

# 軸方向鉄筋の定着部に腐食を有する RC はりの定着破壊に関する実験的研究

市民工学専攻：紙谷 太一郎  
指導教員：三木 朋広

## 1. はじめに

既設鉄筋コンクリート (RC) 構造物の劣化要因のうち、鉄筋腐食についてみると、鉄筋が腐食することで、鉄筋断面の減少、鉄筋とコンクリート間の付着性能の変化、さらに鉄筋が腐食することで生成される腐食生成物による膨張圧に伴うひび割れ (以下、腐食ひび割れ) 等が生じ、いずれも RC 部材の力学特性に影響する。特に、鉄筋腐食によって生じる腐食ひび割れは、鉄筋に沿うように発生し、荷重によって生じるひび割れに影響を与える。

また、軸方向鉄筋の定着部を腐食した場合、定着性能が低下し、残存耐力や破壊性状に影響を与え、いずれせん断破壊が生じる可能性があることである。本研究では、軸方向鉄筋の定着部を腐食させた  $a/d=2.68$  の RC スレンダービームを対象とした荷重試験を行い、腐食位置、腐食発生量、腐食ひび割れがひび割れの進展とせん断耐荷機構、破壊モードに与える影響を実験的に検討することを目的とした。

## 2. 試験概要

せん断スパン比  $a/d=2.68$  である RC スレンダービームに対して軸方向鉄筋の定着部を腐食させる電食試験を実施し、荷重試験を行った。試験体概要を図-1 に示す。実験パラメータは腐食の程度、腐食発生領域 (位置・範囲) である。A シリーズは単調荷重で腐食幅 75mm、B シリーズは単調荷重で腐食幅 100mm、C シリーズは繰り返し荷重、D シリーズはプレラック荷重後、電食試験を行い、本荷重したものである。図-2 に示すように、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。

## 3. 荷重試験結果

各試験体の試験結果を表-1 に、荷重-変位関係を図-3 に示す。ここで、表-1 に示すせん断耐荷力の算定値  $V_d$  は、式(1)を用いて算出した。

$$(1)$$

表-1 に示す RC ディープビームの実験で得た最大荷重  $P_{max}$  とせん断耐荷力の算出値  $2V_d$  の比 (以下、せん断耐力比  $P_{max}/2V_d$ ) をみると、2.68D1 を除いて、 $P_{max}/2V_d$  は 1.0 を上回っており、1.09~1.52 の値となった。A シリーズ、B シリーズを着目すると、2.68A1,A2 において、 $P_{max}/2V_d$  は健全試験体である 2.68-N1 を大幅に上回った。

つまり、軸方向鉄筋の定着部 75mm を 10~20%腐食させた場合、健全試験体と比較してせん断耐荷力が大きい結果となったことがわかる。

一方、区間平均質量減少率が 24.2%以上で定着部 75mm を腐食させた場合もしくは区間平均質量減少率が 22.5%以上で定着部 100mm を腐食させた場合、 $P_{max}/2V_d$  は健全試験体である 2.68-N1 を下回ることがわかった。

C シリーズにおいては、健全試験体と腐食試験体の繰り返し荷重の挙動の違いを考察した。2.68-C2 は軸方向鉄筋の 100mm を腐食し、区間平均質量減少率は 38.6%であった。 $P_{max}/2V_d$  は 2.68-C1 は 1.47 であったのに対し、2.68-c2 は 1.26 であった。2.68-C1 においては、せん断スパン中央に発生した斜めひび割れが、支点から荷重点まで進展し、破壊に至ったのに対し、2.68-C2 では電食試験によってせん断スパン中央まで生じた腐食ひび割れが進展し、斜めひび割れと直結することで破壊に至った。

