

無線通信技術によるリアルタイム計測システムを用いた橋梁柱頭部の温度ひび割れ抑制対策

(株) 銭高組 正会員 佐藤 千鶴
 (株) 銭高組 櫻井 尚久
 (株) 銭高組 高野 治久
 (株) ソーキ 菅 清

1. はじめに

筆者らは、早強セメントを用いた富配合のマスキングコンクリートとなる東北中央自動車道阿武隈川橋(仮称)の柱頭部の温度ひび割れ抑制対策として、パイプクーリングおよび長期間(材齢28日間)の保温保湿養生を実施した。

これらの実施にあたり、コンクリートの温度および湿度の計測に無線通信技術を用いたリアルタイム計測システムを導入した。以下では、計測システムの概要、適用事例および課題について報告する。

2. 橋梁概要

東北中央自動車道阿武隈川橋は、国道115号相馬福島道路における霊山～福島区間のうち、福島県伊達市伏黒～伊達市岡沼地内に位置する一級河川阿武隈川を跨ぐ橋長398mの4径間連続PC箱桁橋である。本橋の橋梁諸元および使用材料を表-1、コンクリートの配合表を表-2、橋梁一般図を図-1、柱頭部の主桁断面図を図-2に示す。P3-A2間で拡幅しているため、P3柱頭部からは2室箱桁構造となっている。

3. 計測システム

3.1 計測システムの概要

図-3に計測システムの概要を示す。各計測箇所に設置した温度もしくは湿度センサで取得したデータをクラウドサーバに送信し、作業所事務所等のパソコンでリアルタイムにコンクリートの養生状態と内部温度を把握する

表-1 橋梁諸元および使用材料

工事名称	東北中央自動車道 阿武隈川橋上部工工事
工期	2018年9月15日～2020年11月24日
構造形式	4径間連続PC箱桁橋
橋長	398.000m
支間長	88.100m+122.000m+122.000m+62.300m
全幅員	11.750m～14.865m
コンクリート	40N/mm ² (早強)
PC鋼材	SWPR7BL 12S15.2(主鋼材)
	SWPR19L 1S28.6(床版・横桁横締め)

