

橋梁下部工工事における コンクリート構造物の品質確保



山口県下関土木建築事務所
工務第一課一班 中三川 大輔

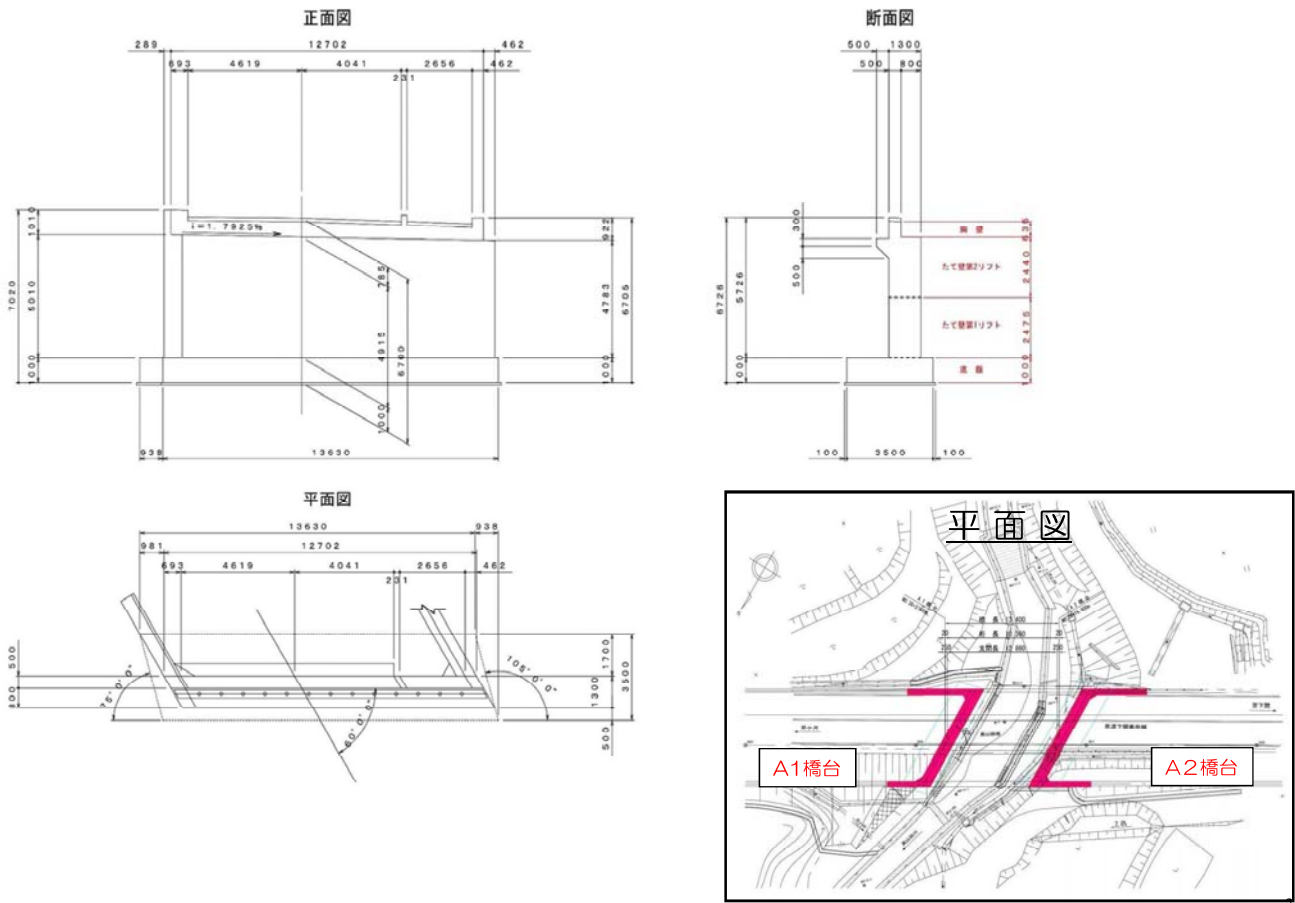
1

工事概要

工事名	平成26年度 主要県道下関美祢線 単独道路改良 (県道・特)工事 第2工区
橋梁名	奥山田橋（おくやまだはし）
工事場所	下関市 大字員光 地内
工事内容	橋台工（逆T式橋台） 2基 PC橋工（PC単純床版橋） 1橋 コンクリート打設量 A1橋台：V=1 6 9m ³ A2橋台：V=1 6 3m ³ 打設時期：1月～6月 コンクリート配合：27-8-20高炉B

