

一般国道58号 平南橋補修工事について (事例報告)

1 大城 朝一 2 金城 世喜

¹北部国道事務所 名護維持出張所 (〒905-0012 沖縄県名護市名護4618-34号)

²北部国道事務所 名護維持出張所 (〒905-0012 沖縄県名護市名護4618-34号)

平南（へなん）橋は、昭和56年に完成後、3年程度で塩害が確認されたため、部分的な補修を行なった。さらに平成4年度に損傷箇所の断面修復及びコンクリート表面塗装を実施したが、平成20年に塩害による再劣化が確認され、コンクリート剥落により、PC鋼材を保護している鋼製のシーシが気中に曝されていた。

腐食によるPC鋼材の破断は、橋の耐荷性能の低下につながり、最悪の場合、通行止めを余儀なくされ、その社会的な影響は大きい。そのため、平南橋の損傷状態を明確にし、本橋の耐荷性及び耐久性を把握することにより、補修・対策工法を選定した。本稿は、補修に至った要因の把握から対策工法の選定までの過程について、橋梁補修工事の一事例として報告するものである。

キーワード PC橋、塩害、再劣化、補修工法検討、電気防食

1. はじめに

平南橋は、沖縄本島西側を縦断する国道58号のやや北側に位置し、写真-1に示すように、ほぼ海岸汀線の直上にあり腐食環境の厳しい条件下にある。本橋は、竣工から30年が経過し、かぶりコンクリートの剥落、内部鉄筋の腐食等の塩害による再劣化が進行していることが確認された。さらに、部分的に内部鉄筋と、PC鋼材シーシの露出が確認されたため、PC鋼材の腐食や破断が懸念された。

本橋は、昭和53年の道路橋示方書による設計を行っており、昭和59年に刊行された塩害対策指針（案）¹⁾に規定された仕様とはなっておらず、塩害の生じやすい橋梁であったと考えられる。

しかしながら、図-1に示すように、管内でも比較的規

模の大きいPC橋であり、昨今の限られた管理費用のなかで、全径間にわたる修繕は困難であった。

現地調査の結果、最も危惧されたPC鋼材の破断は確



写真-1 平南橋

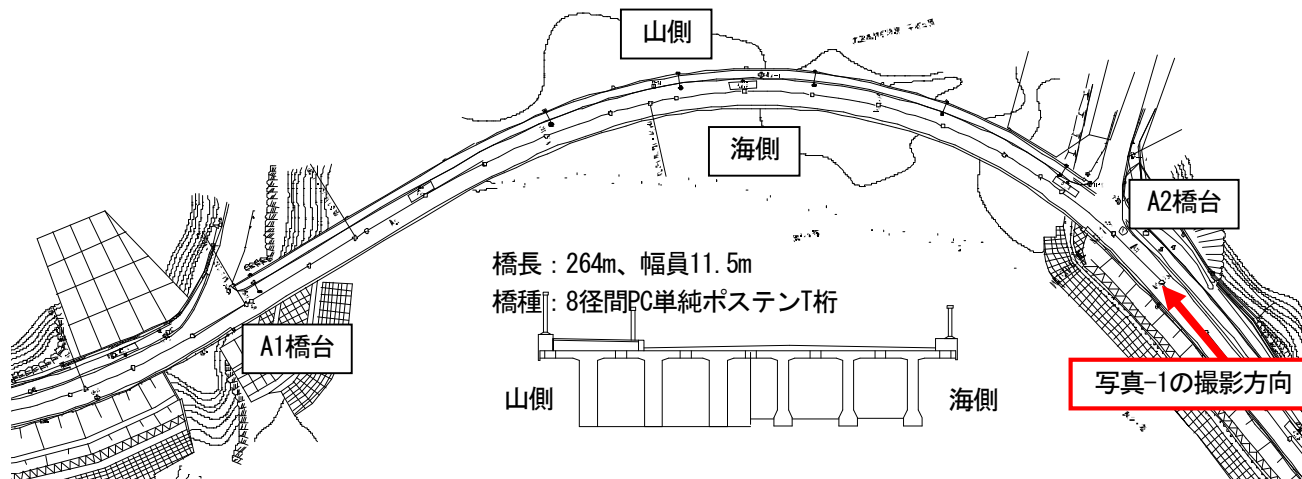


図-1 平南橋の平面図および断面形状

認めなかったため、早急に新設橋へ架け替える必要性はなくなった。

しかしながら、本橋の北北東の季節風が卓越している環境であることから、特にA2付近は海水飛沫が付着しやすく、塩害の生じやすい環境下(写真-2参照)にあり、また、これまでの劣化調査等を考慮すると、特にP5ーA2径間においては、平成15年度時点において、既に塩害劣化を再発させるに十分な塩分量が内在していた。

