

せん断を受けた土の透水係数

愛媛大学 工学部 八木 則男 矢田部 龍一
愛媛大学 大学院 ○萩野 芳章 武智 修

1. まえがき

浸透場における砂の力学特性に関する研究が最近いくつかなされている。¹⁾しかし、その試験法には多くの問題があり、また結果の評価法にも不明な点が多いように思われる。本報告では、この種の試験法や評価法で浸透場における砂の強度特性を調べることに問題点を若干論じ、また、せん断と透水を同時に実験できる一面せん断装置を試作し、せん断にともなう土の透水係数の変化を調べたものである。しかし、一面せん断時の供試体内のひずみや応力分布は非常に不均一であるので、実験結果から、透水係数の変化を定量化することは一切無意味であり定性的考察のみを述べる。この種の実験は、ひずみ分布がわりと均一となるシムアルシアーで本来行なうべきであることは断ておく。

2. 試料、実験装置、実験方法

試料には、まさ土、豊浦標準砂、川砂の3種を使用した。粒径加積曲線を図-1に示す。まさ土は、0.42 mmふるいを通したものを用了。

実験装置を図-2に示す。実験装置は、せん断中に試験を中断することなく透水試験をできるように一面せん断装置を改良したものである。浸透水は、供試体下部から上向きに流れる。下端部では水圧を測定しており、上端部では水圧ゼロである。

実験は、それぞれの土に対して、上載圧、初期間隙比、作用水圧を数種変えて行った。測定は、垂直変位、水平変位、せん断強度、それと透水量とである。

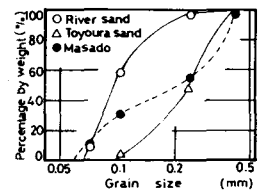


図-1 粒径加積曲線

3. 実験結果と考察

実験結果を述べる前に、浸透場における強度特性を要素試験で調べる場合の問題点に触れておく。ひとつは、従来から指摘されているように要素内に最初から応力の不均一性があり、要素試験となりえてない点である。もうひとつは、もっと基本的なことであるが、本実験のような場合、力の釣り合い式は次式となる。

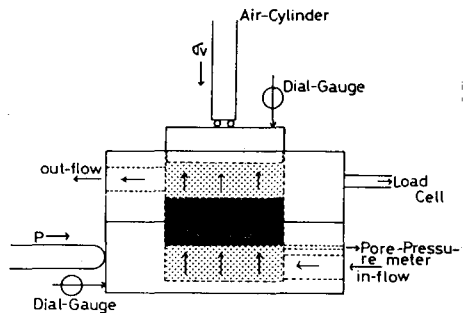


図-2 実験装置の概略

$$\frac{\partial \sigma'_x}{\partial x} + \frac{\partial u}{\partial x} = \gamma_d \quad \text{----- (1)}$$

ここで σ'_x は有効応力、 u は間隙水圧、 γ_d は単位体積重量

要素試験では、一般に自重項は無視できるから有効応力は間隙水圧のみで評価できる。従って、上向き浸透、下向き浸透といった議論は要素試験では意味をなさない。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により意味を持つと考えられる。以上のことから本実験では、一応土のせん断抵抗を測定したが議論の対象としない。

図-3にまさ土の、図-4に豊浦標準砂の、図-5に川砂の垂直変位 δ_v と水平変位 δ_h それに透水係数 k の関係を示す。一面せん断中に透水面積は変化するので、その分の断面積は補正してある。また、Reynolds 数は

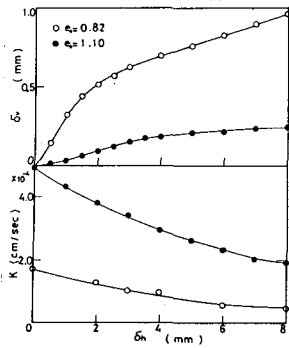


図-3 $\delta v \sim \delta e \sim K$ の関係(まき土)

