

I-290

腐食劣下をうける鉄筋コンクリート部材の挙動について

金沢大学工学部 学生会員 角本 周
 金沢大学工学部 正会員 堀川 康男
 川田工業(株) 正会員 橋 古宏

1. まえがき

RC構造物の劣下原因の1つとして鉄筋の腐食があげられる。鉄筋が腐食すると、鉄筋断面積の減少、鉄筋とコンクリート間の付着界面の破壊、腐食膨張圧の発生とそれに伴うひびわれの生成などの要因によりRC部材の力学的特性は変化すると考えられる。しかしこれら種々の要因がどのように力学的特性に影響するかは不明な点が多い。本研究ではこれら要因を検討し鉄筋が腐食した際の部材特性を解析する為に、実験を行って鉄筋腐食による劣下について考察してみた。

2. 実験概要

実験に用いた供試体は図-1に示したはり供試体および図-2に示した引き抜き試験供試体である。供試体は黒皮付異形鉄筋D16(SD30)を2本用いた単鉄筋断面とし、コンクリートは水セメント比57%,スランプ8cmで配合した。実験時(約2ヶ月材令)において、圧縮強度は 363 kgf/cm^2 , 引張強度は 33 kgf/cm^2 , 初期剛性は $2.6 \times 10^5 \text{ kgf/cm}^2$ であった。

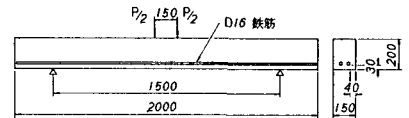


図-1 はり供試体

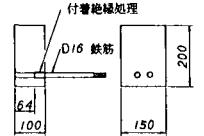


図-2 引き抜き試験供試体

この供試体を腐食量が積算電流量に比列するといわれている電食試験を用いて腐食促進実験を行った。電食は電解液としてNaCl 3.3%水溶液を用い、 1000 mA (0.50 mA/cm^2)の定電流で、通電時間として3日間、6日間、10日間、15日間の4種類を行った。電食中にスパン中央部のたわみ、軸方向と軸直角方向のひずみを測定した。また電食後、電位測定表により鉄筋の腐食度を測定した。¹⁾

電食後3日間乾燥させた後に載荷試験を行った。はりの載荷条件を図-1に付記する。

3. 実験結果および考察

(1)電食試験 腐食膨張圧による縦ひびわれは約120~140時間(5~6日間)で発生している。図-3, 4に電食中のスパン中央部のたわみおよび軸方向ひずみの変化を示すが、通電時間に伴ってたわみ、供試体上部に圧縮ひずみ、中央部から下部に引張ひずみが増加している。ただしたわみは縦ひびわれ発生後減少傾向にある。これよりはりには腐食に伴って腐食膨張圧により縦ひびわれが発生するのみならず、軸方向にプレストレス応力が作用しているものと思われる。

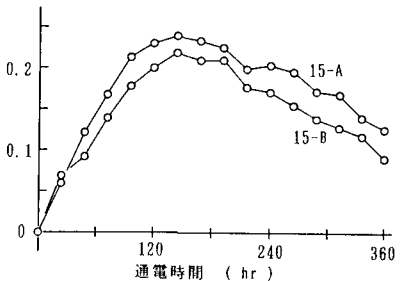


図-3 変位-通電時間関係(スパン中央部)

(2)引き抜き試験 図-5に付着応力度と自由端すべり量の関係を示す。最大付着応力度は腐食の増加に伴って縦ひびわれ発生までは若干増加する傾向にあるが、縦ひびわれ発生後は減少している。しかし初期剛性は腐食の増加に伴って縦ひびわれの有無にかかわらず上昇している。初期剛性の上昇は腐食膨張圧による拘束力の増加によるものと思われる。最大付着応力度の減少は腐食膨張圧によるコンクリートの内部応力およびひびわれの複合作用による割裂作用への抵抗減少であると思われる。

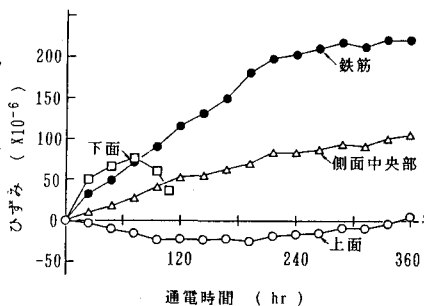


図-4 ひずみ-通電時間関係(スパン中央部)

(3)はりの載荷試験 耐力、荷重-たわみ、荷重-鉄筋ひずみ関

係、ひびわれ形状を表-1、図-6、7、8に示す。非腐食および3日間腐食のはりは、3日間腐食の方が初期の曲げ剛性は若干高いがほぼ同一の挙動を示し鉄筋降伏後曲げ破壊を示した。6日間腐食は鉄筋が降伏するまでは3日間腐食と同一の挙動を示すが、鉄筋降伏後にせん断破壊を示す。10日間腐食および15日間腐食は非腐食に比べて荷重の増加に伴って曲げ剛性が大きく減少し、鉄筋に於て10~20°の傾きをなすひびわれが発生し付着せん断破壊を起しており、最大耐力が10~15%低い。これより鉄筋の腐食の増加に伴って耐力が減少すると共に、破壊モードが変化していくことがわかる。

