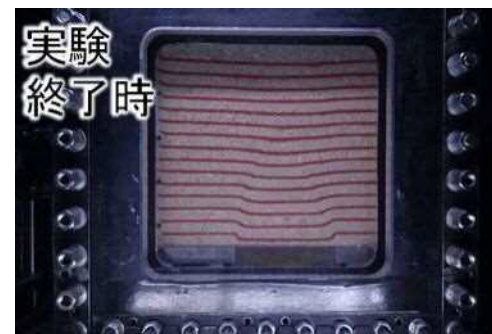
落とし戸引き抜き終了時

《遠心力場での実験》

1G場の実験の現象が、大深度下の高い拘束圧力下でも生じるかを確認



【実験結果】

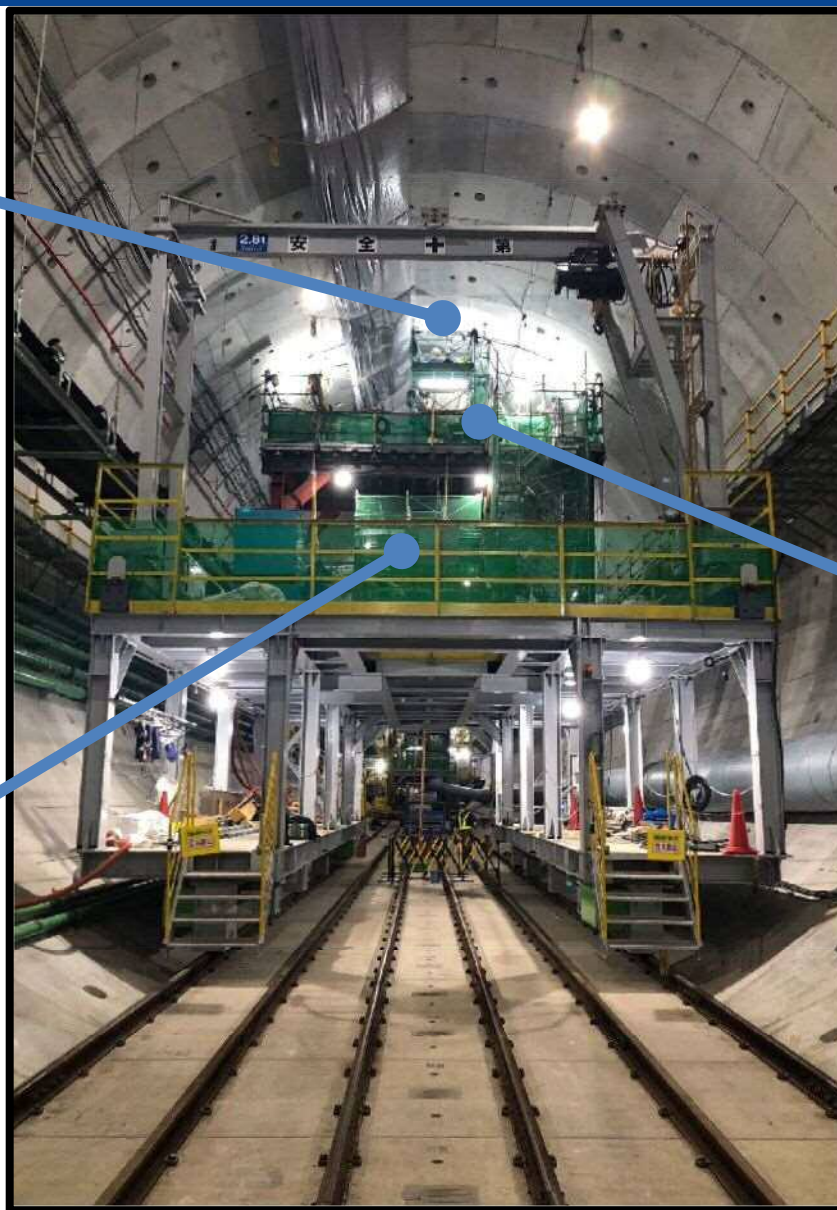


遠心場落とし戸降下実験終了時

坑内調査について[調査状況]



