

J R 東日本 東京工事事務所 正会員○ 小林 寿子

J R 東日本 東京工事事務所 正会員 山内 俊幸

J R 東日本 東京工事事務所 正会員 森 圭太郎

## 1. はじめに

フレキシブル鉄筋は径の小さな鋼線数本をより線としたもので、降伏点が高く(900N/mm<sup>2</sup>)、柔軟性に富んでいる。これを主鉄筋に用いた杭の耐力および破壊形態に与える影響を、帯鉄筋の配置(主鉄筋の内側または外側)、せん断スパン比  $a/d$ 、主鉄筋に異形鉄筋を併用する長さ、をパラメータとした試験体の交番載荷試験を行い確認したので報告する。

## 2. 試験概要

試験体概要および諸元を図-1、表-1に示す。試験体は1/2～1/3モデルを想定した7体である。いずれも実施工を想定して、ベントナイト溶液を塗布した主鉄筋と帯鉄筋を用いている。

部材の降伏は、載荷荷重が平面保持の仮定に基づいて算定した降伏荷重  $P_y$  に達した時点とし、その時の載荷点の変位を  $\delta y$  とした。異形鉄筋を併用した試験体の降伏は、異形鉄筋の降伏をもって  $P_y$  を定義した。載荷はアクチュエーターにより行い、 $\delta y$  の整数倍の変位段階において各々3サイクルを基本として載荷した。

## 3. 試験の結果および考察

試験結果を表-2に示す。

## (1) 耐力

帯鉄筋を主鉄筋の外側に配置したNo.4と内側に配置したNo.5、 $a/d$  を2.5、3.5、4.5と変えた、No.1、2、3の最大耐力は、いずれも平面保持を仮定した計算値と同等かそれを上回った。異形鉄筋を、フーチングより760mmの高さ(杭とフーチングの境界で降伏荷重に達した時にひび割れモーメント  $M_c$  を超える範囲)までフレキシブル鉄筋(主鉄筋)の外側に配置したNo.6も同様、最大耐力は計算値を上回った。しかし、フーチングより360mmの高さ( $M_c/2$ )まで異形鉄筋を併用したNo.7の耐力は、計算値を下回った。それは、No.7の異形鉄筋上部の付着力が不足する部分で、抵抗曲げモーメントが作用曲げモーメントを下回ったためと考えられる。

## (2) 破壊形態

$a/d$  を2.6とした実験(参考文献1)によれば、ひび割れが杭とフーチングの境界に集中したことが報告されているが、この実験では、いずれの試験体もひび割れが2箇所以上入った。表-2に示したひび割れパターンは、表-2の右略図に照らし合わせて曲げひび割れの数を示している。また、じん性率は、荷重が  $P_y$  を下回った時点の変位を  $\delta u$  とし、これを  $\delta y$  で除した値とした。

①パラメータ/帯鉄筋の配置(主筋の内外): 外側配置のNo.4は、杭とフーチングの境界とフーチングから約40cm

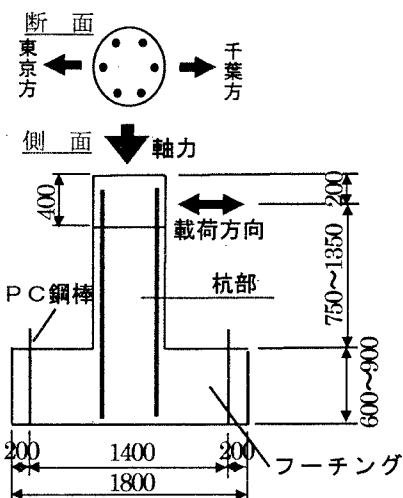


図-1 試験体(No.1)概要(断面及び側面)

表-1 試験体諸元

|                               | No.1   | No.2  | No.3  | No.4   | No.5 | No.6             | No.7             |
|-------------------------------|--------|-------|-------|--------|------|------------------|------------------|
| 主鉄筋本数                         | 6      |       |       | 8      |      | 6                |                  |
| 帯鉄筋配置                         | D10(外) |       |       | D10(内) |      | D10(外)           |                  |
| ピッチ(cm)                       | etc12  |       |       | etc5   |      | etc12            |                  |
| 杭径(mm)                        | 3 6 0  |       |       | 5 0 0  |      | 3 6 0            |                  |
| コンクリート実強度(N/mm <sup>2</sup> ) | 4 1    | 4 3   | 3 4   | 4 6    | 3 2  | 3 4              | 3 6              |
| a / d                         | 2 . 5  | 3 . 5 | 4 . 5 | 2 . 6  |      | 4 . 5            |                  |
| 異形鉄筋併用区間(mm)                  | 併用区間なし |       |       |        |      | 7 6 0<br>(D10-8) | 3 6 0<br>(D10-8) |

キーワード: フレキシブル鉄筋、交番載荷試験、ひび割れ分布

連絡先: 〒151-8512 東京都渋谷区代々木 2-2-6 tel.03-3320-3482 fax.03-3372-7980

表-2 試験結果

|                          | No.1  | No.2  | No.3 | No.4  | No.5  | No.6  | No.7 |
|--------------------------|-------|-------|------|-------|-------|-------|------|
| 主鉄筋比%                    | 0.55  | 0.55  | 0.55 | 0.38  | 0.38  | 0.55  | 0.55 |
| 帯鉄筋比%                    | 0.33  | 0.33  | 0.33 | 0.57  | 0.57  | 0.33  | 0.33 |
| $P_y$                    | 13.20 | 9.42  | 7.33 | 21.50 | 21.02 | 5.03  | 5.20 |
| $P_{max}$                | 14.70 | 10.05 | 8.20 | 25.20 | 23.90 | 9.02  | 8.00 |
| $P'_{max}$ (計算値)         | 13.90 | 10.20 | 7.10 | 22.40 | 20.00 | 8.70  | 8.90 |
| じん性率 $\delta u/\delta y$ | 3.20  | 2.60  | 2.50 | 4.60  | 2.80  | 19.40 | 7.50 |
| ひび割れパターン                 | ①     | ①     | ②    | ①     | ①     | ③     | ③    |

