

AFRP シート曲げ補強 RC 梁のシートの剥離抑制法に関する実験的研究

室蘭工業大学 学生員 ○鈴木 健太郎
三井建設（株）フェロー 三上 浩

室蘭工業大学 正員 岸 徳光
（独）北海道開発土木研究所 正員 栗橋 祐介

1. はじめに

本研究では、FRP シート曲げ補強 RC 梁のシートの剥離抑制法として、曲げ補強シートの上にシートを U 字型に巻付ける工法に着目し、効率的な U 字巻付けシート目付量および巻付け高さに関する検討を行った。

2. 実験概要

本実験に用いた試験体は、断面寸法 15×25 cm、純スパン長 2.6 m、下端鉄筋に D13、上端鉄筋に D19（ともに SD 345）を用いた複鉄筋矩形 RC 梁である。梁底面には曲げ補強シートとして目付量 415 g/m² の AFRP シート（厚さ：0.286 mm、弾性係数：115 GPa、引張強度：2.52 GPa）を 2 層接着した。また、その接着範囲は、曲げ圧壊時の計算耐力を保証するために等曲げ区間（50 cm）および片側等せん断力区間に対して $L_{yu} + 1.0 D$ (L_{yu} ：計算終局時の主鉄筋降伏領域、 D ：断面高さ、図-1 参照) と設定した。部材軸方向の U 字巻付け範囲はピーリング作用によるシート剥離を抑制するために L_{yu} とした。また、巻付け高さは梁下縁から 1) 梁上縁まで、2) 計算終局時の中立軸高さ h まで、3) h の半分まで、の 3 種類を設定した。一方、U 字巻付けシートの目付量は曲げ補強シートの 15、30% 程度とした。図-1 には、各試験体の補強概要を示している。

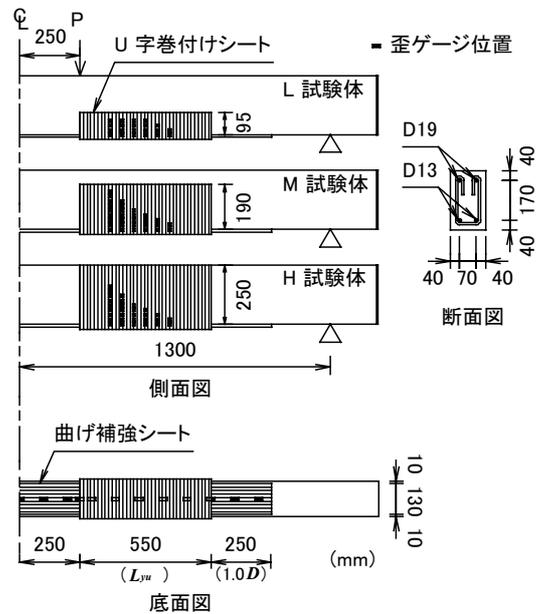


図-1 補強概要およびシート歪測定位置

表-1 試験体の一覧

試験体名	曲げ補強シートの目付量 (g/m ²)	U 字巻付けシートの目付量 (g/m ²)	梁下縁からのシート巻付け高さ (cm)
U0	415	—	—
U1-L	415×2	140	9.5
U1-M			19
U1-H			25
U2-L	415	280	9.5
U2-M			19
U2-H			25

表-1 には、試験体の一覧を示している。試験体は、AFRP シートで曲げ補強した RC 梁に対して、U 字巻付けしない場合を含め、U 字巻付けシートの目付量を 2 種類および巻付け高さを 3 種類に変化させた全 7 体である。第 1 項目の U に付随する数値は U 字巻付けシートの目付量を示しており、U1、U2 でそれぞれシート目付量は 140、280 g/m²（厚さ：0.097、0.193 mm）である。また、第 2 項目は U 字巻付けシートの梁下縁からの巻付け高さ（L：9.5 cm、M：19 cm、H：25 cm）を示している。なお、実験時のコンクリートは平均圧縮強度 29.7 MPa であり、主鉄筋の降伏強度は 412 MPa であった。

3. 実験結果及び考察

3.1. 無次元荷重－変位関係

図-2 には、各試験体における無次元荷重－変位曲線の実験結果をシートとコンクリートの完全付着を仮定した断面分割法による計算結果と比較して示している。図より、U0 試験体は主鉄筋降伏後に剛性勾配が計算結果よりも低下し計算耐力よりも小さな荷重レベルでシートが剥離して終局に至っていることが分かる。一方、U1、U2- 試験

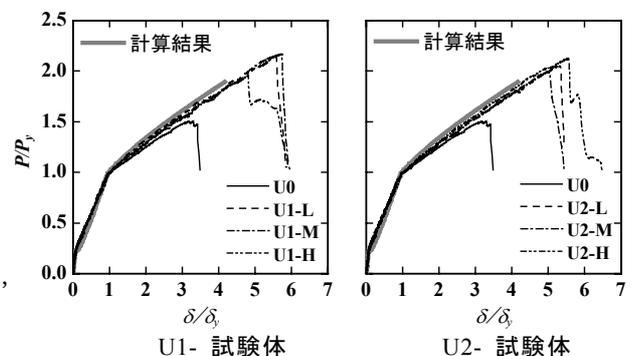


図-2 無次元荷重－変位曲線に関する実験および計算結果の比較

キーワード：RC 梁、AFRP シート、曲げ補強、U 字巻付け

連絡先：〒050-8585 室蘭市水元町 27-1 室蘭工業大学 建設システム工学科 TEL 0143-46-5230 FAX 0143-46-5227

体は、主鉄筋降伏後も計算結果と同様の曲線関係を示しており、計算耐力および計算終局変位を上回った後、終局に至っている。従って、本実験の範囲内では、U字巻付けシート目付量および巻付け高さが最も小さいU1-L試験体においても十分な曲げ補強シートの剥離抑制効果が発揮され、RC梁の耐荷性能を計算値と同等程度以上に向上可能であることが明らかとなった。

