

### 由良川橋 (A1~P3 径間) の施工

(株) IHI インフラ建設 正会員 ○鈴木 広幸  
 (株) IHI インフラ建設 吉田 真司  
 国土交通省 近畿地方整備局 福知山河川国道事務所 森 文彦

#### 1. はじめに

由良川橋広野地区は、京都縦貫自動車道の一部区間である丹波綾部道路（綾部市～京丹波町間 29.2km）の京丹波わち I C 付近に位置する P C 3 径間連続箱桁橋である。本橋の施工上の特徴としては、以下の点が挙げられる。①中間支点横桁部は、最大で桁高 8.5m、厚さ 6.5m を有した充実断面のため、マスコンクリート構造である。②府道、町道および J R 山陰線の上に架設されるため、厳重な飛来・落下事故防止対策が必要である。③上下線が近接して並列に施工されるため、施工時の作業空間に配慮が必要である。

本橋は施工中のため、上記について中間報告を行う。

#### 2. 工事概要

工事概要および全体一般図を表-1、図-1に示す。

表-1 工事概要

工事名	丹波綾部道路 由良川橋広野地区上下部工事
発注者	国土交通省 近畿地方整備局
工事場所	自) 京都府船井郡京丹波町大簾地先 至) 京都府船井郡京丹波町広野地先
構造形式	P C 3 径間連続箱桁橋
橋長	上り線 282.010m, 下り線 263.000m
支間長	上り線 72.675m + 126.399m + 80.436m 下り線 66.675m + 113.000m + 80.825m
有効幅員	上り線 9.310m, 下り線 9.310m

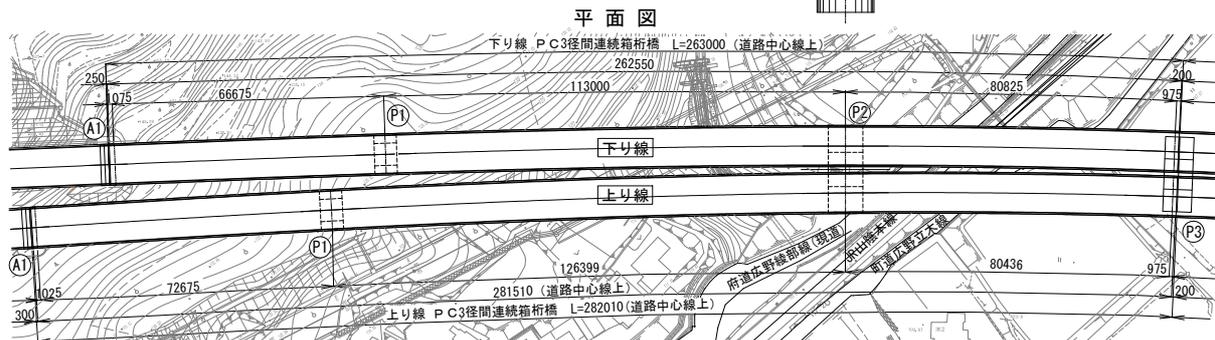
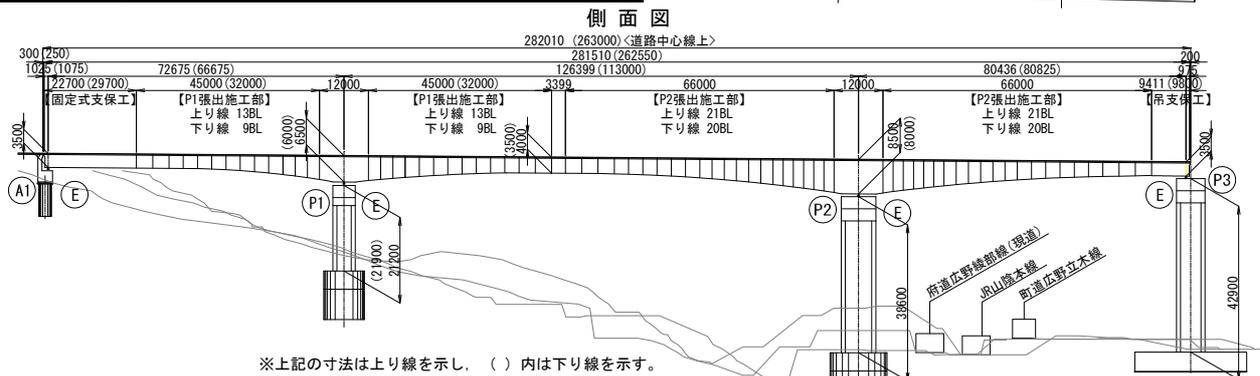
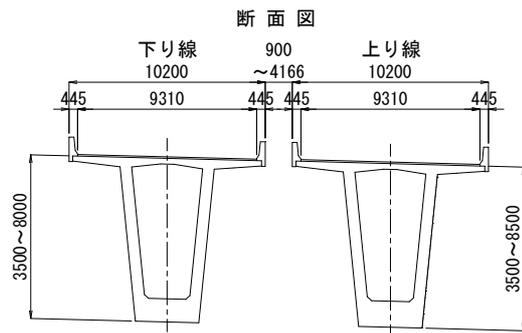


