

高耐久化を目指した床版取替え (中国自動車道 吹矢谷橋)

西日本高速道路(株) 正会員 工修 ○本荘 清司
 西日本高速道路(株) 福井 誠司
 (株)ピーエス三菱 正会員 田中 寛規
 (株)ピーエス三菱 正会員 工修 桐川 潔

1. はじめに

吹矢谷橋は、中国自動車道東城IC～庄原IC間に位置する橋長243.0m(=121.5m×2連)の鋼3径間連続鈹桁橋であり、供用後33年が経過した橋梁である(表-1)。本橋は冬期の凍結防止剤の散布などを原因とした経年劣化により床版が損傷しており、これまで床版上・下面の部分補修やはく落防止など各種対策を実施してきたが、近年、床版の劣化が顕著となってきたため(写真-1)、抜本的な対策が必要となった。

そこで、ライフサイクルコスト(LCC)の最小化を目指し、高品質かつ高耐久なプレキャストPC床版(以下、PCaPC床版)に取り替える全面補修を実施することとした。補修工事の概要を図-1, 2, 現地での概略施工工程を図-3, 施工フローを図-4に示す。

中国自動車道では、これまで2回の床版取替え工事を実施しており、主な劣化要因である塩害に対する諸対策(劣化因子の排出, 劣化因子の遮断, 施工性の確認)を行ってきた¹⁾²⁾。

本工事は、3回目の床版取替え工事であるため、これまでに培われた知見を踏まえ、さらなる高耐久化を目指した諸対策を実施したので報告する。

2. 高耐久化への諸対策

2.1 高炉スラグ微粉末の使用

中国自動車道の主な劣化要因は、凍結防止剤の散布による塩害である。そこで、遮塩効果の高い高炉スラグ微粉末(比表面積6000cm²/g)をコンクリートに混入(50%置換)することで、



写真-1 劣化状況

表-1 吹矢谷橋の諸元

形式	鋼3径間連続鈹桁橋×2連	
橋長	243.000m	
支間	39.950m+40.500m+39.950m × 2連	
有効幅員	10.602m~8.825m	
斜角	θ=93° 40' 38" ~82° 01' 44"	
荷重	(補強前)	TT-43
	(補強後)	B活荷重
平面曲線	R=250m A=150 A=160 R=300m	
縦断勾配	3.775%(-)~4.306%(-)	
横断勾配	8.000%(+)~8.000%(-)	

