

## 電気化学的補修工法における電解質溶液のpHの影響

電気化学工業(株)

電気化学工業(株)

長岡技術科学大学

正会員○半田 実

正会員 芦田 公伸

島 美希

## 1. はじめに

塩害により腐食劣化したコンクリート構造物から塩分を除去することを目的とした電気化学的手法を用いた脱塩工法が最近開発されている。この工法は、コンクリート中の鋼材を陰極にし、コンクリート表面に仮設した陽極との間に電解質溶液を介して直流電流を流すことにより、塩素イオンをコンクリート内部からコンクリート表面の陽極、および、電解質溶液中に電気泳動させることにより、コンクリート中の塩分量を低減する方法である。

本研究は、電解質溶液のpHにより、溶液中に溶解している塩分の存在形態について検討を行ったので、その結果について報告する。

## 2. 実験概要

## 2.1 コンクリート供試体

普通ポルトランドセメント、姫川産川砂(比重2.62、F.M.=2.75)、および、姫川産砕石( $G_{max}=20\text{mm}$ 、比重2.65、F.M.=6.61)を使用して、単位セメント量 $280\text{kg/m}^3$ 、単位水量 $168\text{kg/m}^3$ 、細骨材率46.5%、空気量4.0%のコンクリートを用いた。なお、含有塩分として、食塩( $\text{NaCl}$ として純度99.0%)を $12\text{kg/m}^3$ (塩分量で $7.28\text{kg/m}^3$ )になるように混練り水に溶解して添加し、

コンクリート中に均一に分散させた。また、養生方法は、打設翌日脱型後材令28日まで $20^\circ\text{C}$ 湿空養生とした。コンクリートの供試体は、断面の直径が $10\text{cm}$ 、長さ $10\text{cm}$ の円柱体とし、その中心部に公称径 $10\text{mm}$ の磨き鋼棒を有するものとした。

## 2.2 電解質溶液

脱塩試験には6種類の電解質溶液を用いた。水道水を溶液A、中性リン酸水溶液を溶液B、 $0.3\text{mol/l}$ 濃度の $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 水溶液を溶液C、 $1\text{mol/l}$ 濃度の $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 水溶液を溶液D、 $0.3\text{mol/l}$ 濃度の $\text{LiOH}$ 水溶液を溶液E、 $1\text{mol/l}$ 濃度の $\text{LiOH}$ 水溶液を溶液Fとした。

