

第V部門

鉄筋腐食 RC 部材の腐食ひび割れ情報を用いた腐食量の概略推定

京都大学 学生会員 ○星之内 菜生 正会員 高谷 哲 正会員 山本 貴士

1. 研究目的

コンクリート構造物表面で視認できる腐食ひび割れから鉄筋の腐食量が推定できれば、構造性能を概略評価するための有用な情報になる。これまで、供試体を用いたコンクリート表面の腐食ひび割れ幅と腐食量の関係が検討されてきたが、一般に複数本配置される鉄筋の腐食が、表面に現れる腐食ひび割れに相互に影響を与える可能性があること、スターラップや配力筋など、対象とする鉄筋に直交する鉄筋の腐食に伴うひび割れも存在することなど、鉄筋の軸方向に沿った腐食ひび割れ幅のみでは推定が難しい場合も考えられる。本研究では、供試体と実構造物の腐食ひび割れ面積密度(腐食ひび割れ延長×幅/調査対象面積)を用いて、詳細調査の可否の検討に用いる平均的な腐食量の概略推定の可能性を検討した。

2. 実験概要

2.1 供試体

供試体の形状、寸法を図1に示す。400×150×1000mmの直交する鉄筋を有する面的な部材を模擬した。鉄筋は全て磨き丸鋼のφ16を用い、鉄筋あき間隔は150mm、短辺の鉄筋のかぶりは20, 34mm、長辺の鉄筋のかぶりは36, 50mmとした。

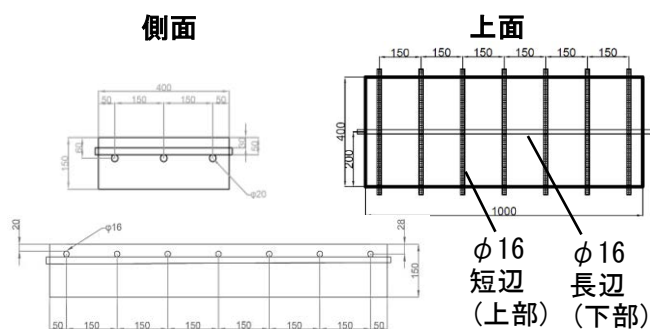


図1 実験供試体概要(単位:mm)

2.2 実験要因および測定項目

上部鉄筋の腐食ひび割れの下部鉄筋による拘束程度を確認するため、下部鉄筋の有無(0本, 1本)を要

因とした。腐食は電食によって模擬し、曲げ耐荷力を鉄筋の平均断面減少分の低下として推定できる腐食量の上限である10%¹⁾を目標として通電した。測定項目はひび割れ幅と、はつり出した鉄筋の質量および鉄筋径とした。ひび割れ幅は50mm間隔に測定し、その区間は同一ひび割れ幅が延長しているとしてひび割れ面積密度を求めた。

2.3 実構造物概要

実構造物の概要を図2に示す。1976年に竣工した生産設備の比較的高さの大きいRCはり部材側面を対象とした。構造物は海岸から500m程離れているが、海砂由来の1.301kg/m³の内在塩化物イオンが鋼材付近で確認されている。はり部材側面の一部、1000×1000mm, 950×1100mmの2領域のひび割れ幅と延長、腐食後の鉄筋径を測定した。鉄筋は全て異形鉄筋のD13で、かぶりの小さい配力筋の鉄筋あき間隔は平均150mm、かぶりは平均70.5mmである。

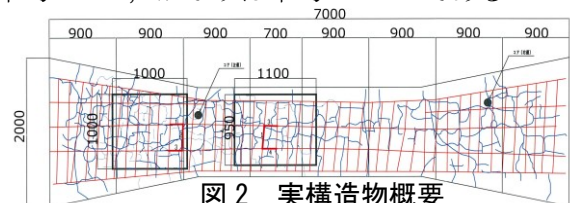


図2 実構造物概要

3. 実験結果及び考察

3.1 交差する鉄筋が腐食ひび割れに与える影響

腐食ひび割れの性状を図3に、腐食量と平均ひび割れ幅の関係を図4に示す。下部鉄筋がない場合、かぶり側のひび割れ幅が大きくなるとともに、下方に向かうひび割れが大きくなった。対象とする鉄筋の上部でなく、かぶりの大きい下部の交差する鉄筋であっても、水平ひび割れの発生・進展が起こりやすくなり、表面ひび割れの発生・進展が抑制されたようである。このように、交差する鉄筋は、かぶりが小さい側だけでなく、相互にひび割れの進展に影響すると考えられるため、一本の鉄筋に沿った腐食ひび割

れだけでなく、領域内の鉄筋を総合して算出したひび割れ面積密度と交差する両方の鉄筋の平均腐食量との関係で概略評価するのが適していると考えた。



図3 側面ひび割れの様子
(左:下部鉄筋なし 右:下部鉄筋あり)

