

第22回 東京外環トンネル施工等検討委員会

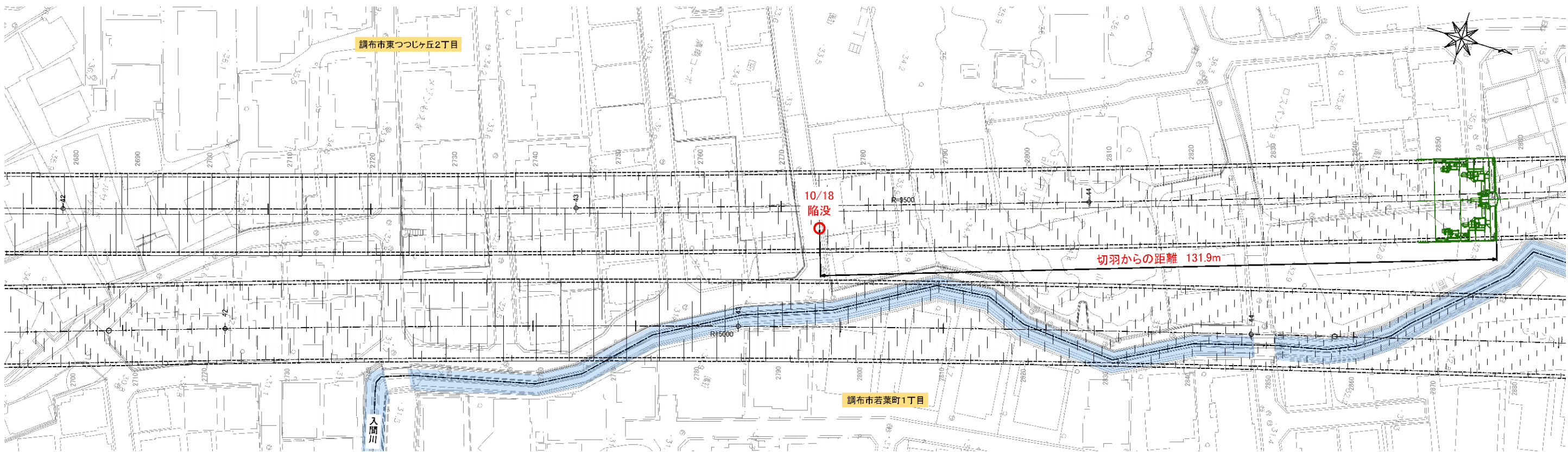
地表面陥没事象について

令和2年 10月19日

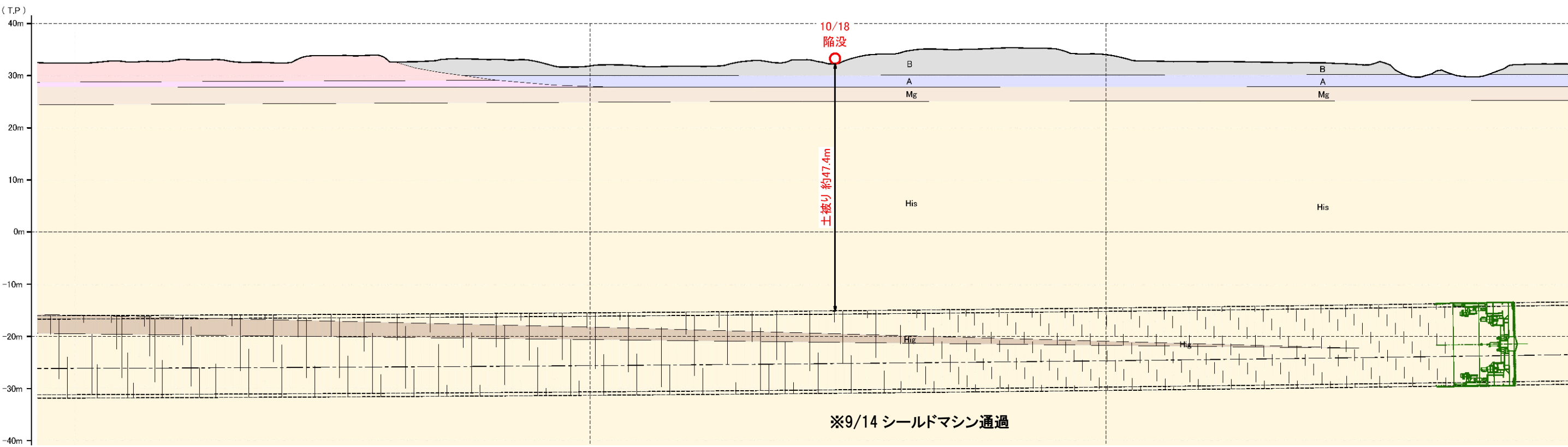
東日本高速道路株式会社関東支社東京外環工事事務所
鹿島・前田・三井住友・鉄建・西武特定建設工事共同企業体

1. 陥没事象の状況について

① 位置図



縦断図 S = 1:800



②事象発生の時系列

日付	時刻	内容
10 月 17 日	夕方	定点観測している地表面観測では、特に変化が無いことを確認
10 月 18 日	9:30	巡回中に当該箇所で地表面沈下を確認
	11:50	NEXCO 東日本・現場担当者が現地に到着
	12:20	調布警察が現場に到着・市道通行規制開始
	12:30	地表面の陥没を確認
	13:30	周辺住民に避難要請を開始
	13:50	上下水道、ガス、電気のライフラインに異常が無いことを確認（ライフライン担当企業が現地で確認）
	16:00	トンネル専門家に応急措置として、砂で埋土する事の見解を伺い、了解を得た
	16:10	調布市から陥没箇所の早期埋土について要望
	16:40	応急措置として、砂による埋土を指示
	17:00	明日以降のシールドトンネル工事の一時中止を指示
	17:00	NEXCO 東日本が当該箇所の陥没について記者発表
10 月 19 日	4:25	応急措置としての砂による埋土が完了

※以降、陥没箇所等の現地状況の確認を実施

③陥没状況写真

令和2年10月18日に調布市東つつじヶ丘2丁目において、道路の陥没事象が発生した。
9時30分頃から沈下発生を確認し、12時30分頃陥没が発生した。



写真1 陥没箇所の事前状況写真(2020年7月30日)



写真2 陥没箇所(2020年10月18日_9:30水たまり)



写真3 陥没箇所(2020年10月18日_11:50_舗装亀裂)



写真4 陥没箇所(2020年10月18日_12:30)



写真5 陥没箇所(2020年10月18日_13:00_東側から撮影)



写真6 陥没箇所(2020年10月18日_13:00_西側から撮影)

④ 応急復旧状況

陥没箇所については、緊急対策として砂を用いた埋め戻しを行い、簡易舗装を実施した。



写真1 陥没箇所の応急復旧対応状況(埋戻し)



写真2 陥没箇所の応急復旧対応状況(埋戻し)



写真3 陥没箇所の応急復旧対応状況(埋戻し)



