

京都大学工学部

正員 赤井 浩一

京都大学工学部

正員 ○大西 有 三

京都市立伏見工業高校

正員 安川 郁夫

1. はじめに

粘土層に砂柱を打設して排水距離の縮小化を行って軟弱地盤を改良するサンドドレーン法は、施工実績も多く、現在も多く施工されている。しかし、サンドドレーンの軟弱地盤改良効果に関して、港湾など埋立に関係するいわゆる海側の技術者と、道路や鉄道に関係するいわゆる山側の技術者との間に全く異なった評価がなされる傾向にあった。海側の技術者はその有効性に確信をもち、山側の技術者は疑問をいだいているということであり、その改良効果に関して各方面から検討が加えられ、問題点は整理されたものの多くの未解明の部分を残したままである。

サンドドレーンに関する問題は、理論に直接関係するものの、圧密計算方法と使用する諸数値に関するもの、ドレーン自身の造成に関するもの、圧密促進効果の判定方法に関するものに大別できる。これらの問題点を解明するためには、まず、砂柱を打設した粘土層の圧密機構の解明が必要となってくる。そのため、新たに試作した装置を用いてサンドドレーンの模型実験を行った。そして、粘土層を乱さないようにして砂柱を打設し、使用する圧密係数に問題のないようにした理想的な状態のもとでは、次の進行、過剰水圧の関係は実用されている Barron の理論に問題がないことを示しており、このことについてはすでに報告した⁽¹⁾。

Barron の理論には、実際とは異った理想化した仮定があることから、より厳密な解を得るための理論の研究がいくつかなされているが、サンドドレーンの圧密に関して、実験事実からみて実用上 Barron の理論で十分であり、地盤の側方流動の問題の解明や砂柱の打設方法の問題の検討などについて、サンドドレーン工法の発展のために本質的に必要であると指摘できる。また、模型実験では、土層の深さ方向への圧密の遅れがあること、圧密の進行に砂柱の剛性の影響があることがわかった⁽¹⁾。

ここでは、砂柱の状態と圧密進行の関係からサンドドレーンの圧密機構の解明を試みた。

2. 実験方法

直径 30 cm、高さ 34 cm の円筒形圧密容器を用いて一次元圧密を行った。圧密容器の底板には小型土圧計をセットし、砂柱および粘土の圧力を測定できるようにした。粘土層および砂柱の間びき水圧は、水を充満したシンプレスチューブをヒズミゲージタイプの間びき水圧計につないで測定した。この場合の土層断面図を図-1に示した。粘土試料には 420

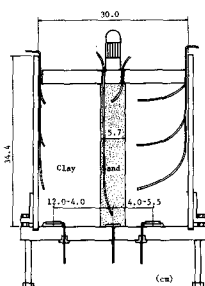


図-1 土層断面図

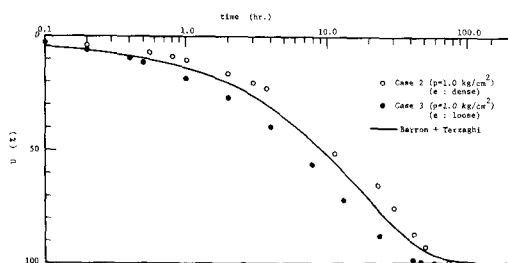


図-2 圧密率Uと時間tの関係

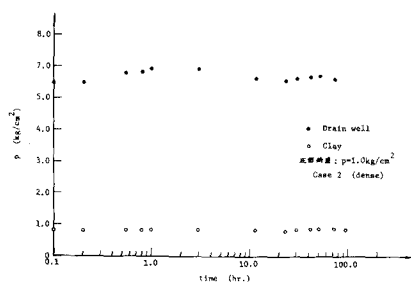


図-3 土中応力の変化(砂柱密な場合)

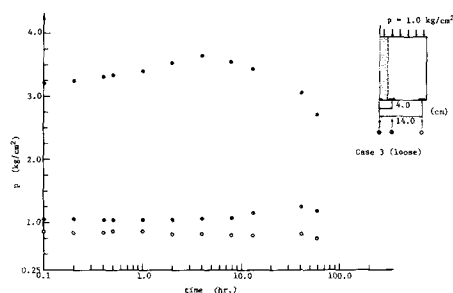


図-4 土中応力の変化(砂柱ゆるい場合)

ムフルイを通過した高含水比で練り返した察草粘土を用いた。圧密容器に計測器をセットした後、試料を流し込んで段階的に圧密荷重を上げていき、 0.1 kg/cm^2 の圧力でほぼ圧密を終了させた。その後、粘土層に砂柱を打設し、 0.5 kg/cm^2 と 1.0 kg/cm^2 の2段階の圧密荷重で圧密させ種々の計測を行った。砂柱には豊洲産標準砂を用いた。砂柱の打設には二重サンフラー（内管の内径 5 cm 、初期の $n=5.3$ ）を用い、内側サンフラーで粘土を抜き取った後、水で飽和させた砂を打設し、外側サンフラーを抜き取った。

