

## パイプクーリングにおけるコンクリート温度に応じたクーリング制御システム

(株) 奥村組 正会員 ○齋藤隆弘 正会員 栗本雅裕 正会員 川口昇平  
(株) アクティオ 栗原賢司 荒地智晴 福嶋 貴

### 1. はじめに

マスコンクリートのひび割れ制御方法であるパイプクーリングにおいて、クーリング流量をコンクリート温度に応じ制御するシステムを開発している。本システムでは、クーリング水の温度を一定に維持したうえで、解析により算出したひび割れ抑制に有効なコンクリート温度変化に追従するようにクーリング流量を自動で制御し、さらにクーリング水の温度上昇によるコンクリート温度の場所ごとの差異を解消するため、クーリング水の流方向を変更する。本システムを実規模施工実験に適用しパイプクーリングを実施した。その結果、システムが想定通りに稼働すること、ひび割れ抑制に効果的なコンクリート温度に制御できることを確認した。

### 2. システムの概要

コンクリートのクーリング制御システムを図-1に示す。クーリング水の温度を $10^{\circ}\text{C}$ ~ $20^{\circ}\text{C}$ に保つための水温制御ユニット、クーリング水の流れの方向を変える方向制御用バルブセット、流量コントロールバルブセットから構成されている。クーリング制御システムの特長は下記の通りである。

- ① メイン系統においてコンクリート温度のモニタリングを行い、あらかじめFEM解析の結果に基づき設定したコンクリート温度の管理目標値に漸近させるようにPID制御によりクーリング流量を制御する。流量の変更はコントロールバルブを制御することにより行う。流量コントロールバルブセットを写真-1に示す。
- ② サブ系統については、メイン系統の流量を計測し、それを再現するように制御する。
- ③ クーリングパイプの上下流のコンクリートの温度差低減のため、パイプの上下流近傍のコンクリートの温度差が所定の値以上になるとクーリング水の方向を変える。方向制御用バルブセットを写真-2に示す。

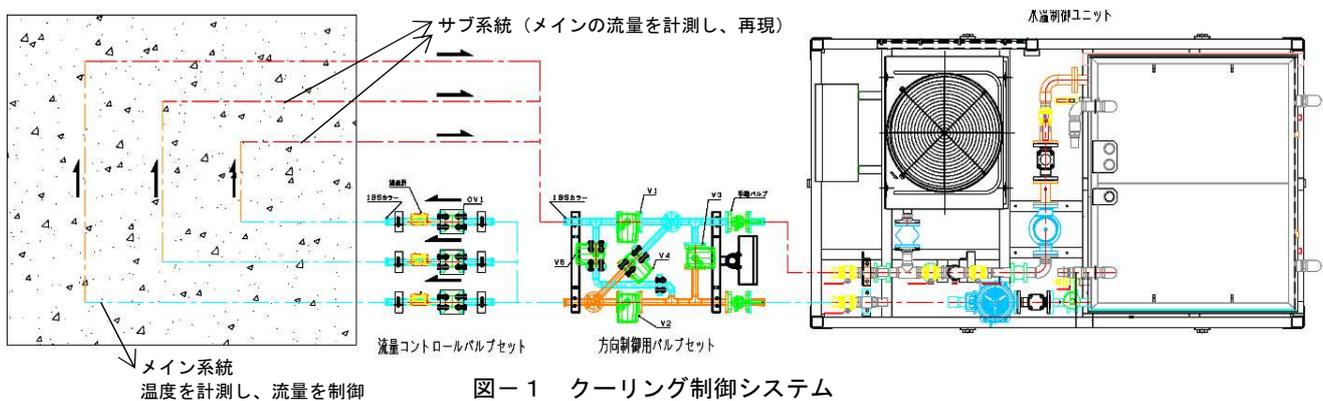


写真-1 流量コントロールバルブセット



写真-2 方向制御用バルブセット

キーワード マスコンクリート、パイプクーリング、流量制御、流方向制御

連絡先 〒300-2612 茨城県つくば市大砂 387 (株) 奥村組技術研究所 TEL029-865-1521

### 3. 実規模施工実験概要

パイプクリーニングに使用した試験体の寸法およびクリーニングパイプの配置を図-2に示す。クリーニング水は図-2に示すように、コンクリートを4本のクリーニングパイプで冷却するように配置した。パイプの間隔を60cm、パイプから供試体端部までの距離を30cmとした。クリーニングパイプには、呼び径1インチのSGP鋼管を使用した。クリーニングパイプの系統は、供試体内を通過するメイン系統に加え、サブ系統においてメイン系統の流量を制御により再現できるかを確認するため、供試体外にダミーの配管を1系統配置した。制御に用いる熱電対は、パイプ表面から10cmの位置で、クリーニングシステムの入口側近傍、中央部、出口側近傍に配置した。コンクリートの配合は、単位セメント量 $349\text{kg/m}^3$ 、呼び強度33、スランプ15cm、最大骨材寸法20mmとした。クリーニング期間は、材齢7日までとした。

