

## せん断伝達作用下におけるCFシートの性状に関する実験的検討

日本大学大学院 学生員 ○柴田 卓也  
日本大学工学部 正会員 原 忠勝  
日本大学工学部 学生員 角田 勝博

### 1. はじめに

本研究では、補修・補強材料として需要の多い炭素繊維シート（CFシート）を取り上げ、シート状繊維をせん断補強材として用いた場合の性状を検討するものである。ここでは、CFシートで拘束されたせん断面でのせん断伝達性状について、Push-off型試験体を用いて検討を行ったものである。

### 2. 実験概要

#### 2.1 試験体の作製

実験には、図-1に示すような高さ900×幅600×奥行き150mm、せん断面が150×450mmのPush-off型試験体を用いた。実験条件は、表-1に示すように、せん断補強筋の角度 $\theta$ 、およびシートの貼付枚数を組合せた計12条件である。コンクリートには、早強セメントを用いたレディーミクストコンクリート（ $G_{max}=20mm$ ,  $Sl=61mm$ ,  $Air=4.6\%$ ）を用いた。また、表-2は、本実験で使用了た材料の性質を示したものである。CFシートの接着方法は、試験体の面取りをし、プライマーを塗布してパテで表面処理を施したものにエポキシ樹脂系レジンを用いてせん断作用面に全面接着を行った。CFシートの接着方向は、せん断面に直角方向が長繊維方向と一致するようにした。

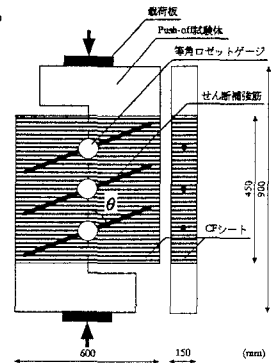


図-1 Push-off型試験体

表-1 実験条件

| Specimen | 鉄筋 | psw (%) | $\theta$ | シート枚数 |
|----------|----|---------|----------|-------|
| 70-0     |    | 0.406   | 70°      | 0     |
| 90-0     |    |         |          | 0     |
| 90-1     |    |         |          | 1     |
| 90-3     |    | 0.380   | 90°      | 3     |
| 90-5     |    |         |          | 5     |
| 110-0    |    | 0.406   | 110°     | 0     |
| 125-0    |    |         |          | 0     |
| 125-1    |    |         |          | 1     |
| 125-3    |    | 0.466   | 125°     | 3     |
| 125-5    |    |         |          | 5     |
| 125S-0   |    | 0.380   |          | 0     |
| 125S-1   |    |         |          | 1     |

psw:せん断補強筋比

#### 2.2 実験方法

載荷は、変形制御による漸次増加荷重とした。また、載荷板と球座の間にはテフロンシートを挟み変形を拘束しないようにした。載荷時の計測は荷重9.8kNごとに、せん断変位 $V_D$ 、目開き $H_D$ 、ひずみ（コンクリート、CFシート、せん断補強筋）を測定した。コンクリート、およびCFシートのひずみ測定は、打設面、型枠面にそれぞれ3箇所ずつ等角ロゼットゲージを配置した。配置位置は、せん断面中央に1つ、中央より上下150mm離れた所に1つずつである。また、補強筋のひずみ測定は、せん断面に配置した3本の補強筋のうち、中段の補強筋でせん断面の位置に上下に貼付したひずみゲージで行った。

### 3. 実験結果および考察

CFシートなし、1枚貼付試験体の最大せん断耐力を図-2に示した。シート貼付の有無に限らず、 $\theta$ が90°の試験体が1番大きいせん断耐力を示した。さらに、シートを貼付することによって、最大せん断耐力は増加した。本実験の場合、シートの補強量が多いため、3,5枚貼付試験体はせん断面での破壊とはならなかった。

CFシートを貼付しない試験体の場合、せん断面でひび割れが生じ破壊した。しかし、CFシートを貼付した試験体では、実験終了後シートを剥がしたところ、1枚貼付試験体ではせん断ひび割れおよび、その周辺で圧壊領域が確認された。これは、せん断力とCFシートによる拘束力の相互作用のためと考えられる。

表-2 使用材料の性質

|             |              |                          |                    |
|-------------|--------------|--------------------------|--------------------|
| コンクリート      | 圧縮強度         | : $f_c=27.3$             | N/mm <sup>2</sup>  |
| せん断補強筋      | 降伏強度         | : $f_y=341$              | N/mm <sup>2</sup>  |
| SD295A      | 引張強度         | : $f_t=514$              | N/mm <sup>2</sup>  |
| D10         | 弾性係数         | : $E_s=1.94 \times 10^5$ | N/mm <sup>2</sup>  |
| CFシート       | 引張強度         | : 3400                   | N/mm <sup>2</sup>  |
|             | 引張弾性率        | : $2.3 \times 10^5$      | N/mm <sup>2</sup>  |
| リベラック30     | 目付量          | : 300                    | g/mm <sup>2</sup>  |
| (MRK-M2-30) | 単位幅あたりのCF断面積 | : 1.67                   | cm <sup>2</sup> /m |

