

## 外部環境の変化がセメントペースト中铁筋のマクロセル腐食速度に及ぼす影響

金沢工業大学大学院 工学研究科  
 金沢工業大学 環境・建築学部  
 鹿島建設（株） 技術研究所

学生会員 平石陽一  
 正会員 宮里心一  
 正会員 横関康祐

## 1. はじめに

既存鉄筋コンクリート構造物が接する外部環境は非定常に変化する．そのため、鉄筋腐食の進行も常時変化する．したがって、既存鉄筋コンクリート構造物を適切に維持管理するためには、季節や天候を考慮した調査時期の選定が重要である．また調査結果に基づき補修時期を判断するためには、見かけの平均的な腐食速度を評価する必要がある．しかしながら現在、定常な温度の相違が腐食速度に及ぼす影響については検討されている<sup>1)</sup>が、外部環境の変化に伴う鉄筋腐食速度の変化を把握した事例は皆無である．

以上の背景を踏まえ本研究では、環境外力（気温、湿度および浸水）が鉄筋コンクリートのマクロセル腐食速度に及ぼす影響を明らかにする．ただし、基礎的研究として実験を容易にするため、セメントペースト供試体を用いた．また本研究では、マクロセル腐食速度のみならず、その加速度（以下マクロセル腐食加速度と呼ぶ）を指標として用い、評価する．

## 2. 実験概要

供試体概要を図1に示す．供試体にはマクロセル腐食電流を測定するために、特別に分割された鉄筋が埋設されている<sup>2)</sup>．ここで、分割鉄筋の概要を説明する．分割鉄筋は10mmの鉄筋要素を2個で構成され、全長は25mmである．隣接する鉄筋要素をエポキシ樹脂で絶縁接続し、リード線により接続されている．これにより電気化学的に一本の鉄筋と見なす事ができる．実験ケースを表1に示す．実験ではアノード部鉄筋に流入するマクロセル腐食電流を無抵抗電流計により測定し、式(1)に示すように隣接する鉄筋より流入する電流の和を鉄筋の表面積で除することにより、マクロセル電流密度を算出する．

$$I_{macro} = \frac{I_{i-1,i} + I_{i+1,i}}{S_i} \quad (1)$$

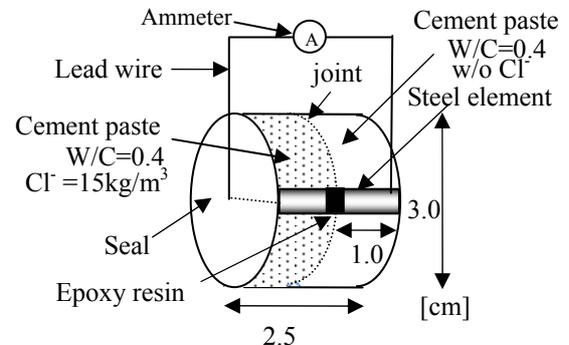


図1 供試体概要

ここで  $I_{macro}$  は鉄筋要素No.iのマクロセル腐食電流密度、 $I_{j,k}$  はNo.jからNo.kの鉄筋要素に流入するマクロセル腐食電流、 $S_i$  はNo.iの鉄筋要素の表面積を表す．

なお、 $100\mu A/cm^2$ の電流密度は約1.18mm/yearの腐食速度に相当する．またマクロセル腐食加速度は式(2)に示すように、マクロセル腐食速度より算出する．

$$\alpha = \frac{v_j - v_k}{t_i - t_k} \quad (2)$$

ここで、 $\alpha$  はマクロセル腐食加速度、 $v$  はマクロセル腐食速度、 $t$  は時間を表す．

表1 実験ケース

No	Temperature(°C)	Humidity(%)
1	15	60RH 75RH
2		75RH 90RH
3		60RH 90RH
4	30	60RH 75RH
5		75RH 90RH
6		60RH 90RH
7		60RH water
8		75RH water
9		90RH water
10	cycle from 15 to 30	60
11		75
12		90

キーワード：鉄筋コンクリート、マクロセル腐食速度、外部環境、非定常変化

連絡先：〒921-8501 石川県石川郡野々市町扇が丘7-1 TEL 076-248-1305 FAX 076-294-6713

3. 実験結果と考察

実験結果の例を図 2-4 に示す．ここで，0 分以前においては，何れの供試体でも，試験開始時の環境にて 1 日以上養生されていた No.10 で測定された図 2 によれば，気温が上昇している時には正の加速度を示し，一方気温が下降している時には負の加速度を示していることが確認できる．この理由は，鉄筋腐食が化学反応であり，アレニウスの定理（次式参照）により，温度の上昇が反応を活性化させるためと考えられる．

$$\ln(v) = a \times \frac{1}{T} + b \quad (3)$$

ここで v はマクロセル腐食速度，T は絶対温度，a および b は定数を表す．

No.3 で測定された図 3 によれば，湿度の上昇下降とマクロセル腐食加速度の正負に関連が認められない．この理由は，数時間の範囲内の湿度変化ではセメントペースト中の含水状態に影響を与えないためであると考えられる．

