

炭素繊維／ビニロン複合シートによるコンクリート部材のせん断補強に関する基礎的研究

倉敷紡績（株） 正会員 ○堀本 歴
金沢工業大学 正会員 宮里 心一
藤村ヒューム管（株） 正会員 保倉 篤

1. はじめに

コンクリート構造物の連続繊維補強に関する研究は多岐にわたり行われている。我々は、繊維の方向を任意に設定して編成でき、さらにはその繊維層を複数層積層可能な「多軸繊維シート」に着目し、コンクリート部材の補強性能に関する基礎的研究を行ってきた¹⁾。本研究では、炭素繊維／ビニロンハイブリッド多軸シートによるせん断補強に関する基礎的研究を行い、補強性能についての評価を行った。

2. 実験概要

コンクリートの示方配合を表-1に示す。普通ポルトランドセメント，最大寸法 20mm の粗骨材を用い，W/Cを 50%とした。図-1に供試体概要図を示す。φ13mm の鉄筋をかぶり厚 20mm で3本配筋した。

28日間水中養生後，グラインダーによる表面処理を施し，エポキシ樹脂系プライマーを塗布した。翌日まで養生の後，エポキシ樹脂を用いて繊維シートを貼り付けた。尚，繊維シートは供試体側面の載荷スパン内側に貼り付けた。また，図-1(b)に示すように変位計，ひずみゲージ，π型変位計を取り付け，ひずみ，変位量の測定を行った。

実験ケースを表-2に示す。例えば，CF90/VF45は，炭素繊維 90° 層とビニロン±45° 層の3層からなるシートであり，炭素繊維側をコンクリート供試体に貼り付けたケースである。尚，繊維の編成角度は主鉄筋に平行な角度を 90° として表している。また，各繊維の特性を表-3に示す。

3. 実験結果と考察

表-4に試験結果を示す。N（基準）の強度が 98kN に対し，繊維補強したケースでは 150kN 程度となり，繊維シートによる補強効果が認められた。しかし，何れのケースについても繊維の破断ではなく，シートのはく離によって終局に至った。従って，最大荷重としては各々の実験ケース，つまり繊維の種類や編成角度の特徴が現れにくい結果となった。

表-1 コンクリート示方配合

Gmax (mm)	W/C (%)	細骨材率 (%)	単位量(kg/m ³)			
			W	C	S	G
20	50	44.85	180	360	782	970

スランプ 3.5cm ，空気量 2.0%

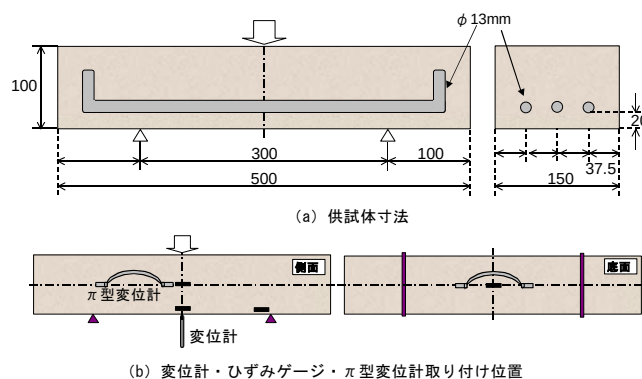


図-1 供試体概要図（単位 mm）

表-2 実験ケース

実験ケース	繊維シート編成条件
CF90 / VF45	内：CF90° (220g/m ²) ／外：VF±45° (各 312g/m ²)
VF45 / CF90	内：VF±45° (各 312g/m ²) ／外：CF90° (220g/m ²)
CF45 / VF90	内：CF±45° (各 222g/m ²) ／外：VF90° (220g/m ²)
VF90 / CF45	内：VF90° (220g/m ²) ／外：CF±45° (各 222g/m ²)
N（基準）	未補強供試体

CF：炭素繊維 ， VF：ビニロン

キーワード 多軸繊維シート，繊維補強，ハイブリッドシート，せん断試験

連絡先 〒572-0823 大阪府寝屋川市下木田町 14-5 倉敷紡績（株）技術研究所 TEL 072-823-8145

シートのはく離については、写真—1 に示すようにスパン中央部からのはく離するタイプと、端部からのはく離するタイプがみられた（はく離箇所を白色斜線でマーク）。端部からのはく離については、比較的広範囲にはく離が発生し、直ちに荷重低下に至る様子が観察された。この様子は、炭素繊維を 90° 方向に編成したシートにみられた。一方で、ビニロンを 90° 方向に編成したタイプでは中央部からのはく離がみられ、変位の増加に伴い徐々にはく離が進展して終局に至る、靱性的な破壊となった。これらの結果は、繊維の弾性率に関係しているものと考えられる。つまり、ビニロンは弾性率が小さく、供試体中央に生じたひずみを吸収しながら徐々にはく離していると考えられる。別途報告している炭素繊維の 3 軸シートによるせん断補強¹⁾と比較すると、靱性的な破壊により終局に至るという点でビニロンの特徴が大きく現れる結果となった。

