

周辺に礫を充填した節杭の鉛直支持特性に関するモデル実験

(その3:節杭周面の粗滑の影響)

(株) ジオトップ (正) 藪内 貞男 (正) 平山 英喜  
 同 上 ○(正) 山下 啓明 (正) 上紺屋好行

1. まえがき

複数の拡大部(節部)を有する節杭の周面抵抗の基本的なメカニズムは、①杭先端抵抗と類似の節部の支圧抵抗、②節部下方の高圧下での軸部摩擦抵抗、が主に寄与している<sup>1)2)3)</sup>。このような周面抵抗の特長を生かし、かつ液状化対策にも効果<sup>4)</sup>を有するように、杭の周辺に礫を連続的に充填した粗い節杭(以下、礫充填節杭と呼ぶ)について、モデル実験を行ってきた<sup>5)6)</sup>。その結果、礫部および周辺の砂地盤を締固めて設置した礫充填節杭の周面抵抗は、上記の基本的な周面抵抗の特長が生かされることが確かめられた<sup>5)</sup>。したがって、礫充填節杭の周面抵抗にも、砂中での実験同様<sup>3)7)</sup>、軸部周面の粗滑が影響すると考えられる。

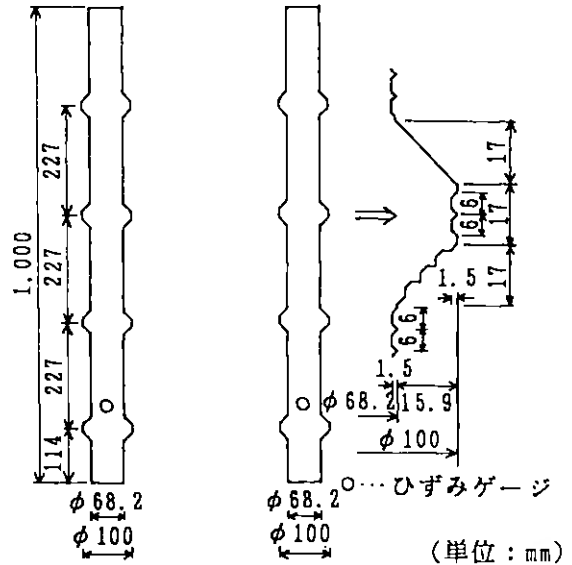
本実験では、滑らかな節杭の周辺に礫を連続的に充填した礫充填節杭のモデル実験を追加して行った。本稿では、その結果と杭周面を凹凸状にして粗くした節杭の結果<sup>5)</sup>とを比較して、礫充填節杭の周面抵抗に及ぼす周面の粗滑の影響について考察する。

2. 実験方法

2.1 モデル杭

モデル節杭は、ステンレススチール製で、図-1(a)(b)に示すような周面が滑らかな節杭<sup>2)</sup>と、周面に凹凸を設けた粗い節杭<sup>5)</sup>を用いた。モデル節杭の寸法は、長さ 1,000mm、節部最大径 100mm、軸部最大径 68.2mm である。以下、実験名として、節杭の周面粗さで区別し、滑らかな節杭の実験を  $R_N$ 、粗い節杭の実験を  $R_{N'}$  と呼ぶ。

粗い節杭の凹凸は、杭頭と最上部の節部間の軸部および各節部の上面以外に設けた。周面の凹凸は、すべり面を境界面ではなく礫中で発生させて、見かけの摩擦係数  $\mu_0$  (ダイレイタンスーによる応力変化も含めた摩擦係数) を大きくし、摩擦抵抗を増大させる効果がある<sup>3)</sup>。凹凸部の凹凸高さ・凸部のピッチは、礫(砕石7号、 $D_{50}=3.8\text{mm}$ ) に対しても十分粗くするため、それぞれ  $1.5\text{mm} \cdot 6\text{mm}$  とした。滑らかな節杭は、表面粗さ  $R_{nax}$  [基準長さ  $2.5\text{mm}$ ] =  $13.3\mu\text{m}$  である。滑らかな節杭は、



