

PC連続合成桁の補強工事 —八戸自動車道 檜山橋—

(株) ピーエス三菱 正会員 ○ 植村 典生  
 (株) ピーエス三菱 正会員 藤田 秀徳  
 東日本高速道路 (株) 山口 清人  
 東日本高速道路 (株) 綱川 悠

キーワード：ASR, PC連続合成桁, 外ケーブル補強, 床版打換

1. はじめに

八戸自動車道に位置する檜山橋は、1986年(昭和61年)から供用され約32年経過したPC3径間連続合成桁である。近年の調査結果では、一次床版部にポットホールやASRによるひび割れなどの変状が確認されており、さらに各種試験結果ではコンクリートの物性値の低下が確認された。このため、一次床版の更新を主とした補修・補強工事が計画され施工を行った。本稿では、檜山橋に関する調査概要および補強工事における中空PC鋼棒と外ケーブル用いた補強設計概要および施工について報告する。

2. 工事概要

工事概要を表-1に、断面図を図-1に、本工事の概要および建設当時の施工順序の概要を含む橋梁一般図を図-2に示す。

表-1 工事概要

工事名	八戸自動車道 檜山橋床版補強工事
発注者	東日本高速道路(株)
工事場所	岩手県二戸郡一戸町
工期	平成29年3月~平成30年12月
橋長	105.000m
有効幅員	上り線：9.750m、下り線：8.500m
活荷重	更新前：TT-43, TL-20 更新後：B活荷重
平面線形	R=800m
縦断勾配	1.5%~1.9%
横断勾配	5.0%
工種	詳細設計, 床版工, 外ケーブル工 構造物補修工, 付属物更新

