

愛媛大学工学部 正 矢田部龍一・榎 明潔
同 学 平井 秀樹

1. はじめに

せん断履歴を受けた砂質土の透水性に関して、八木ら¹⁾²⁾は、一面せん断試験、単純せん断試験をとうして、せん断時において透水係数が低下することを明らかにした。本研究においては、三軸圧縮試験機を用いて、せん断履歴を受けた砂質土の透水性の変化の挙動と要因を調べる目的から行なった。特にせん断時の透水係数を低下させる主要因がせん断前後の間隙分布の形態の変化であろうことを念頭におき、それを実験をとうして明らかにしていく。

2. 試料及び実験方法

試料には不かく乱まき土、かく乱まき土、豊浦標準砂、海砂、ガラスビーズの5種類を用いた。図-1に各試料の水分特性曲線及び図-2に間隙分布を示す。なおガラスビーズを使用した理由として、他の試料の粒子の形状が完全な球形ではなく、形状に方向性があるのに対して、ガラスビーズはほぼ球形をしているので、粒子の形状の影響を考察するのに適していると考えられるからである。実験方法は、せん断装置として三軸圧縮試験機を用い、すべての試料に対してひずみ制御で圧密排水試験を行なった。載荷速度は0.45mm/minである。なお側圧は、不かく乱まき土の土取り厚が非常に小さいことを考慮して、すべての試料において0.1kgf/cm²とした。それぞれの試料の間隙比は、間隙比が結果に与える影響を極力押さえるために、不かく乱まき土の間隙比 $e=0.68$ と同一になるようにした。透水係数は、定水位状態で軸ひずみ0%、5%、10%に達した段階で載荷を中断し測定を行なった。なお三軸試験機周辺の通水管路の影響は考慮している。

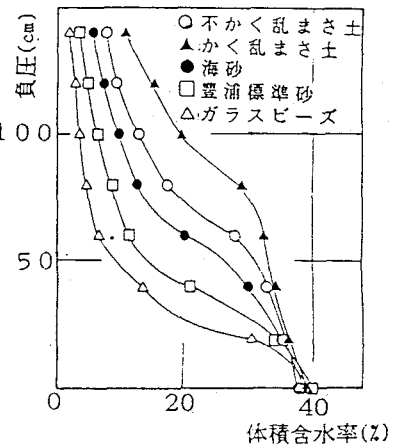


図-1 各試料の水分特性曲線

3. 実験結果と考察

実験結果を述べる前に、この種の実験を正しく行なうには境界に拘束圧を作用させる要素試験によるのではなく、土の自重が外力となる実験法が望ましい。したがって本研究の実験において一応供試体のせん断抵抗も調べているが議論の対象としない。図-3に不かく乱まき土、図-4にガラスビーズの軸ひずみと透水係数の関係を示す。この2つの図より、圧縮過程において透水係数は低下し、軸ひずみを0に戻す過程においては低下した透水係数は元の値に回復しないことがわかる。また低下の度合いは最初の繰返し載荷時が最も顕著である。このことは他の試料においても同様の結果を得ている。なお、透水係数を低下させる要因の1つであると考えられるせん断前後での粒子破壊及び粒子の最配列は、ガラスビーズの透水係数が低下することより主要因でわないと考えられる。また、実験の結果より各供試体の体積が膨張するのにもかかわらず透水係数が低下することがわかった。

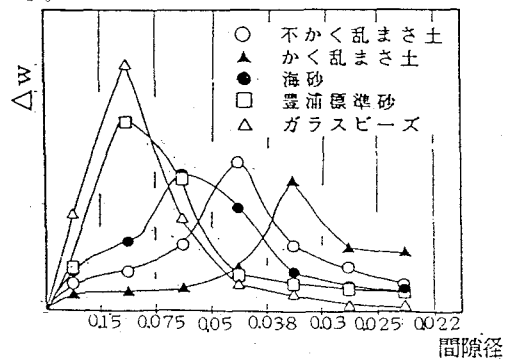


図-2 各試料の間隙分布

図-5はそれぞれの試料の繰返し載荷段階における透水係数の低下の度合いを示す。この図と間隙分布を示す図-2を見てみると、透水係数の低下の激しい不かく乱まき土、かく乱まき土は多様な間隙径が分布しているのに対して、低下の少ないガラスビーズ、豊浦標準砂は間隙径がある1つの径にかたよっていることがわかる。せん断後の供試体を乱さずに間隙分布を調べることは困難であり、実際に調べていないので確信的なことは言えないが、1つの考え方として、間隙をパイプ状のものであると仮定し、パイプの見かけ上の透水係数を求める式

