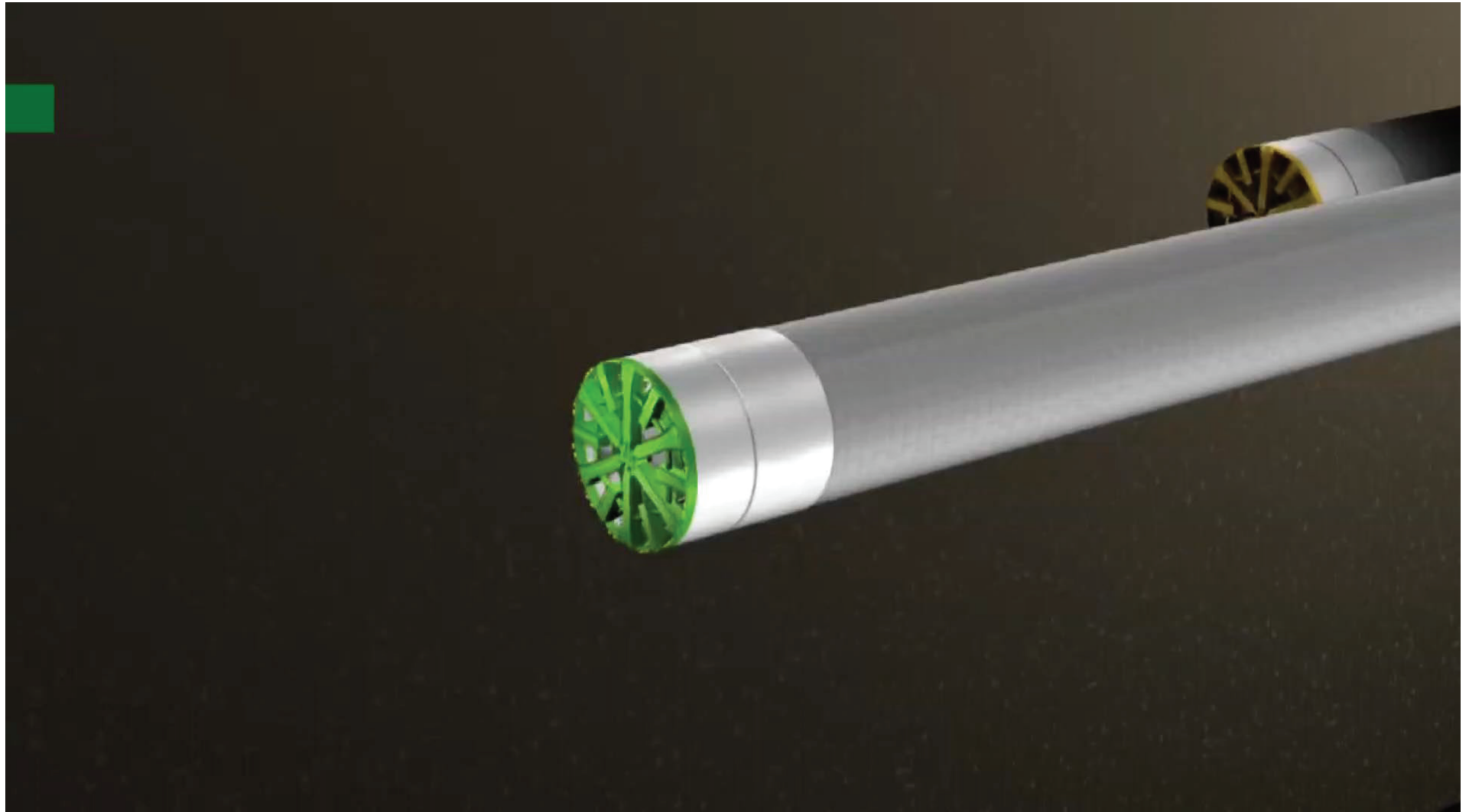
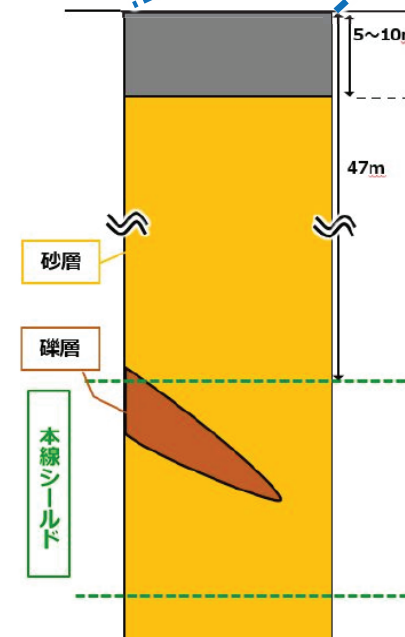
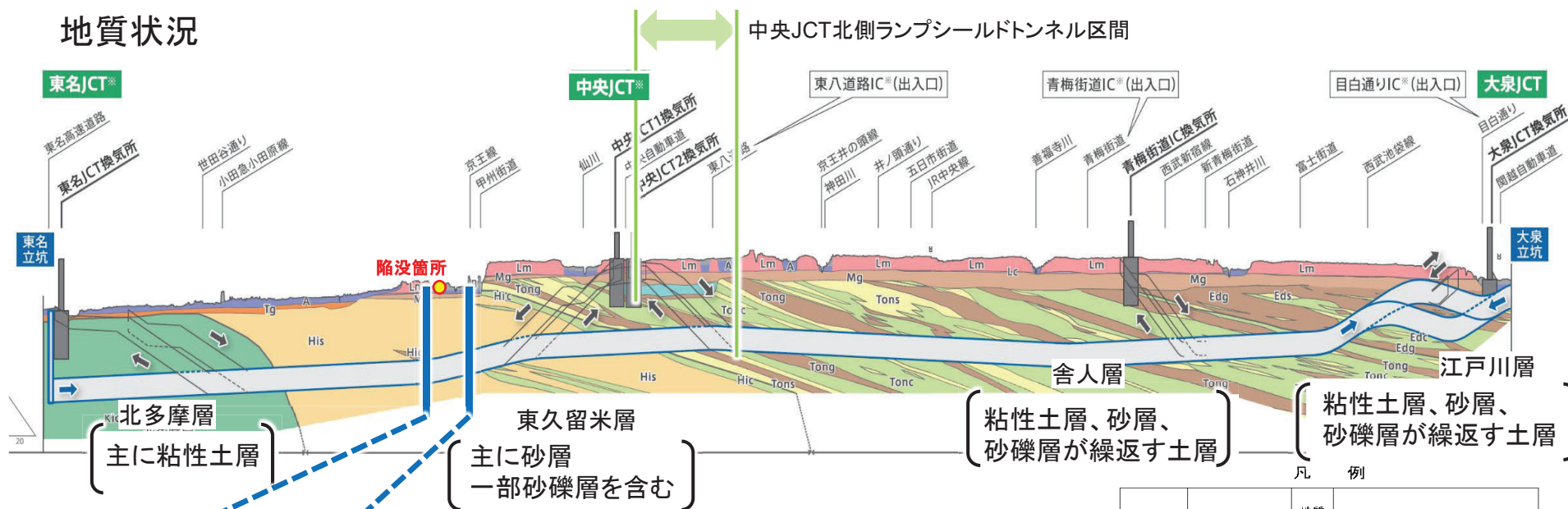


