

部分パイプクーリングのひび割れ抑制メカニズムと効果の検証

安藤ハザマ 正会員 ○稲田 匠吾, 赤池 考起, 正会員 白岩 誠史
国土交通省 大分河川国道事務所 田口 敬二, 松井 匡宏

1. はじめに

「大分 212 号三光第 1 号トンネル新設工事」の起点側は内空断面積 136m^2 の超大断面部である。当該部における覆工コンクリート厚は 60cm であることから、温度ひび割れ抑制対策のひとつである“部分パイプクーリング(Localized Pipe Cooling, 以下 LP クーリング)”を採用した。この LP クーリングは、引張応力の集中する部分を短期間クーリングすることで温度ひび割れを抑制する工法である¹⁾²⁾。

本報告では、当該工法のひび割れ抑制メカニズム、効果の検証のため実施した覆工コンクリート部材内部のコンクリート温度およびひずみの計測結果を報告する。

2. LP クーリングのひび割れ抑制メカニズム

LP クーリングを実施した際の覆工コンクリートの部材内部の温度履歴を図-1 に、拘束ひずみ履歴を図-2 に示す。覆工コンクリート打設開始時よりクーリングを実施することで図中(1)のように“クーリングによる内部温度低減効果”が期待できる。その後、クーリングを停止すると周辺の未冷却部の温度は降下するが、冷却部においては図中(2)のように温度が再上昇し、“冷却部の遅れ膨張効果”を伴う。温度降下時、未冷却部の温度収縮ひずみ量が冷却部より大きいいため、図中(3)の“未冷却部の締め付け効果”が期待できる。これら 3 つの効果により、限定された部分のみを短期間クーリングすることで、引張応力の集中する冷却部の引張応力を低減し、ひび割れの発生を効率よく抑制できる。

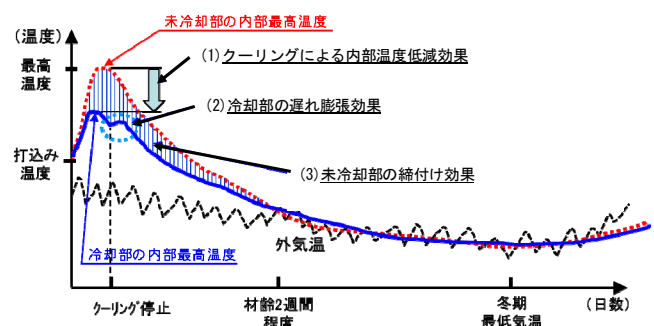


図-1 LP クーリング実施時の温度履歴

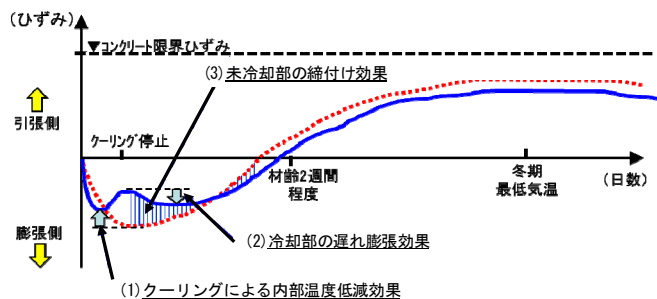


図-2 LP クーリング実施時の拘束ひずみ履歴

3. 計測機器の配置および計測項目

図-3 に LP クーリングシステムの配置概要を、図-4 に計測機器の設置箇所および計測項目を示す。LP クーリングの効果確認にあたり、ひとつのスパンの左右側壁において“無対策部”と“LP クーリング部”を設けた。これは、打設日の温度条件等による影響を排除するためである。

4. 打設状況およびクーリング管理状況

覆工コンクリートの配合を表-1 に、打設当日の打設状況およびクーリング管理状況を表-2 に示す。

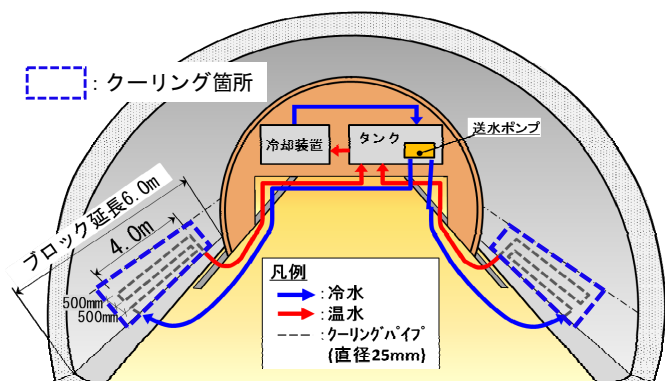


図-3 LP クーリングシステムの配置概要

キーワード パイプクーリング, 拘束ひずみ, 覆工コンクリート, ひび割れ抑制, 温度ひび割れ

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 TEL 03-6234-3673

表-1 配合表(30-19-20BB)

W/C (%)	s/a (%)	単位量(kg/m ³)				
		セメント	水	細骨材	粗骨材	混和剤
46.3	48.8	378	175	819	911	3.024

表-2 打設状況およびクーリング管理

打設日	外気温 (°C)	コンクリート 温度 (°C)	クーリング管理		
			期間 (h)	流量 (L/min)	水温 (°C)
2017/12/16	AM:2.7 PM:9.5	10.0	48	24.0	10.0

