

(V-32) 炭素繊維シートによる RC 梁のせん断補強効果に関する実験的研究

早稲田大学 学生員 太田博啓
早稲田大学大学院 講師 瀧川 功
早稲田大学 正会員 関 博

1. はじめに

本研究は、RC はりにせん断補強材として炭素繊維シート(CFS)を側面貼付けし、供試体をせん断破壊させることによって、CFS の基本的な終局挙動を剥離に着目して検討したものである。

2. 実験概要

供試体の諸元および使用材料をそれぞれ表 1、表 2 に示す。また、図 1 に供試体寸法および CFS の補強方法を示す。供試体は同じ寸法のものを 2 体ずつ 6 シリーズ製作し、それぞれ一体ずつ CFS を補強して比較できるようにした。CFS については、供試体の幅を変化させることによって補強量を相対的に変化させた。供試体設計は、既往の研究¹⁾等を参考にし、曲げ耐力がせん断耐力を上回るように設計し、供試体をせん断破壊(斜め引張破壊)させることによって、せん断補強材 CFS の終局挙動を捉えられることを試みた。測定項目はスパン中央の圧縮側コンクリートのひずみ、たわみ、主鉄筋のひずみ、及び CFS のひずみとした。供試体は屋外で散水養生を行い、シートの接着は材令 28 日経過後に実施した。載荷方法は図 1 のように支点間距離 130cm、曲げスパン 30cm の 2 点集中単調曲げ載荷とし、せん断スパン比(a/d)は 2.89 とした。

表 2 使用材料

材料	種類・仕様
コンクリート	圧縮強度 35.8N/mm ²
鉄筋	主鉄筋：SD345、D=25、29、32
炭素繊維シート	目付量：100g/m ² 、厚さ：0.0556mm 引張強度：4.03kN/mm ² 、弾性係数：269kN/mm ²

3. 実験結果および考察

3.1 破壊状況

せん断耐荷力の計算値と実験により得られた最大荷重を表 1 に示す。表 1 より、シリーズごと(例えば No.1 と No.1s)の最大荷重を比べると、CFS を補強することによって耐力が増加していることが分かる (No.6 シリーズ以外)。また、無補強供試体の実験値にはバラツキがあるものの、二羽式によりほぼせん断耐力を推定できるようである。したがって、無補強供試体のせん断耐力は二羽式を使って計算することとした。

図 2 に代表的な破壊状況図を示す。破壊モードは、無補強供試体が斜め引張破壊であった。CFS 補強供試体は

表 1 供試体の緒元および実験結果

No.	供試体幅	鉄筋	CFS 補強量	計算値	実験値	CFS が受持つせん断力 (kN)	
	b(mm)	p(%)	p _{CFS} (%)	P _{cal}	P _{ex}	補強-無補強	補強-二羽式
No.1	150	4.95	—	113	113	—	—
No.1s	150	4.95	0.075	249	222	109	109
No.2	200	4.39	—	145	200	—	—
No.2s	200	4.39	0.056	281	214	15	70
No.3	250	4.46	—	182	174	—	—
No.3s	250	4.46	0.045	318	284	110	102
No.4	300	4.59	—	220	280	—	—
No.4s	300	4.59	0.037	356	300	20	80
No.5	350	4.24	—	250	260	—	—
No.5s	350	4.24	0.032	386	330	71	80
No.6	400	4.59	—	294	380	—	—
No.6s	400	4.59	0.028	430	342	38	48

$P_{cal}=2V_u$ $V_u=V_{con}+V_{CFS}$ $p_{CFS}=2t/b$
 $V_{con}=0.94f_c^{2/3}(100p)^{1/3}(d/100)^{1/4}(0.75+1.4d/a)bd^{2/3}$ (二羽式)
 $V_{CFS}=(\sin 2\alpha - \cos 2\alpha + 1)ztf_{CFS}$ (トラス理論)¹⁾
t: CFS の厚さ、z: モーメントアーム長、α: CFS の角度、f_{CFS}: CFS の引張強度

