

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

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	学生会員	村上 祐貴
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

既設RC構造物の維持管理では、現状の劣化状態の把握、それに基づく将来予測を行い、適切な補修・補強を実施する必要がある。その実現には対象構造物に対する精度良い将来予測が重要となる。そこで、筆者らは、数年前より、鉄筋が著しく腐食する塩害劣化を対象としたRC構造物の残存耐力に関する研究を実施している。鉄筋を電食により腐食させたRC梁部材を用いた曲げ載荷試験により残存耐力の評価を試みてきた。まず、鉄筋腐食に伴う鉄筋とコンクリートとの付着力に着目し、せん断補強筋および定着フックを有さない供試体による実験を実施した。次に、せん断補強筋を有する供試体実験を実施した。その際のせん断補強筋の間隔はコンクリート標準示方書¹⁾(コ示)に準拠したものである。その結果、せん断補強筋を有する供試体は、有さないものに比べて格段に耐力低下を抑制できることを確認した²⁾³⁾。昨年度はその影響をさらに把握するため、せん断補強筋間隔、定着部のみにせん断補強筋を配置した場合等のせん断補強筋をパラメータとした実験を実施した。本報告では、それらの実験結果を鉄筋腐食率で整理し、終局曲げ耐力式との関係を確認するとともに、実験により得られた知見について述べる。

2. 実験概要

図-1に載荷試験に用いた供試体の断面形状および寸法を示す。同図の側面図は一昨年度実施した供試体全長にせん断補強筋を配筋したもので、その間隔はコ示に準拠して80mmとした場合である。表-1に示した本報告で取り上げた検討ケースのうちの供試体A～Dに相当する。それらに対して、せん断補強筋間隔の影響を確認する目的で、供試体Eは160mm、供試体F～Hは240mm間隔とした。供試体J～Lは支点部のみせん断補強筋を配筋したケースである。図-1の側面図で赤色で示したせん断補強筋のみを配筋した。そのうち供試体Lでは鉄筋にビニール・テープを巻いたものを用いた。それにより、せん断補強筋の付着力低下とコンファインド効果の関係を確認した。

3. 実験結果

各検討ケースの電食による主鉄筋およびせん断補強筋の腐食率、最大荷重および破壊性状を表-1に示す。鉄筋の腐食率は計測結果の平均的な値である。図-2は、表-1に基づいて主鉄筋の腐食率と各供試体の耐力比の関係を示したものである。耐力比は各供試体の耐力を健全な状態(供試体A)の耐力で無次元化した値である。供試体全長にせん断補強筋を配筋したものを○、支点部のみを△、支点部のみ(テープ巻き)を□で示した。また、破壊性状に着目して、曲げ破壊を青色、せん断および付着割裂破壊を赤色で示した。コ示に基づく曲げ終局耐力算定式を用いて鉄筋腐食率に応じた耐力を求め、それを健全な状態の耐力で無次元化した算定値は太線で示した。

全体的な傾向としては、鉄筋腐食率の増加に伴い算定値よりも実験結果は小さくなる傾向が見られる。これは、鉄筋腐食率が増加するほど主鉄筋とコンクリートとの付着力が低下するためである。また、主鉄筋の腐食に比例してせん断補強筋の腐食率も大きくなる。そのため、せん断補強筋の付着力も低下し、せん断補強筋のコンファインド効果の低下も影響していると思われる。

次にせん断補強筋の条件の相違による影響であるが、主鉄筋の鉄筋腐食率が同程度である供試体D、GおよびKを比較すると、いずれの耐力比にも大きな相違は見られない。したがって、等曲げおよびせん断区間のせん断補強筋間隔は耐力にほとんど影響を及ぼさないこと、せん断補強筋が支点部のみでも付着力の低下を抑制できることがわかった。しかし、破壊性状に着目すると供試体Dは曲げ破壊であるのに対して、供試体GおよびKはせん断破壊であった。図-3は荷重－たわみ関係を示したものであるが、供試体Dが延性的な挙動であるのに対し、供試体G