No.7 で測定された図 4 によれば，水中から気中に環境が変化した数分後に，マクロセル腐食速度が急激に加速することが確認できる．この理由は，水中における酸素が律速された環境から，酸素が豊富に存在する環境に変化したことが，一時的に腐食を活性化させたためであると考えられる．

図 5 に，測定されたマクロセル腐食加速度の平均値と環境外力の関係を示す．これによると，水中気中に変化する環境および気温が上昇する環境において，マクロセル腐食速度が影響を受けることが確認できる．特に水中から気中に変化する環境において，マクロセル腐食速度が影響を受けることが確認できる．一方，湿度が変化する環境において，マクロセル腐食速度が受ける影響は確認できない．

4. まとめ

本研究で得られた主な結果をまとめ，以下に示す．

1. マクロセル腐食速度は，気温の変化（15 ～ 30 の範囲）により影響を受ける．すなわち，昇温時にマクロセル腐食速度は加速し，降温時にマクロセル腐食速度は減速する．
2. マクロセル腐食速度は，湿度の変化（60% ～ 90% の範囲）により影響を受けない．
3. マクロセル腐食速度は，干満帯や飛沫帯を模擬した水

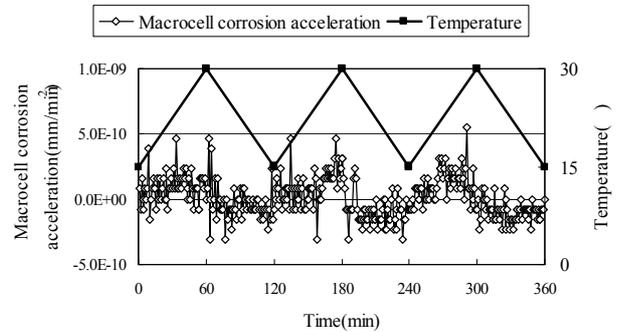


図 2 気温とマクロセル腐食加速度の関係

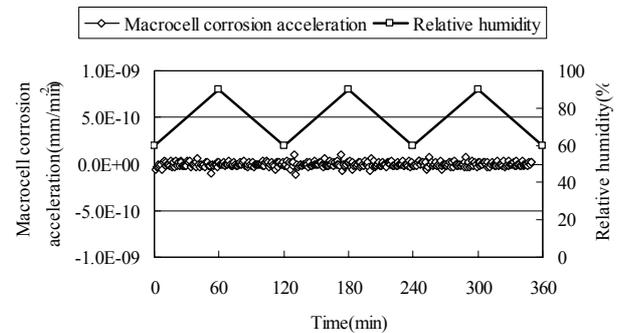


図 3 湿度とマクロセル腐食加速度の関係

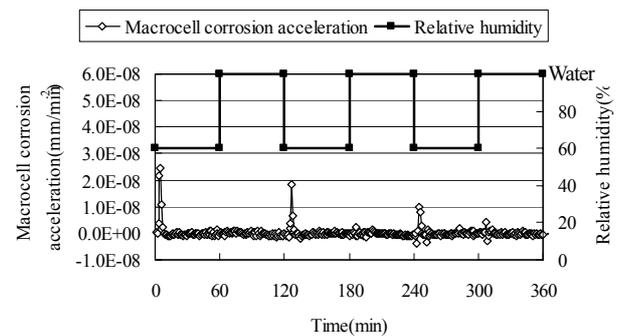


図 4 乾燥および湿潤とマクロセル腐食加速度の関係

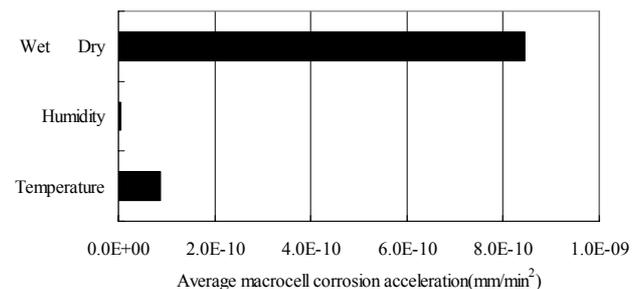


図 5 環境因子とマクロセル腐食加速度の平均値

分移動（水中 気中環境の繰返し）の影響を受ける．

参考文献

- 1) 中島活哉，大即信明，西田孝弘，丸山真一，中性化によるコンクリート中の鉄筋腐食に及ぼす温度の影響，コンクリート構造物の補修，補強，アップグレード論文報告集，Vol.4, pp.1-4, 2004
- 2) 宮里心一，大即信明，小長井彰祐，分割鉄筋を用いたマクロセル電流測定方法の実験的・理論的検討，コンクリート工学年次論文集 Vol.23, No.2, pp.547-552, 2001