

## フーチングの薄層連続打設による温度ひび割れ抑制対策 (岩城橋建設工事 (その1) における施工実績)

鹿島建設(株) 正会員 ○阿部雅弘 大村恵治 田所敏弘 横田健一 南 浩郎 高木智子  
鹿島建設(株) 高橋 淳 小柳 裕 (株)富士ピー・エス 長岡 寛  
愛媛県 本庄謙太 藤田康司 近藤俊恒

### 1. はじめに

橋長 735 m の鋼・コンクリート混合斜張橋建設に当たり、斜張橋を支持する主塔基礎(以下 3P 基礎)は直接基礎構造であり橋軸方向 30.5 m×橋軸直角方向 25.0 m×厚さ 5.0 m、体積約 3,800 m<sup>3</sup> のマスコンクリートとなる(図-1)。常時および地震時に主塔からの荷重を支持層に円滑に伝達するためには、コンクリートに初期ひび割れを極力生じさせない事が重要である。今回、3P 基礎において温度ひび割れ抑制対策を計画・実施したので、その結果について報告する。

### 2. 温度ひび割れ抑制対策

#### (1) 温度ひび割れ抑制対策について

本橋では鉄筋応力度による制御を基本とし、さらに橋脚および基礎についてはひび割れ指数による制御(指数 1.0 以上)も行うことで品質確保を目指す設計思想である。島内プラントの出荷能力(最大 600m<sup>3</sup>/日・2 プラント)を考慮し、「水和熱によるコンクリート温度上昇」と「新旧リフト間の温度差」を低減させる方針とした。

#### (2) 使用材料および配合

表-1 に使用材料、表-2 にコンクリート配合を示す。打設時期が 3~4 月予定であったため標準配合にて検討を行った。ただし、第 1 リフトは高密度配筋を考慮しスランプ 15 cm としたが、温度ひび割れ抑制のため、スランプ 12 cm の JIS 配合に、AE 減水剤の添加量を増加させて対応した。第 10 リフトで使用した膨張材はセメントの内割で 20 kg/m<sup>3</sup> の添加量とした。

#### (3) 温度応力解析による温度ひび割れ抑制対策の選定

ひび割れ指数改善のため、材料・養生・リフト分割・打設間隔およびパイプクーリング等をパラメータとして温度応力解析を実施し、施工方法(薄層連続打設)と膨張材による温度ひび割れ抑制対策を採用案とした。解析モデルは 1/4 モデルを用い、物性値は「マスコンクリートのひび割れ制御指針 2016<sup>1)</sup>」に準拠する値とした。

### 3. 温度ひび割れ抑制対策の効果

#### (1) 標準案の温度応力解析結果

図-2 に 3P 基礎を全 6 リフトで打込み、打設間隔を 16 日間とした標準案の解析結果を示す。最小ひび割れ指数は 0.4~0.6 程度と目標の 1.0 を大きく下回る。

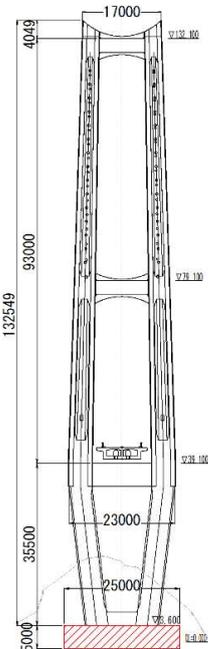


図-1 対象構造物

表-1 使用材料

材料	記号	摘要
水	W	地下水・上澄水
セメント	C	高炉セメントB種、密度：3.04g/cm <sup>3</sup>
細骨材	S	広島県東広島市黒瀬町小多田 砕砂、表乾密度；2.58g/cm <sup>3</sup> 、F. M.；2.70
粗骨材	G	広島県東広島市黒瀬町小多田 砕石、表乾密度；2.63g/cm <sup>3</sup> 、実積率；58.5%
混和剤	AD	AE減水剤標準形
	AE	空気調整剤
混和材	Ex	膨張材(太平洋ハイパーエクспан)

表-2 コンクリート配合

プラント	Gmax (mm)	スランプ (cm)	W/C (%)	s/a (%)	単位量(kg/m <sup>3</sup> )					AD (%)
					W	C	Ex	S	G	
A	20	12	48	44.9	163	340	-	789	984	1.08
			48	44.9	163	320	20	789	984	1.08
B			49	45.2	163	333	-	795	984	1.08

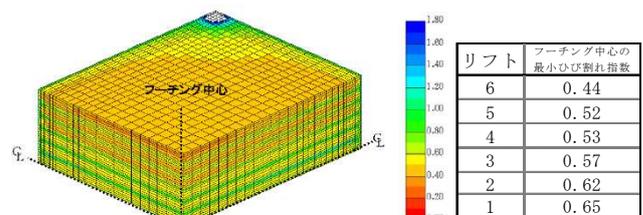


図-2 標準案の解析結果  
(経験最小ひび割れ指数カウンター)

