

CFS 補強 RC 梁の挙動に与えるかぶり深さの影響

The influence of concrete cover on behavior of RC beam with CFS

北海道大学 ○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 正会員 佐藤 靖彦
北海道大学大学 Jianguo Dai

1. まえがき

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。CFSにより補強された部材の耐力は、CFS の剥離により左右されると考えられている。現在まで梁端部から起こる剥離のメカニズムに関する研究は多くなされ、端部剥離を防ぐ方法は考案されているが、梁中央部から起こる剥離についてはまだ十分とはいえない。

本研究では、CFSにより下面補強されたRC梁の下面コンクリート部分の補修に関わる“かぶり深さ”をパラメーターとし、中央部分の曲げひび割れ、せん断曲げひび割れの下面先端部から起こる剥離の挙動について検討する。

2. 実験概要

2.1 使用材料

普通ポルトランドセメントを用い、圧縮強度の目標値を35Mpaに設定した。また、実験日と同日に圧縮強度試験を行った。本研究で使用したCFSは、弾性係数236GPa、引張強度3800MPa、設計厚さ0.11mmの一方強化材である。主鉄筋に2D13、せん断補強筋に間隔100mm、D6を用いた。

2.2 実験供試体

実験に使用した供試体は全長2200mm、断面積が200mm×200mmの正方形鉄筋コンクリート梁である。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行った（Fig.1参照）。本研究において、かぶりの厚さの異なる供試体を3体作製（Table1参照）し静的試験を行った。

Table.1 供試体諸元

Beam Code	f_c' (kN/mm^2)	かぶり (mm)	Pu(kN)	
			計算値	実験値
1	36.97	35	77.73	84.5
2	39.92	10	72.43	89.5
3	35.37	70	86.2	87.5

3. 実験結果及び考察

3.1 破壊形状

各供試体の破壊形状をFig.2-1～Fig.2-3に示す。Fig.2-1はかぶり深さ35mmであり、Fig.2-2はかぶり深さ10mm、Fig.2-3は70mmである。各供試体供に荷重作用位置から支点方向にほぼ150mmの位置でCFSの剥離が生じ、端部まで伸展した。その際、剥離開始位置より内側、剥離開始位置から等曲げ区間に至るまでかぶりコンクリートの破壊が見られた。

破壊状況について詳しく説明すると、まず等曲げ区間において曲げひび割れが発生後、鉄筋降伏しせん断曲げひび割れが生じる。その後CFSの剥離が端部支点方向に伸展しながらせん断曲げひび割れが大きくなり、かぶり部分に細かな付着ひび割れが大量に発生し、端部に向かい付着ひび割れはゆっくりと伸展する。CFS接着長が足りない場合CFSの剥離が急激に起こり、荷重も大幅に落ちる。各供試体の破壊状況を比較すると、かぶり深さは部材全体的な破壊形式にはほとんど影響を与えないということがわかる。ただし、実験での観察では、かぶり70mmの梁と他の2体の梁を比べると、かぶり70mmの梁はCFSの剥離の伸展が早かったように思われる。



Fig.2-1 CFS 補強 RC 梁の破壊（かぶり 35mm）



Fig.2-2 CFS 補強 RC 梁の破壊（かぶり 10mm）



Fig.2-3 CFS 補強 RC 梁の破壊（かぶり 70mm）

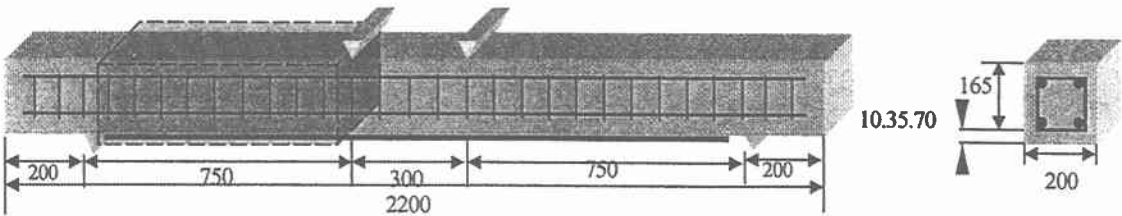


Fig.1 供試体形状寸法の詳細

3.2 荷重～変位曲線

Fig.3 に荷重変位曲線を示す。各供試体の有効高さは同じである。理論上、CFS 剥離が同じ付着力で起きるとすれば、かぶりが大きいほど耐力は大きくなるはずである。また、かぶりが大きくなると梁の剛性は高くなる。Fig.3 によると、各供試体の終局変形、最大荷重は、全ての梁に大きな違いは見られなかった。かぶりの厚い 70mm の梁については他の梁に比べ確かに剛性は高くなっている。しかし、鉄筋降伏後、他の梁と比べ剛性の減少が早いことが確認できる。かぶりが厚くなると、コンクリートのひび割れの先端が大きく広がる。そのことにより、コンクリートと CFS 界面のすべりが、大きくなるということが理由として考えられるのではないだろうか。

