

# 塩分を含むコンクリート中の曲げひび割れが鉄筋腐食に与える影響

維持管理工学研究室 内藤 彩美

## 1. 研究目的と背景

鉄筋コンクリートにはひび割れの発生が許容されており、劣化因子はひび割れを通じて構造物内に侵入し、鉄筋を腐食させる。劣化因子の1つである塩分のコンクリート中への浸透過程については、これまで多数の研究が行われてきたが、酸素と水がどのようにどの程度影響しているかに着目した研究はあまり行われておらず、不明な点が多い。

本研究では、コンクリート練混ぜ時に鉄筋腐食の発生に十分な量の塩分をあらかじめ与え、腐食開始後の鉄筋の腐食進行速度、すなわち酸素と水の供給状況に対してかぶりコンクリートの W/C、かぶりの大きさ、ひび割れ幅が及ぼす影響を実験的に検討することとした。

## 2. 実験概要

供試体形状を図-1 に示す。コンクリートは W/C40%と W/C55%の2種類とし、いずれも鉄筋を腐食させるのに十分な  $8.24\text{kg/m}^3$  の NaCl を混入した。かぶりは 20mm、35mm の2水準とした。図-1 の塩ビパイプは、ひび割れ幅を保持するためのネジ棒を通すために用いた。

供試体の脱型後、1ヶ月間湿布養生し、曲げ载荷により幅 0mm (=ひび割れなし)、0.2mm、0.4mm の曲げひび割れを導入した。一旦除荷した後、载荷時と同じひび割れ幅を保持しながら劣化促進を行うため、写真-1 のようにステンレス丸棒とネジ棒を用いて、ひび割れ幅が所定の幅となるように供試体に変位を与えた。その後、劣化促進室にて供試体を温度 35~45°C、湿度 100%環境に7日間曝露した後、促進室を開放して7日間乾燥させる乾湿繰返しによる劣化促進を3ヶ月間行った。また、劣化促進期間中に何度か供試体表面のひび割れ状

況を確認し、ひび割れをスケッチしてひび割れ幅を記録した。

劣化促進期間が経過した供試体を 150-200-150mm にコンクリートカッターで切断し、鉄筋に平行に割裂した。塩分分布状況の評価として硝酸銀噴霧による分布状況の確認、および、ドリルにて採取した削孔粉の塩分量の測定を行った。また、鉄筋腐食状況の評価として、鉄筋の目視観察および鉄筋腐食面積率、質量減少率を算出した。

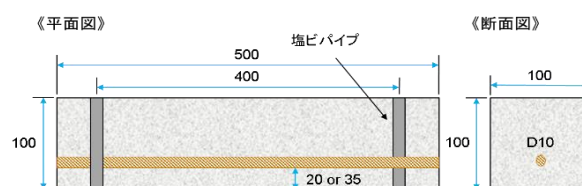


図-1 供試体概要 単位[mm]



写真-1 ひび割れ幅調整後の供試体

## 3. ひび割れ状況

W/C、かぶり、ひび割れ幅の条件にかかわらず、劣化促進期間の経過に伴い、供試体表面のひび割れが進展していた。また、かぶりの小さい供試体では、曲げひび割れ以外の新たなひび割れの発生が確認され(図-2)、これは鉄筋に沿う方向であることから、鉄筋の腐食膨張に起因する腐食ひび割れであると考えられる。

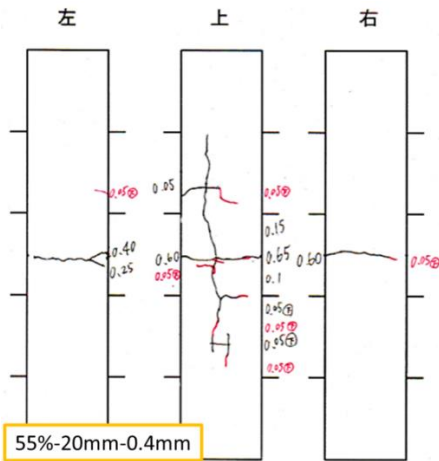


図-2 ひび割れ状況のスケッチの例

#### 4. 鉄筋腐食状況の評価

鉄筋腐食面積率については、W/C、ひび割れ幅が大きく、かぶりが小さい供試体ほど高い値となる傾向を示した (図-3)。また、ひび割れのある供試体の腐食面積率は W/C の影響を受けやすいことが認められた。鉄筋質量減少率については、W/C が高い供試体ほど高い値となった。W/C が高い供試体は組織が粗であるために劣化因子がより透過したため、腐食が加速したと考えられる。一方、ひび割れの影響については、質量減少率はひび割れ幅の大小ではなく、ひび割れの有無のみが影響を与えている結果となった (図-4)。

