

相鉄・東急直通線 新横浜トンネル工事現場付近での 道路陥没について

独立行政法人 鉄道建設・運輸施設整備支援機構

○概要

- ・神奈川東部方面線の概要、新横浜トンネルの概要
- ・道路陥没の概要、陥没箇所状況、地質状況、応急対策（注入）

○第三者委員会の設置

- ・第三者委員会の開催（目的・委員・開催経緯等）

○地質調査の実施

- ・地質調査結果（1回目陥没箇所）
- ・地質調査結果（2回目陥没箇所）

○掘削データの分析

- ・掘進停止時も含めた時系列データの分析
- ・全積算乾砂量と想定計画乾砂量

○陥没の原因・メカニズム

○再発防止策

- ・地上からの充填注入
- ・掘削済み区間の対応
- ・未掘削区間の対応

概 要

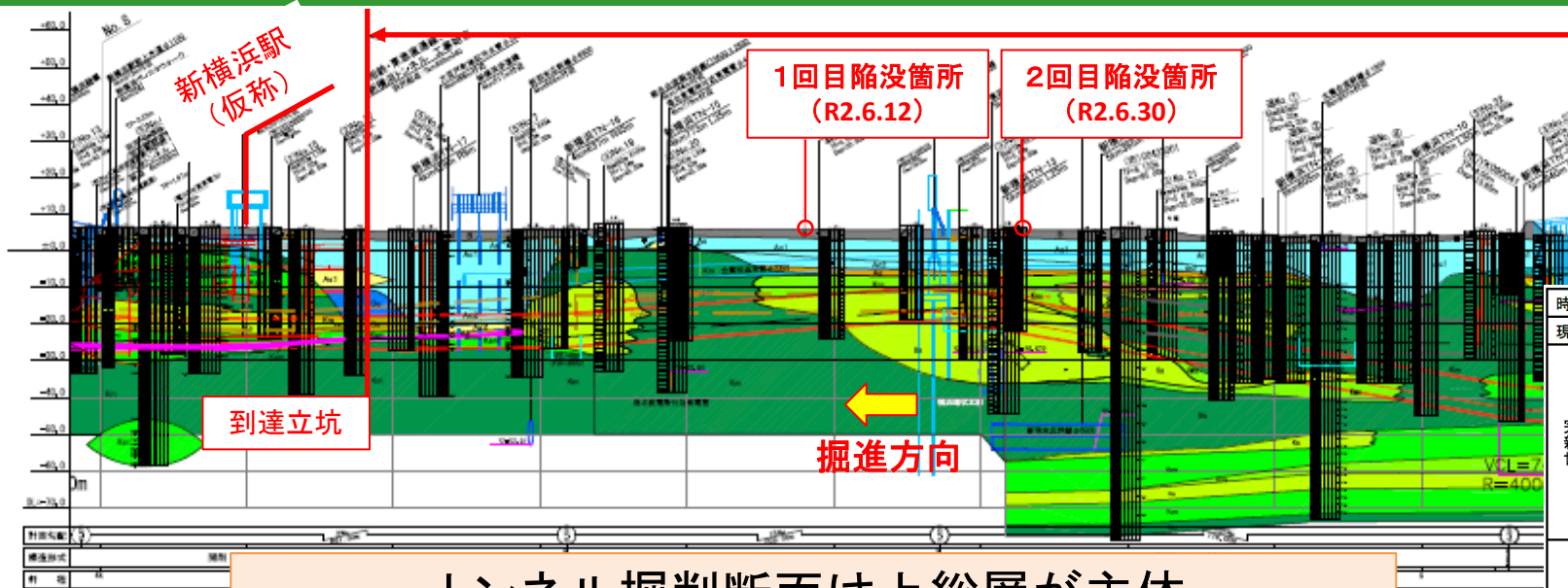


- ・工事延長: 3,304m (4km365m～7km669m)
- ・工法: 泥水式シールド工法、マシン外径: 9.7m
- ・セグメント: RCセグメントまたは合成セグメント (φ9.5m、W=1.5～2.0m、t=0.4m)
- ・受注者: 奥村・佐藤・青木あすなろ・NB特定建設工事共同企業体



地質縦断図

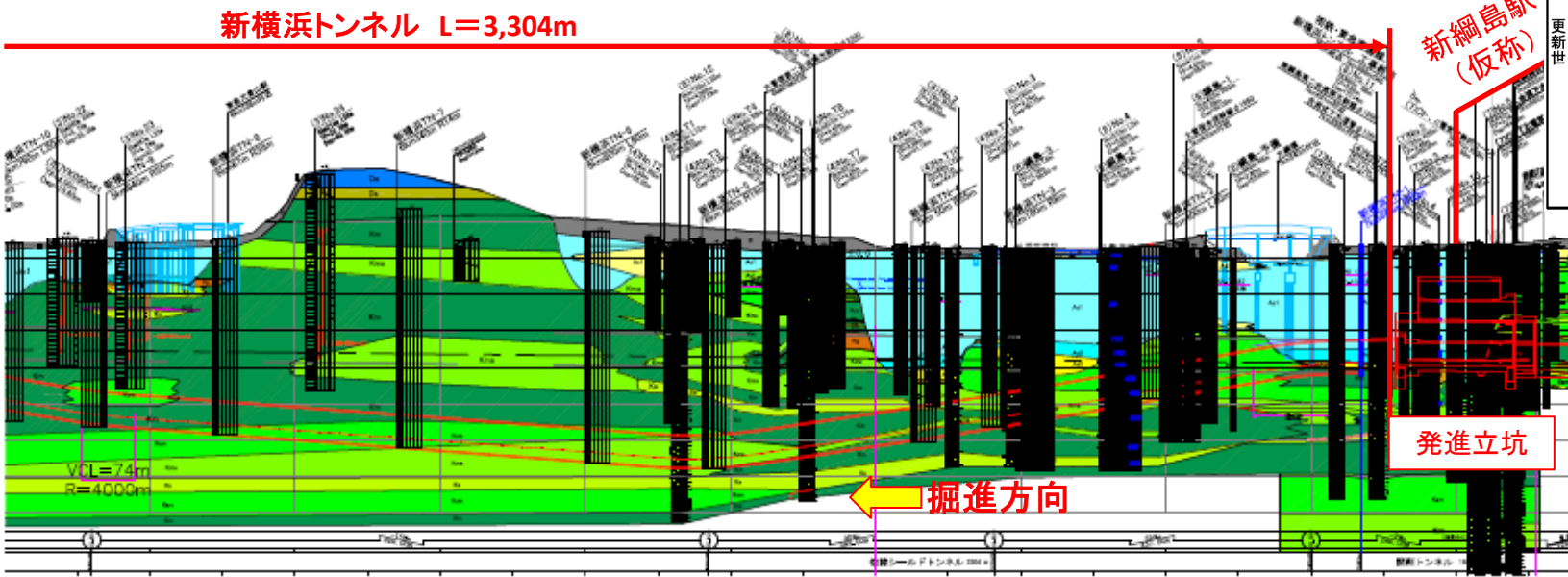
【陥没発生前の既往の地質調査結果による】



時代	地層名	土質名	記号
現世	盛土層	混合土	B
完新世	沖積層	粘性土 (有機質土)	Ap
		砂質土	As ₁
		粘性土	Ac ₁
		礫質土	Ag ₁
		粘性土	Ac ₂
		砂質土	As ₂
		礫質土	Ag ₂
後期	関東ローム層	粘性土	Lm
	段丘堆積層	礫質土	Dg
中期	相模層群	粘性土	Dc
		砂質土	Ds
更新世	上総層群	砂層	Ks
		砂層優先の砂泥互層	Kms
		泥岩	Km
		泥岩優先の砂泥互層	Ksm
		礫質土	Kg
		火砕質凝灰岩	Kt ₁
			Kt ₂

トンネル掘削断面は上総層が主体

新横浜トンネル L=3,304m



道路陥没の概要

- 場 所 神奈川県横浜市港北区大豆戸町(環状2号線:外回り車線)
- 発生日時(1回目)令和2年6月12日(金) 14時30分頃 11m×8m×深さ4m程度の陥没
(2回目)令和2年6月30日(火) 5時30分頃 7m×6m×深さ2m程度の陥没



切羽の後方約30mで陥没発生



【1回目: 令和2年6月12日発生】

切羽の後方約330mで陥没発生



【2回目: 令和2年6月30日発生】

陥没箇所の状況

【1回目：令和2年6月12日発生】

↑ 新横浜方



写真-1 新綱島側より (15:00 頃)

↑ 新横浜方



写真-2 新綱島側より (16:00 頃)

↑ 新綱島方



写真-3 新横浜側より (18:00 頃)



写真-4 新横浜側より (20:00 頃)

↑ 新綱島方



写真-5 6/13 規制解除

↑ 新横浜方



写真-6 6/13 注入作業状況

【2回目：令和2年6月30日発生】

↑ 新横浜方



写真-1 新綱島側より (7:00 頃)

← 新横浜方



写真-2 新横浜側より (8:00 頃)

↑ 新綱島方



写真-4 新横浜側より (12:30 頃)

↑ 新綱島方



写真-5 7/1 規制解除

↑ 新綱島方



写真-6 7/1 注入作業状況

①交通施設

・道路交通規制を82日間(6/12(金)～9/2(水))実施

- 6/12(金) 14:45 陥没発生 3車線規制(対向車線での対面通行)
- 6/13(土) 7:57 中央分離帯側車線の規制解除(2車線の規制継続)
- 6/17(水) 4:20 中央車線の規制解除(1車線の規制継続)
- 6/30(火) 5:25 陥没発生 3車線規制(対向車線での対面通行)
- 7/1(水) 2:30 中央分離帯側車線の規制解除(2車線の規制継続)
- 7/3(金) 17:28 中央車線の規制解除(1車線の規制継続)
- 9/2(水) 掘進再開 歩道側車線の規制解除(全3車線の規制解除)

・道路付属施設

- 1回目陥没時に道路照明の分電盤を損傷し、消灯。

②電力施設、通信施設、ガス・水道

・NTT:2回目陥没時(6/30)に固定電話および光ケーブルの通信障害が発生

固定電話は2日後(7/2)、光ケーブルは4日後(7/4)に仮復旧完了。

支障家屋数は数百件

・東京電力、東京ガス、水道、下水道:利用者への影響は無し。

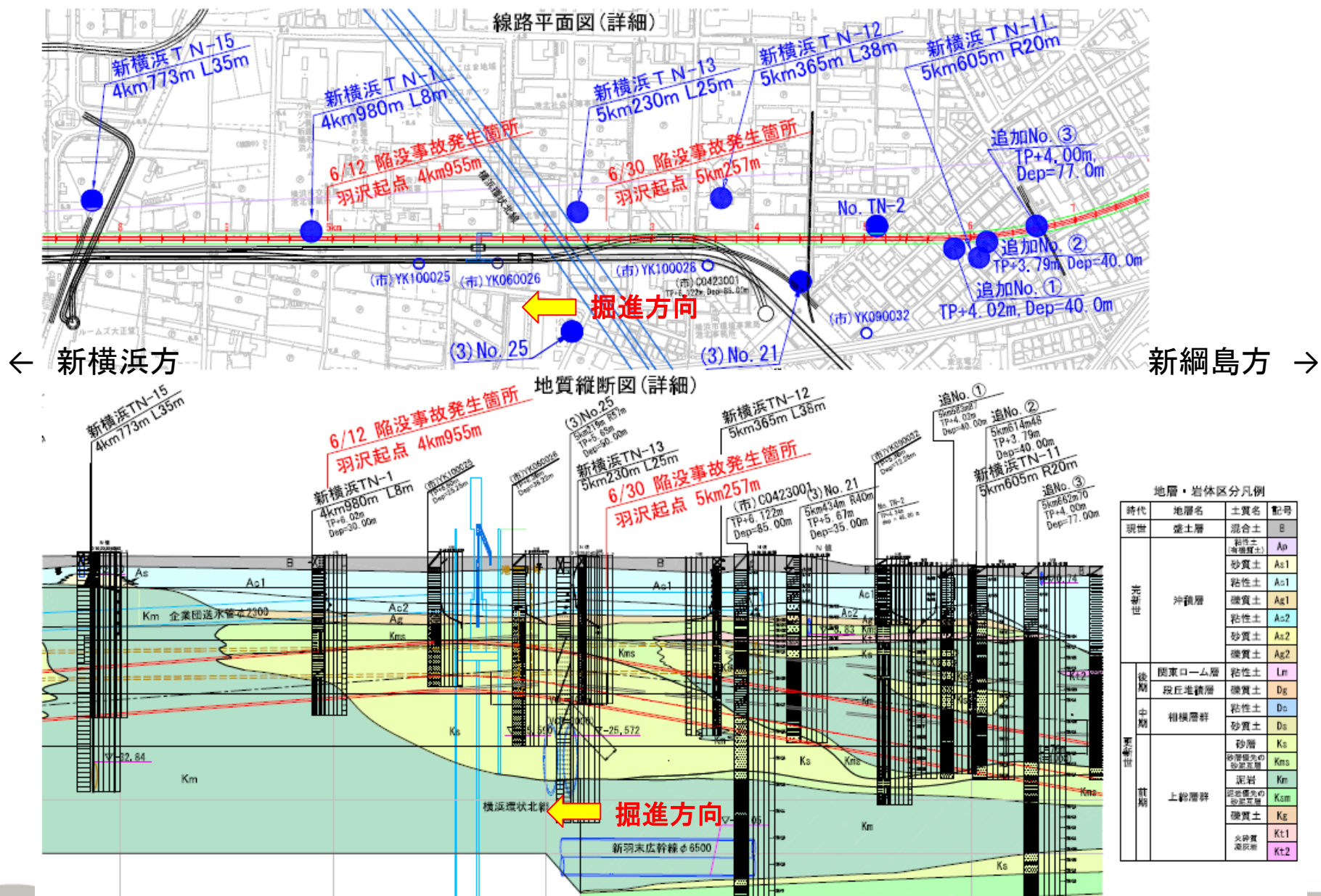
(本復旧時に試掘し損傷度合いを確認のうえ、補修・交換等を実施予定。)

