

不飽和土の一次元圧縮特性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, 田原志典

1. はじめに

著者ら¹⁾は、不飽和土の一次元圧縮試験においてのある荷重段階でサクシヨンを増加・減少させ、その後の荷重載荷による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、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。

2. 試料と供試体

試験時間を短縮するため、比較的透水性の高い DL クレーを使用した。その物理的性質を表-1 に示す。

含水比約 60% で十分練り返した後、真空脱気した。飽和状態の試料を圧密リング内に流し込み、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, 500kPa) 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-2 および図-1 に示す。試験 1, 2 では、サクシヨンを s_{max} まで増加させ(図-1 の A→B), σ_{netmax} 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)。試験 3, 4, 5 は、試験 1, 2 と同様に A→B→C→D の履歴を与えた後に、新たに荷重を載荷した(D→E)。

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

飽和状態でサクシヨンを作用させた時に排水現象が生じた(図-2)。初期間隙比が相対的に低い試験 1, 2 を除いて体積圧縮は起こらなかった(図-3)。これは、間隙比が高い状態では低いサクシヨンを作用しても容易に不飽和化し、そのためにメニスカスが形成されて骨格が変形しにくい構造が形成されたために間隙比の減少が見られなかったと考えられる。また、間隙比が低い状態では低いサクシヨンを作用させた時の排水が遅いため、飽和状態を維持したまま排水し、間隙比が減少したと考えられる。また、使用したセラミックディスクの A.E.V. の違いによる影響も考えられる。

(2) 基底応力載荷段階(図-1 B→C)の挙動

試験 1, 2, 4 では、同じサクシヨン s_{max} を作用させたが、荷重 σ_{netmax} が大きいものほど体積圧縮量は大きくなった(図-3 #1, #2, #3)。試験 3, 4, 5 は σ_{netmax} が同じであり、作用させている s_{max} が大きいものほど、 $\sigma_{netmax}=4.9\text{kPa}$ 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)の挙動サクシヨンを減少させると含水比が増え(図-2)吸水に伴うコラプス現象が生じる可能性があると予想された。また一般に荷重が大きいほど、コラプス量は大きくなる傾向がある²⁾と言

表-1 試料の物理的性質

土粒子密度(g/cm^3)		2.680
粒度	シルト分(%)	85.8
	粘土分(%)	14.2
コンシステンシー	液性限界	NP
	塑性限界	NP

表-2 試験条件 (単位: kPa)

試験名	s_{max}	σ_{netmax}	σ'_{max}	AEV*
試験 1	157	19.6	19.6	500
試験 2	157	39.2	39.2	300
試験 3	80	4.9	1256	100
試験 4	157	4.9	1256	300
試験 5	240	4.9	1256	300

* セラミックディスク

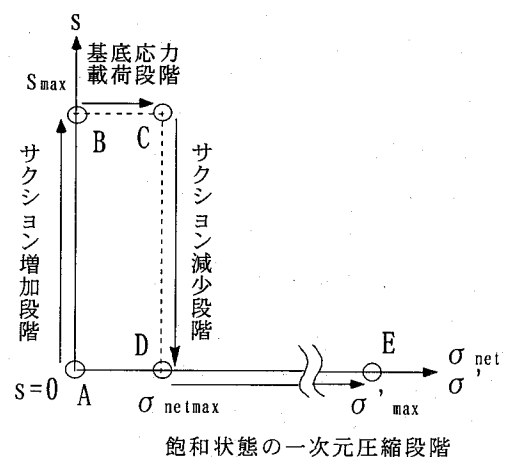


図-1 応力経路概要図

われている。

試験 1 と試験 3 で、サクションが 0kPa に減少した時に体積圧縮が起きた(図-3 ※1, ※2)。試験 2, 4, 5 では、そのような体積圧縮は起こらなかった。

同じサクション s_{max} を作用させている状態で異なる荷重 σ_{netmax} を載荷した試験 1, 2, 4 の中で、最も大きい σ_{netmax} を載荷した試験 2 で、体積圧縮量が大きくなると予想されたが体積圧縮は起こらなかった。これは試験 2 ではサクション増加段階に生じた空気間隙が大きな荷重を載荷したために消失し、その後サクションが消滅しても体積圧縮が起こらなかったと考えられる。また、試験 4 は、157kPa のサクションを作用させたことで、サクションが消滅しても $\sigma_{netmax}=4.9\text{kPa}$ という低荷重に耐えうる構造になったと考えられる。

