

# 新設コンクリート 構造物の品質確保

国立高等専門学校機構 福井工業高等専門学校  
校長 田村 隆弘

2020年10月2日(金)  
石川県地場産業振興センター

## 自己紹介

1979.3 徳山高専土木建築工学科卒業  
1984.4 同校 土木建築工学科助手  
1995.3 博士(工学) 長岡技術科学大学  
1995.4 徳山高専土木建築工学科助教授  
1998.4 長岡技術科学大学技術開発センター助教授  
2003.5 技術士(建設部門)  
2005.12-2007.3(兼任) 長岡技術科学大学大学院講師  
2007.4 徳山高専土木建築工学科 教授  
2012.4-2016.3 徳山高専副校長  
2016.4- 高専機構本部 研究・産学連携室教授(室長)  
徳山高専土木建築工学科教授(併任)  
2019.4- 福井工業高等専門学校 校長(現在に至る)

## 自己紹介(学会活動等)

- 初期の研究はコンクリート部材の曲げ、せん断などコンクリート構造
- コンクリートよろず研究会**(H14.9~現在)
- <委員等>
- 土木学会(JSCE)関係:
  - 土木学会コンクリート委員会3種研究小委員会**、コンクリート構造物の品質確保に関する研究小委員会委員長(第1期:H26.10~H29.3、第2期:H29.9~R2.3)
  - 土木学会H28年度重点研究課題研究代表者**「コンクリート構造物の品質・耐久性確保と人材育成のためのマネジメントシステムの構築と実践」(H28.4~H29.3)
- 日本技術士会 中国本部建設部会副部会長(H27.4~H29.6)
- 日本コンクリート工学会(JCI)関係
  - JCI研究委員会委員(H23.4~H25.3) データベースを核としたコンクリート構造物の品質確保に関する研究委員会委員長
  - 打設管理記録に基づくコンクリート構造物の品質確保に関する研究委員会委員長
  - JCI中国支部幹事(H21.4~H26.3)
- 国交省中国地整総合評価審査委員会山口県部会委員(H22.10-H28.9)
- 山口県技術アドバイザー(橋梁・トンネル・ダム等:H17.4~H28.3)
- 山口県土木建築部建設工事総合評価審査委員会委員(H17.4~H28.3)
- 山口県生コンクリート品質管理監査委員(H14.4~H28.3)

## 八田與一

石川県(金沢市)生まれ。東京帝国大学工学部土木科を卒業後、台湾総督府内務局土木課の技手として就職した。



- 台湾に於いて、嘉南平野の利水工事や烏山頭ダムの建設に尽力した。



写真: ウィキペディア(Wikipedia)



## 土木学会350委員会と229委員会の活動報告書

### ■ コンクリート技術シリーズ124



土木学会350委員会  
報告書

### ■ コンクリート技術シリーズ114

コンクリート構造物の品質・耐久性確保マネジメント研究小委員会（229委員会）成果報告書



土木学会229委員会  
報告書

#### 書籍データ

コードNo.	T1472
ISBN	978-4-8106-0954-7
編集	コンクリート委員会 コンクリート構造物の品質・耐久性確保 マネジメント研究小委員会
発行年月	2017/7
版型:頁数	A4判, 428ページ
重量	1,156g
税込定価	
会員特価	
送料	¥640

この書籍はご注文いただけません。価格は販売当時のものです。

土木学会ホームページより

## Q2. 品質確保とは？

A1. 設計段階で構造物に要求された性能を確保するために、施工段階で確実な品質を実現すること。

### Q2.1 構造物に要求された性能とは？

A. 安全性（耐震性）、耐久性、使用性、その他（美観等）

### Q2.2 安全性の確保のポイントは？

A. 設計通りの配筋とコンクリート強度

### Q2.3 耐久性の品質確保のポイントは？

- A.
- 1) 温度ひび割れ対策による鉄筋腐食の抑制
  - 2) かぶりの緻密化による塩害や水分の浸透に伴う鉄筋腐食の防止
  - 3) 施工時の沈みひび割れ・ジャンカ等の抑止による鉄筋腐食の防止
  - 4) 空気量の確保等による凍害の防止
  - 5) アルカリ骨材反応の防止
  - 6) 水掛かり（防水）対策

## Q2.2の安全性（耐震性）を確保するとは、



写真 阪神大震災のときにせん断破壊した鉄筋コンクリート柱

## せん断破壊させない

コンセプトは：

1. 人命を守る → 壊れない構造物が出来れば良いが・・・
2. 壊れるときには、逃げる時間を確保する→曲げ破壊させる



写真 せん断破壊した柱

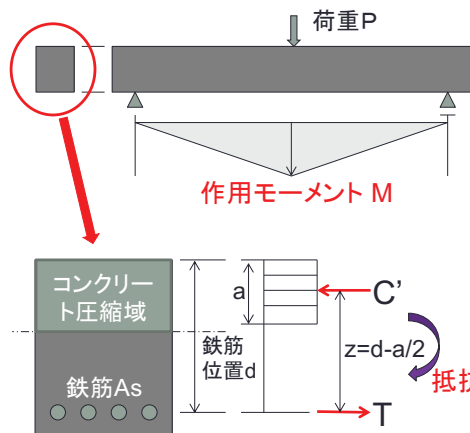


写真 曲げ降伏している柱



## 曲げ破壊する鉄筋コンクリート部材の耐力

### ・耐力の計算方法



- ・ 曲げ耐力は、抵抗モーメント $M_r$ で決まる。
- ・ 荷重 $P$ によって発生した作用モーメント $M$ が、抵抗モーメント $M_r$ を超えたとき部材が破壊する。
- ・ 抵抗モーメントは、断面内の圧縮力 $C$ と引張力 $T$ の偶力のあるモーメントの大きさによって決まる。
- ・ すなわち、
  - 1) コンクリートの強度と圧縮域の面積
  - 2) 鉄筋の強度と鉄筋量
  - 3) そして、鉄筋位置( $d$ )によって決まる

$$\text{抵抗モーメント } M_r = C' \cdot z = T \cdot z$$

## 安全性（耐震性）を確保するために

Q. なぜ、“コンクリートの強度”を確認するのか？

Q. なぜ、“鉄筋位置”が正確でないといけないか？

Ans. 鉄筋コンクリート構造の耐力は、

- ・ 圧縮力=コンクリートの力=コンクリートの強度と断面積
- ・ 引張力=鉄筋の力=鉄筋の強度と断面積
- ・ そして、“圧縮合力と引張合力の作用位置”で決まる。

## Q2.3の耐久性の品質確保のポイントとは

### ■鉄筋を腐食から守る

1. 温度ひび割れ対策による鉄筋腐食の抑制
2. かぶりの緻密化による塩害や水分の浸透に伴う鉄筋腐食の防止
3. 施工時の沈みひび割れ・ジャンカ等の抑止による鉄筋腐食の防止

### ■コンクリートの凍害対策

1. 空気量の確保等による凍害の防止

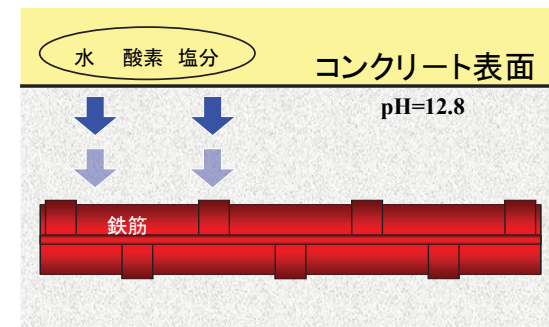
### ■アルカリ骨材反応対策

1. アルカリ骨材反応を起こさない骨材を使う
2. アルカリ骨材反応を起こさせない対策

## ■鉄筋を腐食から守る理由

### 塩害

コンクリートがアルカリ性に守られていても、コンクリート中の塩化物イオンが、ある濃度に達すると、鋼材を覆っている酸化物皮膜（不動態皮膜）が破壊され、腐食が起こる。



コンクリート内部の鉄筋

## 耐久性の計算（塩害の場合）

- 鋼材位置の塩化物イオン濃度の設計値“ $C_d$ ”が、耐用年数“ $t$ ”に於いて、鋼材腐食発生限界濃度“ $C_{lim}$ ”に達しないことを照査。

$$g_i \cdot (C_d / C_{lim}) \leq 1.0$$

$$C_d = g_{cl} \cdot C_o [1 - \text{erf}(0.1 \cdot c_d / 2\sqrt{D_d \cdot t})] \text{ (kg/m}^3\text{)}$$

$C_{lim}$ : 実測値による。ない場合は、1.2 (kg/m<sup>3</sup>)

