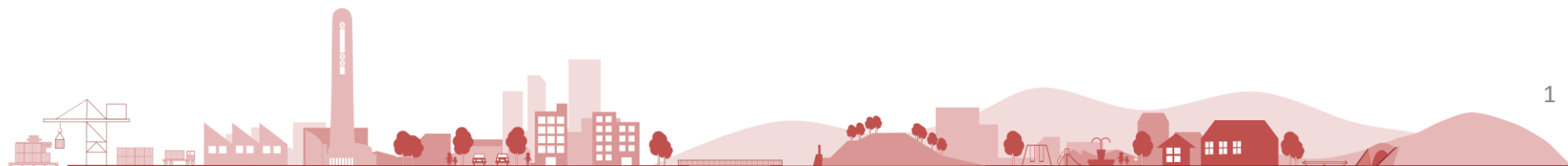


# 国道490号（絵堂萩道路）における 品質確保の取組み

山口県宇部土木建築事務所

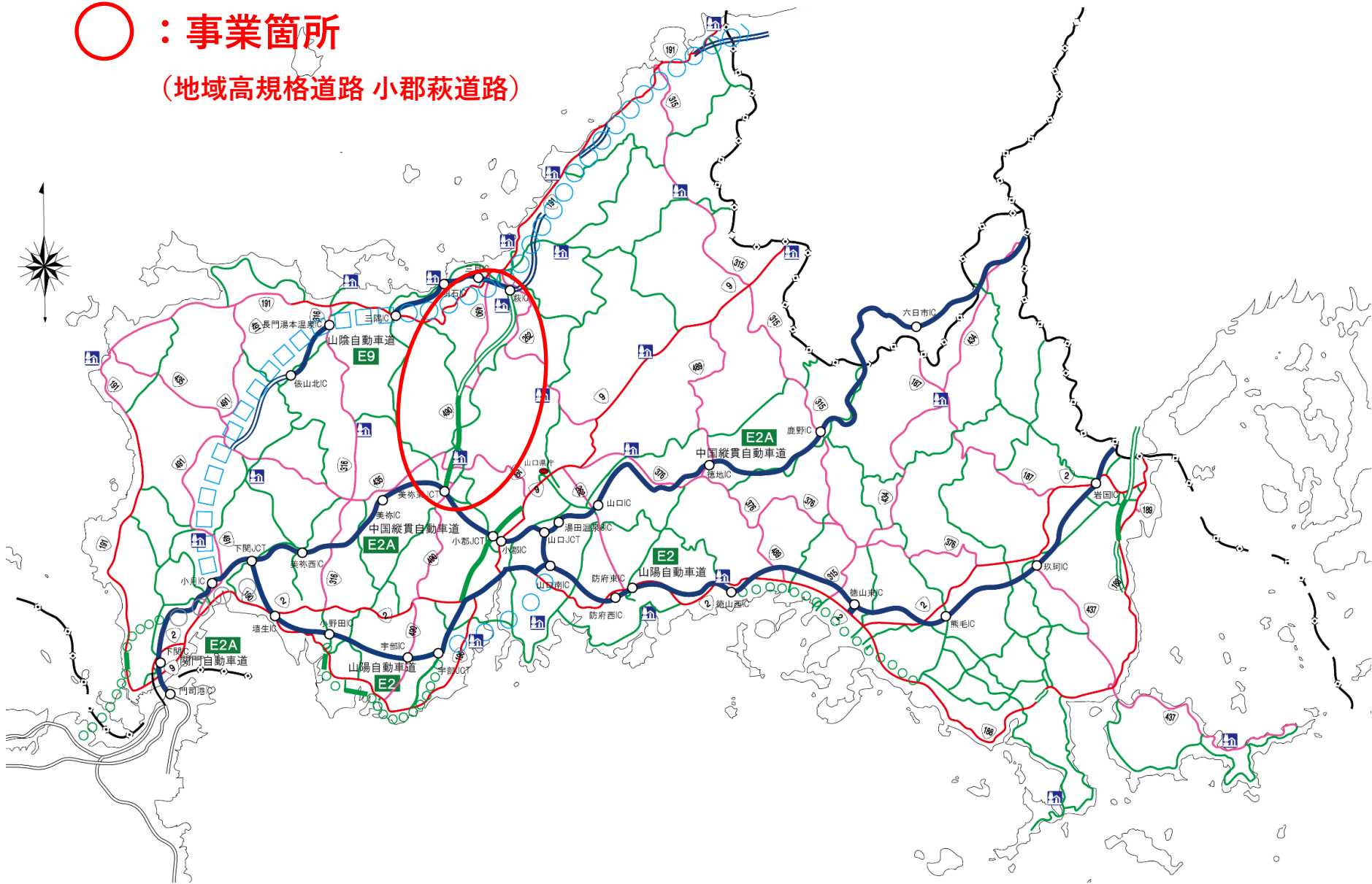
工務第3課第2班

中岡 淳二



- 国道490号（絵堂萩道路）の事業概要
- 絵堂萩道路における品質確保の取組み（大方針）
- 品質確保の取組み事例（施工が完了した構造物）  
ボックスカルバート & トンネル
- 品質確保の取組み事例（施工中の構造物）  
橋梁下部工（橋台）

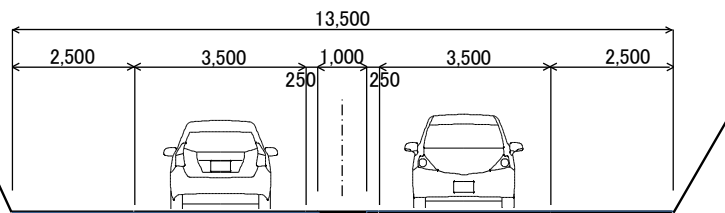
○ : 事業箇所  
(地域高規格道路 小郡萩道路)



## 絵堂萩道路 事業概要

●内 容	バイパス（一部現道活用）
●延 長	L = 15.0km
●幅 員	W = 13.5m
●着手年度	平成26年度

【標準断面図（バイパス区間）】



### 主な整備効果

- ◆ 空港や新幹線駅等の広域交通拠点へのアクセス性の向上
- ◆ 広域観光ルートへの形成
- ◆ 災害時にも機能する信頼性の高い道路ネットワークの構築

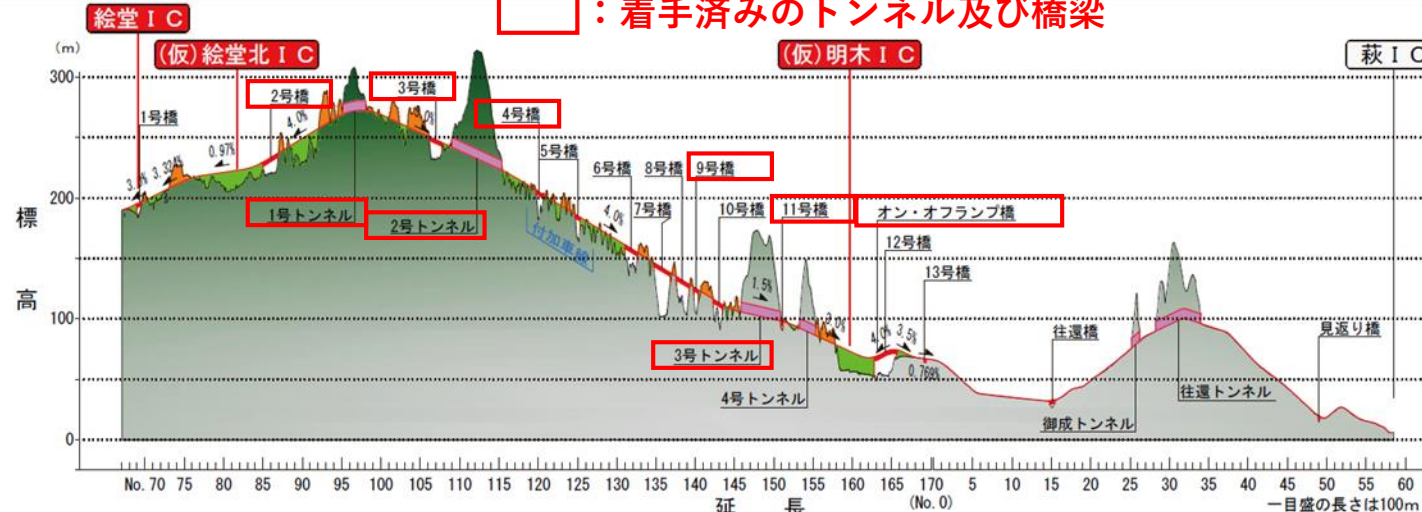


# 路線概要



この地図は、国土地理院長の承認を得て、同院発行の2万5千分1地形図を複製したものである。(承認番号 平30情複、第869号)

     : 着手済みのトンネル及び橋梁



凡例		小郡秋道路※
供用済	事業中	
		トンネル部
		橋梁部
		自動車専用道路
		一般国道
		主要地方道
		一般県道
		行政界

※バイパス区間の橋梁名・トンネル名、IC名称は仮称(ただし絵堂ICは除く)





## 最新ガイドやデータベースの活用

ガイドにて実施すべきとされている事項について、統一的な考えのもと対象構造物の設計に反映

- 施工時期：原則として 夏季（6～9月）の打設は回避する
- 打継ぎ間隔：15日以内とする
- 材料等による対策：データベースに蓄積された実績をもとに、誘発目地や補強鉄筋の設置を検討する

ひび割れ抑制対策協議資料

R2.2.14

発注機関	宇部土木建築事務所		
監督職員	工務第3課2班 平山康介		
路線名	一般国道490号 綾室秋道路(地域高規格道路小郡秋道路)		
事業名	道路改良(地域連携道路事業費・国道)事業		
発注年度	平成30年度以降		
事業箇所	美祿市美東町綾室 地内		

