

主筋腐食が生じた RC はりのせん断耐荷特性

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

1. はじめに

本研究では、鉄筋腐食 RC 部材のせん断耐荷性能を明らかにすることを目的として、鉄筋腐食のうち主筋腐食がせん断耐荷特性に与える影響を、主筋腐食の有無、せん断補強筋量を要因として検討した。

2. 実験概要

供試体一覧を表 1 に示す。電食終了後の供試体に発生した最大腐食ひび割れ幅、および載荷終了後の供試体からはつり出した腐食主筋を対象に測定した質量減少率 C_r (%)、断面減少量(mm)をあわせて示す。主筋の腐食は、電食法を用いてモデル化した。せん断補強筋量は、 $V_y \cdot a/M_u=0.58$ となるせん断補強筋比 $p_w=0.00\%$ (せん断補強筋間隔 $s_s=\infty$)および $V_y \cdot a/M_u=0.92$ となる $p_w=0.23\%$ ($s_s=275$ mm)とした。耐力比の算定にあたっては、曲げ耐力 M_u には断面分割法を、せん断耐力 V_y には 2002 制定コンクリート標準示方書[構造性能照査編]の耐力式($\gamma_b=1$)を用いた。

供試体は図 1 に示すように、幅×高さ(有効高さ)×全長(スパン長)=100×200(172)×1600(1400)mm、引張側 2-D16(SD295A)の RC はりとした。なお、コンクリート圧縮強度の平均値は $f_c=36.6\text{N/mm}^2$ であった。

載荷はスパン長 1400 mm に対し、曲げスパン 300 mm の一方向対称 2 点単調曲げ載荷($a/d=3.06$)とした。終局は、ポストピーク以降荷重が最大荷重の 80%を下回らない最大の変位とした。また、図 1 に示すようにひずみゲージを貼付し、せん断スパンのコンクリートひずみ、主筋ひずみを測定した。

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

荷重-変位曲線の包絡線をその破壊形式とともに図 2 に示す。 $p_w=0.00\%$ の健全供試体は、部材降伏前に斜め引張破壊を生じた。 $p_w=0.23\%$ の健全供試体は、曲げ降伏後せん断圧縮破壊を生じた。 $p_w=0.00\%$ の腐食供試体は、斜めひび割れ発生後、主筋の腐食ひび割れが支点方向に拡大(せん断引張破壊)し、その後主筋定着部の破壊に至った。 $p_w=0.23\%$ の腐食量 0.89%供試体は曲げ破壊、腐食量 2.57%供試体はせん断引張破壊に至った。

3.2 最大荷重

最大荷重-質量減少率の関係を図 3 に示す。 $p_w=0.00\%$ では、質量減少率

表 1 供試体一覧

腐食の有無	p_w (%)	質量減少率(%) (断面減少量(mm))	最大腐食ひび割れ幅(mm)
健全	0.00	—	—
	0.23	—	—
腐食	0.00	2.43 (0.25)	0.70
	0.00	3.27 (0.29)	0.60
	0.23	0.89 (0.15)	0.65
	0.23	2.57 (0.26)	0.25

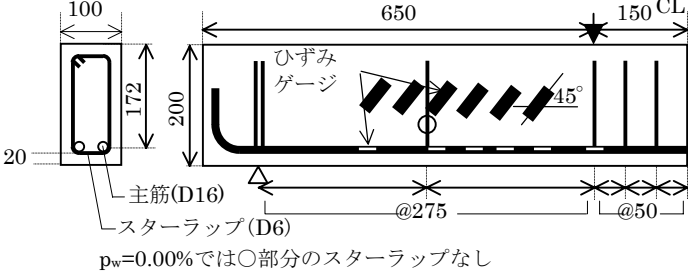


図 1 供試体の断面形状・寸法(単位:mm)

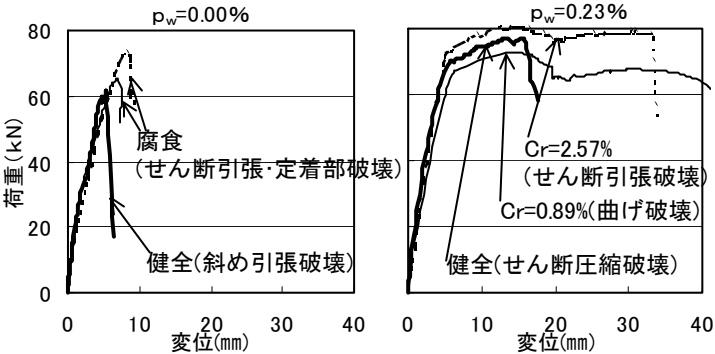


図 2 荷重-変位曲線

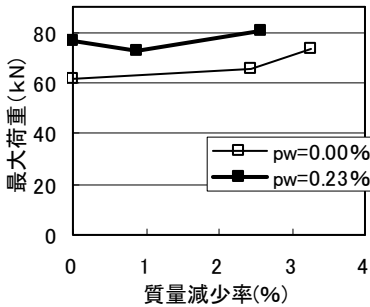


図 3 最大荷重

キーワード：鉄筋腐食，主筋，せん断耐荷特性，RC はり，アーチ耐荷機構
連絡先：〒606-8501 京都市左京区吉田本町 TEL 075-753-5102 FAX 075-752-1745

