

鉄筋コンクリートの塩分浸透特性に関する考察

熊本大学工学部 正会員 ○友田 祐一
福岡県庁 正会員 下岡 哲也
熊本大学工学部 正会員 大津 政康

1. はじめに

塩分の浸透予測は、塩害に対する耐久性照査の基本ではあるが、その機構はコンクリート構造物の置かれた環境やコンクリート自体の材料特性に大きく影響される¹⁾。そこで、無筋および鉄筋コンクリートの2種類の供試体を作製し、浸せき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解析的に検討した。さらに、耐久性照査の有効性について考察を行った。

2. 実験概要

表 - 1 コンクリートの配合

種類	G m a x (mm)	W / C (%)	s / a (%)	単位量 (kg/m ³)				混和剤 (cc)	スランプ (cm)	空気量 (%)
				W	C	S	G			
A	20	50	48	172	344	830	1021	104	4.8	6
B	20	55	47	170	308	809	1032	123	7.0	6.5

塩分浸透実験に用いた無筋供試体は、10×10×20cmの角柱で、練混ぜ水に3%塩水を使用している。コンクリートの配合表を表-1に示す。塩分拡散への水セメント比の影響を考察するために2種類の配合A、Bを用意した。28日水中養生後に10×10cmの一面を除きエポキシ樹脂を塗布して3%塩水中に浸せきし、連続浸せき実験を行った。また、電気泳動の影響を考慮するために、練混ぜ水に0.045%塩水を用いた配合Bにより鉄筋コンクリート供試体(かぶり3cm)を作製した。電食実験装置を図-1に示す。無筋供試体同様、底面以外にエポキシ樹脂を塗布した後に、3%塩水中に浸せきし、100mAの定電流を240時間通電させ、実験終了後コアを採取した。脱塩実験では、電流を+-逆として実験を行い、Cu板の代わりにチタンメッシュを用い、電解液に飽和Ca(OH)₂水溶液を使用した。それらの供試体は、浸透面から5cmの深さまで、1cm毎に切断、粉碎し、電位差滴定法²⁾によりコンクリート中の全塩分量を測定した。

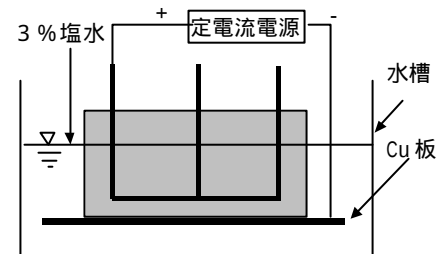


図 - 1 電食実験装置の概略図

3. 解析手法

(1) 拡散係数の決定法

昨年までの方法³⁾によって、実験結果から用いて次式より、拡散係数を求めた。

$$\frac{dC}{dt} = D(C_0 - C) \quad (1) \quad \text{表面濃度: } C_0、\text{深さ } 0.5\text{cm の箇所の全塩分量: } C$$

次に示方書(案)⁴⁾の次式より拡散係数Dを求めることも試みた。

$$\text{Log} D = 11.5(W/C)^2 - 8.69(W/C) - 5.785 \quad (2) \quad W/C : \text{水セメント比}$$

(2) 塩分浸透予測

以上の拡散係数Dを用いて次式により塩分浸透予測解析を行った。

$$C = C_0 \left(1 - \text{erf} \frac{x}{2\sqrt{Dt}} \right) \quad (3)$$

キーワード：塩分浸透、表面濃度、拡散係数、電気泳動

連絡先：〒860-8555 熊本市黒髪 2-39-1 tel. 096-342-3774 fax. 096-342-3507

4. 結果及び考察

図 - 2 は、式(2)およびW/Cを変えた供試体で式(1)求めた拡散係数を示す。図より式(2)から求められる拡散係数と実験値はよく一致しており、拡散係数の決定は、W/C から十分推定可能であることが確認された。

連続浸せき実験の解析では式(1)に 28 日浸せきでの実験値を代入して得られた拡散係数Dと式(2)より求めた拡散係数Dとを式(3)に代入して濃度分布を求めた。これらの解析では表層部 2.5cm までの塩分分布から逆解析によって表面濃度 C_0 を推定した。図-3 に、2 年間連続浸せき実験結果と解析結果を比較したグラフを示す。図より、2 年後の実験結果と解析結果はよく一致しており、連続浸せきにおける塩分浸透は、かなりの精度で予測できることが認められた。

