

鉄筋腐食が生じた RC はりへの連続繊維シートによる補強効果と再劣化の可能性

弘前大学 正会員 ○上原子 晶久

弘前大学 佐々木 大二郎・福士 怜

1. はじめに

著者ら[1]はこれまで、鉄筋腐食の生じた RC はりに対して連続繊維シートで補強した際の補強効果や再劣化の可能性について検討を進めてきた。以上を踏まえて本研究では、主鉄筋が腐食した RC はりに対して、炭素繊維・アラミド繊維シートによる補強効果と塩害に対する再劣化性状の検討を行った。

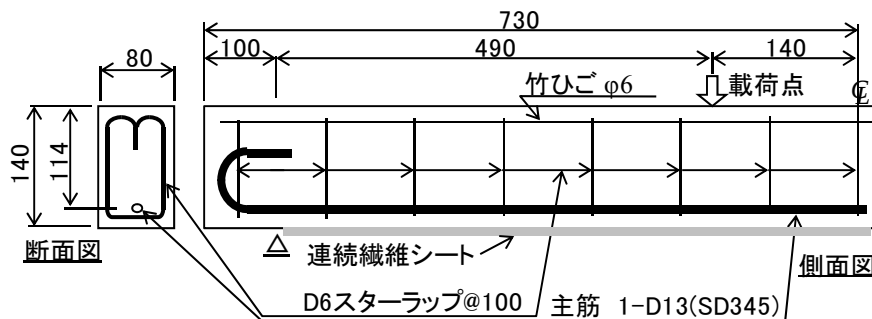


図-1 試験体の概要

2. 実験の概要

本研究で作成した RC はりの概要を図-1 に示す。使用したコンクリートは呼び強度 24N/mm^2 、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的な性能研究小委員会が実施した鉄筋腐食に関する共通試験[2]で採用されていたものをそのまま利用した。表-1 に示したように、実験のパラメータは連続繊維シートの種類(炭素・アラミド)である。それらの物性値を表-2 に示す。本実験では、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た。補強前の電食試験は、共通試験に則り電流密度 8.65A/m^2 として目標質量減少率が 10% となる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、過去の研究を参考に 15V の定電圧で 14 日間に渡り通電した[1]。

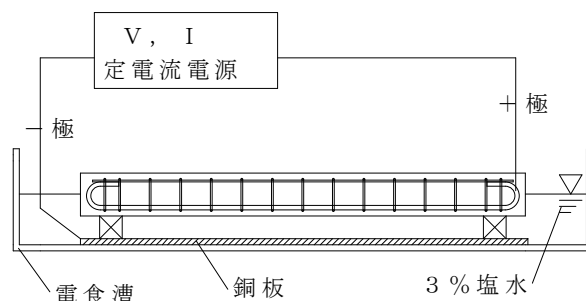


図-2 電食試験の概要

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	平均質量減少率(%)
No.1	0%・健全	なし	なし	-
No.2	10%	なし	あり	13.5
No.3		炭素		18.4
No.4		アラミド		14.5

表-2 連続繊維シートの物性値

繊維種類	厚さ (mm)	引張強度 (N/mm^2)	弾性係数 (kN/mm^2)
炭素	0.118	4420	252
アラミド	0.20	3250	133

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 層の連続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。

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。連続繊維シートで補強した試験体については、補強後の電食試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。すべての試験体について、荷重試験終了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。

キーワード 補強, 連続繊維シート, 腐食, 再劣化, 損傷

連絡先 〒036-8561 青森県弘前市文京町3 弘前大学大学院理工学研究科 TEL 0172-39-3620

3. 再劣化の確認試験結果

表-3 に電食試験の積算電流量、および質量実測による質量減少量の一覧を示す。この表より、積算電流量から得られる質量減少量は実測値よりも過小になることがわかる。この誤差を反映させて再劣化を考慮した電食試験による主筋の質量減少率を表-4 に示す。この表より、連続繊維シートや樹脂被覆により電気抵抗値や耐物質透過性を高めたとしても、主筋の腐食を完全に防ぐことはできないと考えられる。表-4 で、炭素繊維シートで補強した No. 3 はアラミド繊維シートで補強した No. 4 よりも再劣化試験時における主筋の質量減少率が大きくなっている。これは、写真-1 に示したように、炭素繊維シート補強の場合には、シートの一部が損傷して、それを起点に主筋の腐食が促進されたことが原因と考えている。シートが損傷する原因としては、電食試験で発生した気体や炭素繊維に流れる微弱な電流の作用が考えられる。一方、アラミド繊維シート補強の場合には再劣化の確認試験により、シートが損傷しないものの、わずかな膨れが確認された。それらの原因の特定については、今後の研究で明らかにしたい。

