

# 県道長井古座線 八郎山トンネル技術検討委員会

## 第7回委員会資料

### 目 次

1. 修補工事の履行状況 .....	1
(1) 修補工事工程フロー図 .....	1
(2) インバートコンクリートの撤去・再施工 .....	2
(3) 覆工コンクリートの再施工 .....	5
2. 今後の予定 .....	10

令和8年3月18日

和歌山県県土整備部道路局道路建設課

# 1. 修補工事の履行状況

## (1) 修補工事工程フロー図

修補工事全体の工程フローを図-1.1に示す。

インバートコンクリートの撤去・再施工が令和7年10月に完了し、覆工コンクリートの再施工についても令和8年1月に完了した。現在は、舗装工等の再施工を行っている。

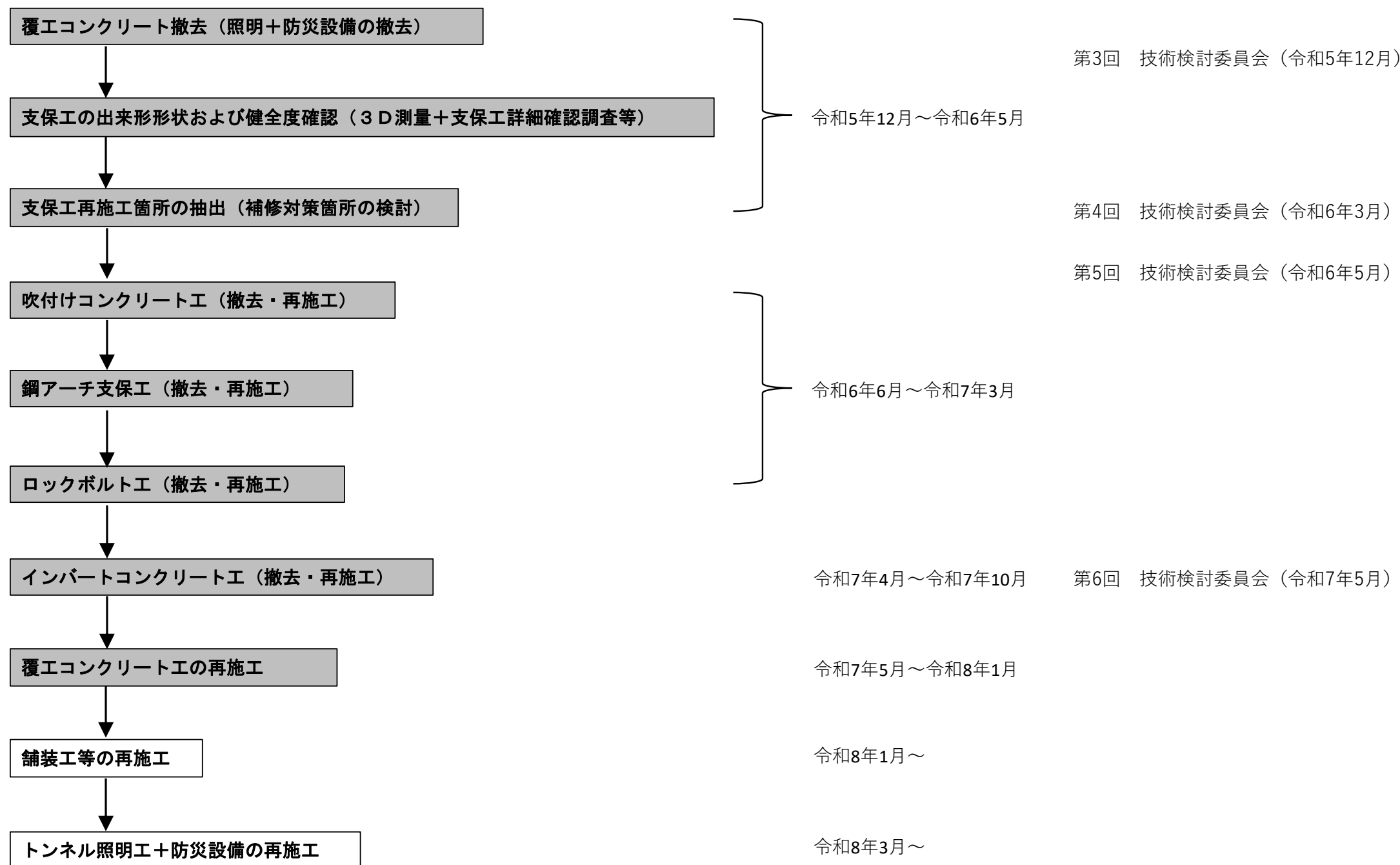


図-1.1 修補工事工程フロー図

## (2) インバートコンクリートの撤去・再施工

インバートコンクリートの不適格な部分を撤去し、再施工を行った。

作業期間：令和7年4月～令和7年10月

インバートコンクリートの修補範囲については、削孔による確認調査及び撤去時にインバートコンクリートの厚さを確認し、修補範囲を設定した。【図-2.1参照】

インバートコンクリートを1スパンすべて撤去・再施工する場合は、1スパン毎に施工した。端部のみ撤去・再施工する場合は、片側ずつ最大2スパン毎に施工した。

インバートコンクリートの撤去・再施工は、内空変位・天端沈下の計測、出来形の確認を行うなど適正な施工管理を徹底し、現場の安全確保を最優先にして進めた。

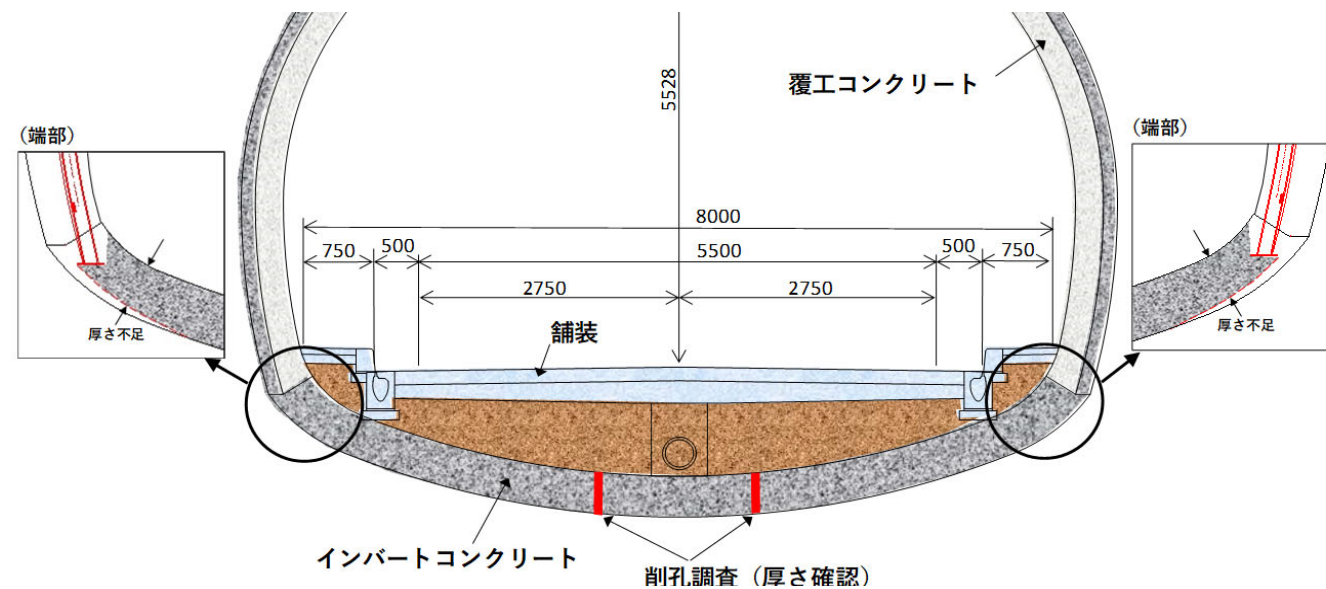


図-2.1 インバートコンクリートの削孔調査

