

# 橋梁下部工における施工品質 向上に向けての取り組み

**IK** 池田建設工業株式会社

現場代理人 江藤 正一郎

## 取り組みの背景

- ・平成28年4月に改訂されたコンクリート構造物品質確保ガイド【ガイド】2016に基づき技術者及び作業者の技術力向上並びに若手技術者への技能継承
- ・コンクリートの施工由来の劣化・その他劣化因子の判断力、知識を身に付けている技術者および作業者による高品質、長寿命なコンクリート構造物の施工技術の確立

# 工事概要

工事名

阿武川広域河川改修工事第5工区

工事場所

山口市阿東徳佐中

発注者

山口県防府土木建築事務所

施工者

池田建設工業株式会社

3

工期

平成27年10月1日～平成28年9月30日

躯体施工時期

平成28年4月5日～平成28年6月10日

工事内容

橋梁下部工（A1橋台）

4



# 橋梁下部工コンクリート打設計画

- ①コンクリート劣化要因の把握
- ②対策方法の検討
- ③実施内容

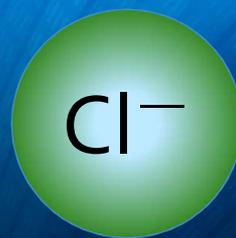
7

## ①コンクリート劣化要因の把握

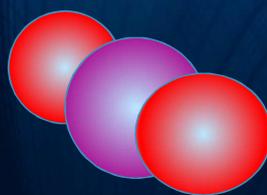
外的要因

【劣化因子】

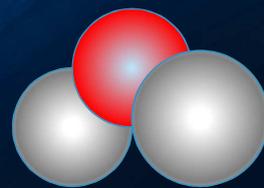
- 1.塩化物イオン
- 2.水
- 3.二酸化炭素



Cl<sup>-</sup> :  
塩化物  
イオン



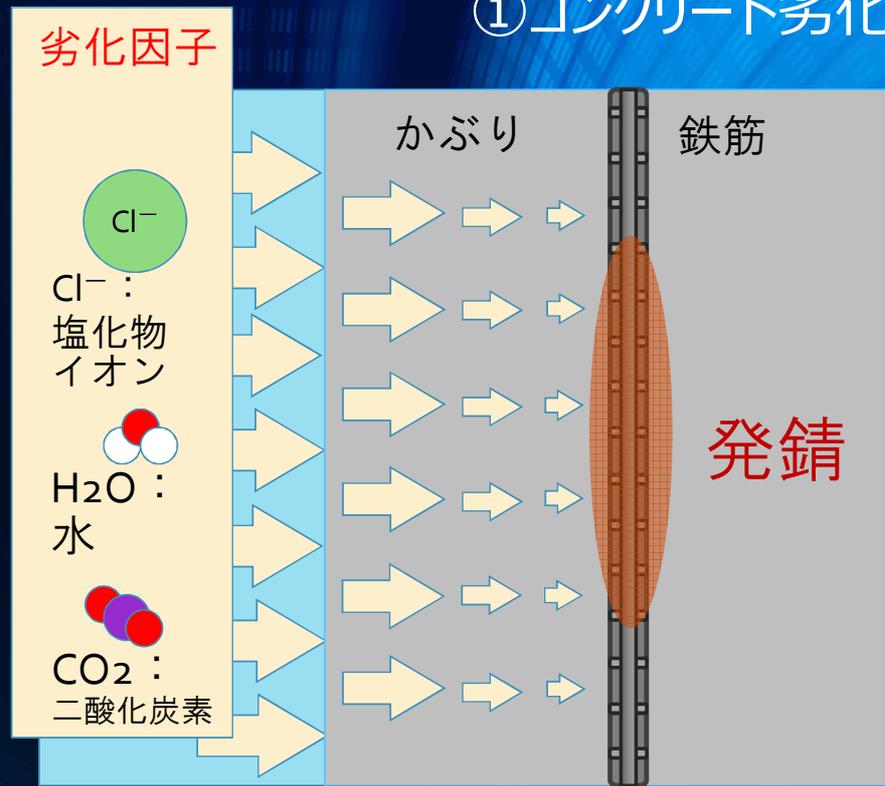
CO<sub>2</sub> :  
二酸化炭素



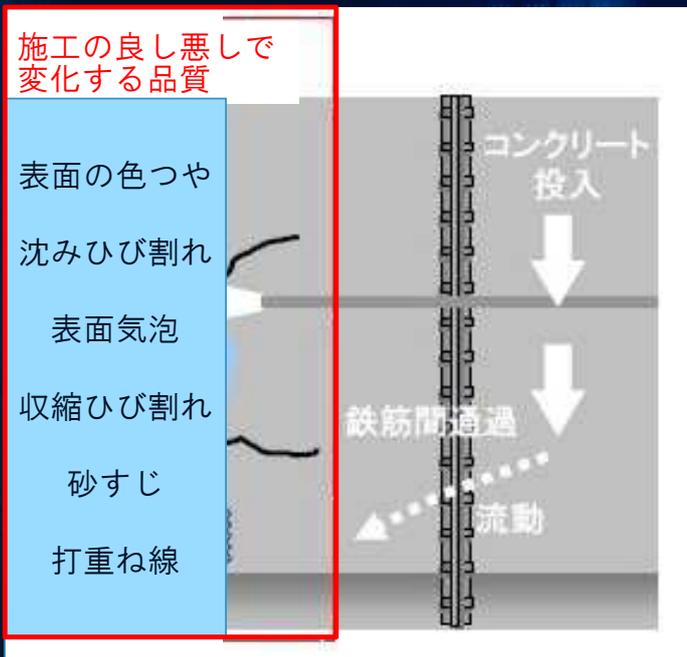
H<sub>2</sub>O :  
水

8

# ①コンクリート劣化要因の把握



# ①コンクリート劣化要因の把握



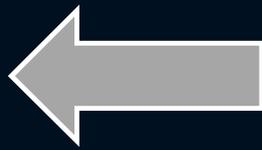
## 施工的要因

1. ひび割れ
2. 表面気泡
3. 砂すじ
4. コールドジョイント

## ②対策方法の検討

### 外的要因

- 塩化物イオン
- 水
- 二酸化炭素



### 施工的要因

- ひび割れ
- 表面気泡
