

新名神高速道路 城陽JCTランプ橋の施工報告

(株) IHI インフラ建設 正会員 ○鈴木 広幸
 (株) IHI インフラ建設 高山 俊二
 (株) IHI インフラ建設 今洲 孝太
 (株) IHI インフラ建設 藤吉 哲郎

キーワード：鋼殻セル，高流動コンクリート，マスコンクリート，3次元温度応力解析

1. はじめに

城陽JCTランプ橋は京都府城陽市に位置する新名神高速道路と京奈和自動車道を結ぶランプ橋である。本ランプ橋は2つのランプが合流し一体構造となる合流部を有し、PRC主版桁と鋼箱桁を前後面支圧板方式の鋼殻セルで結合する鋼・コンクリート連続混合桁橋である。本稿はPRC主版桁区間の施工、および鋼桁とPRC桁の接合部である鋼殻セル内に充填する高流動コンクリートの施工について、C・Gランプ橋にて報告する。

2. 橋梁概要

C・Gランプ橋の橋梁諸元を表-1に、橋梁一般図を図-1に示す。PRC主版桁部は、合流部(CP2)までは2主版桁(GP6-CP2およびCA1-CP2)であり、合流部からP1までは幅員変化に伴い、3主版桁(CP2-CP4)から2主版桁(CP4-P1)に変化する。鋼桁部は、細幅箱桁を2本有し、床版には鋼コンクリート合成床版を採用している。鋼桁とコンクリート桁の接合部の構造には前後面支圧板方式が採用され、接合位置はインフレクションポイント付近のGP6支点から7.0mの位置に設定している。

表-1 橋梁諸元

橋長	Cランプ: 216.121 m Gランプ: 427.280 m
道路区分	JCT 2級 A 規格 (V=50km/h)
荷重	B活荷重
型式	・Cランプ: PRC7径間連続主版桁 ・Gランプ: 鋼コンクリート11径間連続混合桁
支間	・Cランプ: 31.500+33.000+4@30.000+28.921m ・Gランプ: 38.000+2@49.000+40.000+58.000+41.500+3@32.000+23.000+31.280m
有効幅員	・Cランプ: 7.000 ~ 8.004m ・Gランプ: 7.000 ~ 10.120m
横断勾配	・Cランプ: 5.300% ← ~ 2.500% → ・Gランプ: 0.086% ~ 9.000% ~ 9.000% ~ 2.119% →
縦断勾配	・Cランプ: 5.252% ← ~ 0.350% → ・Gランプ: 6.000% ~ 4.719% ~ 6.000% ~ 4.100% →

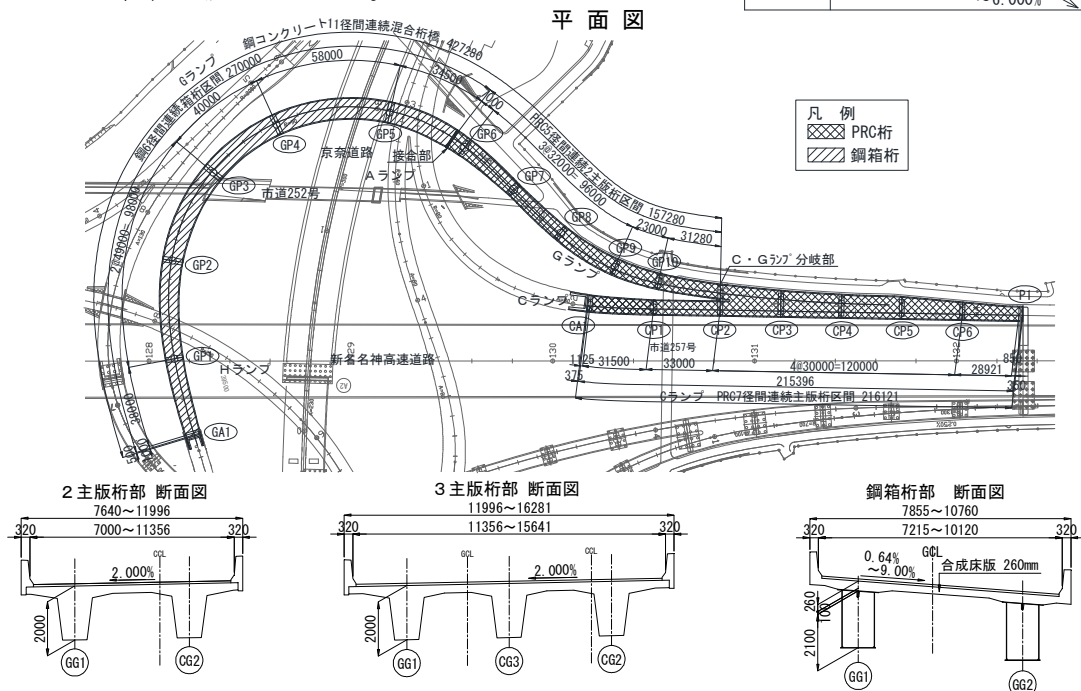


図-1 橋梁一般図 (平面図および断面図)

