

V-473 炭素繊維シート接着によるはり部材のせん断補強効果について

東洋建設鳴尾研究所 正会員 末岡 英二
 東洋建設鳴尾研究所 正会員 佐野 清史
 大阪市立大学工学部 正会員 眞嶋 光保
 大阪市立大学工学部 学生員 岡野 寛

1. はじめに

炭素繊維シートは錆を伴う腐食をしない、軽量で取扱いが便利、引張強度が大きいことなどから、エポキシ樹脂等により既存構造物へ接着させる補強工法が注目されている。しかし、本工法によるはり部材のせん断補強効果についての報告は比較的少ない^{1) 2)}。本稿では、補強時のせん断ひび割れの有無や炭素繊維シートの接着箇所によるはり部材のせん断補強効果の違いについて、スターラップや炭素繊維シートのひずみに着目して検討したものである。

2. 実験概要

2. 1 使用材料および供試体諸元

使用材料および供試体諸元をそれぞれ表1、図1に示す。炭素繊維シートは一方方向に配列したものをを用いた。供試体の隅角部は炭素繊維シートへの応力集中を防ぐために面取りを行った。補強試験体はコンクリートの材齢14日で表面研磨を施した後、炭素繊維シートをエポキシ樹脂により接着した。接着後は20℃環境で4～7日間養生した後に載荷試験を行った。スターラップおよび炭素繊維シートのひずみは、それぞれ単軸ゲージ、三軸ゲージで測定し、それらの貼付けは支点と載荷点を結ぶ線上とした。

2. 2 実験ケース

実験ケースを表2に示す。補強時にせん断ひび割れのあるものは、補強前の一次載荷により0.2mm程度のせん断ひび割れを発生させた後に補強した。また、炭素繊維シートはせん断スパンに1層接着とし、底面のみに接着したものと、側面と底面に連続して接着したものの2種類とした。

3. 試験結果

3. 1 耐荷力

試験結果を表3に示す。計算において炭素繊維シートはスターラップと同様にせん断補強筋として扱った。また、炭素繊維シートの繊維方向がはりの軸直角方向であるため、曲げ耐力には寄与しないと考えた。計算では炭素繊維シートを接着した試験体はいずれも曲げ破壊となったが、実験では一部せん断破壊を起こしたものもあり、特にスターラップのないものはせん断破壊を起こしやすい傾向にあった。その場合、炭素繊維の破断は見られなかったが、写真1に示すように繊維と繊維の

表1 使用材料

材 料 名	種 類・仕 様
炭素繊維シート	単位面積当たり繊維量:300g/m ² 、平均厚さ:0.167mm 引張強度:3,500N/mm ² 、弾性係数:200,000N/mm ²
接着剤(エポキシ樹脂)	曲げ強さ:40N/mm ² 、引張強さ:30N/mm ²
コンクリート	圧縮強度32.4N/mm ²
鉄筋	主鉄筋:SD295、D=16mm スターラップ:SD295、D=6mm

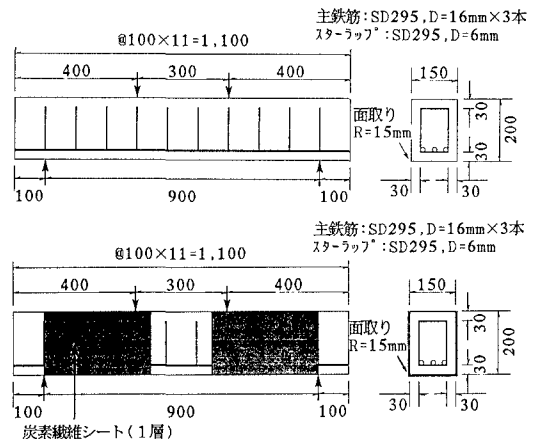


図1 供試体諸元(上:N-N-N、下:R2-N-S)

表2 実験ケース

ケースNO.	補強箇所	補強時のせん断ひび割れの有無	スターラップの有無
N-N-N	—	無	無
N-N-S	—	無	有
R1-N-N	側面補強	無	無
R2-N-N	側面・底面補強	無	無
R1-N-S	側面補強	無	有
R2-N-S	側面・底面補強	無	有
R1-C-S	側面補強	有	有
R2-C-S	側面・底面補強	有	有

