

大阪市立大学工学部

学生員 ○岡野 寛

大阪市立大学工学部

正 員 眞嶋 光保

東洋建設(株) 鳴尾研究所

正 員 末岡 英二

東洋建設(株) 大阪本店

正 員 中村 亮太

### 1. はじめに

コンクリート部材の補強材料として現在注目されているのが炭素繊維シートである。炭素繊維シートは軽量であり扱いやすいこと、強い引張強度を有すること、錆を伴う腐食をしないことなどの特徴がある。そこで、本稿では健全なはり部材と曲げひび割れを生じたはり部材に対して炭素繊維シート接着による補強を行いその補強効果について載荷実験により、主に主鉄筋応力に着目して適用性を検討するものである。

### 2. 実験概要

本実験では繊維量単位面積あたり200g、公称厚さ0.111mm、引張強度35,500kgf/cm<sup>2</sup>、弾性係数2,350,000kgf/cm<sup>2</sup>の炭素繊維シートと、引張強度30,000kgf/cm<sup>2</sup>、弾性係数4,500,000kgf/cm<sup>2</sup>の高弾性係数炭素繊維シートを用い、接着剤にエポキシ系樹脂を用いた。

実験ケースを表1に示す。

供試体の寸法、補強状況、測定位置、配筋を図1に示す。寸法は15×15×140cmのRCはりで引張、圧縮ともにD13を2本配筋した。支点間距離120cm、曲げスパン40cmの曲げ載荷とした。

### 3. 実験結果および考察

表2に各実験ケースの終局耐力の計算値、実験値、それらの比および破壊モードを示す。この結果から無補強のはり部材、炭素繊維シート接着補強を施したはり部材ともにほぼ計算値と同等の値を示すことがわかる。

図2に無補強のはりおよび炭素繊維シートで補強したはり主鉄筋応力の計算値と実験値を示す。この図から補強した供試体の主鉄筋応力が計算値以上に低減されており、十分な補強効果が得られているといえる。

図3に健全な状態で炭素繊維シートを接着した供試体と、補強前に一次載荷を行いあらかじめ曲げひび割れを発生させた供試体の主鉄筋応力を示す。曲げひび割れを持つ供試体にも十分な主鉄筋応力の低減がみられることから、炭素繊維接着が曲げひび割れをもつはり部材の補強にも十分な適用性を持っていることがわかる。また、載荷初期の主鉄筋応力には違いがあるものの途中でひび割れのある方の供試体の主鉄筋応力が健全な供試体の値を下回っているという結果になっているがこれは実験日程の違いによる材令の差に起因すると思われる、この2つのグラフから補強時における曲げひび割れの有無はあまり影響しないことが伺える。

次に炭素繊維シートを2枚接着した供試体と高弾性炭素繊維シートを接着した供試体の主鉄筋応力を図4に示す。一般には曲げについて論じる場合EI(弾性係

表1 実験ケース

| ケース No. | 補強工法     | 補強時の<br>曲げひび割れ | シートの弾性係数<br>(kgf/cm <sup>2</sup> ) |
|---------|----------|----------------|------------------------------------|
| 0-0     | 無し       | 無し             | 2,350,000                          |
| C-0     | 炭素繊維接着   | 無し             | 2,350,000                          |
| C-1     | 炭素繊維接着   | 有り             | 2,350,000                          |
| C2-0    | 炭素繊維2枚接着 | 無し             | 2,350,000                          |
| CH-0    | 炭素繊維接着   | 無し             | 4,500,000                          |

0-0

ひび割れの有無 0:無し 1:有

補強の種類

0:無補強 C:炭素繊維

C2:炭素繊維2枚 CH:高弾性炭素繊維

表2 実験結果

| 実験ケース | 計算値(ton)<br>(1) | 実験値(ton)<br>(2) | (1)/(2) | 破壊モード     |
|-------|-----------------|-----------------|---------|-----------|
| 0-0   | 5.73            | 5.71            | 1.00    | 曲げ引張破壊    |
| C-0   | 7.67            | 7.68            | 1.00    | 炭素繊維シート剥離 |
| C-1   | 7.67            | 8.18            | 0.94    | 炭素繊維シート剥離 |
| C2-0  | 9.37            | 9.43            | 0.99    | 炭素繊維シート剥離 |
| CH-0  | 8.14            | 8.28            | 0.9     | 炭素繊維シート剥離 |

※破壊はいずれも鉄筋降伏の後

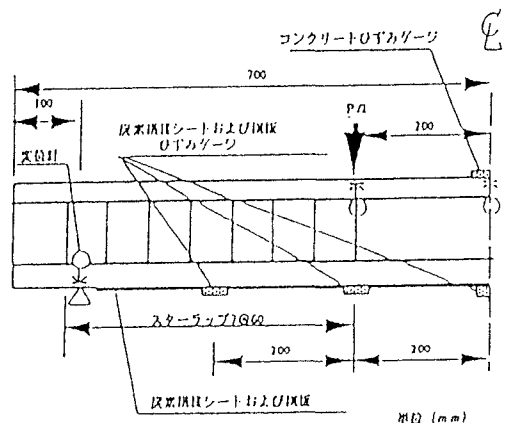


図1 供試体諸元

数×断面2次モーメント)を考えるが、今回は炭素繊維シート接着を鉄筋量増加と同等に考えているのでEAの観点で考えるとこの2つの供試体は補強に用いたシートのEA(弾性係数×断面積)が同等程度であるため、理論上の主鉄筋応力の低減効果はほぼ同じであるが実験でも同様であった。(2枚接着した場合の $EA=2,350,000\text{kgf/cm}^2 \times (2 \times 0.165\text{cm})=775,500\text{kgf}$ 、高弾性の場合 $EA=4,500,000\text{kgf/cm}^2 \times 0.465\text{cm}=742,500\text{kgf}$ )このことから本実験の範囲では補強効果は弾性係数と断面積の積で表せることがわかった。

