

論文・報告

# 第二阪和国道 南山中1号橋の施工

## ～柱頭部のマスコンクリート対策と A1 側径間施工の工夫～

### The use of Cooling Air to Column Capital

札立 重好 \*1  
Shigeyoshi FUDATATE

吉岡 勝彦 \*2  
Katsuhiko YOSHIOKA

寶金 孝弘 \*3  
Takahiro HOUKIN

平田 法丈 \*4  
Noritake HIRATA

住谷 安子 \*5  
Yasuko SUMIYA

大久保 孝 \*6  
Takashi OKUBO

第二阪和国道は、大阪と和歌山を結ぶ約 53kmの幹線道路で、並行する国道 26 号の年間を通じた慢性的な交通渋滞の解消等を主な目的とした道路である。本橋の施工時においては、大阪府内および和歌山県内で部分的に供用しており、さらに、2011年3月26日に箱ノ浦ランプ～淡輪ランプの区間約 2.8km（このうち、本橋の橋長は、210.5m）が開通し、本橋も供用が開始されている。

本稿では、柱頭部のマスコンクリート対策として実施したエアークーリングおよび供用中であった off ランプ上の施工である A1 側径間部の施工を中心に報告する。

キーワード：柱頭部、マスコンクリート、エアークーリング、温度応力解析、ひび割れ指数

## 1. はじめに

南山中1号橋は、第二阪和国道の延伸工事である箱ノ浦ランプ～淡輪ランプ区間約 2.8km の内、橋長 210.5m の PC3 径間連続ラーメン箱桁橋である（図 1）。

第二阪和国道は、「大阪と和歌山を結ぶ約 53km の幹線道路で、並行する国道 26 号の年間を通じた慢性的な交通渋滞の解消等を主な目的とした道路」<sup>1)</sup>である。本橋の施工時においては、大阪府内の約 39km および和歌山県内の約 2km が部分的に供用中であった。

橋体の施工は、トラベラーによる張出し架設工法により行い、側径間部を閉合した後、中央径間を閉合する施工手順であった。なお、P1 張出しについては、7 ブロックまで施工した後、固定支保工により A1 側径間を閉合し、残り 3 ブロックを P2 橋脚に向かって片側に張出す施工手順であった。

本稿では、柱頭部のマスコンクリート対策として実施したエアークーリングおよび供用中の off ランプ上に立体交差することとなった A1 側径間部の施工方法を中心に報告する。

