

東京工業大学

山口 柏樹

〃

村上 幸利

鹿島建設

竹前 栄男

## 1. はじめに

プロローピング工法や粘土地盤の掘削、截荷等の施工時において、地盤は先行荷重よりも大きな荷重を受けることが多い。このような時、除荷時には、粘土は膨張現象を起す。その後、過圧密状態の粘土が先行荷重よりも大きな荷重を受けて再圧密されると、その圧密過程には、過圧密と正規圧密部分とが同時に含まれることになり、両部分での圧密諸係数、粘土粒子構造等の違いにより、通常の圧密とは異なる挙動を示す筈である。しかし、これらの特性について、いまだ明確にされていない点が多い。以下、この問題について報告する。

## 2. 圧密諸係数

中瀬<sup>(1)</sup>は過圧密粘土の圧密諸係数について研究し、既に報告しているが、著者らも、東京沖積粘土( $w_L=82\%$ ,  $w_p=45\%$ ,  $G_s=2.67$ )について拘束圧密試験を行ない諸係数を求めた。その結果を図-1に示す。これから、次のようなことが言えよう。

- ①  $C_v$ (圧密係数)値は、除荷、再負荷時には、正規圧密時のものより約一桁大きい。
- ②  $m_v$ (体積圧縮係数)については、除荷、再負荷時には、正規圧密時のものより一桁小さい。
- ③  $e$ (透水係数)は、除荷、再負荷、正規圧密時を通じて、大きく変わらない。

したがって前に膨張理論<sup>(2)</sup>を導いた時の仮定は、大体満たれることがわかった。しかし、ここで得られた係数値は、あくまでも二次的な圧密・膨張を考慮せずに算出されたものであることに注意されたい。

## 3. 膨張

圧密の途中( $U_c=20\%$ )で、一次圧密が終了してある時間が経過後、除荷を行なうと、それとれ、図-2のような膨張曲線を得る。後者の曲線から、かなりの二次膨張が認められる。

この原因を考えると、圧密初期段階においては、土粒子構造の変形が“弾性的”もしくは、エネルギー吸収が少くないものであるゆえ、その時点で除荷が行なわれると、膨張理論<sup>(2)</sup>に沿った曲線が得られる。一方、圧密終了段階では、土粒子間にスベリ変形が生じて“塑性的”変形になる。そこで、除荷が行なわれても、弾性論に基づく膨張理論だけでは説明のつかない挙動を示すことになる。

さらに、標準圧密試験装置による膨張試験では、粘土の膨張時の静止土圧係数が一般に正規状態時のものに比べて大きいと報告<sup>(3)</sup>され

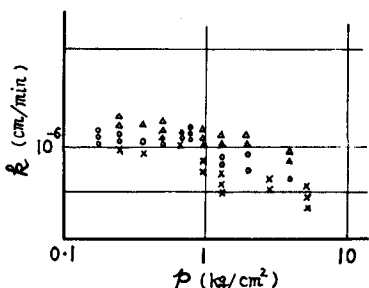
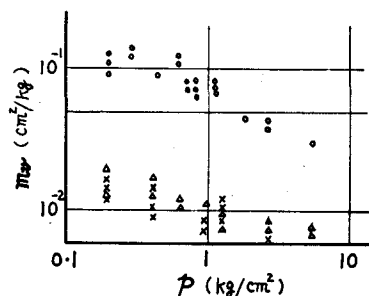
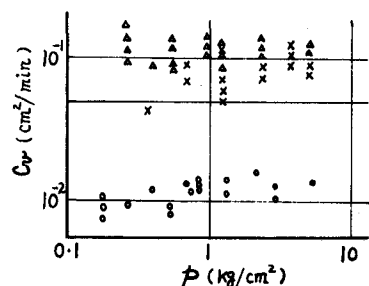