写真4 住宅下水管復旧状況

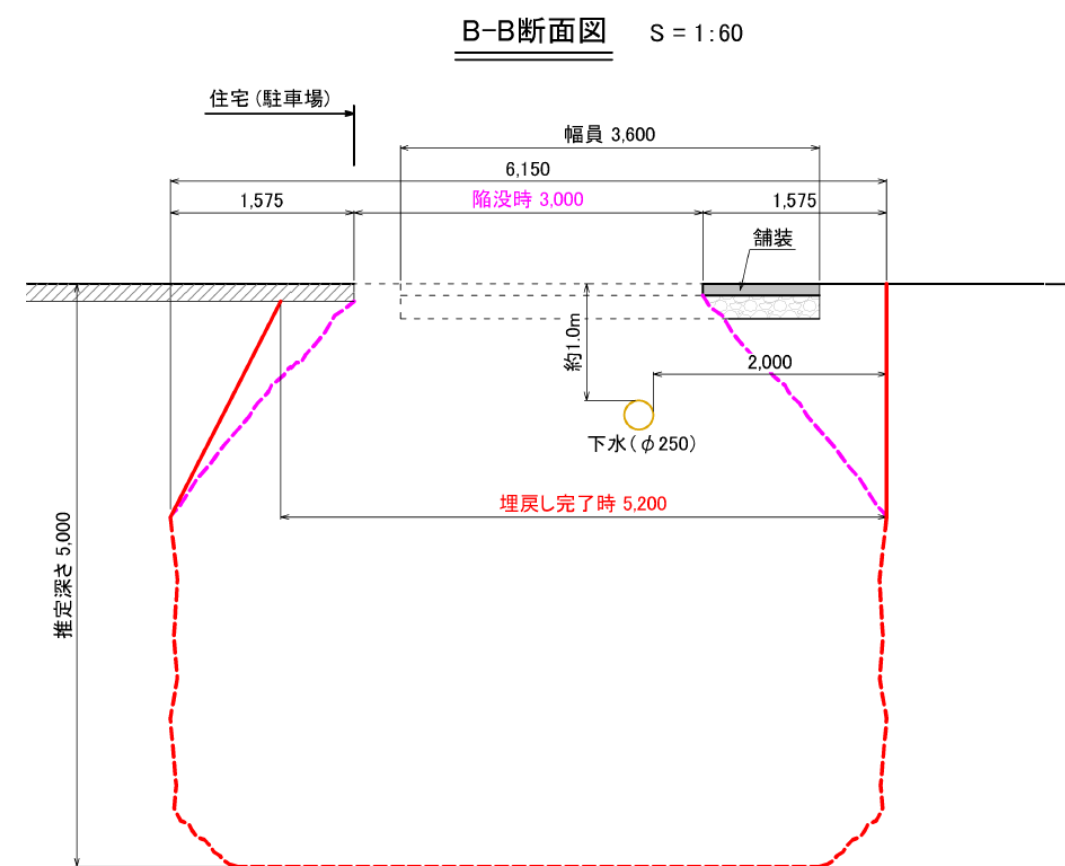
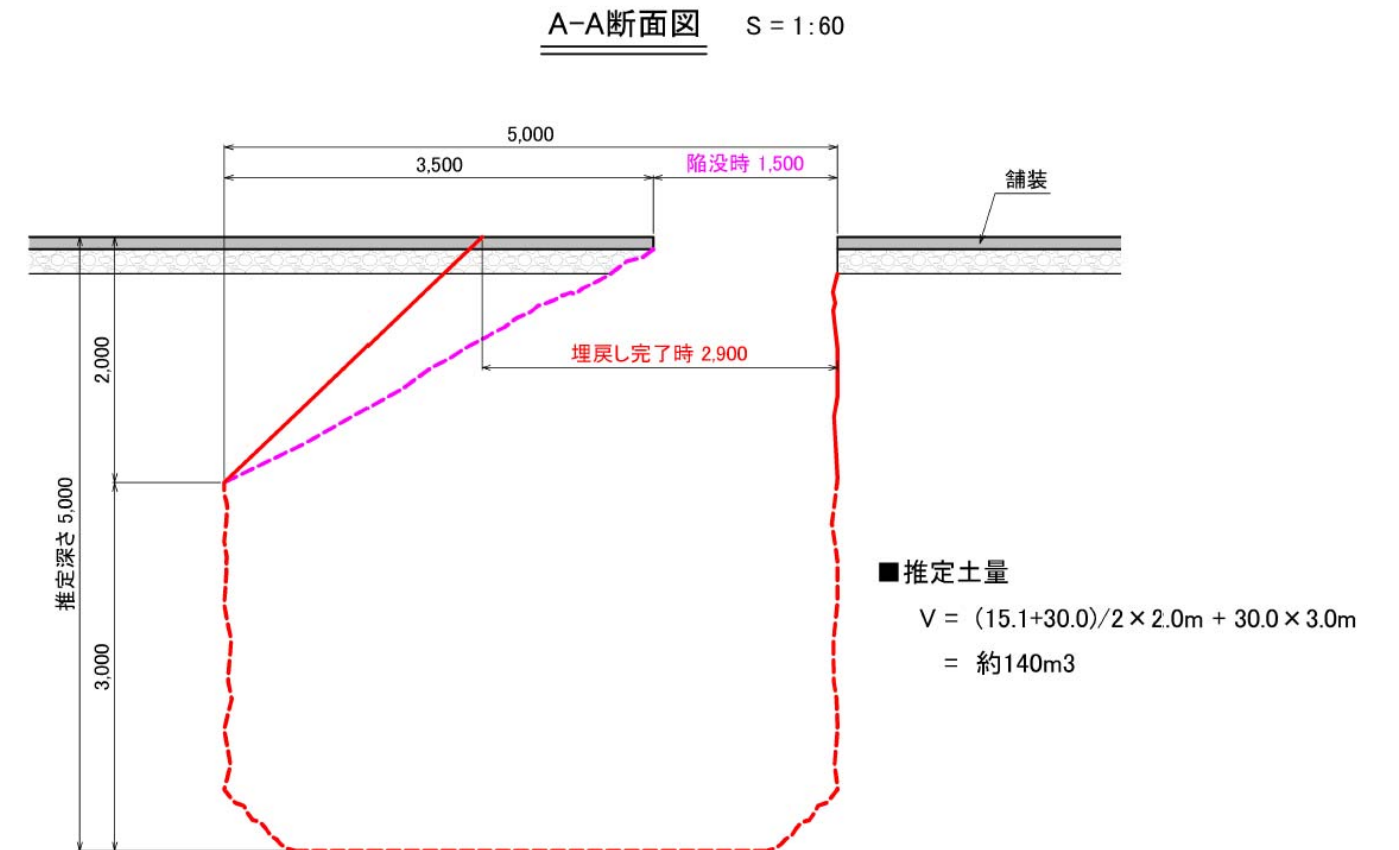
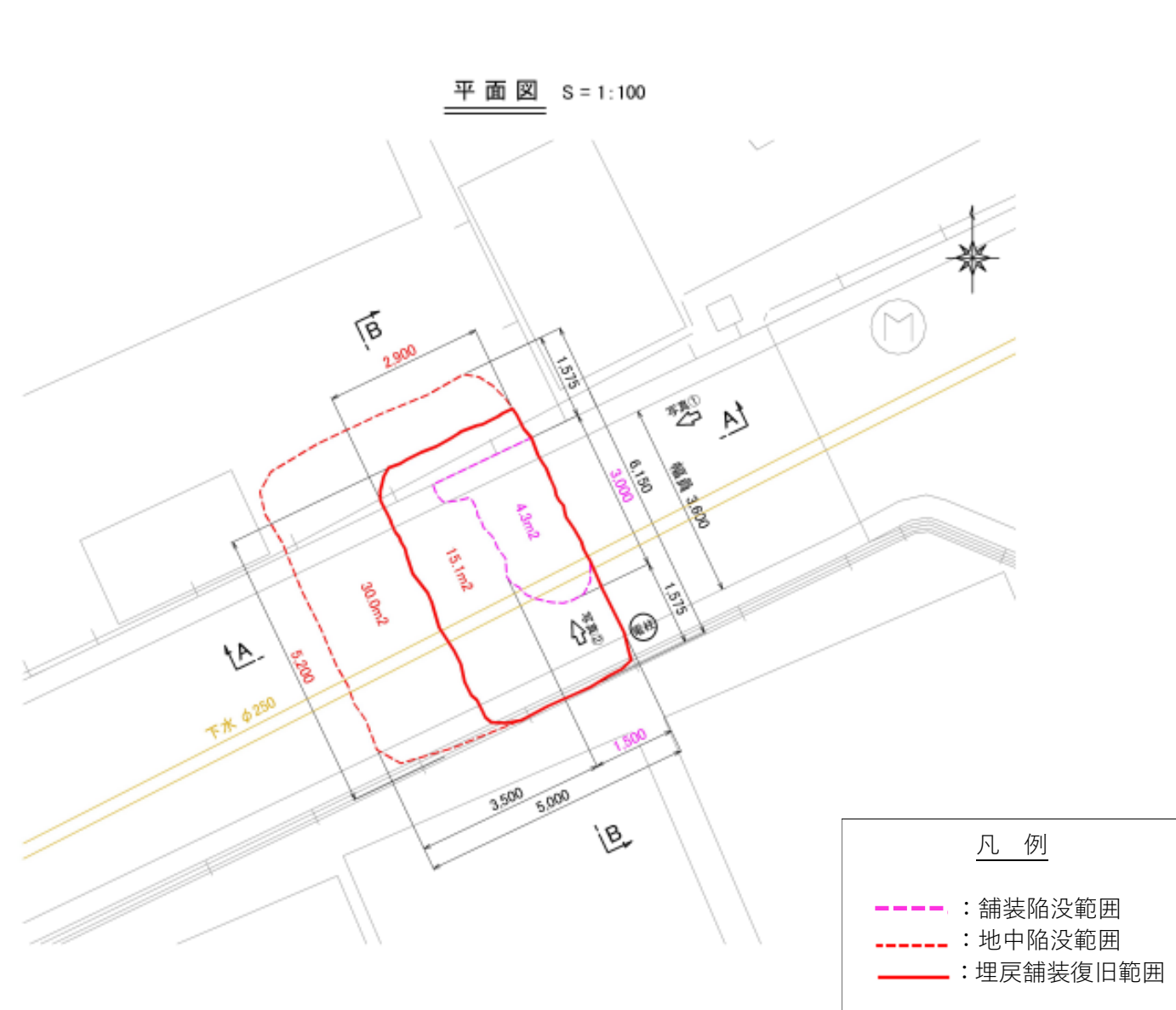


