

(参考資料)

資料は委員会での意見を踏まえ、
修正を行っております。

参考資料

1. 博多駅工区の状況…………… P1
2. 坑内水抜き時の解析的検討結果…………… P3
3. 坑内水抜き計画について…………… P7
4. 土砂撤去計画について…………… P13

平成30年7月4日(水)

福岡市交通局

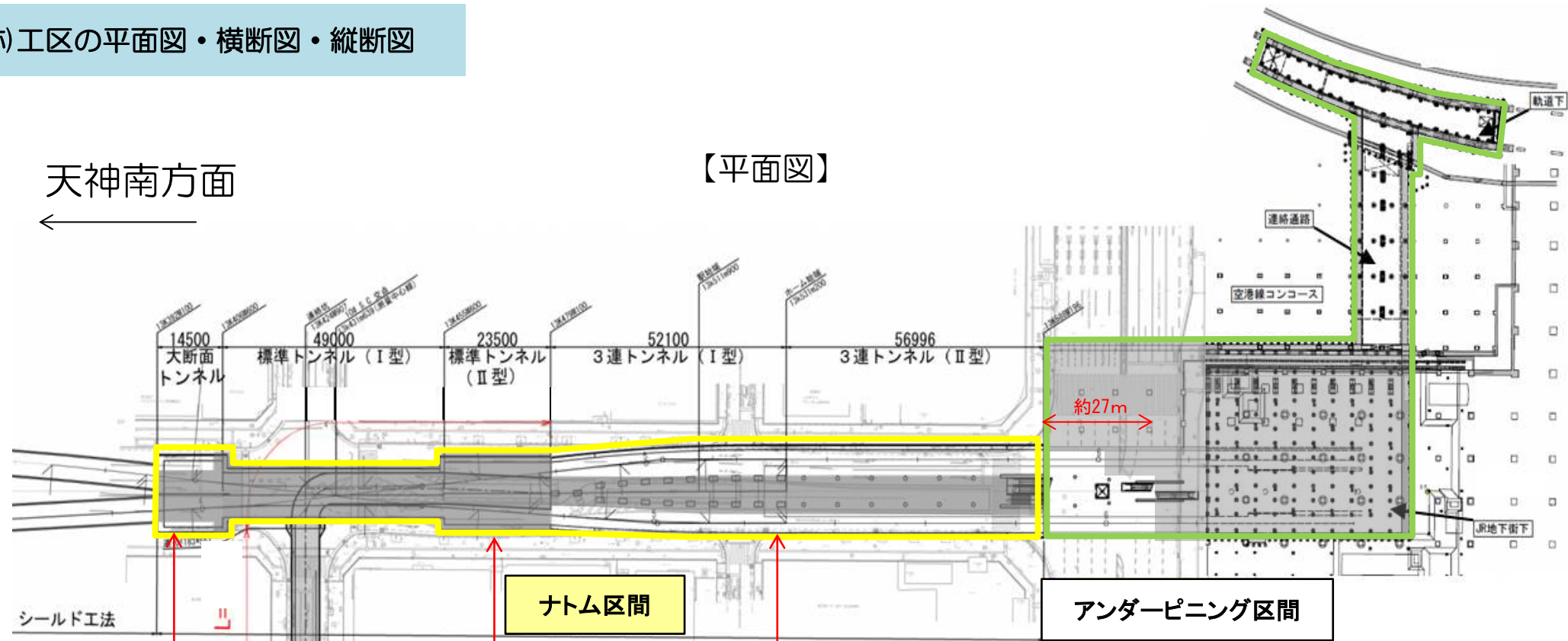
1. 博多駅工区の状況

1. 博多駅工区の状況

博多駅(仮称)工区の平面図・横断面図・縦断図

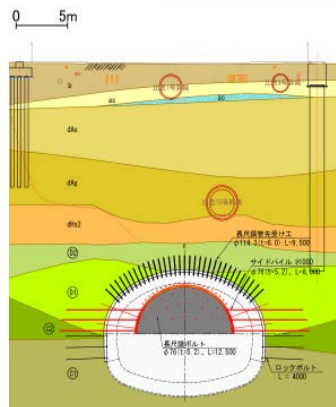
天神南方面
←

【平面図】

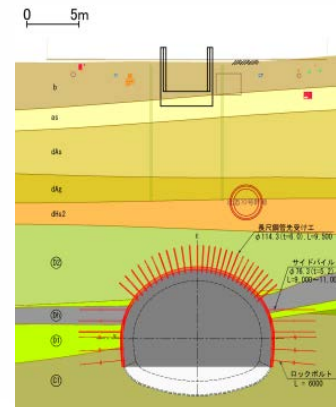


博多駅

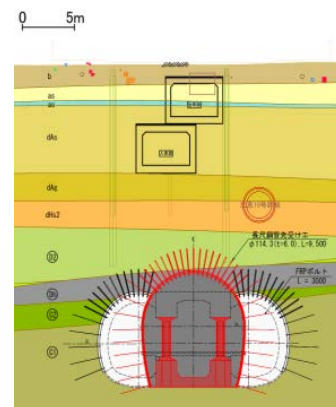
大断面トンネル



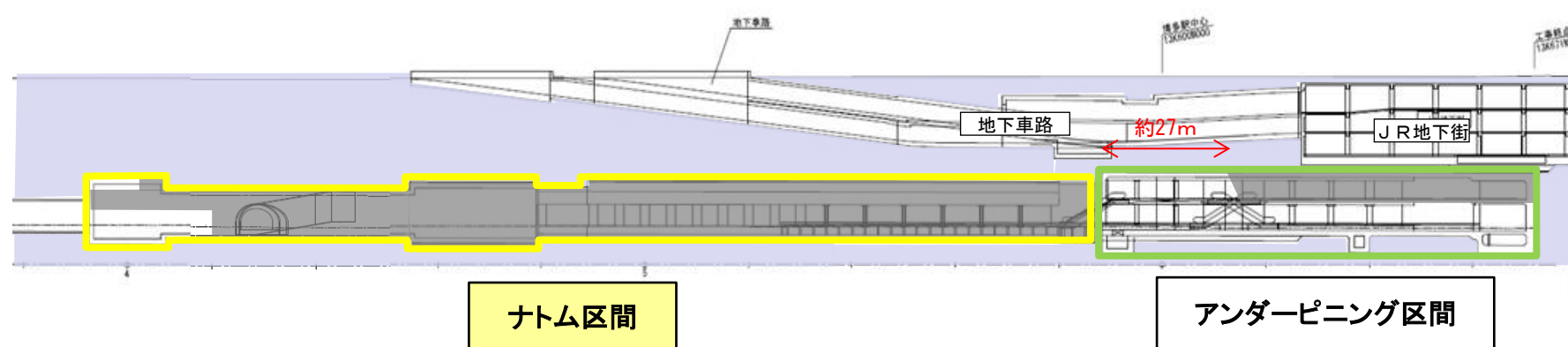
標準トンネル II 型



3連トンネル I 型



【縦断図】



-凡例-

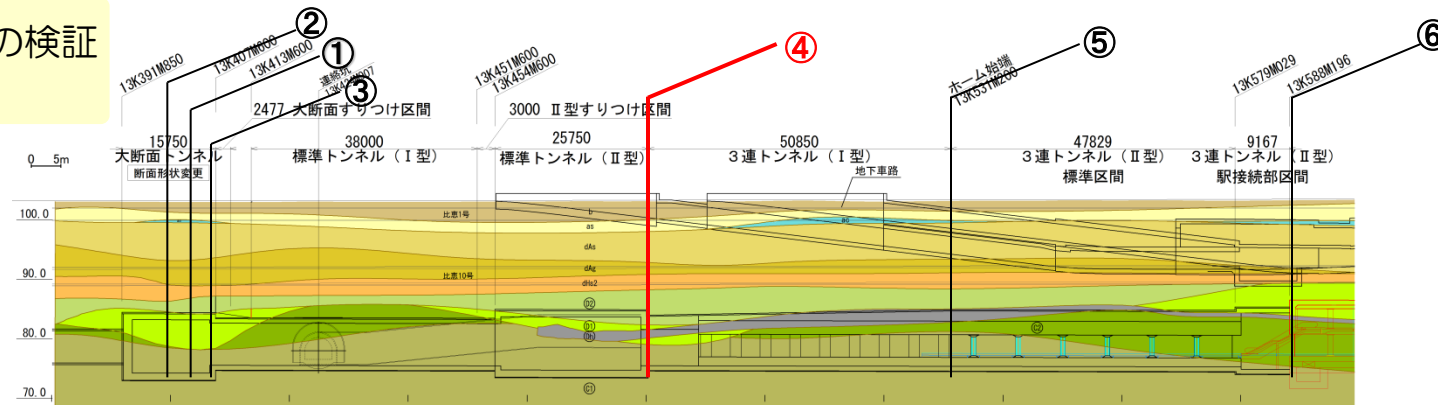
- : 未掘削箇所
- : 掘削済箇所

2. 坑内水抜き時の解析的検討結果

2. 坑内水抜き時の解析的検討結果

(1) 基本検討

目的) 追加地質調査に基づき設定した代表物性値によるリスクの検証
 結論) 坑内水抜きにより、リスクが顕在化する可能性は低い



【④断面】標準トンネルII型 ※結果の代表例

	下半掘削完了時(陥没前の状態)	坑内水抜き前	坑内水抜き後																														
地山																																	
支保	<table border="1"> <tr> <td rowspan="2">吹付け コンクリート</td> <td>発生応力</td> <td>設計基準強度</td> </tr> <tr> <td>2.8</td> <td>< 36.0</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">鋼製支保工</td> <td>発生応力</td> <td>降伏強度</td> </tr> <tr> <td>135.9</td> <td>< 245.0</td> </tr> </table> <p style="text-align: center;">(N/mm²)</p>	吹付け コンクリート	発生応力	設計基準強度	2.8	< 36.0	鋼製支保工	発生応力	降伏強度	135.9	< 245.0	<table border="1"> <tr> <td rowspan="2">吹付け コンクリート</td> <td>発生応力</td> <td>設計基準強度</td> </tr> <tr> <td>1.1</td> <td>< 36.0</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">鋼製支保工</td> <td>発生応力</td> <td>降伏強度</td> </tr> <tr> <td>111.0</td> <td>< 245.0</td> </tr> </table> <p style="text-align: center;">(N/mm²)</p>	吹付け コンクリート	発生応力	設計基準強度	1.1	< 36.0	鋼製支保工	発生応力	降伏強度	111.0	< 245.0	<table border="1"> <tr> <td rowspan="2">吹付け コンクリート</td> <td>発生応力</td> <td>設計基準強度</td> </tr> <tr> <td>2.8</td> <td>< 36.0</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">鋼製支保工</td> <td>発生応力</td> <td>降伏強度</td> </tr> <tr> <td>138.8</td> <td>< 245.0</td> </tr> </table> <p style="text-align: center;">(N/mm²)</p>	吹付け コンクリート	発生応力	設計基準強度	2.8	< 36.0	鋼製支保工	発生応力	降伏強度	138.8	< 245.0
吹付け コンクリート	発生応力		設計基準強度																														
	2.8	< 36.0																															
鋼製支保工	発生応力	降伏強度																															
	135.9	< 245.0																															
吹付け コンクリート	発生応力	設計基準強度																															
	1.1	< 36.0																															
鋼製支保工	発生応力	降伏強度																															
	111.0	< 245.0																															
吹付け コンクリート	発生応力	設計基準強度																															
	2.8	< 36.0																															
鋼製支保工	発生応力	降伏強度																															
	138.8	< 245.0																															
コメント	-	<ul style="list-style-type: none"> 現在はこの状態で1年近く経過しているが、各種計測結果に大きな変化はなく安定している。 	<ul style="list-style-type: none"> トンネル周辺の局所安全率が回復する。 坑内水抜きにより、下半掘削完了時の地山、支保工と同等の応力状態に戻る。 吹付けコンクリートおよび鋼製支保工に生じる応力は増加するが、設計基準強度および降伏強度以下である。 																														

【解析条件】

※代表物性値を採用 ※D2層をDs2層とDc2層に区分

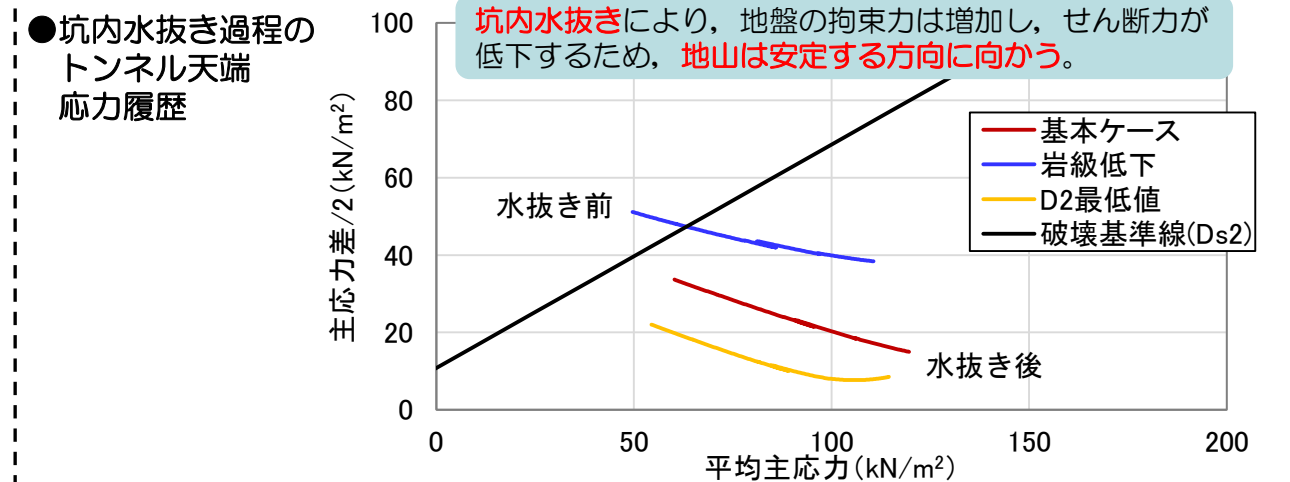
2. 坑内水抜き時の解析的検討結果

(2) 感度解析

目的) 各種物性値を単独で変化させて、基本検討結果への影響を確認
 結論) 坑内水抜きにより、リスクが顕在化する可能性は低い
 (基本検討の結論に同じ)

●パラメータ：D2層変形係数 (E)
 →調査で得られた最低値 (≒7/10E)

【④断面】標準トンネルⅡ型 ※結果の代表例



		下半掘削完了時(陥没前の状態)	坑内水抜き前	坑内水抜き後		
地山	基本検討(代表物性値)					
	リスク解析					
支保	吹付け コンクリート	発生応力	発生応力	発生応力		
		設計基準強度	設計基準強度	設計基準強度		
	鋼製支保工	発生応力	発生応力	発生応力		
基本検討との比較	吹付けコンクリート		吹付けコンクリート		吹付けコンクリート	
	発生応力		発生応力		発生応力	
	設計基準強度		設計基準強度		設計基準強度	

吹付け	発生応力	設計基準強度	発生応力	降伏強度
コンクリート	2.8(2.8)	< 36.0	1.2(1.1)	< 36.0
鋼製支保工	142.3(135.9)	< 245.0	124.2(111.0)	< 245.0
鋼製支保工	144.6(138.8)	< 245.0	144.6(138.8)	< 245.0

() : 基本検討の値 E : 圧縮 (N/mm²) () : 基本検討の値 正 : 圧縮 (N/mm²) () : 基本検討の値 正 : 圧縮 (N/mm²)

● D2層の変形係数を低下させると、土砂層下端付近に局所安全率が低い領域が広がる。
 ● D2層の変形係数を低下させても、支保工応力の応力状態はほとんど変わらない。

● D2層の変形係数を低下させると、土砂層下端付近に局所安全率の低い領域が広がる。
 ● D2層の変形係数を低下させると、支保工の応力は増加するが、設計基準強度および降伏強度以下である。

● D2層の変形係数を低下させると、土砂層下端付近に局所安全率の低い領域が広がるが、坑内水抜きによりその領域は進展しない。
 ● D2層の変形係数を低下させると、支保工の応力は増加するが、設計基準強度および降伏強度以下である。

2. 坑内水抜き時の解析的検討結果

目的) 具体的なリスク現象を仮定し、トンネルや地山の安定性を確認

結論) 坑内水抜きにより、リスクが顕在化する可能性は低い
(基本検討の結論に同じ)

【④断面】標準トンネルⅡ型

●具体的なリスク現象
: 地山が脆弱で変形が大きかった標準Ⅱ型
周辺地山が弾塑性挙動

(3) リスク解析

	下半掘削完了時	坑内水抜き前	坑内水抜き後																																				
地山	<p>弾塑性解析</p> <p>※当該ステップ時の塑性領域を示す</p>	<p>弾塑性解析</p> <p>※当該ステップ時の塑性領域を示す</p>	<p>弾塑性解析</p> <p>※当該ステップ時の塑性領域を示す</p>																																				
	<table border="1"> <tr> <td rowspan="2">計測 (全変位)</td> <td>天端沈下</td> <td>限界ひずみ(中央値) 相当の天端沈下</td> </tr> <tr> <td>72.7*1</td> <td>< 87.0</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">解析 (全変位)</td> <td>天端沈下</td> <td>限界ひずみ(中央値) 相当の天端沈下</td> </tr> <tr> <td>96.3</td> <td>> 87.0</td> </tr> </table> <p>※1 計測変位を全変位に修正したもの(推定値) (mm)</p>	計測 (全変位)	天端沈下	限界ひずみ(中央値) 相当の天端沈下	72.7*1	< 87.0	解析 (全変位)	天端沈下	限界ひずみ(中央値) 相当の天端沈下	96.3	> 87.0	<table border="1"> <tr> <td rowspan="2">計測 (全変位)</td> <td>天端沈下</td> <td>限界ひずみ(中央値) 相当の天端沈下</td> </tr> <tr> <td>-</td> <td>< 87.0</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">解析 (全変位)</td> <td>天端沈下</td> <td>限界ひずみ(中央値) 相当の天端沈下</td> </tr> <tr> <td>91.4</td> <td>> 87.0</td> </tr> </table> <p>(mm)</p>	計測 (全変位)	天端沈下	限界ひずみ(中央値) 相当の天端沈下	-	< 87.0	解析 (全変位)	天端沈下	限界ひずみ(中央値) 相当の天端沈下	91.4	> 87.0	<table border="1"> <tr> <td rowspan="2">計測 (全変位)</td> <td>天端沈下</td> <td>限界ひずみ(中央値) 相当の天端沈下</td> </tr> <tr> <td>-</td> <td>< 87.0</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">解析 (全変位)</td> <td>天端沈下</td> <td>限界ひずみ(中央値) 相当の天端沈下</td> </tr> <tr> <td>95.9</td> <td>> 87.0</td> </tr> </table> <p>※2 解析上、坑内水没により天端は4.9mm隆起 ※3 解析上、坑内水抜きにより天端は4.5mm沈下 (mm)</p>	計測 (全変位)	天端沈下	限界ひずみ(中央値) 相当の天端沈下	-	< 87.0	解析 (全変位)	天端沈下	限界ひずみ(中央値) 相当の天端沈下	95.9	> 87.0						
計測 (全変位)	天端沈下		限界ひずみ(中央値) 相当の天端沈下																																				
	72.7*1	< 87.0																																					
解析 (全変位)	天端沈下	限界ひずみ(中央値) 相当の天端沈下																																					
	96.3	> 87.0																																					
計測 (全変位)	天端沈下	限界ひずみ(中央値) 相当の天端沈下																																					
	-	< 87.0																																					
解析 (全変位)	天端沈下	限界ひずみ(中央値) 相当の天端沈下																																					
	91.4	> 87.0																																					
計測 (全変位)	天端沈下	限界ひずみ(中央値) 相当の天端沈下																																					
	-	< 87.0																																					
解析 (全変位)	天端沈下	限界ひずみ(中央値) 相当の天端沈下																																					
	95.9	> 87.0																																					
支保	<table border="1"> <tr> <td rowspan="2">吹付け コンクリート</td> <td>発生応力</td> <td>設計基準強度</td> <td rowspan="2">正: 圧縮 (N/mm²)</td> </tr> <tr> <td>2.9</td> <td>< 36.0</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">鋼製支保工 (): 応力曲げ成分</td> <td>発生応力</td> <td>降伏強度</td> <td rowspan="2">正: 圧縮 (N/mm²)</td> </tr> <tr> <td>152.9 (58.2)</td> <td>< 245.0</td> </tr> </table>	吹付け コンクリート	発生応力	設計基準強度	正: 圧縮 (N/mm ²)	2.9	< 36.0	鋼製支保工 (): 応力曲げ成分	発生応力	降伏強度	正: 圧縮 (N/mm ²)	152.9 (58.2)	< 245.0	<table border="1"> <tr> <td rowspan="2">吹付け コンクリート</td> <td>発生応力</td> <td>設計基準強度</td> <td rowspan="2">正: 圧縮 (N/mm²)</td> </tr> <tr> <td>1.4</td> <td>< 36.0</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">鋼製支保工 (): 応力曲げ成分</td> <td>発生応力</td> <td>降伏強度</td> <td rowspan="2">正: 圧縮 (N/mm²)</td> </tr> <tr> <td>163.5 (94.1)</td> <td>< 245.0</td> </tr> </table>	吹付け コンクリート	発生応力	設計基準強度	正: 圧縮 (N/mm ²)	1.4	< 36.0	鋼製支保工 (): 応力曲げ成分	発生応力	降伏強度	正: 圧縮 (N/mm ²)	163.5 (94.1)	< 245.0	<table border="1"> <tr> <td rowspan="2">吹付け コンクリート</td> <td>発生応力</td> <td>設計基準強度</td> <td rowspan="2">正: 圧縮 (N/mm²)</td> </tr> <tr> <td>3.1</td> <td>< 36.0</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">鋼製支保工 (): 応力曲げ成分</td> <td>発生応力</td> <td>降伏強度</td> <td rowspan="2">正: 圧縮 (N/mm²)</td> </tr> <tr> <td>179.5 (82.7)</td> <td>< 245.0</td> </tr> </table>	吹付け コンクリート	発生応力	設計基準強度	正: 圧縮 (N/mm ²)	3.1	< 36.0	鋼製支保工 (): 応力曲げ成分	発生応力	降伏強度	正: 圧縮 (N/mm ²)	179.5 (82.7)	< 245.0
吹付け コンクリート	発生応力		設計基準強度	正: 圧縮 (N/mm ²)																																			
	2.9	< 36.0																																					
鋼製支保工 (): 応力曲げ成分	発生応力	降伏強度	正: 圧縮 (N/mm ²)																																				
	152.9 (58.2)	< 245.0																																					
吹付け コンクリート	発生応力	設計基準強度	正: 圧縮 (N/mm ²)																																				
	1.4	< 36.0																																					
鋼製支保工 (): 応力曲げ成分	発生応力	降伏強度	正: 圧縮 (N/mm ²)																																				
	163.5 (94.1)	< 245.0																																					
吹付け コンクリート	発生応力	設計基準強度	正: 圧縮 (N/mm ²)																																				
	3.1	< 36.0																																					
鋼製支保工 (): 応力曲げ成分	発生応力	降伏強度	正: 圧縮 (N/mm ²)																																				
	179.5 (82.7)	< 245.0																																					
解析結果の評価	<p>【地山の評価】</p> <ul style="list-style-type: none"> 計測値は限界ひずみ中央値相当(切羽安定性の指標)の84%である。 解析上、限界ひずみ中央値相当(切羽安定性の指標)の天端沈下を生じる。 弾性解析に比べ、弾塑性解析は天端沈下量の計測値と解析値の乖離が大きい。 <p>【支保の評価】</p> <ul style="list-style-type: none"> 吹付けコンクリート応力は、設計基準強度以下、鋼製支保工応力は降伏強度以下である。 	<p>【地山の評価】</p> <ul style="list-style-type: none"> 解析上、限界ひずみ中央値相当(切羽安定性の指標)の天端沈下を生じている。しかし、弾性解析に比べ、弾塑性解析は天端沈下量の計測値と解析値の乖離が大きいため、計測値を含めた評価が必要である。 坑内水没による間隙水圧の上昇に伴い、地盤の有効応力が減少し、塑性域が広がる。 <p>【支保の評価】</p> <ul style="list-style-type: none"> 吹付けコンクリート応力は、水没により減少し、設計基準強度以下である。 鋼製支保工応力は、水没により曲げ成分が増加するが、降伏強度以下である。 	<p>【地山の評価】</p> <ul style="list-style-type: none"> 坑内水抜きにより、塑性域は進展しない。 坑内水抜きによる間隙水圧の減少に伴い、地盤の有効応力が増加し、塑性域が減少する。 坑内水抜きにより、塑性領域は下半掘削完了時と同等を示す(応力履歴参照)。 坑内水抜きにより、水没による隆起量程度の天端沈下を生じる。 <p>【支保の評価】</p> <ul style="list-style-type: none"> 支保応力は坑内水抜きにより増加するが、吹付けコンクリート応力は設計基準強度以下、鋼製支保工応力は降伏強度以下である。 																																				

