

## V-44

連続繊維シートによるせん断補強した  
RCはりのシートの分担せん断力

日本大学工学部 学生員 ○高山 徳仁  
日本大学工学部 学生員 星 真一  
日本大学工学部 正会員 子田 康弘

## 1. はじめに

近年、鉄筋コンクリート構造物の補強方法として、軽量で、じん性が高く、施工性に優れている連続繊維シートが用いられるようになった<sup>1)</sup>。しかし、せん断力に対するシート補強の有用性については、シートの荷重分担性状の解明が十分でなく未だ検討の余地が多いように思われる。

このような背景の下、本研究では、連続繊維シートによるRC部材のせん断補強効果に関し、せん断補強筋の有無、シート補強の有無、およびシート幅（シート補強量）がRCはりの耐荷性状に及ぼす影響について実験的検討を行った。

## 2. 実験の概要

図-1 に、供試体の形状、配筋、連続繊維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)350×150mm、スパン長 2000mm とする複鉄筋矩形はりであり、スターラップを配置していないNSシリーズとスターラップを有するSシリーズの2種類に大別される。表-1、表-2 は本実験に使用した材料の特性を示したものである。供試体は無補強の状態でせん断破壊先行型に設計し、これに連続繊維シートを 50mm と 100mm とする 2 ケースのシート補強量を設計した。なお、連続繊維シートとして、炭素繊維シート(以下、「CF シート」)を使用した。

載荷試験は、サーボバルブ制御の油圧アクチュエーター（容量 500kN）を用いた対称 2 点集中荷重方式により行った。載荷時は、作用荷重を容量 500kN のロードセルにより、供試体のたわみを、容量 100mm、精度 1/100mm の高感度変位計により計測した。なお、ここで示すたわみ量は、供試体中央と支点位置との相対変位である。また、コンクリート、CF シート、および主筋とせん断補強筋のひずみの測定は、箱型ひずみゲージを用いた。ゲージの貼付位置は、図-1 に示す通りであり、特に、斜めひび割れの発生が予想される位置(図-1 の 4-5、6-7、4'-5'、6'-7')における CF シートのゲージは、その貼付間隔を小さくした。

## 3. 実験結果及び考察

図-2、図-3 は、NS、S シリーズ 6 体の荷重-変位関係、および破壊状況を示したものである。まず、NS シリーズの場合、NS0 は最大荷重が 113.7kN で、主鉄筋が降伏する前に斜め引張破壊となった。NSS、NS10 の最大荷重はそれぞれ 206.1kN、221.7kN であり、シート補強によってせん断耐力が向上し、最大荷重

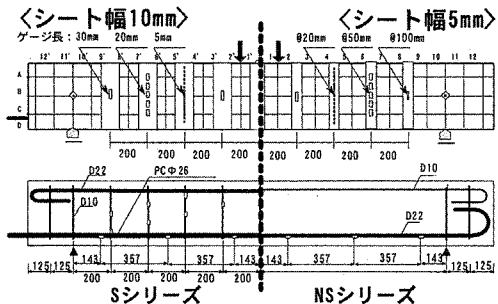


図-1 供試体形状

表-1 使用材料の特性

| コンクリート                       | NS-S<br>シリーズ | 鉄筋                           | SD295A<br>D10 | SD295A<br>D22 | PC鋼棒<br>φ 26 | 炭素繊維シート<br>の特性                     |                   |
|------------------------------|--------------|------------------------------|---------------|---------------|--------------|------------------------------------|-------------------|
| 圧縮強度 $f_c$<br>( $N/mm^2$ )   | 28.5         | 降伏強度 $f_y$<br>( $N/mm^2$ )   | 385           | 381           | 1071         | 引張強度<br>$\sigma_{ap}$ ( $N/mm^2$ ) | 3400              |
| 引張強度 $f_t$<br>( $N/mm^2$ )   | 2.47         | 引張強度 $f_t$<br>( $N/mm^2$ )   | 542           | 567           | 1199         | 引張弾性係数<br>$E_{ap}$ ( $N/mm^2$ )    | $2.3 \times 10^5$ |
| ヤング係数 $E_c$<br>( $kN/mm^2$ ) | 24.7         | ヤング係数 $E_s$<br>( $kN/mm^2$ ) | 191           | 194           | 229          | 繊維目付量<br>( $g/mm^2$ )              | 300               |
|                              |              |                              |               |               |              | 設計厚さ<br>(mm)                       | 0.167             |

表-2 供試体諸元

| 供試体<br>No | 計画上の破<br>壊形態 | 供試体寸法    |         | 炭素繊維シート |          |        | 主鉄筋圧縮側 |       | 主鉄筋引張側 |       | せん断補強筋 | せん断入<br>パン比 |
|-----------|--------------|----------|---------|---------|----------|--------|--------|-------|--------|-------|--------|-------------|
|           |              | 有効高さ(mm) | 部材強(mm) | 補強方法    | シート幅(mm) | 間隔(mm) | シート補強比 | 本数(本) | 径      | 本数(本) | 径      |             |
| NS0       | せん断破壊<br>先行型 | 300      | 150     | せん断補強   | 50       | 200    | 0.056  | 2     | D10    | D22   | 2.0    | 3.0         |
| NSS       |              |          |         | せん断補強   | 100      | 200    | 0.111  |       |        |       |        |             |
| NS10      |              |          |         | せん断補強   | 50       | 200    | 0.056  |       |        |       |        |             |
| S0        |              |          |         | せん断補強   | 100      | 200    | 0.111  |       |        |       |        |             |
| S5        | せん断補強        | 300      | 150     | せん断補強   | 50       | 200    | 0.056  | 2     | D22    | φ26   | 4.1    | 0.48        |
| S10       |              |          |         | せん断補強   | 100      | 200    | 0.111  |       |        |       |        |             |

