

塩化物の移動駆動力の違いがセメント硬化体中の塩化物浸透性に与える影響

東京理科大学大学院 学生会員 ○直町聡子
 東京理科大学大学院 学生会員 堀圭悟
 東京理科大学 正会員 加藤佳孝
 東京理科大学 正会員 三田勝也

1. はじめに

コンクリート構造物の塩害に関する照査では、塩化物イオンの見かけの拡散係数が必要であり、浸せき試験や電気泳動試験によって把握することが一般的である。浸せき試験では、塩化物イオンの移動の駆動力は濃度勾配で、非定常状態の全塩化物量の分布から見かけの拡散係数を求めている。一方、電気泳動試験では、塩化物イオンの移動の駆動力は電位差で、定常状態の塩化物イオンの移動から実効拡散係数を求め、実験式を活用して見かけの拡散係数を求めている。ここで、電気泳動試験の非定常状態から見かけの拡散係数を算出する方法も提案されている¹⁾が、これら3種類の見かけの拡散係数を比較検討している研究は少なく、本研究では、これらの3種類の見かけの拡散係数を比較し検討した。

2. 実験概要

2.1 供試体概要

普通ポルトランドセメント(以下 OPC)用い、W/C=50%のモルタルを対象とした。φ100×200mmの円柱供試体に打設し、28日間水中養生後、φ100×50mmに切断した供試体を用いた。

2.2 浸せき試験と電気泳動試験

電気泳動試験と供試体概要を図-1に示す。供試体を設置して、陽極側に0.30(mol/l)のNaOH溶液、陰極側に0.50(mol/l)のNaCl溶液を注入し、直流定電圧15Vを電極間へ印加し、所定の期間通電した。通電期間中、陽極側塩化物イオン濃度を毎日滴定した。供試体内部の塩化物を測定する場合、図-1のように10mmごとに切断し、電位差滴定法を用いて全塩化物量を測定した。

浸せき試験は、10%のNaCl溶液に所定の材齢(28, 56, 91日)まで浸せきさせ全塩化物量を測定した。

3. 実験結果および考察

3.1 実験結果

図-2に、電気泳動試験の非定常状態における供試体内部の塩化物量分布の測定結果を示す。図-2から塩化物移動速度 k を求め、非定常状態の見かけの拡散係数(D_{nssm})を、式(1)を用いて算出した¹⁾。

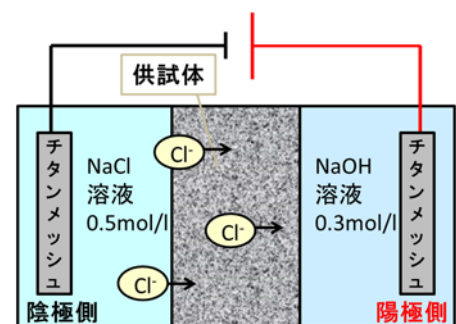


図-1 電気泳動試験と供試体概要

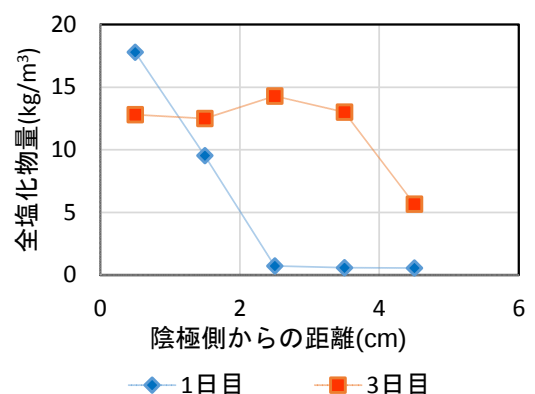


図-2 供試体内部の塩化物量経時変化

キーワード：電気泳動試験、浸せき試験、実効拡散係数、見かけの拡散係数

連絡先：〒278-8510 千葉県野田市山崎 2641 TEL04-7123-9766

$$D_{nssm} = k \cdot \frac{RT}{|z|F} \cdot \frac{L}{\Delta\phi} \quad (1)$$

ここに、 k ：ある塩化物濃度の移動速度 ((kg/m³)/cm), R ：気体定数(7.31J/(mol/K)), T ：絶対温度測定値(K), z ：価数(-1), F ：ファラデー定数(96500C/mol), L ：供試体厚さ(50mm), $\Delta\phi$ ：電位差(V)である。

