橋台における部分パイプクーリングのひび割れ抑制効果の確認

安藤ハザマ　○正会員　政岡龍司，杉浦規之，佐々木照夫，正会員　白岩誠史
国土交通省東北地方整備局三陸国道事務所　河上伸一

1. はじめに

「国道 106 号箱石地区道路工事」の上片巣橋 A1 橋台工事において，“部分パイプクーリング”を適用した．この部分パイプクーリングは，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り，覆工コンクリート[1)]や橋脚[2)]で実績のある工法である．

本報告では，施工開始前に実施した三次元 FEM 温度応力解析による事前検討の結果および施工時の部分パイプクーリングの実施状況および温度計測結果について報告する．

2. 三次元 FEM 温度応力解析による事前検討結果

事前検討に使用するモデル図を**図-1**，クーリングパイプの配置図および施工時の温度計測箇所を**図-2** に示す．解析条件は，2012 年制定コンクリート標準示方書設計編に準じ，配合を**表-1**，クーリング条件を**表-2** に示す．

その結果，無対策の場合は，**図-3** に示すように，最小ひび割れ指数 0.67 であるが，**表-2** に示す条件でクーリングを実施することで，**図-4** に示すように，最小ひび割れ指数が 1.11 となり，ひび割れの発生確率を低減できる結果となった．

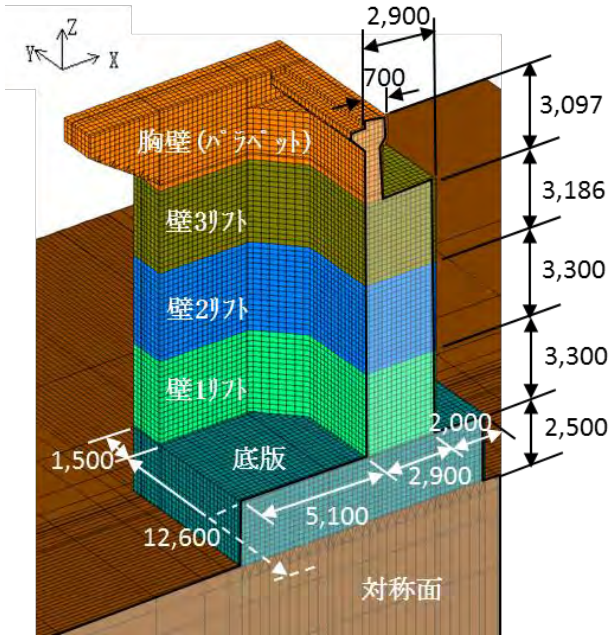
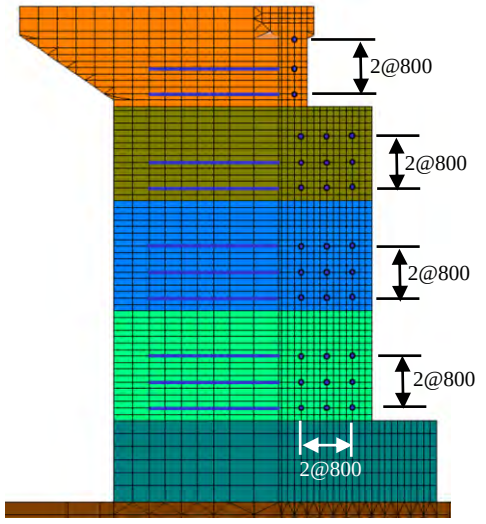


図-1　1/2 解析モデル図



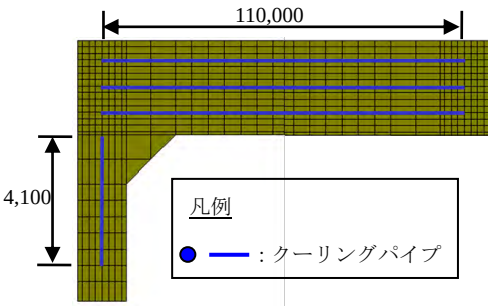


図-2　クーリングパイプ配置図

3. 部分パイプクーリングの実施状況

施工時の打込み状況および部分パイプクーリングの実施状

表-1　配合表（24-12-20BB）

W/C（%）	s/a（%）	単位量（kg/m³）				
		ｾﾒﾝﾄ	水	細骨材	粗骨材	混和剤
53.0	53.5	319	169	968	932	3.03

表-2　事前解析時の打込みおよびクーリング条件

部位	打設日	温度条件*1	ｸｰﾘﾝｸﾞ条件(ﾊﾟｲﾌﾟ内径 57.9mm)		
		打込み(℃)	期間*2 (h)	流量 (L/min.)	熱伝達率*3 (W/m²℃)
底版	8/5	25.0	-	-	-
壁 1	8/26	23.9	72	20	250
壁 2	9/12	22.0	72	20	250
壁 3	11/7	11.6	72	20	250
胸壁	11/28	7.5	72	20	250

*1:外気温は現地付近の気象庁 30 年間の平年値から算出.
*2:打込み完了後から通水開始，胸壁のみ打設時から通水.
*3:熱伝達率は，参考文献 3)の図-12 を参考にこれまでの実績から K2=0.2 相当で算出.

