

水セメント比および初期内在塩分量が脱塩工法の通電条件に及ぼす影響

東北大学 学生会員 ○田上 孝樹

東北大学 正会員 皆川 浩

東北大学 学生会員 片野 啓三郎

東北大学 正会員 久田 真

1. はじめに

電気化学的脱塩工法(以下、脱塩工法)は、鉄筋と外部電極との間に直流電流を流し、塩化物イオンを電気泳動によってコンクリート外へ除去、もしくは低減することにより、コンクリートの鋼材保護性能の回復、つまりは構造物の耐久性を回復させる工法である。脱塩工法では、一般的に電流密度 1 A/m^2 、通電期間 8 週間の条件で通電を実施する¹⁾が、コンクリート中の塩分量を目標値まで低減できない場合がある。これは、先に示した通電条件が経験的なものであり、コンクリート内部の諸条件に応じた最適な通電条件の選定法がなく、設計体系が十分に整備されていないためである。

そこで、本研究ではコンクリートコア試料に対して模擬脱塩試験を適用し、さまざまな通電条件で通電を行い、 W/C と初期内在塩分量が脱塩性状に及ぼす影響を検討した。

2. 実験概要

模擬脱塩試験とは、コア抜きした円柱コンクリートに対して、所定の通電条件で通電を行い、脱塩効果の確認と、より最適な通電条件の設定が検討できるように考えられた試験である。

本研究で用いたコンクリート供試体は、 $150 \times 150 \times 530 \text{ mm}$ の角柱型枠にコンクリートを打設後、材齢 28 日で角柱からコア抜きをして得られる $\phi 94 \text{ mm} \times 50 \text{ mm}$ の円柱供試体とした。なお、養生は 20°C の湿空養生とした。この円柱供試体の上面に電解質溶液保持のために塩ビ管を取り付け、そこに 800 ml の外部溶液を封入した。なお、外部溶液には 0.2 mol/L のホウ酸リチウム水溶液を用いた。陽極となるチタンメッシュは、脱塩面となるコンクリート表面より 20 mm 離れた位置に固定した。陰極にもチタンメッシュを使用し、鉄筋 D13 とほぼ同表面積に加工(2 枚

重ね)したチタンメッシュを円柱供試体の底面にポリマーセメントモルタルによって接着した。その後円柱供試体の上面(脱塩面)以外をエポキシ樹脂でコーティングした。

本研究で採用した電流密度は脱塩面の面積に対して 1 A/m^2 、 4 A/m^2 の 2 水準、通電期間は 1 A/m^2 では 4 週、8 週、12 週および 40 週、 4 A/m^2 では 1 週、2 週、3 週および 10 週として、直流電流を定電流制御で与えた。

本研究で使用したコンクリートの示方配合を表-1 に示す。混和剤は、AE 剤としてアニオン系界面活性剤を使用した。本研究では、さまざまな塩害環境を模擬するために、初期内在塩分量を 3 水準とし、コンクリート単位体積あたり NaCl 量で 2 kg/m^3 、 8 kg/m^3 、 16.5 kg/m^3 を混入した。これは塩化物イオン量で 1.2 kg/m^3 、 4.8 kg/m^3 、 10 kg/m^3 に相当する。なお、既往の研究²⁾を参考にして、混入した NaCl 量と同重量の細骨材を減じた。

3. 実験結果および考察

(1) 脱塩量と積算電流密度の関係

図-1 に初期内在 NaCl 量を 8.0 kg/m^3 一定とした供試体の単位通電面積あたりの脱塩量(以下、脱塩量)と積算電流密度の関係を示す。ここで積算電流密度とは、電流密度を通電時間で積分した値であり、電流密度が一定であれば、電流密度と通電時間の積で表される。図-1 より、同一積算電流密度においては、脱塩量は高 W/C ほど多くなるものの、電流密度が同一であれば脱塩量は同程度の値を示した。

表-1 示方配合

W/C (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m^3)				
		W	C	S	G	A
40	38	167	422	658	1140	1.054
50	40	175	353	693	1140	0.882
60	42	179	300	728	1140	0.750

キーワード 脱塩工法, 模擬脱塩試験, 通電条件, 脱塩量, 目標脱塩達成率

連絡先 〒980-8579 仙台市青葉区荒巻字青葉6-6-06 東北大学大学院土木工学専攻 Tel 022-795-7430

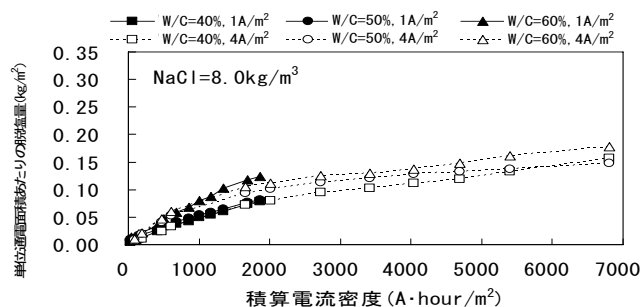


図-1 単位通電面積あたりの脱塩量と積算電流密度の関係 (初期内在塩分量一定)