## 2.3 脱塩方法

脱塩方法の概略を図-1に示す。電流密度はコンクリート表面積 $1\text{m}^2$ 当たり $2.5\text{A}$ とし、

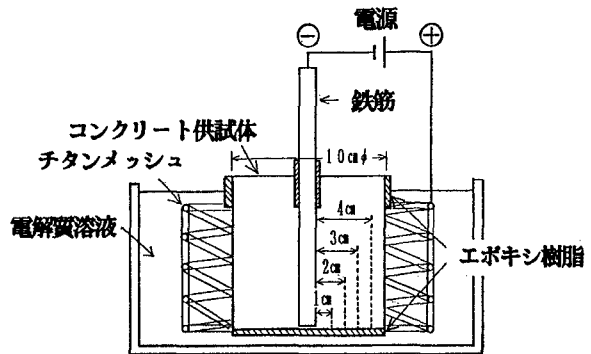


図-1 通電方法

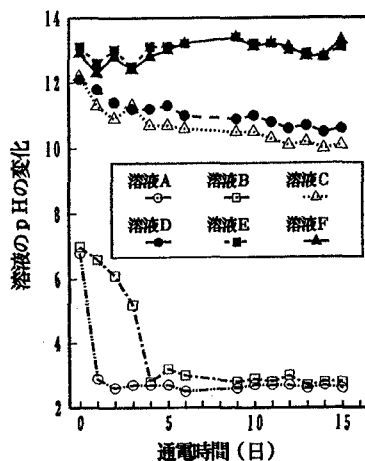


図-2 電解質溶液のpH

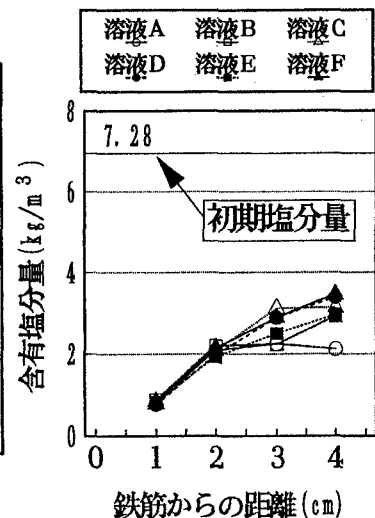


図-3 処理後の塩分量

15日間の通電を行った。電解質溶液はコンクリート供試体1個当たり3リットルとした。

#### 2. 4 塩素の測定方法

脱塩処理の過程において、コンクリートから抜け出す塩分を調べるために、電解質溶液中に溶解している塩素イオンと次亜塩素酸イオンの測定にはイオンクロマト法とオルトトリジン比色法を用いた。また、気体として発生する塩素ガスを測定するために容積3リットルのポリエチレン袋を被せ、その中の濃度を塩素ガス検知管(検出限界0.5ppm)にて測定した。

### 3. 結果と考察

#### 3. 1 通電時間とpH

通電時間と電解質溶液のpHの関係を図-2に示す。溶液Aと溶液BはpH値7前後の中性溶液であるが、通電開始後急速にpH値が低下し、pH=3程度の酸性領域になる。一方、pH値12~13のアルカリ性を示す溶液C~溶液Fは通電開始後若干の増減があるものの、ほぼ安定したpH値を示し、アルカリ性を保持している。

#### 3. 2 脱塩処理後の塩分量

15日間の脱塩処理後のコンクリート供試体に残存する含有塩分量を図-3に示す。初期の練混ぜ塩分量 $7.28\text{kg/m}^3$ と比較するといずれの電解質溶液においても含有塩分量が大幅に低減しており、電解質溶液の種類に保わり無く、脱塩効果が等しい。

#### 3. 3 塩素ガス発生量

通電時間と発生した塩素ガスの積算量を図-4に示す。溶液のpHが酸性領域になった溶液Aと溶液Bには、塩素ガスの発生が認められるが、溶液のpHがアルカリ性領域にある溶液C~溶液Fでは塩素ガスの発生は全く検知されなかった。

#### 3. 4 塩分の収支

初期塩分量 $7.28\text{kg/m}^3$ を100%とした場合の残存塩分量、溶液中の塩素イオン量と次亜塩素酸イオン量、および、塩素ガス量の割合を図-5に示す。いずれの電解質溶液においても、残存塩分量は30~40%である。次亜塩素酸イオンは溶液AとBにおいてのみ検出され、ともに約10%である。塩素ガスは溶液Aで約15%、溶液Bで約10%である。アルカリ性溶液である溶液C~Fにおいては、塩素イオンとして約50%の塩分が存在するが、塩素ガスは0%である。

### 4. まとめ

- 1) 脱塩効率は電解質溶液のpHに関わらず、ほぼ同じであった。
- 2) アルカリ性の電解質溶液の場合、塩素ガスは全く検出されない。また、脱塩された塩分はほとんどが電解質溶液中に塩素イオンとして存在していることが判明した。
- 3) 中性溶液は通電開始とともにpH値が低下し酸性溶液となる。
- 4) 電解質溶液が酸性領域の場合、脱塩に伴う塩素ガスの発生が検知された。

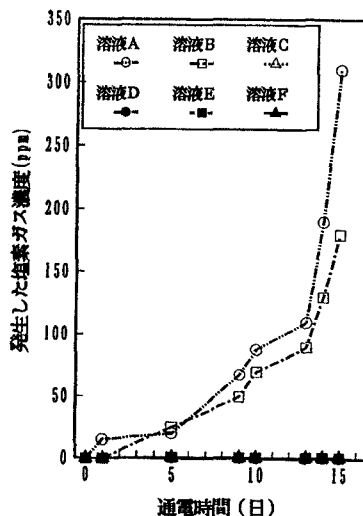


図-4 塩素ガスの積算量

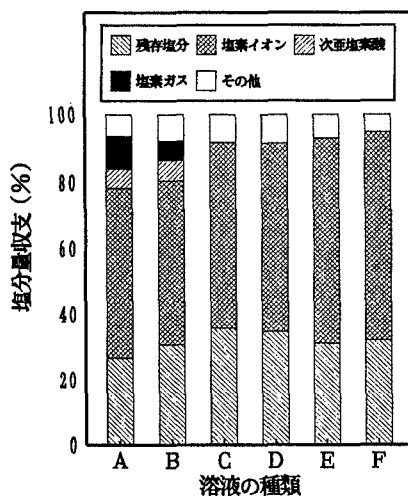


図-5 塩分の存在割合