写真5 陥没箇所の応急復旧対応状況(埋戻し完了)



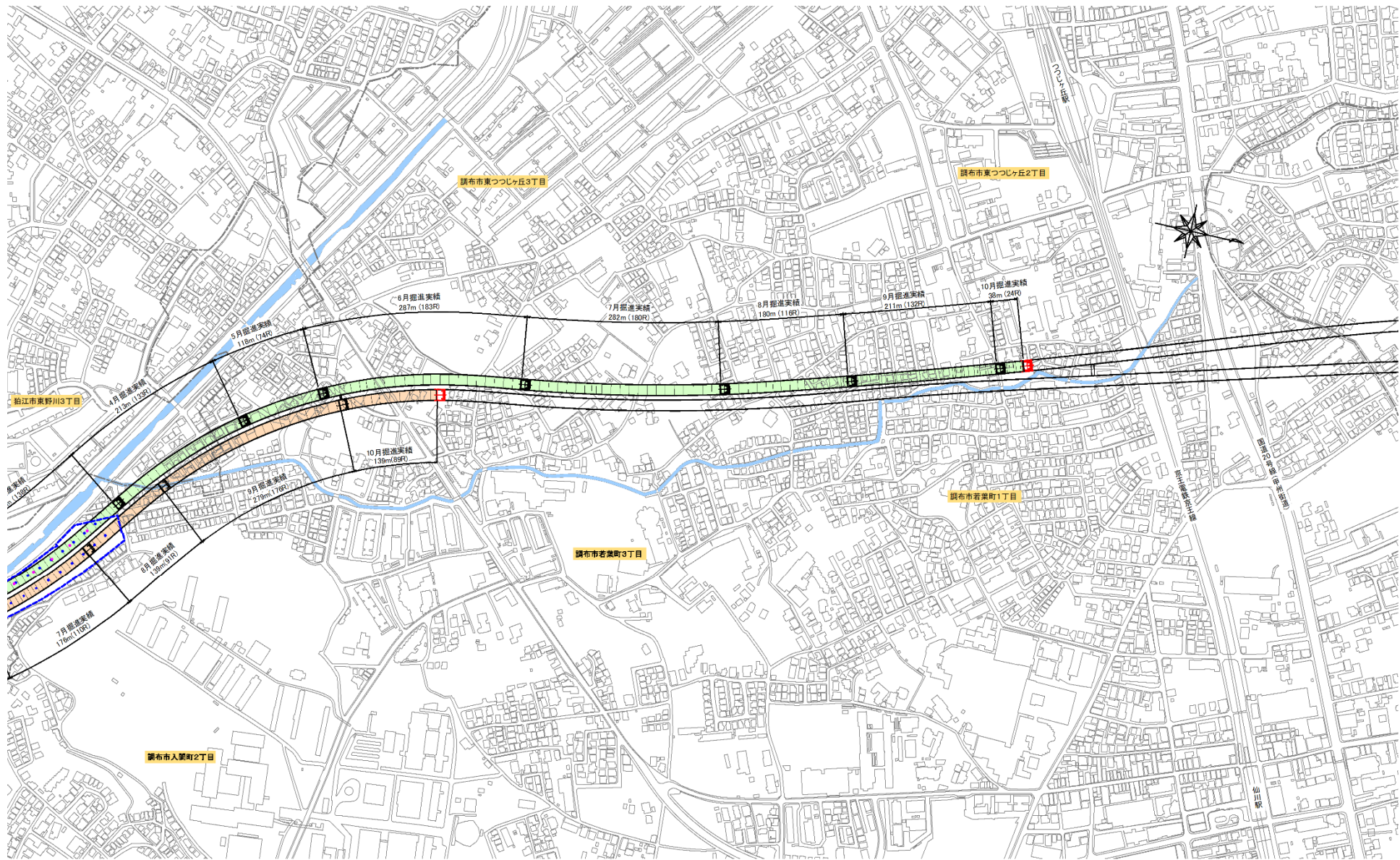
写真6 陥没箇所の応急復旧対応状況(舗装完了)

⑤ 陥没形状のイメージ



2. 今回の報告範囲について(掘進区間の平面図)

東名側の南行トンネルについて、掘進状況を報告する。



3. 施工状況等のモニタリング

掘進中のトンネル坑内の各計測値（圧力や掘削土量など）は、添加材・圧力・搬送設備等の調整を行っていることで適切な状態で施工されていることを確認した。

4. トンネル掘進状況について

① トンネル坑内の状況(10月18日15時頃撮影)

掘進を行った区間のトンネル坑内にセグメントのひび割れ・漏水などは発生していないことを確認した。



写真1 坑内状況写真(マシン上部)



写真2 坑内状況写真(マシン下部)



写真3 坑内状況写真(陥没位置付近右側)

