

小田原厚木道路 川端高架橋床版取替工事 — 床版架設機を用いた鋼単純合成桁橋の床版取替え —

長濱 清孝*1・小林 顕*2・川辺 篤宣*3・池上 浩太郎*4

小田原厚木道路 川端高架橋床版取替工事（上り線）は、小田原市内住宅街に架かる13連の鋼単純合成桁橋のうち、連続する4径間分の床版取替え工事である。B活荷重に対する主桁補強も同時に行った。

本橋は、中央分離帯側では下り線と、路肩側では民家と近接している厳しい施工条件のため、既設床版の撤去、新設床版の架設とも橋梁幅内での作業が必要であった。また、本橋は合成桁橋であることから、床版の撤去・架設時の機械荷重がクリティカルとなる。そのため、床版の撤去・架設工法の選定が課題であった。

本稿では、2018年5月～7月に施工した床版取替え工事の床版設計、主桁補強設計および床版架設機を用いた床版取替えについて報告する。

キーワード：床版取替え、合成桁橋、主桁補強、床版架設機

1. はじめに

川端高架橋（上り線）は、小田原厚木道路の荻窪IC～小田原東IC間に位置する橋梁（図-1）で、1969年3月の開通から50年が経過した13連の鋼単純合成桁橋（工事対象）である。1979年に2期工事の下り線が開通するまでは、対面通行にて運用されていた。平成27年度全国道路・街路交通情勢調査では、上下線（4車線）合せた平均断面交通量が約18200台/日、大型車混入率が約19%の路線である。川端高架橋（上り線）は、主桁間隔が3.2mの3主桁の橋梁で、1976年には縦桁が増設され、1998年には床版上面増厚補強が実施されている。しかし、経年劣化や大型車交通の増加、総重量超過車両の走行などの影響により、床版下面にはひび割れ、遊離石灰を伴う漏水、かぶりコンクリートの浮きや剥離が生じており（写真-1）、13径間中のうちP9～P13の4径間において主桁補強を伴う床版取替えを実施することとした。



写真-1 床版下面の変状

本橋は市街地に位置しており、民家や側道と近接している。さらに上下線ともに橋梁幅員が小さく、その離隔も20mmと非常に狭い。そのため床版取替えのための作業空間は制限されたものであった。

一般に鋼非合成桁橋の床版取替えを実施する場合、橋梁上でクレーンによって既設床版撤去・取替え床版架設を行う。本橋のような鋼合成桁橋の場合は、橋梁外に大型クレーンを配置し主桁に大きな施工時機械荷重を載荷させることなく既設床版撤去・取替え床版架設を行う。しかし、本橋は工事対象橋梁が4連であること、前述のとおり橋梁周辺を工事用地として使用することができないことから、鋼合成桁橋では例が少ない橋梁上に重機を配置する工法で施工した。

本稿では、4連の鋼単純合成桁橋の床版取替えを計画した規制期間内に行うために実施した①B活荷重および架設時機械荷重に対応するための主桁補強、②狭隘な空間での既設床版撤去、③床版架設機を使用した取替え床