シールドマシンの動画

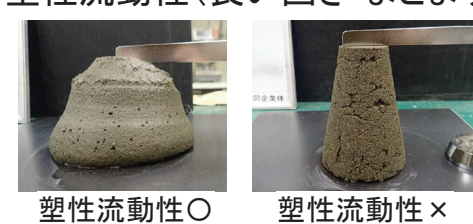
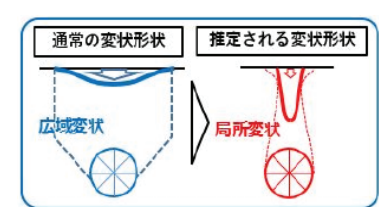


陥没箇所周辺の地盤

地質状況



- ① 表層が薄い
- ② 変状が煙突状に伝わる砂の層が連続
- ③ 塑性流動性(良い固さ・まとまり)の確保が難しい



地質時代	地層名	地質記号	層相	
完新世	盛土、埋土	B	礫混じり土主体	
	沖積層	A	軟質な粘性土、腐植土	
第四紀	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	Setc	細粒分の多い粘性土	
		Setg	砂礫	
	更新世	江戸川層	Edc	粘性土
			Eds	砂
			Edg	砂礫
		舎人層	Tone	粘性土
Tons			砂	
Tong			砂礫	
東久留米層	Hic	粘性土		
	His	砂		
	Hig	砂礫		
北多摩層	Kic	粘性土		

