

施 工 の 経 緯

<立坑～連絡坑～標準Ⅰ～標準Ⅱ～3連トンネル中央坑>

(1)	施工概要	.....	P 2
(2)	連絡坑掘削	.....	P 5
(3)	本坑ー連絡坑交差部の取付方法の変更	.....	P 6
(4)	標準トンネルⅠ・Ⅱ型（先進導坑掘削）	.....	P 7
(5)	3連トンネル中央掘削	.....	P 9
(6)	標準トンネルⅡ型拡幅掘削	.....	P 10
(7)	計測	.....	P 11

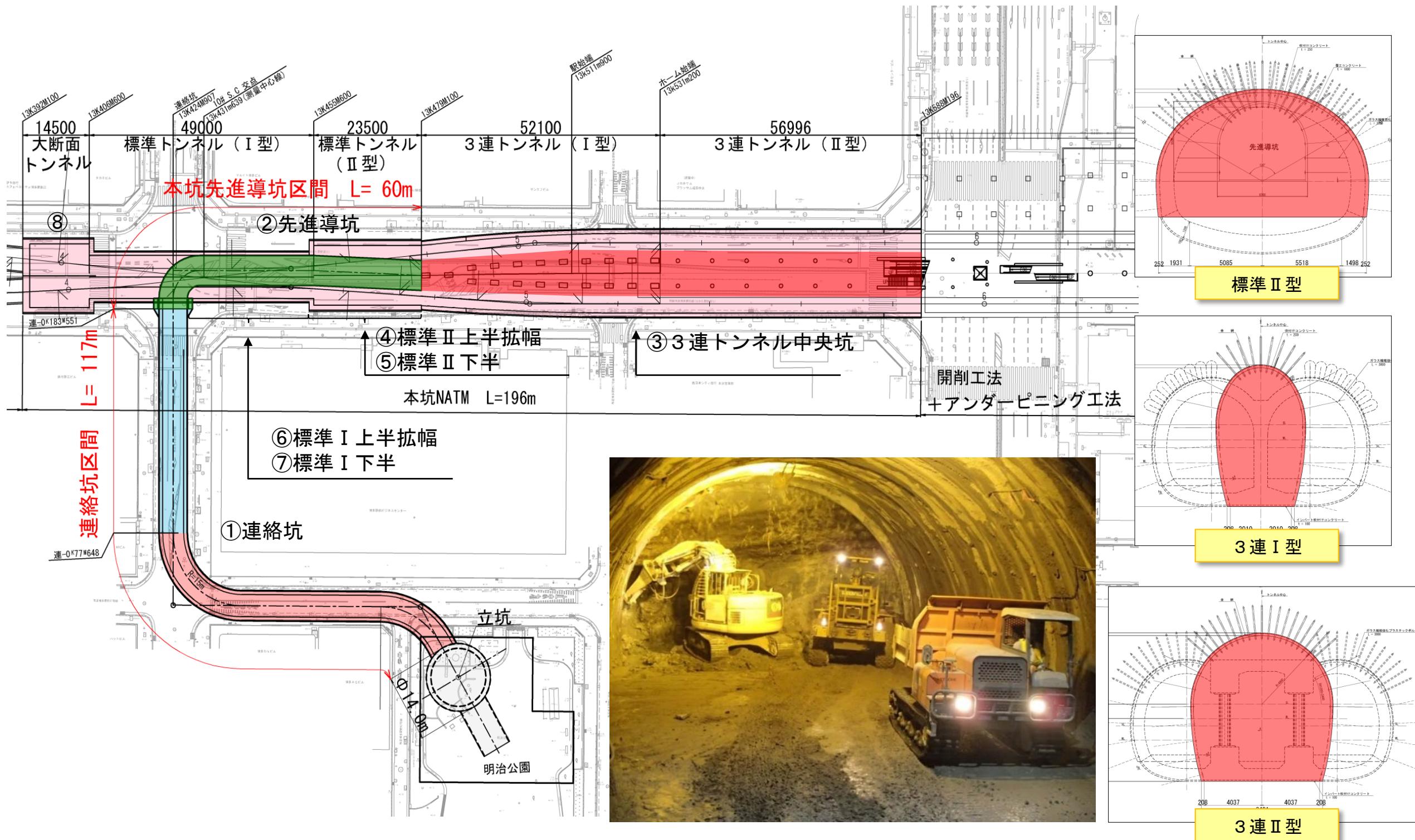
平成28年11月29日（火）

(1) 施工概要

1) 掘削順序

【掘削順序】

- ①連絡坑→②先進導坑（標準Ⅰ・Ⅱ）→③3連トンネル中央坑→④標準Ⅱ上半拡幅→⑤標準Ⅱ下半→⑥標準Ⅰ上半拡幅→⑦標準Ⅰ下半→⑧大断面トンネル



(1) 施工概要

2) 連絡坑

○施工延長

- ・ 連絡坑全延長 116.89m
- ・ 連絡坑-1 (ロックボルトなし、吹付厚t=200mm) 46.24m
- ・ 連絡坑-2 (ロックボルトなし、吹付厚t=200mm) 70.65m

○施工断面

- ・ 掘削断面積 31.4m²
- ・ 掘削幅 6.4m
- ・ 掘削高さ 5.6m

○施工期間

- ・ 平成27年5月11日～平成27年8月21日
(実稼働83日)

