

腐食ひび割れを有する RC はりの力学挙動に関する実験的検討

広島大学大学院工学研究科 学生会員 ○川本 卓人
 広島大学大学院工学研究科 学生会員 宇田 好一郎
 国土交通省中国地方整備局 正会員 相田 大作
 広島大学大学院工学研究科 7E0-会員 佐藤 良一

1. 背景及び目的

近年、鉄筋腐食に起因する劣化が大きな問題になっている。そこで、これを維持管理する効率的な方法と、安全性評価が求められている。既往の研究から付着強度は腐食ひび割れ幅に大きく依存することが分かった。構造部材においても何らかの関係が得られれば、腐食ひび割れ幅は、安全性評価上、重要な点検項目となる。そこで、本研究は腐食量と腐食ひび割れ幅の関係を検討し、せん断耐力と曲げ耐力が近似的に等しい RC はりの力学性状に及ぼす鉄筋腐食の影響を実験的に検討した。

2. 実験概要

設定した実験パラメータは、スターラップの有無腐食ひび割れ幅である（以下供試体名はスターラップ有無をそれぞれ S、N シリーズとし、さらに各シリーズにおいて、健全状態を S0、N0 とし、設定した腐食ひび割れ幅 2 水準についてそれぞれ S1, S2、N1, N2 とする）。供試体の形状と配筋を Fig.1 に示す。また、断面寸法は、幅 150mm、高さ 330mm。鉄筋は、主筋（D25SD490）、圧縮筋（D16SD295A）、スターラップ（D10SD295A）を用いた。また、W/C は

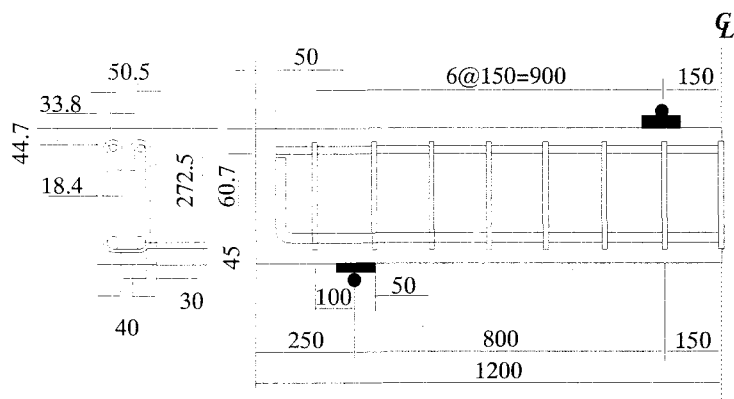


Fig.1 供試体概要

0.6 とした。打設後、材齢 28 日で海水相当 3%NaCl_{aq} に浸漬し、供試体中の着目する鉄筋（N シリーズでは主筋、S シリーズでは主筋とスターラップ）を陽極とし、供試体外に設置した陰極との電気的回路に腐食電流密度 100 μ A/cm² 相当の電流を印加し、腐食促進試験を行った。ここで、腐食ひび割れ幅を定期測定することにより、目標腐食程度の供試体を得た。目標腐食ひび割れ幅に達した時点で供試体を乾燥させ載荷試験を行った。載荷試験ではたわみ、ひび割れ幅の拡大・進展、ひび割れ観察及び破壊モードに着目した。載荷後、供試体中の腐食鉄筋を取り出し、一定間隔に分割し、10%クエン酸二アンモニウム_{aq} に浸漬し腐食生成物を除去した重量と同一長さの健全鉄筋の重量を測定することにより腐食重量減少率を算定した。これとは別に、腐食生成物を取り除いた鉄筋の引張試験を行い、健全鉄筋断面積で最大荷重を除いた見かけの引張強度と健全鉄筋のそれとを比較することにより引張強度の低下率を算出した。

3. 実験結果及び考察

Fig.2 に主筋の平均腐食ひび割れ幅－電流印加時間を示す。主筋の腐食ひび割れ幅と電流印加時間とは腐食ひび割れ発生後において、ほぼ直線関係にあるといえる。また、S シリーズにおいてスターラップの腐食ひび割れ拘束効果が見られる。

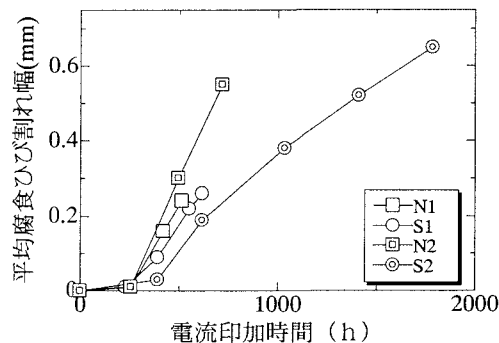


Fig.2 主筋の平均腐食ひび割れ幅－電流印加時間

Table1、Table2 に試験結果一覧を示す。

表中の計算値は土木学会コンクリート標準示方書²⁾の計算式を用いた。また、Fig. 3、Fig. 4 に荷重－たわみ関係を示す。N シリーズに関して、主筋の腐食が生じるにつれ、せん断スパン域で曲げひび割

