

水冷式パイプクーリングの施工に関する報告

川田建設(株) 正会員 ○有賀 瞬 川田建設(株) 千竈 康士郎
西日本高速道路(株) 正会員 前本 将志 川田建設(株) 正会員 松熊 千史

1. はじめに

マスコンクリートの温度ひび割れは、乾燥収縮ひび割れに比べひび割れ幅が大きく、有害なひび割れとなりやすいため、設計時や施工時に温度ひび割れ対策を講ずる必要がある。今回、マスコンクリートとなる忍頂寺高架橋上り線の P1 橋脚フーチング部において、水冷式パイプクーリングを実施した。本稿では、水冷式パイプクーリングの計画および実施、その効果について報告する。

2. 工事概要

工事概要を表 1 に示す。フーチングの構造寸法は、縦 13.5m×横 13.5m×高さ 4.0m である(図 1)。コンクリートは、24-8-40N を使用した(表 2)。コンクリート打設は 12 月中旬に約 730m³ を 1 回で打ち込む打設計画であった。

3. 事前解析の実施

フーチングはマスコンクリートとなり、温度ひび割れの発生が懸念されたため、水冷式パイプクーリングを行う計画とした。施工前に環境条件等を想定した FEM 温度応力解析を行い、実施方法を決定した。

解析における施工条件と解析結果を図 2 に示す。水冷式パイプクーリングの実施は、対策無と比較すると、コンクリート内部の温度上昇を抑制し、コンクリート表面のひび割れ指数 1.0 以下の領域を大幅に改善できる結果となったため、本条件を基に施工することとした。

4. 水冷式パイプクーリングの実施

クーリング用のパイプは、熱を伝えやすい鋼製パイプ(φ31.8mm、厚さ 1.2mm)を使用し、横 15@840mm、高さ 3@900mm の間隔で配置した。配置概要を図 3 に示す。通水経路は、構造中心線を境に左右に分け 2 系統(1 系統当たり約 436m=109m×4 段)とし、注入口を躯体中央部の最上段、排出口を躯体外縁部の最下段とした。クーリングには、掘削に伴い発生した湧水を使用し、電動ポンプを用いて毎分 15ℓ の通水量で循環した。コンクリートの養生およびパイプクーリングは、

表1 工事概要

工事名称	新名神高速道路 忍頂寺高架橋他3橋工事
発注者	西日本高速道路(株) 関西支社
施工箇所	大阪府茨木市大字忍頂寺～千提寺
工期	H25.6.21～H28.1.6
工事概要	橋梁形式：PRC3径間連続ラーメン箱桁橋 橋長：134.5m 幅員：10.0m 施工内容：下部工、上部工、橋梁付属物工
対象箇所	忍頂寺高架橋 上り線 P1フーチング

