

新潟大学大学院	学生会員	嶋 毅
新潟大学工学部	正会員	佐伯竜彦
新潟大学工学部	フェロ-会員	長瀧重義

1. はじめに

乾湿繰返し環境下では、コンクリートの含水状態が経時的に変化するため、非線形性や移流を考慮しなければ正確な塩分浸透予測結果が得られない。一方、コンクリートの含水状態に影響を及ぼす環境条件を将来にわたって予測することは不可能であり、非線形性や移流を考慮した方程式を用いることは困難である。したがって通常は、線形の拡散方程式を用い、塩分濃度分布の実測値に最もよく一致する拡散係数を求め、これをその後の塩分浸透予測に用いることが行われている。ここで得られた拡散係数は、実際の現象とは異なる方程式から得られたものであり、物理化学的な意味での拡散係数とは異なりコンクリートの品質の影響だけでなく環境条件をも含んでいる。この拡散係数は経時的に変化することが知られているため、ある材齢の塩分濃度分布を予測するのに最適な拡散係数が、異なる材齢においても有効ではない。しかし逆に言えば、この拡散係数の経時変化特性を把握していれば、任意の材齢において的確な塩分浸透予測が行えると考えられる。そこで本研究では、この線形拡散方程式から得られる拡散係数を「等価拡散係数」と定義し、等価拡散係数を用いた塩分浸透予測手法確立への基礎段階として、等価拡散係数の経時変化特性を検討した。

2. 乾湿繰返し試験における塩分浸透性状

本研究では、コンクリートの含水状態が変化する環境を模擬する目的で、乾湿繰返し塩分浸透試験を行った。4×4×16cmのモルタル供試体を用い、28日水中養生後1面を残してシールした。水セメント比は45%, 55%, 65%とした。乾湿繰返し塩分浸透試験は、温度20℃、相対湿度60%の下で乾燥させ、湿潤時は3.5%NaCl水溶液に浸漬した。乾湿繰返し条件（1サイクルの乾燥日数－湿潤日数）は、2－1, 4－2, 3－1, 6－2, 2－2, 4－4, 4－1とした。所定の材齢において、シールのない面から5mm毎にJCI規準(案)に従い塩化物イオン濃度を測定した。また、実験を補完するために、数値計算による塩分浸透シミュレーションを行った。塩化物イオンの移動に関する基礎方程式は式(1)の通りとし、塩化物イオンの拡散係数の含水率依存性は式(2)により考慮した。流速は水分移動解析結果から算出した。図1に、実験値と解析値との関係を示す。異なる配合、乾湿パターンにおいても両者はよく一致していることから、本研究で行った塩分浸透シミュレーションは十分信頼できると言える。

$$\frac{\partial C}{\partial x} = \frac{\partial}{\partial x} \left(D_c \frac{\partial C}{\partial x} \right) - u \frac{\partial C}{\partial x} \quad (1)$$

$$D_c/D_0 = 0.0032 \times 10^{0.025W} \quad (2)$$

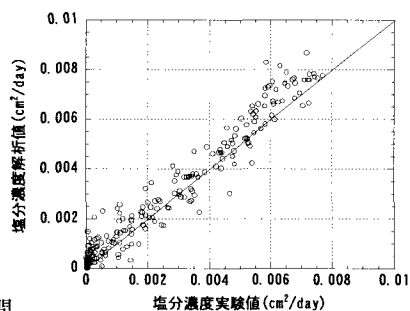


図1 実験値と解析値との関係

3. 等価拡散係数の経時変化特性

3.1 湿潤率が等価拡散係数に及ぼす影響

図2に1サイクルの期間を1日とし、湿潤率（1サイクルの期間に湿潤期間が占める割合）を変えた場合の等価拡散係数の経時変化を示す。図から、湿潤率が大きいほど等価拡散係数が大きいことがわかった。これは、湿潤率を塩分供給量

キーワード：塩化物イオン、乾湿繰返し、拡散係数

連絡先 〒950-2181 新潟市五十嵐 2-8050 TEL. 025-262-7279

と捉えたと理解できる。また、湿潤率が大きいと増加しながら一定値に収束し、湿潤率が小さいとはじめに大きく減少することがわかる。また、等価拡散係数を飽水状態の拡散係数で割ったものを無次元化された等価拡散係数とすると、湿潤率と無次元化された等価拡散係数との関係は、暴露期間1年未満では水セメント比による違いがあるが、暴露期間1年以上であれば、図3に示す様に水セメント比に依存しないことがわかり、無次元化された等価拡散係数は湿潤率の3乗根にほぼ比例する。

