

建設省北陸技術事務所

大瀬 宝

電気化学工業

正会員 半田 実

正会員 芦田 公伸

1. はじめに

塩分を含有することにより腐食劣化した鉄筋コンクリート構造物の補修工法として、最近注目を集めている工法として電気化学的手法を用いた脱塩工法がある。脱塩工法は、ある一定期間（通常1～3ヶ月）だけコンクリートに直流電流を流すことにより、コンクリート中の塩素イオンを電氣的にコンクリート表面外に引き寄せ、取り除く工法である。本研究では、建設省北陸地建高田工事事務所管内の廃橋となった橋脚を利用して頂き、実構造物における脱塩の効果、並びに、鉄筋の自然電位を経時的に調査することによりコンクリート内部の鉄筋表面の状態の変化について調べたので、その結果を報告する。

2. 実験概要

新潟県内にある日本海沿いの国道8号線の廃橋の橋脚（かぶり厚さ=10cm）を用いた。橋脚表面には、カルシウム系のアルカリ溶液を十分に含んだセルロースファイバーを吹き付けた後、プラス極となるチタンメッシュを貼り付けた。マイナス極は橋脚内部の主筋とし、定電流直流電源を用いて、これら両極間のコンクリート表面に1A/m²の電流密度の直流電流を8週間通電した。8週間の通電終了後、これらの電極を取り外し、元のコンクリート表面に復旧した。

コンクリートに含まれる塩分量は、脱塩処理を行う前と8週間の通電処理終了後に橋脚の四面から直径10cm、長さ20cmのコアリングサンプルを採取し、表面から2cm間隔に切断し、それぞれの切断試料を酸溶解して、可溶性塩分量と固定塩分量をあわせた全塩分量として測定した。鉄筋の自然電位は、脱塩処理を行う前と8週間の通電処理終了後3ヶ月、および、6ヶ月経過した時点において橋脚の各面を縦12.5cm間隔、横15cm間隔にて測定した。

3. 実験結果と考察

(3.1) 含有塩分量

脱塩処理前、および、8週間の脱塩処理終了後の各面の含有塩分量を図-1～図-4に示す。脱塩処理前の含有塩分量は、コンクリートの表面部で2～14kg/m³、鉄筋の位置付近で2～8kg/m³である。一方、8週間の通電処理終了後の含有塩分量は、コンクリートの表面部で1～3kg/m³、鉄筋の位置付近で0.8～1.0kg/m³程度へと大幅に減少している。従って、通電処理を行うことによって、塩分をコンクリート内部からコンクリート表面外へと電気泳動させ、しかも、鉄筋周辺の塩分濃度を大幅に低減することが可能である。

