

犠牲陽極材による橋梁床版防食工法について

国土交通省 中国地方整備局 広島国道事務所※ 川端 誠 佐藤勝利 ○後藤隆彦

コンクリート中の塩化物イオン濃度が一定値以上になると鋼材を腐食から保護している不動態被膜が破壊され、鋼材がイオン化する反応が起こり腐食が進行する。また、このような塩害を受けたコンクリート構造物は、鉄筋腐食など劣化速度の加速傾向があるため、早急な対応が必要となってくる。

道路の維持管理を行ううえで、このような塩害を受けた構造物の維持修繕は、今後さらに増加してくると予測される。そこで、塩害対策工法として最近注目されつつある電気化学的防食工法のうち、犠牲陽極材による鉄筋防食工法を採用し、コスト縮減を図った事例として、一般国道54号霧切谷橋のRC床版の補修工事を紹介する。ここでは、その鉄筋防食工法のメカニズムや調査診断、設計検討の要点、施工概要ならびに効果確認手法としての自然電位計測などをとりまとめ報告する。

【キーワード】 コスト、維持管理、新技術・新工法

1. 橋梁概要

橋 梁 名 : 一般国道54号霧切谷橋^{きりぎりたにばし}
 橋梁位置 : 広島県高田郡八千代町
 橋長(形式): 97.5m(3 径間連続非合成鈹桁)
 有効幅員 : 車道部 8.25m 歩道部 1.50m
 完成年月 : 昭和 51 年(1976 年) 10 月
 交 通 量 : 12,000 台/日(H11 交通センサス)

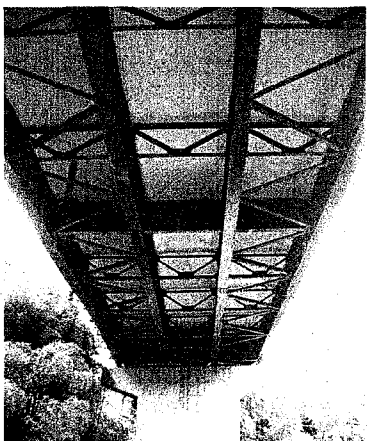


写真-1 橋梁下面状況(P1～P2 径間)

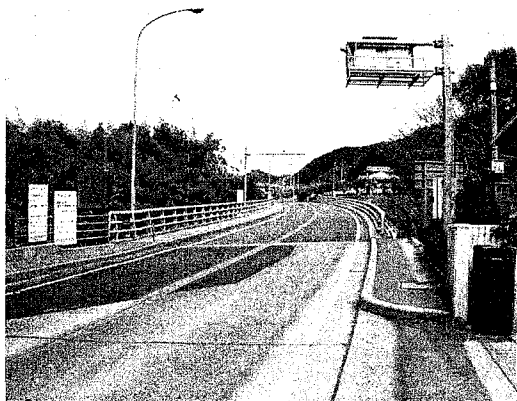


写真-2 橋梁部橋面(八千代町方面を望む)

2. 劣化発生状況とその対応

平成 12 年に車道舗装に写真-3のようなひび割れが見られ、舗装下 RC 床版状況を確認したところ写真-4に示すような、床版損傷の激しい箇所が確認された。そこで、床版全体の詳細調査を実施した。

