

## 炭素繊維シートによるせん断補強耐力の評価

九州工業大学大学院 学生会員 宮島 英樹 九州工業大学 正会員 幸左 賢二  
 阪神高速道路株式会社 正会員 杉岡 弘一 九州工業大学大学院 学生会員 阿部 弘典

### 1. はじめに

本研究では斜め引張せん断破壊する供試体を用いた載荷実験を行い、炭素繊維シートによりせん断補強された構造物の耐力評価式を提案した。

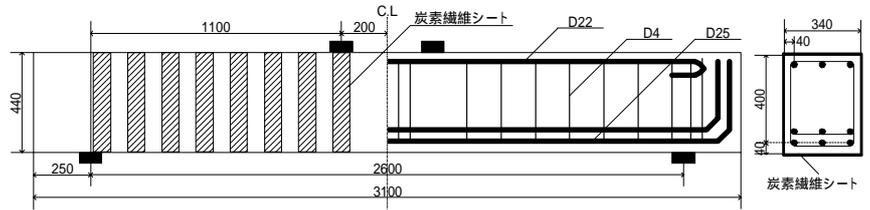


図 - 1 供試体寸法および配筋図

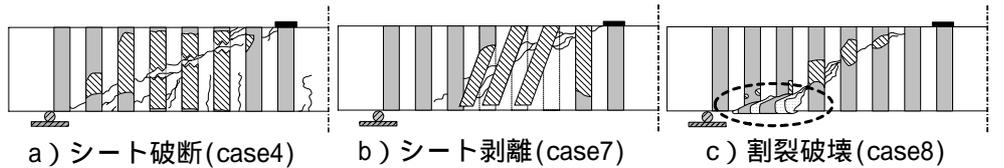
### 2. 実験概要

本実験で用いた供試体の寸法および配筋図を図 - 1 に示す。本実験は T 型の RC 橋脚の梁部を単純梁に置き換え、供試体のせん断スパン比を  $a/d=2.5$  とし、引張主鉄筋比は実橋 ( $\rho_t=1.90\%$ ) と同等となるように  $2.03\%$  とした。また、4 面巻き補強ではシート幅を、3 面巻き補強では定着長および巻き立て層数、定着工法をパラメータとした。

表 - 1 実験概要

case	補強方法	せん断補強筋	炭素繊維シート				実験結果		
			補強間隔 (mm)	幅 (mm)	積層数	定着長 (mm)	最大耐力 (kN)	破壊形態	
1	無補強	D4	-	-	-	-	419.8	せん断破壊	
2		D10	-	-	-	-	686.7	せん断破壊	
3		-	-	-	-	-	546.6	シート破断	
4	4面巻き	D4	150	50	1	-	-	718.9	シート破断
5				75	1	-	-	704.8	シート破断
6				87.5	1	-	-	789.7	シート破断
7				100	1	-	-	574.3	シート剥離
8	3面巻き	D4	150	75	1	0	-	596.9	割裂破壊
9				75	1	42.5	-	574.2	割裂破壊
10				75	1	85	-	769.9	割裂破壊
11				75	2	170	-	756.4	シート破断
11				75	1	85	-	-	-

case11 は炭素繊維シート単部を金具により定着



### 3. 実験結果

実験の結果、図 - 2 のように 4 面巻き補強供試体、3 面巻き補強供試体で破壊形態が異なった。4 面巻き補強供試体はシートが破断し供試体が破壊した。一方、3 面巻き補強の定着長 0mm の供試体ではシート剥離が要因となり破壊し、定着長を有する 3 面巻き補強供試体では斜めひび割れ下部において割裂破壊が生じ、破壊に至った。

図 - 2 破壊形態の代表例

図 - 3 に炭素繊維シートひずみ - 剥離面積関係の代表例を示す case7 のような 4 面巻き補強供試体ではシート幅によらず、すべて同様の傾向を示し、ひずみが  $4000\mu$  まで達すると剥離面積の進展が顕著となり、ひずみが  $6000\mu$  で停滞したまま、剥離面積が増加した。剥離面積が 60% に達すると、シートひずみと剥離面積の両者の進展が顕著となり、シートひずみ  $10000\mu$ 、剥離面積 80% に達するとシートが破断した。

