

## VI-266

## 高強度繊維製袋補強杭の曲げ特性

鹿島技術研究所 正会員 林 大介 正会員 秋山 暉 正会員 平 和男  
 鹿島土木設計本部 正会員 吉川 正 正会員 山中宏之 藤澤 敦

## 1. はじめに

既設高架橋を耐震補強・リニューアルする際に、都市部等では限られた用地内で基礎の増設・補強をしなければならないケースがある。そのような基礎の増設を対象として、既設の基礎の直下に新たな場所打ち杭を造成する工法の開発を進めている<sup>1)</sup>。本工法で造成する場所打ち杭は高強度繊維（炭素繊維、アラミド繊維等）製のベルトを袋状に編んだものを補強材として用いるコンクリート製の杭である。今回、①RC 杭と高強度繊維製袋補強杭の耐力の違い、②高強度繊維製袋の円周方向の拘束繊維の量による変形特性への影響、③高強度繊維製袋補強杭を交番載荷した時の強度と変形特性等を把握することを目的として、アラミド繊維を補強材としたモルタル製試験体の曲げ耐力試験を行ったので、その結果について報告する。

## 2. 試験体および試験方法

図-1、2 に試験体形状および載荷方法を、表-1 にモルタル配合表、表-2 に使用材料の力学特性、表-3 に試験体の一覧を示す。RC 試験体は鉄筋比 1.2% の杭を想定し、アラミド繊維製袋補強試験体は、RC 試験体の径とアラミド繊維製袋の径を同一とし、その耐力は RC 理論による計算値と同程度になるようにした。このとき本工法では、杭として有効な断面は高強度繊維製袋とその内部のコンクリートであると考えているので、RC 理論による表-3 の耐力計算値はかぶりを無視して計算した。アラミド繊維製袋補強材は幅約 50mm のアラミド繊維織ベルトを開口率が約 20% になるように編んで作成した。載荷は図-1、2 に示すようにスパン中央の 2 点集中の静的載荷で行い、杭として十分に有効な変位を超えたと判断した時点で終了した。

表-3 試験体一覧および試験結果

| No. | 試験条件等                     | 圧縮強度<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | ひびわれ発生荷重(kN) | 最大荷重<br>Pu(kN) | RC 計算値<br>Pe(kN) | Pu/Pe | 最大荷重時の変位(mm) |
|-----|---------------------------|------------------------------|--------------|----------------|------------------|-------|--------------|
| 1   | RC 試験体(鉄筋は SD295A を使用)    | 40.0                         | 22.2         | 54.8           | 49.6             | 1.10  | 25           |
| 2   | アラミド繊維製袋補強試験体             | 35.9                         | 26.1         | 55.0           | 44.2             | 1.24  | 60           |
| 3   | No.2 試験体の円周方向の拘束繊維の量が 1/2 | 35.2                         | 19.1         | 60.5           | 43.9             | 1.38  | 79           |
| 4   | No.2 試験体の円周方向の拘束繊維の量が 1/4 | 35.6                         | 25.2         | 57.2           | 44.2             | 1.29  | 59           |
| 5   | No.2 試験体を交番載荷した試験体        | 37.9                         | 20.0         | 47.4           | 45.4             | 1.04  | 64           |

キーワード：場所打ち杭、アラミド、繊維製袋、室内試験、曲げ試験

連絡先：〒182-0036 東京都調布市飛田給 2-19-1 TEL 0424-89-7068 FAX 0424-89-7036

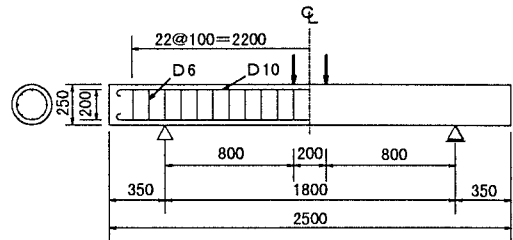


図-1 試験体形状および載荷方法 (No. 1)

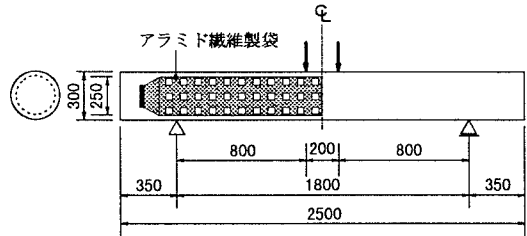


図-2 試験体形状および載荷方法 (No. 2~5)

表-1 モルタル配合表

| W/C<br>(%) | 単位量(kg/m <sup>3</sup> ) |     |      | スランプ<br>(cm) |
|------------|-------------------------|-----|------|--------------|
|            | W                       | C   | S    |              |
| 55.0       | 290                     | 528 | 1412 | 23           |

表-2 使用材料の力学特性

| (a) 鉄筋(SD295A) |                             |                              | (b) アラミド繊維                   |                              |
|----------------|-----------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| 種類             | 降伏点<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | 引張強さ<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | 引張強さ<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | 弾性係数<br>(N/mm <sup>2</sup> ) |
| D10            | 349                         | 491                          | 2800                         | 1.03×10 <sup>5</sup>         |
| D6             | 355                         | 494                          |                              |                              |