↓構造物一覧

構造物名	構造物概要			対策箇所	当初予定			打込み時期別の抑制対策案(誘発目地間隔)	
	内空幅B	内空高H			リフト高(m)	ブロック延長(m)	引厚φ(mm)	打込み時のコンクリート温度が低い時期(11月～4月)	その他の時期(5月～6月,9月～10月)
1号ボックスカルバート(仮称) No67+40	19.92m	2.60m	3.00m	(1ブロック)側壁+頂版	3.35	10.00	0.35	5.00+5.00	3.33+3.33+3.33
				(2ブロック)側壁+頂版	3.40	9.90	0.50	4.95+4.95	3.33+3.33+3.33
2号ボックスカルバート(仮称) No71+12.9	40.20m	3.00m	4.60m	(1ブロック)側壁+頂版	5.30	10.07	0.80	5.03+5.03	3.36+3.35+3.36
				(2ブロック)側壁+頂版	5.30	10.00	0.80	5.00+5.00	3.33+3.34+3.33
				(3ブロック)側壁+頂版	5.30	10.00	0.80	5.00+5.00	3.33+3.34+3.33
3号ボックスカルバート(仮称) No77.18.8	15								
4号ボックスカルバート(仮称) No79+17.4	35								
5号ボックスカルバート(仮称) No81+60	38			打込み時期別の抑制対策案(誘発目地間隔)					
				打込み時のコンクリート温度が低い時期(11月～4月)	5.00 + 5.00	3.33+3.34+3.33			
6号ボックスカルバート(仮称) No82.76.2	25			打込み時期別の抑制対策案(誘発目地間隔)					
				打込み時のコンクリート温度が低い時期(11月～4月)	4.95+4.95	3.33+3.33+3.33			
7号ボックスカルバート(仮称) No84+40	31.24m	4.00m	5.20m	(3ブロック)側壁+頂版	5.80	9.00	0.70	4.50+4.50	3.00+3.00+3.00
				(1ブロック)側壁+頂版	5.80	10.40	0.70	5.20+5.20	3.50+3.40+3.50
				(2ブロック)側壁+頂版	5.80	10.40	0.70	5.20+5.20	3.50+3.40+3.50
8号ボックスカルバート(仮称) No89+97	95.25m	4.00m	5.30m	(3ブロック)側壁+頂版	5.80	10.40	0.70	5.20+5.20	3.50+3.40+3.50
				(1ブロック)側壁+頂版	6.20	11.56	1.10	3.78+4.00+3.78	2.78+3.00+3.00+2.78
				(2ブロック)側壁+頂版	6.20	12.00	1.10	4.00+4.00+4.00	3.00+3.00+3.00+3.00
				(3ブロック)側壁+頂版	6.20	12.00	1.10	4.00+4.00+4.00	3.00+3.00+3.00+3.00
				(4ブロック)側壁+頂版	6.20	12.00	1.10	4.00+4.00+4.00	3.00+3.00+3.00+3.00
				(5ブロック)側壁+頂版	6.20	12.00	1.10	4.00+4.00+4.00	3.00+3.00+3.00+3.00
				(6ブロック)側壁+頂版	6.20	12.00	1.10	4.00+4.00+4.00	3.00+3.00+3.00+3.00
				(7ブロック)側壁+頂版	6.20	12.00	1.10	4.00+4.00+4.00	3.00+3.00+3.00+3.00
9号ボックスカルバート(仮称) No100+45	19.40m	3.00m	3.80m	(1ブロック)側壁+頂版	4.10	9.69	0.35	4.845+4.845	3.095+3.50+3.095
				(2ブロック)側壁+頂版	4.10	9.69	0.35	4.845+4.845	3.095+3.50+3.095
10号ボックスカルバート(仮称) No103+10	34.36m	4.00m	4.70m	(1ブロック)側壁+頂版	5.30	7.15	0.60	3.326+3.824	3.326+3.824
				(2ブロック)側壁+頂版	5.30	10.00	0.60	5.00+5.00	3.50+3.00+3.50
				(3ブロック)側壁+頂版	5.30	10.00	0.60	5.00+5.00	3.50+3.00+3.50
				(4ブロック)側壁+頂版	5.70	7.58	1.00	3.789+3.789	2.539+2.50+2.539
11号ボックスカルバート(仮称) No108+40	15.45m	3.5m	3.5m	(1ブロック)側壁+頂版	3.90	7.72	0.40	3.857+3.858	2.572+2.572+2.571
				(2ブロック)側壁+頂版	3.90	7.72	0.40	3.857+3.858	2.572+2.572+2.571

ボックスカルバートの例 6

（1）設計段階

（2）発注段階

（3）施工段階

## ①設計成果品の確認

### ●施工時期・工期の設定

⇒事業全体のPM工程表による進捗管理や予算規模、  
予算内示の時期を考慮しながら、対象とする構造物が  
夏季（6～9月）の打設を避けた工程にて発注可能か再確認

### ●材料等による対策

⇒誘発目地や補強鉄筋の配置について、  
発注時点のデータベースで再度確認

## ②特記仕様書の作成

●施工状況把握の実施、打込み時期、材料等による  
ひび割れ対策の提示

（1）設計段階

（2）発注段階

（3）施工段階

## ①施工の基本事項の遵守

- 施工者はコンクリート打設計画書を作成、発注者はその内容が適切であることを事前に確認する。  
また、「施工状況把握チェックシート」を活用し、施工状況を把握する。

## ②施工状況把握研修等の実施

- 複数の職員（若手～ベテラン）で現場をチェック  
（施工状況把握に加え既設構造物研修をセットで実施）
- 既設構造物や当該現場で得られた気づきについて、改善策を積極的に提案  
⇒担当者間でも情報共有する



(1) 設計段階

(2) 発注段階

(3) 施工段階

## ③ 模範事例の収集

●過去のコンクリート技術講習会の発表事例などを参考に、  
個々の現場で参考とすべき（手本とすべき）事例を収集

▼ボックスカルバートの事例

技術講習会（第14回）～コンクリートの品質確保～

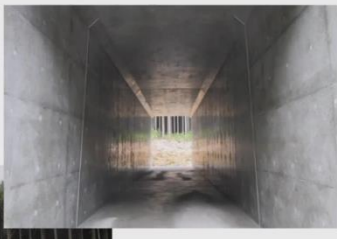
事例発表

「ボックスカルバート工事における品質確保の取組み」

岡本 勝明（株式会社オカモト）

施工の結果

●完成状況



20

▼道路トンネルの事例

技術講習会（第14回）～コンクリートの品質確保～

事例発表

「森ヶ原第1トンネル工事における品質確保の取組み」

西川 裕輔（山口県岩国土木建築事務所）

トンネル覆工コンクリート表面目視評価の方法（サンプル）

評価項目	評価基準	評価結果	改善策
表面状態	表面に目視可能な欠陥（ひび割れ、剥離、浮き等）がないこと	良好	
強度	設計強度を満たしていること	良好	
耐久性	塩化イオン含有率が設計値以下であること	良好	
表面仕上げ	表面に目視可能な凹凸や浮きがないこと	良好	
養生	養生期間が十分に経過していること	良好	



11

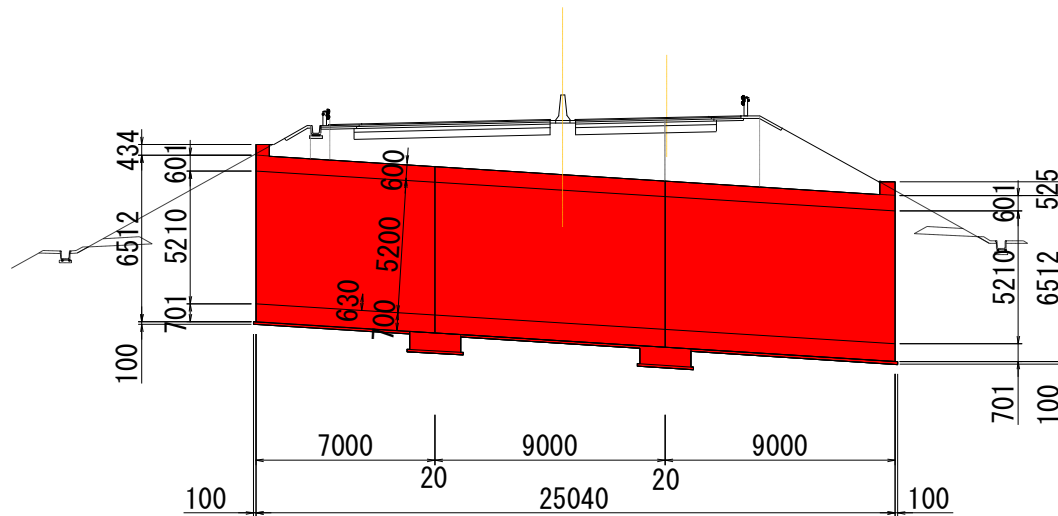
## ●ボックスカルバートの事例

対象構造物：6号ボックスカルバート

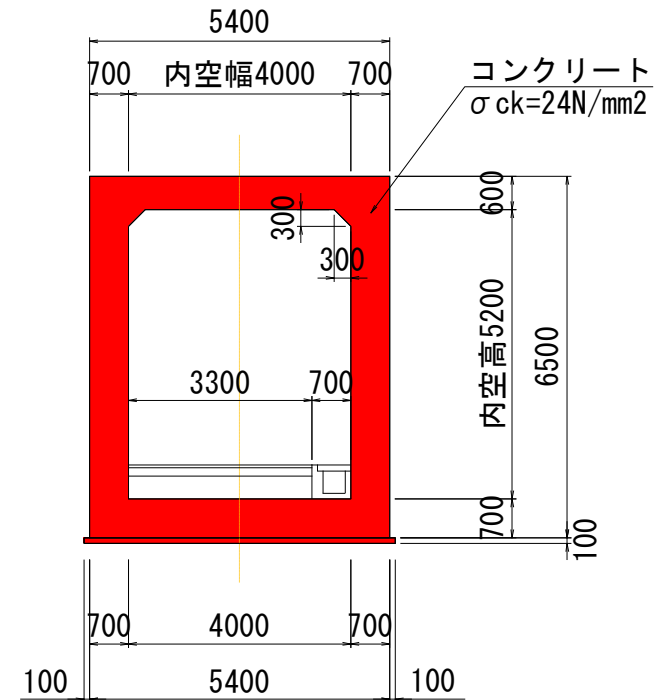
構造物概要：延長25.04m × 内空幅B4.00m × 内空高H5.20m

### 構造図

縦断面図



断面図



設計段階：5.0mを目安として誘発目地を設置

発注段階：打設時期が11月～4月となるよう調整

施工段階：側壁・頂版において、鉄筋比0.3%を満足できるように補強鉄筋を配置

※透明型枠（クリアパネル）の設置による打設状況の確認や型枠バイブレータの使用、24時間散水養生など、模範事例を参考に対応可能な対策を実施



透明型枠（クリアパネル）の設置



型枠バイブの使用

※施工の基本事項の遵守

⇒施工状況把握研修及び既設構造物研修の実施

（研修で得た情報は施工者へ提供・・・今後の施工に反映）



施工状況把握研修



既設構造物研修

※脱枠後の状況

ひび割れの発生はなく、改善すべき点（型枠継部からのノロ漏れや若干の気泡跡、色ムラなど）はあったが、表面は光沢（ツヤ）があり密実で美しい？仕上がりとなった。



ボックス内面の表層の状況

## ● トンネルの事例

対象構造物：東の山トンネル

構造物概要：延長290m トンネル内空断面積 90m<sup>2</sup>

覆工コンクリートの品質・耐久性の向上を図る為、コンクリート打設時には「トンネル覆工コンクリート施工状況把握チェックシート」を活用、また、覆工コンクリート打設完了後には「トンネル覆工コンクリート表層目視評価シート」を活用し、打設時の問題点・改善策を検討、これを繰り返すことにより覆工コンクリートの品質向上を図った。

