

RC 部材中におけるせん断補強筋の腐食がせん断耐荷特性に与える影響

京都大学 学生会員 佐藤 吉孝 正会員 山本 貴士
正会員 服部 篤史 フェロー 宮川 豊章

1. はじめに

本研究では、RC 部材中の鉄筋腐食が、せん断耐荷特性に与える影響について知見を得ることを目的として、まず、せん断補強筋の腐食がせん断耐荷特性に与える影響を検討した。要因として、せん断補強筋の腐食量、せん断補強筋量および載荷方法を採り上げた。

2. 実験概要

せん断補強筋の腐食は、電食法を用いてモデル化した。腐食の指標として質量減少率を用い、腐食量小として今回の供試体で腐食ひび割れが目視で観察できる加速期前期相当の 0.597%、腐食量大として耐荷力の低下が大きくなると予想される劣化期相当の 12.8%とした。せん断補強筋量は、135°フック付きスターラップを用い、配筋量は健全時断面により $P_{yd}/P_{md}=0.696$ となる $p_w=0.396\%$ ($s_s=160\text{mm}$) および $P_{yd}/P_{md}=1.02$ となる $p_w=0.792\%$ ($s_s=80\text{mm}$) とした。耐力比の算定には、曲げ耐力は断面分割法を用い、せん断耐力は平成 8 年制定コンクリート標準示方書[設計編]の耐力式を $\gamma_b=1$ で用いた。また、繰返し荷重作用の影響を検討するために、一方向載荷と正負交番漸増繰返し載荷を行なった。供試体の一覧を表 1 に示す。

供試体は、図 1 に示すように、幅×高さ×全長(スパン長)=100×200×1600mm(1400mm)、引張側 2-D16(SD295A)の対称複鉄筋 RC はりとした。また、断面高さ 50mm、150mm の位置には、せん断破壊を先行させるための曲げ耐力増加を目的として、B 種 1 号 PC 鋼棒 13mm を無緊張で用い、グラウトを注入した。なお、曲げスパン内のスターラップは、一定間隔 50mm で配筋し、電食対象のスターラップは、図 1 中の 印で示したスターラップとした。コンクリートの目標配合強度は $f'_{cr}=30\text{ N/mm}^2$ とし、NaCl 5 kg/m³ を外割り添加した。

載荷はスパン長 1400mm に対し曲げスパン 300mm の対称 2 点載荷 ($a/d=3.06$) とし、一方向では $(2n-1) y \times 1$ 、正負交番載荷では $(2n-1) y \times 3$ の繰返しとした。降伏荷重時変位 y は、供試体 No.5 の載荷において、計算により求めた降伏荷重 $P_y=65.8\text{kN}$ に達した時の変位 $y=3.37\text{mm}$ とした。終局は、最大荷重以降の荷重低下領域で、荷重が最大荷重の 80% を下回らない最大の変位とした。

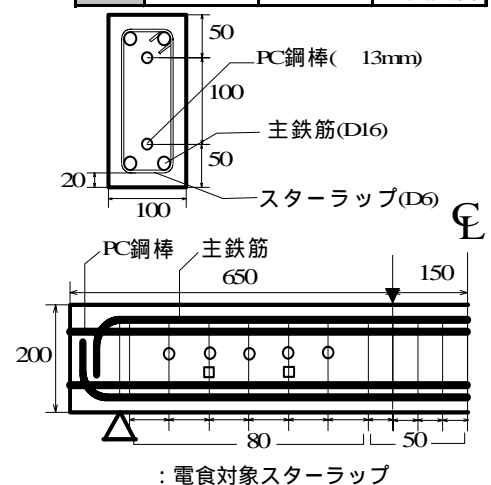
3. 実験結果および考察

3.1 荷重-変位曲線および破壊形式

各供試体の荷重-変位曲線の包絡線をその破壊形式とともに図 2 に示す。電食終了後の供試体には、スターラップに沿った腐食ひび割れは確認できたが、主筋に沿った腐食ひび割れは見られず、また載荷終了後の供試体内部の観察により、主筋の腐食は認められなかった。一方向載荷、 $p_w=0.792\%$ の健全供試体を除いては、せん断圧縮あるいは斜め引張破壊であった。なお、すべての供試体においてせん断補強筋の破断は見られなかった。

表1 供試体一覧

No.	腐食量	p_w	載荷方法
1	健全	0.792%	一方向
2	健全	0.396%	一方向
3	小	0.792%	一方向
4	小	0.396%	一方向
5	大	0.792%	一方向
6	大	0.396%	一方向
7	健全	0.792%	正負交番
8	健全	0.396%	正負交番
9	小	0.792%	正負交番
10	小	0.396%	正負交番
11	大	0.792%	正負交番
12	大	0.396%	正負交番



$s_s=160\text{mm}$ の供試体は 部分のスターラップを除く

図1 供試体の断面形状・寸法 (単位: mm)

キーワード: 腐食 せん断耐荷特性 せん断補強筋 RC 部材

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

3.2 最大荷重

質量減少量が最大荷重に与える影響を図3に示す。いずれの載荷方法においても、電食によりせん断補強筋の腐食をモデル化した供試体の最大荷重は、健全よりも小さくなった。せん断補強筋の腐食と腐食ひび割れによって、せん断補強筋とコンクリートの付着が低下し、コンクリート負担せん断力が早期に低下したと考えられる。また、せん断補強筋の断面欠損と降伏荷重の低下により、せん断補強筋負担せん断力も低下している可能性がある。ただし、いずれの要因においても、腐食小と大の最大荷重に顕著な差は見られなかった。せん断補強筋の腐食は軽微な段階においてもせん断耐荷性状に影響を与えることがある。