鉄筋の腐食状態については、W/C が高く、ひび割れ幅が大きい供試体ほど鉄筋の広域に腐食が認められ、孔食を伴う断面欠損が確認された。鉄筋の上下面を比較すると、ほとんどの供試体においてかぶり側表面が内側表面より腐食していた。かぶり側は供試体表面に近く、劣化因子がより供給されたためと推察される。図-5 には鉄筋にひび割れ位置を重ねて示すが、鉄筋の腐食位置はひび割れ発生位置に影響されていると考えられる。ただし、あらかじめ塩分を含むコンクリートであるため、ひび割れのない箇所でも腐食する傾向にあった。

図-6 から腐食面積率の低い供試体は質量減少率のばらつきが大きいのが、腐食面積率 20%以上の供試体は質量減少率が 0.8%以上となり、腐食面積率の増加に伴う質量減少率の増加を確認した。また、ひび割れのある供試体では腐食面積率と質量減少率の間に相関が認められた。

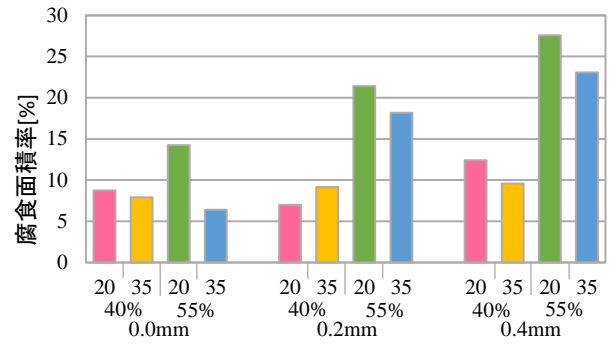


図-3 腐食面積率 (ひび割れ幅別)

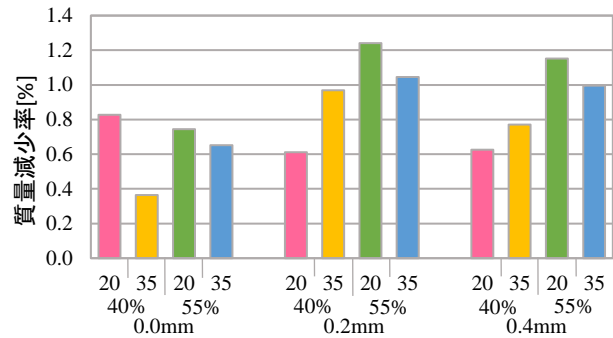


図-4 質量減少率 (ひび割れ幅別)

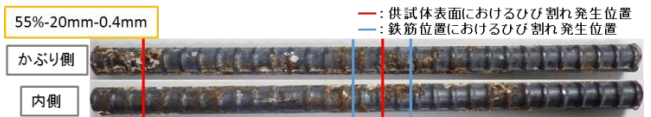


図-5 鉄筋腐食の様子とひび割れ発生位置の例

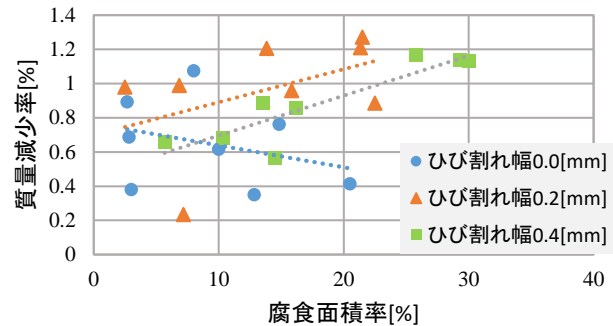


図-6 腐食面積率と質量減少率の関係 (ひび割れ幅別)

#### 5. まとめ

- (1) かぶりの小さい供試体では劣化促進の経過に伴い、腐食ひび割れが生じた。
- (2) W/C の高い供試体では鉄筋腐食面積率および質量減少率が高くなり、孔食を伴う断面欠損が生じやすい傾向にあった。
- (3) ひび割れのある供試体では鉄筋腐食面積率および質量減少率が高くなり、腐食面積率と質量減少率の間にある程度の相関が認められた。