

材料の非均質性が鉄筋コンクリートの自然電位に及ぼす影響

芝浦工業大学 学生会員 ○菊池 厚

東京大学生産技術研究所 学生会員 Ominda NANAYAKKARA

東京大学生産技術研究所 正会員 加藤 佳孝

芝浦工業大学 フェロー会員 魚本 健人

1. はじめに

鉄筋の腐食過程では、電位差によりアノードからカソードへ電子が受け渡されるため、電流はカソードからアノードへ流れる。分割鉄筋は、この電流を直接計測できるため、マクロセル電流を計測することが可能である。しかし、実構造物では、分割鉄筋は使用できないことから、直接、マクロセル腐食を測定することが出来ない。従って、連続鉄筋においてマクロセル腐食を把握することが可能か実験的に検討する。

2. 実験概要

本研究では、マクロセル腐食を実験的に検討するため、図-1 に示すように、塩分混入部分（図中点線内）と無混入部分に分けてコンクリート打設し、塩害による劣化進行を再現した。試験体条件と暴露条件、マクロセル電流の測定方法の詳細を以下に記す。

(1) 使用材料

コンクリートは、普通ポルトランドセメント(密度 3.15g/cm^3 ，比表面積 $3300\text{cm}^2/\text{g}$)，細骨材(乾燥密度 2.63g/cm^3 ，F.M.2.90)，粗骨材(乾燥密度 2.70g/cm^3 ，F.M.6.83)を使用した。ただし、本研究では、かぶりが 20mm であるため、粗骨材の最大寸法を 15mm とした。

鉄筋は、 $\Phi 16\text{mm}$ ，長さ 2m の丸鋼を基本として、塩化物量が 19.2kg/m^3 の場合のみ、連続鉄筋に加えて分割鉄筋¹⁾も作成した。分割鉄筋は、 $\Phi 16\text{mm}$ ，長さ 50mm の丸鋼を使用し、分割した鉄筋に、断面積 0.3mm^2 のワイヤーをハンダで接着した。分割鉄筋とワイヤー全体での抵抗値は、 $0.1\Omega/\text{m}$ である。鉄筋間にあるアクリル棒は直径 1.6mm ，長さは 44mm とし、鉄筋とアクリル棒をエポキシ系接着剤により接着した。鉄筋とアクリル棒それぞれ 20 本と 21 本、全長 $2,050\text{mm}$ の分割鉄筋を作成した。

(2) 配合条件と実験条件

コンクリートの配合、混入した塩化物量、測定位置、測定時期を表-1 に示す。コンクリートのスランプは 8cm ，空気量は 5% である。また、材齢 28 日圧縮強度は 40.2N/mm^2 ，見掛けの密度は、 2276.5kg/m^3 であった。試験体は、塩化物無混入部分と、塩化物混入部分とで仕切を設け、それぞれ打設した。また、塩化物混入コンクリートの配合は表-1 と同様である。

表-1 コンクリート配合と 4 種類の試験体概要

W/C (%)	s/a (%)	単位量(kg/m ³)				(g)
		W	C	S	G	AE剤
55	45	190	345	770	966	2764

	塩化物量 (kg/m ³)	全測定位置数	測定時期
鉄筋No.1	1.2	38	材齢 8週間
鉄筋No2	4.8		
鉄筋No.3	19.2		
分割鉄筋		20	

(3) 試験体概要と暴露条件

試験体は、 $100 \times 100 \times 2000(\text{mm})$ の角柱である。実験で使用した分割鉄筋を用いた試験体を図-1 に示し、塩化物を混入したコンクリート部分を青色の点線で示す。