3. 施工概要

PRC区間の主桁は、固定式支保工を使用し、P1側からCA1側およびGA1側へ1径間ごとに施工する分割施工とし、鋼桁区間の主桁は、ベントを使用したクレーン架設とした。PRC桁と鋼桁の接合は、鋼桁の架設完了後にPRC桁の最終施工（第10施工）のPC鋼材を、接合部の鋼殻セルに定着することにより行った。その後、鋼桁区間の合成床版部のコンクリートを打設し、橋体が完成する（図-2）。なお、平面曲率を有していることや、幅員変化の影響により主桁間隔が変化していることから、PC鋼材を各桁ごとに緊張した場合には、面外変形による付加的な引張応力の発生が懸念された。そこで、その影響を低減するために、構造中心に対し左右対称に配置された各桁の主方向PC鋼材に対し、複数台の緊張ジャッキを用いて同時に緊張することとした（図-3）。

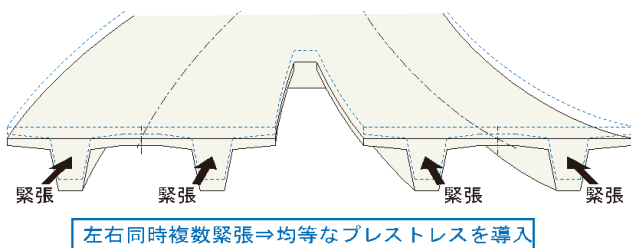
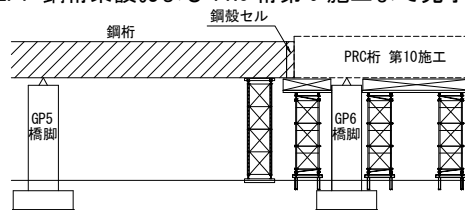


図-3 主方向 PC 鋼材緊張イメージ図

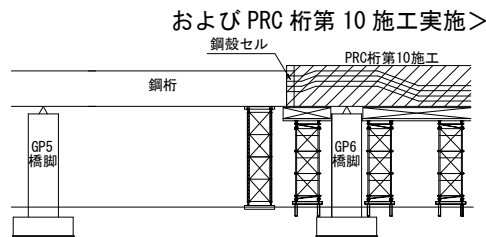
4. 鋼殻セル内への高流動コンクリート打設

接合部の鋼殻セルは、狭い密閉構造となっており、スタッドジベルを配置した内部に高流動コンクリートを充填することにより、断面力を適切に伝達する構造である（図-4）。そのため、高流動コンクリートを適切に充填することが重要である。本橋では、「高流動コンクリートの配合設計・施工指針 土木学会¹⁾」に準拠して自己充填ランクを選定した結果、鋼殻セル内部の鋼材あき（PC鋼材およびスタッドジベル）により、ランク2と決定し、増粘剤系高流動コンクリートを使用した。表-2にランク2に対応する本工事の配合の評価試験値を示す。

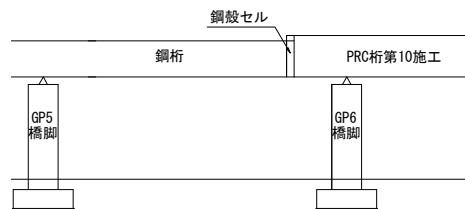
<STEP1: 鋼桁架設および PRC 桁第 9 施工まで完了>



<STEP2: 鋼殻セル内コンクリート充填
および PRC 桁第 10 施工実施>



<STEP3: 支保工およびベント撤去>



<STEP4: 鋼桁区間合成床版コンクリート打設>

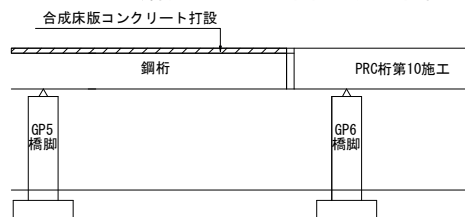


図-2 PRC 桁と鋼桁の接合部施工ステップ図

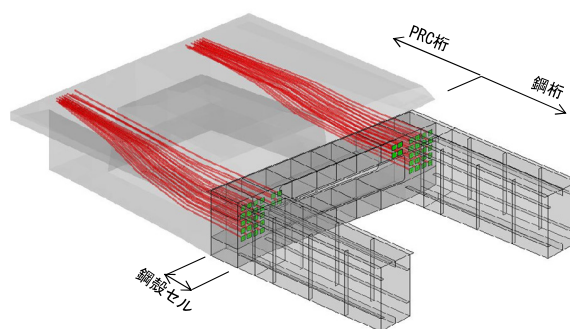


図-4 接合部イメージ図

表-2 増粘剤系高流動コンクリートの評価試験値

構造条件	鋼材最小あき60mm~200mm程度
U型充填高さ	(障害R2) 300mm以上
スランブフロー	650mm
500mmフロー到達時間	3~15秒
V75漏斗流下時間	7~20秒

