

## 論文 CF シートを用いた特殊補強を含む RC 柱の剪断抵抗性能

城 攻<sup>\*1</sup>・後藤康明<sup>\*2</sup>・北野敦則<sup>\*3</sup>・余湖兼右<sup>\*4</sup>

**要旨:**本研究では炭素繊維シートを用いた RC 角柱の剪断補強方法のうち, 建築物に特有のビロティ柱や, 窓サッシによって閉鎖形にシートを巻けない柱を対象にして, 円形断面化補強や分離巻き補強等の特殊な補強方法における剪断抵抗性能に及ぼす影響要因について実験的検討を行った。その結果, 1)増打ちコンクリートによる円形断面化を併用した全面閉鎖巻き付けによる補強効果は極めて高いこと, 2)分離巻き付け補強では剪断耐力・変形能力共に効果が期待し難いこと, 3)部分閉鎖及び混合巻き付けでも全面閉鎖形相当の補強効果が期待できること, などを明らかにした。

**キーワード:**RC 柱, 補強, 炭素繊維シート, 剪断破壊, 円形断面, 閉鎖形, 非閉鎖形

## 1. はじめに

既存建築構造物の補強工事は, 居住者の日常生活を損なうことなく施工できることが望まれるため, 騒音や振動が出ず, 軽量で運搬しやすく, コンクリート打設を不要とする炭素繊維(以下 CF)シートの利用が期待されている。著者らは既に CF シートの全面全周巻き付けによる RC 柱の剪断強度に及ぼすアスパン・軸力等の関係を明らかにして来た<sup>1)</sup>。本稿ではこれらの成果を発展させて, 角柱における CF シートの補強効率を上げるために円断面柱に修正する方法と, 建築物に多く見られる付帯壁や開口部サッシによって全周を閉鎖形に巻くことの出来ない柱の剪断補強方法の実用化について実験的に検討を行った。

## 2. 実験概要

## 2.1 試験体概要

表-1 に試験体一覧, 図-1 に試験体概要及び配筋図を示す。補強前の全試験体の RC 柱部分は同一のものを使用し, 実寸の 1/3~1/2 を想定した縮小模型である。断面は正方形 300 mm × 300 mm, 柱高さは 600 mm(アスパン比=1.12), 柱主筋は 12 × D16(p<sub>g</sub>=2.65%, SD685)の高補強, 帯筋は □-6 φ @150(p<sub>w</sub>=0.124%, SR295)の低補強, コンクリート設計強度は 20MPa の低強度を使用し, 剪断破壊先行型に設計している。試験

機の都合で加力スタブを含む全体形状は梁形であり, 本報告の試験体は全て無軸力ではあるが, 柱を想定している。実験変数は, 柱断面修正形状[円形化(-AC), 幅広化(-RT)], CF シート閉鎖形状[全面閉鎖形(-A-), 部分閉鎖形(-SA-), 閉鎖分離混合形(-SU-), 全面分離形(-U-)], シート端部帯板定着(-FB)であり, これらの組合せで 8 体の試験体を製作した。

断面形状修正型の円断面柱:BS-3A-AC は, 角柱に外接する太径塩ビパイプを型枠としてモルタルを縦打ちした。幅広柱:BS-3U-RT は, 柱の加力面(図-1C 参照)に厚さ 100mm のコンクリートを打設したもので, 断面増加による剪断耐力上昇に加えて, 後述の CF シート定着長を割増す目的がある。増打ち部内はいずれも無補強であり, 増打ち部との接合面強度を高めるために 5mm の荒砂をエポキシ接着した後に打設した。

CF シートは, 試験体柱表面を研磨し, 柱コーナー部を r=20mm に面取りした後(幅広形は増打ち部のコーナー, 円形は不要), エポキシ系下地剤を塗布し下地剤が硬化した後に, 30mm 幅のシートを 50 mm ピッチで 3 層に柱部分に巻き付ける方法を基本とした。1 周毎のシート端部は相互に 100mm を重ね継ぎ手としている。BS-6SA 以外の帯状補強は, 亀裂観察の目的であり, 実際の構造体では全面補強となる。全面閉鎖形:BS-3A は全段の CF シートを閉鎖形に巻き付けたもので, シート

