

不飽和土のサクシオンが変形特性に与える影響

信州大学大学院

○ 芝 博史

信州大学工学部

川上 浩, 阿部廣史

1. はじめに 不飽和土の有効応力式は、Bishopらによって提案された $\sigma' = \sigma - u_a + \chi (u_a - u_w)$ がよく知られている。不飽和土の圧密時にサクシオンを解放すると、有効応力の原理に従えば、膨脹変形を生じなければならないところ、 σ' の減少にもかかわらず、圧縮変形（コラプス現象）を示すことがある。そこで、不飽和土用三軸K0圧密試験装置を用いて圧密リング中の応力を再現し、サクシオンの変動時の不飽和土の挙動を調べている。

2. 実験装置 用いた実験装置を図-1に示す¹⁾。

この装置はセル圧の変動時にも軸荷重が一定に保たれる点特徴であり、リング圧密の応力状態を作り出すことが目的である。パソコンを利用した自動制御により、K0状態が保たれる。

3. 実験結果 試料は千曲シルトと呼ぶシルト質土で、Gs=2.710, LL=34, IP=13である。

a. 不飽和土としてゆるい状態 スラリー状の試料を0.5kgf/cm²で予圧密し、成形した供試体をまず0.1kgf/cm²のサクシオンで脱水した。その後、軸荷重及びサクシオンを順次増加させ、K0圧密を行った。これは、サクシオンの土粒子に対する構造保持特性を利用し、できるだけゆるい状態を作り出したものである。試験は、供試体番号K0-1, K0-3, K0-4の3本について実施した。それぞれ $\chi = 1$ と仮定した σ'_a が2.0kgf/cm², 3.8kgf/cm², 1.0kgf/cm²に達したところで徐々にサクシオンを解放した。有効応力経路を図-2に示す。O→Aがサクシオン及び軸圧増加、A→Bがサクシオン解放時の経路を示す。サクシオン解放時に有効応力経路が破壊線に近づいている。

b. 不飽和土として密な状態 4.0kgf/cm²及び

6.0kgf/cm²の予圧密試料を用いて、それぞれ図-2での応力状態を考慮し、サクシオン解放前の応力状態をまず作り出した（供試体番号C-K01, C-K02）。ここからK0状態を保ちながらサクシオンを徐々に解放した。このときの有効応力経路を図-3に示す。サクシオン解放に伴って図-2と同様な傾向を示し、有効応力経路は左側へ向かう。即ち、応力比の増加とみなすことができる。

c. サクシオン解放時の変形 軸応力-軸ひずみ関係を図-4に示す。塗りつぶした点は、飽和時である。サクシオン解放時に応力経路は類似した傾向を示すにもかかわらず、変形特性では、全く異なる挙動を示した。ゆるい供試体では、収縮傾向を示し、この収縮変形は、応力比（ σ'_a / σ'_v ）の増加によって負のダイレイタンスを示したものと考えられる。一方、密な状態にある不飽和土は、サクシオンの解放によって膨脹傾向を示した。これは、応力比が増加し、その結果として正のダイレイタンスを示したものと考

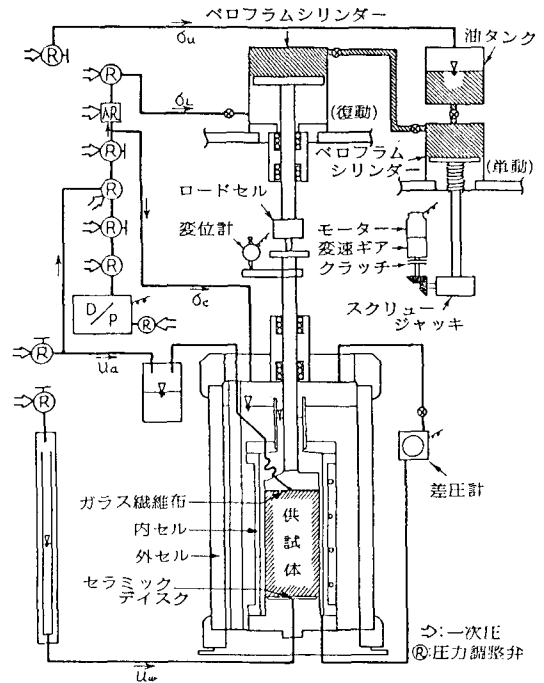


図-1 不飽和土用K0圧密装置

える。図-5では、乾燥と湿潤の繰返しを想定し、K0-1でサクシジョン変動を3回繰返した時の軸ひずみの状況を示す。

1回目のサクシジョン解放時では圧縮変形を示すのに対し、2回目以降では圧縮変形は生ぜず、むしろ膨脹傾向を示す。これは、サクシジョン変動の繰返しによって繰返し圧密となり、より密になったためと思われる。