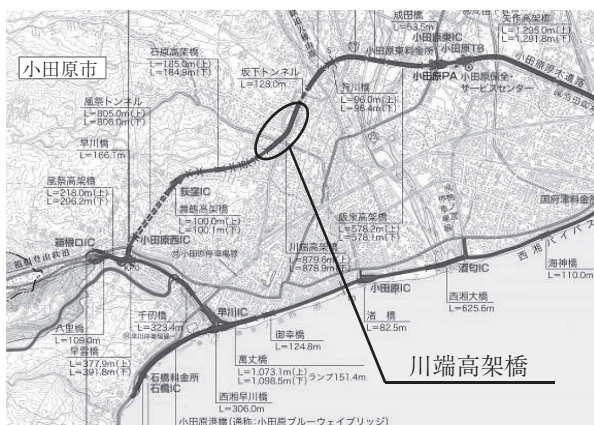


図-1 橋梁位置図

*1 Kiyotaka NAGAHAMA：中日本高速道路(株) 東京支社 小田原保全・サービスセンター

*2 Akira KOBAYASHI：IHK・IHI 小田原厚木道路川端高架橋床版取替工事JV

*3 Atsunori KAWABE：IHK・IHI 小田原厚木道路川端高架橋床版取替工事JV

*4 Kotaro Ikegami：IHK・IHI 小田原厚木道路川端高架橋床版取替工事JV

版架設について報告する。

2. 工事概要

本工事の工事概要を以下に記す。図 - 2 には、13 径間連なる川端高架橋鋼橋部のうち、床版取替え実施範囲（4 径間）の全体一般図を示す。

工 事 名：小田原厚木道路（特定更新等）川端高架橋床版取替工事（平成 28 年度）

路 線 名：一般国道 271 号（小田原厚木道路）

発 注 者：中日本高速道路（株）東京支社

施 工 者：IHK・IHI 小田原厚木道路（特定更新等）川端高架橋床版取替工事（平成 28 年度）特定建設工事共同企業体

工事箇所：神奈川県小田原市

契約工期：2017 年 8 月 25 日～2020 年 2 月 10 日

橋梁形式：4 × 鋼単純合成版桁橋（P9～P13）

橋 長：24.500 m + 36.555 m + 2 × 28.600 m（P9～P13）

支 間 長：23.900 m + 35.955 m + 2 × 28.000 m（P9～P13）

施工内容：床版取替え（P9～P13）、主桁補強（P9～P13）
 支承取替え（A1～P13）、落橋防止構造（A1～P13）、主桁連結（P1～P5、P5～P9）、塗装塗替え（A1～P13）

工事期間：2018 年 5 月 14 日（火）～2018 年 7 月 9 日（月）
 （床版取替え工事実施期間。対面規制工，防水・舗装工等を含めた全体工事期間は，2018 年 5 月 8 日（火）～2018 年 7 月 21 日（土）である）

本稿では，上記規制期間前から開始した主桁補強準備工を含む，床版取替え工完了までの施工内容について報告する。

3. 計画概要

3.1 施工計画概要

川端高架橋は鋼合成桁橋であるため，床版を撤去した断面の耐荷力は著しく小さくなる。そのため，非合成桁橋の床版取替えのように，橋梁上に大型クレーンを設置して撤去・架設を繰り返しながら移動していく方法は適用できなかった。また，主桁を B 活荷重に対応させるための補強を実施する計画であったが，床版撤去前，つまり供用下で床版撤去・架設時の機械荷重を負担できるレベルの補強を実施する場合，補強効率が低く補強鋼重が増大することから，支承や下部工への影響が大きくなり合理的ではないと判断した。そこで，以下の条件を設定し，施工計画，床版設計および主桁補強設計を進めることとした。

- 1) 既設床版撤去とプレキャスト PC 床版（以下 PCaPC 床版）架設は，べつべつの施工法でよい。
- 2) 主桁補強は，補強効率がもっとも優れる，床版撤去完了時に補強完了となる構造を選定する。
- 3) PCaPC 床版は，使用する架設機械の能力に合せた重量（割付け）となるよう設計する。

3.2 床版撤去計画概要

既設床版撤去時，離隔が 20 mm と狭いため下り線に撤去部材を接触させないことが課題の一つであった。そこで本工事では，地覆・壁高欄を含む中央分離帯側張出し床版の撤去に，専用の撤去機を使用することとした。舗装切削，付属物撤去のあと，桁間床版の撤去に先立ち中央分離帯側張出し床版を撤去する計画とした。

