

技術講習会（第8回）  
～コンクリートの品質確保～

鳥取県におけるコンクリート構造物  
の長寿命化対策について

平成26年6月12日（木）

井上 史朗（鳥取県県土整備部技術企画課）  
反田 敏博（（公財）鳥取県建設技術センター 建設支援課）  
（JCI中国支部 コンクリートマイスター）

## 対策の背景

- ・ インフラの長寿命化による維持管理コストの縮減が必要。
- ・ 「コンクリート構造物のひび割れ抑制対策指針」（H2年度）から20年以上経過しているため新たな知見を加えた見直しが必要。
- ・ H20年度から（公財）鳥取県建設技術センターで実施してきた「ひび割れ調査」によるデータの蓄積。

## 対策の方針

- ・コンクリートひび割れの抑制対策について、発注者として関わっていく。
- ・コンクリート構造物に係る各段階（設計→発注→製造→施工→維持管理）での役割分担を明確化し、鳥取県の地域性を考慮した独自のマニュアルを作成し、受発注者で協働してひび割れ対策に取り組む。

## 対策の全体計画

①実施期間：H24～H26

②内 容

- ・検討委員会の開催（H24～H26）
- ・「コンクリートひび割れ事例集」の作成（H25）
- ・ひび割れ抑制対策の試験施工・データ収集（H25～26）
- ・「コンクリートひび割れ抑制マニュアル」の作成（H26）

マニュアルの特徴

①役割分担の明確化

- ・コンクリートに係る設計・発注・製造・施工・維持管理での役割（責任）分担の明確化
- ・特に、設計・発注でひび割れ抑制を考慮

②鳥取県の地域特性等考慮

- ・コンクリートに使用する材料（セメント、骨材、混和剤）特性
- ・気象条件を考慮

# 鳥取県ホームページに掲載

The screenshot shows the Tottori Prefecture website with the following elements:

- Header: Tottori Prefecture Web Site logo, navigation links (お問い合わせ, 使い方, サイトマップ, RSS), and a search bar.
- Menu: テーマでさがす, 県の紹介と観光, お知らせ, ネットで手続, 県政情報, 組織と仕事.
- Sub-menu: メイン, 県土総務課, 技術企画課, 道路企画課・道路建設課, 河川課, 治山砂防課, 空港港湾課.
- Breadcrumb: 現在の位置: 鳥取県の県土整備 → 技術企画課 → 技術基盤・要領 → コンクリートひび割れ事例集の策定について
- Left Sidebar:
  - 事業概要
    - 県土整備部事業概要
    - 歴史的・文化的土木建造物等の資料公開について
  - 防災・危機管理関係
    - 防災関係ホームページ
    - 被災宅地危険度判定制度
    - 中山間地域共同施設防災害復旧補助事業
- Main Content:
  - Section Header: **コンクリートひび割れ事例集の策定について**
  - Text: コンクリート構造物のひび割れについて、平成24年度「コンクリート耐久性等の品質向上検討委員会」を組織し、発生事例及び抑制対策についての「コンクリートひび割れ事例集」を作成しました。
  - List:
    - コンクリートひび割れ事例集
      - 表紙～ボックスカルバート（～p38）
      - 砂防堰堤以降（p39～）

## コンクリートひび割れ事例集

# ひび割れ事例集の目的

(事例集1ページ「はじめに」より)

- ◎公共コンクリート構造物の品質向上・耐久性の確保が重要視されている
- ◎環境負荷やライフサイクルコストの低減が求められている

これらの要望に応える対策として・・・



ひび割れの発生の抑制

本事例集は、これまでに県内で調査したコンクリート構造物に発生したひび割れ事例を取りまとめ、各事例におけるひび割れ原因とその抑制対策を提示したもので、今後、設計、発注、施工および生コンクリート製造に関与する技術者ないしは事業者が、コンクリート構造物のひび割れ抑制を検討する際の参考資料とするものです。

# ひび割れ事例集の概要

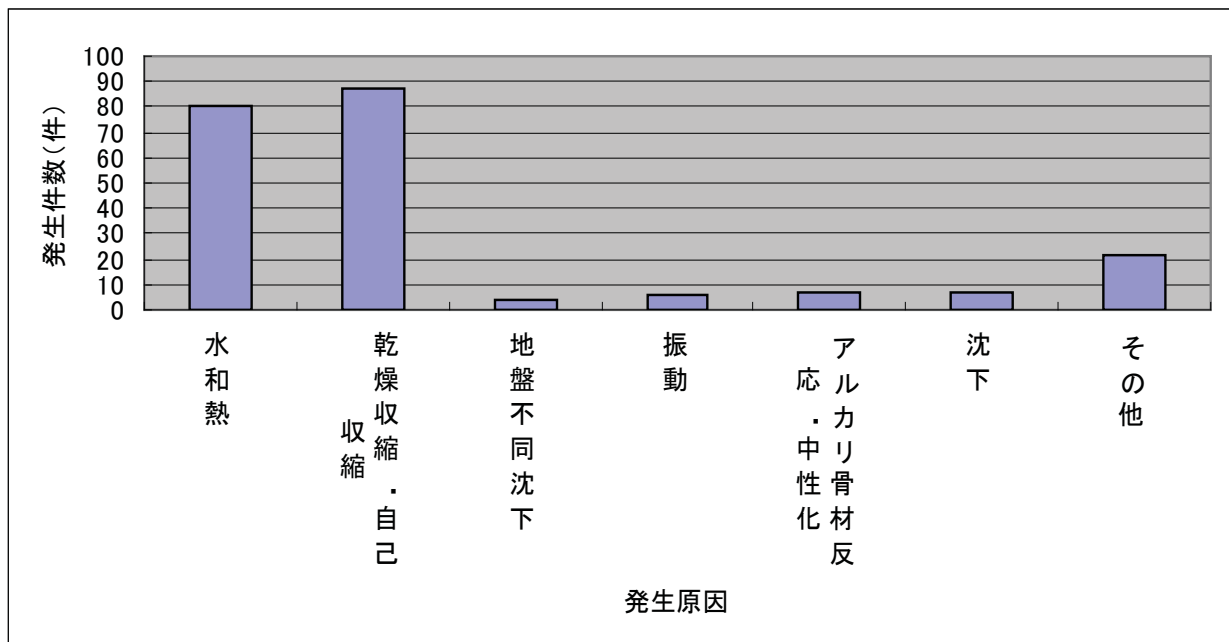
(事例集1ページ「はじめに」より)

調査件数が多かった構造物の種類（下部工、上部工(地覆・壁高欄)、ボックスカルバート、砂防堰堤、その他）について、場所、寸法、ひび割れパターンの異なるひび割れ事例を5例程度ずつ示しています。

ひび割れ発生の原因は、**水和熱に起因**するものと、**乾燥収縮に起因**するものが大部分のため、本事例集は、打込みから比較的早い時期に発生した「初期ひび割れ」を対象とした抑制対策を中心に示しています。

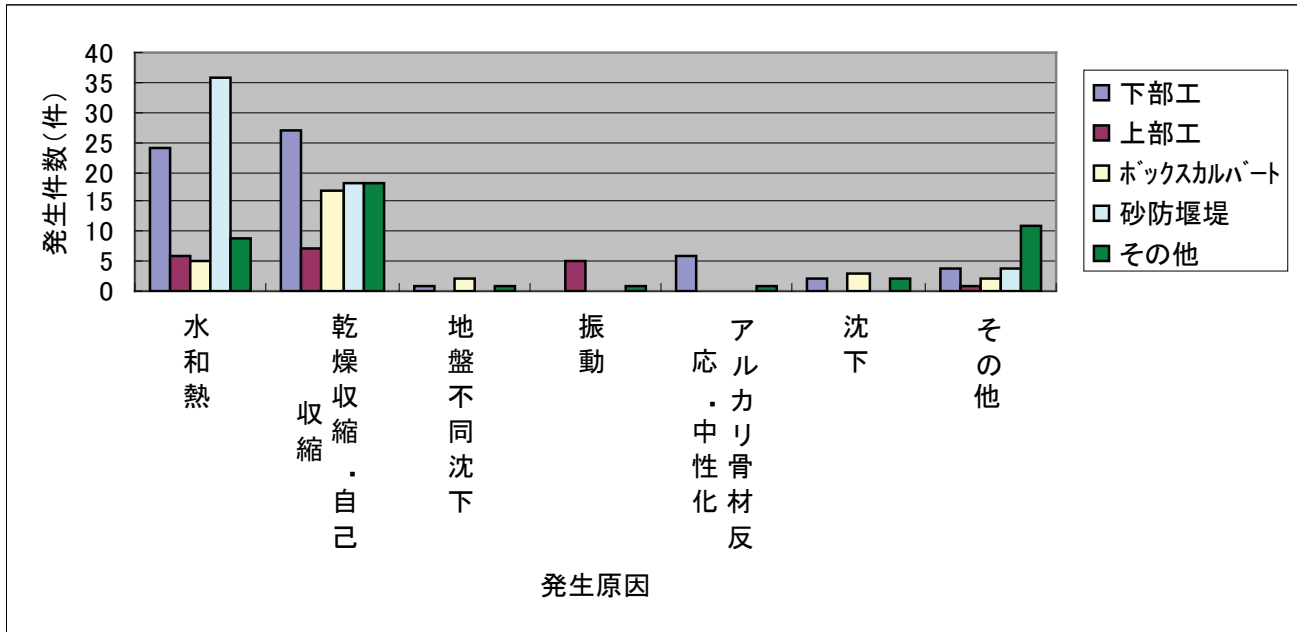
## ひび割れ発生原因毎の発生件数 (全体)

