

# かぶりコンクリートのひび割れが塩害環境下における鉄筋の腐食に与える影響

維持管理工学研究室 桐山翔伍

## 1. 研究背景と目的

一般に鉄筋コンクリート構造物にはひび割れの発生が許容されており、ひび割れは塩化物イオンや水、酸素などの腐食因子の浸透を容易にし、鉄筋腐食や構造性能の低下に大きな影響を与える。

これまで、ひび割れ幅と鉄筋腐食には明確な関係があるとする研究と長期的には両者に明確な関係はないとする研究があり、ひび割れがコンクリート構造物の耐久性に与える影響について統一的な見解は得られていない。

そこで本研究では、ひび割れによる腐食因子の浸透がどの程度鉄筋腐食や腐食分布に影響するかを検討するため、曲げひび割れ幅、劣化促進期間をパラメータとした劣化促進試験を行った。これにより曲げひび割れが鉄筋腐食に与える影響を実験的に検討することを目的とする。

## 2. 実験概要

本論文では、劣化促進期間3か月までの結果を報告する。

### 2.1 供試体の形状

供試体は、長さ580mmの鉄筋(SD295,D13)を1本有する100mm×100mm×600mmの角柱(図-1)である。コンクリートの水セメント比を55%、鉄筋のかぶりを30mmとした。供試体は作製後、室温20°Cに設定された養生室内で約8週間、湿布養生を行った。実験パラメータを表-1に示す。

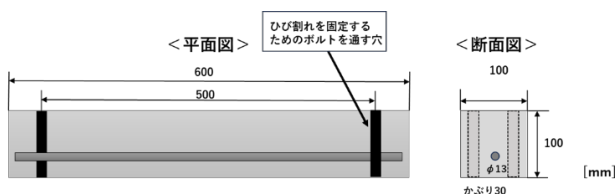


図-1 供試体概要

表-1 実験パラメータ

曲げひび割れ幅(mm)	0, 0.2, 0.4
劣化促進期間(月)	1, 3, 7, 12

## 2.2 劣化促進

養生期間終了後、所定の幅の曲げひび割れを導入した上で、供試体中央部に塩ビ板製の貯水槽を設置し、劣化促進室にてNaCl 3%溶液を用いて乾湿繰返しを実施した。乾湿繰返しについては、促進室を開放した状態でNaCl溶液を2日間室温で貯留させ、NaCl溶液を抜いたのちに促進室を閉鎖した状態で5日間高温

(45~50°C)乾燥させる。これを1サイクルとし所定の期間、劣化促進を行う。その後、中央の200mmを切り出し、評価した。

## 3. 結果と考察

### 3.1 硝酸銀噴霧による塩分の分布評価

図-2および図-3に塩化物イオンの最大浸透深さおよび鉄筋位置での供試体軸方向の浸透距離を示す。塩化物イオンはひび割れの存在によりコンクリート内部に容易に浸透する傾向にあった。しかし曲げひび割れの本数に違いがあったこと、曲げひび割れのあるほとんどの供試体で、塩分は供試体の反対の面まで到達しているため、最大浸透深さは限界値となり、軸方向の浸透距離も200mmに達して限界値をとっていることからひび割れ幅の大小と塩化物イオン量には明確な関係を確認することはできなかった。

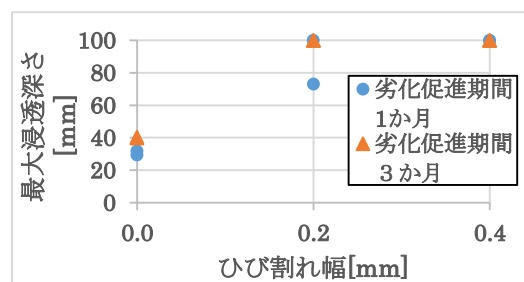


図-2 最大浸透深さ

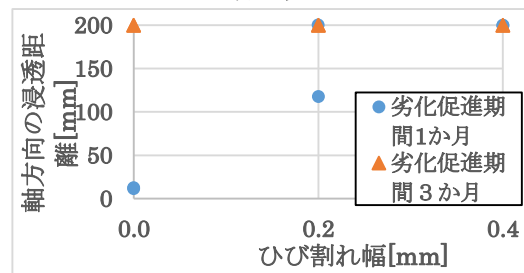


図-3 供試体軸方向の浸透距離

### 3.2 蛍光 X 線分析による塩分の分布状況

図-4 に各供試体の劣化促進を行った後の塩化物イオンの見かけの拡散係数を示す。ただし、ここではひび割れ中の塩分の移動も拡散によるものとみなす。拡散係数は、劣化促進期間1か月では、曲げひび割れ幅が大きくなるほど大きくなった。しかし劣化促進期間が長くなると、曲げひび割れ幅によらず同程度の値を示した。これにより、劣化促進が進むことで、塩分の浸透量にひび割れの有無による影響がなくなることが確認された。

