

(V-17) ひび割れを生じたRC梁の鉄筋腐食

長岡工業高等専門学校 学生会員 佐藤 良晴

長岡工業高等専門学校 学生会員 花田 誠

長岡工業高等専門学校 正会員 佐藤 國雄

1. まえがき

RC梁の鉄筋腐食は、塩化物イオン（以後、 Cl^- と略記）の浸透により引き起こされる。特にコンクリートにひび割れが生じた場合、ひび割れ部分における Cl^- の浸透速度は、他の部分よりも極めて速いため、ひび割れ部分の鉄筋の不動態皮膜が破壊され、アノード反応が生じる。コンクリートで覆われている健全部分ではカソード反応が生じ、この間を腐食電流が流れる。これを活性-不活性マクロセル腐食と呼ぶ。このような現象が起こると、アノード部が激しく腐食し、局所的な腐食を進行させるため、コンクリート構造物の耐久性に大きな影響を与える。そこで、本研究では、ひび割れを生じさせたRC梁を、乾湿繰り返し腐食促進試験を行い、電気化学的測定による評価および鉄筋の腐食形態についての観察を行った。

2. 実験方法

2.1 供試体の種類

供試体を曲げ載荷によりひび割れを入れ、スパン中央の1本をエポキシ樹脂で固定した。このとき供試体には数本のひび割れが生じたが中央のひび割れだけを固定したため、その他のひび割れは完全に治った。中央のひび割れ幅は、0, 0.1, 0.3, 0.5mmを目標とした。実際のひび割れ幅を表-1に示す。

2.2 コンクリートの配合

水セメント比55%、スランプの範囲 8 ± 2 cm、空気量の範囲 $4 \pm 1.5\%$ とした（表-2）。

2.3 供試体の寸法

断面 10×10 cm、長さ150cm、かぶり厚2cmとした（図-1）。鉄筋はD13で端部にリード線を接続した。

2.4 乾湿繰り返しによる腐食促進方法

湿潤を3日間、乾燥を4日間を1サイクルとする乾湿繰り返しを12サイクル行った。湿潤は3%食塩水中に、乾燥は実験室内に静置した。

2.5 測定項目および測定方法

(1) 自然電位の測定

ポテンションスタットにより照合電極に甘こう基準電極、対極にステンレス鋼を用いて測定した。

(2) 鉄筋の腐食面積および腐食減量の測定

腐食面積は、腐食部分をクリアシートに書き写し、その部分の質量から求めた。腐食減量は、鉄筋をクエン酸に24時間浸漬し、腐食生成物を除去した後質量を測定し求めた。

3. 実験結果および考察

3.1 自然電位の分布

ひび割れ幅0.5mmの供試体における自然電位の分布を図-2に示す。ひび割れのない供試体については、どの位置においても

0Vに近い状態にある。つまりこの場合、 Cl^- が鋼材鉄筋まで浸透していないといえる。ひび割れを生じさせた供試体では、中央のひび割れ部で-0.35~-0.5Vというような大きな値を示している。自然電位

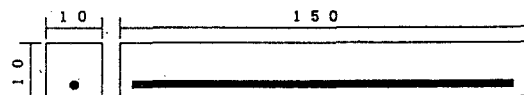


図-1 供試体の寸法（単位：cm）

表-1 ひび割れ幅の寸法

目標ひび割れ幅 (mm)	実際のひび割れ幅 (mm)		
0.0	0.00	0.00	0.00
0.1	0.05	0.05	0.10
0.3	0.20	0.30	0.25
0.5	0.40	0.45	0.50

表-2 コンクリートの配合

粗骨材の最大寸法 (mm)	スランプの範囲 (cm)	空気量の範囲 (%)	水セメント比 W/C (%)	細骨材率 g/g (%)	単位量 (kg/m³)				
					水 W	セメント C	細骨材 S	粗骨材 G	A/E 剤
25	7±2	4±2	0.55	43	141	282	800	1082	1.13

