

## 首都圏中央連絡自動車道 宮山高架橋の設計・施工

三井住友建設(株)	正会員	○高岡	怜
中日本高速道路(株)		本庄	正樹
中日本高速道路(株)		寛延	栄二
三井住友建設(株)		石田	義博

### 1. はじめに

圏央道(さがみ縦貫道路)と新東名高速道路の接続部である海老名南 JCT の南側において、宮山高架橋、門沢橋第二高架橋およびCランプ橋のPC上部工を施工した。本稿では宮山高架橋の設計・施工の概要ならびに、本橋で実施した配温式パイプクーリングについて報告する。

宮山高架橋はPRC連続箱桁橋であり、PRC8径間とPRC4径間の2橋より構成されている。本橋は、1室箱桁から3室箱桁まで拡幅を有する構造であり、マスコンクリートとなる支点横桁では内外温度差によるひび割れが懸念された。そこで、ひび割れ抑制対策として部材内部に発生する熱を部材表面に配温することでコンクリートの内外温度差を低減させる配温式パイプクーリングを実施した。

### 2. 橋梁概要

宮山高架橋の橋梁諸元を以下に示す。位置図を図-1に、全体一般図を図-2に示す。

- 工事名：首都圏中央連絡自動車道 宮山高架橋他2橋(PC上部工)工事
- 発注者：中日本高速道路株式会社 東京支社
- 工事場所：神奈川県海老名市門沢橋～高座郡寒川町倉見
- 構造形式：PRC8径間連続箱桁，PRC4径間連続箱桁
- 橋長：344.0m，172.0m
- 支間：39.0m+5@40.0m+52.0m+51.05m，44.0m+2@42.0m+41.05m
- 桁高：2.300m
- 有効幅員：9.660m～19.472m



図-1 位置図

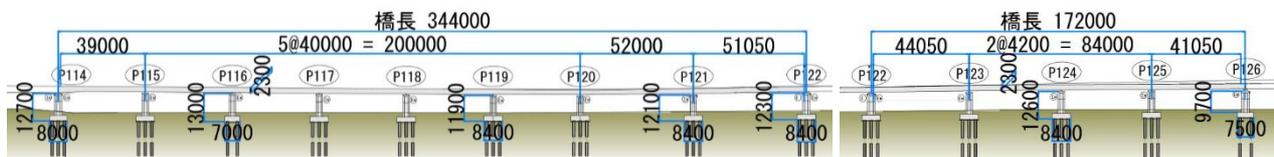


図-2 全体一般図

### 3. 設計および施工概要

#### 3.1 設計概要

本橋は有効幅員が 9.660m～19.472mまでの拡幅を有するため、1室箱桁から3室箱桁まで主桁断面が変化する構造とした(図-3, 4)。横締め PC 鋼材は、1S21.8 を 750mm 間隔で配置することを基本とし、拡幅部は床版支間に応じて 1S21.8 を 750mm 間隔から 500mm 間隔に変化させた。

施工方法は全支保工場所打ち工法を採用し、起点側から 1 径間毎に構築した。外ケーブルについては 2 径間ケーブルを基本とした。内ケーブルは単径間ケーブルを配置し、施工時に支保工撤去可能な本数を配置することとした。外ケーブルにはエポキシ被覆の PC 鋼より線 19S15.2 を採用し、内ケーブルには PC 鋼より線 12S12.7 を採用した。

本橋ではウェブ・下床版・支点横桁を1次施工として構築したのちに、上床版を2次施工として構築した。この際、ウェブ直上の上床版に既設コンクリートとの外部拘束によるひび割れの発生が懸念された。そこで2次施工において外部拘束によるひび割れを抑制するために収縮補償として膨張コンクリートを採用した。また、1次施工における支点横桁部はマスコンクリートとなるため、事前に温度応力解析を行いコンクリートの内外温度差を管理することにより、支点横桁におけるひび割れ抑制対策を行うこととした。

