

パイプクーリングシステムの自動化に向けた開発

オリエンタル白石(株) 正会員 ○吉村 徹
 オリエンタル白石(株) 非会員 森 佳樹
 オリエンタル白石(株) 非会員 中原一郎

1. はじめに

水冷式のパイプクーリングにおいて、温度や通水量の管理を自動化するシステムの開発を目的として、大分県で施工された跡田川橋で試行試験を実施した。試験では、温度解析結果よりコンクリート温度の閾値を設定し、クーリング中に実測温度が閾値を超えると制御弁が開放し、通水量を自動調整させるパイプクーリングシステムを適用した。試験の結果、適用したシステムは、閾値の設定回数が増える毎に機材が増えて煩雑になる課題を有するものの、想定通り作動することが確認できた。本稿では、実施した試行試験について報告する。

2. 跡田川橋工事における試行試験

水冷式のパイプクーリングでは、温度や通水量の管理を独立して行うことが多く、これらの管理を自動化できれば、生産性が向上する。そこで、温度や通水量の管理を自動化するシステムを開発し、跡田川橋工事で試行試験を実施した。跡田川橋は、固定式支保工で施工される PC2 径間連続ラーメン中空床版橋である。主桁の打設は3回に分けて実施し、打設に合わせてパイプクーリングを実施した。

試験では、部材の内部温度に着目し、打設後のコンクリート温度が解析結果と一致するように通水量を調整した。内部温度の解析値に 5℃を加えた値を閾値とし、実測温度が閾値を超えた場合に自動で通水量が増加するように計画した。図-1 に、P1 橋脚における無対策時とクーリング時の温度解析結果を示す。

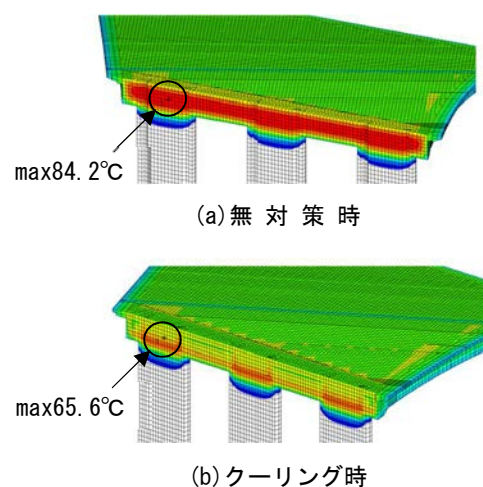


図-1 温度解析結果の比較
(P1 橋脚)

3. パイプクーリングの試行試験

3. 1 クーリングシステム

図-2 に、本試験で適用したパイプクーリングシステムを示す。システムは、特定箇所の温度の閾値を設定

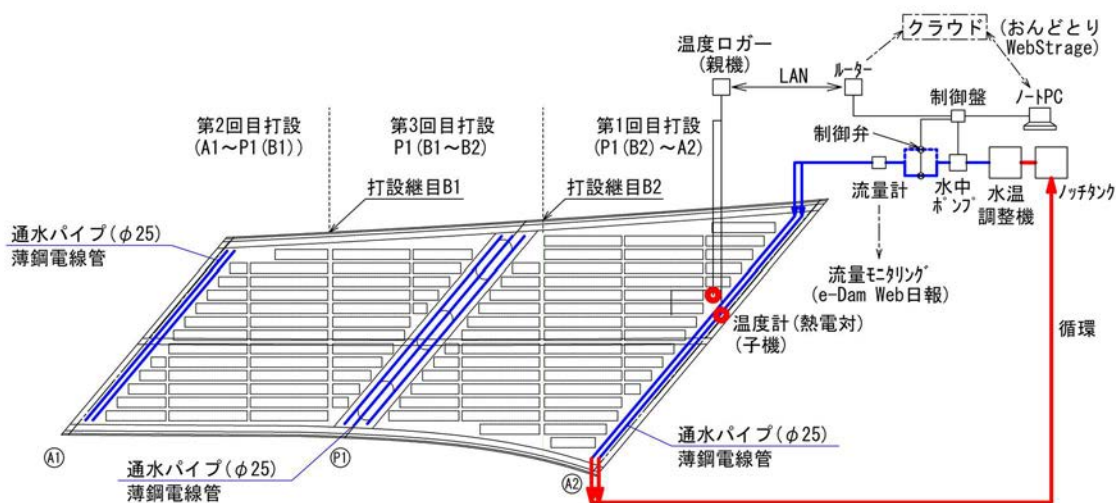


図-2 パイプクーリングシステム概要 (1 回目打設時 : A2 部)

キーワード パイプクーリング, 自動化, 温度応力解析, 閾値

連絡先 〒810-0001 福岡県福岡市中央区天神 4-2-31 オリエンタル白石(株) TEL 092-761-6934

し、クーリング中に実測した特定箇所の温度が閾値を超えた場合に通水パイプに設けた制御弁が開放し、通水量を調整するものである。通水量の変化は、流量計で確認する。温度データは「おんどとり Web Strage (T&D 社のクラウドサービス)」にアップされ、パソコンやスマホから確認可能である。「おんどとり」は親機と子機をセットで使用するデータロガーであり、子機の記録データは親機で収集し、無線機能でクラウド送信される。システムでは、親機内蔵の機能を利用して閾値の設定を行った（閾値を超えると親機からの外部信号により制御弁が開放する）。本システムでは、親機と子機1セットで設定できる閾値が1つの温度に限られるため、閾値の設定数に応じて使用する機材のセット数が増加するという課題を有していた。