③その他

・人的被害、走行車両、近隣家屋の被害は無し。

線路平面図・地質縦断図

【陥没発生前の既往の地質調査結果による】

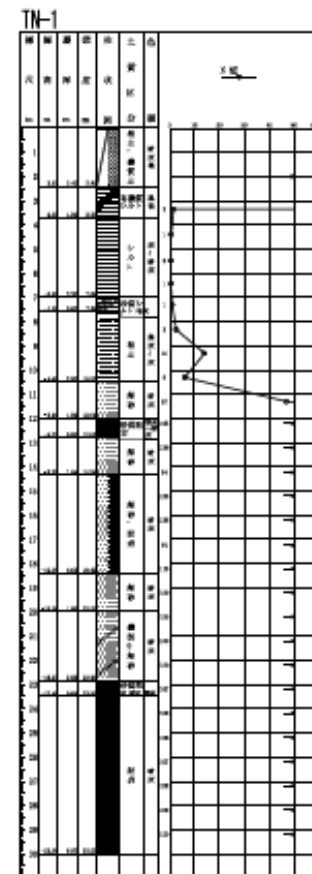
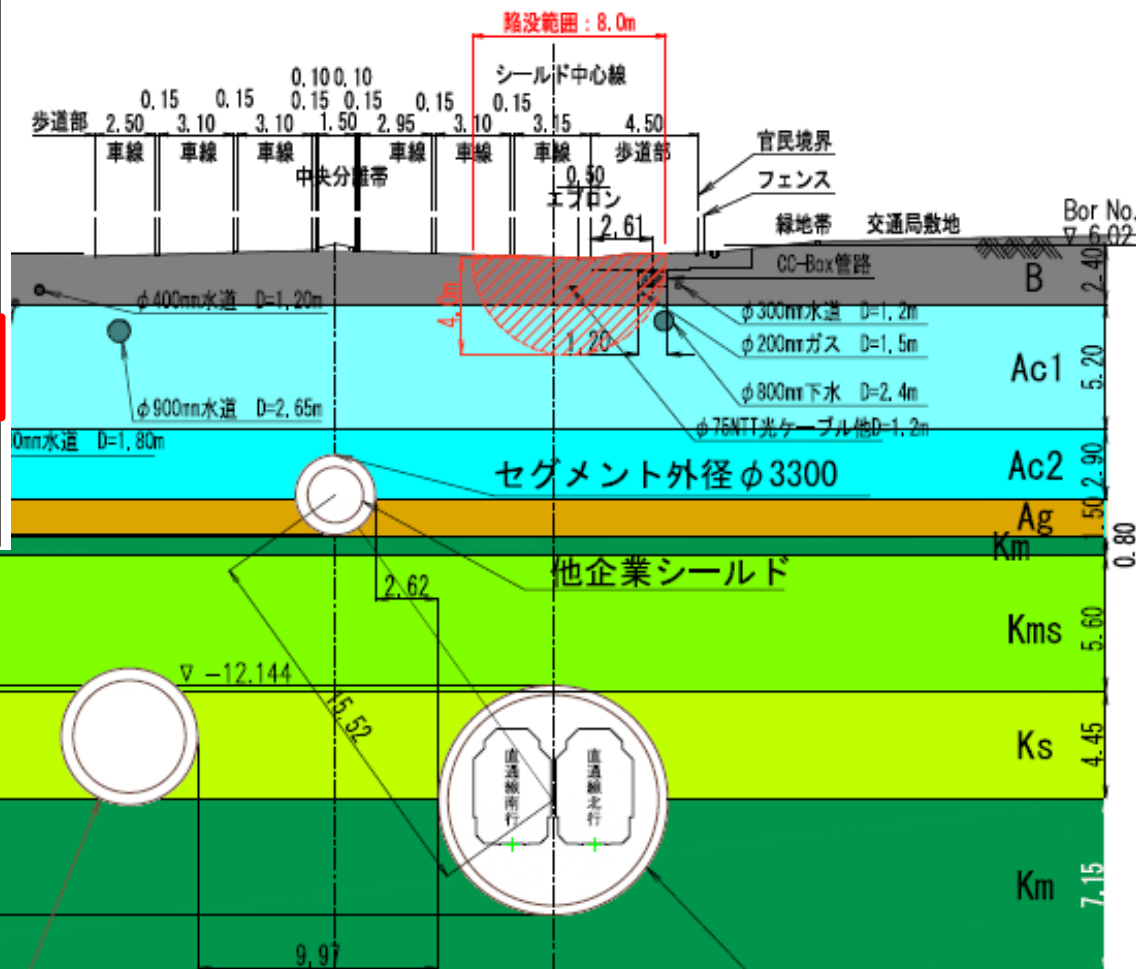


陥没箇所の横断面図(1回目陥没箇所)

【陥没発生前の既往の地質調査結果による】

(新綱島方から新横浜方を望む)

時代	地層名	土質名	記号
現世	盛土層	混合土	B
完新世	沖積層	粘性土 (有機質土)	Ap
		砂質土	As1
		粘性土	Ac1
		礫質土	Ag1
		粘性土	Ac2
		砂質土	As2
		礫質土	Ag2
後期	関東ローム層	粘性土	Lm
	段丘堆積層	礫質土	Dg
中期	相模層群	粘性土	Dc
		砂質土	Ds
更新世	上総層群	砂層	Ks
		砂層優先の 砂泥互層	Kms
		泥岩	Km
		泥岩優先の 砂泥互層	Ksm
		礫質土	Kg
		火砕質 凝灰岩	Kt1 Kt2



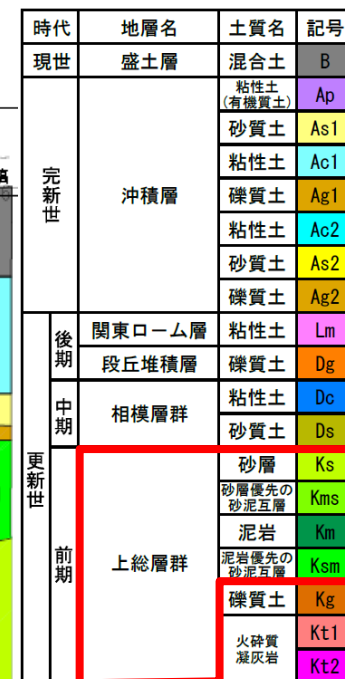
土被り18m

新横浜トンネル

トンネル断面に上総層砂層(Ks)・粘性土層(泥岩層)(Km)【N値50以上】

【陥没発生前の既往の地質調査結果による】

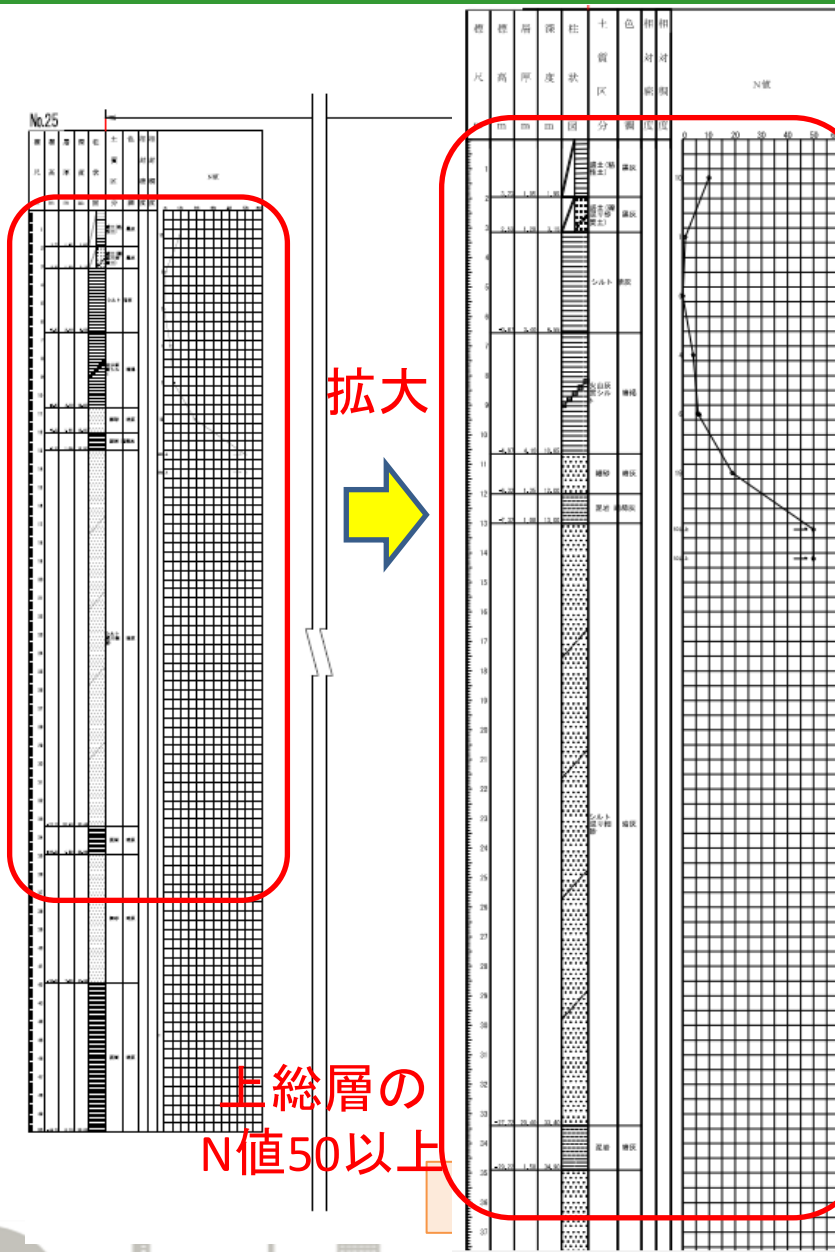
シールド中心線



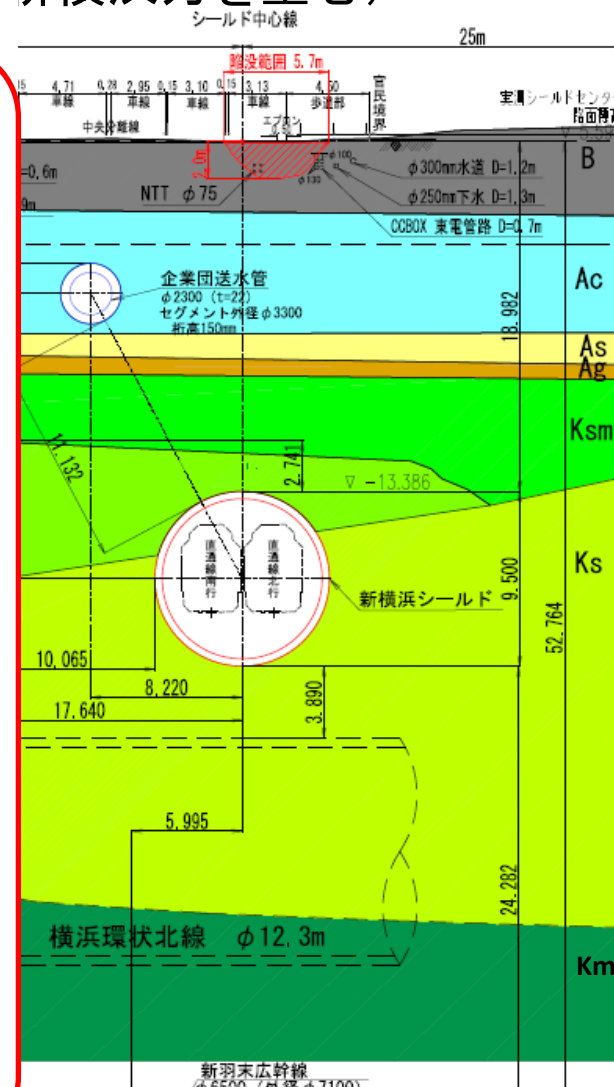
トンネル断面に上総層砂層(Ks)・砂泥互層(Kms)【N値50以上】

陥没箇所の横断面図(2回目陥没箇所)

【陥没発生前の既往の地質調査結果による】



新横浜方を望む)



時代	地層名	土質名	記号
現世	沖積層	混合土	B
		粘性土 (有機質土)	Ap
		砂質土	As1
		粘性土	Ac1
		礫質土	Ag1
		粘性土	Ac2
		砂質土	As2
		礫質土	Ag2
		粘性土	Lm
		段丘堆積層	Dg
更新世	相模層群	粘性土	Dc
		砂質土	Ds
		砂層	Ks
		砂層優先の砂泥互層	Kms
		泥岩	Km
		泥岩優先の砂泥互層	Ksm
		礫質土	Kg
		火砕質凝灰岩	Kt1
			Kt2

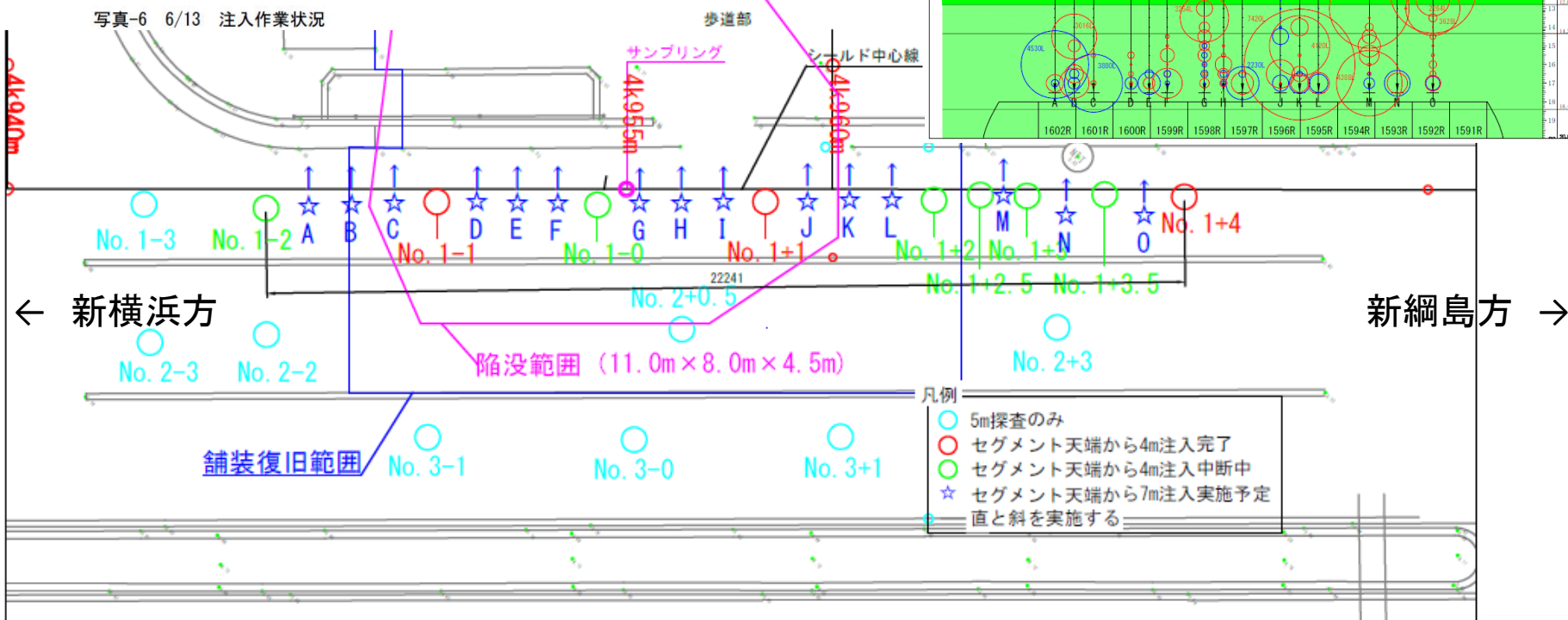
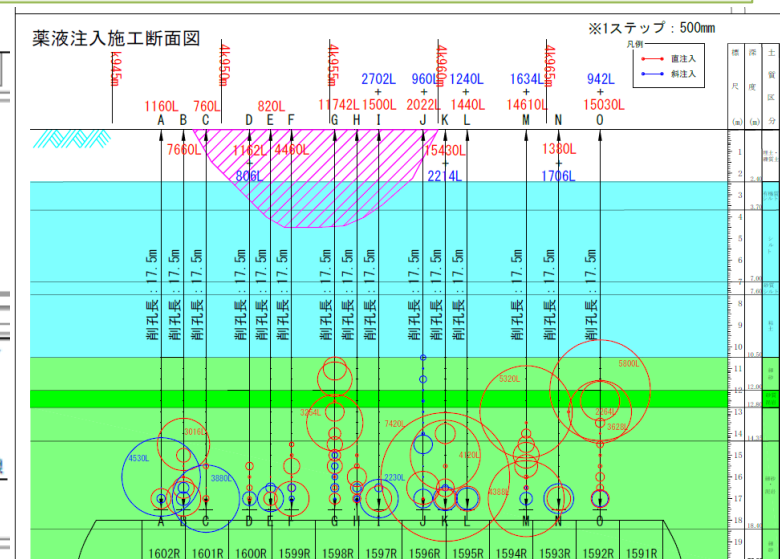
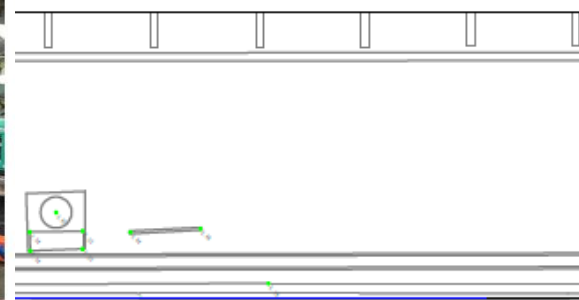
上総層砂層(Ks)・砂泥互層(Kms)【N値50以上】

