

V-119

プレストレストコンクリート橋主塔部の温度応力低減検討

鹿島建設（株） 名古屋支店 正会員 岩井 稔
 日本道路公団名古屋建設局 藤田 真実
 日本道路公団四日市工事事務所 久保 幸治
 鹿島技術研究所 正会員 溝淵 利明

1. はじめに

現在、木曽三川を横断する高速道路工事の一環として木曽川・揖斐川橋（PC・鋼複合連続エクストラード橋）の工事が本格化している。当該橋梁の上部工工事では、主塔部がマシブな部位となること、設計基準強度が $50\text{N}/\text{mm}^2$ の高強度コンクリートであり、単位セメント量が増加することならびに原計画では、早強セメントの使用が予定されていることなどからセメントの水和熱に起因する温度ひび割れの発生が懸念された。本報では、上記の部位を対象に温度ひび割れ発生の可能性について解析的な検討を行うとともに、主として低熱ポルトランドセメントを含むセメント種類を要因とした温度応力低減効果に関する検討結果を報告する。

2. 検討概要

対象とする主塔コンクリート部は高さ $20.5\text{m} \times$ 幅 $1.75\text{m} \times$ 長さ $3.5 \sim 10\text{m}$ のマスコンクリート構造物である。図-1 に実構造物の $1/2$ を模擬した3次元FEM解析モデルを示す。検討ケースはセメントの種類を早強（原計画）、普通及び低熱ポルトランドセメントとした3ケースである。表-1 に各ケースの配合の概要及び断熱温度上昇式を示す。なお、型枠の存置期間は早強及び普通の場合は2日間、低熱の場合はその強度発現特性を考慮して7日間（表面熱伝達率；脱型前 $8\text{W}/\text{m}^2\text{C}$ 、脱型後 $14\text{W}/\text{m}^2\text{C}$ ）と

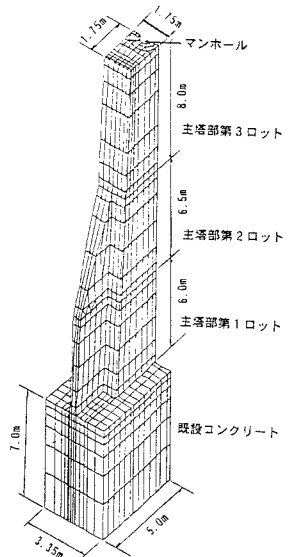


図-1 主塔部概要

表-1 配合の概要及び断熱温度上昇式

セメント 種 類	単位 セメント量 (kg/?)	水セメ ント比 (%)	対象 ロット	断熱温度上昇式			備 考
				$Q(t)=Q_{\infty} (1-e^{-\gamma t})$		出展	
				Q_{∞} (℃)	γ (1/日)		
早強	377	38.7	1	62.8	1.29	土木学会 コンクリ ート標準 示方書	強度の保証材齢：91日 コンクリートの 打込み温度(℃)： 第1ロット：14 第2ロット：12 第3ロット：10
			2	63.3	1.17		
			3	63.8	1.06		
普通	377	38.7	1	55.6	0.97	メーカー 技術資料	
			2	55.8	0.86		
			3	56.1	0.74		
低熱	359	40.7	1	43.6	0.235		
			2	43.7	0.218		
			3	43.8	0.200		

表-2 力学的特性値

セメント種類	早強	普通	低熱
圧縮強度 (N/mm^2)	$f_c(t) = f_c(91) * t / (a + b * t)$ $a = 2.9, b = 0.97$ $f_c(91) = 64.4$	$a = 4.5, b = 0.95$ $f_c(91) = 66.6$	$f_c = 0.0314 \times$ $(\text{積算温度})^{0.6828}$
引張強度 (N/mm^2)	$0.35 f_c(t)^{0.5}$	$f_t(t) = 0.35 * (f_c(t))^{0.5}$	
弾性係数 (N/mm^2)	$E(t) = \psi \times 4.7 \times 10^3 f_c(t)^{0.5}$	$\psi : 0.5 ; \text{材齢} 3 \text{日} \text{まで}$ $0.65 ; \text{材齢} 3 \text{日} \text{以降}$	
線膨張係数 ($1/\text{C}$)	10×10^{-6}		
ポアソン比	0.2		

