

節杭の節部形状の影響に関するモデル実験

謝 ジョトップ (正) 藪内 貞男  
同 上 (正) 平山 英喜  
同 上 (正) ○ 山下 啓明  
同 上 染川 常二

1. まえがき

節杭とは、杭軸に複数個の節部（突起部）を設けた杭である。節杭は、節部径と同じ杭径の円筒杭・杭軸周面が波状になっているコルゲート杭よりも大きな周面抵抗応力 $f_{max}$ を発揮しうる<sup>1)</sup>。節杭の周面抵抗は、最大値までは節部下部が先端抵抗的な支持機構を発揮する<sup>1)2)</sup>ので、節部の間隔・節部の形状・節の大きさ等に影響されると考えられる。今回は、その内の節部形状の影響について調べるため、節部下部の形状がフラットのものと同様に傾斜しているものの2種類の節杭について、モデル実験を実施した。本報告は、その結果と考察について述べるものである。

2. 実験概要

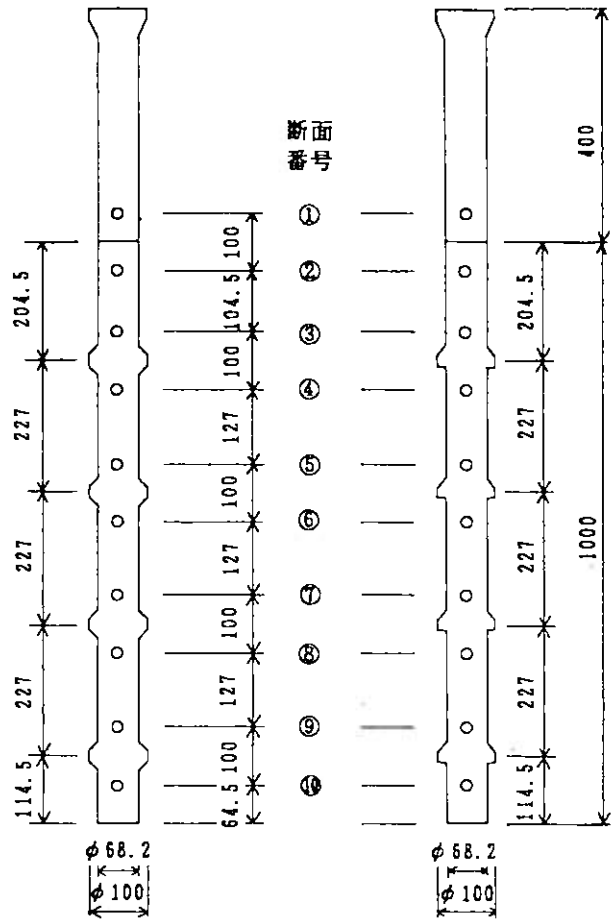
実験土槽・実験に用いた砂・地盤作成方法・載荷試験および測定項目に関する詳細については、文献1)を参照されたい。ここでは、概要をまとめる。

モデル杭は、ステンレススチール製のもので図-1に示すような節部下部が傾斜（傾斜型）、フラット（フラット型）の2種類の節杭を用いた。

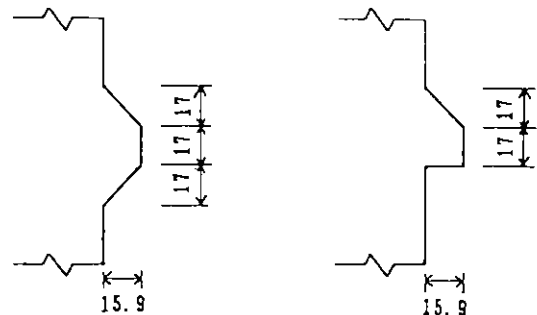
実験土槽は、内径158cm、高さ178cmで、ある深さの地盤中の応力状態をシミュレートできるように、鉛直圧 $\sigma_v$ ・側圧 $\sigma_h$ を与えることができるような構造になっている。用いた砂は、気乾状態の珪砂6号（愛知県瀬戸産、 $D_{60} = 0.360\text{mm}$ ・ $D_{10} = 0.195\text{mm}$ ・ $U_c = 1.85$ ・ $\rho_{max} = 1.597\text{g/cm}^3$ ・ $\rho_{min} = 1.264\text{g/cm}^3$ ）である。

