

## V-370

## FRP シートを用いて曲げ補強した RC 柱模型の水平加力実験

室蘭工業大学 学生員 新井 茂雄  
 室蘭工業大学 正員 岸 徳光  
 三井建設(株) フェロー 三上 浩  
 室蘭工業大学 学生員 栗橋 祐介

## 1. はじめに

本研究は、段落しを有する RC 柱に FRP シートを縦貼りして曲げ補強した場合の柱の変形性能を交番載荷実験により検討したものである。実験はアラミド及び炭素繊維シートを用いて曲げ補強した試験体と無補強の試験体について行い、シートの種類及び目付け量（シート厚さ）が変形性能に与える影響に着目して検討した。

## 2. 実験の概要

図-1 に試験体の形状寸法を、表-1 に試験体の一覧を示す。試験体には基部から 62 cm の位置に段落し部を設け、主筋には SD345、スターラップには SD29 5A を 10 cm 間隔で配置した。また、FRP シートは正負加力方向の面に貼り付け、歪ゲージをシートの中心線上に 10 cm 間隔で両面に計 26 点貼り付けた。実験時のコンクリートの平均圧縮強度は 24.91 MPa である。

実験は応力換算で 0.98 MPa の軸力を作用させた状態で、柱頭部より 15.5 cm 上の位置を加力位置として交番載荷を行った。載荷方法は別途行った単調載荷実験により降伏変位 ( $\delta_y$ ) を決定した後、変位振幅を  $\delta_y$ 、 $2\delta_y$ 、 $3\delta_y$  … と漸増させる繰り返し交番載荷とした。なお、 $\delta_y$  は載荷荷重が断面分割法により求めた主筋降伏時の荷重 ( $P_y$ ) に達した時の実測変位として定義した。繰り返し回数は各変位振幅において 3 回とし、各振幅正載荷時 1 回目の荷重が  $P_y$  を下回るまで交番載荷を行った。

## 3. 実験結果

## 3.1 荷重-変位関係

表-2 に実験結果を示す。最大荷重は曲げ補強をしても顕著には増大しないが、終局時の変位振幅は無補強で  $5\delta_y$ 、曲げ補強した場合は  $5\sim 8\delta_y$  であった。最大荷重が増大しないのは、破壊形式は FRP シート補強によって段落し部破壊から基部破壊に移行するものの、設計上での基部の曲げ耐力と段落し部での曲げ耐力に大差がないためである。図-2 に荷重-変位関係の包絡線を示す。図より、包絡線は曲げ補強試験体が無補強試験体よりも大きく、シートの種類が同じ場合には目付け量の多い方が大きくなっている。

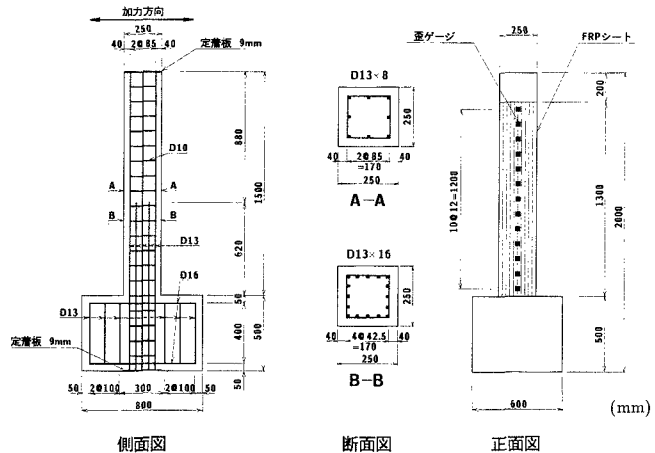


図-1 試験体の形状寸法及び歪ゲージ取付位置

表-1 試験体の一覧

| 試験体名 | 補強材    | 目付け量<br>(g/m <sup>2</sup> ) |
|------|--------|-----------------------------|
| N    | 無補強    | -                           |
| A200 | アラミド繊維 | 200                         |
| A415 | アラミド繊維 | 415                         |
| C145 | 炭素繊維   | 145                         |
| C300 | 炭素繊維   | 300                         |

表-2 実験結果

| 試験体名 | 最大荷重<br>(kN) | 終局変位<br>$\delta_u$ (cm) | 終局時の<br>変位振幅 |
|------|--------------|-------------------------|--------------|
| N    | 42.8         | 11.15                   | $5\delta_y$  |
| A200 | 43.9         | 13.14                   | $5\delta_y$  |
| A415 | 47.7         | 13.17                   | $8\delta_y$  |
| C145 | 45.6         | 14.04                   | $6\delta_y$  |
| C300 | 45.0         | 12.85                   | $7\delta_y$  |

