AFRP ロッドで曲げ補強した RC 梁の耐荷性状に関する実験的研究

室蘭工業大学	学生員	○笠井	和俊	室蘭工業大学	フェロー	- 岸	徳光
三井住友建設(株)	フェロー	三上	浩	(独)北海道開発土木研究所	正員	〕 栗橋	祐介
室蘭工業大学	学 生 員	澤田	純之				

1. はじめに

本研究では、AFRP ロッドを RC 梁の引張側底面に埋設することによる RC 梁の曲げ耐力向上効果および破壊性状を 把握することを目的として、AFRP ロッドおよびシートで曲げ補強した RC 梁の静載荷実験を実施した.

2. 実験概要

表-1 試験体の一覧

表-1には、本実験に用いた試験体の一覧を示している. 試験体 数は、AFRP ロッドおよびシート補強する場合に対して、補強量を 各々3種類に変化させた全6体とした。補強量は、ロッド補強の場 合には AFRP ロッドを2本用いることとし、シート補強の場合には 各々のロッド補強した試験体の引張剛性 E-A と極力等しくなるよう にシート厚さおよび幅を変化させて決定した.表中,試験体名の第 一項目は、補強材料の種類(R:ロッド、S:シート)を示し、第二項 目は補強材料の引張剛性の小さい順に 1,2,3 と示している. 図-1 には、本実験に用いた RC 梁の形状寸法および配筋状況を示してい る. 試験体は, 断面寸法 (梁幅 × 梁高) 15 × 25 cm, 純スパン長 2.6 m, 下端および上端鉄筋にそれぞれ D13, D19を2本ずつ配置した 複鉄筋矩形 RC 梁である. 図-2 には, R および S 試験体の補強概 要を示している。軸方向の補強範囲は、いずれの場合も梁中央部か ら両支点の 10 cm 手前までとしている.また,梁幅方向の補強範囲 は、ロッドの場合は主鉄筋と同位置とし、シートの場合は設定した シート幅(表-1参照)とした.表-2には、本実験に用いた補強 材の材料特性値を示している. なお, 実験時におけるコンクリート の平均圧縮強度は 34.3 MPa, 主鉄筋の降伏強度は 362 MPa であっ た.本実験の測定項目は、載荷荷重、スパン中央部変位(以後、単 に変位), ロッドおよびシート各点のひずみである.

3. 実験結果および考察

3.1 無次元荷重一変位曲線

図-3には、R および S 試験体の無次元荷重-変位曲線に関する 実験および計算結果を補強レベル毎に示している.計算結果は、ロッ ドもしくはシートとコンクリートとの完全付着を仮定し、上縁コン クリートひずみが終局圧縮ひずみ 3,500 µ に至る時点を終局として 断面分割法により算出したものである.ただし、引張剛性 *E*·*A* が同 等の場合には、いずれの試験体においても計算結果がほぼ同様の性







表-2 補強材の材料特性値

補強材料	弾性係数	引張強度	破断ひずみ	
11111111111111111111111111111111111111	E (GPa)	(GPa)	E (%)	
AFRP ロッド	62.5	1.45	2.00	
AFRP シート	131	2.48	1.89	

状を示すことより,ここではロッド補強した場合の計算結果のみを示している.また,図中の実験および計算結果は, 主鉄筋降伏後における各試験体のロッドおよびシートの補強効果を同一の尺度で比較検討するために,各々の主鉄筋 降伏荷重*P_v*,および降伏変位*δ_v*で無次元化して示している.

キーワード: RC 梁, AFPR ロッド, AFPR シート, 引張剛性, ピーリング作用 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 0143-46-5226 FAX 0143-46-5227 図より, 引張剛性 E·A が同等の場合には, R および S 試験体の実験結果は終局時まで両者ほ ぼ対応していることがわかる. 従って, 引張剛 性 E·A が同等の場合には, AFRP ロッドを用い ることにより AFRP シートを用いる場合と同程 度の曲げ補強効果を期待できることがわかる. なお, S 試験体の場合には, 主鉄筋降伏後の剛性 勾配が計算結果のそれを若干下回る傾向にある

(*µ*)

20000

15000 10000

5000

ものの,補強材料の種類にかかわ らず各試験体の剛性勾配は計算結 果とほぼ対応していることがわか る.これより,ロッドおよびシー トは実験終局時までコンクリート との付着を十分保持しているもの と判断される.無次元最大荷重お



図-4 R/S-3 試験体のひずみ分布性状

よび無次元最大荷重時変位の実験結果を計算結果と比較すると、いずれの試験体も実験結果が計算結果を下回ってい ることがわかる.FRPシート曲げ補強 RC 梁の破壊形式の予測式¹⁾に基づくと、いずれの試験体もロッドおよびシー トが計算最大耐力および計算最大変位に到達する前に剥離して終局に至る剥離破壊型と判定されることより、AFRP ロッドを曲げ補強材料として用いる場合においても予測式は適用可能であるものと判断される.

3.2 ひずみ分布性状

図-4には, R/S-3 試験体に関する AFRP ロッドおよびシートのひずみ分布の実験結果を計算結果と比較して示している.図には, (a) 主鉄筋降伏時, (b) 主鉄筋降伏時と計算終局時の中間変位時 (以後,中間変位時), (c) 実験結果の最大荷重時 (以後,最大荷重時)を示している.なお,最大荷重時の結果は変位レベルの小さい S 試験体の無次元変位時 について示している.なお,図中の計算結果は,前節と同様にロッド補強した場合の計算結果である.

図より,主鉄筋降伏時には実験結果と計算結果のひずみ分布がほぼ対応し,ロッドおよびシートがコンクリートと 完全付着に近い状態にあることがわかる.中間変位時では,等曲げ区間において曲げひび割れの発生により局所的に 大きなひずみが発生しているものの計算結果とほぼ対応していることがわかる.しかしながら,等せん断力区間では, 計算主鉄筋降伏領域 *L*_y 内において実験結果が計算結果よりも大きく示される傾向にある.これは, *L*_y 内のかぶり部に おいてコンクリートブロックが形成され,その下方への押し出しによるピーリング作用が顕在化しているためと考え られる.最大荷重時のひずみ分布から,等せん断力区間における実験結果の大きなひずみの分布領域は *L*_y の拡大とと もにさらに支点側に進展していることがわかる.また,等せん断力区間の実測ひずみは,R 試験体の方がS 試験体よ りも大きく示される傾向にある.これは,ロッド補強の場合にはシート補強の場合と異なり,コンクリートブロック の押し出しによるピーリング作用力が2本のロッドに集中的に作用するためと推察される.

- 4. まとめ
 - 1) 引張剛性 *E*·*A* が同等の場合には、AFRP ロッドを下縁かぶり部に埋め込むことにより AFRP シートを接着する場合と同程度の曲げ補強効果を期待できる.
 - 2) AFRP ロッドを用いる場合も AFRP シートを用いる場合と同様,主鉄筋降伏領域内のかぶり部に形成されたコン クリートブロックのピーリング作用によりロッドが剥離して終局に至る.
 - 3) AFRP ロッド埋め込み補強 RC 梁の破壊形式は FRP シート曲げ補強 RC 梁に関する予測式を用いて予測可能である.
- 参考文献
 - 1) 岸 徳光,三上 浩,栗橋祐介:AFRP シートで曲げ補強した RC 梁の曲げ耐荷性状に関する実験的研究,土木 学会論文集,No. 683 / V-52, pp. 47-64, 2001.