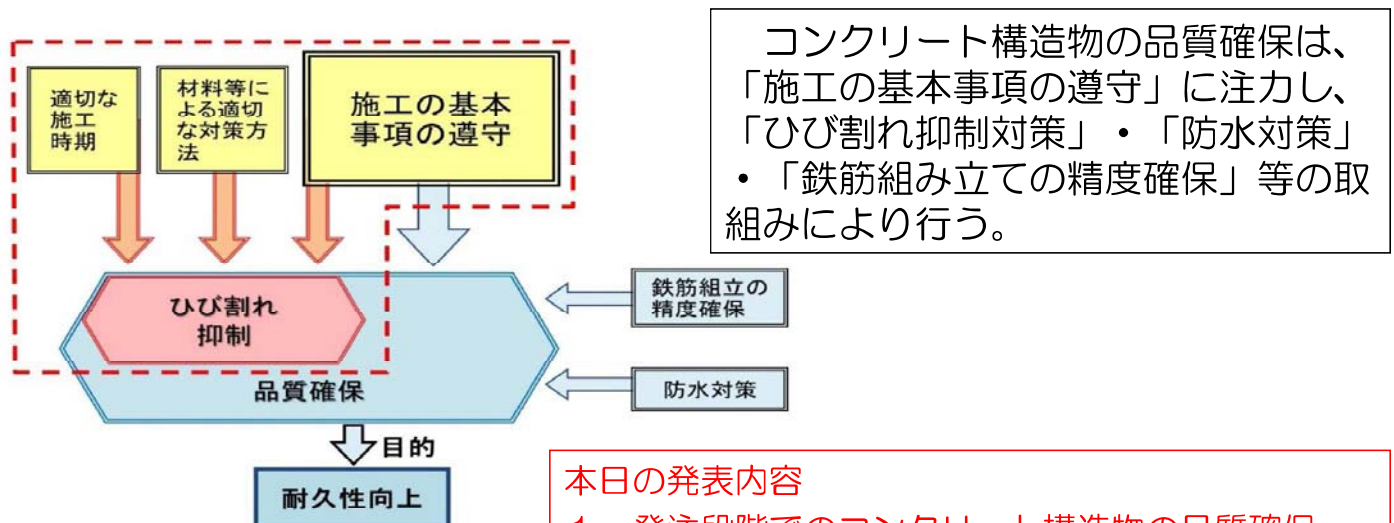
2

A1橋台構造図



コンクリート構造物の品質確保の手法

【コンクリート構造物品質確保ガイド 2014】



本日の発表内容

- 1 発注段階でのコンクリート構造物の品質確保
- 2 施工段階でのコンクリート構造物の品質確保
 - ①施工の基本事項の遵守
 - ②材料等による適切な対策方法
 - ②-1 打継ぎ間隔によるひび割れ抑制対策
 - ②-2 補強鉄筋によるひび割れ抑制対策