口元付近マシン設置状況



マシン設置状況



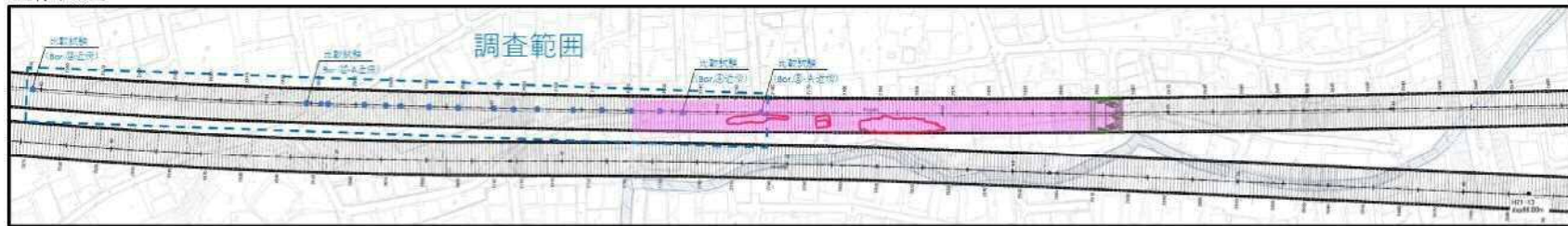
貫入圧監視状況



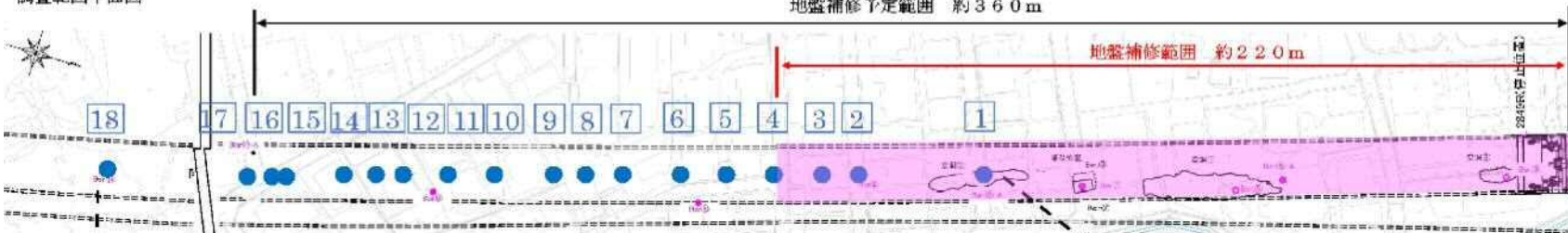
データモニタリング状況

坑内調査について[調査結果及び地盤補修範囲]

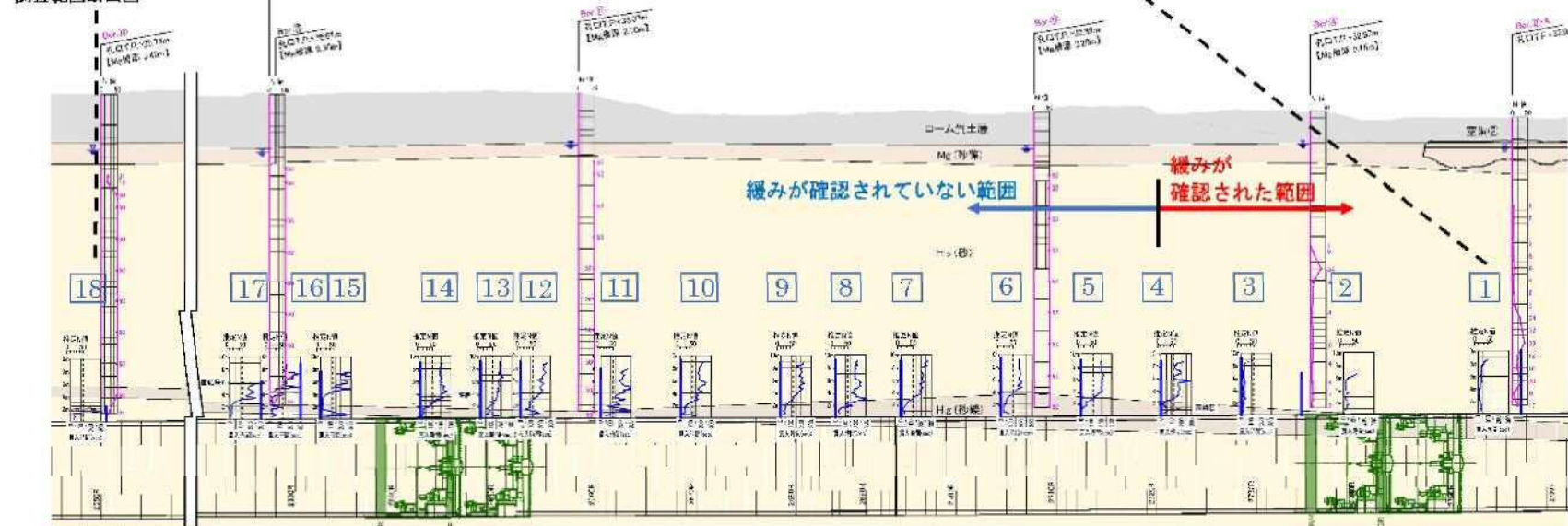
全体平面図



調査範囲平面図



調査範囲断面図



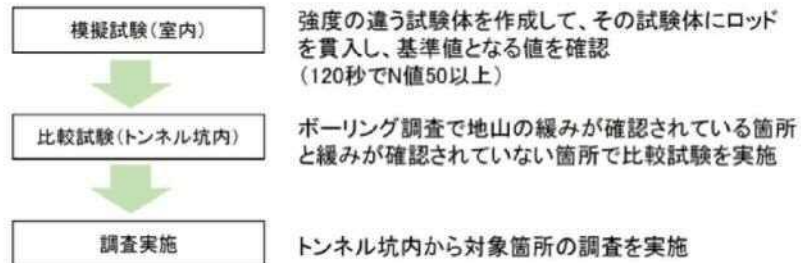
※ 1 2 17 18 は、比較試験調査箇所

坑内調査について[調査の流れ及び模擬試験(室内)]

