

節付き円筒杭の支持力特性に関する模型実験

(その 2 : 杭周辺地盤の動きと実験結果の考察)

○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****

本報では「その1」に引き続いて実験で得られた結果について述べる。「その1」と一連の内容であるので図および節の番号は連続させてつけることとしたので了承されたい。

4. 杭周辺地盤の動き X線撮影によって観察された杭周辺地盤の動きについて述べる。ただし、ここでは節杭周面型と節杭先端型の $\sigma_1 = 1.28 \text{ kg/cm}^2$, $K = 0.5$ の場合の実験に限っている。

(1)節杭周面型 図12(a)~(c)に地盤中の鉛玉の変位ベクトルを示している。 S_0 が小さい範囲を示す(a)の場合、土の動きは節の上下の所に限定され、上面では鉛直方向に、下面では斜め方向に押し出されるように動いている。(b)のように杭の沈下が進んでもこの傾向は変わらないが、節から離れた所まで土の動く範囲が広がってくる。(P₂-P₃)の

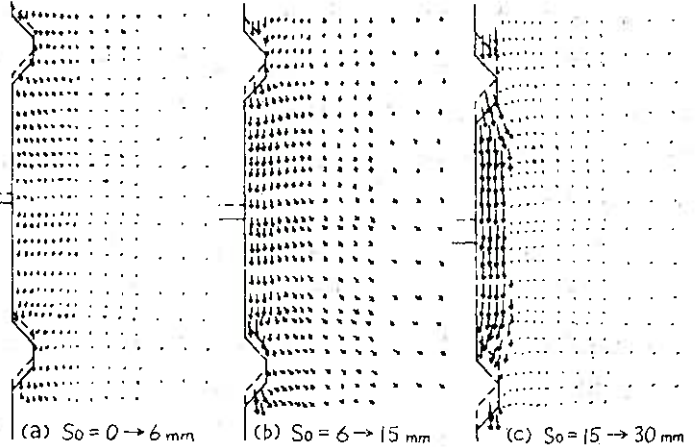


図12. 節杭周面型実験における杭周辺地盤の動き

値がピークとなる $S_0 = 15 \text{ mm}$ を過ぎると(c)のように、杭周の土は杭とともに鉛直方向に下がるのに対し、上と下の節の周面を結ぶ線より外側の土はほとんど動いていない。すなわち節の径を持つ円筒面がすべり面になっており、節杭の周面抵抗のピーク値はすべり面の両側の土のせん断抵抗によって決まるものと考えられる。

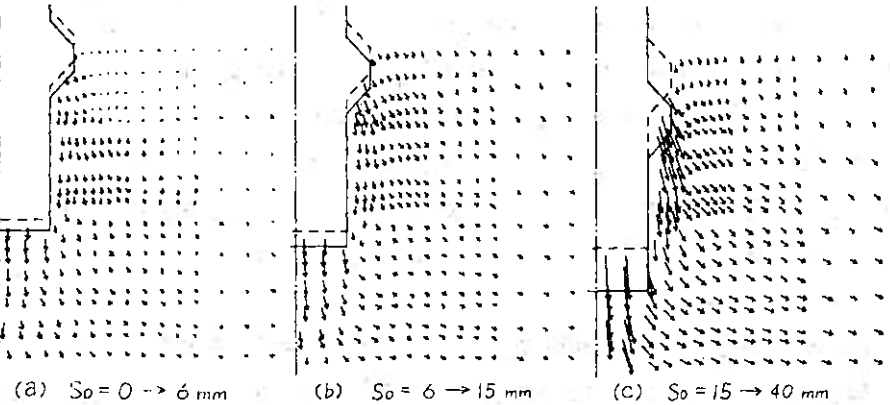


図13. 節杭先端型実験における杭周辺地盤の動き

(2)節杭先端型 図13(a)~(c)に節部より下方の鉛玉についてその変位ベクトルを示す。図12と S_0 は対応させているが、(a)(b)(c)とも土の動きはほぼ同様の傾向を示しており、土の動きのパターンは杭の沈下が進んでもあまり変わらないことが分かる。図14は $S_0 = 40 \text{ mm}$ の時における地盤の最大せん断ひずみ γ_{max} の分布を示したものである。この γ_{max} は軸対称問題の変位-ひずみマトリックスを用いて計算したものであるが、詳しくは文献¹⁾を参照されたい。この図から節部と先端面の下方に明瞭なせん断面が生じていることが分かる。以上より土の動きは図15のごとくパターン化される。すなわち杭先端部の(A)はコア-が形成される領域であり²⁾、