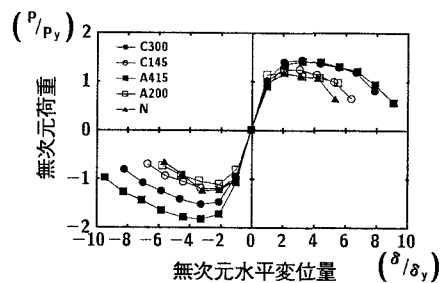


図-2 荷重-変位包絡線

キーワード：段落し、曲げ補強、FRP シート、シート厚さ、変形性能

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

### 3.2 破壊状況

図-3に無補強試験体Nと、曲げ補強試験体の一例としてC145の各変位振幅、正載荷時1回目における水平変位分布及び終局状態でのひびわれ図を示す。Nは段落し部を起点としてその上部で大きく変形している。これは段落し部の損傷が進行し、ヒンジが形成されて終局状態となったことを

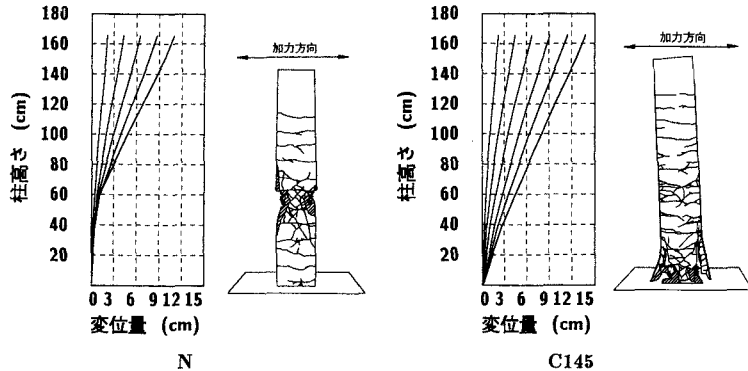


図-3 水平変位分布及び終局状態でのひびわれ図

示している。一方、C145は振幅の増加とともに基部近傍の変形が増加し、段落し部には大きな損傷が生じず、最終的には基部での断面欠損が進行して終局状態となっている。

### 3.3 FRP シートの歪分布性状

図-4に曲げ補強試験体のシートの歪分布の一例として、C145の $+1\delta_y$ 、 $+4\delta_y$ 、 $+6\delta_y$ 時における正載荷時1回目の歪分布を示す。 $+1\delta_y$ 時において、歪は段落し部近傍から発生し柱の上下方向に進展する。特に柱基部においても $1500 \sim 3000 \mu$ 程度の比較的大きな歪が発生している。 $+4\delta_y$ 時には段落し部とその上方の歪が増大するものの、基部近傍の歪は逆に減少している。その後 $+6\delta_y$ 時には、段落し部近傍の歪はさらに増大するが、基部のかぶりコンクリートがシートとともに剝離し断面欠損が進行してヒンジ状態となるため、基部のシートの歪は小さくなっている。

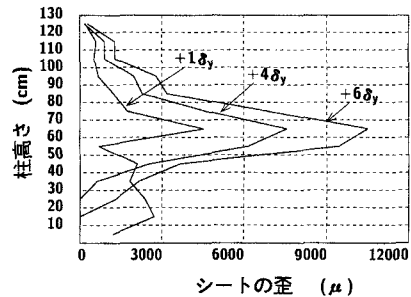


図-4 FRP シートの歪分布 (C145)

### 4 変形性能の検討

図-5に等価剛性を示す。等価剛性は各変位振幅の正負1回目の荷重-変位関係を用いて算出した。図より、目付け量の大きなFRPシートで曲げ補強することにより柱の初期剛性が高まり、かつ、各変位振幅時での剛性の低下が抑えられることがわかる。

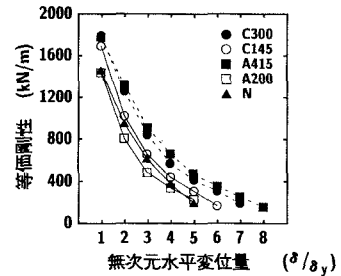


図-5 等価剛性

図-6に累積履歴吸収エネルギーと換算シート厚の関係を示す。ここで累積履歴吸収エネルギーは変位振幅正負1回あたりの吸収エネルギー量を各変位振幅ごとに終局時まで累積したものであり、換算シート厚は実シート厚にFRPシートと鋼材との弾性係数比を乗じたものである。図より、換算シート厚が増加するに従い吸収エネルギー量がほぼ線形に増加し、換算シート厚がほぼ同程度の場合は、シートの種類に関わらず吸収エネルギー量はほぼ同等であることがわかる。

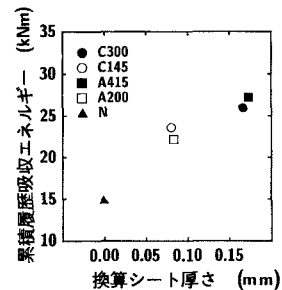


図-6 累積履歴吸収エネルギー

### 5. まとめ

段落し部をFRPシートで曲げ補強することで変形性能は改善され、破壊形式は段落し部破壊から基部破壊に移行する。この時、シートの種類が変形性能に与える影響は少ないが、目付け量の影響は顕著であり、目付け量が多いほど変形性能は向上する。