

AFRP ロッド下面埋設 RC 梁の耐荷性状に関する実験的研究

大成建設（株）正員○笠井和俊室蘭工業大学フェロー岸徳光
三井住友建設（株）フェロー三上浩三井住友建設（株）正員藤田学

1. はじめに

本研究では、AFRP ロッド (以後、単にロッド) を引張側下面に埋設した RC 梁の耐荷性状に関する検討を目的として、ロッド本数を変化させた RC 梁の静載荷実験を実施した。なお、本研究では、FRP シート曲げ補強 RC 梁の破壊形式予測法¹⁾の適用性についても検討を行った。

2. 実験概要

表-1 には、本実験に用いた試験体の一覧を示している。表中、試験体名の第1項目は主鉄筋の種類 (A 梁: D13, B 梁: D19), 第2項目はロッド径の概略値を示している。本実験では、直径の異なる3種類のロッド (弾性係数: 62.5 GPa, 引張強度: 1.45 GPa, 破断ひずみ: 2.00 %) を用い、軸引張剛性 $E \cdot A$ が同程度となるように、A/B-5 で4本, A/B-7 で2本, A/B-11 で1本のロッドを埋設している。また、表には破壊形式予測法に基づいて予測された破壊形式を示している。A 梁の場合には計算最大耐力および計算最大変位到達前に終局に至る剥離破壊型, B 梁の場合には計算終局耐力とほぼ同程度の荷重で終局に至る曲げ圧壊型を示すことが予測される。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、いずれも断面寸法 (梁幅×梁高) が 15 × 25 cm, 純スパン長が 2.6 m で、上下端鉄筋を2

表-1 試験体の一覧

試験体名	主鉄筋	ロッド径 (mm)	補強本数	引張剛性 $E \cdot A$ (MN)	破壊形式予測
A-5	D13	5.0	4 本	4.91	剥離破壊型
A-7		7.3	2 本	5.23	
A-11		10.4	1 本	5.31	
B-5	D19	5.0	4 本	4.91	曲げ圧壊型
B-7		7.3	2 本	5.23	
B-11		10.4	1 本	5.31	

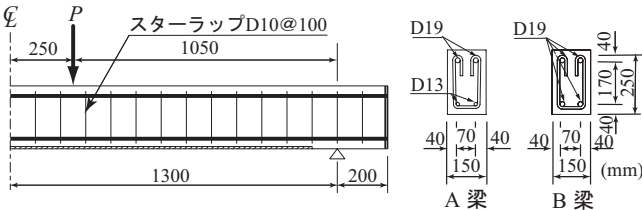


図-1 RC 梁の形状寸法および配筋状況

本ずつ配置した複鉄筋矩形 RC 梁である。図-2 にはロッドの埋設状況を示している。ロッドの梁幅方向の配置位置は A/B-5 の場合は梁幅を等間隔に分割する位置, A/B-7 の場合は主鉄筋と同様の位置, A/B-11 の場合は梁幅の中央位置とした。また、梁軸方向の補強範囲は梁中央部から両支点の 10 cm 手前までとしている。実験時のコンクリートの平均圧縮強度は 31.6 MPa, 主鉄筋の降伏強度は D13, D19 でそれぞれ 377, 383 MPa であった。なお、本実験における測定項目は、載荷荷重, スパン中央変位 (以後、単に変位) およびロッド各点の軸方向ひずみである。

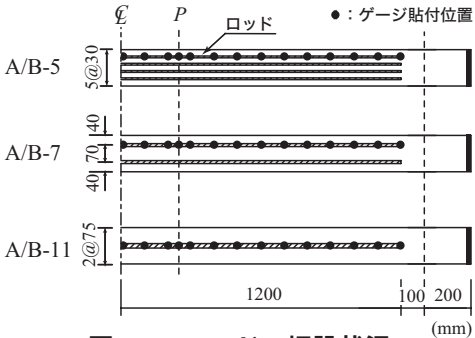


図-2 ロッドの埋設状況

3. 実験結果および考察

3.1 無次元荷重-変位曲線

図-3 には、各試験体の荷重-変位曲線を計算結果と比較して示している。計算結果はロッド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 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 $E \cdot A$ が同等の場合には計算結果がほぼ同様の性状を示すことより、ここでは A/B-11 の計算結果のみを示している。また、図中の実験お

