

高サクシオン領域における土の水分保持特性

足利工業大学 正会員 西村友良
足利工業大学 学生会員 柿崎佳和 横尾将貴

1 まえがき

土の水分保持特性は土の強度・体積変化・浸透性に関連しており、不飽和土の工学的性質を推定する上でも重要な役割を果たす。水分保持曲線を測定するには、サクシオンの制御範囲の違いによってその試験方法が異なる。それはサクシオンの大きさによって間隙内に保持されている土中水の様子が変化することに関連している。本研究では高サクシオン領域における細粒土のサクシオンと含水比の関係を明白にするとともに水分保持曲線が土試料の圧密圧力の大きさによって受ける影響についても検討している。

2 試料と実験方法

本研究には4種類の乱した試料を用いた。それぞれの試料の粒径加積曲線を図-1に示す。それぞれの試料を気乾状態にした後、420 μ mふるいでふるいわけを行い通過分のみを供試体作成のために使用した。試料をスラリー状にした後、内径6センチ、高さ6.6センチの圧密モールド中に入れ、24時間後圧密圧力を載荷し圧密試験を実施した。圧密試験では段階的に圧密圧力を増加し3000kPaまで圧密圧力を加えた後除荷し、圧縮曲線および除荷曲線を求めた。得られた結果を図-2、3に示す。4つの試料が示す圧密曲線から圧縮指数を求めると、圧縮指数の範囲は0.49~0.109であり圧縮性に大きな違いがある。本実験では、98kPa、500kPa、2000kPaの3つの先行圧密応力を有する飽和供試体を用意した。それぞれの飽和供試体を内容量4500cc程度のガラスデシケータ内で7種類の塩（硫酸カリウム、硝酸カリウム、リン酸2水素アンモニウム、塩化ナトリウム、硝酸マグネシウム、塩化マグネシウム、塩化リチウム）を用いて蒸気圧法によって高サクシオンを与えた。土の保水性試験方法（JGS 0151-2000）ではガラスデシケータ内で飽和塩溶液を準備することになっているが、飽和塩溶液の体積モル濃度など具体的な濃度指標は示されていない。本実験では塩を蒸留水に溶かすのではなく塩と蒸留水を独立分離してガラスデシケータ内に湿度センサー（湿度測定範囲10%~99%）とともに準備しておくことにした。ガラスデシケータ内には0.5あるいは1.0モル質量の塩と2.7ccの蒸留水を静置した。図-4に土の保水性試験方法（JGS 0151-2000）に明記されている20環境下での個々の塩に対応する湿度と本実験で測定された湿度の関係を示す。両者の湿度が一致している場合もあるが、リン酸2水素アンモニウムと、塩化リチウムの場合には、土の保水性試験方法で明記されている湿度との間に差異が見られる。

3 実験結果

本実験で供試体に制御したサクシオン範囲は、2830kPa~296000kPaの広範囲であるのでサクシオンと含水比の関係を片対数で表示し図-5、6、7、8に示す。同一供試体において圧密圧力が増大することで土の間隙比が減少し、含水比は低下する。このように圧密圧力の違いはサクシオン載荷前の供試体の含水比および構造に差異を与えている。図-5、6、7、8では、最初のサクシオン（2830kPa）載荷後に既に含水比の違いが確認された。以後、サクシオン増加とともに含水比は減少を示している。しかし、含水比低下は一様でなくサクシオンレベルによって若干違っていると考えられる。サクシオン範囲が2830kPaから39000kPaまでは、比較的ゆるやかな含水比低下を示している。しかし、39000kPa以降のサクシオン領域の含水比低下は、2830kPaから39000kPaまでの範囲に比べて大きくなっており、かなり土の乾燥が進んでいることが伺える。また圧密圧力が大きいほど、同一のサクシオンに対して、含水比は小さくなっている。しかし、Khon Kaen Loessについては、2830kPaのサクシオンの段階から一様に含水比低下が見られ、圧密圧力の影響も明白になった。

しかし、サクシオンが148000kPaに至ると試料によって含水比の大きさに違いは見られるものの、圧密圧力の影響はなくなり、圧密圧力に関わらずほぼ同一の含水比を示していることがわかる。本実験ではサクシオン制御

キーワード: 不飽和土、水分保持曲線、サクシオン/連絡先: 栃木県足利市大前町268 TEL 0284-62-0605 tomo@ashitech.ac.jp

中の供試体体積の変化を測定していないが、サクシオン 148000 kPa の状態では、乾燥に伴う供試体収縮の限界状態に到達していると考えられる。また 296000kPa のサクシオンに平衡するとシルト質土以外は、1%程度の含水比まで乾燥している。よって、本実験結果から 148000 kPa より高いサクシオン領域では、土の水分保持曲線はそれぞれの試料によって一意に定められると考えられる。

4 まとめ

本実験では先行圧密圧力が異なる 4 種類の飽和供試体にたいして蒸気圧法によるサクシオンと含水比の関係を求めた。サクシオン増加に伴う含水比低下はサクシオンレベルでその性状が変化し、サクシオンが 148000 kPa 以上の領域では圧密圧力の影響が見られなくなり、水分保持曲線が一意に定められると考えられる。

謝辞 本研究にたいして平成 13 年度科学研究補助金基盤研究 B(2)No. 13450196 南九州しらす地帯での斜面崩壊機構に関する基礎研究(研究代表者：鹿児島大学北村良介教授)の補助を得ました。ここに記して謝意を表します。

参考文献)土質試験の方法と解説(第一回改訂版):第7章土の保水性試験, 社団法人地盤工学会, 平成 12 年.