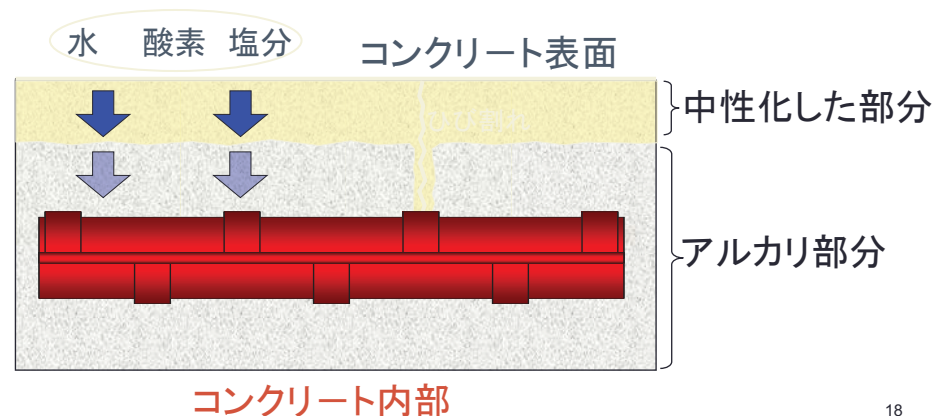
$g_i$ 、 $g_{cl}$ : 安全係数  $D_d$ : 塩化物イオン拡散係数

$C_o$ : 表面の塩化物イオン濃度  $c_d$ : かぶりの設計値

↑  
耐久性は、かぶりの関数

## 中性化

- コンクリートのアルカリ性に守られている鉄筋
- コンクリートが中性化すると鉄筋が腐食する
- ひび割れがあると中性化部分が広がる
- 密実なコンクリートは中性化しにくい



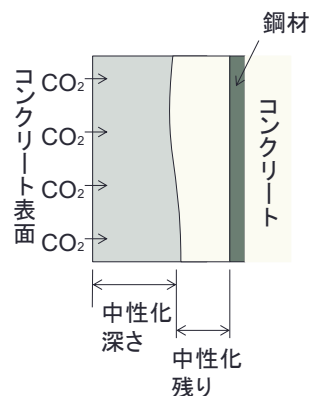
## 耐久性の計算（中性化の場合）

- 鉄筋の腐食は、通常環境下では、中性化残りが10mm程度で始まる。
- 中性化深さ $C$ は、経過時間“ $t$ ”の平方根に比例して中性化が進行するとして求める。

$$C = A\sqrt{t} \quad (A: \text{比例定数})$$

従って、かぶり<sup>①</sup>が厚い程、鉄筋は腐食しにくい。

- ◆ かぶり厚さを確保していても、“ひび割れ”が鉄筋まで到達していたら“かぶりゼロ”と同じ、水分が鉄筋に到達すると、鉄筋はすぐに錆びてしまう。



## なぜ、“かぶり”コンクリートが大切か？

- 鉄筋コンクリート構造の耐久性は、
  - 鉄筋の腐食速度で決まる。
- 鉄筋の腐食速度は、
  - 飛来塩分（塩害）、水分などの腐食因子の攻撃力と
  - かぶりの品質や厚さ等鉄筋を守る守備力で決まる。



かぶり不足で鉄筋が腐食した高欄



かぶり不足で鉄筋が腐食した橋梁

## ■凍害から守るには

- 例えば、国土交通省東北地方整備局では、「凍結抑制剤散布下においては、桁端と橋台との間、あるいは、橋桁間の伸縮装置から凍結抑制剤を含む水が硫化し、いわゆる水掛かり部で著しいスケーリングを引き起こすことがある。」として、
- 凍害危険度の分布図を作成し、危険度に応じて対策をとるよう指示している。

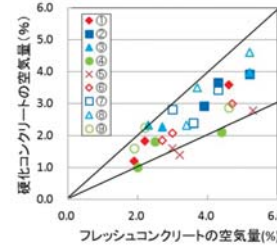


写真 凍結抑制剤によりスケーリング劣化した橋脚  
ポイント:水回り(防水)対策を講じておく必要がある。

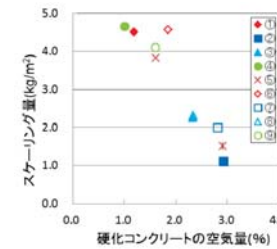


東北地方における凍害対策に関する参考資料(案)

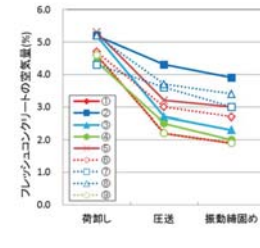
## ■凍害から守るには



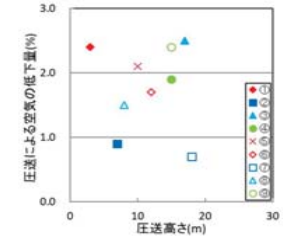
硬化コンクリートの空気量とフレッシュコンクリートの空気量の関係



硬化コンクリートの空気量とスケーリング量の関係(橋梁下部)



施工によるフレッシュコンクリートの空気量の変化



圧送高さ空気低下の関係

- 東北地整では、さまざまな試験を行った結果から、硬化後のコンクリートに必要な空気が確保されるよう、荷卸しの時空気量を適切に定めるよう指示している。
- 例えば、凍結抑制剤散布量20t/km凍害危険度2~3の地域では、目標空気量を6%かつ水結合材比を45%程度または、目標空気量を7%としている。

東北地方における凍害対策に関する参考資料(案)

## ■アルカリ骨材反応対策

<対策の基本>

1. 安全と認められる骨材の使用
2. 高炉セメント・フライアッシュセメントなど混合セメントの使用
3. コンクリートアルカリ総量の規制( $\text{Na}_2\text{O}$ 換算  $3.0\text{kg}/\text{m}^3$ 以下)



写真 側道橋のASRの事例(1986年(昭和59年)供用)



写真 PC箱桁のASRの事例(1986年(昭和59年)供用)

ポイント:塩分環境下では、ASRが進行しやすい

(350委員会報告書 佐藤和徳氏の報告から) 23

## ■アルカリ骨材反応対策 (350委員会報告書 佐藤和徳氏の報告から)

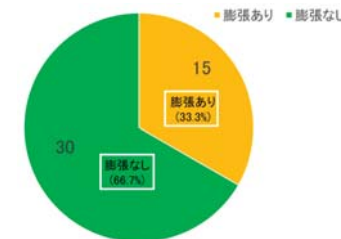


図 流通している生コンのうちSSW試験で $1000 \times 10^6$ 以上の膨張をした割合

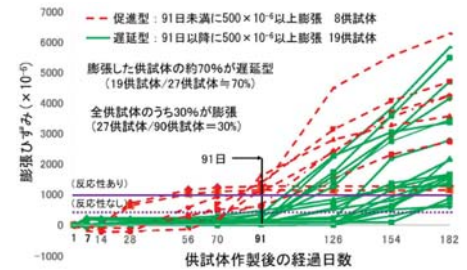


図 SSW試験で膨張をした供試体の時間経過に伴う膨張量

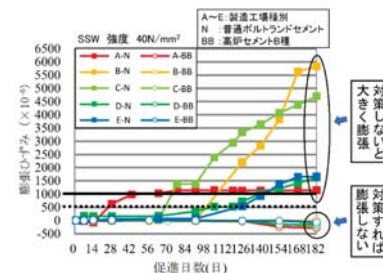


図 高炉セメントB種の膨張抑制効果

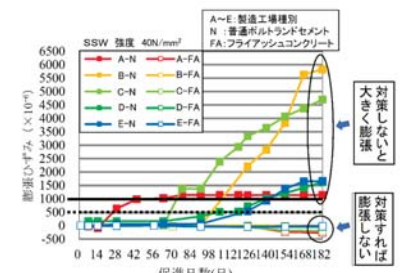


図 フライアッシュの膨張抑制効果



## Q3. 今更、なぜ、品質確保？

A1. 点検の結果、劣化の原因として初期不良や初期の対策に問題があると考えられるケース極めて多い

Q3.1 なぜ、初期不良や初期の対策に問題があるケースが多い？

- A. 温度ひび割れ対策に対する知識不足
- A. 正しい施工や対策が行われていない

Q3.2 なぜ、正しい施工や対策が行われない？

- A. 正しい施工というのが良くわからない
- A. 適切な対策方法が良くわからない

Q3.3 なぜ、正しい施工ができなくなっている。

- A. 施工者が正しい施工技術を伝承できなくなっている  
(コンクリート工事が少なくなって)
- A. 発注者が正しい施工が行われているのかを把握できなくなっている

Q3.4 なぜ、正しい施工が把握できなくなっているのか。

- A. 発注者の把握する力が低下している(仕事が多い)

## 橋梁定期点検要領

(国土交通省 道路局 国道・技術課 平成31年3月)