- 砂すじ
- コールドジョイント

施工的要因を抑制することが  
外的要因のコンクリート内への侵入を抑制する  
ことにつながる

### 施工的要因

- ひび割れ
- 表面気泡
- 砂すじ
- コールドジョイント



コンクリートの  
**緻密化**

高品質で緻密なコンクリートを施工することが  
劣化因子の侵入を抑制する上で大きな課題である

### ③実施内容

a.コンクリート打設手順の確認・打合せ

b.施工内容

1.補強鉄筋の配置

2.打継箇所への対応

鉄筋防錆剤

吸水調整剤

ノロ漏れ防止

3.コンクリートの打設

リフト割り

締固め

養生

c.ひび割れ調査、施工精度の確認

d.コンクリート表面の目視評価

13

a.コンクリート打設手順の確認

### 事前打ち合わせ

コンクリート打設に向けての計画を行った

#### 内容

打設方法の検討

コンクリート供給計画

養生方法の検討

品質管理手法の検討

安全対策の検討

作業責任者の選任

作業員配置計画



手順書の作成



14

## 当日打合せ

当日作業を行う全作業員で作成した作業手順書に基づき、打設手順、各々の役割等の確認を行った。



15

## ③実施内容

a.コンクリート打設手順の確認

b.施工内容

1.補強鉄筋の配置

2.打継箇所への対応

鉄筋防錆剤

吸水調整剤

ノロ漏れ防止

3.コンクリートの打設

リフト割り

締固め

養生

c.ひび割れ調査、施工精度の確認

d.コンクリート表面の目視評価

16

# 1. 補強鉄筋の設置

## 要因

セメント水和熱反応に起因する熱膨張によるひび割れ  
乾燥収縮による拘束ひび割れ

## 施工方法

補強鉄筋を配置する

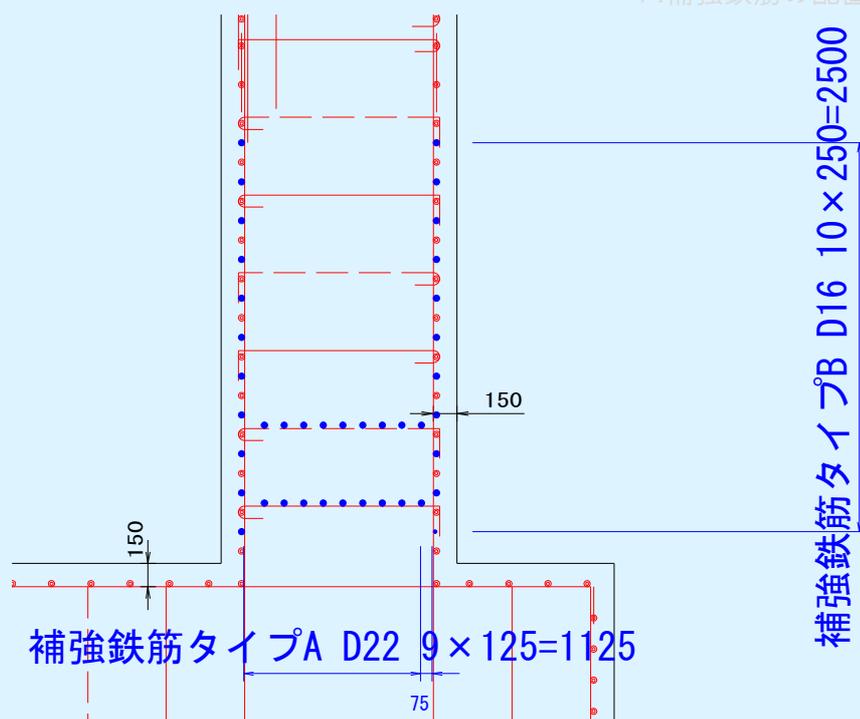
## 目的

躯体コンクリートの変異を低減し、ひび割れを抑制する

## 補強鉄筋配筋図

補強鉄筋タイプA  
D22 @125 18本

補強鉄筋タイプB  
D16 @250 22本

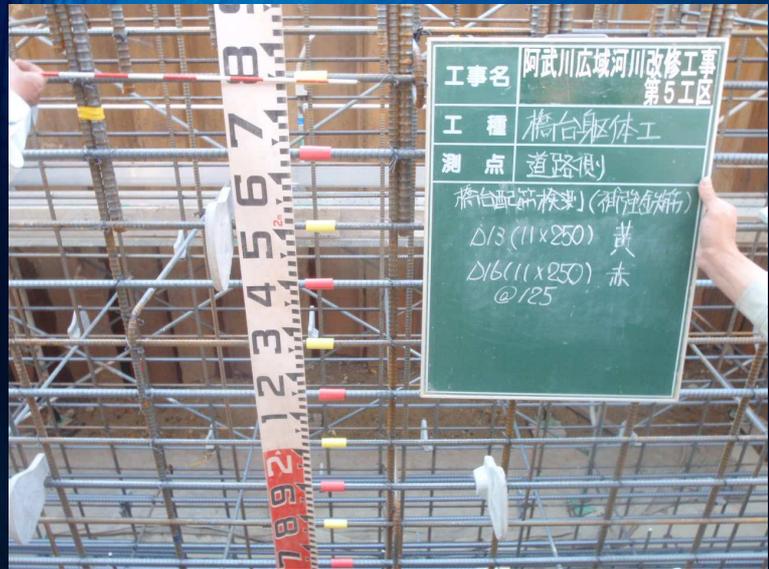


# 補強鉄筋配筋状況

b. 施工内容  
1. 補強鉄筋の配置

(タイプA)

(タイプB)