4. まとめ 不飽和土のコラプス現象は、これまで圧密リングを用いた試験から論じるものが大部分であった。ここでは、圧密リング中の応力状態を再現できる不飽和土用三軸K0圧密装置を用い、より詳細にコラプス現象を調べた。

その結果、コラプス現象は、応力比の増加による負のダイレイタンスーであることが示された。また、同じ不飽和土でも、密な状態にあるものについてはサクシジョン解放時に応力比が増加し、正のダイレイタンスーを示すことがわかった。すなわち、有効応力の原理に反すると言われている不飽和土のコラプス現象も、負のダイレイタンスーとして説明できることを示した。また、ここで示された、サクシジョン解放に伴って有効応力経路が破壊線に

近づく挙動は、降雨による斜面崩壊メカニズムの一指針になるものと思われる。

(参考文献) 1) 阿部・龍岡(1985): 第40回土木学会年次学術講演会概要集

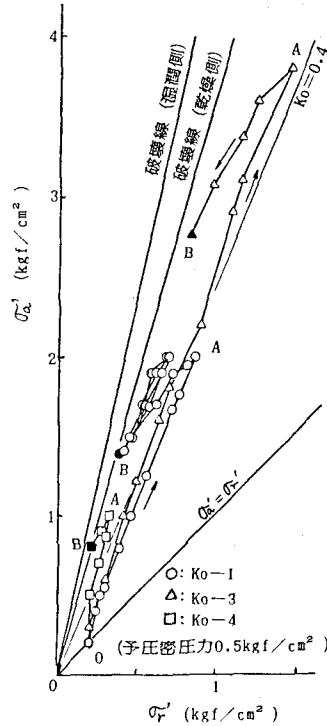


図-2 ゆるい不飽和土のK0圧密時の有効応力経路

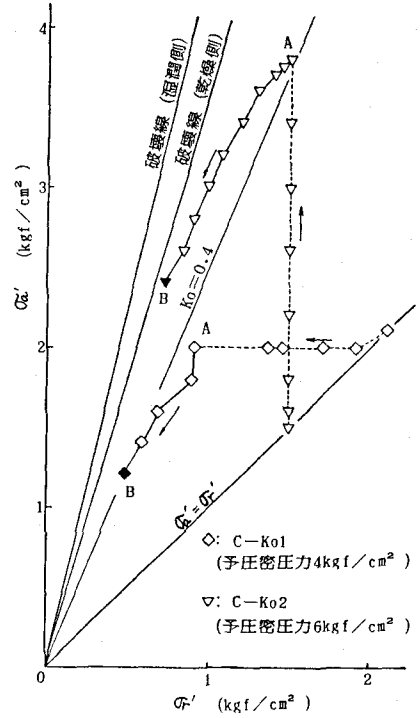


図-3 密な不飽和土の吸水によるK0除荷時の応力経路

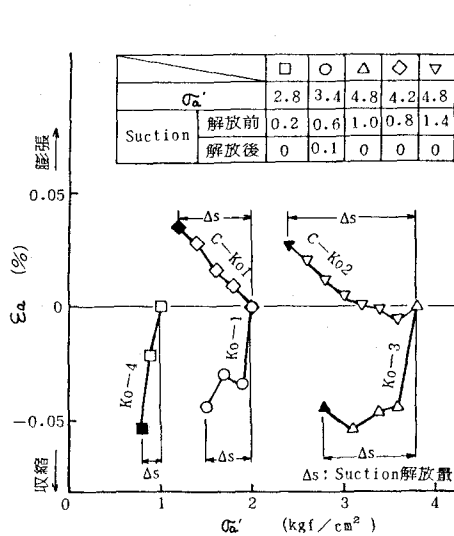


図-4 サクシジョン解放に伴う軸応力-軸ひずみ関係

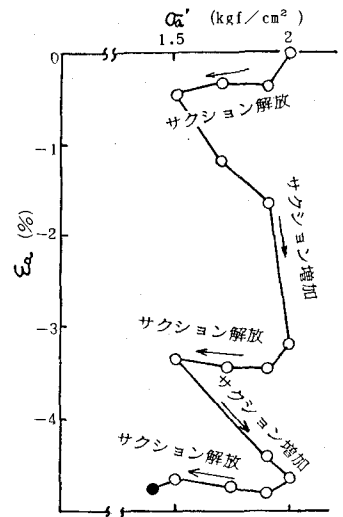


図-5 サクシジョン変動を繰返した供試体の軸応力-軸ひずみ関係