

III-491

不飽和砂柱の透気性と間隙水挙動の観察

鹿島建設(株) 正員 ○小室 悟
岐阜大学工学部 正員 宇野尚雄

1. 研究目的

飽和度の高い試料を噴究しない程度の高圧レベルで送気試験を行い、不飽和砂柱の透気性と間隙水挙動を観察し、同時に、重力排水時と下向き送気(強制排水)時の間隙水の動きについても観察する。

2. 実験装置および方法

実験装置は図-1に示すように、試料を詰めるアクリル製パイプ(内径52mm,長さ500mm),送気試験システム,間隙空気圧計と間隙水圧計からなり、次の3つの方法を連続して行う。

- (1)重力排水試験…飽和試料柱の上下端を大気圧下に置いて排水させ、間隙水の動きを調べる。
- (2)下向き送気(強制排水)試験…重力排水試験終了後に上端から空気を与えて、パイプ下部から強制排水させ、間隙水の動きを調べる。
- (3)上向き送気試験…試料柱下端に空気を与え、間隙空気および間隙水の移動を調べる。

3. 実験結果および考察

重力排水試験の間隙水圧の経時変化は、図-2のように排水開始と同時に試料柱全体で一斉に減少し、高さに等しい大きさの負圧である平衡状態に近づく傾向を示す。

下向き送気(強制排水)時の間隙水圧分布の経時変化は、図-3のように、与えた空気圧の大きさに応じて水圧の増加幅も変化する。ところで強制排水終了後しばらく時間をおいて間隙水圧を測定すると、重力排水終了時の水圧より減少していることが確認された。一般的に下向き送気による含水比の低下が大きいものは、試料柱全体の間隙水圧の減少幅が大きいといえることができる。

上向き送気時の間隙水圧分布の経時変化も、図-4のように与える空気圧の大きさに応じて水圧の増加幅も変化する。最終的に水圧分布の増加幅は、ほぼ同じになることがわかる。送気したとき閉塞するか通気するかによる相違はみられなかった。図-5の間隙空気圧分布の経時変化は、通気したケースで、試料柱上端の $z=45\text{cm}$ で $U_a=0\text{cm}$ 水頭と下端の $z=0\text{cm}$ で $U_a=U_{a0}\text{cm}$ 水頭を結んだ直線に近い凸型の曲線になるものが多い。これは透気係数が飽和度の関数であるために、試料柱上部は透気係数が小さくなり、空気圧の圧力勾配は大きく、試料柱下部はその逆になると考え、直線分布よりやや凸型の曲線になると推測される。閉塞したケースは、 $z=35\text{cm}$ で $U_a=0\text{cm}$ 水頭となる凹型の曲線が多い。これは下から送られてきた空気が、ごく少量だけ試料柱上端から抜けるため、凹型の曲線になるのではないかと考えられた。空気圧から間隙水圧を引いた差であるサクシオンの分布の経時変化は、図-6のように空気圧が50cm水頭以上のケースでは、実験開始とともにサクシオンが試料柱の上部で大きく、下部で小さくなることが確認された。つまり間隙水が、空気によって試料柱上部へ押し上げられ、移動していると考えられる。更に時間が経過すると試料柱全体のサクシオンは、等しくなるように思われる。ここでも通気、閉塞の相違はみられなかった。飽和度分布は、空気圧がある程度の大きさでは、ほぼ一樣になる傾向が確認される。図-7のように試料柱の飽和度が局部的に高くなっているものは閉塞になり、徐々に変化しているものは通気することが認められた。また、上向き送気の空気圧が小さいときは、飽和度が低くても閉塞になり、空気圧が大きいときは、飽和度が高くても通気するという結果も得られた。そこで試験終了後の試料を5つに分け、各々の部分の体積含水率 θ を飽和度から求めた。図-8は体積含水率を縦軸に、動気勾配(U_{a0}/L)を横軸にしてプロットしたものである。この図から通気と閉塞を区別する限界線は、 $\theta = 0.25 \times (U_{a0}/L)$ という関係が推測される。したがって通気、閉塞は、試料柱の体積含水率(飽和度)だけに依存(影響)されないで、動気勾配とそれの両方が関係すると考えられる。

