
一般国道5号 仁木町外 新稲穂トンネルR側仁木工区工事

覆工コンクリートの品質確保の取り組み

西松・草別特定建設工事共同企業体

令和4年12月16日(金)

目次

1. 工事概要
2. 取組み概要
3. 覆工コンクリートを施工する上での課題
4. 施工状況把握チェックシート
5. 表層目視評価
6. 現場での取組み状況
7. 今後の課題

1. 工事概要



- 工事名 : 一般国道5号 仁木町外
新稲穂トンネルR側仁木工区工事
- 発注者 : 国土交通省 北海道開発局 小樽開発建設部
- 受注者 : 西松・草別特定建設工事共同企業体(65%:35%)
- 工事場所 : 起点 北海道岩内郡共和町
: 終点 北海道余市郡仁木町
- 工期 : 平成31年2月22日～令和5年3月20日
- 工事内容 : トンネル延長 L=1,693m(幅員 : W=8.80m)
掘削工(NATM,発破・機械掘削) L=1,681m
設計掘削断面積(C II) 51m²
覆工防水工 L=1,681m 仮設工 1式

・現場位置図

事業目的

- ◎市街地における交通混雑の緩和
- ◎新千歳空港とニセコ間の速達性向上
- ◎多種多様な農水産品の確実な輸送
- ◎災害時・緊急時の迅速な救援・避難



2. 取り組み概要

本工事は、「コンクリートの締固めを行いづらい環境（トンネル覆工等）」により選定された、コンクリートの品質向上に向けた試行対象工事

②令和2～3年度試行（令和3年12月までに複数回のコンクリート打設を実施）

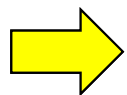
地整番号	工種	現場状況	対象工事名	請負者	ランク	金額 (千円)	工期			試行実施可能期間			試行期間	
							自	～	至	自	～	至		
1	81 ②トンネル	2) 締固めを行いにくい環境	一般国道5号共和町新稲穂トンネルR側仁木工区工事	西松・草別JV	A	426	H31.2	～	R3.11	R3.2	～	R3.6	②R2-3年度試行	小樽
2	81 ①橋梁下部	5) 冬・夏の気温が著しく低下又は上昇	一般国道5号仁木町町道2番地通橋下部工事	阿部建設(株)	B	17	R2.7	～	R3.3	R2.11	～	R3.2	②R2-3年度試行	小樽
3	81 ①橋梁下部	5) 冬・夏の気温が著しく低下又は上昇	旭川十勝道路 中富良野町 シブケウシ川下部工事	(株)増山建設	C	13	R2.10	～	R3.3	R2.12	～	R3.3	②R2-3年度試行	旭川
4	81 ①橋梁下部	5) 冬・夏の気温が著しく低下又は上昇	北海道横断自動車道 釧路市 鶴野橋A1橋台外一連工事	小針土建(株)	AB	24	R2.3	～	R3.3	R3.1	～	R3.2	②R2-3年度試行	釧路
5	81 ①橋梁下部	5) 冬・夏の気温が著しく低下又は上昇	北海道横断自動車道 陸別町 日宗改良工事	徳井建設工業(株)	B	17	R2.4	～	R3.3	R2.10	～	R3.2	②R2-3年度試行	帯広
6	81 ①橋梁下部	5) 冬・夏の気温が著しく低下又は上昇	遠軽北見道路 遠軽町 記念跨道橋下部工事	北辰土建(株)	B	15	R2.9	～	R3.3	R2.12	～	R3.3	②R2-3年度試行	網走
7	81 ②トンネル	2) 締固めを行いにくい環境	一般国道239号 苫前町 霧立峠トンネル工事	岩田地崎・堀口 特定建設工事 共同企業体	A	171	R2.2	～	R3.9	R3.4	～	R3.9	②R2-3年度試行	留萌

《目的》

施工段階からコンクリートの品質を確保する事で、有害なひび割れに代表されるコンクリートの初期欠陥の抑制とコンクリートの表層品質向上

《実施内容》

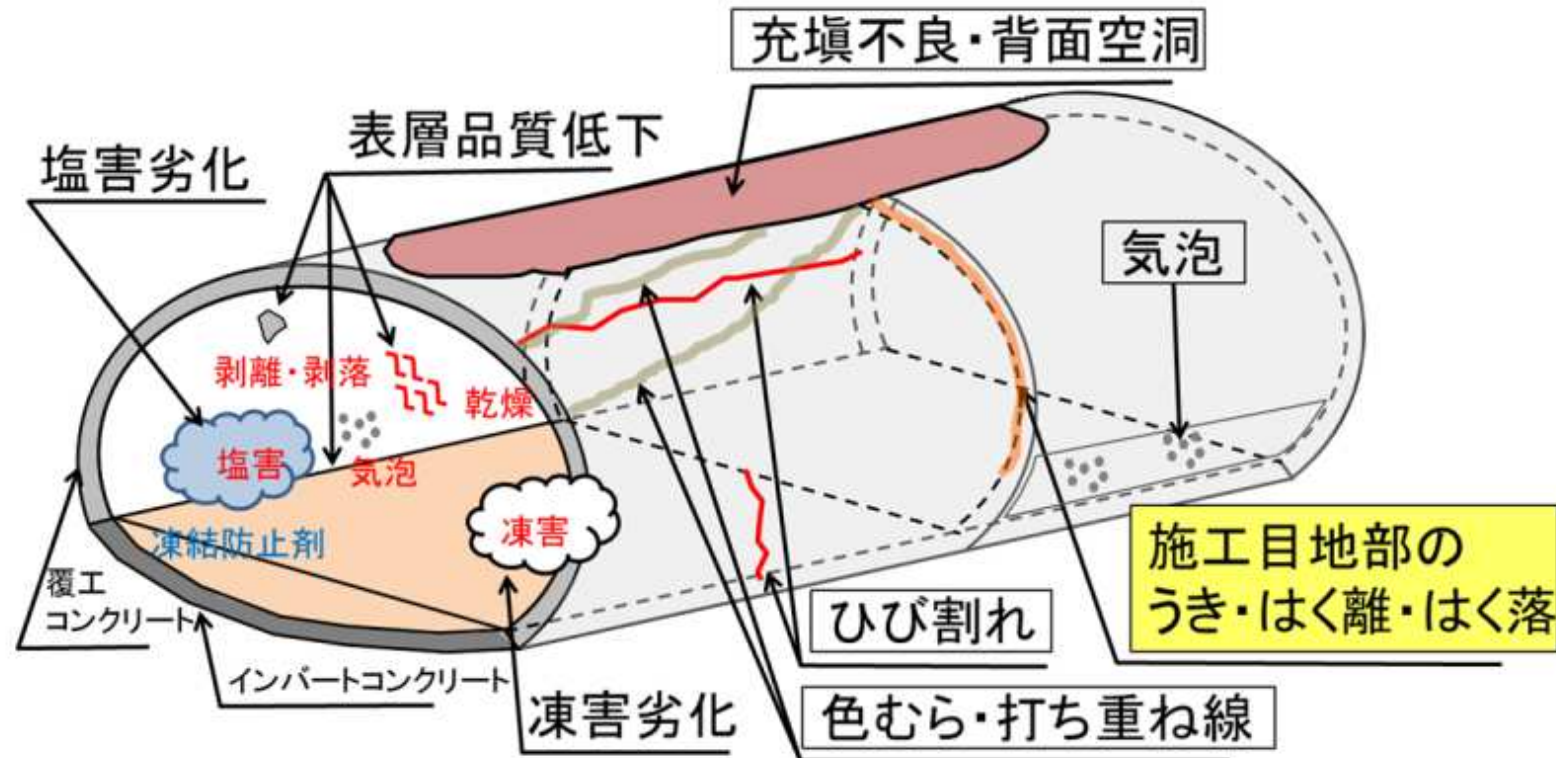
- ①施工状況把握チェックシートにより、スパン毎に施工状況を確認
- ②表層目視評価シートにより、脱型後の出来栄を確認



