

RCはり部材の局所的な鉄筋腐食が曲げ耐荷性状に及ぼす影響

長岡工業高等専門学校 学生会員 ○坂井 亮磨  
 長岡工業高等専門学校 金子 生樹  
 長岡工業高等専門学校 正会員 村上 祐貴

1. はじめに

RC 構造物に生じる劣化現象は様々あるが、塩害による鉄筋腐食は、比較的起こりやすい劣化現象であり、構造性能に直接的な影響を及ぼすことが多い。

実構造物における鉄筋腐食は、単一部材の中でも場所によって外部環境が異なることにより、局所的に発生するケースが多いが、局所的な鉄筋腐食が変形性能や耐荷性能等の構造性能に及ぼす影響については未解明の部分が多い。

そこで、本研究では局所的な鉄筋腐食が RC はり部材の曲げ耐荷性状に及ぼす影響を明らかにすることを目的として、腐食率および腐食領域を実験パラメータとし、電食により主鉄筋に局所的な鉄筋腐食を導入した RC はり部材の載荷実験を行った。

2. 実験概要

2.1. 試験体概要

試験体の形状寸法および配筋は図-1 に示す通りであり、曲げ破壊が先行する断面諸元とした。

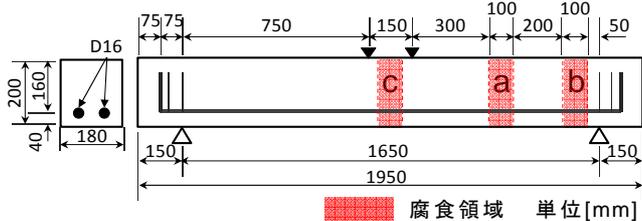


図-1 試験体概要

実験パラメータは表-1 に示すように、主鉄筋の腐食率および腐食発生位置である。設定腐食率は表-1 に示す 4 水準である。発生領域は 100mm であり、その位置は、支間中央、スパン片側の支間中央より 375mm~475mm および 675mm~775mm の 3 水準とした。

本実験では局所的な鉄筋腐食を再現するため、あらかじめ局所的に腐食を導入した主鉄筋を用いた。なお、腐食領域には、腐食ひび割れの発生による付着劣化を模擬するため、アンボンド処理を施した。

2.2. 腐食試験手法および載荷試験方法

腐食手法は、電食試験法を採用した。

載荷試験は、図-1 に示すように、静的 2 点集中載荷による曲げ載荷試験とし、変位制御 (0.5mm/min) で行った。また、1/100mm 変位計を試験体中央に設置し、支間中央部のたわみの測定を

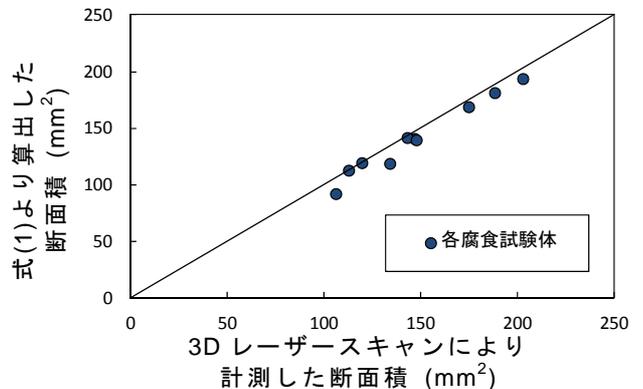


図-2 鉄筋断面積の比較

表-1 実験パラメータおよび実験結果

試験体名	設定腐食率 (%)	腐食領域	平均腐食率 <sup>※1</sup> (%)	最大腐食率 <sup>※1</sup> (%)	圧縮強度 (N/mm <sup>2</sup> )	最大荷重 (kN)	示方書算定値		破壊モード	
							曲げ引張破壊時の荷重(kN) 等曲げ区間	斜め引張破壊時の荷重(kN) 腐食領域		
S0-0	-	-	-	-	30.0	66.5	57.6	-	60.2	曲げ引張
S0a-10	10	a	11.2	14.9	30.0	61.0	55.5	80.0	56.3	斜め引張
S0a-20	20		20.4	26.6	27.5	53.0	54.4	68.6	51.9	斜め引張
S0a-40	40	a	38.5	46.7	30.0	44.0	54.5	50.8	47.8	斜め引張
S0b-40			b	40.7	56.9	31.0	62.0	56.0	128.0	45.5
S0c-40		c	46.7	55.7	31.4	38.0	24.9		45.2	破断

