

電食により劣化させたRC梁の耐荷力性状と鉄筋腐食の非破壊推定結果

若 築 建 設 (株) 正 会 員 秋 本 孝
 運 輸 省 港 湾 技 術 研 究 所 正 会 員 岩 波 光 保
 運 輸 省 港 湾 技 術 研 究 所 正 会 員 横 田 弘

1. はじめに

港湾構造物は、材料劣化の厳しい海洋環境下に置かれており、その供用期間中に顕著な劣化や損傷が見られることが多い。この劣化した構造物の現状を正しく認識し、残存機能を適切に評価することは維持管理等にとって極めて重要である。そのため、効率的かつ適正な維持管理技術および既存施設の延命化技術を具体的に体系化することが望まれている。本稿では、電食により劣化させたRC梁を構造物の劣化促進モデルとして用いて、非破壊測定手法により自然電位と分極抵抗を測定し、その値と実際の鉄筋腐食状況の関係を比較検討した。また、劣化したRC梁の曲げ載荷試験を行い力学的観点(耐荷力等)からの検討を試みたので、その結果について報告する。

2. 実験概要

実験では、梁試験体にひび割れを導入したもの(許容ひび割れ幅:0.175mmまで事前載荷)と、導入しないものの2タイプについて、梁試験体中の鉄筋を電食により腐食させた。それらについて自然電位と分極抵抗を測定し、曲げ載荷試験により耐力を確認した後、実際に鉄筋を取出して腐食量を測定した。

2.1 梁試験体

図-1にRC梁試験体の断面形状と配筋を示す。梁の寸法は長さ2400mm、幅200mm、高さ300mmで、主鉄筋はSD345-D16を3本、スターラップはSR235-6を100mm間隔で配置した。主鉄筋の実降伏強度は374N/mm²で、コンクリート配合はW/C=68%、粗骨材最大寸法20mmとした。電食による劣化方法は、ステンレス板で覆った梁試験体を海水中に没し、主鉄筋に2.93A(0.85mA/cm²)の電流を流して腐食電池を形成させて主鉄筋を腐食させた。鉄筋腐食による軸方向ひび割れが発生するまでの通電時間をQとし、事前ひび割れ導入の有無の2タイプについて、0.5Q, Q, 2Q, 4Q, 8Qと通電時間別に5段階の劣化促進モデルを作製した。鉄筋腐食による軸方向ひび割れの発生は、印加電圧の急激な降下により確認した。2Q, 4Q, 8Qの試験体では、軸方向ひび割れが明確に確認でき、その最大幅はそれぞれ0.1mm, 0.2mm, 0.5mmであった。

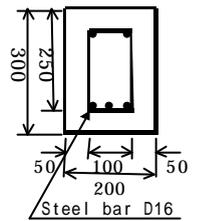


図-1 RC梁断面

2.2 実験方法

鉄筋の腐食状態の推定は、コンクリート構造物中の鋼材腐食状況を非破壊的に測定する手法である自然電位法と分極抵抗法に従った。測定機器は交流インピーダンス法による方式で2重対極センサー装備のポータブルタイプを使用した(図-2)。測定は図-3に示すように中央の主鉄筋を対象として行った。曲げ載荷試験は、梁の支点間隔を2100mmとした3等分点載荷で行った。載荷方法は、初期ひび割れ発生荷重(30~40kN)まで3回の繰返し載荷を行い、さらに許容応力度法による設計荷重(65kN)まで同様に繰返し載荷し、鉄筋降伏を経て破壊に至るまで載荷した。さらに、曲

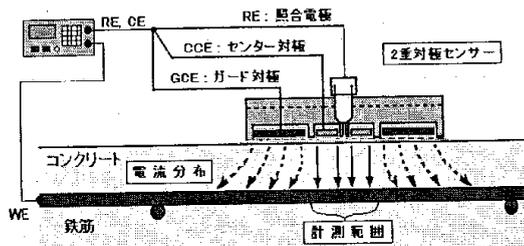


図-2 自然電位と分極抵抗の測定方法

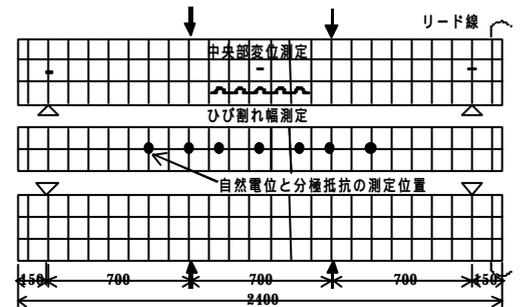


図-3 自然電位と分極抵抗の測定位置

げ載荷試験終了後に

キーワード：維持管理，電食，劣化促進モデル，非破壊測定，自然電位，分極抵抗

〒153-0064 東京都目黒区下目黒 2-23-18 TEL 03-3492-0495 FAX 03-5487-3867

試験体から主鉄筋をはつり出して、発錆した鉄筋をクエン酸2水素アンモニウム水溶液に浸漬して錆を落とし、鉄筋の断面欠損量を計測した。

2.3 自然電位法と分極抵抗法による鉄筋腐食推定

自然電位法では、鉄筋に腐食が生じると腐食電流による電位勾配が生じることを利用し、等電位線図から腐食状況を推定する。分極抵抗法は、コンクリート表面にあてた電極から、内部鉄筋へ微弱な電流を流した時の腐食反応抵抗を測定して、鉄筋の腐食速度を推定する手法である。これらの実測値による腐食評価の報告事例を図-4に示す。

