

不飽和土の力学的特性に関する研究

一三軸試験装置の試作について一

岡山大学工学部 正員 河野伊一郎

岡山大学工学部 正員 西垣 誠

岡山大学工学部 学生員 ○頼木清隆

1. まえがき

通常、土は固体・液相・気相の三相から成るが、従来その研究は乾燥あるいは飽和土を対象としているものが多し。しかしながら、実際の現場などにおいては、飽和土よりもむしろ不飽和土に問題が生じる場合があり、不飽和土における力学的特性の解明が必要となっている。この不飽和土の力学的特性は、全応力(σ)と間げき水圧(u_w)のみならず間げき空気圧(u_a)の支配を受けるものと考えられる。例えば、Bishop と Blight(1963)は、¹⁾不飽和土に関する有効応力式を次のように提案している。

$$\sigma' = (\sigma - u_a) + \alpha(u_a - u_w)$$

ここで、 σ' :有効応力、 α :飽和土、土のタイプ、応力経路などに関する係数である。

このため本研究においては、不飽和土の挙動を支配すると考えられる間げき水圧、間げき空気圧、軸ひずみ、体積ひずみ、軸荷重の計測を行なえる不飽和土用三軸圧縮試験装置を新たに試作し、この三軸圧縮試験装置の概要と実験の一例を報告するものである。

2. 三軸圧縮試験装置の概要

本研究で試作した三軸圧縮試験装置の詳細図を図-1に示す。三軸セルは、図-1に示すような二重構造となっているが、これは、従来の二重構造セルの内部セルが天上部まで達していたため側圧の増加に伴いセル自体の体積変化が生じるという欠点を克服するためである。このため、セル自体の収縮を最小に抑え、各計測値の精度をあげることができた。

次に、間げき水圧、間げき空気圧、軸ひずみ、体積ひずみ、軸荷重の各計測方法を示す。

(a) 間げき水圧 間げき水圧は計測の時間遅れを少なくするために、三軸セルの底盤に圧力変換器を設置しセラミックディスクを通して試料より直接計測を行なえる。

(b) 間げき空気圧 間げき空気圧計測用の圧力変換器はキャップ内に設置され、ガラスフィルターを通して試料より直接間げき空気圧を測定する。

(c) 軸ひずみ 軸ひずみは、キャップの側面に取り付けられた真ちゅう製の円板の動きを非接触タイプの変位計で電気的に計測するため、経時的な計測を可能としている。

(d) 体積ひずみ 体積ひずみは、内部セルに満したシリコンの表面に浮かせた円板の動きを、非接触タイプの変位計により電気的に計測を行なう。

(e) 軸荷重 軸荷重の経時的な変化は、ロードセルを用いて計測が行なえる。また、軸の径とキャップの径を等しくすることにより、軸荷重と側方荷重とを縦立させることが可能となっている。

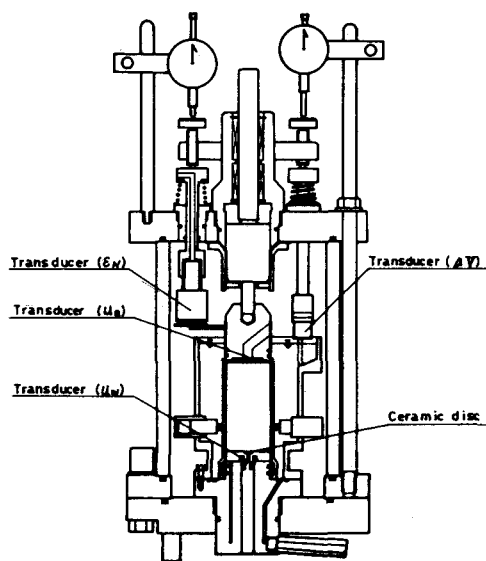


図-1 三軸圧縮試験装置の詳細図

さらに、従来、自立不可能な砂質土の供試体に対して試料設置に非常に苦勞を要した。従来の手法は、下キャップよりサクションを加えることにより試料を自立させていたが、特に不飽和土に対しては、初期含水比が異なり、間げき水圧・間げき空気圧の変化により均質な試料の設置および初期条件の統一が不可能であった。そのため、本研究においては、これらの問題点を解決する砂質土試料設置法を試みた。これは、図-2に示すような試料サポーターを用いるものである。この手法は、試料サポーターを用いて試料の設置を完了した後、側圧を加え、この側圧の増加に伴って試料サポーターと連結したピストンの収縮により分離する方法を取っている。このため、試料の均質性を保つことを可能にしている。

