

液体窒素によるコンクリートのプレクーリング施工事例

鹿島建設(株) 正会員 ○林 誠治

鹿島建設(株) 正会員 林 大介

鹿島建設(株) 正会員 戸張 正利

鹿島建設(株) 正会員 藤代 勝

1. はじめに

高速道路事業の一環として、愛知県新城市を通る橋長 245.5mのPC3 径間連続波形鋼板ウェブ箱桁ラーメン橋を構築した。この施工に際し、上部工桁端部のコンクリート打込み時期が夏期となったため、温度ひび割れ対策として、コンクリートに膨張材を混和し、現場で液体窒素を用いてコンクリート温度を5℃低下させてから打込みを行った。本文では、ここで実施したコンクリート 64m³のプレクーリング施工の結果について報告する。

2. プレクーリング概要

本施工では、写真-1に示すような、液体窒素を混合するためのノズルを上載した専用架台を設置し、現場に到着したアジテータ車のドラム内に、-195.8℃の液体窒素を注入して混合した。液体窒素の供給については、液体窒素ローリー車と混合ノズルを、直接、接続して行った。液体窒素の混合前後におけるコンクリート温度の測定については、写真-2に示すように、アジテータ車のドラム内に温度計を挿入して行った。

実施工にあたり、事前にコンクリート温度を5℃低下させるために必要な液体窒素の混合量を確認した。コンクリートの使用材料および配合については、実施工と同様とし、それぞれ表-1 および表-2 に示すとおりとした。

コンクリート4m³のアジテータ車に300kgの液体窒素を混合した結果、表-3に示すように、コンクリート温度が6℃低下した。すなわち、コンクリート1m³を1℃冷却するのに必要な液体窒素の混合量は、12.5kg/m³/℃であり、コンクリート4m³を5℃冷却するのに必要な液体窒素量は250kgであることを把握した。また、アジテータ車を高速回転させながら液体窒素



写真-1 クーリング状況



写真-2 コンクリート温度測定状況

表-1 使用材料

使用材料	記号	摘 要
水	W	地下水
セメント	C	普通ポルトランドセメント， 密度：3.16g/cm ³
混和材	EX	膨張材，密度：3.16g/cm ³
細骨材	S1	種子島産砂：雨畑産砂：三河産砕砂：君津産スラグ砂＝10：35：30：25 表乾密度：2.65g/cm ³
粗骨材	G1	田原産砕石 1505，表乾密度：2.69g/cm ³
	G2	田原産砕石 2005，表乾密度：2.69g/cm ³
混和剤	Ad	AE 減水剤，変性リグニンスルホン酸化合物とポリカルボン酸化合物の複合体

キーワード コンクリート，温度ひび割れ，プレクーリング，液体窒素

連絡先 〒460-0004 愛知県名古屋市中区新栄町 2-14 鹿島建設株式会社中部支店 TEL052-961-6121

を混合しても、空気量に大きな変化がないことを確認した。なお、液体窒素の混合後、コンクリートのスランプが若干低下したが、これは練上りから 105 分を経過したことの影響が大きいものと推察される。

3. プレクーリング結果

プレクーリングの記録を表-4 に示す。コンクリート打込みの当日は、外気温が 33～35℃の晴れの日であった。施工では、コンクリート 4m³を積載したアジテータ車 16 台を受け入れ、合計 64m³のプレクーリングおよび打込みを行った。液体窒素量の管理については、ローリー車からの供給圧力を一定として、混合時間を計測して行った。結果として、液体窒素の混合量にはばらつきが生じたものの、コンクリート 4m³のアジテータ車に 260 kg～370 kgを混合することができた。本施工では、現場搬入時に 34.3～34.8℃であったコンクリートをプレクーリングによって 26.5～29.5℃とし、コンクリート温度を 5.3～7.8℃低下させることができた。

4. おわりに

本施工では、温度ひび割れ防止のために、コンクリート温度を 5℃低下させて打込みを行った。この効果については、その後、冬期を経過してから実施した初期点検において、全くひび割れが発生していなかったことによって実証された。温度ひび割れ対策については、様々な構造物において課題とされるところであり、液体窒素を用いたプレクーリングが有効な方法の一つになり得ることが確認された。

謝辞

本施工に関しまして、中日本高速道路株式会社名古屋支社豊川工事事務所の関係各位にお礼申し上げます。

表-2 コンクリート配合

粗骨材最大寸法 (mm)	スランプ (cm)	W/C (%)	空気量 (%)	s/a (%)	単位量(kg/m ³)						Ad (C×%)
					W	C	EX	S1	G1	G2	
20	13±2.5	40	4.5±1.5	42.0	162	385	20	739	415	623	0.75

表-3 液体窒素混合前後のフレッシュ性状

液体窒素 混合量 (kg)	液体窒素の混合前（練上りから 44 分後）			液体窒素の混合後（練上りから 105 分後）		
	コンクリート 温度 (℃)	スランプ (cm)	空気量 (%)	コンクリート 温度 (℃)	スランプ (cm)	空気量 (%)
300	31	13.0	5.0	25	10.5	4.6

表-4 プレクーリングの記録

アジテータ車 の台数	液体窒素の 混合量 (kg)	液体窒素の 混合に要した 時間	コンクリート温度(℃)			外気温 (℃)	コンクリートの品質管理結果 (液体窒素の混合後に実施)
			液体窒素 混合前	液体窒素 混合後	冷却温度		
1	340	4分30秒	34.3	26.5	7.8	34	スランプ12.0cm, 空気量3.7%, コンクリート温度27℃
2	260	3分30秒	34.3	28.9	5.4	34	スランプ12.0cm, コンクリート温度28℃
3	270	3分30秒	34.8	27.7	7.1	34	スランプ12.0cm, コンクリート温度28℃
4	260	3分30秒	34.7	28.6	6.1	34	スランプ11.5cm, コンクリート温度28℃
5	310	3分30秒	34.5	28.2	6.3	34	スランプ11.5cm, コンクリート温度28℃
6	320	3分30秒	34.7	28.9	5.8	34	
7	290	3分30秒	34.7	28.1	6.6	35	
8	360	3分30秒	34.7	29.3	5.4	35	
9	340	3分30秒	34.8	29.5	5.3	35	
10	330	3分30秒	34.7	28.8	5.9	35	
11	370	3分30秒	34.7	28.9	5.8	35	
12	360	3分30秒	34.7	29.0	5.7	35	
13	320	3分30秒	34.6	28.7	5.9	35	スランプ12.5cm, 空気量5.0%, コンクリート温度29℃
14	310	3分30秒	34.7	28.4	6.3	33	
15	370	3分30秒	34.6	27.5	7.1	33	
16	370	3分30秒	34.5	28.1	6.4	33	