

簡易パイプクーリングシステムの実現場への適用報告

みらい建設工業(株) 正会員 ○青木 駿 山本 隆信
みらい建設工業(株) 小平 浩二 志田 和人 熊井 崇

1. はじめに

コンクリートの耐久性に関する問題として、セメントの水和発熱に起因する温度ひび割れが挙げられる。この温度ひび割れの制御・防止対策として、コンクリートの温度上昇を抑える手法であるパイプクーリングがあるが、狭隘な場所での施工においては大掛かりなパイプクーリング設備を設置することが困難となるケースがある。

そこで、当社は簡易な自動制御パイプクーリングシステム「コンクリートひび割れ制御システム」(NETIS: THK-160002-A)を開発し、昨年度、システムの実証実験結果について報告した¹⁾。本年度は、橋梁下部工(橋脚5基)において当該システムを適用したため、その結果について報告する。

2. コンクリートひび割れ制御システムの概要

「コンクリートひび割れ制御システム」は、コンクリート内部・表面温度、通水温度、外気温等をリアルタイムに測定し、コンクリート内部の最高温度を抑制するように自動通水制御を行えるシステムである。また、測定データは遠隔地からでもコンピューター・タブレット端末等からインターネットを通じてリアルタイムで確認できる。システムの概要を図-1に示す。システムの主要設備は、制御装置(市販のユニットボックス(幅120cm×奥行60cm×高さ90cm程度)に収納)、リレーボックス(幅55cm×奥行20cm×高さ35cm程度)、流量計付き集合管(φ30cm×90cm)であり、その他の水中ポンプなどは市販されている一般の機器を用い、簡易システムであるため、チラーユニットは設けない。クーリング水は、コンクリート打設及びクーリング養生期間中の水温がほぼ一定である海水や河川水を利用する。通水はコンクリート打設直後から開始する。通水停止は、コンクリートが最高温度に達した後、任意に設定した時間で自動停止する。再度コンクリート内部温度が上昇した場合は、記録した最高温度に達する前に自動で通水を再開する。通水停止/再開の際は職員へメール通知され、コンピューターやタブレット端末から遠隔で操作することもできる。

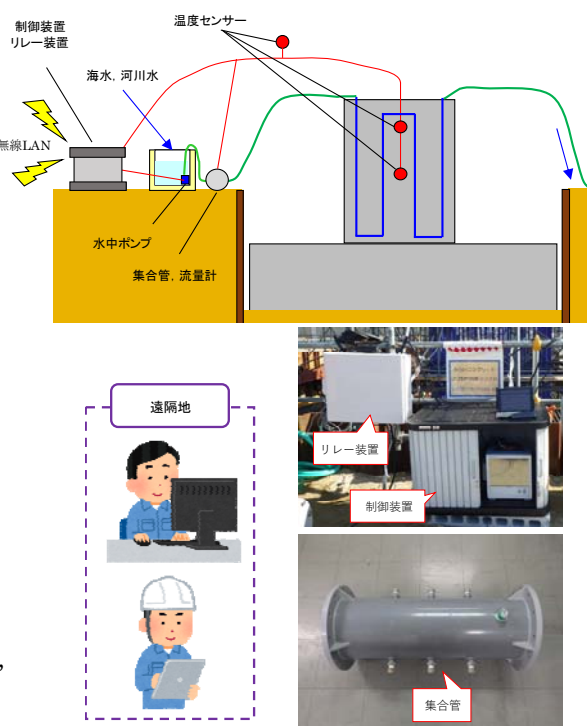


図-1 簡易パイプクーリングシステムの概要

3. 温度応力解析

適用した構造物は、橋脚5基である。橋脚構造一般図を図-2に示す。何れも形状は同じであり、左右対称であるため、1/4モデル形状としてパイプクーリングを実施しない場合(以降、標準案)の事前温度応力解析を行った。標準案の解析結果を元に、クーリングパイプの配置や表面養生期間等を検討した対策案について再度解析を行った。クーリングパイプの配置図を図-3に示す。また、標準案および対策案の最小ひび割れ指数分布図を図-4に示す。図-4は5基のうちの1基(脚No.2とする)についての解析結果である。

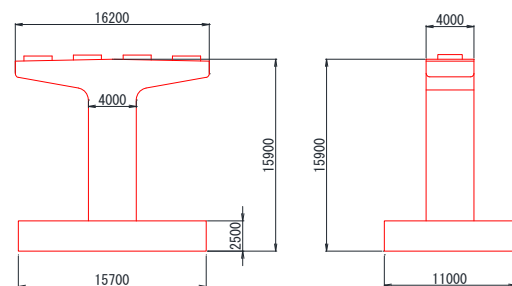


図-2 橋脚構造一般図

橋脚5基それぞれで打設日等の条件が異なるため、解析及び簡易パイ

キーワード マスコンクリート、パイプクーリング、温度ひび割れ、小型化、省人化、自動制御

連絡先 〒108-0014 東京都港区芝 4-6-12 みらい建設工業(株) 技術本部技術部 TEL 03-6436-3719

プクーリングシステムの導入は各橋脚において実施したが、以降、橋脚 No. 2 について述べることにする。尚、梁部に作用するポストテンションについては解析上考慮していない。

