

連続繊維シートよりせん断補強した RC はりにおける  
シートの付着・はく離挙動に及ぼす貼付形状の影響

日本大学 正会員 ○子田 康弘  
日本大学 正会員 岩城 一郎

1. はじめに

連続繊維シート(以下、シートと称す)は、部材の軽量化や施工時の人的省力化に優れ、コンクリート構造物のせん断補強に対しても有効な材料であり、今後その需要は増加すると思われる。しかしながら、RC はりに対するせん断補強では、施工条件によって U 字型補強や閉合型補強といったシート貼付形状を変える必要があるものの、貼付形状の違いがシートのせん断力に対する抵抗機構に及ぼす影響の解明は未だ不十分であるように思われる。以上のような背景より、本稿では、U 字型と閉合型というシート貼付形状の違いが斜めひび割れの開口に伴うシート変形と付着性状に及ぼす影響について検討を行ったものである。

2. 実験概要

図-1 に、供試体の形状、配筋、シートによるせん断補強の概要を示す。供試体は、断面寸法(高さ×幅)を 350×150mm、スパン長 2000mm とする複鉄筋矩形はりである。本実験の供試体は、引張鉄筋にφ26 の異形 PC 鋼棒、圧縮鉄筋に SD295A D22 を用いており、無補強でせん断破壊先行型になる。また、スターラップは、供試体中央より左右に 200mm 間隔で、SD295A D10 を配置した。実験因子は、表-1 に示すように、無補強(S0)、U 字型せん断補強(S10U)、及び閉合型せん断補強(S10F)の 3 条件である。シートは、炭素繊維シートであり、その幅を 100mm として 200mm 間隔に貼付した。シートの貼付形状は、図-2 に示すように、U 字型補強の場合は、底面から側面までを巻き立て、端部は RC はり上縁と一致させている。閉合型補強の場合は、シートを供試体軸直角方向全周に巻き立て上縁でラップさせている。なお、供試体隅角部には、R=10mm の面取りを施している。表-2 には、本実験に使用した鋼材、コンクリート、及びシートの物性値を示す。

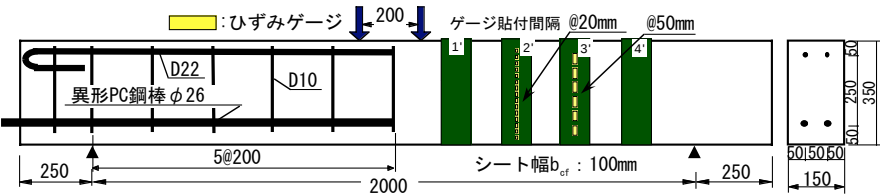


図-1 供試体形状

表-1 供試体諸元一覧

| 供試体 No. | 貼付形状 | シート幅 $b_{cf}$ (mm) | シート補強 量比 $\rho_{cf}$ (%) |
|---------|------|--------------------|--------------------------|
| S0      | -    | -                  | 0.00                     |
| S10U    | U字型  | 100                | 0.11                     |
| S10F    | 閉合型  |                    |                          |

$\rho_{cf} = 2(t_{cf} \cdot b_{cf}) / (s \cdot h)$ ,  $s$ はシート貼付間隔

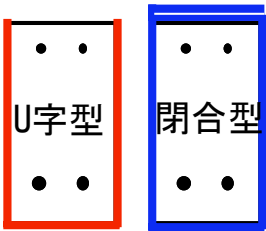


図-2 シート貼付形状

荷重試験は、静的な対称2点集中荷重載荷方式で実施した。測定項目は、ロードセルによる載荷荷重、高感度変位計(精度 1/100、容量 100mm)によるスパン中央変位、及びシートのひずみである。ここで、本実験のひずみゲージの貼付間隔は、図-1 に示すように、斜めひび割れの横断が予測される位置(図-1 の No.2', 3')において、ひずみ分布の詳細を計測するため、その貼付間隔を 20mm と 50mm にした。

3. 実験結果及び考察

図-3 は、荷重-変位関係を示す図である。S0 は、200kN 過ぎよりスターラップの降伏が生じ、その後 313.3kN で最大荷重に達し、斜め引張破壊をした。一方、せん断補強した S10U、S10F では、スターラップの降伏が

表-2 使用材料の物性値

| 鋼 材                                | 鉄筋:D10                              | 鉄筋:D22                              | PC鋼棒:φ26           | コンクリート                           |
|------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------------|----------------------------------|
| $f_y$ (N/mm <sup>2</sup> )         | 385                                 | 381                                 | 1071               | $f'_c$ (N/mm <sup>2</sup> ) 28.5 |
| $f_{st}$ (N/mm <sup>2</sup> )      | 542                                 | 567                                 | 1199               | $f_t$ (N/mm <sup>2</sup> ) 2.47  |
| $E_s$ (kN/mm <sup>2</sup> )        | 191                                 | 194                                 | 229                | $E_c$ (kN/mm <sup>2</sup> ) 24.7 |
| 炭素繊維シート                            |                                     |                                     |                    |                                  |
| 引張強度 $f_{cf}$ (N/mm <sup>2</sup> ) | ヤング率 $E_{cf}$ (kN/mm <sup>2</sup> ) | 目付量 $\rho_{cf}$ (g/m <sup>2</sup> ) | シート厚 $t_{cf}$ (mm) |                                  |
| 4170                               | 231                                 | 313                                 | 0.167              |                                  |

