

## 鉄筋腐食が生じた RC はりへの炭素繊維シートによる補修・補強効果の検討

弘前大学 正会員 ○上原子 晶久  
弘前大学 工藤 健・炭田 海

### 1. はじめに

鉄筋腐食の生じた鉄筋コンクリート (RC) 構造物に関しては、それに係わる研究事例が蓄積されており、維持管理に係わる知見の集約が進んでいる状況にある。一方で、損傷後の構造物に対して補修や補強を行い、どの程度まで性能回復させるのかということに関しては実験などで定量的な議論が不足していると著者らは理解している。そこで、

本稿では電食試験により 10%程度まで鉄筋腐食を生じさせた RC はりに炭素繊維シートのみで補強を行い、補強後の性能を検証した。そのことと並行して、炭素繊維シート補強後に鉄筋腐食の再劣化が生じる可能性についても電食試験を行って検証した。

### 2. 実験の概要

本研究で作成した RC はりの概要を図-1 に、使用したコンクリートは呼び強度 24N/mm<sup>2</sup>、水セメント比 55%、骨材の最大寸法 20mm のレディミクストコンクリートである。このはりの寸法諸元は、土木学会コンクリート委員会・材料劣化が生じたコンクリート構造物の構造性能研究小委員会で実施した鉄筋腐食に関する共通試験で採用されていたものをそのまま利用した[1]。表-1 に示したように、実験のパラメータは目標腐食量 (0%・健全、3%、10%) と炭素繊維シート (厚さ 0.12mm、引張強度 4420N/mm<sup>2</sup>、ヤング率 252kN/mm<sup>2</sup>) 補強の有無である。本稿では、連続繊維シート補強前、及び補強後に電食試験を実施した。電食試験の概要を図-2 に示す。シート補強前の電食試験は、鉄筋腐食による劣化を模擬するために実施した。一方、シート補強後の電食試験は、補強後において鉄筋腐食に対する再劣化について検証することを目的としている。補強前の電食試験は、共通試験に則り電流密度 8.65A/m<sup>2</sup> として所定の通電時間を確保した。対して再劣化の検証である補強後の電食試験では、池津らの研究を参考に 15V の定電圧で 14 日間に渡り通電した[2]。

本稿で目的とする補強は、主筋の断面欠損を補うための曲げ補強である。したがって図-1 に示すように、はり下面の支間内に 1 層の炭素繊維シートをはりの断面幅と同じ長さでエポキシ樹脂にて接着した。さらに補強後の電食試験で塩水を遮蔽することを目的として、はりの上面を除く側面は、シート接着時にエポキシ樹脂を塗布した。補強前の電食試験

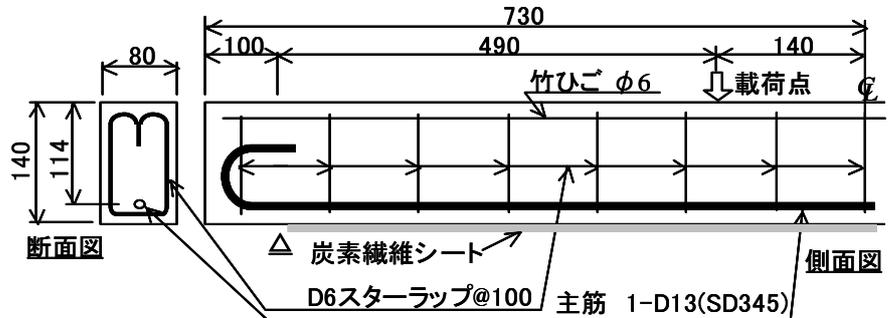


図-1 試験体の概要

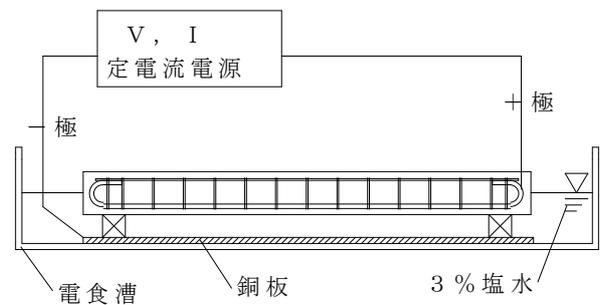


図-2 電食試験の概要

表-1 実験のパラメータと質量減少率の測定値

| 供試体  | 目標腐食量 | 補強の有無 | 補強後電食試験の有無 | 実測の主筋質量減少率 |       |
|------|-------|-------|------------|------------|-------|
|      |       |       |            | 全体         | 等曲げ区間 |
| No.1 | 0%・健全 | なし    | なし         | -          | -     |
| No.2 | 3%    | なし    | なし         | 3.0        | 6.2   |
| No.3 | 10%   | なし    | なし         | 11.1       | 12.3  |
| No.4 | 3%    | あり    | あり         | 2.4        | 1.6   |
| No.5 | 10%   | あり    | あり         | 13.0       | 13.8  |

表-2 補強後の電食試験結果

| 供試体  | 積算電流量 (A・hr) | 左記からの腐食量推定値(%) |
|------|--------------|----------------|
| No.4 | 8.62         | 0.37           |
| No.5 | 16.7         | 0.72           |

キーワード 炭素繊維シート、補修、補強、鉄筋腐食、延命化

連絡先 〒036-8561 弘前市文京町3 弘前大学大学院 理工学研究科 TEL0172-39-3620

験で支間外にひび割れが生じた試験体については、その箇所に炭素繊維シートの代替として紙製ウエスを接着した。

健全と無補強の試験体については、補強前の電食実験終了後に荷重試験を行った。炭素繊維シートで補強した試験体については、補強後の電食実験が終了してから荷重試験を行った。いずれの場合も、荷重方法は図-1 に示した通りである。計測項目は荷重、中央変位、コンクリートひずみとした。補強前に電食を行った試験体については、荷重試験終了

