

鉄筋が腐食した RC はりのせん断耐荷特性についての実験的研究

早稲田大学 学生会員 ○ 薛 昕
早稲田大学 フェロー 関 博
早稲田大学 学生 広森 紳太郎

1. はじめに

鉄筋の腐食と RC はりのせん断耐荷特性との相関関係を調べるため、電食試験で軸引張鉄筋及びスターラップを腐食させた供試体の載荷試験を行い、鉄筋の腐食がせん断耐荷特性に及ぼす影響を調査することを試みた。

2. 実験概要

図-1 に供試体の寸法を示す。実験供試体は、スターラップなしの B-P シリーズとスターラップありの B-LM シリーズである。せん断破壊を先行させるため、軸引張鉄筋に高強度の異型鉄筋 2D19 ($f_y=716\text{N/mm}^2$) を使用した。B-LM シリーズでは、 $\phi 6$ のスターラップ ($f_y=300\text{N/mm}^2$) を 120mm の間隔で配置した。定着破壊を避けるため、軸引張鉄筋は供試体の端部より出して鉄板及びナットで定着固定した。コンクリート強度は 33 N/mm^2 である。スターラップと軸引張鉄筋との交差部に絶縁処理を施した。供試体の載荷時のせん断スパン比は 2.64 である。

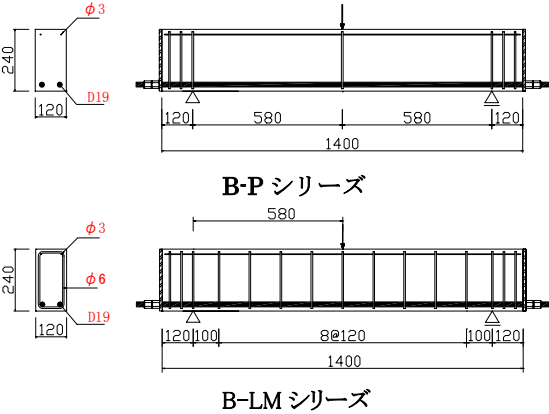


図-1 供試体概略図(単位:mm)

3. 実験結果

3. 1 B-P シリーズ

表-1 に実験結果を示す。電食試験が終了した後、主鉄筋に沿うひび割れが目視で確認された。供試体を壊して鉄筋を確認したところ、激しい孔食が発生する箇所が確認された。図-2 に荷重—変位曲線を示しており、既往の研究と同様な傾向が見られた¹⁾。軸引張鉄筋の腐食により耐荷機構が変化するため、破壊モードはそれぞれ異なった。腐食レベルが増加すると、付着強度の低下によりテンションスティフニング効果が減少したため剛性は低下したが、タイドアーチ的な耐荷機構が形成され破壊荷重は増加した。B-P3 の供試体では、軸引張鉄筋とコンクリートとの付着強度が大きく減少したため、引張応力が定着部に伝達され端部に負の曲げモーメントが生じ部材直角方向に割裂ひび割れが発生した。この割裂ひび割れが進展した後、付着ひび割れと繋がって終局段階に至った。

表-1 B-P シリーズ実験結果

供試体	食電性状		破壊荷重 Pu (KN)	Vc (KN)	破壊モード
	平均腐食 減量(%)	最大断面 減少(%)			
B-P(健全)			86.4	43.2	斜め引張
B-P1	7.0	21	101.4	50.7	せん断圧縮
B-P2	13.9	41	111.0	—	曲げ圧縮
B-P3	17.0	35	124.9	—	割裂

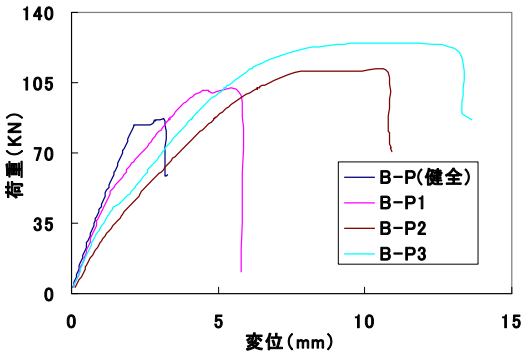


図-2 荷重—変位曲線

軸引張鉄筋が腐食した RC はり部材は、せん断耐荷機構をはり機構とアーチ機構にわけて考えることができ、次の式で説明する。

$$M = T \cdot Z = C' \cdot Z \tag{1}$$

$$Q = \frac{dM}{dx} = \frac{d(T \cdot Z)}{dx} = \frac{dT}{dx} \cdot Z + T \cdot \frac{dZ}{dx} \tag{2}$$

ここで、 T と C' は引張鉄筋の合力及び圧縮域コンクリートの合力であり、 $z=jd$ は両合力間の距離を表す。式 (2) の右の第 1 項がはり機構、第 2 項がアーチ機構である。軸引張鉄筋が完全付着の場合ははり機構のみ、アンボンドの場合はアーチ機構のみと見なすことができる。はり機構の場合、せん断スパン内に斜めひび割れ

