

橋台施工における簡易なパイプクーリング工法の適用

(株)熊谷組 正会員 ○中出 剛※¹ (株)熊谷組 的場 重道※²
 (株)熊谷組 正会員 原田 雅弘※² (株)熊谷組 越智 啓介※²
 (株)熊谷組 正会員 緒方 明彦※¹

1. はじめに

マスコンクリート構造物における温度ひび割れ制御方法の一つであるパイプクーリング工法は、コンクリート打込み後にあらかじめ設置したパイプに水を通し、温度上昇時のコンクリートを冷却する工法であり、従来からコンクリートダムや大型橋脚基礎など大規模なコンクリート構造物に適用されてきている。一方、近年では特別な設備や複雑なクーリングパイプの配管を必要としない簡易な鉛直パイプクーリング工法を、一般的な橋脚や橋台における温度抑制対策として用いる例がみられる^{例えは¹}。本稿では、このような簡易パイプクーリング工法の適用例として、「四国横断自動車道 鳴門ジャンクション工事」における橋台構造物の温度ひび割れ制御対策におけるパイプクーリング工法の計画や施工方法、その効果について報告するものである。

2. 温度ひび割れ制御対策

対象となる構造物は、図-1に示すような壁厚 2.5m×壁高約 7m の橋台である。単位セメント量が 364kg/m³と富配合であり(表-1)、事前の予測解析では最大温度上昇量が $\Delta T = 55^{\circ}\text{C}$ 、最小ひび割れ指数が $I_{cr} = 0.52$ となり、有害な温度ひび割れが生じることが懸念された。このため、ここでは温度ひび割れ制御対策として、温度上昇を抑制するパイプクーリング工法と目地間の温度応力を低減させる誘発目地工法を組み合わせた対策工を採用した。

3. パイプクーリング工法

パイプクーリングは、鋼管(φ60.5mm)を壁中心付近に水平間隔 1.5m であらかじめ設置し、コンクリート打込み後にホースを通じて下方から鋼管内に通水させる方法とした。使用水は現場内で水替処理する地下水を用いるが、コンクリート表面への鉄分付着を防止するため、通水後の水を回収できる構造を設けた(写真-1)。地下水の水温は 21℃であり、コンクリート打込み後 5 日程度を目安に、パイプ 1 本あたり 3l/min の通水を行うこととした。事前の予測解析では流速を $u(\text{cm/sec})$ として式(1)²⁾によりパイプ壁面の熱伝達率 h を設定し、パイプクーリングにより最大 10℃程度温度上昇を抑制できると予測された。

$$h = 4.75u + 43.0 (\text{kcal/m}^2\text{h}^{\circ}\text{C}) \quad (1)$$

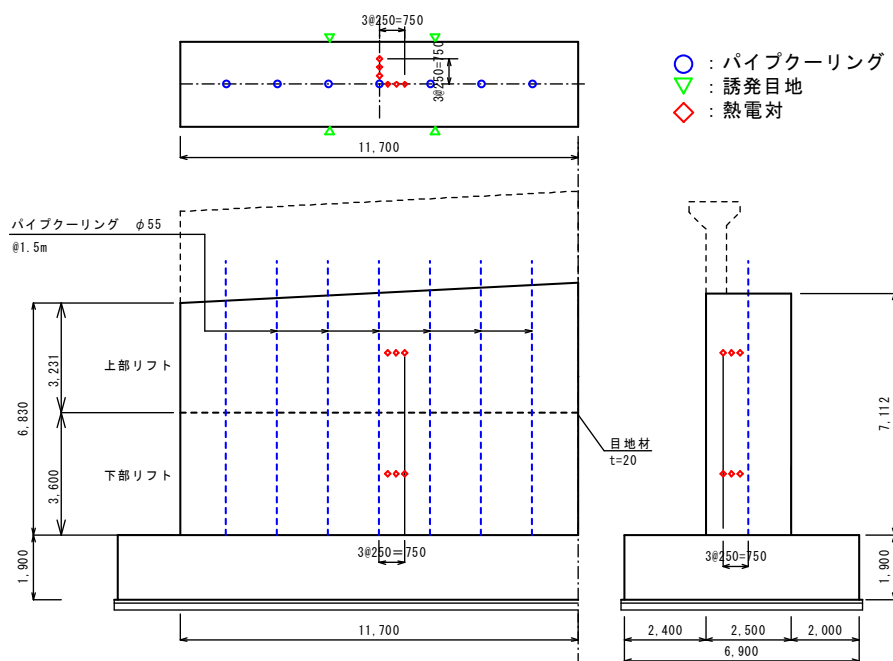


図-1 構造および温度ひび割れ制御対策工図

表-1 コンクリート配合(堅壁)

セメントの種類	BB
呼び強度(N/mm ²)	30
セメント量(kg/m ³)	364

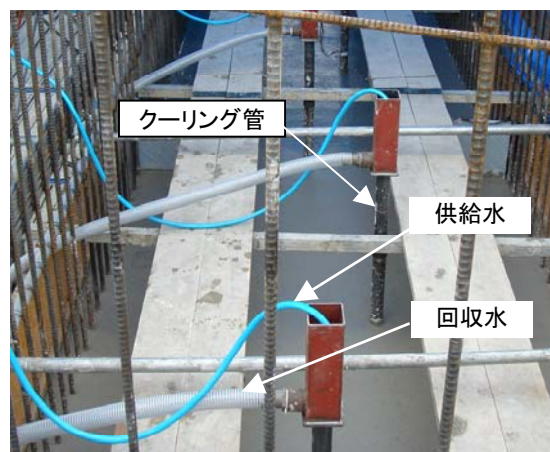


写真-1 パイプクーリングの状況

キーワード パイプクーリング, 温度ひび割れ, 橋台, 計測

連絡先※¹ 〒162-8557 東京都新宿区津久戸町 2-1 (株)熊谷組土木事業本部土木設計部 TEL 03-3235-8622

連絡先※² 〒772-0044 徳島県鳴門市大津町大幸長畑 40-1 (株)熊谷組鳴門ジャンクション作業所 TEL 088-683-1385

4. 施工

写真-1 にコンクリート打設時の状況を示す。断面中央部にクーリング用の管があるものの、従来の水平方向に管を配置した場合に比較して、ポンプの移動やバイブレーターによる締固めにおいて特に支障とはならないことから、施工面において優位性があると考えられる。実施工では、コンクリート打込み後に下部リフトで 9 日間、上部リフトで 5 日間にわたりパイプクーリングを稼動させた。

