

鋼材腐食が生じたRCはり部材の曲げ耐荷特性に関する実験的研究

大阪工業大学大学院

学生員

○上原 良介

学生員

川口 千大

大阪工業大学工学部

正会員

三方 康弘

正会員

井上 晋

1. はじめに

コンクリート構造物の維持管理の重要性が強く指摘されているが、劣化と性能低下との関係は、定量的に評価されていない。このことから、鋼材腐食が生じたRCはり供試体を作製し、各電食条件下における主鉄筋の質量減少率、腐食ひび割れのばらつきを把握した。さらに、載荷試験を実施し鋼材腐食が曲げ耐荷特性に及ぼす影響の検討を行った。

2. 実験概要

本実験では、110×165×1800mmの単鉄筋長方形断面を有するRC単純はりを使用した。いずれの供試体も主鉄筋は3-D10($f_{sy}=368\text{N/mm}^2$)を、せん断補強筋には、D6($f_{wy}=434\text{N/mm}^2$)を用い、配置間隔を80mmとした。また、コンクリートには、普通コンクリート($f'_c=31.32\text{N/mm}^2$)を用いた。なお、断面図を図1に示す。実験要因は鋼材の腐食状況として、腐食なし、鉄筋の目標質量減少率が3、10、20%の4種類

を選定した。これらの腐食状況の違いが曲げ耐荷特性に及ぼす影響について検討を行った。詳細を表1に示す。電食方法として、3%の食塩水を供試体の高さ半分程度浸漬するように槽に投入し、銅板を陰極、主鉄筋を陽極となるように、銅板と主鉄筋との間に定電流を印加した。通電期間に関しては、既往の研究結果より得られた田森式(腐食量=0.766×積電電流量)を採用し、目標質量減少率が3、10、20%に対して通電期間を4、12、25日とした。載荷方法は、曲げスパン400mm($a/d=4.3$)とした対称2点集中荷重方式とし破壊に至るまで、単調漸増型載荷とした。

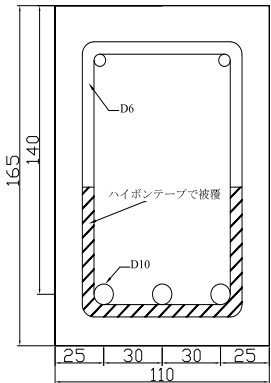


図1 断面図(mm)

表1 RCはり供試体の詳細及び試験結果

名称	鉄筋の 目標質量 減少率 (%)	通電 期間 (日)	主鉄筋				最大 荷重 (kN)	曲げ破壊荷重 ^{*2} 計算値 (kN)	破壊 形式
			最小径 ^{*1} (mm)	質量 減少率 (%)	降伏強度 (N/mm ²)	ヤング係数 (kN/mm ²)			
N		0			368	176	43.12	35.20	曲げ 引張 破壊
S ^{*2}	3	4	8.86	4.8	356	205	39.69	31.99	
			8.80	6.6	350	159			
			8.82	6.4	357	178			
M ^{*2}	10	12	8.37	10.1	336	168	40.87	30.61	
			8.41	9.2	324	165			
			8.60	8.2	352	171			
L ^{*2}	20	25	7.52	18.9	247	173	30.58	20.72	
			4.81	24.8	74	82			
			4.77	19.1	341	142			

*1：載荷試験終了後の供試体から鉄筋を取り出し、ノギスを用いて50mm間隔で測定したものである。

*2：腐食鉄筋の降伏強度、ヤング係数は載荷試験終了後の供試体から鉄筋を取り出し引張試験を実施し、断面積には、全て公称断面積を使用した。また、曲げ破壊荷重の計算値はそれらの降伏強度、ヤング係数と公称断面積を用いて算定した。

3. 鋼材腐食に伴う底面のひび割れ

ひび割れ状況を経時的变化でみると、通電期間 4 日目では、全供試体の中央部に主鉄筋に沿ったひび割れが確認された。12 日目では、既出ひび割れが進展し、25 日目では、既出のひび割れの幅の増加がより顕著になった。供試体の通電 25 日目の底面ひび割れ状況を図 2 に示す。