○日進量

- ・ 1日 1.4m (昼夜間施工)

○施工方法

- ・ 掘削方法 ブレーカーによる全断面掘削工法
- ・ 補助工法 長尺鋼管先受工 (AGF)、鏡吹付工 (施工の可否は地山観察結果にて判断)

○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、鋼アーチ支保工応力測定)
- ・ C計測 (ガス管沈下測定、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 EX))

(1) 施工概要

3) 本坑（標準Ⅰ・標準Ⅱ・3連トンネル）

○施工延長

- ・本坑全延長 196.4m
- ・先進導坑 59m
- ・三連中央上半 108m 標準Ⅰ型拡幅 47m 標準Ⅱ型拡幅 25.7m

○施工断面（※上半拡幅面積は先進導坑面積を除く）

	先進導坑	三連Ⅰ型 中央上半	三連Ⅱ型 中央上半	標準Ⅱ型 上半拡幅	標準Ⅰ型 上半拡幅
・掘削断面積	30m ²	19~49m ²	49m ²	46m ²	30m ²
・掘削幅	6.3m	5.5~9.9m	9.9m	14.5m	10.7m
・掘削高さ	5.5m	3.9~6.0m	6.0m	6.4m	4.9m

○施工期間

- ・平成27年8月22日 ~ 平成28年2月19日（標準Ⅱ型拡幅完了 平成28年6月28日）

○日進量（昼夜間施工）

- ・先進導坑 0.9m/日
- ・三連Ⅰ型中央上半 0.8m/日
- ・三連Ⅱ型中央上半 0.9m/日
- ・標準Ⅱ型拡幅 0.4m/日

○施工方法

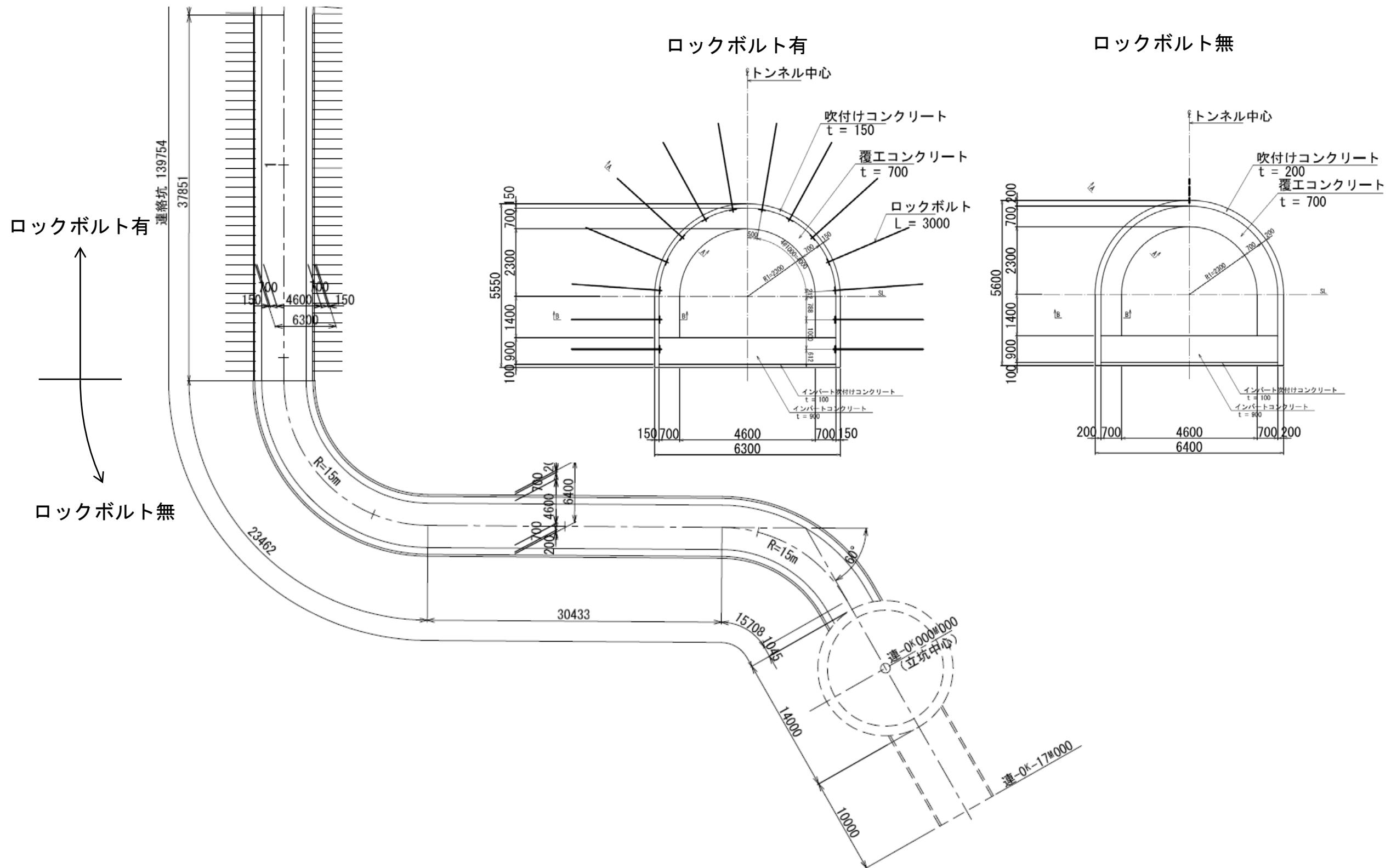
- ・掘削方式 ブレーカーによる掘削
- ・補助工法 長尺鋼管先受工（AGF）、鏡吹付工（施工の可否は地山観察結果にて判断）
標準Ⅱ型拡幅（AGF、サイドパイル、吹付厚 t=250mm）