**コンクリート構造物の品質確保の手引き (案)**

(トンネル覆工コンクリート編)

平成28年5月

国土交通省 東北地方整備局

記録様式① トンネル覆工コンクリート施工状況把握チェックシート

事項名	宇部土木建設事務所	工事名	一般国道49号宇部環状線(東の山トンネル)工事		出来状況の影響						第三者被害防止に関する事項	
			トンネル名称	打設番号	表層目視評価項目	表層目視評価項目	表層目視評価項目	表層目視評価項目	表層目視評価項目	表層目視評価項目		
受注者	シマダ秋山建設・建設研究所	発注者	中国	185P								
打込み開始時刻	9時00分	打込み時気温	20.6℃	2024年10月4日(月)								
打込み終了時刻	15時00分	打込み作業員	8名	パイプ径	7台(平均径)							
風量打込み開始時刻	時 分 秒	打設量(m <sup>3</sup> )	113.5	平均打設量	18.9 m <sup>3</sup> /h							
施工段階	チェック項目	記述	確認	なぜ(それ)チェックするか								
準備工	1. 打設場所に水たまりは無いが、地盤の締固めは十分か			・コンクリートの品質低下、不平等下によるひび割れ防止	①	②	③	④	⑤	⑥		
	2. 既コンクリートのラップ部に、セメントの塗布の厚さによるひび割れはないか			・半月状ひび割れが、うきから(強)と弱の境目が有り、第三者への被害の恐れ							○	
	3. 寄材の設置場所は、原則し良好な地盤で不平等下の懸念はないか			・不平等下により、有害ひび割れの発生(半月状・縦断(び)割れ等)							○	
	4. 防シールドたむきは適当である(厚すぎても不適合)			・厚すぎると背面空洞及び漏水の発生につながる							○	
	5. 型枠裏面状況は(アレン種)は無いか			・型枠裏面の密着性の低下(は)剥離によるひび割れの発生	○	○	○	○	○	○	○	
	6. 新築部の塗布状況の確認(塗布もれは無いか)			・型枠裏面の密着性の低下(は)剥離によるひび割れの発生	○	○	○	○	○	○	○	
	7. 施工目地の固定は確実か、曲がりはないか			・目地の流動により付着モルタルがはく離(第三者被害)を防止	○	○	○	○	○	○	○	
	8. 積置き型枠、セメントヒンジ部(縦断方向)に加工誤差による隙間は無いか			・モルタル分の流出による砂すじ・豆飯の発生、露筋の低下を防止	○	○	○	○	○	○	○	
運搬	1. 積置してから打設までの時間短縮か	15分	7:40~9:08 (1h28m)	・長い材料経路、スランピング、エア量の変動による施工性の低下を防止	○	○	○	○	○	○	○	
品質	1. 受入検査結果はコンクリートの規格を満足しているか	2024年10月4日	2024年10月4日	・品質の低下、打設時によるひび割れの発生	○	○	○	○	○	○	○	
	2. つまみのフリージングの吐出は十分に行っているか			・凍りによるひび割れの発生	○	○	○	○	○	○	○	
打設	3. 締固め中パイプレータを鉄筋に接触させていないか、鉄筋破りは適切か			・漏工目地の強度低下による早期劣化、うき、はく離、はく離が発生するため	○	○	○	○	○	○	○	
	4. 防シールドに打設しているか			・鉄筋とコンクリートの付着不良、後不足は鉄筋露出の原因となる	○	○	○	○	○	○	○	
	5. 左右対称に打設しているか			・漏工目地による早期劣化や露出による施工目地部によるひび割れの発生	○	○	○	○	○	○	○	
	6. コンクリート吐出口から打込み面までの高さ1.5m以下となっているか			・材料分離による剥離・豆飯、豆飯、ひび割れの発生及び品質低下を招く	○	○	○	○	○	○	○	
	7. コンクリート層あたりの打込み高さは50cm以下か			・締固め不足や材料分離を発生させない	○	○	○	○	○	○	○	
	8. 天端の吹上げ口周囲に、打込み当初の残留コンクリートは無い			・打設後、うき、はく離、はく離の発生防止	○	○	○	○	○	○	○	
	9. 打設口(検査窓)の閉鎖状況(締め付け)は十分か			・段差の発生と口周りによる砂すじの発生、露筋性の低下	○	○	○	○	○	○	○	
	10. パイプレータをコンクリートを横移動させるために使用していないか			・材料分離およびブローディングの発生を助長させるため	○	○	○	○	○	○	○	
工事目的 物の性能 確保の 向上及び 作業員へ の対応に 関する 提案	① 塞コンクリートの打込み			・左右対称に打設することを確実に実行するため								
	2. あらかじめ防水シート(250mm幅)のマーキングを行っているか			・コンクリート層あたりの打込み高さを確認するため								
	3. 打込み高さ50cm以下、打上り速度1.0~1.5m/h以下を確認しているか			・コンクリートの材料分離がおきないように確認するため								
	4. 左右対称、水平に打設されているか検査窓から確認しているか			・コンクリートの材料分離がおきないように確認するため								
	② 覆工コンクリートの締固め											
	5. 高圧型パイプレータ(φ40)を台+予備台用意しているか			・締固め不足や材料分離を発生させない								
	6. 車上部は片押しとし、完成状況を検査窓から確認しているか			・天端部に空洞をつくらず、車上部で密な打設を行うため								
	③ 覆工コンクリートの養生											
	7. 養生養生を行っているか											
	8. 終点側はセメント合量を減らして養生しているか											
9. 坑内湿度を5%以上に保っているか												
10. ミストファンによりミストを発生させ湿度を発生しているか												

※特記事項、受注者の創意工夫、技術提案等により個別のトンネルごとに定めるものとする

# 品質確保の取組み状況 (事例②)

表4-2 トンネル覆工コンクリート表層目視評価の方法

調査時期	脱型直後から初期養生開始前					不適合時、どんな点を改善させるべきか？		
	調査方法	・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				原因	キーワード	改善策
	評価点	4	3	2	1	施工状況把握チェックシートの項目		
① はく離		無し	50cm四方程度の大きさで見られる	1m <sup>2</sup> 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	ゲ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	・天端吹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	・エア一量、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(余振り、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、適切な締固めで巻き込み空気を除去する(かけ過ぎは避ける)
						運搬-1	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、セトルとの隙間を無くする及びセトルとの固定を確実にする
						準備工-9	セトルヒンジ部の隙間	・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	・規格外の生コンは廃棄(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)
④ 色むら、打重ね線		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
						セトル設備-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。
						セトル設備-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-1	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)	例壁全てに見られる(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箇所を超える箇所に発生	打設-7	検査窓の固定不足	・ハンマーで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	・セトル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6mm)を設置	

※評価点は中間点も可とする。

トンネル覆工コンクリート表層目視評価の方法

# 品質確保の取組み状況 (事例②)

記録様式③ トンネル覆工コンクリート表層目視評価シート

中国

工事名	一般国道490号道路改良(東の山トンネル)工事	打設番号	6SP	スパン長(m)	10.5m	打設回数	6回	調査者	
トンネル名称	東の山トンネル	測点	自	No.97+56.0	打設日	令和3年9月1日	初期養生終了日	令和3年9月2日	確認者
			至	No.97+45.5	脱型日	令和3年9月2日	調査日		
配合	27-15-20BB	センター打設システム等	-		養生の工夫等	トンネルパーテーション設置、遮風シート設置 ・ミストファンによる湿潤養生(坑内湿度 85%以上)			

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	検査窓枠設差	点数計	
	記号	h	a	s	i	m		d
位置	左側壁	4	1	2	3	3	3.5	16.5
	左アーチ	4	4	4	3	4	3.5	22.5
	天端*	3	4	4	2	4	3.5	20.5
	右アーチ	4	4	4	3	4	3.5	22.5
	右側壁	4	1	2	3	4	3.5	17.5
	点数平均	3.8	2.8	3.2	2.8	3.8	3.5	19.9

注) 評価点は4段階(4~1)、中間点も可とする

- ・天端\*: 吹上げ口からの打設範囲
- ・左右: 打設進行方向に対して
- ・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

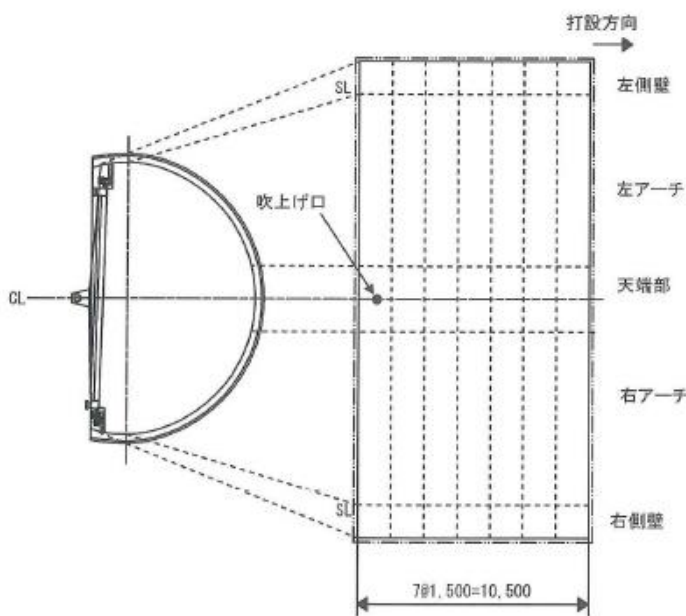
スパン点 19.9 (満点24点)