1. 類似事例の確認

コンクリート施工記録データより、過去施工の類似事例（構造物の種類・大きさ、コンクリート打設時期等）を確認し、対策方針を決定した。

コンクリート打設管理記録検索システム

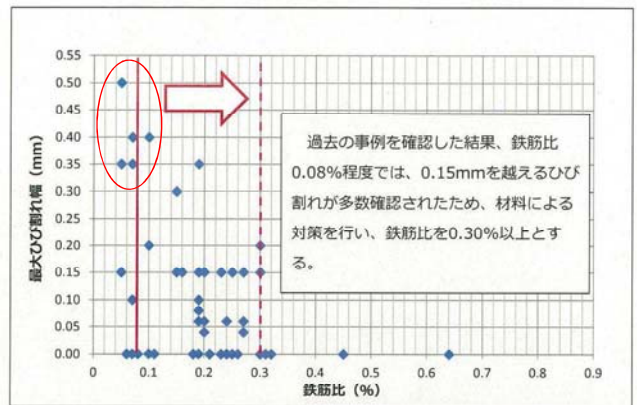
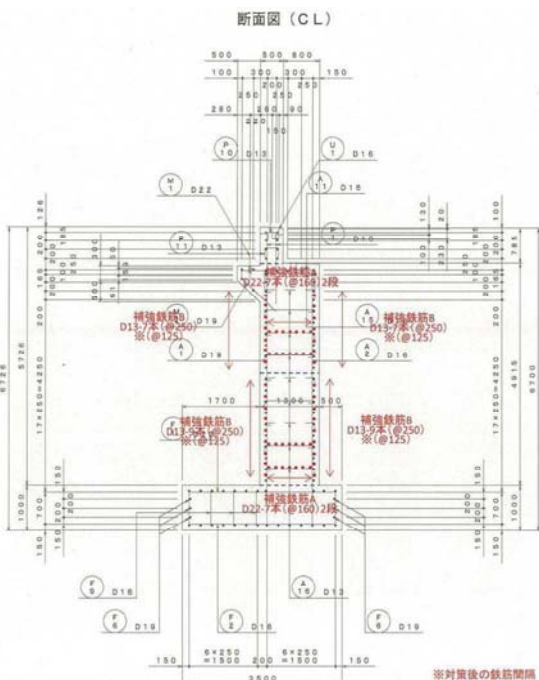
事務所	構造物名		打設時期	構造		寸法		コンクリート	鉄筋比(%)		コンクリート		最大ひび割れ幅 (mm)	管理番号 (毎年更新するよう記録を)	伊賀橋年月						
	箇所	構造物		種類	部位	ラフト高 (m)	厚さ (m)		幅 (長さ) (m)	実筋	補強鉄筋	試験強度 (N/mm ²)				打設温度 (°C)	最高温度 (°C)				
山口土木建築事務所	奥山田橋	橋台	11月	RC	橋台	たて壁	2.4	2.0	10.05	---	鉄筋	---	---	19	---	112-A-001-01	102.7				
山口土木建築事務所	奥山田橋	橋台	2月	RC	橋台	たて壁	3.0	1.9	10.6	---	高筋種	AF減水剤	補強鉄筋A	0.64	0.1	35.4	8.0	47.7	0.00	102-A-010-02	103.2
山口土木建築事務所	奥山田橋	橋台	2月	RC	橋台	たて壁	3.6	1.5	13	---	高筋種	AF減水剤	補強鉄筋A	0.31	0.31	34.7	8.0	51.2	0.00	101-A-001-03	103.2
山口土木建築事務所	奥山田橋	橋台	1月	RC	橋台	たて壁	3.6	2.8	13.2	---	高筋種	AF減水剤	---	0.07	---	---	8.0	48.5	0.00	101-A-002-01	103.2
山口土木建築事務所	奥山田橋	橋台	3月	RC	橋台	たて壁	2.7	1.7	8.3	---	高筋種	AF減水剤	補強鉄筋A	0.2	---	35.7	10.0	54.2	0.00	101-A-004-01	103.10
山口土木建築事務所	奥山田橋	橋台	3月	RC	橋台	たて壁	2.7	1.7	8.3	---	高筋種	AF減水剤	補強鉄筋A	0.21	---	33.9	10.0	50	0.00	101-A-004-01	103.10
山口土木建築事務所	奥山田橋	橋台	2月	RC	橋台	たて壁	3.6	1.7	8	---	高筋種	AF減水剤	補強鉄筋A	0.18	---	35.2	10.0	46.8	0.00	101-A-005-01	103.10
山口土木建築事務所	奥山田橋	橋台	4月	RC	橋台	たて壁	2.7	1.7	8	---	高筋種	AF減水剤	補強鉄筋A	0.2	---	32.0	10.0	55.9	0.04	101-A-006-01	103.10
山口土木建築事務所	奥山田橋	橋台	11月	RC	橋台	たて壁	2.7	1.2	10.6	---	高筋種	AF減水剤	---	0.05	---	---	7.0	42.2	0.50	101-A-008-01	103.5
山口土木建築事務所	奥山田橋	橋台	11月	RC	橋台	たて壁	2.5	1.6	12.7	---	高筋種	AF減水剤	補強鉄筋A	0.08	0.08	30.4	9.0	43.8	0.00	101-A-007-01	104.3
山口土木建築事務所	奥山田橋	橋台	1月	RC	橋台	たて壁	2.5	1.6	12.7	---	高筋種	AF減水剤	補強鉄筋A	0.08	0.08	30.3	9.0	43.2	0.00	101-A-007-01	104.3
山口土木建築事務所	奥山田橋	橋台	11月	RC	橋台	たて壁	2.3	1.6	9.2	---	高筋種	AF減水剤	---	0.1	---	33.3	10.0	56.5	0.00	102-A-001-01	104.3
山口土木建築事務所	奥山田橋	橋台	5月	RC	橋台	たて壁	2.8	1.3	10.5	---	高筋種	高圧型AE	補強鉄筋A	0.32	---	31.1	20.0	51.8	0.00	102-A-001-03	104.11
山口土木建築事務所	奥山田橋	橋台	1月	RC	橋台	たて壁	3.1	1.3	8.2	---	高筋種	AF減水剤	補強鉄筋A	0.31	---	35.4	7.0	36.2	0.00	102-A-008-01	104.11
山口土木建築事務所	奥山田橋	橋台	1月	RC	橋台	たて壁	3.6	1.6	12.7	---	普通	AF減水剤	補強鉄筋A	0.19	---	31.1	0.0	38.6	0.00	102-A-005-01	104.11

