

小余綾高架橋への電気化学的脱塩の適用とその施工

(株)富士ピー・エス  
国土交通省横浜国道事務所小田原出張所所長  
(株)富士ピー・エス  
(株)富士ピー・エス

正会員 ○猪川 充  
澤 健男  
正会員 徳光 卓  
古賀敬之

1. はじめに

小余綾高架橋は、昭和 40 年完成の一般国道 1 号西湘バイパスにかかる一部鋼橋を有する多径間の PCT 桁橋であり、建設後約 40 年が経過している。写真－1 に本橋の全景を、表－1 に本橋の概要を示す。本橋の一部は海岸線に隣接しており、海からの飛来塩分の影響により、建設後十数年で塩害劣化が顕在化した。このため過去 1～2 回に渡って断面修復工法や表面被覆工法などの塩害補修が実施されている。しかし、これらの補修工法では、塩分が浸透した部分をすべて除去することは困難であり、本工事着手前に実施された調査では、残留した塩分により再劣化したと思われる部分が多数見られた。よって、本工事では塩害に対する抜本的対策として、最も劣化が進行している 2 径間に対し、その劣化因子である塩分をコンクリート外に排出する電気化学的脱塩（以下、脱塩と称す）を行った。PC 橋への脱塩の適用は、弁天大橋に続き 2 橋目であるが[1]、本格的な PC 橋への適用は本橋が初といえる。本稿では小余綾高架橋の脱塩の適用に関する対策とその施工について報告する。



写真－1 小余綾高架橋の全景

2. 脱塩の問題点と対策

PC 構造物に脱塩を適用するにあたって、PC 鋼材の水素脆化が懸念された。脱塩中 PC 鋼材に吸蔵された水素は通電休止中に大気中に拡散し、鋼材中から喪失することが知られている[2]。そこで、この対策として弁天大橋で採用された 4.4 日通電、2.6 日休止を繰り返す断続的通電を採用した。

脱塩は陰イオンである塩化物イオンをコンクリート外に排出するかわりに、陽イオンであるナトリウムイオンやカリウムイオンを鋼材周辺に集積させる。これらアルカリ金属イオンは、鋼材表面の付着低下とともにアルカリ骨材反応を促進する懸念がある。このため、コンクリート構造物に脱塩を施す場合は、事前にアルカリ骨材反応の可能性の有無を確認する必要がある。本工事では、主桁から採取したコンクリートコアを用いてカナダ法により残存膨張量を測定した。その結果、膨張量は第 44 径間で 0.112%、第 45 径間で 0.131%を示した。この値は ASTM C 1260-94 に従えば「有害と無害な骨材が含まれる」という判定になる。

そこで、同じく主桁から採取したコンクリートコアを用いて模擬脱塩試験を実施しその安全性を確認した。試験時の電流密度および通電期間は実橋で想定している積算電流量と同等の 3.0A/m<sup>2</sup>、21 日間とした。通電完了後の膨張量を表－2 に示す。その結果、脱塩による膨張量は ASTM C 1260-94 に示す無害判定の 0.1%を大きく下回り、脱

表－1 小余綾高架橋の概要

|            |                      |        |           |
|------------|----------------------|--------|-----------|
| 橋梁名        | 小余綾高架橋               |        |           |
| 所在地        | 神奈川県中郡大磯町大磯地内から東小磯地内 |        |           |
| 構造形式       | 単純ポストテンション方式PCT桁橋    |        |           |
| 竣工年        | 昭和40年                |        |           |
| 橋長         | 1098.650m            |        |           |
| 支間長        | 20.800m              |        |           |
| 有効幅員       | 17.000m              |        |           |
| 施工区間       | 第44および45径間           |        |           |
| 施工区間内の補修履歴 | 第44径間                | 完成後20年 | 断面修復・表面被覆 |
|            | 第45径間                | 完成後18年 | 同上        |
|            |                      | 完成後28年 | 同上        |

表－2 模擬脱塩試験結果

| コア採取位置   | 電解質溶液   | 膨張量    |
|----------|---------|--------|
| 第44径間G1桁 | ホウ酸カリウム | 0.019% |
| 第45径間G1桁 |         | 0.023% |
| 第44径間G6桁 | ホウ酸リチウム | 0.020% |
| 第45径間G1桁 |         | 0.004% |