1回目陥没箇所における薬液注入(応急対策)

陥没箇所の仮復旧後に応急対策として薬液注入(CB)を実施



写真-6 6/13 注入作業状況



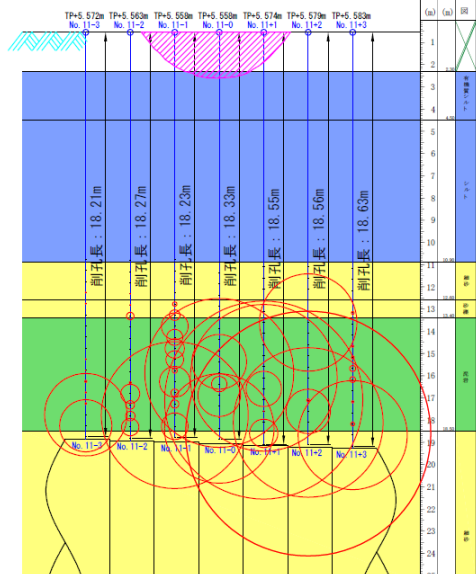
2回目陥没箇所における薬液注入(応急対策)

陥没箇所の仮復旧後に応急対策として薬液注入(CB)を実施

薬液注入施工断面図

※1ステップ: 500mm

凡例
○ 注入量

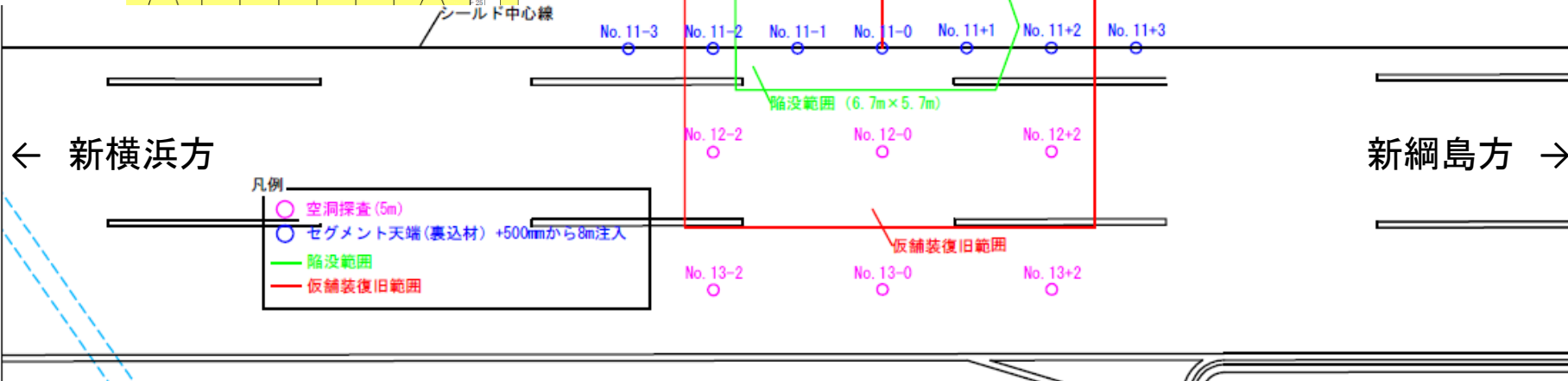


5km257m000



↑ 新綱島方

写真-6 7/1 注入作業状況



第三者委員会の設置

有識者からなる第三者委員会「神奈川東部方面線 新横浜トンネルに係る地盤変状検討委員会」(委員長:龍岡文夫 東京大学名誉教授)を立ち上げ、地質、施工、環境など多角的な視点より陥没の原因及び再発防止策について専門的見地から検討を実施。

【委員名簿】

委員長	龍岡 文夫	東京理科大学 嘱託教授・名誉教授(東京大学名誉教授)
委員	小泉 淳	早稲田大学 名誉教授
委員	小山 幸則	立命館大学 総合科学技術研究機構上席研究員
委員	西村 和夫	東京都立大学 理事・学長特任補佐
委員	赤木 寛一	早稲田大学 理工学術院教授
委員	杉本 光隆	長岡技術科学大学大学院 工学研究科教授
委員	谷 和夫	東京海洋大学 学術研究院教授
委員	岸田 潔	京都大学大学院 工学研究科教授
委員	真下 英人	日本建設機械施工協会 施工技術総合研究所 所長
(敬称略)		

第三者委員会の開催

【委員会の開催経緯】（計4回開催）

1回目陥没：令和2年6月12日発生



【第1回】 日時：令和2年6月24日（木） 13:00～15:30 ／ 場所：鉄道・運輸機構 東京支社 第1・2会議室
○議題：工事概要と陥没の経緯、応急対策の状況、掘進データの整理、掘進時の土砂の取込み量、陥没箇所の考察

掘削中のデータからは過剰な取込みがあった兆候はうかがえなかった



2回目陥没：令和2年6月30日発生



追加地質調査の指示



【第2回】 日時：令和2年7月7日（火） 15:00～17:10 ／ 場所：鉄道・運輸機構 東京支社 第1・2会議室
○議題：陥没の状況、2回目陥没を踏まえた当面の対応策、6/12（1回目）陥没箇所の再整理、6/30（2回目）陥没箇所を含めた掘削データの整理、考察



掘進停止時も含めた時系列データ整理の指示



【第3回】 日時：令和2年7月24日（金） 13:00～15:10 ／ 場所：鉄道・運輸機構 東京支社 第1・2会議室
○議題：陥没の概要、追加地質調査の結果、掘進に伴う土砂取込み量の検証、充填注入の結果、陥没の原因とメカニズム、再発防止策

停止時も含めた時系列データより過剰な取込みがあったことが想定された



【第4回】 日時：令和2年8月2日（日） 13:00～15:25 ／ 場所：鉄道・運輸機構 東京支社 第1・2会議室
○議題：陥没の概要、充填注入の結果、陥没の原因とメカニズム、再発防止に向けた掘進管理計画等、今後の計画

地質調査の実施

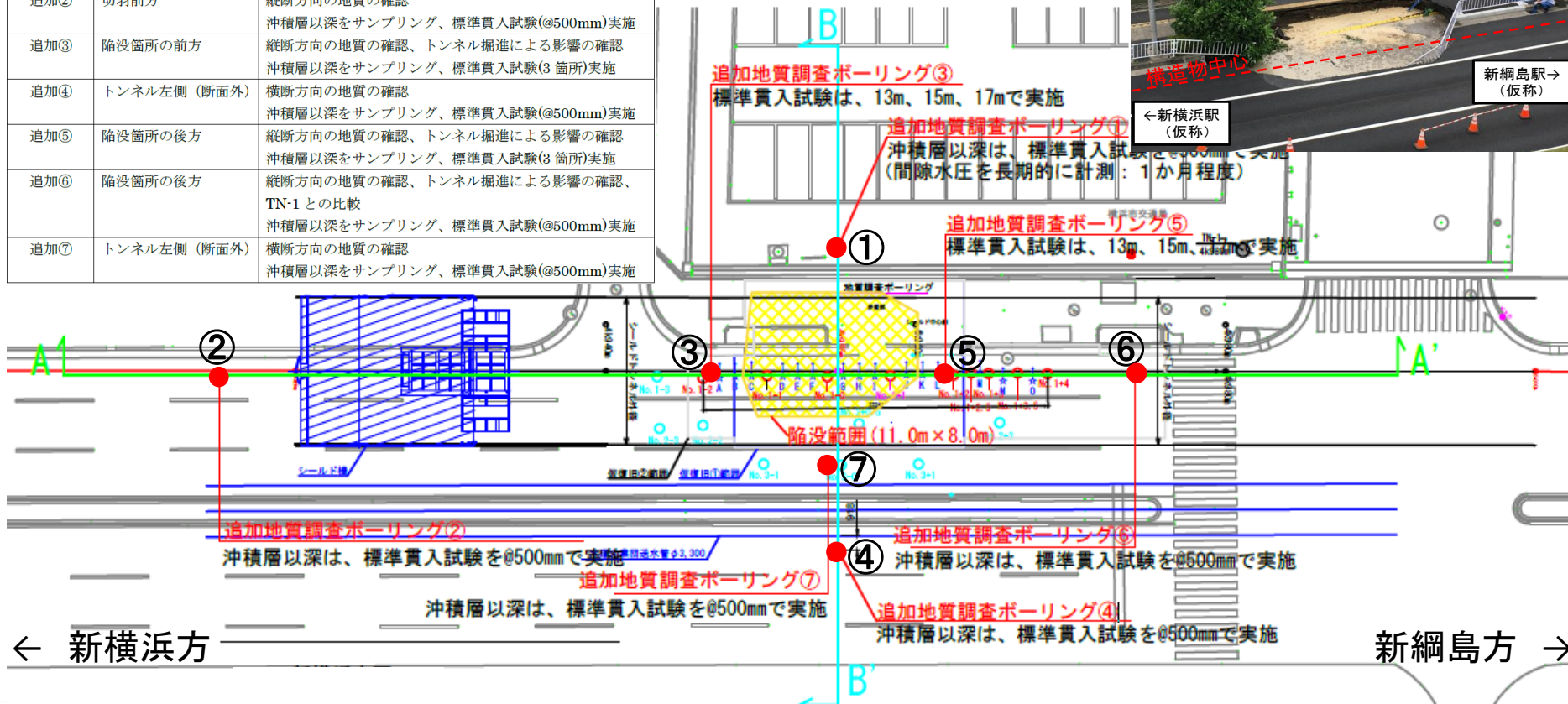
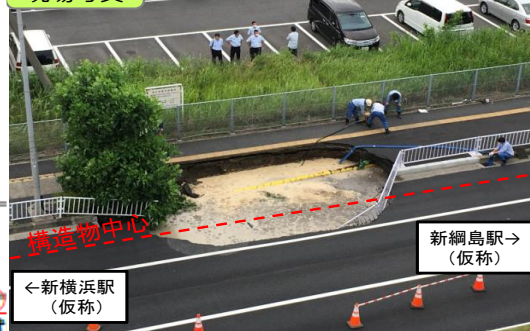
地質調査の実施(1回目陥没箇所)

トンネル掘削による地山への影響および陥没箇所の詳細な地質を把握するため、ボーリングによる地質調査を実施

○1回目の陥没箇所: 7本実施

番号	位置	目的
No.1-0	陥没箇所中央	陥没箇所の地層(層厚)の変化の確認
追加①	トンネル右側(断面外)	横断方向の地質の確認 沖積層以深をサンプリング、標準貫入試験(@500mm)実施
追加②	切羽前方	縦断方向の地質の確認 沖積層以深をサンプリング、標準貫入試験(@500mm)実施
追加③	陥没箇所の前方	縦断方向の地質の確認、トンネル掘進による影響の確認 沖積層以深をサンプリング、標準貫入試験(3箇所)実施
追加④	トンネル左側(断面外)	横断方向の地質の確認 沖積層以深をサンプリング、標準貫入試験(@500mm)実施
追加⑤	陥没箇所の後方	縦断方向の地質の確認、トンネル掘進による影響の確認 沖積層以深をサンプリング、標準貫入試験(3箇所)実施
追加⑥	陥没箇所の後方	縦断方向の地質の確認、トンネル掘進による影響の確認、TN-1との比較 沖積層以深をサンプリング、標準貫入試験(@500mm)実施
追加⑦	トンネル左側(断面外)	横断方向の地質の確認 沖積層以深をサンプリング、標準貫入試験(@500mm)実施

現場写真



地質調査結果による想定地質図(1回目陥没箇所)