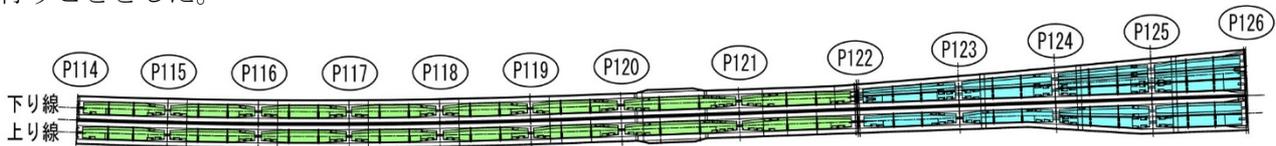


図-3 平面図

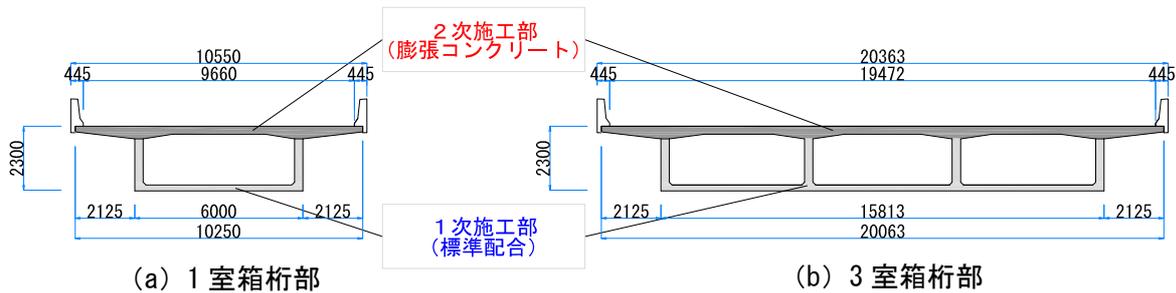


図-4 主桁断面図

#### 3.2 施工概要

本橋は住居地域に位置しており民家と近接施工となることから、支保工組立ておよび解体時の騒音の低減が課題であった。そこで支保工を一括横移動工法として施工し、組立ておよび解体の作業を軽減し騒音対策を行った(写真-1)。

また、2次施工となる上床版には膨張コンクリートを採用したため、保水効果の高い高機能養生マットにより十分な湿潤養生を行い膨張コンクリートの性能確保に努めた(写真-2)。



写真-1 支保工横移動実施状況



写真-2 養生状況

#### 4. 横桁に対するマスコンクリート対策

マスコンクリートとなる支点横桁には、セメントの水和発熱に伴うコンクリートの内外温度差によるひび割れの発生が懸念される。そのため、コンクリートの品質向上対策として本橋の支点横桁に対し、配温式パイプクーリングを実施した。配温式パイプクーリングは、マスコンクリートの部材中心部での吸熱により高温となった温水をコンクリート表面に配温することにより、従来のクーリング工法のマスコンクリート部材中心部の冷却効果に加え、マスコンクリートの内外温度差を低減するものである<sup>1)</sup> (図-5)。なお、配温式パイプクーリングの実施にあたり事前に温度解析を行った。解析条件はコンクリート標準示方書に記載される最も厳しい指標であるひび割れ発生確率が5%以下となる「ひび割れ指数1.75以上」<sup>2)</sup> を目標として実施した。

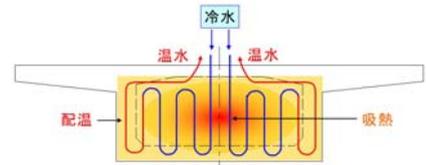


図-5 概念図

##### 4.1 温度解析

温度解析の検討箇所は最大幅員である3室箱桁部のうち、最もマスコンクリートとなる端支点横桁部(P126)とした。温度解析は配温式パイプクーリングを実施した対策工ありと、対策工なしの2つのケースについて行い、その効果の確認を行った。解析条件を表-1に、配合表を表-2に示す。

図-6には横桁内部の温度分布を、対策工の有無で比較したものを示す。図-7には横桁内部のひび割れ指数分布を、対策工の有無で比較したものを示す。対策工なしでは、横桁内部の最高温度が80℃となり、横桁内部と表面の最大内外温度差は32℃となった。対策工ありでは、横桁内部の最高温度が67℃となり、最大内外温度差は15℃となった(表-3)。対策を行うことで、内外温度差は17℃の低下がみられた。また、対策工なしの温度分布は内側から外側にかけて温度の低下が見られるが、対策工ありではそれぞれのパイプ周辺で温度が低下し、ほぼ一様の温度となった。

上記の結果、ひび割れ指数の分布は対策工なしでは横桁内部が0.69に対し、対策工ありでは横桁内部が1.77となり、局部を除きひび割れ指数1.75以上を確保できた。よって実施工において、ひび割れ発生確率が5%以下となる「ひび割れ指数1.75以上」を満足する指標としてコンクリートの最大内外温度差を15℃以内として管理値を設定することとした。

表-1 解析条件

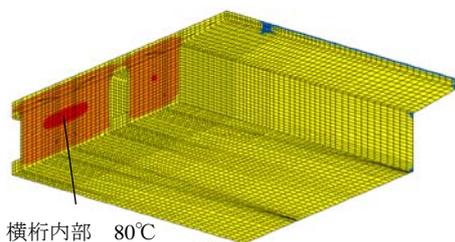
セメントの種類	普通ポルトランドセメント
設計基準強度	36N/mm <sup>2</sup>
外気温度	26.3℃
クーリング期間	打設日より7日間

表-2 配合表

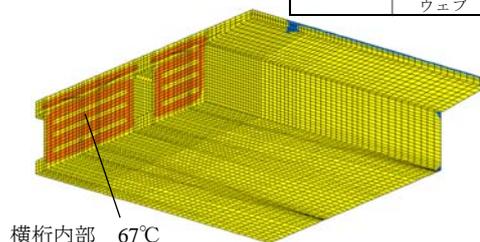
水セメント比	水	セメント	コンクリート強度
W/C	W	C	f <sub>c</sub> (28)
45.4 (%)	162 (kg/m <sup>3</sup> )	357 (kg/m <sup>3</sup> )	36 (N/mm <sup>2</sup> )

