

砂質土の水分保持特性

信州大学工学部 正員 ○ 榎本雅夫

〃 〃

川上 浩・阿部廣史

1. はじめに.

土の乾燥時の強度変形特性は、土中のサクシオンと密接に関連しており、また不飽和土中の水分の移動にもサクシオンは深くかかわっている。ここでは、その基礎的研究として砂質土の水分保持特性を実験的に検討した。

2. 使用した試料と実験方法.

試料は、豊浦標準砂としらすを用いた。標準砂は単一粒径の材料であり、一方しらすは粒子自身が多孔質であり、両者の水分保持特性は大きく異なるものと予想して選定した。標準砂は、水中に入れて完全に脱気したものを用い、一方、しらすは、自然含水比（19.6%）のものを締め固めて供試体とした。

実験は、図-1に示す装置を用いており、圧力室内にセラミック板付圧密容器を設置した。

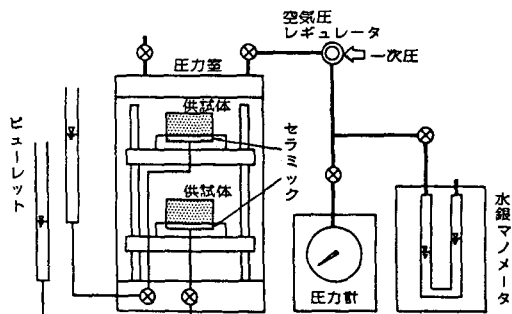


図-1 サクシオンプレート法試験装置

①加圧法：サクシオンが $0.02 \sim 0.50 \text{ kg f/cm}^2$ の範囲では、圧力室にレギュレータで空気圧をかけ、セラミック板を通して排水・吸水される水量をビューレットで測定している。この際、ビューレットの水面をセラミック板上面と一致させ、圧力を正確に測定している。

②吸引法：サクシオン 0.02 kg f/cm^2 以下では、水頭差による圧力を利用して、供試体にサクシオンをかける。すなわち、圧力室を大気圧に保ち、セラミック板上面の高さよりビューレットの水面を下げ、水頭差により供試体に負の間隙水压をかけ、一定のサクシオンを保っている。

以上、いずれかの方法を用いて供試体にサクシオンを作用させ、その状態を維持して、排水・吸水量の時間的経過を測定している。水分移動の落ちついた状態で含水比を求め、水分保持特性曲線を描いている。

3. 標準砂の試験結果.

豊浦標準砂の水分保持特性曲線を図-2に示す。試験開始時の飽和状態から、 $p_f = 1.4$ 程度のサクシオンまでは、供試体表面のメニスカスにより平衡が保たれ、排水はほとんど生じない。しかし、それ以上のサクシオンがかかると急激に排水が生じる。そして、さらに高いサクシオンにおいては、土中水は減少し、含水比が極端に小さくなる。また、ヒステリシスが大きいことがうかがわれる。図上でのヒステリシスは大きい、その圧力としての絶対値としては小さなものである。吸水・排水過程いずれにおいても、一定の圧力で吸排水が行われる事は間隙構造が単純なことを示している。単一粒径の粗粒材料の特質と考える。飽和したセラミック板の空気侵入値試験と同様な効果とみる事が出来る。

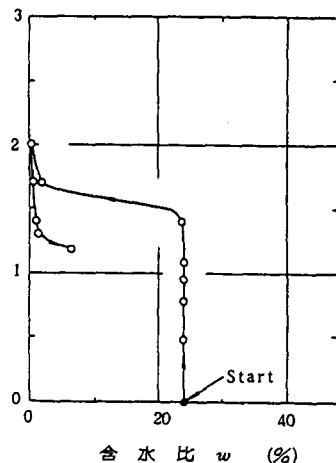


図-2 標準砂の水分保持特性

4. しらすの試験結果.