◆全体記事

2SPの確認時と比較し若干の改善は見られ、側壁の気泡・砂すじ及び天端の剥離など同様の課題はあり。

◆改善策(施工状況把握チェックシートとの関連性を記載)

気泡型枠壁面バイブの検討 ※改善策  
剥離 ジェットコートスプレー(剥離剤)の検討  
気泡・・・型枠壁面バイブの検討  
剥離・・・ジェットコートスプレー(剥離剤)の検討



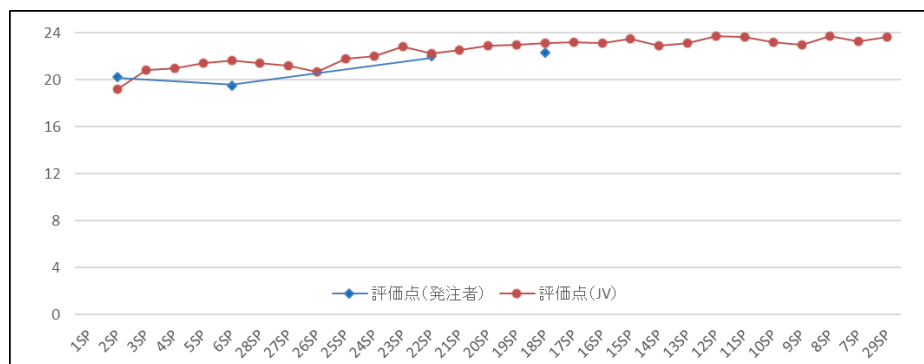
- 調査時期: 脱型直後から初期養生開始前にかけて実施
- 調査方法: 天端部からアーチ、側壁へと覆工表面を目視調査

トンネル覆工コンクリート表層目視評価シート

## 評価点一覧

調査日	評価スパン名		評価点(発注者)	評価点(JV)	備考
-	1	SP		-	
2021/8/24	2	SP	20.2(平均値)	19.2	第1回目
2021/9/1	3	SP		20.8	
2021/9/2	4	SP		21.0	
2021/9/2	5	SP		21.4	
2021/9/3	6	SP	19.5(平均値)	21.6	第2回目
2021/9/8	28	SP		21.4	
2021/9/10	27	SP		21.2	
2021/9/15	26	SP		20.7	
2021/9/16	25	SP		21.8	
2021/9/18	24	SP		22.0	
2021/9/25	23	SP		22.8	
2021/9/28	22	SP	22.0(平均値)	22.2	第3回目
2021/9/30	21	SP		22.5	
2021/10/2	20	SP		22.9	
2021/10/4	19	SP		23.0	
2021/10/8	18	SP	22.27(平均値)	23.1	第4回目
2021/10/18	17	SP		23.2	
2021/10/18	16	SP		23.1	
2021/10/18	15	SP		23.5	
2021/10/18	14	SP		22.9	
2021/10/20	13	SP		23.1	
2021/10/22	12	SP		23.7	
2021/10/23	11	SP		23.6	
2021/10/25	10	SP		23.2	
2021/10/28	9	SP		23.0	
2021/11/1	8	SP		23.7	
2021/11/2	7	SP		23.3	
2021/12/13	29	SP		23.6	
			最高得点	23.7	8・12SP
			最低得点	19.2	2SP

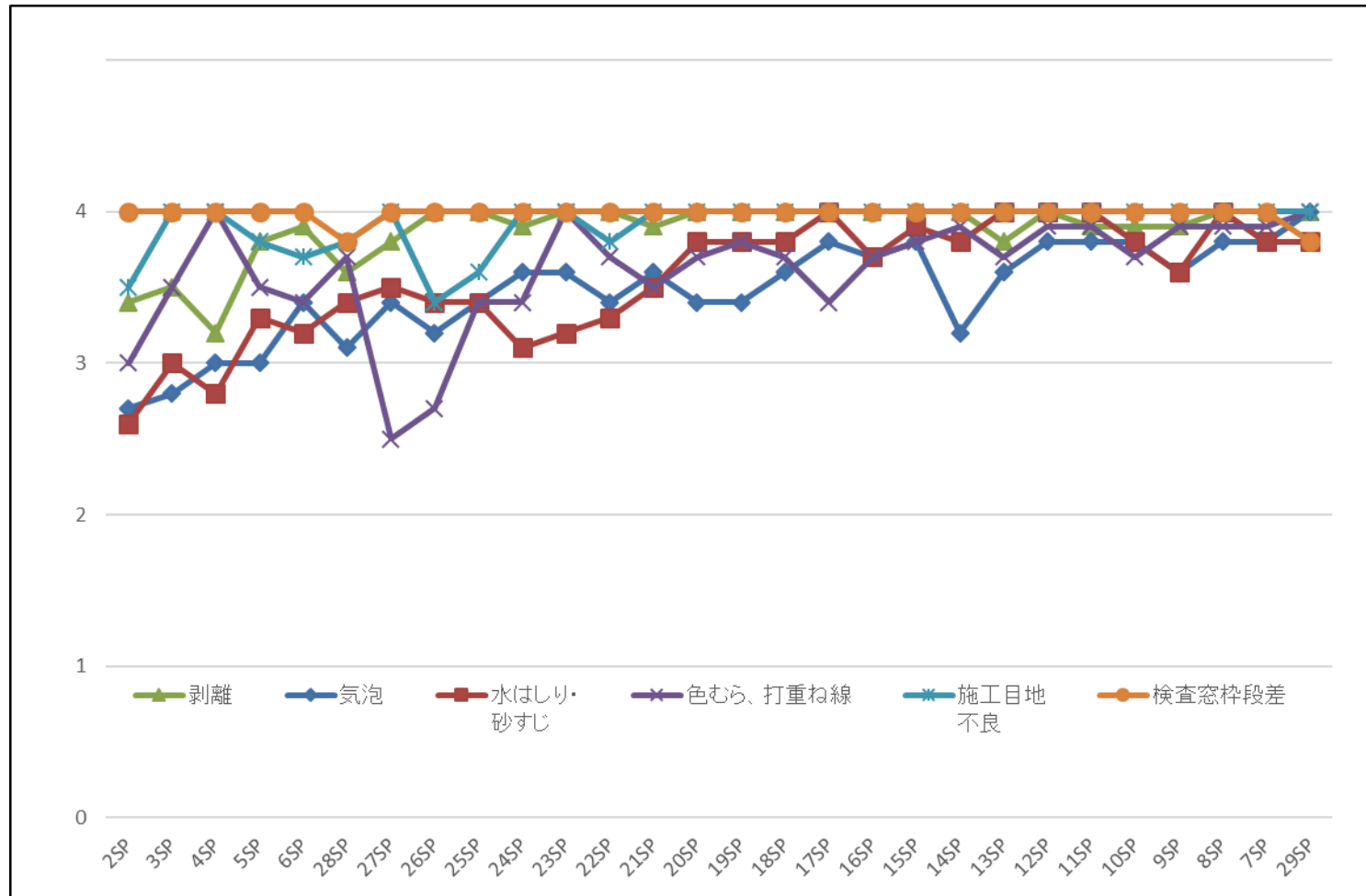
## 評価点グラフ



※評価結果のとりまとめを発注者・施工者で確認し、評価の低い箇所、または、ばらつきが多い箇所について施工状況を含めて検討「振りかえり」を行った。

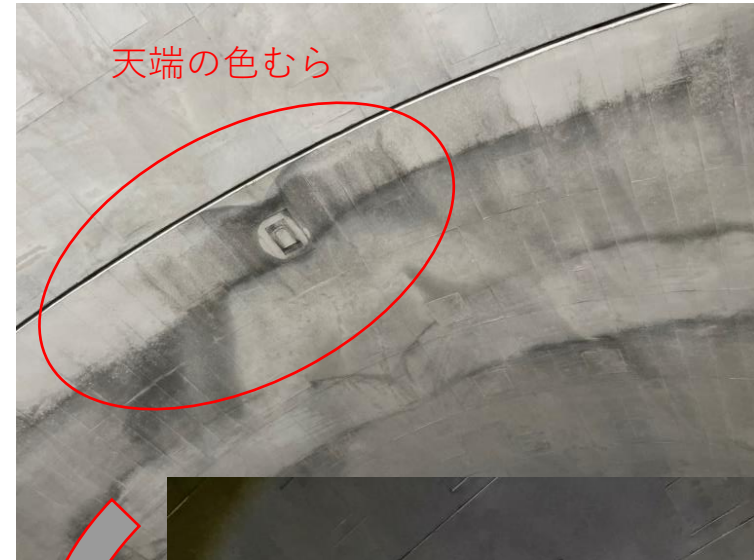


評価点グラフ（調査項目別の評定点）



※施工初期に見られた課題（側壁下部の気泡や天端部の剥離・色むら等）も施工者と打合せを行いながら「無理のない範囲」で改善策を考え、色々と試行することで徐々に解消された。