鋼合成桁橋である本橋は，主桁と床版を一体化させるためのジベルがフランジ上に密に配置されており，非合成桁

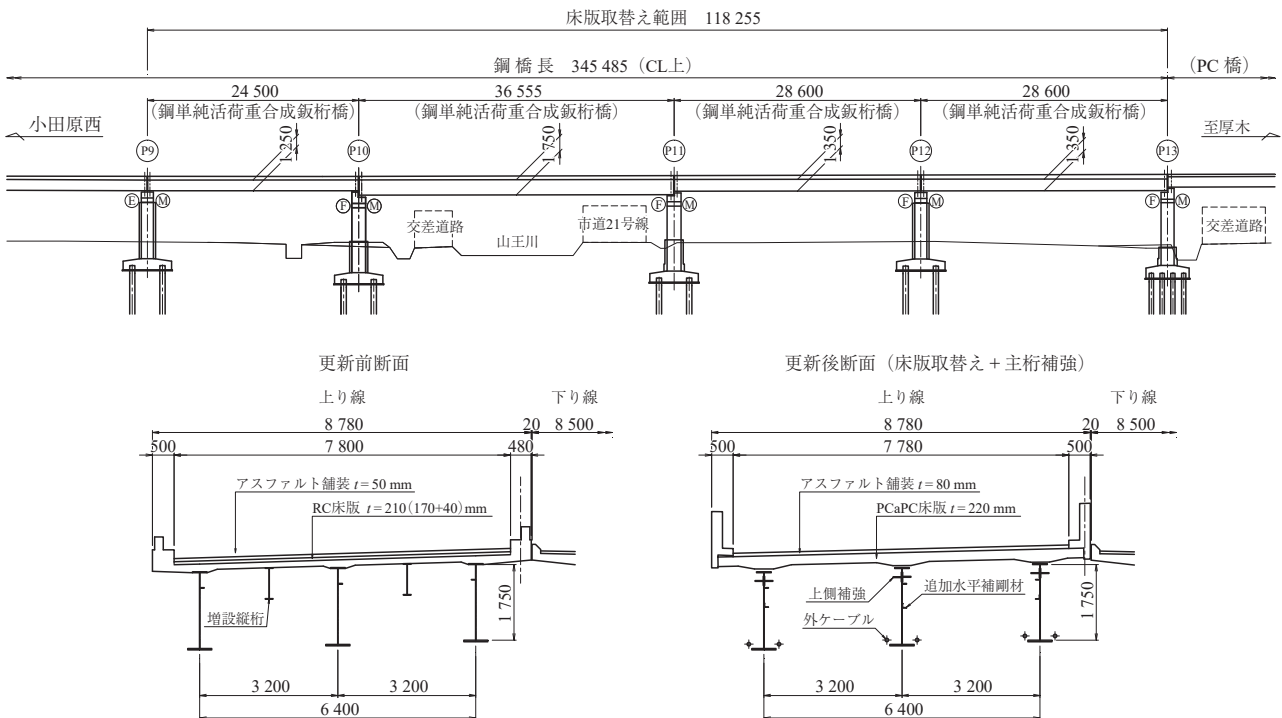


図 - 2 全体一般図

橋の床版撤去のように剥離機で床版を主桁から分離させることは困難であったため、桁間床版撤去後に桁上コンクリートを別途取り壊すこととした。そのとき図 - 3 に示すように桁上コンクリートを抵抗断面として利用することで、既設床版撤去時の上フランジ（圧縮フランジ）の耐荷力不足を補い、主桁補強量を最小限に抑え、かつ、構造を成立させることとした。橋梁上に配置したクレーンで中間床版を撤去し、そのクレーン荷重が影響範囲外に移動したのち、ワイヤーソー、ブレイカなどにより桁上コンクリートを撤去する。