(事例集巻末資料より)



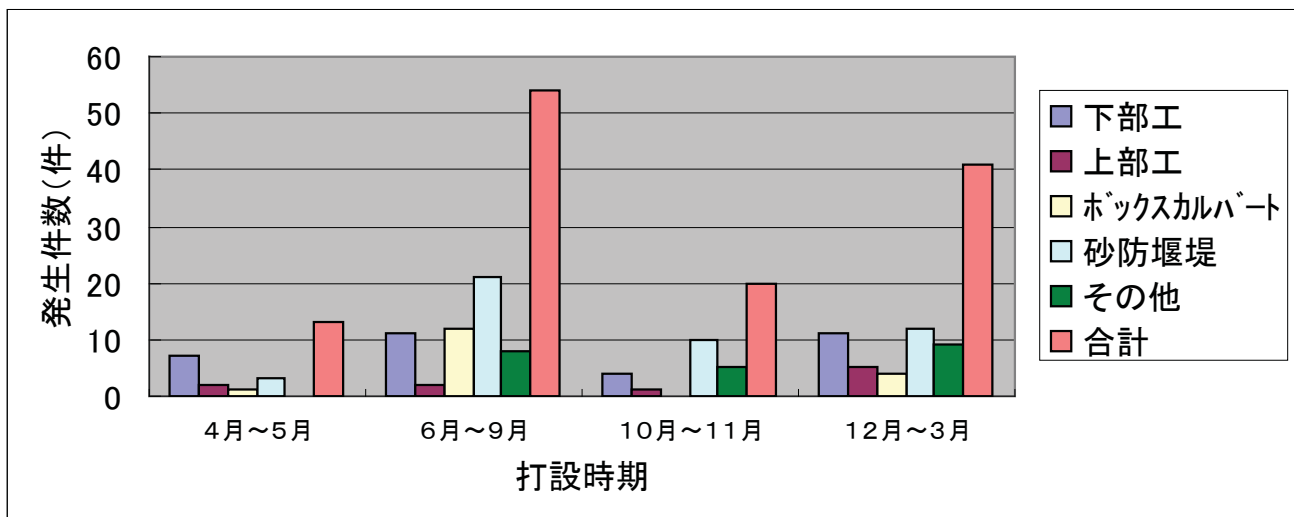
# ひび割れ発生原因毎の発生件数 (構造物別)

(事例集巻末資料より)



# コンクリート打設時期毎の発生件数 (構造物別)

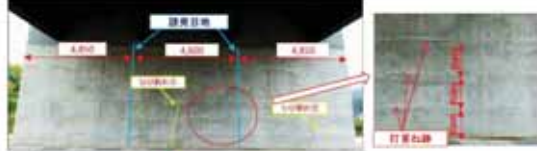
(事例集巻末資料より)



下部工

事例3 橋台のひび割れ(下面から鉛直方向に伸びるひび割れと打重ね跡に沿ったひび割れ)  
(発生原因) 水和熱、不適切な打重ね、乾燥収縮

|        |  |            |         |
|--------|--|------------|---------|
| 構造物の種類 | 橋台(橋脚)   | 打設年月       | 平成21年2月 |
| 場所     | 河原-5号  | 型式(ひび割れ有無) | 不明(無確認) |
| 生コン配合  | 24-8-20 B5   | ひび割れ確認日    | 打設6ヶ月後  |
| 構造物の概要 | 構造物の寸法:幅約14m×高さ約5m×厚さ1.5m、ひび割れ誘発目地あり(4.8~4.85m間隔)  |            |         |
| ひび割れ状況 | <ul style="list-style-type: none"> <li>・前、背面の逆側から鉛直方向に、長さ約2m、幅のひび割れ(最大ひび割れ幅0.20mm)が発生</li> <li>・ひび割れ誘発目地間隔4.8mの間に1本のひび割れが発生</li> <li>・表面が自然きた打重ね跡(コールドジョイント)を確認</li> <li>・背面の養生後、打重ね跡の一部から逆側のひび割れが発生</li> </ul>                          |            |         |
| 所見     | <ul style="list-style-type: none"> <li>・マスコンであり、鉛直方向のひび割れは、水和熱に起因するものと推察される</li> <li>・水平方向のひび割れについては、打重ね跡が約600mmと大きいこととウイング部を含むため1層の打設量が多かったことで打重ね時間間隔が長くなり、打重ねが不適切であったため生じたものと考え</li> <li>・表面の自然きた、打重ね跡表面が乾燥することで拡大したものと思われる</li> </ul> |            |         |

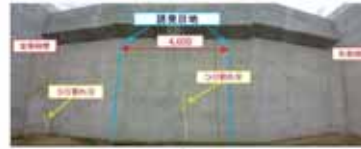


橋台側のひび割れ発生状況

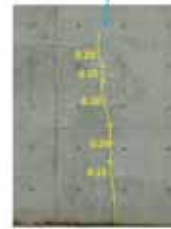


(抑制対策)

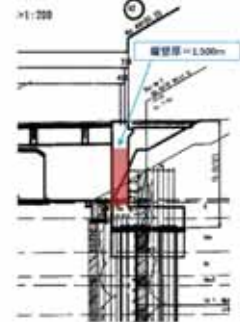
- ・適切な1層の打込高さを設定し、許容打重ね時間間隔を遵守する(施工)(鳥取県土木工事共通仕様書、コンクリート標準示方書を遵守する)
- ・マスコンクリートの温度ひび割れは、最初に施工区間の中央位置に発生する傾向があるため(※)、ひび割れ誘発目地の配置を、中央を含めた3個とすることで防げた可能性がある。  
※「マスコンクリートのひび割れ制御指針2008 P.30より」
- ・温度ひび割れ対策(抑制対策A)および乾燥収縮ひび割れ対策(抑制対策B)を参照  
(2ページ)



ひび割れ誘発目地は誘発箇所を示す



橋台側のひび割れ発生状況



発生原因ごとの抑制対策(参考例)

ひび割れは種々の原因によって生じるので、そのひび割れ原因とその抑制対策を以下に示す。  
実際のひび割れは、複合作用や種々の段階で生じるので、現場の状況に応じてひび割れ原因を判断し、その対策を講じることが重要である。