地盤は、多重フルイ法（サンドレイナー）にて、予め土槽底面より70cmの高さまで作成した後に、杭を頭部で固定して設置し、引続き土槽上部まで作成した。したがって、杭は完全ではないが、non-displacement pile型と見なせる。地盤作成後、 $\sigma_v = 1.0\text{kgf/cm}^2$ 、 $\sigma_h = 0.5\text{kgf/cm}^2$ の圧力で約2時間圧縮した後、載荷試験を実施した。実験は、それぞれの節杭について2回づつ実施した。各杭における地盤作成時（圧縮前）および載荷試験前（圧縮後）の地盤の乾燥単位体積重量（ $\gamma_d$ ）および相対密度（ $D_r$ ）を、表-1に示す。

載荷試験は、沈下制御方式で貫入速度を1mm/minで行い、杭頭沈下量5cmごとに除荷し、4サイクルで沈下量20cmまで実施した。



○… ひずみゲージの位置（1断面各4点）  
(a) 傾斜型 (b) フラット型



(a) 傾斜型節部の拡大 (b) フラット型節部の拡大

図-1 モデル節杭の形状（単位：mm）

Model Tests on the Influence of Shape of Nodal Piles

S. YABUCHI, H. HIRAYAMA, H. YAMASHITA & J. SOMEKAWA (GEOTOP Corporation)

表-1 実験地盤

抗の種類		傾斜型		フラット型	
実験 No.		NS-1	NS-2	NR-1	NR-2
圧縮前	$\gamma_d$ (gf/cm <sup>3</sup> )	1.504	1.488	1.509	1.496
	$D_r$ (%)	77	73	78	74
圧縮後	$\gamma_d$ (gf/cm <sup>3</sup> )	1.517	1.504	1.521	1.509
	$D_r$ (%)	80	77	81	78

\*1:  $\sigma_v=1.0$  (kgf/cm<sup>2</sup>)、 $\sigma_h=0.5$  (kgf/cm<sup>2</sup>)で圧縮

### 3. 実験結果

節抗には、抗軸に先端抵抗的な作用をする突起部が複数付いているため、周面抵抗と先端抵抗をどのように分けるかが問題となる。各節部の抵抗を節の上下のひずみゲージから求めた結果によると、最下端節部の抵抗のみが、通常先端抵抗と同じ機構とみなせた<sup>1)</sup>。したがって、ここでは、図-1に示す断面番号③のひずみゲージの位置から上を周面抵抗、下部を先端抵抗として結果を整理した。

図-2は、周面抵抗応力-沈下量関係を示したものである。応力算定の際の抗径は、節部径 ( $D=10$ cm)を用いた。図-3は、2回実験した結果の平均値を沈下量 100mmまで示したものである。図は省略するが、先端抵抗は両者ともほぼ同じであった。

節部直上にまき出した色砂層の状況を、掘り出し時に観察した結果によれば、 $f$ が最大値を示す沈下のすぐ後に円筒状のすべり面が形成されていた<sup>1)</sup>。

### 4. 考察

各節部の抵抗-沈下量関係<sup>1)</sup>、図-2・3および掘り出し時の色砂層の観察結果より、節抗の周面抵抗のメカニズムおよび節部形状の影響に関して、モデル実験から以下のような結果が得られた。

- ①  $f$ が最大値に達するまでは、各節部下面での先端抵抗的な作用で受け持っている。
- ② 最大値を示した後は、周辺地盤に円筒状のすべり面が発生して、 $f$ は減少する。ここで、すべり面の発生には、節部上部の地盤のゆるみが影響していると考えられる。
- ③ 沈下初期段階 ( $S/D < 0.1$ )では、傾斜型の $f$ の方が大きい。
- ④ 両者の節抗とも $f$ の最大値は、節部径に対する相対沈下量 ( $S/D$ )で約0.2~0.25の範囲で生じており、フラット型の方が、傾斜型に比べ $f$ の最大値とその時の沈下量とも約1.2倍大きい。

