

床版取替え工事による耐久性向上への取組み (中国道矢野川橋)

(株)ピーエス三菱 正会員 橋野 哲郎
 西日本高速道路(株) 西山 昌造
 西日本高速道路(株) 後藤 昭彦
 (株)ピーエス三菱 正会員 西濱 智博

1. はじめに

鋼橋のRC床版の劣化要因としては、交通荷重の負荷による疲労の影響が一般的に考えられるが、寒冷地の橋梁では凍結防止剤の影響による塩害で著しい劣化が発生している事例もある。

本報告は、塩害によって劣化した鋼橋RC床版の床版取替え工事において、新設床版の高耐久化や橋梁上部工の構造変更、桁端部における延長床版システムの採用など、橋梁全体の長寿命化に向けて実施した取組みについて紹介する。



写真-1 床版下面の劣化状況

2. 橋梁概要

矢野川橋は、中国自動車道の山崎IC～佐用IC間に位置する橋長94.5mの3径間連続非合成鈹桁橋であり、昭和50年の供用開始から33年が経過した橋梁である。構造的特徴としては、県道および河川との交差条件より斜角45°の斜橋であることがあげられる。

本橋のRC床版は、経年劣化や冬季の凍結防止剤散布(年間平均散布量 3kg/m²)の影響による損傷を受け、平成6年には早強コンクリートによる床版上面増厚補強(t=5cm)を実施していた。しかし補強後においても、床版下側鉄筋の著しい腐食や断面欠損、かぶりコンクリートの広範囲の剥落などが進行しており、輪荷重による床版の抜け落ちまでもが懸念されたため、今回、将来のLCCを踏まえた抜本的な対策として、床版の全面取替えを実施した。写真-1に既設床版の劣化状況、図-1に床版取替えの概要図を示す。

