

III-494

シミュレーション解析による杭基礎の薄層支持機構に関する研究

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
阪神高速道路公団 正会員 中林 正司
大阪大学大学院 学生員 ○下山 貴史

1. はじめに

近年、大阪湾南部の開発が盛んに行われている。この大阪湾南部の地盤は、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数多くの地盤調査より明らかにされている。現在までに筆者らは、薄層に支持される杭基礎の支持力評価に対する数値解析手法の適用性の検討を行い、非常によい結果を得ている¹⁾。そこで本研究は、支持層厚が支持力におよぼす影響について検討するため、層厚を変化させた杭基礎のシミュレーション解析を行っている。

2. 解析モデル

解析対象は、阪神高速湾岸線南伸部脇浜工区において行われた現場載荷試験²⁾に基づき、これをモデル化したものである。解析モデルは図-1に示す通りであり、杭長 $l_0=35.78\text{m}$ 、杭径 $D=1.2\text{m}$ の鉄筋コンクリート場所打杭が砂礫層で支持される場合を考えている。今回、砂礫層の実質の層厚 h を $1D$ 、 $2D$ 、 $3D$ および無限大に変化させたケースと砂礫層がまったく存在しないケースの合計5つのケースについて解析を行っている。また、解析手法は、既報³⁾において適用性が確認された手法を用いている。

3. シミュレーション解析

図-2に杭頭荷重-杭頭沈下量関係を示す。杭頭荷重-杭頭沈下量関係は、すべての支持層厚に対し、A点において同一の変曲点を持つことが分かる。これは、A点の段階において、杭周面の摩擦力が部分的に完全にモビライズしはじめたためであると考えられる。このとき、杭先端にまで伝達されている荷重は30tonほどであり、したがって、A点までは、杭はほとんど周面地盤によって支持されていると考えられる。

図-3に杭先端荷重-杭先端沈下量関係を示す。支持層が無限大である場合、この関係は解析の範囲内で線形的な関係になっている。一方、支持層が薄層である場合は、途中まで支持層が無限大の荷重-沈下量関係とほぼ同一な関係を保っているが、沈下量が増大するにつれて、分岐して沈下量が大きくな

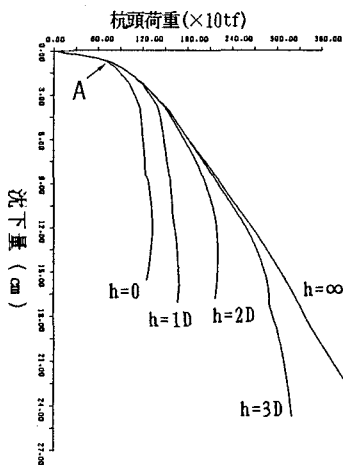


図-2 杭頭荷重-杭頭沈下量関係

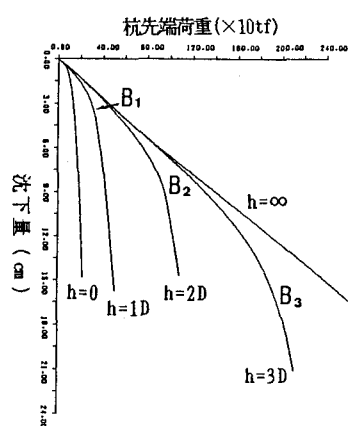


図-3 杭先端荷重-
杭先端沈下量関係

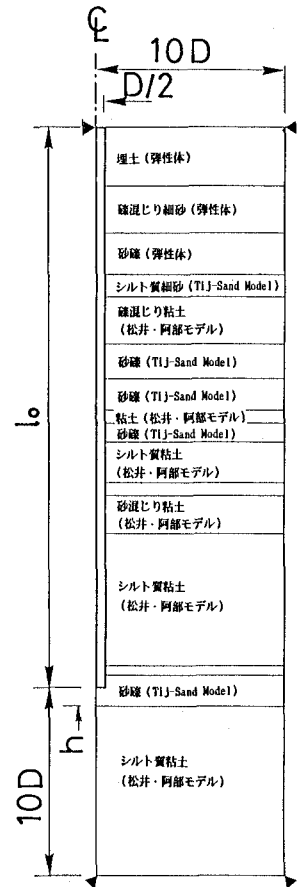


図-1 解析モデル

ることが分かる。それぞれの荷重－沈下量関係の変曲点（図中B₁、B₂、B₃点）における杭先端部分の破壊した要素（局所安全率が1.0より小さい要素）の分布を図-4に示す。図から分かるように、いずれのケースにおいても杭先端直下の支持層を取り巻く部分が破壊しており、かつその破壊した部分が粘土層まで達しているの、いわゆるパンチングせん断破壊が卓越していると思われる。したがって、杭先端での荷重－沈下量関係の分岐は、支持地盤の降伏（破壊した要素が粘土層まで達する）によって生じると考えられる。このため、支持層厚の増加にともない、支持力が増加することが理解される。