傾斜型の節部下部地盤は、載荷当初からテーパ度の大きいテーパ-抗の場合と同様な挙動をして地盤を斜め下方に押し出している<sup>2)</sup>。一方、フラット型の節部下部地盤では、沈下の初期段階でまず下方地盤が締め固めら

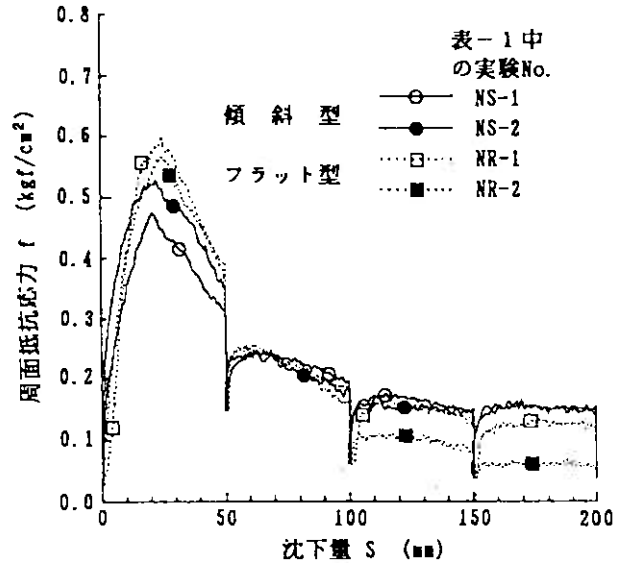


図-2 周面抵抗応力-沈下量関係

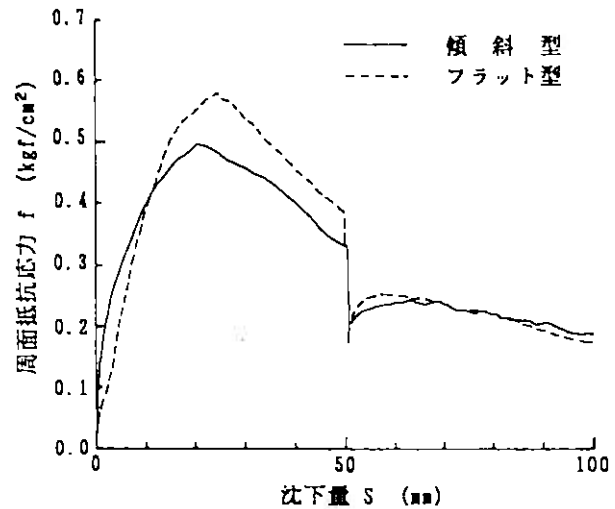


図-3 周面抵抗応力-沈下量関係の平均値

れ<sup>3)</sup>、その後沈下とともに徐々に傾斜的な挙動に移行していくと推測される。このような節部下部の地盤挙動の違いが前述の③④の原因と考えられる。

本実験では、現行の設計基準類で non-displacement pile型の基準支持力に対応する $S/D=0.1$ において、両者に $f$ の差はみられないが、初期部分では傾斜型の方が沈下が小さい。したがって、節抗を場所打ち杭として施工する場合、設計荷重レベルにおいては、傾斜型の方がより効果的であると考えられる。

### 参考文献

- 1) 藪内・山下・上紺屋・平山 (1991): "砂中の節抗・コルゲート杭のモデル実験", 第26回土質工学研究発表会, pp.1351-1354
- 2) 小椋 (1989): "砂地盤における節抗の鉛直支持力機構に関する研究", 関西大学工学博士論文, pp.91-100
- 3) 石堂 (1974): "砂中の杭の鉛直支持力に関する基礎的研究", 九州大学工学博士論文, pp.205-206