Table1 腐食度・平均腐食ひび割れ幅一覧

供試体名	スターラップ			主筋		
	重量差による腐食度	強度差による腐食度	腐食ひび割れ幅 (mm)	重量差による腐食度	強度差による腐食度	腐食ひび割れ幅 (mm)
N0				0%	0%	
N1				0.42%	0.63%	0.24
N2				0.81%	1.14%	0.55
S0	0%	0%		0%	0%	
S1	10.8%	14.9%	0.06	0.62%	0.64%	0.26
S2	22.9%	26.3%	0.12	2.08%	2.77%	0.67

Table2 耐力比較・破壊形態一覧

供試体名	せん断耐力計算値(kN)						曲げ耐力計算値(kN)				実験値 (kN)	破壊形態
	断面減少考慮せず			断面減少考慮			降伏荷重		終局荷重			
							断面減少 考慮せず	断面減少 考慮	断面減少 考慮せず	断面減少 考慮		
	Vc	Vs	耐力	Vc	Vs	耐力						
N0	105.2		105.2	105.2		105.2	331.1	331.1	356.2	356.2	176.3	斜引張破壊
N1	105.2		105.2	105.0		105.0	331.1	329.1	356.2	354.4	215.7	せん断圧縮破壊
N2	105.2		105.2	104.8		104.8	331.1	327.5	356.2	353.0	258.9	定着破壊
S0	105.2	145.2	250.3	105.2	145.2	250.3	331.1	331.1	356.2	356.2	324.6	曲げ破壊
S1	105.2	145.2	250.3	105.0	119.2	224.1	331.1	329.1	356.2	354.4	316.4	曲げ破壊
S2	105.2	145.2	250.3	104.2	107.0	211.2	331.1	322.4	356.2	348.4	290.6	曲げ破壊

れが斜めひび割れに進展せず、斜めひび割れが載荷点側による。このため、強固なアーチリブを形成し、破壊形式が斜引張破壊から曲げ型に移行し、最大耐力が上がった。しかし、腐食が進行したはりでは直角型フック定着の破壊が見られた。S シリーズに関しては、腐食の有り無しとも、曲げ破壊し、健全状態のはりよりも鉄筋を腐食させたはりの方が鉄筋の断面減少、付着劣化により中立軸が上昇し、最大耐力が低下した。

Fig. 5 に S シリーズのせん断力－斜めひび割れ幅関係を示す。腐食の進行とともに鉄筋の断面欠損、付着劣化に伴ってひび割れが分散せず、局所化する傾向にあるため、腐食の進行とともに斜めひび割れ幅が拡大したと考えられる。

4. 結論

- (1)電流印加時間と腐食ひび割れ幅とはほぼ線形関係にある。スターラップの拘束効果は明らかに認められ、本実験の場合ほぼ 1/2 程度である。
- (2)スターラップの無いはりの場合、腐食が進行するにつれて、破壊形式が斜引張破壊から曲げ型に変わり、耐力が上がる。しかし、腐食ひび割れ幅 0.55mm のはりでは直角型フック定着の破壊が見られた。
- (3)スターラップのあるはりの場合、鉄筋の断面欠損と付着低下により平面保持が損なわれ、腐食進行につれたわみが大きく、耐力低下、斜めひび割れ幅の拡大がみられる。

参考文献

- 1)宇田好一郎ほか：腐食ひび割れを有する RC プリズムの付着特性、コンクリート工学年次論文集、vol.26、No.2、pp.841-846、2004
- 2)2002 年制定、土木学会コンクリート標準示方書[構造性能照査編]

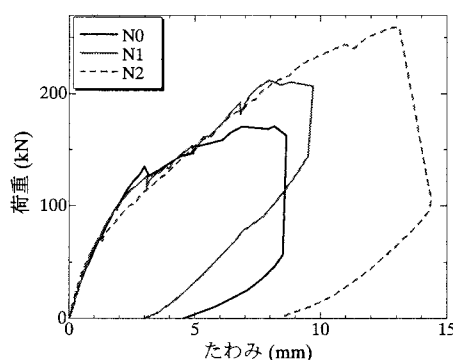


Fig. 3 荷重－たわみ関係 (N シリーズ)

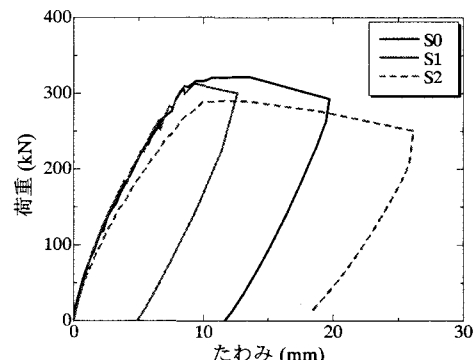


Fig. 4 荷重－たわみ関係 (S シリーズ)

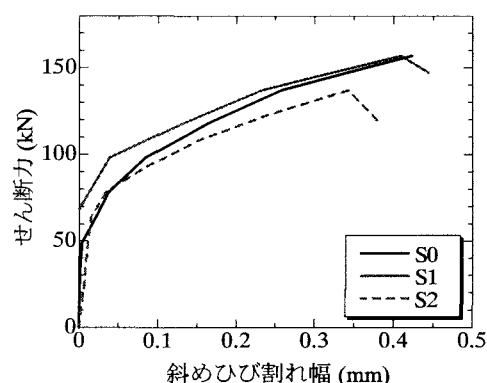


Fig. 5 せん断力－斜めひび割れ幅関係