## ③実施内容

a. コンクリートの打設手順の確認

b. 施工内容

1. 補強鉄筋の配置

2. 打継箇所への対応

鉄筋防錆剤

吸水調整剤

ノロ漏れ防止

3. コンクリートの打設

リフト割り

締固め

養生

c. ひび割れ調査、施工精度の確認

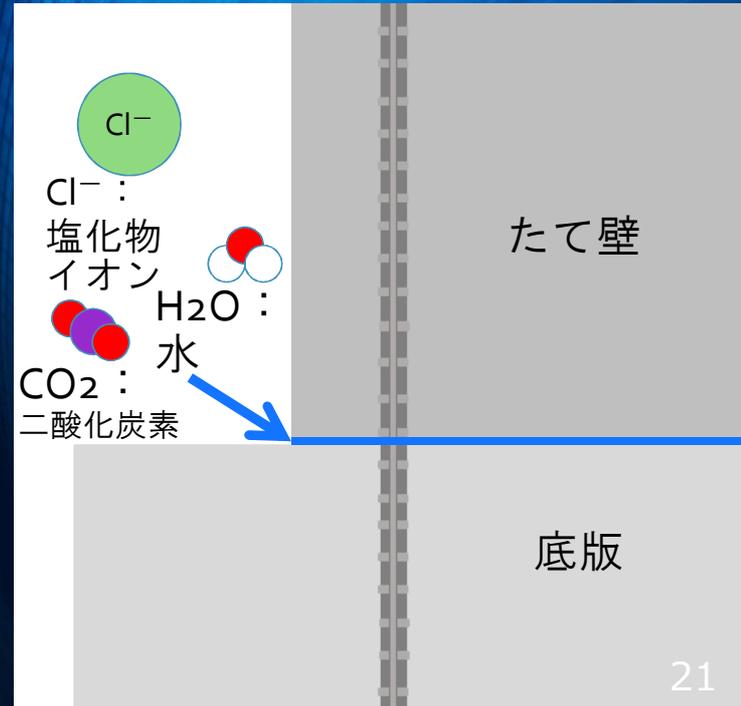
d. コンクリート表面の目視評価

## 2. 打継箇所への対応

打継面は一般に連続で打設されたところより、劣化因子が侵入しやすい。

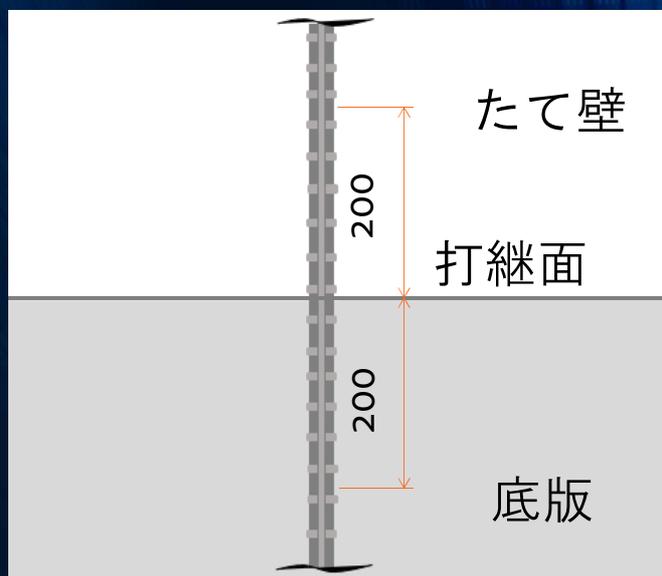


- ・劣化因子侵入後も鉄筋を腐食させない処置を講ずる
- ・打継付近のコンクリートを緻密にし、劣化因子の侵入を抑制する



## 鉄筋防錆剤塗布

打継面から上下20cmに鉄筋防錆剤を塗布



## 吸水調整剤散布

b. 施工内容  
2. 打継箇所への対応 吸水調整剤

**要因**  
乾燥した打継面に打ち込んだコンクリートの水分が奪われ、スポンジ状のコンクリートになる

**施工方法**  
高圧洗浄でレイタンスを除去した後  
吸水調整剤を散布する

**目的**  
打継箇所のコンクリートが緻密になり、劣化因子の侵入を抑制する



## ノロ漏れ防止

b. 施工内容  
2. 打継箇所への対応 ノロ漏れ防止

**要因**  
フーチングと型枠の隙間からノロが漏れることによって、打継箇所のコンクリート表面にジャンカ、砂すじが発生する

**施工方法**  
フーチングと型枠の間に高密度ポリエチレンフォームを設置しノロ漏れを防止する

**目的**  
打継箇所のコンクリート表面が緻密になり、劣化因子の侵入を抑制する



### ③実施内容

a.コンクリートの打設手順の確認

#### b.施工内容

1.補強鉄筋の設置

2.打継箇所への対応

鉄筋防錆剤

吸水調整剤

ノロ漏れ防止

3.コンクリートの打設

リフト割り

締固め

養生

c.ひび割れ調査、施工精度の確認

d.コンクリート表面の目視評価

25

## 3.コンクリートの打設

b.施工内容  
3.コンクリートの打設

打設計画、締固め、養生の工夫により、コールドジョイント、砂すじ、表面気泡、ひび割れ等施工的劣化要因を除去し、密実なコンクリートを施工する

26

# リフト割り

## 要因

高さのある構造物は最下層の締固めが難しく、ジャンカ等の発生につながる

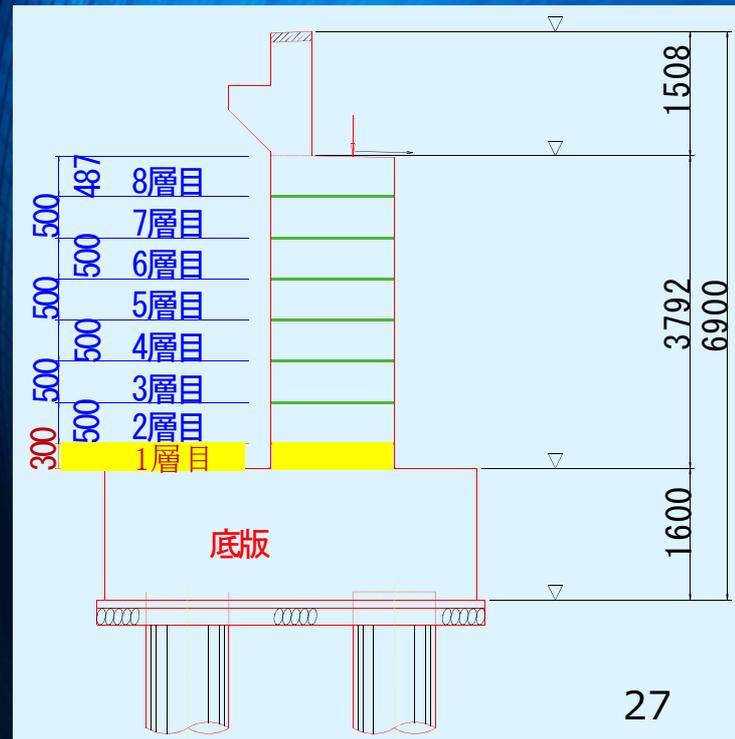
## 施工方法

1層目のリフトを低くし、締固めの施工性を向上

## 目的

締固め不良を改善する

b.施工内容  
3.コンクリートの打設 リフト割り



# 締固め

## 使用機材・材料

高周波バイブレーター

使用  $\phi 50$  2基  $\phi 40$  1基

予備  $\phi 40$  1基

挿入長 青 50cm 白 60cm

黄 70cm

→白～黄間で挿入する

型枠バイブレーター 1基

