

第V部門

曲げ圧縮部の鉄筋が腐食したRCはりの曲げ耐荷挙動

京都大学 学生会員○中塚 猛 正会員 山本 貴士
正会員 服部 篤史 フェロー 宮川 豊章

1. 研究目的

本研究では、曲げ圧縮部の鉄筋腐食がRC曲げ部材の耐荷性能に与える影響を明らかにするために、曲げ圧縮部の圧縮主筋と横拘束筋、および曲げ引張部の引張主筋の腐食が生じたRCはりの曲げ耐荷性状を検討した。

2. 実験概要

供試体一覧を表1に示す。主筋の目標質量減少率は、腐食部位の質量減少率で、圧縮、引張とも0、20、30%とした。横拘束筋の目標質量減少率は、同じく腐食部位の質量減少率で0、30、45%とした。横拘束筋の配筋量として、配筋間隔 $s_s=50、100\text{mm}$ を設定した。

表1 供試体一覧

供試体 No.	横拘束筋配筋間隔 (mm)	質量減少率(%)						破壊形式
		横拘束筋		圧縮主筋		引張主筋		
		目標値	実験値	目標値	実験値	目標値	実験値	
M-1	50	0	0	0	0	0	0	曲げ
M-2-1		30	28.6	20	14.3	20	10.5	せん断*
M-2-2		30	37.1	20	11.0	20	14.0	面外**
M-3-1		45	28.9	30	18.1	30	11.1	引張主筋破断
M-4	100	0	0	0	0	0	0	曲げ
M-5-1		30	26.3	20	12.8	20	13.3	せん断*
M-5-2		30	22.0	20	8.7	20	11.0	せん断*
M-6-1		45	25.6	30	21.7	30	9.9	せん断*

*: 曲げ降伏および、曲げ圧縮部かぶり圧壊後

** : はり面外方向への変形が大きくなったため、考察データから除いた。

供試体の形状・寸法を図1に示す。供試体は、幅×高さ(有効高さ)×全長(スパン長)= $100 \times 200(172) \times 1600(1400)\text{mm}$ のRCはり($f_{cr}=30\text{N/mm}^2$)とした。主筋には2-D16(SD295A)を、横拘束筋には135°フック付きD6(SD295A)フープ筋を用いた。引張主筋比 p は2.31でせん断補強筋の配置間隔は60mm(曲げせん断耐力比1.58)とした。

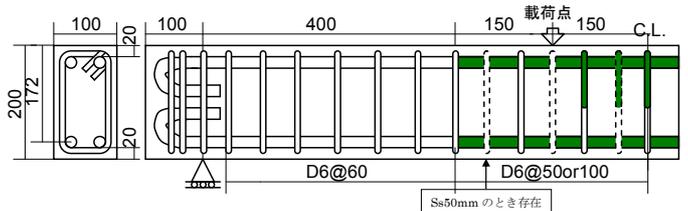


図1 供試体の形状・寸法(単位: mm)

腐食は電食を用いて模擬した。図1中の主筋および横拘束筋の着色部分が電食対象部位で、中央区間600mm内の圧縮主筋および引張主筋および曲げ区間300mm内の横拘束筋(配筋間隔50mm:5本、100mm:3本)を電食の対象とし、直流安定化電源を用いて通電した。

腐食による質量減少は、载荷終了後に鉄筋をはつり出し、60°C10%クエン酸水素二アンモニウム水溶液に24時間浸せき後、腐食生成物を除去して測定した。腐食前の鉄筋質量との差から、質量減少率を算出した。質量減少率の実測値を表1にあわせて示す。

载荷は、スパン長1400mmに対して曲げスパン300mmの一方方向対称2点漸増繰返し型载荷曲げ試験とした。終局は、最大荷重以降、荷重が最大荷重の80%まで低下した点とし、このときの変位を終局変位とした。

3. 実験結果および考察

3.1 荷重-変位曲線および破壊形式

横拘束筋間隔50mmの荷重-変位曲線の一例として図2に示す。図中には、引張主筋を腐食させずに圧縮主筋および横拘束筋のみを腐食対象とした著者らの既往研究¹⁾の結果をあわせて示した。健全、電食供試体ともに、かぶりの圧壊後も圧縮主筋が曲げ圧縮力を十分に負担して荷重が安定して増大し、大きな変形能力が得られている。ただし、圧縮側のみを腐食対象とした場合、圧縮主筋と横拘束筋の腐食によるとみられる圧縮主筋の座屈が生じ、健全よりも小さい変位で終局に至った。圧縮側に加えて引張主筋も腐食した場合は、引張主筋の断面減少にともなう降伏および最大荷重の低下がみられるが、曲げ圧縮部への負担が小さくなるため、曲げ圧縮部での圧

