

## 高橋脚・非対称張出しを伴う4径間連続ラーメン箱桁橋の施工—大坂谷川橋—

(株)ピーエス三菱 正会員 ○田邊 睦  
 (株)ピーエス三菱 正会員 重越 謙  
 (株)ピーエス三菱 正会員 豊島 拓郎  
 (株)ピーエス三菱 正会員 鈴木 拓朗

### 1. はじめに

大坂谷川橋は、四国横断自動車道（須崎新庄～窪川）中土佐ICと影野ICの間に位置し、大坂谷川に沿ったU字状の深い谷間の地形に架設されたPC4径間連続ラーメン箱桁橋である。本橋は片持ち張出し架設で施工を行ったが、70mを超える高橋脚を有し、橋脚の左右で張出しブロック数が異なる非対称張出しであり、その施工においては種々の検討が必要とされた。

本稿では、このような施工条件下で、特に課題として挙げられた、コンクリートの品質管理と主桁の上げ越し管理についての報告を行う。

### 2. 橋梁概要

主桁断面図を図-1に、全体一般図を図-2に示す。

構造形式：PC4径間連続ラーメン箱桁橋

橋 長：391.000m

桁 長：389.800m

支 間：63.700+112.000+119.000+93.700m

全 幅 員：10.150m

有効幅員：9.260m

縦断勾配：2.300～4.000%

横断勾配：2.500%

平面線形：R=∞

架設方法：片持ち張出し架設工法

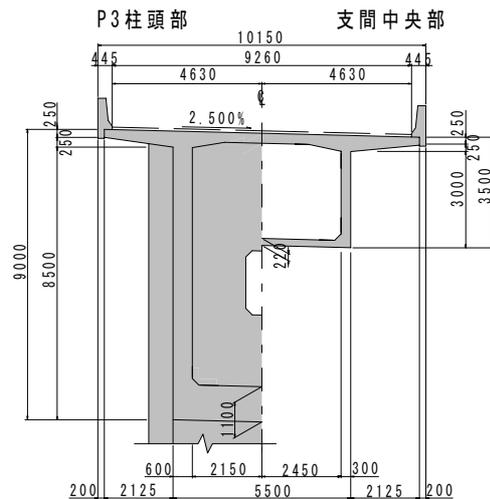


図-1 主桁断面図

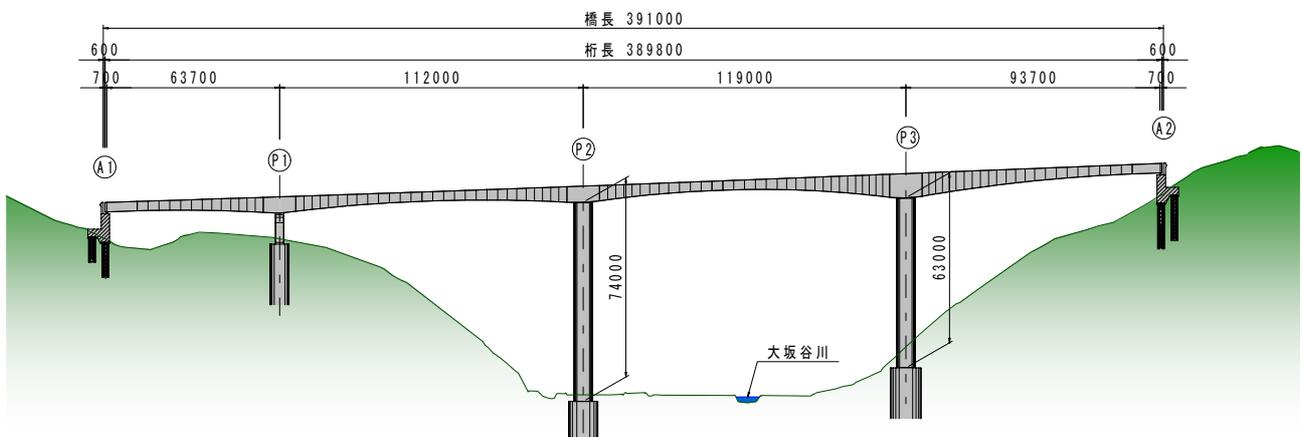


図-2 全体一般図

### 3. 施工概要

#### 3.1 コンクリート鉛直圧送試験

##### (1) 試験概要

本橋の主桁コンクリート打設は、地上に配置したコンクリートポンプ車より、橋脚に設置した縦配管を使用して鉛直圧送を行う計画とした。しかしながら、P2橋脚およびP3橋脚はそれぞれ地上から74mおよび63mの橋脚高を有するため、鉛直圧送によるコンクリートの材料分離や配管の閉塞が懸念された。