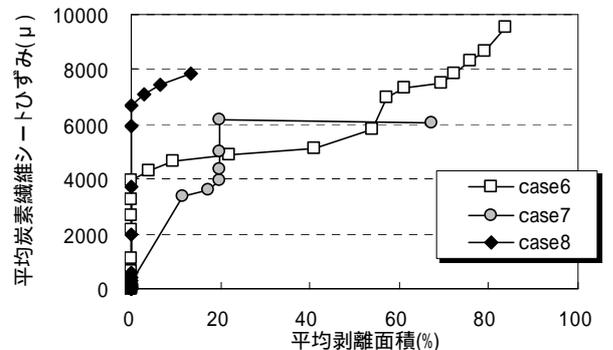


図 - 3 炭素繊維シートひずみ - 剥離面積関係

また、3 面巻き補強供試体を見ても同様に、 $4000\mu$  程度までひずみが進展した後に剥離面積が増加している。ただし、定着長 0mm の場合は剥離面積が 60% に達するとシートがせん断力に対して抵抗できなくなるため、破壊に至り、定着長を有する 3 面巻き補強供試体では斜めひび割れ下部における割裂破壊が

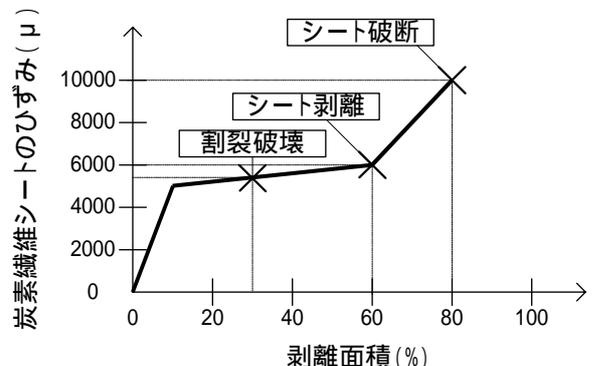


図 - 4 炭素繊維シートモデル

キーワード 炭素繊維シート, 剥離面積, せん断耐力

連絡先 〒804-8550 福岡県北九州市戸畑区仙水町 1-1 九州工業大学 建設社会工学科 TEL 093-884-3123

発生するため、剥離面積が30%程度しか進展しない。

#### 4. 評価方法

実験より、シートひずみ - 剥離面積の平均的な関係をモデルを求め、図 - 4 に示す。モデルを用いて炭素繊維シート補強せん断耐力の評価を行う。なお、各破壊形態を定義は実験結果より図に示す位置で決定した。また、図 - 5 にコンクリートのモデルを示す。このモデルは実験より得られたコンクリート負担せん断力とシートひずみの関係より作成している。

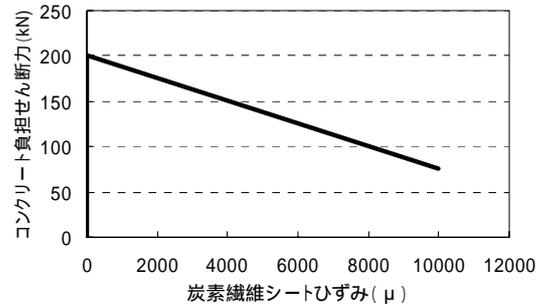


図 - 5 コンクリートモデル

#### 5. 算出結果

図 - 6 に実験値と本提案手法により算出した計算値の比較を示す。図より、case7, 10 では剥離10%に達するまでの耐力が実験と計算で差が生じている。case7, 10 は剥離の進展が他のケースより早く、低い荷重で剥離10%に達したことから、case10 では計算におけるコンクリート負担せん断力が実験に比べ大きかったことが原因であると考えられる。しかし、最大耐力を見るとほぼ良い対応の結果が得られている。

