

節付き円筒杭の支持力特性に関する模型実験

(その1: 実験概要とその結果)

正会員 小椋仁志\* ○正会員 金井重夫\*\*

正会員 山肩邦男\*\*\* 正会員 岸田英明\*\*\*\*

1. 序 節付きコンクリート杭は、主に摩擦杭として中小規模の建築物を中心に古くから用いられてきた。筆者らはこれまで円筒形の節付き杭(以下「節杭」と呼ぶ)を対象にして、その周面抵抗の特性を模型実験によって検討してきた<sup>1,2)</sup>。今回これらの実験に加えて節杭の先端抵抗に関する模型実験を実施した。この実験では節の無い円筒杭(以下「円筒杭」と呼ぶ)の先端抵抗の実験も合わせて行っている。本報告はこれらの実験に関するものである。

2. 実験概要 実験装置や実験の手順については文献<sup>2)</sup>で述べたものと同様であるので、ここではその概略を記すこととする。実験槽は図1のように内径33cm、高さ54cmの円柱形の模型地盤を作成できるものであり、地盤には水圧によって上載圧 $P_1$ と側圧 $P_3$ を独立に与えるようになっている。また地盤内には直径2.5mmの鉛玉を数百個設置し、X線を実験中に照射することによって、杭の貫入に伴う周辺地盤の動きを調べている。

模型杭は実際に用いられている節杭<sup>1)</sup>の1/5の寸法(本体部外径60mm、節部外径88mm、節間隔200mm)の鋼管製(厚さ3mm)とした。節杭の抵抗要素を図2のように周面部と先端部に分割して、それぞれに対応した模型杭を作製した。すなわち、杭の種類は①節杭周面型(図1)、②節杭先端型(図3(a))および③円筒杭先端型(図3(b))の3種類とした。それぞれの杭の内面には、5~8断面にわたって各4枚のひずみ計を貼付している。また先端型の杭の場合、先端抵抗と周面抵抗は分離して測れるようになっている。杭の設置は周面型では地盤を作成する前に、先端型では底面から25cmまで地盤を作成した時に行う。図1のように周面型の杭は沈下しても先端抵抗が生じないようになっている。

地盤は表1のような諸元の乾燥砂を、節の直下にも直接落下できるように工夫した砂まき具を用いて作成した。初期状態での地盤の相対密度は83~90%であった。載荷方式は沈下制御方式とし毎分1mm以下の沈下速度で沈下量が60mm(本体部杭径)に

なるまで油圧ジャッキで連続載荷したが、X線照射時には載荷を中断している(一回25分間)。 $P_1$ と $P_3$ は載荷中は一定値を保持し、水の出入量を計測した。実験の種類は表2に示すごとくである。

3. 実験結果 (1)節杭周面型 図4に軸力分布の一例を示す。この図から杭の本体部と地盤の摩擦抵抗は沈下が少し進むとほとんど作用しなくなり、節杭の周面抵抗はその大部分が節部の支圧抵抗として支持されていることが分かる。そこで、節部の抵抗値として上側の節をはさむ第2断面と第3断面の軸力差( $P_2-P_3$ )

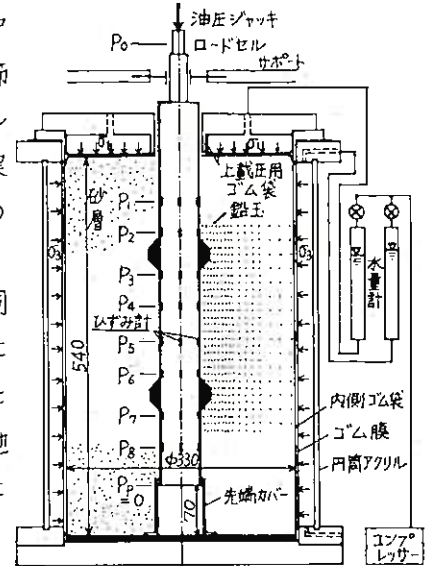


図1. 実験槽と模型杭(節杭周面型)の断面図

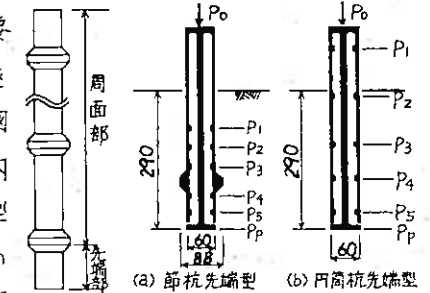


図2. 図3. 模型杭の断面図

表1. 砂の諸元

産地	鹿島砂5号
最大粒径	$D_{max} = 2.0 \text{ mm}$
有効径	$D_{10} = 0.16 \text{ mm}$
均等係数	$U_c = 2.8$
土粒子の比重	$G_s = 2.64$
最大密度	$\rho_{max} = 1.7448 / \text{cm}^3$
最小密度	$\rho_{min} = 1.4418 / \text{cm}^3$
内部摩擦角	$\phi = 50.6^\circ$ *

