

グラウトホースを用いたパイプクーリングの効果と検証

三井住友建設(株) 北海道支店 土木部	正会員	○寺門 直之
三井住友建設(株) 土木本部 土木設計部	正会員	吉野 正道
三井住友建設(株) 北海道支店 土木部		濱本 泰弘
三井住友建設(株) 北海道支店 土木部		斉藤 萌子

1.はじめに

北海道横断自動車道の天神橋は北海道余市郡余市町から札幌自動車道に接続する高速自動車国道の一部で、最大支間 90m・最大橋脚高 53mを有する橋長 681mのPC9 径間連続ラーメン箱桁橋である。施工場所の小樽は、北海道でも有数の積雪寒冷地であるが、本橋では冬期休止を行わず通年施工で行った。本橋の柱頭部はマスコンクリート部材となるため、若材齢時の内外温度差に起因する温度ひび割れの発生が懸念された。その対策として、配温式パイプクーリング(当社特許-第 4108544)を実施し、内外温度差を低減することにより温度ひび割れの発生を抑制した。本橋では施工性に優れるグラウトホースを用いてパイプクーリングを行う手法を選択した。本稿ではコンクリートの温度計測値を用い、クーリング効果や施工性についての検証結果を報告する。

2.配温式パイプクーリング実施概要

1).配温式パイプクーリング概要

今回採用した配温式パイプクーリングは図-1 に示すように部材中心から外側に向かって冷水を通水して部材中心部を冷却し、高温となった水をコンクリート表層部に配温するクーリング工法である。本工法の実施により部材中心部を冷却する効果に加え、配温する効果が得られるため、部材内外温度差を効率よく低減できる。

2).実施概要

パイプクーリングの実施に先立ち、温度応力解析による事前検討を行い、ひび割れ指数が 1.4 以上となるようなクーリングの計画を立てた。今回設定した条件としては、夏期で温度上昇が最大となる場合を想定して、グラウトホースの配置間隔は 50 cm で、1 本当たりの長さを最大 100m とし、4 系統にて配置した。流速は 0.150/sec に設定し、水温は外気温として解析を行った。

解析結果より、無対策時とクーリング実施時の内外温度差を図-2、図-3 にそれぞれ示す。今回の条件下ではパイプ

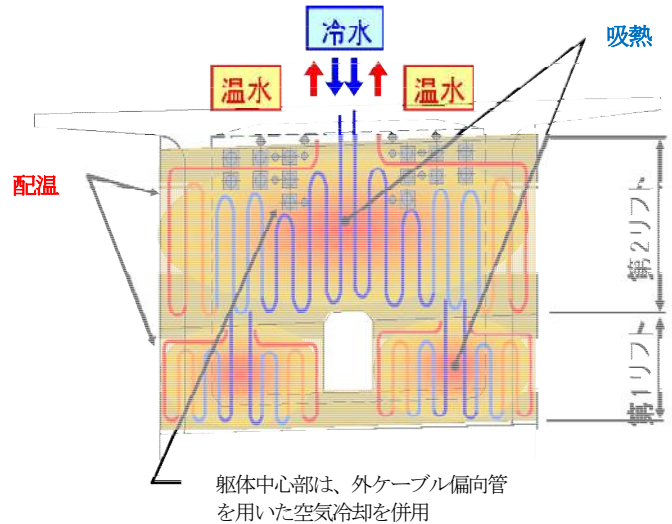


図-1 配温式パイプクーリングのイメージ

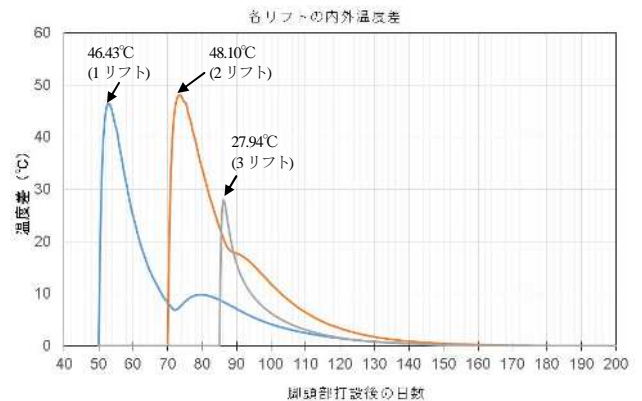


図-2 無対策時の内外温度差の解析結果

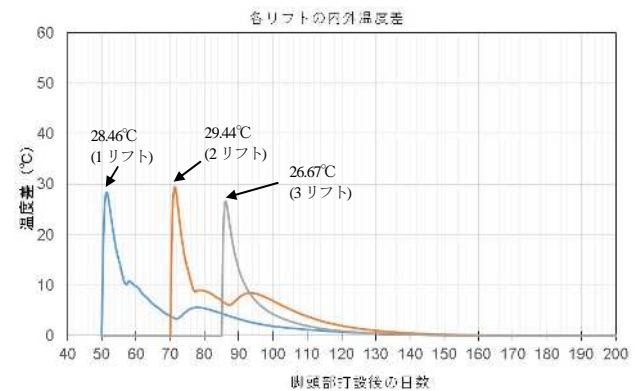


図-3 クーリング実施時の内外温度差の解析結果

キーワード：パイプクーリング，グラウトホース，マスコンクリート，内外温度差

連絡先：〒060-0001 北海道札幌市中央区北1条西3丁目3番地 三井住友建設(株) 北海道支店 土木部 Tel:011-207-7840

クーリングを実施することにより、約 18℃の内外温度差の低減効果が得られる結果となった。また、クーリングの効果が期待できずひび割れ指数が 1.4 未満となる局部応力に対しては補強鉄筋を配置してひび割れの発生を防止した。