### 3. 定期点検の頻度

定期点検は、供用開始後2年以内に初回を行い、2回目以降は、5年に1回の頻度で行うことを基本とする。

【解説】(1) 定期点検の初回(初回点検)は、橋梁完成時点では必ずしも顕在化しない不良箇所など橋梁の初期損傷を早期に発見することと、橋梁の初期状態を把握してその後の損傷の進展過程を明らかにすることを目的としている。初期損傷の多くが供用開始後概ね2年程度の間に見られるといわれており、点検結果でも次のような例が報告されていることから、供用開始後2年以内に行うものとした。

☞ 『初期の対策が適切にとられていない場合が多い』  
ということを案じている。

## 正しい施工が出来ない！



写真 鉄筋コンクリートの柱に発生したジャンカ

## 施工不具合事例



## 施工不具合事例



セパレータ下の沈みひび割れから鋼材の錆び汁が出ている。

29



30

## 施工不具合事例



橋台など打重ねていく構造物では、最頂部に気泡が残りやすい。

31

## 施工不具合事例



コールドジョイント

32



## 施工不具合事例



面的な砂すじや多くの気泡。大きな気泡はかぶり不足に繋がる。

33

## 出来上がった構造物で学ぶ



コンクリートの表層品質について勉強する学生たち

34

## 出来上がった構造物で学ぶ



35

### 打重ねたコンクリート

先に打設したコンクリート上面にフリーディング水が浮き上がって溜まっている状態でコンクリートを打ち重ねると、フリーディング水が型枠面に沿って上がってくるため、コンクリート表層に砂すじや豆板を作ってしまう。

打重ね位置

### 先に打設したコンクリート

36



# 施工不具合事例

型枠のズレ



# 施工不具合事例

型枠継ぎ目の砂スジ

# 施工不具合事例

柱基部や打重ね部でのジャンカ

表面が光っているのは、ブリーディング水が浮き上がって溜まっている状態  
(ここは、最後の仕上げですが。)



## 水回りの不具合事例



## 品質・耐久性確保の問題は、今更の問題でなく、コンクリート構造物を造りはじめた時からのテーマ

### ・吉田 徳次郎 先生

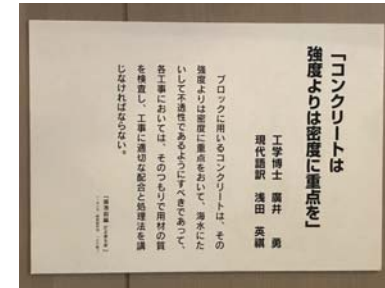
「良いコンクリートを造るには、セメント、水及び骨材の他に知識と正直と親切を付け加えなければならない。」

### ・広井 勇 先生

「コンクリートは強度より密度に重点を」



広井 勇 先生



吉田 徳次郎 先生

## Q4. 品質確保って、どうするの？

### A1. まずは、温度ひび割れ対策

#### Q4.1 何故、「まず、温度ひび割れ対策」なのか？

- A. 設計、施工、材料等、全ての段階で対策を取る必要があるから
- A. 対策にコストが掛かる場合があるから（全て施工者の問題ではない）
- A. 品質確保に取り組むきっかけとしてわかりやすい

### A2. 次に、かぶりコンクリートの不具合を防止

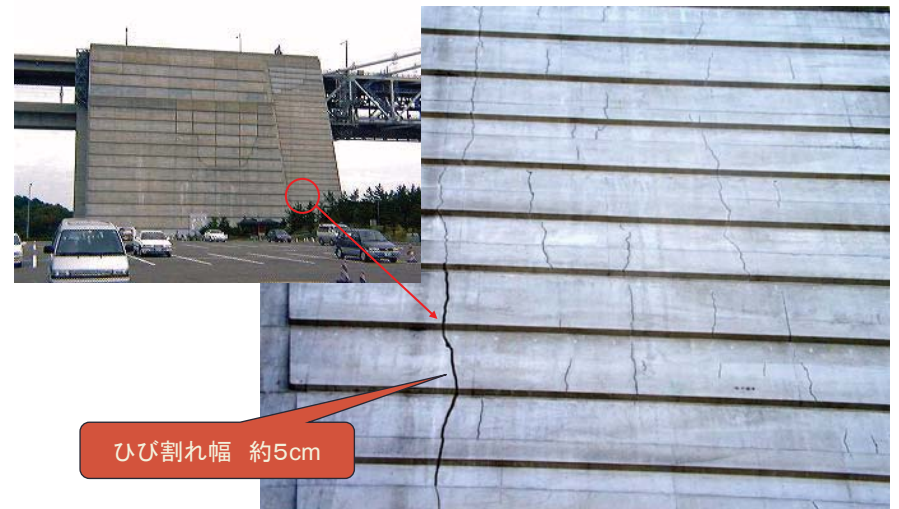
#### Q4.2 かぶりコンクリートの不具合とは？

- A. ジャンカ、打重ね不良（コールドジョイント）、気泡（豆板）、沈みひび割れ、面的な砂すじ、型枠継ぎ目の砂すじなど

### A3. その他、アルカリ骨材反応対策、凍害対策、水掛かり（防水）対策等

## マスコンクリートの温度ひび割れの例

本州・四国連絡橋（児島～坂出ルート）北備讃瀬戸大橋



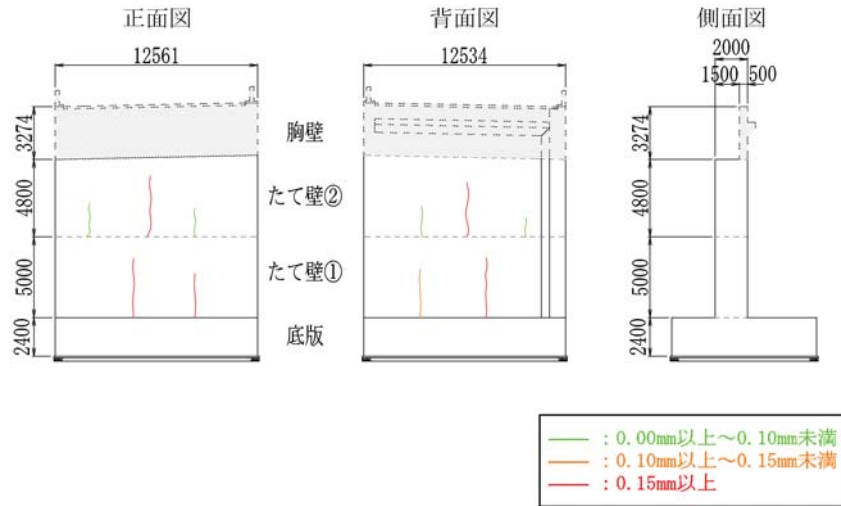
ひび割れ幅 約5cm

与島アンカレッジ

写真 山口大学 中村秀明教授提供



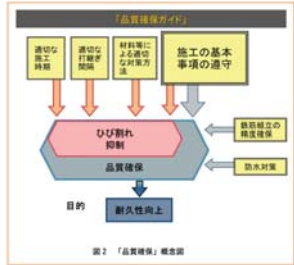
## 橋台に発生する温度ひび割れの例



膨張材もマスコンクリートでは効果が・・・



## 品質確保の流れ



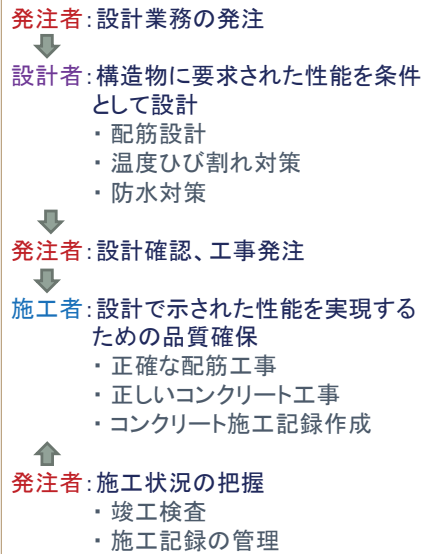
山口県品質確保ガイド(3ページ)

### 品質確保の流れ

1. 温度ひび割れ対策
  - 設計段階
  - 施工段階
2. 施工での品質確保
  - 温度ひび割れ対策
  - 施工の基本事項遵守
3. コンクリート施工記録

