

# 炭素およびアラミドシートがせん断伝達性状に及ぼす影響の基礎検討

日本大学大学院 学生員 角田 勝博  
日本大学工学部 正会員 原 忠勝

## 1. はじめに

現在、構造物に対して品質保証を求めるようになり、維持・管理の重要性も高くなってきた。ここでは、補修・補強材料としてのシート状繊維のせん断補強材への使用を目的として、炭素、およびアラミドシートを取り上げ、せん断面でのせん断伝達性状に及ぼす影響について、Push-off 型試験体を用いて検討を行なったものである。

## 2. 実験概要

### 2.1 試験体および実験条件

図 - 1 は、本実験に用いた試験体について示したものである。試験体はPush-off 型で、高さ900×幅600×奥行き150mmで、せん断面を150×450mmとし、D10を3本せん断補強筋とし、125mm間隔で配置したものである。実験条件は、表 - 1 に示すように、せん断補強筋の角度 ( $s$ )、シートの種類、貼付の有無、を組合せた合計7条件である。なお、シート貼付角度 ( $CF, AF$ ) はすべて90°であり、炭素シートについては、せん断面と長繊維方向が直角に交わるように貼付した。コンクリートには、普通セメントを用いたレディーミクストコンクリート ( $G_{max} = 20\text{mm}$ ,  $SI = 103\text{mm}$ ,  $Air = 4.0\%$ ) を用いた。また、表 - 2 は、本実験で使用した材料の性質について示したものである。シートの貼付は、CFルネサンス工法マニュアル[1]、およびアラミド補強研究会のマニュアル[2]を参考にして行ったものである。

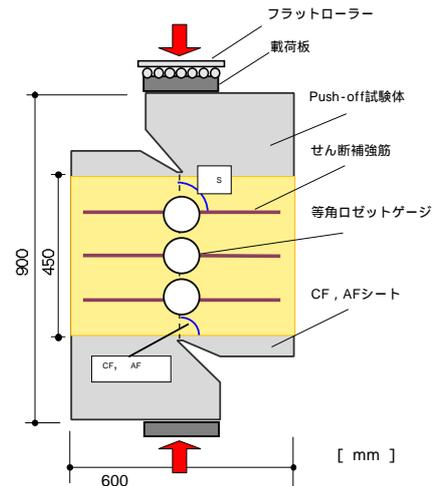


図 - 1 試験体形状

表 - 1 実験条件

Specimen	補強筋	$P_{sw}$ (%)	$s$	$CF, AF$	シート枚数
70-0-0	3 × D10	0.406	70°	—	0
90-0-0		0.380	90°	—	0
110-0-0		0.406	110°	—	0
125-0-0		0.466	125°	—	0
C-90-90-1		0.380	90°	90°	1
C-125-90-1		0.466	125°	90°	1
A-90-90-1		0.380	90°	90°	1

表 - 2 使用材料の性質

コンクリート :		せん断補強筋 (SD295, D10) :	
$f'_c = 25.1$	N/mm <sup>2</sup>	$f_y = 357$	N/mm <sup>2</sup>
$f_t = 2.70$	N/mm <sup>2</sup>	$f_t = 510$	N/mm <sup>2</sup>
$E_c = 2.10 \times 10^4$	N/mm <sup>2</sup>	$E_s = 1.95 \times 10^5$	N/mm <sup>2</sup>
炭素シート	引張強度	: 3400	N/mm <sup>2</sup>
	引張弾性率	: $2.30 \times 10^5$	N/mm <sup>2</sup>
	単位幅あたりCF断面積	: 1.67	cm <sup>2</sup> /m
	繊維目付量	: 300	g/m <sup>2</sup>
アラミドシート	引張強度	: 2060	N/mm <sup>2</sup>
	引張弾性率	: $1.18 \times 10^5$	N/mm <sup>2</sup>
	繊維目付量	: 415	g/m <sup>2</sup>

### 2.2 実験方法

試験体への荷重は、変形制御による漸次増加荷重とした。また、外部から受ける摩擦による拘束を防ぐため、上部の載荷板と球座との間にフラットローラーを配置した。計測は、荷重10kNごとに鉛直と水平変位を、また、コンクリート、炭素、アラミドシート、およびせん断補強筋のひずみをそれぞれ測定した。コンクリート、およびシートのひずみ測定は、試験体の両面にそれぞれ3箇所ずつ貼付した等角口セットゲージで行った。なお、配置位置はせん断面中央に1つ、中央より上下100mm離れた所に1つずつ配置した。また、せん断補強筋のひずみ測定は、せん断面に配置した3本の補強筋の内、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。

### 2.3 実験結果および検討

図 - 2 は、 $s = CF = AF = 90^\circ$  のせん断耐力と鉛直変位について示したものである。シート無の場合、最大耐力以降急激に耐力が低下した。一方、シート補強を行った場合、急激に耐力が低下することはなかった。また、 $s = 125^\circ$ ,  $CF = 90^\circ$  時についても同様の傾向を示した。

キーワード：連続繊維補強シート，せん断伝達，Push-off試験，炭素シート，アラミドシート

連絡先：福島県郡山市田村町徳定字中河原1 TEL・FAX 024-956-8721

図 - 3 は、シート無， $\theta_s = 90^\circ$  の主引張ひずみ  $\epsilon_1$  および主変位方向  $\theta_D$  を示したものである。ひび割れ発生荷重時での  $\epsilon_1$  と  $\theta_D$  は、ほとんど同じであつが、その後、変位が急激に動き、 $\theta_D$  は  $120^\circ$  付近の方向に進んでいった。また、 $\theta_s = 125^\circ$  についても、ほぼ同様の傾向を示した。