【坑内水抜き時の解析結果によるリスク評価】

- ①支保応力は降伏強度以下であるため、「支保応力増加により、支保が破壊→地表面が沈下する」というリスクは低い。
- ②地盤の有効応力が増加するため、塑性域は進展しない。また、支保応力は降伏強度以下であるため、「支保と周辺地山の破壊により、地表面が沈下→陥没する」というリスクは低い。
- ③解析上、限界ひずみ中央値相当(切羽安定性の指標)の天端沈下を生じている。しかし、弾性解析に比べ、弾塑性解析は天端沈下量の計測値と解析値の乖離が大きいため、計測値を含めた評価が必要である。

3. 坑内水抜き計画について

3. 坑内水抜き計画について

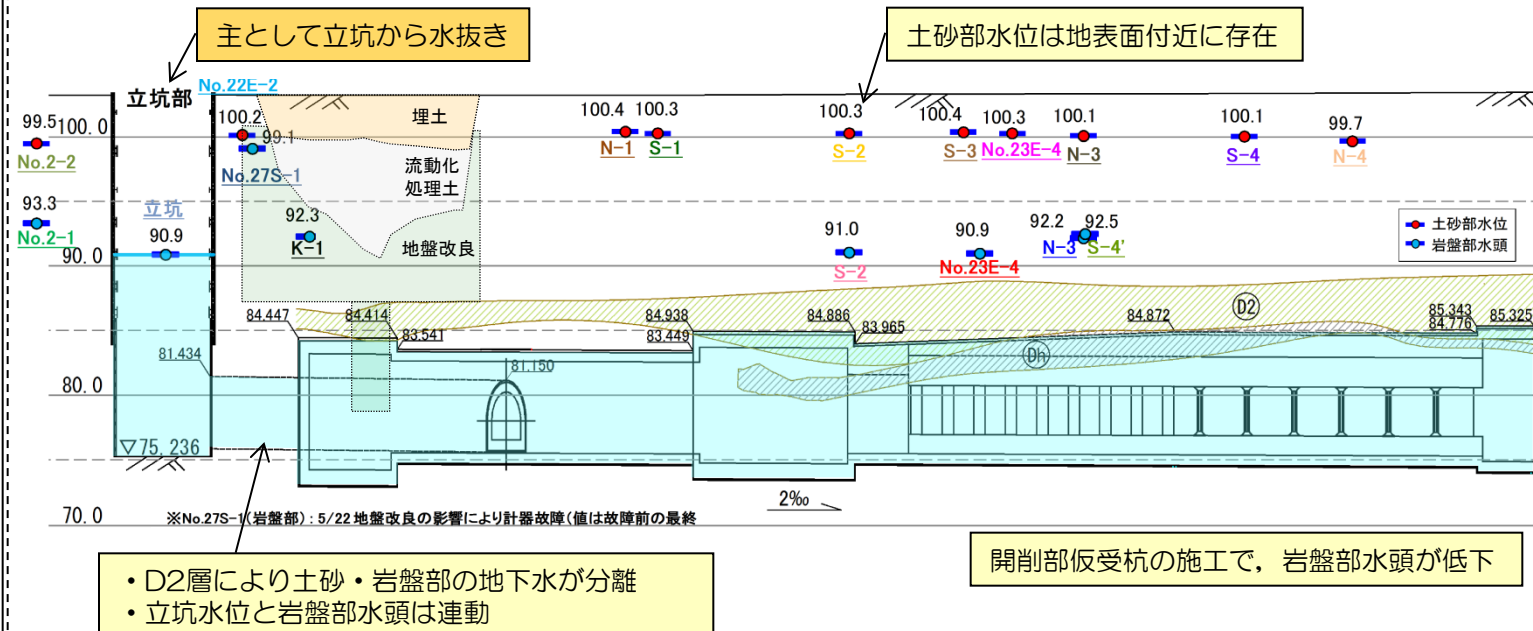
※赤字：リスク 青字：リスク原因

(1) 坑内水抜き各ステップにおけるリスク

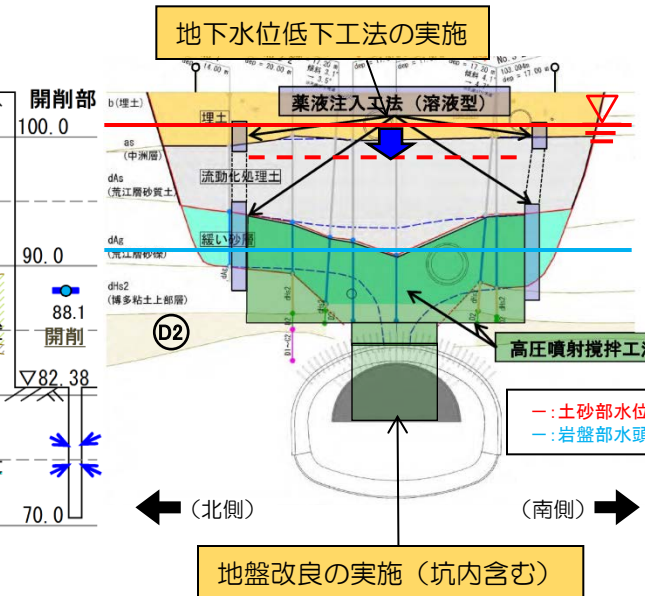
委員会決定事項 (黄色) 分かっていること (緑色) リスク (赤色)

【ステップ0】水抜き開始前（地盤改良完了後） ※水位は2018/6/2時点のもの

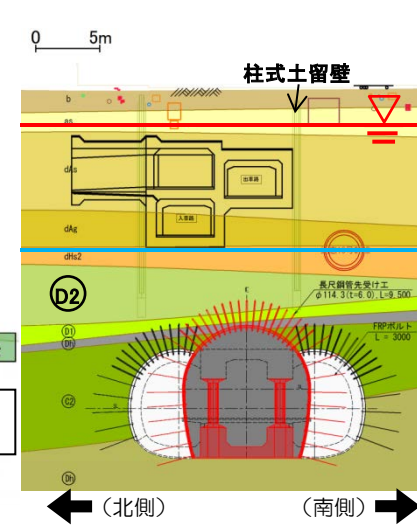
【縦断図】



【大断面トンネル】



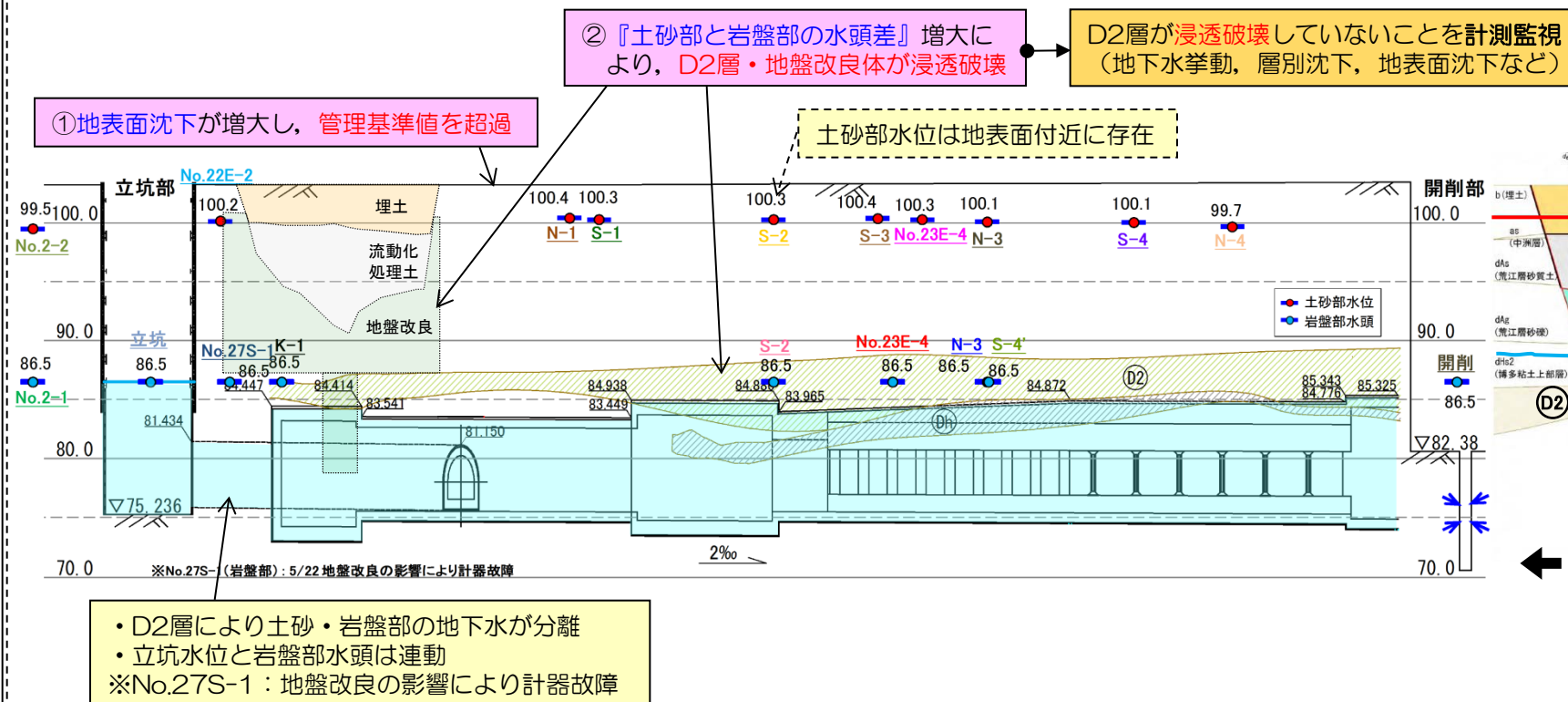
【3連トンネルⅡ型】



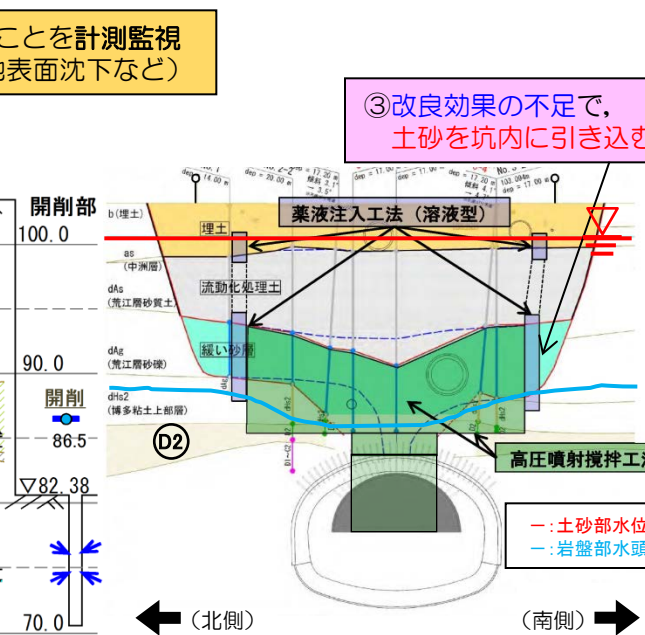
地盤改良効果確認や水理応答確認を目的とした、試験水抜き（現在値→T.P.86.5m）を実施

【ステップ1～2】試験水抜き～水位保持期間Ⅰ（Dh層上端面 + 50cm：T.P. 86.5m）

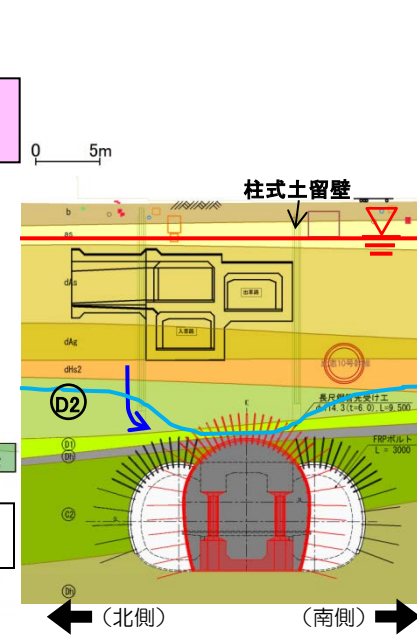
【縦断図】



【大断面トンネル】



【3連トンネルⅡ型】



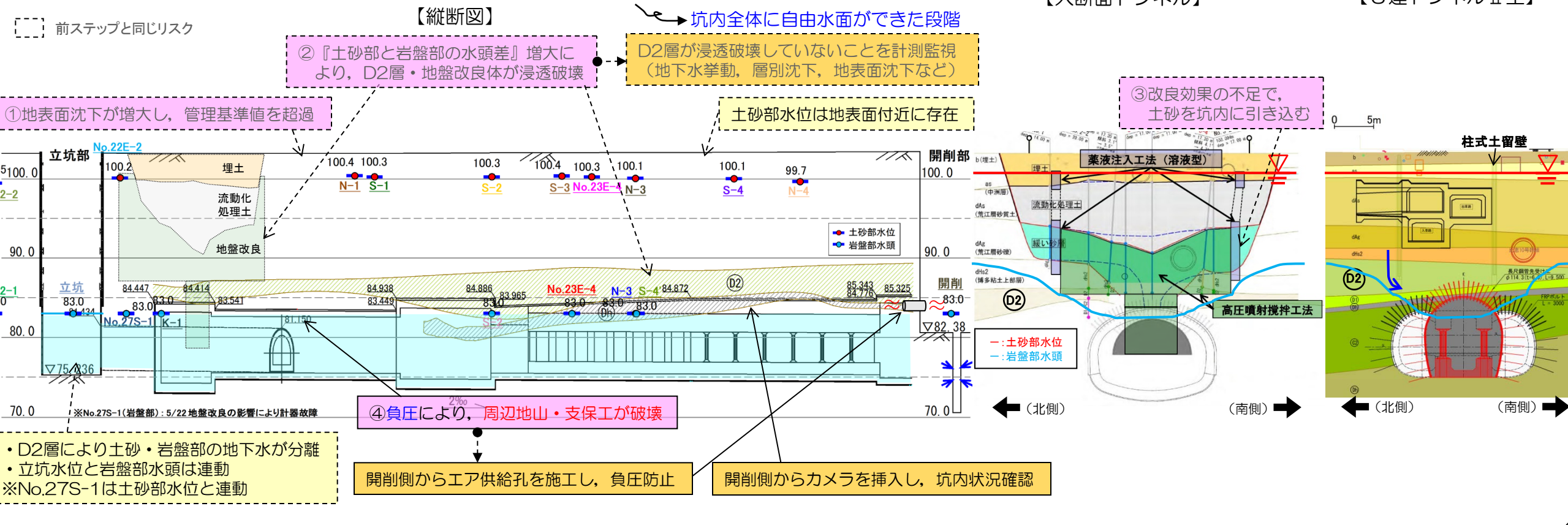
3. 坑内水抜き計画について

※赤字：リスク 青字：リスク原因

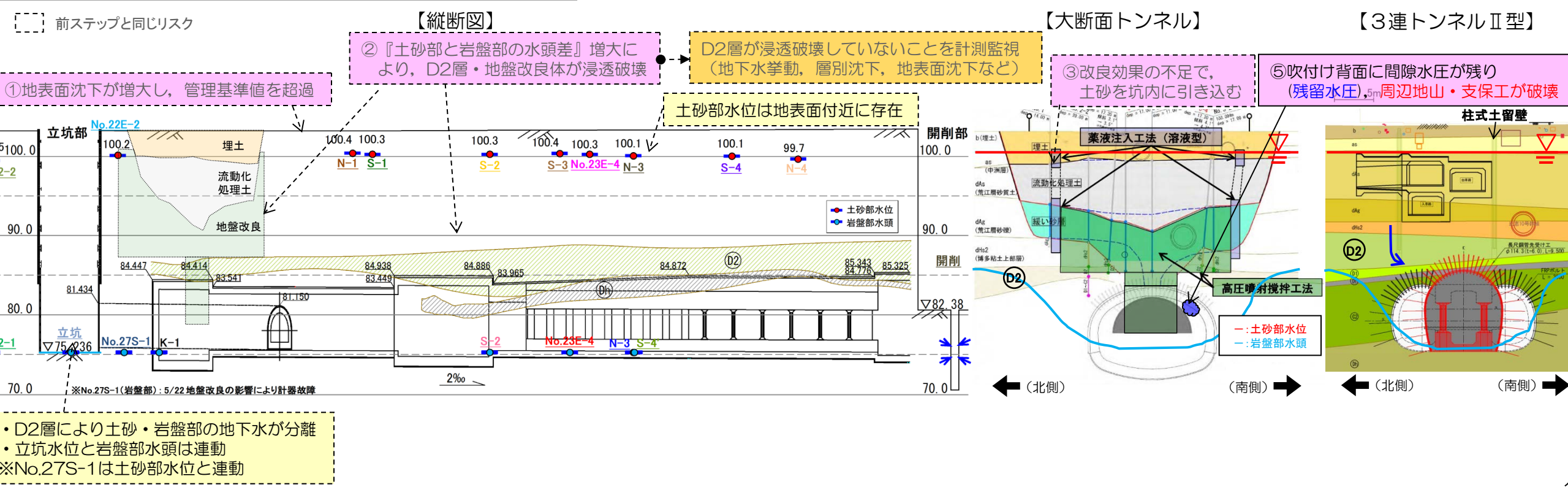
(1) 坑内水抜き各ステップにおけるリスク

委員会決定事項 (黄色) 分かっていること (白) リスク (紫)

【ステップ3~4】水抜き①~水位保持期間Ⅱ (3連トンネル上桁：T.P. 83.0m)



【ステップ5】水抜き②~水抜き完了 (立坑底盤：T.P. 75.2m)



