

県道長井古座線 八郎山トンネル技術検討委員会

第1回委員会資料

目 次	
1. 八郎山トンネル工事概要	1
2. 施工業者による掘削時の測量結果	9
3. 調査方法について	10
4. 調査結果について	14

令和5年9月8日

和歌山県県土整備部道路局道路建設課

1. 八郎山トンネル工事概要

(1) 【工事概要】

- ・ 工事契約 令和2年9月29日
- ・ 工期 令和2年9月30日～令和4年9月19日
- ・ 請負金額 2,038,457,300円
- ・ 請負者 浅川・堀特定建設工事共同企業体
- ・ 工事内容 トンネル工(NATM) 全延長機械掘削工法
 L=711m
 CⅡ=34m, DⅠ=633m, DⅢ=44m
 補助工法
 長尺鋼管フォアパイリング L=74m
 注入式フォアパイリング L=22m

(2) 【位置図】



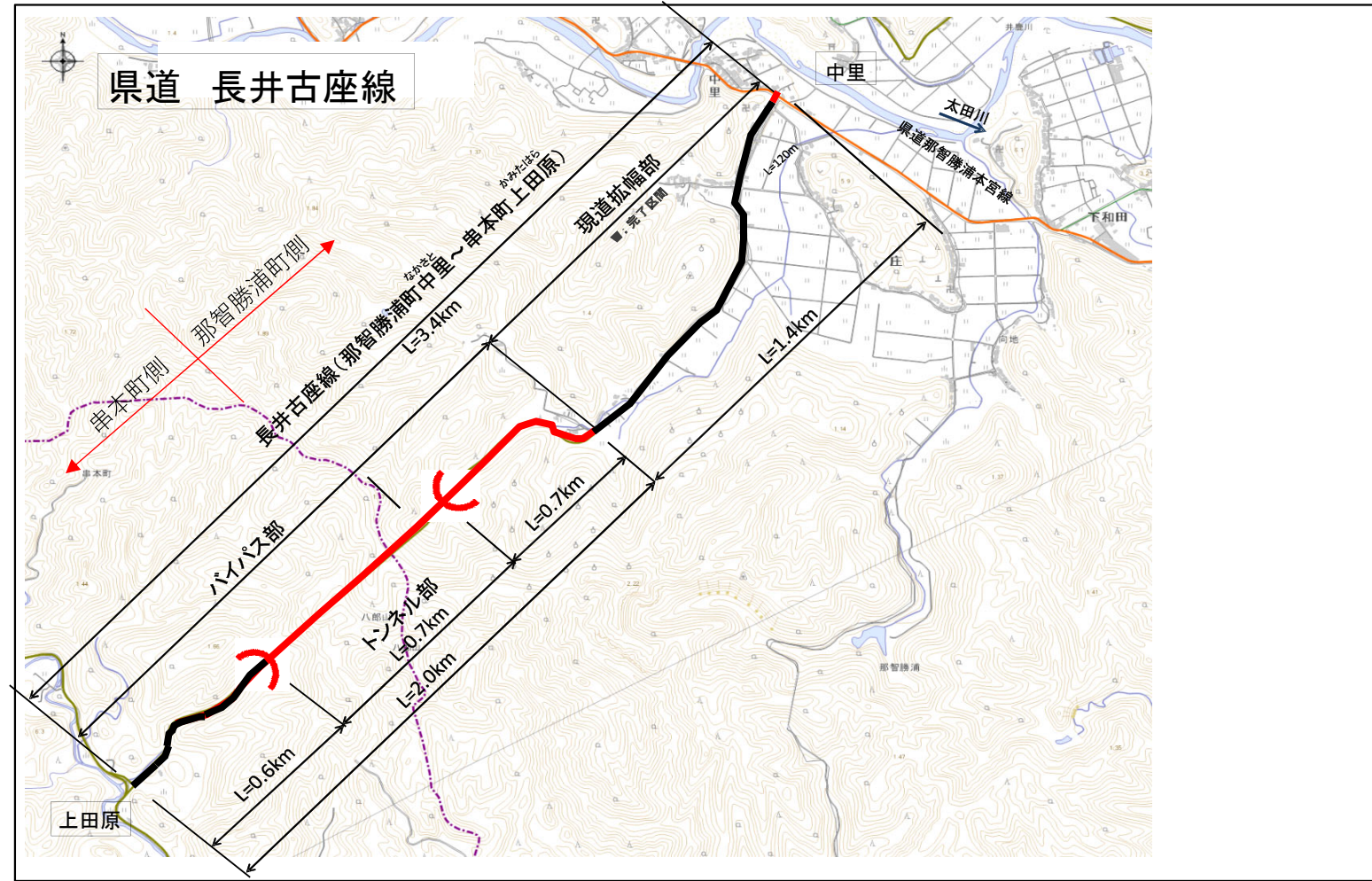
(3) 【経緯】

- ・ 令和3年 5月26日 ; 掘削開始
- ・ 令和3年 9月24日 ; 覆工コンクリートの施工開始
- ・ 令和4年 4月25日 ; トンネル貫通
- ・ 令和4年 8月27日 ; 覆工コンクリートの施工完了
- ・ 令和4年 9月29日 ; 完了検査、引渡

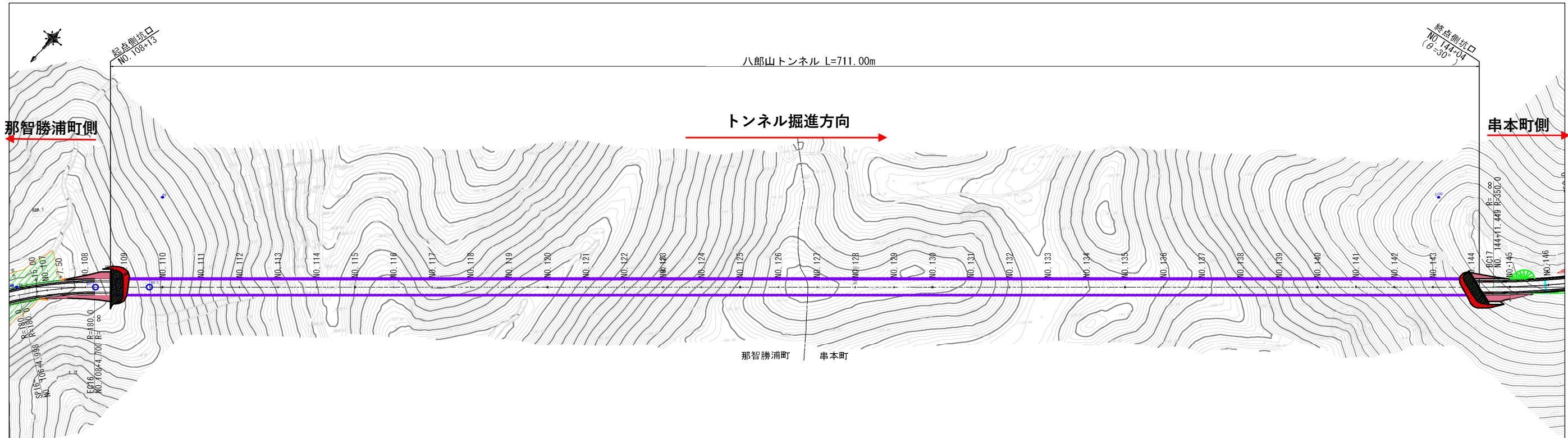
- ・ 令和4年12月14日 ; 別途発注のトンネル照明施設整備工事において覆工コンクリートに空洞が存在しているとの報告を受け、県・(株)浅川組で現地確認
- ・ 令和4年12月19日～12月22日 ; (株)浅川組により想定される6箇所において簡易な調査を実施
- ・ 令和4年12月20日 ; (株)浅川組から提出された完成図書の覆工厚は設計通りであることを県で確認
- ・ 令和5年 3月 7日～5月22日 ; (株)浅川組から委託されたコンサルタント会社が現地詳細調査(地中レーダ探査)を実施
- ・ 令和5年 5月26日～ ; 詳細調査の速報(調査範囲の全体にわたり空洞と覆工厚さ不足が判明)を受け、原因の究明について県と(株)浅川組で協議を開始
- ・ 令和5年 7月27日 ; 記者発表
- ・ 令和5年 9月 8日 ; 第1回八郎山トンネル技術検討委員会

(4) 【八郎山トンネルの計画概要】

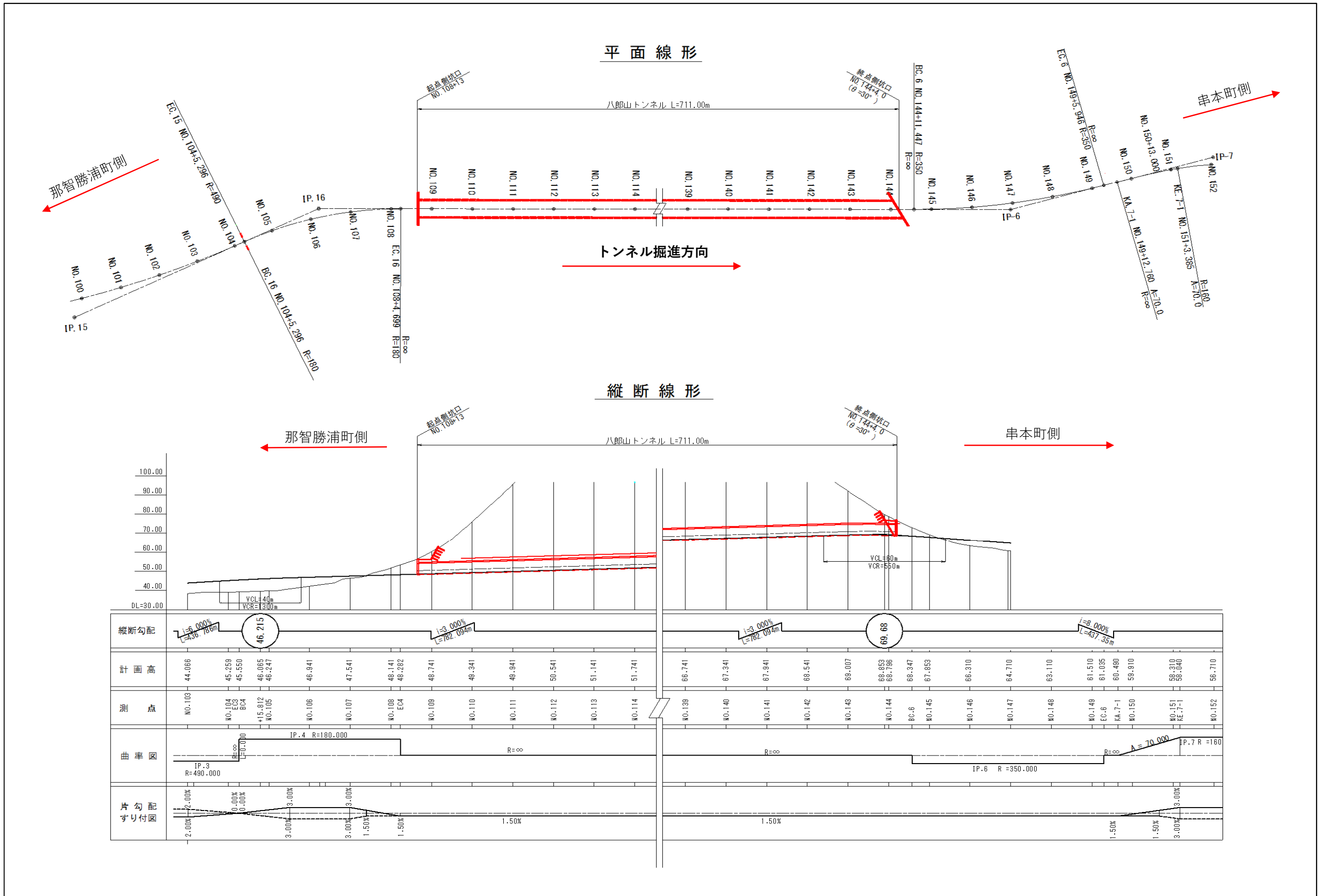
位置図



計画平面図



【平面線形と計画縦断図】



①



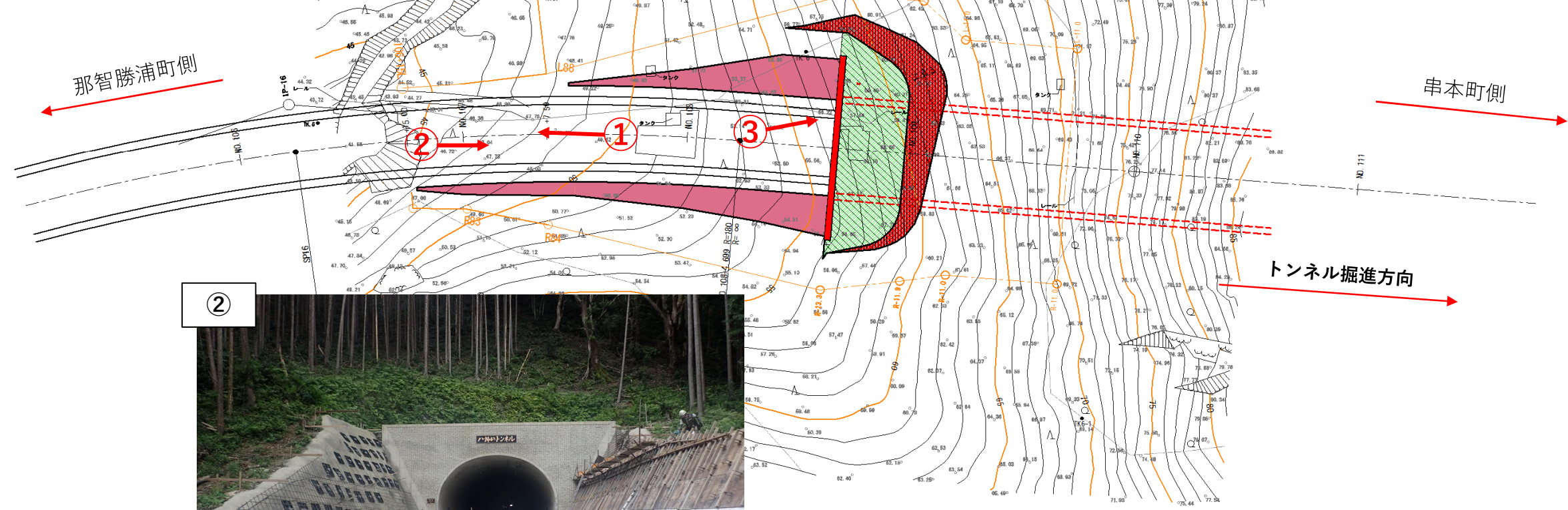
起点側坑口の明り工事の状況 撮影日: 令和5年9月4日

起点側坑門工平面図 S=1:200

③



トンネル銘板



②



起点側坑口の状況 撮影日: 令和5年9月4日

平面図 S=1:1,000



照明設備の設置状況



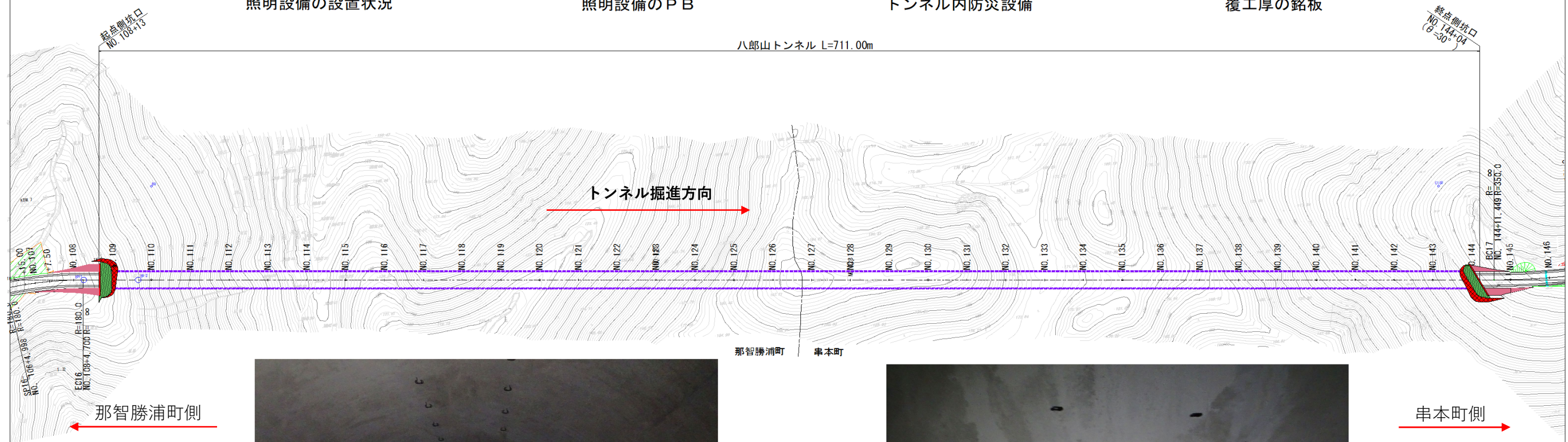
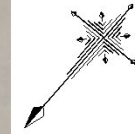
照明設備のPB



