

# AFRP シート曲げ補強を施した段落しを有する壁式 RC 橋脚の正負交番載荷実験

北海道開発土木研究所 正員 ○畑山 朗 北海道開発土木研究所 正員 池田 憲二  
 国土交通省 北海道開発局 正員 三田村 浩 (株)長大 札幌支店 正員 長谷川 正  
 室蘭工業大学建設システム工学科 正員 岸 徳光

## 1. はじめに

著者らは、これまで、段落しを有する壁式 RC 橋脚を対象として AFRP シート巻き付けと貫通ボルトを併用したせん断補強試験体に関する水平交番載荷実験を実施し、AFRP シート巻き付けによって、段落し部のせん断破壊を効果的に抑制し、変形性能が大きく向上すること等を明らかにしている。

本研究では、AFRP シート巻き付け及び貫通ボルトを用いたせん断補強に加え、段落し部周辺に AFRP シート接着による曲げ補強を施し、段落し部の損傷を制御することで変形性能を向上させることを目的として、AFRP シート貼付け量をパラメータとした水平交番載荷実験を行った。

## 2. 実験概要

実験は、上部工死荷重に相当する鉛直荷重 88.2kN を鉛直方向ジャッキで載荷（応力換算で 0.2MPa）した状態で、水平方向ジャッキにより交番載荷を行った。交番載荷は、主鉄筋が降伏歪みに達した時点の変位を降伏変位  $\delta_y$ 、そのときの荷重を降伏荷重  $P_y$  とし、変位制御により降伏変位の整数倍毎に変位振幅を漸増させて繰返し載荷する方法により実施した。

各変位振幅における繰返し回数は 3 回とし、正負いずれかの載荷荷重が降伏荷重  $P_y$  を下回った時点を終局と定義している。

試験体は、図 - 1 に示すような、主鉄筋段落しを有する壁式 RC 柱を用いた。試験体形状は、実構造物の 1/4 程度の規模とし、躯体高 2.0m、断面寸法 1.14m × 0.38m の長方形断面（縦横比 1:3）であり、フーチング上 0.9m で主鉄筋の段落しをしている。

使用したコンクリートの設計基準強度は 24MPa であり、鉄筋は全て SD295A を使用している。

試験体の補強は、AFRP シートを用いた段落し部のせん断補強及び曲げ補強を主目的としているため、せん断補強量は、巻き付けた AFRP シートのみで設計せん断力に抵抗するものとして設計を行っている。

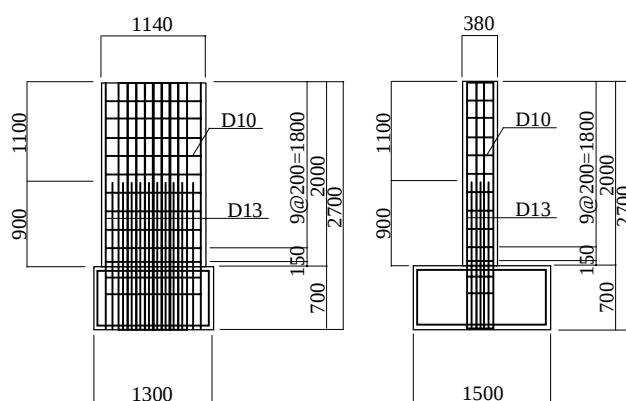
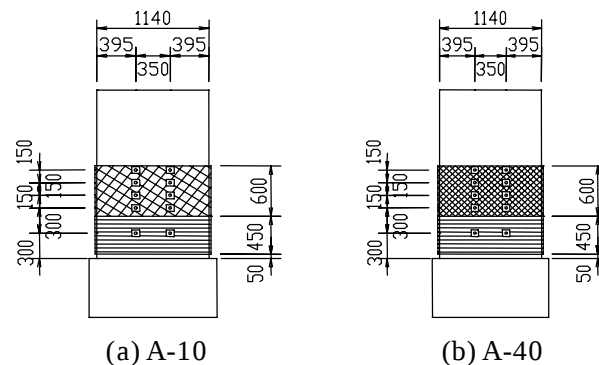


図 - 1 試験体形状寸法図



(a) A-10

(b) A-40

図 - 2 試験体補強概要図

表 - 1 試験体補強一覧表

| 試験体  | 段落し部せん断補強                          | 段落し部曲げ補強量                          | 柱基部せん断補強量                          |
|------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| A-10 | AK-10 2層<br>(90g/m <sup>2</sup> )  | AK-10 2層<br>(90g/m <sup>2</sup> )  | AK-40 1層<br>(280g/m <sup>2</sup> ) |
| A-40 | AK-40 1層<br>(280g/m <sup>2</sup> ) | AK-40 1層<br>(280g/m <sup>2</sup> ) | AK-40 1層<br>(280g/m <sup>2</sup> ) |

