

## 橋梁下部工におけるひび割れ抑制対策



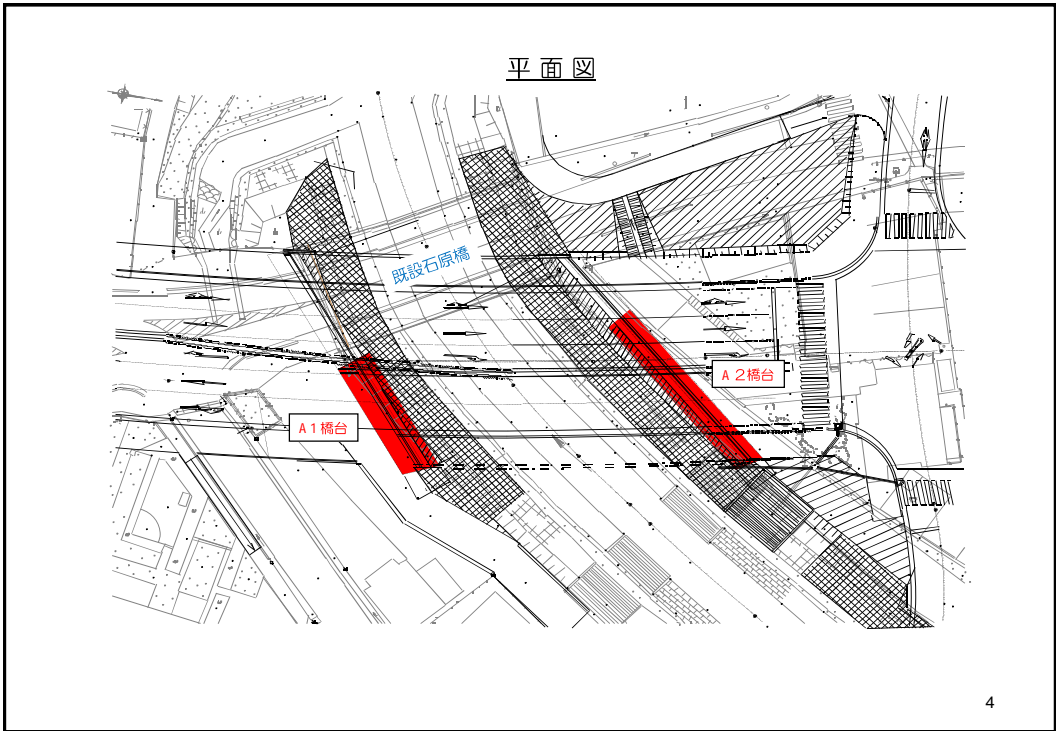
施工現場からの実施報告  
株式会社 コプロス 中浦由一郎

1

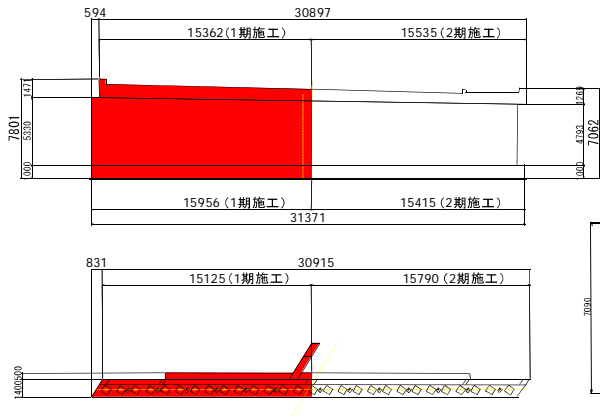
### 工事概要

- 工事名** 平成25年度  
主要県道下関長門線 交通安全(防災安全交付金・合併)工事 第1工区
- 工事場所** 下関市 大字石原 地内
- 工事内容** 逆T式橋台 2基
- コンクリート打設量 A1橋台：V=196m<sup>3</sup>  
A2橋台：V=248m<sup>3</sup>
- 打設時期：1月～4月
- コンクリート配合：27-8-20 高炉B (底版・豎壁)  
27-8-20 高炉B 水和熱抑制型膨張材入  
(胸壁)  
※膨張材は発注仕様