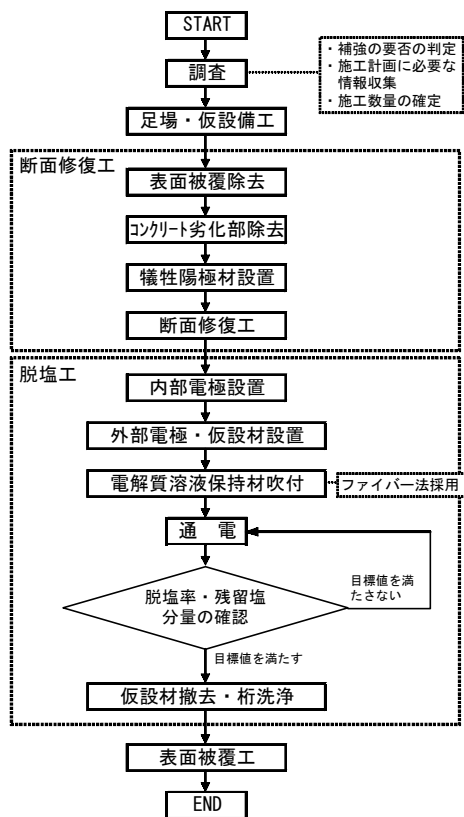
キーワード：電気化学的脱塩，PC 橋，アルカリ骨材反応，塩分含有量，脱塩率

連絡先：〒105-0004 東京都港区新橋 4-24-8 (株)富士ピー・エス 技術本部 TEL：03-3432-0836

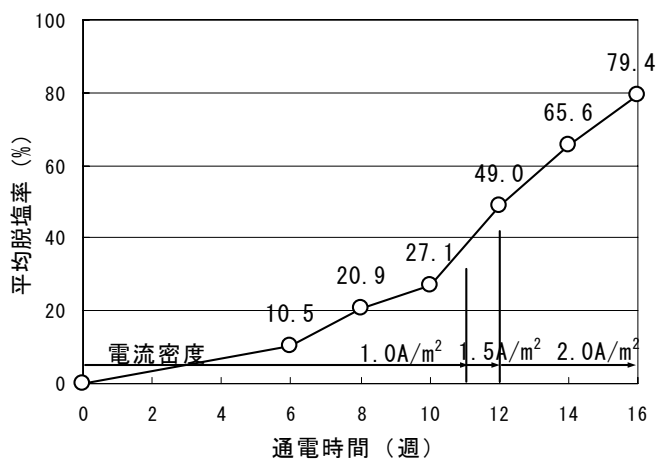
塩時のアルカリ骨材反応への安全性が確認された。

### 3. 脱塩の施工

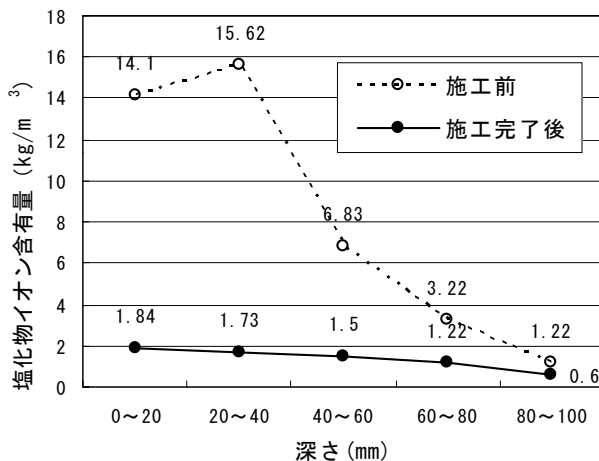
図－1に施工のフローチャートを示す。脱塩の施工は、第44～45径間の主桁12本に対して実施し、その範囲は主桁および横桁全面とした。電流密度はコンクリート表面積あたり  $1.0\text{A/m}^2$  とし、通電期間は連続通電8週間に相当する12週間とした。脱塩の管理は、各主桁より採取したコンクリートコアの深さ20～40mm位置の平均塩分含有量により行い、測定間隔は6週目以降2週間間隔とした。また、脱塩の目標値は脱塩率70%以上もしくは塩分含有量  $2.5\text{kg/m}^3$  以下(深さ20～40mm)とした。図－2に第44径間の平均脱塩率の推移を示す。通電10週目での脱塩率は、過去の実績では50%程度[1]であるのに対し、本橋では27.1%に留まった。これは、過去の実績での塩分含有量が  $8\text{kg/m}^3$  程度であるのに対し、本橋では最大  $15.62\text{kg/m}^3$  と非常に多く、また塩分含有量の深さ方向の積分値で比較すると過去の実績に対して3～4倍になるためと考えられた。そこで、本工事では通電期間を延長し、電流密度を11週目以降段階的に  $2.0\text{A/m}^2$  まで上げることで脱塩効率の向上をはかった。その結果、通電16週で79.4%の脱塩率が得られ、その測定結果を受け19週目で通電終了とした。図－3に第45径間G1桁での脱塩前後の塩分含有量を示す。深さ20～40mmで施工前に  $15.62\text{kg/m}^3$  を示していた塩分量は、同位置で  $1.73\text{kg/m}^3$  まで減少し目標値を満足した。なお、脱塩後の処理部のコンクリート外観には何ら変状は見られなかった。



図－1 施工フロー図



図－2 平均脱塩率の推移(第44径間)



図－3 脱塩前後の塩分含有量分布(第45径間G1桁)

### 4. まとめ

- 1) PC橋に対して初めて本格的に脱塩を適用した本工事において所定の脱塩施工を完了し、最大で  $15.62\text{kg/m}^3$  あった塩分含有量が、  $1.73\text{kg/m}^3$  まで減少した。
- 2) 通電期間を延長し、電流密度を  $2.0\text{A/m}^2$  まで増加させたが、主桁の耐荷力低下を示す兆候は認められなかった。

### 参考文献

- [1] 坂上悟, 宮本正尊, 吉田光秀, 原与司人: 供用中のプレテンション PC 桁橋に対する電気化学的脱塩の適用, 土木学会第57回年次学術講演会論文集, pp.247～248, 2002.9
- [2] 芦田公伸, 上田隆雄, 溝口茂, 宮川豊章: PC 鋼材の水素吸蔵特性に着目したデサリネーション処理方法の検討, 土木学会論文集 No.641/V-46, pp.231～240, 2000.2