

V-502

膨張ペーストにより緊張した炭素繊維シートによるRCはりのせん断補強

立命館大学大学院 学生員 東野幸史 立命館大学理工学部 フェロー会員 児島孝之
立命館大学理工学部 正会員 高木宣章 立命館大学理工学部 正会員 濱田 譲

1. はじめに

既存コンクリート構造物の補強材料として炭素繊維シートが近年多く使用されている。本研究では、膨張ペーストの注入により、予め緊張したシートで補強したRCはりのせん断耐力に影響について検討する。

2. 実験概要

供試体の名称および要因を表1に示す。タイプA供試体は通常行われているシートを樹脂ではりに直接接着したもの[1]であり、タイプB供試体は樹脂で固めたシートとはりの間に膨張ペーストを注入することによりシートを予め緊張したはりである。使用した炭素繊維シートの力学的特性を表2に示す。膨張ペーストは水結合材比60%、シリカフェームは結合材質量の内割で20%、膨張材は結合材質量の内割で40%および55%の2水準使用した。供試体は寸法15x24x200cmのRCはりで有効高さは20cmとした。供試体がせん断破壊するように引張鋼材として異形PC鋼棒を使用し、緊張せずに定着板により供試体端部に定着させた。

1週間散水養生を行い、シート補強は材齢28日以降に実施した。タイプA、タイプB供試体のコンクリート圧縮強度は各々荷重試験時で30.2 N/mm²、38.6 N/mm²であった。荷重条件は、支点間距離160cm、曲げスパン80cmの2点集中単調曲げ荷重とし、せん断スパン有効高さ比(a/d)は2.0とした。代表的な供試体の補強状況および荷重条件を図1に示す。

3. 実験結果および考察

実験結果および計算耐力を表3に示す。斜めひびわれ発生荷重およびスターラップの降伏荷重は、荷重とスターラップひずみの関係から推定した。曲げ破壊した一例を除き、全ての供試体はせん断破壊により終局

表1 供試体の名称および要因

せん断補強材	タイプA供試体	タイプB供試体
炭素繊維シート	供試体名	供試体名
目付量 種類	$p_w \cdot \sigma_w$ (N/mm ²)	$p_w \cdot \sigma_w$ (N/mm ²)
未使用	N	P
	D6@10cm	P10
100g/m ²	N-E100	P-E100
高弾性	D6@10cm	P10-E100
	N-H100	P-H100
高強度	D6@10cm	P10-H100
200g/m ²	N-E200	P-E200
高弾性	D6@10cm	P10-E200
高強度	N-H200	P-H200

*: $p_w \cdot \sigma_w = p_a \cdot \sigma_a + p_{ef} \cdot \sigma_{ef}$

ここに、 $p_a = 2 \cdot A_s / (b_w \cdot s)$ 、 $p_{ef} = 2 \cdot b_{ef} / b_w$

A_s : スターラップ1本あたりの断面積 s : スターラップ間隔

b_{ef} : 炭素繊維シートの設計厚さ b_w : はりの断面幅

σ_a , σ_{ef} : スターラップの降伏強度および炭素繊維シートの破断強度

表2 炭素繊維シートの力学的特性

種類	目付量 (g/m ²)	比重	設計厚さ (mm)	引張強度 (N/mm ²)	弾性係数 (N/mm ²)	引張強度 (N/mm ²)	弾性係数 (N/mm ²)
高弾性	100	1.84	0.0543	2510	4.33×10^5	2870	4.33×10^5
	200	1.84	0.1086	(4210)	(4.36×10^5)	(4210)	(4.36×10^5)
高強度	100	1.80	0.0556	3680	2.24×10^5	3820	2.24×10^5
	200	1.80	0.1111	(4900)	(2.30×10^5)	(4900)	(2.30×10^5)

()内の数値は炭素繊維単体の特性

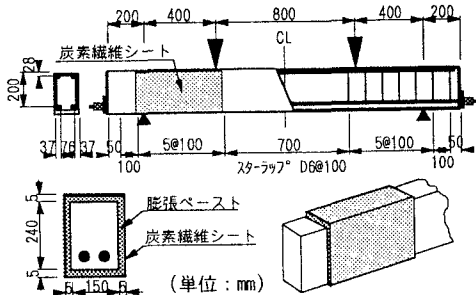


図1 供試体の補強状況および荷重条件

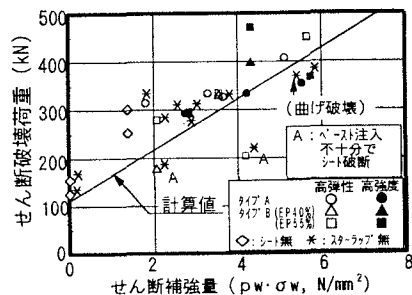


図2 せん断破壊荷重とせん断補強量の関係

キーワード：炭素繊維シート、せん断補強、せん断耐力、膨張ペースト

〒525-77 滋賀県草津市野路東1-1-1 立命館大学理工学部 Tel.0775-61-2805 Fax.0775-61-2667

に至った。RCはりに炭素繊維シートをせん断補強材として巻き付けることにより、スターラップの有無に関わらず、せん断耐力は増加することは既に報告した[1]。せん断破壊荷重とせん断補強