の増加とともに最大荷重が増加した。ただし、 $p_w=0.00\%$ の腐食供試体は、主筋の腐食ひび割れが部材変形の増加とともに支点方向に進展・拡大し、アーチ機構を形成したと見られるが、主筋の付着低下により定着部に大きな付着応力が発生するため、定着部破壊でアーチ機構が崩壊した。すなわち、主筋腐食部材においてアーチ耐荷機構によるせん断耐力の増加を得るためには、定着部の十分な耐力が必要であると考えられる。

一方、 $p_w=0.23\%$ の健全供試体は、せん断圧縮破壊であり斜め引張破壊耐力よりも大きくなったと推察される。これに対して、腐食量 2.57% 供試体の最大荷重は健全と同程度であった。表 1 に示すように腐食ひび割れ幅が他に比べて小さく、アーチ機構による最大荷重の増加が大きくなかったようである。一方、腐食量 0.89% 供試体は、腐食量 2.57% に比べて質量減少率は小さいものの、主筋の腐食ひび割れがスパン全長にわたって生じており、主筋の付着低下によるアーチ機構が十分に発揮され、せん断耐力が曲げ耐力よりも相対的に大きくなったとみられる。

3.3 せん断スパンウェブ領域のコンクリートひずみ分布

$p_w=0.00\%$ の供試体について、 $P=60\text{kN}$ の時点で測定したせん断スパンウェブ領域のひずみ分布を図 4 に示す。健全より腐食供試体の方が発生している圧縮ひずみが大きく、また圧縮ひずみの発生領域が広範にわたっている。すなわち、主筋腐食にともなって斜めひび割れが健全よりも載荷点よりに発生し、せん断スパンウェブの広範な領域で大きな圧縮力を負担していることがうかがえる。

3.4 主筋ひずみ分布

$p_w=0.23\%$ の供試体において、 $P=50\text{kN}$ の時点で計測した主筋ひずみの軸方向分布を図 5 に示す。なお、図中の細実線は完全付着を仮定した主筋ひずみ分布である。腐食量 0.89% 供試体の主筋ひずみ分布が、健全に比べてはり軸方向に対して均一化する傾向にあった。腐食量 0.89% 供試体の腐食ひび割れ幅が腐食量 2.57% に比べて大きく、またスパン全長にわたって生じており、主筋の付着低下が大きかったと考えられる。これに対し、腐食量 2.57% 供試体のひずみ分布は完全付着のものに近く、アーチ機構の形成が不十分で、最大荷重が健全と同程度になったと考えられる。すなわち、主筋の付着低下がスパン全長にわたって生じると、アーチ機構が十分に発揮されるが、塩害などで局所的な腐食をとともなう場合、せん断耐力の増加が得られないこともあると考えられる。

4. 結論

- (1) 主筋腐食の生じた RC はりでは、主筋の腐食ひび割れが部材変形の増加とともに支点方向に進展・拡大し、アーチ機構が形成され最大荷重が増加した。しかし、主筋の付着低下により定着部に大きな付着応力が発生することから、定着部の耐力が不十分な場合、定着部破壊でアーチ機構が崩壊することもある。さらに、塩害などで局所的な腐食をとともなう場合、主筋の付着低下がスパン全長にわたって生じず、せん断耐力が増加しない可能性がある。
- (2) せん断スパンの斜めひび割れが発生する領域のコンクリートひずみ分布から、主筋腐食にともなって斜めひび割れが健全よりも載荷点よりに発生し、せん断スパンウェブの広範な領域で大きな圧縮力を負担していることが確認された。また、主筋の腐食ひび割れの存在によって、せん断スパンの主筋ひずみ分布がはり軸方向に均一化する傾向にあった。

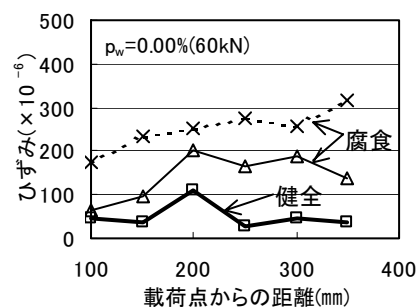


図 4 せん断スパンひずみ分布

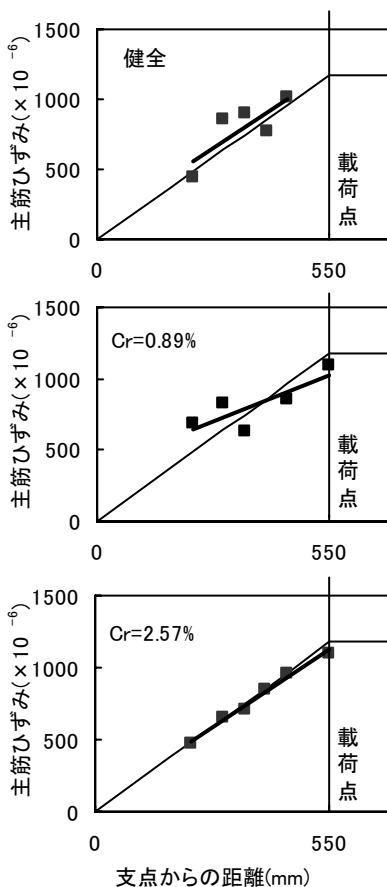


図 5 主筋ひずみ分布