

床版架設機を用いた鋼単純合成鈹桁橋 の床版取替について

長濱 清孝

中日本高速道路株式会社 東京支社 伊勢原保全・サービスセンター (〒259-1141 神奈川県伊勢原市上粕屋 2678)

中日本高速道路株式会社 (NEXCO 中日本) では、道路ネットワーク機能を長期にわたって健全に保つため、橋梁やトンネルなどの構造物をリニューアルする、「高速道路リニューアルプロジェクト」を進めている。小田原厚木道路にある「川端高架橋」は、小田原市内の人家連担地区を通過する橋梁で、開通から 50 年が経過し、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、床版下面に亀甲状のひび割れやエフロレッセンス、コンクリートの浮き・はく離などの変状が確認された。そのため、小田原厚木道路では初となる昼夜連続対面通行規制で床版取替、鋼桁補強および高性能床版防水工などを実施した。

本稿では、床版取替工事の床版設計、主桁補強設計および床版架設機を用いた床版取替について報告する。

キーワード：リニューアル工事、床版取替、合成桁、床版架設機

1. はじめに

2018 年春に実施した小田原厚木道路リニューアル工事では、小田原市内の人家連担地区を通過する川端高架橋の上り線において、小田原厚木道路では初となる昼夜連続対面通行規制で床版取替を行った。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 連の鋼単純合成鈹桁橋（工事対象）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、床版下面には亀甲状のひび割れやエフロレッセンス、鉄筋の露出・腐食、コンクリートの浮き、はく離、舗装路面にはポットホールなどの変状が確認されている。



図-1 橋梁位置図

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、床版取替実施範囲（4径間）の全体一般図を示す。

橋梁形式：4×鋼単純合成鈹桁橋（P9～P13）

橋長：118.3m（P9～P13）

支間長：23.900m + 35.955m + 2×28.000m

施工内容：床版取替、主桁補強、支承取替など

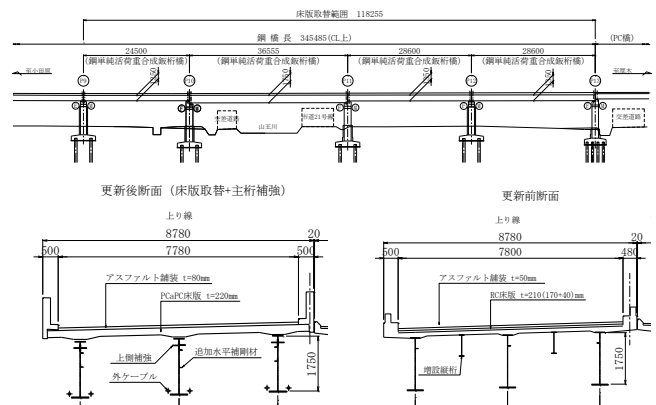


図-2 川端高架橋一般図（鋼桁部分）

3. 課題と対策

(1) 床版取替工事

本橋は市街地に位置しており、住宅や側道と近接していることに加え、本線上下線ともに路肩幅員が狭く、その離隔も 20mm と非常に少ないことから、床版取替を行うための施工環境は制限されたもので

あった(写真-2)。

また、本橋は合成桁であり、床版の撤去・架設時の機械荷重がクリティカルとなることから、床版の撤去・架設工法の選定が課題であった。

合成桁における新設床版の架設は、一般的に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行う。しかし、本橋は工事対象橋梁が4連であることと、前述の通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一般的な架設方法で床版取替工事を実施することは難しい状況であった。

さらに、合成桁においては、床版を撤去した断面の耐力は著しく小さくなることから、非合成桁の床版取替のように、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 既設床版撤去と新設プレキャストPC床版架設は、別々の施工方法とする。
- ② 主桁補強は、補強効率が最も優れる、床版撤去完了時に補強完了となる構造を選定する。
- ③ プレキャストPC床版は、使用する架設機械の能力に合わせた重量(割り付け)となるよう設計する。



写真-2 床版取替箇所の周辺状況

(2) 床版撤去

既設床版(上り線)撤去については、上下線の床版離隔が20mmしかないことから、供用している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り出し床版の撤去に、専用の撤去機を使用することとした。舗装切削および付属物撤去後、桁間床版の撤去に先立ち中央分離帯側張り出し床版を撤去する計画とした。