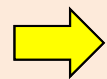
（自主的に）全スパンで実施

3. 覆工コンクリートを施工する上での課題

トンネル覆工コンクリートの劣化しやすい部位と不具合の発生部位



覆工コンクリートの施工に起因する不具合が多数発生している



基本に準拠した施工を行い、覆工本来の品質を確保する必要がある

4. 施工状況把握チェックシート

- トンネル特有の施工条件も勘案して、**施工の各段階における基本事項を抽出したシート**である
- チェック項目を施工計画の段階で確認し、施工の事前準備に反映させ、基本事項を遵守した施工が出来るようになる
- 第三者被害におよぶ可能性のある、**施工目地部のうき・はく離・はく落**等の不具合を抑制させるための必要事項も記述している
- **各項目をチェックする意味**を記述しており、活用意義が理解しやすい
- 出来栄えへの影響欄は、**覆工目視評価の6項目と整合**させている
- コンクリート打設時の施工状況確認するため、監督職員がチェックする
- **1トンネルあたり2回以上**をスパン毎に行い、改善すべき事項があった場合は、次スパンでの**改善措置**を、速やかに施工者に監督職員が通知する

5. 表層目視評価

- 表層目視評価法は、脱型後に目視で、(1) はく離 (2) 気泡 (3) 水はしり・砂すじ (4) 色むら・打重ね線 (5) 施工目地不良 (6) 検査窓枠段差の6項目に分けて評価し、各項目に対して4点満点の0.5点刻みで不具合の状態を評価する
- 数値で評価されなかった表層状態を6項目4段階で定量評価でき、施工方法の妥当性の検証や施工方法改善のためのPDCAに活用できる

[評価点の基準]

- 「4点」 現場で使用する材料、工法および人員で達成しうる最高品質
- 「3点」 現場で達成しうる平均的な品質
- 「2点」 明らかに改善の余地がある状態
- 「1点」 2点より劣る状態

目視評価法は点数が大事ではない

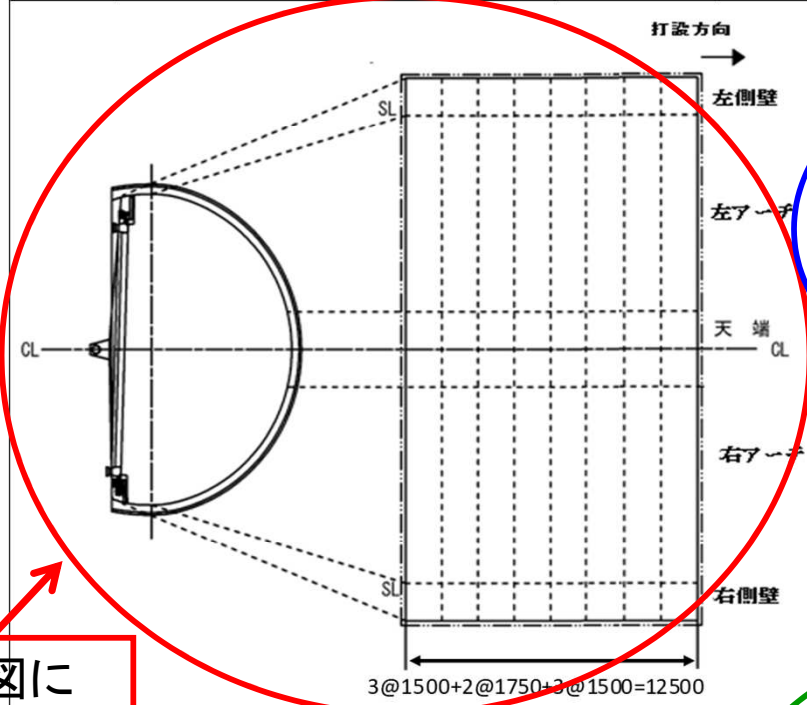
➡ 重視すべきは点数の改善へ努力(PDCA)すること

例：打設手法の改善、点数が低い箇所担当作業員の指導 等

目視評価シート

位置・項目毎
評価点を記入

トンネル覆工コンクリート表層目視評価シート										
工事名	一般国道5号 仁木町外 新稲穂トンネルR側仁木工区工事		打設番号	BL	スパン長(m)		打設回数	1回	調査者	
トンネル 名称	新稲穂トンネル(R側)		測点	自	P=	打設日		初期養生終了日		確認者
				至	P=	脱型日		調査日		
配合	セントル 打設システム等		固定式壁パイプレータ 加圧充填式打設				養生工夫			



展開図に
状態を図示

目視調査項目							
項目	剥離	気泡	水はしり・砂すじ	色むら、打重ね線	施工目地不良	窓枠段差	点数計
記号	h	a	s	l	m	d	
位置	左側壁						
	左アーチ						
	天端*						
	右アーチ						
	右側壁						
	点数平均						

注) 評価点は4段階(4~1), 中間点も可とする

天端: 吹上りからの打設範囲

左右: 打設進行方向に対して 側壁: 打重ね痕 (満点24)

色むら・打重ね線: 側壁~アーチは打重ね線 ※天端は色むらと称する

◆全体記事

◆改善策(施工状況把握チェックシートの関連性を記載)

