

愛媛大学 大学院 武智 彰  
 " 工学部 八木 則男  
 " " 矢田部 龍一

### 1. まえがき

軟弱粘性土地盤の改良工法として、サンドコンパクションパイル工法は非常に多く使われている。この工法には、地盤の圧密促進効果があるとともに、圧密下量の低減と支持力増加の効果があることが室内実験や現場観測により明らかにされている。複合地盤の鉛直荷重に対する圧密挙動や支持力特性に関しては多くの研究が見られるが、水平荷重が作用した時の複合地盤の挙動に関しては未解明な点が多い。著者らは水平荷重を受けた複合地盤の挙動についての研究を行っているが、模型複合地盤に対する単純せん断試験結果は既に報告した<sup>1)</sup>。そこで、複合地盤の安定計算を行う場合、地盤内の初期応力状態を明らかにしておく必要がある。そこで、圧密時の砂中および粘性土中の鉛直応力の分布、水平応力や圧密挙動を調べる目的で模型土槽による圧密試験を行ったので報告する。

### 2. 実験装置, 実験方法

実験装置の概略図を図-1に示す。土槽は外径50cm、土圧計(5コ)、水圧計(1コ)が図のように配置されている。上部載荷板は鉄板で剛性載荷であり、砂杭部分、粘性土部分別々に載荷されるようになっている。ロードセルにより砂杭部分への荷重を、エア-シリンドーにより全体荷重を測定している。土圧計は底板に固定して排水用の砂層内に埋め込まれている。土槽の内面にはグリースを塗布し摩擦を減らしている。試料は豊浦標準砂と八幡砂混合の海成粘土を用いた。粘土の物性は $w_L=62.0\%$ ,  $w_p=28.2\%$ 、粒度分布は粘土分41%, シルト分48%, 砂分11%である。実験の手順、方法は次のようである。まず、図-1の粘土部分を初期圧密圧力 $P_0$  (0.1, 0.2  $\text{kg/cm}^2$ )で予圧し、圧密が終了した後砂杭を設ける。砂杭の直径は26cm、置換率 $Q$ は34%である。砂杭の間隙比は、*loose* ( $e=0.88$ ), *dense* ( $e=0.63\sim0.68$ )の2通りである。砂杭設置後、圧密圧力を順に0.09, 0.18, 0.36, 0.54  $\text{kg/cm}^2$ と増加し、各荷重段階で沈下量と砂杭に作用する荷重それに鉛直、水平応力、間隙水圧を測定する。最終段階の圧密終了後、供試体を取り出し供試体を輪切りにして、砂杭の断面積ならびに粘土の一軸強度等を調べた。

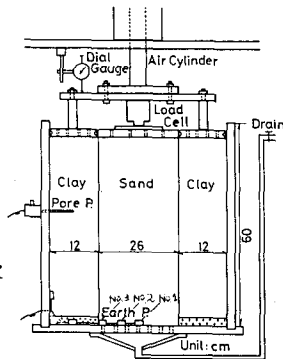


図-1 実験装置概略図

### 3. 実験結果

応力分担比: 各圧密段階終了時の応力分担比 $n$ とその時点の圧密ひずみ $\epsilon_v$ の関係を図-2a, bに示す。2aは初期圧密圧力 $P_0$ が0.1  $\text{kg/cm}^2$ 、2bは0.2  $\text{kg/cm}^2$ のものである。実験数が少ないので結論はだせないが次のようなことがいえると思われる。

