

ひび割れを有するRCはりにおける炭素繊維シートの補強効果について

福岡大学大学院 学生員 折原 邦尚
 福岡大学 正会員 添田 政司
 福岡大学 正会員 大和 竹史

1. はじめに

引張応力作用面における炭素繊維シート接着(以下、シート接着と記す)の補強効果には、曲げ耐力、剛性の向上、ひび割れの拘束およびその分散等が挙げられ、RCはりにおけるシート接着補強効果は多く報告されている¹⁾。しかし、コンクリート実構造物においては様々な原因でひび割れを有しているものが多いにもかかわらず、ひび割れを有するRCはりのシート接着補強効果についての報告は比較的少ない。そこで本研究においては、曲げひび割れを有するRCはりの引張応力作用面にシート接着補強を施し、補強後に静的に载荷した際のひび割れ間隔、たわみ量および曲げひび割れ幅等を測定し、補強効果について検討を行った。

2. 実験概要

表-1 供試体の概要

実験要因および使用材料：本研究はA～Dの実験ケースに分け各供試体2本ずつ実験を行った。引張鉄筋は実験ケースA、Bの場合D10(降伏強度342N/mm²、引張強度489N/mm²)、実験ケースC、Dの

実験ケース	圧縮強度(N/mm ²)	シート補強	Cv(mm)	Ch(mm)	Cs-φ(mm)	引張鉄筋比(%)	許容ひび割れ幅(mm)
A	34.8	無	20	23	37.5	0.63	0.1
B	34.8	有	20	23	37.5	0.63	0.1
C	31.9	無	30	32	24	1.19	0.15
D	31.9	有	30	32	24	1.19	0.15

場合D13(降伏強度329N/mm²、引張強度483N/mm²)を使用し、炭素繊維シートは目付量300g/m²、引張強度4500N/mm²、弾性係数230×10³N/mm²のものを使用した。実験ケースごとの供試体の概要を表-1、形状寸法を図-1に示す。

試験方法および測定項目：模擬ひび割れは、荷重を除荷した際の残存曲げひび割れ幅が0.2mmに達するまで静的に载荷を行い導入した。その後、補強を施す供試体においては、供試体底面に炭素繊維シートを接着した。炭素繊維シートは、供試体のシート接着面をディスクサンダーで表面処理した後に、プライマーを塗布し、エポ

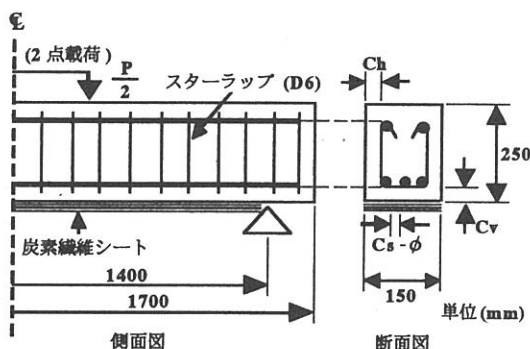


図-1 供試体形状図

キシ樹脂含浸接着剤により塗布した。シート接着後、所定の養生期間を経て再度供試体へ静的に载荷を行い、終局に至るまで载荷した。その際の曲げひび割れ幅の増加量については、クリップゲージを使用して測定を行った。測定項目は、各荷重時における引張鉄筋のひずみ及び曲げひび割れ幅、供試体中央部の変位量、引張鉄筋降伏時のひび割れ間隔とした。

3. 実験結果および考察

表-2 試験結果一覧

実験ケース	引張鉄筋の降伏荷重(kN)	ひび割れ間隔(mm)	最大荷重(kN)	最終破壊形態
A-1	77	94	103	曲げ引張破壊
A-2	79	129	102	曲げ引張破壊
B-1	80	72	135	曲げ引張破壊
B-2	81	57	143	曲げ引張破壊
C-1	118	143	157	曲げ引張破壊
C-2	122	164	169	曲げ引張破壊
D-1	128	74	196	シート剥離
D-2	136	102	196	シート剥離

表-2に本実験で得られた試験結果を示す。シート接着補強を施した実験ケースB、Dの供試体は、補強を施していない実験ケースA、Cの各供試体に比べ、引張鉄筋降伏荷重では顕著な差は見られなかったが、最大荷重は大きく向上している。最大荷重は実験ケースA、B(引張鉄筋D10)を比較して平均37kN増加し、実験ケースC、D(引張鉄筋D13)を比較して平均33kN増加している。また、引張鉄筋降伏時のひび割れ間隔は、シート接着を施すことにより、シート無補強供試体と比較して実験ケースA、B(引張鉄筋D10)の場合平均47mm、実験ケースC、D(引張鉄筋D13)の場合平均66mmひび割れ間隔が減少しており、このことからシート接着によるひび割れの分散化が確認できた。

