

## ウォータージェット工法による断面修復工事

(株)富士ピー・エス 福岡支店 正会員 ○西田 隆治  
 日本道路公団 九州支社 沖縄管理事務所 座波 清  
 日本道路公団 九州支社 沖縄管理事務所 山戸 隆秀

### 1. はじめに

屋嘉第二高架橋は沖縄自動車道に架かる3径間連続RC中空床版橋(3連)であり、金武湾より内陸へ600mの距離に位置し、開通後約28年が経過している。本工事はA1～P3径間上下線の床版下面の断面修復工事であり、P3～P6径間については平成14年度に本工事と同様の補修がなされ、P6～A2径間については平成2年度に床版を撤去し架替工事が実施された。

A1～P3径間の床版改良工事においては、高圧・大水量のウォータージェット工法(以下WJ工法)によりはつりを行った。また、断面修復工事においては、基層を鋼繊維混入モルタル、表層をビニロン繊維混入モルタルの乾式吹付け工法による断面修復の施工方法が採用された。

本報告は、実施工に先立ち実施された各種の確認試験および施工方法等について紹介するものである。

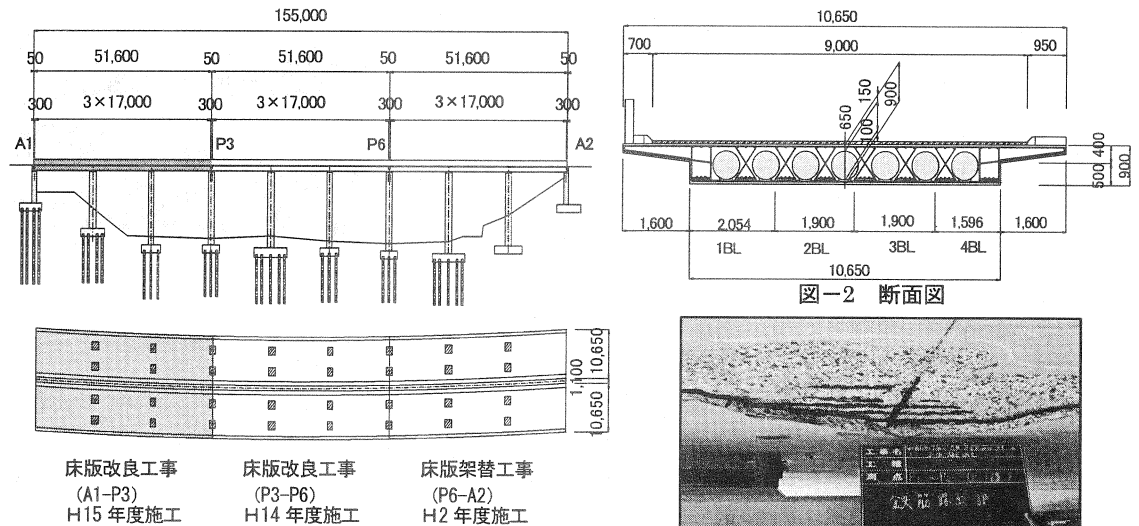


図-1 橋梁一般図

写真-1 床版下面(剥離・鉄筋露出)

### 2. 外観調査結果

本工事箇所においては、海砂の使用による塩害と高温・多湿の環境条件よりひびわれ・浮き・剥離が発生しているため、その損傷範囲と過去に部分的に補修された部位の再劣化程度を確認することを目的に、事前にA1～P3径間上下線において下記の詳細調査を実施した。

- ① 目視・打音による外観調査
- ② 鉄筋の腐食度調査

平成15年度の塩害対策業務における塩分量調査において、本工事区間における内在塩分量は腐食限界塩分量以上の1.2～1.8kg/m<sup>3</sup>と報告されている。

外観調査の結果、鉄筋露出箇所が20箇所程度確認された。特に写真-1に示すP2支承部において広範囲の剥離・鉄筋露出が見られた。鉄筋の腐食度調査においては、段取り筋の腐食が顕著に見受けられ、また配

力筋についても鉄筋露出箇所において部分的に断面欠損していたが、主鉄筋においては点錆程度で断面欠損までにはいたっていないことが確認された。鉄筋の補修方法としては、段取り筋を全て撤去し、剥離部の断面欠損した配力筋を所定のラップ長を確保し取替えを行った。また、鉄筋の防錆処理としては、40%希釈の亜硝酸リチウムを配筋完了後と吹付け直前に噴霧した。