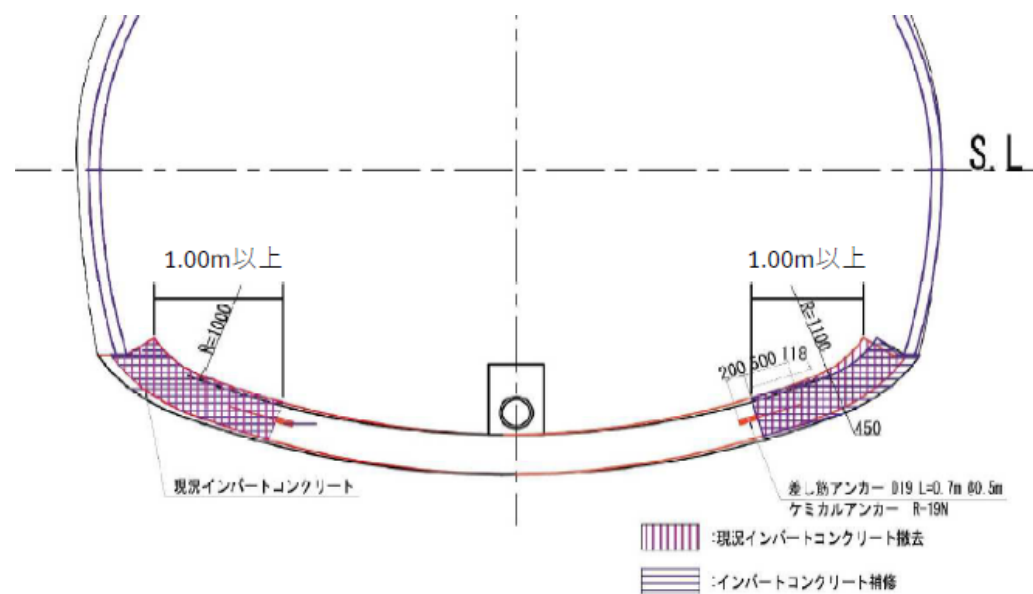


図-2.2 端部修補横断図



写真-2.1 不適格部撤去 (端部)



写真-2.4 不適格部撤去



写真-2.2 インバートコンクリート再施工 (端部)



写真-2.5 インバートコンクリート再施工



写真-2.3 インバートコンクリート完了 (端部)



写真-2.6 インバートコンクリート完了

## ① 施工管理

### 1. インバートコンクリート厚の確認調査と修補範囲

インバートコンクリート厚の確認は1打設長（10.5m）あたり左右2箇所ずつ削孔調査により行った。

削孔調査は、左右を一度に確認することが困難なため、片側を先行して確認した。

1打設長あたり左右計4箇所の削孔調査において、1箇所でも厚さ不足が確認された場合は1打設長全体を修補対象とした。

削孔調査において4箇所とも設計厚以上が確認された場合は、端部のみ修補対象とした。

調査の結果、インバートコンクリートの修補対象である67打設長のうち、37打設長においてインバートコンクリートを全て撤去し再施工した。

確認された最も薄い箇所で、設計に対し6cm厚さが足りなかった。

なお、端部撤去時に現れたインバートコンクリートの断面を測定し厚さを確認した。

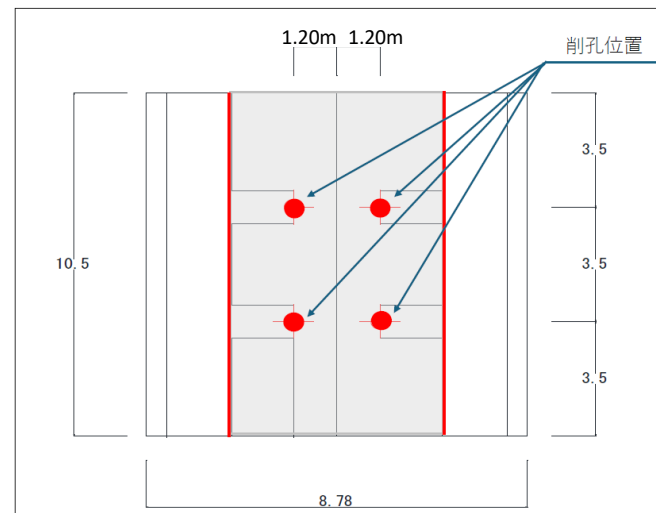


図-2.3 インバートコンクリート削孔調査イメージ図

端部の撤去範囲は、有筋区間については、既設鉄筋との重ね継手長890mmを確保するため端部から水平幅1.5m以上撤去し、設計厚500mm以上を確保できるよう再施工した。また、無筋区間については、既設インバートコンクリートに差し筋アンカーを施工するため端部から1.0m以上撤去し、設計厚450mm以上を確保できるよう再施工した。