3. 坑内水抜き計画について

(2) 坑内水抜き時のリスク評価

・基本検討，感度解析，リスク解析に基づき，水抜き時のリスクを評価した。

※リスク評価方法＝リスク発生確率×影響度

検討方法とリスク評価

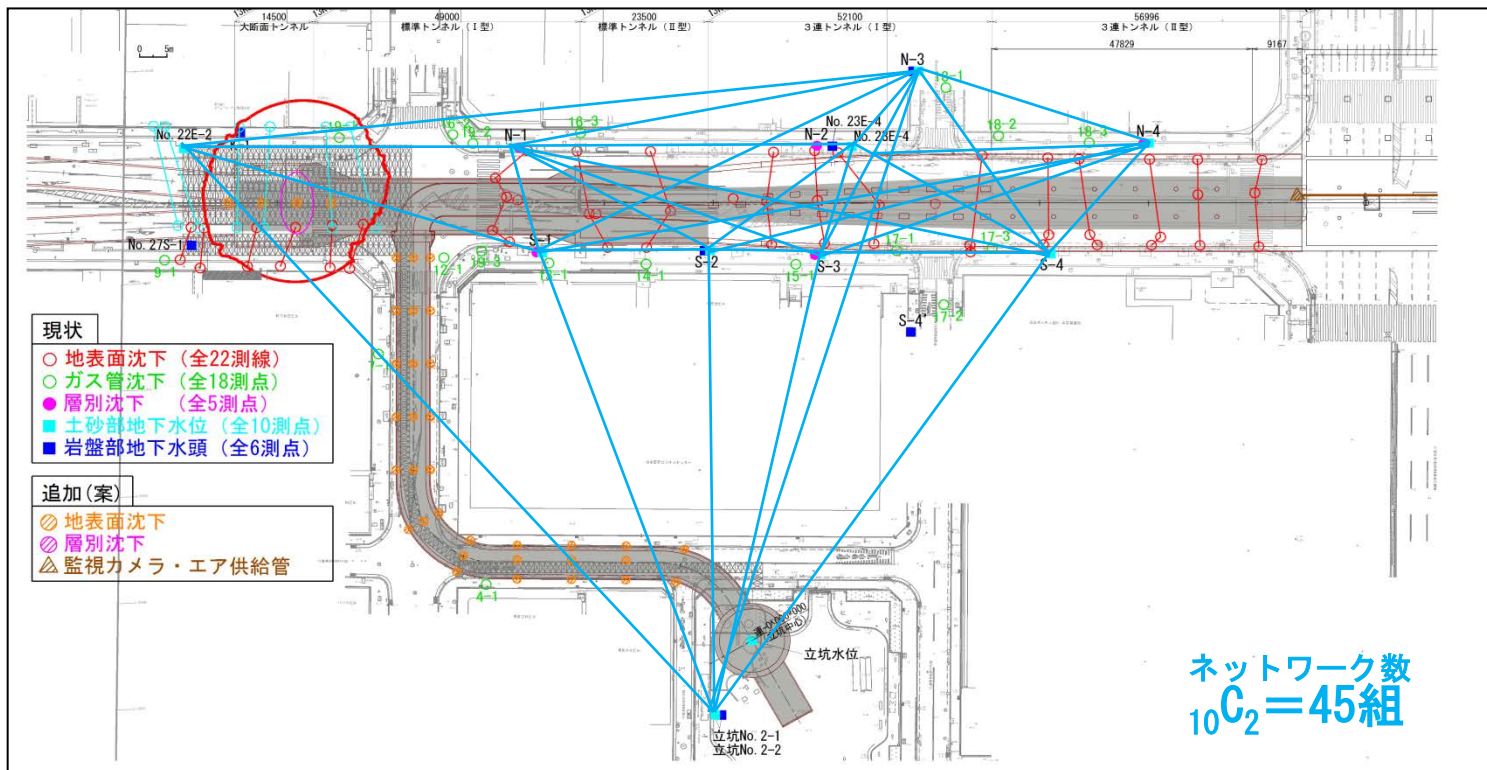
	地表面	地盤改良体	D2/炭質頁岩	トンネル
大断面 トンネル	<ul style="list-style-type: none"> ■ 地表面沈下増大 <ul style="list-style-type: none"> ・基本検討 ・感度解析(岩級低下) <p>【リスク評価:低】</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ 改良不足による土砂流入 <ul style="list-style-type: none"> ・感度解析(全体強度低下) ・リスク解析(局所未改良) ・地盤改良効果確認試験 <p>【リスク評価:低】</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ 浸透破壊 <ul style="list-style-type: none"> ・基本検討 ・感度解析(D2最低値) ・浸透破壊抵抗性計算 <p>【リスク評価:高】</p> <p>➤ 対策 坑内地盤改良，地下水位低下など</p> <p>【リスク評価:低】</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ 負圧による支保破壊 <ul style="list-style-type: none"> ・基本検討 ■ 支保背面圧による支保破壊 <ul style="list-style-type: none"> ・基本検討 ・感度解析(岩級低下他) <p>【リスク評価:低】</p>
標準トンネル Ⅱ型	<ul style="list-style-type: none"> ■ 地表面沈下増大 <ul style="list-style-type: none"> ・基本検討 ・感度解析(岩級低下) ・リスク解析 (D2劣化/鋼製支保工劣化) <p>【リスク評価:低】</p> <p>➤ 対策 層別沈下計設置</p> <p>【リスク評価:低】</p>	なし	<ul style="list-style-type: none"> ■ 浸透破壊・せん断破壊 <ul style="list-style-type: none"> ・基本検討 ・感度解析(D2最低値) ・浸透破壊抵抗性 ・押抜きせん断破壊抵抗性 ■ リスク解析 <ul style="list-style-type: none"> ・物性低下や弾塑性挙動 <p>【リスク評価:低】 ※支保は健全と仮定</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ 負圧による支保破壊 <ul style="list-style-type: none"> ・基本検討 ■ 支保背面圧による支保破壊 <ul style="list-style-type: none"> ・基本検討 ・感度解析(岩級低下他) ■ リスク解析 <ul style="list-style-type: none"> ・鋼製支保工の劣化 <p>【リスク評価:低】</p>
3連トンネル Ⅰ・Ⅱ型	<ul style="list-style-type: none"> ■ 地表面沈下増大 <ul style="list-style-type: none"> ・基本検討 ・感度解析(岩級低下) <p>【リスク評価:低】</p>	なし	<ul style="list-style-type: none"> ■ 浸透破壊・せん断破壊 <ul style="list-style-type: none"> ・基本検討 ・感度解析(D2最低値) ・浸透破壊抵抗性 ・押抜きせん断破壊抵抗性 <p>【リスク評価:低】 ※支保は健全と仮定</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ 負圧による支保破壊 <ul style="list-style-type: none"> ・基本検討 ■ 支保背面圧による支保破壊 <ul style="list-style-type: none"> ・基本検討 ・感度解析(岩級低下他) <p>【リスク評価:低】</p>

3. 坑内水抜き計画について

(3) 管理基準の設定方法 (案)

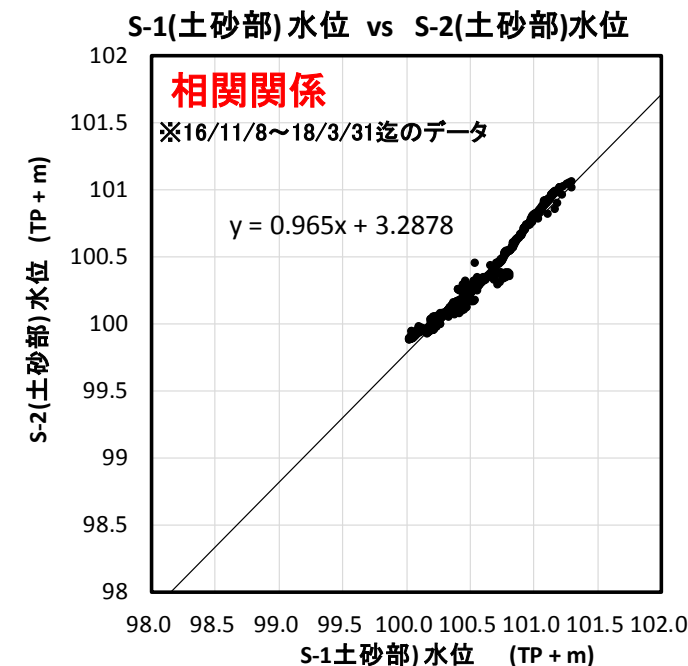
- ネットワーク内部の水理的擾乱を捉え、地盤の安定性を評価する

【土砂部水位計測ネットワーク】



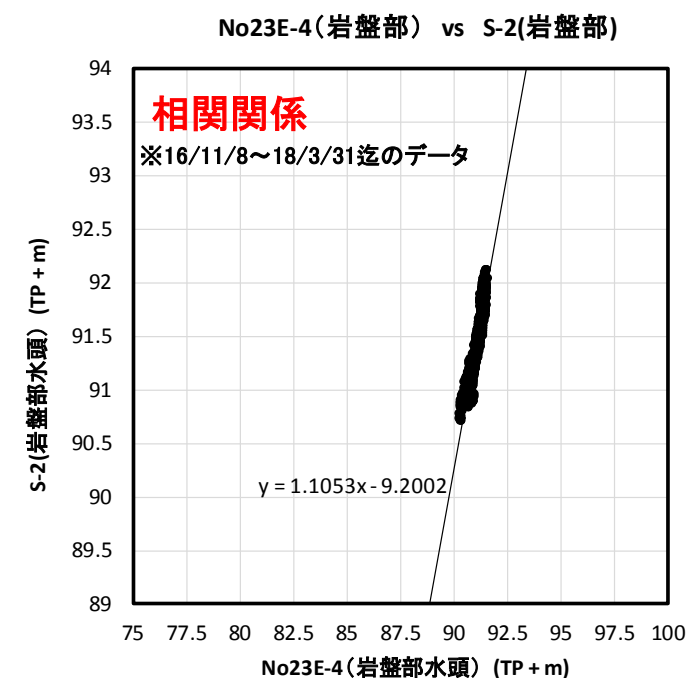
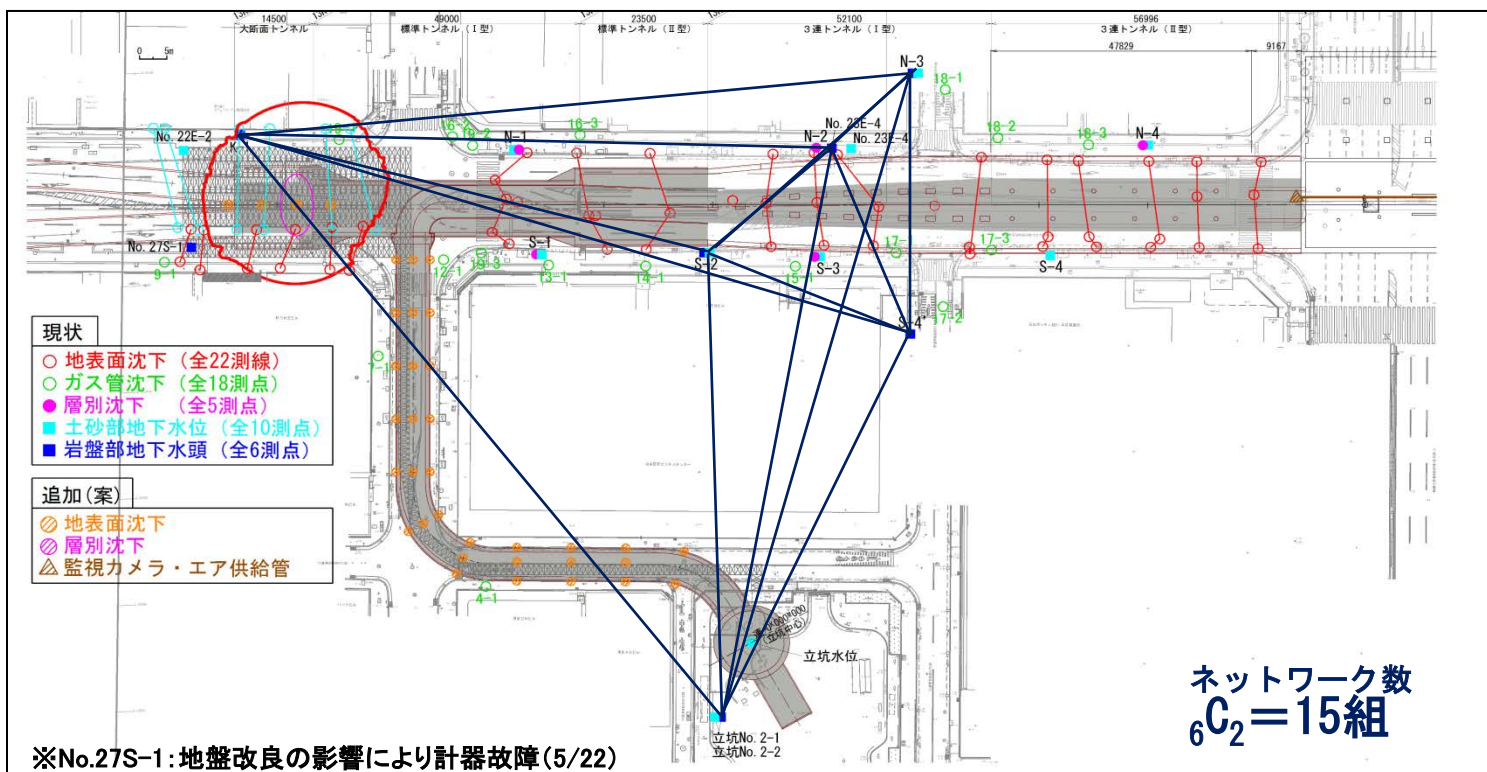
観測井同士の計測値に“相関”が認められる

相関関係の変化を“水理場の変化”と捉える



土砂水位相関図 (例)

【岩盤部水頭計測ネットワーク】



岩盤部水頭相関図 (例)

3. 坑内水抜き計画について

(3) 管理基準の設定方法 (案)

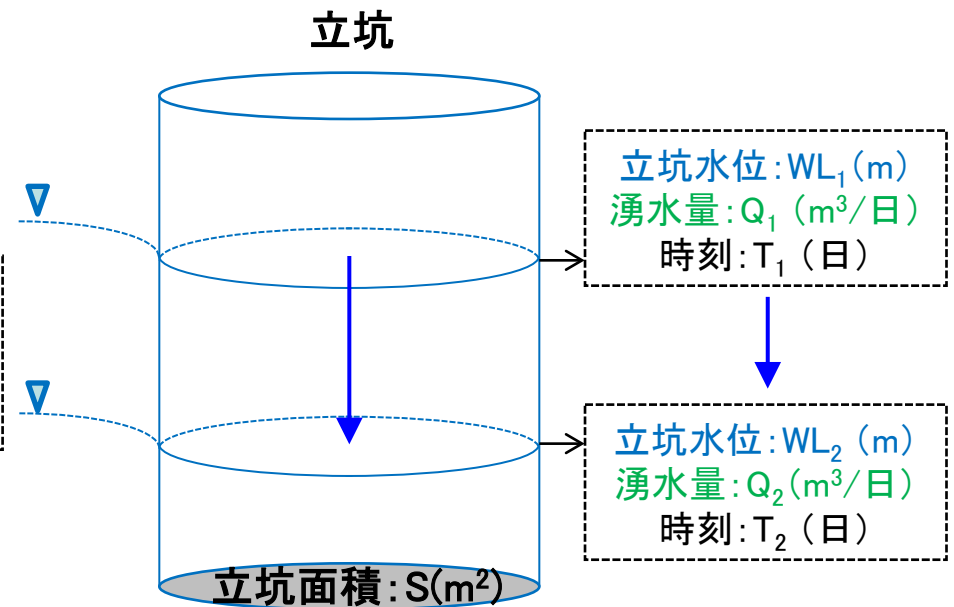
立坑水位を WL_1 (m)から WL_2 (m)に時間 $\Delta T (=T_2-T_1)$ (日)かけて低下させた場合

必要排水量(m³/日)

$$= \text{平均湧水量(m}^3\text{/日)} + \text{立坑面積(m}^2\text{)} \times \text{単位時間当たり水位低下量(m/日)}$$

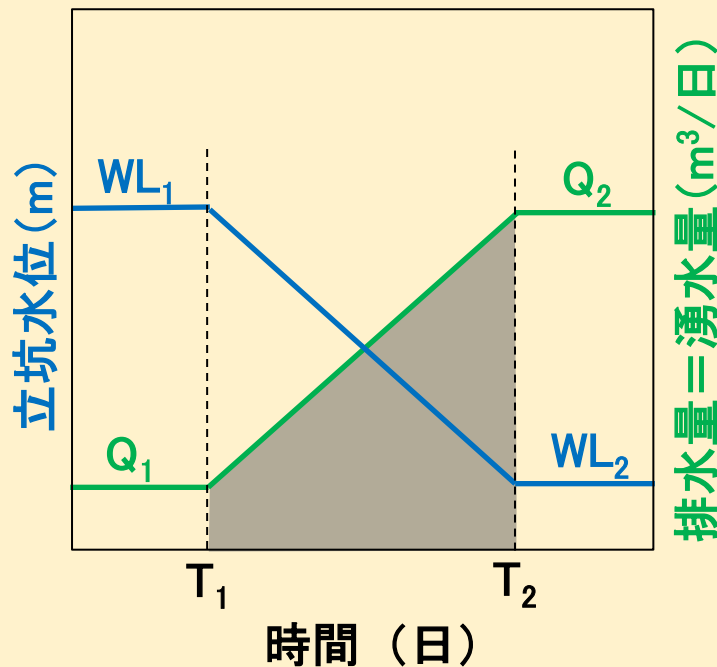
$$= (Q_1+Q_2) / 2 + S \times (WL_1-WL_2) / \Delta T$$

※ $\Delta T = T_2 - T_1$



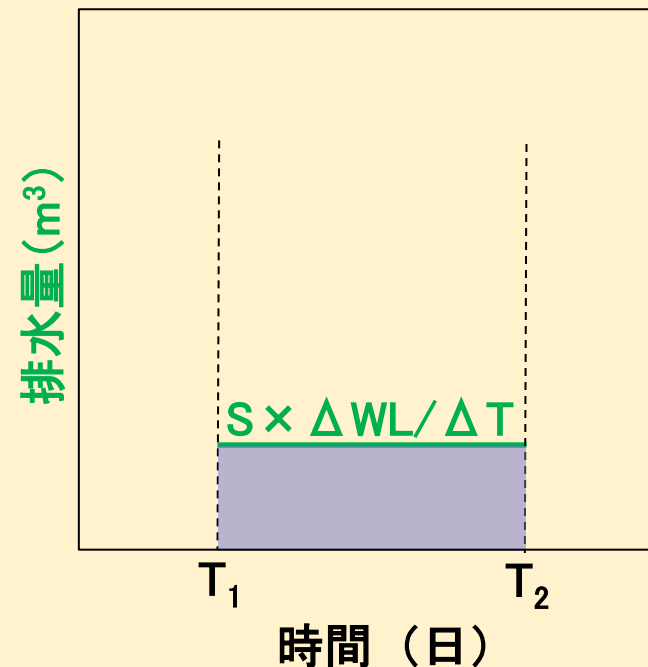
立坑水位を維持するために必要な排水量

湧水量(m³/日)

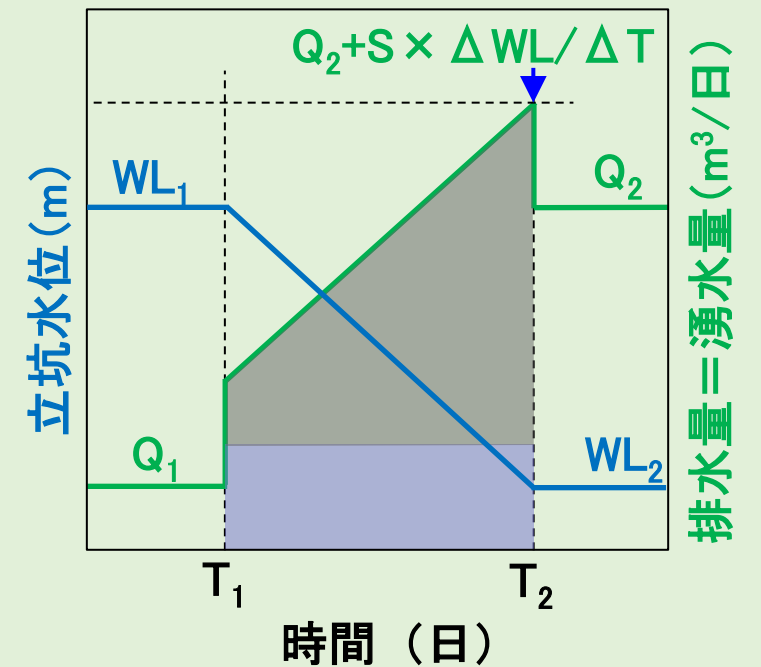


立坑水位を低下させるために必要な排水量

立坑面積 (m²)
× 単位時間当たり水位低下量 (m/日)



必要排水量(m³/日)