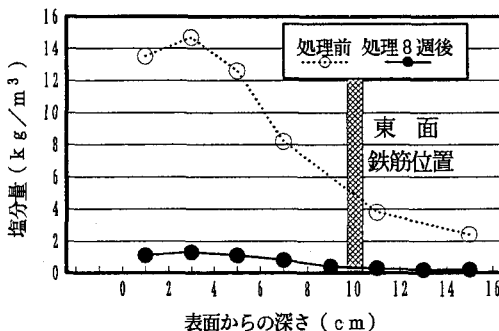


図-1 東面

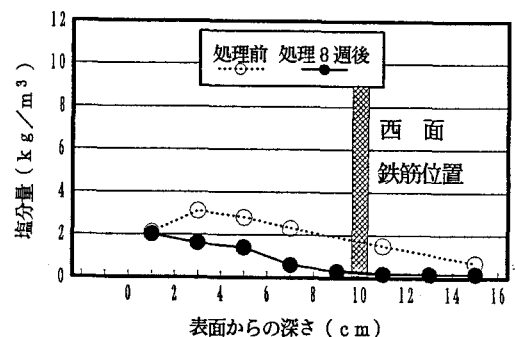


図-2 西面

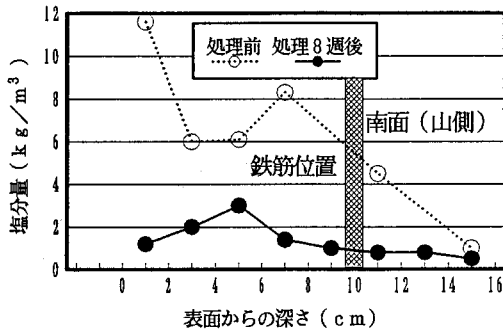


図-3 南面

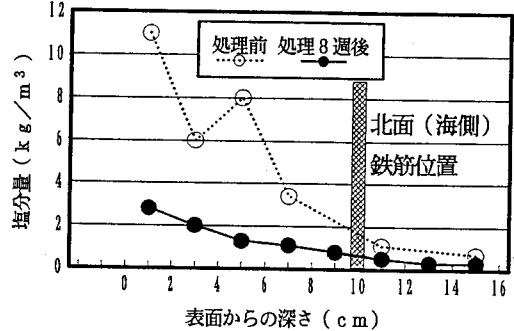


図-4 北面

なお、脱塩処理中のC1-の輸率を式(1)にて計算した結果、平均値が34%であった。

$$t_{c1} = \frac{A}{T} \times 100 (\%) \quad , \quad T = \frac{M \cdot I \cdot t}{Z \cdot F} \quad (1)$$

ここに、A：取り除けた塩分量(g)

T：通電により理論的に取り除ける塩分量(g)

M：原子量 (C1=35.5)

I・t：供給した電荷量(C)

Z：価数 (C1は1.0)

F：ファラデー定数 (96,500)

(3.2)鉄筋の自然電位

鉄筋の表面状態を把握する目的で自然電位の測定を行った。測定点は、東面、西面、北面についてはそれぞれ高さ方向20点×水平方向5点=100点の計300点、南面については高さ方向19点×水平方向5点=95点、合計395点とした。銅-硫酸銅電極換算した測定結果を表-1に示す。

ASTM C 876に従って、「 $E \geq -200\text{mV}$ は、腐食なし」、「 $-200 > E \geq -350$ は、不確定」、「 $-350 > E$ は、腐食あり」と判断すると、処理前においては、全体の39%にあたる154点が腐食ありの領域であり、残り61%が不確定となり、腐食なしと判断できる点はなかった。一方、通電処理終了後3ヶ月経過の時点では腐食ありの領域が26%の102点、不確定領域が72%、腐食なし領域が2%となり、さらに、6ヶ月経過の時点では、腐食ありの領域が7%、不確定領域が74%、腐食なし領域が19%となり、自然電位が貴の方向に進行していることが観察される。このことは、脱塩工法により鉄筋周辺部のコンクリート中の塩分量が 1.0kg/m^3 以下にまで低減したことにより、鉄筋の腐食因子が取り除かれ、その結果として、処理後の時間の経過とともに鉄筋の表面周辺が良好な環境状態に変化していることを示している。

表-1 鉄筋の自然電位

測定時期	処 理 前		処理終了3ヶ月後		処理終了6ヶ月後	
電 位 分 布(mv)	度数	指示率(%)	度数	指示率(%)	度数	指示率(%)
-150<E	0	0.0	0	0.0	1	0.3
-200<E≤-150	0	0.0	6	1.5	75	19.0
-250<E≤-200	8	2.0	117	29.7	146	36.8
-300<E≤-250	154	38.9	111	28.1	52	13.2
-350<E≤-300	79	20.0	59	14.9	95	24.1
-400<E≤-350	80	20.3	88	22.3	26	6.6
-450<E≤-400	67	17.0	14	3.5	0	0.0
E≤-450	7	1.8	0	0.0	0	0.0

4. まとめ

(1) 橋脚を用いて行った脱塩工法では、コンクリート中の含有塩分量を十分に低減することができる。特に、鉄筋周辺部では含有塩分量が 1kg/m^3 以下となっている。

(2) 脱塩効率である塩分の輸率は、約34%である。

(3) 鉄筋周辺の含有塩分量を低減することにより、鉄筋の自然電位が処理後の時間の経過とともに、貴の方向へ回復することが確認できた。

最後に、本研究にご協力頂きました関係各位に深く感謝いたします。