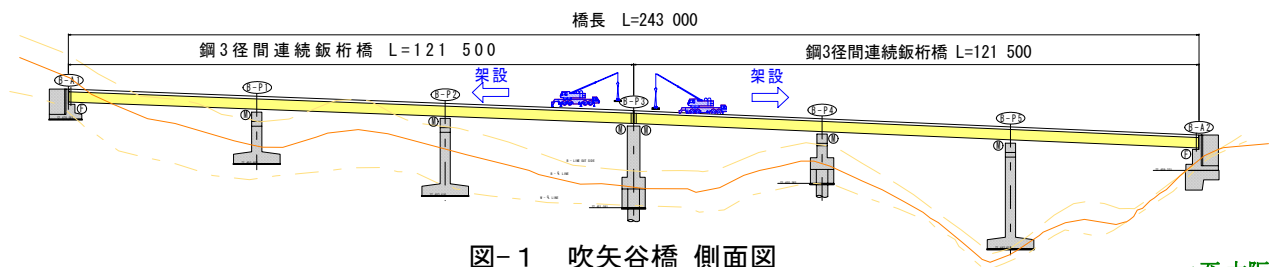


図-1 吹矢谷橋 側面図

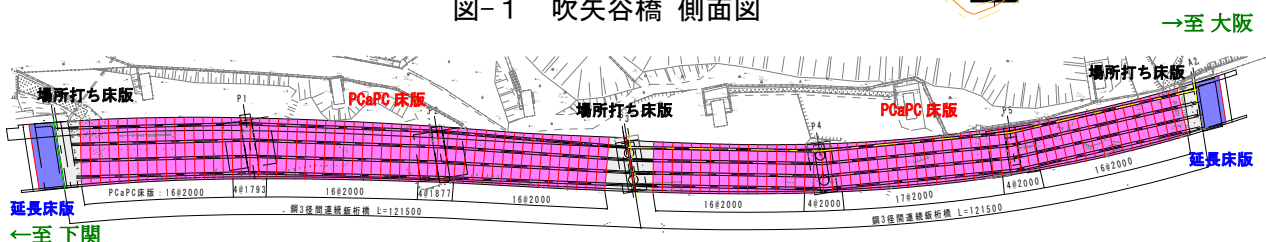


図-2 吹矢谷橋 平面図

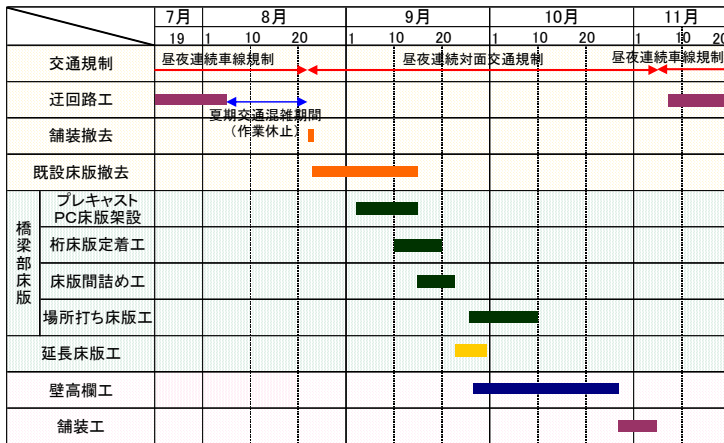


図-3 概略現地工程

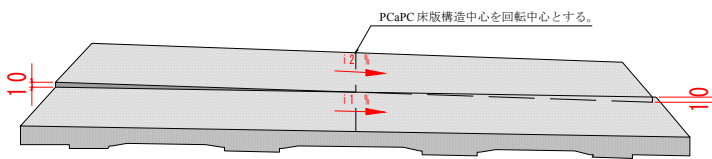


図-5 段差概念

耐久性を向上させることとした。ここで、高炉スラグ微粉末をセメントと置換したコンクリートは初期養生が重要であるが、養生日数および養生方法についての資料は少ない。そこで、早強コンクリートにおいて実施した透気係数や電気泳動試験による養生効果確認実験に準拠し³⁾、養生を実施した。

2.2 PCaPC床版の段差対策 (初期損傷)

本橋梁では220mの区間で横断勾配が-8.0%から8.0%まで変化しており、PCaPC床版をそのまま設置すると、図-5に示すように床版端部で約10mmの段差が生じ、ループ継手と床版アゴ部の接触 (写真-2) による損傷が懸念される。そこで、この段差を考慮した間詰め間隔とループ継手半径を採用し、かつ、ひび割れ補強として腐食の懸念のない格子状GFRP (ガラス繊維強化プラスチック) をアゴ部先端まで設置した。

2.3 地覆とPCaPC床版の一体製作

地覆部とPCaPC床版 (および延長床版) を一体製作することで、PCaPC床版と地覆部の打継目を無くし、橋面水の浸入および漏水を防ぐ構造とした。製作状況を写真-3に示す。

ただし、本橋梁では中央分離帯側の地覆幅が最大で2m程度もあるため、温度ひび割れの発生が懸念された。また、さらに若材齢時にプレストレスを導入するため、この温度ひびわれが助長されることも考えられた。そこで、事前に温度応力解析による温度応力と、FEM解析によるプレストレス導入時に発生する応力を算出し、両応力を合成した引張応力に対して補強筋を設置することとした。温度応力解析結果とFEM解析結果をそれぞれ図-6、図-7に示す。