「振りかえり」による改善の状況

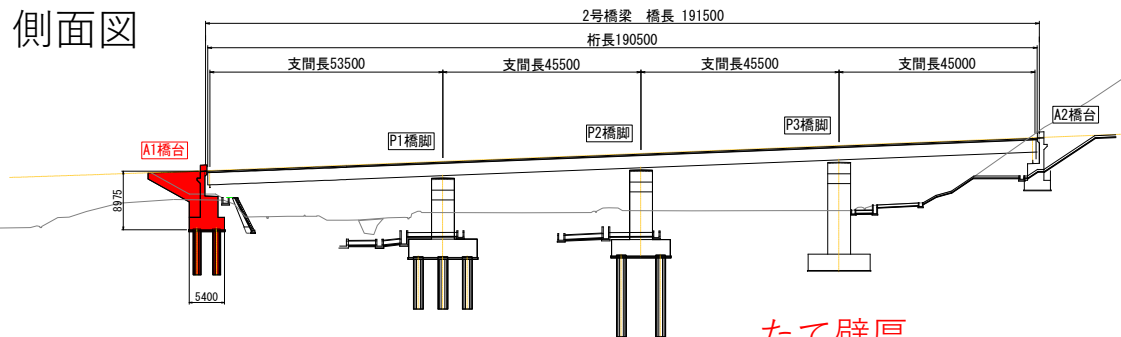


※「施工状況把握チェック」「目視評価」というツールを使用することで、施工者と発注者の協働意識が向上し、より良質な施工に繋がった。

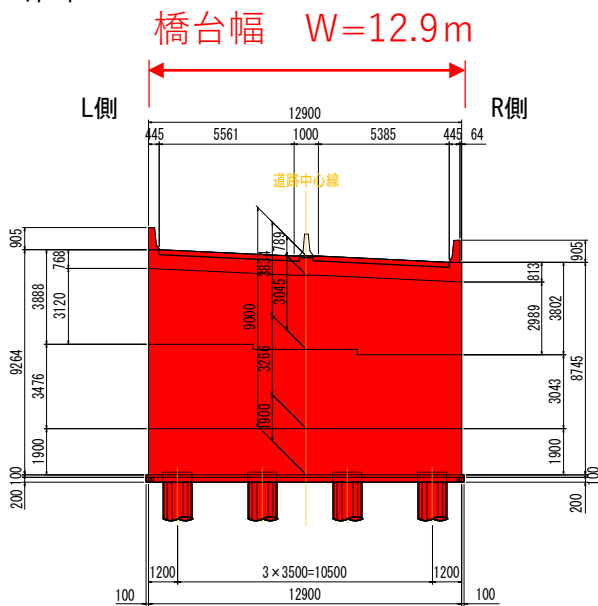
## ●橋梁下部工 (橋台) の事例

対象構造物：2号橋 A1橋台 (躯体工 291m<sup>3</sup>)

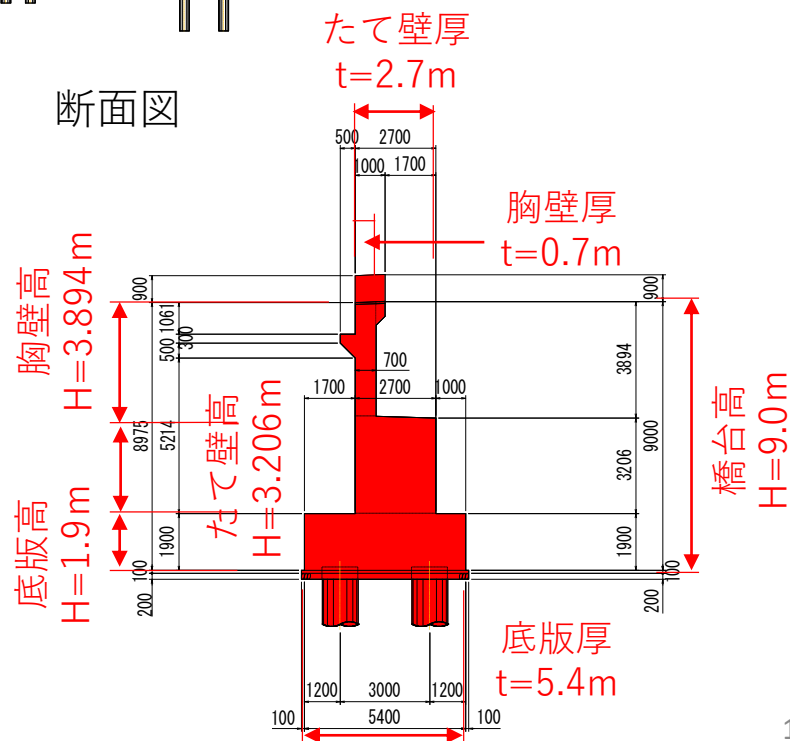
### 構造図



### 正面図



### 断面図



## たて壁検討：設計段階

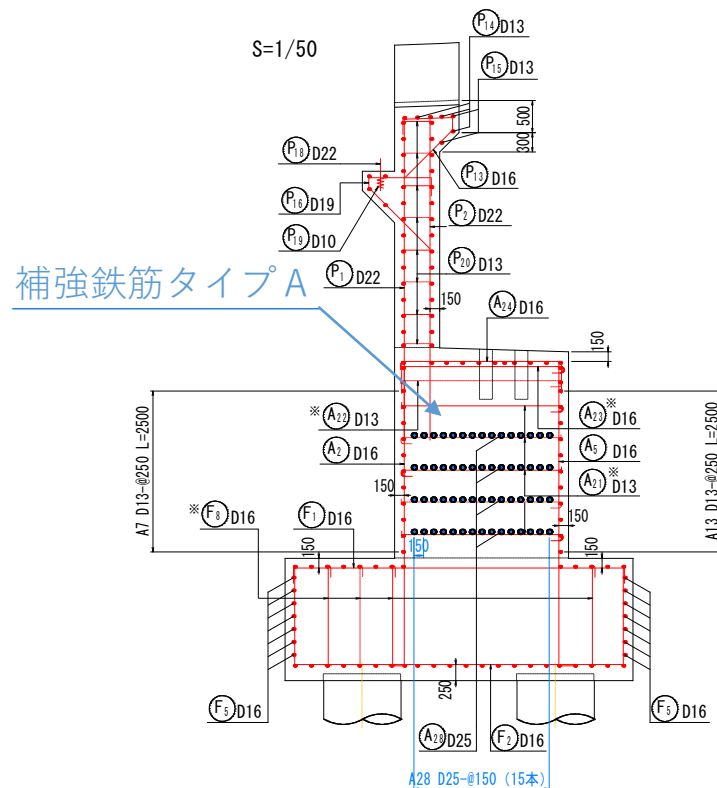
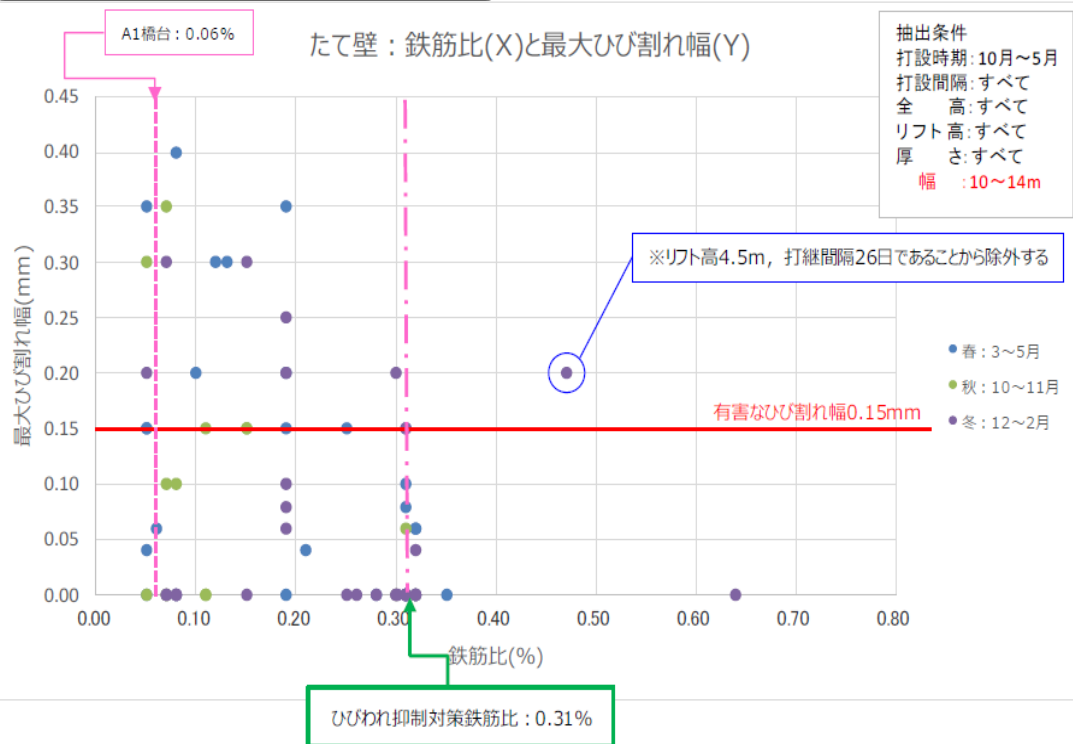
### 【検討条件】