以上より、柱頭部の施工に先立ち、高所へのポンプ圧送がスランブなどのコンクリートの品質にどの程度影響するか、また、コンクリートの配合条件がポンプの圧力負荷にどの程度影響し、時間あたりの吐出量をどの程度に設定すればポンプ圧送作業を安全に行うことができるかの確認のために、鉛直圧送試験を実施した(図-3)。

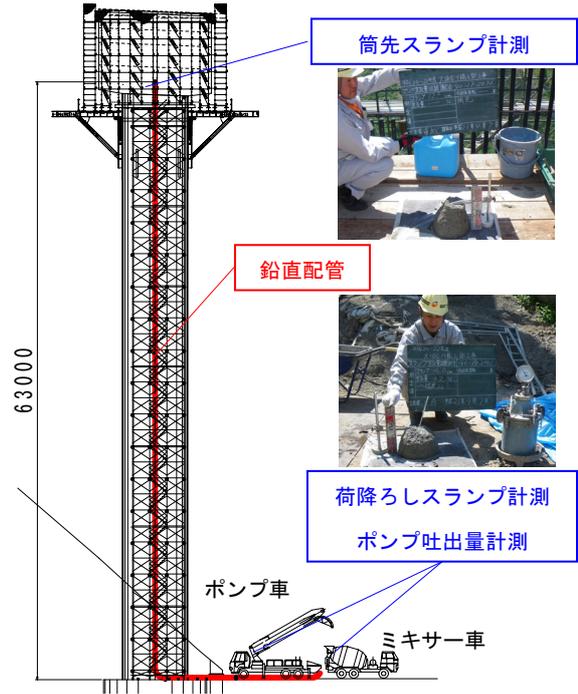


図-3 圧送試験概要図

表-1に本試験に使用したコンクリートの配合表を示す。配合(a)および(b)は柱頭部に用いる普通セメントを使用した配合であり、配合(c)および(d)は張出し施工部に用いる早強セメントを使用した配合である。なお、スランブの設定は、それぞれ、あらかじめ行った試し練りにより選定した15cmと17cmの2タイプとした。

表-1 コンクリート配合表

配合	スランブ (cm)	空気量 (%)	設計基準強度 (N/mm <sup>2</sup> )	セメントの種類	W/C (%)	s/a (%)	水 (kg)	セメント (kg)	混和剤(kg)	
									高性能AE減水剤	AE剤
(a)	15	4.5	40	N	41.8	46.4	162	388	C×0.75%	C×0.00125%
(b)	17	4.5	40	N	41.8	46.4	162	388	C×0.8%	C×0.0015%
(c)	15	4.5	40	H	42.3	46.6	160	378	C×0.7%	C×0.002%
(d)	17	4.5	40	H	42.3	46.6	160	378	C×0.75%	C×0.00225%

##### (2) 試験結果および対応

表-2に鉛直圧送試験によるスランブ試験結果とコンクリート吐出量検討結果を示す。

鉛直圧送によるスランブロス、設定スランブによる差異は確認できなかったものの、使用セメントの影響については、柱頭部施工に用いる普通セメントにおいて最大で4.0cm (平均で2.25cm)、張出し部施工に用いる早強セメントにおいては最大で6.0cm (平均で5.25cm) のロスが生じた。

また、管内圧力損失は、いずれの配合においても計算値よりも実測値のほうが大きく、最大で1.5倍となった。よって、実施工では、理論値の1.5倍の管内圧力損失が生じるものとして検討を行った結果、今回使用するコンクリートポンプ車における吐出可能量は、20 m<sup>3</sup>/h程度であると判断した。

表-2 圧送試験結果

配合	(a)	(b)	(c)	(d)
荷下ろし時スランブ	13.5cm	16.0cm	16.0cm	18.5cm
筒先スランブ	13.0cm	12.0cm	10.0cm	14.0cm
スランブロス	0.5cm	4.0cm	6.0cm	4.5cm
管内圧力損出 (実測値/計算値)	1.3倍	1.5倍	1.3倍	1.1倍
*吐出量(20m <sup>3</sup> /h)時のポンプ圧力	5.35Mpa	4.68Mpa	5.35Mpa	4.68Mpa
*吐出量(30m <sup>3</sup> /h)時のポンプ圧力	7.35Mpa	6.68Mpa	7.35Mpa	6.68Mpa
ポンプ車の圧送能力	6.28Mpa	6.28Mpa	6.28Mpa	6.28Mpa

