中央大学	学生会員	○鳥谷	直史
中央大学大学院	学生会員	池田	春樹
中央大学	正会員	大下	英吉

## 1.はじめに

近年,既存の鉄筋コンクリート構造物の経年劣化に 伴い,耐久性能の低下が深刻な問題となっており,長 期供用やLCC縮減を含めた適切な維持管理体制の確立 が叫ばれている。特に,中性化や塩害に起因するRC構 造物の鉄筋腐食は比較的起こりやすい劣化現象である とともに,構造物の構造性能や耐久性能の低下に大き な影響を及ぼす劣化現象である。したがって,鉄筋の 腐食性状や,コンクリートの腐食ひび割れ性状に応じ た残存耐荷性能を定量的に評価することが,極めて重 要である。

鉄筋腐食を生じた RC 梁部材の残存耐荷性状に関す る既往の研究では、非腐食時に曲げ破壊が先行するR C梁部材においても、鉄筋腐食によって主鉄筋に沿っ た水平ひび割れが生じるとともに、付着割裂破壊やせ ん断破壊といった惰性的な破壊性状を引き起こすこと が報告されている<sup>1)</sup>。一方、せん断破壊先行形の RC 梁 部材においてもそうであるが、かぶりコンクリートに は鉄筋の腐食によって腐食ひび割れが生じる場合もあ り、このひび割れは鉄筋とコンクリートの付着性能を 低下させるとともに、ダボ効果にも大きな影響を及ぼ すものと考えられる。前者に関する研究は多方向で実 施されているが、後者に関しては筆者らの知る限りほ とんどないのが現状である。

そこで本研究では, RC 梁部材のダボ作用に着目し, 鉄筋腐食によるひび割れの存在が破壊エネルギーや鉄 筋の曲率にどのような影響を及ぼすかを実験的に評価 した。

### 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を図-1に示す。試験体 は梁軸方向中心位置に幅 12mm の切り欠きを導入した RC 梁部材である。試験体の形状寸法は、120×200× 1000 mm であり、引張主鉄筋を1本配筋した。引張主 鉄筋には D22(SD345)異形鉄筋を用いた。コンクリ ートの配合は表-1に示す通りであり、練り混ぜ水には 5%NaCl溶液を使用した。

## 2.2 腐食試験方法

腐食試験方法として電食試験法を採用した。試験体は、5%NaCl水溶液に浸漬させ、鉄筋を陽極側、銅板を 陰極側に接続して直流電流 6A を通電した。その際、鉄 筋が露出する切り欠き位置近傍は腐食の進行を抑制す るため防錆剤を塗布した。

# 2.3 実験方法

実験は、図-1に示すような方法で逆対称加力式載荷 により行った<sup>20</sup>。支点間隔および載荷点間隔は、切り欠 き位置における主鉄筋の曲率がゼロとなるように決定 した。ダボ効果の影響領域は350mmとし、載荷速度を 0.5mm/minとした変位制御により実施した。



表 2	一位も	す家レ	么 試 睑	休の砧	*

	日堙府合玄	主鉄谷の立ち	水亚ひび割れ発	破壊時にやける切欠き
試験体名	口际周及平 (%)	(%) 腐食率(%)	ホー0.05割16発 生時の荷重(kN)	位置でのせん断力(kN)
N-0	_	-	68.7	8.6
N-2	2	2.65	46.4	5.8

## 2.4 測定項目

測定項目は、荷重、切り欠き位置におけるコンクリ ートの変位、および鉄筋上下面の鉄筋軸方向ひずみで ある。鉄筋軸方向のひずみ測定は、鉄筋の上下端にひ ずみゲージを貼付して行った。

