

## ポータルラーメン橋におけるひび割れ対策 (大夫興野 IC 橋 (上り))

(株)富士ピー・エス 正会員 ○ニヤイン チャン リン  
 (株)富士ピー・エス 正会員 河邊 修作  
 (株)富士ピー・エス 正会員 中原 秀文  
 (株)富士ピー・エス 永石 哲也

キーワード：PCポータルラーメン構造，剛結部，温度ひび割れ，パイプクーリング

### 1. はじめに

大夫興野IC橋は一般国道7号線新バイパス大夫興野インタチェンジに架かるPCポータルラーメン箱桁橋である。ポータルラーメン橋は橋台部と上部工が一体構造であり，上下部の断面力を低減でき，支承と伸縮装置を省略できるジョイントレス構造であり，耐震性や維持管理性を向上できる構造である。一方，上部構造が橋台部に拘束されることによるコンクリートの乾燥収縮やクリープの拘束に伴うひび割れや，上下剛結部のマスコンクリートによる温度応力によるひび割れの発生が懸念された。

そこで，実施工を考慮した3次元温度応力解析を行い，水和熱による温度変化や収縮により発生する引張応力を確認し，ひび割れの発生が懸念される箇所には，ひび割れ対策を行うこととした。本稿では，温度応力解析によるひび割れ抑制対策の検討結果と実施したひび割れ対策について報告する。

### 2. 橋梁概要

工事名：国道7号線大夫興野IC橋（上り）上部工工事  
 発注者：国土交通省 北陸地方整備局  
 工事場所：新潟県北蒲原郡聖籠町藤寄地先  
 工期：平成30年2月14日～平成30年11月30日  
 構造形式：PCポータルラーメン橋  
 橋長：42.500m  
 支間長：34.500m  
 有効幅員：9.500m  
 縦断勾配：1.275%～0.863%  
 横断勾配：3.000%  
 平面線形：R=900m

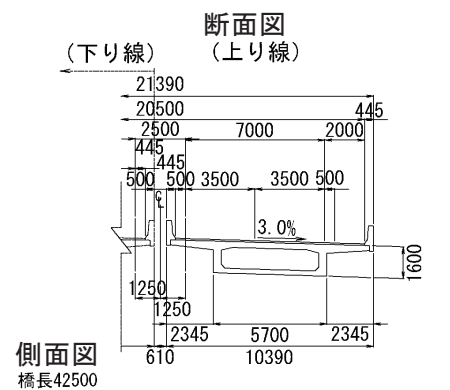


図-1 橋梁構造図

### 3. ひび割れ抑制対策と解析

本橋は夏期施工となり早強ポルトランドセメントを使用するため，暑中コンクリートとしての施工対策が必要であった。また，既設下部工の断面中央に誘発目地が施工されていたため，上部工施工による打継ぎに対して拘束されない状況となり，新設部に収縮によるひび割れが発生することが予想された。

ひび割れ抑制は，施工条件を反映した3次元温度応力解析を実施し，ひび割れ指数により判定を行った。ひび割れ指数の目安は，土木学会発刊の「コンクリート標準示方書 (2012年制定)」に従い，対策レベルを「ひび割れを防止したい場合」とし，ひび割れ発生確率が5%となるひび割れ指数 $I_{cr}=1.85$ 以上を目安とした。

### 3.1 上床版打継ぎに起因するひび割れ抑制

当初計画では、箱桁断面のウェブ付け根までを1リフトとし、床版を打ち継ぐ計画としたが、**図-2**に示すように1リフトを上床版付け根位置から200mm下がった位置を打継ぎとし、上床版へのひび割れ指数改善を図った。

