

## 面状 CFRP 補強材の付着性状に関する一検討

日鉄コンポジット(株) 正会員 ○立石 晶洋  
 日鉄コンポジット(株) 正会員 小林 朗  
 北海道大学大学院 正会員 佐藤 靖彦

## 1. 目的

現在、既設建造物の FRP を用いた補強方法として連続繊維シート、CFRP プレートの接着工法などの補強方法がある。中でも連続繊維シート接着工法は、高強度、高弾性、軽量で人手のみで作業が行なえる長所を生かし、橋脚の耐震補強、床版の疲労対策などで広く使用されてきた。また、筆者らは施工性を重視した新しい CFRP スtrandシートよりなる接着工法を開発した。

これまで数多くの付着特性に関する研究が行われてきた。しかし、その検討は、工法別になされており相互に比較した研究は少ない。そこで本研究では、接着層の構成、CFRP 補強材の種類が付着性状に及ぼす影響を調べるために、3 種類の面状 CFRP 補強材（炭素繊維シート、CFRP スtrandシート、CFRP プレート）を用いた付着試験を行い、付着性状の相互比較を行った。

## 2. 実験概要

本試験は、連続繊維シートとコンクリートとの付着試験方法（案）(JSCE-E 543-2000) に準拠し、図 1 に示す 100×100×620mm のコンクリートブロックを用いて行なった。コンクリートブロックは、側面にノッチを設ける一体型とし、ノッチの上下面に離型フィルムを挿入した。また、コンクリートと全ネジ鋼棒の付着割裂破壊を防止するために、らせん鉄筋を挿入した。CFRP の接着幅は 50mm とし、コンクリートブロックの端部まで貼付け、付着長は 280mm とした。コンクリートの圧縮強度は、材齢 75 日、 $38.9\text{N/mm}^2$  であった。荷重は、変位制御式の 100kN 万能試験機に取付けた治具に両端の全ネジ鋼棒を締結して行なった。

本試験に用いた CFRP の種類と物性値を表 1 に示す。CFRP スtrandシートとは、炭素繊維の素線（strand）を 1 本ずつ硬化させ、面状に並べすだれのように保形した連続繊維シートをいう。また、CFRP プレートは、断面剛性が他の補強材と異なるが、既製品の 2mm 厚の CFRP プレートをを使用した。炭素繊維シートが下地処理後、プライマーと不陸修正パテを塗布し、含浸接着樹脂で接着するのに対し、CFRP スtrandシート、CFRP プレートは、下地処理後、プライマーを塗布し、パテ状エポキシ樹脂で接着した。

ひずみ分布の測定は、離型フィルムの端部から 20mm ピッチで貼付したワイヤーストレインゲージをデータロガに接続して行なった。



写真 1 S-1 破壊状況

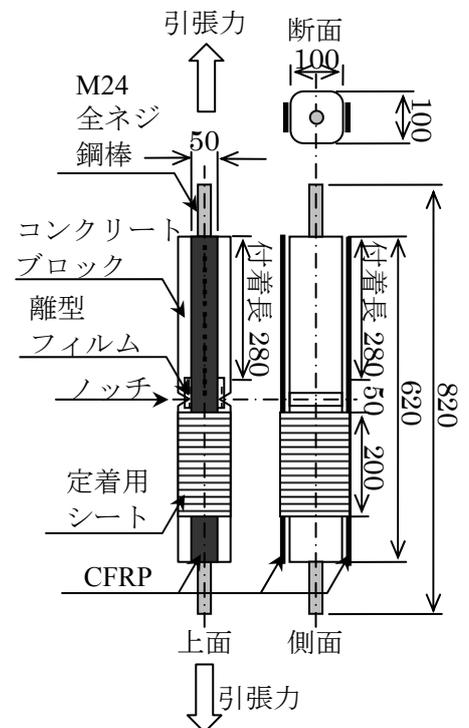


図 1 試験体図

キーワード 付着試験、CFRP、炭素繊維シート、CFRP プレート、CFRP スtrandシート  
 連絡先 〒103-0024 東京都日本橋小舟町 3-8 日鉄コンポジット(株) TEL 03-5623-5558

