

京都大学工学部 学生員 〇小川智広 京都大学大学院 学生員 上田隆雄
京都大学工学部 正員 宮川豊章 電気化学工業 芦田公伸

1. はじめに コンクリート中の Cl^- をデサリネーション（電気化学的脱塩手法）を用いて取り除いた後の、コンクリート中に残存している Cl^- の挙動を検討した。さらに、細孔径分布の測定を行うことにより鉄筋近傍の細孔構造の変化を検討するとともに、種々の環境下で経時的に塩分濃度と中性化深さの測定を行うことにより、デサリネーション適用後のRCの耐久性状を評価することとした。

2. 実験概要 混入 Cl^- 量として、比較的厳しい塩害が生じた場合に見られる 8.0kg/m^3 を最大とする2レベル（ $4.0, 8.0\text{kg/m}^3$ ）を選んだ。電流密度は鉄筋表面積に対して $0.0, 5.0\text{A/m}^2$ 、通電期間として8週間を基本レベルとし、細孔径分布測定用供試体のみ、4週の通電も併せて行った。通電は2面通電とし、電流を流さない面にはエポキシ樹脂を塗り、絶縁した。実験に用いた供試体を図1に示す。塩水浸漬は、5%の NaCl 溶液に浸漬し、促進中性化は温度 30°C 、湿度60%、 CO_2 濃度5%の環境条件に静置した。

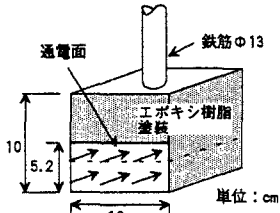


図1 供試体図

3. 試験結果および考察 電流密度 0.0A/m^2 および 5.0A/m^2 で、8週間通電処理を行った後、飽水シールを施した供試体の Cl^-

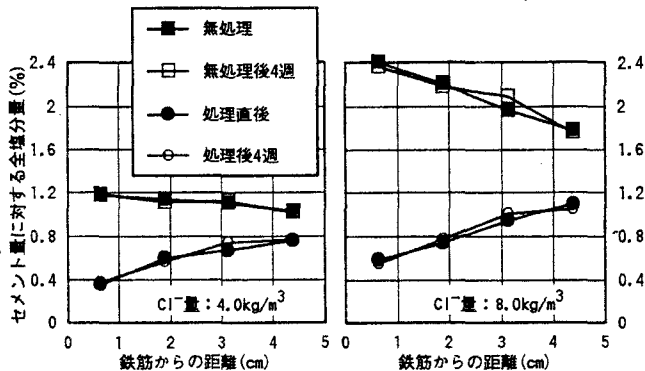


図2 Cl^- の再分布状況

（全塩分）の再分布状況を図2に示す。図2によると、無通電、通電供試体ともに4週間の静置では Cl^- の再分布はほとんどみられない。なお、無通電の供試体のコンクリート表面付近の Cl^- 濃度が若干減少している

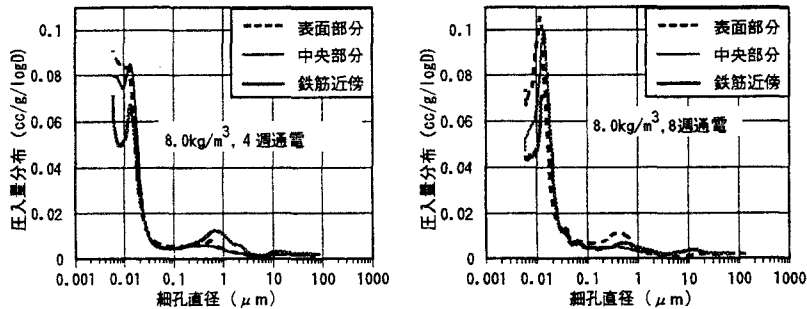


図3 細孔径分布（4週および8週通電）

表1 細孔量一覧（単位：cc/g）

	D=0.006~0.05 μm			D=0.1~2 μm		
	表面部分	中央部分	鉄筋近傍	表面部分	中央部分	鉄筋近傍
無通電	0.03699	0.03908	0.04225	0.00995	0.00922	0.00915
4週通電	0.04619	0.04725	0.03474	0.00698	0.00606	0.01039
8週通電	0.04540	0.04376	0.03275	0.00963	0.00542	0.00664