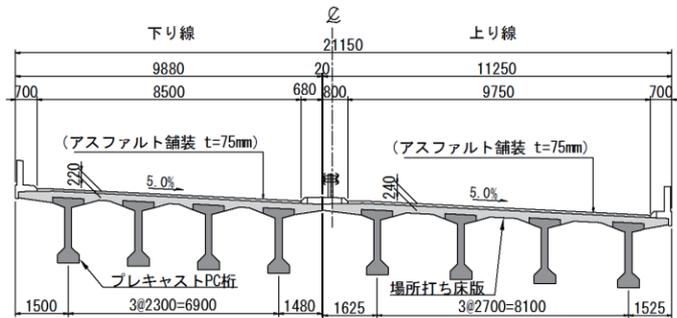


図-1 断面図

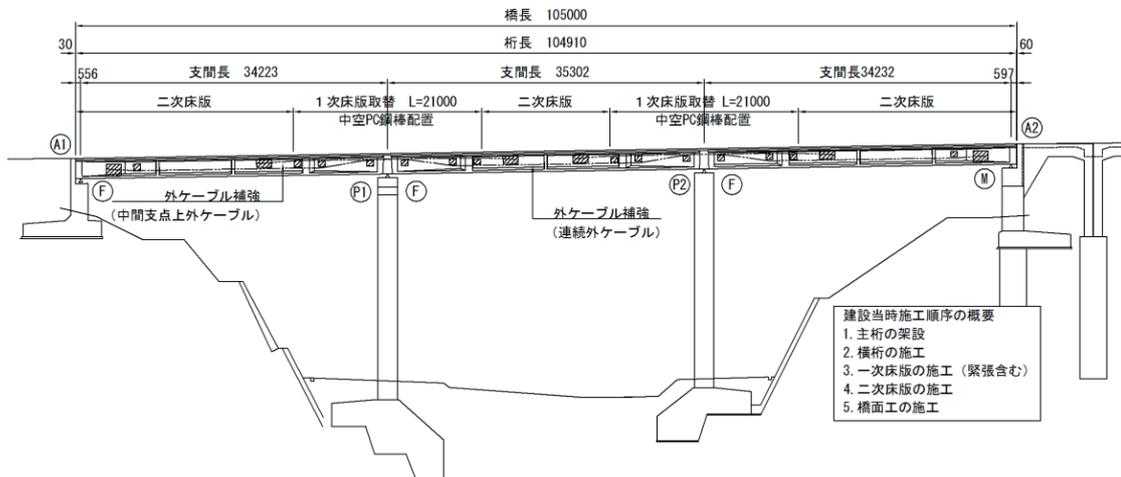


図-2 橋梁一般図

### 3. 調査概要

#### 3.1 劣化状況

一次床版部の橋面においては、部分的なアスファルト舗装の打換え補修が行われており、補修時には、床版コンクリートの砂利化、鉄筋露出の変状が確認されていた。

桁下から撮影した橋梁下面の状況を図-3に、張出床版下面の状況を図-4に示す。図中の点線は一次床版と二次床版の施工目地位置を示す。一次床版下面には、橋軸方向に複数のひび割れや遊離石灰の溶出などの変状が確認されていた。

#### 3.2 調査結果

橋梁から採取したコンクリートコアにて圧縮強度試験・静弾性係数試験・促進膨張試験・偏光顕微鏡観察をはじめとしたASRに着目した試験が実施された。その結果、床版下面に確認された変状の原因はASRであることが分かった。とくに一次床版部分の材料物性値の低下が著しいことから、橋梁全体を架け替えることなく、一次床版を打ち換える工事が計画された。



図-3 主桁下面状況

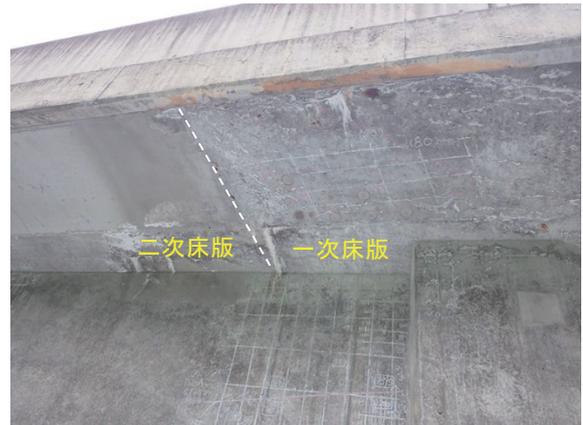


図-4 張出床版下面状況

### 4. 補強設計概要

劣化した一次床版の打換え時にあわせ、B活荷重への対応も考慮し外ケーブル補強設計を実施した。

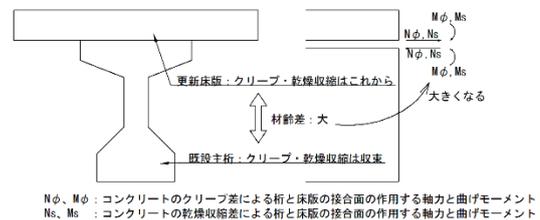
#### 4.1 設計方針

一次床版の打換え時には建設時と異なり、床版と既設主桁のコンクリートの材齢差が大きいため、図-5に示すような材齢差による断面力による応力が発生する。計算結果より中間支点上断面の床版上縁には大きな引張応力が発生した。そこで、本工事の補強設計では、クリープや乾燥収縮による材齢差応力を低減するために、以下に示す対策などを実施した。

- ・緊張材齢を工程上可能な限り遅らせる
- ・膨張材入りのコンクリートを使用する

#### 4.2 プレストレス導入方法

中間支点上に有効にプレストレスを導入するために、更新後の一次床版内へのPC鋼材配置を検討した。一般的なPC鋼棒やPC鋼より線を用いた場合、支圧版によって定着するため、現状の床版厚では構造細目を満足できなかった。また、既設構造と同様な突起定着方法は、突起背面（更新しない二次床版部分）に発生する引張応力への対策が困難であり、型枠形状も複雑になり工程上の利点も少ないことから採用しなかった。そこで、現状の床版厚を変えずに、構造細目が満足できる中空PC鋼棒を用いることとした。図-6に中空PC鋼棒の概要図を示す。中空PC鋼棒のみでは、中間支点上の床版上縁に発生する引張応力度を制限値以内に収まらなかったため、外ケーブルも併用し検討を進めた。外ケーブル配置の検討では、プレストレス二次力による効果を期待し連続ケーブルを基本とした。ただし、



