

広島高速5号線矢賀跨線橋の下部工における 温度ひび割れ対策に関する検討

大成建設(株) 正会員 ○原田園子, 正会員 長尾賢二
 西日本旅客鉄道(株) 正会員 小湊祐輝, 正会員 竹村宗能
 大成建設(株)・広成建設(株)JV 正会員 川端 誠, 正会員 米谷健治

1. はじめに

本橋は、山陽新幹線の矢賀車両基地を跨ぐ、橋長 322m の PC3 径間連続箱桁橋である (図-1)。施工対象である P2,P3 柱頭部ならびに鋼管矢板井筒基礎を有する P2 橋脚はマスコンクリートに該当し、温度応力によるひび割れの発生が懸念された。そこで、温度ひび割れの発生を抑制するために、3次元モデルを用いた温度応力解析によるひび割れ対策に関する検討を行った。なお、本稿では、P2 橋脚における検討内容について報告する。

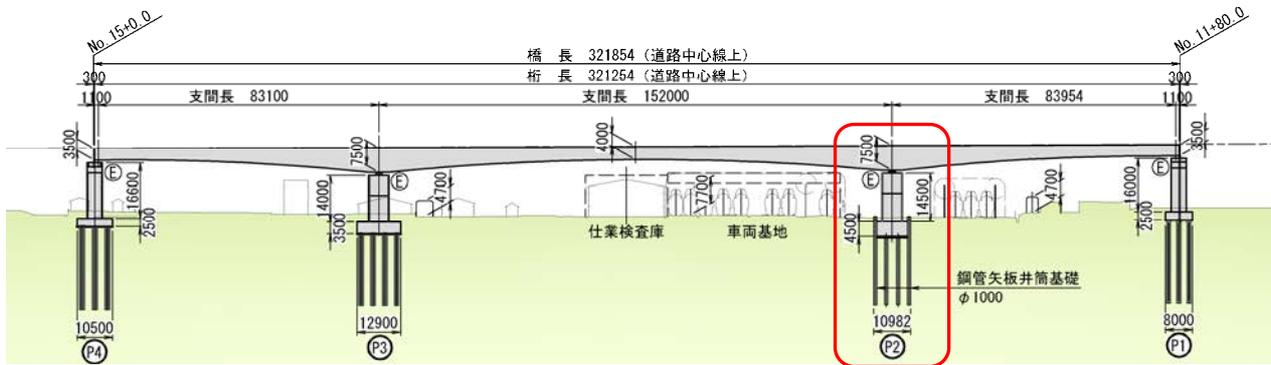


図-1 橋梁一般図

2. 温度ひび割れ対策の検討

P2 橋脚は、基礎頂版厚 4.5m、柱部高および脚頭部高が 8.5m と 6.0m であり、それぞれを 2 リフトに分割して打設する (図-2)。今回は、柱部および脚頭部のみでなく、基礎頂版も検討対象とするため、鋼管矢板井筒基礎ならびに地盤を含めて、対称性を考慮した 1/4 モデルにて温度応力解析を実施した。

2. 1 地盤および鋼管矢板井筒基礎のモデル化

地盤のモデル化範囲については、深さは 10m、幅は基礎頂版の 2 倍程度とし¹⁾、鋼管矢板井筒基礎については、鋼管径 (φ=1000mm) を考慮した矩形断面として、深さ方向は地盤と同じ範囲をモデル化した。なお、鋼管矢板と基礎頂版との境界は、基礎頂版が鋼管矢板表面にスタッド溶接された結合鉄筋 (D22) による拘束作用を受けるものと考え、これらの結合鉄筋を考慮して設定した。

