

新名神高速道路 城陽JCTランプ橋の設計

(株)IHIインフラ建設 正会員 ○友成 弘樹
 西日本高速道路(株) 高橋 章
 (株)IHIインフラ建設 正会員 鈴木 広幸
 (株)IHIインフラ建設 正会員 博(工) 山下 亮

1. はじめに

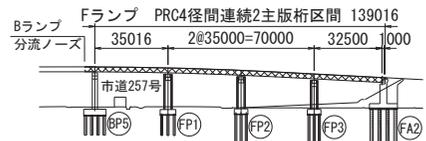
城陽JCTランプ橋は京都府城陽市に位置する新名神高速道路と京奈和自動車道を結ぶランプ橋である。本ランプ橋は分岐部を有する曲線橋で、PRC主版桁と鋼箱桁を前後面支圧板方式の鋼殻セルで接合する鋼・コンクリート連続混合桁橋である。本稿では、本橋の特徴である分岐部の設計、および接合部の設計について、B・Fランプ橋にて報告するものである。

表-1 橋梁諸元

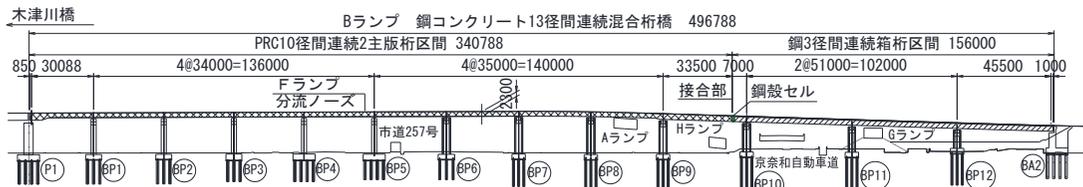
橋長	Fランプ: 139.016 m	Bランプ: 496.788 m
道路区分	JCT 2級 A 規格 (V=50km/h)	
荷重	B活荷重	
型式	・Fランプ: PRC4径間連続2主版桁 ・Bランプ: 鋼コンクリート13径間連続混合桁	
支間	・Fランプ: 35.016+2@35.000+32.500m ・Bランプ: 30.088+4@34.000+4@35.000+40.500+2@51.000+45.500m	
有効幅員	・Fランプ: 7.100 m ・Bランプ: 7.000 ~ 10.120m	
横断勾配	・Fランプ: 6.000% (橋梁区間一定) ・Bランプ: 2.000% ~ 9.000% ~ 8.768%	
縦断勾配	・Fランプ: 0.150% ~ 5.334% ・Bランプ: 0.350% ~ 3.141%	

2. 橋梁概要

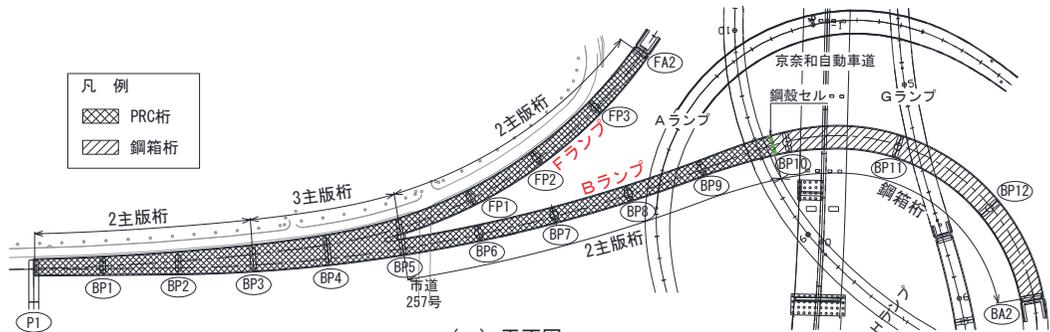
B・Fランプ橋の橋梁諸元を表-1に、橋梁一般図を図-1、図-2にそれぞれ示す。分岐部までは幅員拡幅に伴い、2主版桁(P1-BP3)から3主版桁(BP3-BP5)に変化し、分岐後は2主版桁(BP5-FA2およびBP5-BP10)となる。PRC桁部の施工はP1側より1径間ごとに施工する分割施工である。鋼桁は2室細幅箱桁形式で、鋼桁部の床版には鋼コンクリート合成床版を採用している。鋼・コンクリート接合部には前後面(両面)支圧板方式を採用し、接合部位置は、インフレーションポイントであるBP10支点から7.0mの位置に設定した。



(a) Fランプ橋 側面図



(b) Bランプ橋 側面図



(c) 平面図

図-1 橋梁一般図(側面図および平面図)