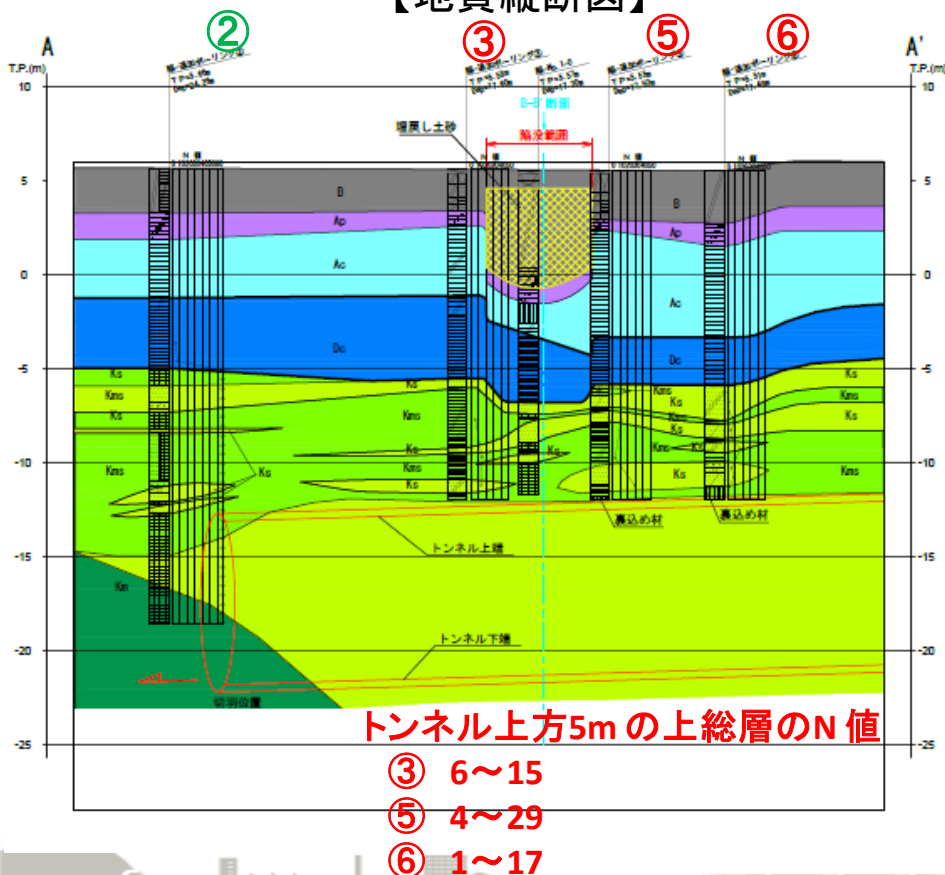


鉄道・運輸機構

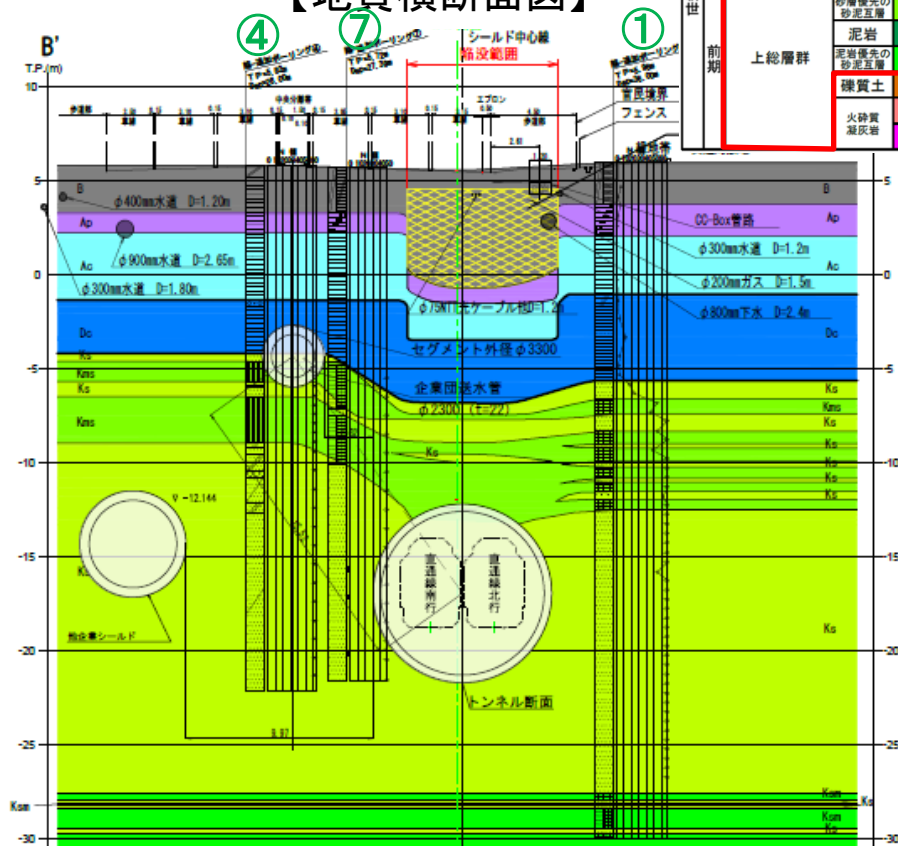
- ・上総層の一部が圧縮されていた。
- ・トンネル掘進範囲③⑤⑥では、上部の上総層のN値が下がっており、**緩みが広がっていた。**
- ・トンネル前方②および側方①④⑦では、事前調査と同様に上総層は**健全な状態**であった。

時代	地層名	土質名	記号
現世	盛土層	混合土	B
		粘性土(有機質土)	Ap
		砂質土	As1
		粘性土	Ac1
		硬質土	Ag1
		粘性土	Ac2
		砂質土	As2
		硬質土	Ag2
更新世	関東ローム層	粘性土	Lm
	段丘堆積層	硬質土	Dg
後期		粘性土	Dc
中期	相模層群	砂質土	Ds
		砂層	Ks
		砂層連系の砂互層	Kms
		泥岩	Km
		泥岩連系の砂互層	Ksm
前期	上総層群	硬質土	Kg
		火砕質凝灰岩	Kt1
			Kt2

【地質縦断面図】



【地質横断面図】



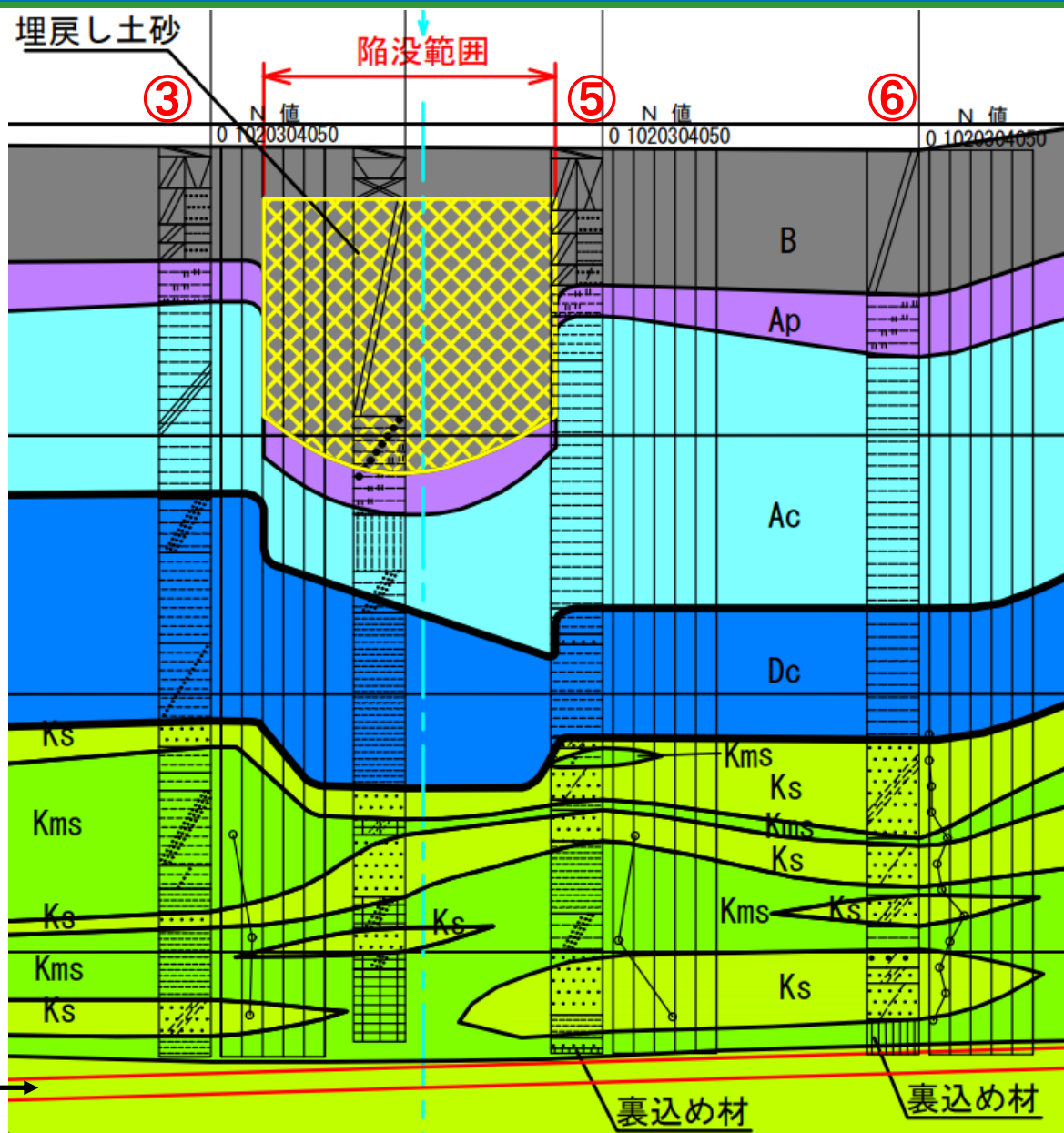
地質調査結果による想定地質図(1回目陥没箇所)



鉄道・運輸機構



【地質縦断図】
拡大図



トンネル上方5mの
上総層のN 値

③ 6～15

⑤ 4～29

⑥ 1～17

トンネル上端

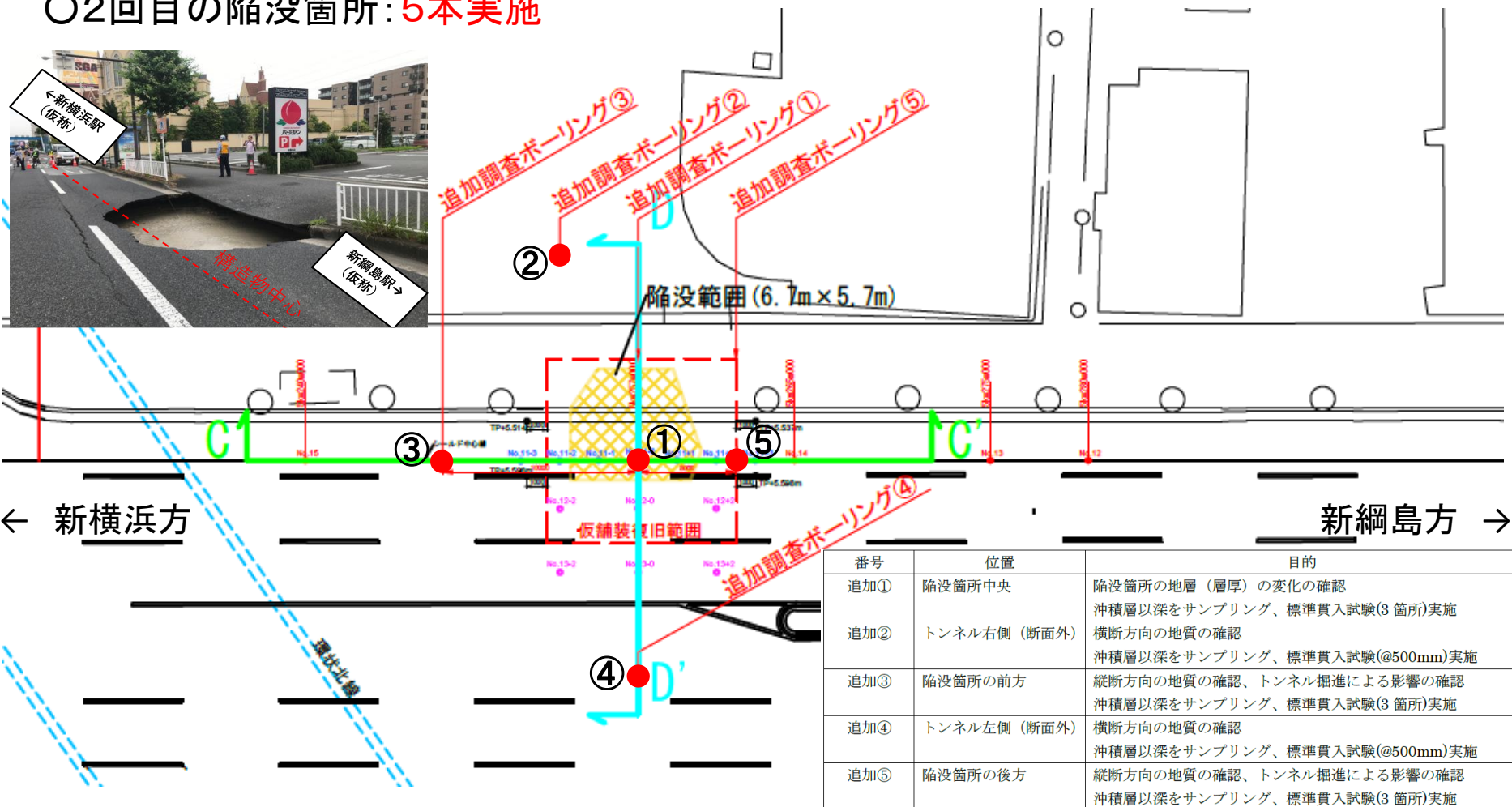
ピンク色の部分が注入材の混入を示している



地質調査の実施(2回目陥没箇所)

トンネル掘削による地山への影響および陥没箇所の詳細な地質を把握するため、ボーリングによる地質調査を実施

○2回目の陥没箇所: 5本実施



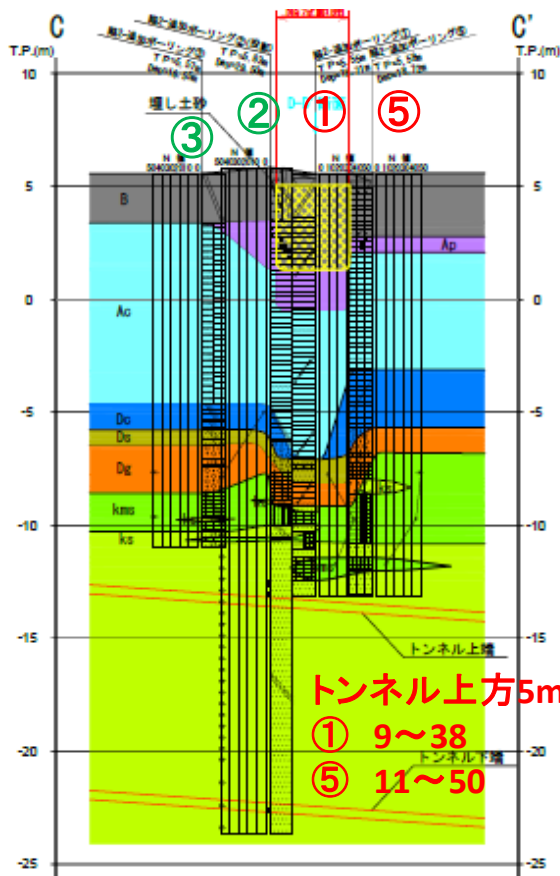
地質調査結果による想定地質図(2回目陥没箇所)