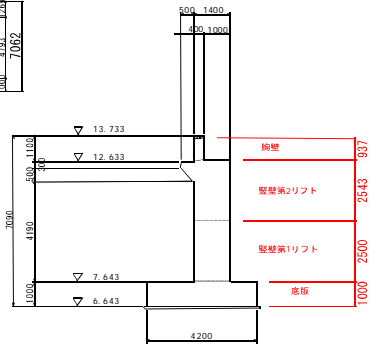
2



A 1 橋台構造図

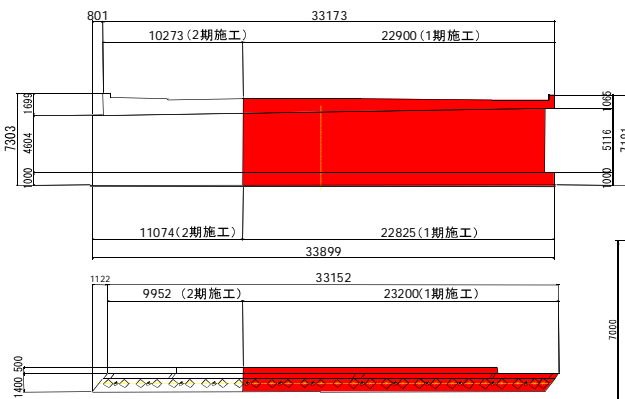


打設リフト図

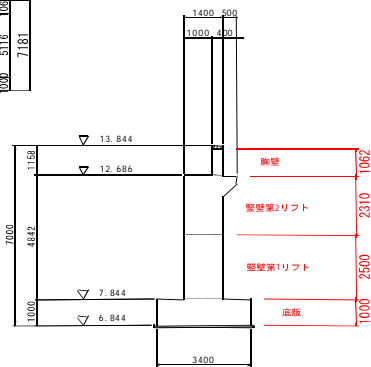


5

A 2 橋台構造図



打設リフト図



6

## ※ひび割れ抑制とは

ひび割れを皆無にすることではなく、費用対効果や施工性を加味した上で、有害なひび割れの発生を抑えること

【コンクリート構造物ひび割れ抑制対策資料(第1回改訂版)】



当現場においてのひび割れ抑制概念

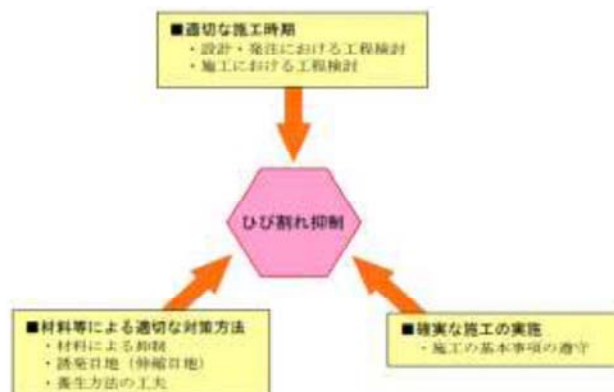
無害なひび割れの分散

※ここでいう無害とはひび割れ幅0.15mm未満（補修基準以下）を指します。  
【抑制対策資料】

7

## ひび割れ抑制対策

- ①適切な施工時期の選定
- ②材料等による適切な対策工の選定
- ③確実な施工の実施



【コンクリート構造物ひび割れ抑制対策資料(第1回改訂版)】参照

8

## ①適切な施工時期の選定

当現場は河川区域内での施工であり、非出水期での施工であるため、コンクリート打設は1月～4月の期間で行いました。

打設場所	打設箇所	打設日	打設量 (m <sup>3</sup> )
A2橋台	底版	1月17日	78.2
//	縦壁第1リフト	1月28日	79.4
A1橋台	底版	2月12日	65.8
A2橋台	縦壁第2リフト	2月17日	82.3
A1橋台	縦壁第1リフト	2月24日	57.8
A2橋台	胸壁	2月27日	8.3
A1橋台	縦壁第2リフト	4月8日	65.5
//	胸壁	4月18日	6.0