A (温度ひび割れに対して)

|                  |   |   |  |   |
|------------------|---|---|--|---|
| 抑制のための基本原則       | 作用側からは、水和熱によって生じる応力、ひずみ、あるいは変形を小さくする。<br>抵抗側からは、強度(引張強度)、伸び能力、あるいは変形能力の大きなコンクリートを用いる。   |   |  |   |
|                  | 各段階での具体的対応(例)   |   |  |   |
| 基本的な対策           | 設計  | 発注  | 製造   | 施工  |
| 水和熱、コンクリート温度を下げる | <ul style="list-style-type: none"> <li>・セメント量の低減</li> <li>・水和熱の小さなセメント(低水熱セメント等)の選定</li> <li>・1回の打込み量を小さくする</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>・夏季の打込みを後方遅らせるような工事計画</li> <li>・ひび割れ対策を考慮した工事発注</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>・地下水や冷水を練り水とするなど各材料温度を下げる</li> <li>・生コン車のドラムの色を薄い系統にする。またはカバーの取付け等により、日照による温度上昇を抑える</li> <li>・季節により配合を修正する(夏場の遅延タイプなど)</li> </ul>                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>・乳盤の短い時期・時間帯での打込み</li> <li>・打込み箇所への直射日光遮断</li> </ul> |
| その他              | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ひび割れ誘発目地の適切な設置(間隔を小さく前導文確保を大きく)</li> <li>・ひび割れ発生予測対策の検討(温度応力解析)</li> <li>・1回に打込むブロックの長さと高さの出し分けを出来るだけ小さくする</li> <li>・単位水量の低減</li> <li>・膨張材の使用</li> <li>・収縮低減剤の使用</li> <li>・収縮低減剤の使用</li> <li>・ひび割れ制御剤の使用</li> <li>・プレストレスの導入</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>・プレストレス構造の導入</li> </ul>                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>・1回に打込むブロックの長さや高さの出し分け出来るだけ小さくする</li> <li>・型枠の設置期間の延長や保溫材による保溫性を期間の十分に保つ</li> <li>・コンクリート表面の温度をできるだけ低く保つ</li> <li>・温度差によるひび割れに近づけるような保溫養生(適切な養生方法・養生期間)を行う</li> </ul> |   |

B (乾燥収縮ひび割れに対して)

|                  |  |  |  |  |
|------------------|--|--|--|--|
| 抑制のための基本原則       | 作用側からは、乾燥収縮によって生じる応力、ひずみ、あるいは変形を小さくする。<br>抵抗側からは、強度(引張強度)、伸び能力、あるいは変形能力の大きなコンクリートを用いる。   |  |  |  |
|                  | 各段階での具体的対応(例)  |  |  |  |
| 基本的な対策           | 設計   | 発注   | 製造   | 施工   |
| コンクリートの収縮量を小さくする | <ul style="list-style-type: none"> <li>・養生期間が十分に確保できる工期設定</li> <li>・単位水量の低減</li> <li>・高性能AE減水剤や収縮低減剤の使用</li> <li>・膨張材の使用</li> <li>・収縮低減剤の使用</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ひび割れ対策を考慮した工事発注</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>・単位水量の低減</li> <li>・高性能AE減水剤や収縮低減剤の使用</li> <li>・膨張材の使用</li> <li>・収縮低減剤の使用</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>・直射日光或は逆光の遮断</li> <li>・十分な養生期間確保</li> <li>・養生期間の検討</li> </ul> |
| その他              | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ひび割れ誘発目地の適切な設置(間隔を小さく前導文確保を大きく)</li> <li>・繊維補強セメントの使用</li> <li>・ひび割れ制御剤の使用</li> <li>・プレストレスの導入</li> </ul>      |  |  |  |

# 発生原因毎の抑制対策（参考例）

## 温度ひび割れに対して

| 抑制のための基本原則：<br>作用側からは、水和熱によって生じる応力、ひずみ、あるいは変形を小さくする。<br>抵抗側からは、強度（引張強度）、伸び能力、あるいは変形能の大きなコンクリートを用いる。 |  |   |  |   |
|---|--|---|--|---|
| 基本的な対策  | 各段階での具体的対応(例)  |   |  |   |
|   | 設計   | 発注  | 製造   | 施工  |
| 水和熱、コンクリート温度を下げる  | <ul style="list-style-type: none"> <li>セメント量の低減</li> <li>水和熱の小さなセメント（混合セメント、低発熱セメント等）の選定</li> <li>1回の打込み高さを小さくする等</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>夏期の打込みを極力避けるような工事計画</li> <li>ひび割れ対策を考慮した工事発注等</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>地下水や冷水を練り水とするなど各材料温度を下げる</li> <li>生コン車のドラムの色を薄い系統にする、またはカバーの取付け等により、日射による温度上昇を抑える</li> <li>季節により配合を修正する（夏場の遅延タイプなど）等</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>気温の低い時期・時間での打込み</li> <li>打込み箇所への直射日光遮断等</li> </ul> |

| 抑制のための基本原則：<br>作用側からは、水和熱によって生じる応力、ひずみ、あるいは変形を小さくする。<br>抵抗側からは、強度（引張強度）、伸び能力、あるいは変形能の大きなコンクリートを用いる。 |   |  |   |  |
|---|---|--|---|--|
| 基本的な対策  | 各段階での具体的対応(例)   |  |   |  |
|   | 設計  | 発注   | 製造  | 施工   |
| その他   | <ul style="list-style-type: none"> <li>ひび割れ誘発目地の適切な設置（間隔を小さく、断面欠損率を大きく）</li> <li>ひび割れ発生予測、対策の検討（温度応力解析）</li> <li>1回に打込むブロックの長さLと高さHの比L/Hを出来るだけ小さくする</li> <li>単位水量の低減</li> <li>膨張材の使用</li> <li>収縮低減剤の使用</li> <li>収縮低減タイプの混和剤等の使用</li> <li>ひび割れ制御鉄筋の配置</li> <li>プレストレスの導入等</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>プレストレス構造の導入等</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>高性能AE減水剤や収縮低減タイプの混和剤等の使用</li> <li>膨張材の使用</li> <li>収縮低減剤の使用等</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>1回に打込むブロックの長さLと高さHの比L/Hを出来るだけ小さくする</li> <li>型枠の残置期間の延長や保温材による保温養生期間の十分に採る</li> <li>コンクリート表面の温度をできるだけ緩やかに外気温度に近づけるような保温養生（適切な養生方法・養生期間）を行う等</li> </ul> |



# 発生原因毎の抑制対策（参考例）

## 乾燥収縮ひび割れに対して

| 抑制のための基本原則：<br>作用側からは、乾燥収縮によって生じる応力、ひずみ、あるいは変形を小さくする。<br>抵抗側からは、強度（引張強度）、伸び能力、あるいは変形能の大きなコンクリートを用いる。 |   |  |  |  |
|--|---|--|--|--|
| 基本的対策  | 各段階での具体的対応（例）   |  |  |  |
|  | 設計  | 発注   | 製造   | 施工   |
| コンクリートの収縮量を小さくする   | <ul style="list-style-type: none"> <li>養生期間が十分に確保できる工期設定</li> <li>単位水量の低減</li> <li>高性能AE減水剤や収縮低減タイプの混和剤等の使用</li> <li>膨張材の使用</li> <li>収縮低減剤の使用等</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>ひび割れ対策を考慮した工事発注等</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>単位水量の低減</li> <li>高性能AE減水剤や収縮低減タイプの混和剤等の使用</li> <li>膨張材の使用</li> <li>収縮低減剤の使用等</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>直射日光、風の遮断</li> <li>既設部吸水防止</li> <li>十分な型枠存置期間、適切な養生方法、養生期間の検討等</li> </ul> |

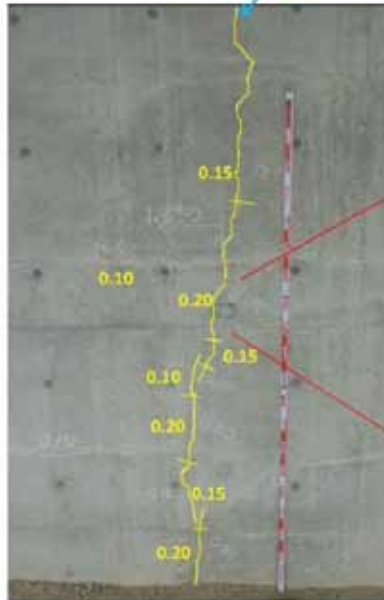
| 抑制のための基本原則：<br>作用側からは、乾燥収縮によって生じる応力、ひずみ、あるいは変形を小さくする。<br>抵抗側からは、強度（引張強度）、伸び能力、あるいは変形能の大きなコンクリートを用いる。 |  |    |    |    |
|--|--|----|----|----|
| 基本的対策  | 各段階での具体的対応（例）  |    |    |    |
|  | 設計   | 発注 | 製造 | 施工 |
| その他  | <ul style="list-style-type: none"> <li>ひび割れ誘発目地の適切な設置（間隔を小さく、断面欠損率を大きく）</li> <li>繊維補強セメントの使用</li> <li>ひび割れ制御鉄筋の配置</li> <li>プレストレスの導入等</li> </ul> |    |    |    |

