

## V-172

## 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

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 古谷 時春  
J R東日本 東京工事事務所 正会員 山内 俊幸 J R東日本 建設工事部 正会員 鬼柳 雄一

## 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(9000kgf/cm<sup>2</sup>)、柔軟性に富んでいる。その性質を生かして、これを杭の主鉄筋に用いた場合、鋼材量が少なく、施工時必要な空頭高が小さくて済む。

ここでは実物を模した試験体の正負水平交番載荷試験を行い、 $\phi 12.4\text{mm}$ のフレキシブル鉄筋(7本より線)を主鉄筋に使用した杭の耐力と破壊性状を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17体である。

載荷はアクチュエーターにより行い、部材の降伏は、平面保持の仮定に基づいて算定した降伏荷重に達した時点とした。その時の荷重を $P_y$ 、載荷点の変位を $\delta_y$ とし、 $\delta_y$ 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。

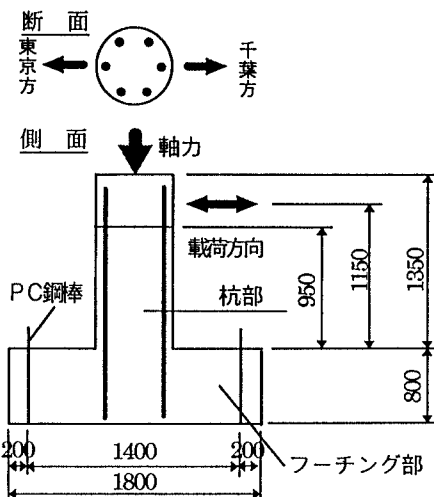


図-1 試験体(No.1)概要(断面及び側面)

表-1 試験体諸元

|                           |            |      |      |      |      |      |      |      |      |       |       |       |       |       |       |       |       |
|---------------------------|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                           | No.1       | No.2 | No.3 | No.4 | No.5 | No.6 | No.7 | No.8 | No.9 | No.10 | No.11 | No.12 | No.13 | No.14 | No.15 | No.16 | No.17 |
| 主鉄筋本数                     | 6本         |      | 8本   |      |      |      |      |      |      |       |       | 12本   |       |       | 20本   | 8本    |       |
| 帯鉄筋径                      | D13        |      | D10  |      | D13  |      |      |      | D16  |       | D13   |       |       |       |       |       |       |
|                           | c t c 50mm |      |      |      |      |      |      |      |      |       |       |       |       |       |       |       |       |
| 載荷軸力                      | 無          | 有    | 無    | 有    | 無    | 有    |      |      | 無    | 有     | 無     | 有     |       |       |       |       |       |
| ベントナイト                    | 付 着        |      |      |      |      |      |      |      | 無    | 付 着   |       |       | 無     | 付着    | 無     | 付 着   |       |
| $f_{ck}(\text{kgf/cm}^2)$ | 600        |      |      |      |      | 240  | 600  | 240  | 600  |       |       |       |       |       |       |       |       |
| 各変位段階の繰返し回数               | 3回         |      |      |      |      |      |      |      |      |       | 1回    |       |       | 3回    |       |       |       |

## 3. 試験の結果および考察

試験結果を表-3に示す。各パラメータ毎に相当する試験体を抽出し、比較検討した。

付着が切れて、ある範囲でひずみが均等化する部分も見られたが、 $P_{max}$ は計算値よりも実験値のほうが大きな値となった。

## (1) 耐力

①パラメータ/主鉄筋材料：No.7とNo.17は主鉄筋をそれぞれフレキシブル鉄筋と異形鉄筋(D19)としたもので、最大耐力をほぼ同じになるよう設定した。No.7とNo.17の最大耐力は、どちらも同程度の割合で計算値を上回った。

②パラメータ/ベントナイト溶液：杭施工時を考慮して、主鉄筋および帯鉄筋にベントナイトを塗布したものとし、付着性能による影響を確認することとした。

最大耐力を比較すると、No.7とNo.9、No.12とNo.13ではベントナイトの無い試験体がやや大きな値を示したものの、No.14とNo.15については、ベントナイトを付着させた試験体の最大耐力のほうが大きいことから明確な差は無いと考えられる。

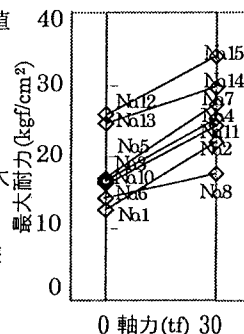


図-2 最大耐力-軸力関係

③ハメラタ軸力：図－2に示すように、いずれの試験体においても軸力を載荷したものが大きな耐力を有していた。

④ハメラタコンクリート設計基準強度：コンクリート設計基準強度は $240\text{kgf/cm}^2$ と $600\text{kgf/cm}^2$ の2パターンを設定した。軸力無のNo.5とNo.6、軸力をかけたNo.7とNo.8の軸方向鉄筋ひずみのうち軸力を載荷したものを図－3に示す。No.8の付着切れによるひずみの平均化が顕著である。No.5、7ともコンクリート設計基準強度の大きさに伴い、耐力も増したが、軸力有のほうが軸力無よりもコンクリート強度による耐力増は大きかった。

