

表面保護工を施したコンクリート供試体を用いた塩化物イオンの電気泳動試験

群馬大学工学部 学生会員 ○峠坂 直樹
 群馬大学工学部 正会員 杉山 隆文
 群馬大学大学院 学生会員 室伏 瞳
 群馬大学大学院 学生会員 松田 康紀

1. はじめに

コンクリート構造物の塩害に関連して、鉄筋の腐食を誘発する主要因である塩化物イオン浸透に対する防護策として有望視されるものに表面保護工がある。本研究は、表面保護工による塩化物イオン浸透抑制効果を検討する為、無機系の表面被覆材を用いたコンクリートに対して電気泳動試験を行い、実効拡散係数から塩化物イオンの浸透性を調査し、結果を報告する。

2. 実験概要

(1) 供試体

表-1にコンクリート供試体の配合及び諸性状を示す。供試体は幅 50mm、高さ 150mm の矩形型枠に打ち込み、28 日間湿布養生し、直径 100mm、厚さ 50mm でコア抜きした。表-2に表面被覆材の諸性状を示す。表面被覆材は無機系の

ポリマーセメントモルタルであり、N、S の 2 種類を用いた。無機系被覆材の評価は、土木学会表面保護工設計施工指針（案）の基準値を用いた。表面被覆コンクリートの施工は、始めに前準備としてコンクリート表面を#150 の研磨紙で削り、目粗しを行った後、水洗いをして湿布養生した。付着面は、実構造物と同様に形枠に接している面である。その後、無機系被覆材をコンクリート表面に薄く吹き付け、ブラシでよく擦り込んだ。再度被覆材を所定量吹き付け、温度 $20\pm 2^{\circ}\text{C}$ 、湿度 $60\pm 5\%$ の室内で気中養生を行った。この工程を 2 回行い、コンクリートへの被覆材の施工厚さを約 2mm とした。供試体のシリーズは、①普通コンクリート（N55、N65、FA55）②表面被覆材（PCM-N2、PCM-N20、PCM-S2、PCM-S20）③表面被覆コンクリート（N シリーズ）（N55-PCM-N、N65-PCM-N、FA55-PCM-N）④表面被覆コンクリート（S シリーズ）（N55-PCM-S、N65-PCM-S、FA55-PCM-S）の 4 つである。

(2) 電気泳動試験

電気泳動試験の概略図を図-1に示す。試験は「電気泳動によるコンクリート中の塩化物イオンの実効拡散係数試験方法(案)JSCE G571-2003」に準じて実施した。試験は恒温室（温度 $20^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ ）で行い、試験溶液は陽極側に NaOH 溶液（0.3mol/l）、陰極側に NaCl 溶液（0.51mol/l）を使用し、印加電圧は 15V とした。表面被覆コンクリートは被覆材面が NaCl 溶液に接するように設置した。両極の溶液は適宜サンプリングし、溶液の温度、電流、電圧、塩化物イオン濃度を測定した。また、常に同程度の濃度を保つために両極の溶液交換を適宜行った。試験期間は陽極側の塩化物イオン濃度の増加割合が一定と判断された定常状態で試験を終了した。試験終了後、試験結果より塩化物イオンの実効拡散係数を算出した。

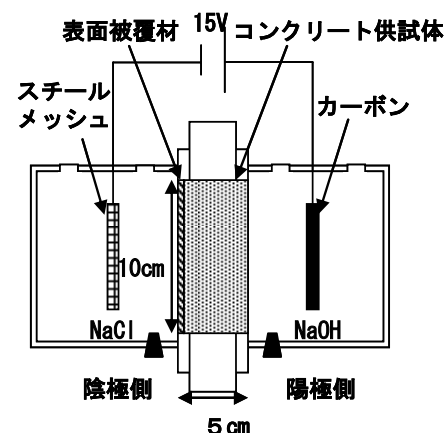


図-1 電気泳動試験概略図
(JSCE - G571-2003)

キーワード：表面保護工 電気泳動試験 実効拡散係数

連絡先：〒376-8515 群馬県桐生市天神町 1-5-1 TEL 0277-30-1613 FAX 0277-30-1601

3. 実験結果

図-2 に陽極側および陰極側の塩化物イオン濃度の経時変化を示す。塩化物イオン浸透性は、電気泳動試験によって算出された実効拡散係数によって評価した。

定常状時における傾きからフラックス $J_{Cl}(\text{mol}/(\text{cm}^2 \cdot \text{s}))$ を求め、ネルンスト-プランク式を応用した式 (1) から塩化物イオンの実効拡散係数 $D_{Cl}(\text{cm}^2/\text{s})$ を算出した。

$$D_{Cl} = \frac{R \times T}{Z_{Cl} \times F \times \left(\frac{\Delta E - \Delta E_c}{L} \right) \times C_{Cl}} \times J_{Cl} \quad \text{式 (1)}$$

