

## 西原橋 電気化学的脱塩工事の施工報告

(株)富士ピー・エス 九州支店 正会員 ○管谷晃彦  
 長崎県五島地方局上五島土木事務所 森内嘉人  
 (株)長大 構造技術部 益田秀樹  
 (株)富士ピー・エス技術本部技術開発グループ 正会員 猪川 充

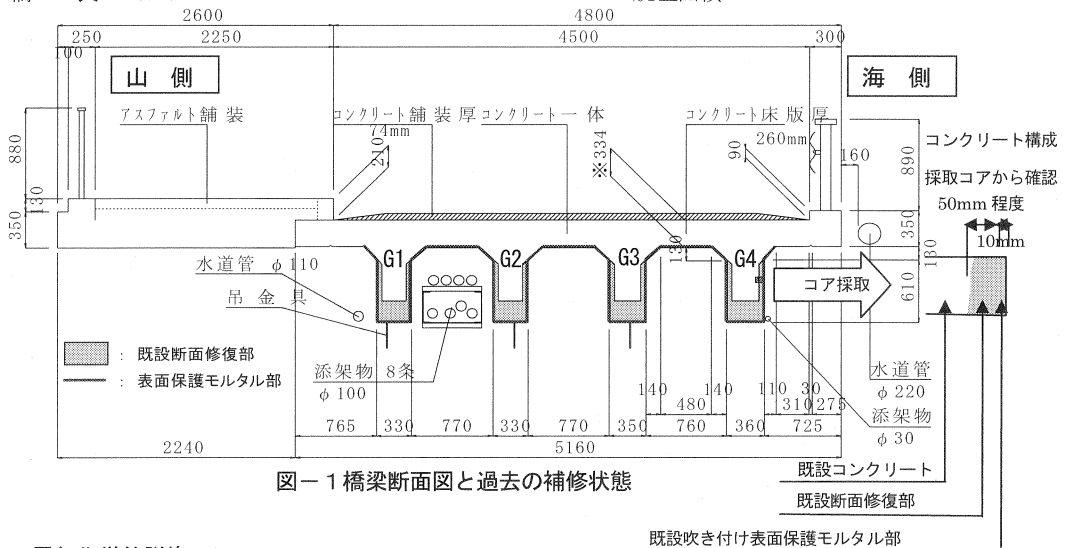
### 1. はじめに

本橋は、長崎県南松浦郡新上五島町の一般国道 384 号線上にあり、海岸線から 200m 程度離れた河川上に位置する RCT 桁橋である。昭和 40 年に竣工され、その後、中性化や塩害による腐食損傷が進んだものと考えられ、主桁には大断面修復と表面保護モルタル吹付け工がなされた補修履歴をもつ。

本稿は、西原橋における電気化学的脱塩工事のシステム構築・脱塩管理の内容、および、脱塩効果について報告するものである。また、脱塩管理としては、通電中の中間検査方法として、ドリルによる採取試料の塩分量試験 (以降、ドリル法)、ならびに、現場施工管理方法としてファイバーシステム内へ部分的にパネル方式システムを組み入れた脱塩量管理 (以降、パネル法) を実施した。

### 2. 工事概要

工 事 名：一般国道 384 号橋梁補修工事 (西原橋)	幅 員：2.250(歩道)+4.500(車道)m
工事場所：長崎県南松浦郡新上五島町有川郷西原	構造形式：RCT 単純 T 桁橋
工事期間：自) 平成 17 年 9 月 29 日	架設年次：昭和 40 年
至) 平成 18 年 3 月 25 日	補修工種：断面修復工，ひび割れ注入工
発 注 者：長崎県五島地方局上五島土木事務所	電気化学的脱塩工，表面被覆工
橋 長：10.23m	脱塩面積：87m <sup>2</sup>



### 3. 電気化学的脱塩工について

電気化学的脱塩工の実用化されている方式には、①ファイバー方式、②パネル取付方式、および③ボンディング方式がある。本工事では、ウェブ部のみならず床版下面の水平面に対しても脱塩工の対象であり、主桁形状にとらわれずコンクリート面への脱塩システム取り付けが可能で電解質溶液の保持等の施工性がよいファイバー方式により実施した。

4. 電気化学的脱塩工フローチャート

図-2に示すフローチャートに準じて、ファイバーシステム構築・脱塩工を実施した。写真-1に部分的パネル方式の陽極システム設置状況を、図-3に部分的パネルシステム構造について示す。また、図-4に電気回路と塩分量試験試料採取計画を、写真-2, 3, 4には、各々システム構築の段階状況について示す。