トンネル内防災設備



覆工厚の銘板



トンネル坑内の状況



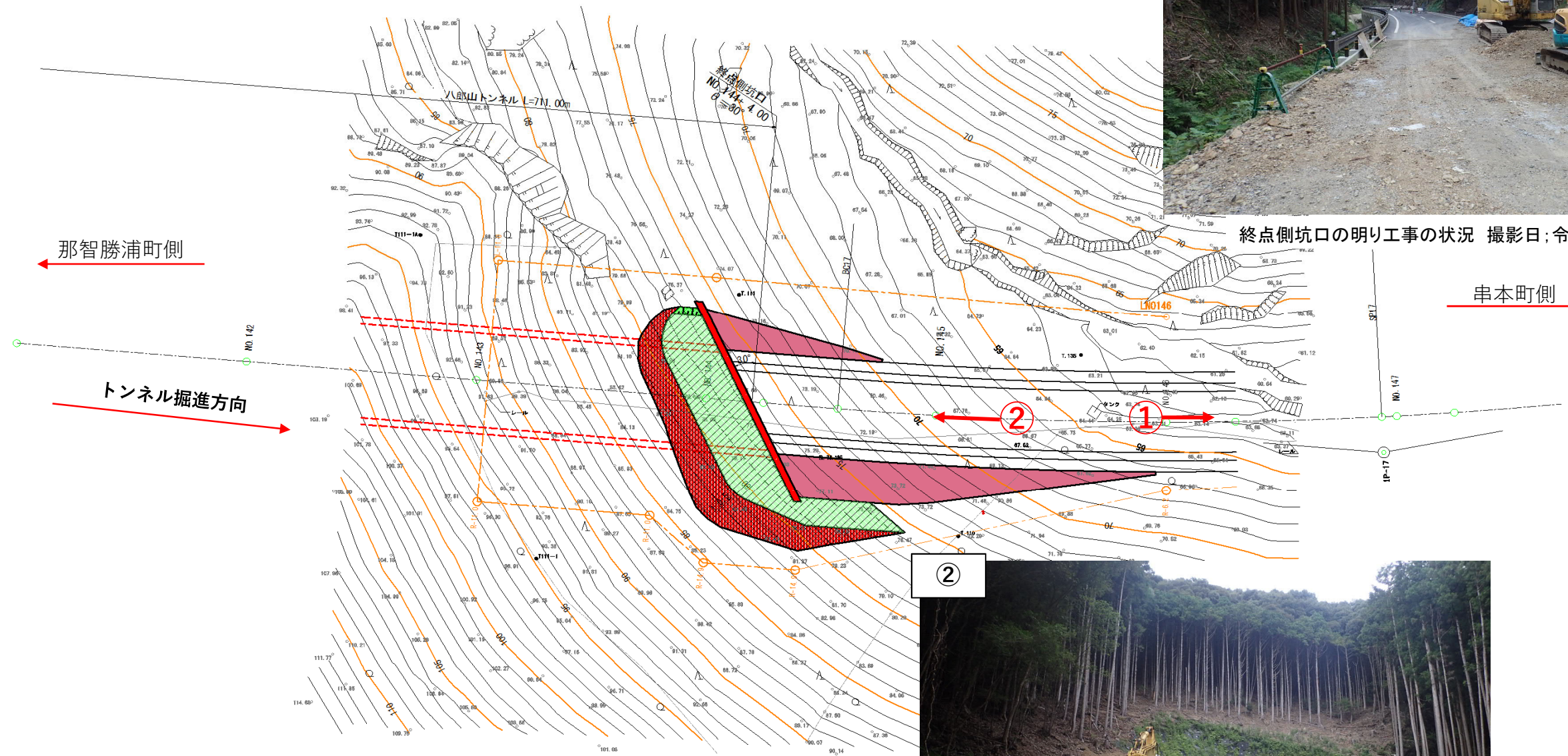
トンネル天端の配線支持金物

終点側坑門工平面図 S=1:200

①



終点側坑口の明り工の状況 撮影日; 令和5年9月4日

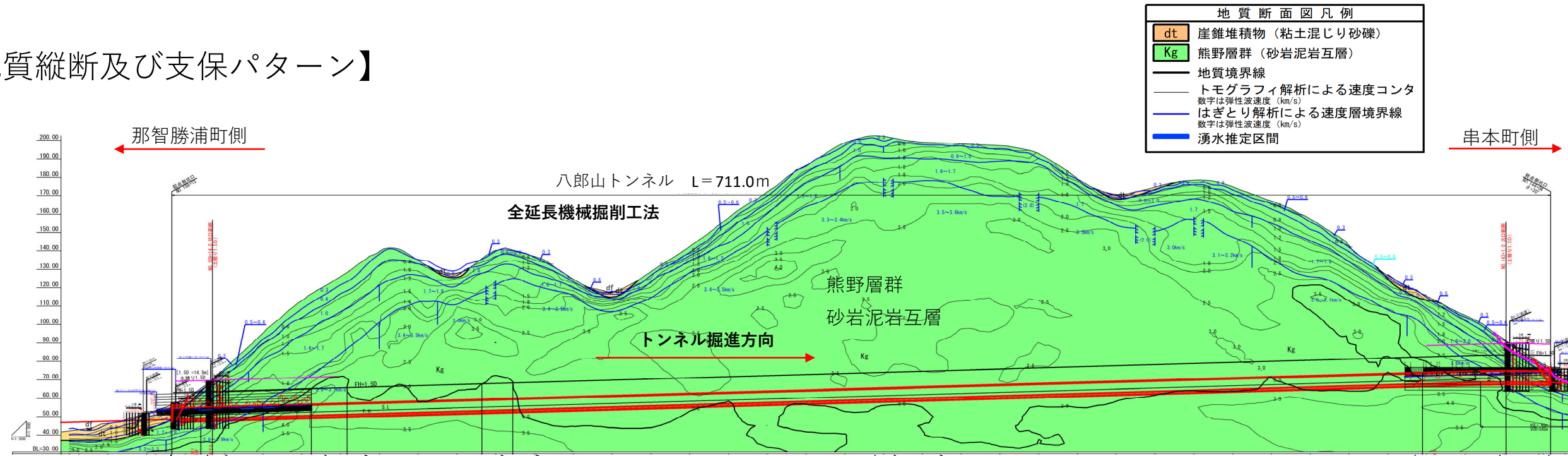


②



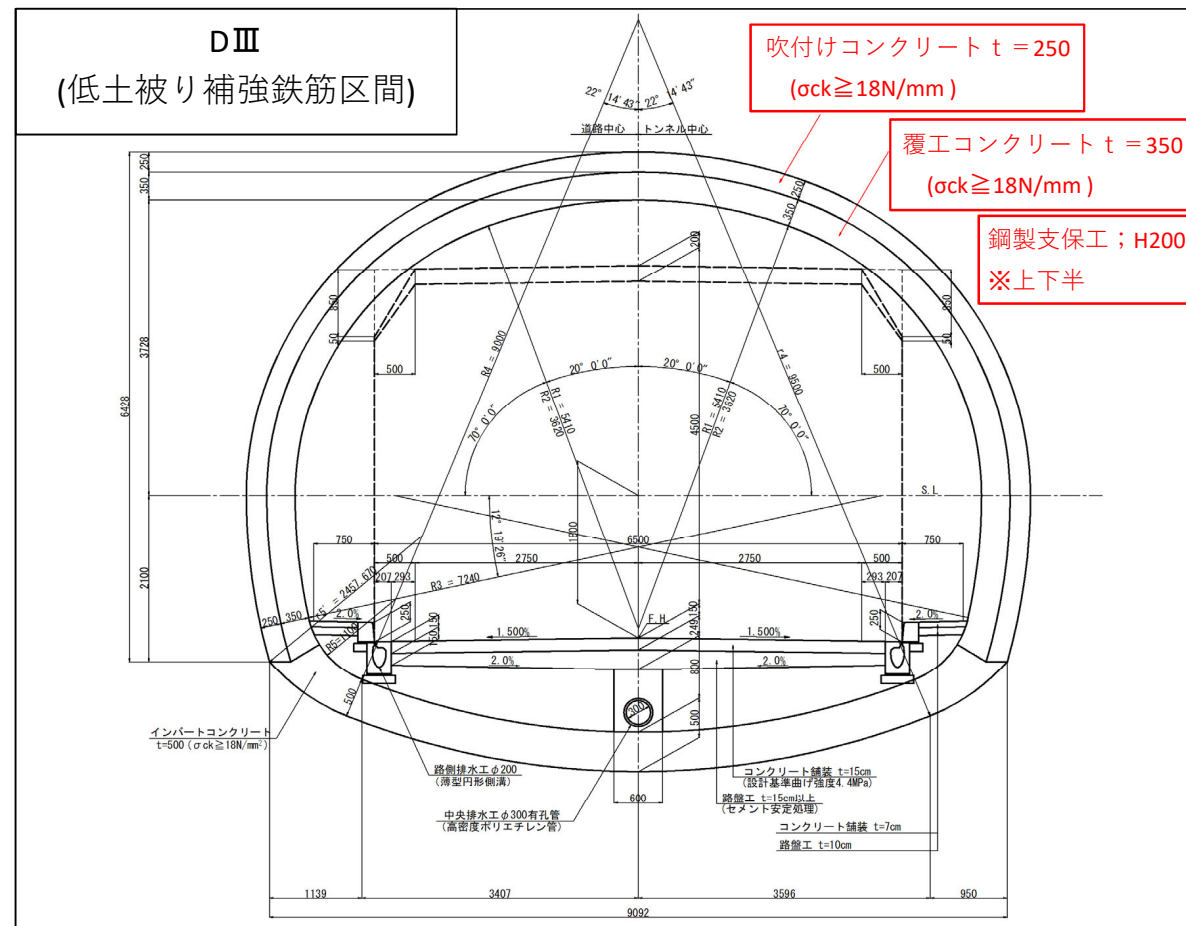
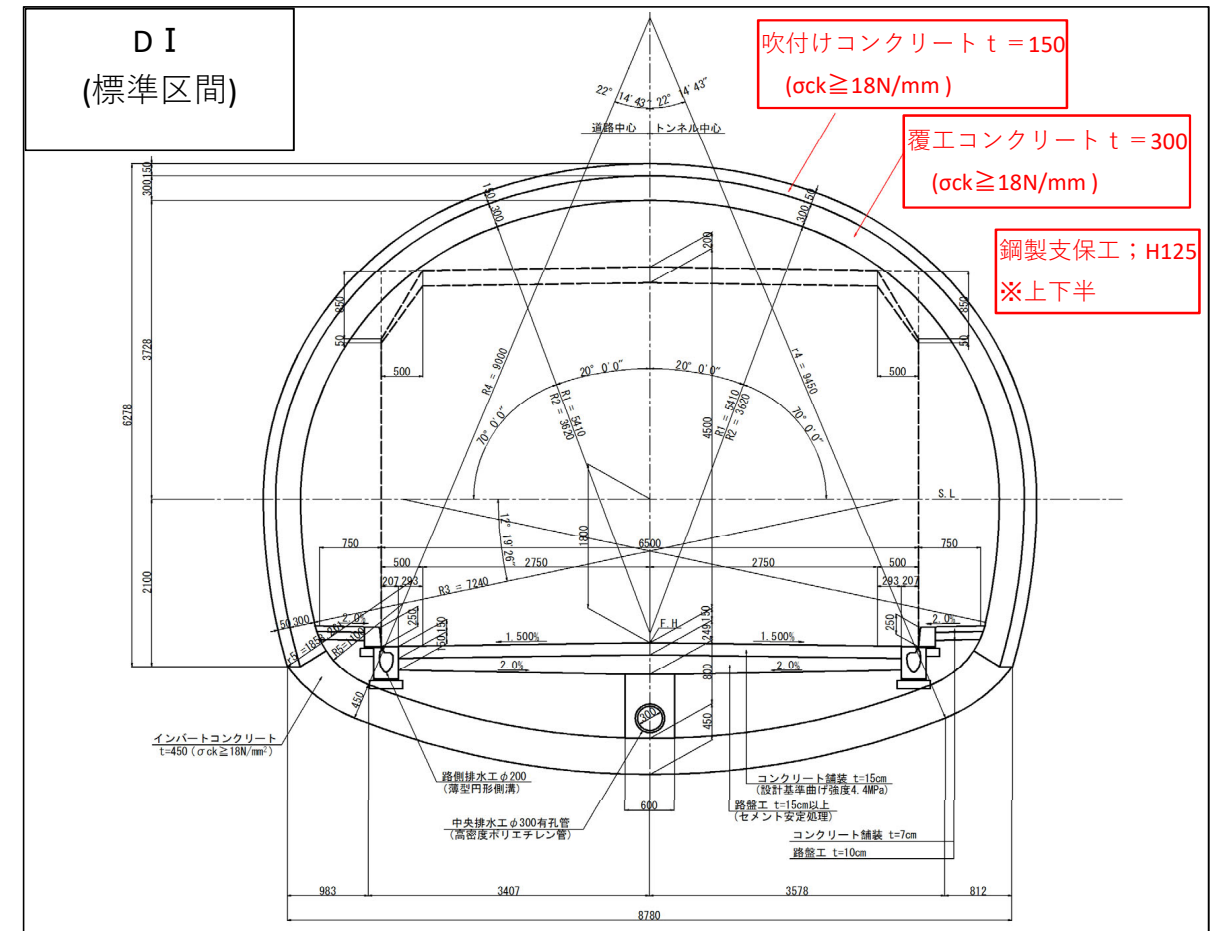
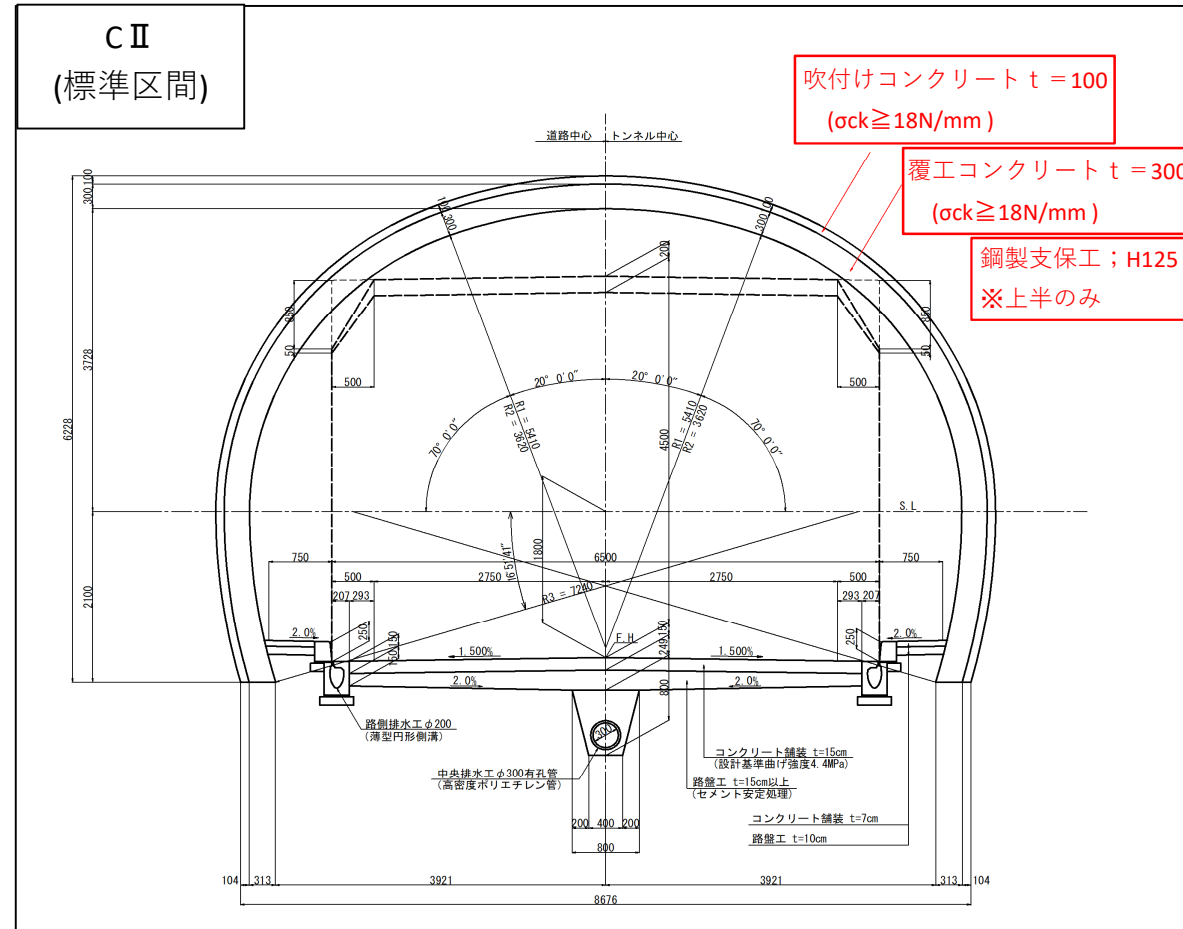
終点側坑口の状況 撮影日; 令和5年9月4日

