

# ひび割れ事例集

平成25年10月

鳥取県



## ひび割れ事例集(案)

はじめに	.....	1
初期ひび割れについて	.....	2
事例集	.....	5
下部工	.....	7
上部工(地覆・壁高欄)	.....	17
ボックスカルバート	.....	29
砂防堰堤	.....	39
その他	.....	49
発生原因ごとに共通の抑制対策	.....	62
資料((公財)鳥取県建設技術センターH.20~H.23調査事例集計)	.....	65



# はじめに

## 目 的

公共事業として構築されるコンクリート構造物の品質確保や耐久性の向上は以前にも増して重要視され、併せて環境負荷やライフサイクルコストのより一層の低減が求められている。これらの要望に応える基幹対策としては、コンクリート構造物の耐久性に大きな影響を及ぼすひび割れの発生を抑制することが挙げられる。

本資料は、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、発注、設計、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ある。

## 概 要

本資料は、平成 20年度から平成 23年度にかけて(公財)鳥取県建設技術センターが調査したコンクリート構造物について構造物の種類ごとにひび割れ原因を同定し、その抑制対策を提示するものである。

ひび割れ事例は、調査件数が多かった構造物の種類については、場所、寸法、ひび割れパターンの異なるものを5例程度示している。

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で、比較的若材齢において発生したものが多。そのため、本資料は、打込みから比較的早い時期に発生したひび割れを対象とした抑制対策を中心に示している。

なお、コンクリート構造物のひび割れ抑制にあたっては、各事業者が各々の役割・立場において適切に対応し、コンクリート構造物の耐久性向上に協働することが不可欠となる。

よって、構造物の種類とそこに発生したひび割れごとに、それぞれの事業者が採りうるひび割れの抑制対策の具体を示した。

今後、ひび割れ抑制を考慮する必要があるコンクリート構造物の構築に際しては、本資料を参考にするのがよい。

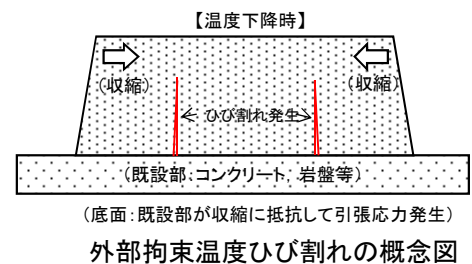
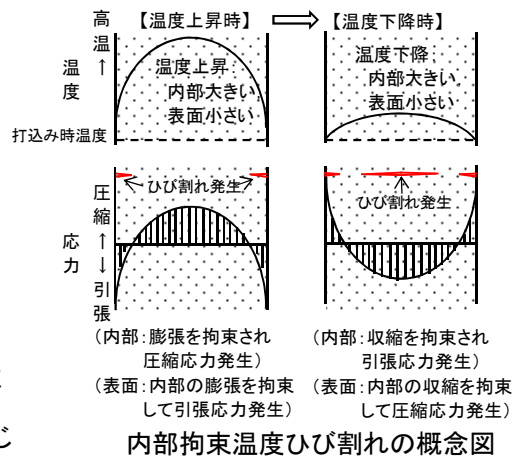
## 初期ひび割れについて

コンクリート打込み後の比較的早い時期に発生するひび割れとしては、温度ひび割れ、乾燥収縮によるひび割れ、沈みひび割れ(沈降ひびわれ)、不適切な打重ねによるひび割れなどがある。それぞれのひび割れの特徴を以下に示す。

### 1) 温度ひび割れ

ひび割れの特徴

- ・ コンクリートは、打込み後、水和熱により温度が上昇し、その後外気温に近づくように温度が下降する。この温度上昇および下降時において生じる変形が拘束された場合にひび割れが発生することがある。このひび割れを温度ひび割れという。上記の拘束が部材内部と表面(通常は外気温)の温度差に限定された状況において生じたひび割れを内部拘束温度ひび割れと称し、打継いだコンクリートなどにおいて温度に依存する変形が既設コンクリートや岩盤等により拘束されて生じるひび割れを外部拘束温度ひび割れという(右図参照)。その機構により、内部拘束温度ひび割れは表面に生じる。外部拘束温度ひび割れは貫通するものが多い。現実には、両者が生じているが、いずれか一方が顕著であることが多い。
- ・ 発生時期: 打設から数日後に発生する場合が多い。



抑制のための基本原則

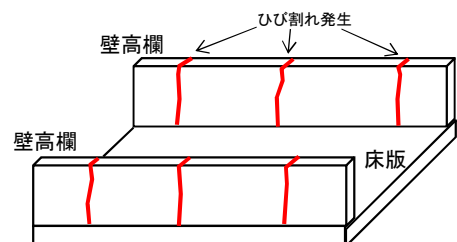
- ・ 作用側からは、水和熱によって生じる応力、ひずみ、あるいは変形を小さくする。
- ・ 抵抗側からは、強度(引張強度)、伸び能力、あるいは変形能の大きなコンクリートを用いる。

抑制対策の基本は63頁に一括して示す。

### 2) 乾燥収縮によるひび割れ

ひび割れの特徴

- ・ 表面部から発生する。
- ・ 橋梁の壁高欄等の断面幅の小さな部材、開口部の隅角部などに発生しやすい。
- ・ 風通しがよく乾燥の影響を受けやすいボックスカルバートの内部で発生しやすい。
- ・ 発生時期: 打設から数10日以上経過後に発生するものが多い。



橋梁壁高欄のひび割れ発生例

### 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。
- ・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。

抑制対策の基本は63頁に一括して示す。

## 3) 沈みひび割れ(沈降ひびわれ)

### ひび割れの特徴

沈みひび割れはブリーディングが原因で生じる。そのため、打込みからコンクリートの硬化するまでの間に発生する。また、断面の異なる部分に連続して打込む場合、沈下の程度の差によって発生する。

- ・側面の型枠セパレータコーン下にV字型の形状で発生。
- ・躯体外側の隅角部にV字型の形状で発生。
- ・スラブ構造においては上面の鉄筋に沿った形で発生。
- ・壁または柱とスラブまたははりとは連続する構造物においては、断面の変わる境界面に発生。

### 抑制のための基本原則

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。

- ・材料的には、材料分離の少ない均一なコンクリートを用いる。
- ・施工的には、打込み高さを考慮して、適切な打上がり速度とし、適切に締め固める。

## 4) 不適切な打重ねによるひび割れ(あるいはコールドジョイント)

### ひび割れの特徴

- ・コンクリートの打重ねが適切でなかったことで生じるひび割れで、コンクリート打重ね部に発生。
- ・打重ね部に沿って水平方向に発生。

### 抑制のための基本原則

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。

- ・材料的には、材料分離の少ない均一なコンクリートを用いる。
- ・施工的には、打ち重ね時間間隔を出来るだけ短くし、十分に締め固めて各層を一体化させる。





# 事 例 集



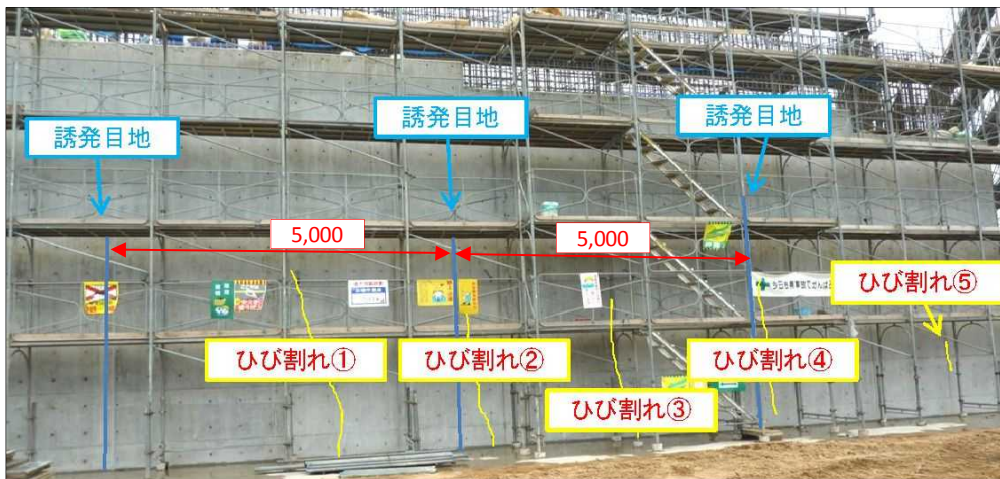
下部工

## 下部工

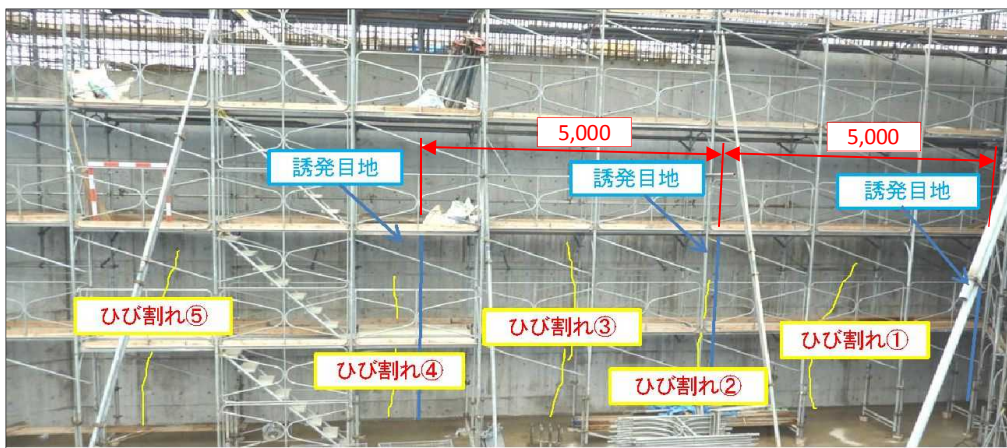
### 事例1 橋台のひび割れ(下面から鉛直方向に伸びるひび割れ)

〈発生原因〉 水和熱

構造物の種類	橋台(縦壁)	打設年月	平成22年3月
場所	倉吉市福守町 (環境:田園・郊外)	脱型日(ひび割れ有無)	材齢10日(無確認)
生コン配合	24-8-20 BB(高性能AE減水剤)	ひび割れ確認日	打設1ヶ月後
構造物の概要	構造物の寸法:幅約22m×高さ約7m×厚さ2.5m, ひび割れ誘発目地あり(5m間隔)		
ひび割れ状況	<ul style="list-style-type: none"> <li>・前、背面の底部から鉛直方向に、長さ約2m、5本のひび割れ(ひび割れ幅0.10～0.25mm)が約2.5m間隔で発生、最大幅は0.25mm</li> <li>・ひび割れ誘発目地間隔5mの間に1～2本のひび割れが発生</li> <li>・ひび割れは貫通している</li> </ul>		
所見	<ul style="list-style-type: none"> <li>・マスコンで、ひび割れ確認日が打設から1ヶ月後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推察される</li> <li>・ひび割れは下層のフーチング部コンクリートの拘束によるものと考えられる</li> <li>・ひび割れ誘発目地は5m間隔で設置されていたにもかかわらずひび割れが発生しているが、この原因として、「誘発目地の断面欠損率が少なかった」、「昼夜の温度差が大きかった」等の要因が考えられる</li> </ul>		



