

気泡緩衝材によるコンクリート湿潤・保温養生

(社)北海道土木施工管理技士会
川田工業株式会社
土木舗装部
技術管理室長
酒井 啓之
Hiroyuki Sakai

1. はじめに

本工事は北海道十勝支庁と釧路支庁を結ぶ主要国道38号線の帯広市と幕別町境の札内川に架かる札内橋の車線拡幅に伴う橋梁下部工の拡幅工事である。

北海道の厳寒期における橋脚コンクリートの冬期養生（湿潤・保温養生）に気泡緩衝材を使用することで、コンクリートの耐久性に影響あるひび割れの発生を抑制した。

工事概要

- (1) 工事名：一般国道38号 帯広市
札内橋拡幅下部工事
- (2) 発注者：北海道開発局帯広開発建設部
- (3) 工事場所：北海道帯広市

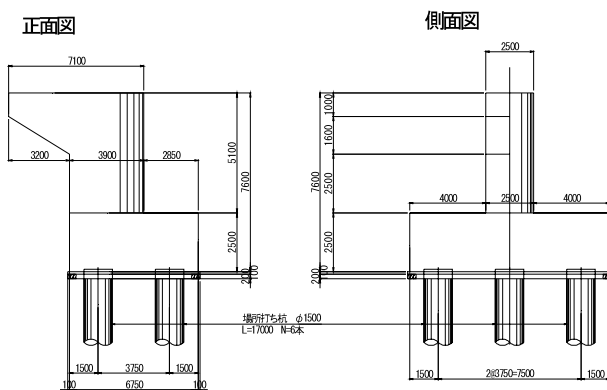


図-1 P1橋脚構造図

- (4) 工期：平成20年8月8日～
平成21年3月27日
- (5) 工事内容：橋台1基、橋脚1基

2. 現場における課題・問題点

北海道においては12月以降3月末までの気温がマイナス環境下にあるため、コンクリート構造物の築造の際は凍害を受けないよう防寒・給熱養生を行う必要がある。

本工事は2月から3月の厳寒期の施工となり、帯広市における日平均気温は2月で -7°C 、3月で -2°C という非常に厳しい環境下でのコンクリート施工であった。

防寒養生は枠組足場を防寒シートで囲い、ジェットファーンネスにより給熱養生を行った。



写真-1 防寒養生囲い

年度内工期が間近に迫り、非常に厳しい工程であったため、コンクリートの養生期間が仕様書にある最低日数しか確保できず、また、養生期間終了後直ちに養生囲い解体、構造物埋戻しを行わなくてはならないという条件により、コンクリートの温度解析・温度応力解析を行った。温度解析・温度応力解析には日本コンクリート工学会認定の「マスコンクリートの温度応力解析プログラム」を使用した。



写真-2 給熱養生

(1) 温度解析

打設時期、コンクリート打設のリフト高及び養生条件から各構造体について発熱温度の経時変化を温度解析（FEM温度解析）した。解析点は、水和発熱温度の最高点となる各打設ロットの中心とコンクリート表面とする。橋脚の中心線を対称軸として、右側半分の解析を行った。

温度解析位置図（図-2）および解析結果表（表-1）を以下に示す。

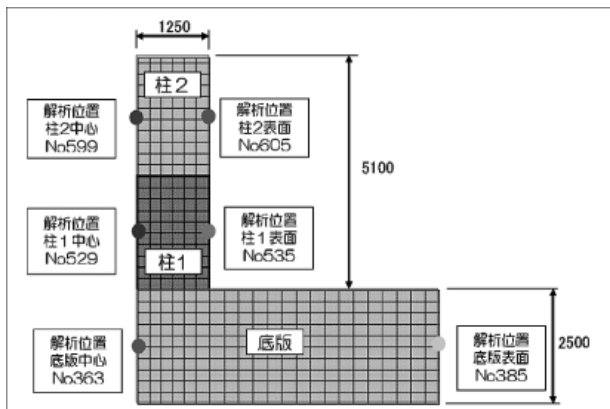


図-2 P1橋脚温度解析位置図

表-1 P1橋脚温度解析結果表

底板			
中心部		表面	
最高温度℃	材令(日)	最高温度℃	材令(日)
49.3	3	25.0	1
49.9	3	25.1	2
49.8	4	24.8	2
柱1			
中心部		表面	
最高温度℃	材令(日)	最高温度℃	材令(日)
47.6	2	25.1	1
48.4	3	25.2	2
48.2	3	25.1	2
柱2			
中心部		表面	
最高温度℃	材令(日)	最高温度℃	材令(日)
46.7	2	21.5	1
47.2	3	21.8	1