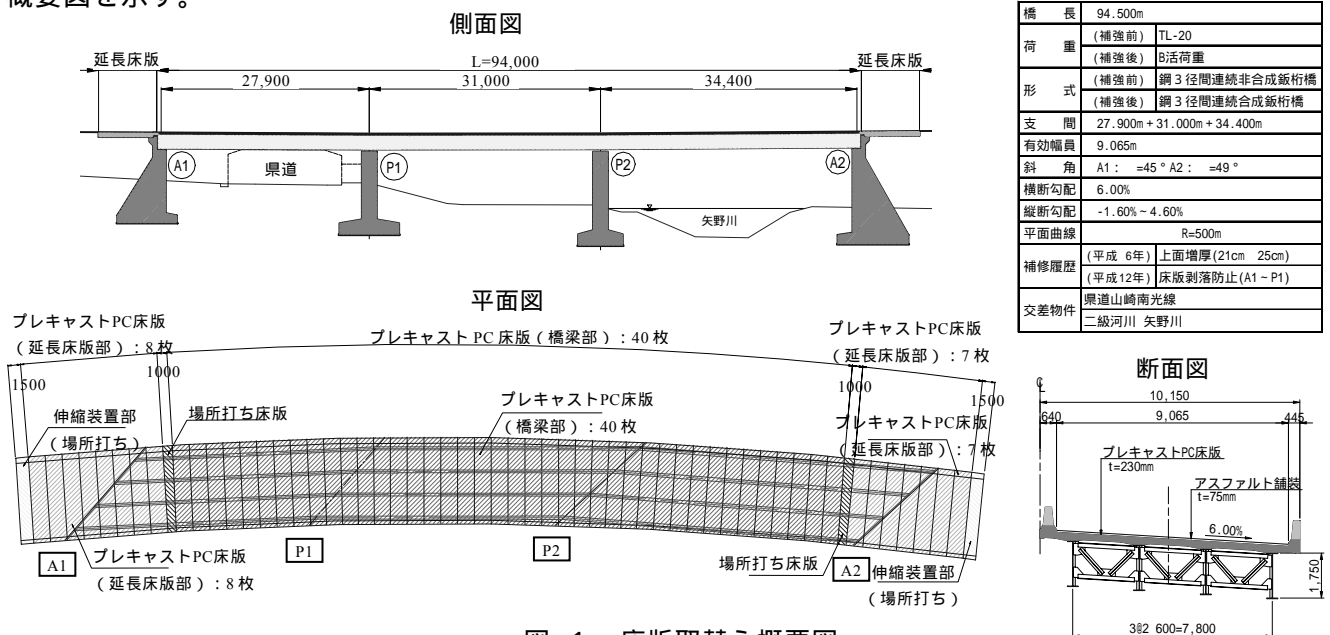


図-1 床版取替え概要図

3. 床版の耐久性向上

新設する床版は、軽量で長期耐久性に優れ、かつ維持管理上の問題も少ないPC床版を採用し、現場工期の短縮と品質確保の観点から、高強度コンクリート ($f_{ck} = 50\text{N/mm}^2$) を用いた工場製作のプレキャストPC床版とした。(写真-2)

プレキャスト版相互の橋軸方向の接合は、後述する床版と鋼桁の合成効果の発揮も含め、軸方向プレストレスによるPC継手構造とした。その結果、床版には橋軸方向と橋軸直角方向の2方向にプレストレスが導入されることから、構造上のひび割れが発生しないため、RC床版や1方向PC床版に比べると耐久性の向上が期待できる構造となった。

また、地覆壁高欄を後施工する従来の施工では、床版と地覆に打継目が存在するため、劣化因子を含んだ雨水が打継目から浸入し、壁高欄鉄筋および床版端部コンクリートの劣化原因となることが考えられた。そこで、プレキャストPC床版と地覆部を一体製作することで打継目を無くし、凍結防止剤が散布される本橋の環境条件に対する床版の耐久性向上を図った。(図-2)

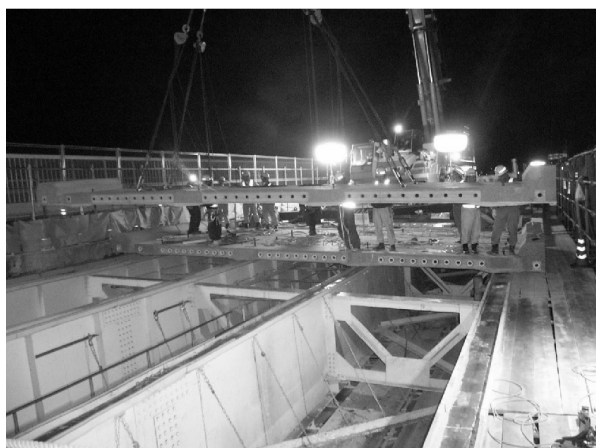


写真-2 プレキャストPC床版の架設状況

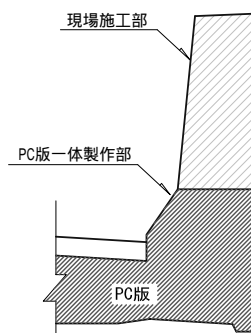


図-2 地覆のプレキャストPC版一体製作

4. 鋼桁との合成効果の発揮

現橋は連続非合成鈹桁 (TL-20) で設計されており、現行のB活荷重に対しては鋼桁の発生応力が設計上許容値を超過している状況であった。ただし、一般的に非合成桁として設計された場合であっても、床版と鋼桁はずれ止めにより接続されているため、ある程度の合成効果を期待できることが知られており、鋼桁に発生する実応力度は設計値よりも小さいと考えられる。

本工事では、この合成効果をより積極的に発揮させて活荷重による鋼桁の発生応力度を低減し、鋼桁の疲労耐久性の向上を図った。

そのため、新設床版は合成桁における床版となるため、輪荷重および主桁合成作用の他、コンクリートのクリープや乾燥収縮の影響を受ける。これらを考慮して検討を行った結果、支点部床版に発生する橋軸方向引張力は比較的大きく、従来のRCループ継ぎ手による床版接続では必要な鉄筋量を配置することが困難であった。そこで、RCループ継ぎ手の代わりに床版橋軸方向にもPC鋼材によるプレストレスを導入することで、この引張力に対応することとした。(写真-3)