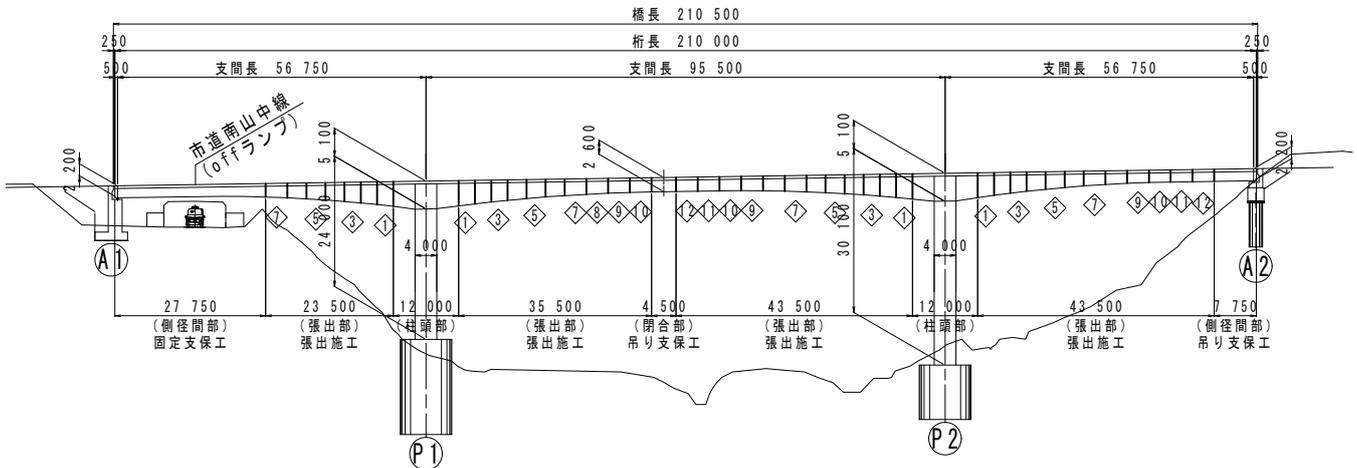


図1 全体一般図

\*1 川田建設(株) 西日本統括支店事業推進部技術課  
\*2 川田建設(株) 西日本統括支店事業推進部工事課 統括工事長  
\*3 川田建設(株) 西日本統括支店事業推進部工事課 係長

\*4 川田建設(株) 西日本統括支店事業推進部工事課  
\*5 川田建設(株) 技術部技術課  
\*6 川田建設(株) 西日本統括支店事業推進部技術課 課長

## 2. 工事概要

工事概要を以下に、標準断面図を図2に示す。橋脚支点部（柱頭部）の横締め定着では、定着具の切り欠きと鉄筋（スターラップ、柱頭部の主鉄筋）との干渉を避けるため、柱頭部の外側としている（写真1）。

工事名：第二阪和国道 南山中1号橋PC上部工事

工期：2009年10月7日～2011年3月4日

構造形式：PC3径間連続ラーメン箱桁橋

橋長：210.500m

支間長：56.750 + 95.500 + 56.750m

有効幅員：10.260m

平面曲線：(A=300, L=128.571)～(A=380, L=180.5)

縦断勾配：1.500%

横断勾配：1.384%～4.000%

架設工法：固定支保工架設(A1-P1側径間)、

張出架設(P1, P2)、

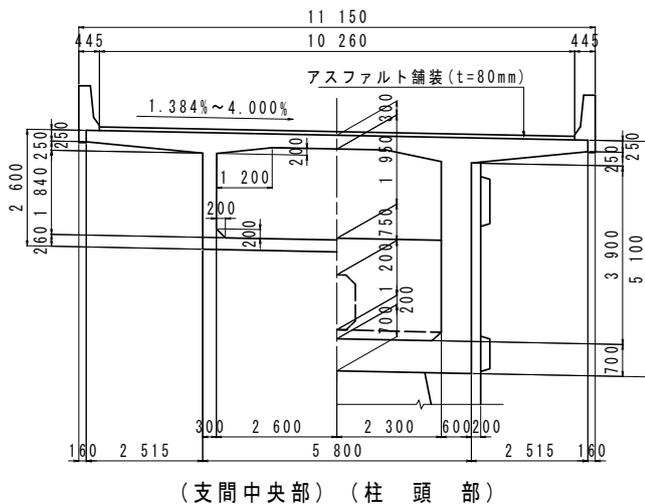
吊り支保工架設(P2=A2側径間)

PC鋼より線：(内) SWPR7BL 12S15.2、

(縦締) (外) SWPR7BL 19S15.2

PC鋼より線：(床版) SWPR19L 1S28.6(プレグラウト)、

(横締) (横桁) SWPR19L 1S28.6(グラウト)



(支間中央部) (柱頭部)

図2 標準断面図



(定着後)

(カバーコンクリート打設後)

写真1 柱頭部の横締め定着

## 3. 柱頭部におけるエアークーリング

本橋の柱頭部（桁高5.1m）は2枚壁で、上半身は高さ2.25m、幅5.8m、厚さ4mでマスコンクリートに該当し（図3斜線部）、一般にセメントの水和発熱に起因する温度ひび割れの発生が懸念される箇所である。施工計画において、コンクリートの水和熱を低減し、温度ひび割れの発生を抑制するため、エアークーリングを実施することとした。施工計画時に行った温度解析条件を表1に示す。クーリングの風速は7.5m/sとし、熱伝達率 $\eta$ は、土木学会コンクリート標準示方書<sup>2)</sup>の風速と熱伝達率の関係より、 $\eta=30.3\text{W/m}^2\cdot\text{C}$ とした。図3に示すように、コンクリートを2リフトに分けて打設し、クーリング用のパイプは、橋軸方向では外ケーブルの偏向管(14本)、直角方向では横桁横締め(22本)および追加のシース管(4本)を利用した。なお、追加のシース管については、温度応力