(a) 滑らかな節杭 (b) 粗い節杭  
 図-1 モデル節杭

正規化粗さ  $R_n=R_{nax}/D_{50}$  で表すと  $R_n=0.0035$  となるので、すべり面が境界面で生じることになる<sup>8)</sup>。

礫充填節杭の周面抵抗力  $Q_r$  は、杭頭荷重と、図-1に示したひずみゲージから算出した軸力の差として整理した<sup>5)</sup>。

2.2 実験手順

本実験は、文献5)と同じ方法で行った。したがって、実験土槽・実験に用いた砂および礫・地盤作成方法・礫充填節杭の設置手順・実験手順に関する詳細については、文献5)を参照されたい。ここでは、礫充填節杭の設置手順の概要についてまとめる。

礫充填節杭の設置は、砂地盤作成時に砂地盤中に設置したケーシングの中央に節杭を挿入した後、節杭とケーシングの間に礫を投入し、締固め用管を上下して礫を締固める方法で行った。締固め用管を上下する全過程においてバイブレーターによる振動を与えた(全パイプロ方法(VA))。礫投入後のケーシングと締固め用管の引き上げ順序は、締固め用管を先に引き上げる方式(P23)の条件で行った。つまり、本稿での  $R_N$  は、文献5)の実験名  $P_{23} \cdot VA$  と同一のものである。

### 3. 実験結果

図-2は、 $S_N$ と $R_N$ の周面抵抗力( $Q_r$ ) - 沈下量( $S$ )関係を沈下量  $S=100\text{mm}$ までと、沈下量  $S=10\text{mm}$ 、すなわち基準沈下量 $S/D=0.1$  ( $D$ : 節部径)まで示したものである。

$S_N$ において、地盤掘り出し後に杭周面を観察した結果、各節部底面および節部下方の軸部周面のいたる所に、杭の長手方向に、隙、すなわち碎石によって掘り起こされた溝状の傷跡が見られた。軸部での溝状の傷跡は、長さ4~7.5cmのものが節部直下から約13cmの範囲に付いていた。

### 4. 考察

図-2より分かるように、 $S_N$ の周面抵抗力 $Q_r$ は、 $R_N$ のものと同様に、基準沈下量  $S/D=0.1$ においても増加過程にあり、基準沈下量の倍以上の沈下量  $S/D=0.3$  でピーク値を示している。すなわち、 $S_N$ においても、1章で述べたように、節杭の基本的な周面抵抗の特長が生かされていることが分かる。

$R_N$ の周面抵抗力 $Q_r$ は、 $S_N$ のものに比べて、基準沈下量以下 ( $S/D \leq 0.1$ ) では約1.3倍大きくなっていることが分かる。これは、砂中での実験同様<sup>3)7)</sup>、 $R_N$ では、節部下方の軸部でのすべり面が礫中で発生し、予想通り見かけの摩擦係数  $\mu_a$ が増加したためと考えられる。

基準沈下量以下 ( $S/D \leq 0.1$ ) での両者の周面抵抗力 $Q_r$ の比率は、砂中での実験結果(約1.7倍)<sup>7)</sup>より小さい。これは、砂中での滑らかな節杭の実験では、境界面で摩擦力のみが作用するのに対して、 $S_N$ 、すなわち周辺に礫(碎石)を充填した滑らかな節杭では、境界面での摩擦力に加えて、杭表面の掘り起こし力が作用するため<sup>9)</sup>と考えられる。

### 5. まとめ

本実験の結果は、次のようにまとめられる。

基準沈下量以下 ( $S/D \leq 0.1$ ) における礫充填節杭の周面抵抗力 $Q_r$ は、周面が十分粗いものの方が大きい。ただし、粗滑による周面抵抗力 $Q_r$ の比率(約1.3倍)は、砂中での結果(約1.7倍)に比べると低かった。これは、滑らかな節杭において、境界面での摩擦力に加えて、礫(碎石)による掘り起こし力が作用するためと考えられる。

