

バブルフローによる混合土の透水係数の変化について

摂南大学 正 井上 治, 正 上田 伸三, 正 道広 一利
新協和技研(株) 正〇能美 勝久, 大林道路(株) 岡 勝久

1. まえがき

地下水の豊富な地盤の掘削やシールド工事などで地中に空洞を生じさせると、掘削に伴ない法面や切羽の崩壊が起る場合がある。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て安定をはかっている。しかし、地下水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、我々は地下水低下を一時的に阻止する方法として、その周辺地盤に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。

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との分類の中で混合土は物理的並びに力学的性質についての各種実験から見た分類の成果が多く報告されている。しかし、空気流から見た両者の区分境界についてはまだ解明されていない。そこで、我々は各種の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粘土との分類について検討することを試みた。

2. 透水性低下の原理

空気流を伴うときの透水係数低下の原理¹⁾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それよりも小さいから、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って透水係数を低下させる。

3. 実験の装置と方法

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、浸透流が気泡と同じく鉛直上方に移動するように作製した。試料は豊浦標準砂と藤の森粘土を用い、砂と粘土を混合する割合は重量比 (Clay Content Ratio; CCRと略記, $CCR = \{ \%s + c \} \times 100$) 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。砂の比重 2.64, 粘土 2.62 で、実験は各 CCR の試料ともモールドに自由落下させ、突棒で締め固めたのちに混合土を飽和させ次の手順で透水係数 k_i と送気したときの透水係数 k_{ia} (送気透水係数と呼んでおく) を測定した。

step 1. $CCR = 0(\%)$ (標準砂) の試料について送気圧を加えて 15 分間経過したときの k_{oa} 及び送気量 Q_{oa} 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にし、15 分後に k_i と k_{ia} 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。送気圧は浸透水圧よりも大きくなければ、

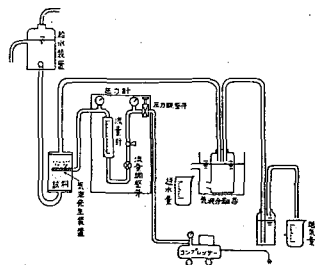


図-1 実験装置

空気は地中に入らなく、(送気圧) p_a -(浸透水圧) p_w =(有効送気圧) p_e で、この p_e は限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土質材料により送気量が変化するので、ここでは $CCR=0\%$ の送気量 $8.3 \times 10^{-2} \text{ g/cm}^2$ を得たときの送気圧を用いることにし、この値を一定にした。送気圧を加えてから測定するまでの時間はSchenckとWagnerの送気時間と排水過程で示した送気時間の式を考慮して、実験での送気時間を各々15分とした。

4. 実験結果と考察

各CCRの試料について、 k_{ei} と k_{eia} を縦軸対数に、CCRを横軸にとってプロットすれば図-2のようになる。送気による透水低下効果を $k_{ei} - k_{eia} = k_{ie}$ (k_{ie} :有効送気透水係数と仮称する)として図を見ると、 $CCR=0 \sim 12\%$ までは k_{ie} 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、 $15 \sim 18\%$ 付近では k_{ie} は大きくなり、 21% 以上になるとその効果が漸次減小する傾向にある。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に各混合土について、透水係数と送気透水係数比すなわち $k_{eia}/k_{ei} = \alpha_{ie}$ (α_{ie} :送気透水係数比と仮称)の関係で整理すれば図-3のようになる。この図によれば、 $CCR=12 \sim 18\%$ の間は中間的な領域と考えられ、この領域にある混合土に送気すればその土粒子間隙の一部が気泡で占められて透水係数を減小させる。この効果からみると、混合土のCCRの値すなわち構造配列の相異に基づいて、砂質土性($CCR < 12\%$)、中間土性($12\% < CCR < 18\%$)、粘性土性($CCR < 20\%$)の3領域が認められる。

従来から行われて来た粒度、液性、塑性、三軸圧縮、クリープ及び応力緩和などの実験からみた砂と粘土の分類の境界は概ね $20 \sim 40\%$ になっており、今回行った実験結果からはその境界値がやや異なっている。なお、 $CCR=25\%$ 以上の試料では送気不能となった。

5. おわりに

混合土に空気流を送入したときの透水係数の特性よりみれば、 $CCR=12\%$ から 18% までの間で透気性砂質土と不透気性粘土の中間的な構造配列の混合土が存在すると想定され、砂質土性、中間土性、粘性土性の3領域の相違が認められた。

1) 河野伊一郎、北川明「土中水の不飽和流動・不飽和流の利用(その2)」, 土と基礎, 1982年4月