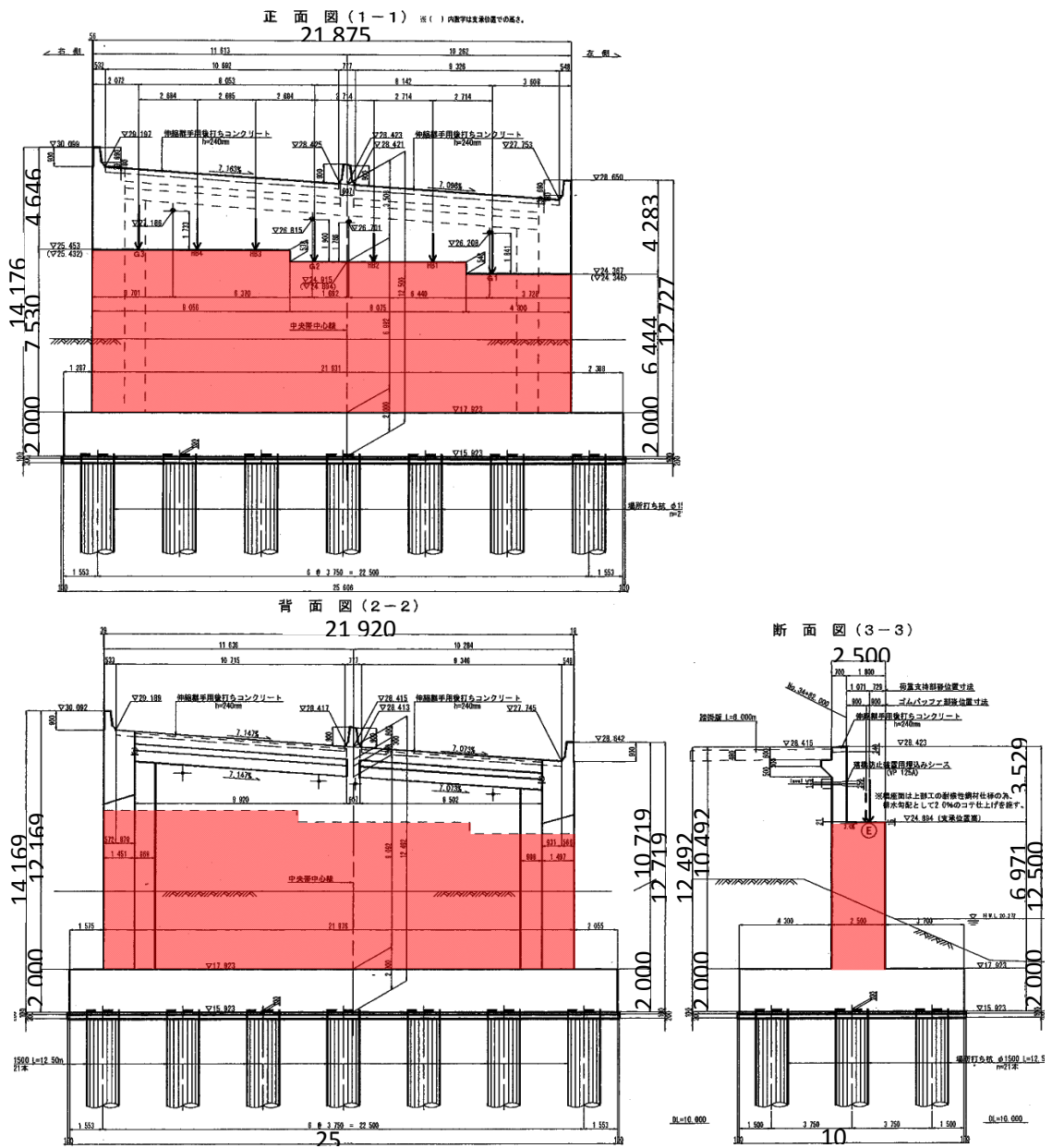
前面側のひび割れ発生状況



背面側のひび割れ発生状況

〈抑制対策〉 ・温度ひび割れ対策(抑制対策A)を参照  
(62ページ)

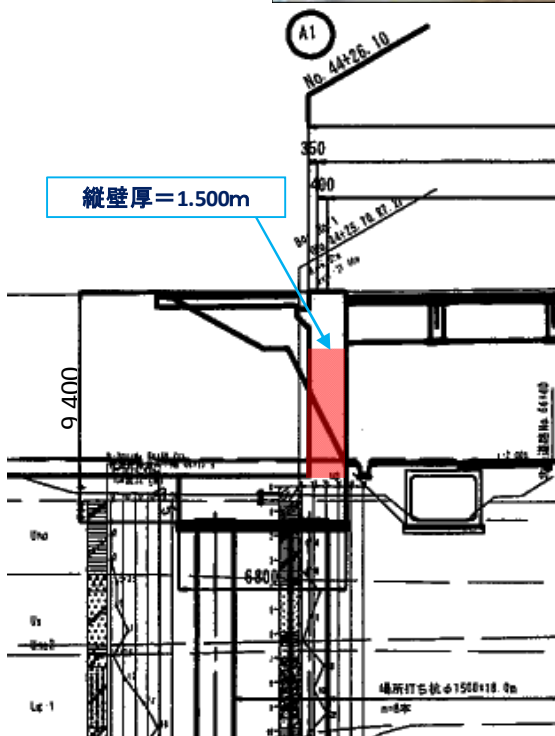
※赤着色部は調査箇所を示す



## 下部工

事例2 橋台のひび割れ(下面から鉛直方向に伸びるひび割れと誘発目地に沿ったひび割れ)  
 〈発生原因〉 水和熱

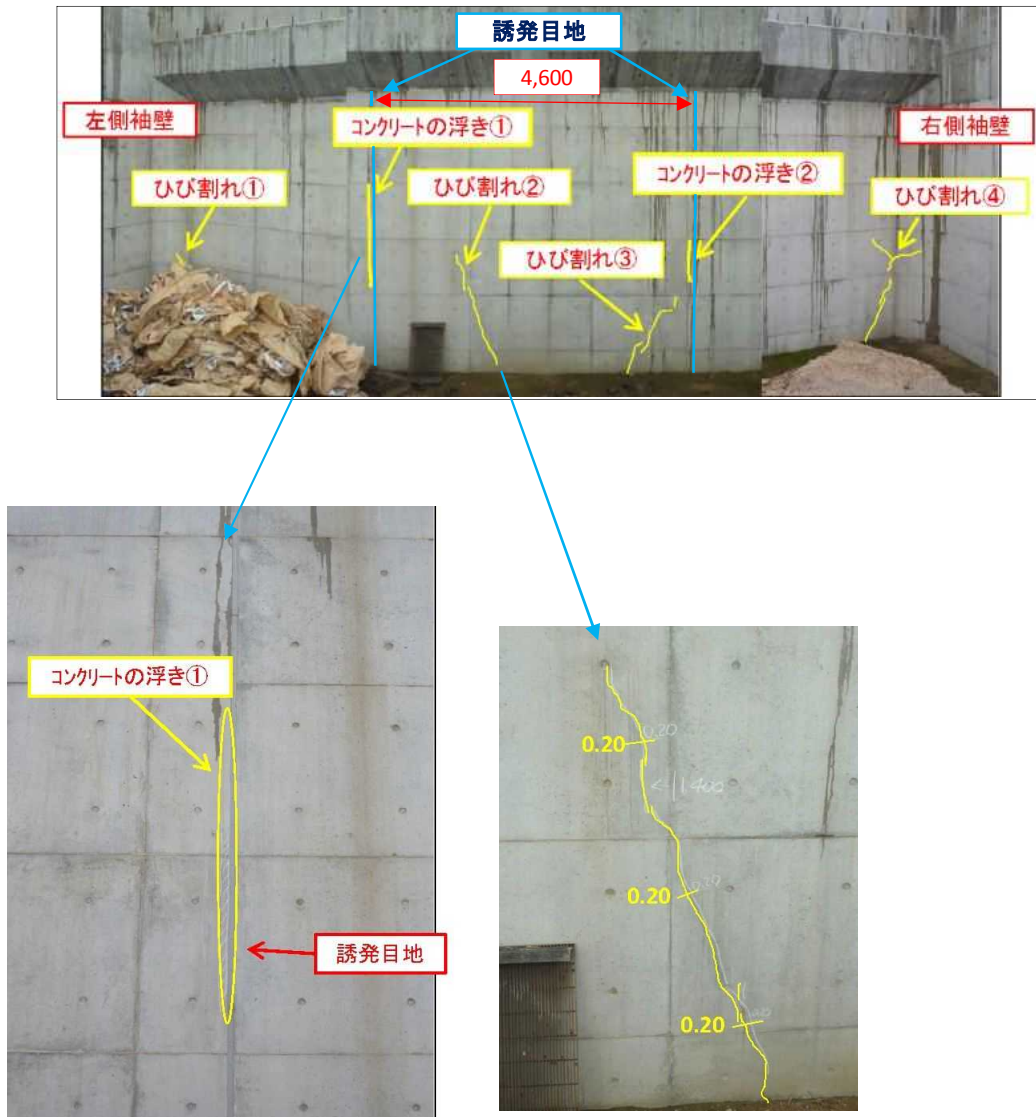
構造物の種類	橋台(縦壁)	打設年月	平成21年3月
場所	倉吉市和田(環境:田園・郊外)	脱型日(ひび割れ有無)	不明(無確認)
生コン配合	24-8-20 BB(高性能AE減水剤)	ひび割れ確認日	打設6ヶ月後
構造物の概要	構造物の寸法:幅約14m×高さ約5m×厚さ1.5m, ひび割れ誘発目地あり(4.6~4.85m間隔)		
ひび割れ状況	<ul style="list-style-type: none"> <li>・前、背面の底部から鉛直方向に、長さ約2m、4本のひび割れ(ひび割れ幅0.10~0.20mm)が約4m間隔で発生、最大幅は0.20mm</li> <li>・ひび割れ誘発目地間隔5mの間に1~2本のひび割れが発生し、貫通していた</li> <li>・ひび割れ誘発目地に沿ったひび割れもあった(浮きもあった)</li> </ul>		
所見	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ひび割れ発生時期は不明であるが、マスコンであり、水和熱に起因するものと推察される</li> <li>・ひび割れ誘発目地の間隔が5m以下であったにもかかわらずひび割れが発生しているが、この原因として、「誘発目地の断面欠損率が少なかった」、「昼夜の温度差が大きかった」等の要因が考えられる</li> <li>・ひび割れ誘発目地に沿うひび割れについても、「誘発目地の断面欠損率が少なかった」等の要因により、誘発目地部を外れて発生したと考える</li> </ul>		



前面側のひび割れ発生状況

※赤着色部は調査箇所を示す

〈抑制対策〉 ・温度ひび割れ対策(抑制対策A)を参照  
(62ページ)

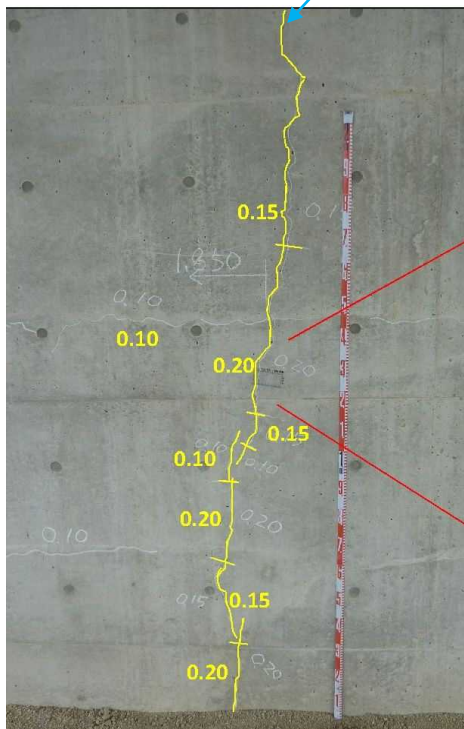


背面側のひび割れ発生状況

## 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

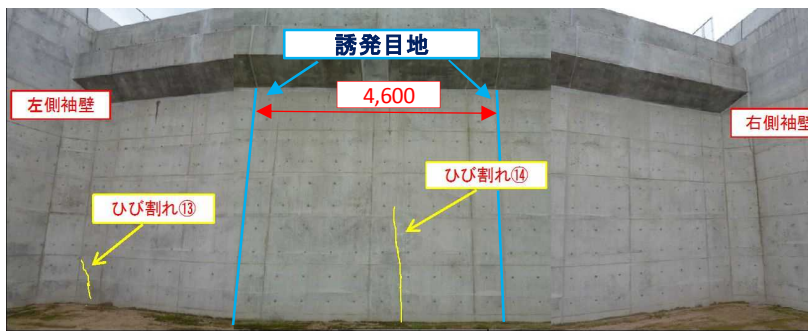
構造物の種類	橋台(縦壁)	打設年月	平成21年3月
場所	倉吉市和田 (環境:田園・郊外)	脱型日(ひび割れ有無)	不明(無確認)
生コン配合	24-8-20 BB	ひび割れ確認日	打設6ヶ月後
構造物の概要	構造物の寸法:幅約14m×高さ約5m×厚さ1.5m, ひび割れ誘発目地あり(4.6~4.85m間隔)		
ひび割れ状況	<ul style="list-style-type: none"> <li>・前,背面の底部から鉛直方向に,長さ約2m,1本のひび割れ(最大ひび割れ幅0.20mm)が発生</li> <li>・ひび割れ誘発目地間隔4.6mの間に1本のひび割れが発生</li> <li>・表面が目開きした打重ね跡(コールドジョイント)を確認</li> <li>・背面の盛土後,打重ね跡の一部から遊離石灰が滲出</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800mm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</li> <li>・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</li> </ul>		