### 2. インバートコンクリート厚の管理

通常の厚さに関する出来形管理としては、打設前の巻立空間を1打設長の中間と終点にてそれぞれ3点測定、打設後の出来形を1打設長の端面にて3点測定することになっている。

今回、インバートコンクリート厚を確保するため、基準上3点とされている測定点を5点に増やしインバートコンクリート厚の確保に務めた。

打設後の出来形については1打設長の端面にて測定し、修補対象が1打設長全体の場合は5点、修補対象が端部のみの場合は左右1点ずつ2点を測定した。

また、打設前後に巻立空間の高さを測定することにより、インバートコンクリート厚が確保されていることを確認した。こちらも、修補対象が全体の場合5点、端部のみの場合左右1点ずつ2点を測定した。

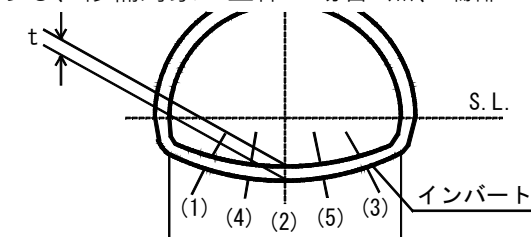


図-2.4 インバートコンクリート厚の測定箇所（追加点(4),(5)）

### 3. 県の確認状況

コンクリート打設前・打設後の高さ測定、端面の厚さ測定、端部修補時の断面の厚さ測定及び差し筋アンカー施工の際には、毎回立会確認を行った。



写真-2.7 コンクリート打設前の高さ測定確認状況



写真-2.9 コンクリート打設後の高さ測定確認状況



写真-2.8 端面の厚さ測定確認状況



写真-2.10 差し筋アンカー確認状況

## ②変位の計測

### 1. インバートコンクリート撤去・再施工期間中の変位の計測

支保工撤去・再施工後に休止していた計測を再開し、インバートコンクリートの撤去及び再施工時の安定性確認を目的に、天端・脚部沈下測定、内空変位測定を行った。

#### ○計測方法

測定はトータルステーションを用いた測量・計測管理システムにより、測点の座標を測定することで、内空変位・天端沈下の相対的变化を計測し、データを一元的に管理した。

#### ○計測間隔

道路トンネル観察・計測指針に基づき、土被り・地山等級から設定した。  
 (土被り2D以下：10m間隔、地山等級D：20m間隔)

#### ○計測頻度

道路トンネル観察・計測指針に基づき、変位速度により段階的に設定した。通常の施工のように片側から順に施工するのが困難であったため、切羽からの距離に応じた頻度は設定しなかった。インバートコンクリート撤去後及び再施工後の翌朝もしくは当日中に実施した。

計測は、2週程度連続して1.0mm未満/週程度を確認し終了した。

#### ○計測結果

インバートコンクリート端部を修補対象とした箇所ではインバートコンクリート撤去・再施工の期間中最も沈下が大きかったのはNo.121+4.0である。この箇所は、端部の撤去と再施工を片側ずつ施工した箇所である。この箇所の計測期間中の沈下量は-1.9mm、内空変位の最大値は-2.0mmで、計測期間中に変位速度が1.0mm/日を超えることはなかった。

インバートコンクリート全体を修補対象とした箇所ではインバートコンクリート撤去・再施工の期間中最も沈下が大きかったのはNo.137+4.0である。この箇所は、インバート全体を撤去した後、再施工を行った箇所である。この箇所の計測期間中の沈下量は-1.4mm、内空変位の最大値は+0.9mmで、計測期間中に変位速度が1.0mm/日を超えることはなかった。

インバートコンクリート撤去・再施工期間中の変位は小さく、安全に施工することができた。

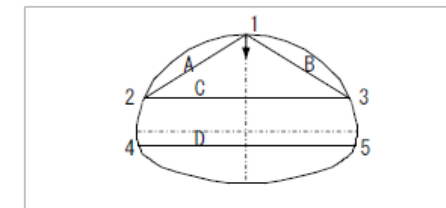
### 2. 支保工再施工後から計測終了までの変位

支保工再施工後から計測終了までの最終変位量については、天端沈下量の最大値はNo.142+14.0で-2.2mm、その他沈下量の最大値はNo.110+16.0で-2.7mm、内空変位の最大値がNo.110+16.0で-4.3mmであった。

表-2.1 計測データシート例 (No.142+14.0)

#### A 計測データシート 内空変位・沈下

工事名		長井古座線八郎山トンネル道路改良工事													
トンネル名		八郎山トンネル													
断面名	681断面														
距離程	No. 142+14.000														
支保形式	DI-b-1														
地質	泥岩														
土被り	21.3m														
内空が縮む：- 沈下する：- 内空が伸びる：+ 上昇する：+															
No.	測定日	測定時刻	切羽との距離 (m)				変位量 (mm)				沈下量 (mm)				
			上半	下半	インバート	A	B	C	D	1	2	3	4	5	
1	2025/03/05	6:56	16.4	4.4		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
2	2025/03/06	6:13	19.0	7.8		-0.1	-0.1	-0.3	-0.4	-1.9	-1.9	-2.0	-1.9	-1.9	
3	2025/03/06	17:32	19.0	7.8		-0.1	-0.1	-0.5	-0.3	-2.3	-2.3	-2.5	-2.3	-2.2	
4	2025/03/07	4:36	23.2	11.5		-0.2	-0.1	-0.6	-0.6	-1.4	-1.4	-1.6	-1.4	-1.4	
5	2025/03/10	6:35	27.5	16.4		-0.3	-0.3	-0.6	-0.4	-2.1	-1.9	-2.1	-1.9	-1.8	
6	2025/03/12	6:09	29.2	27.5		-0.4	-0.2	-0.5	-0.3	-2.5	-2.4	-2.4	-2.5	-2.2	
7	2025/03/19	8:39	29.2	29.2		-0.4	-0.6	-0.7	-0.6	-2.1	-1.7	-1.7	-1.7	-1.4	
8	2025/03/26	6:18	29.2	29.2		-0.5	-0.8	-1.0	-1.0	-2.4	-2.0	-2.0	-1.9	-1.7	
9	2025/07/19	11:08	29.2	29.2	29.2	-0.7	-0.9	-1.0	-0.9	-2.0	-1.5	-1.3	-1.0	-1.1	
10	2025/07/23	6:28	29.2	29.2	26.1	-0.7	-0.8	-0.9	-0.9	-2.4	-1.9	-1.6	-1.4	-1.7	
11	2025/07/24	5:59	29.2	29.2	11.6	-0.3	-0.3	-0.9	-0.8	-1.9	-2.0	-2.0	-1.8	-2.0	
12	2025/07/31	5:44	29.2	29.2	29.2	-0.3	-0.3	-1.0	-0.8	-2.0	-2.2	-2.3	-1.9	-1.7	
13	2025/08/07	6:36	29.2	29.2	-282.4	-0.6	-0.6	-1.1	-0.7	-2.2	-1.9	-2.1	-2.2	-1.5	



