

神戸大学大学院 学生会員 ○竹内 靖人
神戸大学大学院 正会員 三木 朋広

1. 研究の背景と目的

近年、既設の鉄筋コンクリート（RC）構造物の劣化問題に対して、適切な維持管理システムが求められている。合理的な維持管理のためには劣化した RC 構造物の残存性能を適切に評価する必要がある。RC 構造物においては鉄筋腐食が主な問題である。鉄筋は RC 構造物内に発生する引張応力を負担しているため、RC 構造物の耐荷性能や耐荷機構に与える影響は大きい。RC 構造物の耐荷性能の中ではせん断耐荷力が構造性能上非常に重要である。既往の研究では、RC はり部材の鉄筋腐食と

曲げ耐力に関する研究は多いものの、鉄筋腐食とせん断耐荷力について検討をした事例は比較的少なく、鉄筋腐食を有する RC はり部材のせん断耐荷力やせん断耐荷機構に至っては十分に解明されていないのが現状である。本研究は、軸方向鉄筋を局所的に腐食させた RC はりの載荷試験を実施し、腐食により生じたひび割れが、斜めひび割れの進展と RC はりの耐荷機構に与える影響を検討する。また、はりの内部に設置した 3 軸ひずみゲージにより、各荷重における内部ひずみを計測して、腐食発生位置と領域、内部および表面ひずみの変化とせん断耐荷機構の関係について考察していく。

2. 実験概要

本研究では RC はりに対し、局所的に軸方向鉄筋を腐食させる電食試験を実施し、載荷試験を実施した。試験体の概要を図-1、試験体シリーズを表-1 に示す。実験パラメータは腐食領域の幅、位置、腐食の程度である。また、試験体のうち No.6 は、コンクリート内部ひずみの計測を目的として、せん断スパンのウェブコンクリート内部に 3 軸ひずみゲージを貼付したアクリル板¹⁾を設置するためにウェブ高さを大きくした。腐食のない健全試験体の試験体名を No.1 とし、腐食試験体はそれぞれ No.2～6 とした。腐食試験体を対象に図-2 のような電食試験を行い、試験体底面に接触させるスポンジの幅で腐食領域を管理した。載荷実験では、油圧式 2000kN 万能試験機を用い、単純支持 RC はりの 2 点集中載荷を行った。計測項目は荷重、支点及び RC はりスパン中央の変位とし、ウェブコンクリート内部にひずみゲージを埋設した試験体 No.6 では内部ひずみを計測した。載荷中は、ひび割れの目視観察を行い、さらに各荷重でデジタルカメラにより試験体表面を撮影して画像解析を実施した。載荷試験後、試験体から軸方向鉄筋を取り出し、腐食生成物を取り除いた後、約 50mm 毎に分割して長さと質量を計測し、目視によって腐食が確認できる鉄筋片と腐食のない健全な鉄筋片の単位長さ当たりの

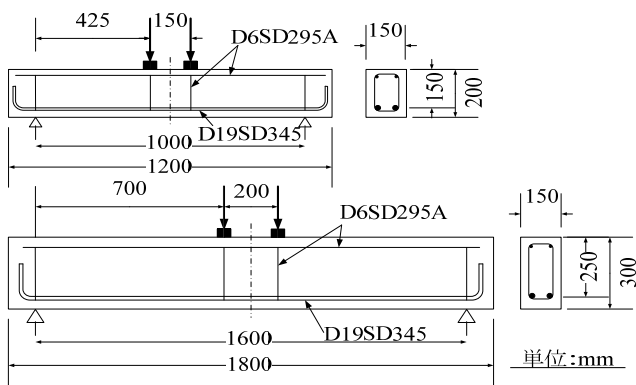


図-1 試験体概要

表-1 試験体シリーズ

試験体	腐食位置	腐食幅 (mm)
No.1	なし	0
No.2	せん断スパン中央	100
No.3	せん断スパン中央～端	312.5
No.4	せん断スパン中央～端 (追加：定着部)	312.5 (100)
No.5	せん断スパン中央 (切り欠きあり)	100
No.6	せん断スパン中央	165

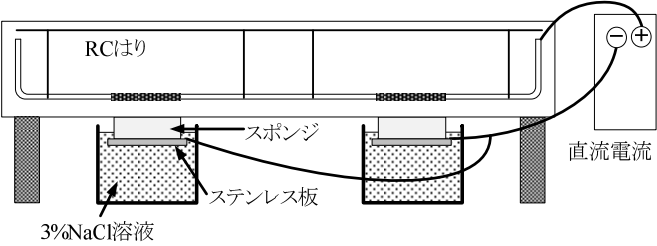


図-2 電食試験概要

質量を比較することで鉄筋の質量減少率を算出した。

3. 実験結果

図-3 に各試験体の荷重-変位関係を示す。斜めひび割れ発生時の約 70kN まで剛性は同程度であったが、その後の挙動が各試験体で異なった。健全試験体 No.1 では斜めひび割れの発生、進展と同時に斜め引張破壊に至り荷重が低下した。一方、腐食試験体では、斜めひび割れ発生後、荷重が増加して No.2, 3, 4, 6 ではせん断圧縮破壊または付着割裂破壊に至った。ただし、No.5 では第 2 の斜めひび割れと言ふべき斜めひび割れが新たに発生、進展して斜め引張破壊に至った。

