

コンクリートの劣化が塩化物イオン浸透性に及ぼす影響

岡山大学大学院 学生員 ○森脇拓也
アイサワ工業(株) 正会員 細谷多慶
岡山大学大学院 正会員 綾野克紀

1. はじめに

コンクリートは、劣化にともなって微細なひび割れを発生させる。従って、コンクリートの塩化物イオン浸透性は、その劣化とともに変化する。本研究では、乾燥および凍結融解作用によって劣化したコンクリートの塩化物イオン浸透性を調べた。種々の浸せき期間における塩化物イオン量分布を測定し、新しい塩化物イオン拡散係数の算定式を提案した。

2. 実験概要

コンクリートの配合は、水セメント比 60%および 30%、単位水量 175kg/m^3 とした。実験には、 105°C および 500°C の乾燥、凍結融解試験によって劣化させたコンクリートと、劣化を受けていないコンクリートを用いた。 105°C での乾燥は、長さ変化が一定となるまで行った。 500°C での乾燥は、14 時間かけて温度を上昇させ、 500°C 到達後炉外に取り出した。凍結融解試験は 360、540 および 720 サイクルまで行った。劣化の評価方法として、水銀圧入ポロシメーターを用いて細孔径分布測定を行った。乾燥、凍結融解試験によって劣化したコンクリートおよび劣化を受けていないコンクリートで塩化物イオン濃度 3.5% の塩水浸せき試験を行い、塩化物イオン量分布を調べた。また、比較として JSCE-G572-2003 による塩水浸せき試験を行った。

3. 実験結果

Fig.1 および **Fig.2** は、それぞれ劣化を受けていないコンクリートの供試体および 500°C の乾燥を受けたコンクリートの円柱供試体の塩化物イオン量分布を示している。また、**Fig.3** に 500°C の乾燥を受けたコンクリートの円柱供試体の任意位置における塩化物イオン量の経時変化を示す。これらの図より、 500°C の乾燥を受けた供試体は、劣化を受けていないコンクリートと比較して、浸せき初期の段階で塩化物イオンが多く浸透しており、コンクリートが劣化していることが分かる。**Fig.4** に、JSCE-G572-2003 による塩水浸せき試験の浸せき期間 91 日目の塩化物イオン量分布を示す。この図から、 105°C および 500°C の乾燥、凍結融解試験を受けたコンクリートと劣化を受けていないコンクリートの塩化物イオン量分布に差がないことが分かる。

本研究では、一軸方向による浸透と軸対象による浸透の 2 種類の条件下で塩化物イオン拡散係数の算定式を検討した。**Fig.5** に浸透条件の概念図を示す。式(1)および式(2)は、それぞれ一軸方向の浸透、軸対象の浸透条件下における算定式である。ここで D : 塩化物イオン拡散係数、 $C(x,t)$: 塩化物イオン量、 x および r : 供試体の中心からの軸方向距離、 t : 浸透期間、 L および R : 供試体中心から表面までの距離、 q_t : 単位時間あたりに単位面積あたりの浸せき表面を通過する塩化物イオン量である。式(1)および式(2)から求めた塩化物イオン拡散係数を比較すると、劣化を受けていないコンクリートの場合は、それぞれ $2.19 \times 10^{-5} \text{ mm}^2/\text{sec}$ と $2.02 \times 10^{-5} \text{ mm}^2/\text{sec}$ 、 500°C の乾燥を受けたコンクリートの場合は、それぞれ $8.40 \times 10^{-5} \text{ mm}^2/\text{sec}$ と $7.49 \times 10^{-5} \text{ mm}^2/\text{sec}$ となった。これより、浸透条件の違いによる算定値に差が見られず、本提案式の妥当性が伺える。

Fig.6 の白抜きに本提案式から求めた塩化物イオン拡散係数を、塗りつぶしに JSCE-G572-2003 に従って求めた塩化物イオン拡散係数を示す。本提案式から得た塩化物イオン拡散係数は、劣化によって違いが見られる。JSCE-G572-2003 による方法では、どのコンクリートにおいても $1.00 \times 10^{-5} \text{ mm}^2/\text{sec}$ 前後の値を示している。

4. まとめ

本研究では、塩化物イオン拡散係数を求める新しい算定式を提案した。JSCE-G572-2003 に従って求めた塩化物イオン拡散係数では、劣化の塩化物イオン浸透性に対する影響を表現できなかった。しかし、提案式から求めた塩化物イオン拡散係数では、劣化が塩化物イオン浸透性に及ぼす影響を表すことができた。

