

## 純せん断力を受けるコンクリート要素における炭素繊維シートの補強効果

三菱化学産資株式会社 正会員 ○久部 修弘

山口大学 工学部 正会員 吉武 勇

山口大学大学院 学生会員 稲森 あゆみ

山口大学 工学部 正会員 浜田 純夫

## 1. はじめに

軽量で耐久性に優れた連続繊維シート貼付工法は、コンクリート構造物の有効な補強工法のひとつである。その中でせん断補強に関しては、主に棒部材を対象として連続繊維シートを完全閉塞型に巻き立てて評価した研究例が多く、このようなせん断補強に関する設計手法の提案は既になされている。しかしながら、連続繊維シートで補強したコンクリート面部材の強度・変形性状を定量評価した研究例は少なく、せん断力が作用する要素レベルにおいて、ひび割れ強度や終局強度、変形挙動等を評価することはコンクリート構造物の繊維シート補強を考える上で有用なデータになるものと考えられる。そこで本研究では、連続繊維シートのような補強材を含むコンクリート要素の純せん断挙動を定量化できる試験装置（以下「中型純せん断試験装置」と称す）を用い、炭素繊維シートによるせん断補強効果について実験的検討を試みた。

## 2. 中型純せん断試験装置

中型純せん断試験に用いるコンクリート供試体および載荷板を図-1に示す。載荷板には1枚あたり M12 の鋼製ボルト（埋設長 25mm）を千鳥状に計 17 本取り付けした。なお本研究では、この鋼製ボルト埋設箇所を内部にあるコンクリート要素（300×300×100mm）の取り付け部位として考えている。

一般的なアムスラー型載荷装置内に設置する中型純せん断試験装置（図-2）は、一軸圧縮荷重を回転載荷治具により 45°方向に配分し、純せん断力を与える構造としている。なおコ字状の載荷板内に、回転載荷治具をピン結合することで、せん断力以外の力ができるだけ作用しないよう配慮している。

コの字にした載荷板では、連続繊維シートを貼付する際にコンクリートおよび載荷板の表面が連続的になるため、接着領域の確保および同部位の接着補強が可能となる。さらに、連続繊維シートをコンクリート表面と同様に載荷板上に接着し、その上から鋼板とボルトで圧着することで連続繊維シートの定着性を確保した。

## 3. 実験条件

本研究で作製した供試体を表-1に示す。ここで、用いたコンクリート（W/C=45%）は、いずれも圧縮強度レベル 50N/mm<sup>2</sup> 程度のものである。本研究で採用した連続繊維シートは、表-2に示す力学性質を有する炭素繊維シート（以下 CFS）である。本研究では、CFS を主引張応力方向に対して 0°、15°、45°方向にそれぞれ供試体の表裏に各 1 層貼付した。

キーワード 炭素繊維、コンクリート要素、純せん断試験装置

連絡先 〒100-0005 東京都千代田区丸の内一丁目 8 番 2 号 三菱化学産資株式会社 TEL 03-5293-6640

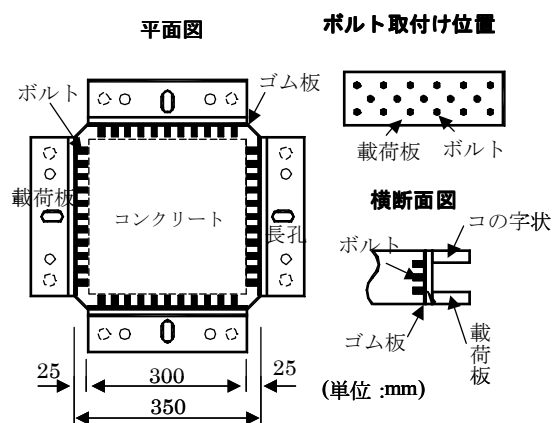


図-1 純せん断試験用供試体

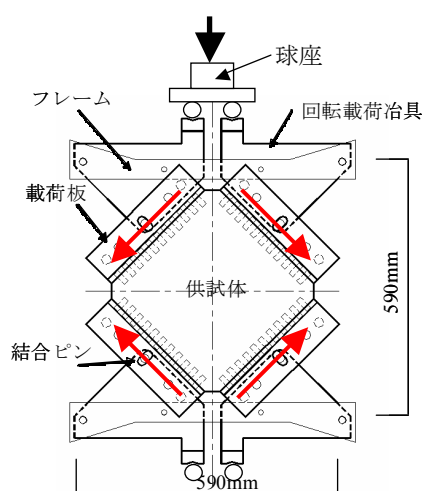


図-2 中型純せん断試験装置

#### 4. 純せん断破壊特性

無補強の N-S 供試体は、ほぼ中央断面に縦ひび割れ 1 本が発生・進展による脆性的な劈開破壊であった。ここで、N-S 供試体の表裏面において x-y 方向に生じた主ひずみの計測値を図-3 に示す。これにより、除荷時の残留ひずみ成分もほとんどなく、x-y 方向の主ひずみ(x: 引張, y: 圧縮)の大きさはほぼ等しいことから、理想的な純せん断応力状態にあることが窺えた。一方、CFS を貼付した供試体は、いずれも N-S 供試体と同様に縦ひび割れが発生したが、その後断続的なシート剥離音とともに破壊が進行し、定着部手前まで剥離が進行していく破壊形態であった。

