

施工の経緯

<大断面の施工>

(1) 施工方法

- 1) 事故発生までの進捗状況 P 2
- 2) 施工ステップ P 3

(2) 施工状況

- 1) 断面形状変更による補助工法の見直し P 6
- 2) 補助工法のステップ P 10

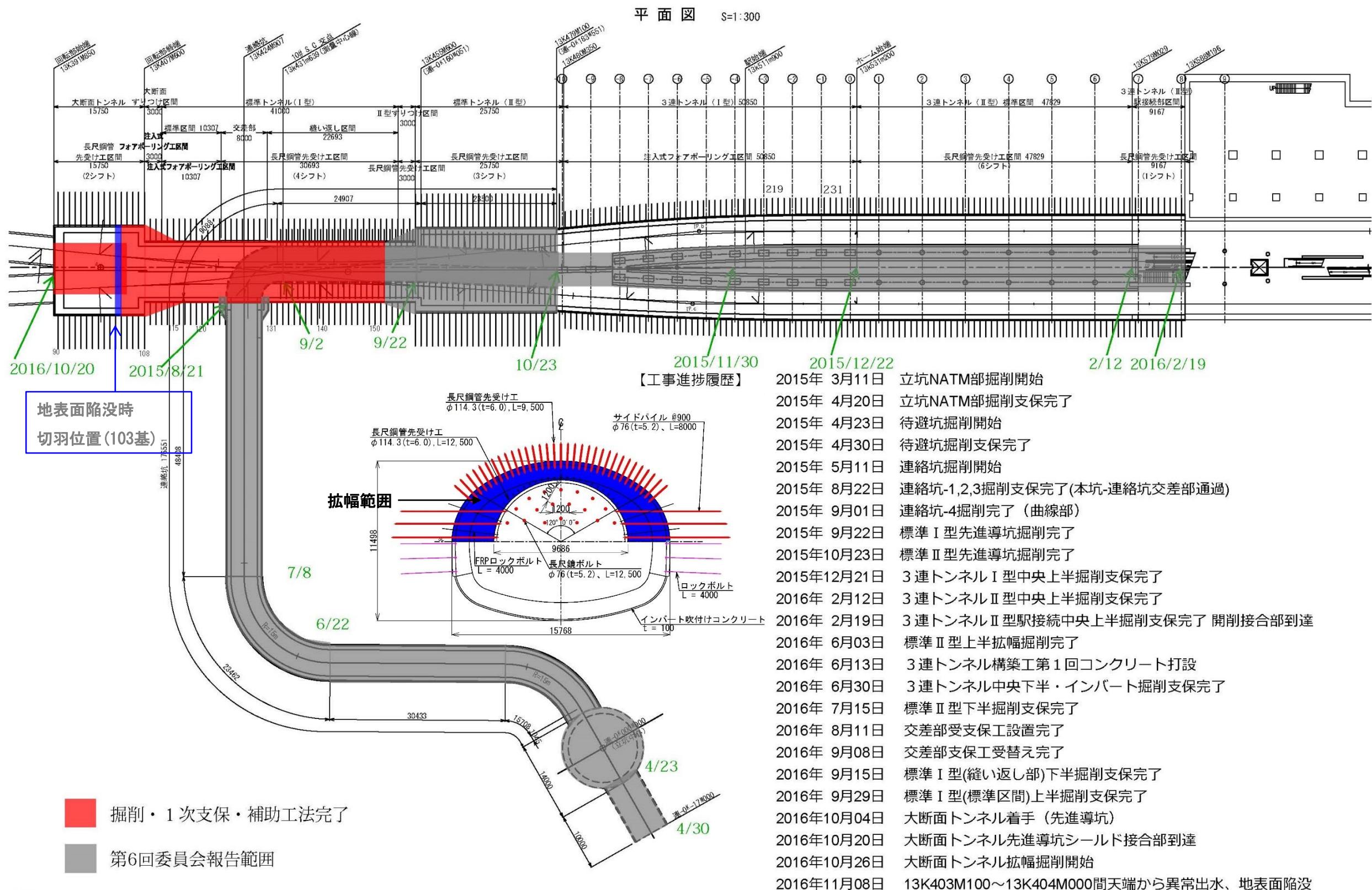
(3) 管理基準と計測項目

- 1) 計測内容と管理基準 P 11

平成28年11月29日(火)