また、合成桁である本橋は、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が困難である。そのため、桁間の床版をコンクリートカッターでブロック毎に

分割してから中間床版を撤去し、その後ジベル部の床版(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。

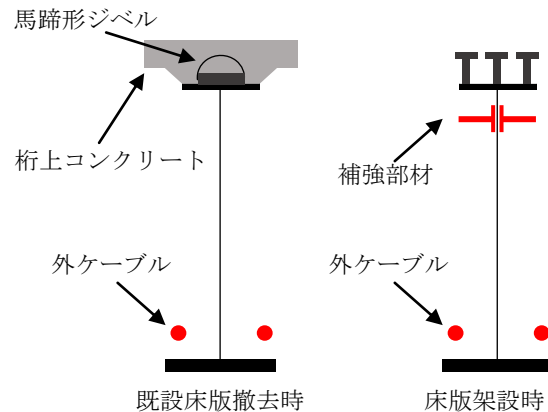


図-3 抵抗断面概念図

(3) 床版架設

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、前節(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プレキャストPC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、床版取替範囲の大部分において、路肩側には住宅が近接しているため、クレーンによる側方からの床版架設は困難である。そこで、本工事では主桁上にレールを敷設し、そのレール上を専用の床版架設機(図-4)を用いて、プレキャストPC床版を運搬し架設することとした。

床版架設機には、クレーンを用いてプレキャストPC床版を積み込む必要がある(図-5)。床版架設機は、P9付近を床版架設機の発着位置とし、P13側からプレキャストPC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、床版取替工事においてはNEXCO中日本として初めての採用である。

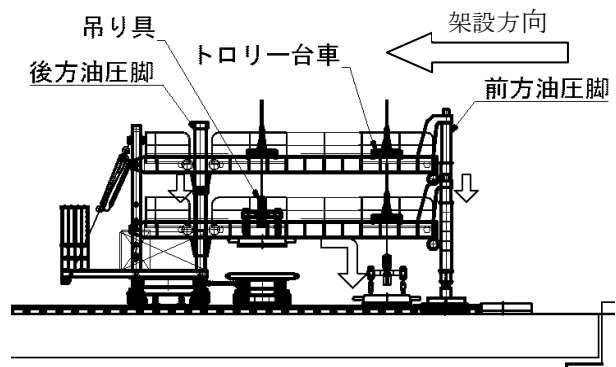


図-4 床版架設機側面図

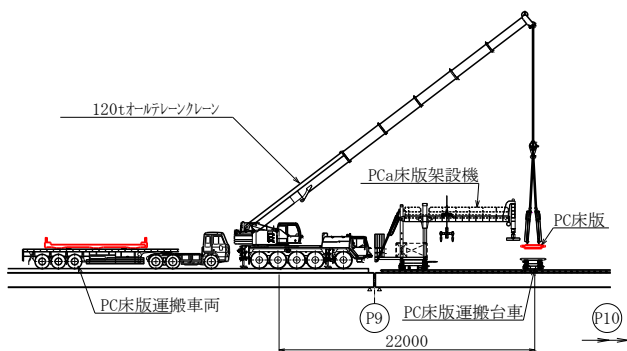


図-5 PC床版積み込み状況図

(4) 主桁補強

既設橋梁を復元設計・照査した結果、現在の断面のままでは前死荷重時（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に示す通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余剰断面となる。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間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。

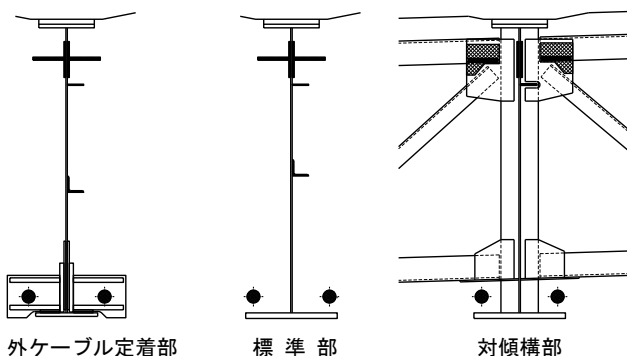


図-6 主桁補強概要図

4. 床版取替及び主桁補強の施工

(1) 既設床版撤去

既設床版の撤去は、中央分離帯側張り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、橋梁上に設置した鋼材をフレーム状に組んだ上に設置したI形鋼の梁を使って吊上げ移動する専用の撤去機（図-7）で吊りチェーンテンションが作用しないレベルで吊り、橋軸直角方向の移動を拘束しカッターで切断した。また、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、一般車両が走行している対面通行区間に撤去ブロック（橋軸方向6.0m×橋軸直角方向0.9m、重量6.5t）がはみ出すことなく撤去できた（写真-3）。