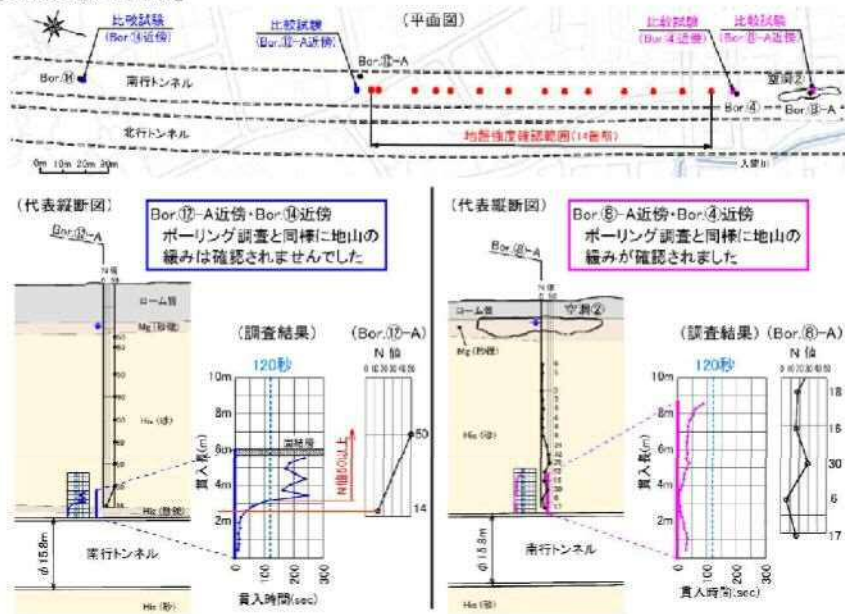
坑内調査の流れ

【調査の流れ】

トンネル坑内の天井部からロッド(鉄の棒)を貫入し、そのロッドが30cm貫入されるまでの時間から地盤の強度を確認しております。



【比較試験の結果】



模擬試験(室内)の実施方法《参考》

- ・試験体は、現地と同じ条件となるよう試験体の全面が拘束される状態を再現して作成
- ・試験体の強度は、地盤強度を示すN値11、26、35、58の4種類を作成

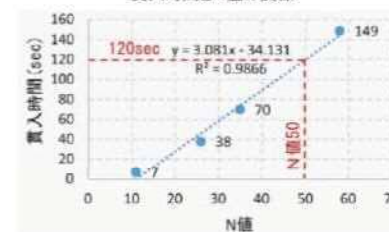
【試験中の写真】



【試験結果】

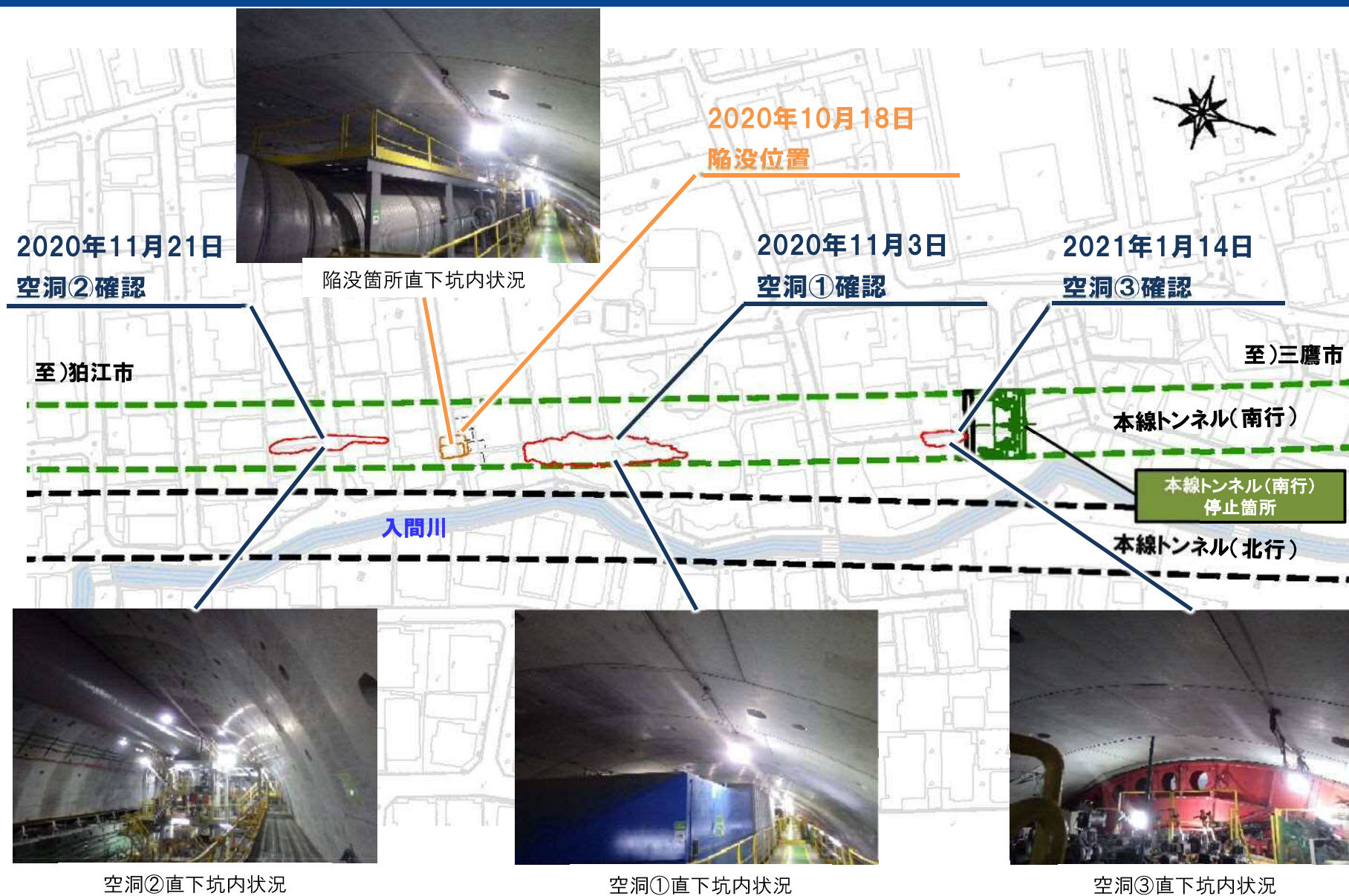
N値	孔径 mm	貫入圧 MPa	ロッド回転数 rpm	貫入長さ mm	貫入時間 sec
11	40.5	4	60	300	7
26				300	38
35				300	70
58				300	149