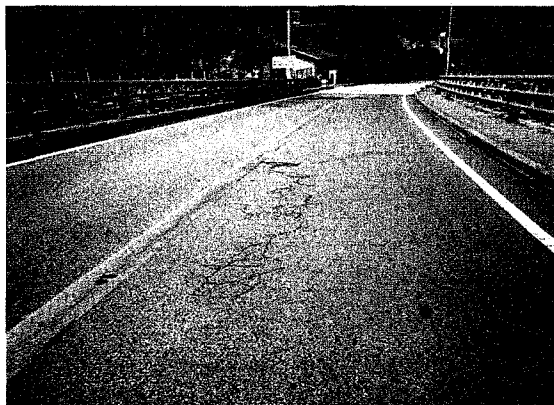


写真-3 舗装ひび割れ状況



写真-4 RC床版上面状況

3. 詳細調査と診断の要点

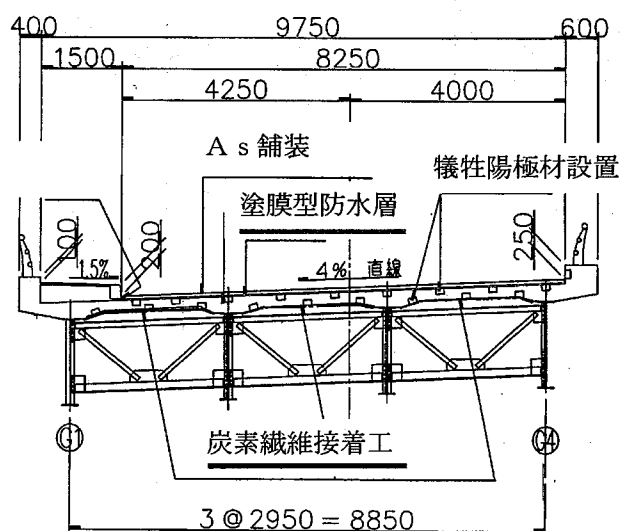
表－1 劣化原因と関係の深い調査項目とその診断結果

調査項目	中性化	鉄筋腐食状況	含有塩化物イオン量
調査箇所	はつり箇所6ヶ所、コア採取6ヶ所	床版下面はつり箇所を目視	コア採取6ヶ所
調査結果	・中性化深さは14mm～23mm ・中性化残りは10mm～26mm	・軽微な錆の発生が見られる	・最大値 床版上面 14.5kg/m³ ・床版下面位置 1.1～5.3kg/m³
考察等	・塩化物を含むコンクリートでは鉄筋腐食の開始は中性化残りが約20mmとされている。(コンクリート工学協会) ・中性化深さは理論値15mmと同程度(コンクリート標準示方書より)	・損傷の激しい箇所は、施工上生じる床版コンクリート打継目及びセンターライン近傍の舗装継目に集中していた。	・直轄では補修要否の判断としてのイオン含有量は2.5kg/m³とされており、部分的に超過している。 ・上面より下面に向けて徐々に少なくなっている。
診断結果	・コア採取箇所のすべての深度で塩分含有量が高濃度 →洗い出しが十分でない海砂を使用した可能性あり ・冬季には塩化ナトリウムを主成分とする路面凍結防止剤が大量に散布されている。 →凍結防止剤による塩害が発生した可能性が高い ・中性化残り、および鉄筋腐食状況から現状は劣化進展期と判断 →このまま放置すれば、鉄筋腐食が進行し床版劣化が助長されるおそれあり		

4. 本工法設計の要点

1) 床版補修補強対策全般について

床版補修補強対策としては、B 活荷重対応も含めた疲労耐久性の向上のため、RC床版下面を炭素繊維接着工法により補強し、床版上面については損傷部の断面修復と鉄筋防錆塗装により補修を行うものとした。さらに、塩害の原因と推測される塩分を含んだ水分の浸入遮断を行うために、コンクリートのひび割れに追従可能な塗膜型防水層を床版上面に施すものとした。(図－1 断面図参照)



図－1 断面図

2) 鉄筋腐食対策工法の検討

現在すでにコンクリート中に存在している高濃度塩分による鉄筋腐食の進展が予測されるので、この点についてどのような対策を行うべきか問題となった。既設構造物の破壊をある程度の範囲に留め、かつ鉄筋防食に効果のある現実的な工法としては、外部電源方式の電気防食工法、犠牲陽極材による電気防食工法、脱塩工法、コンクリート床版打ち換え工法などがある。経済比較及び施工性を検討した結果、犠牲陽極材による電気防食工法が最も安価であり、外部電源方式の電気防食工法に比べ耐用年数は劣るものの、工事費はその約6割程度に抑えることができるため、最も有力な案と考えられた。

3) 犠牲陽極材を用いた工事実績と採用の位置付け

犠牲陽極材を設置して鉄筋腐食対策を実施した国内での事例は 2000 年に北陸地方整備局の大手橋の補修で 240 個、JR 西日本広島工区の山陽新幹線高架橋の補修で 240 個、2001 年に近畿地方整備局の淀川大堰操作室外壁の補修で 240 個の設置などがある。本工法は特許工法(日特公第 30998305 号)であり、NETIS には 2002 年に登録(CB-020037)され、実績件数は 15 件とされている。本工法については、部分的な範囲の採用事例はあるが、床版のような薄い構造物の広範囲への適用事例はなく、防錆の影響範囲や効果の継続年数など十分な知見が得られていないため、試験施工としての位置付けで採用をした。