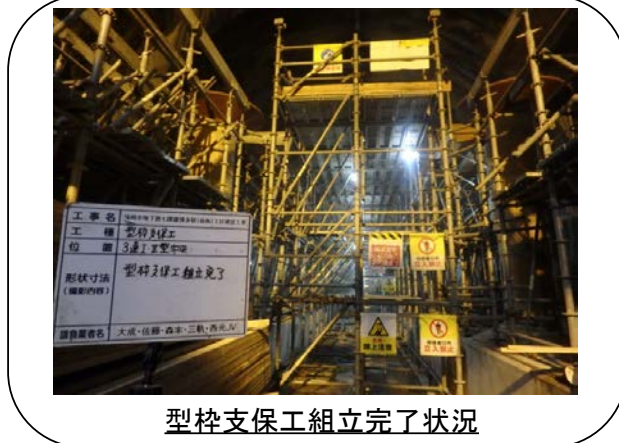
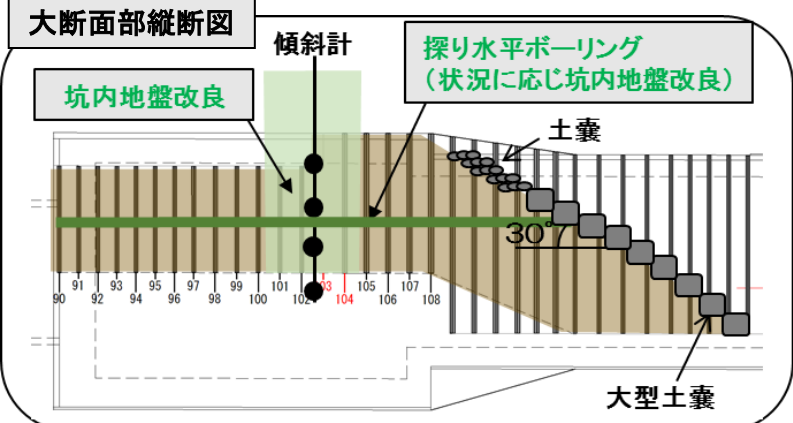
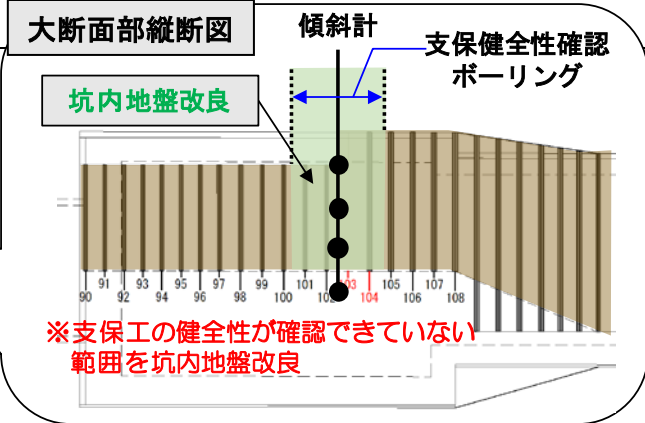
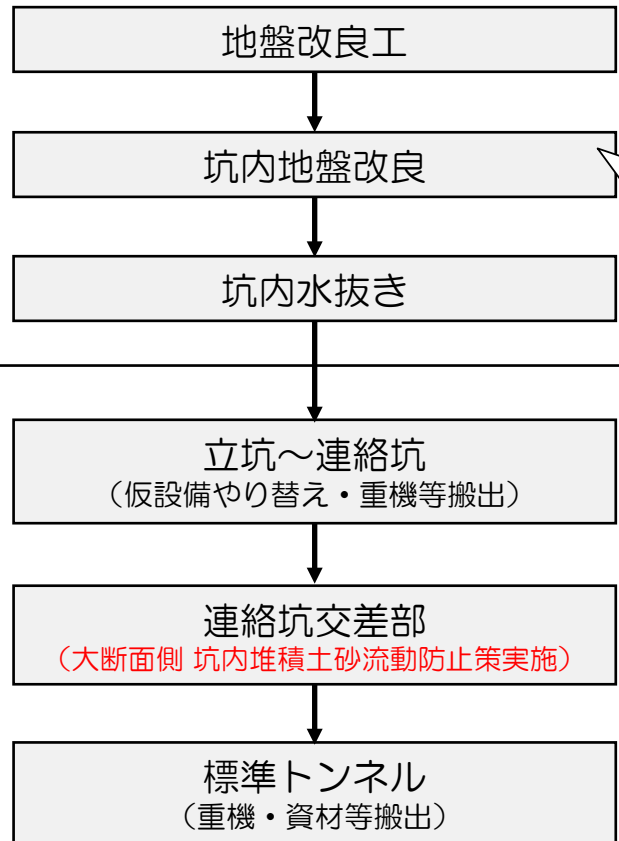


※ $\Delta WL / \Delta T = (WL_1 - WL_2) / \Delta T$
: 単位時間当たり水位低下量

4. 土砂撤去計画について

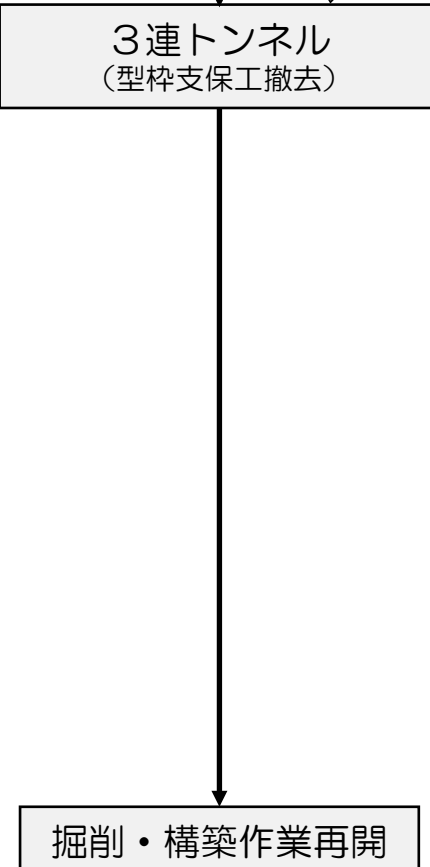
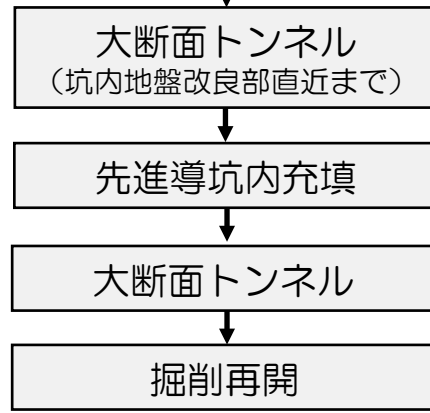
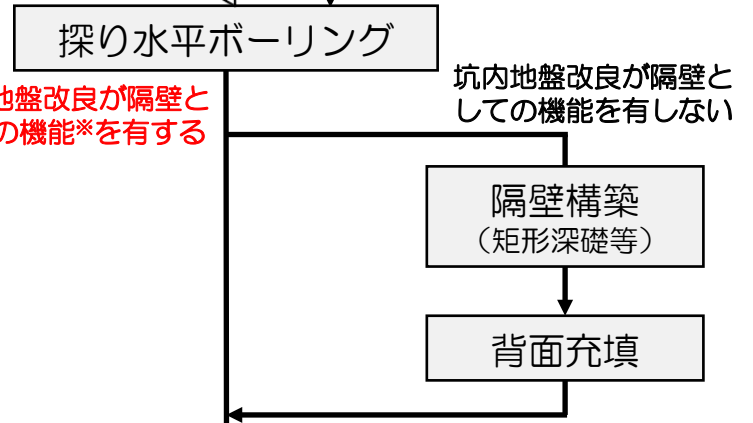
4. 土砂撤去計画について

(1) 土砂撤去の詳細フロー



大断面トンネル

3連トンネル



土砂撤去

※堆積土砂の流動を防止する機能

4. 土砂撤去計画について

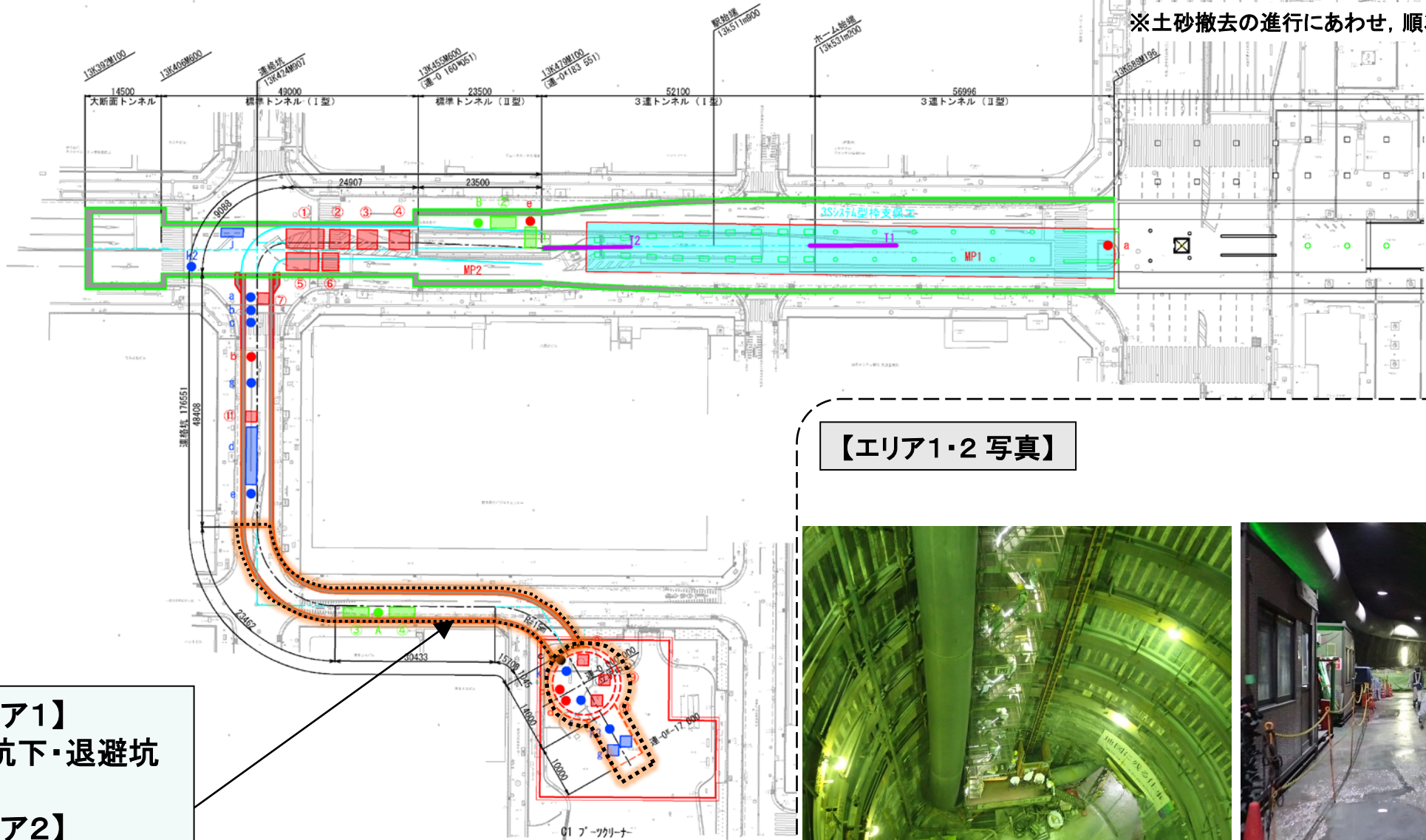
(2) 土砂撤去の手順

【エリア1・2】：立坑下・退避坑
～連絡坑（TD0～TD80）

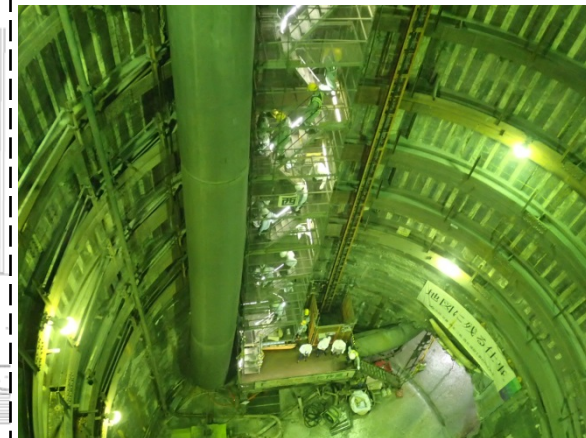
作業内容

- 土砂撤去のための作業基地の設置
(残置物撤去後, 重機の搬入や仮設備の再整備)
- 土砂撤去のための動線を確保
- 支保健全性確認 (状況に応じ吹付けコンクリート)

エリア	場所	土砂高さ	残置物	主な作業内容
1	立坑下・退避坑	なし	重機他	残置物撤去→重機・仮設備再整備
2	連絡坑(TD0～80付近)	なし	資材ヤード	残置物撤去
3	連絡坑(TD80～交差部付近)	5.5m	集塵機・吹付設備	土砂・残置物撤去
4	標準Ⅰ型(連絡坑交差部)	7.4m	なし	土砂撤去 →大断面側:堆積土砂流動防止策
5	標準Ⅰ型(博多駅側)	7.4m	ドリルジャンボ他多数	土砂・残置物撤去→路盤コン打設
6	標準Ⅱ型	10.5m	休憩所・資材ヤード	土砂・残置物撤去→路盤コン打設
7	3連トンネル	-	下桁・柱施工済 型枠支保工	土砂・残置物撤去
8	大断面トンネル	-	地上から地盤改良 支保工破損の可能性有	再掘削



【エリア1・2 写真】



立坑下(水没前)



連絡坑(クリーンルーム)

【エリア1】
立坑下・退避坑

【エリア2】
連絡坑
(TD0～80付近)

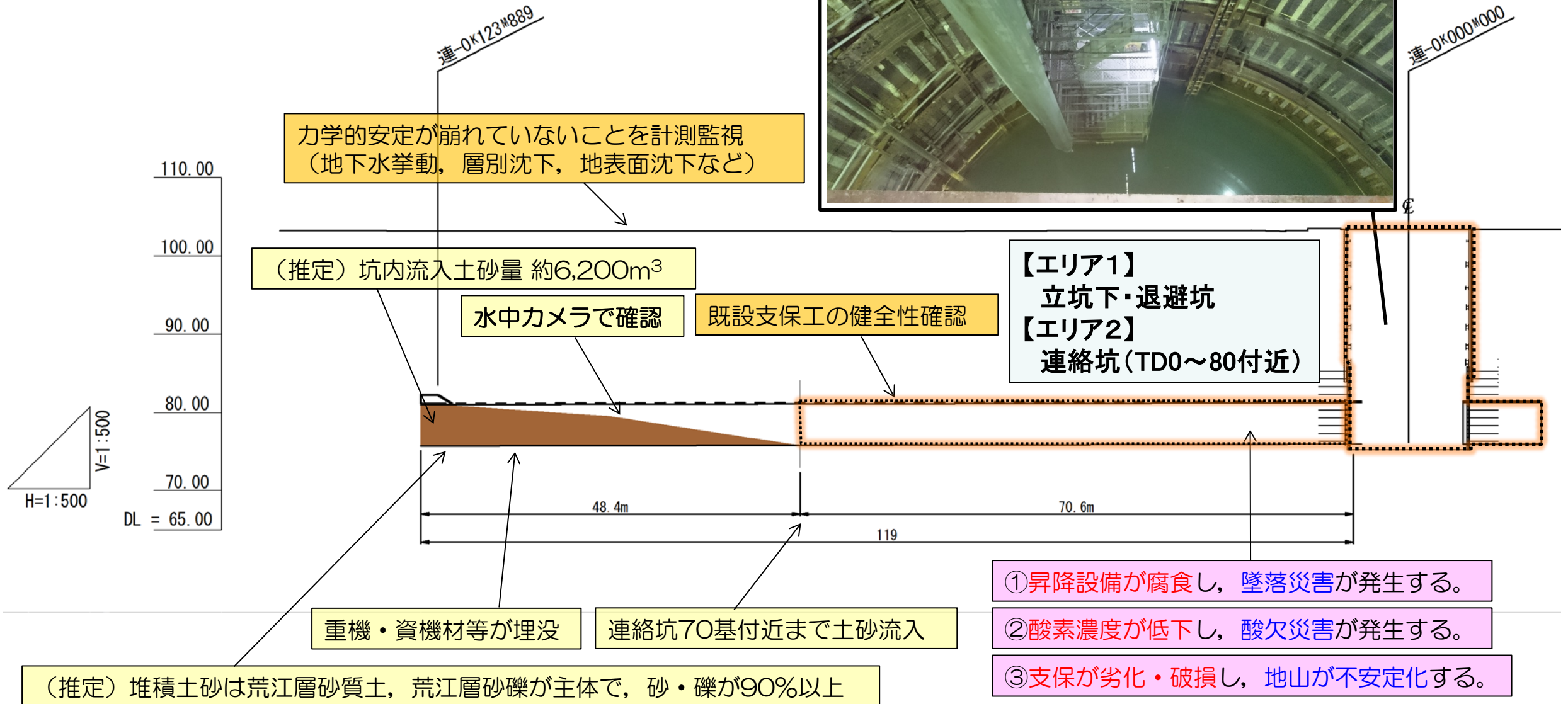
4. 土砂撤去計画について

(2) 土砂撤去の手順

【エリア1・2】：立坑下・退避坑～連絡坑（TD0～TD80）

- 委員会決定事項
- 分かっていること
- リスク

連絡坑縦断面図



4. 土砂撤去計画について

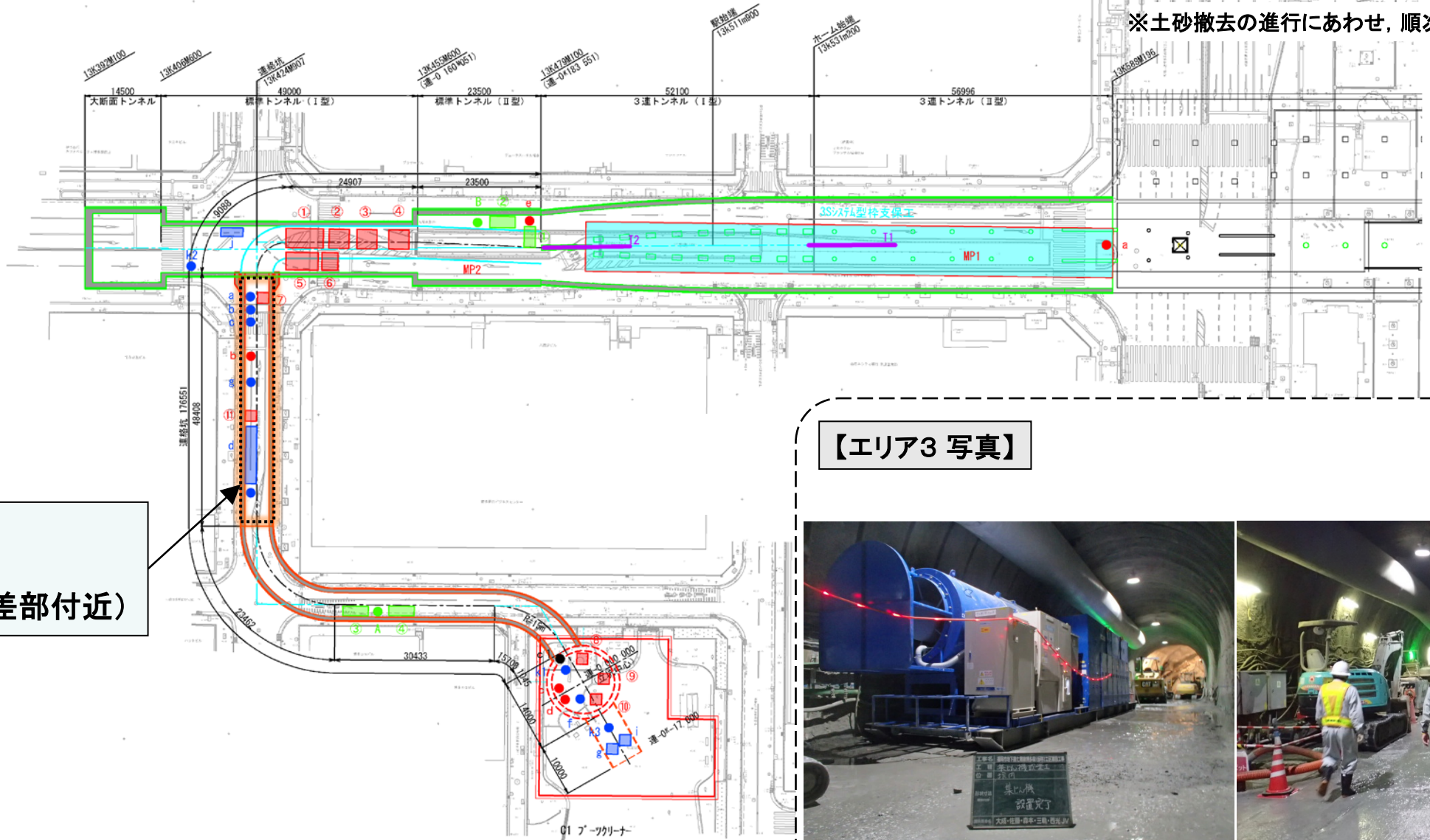
(2) 土砂撤去の手順

【エリア3】：連絡坑（TD80～交差部付近）

作業内容

- 土砂撤去開始，交差部付近の状況確認
- 支保健全性確認（状況に応じ吹付けコンクリート）

エリア	場所	土砂高さ	残置物	主な作業内容
1	立坑下・退避坑	なし	重機他	残置物撤去→重機・仮設備再整備
2	連絡坑(TD0～80付近)	なし	資材ヤード	残置物撤去
3	連絡坑(TD80～交差部付近)	5.5m	集塵機・吹付設備	土砂・残置物撤去
4	標準Ⅰ型(連絡坑交差部)	7.4m	なし	土砂撤去 →大断面側：堆積土砂流動防止策
5	標準Ⅰ型(博多駅側)	7.4m	ドリルジャンボ他多数	土砂・残置物撤去→路盤コン打設
6	標準Ⅱ型	10.5m	休憩所・資材ヤード	土砂・残置物撤去→路盤コン打設
7	3連トンネル	-	下桁・柱施工済 型枠支保工	土砂・残置物撤去
8	大断面トンネル	-	地上から地盤改良 支保工破損の可能性有	再掘削



