

不飽和土の力学的性質及びその計測法に関する基礎的研究

岡山大学環境理工学部 正会員 西垣 誠  
岡山大学大学院 学生会員 アドリン・トハリ  
㈱ウエスコ 正会員〇 西原 剛

1 本研究の目的と概要

土中の水分量の多少により土の強度が著しく変化することは古くから知られているが、このことは不飽和土の研究を単純な力学的観点のみ、あるいは浸透観点のみを基礎として行うとその全体像を把握できない事を示している。従って、不飽和土の研究には水と空気のと二相と力学的性質とをカップリングして試験を計画することが大切である。そこで本研究では土中水分量に深い関係のあるサクシオンと土の持つ強度定数との関係に注目し、それらの関係を求めるためのより簡便な方法を提案する。

従来は上記のような関係を求める際に、三軸試験を行い、その三軸セル内にて圧力変換器を用いて同時にサクシオンを測定していたが、この間隙圧計測器には多くの問題点がある。例えば、間隙水圧は圧力変換器の先端にセラミックディスクを取り付けて計測するのであるが、試験前に十分に脱気しなければならず、また取り付け後も定常になるのを待たなければならない。また供試体下部に設置して計測するため供試体全体のデータであるか非常に疑問である。そして装置自体が非常に高価なものであり取り扱いが容易とはいえない。これらの問題点を基に本研究では、土の浸透特性と力学特性を別々に測定し試験後にそれらの結果をカップリングすれば従来の試験法よりもより簡単な試験装置での計測が可能であり、計測時間も短縮され、より様々な機関などで一般的に行えるのではないかという提案をする。

2 試料の物性<sup>1)</sup>

本研究に用いた試料は、すべて岡山市に産するまさ土であり、その物性を調べるために、土粒子の密度試験、粒度試験、締固め試験をそれぞれ JIS A 1202, JIS A 1204, JIS A 1210 に従って行った。なお、本研究では、すべての試験で試料の乾燥密度が 1.84g/cm<sup>3</sup>、間隙比が 0.464 になるように調整した。

3 不飽和土の浸透特性の測定<sup>2)</sup>

本研究では土の浸透特性を求めるために加圧板法 pF 試験及び FDR 計測法を用いた瞬時水分計測法を行った。以下にその内容及び結果を述べる。

(1)加圧板法

本研究では水分特性曲線のヒステリシスを考慮して排水過程に加え浸潤過程の試験を行った。試験はコンピューターによる自動計測でマルチステップ式に排水過程及び浸潤過程を行った。

(2)FDR 計測法を用いた瞬時水分計測法<sup>3)</sup>

FDR-S 法を用いた瞬時水分計測法（給水実験）の装置概略を図-1 に示す。体積含水率を FDR-S により、また間隙水圧をセラミックカップを設置したサクシオン計測用の圧力変換器によって計測する。また、加圧板法（浸潤過程）と瞬時水分計測法の試験結果を図-2 に示す。図-2 よりサクシオンの小さい範囲では瞬時水分計測法の方が計測点が多く、より信頼できるデータであると思われる。本研究で用いた試料はサクシオンが 0.1~15kPa 程度の小さい範囲

