

Ⅲ-57 軟弱粘土の含水状態と早期脱水工法に関する研究

京都大学工学部 工博 正員 松尾新一郎

K.K. 大林組 工修 正員 内藤和章

1. 結 言

埋立地や沼沢地などの軟弱地盤の含水状態は、自重による圧密の他に、地表面からの水の蒸発があるので、水分濃度勾配によって生ずる水分拡散による脱水に応じて変化する。このことを考慮してこれらの軟弱地盤の含水状態の変化を考察し、あわせて、これらの軟弱地盤対策として有効な毛細管体による早期脱水工法の脱水過程について考察した。

2. 軟弱地盤の含水状態

実際の埋立地や沼沢地の脱水は既述のように自重圧密と水分拡散によってなされる。これらの状態を観察するために、図-1に示す模型と作り室内において地表面より蒸発を行なわせ、地盤内の含水状態の変化を測定した。図-1の右側のものは比較のために毛細管体植立の早期脱水工法と施工したものである。地盤内の含水状態は土中に埋込んだ素焼テンションメーターにより土中間ゲキ水圧を測定し、これをサクションという数値に変換し、あらかじめ求めておいたサクションと含水比の関係から含水比を推定することにより求めた。

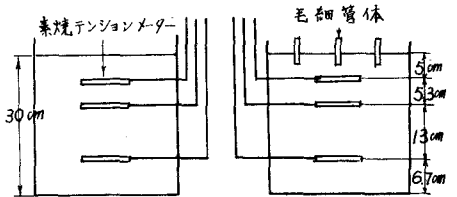


図-1 模型実験装置

サクション S (g/cm^2) と含水比 w (%) の関係は、実験により求め、曲線とあてはめると、

$$(S+29.3)(w-45)=1420 \quad (1)$$

で与えられる。また、Cronley 等によると、 S は粘土の圧密の効果と考慮すると、

$$S = -u + \gamma_t \cdot Z \quad (2)$$

となることを示している。ここに、 u は土中間ゲキ水圧 (g/cm^2)、 γ_t は土の単位体積重量 (g/cm^3)、 Z は地表面よりの深さ (cm) である。また、 γ_t は土が飽和していると仮定すると、次式になる。

$$\gamma_t = (w+100)/(w+37.7), \quad \gamma_t \gamma_i \text{ 粘土の比重は } 2.65 \quad (3)$$

(1)式、(2)式、(3)式より任意深さ Z での含水比 w と土中間ゲキ水圧 u の関係が求まる。このようにして求めた結果を図-2に示す。この図によれば毛細管体を植立したものは、含水比の減少が早いことがわかる。

つぎに、この実験について、拡散方程式を解いて、水分拡散状態の理論解を求めた。まず、拡散方程式は次式で与えられる。

$$\frac{\partial w}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial Z} \left(D \frac{\partial w}{\partial Z} \right) \quad (4)$$

ここに、 D は拡散係数である。 D は一般に w の関数であることがわかっているので別の定常

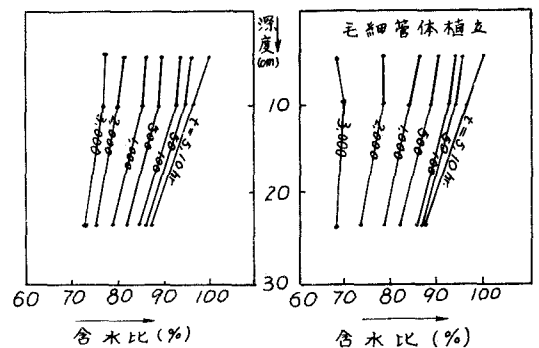


図-2 実験結果

乾燥実験により求めたところ、次式で与えられた。

$$D = \exp\{6.95(\frac{w}{100} - 0.78)\} \quad (5)$$

(5)式を用い、初期条件は、 $w=103\%$ 、境界条件は、地表面において、 $w=45\%$ 、非常に深い所で $w=103\%$ として、(4)式を解いた結果、図-3のようになった。

ところで、この理論解では、水分拡散による含水比の変化のみが考慮され、粘土自重圧密による含水比の変化は無視されている。したがって、これを図-4と比較した場合、実験では圧密の影響があるので、地盤上方の含水比は、図-3の理論解より大きくなるのである。しかし、経過時間が大きくなると、圧密の影響は、水分拡散に比べて無視され得るようになって考えられる。

3. 毛細管体による早期脱水工法の考察

毛細管体を植立した場合、自重圧密と水分拡散がそく進される。そこで、図-4に示す模型を作り、土中間ゲキ水圧の変化と、間ゲキ水圧計により測定した。その一例を、図-5に示す。

また、初期においては粘土は飽和しており、毛細管体はサンドパイルのごとき作用をなすと考えられるので、Barron, 高木両氏の行った理論解^{*}とこの実験にあてはめて解いて、実験値と比較すると(図-5) 初期においては両者はよく一致した。すなわち、毛細管体は初期においては圧密とそく進させ、その過程は、

Barron, 高木両氏の理論解によく従う。しかし、図-5に示されるように、しばらくすると、実測間ゲキ水圧は、理論解よりも早く低下するようになる。これは、水分拡散の影響が卓越しはじめたためであると考えられる。

水分拡散の状態は、2.で述べたのと同じ方法で求められ、また、拡散方程式は、(4)式で円筒座標になおして解くことができるが、この点については時間の関係上、ここでは示ることができない。

4. 結 論

軟弱地盤の含水状態の変化は複雑であるが、初期においては自重圧密による脱水が卓越しており、次第に水分拡散による脱水が卓越してくる。水分拡散の状態は、拡散方程式によって解くことができる。

埋立地や沼沢地などでは、毛細管体による早期脱水工法は、初期においては自重圧密とそく進させ、かつ、地表面および毛細管体方向への水分拡散を行なわせ得るので、非常に有効であるといえる。

文献(*) 土と基礎 Vol.3, NO.12, p.8~14 および Vol.4, NO.3 p.3~10 参照

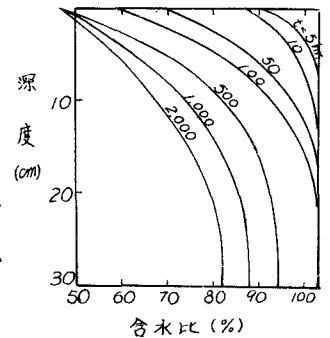


図-3 拡散方程式の理論解

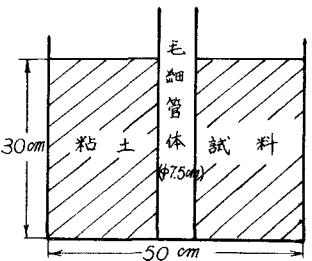


図-4 模型実験装置

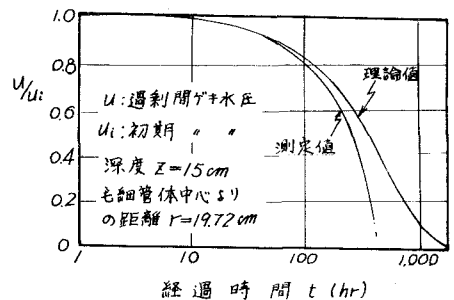


図-5 測定値および理論値