※土砂撤去の進行にあわせ，順次仮設備の再整備を行う。

【エリア3 写真】



集塵機



連絡坑～交差部

【エリア3】
連絡坑
(TD80～交差部付近)

4. 土砂撤去計画について

(2) 土砂撤去の手順

【エリア3】：連絡坑（TD80～交差部）

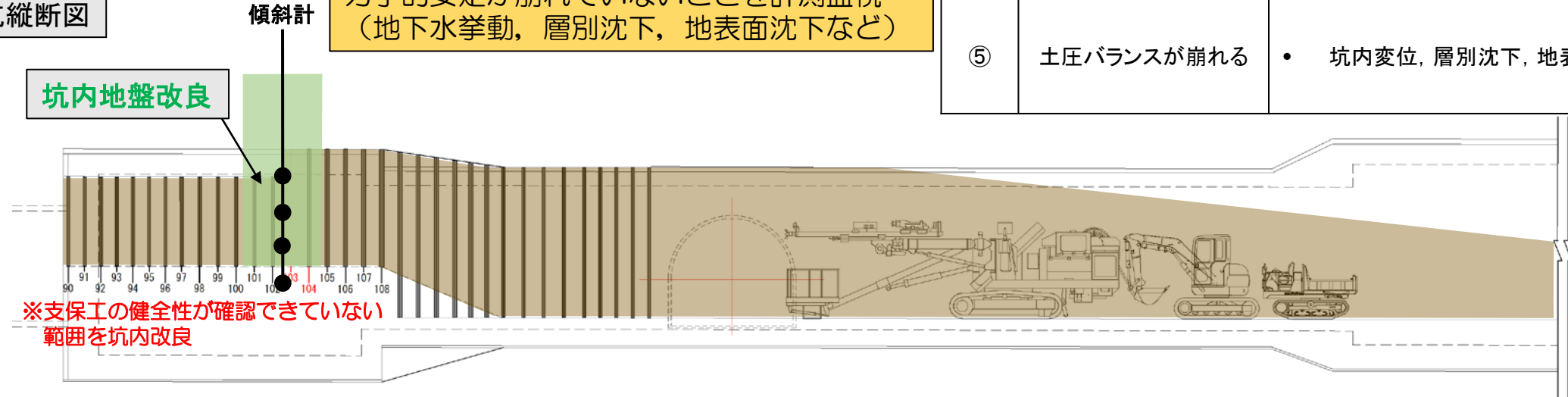
	リスク原因	対策
②	酸素濃度が低下	<ul style="list-style-type: none"> 酸素濃度測定 換気設備稼働
③	支保が劣化・破損	<ul style="list-style-type: none"> 支保点検 吹付けコンクリート補修 坑内変位測定による監視
④	堆積土砂が流動化	<ul style="list-style-type: none"> 切土勾配(30°)程度 切羽付近に人は極力近づかない
⑤	土圧バランスが崩れる	<ul style="list-style-type: none"> 坑内変位, 層別沈下, 地表面沈下測定による監視

委員会決定事項
 分かっていること
 リスク

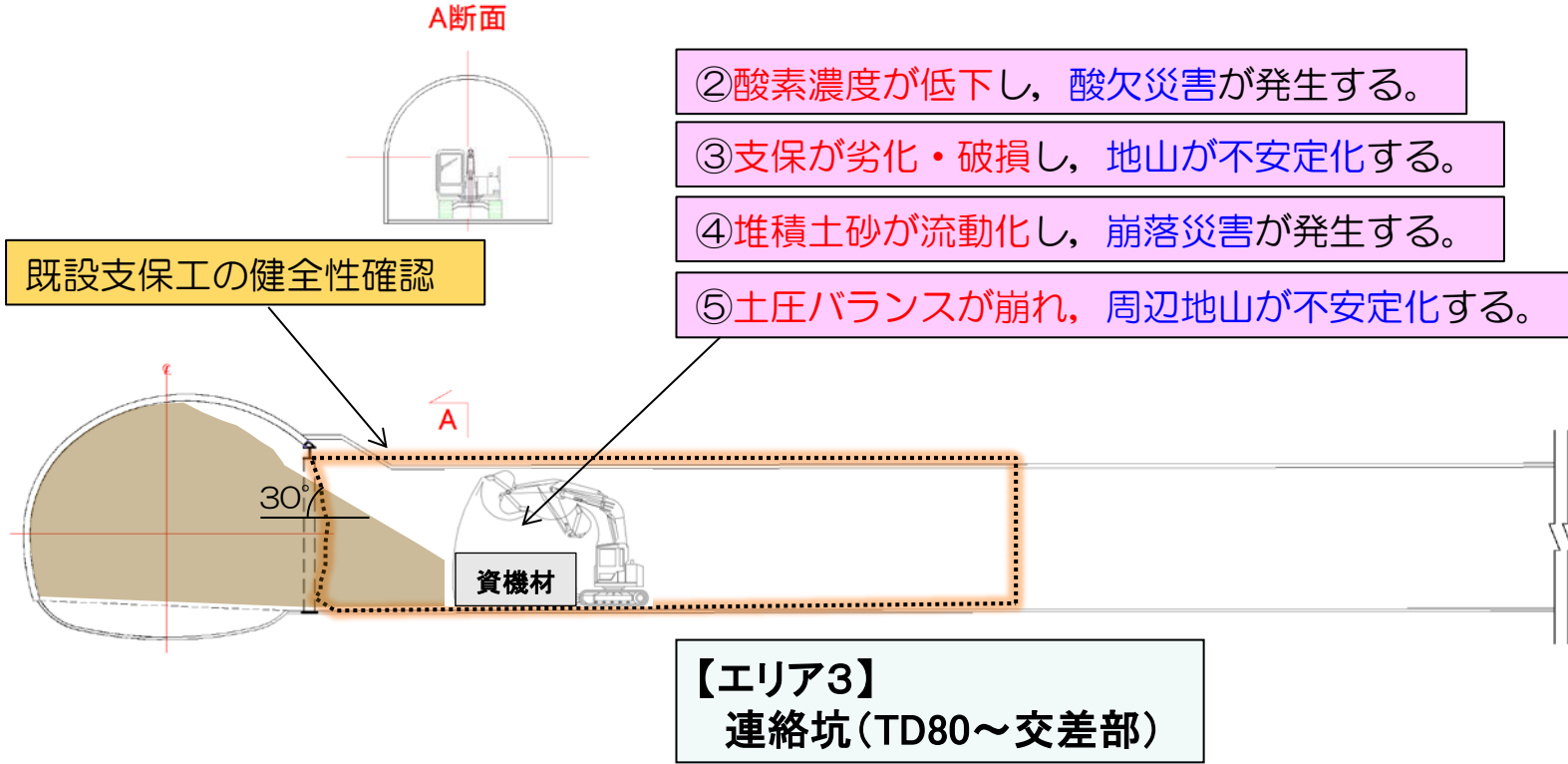
【堆積砂の安息角（推定）】
 ・乾いた砂：35°
 ・不飽和砂：45°

力学的安定が崩れていないことを計測監視
 （地下水挙動，層別沈下，地表面沈下など）

本坑縦断図



連絡坑縦断図



4. 土砂撤去計画について

(2) 土砂撤去の手順

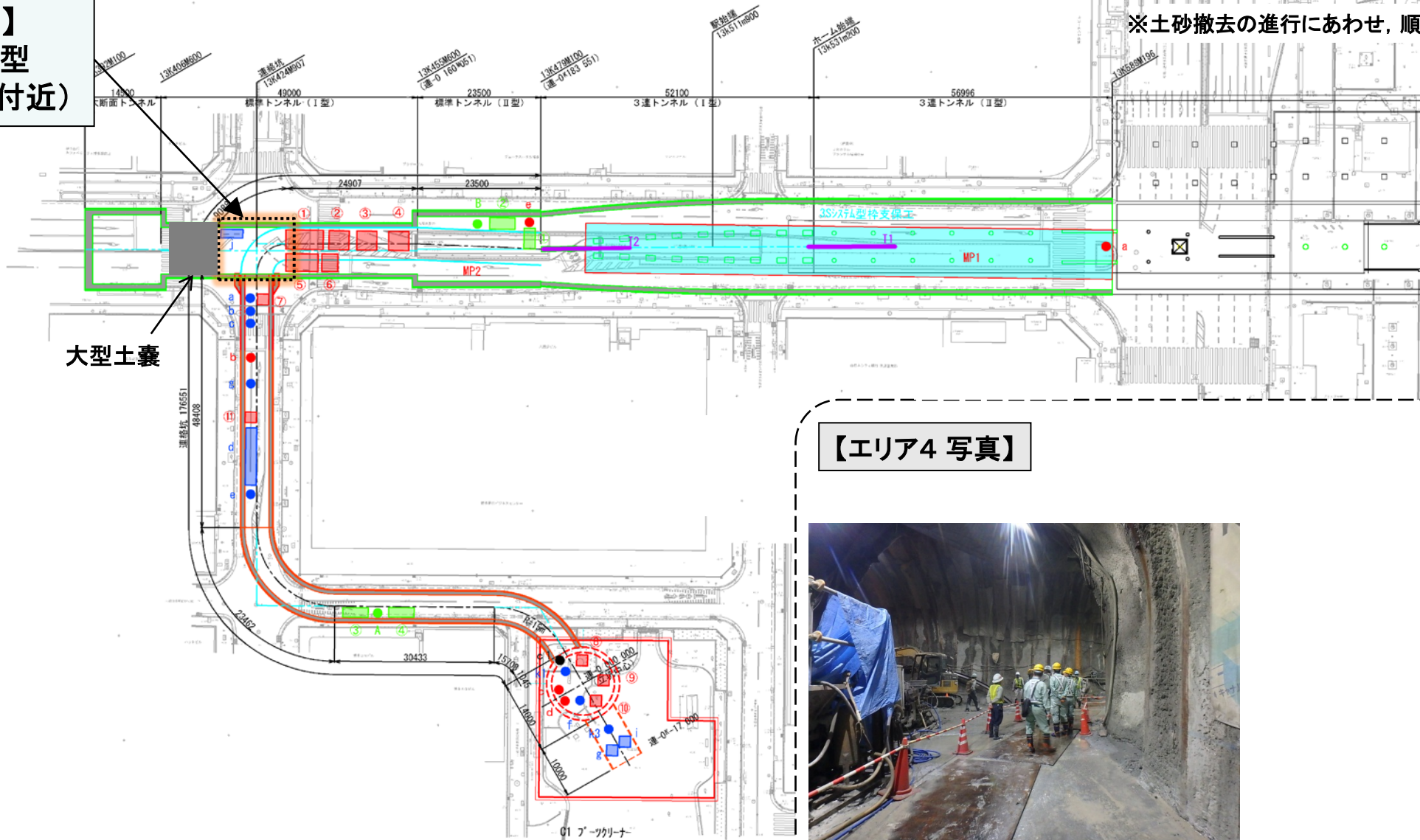
【エリア4】：標準 I 型（交差部付近）

作業内容

- 本坑土砂撤去のための作業基地造成
- 大断面トンネル側の堆積土砂流動防止（土留め）
- 支保健全性確認（状況に応じ吹付けコンクリート）

エリア	場所	土砂高さ	残置物	主な作業内容
1	立坑下・退避坑	なし	重機他	残置物撤去→重機・仮設備再整備
2	連絡坑(TD0~80付近)	なし	資材ヤード	残置物撤去
3	連絡坑(TD80~交差部付近)	5.5m	集塵機・吹付設備	土砂・残置物撤去
4	標準 I 型(連絡坑交差部)	7.4m	なし	土砂撤去 →大断面側:堆積土砂流動防止策
5	標準 I 型(博多駅側)	7.4m	ドリルジャンボ他多数	土砂・残置物撤去→路盤コン打設
6	標準 II 型	10.5m	休憩所・資材ヤード	土砂・残置物撤去→路盤コン打設
7	3連トンネル	-	下桁・柱施工済 型枠支保工	土砂・残置物撤去
8	大断面トンネル	-	地上から地盤改良 支保工破損の可能性有	再掘削

【エリア4】
標準 I 型
(交差部付近)



【エリア4 写真】



交差部

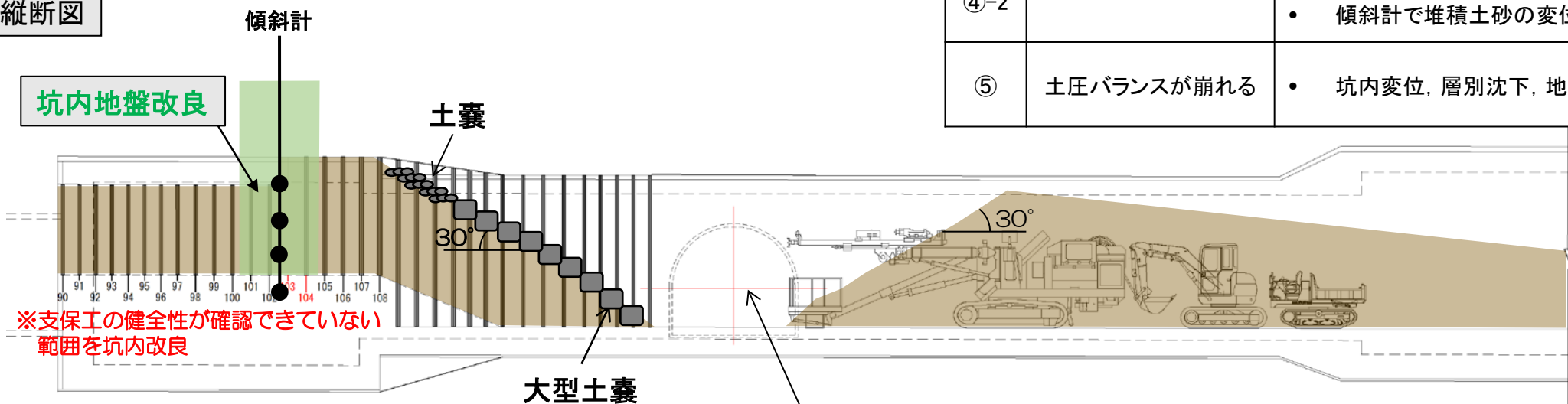
4. 土砂撤去計画について

(2) 土砂撤去の手順

【エリア4】：標準I型（交差部付近）

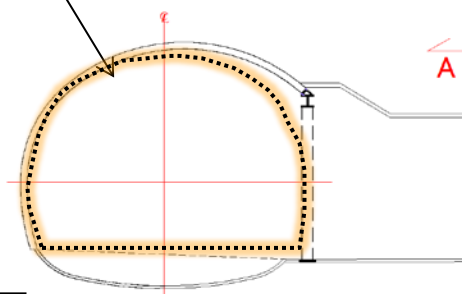
- 委員会決定事項
- 分かっていること
- リスク

本坑縦断面図



連絡坑縦断面図

既設支保工の健全性確認



立坑

【エリア4】 標準I型（交差部付近）

	リスク原因	対策
②	酸素濃度が低下	<ul style="list-style-type: none"> ・ 酸素濃度測定 ・ 換気設備稼働
③	支保が劣化・破損	<ul style="list-style-type: none"> ・ 支保点検 ・ 吹付けコンクリート補修 ・ 坑内変位測定による監視
④	堆積土砂が流動化	<ul style="list-style-type: none"> ・ 切土勾配(30°)程度 ・ 切羽付近に人は極力近づかない
④-2		<ul style="list-style-type: none"> ・ 流動化防止の大型土嚢設置or吹付コンクリート施工 ・ 傾斜計で堆積土砂の変位を監視する
⑤	土圧バランスが崩れる	<ul style="list-style-type: none"> ・ 坑内変位，層別沈下，地表面沈下測定による監視

②酸素濃度が低下し，酸欠災害が発生する。

③支保が劣化・破損し，地山が不安定化する。

④堆積土砂が流動化し，崩落災害や重機接触災害が発生する。

④-2堆積土砂が流動化し，道路陥没部が不安定化する。

⑤土圧バランスが崩れ，周辺地山が不安定化する。

4. 土砂撤去計画について

(2) 土砂撤去の手順

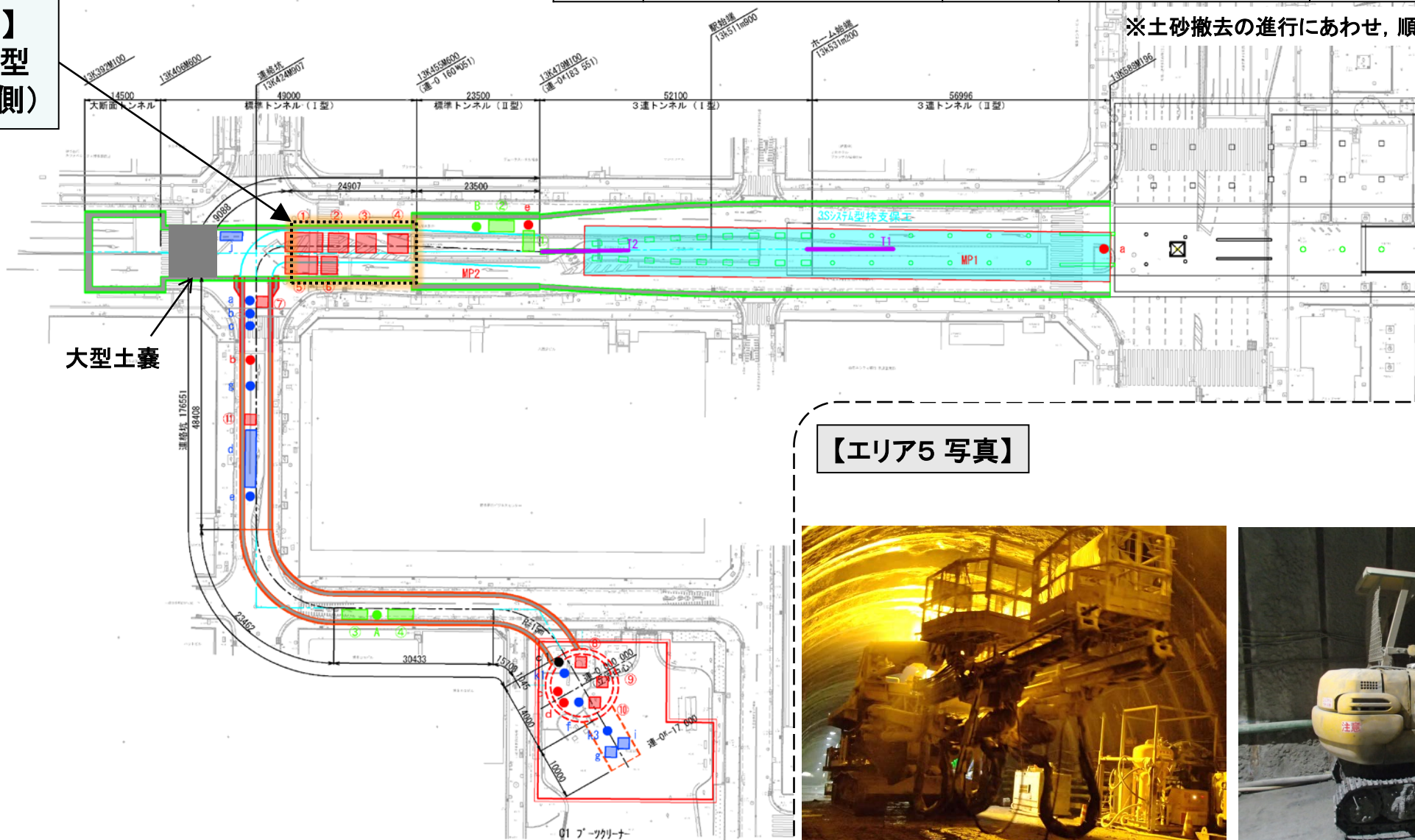
【エリア5】：標準 I 型（博多駅側）

作業内容

- 土砂撤去～路盤コンクリート打設（仮閉合）
- 支保健全性確認（状況に応じ吹付けコンクリート）
- 大型重機解体搬出
- 探り水平ボーリング（状況に応じ坑内地盤改良）

エリア	場所	土砂高さ	残置物	主な作業内容
1	立坑下・退避坑	なし	重機他	残置物撤去→重機・仮設備再整備
2	連絡坑(TD0～80付近)	なし	資材ヤード	残置物撤去
3	連絡坑(TD80～交差点付近)	5.5m	集塵機・吹付設備	土砂・残置物撤去
4	標準 I 型(連絡坑交差点)	7.4m	なし	土砂撤去 →大断面側：堆積土砂流動防止策
5	標準 I 型(博多駅側)	7.4m	ドリルジャンボ他多数	土砂・残置物撤去→路盤コン打設
6	標準 II 型	10.5m	休憩所・資材ヤード	土砂・残置物撤去→路盤コン打設
7	3連トンネル	-	下桁・柱施工済 型枠支保工	土砂・残置物撤去
8	大断面トンネル	-	地上から地盤改良 支保工破損の可能性有	再掘削

【エリア5】 標準 I 型 (博多駅側)



