

## 場所打ち鋼管コンクリート杭の曲げ性能に関する実験的研究 (その2: 実験結果の考察)

正会員 ○片江 拓<sup>\*1</sup> 同 北山 和宏<sup>\*2</sup>  
同 岸田 慎司<sup>\*3</sup> 同 田島 祐之<sup>\*4</sup>  
同 石川 一真<sup>\*5</sup> 同 本間 裕介<sup>\*5</sup>  
同 菅 一雅<sup>\*5</sup>

場所打ち鋼管コンクリート杭 曲げ性能 一般化累加強度式  
終局曲げ耐力 局部座屈

### 1. はじめに

その1では実験概要と結果について報告した。その1に続き本報(その2)では実験結果の考察を報告する。

### 2. 鋼管および主筋のひずみ分布

図-1に試験体No1, 2, 3の最大耐力時の危険断面直上における鋼管および主筋のひずみ分布を示す(ひずみゲージの位置はその1に記載)。図中◆が鋼管、■が主筋を示し、ひずみは引張を正とする。図-1はその1に記載したひずみゲージ位置を南からx軸上に投影してできるひずみ分布で、東が正、西が負である。図中の直線および一点鎖線はそれぞれ鋼管および主筋の降伏ひずみである。圧縮縁において鋼管のひずみが正值を示すのは座屈、もしくはその兆候によるものである。ほとんどの位置で鋼管、主筋ともに降伏ひずみに達しているため、危険断面位置では全塑性に近い状態だったと判断できる。

### 3. 主筋、コンクリート、鋼管の各負担曲げモーメント

一般化累加強度式<sup>1)</sup>により算出した主筋、コンクリートおよび鋼管の曲げモーメントの各負担分の計算値と、実験結果より算出した実験値を比較する。一般化累加強度式とは、断面を構成する各要素の中立軸が一致する時の全塑性モーメントにより終局耐力を評価する手法である。Ramberg-Osgoodモデルにより危険断面における主筋と鋼管のひずみを応力変換し、それぞれの負担曲げモーメントを算出した。杭頭部の危険断面に作用する曲げモーメントから主筋と鋼管の負担曲げモーメントを引くことでコンクリートの負担曲げモーメントを算出した。

#### 3.1 最大曲げモーメント時の各負担曲げモーメント

図-2に一般化累加強度式により算出した各負担曲げモーメントの計算値(図中a)と、前述の手法で算出した

実験値(図中b、 $b_1$ 、 $b_2$ )を示す。試験体No3は最大曲げ耐力後に鋼管が局部座屈したが、No1, 2は最大曲げ耐力前に局部座屈した。そのため座屈部分の負担応力を降伏応力(図中 $b_1$ )または0(図中 $b_2$ )と仮定した。座屈の発生は圧縮方向に増加する鋼管のひずみが、引張方向に反転する転換点とする(図-3)。No1, 2の負担曲げモーメントの計算値と実験値(鋼管の座屈部分を降伏応力と仮定)の差は鋼管と主筋で10%程度となり、コンクリートは実験値が計算値を20%程度上回った。一方No3の負担曲げモーメントの実験値と計算値の比( $b/a$ )は、鋼管が0.99、主筋が1.03となったが、コンクリートは0.80となり実験値が計算値を20%下回った。

#### 3.2 試験体No3の各負担曲げモーメント推移

図-4は試験体No3の各負担曲げモーメントの推移である。試験体No3の曲げ耐力が計算値を下回った原因を検討する。図中の一点鎖線は一般化累加強度式により算出した終局曲げモーメントに対するコンクリートの寄与分である。部材角が2.3%で鋼管がほぼ全塑性状態となり最大曲げ耐力に達し、その後部材角3.5%のサイクルにて鋼管に局部座屈が発生した。部材角が1.2%以降はコンクリートの曲げモーメントの負担分は増加しない。この時点でコンクリートは終局状態にあったと判断できる。終局状態においてコンクリートの負担分が計算値を下回る原因として、実験ではコンクリートの中立軸位置が計算で想定したよりも圧縮縁に寄ったため、もしくは終局耐力の計算で高強度コンクリートの圧縮応力度分布を矩形としたためと考えられる。座屈の前に最大曲げ耐力を迎えたのは、最大曲げ耐力以降コンクリートが圧縮縁より圧壊していき、コンクリートの曲げモーメントの負担分がそれ以上増大しなかったためと考えられる。