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



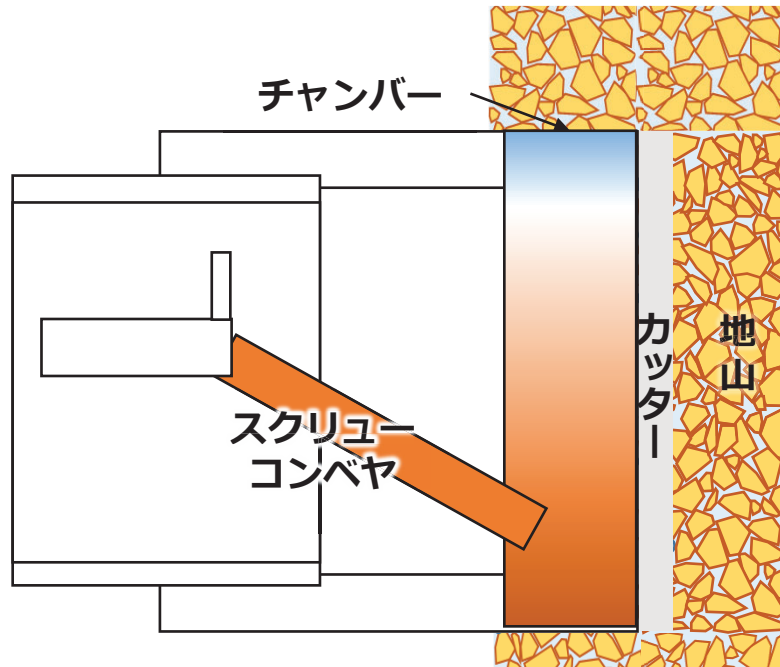
塑性流動性なし

- ・固すぎる
(柔らかすぎてもだめ)
- ・まとまりがない



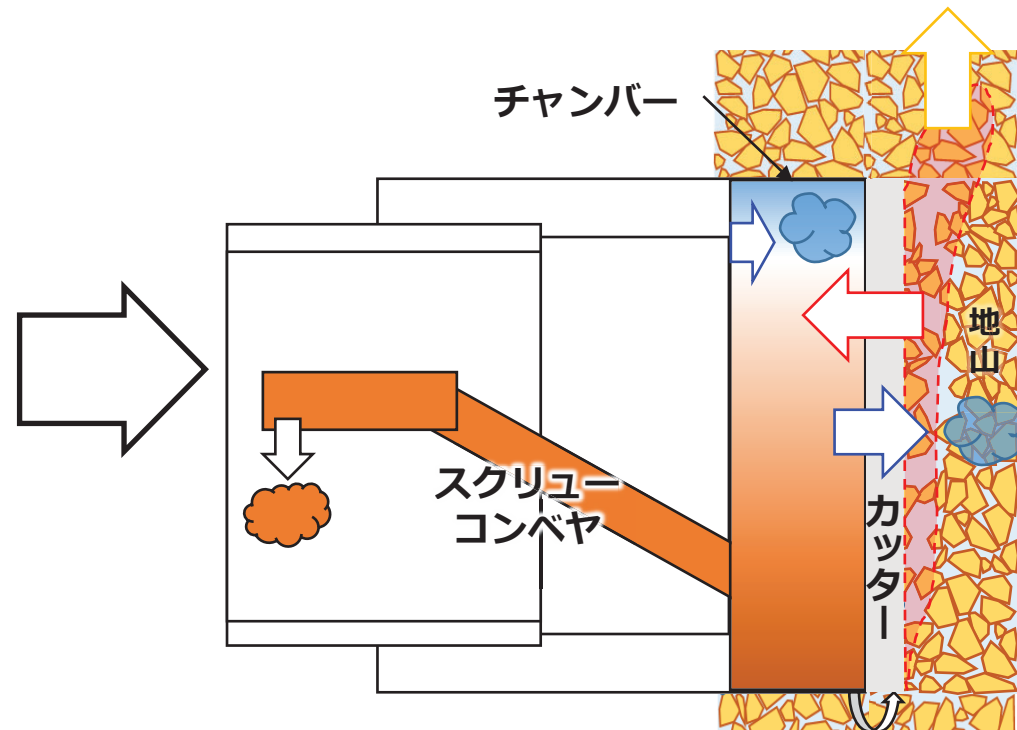
陥没・空洞の原因

〈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
- 上方に煙突状に伝わり陥没・空洞が発生

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

ポイント 様々な条件でも土の締め固まりを生じさせない添加材を確認

原因と対応

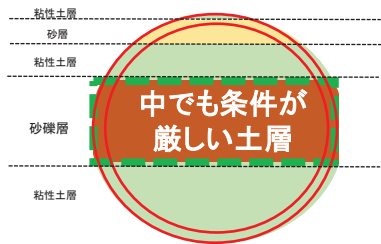
- 夜間の停止中に削った土と添加材が分離
- 下部に土砂がたまり、土が締め固まってしまった
- 翌朝、カッターが回らなくなってしまった



- 停止中も土が締め固まらない添加材を実験で確認
- 実際には出現しがたい厳しい条件でも実験

具体的な対応

- 実際の掘削断面で特に条件の厳しい断面と、
その中でも条件が厳しい土層が全断面に現れた断面
で添加材と土を配合する実験
- 添加材と混ぜた土が長期停止でも分離しないか確認
- これらを複数の添加材で実験し、適した添加材を確認
(実際の掘削断面で特に条件の厳しい断面) (中でも条件が厳しい土層
が全断面に現れた想定)



実験の様子

- 厳しい条件も含め、複数の添加材を用いることで締め固まりが起こらないことを確認

材令 添加材	添加直後	7日後 (年末年始等の長期停止を想定)
気泡材 	 ○(分離していない)	 粘性が無く固まっている  まとまりが無くバラバラになっている ×(分離)
鉱物系 (ベントナイト) 	 ○(分離していない)	 ○(分離していない)

まとめ

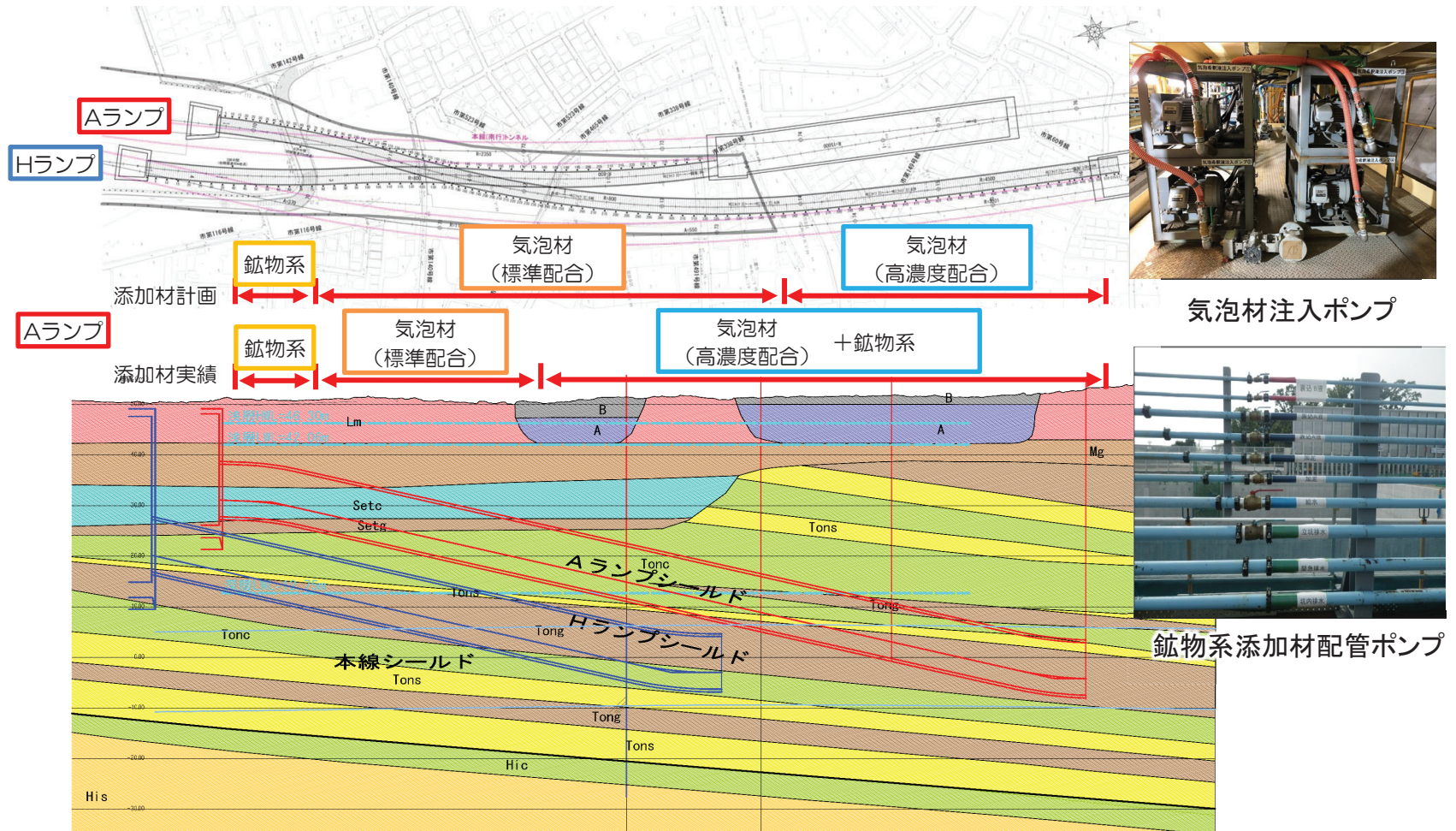
- いずれの条件でも締め固まりが起こらない添加材を確認
- これら複数の添加材を常に使用可能な状態とする
- 添加材の調整に活用するため、新たなボーリング調査を実施
- 課題発生時の対応を事前に取り決め

