

近畿大学理工学部 中野 坦

近畿大学大学院 ○林 学

1. まえがき

いま、軟弱粘土地盤の改良工法の一つとしてバーチカルドレーン工法が広く使用されている。通常、この工法では改良すべき粘土層を貫通して下部の排水層にまでドレーンウェルを到達させるため、その打設深度を検討することは少ない。しかし、層厚さの大きな粘土層上に比較的狭い範囲に載荷される場合には、増加応力を生じる部分が浅く必要以上に長いドレーンウェルを打設するのは無意味である。また、広範囲に載荷が行われる場合には、改良域が深くにまで及ぶことから長大なドレーンが必要となる。しかし、施工面での制約のために部分貫入とせざるを得ないケースも多々起こっている。

ドレーンウェルに用いられる材料の透水性は有限であるために、ドレーンウェルと粘土との接触面の過剰間隙水圧は圧密の全期間を通じてゼロであるというパロンの仮定は厳密には成立しない。部分貫入においてはドレーンウェルが下部透水層にまで達していないのでドレーンウェルへ排水された間隙水は、すべて上向きの流れだけによって上部透水層に排水されなければならない。従って、ドレーン材料の透水性が圧密時間に及ぼす影響は大きい。ドレーンの打設においては、どのような方法を用いてもドレーンウェル周辺の土の乱れ（スミアー）を無視することはできない。従って、本研究においてはドレーン打設時にともなうスミアーの影響を考慮した部分貫入されたバーチカルドレーンの圧密の遅れについて検討を行うものである。

2. 部分貫入されたドレーン

数値解析用のモデルとして図-1に示すようなモデルを想定した。ここに、粘土層厚さ H とドレーンの有効径 d との比 H/d を2, 4, 8, 16としサンドパイルの直径 d_w との比 n (d_w/d) = 10について解析を行う。

次に粘土の透水係数 k_c とサンドパイルの砂の透水係数 k_s との比 k_s/k_c を ∞ , 10000, 2500, 1000とし、スミアー部分の透水係数 k_c' は粘土の透水係数の $1/3$ 、その範囲は r_w の2倍 ($\alpha = 2$) とした。そしてドレーンウェルの貫入比 (L/H) は $1/4$, $1/2$, $3/4$ と変化させた。

2-1. 逆流現象の影響

次に示す図-2は層厚さ $H = 16d$ 、スミアーあり、透水係数比1000のときの貫入比 $1/4$ 、 $1/2$ 、 $3/4$ の圧密度 U -時間係数 T_h 曲線図である。図からわかるように透水係数比が1000においては貫入比が $1/2$ 、 $3/4$ のときにほぼ一致している。これはドレーンの透水性が悪いことによりドレーンウェル上部が閉塞状態となり、逆流現象を引き起こしているためである。

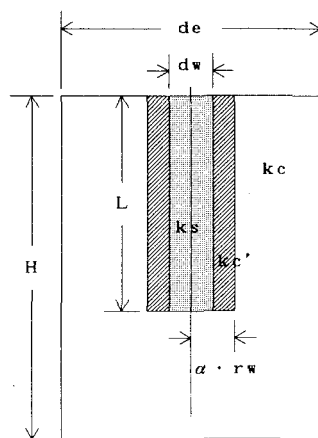


図-1

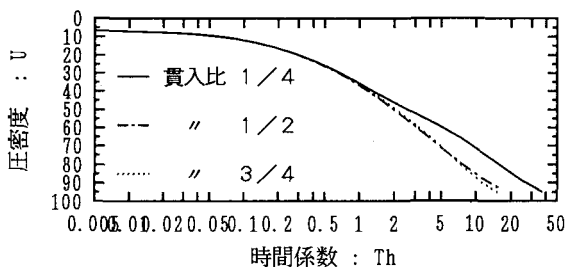


図-2

Hiroshi Nakano, Manabu Hayashi

この現象を明確にしているのが図-3である。図-3は $r = r_w$ における過剰水圧の等時曲線である。

図-3において、過剰水圧の勾配($\partial u / \partial z$)がゼロ、つまり等時曲線に対しての接線が鉛直になる位置を境界として、その位置より下部のドレーンウェルに排出された間隙水はドレーンウェルの先端方向へと逆流し、そして外向きの流れとなって周辺土に流出する。ドレーンウェル上部の閉塞による間隙水の逆流は、間隙水圧の分布が上向きの流れを起こす状態になるまで続き、その後初めてドレーンとして機能することとなる。