図-4 に No.6 の最大荷重時 (133kN) における内部ひずみ分布とひび割れ図を示す。青線は、各ゲージ位置における最小主ひずみの大きさと、主ひずみ方向が軸方

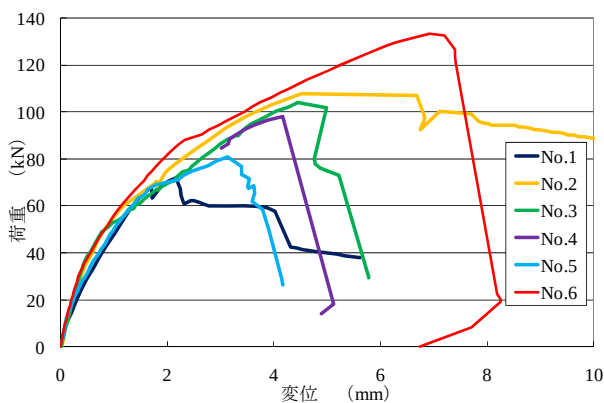


図-3 荷重-変位関係

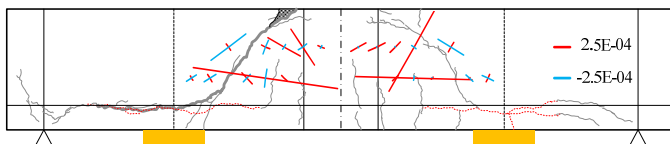


図-4 最大荷重時の内部ひずみ分布 (No.6)

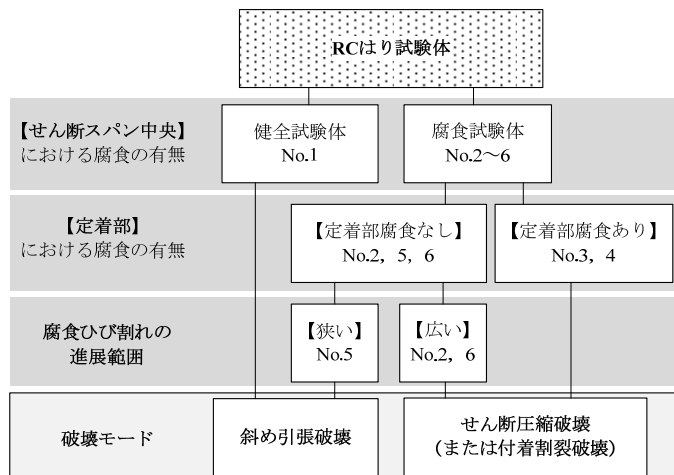


図-5 各試験体の破壊モードの区分

向となす角度を表している。この図より、斜めひび割れの外側に圧縮ひずみが卓越する領域を確認した。

腐食のない健全な RC はりは、斜めひび割れの発生とほぼ同時に、ひび割れが載荷点と支点を結ぶように急激に進展して斜め引張破壊に至った。しかし、せん断スパン中央に腐食を有する RC はりは、腐食による軸方向ひび割れに誘導された角度の大きい斜めひび割れが発生、進展し、直ちに破壊には至らず荷重が増加した。その後、定着部に腐食を有する RC はりでは、せん断圧縮破壊、または付着割裂破壊に至った。定着部の鉄筋腐食がない RC はりでは、軸方向ひび割れ発生領域の大小によって曲げ耐力に達するまで荷重が増加して、せん断圧縮破壊に至るものと、新たな斜めひび割れが発生、進展して、荷重がそれほど上昇せず、斜め引張破壊に至るものがあった。また、荷重が上昇したはりのウェブコンクリート内部では、最大荷重時にかけて斜めひび割れの外側に圧縮ひずみが卓越する領域を確認した。以上の実験結果から、6 体という限られた試験体数ではあるが、荷重-変位関係、コンクリート内部ひずみの状態から、本研究の結果を図-5 のように腐食領域と腐食状況が異なる RC はりのせん断耐荷機構を評価することができた。ただし、腐食によるひび割れが圧縮ひずみ卓越領域の形成に与える影響といった詳細な検討は今後の課題である。

4. まとめ

本研究では、電食により軸方向鉄筋を局所的に腐食させた $a/d = 2.8$ の RC はりを対象に載荷実験を実施した。その結果、局所的な腐食を有する RC はりでは耐荷力が同等、もしくは上昇することが分かった。また、内部ひずみの計測を通して、耐荷力の上昇した腐食試験体では、斜めひび割れに沿うように圧縮ひずみが卓越する領域を確認した。さらに、これらの結果を基に、腐食領域と腐食状況から RC はりの破壊モードを斜め引張破壊とせん断圧縮破壊に区分することができた。

参考文献

- 1) 竹内靖人, 三木朋広: 軸方向鉄筋に局所的鉄筋腐食を有する RC はりのせん断耐荷機構評価, コンクリート構造物の補修、補強、アップグレードシンポジウム論文報告集, Vol.10, pp.235-240, 2010.10.