

## CFRP シートによりせん断補強された RC はりのせん断抵抗性状

早稲田大学 学生会員 ○永島 史晟  
 早稲田大学 正会員 佐藤 靖彦  
 国立研究開発法人土木研究所 正会員 大島 義信  
 国立研究開発法人土木研究所 正会員 松本 直士

## 1. はじめに

CFRP シートは、我が国においてコンクリート構造物の補強材として広く用いられている。2000 年には、土木学会より補強補修指針<sup>1)</sup>が刊行され、その中で繊維補強した部材のせん断耐力式も示された。しかしこの式は、全周巻き立てや機械式定着により、シート端部が完全に定着していることを前提とした式である。ところが実際のはり部材では構造上の特性により、端部の定着が取れない場合がある。その場合、端部でシートの剥離が発生し、前述の耐力式より小さな荷重でせん断破壊が発生すると予想される。そこで本研究では、はり部材にも適用できる新しい耐力式を作るため、CFRP シートによりせん断補強された大型 RC はりの载荷試験の結果を通し、せん断抵抗機構の考察を行うこととする。

## 2. 実験概要

本研究で使用した供試体の諸元を表 1、図 1 に示す。スターラップ、CFRP シートは、補強量比に弾性係数をかけた値がほぼ等しくなるように設計し、せん断耐力を比較することとした。以下、有効高さ 900 のものを中型供試体、1200 のものを大型供試体、スターラップ補強供試体を RC シリーズ、U 字型補強供試体を CF-U シリーズ、側面補強供試体を CF-I シリーズと呼ぶ。CF シリーズのせん断耐力は指針<sup>1)</sup>より算出した。

表 1 実験供試体の諸元

供試体名	有効高さ (mm)	せん断補強方法	曲げ耐力 (kN)	せん断耐力 (kN)
RC-1200	1200	スターラップ	4167	2453
CF-U1200	1200	CFRP シート(U 字)	4176	3926
CF-I1200	1200	CFRP シート(側面)	4122	3864
RC-900	900	スターラップ	2379	1445
CF-U900	900	CFRP シート(U 字)	2367	2490
CF-I900	900	CFRP シート(側面)	2367	2490

## 3. 実験結果および考察

## (1) 実験結果

実験の結果、全ての供試体がせん断破壊した。シート供試体は、シートが全剥離することによりせん断破壊が起きた。各供試体の最大荷重を表 2 に示す。

CF-U シリーズと CF-I シリーズを比較すると、中型大型ともに CF-U シリーズの方が 20%程度耐力が大きいことがわかった。また、CF シリーズのせん断耐力は指針により算出した耐力を下回った。

## (2) せん断抵抗機構の考察

シート補強した RC はりのせん断耐力は、次式で表される。

$$V = V_c + V_s + V_{cf}$$

$V_c, V_s, V_{cf}$ はそれぞれ、コンクリート、スターラップ、シートが負担せるせん断力である。耐力式を作るためには、コンクリート、スターラップ、シートのせん断力の負担割合を算出することが重要である。図 2 は、中型供試体において斜めひび割れ近傍のひずみゲージ

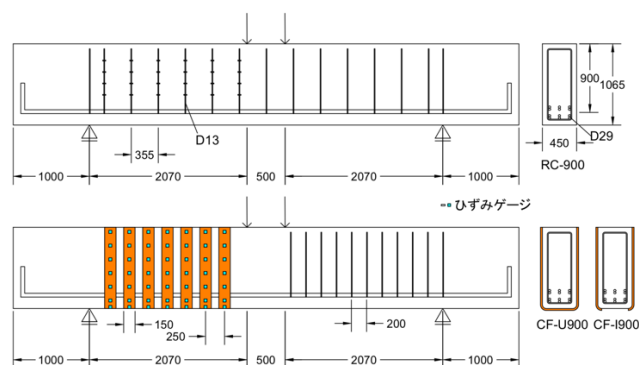


図 1 中型供試体図面

表 2 実験結果

供試体名	最大荷重(kN)	供試体名	最大荷重(kN)
RC-1200	3369.6	RC-900	2215.7
CF-U1200	3540.8	CF-U900	2061.7
CF-I1200	2953.8	CF-I900	1747.3

