

立命館大学理工学部 正会員 児島孝之 立命館大学理工学部 正会員 高木直章
立命館大学大学院 学生員 〇加藤博文

1. はじめに

高強度繊維による既存コンクリート構造物の補強方法は、従来の鋼板接着工法に比べ、施工性に優れていることから注目されており、これに関する研究も増えつつある。本研究では、高強度繊維の1つである炭素繊維シートに着目し、シートの補強量、巻付け方などを要因としてRCはりを作製し、そのせん断補強効果を検討した。また、膨張により損傷した構造物を想定して、一部の供試体に膨張材を添加し、損傷コンクリートのせん断補強効果に対する炭素繊維シートの有効性を検討した。

2. 実験概要

供試体の名称および実験要因を表-1に示す。No.7～No.10の供試体には、損傷コンクリートを模似する目的で膨張材を添加した。実験に使用した炭素繊維シートの特性を表-2に示す。炭素繊維シートは補強量を変化させるため、目付量100および200g/cm²の2種類を使用した。シートの接着にはエポキシ樹脂系接着剤を使用した。膨張コンクリートには、膨張材をセメント質量の内割で25%添加した。載荷試験時におけるコンクリートの圧縮強度は、普通コンクリートが390 kgf/cm²、膨張コンクリートが35kgf/cm²であった。

載荷条件および代表的な供試体の補強状況を図-1に示す。供試体は寸法が15x24x200cmのRCはりで、全ての供試体に引張鉄筋としてD16を3本、圧縮鉄筋としてD10を2本

配筋した。供試体のコーナー部には半径1cmの面取りを設け、シートの接着は材令28日から行った。載荷条件は、支点間距離160cm、曲げスパン100cmの曲げ載荷とし、せん断スパン有効高さ比(a/d)は1.5とした。

3. 実験結果および考察

表-3に曲げ破壊荷重およびせん断破壊荷重の計算値と、実験により得られた破壊荷重と破壊形式を示す。炭素繊維シートの破断によりせん断破壊した供試体は、極めて脆性的な破壊性状を示した。ゼブラ状に巻付けた供試体と、全面に巻付けた供試体の破壊状況に大差は見受けられず、炭素繊維シートの破断は、せん断スパンの斜めひびわれに沿って生じた。したがって、巻付け方法の相違が破壊性状に及ぼす影響は少ないと

表-1 供試体の名称および実験要因

No.	供試体名	コンクリートの種類	せん断補強筋		
			炭素繊維シート	目付量(g/m ²)	巻き方
1	N15	普通	スターラップ ^a	—	—
2	N15-100Z		D6@15cm	100	ゼブラ
3	N15-100		D6@15cm	200	全面
4	N15-200				
5	N-200		—	—	—
6	N5	膨張	D6@5cm	—	—
7	E15		D6@15cm	100	全面
8	E15-100		D6@15cm	200	全面
9	E15-200				
10	E-200		—	—	—

^a: せん断補強筋量で次式による
 $p_w \cdot \sigma_w = p_s \cdot \sigma_s + \lambda \cdot p_{er} \cdot \sigma_{er}$
 p_s , p_{er} : スターラップおよび炭素繊維シートのせん断補強筋比
 σ_s , σ_{er} : 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
 λ : 炭素繊維シートの低減係数で2/3

表-2 炭素繊維シートの特性

目付量(g/m ²)	比重	設計厚さ(mm)	引張強度(kgf/cm ²)	弾性係数(kgf/cm ²)
100	1.80	0.056	39500	2.30x10 ⁶
200	1.80	0.111	39500	2.30x10 ⁶

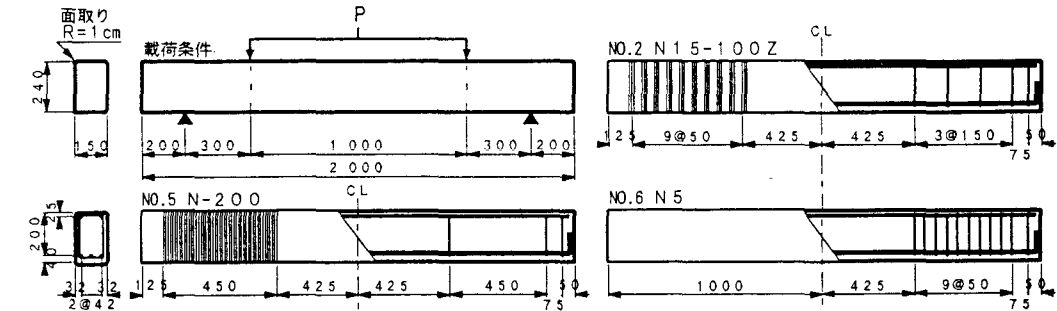


図-1 載荷条件および補強方法

(単位: mm)

Takayuki KOJIMA, Nobuaki TAKAGI, Hirofumi KATO

考えられる。せん断破壊荷重とせん断補強筋量 ($p_w \cdot \sigma_w$) の関係を図-2 に示す。せん断破壊荷重の算定には、炭素繊維シートとのばらつきと接着による低減係数を2/3とした。せん断破壊した供試体に着目すると、炭素繊維シートによる補強の増加にともない、実験値は危険側へ移行している。したがって、炭素繊維シートの低減定数の設定には十分な検討が必要である。膨張材の添加によるはりの耐力の低下はわずかであり、損傷による耐力の低下はあまり見受けられなかった。

