

PC連結合成桁の補修

中日本高速道路(株)		○佐藤	啓介
中日本高速道路(株)		大井	明
オリエンタル白石(株)	正会員	大信田	秀治
オリエンタル白石(株)		松下	怜史

キーワード：連結合成桁，補修，定着突起，塩害

1. はじめに

補修を行った須玉橋は、山梨県の北杜市須玉川上に位置する建設後約40年以上が経過した中央自動車道西宮線のPC 3径間連結合成桁橋である。主桁は現地製作のポストテンションT桁であり、床版は場所打ち施工で中間支点部の床版上縁にキャップケーブル（12φ8）が配置され突起定着されている。現地は、凍結防止剤を多く散布する地域に位置するため、上下線を分離する遊間からは床版に、道路上からは水飛沫が河川からの風で壁高欄に飛散する環境下にあるため塩害による損傷が顕著であった。また、現地製作である主桁および場所打ち施工された床版において、目視点検では判定できない不良箇所が確認された。本稿では、これらの損傷箇所に応じた補修方法について報告する。

2. 補修概要

補修工事は、近接目視および打音による補修前の橋梁調査をすることから始めた。その結果から損傷状況をタイプ分けし、各々の特徴にあった補修方法を選定・実施することとした。図-1，2に橋梁一般図、表-1に補修概要を示す。

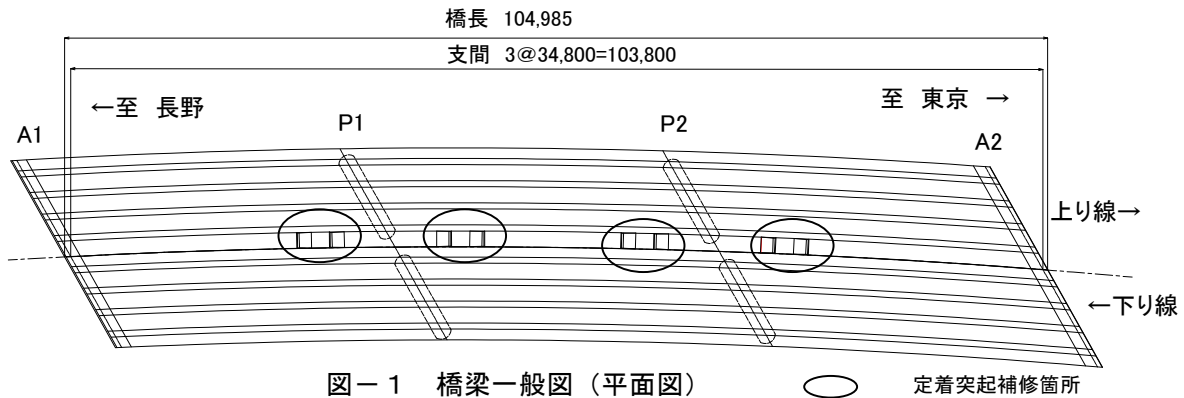


図-1 橋梁一般図（平面図）

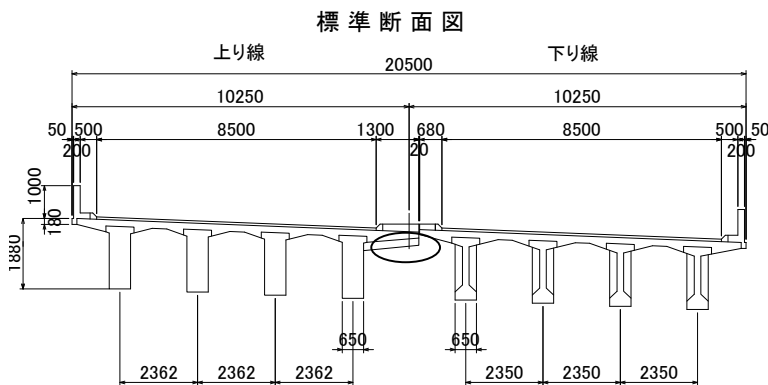


図-2 橋梁一般図（断面図）

表-1 補修概要

補修箇所	補修内容
壁高欄	断面修復
	WJ工法
	コンクリート塗装
定着突起	断面修復
	WJ工法
	浸透性吸水防止剤
主桁空隙	モルタル注入
水切	面木取付

3. 補修方法

3.1 壁高欄

道路上に散布された凍結防止剤による塩分を含む水飛沫が風によってコンクリート表面に付着する環境であったこと、実施工において広範囲にわたりかぶり不足であったことが損傷要因として考えられる。その結果、写真-1のように鉄筋位置でコンクリートが連続して剥離している。



写真-1 壁高欄損傷状況

(1) ウォータージェット (WJ) 工法による表面処理

コンクリート表面に含浸している塩分と浮きを除去するために150MPaの回転噴射式高圧水 (写真-2) で表面処理を行った。なお、遮音壁取付け金具の損傷を防ぐため、金具近傍はディスクグラインダーによる表面処理とした。



