

不飽和土の一次元圧縮挙動におけるサクシヨン履歴の影響

鳥取大学工学部 正会員 清水 正喜
 鳥取大学大学院 学生会員 ○田原 志典
 鳥取大学大学院 学生会員 福田 尚弘

1. はじめに

不飽和土の体積変化挙動を支配する応力パラメータとして、基底応力 σ_{net} ($\sigma - u_a$) とサクシヨン s ($u_a - u_w$) を取り上げ、それらの経路を変えて一次元圧縮試験を行った（ここで、 σ ：全応力， u_a ：間隙空気圧， u_w ：間隙水圧）。圧縮特性と排水特性に及ぼすサクシヨン変化の影響について報告する。

2. 試験方法

試料は DL クレー ($\rho_s = 2.697 \text{ g/cm}^3$, NP) を使用した。DL クレーを含水比 60% に調整し、スラリー状態で試験を始めた。試験装置は不飽和土用一次元圧縮試験装置¹⁾を使用した。サクシヨンは加圧板法によって制御した。

試験は図 1 に示すように、 $\sigma_{\text{net}} \doteq 0 \text{ kPa}$ でサクシヨンを増加させ、供試体を不飽和にした後、 σ_{net} および s を変化させた。試験は、荷重載荷段階の途中でサクシヨンを変化させて元に戻す試験（サクシヨン履歴試験，a および b 試験を指す）および荷重載荷段階の途中で、サクシヨンを増加させ、その後再び荷重を増加した試験（サクシヨン変化試験，c および d 試験を指す）を行った。また比較のため、サクシヨン一定試験（s40，s29 試験）も行った。

3. 結果および考察

(1) 圧縮性

図 2 に間隙比と基底応力の関係を、図 3 に、各载荷段階の圧縮性を示すため、図 2 の各荷重段階における始点 σ_{i-1} と終点 σ_i の傾き C_c' と、始点と終点の基底応力の相乗平均

($\sqrt{\sigma_i} * \sqrt{\sigma_{i-1}}$) の関係を示す。（図中の塗りつぶしプロットはサクシヨン変化を与えた後である）

まず、サクシヨンを増加または履歴した試験について述べる。a 試験はサクシヨンを変化した直後の圧縮性が前の段階より少し小さくなっている。d 試験ではサクシヨンを増加した直後の圧縮性は、その前の段階に比べてかなり小さくなっている。c 試験では、サクシヨンを変化した直後の圧縮性が前の段階に比べて若干大きくなっているが、s29 試験と比較すると遥かに小さくなっている。このようにサクシヨンを増加後

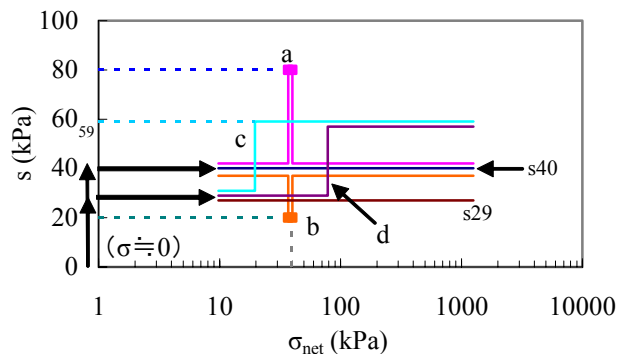
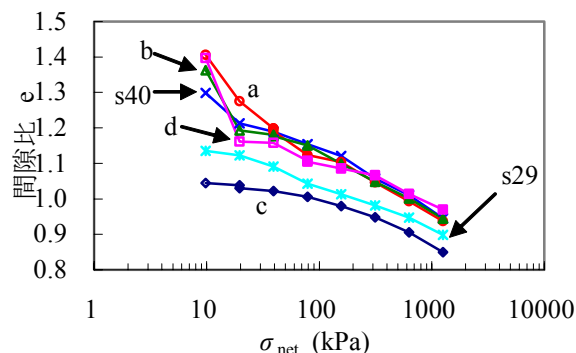
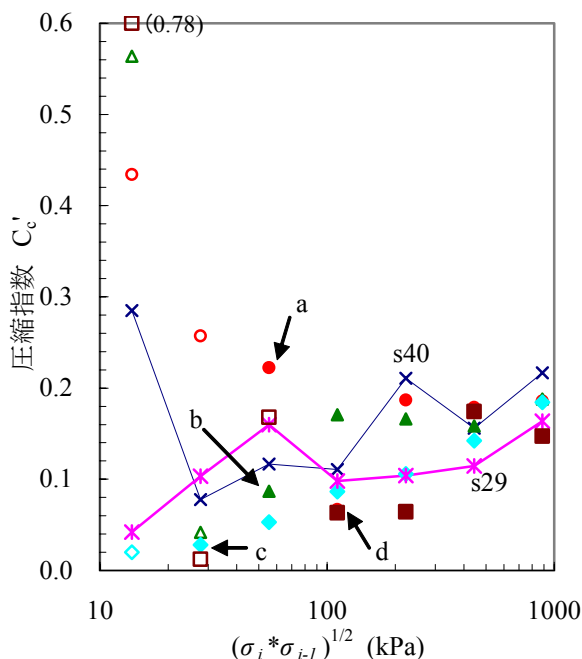