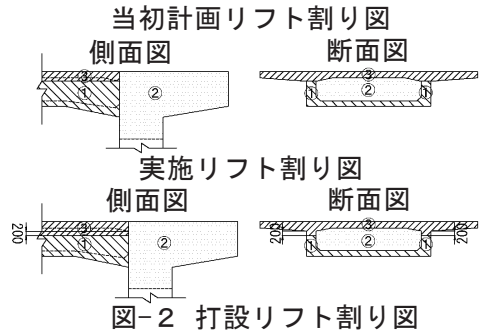


図-2 打設リフト割り図  
表-1 配合検討表

### 3.2 コンクリートの配合変更によるひび割れ抑制

暑中コンクリート対策として、**表-1**に示すように、セメント種類と膨張材有無で組合せ検討を行い、下床版・ウェブおよび橋台部に普通ポルトランドセメント、上床版には膨張材入りの早強ポルトランドセメントを使用することとした。その結果、**図-3**に示すように、橋台部の最高温度は約8℃低減することができ、上床版や橋台部上面のひび割れ指数の改善が見られた。

リフト	部位	当初計画配合		→	配合検討結果	
		セメント種類	膨張材		セメント種類	膨張材
1リフト	ウェブ・下床版	早強ポルトランドセメント	×		普通ポルトランドセメント	×
2リフト	橋台部	早強ポルトランドセメント	×		普通ポルトランドセメント	×
3リフト	上床版	早強ポルトランドセメント	×		早強ポルトランドセメント	○

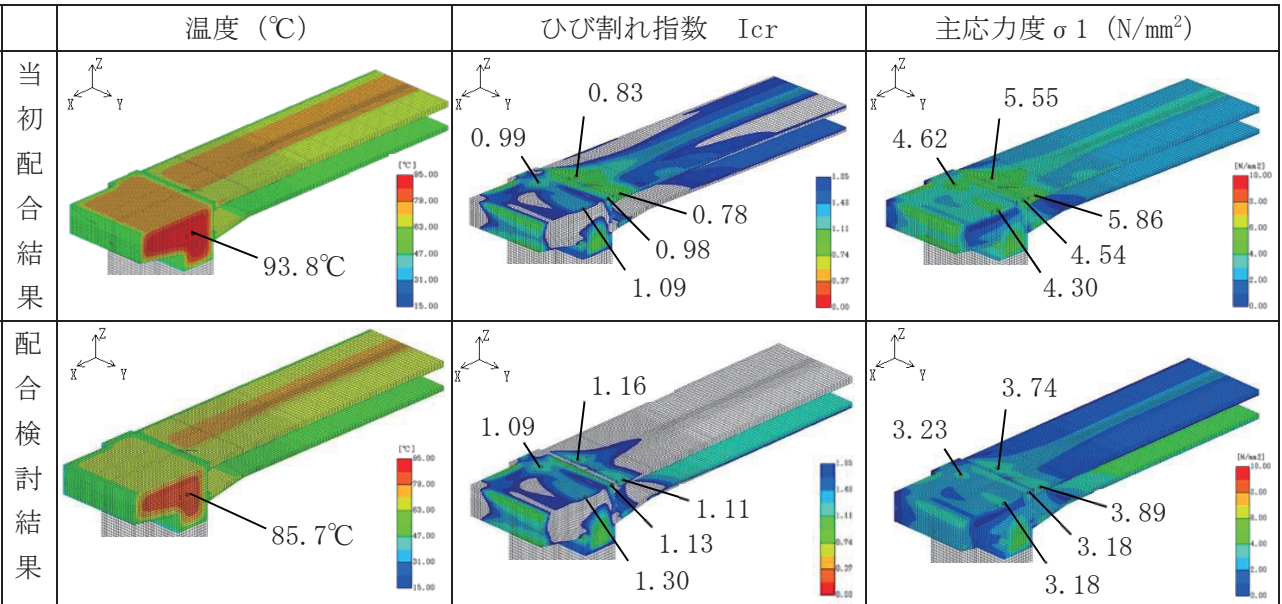


図-3 配合変更検討比較コンター図

### 3.3 パイプクーリングによるひび割れ抑制

橋台部は配合変更により改善が見られたもののひび割れ指数の目安値である1.85以上とはならなかった。追加対策として、パイプクーリングを行うこととした。**図-4**に示すように、クーリングパイプを配置し、クーリングパイプ内に冷却水を通すことで、コンクリート内部の温度を下げ、ひび割れ指数の改善を図った。

