

V-424

炭素繊維シートで補強した RC 部材における
一軸引張性状に関する検討

北海道大学大学院 学 生 員 庄 司 和 晃
 北海道大学大学院 正 会 員 佐 藤 靖 彦
 北海道大学大学院 正 会 員 上 田 多 門
 北海道大学大学院 フェロ-会員 角 田 興 史 雄

1. まえがき

これまで、鉄筋コンクリート（以下「RC」）構造物の補強材として注目されている炭素繊維シート（以下「CFS」）により補強した RC 部材の曲げおよびせん断耐力に関する検討が数多くなされている。しかしながら CFS 補強 RC 部材の変形および抵抗機構を明らかにする上で不可欠と思われる、一軸引張特性の検討は十分になされているとは言えない。そこで本研究では CFS 補強 RC 部材の一軸引張試験を行い、鉄筋と CFS のひずみ分布性状および荷重分担割合を検討した。

2. 実験概要

RC 要素の引張剛性に影響を及ぼすと考えられる CFS の補強量を実験変数として選び、計 3 体の CFS 補強 RC 要素（ $150\text{mm} \times 150\text{mm}$ ）の一軸引張試験を行った。実験供試体を図-1 に実験供試体の諸元を表-1 に示す。

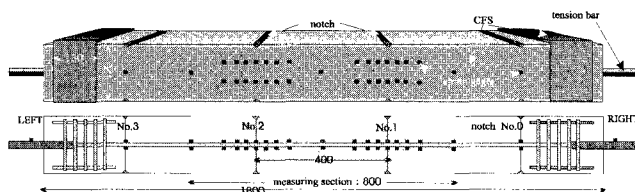


図-1 実験供試体

補強材として使用した CFS には、高強度カーボン、公称強度 3840MPa、公称弾性係数 230GPa のものを使用し、鉄筋は、SD345D16 であり、その降伏強度は 390MPa、弾性係数は 170GPa である。載荷方法は、載荷フレームの中に実験供試体を水平に設置し、供試体から突出した両端の鉄筋にヒンジを介し、一端を固定、他端をセーターホールジャッキによって引張力を加えるものである。

表-1 供試体諸元

Specimens	f_c (MPa)	p_s (%)	CFS
CS-00	27.5	0.88	—
CS-01	30.7	0.88	1 layer
CS-02	30.7	0.88	2 layers

f_c : Compressive strength p_s : Reinforcement ratio

3. 実験結果および考察

図-2 に供試体 CS-00 と CS-01 の鉄筋降伏直前および降伏直後の鉄筋のひずみ分布および応力分布を示す。RC 部材の引張特性として鉄筋は、降伏後直ちにひずみ硬化を開始するとされているが、本研究における実験ではそのような現象は観察されなかった。そのため無補強供試体 CS-00 には応力差が 0 の区間が極めて微小であるが存在している。供試体 CS-01 は、CFS の補強効果によりひずみ硬化は降伏してからかなり遅れて開始したため、応力差が 0 の区間は CS-00 より長い。供試体 CS-02 に関してはさらに長い区間で応力差が 0 になっていた。これはひび割れ交差部付近のひずみのみが大きく塑性変形を起こすのではなく、塑性域がひび割れ間に広がったことを示している。以上より CFS で補強した RC 部材の一軸引張特性のモデル化に必要とされる応力分布（ひずみ分布も同様に）は、降伏するまでは正弦曲線¹⁾などのなめらかな曲線で仮定することができるが、降伏以降はより複雑なモデルにより表現せざるを得ないと言える。