図-1 全体一般図

### 3. 中間支点横桁部のマスコンクリート対策

#### 3. 1 対策概要

本橋梁の中間支点横桁部は、充実断面かつ同構造形式では最大規模の部材寸法（高さ8.5m×厚さ6.5m）のマスコンクリート構造であることから、セメントの水和熱に起因した温度ひび割れの発生が懸念された。そのため、発生温度が高い部材内部にパイプクーリングを実施し、通水冷却効果により、部材内部の水和発熱量を低減し、温度ひび割れの発生を抑制することとした。

#### 3. 2 三次元温度応力解析

##### (1) 解析条件

施工に先立ち、三次元温度応力解析を実施し、パイプクーリングによる効果を確認することとした。コンクリート打設は1日の打設数量および施工性を考慮し、3ロットに分割（図-2）して行うため、解析もロット割を考慮して行った。解析条件を表-2に示す。

表-2 温度解析条件

コンクリート	使用セメント種	---	早強	外気温	架設地点の日平均気温データを使用 (9月と仮定し20℃前後)			
	設計基準強度	N/mm <sup>2</sup>	40		熱伝達率 <sup>1)</sup>	合板	W/m <sup>2</sup> ℃	8
	単位セメント量	kg/m <sup>3</sup>	423			養生マット	W/m <sup>2</sup> ℃	5
	単位水量	kg/m <sup>3</sup>	165			露出面	W/m <sup>2</sup> ℃	14
パイプクーリング	パイプ径	mm	27.6	パイプクーリング <sup>2)</sup>	W/m <sup>2</sup> ℃	358		
	流量	l/分	20					
	通水温度	℃	20					

##### (2) 解析結果

三次元温度応力解析では、パイプクーリングを実施すると、部材内部の最高温度は、15℃～20℃程度低減する事ができ、平均ひび割れ指数は、0.7程度から1.3以上へ改善できることが確認できた。解析結果を図-3に示す。