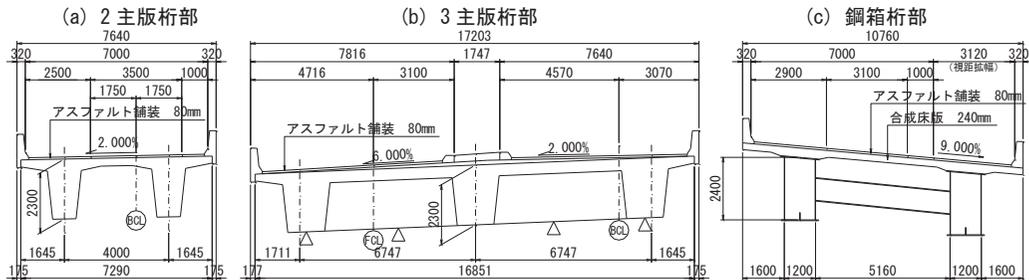


図-2 橋梁一般図 (断面図)

3. 分岐部主方向の設計

3. 1 主方向の設計手法

死荷重および活荷重による断面力は、橋梁全体をモデル化した格子解析により算出した。プレストレスならびにクリープ・乾燥収縮による断面力、および主桁の曲げ応力度は、二次元梁モデルをベースとした汎用PC橋設計プログラムにより算出した。汎用PC橋設計プログラムを本橋の設計に採用するにあたり、鋼桁部および分岐後のPRC桁部の影響を適切に評価する必要があると考えられた。そのため、Bランプ橋PRC桁部 (P1-BP10区間) を設計する解析モデルでは、分岐後のPRC桁部 (Fランプ橋, BP5-FA2区間) および鋼桁部 (BP10-BA2区間) に部材およびその剛性を設定し、Bランプ橋PRC桁部に連続させることで、これらの区間のBランプ橋PRC桁部への影響を評価することとした。Fランプ橋 (P1-FA2区間) の設計時は、反対に分岐後のBランプ橋の部材およびその剛性を設定した。図-3にBランプ橋設計時およびFランプ橋設計時の解析モデルのイメージ図を示す。ここで、分岐支点のBP5では、Bランプ橋およびFランプ橋の節点を共有させた。

3. 2 分岐部の設計

分岐部の主方向PC鋼材配置の平面図を図-4に示す。分割施工の施工継目で定着される鋼材 (図-4 ①), 横桁部で定着される鋼材 (同②, ④, ⑥), および先行施工区間の定着突起により定着される鋼材 (同③, ⑤) に大別できる。分岐後のBランプ橋BP5-BP6径間の設計には、Fランプ橋および3主版中桁に配置される鋼材 (①の1/2, ②, ⑤, ⑥) によるプレストレス1次力は無視した。ただし、Fランプ橋のプレストレスやクリープ・乾燥収縮などによる2次力は、Bランプ橋の設計で評価する必要があると考えられた。そこで、Fランプ橋設計モデルにおいてBランプ橋に発生する断面力を、Bランプ橋の設計断面力に加算することとした。一例として、図-5にプレストレスによる2次力 (曲げモーメント) の比較を示す。Fラン

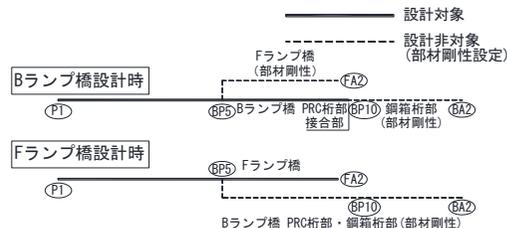


図-3 解析モデルのイメージ図

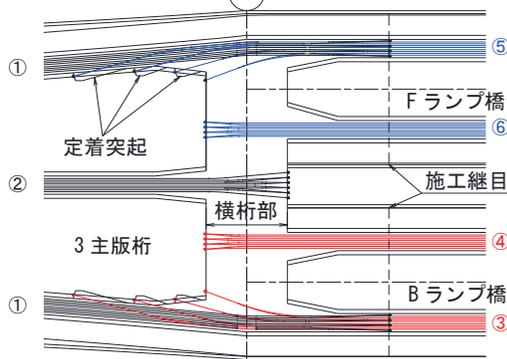


図-4 分岐部 PC 鋼材配置図

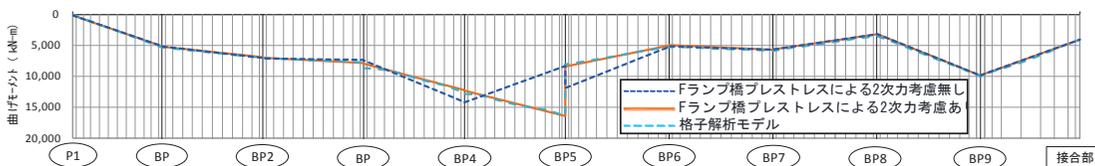


図-5 プレストレスによる2次力の比較

ブ橋プレストレスによる2次力の考慮の有無で、BP5付近の曲げモーメントが大きく異なることが分かる。なお、本設計手法の妥当性の検証のため、橋梁全体をモデル化した格子解析モデル (図-6) に、プレストレスによる軸力および偏心モーメントを载荷して得られた曲げモーメントを 図-5 に併せて示した。格子解析と2次元梁モデルの結果は良く一致しており、本設計手法は妥当であると考えられる。

