

松山中高架橋におけるRC桁とPRC桁の接合部補強に関する一考察

(株) 錢高組 本社土木事業本部土木本部技術部 正会員 ○ 友近 宏治
 日本道路公団 四国支社松山工事事務所松山工事区 野口 彰宏
 日本道路公団 四国支社建設部構造技術課 萩野 千晶
 (株) 錢高組 本社土木事業本部土木本部技術部 星 道彦

1. はじめに

近年、橋梁構造物では構造的合理性ならびに経済的優位性より、鋼とコンクリートのように異種構造材料を組み合わせた混合構造物が注目されている。そうした混合構造物の一つとして、松山自動車道松山中高架橋上部工工事では、RC桁とPRC桁の混合構造を採用している。

また基礎形式は、周辺住民の生活用水となっている地下水脈を侵さない目的から、フローティングタイプの直接基礎とし、上部工をスパン10m程度のRC桁(5主版桁橋)を主とした構造としている。しかし交差条件として県道を跨ぐ径間では、建築限界とスパンの制約よりPRC桁(桁高H=1.15m, スパンL=25m)が採用されている。

2. 橋梁概要

図-1に本橋梁の概略構造図を示す。

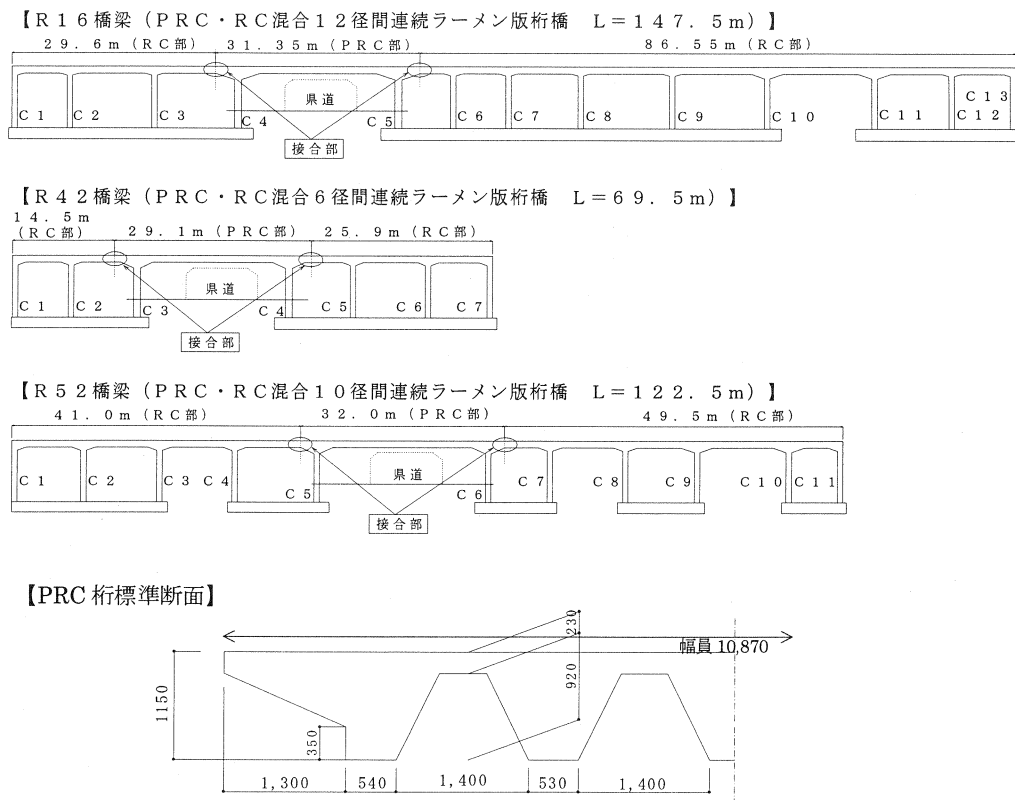


図-1 概略構造図

3. 検討課題

本橋のように、PRC部材にRC部材を接合して一体化する場合、接合部付近のRC部材にはPRC部材のクリープ乾燥収縮の影響により局部応力が生じ、橋軸直角方向のひび割れ発生が懸念される。この程度は、RC部材打設時のPRC部材の材令によって異なる。一般的にはPRC部材の材令が6ヶ月を越える場合はクリープ乾燥収縮が概ね進行し、特にこうした問題はないと考えられる。しかし、本工事では工事工程の関係から、接合部の補強が必要と考えられた。図-2に接合部付近の局部応力発生概念図を示す。