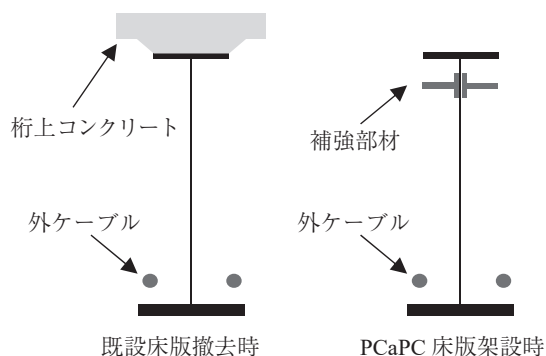


図 - 3 抵抗断面概念図

3.3 架設計画概要

床版荷重が作用しない状態で主桁補強を完了させるため、3.2 で述べたとおり、既設床版は完全に撤去する。そのため橋梁上でクレーンを用いて既設床版と PCaPC 床版架設の取替を連続的に行うことはできない。また写真 - 2 に示すように、床版取替え範囲の大部分において、路肩側には民家が近接しているため、クレーンによる側方からの PCaPC 床版架設も困難である。そこで、本工事では主桁上にレールを敷設し、そのレール上を PCaPC 床版を保持しながら走行し床版を架設する、専用の床版架設機¹⁾を用いて PCaPC 床版を架設することとした。

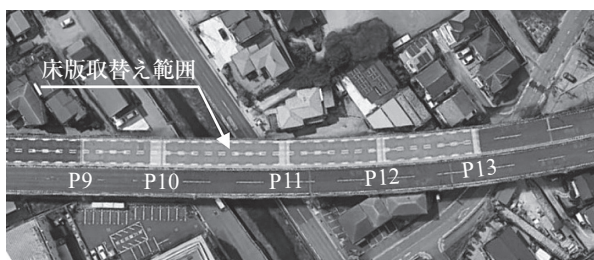


写真 - 2 工事橋梁周辺

床版架設機には、クレーンを用いて PCaPC 床版を積み込む必要がある（図 - 4）。床版架設機は、P9 あるいは P13 を発着位置（PCaPC 床版積み込み位置）とする必要があるが、P13 付近は写真 - 2 に示すとおり民家が近接しており、PCaPC 床版を積み込む際にはその一部が民家上空を通過せざるを得なくなる。一方で P9 付近では民家が近接しているものの、橋梁と民家の間に側道があるため、PCaPC 床版が民家上空を通過することはない。そこで、P9 付近

を床版架設機の発着位置とし、P13 側から PCaPC 床版の架設を進めることとした。

この床版架設機は、新設橋梁の床版架設での実績は多数あるが、床版取替え工事での適用は初めてであった。

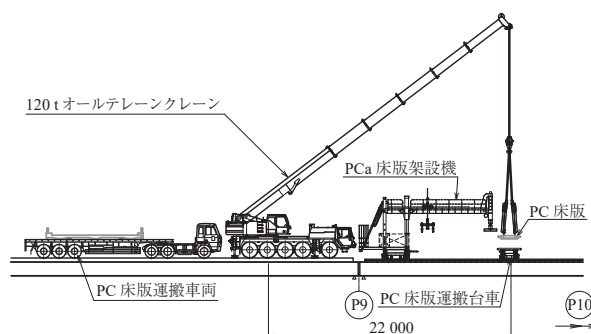


図 - 4 床版架設機側面図

3.4 PCaPC 床版

一般的に PCaPC 床版は、運搬時の制限が少なくなるよう突出する継手用鉄筋を含む全幅が 2.5 m 以下とできる 2.0 m 程度で割り付けることが多い。架設に使用できるクレーン能力に制約がない場合、重量が PCaPC 床版の割付け幅決定要因になることは少ない。

本工事の場合、前述のとおり施工環境の制約から使用できるクレーン、アウトリガー張出し幅などが制限される。P9 側を床版架設機の発着位置とした場合、図 - 4 に示すようにクレーンは PCaPC 床版を前吊りで床版架設機に積み込むことになり、床版厚 220 mm²⁾、割付け幅 2.0 m の床版を積み込むには床版重量に対して吊り能力が不足した。そのため、本工事では床版 1 枚あたりの重量を抑えるため、割付け幅を 1.8 m に設定して PCaPC 床版を設計した（図 - 5）。PCaPC 床版の橋軸方向継手にはループ継手を採用した。

