

鉄筋量を変化させた炭素繊維シート補強 RC 梁の破壊性状に関する研究

○九州大学工学部 学生会員 上田 貴則 九州大学大学院 フェロー 松下 博通
九州大学大学院 正会員 佐川 康貴 九州大学大学院 学生会員 竹下 正一

1. 研究目的

炭素繊維シート（以下、CFS）を底部に接着して曲げ補強した RC 梁において、鉄筋量の違いが CFS の補強効果および剥離性状に及ぼす影響についてはまだ十分に検討されていない。そこで本研究では、CFS 補強量を一定として引張鉄筋量を変化させ、CFS 補強 RC 梁の破壊性状ならびに CFS の補強効果を実験により明らかにした。

2. 実験概要

供試体の種類を表-1に示す。供試体は組立筋に D13 (SD295A)、主鉄筋に D13、D16、D22 (SD295A) の3種類、スターラップ (100mm 間隔) に D6 (SD295A) を配置した RC 梁を用いた。なお、主鉄筋はかぶり厚さが一定となるように配置した。上記の3種類の RC 梁底面にエポキシ樹脂含浸接着剤を用いて CFS を2層接着したものと同無補強のもの計6体である。ここで、無補強供試体は曲げ破壊先行型である。図-1に供試体の形状寸法と CFS の接着位置を示す。CFS には、ひずみ分布を測定し剥離開始の位置を把握するために、剥離開始が予想される区間には 50mm 間隔で、他の区間は 100mm 間隔で検長 30mm のひずみゲージを貼付した。供試体に用いたコンクリートの物性は圧縮強度 29.3N/mm^2 、弾性係数 $3.04 \times 10^4 \text{N/mm}^2$ 、引張強度 2.91N/mm^2 である。鉄筋および CFS の物性を表-2、表-3に示す。

3. 実験方法と測定項目

載荷は油圧式ジャッキで行い、荷重を単調増加させた。測定項目はロードセルにより求めた荷重、スパン中央部の主鉄筋と CFS のひずみ、スパン中央部のコンクリート側面の水平方向ひずみ（圧縮鉄筋位置、梁高中央、主鉄筋位置の3箇所）、スパン中央部の変位である。さらに、各荷重段階におけるひび割れ発生状況、剥離進展状況、最終破壊状況を観察した。

4. 実験結果および考察

4.1 荷重-たわみ関係

図-2に各供試体の荷重-たわみ曲線を示す。鉄筋量の増加とともに最大荷重も増加していることが分かる。また各供試体とも CFS による補強効果が見られるが剥離発生後に終局に至り、完全に剥離してからは、CFS 無補強時と同様にたわみだけが增加している。

表-1 供試体の種類

供試体No.	鉄筋の呼び名	シートの積層数	主鉄筋比 (%)	かぶり (mm)
1	D13	0	0.70	29
2		2		
3	D16	0	1.13	
4		2		
5	D22	0	2.20	
6		2		

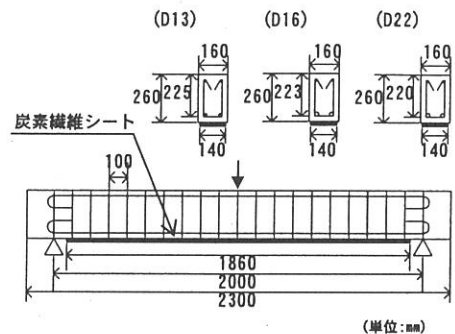


図-1 供試体概要と CFS 貼付位置

表-2 鉄筋の物性

	材質	引張強度 (N/mm ²)	弾性係数 (N/mm ²)
組立筋 (D13)	SD295A	356	2.0×10^5
主鉄筋 (D13, D16, D22)		356	2.0×10^5
スターラップ (D6)		340	—

表-3 CFS の物性

目付量 (g/mm ²)	設計厚さ (mm)	引張強度 (N/mm ²)	弾性係数 (N/mm ²)
300	0.167	3480	2.3×10^5

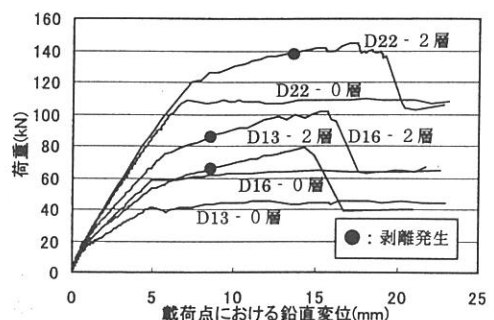


図-2 荷重-たわみ曲線

4.2 ひずみ分布

図-3, 図-4 および図-5 に引張鉄筋に D13, D16 および D22 を用い, CFS の積層数 2 層の場合のひずみ分布を, ひび割れ図と併せて示す。いずれの供試体も梁中央部の荷重点から約 300mm 左側 ($x = -300$ mm) あたりの位置から剥離が支点側に向かって進展している。また, 各荷重段階におけるひずみ分布を比較しても鉄筋量の変化による違いは確認できない。