表3 載荷試験結果および計算耐力

タイプA供試体						タイプB供試体					
供試体名	計算値(kN)		実験結果(kN)			供試体名	計算値(kN)		EP=40% 実験結果(kN)		
	P_{mu}	P_{vu}	P_{ver}	P_u	形式実/計		P_{mu}	P_{vu}	P_{ver}	P_u	形式実/計
N	115	100	130	S	1.13	P	125	105	153	S	1.22
N10	192	115	253	S	1.31	P10	202	120	305	S	1.51
N-E100	211	131	319	S*	1.51	P-E100	235	141	180	S**	0.77
N10-E100	288	135	338	S*	1.17	P10-E100	312	160	333	S*	1.07
N-H100	260	132	298	S*	1.14	P-H100	276	132	295	S*	1.07
N10-H100	337	130	338	S*	1.00	P10-H100	353	143	400	S*	1.13
N-E200	307	142	330	S*	1.07	P-E200	345	—	—	—	—
N10-E200	384	145	411	S*	1.07	P10-E200	422	—	—	—	—
N-H200	405	137	358	F	0.88	P-H200	426	—	—	—	—

P_{mu} : 曲げ破壊荷重 P_{vu} : せん断破壊荷重 P_{ver} : 斜めひびわれ発生荷重 P_u : 最大荷重 S : せん断圧縮破壊
 F: 曲げ破壊 実/計: (実験値)/(計算値) *: 炭素繊維シートの破断によって破壊した供試体
 **: ペースト注入が不十分で、はりの圧縮コーナー部に沿ってシートが破断した供試体

計算値 $P_{vu} = 2V$, $V = V_c + V_w$, $V_c = 0.20\beta_d\beta_s(f'_c)^{1/3}\{0.75 + 1.4/(a/d)\}b_wd$, $V_w = (p_w \cdot \sigma_w)b_wz$

量の関係を図2に示す。P-E100(EP=40%) 供試体およびP-E200(EP=55%)供試体のせん断力の実験値は、計算値を下回る結果となり、シートははりの圧縮コーナー部で軸方向に破断していた。これら2つの供試体の載荷試験後の観察から、シートの破断箇所周辺へのペーストの注入が不十分であったことが原因で、シートが破断し、それに伴いせん断耐力が低下したものと考えられる。曲げ破壊した供試体およびペースト注入が不十分で早期に破壊した供試体を除くと、幾分の例外と変動はあるものの、シートの緊張の有無に関わらず、せん断破壊した供試体の実験値は計算値を上回っており、安全側の値を示した。膨張ペーストの注入が適切であれば、せん断耐力はせん断補強量をパラメーターとして安全側に評価することができる。

荷重とせん断補強材のひずみの関係の例を図3と図4に示す。膨張ペーストの注入によるシートひずみは、高弾性および高強度シートに関わらずシート破断ひずみの約20～50%程度であった。シートを予め緊張したタイプB供試体のスターラップとシートのひずみ増加率はほぼ等しく、シートが斜めひびわれ発生直後から効果的にせん断耐力を負担している。一方、シートを緊張していないタイプA供試体では、斜めひびわれ発生後のシートの負担せん断力が小さく、その後スリップするように急激にひずみが増加した後に、せん断耐力に抵抗している。シートの種類に関わらず、シートを予め緊張することにより、シートひずみのスリップ現象が現れず、斜めひびわれ発生直後からシートが効果的にせん断耐力を負担している。

4. まとめ

(1) 膨張ペーストの注入が適切であれば、せん断耐力はせん断補強量をパラメーターとして安全側に評価することができる。

(2) 膨張ペーストを使用して予め炭素繊維シートを緊張した場合、シートひずみのスリップ現象が現れず、斜めひびわれ発生直後からシートはせん断力を効果的に負担することができる。

【参考文献】[1]加藤、児島、高木、濱田: "炭素繊維シートによる鉄筋コンクリートはりのせん断補強効果に関する実験的研究" コンクリート工学年次論文報告集、Vol.18 No.2, pp.101-106, 1996

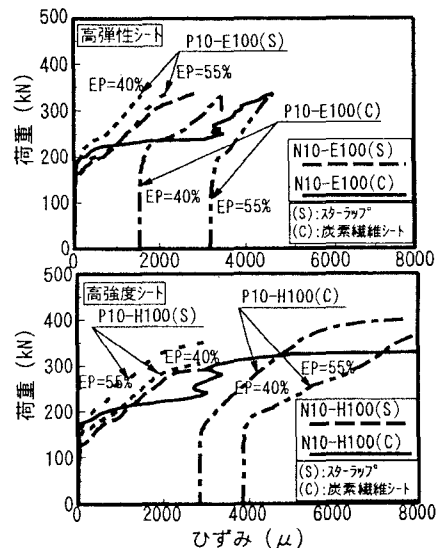


図3 荷重とひずみの関係

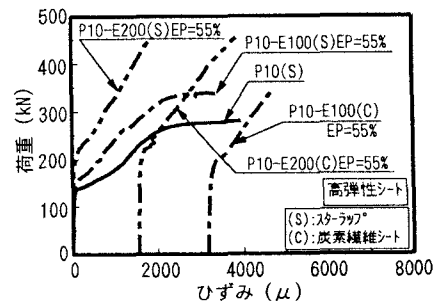


図4 荷重とひずみの関係