

横拘束筋が腐食したRCはり部材の耐荷性状

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、曲げ圧縮部の横拘束筋の腐食を電食で模擬した RC はり供試体に対して曲げ載荷試験を行い、その耐荷性状を明らかにすることを目的とした。

2. 実験概要

供試体一覧を表 1 に示す。横拘束筋の目標質量減少率は、0、10%とした。また、引張主筋の配筋量として 2-D13(鉄筋比 $p=1.46\%$)、2-D16($p=2.31\%$)を設定した。さらに、横拘束筋の配筋量として、配筋間隔 $s_s=50$ 、100mm(横拘束筋体積比 $\rho_s=2.67\%$ 、1.34%)を設定した。横拘束筋には 135° フック付きD6(SD295A)矩形フープ筋を用いた。

供試体の形状・寸法を図 1 に示す。供試体は、幅×高さ×全長=100×200×1600mmのRCはりとし、せん断耐力比が約 1.45 となるようにせん断スパンのスターラップ(SD295A D6)間隔を決定した。配筋間隔は、引張主筋が D13 で 60mm、D16 で 100mmとなった。なお、組立筋には竹ひごを使用した。載荷時のコンクリート強度は平均で $f_c=40\text{N/mm}^2$ であった。

腐食は電食を用いて模擬した。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量は、載荷終了後に鉄筋をはり出し、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。質量減少率の実験値を表 1 にあわせて示す。

載荷は、スパン長 1400mm に対して曲げスパン 300mm の一方向対称 2 点漸増繰返し型載荷曲げ試験とした。

3. 実験結果および考察

3.1 荷重-変位曲線 健全供試体と電食供試体(引張D16, $s_s=50\text{mm}$)の荷重-変位曲線を、後述の計算値とともに図 2 に示す。いずれも曲げ圧縮部かぶりの圧壊で最大荷重に達した後、荷重低下が生じた。しかし、健全供試体ではかぶり圧壊後、横拘束コンクリートが曲げ圧縮力を負担して荷重が変位 30mm($7\delta_y$)程度まで持続した。これに対し、電食供試体では健全に比べて最大荷重が低下し、その後荷重が漸減した。載荷終了後の供試体内部の錆汁経路から推測した主な腐食ひび割れの様子を図 3 に示す。このような横拘束筋から供試体軸方向に進展したとみられる腐食ひび割れの存在でかぶりの圧壊が容易に生じて最大荷重が低下し、また、横拘束筋の腐食により最大荷重

表 1 供試体一覧

供試体 No.	引張主筋 (鉄筋比,%)	横拘束筋 配筋間隔 (mm)	質量減少率(%)	
			目標値	実験値
1	2-D13 (1.46)	100	0	0
2			10	30.1
3			0	0
4	2-D16 (2.31)	50	10	17.4
5			0	0
6		100	10	5.28

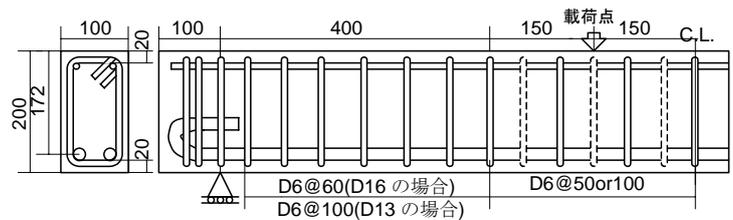


図 1 供試体の形状・寸法(単位: mm)

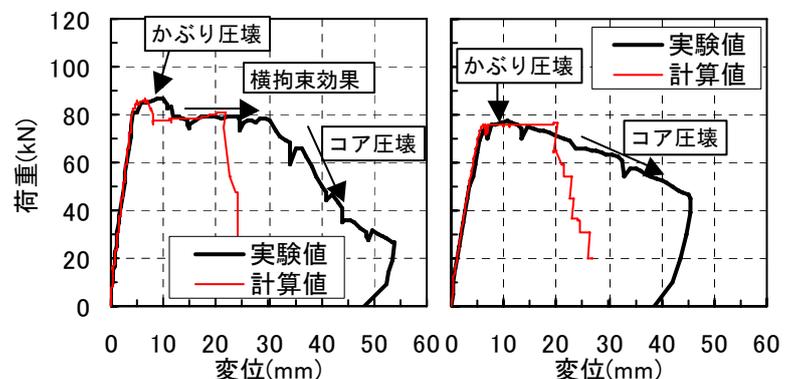


図 2 荷重-変位包絡線(左:健全, 右:電食)

