

## 鉄筋にマクロセル腐食が生じた鉄筋コンクリート梁の曲げ性状

木更津工業高等専門学校	学生会員	○西	博貴
木更津工業高等専門学校	学生会員	増田	良平
木更津工業高等専門学校	正会員	嶋野	慶次
木更津工業高等専門学校	正会員	青木	優介
東電工業株式会社	正会員	鈴木	正志

## 1. はじめに

鉄筋コンクリート中の塩分移動や腐食発生に関する検討と比べると、鉄筋腐食に伴う鉄筋コンクリート部材の力学性能の変化に関する検討例は少ないとされる。特に、鉄筋にマクロセル腐食（局部腐食）が生じた鉄筋コンクリート部材の力学性能については検討例がより少ないとされる<sup>1)</sup>。今後、鉄筋の腐食形態や腐食程度を考慮する鉄筋コンクリート部材の力学性能評価方法が整備されると考えられる。その基盤として、より多くの検討結果が必要とされると考えられる。本研究では、その整備の一助となれるよう、事前のひび割れ導入と電食により鉄筋にマクロセル腐食を生じさせた鉄筋コンクリート梁の曲げ試験を行い、梁の降伏変位、降伏荷重、終局荷重と鉄筋腐食率の関係について検討した。

## 2. 実験方法

図-1 に実験の全体フローを示す。図-2 に作製した鉄筋コンクリート梁の概要を示す。コンクリートには水セメント比60%の普通コンクリートを用いた。その圧縮強度ならびに静弾性係数は、材齢28日においてそれぞれ $31.1\text{N/mm}^2$ 、 $25.0\text{kN/mm}^2$ であった。全部で6体の梁を作製した。

6体の梁のうち、1体を基準梁とし、残る5体を鉄筋腐食梁とした。基準梁については鉄筋を腐食させないまま曲げ試験に供した。5体の鉄筋腐食梁については、基準梁にて測定された終局曲げ耐力の80%に当たる曲げ荷重を載荷し、約0.2mm幅の曲げひび割れを導入した後、ひび割れ幅を保持しながら鉄筋を電食させ、電食終了後に曲げ試験に供した。写真-1に電食終了後の梁の外観を示す。曲げひび割れ部において特に鉄筋が腐食している様子が伺える。なお、5体の鉄筋腐食梁の鉄筋の腐食程度は、電食の際の作用電流量と時間の長さにより、5水準となるようにした。

梁の曲げ試験では梁中央部のたわみと荷重を測定した。曲げ試験終了後、図-2に示す位置において、主鉄筋の自然電位を測定した。自然電位計にはSRI-CM-III（株式会社四国総合研究所開発）を用いた。最後に、自然電位を測定した区間内の主鉄筋をはつり出し、その腐食率を測定した。腐食率の測定方法は、JCI-SC1コンクリート中の鋼材の腐食評価方法<sup>2)</sup>によった。

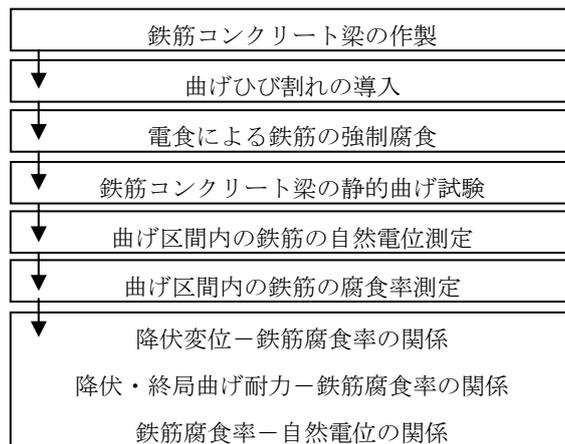


図-1 実験のフロー

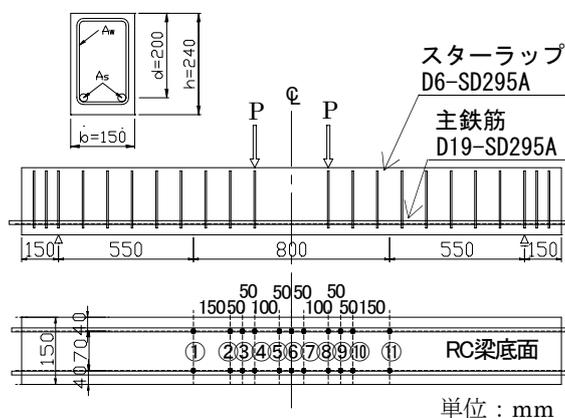


図-2 RC梁の概要と自然電位測定点

キーワード 塩害, 電食, マクロセル腐食, 降伏荷重, 終局荷重

連絡先 〒292-0041 千葉県木更津市清見台東2-11-1 木更津高専環境都市工学科 TEL 0438-30-4155

3. 実験結果および考察

(1) 降伏変位と鉄筋腐食率の関係

図-3に梁の降伏変位と鉄筋腐食率の関係を示す。図中には、腐食に伴う鉄筋の断面減少を考慮した理論値も示している<sup>1)</sup>。理論的には、梁の降伏変位は鉄筋腐食率の増加にともない漸減するとされる。しかし、本実験の結果では、腐食率8%の段階において急減し、以降漸減する傾向がみられる。急減の原因は、電食前に導入した曲げひび割れ幅を保持するために梁に持続的な曲げ荷重をかけ続けたためだと考えられる。鉄筋腐食梁には、終局荷重の80%に当たる荷重を数日間に渡りかけ続けたため、その解放後にも梁にはたわみが残存した。以後の曲げ試験ではこの状態を0としてたわみを測定したため、結果的に梁降伏時のたわみが小さく測定されたと考えている。急減後の漸減傾向については理論値と同様の傾きとなっていることから、適切な測定さえ行えば、鉄筋腐食率の増大にともなう降伏変位の低下を理論的に評価できると考えられる。



