

# V-52 一軸引張試験による炭素繊維シートを貼付した RC 部材の荷重分担に関する検討

日本大学工学部 正会員 ○子田 康弘  
 日本大学工学部 学生員 国分 浩史  
 日本大学工学部 正会員 渡辺 亮史

## 1. はじめに

連続繊維シート補強した RC 部材の曲げおよびせん断性状を検討する上で、連続繊維シート補強による RC 部材の荷重分担性状の把握は重要と思われるが、十分な性状の解明はなされていないと思われる。

本実験は、連続繊維シート補強した RC 部材の荷重分担の基礎検討として、RC はりのせん断補強筋比程度の比較的鉄筋比が小さいレベルにおける一軸引張力作用下の荷重分担性状に関する実験的検討を行った。実験では、炭素繊維シート（以下、CF シート）を用い、CF シート補強の有無による引張力作用下の平均応力-平均ひずみ関係と、コンクリート、鉄筋、および CF シートの分担力に関する検討を行ったものである。

## 2. 実験の概要

図-1 は、試験体、および CF シートの形状寸法である。試験体形状は、図に示すように、全長 $L=1500\text{mm}$ であり、断面は高さ $h=200\text{mm}$ 、幅 $b=200\text{mm}$ の正方形とし、鉄筋は断面中央にSD295A D16を配置した。また、試験体中央と中央から左右250mmの3箇所にノッチを設けた。

CF シートの寸法は、検討領域で $140\text{mm}\times 1000\text{mm}$ とした。なお、CF シートの貼付は、CF ルネサンス工法マニュアル<sup>[1]</sup>に従った。

実験条件は、表-1に示すように、CF シート補強の有無(D16, D16C)と、鉄筋を配置せず、CF シートを貼付した試験体(C)の計3条件であり、試験体は、各条件に対し3体作製した。なお、試験体作製には、呼び強度 $f_{ck}=18\text{N/mm}^2$ のレディーミクストコンクリートを用いた。表-2は、使用材料の性質を示したものである。

載荷方法は、試験体を水平に設置した状態で、一端を固定し、他端より荷重を加えたものである。また、試験体の下には、ローラーを設置し、試験体の変位を拘束しないようにした。載荷は、漸次増加荷重とし、試験体の伸び量が10mmになるまで行った。図-3は、ひずみゲージ貼付位置であり、125mm間隔で鉄筋、および試験体側面に貼付した。

## 3. 実験結果及び考察

図-4は、荷重-平均ひずみ関係の一例である。1本目のひび割れ発生荷重は、CF シートの有無に関係なく70kN前後であった。平均ひずみ10000 $\mu$ 時の荷重は、D16とC試験体では約80kNであったが、D16C試験体は160kN~190kNであった。またD16試験体では、ひび割れ本数が1、2本であり、ひび割れ発生後の荷重の増加量は少なかったが、D16C試験体は、ひび割れ本数が5本程度で、ひび割れ発生後、平均ひずみ1000 $\mu$ 付近からの荷重の増加が大きくなる傾向であった。C試験体に関しては、ひび割れ本数が1本であり、ひび割れ

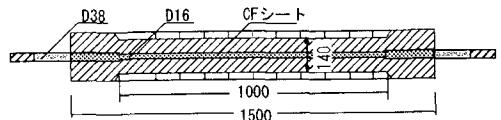


図-1 試験体およびCF シートの形状寸法

表-1 実験条件

| Specimen               | $A_s$<br>( $\text{mm}^2$ ) | $p_s$<br>(%) | $b_{\text{FRS}}$<br>(mm) | $p_{\text{FRS}}$<br>(%) |
|------------------------|----------------------------|--------------|--------------------------|-------------------------|
| D16-1, D16-2, D16-3    | 180                        | 0.45         | —                        | —                       |
| D16C-1, D16C-2, D16C-3 | 180                        | 0.45         | 140                      | 0.12                    |
| C-1, C-2, C-3          | —                          | —            | 140                      | 0.12                    |

$$p_s: A_s / (b \times h) \quad p_{\text{FRS}}: (t_{\text{FRS}} \times b_{\text{FRS}}) / (b \times h)$$

表-2 使用材料の性質

| コンクリート (N/mm <sup>2</sup> ) |                    | 鉄筋 (N/mm <sup>2</sup> ) |                   | CF シート                |                           |
|-----------------------------|--------------------|-------------------------|-------------------|-----------------------|---------------------------|
| $f'_c$                      | 27.1               | $f_y$                   | 328               | $\sigma_{\text{FRS}}$ | 3400 (N/mm <sup>2</sup> ) |
| $f_t$                       | 2.50               | $f_{st}$                | 479               | $E_{\text{FRS}}$      | 230 (kN/mm <sup>2</sup> ) |
| $E_c$                       | $23.1 \times 10^3$ | $E_s$                   | $197 \times 10^3$ | $\rho_{\text{FRS}}$   | 300 (g/mm <sup>2</sup> )  |
|                             |                    |                         |                   | $t_{\text{FRS}}$      | 0.167 (mm)                |

$$\rho_{\text{FRS}}: \text{fiber density} \quad t_{\text{FRS}}: \text{thickness}$$

