

I-223

腐食を受けたRCばりの繰返し載荷時の変形挙動について

金沢大学大学院 学生員 久野 和敬
金沢大学工学部 正 員 梶川 康男

I. まえがき

鉄筋コンクリート（RC）構造部材が、静的な単調載荷を受けて破壊に至るまでの挙動についてはいろいろな実験及び解析によってすでに多くの研究がなされている。しかし、実際の構造物を考えてみると繰返し外力の作用を受けることが多く、一度の荷重の作用により破壊に至ることは少ない。また飛来塩分の浸透や中性化域の進行、海砂使用や混和剤などによる打設時の塩分混入が主な原因で、RC構造物中の鉄筋腐食による被害が、各地で報告されてきている。腐食を受けた構造物は、その耐力力を低下し、その安全性が問題となりつつある。そこで、本研究では腐食を受けたRCスラブの繰返し挙動解析の基礎研究として、腐食を受けた単鉄筋RCばりに、繰返し荷重を作用させ実験を実施し、それについての考察を行う。

II. 実験供試体と実験方法

実験に用いた供試体は、黒皮付き異形棒鋼 D-16を用いた幅15cm×高さ20cm×長さ200cmの単鉄筋ばりでスターラップ等は設けていない。また曲げ破壊を呈するようにせん断スパン比は4.2とした。鉄筋のかぶり厚は、底面から3cm、側面から4cmであり、鉄筋の両端には電食用の銅線が接続してある。なお、コンクリートと鉄筋の材料特性を表-1に示す。

表-1 材料特性

	コンクリート		鉄筋
1軸圧縮強度 (kg/cm ²)	363.1	降伏応力 (kg/cm ²)	344.1
引張強度 (kg/cm ²)	33.0	弾性係数 (kg/cm ²)	2.1×10^4
弾性係数 (kg/cm ²)	2.7×10^5	ポアソン比	0.3
ポアソン比	0.18		

鉄筋の腐食法としては、角本等の研究¹⁾を参考として、定電流電源による電食法を用いることとした。概要を図-1に示す。この方法は鉄筋を強制アノード溶解させる方法であり、必ずしも自然腐食と同一の腐食状況に対応するとは限らない。しかし、今回の研究で対象としたような全体的に鉄筋が腐食したRCばり供試体の力学的挙動に対する基礎的な検討を行う範囲であれば電食法による腐食のモデル化でも十分適用が可能であると思われる。そこで今回の実験では電流密度、0.5mA/cm²とし、通電日数を0日間（非腐食）、15日間（180mA・hr/cm²）で鉄筋を電食させた供試体を作成した。

ここで、電食に伴うRCばり供試体の劣化状況として底面のひび割れ状況を図-2に示す。これは、鉄筋の腐食膨張圧によって発生した鉄筋軸方向の縦ひび割れであり最大ひび割れ幅は、0.65mmであった。

繰返し実験は変位制御で行い2点集中載荷し、除荷は変位がそれぞれ、0.75, 1.5, 2.5, 4.5, 5.5, 7.5, 10.0mmに達した後に行った。

図-3にひずみ測定点を示す。

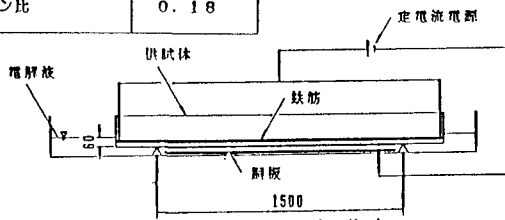


図-1 腐食促進法

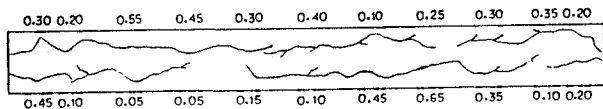


図-2 供試体底面劣化状況とひび割れ幅 (mm)

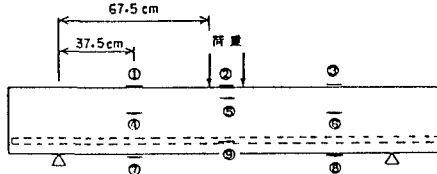


図-3 ひずみ測定点

III. 実験結果と考察

図-4に非腐食ばりと腐食ばりの破壊状況を示す。非腐食ばりでは、通常の曲げ破壊をしたが、腐食ばりでは、まず曲げひび割れが入り、変位4.5mm(約4.0tf)で付着せん断ひび割れが急激に発生する。そして、変位7.5mm(約5.0tf)でこのひび割れは支点と支点を結ぶように一直線に連なり最終的に変位8.1mm(5.2tf)で、付着せん断ひび割れから下の部分が剝離する形で破壊した。

