

不飽和土のサクシオンと一軸圧縮強度の関係

信州大学大学院 学 ○安藤幸二 岡田竜太
 信州大学工学部 正 小西純一 正 豊田富晴

1. はじめに 一軸圧縮試験は、供試体の有効応力を制御できないため、乱れの影響を直接受ける試験と言える。不飽和土の一軸圧縮試験に用いる供試体は、初期状態において負の間隙水圧、すなわちサクシオンを初期有効応力として有し、これが強度に影響していると考えられる。また、一軸圧縮試験を行った場合、サクシオンの変動においても、減少していく場合と増加していく場合がある。本研究では、加圧膜法により作製される比較的均一な不飽和供試体を用いて、サクシオン測定を伴った一軸圧縮試験を実施し、その結果からサクシオンと一軸圧縮強度の関係を調べた。

2. 試料及び試験方法 試料には、市販の DL クレーとパールクレーを質量比 1:1 で混合したもの ($G_s=2.685$, $w_L=31.5$, $I_p=7.4$) を用いた。この試料土の水分保持特性を図-1 に示す。供試体は、加圧膜法を用いた作製方法によってされた¹⁾。試料を含水比 60% に調整し、作製装置内に入れ、表-1 に示される圧密圧力で一次元的に圧密した後、所定の間隙空気圧 (117.6, 147, 176.4, 205.8kPa) のもとで加圧脱水した。一軸圧縮試験には、高さ 12.5cm, 直径 5cm に整形したものをを用いた。初期サクシオンを測定した後、サクシオンの変動を測定しながら載荷速度 0.1%/min で圧縮せん断した。サクシオン測定には A. E. V. が 274.4kPa のセラミックディスクを用いた。初期サクシオンが 98kPa 以上であると予測されるものについては、針貫入法によりサクシオンを測定した。

3. 供試体の初期状態 整形後の供試体に関して測定された初期含水比と初期サクシオンの関係を図-1 に示す。なお、各点は、同一条件で作製されたものについて、平均した値を示してある。この図から分かるように、圧密圧力の違いに関わらず、試料土の A. E. V. 近辺から急速にサクシオンが減少している。試料土の A. E. V. 以上で加圧脱水したものに関しても、全てが初期サクシオンとして供試体に保持されず、作製時に加えた圧力より低いサクシオンの値を示し、作製時のおよそ 6~8 割程度である。図-2 は、整形後の供試体の初期含水比と間隙比の関係を示したものである。含水比が低下するほど、すなわち作製時の加圧圧力が増すほど間隙比が小さくなる傾向にある。また、 $p'=0\text{kPa}$ (●) の曲線から、収縮限界は約 25%前後にあることが予測される。