尚、供試体の破壊性状に関しては、**N**（基準）がせん断破壊したのに対し、シート補強した供試体では曲げひび割れと推測できるひび割れが観察された。

図—2 に荷重—変位曲線を示す。**CF90 / VF45**、**VF45 / CF90** は **N**（基準）とほぼ同等の変位量で耐荷重が増加していることがわかる。**CF45 / VF90**、**VF90 / CF45** は荷重の増加が緩やかになった後も、最大荷重付近を保った状態で変位が大きくなる曲線となった。この荷重—変位曲線とシートのはく離状態を照らし合わせると、端部からのはく離が観察されたケースでは急激な耐力低下となり、中央部から徐々にはく離の進展するケースでは変位量が大きく靱性的な破壊となる、と言及することができる。

4. まとめ

炭素繊維／ビニロンハイブリッド多軸シートを供試体側面に貼り付けることで、せん断補強効果のあることがわかった。

さらにハイブリッドタイプの特徴として、脆性破壊を抑制した補強性能のあることがわかった。

参考文献

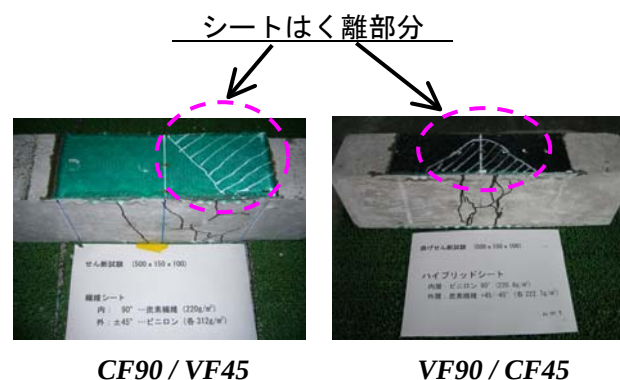
- 1) 堀本 歴，宮里 心一，保倉 篤：多軸繊維シートによるコンクリート部材の補強に関する基礎的研究，コンクリート工学年次論文集，Vol.27，No.1，pp.343-348，2005 など

表—3 シート材料（繊維）の特性

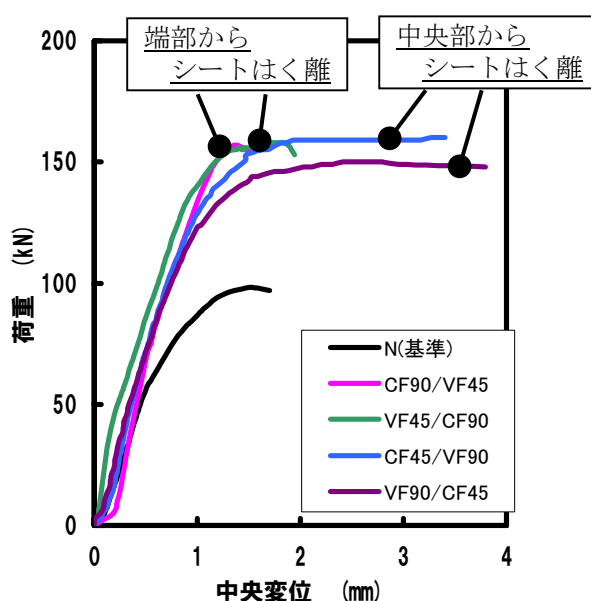
	密度 (g/cm ³)	引張強度 (GPa)	引張弾性率 (GPa)
炭素繊維	1.82	4.1	235
ビニロン	1.30	1.3	26

表—4 試験結果

実験ケース	最大荷重 (kN)	最大荷重時 中央変位 (mm)	シート はく離
CF90/VF45	166	1.3	端部
VF45/CF90	150	1.5	端部
CF45/VF90	141	2.1	中央部
VF90/CF45	167	3.9	中央部
N（基準）	98	1.5	—



写真—1 曲げ破壊状況



図—2 荷重—変位曲線