

中央大学 学生会員 古尾谷 幸史

中央大学 正会員 國生 剛治

中央大学 学生会員 岩本 一平

1 はじめに

地盤表層部では土の自重による拘束圧は低い。しかし、一般に通常の室内土質試験では 20~50kPa 程度以下の拘束圧での試験は、試験機の構造上から困難である。そこで、拘束圧の低い模型地盤や実地盤の表層部を対象に地震時の沈下特性などのダイレイタンス現象を解明することを目指し、新たに低拘束圧単純せん断試験機を開発した。この試験機では供試体に、1.87kPa から 10.99kPa までの低拘束圧を加えてせん断試験ができる。よって、地下約 10~20cm から 0.5~1m といった地盤表層部がせん断力を受けた際の挙動を再現することができる。ここでは低拘束圧試験機の基本的構造と、それを用いて測定した繰り返しせん断時の砂の変形特性について述べる。

2 試験機の説明

本研究では図 1 に示すような単純せん断型の低拘束圧試験機を開発し、用いた。この試験機ではベDESTAL とその上にのせたおもりの自重のみで特に他の荷重装置を用いずに試験を行う。荷重は、おもりをのせた状態で回転底板に固定した試験機全体を傾けていく。その時、試料は斜面方向にせん断を受ける。傾斜角 θ の時のせん断応力は $\theta=0$ の時の直応力を σ'_0 とすれば、 $\tau = \sigma'_0 \sin \theta$ 、直応力は $\sigma' = \sigma'_0 \cos \theta$ であり、これらの応力は、加速度計により測定している回転角より計算できる。つまり、勾配の変化によって、せん断応力とともに、直応力も変化することになる。この点はこの試験機の問題であるが、それと引き替えに、斜面角度さえ正確に計測しておけば、微小応力下の高精度のせん断試験が可能である点はこの試験機の大きな特長といえる。

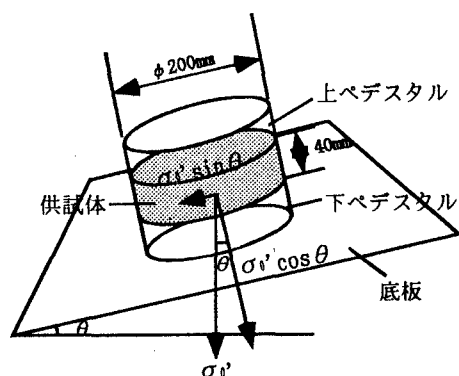


図 1 低拘束圧試験機概念図

また、傾斜方向を交替的にさせることで繰り返し荷重試験が行える。

3 試料及び繰り返し試験方法

試料は豊浦標準砂を用いている。供試体寸法は、高さ 40mm 直径 200mm で、5 層に分けウェットタンピングで締め固め、供試体を作成する。砂を詰める際にはモールドを使用して、砂を詰める前にメンブレンとモールドの間に高さ約 1m の薄い金属板のリング（拘束リング）を 5 枚縦に並べて挟んでおく。土を詰めてモールドを解体した後は、拘束リングが内側からの土圧に対応し供試体側面を支える。その後、有効拘束圧 9.2kPa で圧縮する。せん断試験時には排水条件で回転底板を傾け、上ベDESTAL とおもりにかかる重力の傾斜方向分力に

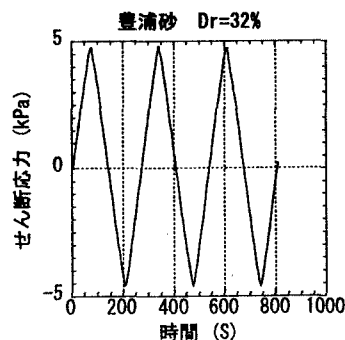


図 2 せん断応力時刻歴

キーワード：拘束圧、ダイレイタンス、相対密度

連絡先：中央大学理工学部土木工学科土質研究室 〒112-8551 東京都文京区春日 1-13-27 Tel 03-3817-1799

よりせん断力を加える。その際の垂直ひずみを2つのギャップセンサーで計測し、せん断ひずみを水平方向の1つのギャップセンサーで計測する。そして、その载荷における排水量を電子ばかりによって計測することで体積ひずみを算定している。