今回の工事は一度トンネルを施工した箇所の縫返しに相当するものあり、通常のトンネル新設時の計測のように、掘削後初期からの変位量を確認することはできない。しかし、道路トンネル観察・計測指針に記載されている過去の実績からの地山等級DⅠの変位量の例では、支保工施工後からの最終天端沈下量の平均値が17.62mm、内空変位の発生割合に対応した変位量の中央値が15.6mmとされており、本工事での変位量はこれらと比べて相当小さい値であることが確認できた。

2週程度連続して1.0mm未満/週程度を確認できている点、変位量が通常工事と比べて相当小さい値である点から、支保工等により地山は安定した状態であると考えられる。

### (3) 覆工コンクリートの再施工

トンネルの全延長で覆工コンクリートの再施工を完了した。

作業期間：令和7年5月～令和8年1月

インバートコンクリートの修補後に支保工の変位を確認し、トンネルの安定性、所定の内空断面と覆工コンクリート厚を確保できることを確認し、覆工コンクリートの再施工を行った。

那智勝浦側坑口から串本側坑口に向けてセトルを移動させて施工することを基本とし、串本側坑口部については、2基目のセトルを導入し、坑口部の施工期間の短縮に努めた。

鋼アーチ支保工の上げ越し・広げ越しを行った結果、セトルと支保工の間の巻き立て空間が設計より広い仕上がりとなっていることをコンクリート打設前に確認した。

覆工コンクリート天端部の空洞発生や充填不足等の不具合防止のため、伸縮式パイプレーターの追加等、施工計画書に記載していた技術提案を履行した。

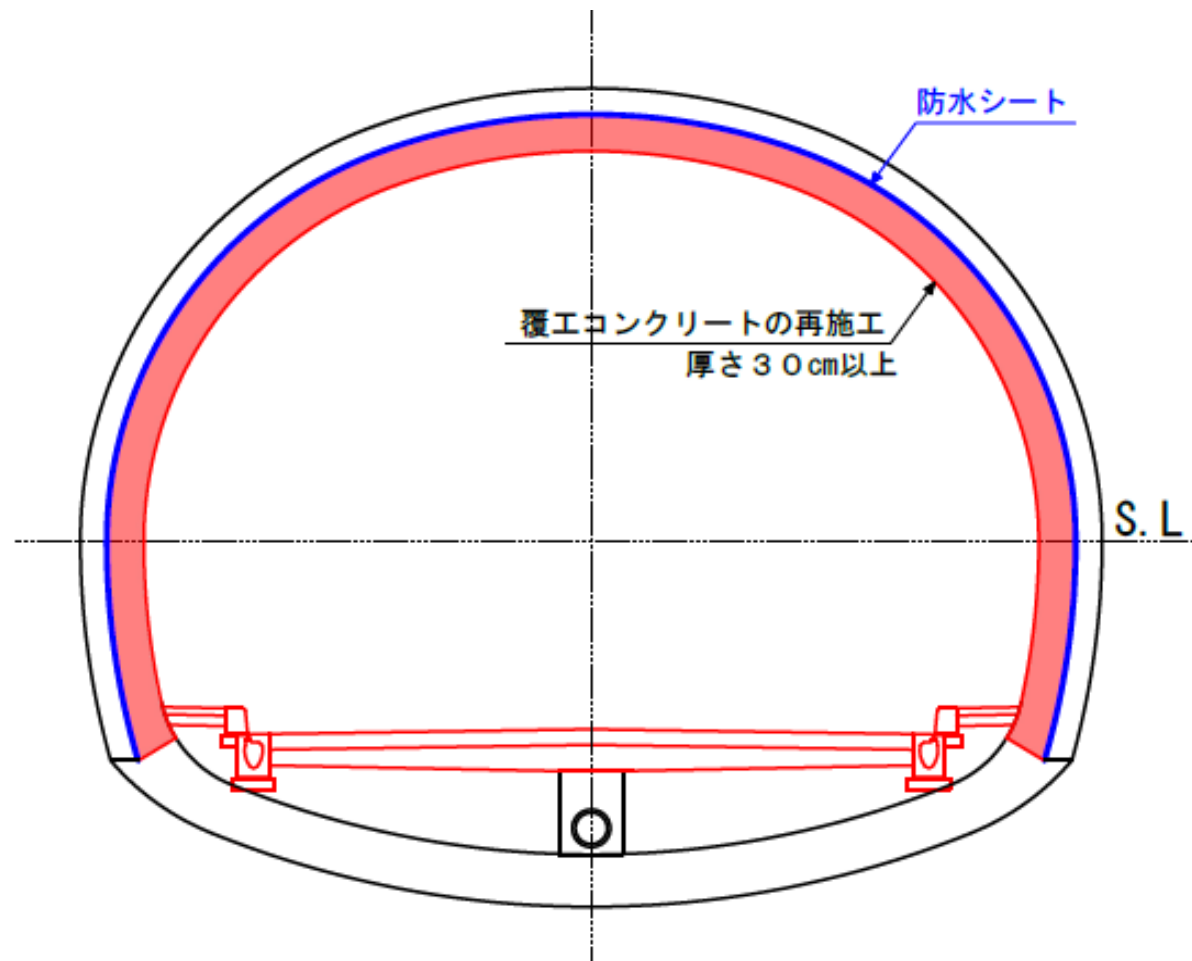


図-3.1 覆工コンクリート再施工横断図

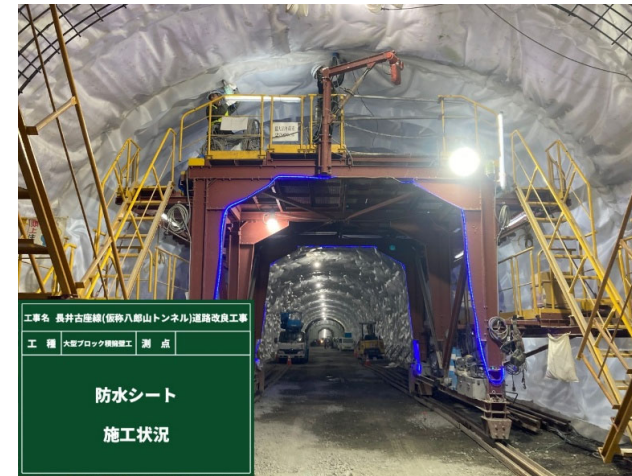


写真-3.1 防水工



写真-3.4 覆工コンクリート締固め(側部)



写真-3.2 セトル設置



写真-3.5 覆工コンクリート締固め(天端部)



写真-3.3 覆工コンクリート打設前



写真-3.6 覆工コンクリート完了