ここに、R: 気体定数 (8.314J/(mol・K))、T: 絶対温度 (K)、 Z_{Cl} : 塩化物イオンの電荷数、F: ファラデー定数 (96500C/mol)、L: 供試験の厚さ(cm)、 $\Delta E - \Delta E_c$: 供試体表面間の測定電位 (V)、 C_{Cl} : 試験溶液の塩化物イオン濃度 (mol/l)

図-3 に実効拡散係数を示す。実効拡散係数は、それぞれ3体の平均値とした。なお、表面被覆材、表面被覆コンクリート(FA55-PCM-S)では2体の平均値とした。なお、被覆

材供試体は、厚さ 20mm、直径 100mm のものと、厚さ 2mm、直径 100mm のものとした。

実効拡散係数は、普通コンクリートに比べて表面被覆コンクリート(N シリーズ、S シリーズ)が小さく、表面被覆材の効果が明らかである。また、普通コンクリートでは N65 が最も大きく、N55、FA55 の順に小さくなった。表面被覆コンクリート (N シリーズ、S シリーズ) にも同様の傾向がみられ、N65-PCM-N、S が最も大きく、N55-PCM-N、S、FA55-PCM-N、S の順に小さくなった。表面被覆コンクリート S シリーズではそれぞれ同一種類の供試体 2 体の結果においてばらつきが見られた。これは、電気泳動試験後の表面被覆材表面に「ふくれ」の現象が見られ、その影響によってばらつきが生じたと考えられる。

表面被覆材のみの比較では、実効拡散係数は PCM-N よりも PCM-S の方が小さくなったが、表面被覆コンクリートの N シリーズと S シリーズを比較すると、両者の実効拡散係数には大きな差は見られなかった。

4. まとめ

表面被覆コンクリート (N シリーズ、S シリーズ) の電気泳動試験により求められる実効拡散係数は、普通コンクリートに比べて小さくなり、表面保護工を施すことによる塩化物イオン浸透抑制効果を確認することができた。また、実効拡散係数は、表面被覆コンクリートにおいても N65-PCM-N、S が最も大きく N55-PCM-N、S、FA55-PCM-N、S の順に小さくなり、普通コンクリートと同様の傾向を示した。

謝辞：本研究の一部は、科学研究費補助金 (基盤(B)、課題番号：16360215、代表者：杉山隆文) を受けて実施したものです。

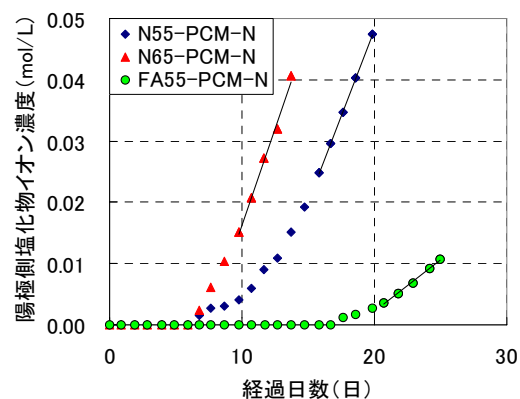


図-2 塩化物イオン濃度の経時変化

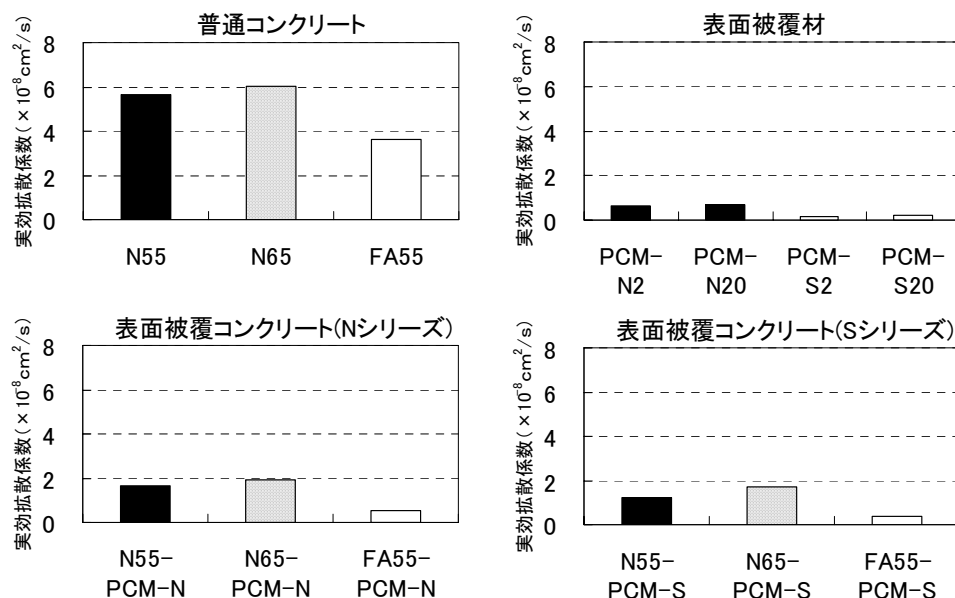


図-3 実効拡散係数(平均値)