

PC 箱桁橋柱頭部における温度ひび割れ対策

宮崎県宮崎土木事務所
大成建設株式会社小倉弘康
正員○大嶋 雄

1. はじめに

天満橋は、幅員：25.8 m を有する 8 径間連続 2 室の PC 箱桁橋である。

本橋の柱頭部は、形状、打設量からマスコンクリートに該当し、セメントの水和発熱に起因する温度ひび割れの発生が予想される。そのため、実施工の前に、非定常 3 次元 FEM による温度応力解析を実施した。解析結果から、ひび割れ対策として、パイプクーリングおよび断熱型枠を設置した。

本報は、打設時の温度ひび割れを検討するために実施した温度応力解析結果から、パイプクーリングおよび断熱型枠の有用性を検討したものである。

2. 温度応力解析

2.1 解析モデル

本橋においては、水和熱による発熱量が大きく、温度ひび割れの危険性が高いと思われる柱頭部を解析対象とした。

解析モデルは、図-1 に示すように、柱頭部構造の対称性を考慮し 1/4 モデルとする。柱頭部は、2 リフトに分割して施工を行うため、この打設リフトも考慮した 3 次元温度応力解析を行った。

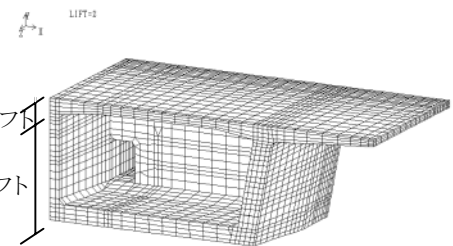


図-1 解析モデル

2.2 解析条件

2.2.1 物性データ

(1) 断熱温度上昇特性は、セメントメーカーの技術データを用い、使用するコンクリートは普通コンクリート（設計基準強度：40 N/mm²）とした。

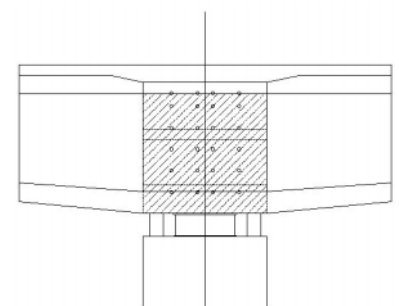
(2) 圧縮強度は、セメントメーカーの技術データを用いた。

(3) 弾性係数の補正係数は、日本コンクリート工学協会の「マスコンクリートのひび割れ制御指針」に準拠した。

(4) パイプクーリングは、直径 50 mm のパイプを用いて、図-2 に示すように、横桁部の第 1 リフトに 5 段、第 2 リフトに 1 段配置した。

通水条件は流速：0.4 m/s 流水温度：15.5 と仮定し、通水期間は第 1 リフト打設後 6 日間、第 2 リフト打設後 4 日間とした。

(5) 断熱型枠は、図-2 に示すように、横桁部の側面型枠（外側）および下床版底面型枠の一部に配置した。



斜線部：断熱型枠

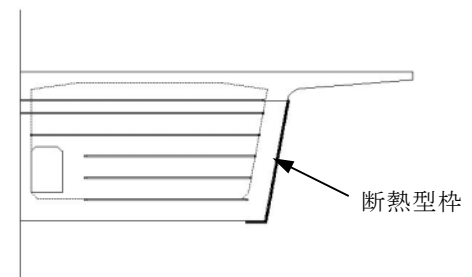


図-2 パイプおよび断熱型枠配置図

2.2.2 境界条件

(1) 熱伝達境界は土木学会の「コンクリート標準示方書（施工編,2002 年制定）」に準拠した。

(2) 使用する生コンプラントの実績データより、コンクリートの打込み温度は 2 リフトともに 17.0 、外気温は第 1 リフト打設時を 12.5 、第 2 リフト打設時を 14.9 とした。

(3) 拘束条件は、対称面に垂直方向の変位成分を拘束した。

(4) 解析時間は、材齢 3 日までを 3 時間、材齢 7 日までを 6 時間、材齢 28 日までを 12 時間、以降を 24 時間刻みとした。

キーワード

温度ひび割れ、パイプクーリング、断熱型枠、温度応力解析、ひび割れ指数、柱頭部連絡先

大成建設株式会社 〒163-0606 新宿区西新宿 1-25-1

電話：03-5381-5297 FAX：03-3342-2084

3. 結果

解析結果を、コンクリートの引張強度と最大主引張応力の比から求まる、ひび割れ指数を用いて評価する。

具体的には、図-3 に示すひび割れ指数経験最小値のコンター図から、ひび割れ発生確率が高いと予測される7点（P～V点）を抽出する。また、抽出した7点におけるひび割れ指数の時刻履歴図を図-4 に示す。