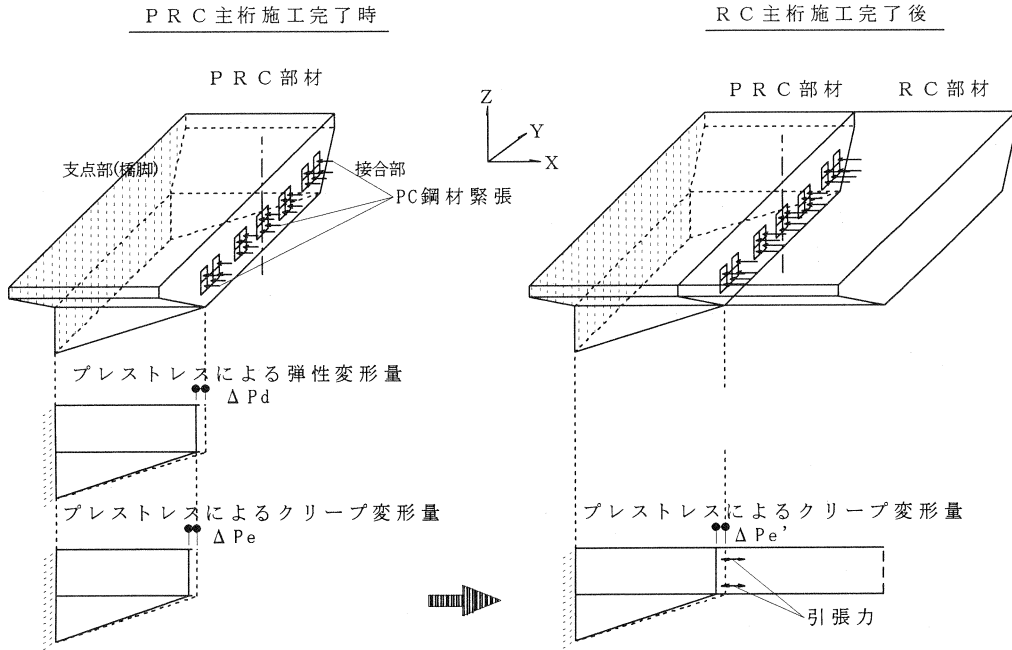


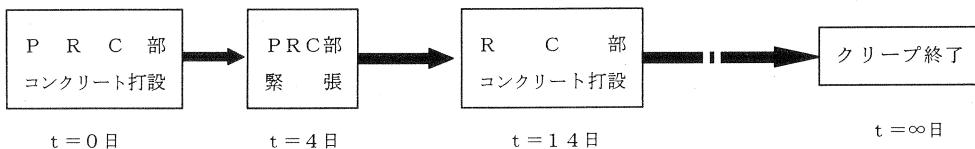
図-2 局部応力発生概念図

4. 検討方法

検討はクリープ・乾燥収縮を考慮した3次元FEM解析により行う。解析ソフトは「DIANA7」を使用した。

(1) 解析条件

1) 施工工程



2) 解析モデル

橋脚を含め橋軸方向に十分な長さを反映したモデルとすることで、より厳密な解析結果を得ることができる。しかし、今回は段階施工ならびにクリープ乾燥収縮を考慮した比較的煩雑な3次元FEM解析であること、さらに局部応力に対する補強検討であるため、過度にならない程度の安全側の解析を加味し、図-3に示す簡易な部分モデルとした。

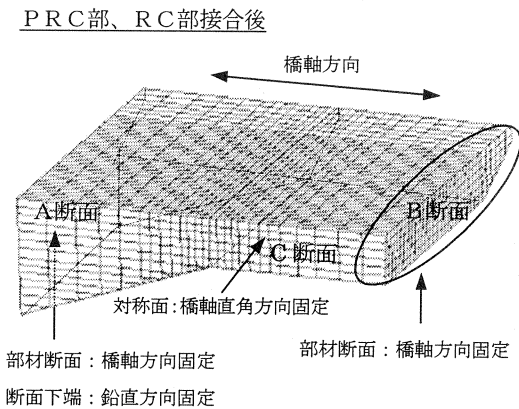
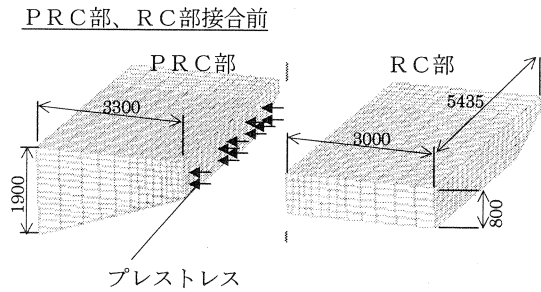


