

連続繊維シートによりU字型補強したRCはりのせん断耐荷性状に関する検討

日本大学工学部 学生会員 ○吉川 多可志
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、連続繊維シート（以下シート）を用いた鉄筋コンクリート（RC）構造物の補強が頻繁に行なわれるようになった。この内、シートによる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、シートの貼付形状によらず耐荷力を算定可能な設計式の確立には至っていない。また、部材寸法がシートのせん断補強シートの分担力に与える影響についても未解明と言える。以上の背景から本研究では、シートによるRCはりのせん断補強に関して、貼付形状および部材寸法に着目した検討を行った。すなわち、①U字型及び閉合型のせん断補強がRCはりの耐荷性状に及ぼす影響、②U字型補強したRCはりの部材寸法とシートの分担力との関係について検討を行なった。

2. 実験の概要

本実験はSシリーズおよびSEシリーズに大別される。このうち、Sシリーズは、図-1に示す通り、シート貼付の有無およびU字型（U）と閉合型（F）の貼付形状を実験要因としたものである（シート幅は10cm一定）。既報²⁾において、閉合型によるせん断補強の検討を行っており、ここでは、これにU字型補強の実験結果を加えて考察を行なっている。

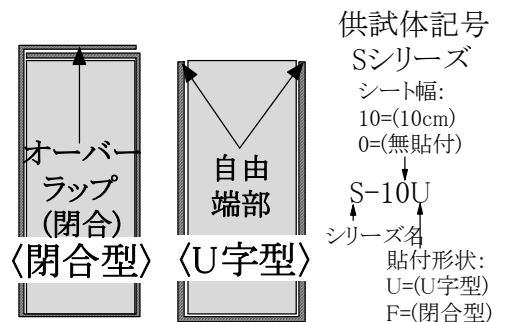


図-1 貼付形状

次に、SEシリーズは、部材寸法がU字型補強によるシートの分担力に及ぼす影響を検討するためのものである。ここで使用した大小2体の供試体寸法（SE-LおよびSE-S）

は、相似形とし、主鉄筋比、せん断補強筋比、せん断スパン比、シート補強量比をほぼ同程度としている。以上の使用材料の特性を表-1に、供試体形状とその寸法を図-2及び表-2に示す。

表-1 使用材料の特性

コンクリート	S シリーズ	SE シリーズ	鉄筋	Sシリーズ			SEシリーズ			炭素繊維シート	
				SD295A D10	PC鋼棒 φ26	SD295A D6	SD295A D10	SD345 D16	SD345 D25	圧縮強度 $\sigma_{cs}(N/mm^2)$	3400
圧縮強度 f_c (N/mm^2)	28.5	32.9	降伏強度 f_y (N/mm^2)	385	1071	432	352	349	392	引張弾性量 $E_{cs}(N/mm^2)$	2.3×10^5
引張強度 f_t (N/mm^2)	2.47	2.54	引張強度 f_t (N/mm^2)	542	1199	596	495	512	579	繊維目付量 (g/mm^2)	300
ヤング係数 E_c (kN/mm^2)	27.7	30.4	ヤング係数 E (kN/mm^2)	191	229	194	189	191	202	設計厚さ (mm)	0.167

荷重試験は、静的荷重試験装置（容量1,000kN）を用い、Sシリーズは対称2点集中荷重方式、SEシリーズは1点集中荷重方式で行った。荷重時は、作用荷重を容量1,000kNのロードセルにより、供試体のたわみを容量100mm、精度1/100mmの高感度変位計

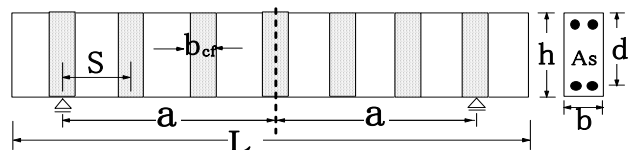


図-2 供試体形状

により計測した。ひずみ計測はシートと鉄筋に対して行い、その貼付位置は、斜めひび割れの発生が予想される位置において貼付間隔を小さくするよう留意している。

表-2 S、SEシリーズの供試体諸元

	全長 L (mm)	支間長 2a (mm)	高さ h (mm)	幅 b (mm)	有効高さ d (mm)	シート幅 bcf (mm)	シート間隔 s (mm)	鉄筋量 As (mm^2)	主鉄筋比 (%)	せん断補強筋比 (%)	シート補強量比 (%)	a/d
Sシリーズ	2500	2000	350	150	300	100	200	1836	3.5	0.52	0.111	3.3
SE-S	2400	1890	375	110	330	90	250	784	1.9	0.24	0.109	3.0
SE-L	4100	3600	670	200	600	180	300	2546	1.9	0.23	0.100	3.0

