

塩害劣化モデル用パラメータとしてのコンクリート比抵抗の特性

鹿児島大学大学院 学生員 ○前田 聡
 鹿児島大学工学部 戸高 規行
 鹿児島大学工学部 正会員 山口 明伸
 鹿児島大学工学部 正会員 武若 耕司

1. はじめに

塩化物イオンに起因したコンクリート構造物の早期劣化が社会問題となり、各分野で研究が進められて久しいが、著者らはこれまでに鉄筋コンクリート部材の塩害劣化現象を定量的に評価する手法として、塩害劣化シミュレーションモデルを提案し¹⁾、その構築を目指している。しかしながら、これまでの所、モデル化にあたって必要な鉄筋腐食速度を支配するパラメータの一つであるコンクリート比抵抗についての検討が不十分であった。そこで本研究では、実験によりコンクリート比抵抗と環境湿度あるいはコンクリートの相対含水率との関係を定量的に把握し、塩害劣化シミュレーションモデルを構築するための一助とした。

2. 実験概要

湿度およびコンクリートの相対含水率がコンクリート比抵抗に及ぼす影響を調べるために、実験には図-1に示すAタイプおよびBタイプの2種類の供試体を用いた。いずれの供試体も普通ポルトランドセメントを使用し、水セメント比を60%としたモルタル供試体であり、打設時にあらかじめ塩化物イオン(Cl^-)を1.2, 2.4 kg/m^3 混入したものと混入していないものを作製した。寸法100×50×130mmのAタイプ供試体は、コンクリート表面からの深さと比抵抗の関係把握するために、水分浸透面以外をエポキシ被覆し、浸透面から1, 3, 5, 7, 9cmの5箇所に比抵抗を測定するの電極としてチタン棒を埋設した。また、実験中は常に水分浸透面が湿潤状態となるように濡布で覆った。一方、環境湿度と比抵抗の関係把握することを目的としたBタイプ供試体は、それぞれの環境湿度が供試体の含水状態に及ぼす影響を検討するために、寸法20×50×110mmの薄型供試体とした。また、環境湿度は50% (40～50%)、80% (70～80%)、95% (90～95%)の3通りとした。これら実験の要因と水準を表-1に示した。

比抵抗の測定にあたっては4点電極法で行った²⁾。本実験で行った4点電極法は、等間隔： a (3cm)に配置した4本の電極のうち、両端の電極間に直流電流： I (10)を流して、その電流量と内側の2本の電極間で測定される電位差： $\Delta\phi$ (V)から、式(1)より比抵抗： ρ (cm)を求めるものである。

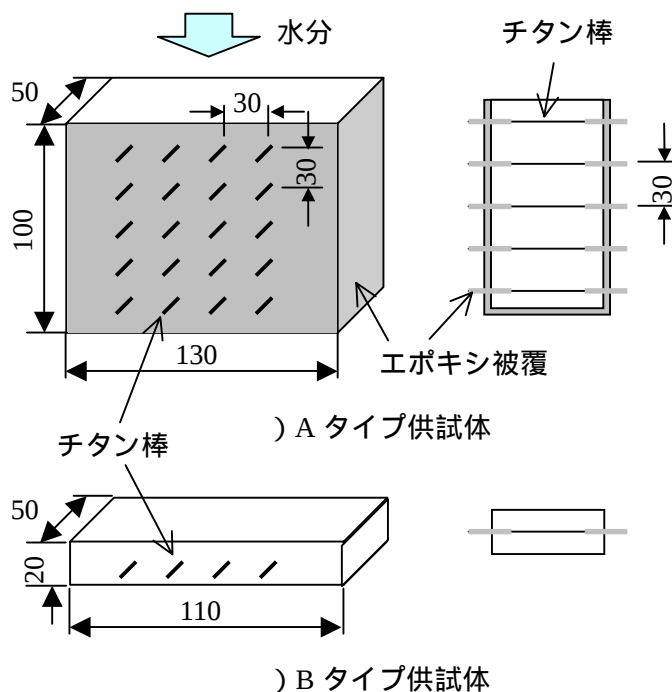


図-1 供試体の概要

表-1 実験の要因と水準

要因	水準	
供試体の種類	Aタイプ	Bタイプ
水セメント比	60%	
塩化物イオン	0, 1.2, 2.4 kg/m^3	
環境湿度	-	50, 80, 95%

$$\rho = 2\pi a \frac{\Delta\phi}{I} \quad (1)$$

【キーワード】 コンクリート比抵抗，相対含水率，環境湿度，塩害，4点電極法

【連絡先】 〒890-0065 鹿児島市郡元 1-21-40 鹿児島大学工学部 TEL (FAX) 099-285-8480

3. 実験結果および考察

図-2 には、 Cl^- を 2.4kg/m^3 混入した A タイプ供試体を用いて測定した比抵抗の経時変化を水分浸透面からの深さ（かぶり）ごとに示した。これより、かぶりが大きくなるのに従い、比抵抗は概ね大きくなる傾向が確認できた。また、かぶりが 7~9cm の場合には、水分の浸透を開始してから少なくとも 1000 時間程度までは比抵抗に大きな変化は見られない。しかしながら、1~5cm の範囲の比抵抗は、水分の浸透に伴い若干低下する傾向がある。