図-3 解析モデル図

- ・コンクリート PRC部, RC部
 $\sigma_{ck,28} = 36, 30 \text{ N/mm}^2$
 $E_{c,28} = 2.98e^4, 2.8e^4 \text{ N/mm}^2$
- セメント種類 早強, 普通
- ポアソン比 = 0.1667
- ・載荷荷重 プレストレスカ(1S28.6)
 $0.7Pu(664kN/本)$ 半断面 11 本定着
- ・拘束条件 橋軸方向固定(A, B断面)
 橋軸直角方向固定(C断面)
 鉛直方向固定(A断面下端)
- ・クリープ乾燥収縮モデル「CEB-FIP Model Code 1990」
- ・環境条件 コンクリート温度 20°C (一定と仮定)
 湿度 70% (一定と仮定)
 基本流動係数 $\phi_{R0} = 2.0$
 基本乾燥収縮度 $\epsilon_{s0} = -25e^{-5}$
 有効部材厚 $dw = kw \times 2F/U$
 ここに、 kw :有効部材に関する係数(=1.5)
 F :部材断面積
 U :空気と接触する部材の周長

5. 解析結果

図-4にクリープ終了時の橋軸方向応力度(σ_x)の分布図を示す。

定着具の背面に位置するRC部では、その周辺に比べ局部的に非常に高い橋軸方向引張応力度が発生している。要素平均の値で4.5~5.0N/mm²である。

しかし、この引張応力度は橋軸方向に500mm程度の位置まで高い値を示すが、それより後方では主桁全体に引張応力が一様に分布している。

また、定着具と定着具の間ではそれとは逆に圧縮状態であることがわかる。この分布状態は特にB-B断面(主桁水平断面)で顕著に観られる。

以上、接合部断面では圧縮、引張応力状態が混在し、補強筋の配置に配慮が必要であることがわかる。

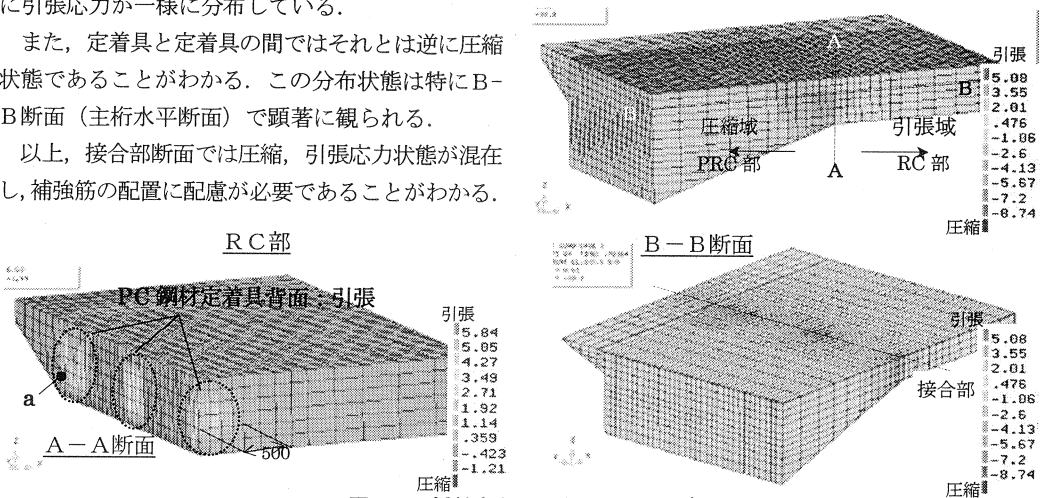


図-4 橋軸方向応力度 (σ_x : N/mm²)