σ_{netmax} が同じ試験 3, 4, 5 において、試験 3 のみ体積圧縮が起こった。このことから、サクションを 157kPa 以上与えたことで、サクションを消滅させても $\sigma_{netmax}=4.9\text{kPa}$ に耐えうる構造になったと考えられる。

(4) サクショ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。この図にはサクション履歴を与えない飽和供試体の結果も示す。サクション履歴を与えた供試体では載荷荷重が低い時は、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ョン s_{max} の大きさには明確な相関性はないようである。

5. 結論

(1) 同じサクションを作用させている時は、載荷する荷重が大きいほど体積圧縮量は大きくなる。また、同じ荷重を載荷する際に作用させているサクションが高いほど、体積圧縮量は小さくなる。

(2) サクションを作用させることで、低い荷重を載荷した後にサクションを消滅させても体積圧縮が起こらない。高い荷重を載荷すると大きな圧縮が起こり、その後サクションを低下させても圧縮は生じない。

(3) サクショ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与え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ョン履歴の影響, 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.

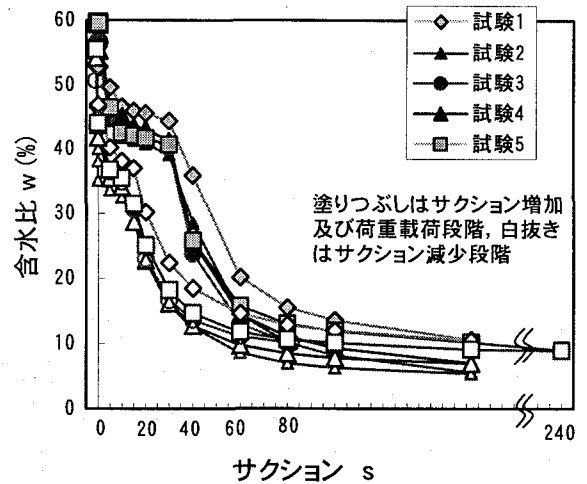


図-2 含水比とサクションの関係

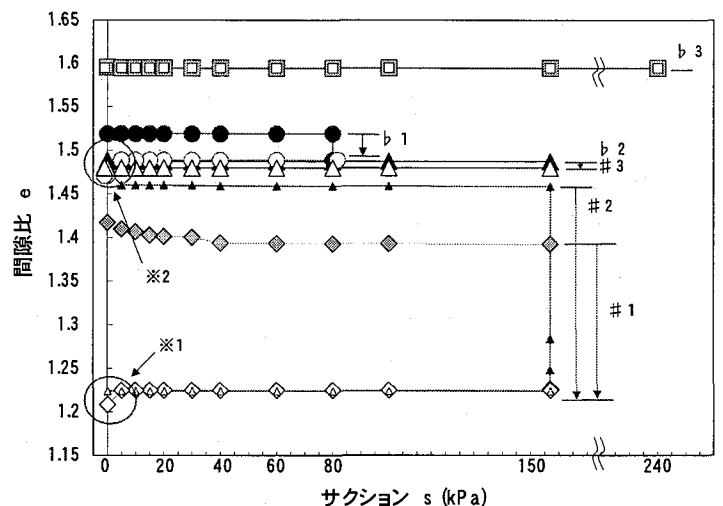


図-3 間隙比とサクションの関係(凡例は図-2 参照)

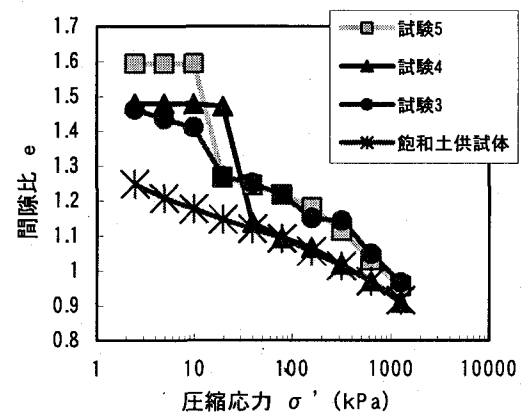


図-4 $e-\log \sigma'$ 関係