連続繊維シートで補強された棒部材の曲げ降伏後変形

○北海道大学大学院工学院　学生会員　成瀬亮太
北海道大学大学院工学院　フェロー　上田多門

1．まえがき

既設の RC 部材の耐震補強を行なう工法として、連続繊維巻き立て工法が主流の一つとして挙げられる。この連続繊維巻き立て工法は，その軽量さや施工性の容易さからも、今後も採用が期待される工法である。

これまでにも、様々な種類の繊維を用いた耐震補強効果の調査が行なわれてきている。その代表的なものには炭素繊維やアラミド繊維などがあるが、これらの繊維ではその破断ひずみの小ささゆえに部材の変形が大きくなるとシートが破断する恐れがある。この破断ひずみの小ささは、繊維の補強量を増やすことで補えるものではない。

本研究においては，破断ひずみの大きなポリエチレンテレフタラート（PET）を用いて、耐震補強の調査を行なう。

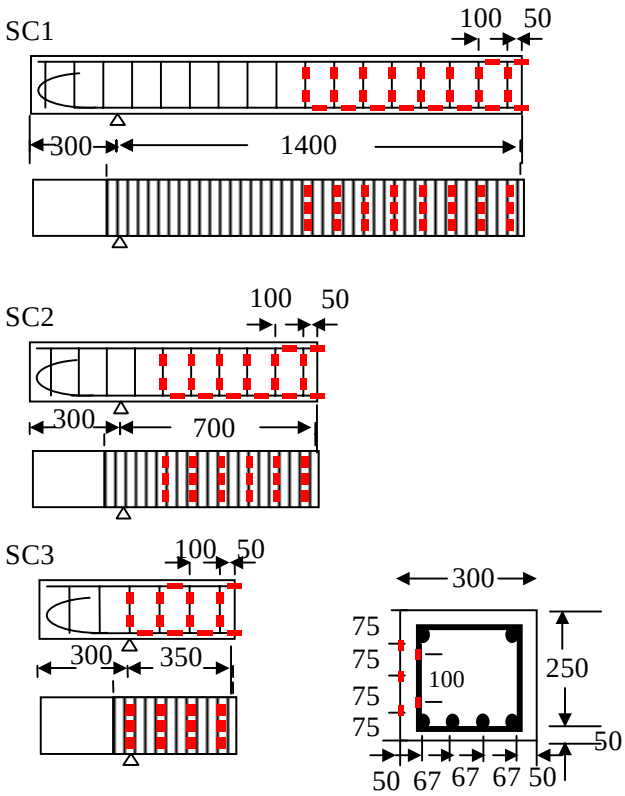
2．実験目的

せん断スパン比が PET 繊維による補強効果に与える影響を、破壊形式、荷重変位曲線、靭性率、せん断耐力への影響などに着目し、せん断スパン比が異なる三つの供試体を実験を行うことによって比較することで検証を行なう。

3．実験概要

せん断スパン比の異なる三つの供試体を、ＰＥＴ繊維シートで全面に巻き立て補強をし、ローゼンハウゼンを使って曲げ破壊させる。三つの供試体の断面寸法、コンクリートと鉄筋と繊維シートの種類や強度や配置などの諸要素は全て同じにした。

供試体寸法と鉄筋とひずみゲージの配置位置を図１に、供試体諸元を表―１に示す。



図―１　供試体寸法と、鉄筋とひずみゲージの配置位置

表―１　供試体諸元

	単位	SC1	SC2	SC3
せん断スパン比		5.6	2.8	1.4
コンクリート強度	MPa	34.5	34.6	32.3
シートの種類		PET	PET	PET
せん断耐力	kN	576.8	420.9	419.7
せん断力（終局曲げモーメント時）	kN	73.5	147.1	291.1
Vu/Vmu		7.85	2.86	1.44
破壊形式		曲げ	曲げ	曲げ
破壊荷重	kN	147	294.2	582.2

キーワード　補強，FRP シート，PET，せん断スパン比，耐力，靭性率
連絡先　　〒060-0808　北海道札幌市北区北 13 条西 8 丁目　北海道大学大学院工学院　(011)706-6182