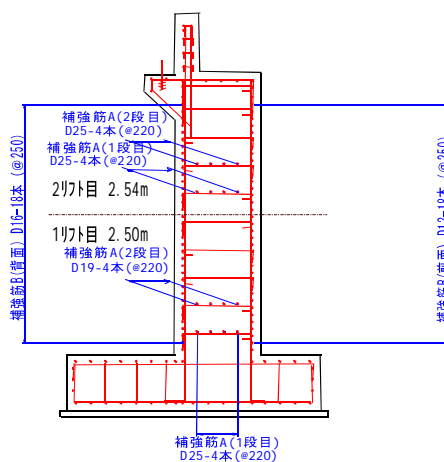
9

## ②材料等による適切な対策工の選定

※当現場では発注仕様で下記の対策が計上されています。

(1) 補強鉄筋の追加配置によるひび割れ抑制（鉄筋比0.3%）

参考図（A1橋台）



10

### 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。

11

### (2) 水和熱抑制型膨張材入りコンクリートの使用

胸壁においては鉄筋比0.5%を満足しているが、発注仕様で膨張材を使用しています。

膨張材投入状況（プラント）



膨張材



12

### ③ 確実な施工の実施

#### 1. 打ち込み前の準備（施工状況把握チェックシートの活用）

- 型枠内部の清掃。（木くず、結束線等の撤去）
- かぶり内に結束線がないことの確認。
- 型枠面、打継面の散水。
- 打ち込み前ミーティングの実施
- 使用器具（パイプレータ、発電機等）の員数の確認（予備含む）

項目	確認内容	確認結果	担当者	確認日時
型枠内部の清掃	木くず、結束線等の撤去	○		
かぶり内	結束線がないことの確認	○		
型枠面、打継面	散水	○		
打ち込み前ミーティング	実施	○		
使用器具	パイプレータ、発電機等の員数確認	○		

13

型枠内部の清掃



型枠面、打継面の散水



14

## 打ち込み前の準備

打ち込み前ミーティングの実施状況



予備パイプレーターの準備



予備パイプレーター

15

## 2. 運搬

### 1) 生コン製造工場の選定

- 時間経過によるスランプロスやコンクリート温度変化がないように、現場から最も距離の短い生コン製造工場を選定しました。(運搬距離=0.8 km)