キーワード 鉄筋腐食, 耐荷性能, 維持管理

連絡先 〒110-0015 東京都台東区東上野 3-3-3 東電設計(株) TEL 03-4464-5527

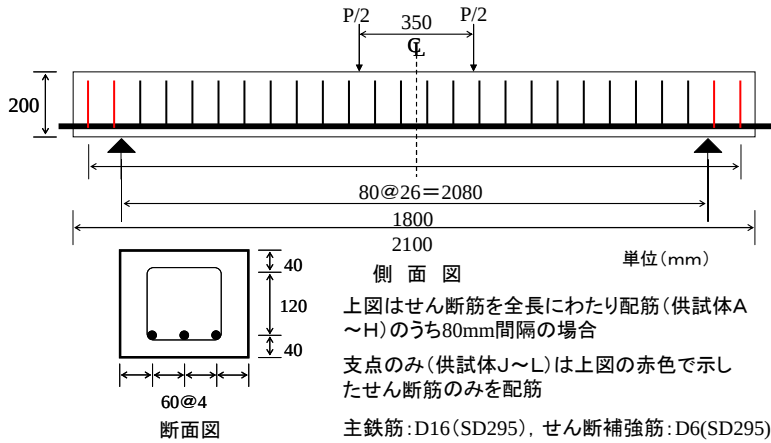


図-1 供試体概要図

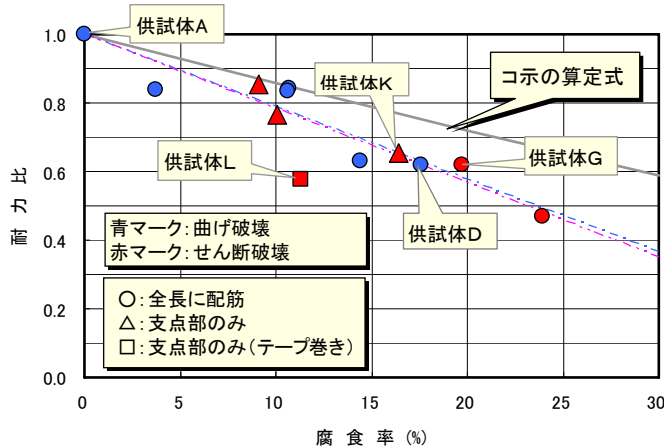


図-2 鉄筋腐食率と耐力比の関係

表-1 検討ケース一覧(条件および結果)

供試体名称	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		
供試体A	全長(80mm間隔)	—	—	91.7	曲げ破壊
供試体B		3.7	17.3	77.0	曲げ破壊
供試体C		14.4	58.0	57.9	曲げ破壊
供試体D		17.6	68.8	56.7	曲げ破壊
供試体E	全長(160mm間隔)	10.7	41.0	77.8	曲げ破壊
供試体F	全長(240mm間隔)	10.6	38.1	76.9	曲げ破壊
供試体G		19.7	28.2	57.2	せん断破壊
供試体H		23.9	75.5	43.4	付着割裂破壊
供試体J	支点のみ(2本)	9.1	10.9	77.9	せん断破壊
供試体I		10.1	15.4	69.8	せん断破壊
供試体K		16.4	21.4	59.7	せん断破壊
供試体L	支点のみ(2本、テープ巻き)	11.3	0.0	52.9	付着割裂破壊

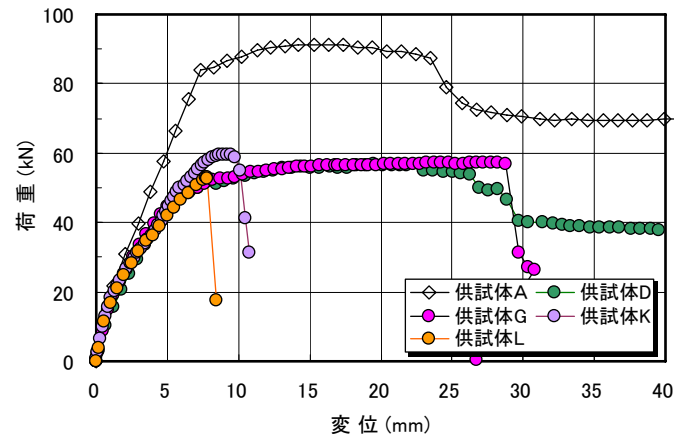


図-3 荷重-たわみ関係

および K は脆性的な挙動であり、特に供試体 K はその傾向が顕著である。健全な状態では曲げ破壊になる断面形状なのにせん断破壊が生じるのは、等曲げおよびせん断区間の主鉄筋の付着力低下によるものと考えられる。鉄筋とコンクリートの付着力が低下して供試体断面での平面保持の仮定が成立しないため、せん断破壊が生じたと考えられるが、詳細は不明である。せん断補強筋にテープを巻いた供試体 K は、主鉄筋の腐食率が同程度の他の供試体の耐力比に比べて小さい。付着力がないためせん断補強筋のコンファインド効果が働かなかったことを示している。せん断補強筋の腐食率が増加すれば付着力が低下し、主鉄筋に対するコンファインド効果が低下する。したがって、主鉄筋の腐食率増加に伴う著しい耐力低下は、主鉄筋の付着力低下ばかりでなくコンファインド効果の低下も付加された結果である。

本実験で用いた供試体は定着フックを有していない。定着フックを有する構造物であればフックの形状効果により付着力の低下が抑えられ、耐力低下は本実験結果と耐力算定式の間位置するはずである。しかし、スパン長が長く重ね継ぎ手を有する構造物では重ね継ぎ手部で本実験のような付着力の低下が予想され、本実験結果は鉄筋腐食による残存耐力を評価する上での目安になるものと考えられる。

4. おわりに

本報告の検討ケースは主鉄筋の腐食率のばらつきが比較的小さいものについて整理した結果である。主鉄筋に局所的な腐食が生じている場合は必ずしも本報告の挙動と一致しない。平均的な腐食率を用いた整理方法ではなく、局所的な腐食率を上手く定量化して評価する必要がある。これまでの実験結果の見直しを行い、適切な評価を図りたい。また、定着フックを有する供試体についても本報告と同様の評価を実施したい。

参考文献

- 1) 土木学会: 2002 年制定 コンクリート標準示方書, 2002.3.2) 鈴木修一, 村上祐貴, 大下英吉, 堤知明: 鉄筋腐食を有する RC 部材の耐力低下と耐力算定式の関係について その 2, 土木学会第 61 回年次学術講演会講演概要集 V-048, pp.95-96, 2006.9. 3) 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, コンクリート工学年次論文集, Vol.28, No2, pp.727-732, 2006.7.