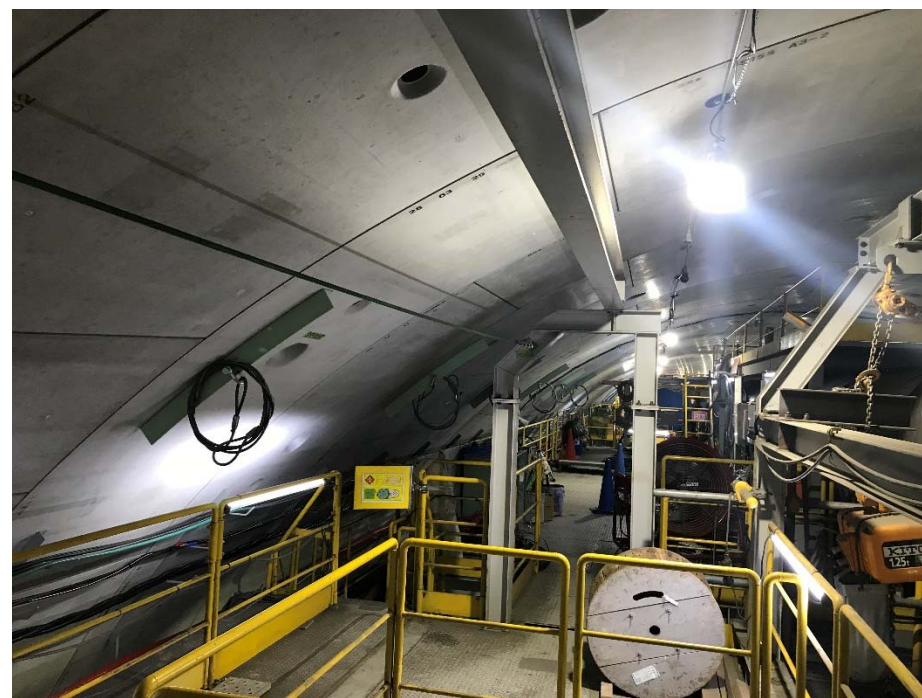
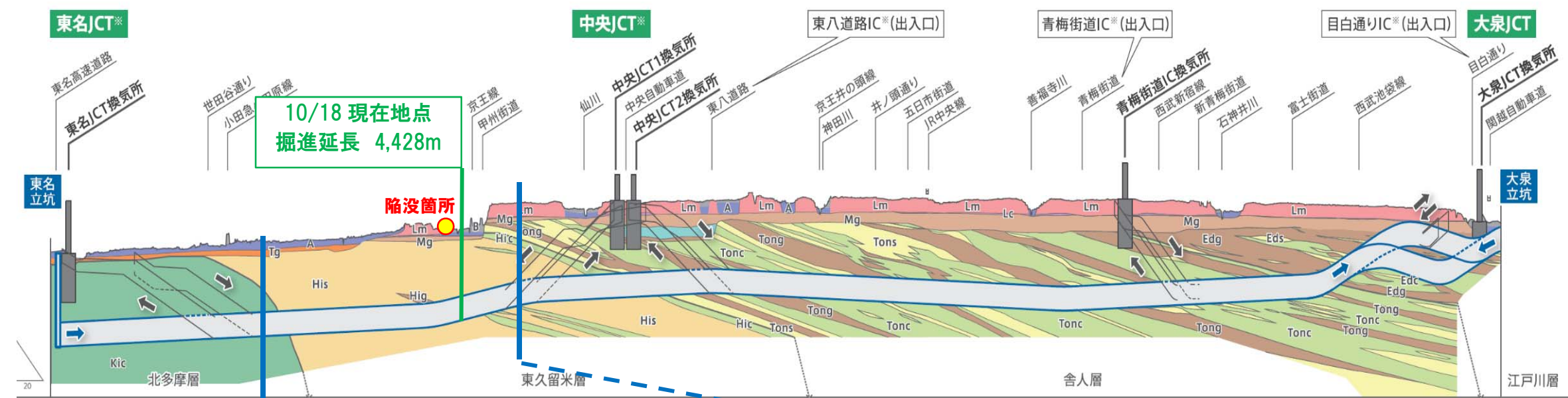


写真4 坑内状況写真(陥没位置付近左側)

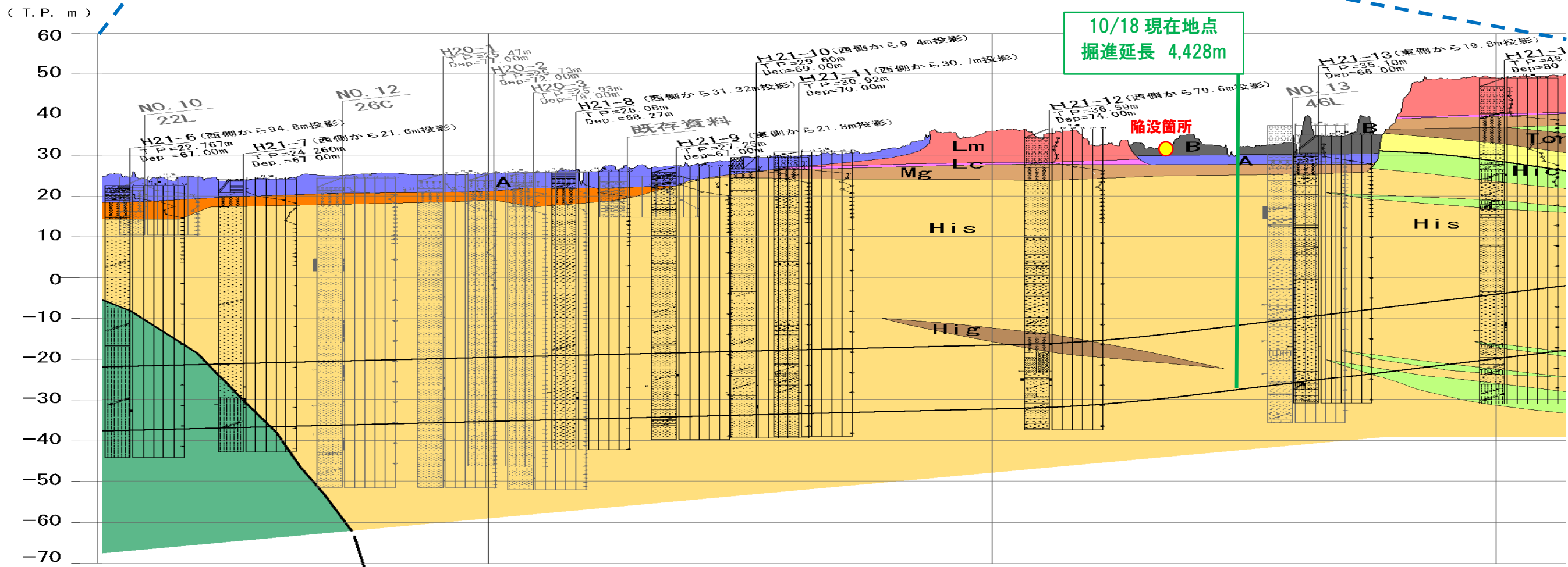


写真5 坑内状況写真(陥没位置付近セグメント状態)

②地質状況

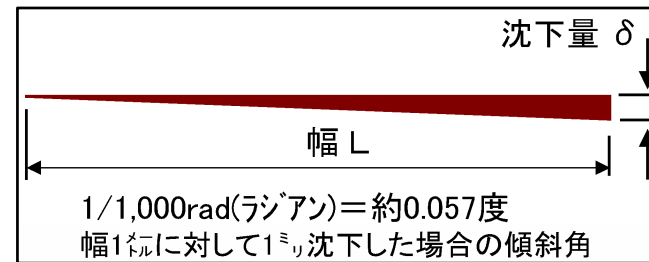


凡 例			
地質時代	地 層 名	地質記号	層 相
完新世	盛土、埋土	B	硬凝り土主体
	沖積層	A	軟質な粘性土、腐植土
第四紀更新世	関東ローム層	Lm	火山灰質粘性土
	ローム質粘土層	Lc	粘土化した関東ローム層
	立川礫層	Tg	砂 礫
	武蔵野礫層	Mg	砂 礫
	世田谷層	Seto	細粒分の多い粘性土
		Setg	砂 礫
	江戸川層	Edc	粘性土
		Eds	締まった砂礫が主体で、締まった砂、硬い粘土を挟む地層
		Edg	砂礫
	舎人層	Tonc	粘性土
		Tons	締まった砂礫、砂、硬い粘性土が繰り返す地層
		Tong	砂礫
上総群	東久留米層	Hic	粘性土
		His	締まった砂が主体で、硬い粘性土の薄層を挟む地層
		Hig	一部に砂礫を挟む
北多摩層	北多摩層	Kic	硬い粘性土が主体の地層