キーワード 連続繊維シート、せん断補強、RC はり、U 字型補強、閉合型補強

連絡先 〒963-8642 福島県郡山市田村町徳定字中河原1 TEL 024-956-8721

300kN を超えてからで、最大荷重は S10U が 377kN、S10F が 460.8kN となった。シートのはく離の進展は、スターラップの降伏後顕著であった。最大荷重時にはせん断スパン中央のシート(No.2')において、S10U がシートのはく離、S10F はシートの破断が生じた。また、図に示すように、荷重-変位関係は、各供試体の最大荷重まではほぼ同じ挙動を示す傾向にある。供試体の破壊性状から、S10U の耐荷力は、シートのはく離に起因したため定着が完全な S10F に比べ小さく、反対に S10F は定着されていることでシートが部材よりはく離した後も荷重を分担することで最大荷重が増加している。

図-4は、S10UとS10Fのシートのはく離や破断が生じたシート(No.2')の斜めひび割れの開口に伴うシートの変形状について、斜めひび割れ幅とシートひずみの両方の変化を平均ひずみで表し比較した図である。図に示す  $\overline{\varepsilon}_{cr}$  は、ひび割れ幅の累計をシート長で除した値であり、 $\overline{\varepsilon}_{cf}$  は、シートひずみ分布を積分(台形法)して求めた。図に示すように、 $\overline{\varepsilon}_{cr}$  と  $\overline{\varepsilon}_{cf}$  は、終局状態に至るまで概ね一致しており、S10Uの最大荷重(377kN)までの平均ひずみの増加傾向は、シートの貼付形状に関係なく各荷重レベルで概ね同じ平均ひずみの値を示している。このことは、シートのはく離過程における斜めひび割れの開口とシートの変形の関係に貼付形状による定着の有無が影響しないことを意味している。また、シートのはく離領域はひび割れの開口と共に増加していると推察される。図-5は、S10UとS10Fの付着応力と相対変位の関係(シート: No.2')を示す図である。この図は、RCはり上縁を原点(変位0mm)とし、シートを横切る斜めひび割れ位置までの荷重の増加に伴う変化を示している。図-5より、せん断補強のシートも付着試験から得られるような弾性域と軟化域により構成される付着応力と相対変位の関係が確認された。また、シート全域がはく離するまでの付着応力の増加傾向は、付着応力分布に多少差はあるが、貼付形状による明らかな違いはないことが示された。

以上のことから、S10UとS10Fの各荷重レベルでのシートの変形およびシートの付着応力は、S10Uの最大荷重まで貼付形状に関わらず概略同じような性状を示すことが分かった。すなわち、閉合型の効果は、シートのはく離以降に発揮することを示唆している。

#### 4. まとめ

本実験の範囲内では、シート補強量が同じ場合、貼付形状による定着の有無に関わらず、斜めひび割れの開口によるシートのはく離過程でのシートの変形及び付着性状に大きな違いがないことが示された。これより、シートのはく離時におけるその領域に作用する引張応力は、貼付形状によらず同様に評価できることを示唆している。今後は、はく離過程でシートが分担する力について検討を行う予定である。

**謝 辞:** 本研究の一部は、日本大学学術研究助成金(奨励研究)を受けて実施した。ここに付記し謝意を表します。

**参考文献** 1)上原子晶久・下村匠・丸山久一・西田浩之:連続繊維シートとコンクリートの付着・剥離挙動の解析, 土木学会論文集, No.634/V-45, pp.197-208, 1999.

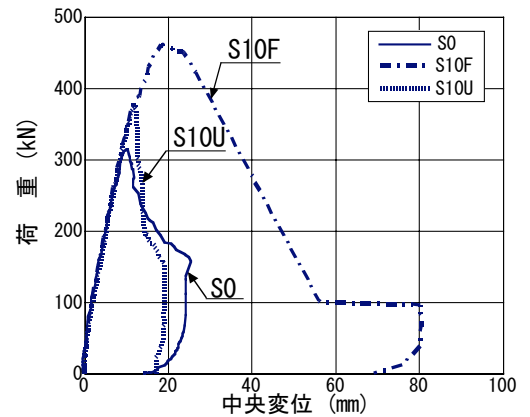


図-3 荷重-変位関係

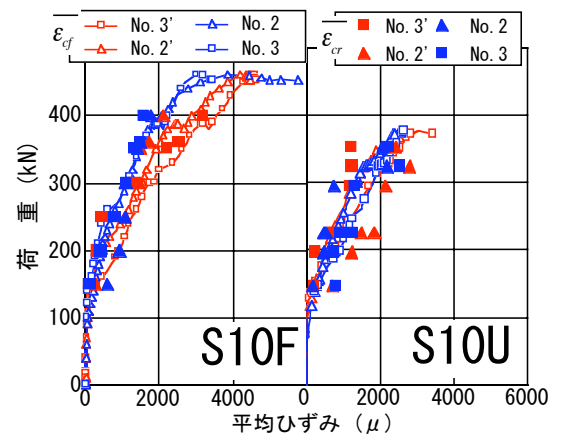


図-4 荷重とシートの平均ひずみの関係

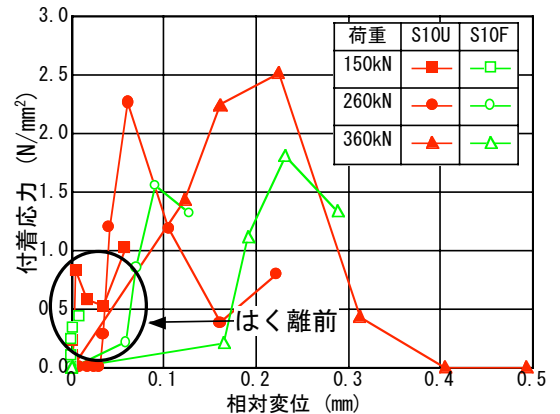


図-5 付着応力-相対変位関係