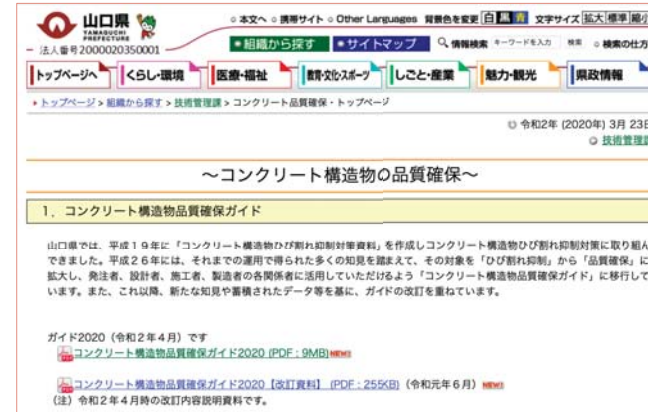
## 発注者は、トータルマネージャー

### 新設工事の流れとプレーヤーの役割



## 山口県のひび割れ抑制対策の紹介

- ・コンクリート施工記録データベースを活用したひび割れ抑制『コストも小さく、簡易で、精度も高い！』



<https://www.pref.yamaguchi.lg.jp/cms/a18000/hibiware/hibiwareyokusei.html>

## 山口県のひび割れ抑制対策PDCA

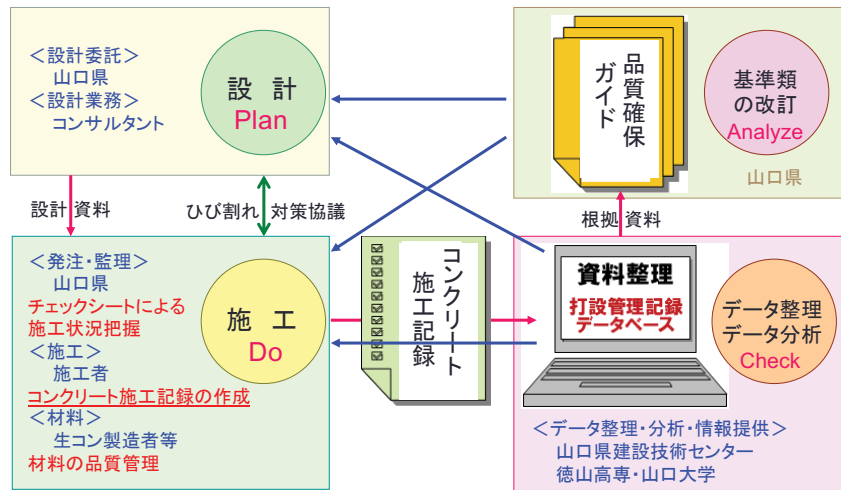


図 山口県のひび割れ抑制対策のイメージ

## 山口県のひび割れ対策の流れ

- ・ひび割れ対策の手順（次ページから）
  - ・コンクリート施工記録で過去の実績を確認
  - ・構造物の条件：サイズ、配筋設計、コンクリート強度
  - ・コンクリート施工計画：リフト割り、打継ぎ間隔
- ・有害な初期ひび割れの発生リスクを下げる対策を実施
  - ・コンクリートの水和に伴う温度上昇を抑制
    - ・単位セメント量の抑制、練り混ぜ水の温度を下げる等々の工夫
  - ・構造的にひび割れ幅を抑制
    - ・補強鉄筋によって最大ひび割れ幅を抑制
    - ・ボックスカルバートでは、ひび割れ誘発目地
  - ・施工で工夫
    - ・打継ぎ間隔を短くし、硬化するコンクリートに対する拘束力を軽減

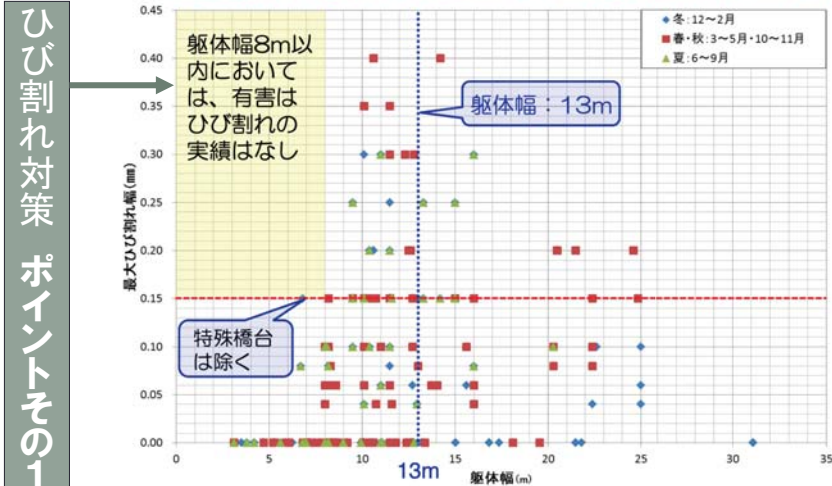






## ■コンクリート施工記録分析結果【橋台たて壁】 「躯体幅と最大ひび割れ幅の関係」

全DBを用いた分析（たて壁）：最大ひび割れ幅-躯体幅



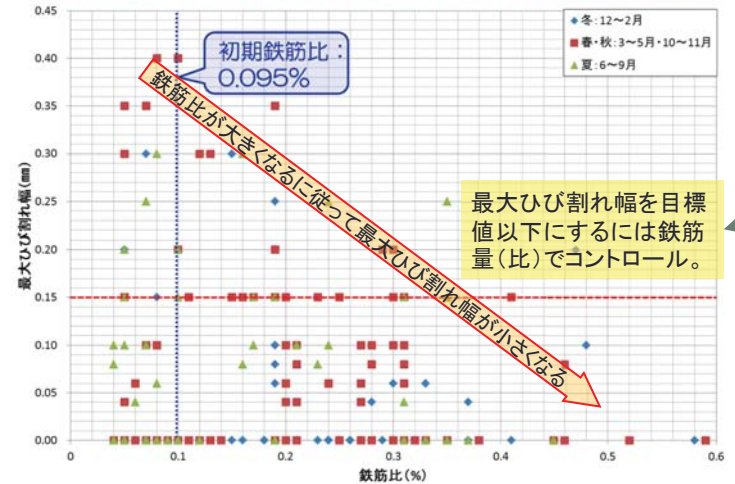
ひび割れ対策ポイントその1

図 橋台たて壁における鉄筋比とひび割れ幅の関係

山口県技術研修会(第11回)講演資料より<sup>57</sup>

## ■コンクリート施工記録分析結果【橋台たて壁】 「鉄筋量と最大ひび割れ幅の関係」

全DBを用いた分析（たて壁）：最大ひび割れ幅-鉄筋比



ひび割れ対策ポイントその2

図 橋台たて壁における鉄筋比とひび割れ幅の関係

山口県技術研修会(第11回)講演資料より<sup>58</sup>

## 鉄筋コンクリート棒部材の引張試験



写真 ひび割れ分散性能試験(直接引張試験)

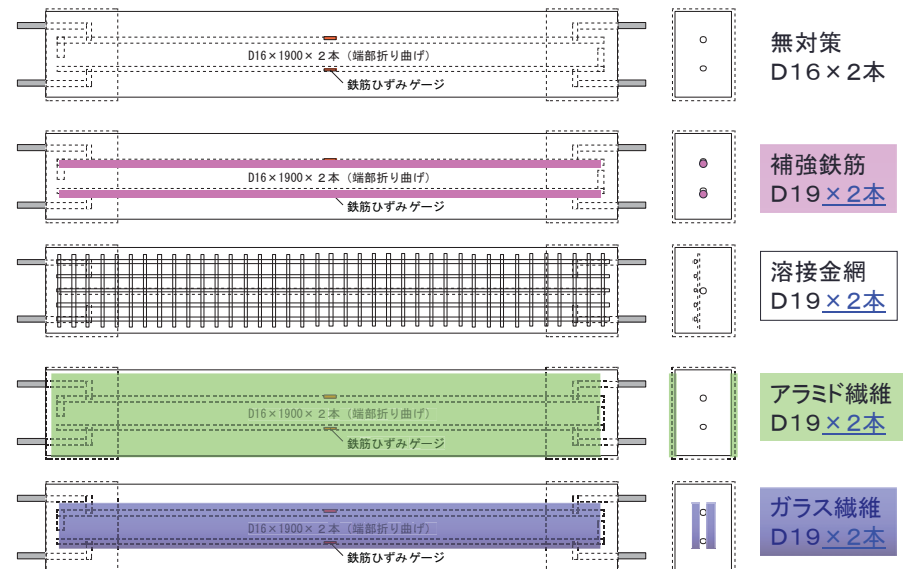


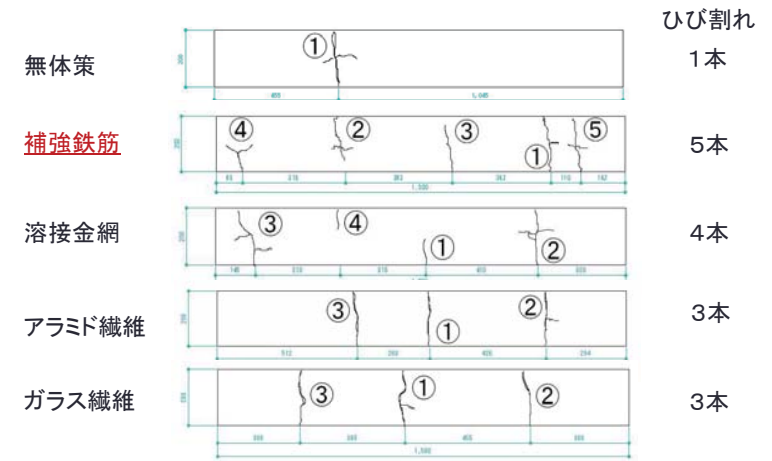
図 各種補強を施した供試体

## 実験方法



写真 直接引張試験(実験状況)