【エリア5 写真】



ドリルジャンボ



吹付けロボット

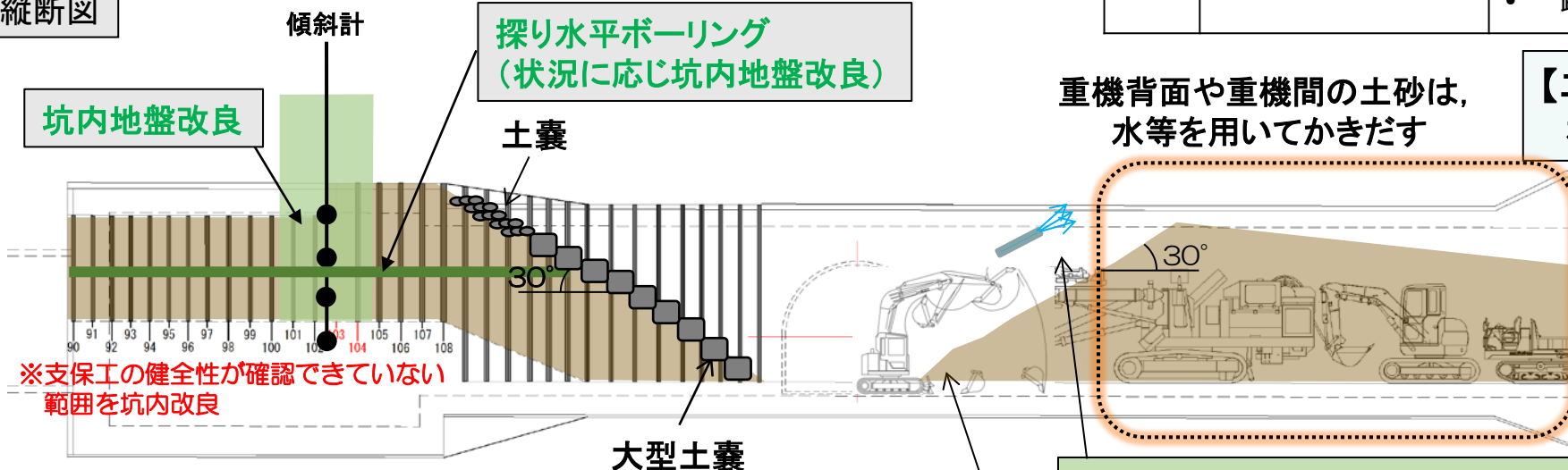
4. 土砂撤去計画について

(2) 土砂撤去の手順

【エリア5】：標準I型（博多駅側）

- 委員会決定事項
- 分かっていること
- リスク

本坑縦断面図



【堆積砂の安息角（推定）】
 ・乾いた砂：35°
 ・不飽和砂：45°

力学的安定が崩れていないことを計測監視
 （地下水挙動，層別沈下，地表面沈下など）

	リスク原因	対策
②	酸素濃度が低下	<ul style="list-style-type: none"> • 酸素濃度測定 • 換気設備稼働
③	支保が劣化・破損	<ul style="list-style-type: none"> • 支保点検 • 吹付けコンクリート補修 • 坑内変位測定による監視
④	堆積土砂が流動化	<ul style="list-style-type: none"> • 切土勾配(30°)程度 • 切羽付近には人は極力近づかない
⑤	土圧バランスが崩れる	<ul style="list-style-type: none"> • 坑内変位・層別沈下・地表面沈下測定による監視 • 路盤コンクリートを打設して仮閉合

重機背面や重機間の土砂は、
水等を用いてかきだす

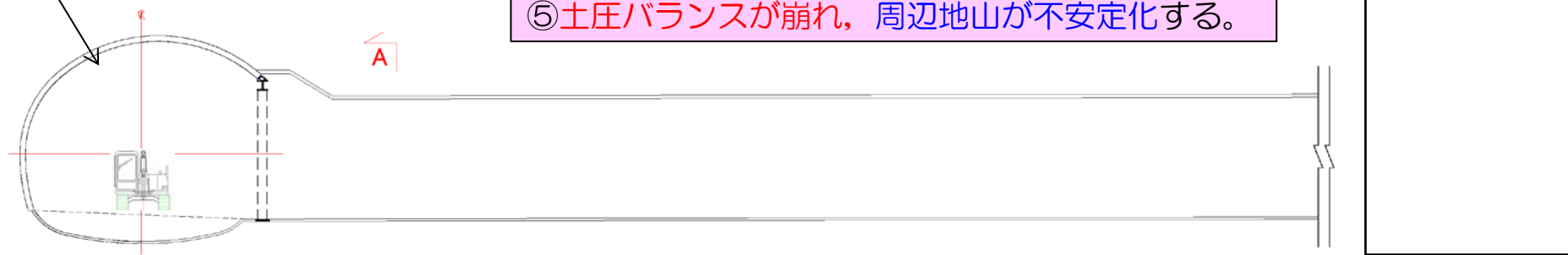
【エリア5】標準I型（博多駅側）

【手順1】
堆積土砂の流動化リスクが比較的低い標準トンネル側から排土を開始する。
 【手順2】
トンネル天端から少しずつ排土する。

- ②酸素濃度が低下し、酸欠災害が発生する。
- ③支保が劣化・破損し、地山が不安定化する。
- ④堆積土砂が流動化し、崩落災害や重機接触災害が発生する。
- ⑤土圧バランスが崩れ、周辺地山が不安定化する。

連絡坑縦断面図

既設支保工の健全性確認



立坑

4. 土砂撤去計画について

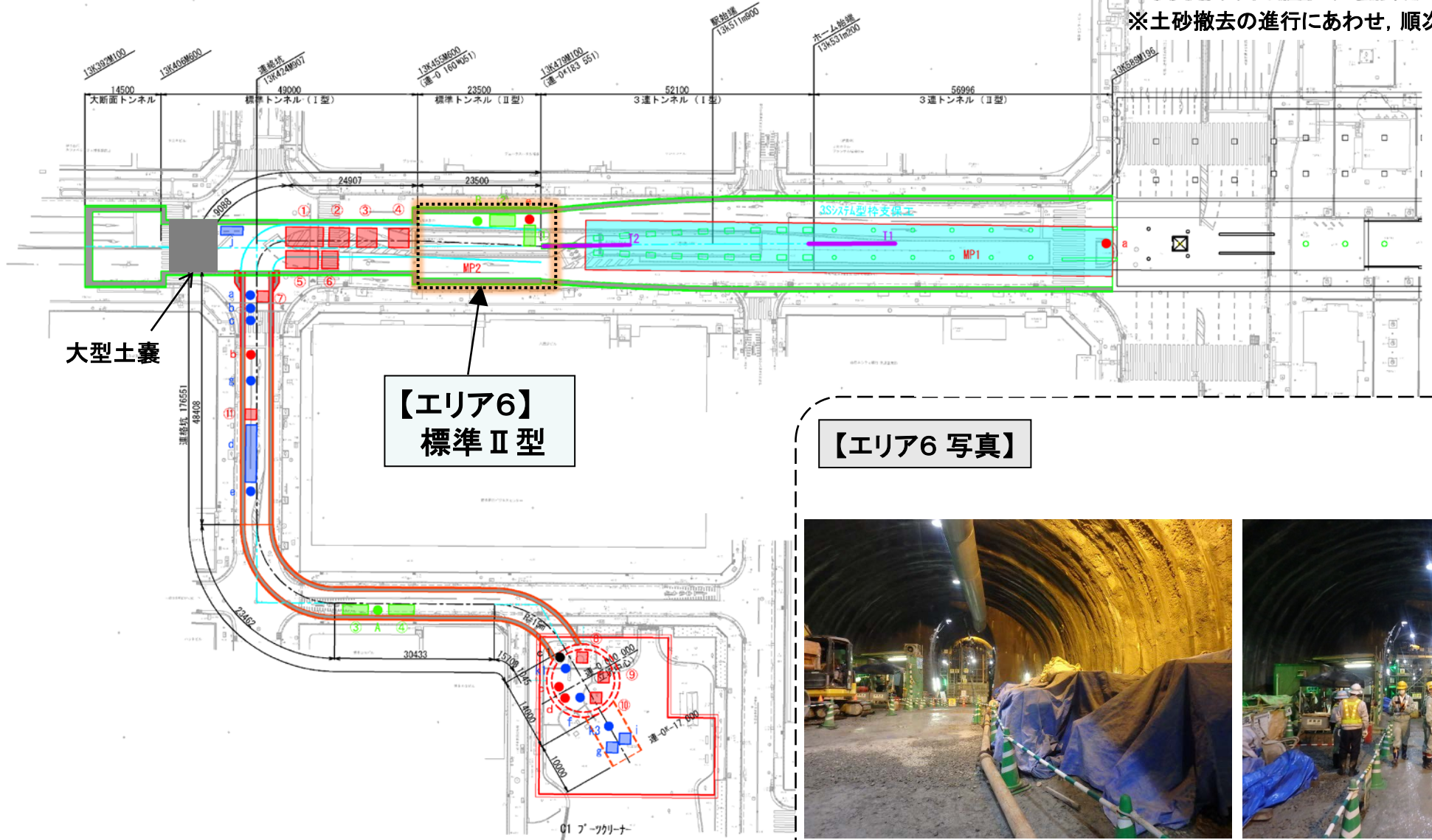
(2) 土砂撤去の手順

【エリア6】：標準Ⅱ型

作業内容

- 土砂撤去～路盤コンクリート打設（仮閉合）
- 支保健全性確認（状況に応じ吹付けコンクリート）
- 坑内設備搬出

エリア	場所	土砂高さ	残置物	主な作業内容
1	立坑下・退避坑	なし	重機他	残置物撤去→重機・仮設備再整備
2	連絡坑(TD0～80付近)	なし	資材ヤード	残置物撤去
3	連絡坑(TD80～交差点付近)	5.5m	集塵機・吹付設備	土砂・残置物撤去
4	標準Ⅰ型(連絡坑交差点)	7.4m	なし	土砂撤去 →大断面側：堆積土砂流動防止策
5	標準Ⅰ型(博多駅側)	7.4m	ドリルジャンボ他多数	土砂・残置物撤去→路盤コン打設
6	標準Ⅱ型	10.5m	休憩所・資材ヤード	土砂・残置物撤去→路盤コン打設
7	3連トンネル	-	下桁・柱施工済 型枠支保工	土砂・残置物撤去
8	大断面トンネル	-	地上から地盤改良 支保工破損の可能性有	再掘削



※土砂撤去の進行にあわせ、順次仮設備の再整備を行う。

【エリア6 写真】



標準トンネルⅡ型



標準トンネルⅡ型

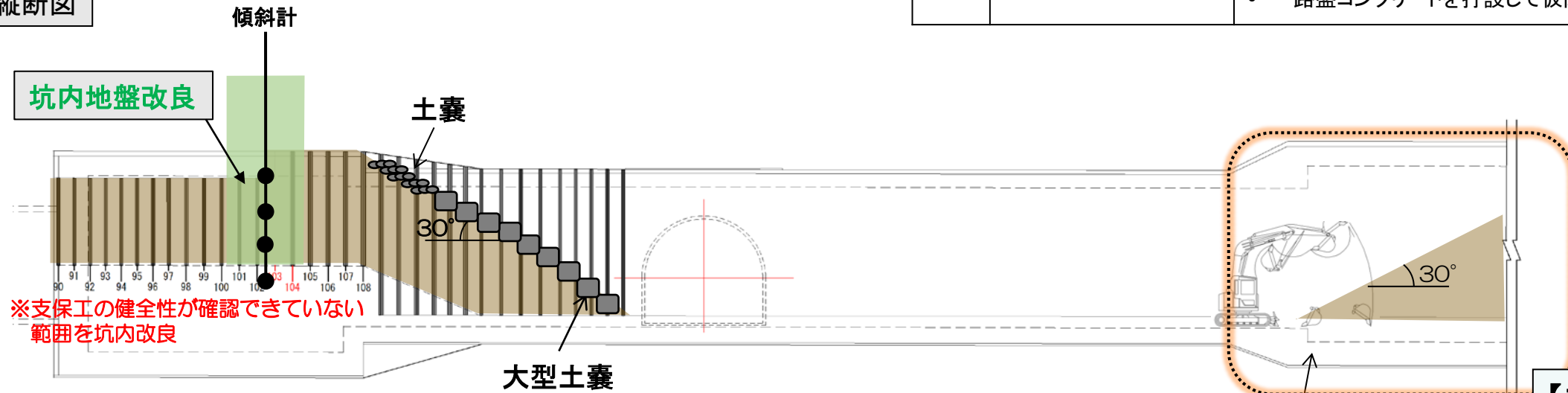
4. 土砂撤去計画について

(2) 土砂撤去の手順

【エリア6】：標準Ⅱ型

- 委員会決定事項
- 分かっていること
- リスク

本坑縦断図

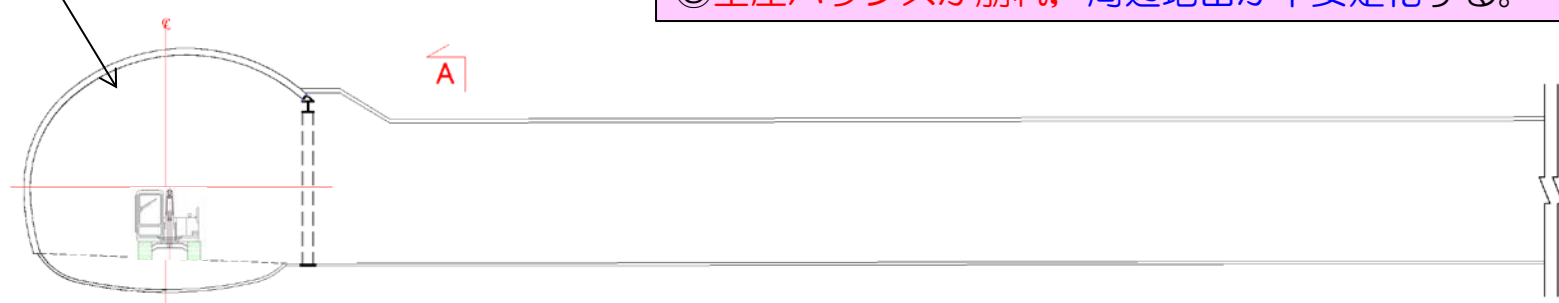


【堆積砂の安息角（推定）】
 ・乾いた砂：35°
 ・不飽和砂：45°

力学的安定が崩れていないことを計測監視
 （地下水挙動，層別沈下，地表面沈下など）

連絡坑縦断図

既設支保工の健全性確認



- ② 酸素濃度が低下し、酸欠災害が発生する。
- ③ 支保が劣化・破損し、地山が不安定化する。
- ④ 堆積土砂が流動化し、崩落災害が発生する。
- ⑤ 土圧バランスが崩れ、周辺地山が不安定化する。

	リスク原因	対策
②	酸素濃度が低下	<ul style="list-style-type: none"> ・ 酸素濃度測定 ・ 換気設備稼働
③	支保が劣化・破損	<ul style="list-style-type: none"> ・ 支保点検 ・ 吹付けコンクリート補修 ・ 坑内変位測定による監視
④	堆積土砂が流動化	<ul style="list-style-type: none"> ・ 切土勾配(30°)程度 ・ 切羽付近には人は極力近づかない
⑤	土圧バランスが崩れる	<ul style="list-style-type: none"> ・ 坑内変位，層別沈下，地表面沈下測定による監視 ・ 路盤コンクリートを打設して仮閉合

【エリア6】
標準Ⅱ型

立坑

4. 土砂撤去計画について

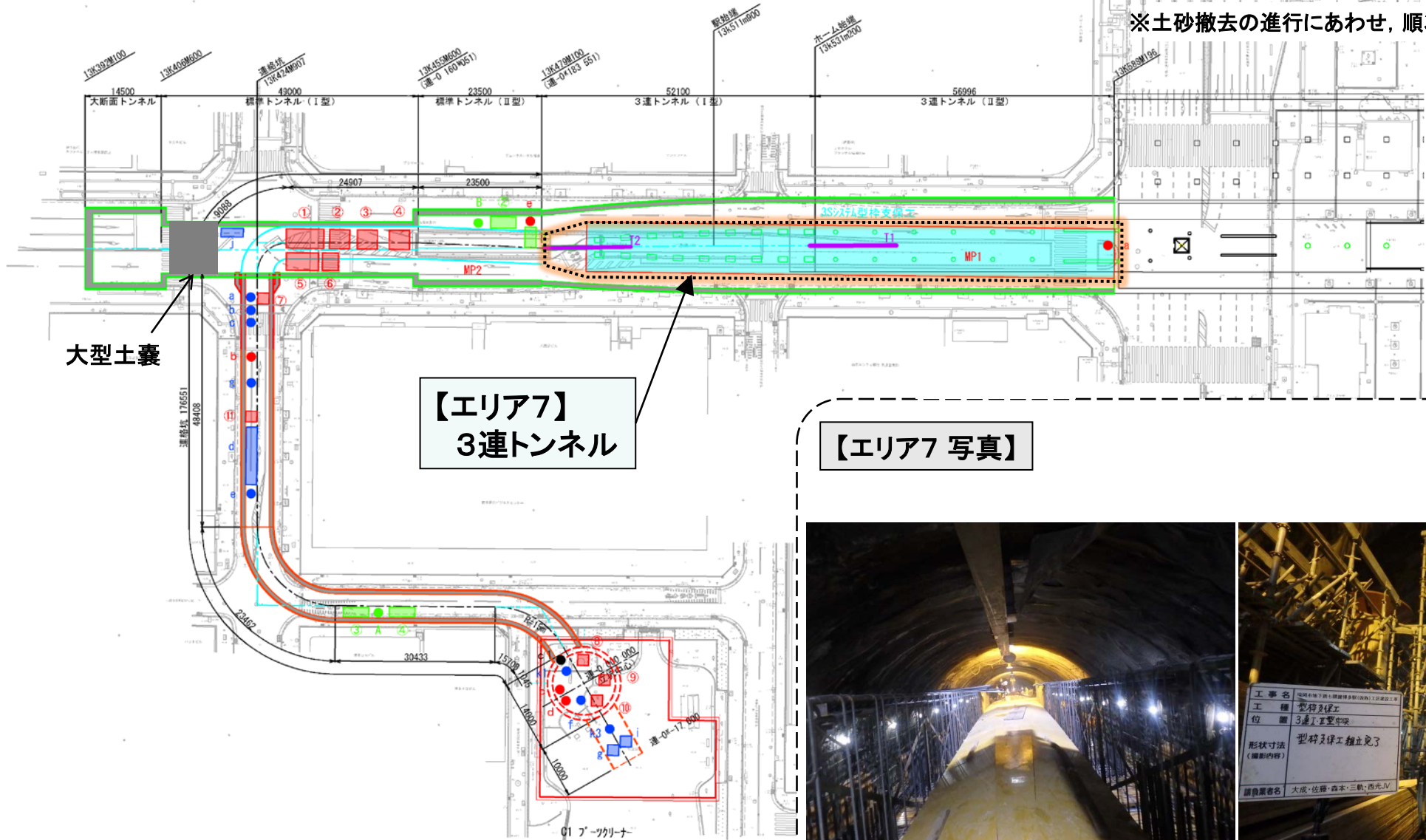
(2) 土砂撤去の手順

【エリア7】：3連トンネル

作業内容

- 土砂，型枠支保工撤去
- 支保健全性確認（状況に応じ吹付けコンクリート）
- 構築物健全性確認

エリア	場所	土砂高さ	残置物	主な作業内容
1	立坑下・退避坑	なし	重機他	残置物撤去→重機・仮設備再整備
2	連絡坑(TD0~80付近)	なし	資材ヤード	残置物撤去
3	連絡坑(TD80~交差点付近)	5.5m	集塵機・吹付設備	土砂・残置物撤去
4	標準Ⅰ型(連絡坑交差点)	7.4m	なし	土砂撤去 →大断面側：堆積土砂流動防止策
5	標準Ⅰ型(博多駅側)	7.4m	ドリルジャンボ他多数	土砂・残置物撤去→路盤コン打設
6	標準Ⅱ型	10.5m	休憩所・資材ヤード	土砂・残置物撤去→路盤コン打設
7	3連トンネル	-	下桁・柱施工済 型枠支保工	土砂・残置物撤去
8	大断面トンネル	-	地上から地盤改良 支保工破損の可能性有	再掘削



※土砂撤去の進行にあわせ，順次仮設備の再整備を行う。



3連Ⅰ型上床版



型枠支保工組立完了状況

4. 土砂撤去計画について

(2) 土砂撤去の手順

【エリア7】：3連トンネル

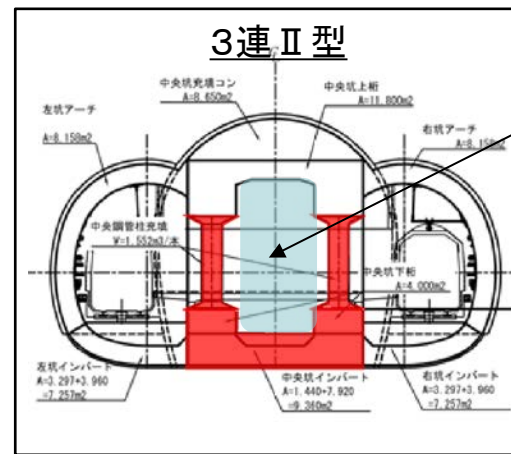
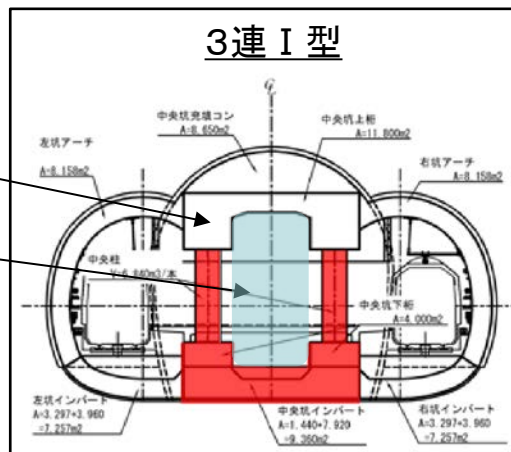
- 委員会決定事項
- 分かっていること
- リスク

