

2021年6月22日

マスコンクリートのパイプクーリング制御システムを開発

株式会社奥村組

株式会社アクティオ

株式会社奥村組（本社：大阪市阿倍野区、社長：奥村太加典）と株式会社アクティオ（東京都中央区、社長：小沼直人）は、マスコンクリートの温度ひび割れを抑制する工法の一つであるパイプクーリングについて、コンクリート温度を管理目標値に漸近するようクーリング水の流量・流方向を自動で制御するシステム（以下、本システム）を開発しました。

本システムを実大実験および道路橋下部工事に適用し、その有効性を確認できました。

【背景】

マスコンクリートの施工においては、構造物の性能および機能を確保するために、セメントの水和熱による温度ひび割れへの効果的な対策を講じる必要があります。

パイプクーリングは、コンクリート内部に配置したパイプにクーリング水を一定期間に一定量流すことによりコンクリートを冷却するもので、ひび割れ対策として広く用いられている工法です。しかし、コンクリート温度の変化に対応していないことや、配置する1系統あたりのパイプ延長が長いとコンクリートの水和熱によりパイプ内のクーリング水の温度が上昇し、パイプ出口側では冷却効果が低下することから、十分な効果が発揮できない場合があります。

【概要・特長】

本システムの概要および特長は下記のとおりです（図-1、図-2）。

1. あらかじめ、FEM温度応力解析により算出したコンクリートの温度履歴を基に、管理目標値を設定します。パイプクーリング実施中は、パイプ近傍においてコンクリート温度をリアルタイムでモニタリングしながら、管理目標値に漸近するようにPID制御でクーリング水の流量を自動調整し、コンクリート温度を管理します。パイプクーリングを複数の系統で行う場合は、モニタリングを行うメイン系統の流量をサブ系統に再現するように制御することで、システムの簡素化を図りました（写真-1）。
2. クーリング水によるコンクリートの冷却を効果的・効率的に行なうため、クーリングパイプの入口側と出口側のコンクリート温度差が所定値以上になると、クーリング水の流方向を自動で変更（正送もしくは逆送に切り替え）してコンクリート温度を管理します（写真-2）。

【実大実験】

奥村組技術研究所（茨城県つくば市）において、呼び径1インチで1系統28mのクーリングパイプを設置した高さ1.2m×幅1.2m×長さ7.0mの型枠内にコンクリートを打設し、本システムを適用してパイプクーリングを実施しました。

コンクリート温度の管理目標値を設定して、クーリング流量を自動調整した結果、コンクリート温度の実測値は管理目標値に漸近し、温度を制御できました（図－3）。さらに、クーリング水の流す方向を変更（正送⇔逆送）することで、入口側と出口側のコンクリート温度差が2℃以内に収まりました（図－4）。

この結果、コンクリート温度において、事前の解析により算出した温度履歴（解析値）と実験における温度履歴（実測値）の差を、絶対値の平均値で1.3℃に制御することができました（図－5）。

【道路橋下部工事における適用】

千葉県習志野市に位置する道路橋下部工事のフーチングコンクリートにおいて、本システムを適用しました（写真－3、写真－4）。適用の結果、コンクリート温度を計画通り管理することができ、施工後のコンクリートを観察した結果、ひび割れの発生はありませんでした。

実大実験および現場適用の結果、本システムを採用することで、コンクリート温度を計画通りに管理でき、構造物のひび割れを抑制できることを確認しました。

【今後の展開】

今後、温度ひび割れの発生しやすい比較的断面の大きな壁・柱部等へも適用を広げ、パイプクーリングの効果的な実施を実現するシステムとして、積極的に普及・展開を図っていきます。

[お問い合わせ先]
株式会社奥村組
技術研究所 土木研究グループ
齋藤 隆弘（さいとう たかひろ）
TEL 029-865-1521 / FAX 029-865-1522
E-mail : takahiro.saitoh@okumuragumi.jp