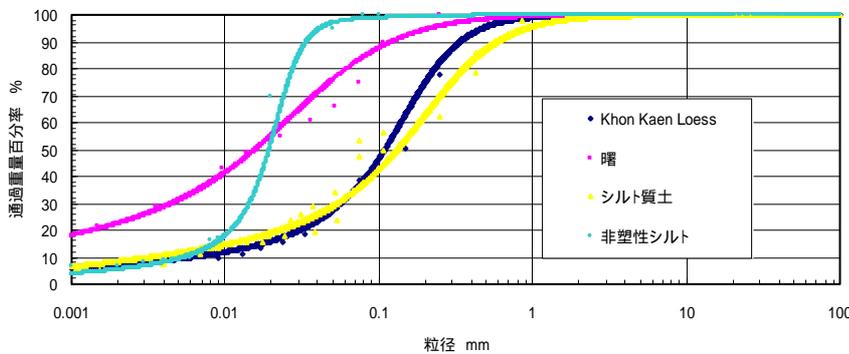


図 - 1 粒径加積曲線

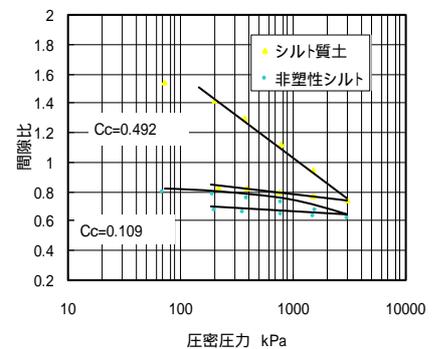


図 - 2 圧密曲線

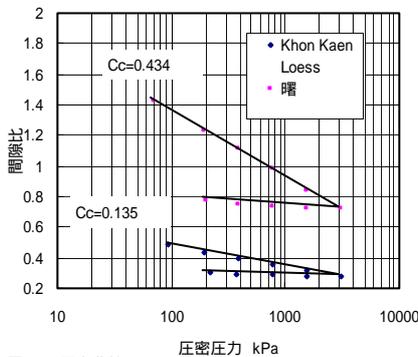


図 - 3 圧密曲線

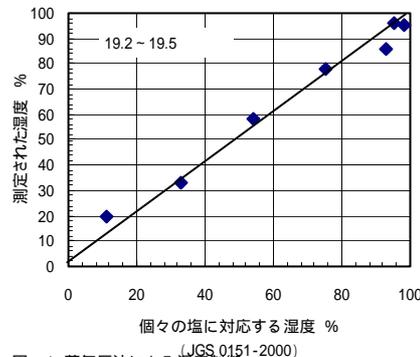


図 - 4 蒸気圧法による湿度制御 (JGS 0151-2000)

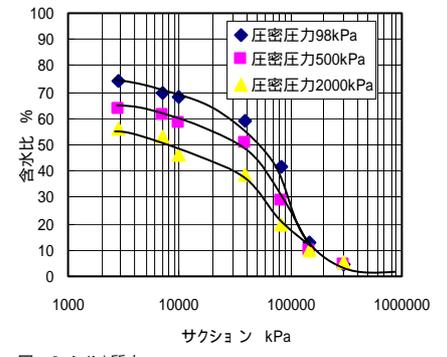


図 - 5 シルト質土

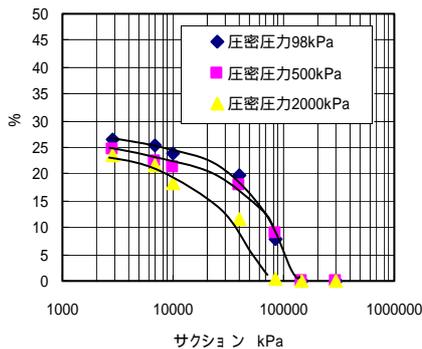


図 - 6 非塑性シルト

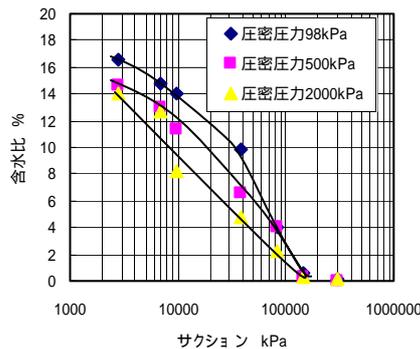


図 - 7 Khon Kaen Loess

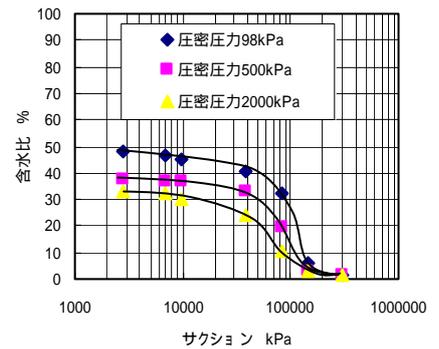


図 - 8 曙