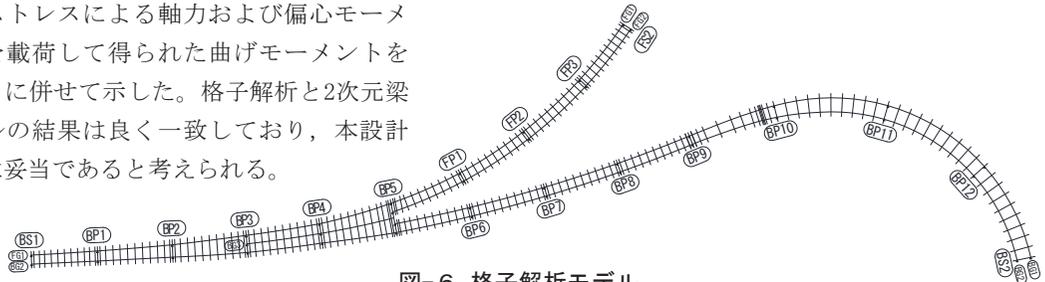


図-6 格子解析モデル

4. 接合部の設計

4. 1 接合部の構造概要

鋼・コンクリート接合部の構造を図-7に示す。接合構造には前後両面 (両面) 支圧板方式を採用した。鋼殻セル内のずれ止めにはスタッドジベルを採用した。図-7に示した鋼殻セルイメージ図は、PRC桁側の前面支圧板の内側を表示している。PRC桁接合部は、2主版桁間に接合横桁を配置した。接合横桁は、施工性および接合部の剛性を確保することを目的として充実断面とした。鋼殻セルと接合横桁の接合面は鉄筋が連続しないため、設計荷重作用時にはフルプレストレスにて設計することとした。

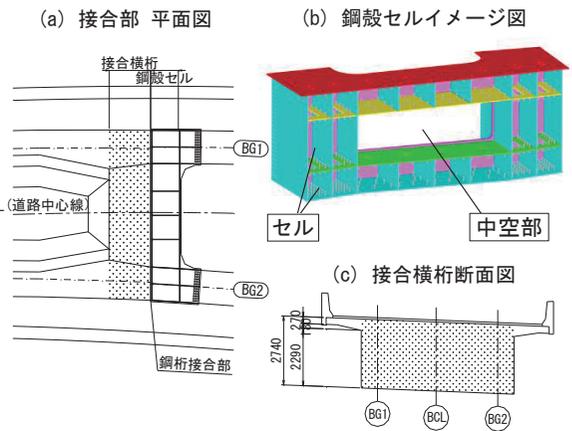


図-7 鋼・コンクリート接合部の構造

4. 2 合成床版のクリープ・乾燥収縮の影響評価

本橋では、鋼桁部合成床版の施工を、PRC桁、鋼桁の接合後に実施する計画である。鋼桁は非合成桁として設計したが、フランジ上面にはずれ止めを配置するため、合成床版コンクリートのクリープ・乾燥収縮により、鋼桁に軸力および偏心曲げモーメントが作用する可能性があると考えた。そこで、合成床版のクリープ・乾燥収縮による軸力および偏心モーメントを前述のBランプ橋2次元梁モデルに载荷し、PRC区間に発生する曲げモーメント (図-8) を算出した。ここで、鋼桁区間は非合成桁であることから、PC床版設計・施工マニュアル¹⁾を参考にその合成効果を60%とした。その結果、合成床版のクリープ・乾燥収縮のPRC桁への影響は、接合部付近に限定されることが確認されたが、この曲げモーメントにより、接合面において上縁に引張応力が発生した。そのため、設計荷重作用時にフルプレストレスを保つように補強PC鋼材1S28.6を図-9のように上縁側に4本配置することとした。

