

鉄筋腐食を生じた RC 梁部材の定着性能に及ぼすせん断補強筋の影響

中央大学大学院理工学研究科 学生会員 ○村上 祐貴
 東電設計 (株) 正会員 鈴木 修一
 中央大学理工学部土木工学科 正会員 大下 英吉
 東京電力 (株) フェロー会員 堤 知明

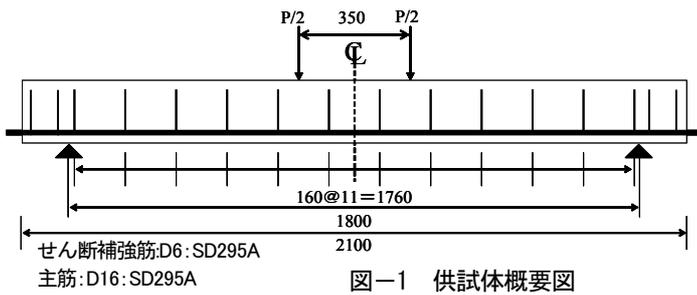
1. はじめに

現在,仕様規定から性能規定へというキーワードが注目されていることから分かるように,本格的に「ストックメンテナンス世紀」に突入した我が国において,既存のコンクリート構造物の劣化性状を詳細に把握し得る新技術や初期機能回復に資する新補修技術の確立が急務となっている.特に近年においては,鉄筋腐食を生じた RC 構造物の性能低下が問題となっており,各方面で研究が盛んに行われている.著者らは,既に梁全長わたり過度に鉄筋腐食を生じた RC 梁部材の残存耐力評価を実施しており¹⁾²⁾,その結果,せん断補強筋をコシに準拠し配筋した場合,せん断補強筋のコンファインド効果により,定着端部からの鉄筋の抜出しが抑制され,せん断補強筋を有しない場合に比べて耐力低下は抑制されるとともに,破壊性状は延性的な挙動を示すことが明らかとなった.

本研究では,鉄筋の抜出しに対して大きな影響を及ぼす定着領域の腐食劣化性状に着目し,せん断補強筋が鉄筋腐食を生じた RC 梁部材の定着性能および残存耐力性状に及ぼす影響評価を実施した.

2. 実験概要

図-1 に試験体の形状および寸法を示す.同図は表-1 に示す実験パラメータの試験体 No.3 に相当する.他の試験体についても試験体の形状および寸法は同様であり,せん断補強筋の配筋状況のみ異なる.各試験体の配筋の詳細は表-1 に示す通



りである.試験体 No.1 は基準となる試験体であり,鉄筋は非腐食である.試験体 No.2~No.4 は梁全長にわたりせん断補強筋が配筋されているが,その間隔が異なり,せん断補強筋間隔が残存耐力に及ぼす影響を評価する位置付けにある.試験体 No.5 および No.6 は既往の研究¹⁾において,梁の残存耐力に定着領域が大きな影響を及ぼすことが明らかとなったことから,定着領域のみにせん断補強筋を2本配筋し,定着領域のせん断補強筋が残存耐力に及ぼす影響を評価した.また,試験体 No.5 のせん断補強筋には防錆剤を塗付し,腐食を抑制した.試験体 No.6 に関しては,当該鉄筋にテープを巻きつけ,非腐食とした.

設定腐食率(質量減少率)に関しては,試験体 No.1 は 0%(非腐食),試験体 No.2~No.6 は 10%である.腐食手法は電食試験法を用いた.また,中央鉄筋に関しては,図-2 に示すように鉄筋を軸方向に切断し,切断面に設けた溝にひずみゲージを貼付けた後,2対の鉄筋をエポキシ樹脂により貼合せた.この貼り合せ鉄筋を用いることにより,鉄筋腐食を生じた試験体においても鉄筋ひずみの計測を可能にした.なお,測定間隔は3D(48mm)間隔である.

3. 実験結果

3.1 破壊性状

図-3 に各試験体の荷重~たわみ関係を示す.なお,各試験体の最大荷重および破壊モードは表-1 に示した.

