

R C中空床版橋リニューアル

－ 沖縄自動車道 億首川橋 －

江口光昭¹・石塚 純²

¹NEXCO西日本九州支社 沖縄管理事務所 (〒901-2101 沖縄県浦添市西原4-41-1)

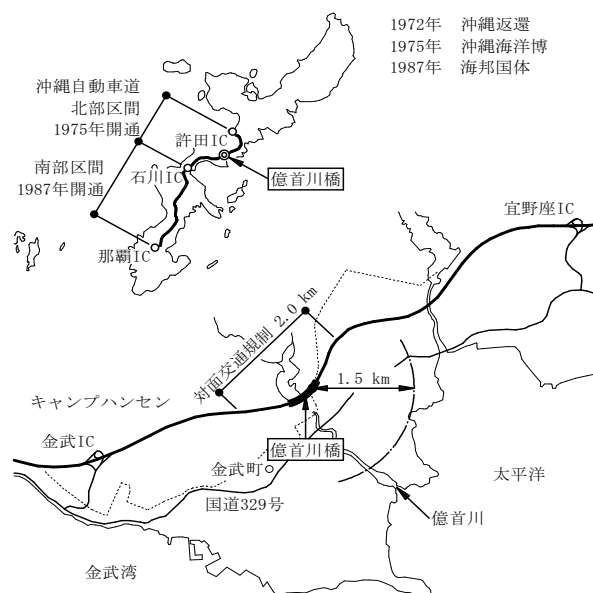
²NEXCO西日本九州支社 沖縄管理事務所 (〒901-2101 沖縄県浦添市西原4-41-1)

1975年5月に開通した沖縄自動車道石川～許田間の金武IC～宜野座IC間に位置する億首川橋は、塩害による劣化で、今までに床版下面の部分補修や路面のポットホール補修など繰り返して行ってきた。しかし近年になり劣化の変状が顕著になっていることから、今後の劣化予測や従来の補修方法の評価、さらにライフサイクルコスト（LCC）の評価に基づいた維持管理計画の立案を行い、鋼鈑桁橋やRC床版の架け替えの対策を順次実施している。今回は高速道路本線のコンクリート橋では初の本格的な架け替え工事を実施したことから、損傷の状況・工事の特徴・施工方法について報告する。

キーワード コスト縮減、橋梁の維持管理、新技術、環境対策

1. はじめに

億首川橋は沖縄自動車道の北部区間、金武ICと宜野座IC間に位置し（図－１）、3径間連続鋼トラス橋、6径間連続RC中空床版橋、2径間連続鋼鈑桁橋および3径間連続RC中空床版橋で構成されている（図－２）。この区間は沖縄海洋博覧会における関連事業の一環として、1972年9月に施工命令を受け1975年5月に（2年9ヶ月、26Km）開通しているが、当時沖縄は水不足であったことから、コンクリートに使用されている骨材において十分な脱塩処理がされておらず、初期内在塩分や海からの飛来塩分による塩害が発生し、完成後33年で鋼トラス橋や鋼鈑桁橋のRC床版およびRC中空床版橋の損傷が顕著になっている。



図－１ 沖縄自動車道と億首川橋の位置



図－２ 億首川橋RC中空床版橋一般図

平成15年になり塩害の損傷について調査を実施し、今後の劣化予測や補修方法の評価、さらにLCCの評価に基づいた維持管理計画の立案及び補修の優先順位付けを行い、2006年から順次対策を行っている。今回はこれらの抜本的な補修対策として、既設のRC中空床版を取り壊し、PCプレテンション方式中空連続床版橋で架け替える工事を実施した。その工事概要について報告する。

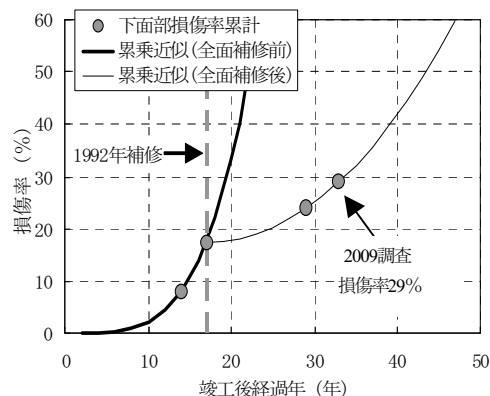
2. RC中空床版橋の劣化状況

億首川橋は、1975年に完成し33年が経過している。そのRC中空床版橋では、供用10年後から損傷部が拡大しており、主版および張出し床版の下面には、コンクリートの浮きや剥離が発生、配力鉄筋および主鉄筋の腐食が進行し、路面にはポットホールが発生し、泥水が噴出した箇所では床版上面のコンクリートが土砂化していた。