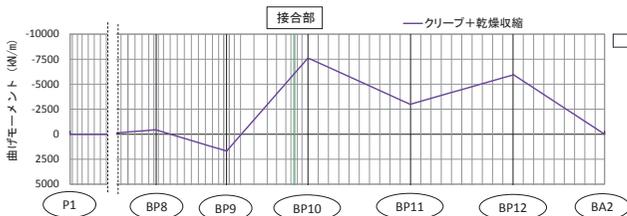


図-8 合成床版のクリープ・乾燥収縮による断面力

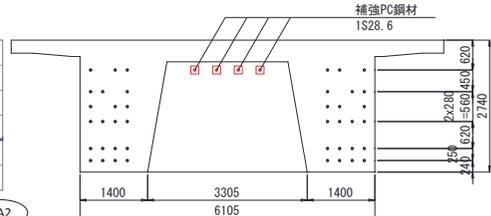


図-9 補強 PC 鋼材配置図

4. 3 FEM解析

接合部の応力状態を確認するため、3次元FEM解析を実施した。図-10に解析モデル図を示す。PRC桁部、接合横桁、鋼殻セル、および鋼桁部をモデル化した。境界条件はPRC桁端部を完全拘束とし、荷重は主方向の設計で算出した死荷重、活荷重、およびクリープ・乾燥収縮による節点断面力を鋼桁端部に载荷した。また、モデル化した部分の死荷重および活荷重を鉛直方向に载荷し、完全拘束したPRC桁端部の反力が、主方向の設計における節点断面力とほぼ一致することを確認した。主方向PC鋼材によるプレストレス力は埋込み鉄筋要素に荷重を与えて考慮した(図-11)。比較のため、接合部補強PC鋼材を考慮しないFEM解析を最初に実施した。

FEM解析の結果、鋼桁部および鋼殻セルにおいては、目立った応力集中は確認されず、FEM解析前に設定した部材厚の鋼殻セル構造で、特に問題のないことを確認した。

接合面の橋軸方向応力度を図-12に示す。補強PC鋼材を考慮しない場合には、主桁間(図-12(a)の領域①~③)において引張応力が発生していた。図-12(b)は、前述の上縁側補強PC鋼材に加え、下縁側にも補強PC鋼材1S28.6を2本追加して解析を実施した結果である(図-13)。補強PC鋼材を考慮した結果、鋼殻セルと接合横桁が接している部分、図-12(b)の領域①および③では、橋軸方向に引張応力が発生しないことが確認された。一方、鋼殻セルの中空部である図-12(b)の領域②においては、橋軸方向引張応力が発生しているが、その値は 0.1N/mm^2 以下と小さいこと、および鋼殻セルと接触しておらず構造的に連続面ではないことから、この引張応力を許容することとした。なお、ここで示した補強PC鋼材は、PRC桁部接合横桁から鋼殻セル部までの 2.5m の短い区間で定着する必要があり、セットロスの影響が大きいので、セットロス補正型の定着グリップを用いることとした。

5. おわりに

本ランプ橋の特徴である分岐部および接合部の設計について報告した。2015年5月現在、PRC桁部の第3施工区間(BP2-BP3径間)を施工中である(写真-1)。本報告が同種構造物の設計の参考になれば幸いである。

参考文献

- 1) PC床版設計・施工マニュアル：プレストレストコンクリート建設業協会，平成11年5月

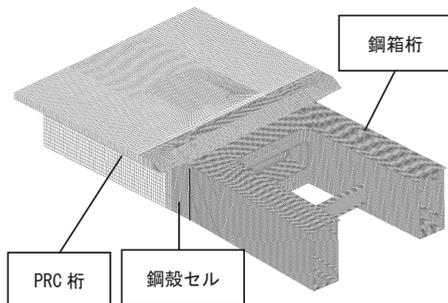


図-10 接合部 FEM 解析モデル

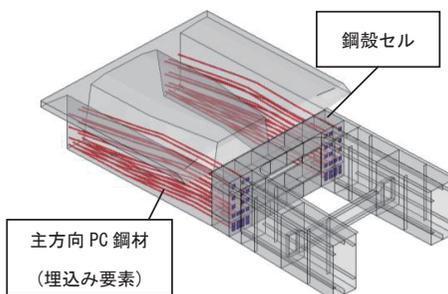


図-11 主方向 PC 鋼材モデル

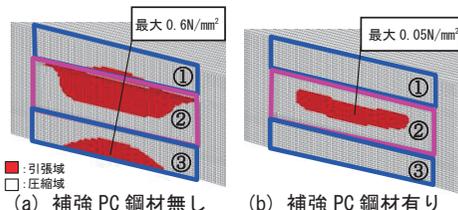


図-12 接合面橋軸方向コンター図

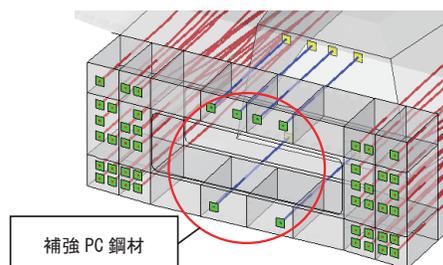


図-13 補強 PC 鋼材配置図



写真-1 現況写真