

高強度軽量プレキャストPC床版を用いた床版取替工事 - 播但道 市川大橋 -

(株) I H I インフラ建設 正会員 郷保 英之
 (株) I H I インフラ建設 山村 繁雄
 (株) I H I インフラ建設 正会員 廣井 幸夫
 (株) 近代設計 吉房 俊裕

1. はじめに

本橋は、播但連絡道路の砥堀ランプに位置する単純鋼合成鈹桁橋である。橋梁一般図を図 - 1 に示す。既設のRC床版は、経年劣化による損傷に加え、凍結防止剤の影響による塩害の劣化進行が著しく、取替工事を実施する事となった。取替え用床版は、軽量化により鋼主桁および橋脚の負担を低減すること、凍結防止剤散布を考慮しひび割れの発生を抑制することを目的に、2方向をPC構造とする「高強度軽量プレキャストPC床版」に変更した。施工計画においては、一般道との交差点が近い自動車専用道路上の取替工事となるため、交通規制に工夫が必要となった。また、合成構造であるため、既設床版を撤去した状態での架設時照査を実施した。本稿では、工事に先立ち行った設計・施工上の検討内容について報告を行う。

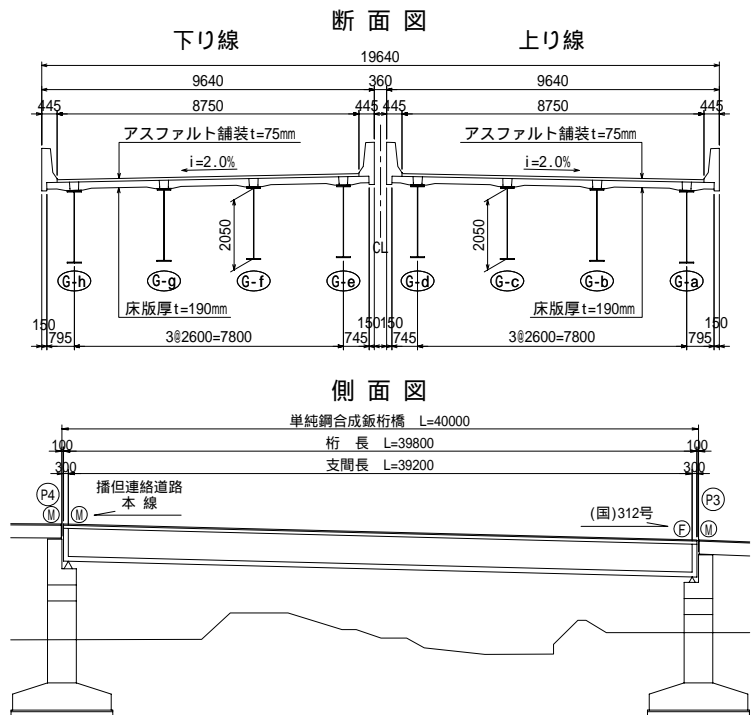


図 - 1 橋梁一般図

2. 高強度軽量プレキャストPC床版の特徴

高強度軽量プレキャストPC床版の基本構造を図 - 2 に示す。膨張頁岩系の人工軽量粗骨材を用いた単位重量 18.5kN/m^3 以下、設計基準強度 50N/mm^2 の高強度軽量コンクリートを使用している。その結果、従来の普通コンクリートプレキャストPC床版と比較して重量が約20%軽減される。床版の軽量化により、車両の大型化や交通量の増加に起因する既設鋼主桁や下部工の応力負担増加の軽減に有効である。また、架設機材の簡素化によるコスト縮減効果も期待できる。

高強度軽量コンクリートには、練混ぜ直前の含水率が2.0%以下の人工軽量骨材を使用することにより、凍結融解に対して十分な抵抗性を確保している。また、橋軸直角方向はプレテンション方式によるPC構造、橋軸方向はポストテンション方式によるPC構造または付加的なプレストレスを与えたRC構造とすることにより、高い耐久性を実現している。その性能は、凍結融解試験、静的載荷試験、および移動式輪荷重走行試験により実証されている。

