

緩衝材を用いた炭素繊維シート接着工法のはく離抑制効果

○日石三菱㈱ 正会員 小牧 秀之¹⁾
 日石三菱㈱ 坪内 賢太郎²⁾
 清水建設㈱ 正会員 前田 敏也³⁾
 清水建設㈱ 正会員 村上 かおり³⁾

1. はじめに

炭素繊維シート接着工法による曲げ補強において、終局時では炭素繊維シート（以下 CFS）が破断せずにはく離し、CFS の効果が十分に発揮できずに試験体が破壊する場合がある．そこで、著者らはこれまでに CFS とコンクリートとの間に変形能力に優れた緩衝材と称する材料を層状に設置することにより、CFS の応力集中が緩和されるとともに付着性状が改善され、補強効果が高まることを確認した¹⁾．

本報では静的曲げ試験により、CFS のひずみ分布から緩衝材のはく離抑制効果を明らかにするとともに、CFS の積層数および緩衝材の厚みの影響について検討を行った．

2. 実験概要

曲げ載荷試験に用いた試験体および補強方法の概要を図-1に示す．試験体は 200mm×200mm×2200mm の RC 梁を使用した．補強は試験体の引張面の曲げ支間内 1,740mm にプライマーを塗布後、目付け量 300g/m² の CFS を繊維方向が主鉄筋方向と一致するように樹脂を含浸させて行った．また、緩衝材は、プライマー塗布後重量管理によって所定の厚みとなるように塗布し、その後 CFS を接着した．CFS の定着方法は、CFS を梁の引張面に接着しただけとした．試験に使用した材料の力学特性を表-1に、また試験条件を表-2に示す．なお、含浸接着樹脂は、一般に使用されている CFS 用の汎用エポキシ樹脂を用いた．

載荷試験は CFS 接着後、室温で7日間以上養生した後に実施した．載荷方法は、載荷点間距離 300mm、支点間距離 1,800mm の静的単調載荷とし、荷重制御により 1kN 間隔で荷重、変位およびひずみを測定するとともにひび割れ発生状況の観察を行った．鉄筋および CFS のひずみ測定位置を図-2に示す．

3. 試験結果

(1) 最大荷重および破壊形態

図-3に荷重-変位関係を示す．緩衝材を用いた方が最大荷重、変形性能ともに高くなっている．緩衝材を用いた SP-C-E500 は SP-C に比べて最大荷重が約 30%増加し、CFS を2層とした SP-C2 と同程度の補強効果が認められた．また、SP-C2-E500 も SP-C2 に比べて最大荷重が約 35%増加し、いずれも緩衝材による補強効果の向上が認められた．破壊形態は緩衝材を用いていない SP-C および SP-C2 は、コンクリート表面のモルタル層を薄く引き剥がすような CFS のはく離であったが、緩衝材を用いた SP-C-E500

表-1 使用材料の物性値

項目	引張強度 (N/mm ²)	引張弾性率 (N/mm ²)	破断ひずみ (×10 ⁻⁶)
CFS	4,120	2.36×10 ⁵	15,500
項目	引張強度 (N/mm ²)	引張弾性率 (N/mm ²)	伸び率 (%)
緩衝材	1.7	1.0	123
項目	降伏点 (N/mm ²)	引張強度 (N/mm ²)	伸び率 (%)
鉄筋(SD295)	370	526	25.5
項目	圧縮強度(N/mm ²)		
材料	28日(標準養生)	試験時(気中養生)	
コンクリート	33.3	31.6	

表-2 供試体の仕様

供試体名	緩衝材(μm)	CFS 積層数
SP-0	—	—
SP-C	—	1層
SP-C-E500	500	1層
SP-C2	—	2層
SP-C2-E500	500	2層
SP-C2-E1000	1000	2層

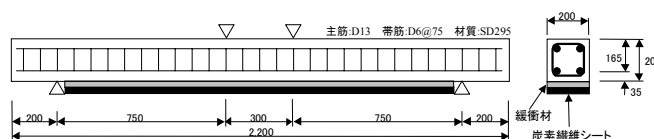


図-1 供試体の形状

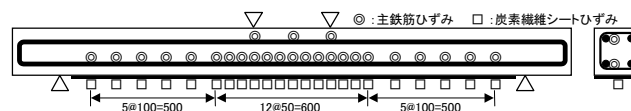


図-2 鉄筋および CFS のひずみ測定位置

キーワード：炭素繊維シート、曲げ補強、緩衝材

1) 〒231-0815 横浜市中区千鳥町 8 Tel. 045-625-7250 Fax. 045-625-7275
 2) 〒105-8412 東京都港区西新橋 1-3-12 Tel. 03-3502-9246 Fax. 03-3502-9369
 3) 〒105-8007 東京都港区芝浦 1-2-3 Tel. 03-5441-0624 Fax. 03-5441-0512

は CFS の破断であった。SP-C2-E500, SP-C2-E1000 は CFS のはく離であったが、鉄筋のかぶり部分のコンクリートを広い範囲で引き剥がすような状況であり、いずれも緩衝材によるはく離抑制効果が認められた。

緩衝材の厚みについては、SP-C2-E1000 は SP-C2-E500 より最大荷重が低下したことより、試験で用いた範囲では緩衝材の厚みは $500\mu\text{m}$ 程度が適していたものと考えられる。