これらの損傷に対しては、路面のポットホール補修や床版下面部の部分補修を繰り返し行ってきた。全面的な補修としては1992年に床版上面に防水層の工事を行うとともに、A1～P3の3径間は1992年に、P5～P11の6径間は1993年に床版下面部に樹脂系ポリマーモルタル吹付けによる部分的な断面修復とポリウレタン樹脂系塗料の全面塗装を行っている。

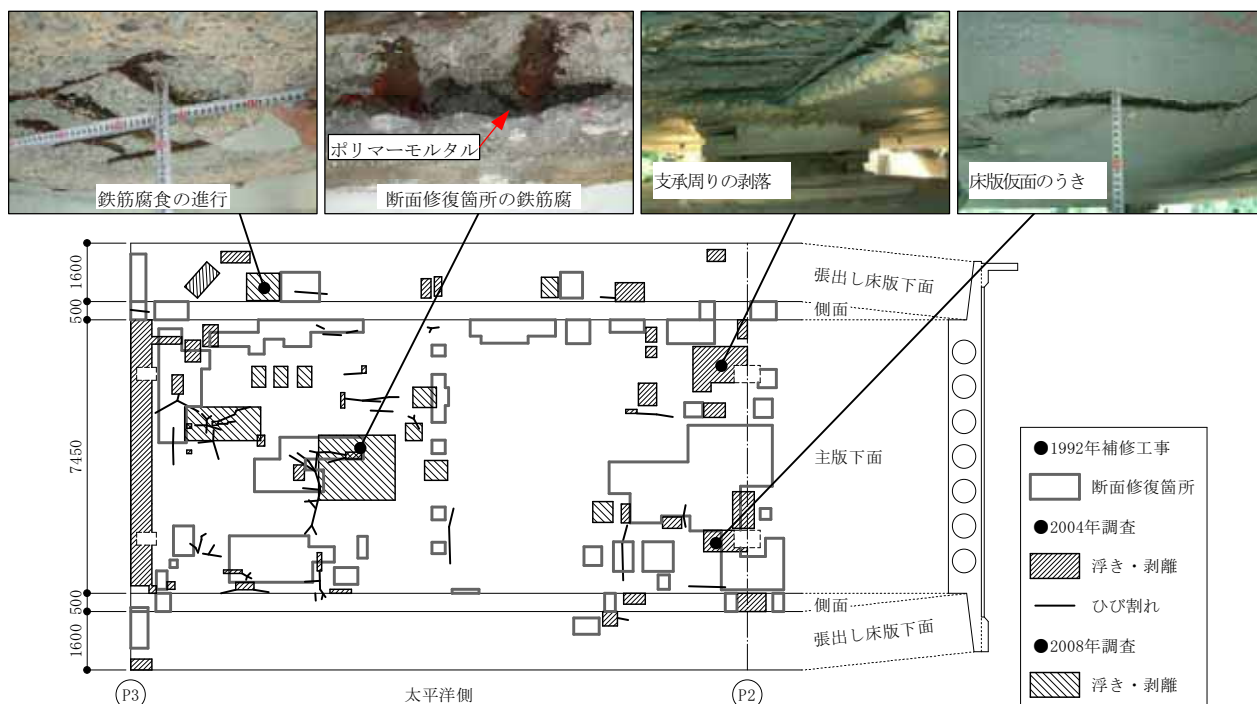
しかしながら、全面補修後も（図－3）に示すように床版下面部のかぶりコンクリートの剥落や鉄筋腐食が進行し、断面修復箇所にも再び剥離や鉄筋腐食が生じている。また路面にも、再びポットホールが発生していることから、全面補修後約10年で全ての径間に損傷が拡大しており、実施した全面補修の効果が比較的短期間でしか持続していない結果となっている。

（図－4）に、（図－3）に示した下り線P2～P3間での床版下面部の損傷率の経年変化を累乗曲線で近似した結果を示す。1992年の全面補修により損傷率の増加は抑制されているものの、依然として損傷は拡大してきており、部分補修しても今後2～3年程度で補修後の損傷率が30%を超えることも予測された。

