

RC 構造物に発生した鋼材の腐食ひび割れ幅から腐食率を推定するための基礎実験

東北学院大学大学院 環境建設工学専攻 学生会員 ○高橋 祐樹  
 東北学院大学 環境建設工学科 非会員 佐々木 将哉  
 東北学院大学 環境建設工学科 非会員 鈴木 玲音  
 東北学院大学 環境建設工学科 正会員 武田 三弘

1. はじめに

RC 構造物における鋼材腐食は耐力低下等の危険があるため、腐食調査において迅速な判断や評価が必要となる。しかしながら、現在の鋼材腐食調査は、腐食が進行していると思われる箇所のかぶりコンクリートから鋼材をはつりだし、腐食状況を目視によって確認する方法が主であるが、このような方法で常時調査を行うことは費用が大きくなるため現実的ではない。したがって、鋼材腐食調査の改善のために、コンクリート表面に発生する鋼材腐食による変状やひび割れ状況から、コンクリート内部の鋼材腐食状況を簡易的に推測することで、今後の点検業務において、調査費用を抑え、より迅速な判断と対応が可能になると考えられた。

本研究では RC 構造物におけるコンクリートの鋼材の腐食ひび割れ幅から腐食量を簡易的に推定することを目的として、RC 構造物の壁面を模した複数の鉄筋が配筋された供試体に対し、電食試験による腐食促進実験を実施し、ひび割れ幅毎の腐食率の関係、鋼材の腐食状況の確認を行った。

2. 実験概要

2.1 供試体概要

鋼材の腐食率とひび割れ幅との関係を求める為、6 体の供試体を作製した。供試体の種類を表-1、寸法および配筋を図-1 に示す。実験では、JIS A 5308 レディーミクストコンクリート（普通 30-12-20-N）を使用し、主鉄筋として両端部 100mm をエポキシ樹脂で被覆した異形鉄筋(D13 または D19)4 本を、通電用の電極端子を鉄筋端部に接続し、かぶり 75mm で、250mm 間隔で配置した。また、配力筋としてエポキシ樹脂で被覆した異形鉄筋 D13 を 2 本、300mm の間隔を設けて主鉄筋と鉛直方向に配置した。

2.2 鋼材腐食促進方法

鋼材腐食促進方法として電食試験を用いた。供試体底面にチタンメッシュを敷き、3%塩化ナトリウム水溶液の一部浸漬し、鉄筋を陽極側、チタンメッシュを陰極側に接続し 0.05A~0.5A の直流電流を所

表-1 供試体の種類および条件

No.	呼び名	鉄筋番号	目標ひび割れ幅 (mm)
1		1-1	0.05
		1-2	0.05
		1-3	0.2
		1-4	0.2
2	D13	2-1	0.1
		2-2	0.6
		2-3	0.4
		2-4	0.9
3		3-1	0.7
		3-2	0.15
		3-3	0.5
		3-4	0.3
4		4-1	0.05
		4-2	0.05
		4-3	0.2
		4-4	0.2
5	D19	5-1	0.5
		5-2	0.3
		5-3	0.15
		5-4	0.1
6		6-1	0.4
		6-2	0.6
		6-3	0.25
		6-4	0.17

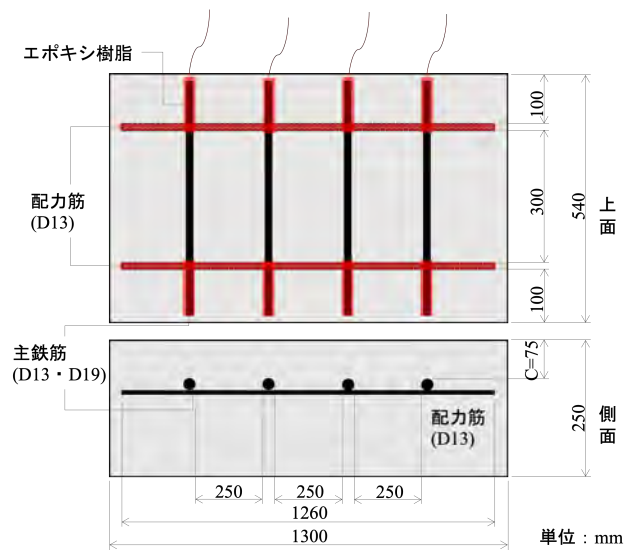


図-1 供試体概要

キーワード 鉄筋腐食, 電食, 腐食率, ひび割れ幅

連絡先 〒985-8537 宮城県多賀城市中央 1-13-1 TEL 022-368-7479

定の目標値まで通電した。測定項目は電食試験終了までの積算電流量(A×hr)、ひび割れ幅、錆汁溶出の有無とした。供試体かぶり面および側面に発生した腐食ひび割れ幅の測定にはクラックスケールを用いて、100mm 間隔に測定を行い、その平均値を使用した。