貫入時間とN値の関係



- ・試験の結果、N値とロッドの貫入時間には、直線的な相関性があることを確認
- ・この結果をもとに、「120秒でN値50以上」と設定

陥没箇所周辺の坑内状況について



事故を踏まえた対応

■ 陥没・空洞の原因

〈事故発生箇所付近での夜間停止〉

- 夜間の停止中に削った土と添加材が分離
- 下部に土砂がたまり、土が締め固まってしまった
- 翌朝、カッターが回らなくなってしまった

〈翌朝の工事〉

- 回らなくなったカッターを回すため、特別な作業を行った時に、地山の土が過剰に入り込んでしまい、その後の掘進において、土を取り込みすぎた。
- シールドマシン上部にゆるみが発生
- 上方に伝わり陥没・空洞が発生

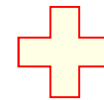
■ 対応

対応Ⅰ

- 掘進停止中も、土の締め固まりを生じさせません

対応Ⅱ

- 取り込んだ土の量を丁寧に把握します



対応Ⅲ ○お住まいの皆さまの安全・安心を高めます

- ・ 振動・騒音をできるだけ低減します
- ・ 積極的に情報提供を行います
- ・ 地表面などのモニタリングを強化します
- ・ 緊急時にも安心できる対応を整えます

