

塩害劣化 RC 床版に対応した取替えが容易な流電陽極工法の開発と通電性状に関する検討

(株)国土開発センター 学生会員 ○浦 修造 , (株)ピーエス三菱 正会員 鴨谷 知繁
(株)ピーエス三菱 正会員 石井 浩司 , 金沢大学 正会員 鳥居 和之

1. 目的

北陸地方などの積雪寒冷地の道路橋や高速道路などでは、鋼橋 RC 床版で疲労による劣化に加えて、凍結防止剤散布に起因した塩害劣化などが多数報告されている¹⁾。その対策として通行車両規制による大規模な断面修復やプレキャスト PC 床版への更新などが必要となる場合、コストが大幅に増大することが予想される。そこで著者らは、これらの塩害劣化に注目し、長期間の交通規制を回避し、RC 床版の延命化や補修費用の低減および維持修繕予算の平準化を実現するため、重大なひび割れからの漏水の影響を受けずに鉄筋腐食の抑制を可能にする流電陽極方式(流電)の適用を考えた。本稿では、ひび割れ部からの漏水の影響が少ないと考える流電に注目し考案した、取替が容易でコスト低減に寄与する流電陽極材の鉄筋の防食効果を評価する目的で、施工確認試験、通電試験²⁾を行った。

2. 塩害劣化 RC 床版に対応した流電陽極工法の開発

流電陽極工法の概要図を図-1 に示す。RC 床版下面に均等な間隔で削孔した設置孔の最奥部に後施工アンカーを設けて、アノード金属と鋼材を導通させて点状に防食電流を供給し腐食抑制する工法である。アノード金属は、防食亜鉛(形状は鋳造が容易な円盤状)や全ネジボルトから成る防食亜鉛ユニットと飽和水酸化リチウム水溶液を含んだバックフィル(層状、円筒状)で構成する流電陽極を容易に取替え可能な状態で設置する。

3. 流電陽極工法の通電性状試験の概要

3.1 貫通ひび割れが通電性状に与える影響検討(シリーズ I)

試験体の概要を図-2 に示す。試験体上側半分のコンクリートには Cl⁻濃度が 11.5kg/m³ となるように NaCl を外割で添加し、事前に 3%の塩水噴霧で全周に浮き錆を生じる程度に腐食させた長さ 100mm のφ16mm 炭素鋼管(ピース)を使用した。下半分は健全状態を模擬するため NaCl の添加はせず、腐食していないピースを埋設した。貫通ひび割れはコンクリート打設時に設けたφ18mm 孔に静的破砕剤を充填することで形成し、漏水が浸入しやすい内部には水分を供給して湿潤状態とした。流電陽極材の防食亜鉛ユニットを写真-1 に示す。防食亜鉛枚数は外電の通電量²⁾と合わせるため 3 枚とした。

3.2 鋼材の劣化度が通電性状に与える影響検討(シリーズ II)

試験体の概要を図-3 に示す。塩害劣化をシリーズ I と同様に模擬して主筋は D19 の代わりにφ19mm を、配力筋は D16 の代わりにφ16mm の分割鉄筋を使用し、それぞれ接した状態で導通を確保した。なお、上筋は 250mm、下筋は 125mm で配筋した。測定項目は、通電時と無通電時の各ピースに流入・流出する電流量および鋼材電位とした。電流量は各ピース間に設置した無抵抗電流計で、鋼材電位は各ピース中央の直上(または直下)のコンクリート表面に設置した可搬式照合電極(SSE)と電位差計を用いて測定した。

