

付着特性を考慮した炭素繊維シートの引張強度に関する実験的研究

法政大学大学院 学生員 松田博之
 法政大学工学部 フェロー 満木泰郎
 東日本旅客鉄道(株) 正会員 神山真樹
 法政大学大学院 学生員 畠中信次

1. はじめに

炭素繊維シート(以下「CFS」)を用いて既設 RC 梁のせん断補強をする場合、スラブを有するため、柱のようにシートを閉鎖型に巻き付けることは困難である。そこで、U 字にシートを貼り付けることになるが、この場合、シートが破断する前に剥離による破壊に至る場合がある。しかし、既往の耐力算定式は、シートの保証引張強度を使用しているため、シートがコンクリートの表面から剥離する破壊について考慮されていない。そこで本研究では、CFS を用いてせん断補強を施した RCT 型梁のせん断耐力を算定する場合の CFS の引張強度の取り扱いについて付着強度をベースとして検討を行った。

2. 実験概要

(1)付着強度試験

本試験では、断面寸法 $150 \times 150 \text{mm}$ の角柱供試体を用いた。またコンクリートは、 $f_c' = 30 \text{MPa}$, $W/C = 60\%$ の AE コンクリートとし、材齢 7 日までは湿布養生を施し、その後 14 日まで気乾養生とした。CFS は、繊維目付量 200g/m^2 、引張強度 3400MPa 、引張弾性率 230GPa のものを用いた。そしてシート貼付に際しては、材齢 7 日後、試験体表面が乾燥していることを確認してから、下地処理剤、接着剤の順番で塗布を行った。また、チッピング処理を施す供試体に関しては、材齢 7 日後、チッピングを行い、その後下地処理を行った。

また本試験では U 字型にシートを貼付、試験区間は片側とし反対側で十分な定着を施した。載荷は油圧ジャッキを用いた静的載荷とし、荷重の増加をほぼ一定になるよう努めた。

(2)T 型梁載荷試験

本試験で用いた梁は、全長 1800mm 、フランジ幅 300mm 、ウェブ幅 100mm 、フランジ高 80mm 、ウェブ高 210mm 、有効高さ 240mm とし、主鉄筋 SD345-D29 を 1 本用いた鉄筋コンクリート T 型梁である。また使用したコンクリートの配合、養生方法、シートの種類及びシート貼り付け方法は付着強度試験と同様である。また載荷方法は、せん断スパン 600mm 、曲げスパン 200mm とした 2 点載荷とし、変位及びひずみを測定した。ここで、炭素繊維シートの定着はフランジ下部にチッピング処理を施し貼付を行った。

3. 炭素繊維シートとコンクリート間の付着特性

前述の試験方法を用いて、同一目付量 200g/m^2 で CFS の貼付長 ($50 \sim 300 \text{mm}$)、貼付面のチッピング(CH)の有無を実験変数とした付着強度試験を行った結果(図 3)、チッピング無(CH-N)の場合、貼付長 250mm 以上では CFS がすべて破断したが、貼付長 200mm 以下の場合、剥離が生じる試験体が存在した。これより CFS が確実に破断する最小貼付長、つまり CFS の引張特性を十分に活用できる貼付長である適性貼付長を 250mm

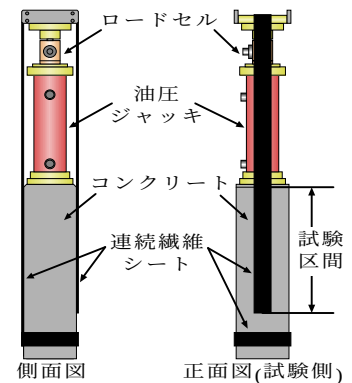


図 1.付着強度試験概要図

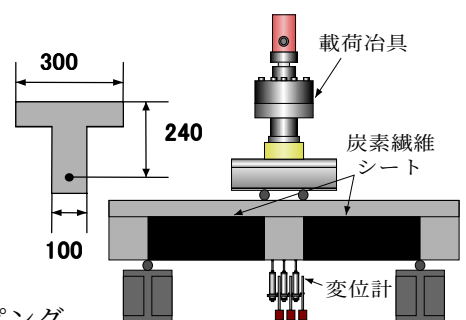


図 2.載荷試験概要図

キーワード：炭素繊維シート、付着特性、引張強度、せん断耐力

連絡先：〒184-8584 東京都小金井市梶野町 3-7-2 TEL：042-387-6286

とした。また貼付面をチップング処理した場合、すべての貼付長でシートが破断したことから適性貼付長は50mmとした。これは、チップング処理を施すことによって、脆弱なモルタル部分がはつられ、強固な粗骨材が剥き出しになり、粗骨材と接着剤が十分に噛み合うことでジベル効果が生じているためであると考えられる。したがって CFS の引張特性をより効果的に活用するには、貼付面にチップング処理を施すことが望ましいと判断した。

