

杭基礎の薄層支持力機構に関する研究

大阪大学工学部 正会員 松井 保
 大阪大学工学部 正会員 ○小田和広
 大阪大学工学部 学部学生 安井啓祐

1. はじめに

近年、関西新空港を代表とした大阪湾ベイエリアの開発が盛んになってきている。この大阪湾域部の地盤は、粘土層と砂礫層の互層となっており、砂礫層厚が薄く明確な支持層を持たないことが多くの調査から確かめられている。そこで本研究では、このような支持層が明確でない地盤に建設される杭基礎の鉛直支持力特性を検討する手始めとして、薄層に支持される杭基礎のモデル解析を行ない、その鉛直支持特性について考察を行なったので、以下に報告する。

2. 解析モデル

図-1に示すように、杭長 $l_0=40\text{m}$ 、杭径 $D=1.2\text{m}$ の場所打ち杭が、厚さ h の砂層に支持されるケースを解析モデルとしている。地表面から杭先端までと支持層より下方の地盤は、正規圧密状態にある粘土でモデル化しており、松井・阿部によって提案された弾塑性モデル¹⁾を使用している。支持層の砂層は、中井・松岡によって提案された T_{ij} -Sand Model²⁾を使用してモデル化している。また、ジョイント要素を杭と地盤との間に挿入し、その不連続性を考慮できるようにしている。解析に用いたパラメータを表-1に示す。本解析では、計算容量の効率化と計算時間の短縮のため、大規模構造計算で用いられるサブストラクチャー法³⁾を弾塑性多次元圧密有限要素解析に適用して解析を行なっている。

	CLAY	SAND
λ	0.25	
κ	0.025	
C_t		0.0084
C_s		0.0060
m		0.3
ϕ	30.0°	40.5°
α		0.85
D_r		-0.60
e_s	1.7	0.68
ν	1/3	0.25

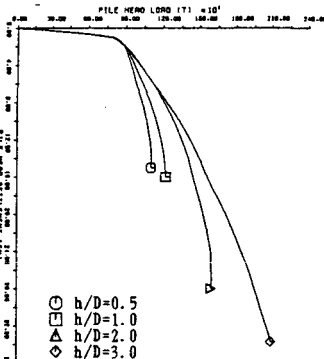


図-2 杭頭荷重-沈下量関係

3. 解析結果

解析は、支持層厚と杭径の比(h/D)が0.5, 1.0, 2.0, 3.0の4つのケースについて行なった。図-2に杭頭での荷重-沈下量関係を示す。本解析では、杭先端での支持力特性に注目しているため、すべての解析ケースについて周面摩擦力を一定として解析を行なっている。このため、図に示すように、杭頭沈下量が約1.5cmの点で、すべての解析ケースの杭頭荷重-沈下量関係は同一の変曲点を持っており、

