

VI-222 新猪名川大橋における大断面PCコーベルの温度応力解析

阪神高速道路公団

米澤 康夫

正会員 ○井口 齊

鹿島 関西支店

山内 丈樹

土木設計本部 正会員 新保 弘

1. はじめに

新猪名川大橋は、阪神高速大阪池田線(延伸部)に建設中の橋長400m、主塔高90mの国内最大規模の2径間連続PC斜張橋である。本橋梁の主塔受梁部は、前例のない複雑で大規模なPCコーベル(以下、コーベル)で大断面のマッシュなコンクリート構造物である。このコーベルは工程及び構造上の制約から、一括架設工法で施工し、コンクリートは締め固め不要のNV(高流動)コンクリートを使用した。しかも、PC構造物で初期強度が重要であり、耐久性も含め、温度ひび割れ制御が重要になった。

そこで、コンクリート配合の検討、事前の温度応力解析及び実構造物における温度計測を行ったので、その結果について述べる。

表-1 コンクリート配合条件

項 目	構 造		コ ー ベ ル	
	1・2リフト	3～6リフト	7リフト	8リフト
コンクリートの種類	普通コンクリート		高流動コンクリート	
圧縮強度	$f_c(28)=350\text{kgf/cm}^2$	$f_c(28)=400\text{kgf/cm}^2$	$f_c(5)=270\text{kgf/cm}^2$ $f_c(28)=400\text{kgf/cm}^2$	$f_c(28)=400\text{kgf/cm}^2$
温度ひび割れ制御	打設時温度 15℃以下 解析結果のひび割れ指数が1.0以上であること			

2. コンクリートの配合の検討

(1) 配合条件

配合条件は、表-1に示すように橋脚部(1・2リフト)で普通ポルトランドセメントによる28日で圧縮強度 350 kgf/cm^2 の配合とし、コーベル部(3～8リフト)は28日で圧縮強度 400 kgf/cm^2 の配合とした。さらに、工程上、7リフトについては、材令5日で緊張可能な圧縮強度 270 kgf/cm^2 も満足する配合とした。

(2) コンクリートの配合

コーベル部については、温度応力解析の結果、普通ポルトランドセメントではひび割れ指数が0.63となり、有害なひび割れ発生の可能性が高いことが判明し、セメントの種類の検討を行った。温度応力を低減するセメントとして、以下の二つを考えた。

①三成分系低発熱セメント(普通ポルトランド+高炉スラグ微粉末+フライアッシュ)

②高ビーライト系低発熱セメント

このうち、三成分系低発熱セメントについては、他のセメントと比較して、混和材(高炉スラグ、フライアッシュ)の割合が多く、中性化の進行が早いことから、耐久性の観点およびNVコンクリートでの使用実績が無いことから今回の構造物には適さないと判断し、高ビーライト系低発熱セメントを使用することとした。

高ビーライト系セメントは、ポルトランドセメントの主要な化合物のうち、水和熱の大きい C_3S (エーライト)量を少なく、水和熱の小さい C_2S (ビーライト)量を増加させたセメントであり、低発熱・高強度・高耐久性等の特長を有するものである。

今回使用したコンクリート配合を表-2に示す。

表-2 コンクリート配合一覧表

コンクリートの種類	リフト	使用セメント	目 録 25リットル (cm)	W/C (%)	単 位 量 (kg/m ³)						特殊 増粘剤 (g/m ³)
					水	セメント	石灰 石粉	珪砂	粗骨 材	高性能 減水剤	
普通 コンクリート	1, 2	普通 ポルト ランド	8 ± 2.5	41.0	171	417	-	694	1007	0.834	-
高流動 コンクリート	3-6	ビー ライト	65 ± 5	39.8	165	420	117	740	875	9.67 749g 2000TH	165
	7	ビー ライト	65 ± 5	35.6	165	463	81	740	875	9.78 749g 2000TH	165
普通 コンクリート	8	普通 ポルト ランド	8 ± 2.5	35.0	177	506	-	578	1034	1.012	-

キーワード PC斜張橋・マスコンクリート・温度応力解析・高流動コンクリート・低発熱セメント
連絡先(〒554 大阪市此花区西九条1-27-12 TEL 06-460-6440 FAX 06-460-6479)

3. 温度応力解析結果

温度応力解析は2次元FEM温度解析とCP法による温度応力解析を行った。

各リフトの温度応力解析結果を表-3に、各リフトの最小ひび割れ指数が最小となる発生位置を図-1に示す。なお、温度応力解析においては、クリープによるコンクリートの弾性係数低減を考慮し、また、プラントにおいてプレクーリングを行い最高温度を制限した。