表1 解析条件

項目		単位	物性値
熱物性	熱伝導率	W/m <sup>2</sup> C	2.7
	密度	kg/m <sup>3</sup>	2400
	比熱	kJ/kg°C	1.26
	セメント種類	-	早強
	セメント量	kg/m <sup>3</sup>	439
	膨張材	kg/m <sup>3</sup>	20
境界条件	合板	W/m <sup>2</sup> C	8.0
	シース(風速7.5m/s)	W/m <sup>2</sup> C	30.3
	養生マット	W/m <sup>2</sup> C	5.0

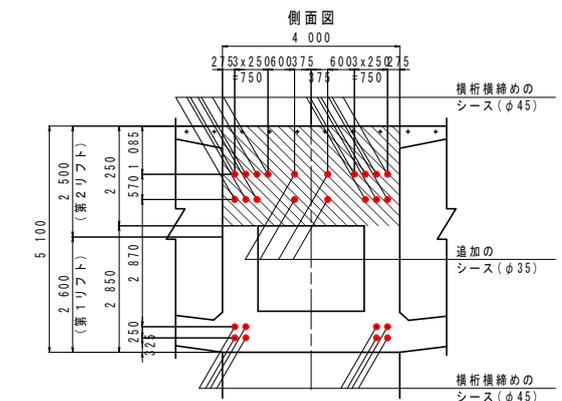
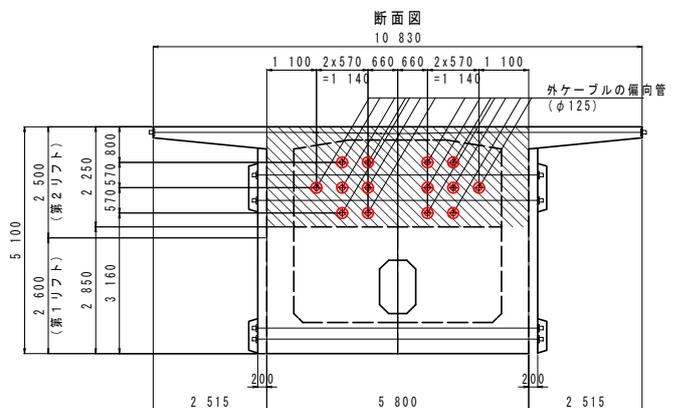