4．実験結果と考察

（1）破壊形式

設計どおり SC1~SC3 全ての供試体で、曲げ破壊となり、実験終了までシートの破断はなかった。表―2は破壊荷重の計算値と実験値である。表より、破壊荷重が計算値より実験値の方が大きいことがわかる。これは、シートによる拘束でコンクリートに圧縮力がかかったことと、ひび割れ幅の増大を低減させたことが理由だと考えられる。

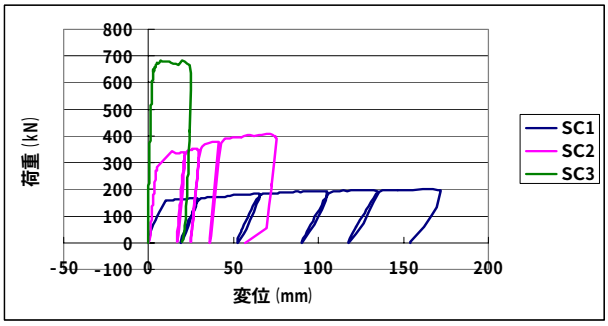
表―2　破壊荷重

		SC1	SC2	SC3
破壊荷重（計算）	kN	147	294.3	582.3
破壊荷重（実験）	kN	200.6	407.7	685

（2）荷重―変位曲線

図―2は SC1~SC3 の荷重と中心位置の荷重のかかる方向への変位の関係を表した荷重―変位曲線である。

主鉄筋降伏後に供試体の変位が大幅に増大しているが、荷重は低下していない。また表―3は主鉄筋降伏時の変位δy と最大荷重時の変位δm と、靭性率δm/δm を表にしたものである。靭性率は SC1~SC3 どの供試体も 10 を超えている。



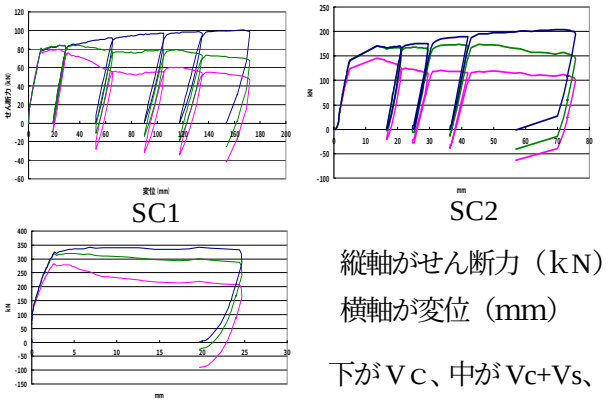
図―2　荷重―変位曲線

表―3　変位と靭性率

		SC1	SC2	SC3
変位δy（主鉄筋降伏時）	mm	9.8	4.8	2.3
変位δm（最大荷重時）	mm	167.0	71.6	24.6
靭性率（δm/δy）		17.0	14.9	10.9

（3）分担せん断耐力

図―3は、SC1~SC3 の分担せん断力のグラフである。SC1~SC3 のどの供試体も変位が大きくなると、シートの受け持つせん断力が増加する。これはせん断ひび割れが進展し，せん断補強材のひずみが増え，せん断変形が大きくなっていることが理由である。



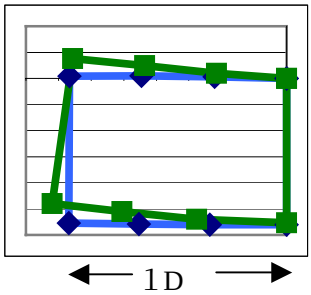
縦軸がせん断力（kN）
横軸が変位（mm）

下がＶc、中がVc+Vs、
上がVtotal

図―3　分担せん断力

（4）画像解析による変形

図―4はSC2（図―1参照）の載荷前と最大変形時の供試体の変形を画像解析により表したものである。画像解析の範囲は中心から1D の区間であり、図―4は左半分を表している。



図―4　画像解析による変形（SC2）

5．まとめ

（1）棒部材の変形が大きくなっても PET シートは破断しない。

（2）PET シートを巻くことでせん断スパン比に関係なく、①最大荷重が増加する、②変形が大きくなると、シートの受け持つせん断力が増加する、③最大荷重からの急激な耐力低下を防ぎ靭性能に大きな効果を与えると、考えられる。

6．参考文献

Dhannyanto Anggawidjaja, “Deformation capacity of RC piers wrapped by new fiber-reinforced polymer with large fracture strain” 修士論文，北海道大学　2006 年