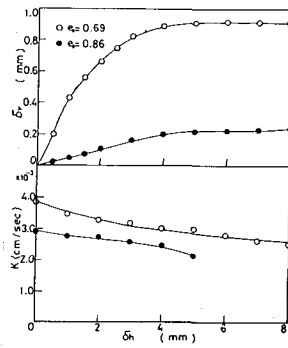


図-4 $\delta v \sim \delta e \sim K$ の関係(標準砂)

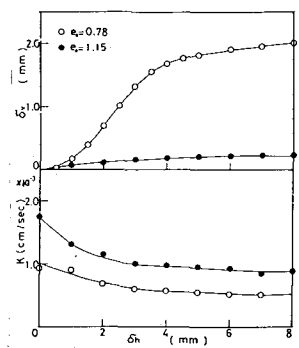


図-5 $\delta v \sim \delta e \sim K$ の関係(川砂)

いずれも、2000 以下であるので層流状態であろうと思われる。また、前記したように一面せん断中の供試体内のひずみは全く不均一であるので意味をなさないが、一応平均ということで透水係数は供試体高さから求めたものである。まき土、標準砂、川砂ともに水平変位の増加にともなう平均として求めた透水係数は、低下する傾向を示している。また、低下の割合はまき土において一番顕著である。この低下の原因は、今のところ不明であるが、せん断変形にともなう粒子の再配列等が原因していると思われる。また、透水係数は高さ方向の平均でとてあるが、一面せん断試験の場合せん断領域は大変小さいことを考えると、せん断領域での透水係数の低下の割合はもっと大きいことも予想される。

図-6、7、8にそれぞれ、まき土、標準砂、川砂の透水係数 K と間隙比関数 $e^3/(1+e)$ の関係を示す。従来、実験的に K と $e^3/(1+e)$ の関係は右上りの直線で与えられていたが、本実験結果では逆に右下りの関係がみられる。せん断領域では体積が膨張するにもかかわらず、粒子の再配列等で透水係数が低下するのであろう。

4. あとがき

本実験から、一面せん断時の透水係数は低下傾向を示すことがわかった。しかし、一面せん断試験では、ひずみ分布、応力分布が全く不均一であるのでこの結果は定性的な傾向に過ぎない。せん断中の透水係数を論じる場合、ある程度ひずみ分布の均一性が保証されねばならない。そこで、今後ひずみ分布がもっとも均一と思われるシンアルシアーでこの種の実験を行なっていく予定である。

5. 謝辞、一面せん断装置の作製は、海洋工学科技官 二神 治氏と森 正光氏による。記して感謝します。

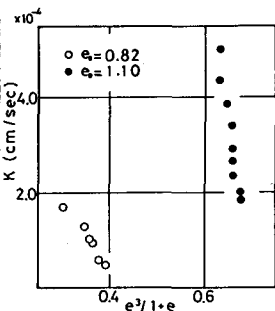


図-6 $K \sim e^3/(1+e)$ の関係(まき土)

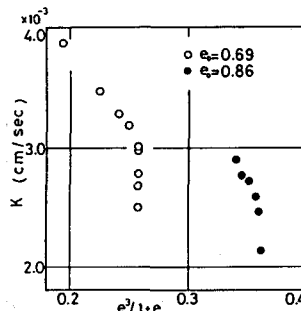


図-7 $K \sim e^3/(1+e)$ の関係(標準砂)

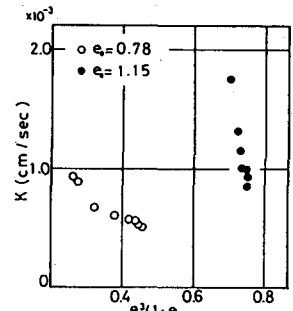


図-8 $K \sim e^3/(1+e)$ の関係(川砂)

参考文献

- 1) 内田村田竹田；浸透水流の方向と砂のせん断強度について，第15回土質工学研究発表会講演概要集