

## 伸縮式鉄筋かごを用いた場所打ち PC 杭の曲げに対する構造特性

鹿島建設技術研究所 正会員 山野辺 慎一  
 鹿島建設技術研究所 正会員 ○河野 哲也  
 鹿島建設技術研究所 正会員 曾我部直樹  
 鹿島建設土木設計本部 正会員 田島 新一  
 株式会社エスイー 工藤 泰志

## 1. はじめに

低空頭・狭隘地における場所打ち杭の施工性を改善する工法として、軸方向鋼材に PC 鋼より線を用いた RC 杭が開発されている<sup>1)</sup>。本研究では、PC 鋼より線を用いた RC 杭において、PC 鋼より線を緊張し PC 部材とした杭 (PC 杭) の曲げに対する耐力や剛性について、正負交番載荷実験に基づく検討を行った。

## 2. PC 鋼より線を用いた RC 杭について

本工法は、軸方向鋼材に相当する PC 鋼より線の可撓性を利用して、PC 鋼より線を螺旋状にすることにより、縮小が可能な鉄筋かごを実現するものである。軸方向鋼材には PC 鋼より線 (SWPR7B 相当, SEEE ストランド F50, 素線構成  $7 \times \phi 8.1$ , 断面積  $277.1 \text{ mm}^2$ , 引張強度  $500 \text{ kN}$ ) を用いている。

PC 鋼より線を用いた RC 杭の構造特性については、既往の実験<sup>1)</sup>により図-1 の結果が得られており、その特性が PC 鋼より線の材料特性を適用した鉄道構造物設計標準により安全側に評価できることが確認されている。

## 3. 実験概要

試験体は、杭頭部をモデル化した実構造物の  $1/2 \sim 3/5$  縮尺模型で、杭径  $\phi 850 \text{ mm}$ , せん断スパン比 3.5 である。載荷実験は、45 度位置鋼材に対する降伏耐力が同じになるように設計した RC 杭, およびプレストレスの導入の有無を相違とする PC 鋼より線を用いた RC 杭, PC 杭 (以下, ストランド RC 杭, ストランド PC 杭と称する) の 3 体の試験体に対して行った。図-2 に試験体の配筋図 (ストランド RC・PC 杭) を、表-1 に試験体の諸元を示す。

表-1 試験体諸元と材料特性

|               | 単位                          | RC杭             | F50ストランドRC杭    | F50ストランドPC杭    |
|---------------|-----------------------------|-----------------|----------------|----------------|
| 杭 径           | mm                          | 850             | 850            | 850            |
| 軸方向鋼材         | —                           | $24 \times D22$ | $8 \times F50$ | $8 \times F50$ |
| 軸方向鋼材降伏強度(強さ) | $\text{N/mm}^2 (\text{kN})$ | 468 (181.2)     | 1,625 (450.3)  | 1,625 (450.3)  |
| 軸方向鋼材比        | —                           | 0.0164          | 0.00391        | 0.00391        |
| 帯鉄筋           | —                           | $D16@65$        | $D16@65$       | $D16@65$       |
| 帯鉄筋比          | —                           | 0.00719         | 0.00719        | 0.00719        |
| コンクリート設計基準強度  | $\text{N/mm}^2$             | 24              | 42             | 42             |
| せん断スパン長       | mm                          | 2,670           | 2,670          | 2,670          |
| せん断スパン比       | —                           | 3.5             | 3.5            | 3.5            |
| 載荷軸力(応力)      | $\text{kN} (\text{N/mm}^2)$ | 1,135 (2.0)     | 1,135 (2.0)    | 1,135 (2.0)    |
| 導入プレストレス力(応力) | $\text{kN} (\text{N/mm}^2)$ | 0.0 (0.0)       | 0.0 (0.0)      | 1,702 (3.0)    |
| ストランド1本当りの緊張力 | kN                          | —               | 0              | 212.8          |