\*一面せん断試験による

表2. 実験の種類

上載圧 $P_1$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	0.64	1.28	1.92			
側圧係数 $K$	1	3	0.5	1	3	1
側圧 $P_3$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	0.64	1.92	0.64	1.28	3.84	1.92
抵抗力 $Q_m$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	0.64	1.49	0.85	1.28	2.99	1.92
節杭周面型	◎	◎	◎	◎	◎	◎
節杭先端型	◎	◎	◎	◎	◎	◎
円筒杭先端型	—	—	◎	○	○	○

◎ X線撮影あり ○ X線撮影なし

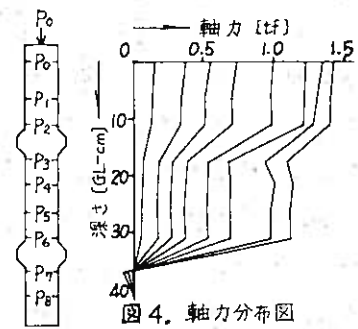


図4. 軸力分布図

と採用し、これと杭頭沈下量  $S_0$  の関係を描いたのが図5である。この図から  $S_0 =$  約15mm までは  $(P_2 - P_3)$  の値は増加するが、明瞭なピークが見られたあと減少に転じる。そして  $S_0$  が25mm を超えると減少の割合は小さくなる事が分かる。また  $\sigma_1$  が大きい程  $(P_2 - P_3)$  は大きくなっている。これらのことは砂のせん断試験におけるせん断力～変位量関係とよく似た傾向になっている。

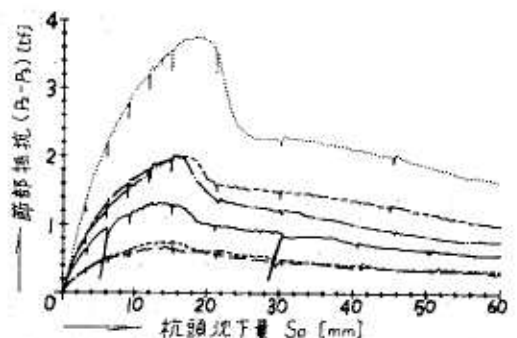
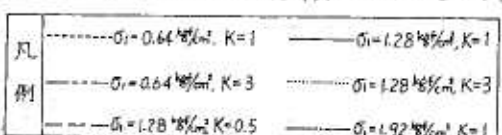


図5. 節杭周面型における節部抵抗

次に図6に地盤の体積変化量  $\Delta V$  と  $S_0$  の関係を示す。地盤体積は杭の沈下に伴って最初は減少するが、正のダイレイタンスのため  $S_0 = 5$  mm 付近より増加に転じる。ただ  $S_0$  が20mm を過ぎると増加の割合は小さくなっている。

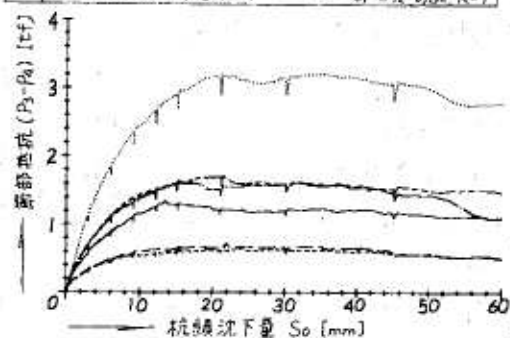


図7. 節杭先端型における節部抵抗

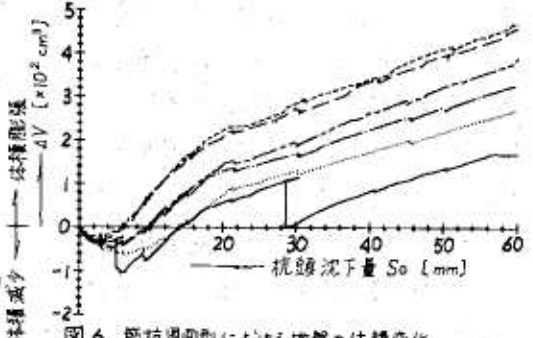


図6. 節杭周面型における地盤の体積変化

(2) 節杭先端型 節の上下の断面の軸力差  $(P_3 - P_2)$  を節部の抵抗と定義し、これと  $S_0$  の関係を図7に示す。また図8は先端抵抗  $P_p$  と  $S_0$  の関係であり、図9は  $\Delta V$  と  $S_0$  の関係である。