○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、鋼アーチ支保工応力測定、ロックボルト軸力測定）
- ・C計測（ガス管沈下測定、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 EX））

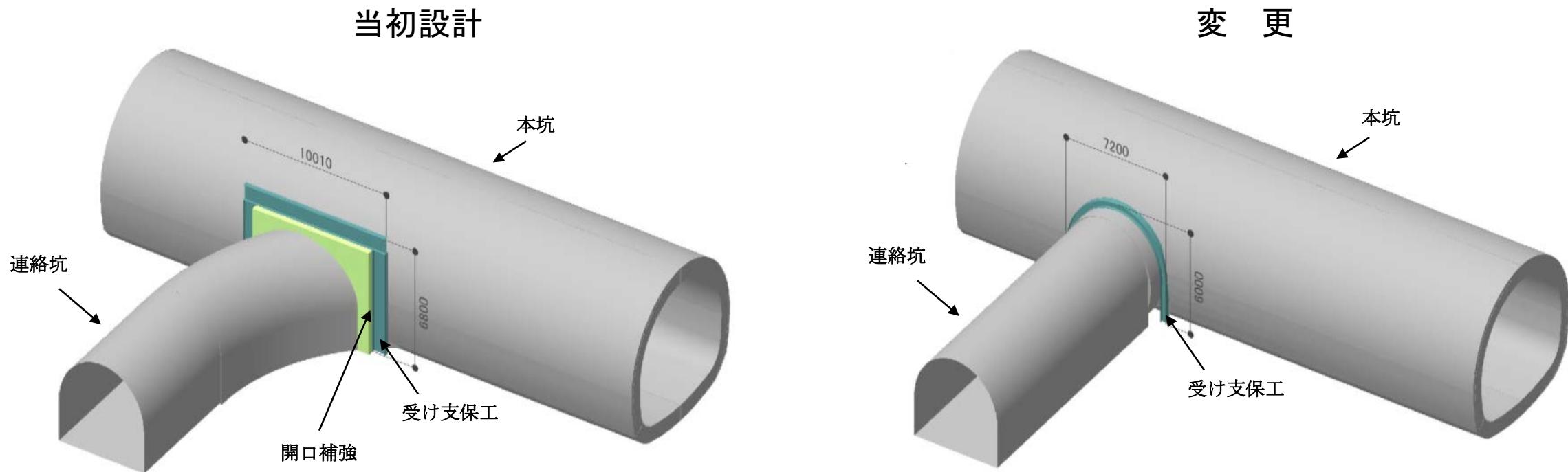
(2) 連絡坑掘削

連絡坑支保パターン平面図



(3) 本坑—連絡坑交差部の取付方法の変更

連絡坑の線形、交差部の補強構造および支保構造を下記のように見直すことにより、施工取付断面及び、開口補強の受け支保工施工時の余掘りを縮小した。

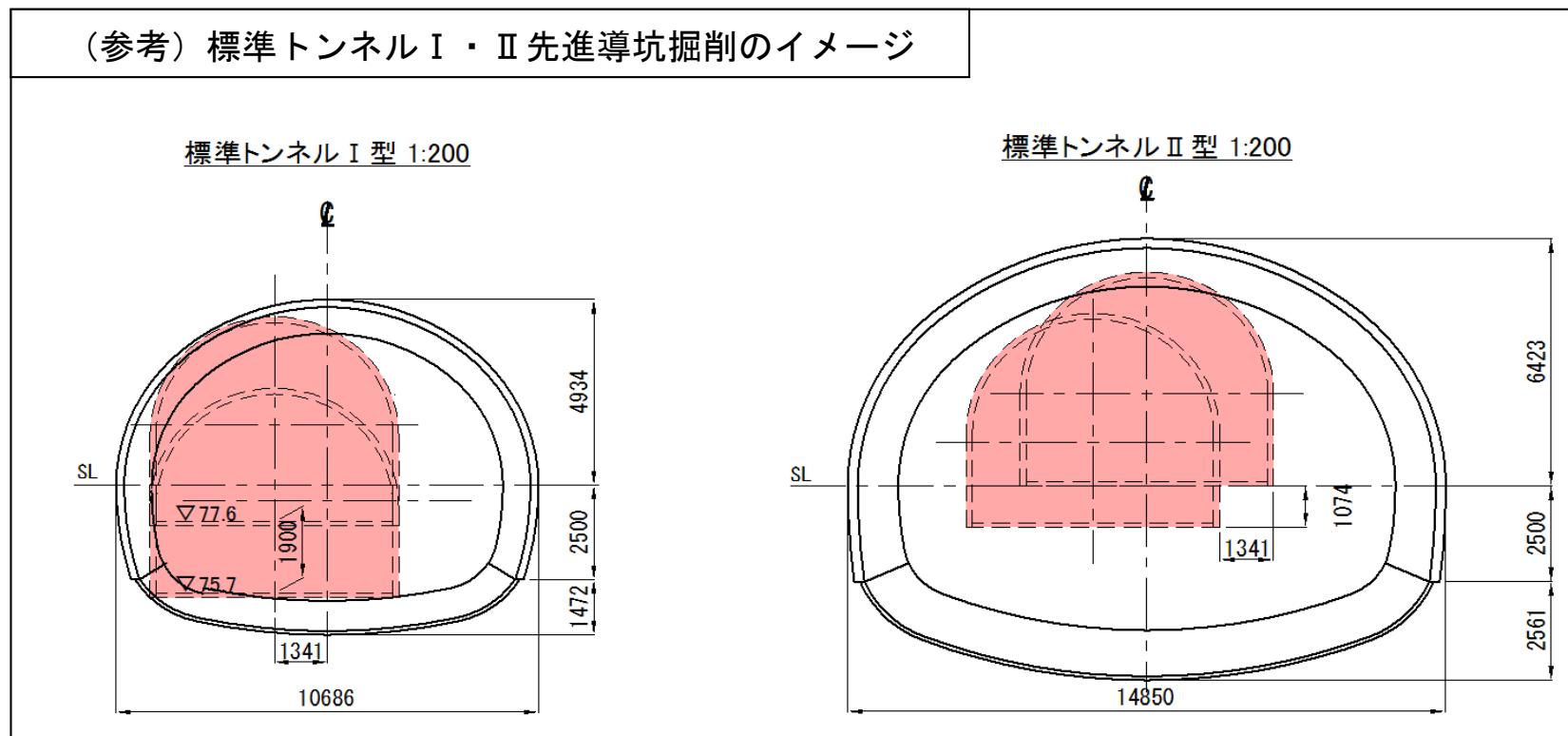


	当初設計	変更設計
線形	本坑と連絡坑が斜めに接続	本坑と連絡坑が直交して接続
開口補強	矩形の開口補強梁	円形の連絡坑と本坑を一体とする構造
受け支保工	矩形の梁・火打ち構造	馬蹄形の構造