## 実験結果 ひび割れ分散状況



ひび割れ本数が増加するほど、1本あたりのひび割れ幅は小さくなる。

## ひび割れ制御鉄筋

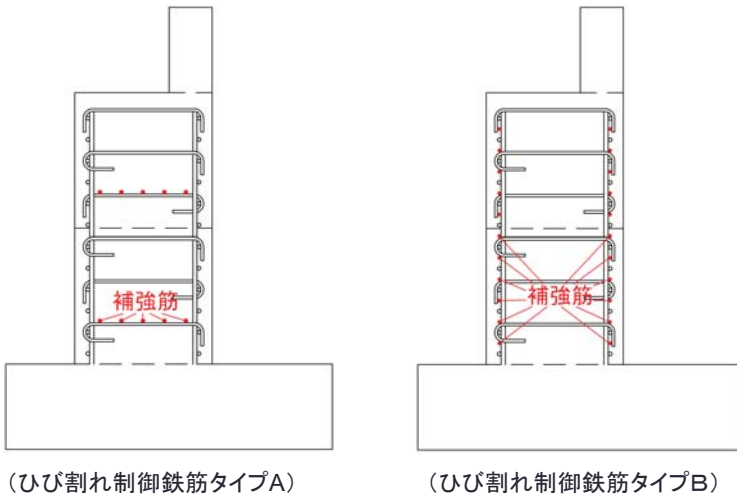
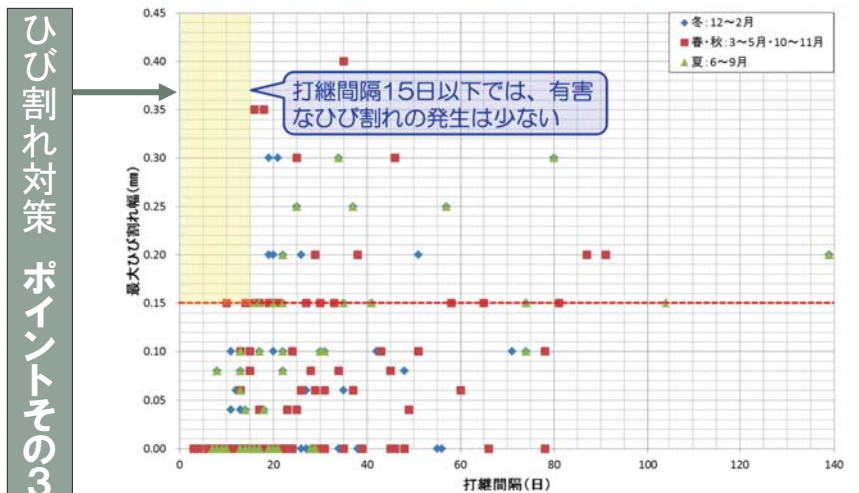


図 ひび割れ制御鉄筋によるひび割れ対策

## ■コンクリート施工記録分析結果【橋台たて壁】 「打継間隔と最大ひび割れ幅の関係」

全DBを用いた分析(たて壁)：最大ひび割れ幅-打継間隔



ひび割れ対策ポイントその3

図 橋台たて壁における鉄筋比とひび割れ幅の関係



## 打継ぎ後の経過日数とひび割れ発生 (ヤング係数の変化から考える)

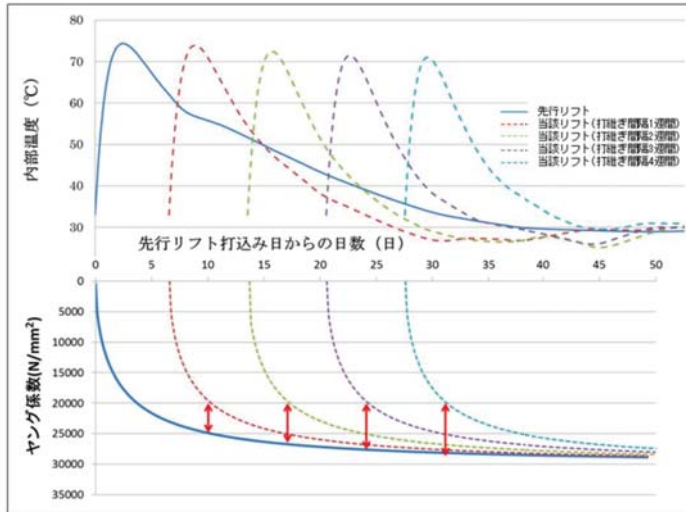


図 コンクリートの打継ぎ後経過日数と内部温度、ヤング係数の変化

65

## コンクリートひび割れ抑制対策の事例 「0.2mm以下のひび割れ幅を目指した補強鉄筋」

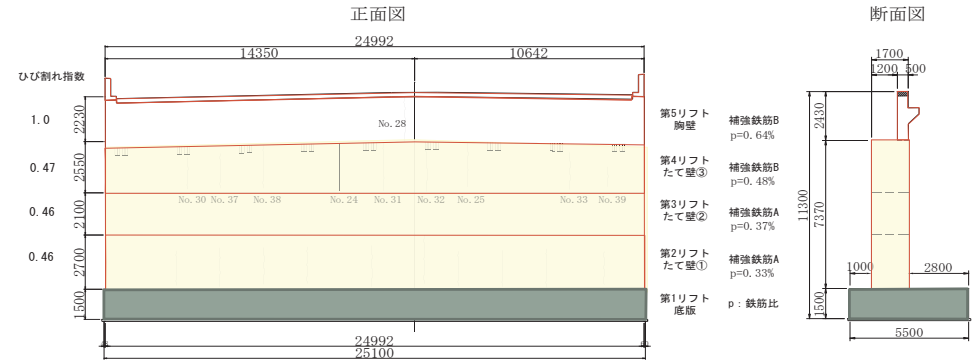


図 補強鉄筋を配置してひび割れを分散させた幅25mの橋台

図左端の数字はリフト毎のひび割れ指数を示す。

たて壁1とたて壁3では0.06mm以下のひび割れが10本程度確認された。  
そして、たて壁第2リフトではひび割れは全く発生しなかった。

66



写真 実構造物におけるひび割れ抑制対策試験施工で  
補強鉄筋を配置してひび割れを分散させた幅25mの橋台

67

## ひび割れ現象と対策

- ひび割れは、必ず発生する条件と必ず発生しない条件の間に、発生したりしなかったりする領域がある。
- 鉄筋を配置することは、ひび割れが出なくなるということではなく、あくまでもひび割れが発生した際にひび割れ幅が小さくなるように抑制するもの。
- 構造物のリフト割り（打重ね計画）をどのようにするかで、先に打ったコンクリートと次に打重ねるコンクリートのヤング係数の大きさの差が変わり、ひび割れの発生確率が変わってくる。打継ぎ間隔は、ひび割れ発生に影響が大きいのでその間隔を2週間以内に計画するとよい。



# Q5. 私は何をすれば良い？

## A. あなたにしかできないことがある。

### 1) 発注者

- 温度ひび割れ対策をはじめとして品質確保の取り組みは、発注者が、**地域特性を考慮して総合的にマネージメント**
- 設計者とどのような温度ひび割れ対策や水回り（防水）対策等、地域特性に合った対策をとるのか、方法やコストを協議
- 施工者（場合によっては生コン製造者）と温度ひび割れ対策や品質確保について協議
- 施工状況の把握（チェック）
- コンクリート施工記録の整理保管（次回の工事の参考資料、維持管理の初期データ）

### 2) 設計者（コンサルタント）

- 発注者と温度ひび割れについて協議
- 過去の施工記録や解析によりひび割れ対策を提案
- 水回り（防水）対策等を提案

### 3) 施工者

- 発注者と温度ひび割れ対策や品質確保の取り組みについて協議
- 温度ひび割れ対策は発注者（設計者）の提案で良いか確認した上で工事
- 施工に関わる不具合を起こさないよう生コン製造者と連携しながら施工
- コンクリート施工記録、ひび割れ記録の作成