構造	設計構造物		【輸出番号】	
	構造物	橋台	橋台	橋台
寸法	ラフト高	2.3~2.5m	2.0m < H < 4.0m	
	厚さ	1.3m	1.0m < T < 3.0m	
材料	補強材料	全て		
	鉄筋比	0.08%		

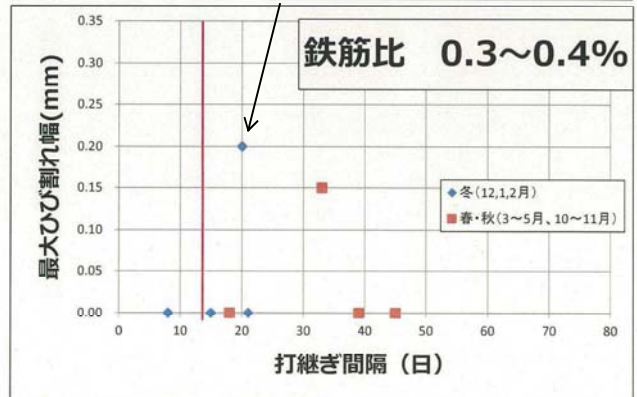
コンクリート施工記録データ・・・（財）山口県建設技術センターHPより

2. 対策方針

たて壁について、打継ぎ間隔による抑制対策を行うとともに、補強鉄筋A+B（鉄筋比0.30%）を配置し、材料による抑制対策を行う。



さらに打継ぎ間隔とひび割れ幅の関係を見みると、鉄筋比が0.3%以上でも打継ぎ間隔が20日以上の場合に0.15mmを越えるひび割れが確認されている。



施工段階

①施工の基本事項の遵守(確実な施工実施の確認)