図-3 に供試体 CS-01、CS-02 の鉄筋の降伏前における CFS のひずみ分布を示す。ひび割れが発生した位置

Keywords: 炭素繊維シート、ひずみ分布、荷重分担特性

〒060-0813 札幌市北区北 13 条西 8 丁目 北海道大学大学院工学研究科複合構造工学分野

TEL: 011-706-6182 FAX: 011-707-6582

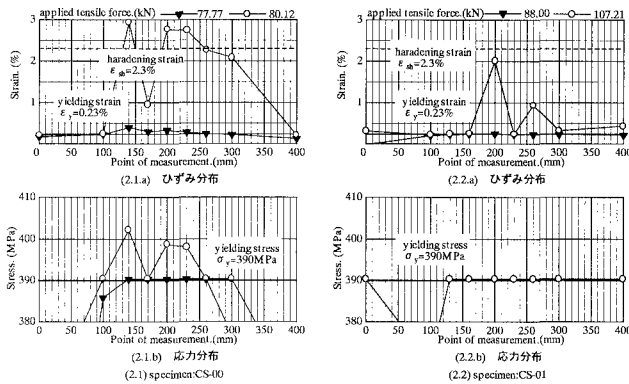


図-2 鉄筋のひずみ分布および応力分布（CS-00とCS-01との比較）

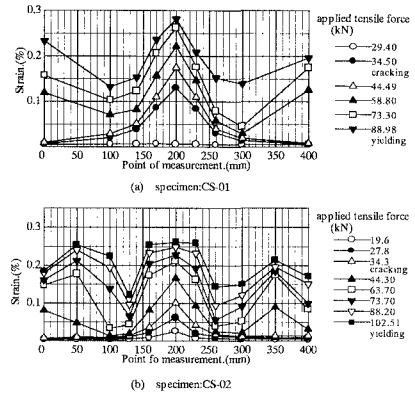


図-3 CFSのひずみ分布

（測定区間における 200mm の位置）で、荷重段階の変化に伴ってひずみ分布が局部的に変化していることが分かる。荷重段階が上がるにつれ、荷重を受け持つ部分（付着力を分担している付着領域：以下有効付着長）²⁾は広がる。特に供試体 CS-01 は、ひび割れ発生直後に有効付着長が急激に増加していることが明らかである。それに対して供試体 CS-02 は、ゆっくりと有効付着長および最大ひずみが増加している。

図-4 にひび割れ位置における鉄筋と CFS のひずみの関係（最大ひずみ関係）を示す。CFS の補強量の増加に伴い鉄筋降伏以降の供試体 CS-01, CS-02 の傾きが変化している。これは、CFS が降伏以降における鉄筋のひずみの増加を抑制したためと言える。また、供試体 CS-01, CS-02 のどちらも終局時に最大ひずみ関係の傾きが大きく変化しているのは、鉄筋のひずみ分布性状がそれまでと大きく変化したため、すなわち鉄筋の塑性域がひび割れ間に広がったことによる。

図-5 に供試体 CS-01, CS-02 におけるコンクリート、鉄筋および CFS の分担荷重の関係を示す。引張荷重が約 35kN に達したときコンクリートにひび割れが発生し、鉄筋が主に荷重を受け持つ。ひび割れ発生以降、CFS の分担荷重は引張荷重の増加と共に概ね直線的に増加している。

4. 結論

- (1) CFS で RC 部材を補強することで、ひび割れ位置での鉄筋の降伏を遅らせ、さらに鉄筋降伏後、鉄筋のひずみ硬化への移行を抑える。
- (2) CFS で補強することにより、また補強量が多いほど、鉄筋降伏後の塑性域の広がる領域が大きく、その差異が鉄筋の平均応力-平均ひずみ関係、ひび割れ位置での最大ひずみ関係に表されることを明らかにした。
- (3) ひび割れ発生後鉄筋が降伏するまでは、CFS の受け持つ引張力は概ね直線的に増加する傾向にある。

～ 参考文献 ～

- 1) 玉井 真一、島 弘、出雲 淳一、岡村 甫：一軸引張部材における鉄筋の降伏以後の平均応力-平均ひずみ関係、土木学会論文集 第 378 号(1987)
- 2) 浅野 靖幸、佐藤 靖彦、上田 多門、小野 定：炭素繊維シートの付着性状について、「新素材のコンクリート構造物への利用」 シンポジウム論文報告集(1996)

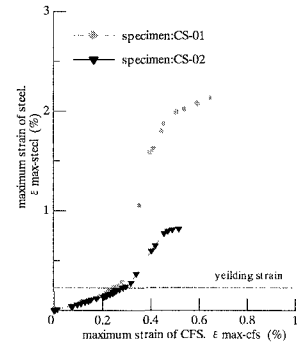


図-4 鉄筋と CFS の最大ひずみ関係

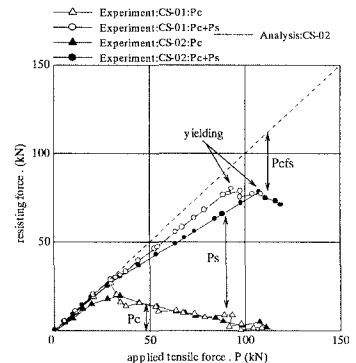


図-5 分担荷重