

軸方向鉄筋に部分的な腐食を有する RC はりのせん断耐荷機構評価

市民工学専攻：竹内 靖人

指導教員：三木 朋広

1. 研究の背景と目的

既設の 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。維持管理を合理的に行なうためには、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。ここで、RC 構造では鉄筋腐食が主な問題である。RC 構造部材の耐荷性能の中ではせん断耐荷力が非常に重要であるが、既往の研究では、RC はり部材の鉄筋腐食と曲げ耐力の関係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い。そのため、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、軸方向鉄筋を部

分的に腐食させた RC はりを対象とした載荷試験を実施し、鉄筋腐食によって生じたひび割れが、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する。

2. 実験概要

RC はりに対して軸方向鉄筋を部分的に腐食させるために電食試験を実施し、それらを対象として載荷試験を実施した。試験体概要を図-1 に、また試験体シリーズを表-1 にそれぞれ示す。実験パラメータは腐食領域の幅、位置、および腐食の程度である。

腐食していない健全試験体を No.1 とし、腐食試験体は No.2~10 とした。腐食試験体を対象とした電食試験では、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。試験体 No.6~10 では、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ゲージ¹⁾を設置した。

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、支点および RC はりスパン中央の変位とし、さらに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.6~10 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うとともに、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。

鉄筋腐食量は、質量減少率から定義した。載荷試験後、試験体から軸方向鉄筋を取り出し、腐食生成物を除去した後、約 50mm 毎に分割して長さや質量を計測した。目視によって腐食が確認できる鉄筋片と腐食が確認できない鉄筋片の単位長さ当たりの質量の比によって、鉄筋の質量減少率を算出した。

3. 実験結果と考察

3.1 実験結果の概要

図-3 に試験体 No.1, 3, 5, 6, 7 の荷重-変位関

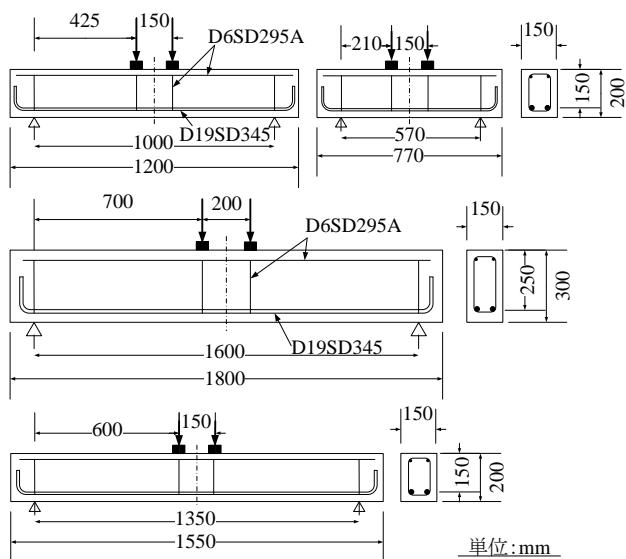


図-1 試験体概要

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
No.7	せん断スパン中央と 載荷点の中間	100
No.8	同上	100
No.9	同上	35
No.10	せん断スパン中央	100

係を示す。斜めひび割れ発生の約 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.3, 6 ではせん断圧縮破壊に至った。No.5, 7 では荷重が上昇することなく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明確に確認することができる。

3.2 せん断耐荷機構の区分

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 はりでは、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、進展しても、その後は直ちに破壊には至らず荷重が増加した。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、腐食ひび割れ発生領域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

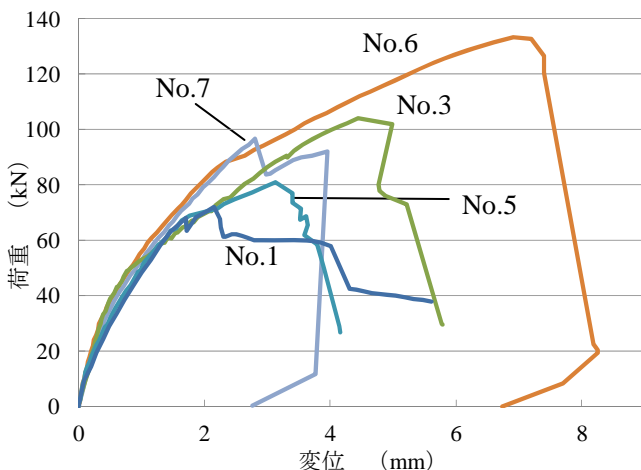


図-3 荷重-変位関係 (No.1, 3, 5, 6, 7)

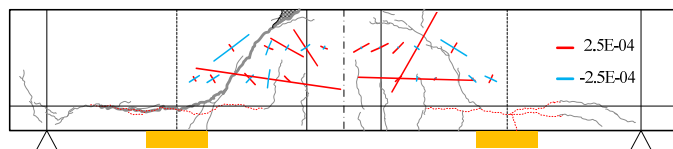


図-4 最大荷重時の内部ひずみ分布 (No.6)

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できた。

以上の実験結果より、限られた試験体数ではあるが、 $a/d = 2.8$ の RC はりの実験結果を図-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。 $a/d = 4.0$ の腐食はり (No.8) は斜めひび割れが腐食の影響を受けなかった。ただし、 $a/d = 1.4$ の腐食はり (No.9) に関しては、算定式より耐荷力が上昇したのがディープビームに特有の現象か、もしくは腐食による影響かについてはさらなる検討が必要である。さらに、腐食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 $a/d = 1.4, 2.8, 4.0$ 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 はりでは腐食ひび割れの発生領域によっては、耐荷力が上昇することがわかった。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。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, アップグレード論文報告集, Vol.10, pp.235-240, 2010

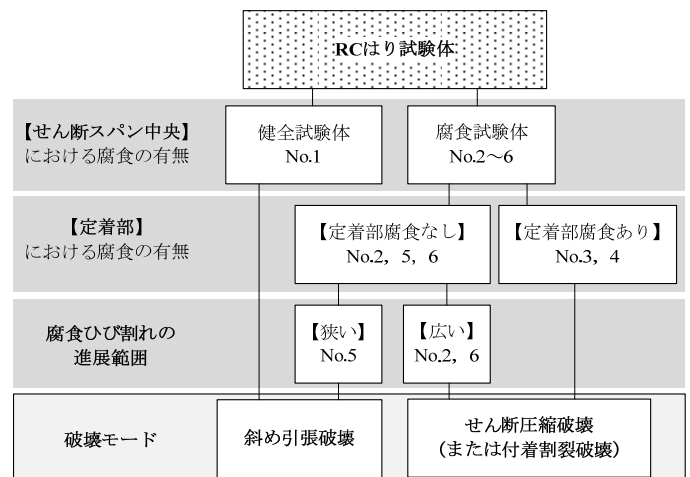


図-5 各試験体の破壊モードの区分