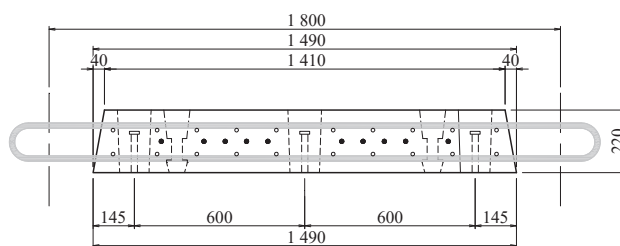


図 - 5 PCaPC 床版断面図

3.5 主桁補強概要

既設橋梁を復元設計・照査した結果、現状どおりの断面では前死荷重時（桁・床版合成前）に上フランジ応力が制限値を超える箇所が多いことが分かった。本橋は単純桁であるので、上フランジは圧縮側になる。床版の撤去架設時といった一時的な応力超過には、対傾構の追加などで桁の固定点間距離を調整して圧縮フランジの制限値低減幅を小さくすることが有効な対策の一つであるが、本橋は図 - 2 に示すとおり床版支間部に増設縦桁が設置されており、供用中に桁と桁を接合する部材を設置することは困難であった。

床版撤去時に補強部材で上フランジの応力超過を抑える場合、既設部材には床版死荷重が作用した状態での補強となるため、補強部材鋼重が増大するうえ、設計荷重作用時には断面が過剰となる。そこで、撤去時には図-3に示すとおり既設桁上コンクリートを抵抗断面とすることで上フランジの負担を軽減させ、支間部に配置した外ケーブルによって応力改善したのちに補強部材を固定することとした。

外ケーブルは桁下に配置することが有効であるが、本橋で最長支間のP10-P11は市道と交差しており、建築限界の関係から桁下空間を使用することはできず、図-6に示すように桁内（下フランジ上側）に配置した。

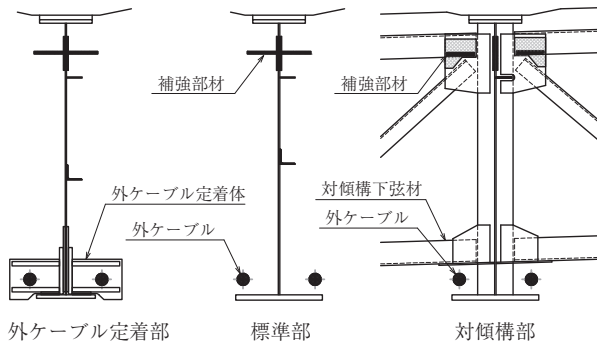


図-6 主桁補強概要図

4. 施工概要

「3. 計画概要」で述べた施工方法検討の結果、既設床版撤去はP10-P11の中央付近から開始することとした。これは、支間長最大であるP10-P11において機械荷重による曲げモーメントを最小とすること、およびP9側の既設床版撤去を先行して完了させ、床版架設機の組立てやレール敷設を開始するためである。床版取替え工平面図および全体工程表を図-7に示す。

4.1 既設床版撤去

既設床版の撤去は、中央分離帯側張出し床版撤去から開始した。初めに、ワイヤーソーを用いて橋軸方向に分割した。その後、橋梁上に設置した専用の撤去機にてテンションが作用しないレベルで吊チェーンを張ることで橋軸直角方向の移動を拘束し、カッターで橋軸直角方向に切断した。カッター切断完了後の巻き上げと橋梁内側（撤去機本体側）への移動はチェーンブロックを手動で操作し慎重に行った。風やクレーン旋回の影響を排除したことで、近接する下り線に衝突させることなく撤去した（写真-3）。