# 具体事例に見る発生原因と 考えられる抑制対策

## 下部工

事例3 橋台のひび割れ(下面から鉛直方向に伸びるひび割れと打重ね跡に沿ったひび割れ)  
(発生原因) 水和熱, 不適切な打重ね, 乾燥収縮

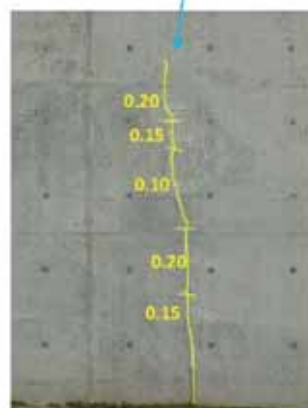
|        |  |             |         |
|--------|--|-------------|---------|
| 構造物の種類 | 橋台(縦壁)   | 打設年月        | 平成21年3月 |
| 場所     | 田園・郊外  | 脱型日(ひび割れ有無) | 不明(無確認) |
| 生コン配合  | 24-8-20 BB   | ひび割れ確認日     | 打設6ヶ月後  |
| 構造物の概要 | 構造物の寸法:幅約 14 m × 高さ約 5 m × 厚さ 1.5 m,<br>ひび割れ誘発目地あり( 4.6 ~ 4.85 m 間隔)   |             |         |
| ひび割れ状況 | ・前, 背面の底部から鉛直方向に, 長さ約 2 m, 1 本のひび割れ(最大ひび割れ幅 0.20 mm)が発生<br>・ひび割れ誘発目地間隔 4.6 m の間に 1 本のひび割れが発生<br>・表面が目開きした打重ね跡(コールドジョイント)を確認<br>・背面の盛土後, 打重ね跡の一部から遊離石灰が滲出                             |             |         |
| 所見     | ・マスコンであり, 鉛直方向のひび割れは, 水和熱に起因するものと推察される<br>・水平方向のひび割れについては, 打重ね跡が約 800 mm と大きいこととウイング部を含むため 1 層の打設量が多かったことで打重ね時間間隔が長くなり, 打重ねが不適切であったため生じたものとする<br>・表面の目開きは, 打重ね跡表面が乾燥することで拡大したものと思われる |             |         |



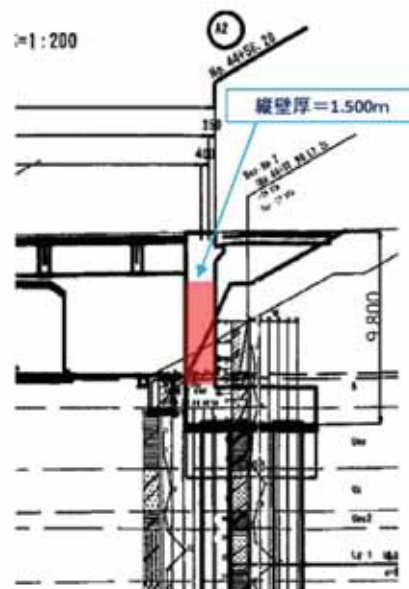
前面側のひび割れ発生状況



※赤着色部は調査箇所を示す



背面側のひび割れ発生状況



- 〈抑制対策〉
- ・適切な1層の打込高さを設定し、許容打重ね時間間隔を遵守する(施工)  
(鳥取県土木工事共通仕様書、コンクリート標準示方書を遵守する)
  - ・マスコンクリートの温度ひび割れは、最初に施工区間の中央位置に発生する傾向があるため(※)、ひび割れ誘発目地の配置を、中央を含めた3個とすることで防げた可能性がある。  
※「マスコンクリートのひび割れ制御指針2008 P.70」より
  - ・温度ひび割れ対策(抑制対策A)および乾燥収縮ひび割れ対策(抑制対策B)を参照
- (62ページ)

## 「下部工」のひび割れの特徴と原因

- ・ひび割れの特徴は、打継いだ底部から鉛直方向に伸展する形状が多く、確認時期は、1ヶ月以内の若材齢のものと、6ヶ月程度のものがある。
- ・ひび割れは、フーチング上の縦壁、縦壁上の parapet など、既設コンクリート上に打継いだ箇所に多く見られ、既設コンクリートの外部拘束が主要因の水和熱による温度ひび割れが多い。

## ひび割れ抑制対策

- ・確認時期が若材齢のものは温度ひび割れ、数ヶ月以降のものは乾燥収縮によるひび割れが主な原因であると思われ、抑制対策をまとめて末尾に示す。
- ・不適切な打重ね部のひび割れやコールドジョイントについては、打重ね時間間隔や十分な締固めなど、基本を守って打込み行うことが抑制対策の基本となる。

## (注釈)

ひび割れ誘発目地を4～5m間隔で設置していても、ひび割れ誘発目地間にひび割れが生じた事例があった。ひび割れ誘発目地の断面欠損率(※)をさらに大きくしなければ、効果が小さいものとする。 (「2012年制定コンクリート標準示方書[施工編:施工標準]」では、「断面欠損率は50%程度以上とすることで確実に誘発できる場合が多い」とされている。)

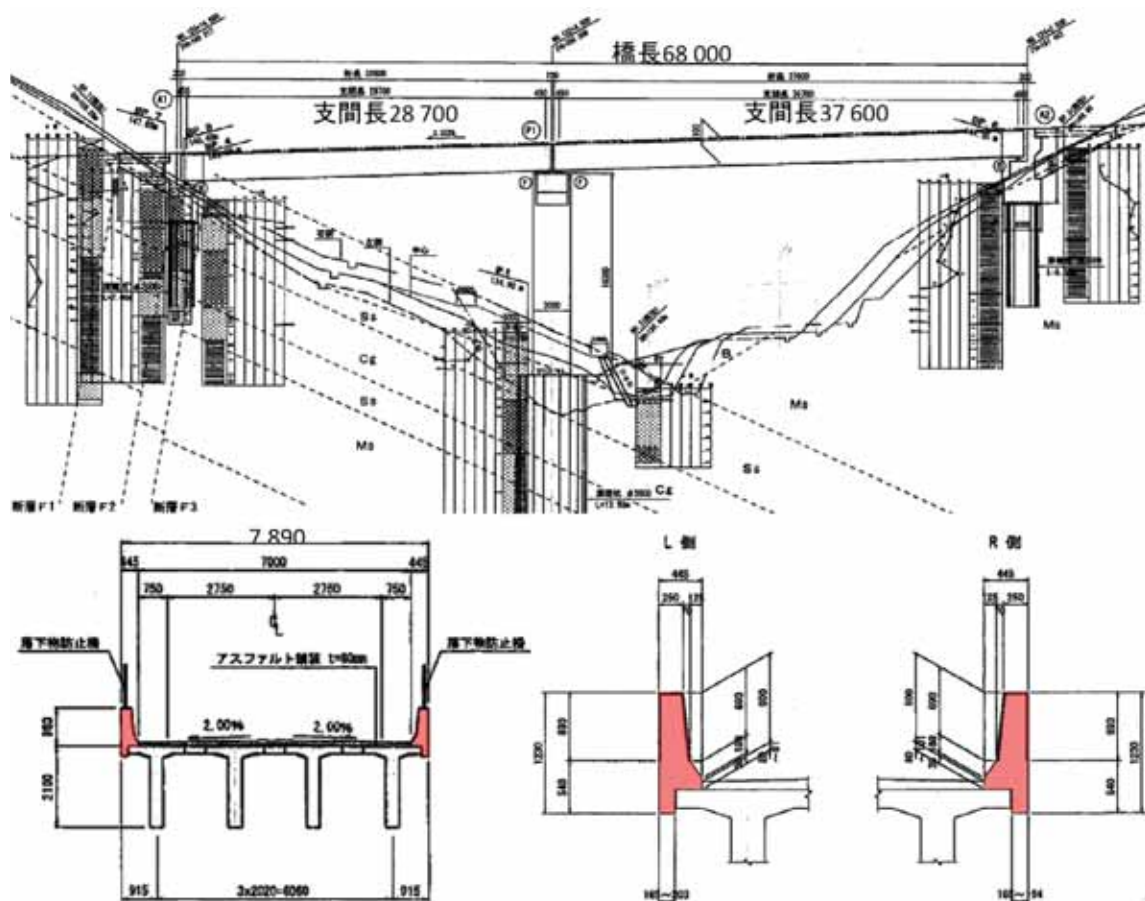
※両表面の溝状欠損部の深さと断面内に埋設して付着を切った部分の壁厚方向の幅の合計を元の壁厚で除した値

