

損傷と初期欠陥を有する鉄筋コンクリートはり部材の環境・荷重作用負荷実験

(その3) 環境作用負荷 22 ヶ月目における塩化物イオン濃度と材料劣化の評価

電力中央研究所 正会員 ○松尾豊史 松村卓郎 藤井 隆 江藤修三

1. はじめに

既設コンクリート構造物では、地震作用、施工などによる要因で損傷や初期欠陥が生じているものがあり、構造物性能への経年的な影響が懸念される場合がある。高経年化した鉄筋コンクリート構造物の維持管理を合理的に行うために、環境と荷重の相互作用が鉄筋コンクリートはり部材の材料劣化と耐荷力に与える影響を明らかにすることを目的として、著者らは、RCはり部材の環境・荷重作用負荷実験を実施している¹⁾。

2. 実験概要

実験に用いた供試体の形状と配筋を図-1に示す。供試体下面のかぶりは32mm、側面は17mmである。主たる実験パラメータは、初期損傷である。損傷レベルは、鉄筋降伏前(小)、鉄筋降伏直後(中)、局所的なコンクリート圧壊直後(大)の3段階とした。環境作用期間は22ヶ月である。

環境作用負荷実験では、わが国の海岸における最も厳しい塩害環境を想定して、温度 $40^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ 、湿度 $90\%\pm 5\%$ 、塩水噴霧量 $60\text{mg}/\text{dm}^2/\text{day}$ (Clイオン量、24時間毎に3分間の3%NaCl水溶液の噴霧)の条件に設定した。荷重作用負荷実験では、せん断スパン比を2.57とし、中央から40cmの位置2点を変位制御で上側から載荷した。底部支持条件は、単純支持である。

3. 実験結果および考察

環境作用を受けていない供試体の載荷では、斜めひび割れが発生した後に鉄筋が降伏し、コンクリートの圧縮破壊により終局に至った。環境作用後における供試体のひび割れ状況を図-2に示す。鉄筋降伏直後の損傷を与えたM-2-N供試体では、最大残留ひび割れ幅は0.2mmであったのに対して、鉄筋降伏以降の損傷を与えたL-2-N供試体では0.1~0.8mmとなった。環境作用後には、両供試体ともに側面に主筋軸方向に沿った腐食ひび割れが発生した。

L-2-N供試体から採取したコンクリート中の塩化物イオン(Cl⁻)濃度の測定結果を図-3に示す。これによると、Cl⁻濃度はコンクリート表面で高くなるともに、ひび割れがある箇所でも高くなる傾向にあることを確認した。また、レーザー誘起ブレイクダウン分光(LIBS)²⁾を用いてCl分布を可視化した結果を図-4に示す。LIBSにおけるCl発光強度がCl濃度と概ね対応している。これによると、表面部でCl濃度は高く、骨材部(A)などで低くなっていることが分る。さらに、ひび割れ部(B,C)や鉄筋周辺にもClが浸透している状況を把握することが出来た。

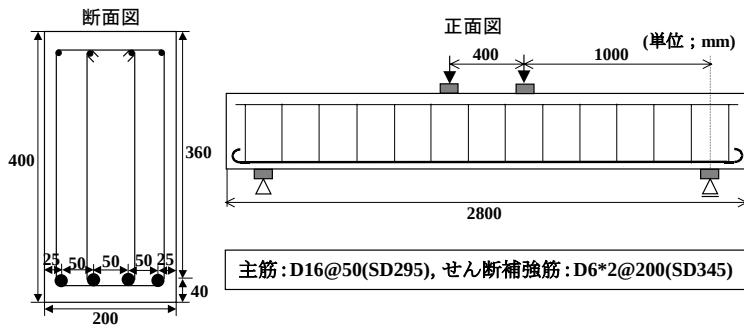
初期損傷が鉄筋降伏直後であったM-2-N供試体の腐食状況を図-5に示す。これによると、4本の主筋のうち、外側の2本の主筋に著しい腐食が認められた。これは、外側主筋のかぶりが内側主筋に比べて小さいこと、および外側の主筋は角部に位置するため、Cl濃度が相対的に高くなったことが主な原因であると考えられる。鉄筋の腐食量は、概ねCl濃度が高くなるほど大きくなる傾向にあったが、内側主筋では、主筋の腐食は一部だけであった。これは、鉄筋腐食にはCl濃度だけではなく、ひび割れの有無にも影響されるためと考えられる(図-6)。また、ひび割れ幅が大きい方が腐食量も大きくなる傾向は認められたが、ひび割れ幅よりも鉄筋配置やかぶりなどの影響の方が大きかった(図-7)。これは、初期損傷が鉄筋降伏程度では、残留ひび割れ幅は最大でも0.2mm程度であったためと考えられる。しかし、鉄筋降伏以降の初期損傷を伴う鉄筋腐食では、主筋の腐食量(荷重差)については、鉄筋配置やかぶりなどよりも、ひび割れの与える影響が大きくなった(図-8)。