\*1 北海道大学大学院 教授

工学研究科社会基盤工学専攻

, 工博(正会員)

\*2 北海道大学大学院 助教授

工学研究科社会基盤工学専攻

, 工博(正会員)

\*3 北海道大学大学院 助手

工学研究科社会基盤工学専攻

, 工修(正会員)

\*4 (株)エヌ・ティ・ティ ファシリティーズ

, 工修(非会員)

表-1 試験体一覧 (断面寸法:mm)

試験体名	柱断面	CFシート補強法	実験変数		$\sigma_B$ (MPa)
			備考		
BS	正方形	無補強	帯筋 $\phi$ -6 $\phi$ 150, $p_w=0.12\%$ 共通		18.9
BS-3A	300x300		基準補強試験体		18.2
BS-3A-AC	円形化 $\phi$ 424	全面閉鎖形	4面にモルタルを円断面状に増打ち		21.1
BS-3U-RT	幅広化 500x300	全面分離形	両加力面に100mm厚のコンクリート増打ち後にシート補強		20.8
BS-3U			直交面に60mm幅分離帯を想定		18.2
BS-3SU	正方形	閉鎖・分離	閉鎖2段・分離2段の繰返し		24.4
BS-3SU-FB	300x300	混合形	分離形CFシート端に帯鋼板縦貼		20.0
BS-6SA		部分閉鎖形	6層x60mm幅CFシートを3段巻付		19.4

共通:柱高=600mm,M/Qd=1.12,軸力比=0,CFシート3層(BS-6SAは6層), $p_f=0.13\%$

表-2 使用材料の力学的特性:

セメント系	$\sigma_B$ (MPa)	$\epsilon_{max}$ (%)	$E_{1/3}$ (GPa)	$E_{2/3}$ (GPa)
柱コンクリート(BS)	18.9	0.260	19.3	15.4
増打コンクリート	22.0	-	-	-
増打モルタル	35.4	-	-	-
鉄筋	$\sigma_y$ (MPa)	$\epsilon_y$ (%)	$\sigma_{max}$ (MPa)	伸び(%)
主筋D16(SD685)	767	0.376	929	11.7
帯筋 $\phi$ 6(SR295)	367	0.171	523	20.3
炭素繊維シート	設計強度:3480MPa,設計弾性率231GPa,破断伸び1.5%,その他は文献1)参照			