(1) 施工方法

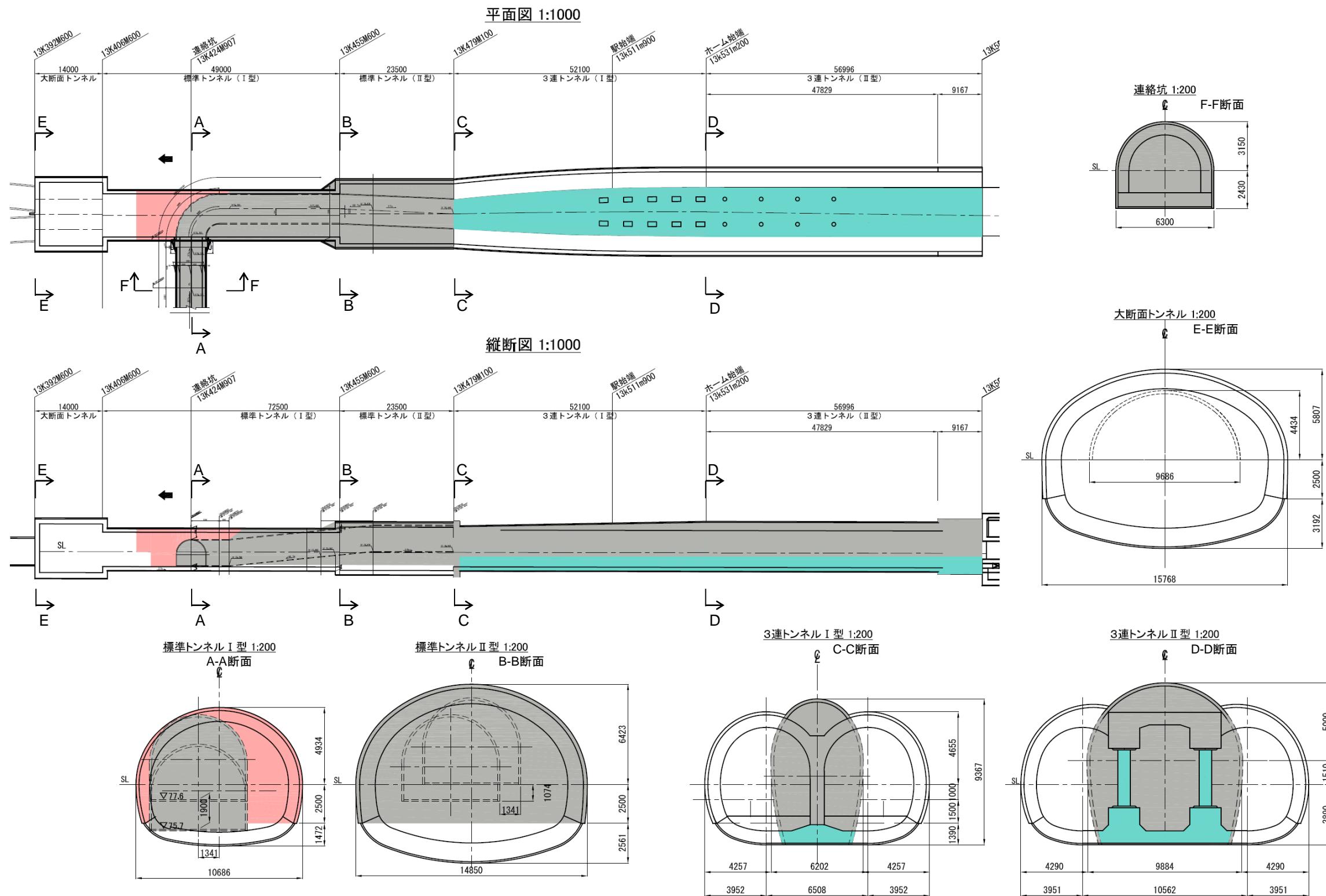
1) 事故発生までの進捗状況



※委員会資料に一部誤記があったため、事実に基づき訂正した箇所を含む。

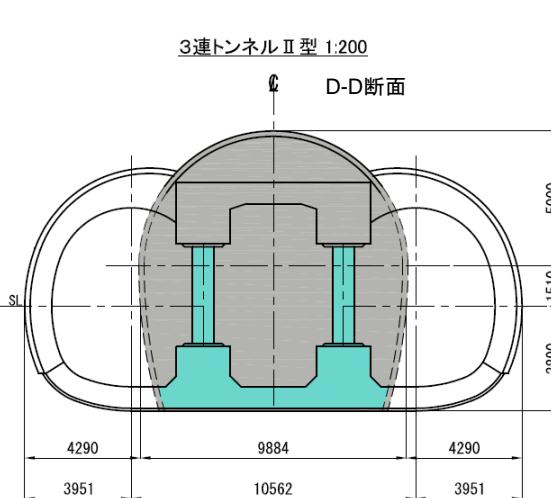
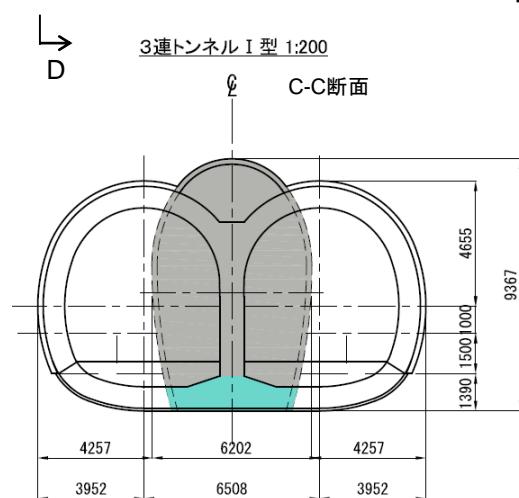
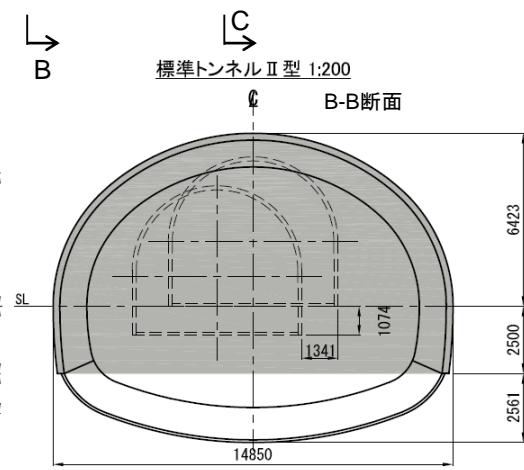
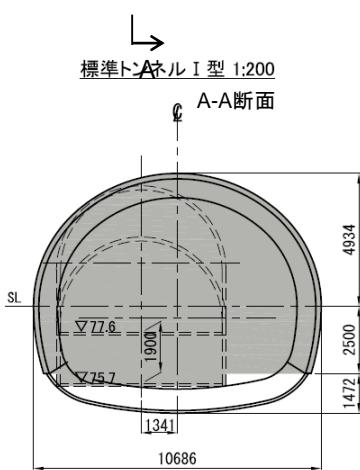
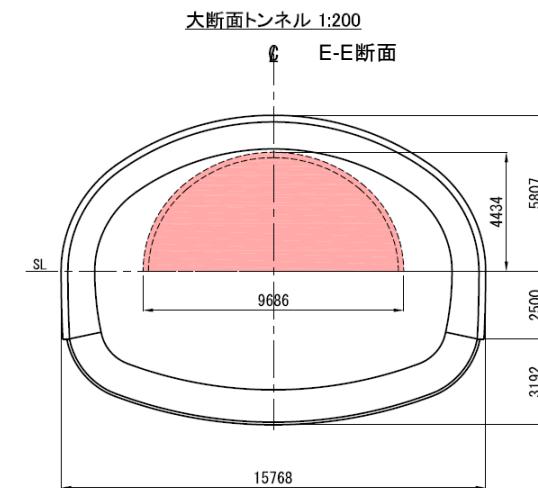
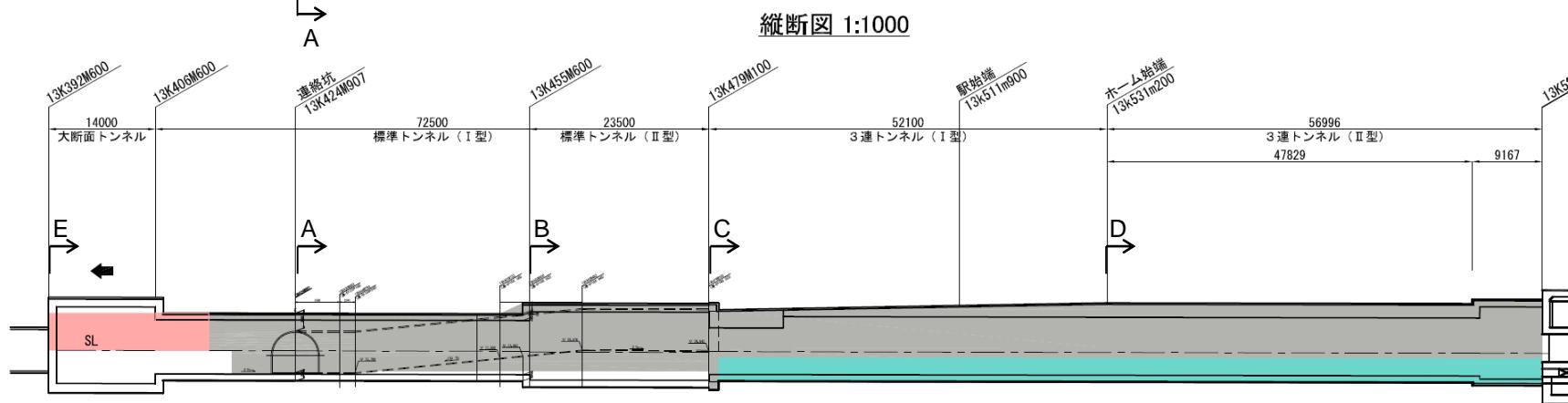
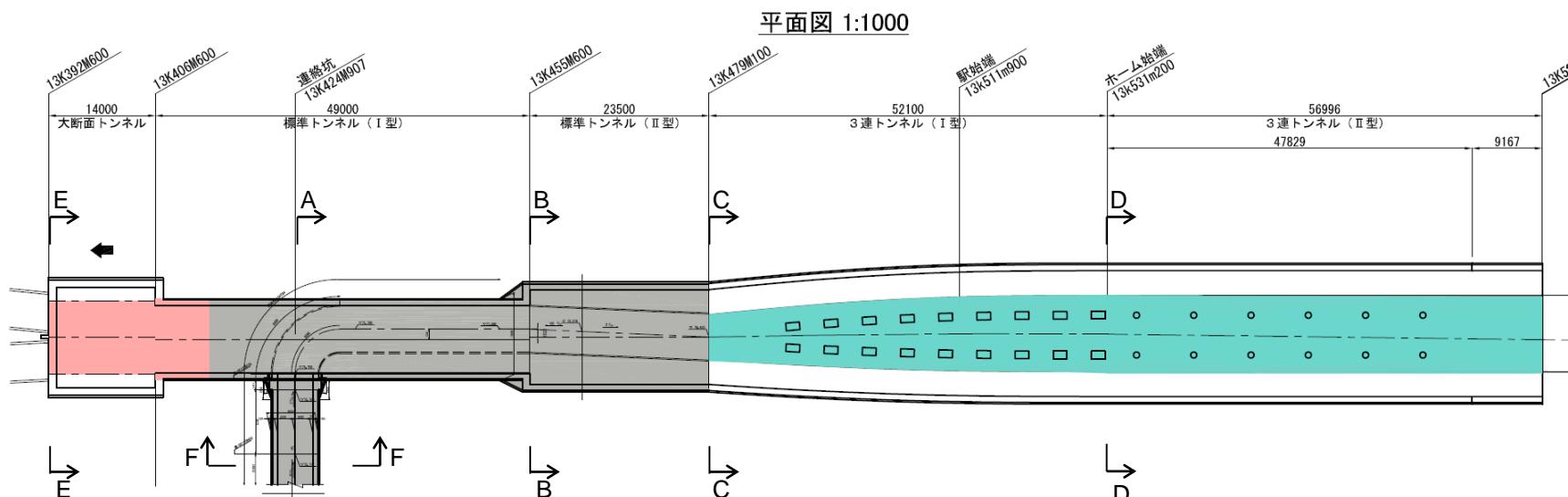
(1) 施工方法