中央分離帯側張出し床版の撤去完了後、中間床版および縦桁を撤去した（写真-4）。桁上コンクリートは、抵抗断面として必要な幅を残す必要があるため、一般的な鋼合成桁橋の床版撤去時に比べて大きな幅で残した。中間床版および縦桁撤去のためのクレーンが次の径間に移動したあ

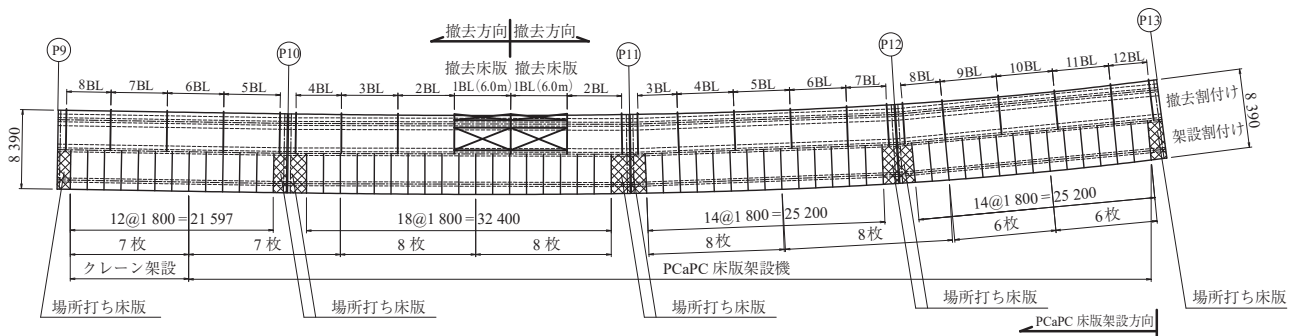


図-7 床版取替え工平面図および工程表

	5月		6月		7月	
	車線規制	対面通行規制	対面通行規制	対面通行規制	車線規制	車線規制
準備工・付属物撤去工	■					
中央分離帯側地覆撤去工		■				
桁間床版撤去工			■			
縦桁撤去工			■			
桁上コンクリート撤去工			■			
桁上ケレン・塗装工			■			
桁上レール設置工				■		
PC床版架設工				■		
主桁補強工			■			
間詰め・場所打ち床版工				■		
伸縮装置・壁高欄工					■	
付属物工・雑工					■	
対面通行規制切替え	■					■
床版防水・舗装工						■



写真 - 3 張出し床版撤去状況



写真 - 5 主桁補強状況



写真 - 4 中間床版および縦桁撤去状況



写真 - 6 上フランジ処理状況

と、ワイヤーソーやブレイカーを使用して桁上コンクリートを除去した。桁上コンクリート除去作業は、騒音を生じる作業であるため、休日・夜間の作業は避けて対応した。

4.2 主桁補強および上フランジ処理

桁上コンクリートの除去が完了した径間から、主桁補強を実施した。主桁補強部材は、供用中にウェブにパイロットホールを設けて仮止めしておいた部材をトルシア型ボルトにて本締め固定し、橋軸方向に接合する方法で実施した。主桁の鉛直補剛材切断を可能な限り回避するため、補剛材位置では補強部材に切り込みを設け、バイパス補強することで対応した。写真 - 5 は、主桁補強状況である。主桁高さ中央付近に追加した水平補剛材は、外ケーブルによる圧縮力に対して配置したもので、パネルごとに配置高さを調整している。

主桁補強と並行して、上フランジ処理を行った（写真 - 6）。上フランジ天端と PCaPC 床版ハンチ底面とのクリアランスは最小で 20 mm に設定している。馬蹄型ジベル切断時の残り高さは、事前に行った実験結果により版下モルタル充填の支障とならない 10 mm 以下となるよう切断した。その後、上フランジ上面のケレン、角部の 2R 面取り処理、塗装を行った。