は、梁の中央で卑に大きく、端部では小さい値を示した。

3. 2 局部腐食（孔食）

ひび割れ幅0mmの供試体は全く腐食が見られなかったが、ひび割れのある供試体は全て腐食が観察された。腐食はひび割れを固定した位置で最も激しく、ほとんどの供試体で局部的な食孔（これを孔食と呼ぶ）が観察された。食孔の深さは0.3～1.2mm程度であった。ひび割れ幅が0.1mmと0.3mmの供試体では、深さが 0.5 ± 0.2 mm程度であり、ひび割れ幅が0.5mmの供試体では、深さが 0.8 ± 0.4 mm程度であった。このようにひび割れ幅が0.3mm以下の小さな場合では、ひび割れ幅の大小は、孔食の規模に影響を与えない。しかし、0.5mm程度のひび割れになると孔食の規模に大きな影響を与える。

3. 3 腐食面積および腐食減量

中央のひび割れ部分での鉄筋の表面腐食（ここでは孔食でない浅い腐食のことをいう）の面積は、ひび割れ幅が0.3mm以下の小さな場合では、多少のばらつきが見られたが、孔食と同様に大きな違いはなかった。また、ひび割れ幅が0.5mmと大きくなると、平均的に腐食面積は大きくなった。また、腐食減量についても面積と同様な関係にあると言える（表-3）。図-2に示すグラフは、腐食面積と腐食減量を対応させている。ここではひび割れ幅0.5mmの供試体についてである。このグラフでは、面積と減量がきれいに対応しているが、一部の供試体では、ばらつきがみられたため腐食の深さが不均一であると推定される。

3. 4 閉じたひび割れ部分での腐食

供試体には、0～0.5mmを目標としてひび割れを生じさせたが、その時に何本かのひび割れが生じた。しかし、このひび割れは中央のひび割れを固定した後に、完全に閉じてしまったのであるが、この部分の鉄筋も発錆していた。図-3は、このことも示している。ひび割れが、肉眼では確認できないような状態でも、C1-は鋼材鉄筋まで浸透し、腐食を発生させたものと思われる。

4. まとめ

本実験で得られた結果をまとめると、以下に示すとおりである。。

- (1) 自然電位は、ひび割れ幅が大きいほど卑に大きな値を示し、梁の中央で卑に大きく、端部では小さかった。
- (2) ひび割れを固定した部分で、孔食が観察され、ひび割れ幅0.5mmの場合が最大であった。
- (3) ひび割れが一度生じ、再び閉じた場合でも発錆する。

参考文献

- (1) 大野義照、他；ひび割れの生じた高強度コンクリート中の鉄筋腐食、第48回セメント技術大会講演集pp596～601、1994
- (2) 大即信明、他；塩害（1）、技報堂1988

表-3 腐食の大きさ

ひび割れ幅 (mm)	食孔の大きさ		ひび割れ部の表面腐食	
	深さ (mm)	直径 (mm)	腐食面積 (cm ²)	腐食減量 (g)
0. 1	0. 3 5	3. 2 5	4. 9 0	2. 8 6
			4. 2 0	2. 2 3
	0. 9 5	2. 2 0	4. 2 0	3. 3 0
0. 3	0. 7 5	1. 2 0	2. 8 0	2. 1 4
			2. 8 0	2. 7 7
	0. 7 5	2. 5 0	9. 8 0	3. 3 8
0. 5	0. 8 0	4. 3 0	5. 6 0	2. 8 7
	0. 6 0	2. 0 0	7. 0 0	2. 8 3
	1. 2 5	4. 4 5	7. 7 0	3. 5 0

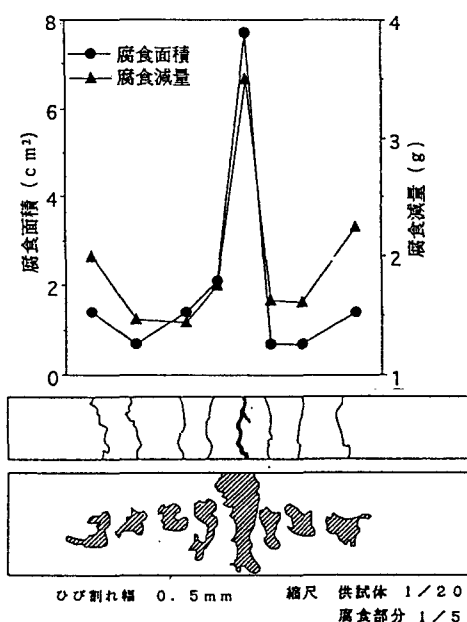


図-2 鉄筋の腐食状況および腐食面積と腐食減量