(2) 温度応力解析（ひび割れ指数の算定）

セメントの水和に起因するひび割れに関する検討は、各構造物の温度解析によって算定される温度分布に基づく体積変化を求め、これを取り入れた応力解析（C P M温度応力解析）によって算定されたコンクリートの応力により、ひび割れ指数を算定し、ひび割れの発生確率を検討した。

温度ひび割れ指数は、セメントの水和発熱によってコンクリートに発生する引張応力に対する引張強度の比であり、温度ひび割れ指数とひび割れ発生確率の間には、一般的に以下の図-3のような関係が認められている。

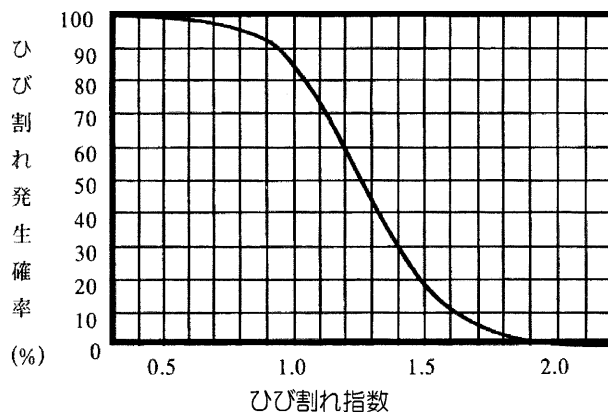


図-3 ひび割れ発生指数とひび割れ発生確率

温度ひび割れ指数は、その値が大きいほどひび割れが発生しにくく、小さいほどひび割れが発生しやすい。一般に温度ひび割れ指数が小さいほど発生するひび割れの数も多く、その幅も大きくなる傾向にある。

前記の図-3から、ひび割れ指数が1.75の時1.45の時および1.00の場合、ひび割れの発生確率は5%、25%および85%となる。

温度応力解析は、構造体の表面部分にて行った。温度応力解析位置図(図-4)及び解析結果表(表-2)を以下に示す。

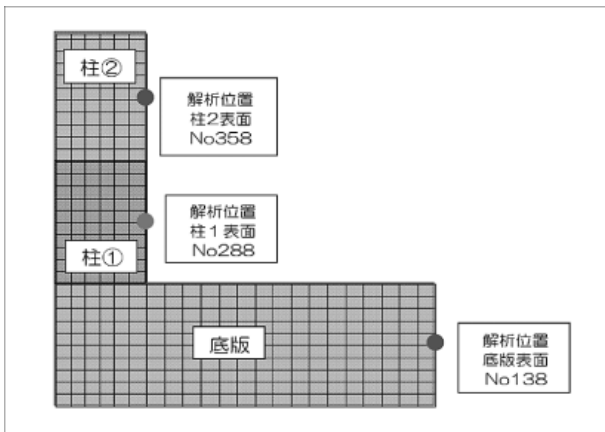


図-4 P1橋脚温度応力解析位置図

表-2 P1橋脚温度応力解析結果表

底版		柱①		柱②	
表面 No138		表面 No288		表面 No358	
ひび割れ指数	材令(日)	ひび割れ指数	材令(日)	ひび割れ指数	材令(日)
1.05	8	1.39	14	2.71	3
0.93	9	1.33	15	1.34	4
1.05	10	1.83	16	3.00	5

(3) 解析結果

解析の結果、柱①及び柱②では型枠解体時期においてひび割れ指数が1.3と大きく低下し、ひび割れ発生確率が高くなった。

このため、型枠解体後に何らかの温度ひび割れ抑制対策をとることが必要となった。当現場では温度差の解消を図ることにした。

3. 対応策

工程管理の都合上、防寒養生終了後直ちに足場解体、埋戻しを開始しなければいけない。しかしコンクリート温度が高いまま乾燥した冷気にさらすことは、コンクリートの内部と表面温度差が大きくなりひび割れが発生し易くなる。この温度差を解消し、できるだけ緩やかに外気温に近づけると共にコンクリート内部の水分蒸発による乾燥収縮ひび割れ防止のため、気泡緩衝材(商標名は数種類あり、当現場ではエアーキャップを使用)をコンクリート表面に被覆して湿潤・保温養生することにした。