2) 施工ステップ：標準トンネル I 型 上半掘削（大断面側）



(1) 施工方法

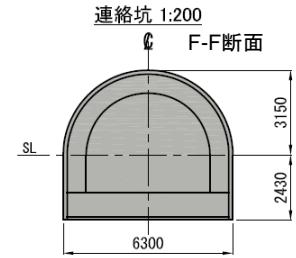
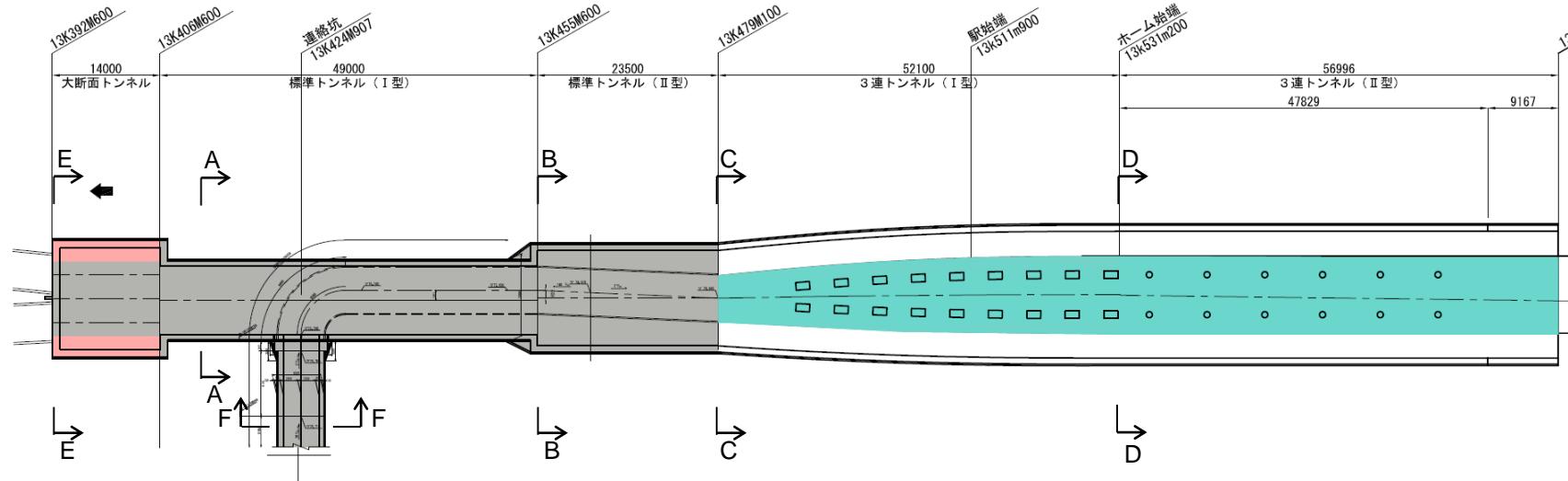
2) 施工ステップ: 大断面トンネル 先進導坑掘削