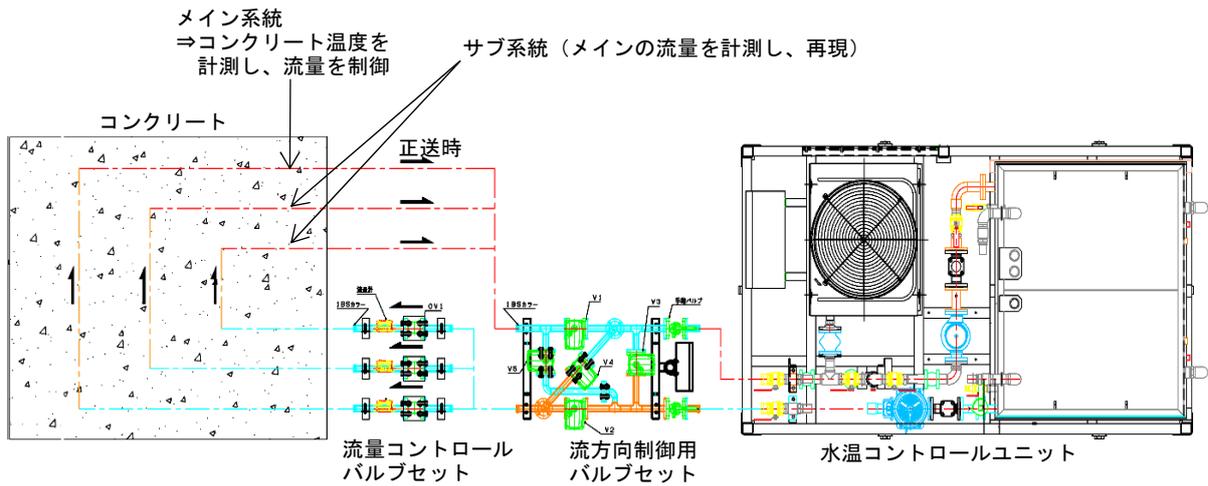


図-1 パイプクリーニング制御システム

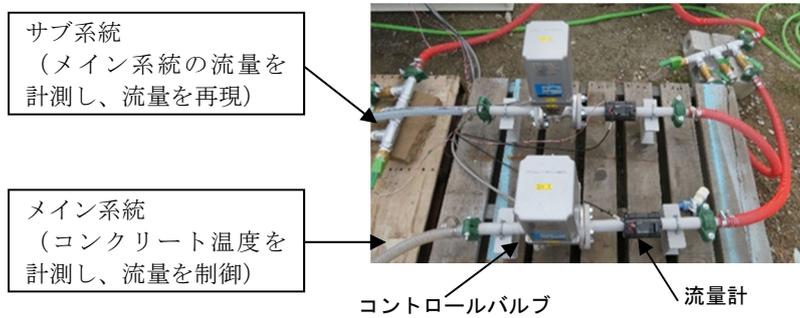


写真-1 流量コントロールバルブセット

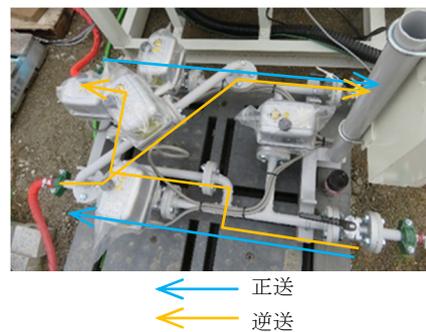


写真-2 流方向制御用バルブセット

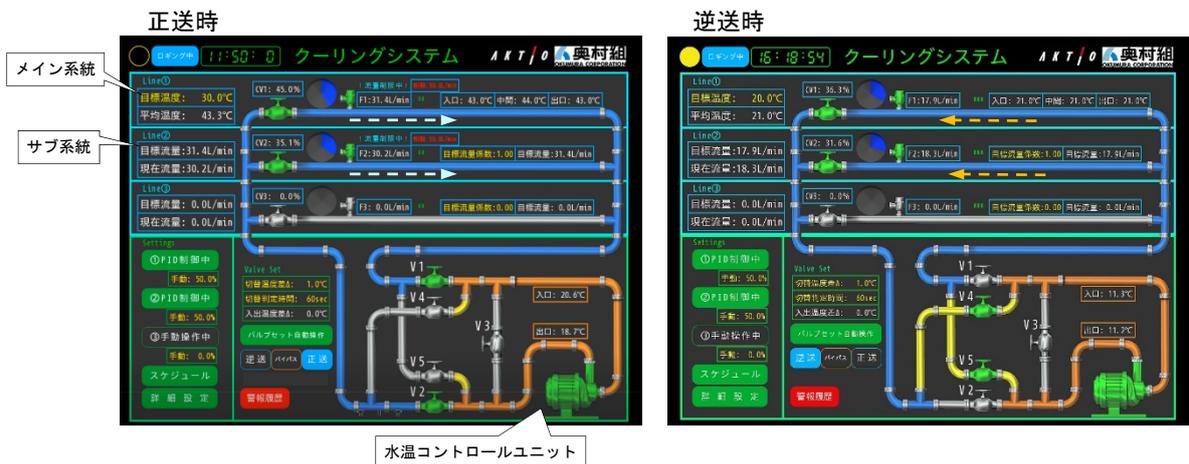