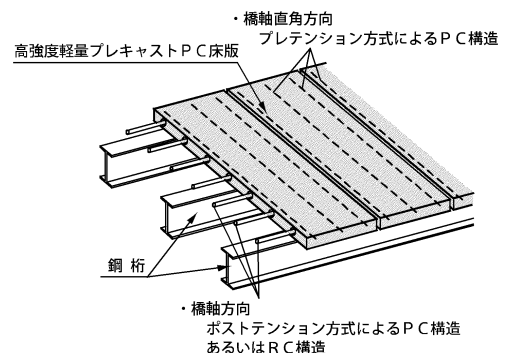


図 - 2 高強度軽量プレキャストPC床版の基本構造

3. 設計に関する検討内容

3.1 床版の構造および形状

本橋のPC床版形状を図 - 3 に示す。本橋では、ひび割れの発生を防止し耐久性を向上させることに主眼を置き、橋軸方向にポストテンション方式によるPC構造 (SWPR19L 1S19.3 ctc400mm) を採用し、2方向にプレストレスを導入する。橋軸方向、橋軸直角方向ともに死荷重時および設計荷重時の引張応力制限値をフルプレストレスに設定した。

本橋の床版厚は、橋軸方向にPC構造を採用したことにより、既設橋と同様の190mmに設定できた。1橋あたりの床版重量は、高強度軽量プレキャストPC床版の適用により193tから165tとなり、約30tの軽量化にて鋼主桁および橋脚への負担を軽減した。

橋軸方向プレストレスは、プレキャストPC床版を敷設し、間詰め部に無収縮モルタルを充填した後に導入する。本橋の間詰め部形状を図 - 4 に示す。橋軸方向をPC構造とした場合、間詰め長は30mm程度となり、鉄筋・型枠組立作業を省略でき、PC鋼材挿入・緊張作業を考慮してもRC構造より工程を短縮できるとともに、弱点となりやすい打継目での一体性をプレストレスにより確保可能である。橋軸方向プレストレス導入完了後は、スタッドジベル溶接、版下モルタル打設、ジベル用孔後埋めコンクリート打設の順で施工を進める。

3.2 スタッドジベル配置の検討

橋軸方向をPC構造とした場合の検討事項として、プレストレスによるクリープ変形の考慮が挙げられる。橋軸方向プレストレス導入時、プレキャストPC床版と鋼主桁は接合されていないが、スタッドジベルにより接合した後のプレキャストPC床版のクリープひずみによってスタッドジベルに水平せん断力が発生する。その水平せん断力と、主荷重 (合成後死荷重および活荷重)、温度差、乾燥収縮に

