

先端根固め中掘り鋼管杭の先端支持力に及ぼす突起の影響

大阪大学大学院 学生員 ○大段 恵司  
 大阪大学大学院 正会員 小田 和広  
 大阪大学大学院 学生員 武川 修平

1. はじめに

掘削しながら鋼管杭を圧入する中掘り工法では、杭先端の処理として先端部分に根固めコンクリートが施工される。この時、掘削機器の違いによって杭先端に形成される根固めコンクリートの形状は異なる。現在、先端支持力に及ぼす根固めコンクリートの形状の影響については明らかになっていない。筆者らは、数値解析によって杭の先端支持力特性に及ぼす先端形状の影響について研究を進めている<sup>1)</sup>。本研究ではその一環として、杭の先端支持機構に及ぼす根固めコンクリートの先端の突起の影響について明らかにする。

2. 解析概要

本研究では、大阪府高石市において行われた先端根固め中掘り鋼管杭の現場載荷試験<sup>2)</sup>を解析対象として選んだ。杭は杭径 1.0m の鋼管であり、杭先端には鋼管と同径の根固めコンクリートが 1.0m の深さで支持地盤内に根入れされている。解析には弾塑性軸対称有限要素法を用いた。図-1 は本研究で使用した解析モデルを示している。今回の解析では先端支持特性に及ぼす根固めコンクリートの影響をできるだけ精緻かつ効果的に検証するため、根固めコンクリート先端下の地盤のみを解析対象とした。解析範囲は、半径方向には杭径の 10 倍である 10m、鉛直方向にも 10m とした。境界条件について、中心軸では半径方向のみ拘束、底面と側面は完全拘束とした。なお上面は根固

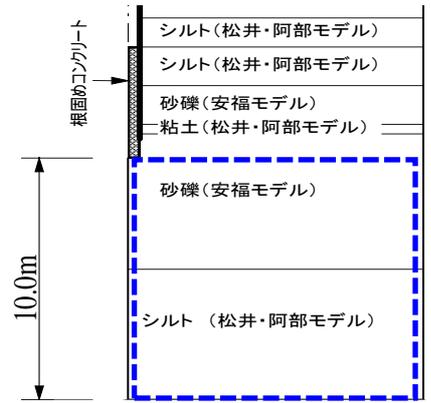


図-1 杭の先端下のみ解析モデル

めコンクリートが接する部分を除き自由とした。杭先端地盤のモデル化について、砂礫は安福らによって提案された弾塑性モデル<sup>3)</sup>、シルトは松井・阿部による弾塑性モデル<sup>4)</sup>によってモデル化した。解析では、根固めコンクリートの先端に接する部分に均一なる強制変位を与え、それを徐々に増加させる変位制御方式を用いた。なお、本解析モデルを使用した解析の妥当性、すなわち、現場載荷試験における杭先端での抵抗力と沈下量の関係に対する再現性については別論文において議論している<sup>5)</sup>。図-2 は、根固めコンクリート先端部分を模式的に示している。今回の検討では根固めコンクリート先端に円柱状の突起を設けた。そして突起の長さを変動パラメータとした。なお突起の径は 80cm に固定した。表-1 は解析

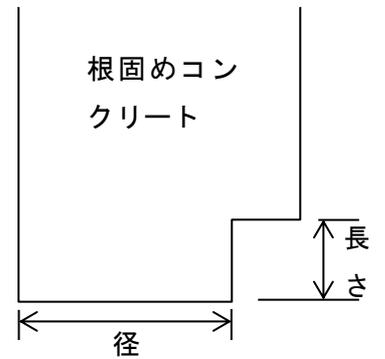


図-2 先端突起の形状

ケースを示している。本研究では、参考文献<sup>6)</sup>を参照し、現実施工される可能性のある範囲で根固めコンクリート先端の突起の諸元を定めた。T-00 は突起がなく根固めコンクリート底面がフラットである解析ケースであり、現場載荷試験の杭に対応している。T-10 から T-30 までは根固めコンクリート底面に突起のあるケースであり、その突起の長さはそれぞれ 0.1m, 0.2m および 0.3m である。

表-1 解析ケース

| 解析ケース     | 突起の径(m) | 突起の長さ(m) |
|-----------|---------|----------|
| Case T-00 | 0.0     | 0.0      |
| Case T-10 | 0.8     | 0.1      |
| Case T-20 | 0.8     | 0.2      |
| Case T-30 | 0.8     | 0.3      |

3. 解析結果

図-3 は先端抵抗力と沈下量の関係を示している。T-10 における先端抵抗力と沈下量の関係は T-00 におけるそれとほぼ一致している。一方、T-20 および T-30 における先端抵抗力と沈下量の関係は T-00 におけるそれよりも

キーワード 鋼管杭 根固めコンクリート 先端支持力

連絡先 〒565-0871 大阪府吹田市山田丘 2-1 大阪大学大学院工学研究科地球総合工学専攻 kodan@civil.eng.osaka-u.ac.jp

同一沈下量でやや大きな先端抵抗力を与えている。また、同一沈下量における先端抵抗力は T-30 の方が T-20 より大きい。沈下量が 100mm において T-00 の抵抗力に対し T-20 では約 5%、T-30 では約 10%の抵抗力の増加がみられた。図-4 は沈下量の増加に伴う根固め地盤における局所安全率分布の進展を示している。T-00 と T-10 では根固めコンクリート縁端部から鉛直下方に局所安全率が低下している。一方、T-20 と T-30 ではそこだけでなく突起の縁端においても局所安全率の低下が認められる。また、T-00 と T-10 に比べ、T-20 と T-30 では深い位置において局所安全率の低下が起こっている。