図-2 操作画面

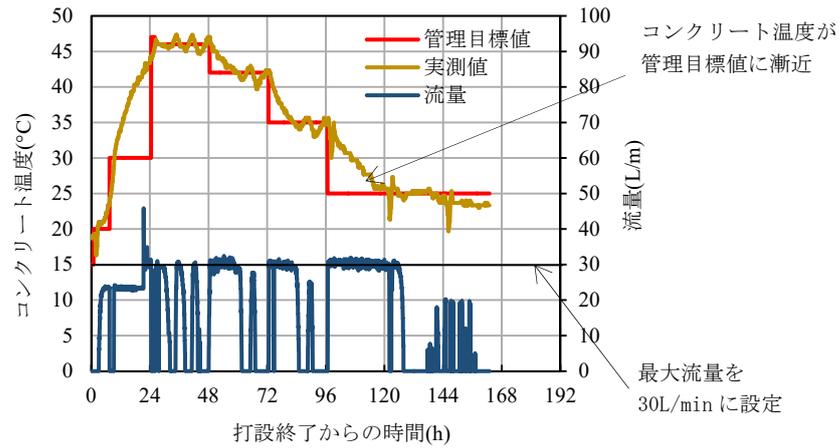


図-3 コンクリート温度と流量

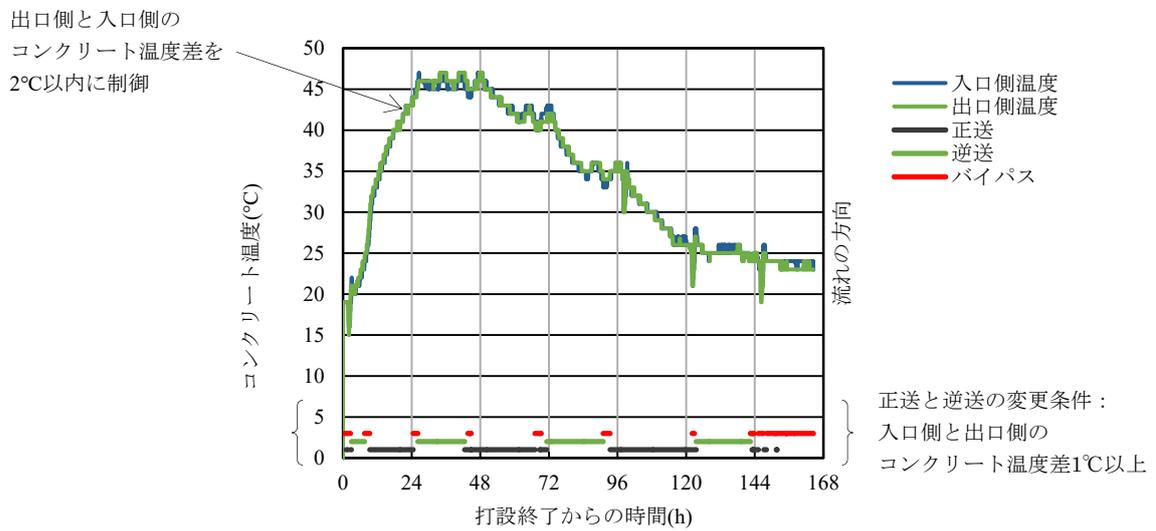


図-4 コンクリート温度と流方向

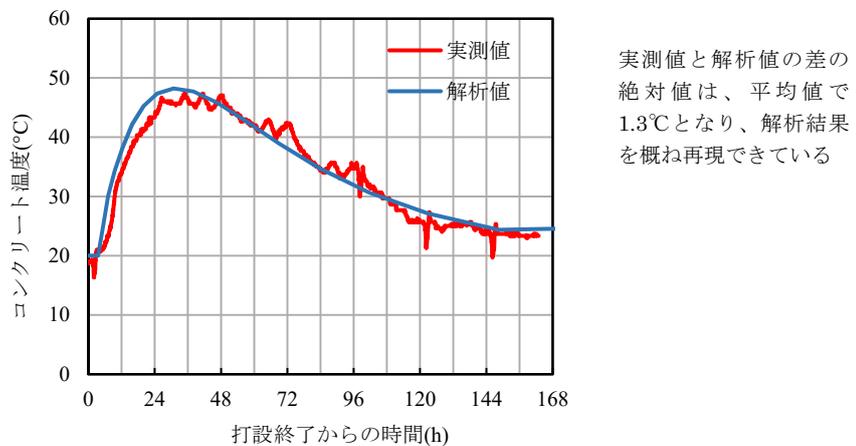


図-5 解析と実験のコンクリート温度



写真－3 設備配置状況



写真－4 クーリングパイプ設置状況（躯体内）