3. 実験結果と砂柱への応力集中

理論計算を行うに必要な圧密定数については、同じ試料を用いて作成した供試体によって、種々のケースについて標準圧密試験を行い、圧密定数の決定に問題がないようにした。圧密理論にはBarronの等ひずみ条件の解とTerzaghiの解を用いた。いま、砂柱のゆるい場合と密な場合について圧密度と時間の関係を示したのが図-2である。また、砂柱および粘土の応力の変化を底部の土圧計によって測定した結果が図-3、図-4に示されている。粘土に作用する平均圧力を P_0 、砂柱の圧力を P_s として、 $\delta = P_s/P_0$ で砂柱の応力集中比 δ を求めて δ の時間的な変化を示したのが図-5である。これから、砂のつまり具合によって圧密の進行が影響されることや応力集中の傾向がわかる。

4. 砂柱の状態からみた圧密への影響

砂柱のゆるい場合と密な場合の2つのケースの実験について、沈下量から計算される砂柱の圧縮ひずみと、砂柱に作用する垂直応力との関係を示したのが図-6である。図から、砂柱には明らかな降伏点があり、密な場合においては降伏点はひずみの小さい段階に表われていることわかる。これは、一つの荷重段階で圧密が終了した後、さらに荷重を上げて圧密していても同様の傾向がつかえる。さらに、砂柱のゆるい場合と密な場合を対比するため、その両者について、沈下量-時間曲線や応力集中比などをまとめて示したのが図-7と図-8である。図中には、先の砂柱の降伏点が表われるところを圧密度を用いて示してあり、砂が密な場合、圧密の初期の段階で砂柱に降伏点が表われ、ゆるい場合にはそれよりはるかに大きな圧密度の段階で砂柱に降伏点が表われている。圧密促進に明らかに砂柱のつまり具合の効果は評価できる。以上からみて、砂柱はできるだけゆるく詰めにされた圧密促進効果があるといえる。

5. あとがき

今回の実験には、本学卒業生稲葉正明君（現 東亜建設工業）および技官 矢野隆夫君の協力に負うところが大きい。記して謝意を表する。

〔参考文献〕 (1) 赤井、大西、安川、稲葉；「サンドレンによる圧密の模型実験と考察」 第13回土工学研究発表会、1978年

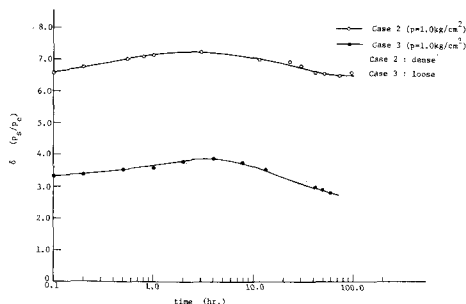


図-5 砂柱の応力集中の変化

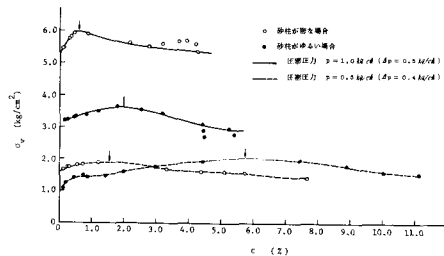


図-6 砂柱の応力-ひずみ曲線

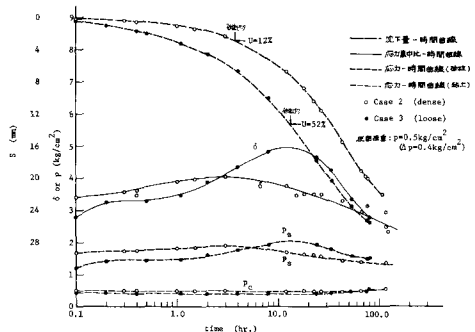


図-7 砂柱のゆるい場合と密な場合の対比

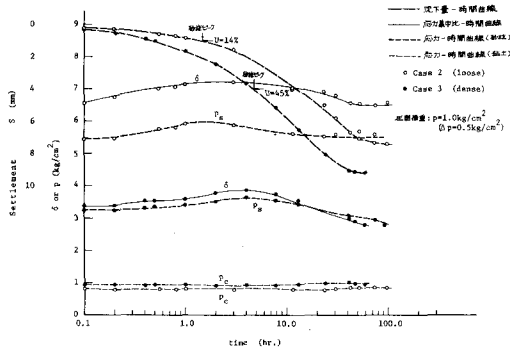


図-8 砂柱のゆるい場合と密な場合の対比