

III-356 中掘り杭の先端支持特性におよぼす根固めコンクリート強度の影響

大阪大学大学院 学生員 ○舟引真人
大阪大学工学部 正員 松井 保
大阪大学工学部 正員 小田和広
阪神高速道路公団 正員 中林正司

1. はじめに 中掘り杭の先端処理方法には、最終打撃方式、根固め球根を築造するセメントミルク噴出攪拌方式、コンクリート打設方式の3種類がある¹⁾。このうち、セメントミルク噴出攪拌方式による根固め球根の築造方法には種々の工法が開発されている。現在までのところ、施工方法の違いが根固めコンクリートの強度に及ぼす影響については明らかにされておらず、また、根固めコンクリートの強度特性と杭の先端支持特性の関係も明らかにされていない。本研究では、シミュレーション解析を通じ、根固めコンクリートの強度が先端支持特性に及ぼす影響について検討が行われている。

2. 解析モデル 今回、解析モデルとして選んだものは、阪神高速道路大阪湾岸線南伸部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²⁾である。図-1は解析モデルを示している。地盤材料に関しては、砂および砂礫はtij-sand-model³⁾、粘性土は松井・阿部による弾塑性モデル⁴⁾によってモデル化されている。地盤と杭との間にはジョイント要素⁵⁾を配置し、両者の間の不連続性を考慮できるようにしている。根固めコンクリートは、弾性体（シリーズA）およびvon Misesによる降伏関数に従う弾塑性体（シリーズB）としてモデル化されている。根固めコンクリートの弾性係数および圧縮強度は、それぞれ $1.5 \times 10^5 \text{ kgf/cm}^2$ および 60.0 kgf/cm^2 とした⁶⁾。

3. 数値解析の信頼性⁷⁾ 数値解析の妥当性を検証するため、根固めコンクリートを弾塑性体（シリーズB）として現場載荷試験のシミュレーション解析を行った。図-2および3は、杭先端での荷重～沈下量関係および杭先端荷重と杭先端地盤の鉛直変位の関係を示している。いずれの関係においても実測値と解析値は比較的よく一致している。したがって、数値解析は現場載荷試験における先端支持地盤の変形挙動を良好に表現することができると言えられる。

4. 支持層厚と先端支持力の関係 杭先端支持力に及ぼす支持層厚の影響を調べるために、層厚のみをパラメータとしたパラメトリックスタディーを行った。図4および5はシリーズAおよびBにおける、おのおのすべてのケースの杭先端での荷重～沈下量関係を示している。図中の記号hは支持層厚、Dは杭径を示す。

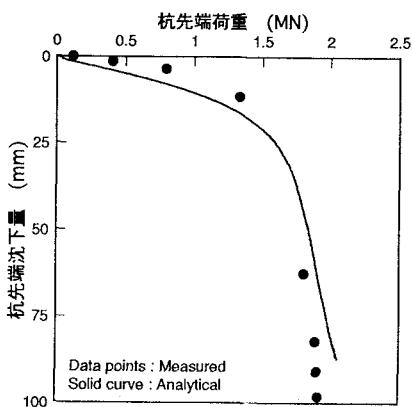


図-2 杭先端での荷重～沈下量関係

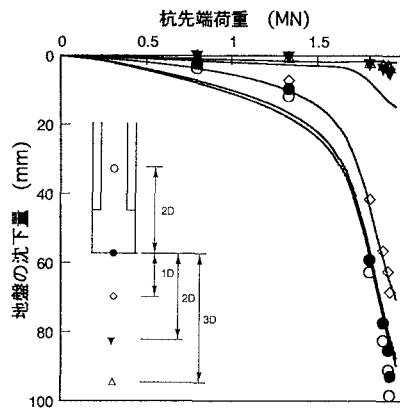


図-3 杭先端地盤の鉛直変位の関係

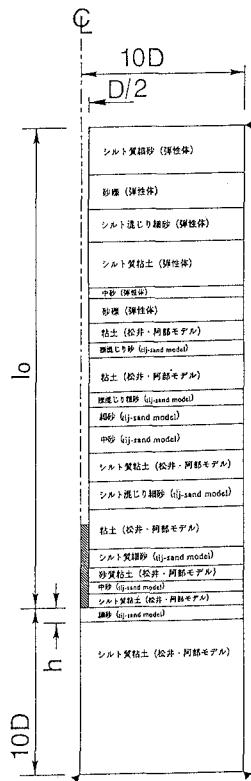


図-1 解析モデル

示している。シリーズAでは、支持層厚が杭経の5倍になるまで、杭先端支持力は支持層厚の増加とともにない増加している。シリーズBでは、支持層厚が杭経の2倍以上のケースにおいて、杭先端での荷重～沈下量関係はほぼ等しく、荷重～沈