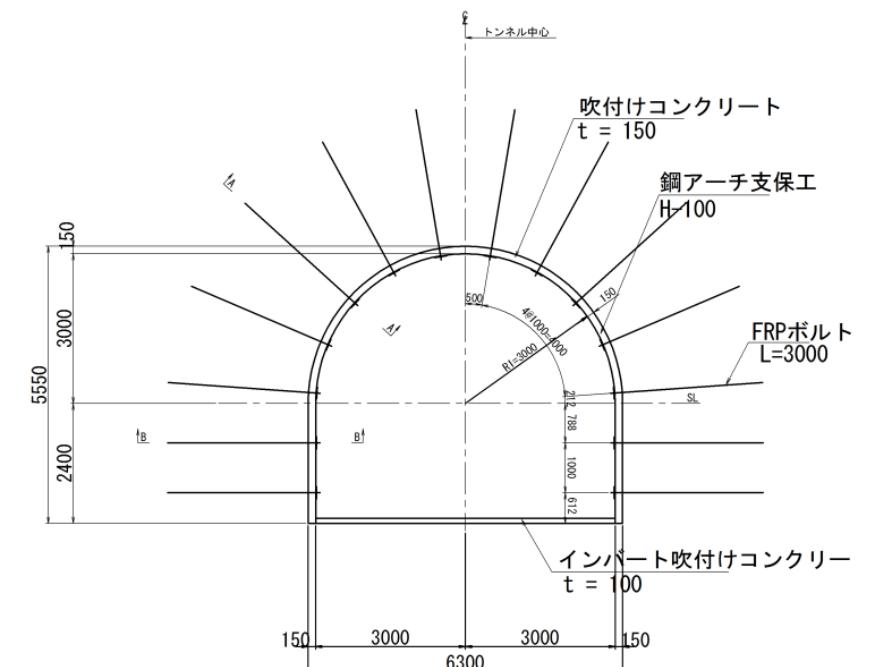
【標準トンネル I・II 型の施工方法変更】

- ①標準トンネル I 型・II 型の天端付近の地山の状況を観察・調査し、岩盤の物性値等の情報を取得するため、当初設計である上半先進工法から先進導坑工法へ変更し、切掘り時の補助工法等の検討に活用することとした。
- ②先行掘削する断面については連絡坑と同等断面とした。
(1m/1シフト 連絡坑断面：高さ5.55m・幅6.3m・掘削断面積約30m²)
(連絡坑の断面についてはトンネル掘削に使用する機械から求めた最低限の断面とした。)

(参考) 標準トンネル I・II 先進導坑掘削のイメージ



本坑先進導坑区間支保パターン



先進導坑の補助工法

①長尺鋼管先受工

（AGF： $\phi 114.3\text{mm}$ ， $t=6.0\text{mm}$ ， $L=9.5\text{m}$ ，ラップ長 $=3.5\text{m}$ ，シリカゼン注入）