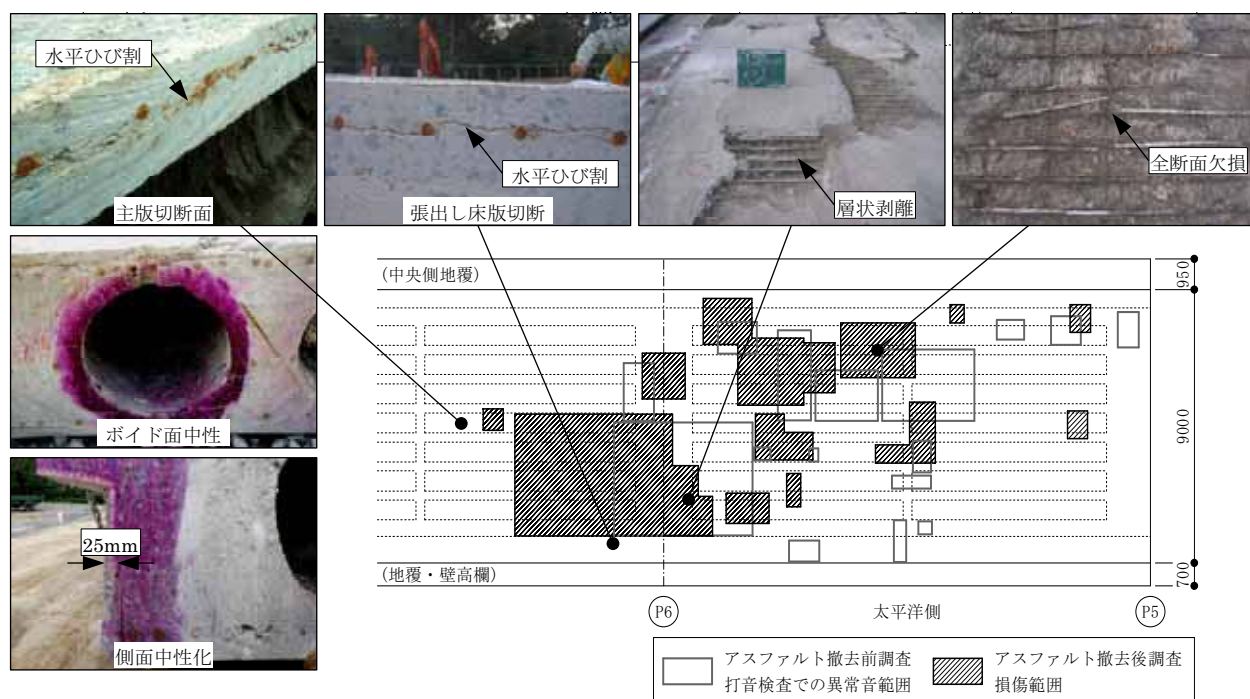


図－4 損傷率の経年変化と将来予測

今回のリニューアル工事で、上り線の床版の劣化状況を調査した結果を（図－5）に示す。解体時には、床版下面部の剥離に加えて、床版上面の広い範囲に鉄筋面での層状剥離が確認された。また、解体時の切断面からは、床版上面の配力鉄筋に沿って、鉄筋の腐食に伴う水平ひび割れも確認され、鉄筋は床版上下面側ともに断面欠損を伴う全体的な腐食が生じており、床版上面の配力鉄筋にも全断面が欠損しているものがあつた。なお、円筒型枠は全て腐食した状態であつたが、周辺のコンクリートの中性化は生じていなかった。



図－3 床版下面部の損傷状況（下り線P2～P3間）



図ー５ 上り線解体時の床版上面の損傷状況及び切断面の中性化試験状況（上り線P5～P7間）

工事において解体時のコアを調査した劣化状況を（表ー１）に示す。その結果，塩化物イオン濃度が鋼材腐食発生限界の1.2～2.5kg/m³を大きく上回る3.3 kg/m³という箇所が表面からの深さ60～90mmでも確認された。さらに，中性化深さは最大で30 mmまで達しており，設計基

準強度24 N/mm²の床版が1軸圧縮強度で17 N/mm²（設計基準強度の70%）まで低下している箇所も確認された。なお，細骨材の大半はサンゴ砂が使用されており，アルカリ骨材反応の可能性はないことが確認されている。