#### 参考文献

- 1) 藪内・平山・山下・上紺屋(1993): "砂中の節杭周辺の地盤変形モード", 第28回土質工学研究発表会, pp.1773-1774.
- 2) 藪内・平山・山下・上紺屋(1993): "杭先端

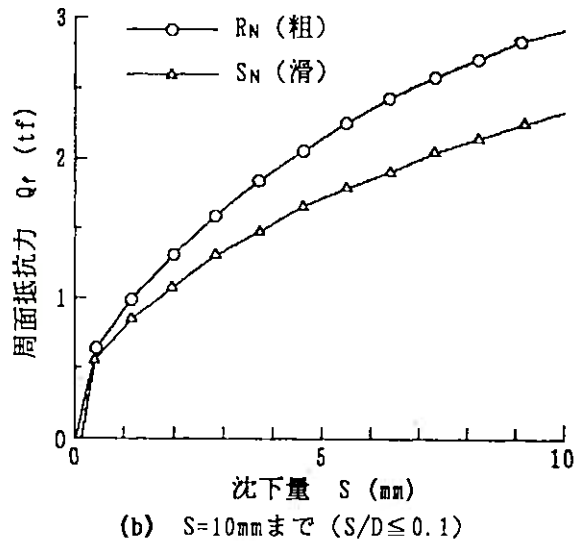
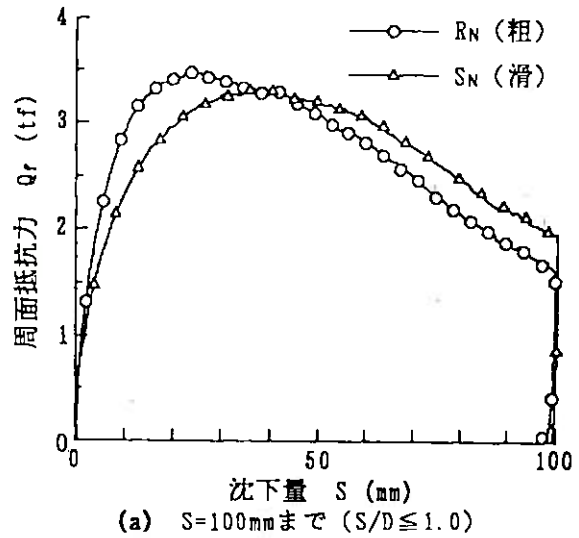


図-2 周面抵抗力( $Q_r$ ) - 沈下量( $S$ )関係

- 抵抗と比較した節杭の節部抵抗", 第28回土質工学研究発表会, pp.1775-1778.
- 3) 藪内・平山・山下・上紺屋(1993): "節杭の節部下方の軸部摩擦抵抗に関するモデル実験", 土木学会第48回年次学術講演会, pp.782-783.
- 4) 山下・上紺屋・細川・吉見(1987): "碎石を節杭に用いた液状化対策に関する実験的研究その(1)", 第22回土質工学研究発表会, pp.783-784.
- 5) 藪内・平山・山下・上紺屋(1994): "周辺に礫を充填した節杭の鉛直支持特性に関するモデル実験(その1: 礫充填法の影響)", 第29回土質工学研究発表会, pp.908-909.
- 6) 藪内・平山・山下・上紺屋(1994): "周辺に礫を充填した節杭の鉛直支持特性に関するモデル実験(その2: 礫部の径の影響)", 第29回土質工学研究発表会, pp.908-909.
- 7) 藪内・平山・山下・上紺屋(1994): "砂中の節杭の周面粗滑の影響に関するモデル実験", 土木学会第49回年次学術講演会, pp.908-909.
- 8) 藪内・平山・山下・染川(1992): "コルゲート杭の周面摩擦抵抗特性に関するモデル実験", 土木学会第47回年次学術講演会, pp.908-909.
- 9) バウデン・テイバー(曾田範宗訳)(1961): "固体の摩擦と潤滑", 丸善, pp.82-84.