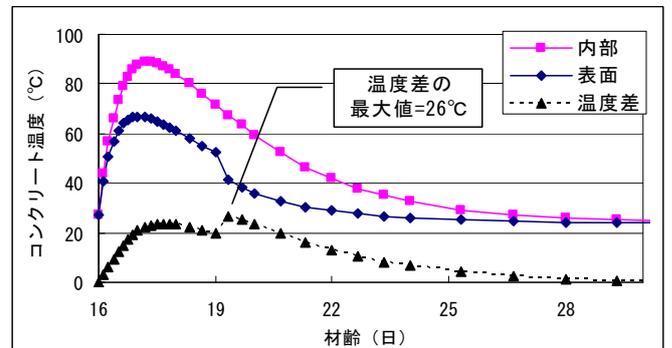
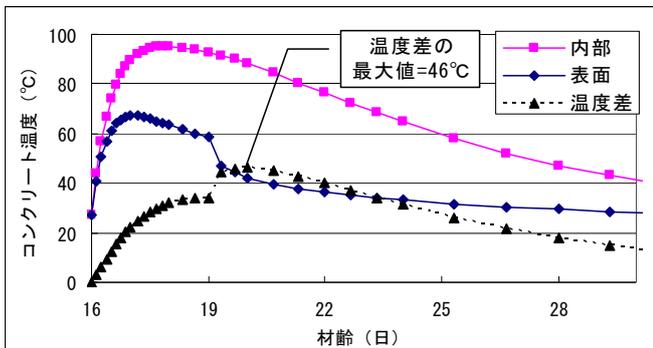
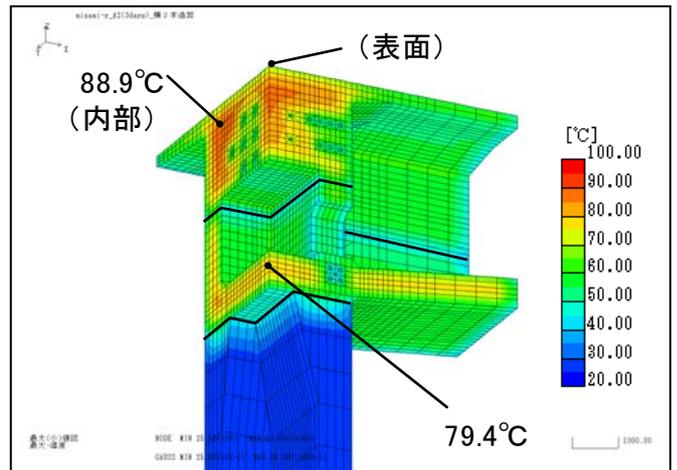
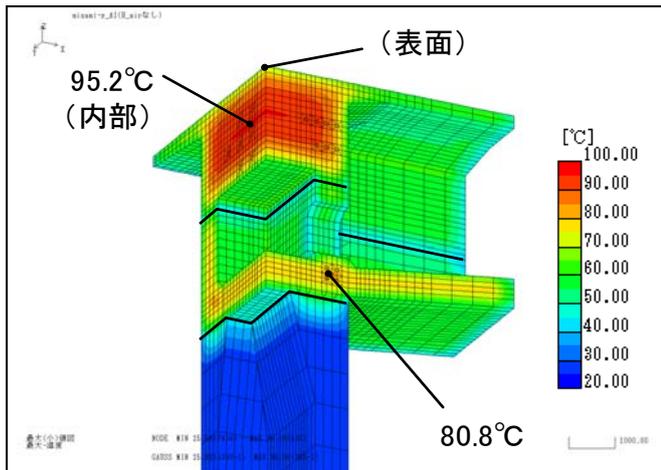
図3 コンクリート打設のリフト割とクーリング用のパイプ

解析のクーリング無しにおいて、内部温度が高い箇所（図4（クーリング無し））に配置した。

クーリングの有無を比較した温度応力解析結果として、図4に最高温度分布図および横桁内部と上床版上面の温度履歴図、図5にひび割れ指数1.0以下の領域比較を示す。最高温度は、クーリング無しの場合は95.2℃、クーリング有りの場合は88.9℃となり、約6℃低下し、最高温度の発生箇所が横桁内部から横桁表面側となった。さらに、クーリングを実施することで、ひび割れ指数1.0以下の面積が約77%低減し、マッシブな部分におけるひび割れ指数の最小値が0.58から0.86に改善した。また、

クーリングにより内部と表面の温度差が小さくなったことが図4の温度履歴より確認できる。最高温度付近の温度差は25～30℃程度であり、その後、クーリング無しでは最大約46℃まで大きくなるが、クーリング有りでは最大約26℃となり温度差に変化がみられない。

施工時に実施したエアークーリング状況を写真2に示す。偏向管には送風機を各々について配置し、シース管にはターボブロアに取り付けた分岐管からのホースを配置して送風作業を実施した。風速の確認には送風計を用い、解析条件とほぼ合致していることを確認した(写真3)。



(クーリング無し)

(クーリング有り)