図5にあらかじめ曲げひび割れを発生させた供試体に接着した炭素繊維シートのひずみを示す。ゲージの位置はそれぞれの測定位置(一端からの距離)を表している。図より、荷重が大きくなってから(7.5tf~8tf)についてはひび割れ部分の測定値と他の曲げスパン内における値に差があるものの7.25tfまではそれらの値に大きな違いがない。このことから、炭素繊維シートを接着することによる曲げひび割れの拡大に対する抑制効果というものを確認できた。

#### 4. まとめ

- (1) 炭素繊維シート接着により主鉄筋応力の低減、終局耐力の増加などの効果が得られる。
- (2) 補強における曲げひび割れの有無がその補強効果に与える影響は少ない。
- (3) 本実験の範囲においての炭素繊維シート接着による補強効果の程度は炭素繊維シートの弾性係数と断面積の積に依ることがわかった。

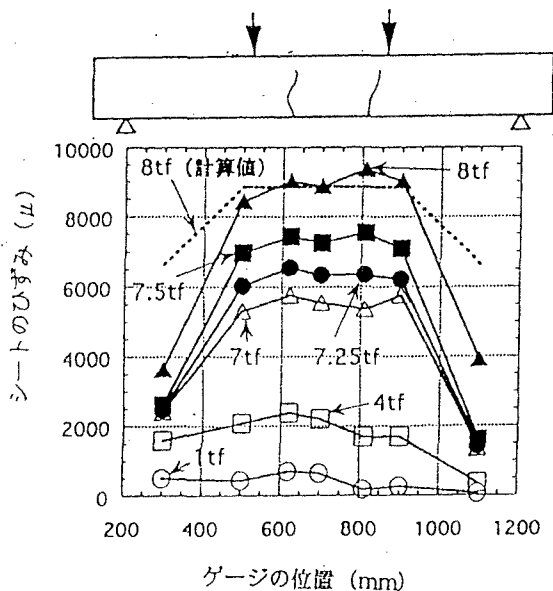


図5 炭素繊維シートのひずみ

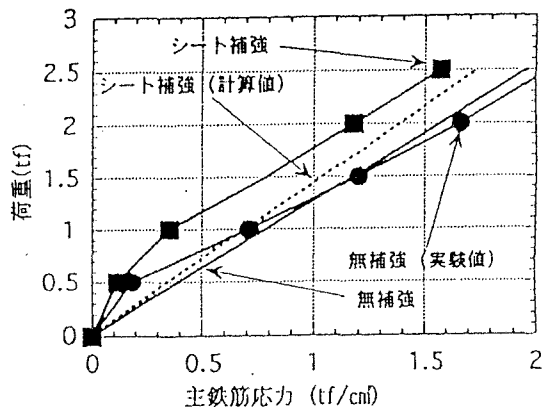


図2 補強の有無による主鉄筋応力の違い

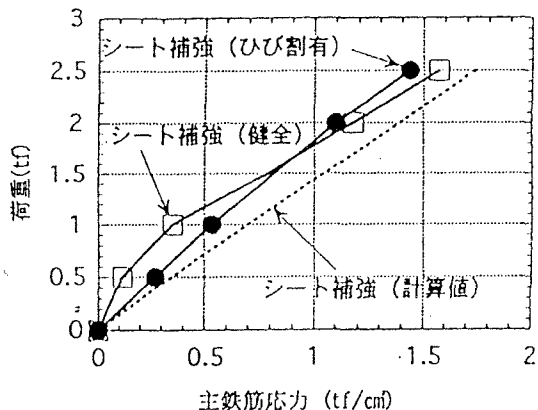


図3 ひび割れの有無による主鉄筋応力の違い

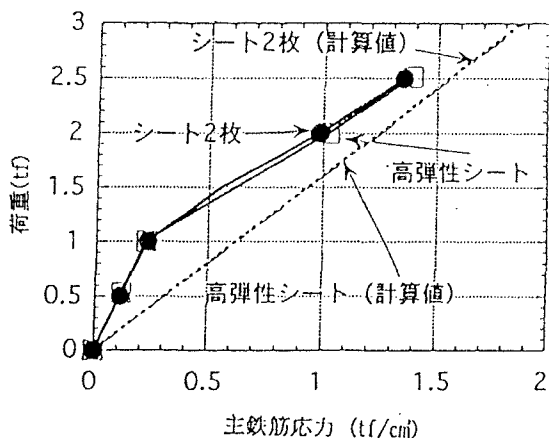


図4 炭素繊維シートの違いによる主鉄筋応力の違い