

## CFRP スtrandシート補強 RC はりの静的挙動に関する一考察

An investigation on static behavior of RC beams strengthened by CFRP strand sheet

北海道大学工学部環境社会工学科 学生員 橋田直樹(Naoki Hashida)  
北海道大学大学院環境創生工学専攻 正員 佐藤靖彦(Yasuhiko Sato)

## 1. はじめに

既設コンクリート構造物の曲げ補強工法として連続繊維シートや CFRP プレート接着工法が開発されて以降様々な実験が行われてきたが、破壊形態やひび割れの進展に関しては不明な点が多かった。そこで本研究では主鉄筋の付着を無くし、ひび割れを誘発する状況下での曲げ試験を行い、曲げ補強材の引張剛性がかぶりコンクリートの破壊形態に及ぼす影響について検討する。

## 2. 実験概要

## 2.1 使用材料と供試体

RC はりは、早強ポルトランドセメントを用い目標圧縮強度を 35MPa として 2 体打設し(全長 2200mm × 高さ 300mm × 幅 200mm、有効高さ 250mm)、打設後約 2 週間後に CFRP スtrandシートの接着補強を行い、さらに 1 週間養生した。CFRP スtrandシートは引張力作用面に接着されており、支点から接着端部までの距離は 50mm となっている。

今回補強に使用した CFRP スtrandシートは、連続繊維ストランド 1 本ずつに樹脂を含浸して硬化させた FRP 線材をすだれ状にシート化した連続繊維補強材である。シートの接着方法は、はり下面のコンクリート表面をディスクサンダーでケレンした後、専用の接着剤を塗布し、Strandシートを押し付けて接着した。供試体のパラメータは、Strandシートの層数とした。CFRP スtrandシートの材料特性を表 - 1 に示す。

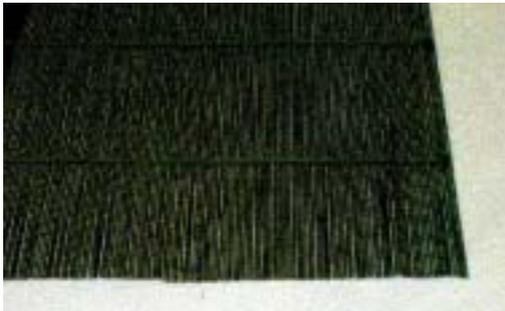


図 - 1 CFRP スtrandシート

## 2.2 人工ひび割れの作製と鉄筋の付着について

ひび割れの誘発を目的として、厚さ 1mm のプラスチック板を主鉄筋に固定してかぶりコンクリート部分に 90mm 間隔で片側のせん断スパン部分に合計 5 箇所人工ひび割れを設置した(図 - 3)。また、人工ひび割れのあるスパンで破壊させるため、もう一方のせん断スパンには炭素繊維シートを巻き立てた。

鉄筋の付着についてはひび割れ誘発のため、人工ひび割れのあるせん断スパンの主鉄筋 2 本の片方にひずみゲージを貼り付ける際、被覆の為の絶縁テープを巻きつけてコンクリートとの付着を低減させた。

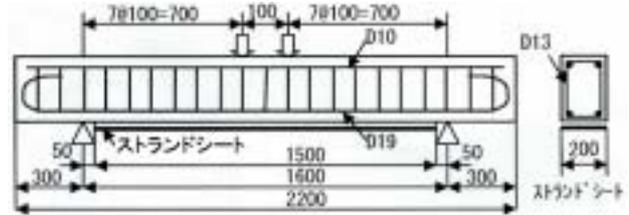


図 - 2 実験供試体

## 3. 実験結果

## 3.1 破壊形式

図 - 4 に供試体の破壊状況を示す。CFRP スtrandシート 1 層で補強したはりではコンクリート表層のモルタルがシートに薄く付着した状態で剥離し、支持点側に剥離が進行した。2 層で補強したはりではシート端部から載荷点に向かってのひび割れが発生し、そのひび割れが進展してかぶりコンクリート付着破壊を起こした。最大荷重は、それぞれ 1 層補強の場合が約 230N、2 層補強の場合が約 200N となり、最大荷重が下がった。

