

支持地盤の拘束圧依存性を考慮した大口径場所打ち杭の支持力機構に関する解析的考察

大阪大学 大学院工学研究科 正会員

○小田 和広

1. はじめに

高拘束圧下の砂・砂礫は、それが初期状態においてのダイレイタンスーを示す密な状態であっても圧縮性の増大や負のダイレイタンスー挙動を示す。この特性は拘束圧依存性と呼ばれ、粒子破碎などに起因するものと考えられている。ところで、杭先端、特に杭底面の縁端部では応力集中により非常に高い圧力が発揮される。本研究では、支持地盤材料の拘束圧依存性の観点から大口径場所打ち杭の先端支持機構について数値シミュレーションを通じて考察を行う。

2. 解析概要

解析対象としては大阪市内で行われた場所打ち杭の現場載荷試験を選んだ。図-1は現場載荷試験が行われたサイトにおける地盤構成と杭の諸元を示している。杭は、N値が60以上の十分に厚い支持地盤に支持されている。解析では、この支持地盤を構成する礫混じり砂を安福らによって提案された弾塑性モデル¹⁾によってモデル化した。このモデルは、砂の力学挙動に及ぼす拘束圧依存性を表現できる。解析には、軸対称弾塑性有限要素解析手法を用いた。今回解析に用いた手法は既にいくつかの杭の現場載荷試験のシミュレーションに適用されており、その再現性能が確認されている²⁾。

3. 現場載荷試験のシミュレーション

図-2は杭先端における荷重～沈下量関係を示している。数値解析は現場載荷試験の結果とよく一致している。したがって、解析結果は現場載荷試験を忠実に再現しているものと考えられる。

4. 荷重～沈下挙動に及ぼす拘束圧依存性の影響

まず、拘束圧依存性の有無による荷重～沈下挙動の違いを検討するために、拘束圧依存性を考慮しないケースの解析を行った。図-3は杭先端での荷重～沈下挙動に及ぼす拘束圧依存性の影響を示している。図中、b-15su_Rは拘束圧依存性を考慮したケース(現場載荷試験の再現解析)、一方、b-15su_Pは拘束圧依

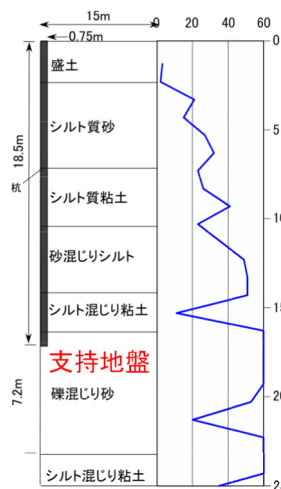


図-1 地盤構成と杭の諸元

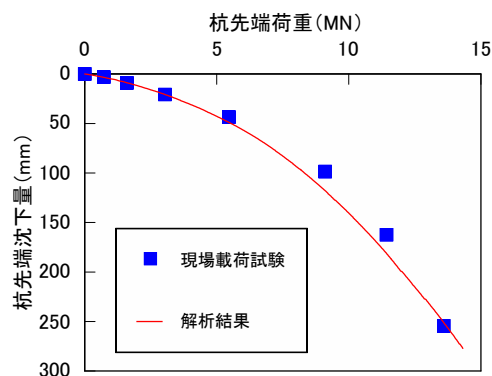


図-2 杭先端での荷重～沈下量関係

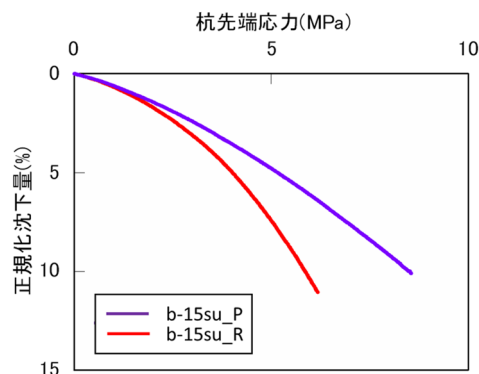


図-3 杭先端での荷重～沈下量関係に及ぼす拘束圧依存性の有無の影響

存性を考慮していないケースを示している。荷重レ

キーワード 地形分析, 数値標高モデル, 土石流, 統計分析

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 TEL: 06-6879-7624

ベルが低い場合には両者に違いはほとんど無い。しかし、荷重の増加に伴い拘束圧依存性を考慮しない、すなわち、高拘束圧下においてもダイレイタンスーが正である方が同一沈下量に対して大きな荷重を与えている。