表-3 温度応力解析結果一覧表

リフト 番号	最高温度 (℃)	最大 引張応力 (kgf/cm^2)	最小ひびわれ指数が最小となる			
			ひびわれ 指数	材齢 (日)	発生位置	節点 番号
1	58.6	26.1	1.05	8.0	リフト上部	35
2	59.6	32.8	0.97	26.0	リフト上部	81
3	41.1	10.1	1.52	19.125	リフト上表面	147
4	41.5	14.1	2.26	33.0	リフト上部	182
5	49.3	11.9	1.17	3.0	リフト上表面	80
6	58.7	16.4	1.10	6.0	リフト上部	139
7	60.3	16.3	1.41	6.0	リフト上部	206
8	51.2	22.5	1.15	7.0	リフト下部	226

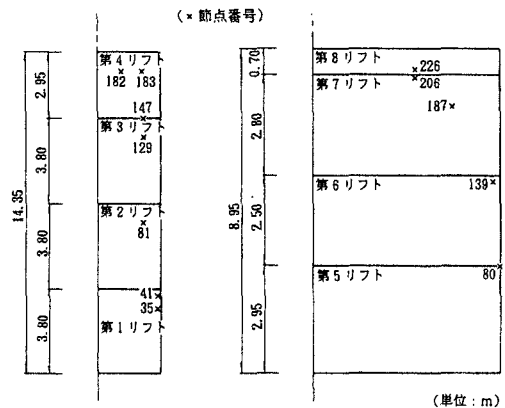


図-1 最小ひび割れ指数発生位置図

以上の結果から、3～7リフトに高ビーライトセメントを使用することにより、最小ひび割れ指数が目標値である1.0をほぼ確保することができ、配置されている鉄筋を考慮すると構造上、耐久性上問題となるようなひび割れをほぼ制御できる目安が得られた。

4. 温度計測

橋脚・コーベル内に熱電対を設置し、実際のコンクリート温度を計測した。計測は2時間毎の定時に行い、データロガーに自動記録する方式とした。

各熱電対の設置位置を図-2に示す。

温度計測結果のうち、最も最小ひび割れ指数の小さかった2リフトの経時変化を図-3に、温度解析と実測値との比較を表-4に示す。

実測値の最高温度については、解析値にほぼ等しいが、最高気温に達する日数が、実測値の方が多く、温度勾配が若干緩くなっていた。

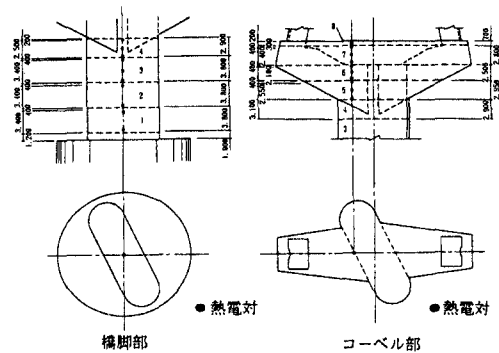


図-2 熱電対設置位置図

表-4 温度解析結果と実測値との比較表

リフト No.	温度解析結果		実測値		ひび割れ発生状況
	材齢 (日)	最高温度 (℃)	材齢 (日)	最高温度 (℃)	
1	8	58.6	16	55.2	ひびわれ発生 最大0.15mm 2m×6ヶ所
2	26	59.6	35	40.0	ひびわれ発生 最大0.20mm 3m×1.2m×2, 1m×3
3	19	41.1	33	43.5	ひびわれ発生 最大0.15mm 1m×1.2m×2ヶ所
4	33	41.5	38	42.5	
5	3	49.3	6	49.5	ひびわれ発生 最大0.15mm 1m×8ヶ所
6	6	58.7	8	50.6	
7	6	60.3	6	56.5	
8	7	51.2	2	58.0	

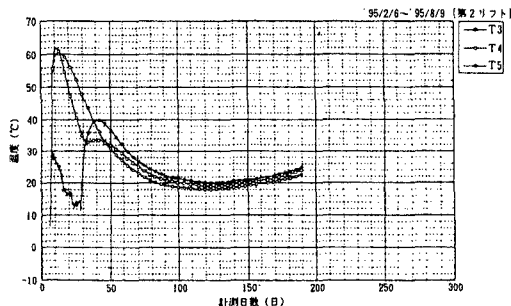


図-3 温度経時変化図

5. おわりに

本橋梁の最重要部位であるコーベルのひび割れ制御において、温度応力解析の結果を踏まえ、セメント材料の変更も含めた対応をし、有害なひび割れ発生の制御ができたと考えられる。