

V-499 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

積水化学工業（株） 正会員 青木 一高
早稲田大学 正会員 関 博
ショーボンド建設（株） 正会員 小俣 富士夫

1.はじめに

コンクリート構造物の補強方法として、炭素繊維接着工法が注目されている^{1),2)}。本研究では、炭素繊維シート(CFS)を使ったせん断補強に着目し、基本的なメカニズムについて実験的に検討を行った。

2.実験概要

実験に用いた供試体は図1に示すような150×200×1500(mm)の矩形断面のRCはりで、コンクリート強度は43.7(N/mm²)であり、主鉄筋にはSD345のD22を、スターラップにはSD295AのD6を用いた。補強材として用いたCFSは100g/m²のCFが一方向に配列されたものであり引張強度は3055N/mm²、弾性係数は248kN/mm²である。供試体のスターラップについては表1に示すように供試体2-Aは配筋せず、供試体2-Dは曲げ破壊するよう設計した。CFSの補強方法については図2に示すように供試体側面のせん断区間のみ全面接着し、補強方向については軸方向および軸方向に直角（以下、水平、鉛直とする）とした。せん断区間の中央部においてCFSおよびコンクリート表面に3軸ゲージを接着し、ひずみを測定した。また同じ箇所ですターラップのひずみについても測定した。CFSの付着応力を測定するために図3に示す箇所ですひずみを測定した。載荷方法については、図1に示すように2点集中載荷とし、約4(kN)づつ破壊まで荷重を増加させた。

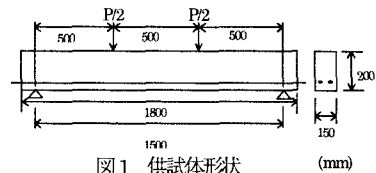


図1 供試体形状

表1 供試体の緒元

供試体	主鉄筋		せん断補強材	
	配筋	鉄筋比	CFS	スターラップ
2-A1	D22×2本	0.03	なし	なし
2-A2	D22×2本	0.03	水平	なし
2-A3	D22×2本	0.03	鉛直	なし
2-B1	D22×2本	0.03	なし	D6@173
2-B2	D22×2本	0.03	水平	D6@173
2-B3	D22×2本	0.03	鉛直	D6@173
2-C1	D22×2本	0.03	なし	D6@130
2-C2	D22×2本	0.03	水平	D6@130
2-C3	D22×2本	0.03	鉛直	D6@130
2-D	D22×2本	0.03	なし	D6@64

3.実験結果

3.1 破壊荷重

表2に各供試体の破壊荷重、破壊モードについて示す。供試体2-Aおよび2-BからCFSを供試体のせん断面に接着することに

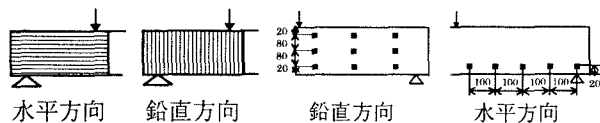


図2 CFS 接着図

図3 ひずみ測定位置 (mm)

よるせん断補強効果が分かる。しかし、水平方向に接着を行うことは鉛直方向に接着を行うほどの耐力向上は認められない。破壊時には水平方向に接着した供試体について、供試体2-A2、2-B2はCFSの表面から確認できるほど大きな斜めひび割れが生じていた。鉛直方向に接着した供試体について、供試体2-A3はCFSのはく離と同時にコンクリートの圧壊も起こった。供試体2-B3、2-C3については、CFS表面にはひび割れ、はく離は認められなかった。以上のことより水平方向に接着を行うと斜めひび割れを抑制することができないが鉛直方向に接着を行うとせん断耐力を著しく向上させることが分かる。

3.2 せん断耐力

CFSをせん断面に全面接着する場合のせん断耐力をトラス理論を使って計算する。算定式については次式を用いた。

$$V_{CFS} = (\sin 2\alpha - \cos 2\alpha + 1) \cdot z \cdot w \cdot f_{wy} \quad (1)$$

ここで、 V_{CFS} ：CFSにより受け持たれるせん断耐力、 α ：CFSが部材軸となす角度、 z ：圧縮応力の合力の作用位置から引張鋼材図心までの距離、 w ：CFSの厚み、 f_{wy} ：CFSの引張強度