監督職員がコンクリート打設時に現場に臨場し、施工状況把握チェックシートを活用しながら各施工段階において、基本的な作業項目が確実に実行されているか把握を行った。



監督職員による施工状況把握

様式3 施工状況把握チェックシート (コンクリート打込み時)

【施工状況把握チェックシート(コンクリート打込み時)】

項目	内容	確認	記録	確認
工事名称	工事名	工種	工区	
構造物名	部位	リフト		
受注者	種別			
配合	確認日時			
打込み開始時刻	予定	実績	打込み開始時刻	天候
打込み終了時刻	予定	実績	打込み量(m ³)	リフト高(m)
施工段階	チェック項目	記録	確認	
準備	型枠設置・打込み高は内れているか。		—	
	型枠内は固まっているか。		—	
	型枠内面に、木屑や鉛末等の異物は入っていないか。		—	
	かぶり内に結束線はないか。		—	
打込み	硬化したコンクリートの表面のレイタンス等は取り除き、ぬらしているか。		—	
	コンクリート打込み作業人員 ^(注) に余裕を持たせているか。		—	
	子機のバイブレータを稼働しているか。		—	
	発電機のトグルがないよう、事前にチェックをしているか。		—	
打込み	繰り返してから打ち終わるまでの時間は適切であるか。		—	
	ポンプや船内側の潤滑油を確保するため、先送りポンプの圧送時の熱源を確保しているか。		—	
	熱帯や乾燥はしていないか。		—	
	横移動が不安定な箇所や位置に、コンクリートを乗っけているか。		—	
打込み	コンクリートは、打込みが完了するまで連続して打ち込んでいるか。		—	
	コンクリートの表面が水平になるように打ち込んでいるか。		—	
	一層の高さは、50cm以下としているか。		—	
	2層以上に分けて打ち込む場合は、上層のコンクリートの打込みは、下層のコンクリートが固まり始める前に行っているか。		—	
打込み	ポンプ配管等の吐出は打込み面までの高さは、1.6m以下としているか。		—	
	表面にブリーディング水がある場合は、これを取り除いてからコンクリートを打ち込んでいるか。		—	
	バイブレータを下層のコンクリートに10cm程度挿入しているか。		—	
	バイブレータを動かし挿入し、挿入時間は30cm以下としているか。		—	
打込み	間隔の作業中に、バイブレータを数秒等に接触させていないか。		—	
	バイブレータでコンクリートを横移動させていないか。		—	
	バイブレータは、穴が空かないように徐々に引き抜いているか。		—	
	振動を始めるまでに乾燥するおそれがある場合は、シートなどで目玉や塵上げを防止しているか。		—	
打込み	コンクリートの露出面を保護状態に保っているか。		—	
	保護状態を保持期間は適切であるか。		—	
打込み	型枠および支保上の養生は、コンクリートが必要な強度に達した後であるか。		—	

※コンクリート打込み作業人員・・・コンクリートの打込み・間隔の作業時の人員のうち、直接作業に携わらない者(監理・主任技術者やポンプ運転手等)を除いた人員

様式3-1

施工段階

(1) 準備

打ち込み前の準備として、型枠内部に異物がないか等、目視にて確認を行った。



型枠内部の異物除去



高圧洗浄機による型枠内清掃



型枠内部溜り水除去



型枠面、打継面の散水

施工段階

(2) 打込み



先送りモルタル排出状況



コンクリート打設高さ (鉄筋マーキング)



コンクリート打設高さ (鉄筋マーキング)



コンクリート打設高さ (型枠マーキング)