# 上部工

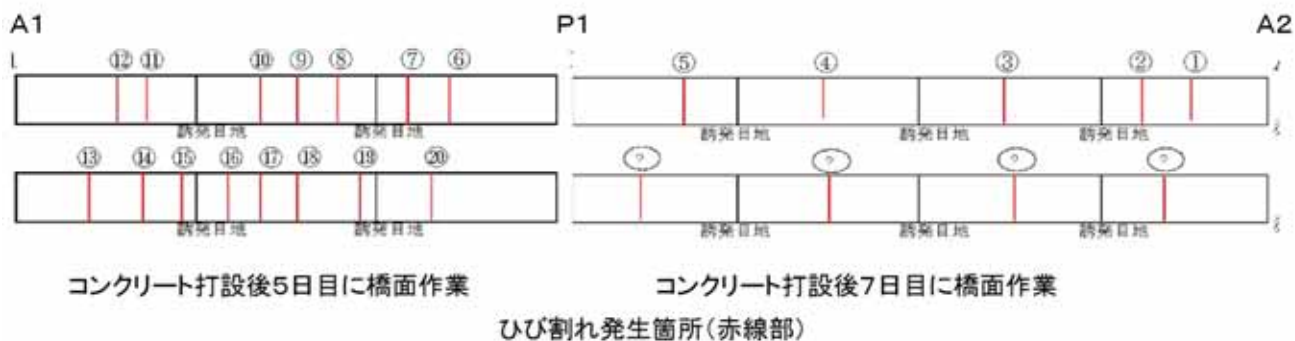
## 事例1 プレストレストコンクリート桁橋上の壁高欄のひび割れ

〈発生原因〉 水和熱、振動

|        |   |             |           |
|--------|---|-------------|-----------|
| 構造物の種類 | 壁高欄   | 打設年月        | 平成22年6月   |
| 場所     | 山間部   | 脱型日(ひび割れ有無) | 材齢6日(無確認) |
| 生コン配合  | 24-8-20 BB  | ひび割れ確認日     | 材齢7日      |
| 構造物の概要 | 構造物の寸法:幅 0.250 ~ 0.445 m × 高さ約 1 m × 長さ(1径間目) 28.7 m, (2径間目) 37.6 m, ひび割れ誘発目地あり(10 m 間隔)  |             |           |
| ひび割れ状況 | <ul style="list-style-type: none"> <li>左右両側壁高欄の下端から鉛直方向に、全高さ(約 1 m)にわたって、(1径間目) 7 ~ 8 本のひび割れ(ひび割れ幅 0.10 ~ 0.20 mm)が約 2.5 m 間隔で発生、(2径間目) 4 ~ 5 本のひび割れ(ひび割れ幅 0.10 ~ 0.20 mm)が約 5 m 間隔で発生、最大幅は 0.20 mm</li> <li>ひび割れ誘発目地として面木によるVカット(深さ約 20 mm)を約 10 m 間隔に設置していたが、誘発目地間隔 10 m の間に(1径間目) 3 ~ 4 本、(2径間目) 1 ~ 2 本のひび割れが発生(誘発目地部は確認出来ず)</li> </ul> |             |           |
| 所見     | <ul style="list-style-type: none"> <li>ひび割れ確認日が材齢7日と若材齢であること、およびひび割れパターンから、ひび割れは水和熱に起因するものと判断される</li> <li>間取りによると、1径間目はコンクリート打設後5日目、2径間目はコンクリート打設後7日目に、橋面に作業車両が進入しており、作業車両進入時期の早い1径間目の方がひび割れ本数が多く、養生期間中の作業車両による床版の振動も、ひび割れ発生ないしはひび割れ幅の拡大に関与したと思われる</li> </ul>   |             |           |



設計ひび割れ誘発目地配置 : 約10m間隔



ひび割れ発生状況

- 〈抑制対策〉
- ・養生期間中、橋面への作業車両の進入を禁止する(施工)
  - ・ひび割れ誘発目地の断面欠損率を大きくする(設計)
  - ・ひび割れ誘発目地間隔の短縮(設計)
  - ・温度ひび割れ対策(抑制対策A)を参照
- (62ページ)

## 「上部工(地覆・壁高欄)」のひび割れの特徴と原因

- ・地覆・壁高欄に発生するひび割れの特徴は、床版コンクリートに打継いだ底部から鉛直方向に伸展する形状が多い。
- ・地覆・壁高欄は既設の床版コンクリート上に打継ぐため、床版コンクリートの外部拘束が主要因の水和熱による温度ひび割れが多い。
- ・壁高欄は断面幅が小さいため、乾燥収縮によるひび割れも生じやすい。
- ・養生期間中の車両通行等による床版の振動により、ひび割れが拡大した可能性が高い。
- ・連続構造の中間橋脚上やアーチ橋の鉛直材上のように、構造的に地覆や壁高欄に引張応力が生じやすい箇所では、これらが原因でひび割れが発生したりひび割れ幅が拡大しやすい。
- ・鋼床版上の地覆・壁高欄の場合には、温度変化による床版の伸縮が大きいため、コンクリート製のものに比べてひび割れが発生しやすい。

## ひび割れ抑制対策

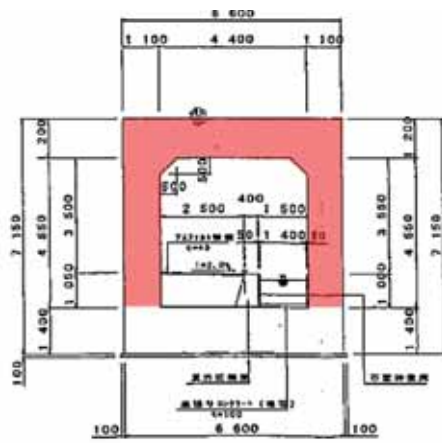
- ・温度ひび割れ、乾燥収縮によるひび割れの抑制対策は、まとめて末尾に示す。
- ・ひび割れ誘発目地、伸縮目地を適切な間隔で設置する。またひび割れ誘発目地の断面欠損率は示方書を遵守し出来るだけ大きくする。
- ・養生期間中はとくに床版の振動による影響を防ぐため、橋面への作業車両の進入を禁止する(施工)、隣接する他工区工事からの振動がない様な工事計画を行う(発注)、等の配慮をする。

## ボックスカルバート

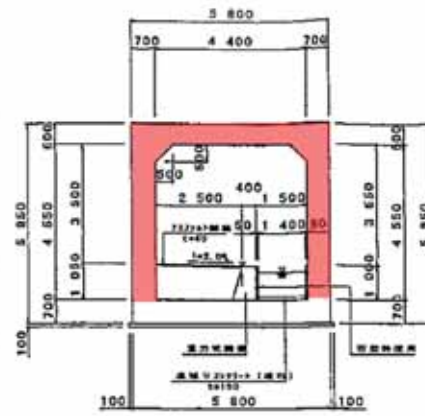
### 事例1

〈発生原因〉 水和熱、乾燥収縮

|        |  |             |            |
|--------|--|-------------|------------|
| 構造物の種類 | 側壁   | 打設年月        | 平成14年5月～9月 |
| 場所     | 山間部  | 脱型日(ひび割れ有無) | 不明(無確認)    |
| 生コン配合  | 24-8-20 BB   | ひび割れ確認日     | 完成から10年後   |
| 構造物の概要 | 構造物の寸法:内空幅 4.4 m × 内空高 4.55 m × 全長 66 m, (中央ブロック)壁厚 1.1 m, 頂版厚 1.2 m, ブロック長 14.4 m, (端部ブロック)壁厚 0.7 m, 頂版厚 0.6 m, ブロック長 11.4 m, ひび割れ誘発目地なし  |             |            |
| ひび割れ状況 | ・側壁の底部から鉛直方向に、長さ約 2 m, 10 本のひび割れ(ひび割れ幅 0.10 ~ 0.55 mm) が約 3 ~ 4 m 間隔で発生, 最大幅は 0.55 mm  |             |            |
| 所見     | ・ブロック長が14.4 m と長く, かつ下面の底版コンクリートが側壁の水和熱や乾燥収縮による変形を拘束することにより鉛直方向にひび割れが発生したと判断される<br>・確認したひび割れの間, 以前にひび割れ補修した跡があることから, これらの補修後に, 乾燥収縮によって, ひび割れ幅の小さかったものが広がったり, 他の箇所に新たにひび割れが発生したと思われる |             |            |