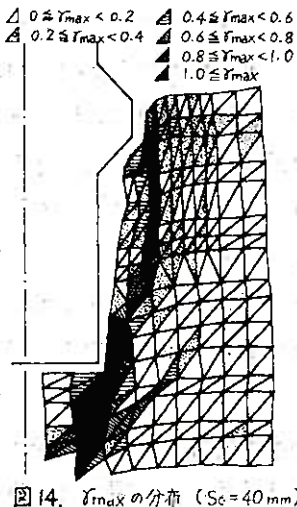


図14. γ_{max} の分布 ($S_0 = 40 \text{ mm}$)

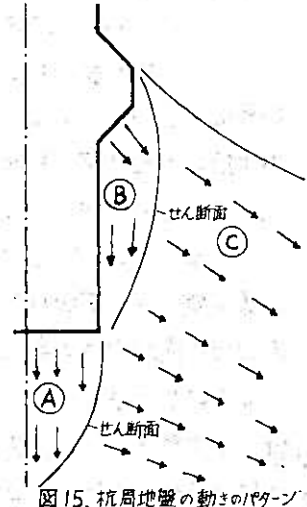


図15. 杭周地盤の動きのパターン

Model Test on Bearing Capacity of Nodular Cylinder Pile

(Part 2: Behavior of Sand Around the Pile and Consideration on Test Results)

OGURA Hitoshi et al.

土は杭とともに下方に動く。節の下面の領域②では、土は側方に押し出されるように動くが、それより下側の土はせん断面に沿うような形で下方に動く。せん断面より外側の領域③の土は側方に移動している。この側方移動は側圧 σ_3 が小さい(0.64 kgf/cm²)ため、特に顕著に見られるのであろう。

5. 実験結果の考察 図16は図5,7,8,10に示した節部および杭先端部の抵抗と S_0 の関係のうち、 $\sigma_1=1.28$ kgf/cm², $K=0.5$ の場合について比較したものである。節杭先端型の節部抵抗と先端抵抗を比べると、節部水平投影面積が先端断面積より大きいにもかかわらず、先端抵抗の方が大きくなっている。これは節部の下面の抵抗機構が、杭本体部の存在のために完全には先端抵抗機構と同じものにはなり得ないためと思われるが、今後更に詳しい検討が必要である。次に節杭と円筒杭の先端抵抗を比べると円筒杭のほうが大きい抵抗を示している。これについても今後検討が必要であるが、節杭の場合上載圧が杭先端部まで伝達されにくいことも一因であろう。

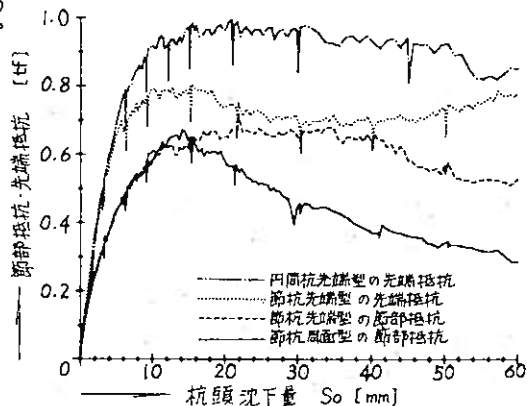


図16 節部抵抗、先端抵抗の比較図

節杭周面型の節部抵抗はピーク値付近までは節杭先端型の節部抵抗とほぼ同じ曲線を描いており、先端抵抗と同様の作用をしていることが分かる。しかしピークを過ぎると前述のごとく節部の径を持つ円筒面ですべりが発生するため抵抗は小さくなっていく。いま、節杭周面型の節部抵抗のピーク値を P_{nw} とし、節部径の円筒面に側圧 σ_3 が作用したと考えた時の砂のせん断抵抗 P_s と比べたのが図17である。 P_{nw} は P_s の約1.6倍の値を示しており、