図-1.  
○ 正規時  
△ 再負荷時  
× 除荷時  
圧密荷重 ~ 圧密諸係数

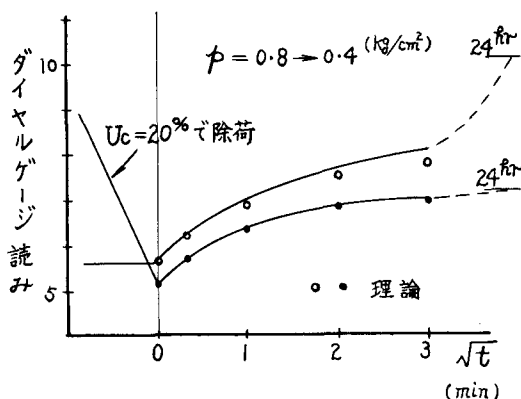


図-2. 膨張曲線

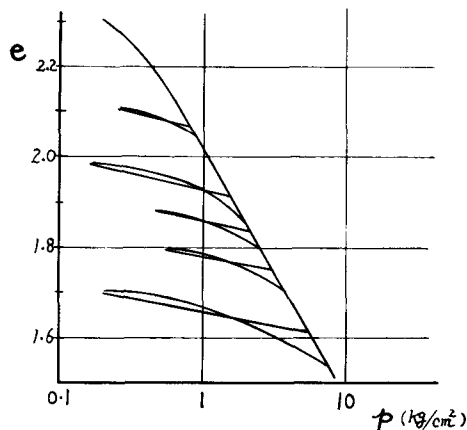


図-3. 圧密荷重～間隙比

ていることから、サイド・フリクションの影響が相対的に大きく現われることが推測される。これについて、今後三軸装置などで研究を進める必要がある。

#### 4. 再圧密

過圧密、正規圧密部では、一般に間隙比  $e$  と圧密圧力  $p$  とが各々、 $e \sim p$ 、 $e \sim \log p$  で線形関係にある(図-3)。それゆえ、各部分での圧密諸係数が  $p$  によらずと仮定されるならば、その圧密下特性  $U \sim T$  は等価であり、曲線は同一のものとなる。しかし、前述した実験データからわかるように、各部分の係数はかなり異なる。そこで、両部分を同時に含む圧密過程に対しては、上述の仮定が成立するとしても解析上は非線形となり、その圧密挙動は Terzaghi 型の圧密曲線とは異なることが予測される。 $C_v$  の変化を考慮した三並の方程式<sup>(4)</sup>： $\frac{\partial e}{\partial t} = C_v \cdot \frac{\partial^2 e}{\partial z^2} + dC_v/dz \cdot (\frac{\partial e}{\partial z})^2$ 、 $C_v = (C_v)_0$  ( $0 \leq e \leq e_0$ )、 $C_v = (C_v)_n$  ( $e \geq e_0$ ) [( $C_v)_0$ 、( $C_v)_n$  はそれぞれ過圧密部、正規圧密部での圧密係数] から差分法により数値解を求め、それと実験結果とを比較したものが図-4である。この図をみると、理論の妥当性は認められるが、 $U_s \sim T$  曲線が過圧密部と正規圧密部との圧密係数比、及びこの两部分におけるひずみ比 $\bar{e}_0 = \frac{(ae)}{(ae)_0 + (ae)_n}$  により影響を受けることがわかる。

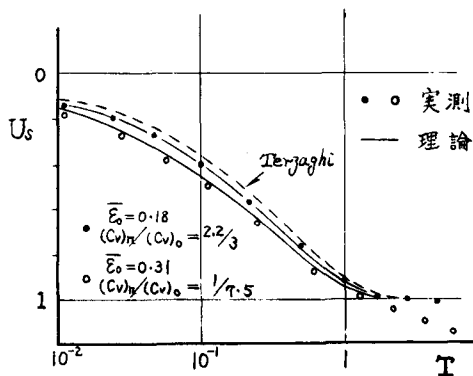


図-4. 再圧密曲線

また、実験再圧密曲線には、その末部に二次圧密が大きく現われ、圧密下での時間的変化が荷重増加率  $\Delta p/p$  の影響を受けることがいえる(このことは正規圧密の場合、Newland<sup>(5)</sup>等も認めたことである)。すなわち、過圧密部に相当する  $\Delta p$  部分が正規圧密部のものに比べて大きいと、土粒子の構造変化に直接影響する荷重は相対的に小さくなる。それゆえ、試料内に発生する間隙水圧は小さく、結果として、軟水勾配にも小さくなり、ダルズー法則が成立しなくなると、流下もクリープ的になるものと想像される。

参考文献 1) 中瀬(1971) "過圧密粘土の圧密特性" 第6回土質工学研究発表会。2) 山口(1972) "膨張過程を含む圧密について" 第7回土質工学研究発表会。3) Brooker, Ireland (1965) "Earth Pressures at Rest Related to Stress History" Canadian Geotech. 11. 4) 三並(1963) "軟弱地盤の圧密" 鹿島出版会。5) Newland, Alley (1960) "A Study of the Consolidation Characteristics of a Clay" Geotech. 10.