一方、A タイプ供試体のかぶり 1cm の比抵抗を Cl^- ごとに比較して示したのが図-3 である。水分の浸透開始から約 100 時間までは、 Cl^- の混入量が多くなるのに従い、比抵抗は小さくなる傾向を示した。これは、 Cl^- の混入に伴い、細孔溶液中の総イオン量が増え、電流が流れやすくなり、結果として比抵抗が小さく測定されたものと考えられる。また、水分の浸透開始から 200 時間以上経ち、ある程度の湿潤状態では Cl^- の混入量が比抵抗に及ぼす影響は少ないようである。

図-4 には、 Cl^- を混入していない薄型 B タイプ供試体の相対含水率の経時変化を環境湿度ごとに示した。ここで、相対含水率とは、モルタル中の全空隙中に占める水の割合で式（2）で表させる。これより、環境湿度が 80%以上の場合には、相対含水率は 90%以上であることが分かる。また、環境湿度が 50%の場合には、暴露開始 28 日経過後も相対含水率は低下している。

$$\text{相対含水率} = \frac{(\text{試験時} - \text{絶乾}) \text{の供試体重量}}{(\text{飽水} - \text{絶乾}) \text{の供試体重量}} \times 100 \quad (2)$$

一方、混入 Cl^- 濃度のいかに拘らず、暴露中の供試体の相対含水率と比抵抗の関係で示したのが図-5 である。相対含水率が 80%以下では相対含水率が大きくなるのに従い、比抵抗は小さくなり、相対含水率が 80%以上となると、一定の値に収束するようである。

4. まとめ

比抵抗はコンクリートの含水状態や塩化物イオン量に依存し、特に相対含水率が 90%から 60%に低下すると、比抵抗は約 10 倍に大きくなった。

参考文献

- 1) Koji Takewaka, Toshinobu Yamaguchi and Satoshi Maeda "Simulation Model for Deterioration of Concrete Structures due to Chloride Attack" Journal of Advanced Concrete Technology, Vol1, No2, 2003
- 2) 日本コンクリート工学協会：コンクリート診断技術 '04 [基礎編], pp167-169, 2004

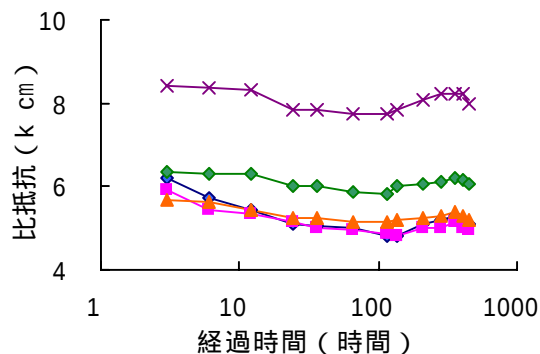


図-2 水分浸透面からの深さごとの比抵抗の経時変化 (Cl^- 濃度: 2.4kg/m^3)

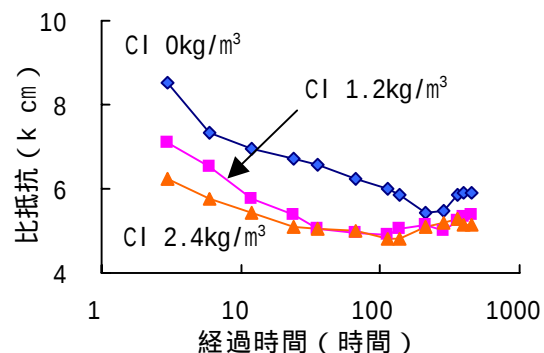


図-3 Cl^- 濃度ごとの比抵抗の経時変化 (水分浸透面からの深さ: 1cm)

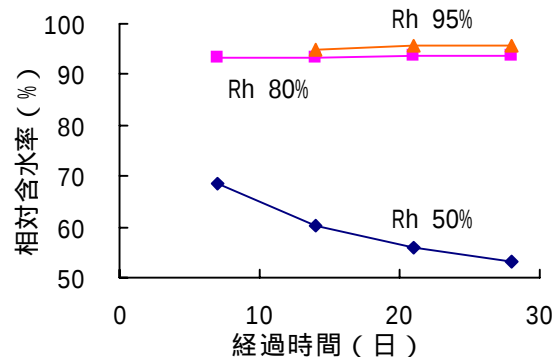


図-4 環境湿度ごとの相対含水率の経時変化 (Cl^- 濃度: 0kg/m^3)

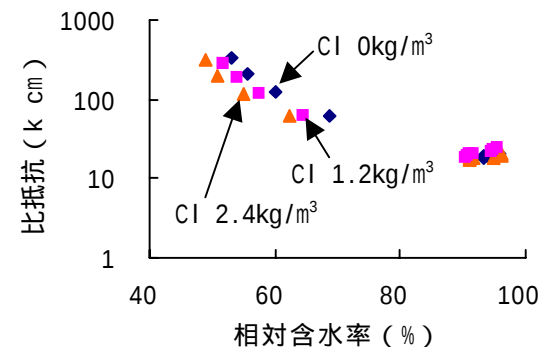


図-5 空隙水率と比抵抗の関係