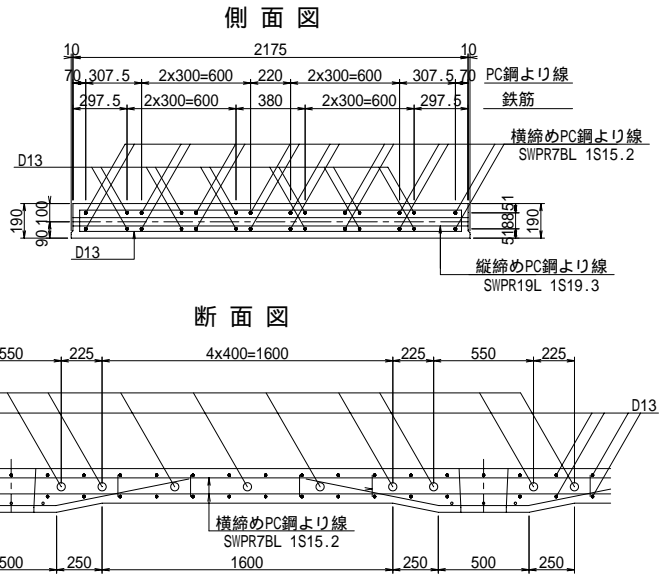


図 - 3 PC 床版形状

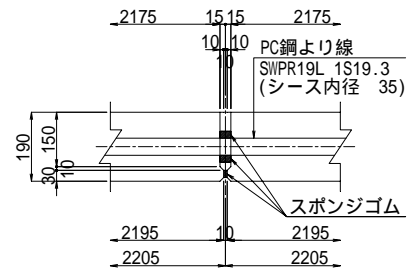


図 - 4 間詰め部形状

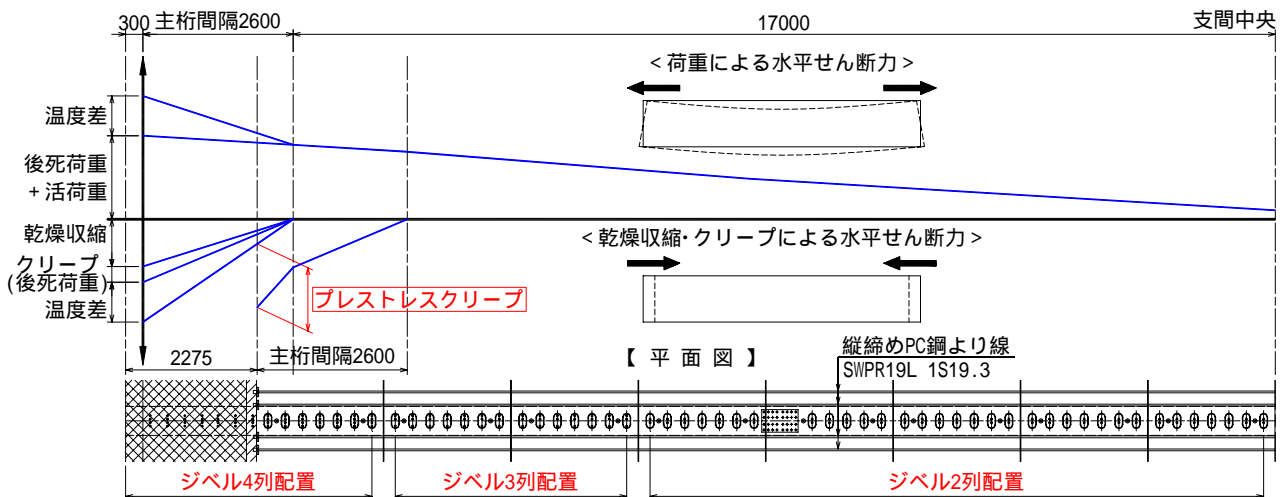


図 - 5 水平せん断力分布

よる水平せん断力を足し合わせたものに対し、スタッドジベル本数を決定した。図 - 5 に水平せん断力の分布図を示す。プレストレスクリープによる水平せん断力は、橋軸方向PC鋼材の定着端より分布するものとし、分布長は道示12.5.2の規定に従い主桁間隔とした。

3.3 主桁応力度増加量の照査

合成構造では、持続荷重が作用する床版コンクリートのクリープひずみにより、鋼主桁に応力が発生する。本橋の床版に作用する持続荷重は、合成後死荷重によって床版に生じる圧縮力に加え、橋軸方向プレストレスによる圧縮力が追加されるため、それによる主桁応力度の増加量を照査した。図 - 6 にクリープひずみによる応力度算出方法の概念図を示す。照査の結果、支間中央での応力度増加量は、上フランジの圧縮応力度が 22N/mm^2 、下フランジの引張応力度が 3N/mm^2 程度と微小にて、合成応力度に与える影響は小さかった。

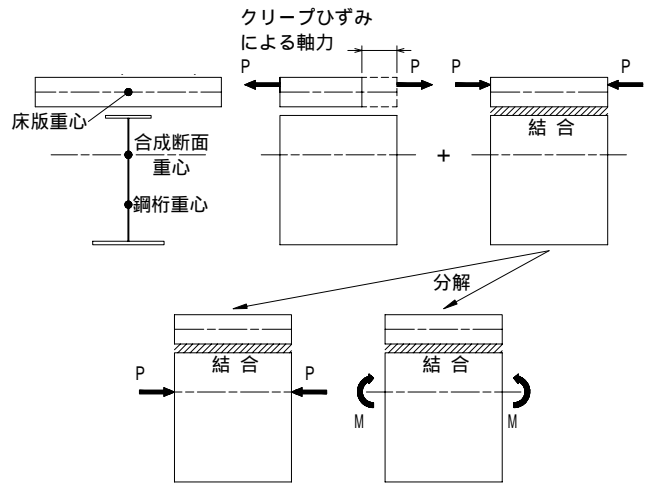


図 - 6 クリープひずみによる応力度算出方法

4. 施工に関する検討内容

4.1 交通規制計画

本工事の施工フローを図 - 7 に示す。床版取替えは、上り線、下り線の順で施工を実施する。その際、中央分離帯を一部改良し、上り線施工時は下り線側に交通をシフト、下り線施工時には上り線側に交通をシフトさせる。本線側の交通シフトは隣接のRC中空床版橋上で行われるため、張出床版部を炭素繊維にて補強する計画とし、その施工時には追越車線規制を実施する。