【地質縦断及び支保パターン】



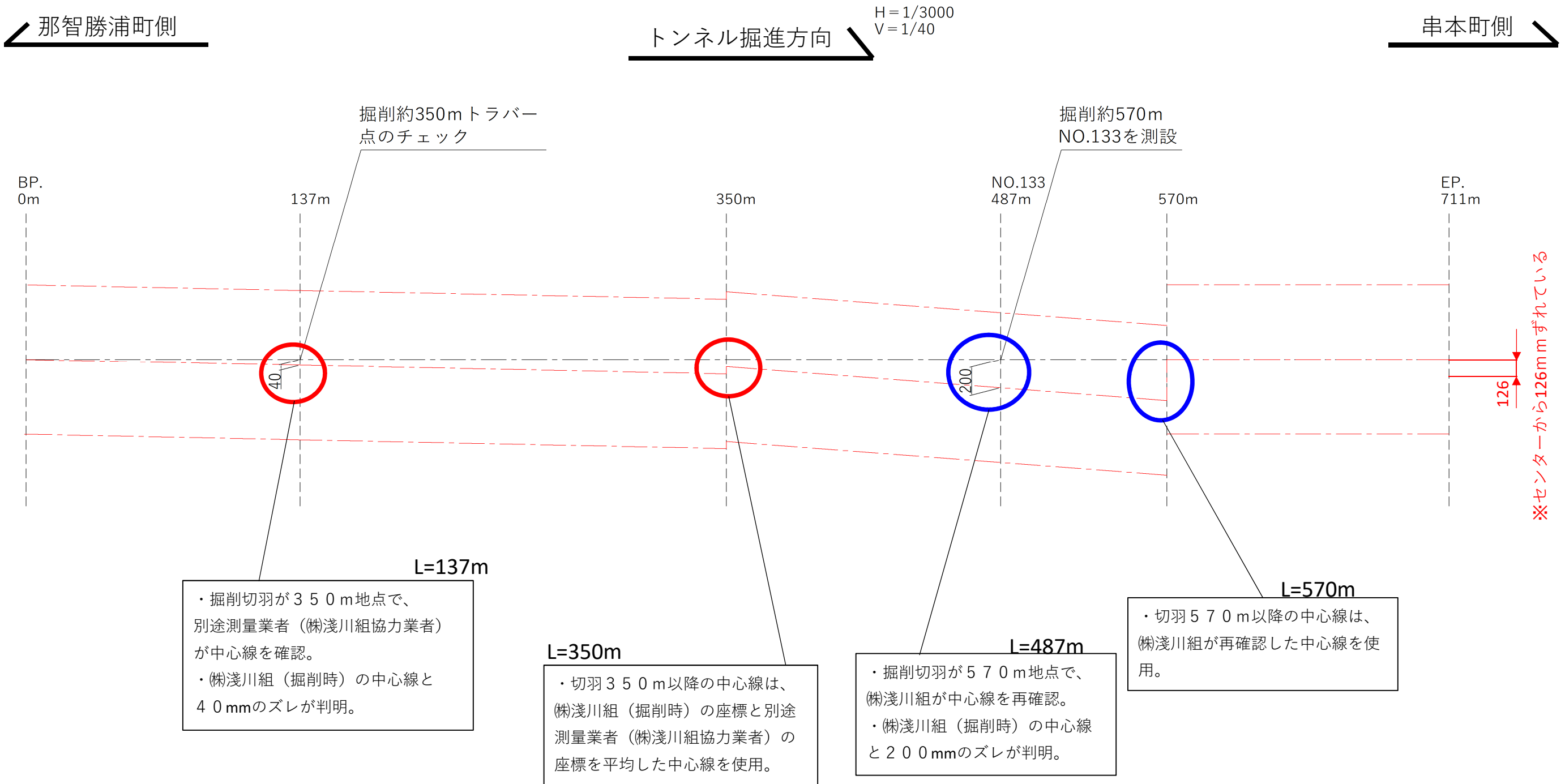
施工支保パターン	DIII-2	DIII-1	DI-b-1	CII-b	DI-b-1	CII-b	DI-b-1	DI-b-3	DI-b-4	DI-b-1	DI-b-2	DIII-3
吹付コンクリート厚(cm)	25	25	15	10	15	10	15	15	15	15	15	25
吹付コンクリート厚(金網)	上下半	上下半	上半		上半		上半	上半	上半	上半	上半	上下半
2次覆工厚 (インバート厚)	35 (50)	35 (50)	30 (45)	30	30 (45)	30	30 (45)	30 (45)	30 (45)	30 (45)	30 (45)	35 (50)
ロックボルト 長さ×周方向×延長方向	4.0×1.2×1.0 (上下半)	4.0×1.2×1.0 (上下半) (3.0×0.6×1.0) (上半120°)	4.0×1.2×1.0 (上下半)	3.0×1.5×1.2 (上・下半)	4.0×1.2×1.0 (上下半)	3.0×1.5×1.2 (上・下半)	4.0×1.2×1.0 (上下半)	4.0×1.2×1.0 (上下半)	4.0×1.2×1.0 (上下半)	4.0×1.2×1.0 (上下半)	4.0×1.2×1.0 (上下半)	4.0×1.2×1.0 (上下半)
鋼製支保工	H-200 (上下半) P=1.0	H-200 (上下半) P=1.0	H-125 (上下半) P=1.0	H-125 (上半) P=1.2	H-125 (上下半) P=1.0	H-125 (上半) P=1.2	H-125 (上下半) P=1.0	H-125 (上下半) P=1.0	H-125 (上下半) P=1.0	H-125 (上下半) P=1.0	H-125 (上下半) P=1.0	H-200 (上下半) P=1.0
延長	14.5	6.0	51.0	18.0	70.0	15.6	158.0	2.0	20.0	289.4	43.0	22.307
補助工法	注入式長尺 鋼管							注入式フォア ポーリング (上半70°)	注入式フォア ポーリング (上半120°)		注入式長尺 鋼管長尺鏡 ボルト	注入式長尺 鋼管長尺鏡 ボルト

【参考：標準断面図抜粋】



2. 施工業者による掘削時の測量結果

坑内測量ライン イメージ平面図



3.調査方法について

(1)地中レーダ探査

- ・覆工コンクリートの厚さ及び空洞を確認するために、地中レーダ探査を行った。
- ・覆工コンクリートの天端部縦断方向に7測線、横断方向に13測線を実施済み。
- ・覆工コンクリート左右側壁部の縦断方向に各3測線（計6側線）を実施中。

調査期間：8月28日～9月2日

報告日：9月末（予定）

（※天端部の調査結果は、P 1 4・P 1 5 分布図参照）

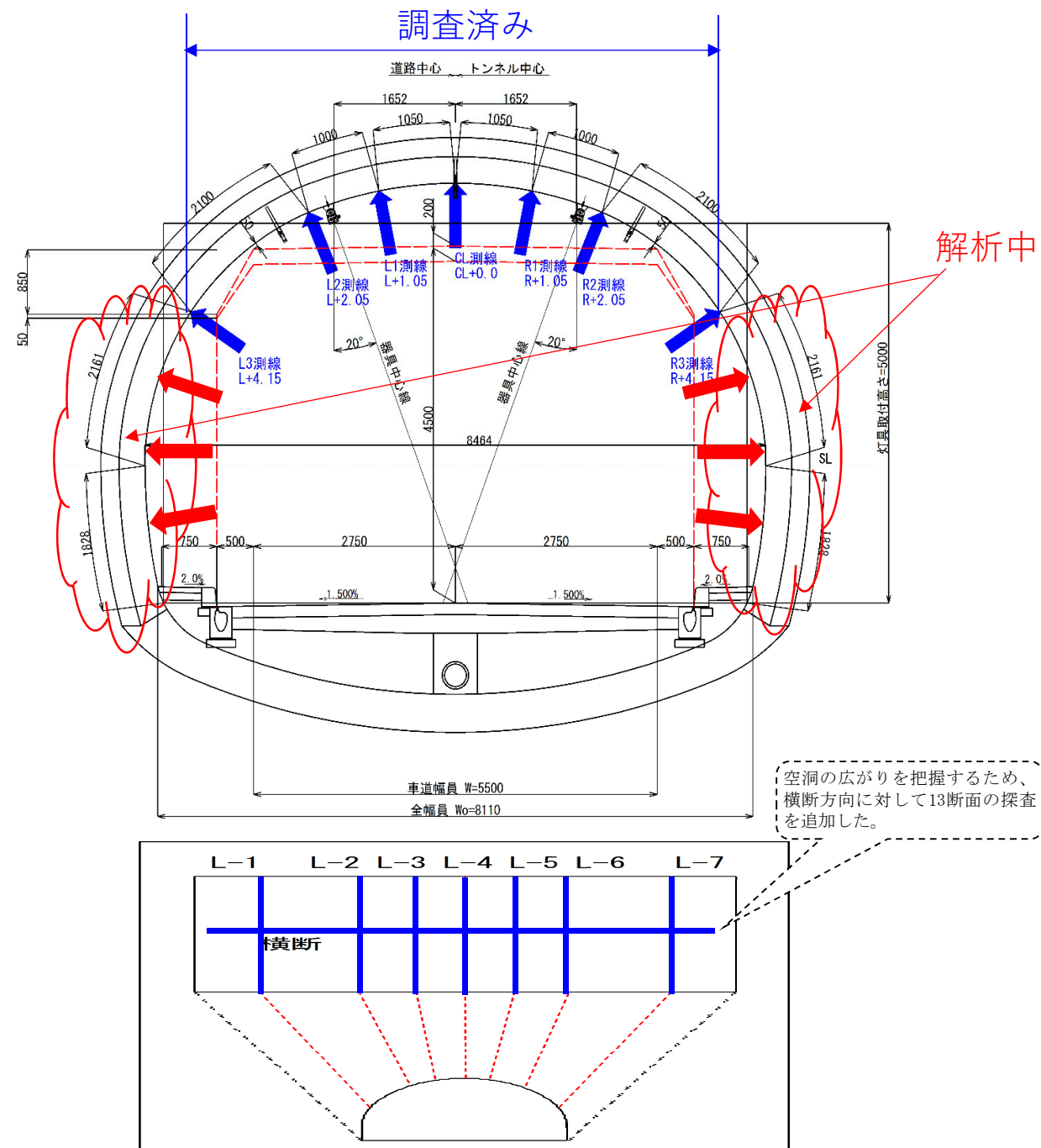


図3.1 地中レーダ探査状況の模式図

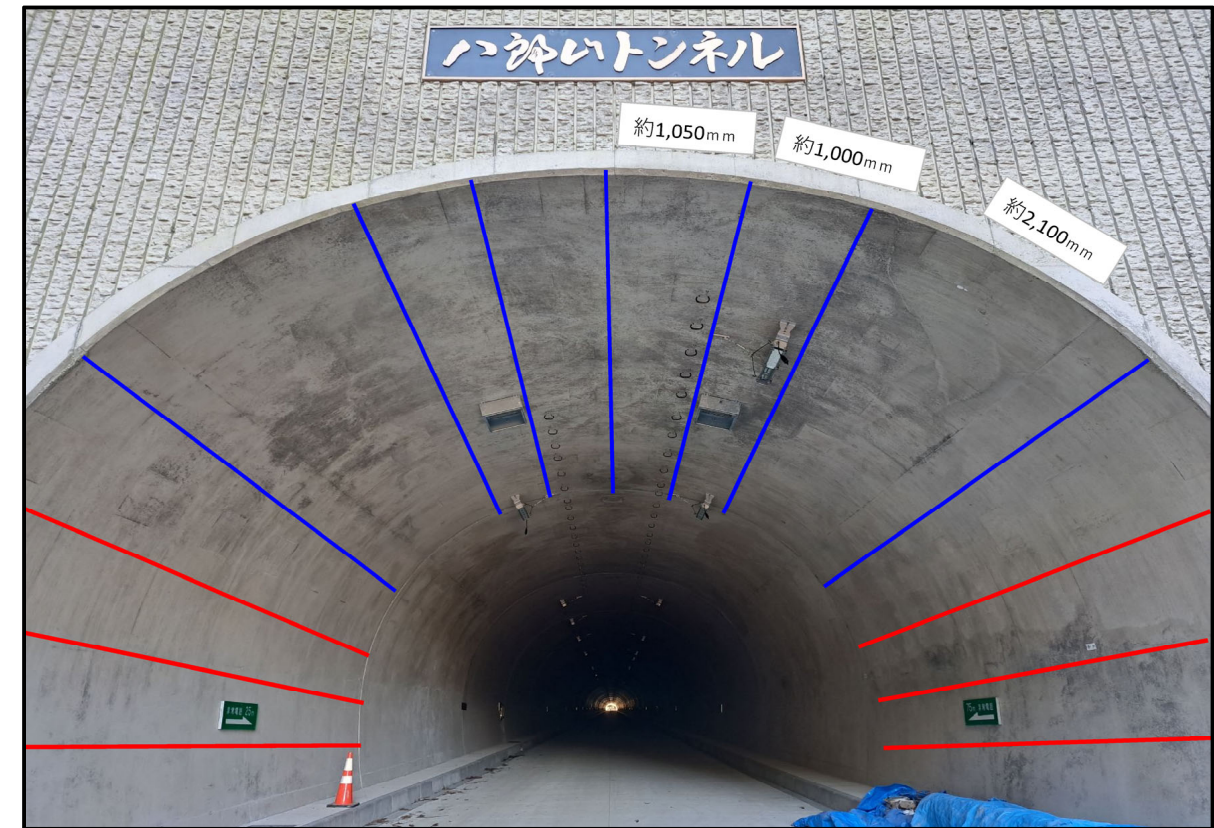


図3.2 地中レーダ探査測線概要写真

- ・地中レーダ（電磁波を発生するアンテナ）を覆工コンクリート表面に設置+移動して、断続的に電磁波を放射して反射波を解析することで覆工厚及び覆工背面の空洞の位置・規模を特定した。

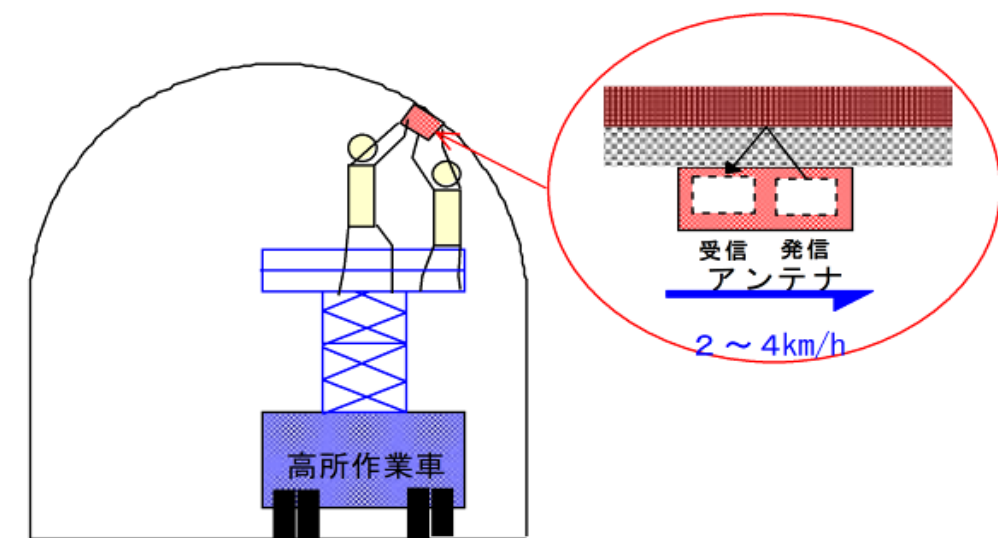


図3.3 地中レーダ探査模式図

(2) コアボーリング削孔調査

調査位置は、想定したS Lライン位置をボーリング削孔で特定し、実際施工したS Lライン位置の覆工コンクリートの厚みと内空計測を行った。(※調査位置は、P 1 6 調査位置平面図参照)

調査期間：8月9日～10日

報告日：8月21日

(※鋼製支保工の位置は、電磁波探査により確認した。)

(※調査結果は、P 1 6 調査位置平面図参照)



鋼製支保工の位置を、電磁波探査により確認



削孔状況 (φ160)

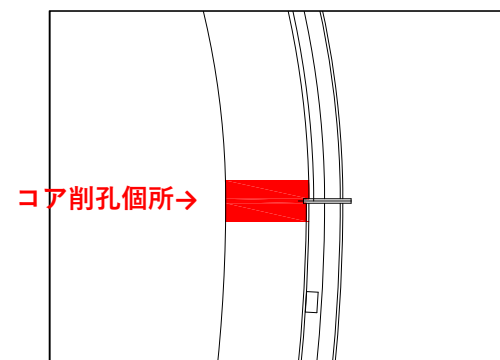


上半と下半の継手位置
(SLライン)

削孔後



コア孔による覆工厚の確認



7スパン (計14箇所)

(3) トンネル内の法線及び高さの測量

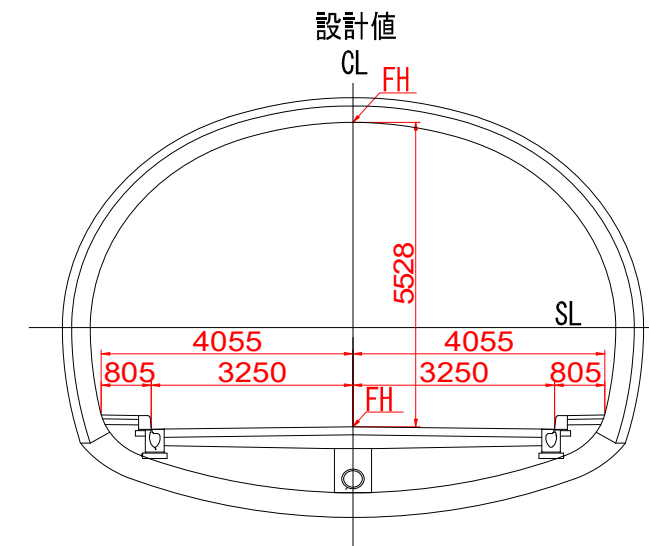
現況トンネル全延長の中心位置と高さを実測し、設計値 (中心位置と高さ) を比較した。

調査期間：8月2日～4日

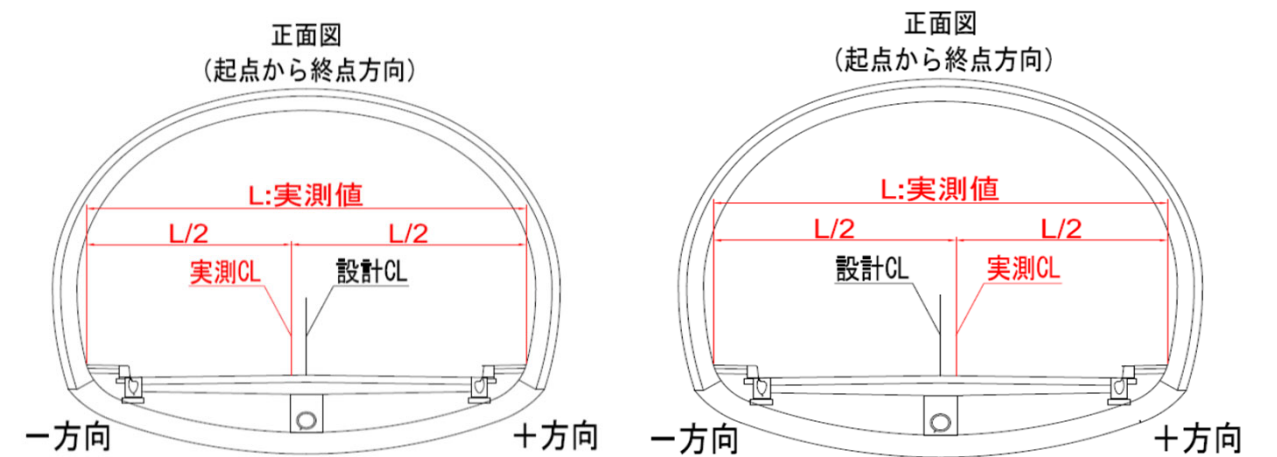
報告日：8月21日

(※基準点測量及び水準測量による点検後、トンネル内の実測を行った。)