対応Ⅰ：掘進停止中も、土の締め固まりを生じさせません

■ シールド掘進地盤(北多摩層)に適した添加材の選定等を行い、土の締め固まりを防ぎます。

○ 添加材事前配合試験結果を踏まえ、起泡溶液を使用して、注入量等を調整しながら掘進することを基本とします。

○ 各種モニタリングや排土性状を確認し、塑性流動性の確保が懸念される場合には、起泡溶液の注入量や濃度を変更し改善を図ります。

○ 起泡溶液の注入量や濃度の変更による対応で塑性流動性の改善が見られない場合には、掘進を一時停止し、鉋物系の使用などの対応策を即時、検討します。

■ 陥没・空洞の原因

〈事故発生箇所付近での夜間停止〉

- 夜間の停止中に削った土と添加材が分離
- 下部に土砂がたまり、土が締め固まってしまった
- 翌朝、カッターが回らなくなってしまった



■ 対応

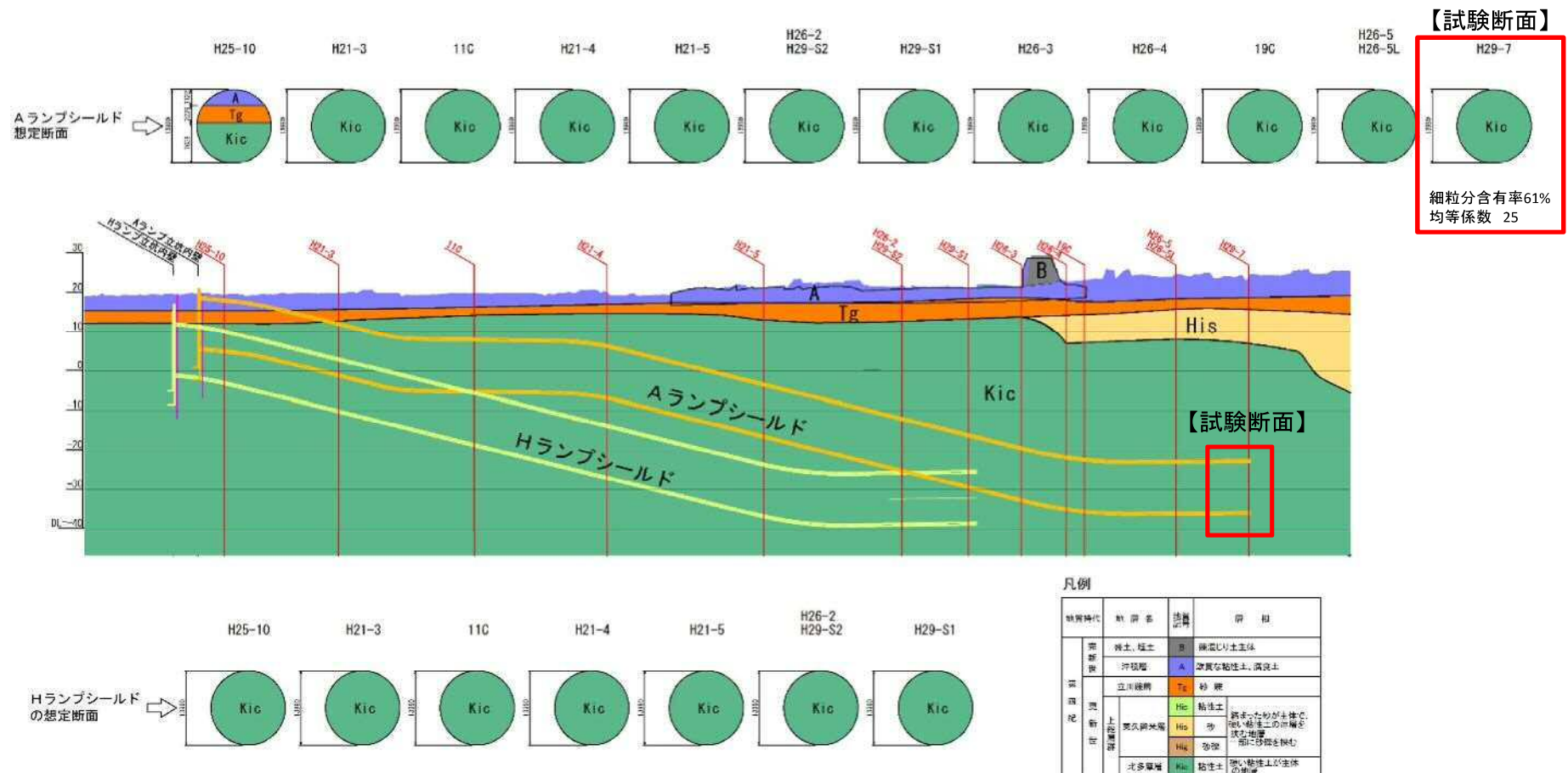
対応Ⅰ

- **掘進停止中も、土の締め固まりを生じさせません**

対応Ⅰ：掘進停止中も、土の締め固まりを生じさせません

■ 掘進地盤に適した添加材の選定等をするために、事前配合試験の試験断面を選定しました。

- 本工事の施工箇所付近では、これまでに14か所でボーリング調査(土質調査)を実施しています。
- これらの調査結果を用いて、地盤の再確認(検証)を行い、想定するトンネル掘削断面のうち、塑性流動性の確保が最も厳しいと想定される箇所を事前配合試験の対象断面としました。