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

中央JCT北側Aランプシールドトンネル工事の注入設備改良・添加材使用実績

確認結果

- 気泡材、鉍物系添加材を常に使用可能な状態にしています。
- Aランプシールドの掘進においては、掘進状況に適した鉍物系添加材および気泡材を使用し、土の締め固めを生じさせることなく、掘進を完了しています。
- カッター回転不能となる事象は、発生していません。



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

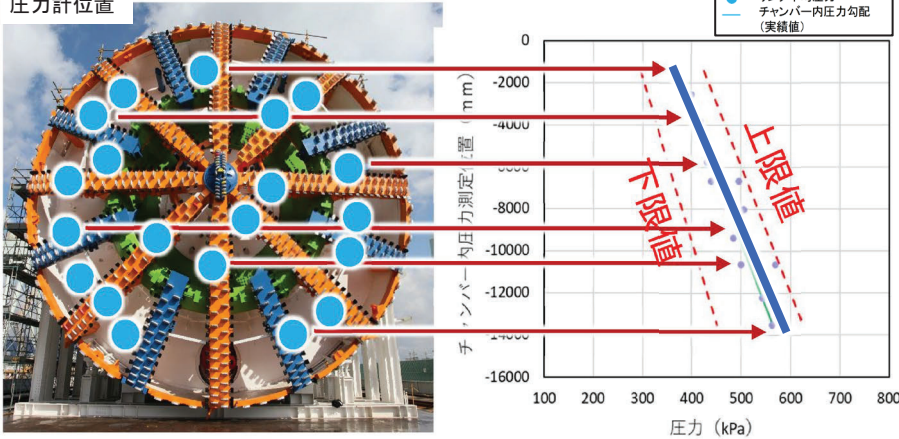
中央JCT北側Aランプシールドトンネル工事の塑性流動性とチャンバー内圧力のモニタリングと対応

確認結果

- カッタートルク※1、チャンバー内圧力勾配※2等の状況をリアルタイムで監視しています。

チャンバー内圧力勾配の確認

圧力計位置



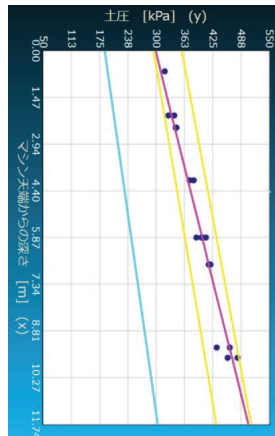
チャンバー内圧力勾配の傾きと直線性を確認



監視モニターによるリアルタイム監視 (監視モニターのマイン画面)



チャンバー内圧力勾配のリアルタイム監視状況



カッタートルクのリアルタイム監視状況

※1 カッタートルク : マシン先端の地山面を掘削するのに必要なカッターの回転力
 ※2 チャンバー内圧力勾配 : カッターヘッドと隔壁との間の土砂を充填させる空間内に生じた鉛直方向の圧力変化量

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

中央JCT北側Aランプシールドトンネル工事の施工データ(塑性流動性のモニタリング)

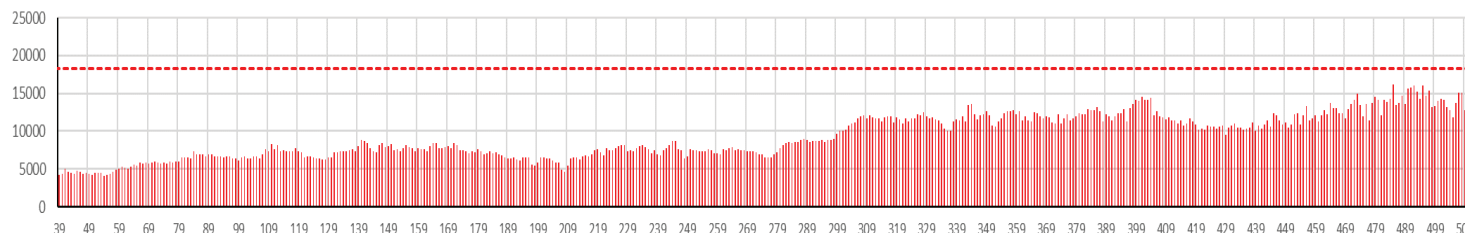
確認結果

- カッタートルクや新たな確認項目であるチャンバー内圧力勾配に異常がないことをリアルタイムで確認しています。
- 平日夜間・休日停止後のカッター起動も円滑に行われていることを確認しています。

カッタートルク

(kNm)

マシン先端の地山面を掘削するのに必要なカッターの回転力

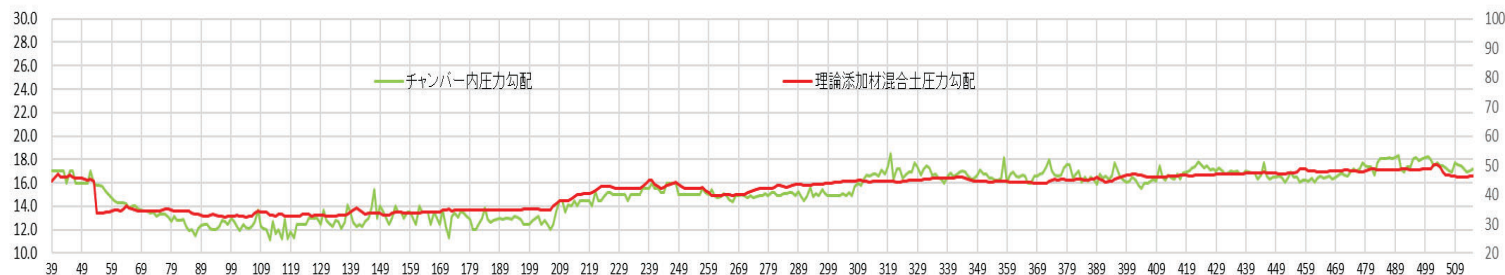


掘進リング(R)

チャンバー内圧力勾配

(kPa/m)