表-3 温度解析結果

最高温度	配温式パイプクーリング		実施なし	実施あり
	横桁内部	80℃	67℃	
内外温度差			32℃	15℃
ひび割れ指数	横桁内部		0.69	1.77
	上床版		0.78	1.86
	ウェブ		0.95	2.50

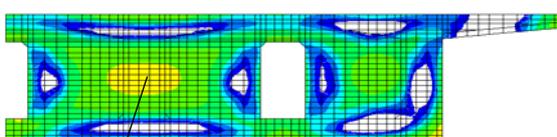


横桁内部 80℃  
(a) 配温式パイプクーリング実施なし

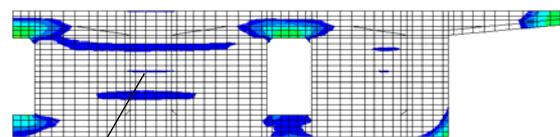


横桁内部 67℃  
(b) 配温式パイプクーリング実施あり

図-6 温度解析結果 (温度分布)



横桁内部 0.69  
(a) 配温式パイプクーリング実施なし



横桁内部 1.77  
(b) 配温式パイプクーリング実施あり

図-7 温度解析結果 (ひび割れ指数分布)

## 4.2 実施方法

クーリングパイプには直径 16mm のポリエチレンパイプを使用し、鉄筋組立時に横桁中心部よりパイプの間隔を 500mm 程度として、排出前にコンクリート表面近傍を通るように設置した。コンクリート打設完了後、横桁中心部より高圧ポンプを使用して通水し、クーリングを 7 日間行った。通水量は、温度解析結果に合わせて所定の温度となるように調整した。クーリング終了後は、ポリエチレンパイプに超低粘性型グラウト材を充填することにより、後埋めを行った。パイプ 1 本当たりの長さは、グラウトポンプの性能を考慮して 100m を最大とした。これ以上の長さになる場合は、複数系統とした。

## 4.3 温度計測方法と計測結果

クーリングパイプの配置状況を写真-3に示す。配温式パイプクーリングは、7 日間にわたり温度変化を管理した。実施期間中は横桁中心付近と横桁端部のコンクリート内外温度差を測定し、管理値は事前の温度解析結果である 15℃以内とした。

図-8は、温度解析を行った3室箱桁部 (P126) における温度実測の結果である。横桁中心付近の最高温度は72.9℃となり、横桁端部の最高温度は63.2℃となった。内外温度差は最大で10.2℃となり、事前の温度解析結果である管理値15℃以内であったため、配温式パイプクーリングの効果が確認できた。



写真-3 クーリングパイプ配置状況

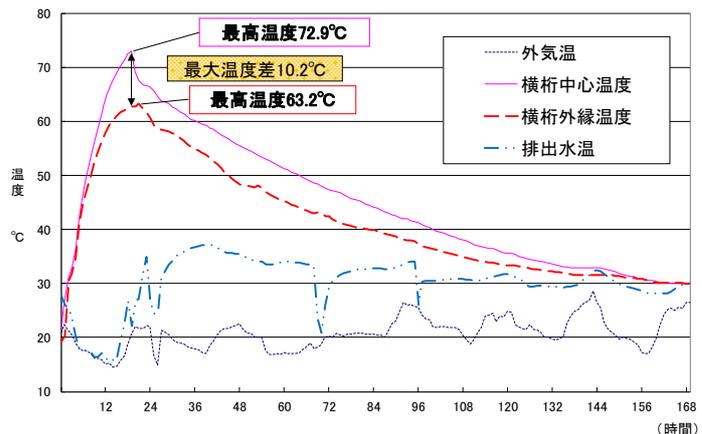


図-8 温度実測結果

## 5. おわりに

本施工では、マスコンクリートとなる部位に対して配温式パイプクーリングを行ったところ、横桁内部と表面の内外温度差が事前の解析結果である管理値 15℃以内となり、配温式パイプクーリングの効果が確認できた。なお、完成後における横桁には温度応力が起因となるひび割れは確認されなかった。

本工事は、平成25年12月に竣工を迎えることができた。本工事に関して多大なるご指導、ご協力を賜りました関係者各位に、この場を借りて深くお礼申し上げます。

## 参考文献

- 1) 村上直義, 瓜生正樹, 岡部成行, 山上利昭: 矢部川橋梁における簡易パイプクーリングによるマスコンクリート温度抑制対策, 第17回プレストレストコンクリートの発展に関するシンポジウム論文集, pp. 123-126, 2008. 11
- 2) 土木学会: 2007年制定コンクリート標準示方書[設計編], p. 181, 2007. 12