的な検討を行うとともに、可溶性塩分量の変化も併せて測定する予定である。

Cl^- 量 8.0kg/m^3 で、 5.0A/m^2 を4週通電、8週通電した供試体の細孔径分布を図3に示す。また図3において

顕著な差が認められた細孔径領域 $0.006\sim0.05\ \mu\text{m}$ および $0.1\sim2.0\ \mu\text{m}$ の細孔量を無通电の供試体を加え表1に示す。4週通电の供試体では、鉄筋近傍において $0.05\ \mu\text{m}$ 以下の細孔量が減少し、 $0.1\sim2.0\ \mu\text{m}$ 付近の細孔量が増加している。このような分布となったのは、通电処理により、鉄筋近傍のセメントペーストが比較的にポーラスな細孔構造となったことによるものと考えられる。これに対して、表面部分および中央部分においては細孔構造に大きな差はみられない。8週通电の供試体では、無通电の供試体に比べ鉄筋近傍において、4週通电の場合と同様に、 $0.05\ \mu\text{m}$ 以下の細孔量が減少しているものの、 $0.1\sim2.0\ \mu\text{m}$ の細孔量の増加は見られなかった。このような分布となったのは、4週通电の結果も併せて考えると、通电によりいったんポーラスな状態となったモルタルの細孔構造が、さらにその後の通电により、鉄筋近傍に集積したアルカリの作用で C-S-H 相に含まれるケイ酸塩が、溶解性のケイ酸塩に変質し、モルタル中に存在した比較的大きな細孔を埋めたものと推定される。また、 Cl^- 量 4.0kg/m^3 の場合は、無通电と8週通电の供試体の細孔構造に、通电による顕著な影響は見られなかった。以上より、今回の実験程度の通电レベルでは、通电期間よりも混入塩化物量の方が細孔構造に与える影響は大きいと考えられる。

0.0A/m^2 および 5.0A/m^2 で、8週間通电処理を行った直後と、その後塩水に4週間浸漬した後

の Cl^- 濃度（全塩分）の分布を図4に示す。塩水浸漬を開始する時点では、通电処理後の供試体の方がコンクリート中の Cl^- 濃度は小さいため、通电による表面付近の細孔構造の変化がないとすると、濃度勾配による Cl^- の拡散力は通电処理後の供試体の方が大きいといえる。しかし、図4によると塩水からの Cl^- の浸透深さに通电処理の影響はみられないものの、表面部分における塩水からの Cl^- の浸透量は、無通电の供試体の方が 4.0kg/m^3 では若干、 8.0kg/m^3 の供試体では2倍近く大きくなっている。この理由として本研究では、電解液として飽和 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 溶液を使用しているため、通电処理により CaCO_3 がコンクリート表面に析出し、 Cl^- の浸透を抑制した可能性も考えられる[1]。細孔径分布の測定結果からは通电によるコンクリート表面付近の細孔構造への影響は小さかったことも考慮に入れて、現段階では通电処理が Cl^- の浸透性に与える影響は小さいと考えられるが、今後鉄筋近傍にまで Cl^- が浸透した場合も含めて長期的検討が必要であろう。

8週間の通电処理終了後に中性化を促進した時の、中性化深さを図5に示す。8週間の通电処理中は、すべての供試体を電解液中に浸漬したため、通电処理の有無によらず、処理期間終了直後の中性化深さは 0.0cm となった。この後4週間の促進中性化による中性化深さは、通电処理を行ったものの方が小さいことがわかる。今回の供試体は元々中性化していなかったが、通电処理により供試体中のアルカリ性が高くなり中性化しにくくなったものと考えられる。また、塩水浸漬の場合と同様に CaCO_3 のコンクリート表面への析出による影響の可能性も考えられる。

4. まとめ 通电処理終了後、静置期間4週間では Cl^- の再分布は認められなかった。今回の実験程度の通电レベルでは、通电期間よりも混入塩化物量の方が細孔構造に与える影響は大きいと考えられる。また現段階では、通电処理により Cl^- の浸透は抑制され、中性化もしにくくなっていると考えられるが、今後の長期的な検討が必要であると考えられる。

参考文献 [1]横田優、佐々木晴敏、福手勤、"電着工法による港湾コンクリート構造物の補修と防食について"、コンクリート工学年次論文報告集、Vol.14、No.1、1992

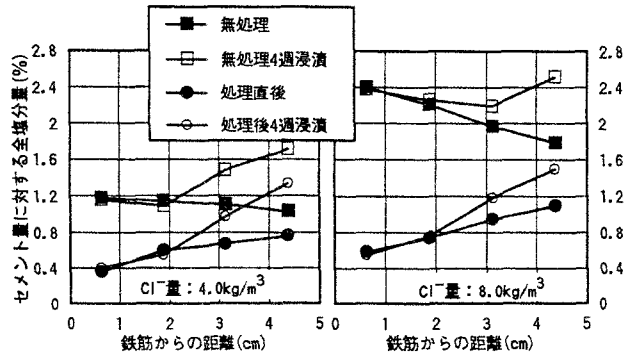


図4 Cl^- の分布（塩水浸漬）

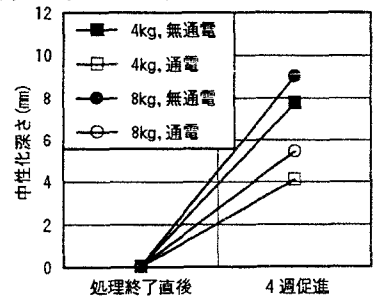


図5 中性化深さの経時変化