

軽石風化土不攪乱試料のせん断強度特性評価のためのサクシジョンの挙動

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 山本大輔

1. 序論

本研究の対象試料は大山倉吉軽石層（DKP）から採取した不攪乱試料である。この土は高間隙・高含水状態で存在し、極めて鋭敏で低トラフィカビリティーの問題土である。せん断強さと垂直応力の関係は試料の物理的性質や状態の不均質性ゆえにばらつく。これまでに強度と間隙比や含水比などの物理的条件の関係について調べてきた¹⁾。本研究の目的は強度特性をさらに解明するために供試体のサクシジョンを取り上げて、その影響を調べることである。サクシジョン測定が可能な一面せん断試験を実施できないので、サクシジョンを測定した1次元圧密を行い、次に、供試体を一面せん断試験機に移してせん断する方法を採った。先に、垂直応力が同じであればせん断強さは1次元圧密終了時の供試体のサクシジョンと一義的な関係にあることを報告した²⁾。1次元圧密終了時の供試体のサクシジョンが一面せん断試験時の供試体のサクシジョンである保証がない。そこで模擬的な試験を行うことによって1次元圧密から一面せん断試験の圧密過程までのサクシジョンの挙動を調べた。

2. 試料

試料は鳥取県倉吉市内で採取した DKP 不攪乱試料である。ブロックサンプリング（供試体番号に B を付けた）とシンウォールチューブ挿入法（T）で採取した。力学試験用供試体の整形時の試料の状態を含水比と間隙比関係で表した（図1）。本報告で扱った試料は DKP3 であるが、図には過去の研究¹⁾で用いた試料 DKP2 のデータも示した。図中の実線は飽和度をパラメータにした理論的關係である。高い間隙比（最大 7.4）と含水比（最大 230%）が特徴である。

粒度は、粗粒分から細粒分まで幅広い粒径から成る。特に細粒分が約 50%含まれている。水中ふるい分け全質量測定法³⁾で測定した。コンシステンシー限界は乾燥の履歴の影響を顕著に受けるので、完全な気乾状態にせず、湿潤状態のままパテ状になる程度まで徐々に空気乾燥させてから試験を行った。そのようにしても加水過程と減水過程で液性限界に差が生じた（10 から 20%）。塑性限界試験は減水過程で行ったが約 30%の範囲で結果がばらついた。表1に示した値はそれらの平均値である。土粒子密度は湯煎と真空脱気を併用して求めた。表1の値は16個の測定値の平均値である。

3. 試験方法

サクシジョン測定圧密試験は不飽和土用1次元圧密装置⁴⁾で行った。供試体（直径6cm、高さ2cm）に圧密荷重を作用させない状態でセル圧（＝間隙空気圧）150kPaを作用させてサクシジョンを測定した（初期サクシジョン）。次いで所定の圧密荷重を段階的に载荷した。先報²⁾では、せん断強度に対するサクシジョンの影響を考察する目的で最終荷重段階で底面排水を許し、サクシジョンを所定の値に制御し、このサクシジョンをせん断直前のサクシジョンとした。実際は圧密容器から供試体を取り出し、供試体を一面せん断試験装置に設置したので必ずしもせん断試験直前に供試体が有しているサクシジョンとは限らない。そこで、圧密試験からせん断試験に至る過程をサクシジョン測定1次元圧密試験機で模擬した。

4. 圧密時のサクシジョンの挙動

図2は圧密荷重 p を最大 640kPa まで载荷した試験の全過程における u_a , u_w および p の時間的変化である。

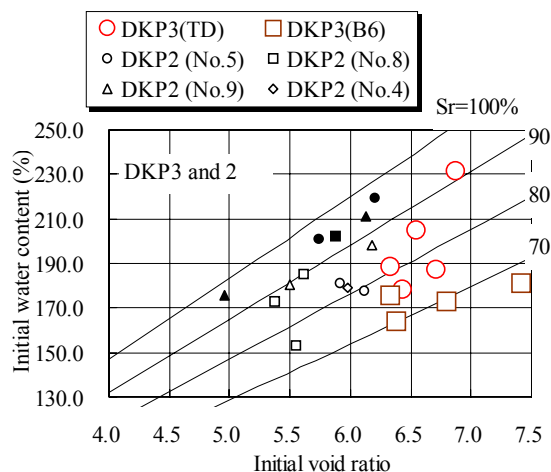


図1：試料の状態

表1 コンシステンシー限界と土粒子密度

wL	131%
wP	77%
ρ_s	2.783g/m ³

キーワード：サクシジョン，軽石風化土，不攪乱試料，せん断強度，1次元圧縮

連絡先：鳥取市湖山町南 4-101，鳥取大学工学部工学部，TEL: 0857-31-5290，FAX: 0857-28-7899

初期サクシジョンの測定部分を図3に示した。ua を作用させた直後から uw が上昇し、約 50 分で uw は平衡状態に達しているこのときの ua と uw の差がサクシジョンである。初期サクシジョンは含水比に対して明確な相関関係が見られず、5～30 kPa の範囲にあった。

圧密荷重 p を載荷すると、その直後に uw は上昇し、その後低下して平衡状態になる。載荷直後の uw は、低い荷重レベルでは ua より小さいが、高いレベルでは ua より大きくなり間隙水の排水が起こる。実際、この段階では載荷盤の小孔から排水が観察された。pc より大きな荷重レベルで、平衡状態において uw は ua と等しくなり、サクシジョンが消滅した。除荷時には一旦間隙水圧が低下するが時間とともに上昇しほぼ元の値に回復した。即ち、荷重の一部を除去してもサクシジョンは増えなかった。