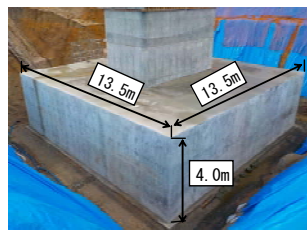


図1 上り線 P1 フーチング

表2 コンクリート配合表

配合名	24-8-40-N
W/C(%)	58.0
セメント	257
水	149
細骨材	810
粗骨材	1126
混和剤	1.67

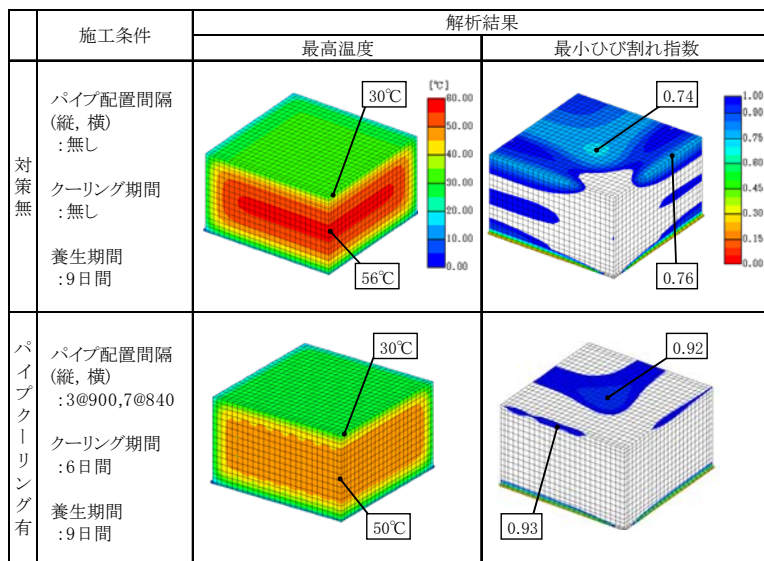


図2 FEM解析結果

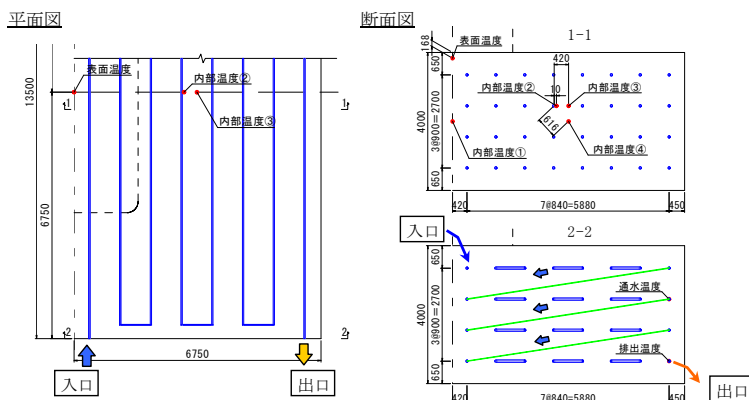


図3 鋼製パイプ配置図・温度測定位置図

キーワード マスコンクリート、水冷式パイプクーリング、温度ひび割れ、温度応力解析、移流拡散モデル

連絡先 〒114-8505 東京都北区滝野川 6-3-1 川田建設(株)

(TEL) 03-3576-5321 (FAX) 03-3915-3279

打設完了後から材齢 19 日まで行った。クーリング期間中のコンクリート温度・通水温度の変化は、熱電対を用いて計測した。

5. 温度計測の結果

図 4 にコンクリートの内部・表面温度、水の注入・排出温度の変化を示す。コンクリート温度は、材齢 2 日目で最高温度に到達し、内部温度①46℃、表面温度 27℃であった。通水は、機械式の水温調節を行わない循環方式としたが、13℃程度の湧水との混合により、注入温度は最大で 24℃、排出温度は 38℃であった。

図 5 に鋼製パイプ周辺のコンクリート温度の変化性状を示す。パイプから各測点までの距離は②10mm、③420mm、④616 mm である(図 3)。内部温度②は、通水温度とほぼ同等であり、内部温度④と②の温度差は最大で 10℃、平均で 6℃であり、内部温度③と②の温度差は最大で 8℃、平均で 4℃であった。

6. 事後解析結果との比較

施工後、コンクリートの打込み温度および外気温、通水温度を実施に合わせた事後解析を行った。このとき、水の長距離循環を再現するため、コンクリートによる水の温度変化を考慮する移流拡散モデルを用いた。

図 6 にコンクリートの内部温度および表面温度の実測値と解析値(対策無・クーリング有)を示す。それぞれを比較すると、最高温度到達材齢に多少の時差はあるが、最高温度および温度変化の勾配は近似しており、解析の有効性を示している。コンクリート内部の最高温度は、対策無で 54℃となるため、パイプクーリングを実施することで、8℃低減していることとなる。また、内部温度と外部温度の差が大きい期間(発生引張応力が大きい期間)を大幅に短縮していることとなる。

図 7 に鋼製パイプ周辺のコンクリート温度の実測値と解析値を示す。実測値と解析値の差は 1~2℃となり、ほぼ一致している。この結果から、実施は解析結果と同様な温度分布を示し、パイプからの距離が近いほど、温度低減効果が高いことが想定される。

7. まとめ

水冷式パイプクーリングの実施により、打設後のコンクリート内部の温度上昇を抑制することができた(図 8)。また、躯体表面におけるひび割れ指数 1.0 以下の領域を 93%削減(図 9)できていることから、水冷式パイプクーリングは、温度ひび割れの抑制に有効な手法であるといえる。