5. 計測結果

覆工コンクリートの内部温度の計測結果を図-5に、拘束ひずみの計測結果を図-6に示す。

覆工コンクリートの内部温度の計測結果において、“⑨パイプクーリング実施下部”(以下、⑨)および“⑫パイプクーリング未実施下部”(以下、⑫)を比較すると、⑫は31.4°C、⑨は25.8°Cとなり、5.6°Cの低減効果を確認した。また、材齢28日時点の拘束ひずみにおいて、⑫は74.7μ、⑨は2.5μとなり、LPクーリングを実施することで、72.2μの低減効果を確認した。

図-6中の(c)において、クーリング停止後に拘束ひずみが圧縮側に30μ程度推移した。これは図-5中の(a)において、覆工コンクリートの内部温度が3°C上昇したことにより膨張したためと考えられる。また、⑨にこのような膨張作用が働く際に、図-6中の(b)の青点線に示すように、⑧パイプクーリング実施上部においては収縮を継続し、下部を引締めているため、⑨の拘束ひずみの低減効果は大きくなったと考える。

6. まとめ

LPクーリングを実施したことにより、内部温度は5.6°C、拘束ひずみは72.2μの低減効果を確認した。通常、100μ程度(引張破壊時の引張ひずみ = 引張強度 / 弾性係数)でコンクリートにひび割れが発生することを考えると、LPクーリングを実施したことで、ひび割れの発生が大きく抑制できたと考えられる。また、ひび割れ調査の結果、材齢28日におけるひび割れの発生は確認されなかった。

参考文献

- 1) 白岩誠史, 高橋拓真, 川中政美, 佐藤正: 覆工コンクリートへの部分パイプクーリングの適用とその効果確認, コンクリート工学年次論文集, Vol.38, No.1, 2016.
- 2) 白岩誠史, 栗原浩彦, 三沢良太, 土屋徹, 川中政美: 坑口付近覆工コンクリートの温度ひび割れ抑制および表層品質向上対策に関する検討, トンネル工学研究発表会, I-4, 2017.12

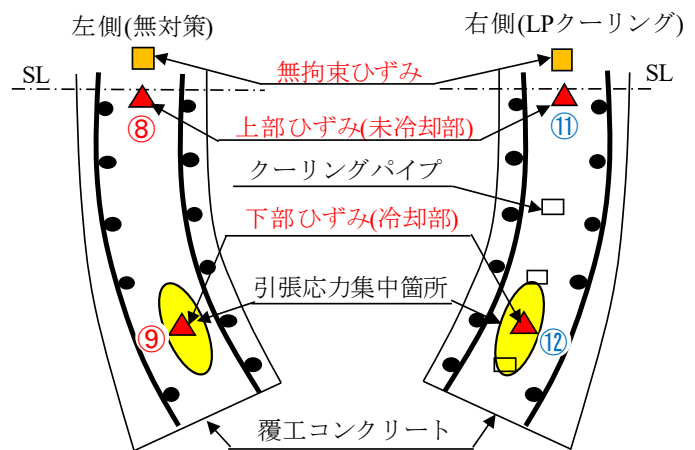


図-4 計測機器設置箇所(赤字: 計測項目)

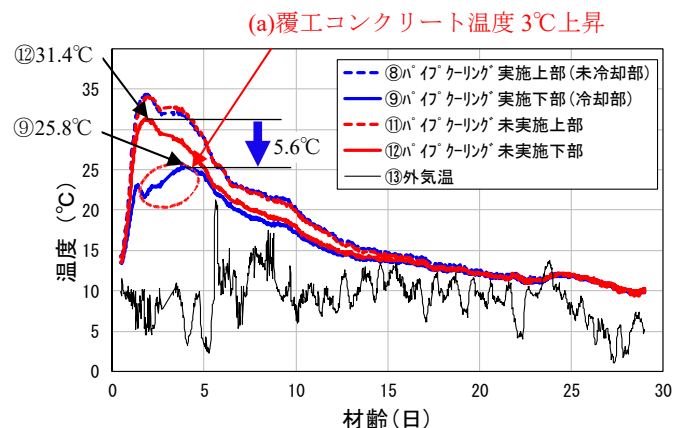


図-5 覆工コンクリートの内部温度の計測結果

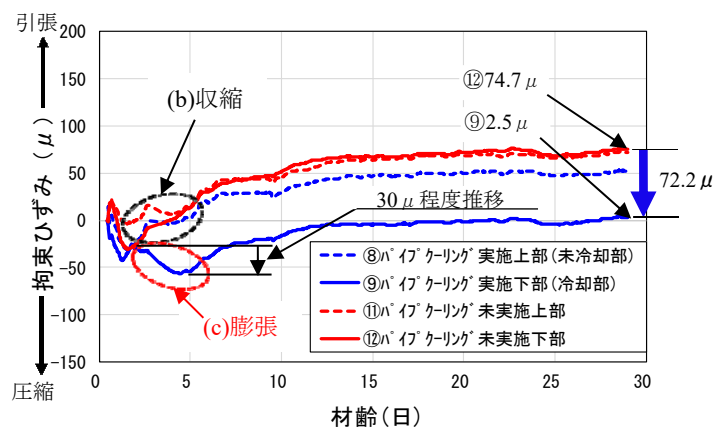


図-6 覆工コンクリートの拘束ひずみの計測結果