打設時期：10月～5月

構造物形式：橋台

部位：たて壁

### 【材料によるひび割れ抑制対策】 補強鉄筋タイプA



### ひび割れ鉄筋比

対策前  
0.06%



対策後  
**0.42% ≧ 0.31%**

※補強前鉄筋比の0.06%程度では、有害なひび割れが確認できる。鉄筋比0.31%以上確保すると、有害なひび割れが発生する可能性が低い。

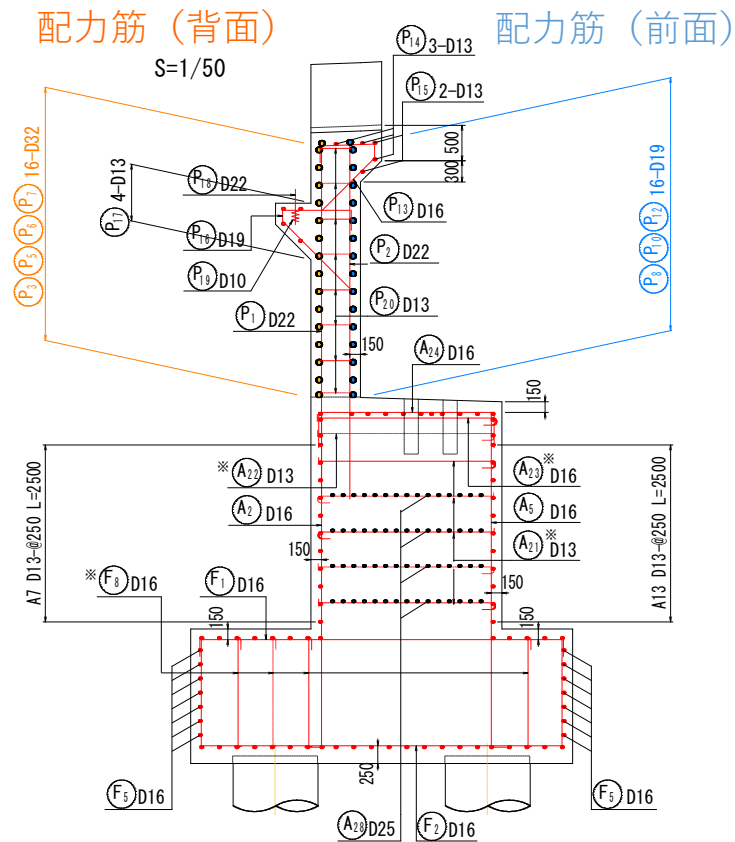
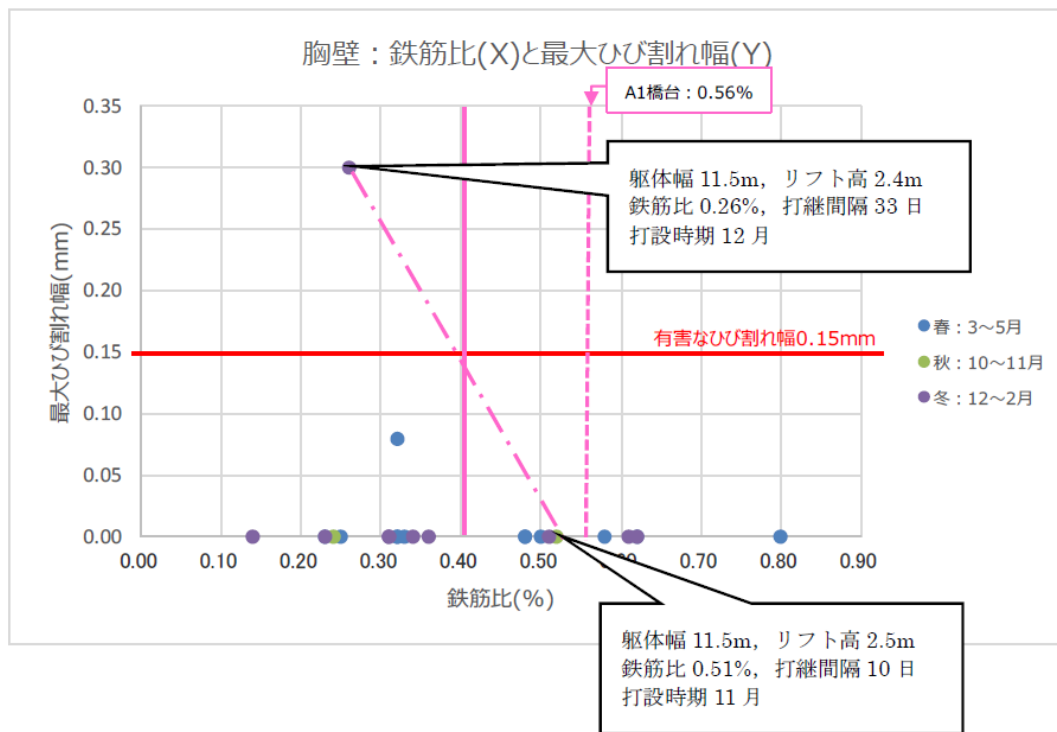
## 胸壁検討：設計段階

### 【検討条件】

打設時期：10月～5月

構造物形式：橋台

部位：胸壁



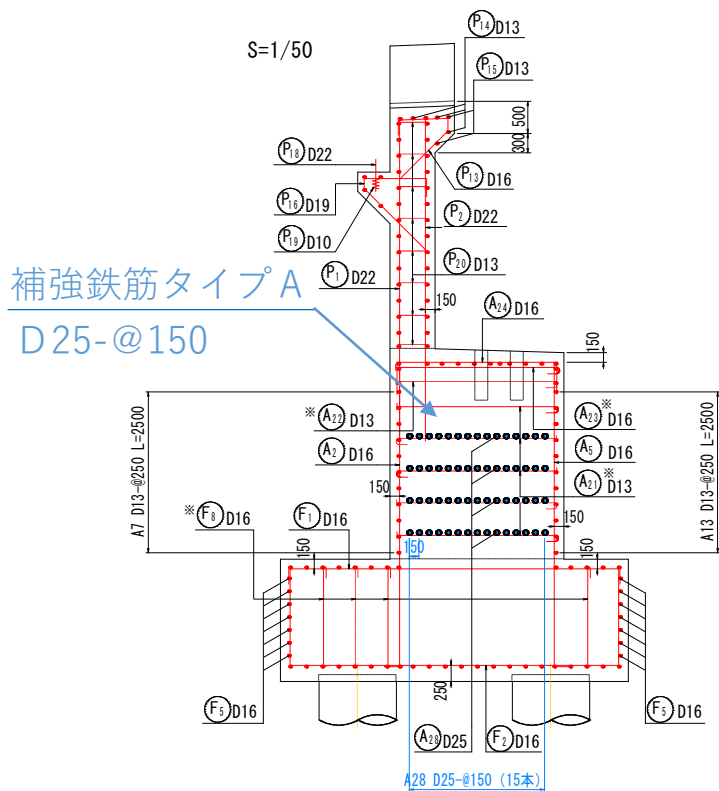
※ひび割れと鉄筋比の相対関係より、鉄筋比0.4%以上を確保することで、有害なひび割れを抑制できる。

対策前 0.56% **➡** 補強は必要なし

## たて壁検討：施工段階 (配置の見直し)

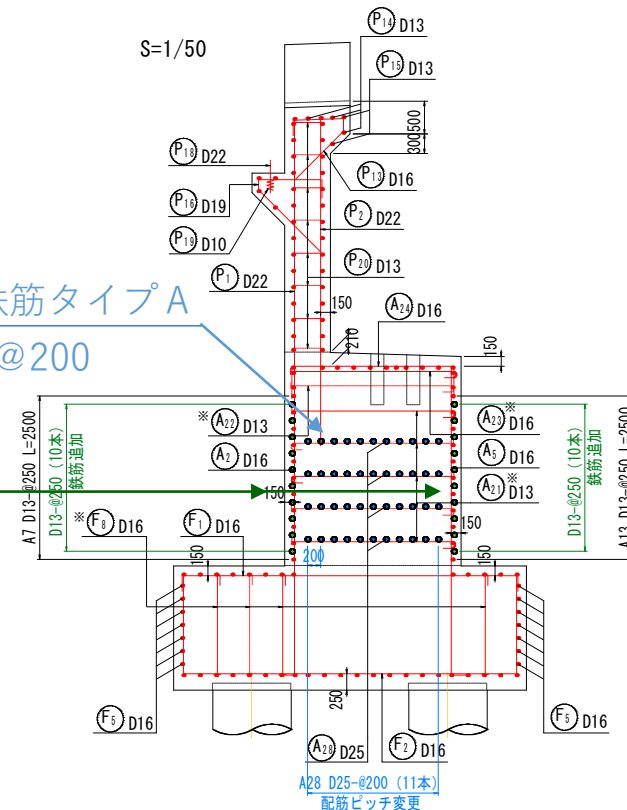
【材料によるひび割れ抑制対策】  
補強鉄筋タイプA

【材料によるひび割れ抑制対策】  
補強鉄筋タイプA + タイプB



補強鉄筋タイプA  
D25-@200

補強鉄筋タイプB  
D13-@250



ひび割れ鉄筋比

変更前  
0.42%



変更後  
**0.35% ≧ 0.31%**

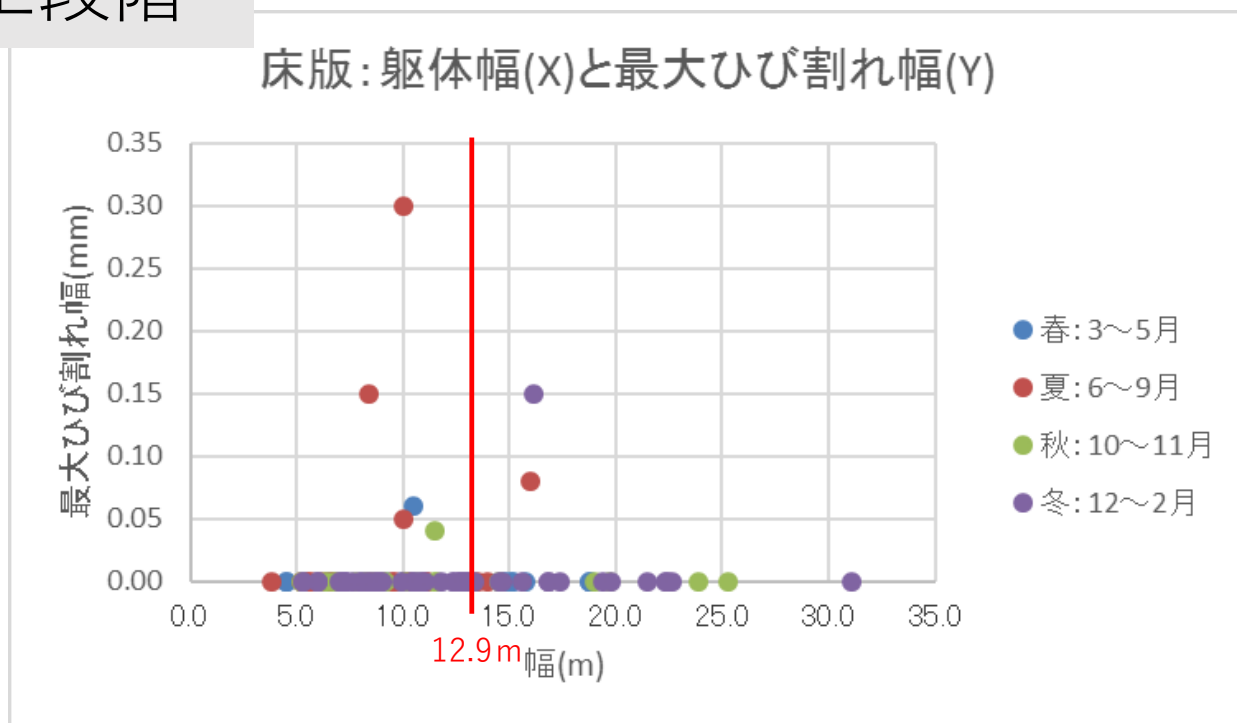
※補強鉄筋の間隔が@150ではポンプ車のホースを下すことが困難なため、タイプAとタイプBの併用に変更した。

## 打設時期の変更（施工工程の見直し）

発注段階の計画工程では、基礎工（場所打ち杭）の施工後は工事中止し、底版の打設を10月以降としていたが、他工事との調整を含めた工程の詳細検討を行った結果、下部工工事の工程の前倒しが必要となり、施工段階において、底版の打設を9月中旬に実施するよう変更した。

