

局所的に鉄筋腐食が進行した RC 梁部材の残存曲げ耐荷性能に及ぼす影響に関する研究

中央大学 学生会員 ○川合 健司
 中央大学 正会員 村上 祐貴
 中央大学 正会員 大下 英吉

1. はじめに

近年、中性化や塩害に伴う鉄筋腐食によって、構造性能が大幅に低下し、早期に補修・補強をせざるを得ない事例が増えつつある。このような鉄筋腐食に起因した鉄筋コンクリート構造物の早期劣化現象は、塩化物イオンが容易に供給される海洋環境化に置かれた RC 構造物で比較的多く見られる。特に、外力作用によって曲げひび割れが発生した箇所においては筋腐食が局所的に進行し、構造性能が著しく低下する。既往の研究においては梁全長にわたり比較的均一に鉄筋腐食が生じた場合における検討がほとんどであり、上述のような局所的に鉄筋腐食が生じた RC 梁部材の残存耐力性状について検討した研究は少ない。

そこで本研究では、曲げひび割れの発生に伴い局所的に鉄筋腐食が進行した RC 梁部材の曲げ耐荷性能について検討した。

2. 実験概要

2.1 試験体

試験体の形状および寸法は図-1 に示すように、200×240×2100mm の RC 梁部材である。主鉄筋には D16(SD295A)を使用し、主鉄筋比は 1.55%である。せん断補強筋には D6(SD295A)を使用し、配筋間隔は示方書に基づき有効高さの 1/2(80mm)間隔とした。コンクリートの配合は表-1 に示す通りであり、練り混ぜ水には 5%NaCl 溶液を使用した。

荷重試験は、図-1 に示す通り荷重点間隔 350mm、支点間隔 1800mm の静的 4 点曲げ荷重試験であり、変位制御(0.5mm/min)で行った。

表-1 コンクリート配合

Gmax (mm)	W/C (%)	スランブ (cm)	空気量 (%)	単位量 (kg/m ³)				
				水	セメント	細骨材	粗骨材	混和剤
20	60	10	5	168	280	826	996	2.80

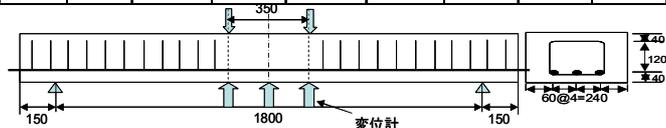


図-1 試験体概要

2.2 曲げひび割れ導入方法および腐食試験法

試験体は図-2 に示すように H 鋼と試験体を PC 鋼棒によって締め付け、曲げひび割れを発生させ、ひび割れを開いた状態で電食試験により鉄筋を腐食させた。

2.3 実験パラメータ

実験パラメータは表-2 に示すように、等曲げ区間に発生するひび割れ幅とひび割れ間隔である。ひび割れ幅は締め付け力を調整して制御し、ひび割れ間隔は所定の位置にスリットを入れることで制御した。

2.4 測定項目

測定項目は、鉄筋の腐食率、腐食ひび割れ幅、スパン中央部のたわみ及び鉄筋の軸方向のひずみである。スパン中央部のたわみは図-1 に示すように、1/100mm 変位計を設置して測定した。

3. 曲げひび割れが鉄筋腐食の不均一性に及ぼす影響

図-3 に各試験体の主鉄筋の腐食率分布の一例を示す。各シリーズともスリットを入れた位置においてひび割れ幅は最大値を示し、L1 および L3 シリーズにおいては、その位置近傍の腐食率が非常に大きくなっているのが分かる L5 シリーズにおいては、ひび割れ箇所における腐食の局所化を生じておらず、このことは曲げひび割れ間隔が小さいことおよびひび割れ幅が小さいことが要因として挙げられる。

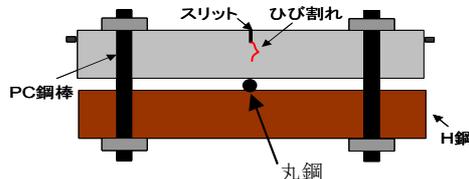


図-2 持続荷重状況

表-2 実験パラメータ

シリーズ	試験体名	設定腐食率 (%)	導入ひび割れ幅 (mm)	ひび割れ間隔 (mm)	積算電流量 (hr·A)	圧縮強度 (N/mm ²)	
L0 ¹⁾	L0-0.00-5	5	-	-	1728	29.6	
	L1-0.50-5		0.50	中心		24.9	
L1-0.25-5	0.25		29.0				
L1-0.15-5	0.15		28.5				
L3	L3-0.25-5		0.25	175		175	28.7
	L3-0.15-5		0.15				23.4
L5	L5-0.15-5		0.15	0.15		87.5	23.2