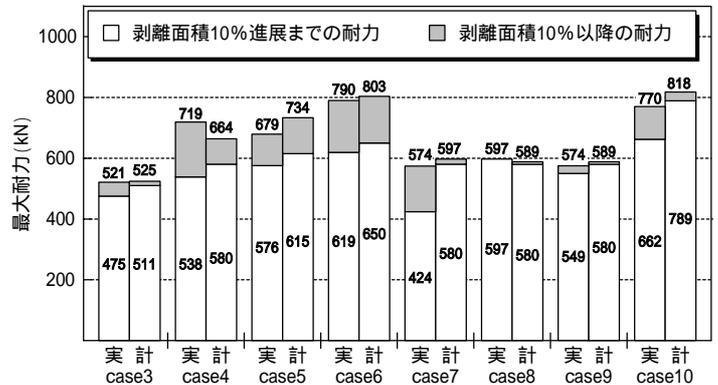


図 - 6 実験値と計算値の比較

#### 6. モデルの一般化

ここで炭素繊維シートの幅、積層数、種類が変化した場合のシートひずみ - 剥離面積関係を考える。まず、実験より得られた1列のシートひずみ - 剥離面積関係を図 - 7 に示す。これは、付着抵抗域、剥離進展域、シート抵抗域といった炭素繊維シートの抵抗メカニズムを考慮したためである。また、本来のシート破断ひずみは18600μだが、ねじれによりシートに局所的な引張力が作用するため破断ひずみは13000μと小さくなっている。次に、本実験におけるシート5本のひずみの進展を図 - 8 に示す。図 - 8 はシート破断した供試体を対象に、各荷重を最大荷重で除して評価し、それを平均したものである。図より3列目のシートから離れるごとに3000μずつ差が生じる結果となった。図 - 7 と図 - 8 を用いることにより、シートの形状および本数が変化した場合でも、平均した炭素繊維シートひずみ - 剥離面積関係を評価することが可能になると考えられる。

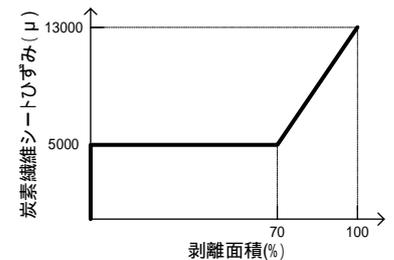


図 - 7 一本の場合

この手法を用い、本実験の状況を模擬したときのシートひずみ - 剥離面積関係を図 - 9 に示す。図 - 4 で述べた提案モデルに比べ破断時の剥離面積がやや大きくなっているが、ほぼ同様の曲線を描いている。また、図 - 9 にはシートの層数が2層になったときの関係も示している。2層のときの剥離発生ひずみを計算した結果、3750μとなり1層のときより小さい値となった。したがって、2層のときのシートひずみ - 剥離面積関係における剥離進展ときのひずみは小さくなっている。しかし、破断時のシートひずみは層数に関わらず10000μ程度とほぼ等しい値となった。

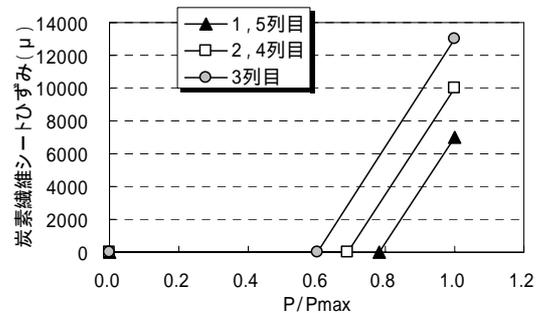


図 - 8 各列のシートひずみの進展の差

#### 7. まとめ

- 1) 提案したせん断耐力算出方法を用いて算出した結果、精度良く最大耐力を評価できた。
- 2) シート積層数に関わらず同様のモデルを用いて評価が可能であると考えられる。

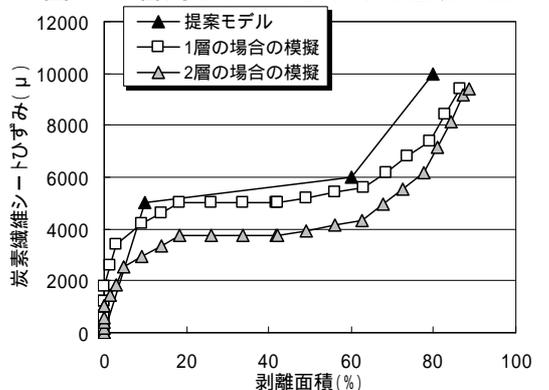


図 - 9 各列のシートひずみの進展の差