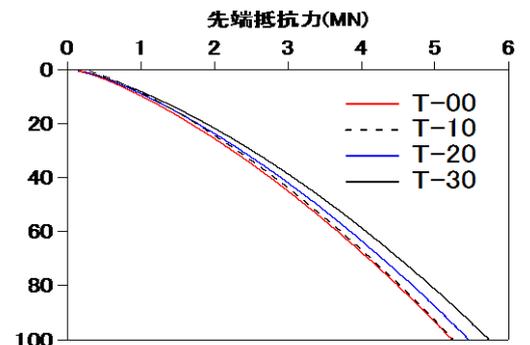


図-3 先端抵抗力と沈下量の関係

T-30 の方が T-20 よりも深い位置において局所安全率の低下が見られる。いずれのケースにおいても沈下量の増加とともに局所安全率が低下している部分は拡大している。T-00 と T-10 における局所安全率の分布の進展はほぼ一致している。ここで T-10 では、突起は局所安全率が低下している部分に囲まれるコアの内部に入っている。一方、T-20 と T-30 では突起の縁端部は局所安全率が低下している部分の中に入っている。つまり、T-10 では、突起は局所安全率が低下している部分の進展を防げないが、T-20 と T-30 では突起はそれを防げている。これが先端抵抗力を増加させたものと考えられる。なお、図中、根固めコンクリート先端から約 2m の位置において局所安全率が低下している部分があるが、これはこの部分に N 値が低い層が存在し、解析においてこれを忠実に再現しようとしたためである。

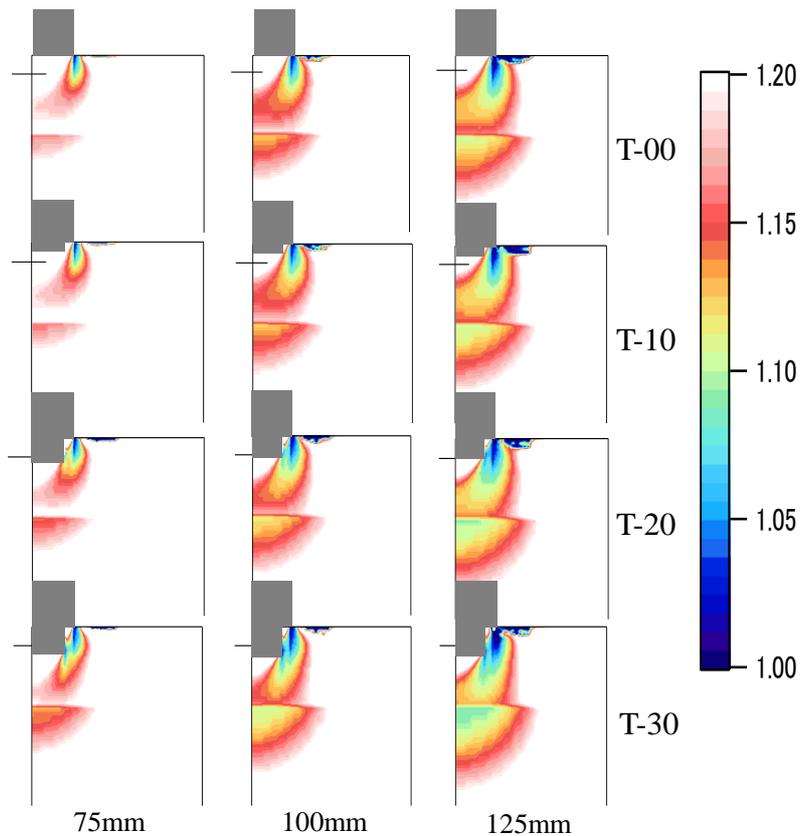


図-4 根固め先端地盤における局所安全率分布

4. まとめ

本研究から得られた主な知見は下記の通りである。

- ① 根固め先端突起が長くなるほど同一沈下量における抵抗力は増加する。ただし、先端突起の長さがある一定値に満たない場合、抵抗力は増加しない。
- ② 根固め先端突起が長くなるほど局所安全率の低下が広範囲に渡って起こる。

参考文献：

1) 阪神高速道路公団(1992)：高速湾岸線(南伸部)高石工区鋼管先板基礎(中掘り圧入工法)工事報告 2)Oda,K.(2012): Numerical simulation of field loading tests of cast-in-place bored piles with large diameter,IS-Kanazawa,pp. 859-866 3)Yasufuku,N. et.al.(1991):A stress-strain relationship for anisotropically consolidated sand over a wide stress region,soils and Foundations,Vol.31,No.4,pp.75-92. 4)Matsui,T.et.al.(1981):Multi-dimensional elasto-plastic consolidation analysis by finite element method,S&F,21,1, pp.79-95 5)大段他(2013):中掘り鋼管杭における先端地盤のみを対象とした解析モデルの妥当性,平成 25 年度土木学会関西支部年次学術講演会(投稿中) 6)鋼管杭教会(2006):鋼管杭の中掘り杭工法施工要領,鋼管杭教会