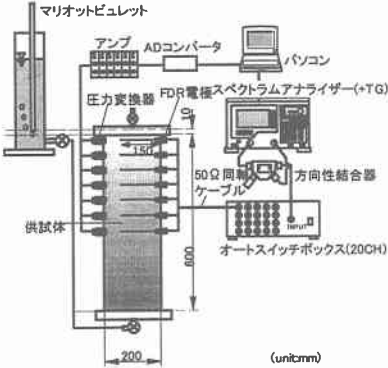


図-1 FDR-S瞬時水分計測法（給水実験）装置概略図

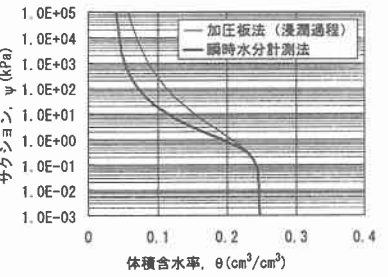


図-2 pF試験結果

のものであったので瞬時水分計測法のデータを用いることとする。

#### 4 不飽和土の力学特性の測定<sup>4),5)</sup>

##### (1) 試験装置及び結果

用いた三軸圧縮試験装置を図-3に示す。なお、本研究では含水比一定条件でひずみ速度  $0.05\%/min$  のひずみ制御で間隙圧を測定する試験（従来の方法）と測定しない試験（提案方法）を行った。その結果を図-4, 5に示す。これらの結果からサクシジョンの変化、すなわち、体積含水率の変化はせん断抵抗角の変化にほとんど影響せず、本研究ではすべて乾燥密度の同じ試料を用いていることより、土の乾燥密度や、粒子の配列に関係していると思われる。逆に粘着力についてはサクシジョンが増加すれば粘着力も増加する。すなわち、体積含水率が増加すれば粘着力は減少する。

#### 5 結論と今後の課題

以上の結果より結論及び今後の課題として次のことが挙げられる。

- (1) サクシジョンと粘着力には密接な関係があり、サクシジョン、あるいは体積含水率がある一定の範囲にあるときには線形に近い関係がある。
- (2) サクシジョンとせん断抵抗角にはお互いに、ほとんど依存性が無く、せん断抵抗角はサクシジョン、あるいは体積含水率以外のパラメータ（例えば間隙比や試料の乾燥密度など）に依存するものと思われる。
- (3) 提案方法と従来の方法はある程度的一致が確認され、簡便法としての利用が可能なのではないと思われるがデータ不足の感が否めず、今後は多くの試験データに基づいて信頼性の高いものにする必要がある。

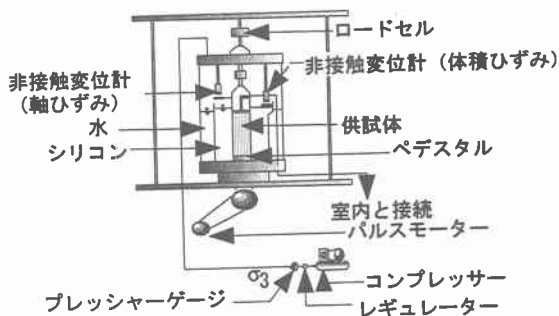


図-3 三軸試験装置図

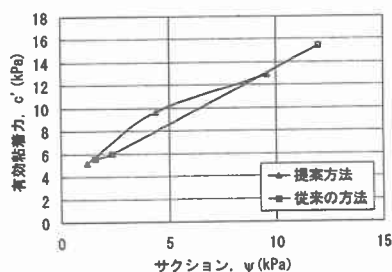


図-4 サクシジョンと有効粘着力の関係

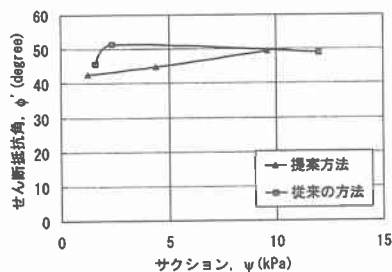


図-5 サクシジョンと有効せん断抵抗角の関係

#### 【参考文献】

- 1) 土質工学会：土の試験実習書 第4章土粒子の密度試験, pp15-20, 第6章粒度試験, pp26-36, 第15章突き固めによる土の締固め試験, pp97-102
- 2) 西垣 誠, 竹下 祐二：室内及び現位置における不飽和浸透特性の試験及び調査法に関する研究, pp1-22, 1993
- 3) 小松 満, 渡邊 徹：FDR法を用いた不飽和浸透特性の測定, pp1-8, 1998
- 4) 安原 敏：不飽和土の力学的性質に関する基礎的研究, 岡山大学大学院修士論文, 1982
- 5) 川崎 元：不飽和土の力学的性質に関する基礎的研究, 岡山大学大学院修士論文, 1984