5. 地表面への影響

掘進中から陥没前日の夜までの区間における掘進前後の最大地表面傾斜角は 1,000 分の 1 rad 以下であることを確認した。



※地表面傾斜角 1,000 分の 1rad 以下とは家屋に影響を与えない地盤変位の目安である。「建築学会小規模建築物基礎設計の手引き 1998 年」の記載を参考に設定。

6. 地下水位

降雨による観測井戸の水位変動がみられるが、注意を要するような変動はなかったことを確認した。

地下水位調査箇所位置図



年月日	地下水位		降雨量	年月日	地下水位		降雨量	年月日	地下水位		降雨量	年月日	地下水位		降雨量
	深層	浅層			深層	浅層			深層	浅層			深層	浅層	
	W-18	W-19			W-18	W-19			W-18	W-19			W-18	W-19	
	水位 (T.Pm)	水位 (T.Pm)			水位 (T.Pm)	水位 (T.Pm)			水位 (T.Pm)	水位 (T.Pm)			水位 (T.Pm)	水位 (T.Pm)	
2020/7/1	27.391	28.22	8	2020/8/1	28.101	28.861	2	2020/9/1	27.507	28.133	0	2020/10/1	27.472	28.091	0
2020/7/2	27.386	28.234	8.5	2020/8/2	28.06	28.819	0	2020/9/2	27.499	28.117	10.5	2020/10/2	27.424	28.078	
2020/7/3	27.346	28.242	3.5	2020/8/3	28.045	28.781	0	2020/9/3	27.507	28.106	13	2020/10/3	27.404	28.065	
2020/7/4	27.444	28.267	30.5	2020/8/4	28.018	28.74	0	2020/9/4	27.492	28.095	0	2020/10/4	27.421	28.058	
2020/7/5	27.474	28.319	1.5	2020/8/5	27.991	28.701	0	2020/9/5	27.498	28.086	6.5	2020/10/5	27.441	28.057	
2020/7/6	27.492	28.365	36	2020/8/6	27.993	28.681	0	2020/9/6	27.484	28.083	17.5	2020/10/6	27.353	28.039	
2020/7/7	27.552	28.434	0.5	2020/8/7	28.015	28.664	0	2020/9/7	27.499	28.09	14.5	2020/10/7	27.284	28.01	6
2020/7/8	27.607	28.513	1	2020/8/8	27.991	28.624	0	2020/9/8	27.507	28.112	0	2020/10/8	27.281	27.986	4
2020/7/9	27.615	28.547	13.5	2020/8/9	27.956	28.59	0	2020/9/9	27.527	28.137	0.5	2020/10/9	27.314	27.979	4
2020/7/10	27.637	28.567	2.5	2020/8/10	27.903	28.549	0	2020/9/10	27.541	28.159	0	2020/10/10	27.423	28.026	7
2020/7/11	27.704	28.602	0.5	2020/8/11	27.881	28.52	0	2020/9/11	27.516	28.162	0	2020/10/11	27.576	28.203	0
2020/7/12	27.728	28.611	2	2020/8/12	27.859	28.493	0.5	2020/9/12	27.525	28.163	29.5	2020/10/12	27.675	28.449	
2020/7/13	27.682	28.57	6.5	2020/8/13	27.853	28.473	0	2020/9/13	27.553	28.182	1	2020/10/13	27.732	28.589	
2020/7/14	27.757	28.583	8	2020/8/14	27.832	28.451	0	2020/9/14	27.563	28.2	0.5	2020/10/14	27.731	28.597	
2020/7/15	27.773	28.583	6	2020/8/15	27.823	28.431	0	2020/9/15	27.55	28.208	1	2020/10/15	27.754	28.569	
2020/7/16	27.72	28.547	0.5	2020/8/16	27.783	28.405	0	2020/9/16	27.556	28.208	1.5	2020/10/16	27.772	28.536	
2020/7/17	27.701	28.517	38	2020/8/17	27.759	28.378	0	2020/9/17	27.557	28.209	0	2020/10/17	27.785	28.515	21
2020/7/18	27.733	28.538	22.5	2020/8/18	27.742	28.357	0	2020/9/18	27.576	28.211	0	2020/10/18	27.784	28.504	0
2020/7/19	27.778	28.611	0	2020/8/19	27.718	28.335	0	2020/9/19	27.536	28.194	0				
2020/7/20	27.804	28.661	0	2020/8/20	27.689	28.315	0	2020/9/20	27.497	28.168	0				
2020/7/21	27.825	28.678	0.5	2020/8/21	27.676	28.295	0	2020/9/21	27.481	28.148	1				
2020/7/22	27.863	28.688	0.5	2020/8/22	27.665	28.279	11	2020/9/22	27.455	28.125	1.5				
2020/7/23	27.884	28.688	37	2020/8/23	27.656	28.266	1	2020/9/23	27.471	28.111	12				
2020/7/24	27.916	28.745	0	2020/8/24	27.663	28.255	0	2020/9/24	27.477	28.101	7				
2020/7/25	27.936	28.789	10	2020/8/25	27.638	28.236	0	2020/9/25	27.522	28.104	10				
2020/7/26	27.954	28.826	18	2020/8/26	27.619	28.218	0	2020/9/26	27.506	28.109	8.5				
2020/7/27	28.003	28.895	2	2020/8/27	27.611	28.204	4	2020/9/27	27.483	28.106	1				
2020/7/28	28.078	28.952	3	2020/8/28	27.595	28.191	2.5	2020/9/28	27.463	28.099	0				
2020/7/29	28.079	28.936	1	2020/8/29	27.584	28.18	0	2020/9/29	27.47	28.092	0				
2020/7/30	28.076	28.91	0.5	2020/8/30	27.562	28.168	0	2020/9/30	27.496	28.098	0				
2020/7/31	28.107	28.895	1	2020/8/31	27.535	28.153	0.5								

7. 原因究明のための現地調査項目

陥没箇所は、本線シールドトンネルの直上であるが、シールド機が通過して約 1 ヶ月経過した箇所であり、また、陥没している箇所が局所的で限定されていることから、陥没の原因究明のための現地調査を行う。