$N\phi, M\phi$  : コンクリートのクリープによる桁と床版の接合面の作用する軸力と曲げモーメント  
 $N\phi, M\phi$  : コンクリートの乾燥収縮による桁と床版の接合面の作用する軸力と曲げモーメント

図-5 材齢差による断面力

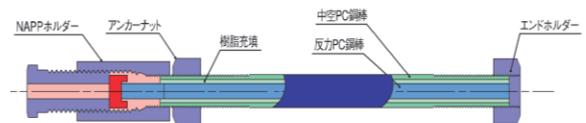


図-6 中空 PC 鋼棒の概要図

連続ケーブルのみでは、ケーブル容量が大きくなり、既設主桁への損傷リスクが懸念されたため、最終的に外ケーブル配置は、連続外ケーブルと中間支点上ケーブルとした。ケーブル形状の概要図を図-7に示す。

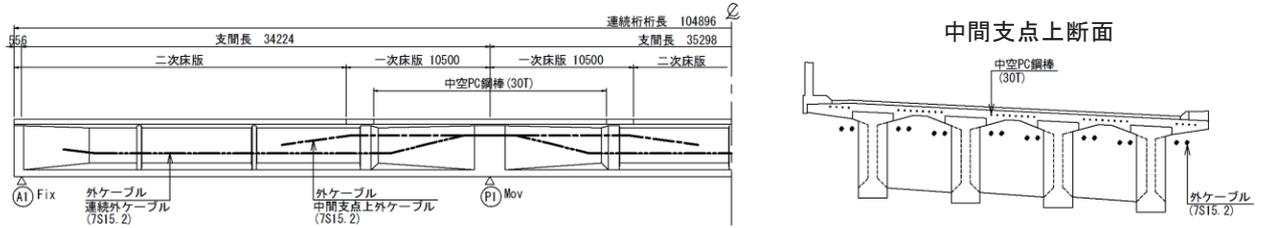


図-7 ケーブル形状の概要図

5. 施工方法

5.1 施工概要

工程表 (上り線についてはH30年5月現在の予定) を図-8に、施工フロー図を図-9に示す。一次床版の撤去・更新は、約3ヶ月の車線規制期間内での施工となることから、規制開始前に準備工として足場組立、外ケーブル定着・偏向装置の設置を行った。

車線規制開始後に、既設舗装・防水層の撤去を行い、一次床版の撤去・更新を行った。壁高欄・地覆施工後、橋面防水、アスファルト舗装および路面標示の施工を行い、交通規制を解除した。

5.2 定着・偏向装置設置

足場設置完了後、外ケーブルの定着・偏向装置の設置を行った。定着・偏向装置は鋼製ブラケットとし、写真-1に示すように架設用治具を用いて所定の位置へ仮設置後、PC鋼棒を用いて摩擦接合した。PC鋼棒位置は、放射線透過法や電磁波レーダ法による非破壊試験を行い、既存のPC鋼材位置や鉄筋位置を考慮して決定した。