b.施工内容  
3.コンクリートの打設 締固め



# 透明樹脂コンクリート型枠

型枠内部を見ることができ、打設高さの管理や表面気泡、砂すじの有無の確認、再振動のタイミングを確認することができる。

本工事ではたて壁の背面中央に透明樹脂コンクリート型枠を採用した。



## コールドジョイント

締め固め不良により不連続面が発生し、付着性が悪くなり構造上の欠陥を生じやすく、劣化因子の侵入を早める

## 表面気泡

コンクリート打設時に巻き込んだ空気もしくは、エントラップドエアによってコンクリート表面に気泡が発生する



## 対応策

透明樹脂型枠にリフト割りをマーキングし、打設高さの管理、締め固め状況、バイブレーター挿入長等の確認を行う

## 打上げ高さの確認 (写真：2層目)

あらかじめ鉄筋に施した各層のリフト高のマーキングを確認し、コンクリートポンプオペレーター他作業者に打上げ状況を伝達する



正確な打上げが可能で、バイブレーターの挿入長を確保できる



## 砂すじ

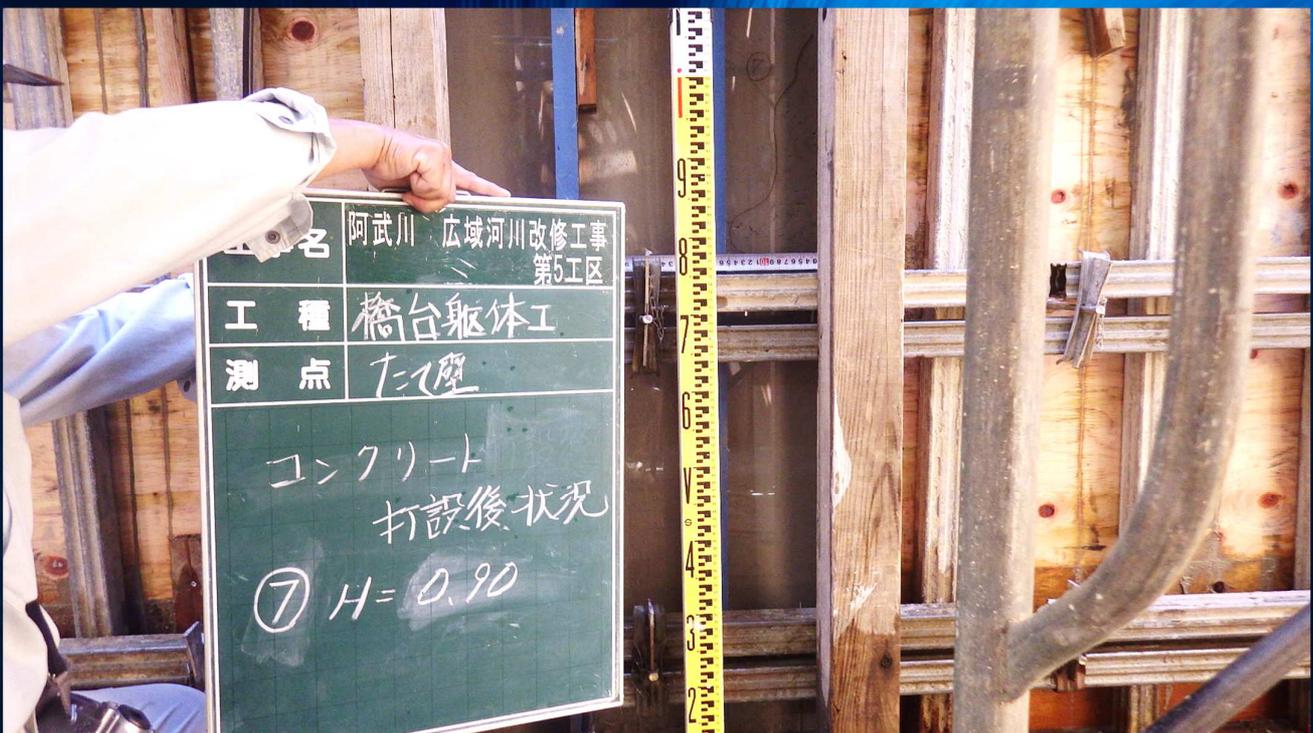
砂すじは、自由水やセメントペースト、モルタルなどが型枠継ぎ目等から外部へ流れ出し、コンクリート表面に細骨材が縞状に露出する現象や、ブリーディング水が、上層のコンクリートを締め固める際に型枠に沿って水みちを形成しながら上昇し、コンクリートの表面を洗い流すことで発生する



## 対応策

コンクリート表面を確認し、ブリーディングの終息を確認したのち、再振動を行い、砂すじを除去する

## コンクリート打設後状況



# コンクリート打設後状況

このまま硬化  
すると砂すじ  
になる



# ブリーディング終息確認



## ブリーディング終息確認

コンクリート打設完了	12 : 00
↓	
ブリーディング終息	14 : 00
↓	
再振動開始	14 : 15

## 再振動状況

ブリーディング終息確認後型枠全体に再振動を行う



# 再振動状況



# 再振動後



## 沈下ひび割れ

コンクリート全体の沈降に伴い、セパレーター付近に空隙、ひび割れが発生する現象



### 対応策

再振動後も透明樹脂型枠によりコンクリート表面の観測を続け、万が一沈下ひび割れが発生した場合、早期発見して対処する

## 沈下ひび割れの確認

沈下ひび割れの発生は、上段のセパレーターに多く見られる現象なので注意し観測する（写真：打設後五時間経過）



## 沈下ひび割れの確認



43

## 養生

養生の目的

- ・ ひび割れ抑制
- ・ コンクリート強度の増進



問題点とは？

44

## コンクリートの膨張・収縮によるひび割れ

### 乾燥収縮

外気の熱放射によりコンクリート表面の水分が蒸発し、収縮することでひび割れが生じる

### 温度ひび割れ

セメントの水和熱に伴うコンクリート温度の上昇・降下がコンクリートの変形（膨張・収縮）を引き起こし、これが内的あるいは外的に拘束されると、コンクリートに引張応力が作用し、ひび割れが発生する現象