キーワード RC 床版, 塩害, 電気防食, 流電方式, 補修

連絡先 〒924-0838 石川県白山市八束穂 3 丁目 7 番地 (株)国土開発センター TEL076-274-8816

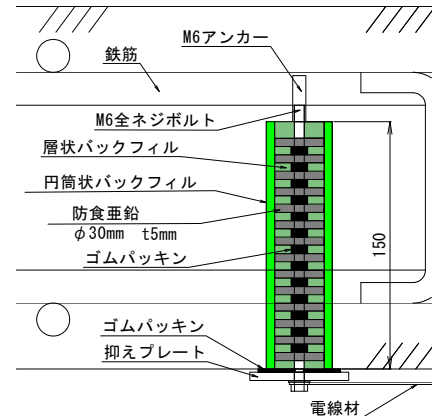
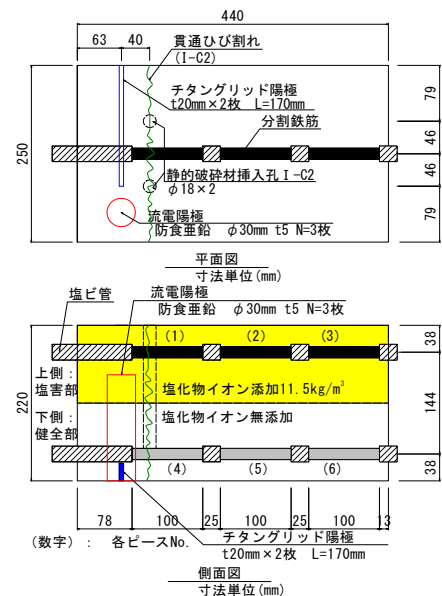


図-1 流電陽極工法の概要図



貫通ひび割れ無(I-N)
貫通ひび割れ有(I-C2) 計 2 体(W/C=60%)
図-2 試験体概要図(シリーズ I)



写真-1 設置した防食亜鉛ユニット

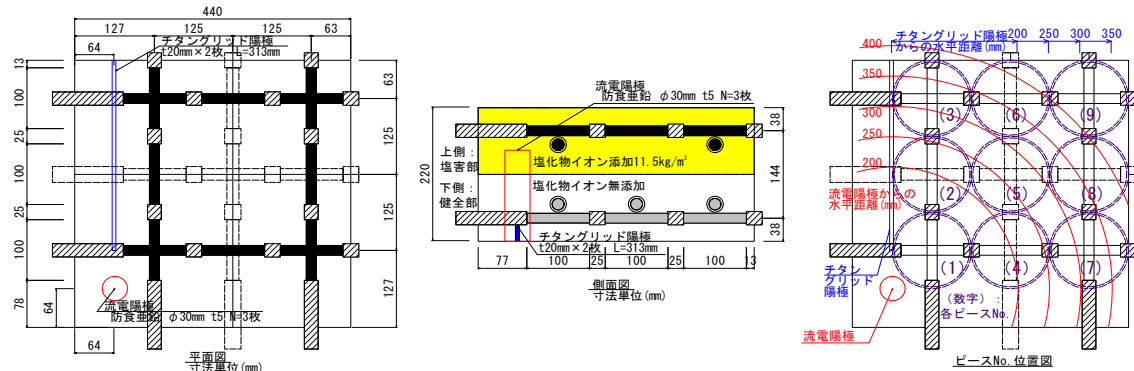


図-3 試験体概要図(シリーズII)

4. 流電陽極の通電性状

シリーズIで各ピースに流入した防食電流の通電した防食電流に対する比率を電流分配率と定義し図-4に示す。外電の電流分配率は、I-N 外電(ひび割れ無)で塩害部、健全部に関係なくほぼ同様な値であったが、I-C2 外電(ひび割れ有)では塩害部が大きな値を示した。これは、貫通ひび割れが発生した場合、塩害部に集中的に通電されることを意味する。一方、流電の電流分配率は貫通ひび割れの有無に関係なく塩害部が大きな値を示し、大半の防食電流が塩害部に通電されたことから、ひび割れに影響なく防食電流を塩害部に通電させることが可能と考えられる。

