

壁式橋台における鉛直パイプクーリング工法の適用

(株)竹中土木 正会員 ○吉田 邦勝^{※1} 同 市川 晃央^{※1}
 (株)竹中土木 向野 泰弘^{※2} 同 待木 敏彦^{※2} 同 後藤 尚^{※2}

1. はじめに

パイプクーリング工法はマスコンクリートの温度ひび割れ抑制対策のひとつであり、コンクリート打設後に躯体を冷却するポストクーリング技術に位置付けられている。パイプクーリング工法にはダム等の大規模で平面的なコンクリート構造物に適用されてきた水平パイプクーリング工法と狭長で高構造なコンクリート構造物に適用される鉛直パイプクーリング工法がある¹⁾。鉛直パイプクーリング工法はクーリングパイプ長が短く、冷却水の躯体入口と出口の温度差を水平パイプクーリング工法に比べ、小さくすることができ、対象構造物の均質的な温度ひび割れ抑制対策を行うことが可能である。本稿では壁式橋台において実施した鉛直パイプクーリング工法による温度ひび割れ抑制効果について報告するものである。

2. 対象構造物

図-1 に対象構造物の代表的な断面寸法とリフト割を示す。鉛直パイプクーリングを適用した部材はリフト2の壁厚1.4m×高さ2.2m×長さ32.55mの堅壁部である。打設リフトは全4リフトとし、4/10～5/26の期間に打設する計画とした。事前の解析では最大温度上昇量が33.5℃、最小ひび割れ指数は0.70となり、有害な温度ひび割れが発生することが予測された。そのため、温度ひび割れ抑制対策として、躯体の内外温度差を低減する断熱養生と鉛直パイプクーリング工法、温度応力を低減する誘発目地を組合わせた対策工法を適用した。

3. 鉛直パイプクーリング工法の計画

鉄筋量と許容ひび割れ幅の関係より、目標ひび割れ指数は1.25とした。鉛直パイプクーリング工法の仕様は温度応力解析により、設置間隔、通水量、通水温度、通水期間をパラメトリックケーススタディにより検討し、目標ひび割れ指数を満足する仕様として表-1のように決定した。

躯体内の通水管は図-2のように2重管構造とし、外側はシース管φ60mm、内側は1インチビニールホースを使用した。通水系統図を図-3に示す。通水量の確認のため、各所に電磁流量計および水道メータを設置した。また、施工における制約条件から水道水を循環させる計画とした。