掘削に先行して、天端崩落を抑え地表面沈下を抑止し、
施工時の安全性を高める。

②鏡吹付工（ $t=50\sim 100\text{mm}$ ， $\sigma=18\text{N}/\text{mm}^2$ ）

切羽の肌落ちや破砕されたD級岩盤の小崩落を抑止し、
切羽の安定性や施工時の安全性を確保する。

(5) 3連トンネル中央坑掘削

○切羽の自立性を確保するため、中央坑の掘削は、当初計画の上下半の加背割を上半・下半・インバートの三分割に変更した。

対象		当初計画 中央坑:上下半掘削	中央坑:上下半・インバート掘削
三連 I型	断面図	<p>* 丸数字は掘削手順を表す</p>	<p>* 丸数字は掘削手順を表す 左右坑は同時掘削を検討中</p>
	掘削 断面積	<p>【左坑】 上半③: 23m² 下半④: 12m²</p> <p>【中央坑】 上半①: 25m² 下半②: 24m²</p> <p>【右坑】 上半⑤: 23m² 下半⑥: 12m²</p>	<p>【左坑】 上半④: 18m² 下半⑤: 11m² インバート⑥: 5m²</p> <p>【中央坑】 上半①: 19m² 下半②: 17m² インバート③: 12m²</p> <p>【右坑】 上半④': 18m² 下半⑤': 11m² インバート⑥': 5m²</p>
三連 II型	断面図	<p>* 丸数字は掘削手順を表す</p>	<p>* 丸数字は掘削手順を表す 左右坑は同時掘削を検討中</p>
	掘削 断面積	<p>【左坑】 上半③: 23m² 下半④: 12m²</p> <p>【中央坑】 上半①: 49m² 下半②: 41m²</p> <p>【右坑】 上半⑤: 23m² 下半⑥: 12m²</p>	<p>【左坑】 上半④: 18m² 下半⑤: 11m² インバート⑥: 5m²</p> <p>【中央坑】 上半①: 39m² 下半②: 30m² インバート③: 22m²</p> <p>【右坑】 上半④': 18m² 中半⑤': 11m² インバート⑥': 5m²</p>