が増加した。また、図-2 に示すように、NS0 に比べ、NS5、NS10 は、変形性能が顕著に向上している。図-3 に示す破壊状況から、NS5、NS10 は、斜めひび割れがシートによってその進展を拘束され、ひび割れが分散するとともにその幅が抑制される傾向にある。破壊形式については、NS5、NS10 とともに曲げ破壊と判定される。次に、S シリーズの場合は、S0 が 200kN 付近でせん断補強筋が降伏し、その後 313.3kN で斜め引張破壊した。S5、S10 に関しては、330kN 付近でせん断補強筋が降伏し、それぞれ 449.5kN、460.8kN でシート破断によって急激に耐力を失った。破壊形式は、S5 が斜め引張破壊と判定されたが、S10 は、想定外の CF シートの急激な破断により破壊形式を判定できなかった。このシート破断の原因は不明だが、仮に CF シートが健全であれば曲げ破壊に移行したと考えている。

図-4 は、S5、S10 の CF シートのひずみ分布(図-1 の 4-5 位置)を示す図である。図中には、曲げひび割れ発生時、せん断補強筋降伏時、および最大荷重時におけるひずみ分布を示す。図-4 より、シートひずみは、曲げひび割れ発生直後では顕著な増加が生じず、せん断補強筋が降伏し斜めひび割れが CF シートを横切るとその位置のひずみが大きくなる。その後は、ひび割れ位置を起点にひずみが全体的に増加する挙動を示している。このシートひずみ分布の増加傾向は、NS シリーズでも同様であることを確認している。また、図-4 より、最大荷重におけるシートひずみの大きさは、シート幅が 2 倍になると、大略、半分に低減されており、これより S5 と S10 で、シートの分担せん断力は同程度と推察される。

#### 4. まとめ

(1)CF シートによるせん断補強により、最大荷重は顕著に増加したが、曲げ破壊荷重に対するシートの補強量の差異は認められなかった。

(2)NS シリーズはシート補強によって無補強よりも過大なひび割れが抑制され、ひび割れ分散性が向上する傾向が認められた。S シリーズは、最大荷重時のひび割れ本数はシート貼付の有無に関わらず、概略、変わらなかったが、ひび割れ幅はシート補強により抑制された。

(3)シートひずみの分布は、荷重の増加とひび割れの進展に伴い、その分布形状が大きく変化した。特に、ひび割れがシートを横断するとひずみ増加が顕著になり、この段階からシートのせん断力に対する寄与分が増加したものと推察される。以上の検討結果より、シートの変形に伴う、せん断力に対するシートの荷重分担性状が解明できる可能性が示唆された。

謝 辞：本研究は文部科学省学術フロンティア推進事業（日本大学工学部）：「中山間地及び地方都市における環境共生とそれを支える情報通信技術に関する研究（研究代表：小野沢元久）」の一環として実施した。

【参考文献】 1)土木学会：連続繊維シートを用いたコンクリート構造物の補修補強指針、2000

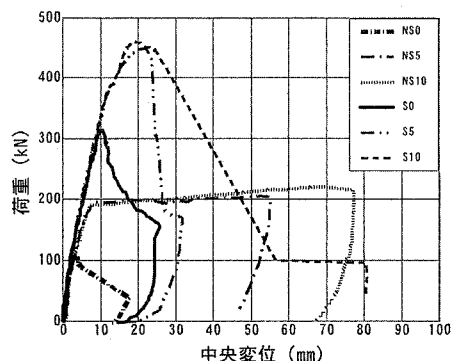


図-2 荷重-変位関係

| 供試体名 | ひび割れ状況 | 最大荷重 (kN) |
|------|--------|-----------|
| NS0  |        | 113.7     |
| NS5  |        | 206.1     |
| NS10 |        | 221.7     |
| S0   |        | 313.5     |
| S5   |        | 449.5     |
| S10  |        | 460.8     |

図-3 供試体の破壊状況

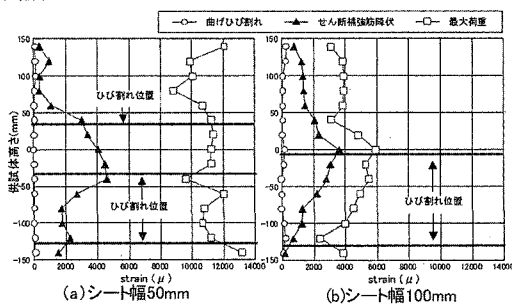


図-4 シートひずみ分布図 (S シリーズ)