シリーズIIでの各ピースに流入出する電流密度を図-5と図-6に示す。無通電時、塩害部がアノード、健全部がカソードとなるマクロセル腐食が発生していた。通電時では、外電の場合、防食電流量が塩害部より健全部に多く流入する傾向であるほか、塩害部では陽極材から250mm以上離れたピース(No.6, 8~9)で防食電流の流入は認められなかった。一方、流電の場合、健全部に比べ塩害部ピースに多くの防食電流が流入する傾向であるほか、流電陽極から300~400mm離れた塩害部のピース(No.6, 8)は、無通電時には電流が流出する腐食進行状態であったが、通電時には電流が流入(腐食抑制)された。これは塩化物イオンによるコンクリート比抵抗低下の影響のほか、シリーズIの試験結果と同様な防食電流が塩害部に優先的に通電されたと推測する。図-7に復極量を示す。塩害部の外電で明確に復極量が生じたのはピース No.1~3, 6で、最大46mVであった。一方、流電では、外電より小さい通電量でも外電より大きな値を示した。これは、外電と比べ塩害部への電流分配性が良好であったためと考える。また、防食管理基準を満足するのは、流電で陽極近傍のピース No.1に限られた。

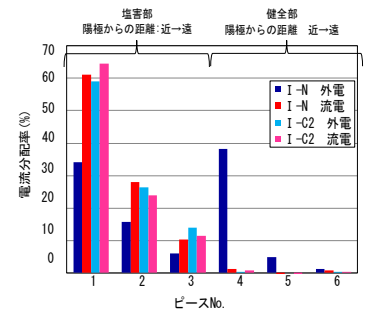


図-4 流電陽極工法の概要図

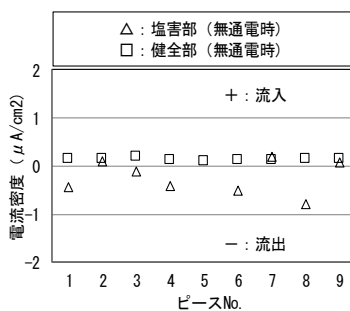


図-5 各ピースの電流密度(無通電時)

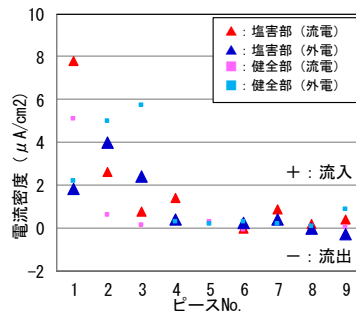


図-6 各ピースの電流密度(通電時)

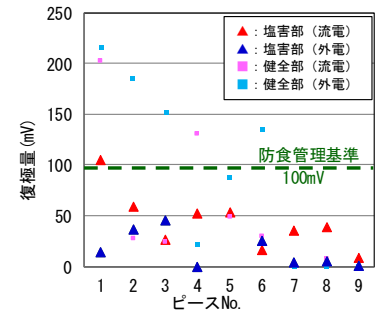


図-7 各ピースの復極量

5. まとめと今後の課題

本研究は、疲労と凍結防止剤による塩害劣化 RC 床版に対し、貫通した重大なひび割れからの漏水に対して影響を受けにくい流電陽極を考案し、その鉄筋腐食抑制効果を確認・評価できた。ただし、RC 床版試験体での短期的な通電性状の把握にとどまったため、今後は、その耐久性や寿命検知方法、劣化状態が異なる RC 床版での防食性能、さらには流電陽極材設置が RC 床版の構造特性に与える影響を検証し、早期実用化を目指す予定である。

参考文献

- 1)土木学会：道路橋床版の維持管理マニュアル，2002
- 2)浦修造，鴨谷知繁，石井浩司，鳥居和之：塩害劣化に対応した RC 床版の外部電源・電気防食工法の技術開発，コンクリート構造物の補修，補強，アップグレード論文報告集，第16巻，pp.269-274，2016