自由コメント
記載欄

- 調査時期: 脱型直後から初期養生開始前にかけて実施
- 調査方法: 天端部からアーチ、側壁へと覆工表面を目視調査

目視評価基準表

調査時期	脱型直後から初期養生開始前					調査方法		原因		キーワード		不適合時、どんな点を改善させるべきか？									
	・近接できない範囲は、覆工センターから照明を当てながら観察											改善策									
	評価点	4	3	2	1	施工状況把握チェックシート項目															
①	はく離		無し	50cm四方程度の大きさで見られる	1m ² 程度の大きさで見られる	2点の状態以上に広範囲に見られる	準備-5	ケレン残しを無くする	・施工状況把握チェックシートにて最終確認(不具合時は作業員の再教育)	準備-6	剥離剤の全体塗布	・施工状況把握チェックシートにて最終確認(不具合時は作業員の再教育)	打設-6	打込みコンの残留	・天端状上げ口周囲の打込み当初の残留コンクリートを除去する	養生設備1~5	養生時間・養生温度	・適切な養生温度、暖養生、及び養生時間の確保(不具合時養生設備の見直し・改善)			
②	気泡 (1.5m×1.0m範囲で調査)		5mm以下の気泡もほぼ無し	5mm程度の気泡が10ヶ程度見られる	10mm以上が10ヶ程度または5mm以下が20ヶ程度見られる	10mm以上が20ヶ程度見られる	品質-1	生コンの規格を満足か	・エア量、スランプが規格外の場合は原因の追及と是正	打設-3	左右対称の打設	・打込み用の配管切り替え手順をあらかじめ決めておく(余掘り、箱抜きの有無考慮)	打設-4	吐出口からの落差高	・コンクリートの吐出口から打込み面までの落差高さを出来るだけ小さくする	打設-5	一層の打込み高さ	・1層の打込み高さを制限し、適切な締固めで巻込み空気を除去する(かけ過ぎは避ける)	運搬-2	打込み時間管理	・打込み時間計画と大きく異なる場合の原因把握と是正(時間経過とともに打込みの作業性が劣る)
③	水はしり・砂すじ		無し	一部に見られる(全体の1/10程度)	やや多く見られる(全体の1/3程度)	2点の状態以上に広範囲に見られる	準備工-8	箱抜き型枠の加工誤差	・型枠加工精度を上げて、センターとの隙間を無くする及びセンターとの固定を確実にする	準備工-8	センターヒンジ部の隙間	・縦断方向のヒンジに隙間がある場合、定期的にコーキングを行う	品質-1	生コンの規格を満足か	・規格外が生コンは廃棄(特にスランプ大の場合発生)	打設-5	一層の打込み高さ	・急速な打込みをやめて、一層の高さを50cm以下に押さえる(ブリーディングが内部に残留することを防止)	センター設備-1	ブリーディングの排出	・ブリーディングを排出する ・ブリーディングの発生を抑制する。
④	色むら、打重ね		ほぼ無し	一部に見られる(全体の1/10程度)	全体の半分程度にみられる	2点の状態以上に広範囲に見られる	運搬-1	一定間隔の打込み	・打重ね時間を短くして、下層コンクリートにバイブレータを10cm程度挿入し適切な締固めを行う。	準備-6	剥離剤の過大な塗布量	・施工計画書で定められた適量な塗布量	センター設備-2	締固め不足	・アーチから天端部は締固め不足となるため発生。アーチに打設口を増設することにより改善が図れる。	センター設備-4	締固め不足	・アーチから天端部は締固め不足となるため発生。型枠バイブレータや天端引抜きバイブレータの使用が効果的	運搬-2	打設時間	・練り混ぜから打設終了までの時間管理を徹底する。打重ね時間の間隔を短縮して不具合の防止
⑤	施工目地不良		無し	一部に見られる(1/10程度)	多く見られる(1/3程度)	側壁全てに見られる(天端に見られたら)	準備-3	堅硬な地盤	・不等沈下防止対策を講ずる	準備-7	目地材の固定不足	・固定方法の改善、固定状況を打設前に再確認する									
⑥	検査窓枠段差		無し	1箇所程度見られる	2~3箇所見られる	3箇所を超える箇所が発生	打設-7	検査窓の固定不足	・ハンマー打撃で固定ピンを叩いて確実に挿入。検査窓に直接当ててバイブレータをかけない。		検査窓の隙間	・センター本体と検査窓に隙間がある場合、検査窓周囲に輪ゴム(例:長さ50cm、厚さ1mm、幅8mm)を設置									

※評価点は中間点も可とする。

一般構造物との違い

6. 現場での取組み状況

1) 覆工従事者への教育

施工状況把握チェックシート・表層目視評価結果を活用して

- ・ **覆工セミナーを2回**（打設前・1～2カ月打設後）開催し、本社安全部及び社内施工委員会による**施工上の注意点および改善点**を教育、検討
- ・ **協力会社有識者**による状況確認および**改善方法の検討、指導**
- ・ **所内品質向上委員会**による施工方法の**改善検討**、高品質構造物を構築するための**意識改革実施**



覆工セミナー（打設前）



覆工セミナー（打設後現場確認）



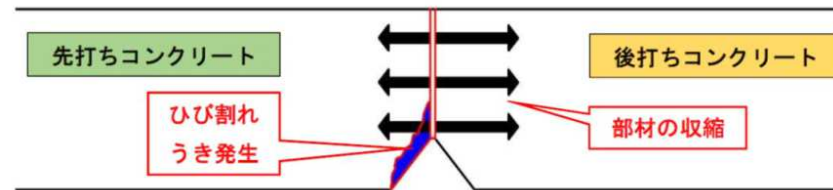
所内品質向上委員会

6. 現場での取組み状況

2) 施工目地部の不具合防止対策

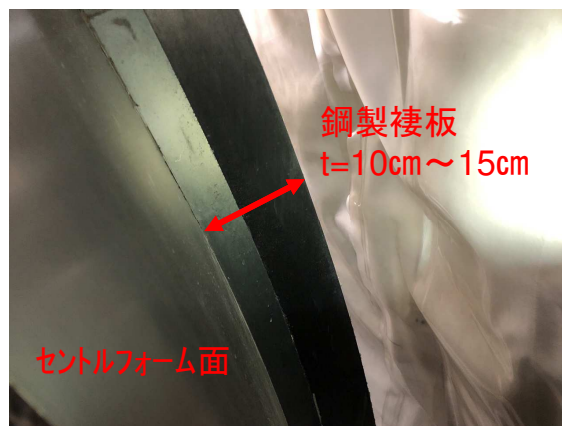
《原因》

後打ち（新設）コンクリート打設後、コンクリートの温度や乾燥収縮による体積変化により後打ちコンクリートと先打ち（既設）コンクリートは離れる方向に変形し、**打継部の付着によりひび割れ・うきが発生しやすい**



《対策》

施工目地部に**鋼製棲板（幅10cm～15cm）**を設置し**平滑化**する事で、先打ちコンクリートと後打ちコンクリートの**付着を低減**させている



鋼製棲板設置状況



施工目地脱型後状況

6. 現場での取組み状況

3) コンクリート配合の検討

・現設計の無筋コンクリート配合は24-15-40BB/N 【T-1P(2)】、有筋コンクリート配合は24 (30) -15-40BB 【TRC-1P (2)】である