(注)材料試験によるCFシート破断強度は3330~3690MPaの範囲にあり、その平均値は3470MPaとなつて表中の設計強度とはほぼ一致する

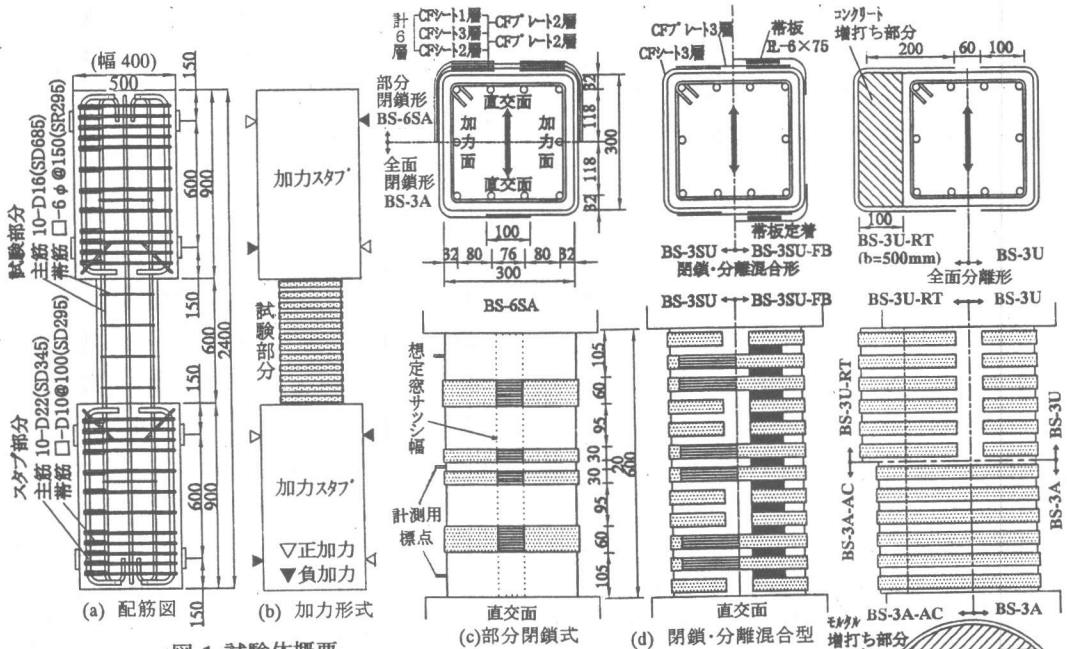


図-1 試験体概要

補強比  $p_f=0.13\%$  であり、その剪断耐力は他の補強方法の目標値となる基準補強試験体である。全面分離形は、柱の加力直交面(図-1C 参照)に幅 60mm の付帯壁または開口部サッシがあることを想定したもので、CF シートは両直交面に 100mm の定着長を有するコの字形に 2 分して貼り付けている(但し BS-3U-RT の定着長は 200mm)。閉鎖分離混合形および部分閉鎖形は、2 分して貼り付けられたシートを、上記開口部サッシと柱面との隙間に CF プレートを部分的に挿入して相互に緊結する方法である。この CF プレートは、予め所定の層数の帯状 CF シートをエポキシ接着して固めたもので、その層数とコの字シートとの接合方法は図-1 に併記している。閉鎖分離混合形のうち BS-3SU は、2 段おきに 2 本の帯シートを CF プレートで緊結し、BS-3SU-FB は帯鋼板を用いて、非閉鎖帯シートの力を CF プレートに伝

える方式であり、伝達力による帯板の剥離を避けるために直交方向に補助用のシート 1 層分を追加した。また部分閉鎖形:BS-6SA は、閉鎖された全 3 段のみにシートを集約し、加力方向の補強シート全量が他の試験体と等しくなるように 6 層巻きx60mm 幅としたものであり、シートと CF プレートの継手耐力をあげるためにフィンガー・ジョイントとした。なお、中段は計測用標点を避けるために 20mm のスリットを開けている。表-2 に使用した各材料の力学特性を示す。

## 2.2 加力および計測

加力方法は、大野式逆対称加力による柱断面の一主軸方向への変位漸増正負繰返し静的加力とし、

軸力は導入していない。加力プログラムは、層間変形角  $R=1/500\text{rad}$  で  $\pm 1$  回,  $R=1/200, 1/100, 1/50, 1/33, 1/20\text{rad}$  で各  $\pm 2$  回繰り返す, 最後に  $+1/17$  の加力を行った。加力制御に用いた層間変形角は、両側加力スタブの柱側端部に埋め込まれた標点に取り付けた計測フレーム先端部の変位計 4 個(両スタブ×両面)の平均値である。計測は、アクチュエータ荷重、柱層間変形、柱各部の 2 方向変位、剪断変形と、柱主筋、剪断補強筋、炭素繊維シートの各歪度である。

### 3. 破壊状況

図-2 に最終破壊状況を示すが、いずれの試験体も剪断破壊で耐力に至った。剪断初亀裂発生部材角は、BS-3U-RT を除いて  $R=\pm 1/500\text{rad}$ (以降  $R=\pm 1/500\text{rad}$  を省略)前後であった。

#### 3.1 全面閉鎖形試験体

無補強試験体:BS は、2 サイクル目に柱端部に約  $45^\circ$  方向の剪断初亀裂が発生した。6 サイクル目  $1/50$  に向かう途中で下部  $45^\circ$  方向亀裂が拡幅すると共に帯筋が降伏し、亀裂先端が上部圧縮域に伸展して最大耐力に達し、被りコンクリートが剥落しながら耐力が低下した。全面閉鎖形基準試験体:BS-3A は 2 サイクル目、約  $1/500$  で対角線上に剪断初亀裂が発生し順次これに平行な斜め亀裂が全域に生じて帯筋も降伏し、 $1/50$  で最大耐力に達した。その後の変形でもシートの破断は見られないが、コンクリートの隅角部斜め圧壊で徐々に耐力が低下した。円形断面化柱:BS-3A-AC は、表面モルタルに対角線角度に近い約  $60^\circ$  の斜め亀裂が発生し、凡そ  $1/100$  でこれに平行する斜め亀裂が多数発生して帯筋降伏が開始した。耐力は更に上昇して  $+1/50$  と  $-1/33$  で柱筋が降伏し、 $1/20$  まで耐力を維持したが、剪断亀裂の拡幅と増し打ち円弧端部モルタルの剥落が顕著になった。