既往の調査結果から、塑性流動性の確保が最も
厳しいと想定される箇所を試験対象断面とする。

対応Ⅰ：掘進停止中も、土の締め固まりを生じさせません

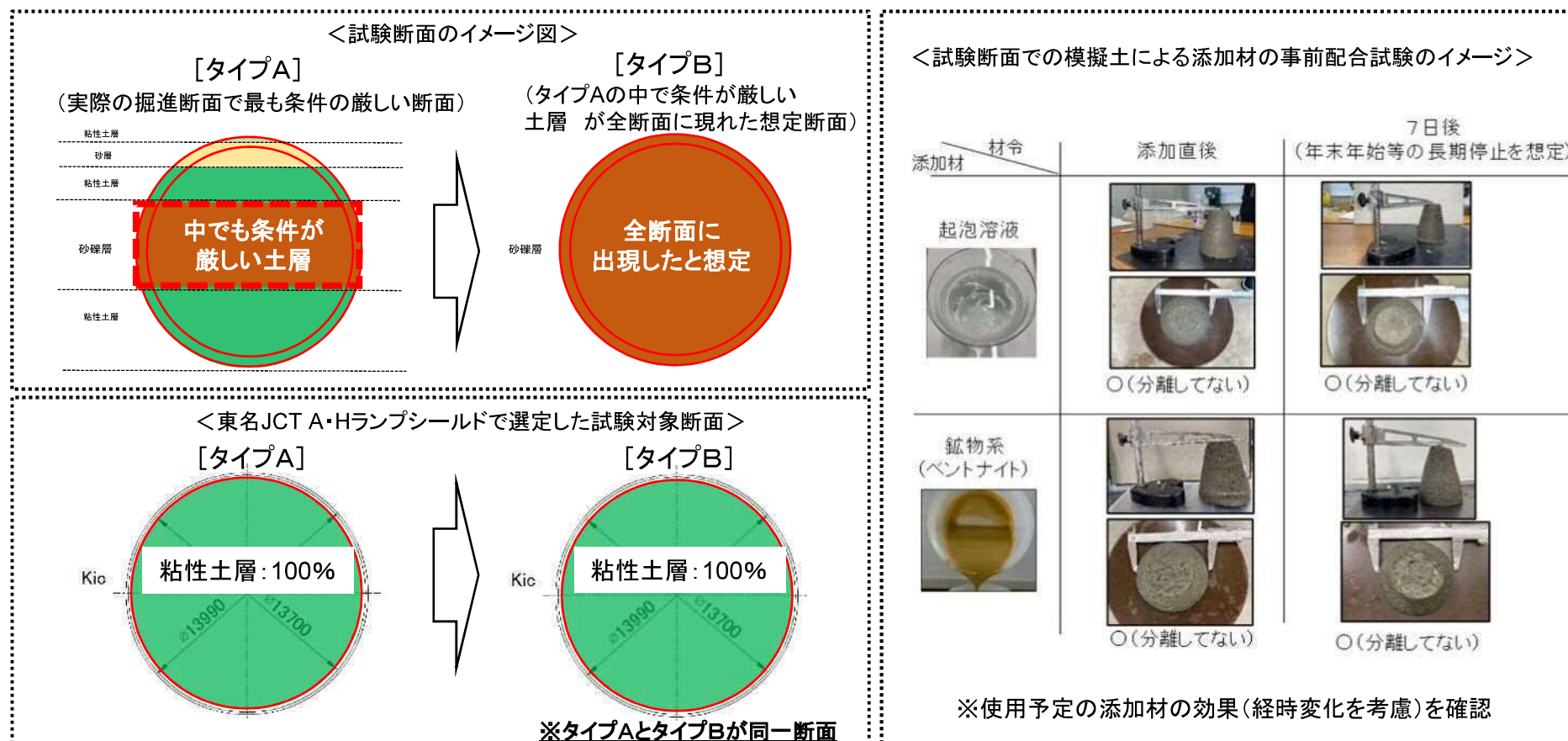
■ 添加材の事前配合試験について、試験断面の模擬土の考え方は、以下の通りです。

○ 以下の2つのタイプの模擬土にて添加材の事前配合試験を実施しました。

タイプA：塑性流動性の確保が最も厳しいと想定する掘進断面の粒度組成を想定した模擬土

タイプB：タイプAの掘削断面に出現する土層のうち塑性流動性の確保に留意する必要がある土層が全断面に出現した場合を想定した模擬土

なお、東名JCT A・Hランプシールドの断面は、単一の粘性土層のため、タイプAとタイプBが同一です。



対応Ⅰ：掘進停止中も、土の締め固まりを生じさせません

■ 掘進地盤に適した添加材の選定等をするために、以下3種類の添加材で、事前配合試験を行いました。

	CASE-1	CASE-2	CASE-3
添加材種別	気泡材(標準配合)	起泡溶液	鉍物系
外観			
特徴	標準的に使用されている気泡材	発泡前の起泡溶液を添加。界面活性剤の効果で固結シルトの粘性低減（※本線トンネル工事において地上への空気の漏出を抑制する掘進方法に使用した添加材）	鉍物系を主材として添加

対応Ⅰ：掘進停止中も、土の締め固まりを生じさせません

■選定した模擬土及び添加材を用いた事前配合試験の結果は、以下のとおりです。

○3種類の添加材において、材齢7日にわたり、良好な塑性流動性が確保できることを確認しました。

・Aランプシールドの事前配合試験結果

模擬土	対象 Bor	模擬土		CASE	気泡材			起泡溶液		鉱物系		水	結果			
		タイプ	細粒分 含有率		配合 (濃度 [%])	発泡倍 率 [倍]	注入率 [対Vol %]	配合 (濃度 [%])	注入率 [対Vol %]	配合 (濃度 [%])	注入率 [対Vol %]	注入率 [対Vol %]	直後	1日	3日	7日
①	H29-7 全断面	タイプA	61%	CASE-1	10kg/ m3 (1.0)	10	40	-	-	-	-	0.0	○	○	○	○
				CASE-2	-	-	-	4.0kg/ m3 (0.4)	15.0	-	-	0.0	○	○	○	○
				CASE-3	-	-	-	-	-	70kg/ m3 (7.0)	15.0	0.0	○	○	○	○

・Hランプシールドの事前配合試験結果

模擬土	対象 Bor	模擬土		CASE	気泡材			起泡溶液		鉱物系		水	結果			
		タイプ	細粒分 含有率		配合 (濃度 [%])	発泡倍 率 [倍]	注入率 [対Vol %]	配合 (濃度 [%])	注入率 [対Vol %]	配合 (濃度 [%])	注入率 [対Vol %]	注入率 [対Vol %]	直後	1日	3日	7日
①	H29-7 全断面	タイプA	61%	CASE-1	5.0kg/ m3 (0.5)	20	20	-	-	-	-	2.3	○	○	○	○
				CASE-2	-	-	-	7.0kg/ m3 (0.7)	5.0	-	-	2.3	○	○	○	○
				CASE-3	-	-	-	-	-	70kg/ m3 (7.0)	10.0	2.3	○	○	○	○