# ① 施工管理

## 1. 防水工

防水シートが破れないよう、ロックボルト頭部保護キャップにより防水シートの防護対策を行った。防水シートの接合面は、漏水のないよう溶着するとともに、加圧試験により溶着箇所を確認を行った。

防水シートの端部は、各種資料を参考に以下の図-3.2のとおり押え板で固定した。湧水が多かった起点側坑口部右側については、50mに1箇所設置を予定していた横断排水工を1箇所増設し対応するとともに、漏水がないことを立会により確認した。

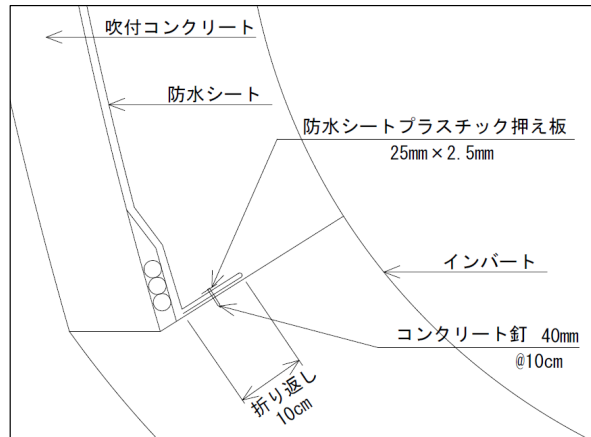


図-3.2 防水シート端部固定詳細図



写真-3.9 防水シート端部固定状況

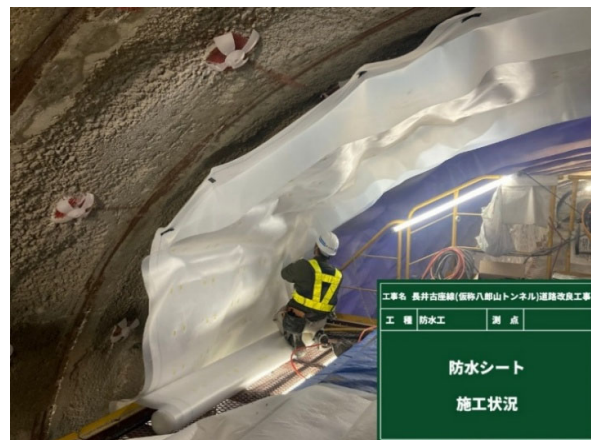


写真-3.7 防水シート施工状況



写真-3.10 横断排水工増設状況



写真-3.8 防水シート完了



写真-3.11 漏水確認立会状況

- 1. 修補工事の履行状況
- (3) 覆工コンクリートの再施工

## 2. セントルの設置

セントルの設置にあたっては、以下手順で設置した。

- ① 測量によりセントルの両妻部に該当する箇所のセンターの位置を現地に設置。
- ② セントルを打設箇所に配置し、両妻部の計4箇所にてセントルの高さを調整。
- ③ セントルの両妻部センターからの下げ振りをを行い、セントルのSLにて下げ振りから左右の幅寸法を調整。
- ④ セントルの側壁下部にて下げ振りから左右の幅寸法を調整。

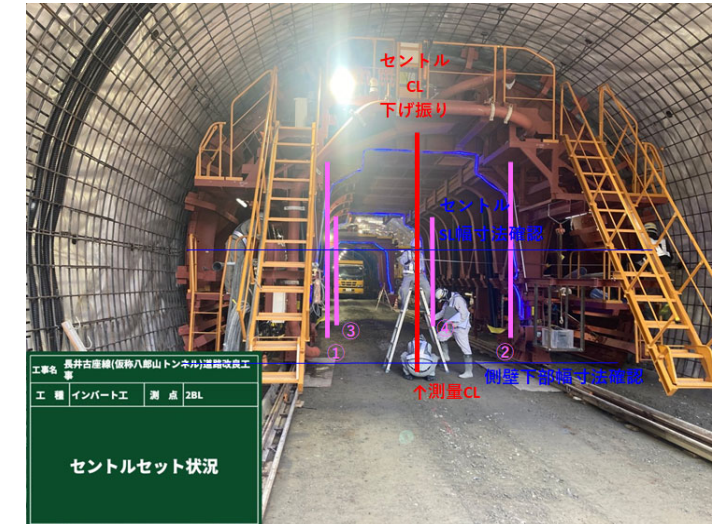


写真-3.12 セントルの設置状況全景



写真-3.13 セントル両妻部センター位置設置状況



写真-3.14 セントルの調整状況

## 3. セントル設置後巻立空間の管理

セントル設置後、巻立空間が確保できているか、セントルの中間部及び妻部にてそれぞれ7箇所において寸法を測定し覆工コンクリートの巻立空間が設計値以上かを確認した。

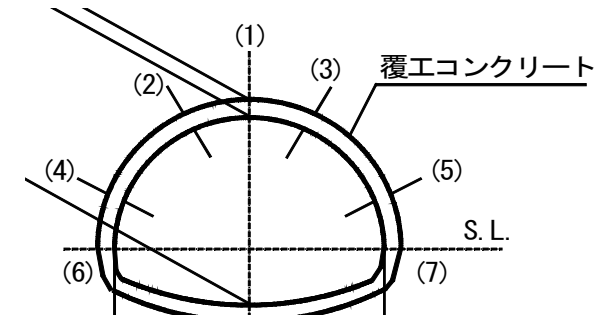


図-3.3 覆工コンクリート厚巻立空間の測定箇所(1)~(7)