3. 2 1サイクルの期間が等価拡散係数に及ぼす影響

図4に1サイクルの期間と等価拡散係数との関係を示す。図からわかる様に、1サイクルの期間と等価拡散係数との関係には極小値が存在し、等価拡散係数は湿潤率が大きいほど1サイクルの期間の影響を受けにくい。

3. 3 水セメント比が等価拡散係数に及ぼす影響

図5に水セメント比を変えた等価拡散係数の経時変化を示す。図から等価拡散係数は、水セメント比に依らずはじめに減少し、その後増加することがわかった。しかし、その変化の傾きは、水セメント比が大きいほど大きいことがわかった。このことから、水セメント比が大きいほど環境からの影響を受けやすいと考えられる。

4. まとめ

本研究では、乾湿繰返し環境下にあるコンクリートへの塩分浸透予測手法確立の基礎的段階として、等価拡散係数の経時変化を検討した。その結果経時変化特性は、湿潤率、1サイクルの期間および水セメント比に影響を受けることが明らかとなった。

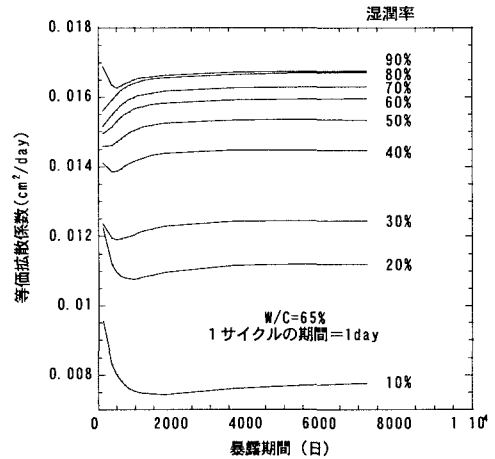


図2 湿潤率を変えた等価拡散係数の経時変化

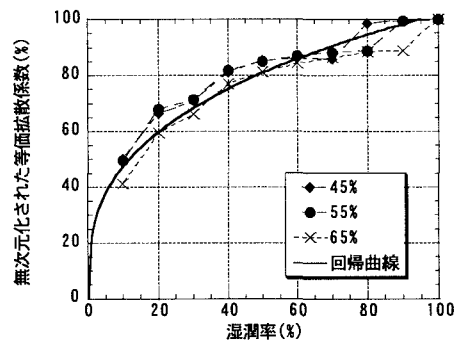


図3 湿潤率と無次元化された等価拡散係数との関係

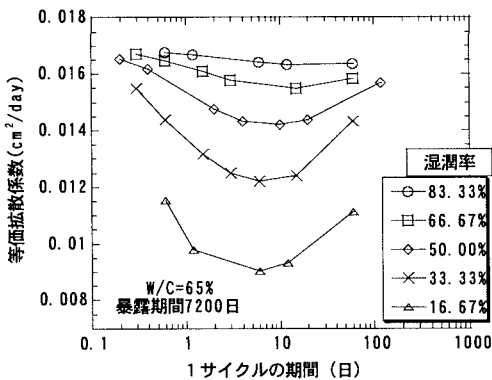


図4 1サイクルの期間と等価拡散係数との関係

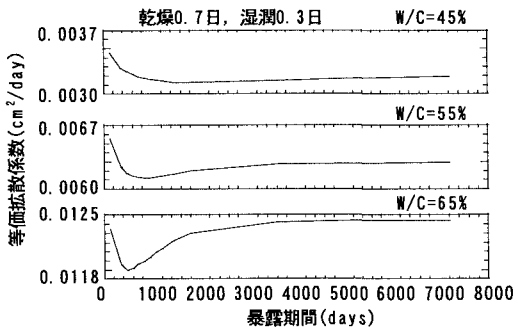


図5 水セメント比を変えた等価拡散係数の経時変化

【参考文献】1) 佐伯他：等価拡散係数を用いたコンクリートの塩分浸透予測手法の検討，コンクリート工学年次論文報告集，Vol. 20-1，1998。（投稿中）