

# RC ラーメン式橋脚（PC 梁） 施工報告

## — 高速横浜環状南線 PUD24 橋脚 —

東京土木支店 土木工部部	太田有一
東京土木支店 土木工部部	桐谷充彦
東京土木支店 土木技術部	藤岡篤史
東京土木支店 土木工務部	若松賢司

### 1. はじめに

高速横浜環状南線は、首都圏中央連絡自動車道の一部として横浜横須賀道路 釜利谷 JCT から国道 1 号戸塚 IC（仮称）に接続する自動車専用道路である。本工事においては、栄 JCT（仮称）の本線及びランプ部の下部工を施工するもので、橋脚施工のうち PC 梁の施工について報告する。

### 2. 工事概要

本工事の概要を以下に示し、概要図を図-1 に示す。  
 工事名：H30 横環南栄 IC・JCT 下部（その 4）工事  
 工事場所：神奈川県横浜市栄区田谷町地先  
 発注者：国土交通省関東地方整備局横浜国道事務所  
 施工者：株式会社ピーエス三菱 東京土木支店  
 工期：2018 年 10 月 6 日～2021 年 3 月 31 日  
 工事内容：RC ラーメン式橋脚（PC 梁） 1 基  
 橋脚躯体工

柱 2 本 □5.0m×4.5m h=9.0m, 9.446m  
 PC 梁 延長 40.7m 梁幅 4.5m 梁高 1.5m～3.0m  
 PC ケーブル緊張・定着 (12S15.2) 28 本

大口径深礎基礎

杭径 8.5m 杭長 11.0m, 18.0m 各 1 本

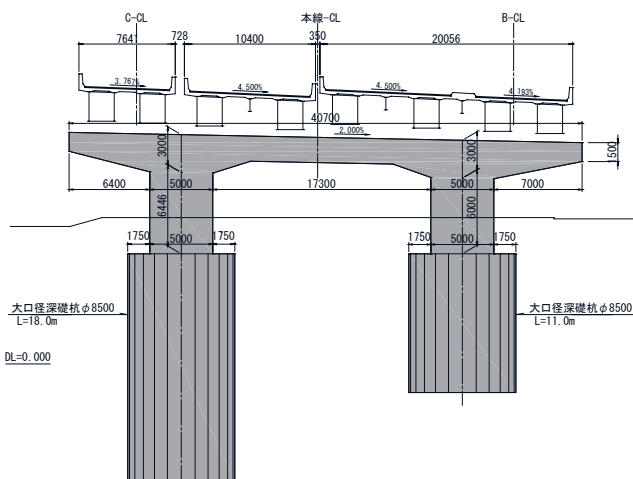


図-1 橋脚正面図

### 3. 課題と計画

PC梁の施工にあたって、マスコンクリートに対してのコンクリートのひび割れ抑制対策、さらにPC鋼材の緊張管理および緊張力導入精度確保を確実に行うことが重要である。そのため、以下の課題へ講じた実施事項について報告する。

- 1) コンクリートのひび割れ抑制等に関する計画
  - ・ 空冷パイプクーリングの実施
- 2) PC鋼材の緊張管理に関する計画
  - ・ EMセンサーを用いた緊張力の直接計測
- 3) PC鋼材の緊張力導入精度確保に関する計画
  - ・ CIM (Construction Information Modeling/Management) による柱・梁鉄筋とシース管との干渉照査

### 4. 施工

#### 4.1 コンクリートのひび割れ抑制対策

コンクリート内部と外部の温度勾配が緩やかになるよう、梁断面内の PC ケーブル挿入孔であるシース管（3 段 28 本）を用いて、空冷パイプクーリングを行った。事前に 3 次元温度応力解析を実施し、最適となったものを図-2 に示す。結果として、風速 3m/秒以上で通気を 5 日間実施することでコンクリートの発熱量を低減させられることがわかった。なお、クーリングは橋脚全体（深礎杭接合部、柱、梁）で実施しているが PC 梁部における効果を報告する。