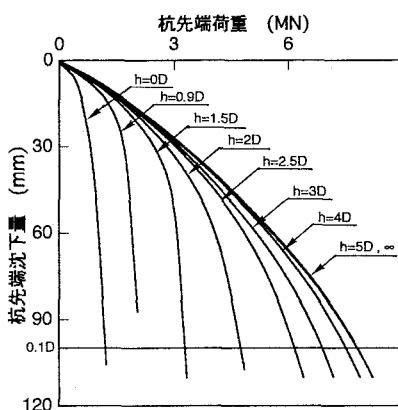


図-5 杭先端での荷重～沈下量関係
(シリーズB)

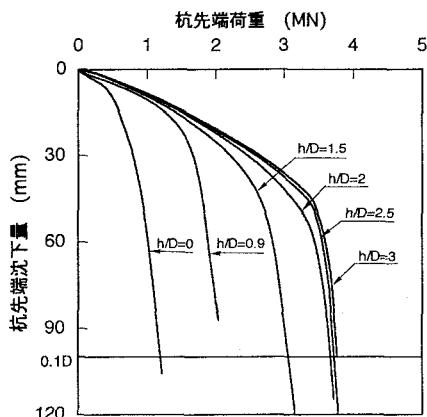


図-4 杭先端での荷重～沈下量関係
(シリーズA)

下量関係に及ぼす支持層厚の影響がほとんど認められない。そして、支持層厚が杭経の2倍以上のケースにおける荷重～沈下量関係は、杭先端荷重が約3.6MNに達したときに降伏している。また、沈下量が杭経の10%に達したときの杭先端荷重は、支持層厚が杭経の1.5倍まではシリーズAおよびBともにはほぼ等しいが、支持層厚が杭経の2倍以上になると大きく異なる。

図-6は支持層厚が杭経の2.5倍のケースにおける降伏時の根固め球根の破壊域の分布を示している。鋼管部分より下のコンクリートの部分は全て破壊していることがわかる。図-7はこの荷重レベルにおける杭先端地盤の破壊域の分布を示している。支持層内の破壊域はその下の粘土層まで達していない。筆者らの研究⁸⁾によると支持層厚が杭経の3倍までの薄層支持杭の場合、杭先端地盤の降伏は支持層内の破壊域がその下の粘土層に達することによって生じることが明らかにされている。したがって、根固め球根の破壊が杭先端での荷重～沈下量関係における降伏を引き起こしたと考えられる。

5.まとめ 本研究を通じ、根固めコンクリートの強度が比較的小さい場合、それは杭先端支持力に顕著な影響をおよぼすことが示された。

参考文献：1)日本道路協会, 1992: 杭基礎施工便覧, 2)古池正宏ほか, 1991.“大径・中掘り・薄層支持鋼管杭の載荷試験”, 土木学会第46回年次学術講演会講演概要集第3部, pp.828-829. 3)Nakai, T. 1989. "An isotropic hardening elastoplastic model for sand considering the stress path dependency in three-dimensional stresses", Soils & Foundations, Vol.29, No.1, pp.119-137. 4)Matsui, T. & N. Abe, 1981. "Multi-dimensional elasto-plastic consolidation analysis by finite element method", Soils & Foundations, Vol.21, No.1, pp.79-95. 5)Goodman, R.E. et al., 1968. "A model for the mechanics of jointed rock", ASCE, SM3, pp.637-659. 6)阪神高速道路公団, 1992: 高速湾岸線(南伸部)高石工区鋼管矢板基礎(中掘り圧入工法)工事報告 7)松井 保他, 1993: 先端根固め中掘り鋼管杭の薄層支持特性に関する研究, 第28回土質工学研究発表会(投稿中) 8)Matsui, T. & K. Oda, 1991. "End bearing mechanism of bored pile on thin bearing layer", Proc. 9th Asian Regional Conference, ISSMFE, pp.251-254.

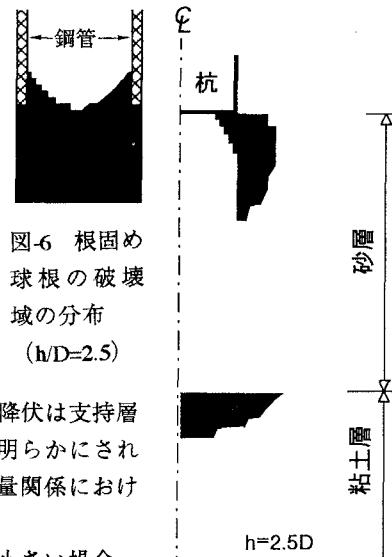


図-6 根固め球根の破壊域の分布
(h/D=2.5)

図-7 杭先端地盤の破壊域の分布
(h/D=2.5)