

鉄筋コンクリート供試体の腐食促進実験における考察

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 三浦 晟也
 東北学院大学 環境建設工学科 非会員 守谷 仁希
 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

鋼材の腐食の調査において、土木学会「2018年制定コンクリート標準示方書[維持管理編]」¹⁾では、鋼材の腐食状況の簡便なグレード分けとして、外観による4段階の腐食状態を規定している。しかしながら、その腐食グレードに相当する定量的な鋼材腐食量については明示されていない。また、ひび割れを伴う鋼材の腐食状況確認には、かぶりコンクリートをはつる必要があるが、ひび割れの状況（幅や錆汁など）から内部の鋼材の腐食グレードがある程度推測することができれば、コンクリート構造物の維持管理において、より迅速な判断と対応が可能になると考えられた。そこで本研究では、鉄筋のかぶりを変えた供試体を複数作製し、錆汁を伴う鋼材腐食促進実験を行い、鋼材腐食によって発生するひび割れの開口幅と腐食率との関係を求める為の基礎実験として、積算電流量と腐食率やひび割れ幅との関係を求め、比較・検討を行なった。

2. 実験概要

2.1 供試体概要

実験では、普通ポルトランドセメントを用いた表-2に示す配合条件で小型供試体(120×105×200mm及び250×215×200mm)を2種類、合計15体作製した。供試体内部には異形鉄筋(D19及びD13)1本を、かぶりを変えた条件(30mm、75mm)で両端部が突出するように配置している。標準養生後に一方の突出した鉄筋に銅線のはんだ付けを行い、その後両突出部にはエポキシ樹脂を用いて防錆処理を行なった。当初、この方法で全ての供試体を使用する予定であったが、先行して行なった実験では、この突出した鉄筋部分から鋼材腐食が顕著に進行することが分かったため、これを防ぐため、その後の供試体では、供試体両端部の鉄筋周囲のコンクリートを直径40mm、深さ40mm程度まで穿孔・掘削し、鉄筋周辺を覆うようにエポキシ樹脂を注入し防錆に努めた。従って、突出部のみの防錆処理を行なった供試体(条件1)では、ひび割れ幅と積算電流量との関係を求める為、端部より内側および突出部の防錆を行なった供試体(条件2)では、腐食率と積算電流量との関係を求める為に使用することにした。表-1は供試体概要を示したものである。

表-1 供試体概要

No.	かぶり (mm)	呼び名	防食区間	目標ひび割れ幅 (mm)
1	75	D19	(条件1) 突出部のみ	0.3
2				0.3
3				0.35
4				0.5
5				0.65
6				0.9
7	30	D13	(条件2) 両端内側40mmおよび突出部	0.05
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				

表-2 コンクリート配合

水セメント比 W/C(%)	細骨材率 s/a(%)	Gmax (mm)	配合表 (kg/m ³)						
			水	セメント	細骨材1	細骨材2	粗骨材1	粗骨材2	混和剤
54.0	44.7	20	164	304	647	162	524	524	3.04

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 022-368-1119

2.2 電食試験方法

電食試験は、鉄筋かぶり側を上面として、下面側は両端を高さ 30mm のスペーサーで浮かせた状態にし、その間にチタンメッシュを敷き、底面側の供試体が 10mm 程度 3%の塩化ナトリウム水溶液で浸漬するように設置し、鉄筋を陽極側、チタンメッシュを陰極側に接続し 0.05A/hr の直流電流を通电した。測定項目は、電食試験が終了するまでの積算電流量(A・hr)、ひび割れ幅及び錆汁の質量である。なお、ひび割れ幅については、クラックゲージによる測定とひずみゲージを貼付してひび割れ発生時期の観察を行った。

3. 実験結果

図-1 は、条件 1 におけるひび割れ発生後のひび割れ幅と積算電流量との関係を示したものである。この図から、かぶり 75mm、異形鉄筋 D19 を用いた供試体のひび割れ発生に要する積算電流量は、いずれも 30A・hr 付近であることが確認できた。ここで、3 体とも同じ条件にも拘わらず、ひび割れ幅に差が見られた。ひび割れ幅が最も小さかった供試体では、ひび割れから外に溶出した錆の重量を測定したところ約 7g であったが、次にひび割れ幅が小さかった供試体では約 17g、一番大きいひび割れの供試体では約 19g と初期ひび割れ幅が大きくなるほど、ひび割れから溶出する錆の量は大きくなる傾向がみられた。これは、ひび割れが発生するまでに生成した錆の量の違いによる圧力差によってひび割れ幅に差ができたものと考えている。一方、ひび割れ発生後のひび割れ幅の伸展は、初期ひび割れ幅が小さい方がより大きくなる傾向が見られた。与えている電流量は同じなため、最終的には同じひび割れ幅に収束するものと考えている。