## コンクリート強度の増進

水和反応はセメントと水の反応であるが、水分は不足すると十分な反応が行われないため、強度は期待するほど発現しない

## 対策

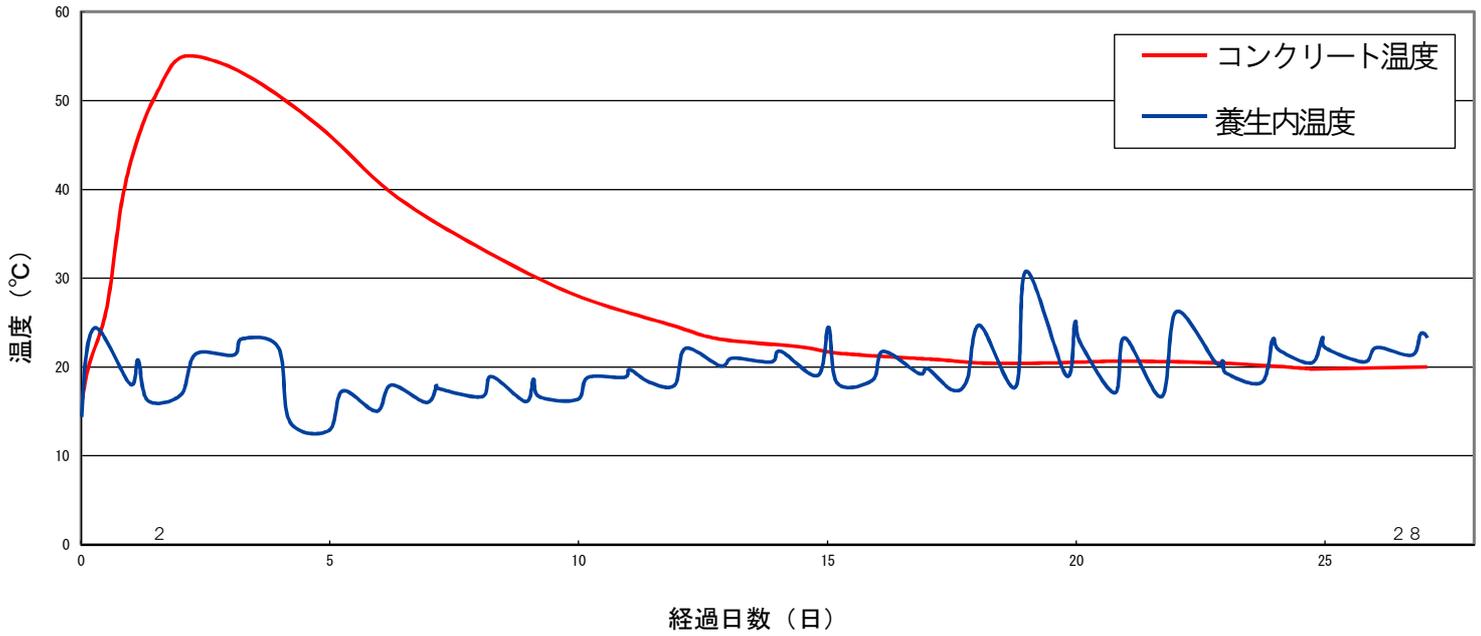
- ・ 水和反応が適切に継続するように温度を制御する
- ・ コンクリートを成長させるセメントの水和反応を十分に進めるための水分を与える
- ・ 水分が逸散するのを防ぐ（湿潤状態を保つ）
- ・ 外部からの圧力に抵抗できるまでの間、コンクリートを保護する

