

神戸大学大学院 学生員 ○吉牟田竜太
 (株)日建設計 正会員 本田道識
 神戸大学工学部 正会員 河井克之
 神戸大学大学院 正会員 軽部大蔵

1.はじめに

不飽和土の力学挙動は間隙水分分布に大きく左右される。その間隙水分分布はサクシオン～含水量関係（水分特性曲線）として表され、いくつかのモデルが提案されている。しかしそれらは水分特性曲線が描くヒステリシスを表現し得るものではない。このヒステリシスを表現できるモデルを確立するには、その形状に与える要因を解析することが重要である。そこで本報告では水分特性曲線に与える拘束圧の影響を考察している。

2.実験結果の考察

芦田¹⁾は水分特性曲線に与える拘束圧の影響を調べるため、飽和供試体（市販品 No.5 クレー、粒度曲線を図-4 に示す。）に排水状態で空気圧を载荷し、異なる拘束圧下での水分特性曲線を求めた。図-1 に示す実験 A は等方応力 $p = \text{全応力 } p_T - \text{間隙空気圧 } u_a = 19.6 \text{ kPa}$ の下でサクシオン s を変化させたものであり、実験 B は $p = 98 \text{ kPa}$ の下で s を変化させたものである。実験 B の水分特性曲線は実験 A で得られたものと比べ、外側に膨らんでいることがわかる。特に脱水過程の初期部分でその様子が顕著に現れていると言える。このことから実験 B の空気侵入値がより大きく、また全体的に排水が行われにくい状態にあったと思われる。これは図-2 のように実験 B は実験 A より間隙比が小さく供試体が密であるので、間隙に空気が侵入しにくくなったためと考えられる。空気侵入値は Brooks & Corey 式(式(1))で水分特性曲線の脱水過程をフィッティングする場合、式中のパラメータ s_a で与えられる。

$$S_e = \frac{S_r - S_{r0}}{100 - S_{r0}} = \left(\frac{s_a}{s} \right)^\lambda \quad (1)$$

ここで、 S_e :有効飽和度、 S_r :飽和度、 S_{r0} :残留飽和度
 λ, s_a :パラメータ、 s :サクシオン

$$S_e = \frac{S_r - S_{r0}}{100 - S_{r0}} = \frac{1}{1 + \exp(A + B \cdot \log_e s)} \quad (2)$$