#### 5. CFS 補強供試体の補強効果

コンクリートの各強度試験結果を表-3 に示す。この結果に示すように CFS 貼付によって純せん断強度の向上がみられた。図-4 に供試体に添付した CFS の(繊維)角度と純せん断補強効率の関係を示す。なお、純せん断補強効率とは、(1)式に示すように主引張方向に対して CFS の(繊維)角度を平行(0°)に配したときを 1.0 とし、無補強のとき(≒繊維角度 90°)を 0.0 とした。

$$R_s = \frac{Q_\theta - Q_{90}}{Q_0 - Q_{90}} \quad (1)$$

ここで、 $R_s$ : 純せん断補強効率

$Q_\theta$ : CFS が主引張方向に対して  $\theta$  の角度をなすときの純せん断強度

$Q_{90}$ : 無補強時(≒繊維角度 90°)の純せん断強度

$Q_0$ : CFS が主引張方向に対して 0°の角度をなすときのせん断強度

また、図中に併記した曲線( $\cos\theta$ )は、角度を有する CFS の主引張応力方向成分を三角関数で表したものである。この CFS の主引張応力成分と実験結果を比較すると、CFS が主引張応力方向となす角度が大きくなるほど、純せん断補強効率が低下する傾向にあった。特にひび割れ発生時より最大荷重時の方が、より顕著な傾向がみられた。この繊維方向とせん断補強効果の関係については、いっそうのデータの蓄積し、定量化を図る予定である。

#### 6. まとめ

- (1) CFS を貼付したコンクリート要素においても、縦ひび割れが発生し、その後繊維の剥離が進行することで、終局的な純せん断破壊を示した。
- (2) CFS でコンクリート要素を補強することによって、ひび割れ発生荷重および破壊荷重が増加した。
- (3) CFS が主引張応力方向となす角度が大きくなるほど、せん断補強効率が顕著に低下する傾向がみられた。

表-1 中型純せん断試験用供試体

| 供試体     | 寸法            | 補強材     | 層数     | 角度  |
|---------|---------------|---------|--------|-----|
| N-S     |               | —       | —      | —   |
| CF-S-0  | 300×300×100mm | 炭素繊維シート | 表裏面各1層 | 0°  |
| CF-S-15 |               |         |        | 15° |
| CF-S-45 |               |         |        | 45° |

表-2 炭素繊維シートの力学性質

|                            |      |
|----------------------------|------|
| 繊維目付量(g/m <sup>2</sup> )   | 200  |
| 引張強度(N/mm <sup>2</sup> )   | 3400 |
| ヤング係数(kN/mm <sup>2</sup> ) | 245  |

表-3 コンクリートの強度試験結果 (N/mm<sup>2</sup>)

| 供試体     | 圧縮   | 割裂引張 | 純せん断  |
|---------|------|------|-------|
| N-S     | 49.6 | 3.23 | 2.54  |
| CF-S-0  | 48.6 | 3.89 | 3.33※ |
| CF-S-15 | 54.2 | 5.12 | 3.29※ |
| CF-S-45 | 49.4 | 3.09 | 2.87※ |

※ ひび割れ発生荷重から換算

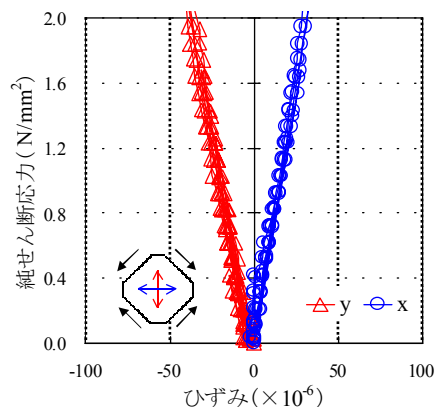


図-3 純せん断応力-主ひずみ(N-S 供試体)

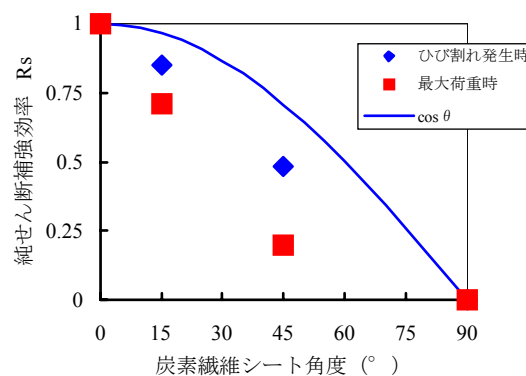


図-4 CFS の純せん断補強効率