

鉄筋腐食 RC はりのせん断挙動について

早稲田大学大学院 学生会員 ○薛 昕
早稲田大学大学院 学生会員 井上 武也
早稲田大学 学生会員 佐藤 貴則
早稲田大学 フェロー 関 博

1. はじめに

本研究では、スターラップ及び主鉄筋の腐食が RC はりのせん断耐荷特性に与える影響を検討することを目的とする。腐食促進方法は電食試験とし、試験後に 2 点集中載荷試験を行い、鉄筋腐食 RC はりの耐荷性状を調査した。

2. 実験概要

供試体は、スターラップのない供試体を Ae シリーズ、スターラップのある供試体を Be シリーズとした。図 1 に供試体の側面図及び断面図を示した。供試体は、幅×高さ×全長が 90×140×1000mm、断面有効高さは 120mm である。せん断破壊を先行させるために、主鉄筋に高強度異型鉄筋 2×D13 ($f_y=743\text{N/mm}^2$) を用いて対称複鉄筋 RC はりとした。Be シリーズでは、スターラップ $\Phi 6$ ($f_y=325\text{N/mm}^2$) を 90mm の間隔で配置している。コンクリートの配合強度は $f'_{cr}=24\text{N/mm}^2$ とした。今回の実験では、鉄筋の腐食を模擬するために電食試験を行った。Ae シリーズでは主鉄筋のみ電食させた。Be シリーズではスターラップの腐食における主鉄筋の影響を除くために、主鉄筋とスターラップの接触面に絶縁ゴムを入れた。腐食期間および電流密度は、目標腐食量からファラデーの法則に基づいて決定した。腐食量の指標としては、載荷試験終了後、鉄筋を供試体から取り出し、錆を取り除いて求めた質量の減少率を用いた。比較のため、シリーズごとに腐食させない基準となる供試体を用意した(A0 および B0)。載荷試験は、純曲げ区間 140mm、せん断スパン 330mm ($a/d=2.75$) の 1 方向 2 点集中載荷とした。

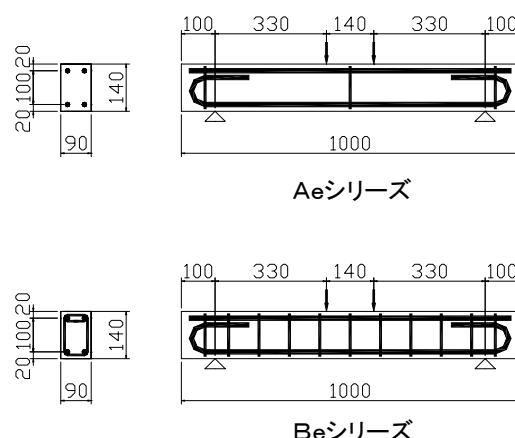


図 1 供試体の側面図及び断面図
(単位：mm)

3. 実験結果及び考察

3. 1 Ae シリーズの実験結果及び考察

Ae シリーズは、主鉄筋だけを電食させた。通電後、主鉄筋に沿ったひび割れが確認できた。また、載荷試験後鉄筋を取り出して確認したところ、ほぼ全面腐食しており、箇所によって孔食が確認されるところもあった。すべての供試体の破壊モードはせん断破壊である。表 - 1 に試験結果を示し、図 2 に荷重 - 変位関係を示した。健全な供試体 A0 に対し、主鉄筋が腐食した供試体は、初期剛性が低下した。こ

表 - 1 Ae シリーズの実験結果

供試体	主鉄筋腐食 減少率(%)	実験値(KN)	
		破壊荷重 P_u	$V_c=P_u/2$
A0	0	42.6	21.3
Ae1	4.17	55.4	27.7
Ae2	6.98	65.7	32.8

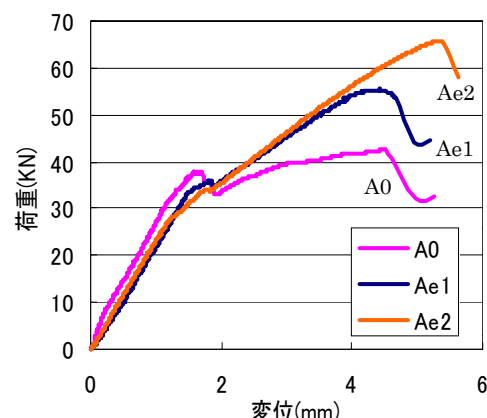


図 2 Ae シリーズの荷重-変位

キーワード：腐食 スターラップ 主鉄筋 せん断耐荷力

連絡先 〒169-8555 東京都新宿区大久保 3-4-1 早稲田大学理工学研究科 51-16-09 関研究室 TEL：03-5286-3407

れは、電食試験によって生じた腐食ひび割れや、錆層による主鉄筋の付着劣化のためと考えられる。また、腐食した供試体の耐荷力は増加した。これは、鉄筋の腐食によって鉄筋とコンクリートの付着が劣化したため、アーチ的な耐荷機構になり、斜めひび割れ発生後も耐荷力が増加したためと考えられる。

