

RC部材の疲労特性に及ぼす鉄筋腐食の影響に関する検討

鹿児島大学工学部 正員 武若 耕 司

同 上 〃 松本 進

同 上 〃 重成 真

1. まえがき

著者らはこれまで、塩害を受けたコンクリート構造物の機能損傷程度の把握に関する一連の検討を行っている。この内、鉄筋腐食により劣化したRC部材についてその静的曲げ性状を検討した結果から、鉄筋腐食とこれに伴う劣化がRC部材の力学的特性に多大な影響を与えることを確認したが、さらにこの実験を通して、この様な劣化損傷は部材の疲労特性により大きく影響を及ぼす可能性が高いということも推察できた。そこで本研究は、この点についての確認を行うため、鉄筋に電食を行い、強制的に劣化させたRC梁を用いて、この梁の曲げ疲労特性について検討を行ったものである。

2. 実験方法の概要

検討を行った供試体は、図-1に示す2種類のRC矩形梁である。実験にあたっては、まず、供試体に短期間で腐食劣化を生じさせるために、図-2に示す方法で鉄筋に電食させることにした。なお、この場合の通電量はI型の供試体について1A、II型のものについては1.2Aとし、通電期間は、腐食ひびわれ幅の拡大状況に応じて1~2週間程度とした。さらに、通電後は疲労試験に供するまでの間気中に放置した。図-3に、この電食実験によって供試体に発生した腐食ひびわれ状況の一例を示す。

曲げ疲労試験にあたっては、供試体のスパンを100cm、 $a/d = 3$ として片振り載荷を行った。また、繰返し速度は載荷荷重条件によって毎分120~180回の間で変化させたが、繰返し回数は最大200万回までとし、破壊しない場合には、

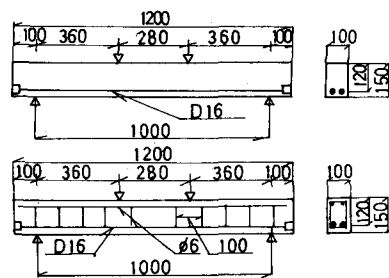


図-1 実験供試体の形状寸法

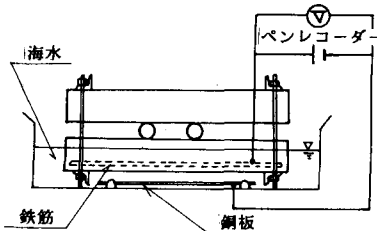


図-2 電食実験の概要

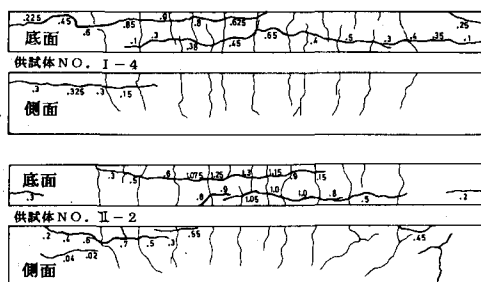
図-3 腐食ひびわれ発生状況の一例
(図中の数字はひびわれ幅を示す(単位mm))

表-1 実験の主な概要

供試体 NO.	コンクリートの 圧縮強度 (kg/cm ²)	腐食の有無	腐食ひびわれ幅(mm)				載荷試験の概要	破壊性状の概要
			せん断区間		等モーメント区間			
			平均	最大	平均	最大		
I-1	536	無有	—	—	—	—	疲労(上限4t,下限1.2t)	200万回後静載荷(6.4tでせん断破壊)
I-2		無有	0.55	0.86	0.63	0.73	静載荷	破壊荷重6.9t(定着破壊)
I-3		〃	0.26	0.50	0.34	0.45	疲労(上限4t,下限1.2t)	200万回後静載荷(8.1tで曲げ破壊)
I-4		〃	0.43	0.90	0.57	0.85	〃	8万回で定着破壊
I-5*	723	〃	—	—	—	—	疲労(上限5t,下限1.2t)	14万6千回で定着破壊
I-6*		無有	0.91	1.25	1.11	1.50	〃	20回で定着破壊
II-1	581	無有	—	—	—	—	疲労(上限5t,下限1.65t)	200万回後静載荷(9.36tで曲げ破壊)
II-2		無有	0.50	0.70	0.98	1.30	〃	200万回後静載荷(8.4tで曲げ破壊)
II-3		〃	1.07	2.25	1.85	2.95	〃	72万回で鉄筋が疲労破壊
II-4		無有	—	—	—	—	疲労(上限6.75t,下限1.65t)	8万5千回でせん断圧縮破壊
II-5	546	無有	0.28	0.40	0.38	0.50	静載荷	破壊荷重8.6t(曲げ破壊)
II-6		〃	0.78	1.35	1.19	1.65	〃	破壊荷重8.7t(曲げ破壊)
II-7		〃	0.86	1.20	1.10	1.75	疲労(上限5t,下限1.65t)	126万回で鉄筋が疲労破壊
II-8*		無有	—	—	—	—	疲労(上限7t,下限1.65t)	現在10万回まで疲労載荷終了(異常なし)
II-9*	650	無有	0.50	0.87	0.68	1.00	〃	2万6千回で定着破壊