過去に行われた実験によれば、本実験と同じ設計の供試体に CFRP スtrandシートを補強した場合、1 層補強よりも 2 層補強の方が最大荷重が高くなっていることから、本実験でまったく異なる結果が得られた理由として、人工ひび割れの存在と鉄筋の付着にあったのではないかとと思われる。

## 3.2 荷重と変位の関係

図 - 4 に 1 層・2 層の場合の荷重と載荷点の変位の関係を示す。荷重・変位関係の傾き、すなわち、はりの曲げ剛性は、引張剛性の高い 2 層の方が大きくなっている。また、補強材の引張剛性の大きな 2 層は 1 層よりも低い荷重でかぶりコンクリートの破壊を伴って CFRP スtrandシートが剥離して荷重が低下した。

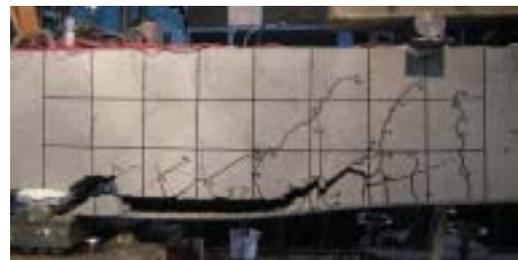


図 - 3 (a) 1 層の破壊状況

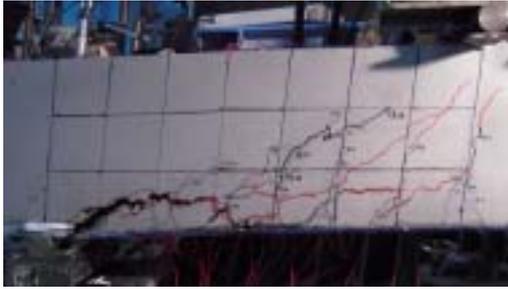


図 - 3 (b) 2層の破壊状況

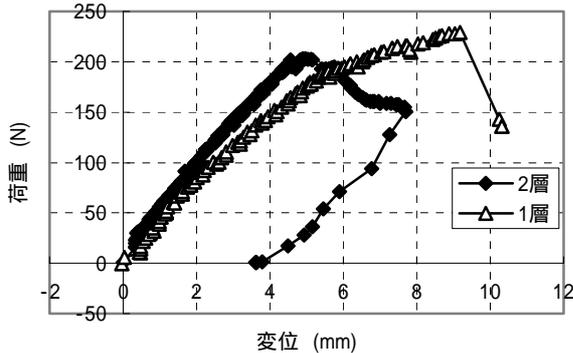


図 - 4 荷重と載荷点の変位の関係

### 3.3 シートのひずみ分布

図 - 5 に最大荷重時のシートのひずみ分布を示す。CFRP ストランドシート 2層補強はりのひずみ量は 1層補強のほぼ半分の数値を得た。2層補強の場合、補強部分の引張剛性が2倍になっていることから、妥当なデータが得られたと考えられる。

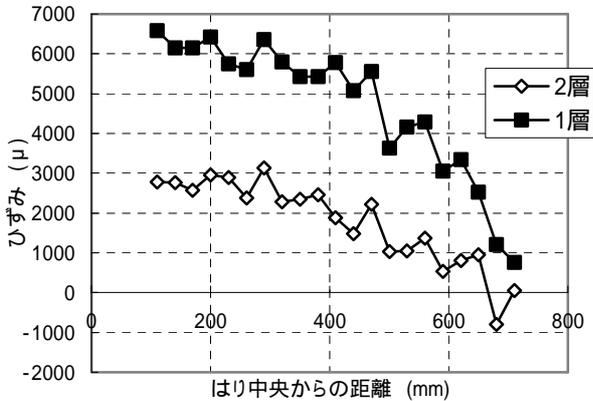


図 - 5 最大荷重時のシートのひずみ分布

### 3.4 鉄筋のひずみ分布

図 - 6 に最大荷重時の鉄筋のひずみ分布を示す。ひずみ量は CFRP ストランドシート 2層補強の方が小さくなっている。また、せん断スパン内のひずみがほぼ一様なことから主鉄筋の付着が無いと考えられる。