図-2 は、鉄筋端部の防錆処理の違いによる腐食率と積算電流量の関係を示したものである。この図より、かぶり(75mm)が同じであっても、防錆処理の違いによって、両者の関係は異なり、条件 1 の防錆処理では、同じ積算電流量においても端部のみの腐食が進行してしまったため、結果的に腐食率が高くなる傾向となった。この様な鋼材の腐食は、実構造物に生じる腐食とは大きく異なるため、条件 2 による実験に切り替える必要が出てきた。

図-3 は、条件 2 の供試体において、かぶりの違いにおける腐食率と積算電流量との関係を示したものである。かぶり 30mm の供試体に使用した異形鉄筋は D13 と D19 の 2 種類、かぶり 75mm の供試体に使用した異形鉄筋は D19 であるが、鉄筋径の違いによる影響は見られず、かぶり 30mm の方がかぶり 75mm よりも積算電流量当たりの腐食率は 5 倍程度大きくなった。これは酸素の供給量の差と考えられる。

4. まとめ

錆汁を伴う電食試験結果から本実験の範囲内で以下のことが言える。

- (1) 初期ひび割れ幅は、ひび割れが発生するまでに生成した錆汁の量の違いによる圧力差によって差ができると考えられるが、その後のひび割れ幅の伸展は、初期ひび割れ幅が小さい方がより大きくなる傾向が見られた。
- (2) かぶりのみを変化させた電食試験において、かぶりが小さいほど腐食率が著しく増加する傾向が見られた。この差は、酸素の供給量の差によるものと考えられた。

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

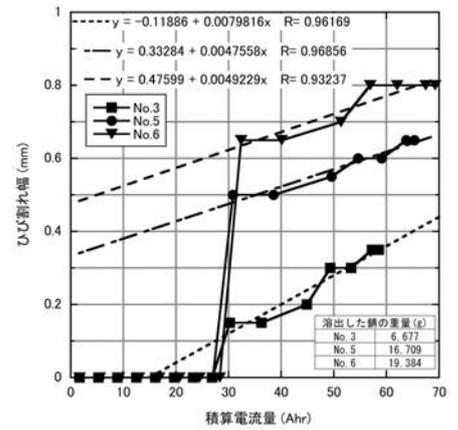


図-1 ひび割れ幅と積算電流量との関係

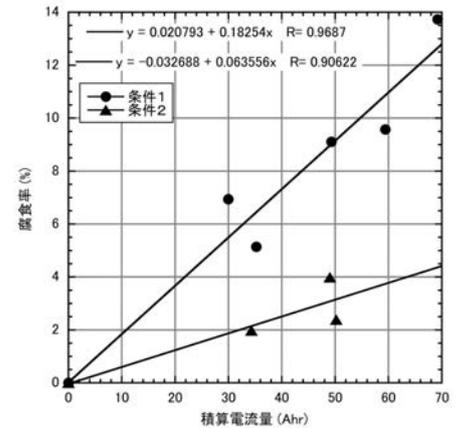


図-2 防錆処理の違いによる腐食率と積算電流量との関係

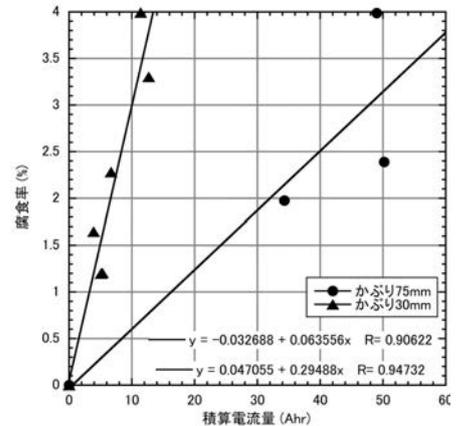


図-3 かぶりの違いによる腐食率と積算電流量との関係