隅角部に接着した高い繊維目付量の連続繊維シートの引張試験

日鉄コンポジット㈱　正会員　○吉澤　弘之
日鉄コンポジット㈱　正会員　小林　朗
日鉄コンポジット㈱　正会員　立石　晶洋

１．目的

連続繊維シートは、高強度、高弾性、軽量という利点を持ち、既設構造物の補強に用いられてきた。柱や梁に巻付ける補強を行なう場合においても、手作業で繊維シートに接着樹脂を塗布し成型することから、柱の隅角部にも貼付けることが可能である。しかし、隅角部では、局所的な曲げ変形によりシートの強度低下を起こすことが分かっている。そのため、隅角部に貼付ける場合は、既往の実験結果から得られた所要の半径の面取りをして連続繊維シートの強度の低下を抑えることが標準工法となっている。また、連続繊維シート接着工法は、工法の普及ともに、層数を減らすことで、工期、工費を縮減することが求められるようになった。層数を減らすためには、1 層あたりの繊維量を増やした高い繊維目付量の連続繊維シートが必要となり、製造、使用されるようになってきた。高い目付量の連続繊維シートは、引張試験や鉄筋コンクリートの梁を用いた曲げ試験などで物性値および補強効果を確認してきたが、隅角部の局所的に生じる変形に対する物性確認は十分であるとはいえない。そこで本研究では、高い繊維目付量のアラミド繊維シートと炭素繊維シートを用いて、隅角部での局所的な変形がその強度に与える影響を検討した。

２．試験方法

試験体は、隅角部を模擬するため、円形の鋼棒に巻きつけることとした。試験体図および試験状況を図 1、写真 1 に示す。円形の鋼棒へは、含浸接着樹脂により接着した。また、剥離を防止するため連続繊維シートは 1.5 週巻きつけて接着することとした。試験体は、連続繊維シートの引張試験方法（案）（JSCE-E 541-2000）を参照し、標点区間を 100mm 以上の 140mm とした。また、試験体は幅が約 12.5mm となるようにあらかじめ繊維束ごと分離した連続繊維シートを用いて作製した。

写真 1　試験状況

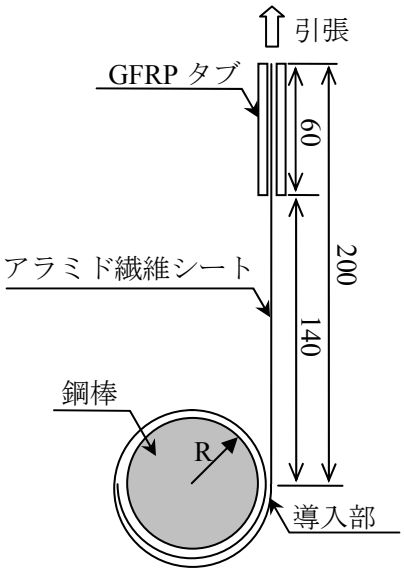

図 1　試験体図

アラミド繊維シートは単独重合系のものを使用した。従来は、繊維目付量 280g/m^2 から 415g/m^2 のシートが用いられてきたが、本検討では、高い繊維目付量の 830g/m^2 および 623g/m^2 のアラミド繊維シートを 2 層同時に成形した 1246g/m^2 のアラミド繊維シートを用いた。炭素繊維シートは 200g/m^2 から 300g/m^2 のものが

表 1　アラミド繊維、炭素繊維シートの物性値

名称	繊維目付量 g/m^2	断面積 mm^2	引張強度 σ_0 N/mm^2	弾性係数 N/mm^2	幅あたりの耐力 N/mm
AF-1	830	5.108	2280	118,000	1176
AF-2	1246	9.034	2670	118,000	1764
CF-1	600	4.585	4370	245,000	1130
CF-2	1000	7.336	3910	245,000	1887

キーワード　アラミド繊維シート、炭素繊維シート、繊維目付量、隅角部、巻付け補強、引張強度
連絡先　〒103-0024　東京都中央区日本橋小舟町 3-8　日鉄コンポジット㈱　ＴＥＬ03-5623-5558