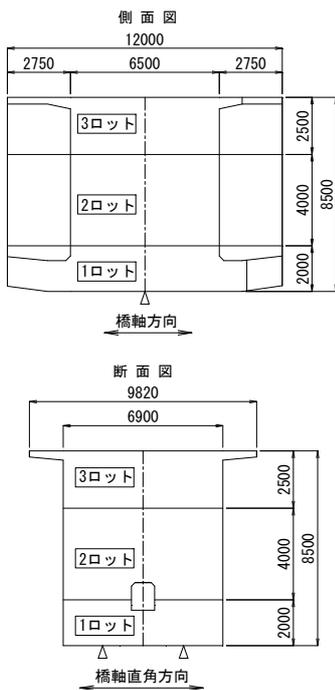


図-2 打設ロット割図

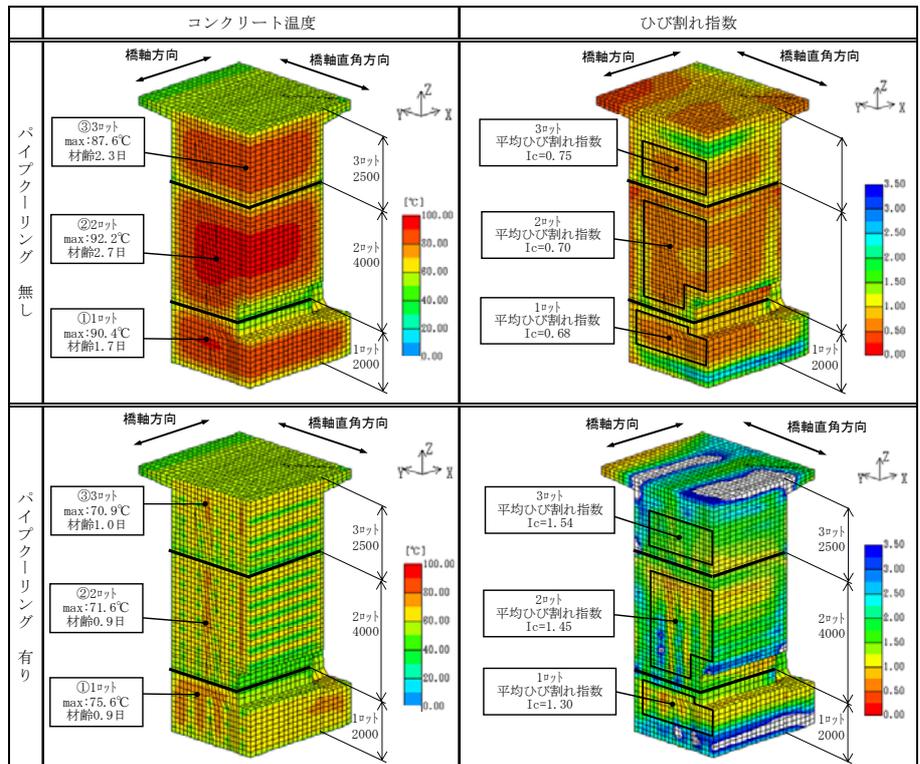


図-3 P2中間支点横桁部 温度応力解析結果

### 3. 3 パイプクーリングの実施

三次元温度応力解析結果を踏まえ、中間支点横桁部にパイプクーリングを実施した。クーリングパイプには、1インチ (内径27.6mm/外径34mm) のSGP管 (SGP25A) を用い、配置間隔は、コンクリート打設の施工性を考慮して、水平方向平均750mm間隔、鉛直方向平均500mm間隔とした (図-4)。クーリングパイプ内の通水は、水温コントロールユニットにて温度を20℃程度にした水を使用し、コンクリート内部温度と外気温の差が20℃以内となる5日間行った。パイプクーリングの設備図を図-5に示す。パイプクーリング終了後には、クーリングパイプ内の空隙にグラウトモルタルを充填した。