4) 詳細設計について

詳細設計においては、陽極材等の取扱会社技術資料を参考に、施工性に配慮して床版上面と下面にそれぞれ犠牲陽極材を1m間隔で、千鳥配置となるように配置することでその効果が全域に及ぶように計画した。なお、すでに錆が進行している劣化部についてはコンクリートの浮きをはがし、鉄筋防錆と断面修復を行なうとともにその配置間隔を標準部の半分の 50cm間隔とし、全体で 2,120 個の設置を計画した。

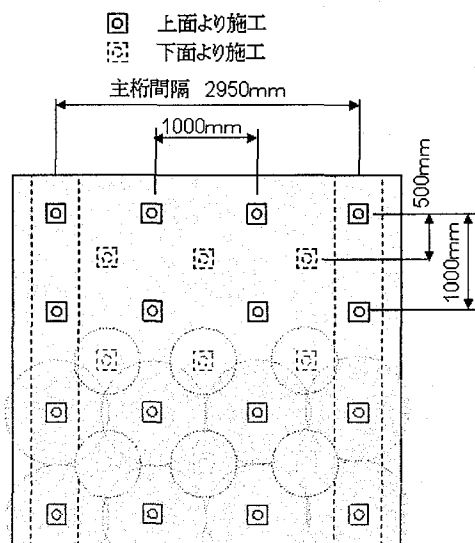


図-2 平面配置図

5. 本工法のメカニズム

犠牲陽極材は写真-5に示すように亜鉛を特殊モルタルで包んだφ64mm×27mm程度の小塊で、その原理は、鉄よりイオン化しやすい亜鉛が塩素イオンと反応することで鉄筋の錆びを防止するものであり、10年以上の効果が期待できる工法とされている。

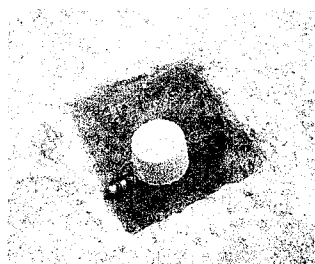


写真-5 犠牲陽極材



写真-6 簡易実験

写真-6は、3%濃度の食塩水に鉄筋を浸し、約2週間経過した簡易実験の様子であり、手前の2つのビンには鉄筋に犠牲陽極材を取り付けたもので、ともに錆の発生はな

い。一方、奥のビンには鉄筋だけのもので、茶褐色に変色し、赤錆が発生しており、陽極材の働きが容易に確認できる。

6. 対策工事の概要

工事の様子は写真-7～写真-12に示すように、レーダ探査による鉄筋位置の確認、コンクリートのはつり、鉄筋のケレン、清掃、含水させた陽極材の鉄筋への取り付け、かぶり と導通の確認、散水、修復材の吹付け、養生の順となり、比較的単純な作業形態である。