式(1)により今回の実験における CFS のせん断耐力を算出すると $V_{CFS} = 102.9(kN)$ となる。表 2 に CFS を接着した場合の供試体の計算値を示す(表中のカッコの数値は鉛直方向に接着した場合)。破壊モード、破壊荷重と計算値を比較するとほぼ類似した現象および値であった。

3.3 せん断補強材の抵抗せん断力

今回の実験において使用したせん断補強材であるスターラップおよび CFS の担うせん断抵抗力を算出する。算出方法は、せん断耐力の計算式の材料強度の部分にひずみより算出した応力を代入して求めた。

図 4 に供試体 2-B1、2-B3 のせん断区間中央部におけるせん断補強材の抵抗せん断力と作用せん断力の関係を示す。抵抗せん断力については、2-B1 はスターラップの担うせん断力であり、2-B3 はスターラップ+CFS の担うせん断力であり、2-B3 の抵抗せん断力のほうが小さい。CFS 接着により抵抗せん断力が小さくなっているということは、コンクリートの抵抗せん断力である骨材のかみ合わせ作用やほぞ作用の低下を軽減させ、圧縮部コンクリート断面積の低下の軽減させると考えられる。

3.4 付着応力

はく離が生じた場所のひずみを測定することにより、はく離が生じたときの付着応力を算出した。その値は $1.02(N/mm^2)$ であった。既往の研究³⁾で算出した値は $1.13(N/mm^2)$ である。このときの実験値は $0.8(N/mm^2)$ と記してあり、今回の実験の値とほぼ一致した値であった。以上よりはく離が生じた時の付着応力はほぼ $1.0(N/mm^2)$ 程度と考えられる。

4. まとめ

- (1)CFS を軸方向に直角に接着することによりせん断力に対し十分な耐力向上が認められたが、軸方向に接着を行うと斜めひび割れを抑制するには不十分であった。
- (2)軸方向に直角に接着した CFS の担うせん断耐力をトラス理論を使って予測した。
- (3)はく離が生じた時の付着応力はほぼ $1.0(N/mm^2)$ であった。

謝辞 本研究を実施するにあたり卒論生の濤川 功君(早稲田大学大学院)、道廣 英司君(早稲田大学大学院)に御協力いただいた。記して感謝の意を表す次第である。

引用文献

- 1)宇治 公隆：シート状連続繊維補強材を用いた既設鉄筋コンクリート部材のせん断耐力向上効果に関する研究、コンクリート工学論文集,Vol3,No2,1992.6,pp37～47
- 2)佐藤 靖彦, 田中 高行, 上田 多門, 小野 定：炭素繊維シートにより補強した RC はりのせん断性状、コンクリート工学年次論文報告集,Vol.18, No.2, 1996, pp.1469～1474
- 3)Ghazi J.Al-Sulaimani, Alfarabi Sharif, Istem A.Basunbul, M.H.Baluch, and B.N.Ghaleb：Shear Repair for Reinforced Concrete by Fiberglass Plate Bonding, ACI, Structural Journal, Vol91, No3, July-August, 1994, pp458～464

表 2 破壊荷重

供試体	終局耐力 (計算値) (kN)		破壊荷重 (kN)	破壊モード
	P_{shear}	P_{flex}		
2-A1	79.0	167.7	114.5	せん断
2-A2	(181.9)	167.7	134.1	せん断
2-A3	181.9	167.7	192.6	曲げ、 はく離
2-B1	119.5	167.7	159.0	せん断
2-B2	(222.4)	167.7	189.1	曲げ
2-B3	222.4	167.7	181.5	曲げ
2-C1	133.0	167.7	187.2	曲げ
2-C2	(235.9)	167.7	191.6	曲げ
2-C3	235.9	167.7	191.1	曲げ
2-D	188.7	167.7	185.6	曲げ

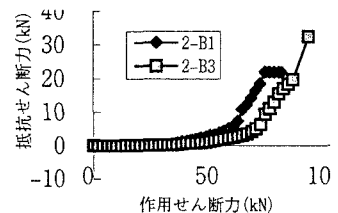


図4 供試体2-B1, B3の測定点2におけるスターラップ+CFSの抵抗せん断力ー作用せん断力の関係