

RC はりを U 字型補強した連続繊維シートの貼付量がせん断補強効果に及ぼす影響

日本大学工学部 学生会員 ○中工 洋平
 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、コンクリート構造物のせん断補強に有用な材料として、施工性や人的省力性に優れる連続繊維シート(以下シート)が注目されている。シートによる補強に際し、支承などの付帯物が障害となる場合、はりの底面から側面にかけてシートを U 字型に貼付する必要がある。シートによる RC はりのせん断補強については、土木学会より設計方法¹⁾が提案されているが、その手法は閉合型及び完全な定着型を前提としたものであり、U 字型シートのせん断補強効果を評価する手法は未だ確立されていない。このような背景の下、本研究では、シートの貼付量を幅や積層数により変化させた RC 供試体に対し、荷重-変位関係および破壊形態を調べると共に、せん断スパン間における各々のシートの平均ひずみの分布形状の検証を行った。そして、シートの付着面積やシート補強量比がシートの分担せん断力に及ぼす影響を検討した。

2. 実験の概要

図-1 は、供試体の形状、配筋、シートによるせん断補強の概要を示した図である。図より、供試体の寸法は、高さ 400mm、幅 300mm、スパン長 2400mm とする複鉄筋矩形はりであり、引張鉄筋に SD345A D25、圧縮鉄筋に SD295A D16、せん断補強筋に SD295A D6 を用いている。なお、シート無補強時の破壊形態はせん断破壊先行型である。表-1 には、供試体の諸元を示す。表より、実験因子は、シート幅 (35mm, 70mm)、積層数としており、シートの貼付間隔はせん断補強筋と同様 200mm である。表-2 に本実験に用いた材料の物性値を示す。鋼材及びコンクリートの物性値は、実験室における測定結果である。また、シートの物性値は、メーカーによる材料試験結果である。

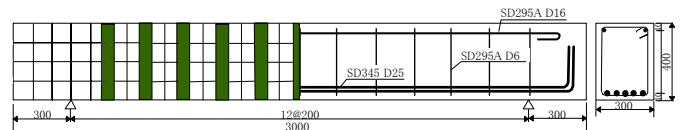


図-1 供試体形状及び配筋図

表-1 供試体諸元

供試体No.	シート幅 bcf (mm)	積層数 (枚)	シート補強量比 (%)
SS35	35	1	0.019
SS35L2	35	2	0.039
SS70	70	1	0.039

表-2 使用材料の特性

鋼材	鉄筋・D6	鉄筋・D16	鉄筋・D25	コンクリート	
f_t (MPa)	353	327	387	f_c (MPa)	33.3
f_{yk} (MPa)	547	476	565	f_t (MPa)	1.86
E_s (Gpa)	195	547	194	E_c (MPa)	36.4

炭素繊維シート			
引張強度	ヤング率	目付量	シート厚
f_t (MPa)	E_c (GPa)	ρ_s (g/m ²)	t_s (mm)
4170	231	313	0.167

載荷試験は、静的載荷試験装置 (容量 1,000kN) を用い 1 点集中荷重方式で実施している。測定項目は、作用荷重を容量 1,000kN のロードセル、供試体のたわみを容量 100mm、精度 1/100mm の高感度変位計により計測し、ひずみ計測はひずみゲージによりシートと鉄筋に対して行った。

3. 実験結果及び考察

図-2 は、各供試体の荷重-変位関係を示している。図より、シート補強量の増加によりせん断耐力の向上が確認でき、U 字型シートが全はく離することで破壊に至っている。SS35L2 と SS70 は、補強量比が同じだが、SS35L2 は最大荷重が 425kN で主鉄筋が降伏する前に脆性的にせん断破壊した。これに対し、SS70 は最大荷重 512kN で主鉄筋降伏に伴い曲げ破壊し、はりの耐荷性能、変形性能に違いが見られた。図-3 は、供試体の破壊形態を示した図である。図より、SS35, SS35L2 は斜めひび割れの開口によりせん断スパン中央付近のシートが全はく離し、この直後、荷重低下に至った。一

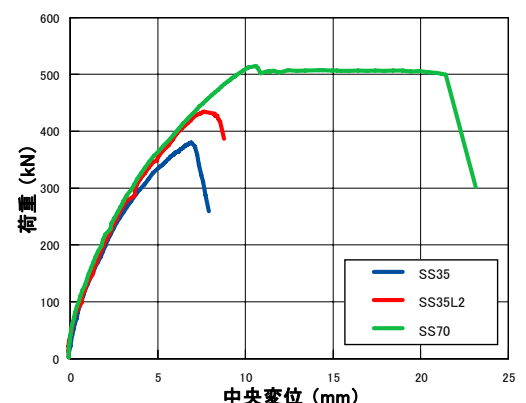


図-2 荷重-変位関係

方, SS70 は, シートにより斜めひび割れの開口を抑制でき, 曲げひび割れが顕著に現れた. 最大荷重後, 変形が進行した後にシートのはく離領域が進展し, せん断スパン中央付近のシートが全はく離し, 荷重低下に至った.