図4 クーリング有無を比較した最高温度分布図および横桁内部と上床版上面の温度履歴図

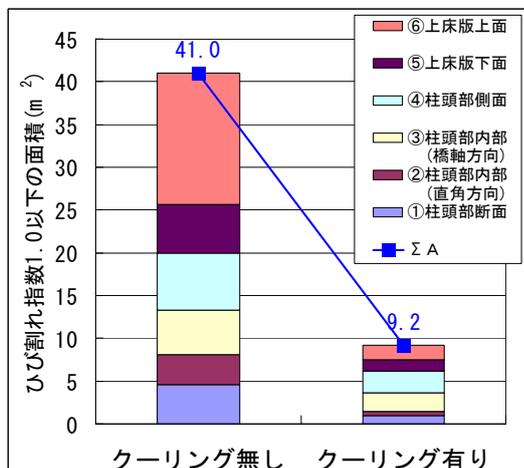
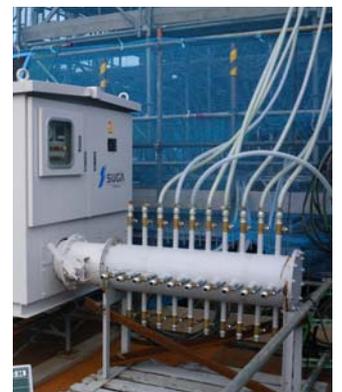


図5 ひび割れ指数1.0以下の領域比較



(偏向管部)



(シース管部)

写真2 エアークーリング状況



写真3 風速の確認状況



写真4 張出施工状況

#### 4. 施工概要

##### (1) 施工ステップ

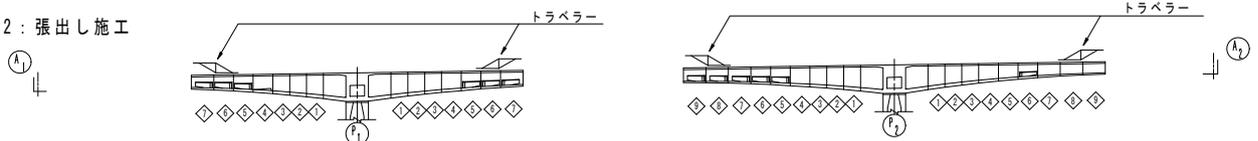
図6に施工ステップ図を示す。柱頭部を施工した後、P1橋脚とP2橋脚に各々2基ずつトラベラーを配置した(写真4)。P1橋脚張出し施工において7ブロックまで対称施工を行い、A1側トラベラーを撤去後、P2側トラベラーを7ブロック先端まで移動する。それから、A1側径

間を閉合した後、P2側の8~10ブロックを片側張出し施工する。また、P2橋脚張出し施工において12ブロックの対称施工の後、A2側径間を閉合する。その後、P1-P2の中央閉合部を閉合し構造系が完成する施工ステップである。