## 2) 練り混ぜから打設完了までの時間管理

• 練り混ぜ～運搬～打設完了までの時間および、打設速度の管理を行うため、**打設管理表**を用いて管理を行いました。

• 縦壁の打設速度は急速な打ち上がりによる沈下ひび割れを防止し、緻密なコンクリートを得るために概ね50cm/hで施工しています。

生コンクリート打設管理表

日次計		計		平均		標準偏差	
打設時間		打設量		打設速度		打設速度	
打設開始		打設完了		打設速度		打設速度	
打設完了		打設完了		打設速度		打設速度	
1	08:00	08:15	100	100	100	100	100
2	08:15	08:30	100	100	100	100	100
3	08:30	08:45	100	100	100	100	100
4	08:45	09:00	100	100	100	100	100
5	09:00	09:15	100	100	100	100	100
6	09:15	09:30	100	100	100	100	100
7	09:30	09:45	100	100	100	100	100
8	09:45	10:00	100	100	100	100	100
9	10:00	10:15	100	100	100	100	100
10	10:15	10:30	100	100	100	100	100
11	10:30	10:45	100	100	100	100	100
12	10:45	11:00	100	100	100	100	100
13	11:00	11:15	100	100	100	100	100
14	11:15	11:30	100	100	100	100	100
15	11:30	11:45	100	100	100	100	100
16	11:45	12:00	100	100	100	100	100
17	12:00	12:15	100	100	100	100	100
18	12:15	12:30	100	100	100	100	100
19	12:30	12:45	100	100	100	100	100
20	12:45	13:00	100	100	100	100	100
21	13:00	13:15	100	100	100	100	100
22	13:15	13:30	100	100	100	100	100
23	13:30	13:45	100	100	100	100	100
24	13:45	14:00	100	100	100	100	100
25	14:00	14:15	100	100	100	100	100
26	14:15	14:30	100	100	100	100	100
27	14:30	14:45	100	100	100	100	100
28	14:45	15:00	100	100	100	100	100
29	15:00	15:15	100	100	100	100	100
30	15:15	15:30	100	100	100	100	100
31	15:30	15:45	100	100	100	100	100
32	15:45	16:00	100	100	100	100	100
33	16:00	16:15	100	100	100	100	100
34	16:15	16:30	100	100	100	100	100
35	16:30	16:45	100	100	100	100	100
36	16:45	17:00	100	100	100	100	100
37	17:00	17:15	100	100	100	100	100
38	17:15	17:30	100	100	100	100	100
39	17:30	17:45	100	100	100	100	100
40	17:45	18:00	100	100	100	100	100
41	18:00	18:15	100	100	100	100	100
42	18:15	18:30	100	100	100	100	100
43	18:30	18:45	100	100	100	100	100
44	18:45	19:00	100	100	100	100	100
45	19:00	19:15	100	100	100	100	100
46	19:15	19:30	100	100	100	100	100
47	19:30	19:45	100	100	100	100	100
48	19:45	20:00	100	100	100	100	100
49	20:00	20:15	100	100	100	100	100
50	20:15	20:30	100	100	100	100	100
51	20:30	20:45	100	100	100	100	100
52	20:45	21:00	100	100	100	100	100
53	21:00	21:15	100	100	100	100	100
54	21:15	21:30	100	100	100	100	100
55	21:30	21:45	100	100	100	100	100
56	21:45	22:00	100	100	100	100	100
57	22:00	22:15	100	100	100	100	100
58	22:15	22:30	100	100	100	100	100
59	22:30	22:45	100	100	100	100	100
60	22:45	23:00	100	100	100	100	100
61	23:00	23:15	100	100	100	100	100
62	23:15	23:30	100	100	100	100	100
63	23:30	23:45	100	100	100	100	100
64	23:45	00:00	100	100	100	100	100

17

## 3. 打込み

### (1) 生コンクリート受入検査

- スランプ、空気量、塩分量、単位水量の測定を行いました。（打設日毎）
- コンクリート温度を生コン車5台毎に測定しました。

受入検査実施



生コン温度および外気温測定（5台毎）



18

## (2) 打込み

先送りモルタル排出状況



• コンクリートポンプ車を使用し、ホース吐出口と打込み面までの高さが1.5m以内であることが管理できるようにとも、ホースにもビニルテープによりマーキングを行いました。



19

## 打ち込み1層毎の高さ確認状況

1層毎の打ち込み高さ(50cm)を箱尺で確認しています。

打ち込み前高さ確認 (H=2.45) 1層目確認 (残尺=1.95)



2層目確認 (残尺=1.45)

3層目確認 (残尺=0.95)

4層目確認 (残尺=0.45)



20

### (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60 cm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1.0 cm程度挿入されていることを確認しながら締固めを行いました。