・試験練りを実施し、冬期間の気温低下を考慮して早期に強度発現が期待できる普通ポルトランドセメント配合の、27-15-40N 【TRC-1P (2)】に決定



・スランプ15cm配合では、天端吹上げ時の流動性確保に懸念があった為、
流動化剤の使用を検討



・施工初期は粉末タイプのレオパックを使用した為、流動性の確保が難しく液体タイプの高性能AE減水剤SP8SVに変更



・天端の「水はしり・砂すじ」による仕上り不良を改善する為、27-18-20Nへ変更

6. 現場での取組み状況

4) 剥離剤の選定

剥離剤は、**気温・湿度・フレッシュコンクリート・セントルフォーム材質との相性**があり、打設後の仕上り状況を確認し選定する必要がある。塗布量により**縞模様の色むら**や**脱型時の剥離**が発生しやすく、早期に適量を見極める必要がある

《使用履歴》

	製品名				
	M8-529(改)	コンクリートモールド [®] オイル (E-1改)	フォームノックスPRO	フォームノックスD	M8-210
会社名	信越産業	エヌエスブリカンツ	ノックス	ノックス	信越産業
動粘度	3	3.3	23	21.8	25
性状	油性	油性	油性	油性	油性
特徴	クラウン部の色むら少なく肌面を白くする傾向	トンネル等の密閉空間でのコンクリート剥離。低臭気タイプ [®]	クラウン部の縞模様目立たなく気泡の発生少ない	強力な剥離効果があり、条件の悪い現場(トンネル)に効果的	離型力が非常に強く、無垢の型枠にも使用可能
出来栄え	剥離が多く、天端の水はしり顕著	剥離・天端の水はしり改善されず	天端の水はしり改善傾向見られる	天端の水はしり改善傾向見られる	色むらは多少見られるが、天端の仕上り状況の改善見られる
使用箇所	22BL~26BL	27BL~33BL	34BL~35BL	36BL~37BL	38BL~
評価	△	△	○	○	◎

6. 現場での取組み状況

5-1) 表層目視評価シート (打設初期)

トンネル覆工コンクリート表層目視評価シート

工事名	一般国道5号 仁木町外 新稲穂トンネルR側仁木工区工事	打設番号	22 BL	スパン長(m)	12.5	打設回数	1回	調査者	鈴木 辰弥	
トンネル 名称	新稲穂トンネル(R側)	測点	自	P= 69022.154	打設日	2021/12/09	初期養生終了日	2021/12/10	確認者	鈴木 辰弥
			至	P= 68997.166	脱型日	2021/12/10	調査日	2021/12/14		
配合	27-15-40N	セントル 打設システム等	固定式壁バイブレータ 加圧充填式打設			養生工夫	可搬式ヒーター			

項目	剥離	気泡	水はしり・砂すじ	色むら・打重ね線	施工目地不良	窓枠段差	点数計
	h	a	s	l	m	d	
左側壁	3.0	3.5	3.0	3.0	4.0	4.0	20.50
左アーチ	3.0	3.5	3.0	2.5	4.0	4.0	20.00
天端*	2.0	3.5	3.0	2.5	4.0	4.0	19.00
右アーチ	3.0	3.0	3.0	2.5	4.0	4.0	19.50
右側壁	3.0	2.0	3.0	3.0	4.0	2.0	17.00
点数平均	2.80	3.10	3.00	2.70	4.00	3.60	19.20

注) 評価点は4段階(4~1), 中間点も可とする

天端: 吹上りからの打設範囲

左右: 打設進行方向に対して 側壁: 打重ね痕

色むら・打重ね線: 側壁~アーチは打重ね線 ※天端は色むらと称する

スパン点 **19.20**

(満点24)

◆全体記事

- ・右側壁部に気泡多数
- ・右側壁部に窓段差および枠際の砂すじ発生
- ・天端吹上り近傍に剥離あり
- ・左右アーチ部に色むらあり(天端切替前後の打重ね層か)
- ・場所毎の善し悪し明確(良好箇所は継続)

◆改善策(施工状況把握チェックシートの関連性を記載)

気泡や色むらについて、締固めの徹底および壁パイプの有効活用。窓を開ける際は清掃と剥離剤の塗布をしっかりと実施すること。また、段差発生防止策として固定ピンは内側より打込むこと。打設前からセントルに対して給熱を行い保温に努めること。また、天端吹上り付近はアイランプ等を補助使用すること。天端吹上げ移行時は下層への締固め機挿入をより一層意識すること。

■調査時期: 脱型直後から初期養生開始前にかけて実施

■調査方法: 天端部からアーチ、側壁へと覆工表面を目視調査

6. 現場での取組み状況

5-1) 仕上り状況（打設初期）

覆工コンクリート仕上り状況：22BL



全景（ラップ側から）



全景（裏側から）



左肩・天端（ラップ側）



左肩・天端（裏側）



右肩・天端（裏側）



右肩・天端（ラップ側）



左側壁部（ラップ側）



左側壁部（裏側）



右側壁部（裏側）



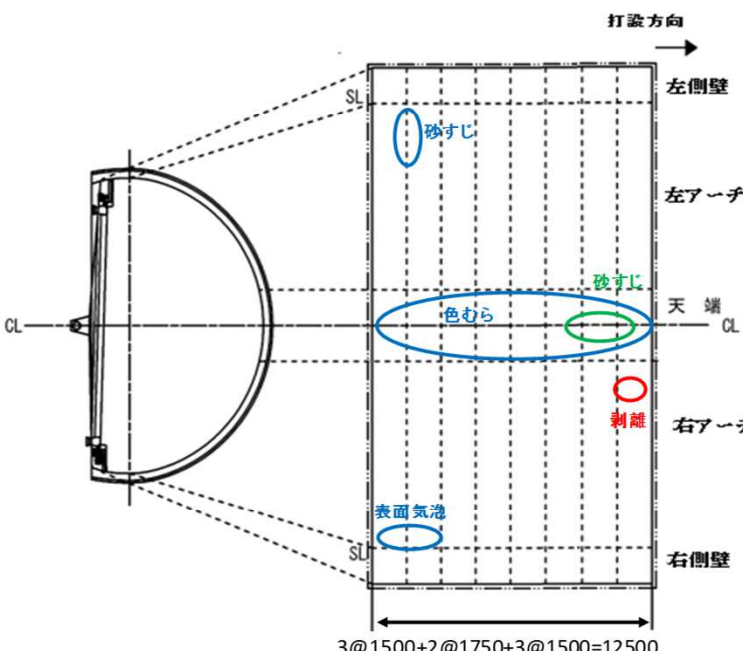
右側壁部（ラップ側）

6. 現場での取組み状況

5-2) 表層目視評価シート (打設中期)