表－2 試験結果

|            | No.1  | No.2  | No.3  | No.4  | No.5  | No.6  | No.7  | No.8  | No.9  | No.10 | No.11 | No.12 | No.13 | No.14 | No.15 | No.16 | No.17 | ※ひび割れ<br>パターン |
|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---------------|
| 主鉄筋比%      | 0.284 | 0.284 | 0.379 | 0.379 | 0.379 | 0.379 | 0.379 | 0.379 | 0.379 | 0.379 | 0.379 | 0.569 | 0.569 | 0.569 | 0.569 | 0.948 | 1.168 | ①             |
| 帯鉄筋比%      | 1.014 | 1.014 | 0.570 | 1.014 | 1.014 | 1.014 | 1.014 | 1.014 | 1.014 | 1.589 | 1.589 | 1.014 | 1.014 | 1.014 | 1.014 | 1.014 | 1.014 | ②             |
| Py         | 9.5   | 18.9  | 12.4  | 21.5  | 12.4  | 11.3  | 21.5  | 17.0  | 21.5  | 12.4  | 21.5  | 17.9  | 17.9  | 26.4  | 26.4  | 35.7  | 22.2  | ③             |
| Pmax       | 12.6  | 22.0  | 16.8  | 25.2  | 16.8  | 14.4  | 27.5  | 17.7  | 25.7  | 16.3  | 24.5  | 25.9  | 24.8  | 29.6  | 34.1  | 40.0  | 27.8  | ④             |
| P'max(計算値) | 12.3  | 21.0  | 15.8  | 22.4  | 15.9  | 13.0  | 23.4  | 16.8  | 23.0  | 15.8  | 23.5  | 22.1  | 22.3  | 29.4  | 28.8  | 34.6  | 22.2  | ⑤             |
| 剛性低下率%     | 4.02  | 8.42  | 4.77  | 8.79  | 4.14  | 3.61  | 10.04 | 12.59 | 10.07 | 3.18  | 6.38  | 4.66  | 6.41  | 5.35  | 9.64  | 10.61 | 20.41 | ⑥             |
| ひびわれパターン   | ②     | ②     | ②     | ②     | ②     | ①     | ②     | ②     | ②     | ①     | ②     | ②     | ③     | ②     | ③     | ③     | ③     | ③             |

剛性低下率＝降伏時剛性／全断面有効剛性

## （2）破壊に至る性状

試験体はいずれも降伏荷重付近では、杭部分が剛体に近い回転変形を示し、載荷点変位は急激に増大する特徴を示した。また、降伏荷重以降も載荷点変位に占める部材の曲げ変形の割合は低かった。その他、各ハメラタ毎に以下の性状を示した。

①ハメラタ主鉄筋材料：ひび割れパターンを図－4に示す。図の格子1マスは $10\text{cm} \times 10\text{cm}$ で、杭部分を載荷方向最外縁（東京方）で展開したものとなっている。No.7は杭とフーチングの境界にひび割れが集中し、ひび割れ本数は少なく、1箇所のみひび割れ幅が大きい傾向が見られた。同等の耐力を有する異形鉄筋のNo.17は、ひび割れ本数が多く、ひび割れ幅は小さくなった。また、ひび割れは分散している。

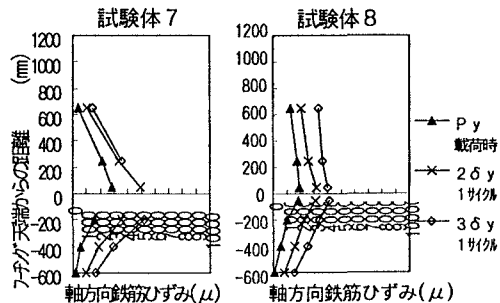
②ハメラタベントナイト溶液：ベントナイトの付着した試験体は、鉄筋の付着性能低下からひび割れが局部的に集中する傾向が見られた。ベントナイト無の試験体はひび割れが比較的分散した。

③ハメラタ軸力：軸力の無い試験体はひび割れ本数が少なく、局部的に集中した。特に杭とフーチングとの境界にひび割れの集中するひび割れパターン①は、軸力無の試験体にはしか見られなかった。また、軸力無の試験体は全て鉄筋の破断により終局状態となった。一方軸力を載荷した試験体は、圧縮部コンクリートの劣化により終局に至った。

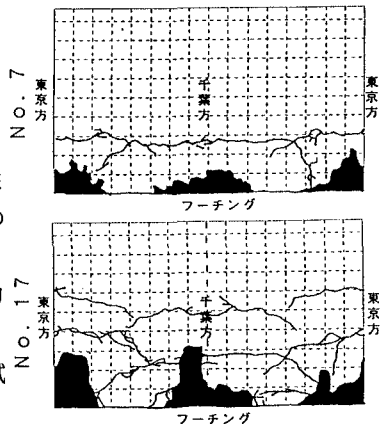
④ハメラタコンクリート設計基準強度： $240\text{kgf/cm}^2$ の試験体は2体とも主鉄筋の付着切れに起因して杭とフーチング境界にひび割れが集中した。 $600\text{kgf/cm}^2$ の試験体はひび割れが分散している。

## 4. まとめ

今回の試験において、フレキシブル鉄筋コンクリート杭は、付着が切れてひび割れが杭とフーチングとの境界に集中し、変形が急激に大きくなる性状を示した。いずれの試験体においても剛体変形しており、降伏荷重時の剛性低下は異形鉄筋を主鉄筋としたものに比べて大きい、最大耐力は平面保持を仮定した値よりも大きいことが明らかになった。



図－3



図－4 ひび割れパターン(No.7 及び No.17)