5. 先端支持機構

図-4 は杭先端沈下量が杭径の 10%に達した時点における杭先端付近における体積ひずみの分布を示している。いずれも杭先端直下において顕著な体積ひずみが生じている。ただし、b-15su_Rの方が 0.01 以上の体積ひずみが生じている範囲が広い。

図-5 は杭先端沈下量が杭径の 10%に達した時点における杭先端付近における局所安全率の分布を示している。b-15su_R では杭先端の縁端部付近から杭先端直下の杭中心軸に向けて局所安全率が低下した領域が顕著に生じている。一方、b-15su_P では、杭縁端部の周辺のみ局所安全率の低下が認められ、杭先端直下の部分ではその低下が認められない。

図-6 は杭先端沈下量が杭径の 10%に達した時点における杭先端付近における平均主応力の分布を示している。いずれのケースにおいても杭先端直下において非常に大きな圧力が生じている。特に、縁端部直下においてそれは顕著である。なお、杭先端荷重が大きい b-15su_P の方が平均主応力は大きい。

ところで、図-4 に示す体積ひずみは等方的な圧縮による成分とダイレイタンスーによるものの合計として与えられる。図-6 から分かるように等方的な圧縮による体積ひずみは作用している平均主応力に依存するのでむしろ b-15su_P の方が大きい。一方、ダイレイタンスーによるものは局所安全率に依存する。すなわち、局所安全率が低い、すなわち、応力比が高いほど大きなダイレイタンスー効果が働く。すなわち、b-15su_R では拘束圧依存性による負のダイレイタンスーが杭先端直下で働き、圧縮の体積ひずみが生じる（図-5 参照）。一方、b-15su_P ではダイレイタンスーの効果が顕著でなく、また、膨張側に働く。その違いが図-4 に示す体積ひずみ分布の違いを引き起こし、その結果として支持力の減少をもたらしたものと考えられる。

5. まとめ

本研究では、大口径場所打杭の杭先端での支持機構について支持地盤の拘束圧依存性の観点から考察

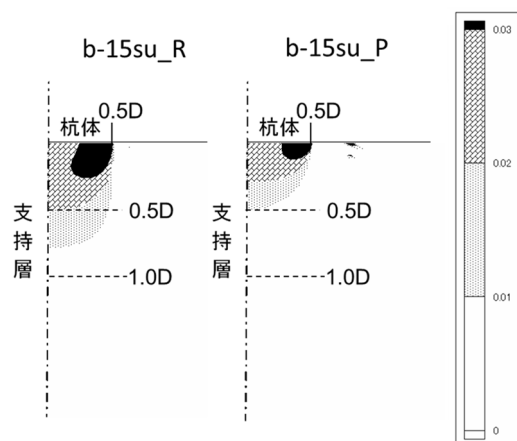


図-4 杭先端付近における体積ひずみの分布

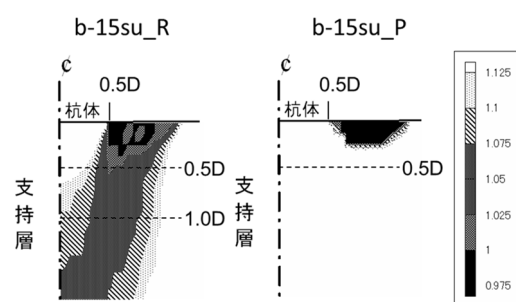


図-5 杭先端付近における局所安全率の分布

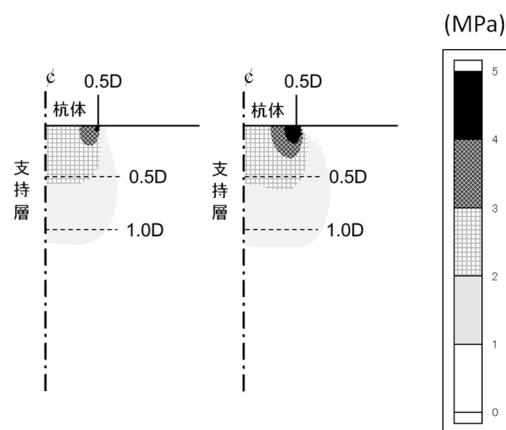


図-6 杭先端付近における平均主応力の分布

し、ダイレイタンスーの変化が支持機構に顕著な影響を与えることを明らかにした。

参考文献

- 1) 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.
- 2) 松井保, 小田和広, 吉澤幸仁 (1993) : 大口径場所打ち杭の先端支持特性に及ぼす支持層の拘束圧依存性の影響, 第 28 回土質工学研究発表会 平成 5 年度発表講演集, pp. 1629-1630.