

### 地下水を利用した簡易パイプクーリング工法による温度ひび割れ対策

小田急電鉄(株) 兜 俊彦, 伊藤 健治, 有馬 真司  
鹿島・奥村・フジタ JV 正会員 木元 清敏, 大内 健, ○永谷 英基

#### 1. はじめに

本工事は、小田急電鉄小田原線の代々木上原駅付近から梅ヶ丘駅付近までの連続地下複々線化事業の内、掘割形式で地下に下り、ボックスカルバート躯体へと接続する開削工事である。図-1に当該ボックスカルバートの標準断面を示す。当構造物は、鉄道営業線に使用するため、将来、漏水による躯体の劣化等が生じた場合、その補修は容易では無いことから、長期的な耐久性に配慮したひび割れの無い躯体品質を目標とした。しかしながら、工程上、暑中コンクリートが避けられず、壁部における温度ひび割れの発生が懸念された。そこで、施工上の創意工夫として、地下水を利用した簡易なパイプクーリングによる温度ひび割れ対策を考案し、採用した。その結果、ひび割れ抑制に効果を得たので報告する。

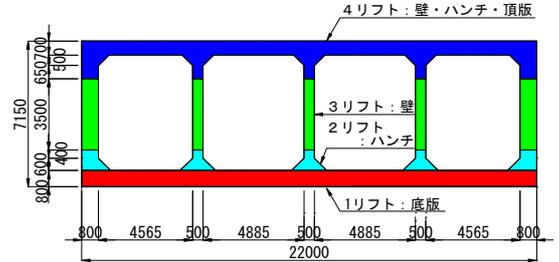


図-1 躯体標準断面

#### 2. 地下水を利用した簡易パイプクーリング工法

本工事では、開削坑内のドライアップを目的に地下水を汲み上げている。そこで、チラーを使った冷却設備などは使わずに地下水をそのまま利用した簡易なパイプクーリング工法を考案した。クーリングパイプは、PC用のワインディングシース管(φ60)を使用し、壁中央に1m間隔で鉛直に一直列配置した。クーリングパイプからの排水は、構築底版上に排水する構造とし、構築底版上に排水した水は、釜場に集水し、下水に排水している。図-2に工法概要を示す。打設完了後は、壁外排水ホースを取り外し、頂部養生水として水を流し、クーリングパイプへの通水停止後は、給水ホースをパイプ内から引き出し、引き続き、頂部養生水として利用した。最後に、クーリングパイプ内には充填モルタルとして、プレミックスモルタルを注入し、閉塞した。

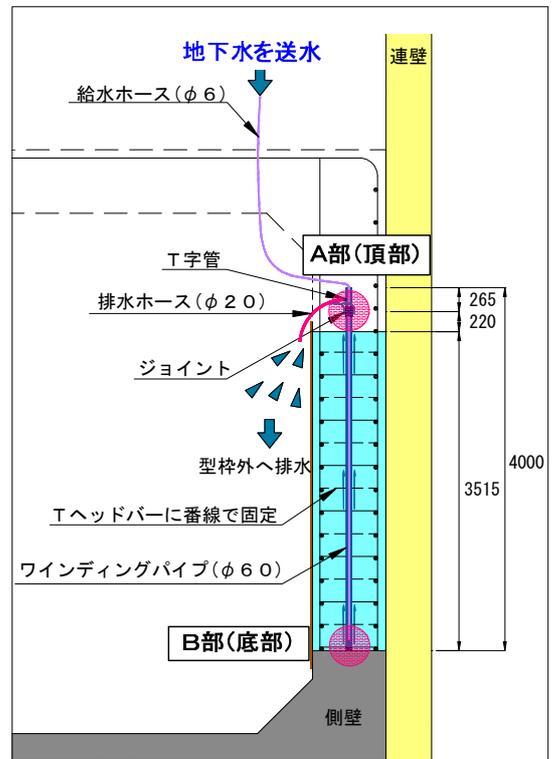


図-2 簡易パイプクーリング工法概要

#### 3. 温度管理方法

簡易パイプクーリング工法を運用するにあたっては、コンクリート内部の温度変化を監視する必要がある。そこで、図-3に示すように熱電対を配置し、計測を行った。計測箇所は、壁高中央にて、クーリングパイプからの距離を変えて配置することで、コンクリートの内部発熱温度の変化を計測し、通水期間の判定を行った。また、パイプ内にも熱電対を配置し、下から上に流れる水温の変化を確認することで、コンクリート水和熱の排熱状況を把握し、給水量の過不足管理を行った。

温度管理にあたっては、ピーク温度から10度下がった時点

キーワード ボックスカルバート, 温度ひび割れ, 暑中コンクリート, 簡易パイプクーリング工法, 地下水  
連絡先 〒107-8477 東京都港区元赤坂1丁目3番8号 鹿島建設(株)東京土木支店 TEL 03-3746-7679

目安にクーリングパイプ内への給水を止めた。これは、パイプ直近コンクリートの過度な冷却によって必要な強度の発現を阻害することを防ぐためである。ここで、温度が急激にリバウンドするようであれば再給水するが、温度が低下していくようであれば、クーリングパイプの通水は完了となる。

4. 施工実績と効果の検証

コンクリートの打設にあたっては、事前解析で想定した外気温と比べ、記録的な猛暑となり、施工的にかなり厳しい暑中コンクリートとなった。コンクリート温度の計測結果を図-4に示す。壁高中央のコンクリート中心面で測定を行っており、クーリングパイプから、100mm, 300mm, 500mmの測点での値を示している。傾向としては、クーリングパイプに近いほど、コンクリートのピーク発熱温度は低く抑えられており、クーリングを停止した際のリバウンドも顕著となる。従って、クーリングの効果は、半径300mm範囲程度で特に強かったものと考えられる。なお、地下水の温度は、20度でクーリングパイプに給水した。