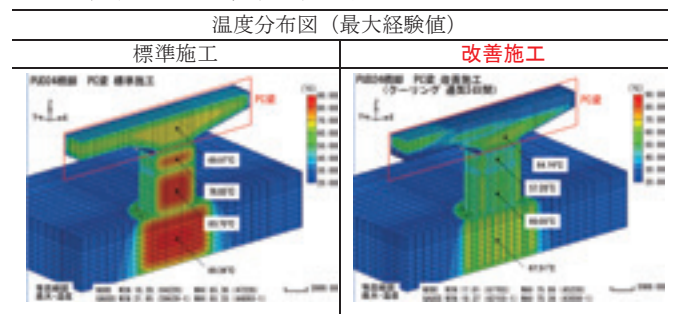


図-2 温度分布図

クーリングパイプとなるシース管の配置図を図-3 に示す。送風機械はクーリング長が 40.3m と長いのでシース管内風速を確保するため、吐出圧力の高い空気圧縮機（5.0m<sup>3</sup>/秒 0.7MPa）を使用した。空冷方法は、空気圧縮機から延長したエアーホースに分配器を取付け、φ15mm ホースをシース管内に挿入し、連続して送風することにより、シース管内の温度を下げ、コンクリート温度の上昇を抑制するものとした。実施したエアクーリング状況を写真-1 に示す。送風口や排気口での風速については、風速計を用いて解析条件の 3m/秒以上を満たしていることを確認した。さらに、クーリング時の外気温、送風温度、コンクリート温度については、各種温度の連続監視と異常時の自動アラート通知が可能な「モバイル式温度管理

システム」を用いて管理した。解析結果では、最大発生温度が標準施工は約 70℃、改善施工では 64.7℃であったが、実施工での温度履歴は 67.1℃であった。これは、クーリングパイプ長が長かったため、送風温度が排出口に向かって上昇していたことが原因と考えられる。そのため、今後は、躯体規模に応じた管内風速や配管長を考慮する必要がある。

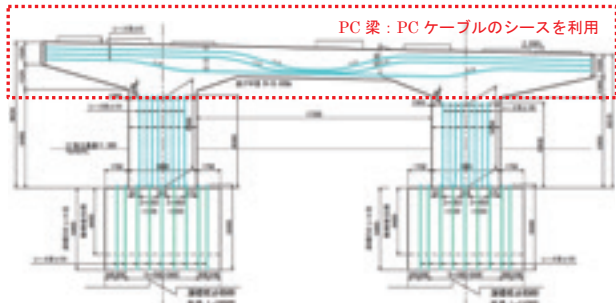


図-3 クーリングパイプ配置図 (橋脚全体)



写真-1 空冷パイプクーリング状況

#### 4.2 PC 鋼材の緊張管理対策

緊張力が設計断面で正しく導入されているか確認するために「EM センサー」を用いて、3段あるケーブルの各段1本目の緊張力を直接計測した。EM センサーは、磁気特性と応力との関係から発生応力を直接測定するもので、図-4 に示すフローで計測を行った。設置箇所は、設計断面位置に各段1台配置した。EM センサーの設置完了を写真-2 に示す。

