

FRP シートの接着長を変化させた曲げ補強 RC 梁の静載荷実験

室蘭工業大学 学生員 ○栗橋 祐介
三井建設(株) フェロー 三上 浩

室蘭工業大学 正 員 岸 徳光
室蘭工業大学 フェロー 松岡 健一

1. はじめに

本研究では、FRP シート曲げ補強 RC 梁のシートの必要接着長を検討するため、せん断スパン比、主鉄筋比およびシート補強量の異なる RC 梁を用い、シートの接着長を変化させた静載荷実験を行った。

2. シートの必要接着長の考え方

図-1 には、断面分割法によって求めた計算終局時における FRP シートの軸方向歪分布の一例を示している。図より、等曲げ区間および主鉄筋降伏領域 L_{yu} では、シートの発生歪が大きいことから、シートの曲げ補強効果は主にこれらの領域において発揮されることが推察される。一方、主鉄筋が降伏に至っていない支点側の領域は主鉄筋降伏領域に比較して歪レベルが小さく、いわば定着区間としての作用を示すものと考えられる。従って、シートの接着長を主鉄筋降伏領域内に設定する場合には、梁は段落し的な性状を示し十分な耐力の向上が期待できないものと考えられる。本研究では、計算終局耐力を保証するためのシートの必要接着長を求めるために、主鉄筋降伏領域 L_{yu} の外側に接着領域(以後、端部接着長 a)を設定し、その最適長について実験的に検討した。なお、本実験ではシートを全面接着(両支点の手前まで接着)した場合に、計算耐力をほぼ満足すると予想される FRP シート曲げ補強 RC 梁を対象として検討を行っている。

3. 実験概要

表-1 には、本実験に用いた RC 梁の一覧を示している。実験は、せん断スパン比 r_s 、主鉄筋比 p_t およびシートの体積補強割合 p_f を変化させた表記の4種類の RC 梁に対して、シートの端部接着長 a を3種類に変化させて実施した。試験体名のうち、第1項目には p_t の小さい順に S1, S2 と示し、第2項の R に付随する数値は r_s の概略値、第3項は p_f (%) を意味している。なお、端部接着長 a は断面高さ D (= 25 cm) の 0.5, 1.0, 2.0 倍を設定した。図-2 には、本実験に用いた試験体の配筋状況およびシートの接着概要を $r_s = 5.0$ の場合について示している。試験体は、軸方向筋に D16 もしくは D19 を用いた複鉄筋 RC 梁である。また、梁の純スパンは $r_s = 5.0, 6.9$ の場合でそれぞれ 2.6 m, 3.4

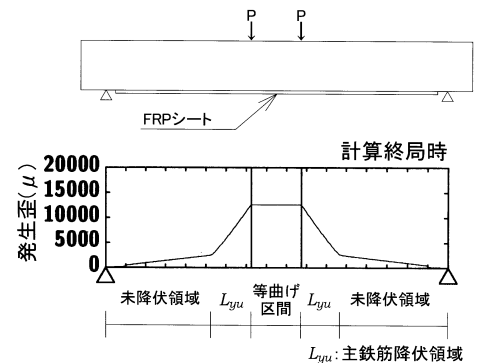


図-1 シートの軸方向歪分布の一例

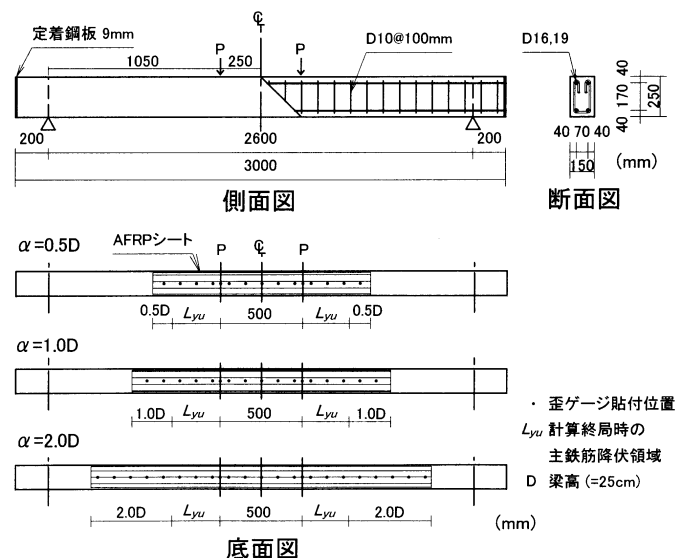


図-2 試験体の概要

表-1 試験体の一覧

試験体名	主鉄筋比 p_t (%)	せん断 スパン比 r_s	繊維 目付量 (g/m ²)	厚さ (mm)	シートの 体積補強割合 p_f (%)	主鉄筋 降伏領域 L_{yu}^* (cm)
S1-R5-1	1.26	5.0	415	0.286	1.0	26
S1-R7-1	1.26	6.9	415	0.286	1.0	40
S2-R5-1	1.82	5.0	415	0.286	1.0	21
S1-R5-0.5	1.26	5.0	200	0.138	0.5	20