カッターヘッドと隔壁との間の土砂を充填させる空間内に生じた鉛直方向の圧力変化量



掘進リング(R)

対応 I : 掘進停止中も、土の締め固まりを生じさせません

中央JCT北側Aランプシールドトンネル工事の排土性状確認結果(手触、目視、ミニスランプ試験、粒度分布)

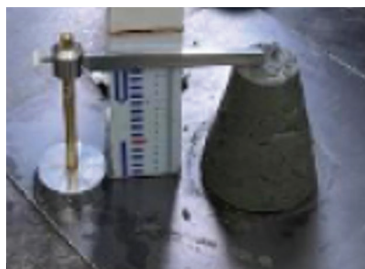
確認結果

- モニタリングデータや排土性状確認結果より、排土性状の大きな変化は確認されていません。
- 掘削土を1日2回の頻度で採取し、手触、目視、ミニスランプ試験を行い、排土性状の変化を確認しています。
- 20リングに1回の頻度を基本として掘削土の粒度分布試験を実施し、細粒分や礫分の比率などを確認しています。

■手触・目視・ミニスランプ



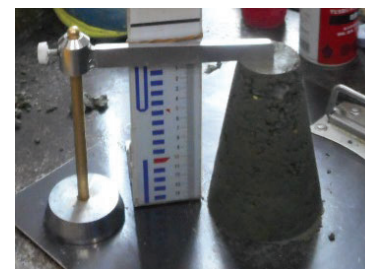
221R 手触・目視



221R ミニスランプ



421R 手触・目視

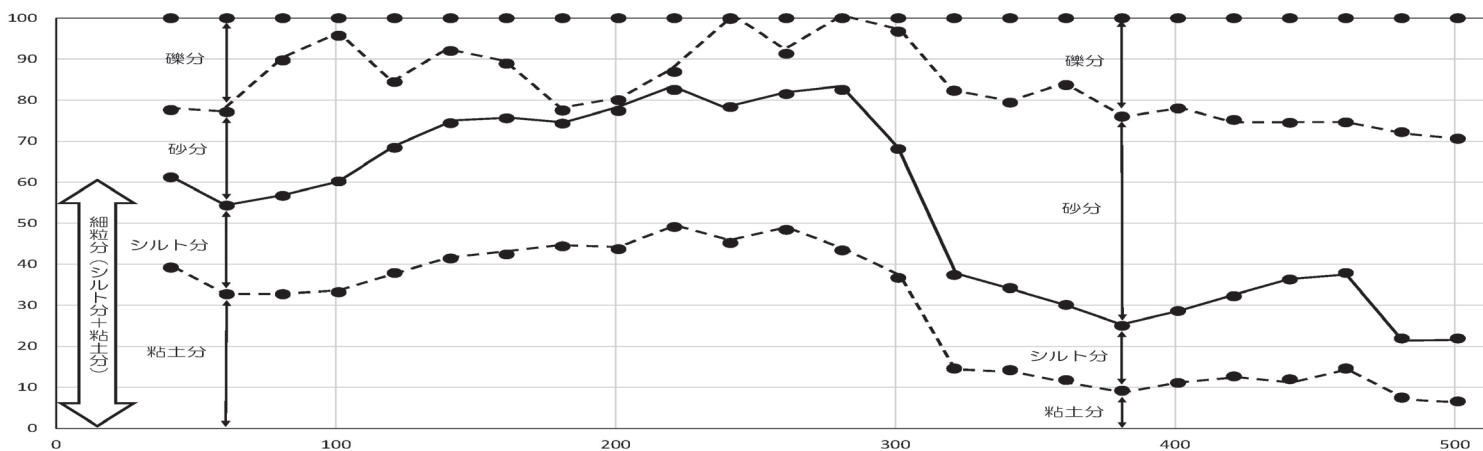


421R ミニスランプ

(写真の掘削土は、排土時に高分子材を添加しているもの。)

