

局所的な腐食再現実験を用いた鉄筋の力学性状に関する基礎的研究

名古屋大学 学生会員 ○水野 敦大 Qiao Di
名古屋大学大学院 正会員 中村 光 三浦泰人

1. はじめに

鉄筋腐食を検討する場合、実験室内での促進実験である電食実験が一般的に用いられる。電食実験においては、電流の通電範囲が一般に長いため、一様な腐食がある範囲で生じるミクロセル腐食に対応した検討を行っていることになる。一方、腐食状況下でコンクリートにひび割れが発生している場合、ひび割れ位置で局所的に鉄筋が腐食するマクロセル腐食が生じる。マクロセル腐食は局所的な断面減少を生じさせるため、鉄筋の力学性状への影響が大きく、構造物の安全性の観点から、より一層の評価・検討が求められる。そこで本研究では、コンクリート中の鉄筋を局所的に腐食させる実験方法を考案し、局所的な腐食によるひび割れ、鉄筋の力学性状への影響について検討した。

2. 局部腐食実験

本研究で用いた供試体概要を図-1 に示す。供試体は断面が $100 \times 100\text{mm}$ 、長さが 300mm の角柱供試体である。コンクリート断面中央に黒皮を取り除いた異形鉄筋 D19 を 1 本設置した。腐食対象区間は 250mm とし、腐食対象区間外は、エポキシ樹脂を塗布することにより防錆処理を行った。

電食実験により特定の範囲に腐食を発生させる実験として、腐食対象区間外をエポキシ樹脂などでコーティングして通電範囲を限定するもの²⁾、銅板と電解液の範囲を水槽やスポンジを使って変化させるもの³⁾等がある。しかしながら、いずれもある程度の腐食長さが生じており、ひび割れ発生位置周辺の腐食とは性状が異なる。

本研究では、より局所的な腐食を発生させることを目的とし、図-1 に示すように、供試体に異形鉄筋の半節分程度(1 節 13.4mm)の孔を鉄筋位置まであけ、その中に電解液と銅板を入れる実験を考案した。また、孔側面から電解液が浸透し、通電範囲が拡大することを避けるため、孔にストローを差し、そこに電解液と銅板を入れた。電解液には 3%塩化ナトリウムを用い、鉄筋側をアノード極、銅板側をカソード極に接続した。実験には定電流電源装置により 0.05A の電流を通電させ、12 時間、24 時間、48 時間の 3 パターンで通電を行った。

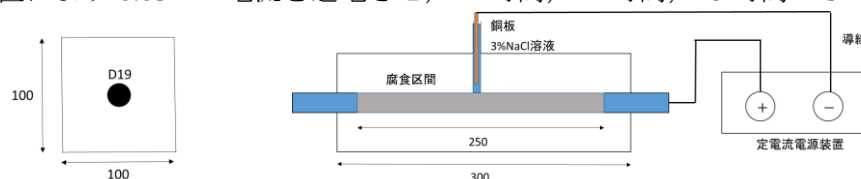


図-1 電食実験概要

3. 鉄筋の腐食性状

各通電時間の腐食後の鉄筋の様子を図-2 に示す。これらは鉄筋上面を撮影したものであり、鉄筋の下面には腐食は見られなかった。12 時間通電のものでは約 3 節分(約 40mm)腐食しており、24 時間、48 時間通電のものはともに約 5 節分(約 65mm)腐食していた。また、各通電時間に共通して、孔の位置での腐食が最も大きく、明らかな断面減少が生じていた。既往の文献¹⁾において、ひび割れを導入した D10 鉄筋を用いた供試体に対して、塩水の干満作用による劣化実験を行った結果では、ひび割れ位置周辺に $30\text{mm} \sim 100\text{mm}$ 程度の腐食長さが生じる結果が示されている。本実験は既往のひび割れ位置での腐食発生状況と概ね同様の性状を再現していると考えられる。



図-2 鉄筋の腐食状況

(上から 12 時間, 24 時間, 48 時間)