3. 実験結果及び考察

図-3に、S及びSEシリーズの荷重－変位関係を示す。まず、Sシリーズの場合、S-0（シート無貼付）が約300kNで斜め引張破壊した。S-10F（閉合型）、S-10U（U字型）は共に340kN付近でせん断補強筋が降伏し、その後377kNでS-10Uが斜めひび割れの進展に伴うシート剥離により荷重が低下して破壊に至った。一方、S-10Fは、シート剥離を起こしているが、供試体上縁で定着されているため、さらに荷重が増加し、最終的に約460kNでシート破断により耐力を失う性状を示した。また、これらの荷重－変位関係は、各供試体の最大荷重までほぼ同じ挙動を示す傾向にある。図-4は、S-10FとS-10Uのシートひずみ分布を比較した図である。ひずみ分布は、斜めひび割れ発生以降の同程度の荷重レベルを比較している。図より、各荷重レベルにおける最大ひずみ量は、貼付形状に関わらず概略同程度である。以上のことから、閉合型の効果は、シート剥離以降に発揮されることが確認された。

次に、SEシリーズの場合、図-3より、SE-S、SE-Lの最大荷重はそれぞれ190kN、612kNで、主鉄筋降伏に伴って両者とも曲げ破壊する性状を示した。ここで、両者の最大荷重は3倍程度の違いがあるが、最大変位は同程度である。また、明らかなシート剥離は、両供試体ともに確認されていない。

図-5に、SEシリーズの荷重比（ P/P_{max} ）－相対変位（変位 δ /せん断スパン a ）を示す。図より、両供試体の変形挙動は鉄筋が降伏する（ $\delta/a=0.5\%$ 付近）まで相対的に同じであり、部材寸法の影響は受けていない。しかし、荷重が低下し始める時点での相対変位量および除荷後の相対残留変位量は異なり、Sの方が大きくなる結果となった。次に、最大せん断力（ $V_{max}=P_{max}/2$ ）に対する、せん断スパン中央におけるシートの分担力（ V_{cf} ）を比較した。なお、シートの分担力は、最大荷重におけるシートのひずみを基に求めた。その結果、シートの分担割合は、Sが約23%、Lが約14%で部材寸法の小さいSの方が1.7倍程度大きい傾向にあり、部材寸法の影響が示唆される結果となった。

4. まとめ

荷重－変位関係およびひずみ分布性状より、せん断耐荷性状に及ぼすシートの貼付形状の違いは、シート剥離が生じるまでは見られず、シート剥離後、閉合型にした効果が発揮されることが確認された。また、シート分担力に及ぼす部材寸法の影響では、部材寸法が小さい方がシートのせん断力負担分が大きい傾向を示した。これより、せん断補強シートの荷重分担性状に部材寸法が影響する可能性が示唆される。

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，315p（2000）
- 2) 子田康弘，岩城一郎：連続繊維シートによるせん断補強RCはりの耐荷性状に関する実験的検討，コンクリート工学年次論文集，Vol.28，pp.1447-1452（2006.7）

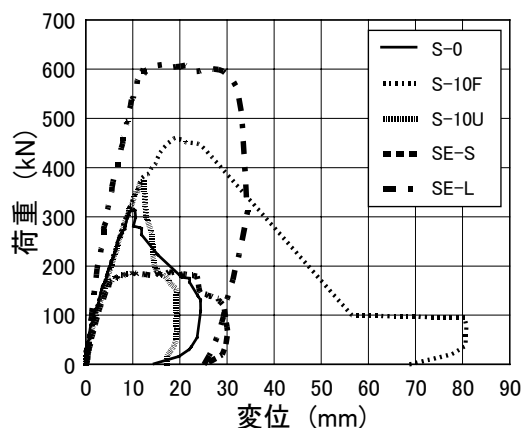


図-3 荷重－変位関係

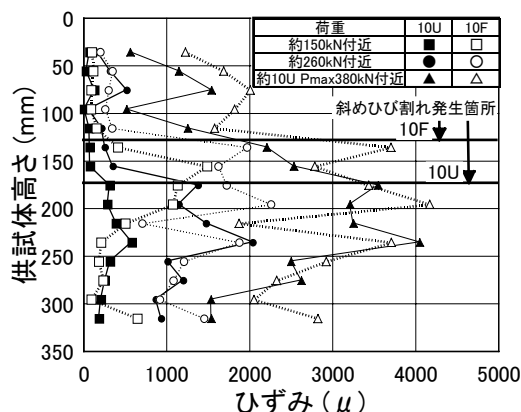


図-4 シートひずみ分布図
(Sシリーズせん断スパン中央)

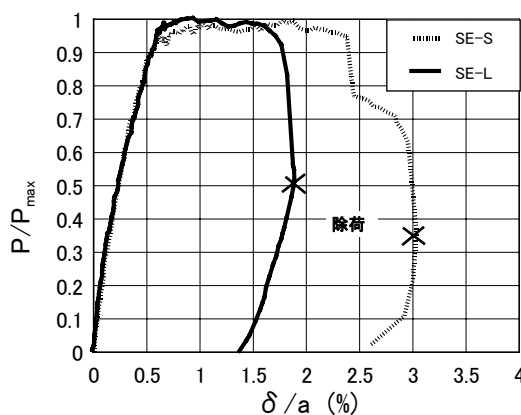


図-5 P/P_{max} － δ/a の関係