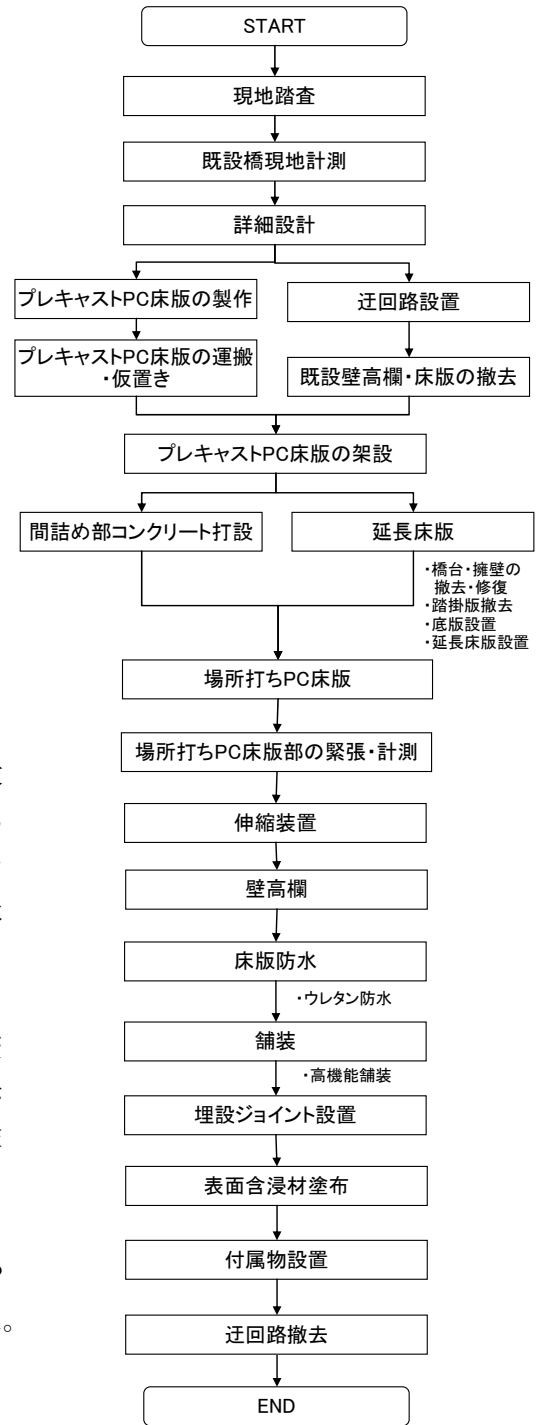


図-4 施工フロー

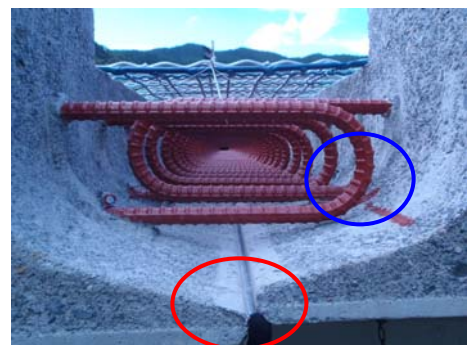


写真-2 床版先端部の段差

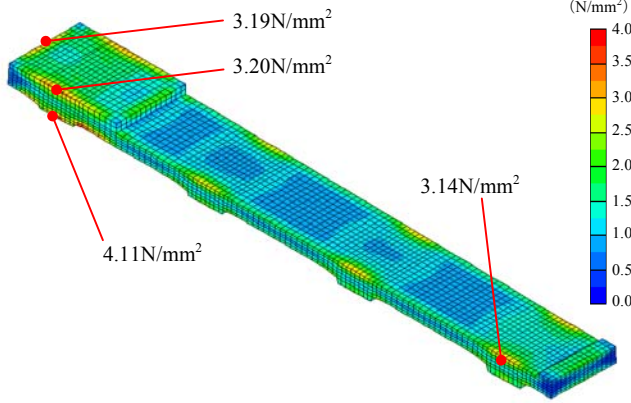


図-6 温度応力解析結果(最大主応力)

