

アラミド繊維ロッドを用いた RC 橋脚基部曲げ補強工法の開発

三井住友建設（株） 技術研究所 正会員 ○篠崎 裕生，藤田 学，三上 浩
ファイベックス（株） 正会員 田村 富雄

1. はじめに

RC 橋脚基部の曲げ耐力を向上させる方法として，著者等はアラミド繊維ロッド（以下，AFRP ロッド，と呼ぶ）を用いた補強工法を開発した。

本工法は，図-1に示すとおり，橋脚基部の主鉄筋に平行して AFRP ロッドを配置するもので，“柱埋込み部”と“フーチング内埋込み部”の2区間からなる。柱埋込み部は，柱表面に切削した溝に AFRP ロッドを接着剤とともに埋込むものである。溝への埋込みによる補強方法については，すでに梁を用いた実験によりその効果を確認している¹⁾。フーチング内埋込み部は，フーチング上面から切削した孔へ AFRP ロッドを挿入し，接着剤を充填・定着するものである。

本工法は，補強後の柱断面の増加がないため自重の増加がなく，鉄筋や鋼板を用いた補強工法と比較して基礎工への

の負担が軽減される。また，高強度の AFRP ロッドを使用するため，鉄筋を用いた場合と比較して，フーチングへの切削孔の径や本数を減らすことが出来るなどのメリットがある。

2. 試験の概要

図-2に，試験体の形状寸法を示す。試験体は無補強試験体1体と AFRP ロッドで補強した試験体2体の計3体とした。AFRP ロッドで補強した試験体のうち1体は，AFRP ロッドの柱埋込み部を覆うように AFRP シートを巻き付けたもので，溝部 AFRP ロッドの付着劣化の進行を抑制するとともに，柱のじん性向上を狙った試験体である。

柱埋込み部の AFRP ロッドは，幅 10mm，深さ 7mm 程度大きさの溝にエポキシ樹脂とともに埋込み定着した。フーチング内へのロッドの埋込みは，コアボーリングにより空けたφ25mm の孔にロッドを挿入し，エポキシ樹脂により定着した。

AFRP ロッドの径と本数は，補強した試験体の耐力が無補強試験体の約 1.5 倍になるように決めた。AFRP ロッドのフーチングへの埋込み長は，文献2)に示される必要定着長から 500mm とした。一方，柱部については，必要定着長が約 900mm となるが，シート巻付けによる付着劣化の抑制効果を検討する意味から，定着長をフーチングへの埋込み長と同じである 500mm とした。

AFRP ロッドとシートの力学的特性値を表-2に示す。載荷は主鉄筋降伏時変位(δy)の整数倍の変位 $2\delta y$ ， $3\delta y$ ， \dots を振幅とする変位制御により，漸次変位を増加させて終局状態に達するまで3回ずつ繰り返した。鉄筋降伏ひずみは材料試験結果を用いた。

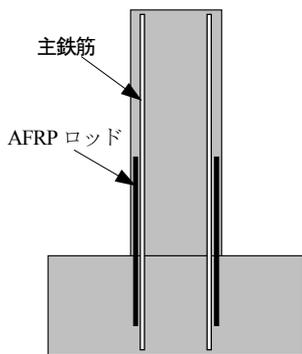


図-1 補強概念図

試験体名	ロッド	シート
N	—	—
A-1	○	—
A-2	○	○

コンクリート圧縮強度
柱部 24.8N/mm²
フーチング 25.5kN/mm²
コンクリート弾性係数
柱部 34.6N/mm²
フーチング 29.5kN/mm²

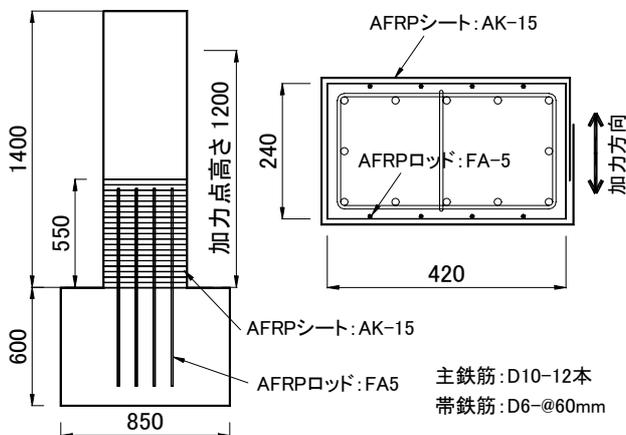


図-2 試験体形状寸法

表-2 AFRP ロッド・シートの力学特性値

種類	断面積 (mm ²)	引張強度 (N/mm ²)	弾性係数 (kN/mm ²)
ロッド(FA5)	21	1495	68.6
シート*	68.9**	2060	118