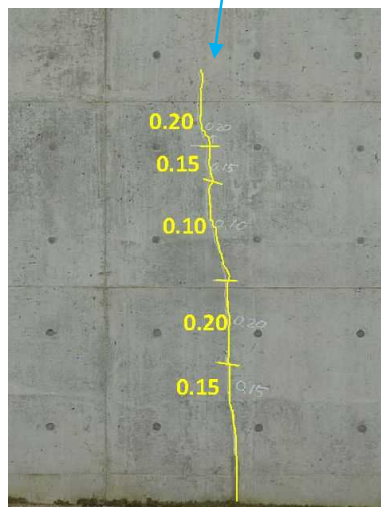
前面側のひび割れ発生状況



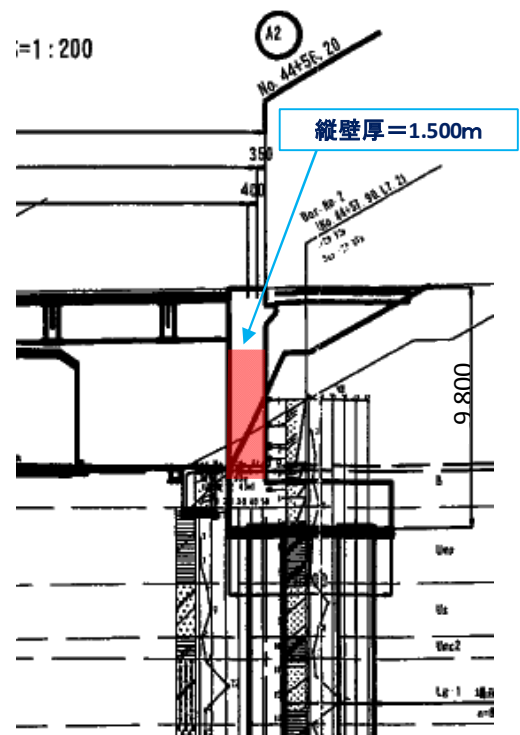
- 〈抑制対策〉
- ・適切な1層の打込高さを設定し，許容打重ね時間間隔を遵守する(施工)  
(鳥取県土木工事共通仕様書，コンクリート標準示方書を遵守する)
  - ・マスコンクリートの温度ひび割れは，最初に施工区間の中央位置に発生する傾向があるため(※)，ひび割れ誘発目地の配置を，中央を含めた3個とすることで防げた可能性がある。  
※「マスコンクリートのひび割れ制御指針2008 P.70」より
  - ・温度ひび割れ対策(抑制対策A)および乾燥収縮ひび割れ対策(抑制対策B)を参照
- (62ページ)



※赤着色部は調査箇所を示す



背面側のひび割れ発生状況



## 下部工

### 事例4 既設フーチングの増厚コンクリートのひび割れ

〈発生原因〉 水和熱

構造物の種類	フーチング増厚コンクリート	打設年月	平成23年5月
場所	倉吉市関金町山口（環境：山間部）	脱型日（ひび割れ有無）	1リフト目が材齢17日(有), 2リフト目が7日(有)
生コン配合	24-8-20 BB	ひび割れ確認日	同上
構造物の概要	構造物の寸法：橋軸方向長さ 15 m × 橋軸直角方向長さ 12 m × 高さ 2.5 m , ひび割れ誘発目地なし		
ひび割れ状況	<ul style="list-style-type: none"> <li>・（ひび割れ確認日から10日後）橋脚周囲4方向の上面で橋脚躯体直角方向に、橋脚側から外側にわたり、5本のひび割れ（ひび割れ幅 0.10 ~ 0.30 mm）が約 5 ~ 6 m 間隔で発生、最大幅は0.30 mm</li> <li>・（同上）橋脚周囲4方向の側面鉛直方向に、各打設リフトの下面から上面にわたり、13本のひび割れ（ひび割れ幅 0.06 ~ 0.30 mm）が約 2 ~ 4 m 間隔で発生、最大幅は 0.30 mm</li> </ul>		
所見	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ひび割れは、マスコンでひび割れ確認日が1リフト目が17日、2リフト目が7日の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推察される</li> <li>・増厚部であり、既設部コンクリートが変形を拘束してひび割れが発生したものとする</li> </ul>		



1リフト目打設後17日目  
2リフト目打設後7日目



1リフト目打設後27日目  
2リフト目打設後17日目



1リフト目打設後75日目  
2リフト目打設後65日目

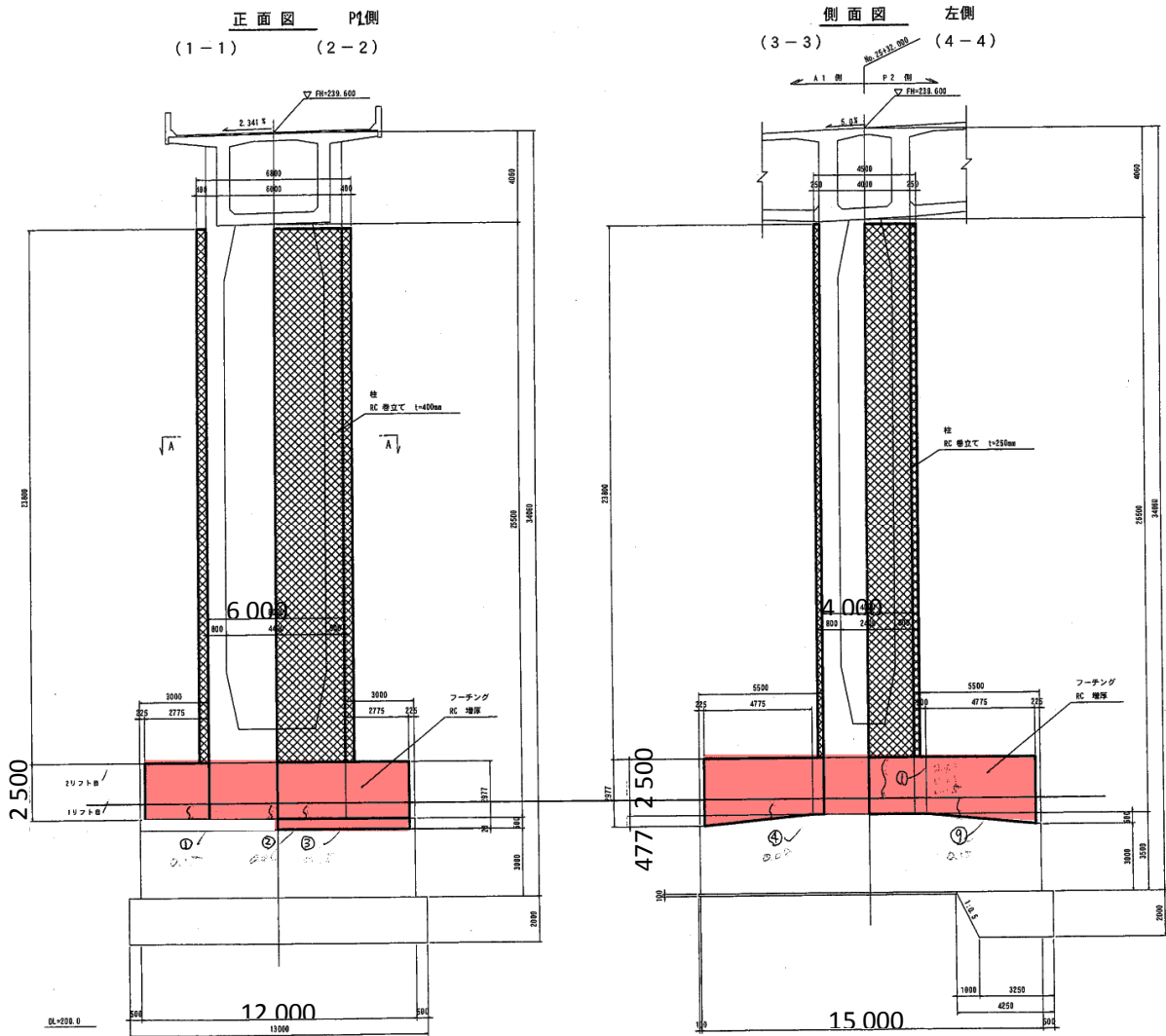
天端部のひび割れが塞がり見えなくなる

〈抑制対策〉 ・温度ひび割れ対策(抑制対策A)を参照  
(62ページ)

(注釈)

ひび割れ確認後、側面に発生したひび割れ表面をビニルテープで覆い、天端部全体を湿潤養生にして約2ヶ月継続したところ、天端部のひび割れが塞がった(側面は塞がらず)。若材齢で発生したひび割れの場合、発生後、乾燥を防ぎ十分な湿潤養生を継続することがひび割れ幅抑制に有効と思われる。

※赤着色部は調査箇所を示す



## 「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、縦壁上のパラペットなど、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。)

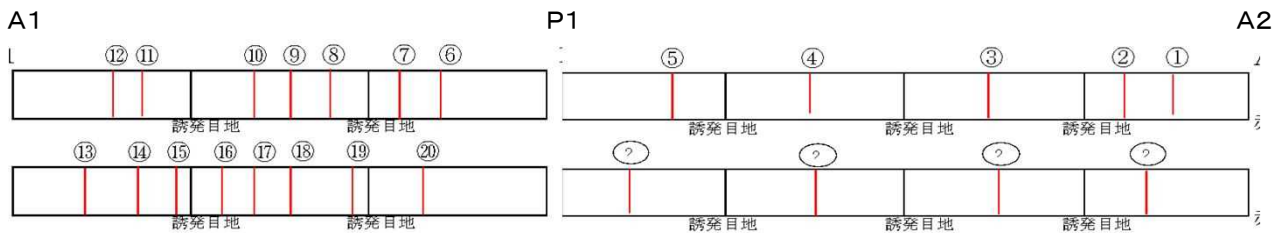
※両表面の溝状欠損部の深さと断面内に埋設して付着を切った部分の壁厚方向の幅の合計を元の壁厚で除した値

## 上 部 工 (地覆・壁高欄)

## 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	鳥取市福部町久志羅（環境：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>		



コンクリート打設後5日目に橋面作業

コンクリート打設後7日目に橋面作業

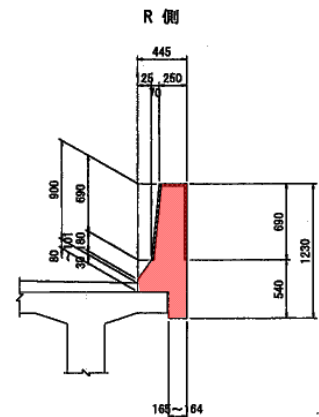
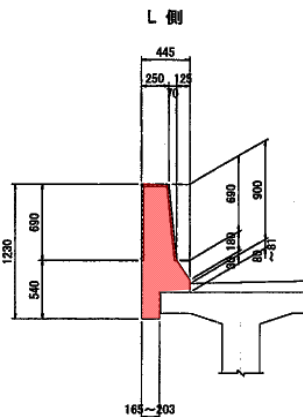
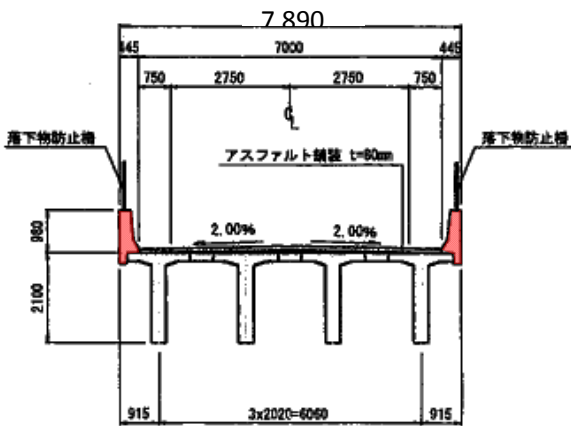
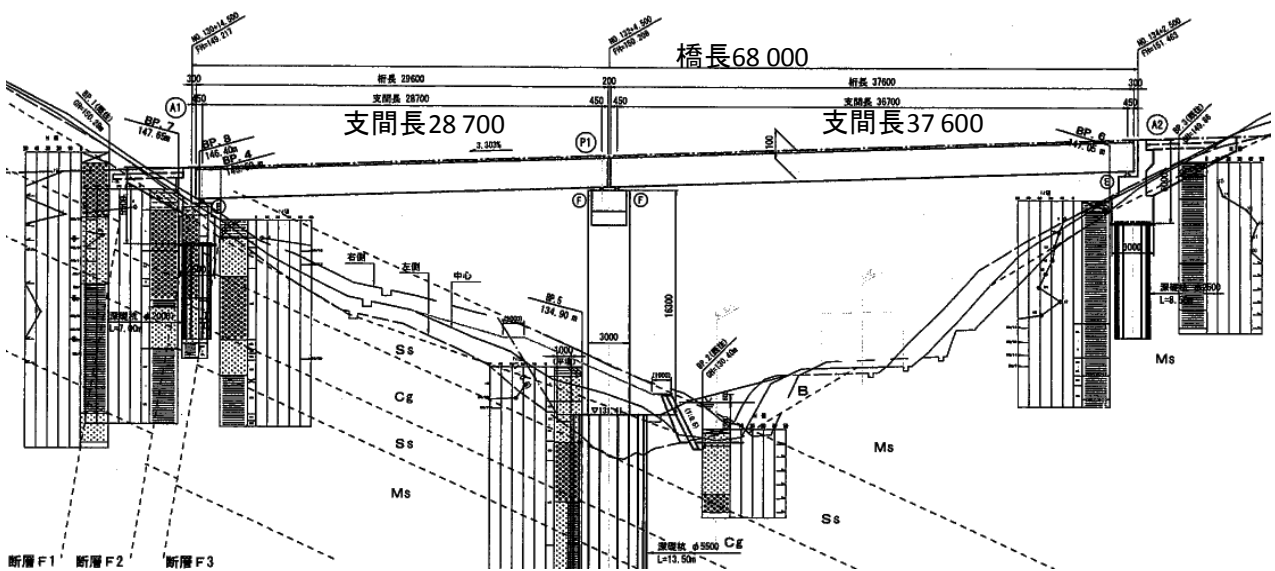
ひび割れ発生箇所（赤線部）