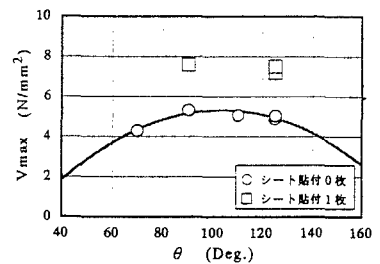


図-2 最大せん断耐力

図-3は、 $\theta$ が $90^\circ$ の場合の作用荷重下におけるせん断変位 $V_D$ と目開き $H_D$ の測定結果を示したものである。シート貼付なしの場合、最大耐力以降、急激に耐力が低下した。一方、シートで補強した場合、急激に耐力が低下することはなかった。また最大耐力までは、目開きが進むが、最大耐力以降、シートの拘束力によって、目開きよりもせん断変位が進む傾向が見られた。

図-4は、 $\theta$ が $90^\circ$ の場合の鉄筋ひずみを示したものである。ひび割れ発生までは、ひずみがほとんど生じず、ひび割れ発生後、ひずみが生じ、最大耐力時には降伏ひずみに達していた。また、シート補強した場合のひずみは、無補強のものに比べ少ない結果となった。例えば、荷重が350kNの時、1枚貼付のものは貼付しないものより、約63%少ないひずみ量の値となった。また、 $\theta$ が $125^\circ$ の場合も同じ傾向が見られ、シート補強で鉄筋ひずみが抑制されたものと考えられる。

図-5は、 $\theta$ が $125^\circ$ の場合のロゼットゲージの測定結果より得られた主引張ひずみ方向、およびせん断変位 $V_D$ と目開き $H_D$ の測定結果より得られた主変位方向を示したものである。ただし、シート貼付なしの場合の主引張ひずみ方向は、ひび割れ発生時にゲージが切れたため、その後の方向はわからなかった。図より、シート補強した場合の主引張ひずみ方向は、最大耐力時には $110^\circ$ 付近の方向を示した。一方、主変位方向は、シートなし場合、最大耐力時には $115^\circ$ 付近を示し、シート補強した場合、 $120^\circ$ 付近を示した。 $\theta$ が $90^\circ$ の場合も同じ傾向が見られた。

#### 4. まとめ

本実験では、Push-off型試験体を用い、CFシートによる補強が、せん断面を横切って伝達されるせん断応力に及ぼす影響について検討を行った。まとめると以下になる。

- (1) シート補強は、せん断耐力の向上を示し、最大耐力後の急激な耐力の低下を防ぐことができ、鉄筋ひずみが抑制されることがわかった。また、 $\theta$ が $90^\circ$ の場合が1番高いせん断耐力を示した。
- (2) 主ひずみ方向は、シートで補強した場合、 $\theta$ の違いに関わらず、最大耐力時には $110^\circ$ 付近を示した。一方、主変位方向は、シートを貼付しない場合、最大耐力時には $115^\circ$ 付近を示し、シートで補強した場合、 $120^\circ$ 付近を示す傾向が見られ、いずれも $\theta$ の違いによる影響はなかった。

今回の実験で、Push-off型試験体におけるCFシートせん断伝達機構の基礎的な見解は得られた。しかし、3,5枚試験体においては、せん断面での破壊はならなかった。今後、貼付方法などの検討を行った上で、X線造影法により、シート貼付したせん断面内部におけるせん断伝達性状の実験を行う予定である。

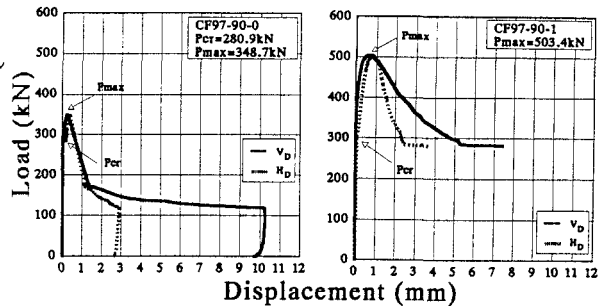


図-3 せん断変位,目開き

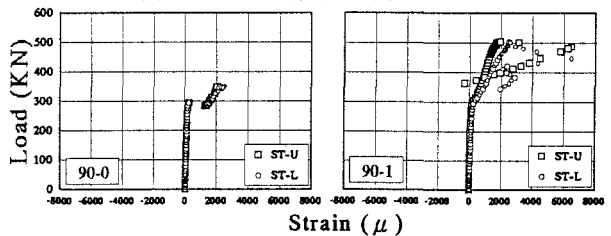


図-4 鉄筋ひずみ性状

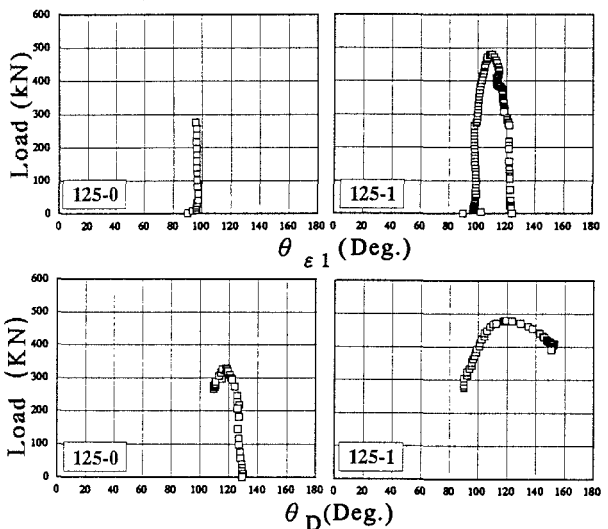


図-5 主引張ひずみ方向,主変位方向の性状