現地調査項目

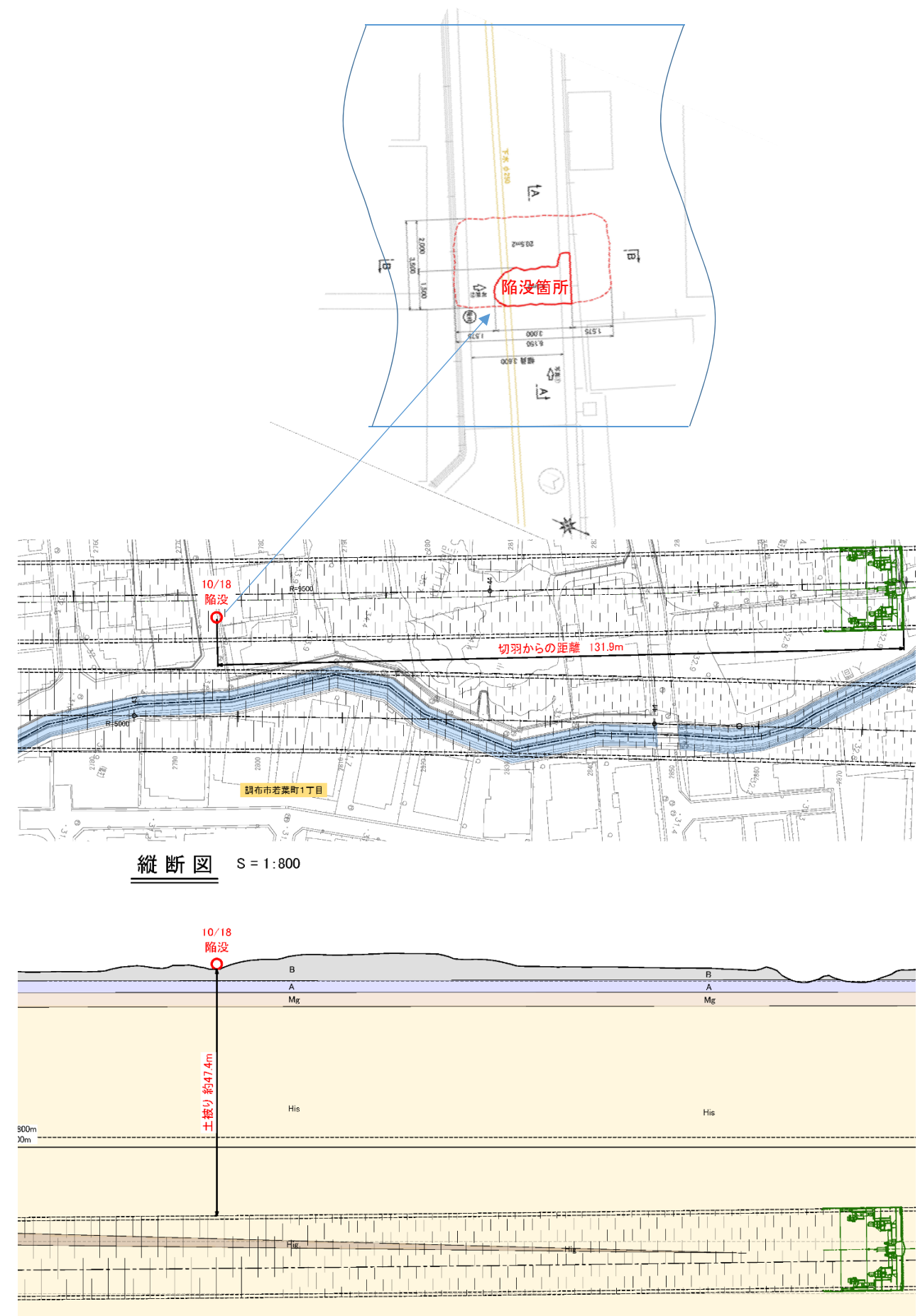
A:地盤状況の調査

B:空洞調査(優先的に実施)

C:地歴、文献調査(造成経緯、井戸、防空壕等)の再確認

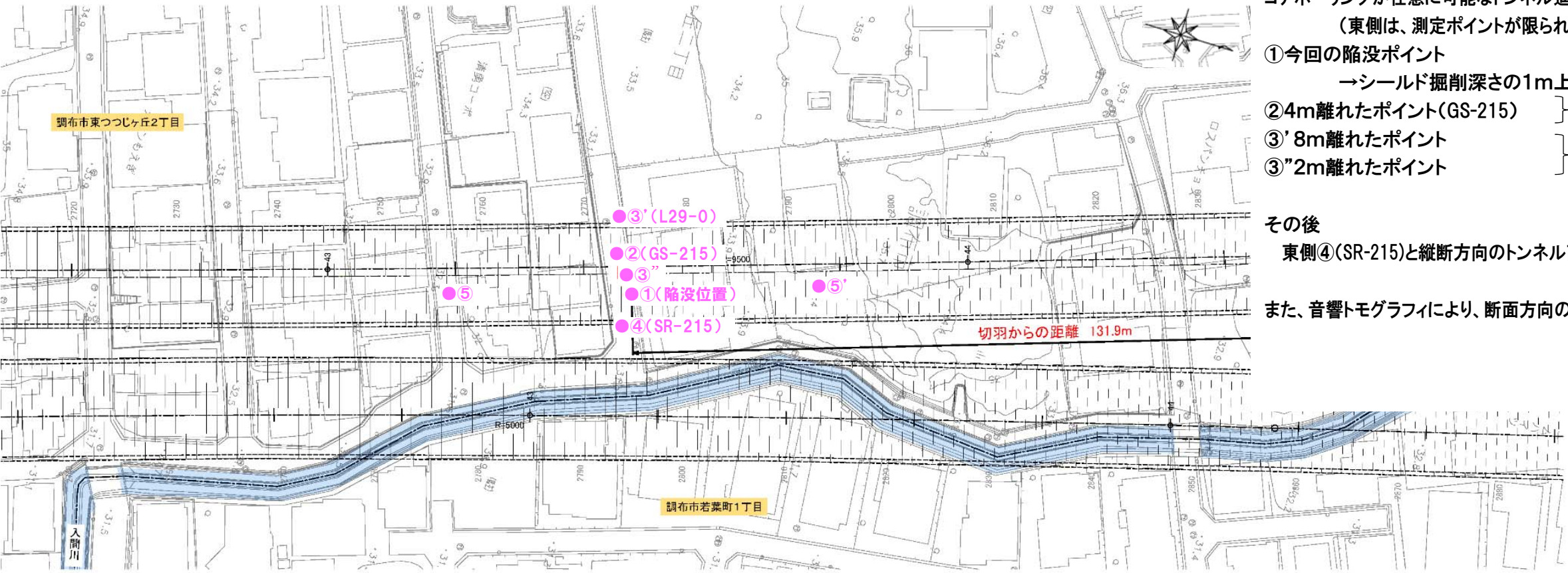
D:地下水成分調査

E:埋設物の状況確認



A:地盤状況の調査

平面図 S = 1:800



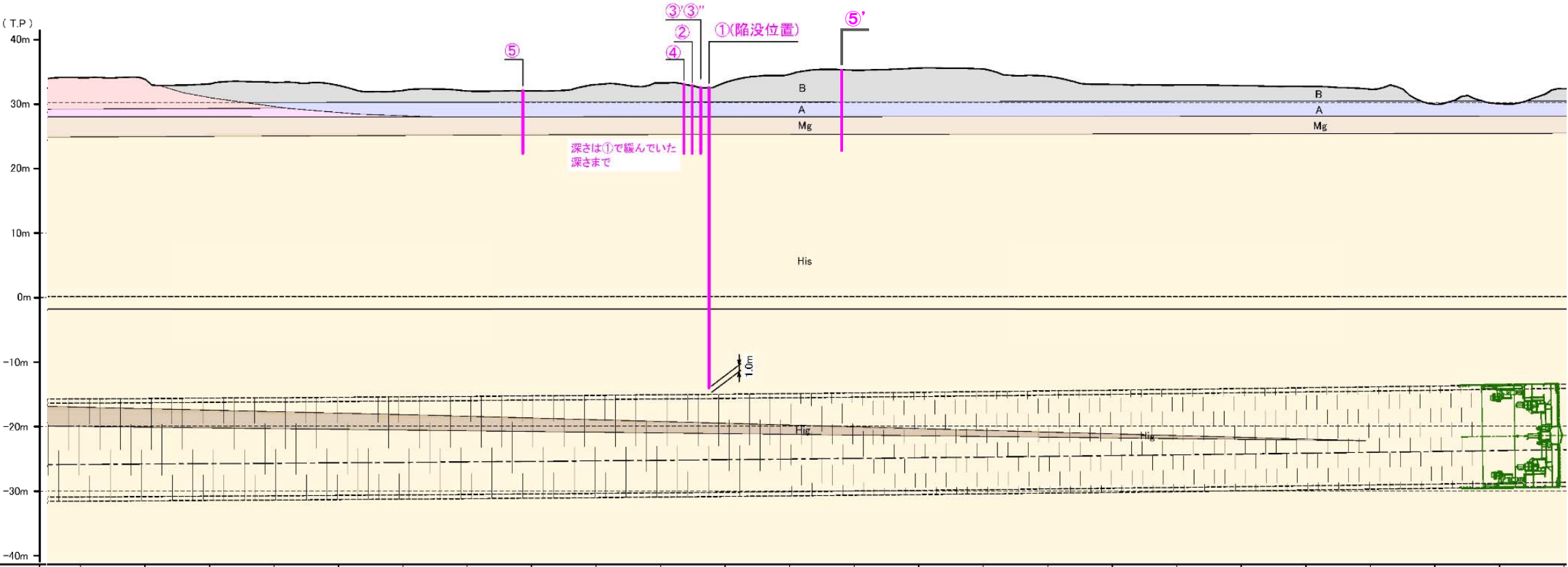
コアボーリングが任意に可能なトンネル進行に対して直角方向で詳細に実施
(東側は、測定ポイントが限られているので、西側を優先して実施)