キーワード　橋台，パイプクーリング，温度ひび割れ，三次元 FEM 温度応力解析，温度計測
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

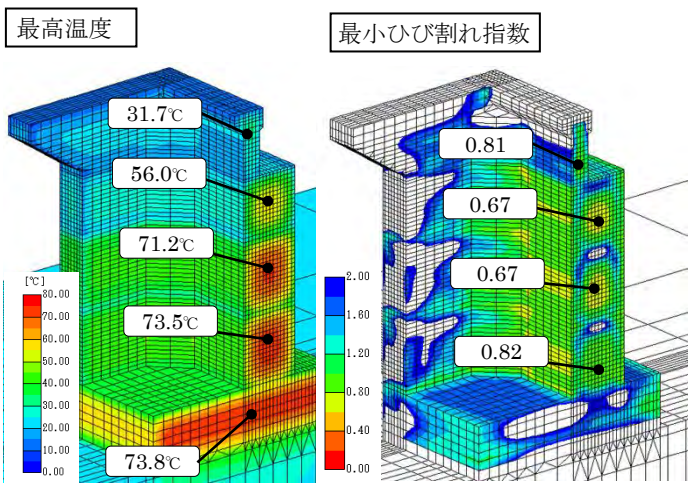


図-3　無対策時の事前解析結果

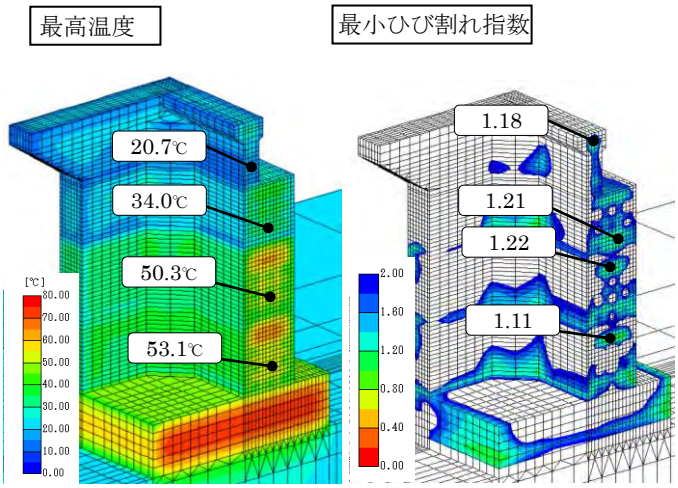


図-4　部分パイプクーリング実施時の事前解析結果

表-3　実打設時の打込みおよびクーリング条件

部位	打設日	打込温度(℃)	時系列			ｸｰﾘﾝｸﾞ条件			内部最高温度（℃）			
			打設開始	打設完了	通水停止	外気温(℃)	通水期間(h)	流量(L/min.)	冷却部		未冷却部	
									想定	実測	想定	実測
壁 1	8/26	26	9:20	15:40	8/30 19:00	24	105	18	53	57	63	65
壁 2	9/12	23	11:10	17:30	9/16 10:00	19	88	22	50	53	61	63
壁 3	11/13	13	9:20	17:00	11/17 11:00	3	90	24	34	35	38	46
胸壁	12/5	12	10:00	15:30	12/8 9:00	5	73	24	21	22	29	28

況を**表-3** に示す．事前の検討結果から算出した想定温度と実測温度は，おおよそ一致し，事前検討で想定したひび割れ抑制効果を確保できたと考えられる．測定した温度履歴の例として，**図-5** に胸壁での計測結果の例を示す．また，幅 0.2mm 以上のひび割れの発生は確認されず，胸壁に関しては，微細なひび割れの発生も確認されなかった．今回、内部温度を測定しながら，通水期間を決定したが，打設完了後から通水を開始した壁 1～3 リフトは通水期間が 90 時間とこれまでの実績よりも延長したが，打設開始時から通水した胸壁は，73 時間となり，これまでの実績と同程度の期間となった．

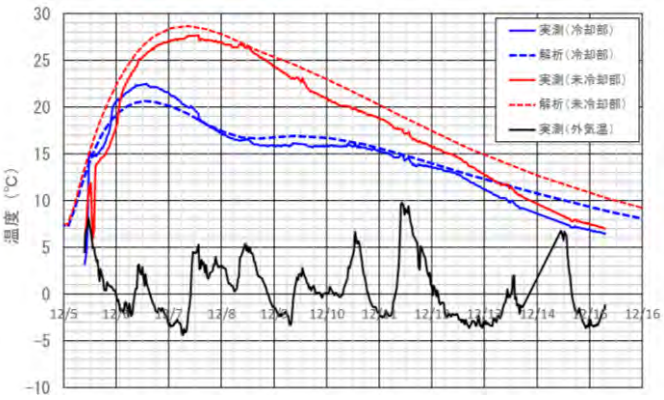


図-5　想定値と実測値の比較例（胸壁）

4. まとめ

今回，橋台の温度ひび割れ対策として，“部分パイプクーリング”を適用した．その結果，コンクリートの内部温度を事前の想定温度程度に管理でき，胸壁には微細なひび割れの発生も見られなかった．通水期間については，打設開始時から実施することで，短縮できる可能性がある．

参考文献

1) 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，土木学会論文集 F1（トンネル工学），Vol.73, No.3, I_32-I_45, 2017.

2) 政岡龍司・中村康祐・佐々木照夫・白岩誠史：橋梁下部工における部分パイプクーリングのひび割れ抑制効果の確認，土木学会第 72 回年次学術講演会，VI-576, pp1151-1152, 2017.9

3) 新居秀一・村上祐治・林俊斉・白岩誠史：鉛直パイプクーリング工法にけるクーリングパイプ表面の熱伝達率の検討，コンクリート工学年次論文集，Vol.36, No.1, 2014