

柱頭部のマスコンクリート対策 - 天満橋 -

九州支店 PC事業部 藤田知高

1. 概要

工 事 名 : 平成 14 年度国改築 3-3-2-2 号一般国道 269 号
道路改築事業(天満橋上部工)

施 主 : 宮崎県宮崎土木事務所

工事場所 : 宮崎市福島町(大淀川)

橋梁形式 : 8 径間連続 PC 変断面 2 室箱桁橋

橋 長 : 607.000m

支 間 割 : 50.0m+4@87.0m+90.0m+68.0m+51.0m

有効幅員 : 25.000m

本橋の柱頭部は、その形状・打設量からマスコンクリートに該当する。柱頭部施工における工程上の問題から、使用セメントの制限(普通・早強併用)と、夏期(8月)のコンクリート打設は避けられず、セメントの水和発熱に起因する温度応力ひび割れの発生が懸念された。そこで事前に温度解析を行い、マスコンクリート対策として、断熱型枠の使用およびパイプクーリングの実施を提案した。本報告は、温度解析結果と実施工結果を対比させ、マスコンクリート対策の有用性と今後の課題について述べたものである。図-1 に、本橋の主桁柱頭部断面図を示す。

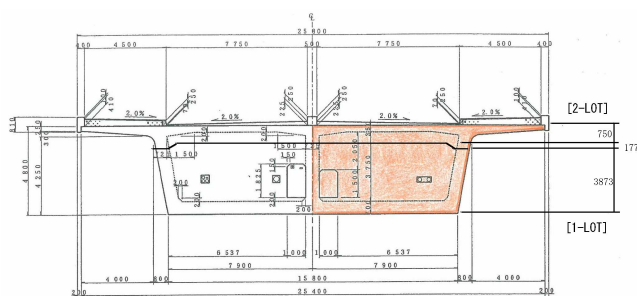


図-1 主桁柱頭部断面図(:解析箇所)

2. 温度解析

(1) 解析モデル

柱頭部の対称性から、橋軸方向、橋軸直角方向をそれぞれ 1/2 とした 1/4 モデルで解析を行った。また、実施工条件に合わせた 2 分割打設の影響も考慮した。解析モデルを図-2 に示す。

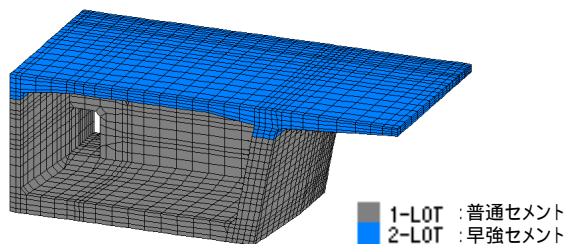


図-2 解析モデル

(2) 解析条件

温度解析に用いた条件を以下に示す。

- a) 環境条件
 - ・ 外気温の変化: 2002 年度の月別平均気温(宮崎市)を使用。
- b) 材料条件
 - ・ セメントの種類(単位セメント量): 1-LOT 普通 (388kg/m³)
2-LOT 早強 (395kg/m³)
 - ・ コンクリート打込温度: 1-LOT,2-LOT 共に 30 と仮定。
 - ・ 断熱温度上昇特性: JSCE 温度補正式により算出。
 - ・ 圧縮強度: JSCE 実験式により算出。
 - ・ クリープ構成則: 有効弾性係数法を適用。
- c) 施工条件
 - ・ 打設工程: 2-LOT の打設は、1-LOT 打設後 30 日後に行うものと仮定した。
 - ・ 型枠: マスコンクリート対策として、横桁側枠および下床版底枠の一部に断熱型枠(発砲スチロール)を設置した。断熱型枠を設置すると、水和後期のコンクリート温度低下速度が緩和されることで、内部と表面との温度差が小さくなり、発生応力の低減が期待できる。型枠配置図を図-3 に示す。

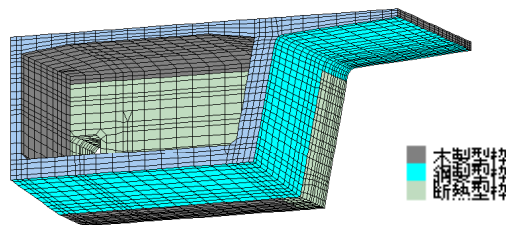


図-3 型枠配置図

- ・ パイプクーリング: マスコンクリート対策として、パイプクーリングを実施した。パイプクーリングを実施すると、水和初期のコンクリート温度上昇時における部材内部の温度上昇が抑制される。断熱型枠と併用することで、部材表面温度は上昇し、結果として表面と内部との温度差が小さくなり、発生応力の低減が期待できる。通水条件は流速:0.5m/s、流水温度:25 と仮定した。

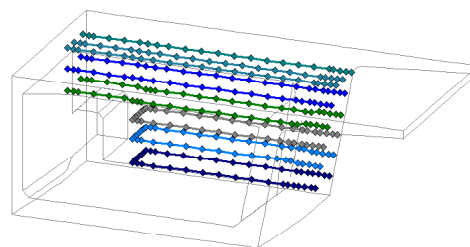


図-4 クーリングパイプ設置模式図

(3) 解析結果

温度解析は、コンクリートの引張強度と主引張応力の比より求める温度ひび割れ指数を用いて評価した。図-5に示す最小温度ひび割れ指数経験図より、特にひび割れ発生確率が高いと予想される4点に着目し、マスコンクリート対策の有無による比較を行った。比較結果を表-1に示す。