表ー１ 上り線解体時の調査結果

調査項目			A1～P3 区間		P5～P11 区間		基準値	鉄筋腐食度	判定基準
			床版上面側	床版下面側	床版上面側	床版下面側			
鉄筋腐食度（はつり調査） ³⁾			B～D	C～D	B～D	C～D	—	A	腐食無し
コンクリート物性 （コア調査）	圧縮強度（N/mm ² ）		19.3～22.7	22.9～32.8	17.1～29.1	20.0～29.2	24.0	B	ごく表面的な腐食
	中性化深さ（mm）		0	0～10	0～10	0～30	—	C	浅い乳食など断面欠損の軽微な腐食
	塩化物含有量 （kg/m ³ ）	深さ 0～30mm	0.58～1.11	0.46～0.56	1.00～2.44	0.63～1.33	1.20	D	断面欠損が著しい腐食
		深さ 30～60mm	0.54～1.30	0.86～1.47	1.41～2.95	1.11～2.65			
		深さ 60～90mm	0.51～1.43	1.05～1.25	1.54～3.32	1.14～1.92			

３．リニューアル工事の特徴

高速道路のコンクリート橋では，国内で初めての本格的な架け替え工事であること（上下合せて１８径間），車線が分離している一方のラインを対面交通規制で供用し，もう一方のラインで架け替えを行ったこと，工事は年末年始，ゴールデンウィークおよび夏期混雑期を避けて実施したことが上げられる。そしてお客様への100%の安全・安心を念頭に，工期短縮・メンテナンスフリー・環境問題への取り組みを考慮し，新橋の構造をPCプレテンション方式中空連続床版橋とした。以下に特徴を示す。

３．１ 工期短縮およびコスト縮減

新橋においては，支承上のプレキャスト横梁を介してプレテンション中空桁を連結する構造を採用することに

より，対面交通規制期間を短縮し，さらに，支承数を大幅に低減できることでコストを縮減した（図ー６）。

３．２ 耐久性の向上

- ①使用する全てのコンクリートセメントに50%の高炉スラグ微粉末6000に置換えしたコンクリートを使用することで，塩化物イオンの浸透およびアルカリ骨材反応を抑制した。
- ②支承や伸縮装置の金属部分にアルミ・マグネシウム合金溶射を採用することで，防食被膜の耐久性を向上させた。（写真ー１）

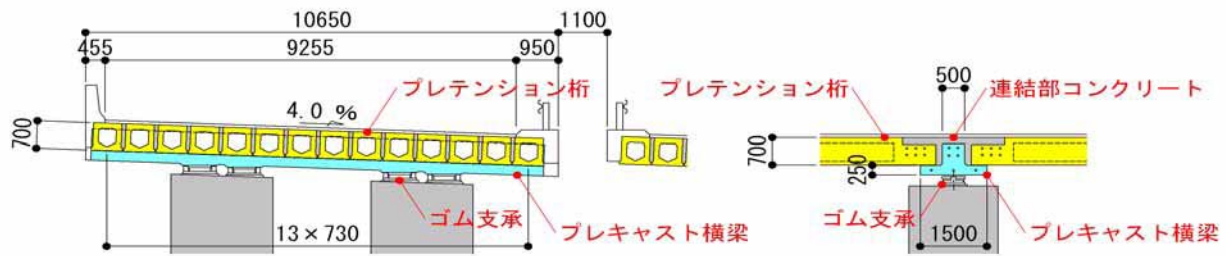


図-6 プレテンション中空床版を連結する構造

3. 3 環境負荷の低減

- ①騒音や低周波空気振動の少ない一般的なコンクリート構造とした。
- ②コンクリートに鉄鋼製造の副産品（グリーン購入法特定調達品目）である高炉スラグ微粉末を混合した。又、高炉スラグ微粉末を混合することでセメント量を低減し、コンクリートの製造に伴うCO₂排出量を約40%（約260 t-CO₂）削減した。
- ③アルミ・マグネシウム合金溶射を採用することで、金属部分の防食において環境汚染の原因である揮発性有機化合物や亜鉛の使用を極力排除した。

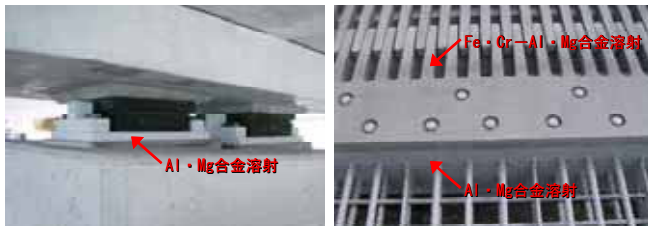


写真-1 アルミ・マグネシウム金属溶射

クリータッカーを用いて橋軸方向に切断（1ブロック当たり約10 t）して撤去した。（写真-4）



写真-2 主桁・横桁の海上輸送



写真-3 借受けベント

4. リニューアル工事の施工

4. 1 工事規制

リニューアル工事の規制は、通信ケーブルを設置していない上り線（那覇方面）の架替を先行して実施し、その後に下り線（名護方面）の架け替えを実施した。各線の架け替えには、それぞれ約3.5カ月必要なことから、上り線は年末年始とゴールデンウィーク混雑期との間に、下り線は夏期混雑期と年末年始との間に対面交通規制を行って実施した。