21

### 打設状況



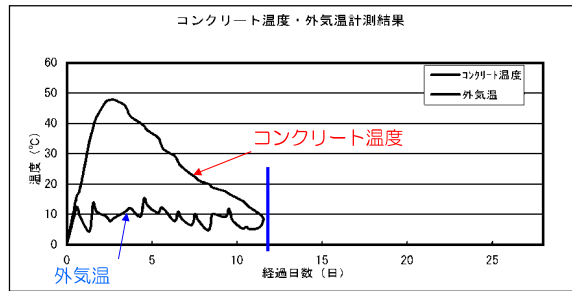
マーキングテープ

22

#### (4) 養生

##### 1) 湿潤養生

- 湿潤養生期間はコンクリート標準示方書より**12日間**としました。
- **コンクリート内部温度がほぼ外気温に収束する期間も12日間程度**であるということが確認できました。(内部温度計測結果より)



##### 2) 保温養生

- 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ました。  
その対策として保温養生マットを使用しました。

23

#### 養生

散水



保温養生マット



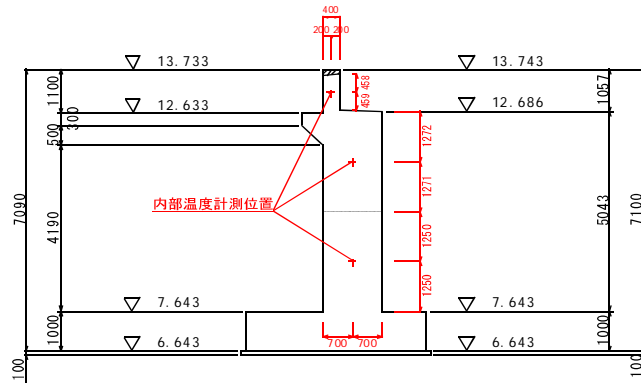
脱枠後散水養生



24

### (5) 内部温度計測

- 縦壁(2箇所)および胸壁に温度センサーを設置し内部温度が外気温に収束するまで計測しました。
- 通常では温度を計測しながら型枠解体時期を検討しますが、当現場は非出水期施工であり工期が制限されるため、温度データを参考にしてひび割れの初期観察期間を協議して決定しました。



25

### 内部温度計測状況



- ハンディロガーによりコンクリート内部温度と外気温を同時測定

26

※測定結果の整理（記録シートに記入）

記録シート②

コンクリート打込み管理表

○基本情報

工事名	主要国道下関長門線	工期	R25.10.4 ~ R26.3.28
工事内容	主要国道下関長門線 交通安全等(防災安全交付金・倉庫)工事 工区 第1工区		
得意店名	R1建設		
積込物詳細	発着	リフト名	第1リフト

○コンクリート

材料	呼び強度	23 N/mm <sup>2</sup>	スランプ	8 cm	骨材最大寸法	20 mm
配合	水セメント比	52%	練灰比	310 kg/m <sup>3</sup>		
	セメント種類	高強等級	セメント会社	水車造り分庫		
	混和剤	混和剤				
	骨工工程	山口小野田レシコン株式会社 下関工場				
原材料供給時期	打込み開始時	150分	打込み終了時	200分	試験計測値	
スランプ	9.0 cm	cm	300分	cm	8±2.5mm	
空気量	5.2 %	%	%	%	4.5±1.9%	
塩化物イオン量	0.05 kg/m <sup>3</sup>	kg/m <sup>3</sup>	kg/m <sup>3</sup>	kg/m <sup>3</sup>	0.20以下	
30分間温度	11.0 °C	°C	°C	°C		
打込み時作業日	5.0 °C	°C	°C	°C		
7日強度	21.1 N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>		
28日強度	N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>		