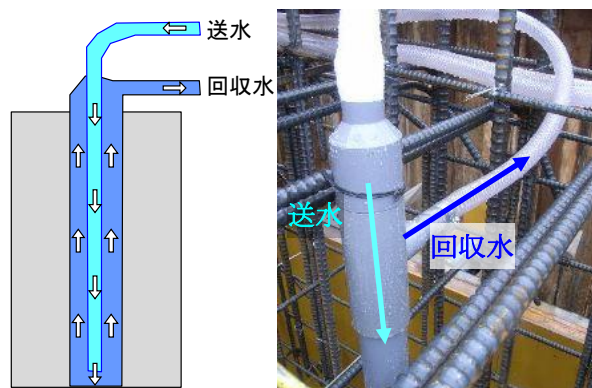


図-2 鉛直パイプクーリングの構造

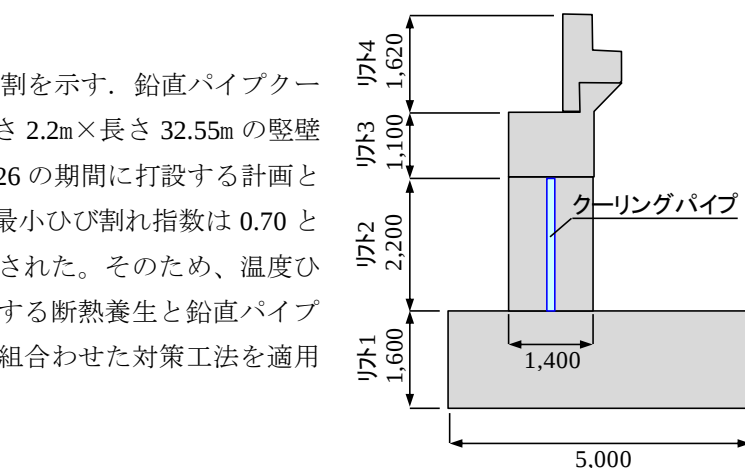


図-1 壁式橋台の代表断面

表-1 鉛直パイプクーリングの仕様

設置間隔	1.0m
通水量	50ℓ/min
通水温度	10℃
通水期間	0.25日～5.25日

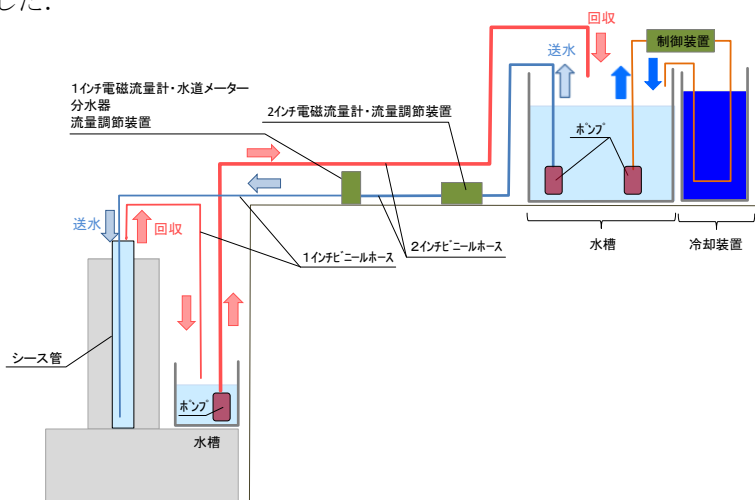


図-3 鉛直パイプクーリング工法の通水系統図

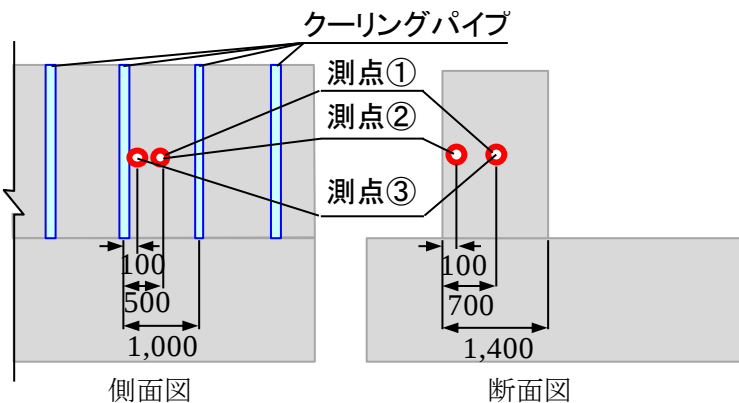
キーワード 鉛直パイプクーリング, マスコンクリート, 温度ひび割れ, 橋台

連絡先^{※1} 〒136-8570 東京都江東区新砂 1-1-1 (株)竹中土木技術・生産本部 TEL 03-6810-6215

連絡先^{※2} 〒630-0101 奈良県生駒市高山町 7782-3 (株)竹中土清滝生駒高山大橋交差点改良工事作業所 TEL 0743-78-0431

4. 鉛直パイプクーリング工法の計測管理

鉛直パイプクーリング工法が計画に沿って稼働していることを把握するために、図-4に示す位置において、コンクリートの内部温度を計測した。コンクリートの内部温度の計測位置は温度応力解析において最小ひび割れ指数が最も小さい位置とその表面、およびクーリングパイプ近傍とした。また、通水温度と外気温も計測した。



側面図 断面図
図-4 コンクリート内部温度計測位置図

5. 鉛直パイプクーリング工法の効果

コンクリート初期温度、通水温度および外気温等の得られた計測結果から、事後解析を行い温度応力ひび割れの対策工法の検証を行った。測点①における鉛直パイプクーリングを実施した場合のコンクリート温度実測値と実施しなかった場合のコンクリート温度の解析値を図-5に示す。図-5より、鉛直パイプクーリングにより、測点①におけるコンクリートのピーク温度は3.4℃低減できたと推察する。また、鉛直パイプクーリングを実施した場合のコンクリート温度実測値と実施しなかった場合のコンクリート温度の解析値における測点①と測点②の差を図-6に示す。図-6より、鉛直パイプクーリングにより、測点①と測点②における温度差を平均6.9℃低減し、温度応力の発生を抑制することができたと推察する。鉛直パイプクーリングの有無における最小ひび割れ指数分布を図-7に示す。鉛直パイプクーリングの適用により、全体的に最小ひび割れ指数が改善されており、最小ひび割れ指数が最も小さい着目要素においては0.35改善し、1.29となった。