## 底版検討：施工段階

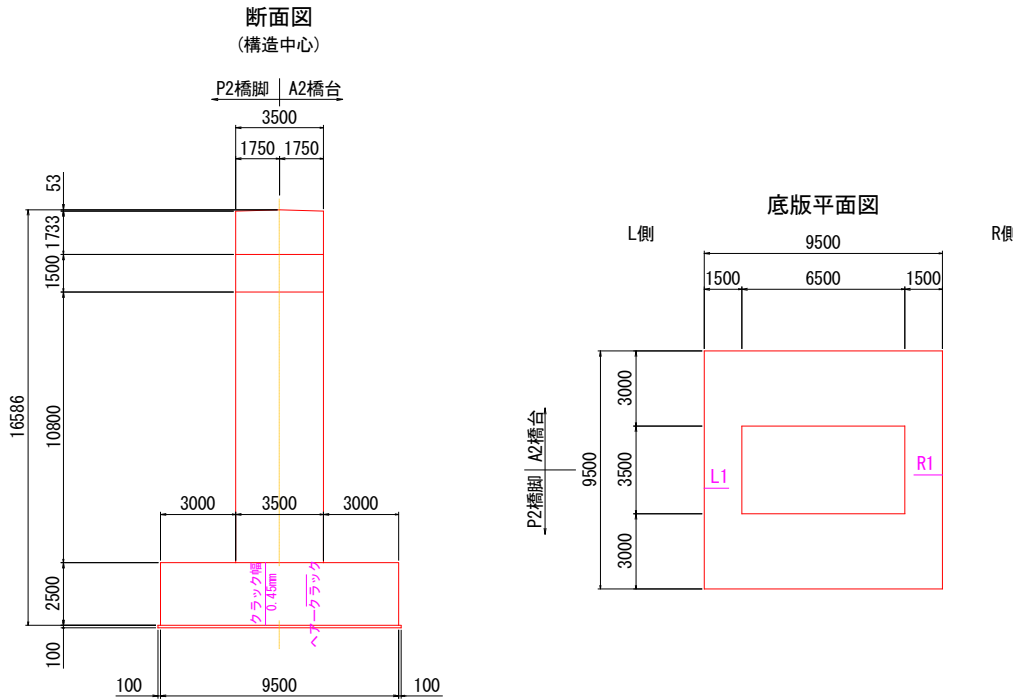
※データベースによれば、底版のひび割れの発生事例は多くはないが、今回の躯体幅より小さな底版においても、ひび割れの発生事例が確認されたことから、今回施工する底版においては、ひび割れ抑制対策を検討することとした。



## 当路線における底版のひび割れ発生事例

過年度に施工している当路線の橋脚（2号橋P3橋脚）において、補修基準を超える幅のひび割れが発生していることを確認

### 事例：2号橋P3橋脚（R2.12.4打設）



※部材厚が2.5mと厚く、また冬季の打設であったため、コンクリート内部と表面との温度差による内部拘束型の温度ひび割れと考えられる。

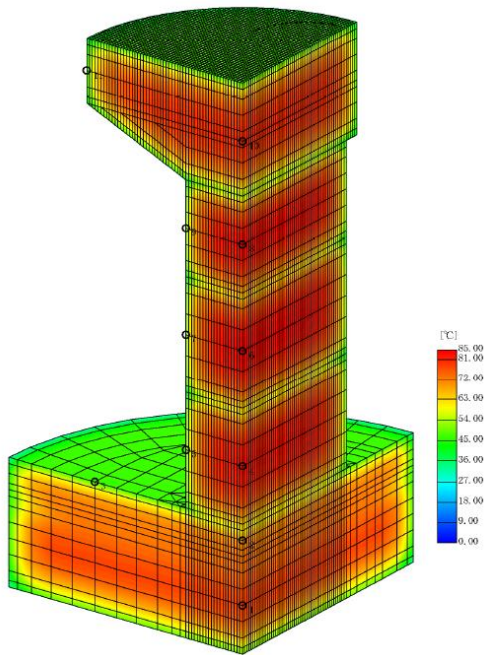




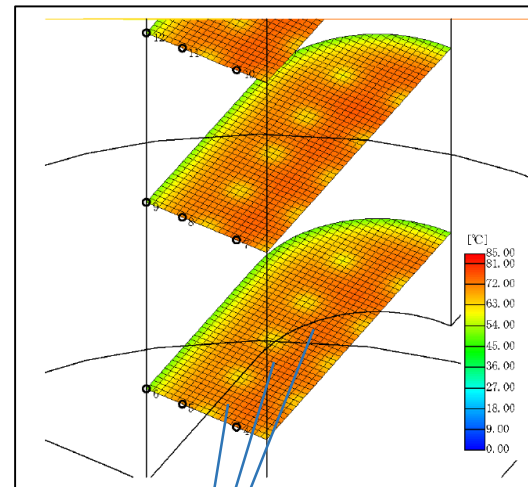
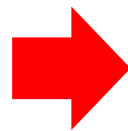
## マスコンクリート構造物の温度ひび割れ対策検討

【橋台（底版）でのパイプクーリングの適用を検討】

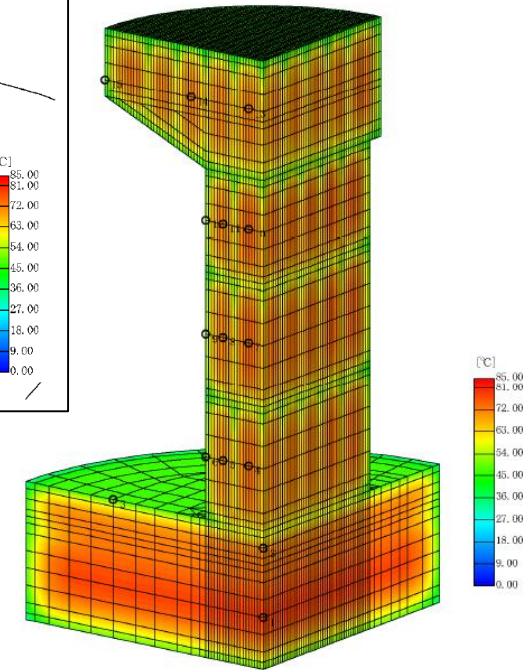
※検討イメージ（コンクリート最高温度の変化）



対策なし



クーリングパイプ

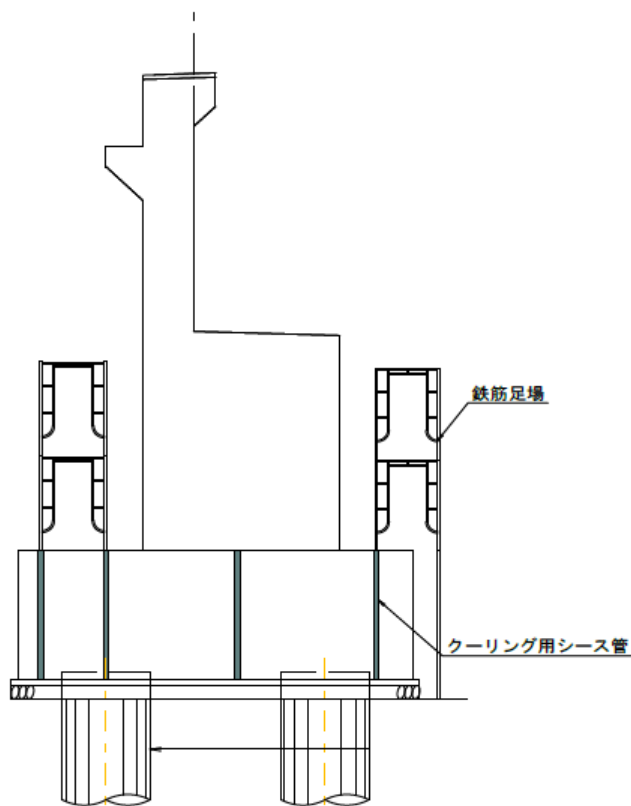


対策あり

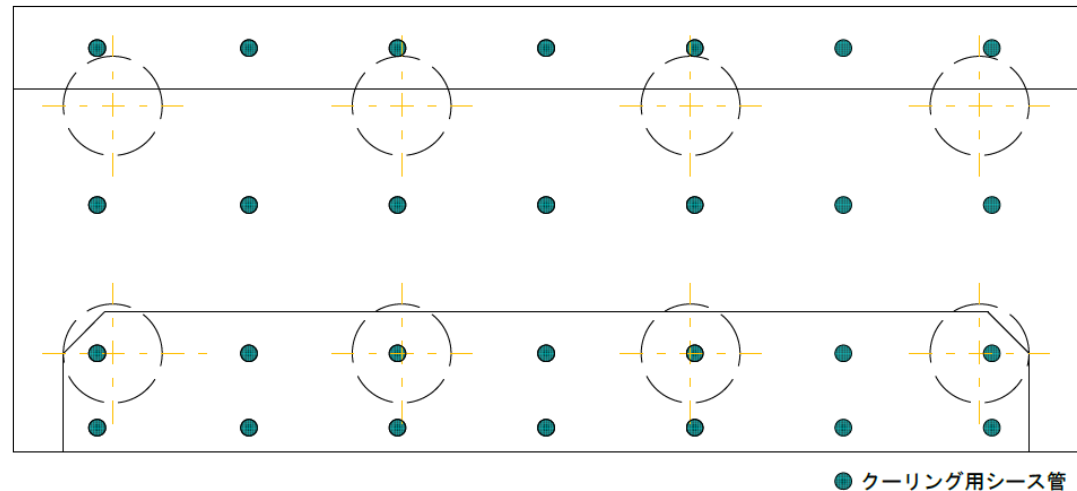
## 鉛直パイプクーリングによる温度ひび割れの抑制

暑中コンクリートのひび割れ抑制対策として、鉛直パイプクーリングを行うことで初期材齢に起きるマスコンクリート内部の急激な温度上昇を抑制し、水和熱による内部拘束温度ひび割れの抑制を行う。