キーワード 軸引張鉄筋, 腐食, タイドアーチ機構, トラス機構, スターラップ

が発生するのに対して、アーチ機構の場合は軸引張鉄筋はアンボンドの状態であり、鉄筋の引張強度はコンクリートに伝達することができないため、斜めひび割れが発生しない。軸引張鉄筋が腐食すると、腐食による付着強度の低下が大きいほどアーチ機構が強くなると考えられる。図-3に破壊荷重時のひび割れ図を示す。図からわかるように、腐食するほど斜めひび割れが載荷点に近づき、アーチ機構が強くなる傾向がある。

3. 2 B-LM シリーズ

表-2に実験結果を示す。すべての供試体の破壊モードはせん断圧縮破壊であり、斜めひび割れが形成されても直ちに破壊に至らず、スターラップが降伏した後に残存タイドアーチ機構により、さらに大きな荷重に耐えることができた。図-4に破壊荷重時の斜めひび割れを示す。スターラップ断面の腐食による欠損を考慮してスターラップが負担する $V_s^{2)}$ を計算し、最大せん断耐力から V_s をひいて V_c を求めた。軸引張鉄筋が腐食するほど斜めひび割れが載荷点に近づくとともに傾きも大きくなった。このため、トラス機構によるせん断抵抗は減少したが、斜めひび割れが載荷点に近づくことによりタイドアーチ機構が強くなり、 V_c が増加したと考えられる。即ち、トラス機構の一部がアーチ機構に変わると考えられる。

V_c と軸引張鉄筋の腐食との相関関係において、スターラップの影響を調べるために、B-PシリーズとB-LMシリーズの実験結果をまとめて図-5に示す。B-LMシリーズの V_c の増加程度はB-Pシリーズより小さいようである。これは、スターラップによる影響だと考えられる。軸引張鉄筋に同様な腐食による断面減少が生じてても、B-LMシリーズの場合、スターラップの配置により軸引張鉄筋の付着低下が抑えられ、タイドアーチ機構が形成されにくくなるためと考えられる。

4. まとめ

本研究の範囲では、以下のことが明らかになった。

- ① 軸引張鉄筋が腐食したRCはり部材の耐荷機構をはり機構とタイドアーチ機構と分けて考えると、軸引張鉄筋が腐食するほどタイドアーチ機構が強くなるようである。
- ② スターラップを配置する場合、トラス機構で負担するせん断抵抗の一部はタイドアーチ機構で負担する傾向にあるようである。
- ③ 軸引張鉄筋の腐食減量が同じであっても、スターラップが配置ありの場合、タイドアーチ機構が形成しにくくなるため、 V_c はスターラップを配置しない場合ほど増加しない。

(参考文献)

- 1) 土木学会:コンクリート技術シリーズ71、材料劣化が生じたコンクリート構造物の構造性能、2006.6
- 2) 土木学会:コンクリート標準示法書「構造性能照査編」、2002

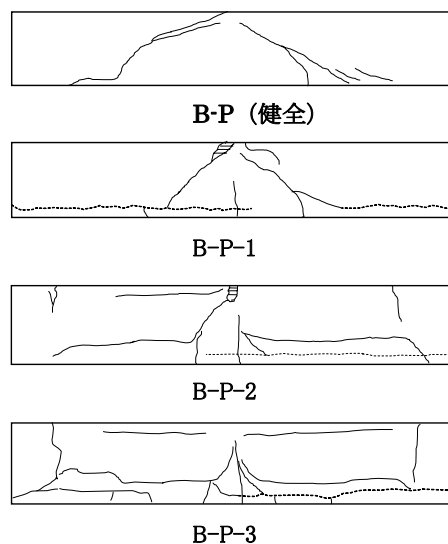


図-3 ひび割れ図 (破壊荷重時)

表-2 B-LM シリーズ実験結果

供試体	腐食減量(%)		破壊荷重 (KN) P_u	せん断耐力 (KN)	
	軸引張鉄筋	スターラップ		V_c	V_s
B-L(健全)			148.0	47.2	26.8
B-LM1	3.06	3.39	154.8	52.1	25.3
B-LM2	18.36	17.83	164.2	63.0	19.0

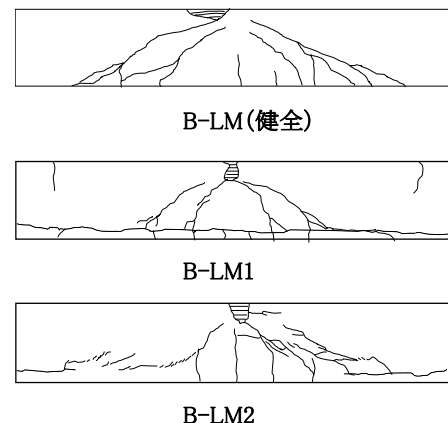


図-4 ひび割れ図 (破壊荷重時)

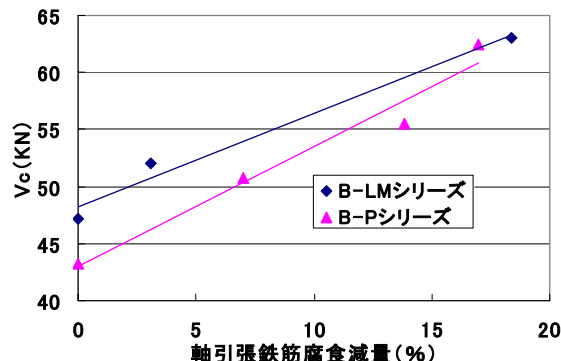


図-5 V_c の変化における
スターラップの影響