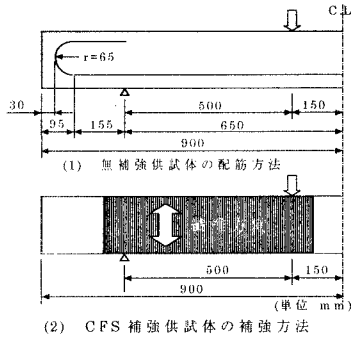


図 1 供試体寸法、CFS 補強方法

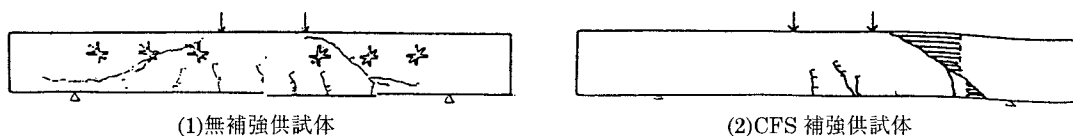


図2 No.1とNo.1sの破壊状況図

剥離せん断破壊であったが、厳密には2つに分けることができ、補強量が大きいNo.1s～No.3sは、初期剥離とほぼ同時に脆性的に破壊したのに対し、補強量が小さいNo.4s～No.6sは初期剥離が発生してから荷重が約1～4割(初期剥離荷重から)増加して終局状態になった。ここで、剥離せん断破壊とは斜めひび割れが発達することにより最終的にシートが剥離して破壊に至る破壊形式のことである。CFS補強供試体において、最終的なCFSの剥離形態は図2の(2)のように、ほとんどのCFS補強供試体で斜めひび割れより上側で大きく剥離し、下側で小さく剥離した。これは、CFS補強供試体の斜めひび割れが、無補強供試体の斜めひび割れ同様最初に荷重点側に伸び、斜めひび割れの上側部分の付着面積が減少するためと考えられる。破壊直前と破壊時の繊維方向(部材軸直

角方向)のCFSひずみ分布は図3のようになった。図3より破壊の瞬間にひずみが大きく進行し、最大で4500(μ)程度であった。

3.2 CFSが受持つせん断力

各シリーズ毎にCFS補強供試体(実験値)から無補強供試体(実験値)の耐力を引いてCFSが負担するせん断力(補強－無補強)を求め、また、CFS補強供試体(実験値)から二羽式の値(無補強の計算値)を引いて(補強－二羽式)を求め、表1に示した。また、CFSの負担するせん断応力と補強量の関係を図4に示す。無補強供試体の実験値の代わりに二羽式の値を使ったのは、今回の無補強供試体の最大荷重のバラツキを抑えるためである。上記で求めたCFSが受持つせん断耐力は、トラス理論で求めた計算値より小さくなった。これは、実際にはシートが剥離してしまったので、実験値はシートとコンクリートの間の剥離耐力を求めたためと考えられる。計算では曲げ破壊を想定したNo.1s、No.2sがせん断破壊を起こしたのも、このためと考えられる。

4. まとめ

本実験の範囲では以下の事項が明らかになったと思われる。

- (1) CFSを側面に貼付けることにより、せん断耐力を向上させることができる。
- (2) 側面貼付けしたときの破壊性状はCFSの剥離であった。
- (3) 剥離先行型の破壊には初期剥離で終局状態になるものと、その後も若干耐力が向上するものがある。

謝辞 本研究を実施するにあたり、ショーボンド建設株式会社の方にはCFS接着、また研究に関する助言を頂きました。記して感謝の意を表す次第であります。

【引用文献】

- ¹⁾ 青木、関、小俣：炭素繊維シート接着によるRCはりのせん断補強効果についての実験的研究、土木学会第52回年次学術講演会、P996～P997
- ²⁾ 二羽淳一郎、山田一字、横沢和夫、岡村甫：せん断補強鉄筋を用いないRCはりのせん断強度式の再評価、土木学会

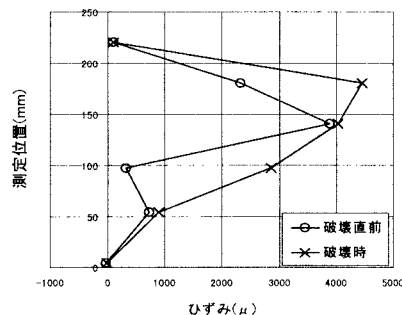


図3 CFSの繊維方向ひずみ分布
(No.1sのせん断区間中央部)

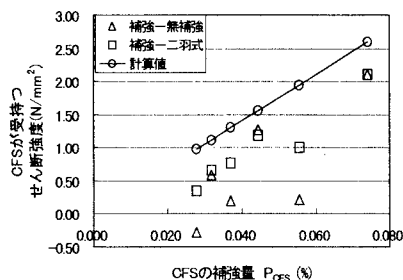


図4 CFSが受持つせん断強度