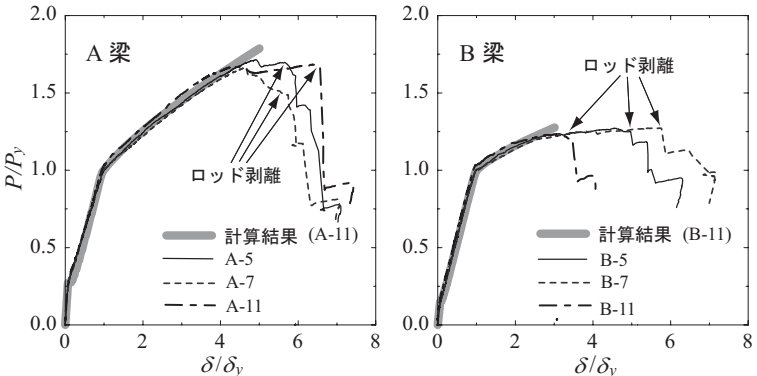


図-3 無次元荷重-変位曲線

キーワード: RC 梁, AFRP ロッド, 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

よび計算結果は主鉄筋降伏後におけるロッドの曲げ補強効果を同一の尺度で比較検討するため、各々の降伏荷重 P_y および降伏変位 δ_y で除し、無次元化して示している。図より、A 梁はいずれの試験体も計算終局時の荷重および変位に到達する前にロッドが剥離して終局に至っていることより、剥離破壊型の性状を示していることが分かる。一方、B 梁はいずれの試験体も計算終局変位到達後に計算終局耐力と同程度の荷重レベルでロッドが剥離して終局に至っていることより、曲げ圧壊型の性状を示していることが分かる。以上のことから、本実験の範囲内では、既往の研究による FRP シート曲げ補強 RC 梁の破壊形式予測法がロッド補強の場合にも適用可能であるものと判断できる。ここで、曲げ圧壊型を示す B 梁の無次元最大荷重時変位は、ロッド径が最も大きい試験体で最も小さな値を示していることが分かる。このことより、補強材料の曲げ剛性が大きい場合には、剥離が早期に進展する場合のあることに留意する必要がある。

3.2 ロッドの軸方向ひずみ

分布性状

図-4 には、B-5/11 のロッドの軸方向ひずみ分布性状を、(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、(c) B-11 の場合における計算終局時と同一

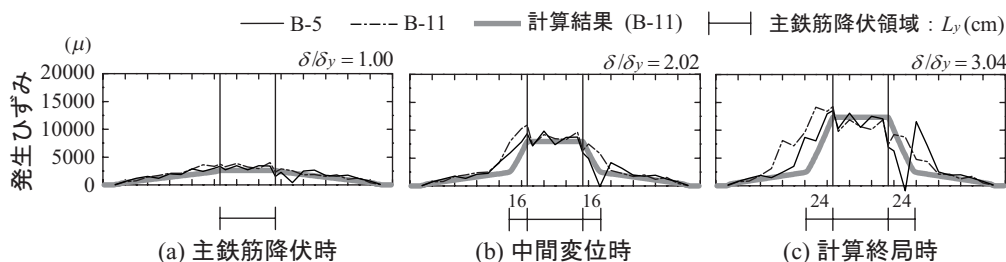


図-4 ロッドの軸方向ひずみ分布性状 (B-5/11)

無次元変位時について示している。また、計算結果は B-11 の結果を示している。なお、図中には、各時点における無次元変位、および計算主鉄筋降伏領域 L_y (cm) を併せて示している。図より、(a) 主鉄筋降伏時には、いずれの実験結果も計算結果のひずみ分布とほぼ対応しており、ロッドがコンクリートと完全付着に近い状態にあることが分かる。(b) 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分かる。しかしながら、等せん断力区間では、 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 内の下縁かぶり部に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によりロッドの部分剥離が発生したためと考えられる。(c) 計算終局時では、大きなひずみ分布領域が L_y の拡大とともに支点側へ進展していることが分かる。また、その領域はロッド径が大きい場合ほど拡大している。これは、ロッド径が大きい場合ほどコンクリートとの接触面積が小さいことに起因していると考えられる。

3.3 破壊性状

写真-1 には、A 梁に関するロッド剥離直前のひび割れ進展状況を示している。写真より、いずれの試験体も載荷点近傍の梁下縁かぶり部において曲げおよび斜めひび割れが発生し、その交叉によってコンクリートブロックが形成され、ロッド本数が少ない場合ほど載荷点に近い位置でピーリング作用による部分剥離が生じていることが分かる。ここで、

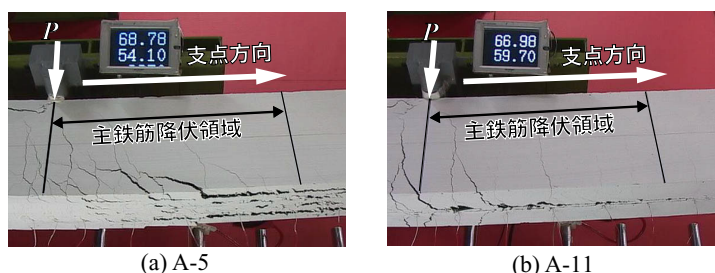


写真-1 ロッドの剥離状況 (A 梁)

梁底面のひび割れ性状を見ると、ロッド周辺のコンクリートが引き剥がされており、ロッド本数が少ない場合ほど損傷が小さいことが分かる。これは、ロッドの $E \cdot A$ はほぼ同等であるものの、ロッド本数が少ないほど剥離に対するかぶりコンクリートによる抵抗面積が小さいことや、ロッドの曲げ剛性が大きいことに起因しているものと考えられる。

4. まとめ

- 1) シート補強の場合と同様に載荷点近傍下縁かぶり部のピーリング作用によってロッドが剥離し終局に至る。
- 2) ロッド径が大きい場合には、ピーリング作用による剥離が早期に発生する場合がある。
- 3) FRP シート曲げ補強 RC 梁の破壊形式予測法はロッド下面埋設法に対しても適用可能である。

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.