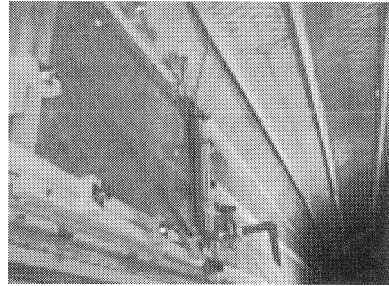
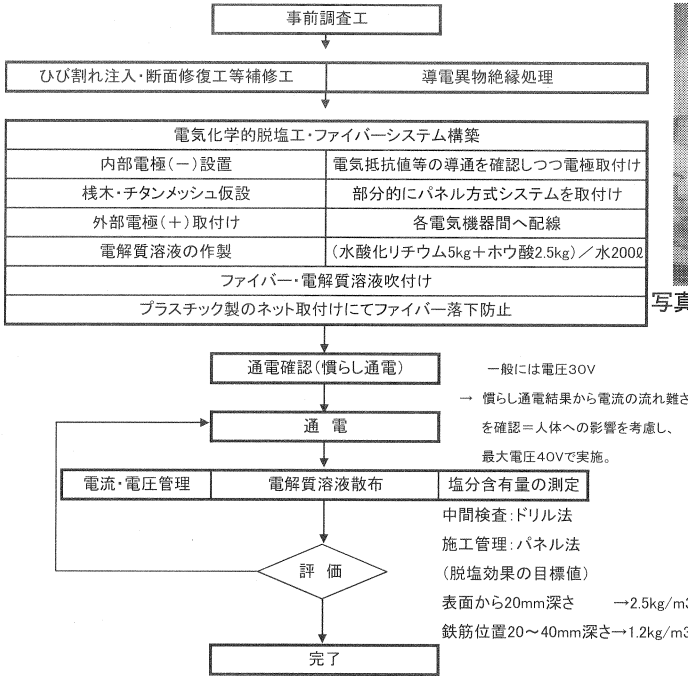