5.3 車線規制

下り線施工時には、上り線を対面通行規制とした。本橋は上り線に中央分離帯用のガードレールが設置されているため、ガードレール支柱を用いて飛散防止網などを設置した。

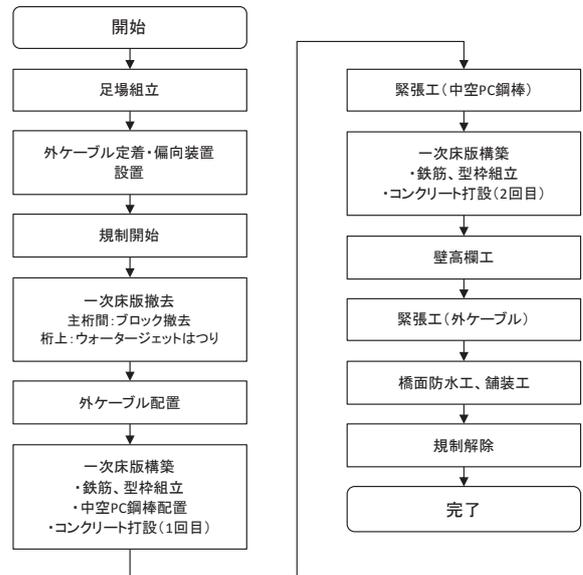


図-9 施工フロー図



写真-1 定着装置設置状況

		H29年												H30年											
		4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月			
準備工	詳細設計・測量・調査	[Bar]												[Bar]											
仮設工	吊り足場	[Bar]												[Bar]											
交通規制		[Bar]												[Bar]											
外ケーブル補強工		[Bar]												[Bar]											
床版打替え工		[Bar]												[Bar]											
一次床版打設		[Bar]												[Bar]											
外ケーブル緊張		[Bar]												[Bar]											
壁高欄・地覆		[Bar]												[Bar]											
橋梁補修工	はく落防止対策等	[Bar]												[Bar]											
橋面防水・舗装	他社施工	[Bar]												[Bar]											

図-8 上程表

#### 5. 4 一次床版撤去

図-10に床版撤去方法の概要図を示す。主桁間の床版および張出し床版は、写真-2に示すようにブロック形状にワイヤソーにて切断し、桁下ヤード内に配置された90tクローラークレーンおよび橋面上に配置された50tラフタークレーンにて撤去した。施工開始直後は、ブロック吊上げ時に苦労した。主桁上の床版は、ずれ止め鉄筋が配置されているため、ウォータージェットはつりによる撤去を行った。施工当初、床版切断はコンクリートカッターを使用したが、①定着突起部の切断厚さが約600mmと厚いこと②切断箇所およびその付近には、既設PC鋼材の定着具やその補強鉄筋、定着突起の補強筋および床版鉄筋が配置されていたことから、施工速度が著しく低下したため、ワイヤソーを用いた。

更新しない二次床版のコンクリートには、耐久性上問題とされない程度の塩化物イオンの侵入が確認されていた。本工事では、更新後の一次床版の品質向上を目的に、新旧コンクリート面を貫通する鉄筋のマクロセル腐食対策を実施した。対策は、打継目に含浸材を散布し、新旧コンクリートに絶縁層を形成させ、鉄筋腐食を抑制する方法とした。

#### 5. 5 一次床版構築

床版構築は、主桁間に支保工を設置し型枠、鉄筋組立を行った。鉄筋の組み立て状況を写真-3に示す。

床版コンクリートは、橋面上に配置したポンプ車を用いて打設した。なお、写真-4に示すような床版内に配置した中空PC鋼棒の緊張力導入作業のため、床版コンクリートは施工目地を設け2回打設とした。また、工程短縮のため、路肩側壁高欄の地覆部および中分側地覆は、床版と同時にコンクリートを打設し、保湿マットを用いてコンクリートの養生を行った。

#### 5. 6 外ケーブル工

外ケーブルは既設床版撤去後に橋面上から挿入した。一次床版の2回目の施工範囲には、プレストレスが導入されていないため、壁高欄施工による荷重や工事車両の通過を考慮して、材齢8日目に連続外ケーブルの一次緊張を実施した。その後、材齢28日目に最終緊張を実施した。中間支点上外ケーブルの緊張完了後を写真-5に示す。

#### 6. おわりに

下り線は、H29年11月に施工が完了し交通規制が解除された。H30年5月現在、上り線の施工の準備を実施している。本報告は、PC径間連続合成桁の一次床版取換えを含む外ケーブル補強について、調査および設計の概要と施工について行った。本報告が今後のPC連続合成桁の補修・補強工事の参考になれば幸いである。

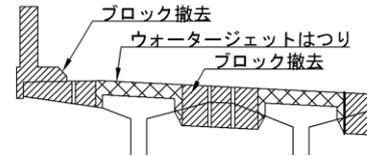


図-10 床版撤去方法概要図



写真-2 主桁間床版の撤去状況



写真-3 床版の鉄筋組立状況



写真-4 中空PC鋼棒の緊張力導入



写真-5 外ケーブル緊張完了状況