### 4) 生コン製造者

- 材料（生コン）の（スランプ保持等）品質確保
- 施工者と連携しながら材料供給

### 5) 材料供給者

- アルカリ骨材反応対応、材料の品質確保、混和材料の開発

### 6) 学（学会）の役割

- 温度応力（乾燥収縮、自己収縮）ひび割れのメカニズムの解明と標準的な対策基準や照査基準等を提示
- 劣化のメカニズムの解明と標準的な対策基準や照査基準等を提示
- 他の関係者の課題解決支援

# 施工における品質確保の取組

## ① ひび割れ対策を発注者と確認

## ② 施工準備 型枠、配筋 打設準備

## ③ 施工 生コン搬入 打込み 締固め 養生

## ④ 目視評価

## ⑤ 施工記録

施工状況把握  
チェックシートで  
確認

様式4 施工状況把握チェックシート記載例

【 施 工 状 況 把 握 チェックシート（コンクリート打込み時） 】		工区	1
事務所名	〇〇土木建築事務所	工事名	県道〇〇線 道路改良工事
構造物名	〇〇橋 AI橋台	部位	たて壁
受注者	〇〇建設 (株)	確認者	主任監督員 〇〇〇〇
配合	27-8-20BB	確認日時	2022/10/11 (木) 7:30~13:30
打込み開始時刻	予定 8:00 実績 8:10	打込み開始時気温	22.0℃
打込み終了時刻	予定 12:00 実績 12:20	打込み量 (m <sup>3</sup> )	80
		リフト高 (m)	3.0
施工段階	チェック項目		
準備	運搬装置・打込み設備は汚れていないか。	メモ	記述
	型枠面は濡らせているか。		
	型枠内部に、木屑や結束線等の異物はないか。		
	かぶり内に結束線はないか。		
	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員 <sup>(8)</sup> に余裕を持たせているか。		
	予備のバイブレータを準備しているか。		
	発電機のトラブルがないよう、事前にチェックをしているか。		
	準備	使用4台	8人
		予備1台	予備1台
運搬	繰り返して打ち終わるまでの時間は適切であるか。		
		50~60分	

# 施工状況把握チェックシート

様式4 施工状況把握チェックシート記載例

【 施 工 状 況 把 握 チェックシート（コンクリート打込み時） 】

事務所名		〇〇土木建築事務所		工事名		県道〇〇線 道路改良工事		工区		1	
構造物名		〇〇橋 AI橋台		部位		たて壁		リフト		2	
受注者		〇〇建設 (株)		確認者		主任監督員 〇〇〇〇					
配合		27-8-20BB		確認日時		2012/10/11 (木) 7:30~13:30					
打込み開始時刻		予定	8:00	実績	8:10	打込み開始時気温		22.0℃	天候		曇のち晴
打込み終了時刻		予定	12:00	実績	12:20	打込み量 (m <sup>3</sup> )		80	リフト高 (m)		3.0
施工段階		チェック項目									
準備		運搬装置・打込み設備は汚れていないか。		メモ		記述		確認			
		型枠面は濡らせているか。								○	
		型枠内部に、木屑や結束線等の異物はないか。								※1	
		かぶり内に結束線はないか。								○	
		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員 <sup>(8)</sup> に余裕を持たせているか。								8人	
		予備のバイブレータを準備しているか。								○	
		発電機のトラブルがないよう、事前にチェックをしているか。								○	
運搬		繰り返して打ち終わるまでの時間は適切であるか。								○	
										50~60分	
										○	

運搬	練り混ぜてから打ち終わるまでの時間は適切であるか。	50~60分	○	
	ポンプや配管内面の潤滑性を確保するため、先送りモルタルの圧送等の処置を施しているか。	-	○	
	鉄筋や型枠は乱れていないか。	-	○	
	横移動が不要となる適切な位置に、コンクリートを垂直に降ろしているか。	-	○	
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。	50cm*6層	50cm	○
	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。	-	○	
	ポンプ配管等の吐出口から打込み面までの高さは、1.5m以下としているか。	#92m→ 1.6m以下	※2	○
	表面にブリーディング水がある場合には、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。	-	○	
締固め	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。	50cm,60cm*6 層に30cm 間隔で5-7 回挿入	○	
	バイブレータを鉛直に挿入し、挿入間隔は50cm以下としているか。	-	○	
	バイブレータの振動時間は5~15秒としているか。	目安8秒	6秒~10秒	○
	締固め作業中に、バイブレータを鉄筋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、穴が残らないように徐々に引き抜いているか。	-	○	
養生	硬化を始めるまでに乾燥するおそれがある場合は、シートなどで日よけや風よけを設けているか。	-	○	
	コンクリートの露出面を湿潤状態に保っているか。	表面養生布 を敷布	○	
	湿潤状態を保つ期間は適切であるか。	10日間	10日間以上	○
	型枠および支保工の取外しは、コンクリートに必要な強度に達した後であるか。	5.0N/mm <sup>2</sup>	8N/mm <sup>2</sup> 以上	○
要改善事項等	※1 型枠内部に結束線（3本）が落ちていたため、打込み前に取り除かせた。 ※2 排出口から打込み面までの高さが、明らかに1.5mを超えていたため、口頭で注意したところ、是正された。 上記※1、※2については是正を確認するため、次回打込み時も施工状況把握を行うことを工事打合せ簿にて通知。			

※コンクリート打込み作業員・・・コンクリートの打込み・締固め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車運転手等）を除いた人員  
様式4-1

養生については、  
後日記入をする。

## 施工状況把握チェックシートは、 発注者と施工者の コミュニケーションツール



写真は、東北地方整備局  
手間本康一氏提供



表層目視評価は、  
良いコンクリートを見極める目を育てる

写真は、東北地方整備局  
手間本康一氏提供

## 段取り八分、仕上げは二分

・丁寧な施工事例



バイブレーターにマーキング

写真は、東北地方整備局  
手間本康一氏提供



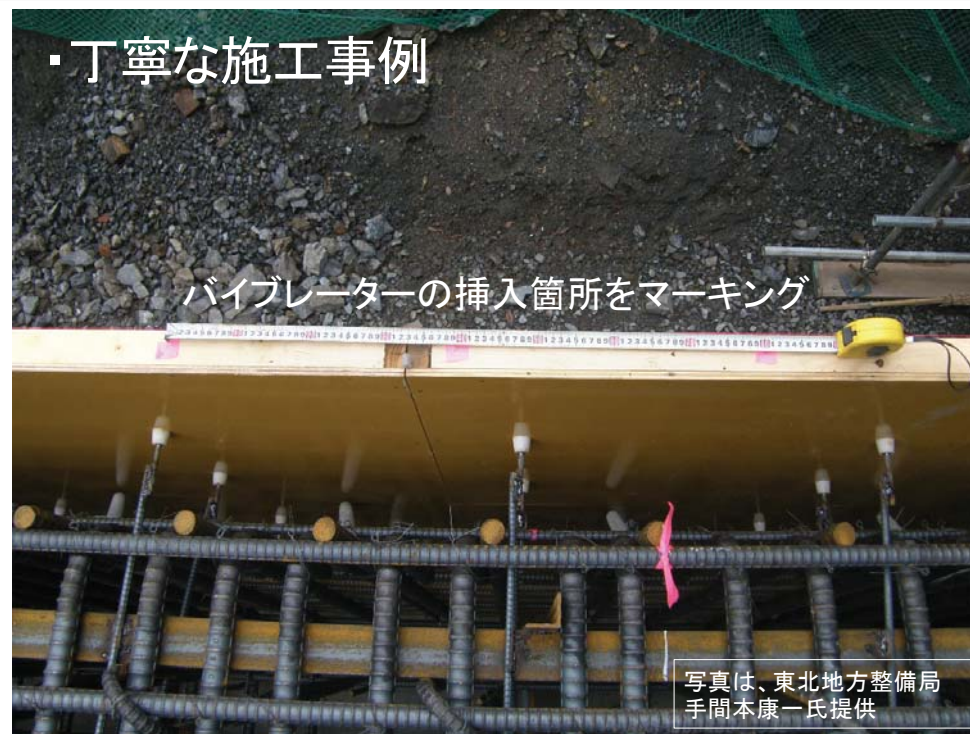
・丁寧な施工事例



層厚50cm、下部コンクリートに10cm挿入

写真は、東北地方整備局  
手間本康一氏提供

・丁寧な施工事例



バイブレーターの挿入箇所をマーキング

写真は、東北地方整備局  
手間本康一氏提供

・丁寧な施工事例



締め固め作業

写真は、東北地方整備局  
手間本康一氏提供

・丁寧な施工事例



層厚管理のため組立筋にマーキング(50cm)