写真-1 部分的パネル方式陽極システム

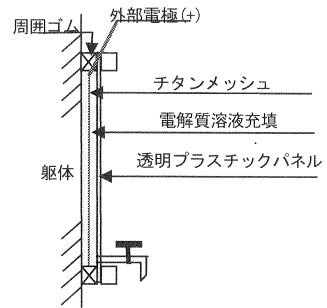


図-3 パネル方式陽極システム概略図

図-2 脱塩工フローチャート

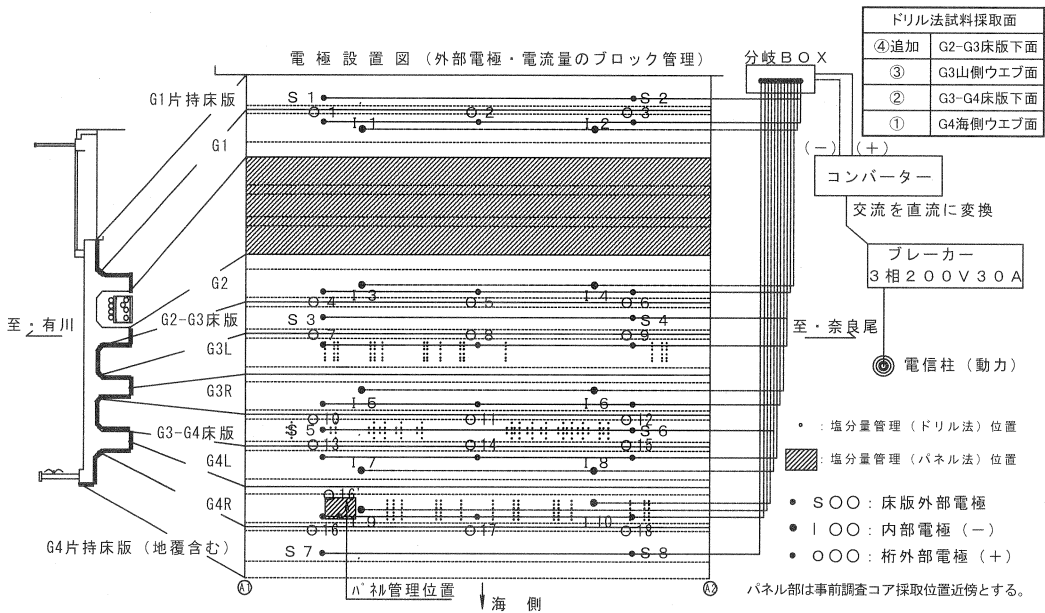


図-4 ファイバーシステム・電気回路図および塩分量試験の試料採取計画

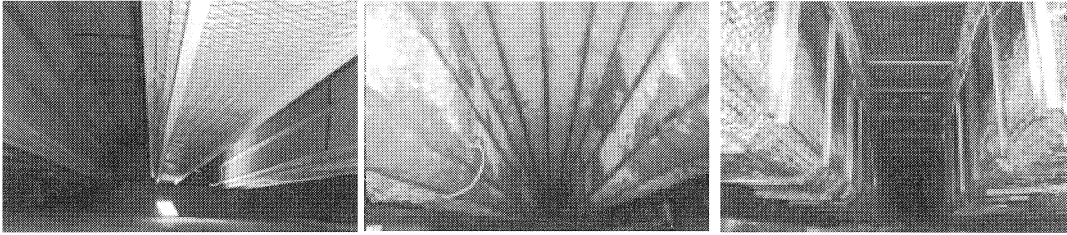


写真-2 タタンメッシュ取付状況 写真-3 ファイバー吹付後状況 写真-4 プラスチック製ネット固定

5. 本橋梁の特性

本橋梁は図-1 橋梁断面図に示す補修履歴があり、事前調査時に橋体からコアを採取し、既設の断面修復材・表面吹付けモルタル・躯体コンクリート、ならびに本補修工事で使用した断面修復材の電気抵抗値を確認し、脱塩が可能であるか検討した。

表-1 コンクリート電気抵抗値

材 料 名	比 抵 抗 (kΩ・cm)
既設コンクリート	40
既設断面修復材	13
表面保護モルタル	69
断面修復材 (RIS322 エース)	42

表-1に電気抵抗値確認試験の結果を示す。表面吹付けモルタルでコンクリートの1.7倍程度の抵抗値を示したが、モルタル厚は1cm程度で薄く、比抵抗に厚さを乗じて抵抗値を比較しても脱塩に支障は無いものと判断した。

6. 脱塩の目標値と管理方法について

塩分の鋼材腐食発生限界濃度は一般に1.2~2.5kg/m<sup>3</sup>といわれている。よって、本工事では表-2に示す値を脱塩の目標値とした。

表-2 脱塩の目標値

着目深さ	目標値 (残留塩分含有量)	決定理由
0~20mm	2.5kg/m <sup>3</sup>	構造物の環境状態・躯体材料の性状等で腐食発生限界濃度に差異はあると考えられ、事前調査結果では鋼材腐食は比較的軽微であった。脱塩後の再拡散による劣化防止を考慮して鋼材腐食発生限界の上限值とした。
20~40mm	1.2kg/m <sup>3</sup>	本橋の最外縁鉄筋は、そのほとんどが深さ20~40mmに存在している。よって、目標値を鋼材腐食発生限界の下限值とした。

脱塩管理方法において、試料採取が局所的で数多く取れないコアによる塩分含有量試験では「全体を代表している」とは言い難い。よって、脱塩管理および評価に用いる塩分量試験にドリル法を用い、対象となる部位(主桁海側全体など)からバランスよく数点・試料を採取することで解決することを試みた。

本工事のドリル法による塩分含有量試験は、通電初期から2週間の間隔で、G4海側ウェブ、G3-G4中間床版、および、G3山側ウェブの3面を対象に、各々2cm深さ、2~4cm深さで全6試料採取・塩分量試験を実施し中間検査と位置づけた。また、試料採取方法については、塩分量分析が出来る量の確保と採取時のロスを考慮し、φ10mm程度のコンクリートドリルを用いて、1面15点でコンクリート粉(40g程度以上/試料)を採取した。

7. 塩分量試験結果

参考のため、事前事後調査の採取コアを用いた全塩分含有量試験結果を図-5のグラフに示す。

グラフは横軸に深さ(mm)、縦軸に全塩分含有量(kg/m<sup>3</sup>)を示している。表面から20mmまでの事後の塩分量には脱塩効果が現れ、目標値(2.5kg/m<sup>3</sup>)以下を満足する。内部では鉄筋かぶり状態により脱塩効果にも差異が現れるため、以降、脱塩効果の評価についてはド

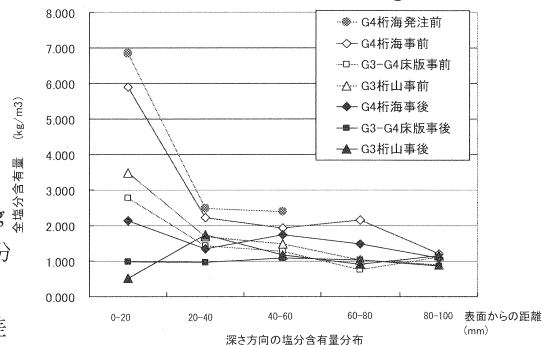


図-5 コアによる塩分量試験結果 (事前事後調査)