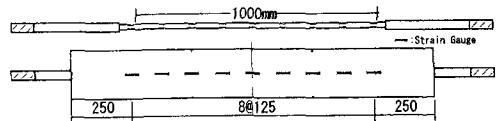


図-3 ゲージ貼付箇所

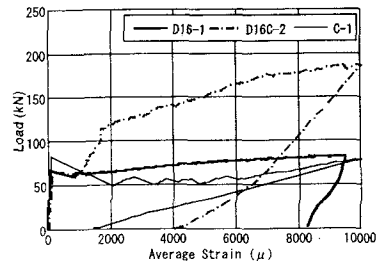


図-4 荷重-平均ひずみ関係

発生直後から CF シートが剥離し始めた。CF シートの剥離は、平均ひずみ 6000  $\mu$  付近まで続き、この間の CF シート付着力はほぼ一定の 50kN で、付着限界ひずみが 4300  $\mu$  であった。

図-5 は、鉄筋の平均応力-平均ひずみ関係の一例である。図に示すように、D16 試験体では、鉄筋の降伏ひずみが約 1100  $\mu$  で、降伏強度が 136N/mm<sup>2</sup> であり、降伏後は徐々に応力が増加していた。D16C 試験体では、平均ひずみが 2600~4000  $\mu$  のとき鉄筋単体の降伏強度に達し、その直後からひずみ硬化域に移る傾向であった。次に、図-6 は、CF シートの平均応力-平均ひずみ関係の一例である。CF シートの平均応力は、鉄筋の有無に関わらず CF シートのみの応力-ひずみ関係と概略一致し、直線的に増加する傾向を示していた。

図-7、図-8 は、D16 および D16C 試験体の鉄筋、CF シート、およびコンクリートの分担力と平均ひずみの関係を示したものである。図-7 に示す D16 試験体の引張剛性は、Tension Stiffening 効果によって鉄筋単体の引張剛性よりも高く、コンクリートの引張力負担分は鉄筋降伏後においても若干増加する傾向を示していた。一方、図-8 に示す D16C 試験体の場合では、鉄筋の降伏後の Tension Stiffening 効果の急激な低下は示さず、コンクリートの分担引張力が徐々に低下する傾向であった。また、CF シート分担力が鉄筋分担力を上回ったのは、CF シートのひずみ量が平均値で 4300  $\mu$  に達し貼付領域全面で剥離が生じたときで、鉄筋降伏後であった。図-9(a) は、D16 試験体の引張分担荷重を示したものである。図に示すように、ひび割れ発生前までは、コンクリートが引張荷重を分担し、ひび割れ発生後は、鉄筋とコンクリートが同程度の引張力を分担する傾向であった。図-9(b) は、D16C 試験体の鉄筋、CF シート、およびコンクリートの引張分担荷重である。図に示すように、CF シートは、ひび割れ発生までは、ほとんど引張力を分担せず、鉄筋が降伏強度に近付き、これ以上の引張力を負担できなくなったとき、CF シートの分担力の増加が顕著になる傾向であった。これは、本実験の場合、CF シートの剥離が、鉄筋降伏後の鉄筋付着応力の低下による鉄筋のすべり量が増加するところから生じるためと思われた。

#### 4. まとめ

以上、本実験の範囲内から以下のようなことが要約される。

- (1) コンクリートの分担力は、CF シート無貼付の場合、ひび割れ発生後の低下は生じなかったが、CF シートを貼付することによって、ひび割れ後徐々に減少する傾向を示した。
- (2) CF シート分担力は、剥離してから急激に増加する傾向を示し、また、CF シートの全面剥離は、鉄筋の降伏後であった。
- (3) 今後は、鉄筋および CF シートの付着性状が引張力分担性状に与える影響について検討を行う予定である。

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] CF ルネサンス協会：CF ルネサンス工法 [説明資料]

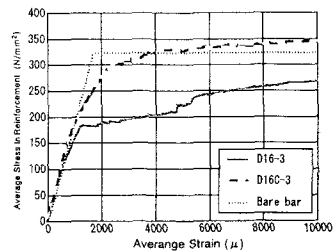


図-5 鉄筋の平均応力-平均ひずみ

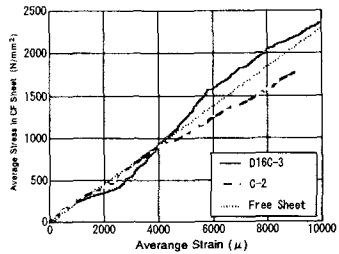


図-6 CF シートの平均応力-平均ひずみ

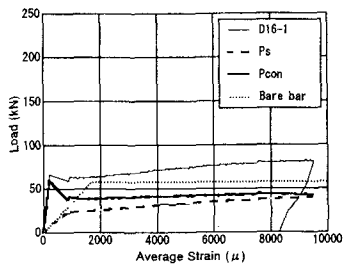


図-7 D16 試験体の分担力-平均ひずみ

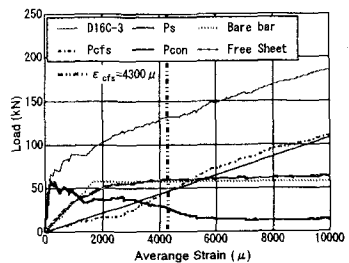


図-8 D16C 試験体の分担力-平均ひずみ

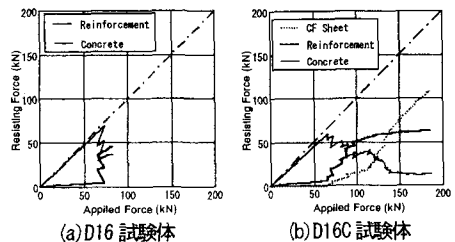


図-9 分担荷重