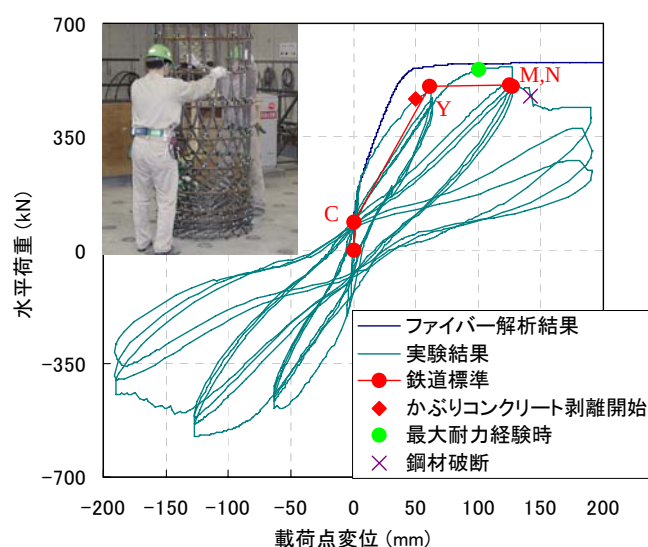


図-1 PC 鋼より線を適用した RC 杭の構造特性 (正負交番載荷実験結果)