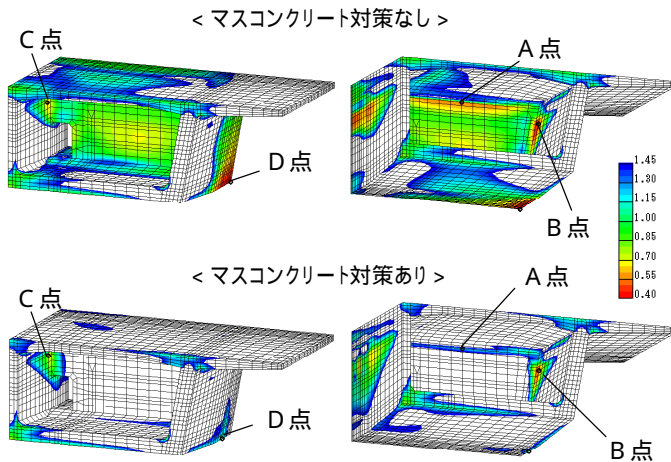


図-5 最小温度ひび割れ指数経験図

表-1 最小温度ひび割れ指数の比較

	最小温度ひび割れ指数 ()内はその時点の材齢	
	対策なし	対策あり
A (上床版BOX内側打継目)	0.52 (t= 1.9)	1.18 (t= 1.6)
B (外ウエブ BOX内側支点)	0.43 (t=30.8)	0.51 (t=30.6)
C (中壁支点)	0.56 (t=30.8)	0.73 (t=30.8)
D (下床版下面)	0.41 (t= 2.4)	1.02 (t= 2.0)

(4) 結果の評価

図-5 および表-1 から、対策の実施により最小温度ひび割れ指数が増加(ひび割れ発生確率が減少)していることが分かる。よって、マスコンクリート対策として提案した断熱型枠の使用およびパイプクーリングの実施は、有効な対策となり得ると判断し、実施工において採用することとした。

3. 実施工と解析結果との比較

実施工でのコンクリート打込温度は約 30~35、クーリング水の入水温度は約 27~29 であり、解析で用いた値よりも若干高いものであった。クーリングは、コンクリート打設終了 3 時間後より開始した。クーリング水は、打設終了後から最初の 5 日間そのまま排水したが、6 日目からは循環させることにより、急激な冷却を防ぐよう配慮した。

図-6 に、実施工における横桁中心部での温度履歴と、同点における解析上の温度履歴の比較図を示す。この図より、実施工でのコンクリート最高温度は約 85 程度と、解析[対策なし]と同程度まで上昇しており、その後は解析[対策あり]での下降勾配とほぼ同程度かやや緩やかな勾配で下降していたことが分かる。この結果より、最高温度の低減効果は期待したほど得られなかった

ものの、温度下降勾配は対策を施した事による効果が現れており、コンクリート表面と中心部での温度差低減効果が得られたものと判断できる。

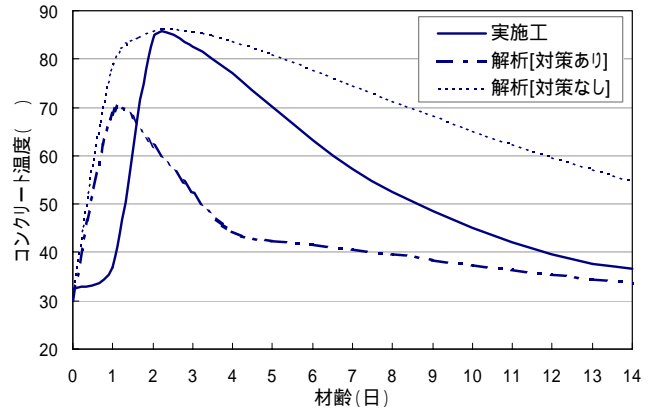


図-6 コンクリート温度履歴図(横桁中心部)

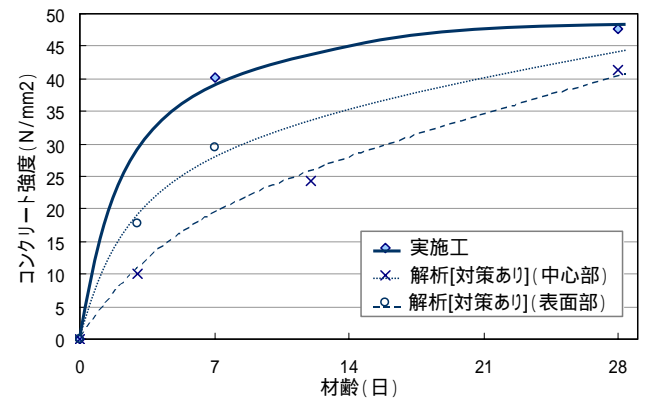


図-7 コンクリート強度発現図

図-7 に、解析上の強度発現と、実施工での圧縮強度試験より得られた強度発現の比較図を示す。この図より、実施工では比較的初期に強度が発現していたことが分かり、材齢初期での温度応力ひび割れ発生確率は、解析結果に比べても、さらに低かったと判断できる。

4. まとめ

実施工の結果、柱頭部全体にわたり、温度応力に起因するひび割れの発生を防止することができた。これは、今回採用した断熱型枠の使用およびパイプクーリングの実施に加え、実施工において、熱電対による温度管理を行いつつ、パイプクーリング実施期間を適切に延長したことが功を奏したものである。しかしながら、温度解析上考えられ得る万全の対策を講じた場合でも、予期せぬ部分への温度応力ひび割れの発生や、乾燥に伴うひび割れが発生する可能性は否めない。水和発熱あるいは乾燥収縮に起因するひび割れは進行性のものではなく、長期的には問題にならないものの、美観を損ねる恐れがある等の問題もあることから、適切な部位への膨張コンクリートの採用も有効であると考えられる。膨張コンクリートの最適な使用量や、有効な使用部位等に関しては、今後さらに検討を重ねる必要がある。

Key words : マスコンクリート, 温度解析, 温度応力ひび割れ