ここで、 A, B :パラメータ

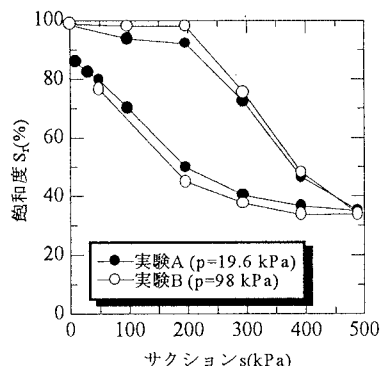


図-1 芦田らの飽和度～サクシオン関係

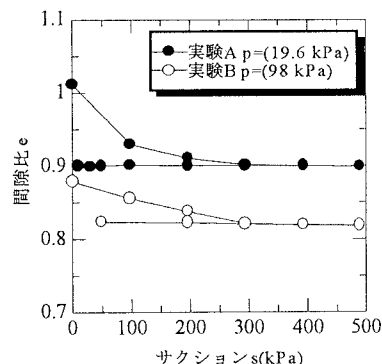


図-2 芦田らの間隙比～サクシオン関係

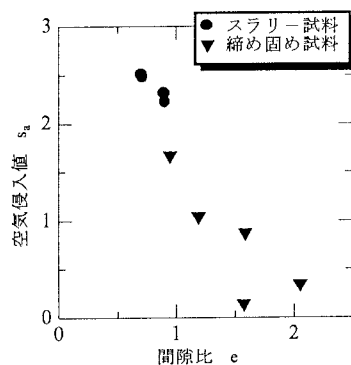


図-3 空気侵入値～間隙比関係

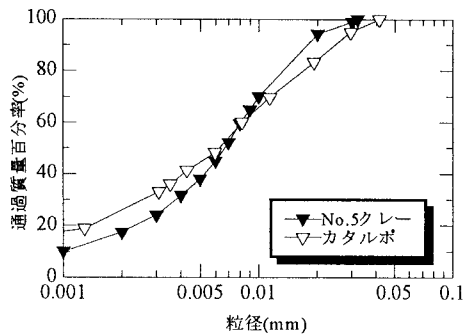


図-4 粒径加積曲線

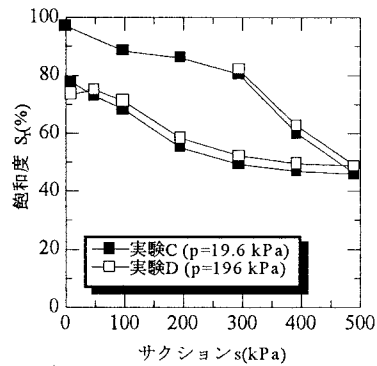


図-5 飽和度～サクシオン関係

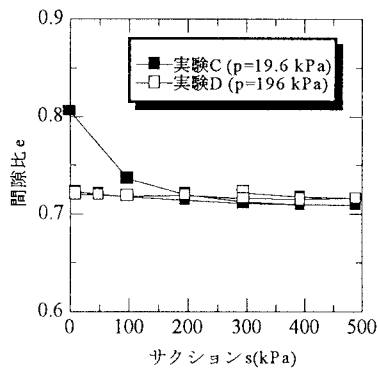


図-6 間隙比～サクシオン関係

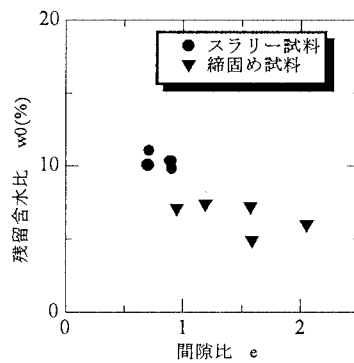


図-7 残留含水比～間隙比関係

図-3に既存のデータをフィッティングし得られた空気侵入値～間隙比関係を示す。空気侵入値が間隙比に対して一定の傾向を持っていることがわかる。拘束圧として作用する等方応力 p が水分特性曲線に与える影響は直接的ではなく、 p が間隙比を決定し、その間隙比が水分特性曲線の要因であると推測できる。つまり p は土粒子そのものに作用し、間隙水には大きく影響しないと考えられる。

今回はこれらのことを再検討するために、市販の細粒土カタルポを用い水分特性曲線を求めた。カタルポの粒径加積曲線は図-4のとおりである。結果を図-5に示す。ただし機器のトラブルによりデータが失われた部分がある。図-5を見るとどちらの実験についても、サクシオン $s=300\text{kPa}$ 付近で飽和度がほぼ等しく、この付近が空気侵入値とわかる。また全体的にも2つの水分特性曲線は類似した形状を示しており、等方応力 p の影響を見ることはできない。ここで前述の考察によると実験 C、D は間隙比が類似した変化を見せるはずであるが、図-6からサクシオン～間隙比関係は同様の傾向を示していることがわかる。このことから水分特性曲線が間隙比に大きく依存すると思われる。また筆者らは式(2)のロジスティック曲線モデルを用いてフィッティングした結果から残留含水比 w_0 が一定の値に収束することを見いだしている、これを図-7に示す。

3. 結論

水分特性曲線は間隙比に大きく依存し、拘束圧は間隙比を変化させるという間接的な要因である。

参考文献

- 1) 芦田他: “不飽和土の水分特性曲線に与える間隙状態の影響” 第32回地盤工学研究発表会, pp1967-1968