3. 2 Be シリーズの実験結果及び考察

Be1、Be2 は、電食後スターラップに沿うひび割れが確認できた。載荷試験終了後鉄筋を抜き出した結果、全面腐食しており、箇所によって孔食が見られた。すべての供試体の破壊モードはせん断破壊である。図3にBeシリーズの荷重－変位関係を示した。斜めひび割れが発生するまでは、どの供試体とも剛性に違いは見られなかった。斜めひび割れが発生すると、すべての供試体の剛性が落ちたが、腐食量の大きい供試体のほうがより低下した。これは、スターラップの付着劣化で、腐食させた供試体は斜めひび割れの幅が拡大したためと思われる。最大荷重は、腐食量が大きくなるほど減少した。表2に実験値と計算値の比較を示した。計算値は、コンクリートが負担するせん断耐力 V_c とスターラップが負担するせん断耐力 V_s の和とした。ここで、 V_c は、土木学会コンクリート標準示方書せん断耐力式の基礎となった二羽式を用いた。 V_s は、トラス理論の式によって計算した。図4に V_s の減少率の実験値と計算値の比較を示した。実験結果から計算値を上回る耐力の低下が確認された。これは、次の原因が考えられる。①計算では質量減少率を用いたが、実際には電食させた鉄筋は均一に腐食しておらず極端に断面が減少している箇所が存在した。②スターラップは、斜めひび割れ幅の拡大及び斜めひび割れの圧縮部コンクリートへの進展を制限し、ひび割れ面のかみ合いによるせん断耐力の低下及び圧縮部のコンクリートのせん断耐力の低下を軽減する機能が持っている。腐食によるスターラップの断面減少によって、単に負担するせん断耐力が低下しただけでなく、この機能も低下した。③スターラップの腐食によって鉄筋とコンクリートの付着強度が低下し、それによってひび割れの幅が大きくなるため、ひび割れ面のかみ合いによるせん断耐荷力も低下した。

4. まとめ

- (1) 主鉄筋が腐食したRCはりでは、主鉄筋とコンクリートの付着強度が低下するため、耐荷力が増加する傾向がある。これはアーチ機構の形成によると推定される。
- (2) スターラップが腐食したRCはりでは、計算値を上回る耐力の低下が確認できた。この事よりせん断耐力を評価するには、スターラップの断面減少による鉄筋が負担するせん断耐力の低下だけを考えるのは、不十分と考えられる。

(参考文献)

1) 田辺忠顕、檜貝勇、梅原秀哲、二羽淳一郎：「コンクリート構造」朝倉書店、pp.107 - 119、1992 年
2) 町田罵彦、関博、丸山武彦、檜貝勇：「鉄筋コンクリート工学」オーム社、pp.80 - 96、1997 年

表－2 Be シリーズの実験値と計算値の比較

供試体	腐食率 (%)	実験値(KN)			計算値(KN)		
		破壊荷重 P_u	$V_c^{(1)}$	$V_s^{(2)}$	破壊耐力 V_u	V_c	V_s
B0	0	91.5	21.3	24.4	36.6	15.6	21
Be1	6.51	83.8	21.3	20.6	35.3	15.6	19.7
Be2	17.84	70.2	21.3	13.8	32.9	15.6	17.3

注：1) 表－1 中の供試体A0 の V_c の値 2) $V_s = P_u/2 - V_c$

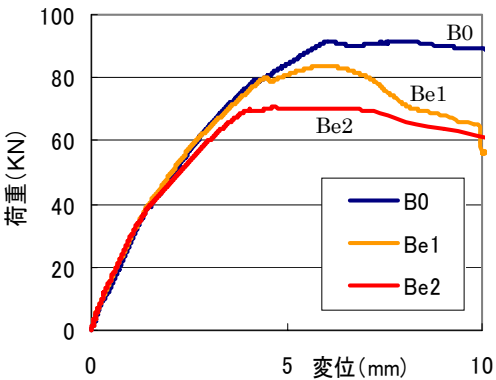


図3 Be シリーズの荷重－変位曲線

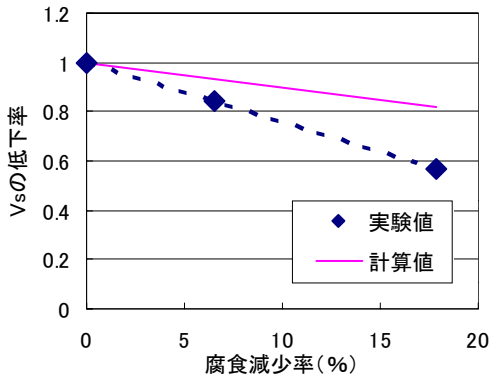


図4 Be シリーズの V_s 低下率－腐食減少率曲線