

## 鋼管鉄筋コンクリートの杭・柱接合部の交番載荷実験

JR 東日本 東京工事事務所 正会員○太田 健

JR 東日本 東京工事事務所 正会員 山内俊幸

JR 東日本 東京工事事務所 正会員 竹谷 勉

## 1. はじめに

鉄筋コンクリートを鋼管で巻いた（以下、鋼管鉄筋コンクリートという）部材は、鋼管をせん断補強または型枠代わりとして使用して、変形性能を高めた構造である。これを柱に用い、地中梁を設けず直接杭と接合する場合、柱と杭の軸心が偏心するといった施工精度の問題が考えられる。そこでこの接合部についても鋼管巻きとして、偏心の形態を変えた3タイプの供試体について、静的水平交番載荷試験を行った。ここでは、変形性能と、柱の主鉄筋の抜け出しについての検討を報告する。

## 2. 実験概要

## 2-1 供試体諸元及び形状

供試体諸元を表1に、材料強度を表2に、供試体形状を図1、2に示す。供試体は柱と杭の偏心量が30mmで偏心方向が載荷方向と平行なものと直角なものを各1体、偏心量の無いものを1体の計3体とした。柱の主鉄筋としてD13を20本、フーチングから杭の主鉄筋としてD16を28本配置した。接合部への定着長はいずれも390mmとした。供試体寸法は実構造物の1/3を目指して、鋼管及び鉄筋のサイズ、偏心量を決定した。ひずみゲージは鋼管と鉄筋に、フーチング天端より200mmピッチ（No.1は100mmピッチ）で配置した。

## 2-2 載荷方法

実験は、一定軸方向力186kNを与えながら、フーチング天端より1360mmの高さで水平力を交番載荷した。柱部材の降伏は、載荷方向を基準に45°の位置にある鉄筋が、予め引張試験により得た降伏ひずみ2000 $\mu$ に達した時点とした。このときの載荷点の水平変位を降伏変位 $\delta_y$ 、水平荷重を降伏荷重 $P_y$ とした。柱の主鉄筋の降伏までは荷重制御で1サイクル（押しと引きで1サイクルとする）の載荷、それ以降は $\delta_y$ の整数倍の変位を変位制御により3サイクルずつ与え、水平荷重が降伏荷重を下回った時点で実験を終了した。じん性の評価は、荷重・変位曲線の包絡線が $P_y$ を下回る時の変位を $\delta_u$ として、じん性率 $\mu = \delta_u / \delta_y$ で行うものとした。

## 3. 実験結果

## 3-1 破壊状況

各供試体とも柱部と杭部の境界における軸方向鉄筋の破断により破壊に至った。供試体No.2,3では、圧偏心・変形性能・抜け出し量

〒151 東京都渋谷区代々木2-2-6 TEL03-3320-3482 FAX03-3372-7980

表1 各供試体の諸元

| 供試体<br>No. | 柱径<br>D(mm) | 鋼管厚<br>t(mm) | 重ね継手長<br>(mm) | 主鉄筋    | 偏心量<br>(mm) | 載荷方向と偏心<br>方向との関係 |
|------------|-------------|--------------|---------------|--------|-------------|-------------------|
| 1          | 350         | 2            | 390           | D13×20 | 0           | —                 |
| 2          | 350         | 2            | 390           | D13×20 | 30          | 平行                |
| 3          | 350         | 2            | 390           | D13×20 | 30          | 直角                |

表2 材料の強度

| 種類     | 規格                             | 降伏強度<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | 引張強度<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | 降伏ひずみ<br>$\mu$ |
|--------|--------------------------------|------------------------------|------------------------------|----------------|
| 鋼管     | SS400                          | 366                          | 480                          | 1676           |
| 鉄筋     | SD345                          | 359                          | 484                          | 2000           |
| コンクリート |                                | 圧縮強度 (N/mm <sup>2</sup> )    |                              |                |
|        | $f_{ck} = 26.5 \text{ N/mm}^2$ | No.1                         | No.2                         | No.3           |
| フーチング  |                                | 32.8                         | 29.0                         | 29.7           |
| 柱および杭部 |                                | 36.2                         | 38.1                         | 37.5           |

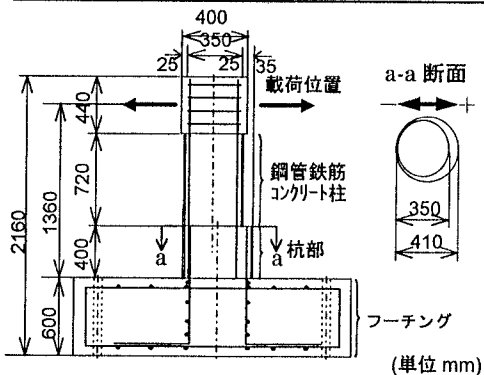


図1 供試体の形状と寸法(No.2)