4. おわりに

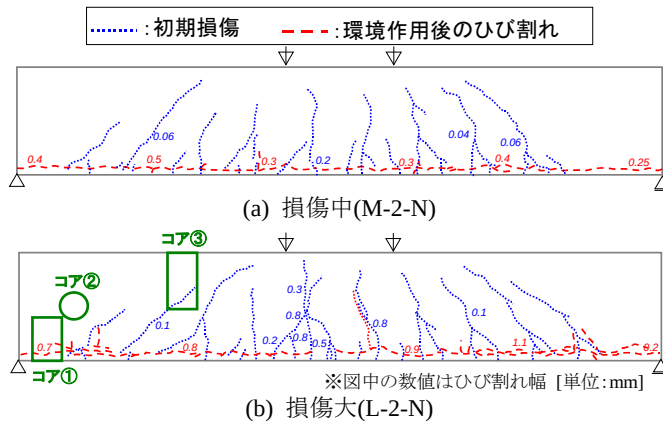
今後も、環境・荷重作用負荷実験を継続して実験データを蓄積するとともに、実験結果の推移を踏まえて劣化進展や耐荷特性に及ぼすひび割れの影響を評価する。

キーワード：鉄筋コンクリート、鉄筋腐食、ひび割れ、レーザー誘起ブレイクダウン分光、塩害

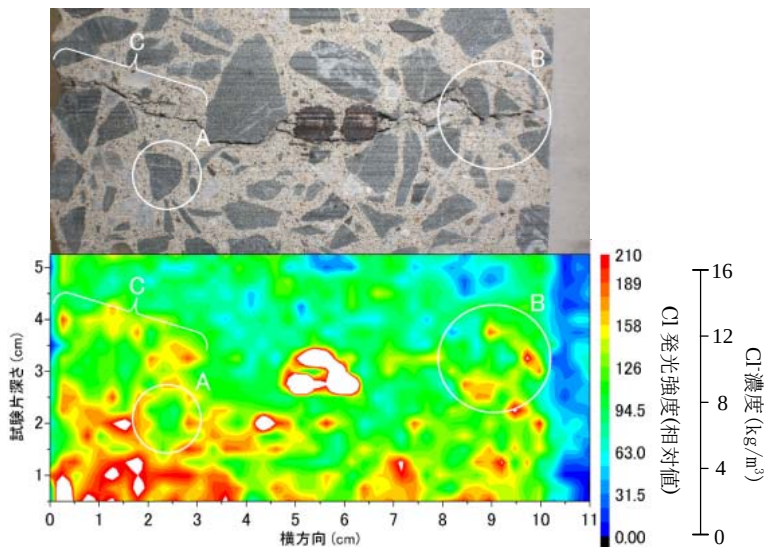
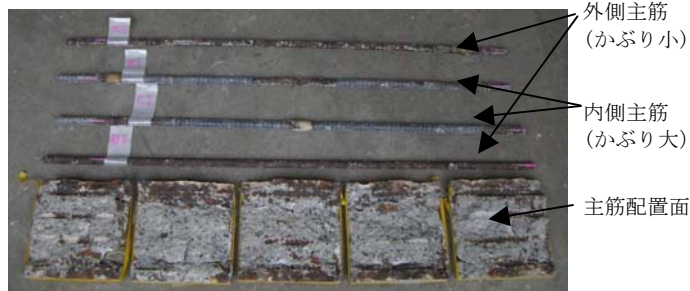
連絡先：〒270-1194 我孫子市我孫子 1646 (財)電力中央研究所 地球工学研究所 構造工学領域 TEL.04-7182-1181