※管内圧力損出を1.5倍として算出

以上の結果より、普通セメントを使用する柱頭部施工においては、吐出量20m<sup>3</sup>/h程度であれば圧送可能であると判断し、鉛直圧送によるコンクリート打設を行う計画とした。しかしながら、早強セメントを使用する張出し部施工において橋面上に水平配管を行った場合には、スランプロスが試験結果よりもさらに大きくなると予想されること、管内の圧力損失がさらに増大すること、春期に施工する柱頭部とは違い施工時期が夏期に跨ることより、常時高压での圧送は、ポンプ故障のリスクや配管閉塞のリスクが大きくなると判断した。よって、張出し施工時には橋面上に定置式ポンプを設置し、コンクリートの二次圧送をおこなう計画とした。また、鉛直配管および水平配管には、それぞれ、断熱シートおよび散水した湿潤マットによる養生を行った。写真-1に定置式ポンプによる二次圧送状況を、写真-2, 3に鉛直配管および水平配管の養生状況を示す。



写真-1 二次圧送状況



写真-2 鉛直配管養生



写真-3 水平配管養生

### 3.2 柱頭部マスコンクリート対策

本橋の柱頭部横桁はマスコンクリートであり、コンクリートの硬化熱によるひび割れの発生が懸念された。また、P3柱頭部は桁高が9.0mあり、1回の打設高さについても検討を要した。そこで、事前に温度応力解析を実施し、以下の対策効果について確認するものとした。

- ・ 対応策
  - a) 5分割打設
  - b) 普通セメントの使用
  - c) 外ケーブル偏向管を用いたエアクーリング
  - d) 型枠存置期間の延長

図-4に温度応力解析結果（最小ひび割れ指数）を、写真-4にエアクーリング状況を示す。

解析の結果、上記の対応策を考慮した後においても、ひび割れ指数が1.0以下となった部位については最大ひび割れ幅が0.2mm以下となるように補強鉄筋を配置した。また、脱枠後に柱頭部の橋体全面にケイ酸リチウム系の高浸透性無機質コンクリート改質剤およびコンクリート収縮低減剤の塗布を行った。

上記の対策により、いずれの柱頭部においても有害なひび割れの発生は認められなかった。

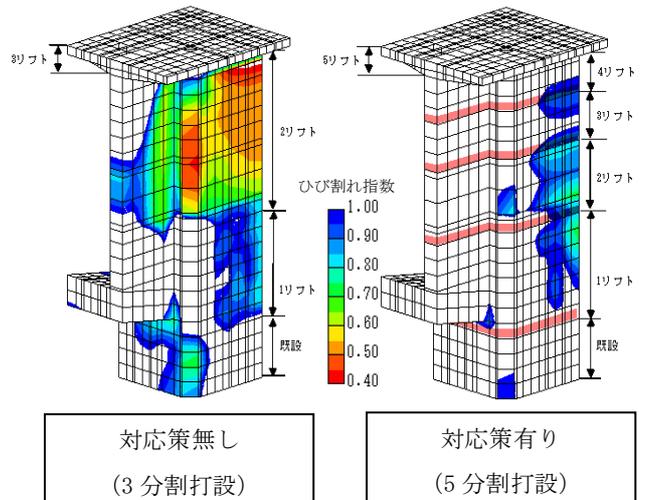


図-4 温度応力解析結果

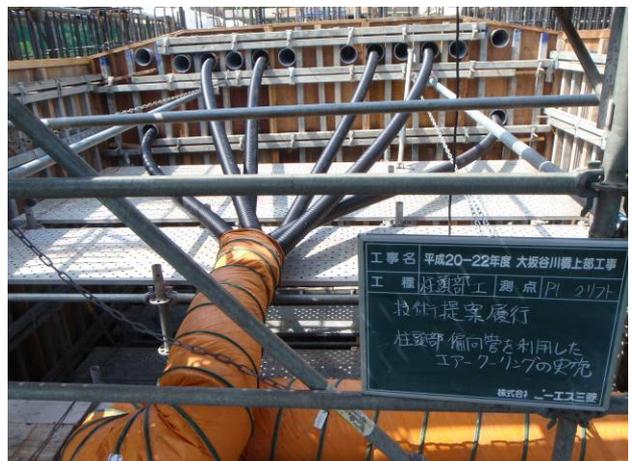


写真-4 エアクーリング状況

### 3.3 高橋脚および非対称張出しを有する条件下での上げ越し管理

上述のように、本橋はP2橋脚およびP3橋脚が高橋脚を有する。また、P2張出し施工区間とP3張出し施工区間は共に非対称張出しを有する。このような施工条件のもとでは、橋脚の変形が主桁のたわみに影響し、その影響はアンバランスモーメントが大きく作用する非対称張出し時において顕著となる。