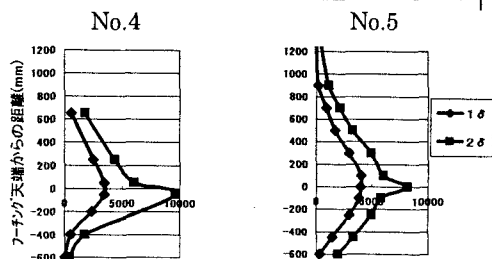
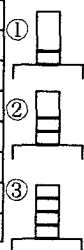
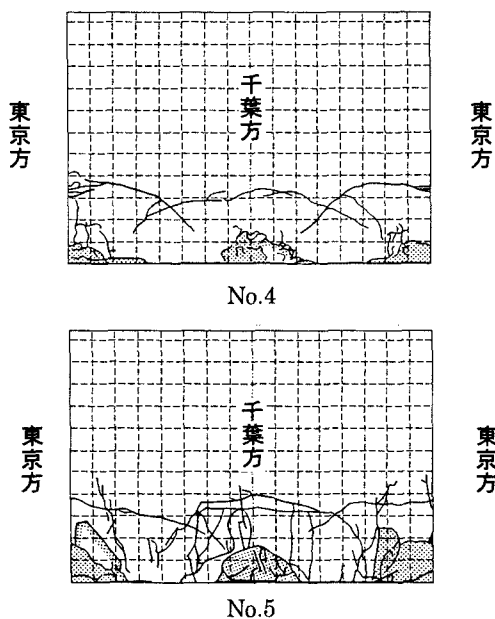


図-2 ひずみ分布



※1マスは10cm×10cm □ コンクリート剥離部

図-3 終局時ひび割れ状況(杭側面を東京方で展開)

割れからせん断ひび割れに進展し、異形鉄筋との段落とし部のコンクリートが圧壊、剥離し、終局に至った。

#### 4. まとめ

今回の試験において、以下のことが確認された。

- ①付着の小さいフレキシブル鉄筋に更にベントナイトを塗布して付着力を低下させたにも関わらず、 $a/d$ や帯鉄筋の配置(内外)の違いによらず、耐力は平面保持を仮定した計算値と同等かそれを上回った。
- ②破壊形態は、※参考文献1ではひび割れが杭とフーチングの境界に集中するものだったが、 $a/d$ を大きくした今回の試験ではひび割れが分散し、鋼材のひずみの平均化が抑制された。

※参考文献1 第52回年次学術講演会「フレキシブル鉄筋コンクリート杭の耐力と破壊性状について」小林寿子 古谷時春 山内俊幸 鬼柳雄一

の高さに曲げひびわれが発生した後、コンクリートの圧壊が急激に進み、終局に至った( $P_y$ を下回った)。内側配置のNo.5は、No.4とほぼ同じ位置で曲げひび割れが入り、 $P_{max}$ で軸方向ひび割れが多数発生し、急激に耐力が低下した。2つのひずみ分布(図-2)は似ているが、破壊形態の違いがひび割れに現れている。(図-3 終局時ひび割れ状況)これは、主鉄筋が外側の帯鉄筋に拘束され、主鉄筋のはらみ出しを抑制するのに対し、内側帯鉄筋では、主鉄筋が帯鉄筋に拘束されず、はらみ出しを抑え切れずかぶりコンクリートが剥離したためと考えられる。また、No.4のじん性率は4.6、No.5は2.8と帯鉄筋の配置が変形性能に大きく影響した。

②パラメタ $a/d$ :  $a/d$ が大きくなるにつれ曲げひび割れの間隔は広くなったが、No.1、2、3とも $P_{max}$ で軸方向のひび割れが杭とフーチングの境界から入り、終局に至った。 $a/d$ を2.6とした※参考文献1の試験体はいずれも杭と試験体の境界にひび割れが集中し、主鉄筋(フレキシブル鉄筋)とコンクリートとの付着が切れてひずみが平均化し、主鉄筋がフーチングから抜け出すように杭が剛体変形する破壊形態であった。 $a/d$ を2.6より大きくした今回のNo.2、3、6、7は、2箇所以上にひび割れが分散していることから、鋼材のひずみの平均化が抑制されたものと考えられる。

③パラメタ異形鉄筋併用区間: 併用区間が760mmのNo.6は、併用区間内の4箇所曲げひび割れが発生、 $P_{max}$ で杭とフーチングの境界およびその上部3箇所の曲げひび割れからせん断ひびわれへの進展が見られた。その後杭とフーチングの境界より30~40cmの範囲で、コンクリートの圧壊、剥離が進み終局状態となった。短い併用区間のNo.7は、併用区間内4箇所と杭とフーチングの境界より60~70cm付近でひび割れ発生後、 $P_{max}$ で併用区間内の曲げひび