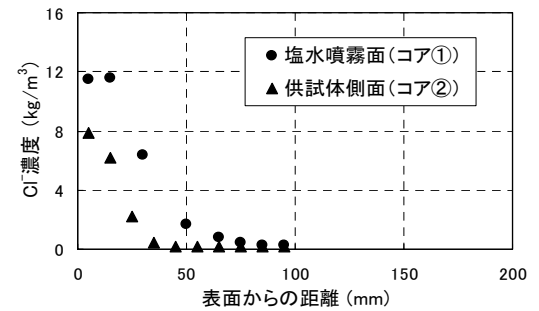
図—1 供試体の寸法と配筋



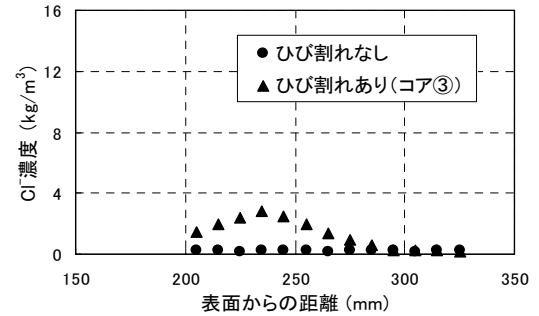
図—2 環境作用後の供試体ひび割れ状況

図—4 Cl⁻発光強度の空間分布の計測例(コア①)

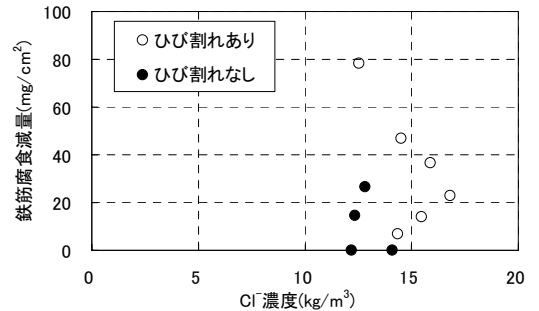
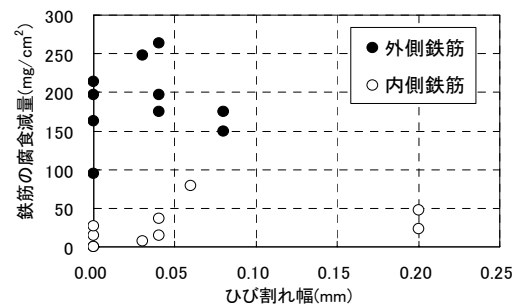
図—5 主筋の腐食状況(損傷が鉄筋降伏程度)



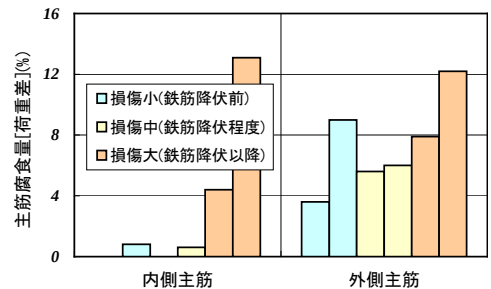
(a) 塩水噴霧面の違い



(b) ひび割れの有無の影響

図—3 Cl⁻濃度と表面からの距離の関係図—6 内側鉄筋の腐食量とCl⁻濃度の関係

図—7 鉄筋の腐食量とひび割れ幅の関係

図—8 主筋腐食量と損傷程度の関係¹⁾

〔参考文献〕

- 1) 松尾豊史, 松村卓郎: 損傷と初期欠陥を有する鉄筋コンクリートはり部材の環境・荷重作用負荷実験 (その2) 環境作用負荷 22 ヶ月目における鉄筋腐食と耐荷力の評価, 土木学会第 65 回年次学術講演会, V-185, pp.369-370, 2010.
- 2) 藤井 隆, 杉山精博, 松村卓郎, 根本孝七: レーザー誘起ブレイクダウン分光によるコンクリート含有 Cl⁻ 計測, コンクリート中の鋼材の腐食性評価と防食技術に関するシンポジウム論文集, 土木学会コンクリート技術シリーズ No.86, pp.441-444, 2009.