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)

※赤着色部は調査箇所を示す

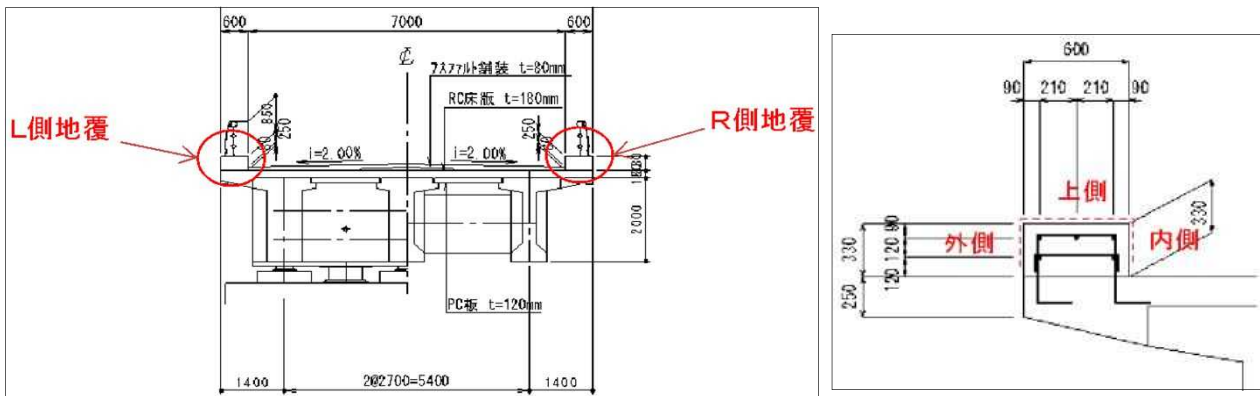
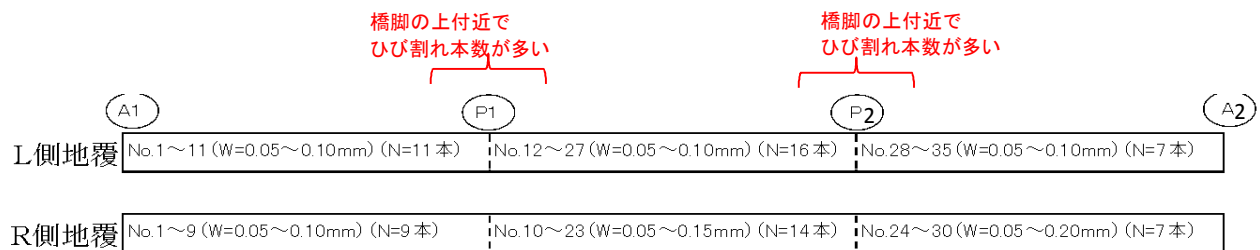


設計ひび割れ誘発目地配置 : 約10m間隔

# 上部工

## 事例2 プレストレストコンクリート桁橋(連続構造)上の地覆のひび割れ (発生原因) 水和熱、振動

構造物の種類	地覆	打設年月	平成23年3月
場所	日野郡江府町下蚊屋 (環境:山間部)	脱型日(ひび割れ有無)	材齢3日(有)
生コン配合	24-8-20 BB	ひび割れ確認日	材齢1日~
構造物の概要	構造物の寸法:幅 0.6 m ×高さ 0.3 m ×長さ 103 m (3径間連続構造), ひび割れ誘発目地あり(4 m 間隔), 伸縮目地なし		
ひび割れ状況	<ul style="list-style-type: none"> <li>左右両側地覆の下端から鉛直方向に, 地覆外周(内側・上側・外側)にわたって, 約 30 本のひび割れ(ひび割れ幅 0.05 ~ 0.20 mm)が約 3 m 間隔で発生, 最大幅は 0.20 mm</li> <li>ひび割れ誘発目地間隔 4 m の間に 1 ~ 2 本のひび割れが発生</li> <li>橋脚の上付近においては, ひび割れの本数が他の部分よりも多かった</li> </ul>		
所見	<ul style="list-style-type: none"> <li>ひび割れ確認日が材齢1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, 打設翌日から橋面に作業車両が進入しており, 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考える</li> <li>橋体および地覆が連続構造であり橋脚上では地覆上縁に引張応力が生じる。橋脚の上付近では, このことも, 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>		



ひび割れ発生箇所(地覆部)



ひび割れ発生状況

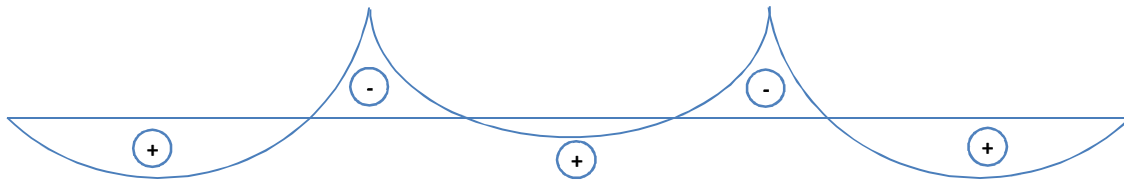


- 〈抑制対策〉
- ・養生期間中、橋面への作業車両の進入を禁止する(施工)
  - ・中間橋脚上に伸縮目地を設置する(設計)
  - ・温度ひび割れ対策(抑制対策A)を参照(62ページ)

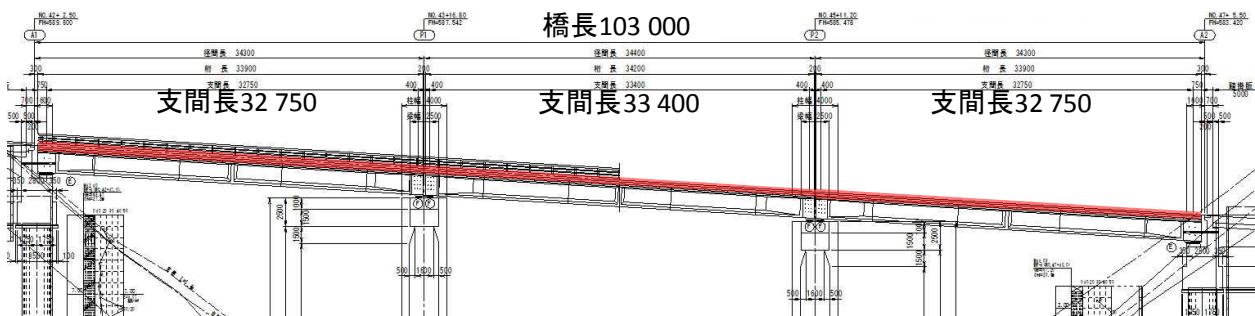
連続構造(中間橋脚上で連続している)



曲げモーメントは中間橋脚上で負となる→上縁に引張応力が生じる



※赤着色部は調査箇所を示す



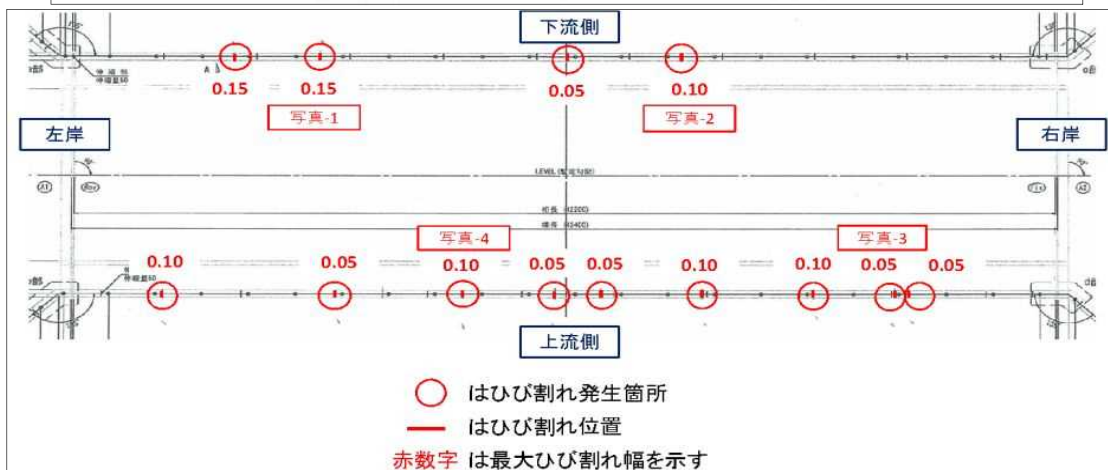
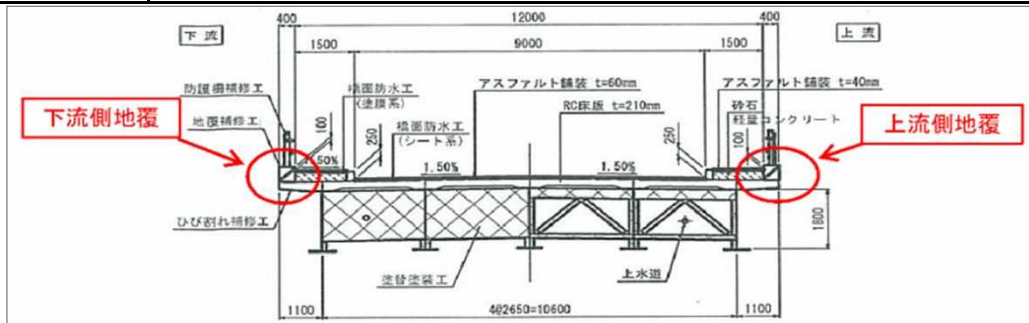
設計ひび割れ誘発目地配置 : 無し  
 (※施工時、承諾で4m間隔に配置)  
 設計伸縮目地配置 : 無し

# 上部工

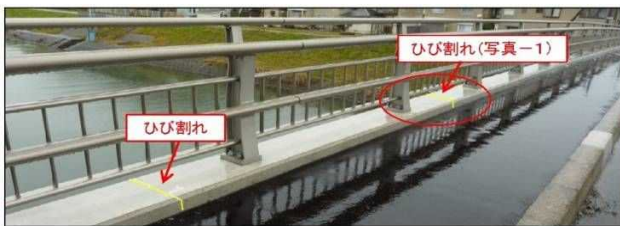
## 事例3 鋼桁橋上の地覆のひび割れ

〈発生原因〉 水和熱、振動

構造物の種類	地覆	打設年月	平成23年10月(上流側), 11月(下流側)
場所	鳥取市江津 (環境:市街地(海岸より約2km))	脱型日(ひび割れ有無)	材齢4日(無確認)
生コン配合	24-8-20 BB	ひび割れ確認日	材齢10日
構造物の概要	構造物の寸法:幅 0.4 m ×高さ 0.4 m ×長さ 42.4 m (1径間), ひび割れ誘発目地なし, 伸縮目地なし		
ひび割れ状況	・左右(下流・上流)両側地覆の下端から鉛直方向に, 地覆外周にわたって, 下流側 4本, 上流側 9本のひび割れ(ひび割れ幅 0.05 ~ 0.15 mm)が約 1 ~ 5 m 間隔で発生, 最大幅は 0.15 mm		
所見	・ひび割れの発生時期は不明であるが, 材齢10日の点検で確認されており, 水和熱が主因と判断される ・片側交互通行による施工のため, 養生期間中に橋面に通行車両があり, 通行車両による床版の振動が大きかった可能性もあり, この振動もひび割れ発生に寄与したものと思われる		