また、繰り返し回数は3往復とし、排水を十分に行わせることができるように、振動周期は268秒と安定して動かせる範囲で、できる限り長周期とした。図2にせん断応力の時刻歴を示す。また、この試験機での傾けられる限界角度は約 32° 、1往復にかかる時間は約268秒で、最大片振幅は約5kPaである。

5 試験結果と考察

図3は低拘束圧試験機による3サイクルの繰り返し载荷後の体積ひずみと垂直ひずみを相対密度に対してプロットしたものと、体積ひずみの沈下量に対する比を折れ線グラフに表わしたものである。この図から、データのばらつきはあるものの、相対密度が小さくなるほど体積ひずみが大きく現れる傾向は読み取れる。また、常にギャップセンサーによる垂直ひずみに比べて、排水量による体積ひずみの値が小さくでており、その割合は、相対密度にあまり依存せず、約0.8となっている。この原因としては、排水までに時間がかかること、供試体が完全に飽和していないことなどが考えられる。このため、今後ガス通しを行うことができるよう装置を改良し、飽和度を上げる予定である。

図4は低拘束圧試験機によるせん断ひずみと体積ひずみの関係である。図5は従来のSGI型単純せん断試験機での結果⁽¹⁾で、豊浦砂とほぼ同じ粒度分布の細砂を用いて有効拘束圧98kPaで行ったものである。両図中における丸印はせん断応力が0となる点を示す(図5中では4波目以降は省略)。両試験機に共通していえることはせん断応力が最大せん断応力に達した後の除荷過程において、せん断ひずみの回復が極めて少ないということである。これには、試験機の機構的な原因が関わっているかを論じるには、まだデータ不足であるが、両試験機に共通する傾向であることから土が本来持つ塑性的な性質が強く現れたためであると思われる。図4、図5に示す試験においては(最大せん断応力)/(直応力)で計算される応力比が0.62対0.2と大きく異なっているが、発生する最大せん断ひずみに大きな違いはない。同程度のせん断ひずみ振幅の下で、低拘束圧試験機の方がせん断ひずみ・体積ひずみ関係が下に凸の非線形的傾向が現れ、正のダイレイタンス現象が現れ易い為とも考えられる。このことについては低拘束圧試験機では拘束圧が変化しせん断応力が大きくなるとともに直応力は小さくなることも影響していると思われる。また、図4において第1回目の载荷における体積ひずみが小さいが、これは供試体を作製する際に、強い力でタンピングする為低拘束圧試験機では過圧密効果が現れているのではないかと推測される。

参考文献

(1) 國生剛治、中野考威：「単純せん断試験機による礫質土の沈下特性に関する研究」第34回関東支部技術研究発表会

1999.7 P131-132

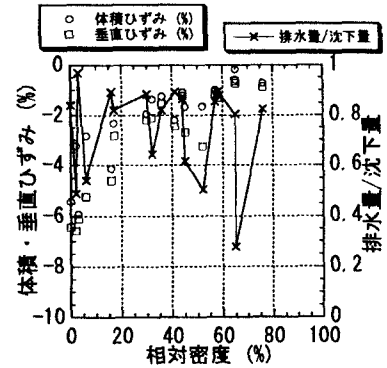


図3 体積ひずみと垂直ひずみの比較

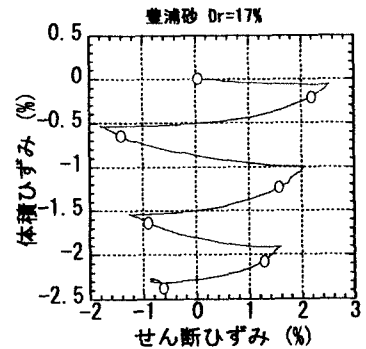


図4 $\epsilon - \gamma$ 関係 (低拘束圧試験機)

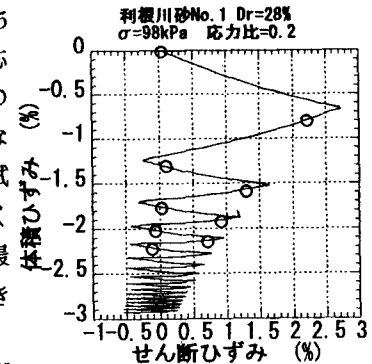


図5 $\epsilon - \gamma$ 関係 (従来の試験機)