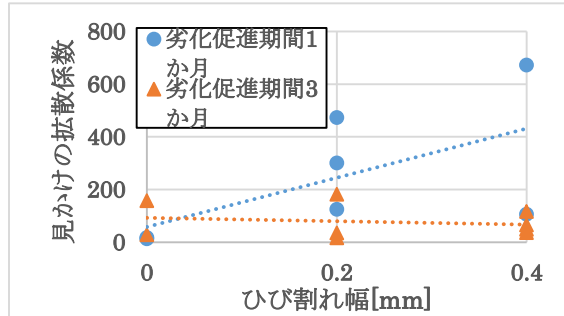


図-4 ひび割れ幅と塩化物イオンの拡散係数

### 3.3 腐食面積率と質量減少率

図-5 に腐食面積率、図-6 に質量減少率を示す。腐食面積率、質量減少率ともに劣化促進期間が長くなることにより増加した。そして、曲げひび割れありとなしでは、大きな差が確認できるが、曲げひび割れ幅の大小による影響は明確には確認できなかった。

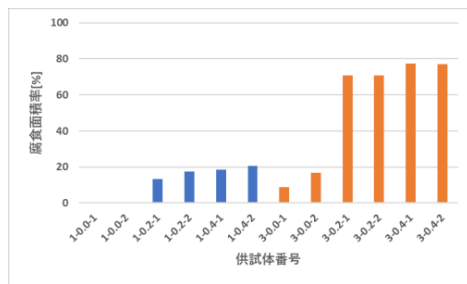


図-5 腐食面積率

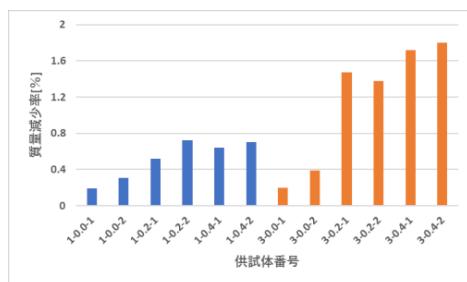
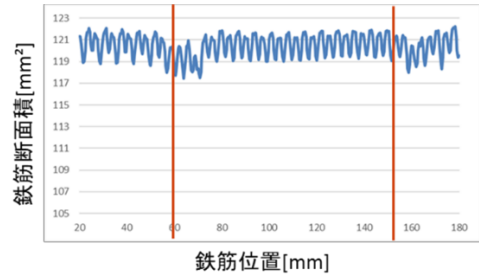


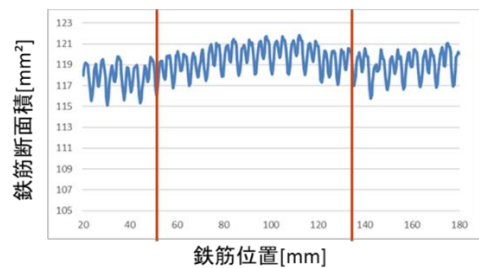
図-6 質量減少率

### 3.4 鉄筋の断面積分布の測定結果

図-7 に鉄筋の断面積分布の例を示す。曲げひび割れ位置で腐食が発生していることが確認できる。そして、劣化促進期間が長くなることにより腐食形態が、局所的な断面減少から広範囲に及ぶ腐食へと変化すると確認できる。これは時間が経つにつれ、マクロセル腐食が減少し、ミクロセル腐食が増加し、ミクロセル腐食の寄与度が高まったことが原因であると推察される。



劣化促進期間 1 か月



劣化促進期間 3 か月

図-7 鉄筋断面積の例 (赤線: ひび割れ位置)

## 4. まとめ

1. 塩化物イオンはひび割れの存在により内部へ浸透しやすくなる傾向にはあったが、曲げひび割れ幅の大小による違いは確認できなかった。
2. ひび割れ中の塩分移動も拡散によるものとみなした塩化物イオンの見かけの拡散係数は、ひび割れ幅が大きくなるほど大きくなったが、劣化促進期間が長くなることによりひび割れ幅の影響を受けなくなることが確認された。
3. 腐食面積率および質量減少率はともにひび割れの有無による影響は認められたが、ひび割れ幅の大小による影響は明確には確認できなかった。
4. 鉄筋の断面積分布より、腐食がひび割れ近傍に発生し、局所的な腐食から広範囲に及ぶ腐食へと腐食の形態が変化することが確認された。