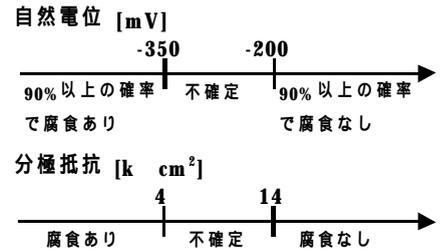


図-4 自然電位,分極抵抗と鉄筋腐食の関係^{1),2)}

3. 実験結果および考察

3.1 自然電位と分極抵抗の測定値と腐食状況の関係

電食時間と自然電位および分極抵抗との関係を図-5に示す。図中、凡例の「-有,-無」は事前载荷によるひび割れ導入の有無を表す。図-4の報告と照合してみてもQの時点で腐食が確実であり、それ以上の電食期間では分極抵抗値をもって鉄筋の腐食傾向が推定できる。このように両者の手法を併用することが、鉄筋の腐食程度を推定するためには効果的であると考えられる。また、実際の腐食状態は2Q以上になると鉄筋のほぼ全域に亘って腐食が進行しており、それによる鉄筋断面欠損率は2Q以下が2%未満だったのに対し、4Q,8Qでは4%,5%の断面欠損があった。

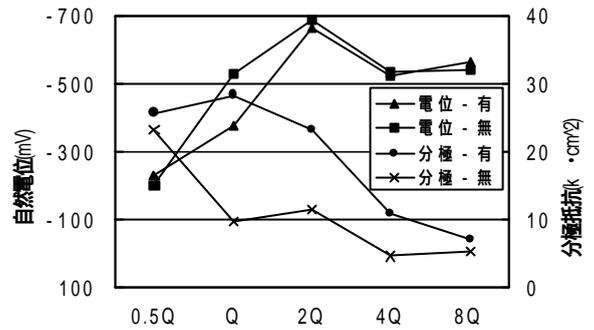


図-5 電食時間と自然電位,分極抵抗の関係

3.2 梁の耐荷力とひび割れ性状

電食時間と曲げ载荷試験より得られた鉄筋降伏時の荷重および耐力との関係を図-6に示す。4Qまでの劣化による耐力の低下はあまり顕著ではないが、それ以上の劣化では耐力の低下に影響すると考えられる。このことは、ひび割れ幅についても、同様のことがいえる(図-7)。8Qについての許容応力度での荷重では、許容ひび割れ幅を超えた。

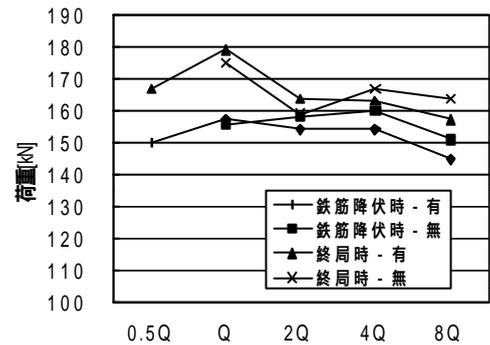


図-6 電食時間と耐荷力の関係

4. まとめ

- (1)非破壊測定手法によって得られた腐食状態の推定値と、鉄筋の断面欠損量から得られた実測値との間には、良好な相関関係があった。このことから、非破壊測定手法から腐食状態を定量的に捉えることができる。
- (2)鉄筋腐食による耐力の低下は、ひび割れ幅が若干大きくなる傾向があること以外には、顕著には確認できなかった。しかし、外観で判別できる激しい腐食段階では急激な耐荷力低下が予想される。

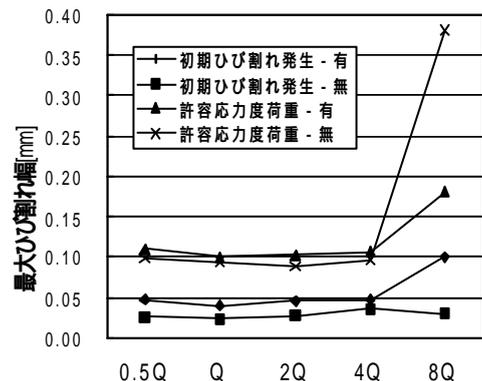


図-7 電食時間と最大ひび割れ幅の関係

今回、劣化促進手法の一つとして鉄筋を電食させたモデルを用いて実験を実施したが、海水噴霧手法と温海水中乾湿繰返し手法での劣化促進モデルについても検討中であり、結果がまとまり次第報告したい。

参考文献

- 1)ASTM C 876 : Standard Test Method for Half Cell Potentials of Reinforcing Steel in Concrete, 1991.
- 2)大城ら : コンクリート中の鉄筋の腐食評価法について , コンクリート工学年次論文報告集, Vol.13, No1, pp503-5-8, 1991.