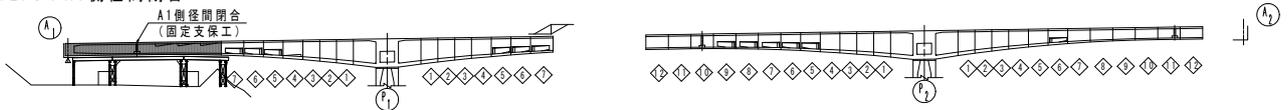
##### STEP1: 柱頭部施工



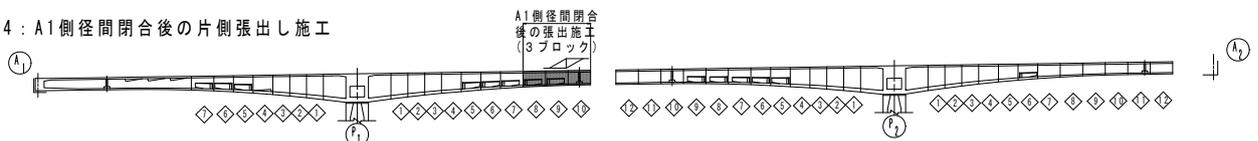
##### STEP2: 張出し施工



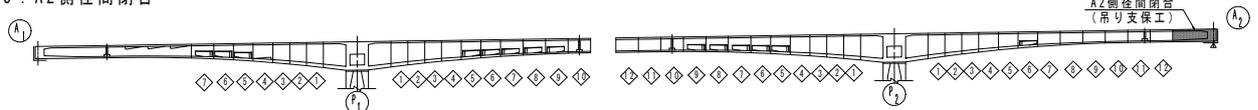
##### STEP3: A1側径間閉合



##### STEP4: A1側径間閉合後の片側張出し施工



##### STEP5: A2側径間閉合



##### STEP6: 中央閉合→構造系完成

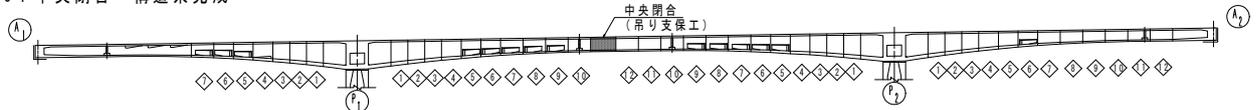


図6 施工ステップ図

(2) 供用中 off ランプ上 (A1 側径間) の固定支保工による施工

A1 側の側径間支保工施工部は施工当時に供用中であった第二阪和国道の終点部に位置し(写真5), off ランプとの交差部における桁下空間は約 5.3m であった。off ランプは昼夜とおして交通量が多く, 通行止めができない条件であり, 第三者災害を防止することを念頭に置き, 支保工の組立・解体を計画した(図7)。off ランプの建築限界は 4.5m であり, 支保工の制約高は約 0.8m(①)しかとれなかった。この条件により, 支保工として最低限必

要な高さは, 支保工解体時に主梁を横取りする空間を確保するための鋼製スパーサー厚 100mm(②), 型枠材高の 219mm(③)(図8)を差し引いて, 残された高さは約 480mm(①-②-③)となった。したがって, 主梁には H400×400 を使用した直受支保工とした。なお, off ランプへの落下物を防止するため, 隙間なく主梁を敷設した(写真6)。

A1 側径間閉合後の支保工解体における主梁の撤去フローを図9に示す。まず, 支柱式支保工の下に敷設してある鋼製スパーサー(100mm)を合板8枚(96mm)に置き換えた