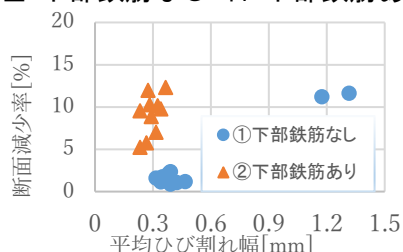


図4 腐食ひび割れ幅-腐食量関係

3.2 ひび割れ面積密度算出に適する領域

ひび割れ面積密度を求める $200 \times 200 \text{ mm}$ の対象領域として、いずれも長辺および短辺方向の鉄筋が交差する領域を対象とした。短辺方向鉄筋が1本となる領域Ⅰ、2本となる領域Ⅱを検討した。領域Ⅰに比べⅡの相関性が良くなった。ひび割れ発生後の幅の進展に対して隣り合う鉄筋の腐食膨張の影響が相互に現れ、一方の膨張が他方のひび割れ幅を抑制したと考えられる。このとき隣り合う2つの腐食量を平均化することで相関が高くなったと考えられる。

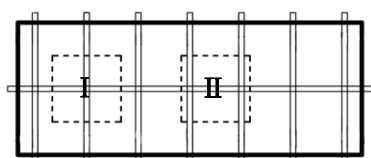


図5 対象領域

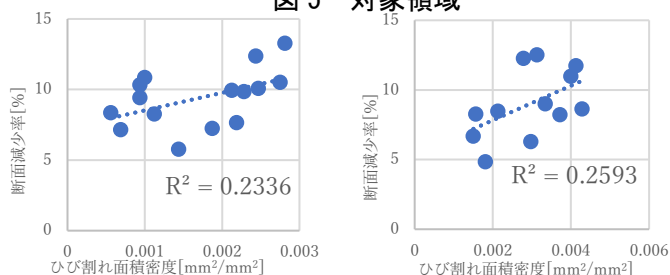


図6 ひび割れ面積密度-腐食量関係

(左:領域Ⅰ 右:領域Ⅱ)

3.3 実構造物との比較

実構造物および供試体の領域Ⅱ適用時のひび割れ面積密度-腐食量関係を図7に示す。実構造物では、断面減少率が小さい部分と大きい部分が明確に分かれた。理由を特定できていないが、腐食量の大きい部

位を評価できる方が安全側であるため、腐食量の大きな点を対象に近似線を求めた。かぶりが大きい場合、表面にひび割れが現れる時点で既に大きな腐食量となる結果が現れた。一方、その後の傾きは、ひび割れ面積密度の増加に対して鈍感で、既に進展している水平ひび割れの面外方向への押し出しによってひび割れ幅が大きくなったことが伺える。このことは、既往の傾向²⁾と同じで、実構造物でもひび割れ面積密度による腐食量推定は適用可能であると考えられる。ただし、今回のようにかぶりが鉄筋径に対して著しく大きい場合で、特に内在塩化物イオンが鉄筋位置で腐食発生限界塩化物イオン量を超えている状況では、腐食ひび割れ面積密度に現れる前に既に腐食が大きく進行しており、ひび割れ面積密度では内側鉄筋の腐食量を安全側に評価できない可能性がある。

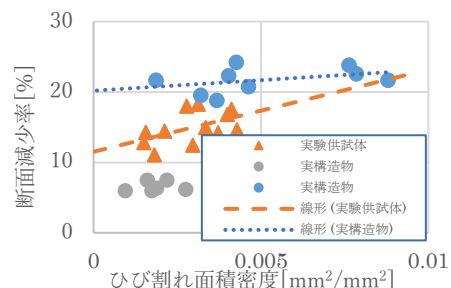


図7 実構造物と実験供試体の比較

4. 結論

- (1) 交差する鉄筋は相互に影響し、水平ひび割れの発生・進展が起りやすくなり、表面ひび割れの発生・進展が抑制される。
- (2) ひび割れ発生後の幅の進展に対して隣り合う鉄筋の腐食膨張の影響が相互に現れ、2つの鉄筋腐食量を平均化することで相関が高くなったことから隣り合う鉄筋を含む領域を対象とするのがよい。
- (3) 実構造物においてもひび割れ面積密度による腐食量推定は適用可能であるが、配筋や腐食状況によっては腐食量を安全側に評価できない可能性がある。

参考文献

- 1) 大塚尊之：鉄筋腐食 RC 部材の詳細調査要否判定に用いる腐食ひび割れ幅-腐食量関係に関する研究，京都大学大学院社会基盤工学専攻修士論文，2019
- 2) 橋高ら：鉄筋コンクリート表面のひび割れ発生時の鉄筋腐食量に関する検討，コンクリート工学年次論文報告集 Vol.33, No.1, 2011