今回使用する主要資機材は、水槽(6m3)・高圧洗浄機・グラウトホースで、グラウトホースの仕様はφ19mm・肉厚3.5mm・50m巻である。柱頭部の全8ヶ所にて実施したので、最大で地上60mまで水を圧送するため、高圧洗浄機を使用して、途中でバルブを設けることにより水流の調整を行った。使用する水の冷却は特に行わず、水槽に貯めた水を循環させてクーリングを行った。

3.パイプクーリングの効果と検証

1).施工性について

パイプクーリングを施工した状況写真を図4に示す。クーリングパイプにグラウトホースを用いたことにより、鉄筋の組立が完了してから容易にホースを配置することができた。従来の鋼管やポリエチレン管を用いたパイプクーリングでは、鉄筋組立作業と同時に配管作業を行う必要があること、可とう性が良くないので所定の場所へ配置できない場合が発生することがあり、工程遅延の可能性を有している。そのため、施工性に優れるグラウトホースを用いる方法を選択した。また、後処理に関しても超低粘性型PCグラウト材を用いて容易に充填することが出来る。

2).温度測定結果について

パイプクーリングの実施に伴い解析条件を施工条件と一致させて再度解析を行い、無対策時の温度上昇及び内外温度差を算出し実測値との比較検討を行った。また、グラウトホースでの冷却効果の範囲の検証も同時に行った。今回の温度測定箇所として、コンクリート表面から5cm・25cm・100cm・150cmの4点とグラウトホースから25cm・15cm・5cm・0cmの4点の計8点とした。解析値と実測値を比較したグラフを図5に、グラウトホースによる冷却効果を示したグラフを図6にそれぞれ示す。

解析結果と実測値を比較すると最高温度が78℃から63℃へと15℃低減され、内外温度差が31℃から16℃へと15℃の低減効果が確認された。事前に行った解析では18℃の低減結果であったのでほぼ同等の低減効果が確認された。

グラウトホースの冷却効果の確認では、ホースからの距離が25cm・15cm・5cm・0cmでそれぞれ12℃・15℃・18℃23℃の冷却効果が確認された。グラウトホースから25cm離れた個所でも低減効果が確認できたので、今回50cm間隔にて配置したのは妥当であったと考えられる。



図4 パイプクーリング設置状況

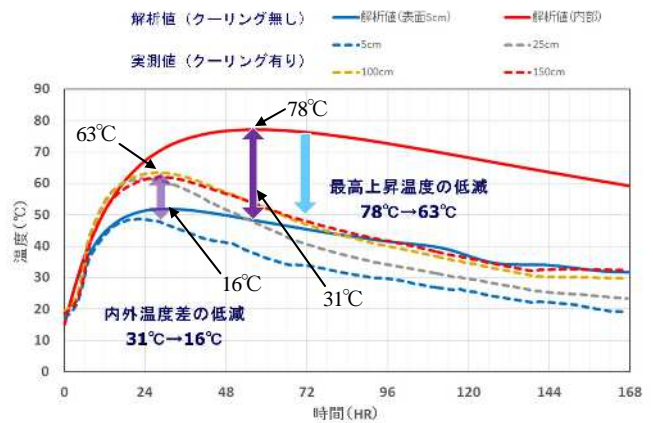


図5 解析値と実測値の比較

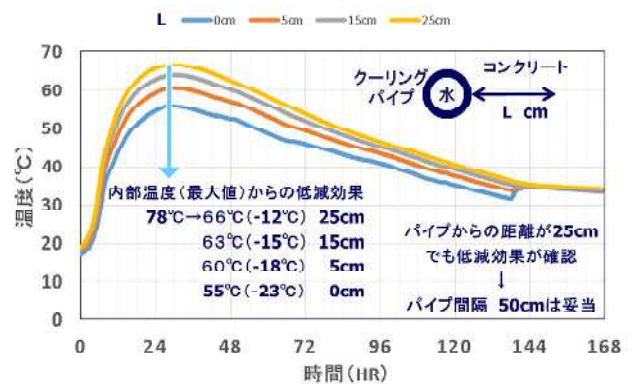


図6 クーリングパイプの効果の確認

4.おわりに

グラウトホースを使用した場合、従来から用いられている鋼管やポリエチレン管に比べ、熱伝導率の違いにより冷却効果が多少劣るとされている。しかし、グラウトホースは施工性に優れているので、冷却効果を十分に得ることが出来るような密な配置を容易に行うことが出来る。今回得られた結果から、パイプクーリングにグラウトホースを用いても十分に効果が期待できることが確認できた。また、冷却装置の無い水槽による循環方式のクーリング工法でも解析結果に近い低減効果が得られた。このため、本工法は限られた資機材で実施できる適用範囲も広い技術であると考えられる。