(※調査結果は、P 2 5 出来形一覧表参照)



測定箇所及び設計値



現況トンネルの中心位置の測定図

(4) 覆工取壊し調査

支保構造、内空断面及びインバートコンクリートとの取り合せを把握するため、覆工コンクリートを取壊す。はつり幅は、約3.0mとする。

(※調査位置は、P 1 6 調査位置平面図参照)

調査期間：8月21日～9月中旬（予定）

報告日：9月末（予定）



覆工コンクリートのはつり状況

(5) 走行型画像計測システム

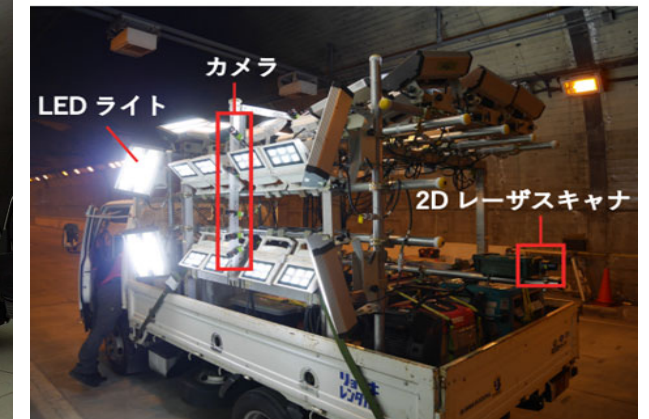
現況トンネルの覆工コンクリート全延長・全周に対し、覆工コンクリート表面にクラックが発生しているか等を調査する。

調査期間：7月19日～20日

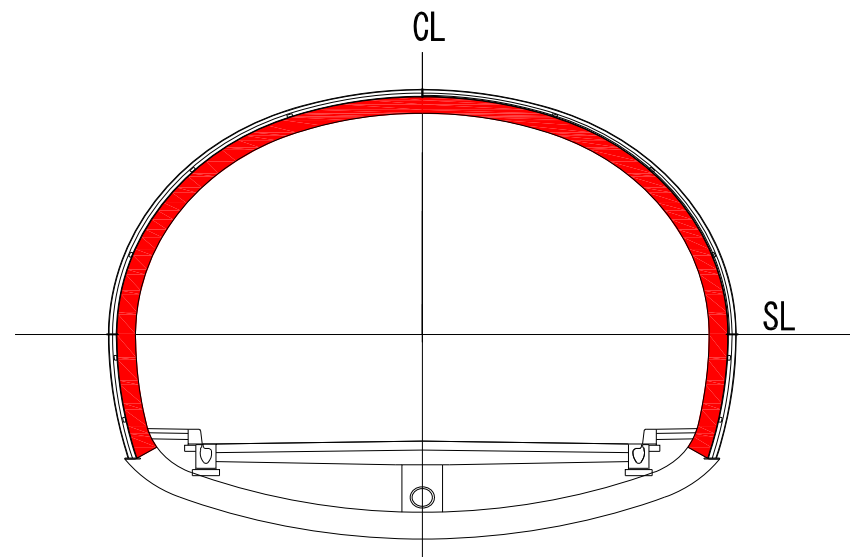
報告日：8月31日



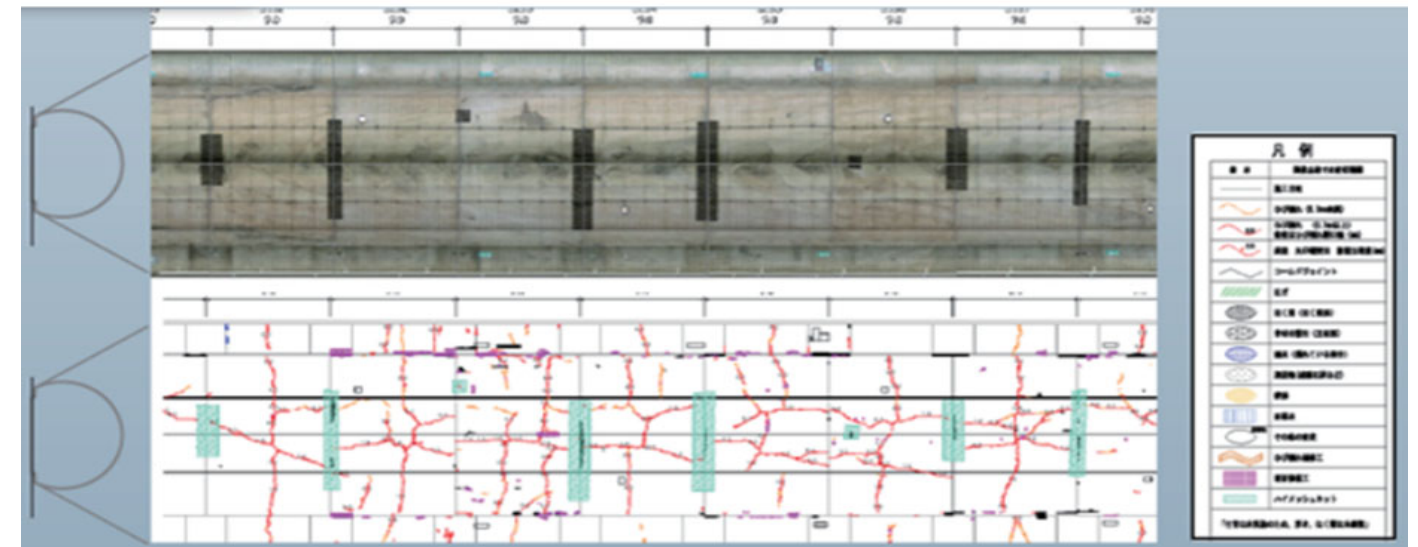
調査状況



計測装置構成イメージ図



覆工コンクリート取壊し位置
鋼製支保工を3本露出させる
(6箇所)



変状図作成

現地で撮影した画像を使用してトンネルの展開図を作成する。(例)

