

一次元圧縮状態における不飽和土の吸・排水挙動と圧縮挙動に対するサクシヨンの効果

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 ○杉浦 豊
鳥取大学大学院 学生会員 田原 志典

1. はじめに

著者ら¹⁾は、不飽和土一次元圧縮試験を行い、供試体に対してある荷重段階でサクシヨンを増加・減少させた後、引き続き載荷するという圧縮挙動に及ぼすサクシヨン変化履歴の影響を調べた。本研究では、一つは飽和状態からサクシヨンを段階的に作用させて不飽和状態にして荷重を載荷した後、サクシヨンを減少させたときの圧縮挙動を調べた。また、そのようなサクシヨン履歴を与えた供試体を飽和状態に戻したときの荷重による圧縮挙動も調べた。もう一つは、間隙構造の異なる飽和状態で同様のサクシヨン履歴を与えたときの水分特性曲線を調べた。

2. 試料と供試体

試料は DL クレー ($\rho_s=2.680 \text{ g/cm}^3$, NP) を使用した。スラリー状態の試料を圧密リング(内径 6 cm, 高さ 2 cm)内に流し込み、上面を整形して高さ 2 cm の供試体とした。

3. 試験装置および方法

不飽和土用一次元圧縮試験装置を使用した。圧密容器底部にはセラミックディスクが取り付けられている。試験に応じて異なる A.E.V(100, 300 kPa) のセラミックを使用した。

サクシヨンは加圧板法により制御した。試験条件を表-1 および図-1 に示す。試験 1, 2, 3 では、 $\sigma_{\text{net}}=0\text{kPa}$ でサクシヨンを 0kPa から s_{max} まで増加させ(A→B), $\sigma_{\text{net}(2)}$ の荷重を載荷して(B→C), その後、飽和状態になるまでサクシヨンを減少させた(C→D)。その後新たに荷重を σ_{netmax} まで載荷した(D→E)。試験 4, 5 は、 $s=0\text{kPa}$ で $\sigma_{\text{net}(1)}$ まで載荷し(O→A), s_{max} のサクシヨンを作用させた(A→B)後、サクシヨンを減少させた。

4. 結果および考察

全ての試験の含水比 w とサクシヨン s の関係を図-2 に、間隙比 e とサクシヨン s の関係を図-3 にそれぞれ示す。

(1) サクシヨン増加段階(図-1 A→B)の挙動

試験 1, 2, 3 は低いサクシヨンを作用させた時に排水した。試験 4, 5 は $s=0\text{kPa}$ での最初の載荷段階(O→A)で排水し、その後サクシヨンを上げて $s<30\text{kPa}$ の範囲ではあまり排水していない。しかし、 $s=30\text{kPa}$ の状態で全ての試験でほぼ同じ含水比に到達し、 $s=40\text{kPa}$ まで増加すると同じ挙動で急激に排水している。その後は、同じような排水傾向を示すが、荷重が大きい試験ほど排水量が多い。このことから飽和状態で荷重が異なっても、すなわち間隙比が異なっても、あるサクシヨンを作用させれば一定の含水比まで低下し、その後は載荷荷重が大きいほど含水比の低下量が多くなると言える。

(2) 基底応力載荷段階(図-1 B→C)の挙動

試験 1, 2, 3 は、作用させている s_{max} が大きいもののほど、 $\sigma_{\text{net}(2)}=4.9\text{kPa}$ の載荷による体積圧縮量は小さくなった(図-3 b1, b2, b3)。

(3) サクシヨン減少段階(図-1 C→D)の挙動

表-1 試験条件 (単位: kPa)

試験名	$\sigma_{\text{net}(1)}$	s_{max}	$\sigma_{\text{net}(2)}$	σ_{netmax}	AEV*
試験 1	0	80	4.9	1256	100
試験 2	0	157	4.9	1256	300
試験 3	0	240	4.9	1256	300
試験 4	19.6	157	19.6	19.6	300
試験 5	78.5	157	78.5	78.5	300

* セラミックディスク

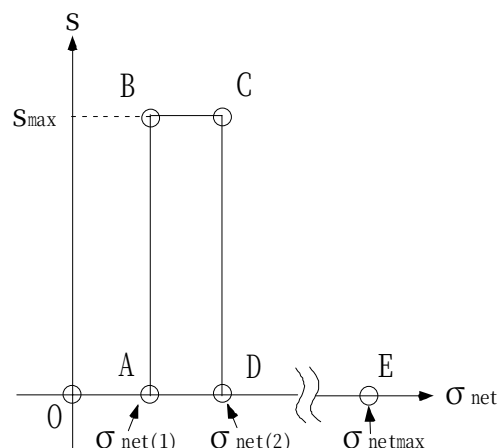


図-1 応力経路概要図

キーワード：不飽和土、サクシヨン、圧縮性、水分特性

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

サクシオンを減少させると含水比が増える(図-2). 文献²⁾より, 荷重の大きさよっては吸水に伴うコラプス現象が生じ, コラプス量は荷重が大きいほど大きくなると予想された.

サクシオン減少過程においては, $\sigma_{\text{net}(2)}$ が同じ試験 1, 2, 3 において, s_{max} の最も低い試験 1 でのみ体積圧縮が起こった(図-3 ※). このことから, サクシオンを 157kPa 以上与えたことで, サクシオンを消滅させても $\sigma_{\text{net}(2)}=4.9\text{kPa}$ に耐えうる構造になったと考えられる.