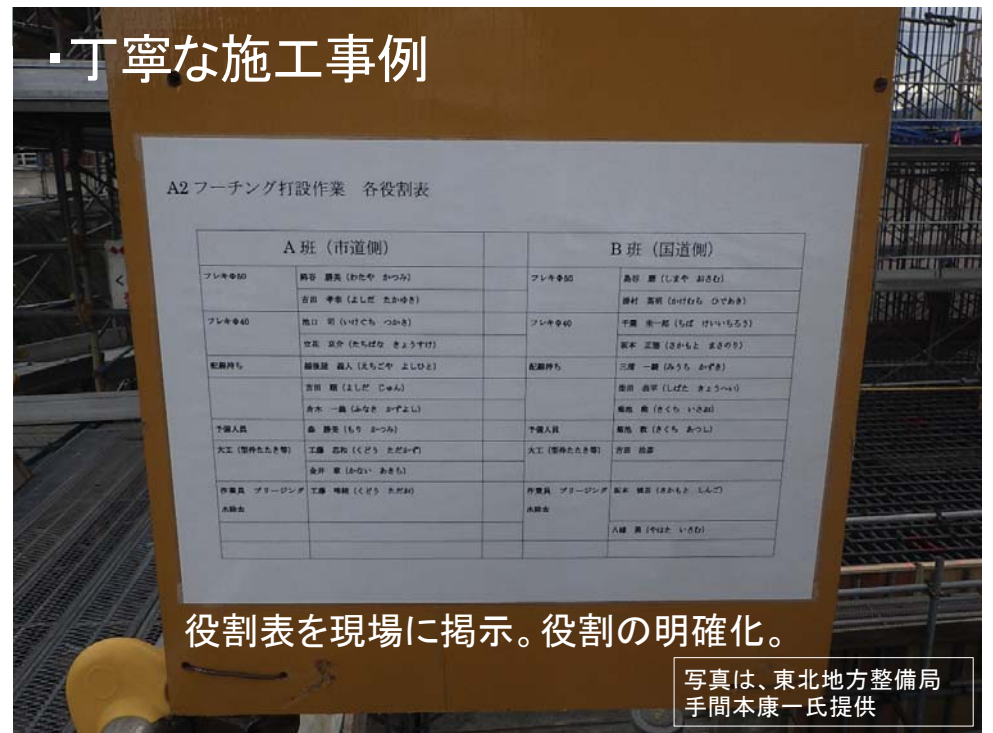
写真は、東北地方整備局  
手間本康一氏提供



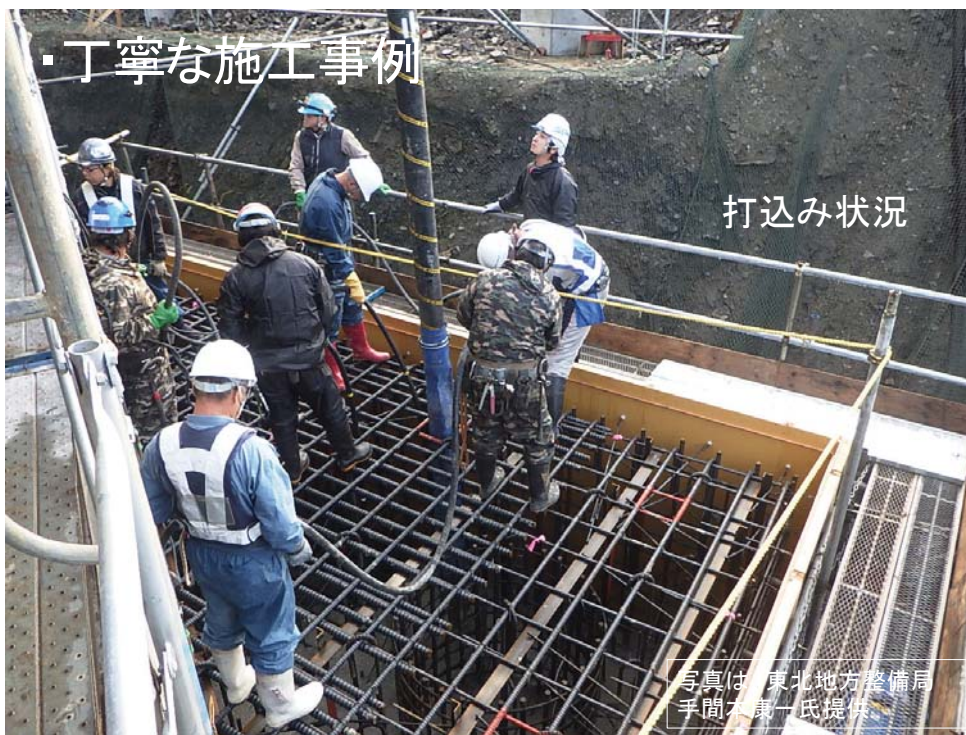
## 丁寧な施工事例



## 丁寧な施工事例



## 丁寧な施工事例

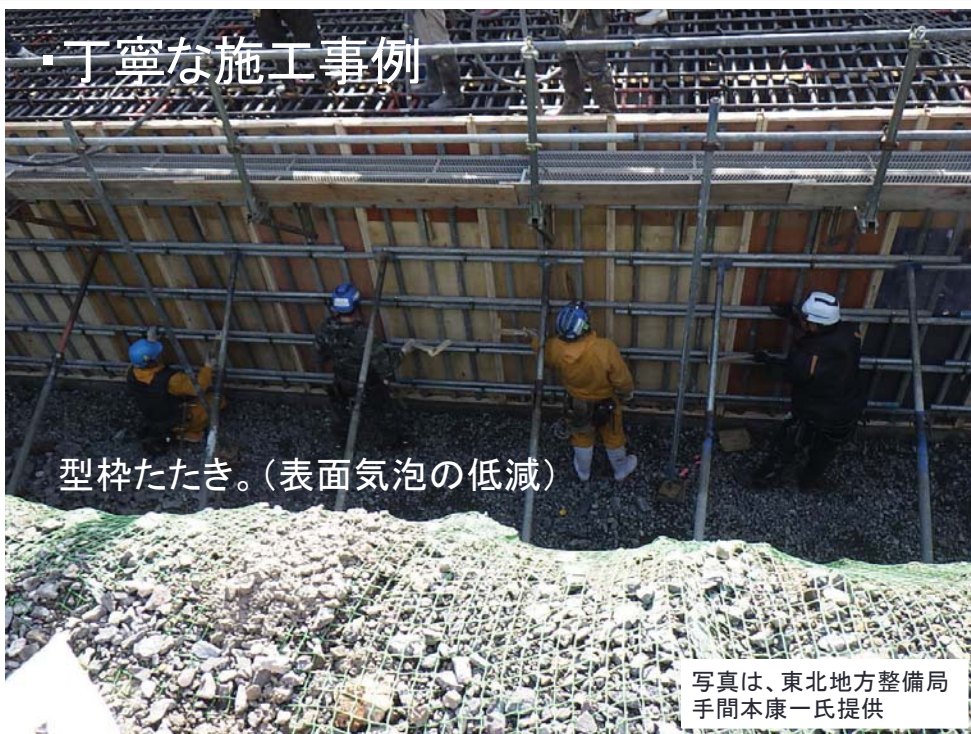


## 丁寧な施工事例





## 丁寧な施工事例



型枠たたき。(表面気泡の低減)

写真は、東北地方整備局  
手間本康一氏提供

## 丁寧な施工事例



型枠たたき。(表面気泡の低減)

写真は、東北地方整備局  
手間本康一氏提供

ブリーディングの多すぎないコンクリートが好ましいが、

バイブレーターによる締固めで  
生じたブリーディング水は除去



写真は、東北地方整備局  
手間本康一氏提供

石川県コンクリート診断士会講演会「2020年度 特別講演会」

## Q6. ひび割れ対策や品質確保に取り組んでいる事例は？

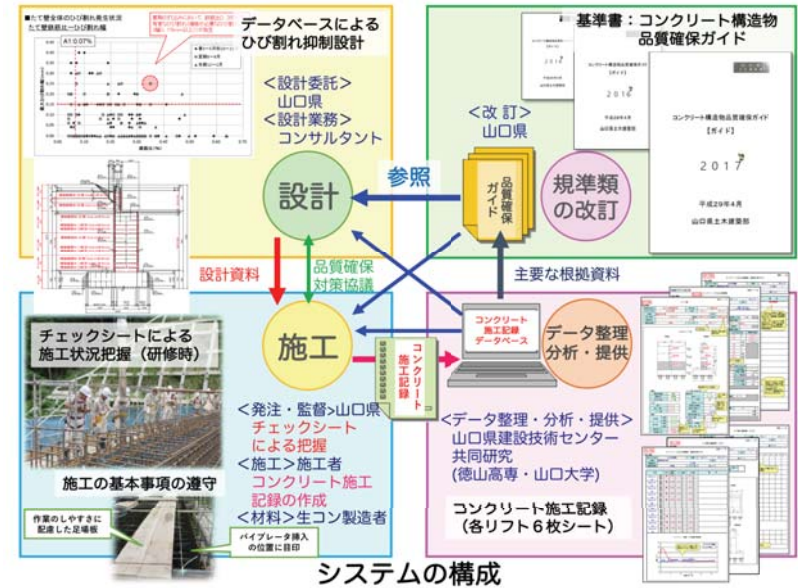
- A1. 「山口県の品質確保システム」！
- A2. 東北地方整備局の取り組みも素晴らしい！
- A3. 群馬県、北海道、四国、近畿、新潟県、沖縄県、高知県、福井県など各地も取り組んでいます
- A4. 東北、北海道、沖縄など過酷環境での取り組み
- A5. フライアッシュや混和剤など混和材料での取り組み
- A6. 国土交通省も試行しています