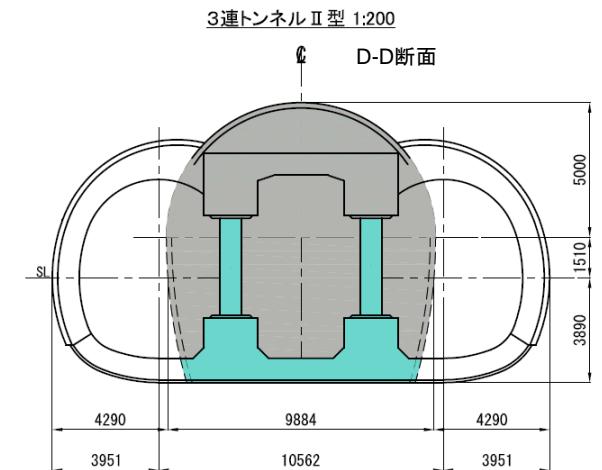
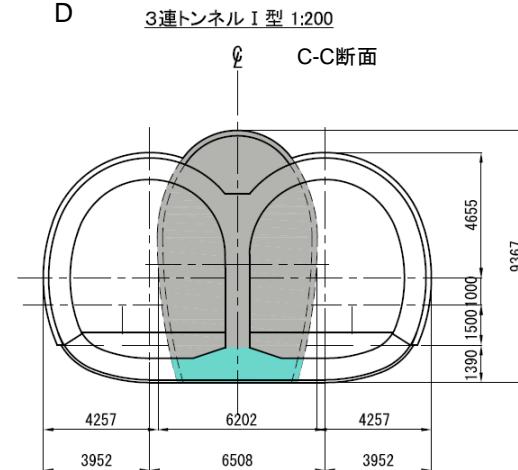
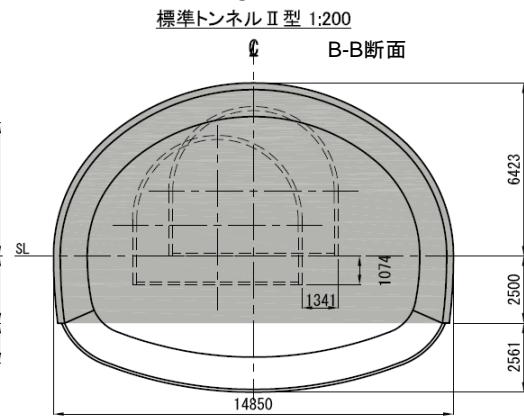
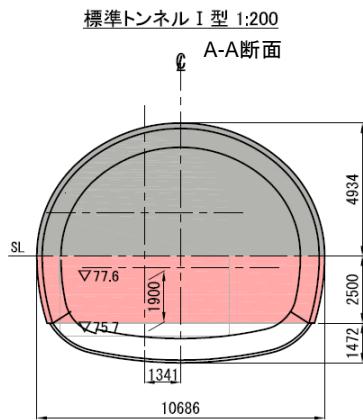
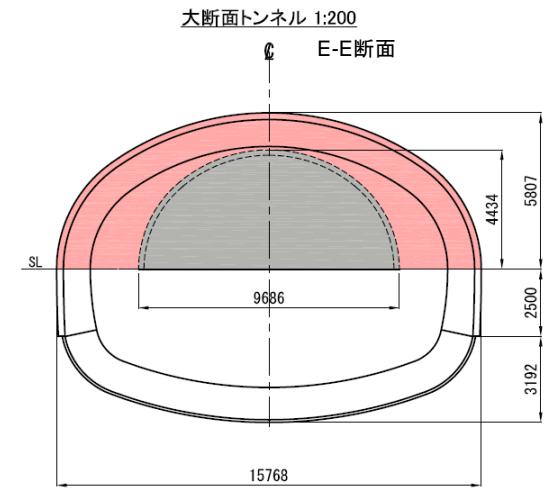
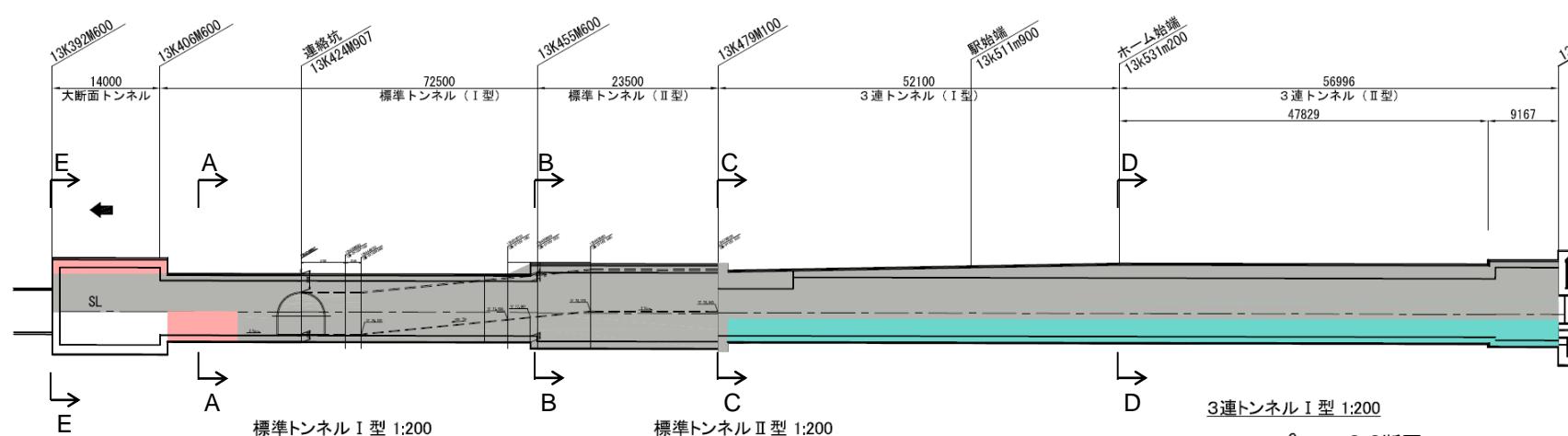
(1) 施工方法

