

ひび割れ補修を施した鉄筋コンクリートの鉄筋腐食実験

電力中央研究所 正会員 ○松尾豊史 松村卓郎 大塚 拓

1. はじめに

既設の鉄筋コンクリート(RC)構造物では、地震作用、施工などによる要因でひび割れが生じているものもあり、この状態で塩害等の劣化が進行すると、鉄筋腐食やそれに伴う耐荷力の低下が懸念される。一般に、維持管理では、ひび割れの程度に応じて、補修などの対策がとられる。本実験は、ひび割れ補修が RC 部材の鉄筋腐食に及ぼす影響を明らかにすることを目的として実施した[1][2]。

2. 実験概要

実験では、図 1 に示す断面中心位置に D16 鉄筋(SD345)を配置した 2 種類の断面寸法の RC 試験体を用いた。コンクリートには普通ポルトランドセメントを用いて、水セメント比は 56%とした。実験パラメータは、①かぶり(92mm,42mm)、②目標ひび割れ幅(0.2mm,1.0mm)、③補修材の有無、④積算電流量(50Ah,100Ah)である(表 1)。②のひび割れは、試験体上下面に鋼製エッジを設置して耐圧試験機で載荷することにより導入した。0.2mm, 1.0mm は、それぞれ鉄筋降伏前および鉄筋降伏後のひび割れ幅に対応する。③の補修材は、注入器具を用いて市販のエポキシ樹脂を施工した。④では、電食により鉄筋の腐食状態を模擬した。試験体下面から部材厚分を腐食範囲としたため、かぶり大試験体の積算電流量(電流量 A×時間 h)は、かぶり小試験体の 2 倍を基本とした。

3. 実験結果および考察

ひび割れ補修を施した試験体(SLAL)の鉄筋腐食状態を把握するために、X 線 CT を用いて、内部状況を可視化した。図 2 上図の白い部分がコンクリート、橙色が鉄(錆び)、緑色がエポキシ樹脂を示している。画像から鉄筋の腐食状況および試験体下面に錆びが生じている様子が分かる。また、下図からエポキシ樹脂は骨材の凹凸によると考えられる曲面に沿って概ね良好に充填されている状況も確認された。

電食後の試験体の腐食状況の例を図 3 に示す。ひび割れを有するかぶり大試験体では、ひび割れ部での腐食が進行して、錆汁は滲出するものの、外面での腐食ひび割れは生じにくかった。一方で、ひび割れを有さないかぶり小試験体では、電食面に鉄筋軸方向の腐食ひび割れが生じて、電食範囲外にも進展した。

鉄筋腐食量の計測結果を図 4 に示す。鉄筋の腐食量は、質量差に基づく方法と荷重差に基づく方法の 2 種類の方法で求めた。これによると、積算電流量が大きいほど、腐食量(質量差, 荷重差)が大きくなることが確認された(SLAS,SLAL)。かぶりの大小では、かぶりが小さい方が質量差の腐食量が大きくなる傾向がある。これは、かぶりが小さい方が早期に表面まで軸方向の腐食ひび割れが達するためであると考えられる。また、補修効果を質量差の腐食量で評価した場合の差異は明瞭ではなかった。これは、腐食区間の平均値に対応する腐食量であるためである。一方で、補修していない場合は、ひび割れ幅が大きいほど、腐食区間の最大値に対応する荷重差の腐食量が大きい傾向にあった。これは、ひび割れ幅に加えて、鉄筋降伏により不動態皮膜も影響を受けるためであると考えられる。このように、補修しない試験体と補修した試験体の違いは良く現れている。これらより、比較的短期間に実施可能な電食により、鉄筋腐食に対するひび割れ補修の効果を定量的に評価できる可能性が示唆された。荷重差の腐食量で評価した場合は、補修した試験体は、ひび割れがない試験体と同程度の腐食量となっていることが分かる。これは、ひび割れ補修が適切に行われていたことを示すと考えられる。

4. おわりに

今後は、本実験結果の分析をさらに進めて、劣化予測や耐荷性能評価におけるひび割れ補修の考慮方法を提案するとともに、数値解析手法の適用性についても検討したい。

キーワード：ひび割れ補修，エポキシ樹脂，電食，X 線 CT，維持管理

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

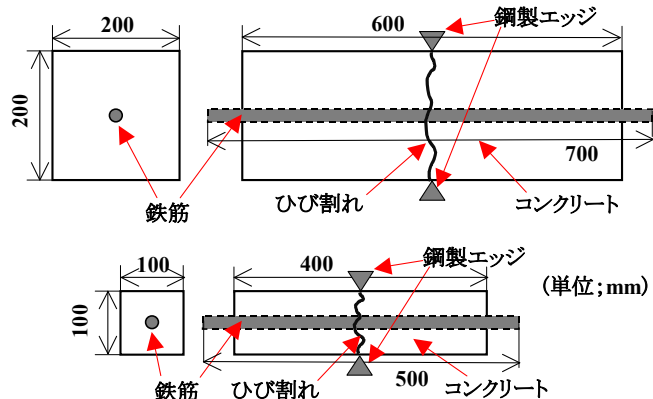


図1 試験体の仕様(上図:かぶり大、下図:かぶり小)

表1 実験ケース

名称	かぶり (mm)	ひび割れ幅 (mm)	補修材	積算電流量 (Ah)
LNNS	92	0	なし	100
LSAS	92	0.2	あり	100
LLAS	92	1.0	あり	100
LSNS	92	0.2	なし	100
LLNS	92	1.0	なし	100
SNNS	42	0	なし	50
SSAS	42	0.2	あり	50
SLAS	42	1.0	あり	50
SLAL	42	1.0	あり	100
SSNS	42	0.2	なし	50
SLNS	42	1.0	なし	50