(6) 電磁波探査調査

DIII区間（低土被り補強鉄筋区間）のコンクリートかぶり厚を調査する。

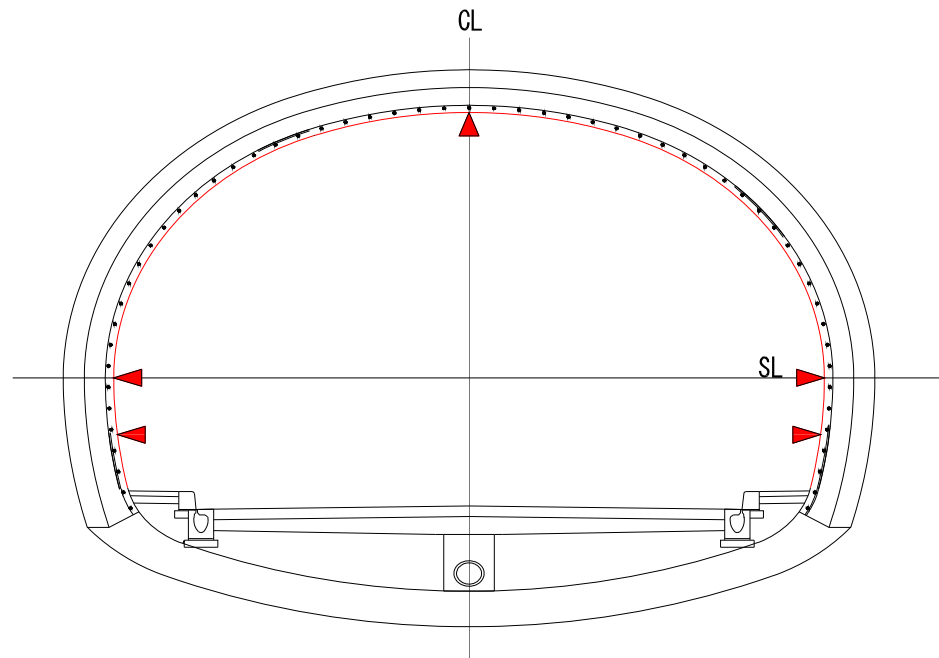
（※調査位置は、P 1 6 調査位置平面図参照）

調査期間：8月31日

報告日：9月中旬（予定）



電磁波探査調査 例



調査位置断面図

(7) トンネル内空断面計測（3次元測量）

現況トンネル全延長に対し、トンネルの内空断面が確保されているかを調査する。

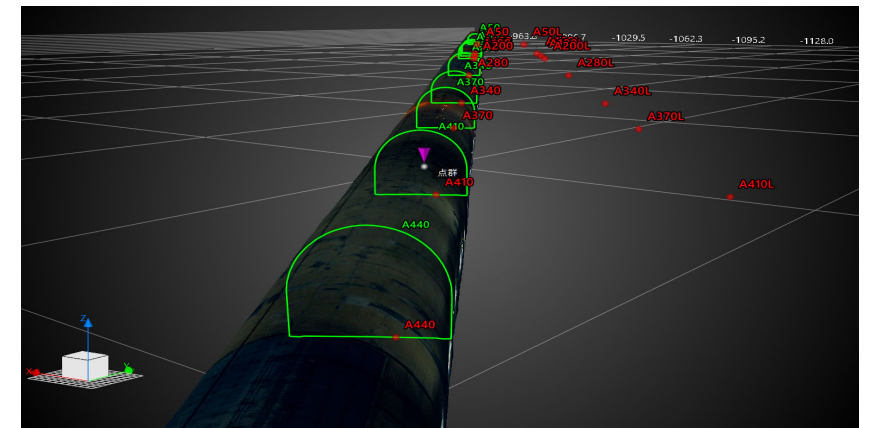
調査期間：9月4日～5日

報告日：9月中旬（予定）

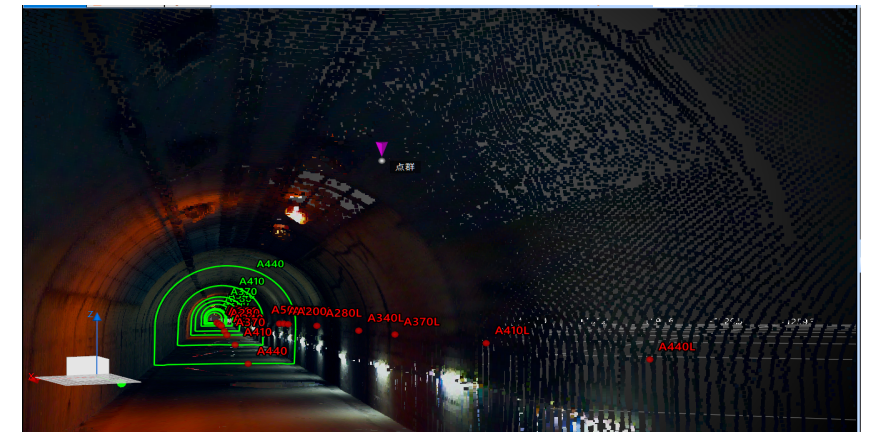
調査方法



LSによる計測 例



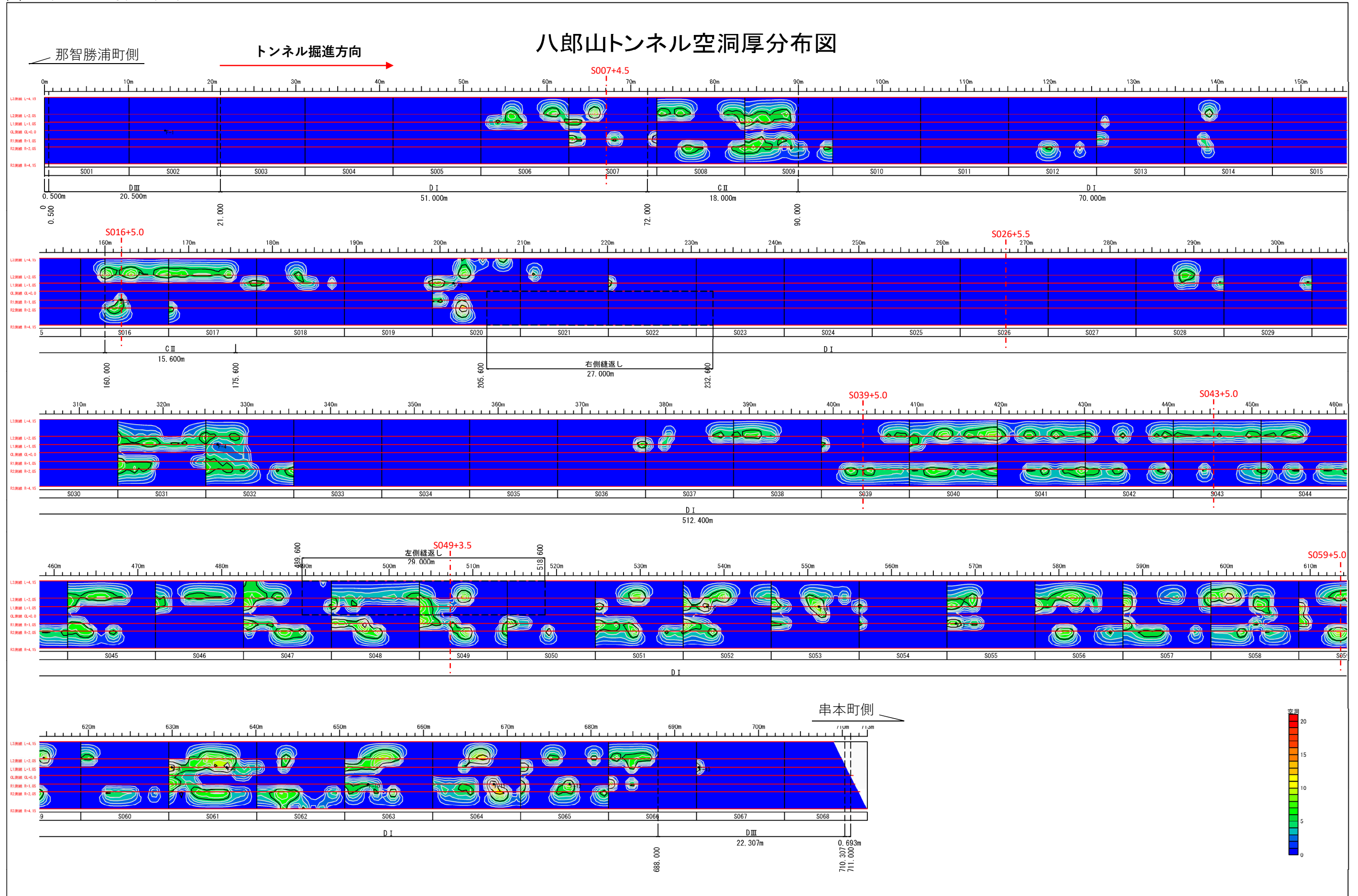
3次元点群処理 例1



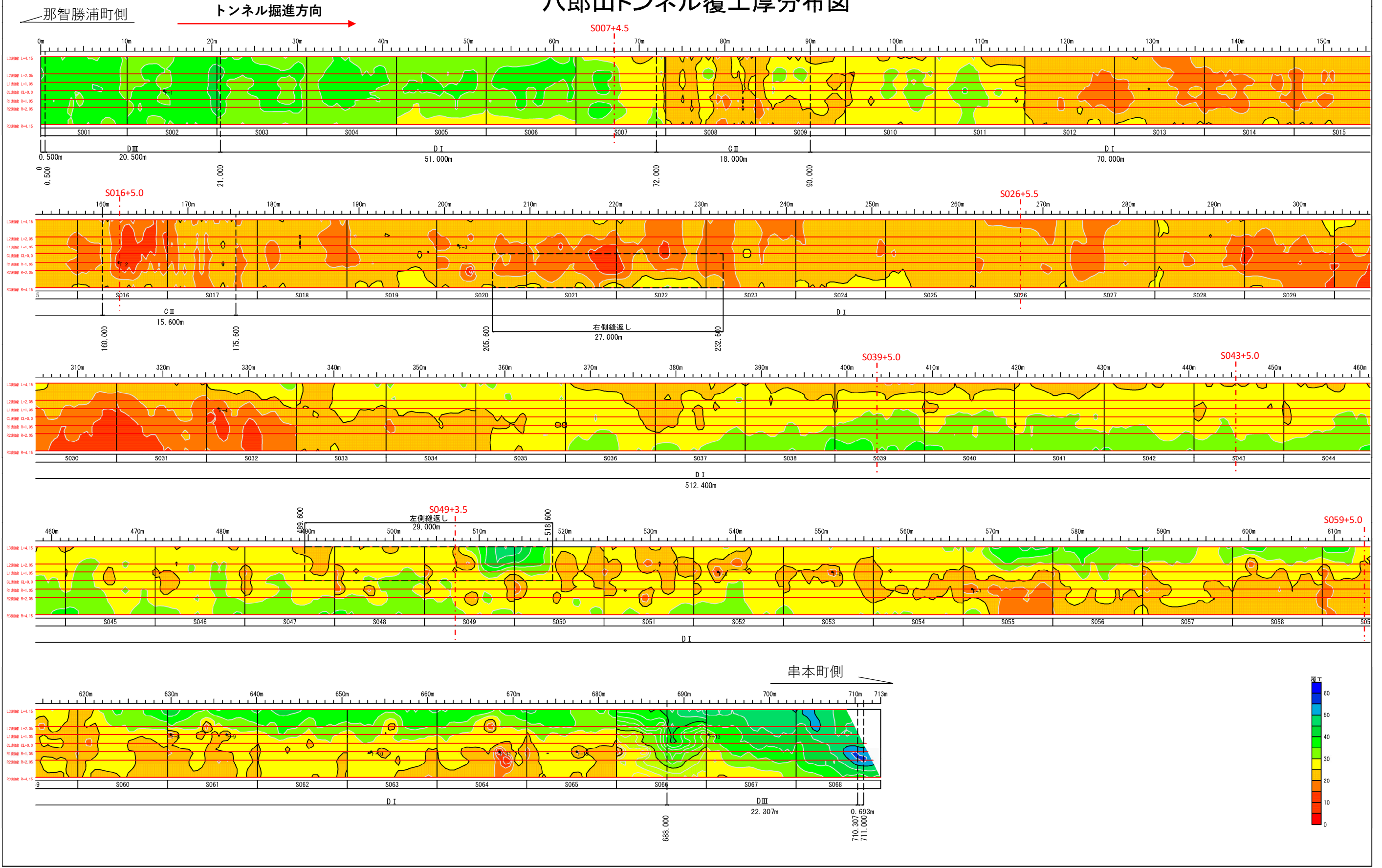
3次元点群処理 例2

4.調査結果について

(1)地中レーダ探査結果



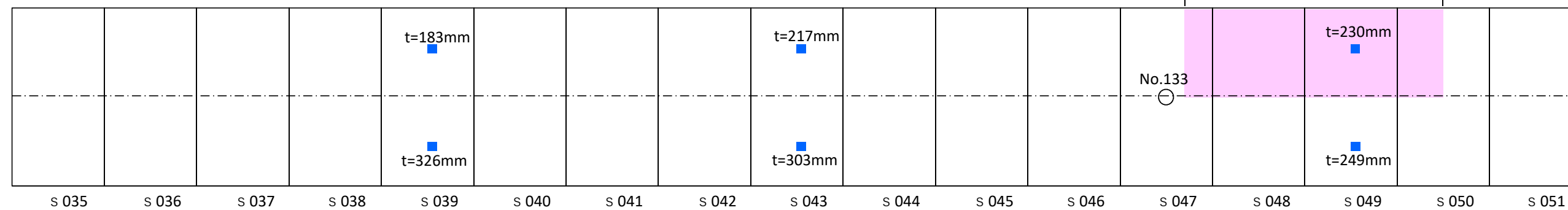
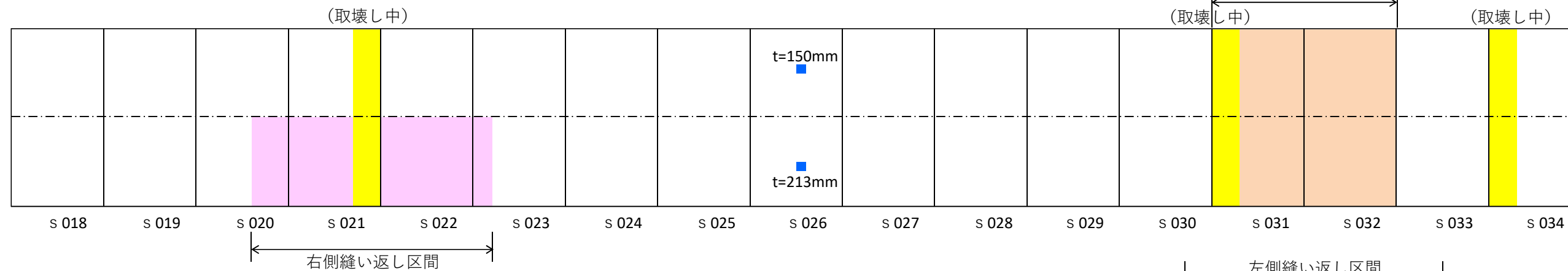
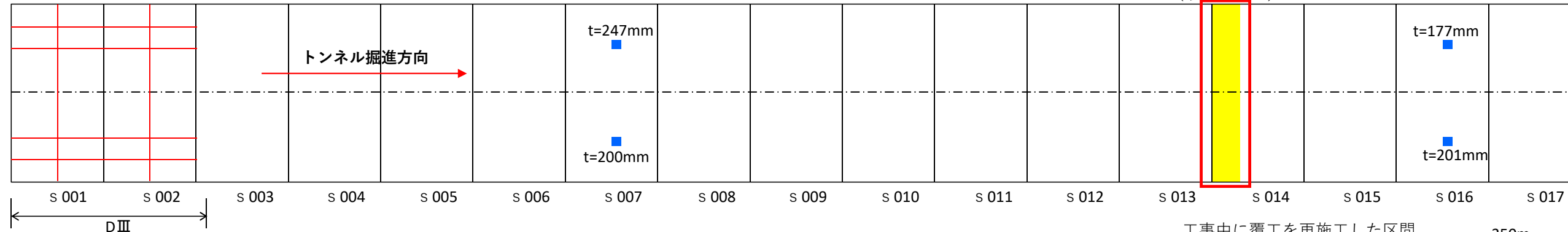
八郎山トンネル覆工厚分布図



調査位置平面図 (コアボーリング削孔調査、覆工取壊し調査、電磁波探査調査)

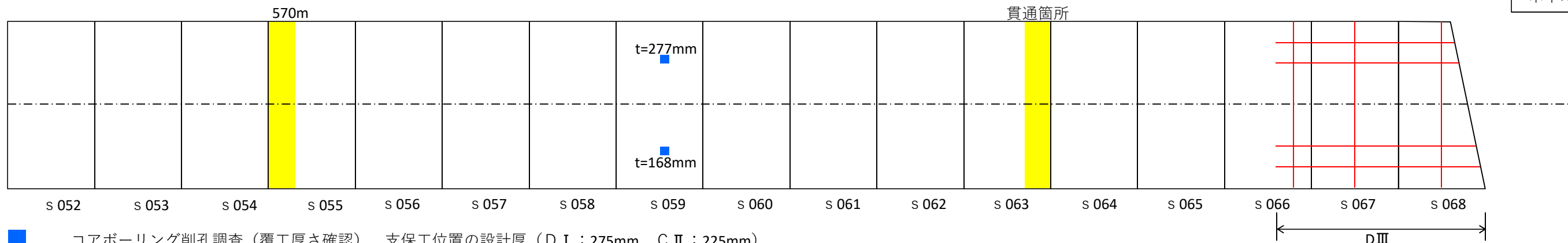
137m
(取壊し済み)

左下
SL
天CL
SL
右下



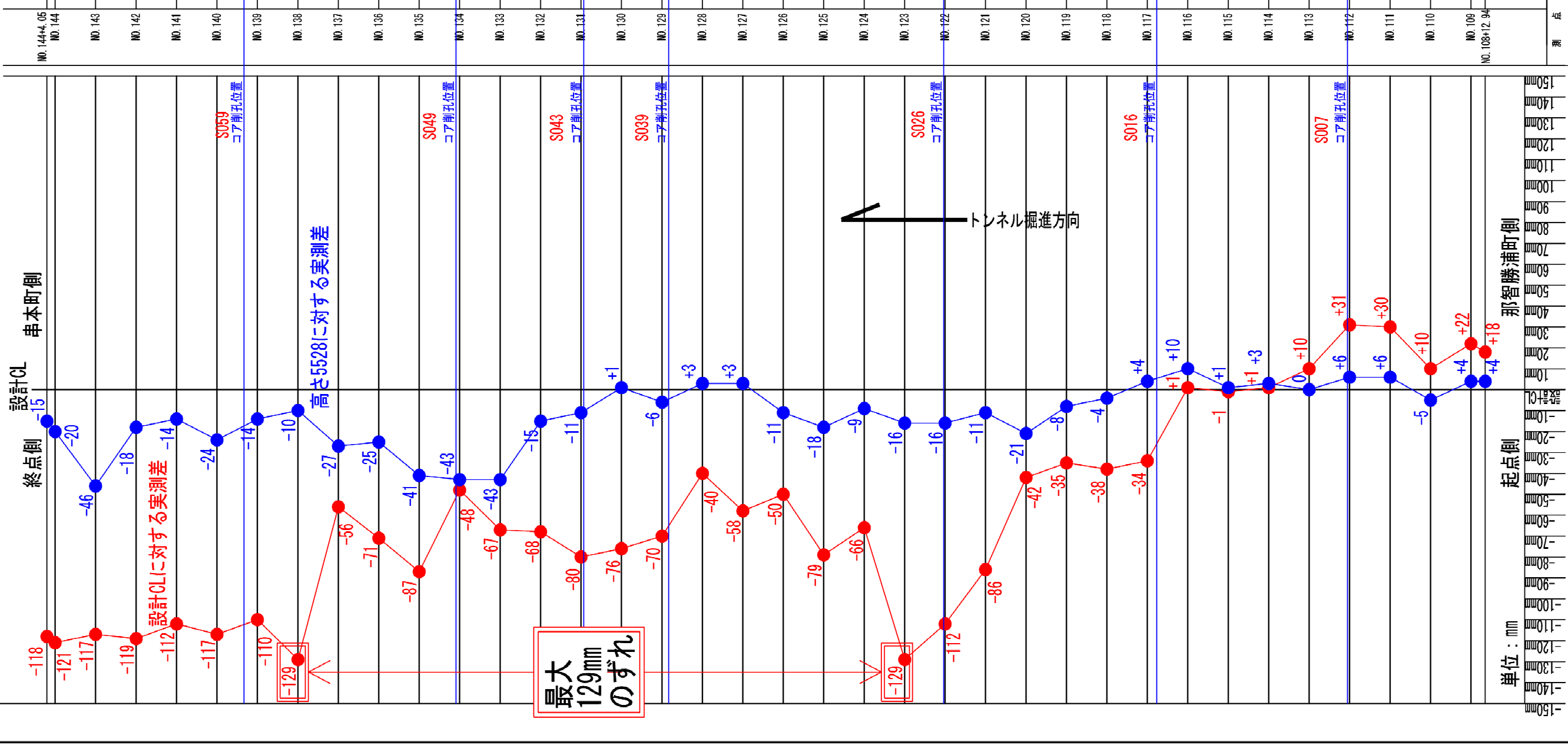
電気工事アンカーボルト

串本町側

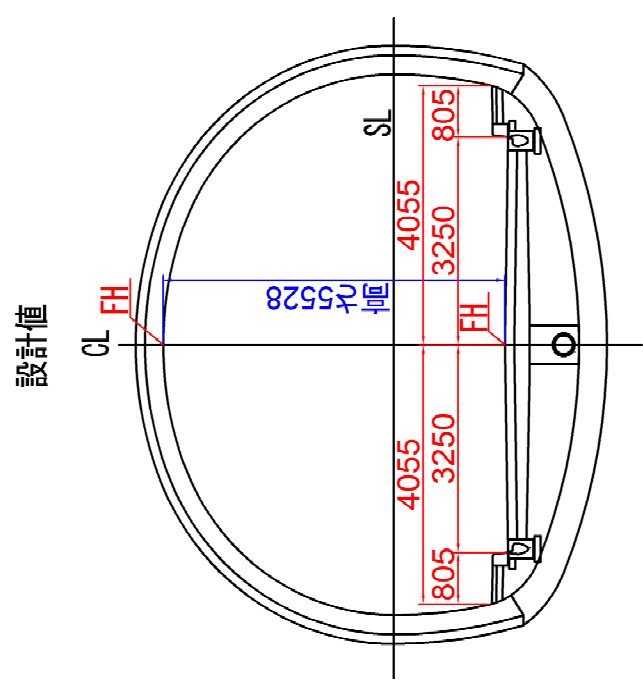


- コアボーリング削孔調査 (覆工厚さ確認)、支保工位置の設計厚 (D I : 275mm、C II : 225mm)
- 覆工取壊し調査 (全断面はつり: 支保工・インバート確認)
- 電磁波探査調査 (DⅢ: 低土被り補強鉄筋区間コンクリートかぶり厚確認)