4. 載荷試験結果

図-3 に載荷試験の結果を示す。ここでは、補強後の耐荷性について考察を試みる。まず、炭素繊維シートで補強した No. 3 に着目すると、無補強の No. 2 と比較して補強効果がほとんど得られていないことがわかる。特に、No. 3 の耐荷力は、補強前の No. 2 と同程度となっている。これは、写真-1 に示したように、再劣化の確認試験で生じた炭素繊維シートの損傷がスパン中央付近に集中していたことが原因と考えている。すなわち、炭素繊維シートが最大曲げモーメント位置付近で分断されていることにより、十分に引張力を負担できていないと推定される。一方、アラミド繊維シートで補強した No. 4 は最大荷重が補強前の No. 2 よりも約 10kN 程度増加しており、十分な補強効果を示している。前節で述べたように、No. 4 では、再劣化の確認試験によりシートに膨れが生じていた。膨れの位置は支点付近であり、しかも狭い範囲に限定していたことから、補強後の耐荷性に大きな影響を及ぼさなかったものと推定している。

今回は、再劣化の確認試験を電食試験で実施した。そのため、電気化学的な作用が炭素繊維シートに悪影響を及ぼし、それが補強後の耐荷力に大きく関係する結果となった。今後は、実際の自然腐食に近い形態で再劣化の確認試験を行い、より実体に近い再劣化現象を明らかにする予定である。

参考文献

- [1] 上原子品久ほか：鉄筋腐食の生じた RC はりへの補修・補強効果と再劣化現象の検証，コンクリート構造物の補修・補強アップグレード論文集，第 12 巻，pp. 9-16，2012.
- [2] 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的な性能，コンクリート技術シリーズ No. 85，2008.

表-3 質量減少量の比較

供試体	質量減少量(g)		誤差(%)
	積算電流量	質量計測	
No.3	291.4	245.4	15.8
No.4	229.5	191.2	16.7

表-4 再劣化の確認試験の結果

供試体	質量減少率(%)	
	積算電流量から計算した率	左記に表-3の誤差を反映させた率
No.3	4.3	5.1
No.4	0.88	1.1



写真-1 炭素繊維シートの損傷状況

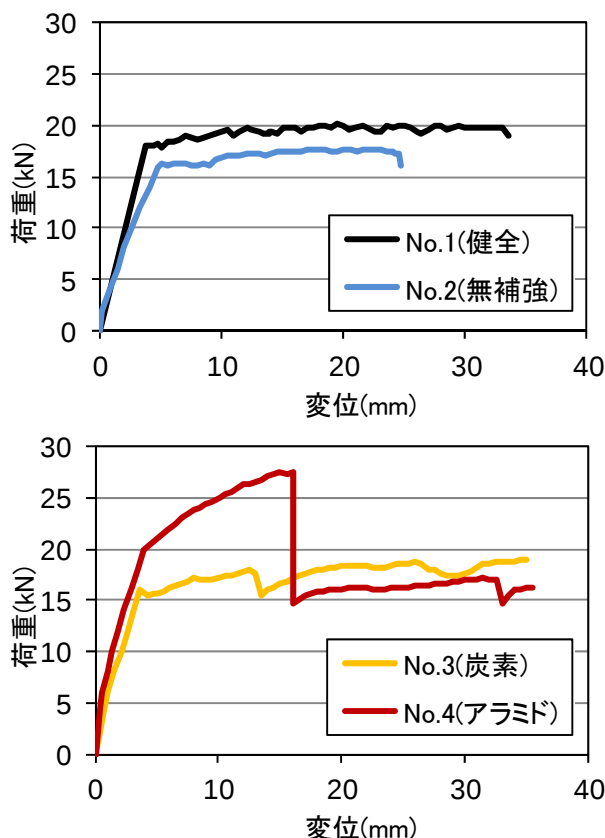


図-3 荷重－中央変位関係