

腐食ひび割れ発生限界腐食減量に関する一考察

香川大学大学院 学生会員 ○伊澤 純平
 香川大学工学部 正会員 松島 学
 四国総合研究所 正会員 横田 優

1. はじめに

鉄筋のひび割れ発生腐食減量は、一般に電食実験の結果から求められ、コンクリート標準示方書によると $10\text{mg}/\text{cm}^2$ とされている。これは、既往の電食実験から得られたものである。図-1 はかぶりとひび割れ発生腐食減量の関係を示している。図-1 に見られるように実用されている範囲のかぶりであれば、 $10\text{mg}/\text{cm}^2$ はひび割れ発生腐食減量として妥当であるといえる。しかし、電食実験では以下のような問題点も指摘されている。①腐食がひび割れ面に集中し、局所的な腐食が生じる。②鉄筋全体がアノードとなることから、二次元的形状の腐食形態になる。③電食実験と実際の環境で発生する腐食生成物が若干異なる。さらに、実構造物の鉄筋とコンクリートの間には、施工時のブリージングや乾燥収縮により隙間が存在する。鉄筋が腐食すると、その隙間を腐食生成物が埋めてから内圧が発生する。しかし、電食実験における鉄筋の腐食の場合、局所的な腐食により局所的に応力が集中し、ひび割れが発生するため、隙間の影響が出にくいと考えられる。したがって、実構造物では空隙を埋めるために鉄筋の腐食生成物が多く必要となる。

本研究は、電食実験、乾湿繰返実験、及び理論モデルを使った計算結果から実構造物の鉄筋のひび割れ発生腐食減量を推定することを目的とする。

2. 電食試験によるひび割れ発生腐食減量

電食実験より得られた腐食ひび割れ幅と鉄筋の腐食減量の関係を図-2 に示す。本実験では、かぶり 29mm と 59mm 、主鉄筋に D22 を採用した。補強筋の影響を調べるために補強筋の有無も実験因子とした。図-2 で、S、N は補強筋の有無を示しており、数字 40、70 は鉄筋中心からかぶり面までの距離を示す。本実験は既往の実験に比べ、電流量を 50mA

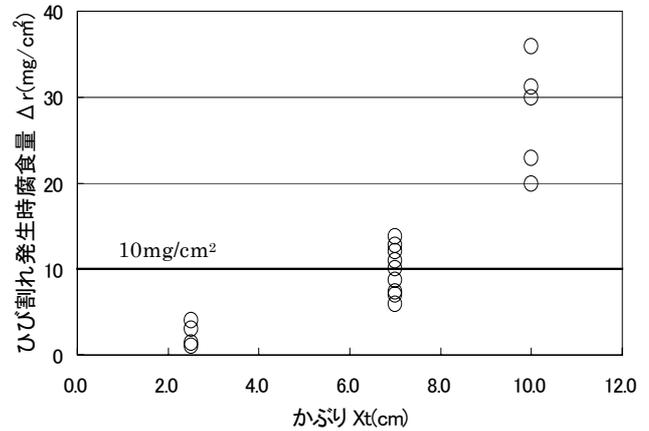


図-1 電食実験でのかぶりとひび割れ発生腐食減量

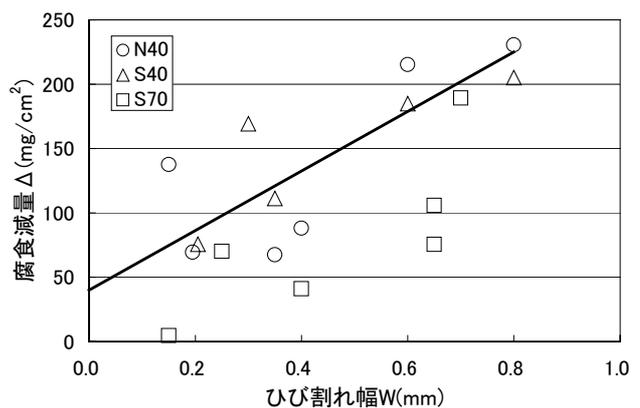


図-2 電食実験より得られる腐食減量

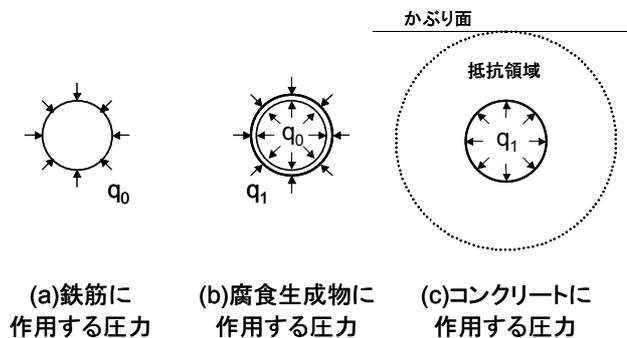


図-3 圧肉円筒モデル

と低く設定し、ゆっくり腐食させた。これにより、なるべく実現象に近い腐食形態となるよう努めた。

キーワード：ひび割れ発生腐食減量，電食実験，理論モデル，乾湿繰返実験

連絡先：〒761-0396 香川県高松市林町 2217-20 香川大学工学部 Tel(087)864-2025 Fax(087)864-2029

さらに、主鉄筋やせん断補強筋を実際のスケールに合わせた。本実験では補強筋の拘束の影響はほとんど見られなかった。線形近似直線を与え、ひび割れ幅ゼロ位置での切片を求めることで、ひび割れ発生腐食減量を推定した。これより、本研究の電食実験より得られるひび割れ発生腐食減量はおよそ $40\text{mg}/\text{cm}^2$ となる。