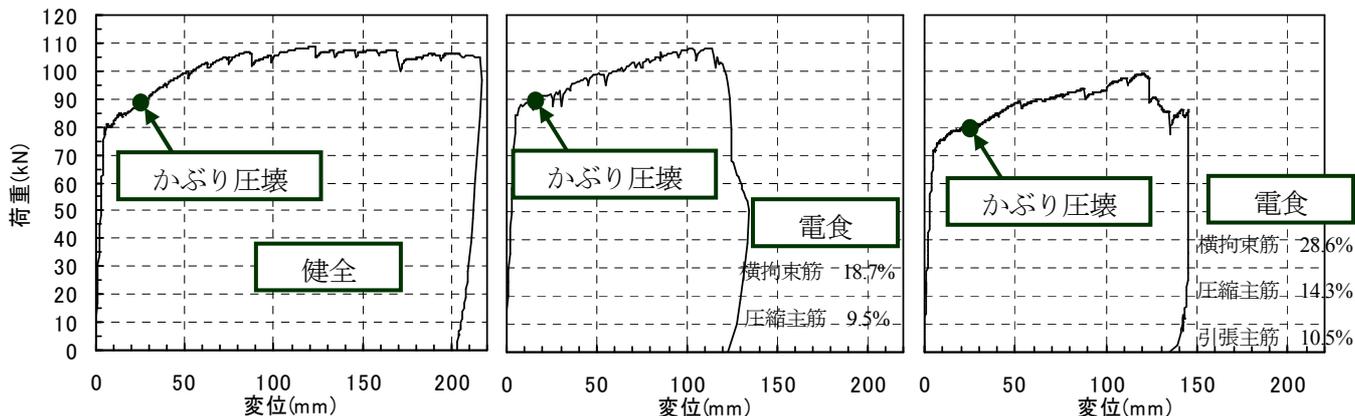


図2 荷重-変位包絡線

縮主筋の座屈は生じなかった。しかし、荷重点から支点側 150mm 付近までのせん断圧縮領域で圧縮主筋の座屈をともなったせん断破壊が生じて終局に至った。

3.2 最大荷重

質量減少率と最大荷重の関係を、圧縮主筋、引張主筋の質量減少率ごとに図3に示す。引張主筋腐食なしのデータは前述の既往研究¹⁾の結果である。また、図中には、引張主筋の質量減少に応じた断面減少のみを考慮した曲げ耐荷力の計算値をあわせて示した。

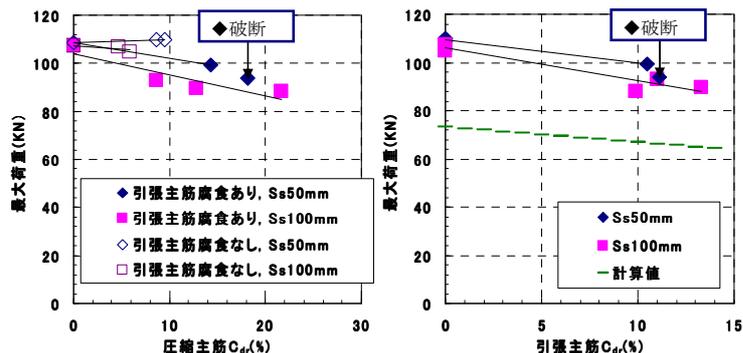


図3 主筋の質量減少率が最大荷重に与える影響

引張主筋の腐食がない場合、圧縮主筋の質量減少率増加にともなう最大荷重の低下は見られない。これに対し、引張主筋の腐食がある場合、最大荷重が低下している。しかし、引張主筋の質量減少率で整理すると、最大荷重の低下率は、引張主筋の断面減少のみを考慮した計算値の低下に等しいことから、最大荷重の低下に対しては、圧縮主筋および横拘束筋の腐食よりも引張主筋の腐食の影響が大きいといえる。

3.3 終局変位

圧縮主筋の質量減少率と終局変位の関係を図4に示す。

圧縮主筋の質量減少率にともなう終局変位の低下は、引張主筋に腐食がある場合よりも、引張主筋に腐食がない場合の方が大きかった。引張主筋の腐食にともなう断面内の引張力の低下にともない、圧縮側の圧縮力も小さくなり、曲げ圧縮部の圧縮負担力が持続したことにより、終局変位が大きくなったと考えられる。しかし、曲げ圧縮部の圧縮負担力が持続する反面、引張主筋の腐食にともなう破断ひずみの低下の影響が大きく現れ、破断にともなう脆性的な破壊に至ったものもあった。この引張主筋破断型の破壊は、横拘束量の多い横拘束筋間隔 50mm で生じており、横拘束効果の大きいもので注意が必要である。

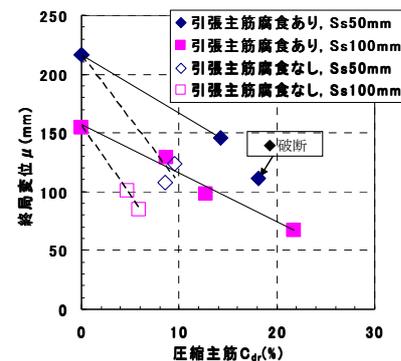


図4 圧縮主筋の腐食が終局変位に与える影響

4. 結論

鉄筋腐食を生じた RC 曲げ部材の最大荷重は、曲げ圧縮部の鉄筋腐食よりも引張主筋の腐食にともなう断面減少の影響を大きく受けて低下する。終局変位は、曲げ圧縮部の鉄筋腐食のみよりも引張主筋の腐食が加わった方が大きくなる。ただし、引張主筋の腐食にともなう破断ひずみの低下により、引張主筋破断にともなう脆性的な破壊に至ることもある。

参考文献) 1)中塚猛、山本貴士、服部篤史、宮川豊章：曲げ圧縮部の鉄筋が腐食した RC 部材の曲げ耐荷性状、平成 18 年度土木学会関西支部年次学術講演会、V-24、2006