- ①今回の陥没ポイント
→シールド掘削深さの1m上まで実施
 - ②4m離れたポイント(GS-215)
 - ③' 8m離れたポイント
 - ③'' 2m離れたポイント
- ①の状況により調査深度を設定
②の状況により調査箇所を設定

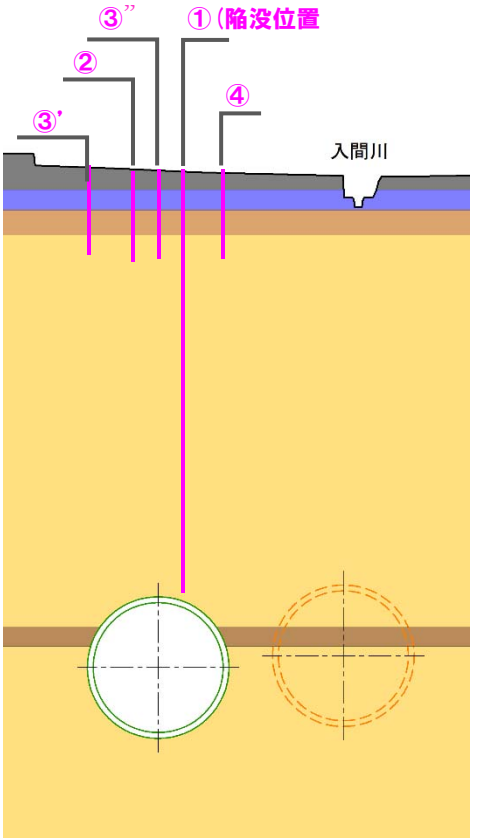
その後
東側④(SR-215)と縦断方向のトンネル直上⑤、⑤'でコアボーリングを実施

また、音響トモグラフィにより、断面方向の地盤状況を確認する。

縦断図 S = 1:800



横断図

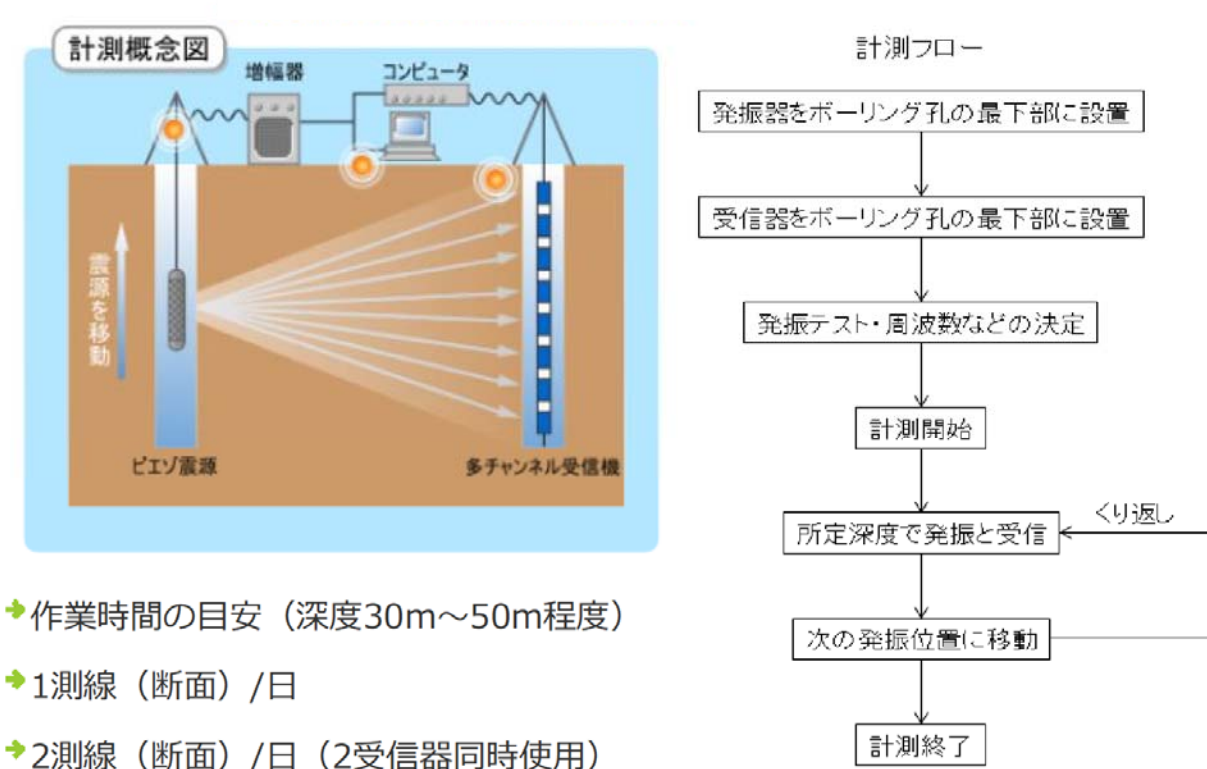


【音響トモグラフィ】

音響トモグラフィにより、縦断方向の地盤状況を確認する。

計測イメージ図

ボーリング孔に設置した発振器から周波数と振幅を制御した縦波（P波）を発振し、地中を伝播してきた波を受信器で受信します。音響トモグラフィ地盤探査は従来技術である弾性波探査と同じ縦波を用いますが、従来技術よりも周波数が高い波（kHzオーダー）を発振受信することができます。



ピエゾ発振器の種類

ピエゾ発振器の種類	発振周波数	孔壁保護管内径(*)	対応深度	測線長（孔間距離）
小型発振器（外径44mm）	1kHz～30kHz	50mm	200mまで	60mまで
中型発振器（外径44mm）	1kHz～30kHz	50mm	200mまで	100mまで
大型発振器（外径88mm）	250Hz～3kHz	100mm	600mまで	500mまで