ひび割れ発生箇所(地覆部)



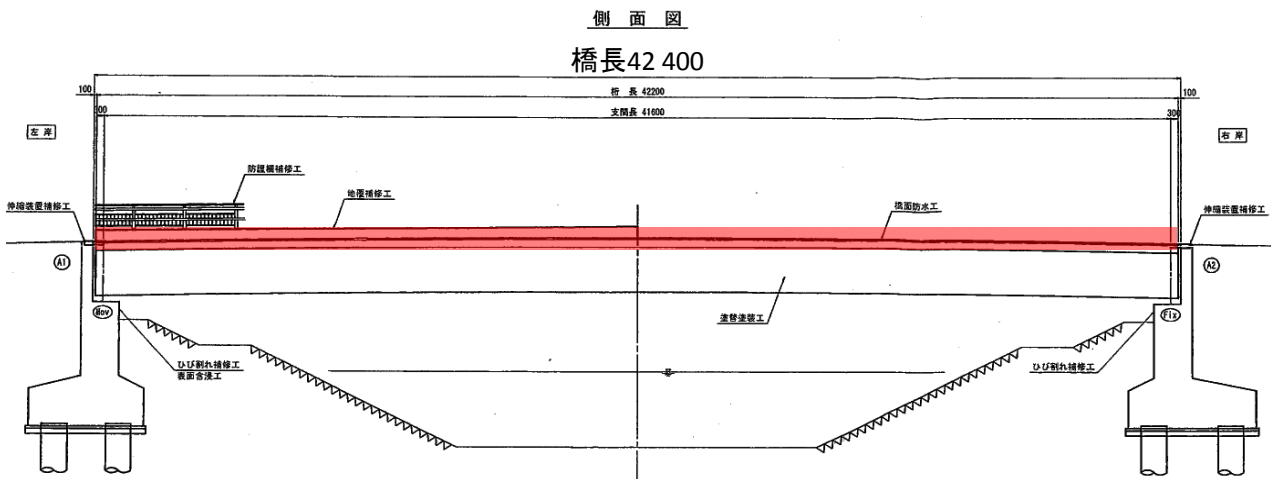
下流側地覆



上流側地覆

- 〈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)
  - ・ひび割れ誘発目地を設置する(設計)
  - ・温度ひび割れ対策(抑制対策A)を参照  
(62ページ)

※赤着色部は調査箇所を示す

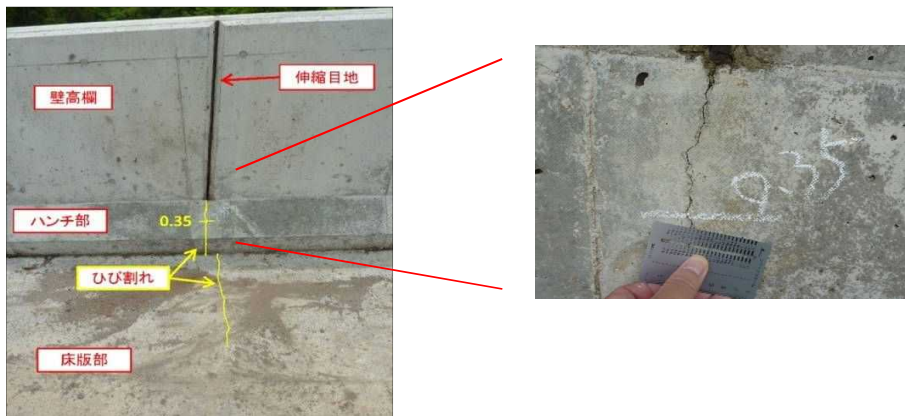


設計ひび割れ誘発目地配置 : 無し  
設計伸縮目地配置 : 無し

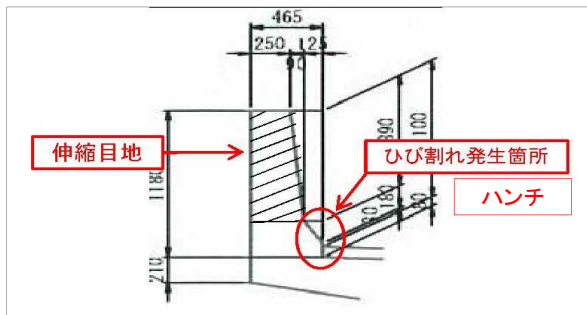
## 上部工

### 事例4 鋼アーチ橋(上路式)上の壁高欄ハンチ部、床版部のひび割れ (発生原因) 乾燥収縮と外力による曲げモーメント

構造物の種類	壁高欄(ハンチ部), 床版	打設年月	平成21年7月
場所	八頭郡八頭町妻鹿野 (環境: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 N	ひび割れ確認日	打設10ヶ月後
構造物の概要	構造物の寸法:幅 0.250 ~ 0.465 m × 高さ約 1.2 m × 長さ約 54 m, ひび割れ誘発目地あり, 伸縮目地あり(アーチ橋の鉛直材上)(それぞれ交互に 4.5 m 間隔)		
ひび割れ状況	<p>壁高欄部</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・左右両側壁高欄下ハンチ部の下端から鉛直方向に, ハンチ部の全高さ(約 0.2 m)にわたって, 5本のひび割れ(ひび割れ幅 0.10 ~ 0.35 mm)が約 9 m 間隔で発生, 最大幅は0.35mm</li> <li>・ひび割れ発生箇所はアーチ橋の鉛直材位置である</li> </ul> <p>床版部</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ハンチ部のひび割れの下端付近から床版上面に約 0.5~2.5 mのひび割れが進展している箇所あり</li> </ul>		
所見	<ul style="list-style-type: none"> <li>・アーチ橋鉛直材上では, 車両通行などの外力による曲げモーメントが作用して壁高欄に引張応力が生じるため伸縮目地が設けられているが, ハンチ部は目地がないためひび割れが発生しやすい</li> <li>・ひび割れ確認日が打設から10ヶ月後であるため, 乾燥収縮か, 完成後の車両通行による曲げモーメントによってハンチ部にひび割れが生じ, さらに床版上面のひび割れに進展したものと考える</li> </ul>		



ひび割れ状況



壁高欄伸縮目地部

設計ひび割れ誘発目地配置

: 9m間隔

設計伸縮目地配置

: 鉛直材上

(9m間隔)

(4.5m毎に交互に配置)

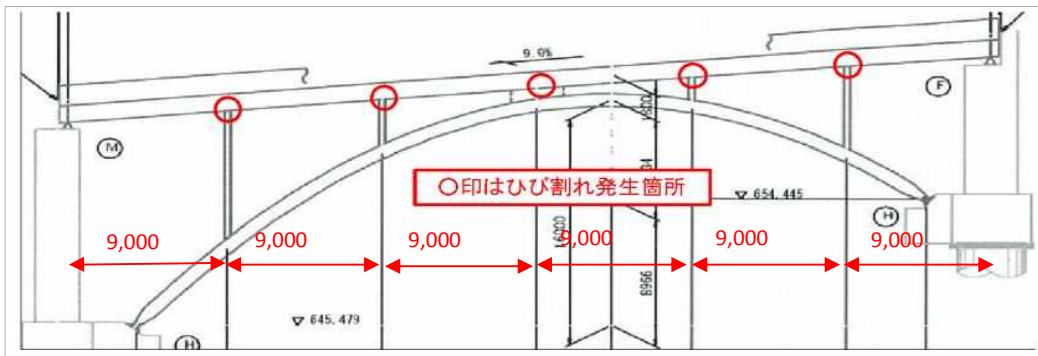
〈抑制対策〉 ・乾燥収縮ひび割れ対策(抑制対策B)

(62ページ)

(注釈)

壁高欄に伸縮目地が配置されている場合、伸縮目地の真下のハンチ部や地覆部には伸縮目地がないことが多く、施工後にこの部分にひび割れが発生する事例が多い。この事例ではハンチ部に最大幅 0.35 mm のひび割れが生じていたが、構造的にひび割れ発生が予測される個所であるので、伸縮目地を設けておけばひび割れの発生を防げた可能性は高い。

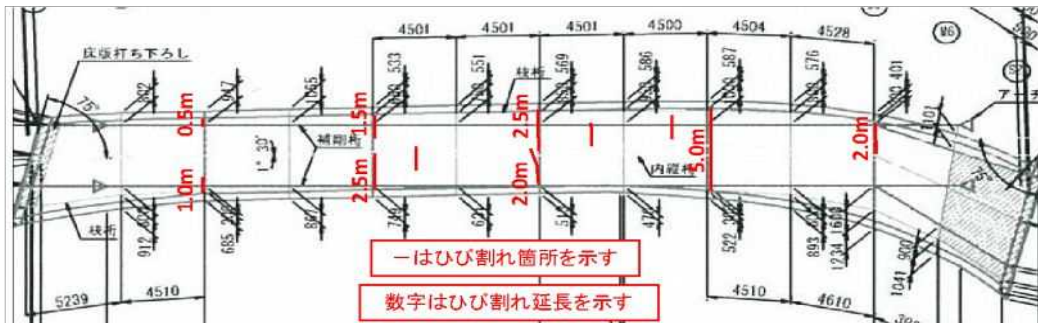
一方、ハンチ部に伸縮目地を配置してひび割れの発生を回避できたある事例においては、床版部にひび割れが発生・進展するケースがあることも知られている。これらの結果より、ハンチ部に伸縮目地を配置するか否かについては、床版部にひび割れが発生する可能性も含めて設計段階で十分に検討する必要がある。また、設計時の検討結果や考え方を施工時に確実に引き継ぐことが重要である。



鉛直材位置



壁高欄ハンチ部



床版部

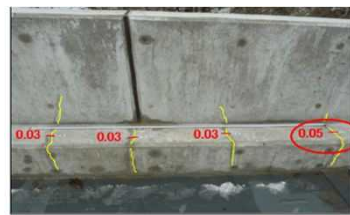
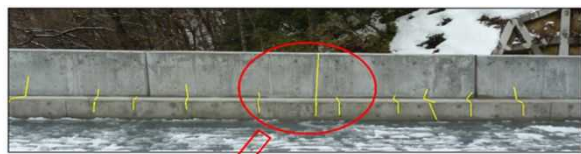
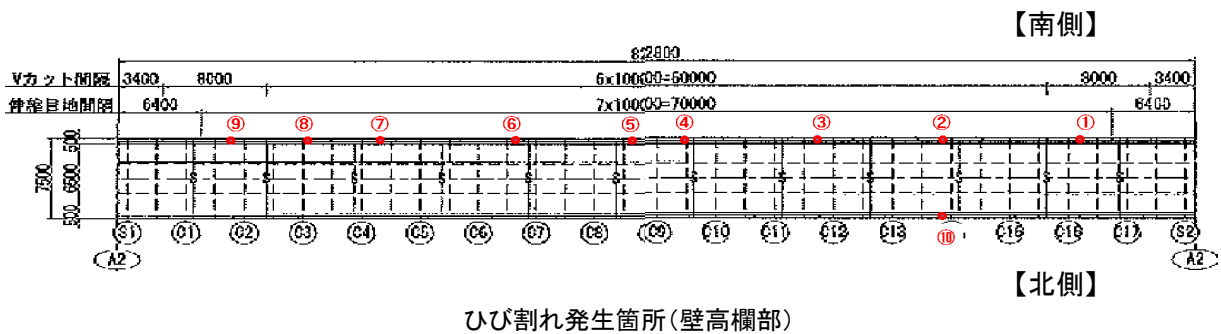
ひび割れ発生箇所