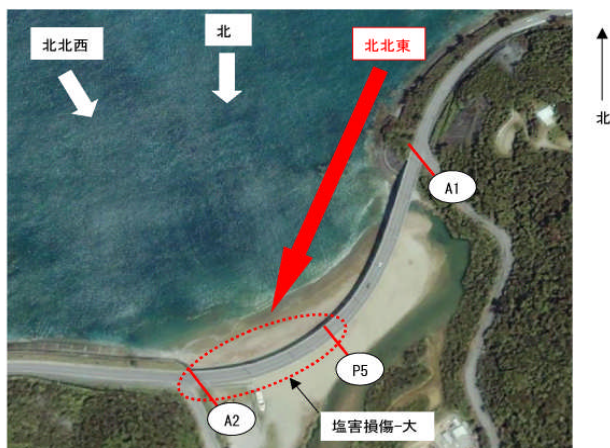


写真-2 平南橋周辺の卓越する季節風

従って、今後、部分的な断面修復等の補修を行っても、再劣化する可能性は高いと考えられる。また既往の事例によると、塩害により再劣化の生じたPC橋は、再度補修等を実施しても、比較的短期間のうちに再々劣化が生じ、新設橋へ架替となったケースがある²⁾。

本橋においても、補修による延命措置を行っても、再劣化は免れ得ず、継続的に本橋の点検を強化する必要がある。また、補修後の定期点検時に塩分量測定等の調査を行い、損傷の再発時に備え損傷径間に対し、補修を繰り返すか、または、架替を行うか、再劣化までの期間及びその費用を考慮しながら、検討しておく必要がある³⁾。

2. 補修対策の検討



写真-3 A1ーP5径間の損傷状況



写真-4 P5ーA2径間の損傷状況

本橋は、終点側(P5-A2区間(写真-4))の上部構造でスターラップの断面欠損が著しい損傷が認められており、耐荷性能の低下が考えられる。一方、起点側(A1-P5区間(写真-3))の上部構造は、うき等の損傷が点在しているものの局所的であり、鋼材の腐食による耐荷性能の低下はないものと考えられる。また、下部構造においては、平成15年度および平成19年度の調査によって、損傷が軽微であることや鉄筋の腐食がないことが確認されている。

よって、終点側(P5-A2区間)の上部構造は、現況における耐荷性能を確認し、架け替えを含めた補修対策の検討を行うこととし、また、起点側(A1-P5区間)の上部構造および下部構造においては、損傷が軽微であるため、一般的な補修対策を実施することを基本とした。

終点側(P5-A2区間)の上部構造の耐荷性能を現示方書に基づき評価した結果、耐荷性能が低下していることから、近い将来、架け替えを検討しなければならないが、費用が多額となることから当面の処置として、終点側(P5-A2区間)については、電気防食(犠牲陽極材)を併用した断面修復工を行うこととした。

3. 補修方法

(1) 起点側 上部構造の補修対策

(浮きおよび剥離・鉄筋露出に対する補修)

起点側【A1-P5径間】の上部構造は、うきおよび剥離・鉄筋露出が発生している。現在は、耐荷性能に与える影響がないと考えられるため、一般的な断面修復工法により補修を行うこととした。なお、断面修復部においては、図-2のようなマクロセル腐食が生じる可能性があるため、再劣化がわかるように、写真-5のような顔料により、着色した断面修復材で補修を行った。

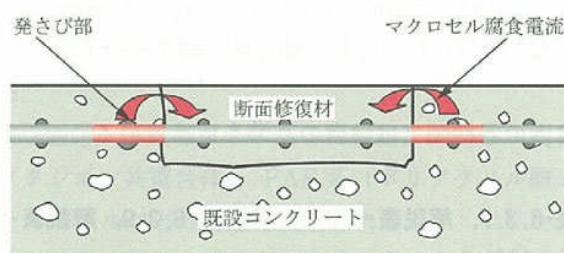


図-2 (マクロセル腐食)



写真-5 (無機顔料による着色)

(床版の漏水・遊離石灰に対する補修)

終点側(P5-A2区間)については漏水・遊離石灰が発生しており、試掘の結果、橋面防水層が劣化していたため、橋面防水層の設置を行った。

(2) 終点側 上部構造の補修対策

(浮きおよび剥離・鉄筋露出に対する補修)

終点側の上部構造は、最終的には架け替えを行うこととなるが、架け替えまでに耐久性を有する必要があるため、スターラップの今後の腐食を抑制し、現況の鉄筋量を確保する必要があったため、マクロセル腐食対策として、部分的な電気防食(図-3)を用いた断面修復工法を採用し、起点側と同じく再劣化部が確認できるように、着色した断面修復材で補修を行った。