参考文献

土木学会:2012 制定 コンクリート標準示方書 設計編

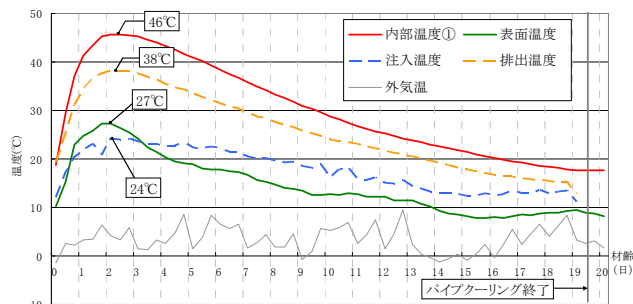


図4 コンクリートの内部・表面温度

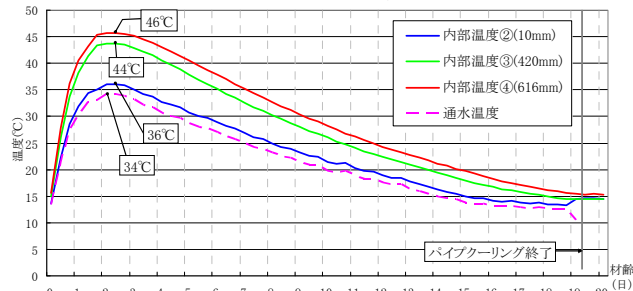


図5 鋼製パイプ周辺のコンクリート温度の変化性状

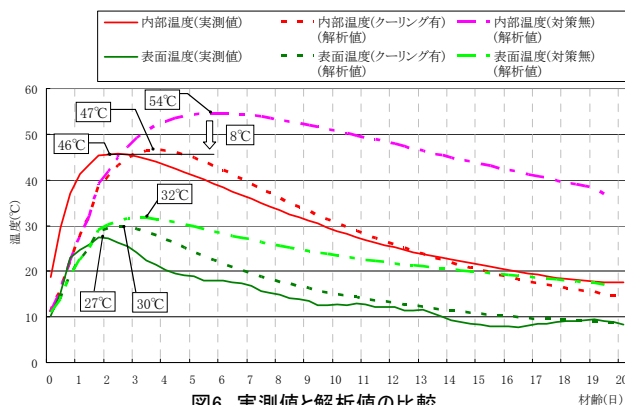


図6 実測値と解析値の比較

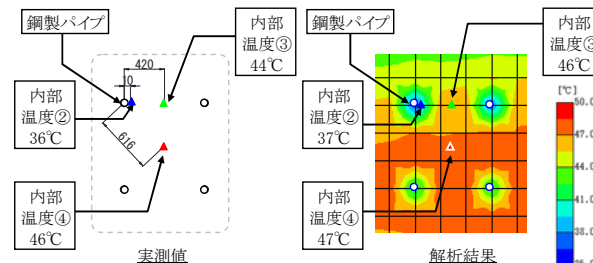


図7 実測値と解析値の比較(鋼製パイプ周辺)

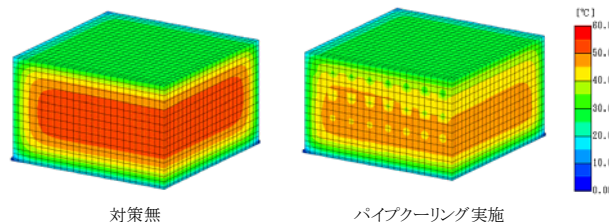
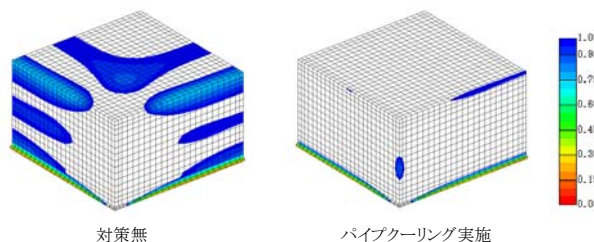


図8 解析における経験最高温度分布図



※ひび割れ指数1.0以下の領域を着色

図9 解析における経験最小ひび割れ指数