写真-1 電食終了後の梁

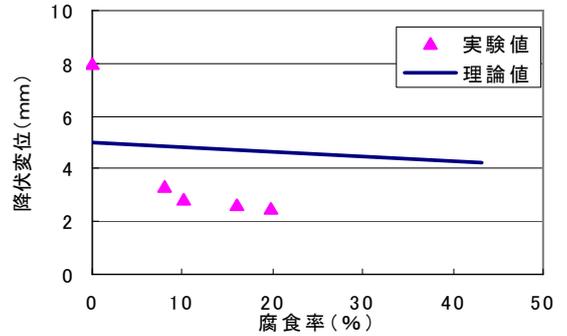


図-3 降伏変位と鉄筋腐食率の関係

(2) 降伏荷重・終局荷重と鉄筋腐食率の関係

図-4に梁の降伏荷重・終局荷重と鉄筋腐食率の関係を示す。図中には腐食に伴う鉄筋の断面減少を考慮した理論値<sup>1)</sup>も示している。理論的には、降伏荷重・終局荷重は鉄筋腐食率の増加にともない漸減するとされる。本実験の結果においても、鉄筋腐食率20%程度までは、概ね理論値と同様の傾きで降伏荷重・終局荷重ともに漸減する傾向がみられる。ただし、理論値のy切片を基準梁の実験値に合わせたとすると、実験値の降伏荷重は理論値よりもやや急な傾きで低減するようであり、注意が必要である。なお、鉄筋腐食率43%の梁では明確な降伏点が確認されないまま鉄筋破断による破壊が生じた。このような場合は、鉄筋の断面減少を考慮するだけでは、その終局耐力を理論的に評価することはできないようである。

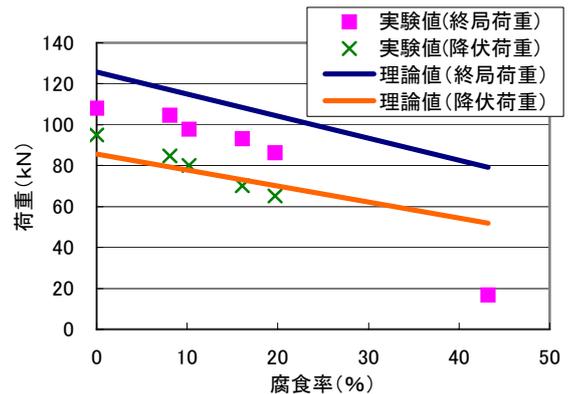


図-4 降伏荷重・終局荷重と鉄筋腐食率の関係

(3) 鉄筋腐食率と自然電位の関係

図-5に主鉄筋の鉄筋腐食率と自然電位の関係を示す。ここに示す自然電位は、全測定点(22点)の値を平均したものである。自然電位が卑になるにともなって鉄筋腐食率は増加している。その関係は概ね指数関数により表現されるようである。ただし、自然電位はかぶりコンクリートの状況により変動することが指摘されている<sup>3)</sup>。実部材において両者の関係を導こうとする際には、これらの変動を念頭においておく必要がある。

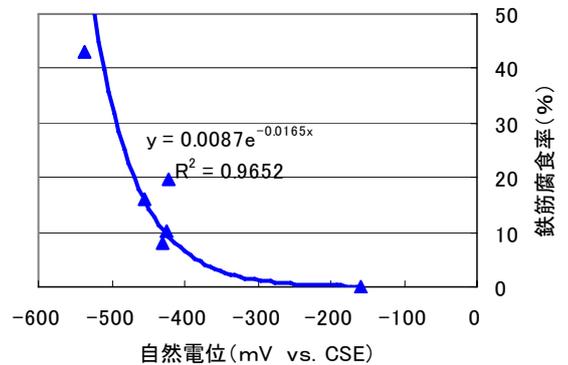


図-5 鉄筋腐食率と自然電位の関係

参考文献

- 1) 花岡・矢野・宮里: 鉄筋コンクリート梁の腐食形態と腐食量が曲げ性状に及ぼす影響, 土木学会論文集E, Vol. 63, No. 2, pp. 300-312, 2007. 6.
- 2) 日本コンクリート工学協会: コンクリート構造物の腐食・防食に関する試験方法ならびに基準(案), 1991. 4. 10.
- 3) 斯波・樋口・藤田・辻: かぶりコンクリートの性状が電気化学的鉄筋腐食測定法に及ぼす影響, コンクリート工学年次論文集, Vol. 29, No. 2, pp. 745-750, 2007.