## 内部温度の挙動を把握



## コンクリート温度・計測結果

b. 施工内容  
3. コンクリートの打設 養生



b. 施工内容  
3. コンクリートの打設 養生

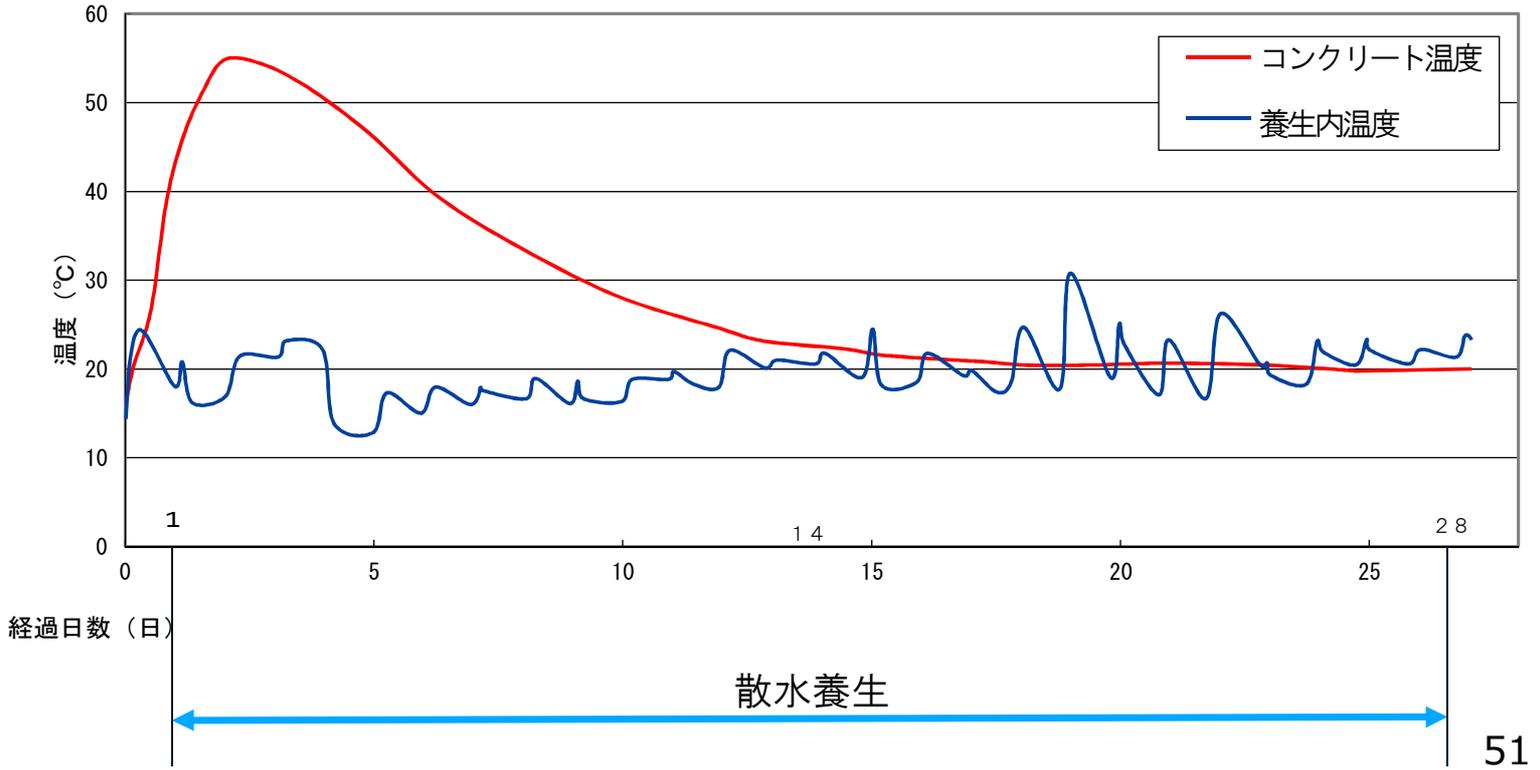
## 散水養生

一定時間、躯体全体に散水することが可能な散水方法をとる



## コンクリート温度・計測結果

b. 施工内容  
3. コンクリートの打設 養生



51

## 外気、日射の影響を抑制 日よけ対策 遮光ネット張り

b. 施工内容  
3. コンクリートの打設 養生



52

# 遮光ネットの効果確認

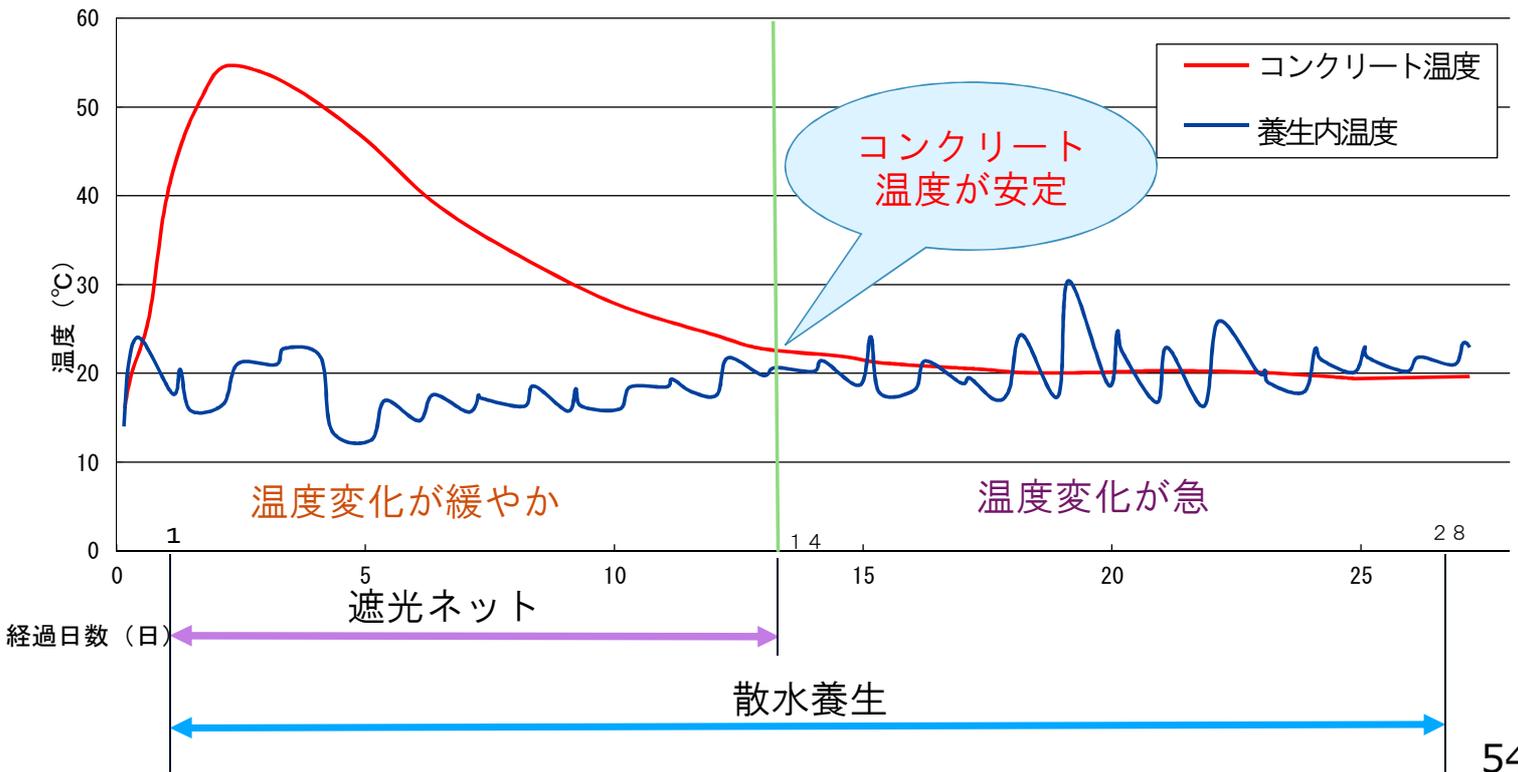
外気温 30.7度

養生内温度 23.3度

温度差 7.4度



## コンクリート温度・計測結果



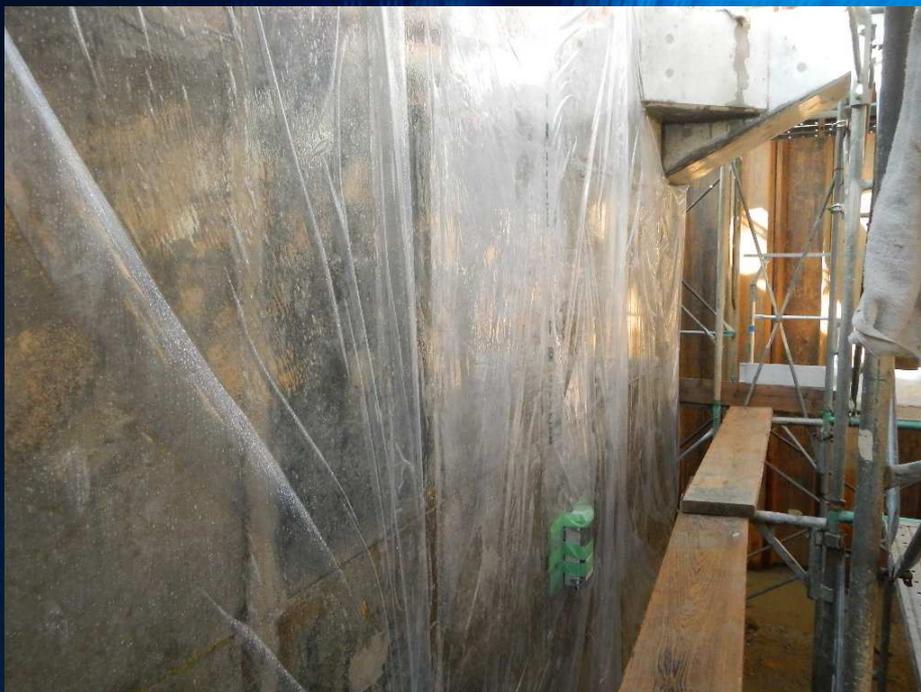
## 型枠の長期存置

- ・ 型枠による保温効果によりコンクリート表面の急激な温度低下を防ぐ
- ・ 外部から躯体を保護
- ・ コンクリートの膨張・収縮による温度ひび割れを抑制

## ラッピング養生

- ・ コンクリート表面の湿潤状態を保ち、水分の逸散を防ぐ

## ラッピング養生状況



## コンクリート温度・計測結果

b.施工内容  
3.コンクリートの打設 養生



## ③実施内容

a.コンクリートの打設手順の確認

b.施工内容

1.補強鉄筋の設置

2.打継箇所への対応

鉄筋防錆剤

吸水調整剤

ノロ漏れ防止

3.コンクリートの打設

リフト割り

締固め

養生

c.ひび割れ調査、施工精度の確認

d.コンクリートの目視評価