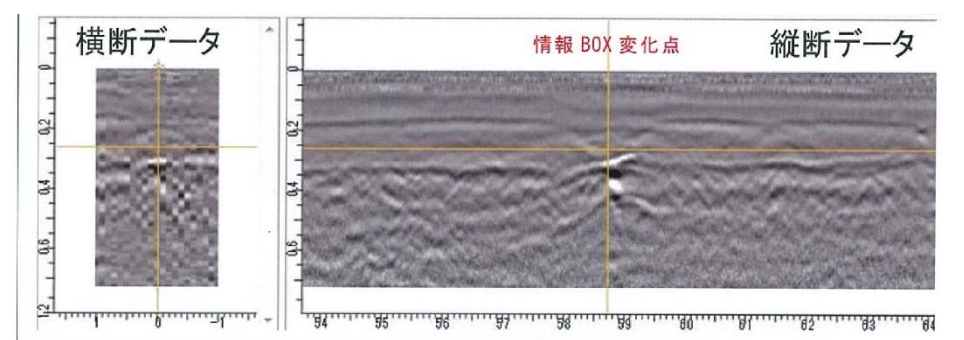
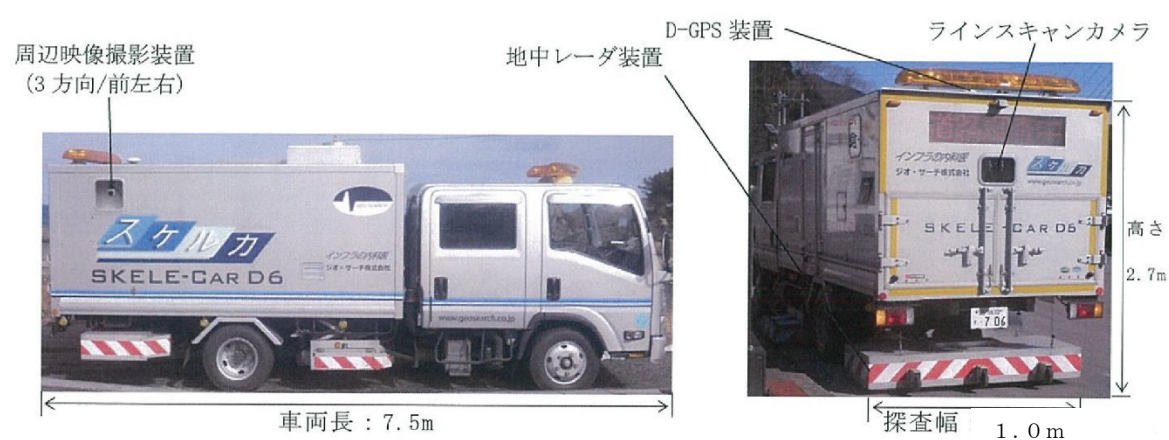
(*) 通常は塩ビ管（VPまたはVU）を用います。

B：空洞調査

陥没箇所周辺の公道を「高解像度地中レーダーシステム」を用いて空洞の有無を調査する。

【高解像度地中レーダシステムの主な仕様】 【NETIS登録番号：HR-130013-V E】

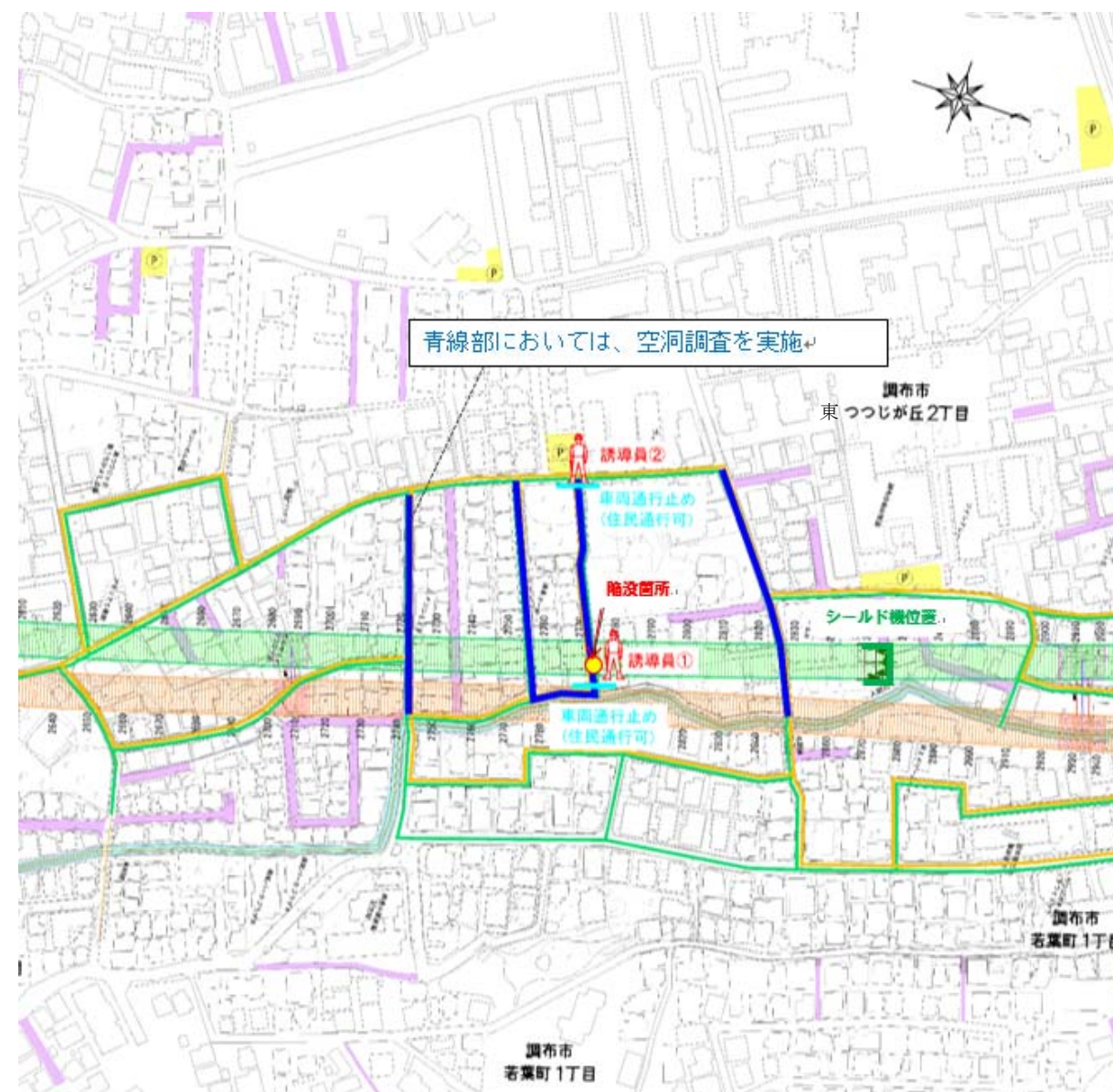
- ・自走式電磁波地中レーダ探査車
- ・探査速度：最高 60km/h 程度
- ・探査深度：1.5m 程度
- ・探 査 幅：一走行で 1.0m 程度
- ・探査能力：(縦)50cm×(横)50cm×(厚さ)10cm 以上の空洞が確認可能
- ・回転灯・調査標識を装備
- ・表示、記録は、取得波形データをデジタル処理し、端末画面および磁気ディスク等で行い、距離やその他アイマークを磁気ディスクに記録する。
- ・空洞探査補助装置(ポジショニング装置)として、距離・速度検出装置、ITV カメラ、モニター等を搭載。



三次元レーダデータ事例（情報ボックス変化点）

※従来だと異常箇所として抽出していたが、管路の線形が表現できることにより、解析の時点で排除が可能

空洞調査範囲



8. 今後の計測、監視について確認

- ・陥没箇所付近に迂回誘導員を配置し、空洞調査完了までの間、一般車両および関係者以外の通行を規制する。
- ・24時間の巡回監視や日々の地表面計測を継続するとともに陥没箇所の監視を重点的に行う。