3.2. 曲げ補強シートの歪分布性状

図-3には、U0およびU1-試験体に関する曲げ補強シートの軸方向歪分布の推移状況を示す。また、図中には計算終局変位時における軸方向歪分布の計算結果も併せて示している。U0試験体の結果より、等せん断力区間では歪分布が大きく乱れ、局所的に $20,000\mu$ 以上の

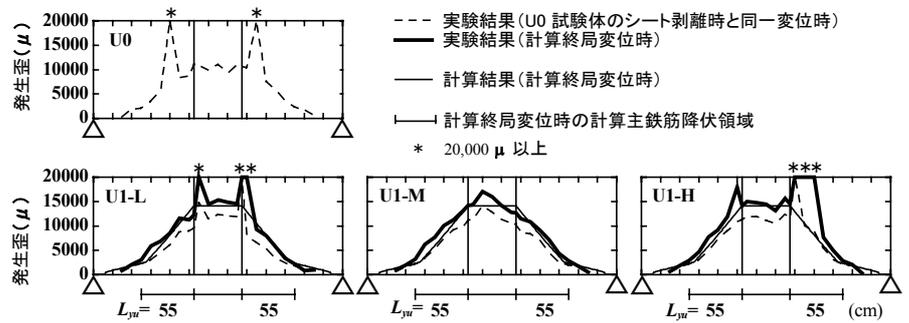


図-3 各無次元変位時における曲げ補強シートの軸方向歪分布性状

歪が発生していることが分かる。これは、ブロック化した梁下縁部のかぶりコンクリートがシートを押し下げて引き剥がすピーリング作用の発生によるものと考えられる。これに対して、U1-試験体におけるU0試験体のシート剥離時と同一変位時での歪分布(図中、破線)は、荷点近傍で大きな歪が発生しているものの、等せん断力区間の歪分布に大きな乱れは見られない。これより、U字巻付けを施すことでピーリング作用によるシートの引き剥がれが抑制されていることが分かる。計算終局変位時における L_{yu} 内の実測歪分布(図中、太実線)は、U1-M試験体を除き全般的に歪分布の乱れが著しい。これは、 L_{yu} 内で部分剥離が生じているためと考えられる。しかしながら、この時点において未だ曲げ補強シートの全面的な剥離には至っていない。以上より、U字巻付けを L_{yu} の区間に施すことにより、曲げ補強シートの剥離要因となるコンクリートブロックの形成が抑制され、かつ部分剥離から全面剥離への進展が抑制されることが明らかとなった。

3.3. U字巻付けシートの歪分布性状

図-4には、U1-L/M試験体におけるU字巻付けシートの上下方向歪の推移状況を示している。図より、主鉄筋降伏時では顕著な歪の発生は見られないことが分かる。また、U0試験体のシート剥離時と同一無次元変位時では、梁下縁から断面高さ方向に10cm以下の

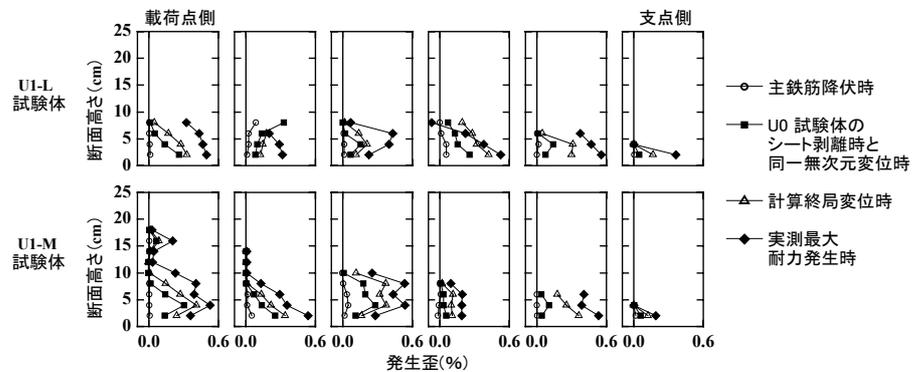


図-4 U字巻付けシートの断面高さ方向の歪分布性状

下の範囲で最大 $3,000\mu$ 程度の歪が発生している。これより、U字巻付けシートが梁の上下方向に生じる引張力を分担していることが分かる。これは、下縁かぶり部に生じたコンクリートブロックが曲げ補強シートを押し下げる力に対してU字巻付けシートが抵抗していることを示すものと考えられる。その後、実測最大耐力発生時まで歪は最大で $6,000\mu$ 程度まで増加し続けている。一方、歪の発生領域は梁下縁から最大で12cm程度である。このため、U字巻付け高さが9.5cmのU1-L試験体が他のU字巻付け試験体と同様の耐力および変形能を示したものと考えられる。

4. まとめ

- 1) 計算終局時における等せん断力区間の主鉄筋降伏領域にU字巻付けを施すことにより、曲げ補強シートの剥離が抑制され計算値と同等程度以上の耐荷性能が期待できる。
- 2) 本実験の範囲内での効率的なU字巻付けシート目付量は、曲げ補強シートの15%程度、梁下縁からの巻付け高さは計算終局時の中立軸高さの半分程度であった。