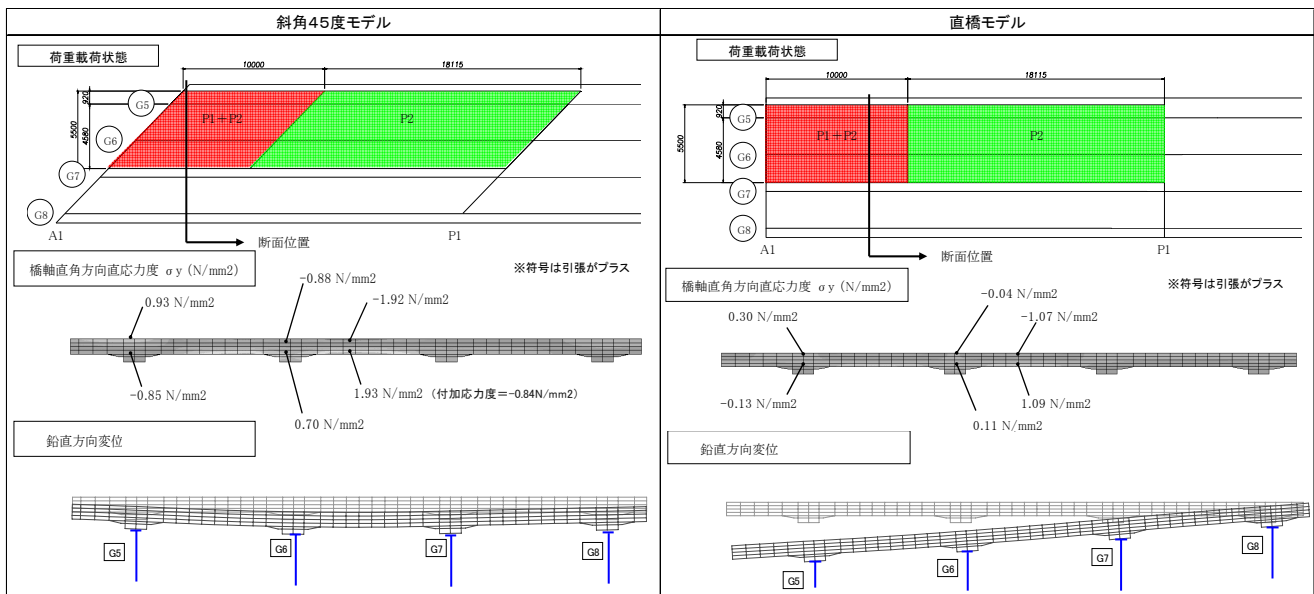


写真-3 橋軸方向プレストレス導入状況

さらに、本橋のような斜角を有する橋梁においては、ねじりによる応力や変形等も加わり複雑な応力状態となる。そこで、プレキャストPC床版の設計には、これらの影響を考慮するため、上部構造全体をモデル化した三次元FEM解析による検討を実施した。解析モデルは、本橋の斜角を再現した斜角45度モデルと比較用の直橋モデルの2ケースとし、床版をソリッド要素、鋼桁をシェル要素でモデル化した。斜角による付加応力度は、両ケースについて活荷重の偏載荷により床版に発生する応力度を算出して、その発生応力差を斜角の影響によるものと考えたこととした。

表-1 にFEM解析結果を示す。鈍角側に偏載荷した場合の付加応力度は、直橋モデルの発生応力度との差から -0.84N/mm^2 であった。プレキャストPC床版の設計は、通常の輪荷重による床版発生応力度にこの付加応力度を加算して照査を行い、床版の耐荷性能の確保を行った。

表-1 FEM 解析による斜角の影響検討



鋼桁と床版のずれ止めはスタッドジベル接合 (22:SS400) とし、せん断力が大きくなる支点部付近についてはグループ配置 (8本/箇所) を採用した。グループ配置部は、プレキャストPC床版に設ける箱抜きが大きくなり床版の断面欠損が問題となる。そこで、箱抜き部に発生する局部応力を緩和するために、厚さ4.5mmの鋼板を埋設して補強を行っている。(写真-4)