4. 一軸圧縮強度の評価 前述したように、供試体の整形により乱れが生じるため、初期に有する初期有効応力

表-1 供試体作製時の圧密圧力

consolidation pressure p'	symbol
0kPa	
49kPa	
98kPa	
147kPa	

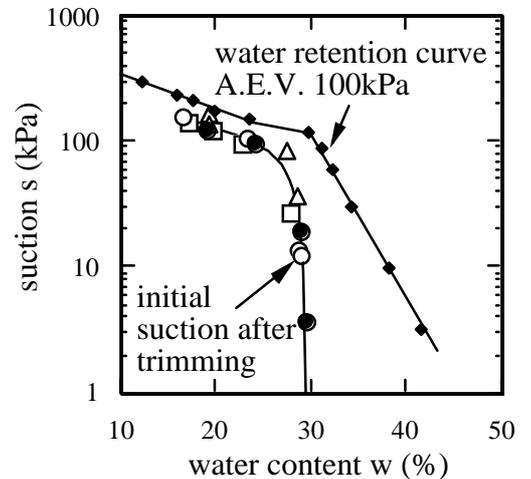


図-1 水分保持特性

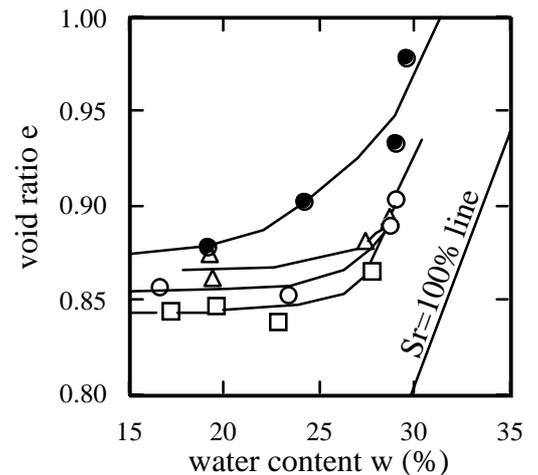


図-2 含水比と間隙比の関係

が異なり、それに伴って一軸圧縮強度が異なる。したがって、ここでは強度、作製時に加えた全圧力、破壊時サクシオンを、乱れを反映していると考えられる初期サクシオン

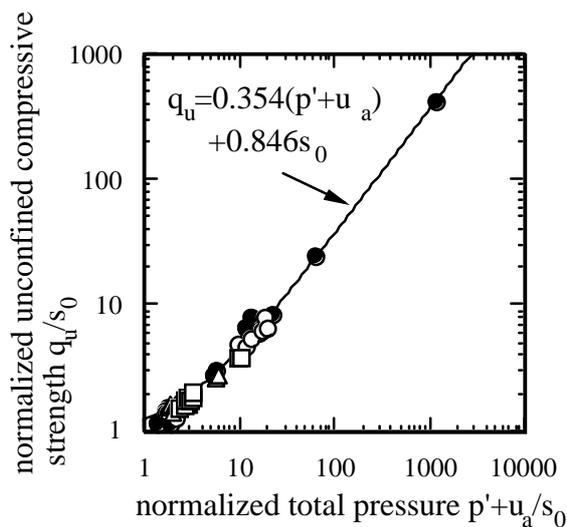


図-3 正規化された全圧力と強度の関係

により正規化しその関係を調べた。図-3, 4 にその関係を示す。図は両対数表示がされているが、これらの関係は線形関係となり、図中に示したような関係で結ばれる。これらの関係を用いることにより、作製時に加えられた全圧力が全て初期サクシオンに転化された供試体の強度と破壊時サクシオンを推定できると考えられる。

5. サクシオンと一軸圧縮強度 初期サクシオンと一軸圧縮強度の関係を図-5 に示す。若干、圧密圧力が高いものほど、上方に位置している。すなわち、同じ初期サクシオンを有していても圧密により強度が大きくなる。図-6 に破壊時サクシオンと一軸圧縮強度の関係を示す。圧密圧力に関わりなく、破壊時サクシオンと一軸圧縮強度には一意的な関係が認められる。図-5, 6 を比較すると、初期サクシオンが低い領域では、サクシオンが増加し、初期サクシオンが高い領域ではサクシオンが減少する傾向がある。図-3, 4 で得られた関係から、理想的な供試体の初期サクシオン、破壊時サクシオンと強度の関係を求め、図-5 に示した。試験結果と破線を比較すると、ほぼ左側に位置している。また、実線と比較すると、初期サクシオンが低い領域では実線の左側に位置し、高い領域では右側に多く位置している。したがって、一軸圧縮試験中のサクシオンは、理想的な供試体の破壊時サクシオンに近づくものと考えられる。しかし、図-6 から分かるように、図中の実線上には並ばず、実際には左側に位置しているものが多い。今後さらに検討していく必要がある。

6. まとめ 本研究では、比較的均一な供試体を用いて、一軸圧縮試験を行い、サクシオンと強度の関係を調べた。その結果、一軸圧縮せん断中のサクシオンは、理想的な供試体で試験を行ったときの破壊時サクシオンに近づく傾向があることがわかった。

参考文献 1) 安藤ら：加圧膜法を用いた不飽和供試体作製方法の有効性，第33回地盤工学会研究発表会発表講演集，pp. 677-678, 1998

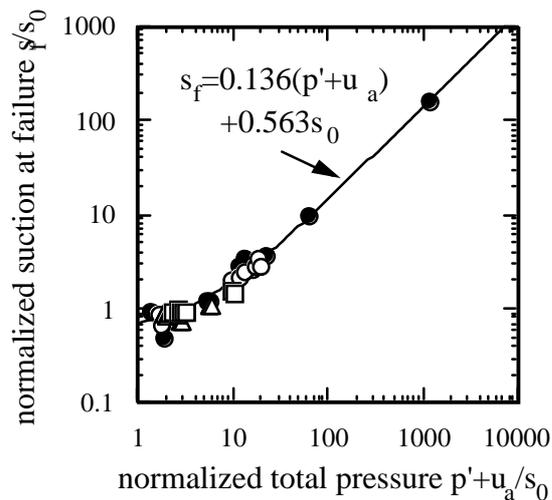


図-4 正規化された全圧力と破壊時サクシオンの関係

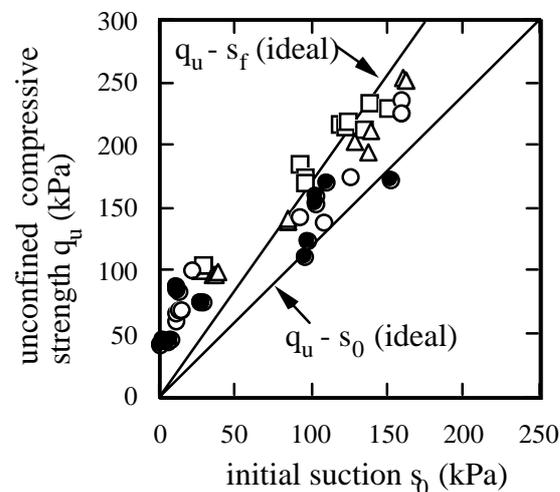


図-5 初期サクシオンと一軸圧縮強度

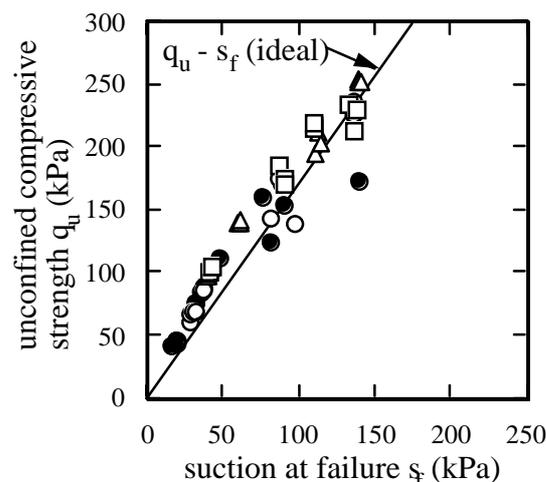


図-6 破壊時サクシオンと一軸圧縮強度