トンネル覆工コンクリート表層目視評価シート

工事名	一般国道5号 仁木町外 新稲穂トンネルR側仁木工区工事	打設番号	45 BL	スパン長(m)	12.5	打設回数	24回	調査者	柳澤 貴人	
トンネル 名称	新稲穂トンネル(R側)	測点	自	P= 68734.793	打設日	2022/5/20	初期養生終了日	2022/5/23	確認者	鈴木 辰弥
			至	P= 68722.299	脱型日	2022/5/23	調査日	2022/6/3		
配合	27-18-20N	セントル 打設システム等	固定式壁パイプレータ 加圧充填式打設			養生工夫	-			



目視調査項目

項目	剝離	気泡	水はしり・砂すじ	色むら、打重ね線	施工目地不良	窓枠段差	点数計
記号	h	a	s	l	m	d	
左側壁	4.0	3.0	2.0	3.0	4.0	4.0	20.00
左アーチ	3.5	3.5	3.0	3.0	4.0	4.0	21.00
天端*	3.5	4.0	3.0	2.0	4.0	4.0	20.50
右アーチ	3.5	3.5	3.0	3.0	4.0	4.0	21.00
右側壁	3.5	2.0	2.0	3.0	4.0	4.0	18.50
点数平均	3.60	3.20	2.60	2.80	4.00	4.00	20.20

注) 評価点は4段階(4~1)中間点も可とする

天端: 吹上りからの打設範囲

左右: 打設進行方向に対して 側壁: 打重ね痕

色むら・打重ね線: 側壁~アーチは打重ね線 ※天端は色むらと称する

スパン点	20.20
------	-------

(満点24)

◆全体記事

右側において、気泡が散見される
天端部において砂すじが発生
側壁部の打ち重ね線は改善傾向

◆改善策(施工状況把握チェックシートの関連性を記載)

・気泡を除去するように、パイプレータワークの改善を再教育
10~15秒を目安に引き抜く








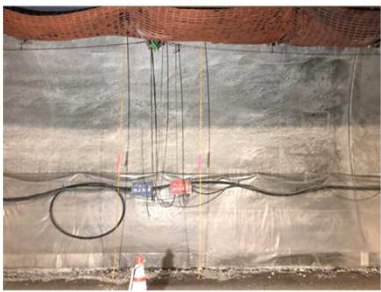

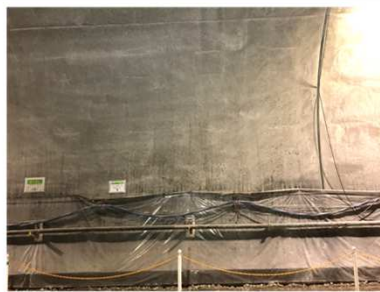
■調査時期: 脱型直後から初期養生開始前にかけて実施

■調査方法: 天端部からアーチ、側壁へと覆工表面を目視調査

6. 現場での取組み状況

5-2) 仕上り状況 (打設中期)

覆工コンクリート仕上り状況：45BL

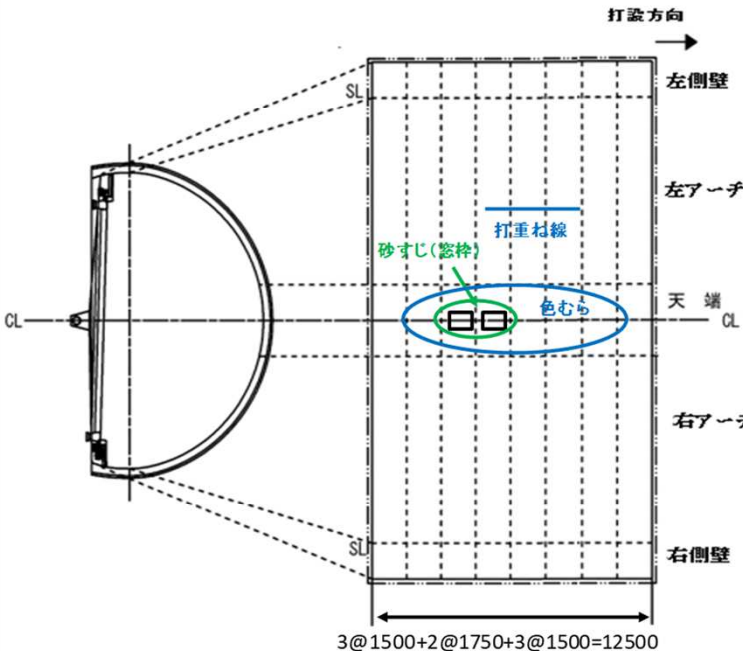
			
<p>全景 (ラップ側から)</p>		<p>全景 (裏側から)</p>	
			
<p>左肩・天端 (ラップ側)</p>	<p>左肩・天端 (裏側)</p>	<p>右肩・天端 (裏側)</p>	<p>右肩・天端 (ラップ側)</p>
			
<p>左側壁部 (ラップ側)</p>	<p>左側壁部 (裏側)</p>	<p>右側壁部 (裏側)</p>	<p>右側壁部 (ラップ側)</p>

6. 現場での取組み状況

5-3) 表層目視評価シート (打設後期)

トンネル覆工コンクリート表層目視評価シート

工事名	一般国道5号 仁木町外 新稲穂トンネルR側仁木工区工事	打設番号	54 BL	スパン長(m)	12.5	打設回数	33回	調査者	柳澤 貴人	
トンネル名称	新稲穂トンネル(R側)	測点	自	P= 68622.347	打設日	2022/7/13	初期養生終了日	2022/7/14	確認者	鈴木 辰弥
			至	P= 68609.853	脱型日	2022/7/14	調査日	2022/7/27		
配合	27-18-20N	セメント 打設システム等	固定式壁パイプレータ 加圧充填式打設			養生工夫	-			



目視調査項目

項目	剝離	気泡	水はしり・砂すじ	色むら、打重ね線	施工目地不良	窓枠段差	点数計
記号	h	a	s	l	m	d	
左側壁	4.0	3.0	3.0	3.0	4.0	4.0	21.00
左アーチ	3.5	3.5	4.0	3.5	4.0	4.0	22.50
天端*	3.5	4.0	4.0	2.0	4.0	2.0	19.50
右アーチ	3.5	3.5	4.0	3.5	4.0	4.0	22.50
右側壁	3.5	3.0	3.0	4.0	4.0	4.0	21.50
点数平均	3.60	3.40	3.60	3.20	4.00	3.60	21.40

注) 評価点は4段階(4~1),中間点も可とする

天端: 吹上口からの打設範囲

左右: 打設進行方向に対して 側壁: 打重ね痕

色むら・打重ね線: 側壁~アーチは打重ね線 ※天端は色むらと称する

スパン点	21.40
------	-------

(満点24)

■調査時期: 脱型直後から初期養生開始前にかけて実施

■調査方法: 天端部からアーチ、側壁へと覆工表面を目視調査

◆全体記事

天端部における色むらはあるが薄くなってきている
天端部における全窓枠に砂すじあり











◆改善策(施工状況把握チェックシートの関連性を記載)