3. 理論モデルによるひび割れ発生腐食減量

鉄筋で腐食が開始すると、その腐食生成物がコンクリートと鉄筋の隙間を埋める。それが終了すると、腐食生成物の膨張圧によりかぶり部分のコンクリートに引張応力が発生する。この引張応力がコンクリートの引張強度を超えるとひび割れが発生する。この一連の腐食ひび割れ発生の過程を図-3 に示すような厚肉円筒モデルを構築することで力学的にモデル化した。腐食生成物の膨張率とかぶりをを用いてひび割れ発生腐食減量を算出した結果を図-4 に示す。

かぶりが大きくなるとひび割れ発生腐食減量も指数的に増大し、その傾向は腐食生成物の膨張率が小さくなるほど顕著である。理論モデルから得られたひび割れ発生腐食減量は $10\sim 100\text{mg}/\text{cm}^2$ である。

4. 乾湿繰返実験によるひび割れ発生腐食減量

実際の鉄筋コンクリートを腐食させ、腐食減量を得るために乾湿繰返実験を実施した。実験は、 70°C の海水に3日半湿浸させ、その後、 15°C の乾燥風で乾燥させるというサイクルを一サイクルとして繰り返すものである。練混水には $3\%\text{NaCl}$ 水溶液を用い、腐食を促進させた。鉄筋は D16 を用い、かぶりを 7mm から 32mm に変化させて試験体を作製した。実験中の試験体を図-5 に示す。

本実験より得られたかぶりとひび割れ発生腐食減量の関係を図-4 に示す。かぶりが $30\sim 40\text{mm}$ の試験体は、まだ腐食ひび割れが発生していない。実験により発生したひび割れの様子を図-6 に示す。現在までに得られたかぶり $10\sim 25\text{mm}$ の結果によると、ひび割れ発生時の鉄筋の腐食減量はかぶりの大きさに関わらず、 $20\sim 90\text{mg}/\text{cm}^2$ となった。実験では腐食生成物の流れ出し、コンクリートへの染込みも考慮すると、本実験から推定されるひび割れ発生腐食減量は $50\sim 100\text{mg}/\text{cm}^2$ である。

5. まとめ

電食実験、理論モデル、および乾湿繰返実験よりひび割れ発生時の鉄筋の腐食減量は $10\sim 100\text{mg}/\text{cm}^2$ と推定される。これより、コンクリート標準示方書で示されている値 $10\text{mg}/\text{cm}^2$ は、安全側の値となっている。しかし、腐食生成物の流れ出しやコンクリートへの染込みを考慮に入れると理論モデルから得られる値は実際より小さいことが考えられ、実構造物の鉄筋のひび割れ発生腐食減量はおよそ $50\text{mg}/\text{cm}^2$ 程度と推測される。

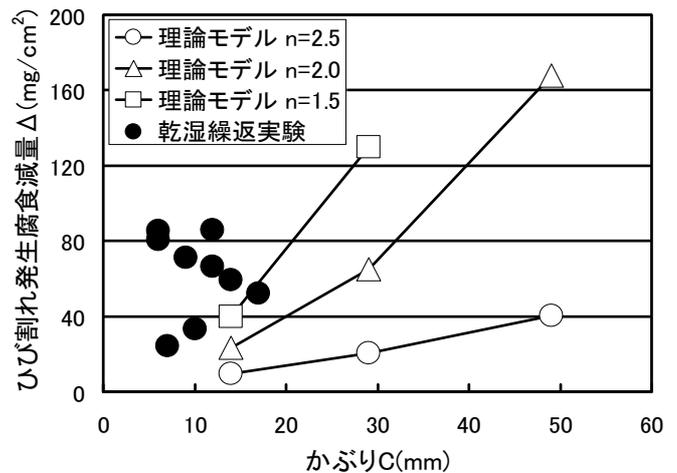


図-4 本研究によるひび割れ発生腐食減量



図-5 乾湿繰返実験の水槽

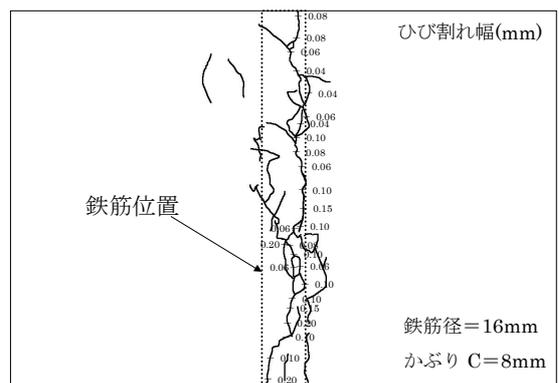


図-6 乾湿繰返実験におけるひび割れの例