# ひび割れ調査

ひび割れ調査を行った結果、コンクリート表面にひび割れは発生していなかった。



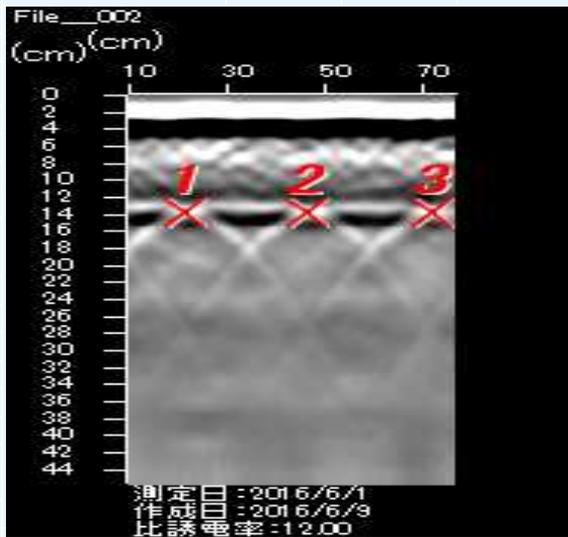
59

# 施工精度の確認

電磁波レーダーによる背筋状態及びかぶり測定による  
品質管理



60



鉄筋間隔					
鉄筋No		1	2	3	
距離(mm)		217	468	720	
被り(mm)		138	138	138	
間隔(mm)		0	251	252	
間隔の平均値(mm)		251			設計値(mm) 250
被りの平均値(mm)		138			設計値(mm) 142

### ③実施内容

a.コンクリートの打設手順の確認

b.施工内容

1.補強鉄筋の設置

2.打継箇所への対応

鉄筋防錆剤

吸水調整剤

ノロ漏れ防止

3.コンクリートの打設

リフト割り

締固め

養生

c.ひび割れ調査、施工精度の確認

d.コンクリートの目視評価

## d.コンクリート表面の目視評価

### 目的

コンクリート構造物の品質を確保するために、発注者及び施工者が技術力を向上させ、今後のより良い品質向上を目指す。

### 実施内容

【防府土建】コンクリート構造物の品質確保研修会

山口県職員、自社(技術者)合同によって目視評価を行った  
(計12名)

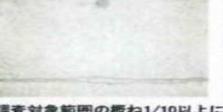
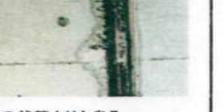
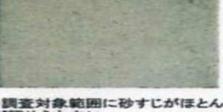
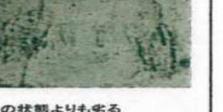
## コンクリート表面の目視評価状況