#### 3.2 全面分離形試験体

コ字の字形に分離巻き付けした BS-3U は、加力面では柱端部の斜め亀裂が多く、 $1/200$  で帯筋の降伏が開始した。直交面では  $1/300\sim 1/200$  でシート先端部に沿って発生した縦亀裂が  $1/100$  で柱全長に貫通して浮き上がりが一部で開始し、 $1/50$  で被りコンクリートがほぼ全長に亘って観音開き状に剥離して耐力が激減

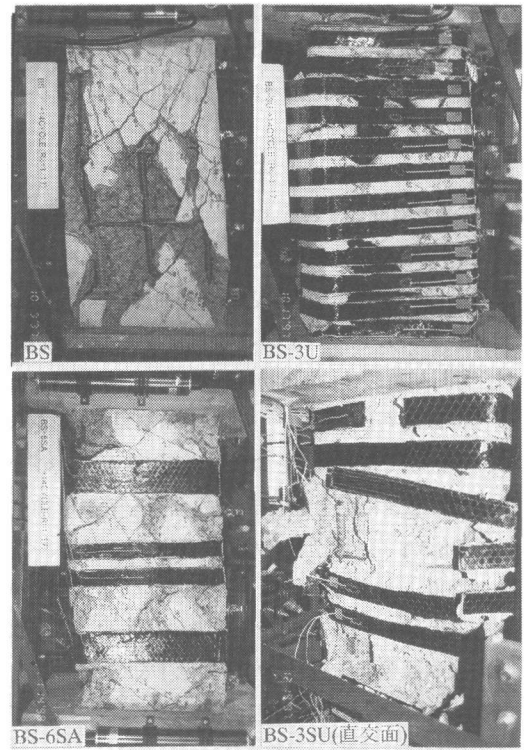


図-2 最終破壊状況

した。幅広長方形断面に分離巻き付けした BS-3U-RT は、加力面では亀裂の発生が少なく、帯筋も  $1/100$  を越えてから降伏した。直交面のシート先端部縦亀裂発生は BS-3U より遅く  $1/100$  で開始したが、 $1/50$  で全長に貫通すると共に被りコンクリートが観音開きして耐力を失った。BS-3U に比べて耐力は増大したが、変形性能は同じであった。実験終了後、加力面では増打ち部との接合面で分離していたことが分かった。

#### 3.3 閉鎖分離混合形および部分閉鎖形試験体

閉鎖分離混合形の BS-3SU は、 $1/50$  に向かう途中で中段の CF プレートとシートとの接合面が剥離して最大耐力となった。その後、接合部を全て補強して加力を続行した結果、分離部の破壊が顕著となって耐力低下は避けられないが、BS-3U ほど激しくなかった。 $-1/25$  で補強後のシート接合面の剥離が生じた。帯鋼板で分離形シート端部を定着した BS-3SU-FB は、 $1/50$  で最大耐力となるが  $1/33$  でも耐力低下は僅かであり、分離巻き付けシートの定着力を帯鋼板によって閉鎖部に伝達する効果が認められた。 $1/25$  に向かう途中で CF プレートが帯板から剥離して耐力を大きく失った。部分

閉鎖形の BS-6SA は、1/33 で最大耐力を示し、その後の変形増大で無補強部での剪断亀裂の拡幅とコンクリートの圧壊によって徐々に耐力は低下するが、シートの破断は見られなかった。