次に、コンクリート温度の計測データから、施工条件を加味したパラメーターの修正を行い、フィッティング解析によるモデル構築を行った。図-4に事後解析データを併せて示しているが、精度良くモデル化できることが確認された。このモデルを用いて、温度ひび割れ対策の効果の検証を行った。図-5に材齢90日における最少ひび割れ指数の結果を示し、得られた知見を列挙する。

- ・クーリング及び誘発目地の両方を適用しても、最少指数0.97と1.0を少し下回った。
- ・クーリング及び誘発目地は、同程度のひび割れ抑制効果を発揮する。
- ・無対策の場合、厳しいひび割れ指数を示しており、確実にひび割れが発生する。

以上を踏まえ、誘発目地に加えて、簡易パイプクーリング工法を適用したことで、大変厳しい暑中コンクリートであったが、温度ひび割れの発生を効果的に抑制したものと推察される。また、通水温度が低い方が良いのは確かだが、コンクリート温度と比べて十分に温度差があれば温度低減効果はあることも確認できた。

5. まとめ

温度ひび割れ対策として地下水を利用した簡易パイプクーリング工法を適用した結果、設計で想定した以上に厳しい暑中コンクリートでもひび割れの発生を防ぐことができた。地下水を有効利用する比較的軽微な設備の本工法は、配合材料に頼りがちな従来の温度ひび割れ対策において、新たな選択肢になり得ることが確認できた。本報文が、コンクリートの品質向上に取り組まれる現場に対して、参考になれば幸いである。

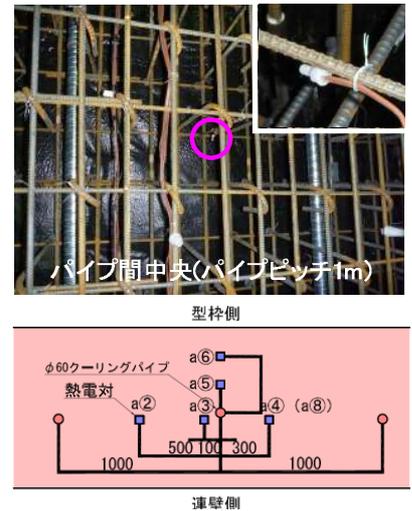


図-3 熱電対設置状況  
(\*)PCL:パイプクーリング

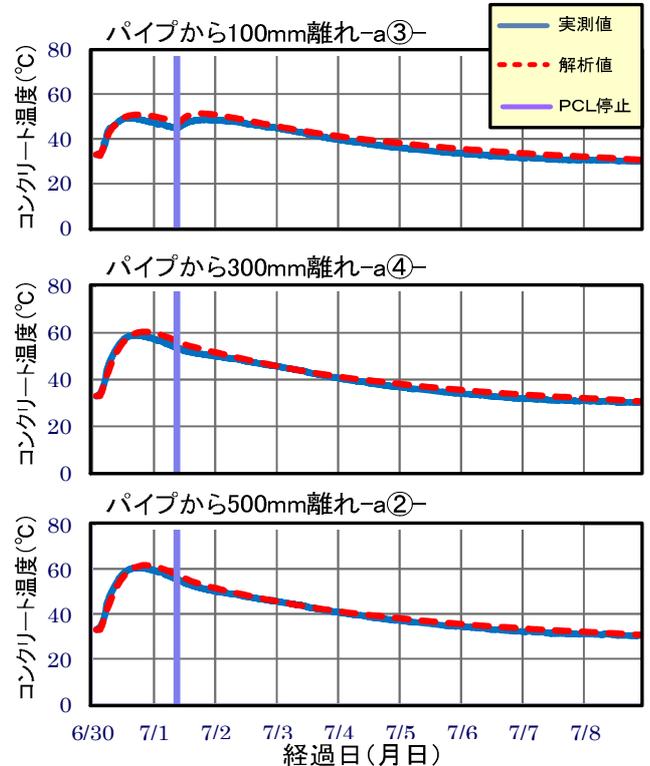


図-4 コンクリート温度経時変化

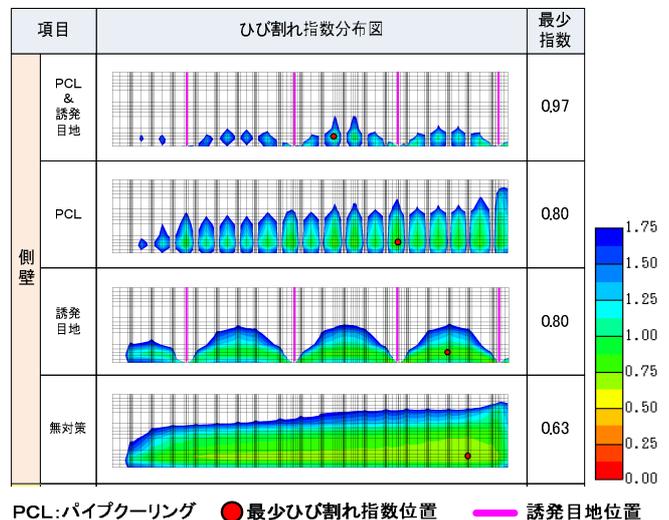


図-5 ひび割れ指数分布