

冷温水の通水による新しい温度ひび割れ抑制工法の橋脚への適用

鹿島建設(株)

正会員

○村田和也, 戸張正利, 岡本裕昭

柳井修司, 橋本 学, 青山達彦

1. はじめに

温度ひび割れは、コンクリート構造物の耐久性を低下させる要因の一つである。特に、寒冷地では、凍害や凍結防止剤散布による塩害の複合劣化によって著しく耐久性が低下する可能性があり、温度ひび割れの抑制が強く求められている。今回、ウォーターパイプクーリング¹⁾を応用した温度ひび割れ抑制工法を三陸沿岸道路の長部高架橋 P2 橋脚（2～7 リフト）に適用したので、その結果について報告する。

2. 工法の概要

本工法は、躯体内にパイプを設置し、冷水を通水するクーリングと温水を通水するヒーティングによって、躯体温度をコントロールする工法であり、主に3つの手順によって構成される（図-1）。一つ目は、 n 番目に打込むリフト（以降、 n リフトと称す）に冷水を流し、躯体温度のピークカットをする「クーリング」、二つ目は、ピークカット後、 n リフトに温水を流して躯体温度を緩やかに徐冷することで、強度発現が十分でない若材齢時の体積変化（収縮）を抑える「ヒーティング（徐冷）」、さらに、三つ目は、 $n+1$ リフトを打ち込むまで、 n リフトに温水を流し、躯体を保温することで、新旧リフトの温度差を低減し、 n リフトによる $n+1$ リフトの温度変形の拘束を緩和する「ヒーティング（保温）」である。これらの手順を各リフトで繰り返すことにより、部材内外の温度差による内部拘束応力、既設リフトによる外部拘束応力を低減し、温度ひび割れを抑制するものである。

3. 適用実績

3.1 実施概要

本工法の通水システムおよび通水パイプの設置概要を図-2 に示す。クーリングでは、 4m^3 の貯水タンクを備えたチラーを用いて 10°C 程度の冷水を製造した。また、ヒーティングでは、温度調節機能付きの投込みヒーターを用いて約 50°C の温水を製造し、躯体内部に設置したパイプに通水した。送水には、グラウトポンプを用いた。通水の仕様を表-1 に示す。通水パイプは、高さおよび断面方向に $500\sim 750\text{mm}$ 間隔で設置した。通水量、通水温度および通水期間は、事前の温度応力解析から決定し、実施工に反映させた。なお、通常のパイプクーリングでは、通水パイプとして鋼管や塩ビ製のグラウトホースが

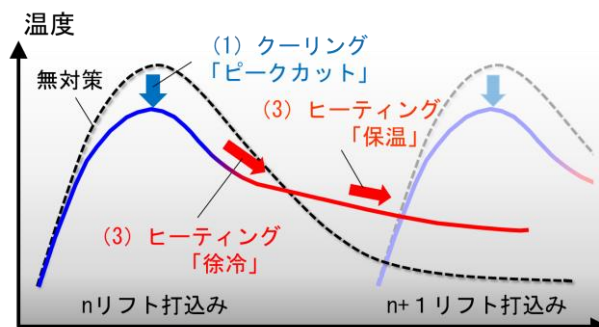


図-1 本工法の概要

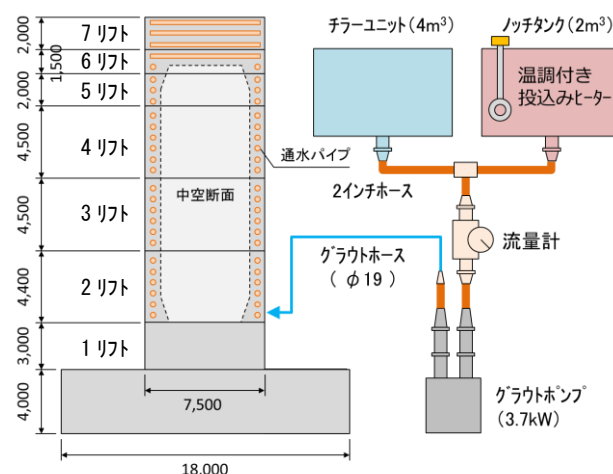


図-2 通水システム全景および通水パイプの設置概要

表-1 通水仕様

通水パイプ設置間隔	750mm ピッチ
通水量	15L/min
通水温度 (クーリング)	10°C
期間 (クーリング)	打込み開始から、ピーク到達後、10 時間後まで
通水温度 (ヒーティング)	50°C
期間 (ヒーティング)	クーリング停止から次リフト打込みまで※

※期間が開く場合は、中断し、2 日前から再開

キーワード 温度ひび割れ, パイプクーリング, ポリエチレン製可とう電線管, 温度応力解析, 橋脚

連絡先 〒182-0025 東京都調布市飛田給 2-19-1 鹿島建設(株) 技術研究所土木材料グループ TEL042-489-6752

用いられるが、今回は、ポリエチレン製可とう電線管（図-3）を用いた。可とう電線管は、可とう性を有し、軽量であるため施工性に優れる。また、グラウトホースよりも熱交換率が高く、高い温度制御効果が得られる。さらに、鋼管のように腐食の懸念がないことに利点がある。