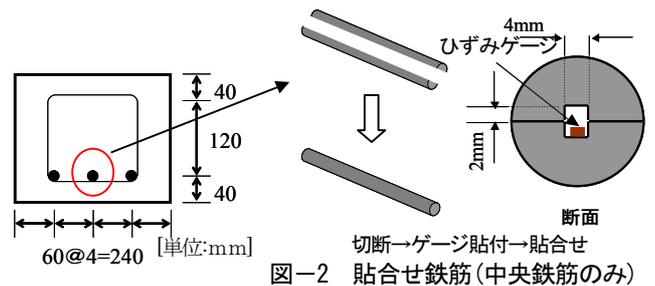
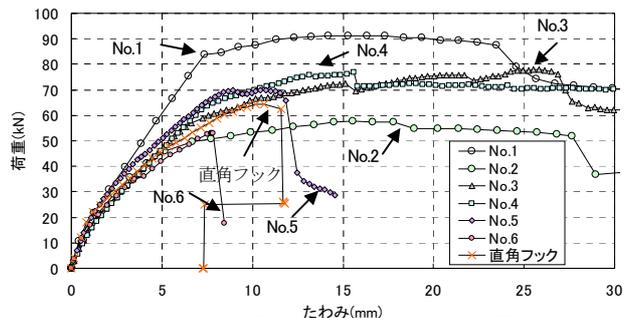


表-1 実験パラメータおよび結果一覧

供試体名称	圧縮強度 (N/mm ²)	せん断筋の配筋条件	平均腐食率(重量%)		最大荷重 (KN)	破壊モード
			主鉄筋	せん断筋		
No.1	27.0	全長 (80mm間隔)	0.0	0.0	91.7	曲げ破壊
No.2	27.2	全長 (80mm間隔)	14.4	57.4	57.9	曲げ破壊
No.3	33.5	全長 (160mm間隔)	10.7	43.0	76.9	曲げ破壊
No.4	34.9	全長 (240mm間隔)	10.6	44.9	77.8	曲げ破壊
No.5	30.4	定着のみ (2本,防錆剤)	10.1	15.4	69.8	せん断破壊
No.6	28.9	支点のみ (2本,テープ巻)	11.3	0.0	52.9	付着割裂破壊



キーワード 鉄筋腐食, せん断補強筋, 残存耐力, 定着性能

連絡先 〒112-8551 東京都文京区春日 1-13-27 中央大学 理工学部 土木工学科 TEL03-3817-1892

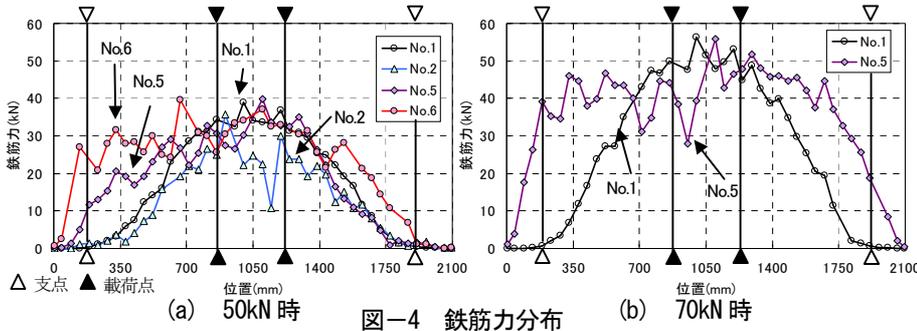


図-4 鉄筋力分布 (a) 50kN時 (b) 70kN時

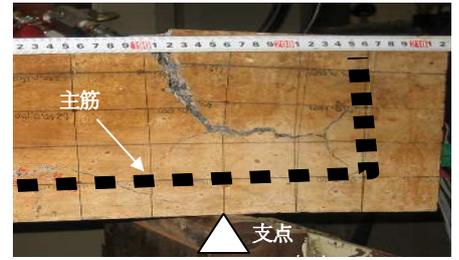


写真-1 破壊性状(定着フック試験体)

まず、梁全長にわたりせん断補強筋を配筋した試験体 No.2～No.4 であるが、いずれの腐食試験体においても鉄筋が非腐食である試験体(No.1)に比べて耐力は低下している。試験体 No.2 に関しては、主筋の平均腐食率が 14.4%であり、他の 2 試験体に比べてその腐食率は約 4.5%大きいことから耐力は相対的に小さい。試験体 No.3 および No.4 においてはその耐力はほぼ同程度の値を示しており、本実験の範囲内においては、せん断補強筋間隔が耐力に及ぼす影響は無かった。また、いずれの試験体においても破壊性状は延性的な挙動を示した。

次に、定着領域のみにせん断補強筋を有する試験体 No.5 および No.6 に関しては、表-1 に示したように両試験体における主筋の平均腐食率の差異は 1.2%程度であるにも拘わらず、その耐力は前者が 69.8kN、後者が 52.9kN とその差異は約 17kN と非常に大きい。このことは 3.2 節において詳述する。また、両試験体ともに上述した試験体 No.2～No.4 とは異なり、破壊性状はぜい性的な挙動を示したが、その破壊モードは異なり、試験体 No.5 はせん断破壊、試験体 No.6 は付着割裂破壊であった。