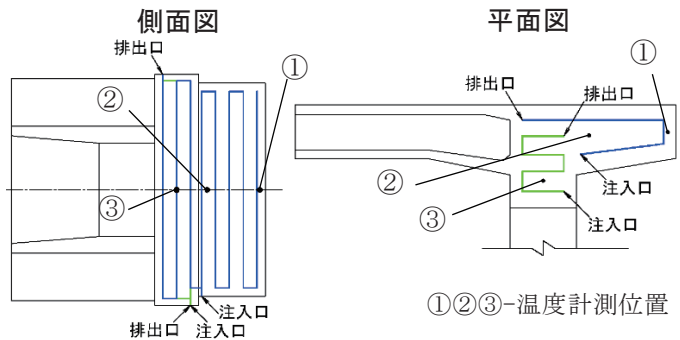


図-4 クーリングパイプ配置と温度計測位置図

#### (1) パイプクーリング条件

パイプクーリング期間は水和熱が最高温度に達し、降下が始まる時点までとし、クーリングしない温度解析結果により最高温度に達する材齢は2日目となったため、3日間と設定した (**図-5**)。その他

の条件として以下の通りである。

- パイプ内径 — 25mm
- 流速 —  $\mu = 10.0\text{L/min}$
- 熱伝達率 —  $h = 4.75 \times \mu + 43.0$   
( $\text{kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$ )
- 注水温度 —  $20^\circ\text{C}$

(2) パイプクーリング検討結果

パイプクーリングを実施した解析結果を図-6に示す。マスコンクリート部の最高温度は約 $13^\circ\text{C}$ 低減でき、表面のひび割れ指数は $I_{cr}=1.85$ 以上に改善できた。しかし、上床版の打継ぎ部においては、ひび割れ指数が、 $1.07$ となったため、補強鉄筋を配置することとした。

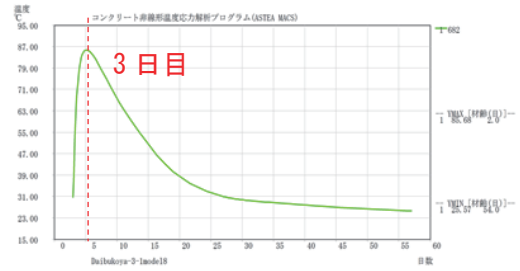


図-5 最高温度グラフ

	温度 ( $^\circ\text{C}$ )	ひび割れ指数 $I_{cr}$	主応力度 $\sigma_1$ ( $\text{N/mm}^2$ )
クーリング無し	85.7 $^\circ\text{C}$	1.21, 1.13, 1.13, 1.17, 1.30	3.61, 3.81, 3.19, 3.22, 3.18
クーリング実施後	72.3 $^\circ\text{C}$	1.16, ①1.07, 3.32, 2.71, 2.63	3.75, 4.03, 0.96, 1.23, 1.53

図-6 パイプクーリング検討比較カウンター図

3.4 ひび割れ補強鉄筋の配置

温度応力に対する補強鉄筋量の計算は、「コンクリート標準示方書2012」に示される「温度ひび割れ幅の評価式」を用いて、部材表面の引張応力が残留する部位については $0.1\text{mm}$ とし、一次的な部位については $0.2\text{mm}$ 以下となるような鉄筋量を算出した。

引張応力が残留する上床版打継ぎ箇所(図-6①)においては、補強鉄筋としてD13-16本を追加した。その他部位については、一次的な応力であり、既設鉄筋で満足した。

3.5 既設下部工の誘発目地部対策

本橋では既設下部工の誘発目地が施工されており、新設部に収縮によるひび割れの発生が予想されたため、打設部に発生する橋軸直角方向引張応力に対して検討した結果より、打継目部(図-7参照)の補強として、橋軸直角方向に補強鉄筋D19-6本とD25-45本(15本3段)を追加した。