写真-2 表面処理状況

(2) 断面修復工

表面処理を実施した壁高欄の断面修復平均深さは10mm程度となり、鉄筋露出部には防錆材を塗布し、さらに不動態被膜を再生する効果がある亜硝酸リチウム入りエポキシ系モルタルで損傷箇所の断面修復工 (図-3) を行った。

(3) コンクリート塗装

断面修復工は実施したものの補修箇所がかぶり不足であることと現地の厳しい塩害環境を考慮し、塩害仕様のコンクリート塗装 (図-4) を行った。塩害仕様のコンクリート塗装は、中塗りを標準仕様の1回に比べて、2回することで遮塩性を高めたものである。

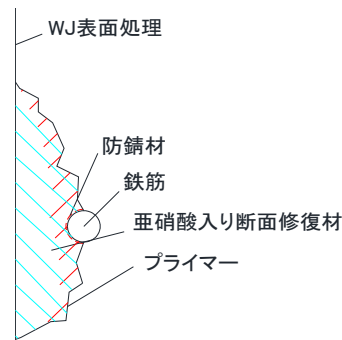


図-3 断面修復工概要

3.2 定着突起部

中間支定点近傍の負曲げ区間の床版ひび割れを防ぐため、キャップケーブルにより床版部にプレストレスが導入されている。その中で、縦目地から水が供給される環境にあってVカットによる水切り効果が小さかった中央分離帯下の突起定着部において、定着部の補強鉄筋が切断するほど損傷が激しい状況 (図-5, 写真-3) であった。定着具がモルタル製であり、後埋めモルタルの施工が不十分な箇所もあるため、定着具に損傷を与えないよう補修方法の選定には十分な配慮が必要となった。

(1) コンクリートの塩化物イオン量の測定

施工に先立ち、損傷が激しい部位近傍でドリル削孔を行い採取したコンクリート粉の塩化物イオン量を蛍光X線分析法で測定した。その結果、0~20mm深さにおいて平均1.57kg/m³と発錆限界 (環境で異なるため、ここでは1.2kg/m³に設定) を超える値を示したが、20~40mm深さにおいては平均0.42kg/m³と微小であったことより損傷の主要因はかぶり不足であり、かぶり不足部において塩化物イオン量の発錆限界を超えたことで鉄筋が腐食してひび割れが発生し、そこから侵入した塩水でさらに損傷が進行したと判断した。

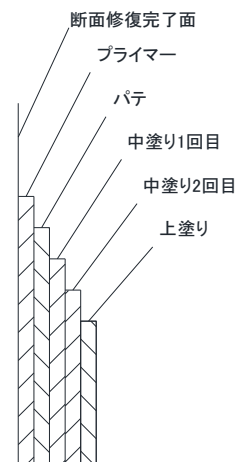


図-4 コンクリート塗装概要

(2) WJ工法による表面処理, 断面修復

3.1(1)(2)と同様の補修を行った。本来の断面修復工は、ハンドガンを用いて約200MPaの高圧水で局部的に断面をはつり取る方法(写真-4)を用いるが、定着具近傍でかつ後埋めモルタル厚が薄い状況下では、モルタル製の定着具をはつり作業で傷つける可能性が大きいため、回転噴射式で様子を見ながら補修箇所の表面の浮きをハツり取ることとした。

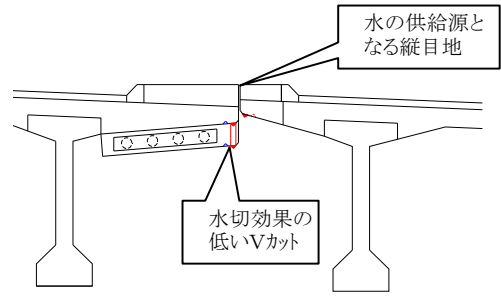


図-5 定着突起部の構造概要

(3) 浸透性吸水防止剤塗布

PCケーブルを定着する構造上重要な部位であることから、コンクリート表面を将来的に目視観察できる補修方法として、不透明で補修後のコンクリート表面を目視できないコンクリート塗装に代えてシラン・シロキサン系の浸透性吸水防止剤を塗布して耐久性向上対策とした。

(4) Vカット設置による水切

Vカットは、型枠に面木を設置し、床版コンクリート打設後に脱枠することで形成される。現地ではこの面木と面木が離れて型枠に設置され、脱枠後にVカットができてない箇所が見受けられた。この箇所から水が供給された箇所が集中的に損傷しているため、既存のVカットをすべて埋め戻し、新たな水切として面木をエポキシ樹脂で接着し、ステンレスピンで固定設置(写真-5)した。