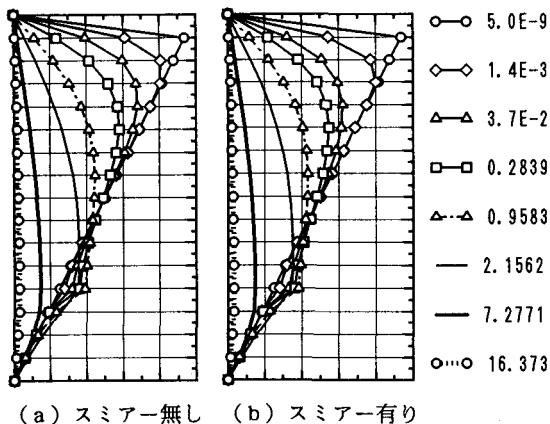


図-3

2-2. 貫入比の影響

粘土層厚さ $H = 16 \text{ de}$ 、透水係数比 $= \infty$ 、貫入比を $1/4$ 、 $1/2$ 、 $3/4$ と変化させ、スミアーがある場合とない場合について示したものが図-4である。貫入比が $1/4$ の場合には圧密度が約50%のところからスミアーの有無にかかわらず、ほぼ曲線が一致している。これは非貫入部分の圧密はバーチカルドレーンの先端を上部の排水層とし、非貫入部分の長さ($H-L$)を H とする両面排水条件での鉛直流れの一次元圧密となるためである。つまり、貫入比が小さくなると非貫入部分の占める割合が大きくなり、非貫入部分の圧密の遅れが粘土層全体の圧密を占めるようになり、このような現象を起こすと思われる。

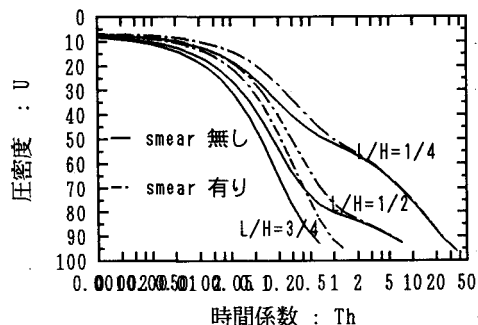


図-4

次に、先ほどの条件で透水係数比を1000とした場合について示したものが図-5である。この場合には、貫入比が $1/4$ 、 $1/2$ 、 $3/4$ のどの場合においても各貫入比の2つの曲線が一致している。これは先ほど述べた非貫入部分の圧密の遅れに加えて、ドレーンウェル先端部の逆流現象も影響しているためと思われる。

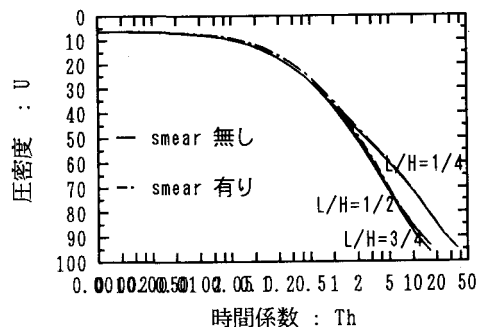


図-5

3. まとめ

- 1) 比較的狭い範囲に荷重が載荷された場合、ドレーンの抵抗が大きいと逆流現象が起こる。スミアーを考えない場合にはドレーンウェルへの排水量は多いがドレーンウェル先端部の周辺土への流入量も多くなる。しかし、スミアーを考えた場合にはドレーンウェルへの排水量と同様に周辺土への流入量も少なくなる。結果として両者の時間的な差はあまり生じない。
- 2) ドレーンの貫入比、つまり、ドレーンウェルの長さを大きくしてもドレーン材料と粘土との透水係数比が1000以下の場合においては、その効果を得ることはできない。むしろ、貫入比を大きくすることによってスミアーを増加させ、逆効果となりがねない。