気泡緩衝材は円柱状の突起の中に空気を閉じ込め、緩衝材の機能を有する梱包資材で入手は簡単である。

4. 実施報告

柱型枠解体後直ちに気泡緩衝材にてコンクリートを被覆し、その後、防寒囲い撤去、足場解体を行った。

気泡緩衝材の継ぎ目は布粘着テープで貼り付け、外気が入らないよう密封した。



写真-3 気泡緩衝材による保温状況

また、電子計測機器の温度データ・ロガーを使用して、外気温、コンクリート表面および内部温度の記録測定を連続的に実施した。その測定箇所図(図-5)および温度記録図(図-6)を以下

に示す。

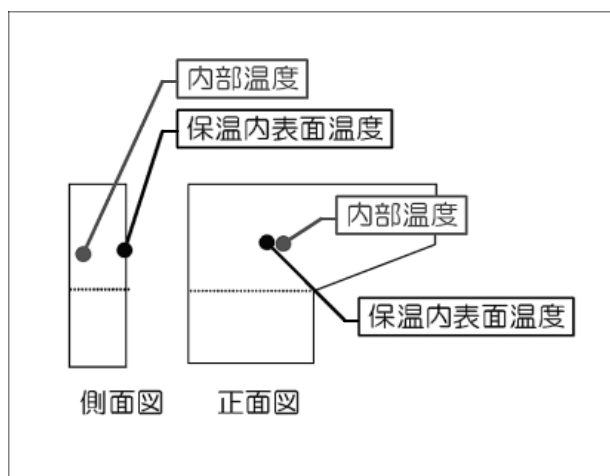


図-5 P1橋脚温度測定箇所図

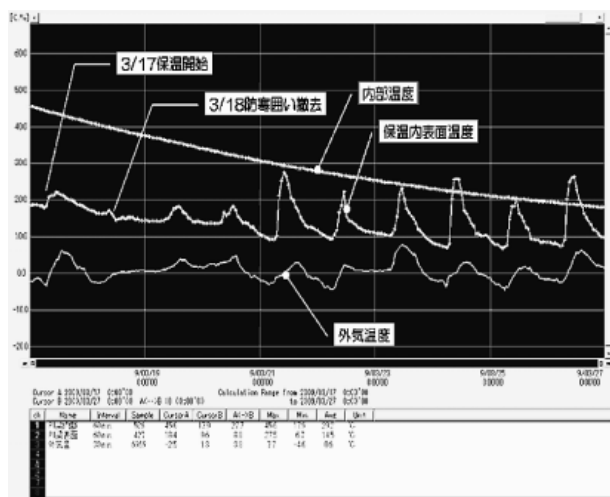


図-6 P1橋脚測定温度記録図

実際に防寒囲い撤去時にはコンクリート内部温度が44℃、コンクリート表面温度が19℃となり温度差が25℃にもなった。1週間後には内部温度が20℃、表面温度は10℃となり温度差が10℃と少なくなった。

その間、外気温度は朝方マイナスとなるものの表面温度に極端な低下は見られず、日時経過と共に緩やかにコンクリート内部温度が低下していった。

気泡緩衝材は工事完成検査後の日平均気温がプラスとなった4月上旬に撤去したが、ひび割れは一切発生しておらず、その後5月末現在に至るも発生しないで経過している。

5. おわりに

今回の工事は、厳冬期におけるコンクリートの施工であったが、気泡緩衝材を利用して養生を行ったことにより、コンクリートに適度な湿潤状態が保たれ、急激な温度変化を解消し、コンクリートのひび割れを抑制できたことは有効かつ効果的な方法で、非常に満足できるものであった。

コンクリートにひび割れは付き物であり、これを如何に抑制し、少なくするかがコンクリート構造物築造の課題となっている。

今後も、コンクリートは生きているものと考え、確実な養生・品質管理の徹底で、コンクリートと接していきたいと思えます。