表-2 コンクリートの配合表

セメント種別	単位量 [kg/m ³]				
	セメント	水	細骨材	粗骨材	混和剤
早強	418	163	790	1037	4.18

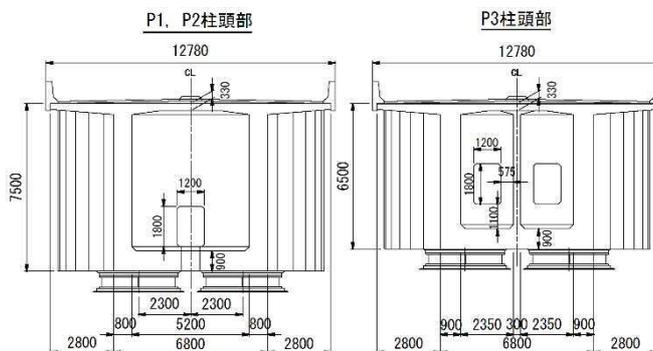


図-2 主桁断面

ことで、迅速な温度・湿度管理を可能とした。また、パイプクーリングの水温制御ユニットに遠隔操作機能を付加し、送水ON/OFFの制御を行った。

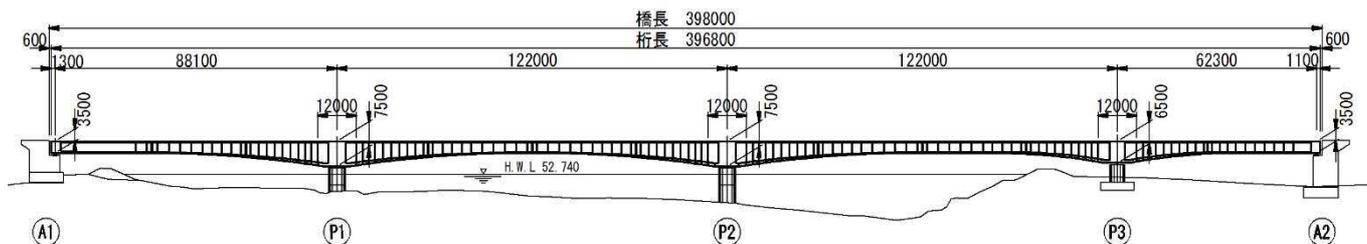


図-1 橋梁一般図

キーワード：温度ひび割れ，無線通信，箱桁橋，パイプクーリング

連絡先：〒102-8678 東京都千代田区一番町31(株)銭高組東京本社 TEL 03-5210-9372 FAX 03-5210-9376

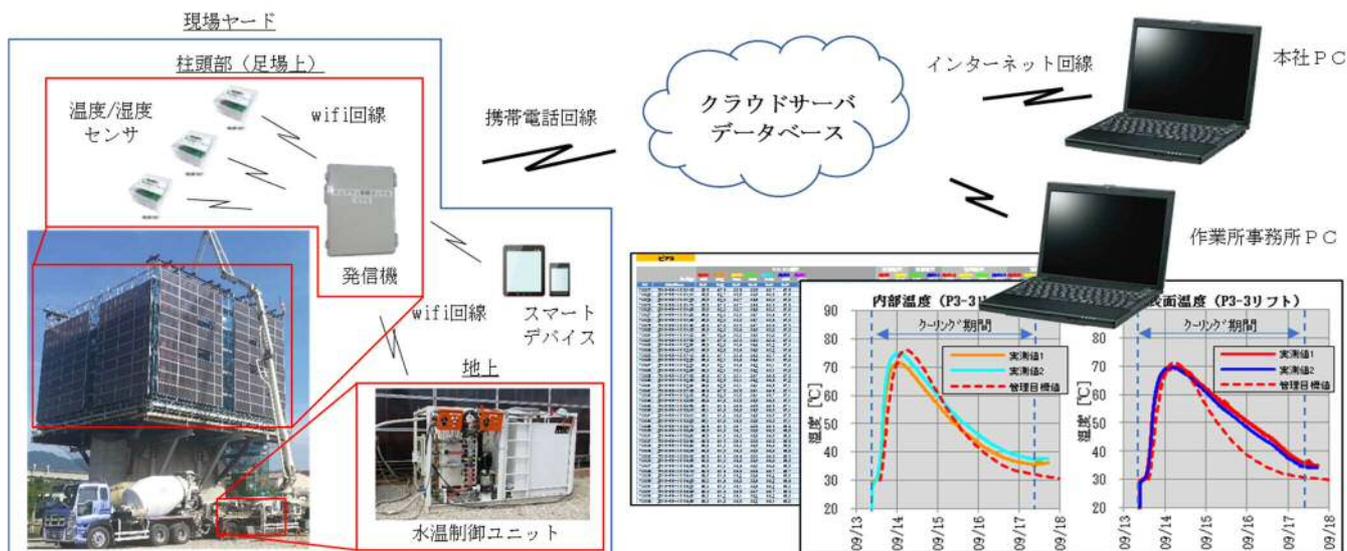


図-3 計測システム概要

3. 2 温度および湿度の計測

各柱頭部は3層に分割して施工した。温度計測は、外気温と、コンクリートの表面および内部温度（クーリング期間中）を対象に実施した。図-4に温度センサの配置を示す。今回の計測では5分間隔でデータを取得し、各測点の温度履歴および内外温度差のグラフを表示させた。これらの情報をもとにクーリングの調整（水量調整、クーリング期間の決定）を行った。クーリング期間は、ひび割れ指数1.00以上（ひび割れ発生確率50%以下）を目標とした事前解析から、打設後3日以上とした。実際の施工では温度履歴を参考に、十分に温度降下したことを確認したのち通水を停止した。

また、湿度計測は、管理値（コンクリート表面の湿度90%以上）を維持する目的で実施した。なお、実際の施工では、保温湿潤養生シートを敷設している。

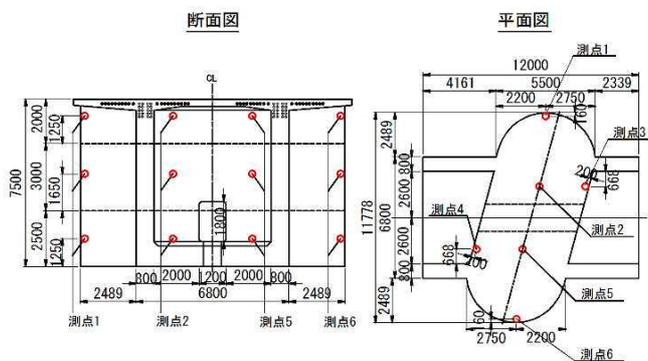


図-4 温度センサ配置 (P1, P2 柱頭部)

4. 温度ひび割れ抑制対策の検証

4. 1 ひび割れ指数の評価

温度ひび割れ抑制対策の効果を検証するために、温度

計測データを用いた温度応力解析により柱頭部のひび割れ指数を算出した結果、先述したひび割れ指数の目標値を満足することを確認した。なお、実際の構造物においても、有害なひび割れは観測されなかった。

4. 2 今後の課題点

今回適用した、無線通信技術を用いたリアルタイム計測システムについて、以下のような課題が抽出された。

- (1) クーリングパイプ出口の水温および流量は、準備できたセンサ数の関係で手動計測としていたが、今後はこれらも自動計測し、クーリング水の流量調整および送水のON/OFF機能を自動制御できる全自動型システムの実用化が望ましい。
- (2) 温度計測中、パソコンだけでなくスマートデバイス（スマートフォン、タブレット）を用いて温度履歴を確認することも可能である。しかし、今回はパソコン用のシステムを流用したため、スマートデバイスを活用する際、操作性が良好ではなかった。今後は、スマートデバイス用のアプリ開発と適用が望ましい。

5. おわりに

本計測と管理を通して、リアルタイム計測システムの温度管理における即時性と省力化が確認できた。今後は、本システムのブラッシュアップを行うことにより、高品質・高耐久の構造物建設に貢献していきたい。

最後に、本計測を行うにあたり、多大なご支援を頂いた関係者各位に心よりお礼申し上げます。