#### 4. 荷重変形関係

##### 4.1 全面閉鎖形試験体

柱剪断力  $Q$  と部材角  $R$  との履歴曲線を試験体 BS および BS-3A について図-3 に例示する。無補強 BS は、剪断初亀裂後に剛性が低下し、約 1/200 でほぼ耐力の頭打ちとなってループ形状も剪断スリップ形を示し、約 1/70 で帯筋降伏と共に最大耐力となり 1/30 に向かって急速に耐力を失った。柱全面を閉鎖形補強した BS-3A は、剪断初亀裂後の剛性低下は小さく、約 1/200 で顕著な剛性低下と剪断スリップが現れるが耐力は上昇を続け、1/50 で正負共に最大耐力に至り、耐力後は直線的に緩やかな耐力低下を示した。

次に  $Q$ - $R$  履歴曲線の包絡線をスケルトンカーブとして試験体相互に比較して図-4 に示す。縦軸は  $\sqrt{\sigma_B}$  で除してコンクリート強度  $\sigma_B$  の相違による影響を少なくしている。BS-3A は剪断亀裂の発展に伴って CF シートが応力を負担するため、BS に対して約 1.7 倍の最大耐力増大とそれ以降の耐力低下割合が少なく、全面閉鎖形補強効果が有効であることを示している。BS-3A-AC は断面増加のため初期剛性も高く主筋降伏によって耐力に達しているが、剪断亀裂による降伏前の剛性低下が大きいため降伏時変形が大きい。降伏後も剪断変形が顕著となり剪断破壊に至ったが、断面積の増大比率以上の耐力増大を示し、円形断面化による CF シートの高率利用が期待できる。

##### 4.2 全面分離形試験体

BS-3U は正負加力とも 1/100 までは BS-3A と同様の推移を示すが、その後、正加力時では直交面縦亀裂の開始に対応して剛性が低下し 1/50 の直前で直交面コンクリートが剥離したため耐力が激減した。この影響で負加力時は結果として 1/100 が最大耐力となる正負非対称な推移を示すなど、最大耐力・変形能力共に BS-3A に及ばない。BS-3U-RT は、増し打ちコンクリートによる一定の耐力増大分を 1/200~1/50 の区間で BS-3U の  $Q$ - $R$  曲線に加えた推移を示し、その後は

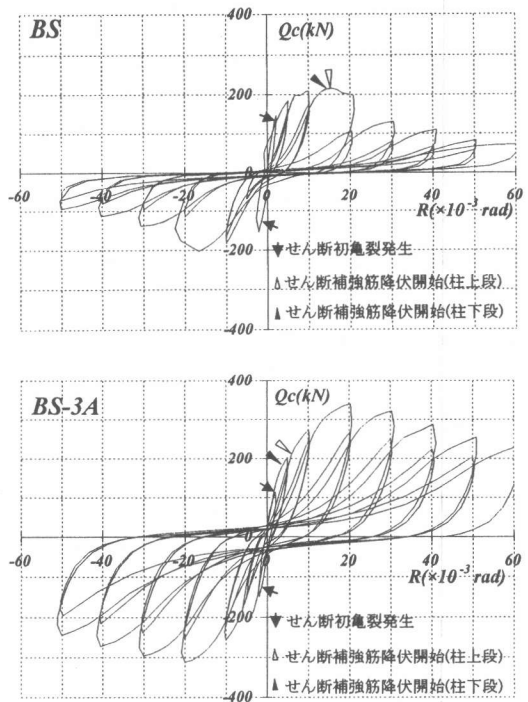


図-3 柱剪断力(Q)-柱部材角(R)履歴曲線

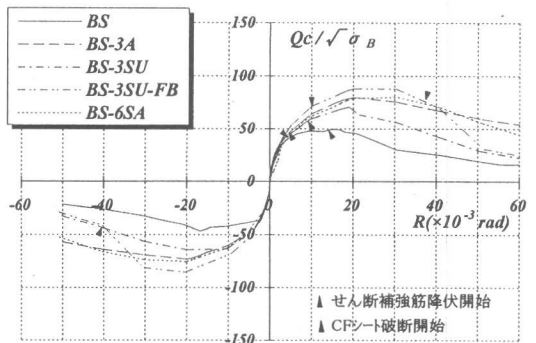
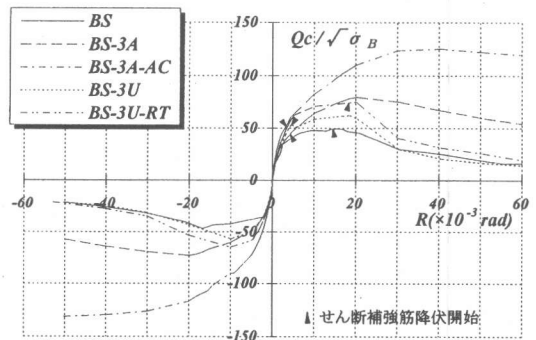