全ての試験の吸水傾向は似ているものの, 載荷荷重が大きい試験ほど低い含水比を保っている. 全体的に, $s=40\text{kPa}$ までは含水比は緩やかに上昇するが, $s=40\sim 10\text{kPa}$ の段階で急激に吸水した後, 再び穏やかに吸水している. このことから排水過程では間隙比が小さいほど含水比は低くなるが, 吸水過程では間隙構造の違いによる吸水量の差はあまり顕著ではないと言える. つまり, 排水過程では間隙構造の違いによる影響は大きく表れるが, 吸水過程ではそれほど表れないということを意味する. また, サクシオン履歴によって供試体がヒステリシスを起こすこと, 急激に排水するサクシオンよりも急激に吸水するサクシオンのほうが値は大きいことが確認された.

(4) サクシオン低下後の飽和状態での荷重載荷による圧縮挙動(図-1 D→E)

図-4 に D→E 間に生じた間隙比の変化を示す. この図にはサクシオン履歴を与えない飽和供試体の結果も示す. サクシオン履歴を与えた供試体では荷重が低い時は, 高い間隙比を維持していることがわかる. 圧縮応力がある大きさに達すると急激な間隙比の減少が見られた. 急激な間隙比の減少を引き起こした圧縮応力の大きさと, 履歴で与えた最大サクシオン s_{max} の大きさには明確な相関性は見られないようである.

5. 結論

(1) 飽和状態で間隙比が異なっても, あるサクシオンを作用させれば一定の含水比まで低下する.

(2) 排水過程では間隙比が小さいほど含水比は低くなるが, 吸水過程では間隙比の違いによる吸水量の差は顕著ではない.

(3) 同じ荷重を載荷する際に作用させているサクシオンが高いほど, 体積圧縮量は小さくなる.

(4) サクシオン履歴後の飽和状態における圧縮挙動について, 低荷重時の間隙比は履歴を受けていない飽和供試体のものより高い値となった. また, ある荷重段階を超えると履歴を受けていない飽和土供試体の間隙比に近い値となる.

参考文献

1)清水・田原(2005): 不飽和土の一次元圧縮挙動におけるサクシオン履歴の影響, 土木学会 2005 年学術講演会, pp.255-256. 2)地盤工学会(2004): 不飽和土地盤の挙動と評価, p.109.

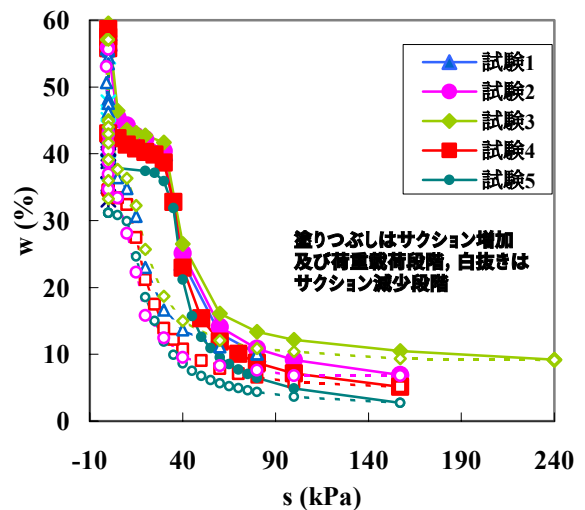


図-2 含水比とサクシオンの関係

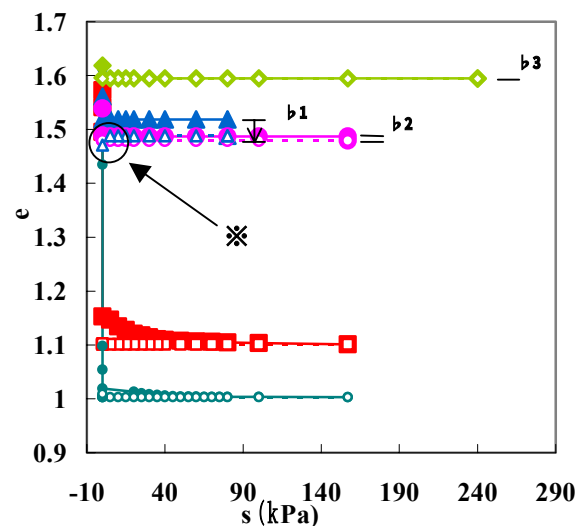


図-3 間隙比とサクシオンの関係(凡例は図-3 参照)

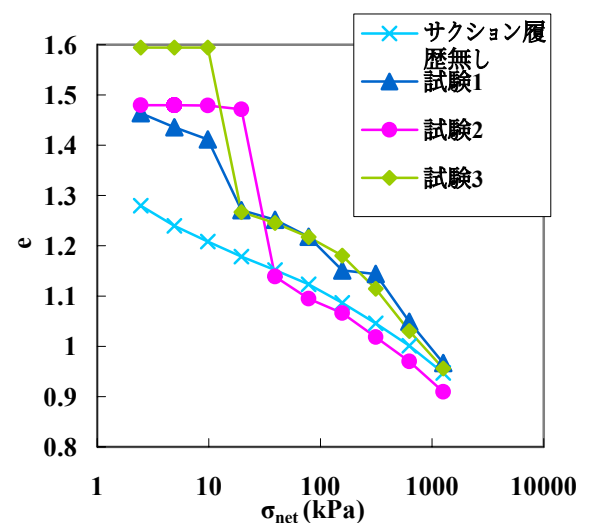


図-4 e-log σ_{net} 関係