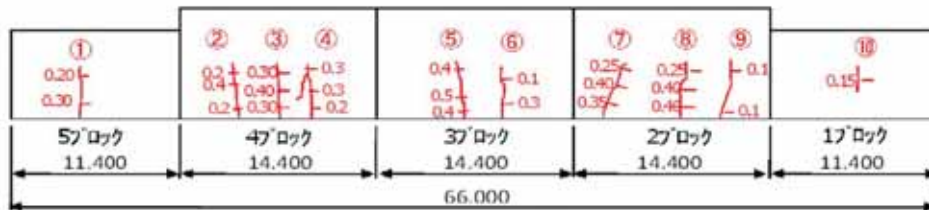
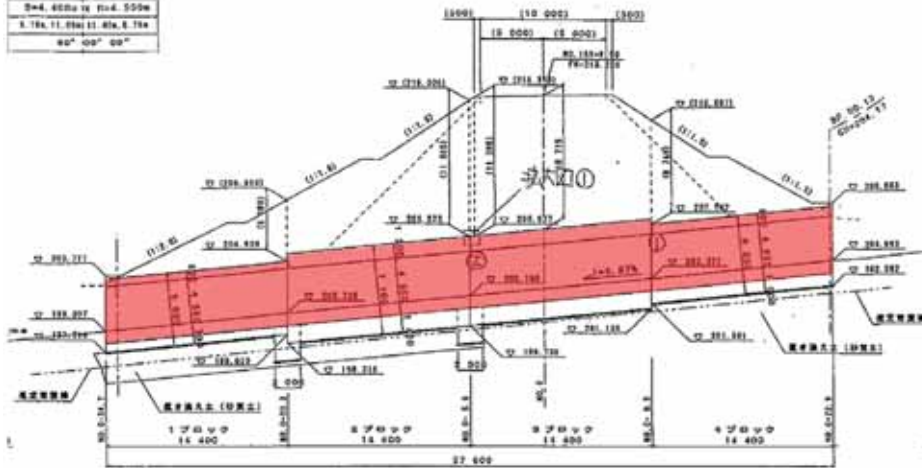


中央ブロック断面

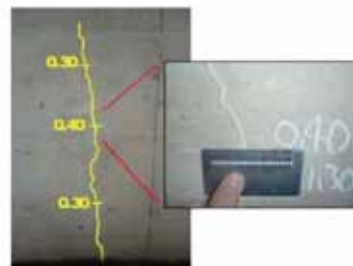


端部ブロック断面

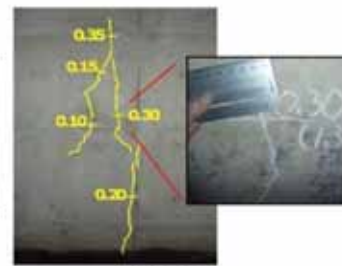
|                 |           |
|-----------------|-----------|
| ②=4.400x11.000  | ③=4.500x  |
| ④=11.000x11.000 | ⑤=8.75x   |
| ⑥=11.000x       | ⑦=11.000x |



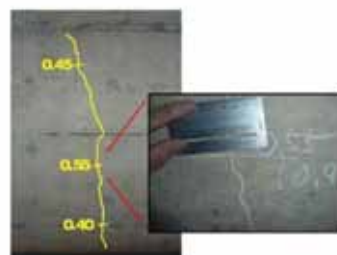
ひび割れ発生箇所



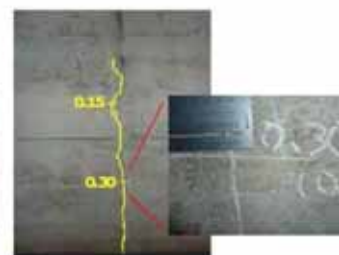
ひび割れ③



ひび割れ④



ひび割れ⑤



ひび割れ⑥

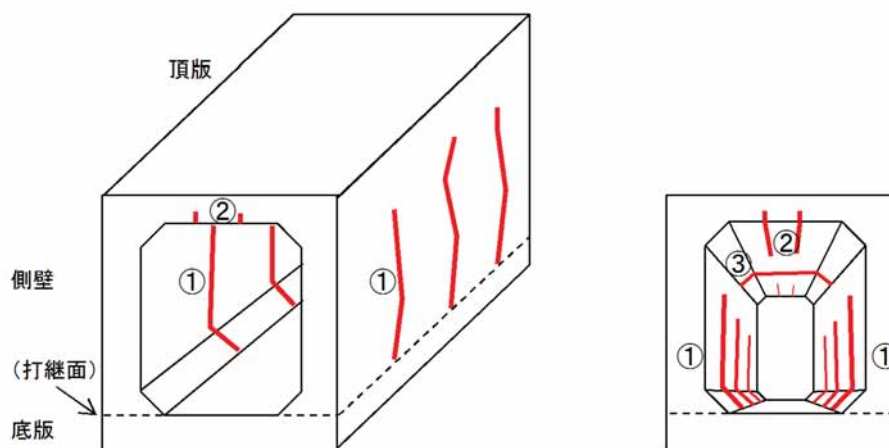


〈抑制対策〉 ・温度ひび割れ対策(抑制対策A)および乾燥収縮ひび割れ対策(抑制対策B)を参照

(62ページ)

### 「ボックスカルバート」のひび割れの特徴と原因

- ・ひび割れの特徴は、①底版に打継いだ側壁底部から鉛直方向に伸展するものが多く、②頂版下面の端部から軸方向に伸展するもの、③頂版下面軸直角方向に伸展するもの、等もある(下図参照)。
- ・施工手順が底版打設後、側壁・頂版を打ち継ぐため、側壁については底版の、頂版については側壁の外部拘束による温度ひび割れや乾燥収縮ひび割れが多い。
- ・内部は風通しがよく乾燥の影響を受けやすいため、乾燥収縮によるひび割れも生じやすい。
- ・軟弱地盤に起因する不同沈下、盛土施工手順に起因する偏圧等によるひび割れも多い。



(ボックスカルバートのひび割れパターン)

## ひび割れ抑制対策

- ・温度ひび割れ, 乾燥収縮によるひび割れの抑制対策は, まとめて末尾に示す。
- ・設計時, 軟弱地盤対策を検討し, 施工前, 地盤支持力の確認を行い必要に応じて追加対策を検討する。
- ・盛土施工においては, 偏圧によるひび割れが発生しないような施工を行う。