### 【2号橋A1橋台での適用】



フーチング平面図

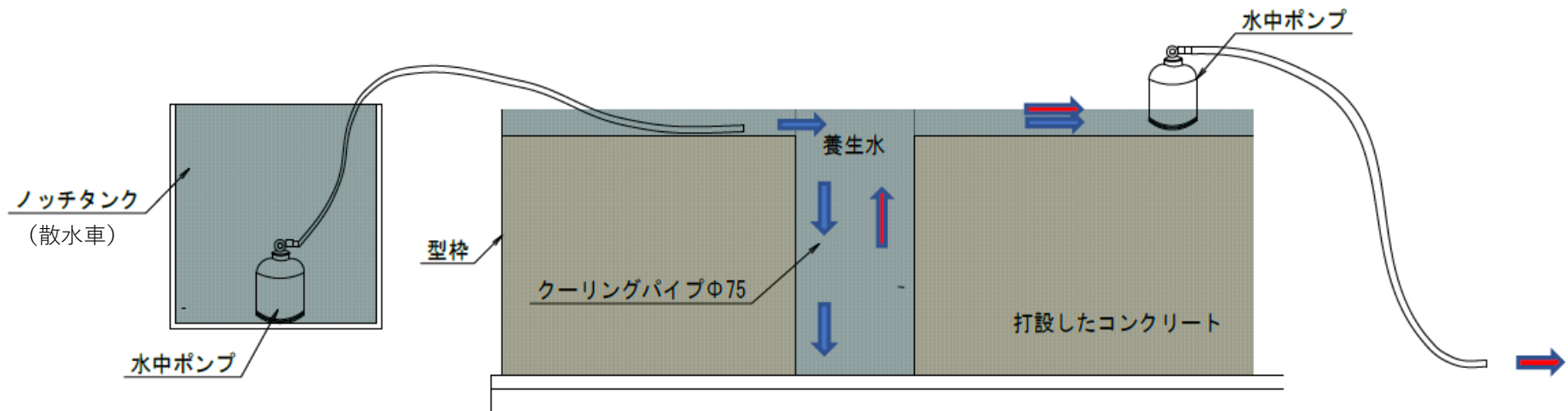


※  $\phi 75\text{mm}$  のクーリングパイプ（シース管）を縦方向/横断方向 最大1.8m 毎に配置する。  
（第1 リフト鉄筋足場組立時に使用するシース管もクーリングパイプとして利用する。）

## 鉛直パイプクーリングによる温度ひび割れの抑制

- ・クーリングパイプの底面は打設面の高さとする。
- ・コンクリート打設後、表面が硬化し始めた時点（概ね4，5時間後を目安）でシース管内に冷却水を循環させる。
- ・コンクリート内部温度と冷却水の温度差が大きすぎると逆効果の恐れもあるため、内部温度とあわせて流入水の温度も確認する。
- ・シース管からあふれ出た冷却水は、型枠を打設面より10cm程度高く組み立てることにより養生水として利用し、オーバーフローした余水は排出する。
- ・クーリング期間はコンクリート温度が上昇し始めて下降に転ずる6日間とする。

概要図



## 事前準備



クーリングパイプの材料



クーリングパイプの配置状況



散水車による水の供給

## 養生の状況

クーリングは散水車による24時間注水にて6日間実施した。

（日照によるコンクリートの温度上昇を防ぐための対策として、ブルーシートによる日よけも実施した。）



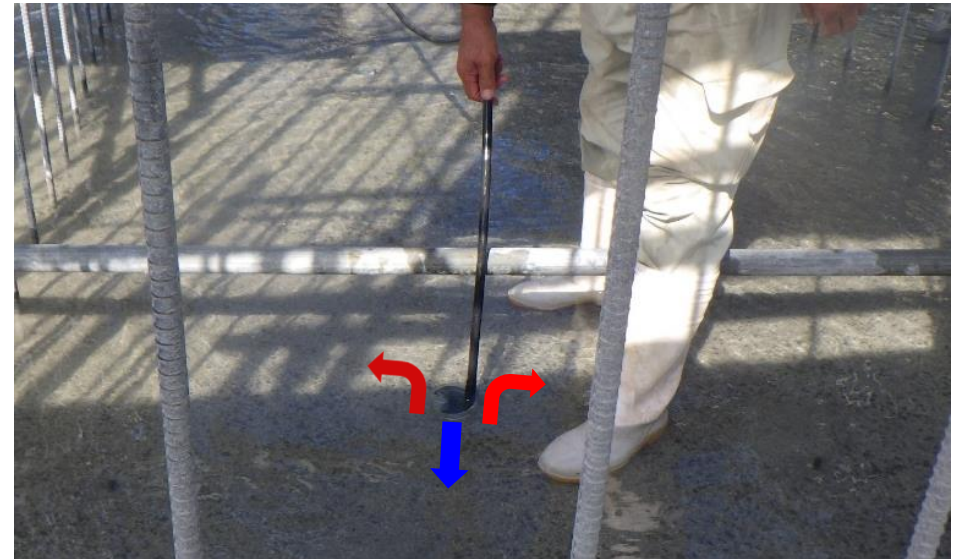
## 養生の状況（水循環の状況）

※追加注水による水循環



クーリングパイプ

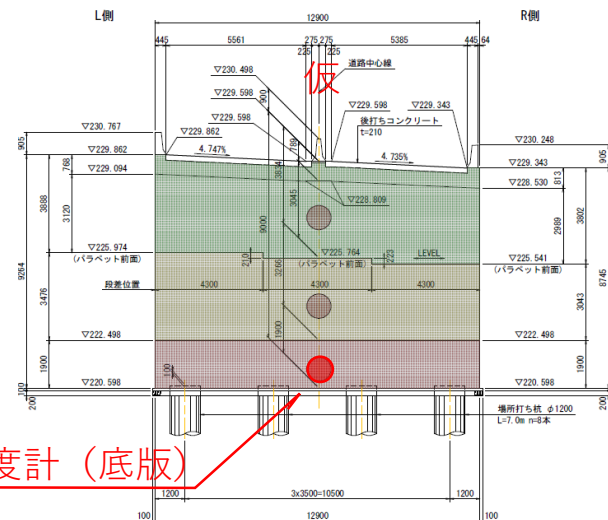
クーリング期間中はジェットホースによる定期的な追加注水及びオーバーフローした水のポンプアップにより冷却水の循環を行った。



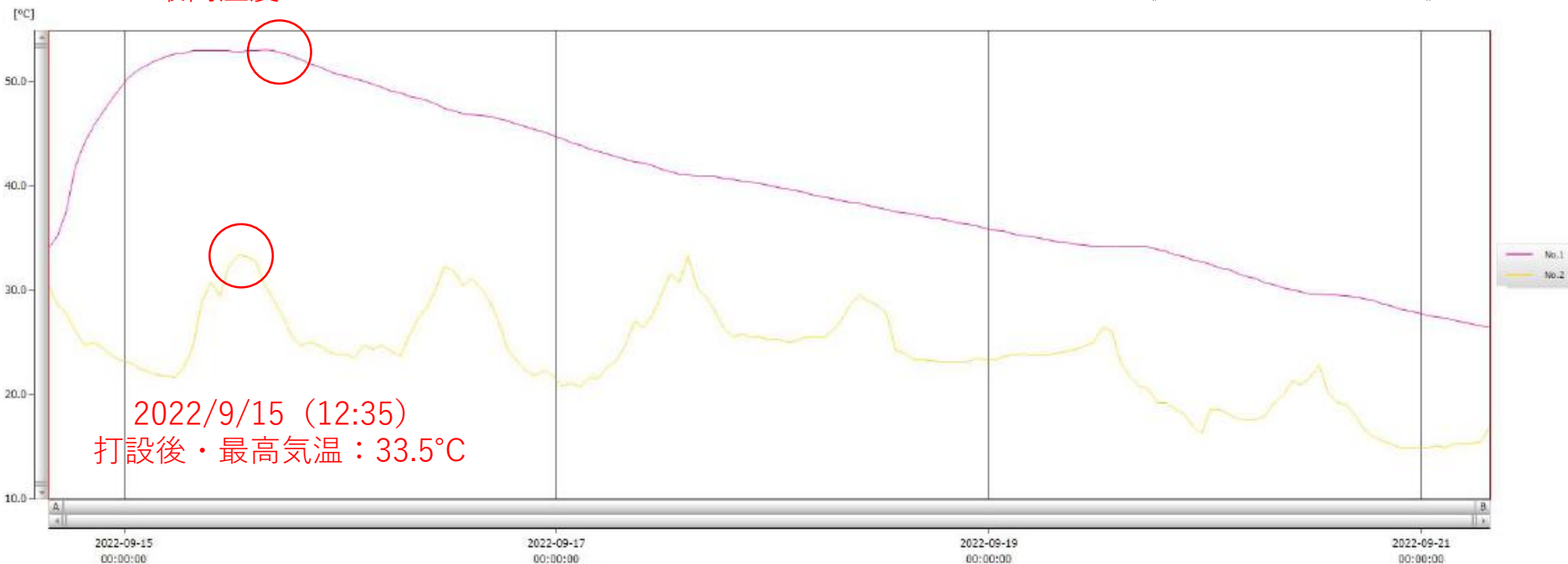
## コンクリート内部温度の変化

※打設した9/14以降、徐々にコンクリートの内部温度が上昇し、翌日の9/15の15：35に最高温度となる53.1℃を記録している。

ピーク後の温度は比較的緩やかな勾配にて下降している。



2022/9/15 (15:35)  
最高温度：53.1℃



## 脱型後の状況（底版）

ひび割れ（表面ひび割れ）の発生の有無を確認するため、脱型時及び打込み10(12)日後にひび割れ調査を行った。



※夏季の施工となったが、結果的にはひび割れの発生はなかった。



## まとめ

同様の条件で施工した底版の温度計測の情報がなく、また、温度の測定も1箇所とし、内部と表面の温度差を確認しなかったため、パイプクーリングの有効性を実証するには至らなかった。しかしながら、結果的にはひび割れの発生はなく品質の高いコンクリートが施工できた。

パイプクーリングによる養生については、クーリングパイプへの注水方法や温度管理の方法など、今回以上に効果的な手法に改良できる余地も残されていることから、今後も暑中コンクリート等での温度ひび割れの抑制対策の一つとして、引き続き検討していきたい。

- ・本日の発表は、絵堂萩道路におけるコンクリート構造物の品質確保の取組みとして、全国的にも業績のある山口県の品質確保システムをフル活用（確実に実践）するとともに、ガイドに示されている対策以外も積極的に活用（チャレンジ）する一つの事例として紹介した。

- ・今後も社会インフラの整備に携わる者として、また、地域高規格道路「質の高い道路」を担当する者の責務として、土木技術者としてのスキル向上を図りながら、引き続き構造物の品質向上に取り組んでいきたい。





絵堂萩道路（絵堂IC付近）完成イメージ