局所的鉄筋腐食を有するRCはりのせん断耐荷機構に関する実験的研究

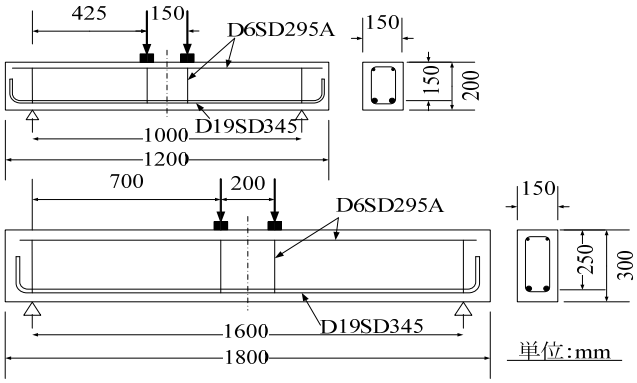
神戸大学大学院　学生会員　○竹内　靖人
神戸大学大学院　正会員　　三木　朋広

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および，非接触ひずみ計測システムによってはりの表面ひずみ分布を計測して，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

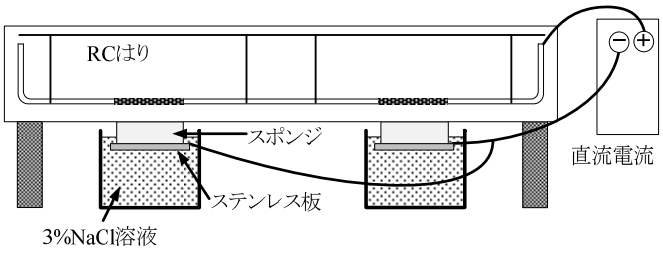
本研究ではRCはりに対し，局所的に軸方向鉄筋を腐食させる電食試験を実施し，載荷試験を実施した．試験体の概要を図－1，試験体シリーズを表－1に示す．実験パラメータは腐食領域，腐食位置，腐食の程度である．また，試験体のうちNo.6は，コンクリート内部ひずみの計測を目的として，せん断スパンのウェブコンクリート内部に3軸ひずみゲージを貼付したアクリル板[1)]を設置するためにウェブ高さを大きくした．腐食のない健全試験体の試験体名をNo.1とし，腐食試験体はそれぞれNo.2～6とした．腐食試験体を対象に図－2のような電食試験を行い，試験体底面に接触させるスポンジの幅で腐食領域を管理した．載荷実験では，油圧式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質量を比較することで鉄筋の質量減少率を算出した．



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

キーワード　鉄筋腐食，RCはり，局所的，コンクリート内部ひずみ，せん断耐荷機構，
連絡先　　〒657-8501　神戸市灘区六甲台町1-1　大学院工学研究科市民工学専攻　ＴＥＬ078-803-6094

３．実験結果

図－3 に No.2～5 における軸方向鉄筋の質量減少率分布を示す．この図より，軸方向鉄筋の局所的な腐食を電食試験で再現できることが分かった．また，腐食領域と腐食程度がほぼ等しい No.2 と No.5 を比較すると，No.5 の方が顕著な質量減少を示している．これは No.5 に設けた切り欠きの影響で，切り欠き部分の鉄筋が集中して腐食したためと考えられる．

図－4 に各試験体の荷重－変位関係を示す．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.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うべき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－5 に画像解析の結果得られた，試験体 No.6 の破壊したせん断スパンにおける最大荷重時（133kN）の最小主ひずみ分布を一例として示す．せん断圧縮破壊に至った試験体 No.2，3，4，6 では図－5 と同様な斜めひび割れに沿うように圧縮ひずみが帯状に局所化することを確認した．一方，斜め引張破壊に至った No.1，5 では，このような明確な圧縮ひずみの局所化領域は確認できなかった．

図－6 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確認した．

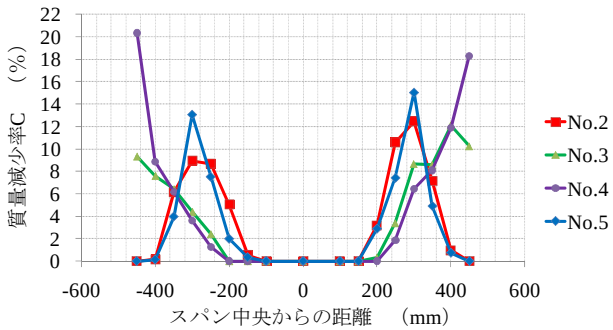
以上のようなことから，局所的な鉄筋腐食を有する RC はりと健全な RC はりとの間に耐荷機構の相違が推測された．さらに，腐食を有する RC はりの中でも，腐食の位置，状況によって耐荷機構が異なる場合があるということが実験的にわかった．

４．まとめ

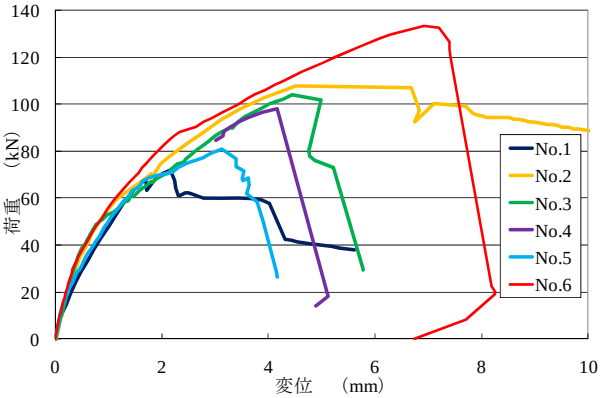
本研究では，電食により軸方向鉄筋を局所的に腐食させた a/d = 2.8，および 2.83 の RC はりを対象に載荷実験を実施した．その結果，局所的な腐食を有する RC はりでは耐荷力が同等，もしくは上昇することが分かった．また，画像解析や内部ひずみの計測を通して，耐荷力の上昇した腐食試験体では，斜めひび割れに沿うように圧縮ひずみが卓越する領域を確認した．さらに，これらの結果を基に，腐食領域と腐食状況から RC はりの破壊モードを斜め引張破壊とせん断圧縮破壊に区分することができた．

参考文献

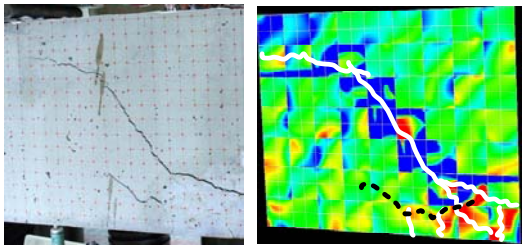
1) 田所敏弥，谷村幸祐，服部尚道，北沢宏和：逆対称曲げ荷重を受ける RC 円形断面部材のせん断耐力におよぼすせん断スパン比の影響，コンクリート工学年次論文集，Vol.28，No.2，pp.787-792，2006



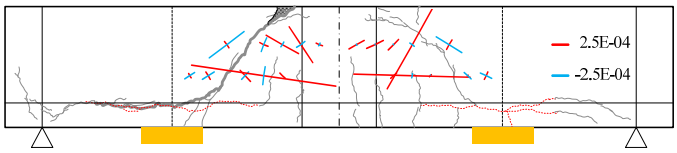
図－3 質量減少率分布



図－4 荷重－変位関係



図－5 最大荷重時の表面ひずみ分布（No.6）



図－6 最大荷重時の内部ひずみ分布（No.6）