3. はつり試験結果

W J ロボットの水圧およびノズル径を設定するため、A1-P1 径間においてははつり試験を実施した。また、W J の水圧が高いほど余堀が増加する可能性が高くなるため、W J の水圧をできるだけ低圧にする必要があった。試験では、ノズル径を 3.0mm, 3.3mm としたW J ロボット 2台を使用し、水圧を 600, 650, 700 kgf/mm<sup>2</sup> として健全部と劣化部および補修部に対して実施した。

はつり試験の結果、ノズル径を 3.0mm, 水圧を 700kgf/mm<sup>2</sup> としてはつりを行った場合、設計はつり深さである鉄筋背面までのはつりが可能であった。

本橋における既設床版がポリマーモルタルで塗装されており、コンクリート表面からの高圧水の浸入を容易にするため 10cm 間隔で塗膜部のチッピングを行った。その結果、水圧が前回の工事で最大 900kgf/mm<sup>2</sup> であったのに対して、本工事では 700 kgf/mm<sup>2</sup> に抑えることが可能となり、余堀りも少なくすることができた。

4. 断面修復材の試験結果

断面修復材の性能確認を目的に実施工を模擬した試験供試体を作成し、吹付け材料の品質試験（圧縮強度、付着強度）並びに施工試験（吹付け時間、充填性、リバウンド量）を実施した。

試験の結果、圧縮強度、付着強度は材令 7 日で 40N/mm<sup>2</sup>, 1.96N/mm<sup>2</sup> と要求性能 24N/mm<sup>2</sup>, 1.5N/mm<sup>2</sup> 以上の強度を示した。乾式吹付け工法による鉄筋背面への充填性を確認するため、コンクリート板との離れを 0mm, 20mm とし、実橋と同じ鉄筋径 (D32) と間隔で配置した主鉄筋に吹付け試験を実施した。試験の結果、写真-3 に示すように、コンクリート板と鉄筋との離れに関係なく鉄筋背面に空隙は見受けられず、吹付けによる充填性は良好であった。よって、実橋において深堀りにより鉄筋背面に隙間がある場合やコンクリート面に接している場合においても、乾式吹付け工法による鉄筋背面への充填性は確保できることが確認された。

表-1 はつり試験項目

試験項目	試験値		
ノズル径	3.0mm (1号機)		
	3.3mm (2号機)		
水圧 (kgf/mm <sup>2</sup> )	600	650	700
スタンドオフ	30mm		
横行速度	3m/min		
入射角	15°		

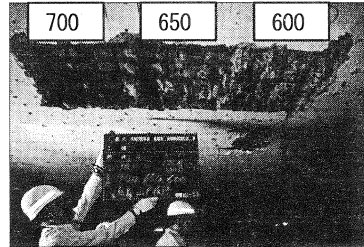


写真-2 はつり試験結果

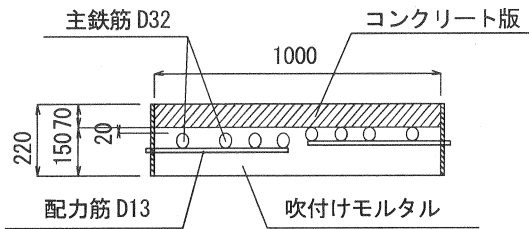


図-3 供試体断面図

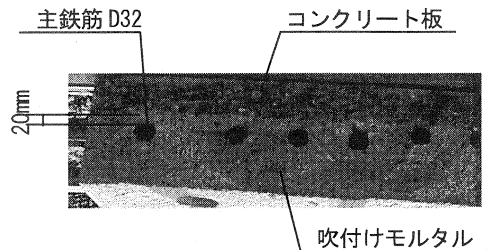


写真-3 乾式吹付け切断面

5. 表層と基層の付着試験結果

鋼繊維を添加することによって、腐食要因である溶存酸素を鋼繊維自体の腐食により消費し、鉄筋の腐食を抑制することが過去の研究論文で報告されている。しかし、モルタルの吹付けを鋼繊維の1層吹付けとした場合、写真-4 に示すようにコンクリート表面の錆が景観上好ましくなく違和感を与えるものと考えられた。