コンクリートの打設は、鋼殻セル上面の打設孔に打設用パイプを設置し、そこからポンプ車の筒先を挿入して行った(図-5)。コンクリートの充填確認は、打設孔、空気抜き孔からの目視および、鋼殻セル内の勾配が高い位置に充填センサーを設置(図-6)して行った。鋼殻セル内の充填完了後、打設用パイプ内までコンクリートが充填されていることを再確認し、打設完了とした。なお、打設用パイプは打設完了後に撤去した。

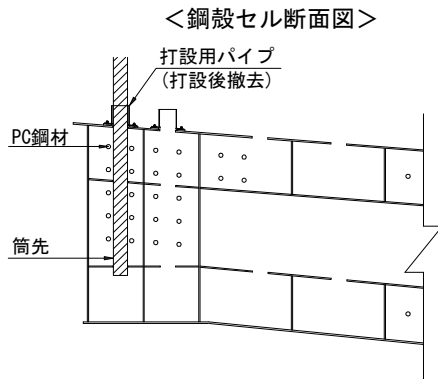


図-5 打設状況図

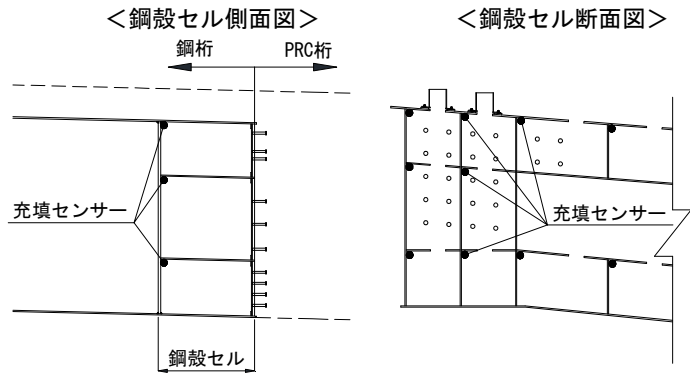


図-6 充填センサー設置図

5. 合流横桁部のマスコンクリート対策

5. 1 検討概要および解析条件

合流横桁部(CP2支点横桁)は、部材寸法が高さ2.0m、幅4.0m、横桁長13.8mのマスコンクリートとなることから、セメントの水和熱に起因した温度ひび割れの発生が懸念された。そのため、施工に先立ち、3次元温度応力解析を実施し、引張応力およびひび割れ指数を確認し、対策を検討した。

3次元温度応力解析は架設地点の日平均気温データを考慮して行った。解析条件を表-3に示す。

表-3 解析条件

コンクリート	使用セメント種	---	早強
	設計基準強度	N/mm ²	36
	単位セメント量	kg/m ³	350
	単位水量	kg/m ³	167
外気温	架設地点の日平均気温データを使用(27°C前後)		
	合板	W/m ² °C	8
	養生マット	W/m ² °C	5
熱伝達率 ²⁾	露出面	W/m ² °C	14

5. 2 解析結果

コンクリート打設後4日目に養生を終了(型枠および養生マットの撤去)した場合、横桁上面、張出床版先端および合流部の基部付近に、ひび割れ指数が1.0以下となる引張応力が発生することが分かった(図-7 a)。横桁上面の引張応力は、横桁中央の水和熱が高いコンクリート打設後4日目に養生を終了したことによる、部材表面の急激な温度低下に起因した内部拘束の影響であった。そのため、養生期間を延長することで対処可能と考え、工程を検討し、大幅な工程遅延が生じない範囲であるコンクリート打設後7日目に養生を終了することとした。この効果を温度応力解析により確認すると、横桁上面のひび割れ指数は1.0以上に改善できた(図-7 b)。また、張出床版先端および合流部の基部付近の引張応力は、部材が薄いため、横桁部より早くコンクリート温度が低下したことによる収縮を、横桁部が拘束したことによる影響であった。そのため、養生期間の延長による改善効果は期待できないが、横桁部のコンクリート温度が低下した後には引張応力が残存しないことがわかった。そこで、引張応力の発生時に、有害なひび割れへの進展を防止すれば、部材の健全性を確保できると考え、鉄筋で補強し、対処することとした。