2) 施工ステップ：大断面トンネル 上半切掘削

平面図 1:1000



縦断面図 1:1000

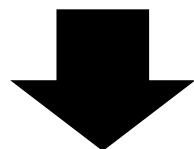


(2) 施工状況

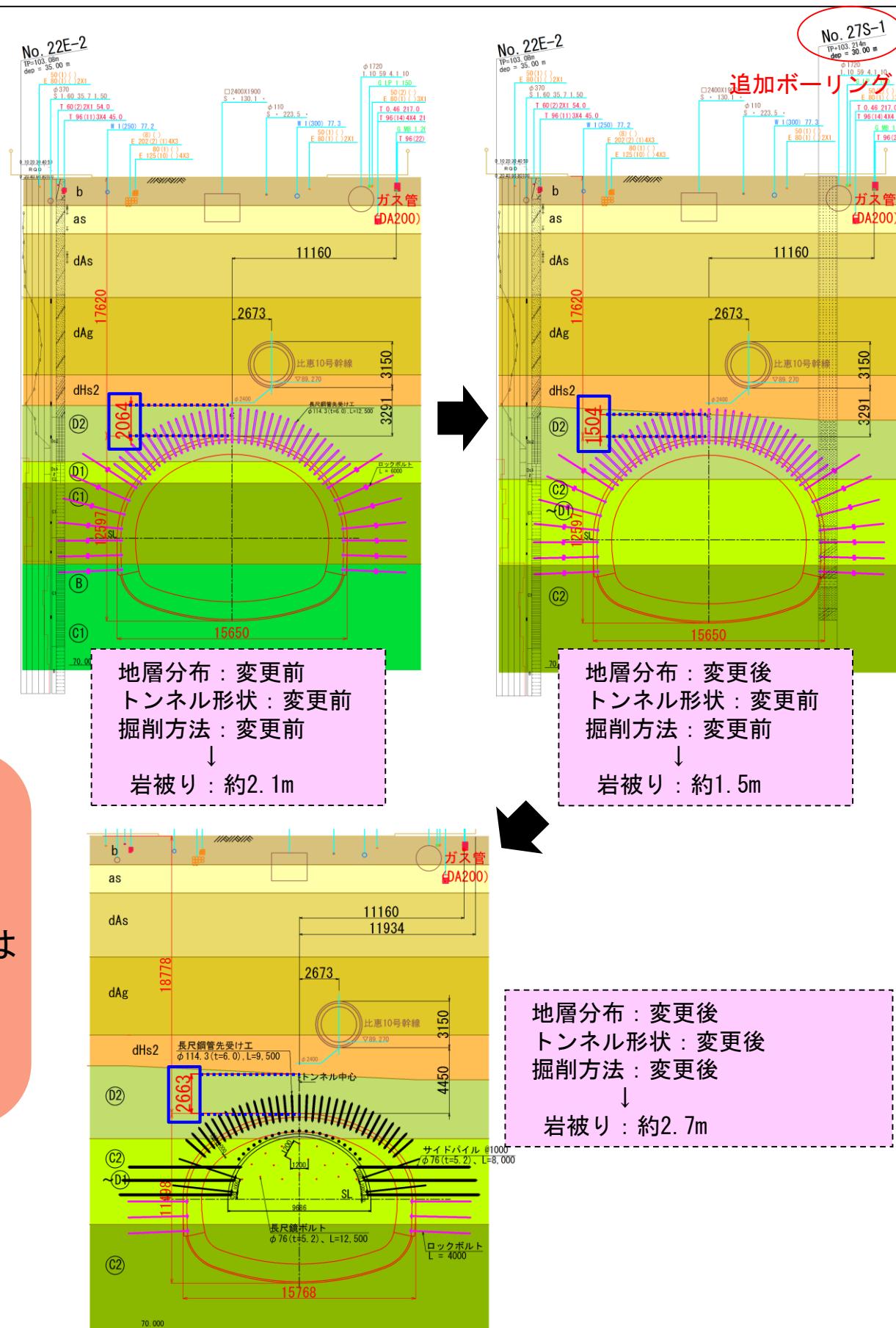
1) 断面形状変更による補助工法の見直し

● 当初設計と追加ボーリング結果、掘削実績に基づいた地層分布の比較

- 追加ボーリング結果より、土砂層厚が増加し岩被りが約2.1mから約1.5mとなった。
- 当初C1級と想定している箇所（GL-20.5m～GL-26.3m）は、施工実績D1級が大半を占めていた。



- 大断面トンネルの形状をより扁平にし、岩被り2m以上を確保した。
- C1級と想定していた箇所をC2～D1級、その下方の頁岩層はC2級と見直した。
- 補助工法を見直した。



(2) 施工状況

1) 断面形状変更による補助工法の見直し

【先進導坑工法】

- ・地質状況を確認することができる。・標準トンネルⅠ,Ⅱ型区間での実績がある。
- ・地表面沈下及び坑内変位の計測結果、地質状況に応じた適切な補助工法を選定することができる。

【先進導坑の補助工法】

- ・長尺鋼管先受け工：扁平断面であることや岩被りが小さいことに起因する坑内変位と地表面沈下抑制
- ・長尺鏡ボルト工：切羽の自立性確保と切羽前面の土質把握と地下水位の状況確認、水抜き
- ・高強度吹付け、鏡吹付コンクリート工：切羽及び切羽側面の崩落対策

【拡幅掘削の補助工法】

- ・サイドパイル工：切羽側面の地山の補強による坑内変位と地表面沈下の抑制
- ・高強度吹付け、鏡吹付コンクリート工：切羽及び切羽側面の崩落対策

対象	当初 先進導坑無し	変更 先進導坑
断面図		
掘削工法	上半先進ベンチカット	先進導坑掘削
支保パターン	<p>当初計画</p> <ul style="list-style-type: none"> ・吹付けコンクリート(t=25cm) ・鋼製支保工(H-200@1000) ・ロックボルト(L=6m×14本) 	<p>変更計画</p> <ul style="list-style-type: none"> ・高強度吹付けコンクリート(t=20cm) ・鋼製支保工(H-150@800~900) ・FRPロックボルト(L=4m×6本) <p>※先進導坑の支保パターンは標準トンネルⅠ型のものを踏襲。</p>
切羽安定対策	<p>当初計画</p> <ul style="list-style-type: none"> ・無し 	<p>変更計画</p> <ul style="list-style-type: none"> ・鏡吹付けコンクリート(t=5cm) ・長尺鏡ボルト工(L=12.5m×18本)
沈下抑制対策	<p>当初計画</p> <ul style="list-style-type: none"> ・長尺鋼管先受け工(φ114.3mm、L=12.5m) (打設角度8°~10°、横断方向の打設間隔@450m) 	<p>変更計画</p> <ul style="list-style-type: none"> ・長尺鋼管先受け工(φ114.3mm、L=12.5m×21本) (打設角度6°、横断方向の打設間隔@450mm)

※委員会資料に一部誤記があったため、事実に基づき訂正した箇所を含む。

(2) 施工状況

1) 断面形状変更による補助工法の見直し

【先進導坑工法】

- ・地質状況を確認することができる。・標準トンネルⅠ,Ⅱ型区間での実績がある。
- ・地表面沈下及び坑内変位の計測結果、地質状況に応じた適切な補助工法を選定することができる。

【先進導坑の補助工法】

- ・長尺鋼管先受け工：扁平断面であることや岩被りが小さいことに起因する坑内変位と地表面沈下抑制
- ・長尺鏡ボルト工：切羽の自立性確保と切羽前面の土質把握と地下水位の状況確認、水抜き
- ・高強度吹付け、鏡吹付コンクリート工：切羽及び切羽側面の崩落対策