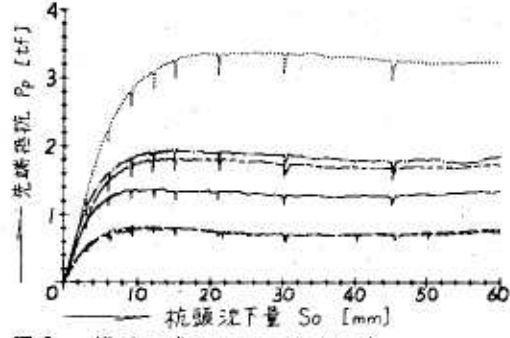


図8. 節杭先端型における先端抵抗

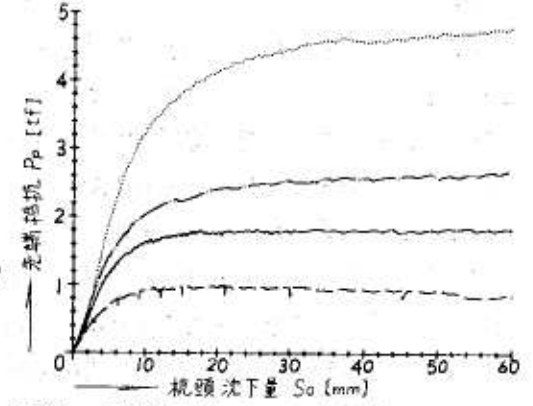


図10. 円筒杭先端型における先端抵抗

図7・図8より  $(P_3 - P_2)$ 、 $P_p$  と  $S_0 = 15 \sim 20$  mm まで増加したあと、ピークは見られるもののそれ以後はほぼ一定値となっている。これより、最も下方に位置する節部の抵抗は、上方の節部とは全く異なる抵抗機構になっていると考えられる。  $\Delta V \sim S_0$  関係は節杭周面型の場合と大体同じ傾向であるが、体積が増加に転じたあととはほぼ同じ割合で増加している。

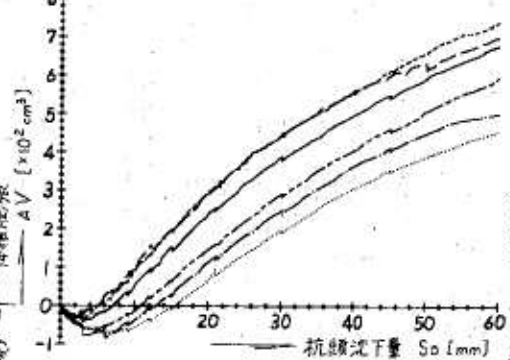


図9. 節杭先端型における地盤の体積変化

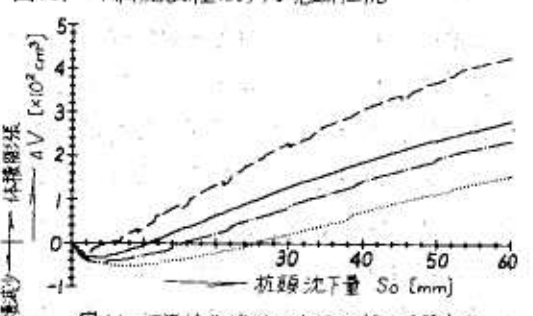


図11. 円筒杭先端型における地盤の体積変化

(3) 円筒杭先端型 先端抵抗  $P_p$  と  $S_0$  の関係を図10に示す。  $\sigma_1 = 1.28 \text{ kg/cm}^2, K=0.5$  の場合を除いて  $P_p \sim S_0$  関係に明瞭なピークはなく、  $S_0 = 60 \text{ mm}$  になっても極限状態には至っていない。図11は  $\Delta V$  と  $S_0$  の関係である。節杭の場合とはほぼ同じ傾向になっているが、全体に体積増加量が少なくなっている。

以上、荷重～沈下量関係および体積変化量～沈下量関係の定性的な傾向について述べた。節部抵抗や先端抵抗のピーク値などについては「その2」で検討する。 (参考文献は「その2」を参照)

\* 武智工務所(東京工業大学受託研究員) \*\* 武智工務所 \*\*\* 関西大学教授・工博 \*\*\*\* 東京工業大学教授・工博