また、引張強度(=破断又は剥離荷重/炭素繊維シートの断面積)は、保証引張強度である3400MPaをほとんどが下回っており、試験結果の最小値2390MPaが妥当であると判断した。

4. CFS でせん断補強した T 型梁の載荷試験

(1) CFS のせん断耐力算定式における引張強度の検討

既往の設計指針¹⁾では、補強後に CFS が負担するせん断耐力をトラス理論を用いて次式のように表している

$$V_{fs} = K \cdot \frac{A_{fs} f_{fs} (\sin \alpha_f + \cos \alpha_f) z}{s_f}$$

ここで、 K ：せん断補強効率で、CFS の場合 $K=0.8$ 、 A_{fs} ：CFS の貼付総断面積、 s_f ：CFS の配置間隔、 f_{fs} ：CFS の設計引張強度である。しかし、T 型梁のようなシートを1周巻き付ける事が困難な試験体ではシートの剥離による破壊に至る場合があり、シートの引張強度を充分にいかすことができない。そこで、算定式に用いるシートの引張強度をメーカー値である保証引張強度ではなく、付着強度試験から導き出された引張強度2390MPaを用いた。

(2) 補強量が耐力に与える影響

CFS 補強量を変化させ T 型梁載荷試験を行った結果(図4)、せん断補強量(A_{fs}/s_f)が増加するにつれせん断耐力が上昇し、 $A_{fs}/s_f \geq 0.132$ では曲げ引張破壊が起きた。これより、CFS のせん断耐力はせん断補強量で評価できるものと考えられる。又、計算値と実験値はほぼ一致していることがわかる。これより、実際のせん断補強設計において、炭素繊維シートのせん断耐力は、付着強度試験から導き出された引張強度2390MPaを用いて算定する必要があるものと考えられる。

5. 結論

本研究より、CFS の引張強度については保証引張強度の3400MPaと2390MPaの間にあり、安全性を考慮すると2390MPaが妥当である。この引張強度を用いたせん断耐力と実験値とはほぼ適合した。又、CFS 貼付時において、貼付面にチップング処理を施すことで、CFS の引張特性をより効果的に活用できる。

【参考文献】1)土木学会:コンクリートライブラリー95 コンクリート構造物の補強指針(案),丸善(株)1999.9

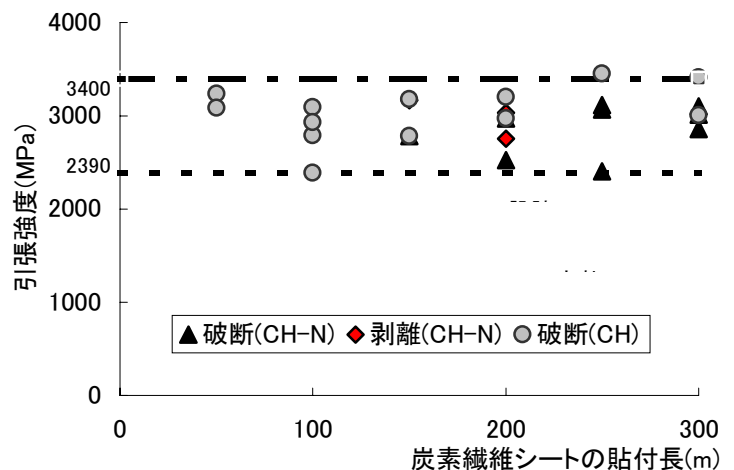


図3 貼付長の相違に伴う引張強度の変化

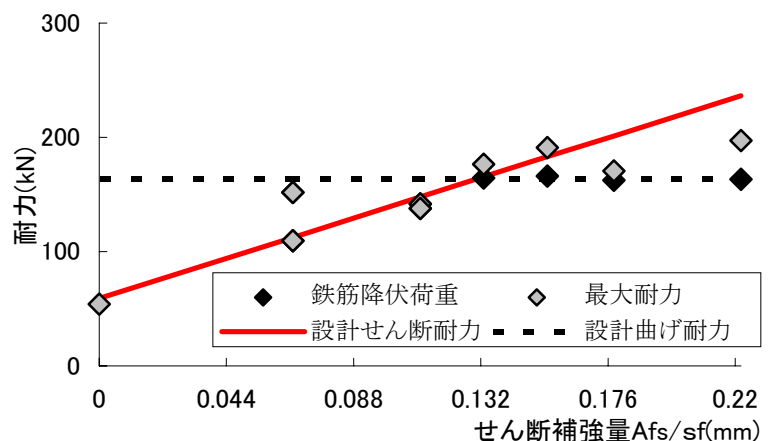


図4 CFS補強量と耐力の関係