Table.1 は最大荷重の計算値と実験値が異なっていることを示している。計算の方法は、JSCE「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」によるもので、シートの応力度を決める際に連続繊維シートとコンクリートの界面剥離エネルギー(N/mm)は本実験室の一軸界面付着試験により 1.0 とした。かぶり 70mm では最大荷重の計算値と実験値はほぼ同じであるが、他の 2 体では計算値のほうが小さくなっている。このことから、かぶり 10mm とかぶり 35mm の 2 体はシートとコンクリートの界面剥離エネルギー、あるいは最大界面付着応力が、かぶり 70mm のものよりも大きくなっている可能性もある。

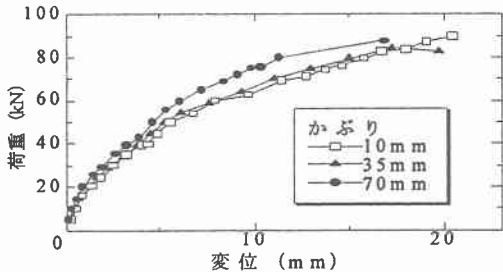


Fig.3 荷重～変位曲線

3.3 CFS のひずみ分布

Fig.4-1～Fig.4-3 に各荷重の CFS のひずみ分布を示す。Fig.4-1 (かぶり 35mm) Fig.4-2 (かぶり 10mm) Fig.4-3 (かぶり 70mm) である。Fig.4-3 では他の供試体と比べ、端部付近の CFS のひずみが終局状態直前で急激に大きくなっている。これは、前述で触れた CFS の伸展が端部へと伸展し破壊した事実と一致する。Fig.4-3 は他の供試体と比較して、CFS の最大ひずみは小さくなっている。このことからせん断スパンにおいてかぶりが厚い場合は CFS とコンクリート界面の平均接着応力はかぶりが薄いときよりも小さくなる。

3.4 かぶりの影響

最終的な梁の耐力には大きな影響はないと思われる。そして実際の補修において、現存の梁部材の能力の低下したかぶり部分を剥がし取り新しいかぶりを造るときに構造的な視点でかぶり厚さをあまり考慮に入れる必要はないと考えられる。しかし、ひび割れの伸展状況、鉄筋とコンクリートかぶり部分、CFS の相互作用、界面剥離のメカニズム及び斜めひび割れの有

無を明らかにするためにかぶりの影響を考慮する必要性があるのではないかとと思われる。

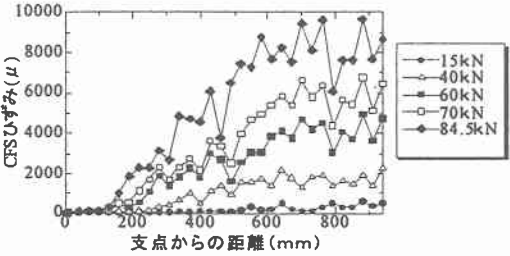


Fig.4-1 CFS のひずみ分布 (かぶり 35mm)

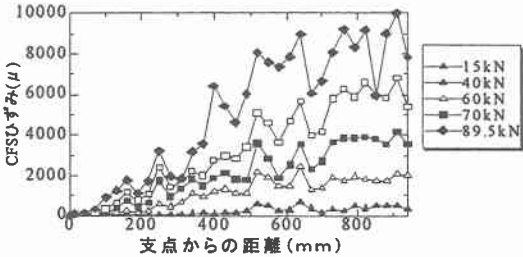


Fig.4-2 CFS のひずみ分布 (かぶり 10mm)

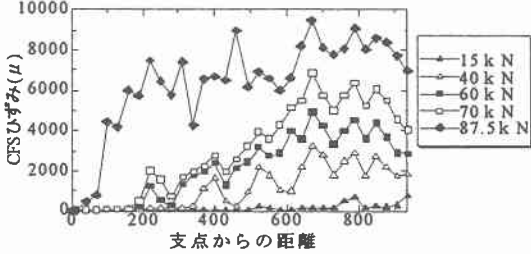


Fig.4-3 CFS のひずみ分布 (かぶり 70mm)

4. まとめ

本研究で得られた主な知見を以下に示す。

- (1) CFS 下面補強 RC 梁において終局変位、最大荷重は引張鉄筋までの有効高さできまり、かぶり深さはあまり影響を及ぼさないということが確認できた。
- (2) 有効高さが同じ場合、かぶりの厚さがコンクリートと CFS の界面剥離エネルギーにある程度影響を与え手いる可能性がある。
- (3) かぶりの厚さによってひび割れの発生、伸展状況が異なり、界面破壊メカニズムに定量的な影響を及ぼすということを今後の詳細なデータ整理により関連を明確にしたい。

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、コンクリート工学年次論文集、Vol.24. No.2、2002、p.1375～1380
(2) 清水建設株式会社、日石三菱株式会社：緩衝材を用いた炭素繊維シートによる梁の曲げ補強試験報告書 平成 13 年 3 月
(3) 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