3. 2 試行試験

試行試験は、主桁打設に合わせて3回実施した。試験の目的は、設定した閾値を超えた場合に制御弁が開放し、想定通りの通水量が流れることを確認することである。測点は、温度解析結果を基に主桁内部の2点を選定した。図-3に、試験で設定した閾値（1回目）を示す。1・2回目の初期通水量は100ℓ/minとし閾値を超えると200ℓ/minとした。3回目は制御弁を強制的に開放させるように、閾値を解析よりも5℃低く設定し、初期通水量50ℓ/min、開放後150ℓ/minとした。3回の試験とも全て3時間毎に8回の閾値を設定し、24時間分のデータを収集した。前述のように、親機1台で設定できる温度が1回のため8台の親機を準備し、3時間毎に別々に作動させて8回の閾値を設定した。各々の親機は、タイマーで電源を切替えて作動させた。

4. 試験結果と考察

図-4に、3回目に行った試験の解析値と実測値の比較結果を示す。3回目の試験は、初期通水量を5ℓ/min、閾値を超えると15ℓ/minとしたが、通水パイプは6系統に分かれるため、全体通水量は初期で30ℓ/min、閾値を超えると90ℓ/minである。図より、解析値と実測値はよい一致を示している。図中に示す縦の緑線は、流量計から取得した全体通水量（瞬間値）を示す。全体通水量は最大90ℓ/minを示し、途中2回36ℓ/minおよび37ℓ/minを示している。2回の発生時刻は、それぞれ閾値（青点線）の変化点である。設定流量と瞬間値に若干の誤差はあるが、制御弁が開放し通水量が増加した状態から弁が閉じて初期通水量に戻ることが確認できる。この結果より、システムは想定通り作動することが確認できた。

5. まとめ

国土交通省発注の跡田川橋工事で、パイプクーリングの自動化に向けた試行試験を実施した。

- ・試験では、3時間毎に8回の閾値を設定するために8台の親機（おんどとり：T&D社製）を準備した。各々の親機は、タイマーで電源を切替え、3時間毎に別々に作動させることで閾値設定が可能となった。
- ・3回目の試験において、実測温度が閾値を超えると制御弁が開放し設定水量が通水されたことから、システムが想定通り作動することが確認できた。

今後は、閾値の設定方法や流量の制御方法などに関してシステムの改良を行う予定である。

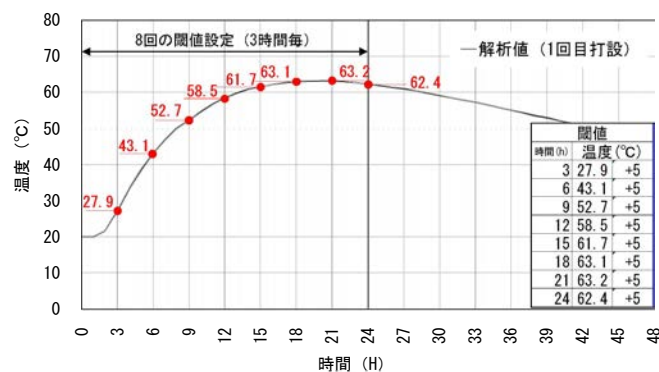


図-3 試験で設定した閾値（1回目）

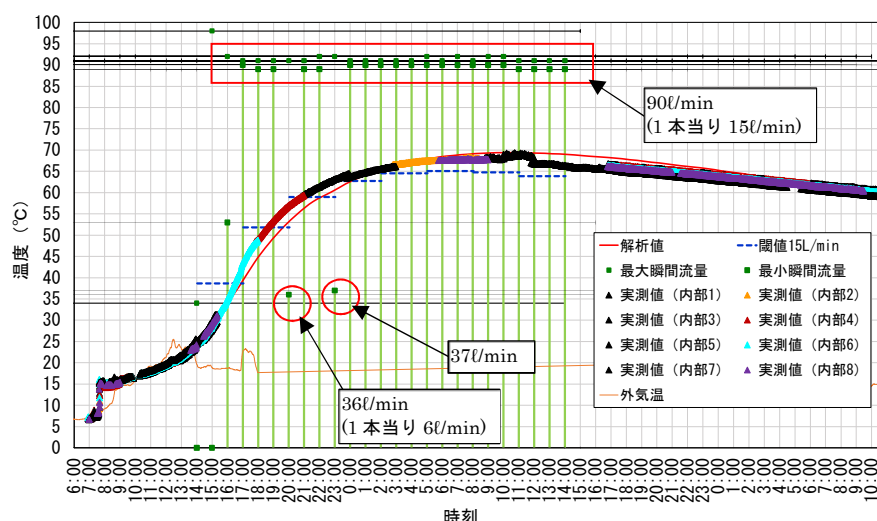


図-4 解析と実測の比較（3回目試験）