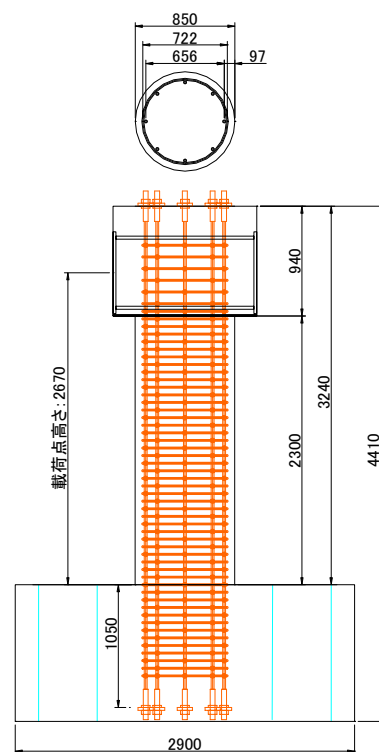


図-2 配筋図

キーワード PC 鋼より線, 場所打ち杭, 曲げ耐力, 剛性, プレストレス

連絡先 〒182-0036 東京都調布市飛田給 2-19-1 鹿島建設技術研究所 TEL 042-489-7062

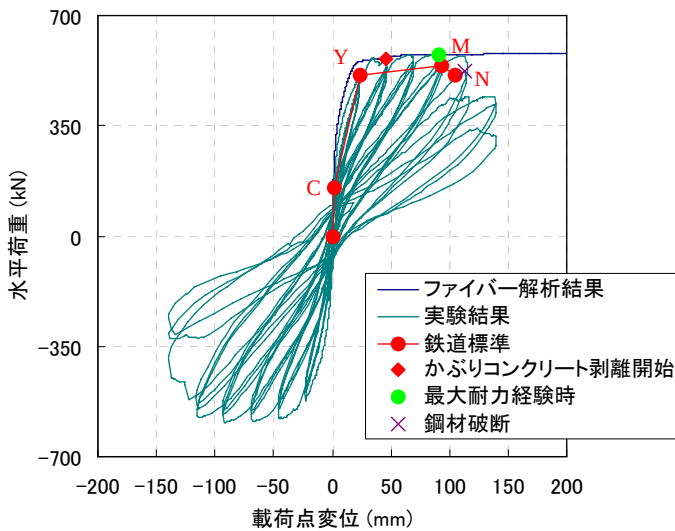


図-3 荷重－変位関係

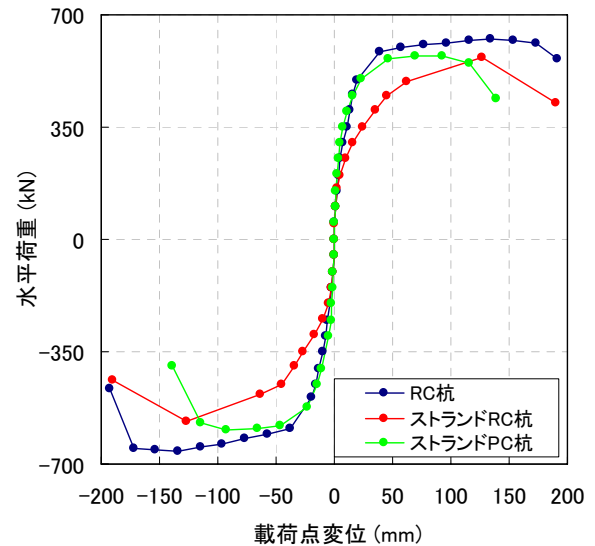


図-4 骨格曲線の比較

コンクリートはフーチング部分と杭部分に分けて打設し、杭部分は、実際の泥水中での打設を模擬するため、濃度 6% のベントナイト溶液に 12 時間浸漬した後、同溶液を抜き取ってから直ちに打設した。荷重方法は、一定軸応力  $2 \text{ N/mm}^2$  の下での水平力漸増正負交番荷重とした。なお、実構造物のストランド PC 杭ではプレグラウト鋼材を使用するが、実験では、鋼製シーすを使用し、緊張後にエポキシ樹脂を注入した。

#### 4. 実験結果と考察

ストランド PC 杭試験体の水平荷重－荷重点変位の履歴曲線を図-3 に示す。図中には、ファイバーモデルでの解析結果、およびプレストレスを軸力に置き換えて鉄道構造物設計標準に従って算出したテトラリニアモデルの計算結果を示す。また、図-4 には、RC 杭、およびプレストレスを導入していないストランド RC 杭の荷重実験で得られた水平荷重－荷重点変位関係の骨格曲線についてストランド PC 杭と比較したものを示す。

ストランド PC 杭の実験では、 $\delta_y(23.0\text{mm})$  付近で 45 度位置の PC 鋼より線が降伏し、 $+2\delta_y$  に達する前にかぶりコンクリートの剥落が始まっている。ただし、水平耐力は、 $5\delta_y$  まで一定の耐力を保持した後、 $6\delta_y$  への荷重中に PC 鋼より線の破断に至り、耐力が低下した。実験による降伏変位は、プレストレスを軸力に換算して鉄道標準に従って評価した Y 点変位と、ほぼ一致していた。また、実験結果による荷重－変位関係の骨格曲線は、鉄道標準の M 点の荷重および N 点の変位を上回っていた。

一方、ストランド RC 杭では、鋼材量が RC 杭に比べ少ないために剛性が低かったのに対し、ストランド PC 杭では、プレストレスの導入により RC 杭と同等の剛性が実現できていることが分かる。すなわち、PC 鋼より線を用いた杭でも、RC 杭と同様の復元力特性を実現することができる。また、耐力の低下は PC 鋼より線の破断によるものであるが、その開始点についてはストランド RC 杭と同様であることが確認できる。

#### 5. まとめ

本研究で得られた知見は、以下のようにまとめられる。

- (1) 高強度を有する PC 鋼より線を用いた RC 杭では、同じ降伏耐力を有する RC 杭に比べ配置される鋼材量が少なくなるため、剛性が小さくなる。これに対し、プレストレスを導入したストランド PC 杭では、プレストレスの効果により RC 杭と同程度の復元力特性を実現できる。
- (2) ストランド杭でも、プレストレスを考慮することにより、その特性を鉄道標準の算出式で安全側に予測できる。

参考文献 1) 山野辺慎一，曾我部直樹，嶋田義人，工藤泰志，築嶋大輔；ストランドを用いた RC 杭の曲げに対する基本的特性，土木学会第 60 回年次学術講演会，第 3 部，pp.541-542，2005.9