キーワード 鉄筋腐食, 腐食の不均一性, 曲げ耐荷性能, 変形の局所化

連絡先 東京都文京区春日 1-13-27 中央大学理工学部 TEL 03-3817-1892

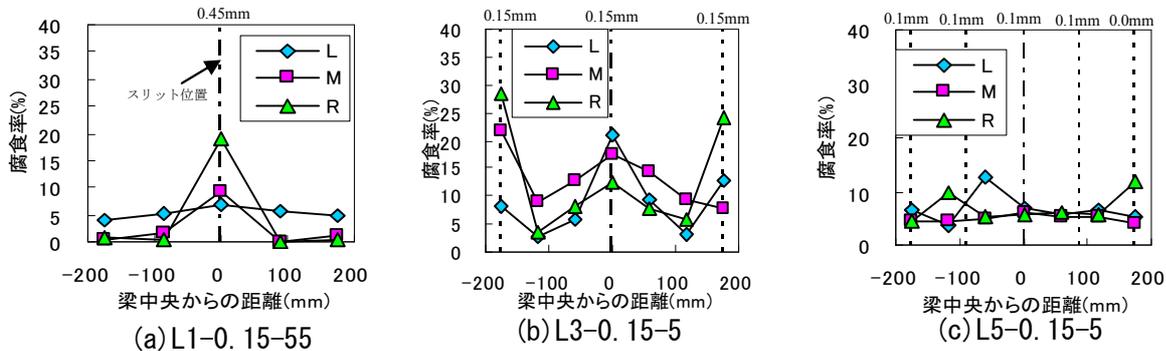


図-3 等曲げ区間の腐食率分布

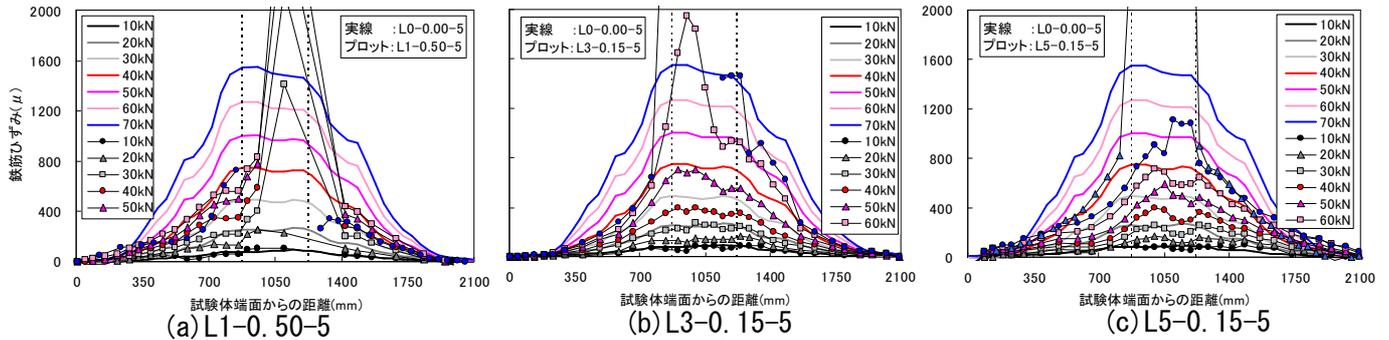


図-4 ひずみ分布

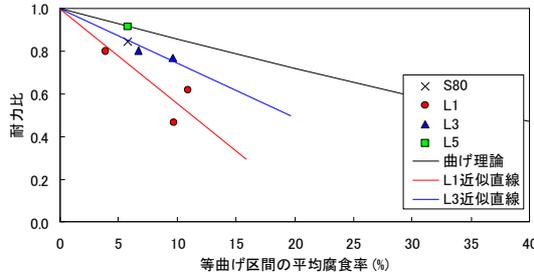


図-5 耐力比と主鉄筋の平均腐食率(等曲げ)

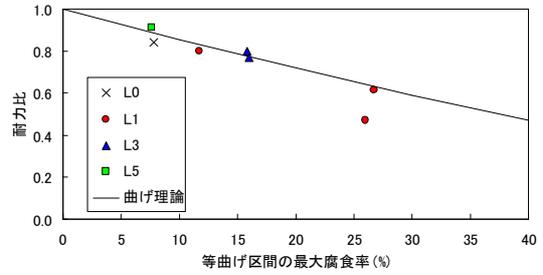


図-6 耐力比と主鉄筋の最大腐食率

4. 載荷試験結果

図-4 に各荷重レベルにおける鉄筋のひずみ分布を示す。L1 シリーズと L3 シリーズでは局部的に著しく腐食の生じた領域においてひずみが局部的に大きくなっており、部材の変形が集中化していることが分かる。これに対して L5 シリーズでは等曲げ区間のひずみはほぼ一様であり、ひび割れ間隔や幅によって変形の集中の有無や程度が異なることが明らかとなった。

図-5 に耐力比と等曲げ区間の平均腐食率との関係を示す。L1, L3 シリーズは鉄筋の材料劣化を考慮した曲げ理論値に比べ、耐力は大幅に低下している。これに対して、ひび割れが分散して発生した L5 シリーズでは、曲げ理論と実測値とは良好な一致を示している。このことは、図-3 に示した腐食率分布から分かるように、L5 シリーズにおいては等曲げ区間の腐食率が一様であるためである。これに対して L1, L3 シリーズのように局部的に腐食が進行した領域を有する場合、その領域において変形が集中して局所的な鉄筋の腐食性状が曲げ耐力に影響を及ぼすものと考えられる。

図-6 は耐力比と等曲げ区間の最大腐食率との関係を示したものであるが、いずれのシリーズにおいても理論値と曲げ耐力は比較的良好な一致を示している。

5. 結論

以下に本研究で得られた知見を示す。

- (1) 曲げひび割れが発生した RC 梁部材の鉄筋腐食の不均一性の程度は、発生した曲げひび割れの間隔及び幅によって大きく異なり、ひび割れ間隔が大きく、ひび割れ幅が大きいほど、不均一性は著しく生じる。
- (2) 等曲げ区間のように作用モーメントの大きい領域において、局部的に主鉄筋の腐食が著しく生じた箇所がある状態では、等曲げ区間の平均腐食率から耐力を算出した場合、危険側の評価となる。

参考文献

1) 村上祐貴, 大下英吉, 鈴木修一, 堤知明: 鉄筋腐食した RC 部材の残存耐力に及ぼすせん断補強筋ならびに定着性能の影響に関する研究, 土木学会論文集, Vol.64, No.4, pp.631-649, 2008.12