4. 鋼材腐食評価

表 1 より S, M 供試体において最小径に大きな変化は見られなかった。しかし、L 供試体では最小径が大きく低下する結果となり、また局所的な断面欠損が 3 本の主鉄筋に確認され、とりわけ、中央の主鉄筋が著しい劣化を示した。主鉄筋の降伏強度、及びヤング係数は、通電期間 12 日目以内であれば、健全な供試体と比較しほぼ同等の値を示す結果となった。一方、L 供試体においては、主鉄筋の降伏強度、及びヤング係数は、大きく低下する結果となった。

5. 載荷試験結果

供試体の破壊状況は、写真 1～4 に示す。腐食の進行に伴いコンクリートと鋼材との付着力が低下し、曲げひび割れの本数が少なくなり、ひび割れ分散性が低下する結果となった。表 1 より本供試体では降伏強度とヤング係数の低下を考慮した曲げ破壊荷重の計算値は最大荷重の実測値を安全側に評価した。

6. 荷重－中央変位関係

全供試体において、初期剛性に関して、違いは見られなかったものの降伏荷重では、S, M, L 供試体共に健全な供試体と比較し、低下する結果となった。最大荷重では、S, M 供試体は、健全な供試体とほぼ同等の耐荷力を有している結果となった。しかし、L 供試体では、いずれの鉄筋も質量減少率が 20% 程度となり、最大荷重が大きく低下した。とりわけ、中央の鉄筋の質量減少率は 24.8% となり最大荷重以降において破断し終局に至った。最大荷重時の変位において S, M 供試体は、健全な供試体と比較して増加した。これは、コンクリートと主鉄筋との付着が若干低下していたことにより同一荷重時における変位が増加したものと考えられる。

7. まとめ

今回の実験では、通電期間 12 日目以内の供試体に関しては、健全な供試体と比較しほぼ同等の性能を有している結果となった。しかし、通電期間 25 日目

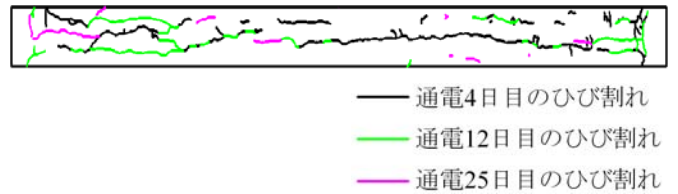


図 2 通電 25 日目底面ひび割れ状況(L 供試体)

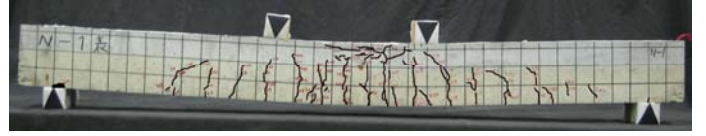


写真 1 N 供試体 (健全)



写真 2 S 供試体 (通電期間 4 日)



写真 3 M 供試体 (通電期間 12 日)



写真 4 L 供試体 (通電期間 25 日)

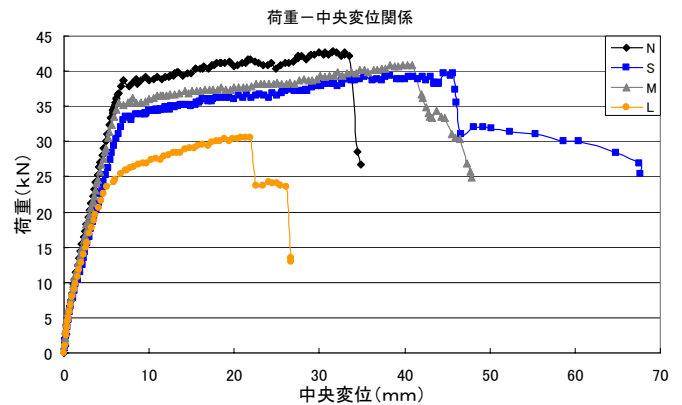


図 3 荷重－中央変位関係

の供試体に関しては、質量減少率が 24.8% となった鉄筋が最大荷重以降において破断し終局に至った。謝辞

本研究の実施に関しては、土木学会コンクリート委員会「材料劣化が生じたコンクリート構造物の構造性能研究小委員会」(委員長: 下材匠 長岡技術科学大学准教授) の委員諸氏にご協力をいただきました。ここに記して謝意を表します。