## A1.「山口県の品質確保システム」って何？

1. 発注者、建設技術センター、設計者、施工者、生コン製造者、そして学との連携が出来ている。
2. まず、温度ひび割れ対策を検討し、対策に必要なコストは適切に発注者が負担している。
3. 施工での品質の実現のために、発注者が現場に足を運んで「施工状況把握チェック」している。
4. コンクリート施工記録をとって「データベース化」し、これを公開して次の工事に活かしている。
5. これらの一連の仕組みがPDCAとなって、システム化されている。
6. 人材育成の体制と、講習会や研修プログラム等が充実している。

## 山口県の品質確保システムのPDCA



山口県技術管理課のホームページには、品質確保のノウハウが公開されている。

### 3. 講習会資料

#### 3.1 技術講習会資料

技術講習会で配布した資料です。

- ・技術講習会(第13回)資料(令和元年9月17日開催) **NEW!**
- ・技術講習会(第12回)資料(平成30年9月18日開催)
- ・技術講習会(第11回)資料(平成29年9月4日開催)
- ・技術講習会(第10回)資料(平成28年8月22日開催)
- ・技術講習会(第9回)資料(平成27年9月14日開催)
- ・技術講習会(第8回)資料(平成26年6月12日開催)
- ・技術講習会(第7回)資料(平成24年8月22日開催)
- ・技術講習会(第6回)資料(平成22年7月30日開催)
- ・技術講習会(第5回)資料(平成21年11月26日開催)
- ・技術講習会(第4回)資料(平成20年11月4日開催)
- ・技術講習会(第3回)資料(平成19年10月9日開催)

特に「技術講習会資料」は、品質確保の取組等が盛りだくさん紹介されている。

#### 3.2 その他講習会資料

- ・コンクリート構造物のひび割れ抑制対策に関する講習会資料(平成22年11月5日開催)
- ・平成25年度災害復旧事業実務講習会・コンクリート講習会資料(平成25年5月17日開催)
- ・設計時の土木コンクリート構造物ひび割れ抑制対策について(ZIP:3MB)

山口県コンクリート診断士会講演会「2020年度 特別講演会」

山口県技術管理課

山口県(法人番号2000020350001) 〒753-8501 山口県山口市南町1番1号 電話:083-922-3111 (代表) 請求への交通機関

Copyright ©1999-2020 Yamaguchi Prefecture. All Rights Reserved.

模範的構造物が出来るようになってきた



模範的構造物を研修に活用



## A2. 東北地方整備局の取り組みもすばらしい！って、どうということ？

- ・震災復興が急がれる中で、耐久性のあるコンクリート構造物をつくるための最大限の努力をしている。
- ・凍結抑制剤が大量に使用されるなど、過酷な環境下にある中で、耐久性のあるコンクリート構造物を作ろうとしている。

復興道路・復興支援道路の総延長550Km  
膨大な数の橋梁やトンネルを短期間に施工





がんばろう岩手!!  
がんばっぺし気仙!!  
がんばっぺ大船渡!!





## ASR対策と塩害抵抗性の向上のために フライアッシュを使用したRC床版



3ヶ月の長期養生。保水シート+2層のプチプチシート2枚重ね養生。  
冬期は桁下から給熱養生（目標温度10℃）



良いものを造  
りたいなー



## 橋脚をビニールで長期養生



ビニールを巻いた箇所は、巻かない箇所より  
透気係数で1ランク上の密実性を実現 （一般） → （良）



## ・丁寧な施工事例 橋台を丸ごとビニールシート養生



山口県方式のひび割れ対策を導入。  
約25m幅の橋台を誘発目地無し、補強鉄筋を対策として建設。結果は、胸壁以外ひび割れ無し。

写真は、東北地方整備局  
手間本康一氏提供

- A3. 群馬県、北海道、四国、近畿、新潟県、沖縄県、高知県、福井県など各地も取り組んでいます
- A4. 東北、北海道、沖縄など過酷環境での取り組み

- ・それぞれ地域によって、風土も価値観も異なるので、地域の事情にあわせた取組が行われています。

「土木学会350委員会報告書」をご参照ください。

## A5. 混和材としてのフライアッシュや 混和剤など混和材料を活用した取り組み

- ・フライアッシュの活用
  - ・ 沖縄（海洋性塩害環境下）でのアルカリ骨材反応対策
  - ・ 東北（凍結抑制剤散布下）でのアルカリ骨材反応対策
- ・ 混和剤の活用
  - ・ ひび割れ対策のための混和剤
  - ・ 施工時の品質確保のための混和剤
 等々、さまざまな混和剤が開発されています。
  - ・ 最近では、2時間もスランプロスを発生させない混和剤も開発されました。

## スランプの長時間保持機能を持つ化学混和剤の活用事例



### 洋上ケーソン打設

約20m<sup>3</sup>のフレッシュコンクリートをバケットホッパー(1m<sup>3</sup>×20個)に移し、台船で沖まで移送、同日中に打設を完了  
(生コン出荷から現場荷卸までの所要時間は約2時間)  
KSP採用により、夏期の厳しい環境下にも関わらず、生コンは2時間後スランプロス2cm程度の良好な状態を保持

表 試験結果 配合 21-12-20 BB

	スランプ	空気量	コンクリート温度	外気温
製造直後	13.5	4.8	28.0	27.0
2時間後	11.5	4.1	31.0	30.0



## スランプの長時間保持機能を持つ化学混和剤の活用事例

土木現場での活用実績 長時間静置輸送打設



工場出荷時 性状試験 SL:13.5cm 空気量:4.8%  
GT:28.0°C AT:27.0°C



移送に使用するホッパー



ホッパーへの移し替え



ホッパーのまま現場(船)へ移送

109

## A6. 国土交通省も試行しています

- ・国土交通省では、平成29年度から**施工状況把握チェックシートと目視点検についての試行工事を実施**して、こうした取組が品質確保に効果があるか、実態に則しているか検証しています。
- ・最近、350委員会の関係者と国土交通省とで打合せが始まりました。
- ・私見ですが、「初期品質が適切に確保された構造物」は、2年で初期点検する必要が無いと思います。しかし、国土交通省としては、「初期品質が適切に確保されたか」を2年で点検するという発想ですので、今は、実績を出す時期なんだろうと思います。

110

## あなたが引き出すコンクリートの底力とは、

- **コンクリートは、複数の材料が組み合わせられて生まれたひとつの命**
  - ・コンクリートの製造は、いくつかの材料(素材)を複合させて、一つの新しい材料としての命を生み出す行為であり、コンクリート構造物の建設は、この新しい命にインフラとしての役割を与えることである。
  - ・従って、コンクリートは、これを構成する材料や材料の割合を変えることで、それぞれ個別の性質を持った命となる。
- **コンクリート工事の体制(システム)も、複数の工程が組み合わせられて生まれるひとつの命**
  - ・コンクリート工事でもまた、複数のプレーヤーによる工程が連携して、一つの新しいプレーヤーとしての命が生まれる。
  - ・コンクリートの製造工程、あるいは、コンクリート構造物の建設工程において、正しく作業が行われなければ、本来、コンクリートが持っている力(強度、機能、耐久性)を引き出すことが出来ず、構造物としての性能も発揮できないことを意味する。

- **コンクリート(材料)の命と、コンクリート工事(体制・システム)の命を大切にすることで、コンクリートの底力を引き出すことが出来る**

111

## おわりに

- 「たかがひび割れ、されどひび割れ。」ひび割れ問題は、奥が深い。
- 構造物の初期品質は、耐久性への影響が大きい。
- 品質確保は、ひび割れ対策から考える。
- 施工の工夫は、さまざま。アイデアを出し合おう。
- チームワーク無くして、品質確保はあり得ない。
- 自分のために、良い仕事をしよう。

ご清聴ありがとうございました。

112