図-4 Q-R 包絡線の比較

増し打ち部の剥落によって BS-3U に近づく傾向を示した。BS-3A に比べて定着部破壊前の 1/50 より小さな変形では同等以上の性能を示すが、定着部破壊後は逆に性能が低くなる。

#### 4.3 閉鎖分離混合形および部分閉鎖形試験体

BS-3SU は、最大耐力となる 1/50 までは BS-3A と同様の Q-R 関係を示し、+1/50 時に一部の CF シートとプレート間の剥離によって耐力が若干下がった。それ以後は分離巻き付け部コンクリートの損傷が顕著となるため、耐力低下割合は BS-3A よりやや激しい。これに帯鋼板を取り付けた BS-3SU-FB は、BS-3SU に対して 1/100~1/50 で耐力上昇に相違が現れて、全試験体中最大の耐力に達した。しかし、1/33 以降では直交面シートと帯鋼板との接合面剥離によって耐力が激減し、1/25 前後で BS-3A よりも小さくなった。BS-6SA は、最大耐力以降の耐力低下割合が若干大きいものの概ね BS-3A と同様の Q-R 関係を示した。従って、直交面で部分的にでも閉鎖形の巻き付けが出来れば、全面閉鎖形と同様の剪断補強効果が可能であることを示している。

#### 5. 炭素繊維シートの歪度

図-5 に最大耐力  $Q_u$  時における各試験体の柱せいと柱幅の中央で計測した CF シートの歪度分布を示す。上下端部を除く中間部の平均歪の概略値は、全面閉鎖形 BS-3A の加力方向(以下 L:)で 0.7%，直交方向(以下 T:)で 0.4%に達し、図示していないが帯筋はこの時 L:1.3%，T:0.1%であった。BS-3A-AC は  $Q_u$  時の部材角が大きく、L:1.0%と T:0.7%となり BS-3A の約 1.5 倍に達している。これらに比べて分離形の

BS-3U は L:0.3%で効率が低下し、BS-3U-RT は殆ど 0 に近く耐力増大は増打コンクリート断面に依存していることが分かる。混合形の BS-3SU は、加力方向でも分離形シート部の歪は閉鎖形より小さいが BS-3U よりは大きく、部分的でも閉鎖形シートの存在効果が発揮され、全平均 L:0.5%，T:0.2%となり、BS-3A よりは小さな歪を示している。BS-3SU-FB は、定着用帯鋼板の効果が現れて閉鎖部と分離部とで顕著な差異がなく、L:0.7%と T:0.5%となって BS-3A と同等以上の歪に達した。BS-6SA は、L:0.7%と T:0.9%を示し、直交方向の歪の方が大きくなる特徴を示している。シート補強量は加力方向の 2/3 であることを考慮すれば等価歪は 0.6%に相当するが、それでも BS-3A よりも大きい。

#### 6. 耐力

表-3 に最大耐力時柱剪断力および柱部材角の一覧を示す。最大耐力計算値は終局剪断耐力を求めるとし、前報と同様に広沢修正式(軸力が無い場合は大野・荒川式と同じ)および日本建築学会/終局強度型 RC 指針式 A 法を用いる。前者(1)式から  ${}_H Q_{su}$  と後者(2)式から  ${}_{RC} Q_{su}$  を求める際に、炭素繊維補強量  $p_f \cdot \sigma_f$  に有効係数  $\alpha$  を乗じた値と横補強鉄筋量  $p_w \cdot \sigma_{wy}$  との和を等価補強量  $p_e \cdot \sigma_e$  として算入する。ここで  $\alpha=2/3$  の場合を添字-su1 とし、 $\alpha=1$  の場合を-su2 とする。但し、(2)式で等価補強量を求める際に、 ${}_{RC} Q_{su2}$  では(2b)式のように  $\sigma_f \leq 25\sigma_B$  の制限を与え、 ${}_{RC} Q_{su1}$  ではこの制限を行っていない。いずれも  $p_e \cdot \sigma_e \leq v\sigma_B/2$  を満足している。