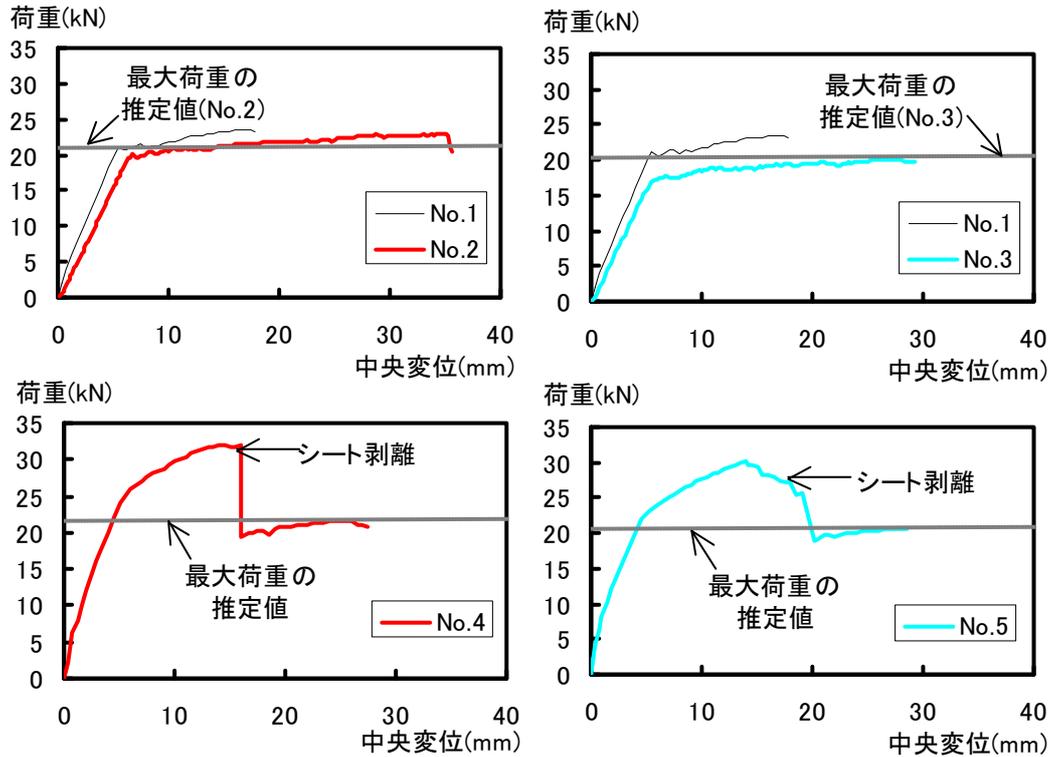


図-2 荷重—中央変位関係

後に主筋をはり出して質量減少率の平均値(質量計測)と分布(ノギス計測)を測定した。

### 3. 補強後における電食試験

表-2 にシート補強後に実施した電食試験における積算電流量を示す。この結果より、積算電流量から推定される主筋の腐食量は1%以下である。したがって、炭素繊維シート接着と十分な表面被覆を組み合わせることにより、水分や塩分の再供給を絶つことができれば、補強のみならず補修にも利用可能であるといえる。一方で、実際の構造物における環境条件を想定すると、10年程度で表面被覆が損傷することが懸念される。それらのことを想定すると、本稿のような補修方法は、比較的短期間の延命を目的とするのが望ましいと考えている。

### 4. 荷重試験結果と主筋の質量減少率

図-3 に荷重試験の結果を示す。なお、実測した主筋の平均質量減少率は表-1 に示している。なお、図-2 において主筋を腐食させた試験体については、等曲げモーメント区間の平均質量減少率を用いて推定した無補強の場合における最大荷重を併記した。その推定値は、コンクリート標準示方書に基づく断面解析で計算した[3]。図-2 より、断面修復をしないでシート補強だけを行うことにより、剛性や最大耐力が増加することが確認できた。また、いずれの試験体においても上縁コンクリートの圧壊で荷重を終了した。以下は、この実験結果を補強設計に反映させることを意識して考察を展開する。図-2 の試験体 No. 2 と No. 3 の無補強試験体の結果より、最大荷重は実験値と計算による推定値で概ね一致している。以上より、最大荷重を推定する方法としては、大過の無いことが確認できる。さらには、補強後の試験体 No. 4 と No. 5 では、シート剥離後の荷重の実験値と最大荷重の推定値が概ね一致している。シート剥離後の荷重の実験値は補強前の最大荷重であると見なせる。したがって、実構造物の補強設計をする際には、作用モーメントとそれに対応する断面欠損量を何らかの方法で推定できれば、合理的にシート接着による補強効果を推定することが可能になる。ただし、以上は本実験の範囲で成立することである。今後は種々の繊維シートやより大型の試験体で同様の傾向が再現できるかを確認する必要があると考えている。

### 参考文献

- [1]土木学会：続・材料劣化が生じたコンクリート構造物の構造性能，コンクリート技術シリーズNo. 85，2008。
- [2]池津和弘ほか：コンクリート用被覆材および改質材による塩分遮蔽メカニズム，コンクリート工学論文集，Vol. 27，No. 1，pp. 859-900，2005。
- [3]土木学会：コンクリート標準示方書・設計編，2007年制定