図 1 応力経路（模式図）

図 2 e-log σ_{net} 関係図 3 $C_c' - \sqrt{\sigma_i} * \sqrt{\sigma_{i-1}}$ 関係

キーワード：不飽和土，サクシヨン，圧縮性，水分特性曲線

連絡先：清水 正喜・鳥取市湖山町南 4 丁目 101・Tel. 0857-31-5291

に圧縮性が低下しているのは、サクシオンを増加することによって供試体の粒子間力が強くなったことが原因であると考えられる²⁾。しかし、c試験のように、この影響が顕著に現れない可能性もサクシオンが変化した時の載荷荷重の大きさも関係すると思われる。

次にサクシオンを減少したb試験ではサクシオン変化直後の圧縮性が、その前の段階よりも大きくなっている。これはサクシオンを増加させたa, c, d試験とは逆にサクシオンが減少することにより粒子間力が弱くなったことが原因と考えられる²⁾。

また、荷重載荷時のサクシオンが40 kPaの試験であるa, bおよびs40試験について、 $\sigma_{\text{net}}=314 \rightarrow 628 \rightarrow 1256$ kPaの段階においては、ほぼ同じ圧縮性を示している。このことから、 $\sigma_{\text{net}}=314$ kPaという大きい σ_{net} のレベルではサクシオンを変化させた影響が無くなる可能性があると考えられる。

(3) 水分保持特性

図4に飽和度 S_r と基底応力の関係を示す。サクシオン変化前には、どの試験においても荷重載荷に伴い飽和度の上昇傾向が見られる。これは体積圧縮に伴う排気量が排水量より多かったためである。

しかし、サクシオン変化後については、cおよびd試験($s=59$ kPa)では荷重を載荷しても飽和度の上昇が顕著に表れていない。これは他の試験($s \leq 40$ kPa)に比べて作用させているサクシオンが大きいので、サクシオンによって排水が促進されたと考えられる。したがって荷重を載荷しても飽和度が上昇しないサクシオンの値が $40 \text{ kPa} \leq s < 59 \text{ kPa}$ の範囲に存在することが予想できる。

図5にa~d試験においてサクシオンを変化させた段階の含水比の変化量 Δw とサクシオン s の関係を示す。ここで Δw はサクシオンを変化する直前の含水比を基準にしたものである。

まず、サクシオン履歴試験において、a試験ではヒステリシスを示し、サクシオンを変化させる前に比べて含水比が低下している。しかし、b試験では、サクシオンの前後において含水比はほとんど変化していない。

次に、サクシオンを増加させた、cおよびd試験では、サクシオンを増加させた時の σ_{net} が異なっているにもかかわらず、ほぼ同じ程度の含水比の低下量が見られる。このことから、サクシオン変化に伴う含水比の変化量は、変化前の載荷荷重の大きさに依らないと考えられる。

4. 結論

- (1) 荷重載荷段階の途中でサクシオンを増加した経歴がある場合、サクシオン増加直後の圧縮性が小さくなる。サクシオンを減少した経歴がある場合、サクシオン減少直後の圧縮性が大きくなる。ただし荷重増分が少ない場合はこの現象が顕著に表れない。
- (2) 荷重載荷途中でサクシオンの変化履歴が存在しても、荷重段階が進むにつれて、その影響は徐々に無くなっていく。
- (3) サクシオンの変化のさせ方について、先にサクシオンを増加させるとヒステリシスを示すが、先に減少させるとそのような現象は見られなかった。

参考文献：1) 清水・福田・南部（2003）：定体積・排気・非排水条件における不飽和土の挙動，鳥取大学工学部研究報告第34巻，pp.49-54.2) 地盤工学会：地盤工学ハンドブック，pp107，1999。

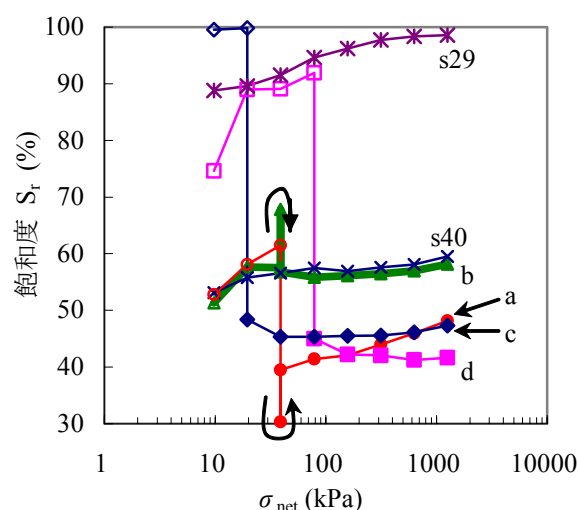


図4 S_r - σ_{net} 関係

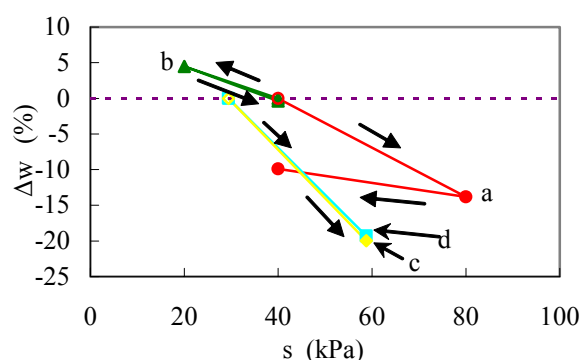


図5 s - w 関係