20°C の環境下で 7 日間封緘養生した後に脱型し、試験体のかぶり面以外にエポキシ樹脂を塗布し表面被覆を施した。

暴露条件は、室内 20°C 一定環境下において、湿潤期間が 1 日、乾燥期間が 6 日間を 1 サイクルとする乾湿繰り返しとした。測定は、湿潤状態の時に行った。

(4) 測定方法

連続鉄筋は、 3 本とも 5cm 間隔で 38 点計測した。分割鉄筋は、接続時・分離時ともに、各鉄筋要素の中心部を測定するようにした。

キーワード マクロセル腐食，自然電位，分割鉄筋，アノード，カソード

連絡先 目黒区駒場 4-6-1 Tel 03-5452-6098

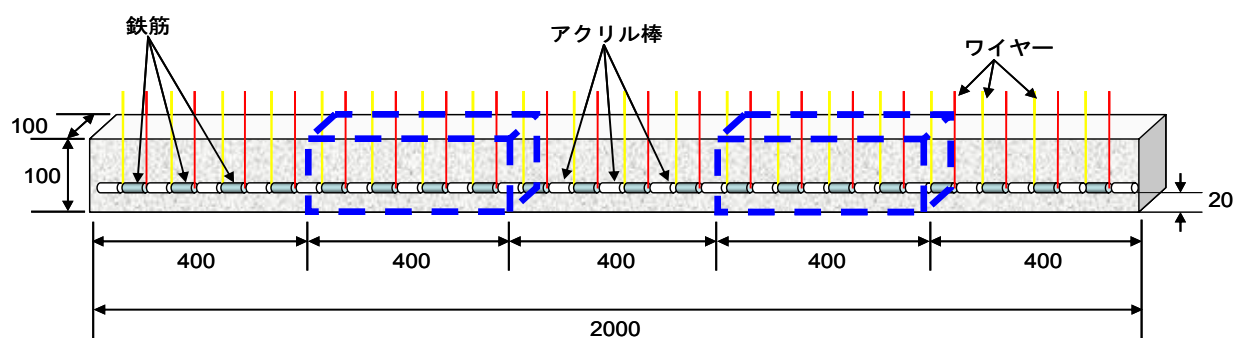


図-1 試験体概要図

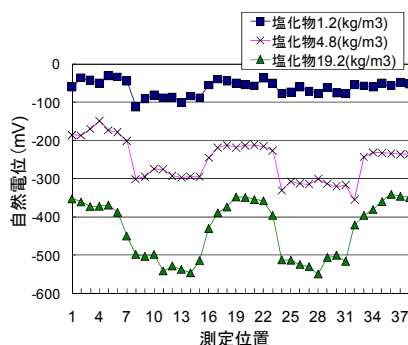


図-2 連続鉄筋を用いた自然電位

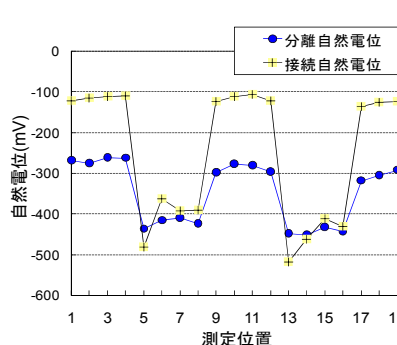


図-3 分割鉄筋を用いた自然電位

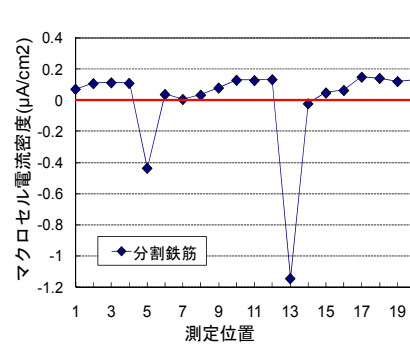


図-4 マクロセル電流密度

3. 実験結果と考察

(1) 自然電位の測定結果

塩化物濃度の違う試験体 3 種類の自然電位を図-2 に示す。塩化物濃度が高くなるにつれて、塩化物を混入した箇所の自然電位は卑に変化している。これは、塩化物が多い程、腐食が進行していると推察される。塩化物を混入させなかった箇所は、全ての試験体において腐食が進行していないと考えられるが、塩化物 19.2kg/m³ の試験体の場合は、自然電位がほぼ -350mV を下回る結果となった。この結果は、90%以上の確率で腐食ありと判定(ASTM C876 規格)されるが、連続鉄筋中で、腐食が進行していると考えられる塩分混入箇所の自然電位と、無混入箇所の自然電位が影響され、腐食していない箇所でも腐食していると判定されている可能性が高いと考えられる。

(2) 分割鉄筋を用いた自然電位とマクロセル電流

分割鉄筋を電氣的に接続し、連続鉄筋を模擬した状態で測定した自然電位と、分離した自然電位を図-3 に示す。接続した分割鉄筋は、電氣的には連続鉄筋とほぼ同一とみなせる。図-2 と図-3 を比較した場合、同様の傾向を示していることがわかる。電氣的に分離した場合の自然電位は、塩化物が混入していない部位と混入している部位の界面において差が大きい結果が得られた。電氣的に接続した場合、分離

した場合の自然電位と比べて、塩分無混入の箇所では自然電位が貴から卑に変化しているが、塩分混入箇所に関しては、ほぼ差がみられない。分割鉄筋のマクロセル電流密度を図-4 に示す。測定位置 No.5 と No.13 はアノード部分、残りはカソード部分と判断される。これは、図-3 と比較した場合も同様に判断できる。同一試験体内にアノードが 2 つ形成されているが、塩化物を混入していない部位をまたぐことでマクロセル回路が 2 つに分離した、もしくは、形成されたと考えられた。

4. まとめ

(1) 自然電位が卑になる程、貴の部分に影響する。健全な鉄筋箇所でも、自然電位が卑の部分によって、腐食していると判定されてしまう可能性がある。

(2) 分割鉄筋を接続した場合と分離した場合の自然電位は、塩分無混入の箇所のみ変化する。

鉄筋の腐食速度が速い程、またコンクリートの環境差が大きい程、鉄筋の腐食を診断することは、難しくなると考えさせられた。

参考文献

1) 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, 2001