注1) コンクリートの配合はW/C=4.3%としたものであるが、
●の供試体については、水中養生1年後に実験を開始した。

注2) 腐食ひびわれ幅は、疲労試験開始直前のものである。

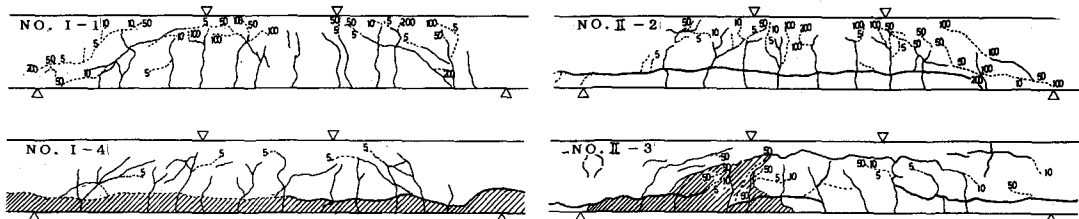


図-4 繰返し載荷中に生じたひびわれ及び破壊状況の一例（図中の数字は繰返し回数（万回））

静的載荷による破壊試験を行った。さらに、繰返し回数が5万、10万、50万および100万回に達した時点で一時試験機を止めて上限荷重まで静的載荷を行い、供試体のたわみ性状およびひびわれ性状等の変化について調査を行った。以上、実験を行った供試体の概要および載荷条件等の詳細については表-1にまとめて示してある。

3. 実験結果

表-1には、疲労試験結果の概略についても示している。また図-4は、繰返し載荷中におけるひびわれ発生状況および破壊状況についての一例を示したものである。さらに図-5は、腐食ひびわれ幅と供試体破壊時の荷重繰返し回数の関係についてまとめたものである。これらの結果から、全般的な傾向として、鉄筋腐食とこれに伴うひびわれの発生がRC梁の疲労破壊時期を明らかに早め、特にこの傾向が、腐食ひびわれの拡大に伴って、また、曲げ破壊よりもせん断破壊により顕著に表れてくることが確認できる。

一方、繰返し載荷時の供試体の性状変化の過程について検討すると、例えば、たわみ性状については図-6に示すように、腐食劣化が生じた梁の繰返し載荷回数増大に伴うたわみ剛性の低下割合は、劣化の生じていない梁の場合と同等もしくはかえって小さく、腐食劣化は直接的にはたわみ性状に影響を与えないようである。しかし、ひびわれ性状について見ると、図-7に示すように、腐食ひびわれを有する場合にはこのひびわれ幅が繰返し回数の増加に伴って大幅に拡大する傾向にあり、さらに腐食劣化を生じた梁が疲労破壊する場合には、その破壊形式の違いにかかわらず必ずかぶりコンクリートの広範囲な剥落を生じる（図-4参照）。

こと等も考え合せると、かぶりコンクリートは破壊時よりかなり以前にその機能を失っていると思われる。従って、腐食劣化の生じた部材の使用性能は、実際にはより早い段階で急激に低下しているものと予想できる。

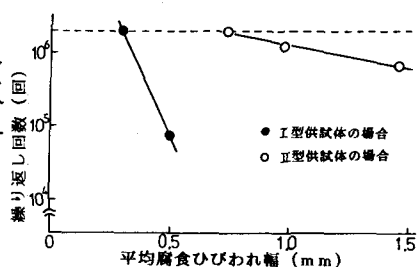


図-5 平均腐食ひびわれ幅と破壊までの繰返し回数の関係

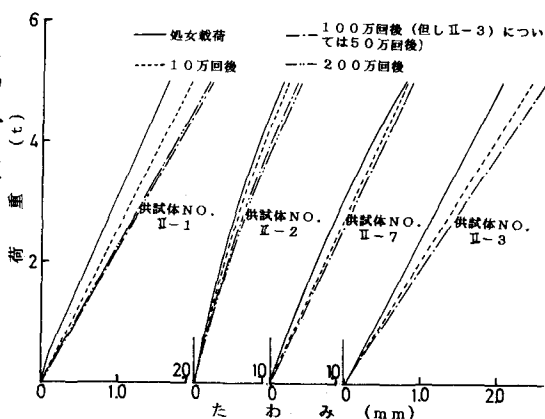


図-6 繰返し載荷に伴う荷重-たわみ関係の変化

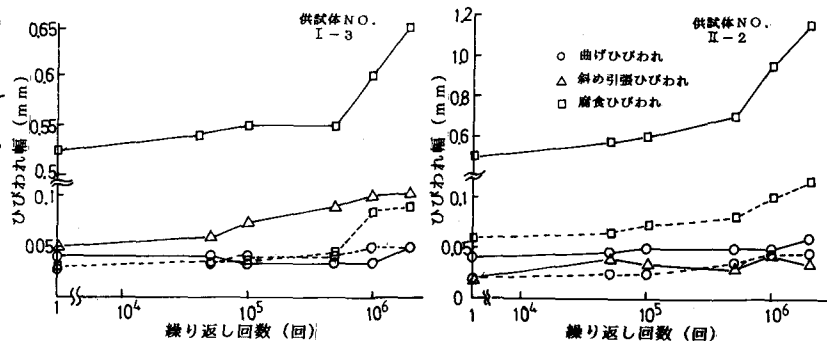


図-7 繰返し回数とひびわれ幅の関係