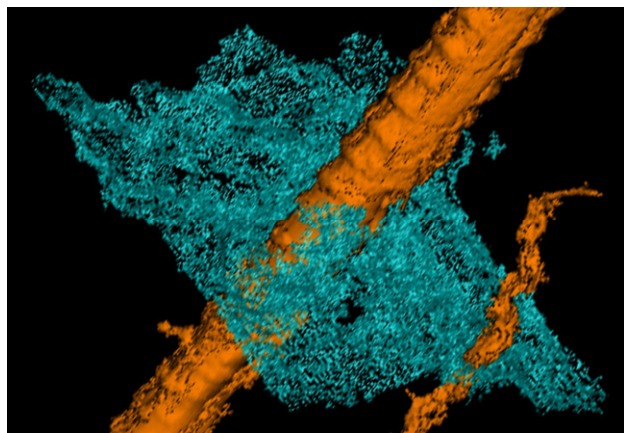
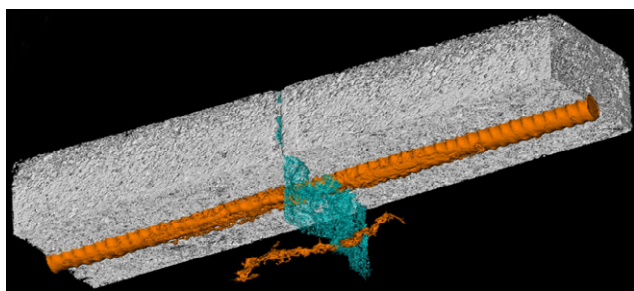
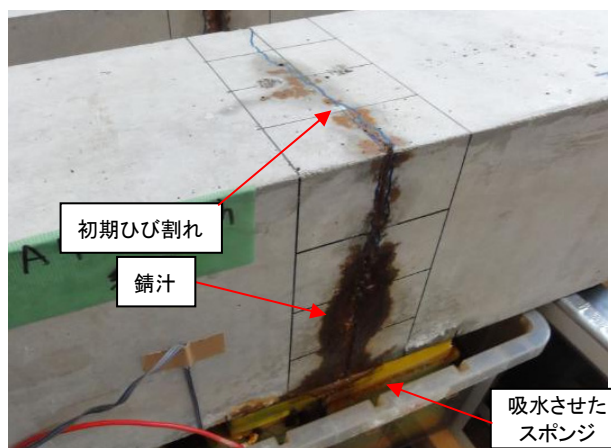
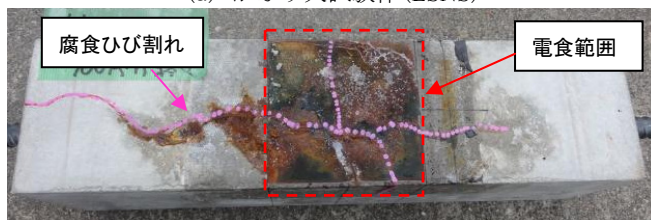


図2 腐食・補修状況(X線CT画像)

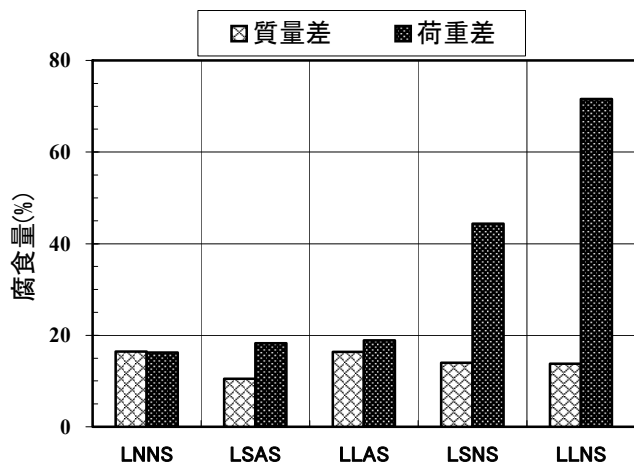


(a) かぶり大試験体 (LSNS)

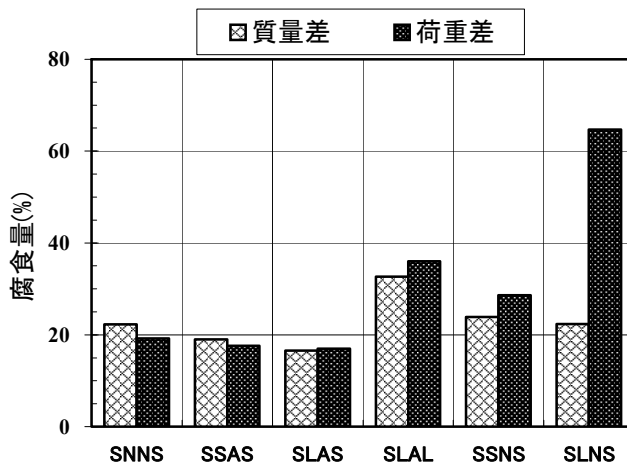


(b) かぶり小試験体下面 (SNNS)

図3 電食後の腐食状況



(a) かぶり大試験体



(b) かぶり小試験体

図4 鉄筋腐食量計測結果

参考文献: [1] 松村卓郎, 松尾豊史, 宮川義範, 原口和靖: 干満および土中環境におけるひび割れを有するコンクリート中の鉄筋腐食進行評価, コンクリート工学年次論文集, Vol.34, No.1, 2012, [2] 大塚拓, 松尾豊史, 松村卓郎: ひび割れ補修したコンクリートの透水試験, 土木学会第70回年次学術講演会, V-570, 2015