図-4 は, 佐藤ら²⁾ が提案する U 字型シートにおけるはり軸に沿ったシート全はく離時の平均ひずみ分布モデルと本実験の平均ひずみの実測値を比較した図である. なお, 平均ひずみの実測値はひずみ分布の面取り部を除いた部分を積分 (台形法) により算出した. 図より, シートの平均ひずみは, せん断スパン中央の値が大きく, 荷重点側, 支点側が小さくなった. これは佐藤らの研究結果と同様の傾向である. しかし, 計算値の算定精度は, 斜めひび割れがシートを貫通した荷重点側, せん断スパン中央付近では概ね良好だが, 斜めひび割れがシートを貫通しない支点側では低くなる傾向を示した. また, SS35L2 は, シートを 1 層で補強したものに比べ, シート全はく離に至るひずみ量が小さくなる結果となり, SS70 は, 最大荷重到達時にはシート全はく離時の平均ひずみに至っておらず, 分担が可能でせん断力に余裕があり, 曲げ破壊に移行したと考えられる.

図-5 は, 最大荷重に対するせん断スパン間の各位置でのシートが分担するせん断力を示す図である. なお, 分担せん断力は, 平均ひずみと, シートのヤング率および断面積の積により算出した. 図より, せん断スパン中央付近に貼付したシートが, 分担するせん断力が最も大きいことを確認した. また, せん断スパン間のシートの分担力の合計は, SS35 が 25.3kN に対し, SS35L2 が 38.6kN, SS70 は 50.6kN であり, 補強量比を増すことでシートの分担するせん断力は大きくなった. しかし, 補強量比一定では, シートの分担するせん断力は 1.3 倍程度の開きが見られた. つまり, U 字型シートでは, シート厚さよりもシート幅を増やすことにより, シートの分担せん断力が向上することが分かった. これより, 付着面積の大きい SS70 は, 曲げ破壊に移行するまでのせん断力を, シートにより分担したと考えられる.

4. まとめ

- (1) U字型シートの分担するせん断力は, せん断スパン中央が最も大きく, 支点側, 荷重点側では小さくなった. これは, 佐藤らの提案するモデルと同様の傾向である. ただし, 斜めひび割れがシートを貫通するか否かによってモデルとの整合性の良否が分かれる結果となったため, 提案モデルには改善の余地があるように思われる.
- (2) U字型シートのせん断補強効果は, シート厚さと付着面積の関係により変化し, シートの分担せん断力は, シート補強量比が一定の場合, シート幅が大きい方が厚さを増すよりも大幅な向上が期待できることが明らかとなった.

参考文献

- 1)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(2000)
- 2)佐藤靖彦, 田中高行, 上田多門, 小野定：炭素繊維シートにより補強した RC はりのせん断性状, コンクリート工学年次論文集, Vol.18, No.2, pp.1469-1474(1996)

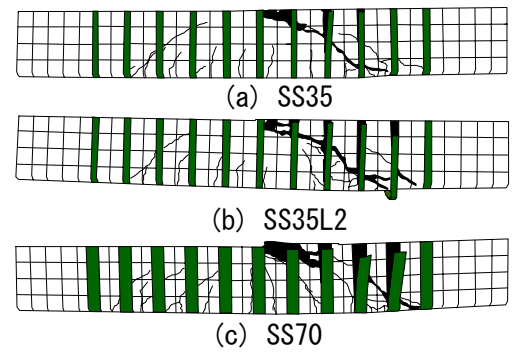


図-3 供試体の破壊形態

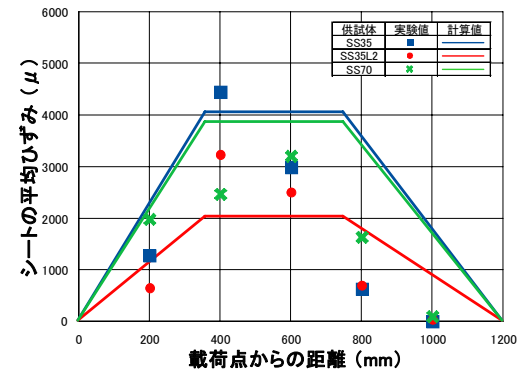


図-4 せん断スパン間のシートの平均ひずみ分布

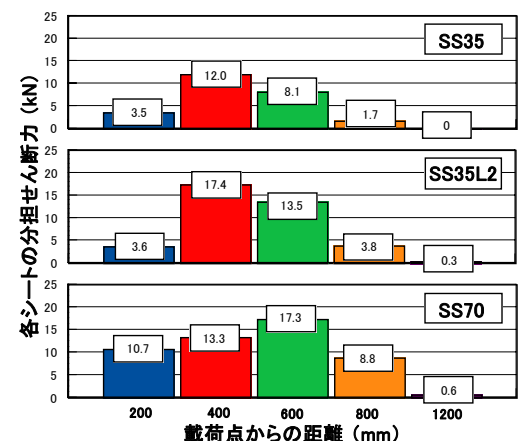


図-5 最大荷重に対するシートの分担せん断力