図-2に、載荷荷重と曲げひび割れ幅の関係を示す。実験ケースA・B(引張鉄筋D10)の図では、実験ケースA(シート無補強)の各供試体が、鉄筋降伏直後(75kN付近)から曲げひび割れ幅が急激に増加しているの 비해、実験ケースB(シート補強)の各供試体は、引張鉄筋降伏直後からの曲げひび割れ幅の急激な増加は見られず、降伏前の曲げひび割れ増加傾向を一定荷重まで保っている。これは、引張鉄筋降伏後に引張鉄筋の引張応力をシートが分担したためだと思われる。また、各実験ケースともシート補強供試体は無補強供試体に比べ、静的載荷後から曲げひび割れの増加を緩和していることがわかる。しかし、実験ケースC・Dの図では、実験ケースD(シート補強)の各供試体は、引張鉄筋降伏後それまでの曲げひび割れ増加傾向をさほど保つことなく、急激に曲げひび割れ幅が増加し破壊に至っている。これは、せん断ひび割れによるシート接着表面に段差が生じ、その後その段差による引きはがれ作用(ピーリング作用)によるシート剥離が発生、進展したため、シートの補強能力を発揮することができなかったためだと考えられる。これらのことから、曲げひび割れを有するRCはりに静的載荷した際の曲げひび割れ幅増加の制御効果という点からも、シート接着補強が有効であることがわかった。

図-3に、載荷荷重と供試体の中央変位量の関係を示す。現在までに、ひび割れを有しないRCはりにシート接着を施すことにより、静的載荷直後からたわみの減少効果が認められている。今回の実験ケースにおいては引張鉄筋降伏時まで、ほぼ無補強供試体と同じ供試体の中央変位量の増加傾向が見られ、その後に急激な中央変位量の増加を緩和している。つまり、ひび割れを有するRCはりにシート接着を施した場合、静的載荷直後からのたわみ増加の抑制効果は期待できないが、終局状態時の急激なたわみ増加を緩和できることがわかった。

4. まとめ

RCはりの引張応力作用面に、シート接着補強を施した際の補強効果には曲げ耐力の向上、静的荷重を載荷した際の供試体のたわみ、ひび割れ間隔、曲げひび割れ幅増加割合を減少させることなどが現在までに確認されている²⁾。本実験では、曲げひび割れを有するRCはりにおいても、補強効果に変化は見られたがシート接着後の使用、終局状態において一定の補強効果は得られた。シート接着による曲げ耐力の補強効果以外に、ひび割れの分散化による曲げひび割れ幅の増加量の緩和などが認められた。また、供試体のたわみの減少効果は特に引張鉄筋降伏後に見られ、これは引張鉄筋の引張応力を炭素繊維シートが分担した結果であると言える。しかし、せん断ひび割れの進展が見られると、前述した炭素繊維シートの補強能力を十分に発揮することなくシートが剥離し、コンクリートの終局に至るので、補強を行うコンクリート部材の曲げ耐力、せん断耐力を把握することが重要である。

以上のことから、曲げひび割れによる使用限界状態を迎えたRCはりにおける補強方法としても、シート接着補強が各種補強効果から有効であることがわかった。

参考文献 1) 兵他：「連続繊維補強 RC 梁のひび割れ間隔に関する実験的検討」第 54 回年次学術講演会講演概要集，pp704-705，1999

2) 土木学会：「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」平成 13 年度版

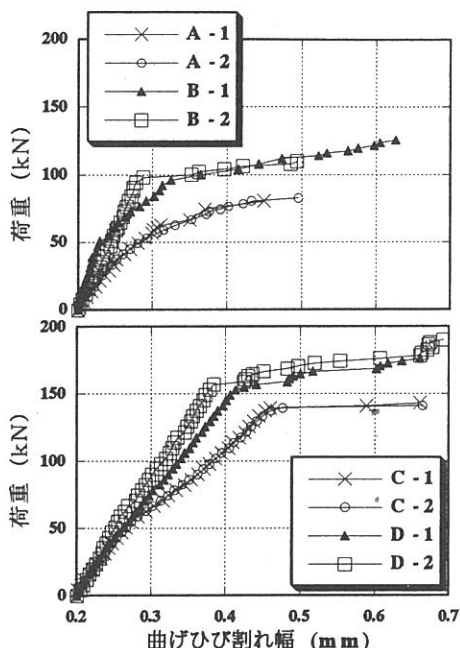


図-2 荷重と曲げひび割れ幅の関係

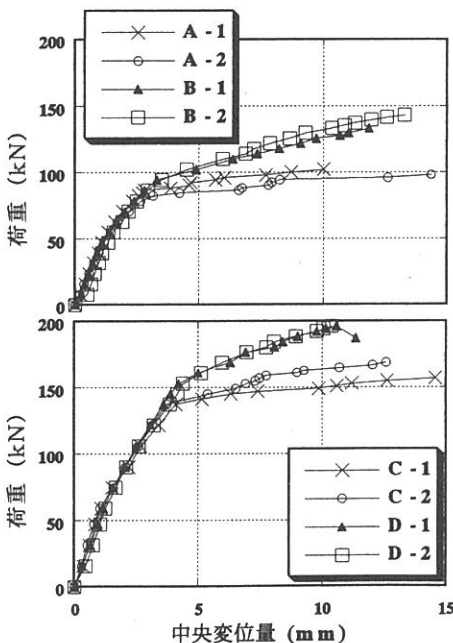


図-3 荷重と中央変位量の関係