○運搬・打込み・固まり

打込み日	2014年2月24日					
打込み時間	天候	曇り	予報(14時～16時)	[2014年2月12日]		
打込み量	2014年2月24日	2014年2月25日	2014年2月26日	2014年2月27日	2014年2月28日	2014年2月29日
運搬	コンクリートポンプ車	5分	現場仕掛機	10分	ポンプ稼働	10分/台
打込み	現場内運搬方法	ホム(履帯式)	ホム(履帯式)	ホム(履帯式)	ホム(履帯式)	ホム(履帯式)
固まり	ポンプ稼働	5分	ポンプ稼働	17分	ポンプ稼働	1台
検査	ポンプ稼働	2.5分	打込み量	60.0m <sup>3</sup>	打込み量	0.6m <sup>3</sup>
検査	ポンプ稼働	2台	ポンプ稼働	4人	ポンプ稼働	1名
検査	ポンプ稼働	1人				

○コンクリート温度管理

初期温度	11.0 °C	終業温度	47.9 °C	温度上昇量	36.9 °C
最高温度に到達した時間	52 時間後				

○養生

養生日	2014年2月27日	養生期間	7 日
養生方法	型枠	型枠	
養生	打込み後	遮光養生(1+0+1)	遮光
養生(遮光状態)期間	12 日		

記録シート③

コンクリート打込み管理表（温度計測その1）

○基本情報

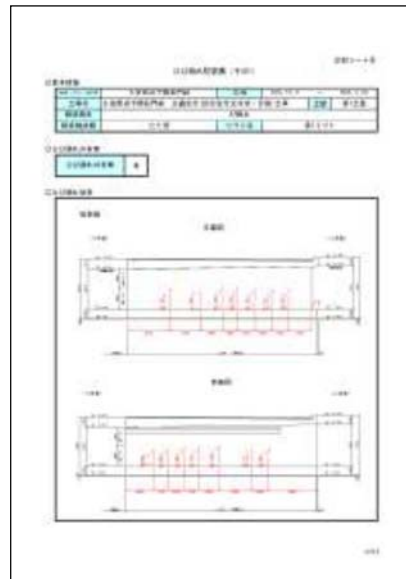
工事名	主要国道下関長門線	工期	R25.10.4 ~ R26.3.28
工事内容	主要国道下関長門線 交通安全等(防災安全交付金・倉庫)工事 工区 第1工区		
積込物詳細	発着	リフト名	第1リフト

日時	天気	計測機	コンクリート温度	空気温度	備考
2014.2.24	曇	積	14.00 15.9 °C	12.2 °C	打設終了後計測開始
16:1	積	積	18.00 17.9 °C	9.7 °C	
2014.2.25	曇	積	8.00 24.2 °C	4.5 °C	
16:1	積	積	13.00 28.0 °C	13.0 °C	
18:00 25.2 °C					
2014.2.26	曇	積	8.00 27.4 °C	2.4 °C	
16:1	積	積	13.00 47.8 °C	7.7 °C	
18:00 47.9 °C					
2014.2.27	曇	積	8.00 28.4 °C	10.5 °C	
16:1	積	積	13.00 44.8 °C	11.4 °C	
18:00 42.3 °C					
2014.2.28	曇	積	8.00 28.9 °C	8.1 °C	
16:1	積	積	13.00 29.2 °C	15.4 °C	
18:00 37.7 °C					
2014.3.1	曇	積	8.00 25.0 °C	10.3 °C	
16:1	積	積	13.00 29.1 °C	12.5 °C	
18:00 31.3 °C					
2014.3.2	曇	積	8.00 29.9 °C	7.3 °C	
16:1	積	積	13.00 23.3 °C	11.0 °C	
18:00 25.5 °C					
2014.3.3	曇	積	8.00 23.2 °C	6.6 °C	
16:1	積	積	13.00 22.5 °C	10.1 °C	
18:00 21.2 °C					
2014.3.4	曇	積	8.00 20.7 °C	4.3 °C	
16:1	積	積	13.00 19.0 °C	10.8 °C	
18:00 19.6 °C					
2014.3.5	曇	積	8.00 17.7 °C	8.7 °C	
16:1	積	積	13.00 16.8 °C	11.9 °C	
18:00 16.1 °C					
2014.3.6	曇	積	8.00 14.5 °C	5.4 °C	
16:1	積	積	13.00 12.4 °C	8.9 °C	
18:00 12.4 °C					
2014.3.7	曇	積	8.00 11.0 °C	5.7 °C	
16:1	積	積	13.00 8.6 °C	8.2 °C	
18:00 8.6 °C					
2014.3.8	曇	積			
16:1	積	積			
18:00	積	積			
2014.3.9	曇	積			
16:1	積	積			
18:00	積	積			
2014.3.10	曇	積			
16:1	積	積			
18:00	積	積			
2014.3.11	曇	積			
16:1	積	積			
18:00	積	積			
2014.3.12	曇	積			
16:1	積	積			
18:00	積	積			
2014.3.13	曇	積			
16:1	積	積			
18:00	積	積			