■粒度分布試験結果

粒度分布 (%)
どのような大きさの土粒子が、どのような割合で含まれているかを示す指標



● : 粒度分布試験結果
— : 細粒分率

細粒分: 地盤を構成する土粒子の内、小さな土粒子(0.075mm未満のシルト・粘土)のこと

対応II: 取り込んだ土の量を丁寧に把握します

ポイント

過剰な土の取り込みの兆候を早期に把握し、過剰な土の取り込みを生じさせない

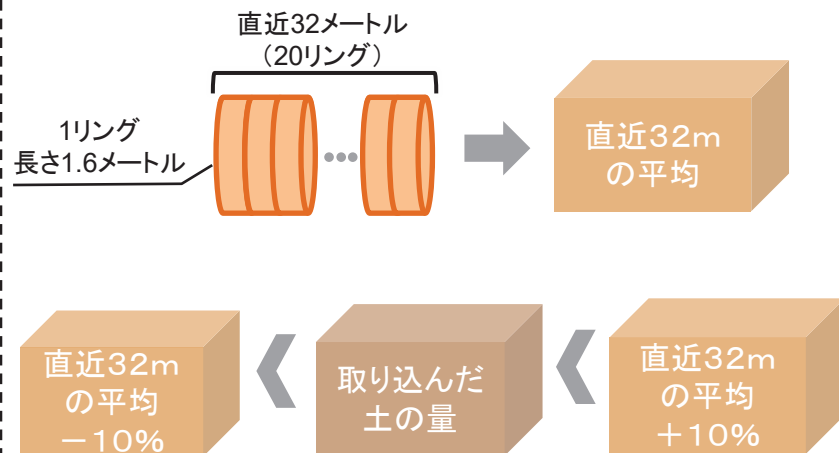
原因と対応

○従来の管理方法では、異常の兆候が確認できなかった

<従来の管理方法>

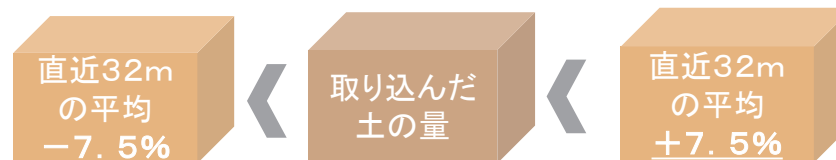
○直近32mの平均取り込み量と比較して管理

○土の取り込み量の管理値は±10%に設定



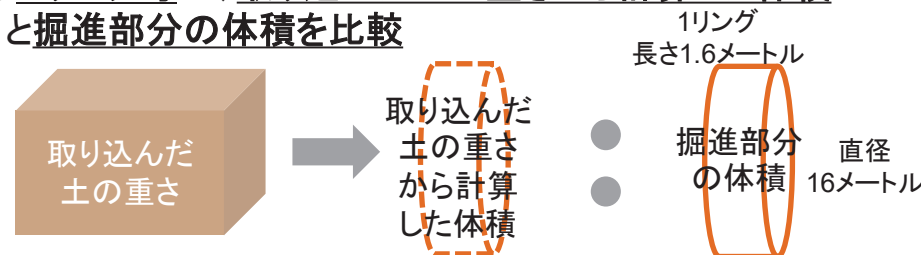
管理値の厳格化

○陥没発生箇所の実績から、管理値を±10%から±7.5%に厳格化



管理項目の追加

○1リング毎に、取り込んだ土の重さから計算した体積と掘進部分の体積を比較



■体積の比較(排土率)

$$\frac{\text{取り込んだ体積 (重さ/単位体積重量)}}{\text{掘進部分の体積 (マシン面積×掘進距離)}} \times 100(\%)$$

100%超過の場合…土の取り込みが多い傾向
100%未満の場合…土の取り込みが少ない傾向

○添加材が地山へ浸透した場合も考慮

工事体制の強化

○改善が見られない場合は掘進工事を一時停止

○課題発生時の対応を事前に取り決め

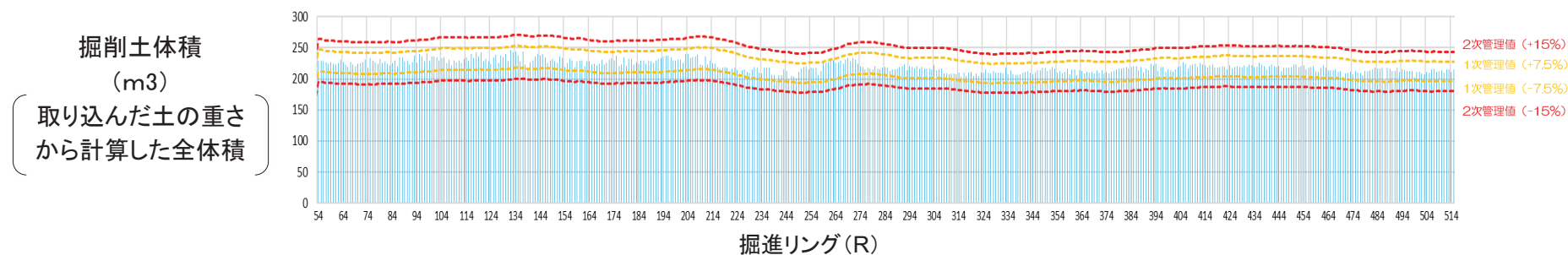
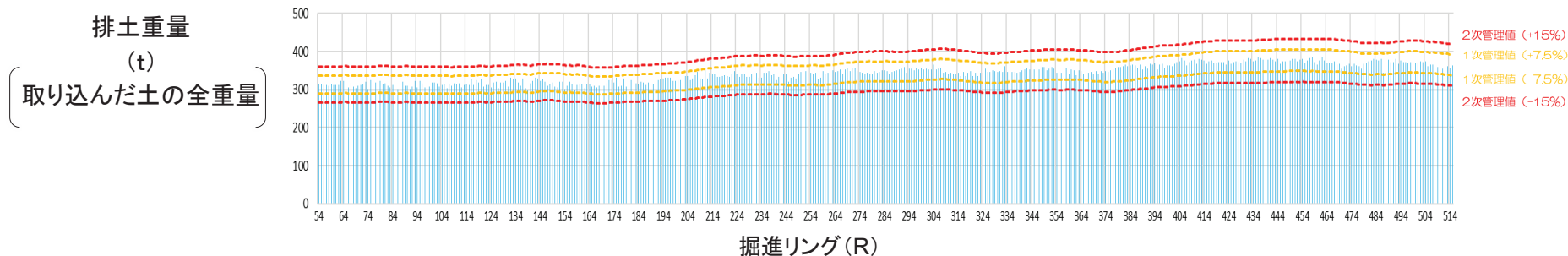
- 土の取り込み量の管理値を厳格化
- 土の取り込み量の管理項目を追加
- 工事体制の強化

対応II:取り込んだ土の量を丁寧に把握します

中央JCT北側Aランプシールドトンネル工事の施工データ(排土重量・掘削土体積・排土率)

確認結果

- 管理値を±10%から±7.5%に厳格化した掘削土重量、掘削土体積、新たな管理値として追加した排土率を用いて、排土量管理を実施しています。
- 排土重量、掘削土体積、排土率を確認し、掘進における管理フロー(切羽の安定管理、掘削土量)に基づき、適切に施工が行われていることを確認しています。
- 排土重量、掘削土体積は1次管理値の範囲内であることを確認しています。

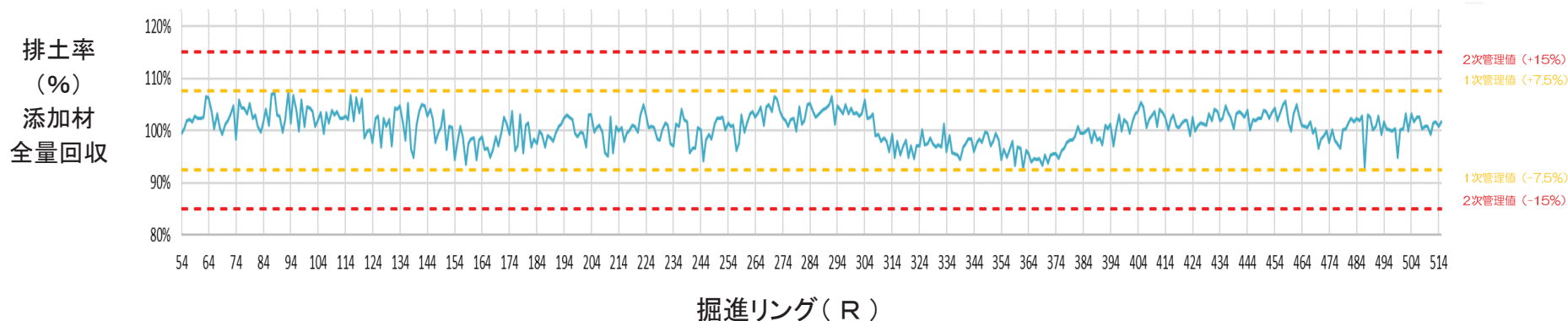


対応II:取り込んだ土の量を丁寧に把握します

中央JCT北側Aランプシールドトンネル工事の施工データ(排土重量・掘削土体積・排土率)