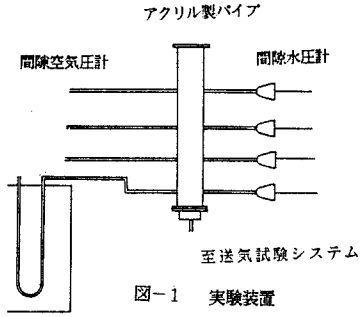


図-1 実験装置

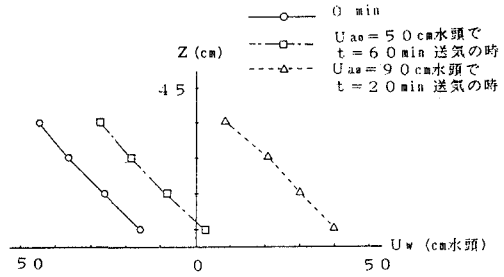


図-3 下向き送気(強制排水)時の間隙水圧分布

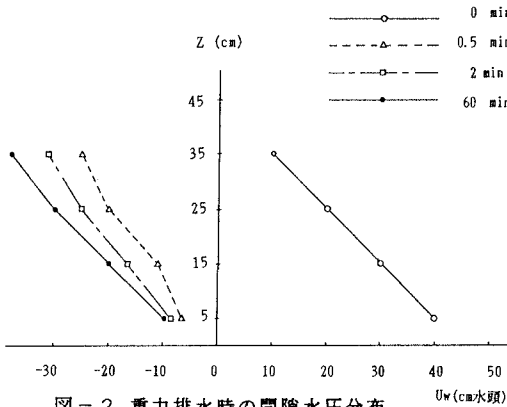


図-2 重力排水時の間隙水圧分布

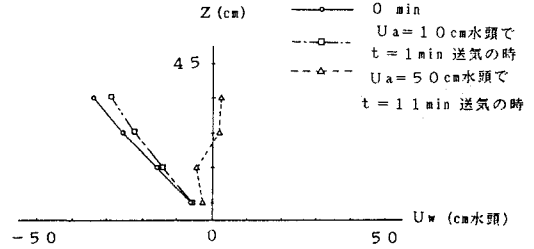


図-4 上向き送気時の間隙水圧分布

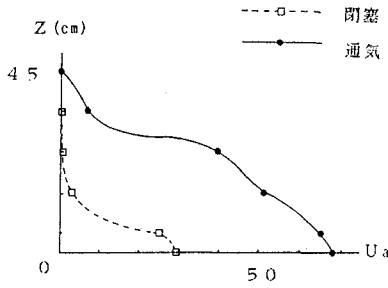
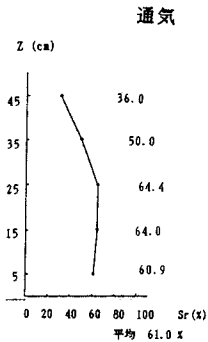


図-5 上向き送気時の間隙空気圧分布

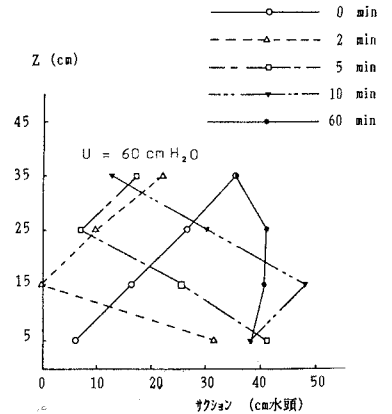


図-6 上向き送気時のサクション分布

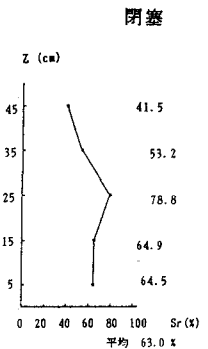


図-7 飽和度分布

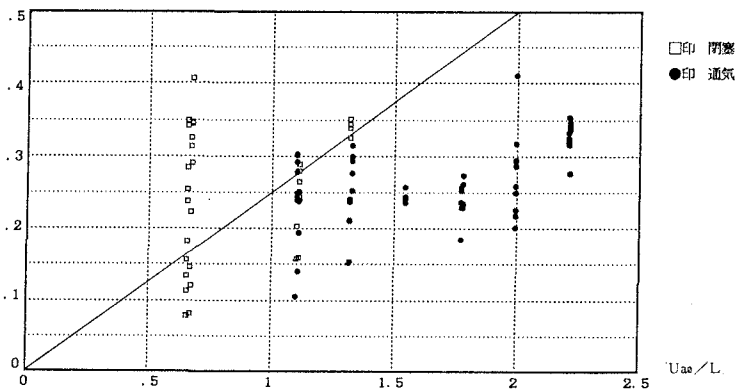


図-8 体積含水率 θ と動気勾配(U_{a0}/L)の関係