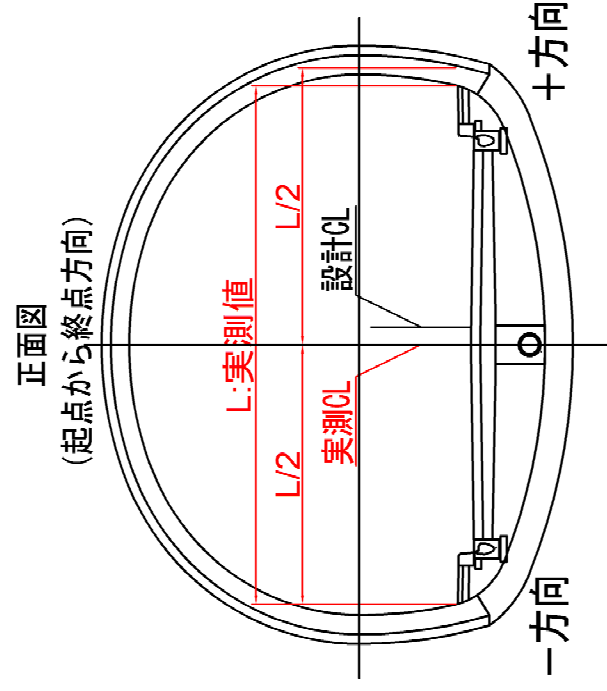
トンネル内の法線測量結果



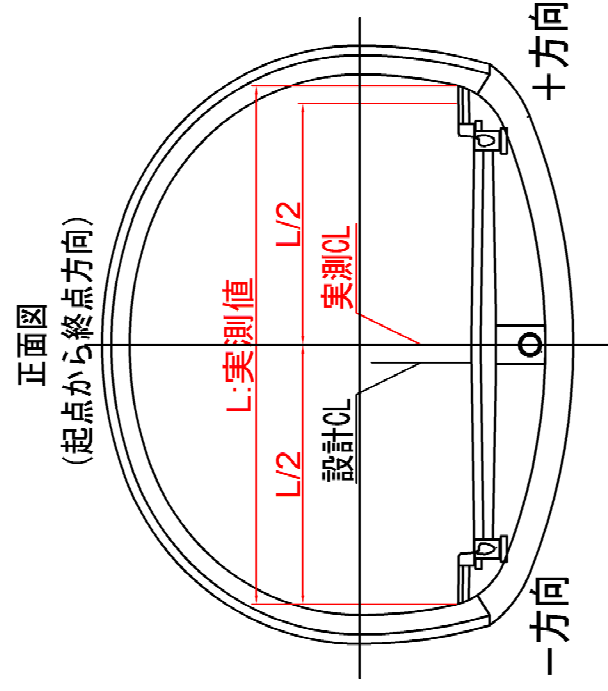
センター変位図



(高さ)
設計値に対して実測値が小さい場合 -



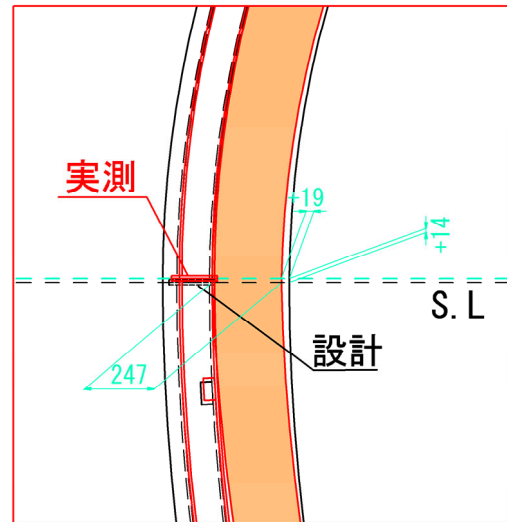
(幅員)
設計値に対して実測値が左側の場合 - 方向



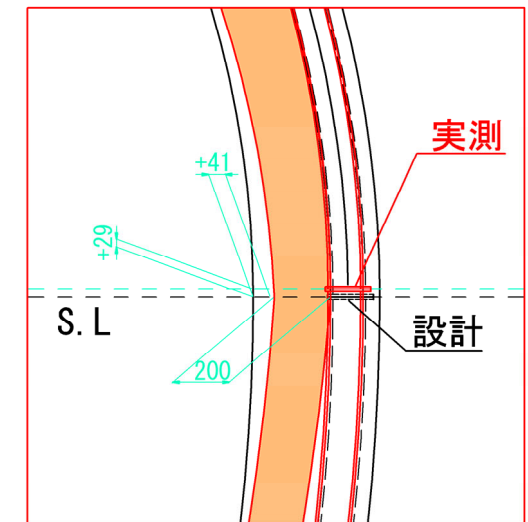
(幅員)
設計値に対して実測値が右側の場合 + 方向

S007

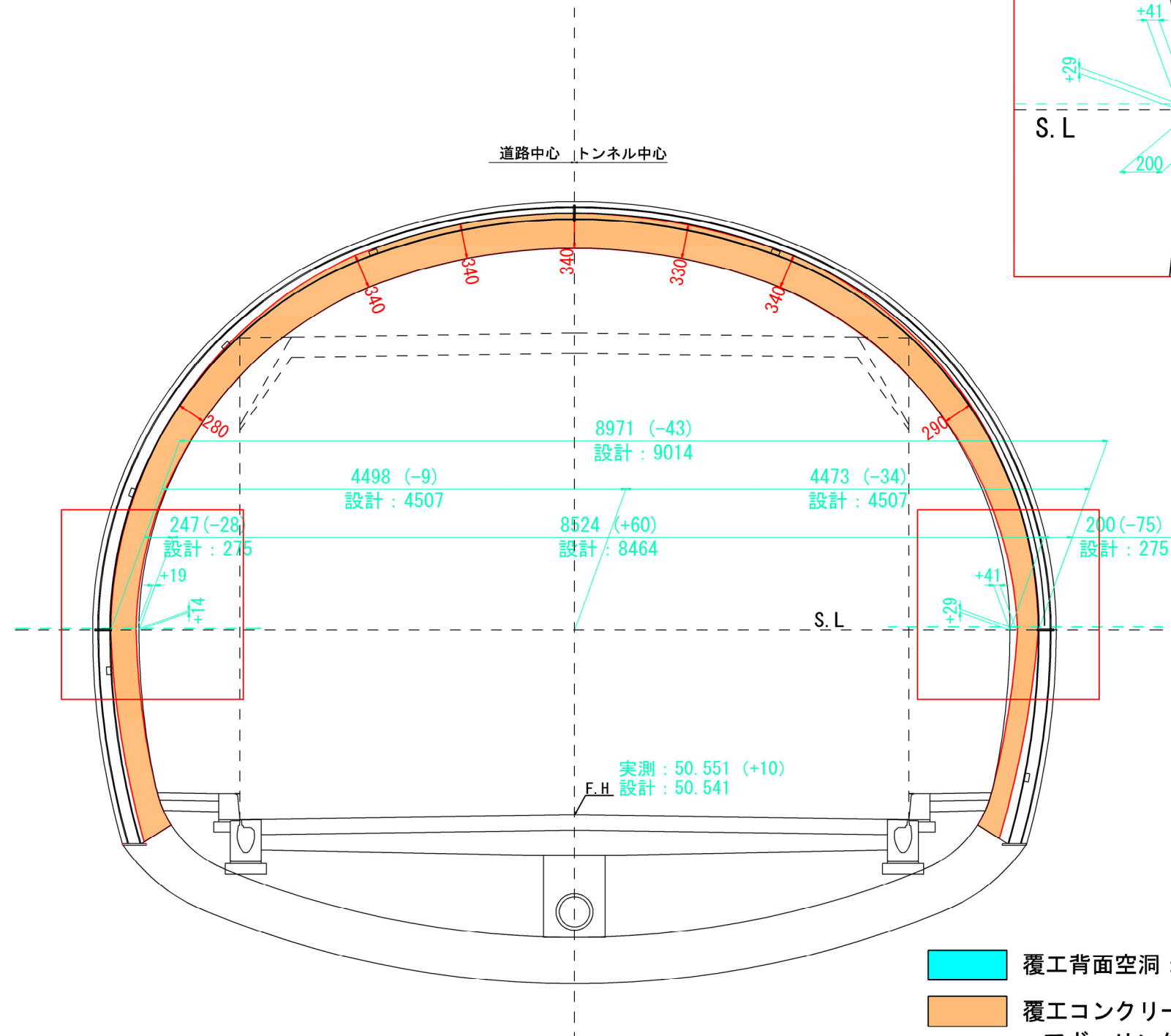
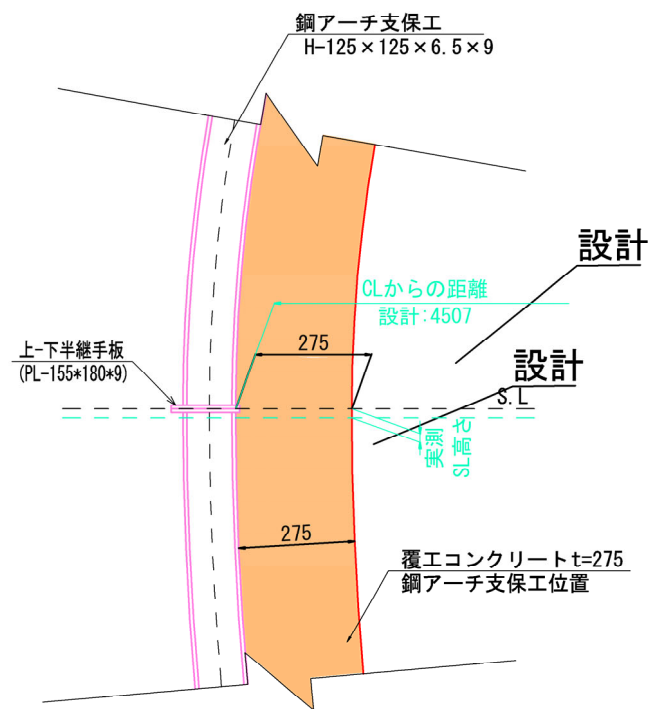
計測箇所拡大図 (左)
(支保パターン D I)



計測箇所拡大図 (右)
(支保パターン D I)



計測箇所拡大図
(支保パターン D I)

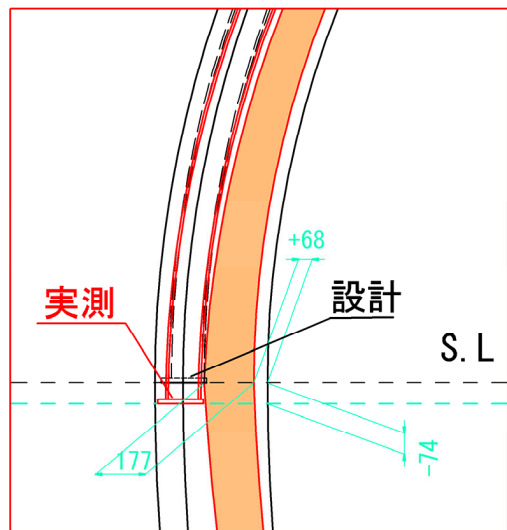


※下半の覆工コンクリート厚は、SLでのコアボーリング調査結果を等厚で図化している。
 ※支保工は設計段階の形状であり、計測した覆工コンクリートと部分的に接していない箇所がある。

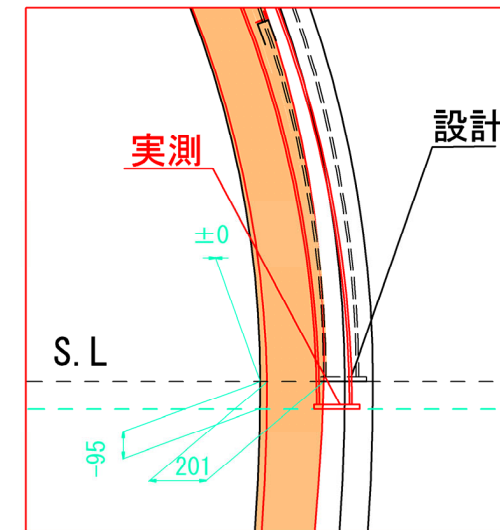
- 覆工背面空洞：地中レーダ探査で計測
- 覆工コンクリート：コアボーリング及び一部実測値より想定
- 覆工厚寸法：地中レーダ探査で計測
- SL高さ：実測
- CLからの距離：実測

S016

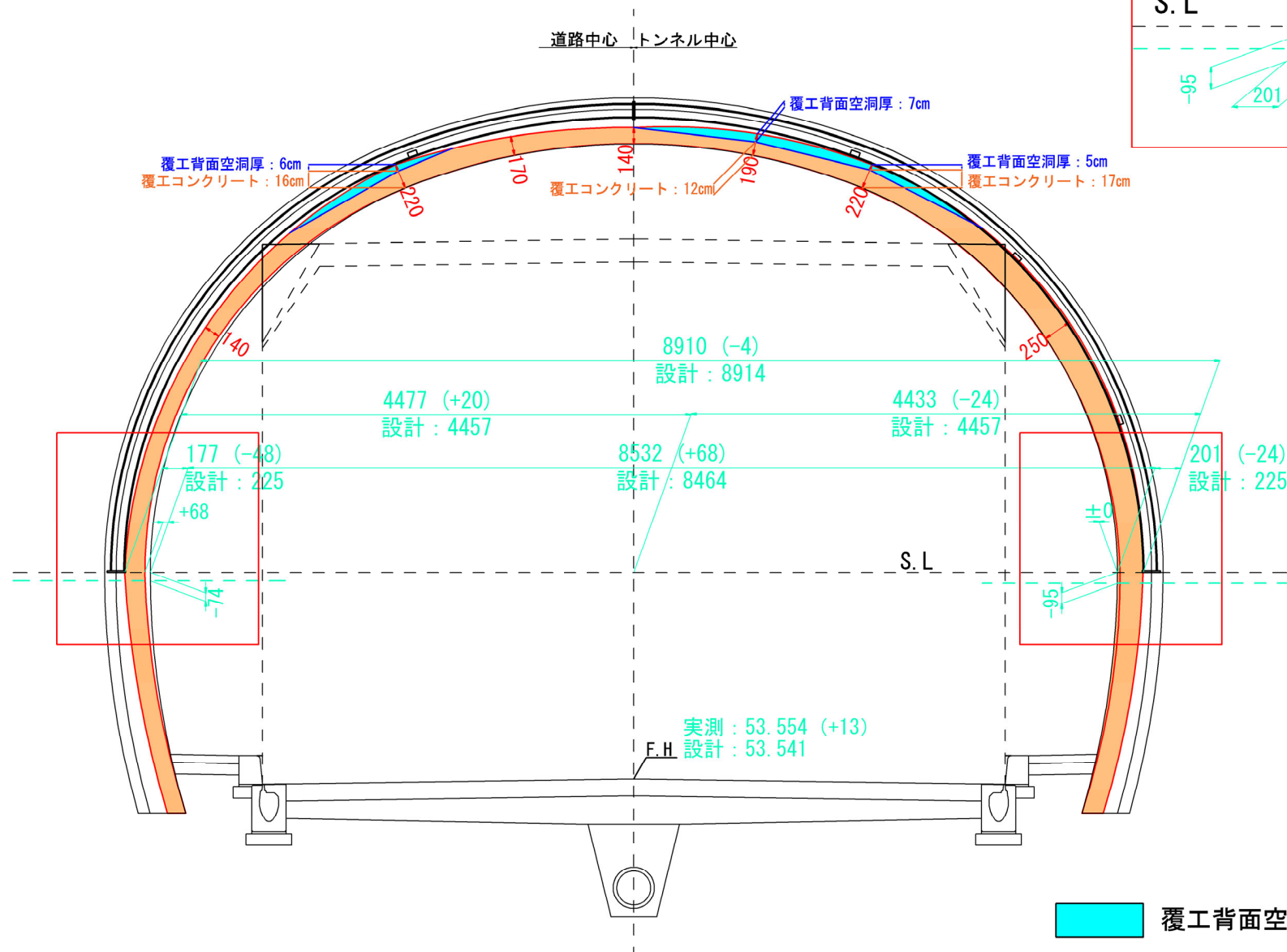
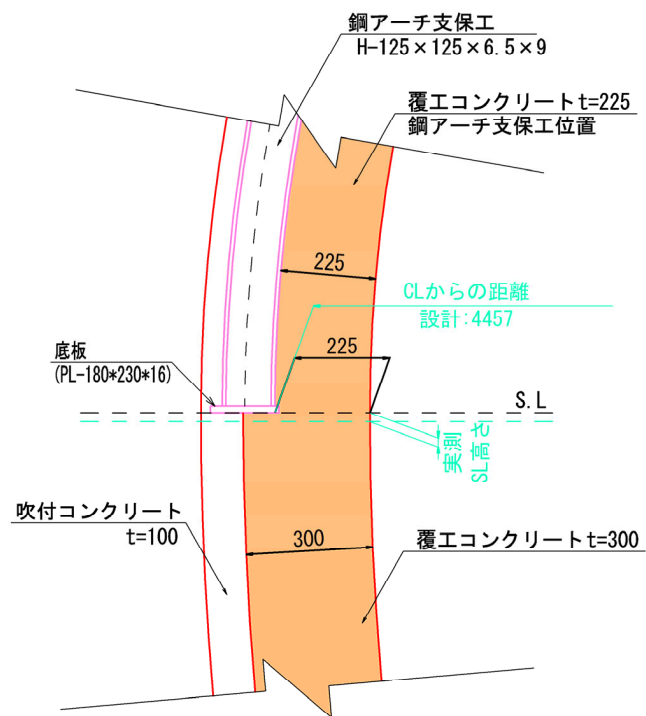
計測箇所拡大図 (左)
(支保パターン C II)



計測箇所拡大図 (右)
(支保パターン C II)



計測箇所拡大図
(支保パターン C II)

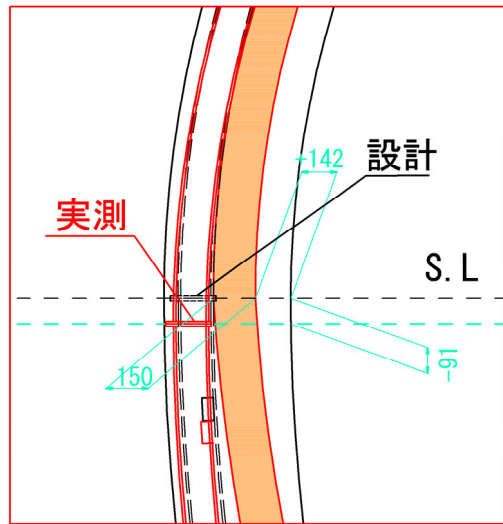


- 覆工背面空洞：地中レーダ探査で計測
- 覆工コンクリート：コアボーリング及び一部実測値より想定
- 覆工厚寸法：地中レーダ探査で計測
- SL高さ：実測
- CLからの距離：実測

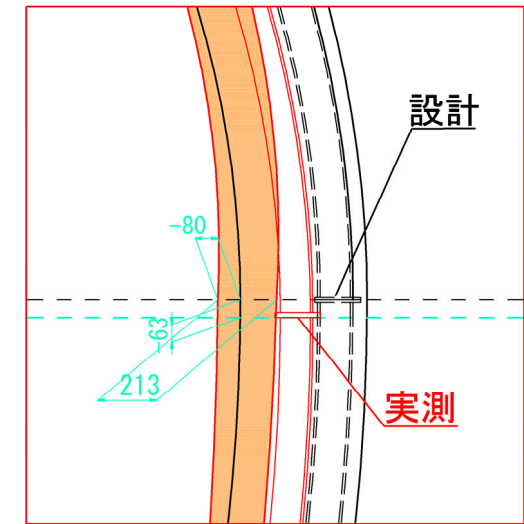
※下半の覆工コンクリート厚は、SLでのコアボーリング調査結果を等厚で図化している。
 ※支保工は設計段階の形状であり、計測した覆工コンクリートと部分的に接していない箇所がある。

S026

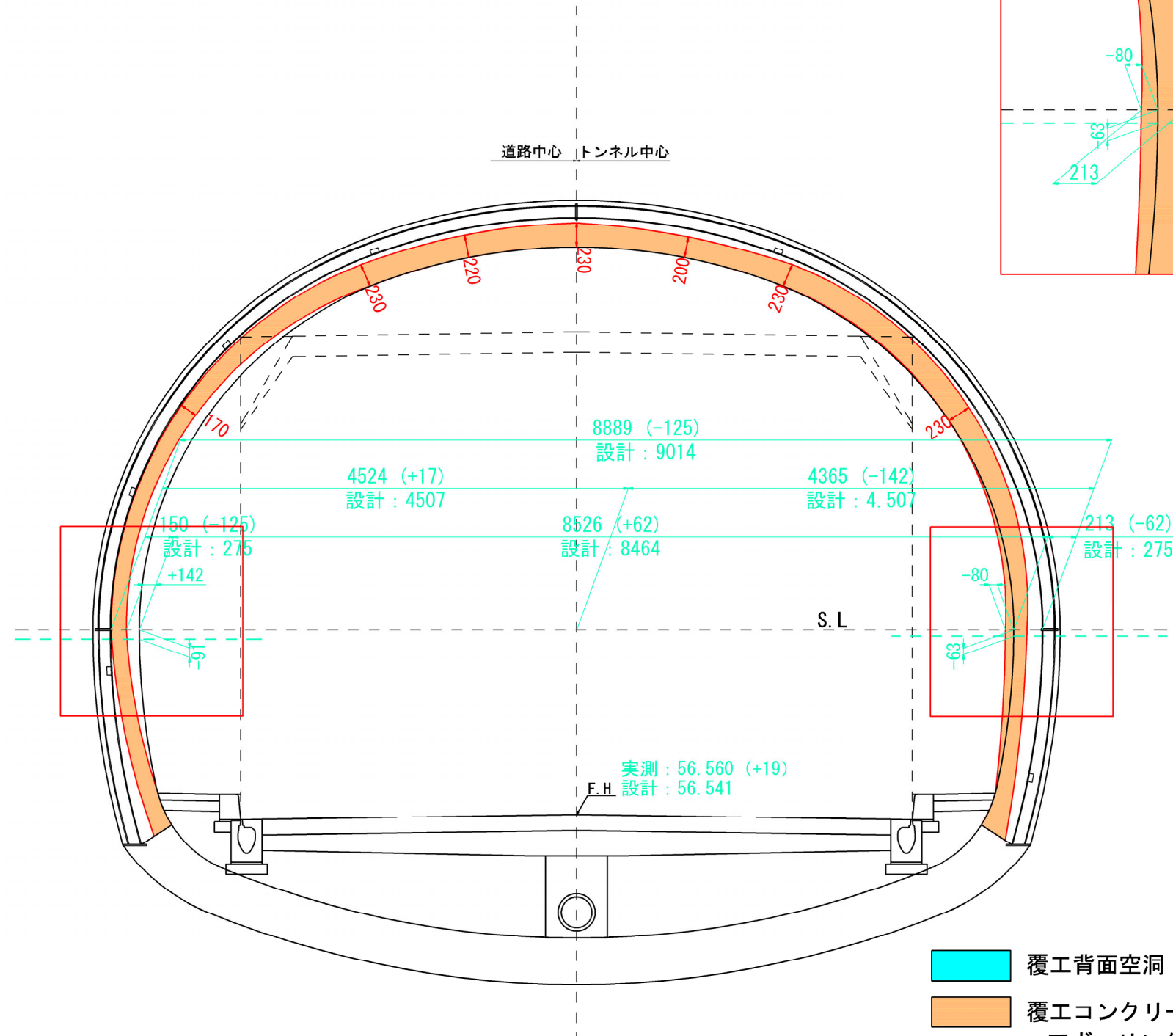
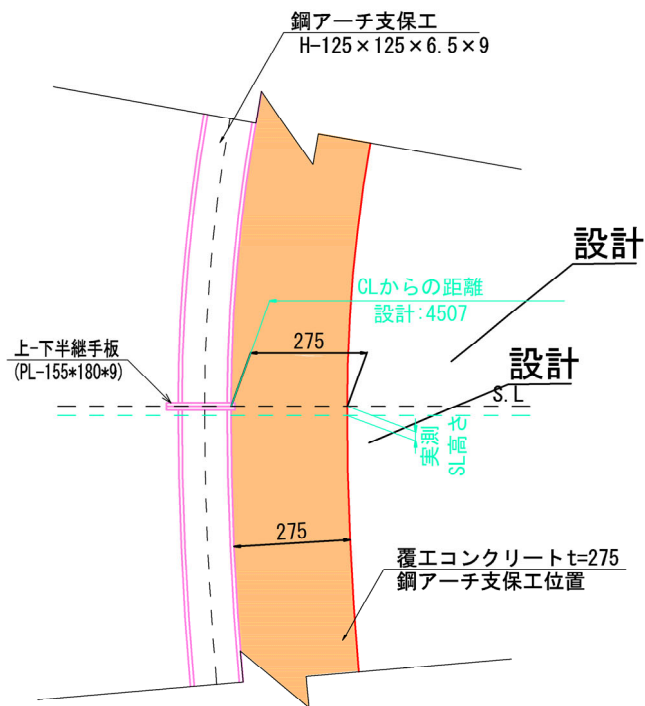
計測箇所拡大図 (左)
(支保パターン D I)