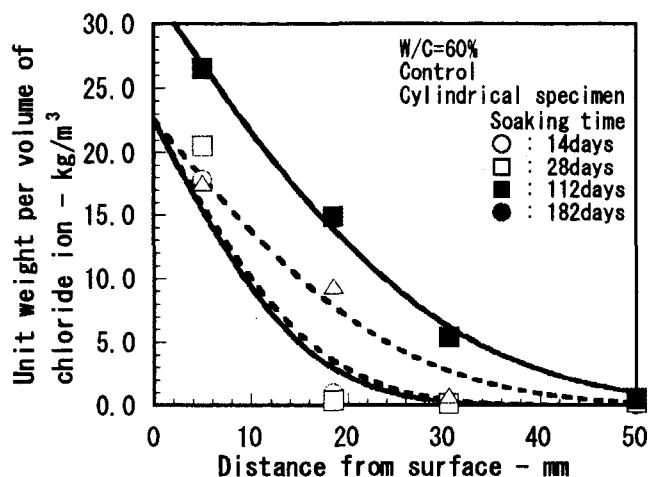


Fig.1 Chloride ion concentration by control

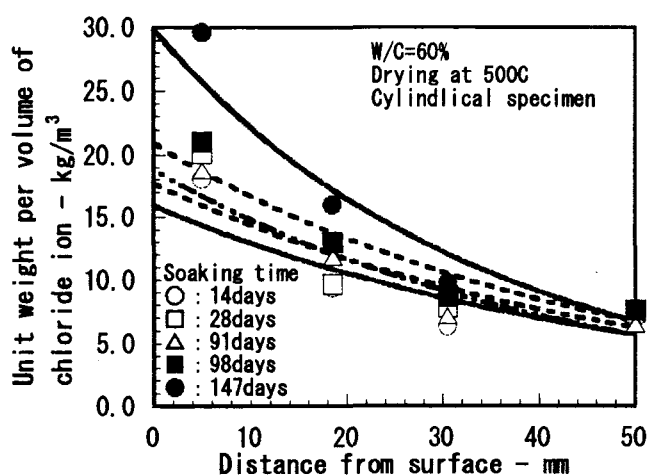


Fig.2 Chloride ion concentration by Drying at 500C

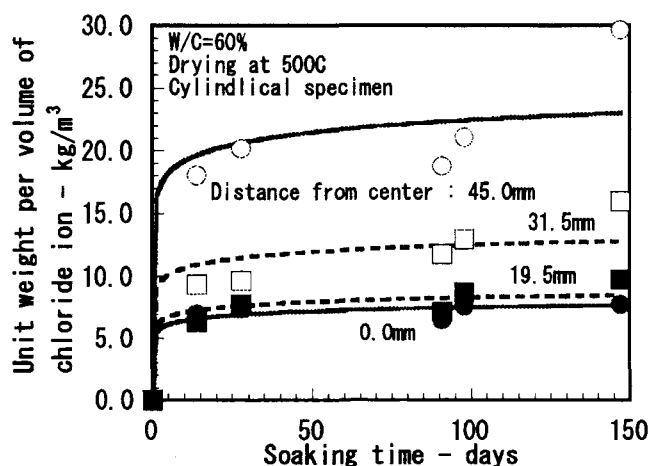


Fig.3 The change in properties of chloride ion concentration by drying at 500C with time

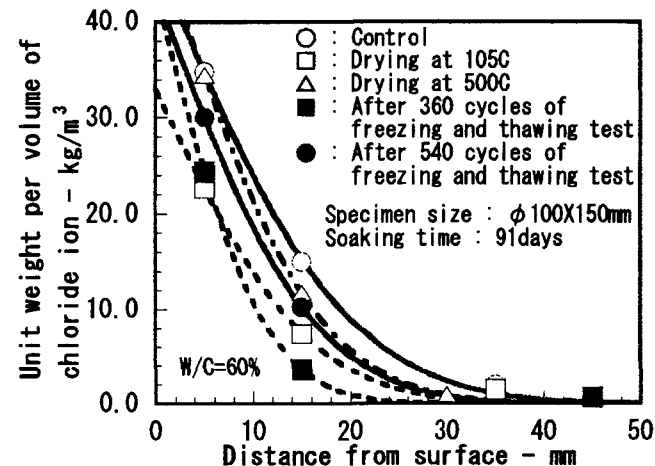


Fig.4 Chloride ion concentration by JSCE-G572-2003

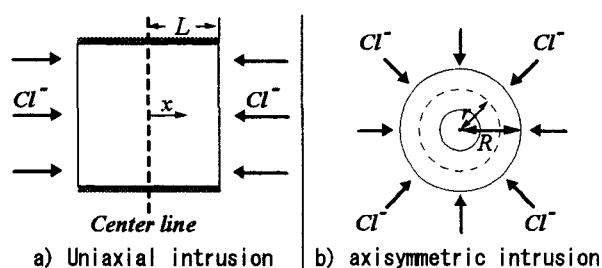


Fig.5 Condition of intrusion

$$D = \frac{C(L, t) \cdot q_t - \int_0^L C(x, t) \cdot \frac{\partial C(x, t)}{\partial t} dx}{\int_0^L \left(\frac{\partial C(x, t)}{\partial x} \right)^2 dx} \dots (1)$$

$$D = \frac{C(R, t) \cdot r \cdot q_t - \int_0^R C(r, t) \cdot r \cdot \frac{\partial C(r, t)}{\partial t} dr}{\int_0^R r \cdot \left(\frac{\partial C(r, t)}{\partial r} \right)^2 dr} \dots (2)$$

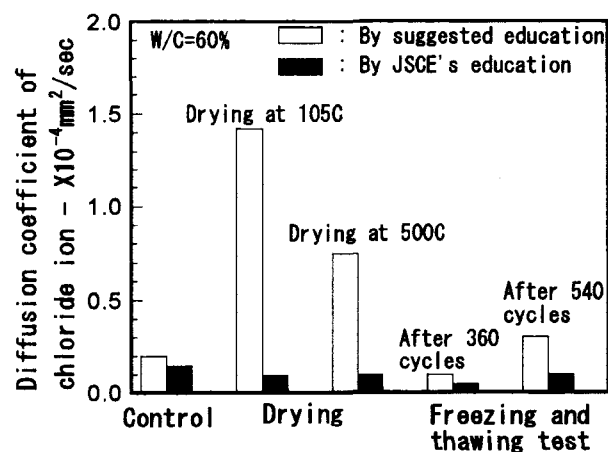


Fig.6 Diffusion coefficient by suggested and JSCE's education