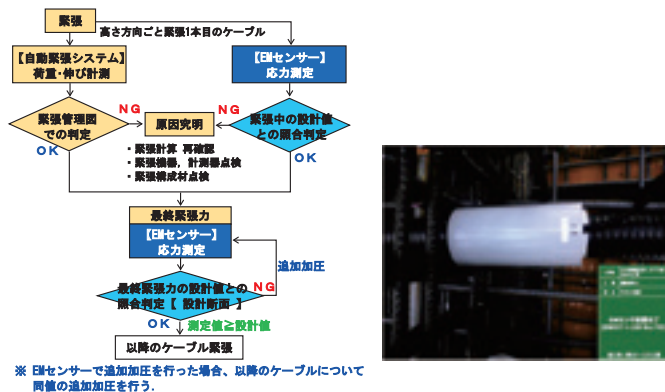


図-4 EM センサーフロー



写真-2 EM センサー配置

施工時の最終緊張力は「自動緊張管理システム」を併用することで、人為的な行為を排除し、緊張管理の精度向上を図った。結果は、表-1 に示すように、設計断面緊張力が設計値以上であり、再緊張することなく、精度の高い緊張管理を行うことができた。必要箇所の応力をピンポイントで容易に計測できたことは、有効であった。また、この結果から緊張計算値と、自動緊張管理システム+EM センサーの併用による測定結果に

おいて、齟齬のないことが確認できた。

表-1 緊張結果一覧表

ケーブル名称	ジャッキ位置 緊張力(N/mm <sup>2</sup> )	設計断面		セットロス	設計値との比較
		設計緊張力(N/mm <sup>2</sup> )	EM センサー緊張力(N/mm <sup>2</sup> )		
C1-4	1,408	1,240.0 1,131.6	1,301 1,205	— 7.4%	— 106.5%
C2-6	1,382	1,240.0 1,128.6	1,251 1,158	— 7.4%	— 102.6%
C3-5	1,433	1,116.9 1,116.9	1,172 1,159	— 1.1%	— 103.8%

設計断面の2段書き 上段は最終緊張時 下段は定着・緊張力開放後

#### 4.3 PC 鋼材の緊張力導入精度確保対策

本PC梁は、梁高を小さくし、桁下の車道空間を確保する構造のため鉄筋量が多く、PCケーブル等との取合いが複雑である。そのため、CIMを用いて、シース管と橋脚・梁鉄筋との干渉を図-5に示すBIM/CIM活用ガイドライン(案)で定義されるモデル詳細度400にて照査し、事前に施工への影響の有無について確認を行った。照査の結果、図-6に示すような干渉が全体で43箇所確認され、移動等鉄筋組立計画の参考とした。実施工では、橋脚柱構築時から留意したため、シース組立時に鉄筋との干渉の問題は生じなかった。本橋脚のように太径D51鉄筋とPCケーブルに十分な空き間隔がない配筋において、シース管組立時に干渉が確認された場合、移動対応が非常に困難を極めるため事前に照査を行うことが有用である。

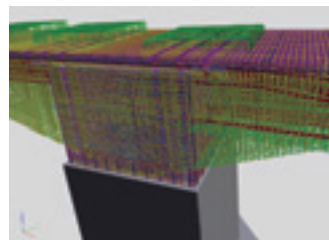


図-5 CIM 鉄筋モデル

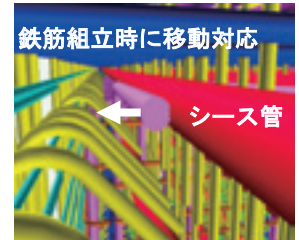
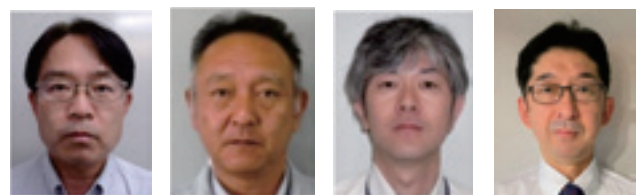


図-6 干渉箇所詳細図

#### 5. まとめ

当社では実績の少ない橋梁下部工における、PC梁の施工上の課題への対策について報告した。ひび割れ対策については、施工後の調査において、有害なひび割れの発生はなく、またPC鋼材の緊張管理については、設計断面での緊張力が担保されていることが確認され、各々対策は有効であった。今後は、今回の実施事項を踏まえ、パイプクーリングを行う際のパイプの配置や送风量、設備などに改良を加えて、同種構造物への適用を図っていきたい。

**Key Words** : PC 梁, パイプクーリング, CIM, EM センサー



太田有一 桐谷充彦 藤岡篤史 若松賢司