用いられてきたが、本検討では、600g/m^2 のものと繊維量を調節して1000g/m^2 とした炭素繊維シートを用いることとした。表 1 に物性値を示す。アラミド繊維シートと炭素繊維シートは幅あたりの引張耐力が同等となるように決定した。引張強度は、巻付けた試験体の強度の発現率を評価するため、JSCE-E 541-2000 に準拠した平板の引張試験の値である。1246g/m^2 の試験体は、1 層の 623g/m^2 で行った値を示す。弾性係数、幅あたりの耐力は、公称値を示した。

引張試験には、変位制御型の 100kN 万能試験機を用いた。連続繊維シートを巻きつけた円形の鋼棒を台座にボルトで固定し、GFRP のタブを試験機のチャックで把持し、破断まで単調載荷し、最大荷重を測定した。円形の鋼棒の半径は、AK-1、CF-1 の試験体を 20mm、AK-2、CF-2 の試験体を 30mm とした。試験体数は、各 5 体とした。

表 2　引張試験結果

	AF-1		AF-2		CF-1		CF-2	
半径	20mm		30mm		20mm		30mm	
σ_f*t	1176N/mm		1764N/mm		1130 N/mm		1887N/mm	
	σ_f	発現率	σ_f	発現率	σ_f	発現率	σ_f	発現率
No.1	2012	88%	2203	83%	2772	63%	3123	80%
No.2	1254	55%	2102	79%	2897	66%	2839	73%
No.3	1486	65%	2406	90%	2719	62%	3361	86%
No.4	1221	54%	2335	87%	3135	72%	3243	83%
No.5	1564	69%	2203	83%	3027	69%	3319	85%
平均	1510	66%	2250	84%	2910	67%	3180	81%

σ_f*t：幅あたりの引張耐力（N/mm）

σ_f：引張強度（N/mm^2）

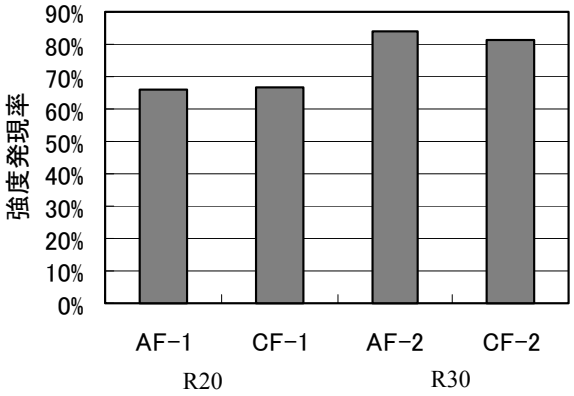

図 2　強度発現率

3．実験結果および考察

引張試験結果を表 2、図 2 に平均値の棒グラフを示す。写真 2 に示すように全ての試験体は、円形の鋼棒に巻付けた位置、つまり隅角部への導入部で破断し、平板に比べて引張強度も低下した。鋼棒からの剥離は無かった。隅角部への導入部は、連続繊維シートの種類によらず、破断箇所となり、強度低下を起こすことが示された。次に引張強度 σ_f を平板の試験結果 σ_0 で除した強度の発現率に着目すると、アラミド繊維シートの AK-1 の強度発現率は 66%であった。これに対し、幅あたりの耐力がほぼ同等の炭素繊維シートの CF-1 は、同等の強度発現率 67%であった。また、同様に AF-2、CF-2 も幅あたりの耐力が同等で、強度発現率が 84%と 81%となり、ほぼ等しい結果であった。これにより、高い繊維目付量のアラミド繊維シートおよび炭素繊維シートは隅角部での強度低下を起こし、幅あたりの耐力が同じであれば強度低下の割合も同等であることが示された。

写真 2　AK-1 破断状況

4．まとめ

本試験は、高い繊維目付量のアラミド繊維シートと炭素繊維シートを用いて隅角部での強度の低下について検討した。本試験においては、隅角部の屈曲によりアラミド繊維シートも炭素繊維シートも引張強度が低下した。また、幅あたりの耐力が同等であれば、強度発現率も同等であった。

参考文献

・財団法人鉄道総合技術研究所：アラミド繊維シートによる鉄道高架橋柱の耐震補強工法設計・施工指針 1996 年 11 月