

乱さないしらすの浸透侵食特性

九州大学工学部 正員 ○林 重徳

山内 豊聡

1 まえがき

浸透流による地盤の侵食崩壊に対する安全性の検討は、対象とする領域地盤の浸透流解析結果について、境界流速及び境界動水こう配に基づいて判断される場合が多い。近年の電子計算機の出現・普及と有限要素法など技術の急速な発達によって、数値解析は極めて高い精度で行うことができるようになったが、解析結果を判断する基準となる土粒子の境界流速及び境界動水こう配に関する研究は少く、地盤の浸透侵食崩壊特性については未解明な点が多い。筆者らは、異常に侵食され易く地下水位下では非常に流動化し易いと言われているしらすを対象として、土粒子の境界流速試験及び締固めたしらす供試体についての境界動水こう配試験を実施し、乱したしらすの浸透侵食特性を明らかにした。ここでは、特殊な大型サンプラーにより採取された乱されないしらす供試体について実施した境界動水こう配試験の結果を示すとともに、しらす粒子の境界流速試験結果及び乱したしらすの境界動水こう配試験結果と比較対照し、乱さないしらすの浸透侵食特性について報告する。

2 供試体及び試験装置と試験方法

乱さないしらす試料は、表-1 乱さないしらすの供試体一覧

特製の大径トリプルチュ

ブのサンプラー(削孔径φ

300mm, サンプラー内径φ

203mm)を用いて、地下水位

下より採取された。サン

プリング深度は、GL-7.5~15.0mである。

試料は、まずサンプリングチューブから約1cm押し出し、端面を鉄切のこ及びカッター等を用いて平面に成形する。次いで供試体高さ(h=20cm)より2~3cm長目に押し出し、周面の乱された部分やベントナイト等を丹念に除去した後二つ割れのマイターではさみ鉄切のこで切断する。切断した試料をゴムスリーブで被い、徐々に負圧をかける。

0.5~0.6kg/cm²の負圧状態で、ゴムスリーブと浸透試験用モールド(内径25cm)の間に石こうを流し込み、固化後負圧を解除し、上端面を成形して供試体とした。表-1にしらす供試体の一覧を示す。

試験装置は、供試体下部より通水させ上部を開放した定水位型の透水試験装置で、水頭差は約3mまで任意を負荷することができる。

試験方法は、ある一定の水頭差において透水量の経時変化を測定し透水量が一定となるのを確認して、逐次水頭を上げる。浸透水の濁り、噴砂・パイピングの状況を観察及び写真によって確認した。

3 浸透侵食実験の結果と考察

浸透侵食試験は、いずれも動水こう配を $i=1.0$ から $i=12.0$ 以上まで20数段階に変化させて実施した。

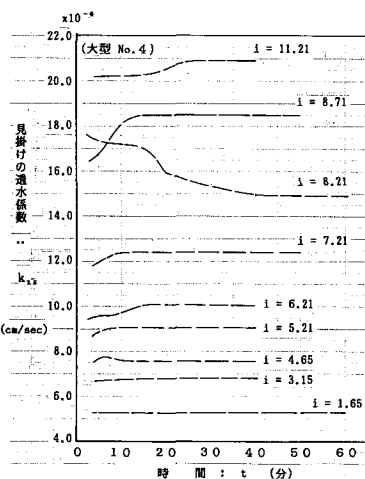


図-1 見掛けの透水係数の経時変化 (No. 4)

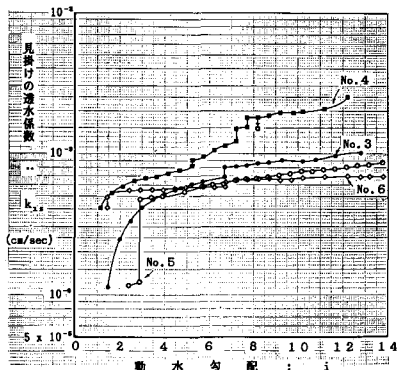


図-2 動水勾配に伴う見掛けの透水係数の変化

図-1は、No.4の結果を例として、見かけの透水係数の経時変化を示したものである。今回実験した動水こう配の範囲では、水頭差を上げた後、10~15分程度でほぼ定常状態になるが段階によっては時間とともに透水係数が低下する場合も見られた。図-2には4つの供試体について、動水こう配に伴う見掛けの透水係数の変化を示す。動水こう配が1.0~3.0及び6.0~8.0の所で、見掛けの透水係数に変化が見られるようである。