図-3 に、普通コンクリートを使用した供試体の荷重とスターラップひずみの関係を示す。荷重とスターラップひずみの関係は、全体的にせん断補強筋量の増加に伴って急勾配になっており、炭素繊維シートがせん断力に対して有効に抵抗し、スターラップの負担を軽減している。スターラップのみで補強された供試体は、斜めひびわれ発生後スターラップひずみが単調増加しているのに対して、スターラップと炭素繊維シートの両方で補強された供試体は、荷重が約20tfに達する付近で勾配が変化している。したがって、せん断補強筋としてスターラップと炭素繊維シートを併用した場合、せん断力に対して各々が分担する力の比は、荷重の増加により変化し、炭素繊維シートは高荷重領域において効果を発揮する傾向にある。

図-4 に、膨張材を添加した供試体の荷重とスターラップひずみの関係を示す。膨張材を添加した供試体の斜めひびわれ発生荷重は、健全な供試体に比べて高くなっている。これは、スターラップによる膨張拘束によってプレストレスが導入されたためと考えられる。図-4 においても図-3 と同様、スターラップと炭素繊維シートの両方で補強した供試体の挙動は、荷重が約20tf付近で変化している。したがって、損傷したコンクリート部材に炭素繊維シートを巻付けた場合、健全なコンクリート部材に巻付けたときとほぼ同様に炭素繊維シートは挙動するものと考えられる。

4. まとめ

- (1)炭素繊維シートの巻付け量を増加することによりせん断耐力は向上する。せん断耐力の算定には、炭素繊維シートの低減係数を考慮する必要がある。
- (2)せん断補強筋としてスターラップと炭素繊維シートを併用した場合、両者の分担する力の比は、作用せん断応力の増加に応じて変化する。
- (3)膨張により損傷したコンクリート部材の補強として炭素繊維シートを巻付けた場合、その挙動は健全なコンクリートに巻付けたときとほぼ同様の評価ができる。

表-3 実験結果および計算耐力

NO.	供試体名	理論値(tf)		実験結果(tf)		
		P_{mu}	P_{vu}	P_y	P_u	破壊形式
1	N15	32.92	24.00	—	26.50	SD
2	N15-100Z		29.22	—	30.40	SD*
3	N15-100		34.20	31.25	33.80	BSD*
4	N15-200		44.40	31.00	34.80	BD
5	N-200		39.26	32.80	36.20	BD
6	N5		34.28	31.50	33.00	BD
7	E15	32.92	24.00	—	28.90	SD
8	E15-100		34.20	31.00	32.40	BSD*
9	E15-200		44.40	30.50	31.70	BD
10	E-200		39.26	28.80	31.40	BD

P_{mu} : 曲げ破壊荷重, P_{vu} : せん断破壊荷重

P_y : 曲げ降伏荷重, P_u : 破壊荷重, SD: せん断破壊
BD: 曲げ破壊, BSD: 曲げ降伏後せん断破壊

*: 炭素繊維シートの破断で破壊

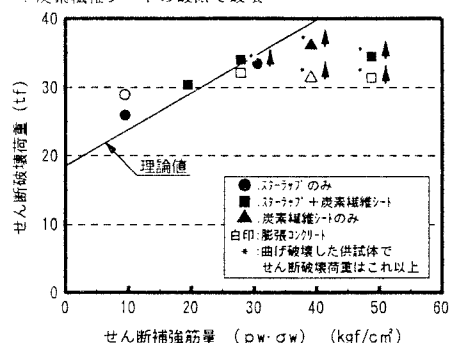


図-2 せん断破壊荷重とせん断補強量の関係

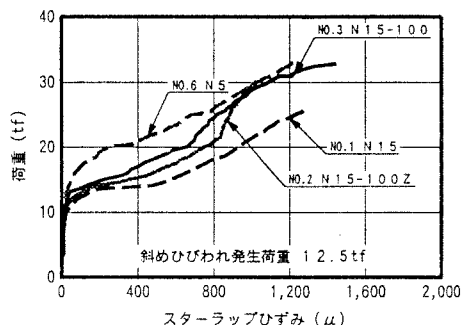


図-3 荷重とスターラップひずみの関係 (普通コンクリート)

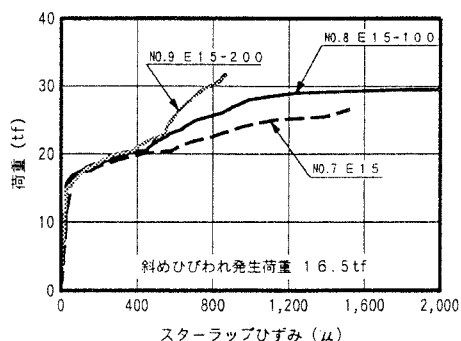


図-4 荷重とスターラップひずみの関係 (膨張コンクリート)