#### 4. 覆工コンクリートの打込み・締固め

覆工コンクリートの打込みにおいては、型枠に偏圧を与えないよう左右対象に水平に打設した。天端部には打設孔を6箇所配置し、コンクリートの流動距離を低減させた。

締固めにあたっては、肩部は伸縮式バイブレーター6基を使用するとともに、無筋区間においては天端引抜き式バイブレーターを併用し締固めた。

天端部の打込み・締固めに際しては、防水シート天端部に貼り付けた不織布テープによりエア・ブリーディング水の排出を促進するとともに、防水シート天端部に配置したコンクリート充填管理システムのセンサーにより、充填状況・締固め状況を確認しながら行った。

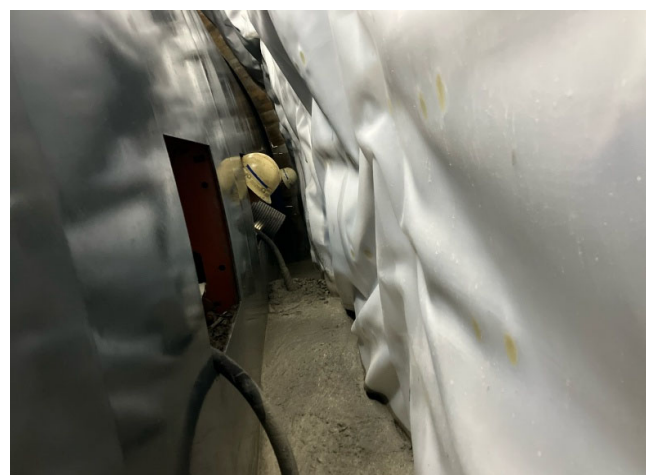


写真-3.15 側壁部の締固め状況



写真-3.17 天端部充填管理システムによる確認状況



写真-3.16 天端部引抜き式バイブレーターによる締固め状況



写真-3.18 天端妻部不織布テープによるブリーディング水の排出状況

#### 5. 脱型前の養生

脱型前の養生として、セントルをシートで覆い、若材齢時の温度を一定以上に管理することで初期強度の向上を図った。



写真-3.19 脱型前養生状況（起点側から撮影）



写真-3.20 脱型前養生状況（終点側から撮影）

#### 6. 型枠の脱型

型枠の脱型は、圧縮強度 $3\text{N}/\text{mm}^2$ 以上にて脱型することとし、打設完了から18時間以上経過後に脱型した。

なお、18時間経過後のコンクリート強度は、現場で採取した供試体にて $3\text{N}/\text{mm}^2$ 以上を確認した。

#### 7. 覆工コンクリート厚の管理

型枠脱型後、所定の厚さが確保されているか、覆工コンクリート妻部の7箇所及び検測孔にて寸法を測定し覆工コンクリートの巻厚が設計値以上かを確認した。

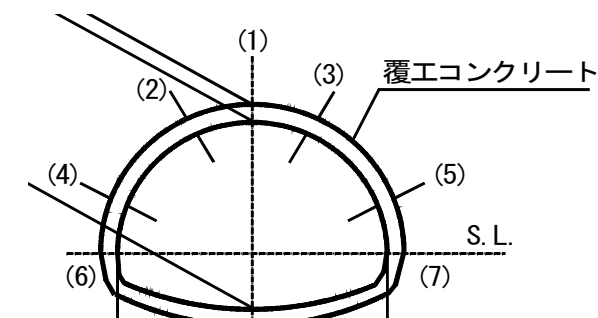


図-3.4 覆工コンクリート巻厚の測定箇所(1)~(7)

### 8. 脱型後の養生

型枠脱型後から材齢7日までの間はEPSパネル養生工法による保温・湿潤養生を行った。

材齢8日以降は28日まで1日3回ミスト噴霧を行う湿潤養生とあわせて、塗布型高性能収縮低減剤による乾燥防止対策を行った。



写真-3.21 EPSパネルによる養生状況



写真-3.23 高性能収縮低減剤の塗布状況



写真-3.22 EPSパネルによる養生状況



写真-3.24 ミスト噴霧状況

### 9. 覆工コンクリート内空の管理

覆工コンクリート完了後、各測点においてSLでの幅及びSLからの高さを測定し内空が確保できているか確認した結果、SLでの幅、SLからの高さとも出来形規格値-50mmを満足する仕上がりであり、所定の内空寸法が確保された。

幅については、最大66mm、最小31mm大きく、平均41mm大きかった。高さについては、最大29mm高く、最小24mm低く、平均13mm高かった。

なお、測量に使用する坑内基準点は、測量専門業者により設置し、月1回専門業者により坑外の基準点を元に坑内基準点の検測を行った。施工の進捗により、設置した坑内基準点が亡失してしまうため、適宜新点を設置し、精度確保を図った。結果、以前は最大144mmあった出来形線形と設計CLのズレについても、SL左右の座標測定による確認の結果、2点の中心は最大で右に10mm、左に11mm、平均で左に2.4mmのズレであり、大きなズレは確認されなかった。