なお、本三軸圧縮試験装置は本来不飽和土試験用に試作されたものであるが、飽和土試料にも適用可能である。すなわち、不飽和土試験の場合、その供試体の飽和度を100%に致らしめるように試料設置後、供試体中へ水を回せるキャップやコックが配置されている。さらに、凍結が供試体内に起こっている状態での三軸圧縮試験も可能である。

3. 実験の一例、

本三軸圧縮試験装置を用いて不飽和土の非排水三軸試験を行った。試料としては、豊浦標準砂(比重2.64)を用い乾燥密度 $\rho_d = 1.569 \text{ g/cm}^3$ で供試体を作成した。含水比 $w = 0.8\%$ とした。実験は、ひずみ制御で行なったが、ひずみ速度としてはセラミックディスクあるいはガラスフィルターの水・空気透過性が問題となるため約 $0.05\%/\text{min}$ の遅いものを採用した。さらに、側圧としては、 $1.0, 2.0 (\text{kg/cm}^2)$ の側圧一定の条件下で行なった。

前述した試料および供試体設置手法を用い、本三軸圧縮試験装置による非排水三軸試験より得られた間げき水圧と間げき空気圧の関係および体積ひずみと主応力差の関係をそれぞれ図-3、図-4に示した。しかしながら、実験より得られた値からそれぞれの関係について遡断することはできないが、これらの関係の傾向を示すことができたのではないかと思う。

今後、本研究で試作された三軸試験装置を用いてさらに多くのデータを集積することによって、不飽和土の力学的特性の解明がなされて行くものとする。

参考文献

- 1) Bishop, A. W and G. E. Blight (1963) ; " Some Aspects of Effective Stress in Saturated and Partly Saturated Soils", Geotechnique, Vol. 13, pp. 177-197

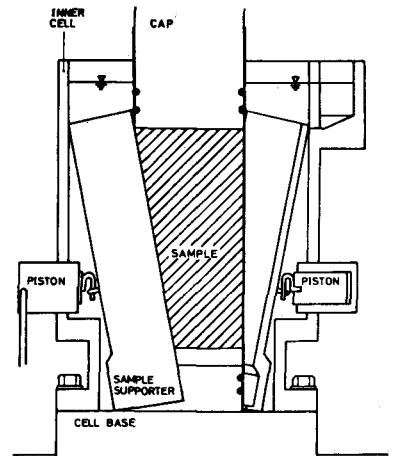


図-2 試料サポーター

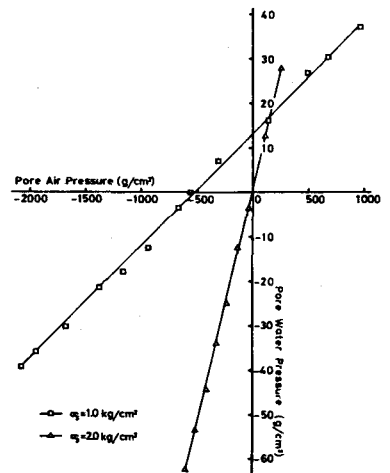


図-3 間げき水圧と間げき空気圧の関係

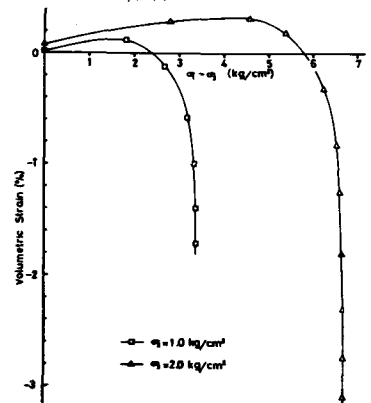


図-4 体積ひずみと主応力差の関係