4.3 PCaPC 床版の架設

上フランジ処理を先行して完了させた P9 側から、塗装の養生を行い床版架設機のレールを敷設した（写真 - 7）。P10 では主桁ラインの折れ角は約 180°であったので、レールはウェブラインからほとんどずれることなく敷設可能であったが、P11 および P12 では主桁ラインの折れ角が

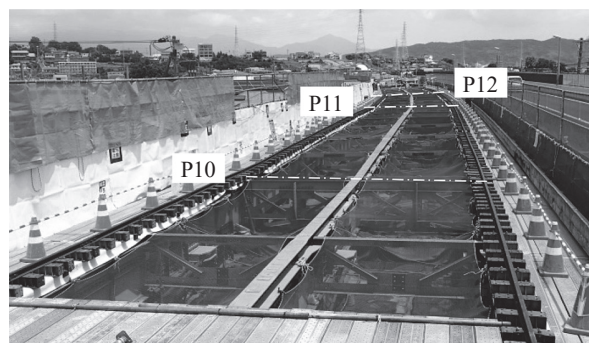


写真 - 7 床版架設機レール敷設完了

175°程度であった。そのため、曲線レールを用いて折れ角に対応したが、レールはウェブライン上から外れ、床版架設機荷重が上フランジ路肩側に偏載荷する状況となった。そこで、上フランジの回転を防止するため上フランジ下側に仮設支持材を設置した。

PCaPC 床版の架設は、P9 の発着位置で PCaPC 床版を積み込んだ床版架設機が、架設位置まで自走して所定位置に PCaPC 床版を据え付け、発着位置まで戻って次の PCaPC 床版を積み込むサイクルで行った。発着位置から遠い P12 - P13 径間では 1 日に 6 枚、その後は 1 日あたり 7 ~ 8 枚を架設する工程で、全 58 枚のうち 51 枚を 8 日間で架設した。床版架設機発着位置である P9 付近では、PCaPC 床版積み込み用クレーンで残り 7 枚を 1 日で架設した。計画通り全 58 枚を 9 日間で架設した。床版架設機の走行状況を写真 - 8 に、PCaPC 床版の架設状況を写真 - 9 に示す。

PCaPC 床版架設後は、径間ごとに版下モルタルを充填

○ 工事報告 ○

した。間詰め部および場所打ち床版部は、2 径間ごとにコンクリート打設を行った。



写真 - 8 床版架設機走行状況



写真 - 9 PCaPC 床版架設状況

5. おわりに

床版取替えおよび主桁補強工事は、天候に恵まれたことや、関係各位の多大なるご理解とご協力を賜り、計画どお

り 2018 年 7 月 9 日に後工程の床版防水工施工会社に引き渡すことができました。連続した鋼単純合成桁橋の床版取替え工事は、報告例が少なく、当 JV においても本工事と近い条件での施工はこれまでに経験していない。その中で試行錯誤をしながらの床版取替え工事となり、いくつかの新しい試みがあった。

写真 - 10 は、引き渡し直前の川端高架橋（床版取替え部）の全景である。現在は、支承取替えや落橋防止工を進めており、また 2019 年 5 月～7 月に P1～P9 間における主桁連結工を実施する。

ご理解・ご協力いただいた関係各位をおよび地域の皆様にご感謝の意を表すとともに、本報告が今後さらに展開されていく大規模更新工事の一助となれば幸いである。



写真 - 10 床版取替え完了後全景

参考文献

- 1) (一社)日本建設機械施工協会：建設機械施工 Vol.67, No.6, p.84, 2015
- 2) 東・中・西日本高速道路株式会社：設計要領第二集 橋梁保全編, H29.7

【2019年3月11日受付】



新刊案内

プレキャスト PC 床版による道路橋更新設計施工要領

2018年3月

定 価 8,000 円／送料 300 円
会員特価 6,000 円／送料 300 円

公益社団法人 プレストレストコンクリート工学会