#### i) $n$ が $\epsilon_v$ により変化する。

砂杭の間隙比がゆるい、密にかかわらず $n$ は $\epsilon_v$ の増加とともに増大している。

これは砂の強度がひずみに依存することが現れているからであろう。密な砂杭の場合、砂が降伏すれば $n$ は低下することも考えられる。

#### ii) 砂杭の初期間隙比が小さいほど $n$ が大きい。

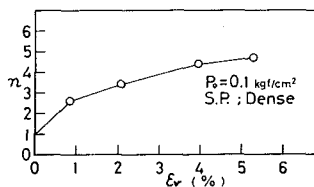


図-2a 応力分担比 $n$ と圧密ひずみ $\epsilon_v$ の関係

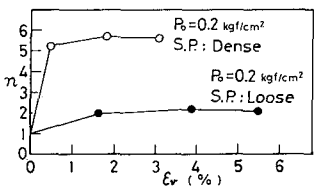


図-2b 応力分担比 $n$ と圧密ひずみ $\epsilon_v$ の関係

密な砂杭の方がゆるい砂杭に比べて $\eta$ は大きく、砂の剛性や内部摩擦角の大小が $\eta$ に忠実に現われている。

鉛直応力分布：図-3a,bに砂杭中、粘土中の鉛直応力と時間の関係を示す。両図とも初期圧密圧力 $P_0$ は $0.2 \text{ kg/cm}^2$ で、3aは密な砂杭、3bはゆるい砂杭である。砂杭中の鉛直応力分布をみると初期間隙比にかかわらず同様の傾向を示している。オ1段階の圧密の載荷直後には砂杭の中心(測点No.1)で最大の鉛直応力が発生しているが、圧密の進行とともに砂杭の端の部分(測点No.3)、すなわち粘土との境界の部分の鉛直応力が最大となる。そして、圧密のオ2段階以降では測点No.3で鉛直応力が最も大きく、ついで測点No.1そして中間の部分(測点No.2)の順になっている。測点No.3では測点No.2の4~5倍程度の鉛直応力を示す。砂杭の端の部分で鉛直応力が大きくなる理由として、粘土の圧密坑下の影響も考えられるが詳しいことはわからない。粘土部分の鉛直応力は圧密の進行とともに若干減少する傾向にある。いずれにしろ、砂杭内の初期の鉛直応力分布は不均一であると思われる。また、せん断時に砂杭内のせん断応力分布は一樣でないことは既に指摘したが、これらを考えあわせると従来の一樣という前提での設計法は今後検討されるべきであろう。

粘土中の水平応力：図-4に $P_0 = 0.1 \text{ kg/cm}^2$ で密な砂杭を設置した複合地盤の粘土部分での $k$ 値( $\sigma_h/\sigma_v$ )と時間の関係を示す。 $k$ 値は時間の経過とともに低下し各段階の圧密終了時には $0.2 \sim 0.4$ 程度という意外に小さい値を示している。この理由として水平応力の測点と鉛直応力の測点が異なる(土槽側壁と粘土部中央)ことが考えられる。

砂杭の形状：最終段階まで圧密したのちの砂杭の形状を図-5に示す。これは $P_0 = 0.2 \text{ kg/cm}^2$ で密な砂杭の場合である。これから次の傾向が明らかである。まず、砂杭は圧密坑下とともに太くなる。そして、鉛直ひずみは、半径方向のひずみより大きく、砂杭は主軸変形状態にある。また、自重の影響によるのか砂杭は下部の方が太くなっている。

#### 4. あとがき

水平荷重を受けた複合地盤の挙動を明らかにするため、今回複合地盤内の初期応力状態を定める目的で模型複合地盤に対しての圧密試験を行った。その結果、砂杭内の鉛直応力分布は一樣でないこと等が明らかになった。今後、測点をふやして砂杭内の水平応力の分布等も調べてみたい。

#### 参考文献

- 1) 八木、矢田部、武智：複合地盤の単純せん断特性、オ1回土質工学会発表講演集、1983。

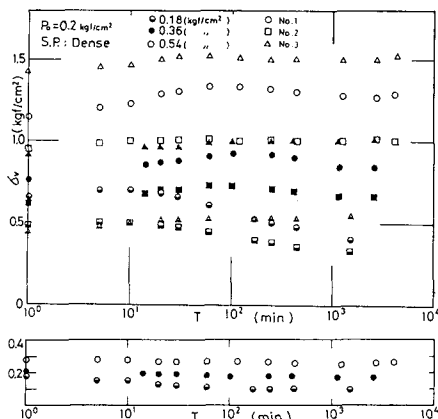


図-3a 鉛直応力と時間の関係  
(上段:砂, 下段:粘土)

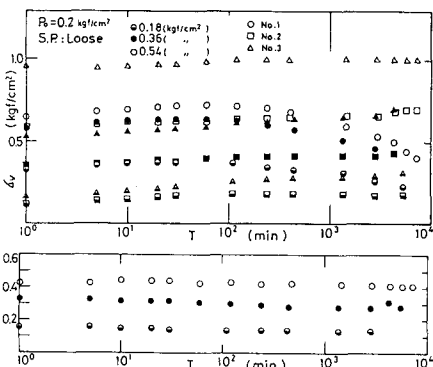


図-3b 鉛直応力と時間の関係  
(上段:砂, 下段:粘土)

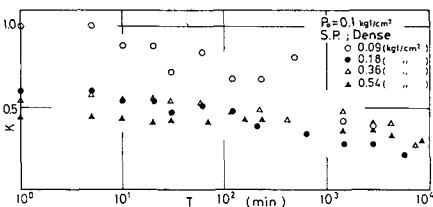


図-4  $k$ 値と時間の関係

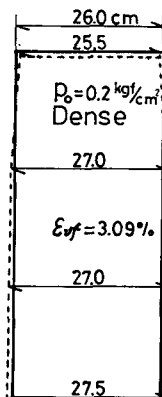


図-5  
砂杭の形状