* 計算終局時における片側等せん断力区間での値

キーワード：RC 梁, FRP シート, 曲げ補強, 主鉄筋降伏領域, 必要接着長

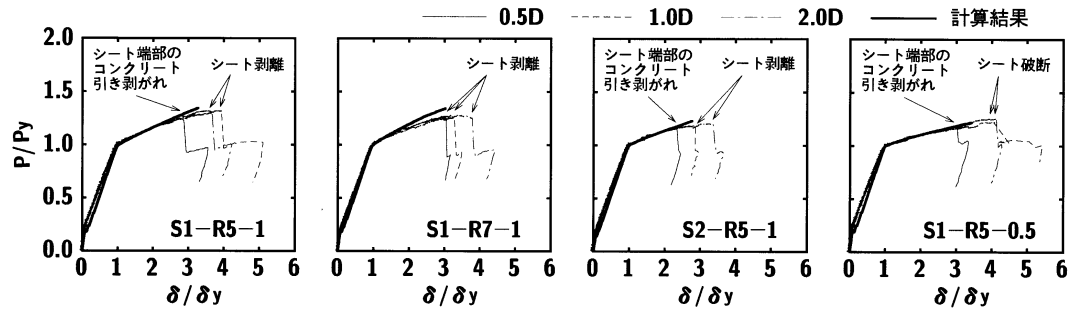
連絡先：〒050-8585 室蘭市水元町 27-1 室蘭工業大学 建設システム工学科 TEL 0143-46-5230 FAX 0143-46-5227

m である。実験は荷重点間隔を一律 50 cm とした静的 2 点荷重で行っている。梁底面の片側等せん断力区間におけるシートの接着長は、計算終局時の主鉄筋降伏領域 L_{yu} と各試験体に設定した端部接着長 a の和としている。曲げ補強に用いた FRP シートは幅 13 cm、繊維目付量 200 もしくは 415 g/m² のアラミド繊維製 FRP シート(弾性係数: 131 MPa, 引張強度: 2.48 GPa, 以後 AFRP シート)である。

4. 実験結果

4.1. 荷重－変位曲線

図－3 には、各 RC 梁ごとに荷重－変位曲線の実験結果を計算結果と比較して示している。図中、実験および計算結果は、主鉄筋降伏時の荷重 P_y



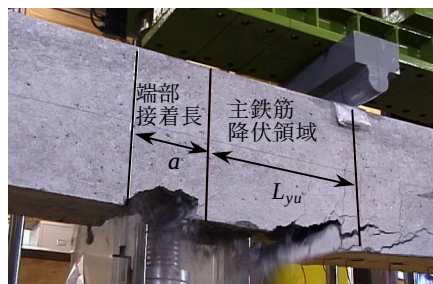
図－3 荷重－変位関係

および変位 d_y で無次元化して整理している。図より、端部接着長 $a = 0.5D$ の場合には S1-R7-1 梁を除いた全ての RC 梁において、計算終局変位を $0.5 d_y$ 程度下回る変位で終局に至っていることが分かる。一方、S1-R7-1 梁の $a = 0.5D$ の場合には計算終局変位を若干下回る状態で終局に至っているものの、他の RC 梁と異なり $a = 1.0D, 2.0D$ の場合とほぼ同程度の荷重でシートの剥離により終局に至っている。

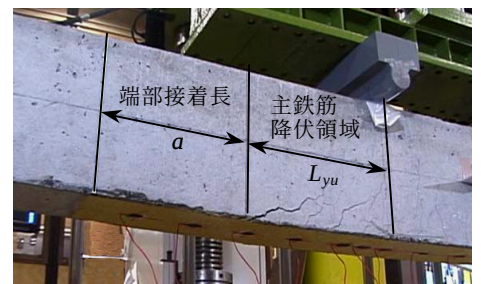
端部接着長 $a = 1.0D, 2.0D$ の場合は、いずれの RC 梁も計算終局変位と同程度かもしくはそれを上回る変位を示した後で終局に至っている。また、この場合の終局耐力の実験値は計算値とほぼ同程度である。以上より、本実験の範囲内では、AFRP シート曲げ補強 RC 梁のシートの曲げ補強効果を断面分割法による計算終局耐力程度まで発揮させるためには、 $L_{yu} + 1.0D$ 以上の接着長が必要であることが明らかになった。

4.2. 破壊性状

終局時近傍において端部接着長 $a = 0.5D$ の場合は S1-R7-1 梁を除き、シートの接着端部に発生した曲げひびわれが斜め上方に進行した後、主鉄筋に沿う形でスパン中央部方向に進展して、瞬間的に端部接着長部分のかぶりコンクリートがシートとともに引き剥がれた。



(a) $a = 0.5D$



(b) $a = 1.0D$

写真－1 シートの剥離状況 (S1-R5-1 梁)

これに対して、 $a = 1.0D, 2.0D$ の

場合には、いずれの RC 梁も過去に実施した全面接着時の結果と同様に、主鉄筋降伏領域 L_{yu} の下縁かぶりコンクリート部に発生した曲げおよび斜めひびわれにより形成されたコンクリートブロックが、シートを押し下げて引き剥がすピーリング作用によって剥離した。写真－1 には、S1-R5-1 梁を例に、 $a = 0.5D$ および $1.0D$ の場合の終局時におけるシートの剥離状況を示している。写真より、計算終局変位到達前に終局に至った $a = 0.5D$ の場合と、計算終局変位到達後に終局に至った $a = 1.0D$ の場合では、上述したように破壊性状が大きく異なることが分かる。ただし、 r_s の大きい S1-R7-1 梁では $a = 0.5D$ の場合においても写真－1 の $a = 1.0D$ に類似した破壊性状を示している。

5. まとめ

本研究の範囲内では、RC 梁に接着した AFRP シートが断面分割法による計算終局耐力と同程度の曲げ補強効果を発揮するために必要な接着長は、せん断スパン比 $r_s = 5.0, 6.9$ の場合でそれぞれ、片側等せん断力区間に対して $L_{yu} + 1.0D$, $L_{yu} + 0.5D$ 程度で、 $L_{yu} + 1.0D$ で安全側で設計可能であることが明らかとなった。