インバート施工区間の覆工コンクリートへの部分パイプクーリング適用効果

安藤ハザマ　○正会員 栗原浩彦，正会員 三沢良太，正会員 白岩誠史
株式会社エスケーラボ　土屋徹
木部建設株式会社　田所和人

1. はじめに

“H26-28 金沢東環神谷内トンネル（Ⅱ期線）工事”のインバート施工区間である 6～8 スパンの覆工コンクリートに，“部分パイプクーリング工法[1)]”を適用した．部分パイプクーリング工法は，**図-1** に示すように，温度による拘束ひび割れの発生が懸念される範囲を限定して冷却することで，効率的にひび割れの発生を抑制する工法である．

本報告では，部分パイプクーリング工法を適用したスパンでの温度およびひずみの計測結果，計測した外気温等を反映した事後解析による効果確認結果について報告する．

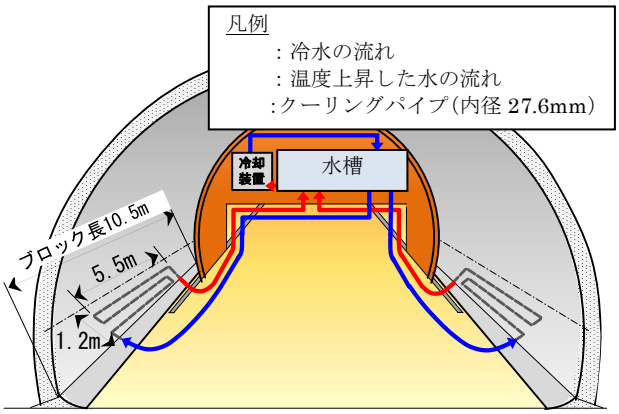

図-1　覆工コンクリートへの部分パイプクーリング適用概要

2. 計測結果

図-2 に温度およびひずみの計測位置を示し，スパン 6 での温度計測結果を**図-3**，ひずみの計測結果を**図-4** に示す．**図-3** より部分パイプクーリングにより冷却部（測点 1）が未冷却部（測点 3）より最高温度が 11℃程度低減し（図中①），冷却部（測点 1）がクーリング停止後に 2℃温度上昇（図中②）することで，**図-4** より拘束ひずみが 31×10^{-6} 程度低減（図中③）できたことが確認できた．早期に冷却を停止することで，ピーク温度をカットしながら，下端部

