

CF シート曲げ補強 RC はりにおける剥離抑制シートの荷重分担に関する一検討

日本大学工学部 正会員 ○子田 康弘

日本大学工学部 正会員 岩城 一郎

1. はじめに

近年の既存鉄筋コンクリート構造物の耐荷性能の向上を目的として、連続繊維シート(以降、シート)の接着工法による構造物の補強も多数行なわれるようになった。この内、RC はり部材における曲げ補強では、その耐荷力がピーリング作用で決まるシートの剥離破壊があり、このシート剥離の防止を目的として曲げ補強シートの上からシートを巻上げて剥離の防止を施す方法が提案されている¹⁾。

本研究では、シートによる曲げ補強と剥離防止を施した RC はりについて、剥離防止がはりの耐荷性能に及ぼす影響として剥離防止シートの荷重分担性状に関する実験的検討を行なった。

2. 実験概要

図-1 に、供試体の形状、配筋、およびシートによる曲げ補強と剥離防止の概要を示す。供試体には、断面寸法(高さ×幅)を 350×150mm、スパン長 2000mm とする複鉄筋矩形はりを使用した。配筋は、D10 鉄筋を圧縮側に、D22 鉄筋を引張側に各々 2 本配置し、またスターラップには D10 鉄筋を 200mm 間隔で配置した。本実験の供試体は、シート無補強(B-0)の状態で曲げ破壊先行型に設計し、これにシート幅を 130mm とし曲げ補強を行った供試体(B-F)と、さらには曲げ補強シートの剥離防止のためシートをゼブラ状に閉合巻付けを行った供試体(B-F-S)の計 3 体である。なお、本実験では、シートとして炭素繊維を用いた。表-1 には、本実験のシート補強方法の一覧を示した。載荷試験は、サーボバルブ制御の油圧アクチュエーター(容量 500kN)を用いた対称 2 点集中荷重方式により行った。載荷時は、作用荷重を容量 500kN のロードセルにより、供試体の中央変位を、容量 100mm、精度 1/100mm の高感度変位計により計測した。なお、ここで示すたわみ量は、供試体中央と支点位置との相対変位である。また、剥離防止シートに生じるひずみの測定は、ひずみゲージを用いている。その貼付位置は、図-1 に示す通りであり、特に斜めひび割れの発生が予想される位置(図-1 の 2',3')においてその貼付間隔を小さくしている。表-2 と表-3 は、鉄筋とコンクリート、およびシートの物性値である。

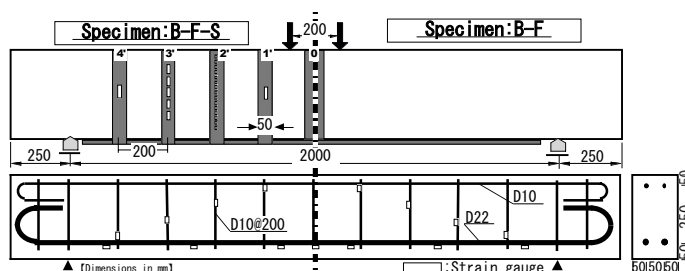


図-1 供試体の概要

表-1 シートによる補強方法の一覧

供試体 No.	曲げ補強シート		剥離防止シート	
	補強方法	幅(mm)	補強方法	幅(mm)
B-0	—	—	—	—
B-F	下面3枚貼付	130	—	—
B-F-S			閉合型	50

表-2 鉄筋とコンクリートの物性値

種類	鉄 筋			コンクリート 圧縮強度 (MPa)
	降伏強度 (MPa)	引張強度 (MPa)	ヤング係数 (GPa)	
D10	358	511	193	26.0
D22	335	500	193	

表-3 シートの物性値(炭素繊維)

引張強度 (MPa)	ヤング係数 (GPa)	目付量 (g/m ²)	厚さ (mm)
4170	231	313	0.167

3. 実験結果および考察

図-2 は、各供試体の荷重-変位関係を示した図である。最大荷重は、B-0、B-F、B-F-S の順に大きくなり、曲げ補強およびシート剥離防止効果が認められる。耐荷性状としては、B-0 では作用荷重 160kN 時に引張鉄筋が降伏し、コンクリートの圧壊が生じて終局耐力に至る傾向であった。一方で、B-F と B-F-S の剛性勾配に着目すると主鉄筋降伏(200kN 付近)まで、剛性勾配に差異は見受けられず、また曲げ補強による鉄筋降伏

キーワード CF シート、曲げ補強、ピーリング防止、荷重分担、RC はり

連絡先 〒963-8642 福島県郡山市田村町徳定字中河原1 日本大学工学部土木工学科 TEL 024-956-8721

荷重による鉄筋降伏荷重の増加が B-0 より 40kN 程度大きくなった。さらに B-F-S では、後述する曲げ補強シートの剥離防止効果によって最大荷重は 251kN と B-F よりも増加した。

図-3 は、実験終了後の破壊状態を示している。

図に示すように、各供試体ともに終局時の破壊状態は、曲げ破壊と判定される。シートの剥離に関しては、B-F では載荷点よりやや支点側位置を起点とする曲げ補強シートのピーリングによって終局に至っている。B-F-S は、剥離防止シートが隅角部付近において破断したために曲げ補強シートが剥離し終局に至る性状を示していた。