前報の柱試験体でシート破断により剪断破壊したものは柱コーナー部のシート局所歪による有効率の低下の

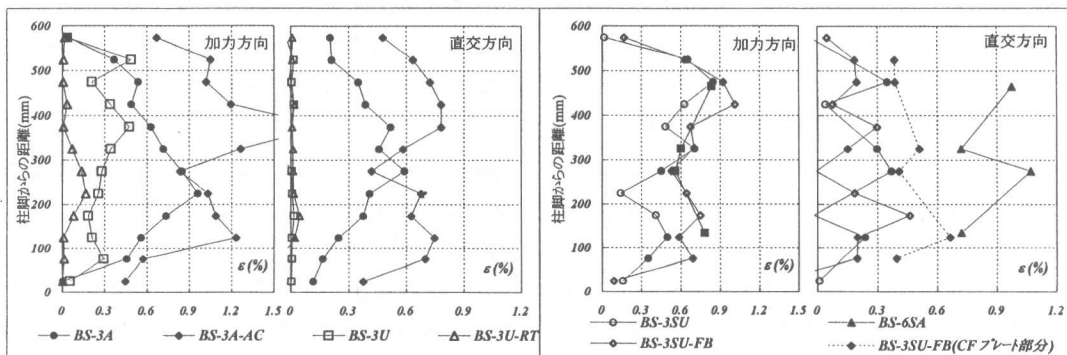


図-5 最大耐力時における CF シートの歪度分布

表-3 実験結果および計算結果一覧

(単位: Q(kN), Ru( $\times 10^3$ rad))

試験体名	実験変数		最大耐力実験値			終局剪断耐力計算値								破壊モード'		
	柱断面	補強法	$\sigma_B$ (MPa)	expQu	Ru	$H_{Qsu1}$ exp/cal	$H_{Qsu2}$ exp/cal	$H_{Qsu3}$ exp/cal	$R_{CQsu1}$ exp/cal	$R_{CQsu2}$ exp/cal	$R_{CQsu3}$ exp/cal	$R_{CQsu4}$ exp/cal				
BS	正方形	無補強	18.9	216	15.7	196	1.10	196	1.10	-	-	162	1.34	162	1.34	S
BS-3A		全面閉鎖	18.2	340	20.3	265	1.28	287	1.18	-	-	366	0.93	212	1.61	S
BS-3A-AC	円形化	全面分離	21.1	577	40.3	370	1.56	398	1.45	428 <sup>*1</sup>	1.35	469	1.23	330	1.75	B⇒S
BS-3U-RT	幅広化		20.8	343	20.2	394	0.87	421	0.81	310 <sup>*2</sup>	1.11	560	0.61	347	0.99	A⇒S
BS-3U	正方形	混合	18.2	265	18.5	265	1.00	287	0.92	-	-	366	0.72	212	1.25	A⇒S
BS-3SU			24.4	350	21.3	292	1.20	314	1.11	-	-	432	0.81	262	1.34	S
BS-3SU-FB	正方形	部分閉鎖	20.0	393	20.2	273	1.44	295	1.33	325 <sup>*3</sup>	1.21	387	1.02	226	1.74	S
BS-6SA			19.4	353	30.7	280	1.26	305	1.16	-	-	397	0.89	234	1.51	S

$$H_{Qsu} = \left\{ \frac{0.115k_u \cdot k_p (180 + \sigma_B)}{M/Qd + 0.12} + 2.7 \sqrt{p_w \cdot \sigma_{wy} + \alpha \cdot p_f \cdot \sigma_f + 0.1 \sigma_0} \right\} b \cdot j \quad (1)$$

$$R_{CQsu} = b \cdot j \cdot p_c \cdot \sigma_c \cdot \cot \phi + \tan \alpha (1 - \beta) b \cdot D \cdot v \cdot \sigma_B / 2 \quad (2)$$

$$R_{CQsu1}: p_c \cdot \sigma_c = p_w \cdot \sigma_{wy} + \alpha \cdot p_f \cdot \sigma_f \quad (\alpha = 2/3) \quad (2a)$$

$$R_{CQsu2}: p_c \cdot \sigma_c = p_w \cdot \sigma_{wy} + p_f \cdot \sigma_f \quad (\sigma_{wy}, \sigma_f \leq 25 \sigma_B) \quad (2b)$$