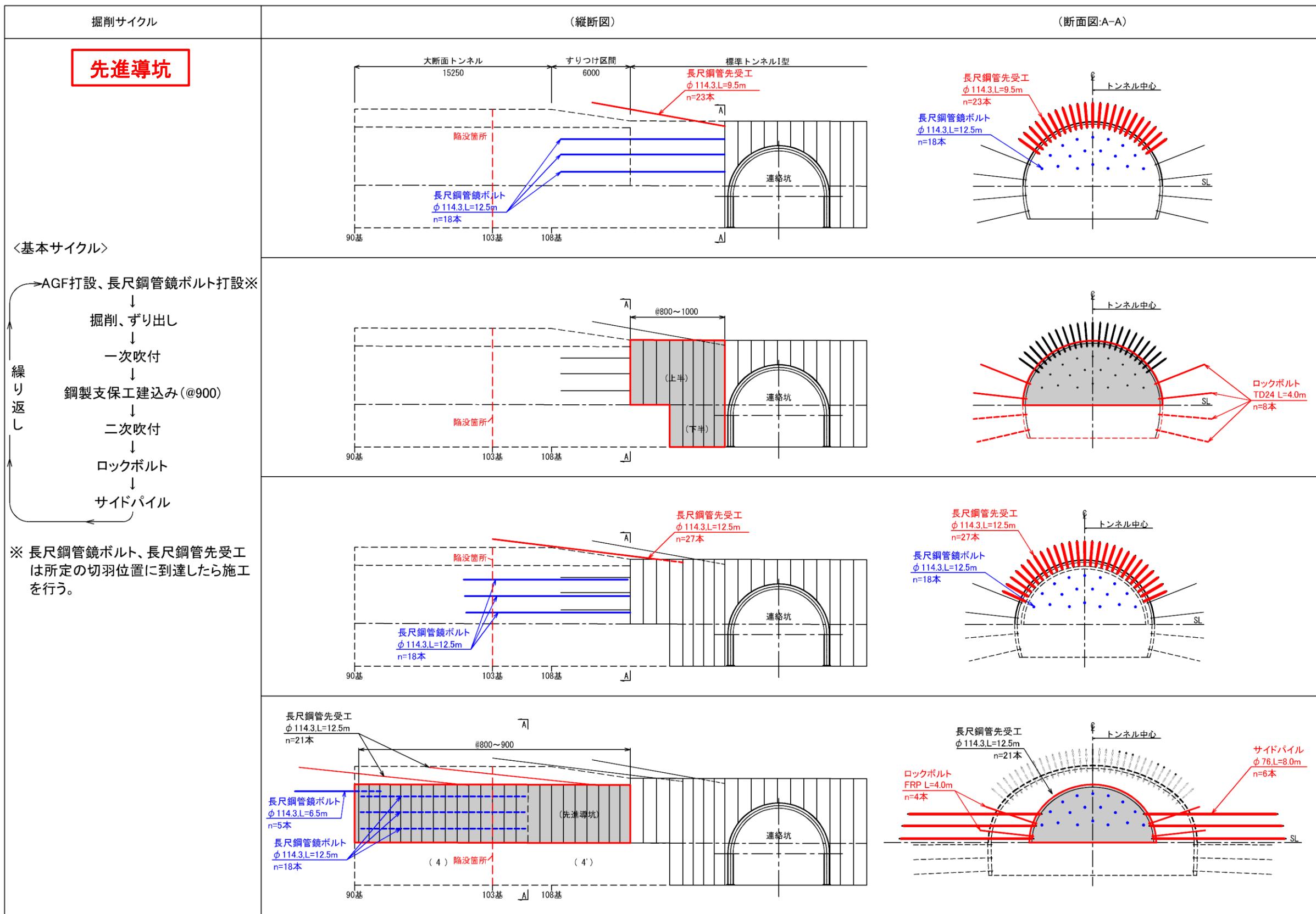
【拡幅掘削の補助工法】

- ・サイドパイル工：切羽側面の地山の補強による坑内変位と地表面沈下の抑制
- ・高強度吹付け、鏡吹付コンクリート工：切羽及び切羽側面の崩落対策

対象	当初 上半掘削	変更 上半拡幅掘削
断面図		
掘削箇所	上半掘削	上半拡幅掘削
支保パターン	<p>当初計画</p> <ul style="list-style-type: none"> ・吹付けコンクリート(t=25cm) ・鋼製支保工(H-200@1000) ・ロックボルト(L=6m×14本@1000) 	<p>変更計画</p> <ul style="list-style-type: none"> ・高強度吹付けコンクリート(t=25cm) ・鋼製支保工(H-200@800~900)
切羽安定対策	<p>当初計画</p> <ul style="list-style-type: none"> ・無し 	<p>変更計画</p> <ul style="list-style-type: none"> ・鏡吹付けコンクリート(t=5cm)
沈下抑制対策	<p>当初計画</p> <ul style="list-style-type: none"> ・長尺鋼管先受け工(φ114.3mm、L=12.5m) (打設角度8°~10°、横断方向の打設間隔@450mm) 	<p>変更計画</p> <ul style="list-style-type: none"> ・長尺鋼管先受け工(φ114.3mm、L=9.5m×33本) (打設角度6°、横断方向の打設間隔@450mm) ・サイドパイル工(φ76mm、L=8.0m×6本) *用地境界を侵さない長さ

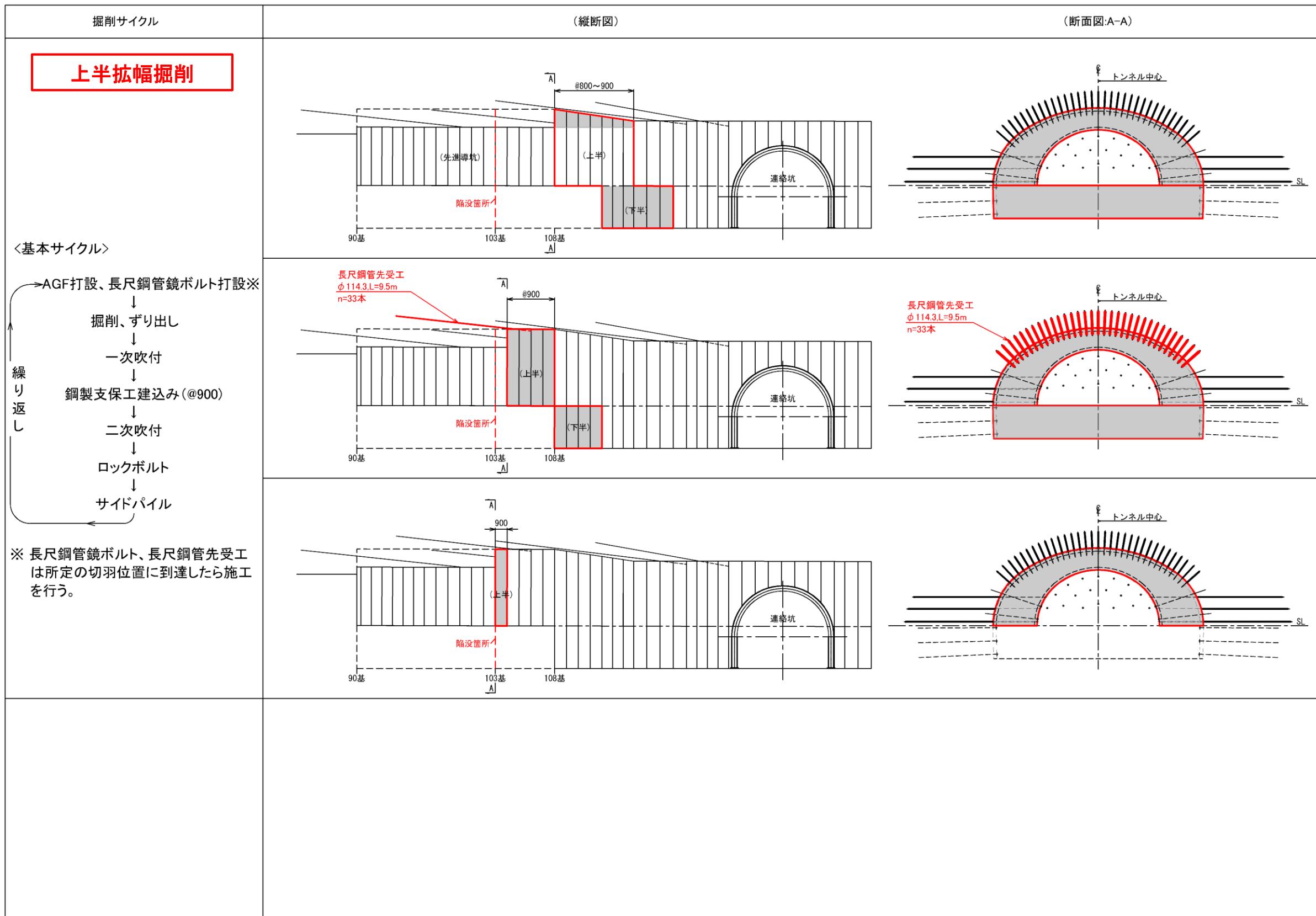
(2) 施工状況

3) 補助工法のステップ



(2) 施工状況

3) 補助工法のステップ



(3) 管理基準と計測項目

1) 計測内容と管理基準

【計測内容】

- ・ A計測（坑内観察調査、天端沈下測定、内空変位測定、地表面沈下測定）
- ・ B計測（吹付コンクリート応力測定、鋼製支保工応力測定、長尺鋼管先受け工応力測定）
- ・ C計測（ガス管沈下測定、層別沈下計（下水幹線）、地下水位測定、切羽上方沈下計測（SAA）、切羽前方地山計測（T-R E X））