D シリーズでは、2.68-D1、2.68-D2 で最大荷重に大きな差が生じた。本試験前のひび割れ状況を確認すると、2.68D1 では腐食ひび割れが試験体端部から、せん断スパン中央付近まで進展しており、プレラック荷重試験において生じた斜めひび割れが結びついており、腐食ひび割れと斜めひび割れが直結した部分が開口することで最大荷重に達した。2.68D2 では、試験体端部から 100mm 付近において腐食ひび割れが発生しており、プレラック荷重試験において生じた斜めひび割れと結びつくことはなかった。本試験では、腐食ひび割れが軸方向鉄筋に沿って進展し、プレラックによって生じた斜めひび割

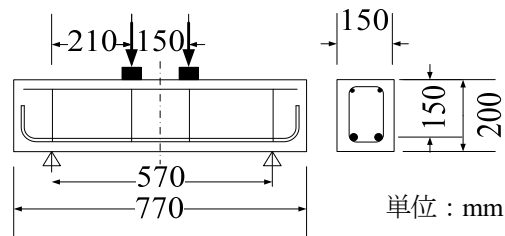


図-1 試験体

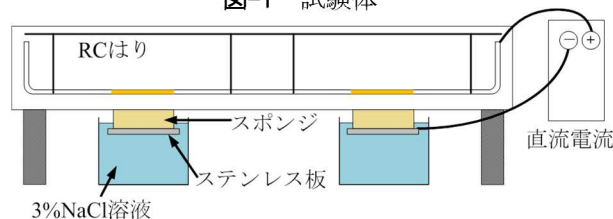


図-2 電食試験

キーワード 鉄筋腐食, 腐食ひび割れ, 斜めひび割れ, 耐荷機構, せん断耐力

表-1 質量減少率, 荷重試験結果

試験体	質量減少率		$P_{max}$	$2V_d$	$\frac{P_{max}}{2V_d}$	破壊形式
	区間平均 (%)	最大 (%)				
2.68-N1	0	0	55.5	45.4	1.22	斜め引張
2.68-N2	0	0	81.4	45.4	1.79	斜め引張
2.68-A1	9.2	14.2	69.1	45.4	1.52	せん断圧縮
2.68-A2	20.6	33.6	71.6	45.4	1.58	斜め引張
2.68-A3	24.2	36.7	49.6	45.4	1.09	定着破壊
2.68-B1	22.5	35.4	55.3	46.7	1.18	定着破壊
2.68-C1	0	0	66.9	45.4	1.47	斜め引張
2.68-C2	38.6	42.3	57.2	45.4	1.26	斜め引張
2.68-D1	41.5	45.6	21.5	46.7	0.46	定着破壊
2.68-D2	34.5	45.2	56.7	46.7	1.21	斜め引張

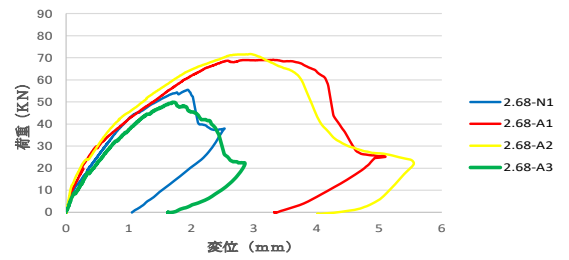
れと結びつくことで、破壊に至った。

以上のことから、腐食ひび割れが斜めひび割れの発生・進展に影響を与えることにより、最大荷重がせん断耐力に影響を与えることがわかった。

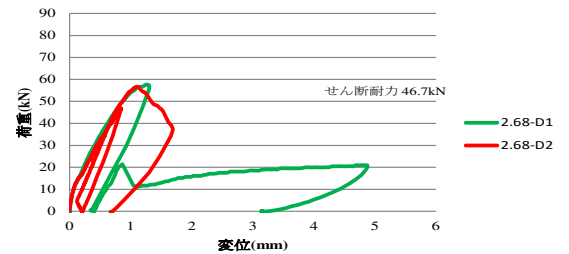
#### 4. ひび割れ図・画像解析

斜めひび割れの進展状況を画像解析により検討する。一例として、最大荷重が各供試体において異なる A シリーズの画像解析の結果を図-4 に示す。画像解析結果に着目すると、2.68-A1~2.68-A3 共に、斜めひび割れの発生個所においては、引張ひずみが集中していることが確認できるが、腐食ひび割れには引張ひずみが確認できず、実際に目視で確認しても、腐食ひび割れの開口は確認できなかった。