### 2.3 鋼材の腐食率の測定

各試験終了後に、供試体から主鉄筋をはつり出し、土木学会「2018年制定コンクリート標準示方書[維持管理編]」<sup>1)</sup>および日本コンクリート工学協会「海洋コンクリート構造物の防食指針(案)」<sup>2)</sup>に記載している腐食グレードとの外観上の比較を行った後、チオグリコール酸アンモニウム溶液に24時間浸漬および金ブラシで除錆した。その後、実測による質量減少率(以下、腐食率)を測定した。

### 3. 実験結果

図-2は実験に使用したかぶり75mmの供試体6体に対するひび割れ幅と腐食率の関係を示したものである。この結果から、両者ともにひび割れ幅と腐食率の関係は右上がりの傾向が確認できたが、異形鉄筋D13とD19によって鋼材の腐食率に違いが見られ、鉄筋径が小さいほど、同じひび割れ幅において、コンクリート中の鋼材の腐食率は大きくなる傾向となった。これは、鉄筋径が大きいほど電流量あたりの表面積が増えることによる影響であると考えられる。また、両者の相関関係は、異形鉄筋D13が相関係数 $R=0.90$ 、D19は相関係数 $R=0.48$ となり、D13がより良好な関係が見られた。これは、異形鉄筋D13の結果がより広く分布しているためであり、D19の結果はひび割れ幅および腐食率の範囲が狭く、まとまった分布となった影響であると考えられる。今後は、腐食率を大きくした条件のデータを蓄積していくことで、腐食ひび割れ幅の測定結果から鋼材腐食率の簡易的な推定が可能になるものと推察される。また、この関係図のばらつきの原因の一つに、錆汁の発生状況が関係しているものと考えられる。「錆汁なし」のプロット数が少ないため明確には言えないが、錆汁が確認出来た箇所の腐食率に対するひび割れ幅が大きくなる傾向が見られている。これは、錆汁の溶出がない場合は、鋼材とコンクリートとの界面のみで生じる腐食膨張によって、ひび割れ幅が徐々に伸展していくと考えられるが、錆汁の溶出がある場合、ひび割れ発生後、ひび割れ面に錆汁が広がり、錆として膨張することで、ひび割れ幅を押し広げたのではないかと考えられる。また、同時期に作製した各供試体に通電した際の電圧量に差が見られたことから、錆汁溶出の有無に初期

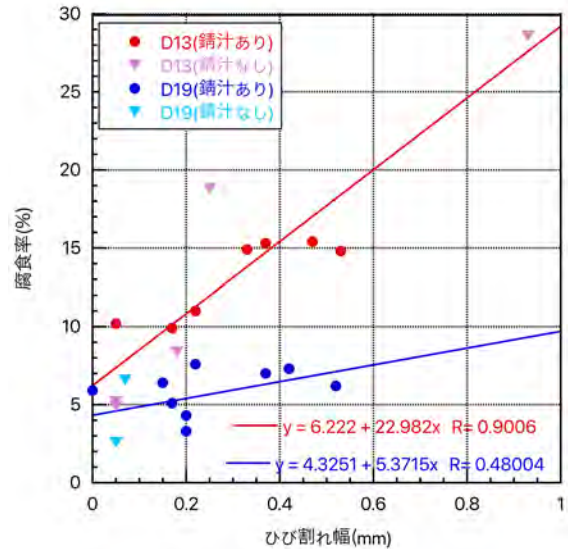


図-2 ひび割れ幅と腐食率の関係

欠陥の有無が関係しているのではないかと考えている。

これらの結果から、腐食ひび割れ幅の測定結果から鋼材腐食率の簡易的な評価を行う際は、より精度を高めるために錆汁の有無を考慮して評価を行う必要があると推察される。また、本実験結果では腐食が進行していても錆汁の発生がないことや、鉄筋腐食度CおよびIII相当の腐食が生じていてもひび割れが発生しないこともあるため、その様な事例のデータの蓄積も必要と考えている。さらに、実際の現場で生じている鋼材腐食と腐食促進実験による鋼材腐食との腐食量や腐食生成物等の腐食状況の違いを指摘する論文<sup>3)</sup>もあることから、この点も含め検討する必要があるものと考えている。

### 4. まとめ

本研究では鋼材の腐食ひび割れ幅から腐食量を簡易的に推定するべく実験を行った。本実験の範囲内において、腐食ひび割れ幅と鋼材腐食率の関係を求めるには、同じかぶり条件において、鉄筋径毎に分類することで可能になると考えられる。さらに、より精度を高めるために錆汁の有無で区別して評価を行う必要があると思われる。

### 参考文献

- 1) 土木学会:[2018年制定]コンクリート標準示方書[維持管理編], 2018
- 2) 日本コンクリート工学会:海洋コンクリート構造物の防食指針(案)-改訂版-, 1990
- 3) 高谷 哲, 西澤 彩, 中村 士郎, 山本 貴士, 宮川 豊章:コンクリート中における鉄筋の腐食生成物の生成プロセスおよび電気化学的特性, 土木学会論文集 E2, Vol.71, No.3, 235-247, 2015