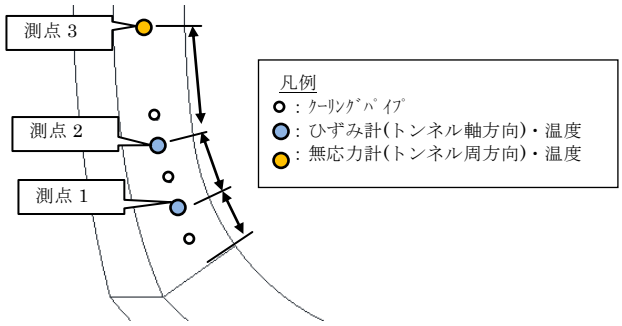

図-2　温度およびひずみ計測位置

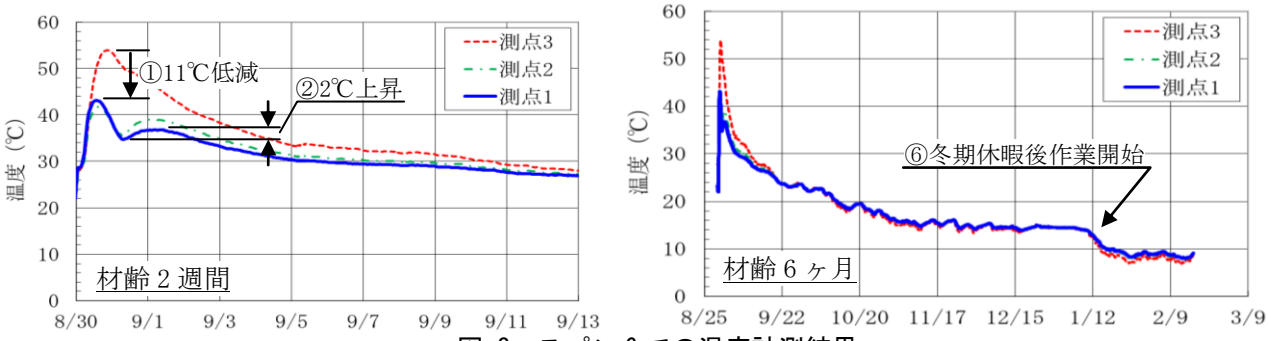

図-3　スパン 6 での温度計測結果

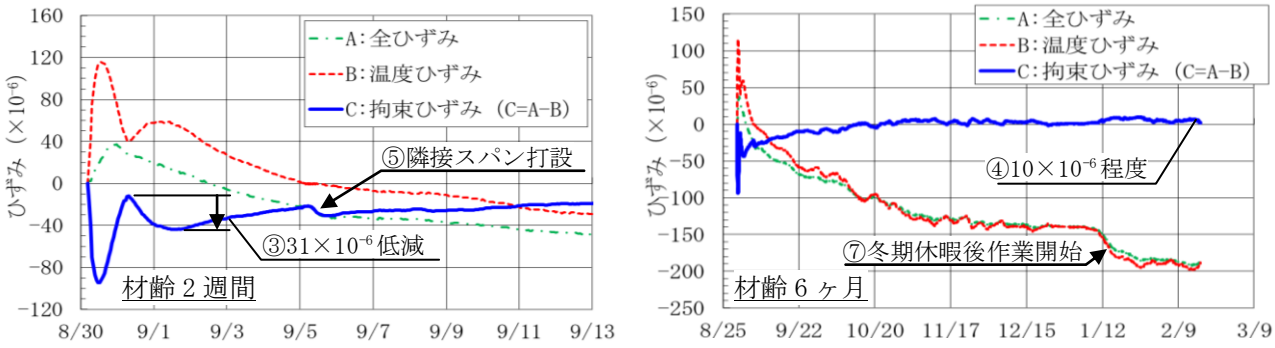

図-4　スパン 6 でのひずみ計測結果

キーワード　パイプクーリング，温度ひび割れ，ひずみ計測，温度計測，事後解析
連絡先　〒107-8658　東京都港区赤坂 6-1-20　安藤ハザマ　土木事業本部　ＴＥＬ03-6234-3670

の温度上昇を誘発させることで，材齢 6 ヶ月において拘束ひずみは 10×10^{-6} 程度であり(図中④)，通常のコンクリートが $100\sim200\times10^{-6}$ 程度でひび割れが発生することを考慮すると，将来的にもひび割れの発生する可能性は低いと考えられる．また，隣接スパンの打設による拘束ひずみの低減(図中⑤)，冬期休暇中の坑内締切り後の作業開始による温度およびひずみの低減現象(図中の⑥，⑦)が確認できた．

3. 事後解析結果

現場で計測した外気温，コンクリート温度等を反映した事後解析を実施した．解析モデルおよび条件を**図-5** に示す．部分パイプクーリングの配管位置および通水条件は**図-6** に示す．クーリングパイプ表面の熱伝達率は，田辺らの式 [2]により 234W/m^2℃とし，通水期間は 30 時間とした．

事後解析の条件でクーリングを未実施の場合の解析結果を**図-7**，実際に施工時にクーリングを実施した状況を再現した事後解析結果を**図-8** に示す．この結果，クーリングを実施することで，ひび割れ指数が 0.86 から 1.15 に改善し，ひび割れの発生確率を 43%低減できたことが確認できた．