【堆積砂の安息角（推定）】
 ・乾いた砂：35°
 ・不飽和砂：45°

本坑縦断面図

上桁、上梁鉄筋・型枠組立

パイプ支保工設置



パイプ支保工設置

力学的安定が崩れていないことを計測監視
 （地下水挙動、層別沈下、地表面沈下など）

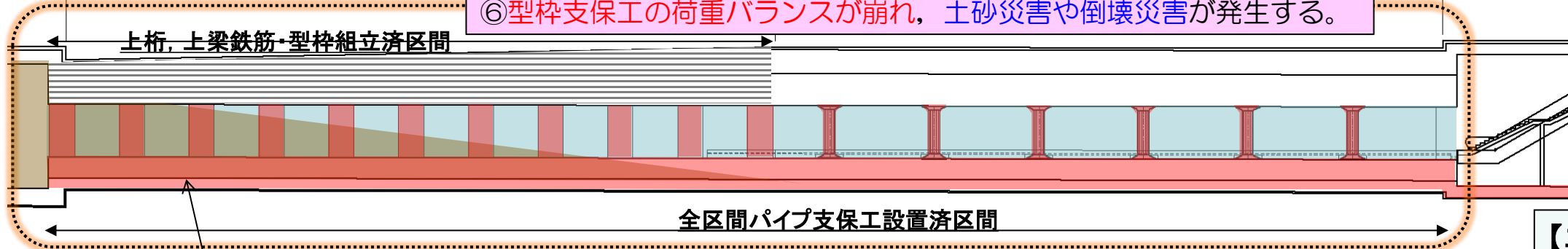
ホーム始端
 13K531M200

47829
 3連トンネル（II型）
 標準区間

9167
 3連トンネル（II型）
 駅接続部区間
 13K579M029
 13K588M196

- 構築済
- 上桁、鉄筋・型枠組立済
- パイプ支保工設置済

- ②酸素濃度が低下し、酸欠災害が発生する。
- ③支保が劣化・破損し、地山が不安定化する。
- ⑤土圧バランスが崩れ、周辺地山が不安定化する。
- ⑥型枠支保工の荷重バランスが崩れ、土砂災害や倒壊災害が発生する。



既設支保工・躯体の健全性確認

【エリア7】
 3連トンネル

	リスク原因	対策
②	酸素濃度が低下	<ul style="list-style-type: none"> ・酸素濃度測定 ・換気設備稼働
③	支保が劣化・破損	<ul style="list-style-type: none"> ・支保点検 ・吹付けコンクリート補修
⑤	土圧バランスが崩れる	<ul style="list-style-type: none"> ・坑内変位、層別沈下、地表面沈下測定による監視
⑥	型枠支保工の荷重バランスが崩れる	<ul style="list-style-type: none"> ・支保構造を確認しながら型枠支保工撤去作業を進める。

4. 土砂撤去計画について

(2) 土砂撤去の手順

【エリア8】：大断面トンネル

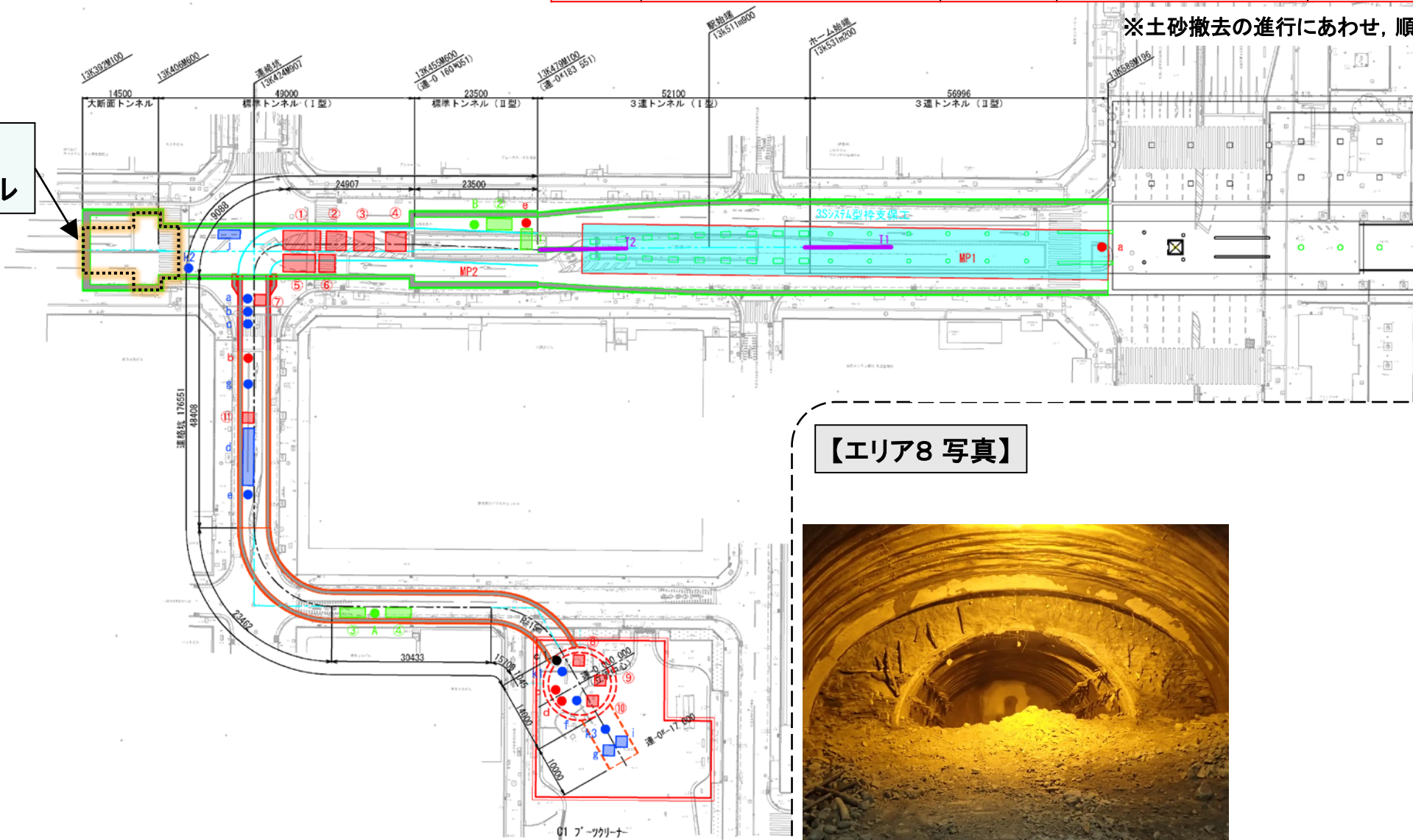
作業内容

- 再掘削（再掘削工法は検討中）

エリア	場所	土砂高さ	残置物	主な作業内容
1	立坑下・退避坑	なし	重機他	残置物撤去→重機・仮設備再整備
2	連絡坑(TD0~80付近)	なし	資材ヤード	残置物撤去
3	連絡坑(TD80~交差点付近)	5.5m	集塵機・吹付設備	土砂・残置物撤去
4	標準Ⅰ型(連絡坑交差点)	7.4m	なし	土砂撤去 →大断面側:堆積土砂流動防止策
5	標準Ⅰ型(博多駅側)	7.4m	ドリルジャンボ他多数	土砂・残置物撤去→路盤コン打設
6	標準Ⅱ型	10.5m	休憩所・資材ヤード	土砂・残置物撤去→路盤コン打設
7	3連トンネル	-	下桁・柱施工済 型枠支保工	土砂・残置物撤去
8	大断面トンネル	-	地上から地盤改良 支保工破損の可能性有	再掘削

※土砂撤去の進行にあわせ、順次仮設備の再整備を行う。

【エリア8】 大断面トンネル



【エリア8 写真】



大断面トンネル

4. 土砂撤去計画について

(2) 土砂撤去の手順

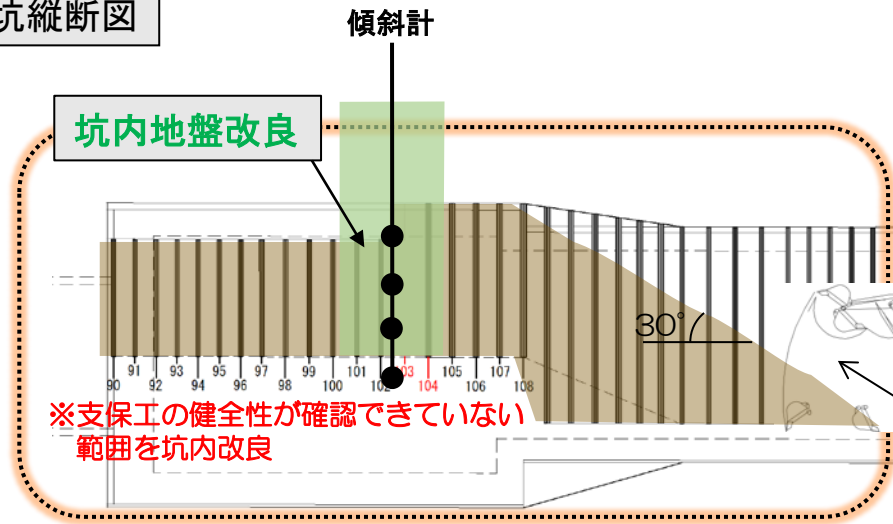
【エリア8】：大断面トンネル

- 委員会決定事項
- 分かっていること
- リスク

【堆積砂の安息角（推定）】

- 乾いた砂：35°
- 不飽和砂：45°

本坑縦断図

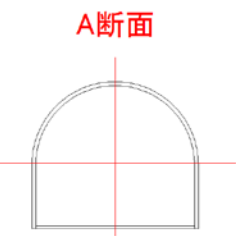


【エリア8】大断面トンネル

	リスク原因	対策
②	酸素濃度が低下	<ul style="list-style-type: none"> • 酸素濃度測定 • 換気設備稼働
③	支保が劣化・破損	<ul style="list-style-type: none"> • 支保点検 • 吹付けコンクリート補修
④	堆積土砂が流動化	<ul style="list-style-type: none"> • 切土勾配(30°)程度 • 切羽に人は極力近づかない • 傾斜計による堆積土砂の変位監視
⑤	土圧バランスが崩れる	<ul style="list-style-type: none"> • 坑内変位, 層別沈下, 地表面沈下測定による監視

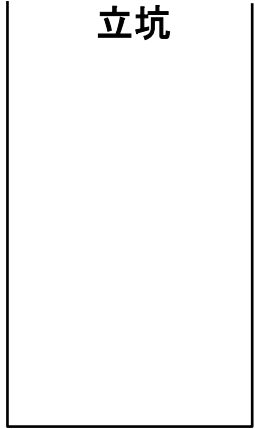
力学的安定が崩れていないことを計測監視
(地下水挙動, 層別沈下, 地表面沈下など)

- ②酸素濃度が低下し、酸欠災害が発生する。
- ③支保が劣化・破損し、地山が不安定化する。
- ④堆積土砂が流動化し、崩落災害が発生する。
- ⑤土圧バランスが崩れ、周辺地山が不安定化する。



連絡坑縦断図

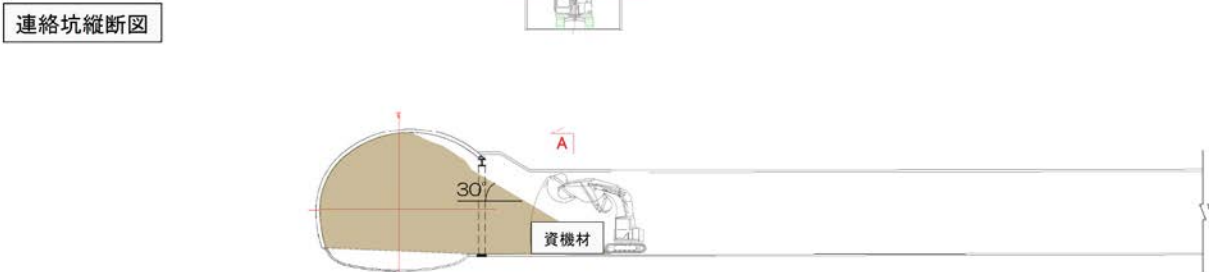
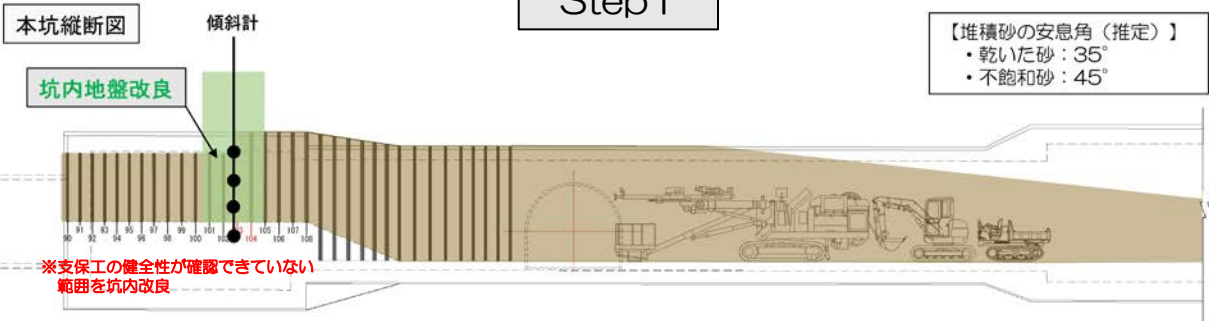
既設支保工の健全性確認



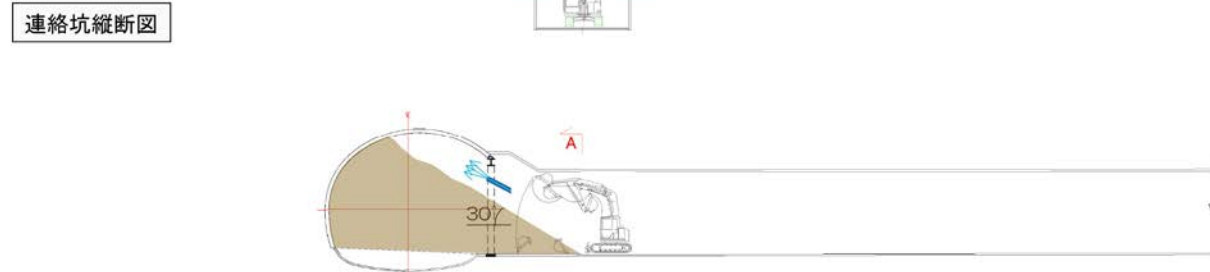
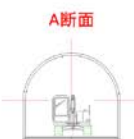
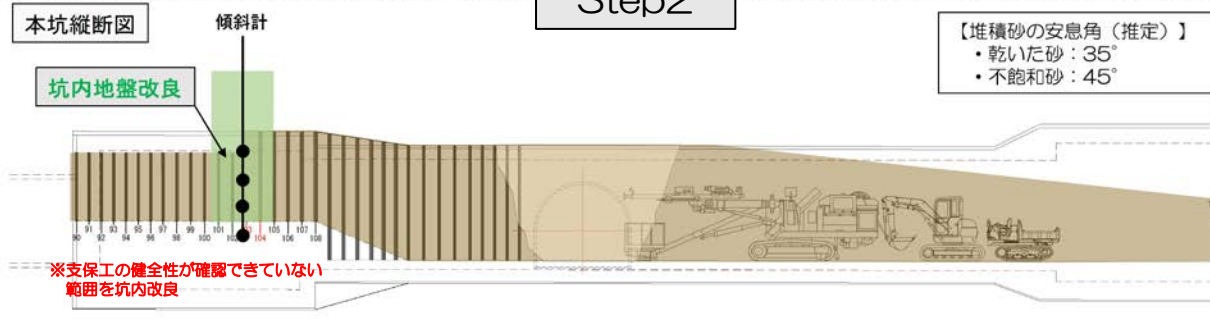
4. 土砂撤去計画について

(3) 連絡坑交差部の詳細施工ステップ

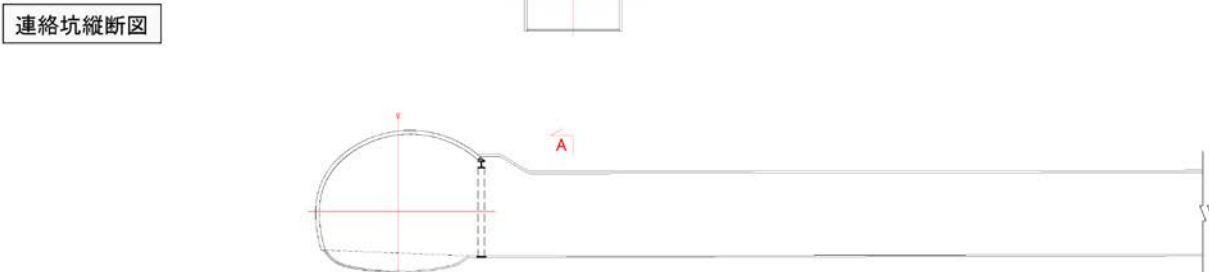
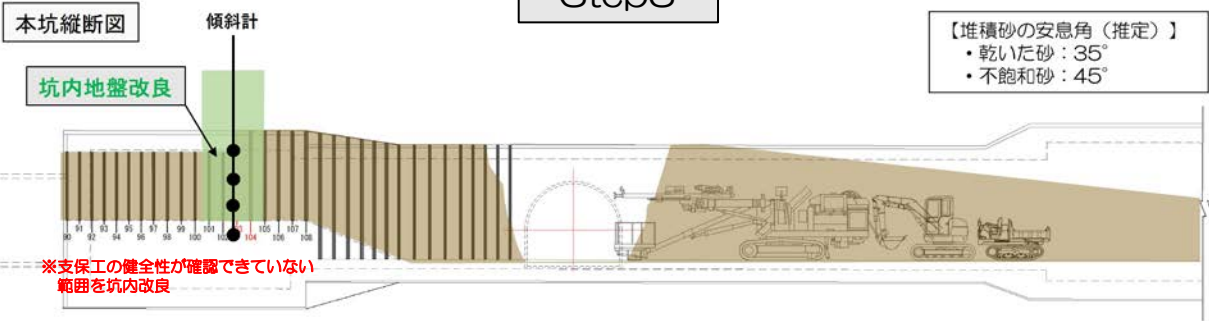
Step1



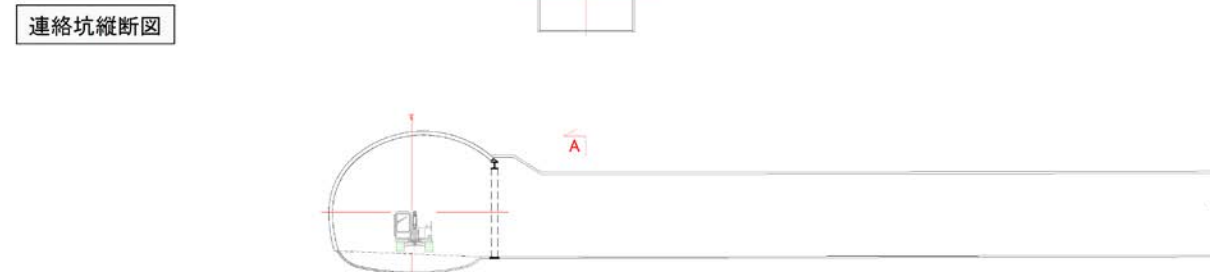
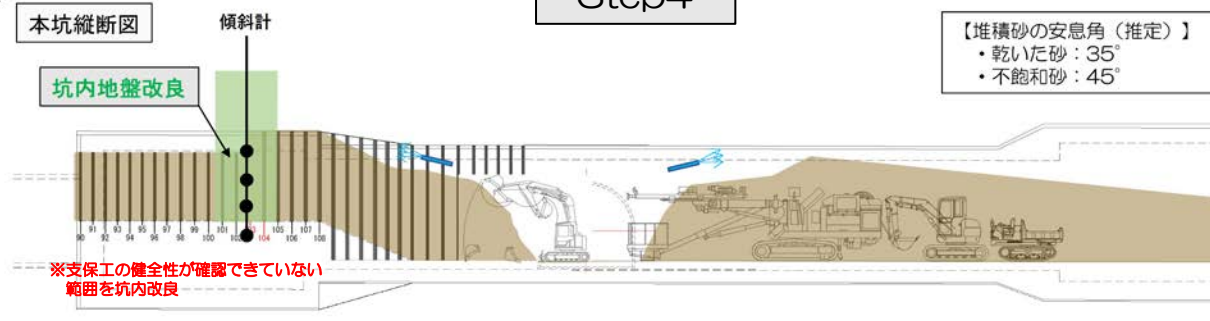
Step2