4. コンクリートのひび割れ性状

腐食後のひび割れの様子を図-3に示す。12時間通電の供試体上面では、鉄筋軸方向に対して垂直にひび割れが発生した。24時間、48時間通電した供試体では、12時間通電の供試体で発生した鉄筋軸方向に対して垂直なひび割れが発生した後、鉄筋軸方向にもひび割れが発生した。図-3のはつり出した鉄筋の腐食状況から、鉄筋の腐食範囲が広くなるにつれて、鉄筋軸方向へのひび割れが発生すると考えられる。

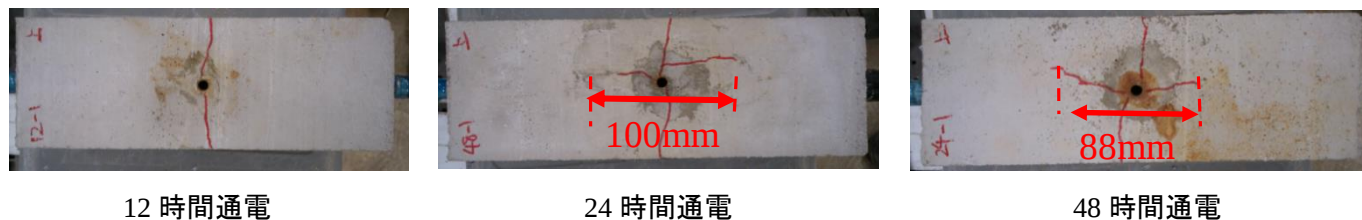


図-3 供試体上面のひび割れ

5. 腐食後の鉄筋の力学的性状

実験から得られた鉄筋の応力-ひずみ関係を図-4に示す。ここでひずみは、鉄筋節上にターゲットをとりつけ、デジタルカメラを用いた画像処理法により求めた。局部腐食した鉄筋では、ひずみは初期段階から局部腐食位置に集中することが想定されるため、局部腐食位置でのひずみを含む鉄筋の軸方向のひずみ分布を測定する必要がある。また、局部腐食位置では、ひずみゲージを貼付するのが困難となる問題もある。それに対し、画像処理法は非接触で連続的なひずみを測定できるメリットを有する。

ひずみを求めるターゲット間隔としては、破断位置を含む節6つ分の距離とした。ただし、48時間通電のものでは腐食領域外で破断したため、破断位置に最も近い位置のターゲットから求めた。

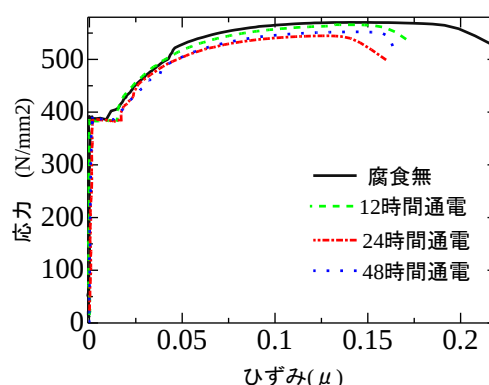


図-4 鉄筋の応力-ひずみ関係

健全な状態の鉄筋と、それぞれ腐食量が違う3種類の鉄筋を比較したところ、降伏強度においては、ほとんど違いが見られなかったが、引張強度と破断時の伸びにおいて変化が見られた。腐食した鉄筋は健全状態の鉄筋よりも引張強度が低く、破断時の伸びも小さい。さらに通电時間の違いによっても強度が異なることがわかる。このように画像処理法を用いることによって、局部腐食した鉄筋の力学性状を適切に求めることができると考えられる。

6. 結論

- 1) ひび割れ位置での局部腐食を再現する実験方法を考案し、既往のひび割れ供試体での干満作用による劣化実験と同様の腐食性状を表現することができた。
- 2) 局部腐食した鉄筋の応力-ひずみ関係を画像処理法で適切に求められることを示した。

参考文献

- 1) 土木学会 原子力発電所屋外重要土木構造物の構造健全性評価に関するガイドライン, pp194-233, 2012
- 2) 田所裕ら ステンレス鉄筋のコンクリート中における腐食発生塩化物イオン濃度に関する実験的研究 土木学会論文集 E Vol.65, No. 4, pp522-529, 2009
- 3) 三木朋広 繰返し荷重を受ける腐食した鉄筋の付着挙動に関する研究 コンクリート工学年次論文集 Vol.35, No. 2, pp601-606, 2013