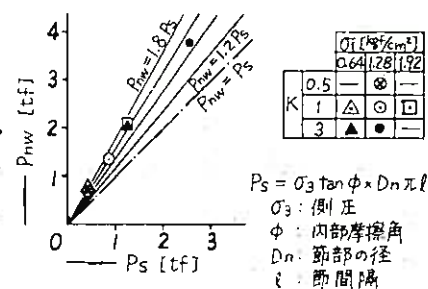
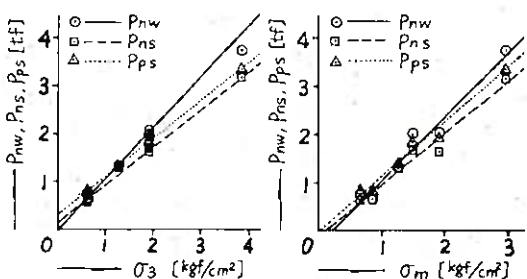


図17 P_{nw} と P_s の相関図

節杭の周面抵抗は節部と同じ径を持つ砂杭の周面抵抗より大きくなっていることが分かる。これは、節の下面では砂が側方に押し出されるように動いていたことから、せん断面に作用する垂直圧が節の下面付近では局部的に側圧による垂直圧より大きくなるためと考えられる。



P_{nw} の他に節杭先端型の節部抵抗のピーク値を P_{ns} 、先端抵抗のピーク値を P_{ps} とし、これらと側圧 σ_3 および平均主応力 $\sigma_m = (\sigma_1 + 2\sigma_3)/3$ の関係を図18と図19に示す。図18から P_{nw} は σ_3 に比例していることが分かる。 P_{ns} , P_{ps} の場合もほぼ比例していると言えるが、図19の σ_m との関係の方がより比例関係にあると言えよう。

図18 ピーク値と σ_3 の関係 図19 ピーク値と σ_m の関係

6. 結語 本実験によって分かった節杭の支持力特性は次のごとくである。

- ①節杭の本体部と地盤との間の摩擦抵抗は、沈下が少し進むとほとんど作用しない。
- ②節杭の周面抵抗は節部支圧力によっている。沈下量が少ない間は節の下面は杭先端面に似た作用をする。沈下が進むと節部の径に等しい円筒面ですべりを生じるが、その時の抵抗値は側圧が作用したと考えた時のすべり面でのせん断抵抗よりも大きい。
- ③最下端の節の下面は上方の節と異なり沈下が進んでも杭先端に似た作用をしている。
- ④節杭の先端抵抗や最下端の節の下面の抵抗は、円筒杭の先端抵抗に比べて小さい。これについては今後詳細な検討を必要としている。

謝辞 本実験において、実験槽の使用法やX線撮影の方法について、いつも親切なご指導を頂いた東京工業大学の上杉守道助手を始め、岸田研究室のご一同に深く感謝いたします。

参考文献 1) 山崎小棟・金井「節付き円筒杭の周面抵抗に関する一実験結果(円筒杭の摩擦抵抗との対比)」第17回土質工学研究発表会 昭和57年6月
 2) 小森・山崎・金井・岸田「複層実験による節付き円筒杭の周面抵抗特性の検討」第18回土質工学研究発表会 昭和58年6月
 3) 高野・岸田・村越「砂地盤中の埋込み杭周辺部地盤の変形」第13回土質工学研究発表会 昭和53年6月
 4) 高野・森田・岸田「砂地盤中のNon-displacement Pile先端支持力に地盤の拘束条件が与える影響」第14回土質工学研究発表会 昭和54年6月

* 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