Step3



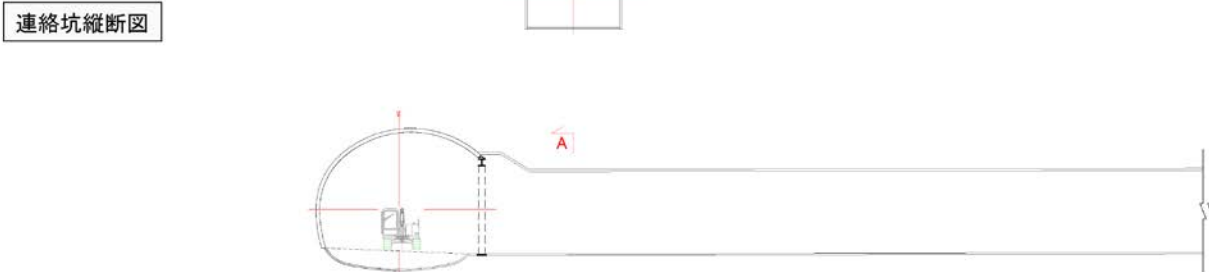
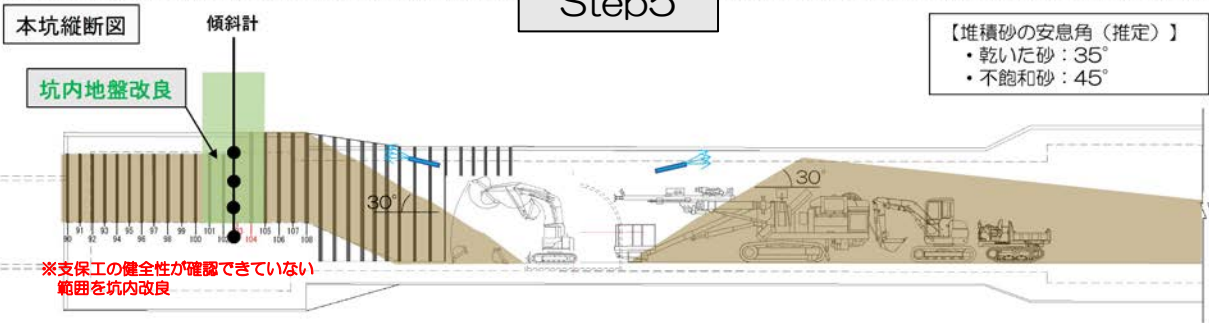
Step4



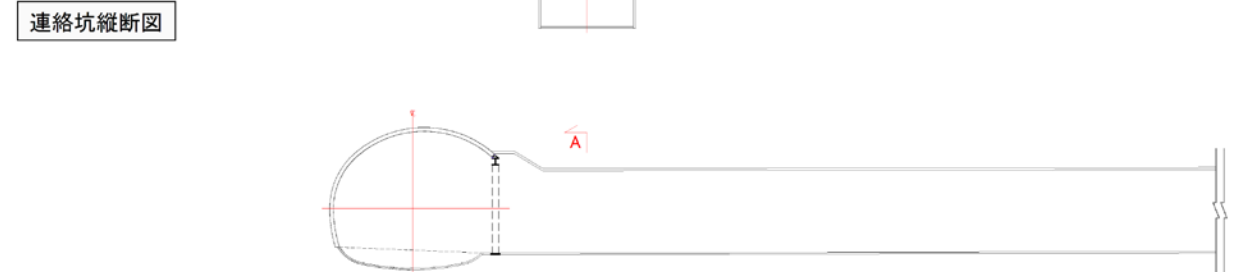
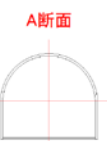
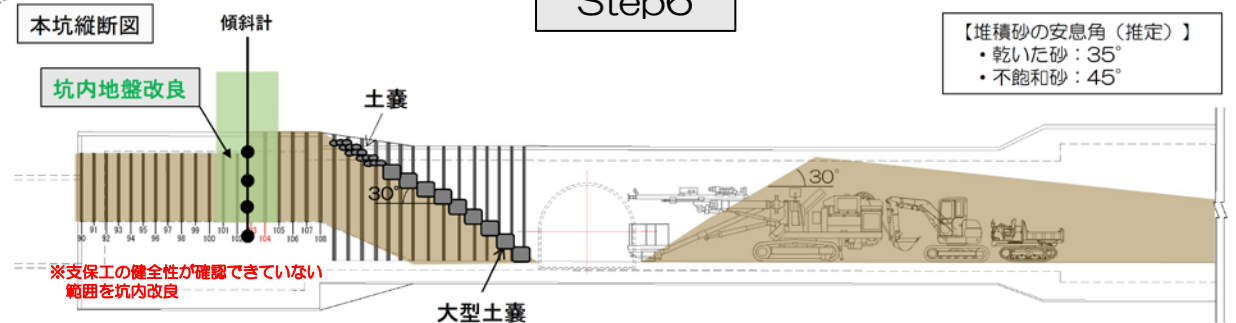
4. 土砂撤去計画について

(3) 連絡坑交差部の詳細施工ステップ

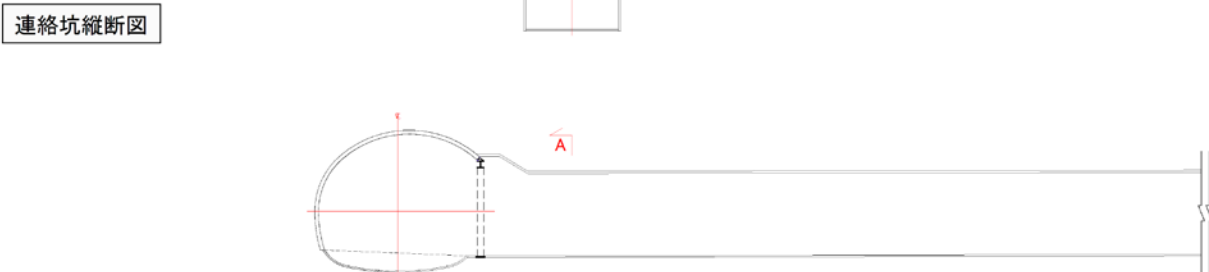
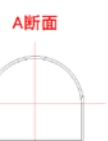
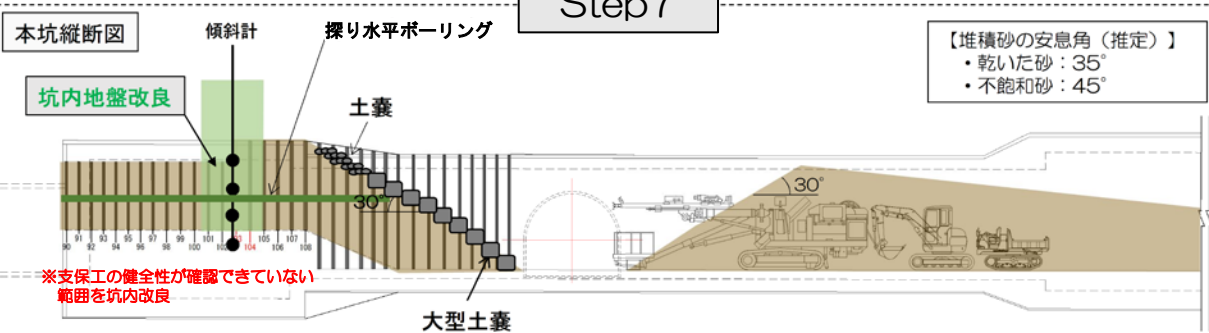
Step5



Step6



Step7



※探り水平ボーリング後、充填工を実施

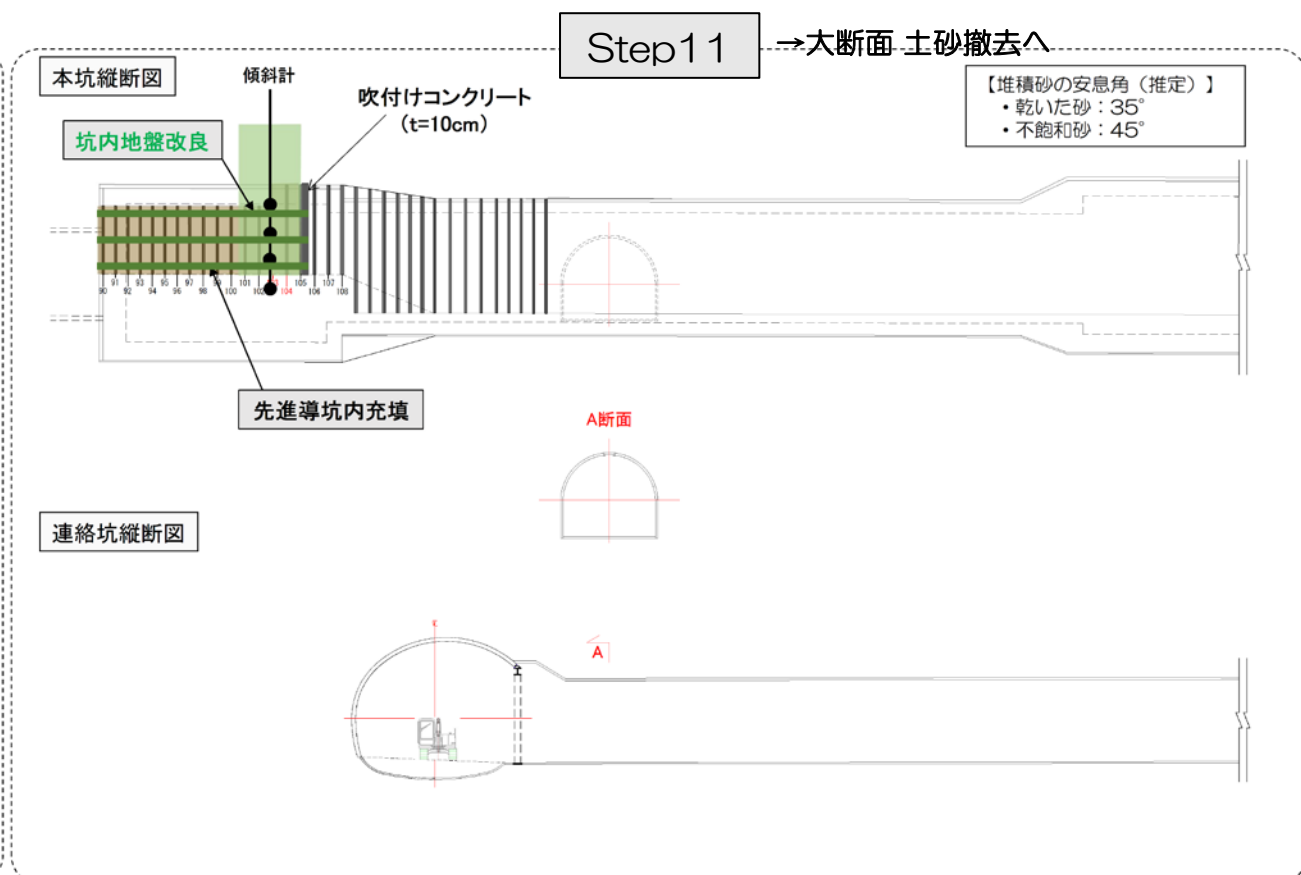
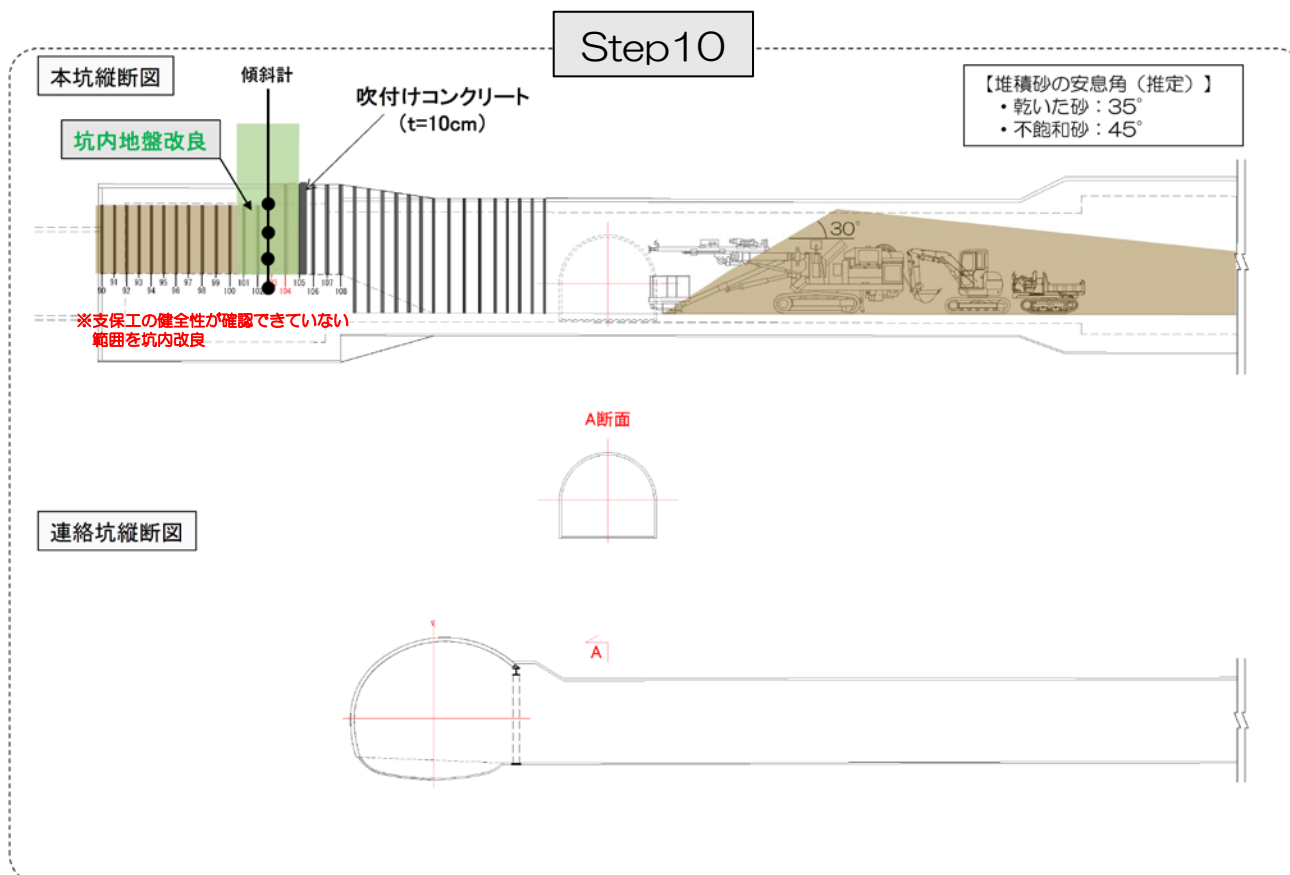
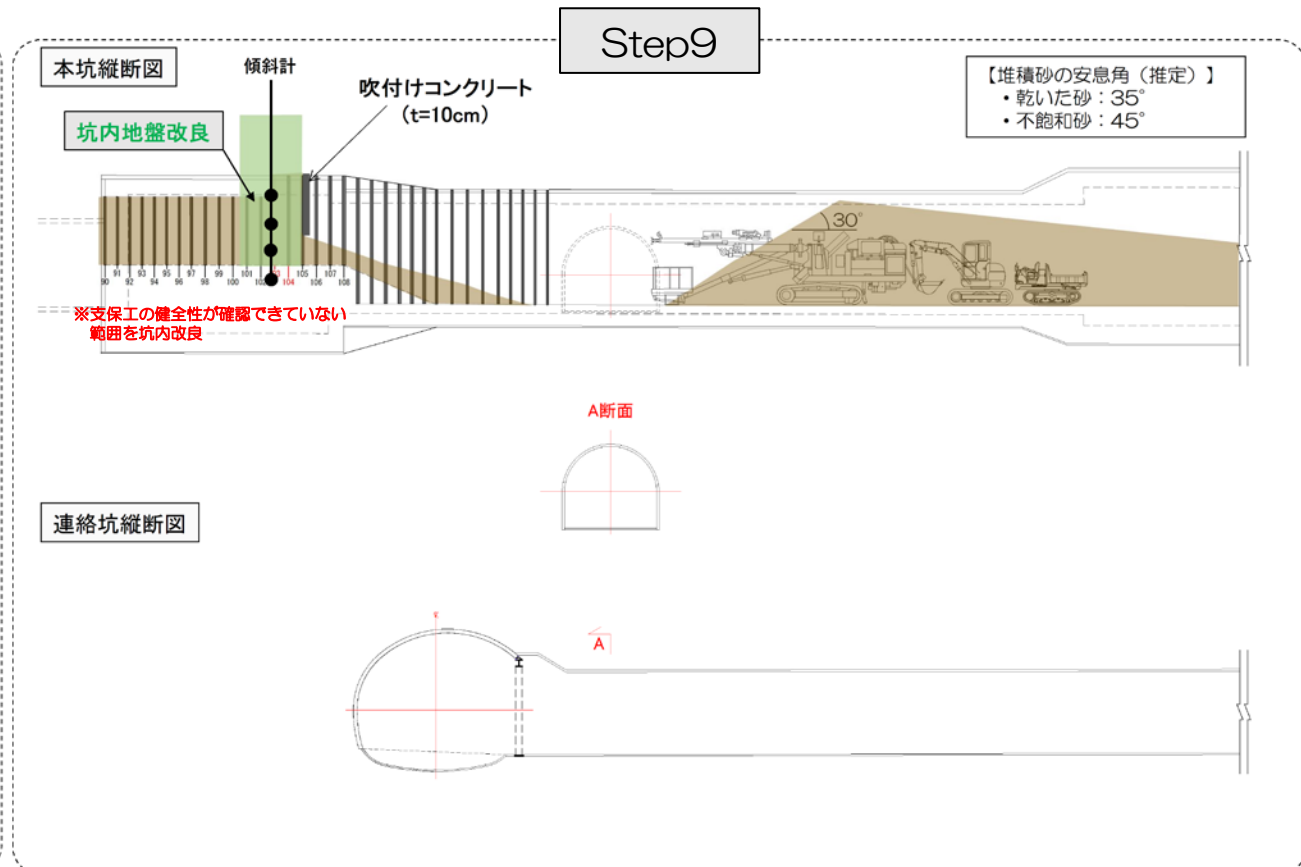
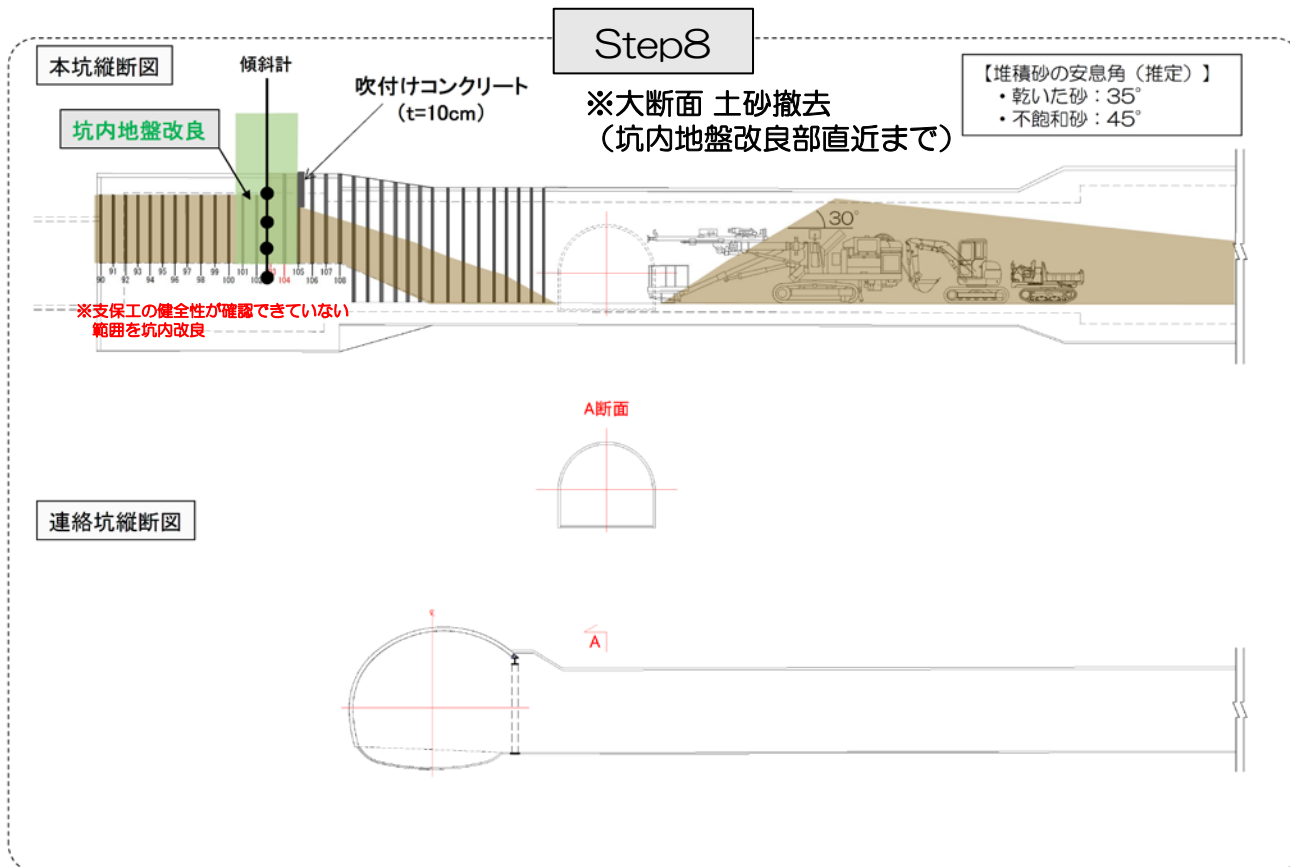
〔 充填工の工法については、傾斜計の測定を踏まえ検討していく。 〕

坑内地盤改良が
隔壁としての機能を有する

坑内地盤改良が
隔壁としての機能を有しない

4. 土砂撤去計画について

(4) 大断面部の詳細施工ステップ (坑内地盤改良が隔壁としての機能を有する場合)



4. 土砂撤去計画について

(4) 大断面部の詳細施工ステップ (坑内地盤改良が隔壁としての機能を有しない場合)

