

V-570

鳥浜地区高架橋柱頭部におけるシースクーリングの適用（その2 計測結果報告）

三井建設（株） 正会員 本郷 善彦 吉田 光男
首都高速道路公団 正会員 小坂 寛巳 武田 幸宏

1. はじめに

マスコンクリート構造物の水和過程で発生する温度ひびわれを制御する方法としては、低発熱型セメントの使用等のコンクリート材料及び配合の考慮、プレクーリング工法、ポストクーリング工法の採用等材料・施工面での対策が実施されている。本構造物では、高架橋柱頭部に発生する内部拘束ひびわれを抑制する方法として、コンクリート打ち込み後、プレストレストコンクリート構造物のシース管内に強制的に外気（冷風）を通すことによって、内部のコンクリートの温度上昇を抑制するシースクーリングを採用した。本報では、その1での基礎実験をふまえて実施した実施工における計測結果と解析との検証結果について報告する。

2. 構造物の概要

図-1に対象とした鳥浜地区高架橋柱頭部の断面図を示す。本構造物は、国道直上に位置する立地上の制約及び景観上の配慮から、桁をのみこんだ左右非対称の張り出し梁構造で、橋軸方向4.7m、橋軸直角方向31.7m、高さ5.3～6.2mのマスコンクリートであり、鉄筋及びシース管が極めて密に配置されたPC構造物である。施工は、現場における締固め作業の困難さ及び品質確保の観点から、自己充填性の高い高流動コンクリートを採用した。使用した配合を表-1に示す。高さ4.9mまでは、スランプフロー50～70cmのA、B2配合の高流動コンクリートを、残りの部分はA配合の高性能AE減水剤のみを変化させて、スランプ12～18cmで施工した。

3. シースクーリングの概要

FEMを用いた事前の温度応力解析の結果、PCの緊張前、表面部と内部の温度差による内部拘束ひびわれの発生確率が高いことが明らかとなった。そこで、温度ひびわれ制御対策を検討した結果、橋軸直角方向に98本（水平14本、鉛直7段）配置されているPC鋼線用シース管をそのままの形で有効利用できるシースクーリングを適用した。その概要を図-2に示す。クーリングの対象としたシース管は、事前検討の結果より、2段目から7段目までの中央部60本とし、クーリング中のシース管内での温度上昇を考慮して、左右千鳥配置で引き込み口を設置した。左右各30本のパイプをファンに集め、外気の吸引口での風速が15m/sとなるように吸引を行った。クーリング期間は、コンクリート打ち込み完了から3.5日とした。

4. 計測項目及び計測位置

計測した項目の一覧を表-2に、その位置を図-3に示す。計測位置はすべて橋軸方向の中心位置とした。

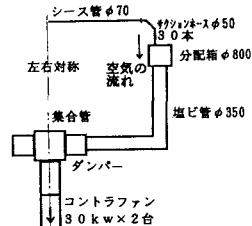


図-2 シースクーリング設備

表-2 計測項目

項目	点数	位置
風速	2	W1, W2
気温	1	G1
シース管内空気温度	3	S1～S3
コンクリート温度	7	T1～T7
コンクリート応力	1	X1

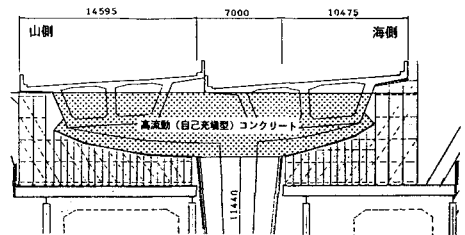


図-1 高架橋柱頭部断面図

表-1 コンクリートの配合

ゾーン	W/C (%)	s/a (%)	Air (%)	単位量 (kg/m³)				高性能AE減水剤 (C×w(t%))
				C	W	S	G	
A	36.0	51.4	5.0	464	167	842	831	1.9～2.0
B	33.5	41.9	5.0	480	161	678	991	2.25

セメントの種類：高炉セメントB種

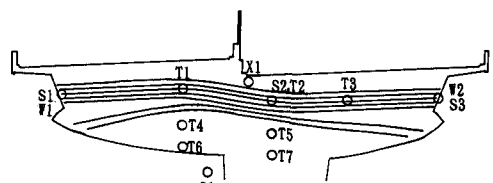


図-3 計測位置

5. 計測結果及び考察

5. 1 シース管内の空気温度

シース管内の空気の温度変化を図-4に示す。吸引された空気は、約32mのシース管内を通過する際に内部コンクリートの熱を吸熱し、中央部で最大14℃、平均11℃、端部で最大21℃、平均17℃温度が上昇した。この温度上昇量と空気の比熱、流量から吸熱量を求めると、1時間当たり62,000Kcalとなった。