最も高い引張応力が発生した点 a (図-4中)の応力推移を図-5に示す。上段はRC部材側、下段はPRC部材側の応力状態を示している。0日はRC部材打設直後を意味する。200日を過ぎたあたりで急激な応力の立ち上がりが終了し、以降緩やかに引張応力は増加し、圧縮応力は減少する。このグラフからも当該部位に発生する応力度の度合いは、PRC部材の材令に大きく左右されることがわかる。

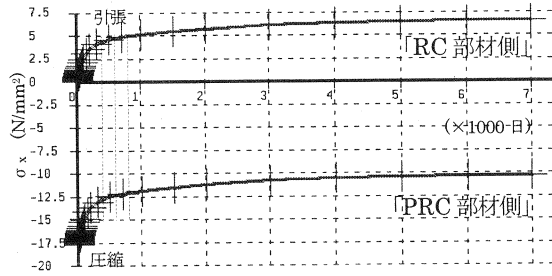


図-5 点aの応力(σ_x)推移図

6. 補強筋の配置

補強については、定着具周辺に発生した高い引張応力を橋軸方向引張力(P)に換算し、鉄筋許容引張応力σ_{sa}=180N/mm²とし決定した。図-6に接合部断面(RC部材側)の橋軸方向引張応力分布を示す。

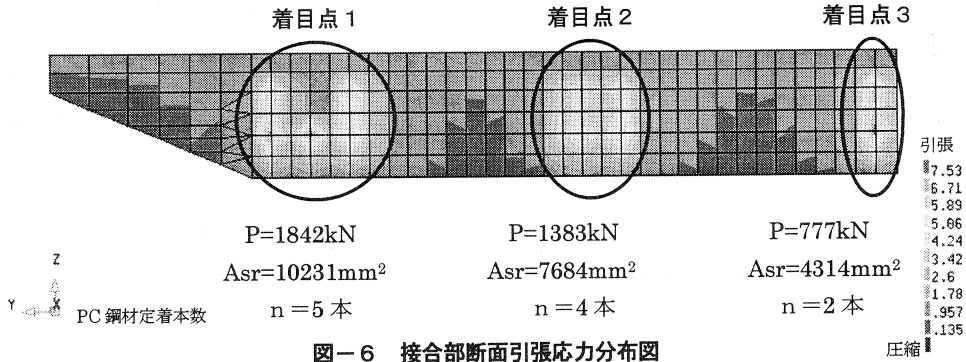


図-6 接合部断面引張応力分布図

PC鋼材1本当たりにつき約1900mm²~2200mm²の補強筋量が必要となることから、図-7に示す補強筋を配置した。定着具周辺に生じる高い引張応力に対する補強であること、緊張作業に支障をきたさないことに配慮し、比較的径の太いD22を定着具の周りに均等に配置した。

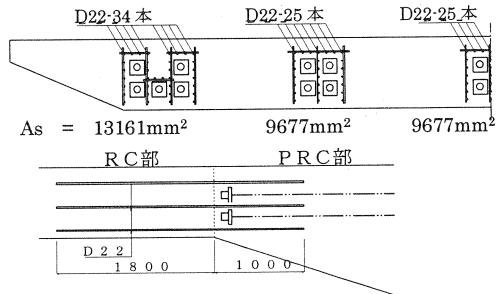


図-7 補強筋配置図

7. おわりに

RC桁とPRC桁またPC桁を接合する際には、必ず接合部補強が行われている。3. 検討課題に述べたような、十分な工期的余裕がありプレストレスによる桁収縮を進行させた後で接合するのであればこの限りではないが、現在の工事においてそのような余裕はないのが一般的である。

今回の検討では、解析モデルの両端部断面を拘束(橋軸方向)したため、実際よりやや安全側の評価となっているが、当該部位の構造的な重要性からも妥当な補強と考える。本橋は6月現在、最終コンクリート打設が終了した。接合部についてはひび割れ等の不具合はなく、補強筋量は必要にして十分だったと言える。

今後、この種の工事において本検討が一助となれば幸いである。

参考文献) 道路橋示方書・同解説Ⅲ, コンクリート構造物のクリープと乾燥収縮 H・リュッシュ D・エンケルト, レオンハルトのコンクリート講座B⑥ F・レオンハルト, DIANA 7ユーザーズマニュアル