3.3 最大せん断ひび割れ幅

変位(2n-1)_y時の最大せん断ひび割れ幅を図4に示す。腐食供試体の方が、健全に比べて早期にひび割れ幅が拡大している。せん断補強筋の腐食と腐食ひび割れにより、せん断補強筋とコンクリートのすべりが大きくなり、ひび割れが広がりやすくなったと考えられる。これによって、コンクリート負担せん断力の早期低下が生じていると推察される。また、腐食量小と大のひび割れ幅の挙動はほぼ同じ傾向になっており、腐食小と大の最大荷重に差が見られなかった結果と一致する。

3.4 鉄筋腐食が曲げ耐力およびせん断耐力に与える影響

一方向載荷でのせん断耐力比と質量減少量の関係を、せん断補強筋および主筋の一樣腐食、同一腐食量を仮定して求めた。結果を図5に示す。腐食鉄筋の断面積には質量減少率を断面欠損率として推定したものをを用いた。また、図5中の「実験:一方向」では、今回の実験では主筋腐食を考慮していないことから、 P_{yd} に実験により得られた最大荷重を、 P_{md} には主筋腐食を考慮しない一定値(計算値)を用いた。今回の供試体においてせん断補強筋と主筋が一樣に同じだけ腐食した場合、質量減少率の低下にともない、せん断破壊に対して若干危険側へ移行するようである。一方、「実験:一方向」では、曲げ耐力を一定としているため、質量減少率にともなう低下の割合は、計算値よりも大きくなると予想された。しかし、健全から腐食量小での低下は大きくなったものの、腐食量小から大での低下の割合は顕著でなかった。

4. 結論

- (1) 電食によりせん断補強筋の腐食をモデル化したRC部材の最大荷重は、健全に比べて小さくなった。せん断補強筋の腐食は腐食量が軽微な段階においても、せん断耐荷性状に影響を与えることがある。
- (2) 腐食供試体の方が、健全に比べて同一変位時のひび割れ幅が大きくなった。せん断補強筋の腐食と腐食ひび割れにより、せん断補強筋とコンクリートのすべりが大きくなり、せん断ひび割れが広がりやすくなったと考えられる。これによって、コンクリート負担せん断力の早期低下が生じていると推察される。
- (3) せん断耐力比と質量減少率の関係を計算により検討した結果、今回の供試体においては、質量減少率の増加にともない、せん断破壊に対して若干危険側へ移行することが認められた。

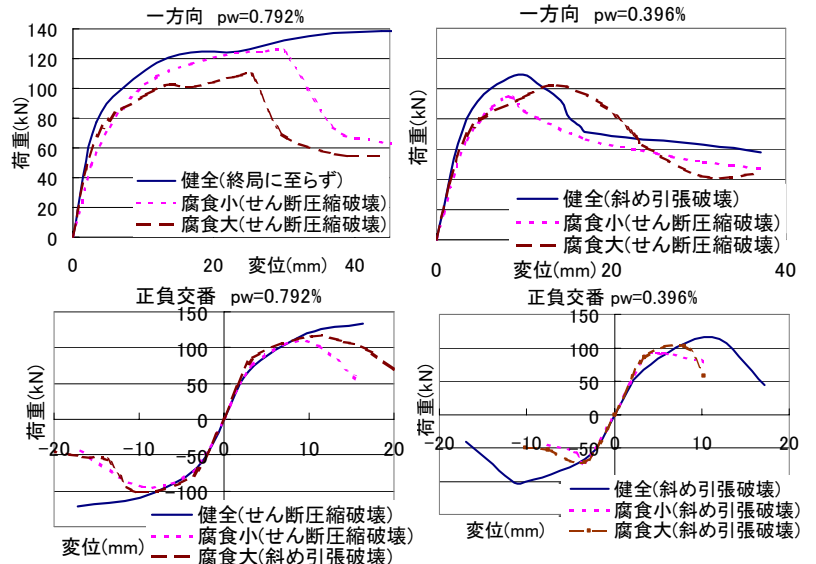


図2 荷重-変位曲線および破壊形式

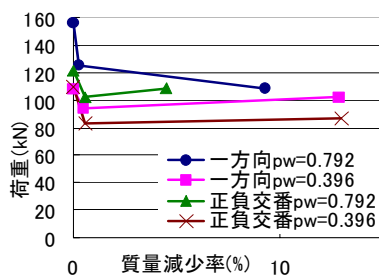


図3 最大荷重

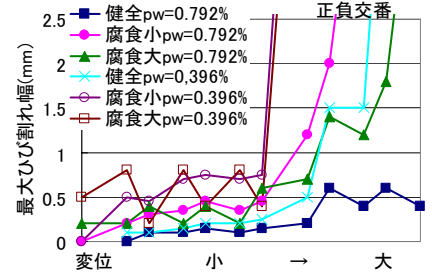


図4 せん断ひび割れ幅

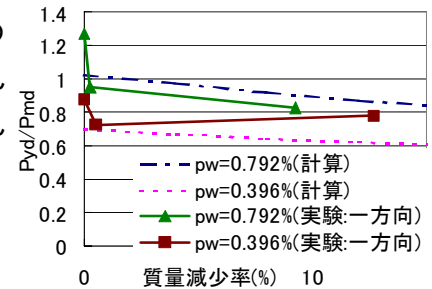


図5 P_{yd}/P_{md} と腐食減少率の関係