そこで、鋼繊維混入モルタルの塩害に対する有効性を取入れつつ、表面の美観を向上させる方法として、基層に鋼繊維混入モルタル、表層にビニロン繊維混入モルタルを吹付ける方法を採用した。本工法を採用するにあたっては、表層と基層の付着性能を確認するため、吹付け時間間隔を変化させ試験を実施した。

表-3 の付着試験結果に示すように、吹付け時間間隔が大きくなるにつれ若干の強度低下があるものの、要求性能を満足することが確認された。

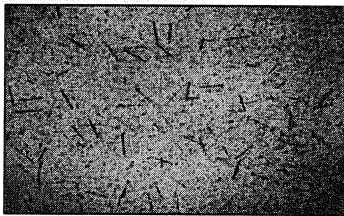


写真-4 鋼繊維表面錆



写真-5 鋼繊維とビニロン繊維

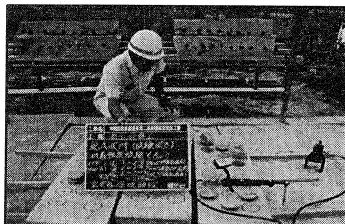


写真-6 付着試験 (建研式)

表-2 配合表

	W/C (%)	単位量 (kg/m <sup>3</sup> )				
		水	超速硬セメント	砂	繊維 (体積比1%)	
					W	C
基層	45	230	512	1536	78.5	-
表層	45	230	512	1536	-	13.0

表-3 基層と表層の付着試験結果

	吹付け要領		吹付け 間隔	付着強度 (N/mm <sup>2</sup> )	
	部位	材料		3日強度	7日強度
①	基層	鋼繊維	0.5時間	1.88	1.98
	表層	ビニロン繊維			
②	基層	鋼繊維	1時間	1.93	1.90
	表層	ビニロン繊維			
③	基層	鋼繊維	1.5時間	1.96	1.87
	表層	ビニロン繊維			
④	基層	鋼繊維	2時間	1.82	1.89
	表層	ビニロン繊維			
⑤	基層	鋼繊維	4時間	1.81	1.74
	表層	ビニロン繊維			
⑥	基層	鋼繊維	8時間	1.70	1.70
	表層	ビニロン繊維			
⑦	基層	鋼繊維	24時間	1.84	1.65
	表層	ビニロン繊維			
要求性能				1.5	

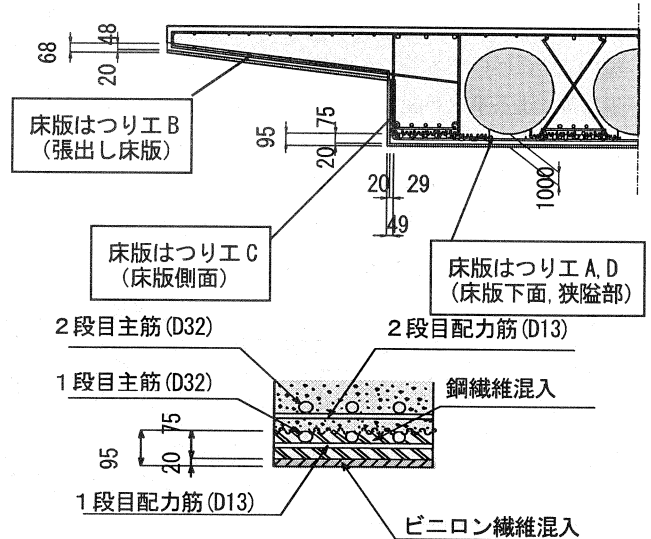


図-4 吹付け断面図

6. 施工方法と環境対策

供用しながらはつり工事を行うため、主桁の断面欠損による応力度をFEM解析により照査した結果、下床版のはつり幅は4ブロックの分割施工となった。1ブロック(約2m×15m)の施工日数は、はつり開始から吹付け完了まで1サイクル 5~6日程度であり、はつりと吹付け作業の効率化を図るためWJロボットを2台配置した。その結果、張出し床版、床版側面を含めた全42ブロックを約3ヶ月で施工完了することができた。

本工事における主要機材の配置を図-6に示す。高圧・大量のWJ工法であるため、騒音対策と濁水処理対策が必要であった。騒音対策としては、WJロボットと高圧水発生装置を養生シートにて防音し、濁水処理対策としては、SS濃度(浮遊物質量)とPH濃度の処理ができる濁水処理装置を設置した。