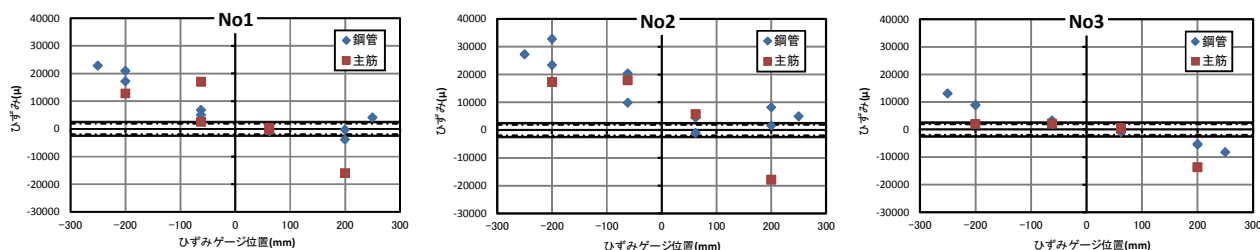


図-1 危険断面における鋼管および主筋のひずみ分布

Experimental Studies on Flexural Performance of Steel and Concrete Composite Pile (Part2. Discussion of Test Results)

KATAE Hiromu, KITAYAMA Kazuhiro, KISHIDA Shinji, TAJIMA Yuji,  
ISHIKAWA Kazuma, HOMMA Yusuke and SUGA Kazumasa