## 上部工

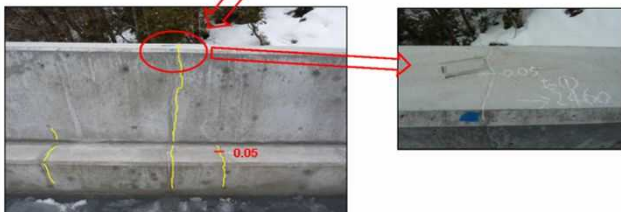
### 事例5 鋼床版上の壁高欄、地覆のひび割れ

〈発生原因〉 水和熱、乾燥収縮、外気温の変化

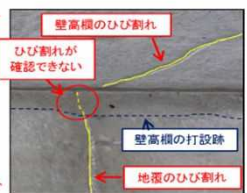
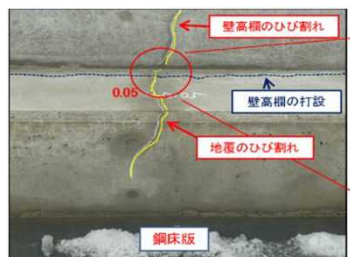
構造物の種類	壁高欄、地覆	打設年月	平成22年11月(地覆), 12月(壁高欄)
場所	日野郡江府町小江尾 (環境:山間部)	脱型日(ひび割れ有無)	材齢10日(壁高欄)(有)
生コン配合	24-8-20 BB	ひび割れ確認日	同上
構造物の概要	構造物の寸法:幅 0.250~0.500 m × 高さ 1.1 m × 長さ約 83 m (1径間), ひび割れ誘発目地あり, 伸縮目地あり(交互に 5 m 間隔)		
ひび割れ状況	<b>壁高欄部</b> ・主に南側壁高欄の下端から鉛直方向に, 全高さ(約 1.2 m)にわたって, 9本のひび割れ(ひび割れ幅 0.05 mm 以下)が約 5 m間隔で発生, 最大幅は 0.05 mm <b>地覆部</b> ・同上地覆部側面の下端から鉛直方向(約 0.2 m)と上面(0.25 m)にわたって, 約 1~2 m 間隔で多数のひび割れ(ひび割れ幅 0.05 mm 以下)が発生, 最大幅は 0.05 mm		
所見	・ひび割れは脱枠時(若材齢10日)に確認されており, 水和熱に起因するものと判断される ・南側壁高欄が顕著であり, 直射日光による急激な乾燥も影響したと考える ・下面の鋼床版は, 外気温の変化による伸縮量の変化が大きく, 地覆コンクリートの養生期間中にこの影響を受けたことも, ひび割れ発生に寄与したものと考える		



地覆部ひび割れ状況①



壁高欄部ひび割れ状況



地覆部ひび割れ状況②



## 「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。



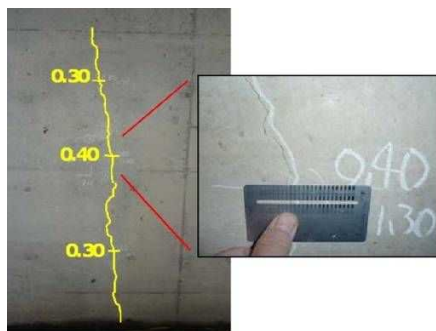
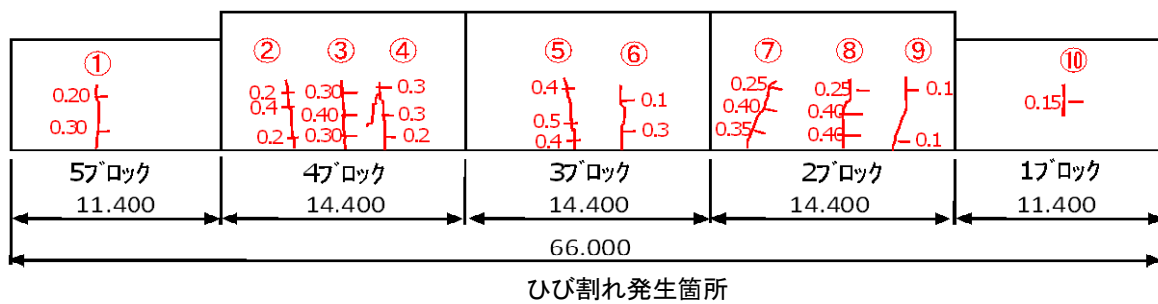
## ボックスカルバート

# ボックスカルバート

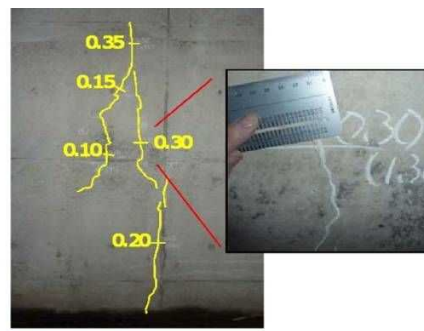
## 事例1

〈発生原因〉 水和熱、乾燥収縮

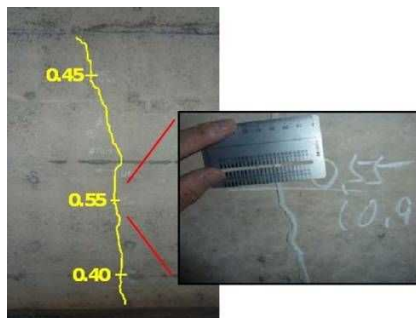
構造物の種類	側壁	打設年月	平成14年5月～9月
場所	西伯郡伯耆町福居（環境：山間部）	脱型日（ひび割れ有無）	不明（無確認）
生コン配合	24-8-20 BB	ひび割れ確認日	完成から10年後
構造物の概要	構造物の寸法：内空幅 4.4 m × 内空高 4.55 m × 全長 66 m，（中央ブロック）壁厚 1.1 m，頂版厚 1.2 m，ブロック長 14.4 m，（端部ブロック）壁厚 0.7 m，頂版厚 0.6 m，ブロック長 11.4 m，ひび割れ誘発目地なし		
ひび割れ状況	・側壁の底部から鉛直方向に、長さ約 2 m，10 本のひび割れ（ひび割れ幅 0.10 ～ 0.55 mm）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 ・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，他の箇所新たにひび割れが発生したと思われる		



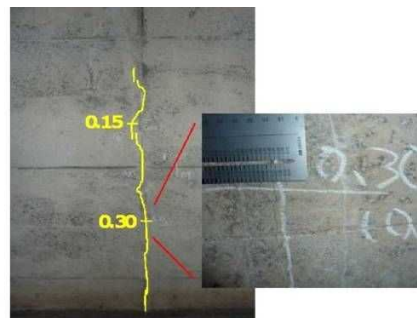
ひび割れ③



ひび割れ④



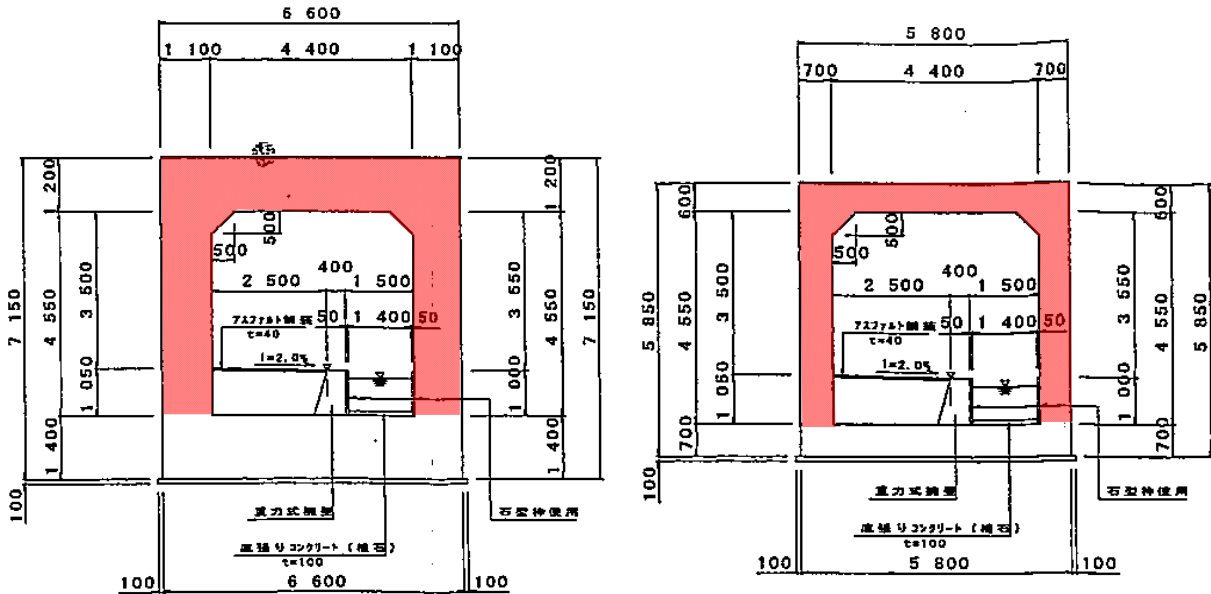
ひび割れ⑤



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

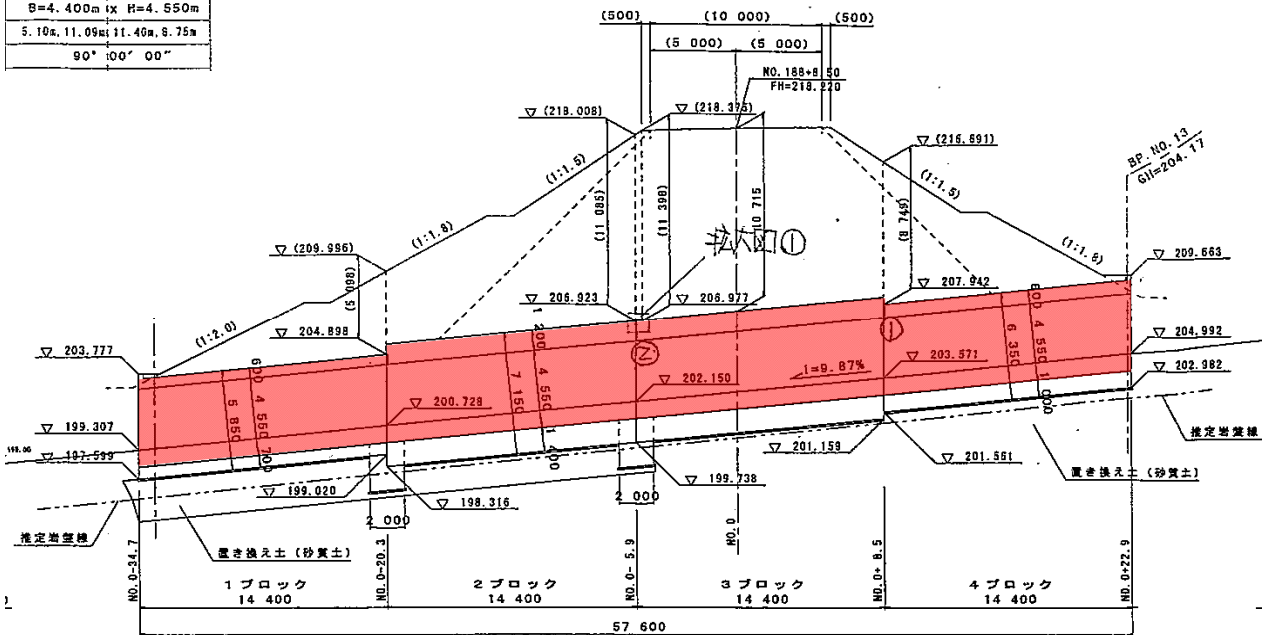
(62ページ)



中央ブロック断面

端部ブロック断面

B=4.400m	ix	H=4.550m	
5.10x	11.09m	11.40x	6.75x
90° 100' 00"			



※参考: 同じ路線内の同規模のボックスカルバートの構造図  
(赤着色部は調査箇所と同箇所を示す)

# ボックスカルバート

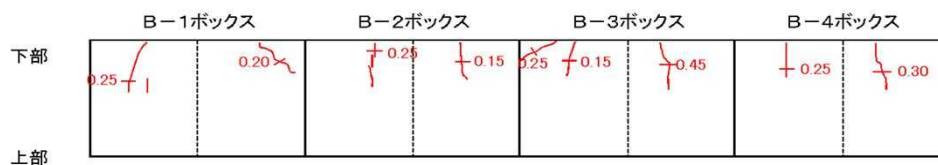
## 事例2

### 〈発生原因〉 乾燥収縮

構造物の種類	側壁	打設年月	平成21年7月～8月
場所	倉吉市和田（環境：田園・郊外）	脱型日（ひび割れ有無）	材齢20日（無）
生コン配合	24-8-20 BB	ひび割れ確認日	完成から18ヶ月後
構造物の概要	構造物の寸法：内空幅 4.6 m × 内空高 7.4 m × 全長約 39 m，壁厚 0.8 m，頂版厚 0.8 m，ブロック長 9.74 m，ひび割れ誘発目地あり（約 5 m 間隔）		
ひび割れ状況	<ul style="list-style-type: none"> <li>側壁の底部から鉛直方向に、長さ約 2 ～ 3 m，片側約 8 本のひび割れ（ひび割れ幅 0.15 ～ 0.30 mm）が約 2.5 m 間隔で発生，最大幅は 0.30 mm</li> <li>ひび割れ誘発目地は約 5 m 間隔で（ブロックの中央に）設置されていたが，ひび割れがひび割れ誘発目地間のほぼ中央に発生</li> </ul>		
所見	<ul style="list-style-type: none"> <li>発生しているひび割れがブロック端とひび割れ誘発目地のほぼ中央であり，ひび割れは材齢 20 日の脱型時には無く，完成検査から 18ヶ月後に確認されたことから，乾燥収縮によるひび割れであると判断される</li> <li>ひび割れは，下面の底板コンクリートが側壁コンクリートの乾燥収縮を拘束したことによって生じた，いわゆる乾燥収縮によるひび割れであると考え</li> </ul>		