4. 2 プレテンション桁の製作

新設する上部構造の主部材であるプレテンション中空桁252本およびプレキャスト横梁22本は、福岡の工場にて製作後、計4回に分けて海上輸送し（写真-2）、ポルトレーラで現場へ搬入した。

4. 3 既設床版の撤去

既設床版の撤去は、切断時に上部構造を仮受けするベントを橋脚の両側に設置し（写真-3）、張出し床版を切断・撤去した後に、主版部の切断・撤去を行った。

張出し床版部は、ワイヤーソーを用いて各径間で橋軸方向に2分割した後に、クレーンで吊上げた状態でコン



写真-4 張出床版の撤去

主版部は、ワイヤーソーを用いて橋軸方向に径間中央部の12m程度と支点部とに分割した後に、径間中央部はボイド中心位置で、支点部は主版中央でワイヤーソーを用いて橋軸方向に切断して撤去した。（写真-5）撤去した部材は、隣接する解体ヤードで破砕し、コンクリート塊は鉄筋とコンクリートに分別し再生骨材などへの再資源化施設に搬出した。



写真-5 主桁の撤去

4. 4 新設PC中空床版桁の架設

中空桁の架設は、橋台、橋脚に落橋防止構造の箱抜きと支承アンカー孔を削孔し、橋脚の頂部は約500mm切断した後、切断面に鉄筋を立て込み高さ調整を行い、所定の高さまでコンクリートを打設した。

その後クレーンを用いて支承が一体となったプレキャスト横梁を橋脚および橋台上に設置し（写真-6）、落橋防止構造の箱抜きと支承アンカー孔および沓座に無収縮モルタルを注入した。予防保全策として橋台と橋脚の頂部および沓座に、珪酸塩系含浸コンクリート保護材の塗布を行いコンクリートの表面の保護を行った。中空桁は、高压線下のP5～P8の各径間は離隔距離を確保するためにブーム角度を抑制できるクレーンで相吊りし、その他の径間はクレーンの単吊りで横梁上に中空桁を架設した。（写真-7）



写真-6 横梁の架設



写真-7 主桁の架設

横梁および中空桁の架設後、連結部のコンクリート打設を行い（写真-8）、横締めPC鋼材を緊張して一体化した。なお、連結部には連結鉄筋が密に配置されていることから、鉄筋面にコンクリートの沈下等による層状剥離が生じないように入念な締固めを行い、横締めPC鋼材のグラウトには、水セメント比を低くできる超低粘性型グラウトを使用した。

橋体工の完了後、地覆・壁高欄の施工および伸縮装置の設置（写真-9）を行った。なお、壁高欄の型枠には、気泡やあばたの発生を抑制し表面に緻密なモルタル層を形成するために、透水シートを設置した。最後に、シート防水および舗装（基層は碎石マスチック舗装、表層は高機能舗装）を行って、対面交通規制を解除した。上越し管理においては、上り線の橋面工施工前での中空桁の反り量は30mm程度であり、設計で想定した反り量40mmに対して想定した最大誤差-20mm以内であった。



写真-8 連結部コンクリート打設



写真-9 伸縮装置設置

5. おわりに

沖縄自動車道は大きく北部区間（昭和50年開通）と南部区間（昭和62年開通）に分かれる。南部区間では、北部区間の工事実績を踏まえ塩害基準等を作成し工事を実施していることから、現時点では構造物についての大きな問題はない。

億首川橋のRC中空床版橋のリニューアル工事においては、過去の補修方法の費用対効果等からLCCを検討した結果、一般的に行われている断面修復や上面増厚でなく、抜本的な対策として上部構造の架け替えを実施した。

他の北部区間に位置する橋梁においても損傷状況（写真－１０）が進行していると判断されることから、今後
も詳細な点検を実施し維持管理を行い、お客様への100%
の安全・安心を念頭に、計画的に架替え工事を実施して
いくこととしている。

また、この工事での成果が劣化したRC中空床版橋のリ
ニューアル工事のみならず、新設の工事においても参考
になることを期待するものである。



橋面舗装の補修状況



床版上面の損傷状況



床版下面の遊離石灰



床版下面の損傷状況

写真－１０ 北部区間の損傷状況



金武から宜野座方面を望む

施 工 状 況



宜野座から金武方面を望む



完 成