5. 温度計測結果

図-2, 3 に現場で計測したコンクリート温度および外気温の経時変化図を示す。同図には併せて、実施工で得られたコンクリート打込み温度、外気温を用いた各計測位置における解析値を示しているが、コンクリート温度が最大値に至るまでは各計測位置における実測値と解析値の温度履歴が非常に良く一致しており、事前のパイプクーリング効果の予測手法が妥当なものであることが確認できた。一方、最大温度に達した後の温度降下期においては、解析値に比較して実測値の温度降下時間が遅く、外気との熱伝達境界における条件について見直す余地のあることが示唆される。

また、最もクーリング管に近い位置となる計測位置 (No. 3, No. 4) において、パイプクーリングを行わない場合の解析値も併せて示しているが、パイプクーリングにより 12~15℃程度最大温度が小さくなっており、目標とした温度抑制効果を得ることができている。なお、パイプクーリングによる最小ひび割れ指数の改善効果は解析によると表-2 になる。実施工では、2 基の橋台においてパイプクーリングを適用し、1 箇所のみ 0.2mm を超える貫通ひび割れが生じたものの、このほかに有害なひび割れは確認されていない。

6. まとめ

簡易な鉛直パイプクーリング工法を実工事に適用し、十分な温度抑制効果が得られることを確認することができた。今後は対象構造物や施工条件など、当工法の適用性に関してさらに整理のうえ、その活用を図りたいと考える。



写真-2 コンクリート打込み状況

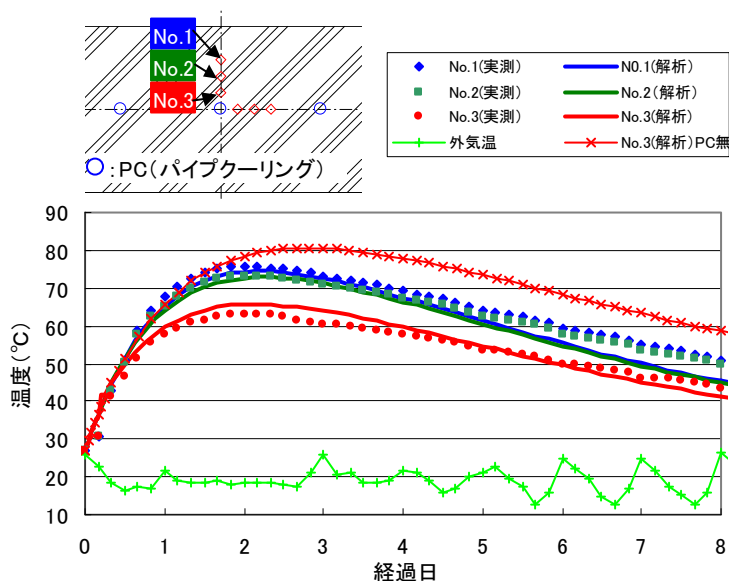


図-2 コンクリート温度経時変化図（断面方向）

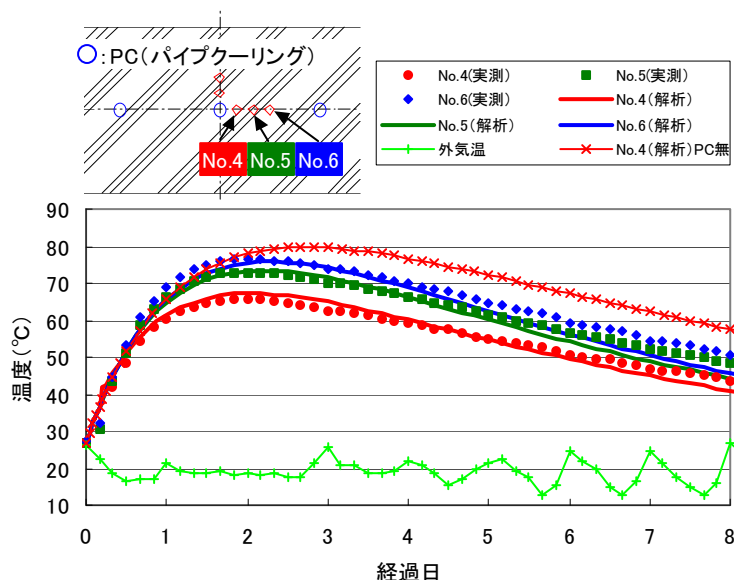


図-3 コンクリート温度経時変化図（軸方向）

表-2 最小ひび割れ指数の比較

リフト	パイプクーリング	
	無	有
下部リフト	0.58	0.87
上部リフト	0.78	1.3

参考文献

- 1) 西井 康雄：パイプクーリングによるひび割れ制御の取り組みについて，北陸地方整備局平成 21 年度管内事業研究会，2009。
- 2) 田辺 忠顕，山川 秀次，渡辺 朗：パイプクーリングにおける壁面面の熱伝達率の決定ならびに冷却効果の解析，土木学会論文報告集，No. 343，1984。