

CFS 補強 RC 梁の挙動に与えるせん断補強筋とかぶり深さの影響

北海道大学大学院 学生会員 尾崎宏喜
 北海道大学大学院 正会員 上田多門
 北海道大学大学院 Jianguo Dai

1. はじめに

近年、RC 梁の補強方法の1つとして炭素繊維シート（以下 CFS）による補強が注目されている。現在、CFS により補強された部材の耐力は、CFS-コンクリート界面の挙動により左右されると考えられている^[1]。本研究では CFS により下面補強された RC 梁は CFS の剥離により破壊に至るという点に着目し、CFS が剥離を起こす際の CFS-コンクリート界面の挙動に対してのせん断補強筋間隔、かぶり深さの影響について検討する。

2. 供試体概要

実験に使用した供試体を Fig.1 に示す。コンクリート面に下地処理、プライマー塗布後 CFS を 2 層下面に貼り付け、また、剥離が試験サイドで確実に起こるために梁の片側を CFS により巻き立て補強をし、2 点載荷、静的試験を行った。各供試体の諸元を Table 1 に示す。

3. 実験結果

3.1 荷重-変位曲線

全ての梁において CFS の剥離により破壊に至った(Photo 1)。各パラメーター別の荷重-変位曲線を Fig.2 に示す。かぶりの厚さによる比較では、最大荷重、最大変位にほとんど違いは見られない。また、せん断補強筋間隔の違いによる比較では、せん断補強筋の間隔を狭めることにより最大荷重、最大変位共に 10%ほど増加した。

3.2 CFS ひずみ分布

CFS ひずみ分布を Fig.3 に示す。かぶり厚さによる影響を比較すると、最大ひずみに大きな差は見られない。しかし端部における CFS のひずみに着目すると、かぶりが薄いほうが載荷初期から CFS のひずみが支付近まで広がっていることがわかる。このことから CFS に作用する付着力がかぶりの薄いほうが分散し、CFS が全体的に有効に機能している。また、かぶりが薄いほうはひび割れ間隔が狭く、ひび割れ数も多かった。せん断補強筋間隔による影響を比較

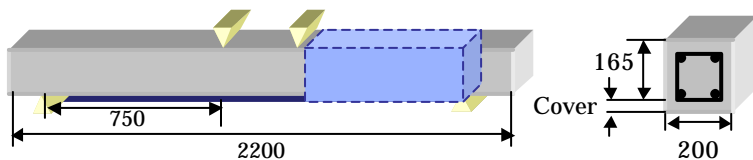


Fig.1 供試体図

Table 1 供試体諸元

Beam Code	f _c (N/mm ²)	Cover (mm)	S _s (mm)	P _U (kN)	
				計算値 ⁽²⁾	実験値
O-1	39.92	10	100	83.3	89.5
O-2	36.97	35	100	78.5	84.5
O-3	35.37	70	100	86.2	87.5
O-4	37.40	35	50	78.5	94.5

f_c: コンクリート圧縮強度 S_s: せん断補強筋間隔 P_U: 最大荷重



Photo 1 CFS 補強 RC 梁の破壊状況

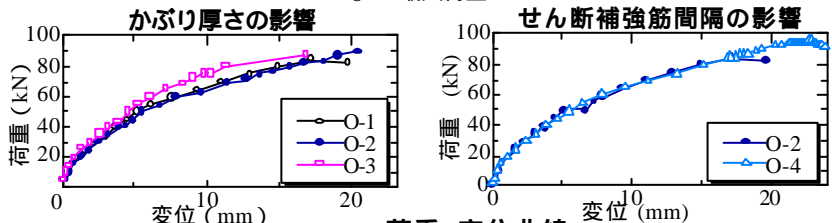


Fig.2 荷重-変位曲線

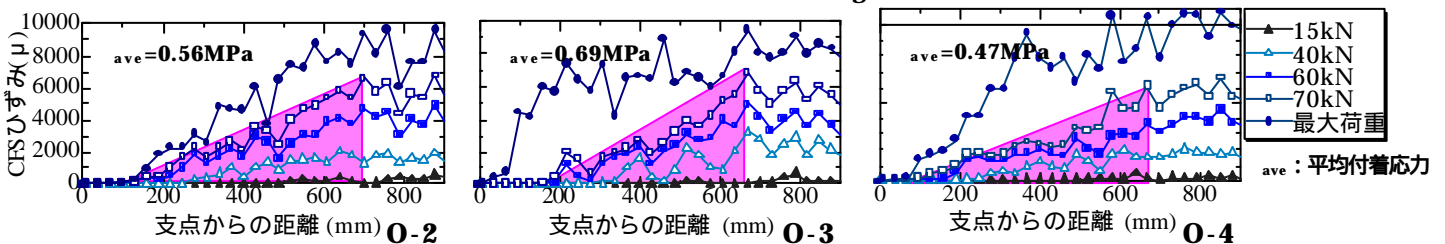


Fig.3 CFS ひずみ分布

キーワード 炭素繊維シート (CFS) かぶり、せん断補強筋、CFS 剥離

連絡先 〒060-8628 札幌市北区北 13 条西 5 丁目 北海道大学大学院工学研究科社会基盤工学 TEL011-706-6181

すると、O-4 は CFS の最大ひずみが増加しており、そのことにより耐力が増加している。図に示すようにほぼ直線分布しているひずみを元にし、平均付着応力を求めたところかぶり厚が薄いほう及びせん断補強筋間隔が狭いほうが低い値となった。