## 評価方法

- ・沈みひび割れ
- ・表面気泡
- ・打ち重ね線（コールドジョイント）
- ・型枠継ぎ目のノロ漏れ
- ・面的な砂すじ

上記の各五つの項目で最高評価を4点、最低評価を1点とし、目視によって簡易的に評価する。

評価基準 評価項目	一般的に「良」とされる範囲				不適合 -
	4点	3点	2点	1点	
①沈みひび割れ	 ・ピーコン近傍にも沈みひび割れがない	 ・目視調査範囲のピーコンの概ね1/5以上に沈みひび割れが発生 ・ピーコン直径の3倍以上の長さの沈みひび割れが発生	 ・目視調査範囲のピーコンの概ね1/2以上に沈みひび割れが発生 ・ピーコン直径の5倍以上の長さの沈みひび割れが発生	 ・2点の状態よりも劣る	構造物のオーナーから不具合と判定される状況で補修を要するもの
②表面気泡	 ・5mm以下の気泡がほとんどない (目安:概ね50個以下/m <sup>2</sup> )	 ・5mm以下の気泡が認められる (目安:概ね50個以上/m <sup>2</sup> )	 ・10mm以下の気泡が認められる (目安:概ね50個以上/m <sup>2</sup> )	 ・2点の状態よりも劣る	
③打ち重ね線	 ・近接では打ち重ね線が認められるものの、約10m離れた遠方からは認められない	 ・約10m離れた遠方から、打ち重ね線が認められる	 ・約10m離れた遠方から、打ち重ね線がはっきりと認められる	 ・2点の状態よりも劣る	
④型枠継ぎ目のノロ漏れ	 ・調査対象範囲にノロ漏れがほとんど認められない	 ・調査対象範囲の概ね1/10以上にノロ漏れが認められる	 ・調査対象範囲の概ね1/3以上にノロ漏れが認められる	 ・2点の状態よりも劣る	
⑤面的な砂すじ	 ・調査対象範囲に砂すじがほとんど認められない	 ・調査対象範囲の概ね1/10以上に砂すじが認められる	 ・調査対象範囲の概ね1/3以上に砂すじが認められる	 ・2点の状態よりも劣る	

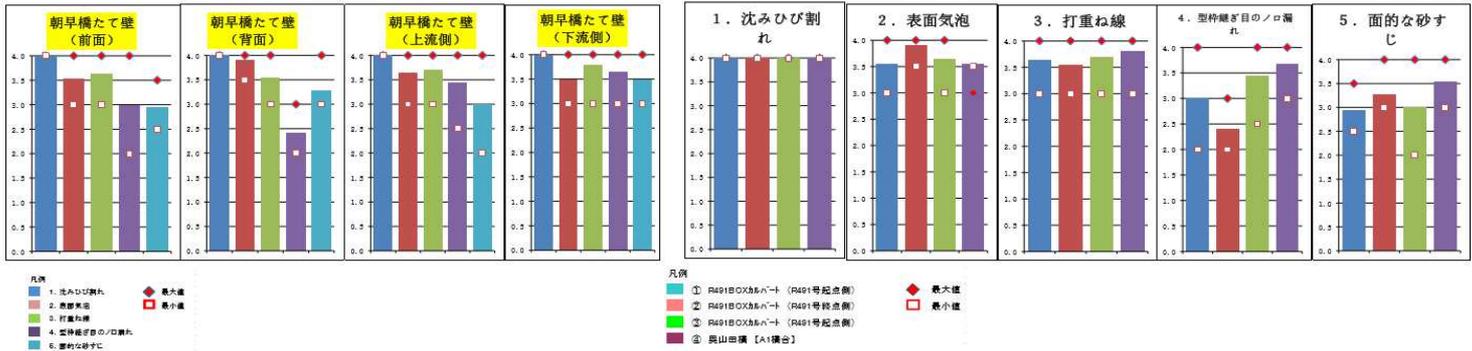
# 目視評価結果集計表

H28.6.1【防府土建】コンクリート構造物の品質確保研修会(既設構造物) 目視評価結果(構造物別)

調査者	朝早橋たて壁(前面)					朝早橋たて壁(背面)					朝早橋たて壁(上流側)					朝早橋たて壁(下流側)				
	1.沈みひび割れ	2.表面気泡	3.打重ね線	4.型枠継ぎ目のノロ漏れ	5.面的な砂すじ	1.沈みひび割れ	2.表面気泡	3.打重ね線	4.型枠継ぎ目のノロ漏れ	5.面的な砂すじ	1.沈みひび割れ	2.表面気泡	3.打重ね線	4.型枠継ぎ目のノロ漏れ	5.面的な砂すじ	1.沈みひび割れ	2.表面気泡	3.打重ね線	4.型枠継ぎ目のノロ漏れ	5.面的な砂すじ
A	4	4	4	3.5	3	4	4	4	2	4	4	4	3	3	2	4	3.5	4	4	4
B	4	3	3	4	3	4	4	3	2	4	4	3.5	3.5	4	2.5	4	3	3	4	4
C	4	3.5	4	2.5	2.5	4	4	4	2.5	3	4	4	4	3	2.5	4	3.5	4	3	3.5
D	4	3.5	3.5	3	3	4	3.5	3	2	3	4	3.5	3.5	2.5	2.5	4	3.5	4	3.5	3
E	4	3	4	2	2.5	4	3.5	4	2	3										
F	4	3	3.5	2.5	2.5	4	4	3	3	4	3	4	3	2.5	4	3	4	3	3	3
G	4	4	3	3.5	3.5	4	4	3	3	3	4	4	4	3.5	3.5	4	4	4	4	3
H	4	4	4	2.5	3.5	4	4	4	3	3	4	3.5	4	4	4	4	4	3.5	3.5	
I	4	3	3	2	3	4	4	3	2	4	4	3	3	4	3.5	4	3.5	3	4	4
J	4	4	4	4	3.5	4	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	3.5	4	4	3.5
K	4	4	4	3.5	2.5	4	4	2	3	4	4	4	4	4	3	4	3.5	4	3.5	3.5
最大	4	4	4	4	3.5	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
最小	4	3	3	2	2.5	4	3.5	3	2	3	4	3	3	2.5	2	4	3	3	3	3
平均	4.0	3.5	3.6	3.0	3.0	4.0	3.9	3.5	2.4	3.3	4.0	3.7	3.7	3.5	3.0	4.0	3.5	3.8	3.7	3.5

構造物別 集計グラフ

評価項目別 集計グラフ



## 考察

テストハンマーによる推定圧縮強度は34.8 N/mm<sup>2</sup>と比較的高く、電磁波レーダーによる配筋確認においても、設計値±4 mm程度に収まっていました。

山口県職員と目視評価を行ったところ、沈みひび割れ、表面気泡、打ち重ね線については、高評価をいただきましたが、型枠継ぎ目のノロ漏れにおきましては、平均点が3点以上はあるので品質的には左程問題はないと思われませんが、今後の更なる課題と考えております。

## まとめ

以上、本工事で行った構造物の長寿命化を見据えた施工の一部をご紹介します。

弊社としても新たな試みとして行ったものもあつたのですが、その提案について発注者から積極的なご返答また、ご意見をいただいたことにより、高品質な構造物を施工することができたのではないかと思います。

今後も、発注者と施工者一体となり、後世に残るコンクリート構造物をつくり続けられますよう、施工者として尽力してまいりたいと思います。

ご清聴ありがとうございました