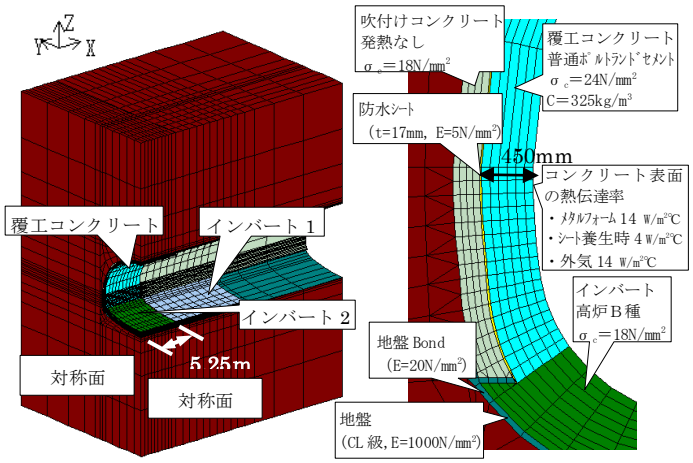

図-5 解析モデルおよび条件（1/4 モデル）

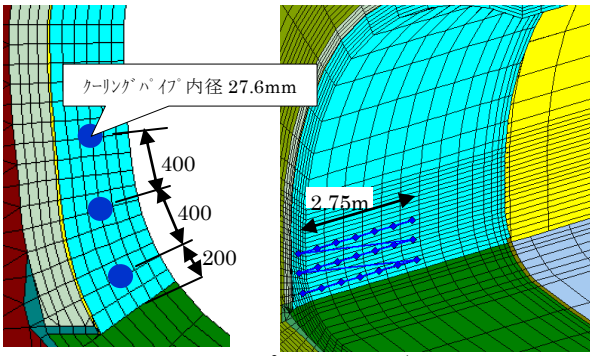

図-6 部分パイプクーリング解析条件

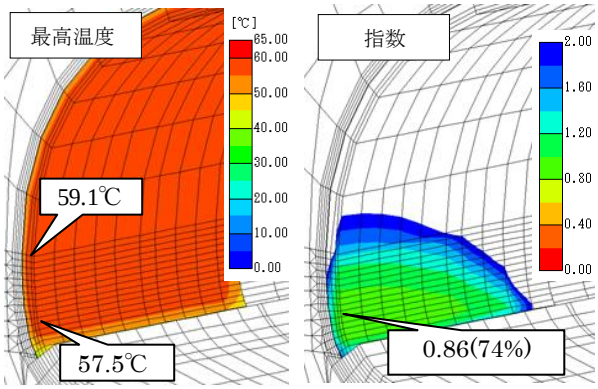

図-7 部材中心の温度・指数分布図：7BL
（事後解析の条件でｸｰﾘﾝｸﾞ未実施の場合の事後解析）

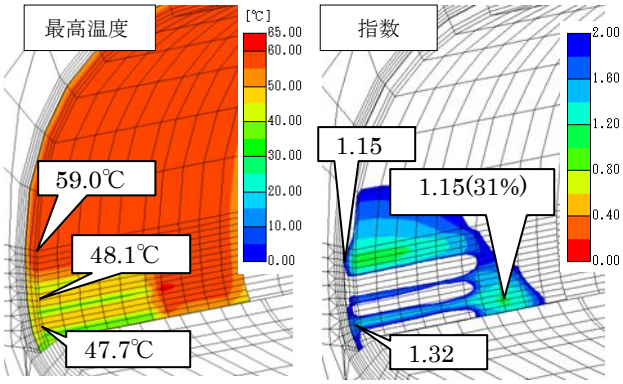

図-8 部材中心の温度・指数分布図：7BL
（部分ﾊﾟｲﾌﾟｸｰﾘﾝｸﾞ実施時の事後解析）

4. まとめ

(1) 材齢 6 ヶ月において，拘束ひずみは 10×10^{-6} 程度であり，将来的にもひび割れの発生する可能性が低く，部分パイプクーリングのひび割れ抑制効果が確認できた．

(2) クーリング停止後に冷却部が 2℃温度上昇し，拘束ひずみが 31×10^{-6} 程度低減でき，部分パイプクーリング特有の効果が実測値から確認できた．

(3) 部分パイプクーリングを実施したことで，ひび割れ発生確率が 43%低減できたことが確認できた．

参考文献

1) 白岩誠史，川中政美，庄野昭，佐藤正，牧剛史：覆工コンクリートひび割れ対策への部分パイプクーリングの適用，トンネル工学報告集，26 巻，Ⅰ-4，pp.1-11，2016.11

2) 田辺忠顕・山川秀次・渡辺朗：パイプクーリングにおける管壁面の熱伝達率の決定ならびに冷却効果の解析，土木学会論文集，第 343 号，pp.176，1984 年 3 月