4.3 破壊状況

CFS 無補強供試体 No.1, No.3, No.5 では鉄筋降伏後, コンクリートが圧壊した。CFS 補強供試体 No.2, No.4, No.6 では鉄筋降伏後に CFS の付着による斜めひび割れが荷重点付近の曲げひび割れに向かって生じ, たわみの増加と共にひび割れ幅が大きくなり, 曲げひび割れと CFS の付着による斜めひび割れによってできたコンクリート片が CFS を下方に押し下げること (ピーリング作用) によって CFS の剥離が発生し, 破壊に至った。最終的な破壊状況を観察すると, 供試体 No.2, No.4, No.6 共通してスパン中央付近では斜めひび割れからかぶりに沿ってひび割れが発生していることが確認できた。

4.4 補強効果

図-6 に無補強供試体に対する最大荷重の比と補強面積比の関係を示す。補強面積比は, 梁の断面における CFS の面積 A_f と主鉄筋量 A_s の比 (A_f/A_s) とした。なお, 既往の研究⁹⁾より鉄筋量を変化させずに CFS 補強量を変化させたデータも合わせて示す。図より鉄筋量を変化させた場合も CFS 補強量を変化させた場合と同様の傾向を示している。

5. まとめ

CFS を底部に接着して曲げ補強した RC 梁について, 鉄筋量を変化させた場合の破壊性状と補強効果の検討を行った結果, CFS を 2 層貼付し, 鉄筋径を D13, D16, D22 と変化させた場合, 鉄筋量に関わらず剥離の発生はピーリング作用によって CFS の剥離が発生し, 破壊に至ることが分かった。

【参考文献】

- 1) 岳尾弘洋ほか: せん断スパン比を変化させた CFRP 補強梁の曲げ荷重実験, コンクリート工学年次論文集, Vol.21, No.2, pp.205-210, 1999.6

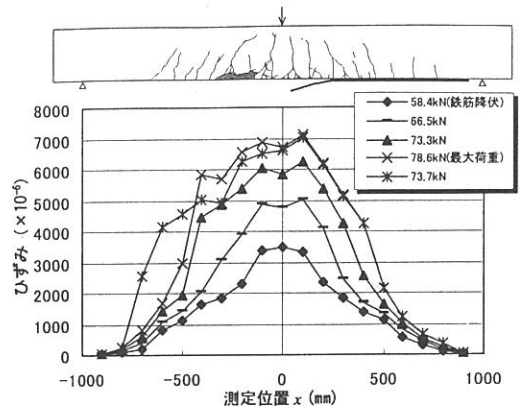


図-3 ひずみ分布 (D13)

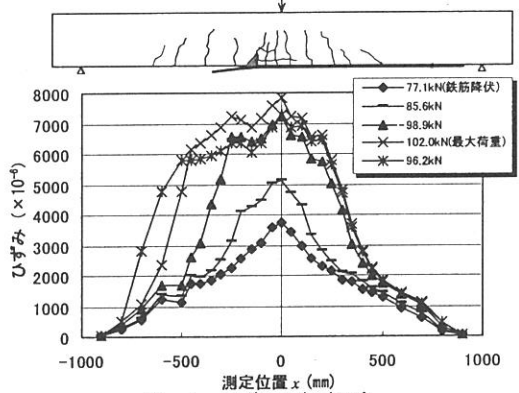


図-4 ひずみ分布 (D16)

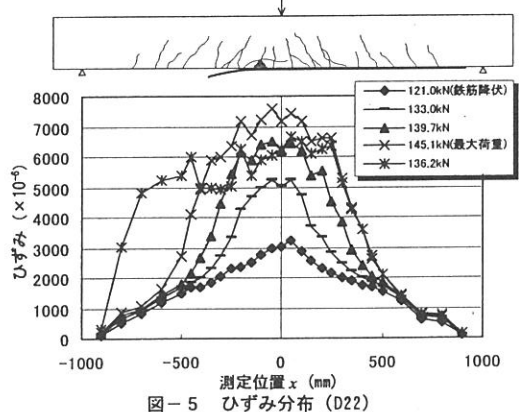


図-5 ひずみ分布 (D22)

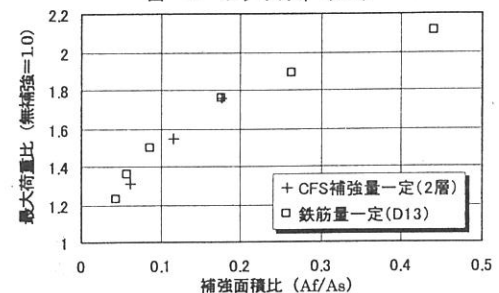


図-6 最大荷重比と補強面積比の関係