キーワード；マスコンクリート，温度ひび割れ，低熱セメント，PC橋，主塔

連絡先 〒510-0011 三重県四日市市霞 1-29, Tel:0593-66-1281, Fax:0593-66-1285

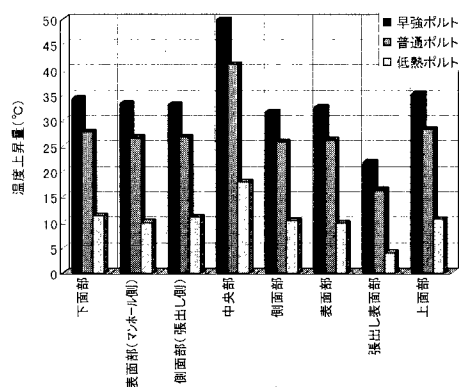


図-2 温度上昇量

4. 検討結果

各ケースの温度上昇量の解析結果例（第1ロット）を図-2に、温度ひび割れ指数の結果を図-3に示す。図-2より、普通ポルトランドセメントを用いた場合には、各部位とも早強ポルトランドセメントを用いた場合に比べて6～9℃、低熱ポルトランドセメントを用いた場合には、普通ポルトランドセメントよりもさらに10℃以上低い結果となり、早強ポルトランドセメントの半分程度であった。なお、これらの結果は各ロットにおいて共通のものであった。

ひび割れ指数は、早強ポルトランドセメントを用いた場合第1ロット下面部で1.0、張出し部の付け根付近の表面部が1.1であり、第2ロットにおいても側面部及び張出し部付け根のひび割れ指数が0.94～1.12でとなり、ひび割れ発生の可能性を示す結果となった。第3ロットについても第1、2ロットと同様な傾向であった。一方、普通ポルトランドセメントを用いた場合にはロット中央部のひび割れ指数が、第1ロットで1.44であるものの第2、3ロットが1.5以上となり、ひび割れ発生の可能性が小さいものと思われた。また、表面部においても第2ロットの張出し部付け根で1.1となった以外は1.2以上となり、早強セメントに比べてかなりひび割れ発生確率は低いと考えられた。低熱ポルトランドセメントを用いた場合には、本解析での検討位置でひび割れ指数がすべて1.5以上の結果となり、上記のセメントに比べてひび割れ発生の可能性は小さいものと判断された。以上の結果から、早強ポルトランドセメントを用いる場合に比べ、普通ポルトランドセメントを用いることで、貫通ひび割れ及び表面ひび割れのいずれについても発生の可能性が小さくできることならびに低熱ポルトランドセメントを用いた場合には、各部位ともひび割れ発生の可能性は小さい結果が示され、主塔部に用いるセメントとしては低熱ポルトランドセメントが適していると判断された。

5. おわりに

初期強度発現特性を考慮し、急激な温度変化を与えないよう養生に配慮した上で、低熱ポルトランドセメントが採用され、実状時に強されている。今後の同種工事への参考とすべく、現地計測データの収集・解析結果との対比を行う予定である。

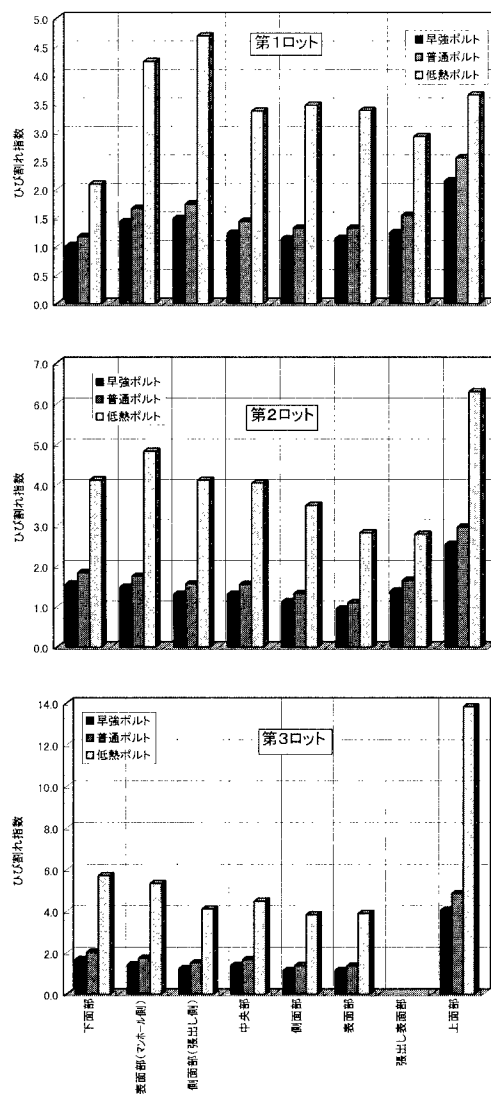


図-3 温度ひび割れ指数