計測箇所拡大図 (右)
(支保パターン D I)



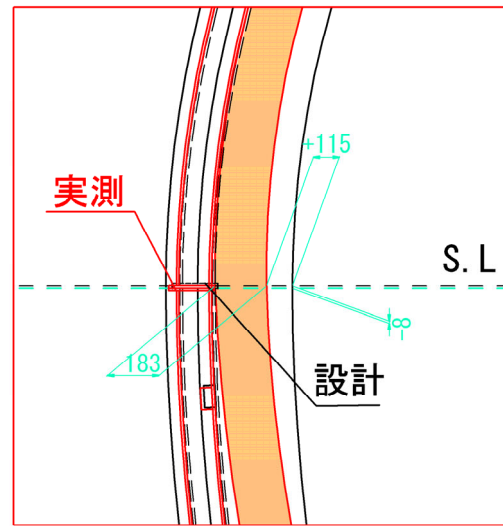
計測箇所拡大図
(支保パターン D I)



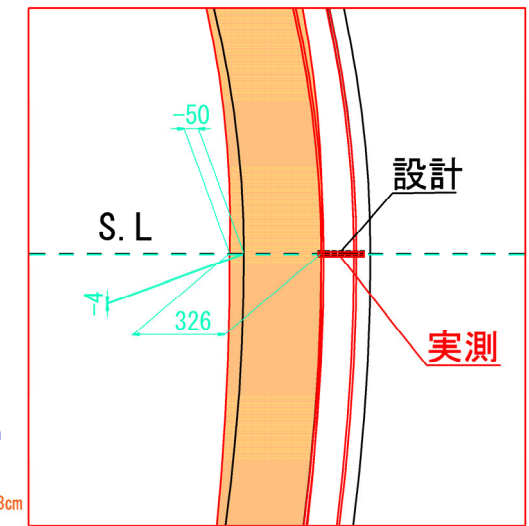
※下半の覆工コンクリート厚は、SLでのコアボーリング調査結果を等厚で図化している。
 ※支保工は設計段階の形状であり、計測した覆工コンクリートと部分的に接していない箇所がある。

- 覆工背面空洞：地中レーダ探査で計測
- 覆工コンクリート：コアボーリング及び一部実測値より想定
- 覆工厚寸法：地中レーダ探査で計測
- SL高さ：実測
- CLからの距離：実測

計測箇所拡大図 (左)
(支保パターン D I)

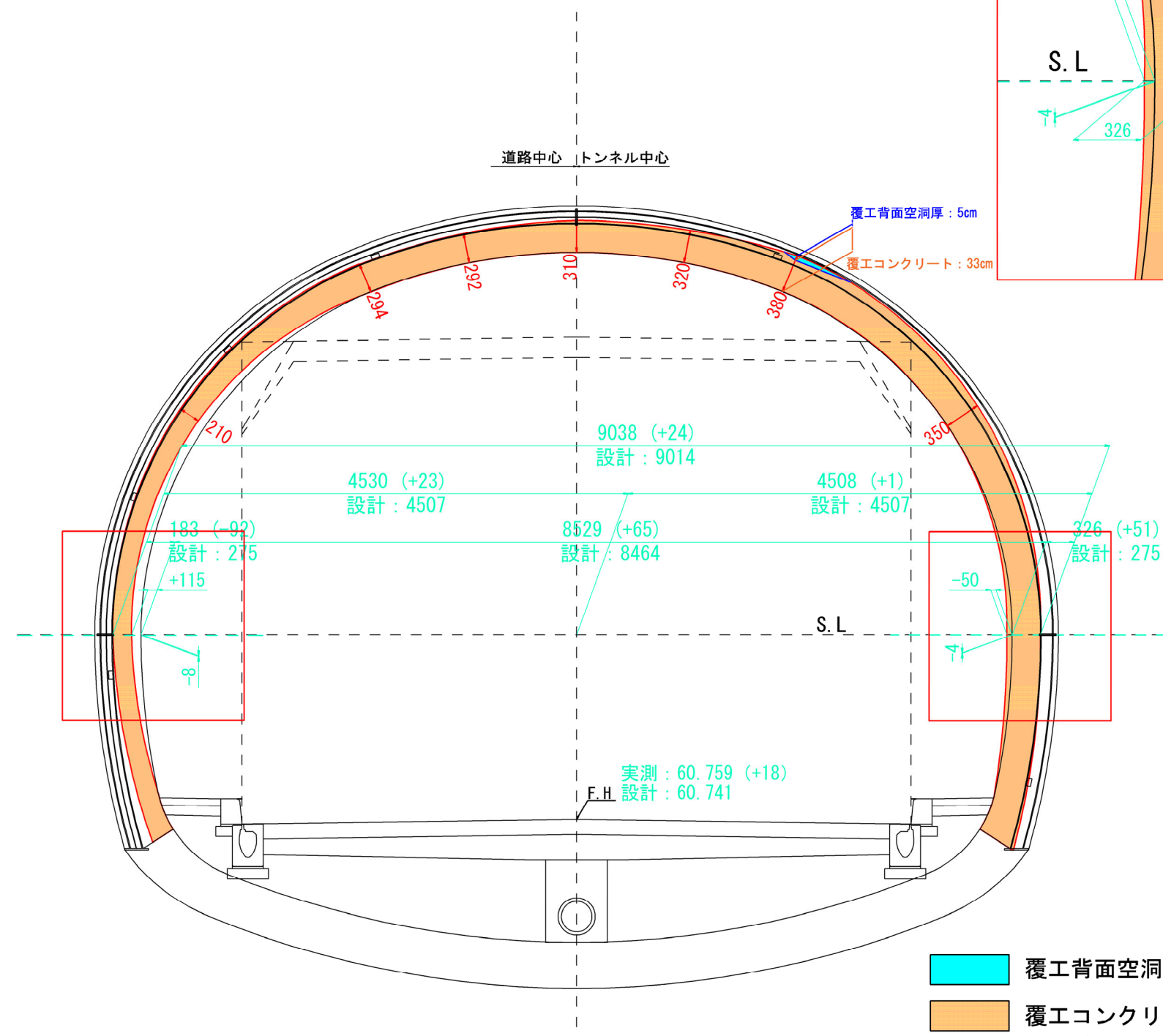
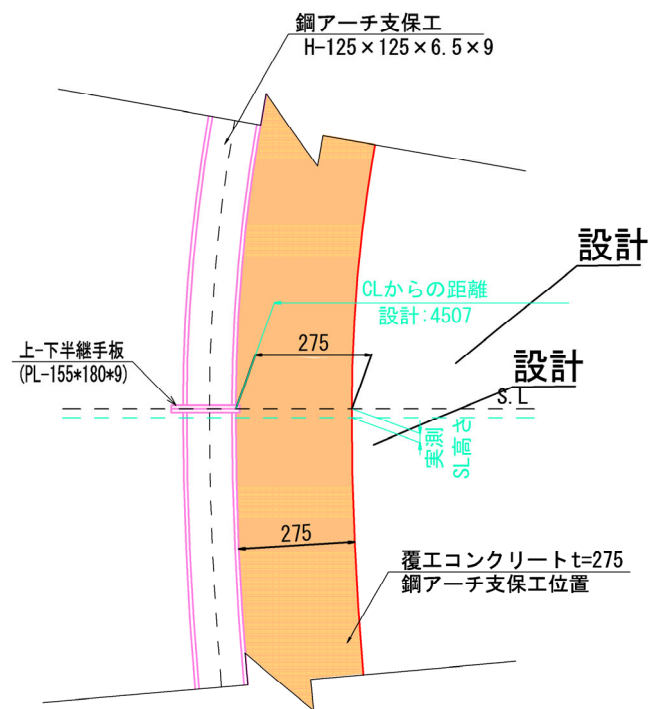


計測箇所拡大図 (右)
(支保パターン D I)



S039

計測箇所拡大図
(支保パターン D I)

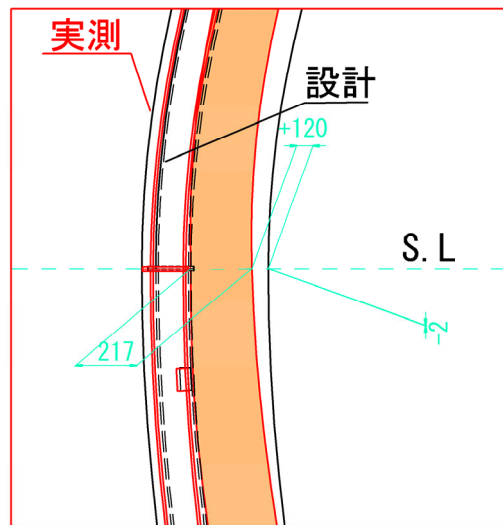


※下半の覆工コンクリート厚は、SLでのコアボーリング調査結果を等厚で図化している。
 ※支保工は設計段階の形状であり、計測した覆工コンクリートと部分的に接していない箇所がある。

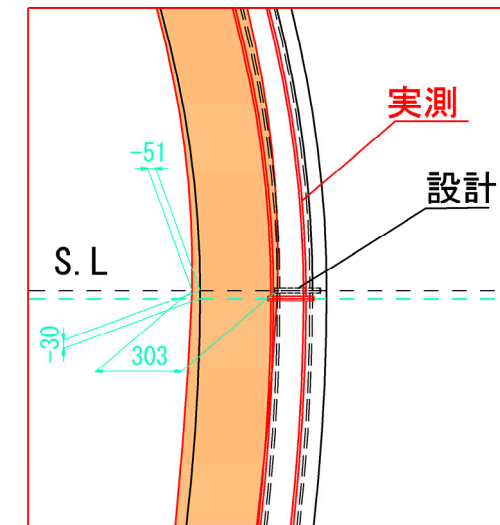
- 覆工背面空洞：地中レーダ探査で計測
- 覆工コンクリート：コアボーリング及び一部実測値より想定
- 覆工厚寸法：地中レーダ探査で計測
- SL高さ：実測
- CLからの距離：実測

S043

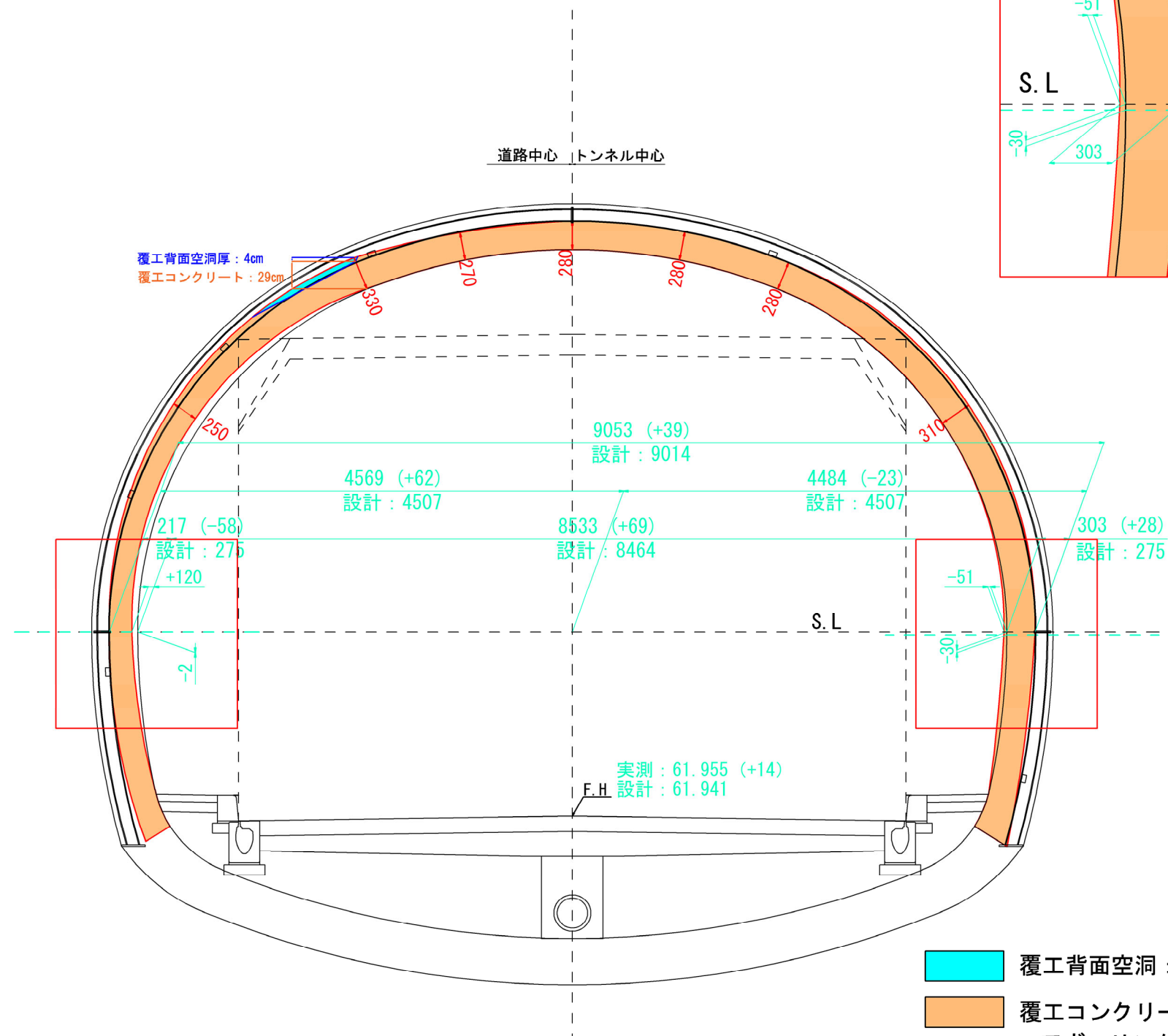
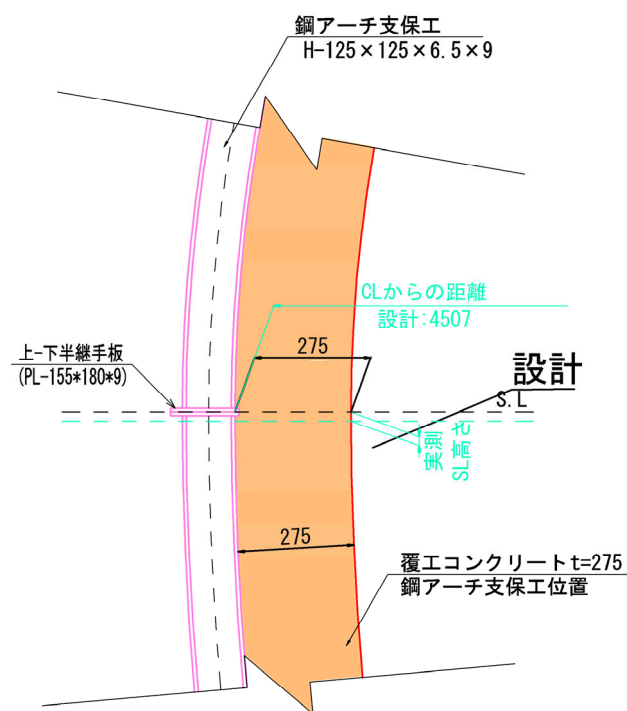
計測箇所拡大図 (左)
(支保パターン D I)



計測箇所拡大図 (右)
(支保パターン D I)



計測箇所拡大図
(支保パターン D I)

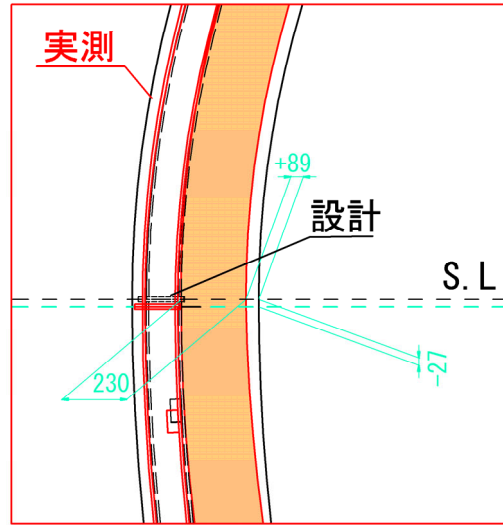


※下半の覆工コンクリート厚は、SLでのコアボーリング調査結果を等厚で図化している。
 ※支保工は設計段階の形状であり、計測した覆工コンクリートと部分的に接していない箇所がある。

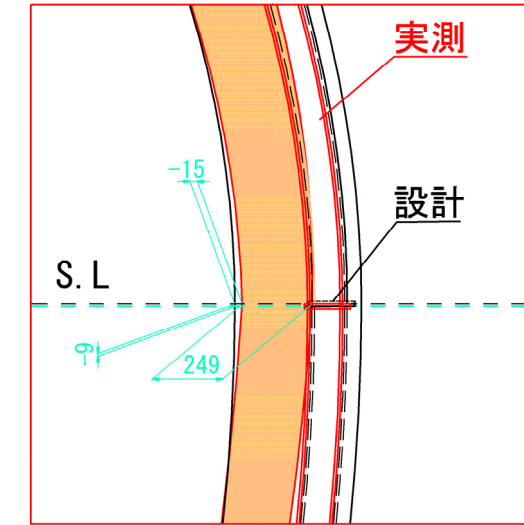
- 覆工背面空洞：地中レーダ探査で計測
- 覆工コンクリート：コアボーリング及び一部実測値より想定
- 覆工厚寸法：地中レーダ探査で計測
- SL高さ：実測
- CLからの距離：実測

