

摂南大学工学部 正会員 井上 治
" " " 上田 伸三

1. まえがき

地下水の豊富な地盤の掘削やシェルド工事などで地中に空洞を生じさせると、掘削に伴う法面や切羽の崩壊が起る場合がある。地下水が藻類による汚染が許されないところでは、そのためにこのような透水性地盤ではウエルポイント工法などを施し一時的に周辺の地下水位を下げた安定をはかっている。しかし地下水位の低下のためこれに起因する地盤沈下が発生し、周辺構造物に悪影響を及ぼすことになる。そこで我々は地下水の浄化と地下水位低下を一時的に阻止する有効な方法として、その周辺地盤中に、ポイントより圧縮空気を放散させ地盤の透水係数を減少させる方法に注目した。空気流を伴うときの地盤の透水係数の低下は、地下水流のある地盤中に圧縮空気を噴出放散する場合、気泡となった空気は水より比重は小さく地下水圧の低い方向に流動し、また空気の粘性係数は水の粘性係数よりも小さいから、同じ圧力状態にあっては、空気が地下水を排除して土粒子間隙を先に占有するようになり、透水係数を低下せしめると考えられる。このことから空気流からみた地盤の分類について、砂と粘土を混合した混合土を用いて実験を行った。

従来の研究では、透水性地盤といわれる砂質土と不透水性である粘性土の区別の境界については砂と粘土を混合した混合土を用いた物理的並に力学性質についての各種実験からみた分類の成果が多く報告¹⁾²⁾されている。しかし、空気流からみた両者の区分境界についての説明は主として少ないようである。そこで我々は各種割合で砂と粘土を混合した試料を用いて各透水係数と空気流を伴ったときの送気透水係数を室内実験を行って観測し、透気性砂質土と不透気性土との分類について検討した。

2. 実験概要

実験に用いた空気流発生装置付透水試験機は図-1に示すように浸透液が気泡と同じく鉛直上から移動するように作製した。試料は豊前標準砂と藤の森人工粘土を用い、砂と粘土を混合する割合は重量比 (Clay Content Ratio; CCRと略記、 $CCR = \frac{C}{S+C} \times 100$ S;砂, C;粘土) で表わし、0, 3, 6, 9, 12, 15, 18, 21, および 24%の混合土を準備した。粒度分布は図-2に示した。砂の比重 2.64、粘土 2.62で、実験は各CCRの試料とも混合ミキサーで約10%の含水比のもとで60分間混合した。この試料をモールド (直径10cm、長さ15cm) に2層に入れ、各層25回締固めた。このときの乾燥密度は平均 1.54 g/cm^3 であった。この混合土を真空を用いて、試料を飽和させ、次の手順で透水係数 k_v と送気したときの透水係数 k_{va} (送気透水係数と呼んでおく) を測定した。

Step 1. C.C.R. = 0% (標準砂) の試料について、送気圧を二回加えて15分間経過したときの k_{va} と送気量 Q_a を測定する。

Step 2. 各種混合土について、Step 1. で送気した圧を一定とし、15分後に k_v と k_{va} を測定する。送気圧を加えてから測定までの時間を15分にしたのは次の理由からである、送気圧は浸透水压よりも大きくなければ、空気の地盤中への送気が悪い。

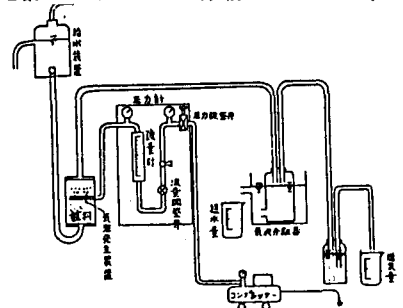


図-1 実験装置

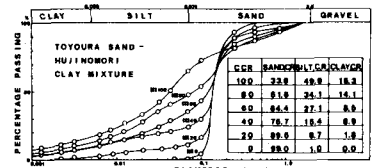


図-2 粒度分布

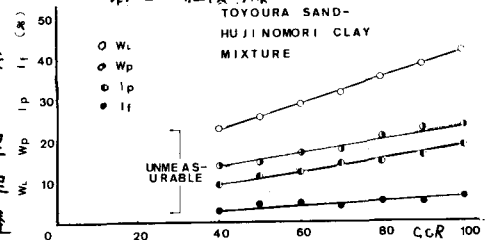


図-3 各試料の W_L , W_P , I_p , I_u

(送気圧) p_a - (浸透水圧) p_w = (有効送気圧) p_e で この p_e は
 臨界圧を越えると地盤が乱流状態になるといわれている。このことか
 ら実験開始前に予め各種混合土について、実験中に乱流状態にならな
 い範囲を決めた。また送気圧を一定にしても混合土の C.C.R. の変化により
 送気量が変化するので、ここでは C.C.R. = 0% の送気量 $8.3 \times 10^{-2} \text{ g/s/cm}^2$
 を得たときの送気圧を用いることにし、この値を一定とした。送気圧を
 加えてから測定するまでの時間は Schenck と Wagner の送気時間と排
 水最終で示した送気時間の式を考慮して、実験から送気時間を各々 15 分
 とした。