*:シートの目付け量は 100g/m²

**：断面積は幅 1m 当たり

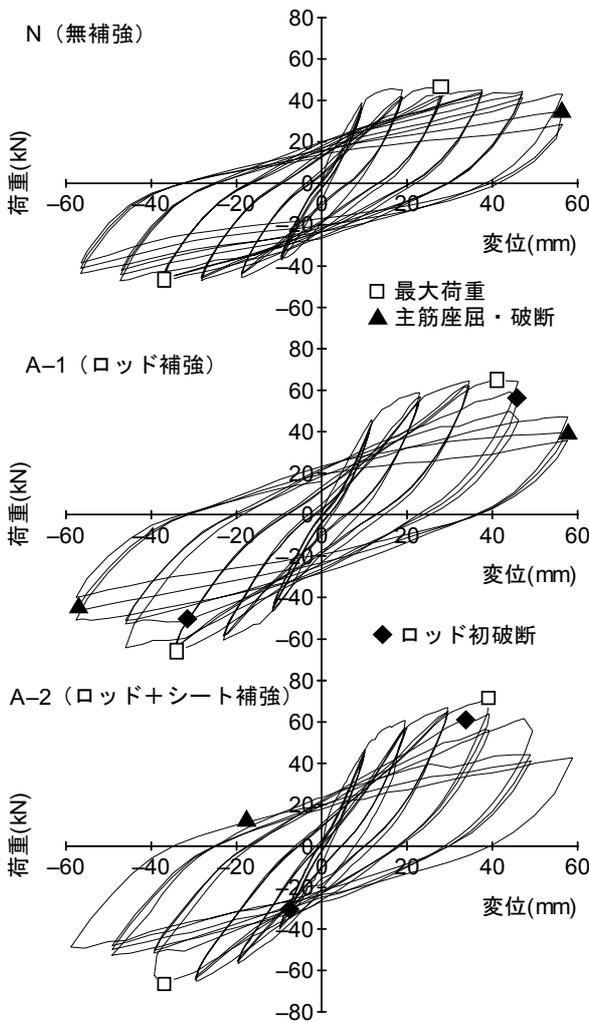


図-3 荷重-変位関係

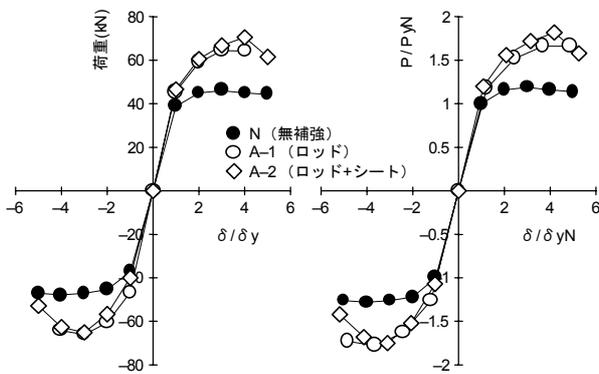


図-4 荷重-変位包絡線

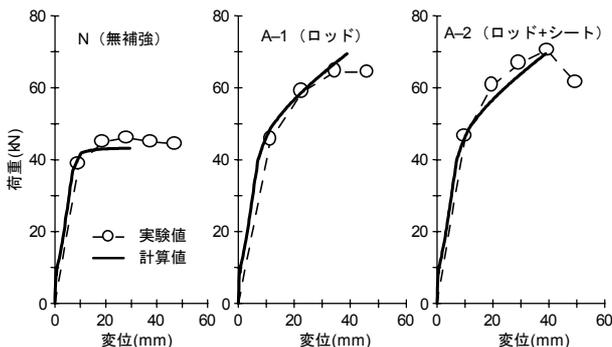


図-5 荷重-変位計算値との比較

3. 試験結果

荷重と変位の関係を図-3に示す。無補強試験体は、 $6\delta y$ の2, 3回目の繰り返し時に、主鉄筋の座屈および破断が生じ耐力が低下した。ロッド補強したA-1試験体は、主鉄筋降伏後も耐力が上昇し、 $4\delta y$ の1回目で最大荷重64.8kNを示した。4 δy の2回目以降、柱下端においてロッドの破断が進行し、耐力が低下した。4 δy でほぼすべてのロッドが破断し、5 δy の繰り返しでは無補強試験体の耐力とほぼ等しい残存耐力を示したが、2回目以降基部の圧縮破壊が進行しさらに耐力が低下した。

ロッドとシートで補強したA-2試験体は、4 δy の1回目で最大荷重70.8kNを示し、2回目以降、柱下端においてロッドの破断が進行し、耐力が低下し始めた。5 δy の2回目以降は、ほぼすべてのロッドが破断し、残存耐力は無補強試験体とほぼ等しくなった。6 δy の2回目で主鉄筋座屈が進行しさらに耐力が低下した。A-1, A-2試験体とも、フーチングからのロッドの抜けや柱部の付着破壊は生じていない。

図-4に荷重-変位包絡線を示す。右図は、横軸変位、縦軸荷重ともに無補強試験体の主鉄筋降伏変位 (δ_{yN}) および降伏荷重 (P_{yN}) で正規化した。いずれの試験体も、各変位振幅における3回繰り返し載荷後の残存耐力が、 P_{yN} 以上である塑性率までを有意なものとしてプロットした。ロッドで補強した試験体は、主鉄筋降伏後の耐力増加がA-1で P_{yN} の約1.6倍、A-2で約1.8倍に達していた。また、塑性率については、試験体毎の主鉄筋降伏変位で見るとA-1試験体がN試験体と比較して若干劣るものの、 δ_{yN} で正規化した塑性率では、N試験体と遜色ないことが分かる。

図-5は、ファイバーモデルによる計算値と包絡線と比較したものである。両者はよく一致しており、本補強工法に対するファイバーモデルの適用性が確認できた。

4. まとめ

- (1)本工法により、RC試験体とほぼ同等のじん性能を確保しつつ、耐力の向上が図れることが確認できた。
- (2)本工法を用いた柱の耐荷挙動は、RC構造と同じようにファイバーモデルにより推定できることが分かった。

参考文献

- 1)岸, 三上, 栗橋, 田村: AFRP ロッドを埋設した RC 梁の曲げ耐荷性状に関する実験的研究, コンクリート工学年次論文報告集, Vol. 25, No.2, pp.1783-1788, 2003
- 2)土木学会: 連続繊維補強材を用いたコンクリート構造物の設計・施工指針 (案), コンクリートライブラリー-88, 1996.9