写真-3 突起部損傷状況

(5) はく落防止網の設置

補修箇所の中には、断面修復工による定着部の損傷を防ぐために鉄筋位置まではつり作業を行えない箇所があった。このような部位では、鉄筋と断面修復材とが一体化することで得られる付着性能が劣ることは否めないため、目視による定期的な外観観測が必要となる。したがって、はく落防止対策の範囲外ではあったが、目視可能なメッシュ製のはく落防止網を設置した(写真-5)。



写真-4 WJ工法(ハンドガン)

3.3 主桁下縁部

本橋の主桁は、ウェブから下フランジに広がるI型断面形状であり、支間中央付近ではウェブに配置されているPC鋼材が鉛直方向と水平方向に変化しながら下縁側に变化する配置形状でコンクリートの充填性に配慮が必要な構造である。建設当時は充填性を確認するセンサーや目視確認を可能とする透明性の高い型枠がない時代であり、型枠を叩いた音でコンクリートの充填性を確認していた。そのような状況下において、本橋は外観上は目立った損傷がなかったが、叩き検査を行った結果モルタルが剥がれ、豆板となっている箇所が18箇所確認された(写真-6)。シーブが目視できるほど大きな箇所もあり、今後の

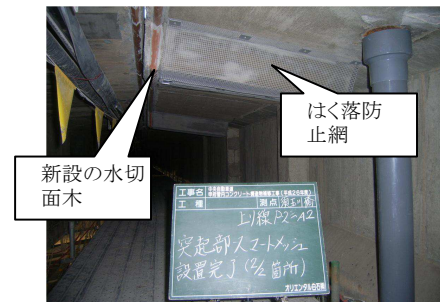


写真-5 水切等設置状況



写真-6 主桁下縁空隙状況

表-2 空隙容量調査結果

上下線別	番号	水通しによる 推定注入量 (ℓ)
上り	1	2.4
	2	5.0
	3	1.0
	4	2.0
	5	5.8
	6	11.1
	7	4.7
	8	1.5
	9	4.0
	10	1.5
下り	11	13.0
	12	3.0
	13	2.0
	14	2.3
	15	1.5
	16	0.5
	17	4.8
	18	4.7
合計	-	70.8

耐久性を考え、モルタルを注入することとした。

(1) 空隙容量の確認

豆板の大きさを測定するため、豆板部分に型枠、注入孔、排気孔(図-6、写真-7)を設けて水通しを行った。この際測定した数量(表-2)をその後に行うモルタル注入の管理値として用いた。

(2) 無収縮モルタルの注入

水通しを行い、コンプレッサーで水分を除去した後にモルタル注入を行った。材料は再骨材の粒度が小さく流動性の高い材料を使用し、手押しポンプで少量ずつ型枠に振動を与えながら注入した。注入量は、練上がり数量から注入後にポンプの残量、排出口からの排出数量を差し引くことで算出した。

4. まとめ

平成25年度より、NEXCO中日本において実施してきた「安全性向上3ヶ年計画」の一環として進めてきた甲府保全・サービスセンター管内のはく落防止対策工事が平成28年3月をもって一区切りとなった。中央自動車道の西宮線には、本橋と同様またはそれ以前に建設された橋梁が少なくないため、損傷状況や損傷箇所が類似した未補修の橋梁が多く存在する。本工事でははく落防止対策工事の対象となった橋梁について限られた時間の中で必要最低限の補修工事を行ったにすぎない(補修後の全景を写真-8に示す)。したがって、今後も引き続き定期点検等の結果に基づき補修の優先順位を的確に判断し、今回の工事で行った補修方法や補修プロセスを参考に、順次補修工事を行っていく必要があると考える。

なお、床版や主桁、壁高欄以外に伸縮装置や支承、桁端部の損傷が顕著である橋梁が多く確認されており、これらの補修についても交通規制を含めた総合的な補修計画を立案する必要があると考えている。

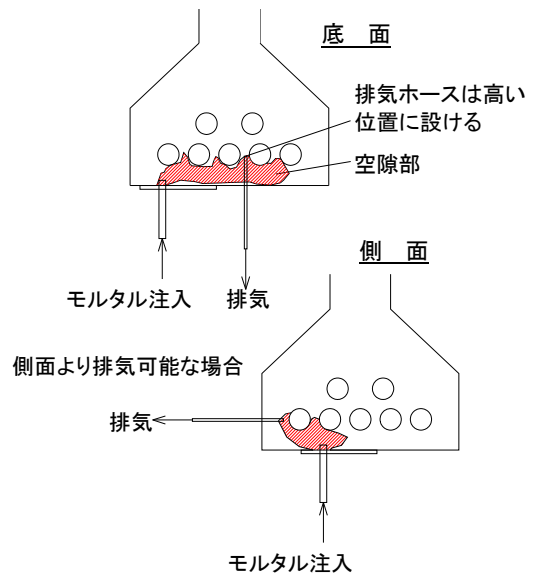


図-6 モルタル注入概要



写真-7 モルタル注入状況



写真-8 補修後全景