

コンクリート中への塩分浸透特性の解明に関する考察

熊本大学工学部 学生会員 鎌田憲治

熊本大学工学部 正会員 友田祐一

熊本大学工学部 正会員 大津政康

1. はじめに

コンクリート構造物の塩害への対策について検討するために、塩分の浸透機構特性に関する基礎的研究を行っている²⁾。コンクリート中への塩分浸透は、その周辺の環境やコンクリート自体の材料特性により大きく影響される。そこで、純水と塩水を用いた2種類の供試体を作成し、乾燥過程と電気泳動を考慮した実験を行い、塩分浸透特性について実験的に検討した。そして、塩分浸透に対する有限要素法による解析を行った。

2. 実験概要

塩分浸透実験に用いた供試体は、図-1のような10cm×10cm×20cmの角柱で、打設時に練混ぜ水として、純水と3%NaCl水溶液の2種類を使用した。コンクリートの配合表を表-1に示す。28日水中養生後に10cm×10cmの一面を除きエポキシ樹脂を塗布し、3%NaCl水溶液中に浸せし、連続浸透と乾燥過程を加えた実験を行った。また、電気泳動の影響を考慮するために図-2のような3%NaCl水溶液で練った鉄筋コンクリートを図-1と同様に底面以外にエポキシ樹脂を塗布し、3%NaCl水溶液中で100mAの定電流を150時間流す電食実験も行いコア採取を行った。それらの供試体は、図-1のように浸透面から5cmの深さまで、1cm毎に切片を切り出し粉碎し、硝酸銀滴定法³⁾によりコンクリート中の全塩分量と可溶性塩分量を測定した。

3. 解析手法

塩化物イオン濃度Cに関する2次元の拡散方程式には乾燥の影響を速度項のある輸送方程式

$$D_c \left(\frac{\partial^2 C}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 C}{\partial y^2} \right) + V_x \frac{\partial C}{\partial x} + V_y \frac{\partial C}{\partial y} = \frac{\partial C}{\partial t} \quad (1)$$

により考慮した。ここで、Dは拡散係数、Vは乾燥による移動項の速度であり、乾燥がなければV=0である。拡散係数に関しては、表面濃度をC₀として

$$\frac{dC}{dt} = D_c (C_0 - C) \quad (2)$$

より決定した。

また対象としたモデルは、図-3のように実験供試体をそのまま1辺1cmの三角形要素に分割して、要素数400のモデルの有限要素解析を実施した。

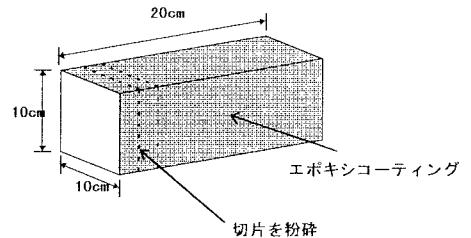


図-1 塩分浸透実験供試体

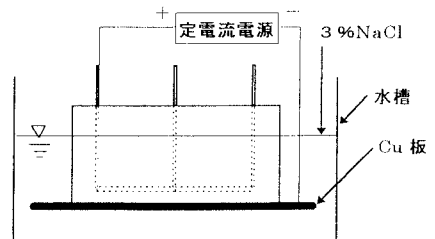


図-2 電食実験装置の概略図

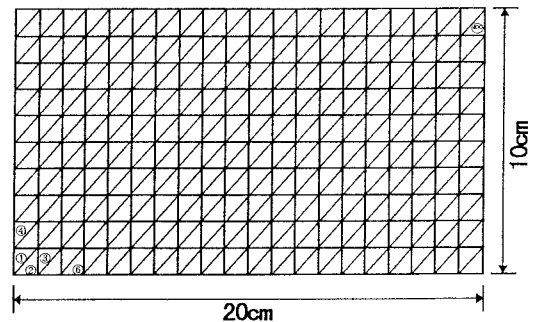


図-3 FEMモデルの要素分割図

表－１ コンクリートの配合

	最大粒径 (mm)	水結合材比 (%)	s / a (%)	単位量(kg/m ³)				混和剤 (cc)	スラフ* (cm)	空気量 (%)
				W	C	S	G			
普通	20	50	48	172	344	830	1021	104	2.8	6
廃土	20	60*	—	275	455*	685*	913	—	2.9	2.3