3.2 鉄筋力分布

図-4(a)～(b)に各試験体の同一荷重レベル時における鉄筋力分布を示す。なお、試験体 No.3 および No.4 に関しては鉄筋ひずみを計測していない。鉄筋力の算出方法は、計測した鉄筋ひずみに各ひずみ計測領域近傍の鉄筋断面積を乗じるにより算出した。

同図(a)に示した荷重が 50kN 時であるが、鉄筋が非腐食である試験体 No.1 の鉄筋力分布は凸型の分布性状を示している。試験体 No.2 に関しても、平面保持の仮定が成立しないことから、試験体 No.1 に比べて全体的に小さい値を示しているものの、その傾向は同様である。しかしながら、定着領域のみにせん断補強筋を有する 2 試験体(No.5, No.6)においては、175mm～1050mm の領域において鉄筋力がほぼ様な値を示していることが分かる。これは、荷重の増加に伴い発生した割裂力およびダボ作用により鉄筋軸に沿った破壊ひび割れが発生し、鉄筋とコンクリートの付着が消失したためである。試験体 No.6 に関しては、この直後梁は破壊に至ったが、試験体 No.5 に関しては、最大荷重は約 70kN まで増加した。

同図(c)に示した荷重が 70kN 時における試験体 No.5 の鉄筋力分布に着目すると、支点近傍の鉄筋力は約 40kN 生じており、試験体 No.6 に比べて約 10kN 大きい。

このように、スパン全長にわたり付着が消失したにも拘わらず、残存耐力が比較的大きい値を示した要因であるが、スパン広範囲にわたり付着は消失したものの、定着領域に配筋したせん断補強筋のコンファインド効果により、定着端部からの鉄筋

の抜出しが抑制されたことにより、アーチ耐荷機構が形成され、その結果、残存耐力が上昇したものと考えられる。しかしながら、アーチ耐荷機構を保持するためには十分な定着が確保される必要があるが、試験体 No.5 のせん断補強筋には腐食が生じていること、また、それに伴い当該鉄筋に沿った腐食ひび割れが発生したことにより、定着端部からの鉄筋の抜出しを完全には抑制することが出来ず、図-3 に示したように、ぜい性的な破壊性状を示したものと考えられる。

従って、定着端部からの鉄筋の抜出しを完全に抑制することが可能であれば、残存耐力の低下は抑制されるとともに、破壊性状は延性的な挙動を示すものと考えられる。すなわち、鉄筋腐食を生じた RC 梁部材の保有性能を改善するにあたり、定着領域に補修・補強を行うことで大きな改善効果が得られるものと考えられる。

4. 今後の課題

上記観点に立脚すれば、定着フックを有する試験体の場合、定着からの鉄筋の抜出しは無いことから、残存耐力の低下は抑制されるとともに、破壊性状も延性的な挙動を示すものと考えられる。そこで、直角フックを設けた試験体を作成し、曲げ載荷試験を実施した。

図-3 に直角フックを設けた試験体の荷重たわみ関係を示す。なお、本試験体に関してはせん断補強筋を配筋していない。また、本試験体の主筋の平均腐食率は 14.5%であった。

同図からも分かるように、定着フックを有する場合においても、破壊性状はぜい性的な挙動を示していることが分かる。これは、写真-1 に定着領域近傍の破壊性状を示すが、フック鉛直部に発生した腐食ひび割れが、荷重の増加に伴い、梁上縁まで到達し、曲げ破壊を生じたためである。したがって、定着フックを設けることにより、定着からの鉄筋の抜出しを抑制した場合においても、上述のように定着破壊を生じることにより、ぜい性的な挙動を示す場合があることが明らかとなった。

このような定着破壊を防止するにあたり、圧縮鉄筋の存在が非常に有効であると考えられ、今後の検討課題である。

参考文献

- 1) 村上祐貴・木下哲秀・鈴木修一・福本幸成・大下英吉：鉄筋腐食を生じた RC 梁部材の残存曲げ耐力性状に関する研究，コンクリート工学論文集，第 17 巻，第 1 号，PP61-74
- 2) 村上祐貴，山内佑樹，堤知明，大下英吉：鉄筋腐食した RC 梁部材の残存曲げ耐力に及ぼすせん断補強筋の影響，コンクリート工学論文集，vol.28, no.2, pp727-732
- 3) 鈴木修一・村上祐貴・大下英吉・堤知明：腐食鉄筋を有する RC 部材の残存耐力にせん断補強筋の及ぼす影響について平成 19 年度全国大会第 62 回年次学術講演会実施要領(投稿中)