荷重増分の載荷による間隙水圧発生量と荷重増分の比、即ち B 値を求めた。B 値は p が p_c より低い段階では p との関係に一定の傾向を見出せないが、 p_c を超えると p とともに増大する傾向を示した。作用させた荷重レベルでは B 値は高だか 0.6 程度にしかならなかった。除荷段階では B 値はほとんど 0 に近かった。

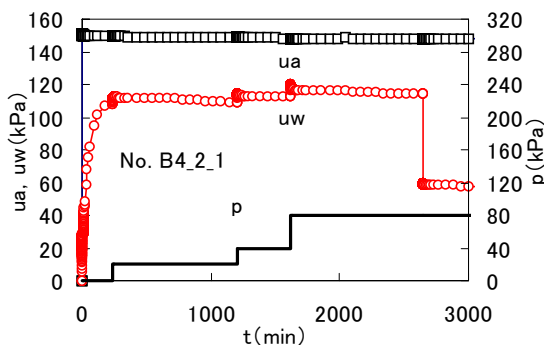
5. 模擬試験の結果

図4は模擬試験の結果である。サクシジョン測定圧密中（図(a)）および圧密容器から供試体を取り出して再び圧密容器に設置して所定の荷重を作用させたとき(b)の間隙水圧の挙動である（圧密荷重 80kPa でサクシジョンを所定の値（90kPa）に制御している）。再設置時の無荷重状態でのサクシジョンは圧密試験終了時のサクシジョン（90kPa）より低くなった。また、もとの荷重（80kPa）を載荷することによってサクシジョンは一時的にさらに低下したが時間とともに復活する傾向が見られた。結局、圧密終了後再設置までにサクシジョンは約 10%減少した。

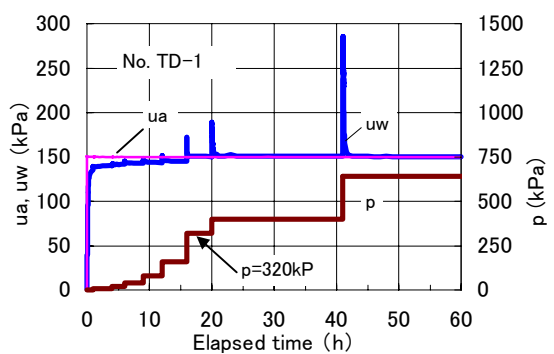
6. 結論 圧密試験中に与えたサクシジョンは圧密容器から取り出して再度圧密容器に設置する過程で約 10%低下することがわかった。圧密終了時の応力状態や取り出しから再設置までの時間などの影響を受けることが予想される。今後の課題としたい。

参考文献 1) Shimizu, M. (2004): Proc. of the Skempton Memorial Conference, ICE, London Vol.1, pp.618-629. 2) Shimizu, M. and Nambu, K. (2003): Proc. of the 2nd Asian Conference on Unsaturated Soils, 117-122. 3) 清水・田合(1999)：第34回地盤工学研究発表会, 693-694.

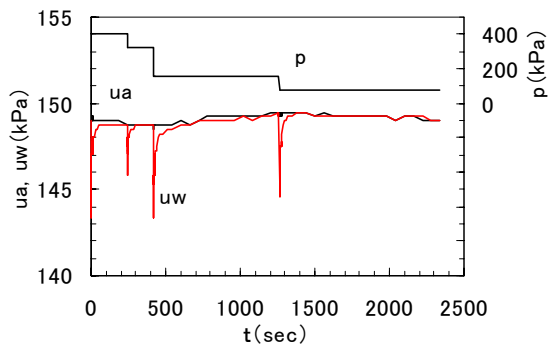
4) 清水・山本 (2004): 第39回地盤工学研究発表会（投稿中）



(a) 圧密試験中.



(a) 載荷段階



(b) 除荷段階

図2 圧密荷重と間隙水圧の時間的変化（供試体 No. TD-1）

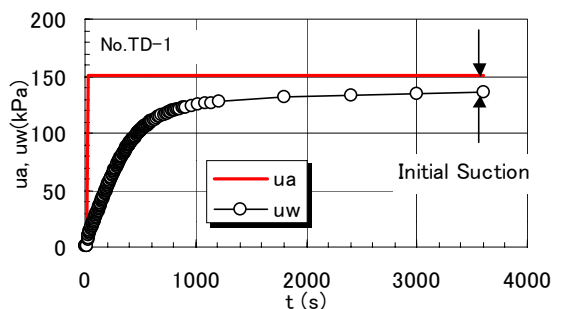
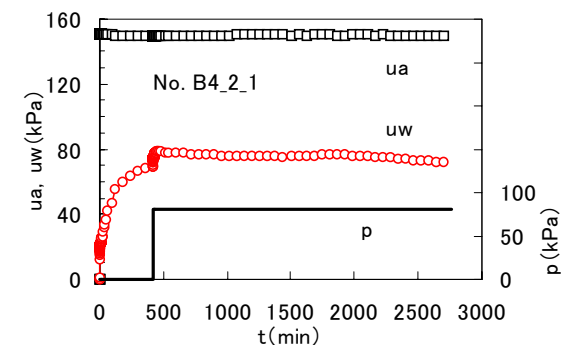


図3 初期サクシジョンの測定



(b) 圧密試験機に再設置したとき

図4. 模擬試験の結果