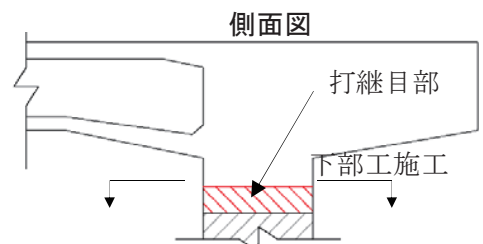


図-7 打継目部位置図



#### 4. パイプクーリングの実施

実施状況を写真-1～3に示す。温度計測結果より、図-8に示すように、解析結果と実施結果がほぼ一致していることが確認でき、かつ、ひび割れの発生がないことを確認した。



写真-1 クーリングパイプ配置



写真-2 クーリング状況



写真-3 クーリング温度管理状況

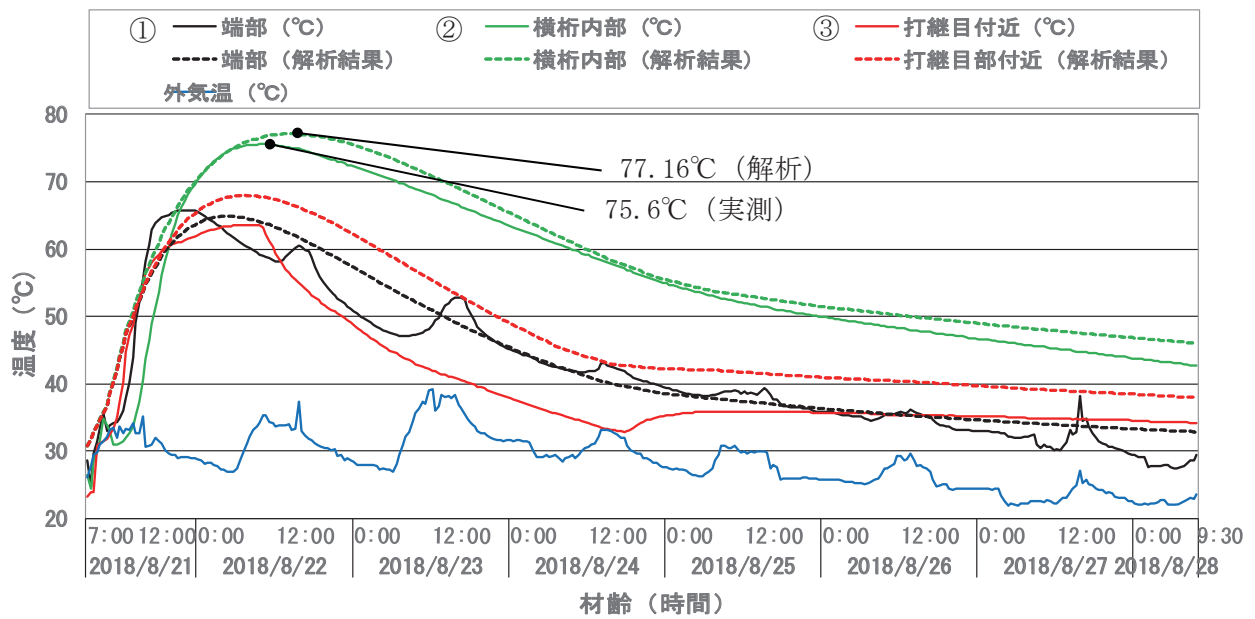


図-8 パイプクーリング温度計測結果

#### 5. おわりに

上部工と橋台部が一体化となるマスコンクリート部分に温度ひび割れや下部構造の拘束によるひび割れ発生が懸念されたが、ひび割れ抑制対策を行うことで、工事完成時において、有害なひび割れが発生しておらず、今回実施したひび割れ抑制対策に十分な効果があったと考えている。

最後に、本橋のひび割れ抑制対策または施工にあたり、多大なるご指導、ご協力を頂いた関係者各位に感謝の意を表します。本報告が今後の同じ条件での実施工におけるひび割れ抑制対策にて参考となれば幸いです。