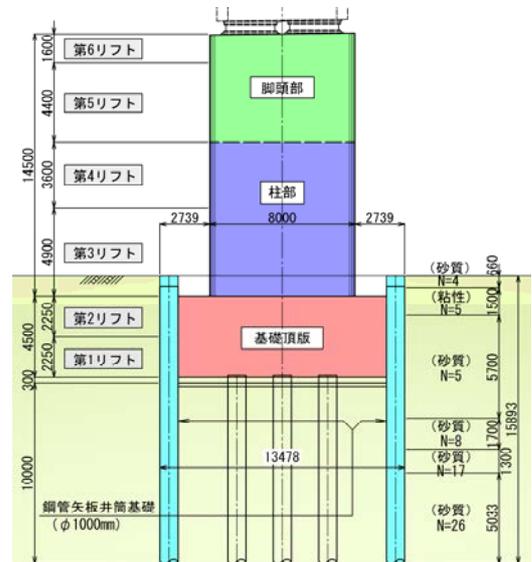


図-2 P2 橋脚構造図

2. 2 コンクリートの配合および解析条件

基礎頂版、柱部に高炉セメント B 種 (以下、高炉 B 種とする) を、脚頭部に普通ポルトランドセメント (以下、普通セメントとする) を用いる標準配合、ならびにそれぞれの部位に普通セメントと中庸熱ポルトランドセメント (以下、中庸熱セメントとする) を用いる変更配合を表-1 に示す。熱定数と物性値については、コンクリート標準示方書²⁾に準拠し、熱膨張係数は高炉セメントでは $12 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 、それ以外のセメントでは $10 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ とした。施工

キーワード 温度応力解析, ひび割れ対策, 高炉セメント B 種, 熱膨張係数

連絡先 〒163-0606 東京都新宿区西新宿 1-25-1 大成建設(株)土木技術部 TEL : 03-5381-5297

開始時期は現場工程と合わせ2月とし、打込み温度は施工時期の外気温+5℃として設定した。熱伝達率は、地盤および鋼管矢板井筒基礎の露出面では14W/m²℃とし、躯体の打継ぎ面や側面については、実施工における型枠の取り外し時期や養生期間を考慮して、それぞれ設定した。

3. 解析結果およびひび割れ対策の検討

解析結果を図-3および図-4に示す。柱部では、高炉B種を用いた場合、中心部での最高温度は63.9℃となり、ひび割れ指数(以下、I_{cr}=引張強度/最大主引張応力とする)は図-4(a)に示すとおり、広範囲で今回の目標値である1.0を下回った。一方、普通セメントを用いた場合には、最高温度は64.5℃と0.6℃上昇したが、I_{cr}≤1.0の範囲は大幅に減少した。この理由としては、それぞれの配合において、I_{cr}が最小となる材齢において発生する最大主応力は、1.93N/mm²程度とほぼ同値で、履歴も同様であるのに対して、コンクリートの引張強度の発現は普通セメントの方が早いことがあげられる。また、いずれの配合も単位セメント量に大きな差がなく、柱中心部での最高温度についてもほとんど差がない(1℃以下)ため、熱膨張係数が大きく、さらに自己収縮ひずみも大きい高炉B種の方が、外部拘束の影響を大きく受けるためと考えられる。一般的に、高炉B種は温度応力によるひび割れ発生の制御に対して有効と考えられているが、配合や施工条件によっては、普通セメントに比べて発熱量や自己収縮が大きくなることで、ひび割れ抵抗性が小さくなる場合があるという問題点も知られており²⁾、本検討の結果もふまえると、高炉B種の適用に際しては、事前に施工条件を反映した解析を実施し、効果の確認を行うことが望ましいと思われる。

一方、脚頭部では、普通セメントを用いた標準配合では、中心部の最高温度は81.7℃、中庸熱セメントを用いた変更配合では76.2℃となり、5.5℃低減できる結果となった。I_{cr}を比較すると、1.0を下回る範囲に顕著な違いは認められないが、I_{cr}の値を改善できるため、現地に問題なく入手できることを確認のうえ、中庸熱セメントを採用することとした。

