

砂杭を打設された軟弱粘土地盤の圧密機構について

大阪大学工学部 松井 保
大阪大学工学部 ○ 阿部 信 晴

1. まえがき

砂杭を打設された軟弱粘土地盤の圧密は、砂杭と軟弱粘土の剛性や変形特性が異なるために両者の相互作用を伴う多次元圧密となる。したがって、その圧密機構については不明な点が少なくない。本報告は、有限要素法による多次元圧密解析結果から砂杭を打設された複合地盤の圧密機構を考察したものである。

2. 解析モデルと解析条件

解析モデルとしては、直径40cmの砂杭を中心に配置した軸対称モデルを用いている。砂杭の配置は3.0mピッチの正方形配置を想定しており、したがって、解析領域は等価有効円直径 $d_e = 3.4\text{m}$ としている。また、地盤深さは $H = 6.8\text{m}$ である。載荷は剛性の高い等分布荷重(単位重量: 2.0tf/m^3)が 1.0m/日 の載荷速度で $h = 1.0\text{m}$ まで載荷される。排水面は地盤表面のみであり、排水は載荷開始時から始まるものとする。初期応力状態は、 $\sigma_{v0} = 45\text{tf/m}^2$ とし、簡単のため地盤内で一定としている。そして、軟弱粘土は K_0 状態、砂杭は等圧状態と仮定している。

軟弱粘土、砂杭の構成式としては、それぞれ、弾塑性、弾性構成式が用いられており、砂杭に関しては、初期弾性係数 E_0 が 162tf/m^2 (CASE-II)、 720tf/m^2 (CASE-I)と仮定されている。多次元圧密解析法、弾塑性構成式、 α 係数などの詳細は文献(1, 2, 3)を参照されたい。

3. 解析結果と考察

図-1は沈下曲線を示したものである。図中の黒丸の曲線は砂杭のない場合のものである。砂杭の剛性の高いCASE-Iの方が、沈下量も小さく、圧密の終了時間も短い。しかし、これは砂杭への応力集中に起因するものである。図-2は地盤底面で定義される荷重分担比 α の経時変化を示したものであり、 α は時間とともに増加し、圧密終了時に最大値を示

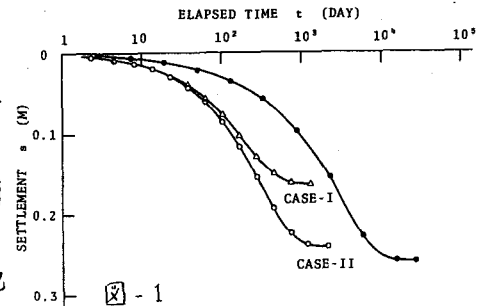


図-1

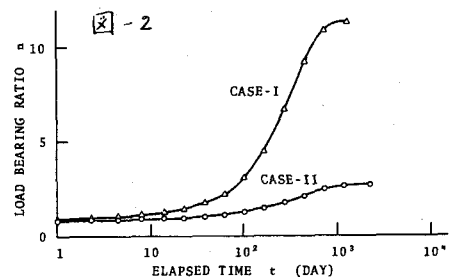


図-2

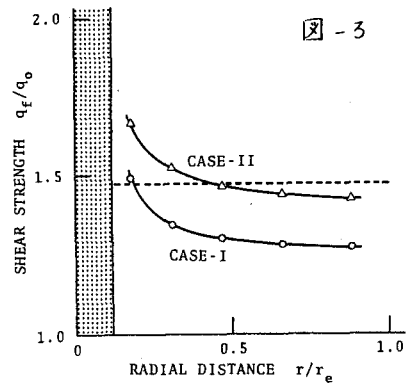


図-3

す。当然、剛性の高い砂杭の CASE-I が大きい値を示している。この砂杭への応力集中によって、軟弱粘土の圧密応力は時間とともに減少することになる。したがって、砂杭を打設された軟弱粘土地盤の圧密終了時せん断強度及びその分布は砂杭のない場合とは異なる。図-3 は地盤深さ $1/2$ における圧密終了時のせん断強度の分布を示したものである。図中の破線は砂杭のない場合のものである。せん断強度は圧密終了時の間隙比と応力状態の影響を受ける。図-4a, b は CASE-II の場合の応力経路を示したものである。要素の位置は図中に示されている。以上のように、剛性の高い砂杭を打設することは軟弱粘土のせん断強度を増加させるという点からは好ましいことではない。このため、サンドドレーン工法ではゆるい砂杭の打設が推奨されている。しかし、そのような場合、載荷荷重の大きさによっては砂杭の破壊が生じると考えられる。図-5, 図-6a, b は、砂杭の構成式として Lade のモデルを用いた解析結果であるが、明らかに砂杭のひずみ軟化に伴う荷重分担比の減少が生じている。このような挙動は実験結果や模型実験結果においても認められている。

4. 参考文献

- 1) Matsui, Abe: Soils and Foundations, Vol. 21, No. 1, 1981, pp. 79-95
- 2) 松井・阿部: 第17回土質工学研究発表会, 昭57, pp. 173-176
- 3) 松井・阿部: 第37回土木学会年次講演会, 昭57, pp. 169-170
- 4) Lade: Int. J. Solid Structures, Vol. 13, 1977, pp. 1019-1035
- 5) 松井・阿部: 第18回土質工学研究発表会, 昭58
- 6) 赤井・大西・安川: 京大防災研年報第21号, 昭53, pp. 19-35
- 7) Akai et al: Proc. 6th ARC, 1982, pp. 129-132