施工段階



打ち込み面までの高さ確認



打ち込み面までの高さ 1.5m以下

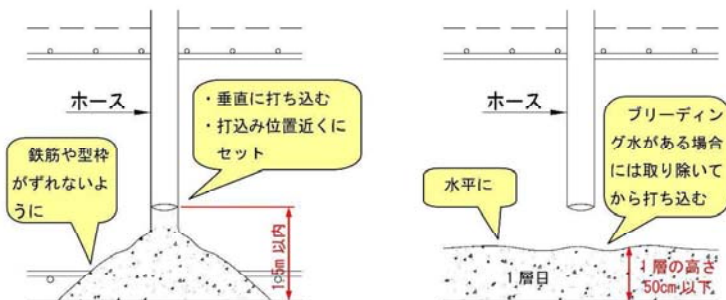


図 3.2.1 打込み概要図



ブリーディング水除去

施工段階

(3) 締固め

- 上下層の一体化については、パイプレーター端から60cmの位置に表示テープを巻くことにより、下層コンクリートに10cm程度挿入され締固めが適切に行われていることを確認した。

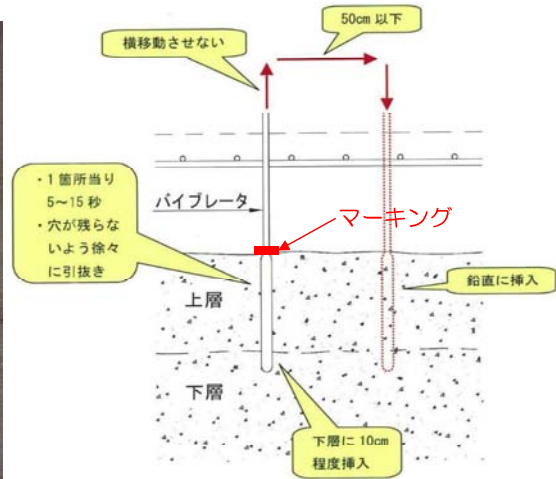


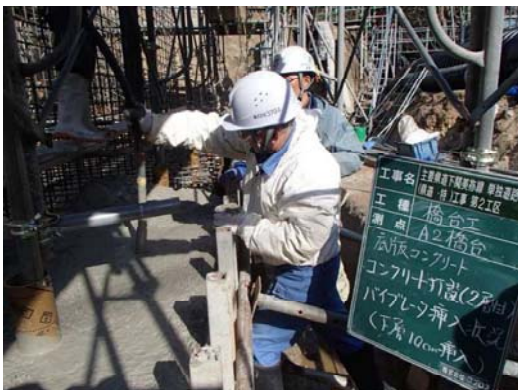
図 4.2.2 締固め概要図

施工段階

打設状況



マーキングテープ



施工段階

(4) 養生

1) 湿潤保温養生

- 湿潤養生期間はコンクリート標準示方書より**12日間**とした。
- コンクリート打設時期は冬期であるため、気温の低い時期における温度勾配に起因する温度ひび割れと、低温による強度発現の遅れが懸念されたことから、その対策として保温養生マットを使用した。

2) コンクリート収縮低減剤による養生（施工業者の提案）

- 初期の乾燥収縮の抑制効果を高めるため、脱枠後、塗布型収縮低減剤をコンクリート表面に塗布した。
- 収縮低減剤を塗布することでコンクリート内部の相対湿度が高くなり、収縮ひずみ及び収縮速度を低減させることが可能となることから、より高い養生効果を期待する。