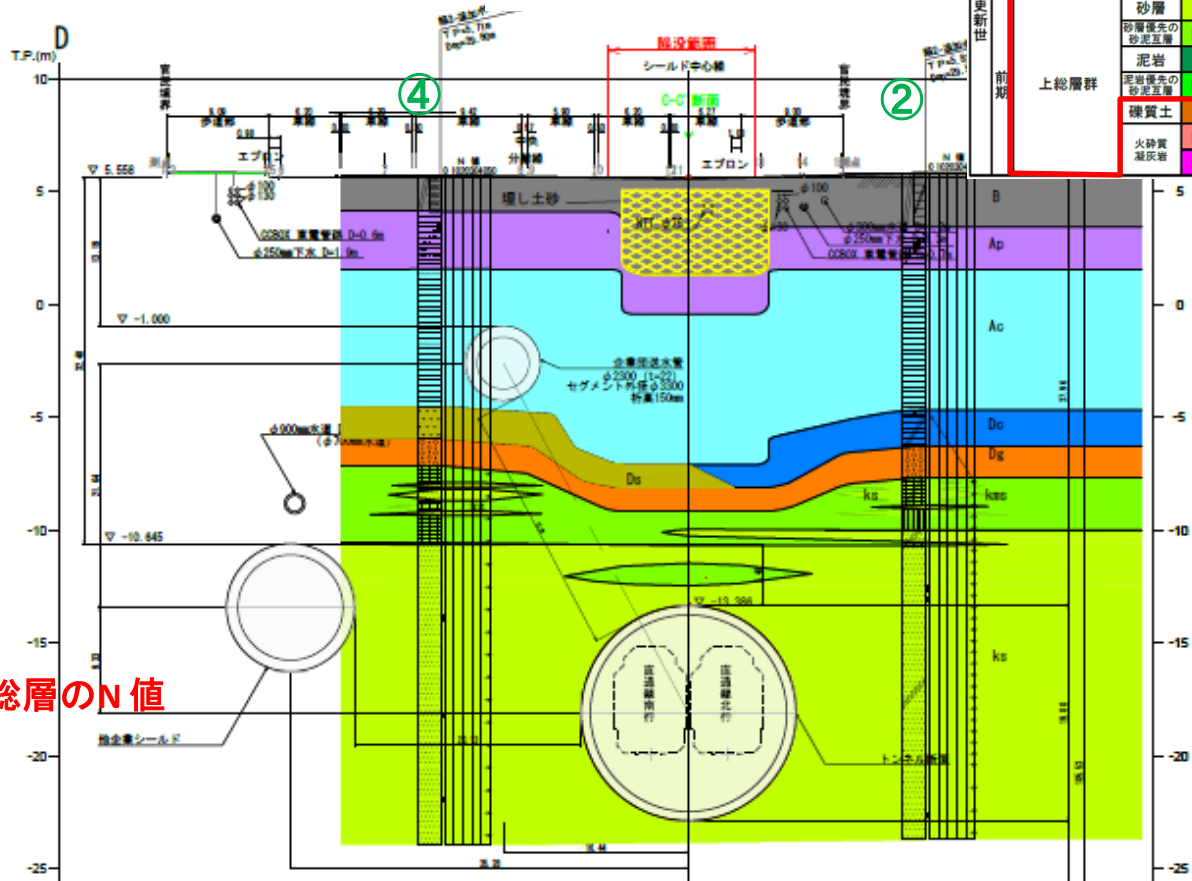
鉄道・運輸機構

- ・上総層の一部が圧縮されていた。
- ・トンネル掘進範囲①⑤では、上部の上総層のN値が下がっており、**緩みが広がっていた**。
ただし、トンネル掘進範囲③の上総層のN値は50以上であった。
- ・トンネル側方②④では、事前調査と同様に上総層は**健全な状態**であった。
- ・充填注入(CB)を実施した箇所では、側方の調査箇所②④までは**注入材は入っていない**かった。

【地質縦断面図】



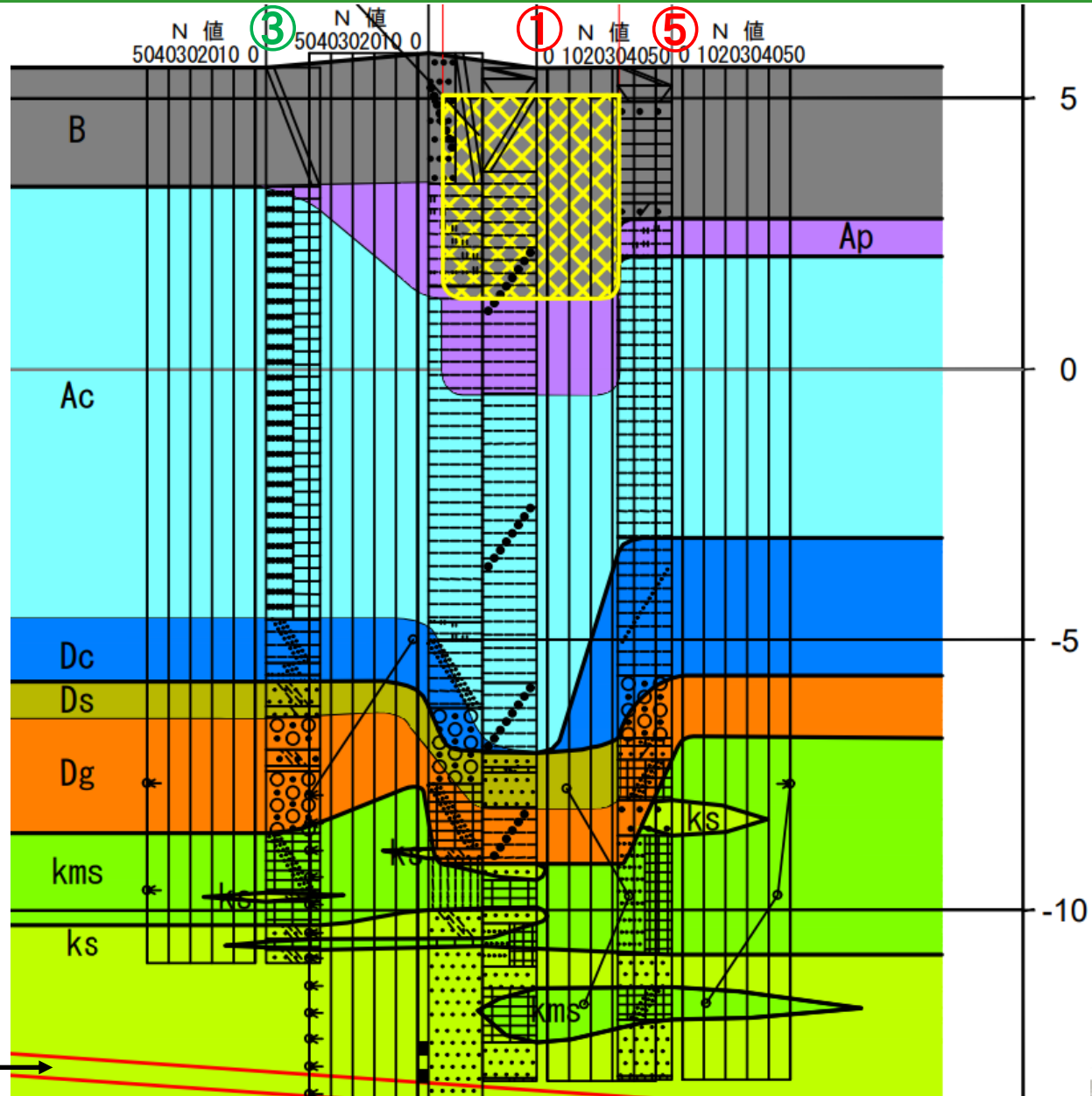
【地質横断面図】



時代	地層名	土質名	記号
現世	盛土層	混合土	B
		粘性土 (有機質土)	Ap
		砂質土	As1
		粘性土	Ac1
		硬質土	Ag1
		粘性土	Ac2
		砂質土	As2
		硬質土	Ag2
完新世	沖積層		
後期	関東ローム層	粘性土	Lm
	段丘堆積層	硬質土	Dg
中期	相模層群	粘性土	Dc
		砂質土	Ds
更新世			
前期	上総層群	砂層	Ks
		砂層連の砂泥互層	Kms
		泥岩	Km
		泥岩連の砂泥互層	Ksm
		硬質土	Kg
		火砕質凝灰岩	Kt1
			Kt2



【地質縦断図】
拡大図



トンネル上方5m の
上総層のN 値

① 9~38

⑤ 11~50

掘削データの分析

○掘削データ(掘進停止時も含めた時系列データ)の分析の実施

【掘削中データの分析結果】

掘削中のデータの分析結果からは、過剰な土砂の取込みがあった兆候はうかがえなかった。

【トンネル掘削地山の状況】

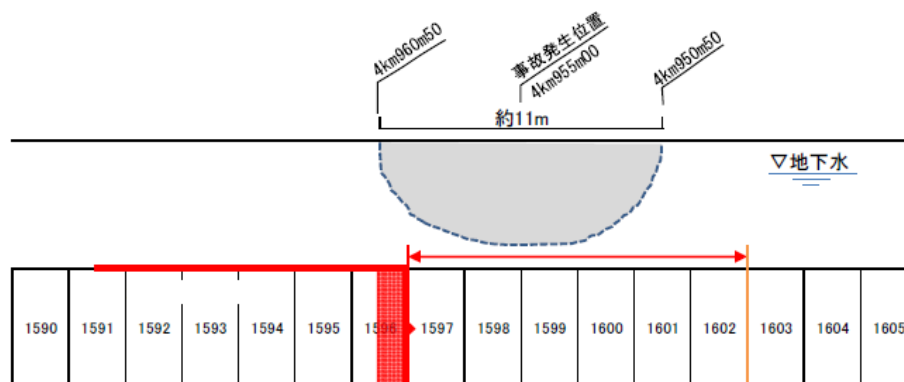
既往の地質調査結果から、上総層は通常の状態ではN値50以上の極めて安定した層であるが、砂質土層の拘束圧が解放され地下水の浸透力を受けると流動性が高くなるおそれがあることが想定された。

陥没発生後の追加地質調査の結果から、トンネル掘削範囲においては地山の緩みが確認された。一方、掘削範囲外では緩みが確認されなかったことから、この緩みに対するトンネル掘削の影響を確認することとした。