<左右坑同時掘削の検討理由>

- ①偏荷重による中央坑構築物の変形リスクの低減
- ②地下車路の相対沈下量の抑制

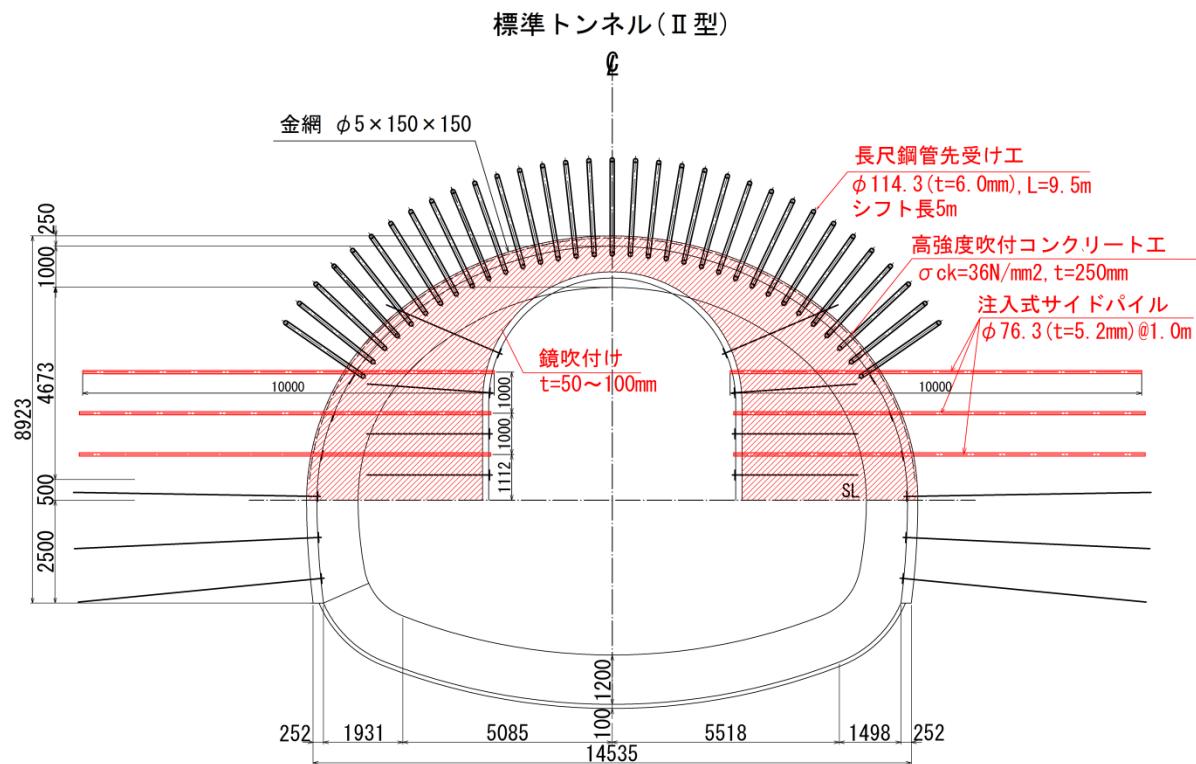
(6) 標準Ⅱ型拡幅掘削

拡幅掘削時の補助工法

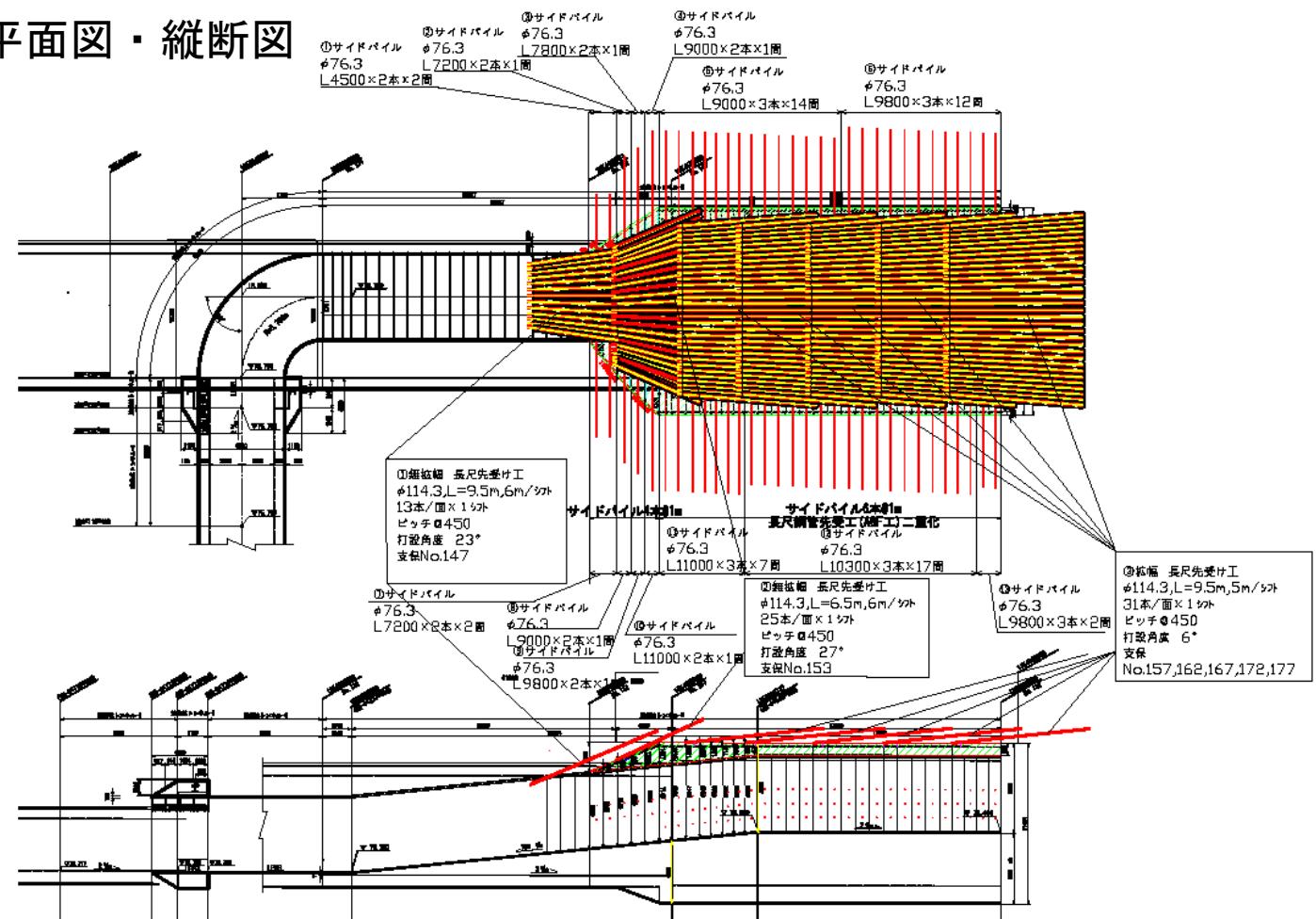
○トンネル周辺地山の力学的安定性を向上させることを目的に補助工法を計画した。

- 注入式サイドパイル工（鋼管φ76.3mm、シリカレジンを注入） 地山の見かけのせん断剛性向上
- 長尺鋼管先受け工（鋼管φ114.3mm、L=9.5m、シリカレジンを注入）のシフト長短縮（シフト長6m→5m=ラップ長3.5m→4.5m） 天端安定化対策
- 鏡吹付けコンクリート工（ $\sigma=18\text{N/mm}^2$ 、 $t=50\text{mm}\sim 100\text{mm}$ ） 鏡面安定化対策
- 高強度吹付けコンクリート工（ $\sigma=36\text{N/mm}^2$ 、 $t=250\text{mm}$ ） 切羽通過後の変位抑制対策