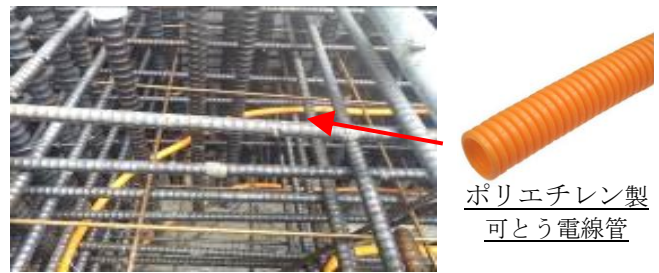


図-3 ポリエチレン製可とう電線管

事前の温度応力解析結果ならびに事後解析結果（コンクリートの発熱特性、強度発現ならびに施工条件等をフィッティング）を図-4に示す。事前解析において、本工法の適用によって、ひび割れ指数が全体的に改善し、特に、耐久性上有害となりうる外部拘束応力によるひび割れが生じやすい部位（図中、着目点）においては、ひび割れ指数が 1.0 以上に改善していることがわかる。なお、2 リフトについては、1 リフトのヒーティングによる外部拘束の緩和の効果が得られないため、他リフトと比較して効果が小さい。次に、躯体温度履歴の一例として、3 リフトと 4 リフトにおける図-4に示す温度計測点の、解析値と実測値の比較を図-5に示す。図より、事前解析の温度履歴と同様に、実施工においてもクーリング（ピーク温度 6.9℃低減）、ヒーティング（リフト間最大温度差 17.3℃低減）の効果が想定通り適切に得られていることが確認できる。さらに、図-4に示すように、発熱特性や強度発現性を見直しもふまえた事後解析の結果、事前解析と同等以上のひび割れ指数の改善が認められた。

実際に、目視によるひび割れ調査では、有害な温度ひび割れは確認されず、十分なひび割れ抑制効果が得られたと考えられる。

4. おわりに

冷水と温水の通水による躯体温度の制御による温度ひび割れ抑制工法を適用し、ひび割れ抑制効果を得ることができた。本工法が、同種工法の参考となれば幸いである。

謝辞

本研究の実施にあたり、国土交通省東北地方整備局南三陸国道事務所の佐藤和徳氏、菊池忠利氏をはじめとする、多くの皆様に多大なご協力を頂いた。ここに感謝の意を表す。

参考文献

- 1) 溝淵：マッシュなコンクリート構造物のパイプクーリングによる熱除去効果および温度ひび割れ抑制効果に関する研究，博士論文，2005

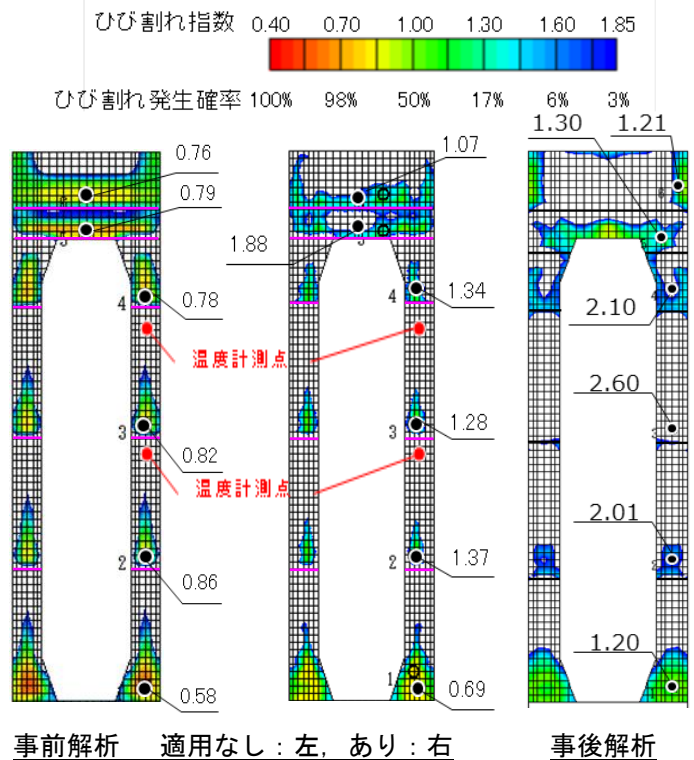


図-4 温度応力解析結果（ひび割れ指数分布）

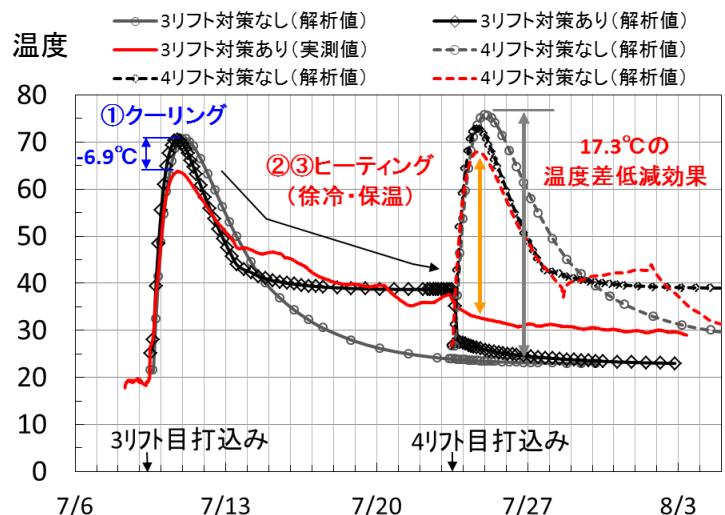


図-5 温度履歴（解析値・実測値）