図-3 に電気泳動試験から得られた陽極側塩化物濃度経時変化を示す。塩化物量の増加割合が一定となった時を定常状態とみなし、実効拡散係数(D_e)を式(2)より算出し¹⁾、さらに見かけの拡散係数(D_{ae})を式(3)より求めた。

$$D_e = \frac{J_{cl}RTL}{|z|Fc\Delta\phi} \cdot 100 \quad (2)$$

$$D_{ae} = k_1 \cdot k_2 \cdot D_e \quad (3)$$

ここに、 k_1 ：コンクリート表面の陰極側、陽極側塩化物イオン濃度のつりあいに関わる係数、 k_2 ：セメント水和物中への固定化に関わる係数である。

図-4 に浸せき試験の全塩化物量分布を浸せき材齢ごとに示す。浸せき材齢が長期になると、浸透深さは深くなっている。この結果を用いて算出した見かけの拡散係数を、浸せき材齢 28, 56, 91 日の順で、それぞれ D_{ap28} , D_{ap56} , D_{ap91} とした。

図-5 に電気泳動試験と浸せき試験の見かけの拡散係数の比較結果を示す。電気泳動試験の定常状態から算出した見かけの拡散係数(D_{ae})は、浸せき材齢 56 日および 91 日の見かけの拡散係数と概ね同程度である。また、浸せき材齢 28 日では、2 層目が 0.01kg/m³ と非常に少ないため、求めた見かけの拡散係数の精度が悪い可能性が考えられる。非定常状態から算出した見かけの拡散係数(D_{nssm})は非常に小さい値となったが、この原因は不明であり、今後の検討課題である。

4. まとめ

- 1) 浸せき材齢 56, 91 日の見かけの拡散係数は、既往の研究で提案されている換算式を用いることで、電気泳動試験の定常状態の結果から推定できた。
- 2) 浸せき材齢が 28 日のように短期間の場合、精度良く見かけの拡散係数が算定できない可能性がある。

電気泳動試験の非定常状態から算出した見かけの拡散係数が非常に小さい値となったことは、原因が不明であり今後検討する必要がある。

参考文献 1)コンクリート技術シリーズ 55, コンクリートの塩化物イオン拡散係数試験方法の制定と規準化が望まれる試験方法の動向

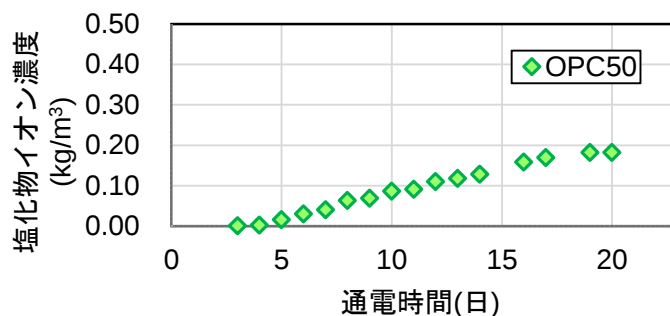


図-3 陽極側塩化物濃度経時変化

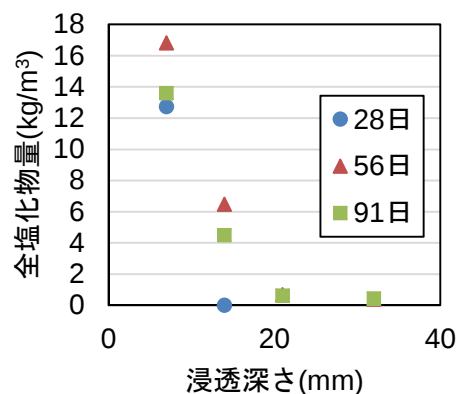


図-4 浸せき試験塩化物量経時変化

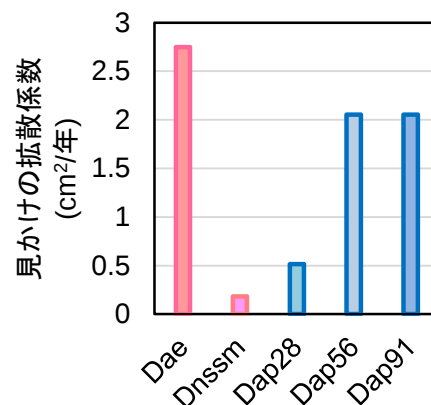


図-5 見かけの拡散係数比較結果