○断面図

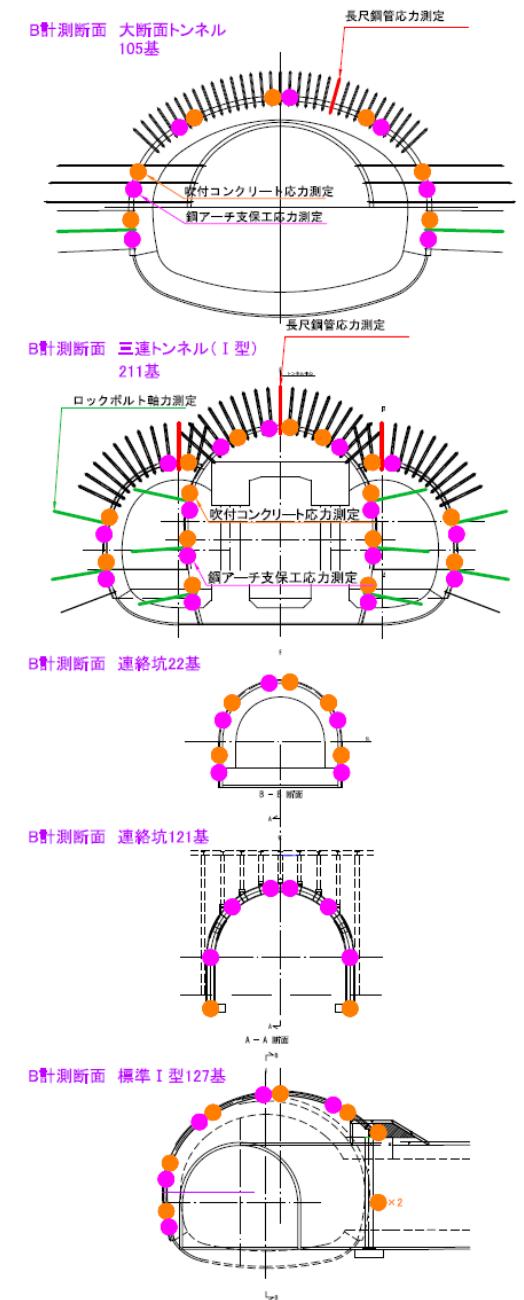
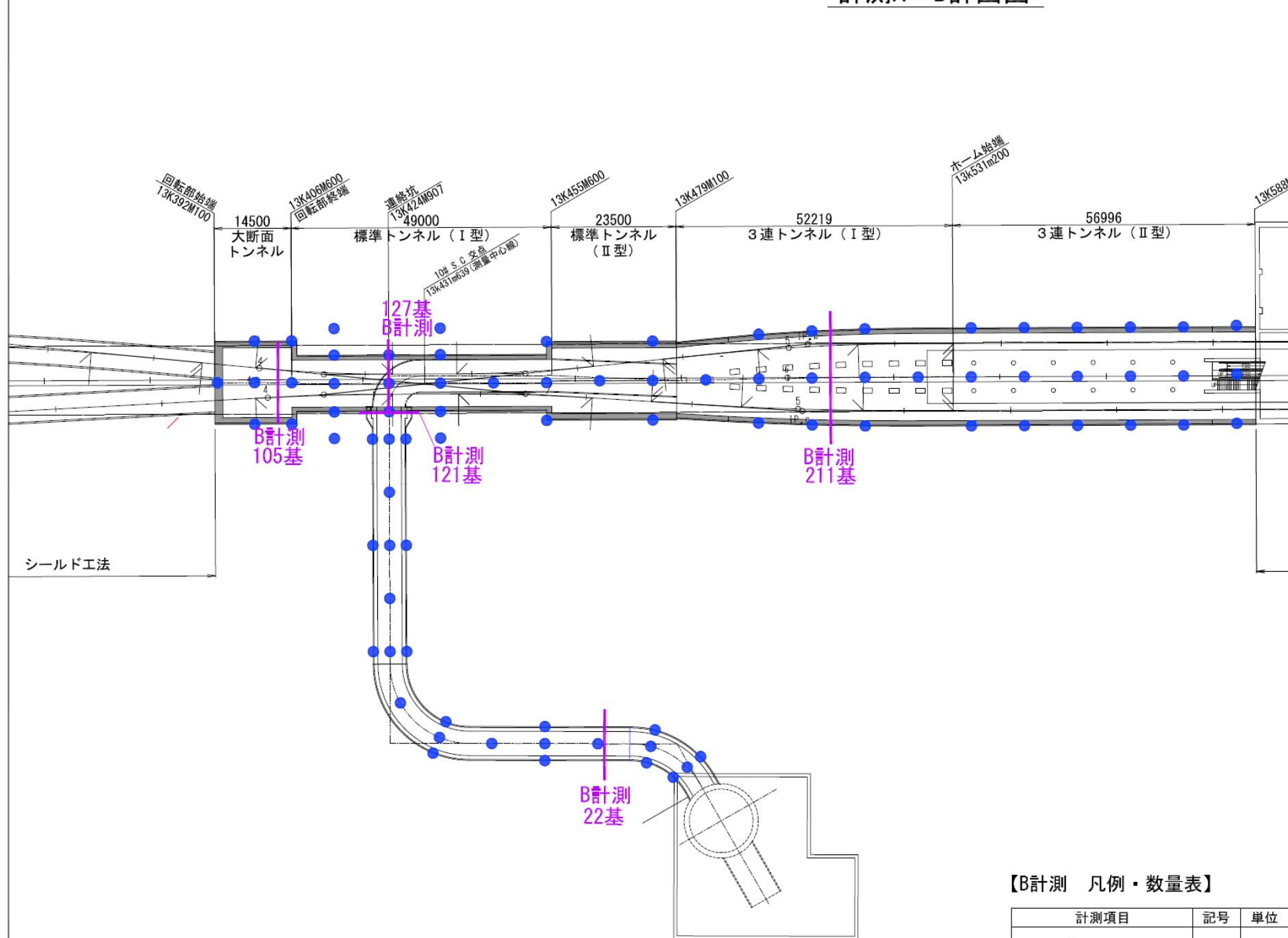