5. 2 コンクリート温度

シース管近傍での計測点T1、T2、T3のコンクリートの温度変化を図-5に示す。中心部T2と端部に近いT3の温度差は8℃程度であり、橋軸直角方向での温度勾配は小さく、橋軸直角方向の各断面からほぼ様な吸熱が行われたことが確認できた。

計測点T2のコンクリート温度変化を図-6に示す。図にはクーリング有、無の各ケースについてFEMを用いた温度解析結果も併せて示す。クーリング無の場合には、材令4日でピーク温度が80℃まで上昇するのに対して、計測値は、クーリングの適用により、ピーク温度が材令2日で49℃、材令10日で52℃となり、この間25～30℃温度が低減された。さらに、シース部の熱伝達係数を $48\text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$ とし、シース管中央部空気の実測温度S2を用いた解析結果と比較すると、最初のピーク以降の温度降下部を除けば、良く一致しており、解析モデルの妥当性が確認できた。

5. 3 コンクリートの応力

表面付近XIにおけるコンクリート応力の計測値を図-7に示す。図には解析値も併せて示す。表面付近のコンクリート応力はシースクーリングの適用によって、初期材令で圧縮応力が作用している。この理由は、クーリング期間では表面付近の温度が内部温度よりも高くなるためと考えられる。クーリング終了後は応力が反転し、引張応力が増加し、最大引張応力は 11 kgf/cm^2 であった。実測値で、材令6日以降応力が横ばい状態となっている

のは、床版部のPC鋼線の横締めが行われた結果と考えられる。さらに、9日以降は、シースクーリングに利用した梁部のPC緊張により急激に応力が圧縮側に転じている。このように計測結果から、シースクーリングの採用により、初期材令において表面部に過大な引張応力が発生することなく、十分な温度ひびわれ制御効果が確認された。

6. おわりに

高架橋柱頭部のPC構造物の温度ひびわれ制御対策としてシースクーリングを適用した結果、計測結果から十分な温度低減効果が確認され、また、脱枠後の表面の観測結果からも温度ひびわれの発生は皆無であった。今後は、外気温の高い暑中に施工する場合についても検討したいと考えている。

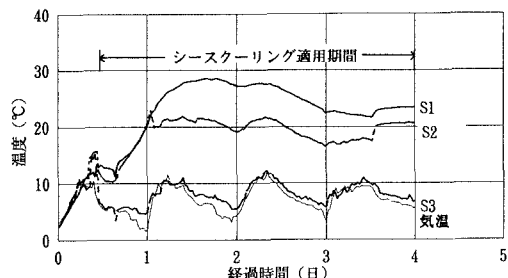


図-4 シース管内の空気温度

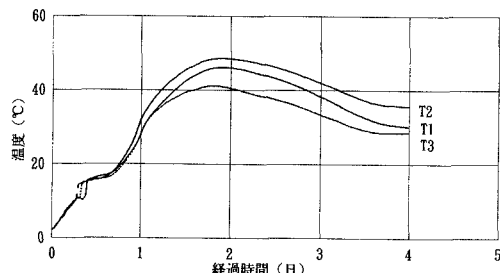


図-5 シース管近傍でのコンクリート温度

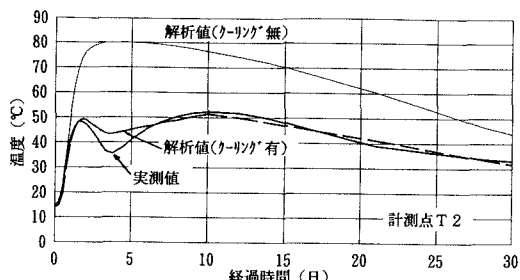


図-6 コンクリートの温度

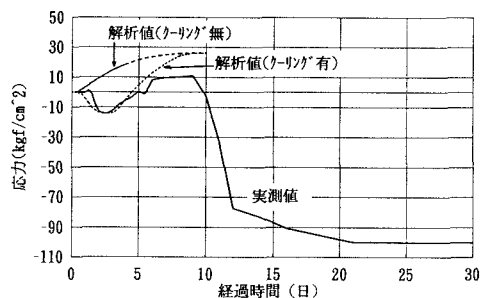


図-7 コンクリートの応力