### 3. 試験結果および考察

表-3 に各試験体のひびわれ発生荷重、最大荷重  $P_u$ 、RC 理論による耐力計算値  $P_c$ 、 $P_u/P_c$ 、最大荷重時の変位を示す。耐力計算には、鉄筋の降伏強度、アラミドの引張強さを用いた。ひびわれ発生荷重は試験体によって多少のばらつきは見られるものの、概ね 20~25kN の範囲であった。

図-3、4、5 に荷重とスパン中央変位の関係を示す。

#### (1) RC 試験体とアラミド繊維製袋補強試験体の比較

図-3 で試験体 No.1 (RC) と No.2 (アラミド) を比較すると、ひびわれ発生までは 2 体の剛性はほぼ同等であるが、ひびわれ発生後 No.2 の剛性は No.1 より低下した。しかし、No.2 はひびわれ発生後も変位の増加とともに荷重が増加し、No.1 と同様 RC 理論による耐力計算値を上回った。No.2 が RC 理論による耐力計算値を上回った理由として、弱部として計算で考慮しなかったかぶりが健全であったことが考えられる。実験値とかぶりを考慮した RC 理論による耐力計算値を比較したところ、実験値 (55.0kN) と計算値 (56.1kN) はほぼ一致した。図-3、4、5 にかぶりを考慮した RC 理論による耐力計算値を示し、図-3 に参考としてアラミド破断時の RC 理論による耐力計算値を示す。

#### (2) 円周方向の拘束繊維の量が異なる試験体の比較

図-4 より試験体 No.2 (拘束 1)、No.3 (拘束 1/2)、No.4 (拘束 1/4) を比較すると、3 体に大きな差はなかった。円周方向の拘束繊維の量は本試験の範囲では部材特性にほとんど影響を与えないことが分かった。

#### (3) 普通に载荷した試験体と、交番载荷した試験体の比較

図-5 より試験体 No.2 (普通) と No.5 (交番) を比較すると、最初、変位 20mm 程度までの剛性はほぼ同等であっ

た。No.5 は逆方向载荷時にはひびわれが発生しているため、载荷開始時点から剛性が低下しているが、その後変位の増加とともに荷重が増加し、RC 理論による耐力計算値と同程度の結果を得た。このことから、アラミド繊維製袋補強杭はひびわれが入っている側を圧縮側にした際に、袋内部だけを考えた RC 理論による耐力計算値と同等の耐力を有しているといえる。

### 4. おわりに

今回、アラミド繊維製袋補強杭の曲げ耐力試験を行った結果、アラミド繊維製袋補強杭は RC 理論による耐力計算値以上の最大耐力を有し、補強材の円周方向の拘束繊維の量を 1/4 まで減らしても耐力に大きく影響しないこと、交番载荷しても袋内部が RC 理論による耐力計算値と同等の耐力を有していることが明らかになった。

なお、今回の試験で使用したアラミド繊維製袋を作成するにあたり、芦森エンジニアリング (株) の協力を頂いた。

### 参考文献

- 1) 吉川・山中・秋山・平：高強度繊維製袋を補強材として用いた場所打ち杭、第 33 回地盤工学研究発表会、1998。

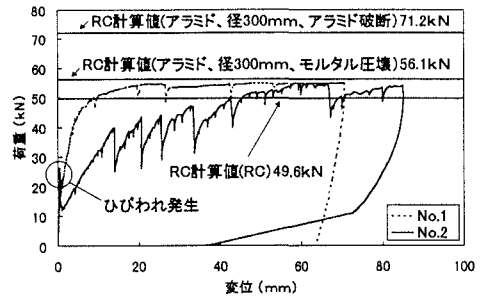


図-3 荷重とスパン中央変位の関係 (No. 1、2)

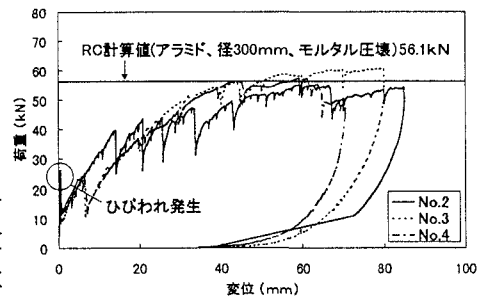


図-4 荷重とスパン中央変位の関係 (No. 3、4、5)

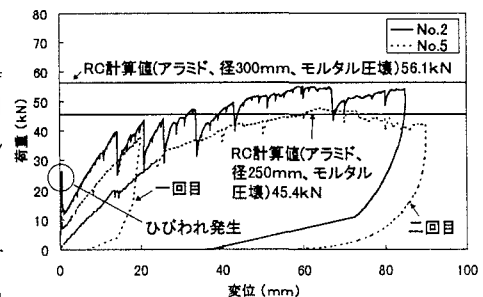


図-5 荷重とスパン中央変位の関係 (No. 2、5)