○平面図・縦断図



(7) 計測

計測A・B計画図



【坑内変位測定および地表面沈下計測 凡例・数量表】

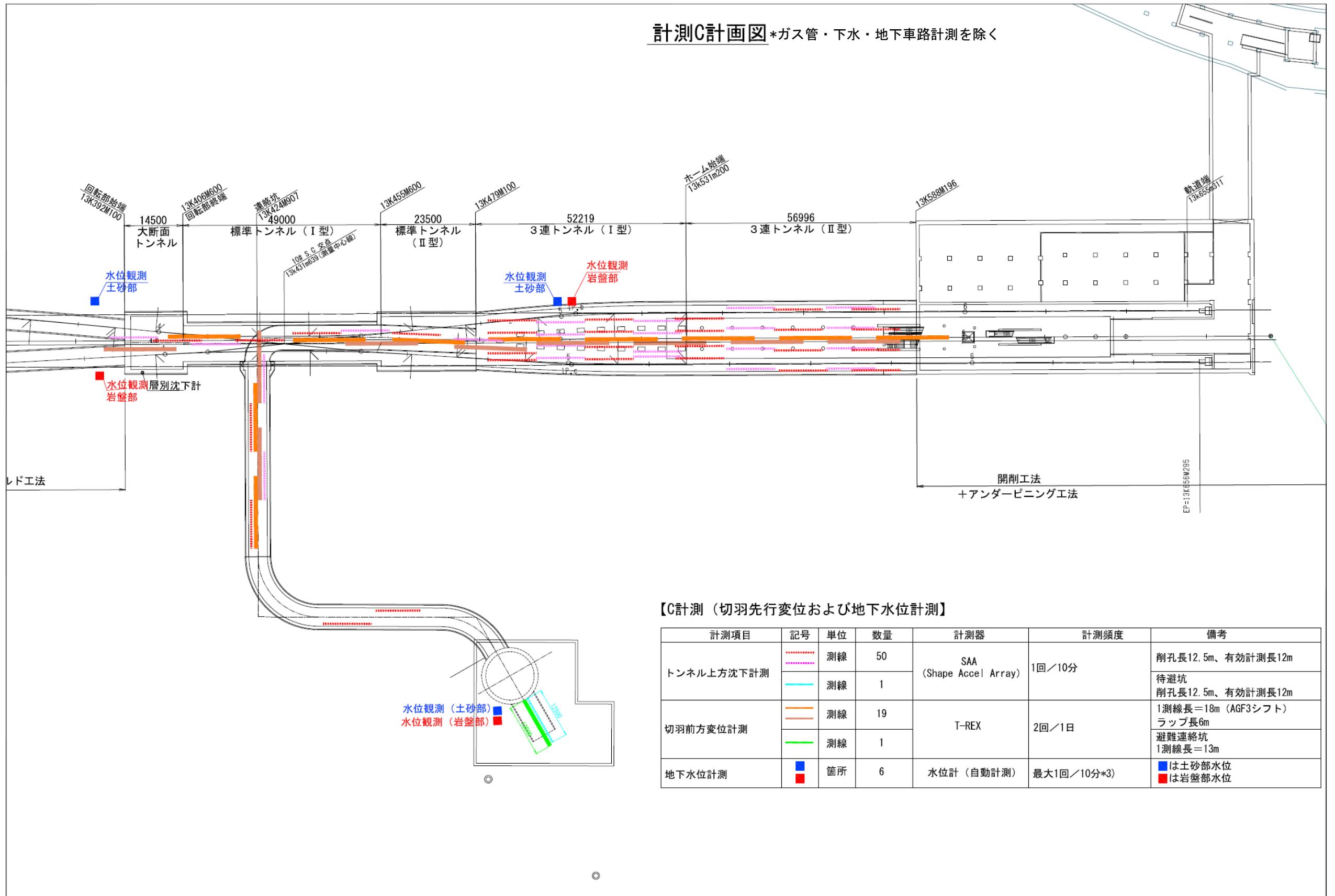
計測項目	記号	単位	数量	計測器	計測頻度	計測・試験位置
坑内変位測定	—	—		トータルステーション	最大1回/1日	10m間隔
地表面沈下測定	●	箇所	83	自動追尾式TS	最大1回/10分	

【B計測 凡例・数量表】

計測項目	記号	単位	数量	計測器	計測頻度
ロックボルト軸力測定	—	測点	12	ロックボルト軸力計	自動計測 1回/1時間
吹付コンクリート応力測定	●	測点	37	コンクリート有効応力計	
鋼アーチ支保工応力測定	●	測点	38	ひずみゲージ	
長尺先受け鋼管応力測定	—	測点	4	アルミパイプひずみ計	

(7) 計測

計測C計画図 *ガス管・下水・地下車路計測を除く



【C計測 (切羽先行変位および地下水位計測)】

計測項目	記号	単位	数量	計測器	計測頻度	備考
トンネル上方沈下計測	測線	50	SAA (Shape Accel Array)	1回/10分	削孔長12.5m、有効計測長12m
	———	測線	1			待避坑 削孔長12.5m、有効計測長12m
切羽前方変位計測	———	測線	19	T-REX	2回/1日	1測線長=18m (AGF3シフト) ラップ長6m
	———	測線	1			避難連絡坑 1測線長=13m
地下水位計測	■	箇所	6	水位計 (自動計測)	最大1回/10分*3)	■は土砂部水位 ■は岩盤部水位