ひび割れ図において、破壊側の斜めひび割れに着目すると、2.68-A1,2.68-A2 では支点から荷重点までをつなぐひび割れ進展になっているのに対し、2.68-A3 はせん断スパン中央から斜めひび割れが進展し、定着部の試験体高さ中央付近に発生した腐食ひび割れと接合し破壊が生じた。このことから定着破壊は、定着領域の腐食ひび割れ状況が影響していると考えられる。軸方向鉄筋が存在することで、引張に強い耐荷機構が存在しているが、試



(a) 単調荷重



(b) プレクラック荷重

図-3 荷重-変位関係

験体端部において、高さ中央付近に発生した腐食ひび割れが斜めひび割れと連結することによって耐荷機構が変化し、ひび割れが開口することによって破壊に至ったと想定される。

#### 5. まとめ

本研究で示した実験によって、定着部を腐食させた  $a/d=2.68$  の RC スレンダービームにおいて、腐食量・腐食位置は腐食ひび割れの発生・進展に影響し、腐食ひび割れの発生位置が、最大荷重・せん断耐荷機構に影響を及ぼすことがわかった。

#### 参考文献

- 1) 土木学会：2017年制定コンクリート標準示方書[設計編]
- 2) 松田知子, 三木朋広：定着部の腐食ひび割れが RC はりの破壊性状に与える影響に関する研究, 平成 22 年度土木学会関西支部年次学術講演会, 第 V 部門, V-39, 2010.

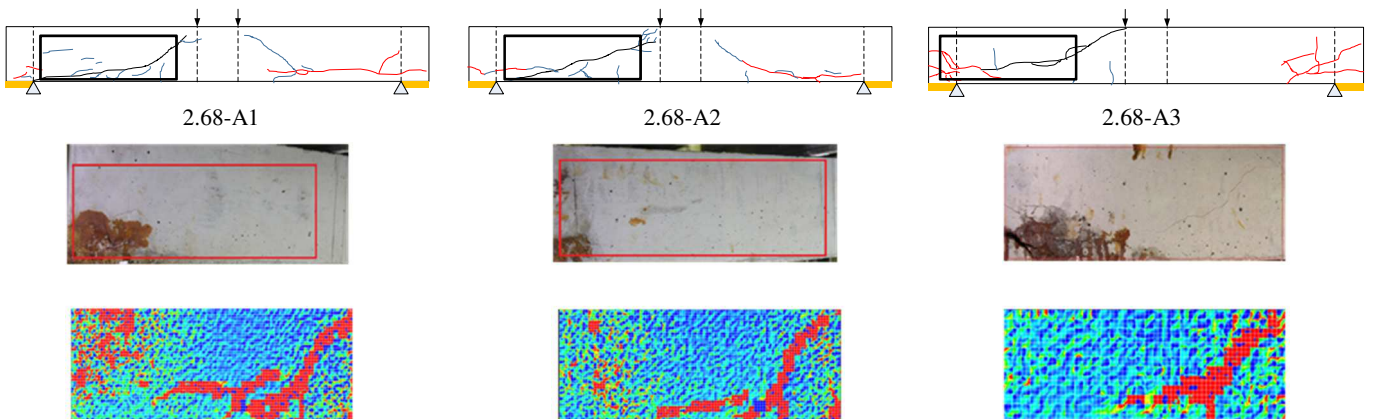


図-4 画像解析範囲と結果 (2.68-A1, 2.68-A2, 2.68-A3)