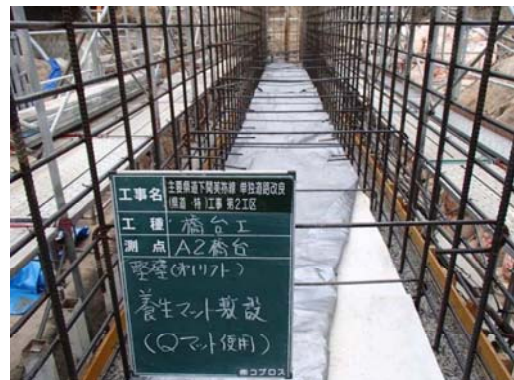
13

施工段階

養生



湿潤保温養生



湿潤保温養生



散水



脱枠後散水養生

14

施工段階

②-1 打継ぎ間隔による抑制対策

○河川区域内での施工は非出水期での施工となるため、コンクリート打設は1月～4月の期間で行った。（A2橋台胸壁は6月）

○発注段階では、打継ぎ間隔を「15日程度以下」と計画していたが、施工計画、第2リフト及び胸壁は15日程度以下で施工できなかった。

打設場所	打設箇所	打設日	打設量(m ³)	打継ぎ間隔
A1橋台	底版	1月16日	52.0	-
	たて壁第1リフト	1月27日	49.0	11日
	たて壁第2リフト・胸壁	3月26日	68.0	58日 ^{※1}
A2橋台	底版	2月2日	55.5	-
	たて壁第1リフト	2月17日	32.5	15日
	たて壁第2リフト	4月9日	72.0	51日 ^{※1}
	胸壁	6月20日	3.4	72日 ^{※2}

※1 河川区域内施工のため、たて壁第1リフト施工後、護岸復旧工事を施工、完了した後たて壁第2リフトの施工を行ったため。

※2 たて壁第2リフトにてひび割れが発生し、その観測に日数を要したため。またPC橋桁架設完了後胸壁を施工したため。

施工段階

②-2 補強鉄筋によるひび割れ抑制

補強鉄筋配筋状況

補強鉄筋A（リフト下端への補強鉄筋）



外部拘束応力は拘束体に近い部分が大きくなることから、ひび割れは基部付近から発生する。
したがってこの部分に集中的に補強筋を配置することで、ひび割れを抑制する。

補強鉄筋B（表面付近への補強鉄筋）



部材中心部に比べ表面付近の応力が大きくなる。
よって配筋量を増やし表面に発生するひび割れを抑制する。

施工段階

ひび割れ調査及び発生状況

・脱枠時および週1回以上の頻度でひび割れ調査を行い、ひび割れ調査票にて記録を行った。

- ①底版：ひび割れなし
- ②たて壁第1リフト：ひび割れなし
- ③たて壁第2リフト：ひび割れ発生
ひび割れ幅=0.04~0.10mm
ひび割れ発生（発見）時期=打設後12日~15日
ひび割れ観察期間=4週間
観察期間4週間後、有害なひび割れ（0.15mm以上）への進行は認められなかった。
- ④胸壁：ひび割れなし



調査状況

ひび割れ調査票 (その1) 記録シート⑤

基本情報		主要構造下部構造物種		工期	H26.6.21	~	H27.10.30
工事名	華越道路改良(県道・特)工事			工区	2		
構造物詳細	A2橋台		リフト名	第3リフト			

○ひび割れの有害

ひび割れの有害	有
---------	---

○ひび割れ概要

橋台図
正面図
背面図

17

完 成



○当現場では、以上のひび割れ抑制対策を実施し橋台の施工を完了した。

○ひび割れは発生したが、いずれもひび割れ幅を0.15mm未満に抑えることが出来た。

18

その他の取り組み

○山口県官学共同研究メンバーによる施工状況把握と目視評価の実施
(平成27年1月)



○沖縄県の産学官関係者による視察 (平成27年6月)



19

おわりに

長期間にわたり使用する公共土木施設の耐久性能は、そのコンクリートの品質が大きく影響します。

品質を確保するためには、施工の基本事項の遵守や材料等による適切な対策を実施することが非常に重要なものです。

「コンクリート構造物品質確保ガイド」を参考とし、発注者として必要な技術を学ぶとともに、発注者、受注者、材料供給者が協働して取り組み、後世に長く使用される構造物を造ることが発注者としての責務だと考えます。

ご清聴ありがとうございました。