- ・打設作業時天端窓の閉鎖状況の確認実施
- ・剝離剤の塗布状況の確認実施

6. 現場での取組み状況

5-3) 仕上り状況 (打設後期)

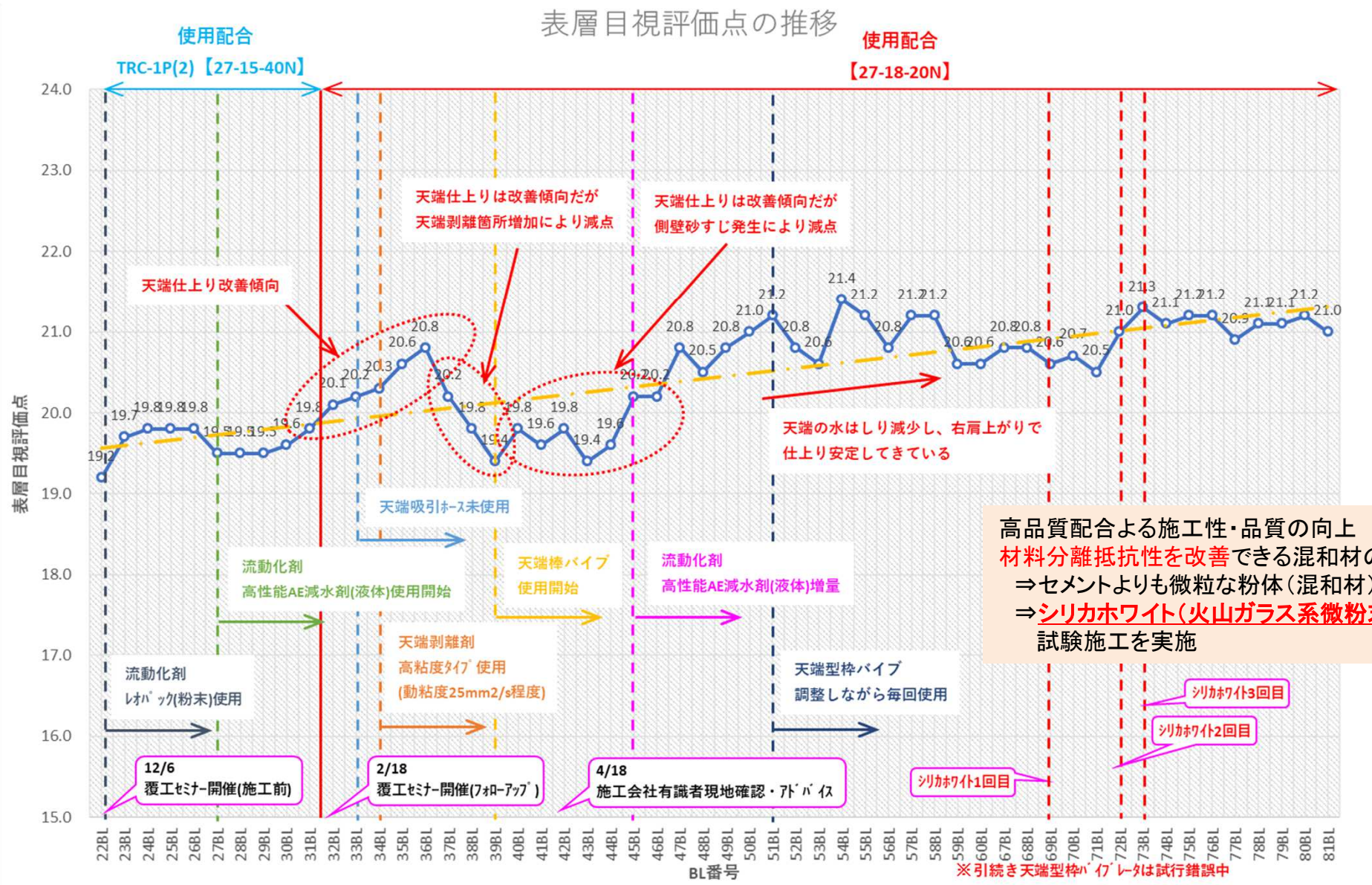
覆工コンクリート仕上り状況：54BL

			
<p>全景 (ラップ側から)</p>		<p>全景 (裏側から)</p>	
			
<p>左肩・天端 (ラップ側)</p>	<p>左肩・天端 (裏側)</p>	<p>右肩・天端 (裏側)</p>	<p>右肩・天端 (ラップ側)</p>
			