表 1 最大荷重および界面剥離破壊エネルギー

CFRP 種類	記号	弾性係数 kN/mm <sup>2</sup>	設計厚さ mm	断面剛性 Et kN/mm	試験体 No.	最大荷重 kN	平均 kN	界面剥離破壊 エネルギー N/mm	平均 N/mm
炭素繊維シート	S	245	0.333*	81.6	S-1	33.4	37.0	0.68	0.84
					S-2	38.4		0.90	
					S-3	39.0		0.93	
CFRP スtrandシート	SS	245	0.333*	81.6	SS-1	39.7	39.1	0.97	0.94
					SS-2	40.6		1.01	
					SS-3	36.9		0.84	
CFRP プレート	P1	165	2.0**	330	P1-1	68.9	72.1	0.72	0.79
					P1-2	75.9		0.87	
					P1-3	71.6		0.78	

\* : 炭素繊維の設計厚さ、\*\* : CFRP の厚さ

3. 実験結果および考察

すべての試験体は、写真 1 に示すように片側の試験面のみ剥離し、破壊に至った。また、荷重変位の関係においても最大荷重に達したときに片側が端部まで剥離したため、剥離進展過程の測定が十分行えなかった。最大荷重および界面剥離破壊エネルギーの値を表 1、図 2 に示す。界面剥離破壊エネルギーは、JSCE-E 543-2000 の算定式を用いて算出した。炭素繊維シートと CFRP スtrandシートを比較すると CFRP スtrandシートの界面剥離破壊エネルギーの方が約 10%高い結果となった。

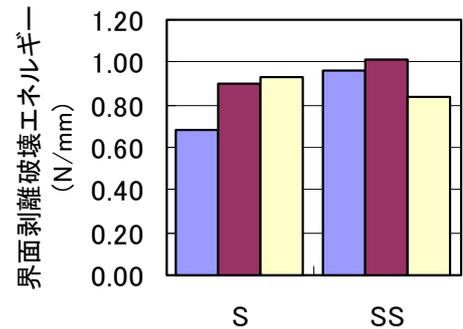
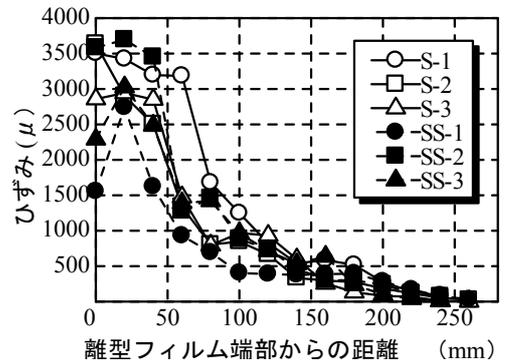
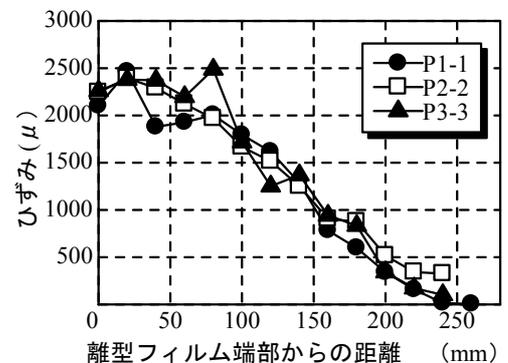


図 2 界面剥離破壊エネルギー

図 3 に剥離前の CFRP 補強材のひずみ分布を示す。炭素繊維シートと CFRP スtrandシートは、図 3(a)に剥離前の荷重 30kN 時の分布を示した。それぞれ比較すると、接着樹脂の構成および CFRP 補強材の種類によってひずみ分布に差は見られなかった。CFRP スtrandシートも炭素繊維シートと同様の付着性状であると考えられる。CFRP プレートの最大荷重時のひずみ分布を図 3(b)に示す。ひずみは、シートの場合よりも直線的に変化し、付着長の端部近傍まで達している。既往の研究<sup>1)</sup>によれば補強材の断面剛性が高くなると有効付着長が長くなることが示されている。よって、CFRP プレートの場合には、有効付着長が試験の付着長 280mm よりも長く、最大荷重に達する前に剥離した可能性が高い。CFRP プレートのように断面剛性の高い補強材には、付着長を長くした試験が求められる。



(a) S-30kN, SS-30kN



(b) P1-最大荷重時

図 3 CFRP のひずみ分布

4. まとめと今後

CFRP 補強材とコンクリートの付着試験を行った結果、新規に開発された CFRP スtrandシートの方が炭素繊維シートに比べ界面剥離破壊エネルギーが高く、付着性状は同等以上であった。CFRP プレートの場合には、有効付着長が試験の付着長 280mm よりも長いと考えられ、付着長を長くした試験が求められる。

参考文献

- 1) 土木学会：コンクリートライブラリー101 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