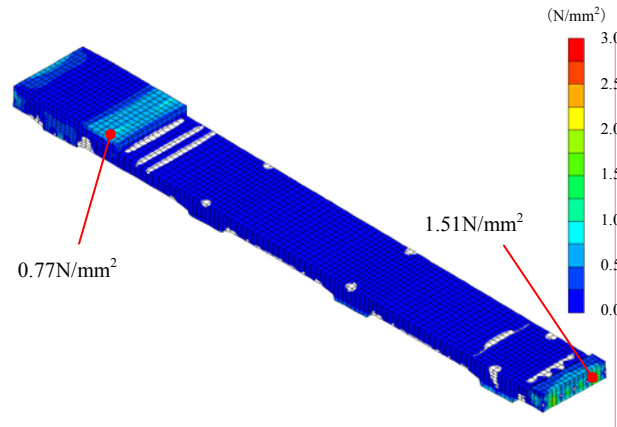


図-7 FEM 解析結果(最大主応力)

2. 4 延長床版のメナーゼヒンジ位置の検討

本橋梁では、桁端部への漏水の原因となる伸縮装置を、延長床版構造を採用することで土工部に移動させている。しかし、延長床版と橋梁床版部は桁端部にてメナーゼヒンジ結合されており、メナーゼヒンジ結合位置でのひび割れによる漏水が懸念され、延長床版構造のメリットが失われる恐れがある。そこで、参考文献²⁾に準拠し、メナーゼヒンジ結合を桁端部からパラペット背面の土工部まで移動させることとした(図-8)。ここで、メナーゼヒンジ結合を土工部に移動させると、桁端部の床版上縁にて大きな引張応力度が発生する。そこで、FEM解析を実施し、発生引張応力度が鉄筋の許容応力度以下となるよう、床版上縁側鉄筋を決定した。移動後のFEM解析結果を図-9に示す。

2. 5 延長床版における埋設ジョイントの採用

延長床版構造は、伸縮装置を土工部に移動させ桁端部での漏水を防ぐ構造であり、伸縮装置からの漏水を防ぐ工法ではない。そこで、本橋梁においては、両橋台の支点条件が固定支持であり伸縮量が小さいことから、漏水の恐れが少ない埋設ジョイントを採用し、遮水効果を高めた。埋設ジョイントの設置状況を写真-4に示す。



写真-3 地覆の一体製作状況



写真-4 埋設ジョイントの設置状況

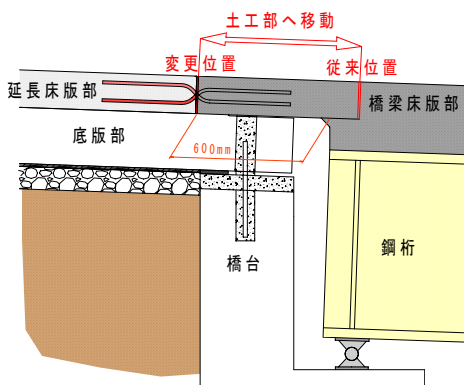


図-8 ヒンジ結合位置の変更

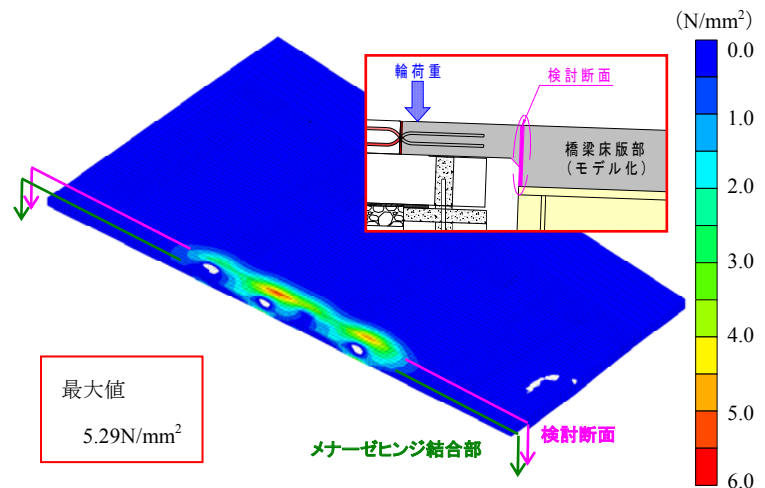


図-9 FEM 解析結果(コンクリート上縁最大主応力)