3. 実験結果と考察

各 C.C.R. の試料について、 k_{ei} と k_{eia} を縦軸対数に、C.C.R. を横軸にと
 つてプロットすれば 図-4 のようになる。○印は各 C.C.R. の透水係数
 で、●印は送気透水係数である。送気による透水値下効果と ($k_{ei} - k_{eia}$)
 = k_{eie} (k_{eie} : 有効送気透水係数と仮称する) として 図-4 を見ると
 C.C.R. = 0~12% までは k_{eie} はわずかな差はあるがほぼ近似的に同じ効
 果が認められ、15~18% 付近では k_{eie} は大きくなり、21% 以上になると
 その効果が漸次減少する傾向にある。この結果から判断すれば、効果
 の大きい構造配列の混合土がある範囲で存在することがうかがえる。そ
 こでこれらの特性をみるため各混合土について 透水係数と送気透水
 係数比 すなわち $k_{eia}/k_{ei} = \alpha_{ie}$ の関係で整理すれば 図-5 のよう
 になる。この図によれば、C.C.R. = 12~18% の間には中間的な領域と考
 えられる。これまで同様の砂と粘土を用いて 粒度、液性、塑性限界
 及び三軸排水クリープ実験の実験分類の結果を示せば 図-2, 図-3
 及び 図-6 の通りである。これから考察すると砂と粘土の分類の境界
 は概ね 20%~40% に中間的な中間土の存在がうかがえるが、これらの値とは
 異なる。空気流からみた透気性砂質土と不透気性土の分類の境界は 15~18%
 付近にあるように思われる。

4. まとめ

混合土に空気流を送入したときの透水係数の変化よりみれば C.C.R. = 15%
 から 18% の間で透気性砂質土と不透気性土の中間的な構造配列の混合土が想定
 される。今後は実験装置及び混合土の作成法の改良と非空気流は地下水の浄化
 作用の問題や地盤条件による工法的な研究課題になろう。

参考文献

- (1) 金田、藤下、砂と粘土の工学的性質に関する研究 運輸技術研究報告、第 11 巻 9 号 1961 年
- (2) 河野、北川、土中水の不飽和流動、不飽和流の利用 (4) 2) 土と基礎 1982 年
- (3) 村山、井上他、砂と粘土の混合割合によるクリープ特性について 土木学会関西支部講演概要 1979 年

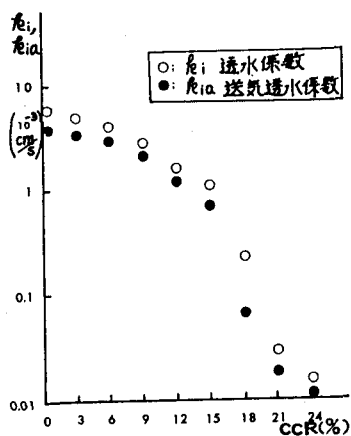


図-4 k_{ei} , k_{eia} と C.C.R.

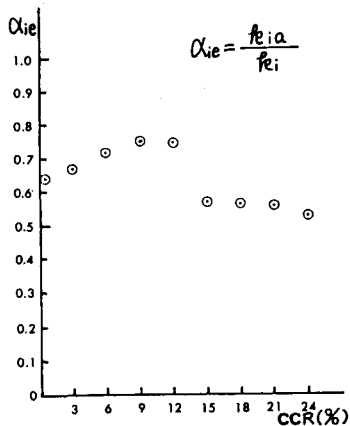


図-5 α_{ie} と C.C.R.

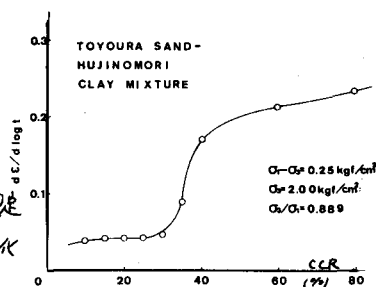


図-6 $dE/d\log t$ と C.C.R.