S049

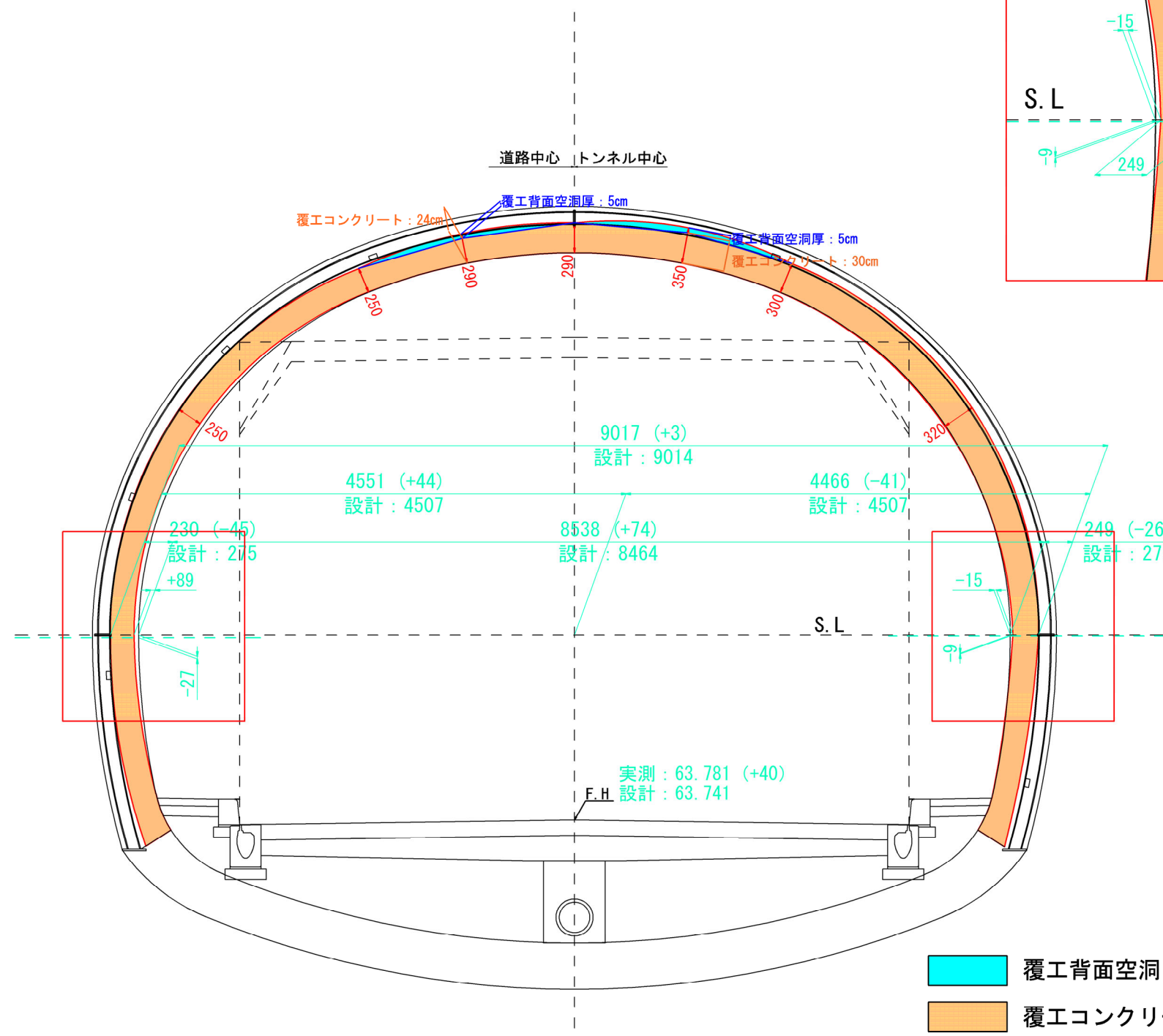
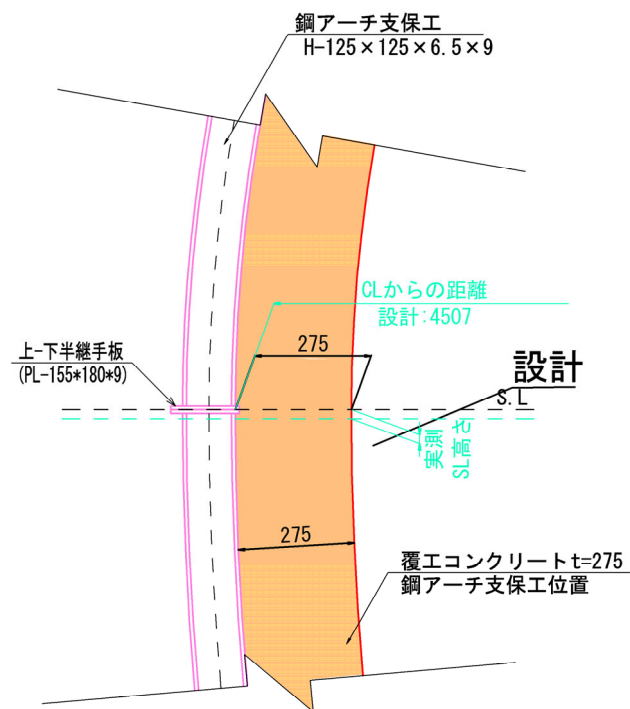
計測箇所拡大図 (左)
(支保パターン D I)



計測箇所拡大図 (右)
(支保パターン D I)



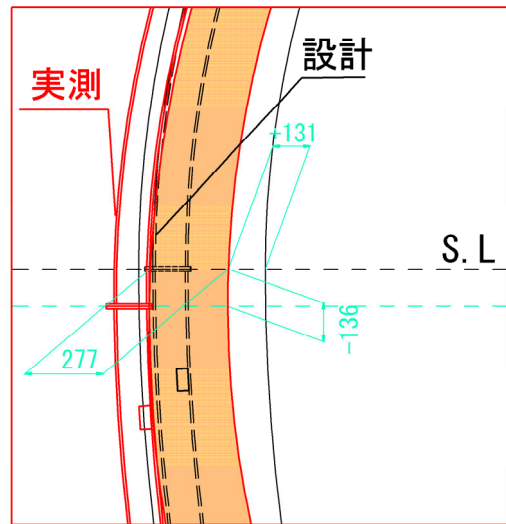
計測箇所拡大図
(支保パターン D I)



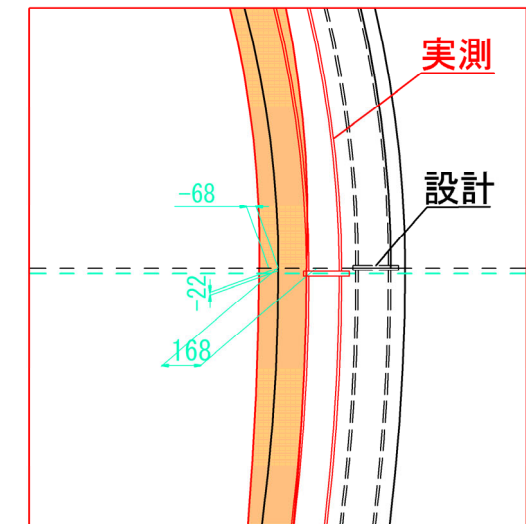
※下半の覆工コンクリート厚は、SLでのコアボーリング調査結果を等厚で図化している。
 ※支保工は設計段階の形状であり、計測した覆工コンクリートと部分的に接していない箇所がある。

- 覆工背面空洞：地中レーダ探査で計測
- 覆工コンクリート：コアボーリング及び一部実測値より想定
- 覆工厚寸法：地中レーダ探査で計測
- SL高さ：実測
- CLからの距離：実測

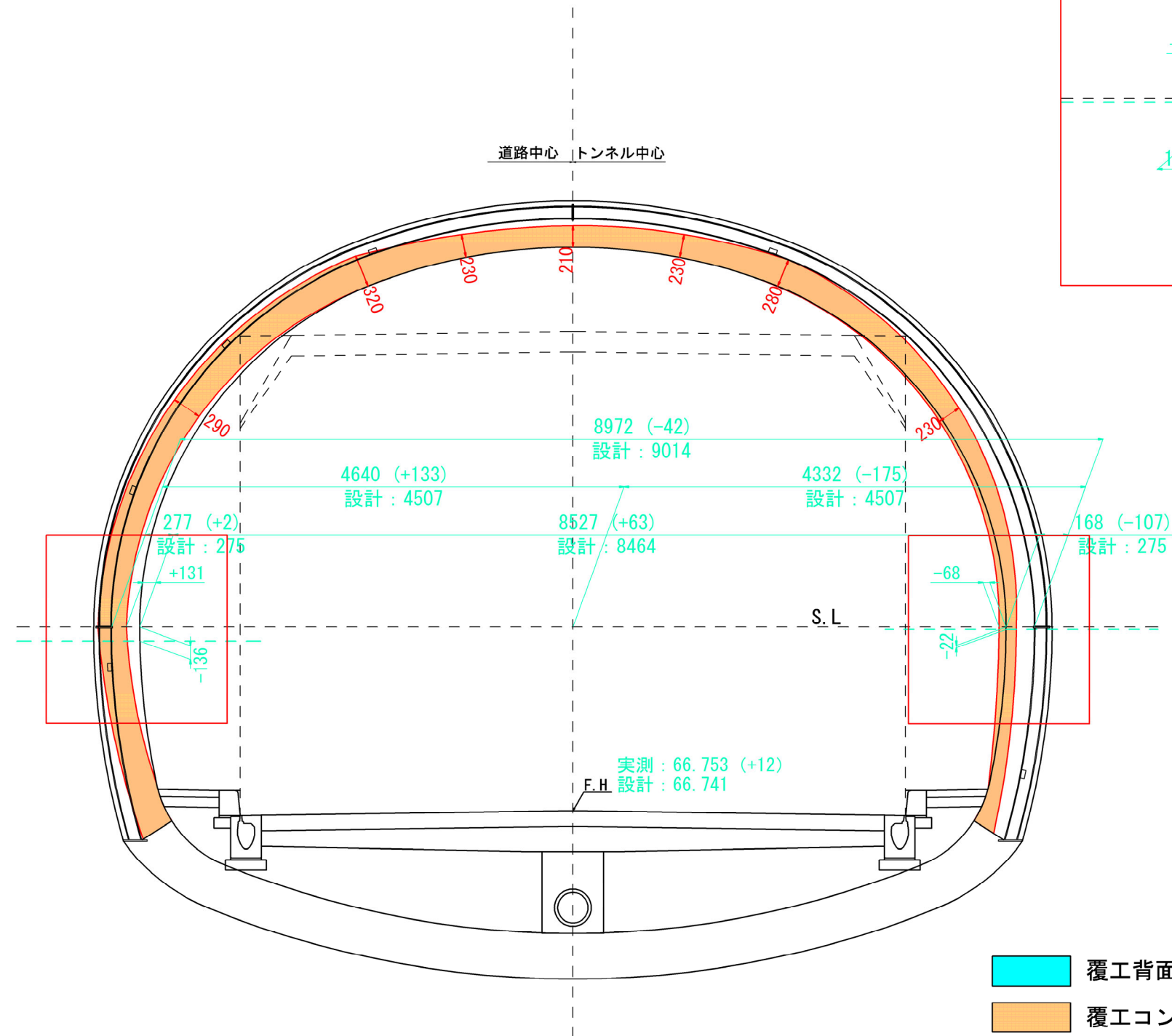
計測箇所拡大図 (左)
(支保パターン D I)



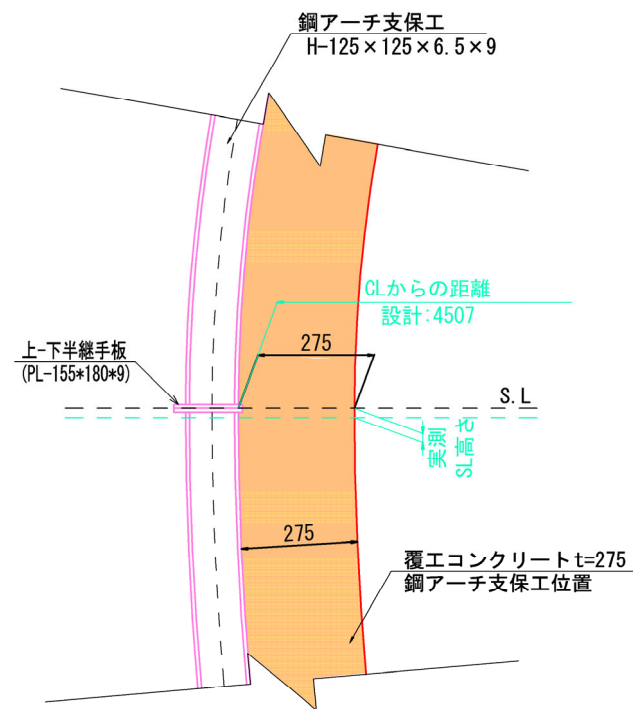
計測箇所拡大図 (右)
(支保パターン D I)



S059



計測箇所拡大図
(支保パターン D I)



※下半の覆工コンクリート厚は、SLでのコアボーリング調査結果を等厚で図化している。
 ※支保工は設計段階の形状であり、計測した覆工コンクリートと部分的に接していない箇所がある。

- 覆工背面空洞：地中レーダ探査で計測
- 覆工コンクリート：コアボーリング及び一部実測値より想定
- 覆工厚寸法：地中レーダ探査で計測
- SL高さ：実測
- CLからの距離：実測

トンネル内空及び覆工コンクリート他出来形一覧表（参考）

スパン番号 (支保パターン)	測量結果		調査結果								考 察	まとめ
	道路中心 線との平 面誤差	道路計画 高と出来 形との誤 差	覆工厚（支保工前面）		覆工CO内空寸法 設計値 = 8,464	支保工SLライン全幅 設計値 = 8,914(C II) = 9,014(D I)	SL位置					
			設計値 = 225(C II) = 275(D I)				高さ		内空壁面 位置			
左	右	左	右	左	右	左	右	左	右			
S007 (D I)	+31	+10	247 (-28)	200 (-75)	8,524 (+60)	8,971 (-43)	+14 (+4)	+29 (+19)	+19	+41	・道路中心がトンネル中心よりも右側にずれており、左側の覆工コンクリート厚が右側よりも厚くなっている。 ・設計よりも出来形のSL位置が高くなっていること、支保工SLライン全幅が設計よりも小さい値となっていることから、支保工が設計よりも高い位置に設置されていると想定される。	・道路中心のずれと覆工コンクリート厚の偏りが概ね整合しているため、測量誤差と道路センターとのずれを二次覆工打設時に調整したことが想定される。
S016 (C II)	-34	+13	177 (-48)	201 (-24)	8,532 (+68)	8,910 (-4)	-74 (-87)	-95 (-108)	+68	±0	・道路中心がトンネル中心よりも左側にずれており、右側の覆工コンクリート厚が左側よりも厚くなっている。 ・設計よりも出来形のSL位置が低くなっていること、支保工SLライン全幅が設計よりも小さい値となっていることから、支保工が設計よりも低い位置に設置されていると想定される。	・支保工は、設計通りに施工されていると想定されるS039、S043、S049以外は、施工基面と
S026 (D I)	-112	+19	150 (-125)	213 (-62)	8,526 (+62)	8,889 (-125)	-91 (-110)	-63 (-82)	+142	-80	・道路中心がトンネル中心よりも左側にずれており、右側の覆工コンクリート厚が左側よりも厚くなっている。 ・設計よりも出来形のSL位置が低くなっていること、支保工SLライン全幅が設計よりも小さい値となっていることから、支保工が設計よりも低い位置に設置されていると想定される。	ほぼ平行に低い位置にあるもの、左右で高さが異なるもの（S059）があると考えられ、支保工設置時或いは設置後に沈下したことが想定される。
S039 (D I)	-70	+18	183 (-92)	326 (+51)	8,529 (+65)	9,038 (+24)	-8 (-26)	-4 (-22)	+115	-50	・道路中心がトンネル中心よりも左側にずれており、右側の覆工コンクリート厚が左側よりも厚くなっている。 ・支保工SLライン全幅と覆工コンクリート内空寸法が設計値を満足しており、支保工はほぼ設計通り設置できていると想定される。	・覆工コンクリート内空寸法は全箇所設計値を満足しているが、トンネル中心と道路中心との
S043 (D I)	-80	+14	217 (-58)	303 (+28)	8,533 (+69)	9,053 (+39)	-2 (-16)	-30 (-44)	+120	-51	・道路中心がトンネル中心よりも左側にずれており、右側の覆工コンクリート厚が左側よりも厚くなっている。 ・支保工SLライン全幅と覆工コンクリート内空寸法が設計値を満足しているが、支保工が設計よりも低い位置に設置されていると想定される。	のずれの影響で、左右の出来形に最大142mmのずれが生じている。 <総括>
S049 (D I)	-48	+40	230 (-45)	249 (-26)	8,538 (+74)	9,017 (+3)	-27 (-67)	-9 (-49)	+89	-15	・道路中心がトンネル中心よりも左側にずれており、右側の覆工コンクリート厚が左側よりも厚くなっている。 ・支保工SLライン全幅と覆工コンクリート内空寸法が設計値を満足しているが、支保工が設計よりも低い位置に設置されていると想定される。	・測量センターのずれ、支保工の沈下等 に対して、セントルフォーム設置時に補正を試みたが、掘削断面積が設計よりも小さかったため、覆工コンクリートの巻厚不足が発生した。
S059 (D I)	-110	+12	277 (+2)	168 (-107)	8,527 (+63)	8,972 (-42)	-136 (-148)	-22 (-34)	+131	-68	・道路中心はトンネル中心よりも左側に大きくずれているが、左側の覆工コンクリート厚が右側よりも厚くなっており、測量のずれ以上に左側の地山を掘削している。 ・SL高の下がりが左右で大きく異なるため、左側の支保工が施工時に沈下したことが想定される。	（※現時点では、実掘削断面積が設計掘削断面積よりも小さい原因の詳細は不明である。）

※測量結果の道路中心線との平面誤差は、道路中心線の計画と出来形との差であり、右ずれを+、左ずれを-として表示している。

※道路計画高と出来形との誤差は、道路中心線における計画高と出来形との差であり、高い場合は+、低い場合は-として表示している。

※SL位置の数値は、高さの+は設計位置よりも高い場合、幅員の+は設計巾よりも広い場合を示す。

※鋼製支保工は、半径で+30mm大きなサイズで製作している。