2. 6 施工性を確保した現場配合の選定

本橋梁においては、PCaPC床版間詰め部、場所打ち床版部および壁高欄部にて、高炉スラグを混入したコンクリートの現場打設を行ったが、いくら高性能なコンクリートを採用しても、適切に打設できなければ、初期欠陥が発生し耐久性を損なう恐れがある。そこで、現地プラントの実機を用いてコンクリートを製造し、コンクリートの経時変化、実際の配管長におけるポンプ圧送によるスランプロスなど、コンクリートの施工性能を確認した。また、間詰め部を模擬した実物大供試体にてポンプ圧送による打設試験も行いコンクリートの充填性を検証した。試験状況を写真-5に示す。



写真-5 ポンプ圧送試験状況

2. 7 表面含浸材の塗布

場所打ちコンクリート部分はプレキャスト部材より品質のばらつきが多いと考え、遮塩性を高め、コンクリート構造物の耐久性を向上させるために、表面含浸材を塗布した¹⁾。ここで、本橋梁においては、塗布した含浸材の性能確認を目的とし、含浸深さ試験や塩水浸漬試験を実施した。含浸材を塗布した面と塗布していない面を有した供試体を、塩水に浸漬し経時的に塩分浸透深さを測定することで、遮塩効果を確認した。塩分浸透深さ測定例を写真-6に示す。

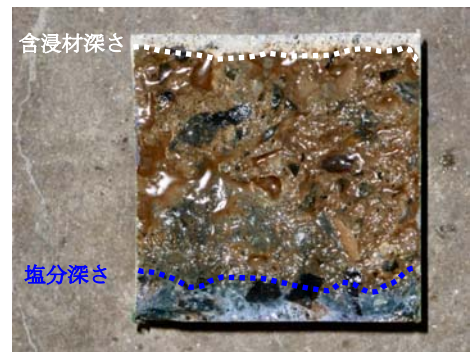


写真-6 塩分浸透深さ測定例

2. 8 そのほかの高耐久化対策

これまでの2回の床版取替え工事においても、高耐久化のため各種対策を実施してきた¹⁾²⁾。同様に、本床版取替え工事にて実施した対策を次に示す。①舗装のレベリング層に水密性の高い砕石マスタックアスファルト混合物を、表層にハイブリッド舗装用アスファルト混合物を採用、②高性能ウレタン防水層の設置、③透水シートを貼り付けた型枠を使用し、コンクリート表面を緻密化、④場所打ちRC床版部のPRC構造化、また現地にてプレストレス導入量をひずみゲージにて実測し、解析結果と比較することで、必要プレストレス量が導入されていることを確認した。



写真-7 完成状況

3. おわりに

LCCの最小化を目的とし、劣化因子の遮断性能の向上、適切な排水経路の確保に着眼し、これまで床版取替え工事を実施してきた。本工事では、これらの蓄積された知見を踏まえ検討を行ってきたが、今後もさらに改善を行っていきたい。今回の報告が、今後の床版取替え工事における高耐久化のための参考になれば幸いである。

参考文献

- 1)本荘ら、高耐久化を目指した床版取替え（中国自動車道 青津橋），第19回プレストレストコンクリートの発展に関するシンポジウム，2010.10
- 2)本荘ら、高耐久化を目指した床版取替え —中国自動車道蓼野第一橋—，プレストレストコンクリートVol.54 No.3，2012
- 3)本荘ら、プレキャストPC床版の耐久性向上のための一考察 —中国自動車道 青津橋—，第20回プレストレストコンクリートの発展に関するシンポジウム，2011.10