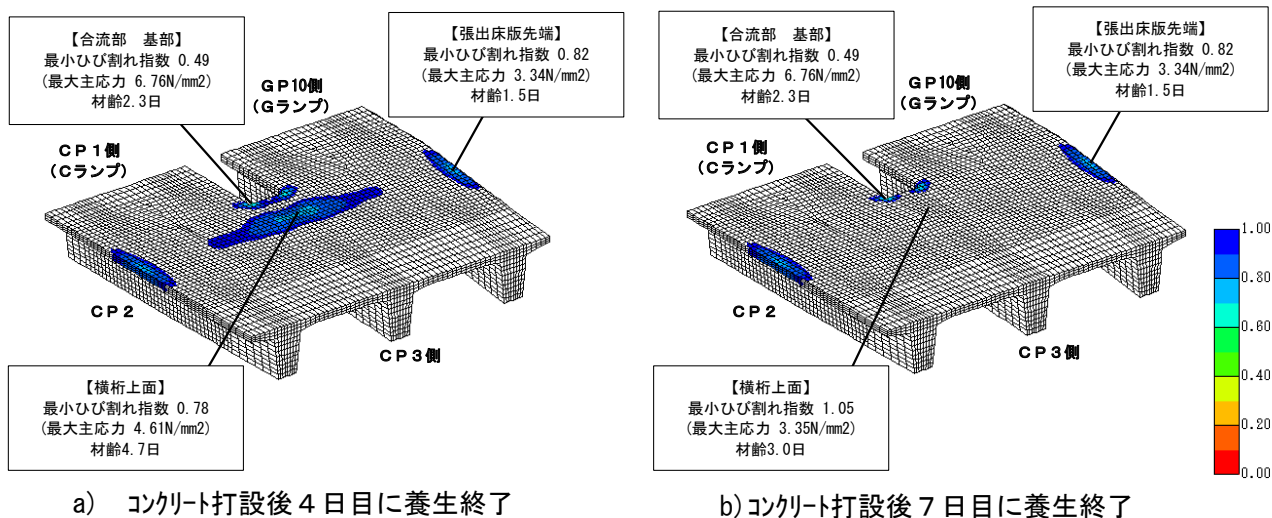


図-7 ひび割れ指数カウンター図 (1.0 以下のみ表示)

5. 3 温度計測結果

コンクリートの最高温度は、横桁中央では解析値の90.9℃に対し、実測値は84.1℃となり7℃程度低く、横桁上面（表面付近）では解析値の67.1℃に対し、実測値は71.9℃となり4℃程度高い結果となったが、温度履歴は比較的一致し、2日目以降の横桁中央と横桁上面の温度差は同程度であった（図-8）。横桁中央の温度が異なった原因の1つとして、解析の外気温（平均27℃程度）に比べ、実測の外気温が3~5℃程度低かったことが挙げられる。2日目以降の横桁中央と上面の温度差は、解析と実測で同程度であったことから、解析による内部拘束に起因する引張応力の評価は妥当であったと考えられる。また、実施工において、ひび割れが確認されなかったことを鑑みると、本橋のマスコンクリート対策は有効であったと言える。

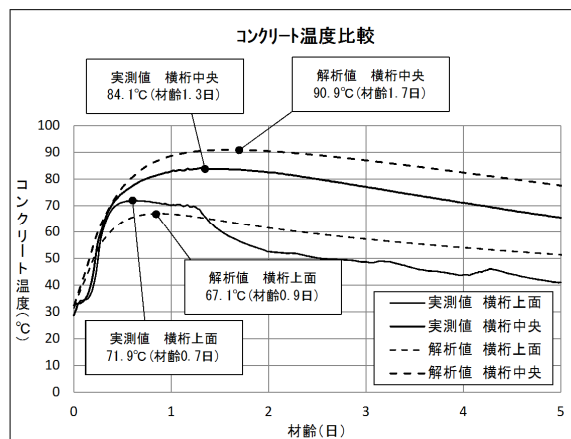


図-8 実測と解析のコンクリート温度比較

6. あとがき

2016年5月上旬現在では、鋼桁とPRC桁の接合が完了し、鋼桁区間の合成床版の施工中である。施工は順調に進んでおり、適切な品質を確保して竣工を迎えるために、引き続き努力をしていきたい。今後、同報告が同種橋梁において、現場施工の参考になれば幸いである。最後に、同工事に多大なご指導、ご協力をいただいた関係各位に深く感謝の意を表す。



写真-1 C・Gランプ橋全景

参考文献

- 1) 土木学会, 高流動コンクリートの配合設計・施工指針 2012年版
- 2) 土木学会, 2012年制定 コンクリート標準示方書 設計編