間でシートが切断された。これは、側面の炭素繊維シートには曲げひずみやせん断ひずみが生じており、樹脂の許容限度に達して繊維間目で切断されたものと考えられる。せん断ひずみの大きさは図2に示すように最大で5,000 μ 程度であった。はりのせん断補強においては、柱のせん断補強のような拘束効果があり期待できず、1方向の炭素繊維シートでせん断補強する場合、2層を互いに直角方向に接着する必要があることを示唆している。また、本実験の範囲では、補強時のせん断ひび割れの有無や補強箇所の違いによる破壊パターンや耐荷力の違いは見られなかった。

3. 2 スターラップおよび炭素繊維シートのひずみ

スターラップおよび炭素繊維シートのひずみをそれぞれ図3、4に示す。炭素繊維シートを接着することによるスターラップのひずみの低減率は、補強時にせん断ひび割れがある場合で20～30%、無い場合で50～70%であった。また、炭素繊維シートの接着箇所による違いはあまり見られなかった。炭素繊維シートのひずみもスターラップと同様に、せん断ひび割れが発生した後にひずみを生じた。そのため、補強時にあらかじめせん断ひび割れが発生していた試験体では、載荷開始時からひずみを生じた。補強時のせん断ひび割れの有無によるひずみの違いはスターラップと比較して大きかった。また、炭素繊維シートの接着箇所によるひずみの傾向の違いは、あまり見られなかった。

表3 試験結果

ケ-ANO.	耐荷力(ton)		破壊形式
	計 算 値 曲げ	実 験 値 せん断	
N-N-N	22.2	6.3	7.0 9.8 せん断 せん断
N-N-S	22.2	11.9	19.5 22.9 せん断 せん断
R1-N-N	22.2	40.8	19.3 19.5 せん断 せん断
R2-N-N	22.2	40.8	23.8 24.6 せん断 曲げ
R1-N-S	22.2	46.4	23.0 23.8 せん断 曲げ
R2-N-S	22.2	46.4	23.9 23.3 曲げ 曲げ
R1-C-S	22.2	40.1	23.0 23.0 せん断 曲げ
R2-C-S	22.2	40.1	23.8 23.8 曲げ 曲げ

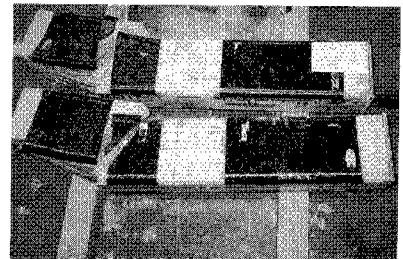


写真1 炭素繊維シート切断状況

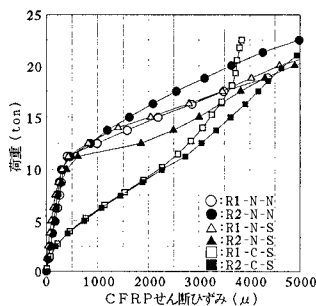


図2 炭素繊維シートのせん断ひずみ

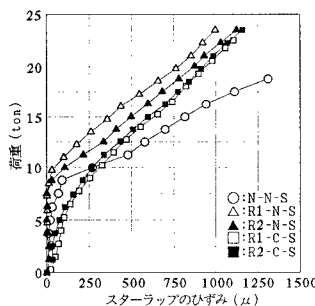


図3 スターラップのひずみ

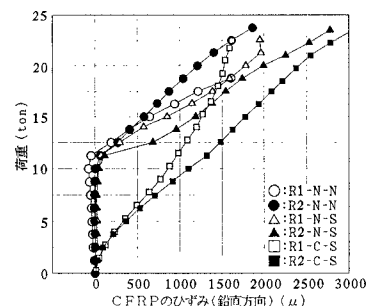


図4 炭素繊維シートのひずみ

4. まとめ

今回の実験から、炭素繊維シートによるはり部材のせん断補強について以下のことがわかった。

- (1) スターラップのひずみの軽減が図れるが、その程度は補強時のせん断ひび割れの有無により左右される。
- (2) 1方向繊維シートの場合、継ぎ目での切断防止のために2層を互いに直角方向に接着する必要がある。
- (3) 側面に接着した場合と側面と底面に接着した場合、その補強効果の違いはあまり見られなかった。

参考文献

- 1) 宇治公隆:シート状連続炭素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、Vol. 3、No. 2、pp. 37-46、1992
- 2) 加藤博文、児島孝之、高木宣章、足立幸郎:炭素繊維シートによるコンクリートの補強に関する実験的研究、コンクリート工学年次論文報告集、Vol. 17、No. 2、pp. 899-904、1995