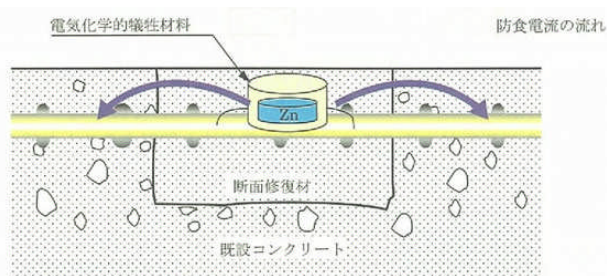


図-3犠牲陽極材による部分的な電気防食

(3) 下部構造の補修対策

(ひび割れ・浮き・剥離・鉄筋露出に対する補修)

下部構造のひび割れ幅は、近接目視調査結果から0.04～0.3mm程度である。ひび割れの補修は、0.2mm～0.3mmを対象とし、注入工法により補修を行うこととし、変形・欠損、うきおよび剥離・鉄筋露出については、特に耐荷性能に及ぼす影響がないと判断できるため、断面修復工法による補修とした。

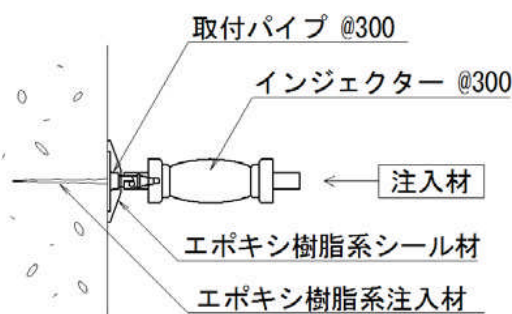


図-4ひび割れ注入工(低圧注入)

(伸縮装置・橋面防水の補修)

本橋の伸縮装置は、腐食により劣化しており、取り替えが必要であった。LCCを考慮した経済性、経年変化に追従する高い止水性、走行性を考慮し検討した結果、埋設型の伸縮装置とした。また、橋面防水については前述の通り、防水層自体の劣化がみられたため、橋面防水層の更新をおこなった。

4. まとめ

コンクリート構造物は過去、維持管理を行わずとも半永久的に耐久性が失われない「メンテナンスフリー」の構造物であると考えられていたが、1980年代にコンクリートクライシス問題がテレビで取り上げられ社会問題となったことを契機に近年、維持管理の分野で急ピッチに調査・研究が進められ基準書等も改訂されてきている。

このような背景の下、古い道路橋示方書等を適用し施工された橋梁については、やはり塩害による劣化・損傷を受けることは不可避であり、また、北部国道事務所管内には橋が104箇所(H21現在)のうち、これらのほとんどは飛来塩分の影響を直接受ける環境下のなか、今後、ますます増加していく老朽化したストックに対して、減少していく維持費用の影響により、米国の様な荒廃した道路環境とならないよう、より経済的な補修方法や予防保全法を模索していかなければならない。

付録

コンクリート橋の塩害：鉄筋はセメントから供給される水酸化カルシウムにより pH12以上のアルカリ状態に保たれており、アルカリ状態に包まれた鉄筋は不動態被膜という酸化被膜に覆われ、通常は錆びない。しかし、「外来塩分」や「初期塩分」などの塩化物イオンがコンクリート中に浸透・拡散し鉄筋へ到達すると不動態被膜が破壊され、内在量が一定の量に達すると(腐食発生限界値超過)腐食しやすい状態が形成され、錆の膨張圧力によりひび割れが生じ、より鉄筋が腐食しやすくなる。

腐食電流：鋼材に腐食が生じると鋼材表面に電位の差が生じる。電位の高い方から低い方へ腐食電流が流れ腐食を促進する働きがある。電位の差は不動態被膜が破壊された時点で、鋼材がイオン化(鉄の場合は、 $Fe \rightarrow Fe^{2+} + 2e^-$ アノード反応、 $1/2O_2 + H_2O + 2e^- \rightarrow 2OH^-$ カソード反応)することで、健全な部分に比べ電位が低くなるため、発生する。

マクロセル腐食：既設部材と新設部材との間に劣化因子(塩化物イオン)の内在量が異なる場合に腐食電流が発生し、鋼材腐食を促進する現象。

参考文献

- 1) (社) 日本道路協会：道路橋の塩害対策指針(案)・同解説 昭和59年2月
- 2) 例えば、西川ら：日本海沿岸に架けられたコンクリート橋の塩害対策、橋梁と基礎、2000年1月
- 3) 塩害損傷を受けた平南橋の健全性評価について：伊良部、川間、http://www.dc.ogb.go.jp/Kyoku/20090807_sougou/index.html 沖縄ブロック国土交通研究会、平成21年7月