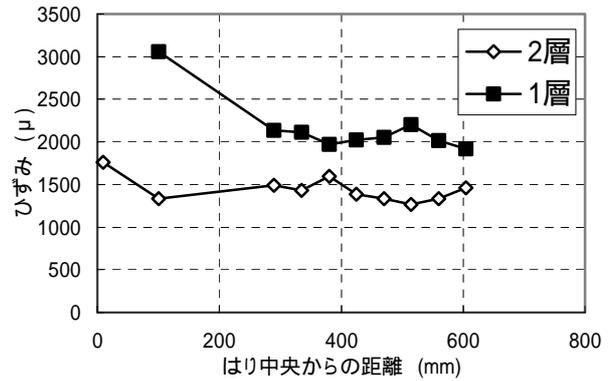


図 - 6 最大荷重時の鉄筋のひずみ

### 3.5 かぶりコンクリートのひずみ分布

図 - 7 にかぶりコンクリートの荷重 - 主ひずみの傾きを示す。ゲージ位置ははり中央から 335mmの位置の主ひずみの変化で、主ひずみのマイナスの値は圧縮を表している。CFRP ストランドシート 1層補強はりに比べて 2層補強の方が同じ荷重での主ひずみが大きく、第 1主ひずみと第 2主ひずみの差幅も大きくなっている。すなわち、シートの剛性がかぶりコンクリートの応力状態に大きな影響を及ぼしていることが明らかとなった。なお、主ひずみの最大角度は約 40度となっていた。

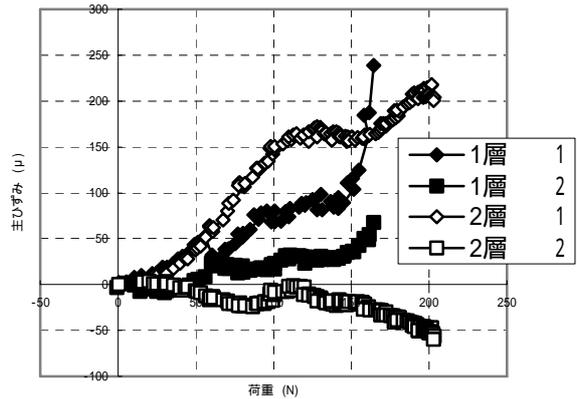


図 - 7 かぶりコンクリートの荷重と主ひずみの関係

## 4. まとめ

過去に行われた CFRP ストランドシートを接着して補強した曲げ破壊試験の結果によれば、CFRP ストランドシートによる補強は同種の繊維を用いた連続繊維シートと同等の破壊耐力の向上を示した。しかし、今回の実験では耐力の低下が見られた。その原因としては鉄筋の付着が無いことによりかぶりコンクリートとの破壊が早期に発生したことによるものと考えられる。

本実験結果からは、引張剛性の大きい 2層補強が 1層補強よりも低い荷重で破壊している。これは積層数が多いほどかぶりコンクリートの応力状態が厳しく、積層数が少ないものよりも小さな荷重レベルで破壊に至るものと推測できる。

## 5. 参考文献

- 小林朗、佐藤靖彦、高橋義裕、立石昌洋：FRP ストランドシートの材料特性とRCはりの曲げ補強効果に関する研究、コンクリート工学年次論文集、Vol.30、No.3、2008