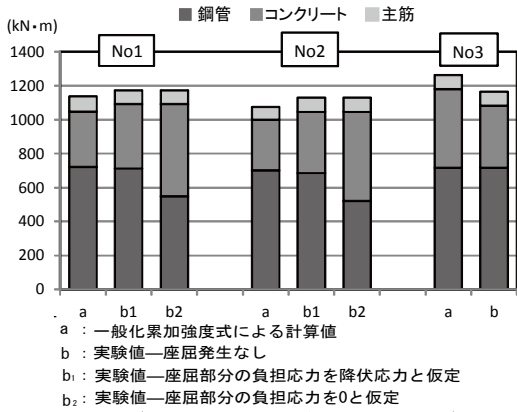


図-2 最大曲げモーメント時の各要素負担曲げモーメント

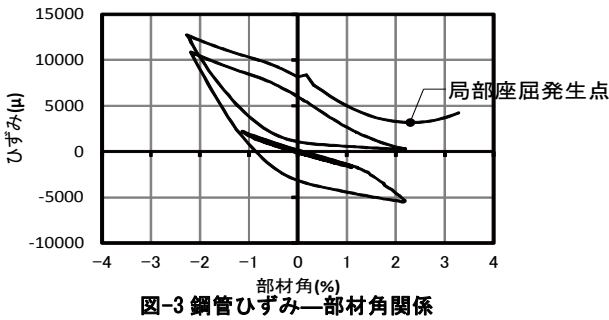


図-3 鋼管ひずみ—部材角関係

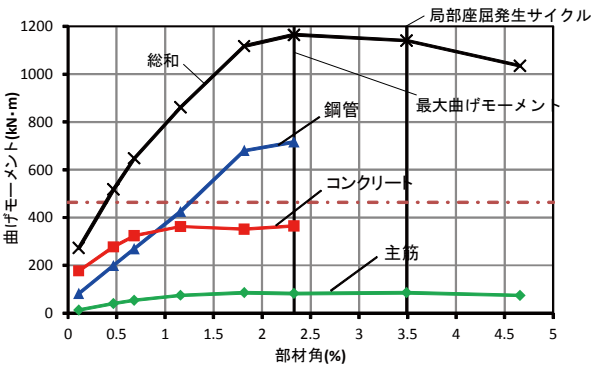


図-4 試験体 No3 の各負担曲げモーメント推移

#### 4. 円周方向ひずみ

図-5(a)に試験体 No1 と No4 の鋼管の危険断面から 180mm の位置での円周方向ひずみ、図-5(b)に試験体 No4 の鋼管と同位置の一本の横補強筋の円周方向ひずみを示す。横軸の正方向は断面の圧縮領域を示す。その 1 のひずみゲージ位置を南から x 軸上に投影した時のひずみ分布であり、図-5(a)では■が試験体 No1、◆が試験体 No4 を示し、図-5(b)では■が横補強筋、◆が鋼管を示す。ひずみは引張を正とする。軸方向に引張られる領域の鋼管の円周方向ひずみは圧縮を呈したが、これはポアソン比に従って円周方向に縮んだためである。横補強筋を有する試験体 No4 の鋼管の円周方向ひずみが No1 より発達した。これより、横補強筋による鋼管の円周方

向ひずみの抑制効果は見られなかった。

図-5(b)に示すように一本の横補強筋の各位置でのひずみは均一ではなく、断面の引張領域ではひずみはほとんど発生しなかったが、圧縮領域では引張りひずみを生じ、大変形時には降伏した。これより圧縮領域のコンクリートの膨張に対しては横補強筋が部分的に拘束効果を発揮したと考えられるが、さらに詳細な検討を要する。

#### 5. まとめ

1). 実験結果より得られた鋼管および主筋のひずみを応力変換することで算出した各要素の負担曲げモーメントより、高軸力の試験体 No3 の終局曲げ耐力が一般化累加強度式による計算値を下回ったのは、コンクリートの曲げモーメントの負担分が計算値に達しなかったためであることを確認した。その原因としてコンクリートの中立軸位置が計算よりも圧縮縁側にあったこと、もしくは高強度コンクリートの終局時の圧縮応力度分布を矩形としたことが原因である可能性を指摘した。

2). 鋼管の円周方向ひずみにはポアソン効果の影響が見られた。横補強筋による鋼管の円周方向ひずみを抑える効果は見られなかった。

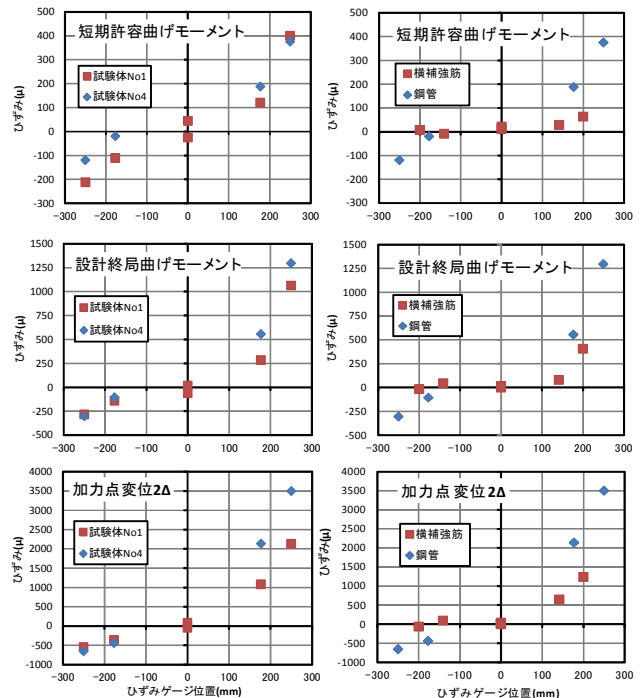


図-5(a) No1 および No4 の鋼管の円周方向ひずみ

図-5(b) No4 の鋼管およびせん断補強筋の円周方向ひずみ

#### 【参考文献】

- 1). 日本建築学会編：鉄骨鉄筋コンクリート構造計算標準・同解説，2001

\*1 首都大学東京大学院 大学院生  
 \*2 首都大学東京大学院 教授・工博  
 \*3 芝浦工業大学 准教授・博士(工学)  
 \*4 アシス(株) 博士(工学)  
 \*5 ジャパンパイル(株) 博士(工学)

Graduate School of Tokyo Metropolitan Univ.  
 Prof., Tokyo Metropolitan Univ., Dr.Eng.  
 Assoc. Prof., Shibaura Institute of Technology, Dr.Eng.  
 Assis Corporation, Dr.Eng.  
 Japan Pile Corporation, Dr.Eng.