### 4. 実規模施工実験結果

制御に使用した目標温度と制御に用いた3点のコンクリート温度の平均値の温度変化、クリーニング水の流量を図-3に示す。コンクリート温度が目標温度に漸近するようにクリーニング水の流量を制御している。ただし、算出された流量が $30\text{L/min}$ を越えた場合には流量は上限の $30\text{L/min}$ に制御している。流量を制御することにより、目標温度にコンクリート温度が漸近するように制御できていることがわかる。

制御に用いた出口と入口のコンクリート温度と流方向の順流、逆流、バイパス運転の切り替え状況を図-4に示す。出口と入口のコンクリートの温度差が設定した $1^\circ\text{C}$ 以上となったときに、正送と逆送の変更が行われており、この変更が正常に行われた結果、出口側と入口側のコンクリートの温度差は、最大でも $2^\circ\text{C}$ の範囲に収まっている。

図-5にコンクリート内のメイン系統のクリーニングパイプ内のクリーニング流量とサブ系統の流量を示す。両者はほぼ一致していることから、コンクリート温度による制御を行ったパイプ内のクリーニング流量をサブ系統に反映できることを確認した。

### 5. まとめ

実大規模の供試体を用いた実験により、クリーニング流量制御システムが想定通りに稼働し、コンクリート温度をコントロールできることを確認した。今後は現場へ適用する予定であり、実施工での操作性等を確認し、システムの完成度を高めていきたい。

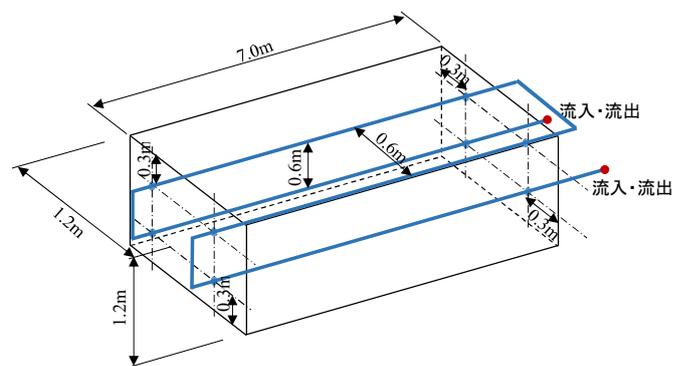


図-2 クーリングパイプの配置

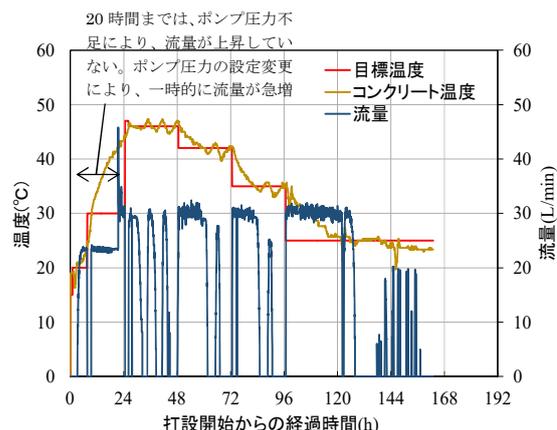


図-3 コンクリート温度の温度変化と流量

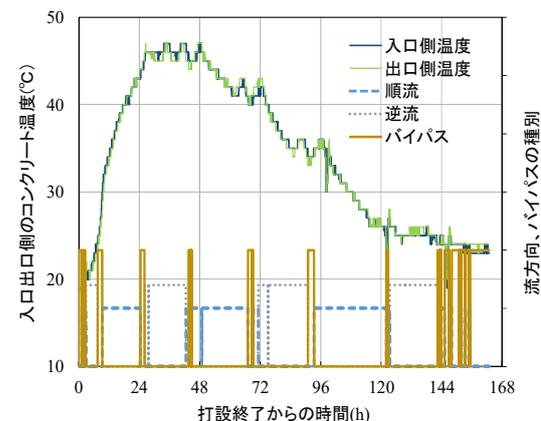


図-4 出入口のコンクリート温度と流方向

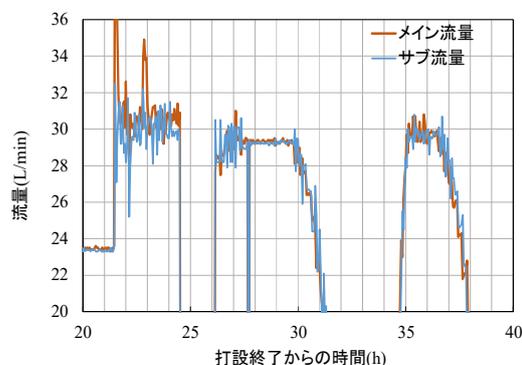


図-5 メイン系統とサブ系統の流量