※計測値は現場事務所のモニターにより監視。

●地表面沈下、周辺構造物沈下の管理基準値の設定方法と施工体制

管理レベル	設定方法	対応策	
		切羽到達前	計測収束まで
管理基準値(I)	管理基準値(III)の50%	計測頻度強化、現場点検、作業員への注意強化	
管理基準値(II)	管理基準値(III)の80%	(協議の上、実施する対策工の例) 切羽で取るべき対応 ・導坑掘削時 支保工のランクアップ サイドパイルの本数増 ・上半掘削時 先受工の範囲・ラップ長の変更 支保工のランクアップ ウィングリップ+フットパイル 仮インバート閉合 止水注入 ・下半、インバート掘削時 上半増し吹付けコンクリート 増しロックボルト インバートストラット	(協議の上、実施する対策工の例) 切羽で取るべき対応 左欄と同様 計測断面で取るべき対応 増し吹付けコンクリート 増しロックボルト
管理基準値(III)	FEM解析により得られた最大予測値が許容値※1になると考え、各ステップでの予測値を割増して設定する(割増し率 α)。	施工の停止、変状要因の分析と対策工の検討	

※1) 地表面沈下量の許容値: 30.0mm
 地表面傾斜角の許容値: 1.5/1000rad
 下水幹線変形量の許容値: 8.5mm(縦長変形)、ガス管沈下量の許容値: 70mm(DA200)

●トンネル坑内変位の管理基準値の設定方法と施工体制

管理レベル	設定方法	対応策	
		切羽到達前	計測収束まで
管理基準値(I)	管理基準値(III)の50%	計測頻度強化、現場点検、作業員への注意強化	
管理基準値(II)	管理基準値(III)の80%	(協議の上、実施する対策工の例) 切羽で取るべき対応 ・導坑掘削時 支保工のランクアップ サイドパイルの本数増 ・上半掘削時 先受工の範囲・ラップ長の変更 支保工のランクアップ ウィングリップ+フットパイル 仮インバート閉合 止水注入 ・下半、インバート掘削時 上半増し吹付けコンクリート 増しロックボルト インバートストラット	(協議の上、実施する対策工の例) 切羽で取るべき対応 左欄と同様 計測断面で取るべき対応 増し吹付けコンクリート 増しロックボルト
管理基準値(III)	FEM解析による予測値に上述の割増し率のうち最も小さいもの乗じた値を基準値(III)とする。	施工の停止、変状要因の分析と対策工の検討	

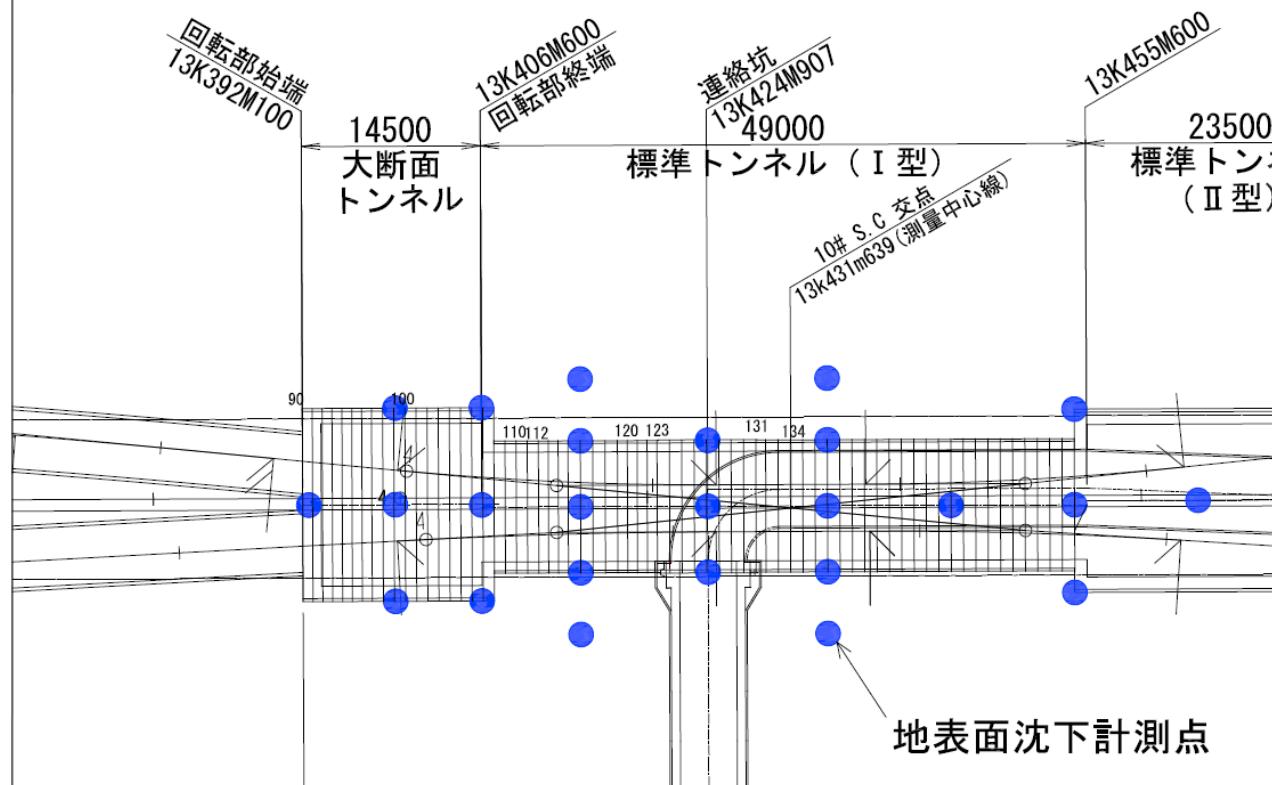
●支保工の管理基準値の設定方法と施工体制

管理レベル	設定方法	対応策
管理基準値(I)	管理基準値(III)の50%	計測頻度強化、現場点検、作業員への注意強化
管理基準値(II)	管理基準値(III)の80%	(協議の上、実施する対策工の例) 増し吹付けコンクリート、増しロックボルト
管理基準値(III)	FEM解析により得られた最大応力度が許容値※1になると考え、各ステップでの最大応力度を割り増す。この割増し率を各計測器配置位置での予測値に乗して、各計測位置での管理基準値(III)を設定する。	施工の停止、変状要因の分析と対策工の検討