### 3.破壊エネルギー

表-2に試験体の破壊荷重,図-2に鉄筋が切り欠き 位置において伝達するせん断力とせん断変形の関係を 示す。ここで,腐食試験体のダボ作用へのせん断力に

キーワード:ダボ効果、ダボ作用、鉄筋腐食、腐食ひび割れ、曲率

連絡先 〒112-0003 東京都文京区春日 1-13-27 中央大学理工学部 TEL 03-3817-1892



よる影響を把握するため、荷重と変位の関係より破壊 エネルギーを求めた。破壊エネルギーの算出は、鉄筋 の剛性のみとなる水平ひび割れ発生までの区間におけ るものとし、試験体 N-0 は 0~9.6mm,試験体 N-2 は 0~8.7mm,下式を用いて算出し図-3 にて比較した。

 $G_{F} = \frac{W_{0}}{A_{lig}} \quad \begin{array}{c} G_{F} : 破壊エネルギー ( N/mm) \\ A_{iig} : リガメントの面積 ( mm<sup>2</sup>) \\ W_{0} : 荷重変位曲線下の面積 ( N·mm) \end{array}$ 

破壊エネルギーは,試験体N-0 およびN-2 において それぞれ 1.71kN/mm, 1.12kN/mm となり,腐食試験 体の破壊エネルギー低下がわかる。

#### 4. RC梁部材のダボ効果に及ぼす鉄筋腐食の影響

鉄筋軸方向のひずみ分布を図-4,曲率分布を図-5 に示す。なお,それぞれの算出方法は下式に従った。

$$\frac{\varepsilon_{i}}{\varepsilon_{s}}(x) = \frac{\varepsilon_{i} + \varepsilon_{b}}{2} \quad \phi(x) = \frac{\varepsilon_{i} - \varepsilon_{b}}{D} \quad \begin{array}{c} \varepsilon_{i}: \mbox{ 鉄筋上面ひずみ}\\ \varepsilon_{b}: \mbox{ 鉄筋下面ひずみ}\\ D: \mbox{ 鉄筋径} - \mbox{ 溝の深さ} \end{array}$$

まず図-4より、いずれの試験体においても載荷開始 から破壊荷重に至るまで、切り欠き部における鉄筋軸 方向のひずみが一定であることがわかる。これは、切 欠き部における主鉄筋の曲率を制御できたといえる。

次に、図-5より曲率分布はどちらの試験体において も切り欠き位置近傍で曲率はほぼゼロとなっており、 鉄筋変形の変曲点となっていることがわかる。ダボ効 果の影響領域(鉄筋に曲率が発生し鉄筋がかぶりコン クリートを押し下げる領域)に関しては、載荷初期の段 階ではどちらの試験体においても切欠きから鉄筋径 22mmの約5倍の区間である。しかしながら、試験体 N-0では破壊荷重の68.7kNに達するまで影響領域は変 わらないのに対して、試験体 N-2においては破壊荷重 46.4kN に至るまでに,鉄筋径の約9倍にまで拡大し ていることがわかる。また鉄筋に沿った側面のひび割 れ発生時の曲率の大きさに関しても,試験体 N-0 では 64.2 であるが試験体 N-2 においては約2倍の110.7 と なり,変形がより大きいものといえる。図6 に腐食ひ び割れ存在下における鉛直方向の応力状態を示す。腐 食ひび割れを拡大する方向に曲げモーメントが発生し, ダボ効果が発生し易くなっているため,腐食試験体に おいて影響領域と曲率がともに大きくなったものとい える。



## 5. 結論

以下に本研究で得られた知見を示す。

鉄筋腐食により発生する腐食ひび割れはダボ効果の影響領域を拡大させ、鉄筋の曲率も増大する。

### 参考文献

- 池田春樹,村上祐貴,大下英吉,堤 知明:鉄筋腐 食が RC 梁部材のせん断耐荷性能に及ぼす影響,コ ンクリート工学年次論文集, Vol. 31, No. 2, pp. 769-774, 2009
- 新井 泰ほか:鉄筋腐食が部材の強度特性に及ぼす 影響に関する実験的研究,コンクリート工学年次論 文集, Vol. 27, No. 2, pp. 739-744, 2005