各点におけるパイプクーリングおよび断熱型枠設置の有無により、最小ひび割れ指数を比較し表-1 に示す。

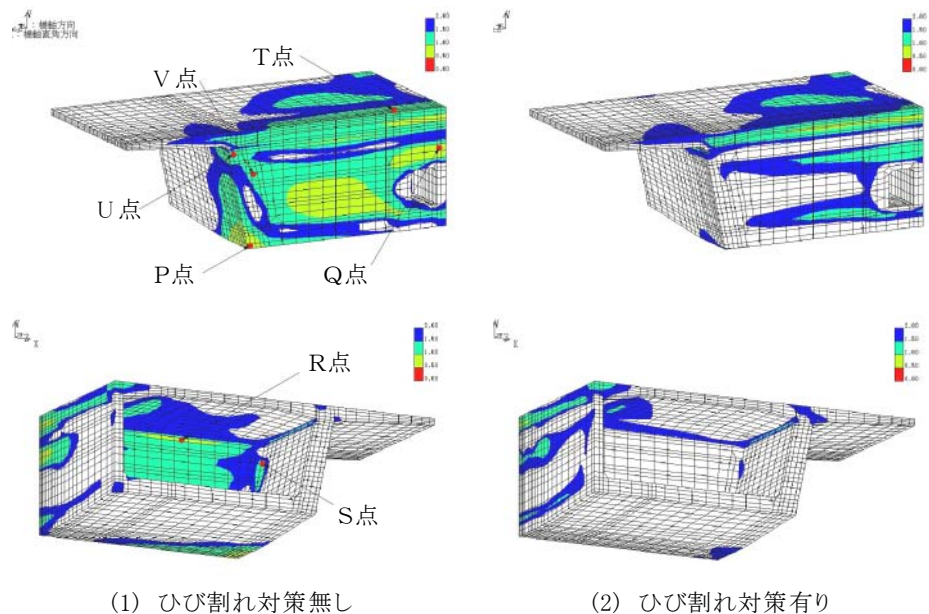


図-3 最小ひび割れ指数経験値

表-1 最小ひび割れ指数の比較

	ひび割れ指数	
	ひび割れ対策無し	ひび割れ対策有り
P(外ウェブ外面+下床版下面)	0.8	1.9
Q(開口部上部)	0.8	1.1
R(打継部)	0.9	2.4
S(外ウェブ内面)	0.9	1.5
T(上床版上面)	1.1	1.2
U(外ウェブ内面)	1.1	1.4
V(横桁部)	1.2	2.0

4. 考察

抽出した7点全てにおいて、パイプクーリングおよび断熱型枠を設置することにより、ひび割れ指数が大きくなり、ひび割れ発生確率が低減された。

ひび割れが、コンクリート内部と外部の温度差によって生じる内外部の膨張量の差により発生する内部拘束応力に起因する範囲（P,R,T,V点）に対する低減効果は大きく、一部複雑な躯体形状から応力が集中する範囲（Q点）や収縮変形が外部の拘束体によって拘束されて生じる外部拘束応力に起因する範囲（S点）に対する低減効果は小さいことが考察できる。

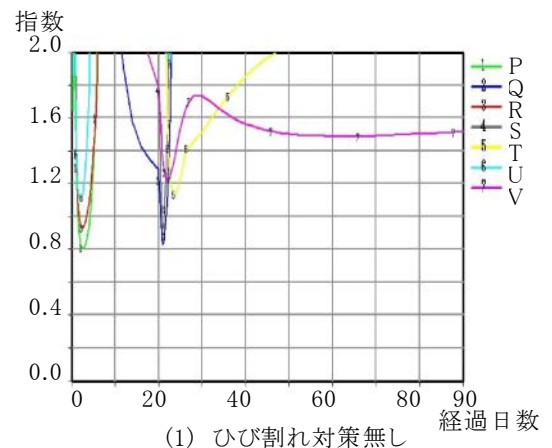
5. まとめ

ひび割れの要因となる温度応力は、コンクリートの硬化時の発熱による温度上昇と外気冷却による温度降下および乾燥収縮により体積変化が生じ、体積変化が拘束されると発生する。

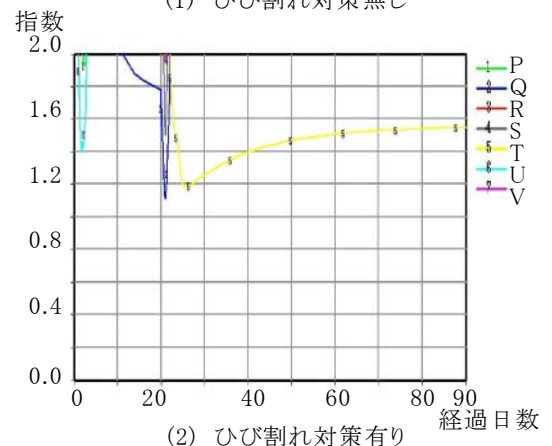
温度ひび割れの対策としては、発熱量の低減、応力発生に寄与する温度差の低減、外部拘束度の低減、膨張材やプレストレスによる引張応力の低減が考えられる。

今回の解析では、パイプクーリングにより強制的にコンクリート内部の温度を低下させ、断熱型枠により保温養生を行い内部拘束応力を低減することでひび割れの対策としている。解析結果から、パイプクーリングおよび断熱型枠の有用性を確認することができた。

ただし、今回の解析結果は多くの仮定に基づいたものであるもので、実施工のひび割れを検測することにより、パイプクーリングおよび断熱型枠の有用性を確認して報告する予定である。



(1) ひび割れ対策無し



(2) ひび割れ対策有り

図-4 ひび割れ指数の時刻歴