下り線対面通行規制時の本線側規制図を図 - 8 に、一般道交差点側規制図を図 - 9 に示す。まず、施工ヤードとして、床版架設用クレーンや運搬用トレーラー等の配置スペースを考慮し、工事区間の前後約50mを確保した。次に、道路規制区間の設定を行い、本橋はランプ橋であるが長い直線区間を有し、通行車両の速度が出やすい傾向にあるため、交通シフト部に入るまでに十分減速ができるよう、本線側では本線規制の仕様と同等である100mの車線減少区間と200mの減速区間を設けた。交通シフト部の長さは、10tトラックの时速40kmでの車両軌跡を確認し40mとした。一般道交差点側では、交通量の多い朝夕においても交差点付近の交通を円滑にするため、交差点での減速を考慮して、車線減少区間と減速区間を

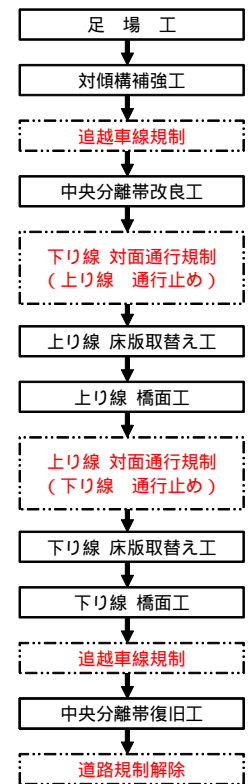


図 - 7 施工フロー

各20mに縮小し、交差点と接続する片側2車線区間を可能な限り長く設定した。対面通行区間では、安全性

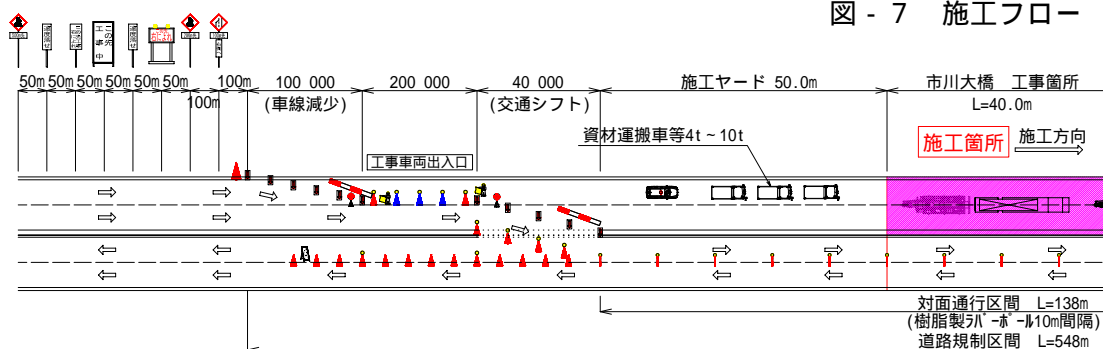


図 - 8 本線側規制図

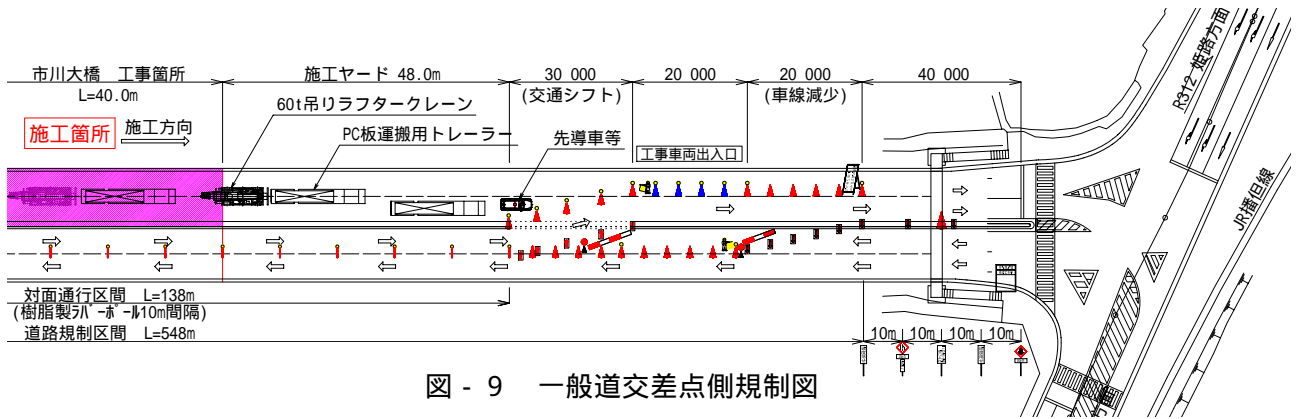


図 - 9 一般道交差点側規制図

確保のため、図 - 10 のように橋面天端から2.5mの高さまで飛散防止用フェンスを構築するとともに、車線の境界には樹脂製ラバーポールを設置する計画とした。

4.2 架設時の主桁応力度照査

プレキャストPC床版架設時には、橋面上にラフタークレーンおよび搬出入用トレーラを導入させ、施工を実施する。本橋は合成構造であるが、床版取替え時は既設RC床版がカッターにより分割された状態となるため、重機荷重に対しては鋼主桁のみで耐荷性能を確保する必要がある。そのため、非合成構造として鋼主桁のみで荷重分担する格子解析モデルにて応力照査を行った。結果、下フランジに問題はなかったが、上フランジの曲げ圧縮応力度が許容値を超過している箇所があった。