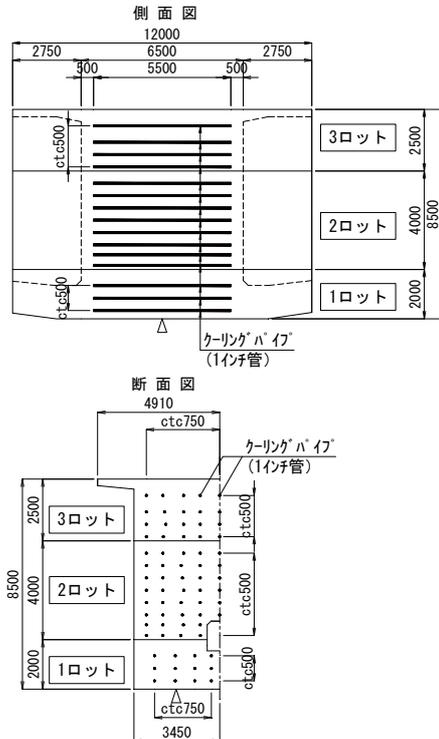


図-4 クーリングパイプ配置図

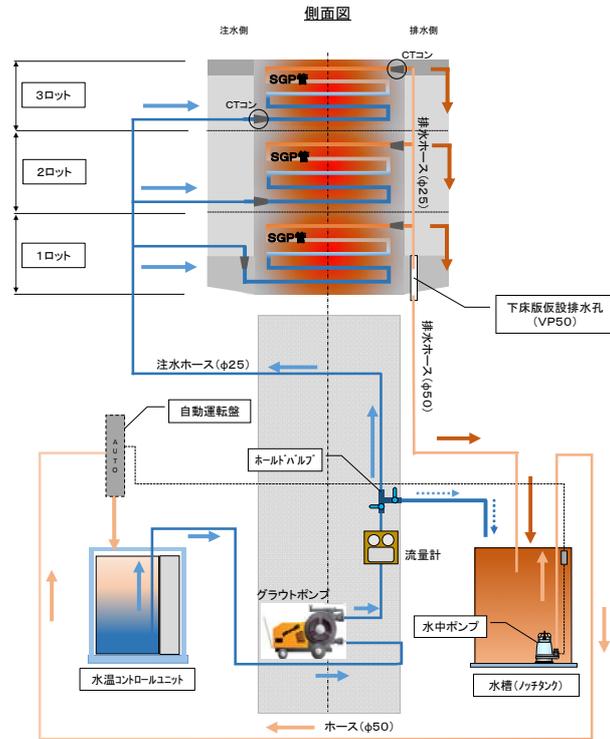


図-5 パイプクーリング設備図

### 3. 4 コンクリート温度計測結果

コンクリート温度の計測箇所および結果を図-6、表-3に示す。コンクリート最高温度の実測値は、解析値に対し、1ロット、3ロットは5℃程度高く、2ロットは6℃程度低い結果となった。原因として、クーリングパイプ配置が、1ロット、3ロットはPC鋼材や鉄筋との取り合いを考慮し、若干偏ったため、部分的に冷却効果を得づらい箇所があったことに対し、2ロットは全体的に配置できたことで、冷却効果が得やすかったことが考えられる。さらに、実施工と解析条件の仮定値 (通水温度、外気温など) の誤差なども考えられる。ただし、パイプクーリングを行わなかった場合には、コンクリート温度が90℃程度になることを考慮すると、一定の冷却効果を得られており、施工後にひび割れを確認できなかったことを鑑みると、マスコンクリート対策としてパイプクーリングは有効であったと考える。

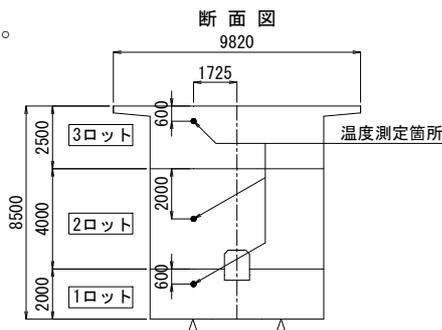


図-6 コンクリート温度計測位置 (P2)

表-3 温度計測結果と解析値の比較 (P2)