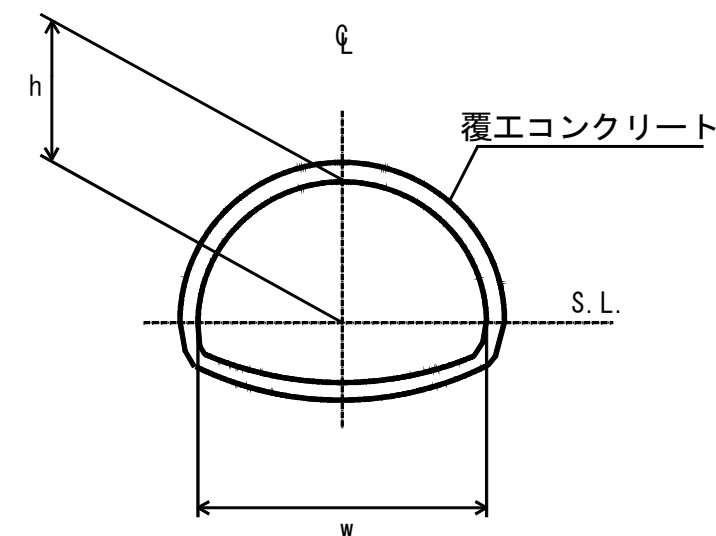


図-3.5 覆工コンクリート内空の測定箇所

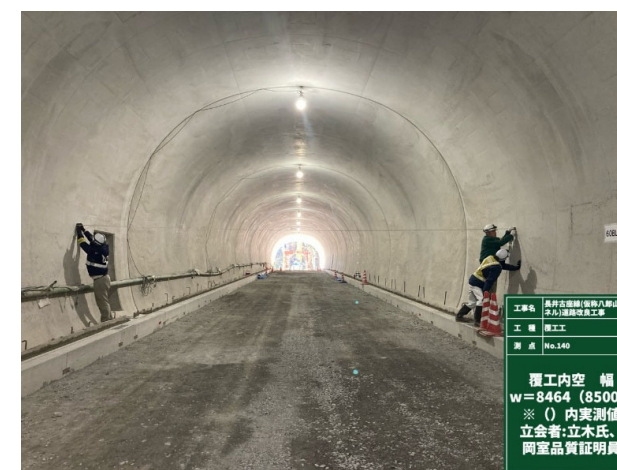


写真-3.25 覆工コンクリート内空の幅測定状況



写真-3.26 覆工コンクリート内空の高さ測定状況

## 10. 県の段階確認

覆工コンクリート施工の際の段階確認について、土木工事共通仕様書等に基づく確認頻度は下表のとおりとなっている。

今回の工事においては、通常の段階確認に加えて、施工後に確認できなくなる以下の項目について、それぞれ1打設毎(68回)に臨場により確認した。

- ・セントル設置後の妻部・中間部の巻立空間
- ・脱型後の妻部の巻厚

これ以外にも、防水工の加圧試験、コンクリートの品質管理試験・圧縮強度試験(σ28)を臨場により確認している。

表-3.1 覆工コンクリート段階確認表

種別	確認時期	確認項目	確認の程度
トンネル覆工	コンクリート打設前	巻立空間	3打設毎(23回)
	コンクリート打設後	出来形寸法	200m毎(4回)



写真-3.27 巻立空間の確認状況

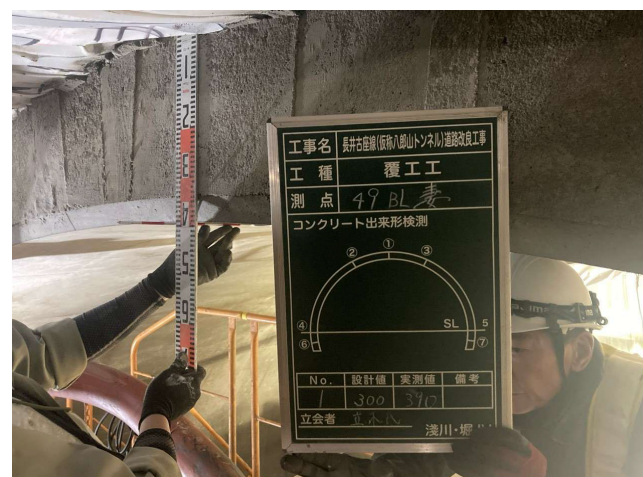


写真-3.29 妻部出来形寸法の確認状況

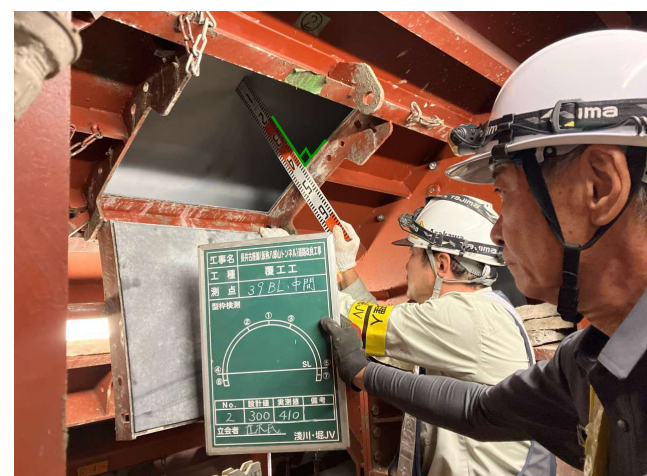


写真-3.28 巻立空間の確認状況



写真-3.30 内空出来形寸法の確認状況



写真-3.31 防水工の加圧試験の立会確認



写真-3.32 生コンクリートの品質管理試験の立会確認

## 11. 覆工コンクリートの厚さ及び空洞の調査

覆工コンクリート完了後、図-3.6に示す11測線にて、地中レーダ探査機器を用いた覆工コンクリートの厚さ及び空洞の調査を実施した。レーダ探査解析から得られたデータを元にした覆工厚分布図を次ページ図-3.7に示す。