キーワード：壁式 RC 橋脚，アラミド繊維補強，正負交番載荷

連絡先 〒060-8602 北海道札幌市豊平区平岸 1 条 3 丁目 TEL 011-841-1698 FAX 011-820-2714

曲げ補強量は、橋脚基部の曲げモーメントが終局値に達した時の段落し部の曲げモーメントを基準として、段落し部がその 1.1 倍(A-10 試験体)、1.4 倍(A-40 試験体)の抵抗曲げモーメントを保持するように設計を行っている。なお、段落し部に曲げ補強を併用して施す場合には、工期縮減と作業効率を向上させるために 2 方向編み込みの AFRP シートを用いている。また、AFRP シートの膨み出しを防止するために、貫通ボルトを 1 断面に 2 本配置することとした。図 - 2 に補強概要図を、表 - 1 に補強一覧を示す。

### 3. 実験結果及び考察

#### 3.1. 荷重 - 変位関係

表 - 2 に実験結果の一覧を示す。表より、降伏変位  $\delta_y$  は曲げ補強量が増加するに従って小さな値を示しており、曲げ補強によって橋脚曲げ剛性が向上していることがわかる。それに対して、終局変位  $\delta_u$  は無補強の N に対し、A-10 で 63%、A-40 で 29%増加しており、変形性能が大きく向上していることがわかる。

#### 3.2. 主鉄筋歪分布

図 - 3 に各試験体における主鉄筋の高さ方向分布を示す。図より、無補強の N では、 $1\delta_y$  載荷時に段落し部と柱基部でほぼ同時に降伏歪に達し、その後、段落し部のみで歪が増加した。A-10 の場合には、柱基部と段落し部の 2 箇所歪が増加し、柱基部と段落し部の 2 箇所塑性ヒンジが形成されていることが推測される。A-40 の場合には、柱基部の歪が卓越しているが、段落し直上部において終局時に  $5000\mu$  程度の値を示しており、柱基部に塑性ヒンジが形成されるとともに、段落し部にも副次的な塑性ヒンジが形成されているものと推測される。なお、A-10、A-40 ともに段落し部周辺の AFRP シートの破断は認められず、段落し部の損傷を効果的に抑制していることがわかる。

#### 3.3. エネルギー吸収性能

図 - 4 に曲げ補強安全率と総吸収エネルギー量との関係を示す。ここで、段落し部曲げ補強安全率とは、段落し部抵抗曲げモーメントと、橋脚基部が終局曲げモーメントに達したときの段落し部に作用する曲げモーメントとの比率である。図より、総吸収エネルギー量は、N に対して A-10 で 4.04 倍、A-40 で 3.23 倍と大きく向上しているが、段落し部曲げ補強量と総吸収エネルギー量は線形の関係を示さない。これは、A-10 では柱基部と段落し部の 2 箇所エネルギー吸収がなされたためと考えられる。

### 4. まとめ

- 1) AFRP シートを用いて段落し部に曲げ及びせん断補強を施すことにより、段落し部の損傷を効果的に抑制し、変形性能及びエネルギー吸収性能を大きく向上できる。
- 2) 段落し部曲げ補強量の増加と総吸収エネルギー量の向上は必ずしも線形の関係を示さない。

表 - 2 実験結果一覧表

| 試験体  | 変位(mm)     |            | 荷重(kN) |        | 終 局<br>塑性率  |
|------|------------|------------|--------|--------|-------------|
|      | $\delta_y$ | $\delta_u$ | $P_y$  | $P_u$  |             |
| N    | 27.3       | 102.0      | 134.55 | 93.39  | $4\delta_y$ |
| A-10 | 21.8       | 166.5      | 140.63 | 128.67 | $8\delta_y$ |
| A-40 | 18.5       | 131.5      | 139.94 | 133.77 | $7\delta_y$ |

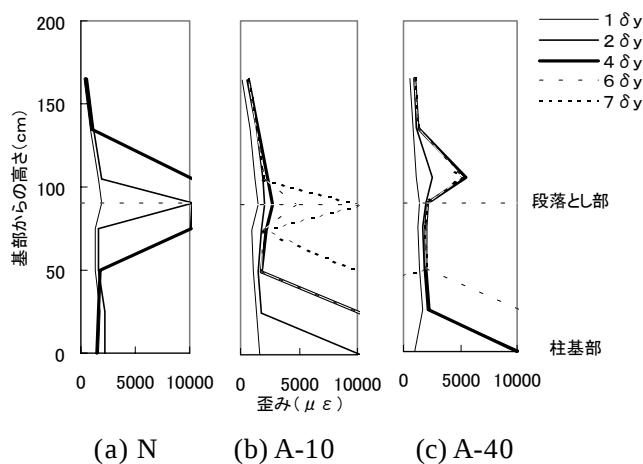


図 - 3 主鉄筋歪分布

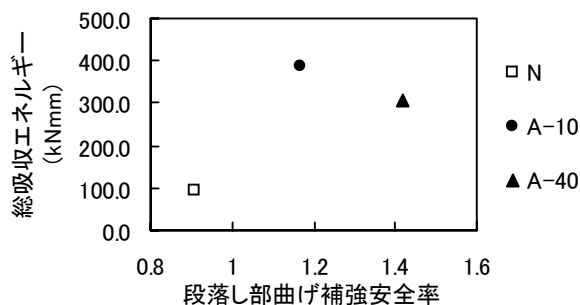


図 - 4 曲げ補強安全率と総吸収エネルギー量