なお、本検討では、使用セメントの変更以外に、コンクリート表面がI_{cr}≤1.0の範囲に対して、ひび割れ幅の照査(許容ひび割れ幅=0.005c[c:純かぶり])を行い、引張応力が残留する基礎頂版のみ補強鉄筋(D32@83.3-40本、D35@83.3-32本)を配置することとした。

4. まとめ

鋼管矢板井筒基礎を有するPC橋の下部工に対して、施工条件を反映した温度応力解析を実施し、使用セメントの変更ならびに部分的な補強鉄筋の配置によるひび割れ抑制対策を決定した。今後は、施工後の躯体に対して、ひび割れ調査等を行い、解析に基づき決定した対策の有効性についても確認を行いたいと考えている。

参考文献 1) (社)土木学会:コンクリート標準示方書[設計編], 2012年制定, 2) 二戸・鯉渕・大友・宮澤:低発熱・収縮抑制型高炉セメントを用いたコンクリートの性能と実施工, セメント・コンクリート, (社)セメント協会, p10-p16, No.722, Apr.2007

表-1 セメントの種類

リフト番号		単位	第1~2 リフト	第3~4 リフト	第5~6 リフト
部位			基礎頂版	柱部	脚頭部
コンクリート強度		N/mm ²	27	27	36
①標準配合	セメントの種類		高炉B種	高炉B種	普通
	単位セメント量	kg/m ³	298	298	400
	単位水量	kg/m ³	155	155	166
	水セメント比	%	52.0	52.0	41.5
②変更配合	セメントの種類		普通	普通	中庸熱
	単位セメント量	kg/m ³	301	301	420
	単位水量	kg/m ³	155	155	166
	水セメント比	%	51.5	51.5	39.5

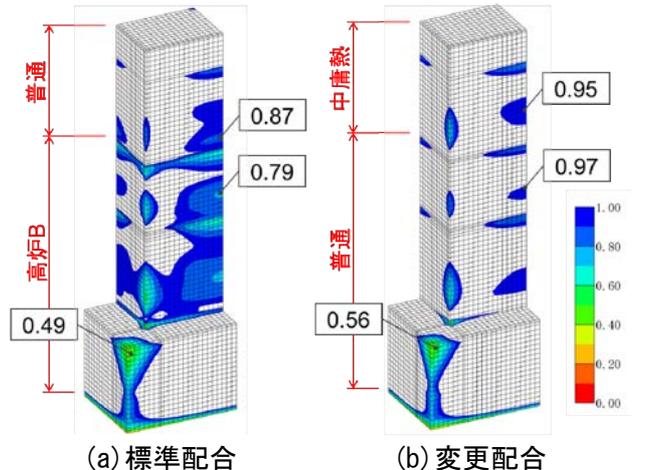
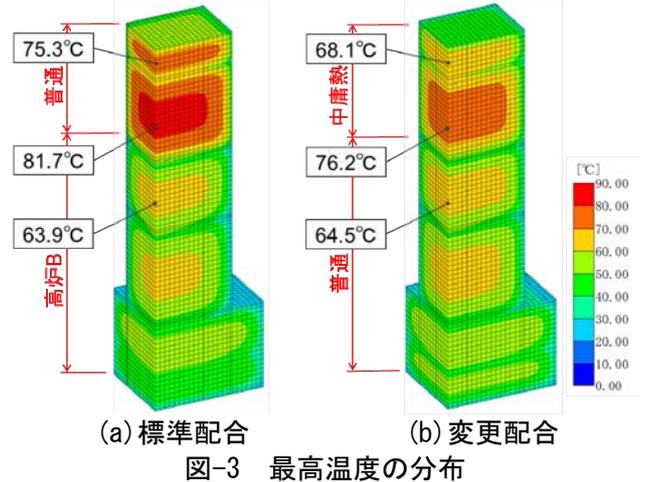


図-3 最高温度の分布

図-4 最小ひび割れ指数の分布 (I_{cr}≤1.0のみ着色)