対応Ⅰ：掘進停止中も、土の締め固まりを生じさせません

■ 事前配合試験結果の判断目安は、以下のとおりです。

① ミニスランプ (JIS A 1171) の判断目安

- ・0.5cm～7.5cmを目安
- ・緩やかに形を変え、崩壊しないこと
- ・材料等の分離がないこと



ミニスランプ試験機

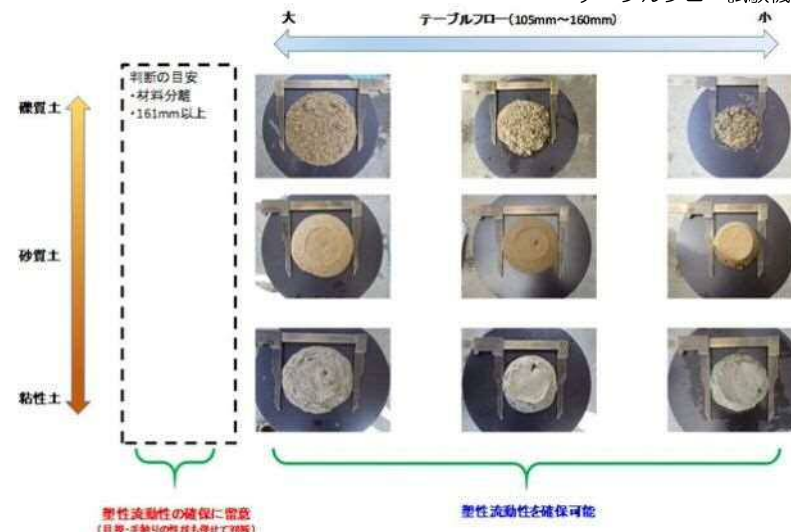


② テーブルフロー (JIS R 5201) の判断目安

- ・105mm～160mmを目安
- ・フローの広がりに偏りが無いこと
- ・材料等が分離せずに広がること



テーブルフロー試験機



③ 目視・手触りの判断目安

- ・容易に混練できる、分離しない
- ・同一技術者による判断

① 分離抵抗性

状況
撈拌後に礫・砂の沈降がない
撈拌後に礫分がわずかに沈降する
撈拌後に表面に気泡や水分が分離する
撈拌後に気泡材の分離・破泡がみられる

② 流動性

状況
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のまとまりがない
混練時に流動化が困難

③ 粘性

状況
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

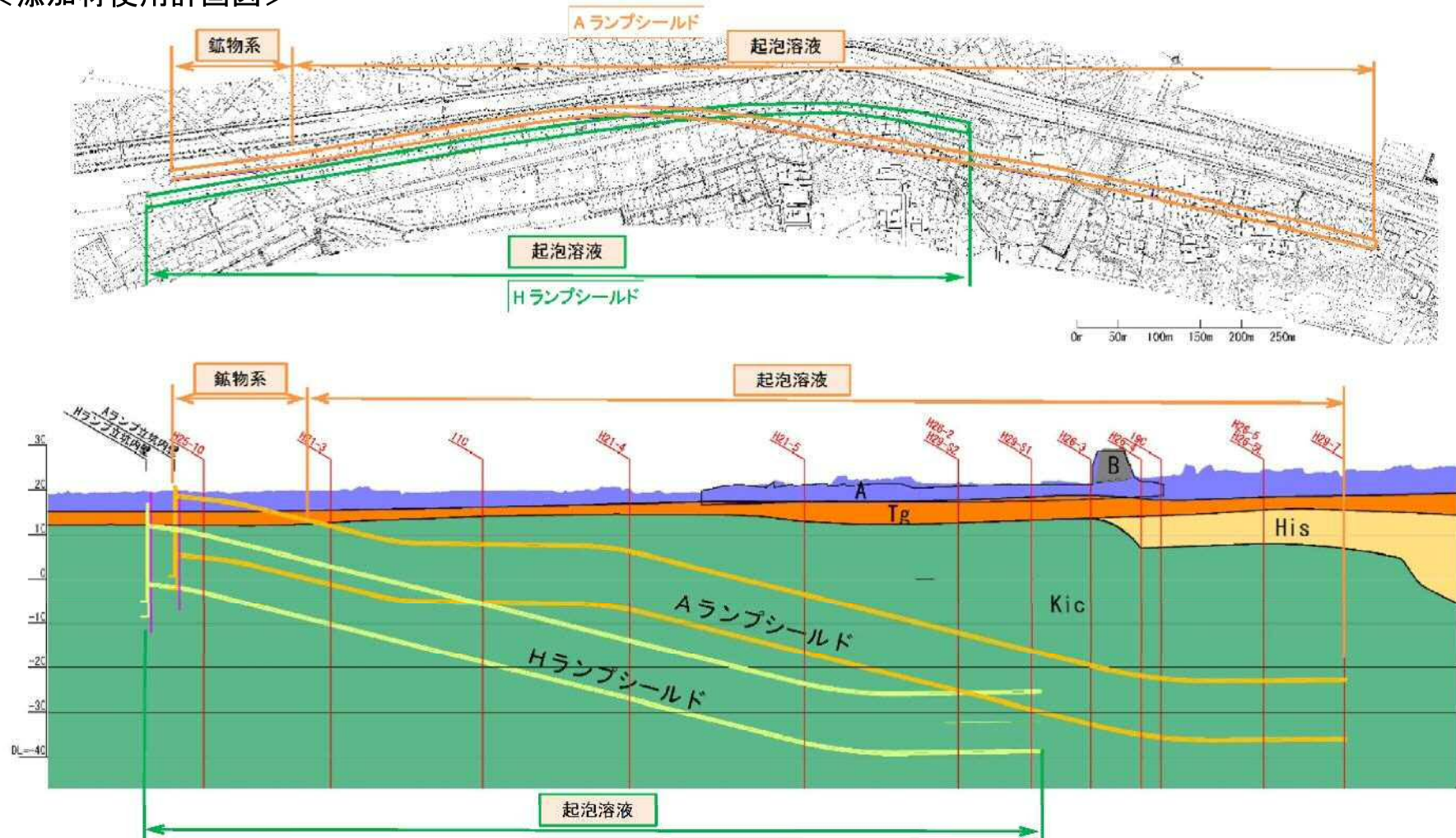
④ 触感

状況
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

対応Ⅰ：掘進停止中でも、土の締め固まりを生じさせません

- 東名JCT A・Hランプシールドの掘進に使用する添加材は、事前配合試験を踏まえ、下記を基本とします。
- 掘進中は、各種モニタリングや排土性状を確認します。
- 土の塑性流動性に懸念がある場合は、起泡溶液の注入量や濃度を変更し、締め固まりを防ぎます。