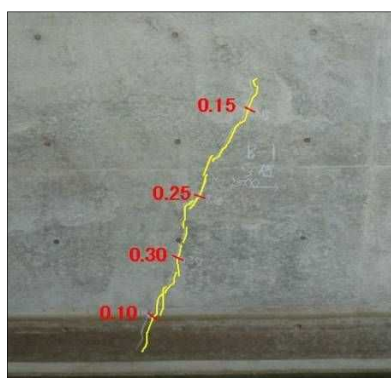


図中の—線はひび割れを示す。赤数字はひび割れ幅の最大を示す。  
 図中の---線は誘発目地を示す。

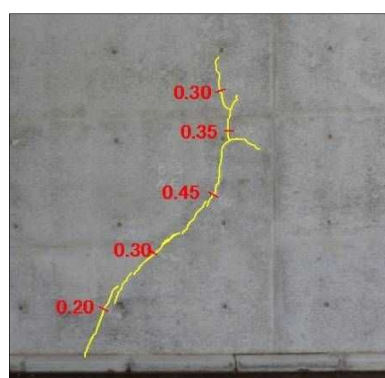


図中の—線はひび割れを示す。赤数字はひび割れ幅の最大を示す。  
 図中の---線は誘発目地を示す。

### ひび割れ発生箇所



B-1BOX南側

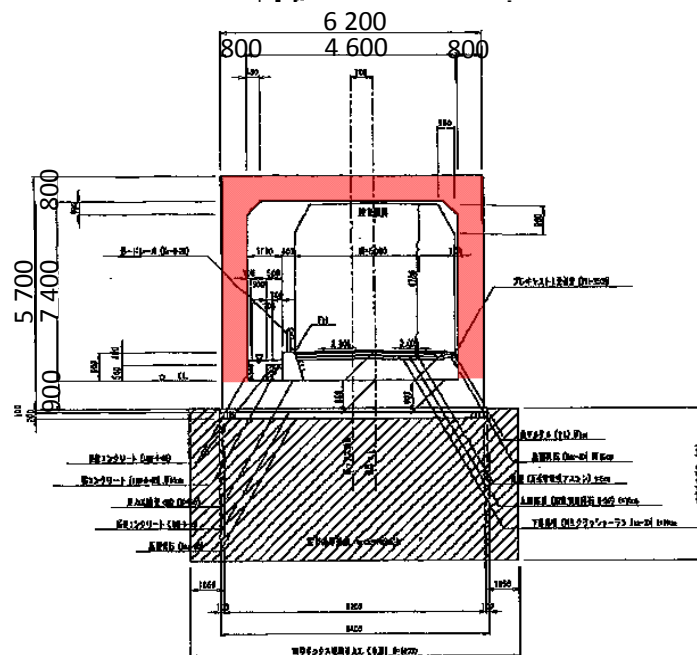
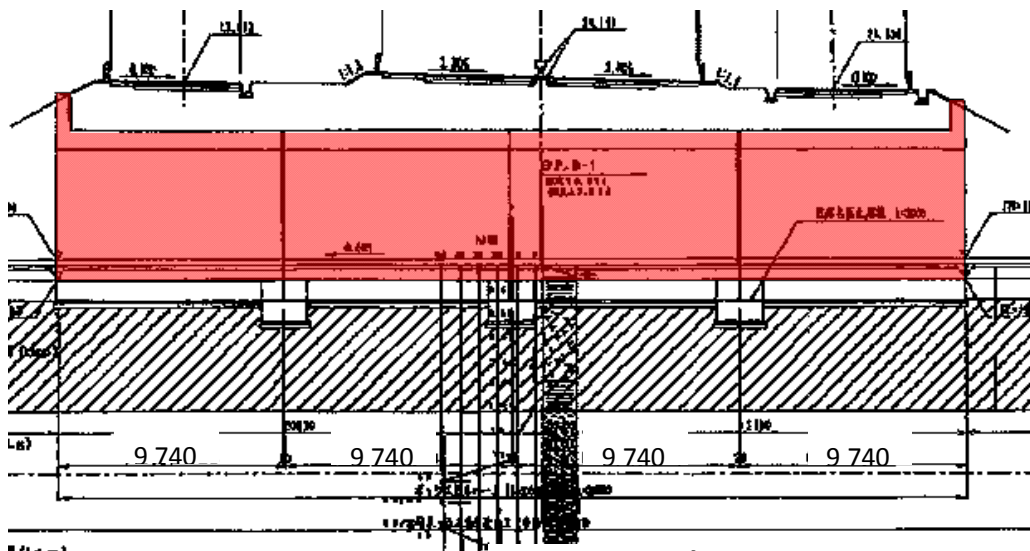


B-3BOX北側

### ひび割れ発生状況

〈抑制対策〉 ・乾燥収縮ひび割れ対策(抑制対策B)を参照  
 (62ページ)

※赤着色部は調査箇所を示す

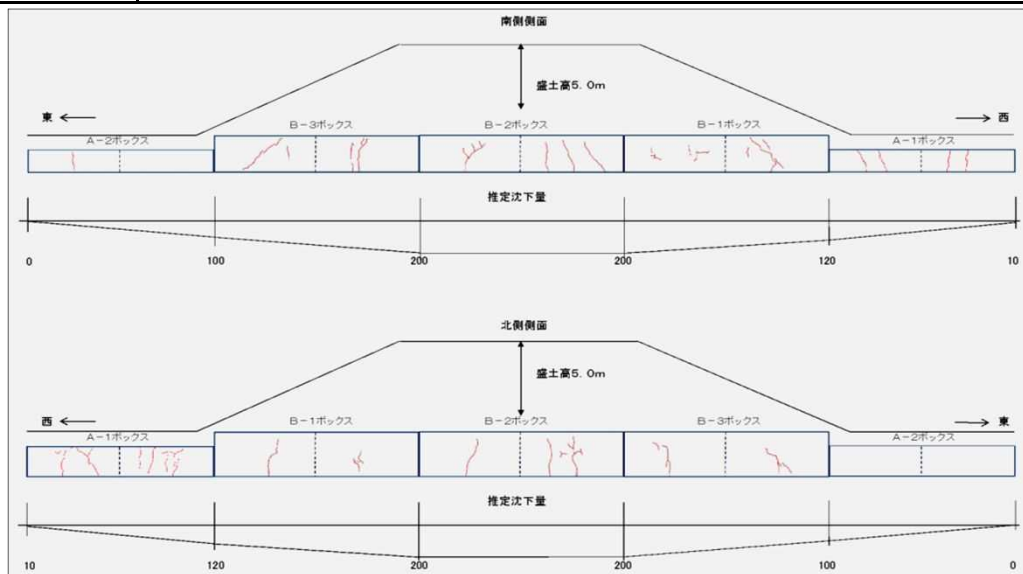


# ボックスカルバート

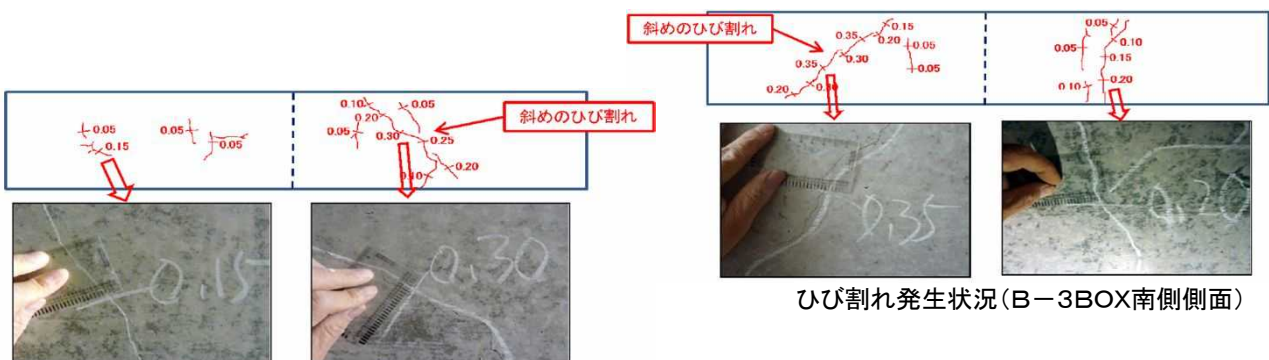
## 事例3

〈発生原因〉 地盤不同沈下, 乾燥収縮

構造物の種類	側壁	打設年月	平成21年12月～平成22年2月
場所	倉吉市和田 (環境: 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	Aボックス完成から1～2ヶ月後 Bボックス完成から約1年後
構造物の概要	構造物の寸法: (Aボックス) 内空幅 2.0 m × 内空高 2.0 m, 壁厚 0.3 m, 頂版厚 0.3 m, ブロック長 9.49 ~ 9.58 m, (Bボックス) 内空幅 2.0 m × 内空高 3.0 m, 壁厚 0.4 m, 頂版厚 0.4 m, ブロック長 10.99 ~ 11.30 m, ひび割れ誘発目地あり(約 5 m 間隔)		
ひび割れ状況	<p>Aボックス</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>側壁の底部から鉛直方向に, 長さ約 2 m, 片側約 5 ~ 6 本のひび割れ(ひび割れ幅 0.05 ~ 0.25 mm)が約 2 ~ 3 m 間隔で発生, 最大幅は 0.25 mm</li> </ul> <p>Bボックス</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>側壁の底部から斜め方向に, 長さ約 2 ~ 3 m, 片側約 7 ~ 8 本のひび割れ(幅 0.05 ~ 0.35 mm)が約 1 ~ 2 m 間隔で発生, 最大幅は 0.35 mm</li> <li>上載盛土施工時(完成直後より盛土開始, 約1年後盛土終了), 徐々に地盤が沈下し, ひび割れが発生</li> </ul>		
所見	<p>Aボックス</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>両端部のボックスの鉛直方向のひび割れは, ひび割れ確認日が打設から1～2ヶ月経過していることおよびひび割れパターンから, 下面の底板コンクリートが乾燥収縮を拘束したことが原因であると考え</li> </ul> <p>Bボックス</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>中央部のボックスの斜め方向のひび割れは, せん断ひび割れの形状を示しており, 上載盛土施工後に地盤の不同沈下が生じ, これが原因で発生したものと判断される</li> </ul>		