荷重-鉄筋ひずみ関係に関しては、図-4に示した腐食による鉄筋ひずみを初期ひずみとして考慮することにより、図-7に示すように載荷によるひびわれ進展段階においてその挙動が一致する。同様に荷重-たわみ関係に対しても、図-3に示した腐食によるたわみを初期たわみとして考慮することで初期の曲げ剛性は一致する。

4 まとめ
本研究により鉄筋の腐食によってRC部材の耐力力が低下しかつ破壊モードが変化していくことが観察できた。鉄筋が腐食した場合のはりの挙動は、載荷の初期の段階では腐食膨張圧による変形を初期変形として考慮すると説明できると思われる。それに対して最大耐力、破壊モードを決定する要因は前述のようにいくつか考えられ、各要因の影響を解析を用いて検討することが必要であり、文献2)においてはこの点について検討している。

（参考文献） 1). 富沢・作田・前田・堀川：RC床版模型中の鉄筋の腐食電位測定法に関する基礎実験，土木学会第41回年次学術講演会講演概要集，1986 2). 橘・前田・堀川：腐食を受けた異形鉄筋はりの耐力に関する解析的研究，土木学会第41回年次学術講演会講演概要集，1986。

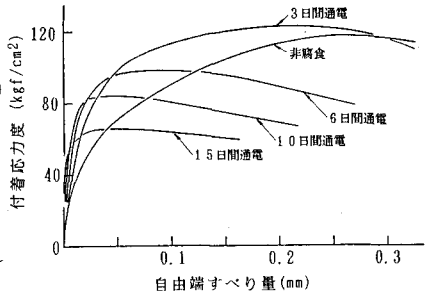


図-5 付着応力度-すべり量関係

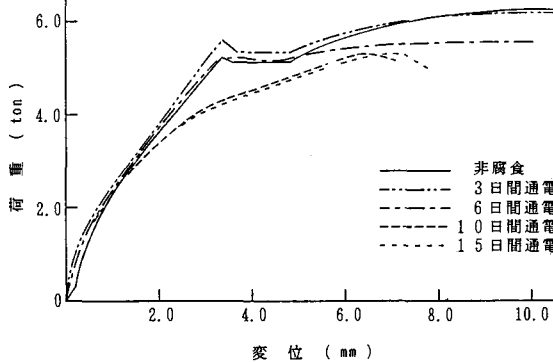


図-6 荷重-変位関係（初期変位を考慮しない）

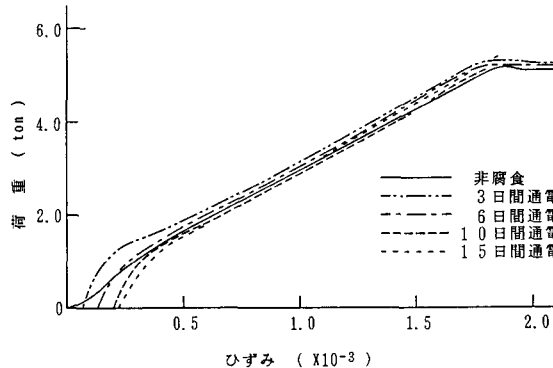


図-7 荷重-鉄筋ひずみ関係（初期ひずみを考慮）

表-1 載荷試験の結果

模型番号	通電時間	縦ひびわれの最大幅 (mm)	鉄筋降伏時の荷重 (ton)	最大耐力 (ton)	平均	破壊形状
0-A	非腐食	—	5.04	6.00	6.29	曲げ
0-B	—	—	5.38	6.52	—	
0-C	(0 hr)	—	5.19	6.33	(1.00)	
3-A	3日間腐食	—	5.36	6.18	6.26	曲げ
3-B	—	—	5.24	6.16	—	
3-C	(72 hr)	—	5.92	6.45	(1.03)	
6-A	6日間腐食	0.10	5.09	5.65	5.64	せん断圧縮
6-B	—	0.10	5.40	5.53	—	
6-C	(144 hr)	0.10	5.32	5.73	(0.90)	
10-A	10日間腐食	0.45	5.16	5.71	5.35	付着せん断 (付着剥離)
10-B	—	0.45	—	5.37	—	
10-C	(240 hr)	0.45	—	4.96	(0.85)	
15-A	15日間腐食	0.75	—	5.60	5.55	付着せん断 (付着剥離)
15-B	(360 hr)	0.50	—	5.45	(0.88)	

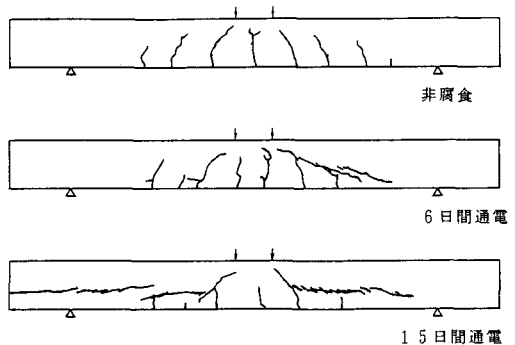


図-8 ひびわれ形状