柱 1 ロットと 2 ロットの内部の最小ひび割れ指数は大幅に改善された。梁内部の最小ひび割れ指数については若干ではあるが改善された。

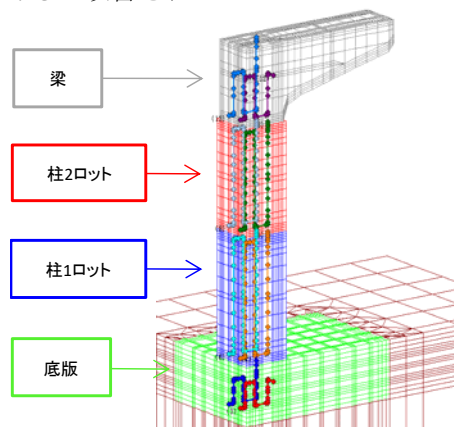


図-3 クーリングパイプ配置図

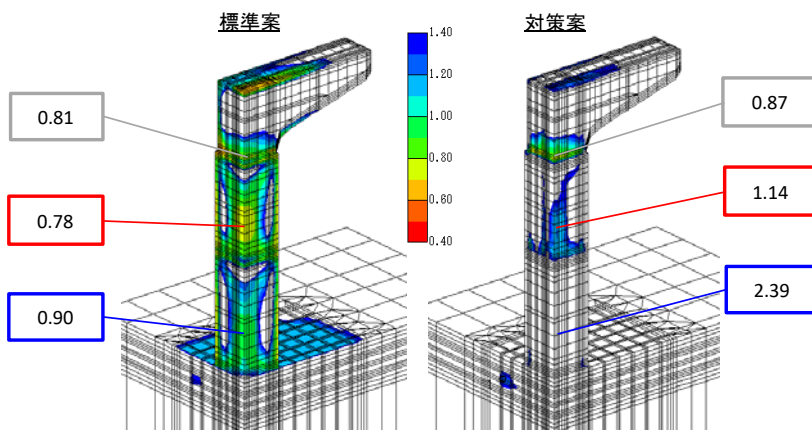


図-4 橋脚内部最小ひび割れ指数分布図

4. 打設結果

温度応力解析結果を基に、橋脚内部及び表層より 20cm の位置に温度センサーを設置した (図-5 ●部)。センサーにてコンクリート温度を計測しながらコンクリートを打設しパイプクーリングを行った。コンクリートの最高温度の結果を表-1 に示す。その他の 4 基においても、解析値と同程度に最高温度が抑制され、十分なクーリング効果が得られた。

表-1 コンクリート打設結果 (橋脚 No. 2)

橋脚		セメント 種類	打設日	コンクリート最高温度（℃）			有害なひび割れ 発生の有無
				標準案	対策案		
				解析値	解析値	実測値	
No. 2	柱1ロット	高炉B種	2018.3.29	67.4	48.3	50.2	無
	柱2ロット		2018.4.28	73.0	56.0	54.5	無
	梁	早強	2018.7.10	85.9	84.0	76.3	無

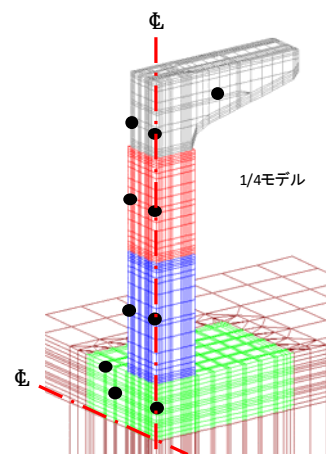


図-5 センサー設置箇所 (●部)

5. 本システム導入による効果

- ・橋脚 5 基すべてに有害なひび割れは発見されなかった。
- ・本システムは大掛かりな設備を必要としないコンパクトで簡易なシステムであるため、橋脚毎にシステムを移動する際も、都度重機を使用する必要もなく、人力で持ち運ぶことができ利便性が高かった。容易にシステムを移動できるため、長距離となる配管・配線も不要であった。
- ・計測データは、都度インターネットを通して遠隔地からでもコンピューターやタブレット端末等で確認することができ、通水の停止や再開の際には職員へメール通知された。

6. まとめ

本システムは小型であり、狭隘な場所でも使用でき、河川や海上工事にパイプクーリングを行う際にも大規模な仮設構台を必要としない。そのため、従来パイプクーリングの導入が困難であった場所においても本システムは適用することができ、コンクリートの品質向上の伸展に寄与できる。簡易なシステムであり、長い配線等も不要であることから、運用中のメンテナンス性にも寄与できる。システムの移動も容易であるため、1 ユニットで広範囲をカバーすることができる。

また、本システムの導入により、養生の適正化によるひび割れの防止だけでなく、遠隔化により職員の負担も軽減できた。今後も更なるコンクリートの高品質化に向け本システムを活用・改良していきたい。

参考文献

- 1) 石原ら：自動制御による簡易パイプクーリングシステムの開発，土木学会第 73 回年次学術講演会講演概要集