キーワード CFRP, RC はり, せん断補強, 剥離, 付着応力

連絡先 〒169-8555 東京都新宿区大久保 3 丁目 4-1 TEL 03-5286-3852

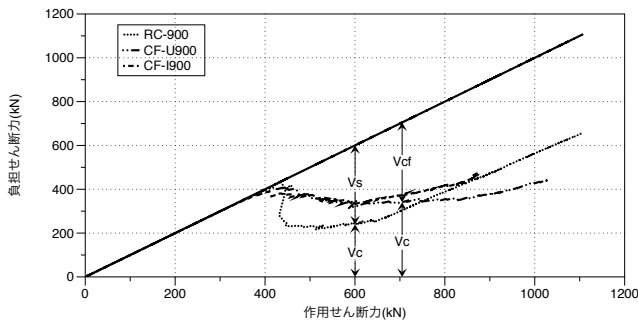
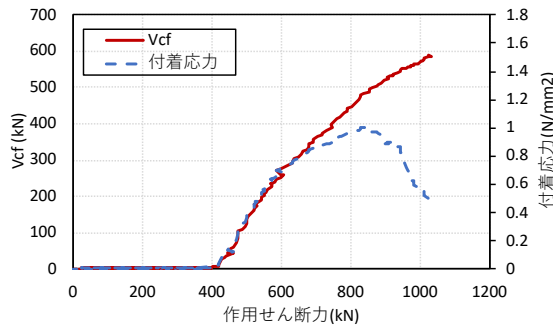
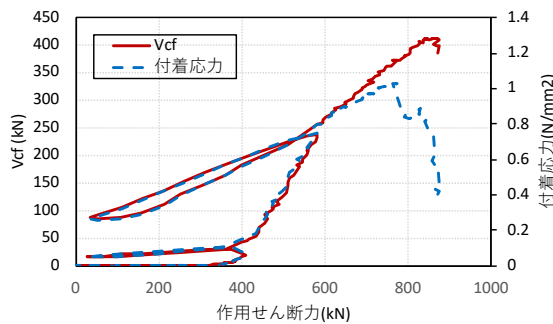


図2 せん断力の負担割合



(a) CF-U900



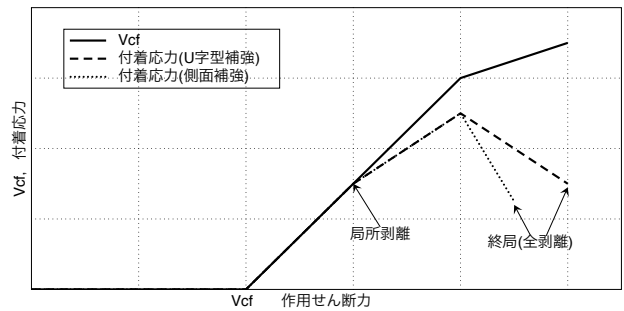
(b) CF-I900

図3 シートの分担力と付着応力の推移

の値から、スターラップ、シートが負担するせん断力を算出し、せん断力の負担割合を示したものである。3つの供試体を比較すると、スターラップ、シートの負担割合が増加する荷重、すなわち斜めひび割れ発生荷重は概ね等しいことがわかる。RCシリーズは、斜めひび割れ発生後、 $V_c$ が一度大きく減少し、その後は一定で推移し、鉄筋の降伏後は $V_s$ が増加しなくなるので、 $V_c$ が再び増加に転ずる。一方CFシリーズは、斜めひび割れ発生後、 $V_c$ が一定で推移し、最後は $V_c$ がやや増加し終局を迎えている。CFシリーズで終局直前に $V_{cf}$ の増加が緩やかになるのはシートの剥離の影響と考えられる。

### (3) 付着応力

作用せん断力とシートの剥離の関係をj知るために、シートの付着応力を算出した。シートの付着応力は斜めひ

図5  $V_{cf}$ と付着応力の概念図

び割れ付近のひずみ勾配から算出することができる。作用せん断力と $V_{cf}$ の関係と、作用せん断力と平均付着応力の関係を整理した結果を図3に示す。この結果から、 $V_{cf}$ と平均付着応力の関係を概念的に描けば図4のようになる。 $V_{cf}$ と平均付着応力は斜めひび割れ発生後に増加し、途中まではほぼ同じ挙動を示すが、ある点から乖離し始める。この乖離が生じる点においてシートの局所剥離が始まっている可能性が高い。また、剥離後の挙動を比較すると、Uシリーズでは付着応力が最大値に達した後になだらかに低下しているが、Iシリーズでは急激に低下している。局所剥離から全体剥離に移行する過程の差異が敏感に現れているものと考えられる。今後は、局所剥離が開始する荷重および剥離進行過程の定量把握を行う予定である。

## 4. まとめ

- CFRPシートによりせん断補強したRCはりのせん断耐力は、土木学会の指針により算出した耐力を下回った。U字型補強と側面補強で20%程度耐力に差が出た。
- スターラップ供試体とシート補強供試体で、せん断力の負担割合を比較したところ、斜めひび割れ発生後の挙動に違いがあることがわかった。
- シートが負担するとせん断力とシートの平均付着応力を比較することにより、シートの剥離が発生する点を求められることを示した。また、局所剥離発生後の付着応力の低下の仕方がU字型補強と側面補強で異なることがわかった。

## 参考文献

- 土木学会：コンクリートライブラリー101 連続繊維シートを用いたコンクリート構造物の補強補修指針，2000。
- 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，Vol18，No.2，pp.1469-1474，1996。