(2) はく離抑制効果

図-4 に SP-C2 および SP-C2-E500 の CFS のひずみ分布を示す。载荷初期における CFS のひずみは緩衝材を用いることにより均等に分布し、CFS の引張応力が分散されていることがわかる。また同一荷重でのひずみ分布を比較すると、緩衝材を用いた場合のほうが梁の端部にける CFS のひずみが小さく、応力を広い範囲に分散して荷重に抵抗していることがわかる。

次に、CFS のひずみから求めた SP-C2

および SP-C2-E500 の付着応力-荷重関係の一例を図-5 に示す。緩衝材を用いない場合は、付着応力は载荷初期には荷重とともに増加するが、鉄筋降伏までに付着応力が減少あるいは増加が緩やかになる。そして鉄筋降伏近傍で付着応力が急激に増加し、その後急激に低下している。これに対し緩衝材を用いた場合は、付着応力は载荷初期から鉄筋降伏まで緩やかに増加するが、鉄筋降伏後は付着応力の増加が大きくなり、付着応力が急激に低下する現象はみられない。これらのことから、緩衝材を用いた場合には付着応力が急激に低下せずに鉄筋降伏後も付着が確保され、CFS のはく離が抑制できるものと考えられる。

4. まとめ

- ① CFS の積層数が 2 層の場合でも緩衝材は $500\mu\text{m}$ 程度の厚みで補強効果の向上に有効に作用する。
- ② 緩衝材により CFS の引張力が分散されるとともに付着応力の急激な低下が防止でき、はく離抑制効果が向上する。

【参考文献】

1) 森, 小牧, 前田, 村上: 緩衝材を用いた炭素繊維シート接着工法の補強効果について, 土木学会第 55 回年次学術講演会 V-581, 平成 12 年 9 月

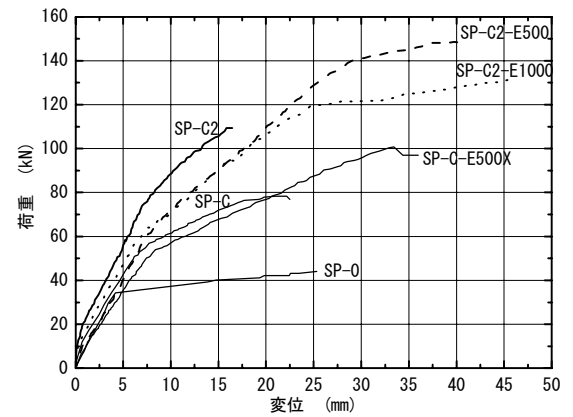


図-3 荷重-変位曲線

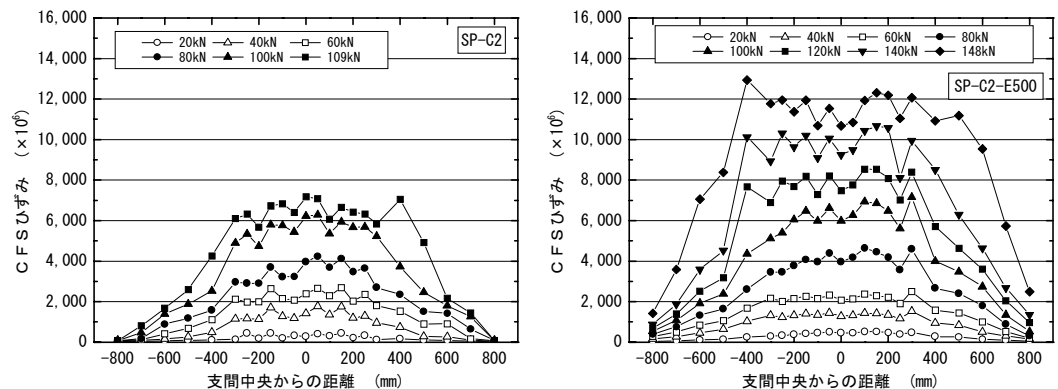


図-4 ひずみ分布

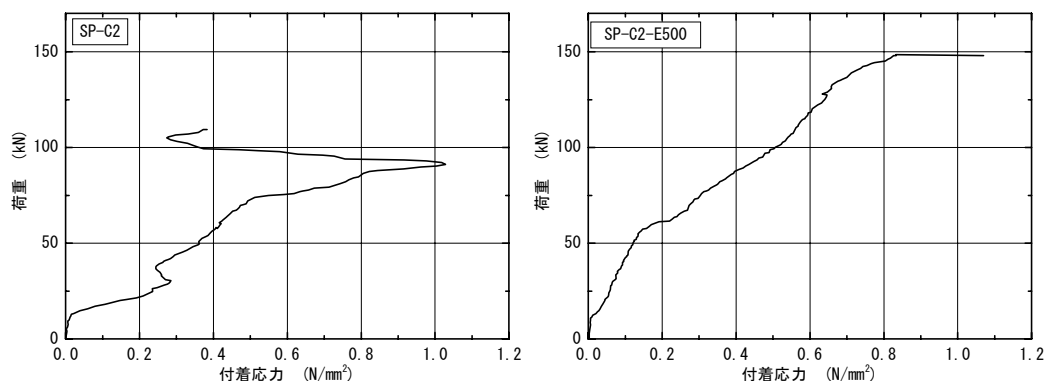


図-5 荷重-付着応力関係