図 - 4 は、 $\theta_s = \theta_{CF} = \theta_{AF} = 90^\circ$  の  $\epsilon_1$  について示したものである。シート無、およびシート補強を行った場合の主引張ひずみ方向は、初期ひび割れ発生時、せん断面に対して  $100^\circ$  付近の方向を示し、その後、シート補強の場合は、最大荷重時に  $110^\circ$  付近の方向を示した。また、炭素シートに比べアラミドシートの角度が大きかったことは、繊維の違い（剛性）の影響であると考えられる。

図 - 5 は、各試験体の最大せん断耐力を示したものである。また、既往の実験のCF97シリーズ結果についても示した。図に示すように、本実験のシート無の場合、 $\theta_s = 110^\circ$  の試験体が一番高いせん断耐力を示した。シート貼付試験体については、シート無のものに比べ高いせん断耐力を示し、さらに、アラミドシートよりも炭素シートで補強した方が高いせん断耐力を示した。例えば、 $\theta_s = 90^\circ$  時の最大せん断耐力は、シート無のものに比べ、アラミドシートが約48%、炭素シートが68%高い値となった。このことは、シートの弾性率に影響していると思われる。

また、実験後のせん断面の状態は、シートによる補強を行った場合、せん断ひび割れと、その周辺でせん断力とシートの拘束力との影響による圧壊領域が確認された。

### 3. まとめ

本実験は、補修・補強材料としてのシート状繊維のせん断補強材への使用を目的とし、せん断面でのせん断伝達性状に及ぼす影響について検討を行った。まとめると以下ようになる。

(1) シート無の場合、 $\theta_s = 110^\circ$  の試験体が一番高いせん断耐力を示し、シート補強を行った場合、最大荷重後、急激な耐力低下は生じず、耐力は増加した。また、アラミドシートより炭素シートの方が高い耐力を示した。

(2) 主引張ひずみ方向は、初期ひび割れ発生時において、シート貼付の有無に関わらず、ほぼ  $100^\circ$  付近を示し、最大荷重時は、シート補強した試験体は  $110^\circ$  付近を示した。

(3) 炭素シートの方がアラミドシートに比べ弾性率が高いため、せん断に対して有効であることが示された。

今後は、本実験から得られたいくつかの反省点を踏まえ、シート補強を行った場合の内部のせん断伝達性状について、X線造影法を用いて実験を行っていく予定である。

### 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]
- [2]アラミド補強研究会：アラミド繊維シートによる鉄筋コンクリート橋脚の補強工法 設計・施工要領（案），第1版，平成9年8月

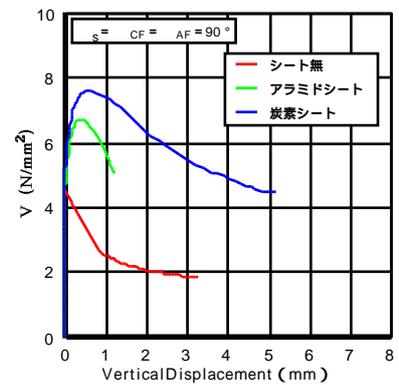


図 - 2 鉛直変位

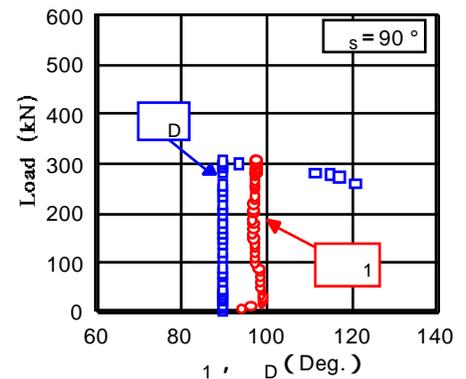


図 - 3 シート無の主引張ひずみと主変位性状

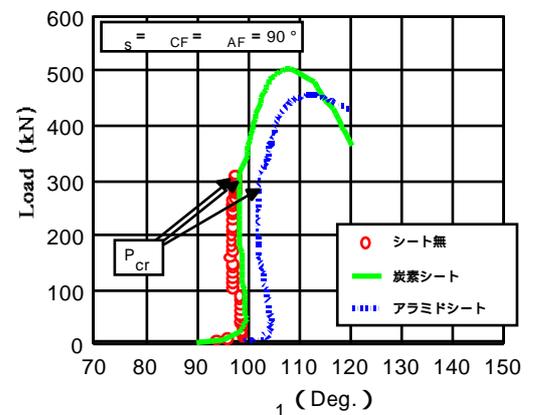


図 - 4 主引張ひずみ方向の比較

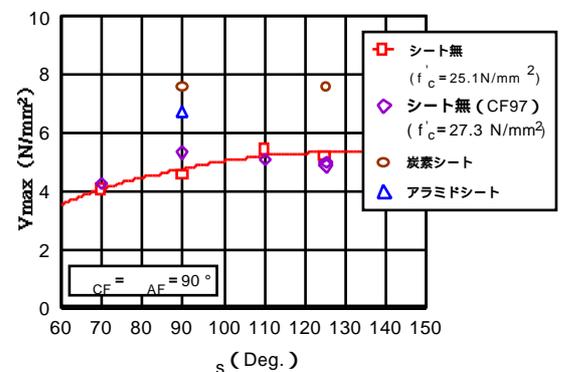


図 - 5 最大せん断耐力