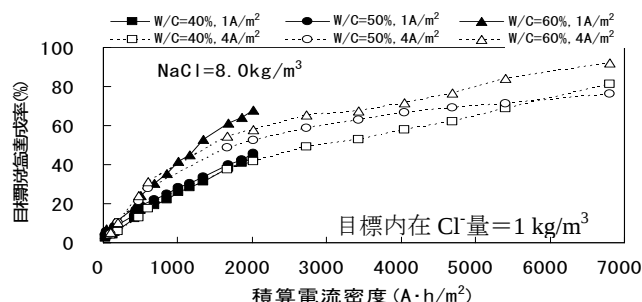


図-3 目標脱塩達成率と積算電流密度の関係 (初期内在塩分量一定)

図-2 に $W/C=50\%$ 一定とした供試体の脱塩量と積算電流密度の関係を示す。図-2 より、同一積算電流密度で整理すると、初期内在塩分量が多いほど脱塩量も多くなるが、電流密度による変化がないことは明らかである。

(2) 目標脱塩達成率と積算電流密度の関係

本研究では、式(1)に示すように目標脱塩達成率を定義した。

$$N = \frac{Q_{Cl^-}}{Q_A} \times 100(\%) \quad (1)$$

ここで、 Q_{Cl^-} : 脱塩量(kg/m^2)、 Q_A : 目標脱塩量(kg/m^2)であり、目標脱塩量は初期内在塩化物イオン量と脱塩後の内在塩化物イオン量の目標値(以下、目標内在 Cl^- 量)の差から求められる。

図-3 に初期内在 $NaCl$ 量を 8.0 kg/m^3 一定とした供試体の目標脱塩達成率と積算電流密度の関係を示す。同一積算電流密度においては、目標脱塩達成率は高 W/C ほど大きくなるが、 W/C 毎に電流密度の影響をあまり受けないことがわかる。

図-4 および図-5 に $W/C=50\%$ 一定とした供試体の目標脱塩達成率と積算電流密度の関係を示す。図-4 および図-5 は目標内在 Cl^- 量を 1.0 kg/m^3 、 2.0 kg/m^3 とした場合である。図-4 および図-5 より、目標脱塩達成率を 100% にするのに必要な積算電流密度は初期内在塩分量が少ないほうが小さいことがわかる。

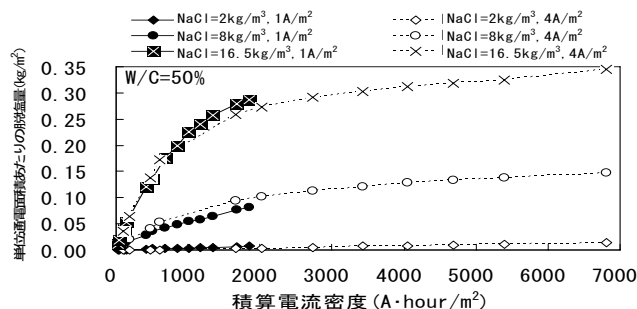


図-2 単位通電面積あたりの脱塩量と積算電流密度の関係 (W/C 一定)

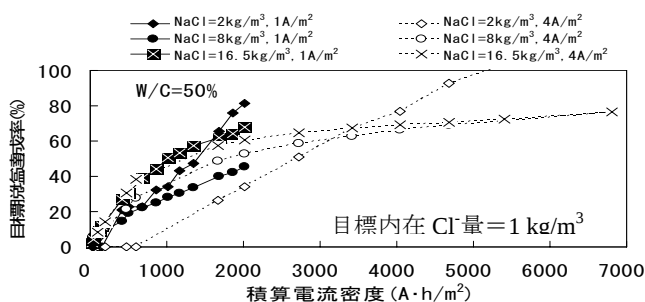


図-4 目標脱塩達成率と積算電流密度の関係 (W/C 一定, 目標内在 Cl^- 量 $= 1 \text{ kg/m}^3$)

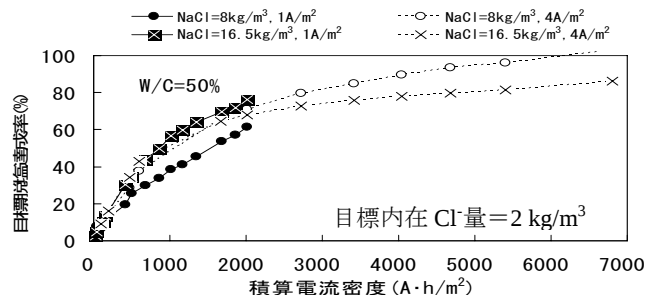


図-5 目標脱塩達成率と積算電流密度の関係 (W/C 一定, 目標内在 Cl^- 量 $= 2 \text{ kg/m}^3$)

4. 結論

W/C や初期内在塩分量の条件が同じであれば、脱塩量は積算電流密度に依存する。その依存の程度は電流密度に影響を受けないが、 W/C および初期内在塩分量に影響を受ける。また、目標脱塩量を達成するために必要な積算電流密度は、低 W/C ほど、および初期内在塩分量が多いほど大きくなる。よって脱塩工法の設計に関しては、 W/C や初期内在塩分量を考慮して、適切な通電条件を選定することが重要であると考えられる。

参考文献

- 1) 土木学会：電気化学的防食工法 設計施工指針 (案), 2001.
- 2) 上田隆雄: 塩害により劣化したコンクリート構造物へのデサリネーションの適用に関する研究, 京都大学学位論文, 1999