中央分離帯側張り出し床版の撤去完了後、中間床版および縦桁を撤去した。中間床版は橋軸方向6.0m×橋軸直角方向2.3m（重量6.2t）のブロックに分割して主版取替箇所の中から80t吊クレーン2台を使用し撤去した。

桁上コンクリートは、ワイヤーソーやブレイカーを使用して除去した。なお、ワイヤーソーを併用し作業することで、現場周辺住民に対し工事騒音の低減を図った。

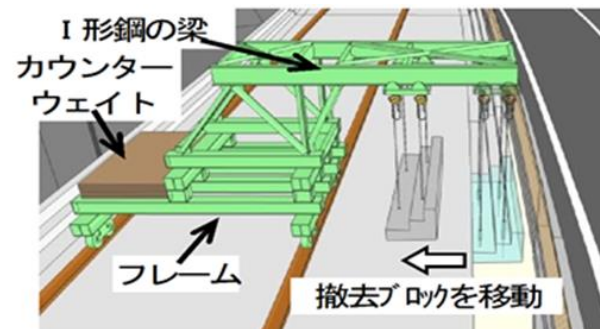


図-7 専用の撤去機（張出床版）



写真-3 張出床版の撤去状況（高欄吊上げ）

(2) 主桁補強

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（基準孔）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。さらに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。

また、本橋は合成桁であり、既設床版撤去時の一時的な主桁の応力超過を回避するため、外ケーブルにて主桁補強を事前に実施した(写真-4)。



写真-4 外ケーブルでの主桁補強

(3) プレキャストPC床版の架設

プレキャストPC床版の架設は、P9の発着位置でプレキャストPC床版(標準パネルのサイズは橋軸方向に1.8m×橋軸直角方向8.78m、重量8.4t)を120t吊クレーンで吊上げ、床版架設機荷台部へ積込む。床版架設機は、桁上に敷設したレール上を架設位置まで自走(8m/分)して所定位置にプレキャストPC床版を据え付け、発着位置まで戻って次の床版を積み込むサイクルで行った。架設サイクルは1枚を約40～50分、1日6枚～7枚を架設する工程で、全58枚のうち51枚を9日間(架設機解体1日を含む)で架設した。また、床版架設機発着位置であるP9付近では、プレキャストPC床版積み込み用クレーンで残り7枚を1日で架設し、計画通り全58枚を10日間で架設した(写真-5, 6)。

プレキャストPC床版架設後は、径間毎に版下モルタルを充填した。間詰め部および場所打ち床版部は、2径間毎にコンクリート打設を行った。写真-7は、床版取替完了後の全景を示す。



写真-5 床版架設機走行状況



写真-6 プレキャストPC床版架設状況



写真-7 主版取替完了

5. 対面通行規制区間の安全・渋滞対策

床版取替工事の実施にあたり、56日間の対面通行規制を実施した。上り線で約4km、下り線で3kmの規制を昼夜連続で行うため、規制区間に100m毎に計45基のWEBカメラを設置し、規制区間の交通安全対策をリアルタイムに把握した。また、Bluetoothを利用し走行中車両の所要時間を各所に設置された仮設LED情報板で情報提供した。

6. おわりに

本工事は、首都圏初かつ小田原厚木道路初のリニューアル工事として2018年7月17日に対面通行規制を解除し無事完了した。床版取替および主桁補強工事は、天候に恵まれたことや、関係各位の連携と多大なる協力の基、計画通りの期間に全ての規制を解除することができた。また、人家連担地区や狹隘空間など施工環境制限のある鋼単純合成鉄桁橋の床版取替工事は、設計施工事例が少なく、このような中、現場に近接している住宅への安全性確保を第一優先に、床版取替工事ではNEXCO中日本として初導入した床版架設機を用いて作業の安全確保や施工の円滑化に取り組んだ。今後、全面展開していく東名などの床版取替工事のパイロット工事として、本稿が一助なり、市街地における安全で円滑な床版取替工事計画の指針となれば幸いである。