確認結果

- 体積の比率(排土率)は、1次管理値の範囲で収まっていることを確認しています。
- 掘進における管理フロー(切羽の安定管理、掘削土量)に基づき、適切に施工が行われていることを確認しています。



<排土率>

$$\frac{\text{取り込んだ体積 (重さ/単位体積重量)}}{\text{掘進部分の体積 (マシン面積×掘進距離)}} \times 100(\%)$$

100%超過の場合・・・土の取り込みが多い傾向

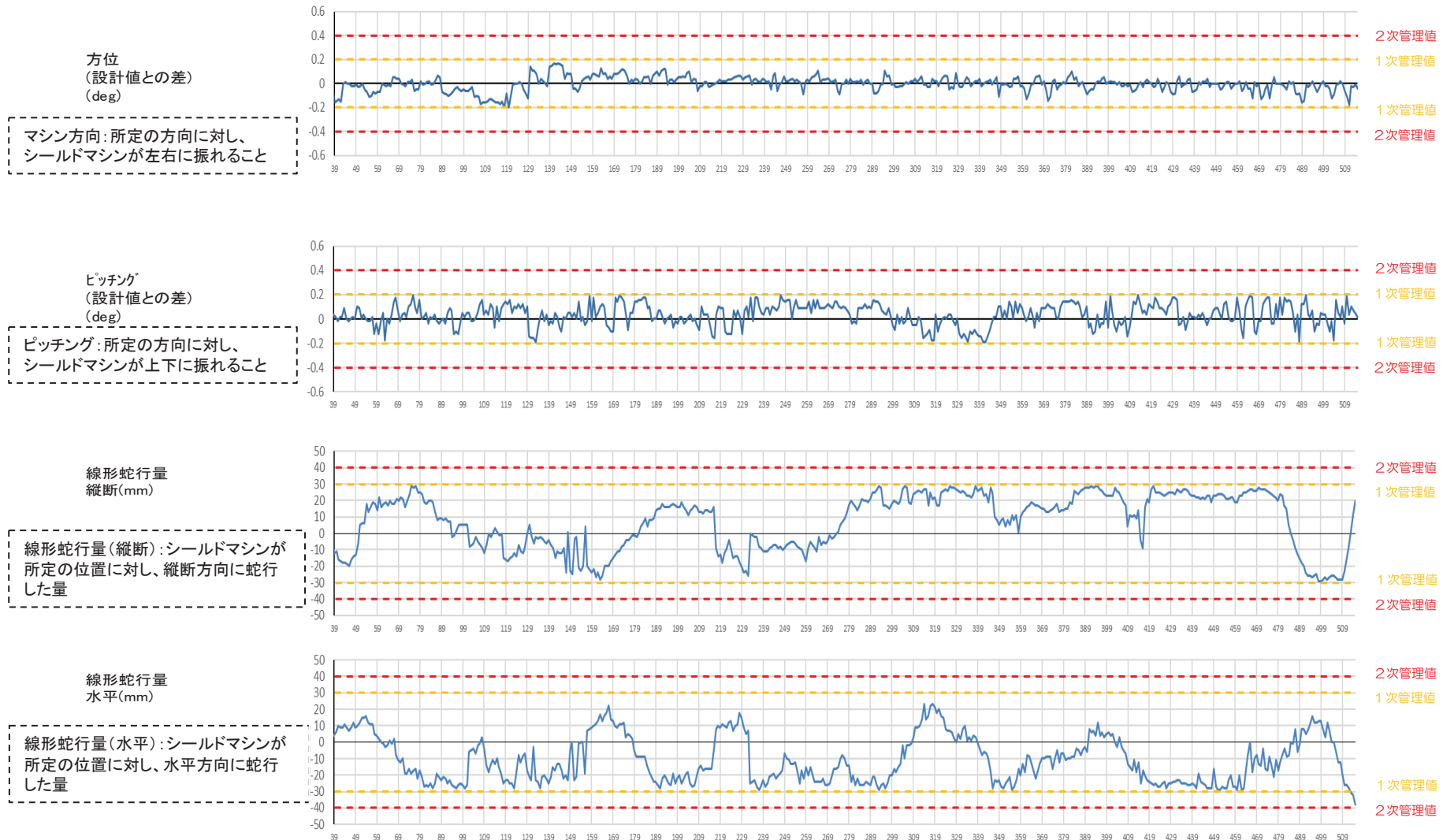
100%未満の場合・・・土の取り込みが少ない傾向

対応II:取り込んだ土の量を丁寧に把握します

中央JCT北側Aランプシールドトンネル工事の施工データ(マシン制御等)

確認結果

- 掘進管理項目および掘進管理基準を確認しながら施工しています。



掘進リング (R)