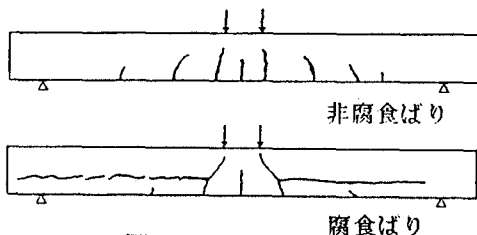


図-4 破壊状況

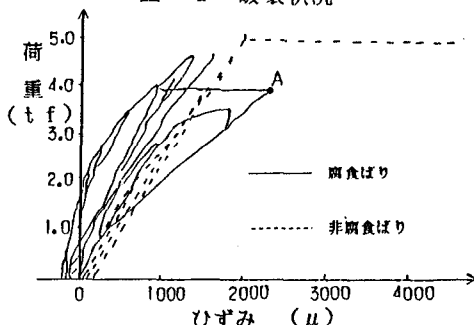


図-5 鉄筋の荷重-ひずみ曲線

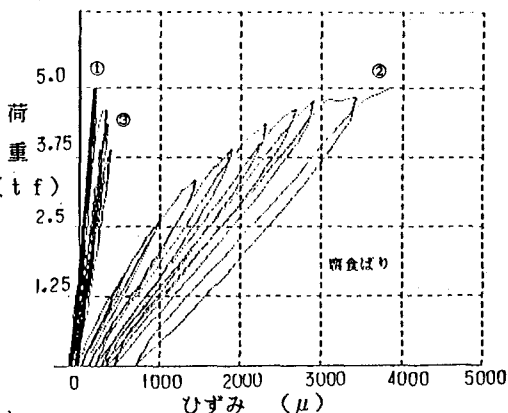


図-6 コンクリートの荷重-ひずみ曲線

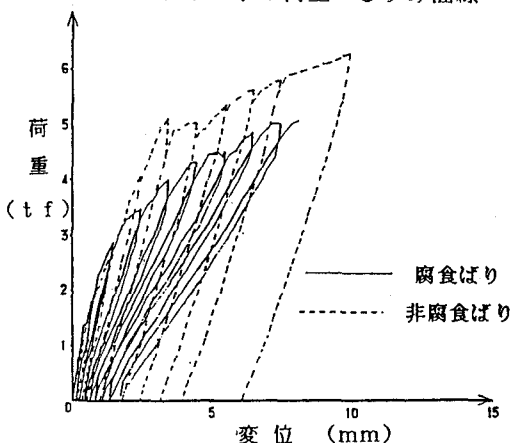


図-7 荷重-変位曲線

図-5は、荷重とスパン中央での鉄筋のひずみを示したものである。この図を見ると、両者の挙動は、大きな違いを見せており、非腐食ばりでは変位4.5mm(約5.0tf)で完全に降伏しているのに対し、腐食ばりでは降伏域に達していないのが分かる。また、腐食ばりは4回目の再載荷である図中A点(変位4.5mm)で著しいひずみの低下が見られるが、この原因としては図-2に示したような、さびの膨張圧により発生したひび割れや、図-4で述べたような急激な付着せん断ひび割れ発生によるせん断強度の低下などが考えられる。

図-6は、図-3に示した測定点の内①、②、③点について示したものである。載荷荷重が大きくなるに従い②点はひずみが大きく増加しているにもかかわらず①、③点は、ほとんど変化していない。これは表面には現れていないが鉄筋間にすでにひび割れが形成されておりせん断伝達能力が低下しているためと考えられる。

図-7に荷重とスパン中央変位の関係を示す。この図より、非腐食ばりに比較し腐食ばりの初期剛性がやや高めにしているが、付着せん断ひび割れが徐々に発生してくる変位2.5mm付近で耐力力を低下させている。また、腐食を受けたばりは除荷-再載荷に対して剛性の低下が見られる、すなわち非腐食に比較して除荷時の残留たわみが著しく小さくなっている。この現象の主な原因は、図-5、図-6に示した結果から鉄筋上面付近のせん断強度の低下であり、複合材料としての力の伝達能力の低下にあると思われる。

参考文献

1) 角本・梶川・川村; コンクリート中の鉄筋腐食による膨張挙動の弾塑性解析とその適応性, 土木学会論文集, 第402号, 1989年2月。

2) 前田・橋・梶川・角本; RC部材の鉄筋腐食による損傷時の挙動に関する実験的研究, 構造工学論文集, Vol. 35A, 1989年3月。