図-4 は、B-F-S における剥離防止シートのひずみ分布の一例である。図に示すように、ひずみ分布のピークが 2 ヶ所認められる。まず供試体下面から 100mm 間のひずみ増加範囲では、特に B-F の最大荷重時(シート剥離時)に達した頃からひずみ増加が顕著になる傾向であった。すなわち、この範囲がシート剥離防止に寄与した領域と考えられる。なお、この剥離防止によって生じた供試体下面付近のひずみ分布は、既往の研究¹⁾と同様な傾向である。次に、供試体高さ中央付近のひずみが増加しているのは、その位置を斜めひび割れが横断しているためであり、このことは、ひび割れ発生箇所においてシートが引張力を分担しているものと思われる。

図-5 は、各供試体の最大荷重の比較をした図である。ここで、せん断スパン中央の剥離防止シート(図-1 では 2',3')のひび割れ位置の最大ひずみ $\epsilon_{cf,max}$ (図-4 参照)から引張力を求め、シート引張力の合計値を算出した。合計した引張力は、B-F と B-F-S の最大荷重の差(約 40kN)と概ね一致する結果であった。これは、B-F-S の最大荷重が B-0 の設計せん断耐力(211kN)を超えており、このことからシート曲げ補強による曲げ耐力の向上でせん断力が斜めひび割れの進展を助長させた場合、剥離防止シートはこのひび割れ位置でせん断力の分担に寄与するものと考えられる。

4. まとめ

本検討では、曲げ補強シートの剥離防止を目的として、シートを RC はりに閉合型で巻き付けた。その結果、剥離防止シートは、シート剥離の制御に加え、せん断力による斜めひび割れの進展が顕著な箇所においてせん断力を分担するものと思われた。このことから、剥離防止シートの定着を完全にすることにより、部材のせん断補強に対してその有効性があるように考えられた。

謝 辞：本研究の一部は、文部科学省学術フロンティア推進事業（日本大学工学部）：「中山間地及び地方都市における環境共生とそれを支える情報通信技術に関する研究（研究代表：小野沢元久）」の一環として実施し、日本大学学術研究助成金（奨励研究）も受けた。ここに付記し謝意を表します。

参考文献：1)栗橋祐介 他：FRP シート曲げ補強 RC 梁のシート剥離制御法に関する一検討，コンクリート工学年次論文集，Vol.25，No.2，pp.1771-1776，2003

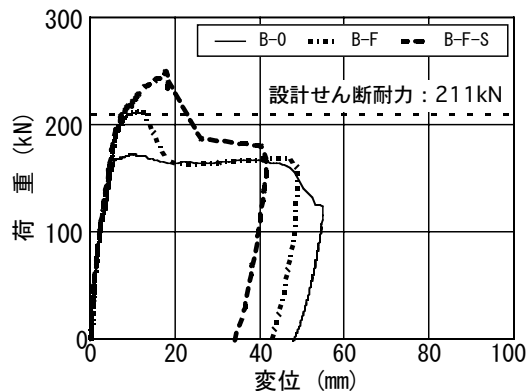


図-2 荷重-変位関係

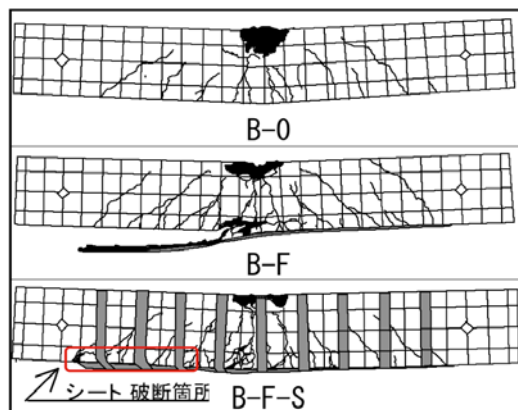


図-3 各供試体の破壊状態

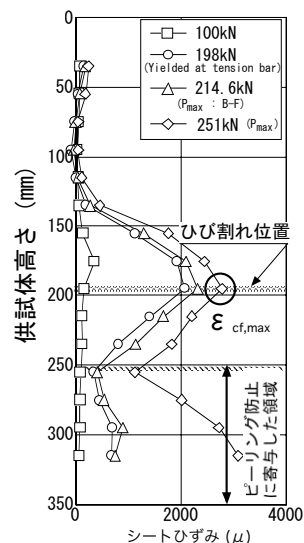


図-4 剥離防止シートのひずみ分布

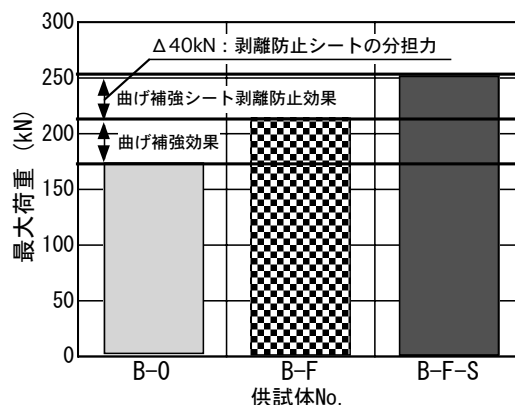


図-5 最大荷重の比較