<p>左側壁部 (ラップ側)</p>	<p>左側壁部 (裏側)</p>	<p>右側壁部 (裏側)</p>	<p>右側壁部 (ラップ側)</p>

6. 現場での取組み状況

6-1) 表層目視評価によるPDCAの推移

表層目視評価点の推移

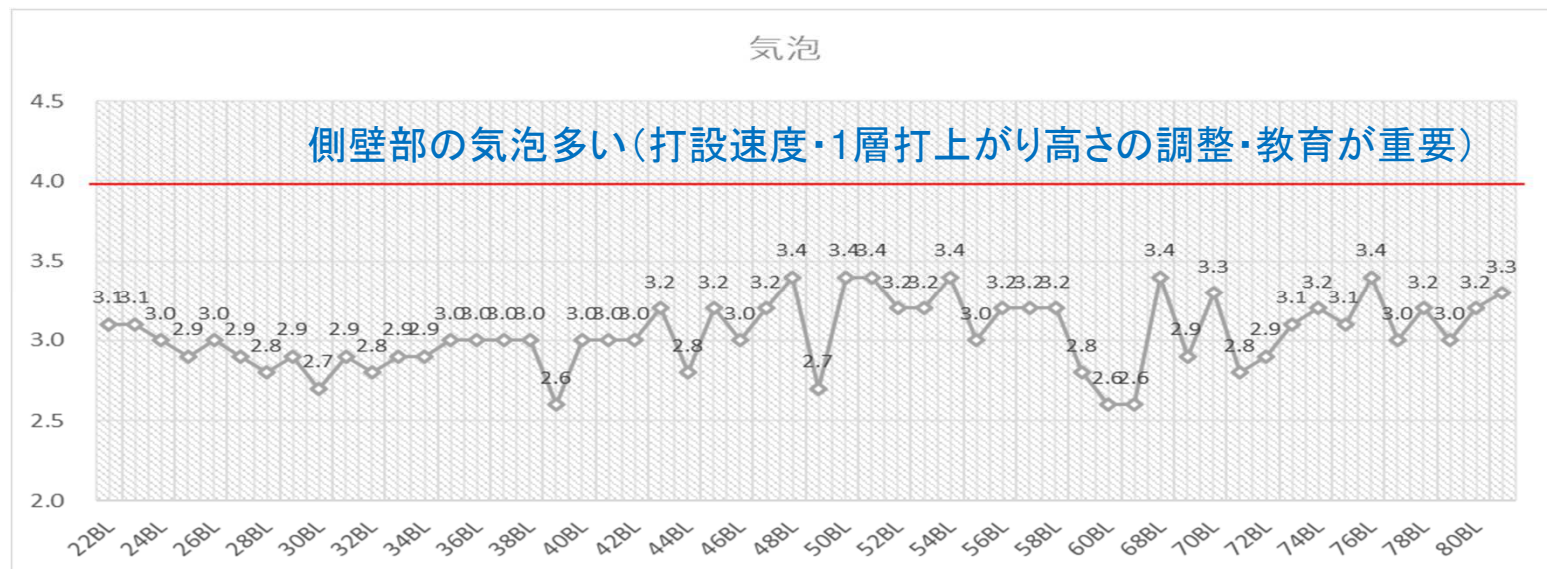
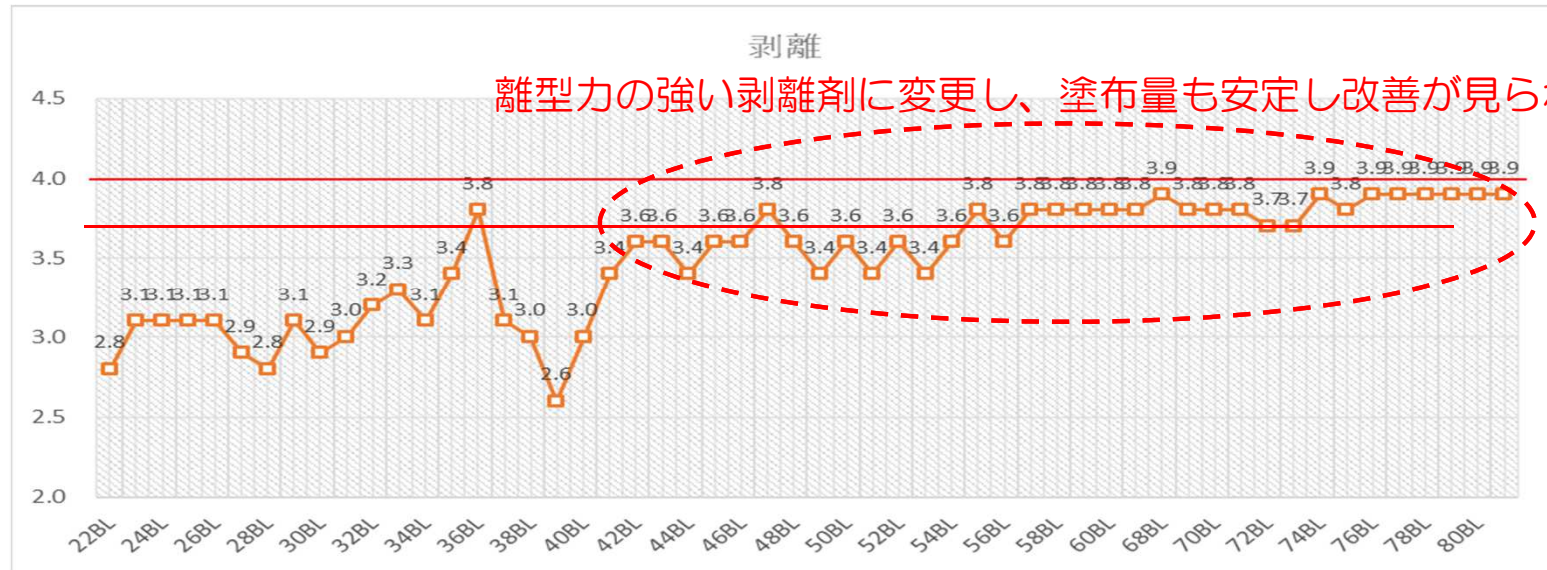


高品質配合による施工性・品質の向上
 材料分離抵抗性を改善できる混和材の選定
 =>セメントよりも微粒な粉体(混和材)の利用
 =>**シリカホワイト(火山ガラス系微粉末)**の試験施工を実施