キーワード: 鉄筋腐食, 横拘束筋, 腐食ひび割れ, 横拘束効果

連絡先: 〒606-8501 京都市左京区吉田本町 TEL: 075-753-5102 FAX: 075-752-1745

以降の横拘束効果が持続せず荷重が漸減したと考えられる。横拘束筋の腐食により、曲げ圧縮部の横拘束効果が低下していると考えられる。

このような腐食ひび割れの影響を断面分割法による数値解析に考慮する方法を検討した。解析で用いた電食供試体の断面モデルを図4に示す。コンクリートの応力-ひずみ関係には横拘束効果を考慮したモデル¹⁾を、横拘束筋の中心線で囲まれる横拘束領域では横拘束筋体積比 $\rho_s=2.67\%$ 、かぶり領域では $\rho_s=0.00\%$ で用いた。引張主筋にはバイリニア型の応力-ひずみ関係を用いた。電食供試体では、横拘束領域のコンクリート強度は健全とし、腐食ひび割れの生じたかぶり部分のコンクリート強度に $0.2 \cdot f_c$ を用いて、腐食ひび割れの影響で低下するかぶり負担圧縮力を表現した。なお、鉄筋の機械的性質には健全材料の実験値を用い、電食供試体では、質量減少率が断面減少率に等しいと仮定して算出した横拘束筋断面積を用いた。

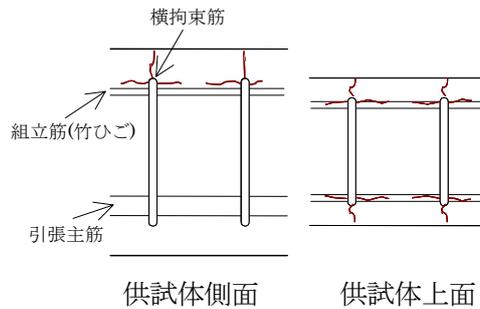


図3 横拘束筋近傍の腐食ひび割れ

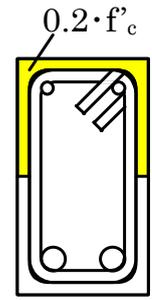


図4 電食供試体の断面モデル

解析結果を図2にあわせて示す。健全供試体の計算値では、かぶり圧壊によって最大荷重に達した後、横拘束筋による横拘束効果で変位20mmまで荷重が持続しており、変位の絶対量には実験値と差があるものの傾向をとらえることができた。一方、電食供試体では、腐食ひび割れを生じたかぶりのコンクリート強度を低下させることにより、最大荷重の低下を表現することができた。しかし、実験ではかぶり圧壊後荷重が漸減しているのに対し、計算では横拘束領域は健全と仮定しているため、かぶり圧壊後も横拘束効果により変位20mm(5 δ_y)まで荷重が持続している。このことは、腐食による横拘束効果の低下を横拘束筋断面積の減少以上に横拘束領域のコンクリートの応力-ひずみ関係に対して、反映させる必要があることを示している。

3.2 最大荷重および変位じん性率 横拘束筋の質量減少率が最大荷重および変位じん性率に与える影響を、それぞれ図5、図6に示す。

横拘束筋の腐食による腐食ひび割れの存在により最大荷重が低下した。また、かぶり圧壊後、横拘束筋腐食の影響で横拘束効果が低下し、変位じん性率が低下した。さらに、引張主筋比の大きい方が曲げ圧縮部への負担が大きくなるため低下割合が大きい。

4. 結論

(1)電食供試体の最大荷重は、横拘束筋から供試体軸方向に進展したとみられる腐食ひび割れの影響でかぶりの圧壊が容易に生じたことで、健全よりも低下した。また、変位じん性率は、かぶり圧壊後の横拘束効果が横拘束筋腐食の影響で減少し、健全よりも低下した。

(2)腐食ひび割れの影響を断面分割法による数値解析に考慮する方法を検討した結果、腐食ひび割れの生じたかぶり部分のコンクリート強度を低下させることで、最大荷重の低下を表現することができた。しかし、かぶり圧壊後の荷重低下を表現するためには、腐食による横拘束効果の低下を横拘束筋断面積の減少以上にコンクリートの応力-ひずみ関係に対して反映させる必要があると考えられる。

参考文献 1)J.B.Mander, M.J.N.priestler, and R.park : Theoretical Stress-strain Model for Confined Concrete, Journal of structural Engineering, Vol.114, No.8, pp1804-1826., 1988.8

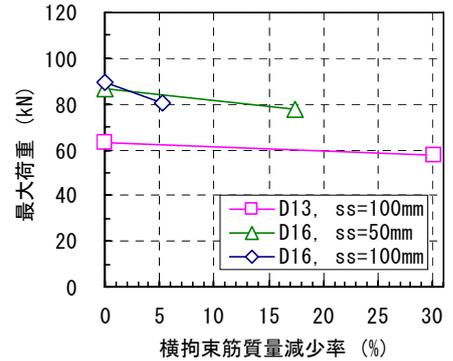


図5 横拘束筋の質量減少率が最大荷重に与える影響

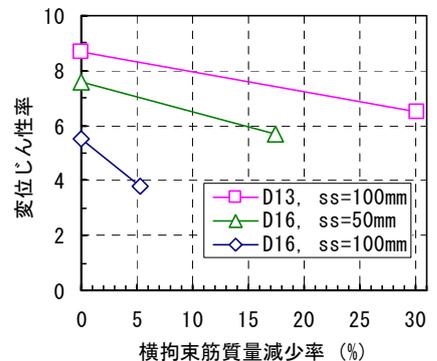


図6 横拘束筋の質量減少率が最大荷重に与える影響