乾式吹付け工法は粉塵・リバウンドが多く発生するため、本工事においては粉塵対策として集塵機を設置した。本工事においてはリバウンドが45%と乾式工法においては少ない結果となったが、今後は環境対策として粉塵、リバウンド量の少ない材料の開発が要求されてくるものと考えられる。

7. おわりに

WJ工法による断面修復工事は、JHにおいて城山高架について本橋で3例目となるが、今後塩害等による損傷が激しい橋梁の補修方法として多く採用されてくるものと思われる。

本工事で実施した各種の確認試験と施工方法が今後同様の補修工事において一助となれば幸いである。

【 施工範囲 L=51600 】

【 主要機材設置ヤード 】

1サイクル施工フロー図

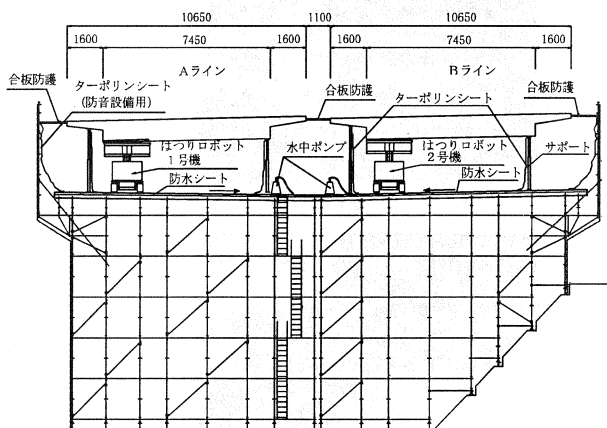
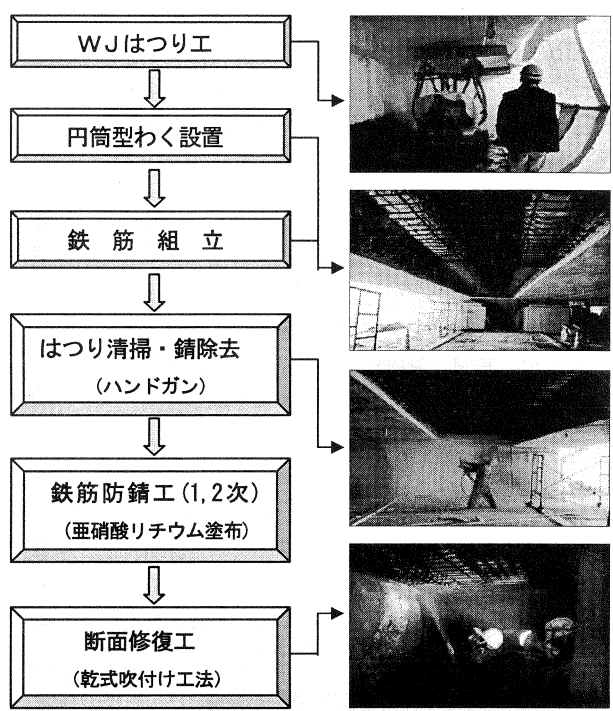


図-5 施工ヤード断面図

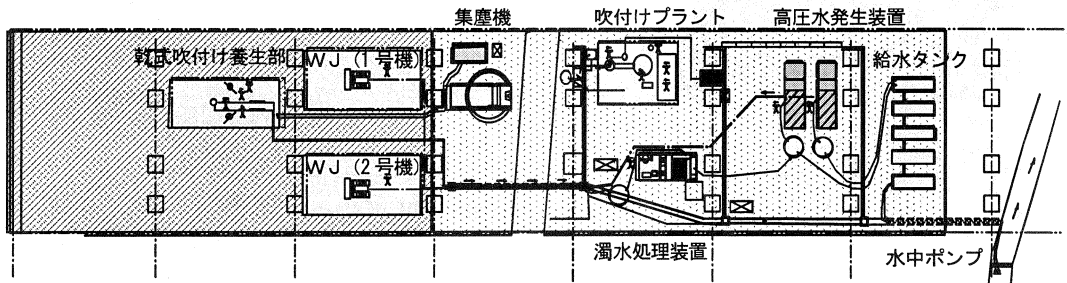


図-6 主要機材配置図