## 砂防堰堤

事例2 水平打継目内部に突起がある砂防堰堤のひび割れ

〈発生原因〉 水和熱

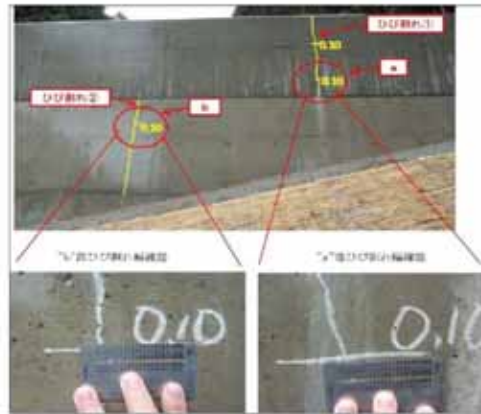
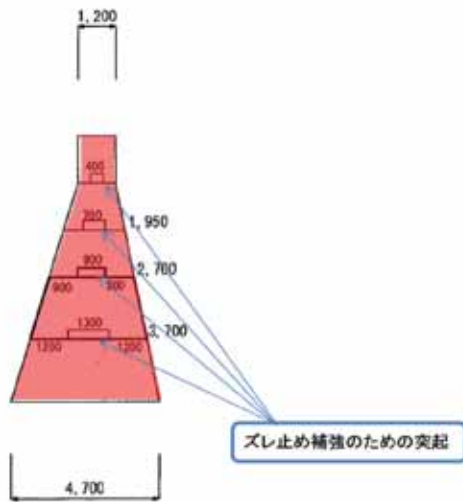
|        |   |             |              |
|--------|---|-------------|--------------|
| 構造物の種類 | 側面  | 打設年月        | 平成21年11月～12月 |
| 場所     | 山間部   | 脱型日(ひび割れ有無) | 材齢4～7日(無確認)  |
| 生コン配合  | 18-8-40 BB  | ひび割れ確認日     | 打設2～3ヶ月後     |
| 構造物の概要 | 構造物の寸法:幅 1.20 ～ 4.70 m × 1リフトの高さ約 2 m<br>× 1リフトの長さ(伸縮目地間) 13.34 ～ 21.60 m   |             |              |
| ひび割れ状況 | <ul style="list-style-type: none"> <li>・底部から側面鉛直方向に, 長さ約 2 m, 4 本のひび割れ(ひび割れ幅 0.00 ～ 0.10 mm)が約 10 m 間隔で発生, 最大幅は 0.10 mm</li> <li>・水平打継目内部にズレ止め補強のための突起があり, 突起上の断面が小さくなる箇所にひび割れが多く発生</li> </ul>                                    |             |              |
| 所見     | <ul style="list-style-type: none"> <li>・脱型時にはひび割れ発生を確認していなかったが, マスコンであること, および施工延長が 13.3 ～ 21.6 m と長く下層の拘束長が長いことから, 水和熱に起因するひび割れが発生したと判断される</li> <li>・聞取りにより, 養生日数が少ないことと, 早期に脱型していたことが, ひび割れの発生とひび割れ幅の拡大を助長したものと考えられる</li> </ul> |             |              |



ひび割れ発生箇所



ひび割れ発生状況



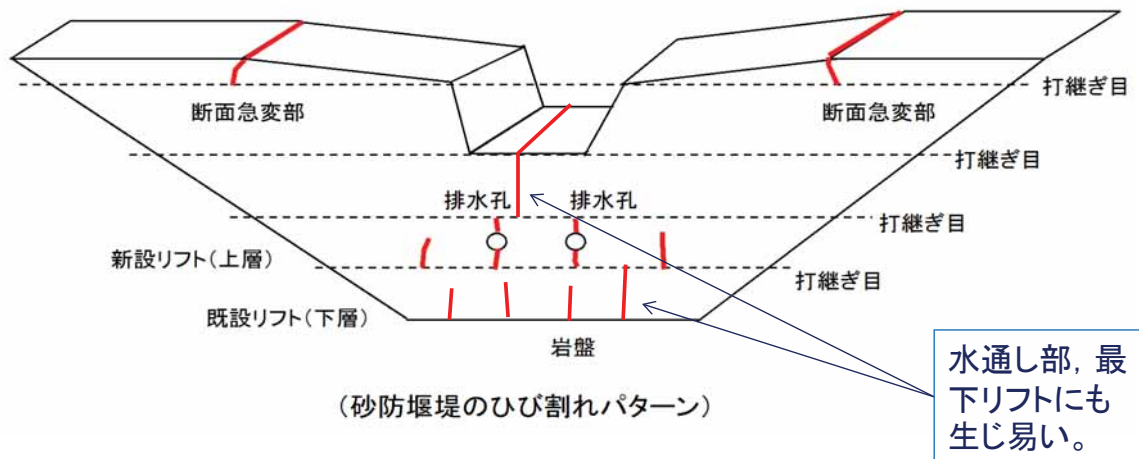
ひび割れ①・②

〈抑制対策〉

- ・鉛直方向伸縮目地を増設する(設計)
- ・温度ひび割れ対策(抑制対策A)を参照  
(62ページ)

## 「砂防堰堤」のひび割れの特徴と原因

- ・ひび割れの特徴は、打継いだ底部から鉛直方向に伸展する形状が多い。
- ・岩盤上や既設リフトのコンクリート上に打ち継ぐため、外部拘束による温度ひび割れが多い。部材厚が大きいと、とくに温度による影響が大きいものとする。
- ・断面急変部や排水孔による断面減少部などは、とくにひび割れが発生しやすい。
- ・施工延長が長い場合に、ひび割れが発生しやすい。
- ・既設リフト天端面の打継処理が適切でない場合、打継目から漏水を生じることがある。



## ひび割れ抑制対策

- ・温度ひび割れ, 乾燥収縮によるひび割れの抑制対策は, まとめて末尾に示す。
- ・1回の打設高さや施工延長が出来るだけ小さくなるようリフト割りをする。

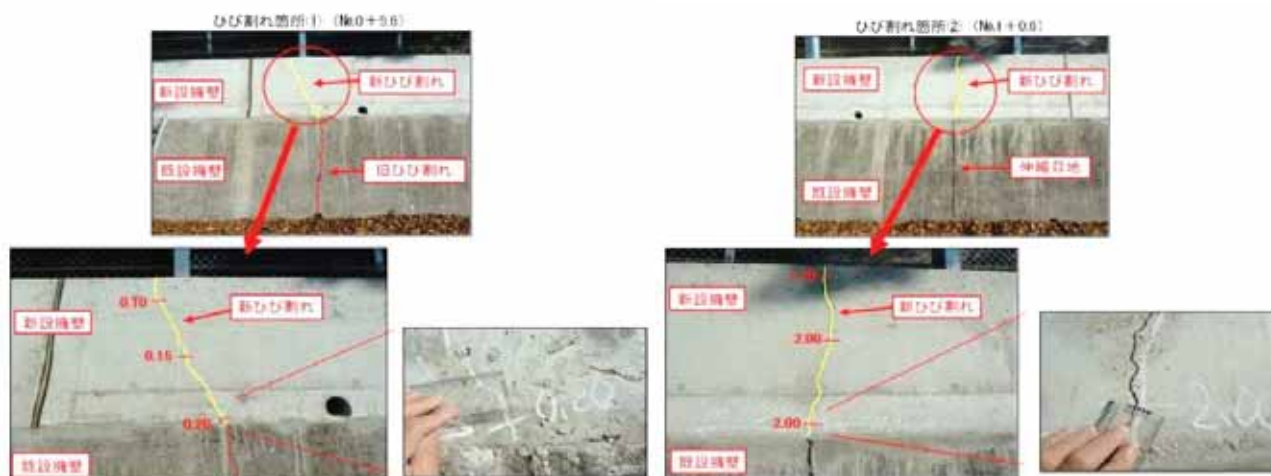
## その他の構造物

### 事例6 既設擁壁の上部継足しコンクリートのひび割れ②

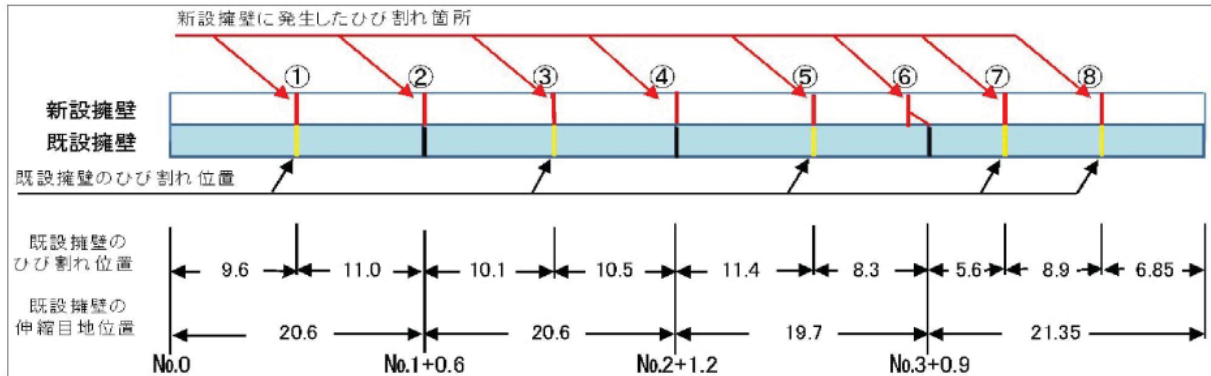
〈発生原因〉 乾燥収縮

|        |  |             |         |
|--------|--|-------------|---------|
| 構造物の種類 | 側面   | 打設年月        | 平成22年6月 |
| 場所     | :山間部   | 脱型日(ひび割れ有無) | 材齢9日(無) |
| 生コン配合  | 21-8-40 BB   | ひび割れ確認日     | 打設4ヶ月後  |
| 構造物の概要 | 構造物の寸法:幅約 0.5 ~ 1.0 m ×高さ約 2 m ×長さ約 80 m ,<br>ひび割れ誘発目地なし, 伸縮目地なし   |             |         |
| ひび割れ状況 | <ul style="list-style-type: none"> <li>既設擁壁の上部継足しコンクリートの鉛直方向に, 長さ約 2 m , 8 本のひび割れ(ひび割れ幅 0.10 ~ 2.50 mm )が約 10 m 間隔で発生, 最大幅は 2.50 mm</li> <li>ひび割れ発生位置は, 既設擁壁の伸縮目地位置とひび割れ発生位置の上であった。</li> </ul> |             |         |
| 所見     | <ul style="list-style-type: none"> <li>ひび割れは, 脱枠時および打設から約2ヶ月後の調査では確認されず, 打設から約4ヶ月後の調査で確認されたため, 乾燥収縮によるものと判断される</li> <li>既設擁壁の伸縮目地やひび割れを考慮せずに新設擁壁を打継いだため, この箇所にひび割れが発生したと考える</li> </ul>         |             |         |