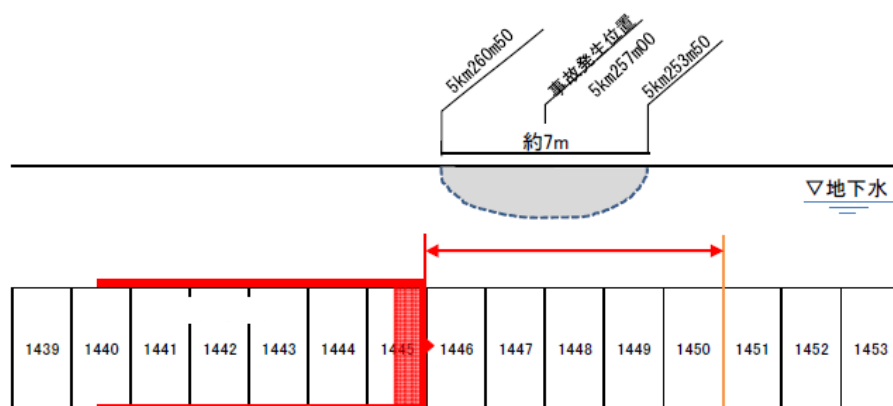


各リングにおける掘進停止時も含めた全工程の時系列データ(5秒ごと)の分析を実施

【陥没箇所におけるリング番号と掘削データ取得時のリング番号との関係】

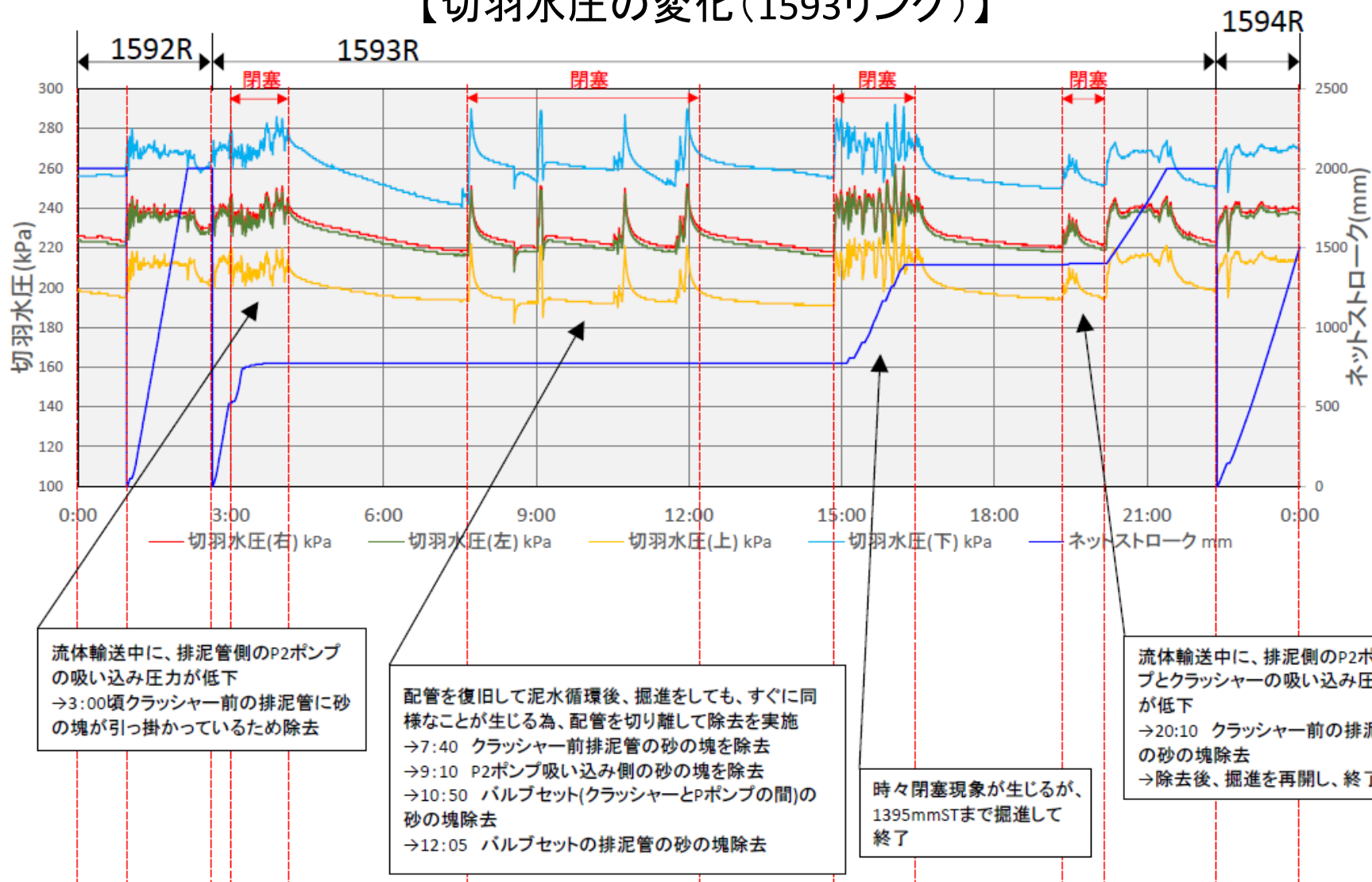


1回目陥没箇所(1597R~1602R)
掘削データ: 1593R~1598R



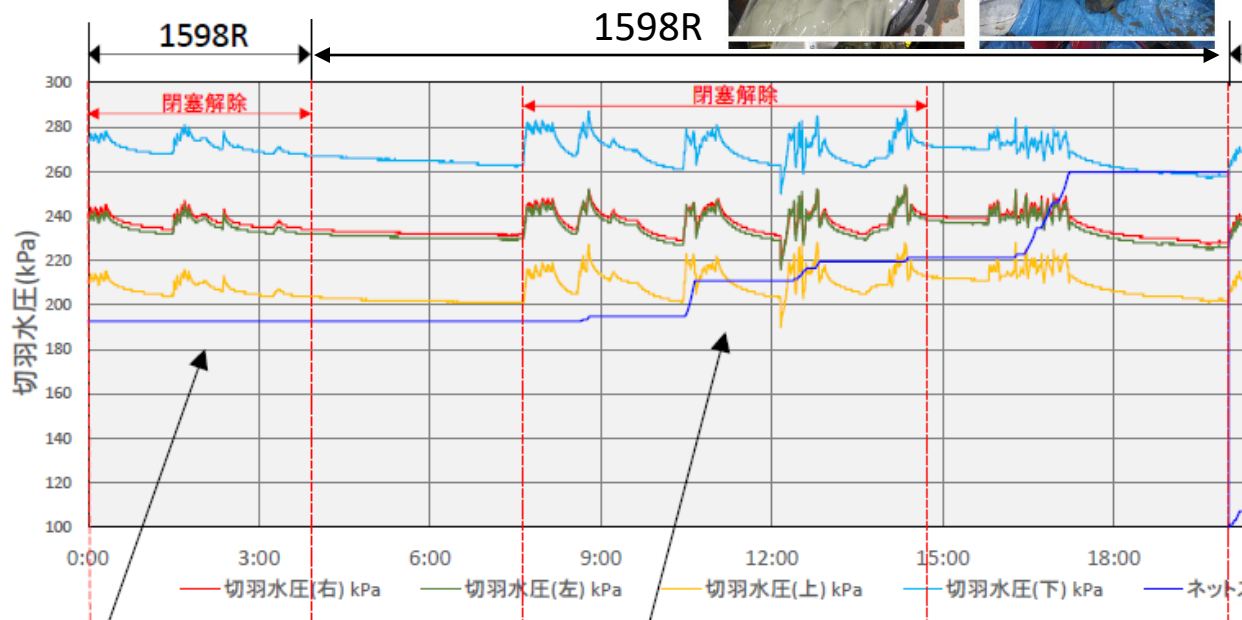
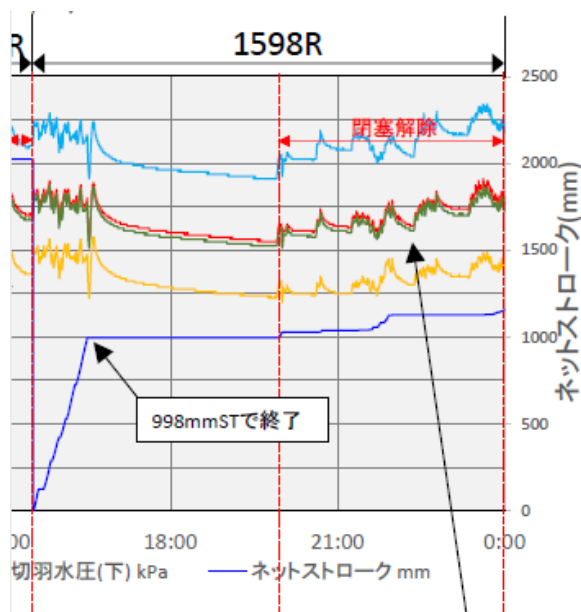
2回目陥没箇所(1446R~1450R)
掘削データ: 1442R~1446R

【切羽水圧の変化(1593リング)】



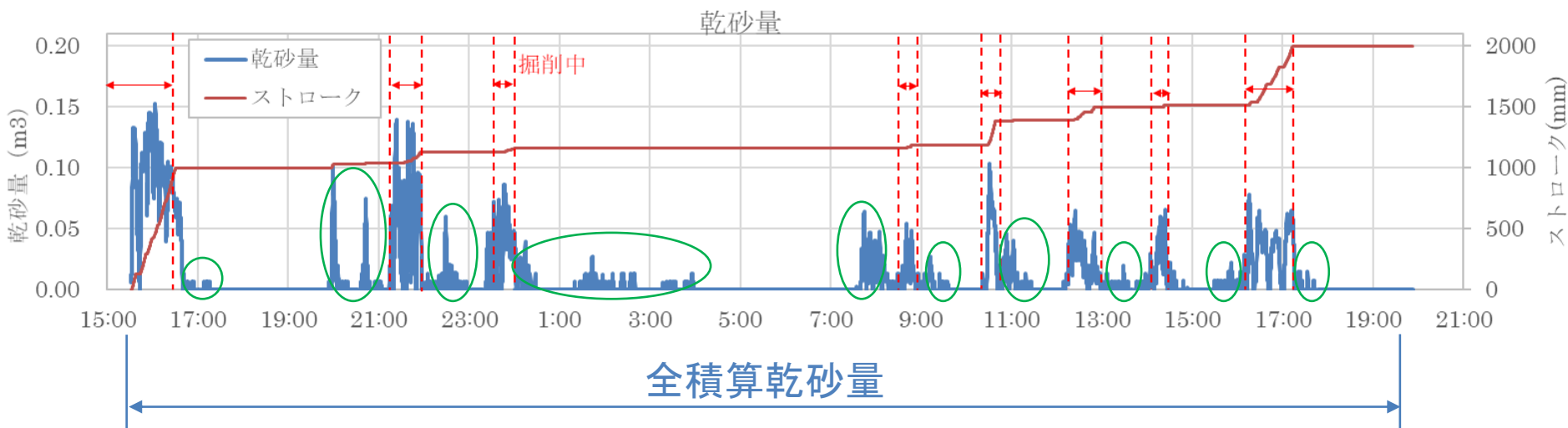
【切羽水圧の変化(1598リング)】

■1598リング掘進時の配管閉塞



- ・1回目の陥没箇所(1593～1598R)の掘削では、切羽水圧において比較的大きな変動が見られた。
- ・排土に含まれる固結した砂の塊により配管の閉塞が発生し、シールドマシンの掘進・停止の繰り返しや閉塞物の除去作業を行った影響と考えられる。

【乾砂量(1598リング)】



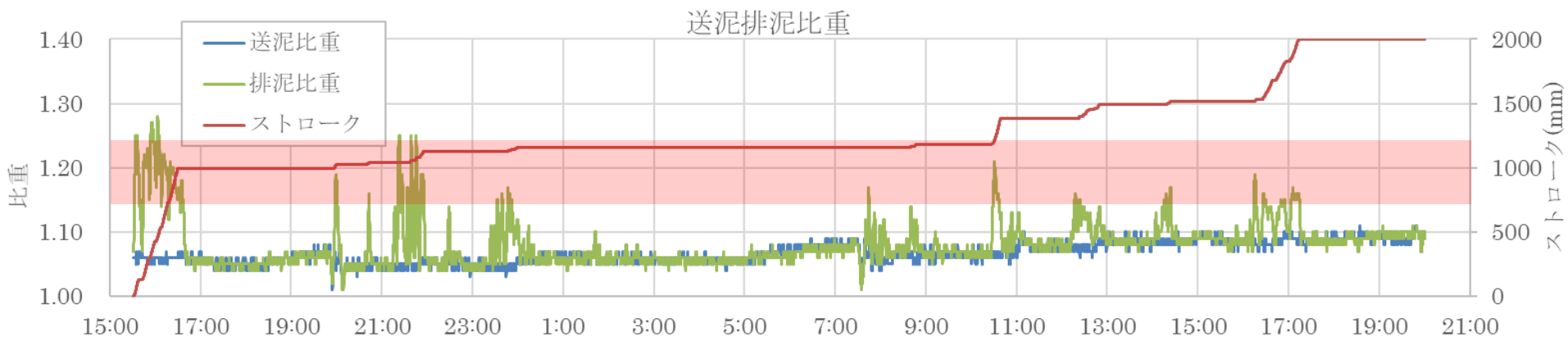
○ 掘進停止時の取込み発生の可能性

1リングあたりの全積算乾砂量※1が、掘削時乾砂量※2とかなり異なるリングが複数あることを確認した。

※1「全積算乾砂量」: 掘進停止時も含んだ全工程に亘る乾砂量

※2「掘削時乾砂量」: シールド掘削時(ジャッキが伸びている間)のみを積算した乾砂量

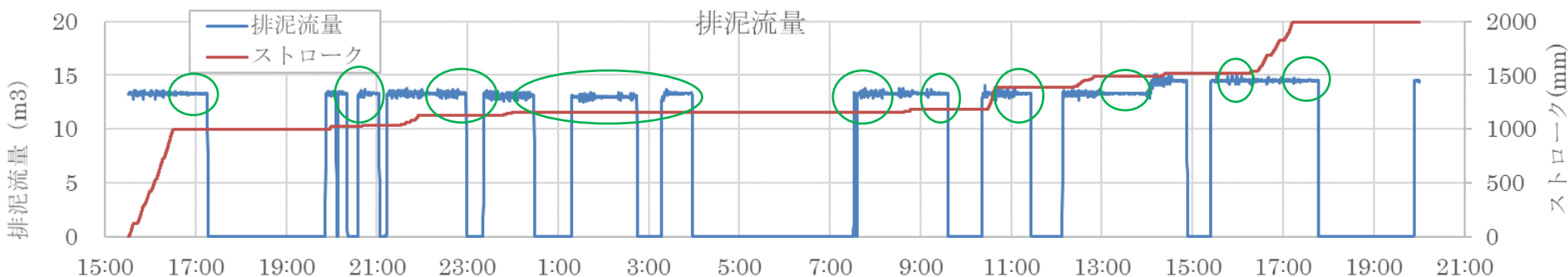
【送排泥比重(1598リング)】



【管理値】 1.15～1.25

- ・送泥比重が低い状態が続いていることが確認された。
- ・排泥比重については、掘進停止時間においても高い状態となっている箇所が見受けられた。

【排泥流量(1598リング)】



○ 掘進停止時の取込み発生の可能性

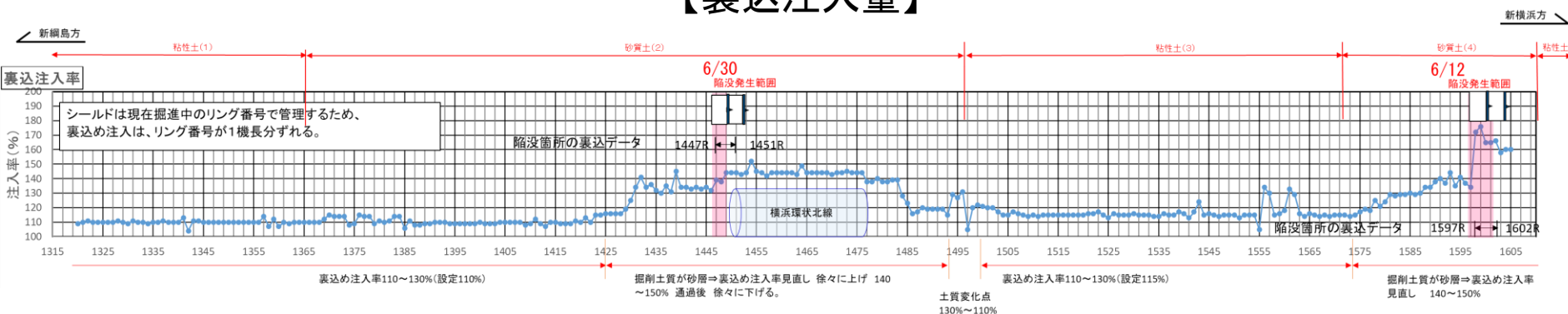
1リングあたりの時系列データ分析を実施
【乾砂量・送排泥比重・排泥流量】



掘進停止時に土砂の取り込みが発生していると想定

掘削データの分析(1リング平均値)

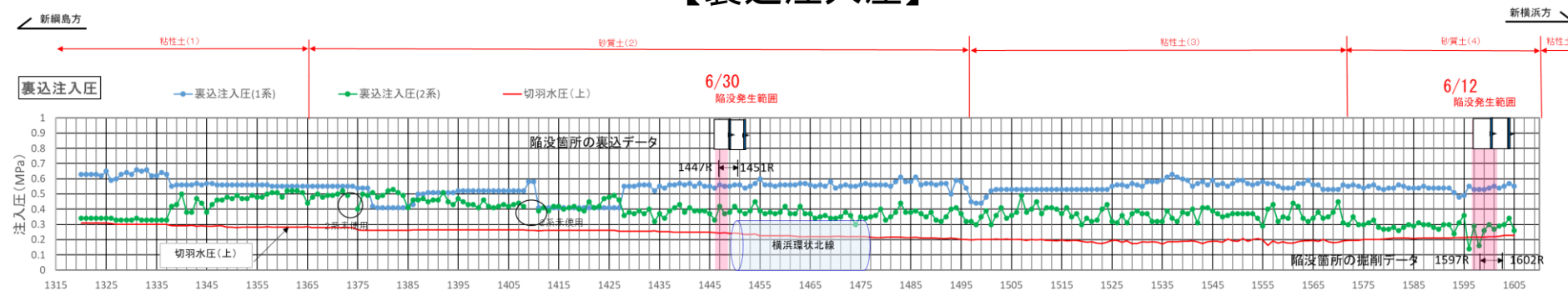
【裏込注入量】



管理値: (目標値) 110~130%を基本 (掘削対象土質に応じて設定)

- ・1回目の陥没箇所では、掘削中に地表面沈下の増加が見られたことから、注入率を上げている。
- ・2回目の陥没箇所では、掘削断面が砂層主体になったため、注入率を見直しており140~150%として施工。

【裏込注入圧】



管理値: [管理泥水圧] + [100~150kPa]

- ・1回目の陥没箇所では、注入率を上げているが、裏込注入を止めた時の圧力は低いままであった。

○時系列データの分析結果をふまえた考え方

- ・分析の結果、掘進停止時の取込み発生が想定されるデータを確認
- ・1リングあたりの全積算乾砂量が、掘削時乾砂量と異なるリングがあることを確認



1リングあたりの乾砂量の目安として、新たに「**想定計画乾砂量**」の考え方を導入

○想定計画乾砂量の算出方法

- ・1リングの掘進で得られる約100個のデータのうち、上位・下位25個ずつを控除し、中間データの平均値を計算する。
- ・これにデータ数を乗じることで、1リングあたりの乾砂量の目安となる「想定計画乾砂量」を計算する。

$$V_p = \frac{\sum_{n=26}^{75} V(n)}{50} \cdot N$$

ここに、

V_p : 想定計画乾砂量

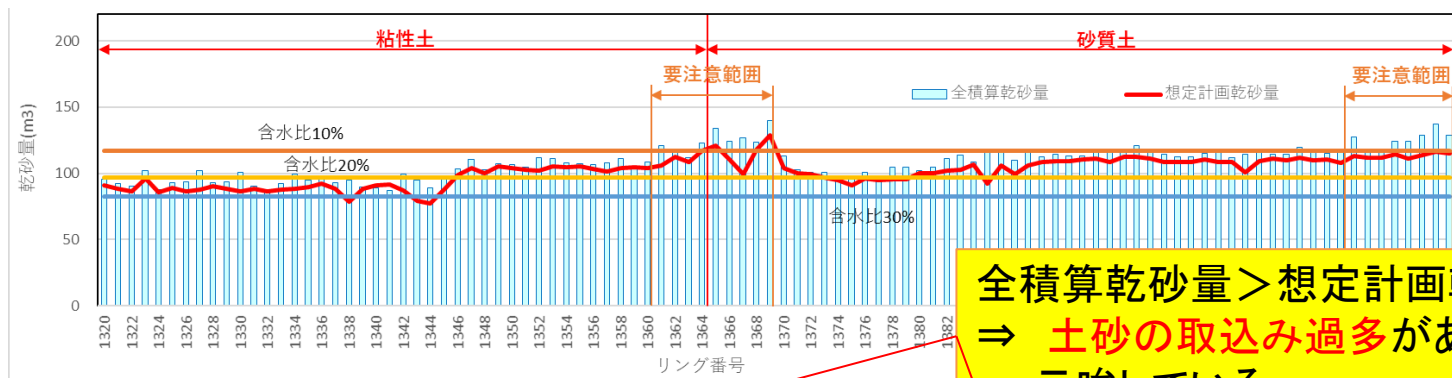
$V(n)$: あるリングの20mmあたりの乾砂量データを昇順に並べたときn番目となるデータ