$$Q = (n_1 R^2 + n_2 R^2 + \dots + n_n R^2) i A r_w / 8 \mu = k i A \dots (1)$$

を用いて考えてみるに、図-6は不かく乱まき土のように多様な間隙径が分布している状態を模式的に示したものであり、間隙径0.15mmから0.025mmまでに存在する間隙の総面積を1とし、それぞれの間隙径が均等に存在しているものとして考えている。図-7はせん断後に間隙の分布が均一化された様子を示している。ここで、せん断後の間隙の総面積には変化がなく1としている。せん断前の不かく乱まき土の透水係数 $k_0 = 3.2 \times 10^{-4} \text{ cm/sec}$ を用いて式-(1)の未知数を求め、せん断後、つまり図-7の状態における透水係数を求めると $k_1 = 1.5 \times 10^{-4}$ となる。なお同じ不かく乱まき土で透水係数の最終的な限界を、5%の軸ひずみまでで繰返し載荷を行ない $k_{min} = 2.0 \times 10^{-5}$ 程度であるという結果を得た。この考え方によると、せん断によって間隙分布が均一化されることが、透水係数の低下の多くを占めていることがわかる。このことよりせん断前後の間隙分布の形態の変化がせん断時の透水係数を低下させる主要因であろうと考えられる。

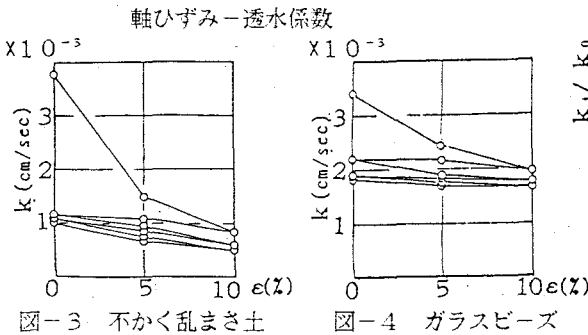


図-3 不かく乱まき土

図-4 ガラスビーズ

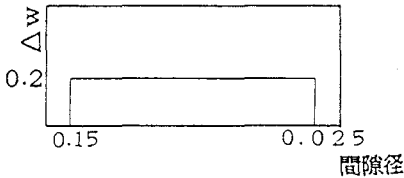


図-6 せん断前の間隙分布

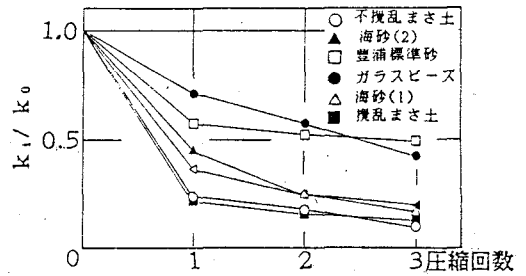


図-5 繰返し載荷と透水係数の低下率

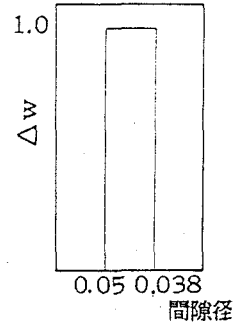


図-7 せん断後の間隙分布

4. あとがき

(1) 間隙径が多様に分布している砂質土は、せん断時における透水係数の低下が激しい。せん断により間隙分布が均一化されるためであろう。(2)せん断時に透水係数が低下する主要因が間隙分布の形態の変化であることを確実に実証するには、せん断後の供試体の間隙分布を乱さずに調べる必要であろう。

参考文献

1) 萩野芳章・八木則男・矢田部龍一：せん断変形による土の透水係数の変化；土木学会第37回年次学術講演概要集第3部、PP. 547-550、昭和57年。2) 萩野芳章：試作試験機による土の単純せん断特性に関する研究；愛媛大学工学部海洋工学科昭和57年度修士論文。