<添加材使用計画図>



対応Ⅰ：掘進停止中でも、土の締め固まりを生じさせません

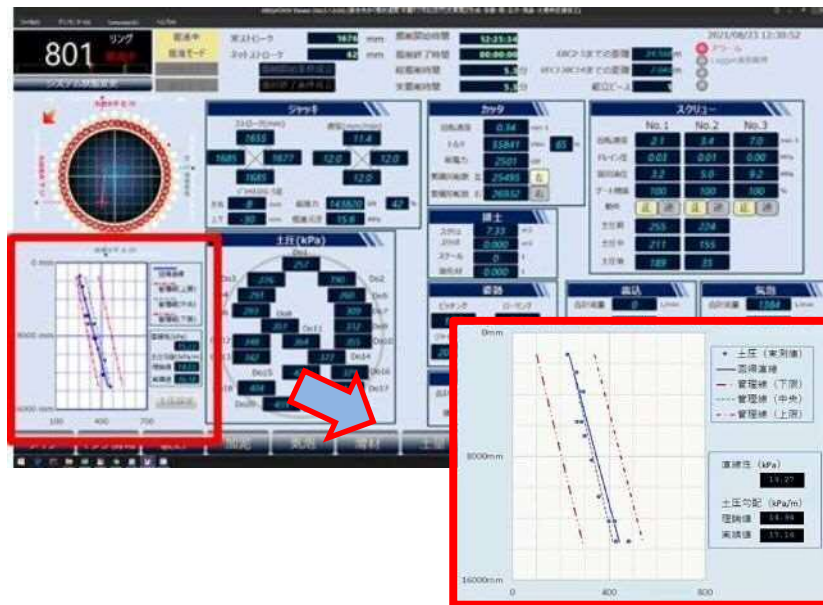
■ 塑性流動性とチャンバー内圧力のモニタリング及び対応を行い、土の締め固まりを防ぎます。

○シールド掘進中および停止中は、監視モニターで常時監視し、カッタートルクやチャンバー内圧力勾配の変化を確認するとともに、シールド施工熟練者による手触・目視に加え、ミニスランプ試験及び粒度分布など排土性状の確認結果も踏まえ、塑性流動性の確保について総合的に判断します。

○長期掘進停止時は、チャンバー内の土砂分離を防止し、チャンバー内の圧力を適切に保つためにカッターを回転させて土砂を攪拌します。

なお、夜間掘進停止時においても必要に応じカッターを回転させて土砂を攪拌します。

＜掘進管理システムのリアルタイム監視強化のイメージ＞



掘進時のチャンバー内圧力勾配(リアルタイム監視)

関連：第23回TN施工等検討委員会 資料-2 P15



監視モニターでリアルタイム監視(参考例)

対応Ⅰ：掘進停止中でも、土の締め固まりを生じさせません

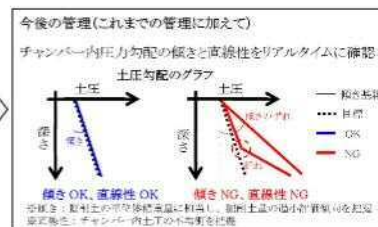
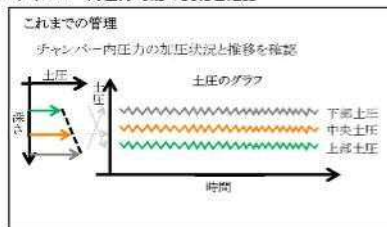
■ 塑性流動性とチャンバー内圧力のモニタリング及び対応を行い、土の締め固まりを防ぎます。

- 従前の塑性流動性の確認項目に加え、新たにチャンバー内圧力勾配、ミニスランプ、粒度分布の確認を行います。
- 塑性流動性のモニタリングをしながら、添加材注入量や濃度を適切に調整し、塑性流動性・止水性の確保を行います。
- なお、塑性流動性の確保が困難となる兆候が確認された場合は原因の解明と対策を検討します。

管理項目	管理内容	管理値・確認内容	対応	備考
カッタートルク	カッターヘッドを回転させるために必要なトルク値であり、地盤状況ごとの想定トルク値および装備能力に対して計測トルクの割合と計測トルクの変動についても確認を行う(確認頻度:リアルタイム)	管理値: 装備トルク80%以下 ・掘進中やチャンバー土砂の攪拌時は監視モニターでリアルタイムに確認する	・掘進速度の低減(カッタートルク対応) ・チャンバー内圧力設定の見直し ・添加材注入量の増加	
チャンバー内圧力勾配	チャンバー内圧力勾配の変化を確認する(確認頻度:リアルタイム、毎リング)	圧力勾配の傾きと直線性を確認する ・下限圧力と上限圧力との間で掘進時のチャンバー内圧力を管理することで、切羽の安定を常時管理する ・事前のボーリングデータと添加材注入率等から算出される理論圧力勾配との差を確認する ・下部チャンバー内圧力が大きくなるなどの異常がないことを確認 ・掘進中および停止中は監視モニターでリアルタイムに確認する	・添加材の種類変更 ・夜間等掘進休止時において、チャンバー内土砂の分離を防ぐため、定期的にチャンバー内土砂の攪拌を実施	傾きが想定以上に大きい場合は、添加剤の地山への過度な浸透が生じている可能性 傾きが小さい場合や直線性が損なわれている場合は、土砂の分離・沈降が生じている可能性
手触・目視	掘削土のまとまり具合を手触と目視で確認する(確認頻度:目視:リアルタイム、手触:2回/日)	添加材の添加量や種類、濃度変更による掘削土の排土性状の変化を確認する 例)気泡材注入量増加に見合う湿潤状態など		掘削土には高分子材が添加
ミニスランプ試験	掘削土のスランプ値を計測し、値と変化を傾向管理する(確認頻度:2回/日)	直近の掘削土の性状と比較する		掘削土には高分子材が添加
粒度分布	掘削地山の土層を把握するために試験室にて粒度分布試験を実施し添加材の注入率設定のデータとする(確認頻度:20リングに1回を基本とし、塑性流動性のモニタリングに応じて適宜実施)	既往ボーリング結果と比較する		細粒分や礫分の比率など地層の変化を確認

*赤字は陥没事故前から、令和3年3月の有識者委員会報告書で追加・変更した項目・内容
*青字は令和3年3月の有識者委員会報告書から、追加・変更した項目・内容

○ チャンバー内圧力勾配の変化を確認



○ 排土性状の確認