	コンクリート最高温度 (°C)	
	実測値	解析値
3ロット	75.3	70.9
2ロット	65.1	71.6
1ロット	82.0	75.6

#### 4. 飛来・落下物防止対策

P2張出し部は、府道、町道およびJR山陰線上に架設するため、近接工事範囲の柱頭部施工、張出し施工および橋面施工には、足場板、メッシュシートなどにより全面防護を施した(図-7)。さらに、安全対策としてJR山陰線の列車通過時には、作業の停止や、資材運搬用のクレーンの旋回停止を行った。また、張出し架設用の架設作業車の移動は、事前に列車運行ダイヤを確認し、列車が通過しない時間に行った。

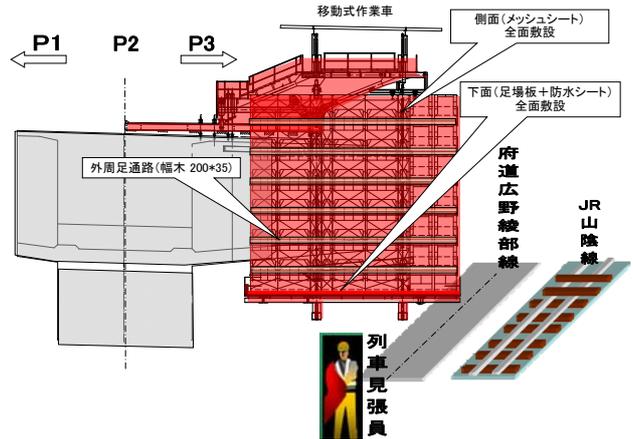


図-7 架設作業車全面防護図

#### 5. 上下線近接に配慮した施工

本橋梁は上下線が、近接して並列に架設され、工程の関係から、同時期に張出し架設を行う必要があった。そのための施工的な配慮として以下の点があった。

- ①床版横締PC鋼材は、上下線の中央側へのジャッキ配置が困難なことを考慮し、外側からの片側緊張として設計されている(図-8)。
- ②架設作業車の上下線中央側への張出し部分を、最小寸法に改造し、干渉を避けた(写真-1)。
- ③上り線を4ブロック程度先行して施工し、架設作業車が並列しないように配慮した(写真-2)。

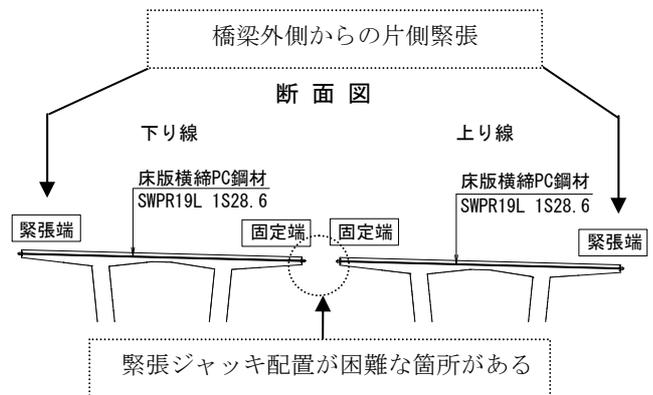


図-8 床版横締PC鋼材緊張位置図



写真-1 架設作業車



写真-2 P2張出し架設状況

#### 6. あとがき

本橋の施工は、現在(5月上旬)はP1張出し施工が完了、P2張出し施工は進行中の状態である。無事故・無災害で順調に進行できている、適切な施工、安全対策ができていると考えている。安全な施工および適切な品質を確保して竣工を迎えるために、引き続き努力をしていきたい。

今後、本報告が同種橋梁において、現場施工の参考になれば幸いである。最後に、本工事の計画・施工にあたり、多大なご指導、ご協力をいただいた関係各位に深く、感謝の意を表します。

#### 参考文献

- 1) 土木学会, コンクリート標準示方書 設計編, 2007年制定
- 2) 田辺忠顕, 山川秀次, 渡辺朗: パイプクーリングにおける管壁面の熱伝達率の決定ならびに冷却効果の解析, 土木学会論文報告集 第343号・1984年3月