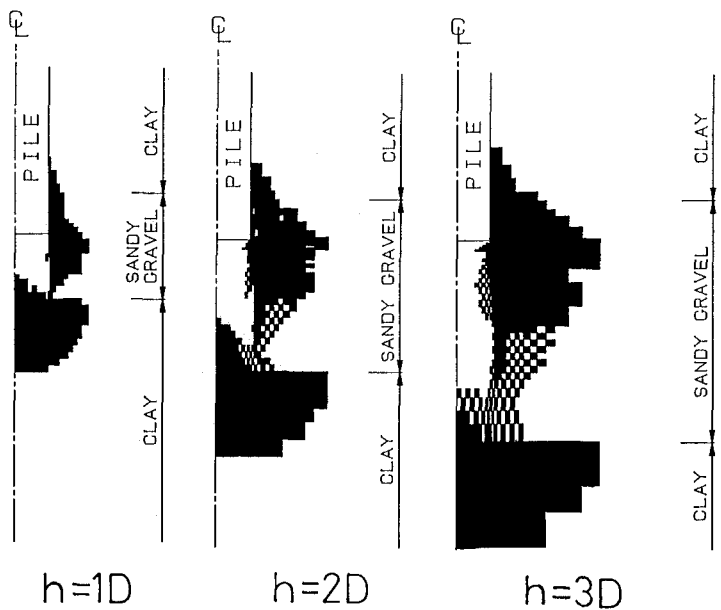


図-4 杭先端地盤における破壊領域の分布

図-5に支持層厚と杭径の比(h/D)と杭先端支持力度の関係を示す。

図中、本解析値とあるのは、杭頭沈下量が杭径の10%となった点での値である。また、図中には、山口⁴⁾によって提案されたパンチング破壊と分散破壊の支持力度のそれぞれの計算値も示されている。本解析値の結果によれば、杭先端支持力度は h/D の増加とともに単調に増加するが、特に $1 \leq h/D \leq 3$ ではほぼ線形的に増加する。しかし、 $h/D > 3$ ではその増加は大きくないと考えられる。

本解析値とパンチング破壊の値とは、 h/D が1より小さい範囲では、後者の値が少し大きい傾向的にはほぼ一致すると考えられるが、 h/D が1より大きくなるとパンチング破壊の値は過小に評価する結果となる。一方、分散破壊については、分散角を 30° として計算した場合、かなり過大に評価していることが分かる。また、解析値と一致するように分散角を決定すると、ほぼ 13° となる。これは、本解析において薄層の砂礫層が分担している支持力が、分散角という概念を導入することによって見かけ上表現できているものと考えられる。

4. あとがき

今回の研究により、支持層厚が杭径の約3倍程度までは、薄層支持としての影響が大きいことが推察された。その際の先端支持機構は、パンチング破壊が卓越していることが示唆された。今後、杭径、支持地盤の変形・強度特性等といった各種パラメータによる、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を明らかにするとともに、合理的な設計法を開発していきたい。

参考文献：1) 松井保、小田和広、古池正宏、安井啓祐：“杭基礎の薄層支持に関する解析的研究”，土木学会第44回年次学術講演会講演概要集，pp. 828～829 2) 広瀬鉄夫、古池正宏、阿部知之：“薄層支持杭鉛直載荷試験報告”，土木学会第44回年次学術講演会講演概要集，pp. 830～831 3) 松井保、小田和広、安井啓祐：“杭基礎の薄層支持力機構に関する解析的研究”，第24回土質工学研究発表会，pp. 1269～1270 4) 山口柏樹：“深い基礎の支持層厚さの評価法”，第21回土質工学研究発表会，pp. 1171～1172

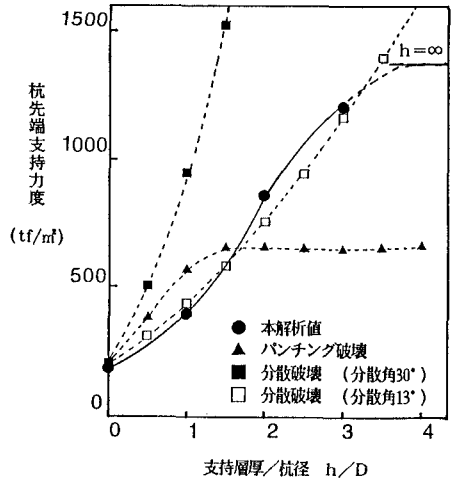


図-5 h/D と杭先端支持力度の関係