4. 考察

4.1 かぶり厚さの影響

梁断面を設計する際、計算上、同荷重時においてかぶり厚が厚いということは梁高さが増すので、CFS のひずみは小さくなり CFS に作用する引張応力が、ある一定値の時に剥離が生じるとすれば耐力は増すはずである。しかし、かぶり厚の厚さに関わらず CFS のひずみ、最大荷重がほぼ同じであったので、かぶり厚が厚い場合は CFS が剥離しやすい状況であると考えられる。その原因の一つとして、かぶり部分のひび割れ幅が挙げられる。梁下縁の側面に設置した PI ゲージ (Fig. 4, C 点) を用いにかぶり部分のひび割れ幅を測定した (Fig. 5)。これによると、かぶり厚の厚い O-3 はひび割れの幅とすべりが大きくなっていることがわかる。梁の下面から入ったひび割れは上端へ向かって伸展するので、かぶり厚が厚いほうが CFS 部分のひび割れ幅が広くなるとも考えられる (Fig. 6)。もし、ひび割れ幅が広くなることにより早く剥離したとすれば、剥離時、ひび割れ付近の局所的な付着応力は増大していると考えられる。これにより各かぶり部分のひび割れ付近において局所的な剥離が起こり、CFS 全体の剥離に至ったと考えられる。

4.2 せん断補強筋の影響

Fig. 7 にせん断スパン内のある 2 点 (Fig. 4, A, B 点) における CFS の付着応力の推移を示す。これによると、せん断補強筋の間隔を狭めた O-4 の方が載荷荷重増加時に、CFS に作用する付着応力が低い値で保たれていることがわかる。荷重-変位曲線はほぼ同じである (Fig. 2) ことから、梁全体の変形が同じ時に O-2 と比べ O-4 ではせん断補強筋がひび割れ幅を拘束するので、梁下端変形をひび割れの幅を広げずにひび割れを分散することで補ったと考えられる。ひび割れが細かく、また分散されたことにかぶり部分ひび割れ付近の局所的な付着応力が低い値で保たれ CFS の剥離が抑制され、梁の耐力が増加したと考えられる。

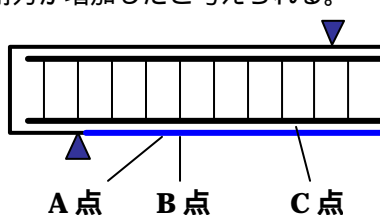


Fig. 4 各測定位置

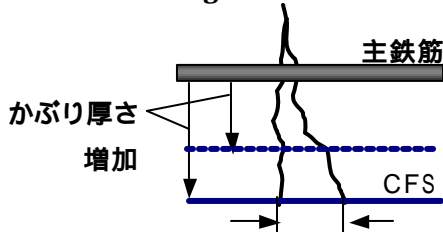


Fig. 6 ひび割れ模式図

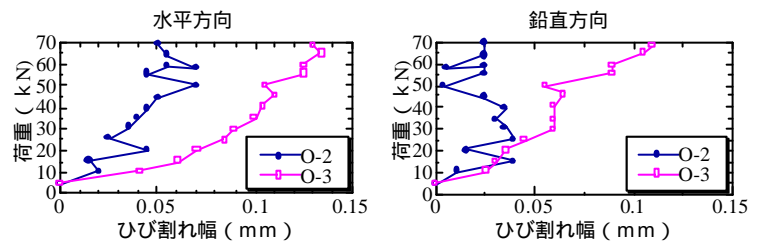


Fig. 5 かぶり部分ひび割れ幅の推移

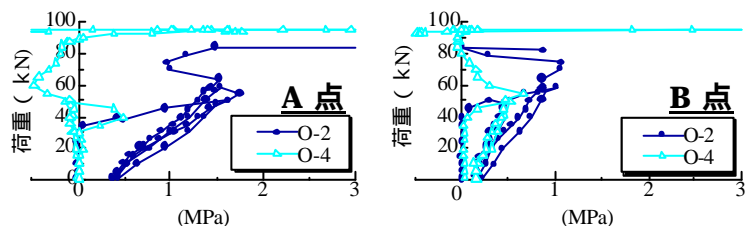


Fig. 7 CFS 付着応力の推移

5. まとめ

- (1) かぶりを厚くした場合、計算上^[2]梁の耐力は増大するが CFS が引張力を請負う領域が短くなり、またひび割れが広がることにより CFS が剥離しやすい状態になることで相殺され、最大荷重はほぼ同じであったと考えられる。
- (2) せん断補強筋の間隔を狭め本数を増やすことで剥離による曲げ耐力の増加が見られた。これはせん断補強筋がひび割れでの変形を抑制し、ひび割れ付近の付着応力が小さくなり剥離が遅れたためであると考えられる。
- (3) 今後ひび割れでの変形と付近の CFS 付着応力との関係、かぶり厚さが CFS の界面剥離エネルギーに影響を与えている可能性の検討などのため、詳細なデータの分析が必要である。

参考文献

- [1] 佐藤靖彦、伊藤智之、小牧秀之、前田敏也：緩衝材を用いた炭素繊維シート補強 RC はりの曲げ挙動、土木学会、コンクリート工学年次論文集、2002
- [2] 連続繊維シートを用いたコンクリート構造物の補修補強指針、土木学会、コンクリートライブラリー101、2000.7