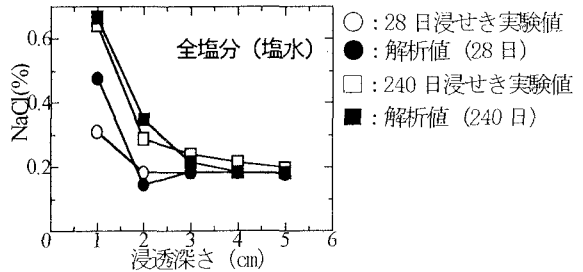
* 廃土：455＝セメント(228)+フライアッシュ(227)、 685＝廃土(485)+石炭灰(200)

4. 結果及び考察

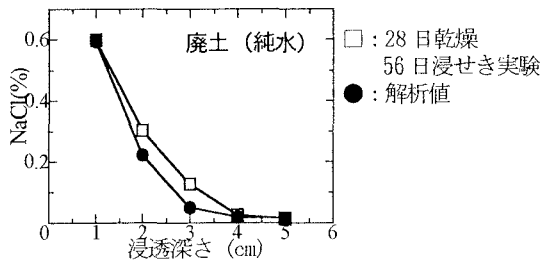
図－４は28日、240日浸せき実験値とそれに対する解析値を比較したグラフである。解析値は、(2)式に28日浸せき実験値を代入して得られた拡散係数 $D=5.1 \times 10^{-8}(\text{cm}^2/\text{sec})$ を用いて求めた。グラフより、28日から求めた拡散係数で240日の解析を行っても実験結果とよく一致することがわかり、連続浸せきの場合の塩分浸透は、かなりの精度で予想できると考えられる。

図－５は表－１の廃土の配合を使用したコンクリートで乾燥過程を加えた実験の結果と、それに対する解析値のグラフである。解析に関しては、(2)式にこの実験値を代入して得られた拡散係数 $D=2.1 \times 10^{-8}(\text{cm}^2/\text{sec})$ と、乾燥過程を考慮した速度項 $V=2.0 \times 10^{-7}(\text{cm}/\text{sec})$ を用いて求めた。その結果、実験結果と解析値がよく一致し、乾燥過程を加えた場合では速度項を用いることで解析しうることが認められた。

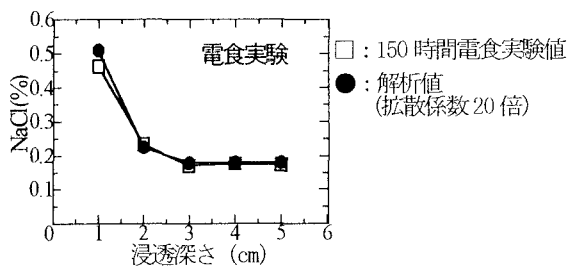
また、電食実験の結果と連続浸せき実験の結果を比べたところ、電食実験の1時間が連続浸せき実験の20時間にあたるのがわかり、連続浸せき実験の拡散係数 $D=5.1 \times 10^{-8}(\text{cm}^2/\text{sec})$ の20倍の拡散係数で、150時間電食実験の解析を行った結果が図－６である。これより、電食実験の場合も連続浸せき実験同様に拡散係数を換算するならば、塩分の浸透を予想することができると考えられる。



図－４ 連続浸せき実験結果



図－５ 乾燥実験結果



図－６ 電食実験結果

参考文献

- 1) 大津政康：塩害によるコンクリート劣化の早期検出と予測に関する解析的考察、コンクリート構造物のリハビリテーションに関するシンポジウム論文集、29-34、1998、10
- 2) 友田祐一、渡辺真宏、大津政康：コンクリートの塩分浸透機構に関する考察、土木学会53回年次学術講演会講演概要集、第5部、168-169、1998、10
- 3) 船戸巳和男：硬化コンクリート中に含まれる塩分分析法、日本セメント(株)、中央研究所共同実験資料、1984