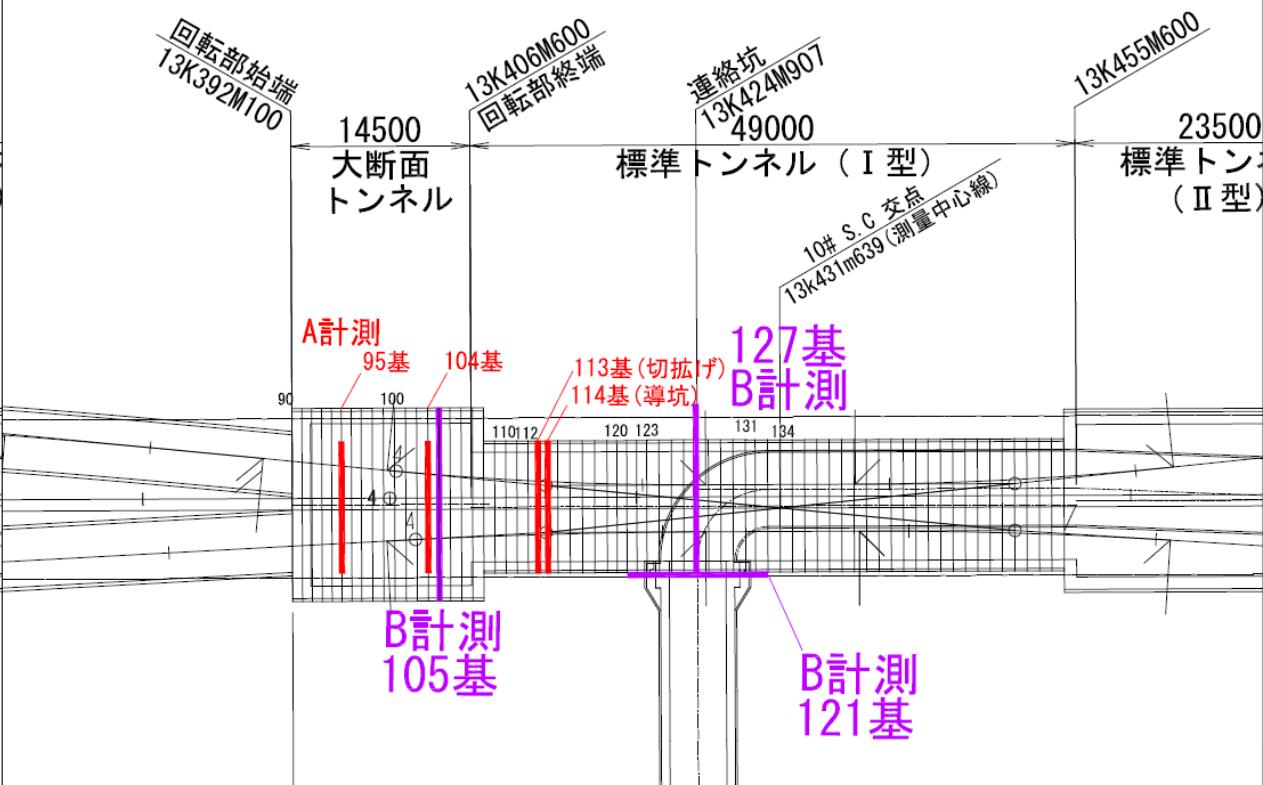
※1) 鋼製支保工の許容値: 210N/mm²、吹付けコンクリートの許容値: 18N/mm²、ロックボルトの許容値: 240N/mm²

(3) 管理基準と計測項目

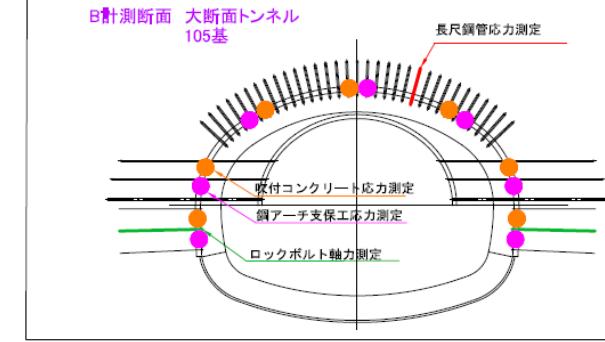
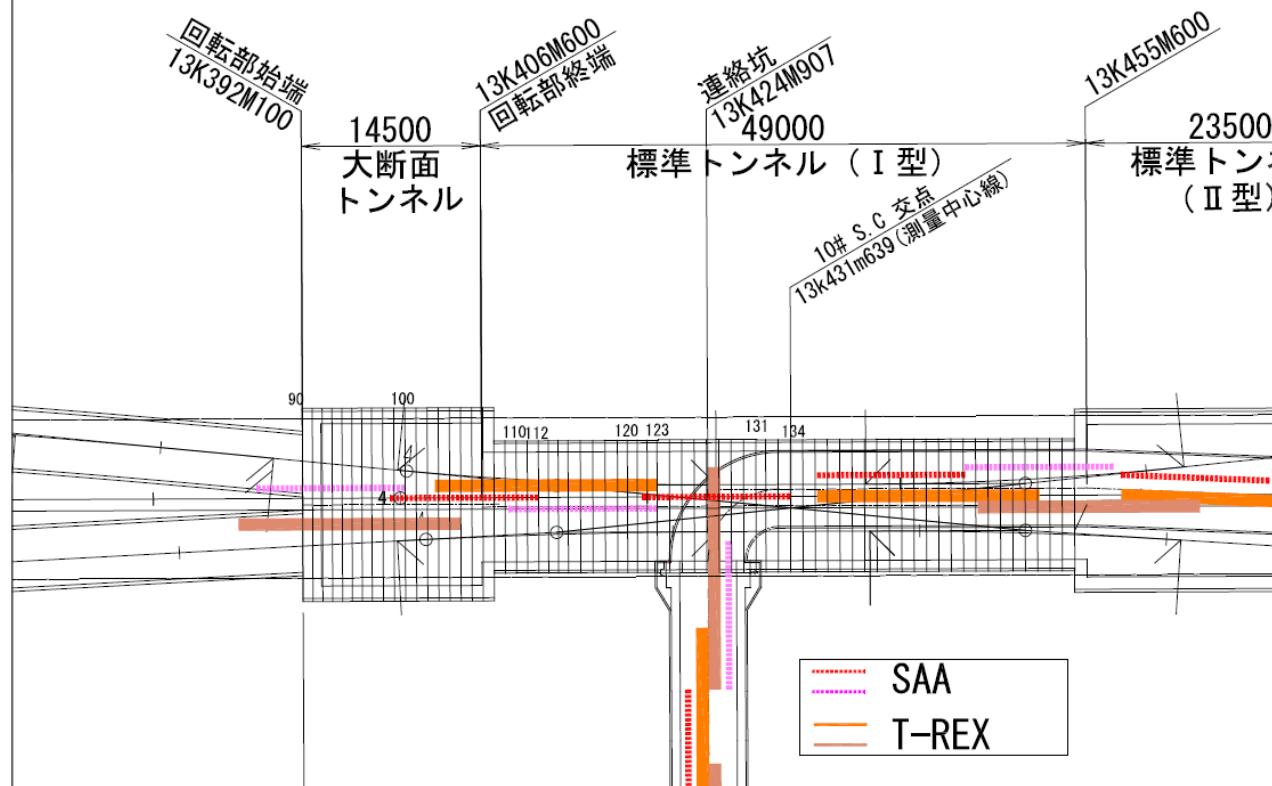
地表面沈下計測位置 (大断面部)



A・B計測工 計測位置 (大断面部)



C計測工 (SAA・T-REX) 計測位置 (大断面部)



* SAA・T-REXは先進導坑掘削時に実施