H<sub>Qsu1</sub>:  $\alpha = 2/3$ , H<sub>Qsu2</sub>:  $\alpha = 1.0$   
 $\sigma_c = 0$  共通  
 \*1: 等価コンクリート強度使用,  $\alpha = 1.0$   
 \*2:  $\alpha = 0$   
 \*3: 帯鋼板を $k_p$ に導入

S: せん断破壊  
 B: 曲げ降伏  
 A: シート定着破壊

ために、全般に(1)式に $\alpha = 2/3$ を用いた計算値の適合性が良かった。しかし本報の BS-3A は、最大耐力時の加力面 CF シート歪は 0.6%程度で破断歪 1.5%の半分以下であり、 $\alpha = 2/3$  は寧ろ過大に評価しているにも係わらず実験値 expQu の計算値  $H_{Qsu1}$  に対する比(以下 exp/Hsu1 の様に略記)は 1.28 と大きい。前報試験体との相違は、無軸力とコンクリート強度 $\sigma_B$ が 20MPa 程度(前報は 30MPa)である。ちなみに $\alpha = 1$  とすれば 1.18 倍となり実験値との対応は向上する。

円形断面 BS-3A-AC は、断面積の等しい正方形置換に置換して求めた exp/Hsu1=1.56 となった。増打モルタル強度=35.4MPa とモルタル断面積を考慮した等価なコンクリート強度と $\alpha = 1$  を用いても exp/Hsu3=1.35 と円形断面化の効果は極めて優れている。

分離形 BS-3U は exp/Hsu1=0.99 で最も実験値には近いが、exp/Hsu2=0.92 となって過大評価となる。BS-3U-RT は、増打コンクリートの断面増加により計算耐力が増大して exp/Hsu1=0.87 となるが、前述のように CF シートは殆ど効いていないことから $\alpha = 0$  として計算すれば exp/Hsu3=1.11 となって実験値に対応する。

BS-3SU と BS-6SA の CF シート補強量は加力方向で BS-3A と同じであり、計算値はコンクリート強度のみの違いとなるため、exp/Hsu1 も exp/Hsu2 も BS-3A とほぼ等しい。しかし、シート補強量が等しい BS-3SU-FB は exp/Hsu2=1.33 となり、両者より大きくなる。これは直交面に接着された帯鋼板が剪断変形に対しては柱軸筋と同様の作用をしているものと考えられるので、(1)式の軸筋効果係数  $k_p$  に鋼板断面積を考慮して耐

力を求めると exp/Hsu3=1.21 となって BS-3A と同等の値が得られる。

これらの性状から $\alpha$ の算定は、シートに生ずる張力の剪断耐力寄与のほかに、柱全断面のコンファイト'効果による見かけのコンクリート強度の増大を考慮して決定する方法の提案が必要であろう。

### 7. 結語

本研究では炭素繊維シートを用いた RC 角柱のせん断補強方法として円形断面化補強と、分離形および閉鎖形との混合形補強について実験的検討を行った。その結果、1)増打ちコンクリートによる円形断面化を併用した全面閉鎖巻き付けによる補強効果は極めて高いこと、2)加力直交面に縦分離帯のある全面分離形補強では剪断耐力・変形能力共に効果が大きくないこと、3)部分閉鎖形および分離閉鎖混合形補強でも全面閉鎖形相当の補強効果が期待できる方法があり得ること、などを明らかにし、これらの補強条件に対する剪断耐力計算式の適用について検討した。さらに施工性を高めた窓サッシや耐震壁側柱への補強方法について検討を続ける予定である。

【謝辞】本研究の遂行に当たり東燃(株)より材料及び研究費の補助を得た。記して謝意とする

### 【参考文献】

- 1) 城 攻, 後藤康明ほか: 炭素繊維シートを用いた RC 柱の剪断補強効果に及ぼす諸要因の影響, コンクリート工学年次論文報告集, Vol.19, No.2, pp.237-242, 1997.6