そこで、当該の2橋脚に傾斜計を設置し、橋脚の傾斜角をもとに算出した主桁たわみと設計値との差異を非対称張出し時の主桁上げ越し値に反映する方針とした。また、P3橋脚は斜面上に位置するため、基礎の挙動にも注目する必要があり、傾斜計を橋脚の基部にも設置した(図-5)。傾斜角の測定は、各ブロック架設においてアンバランスモーメントが最大となる片側ブロック打設時に行う計画とした。また、上げ越し量の補正を行う場合、1ブロックあたりの補正量が過大とならないように数ブロックの区間で実施する必要があるため、非対称張出し施工区間5ブロック手前までの挙動を評価するものとした。(P2は7BL, P3は14BL)

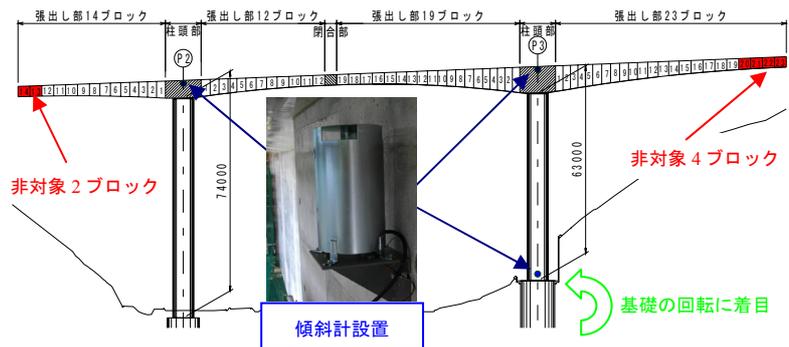


図-5 架設ブロック割付図

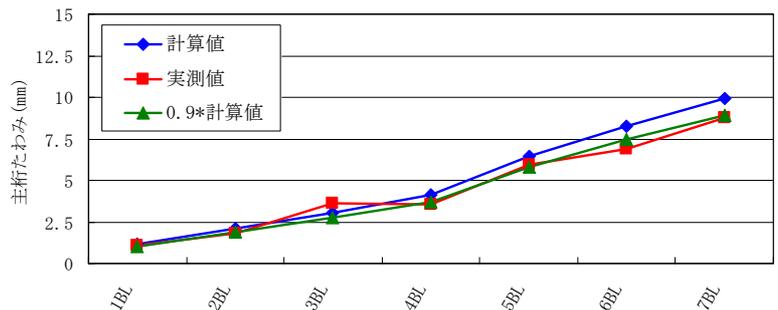


図-6 P2 橋脚変形による主桁たわみ

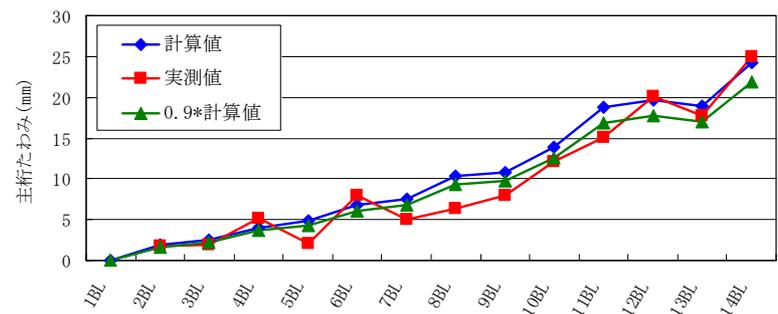


図-7 P3 橋脚変形による主桁たわみ

計測結果を図-6、図-7に示す。P2橋脚において、3BL打設時に計算値を上回る結果が見られるものの、その他の測点においては計算値を下回る結果となり、対計算値が概ね90%程度であった。また、P3橋脚はP2橋脚に比べ実測値にばらつきが見られるものの、同様に実測値は計算値を下回る傾向であった。これは、橋脚のヤング係数や剛域の差によるものと思われる。よって、非対称張出し時においては、こうした橋脚変形によるたわみ差が1ブロック架設あたりで10%程度影響するため、この誤差を考慮した主桁の上げ越し管理を行った。なお、P3橋脚基部の傾斜計データは張出し架設開始時から完了時までほぼ変位しておらず、斜面の影響は確認されなかった。

### 4. おわりに

本橋は、平成22年10月に無事完成した(写真-5)。工事開始当初からの課題点であった、高橋脚かつ非対称張出しを有する施工条件のもとでのコンクリートの品質管理および主桁のたわみ管理について適切な対応ができたと考えている。

最後に、本橋の施工に際して、多大なご指導、ご協力を賜った関係各位に深く感謝の意を表す。また、本報告が今後の同種橋梁の施工の参考になれば幸いである。



写真-5 完成写真