図-3及び4に、動水こう配と平均実流速の関係を示す。なお、平均実流速 $\bar{V}_p$ は、間隙率 n と見掛けの透水係数 k 及び動水こう配 i を用いて、次式により求めた。

$$\bar{V}_p = k \cdot i \frac{1}{\left[1 - (1 - n)^{\frac{2}{3}}\right]}$$

パイピングが始まる直前の浸透水にコロイド・粘土粒子による懸濁が観察された。パイピング孔は、約 310cm^2 の面積に 25~90 個確認されるが、動水こう配の増大とともに、噴砂し拡大されていくのは約 10~20 個であった。図-3及び4に示されるように、パイピングの始まりが確認されたときの平均実流速は、 $1.8 \sim 4.2 \times 10^{-3} \text{cm/sec}$ である。これらの流速は、図-5に示すしらすの土粒子と限界実流速の実験結果から外挿すると、 $0.05 \sim 0.08\text{mm}$ 粒径粒子の限界実流速に相当しており、先に報告した締固めたしらす地盤の浸透侵食崩壊の目安となる $3 \times 10^{-3} \text{cm/sec}$ とほぼ一致することは注目値する。しかし、土塊としての供試体には、平均実流速が $23 \sim 74 \times 10^{-3} \text{cm/sec}$ となっても、かなり大きな噴砂孔に発達はするものの、決定的な浸透侵食による崩壊は認められない。供試体は、この後最終水頭を負荷したまま木ハンマーでモールドを打撃した結果、急激なボイリングを生じ崩壊した。

4 あとがき

しらす特有の噴気孔に起因するものと思われるパイピング孔は、締固めたしらす地盤の浸透侵食崩壊の目安とほぼ同じ平均実流速で発生するが、土塊としての乱されないしらす供試体は、今回実験した最大大きい場合 $74 \times 10^{-3} \text{cm/sec}$ の平均実流速においても決定的な浸透侵食崩壊には到っていない。一次しらす地盤の浸透侵食抵抗に及ぼす溶結効果並びに軽石等粒子相互間のインターロッキング効果は、相当大きいと判断される。今後、供試体高さ、寸法比の影響などを明らかにしたいと考える。

文献：(1)山内・林他(1983)、しらすの侵食特性、九大工集, Vol. 56-5。 (2)林・山内(1984)、昭和59年度予稿集

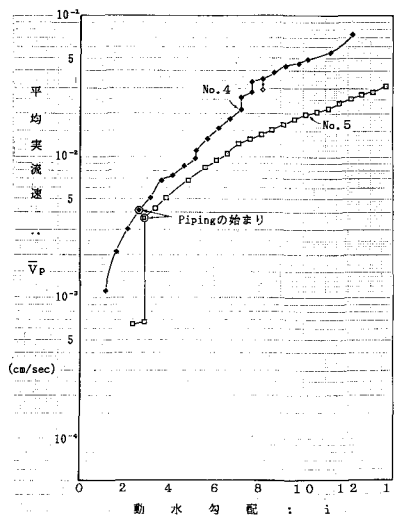


図-3 動水勾配と平均実流速の関係(No.4,5)

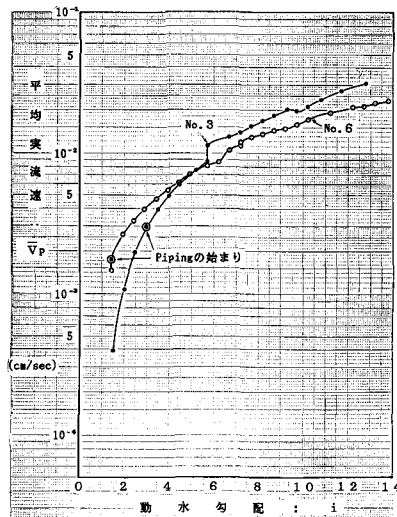


図-4 動水勾配と平均実流速の関係(No.3,6)

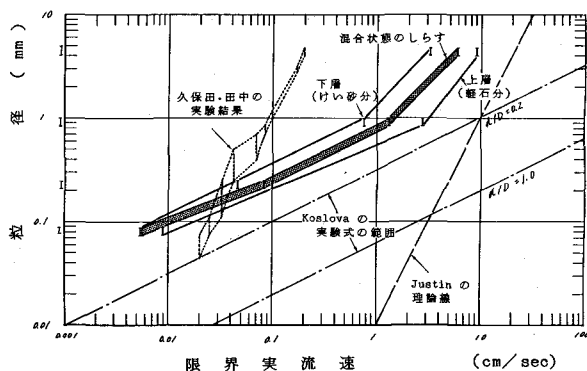


図-5 土粒子の粒径と限界実流速の関係