ドリル法の塩分量試験結果によることとした。

図-6、図-7にドリル法全塩分量試験結果を示す。脱塩中の塩分量の推移もスムーズであり、塩分量も目標値を満足したうえで全体の脱塩性状を表した管理値および評価値が得られたと考えられる。

また、現場での施工管理として、パネル部の電解質溶液を採取し塩素イオン濃度試験紙を用いて脱塩分量を確認した。パネル部電解質溶液の塩分量の推移を示した図-8のグラフから、通電8週目頃から脱塩量が減少していく様子が分かる。

図-9にはG4海側ウェブ面のドリル法とパネル法の残留全塩分量に関する比較グラフを示す。なお、パネル法の残留全塩分量は、確認された脱塩分量を採取コア(事前調査結果)の深さ方向塩分量分布比を参考に振り分けた値で換算したものである。ドリル法結果とパネル法結果は比較的近い値で推移し、図-8の脱塩完了時期の推定とともに、パネル法による脱塩効果の推測・管理は非常に有効であった。

したがって、脱塩中のドリル法による塩分含有量試験、および、部分パネル法による溶出塩分量の管理により、脱塩性状を確認しながらの施工ができるといえる。

事後調査としては、塩化物イオン量試験のほかに、はつり調査による鉄筋周辺の pH の確認(事前 pH11程度、事後 pH13程度)も行っており、脱塩工と表面被覆工を施したことで橋体は非常に高耐久性能を有したものと考えられる。

### 8. おわりに

過去に断面修復や表面被覆モルタル等の補修履歴を持つ西原橋のファイバー方式電気化学的脱塩工では、残留塩分量が目標値を満足し脱塩効果を得たことを確認した。また、脱塩工事進行にあたり、通電中のドリル法による中間検査やパネル法による施工管理方法の有効性も確認出来たと思われる。

最後に、工事進行において協力して下さった関係者皆様に深く感謝の意を表すとともに、本報告が今後の脱塩工事・技術に活かされれば幸いである。

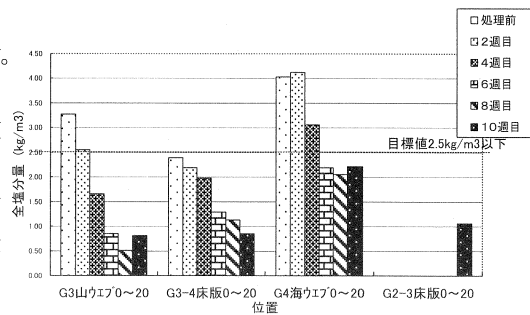


図-6 ドリル法による塩分量試験結果

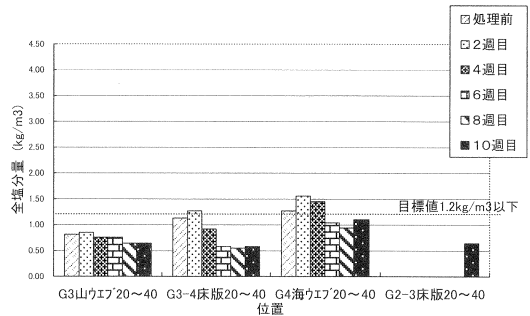


図-7 ドリル法による塩分量試験結果 (深さ20~40mm)

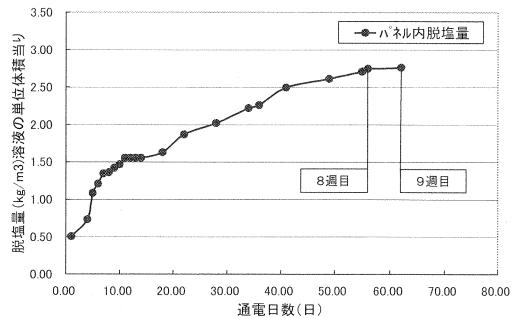


図-8 パネル部脱塩分量・確認結果

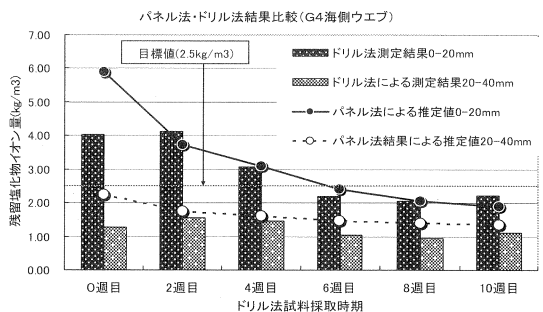


図-9 パネル法・ドリル法の残留塩分量比較