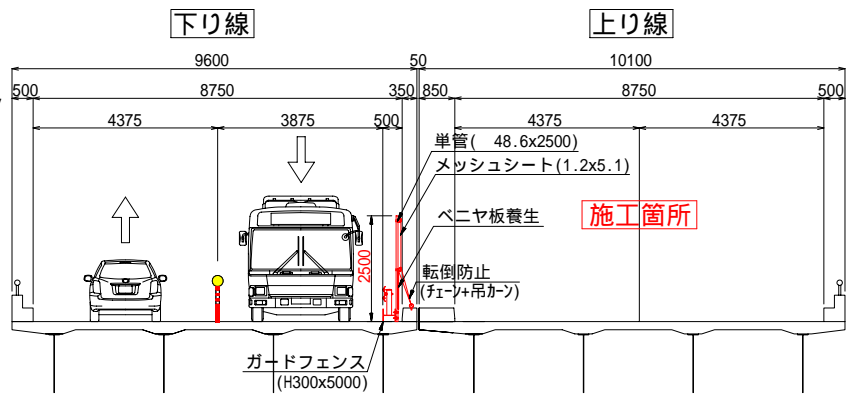


図 - 10 対面通行区間断面図

応力超過への対策として、発生曲げモーメントを低減させるベント設置案、鋼主桁の耐荷力を向上させる外ケーブル補強案等が考えられたが、本工事では施工性・経済性の観点から中間対傾構の増設を採用している。鋼主桁の圧縮フランジの許容曲げ圧縮応力度は、座屈の影響にて低減される。中間対傾構の設置箇所数を倍増し、座屈に対する圧縮フランジの固定点間距離を半減させることで、許容曲げ圧縮応力度を向上させた。また、増設した中間対傾構は、常時の耐荷力向上にも寄与することから、工事完了後も存置することとした。

発生曲げモーメントを低減させるベント設置案、鋼主桁の耐荷力を向上させる外ケーブル補強案等が考えられたが、本工事では施工性・経済性の観点から中間対傾構の増設を採用している。鋼主桁の圧縮フランジの許容曲げ圧縮応力度は、座屈の影響にて低減される。中間対傾構の設置箇所数を倍増し、座屈に対する圧縮フランジの固定点間距離を半減させることで、許容曲げ圧縮応力度を向上させた。また、増設した中間対傾構は、常時の耐荷力向上にも寄与することから、工事完了後も存置することとした。



写真 - 1 架橋状況

5. おわりに

本橋の床版取替え工事は、上り線が平成25年6月、下り線が8月に実施予定である。工事着手前の現況写真を写真 - 1, 2 に示す。床版取替え工法は工期や交通規制等の制約があるが、劣化が著しい床版の抜本的な解決策となる。床版取替え工法に関する設計・施工上のノウハウを蓄積し、橋梁の長寿命化に貢献していきたい。

最後に、本工事の計画にあたり、ご指導、ご協力いただいた関係各位に深くお礼申し上げます。



写真 - 2 橋面状況(工事着手前)