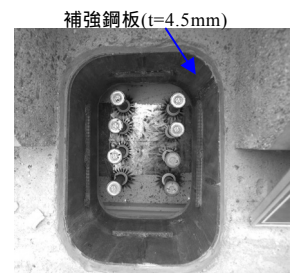


写真-4 箱抜き部の補強

5. 延長床版システム

延長床版システムは、橋梁の床版を土工部まで延長し、伸縮装置を土工部上に設置する構造であり、伸縮装置部からの漏水や砂塵堆積等の影響による桁端部や橋台の劣化や損傷に対する有効な手段として、平成8年ごろから採用されている工法である。今回、矢野川橋の床版取替え工事では、桁端部や橋台部の劣化防止と伸縮装置部からの振動や騒音の低減を目的として延長床版システムを採用することとした。

延長床版システムには、場所打ちコンクリートを用いたものとプレキャスト版を用いたものがあり、現場工期の条件や経済性により選定されている。



写真-5 延長床版の設置状況

今回の工事では、交通規制が伴うため、現場工期の短縮が可能となるプレキャスト版を用いた工法を基本として構造検討を行った。表-2 に示す比較結果より、従来タイプとほぼ同等の工事費で現場工期の短縮と桁端部の確実な止水が期待できる、橋梁部のプレキャストPC床版を土工部まで敷設する新タイプの延長床版システムを採用した。(写真-5)

表-2 プレキャスト版を用いた延長床版システムの比較検討

	案 : 従来タイプ	案 : 新タイプ (矢野川橋タイプ)
概要図		
構造概要	<p>橋梁部はプレキャストPC床版、橋梁端部は場所打ち床版、土工部はプレキャストRC版で構成される。 橋梁床版との接合はヒンジ構造であるため、延長床版部分のみのメンテナンスが容易である。 伸縮装置は斜方向とする例が多い。</p>	<p>橋梁部と土工部にプレキャストPC床版を用い、それらを接続する場所打ち床版で構成される。 構造の大部分がプレキャスト部材であるため、品質、耐久性の向上と現場工期の短縮を図ることができる。 橋梁部床版との接合は剛結合であり、縦締めプレストレスでひび割れを発生させない構造となる。よって、桁端部・橋台の止水が確実となる。 伸縮装置は道路法線方向となる。</p>
課題	<p>ヒンジ構造であるため、桁端部や橋台に対する止水性に劣る。 斜橋の場合は、桁端部の場所打ち床版の施工量が多くなり、品質と現場工期の確保が課題となる。</p>	<p>橋台付近のPC床版は、鋼桁と底板に支持されるため複雑な応力状態となる。 縦締め鋼材で橋梁床版と一体化されるため、将来の部分的な取り替えは困難である。</p>
施工日数	△	○
経済性	1.00	1.05
総合評価	△	○

ただし、新タイプの延長床版構造の場合は、桁端部のプレキャストPC床版が鋼桁と底板に支持されることとなり、複雑な応力状態になる。

図-3 は、延長床版部の構造を再現した三次元FEMモデルである。解析結果から、活荷重載荷により発生する応力度は橋梁部と同程度であることが分かったため、同様なプレキャストPC床版を敷設することで耐荷性能を確保した。

6. おわりに

今回の床版取替え工事では、橋梁の長寿命化を目指して様々な取組みを行った。なお、新しい延長床版システムについては、今後もモニタリングを行い使用性や耐久性の評価を行う必要がある。

最後に、本橋の構造決定にあたり、「矢野川橋床版架替に関する検討委員会」(委員長:松井繁之教授)の各委員には貴重なご助言をいただいた。これら関係各位に心よりお礼申し上げます。

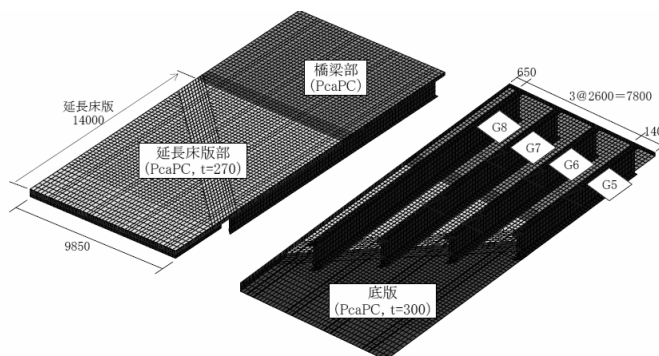


図-3 延長床版部のFEM解析モデル