ひび割れ発生箇所

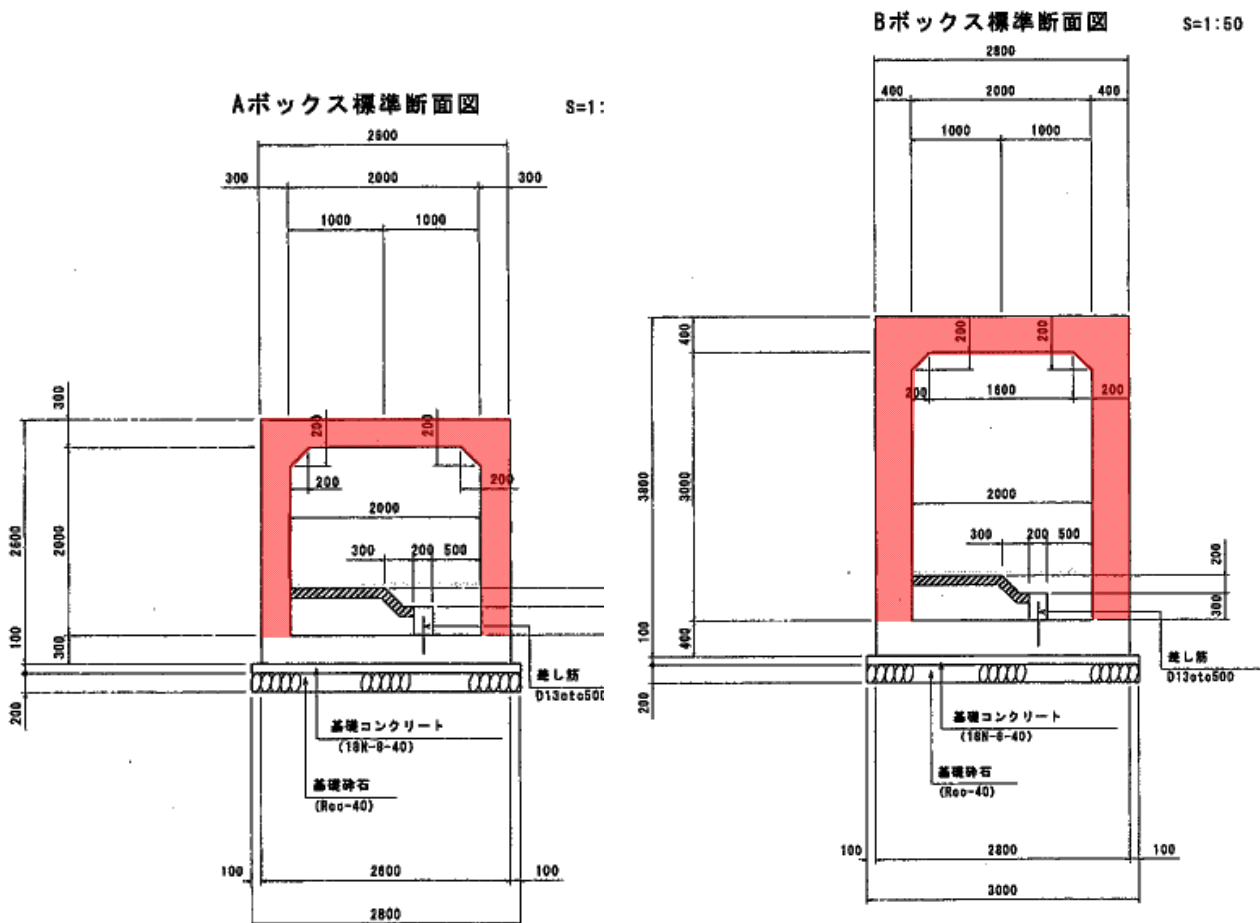


ひび割れ発生状況(B-3BOX南側側面)

ひび割れ発生状況(B-1BOX南側側面)

- 〈抑制対策〉
- ・ボックスカルバートの施工に先立ち、地盤沈下の検討、対策を行う  
 (設計・発注)地盤支持力の検討を行い、支持力不足の場合には対策を講ずる  
 (施工・発注)施工前の地盤支持力の確認、施工時の経過観測等を実施し、  
 地盤沈下が認められた場合は、対策について協議する  
 (施工)偏圧に配慮した土工(盛土)計画
  - ・乾燥収縮ひび割れ対策(抑制対策B)を参照  
 (62ページ)

※赤着色部は調査箇所を示す

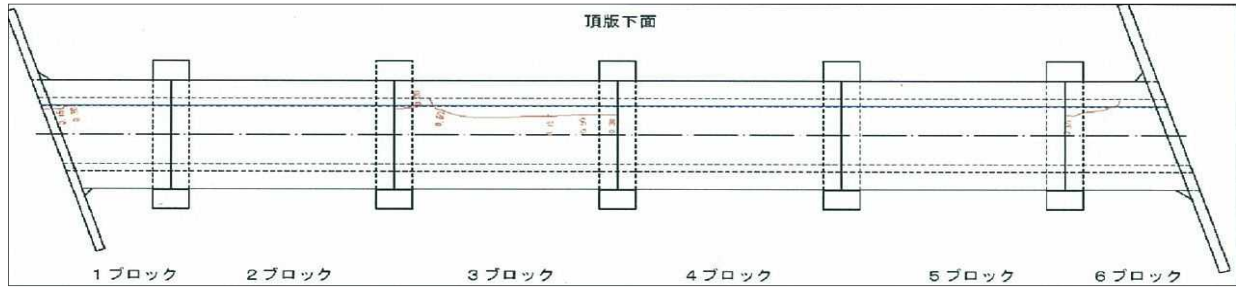


# ボックスカルバート

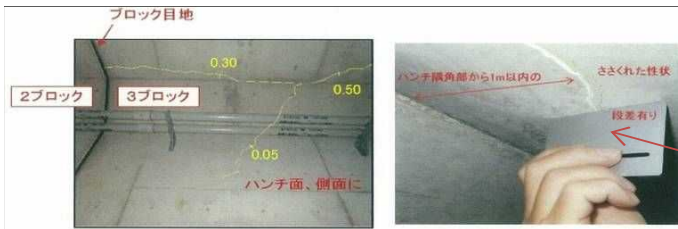
## 事例4

### 〈発生原因〉 地盤不同沈下

構造物の種類	頂版	打設年月	平成21年12月～22年1月
場所	西伯郡大山町上坪西（環境：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	完成から2年後
構造物の概要	構造物の寸法：内空幅 4.9 m × 内空高 6.7 m × 全長 61.5 m，壁厚 1.2 m，頂版厚 1.1 m，ブロック長（端部）6.3 ～ 6.4 m，（中央部）12.2 m，ひび割れ誘発目地あり（約 6 m 間隔）		
ひび割れ状況	・ボックスカルバート3ブロック頂版下面の軸方向に、長さ約 12 m の 1 本のひび割れ（ひび割れ幅 0.05 ～ 0.75 mm）が発生、最大幅は 0.75 mm		
所見	・ひび割れは上載盛土施工前に発生していたが、不規則な発生パターンであることと、設計報告書より軟弱地盤上であることから、地盤不同沈下による影響と推察される（今後の上載盛土の施工において、経過観察が望まれる）		

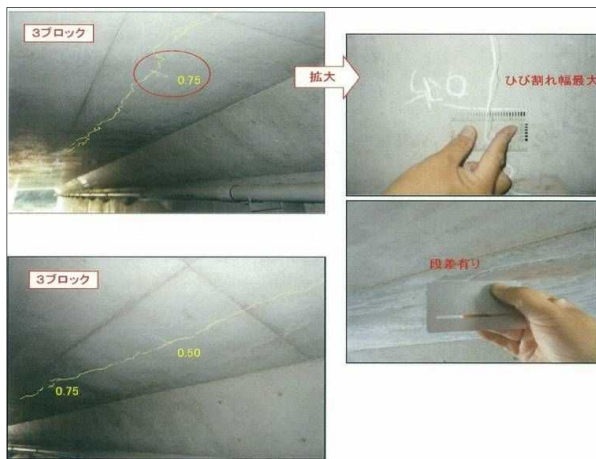


ひび割れ発生箇所



ひび割れをまたいだ左右で若干段差が見られる

3ブロック頂版・側壁



3ブロック頂版

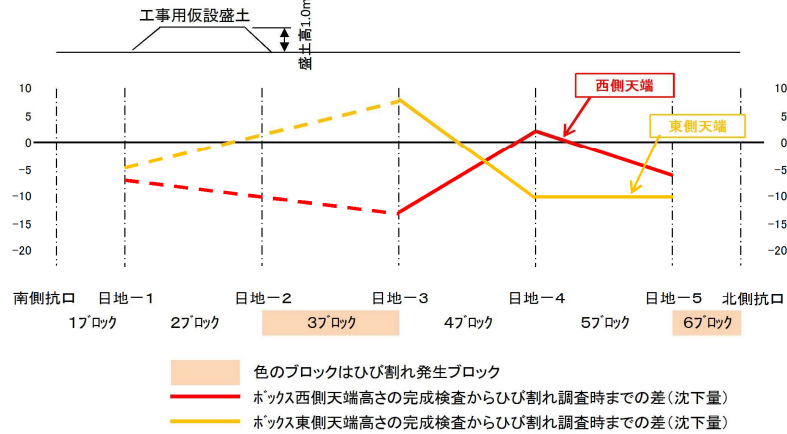


6ブロック頂版

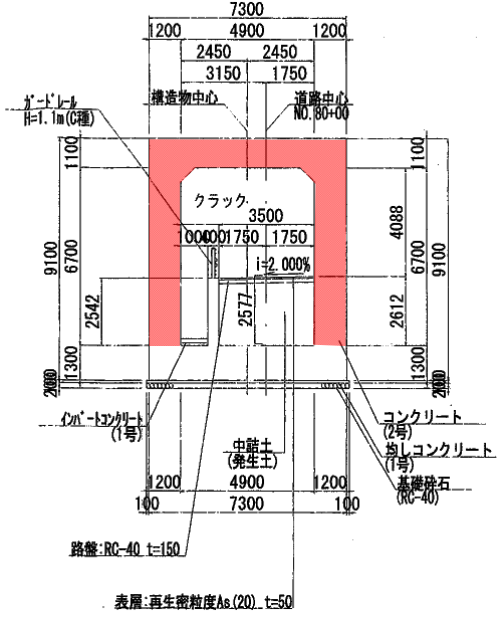
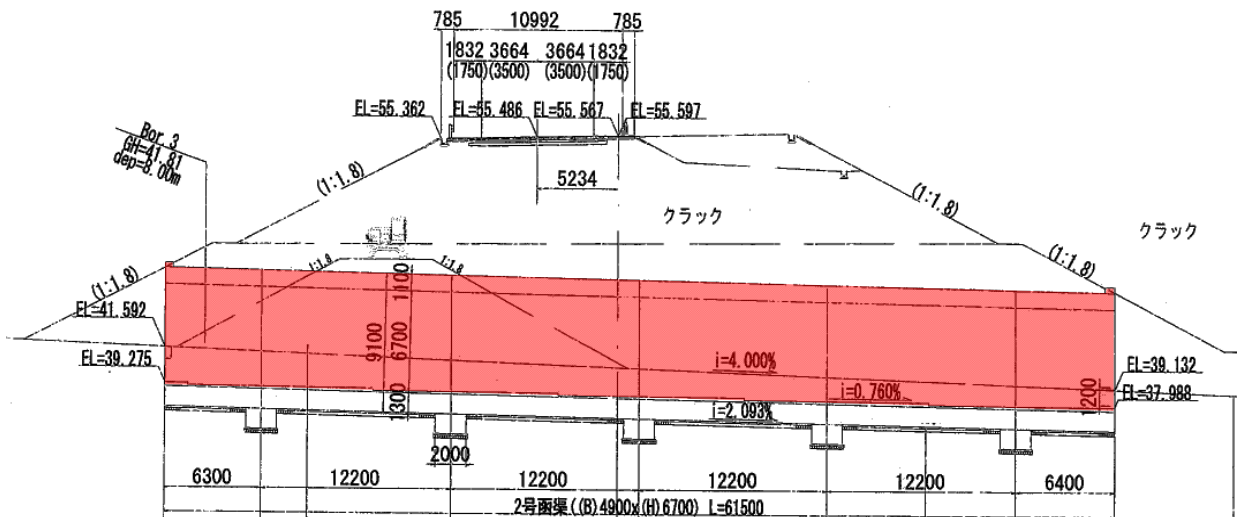
ひび割れ発生状況



- 〈抑制対策〉
- ・ボックスカルバートの施工に先立ち、地盤沈下の検討、対策を行う  
 (設計・発注)地盤支持力の検討を行い、支持力不足の場合には対策を講ずる  
 (施工・発注)施工前の地盤支持力の確認、施工時の経過観測等を実施し、  
 地盤沈下が認められた場合は、対策について協議する



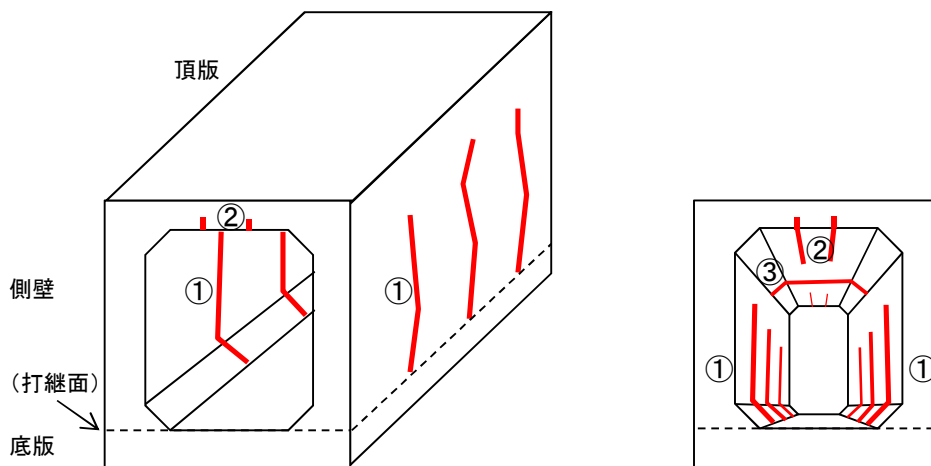
※参考:ボックスカルバート完成時出来形とひび割れ調査時の天端高さの差による沈下量の想定



※赤着色部は調査箇所を示す

## 「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。