※引続き天端型棒パイプレタは試行錯誤中

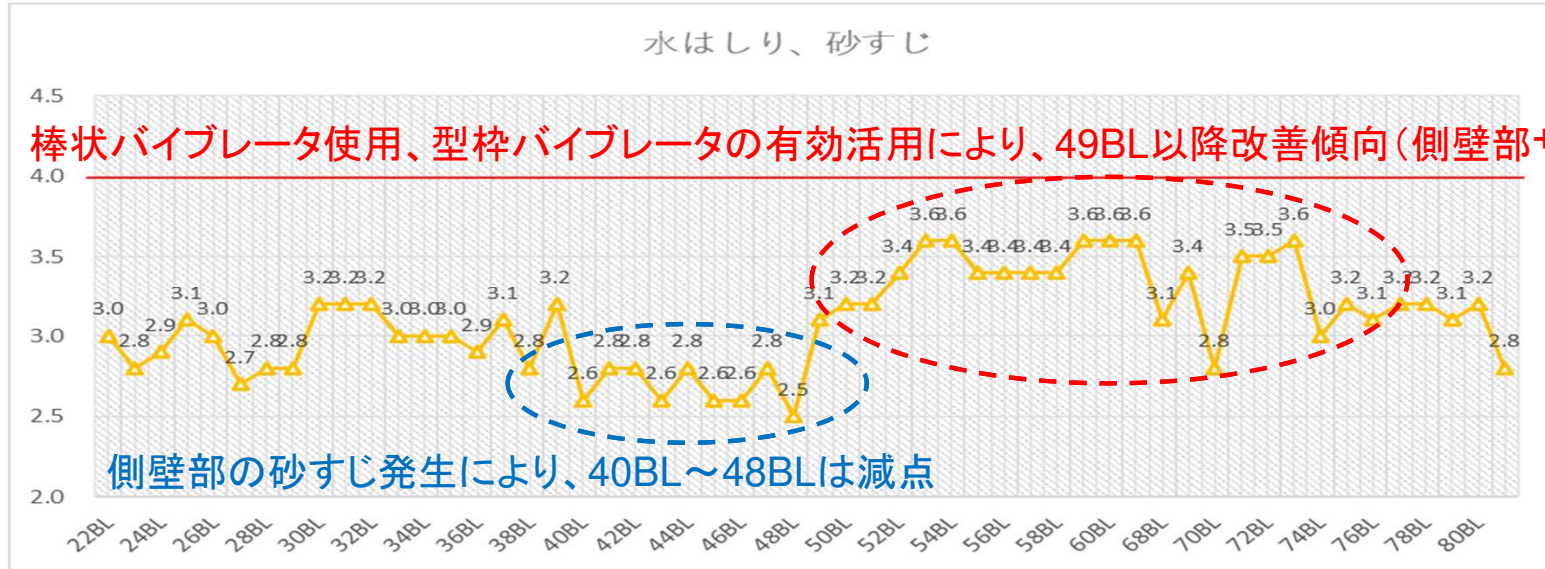
6. 現場での取組み状況

6-2) 表層目視評価点 (項目別・単体) の推移



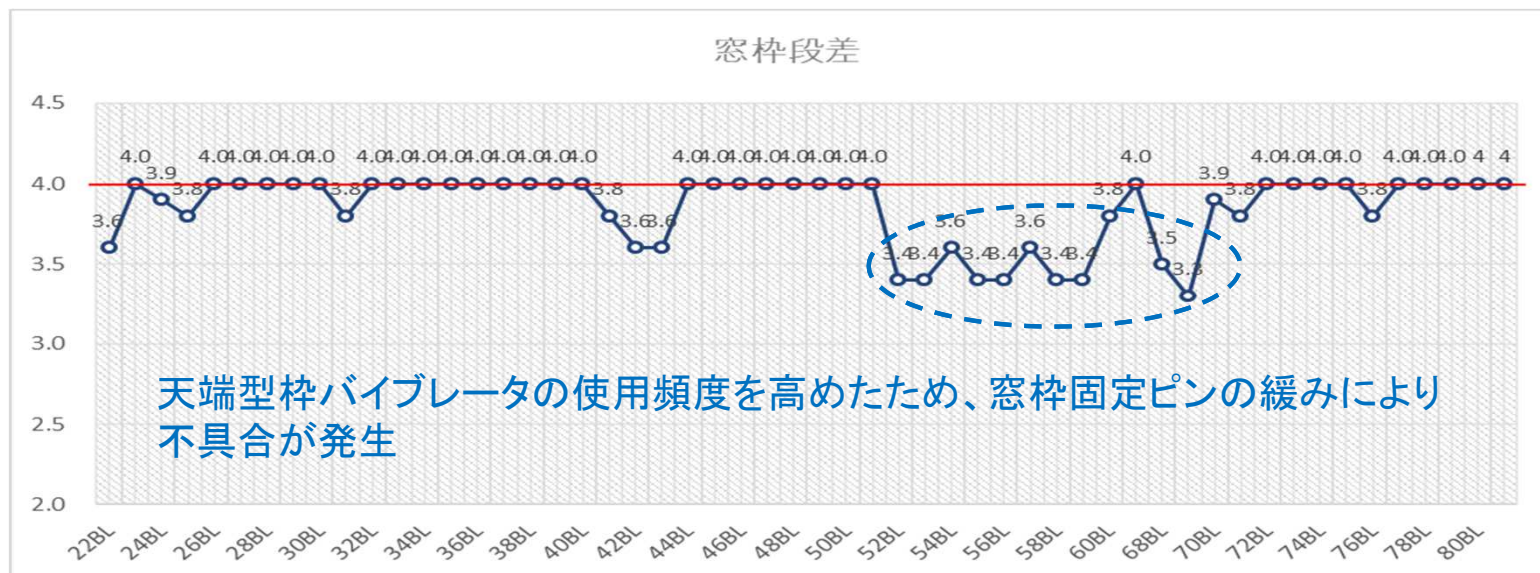
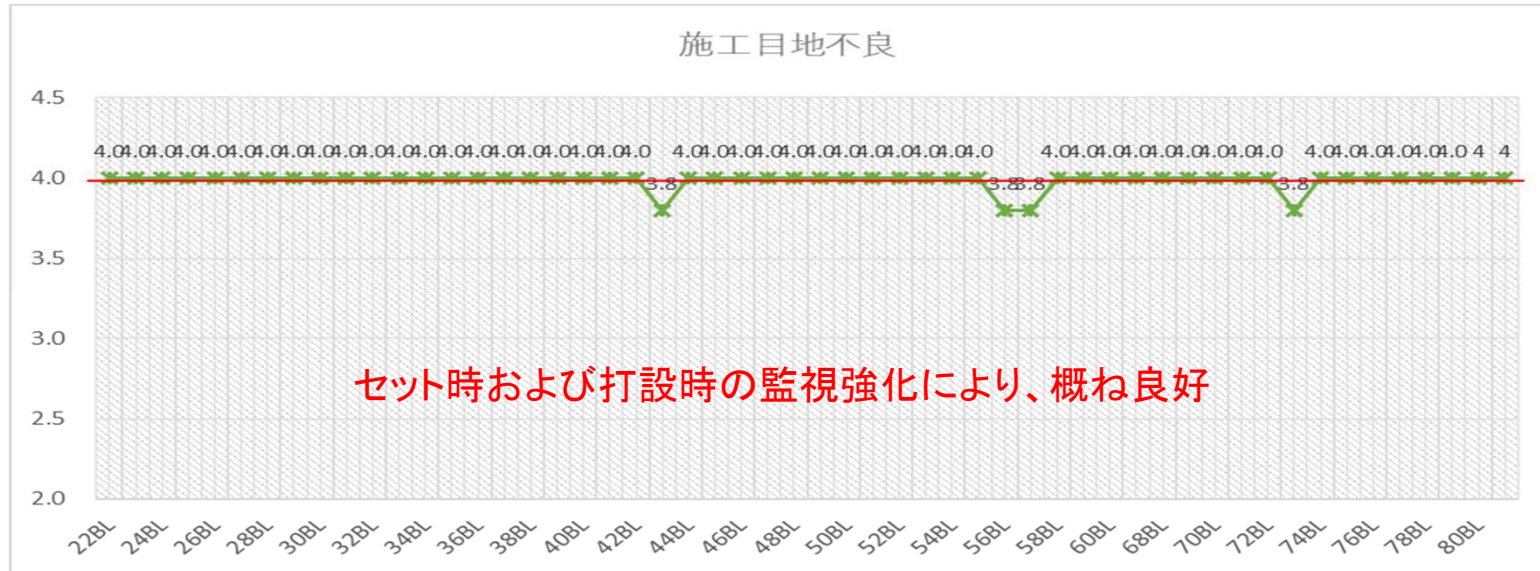
6. 現場での取組み状況

6-2) 表層目視評価点 (項目別・単体) の推移



6. 現場での取組み状況

6-2) 表層目視評価点 (項目別・単体) の推移



7. さらなる品質向上のために 今後の課題

- ①天端仕上りの良否は、**コンクリートの流動性**および**材料分離抵抗性の改善**が**不可欠**であり、**配合選定が重要**と考えられる
- ②側壁・下げネコ部の**気泡低減対策**は、**打設速度**、**1層の打上り高さの調整**、**締固め方法の改善**が必要であり、**覆工従事者の意識改革**も必要となる
- ③ **12.5mセンチル**の使用と表面加工の無い**無垢鉄板センチル**の使用については**施工前に要検討事項**となる
- ④トンネル覆工作業は、**狭隘なセンチル内での繰返し作業**であり覆工従事者のモチベーションを保つのが難しい。いかに**省力化**させるか、**打設しやすい高品質配合のコンクリート**を開発するかも**重要**だと考える