しらすの水分保持特性曲線を図-3に示す。この場合、一定の乾燥密度となるよう締め固めて供試体を作成したため、試験開始時にすでに $pF=1.84$ 程度のサクシオンを有している。全体としては、砂質土とはいえ、粘性土に近い挙動を示している。これは、粒徑的に細粒分が含まれていることあるいは、砂質土としては考えられないほど含水比が高い事から理解できる。曲線No.1とNo.2が違った挙動を示しているのは、吸水過程から行ったものと、脱水過程から行ったものの相違であり、吸水・脱水の履歴が水分保持特性に大きな影響を及ぼしている。No.2も一度飽和されると、No.1と類似した挙動になるものと思われるが、しかし、脱水過程は非常に時間を要し、現在その段階まで達していない。

また、No.1で試験開始時と吸水→脱水→吸水を経た後の同じサクシオンの含水比は一致せず、曲線が閉じたヒステリシスにならない。しかしながら、サクシオンの変動が多数回繰返され、また、通常的地盤の中で生ずる程度の変動については、ヒステリシスの小さい曲線に従うものと推察される。

5. 試験時の透水性.

水分保持特性を求めるために、一定のサクシオンのもとで、吸水または排水する間の時間的経過は、それぞれの透水性のよしあしを反映している。そこで半対数紙上に示した吸・排水量-時間曲線から $1/(t_{50} \cdot \Delta p)$ を求めて図-4に示している。通常の飽和土の圧密試験から得られる透水係数は $k = m_v \cdot c_v \cdot r_w$
 $= \Delta e / \Delta p (T_v H^2 / t_{50}) r_w$ であり、不飽和土の場合にも脱水曲線から得られる $1/(t_{50} \cdot \Delta p)$ は透水性を示すと考えうる。

標準砂の場合、飽和に近い状態で透水性はよいが不飽和状態になって、急激に透水性が悪くなる。この傾向は不飽和透水係数の変化に類似している。一方しらすの透水性は、含水比の低下と共に透水性は低下するが、さらに含水比が低下する段階(図上では含水比30%以下の段階)で、透水性はほぼ一定となり、さらに含水比が低下すると透水性は低下する。水分保持特性の吸水・脱水の時間的変化から不飽和透水係数を求めうる可能性があると考えられる。

6. ま と め.

サクシオンが砂質土の力学的挙動に及ぼす影響を把握するため、その基礎的研究として、水分保持特性の面から考察を行った。現状では、いずれの挙動に対しても、少ないデータからの推論であり、今後さらにデータを蓄積し、評価する必要がある。

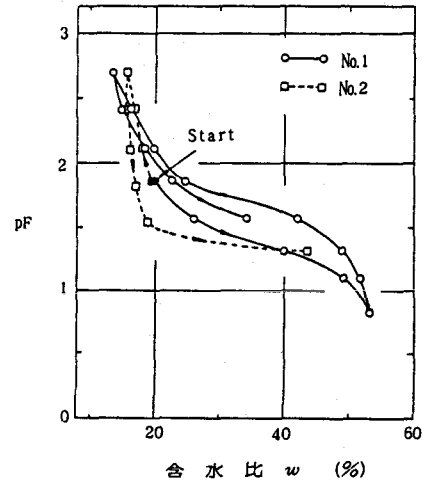


図-3 しらすの水分保持特性

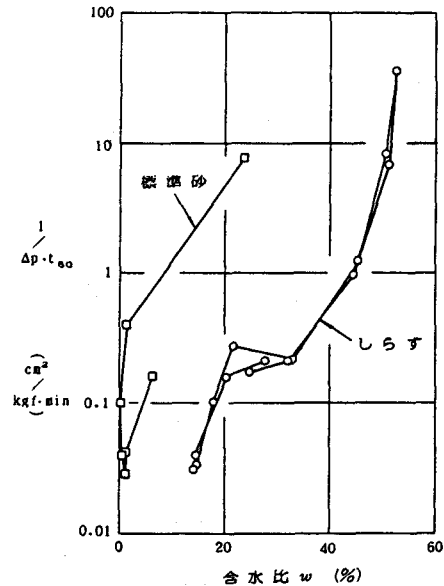


図-4 含水比と透水性の関係