N : データ数

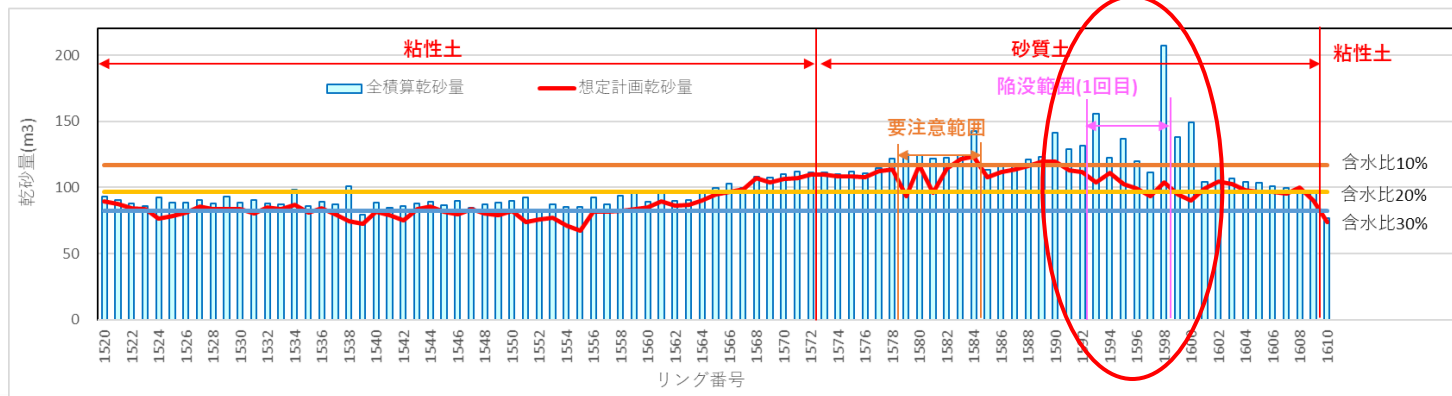
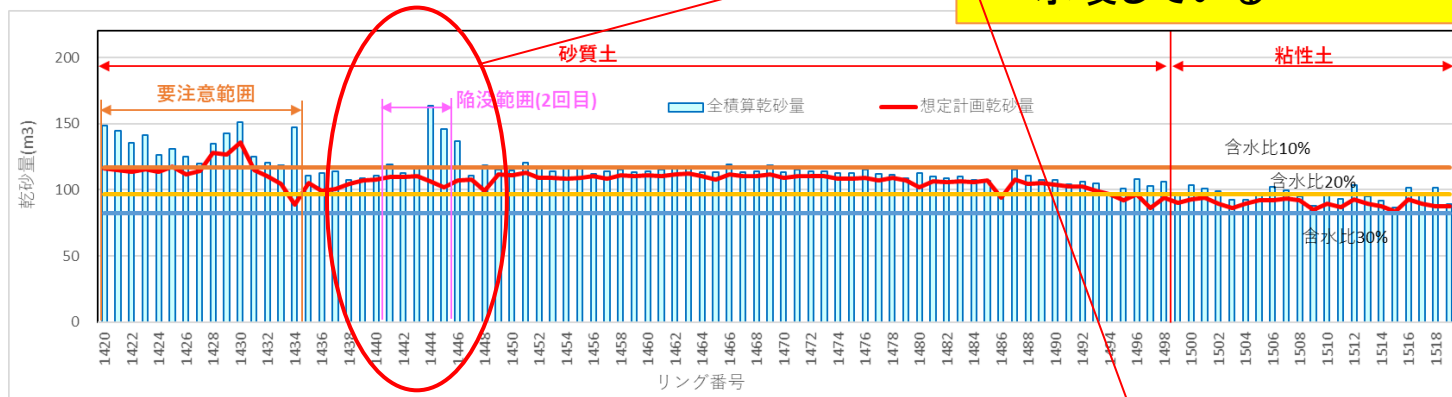


全積算乾砂量と想定計画乾砂量とを比較することにより、乾砂量の取込み過多の有無を推定する。

全積算乾砂量と想定計画乾砂量



全積算乾砂量 > 想定計画乾砂量
⇒ 土砂の取込み過多があったことを示唆している



陥没の原因・メカニズム

○全積算乾砂量と想定計画乾砂量との比較結果

2回の陥没箇所において、いずれも全積算乾砂量が想定計画乾砂量を超えており、その差は前後の掘削箇所と比べて大きくなっていた。



掘削によってトンネル断面の外の地山から土砂の取込み過多があったことを示唆

○新横浜トンネル工事における掘削土量管理

・リングごとの掘進完了後に、取り込んだ乾砂量を集計し、リング間の変化を確認して乾砂量の取込み過多を推定していた。

・拘束力が解放されると容易に流動化しやすい砂質土層における施工では、各リングにおいて全工程に亘って全積算乾砂量をリアルタイムで、かつ、リングごとの平均値で監視し、土砂の取込み過多の可能性を確認する必要があった。

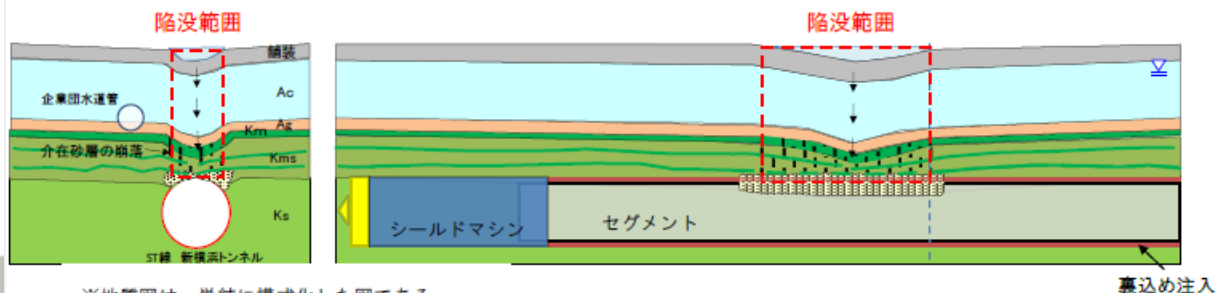
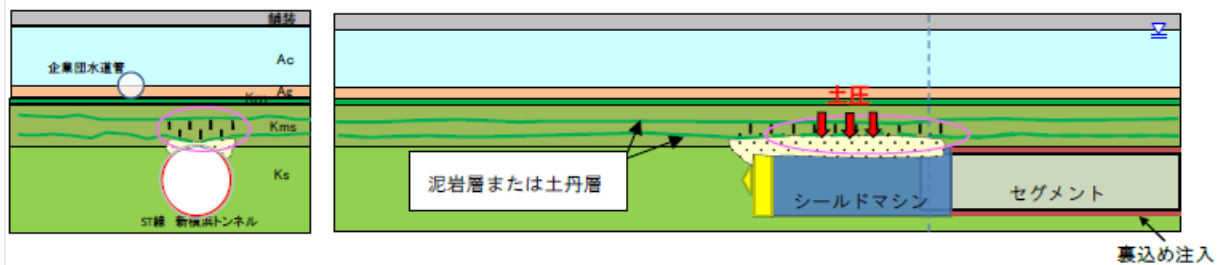
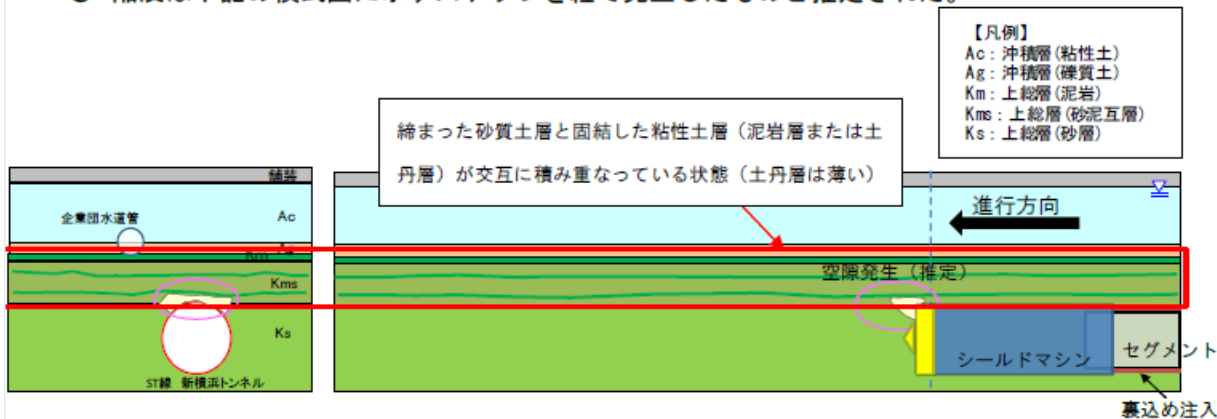
・受注者は、上総層の砂質土層のN値が50以上であることから切羽や天端の地山の崩落はなく、掘削停止中は土砂の取込みはないものと想定していたため、各リングでの全工程に亘る乾砂量の監視とはなっておらず、過剰な土砂の取込みに気が付くことができなかった。



複合的な要因によりシールドマシンが土砂を過剰に取込み、空隙が形成されたことが原因と推定された。

複合的な要因により、シールドマシンが土砂を過剰に取込み、空隙が形成

○ 陥没は下記の模式図に示すステップを経て発生したものと推定された。



※地質図は、単純に模式化した図である。

- ・上総層は通常の状態では、N 値 50 以上の極めて安定した層であるが、砂質土層の拘束圧が解放されて地下水の浸透力を受けると流動性が高くなる。
- ・流動化しやすい砂質土層に対して、泥水密度が不十分な状態であった。
- ・掘削停止中または低速掘進時に、シールドマシン上部の砂質土層が泥水に長時間さらされるとともに閉塞に伴う圧力変動を受けることにより不安定化し、天端部より砂質土層が流動的に切羽内に流入した。
- ・これによりシールドマシン上部に空隙が発生した。
- ・シールド工法では、セグメントと地山との間隙に裏込め注入が行われるが、当該区間では空隙を埋めるまでの充填は行われなかった。



- ・ シールドマシンの停止中または低速掘進に伴い一部の区間において、天端の地山が崩壊して取込みすぎが発生したことにより、空隙が連続的に形成された。これにより、砂質土層上部の粘土質層（泥岩または土丹層）は支持を失い、上からの土圧に耐えられなくなり崩落した。



- ・さらにその上部の層も時間の経過とともに崩落し、シールドマシン通過後ある程度の時間が経過した後に道路陥没が発生した。

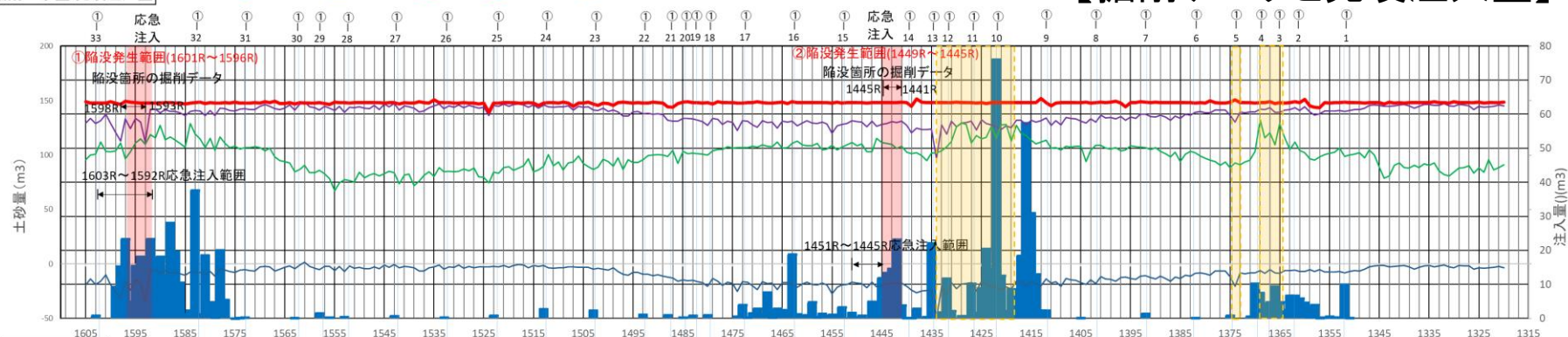
再発防止策

再発防止策 ～地上からの充填注入～

【掘削データと充填注入量】

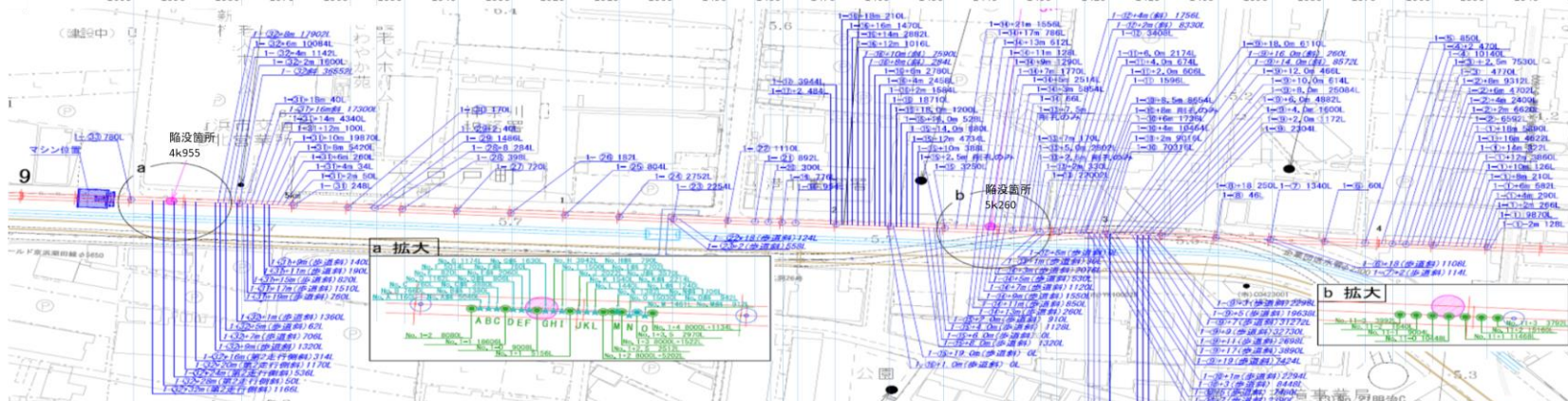
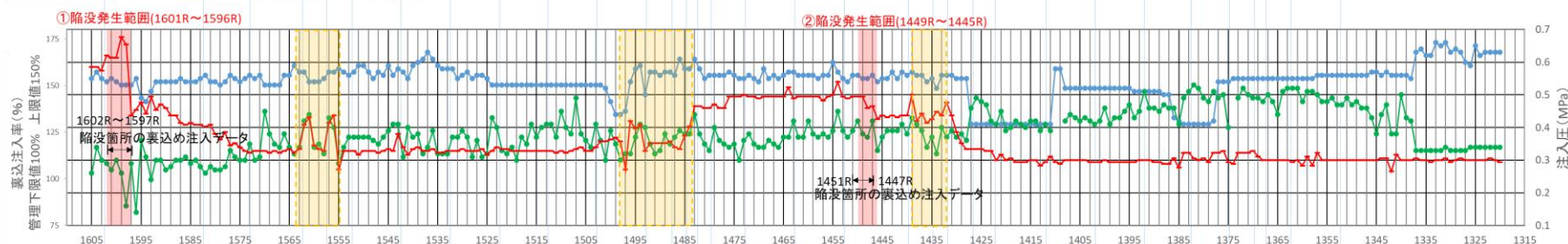
掘削土砂量・充填注入量