※1 3D レーザースキャンの断面計測値を補正し算出した腐食率

キーワード 鉄筋腐食, 局所腐食, 曲げ耐力

連絡先 〒940-8532 新潟県長岡市西片貝町 888 番地 長岡工業高等専門学校 TEL0256-34-9276

行った。

鉄筋腐食の評価手法は断面減少率を用いた。断面減少率は、3D レーザースキャンを用いて鉄筋を0.4mm ピッチで測定した値と非腐食時の鉄筋の断面面積より算出した。

### 3. 実験結果

#### 3.1. 鉄筋の腐食状況

図-2 に 3D レーザースキャンにより計測した腐食対象領域の鉄筋の平均断面面積と腐食前後の主鉄筋の質量減少量から式(1)を用いて算出した鉄筋断面面積( $A_{s-cor}$ )との比較を示す。

$$A_{s-cor} = \frac{W_b}{\rho_s l} - \frac{W_b - W_a}{\rho_s l_{cor}} \quad (1)$$

ここで、 $\rho_s$ : 鉄筋密度( $7.85\text{g/cm}^3$ ),  $l$ : 主鉄筋長(mm),  $l_{cor}$ : 腐食対象領域長(mm),  $W_b$ : 腐食前の主鉄筋の質量(g),  $W_a$ : 腐食後の主鉄筋の質量(g)である。

3D レーザースキャンの計測値は、式(1)より算出した値に比べて約 4.0% 大きい値を示す傾向にあった。そこで、本実験では、式(1)より算出した値が真の値であると仮定し、3D レーザースキャンの断面面積計測結果に補正係数 0.96 を乗じて断面減少率を算出し、以降の検討では、この値を腐食率とする。

#### 3.2. 載荷試験結果

表-1 に載荷試験結果の一覧を示す。また、図-3 に荷重と中央変位の関係を示す。図-3 より、全ての腐食試験体で非腐食試験体(S0-0 試験体)と比べ剛性および変形性能の低下が確認された。

非腐食試験体である S0-0 試験体は、設計通り曲げ引張破壊を呈した。S0a-10 試験体、S0a-20 試験体および S0a-40 試験体は、鉄筋降伏した後、斜め引張破壊を呈した。また、腐食率が大きくなるに従い、最大荷重の低下は大きくなることが確認された。S0b-40 試験体については、等曲げ区間にて曲げ引張破壊を呈した。S0c-40 試験体については、鉄筋降伏後も緩やかな荷重の増加が確認される。これは、鉄筋降伏した後、腐食領域の鉄筋が直ちにひずみ硬化域に達したためであると考えられる。最終的に腐食領域の主鉄筋が破断して破壊に至った。

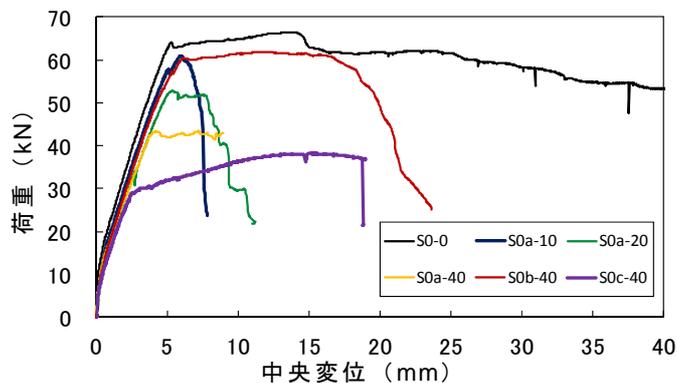


図-3 荷重と中央変位

#### 4. 局所的な鉄筋腐食が耐荷力に及ぼす影響

上述したように、本実験の範囲内では、せん断スパンの局所的な鉄筋腐食により、破壊モードが非腐食時のモードとは異なる場合のあることが確認された。表-1 に、各腐食試験体の等曲げ区間および腐食領域における、曲げ破壊時の荷重と斜め引張破壊時の荷重を算出した結果を示す。算出に際し、コンクリートの圧縮強度、鉄筋の降伏強度( $369\text{N/mm}^2$ )および主鉄筋量(鉄筋の密度を  $7.85\text{g/cm}^3$  とし、非腐食時の質量より算出した)は実験値を用い、腐食領域においては、主鉄筋断面面積を最大腐食率分減少させ、平面保持を仮定して土木学会標準示方書に基づき算出した。

S0a-10 試験体を除く斜め引張破壊を生じた試験体において、腐食領域における斜め引張破壊時の荷重が最も小さい値を示した。S0b-40 試験体については、斜め引張破壊時の荷重が最も小さくなっているが、腐食発生位置が支点近傍であったため曲げ引張破壊を呈したと考えられる。なお、S0a-10 試験体は、算定値では等曲げ区間で破壊を生じる結果となったが、実際は斜め引張破壊を呈した。このように、局所的な鉄筋腐食は、発生位置や腐食程度によって破壊モードが示方書算定結果とは異なる可能性があることが確認された。これは、局所的に腐食した領域への変形の集中により、耐荷機構が非腐食時のはりと異なるためであると考えられる。

#### 5. 結論

以下に本研究で得られた知見を示す。

- (1) 本研究の範囲内では、せん断スパンに局所的な鉄筋腐食を生じた場合、部材全体の破壊モードが変化する場合のあることが確認された。