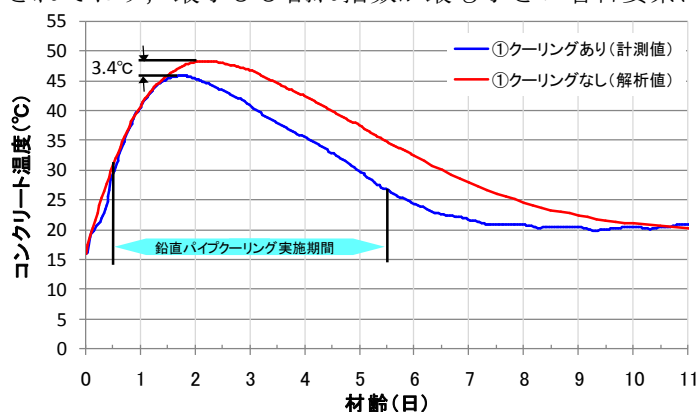


図-5 測点①における実測値と解析値

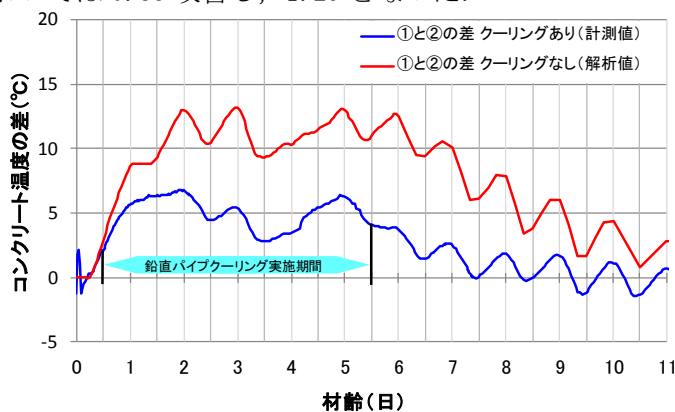
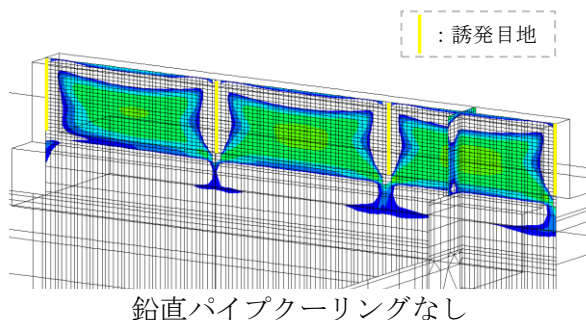
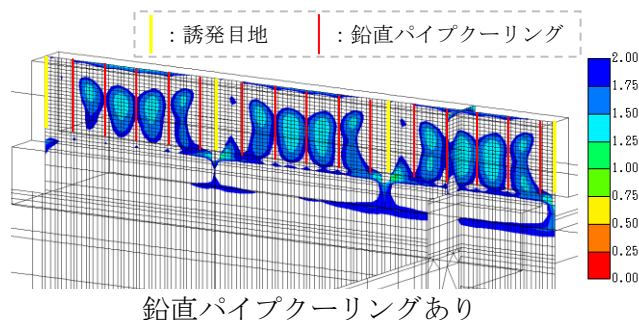


図-6 実測値と解析値における測点①と測点②の差



鉛直パイプクーリングなし



鉛直パイプクーリングあり

図-7 対策工法における鉛直パイプクーリングの有無における最小ひび割れ指数分布断面図（1/2モデル）

6. おわりに

延長の長い橋台に鉛直パイプクーリングを適用し、温度応力ひび割れに対する抑制効果を定量的に示した。また、打設から約3ヶ月後の現地調査においても有害なひび割れは発生していないことを確認した。今後、管理温度や適用期間に応じて、自動で制御管理するシステムを構築し、パイプクーリング工法の品質管理における省力化および高品質化を図りたいと考える。

参考文献

- 1) 西山 秀哉；マスコンクリートのひび割れ制御のための鉛直パイプクーリングの効果，土木建設技術シンポジウム：論文集 2006。