キーワード 温度ひび割れ, 温度応力解析, ひび割れ抑制, 薄層打設, 膨張材

連絡先 〒760-0050 香川県高松市亀井町 1-3 鹿島建設(株)四国支店土木部 TEL087-839-3111

(2) 対策案の温度応力解析結果とその効果

図-3 に下記の「温度ひび割れ抑制対策後」の解析結果を示す。薄層連続打設の実施と第 10 リフトに膨張材を用いることでひび割れ指数が 1.0 以上に改善された。

施工性と配筋条件を考慮し、リフト高さを低くおさえ、かつ打設間隔を短くする薄層連続打設（全 10 リフト）は具体的には以下の 3 項目とした。①底版主筋が 4 段配置される第 1 リフト打設高を 75 cm とする。②第 2～9 リフトは打設高を 45 cm とする。③底版主筋が 2 段配置される第 10 リフトは打設高を 65 cm とし、かつ膨張材を添加したコンクリートを使用する。対策①、③は鉄筋量が多く、底版主筋の間での打継処理の品質不良を無くすため、施工可能と判断した最小高さを選定した。また、コンクリート温度が低下しきる前に次リフトを打込むことで、新旧リフトのコンクリート温度差を低減させたが、最終リフトはそれが出来ないため、膨張材を添加することで旧リフト躯体の拘束による温度応力の軽減を図った。各リフト間の打設間隔が 1 日長くなるだけでひび割れ指数が大きく変化したため、可能な限り打設間隔を短縮した。なお、フーチング側面にはひび割れ幅を抑制するために補強鉄筋（D22@200）を追加配置した。

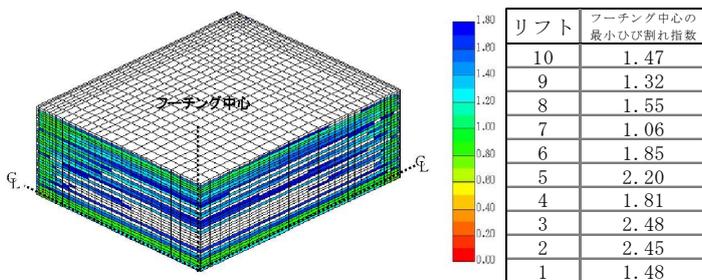


図-3 抑制対策後の解析結果  
(経験最小ひび割れ指数カウンター)

4. 施工実績

打設間隔短縮のため、鋼製型枠の継ぎ足し、片押しによる仕上げ、打継処理剤の使用など施工方法を工夫し、全 10 リフトを事前解析のとおり打設間隔が 2～3 日の連続薄層打設を実施した(打設日 ; 4/4～4/26)。最終リフト打設後からひび割れ調査期間として4週間は埋戻しを行わず観測を続けた。結果、目視によるひび割れ調査ではひび割れの発生は確認できなかった。

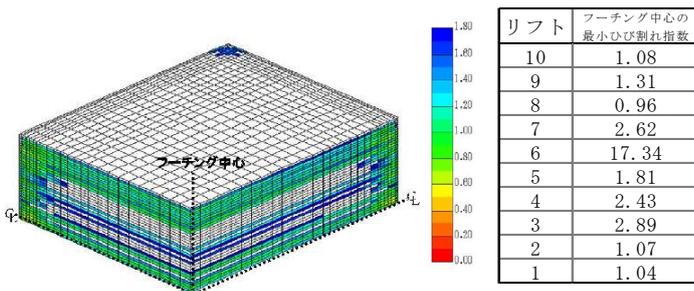


図-4 再現解析結果(経験最小ひび割れ指数カウンター)

次に、打設後、実際の打設間隔、打設時の外気温を用いて再現解析を行った結果を図-4 に示す。各リフトの打設間隔が事前解析と異なるため、最小ひび割れ指数は各リフトでそれぞれ異なるが、概ね 1.0 以上であった。再現解析でひび割れ指数が低い箇所はひび割れの有無を重点的に観測した。また、打設期間中にフーチング中心部でコンクリート温度を測定しており、図-5 に再現解析結果と併せて結果を示す。各リフトの温度測定位置は各リフトの厚さの中央とした。解析値と実測値の温度履歴は 1、2 リフトで実測値の温度ピークが少し低い

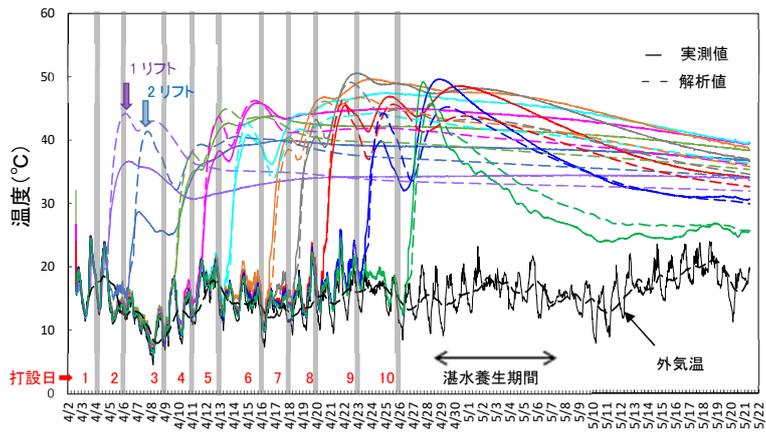


図-5 フーチング中心部の温度履歴

2 リフトで実測値の温度ピークが少し低い、傾向はほぼ一致しており、温度上昇のピーク値も概ね一致した。

5. おわりに

温度ひび割れ抑制対策の効果解析および実施工において確認した。本施工法が同種工事の参考になれば幸いである。

参考文献 1)(公社)日本コンクリート工学会：マスコンクリートのひび割れ制御指針，2016