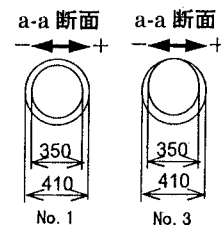


図2 a-a断面(No.1,3)

縮側のコンクリートが劣化し、外側に膨らむにつれて軸方向鉄筋が外側に押し出され、これによる鋼管のはらみ出しが見られた。しかし実験後柱部鋼管を剥いだところ、コンクリートにはせん断ひび割れが見られず、鋼管のせん断補強効果に影響はないと考えられる。

### 3-2 じん性率

各供試体の荷重・変位曲線の包絡線を図3に、じん性率を表3に示す。各供試体とも、8以上のじん性率を得られ、偏心による明らかな差は見られなかった。

### 4. 抜け出し

#### 4-1 抜け出し量の計算

主鉄筋の抜け出し量について、供試体 NO.1 を対象に検討した。図4は降伏時の柱主鉄筋定着部の軸方向ひずみ分布である。柱の主鉄筋の抜け出し量は、これを積分して求めた。また、最外縁引張鉄筋の抜け出し量は、接合部の断面において平面保持の法則が成立するとして、それぞれの鉄筋に取り付けたゲージの、ひずみの値から中立軸の位置を求め、距離の比で換算して求めた。その結果を表4に示す。降伏時は0.38mm、2 $\delta_y$ 時は0.63mmという値が得られた。

#### 4-2 矩形断面の抜け出し量算定式との比較

現在、矩形断面については抜け出し量算定式（降伏時）（式-1）が提案されている。<sup>1)</sup>

$$\Delta \epsilon_y = 0.070 - 0.0054(D/\phi) + 0.00017(D/\phi)^2 \quad (\text{式-1})$$

そこで円形断面に上式を適用することを考え、次のように円形断面を矩形断面に換算し、抜け出し量を求めた。図5に形状を、表5に計算結果を示し、実験値と比較する。

- ①鋼管はヤング係数比( $E_s/E_c=7$ )を乗じてコンクリート断面に換算する。
- ②コンクリート断面は、円形・矩形断面それぞれの断面二次モーメントが等しくなるように矩形断面の寸法を求める。
- ③鉄筋は本数が等しく、かつ断面二次モーメントが円形と矩形で等しくなるように配置する。

以上の手順で求めた換算抜け出し量は、0.52mmとなり、実験値に比べて0.14mm大きい値となった。

### 5. まとめ

本実験において得られた点を以下に示す。

- ①柱と杭の偏心量が30mm程度であれば、変形性能に大きな差は生じない。
- ②柱と杭が偏心された場合においても破壊形態は変化しない。
- ③柱の主鉄筋の抜け出し量について既に提案されている矩形断面における算定式の適用を試みた。その結果換算値の方が大きい値となった。

【参考文献】1) 石橋忠良・吉野伸一：鉄筋コンクリート橋脚の地震時変形能力に関する研究、土木学会論文集、第390号、pp57～66、1988.2

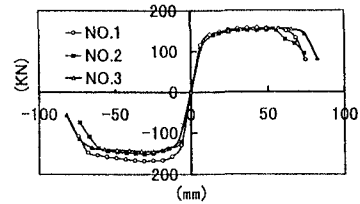


図3 荷重・変位曲線の包絡線

表3 各供試体のじん性・剛性

| 供試体<br>No. | 降伏荷重<br>(kN) | 降伏変位<br>(mm) | 終局変位<br>(mm) | じん性率<br>$\mu = \delta u / \delta_y$ |
|------------|--------------|--------------|--------------|-------------------------------------|
| 1          | 123          | 6.2          | 70.1         | 11.3                                |
| 2          | 113          | 6.1          | 64.8         | 10.6                                |
| 3          | 124          | 8.2          | 71.9         | 8.8                                 |

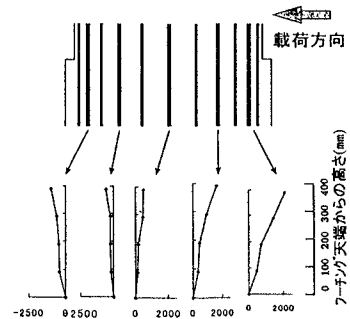


図4 降伏時の軸方向ひずみ分布

表4 抜け出し量(mm)

| 降伏時  | 2 $\delta_y$ 時 |
|------|----------------|
| 0.38 | 0.63           |

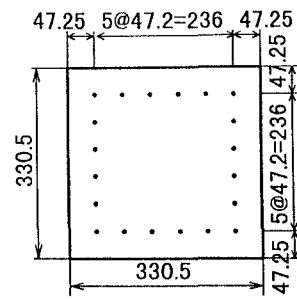


図5 換算矩形断面

表5 降伏時・抜け出し量の比較(mm)

| 矩形断面換算値 | 実験値(円形断面) |
|---------|-----------|
| 0.52    | 0.38      |