## 既設擁壁の伸縮目地位置およびひび割れ位置に発生した 新設擁壁のひび割れ



- 〈抑制対策〉
- ・伸縮目地、ひび割れ誘発目地位置を既設部に合わす(設計)
  - ・乾燥収縮ひび割れ対策(抑制対策B)
- (62ページ)



ひび割れ発生箇所

## ひび割れ抑制対策の試験施工

- ・試験をする抑制対策と実施現場の組み合わせ

※長さ変化試験はセンター試験

|                | 抑制対策                     | 実施内容             | 測定内容                        | 実施現場                       |
|----------------|--------------------------|------------------|-----------------------------|----------------------------|
| 収縮量を小さくする方策    | ①膨張材の使用                  | 膨張材使用            | ひび割れ有無、温度(打設後10日程度)、長さ変化試験※ | (橋梁下部工)<br>橋台縦壁<br>橋台パラペット |
|                | ②収縮低減タイプの混和剤(又は収縮低減剤)の使用 | 収縮低減タイプのAE減水剤等使用 |                             |                            |
| 発生する応力を小さくする方策 | ③ひび割れ誘発目地(Vカット)の設置       | Vカット目地間隔         | ひび割れ有無                      | (橋梁上部工)<br>地覆              |
|                | ④ひび割れ補強鉄筋の配置             | 補強鉄筋量            | ひび割れ有無                      |                            |

# ひび割れ抑制対策の試験施工

## ・抑制対策の効果確認試験

| 現場と試験箇所 |           | 抑制対策 | 実施内容の組合せ         |                     | 測定内容  |
|---------|-----------|------|------------------|---------------------|---|
| 橋梁1     | A1橋台縦壁    | ②    | 標準(追加対策なし)       |                     | ひび割れ有無、温度、長さ変化(恒温恒湿室、現場、センター屋外)、表面ひずみ、内部ひずみ |
|         | A2橋台縦壁    |      | 収縮低減タイプのAE減水剤等使用 |                     | ひび割れ有無、温度、長さ変化(恒温恒湿室、現場、センター屋外)、表面ひずみ、内部ひずみ |
|         | A1橋台パラペット | ①    | 標準(追加対策なし)       |                     | ひび割れ有無、温度、表面ひずみ、内部ひずみ                       |
|         | A2橋台パラペット |      | 膨張材使用            |                     | ひび割れ有無、温度、長さ変化(恒温恒湿室、現場、センター屋外)、表面ひずみ、内部ひずみ |
|         | L側地覆      | ④    | 補強鉄筋なし           | (Vカット間隔は10m(標準)とする) | ひび割れ有無                                      |
|         | R側地覆      |      | 補強鉄筋あり           | (Vカット間隔は10m(標準)とする) | ひび割れ有無                                      |

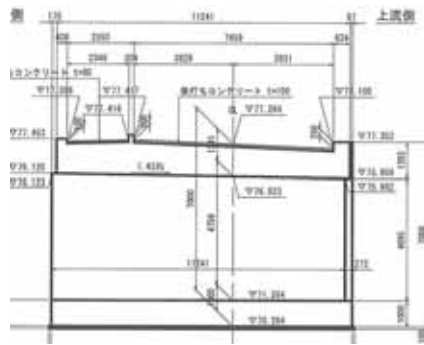
# ひび割れ抑制対策の試験施工

## ・抑制対策の効果確認試験

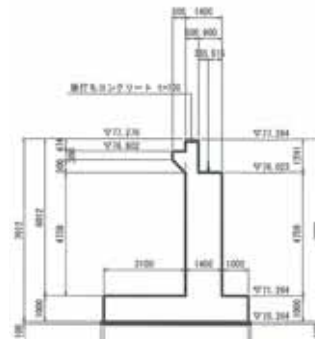
| 現場と試験箇所 |           | 抑制対策 | 実施内容の組合せ         |  | 測定内容                           |
|---------|-----------|------|------------------|--|--------------------------------|
| 橋梁2     | A1橋台縦壁    | ②    | 収縮低減タイプのAE減水剤等使用 |  | ひび割れ有無、温度、長さ変化(恒温恒湿室、現場)、表面ひずみ |
|         | A1橋台パラペット | ①    | 膨張材使用            |  | ひび割れ有無、温度、長さ変化(恒温恒湿室、現場)、表面ひずみ |
|         | L側地覆      | ③    | Vカット間隔10m(標準)    |  | ひび割れ有無                         |
|         | R側地覆      |      | Vカット間隔5m         |  | ひび割れ有無                         |

※Vカットは面木使用とする

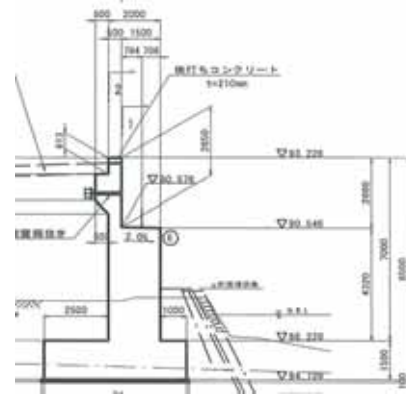
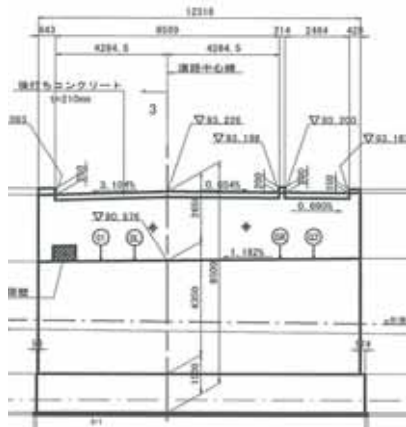
## 橋梁1



### CL 断面図



## 橋梁2



コンクリートひび割れ抑制マニュアル  
(案)



## 作成方針と概要

- ・コンクリート構造物の初期ひび割れを低減するために、設計、施工時点で実施すべき抑制対策をまとめた図書を作成する。
- ・初期ひび割れは、以下の3つとする。
  - 温度ひび割れ
  - 乾燥収縮ひび割れ
  - 施工時に起因するひび割れ
- ・土木工事共通仕様書の規定で、ひび割れ抑制対策として足りないものを示す。
- ・分かり易い内容とする。
- ・現在実施中の試験施工、現場調査で得られた知見、特に県として標準的な施工方法を示すことが出来れば、内容に盛り込む。
- ・今回は第1段階として初期ひび割れの抑制に限定とした内容とするが、次段階で、ひび割れが発生した場合の対策(補修要否の判定、補修方法等)についてもまとめて行く。

## 内容構成

- ・事例集で分類した4つの構造別に具体的事例を示し、それぞれ、設計、発注、製造、施工、維持管理の流れに沿って、各段階で実施する対策を具体的に記述する。
- ・夏期の場合、冬期の場合など、施工時期の違いによって留意すべきことも盛り込む。
- ・土木工事共通仕様書、コンクリート標準示方書のひび割れ抑制に関する記述は網羅する。
- ・その他、他地域における先行した「コンクリートひび割れ抑制や長寿命化に関する取り組み」もあり、情報収集し、出来るだけ参考にする。

ご清聴ありがとうございました