(6) ひび割れ調査

- 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いました。

調査状況



### ひび割れの発生状況

①底版：ひび割れなし

②縦壁第1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8日～13日

③胸壁：ひび割れ発生

ひび割れ幅=0.04～0.06mm

ひび割れ発生（発見）時期=打設後3日～4日

29

### (7) 目視調査による表層品質評価の実施

・コンクリート構造物の表層品質は、構造物の耐久性に大きな影響あたえるがその評価は容易ではない。



それを簡易ではあるが定量的に評価する手法である。

- ・構造物の表面に生じている現象を項目ごとに分けて評価する手法である。
- ・施工者が実施するPDCAサイクルのCheckに相当する手法である。

【論文：目視評価を活用した山口県のひび割れ抑制システムによる表層品質向上の分析】より

30

## 目視評価チェックシート

構造物名 \_\_\_\_\_ 調査日時 \_\_\_\_\_ 氏名 中浦 由一郎  
 各項目の評価は、4点、3点、2点、1点、(中間0.5点あり) 所属 榎コブロス

壁	①-1	①-2	②-1	②-2	③-1	③-2	④-1	④-2	⑤-1	⑤-2
沈みひび割れ										
表面気泡										
打撃痕跡										
型枠継ぎ目の砂すじ										
面的な砂すじ										
備考										

壁	⑥-1	⑥-2	⑦-1	⑦-2	⑧-1	⑧-2	⑨-1	⑨-2	⑩-1	⑩-2
沈みひび割れ										
表面気泡										
打撃痕跡										
型枠継ぎ目の砂すじ										
面的な砂すじ										
備考										

## 目視評価の判定基準



【論文：目視評価を活用した山口県のひび割れ抑制システムによる表層品質向上の分析】より

31

## 目視評価実施状況



- 発注者監督職員と監理技術者及び協力会社職長にて実施しています。

### • 実施例

沈下ひび割れがわずかですが見受けられました (Check)



次回の打ち込み前ミーティングにて締め固め（挿入間隔、振動時間、  
 ゆっくりと引抜いているか等）について基本事項の再確認を行いました (Act)

32



### 技術力向上へむけての現場での取り組み

監督職員をはじめとする県職員による施工  
状況チェック



現場研修（県土木若手職員）



産・官・学の合同現場確認の実施（徳山工業高等専門学校:田村教授の現場視察）



33

### 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行いました。  
ひび割れは発生しましたが**いずれも有害な（0.15mm以上）ひび割れを抑えることが  
出来ました。**

34

## おわりに

当現場は河川区域内での非出水期施工であったので、十分な型枠残置期間・ひび割れ観察期間が取れませんでした。  
より良い構造物を作るために、今後は最初の仮設工事から綿密な計画を練り施工したいと考えます。

ひび割れを発生させないことは、とても難しいことです。しかしながら受注者としては、施工由来によるひび割れを無くすため、「**当たり前のこと（施工基本事項の遵守）を当たり前**に実施する。」ことを念頭に置き、今後の施工に携わって行きたいと思えます。

35

ご静聴ありがとうございました。

36