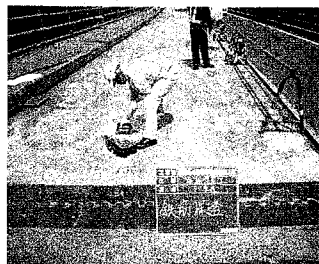


写真-7 鉄筋探査

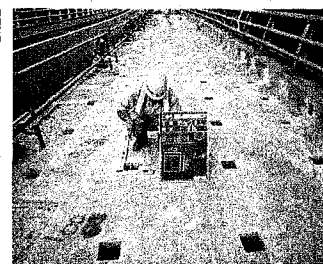


写真-8 はつり

なお、はつりによるマイクロクラックの助長を抑える目的で、弱い部分を集中させないように、施工箇所を千鳥の2グループに分けるなどの配慮を加えた。

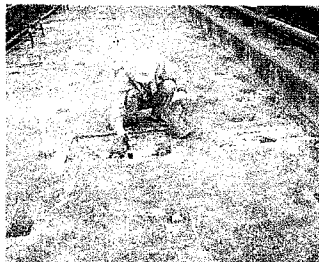


写真-9 損傷部

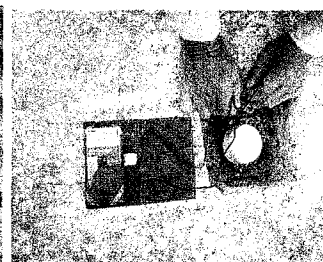


写真-10 導通確認

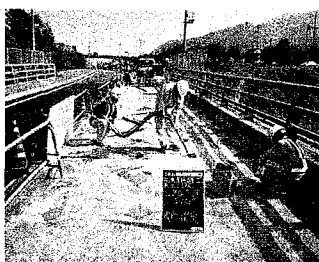


写真-11 修復材吹付け

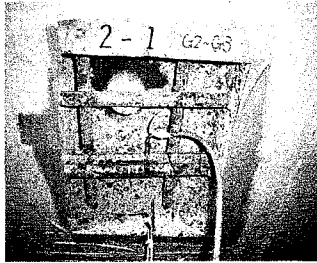


写真-12 養生

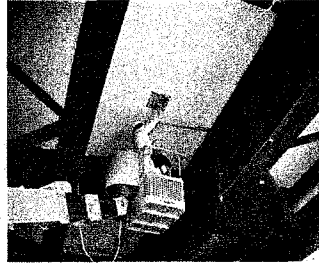
7. 効果の確認手法

工事効果の検証および本工法の耐用年数把握のため、本橋では全体の中から6ヶ所を抽出して1年に一度自然電位を計測していく予定である。自然電位法とは、鉄筋が腐食することによって変化する鉄筋表面の電位から、鋼材腐食を判断しようとする電気化学的方法である。

本橋の自然電位計測箇所においては、写真－13に示すように陽極材を鉄筋に直接設置せず配線を行い、外部のスイッチで回路の接続と開放を切り替える事が出来るようにしている。



写真－13 計測部設置状況



写真－14 計測状況

写真－14は、平成15年3月に施工直後に行なった第1回目の計測状況である。第1回目の計測では犠牲陽極から鉄筋に向けて犠牲電流が流れていることを確認し、施工直後の初期データ収集を行った。

効果・耐用年数の確認等については、陽極材設置後の期間が短く初回の結果だけでは判断できないため、今後の計測データと比較しながらモニタリングを継続していく必要がある。

8. おわりに

本工法は試験施工として実施し、現段階では安易に他工法との効果比較は出来ないが、工事価格的には安価であり、当初の目的であるコスト縮減につながるとの見解が得られた。

しかし、現道上での工事であり床版構造の断面減少に対する安全性確保のため、床版下面施工時においても片側交互通行規制での実施となり、安全費・施工方法に課題を残す結果となった。

工法の採用にあたっては工事価格に比例する補修の時期(劣化度)等に応じた検討が必要になってくるが、本橋で採用したような劣化の初期段階において対策を施すこと、または、橋梁新設時点で実施することが本工法ではより有効であり、いわゆる事後保全から予防保全への移行が今後重要となってくると考えられる。

【参考文献】

- 1) 電気化学的防食工法 設計施工指針(案)
- 2) コンクリート診断技術 '02
- 3) コンクリート標準示方書〔維持管理編〕
- 4) 道路橋示方書

Study of corrosion prevention method for concrete bridge slab with sacrificial anode material

Makoto Kawabata Katsutoshi Satou ○Takahiko Gotou By const. MANAGEMENT,

When the density of chloride ion in concrete becomes more than a definite value, the passive state area which protects the steel material from corrosion is destroyed, so that the steel material is ionized and is corroded progressively.

Moreover, the reinforced concrete (RC) structure that is injured needs for immediate measure devised to deal with salt injury because there is an acceleration tendency of the deterioration speed such as the reinforced concrete corrosion.

It is forecast that the maintenance mending of the RC structure, which is injured by the salt injury will increase in the maintenance management of the road in the future.

Then, it introduces the repair construction of the RC slab of "Kirikiritani Bridge" in road No.54 in which cost was reduced. The corrosion prevention method for reinforcing bar with the sacrificial anode material was adopted from electrochemical corrosion control method that is being paid attention recently as the salt injury measures method.

Here, this paper reports on the point of the mechanism of the corrosion prevention method for reinforcing bar, the investigation diagnosis, and the design study, outline of construction, and the natural potential measurements as effect confirmation technique, etc.