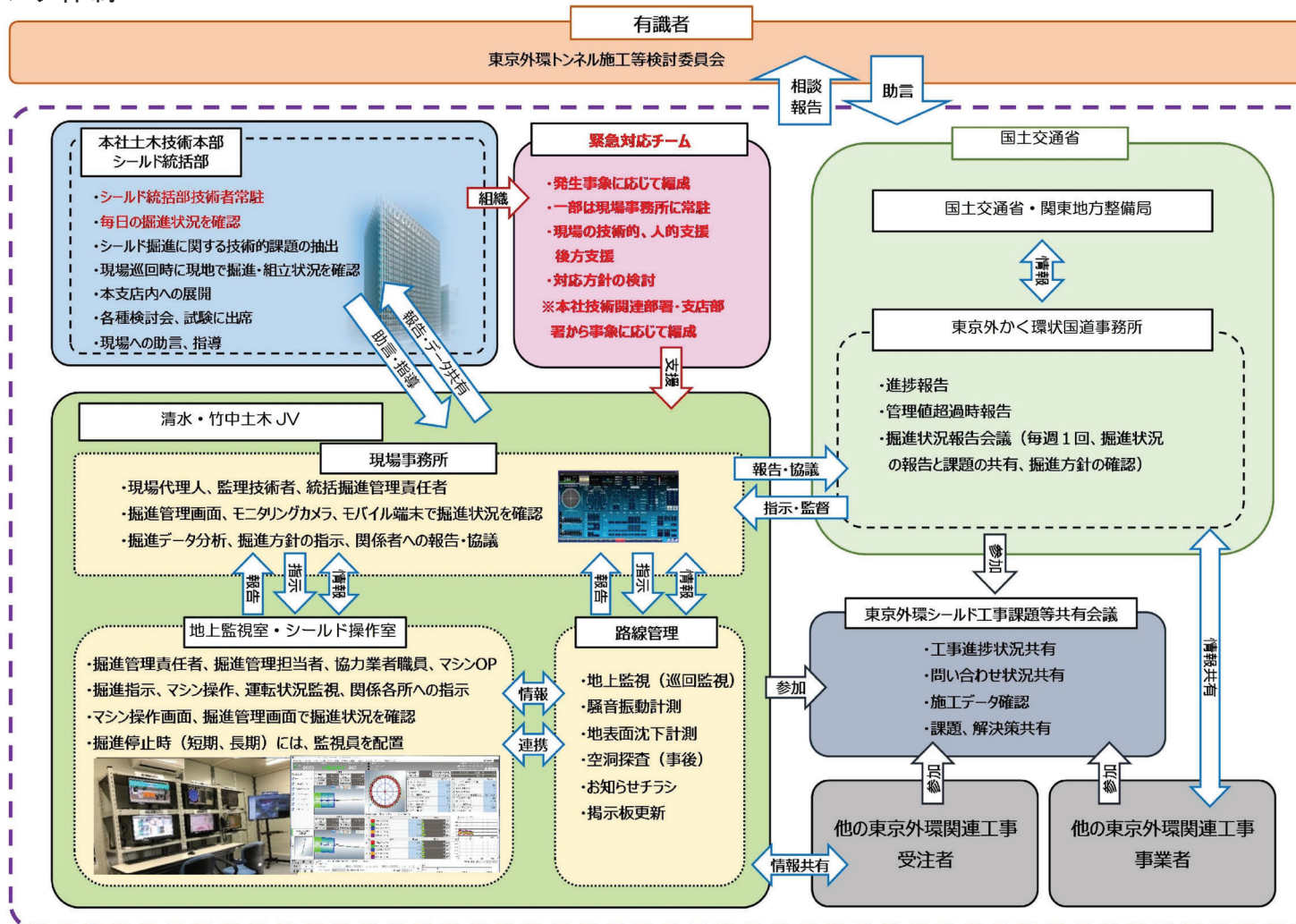
対応II:取り込んだ土の量を丁寧に把握します

中央JCT北側Aランプシールドトンネル工事の工事体制強化

確認結果

- 関係者への日々の掘進状況の定時報告等の情報共有を確実に実施しています。
- 緊急時には同様にすみやかに情報共有がなされる体制を構築しています。

掘進モニタリング体制



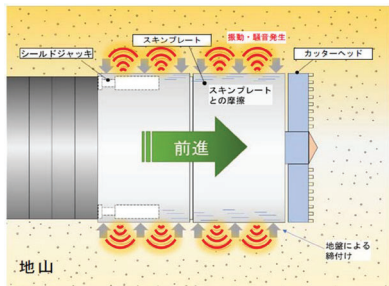
対応Ⅲ：地域の安全・安心を高めます

ポイント

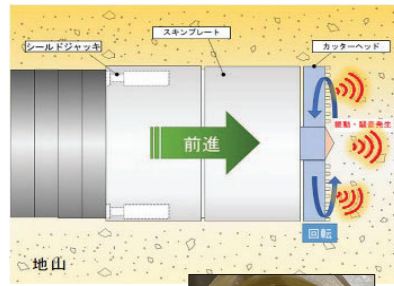
- ・振動・騒音を低減
- ・モニタリングを強化
- ・情報提供を強化
- ・緊急時対応を整備

振動・騒音をできるだけ低減

(マシンと地盤の摩擦)



(前方の地盤掘削)



■マシンと地盤の間に滑剤を投入
実験にて振動を最大50%低減



(滑剤)

地表面のモニタリングを強化

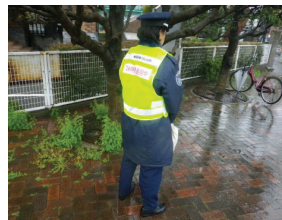
- 振動・騒音を日々計測し表示
- 3D計測など地表面計測方法
 - ・頻度を増加
- 巡回員等により24時間監視
- 掘進前後で路面下に空洞がないかを調査



(振動・騒音の表示)



3D点群データ調査



巡回員



路面下空洞探査車

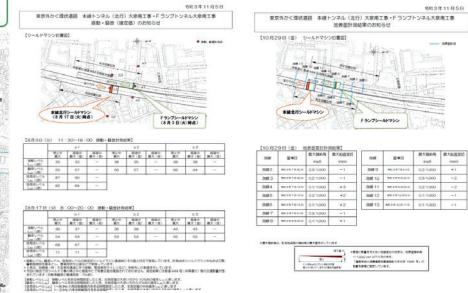
情報の提供

- お知らせチラシの配布頻度を増加
(1カ月前、通過前後)
- ホームページと掲示板で
工事情報や計測結果を公開

(掲示板イメージ)



掘進状況公表例



モニタリング情報公表例

緊急時の対応をあらかじめ準備

- 掘進を一時停止する対応を予め整理
- 「安全・安心確保の取組み」を見直し、
連絡体制や情報提供の流れを確認
- 振動・騒音を特に気にされる方に
一時滞在場所を提供



(「トンネル工事の安全・安心確保の取組み」パンフレット)