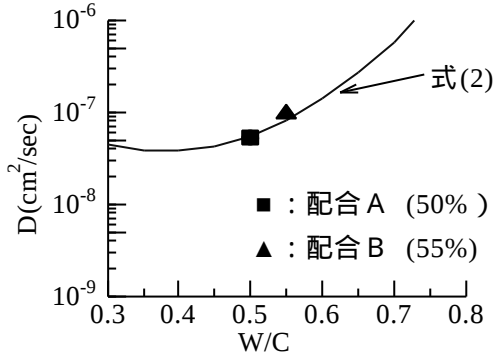


図 - 2 水セメント比と塩化物イオン
拡散係数の関係

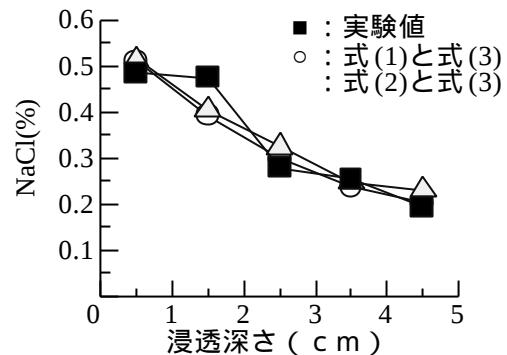


図 - 3 730日連続浸せき解析結果
(塩水, W/C=50)

昨年の成果³⁾に基づいて連続浸せき実験の 20 倍の拡散係数を用い、240 時間電食実験の解析を行った結果を図-4 に示す。この結果を土木学会コンクリート標準示方書より求めた塩化物イオン含有量の規制値 (0.042%)と比較すると、かぶり 3cm の所では許容塩化物量を超えており、実際に 240 時間通電後は鉄筋腐食が確認された。また、脱塩実験の解析結果を図-5 に示す。図-4 より、電食による腐食領域にあった鉄筋が図-5 では、かぶり 3cm の所で許容塩化物量付近まで脱塩され、実際に鉄筋腐食はほとんど見られなかった。解析には、電食実験解析と同じ拡散係数を用い、これより電食実験同様、脱塩についても予測が可能であることが認められた。このように塩分の浸透による鉄筋腐食の照査及び診断が実用的な精度で行えることが明らかになったと考えられる。

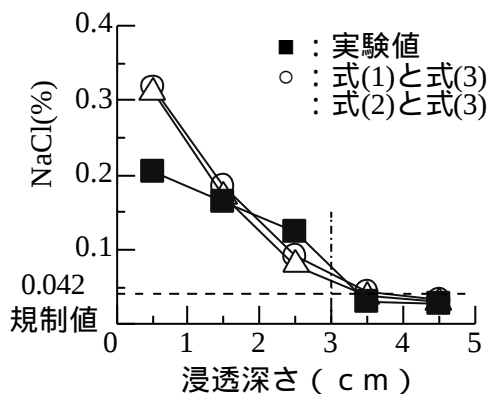


図 - 4 240時間電食解析結果

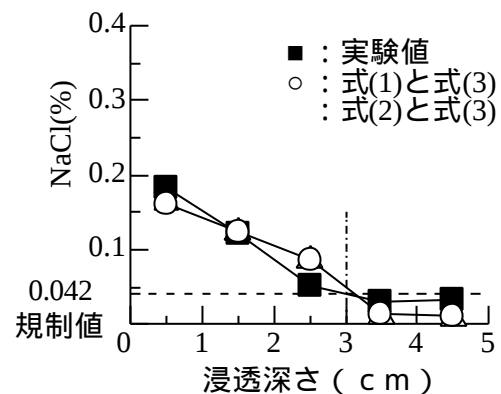


図 - 5 240時間脱塩解析結果

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) 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
- 3) 友田祐一、鎌田憲治、大津政康：コンクリート中への塩分浸透機構と予測に関する考察、土木学会 54 回年次学術講演会講演概要集、第 5 部、192-193、1999 . 9
- 4) 土木学会 コンクリート標準示方書小委員会参考資料 1999. 3