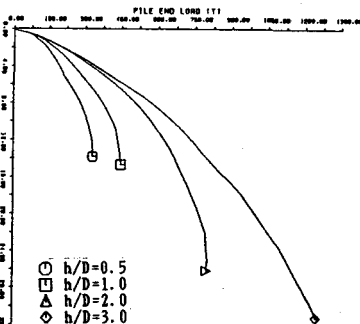


図-3 杭先端荷重-沈下量関係

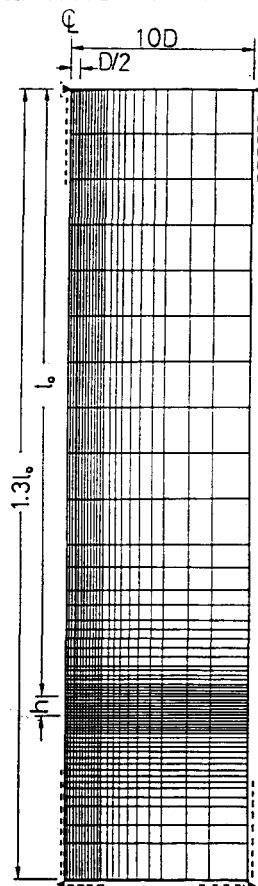


図-1 要素分割図

Tamotsu MATSUI, Kazuhiro ODA, Keisuke YASUI

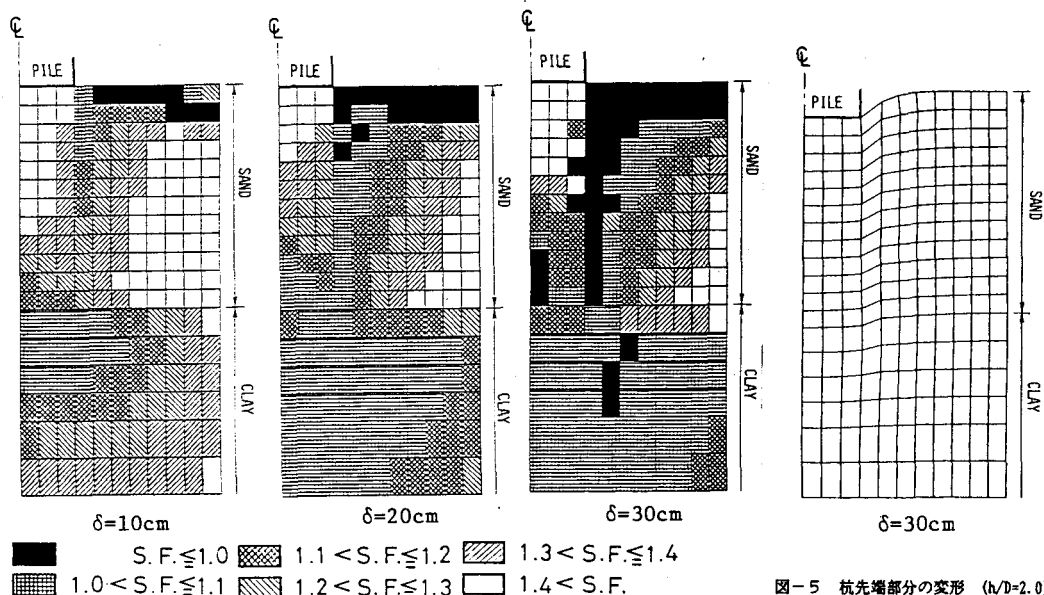


図-4 杭先端部分の安全率の分布 ($h/D=2.0$)

図-5 杭先端部分の変形 ($h/D=2.0$)

この状態において周面摩擦力がすべてモビライズされたことを示している。図-3に杭先端での荷重-沈下量関係を示す。図-3から分かるように、杭先端での支持力は支持層が厚くなるのにしたがって増加し、また最大支持力を発揮する沈下量も層厚の増加とともに大きくなる。

次に、杭先端での支持機構を調べるために、 h/D が2.0のケースの杭頭沈下に伴う杭先端地盤の安全率の分布について検討した。図-4は杭先端地盤の安全率の分布を示している。図から分かるように、砂層の部分では、沈下量が增大しても杭体直下の要素の安全率の低下は生じず、圧縮されたコアが生じている。しかし、その外側の部分では、安全率の低下が生じている。特に、砂層部分において、杭体直下の要素群をとり巻く要素群(中心から4つ目の要素群)の安全率の低下が著しく、沈下量の増大とともに、鉛直下方に向かって安全率が低下していく様子が分かる。また、粘土層においても安全率の低下が拡大していく様子がよく分かる。図-5に杭先端地盤の変形図を示す。図から分かるように砂層部分においては、前述した要素群が、あたかも単純せん断を受けたように変形している様子がよく分かる。したがって、この解析ケースにおいては、パンチング破壊が生じていると推察される。また、図-4において、鉛直方向に広がる破壊領域とは別に、支持層の上部において水平方向に広がる破壊領域があるが、これは、図-5から分かるように、杭の沈下に伴う周辺地盤の引きこみによる有効拘束圧の減少によって起こると考えられる。同様の傾向は、今回解析したすべてのケースについて認められた。

4. 結論

今回の解析結果より、支持層が薄層である杭の先端支持機構は、パンチング破壊によって支配されることが推察された。今後、現場載荷試験結果に基づく解析を行い、本解析結果の妥当性を検証するとともに、各種パラメータを選び、パラメトリックスタディーを行なうことによって杭基礎の薄層支持力機構の特性ならびに問題を明らかにしていきたい。

参考文献: 1) Matsui, T. & Abe, N.: "Multi-Dimensional Elasto-Plastic Consolidation Analysis by Finite Element Method", Soils & Foundations Vol. 21 No. 1, 1981 2) 中井照夫、松岡元: "ひずみ増分方向の応力経路依存性を考慮した砂の弾塑性構成式(その1)", 第39回年次学術講演会講演概要集, pp7-8, 1984 3) Noor, A.K., Kamel, H., Fulton, R.E.: Substructuring Techniques-Status and Projections, Computers & Structures, Vol. 8, No. 5, 1978 pp. 621-632