● 充填注入量 ● 掘削土砂量 ● 乾砂量 ● 理論土砂量 ● 偏差流量



表込注入圧・率

● 表込注入圧(1系) ● 表込注入圧(2系) ● 注入率



陥没箇所や取込み過多が懸念される箇所では充填注入量が多い

■ 掘削済み区間の対応

○掘削が終了したすべての区間において、委員会で審議された手法を用いて、改めて**過去の掘削データを確認**する。

○掘削データの見直しの結果、取込み過ぎが推定される場合には、調査・確認のうえ、**必要に応じてトンネル坑内より再充填**を実施する。

○掘削データ確認する際には、以下の項目に着目する。

①**全積算乾砂量と想定計画乾砂量とを比較**し、10%以上のかい離が認められ、かつ全積算乾砂量が理論乾砂量に比べ大きい数値になっているかの確認。

②**停止時も含めた掘進データ**の確認

1) 市道環状2号線で取込みが想定された箇所と同様な**切羽水圧の変動**

2) 市道環状2号線で取込みが想定された箇所と同様な**逸泥**

3) **配管閉塞**などによる掘進停止

4) 掘進速度相当を大きく上回る**排泥比重**

5) 裏込め注入圧が**設定注入圧以下**

以上の項目で①が該当し、さらに②の項目がひとつでも該当する場合には、「取込み過ぎ」と判断する。

⇒掘削データ見直しの結果、「取込み過ぎ」と判断された箇所は無し。

そのうえで検証を目的として2箇所を選定し、坑内より再充填を試みたが、注入材は入らなかった。

■ 未掘削区間の対応

① 空隙を生じさせないための再発防止策を徹底する。

- ・追加ボーリング調査の実施による詳細な地質状況の把握
- ・切羽土圧および泥水性状の適切な管理
- ・各リングにおける全工程でのリアルタイムでかつ連続的な、土砂の過剰な取込みの有無の監視
- ・裏込注入の量および圧の適切な管理

② 土砂の取込み過ぎが疑われる箇所が認められれば、トンネル内から速やかに再充填を実施する。

⇒トンネル内からの再充填の実施箇所は無し。

(1) 追加ボーリング調査の実施による詳細な地質状況の把握

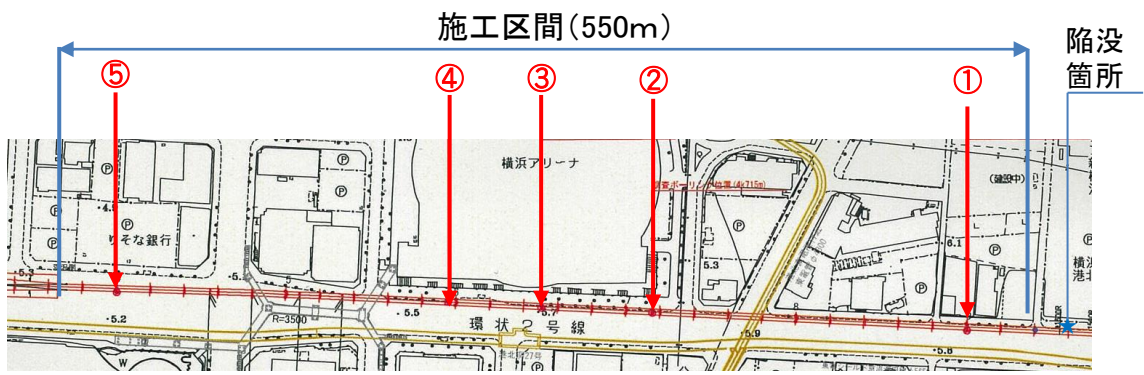
【調査の目的】

- ①4km900m付近
 - 掘削再開直後のKm層の深さ
 - トンネル天端のKs層・Kms層の把握
- ② 4km715m付近
 - Ks層の位置および物性値の把握
(粒度試験、含水比、密度試験等)
- ③4km650m付近
 - Ks層の位置および物性値の把握
(粒度試験、含水比、密度試験等)
- ④4km595m付近
 - 上総層と沖積層との境界の把握
 - Ks層とKm層の地層境の把握
- ⑤4km400m付近
 - Dc層、Ds層、Ksm層の地層境
および物性値の把握

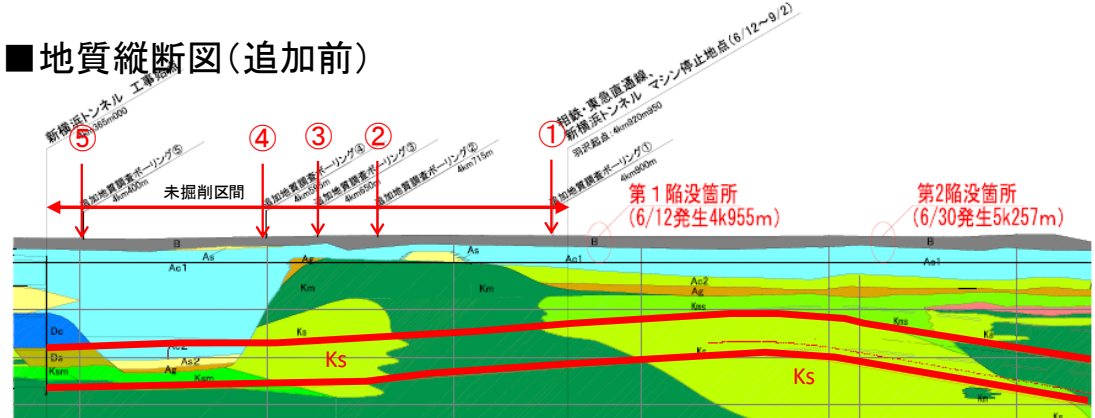
【調査内容】

調査内容	⑤	④	③	②	①
ボーリング長	32.4m	32.1m	32.2m	31.1m	28.3m
ボーリング径	Φ66mm	Φ86mm	Φ86mm	Φ86mm	Φ66mm
コアの有無			○	○	
標準貫入試験 (N値)	○	○	○	○	○
土粒子の密度試験			○	○	
土の含水比試験			○	○	
土の粒度試験			○	○	
工学的分類			○	○	

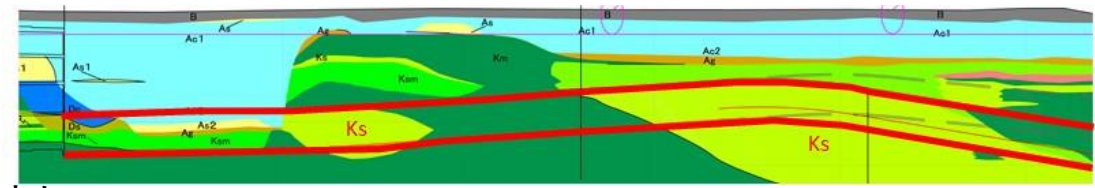
- 地層の分布状況や地層境がより正確に把握できた。
- Ks層について土の粒度試験の結果、砂分が約90%・細粒分が約10%および均等係数2.6を確認した。



■地質縦断面図(追加前)



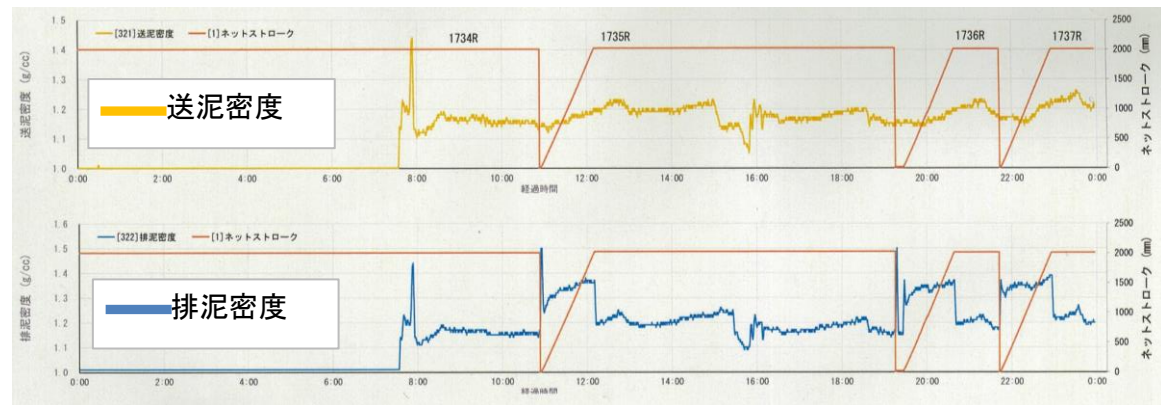
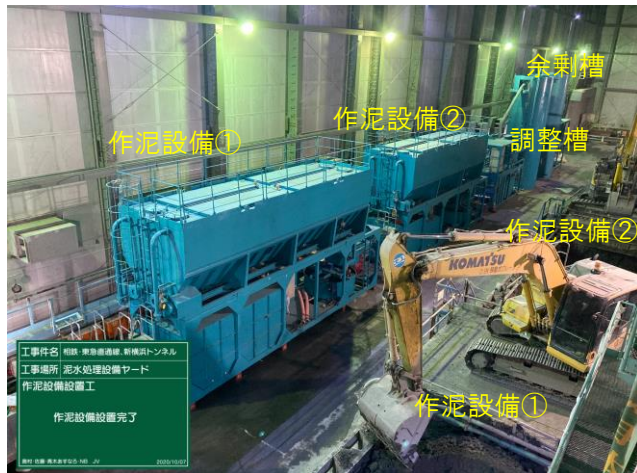
■地質縦断面図(追加後)



掘進再開後の再発防止策実施結果

(2) 切羽土圧および泥水性状の適切な管理

作泥設備を追加設置し、泥水性状を適切に管理し切羽の安定を保持



切羽圧の管理

○管理値

【上総層硬質地盤】

管理値：シールド機停止時の隔壁内水圧＋予備圧40kPa±10kPa

【沖積層軟弱地盤】

管理上限値：静止土圧＋水圧＋変動圧10kPa

管理下限値：主働土圧＋水圧＋変動圧10kPa

(沖積層は、土質の変化、地盤変状、噴発や逸泥の状況を考慮して管理値を見直す。)

※切羽水圧の変動幅：10%超過時は、取込み過剰以上の裏込め注入による対応とする。

○管理方法：切羽水圧計計測値をリアルタイムで管理

泥水性状の管理

○泥水性状

・粘性土層地山：比重 1.10～1.20、粘性 22～25sec

・砂質土層地山：比重 1.15～1.25、粘性 25～35sec

※送排泥比重差：直近5R平均に対して±10%超過時は、泥水調整（濃度上昇、増粘材投入）、裏込め注入による対応とする。

○比重管理方法：送排泥比重についてはリアルタイムで管理し、管理基準値を厳守する。

○粘性管理方法：調整槽の泥水にてファンネル粘性計測を行う（1R毎掘進前、掘進中）

掘進再開後の再発防止策実施結果

(3)リアルタイムでかつ連続的な土砂の過剰な取り込みの有無の監視

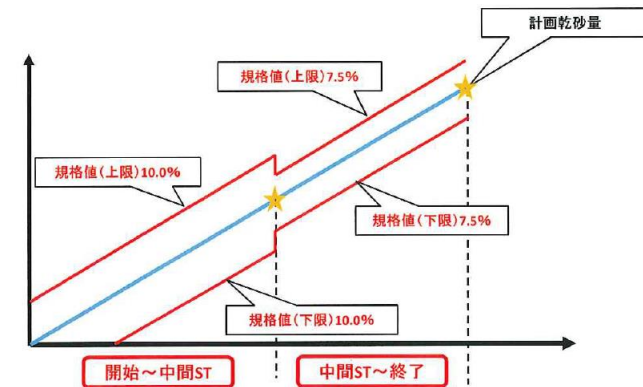
掘削土量および乾砂量について、1リングの

- ・掘進開始～中間ストローク
- ・中間ストローク～掘進終了

の2段階で管理値を設定し、ジャッキ稼働時と停止時の取込み量をリアルタイム管理を実施。

○受注者は、中央管理室の掘進管理画面のシステムを改修し、掘削土量および乾砂量のリアルタイム監視を実施。

○機構への報告は、右図の例に示す2段階管理の管理シートを提出。



掘削土量の管理

○管理値

- (掘進後)1次管理値:理論掘削量 0% ～－5%
- (掘進後)2次管理値:理論掘削量 +5% ～－10%
- セグメントを2分割してそれぞれの区間に管理値を設ける。

(掘進中)開始～中間ストロークまでの管理値
理論掘削量+5% ～－10%

(掘進中)中間ストローク～終了までの管理値
理論掘削量+2.5% ～－7.5%

取込み過多が想定される場合には、地山崩壊探査、裏込め注入、次リングの泥水圧・泥水比重の見直しを行う。

○管理方法:ジャッキ稼働時及び停止時の掘削土量(排泥流量積分－送泥流量積分)のリアルタイム管理を行う。

乾砂量の管理

○管理値

- (掘進中)開始～中間ストロークまでの管理値
全積算乾砂量:直近5Rの想定計画乾砂量
(全積算)平均に対して±10%
- (掘進中)中間ストローク～終了までの管理値
全積算乾砂量:直近5Rの想定計画乾砂量
(全積算)平均に対して±7.5%
- (掘進後)全積算乾砂量:直近5Rの想定計画乾砂量
(全積算)平均に対して
1次管理値:±5%、2次管理値:±10%

取込み過多が想定される場合には、掘削土量と同様に対応する。

○管理方法:全積算乾砂量のリアルタイム管理を行い、ジャッキ稼働時及び停止時のすべての取込量について管理を行う。

掘進再開後の再発防止策実施結果

(4) 裏込注入の量および圧の適切な管理

裏込注入圧の管理

○管理値

- ・注入圧管理値上限: セグメント耐力から定まる値
- ・注入圧管理値下限: [管理泥水圧] + [0.1MPa] 以上

○管理方法

注入圧優先の管理とし、下限値を上回るまで注入を行う。

裏込注入量の管理

○管理値

テールボイド部注入量管理目標値

- ・粘性土 110～130%
- ・砂質土 110～150%

取込み過多が想定される場合は、全積算乾砂量で求める100%以上とする。

○管理方法

テールボイドだけでなく、**掘削土量・乾砂量管理にて確認された取込み過剰量に対しても裏込め注入の管理**を行い、不足する場合には坑内からの二次注入、地上からの充填注入を行う。

掘進再開後の再発防止策実施結果

令和2年9月2日に掘進再開し、再発防止策を確実に実施した結果、
トラブル等が発生することなく令和2年11月27日新横浜駅に到達
※現在はマシン解体も完了し、軌道工事を実施中



新横浜駅に到達したシールドマシン
(R2.11.27)



シールドマシン解体状況