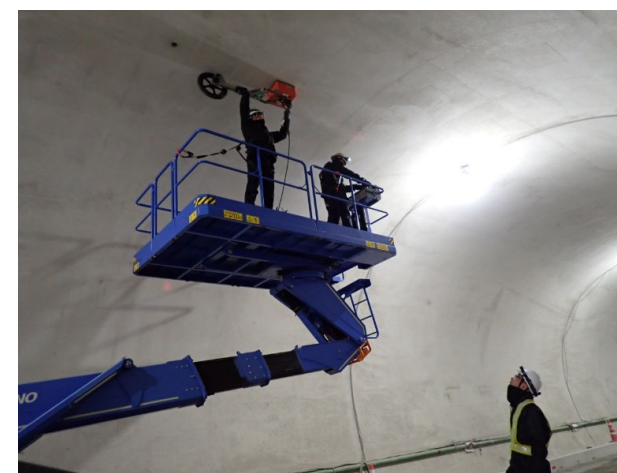


写真-3.33 覆工コンクリート天端部の調査状況



写真-3.34 覆工コンクリート側壁部の調査状況

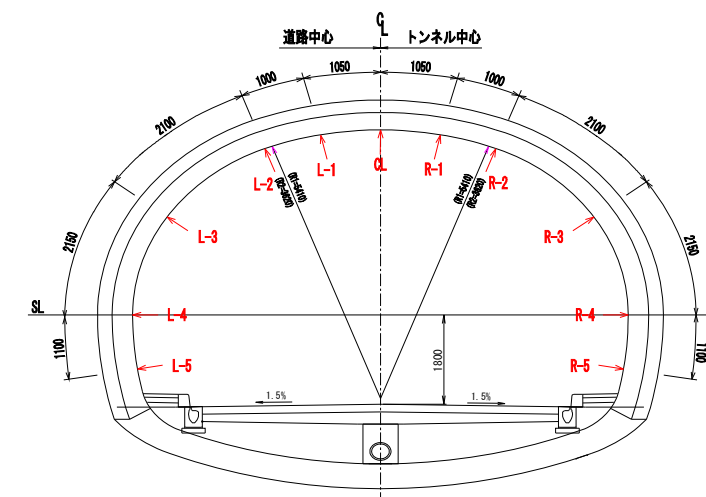


図-3.6 レーダ探査測線配置断面図

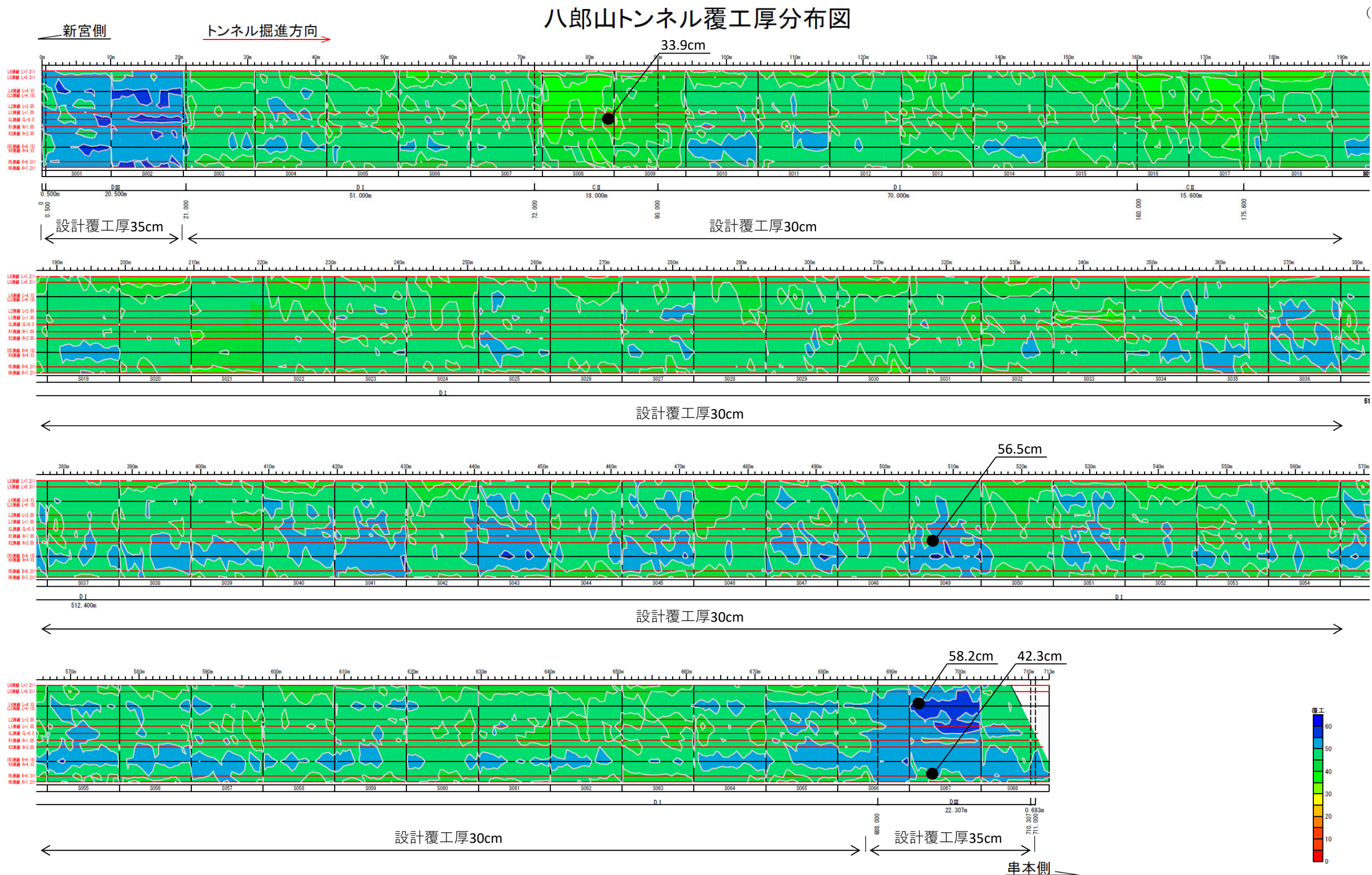


図-3.7 レーダ探査による覆工厚分布図

調査の結果、覆工厚については、設計覆工厚が35cmの箇所において最大58.2cm(67BL)、最小42.3cm(67BL)、設計覆工厚が30cmの箇所においては最大56.5cm(49BL)、最小33.9cm(9BL)、全体で設計厚以上が確認された。また、空洞と思われる波形は見受けられなかった。

## 2. 今後の予定

覆工コンクリートが完了した後、路側排水工・コンクリート舗装についても完了した。現在残るは監査歩廊と照明設備等の復旧となっており、一日も早い修補工事の完了に向けて今後も進捗を図っていくとともに、安全管理を徹底し施工を進める。