写真5 施工当時、供用中の off ランプ



写真6 主梁敷設状況

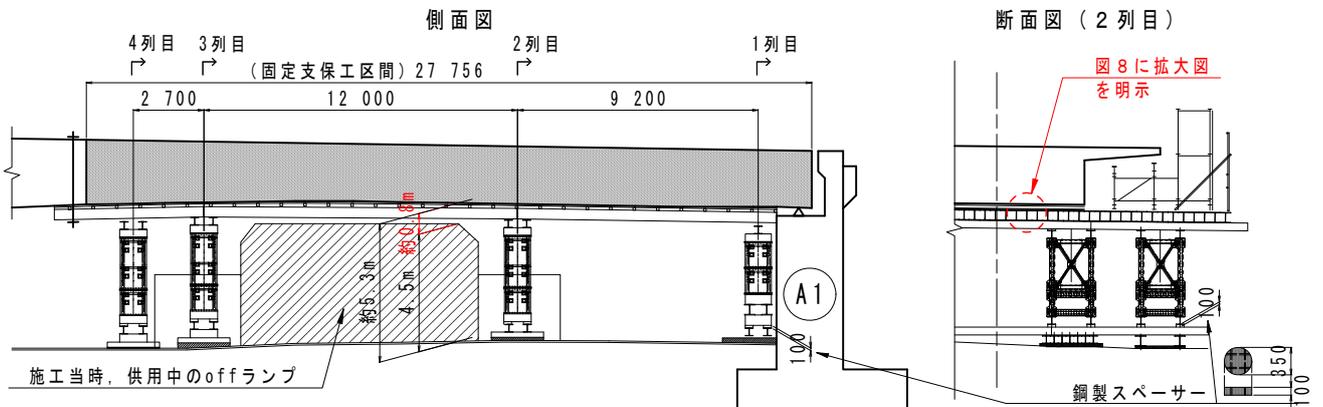


図7 固定支保工図

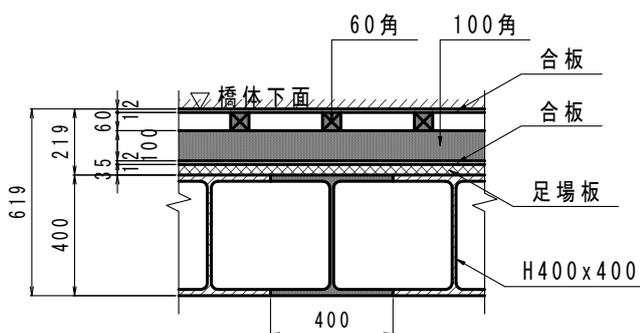


図8 底版型枠詳細図

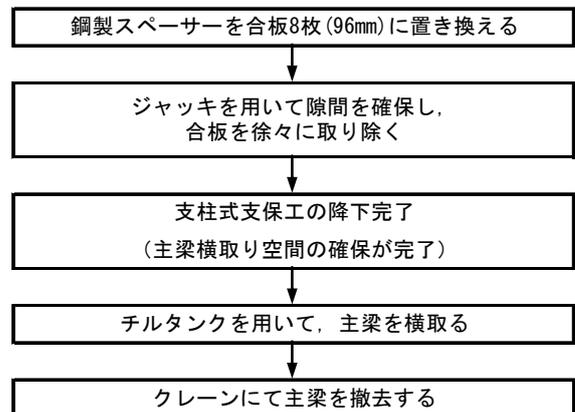
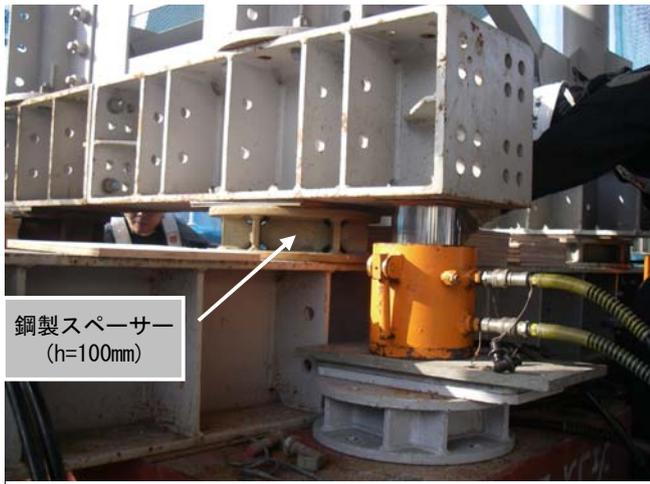


図9 主梁の撤去フロー



(置換え前)



(置換え後)

写真7 鋼製スペーサーの合板への置換え



写真8 チルトタンクを用いた主梁の横取り

(写真7)。次に、置き換えた合板を1枚ずつ取り除きながら支柱式支保工を下げ、主梁の横取り空間を確保した。その後、チルトタンクを用いて主梁を横取りし(写真8)、クレーンにて撤去した。

offランプにおいては、昼間は交通渋滞が頻繁に発生し、夜間は猛スピードで通行する車両があった。そこで、交通安全対策として、夜間に点灯するマスコットバルーン(写真5,9)を設置して、工事看板および走行路面を照らすことにより、急カーブに対する注意喚起を行った。この対策等により事故は発生しなかった。



写真9 マスコットバルーン配置状況



写真10 完成時全景

## 5. まとめ

柱頭部施工のマスコン対策として、エアークーリングを実施した。温度応力解析では、クーリングを行うことでコンクリート内部と表面の温度差が小さくなり、ひび割れ指数1.0以下の領域を約77%低減することができ、ひび割れ抑制対策として有効であることが確認できた。ひび割れ調査の結果、ひび割れは発生しなかった。

なお、2011年3月4日に無事故無災害で竣工し(写真10)、2011年3月26日に本橋梁を含む箱ノ浦ランプ～淡輪ランプ区間約2.8kmが開通した。

最後に、本橋の施工に際し、ご指導、ご協力を賜りました関係各位に深く感謝いたします。

## 参考文献

- 1) 浪速国道事務所のホームページ, 第二阪和国道より, 2011.7.
- 2) 土木学会: 2007年制定 コンクリート標準示方書(設計編), pp.56-57, pp.331-343, 2008.3.