

多層リング単純せん断試験装置の開発

ねじりせん断試験 リングせん断試験 単純せん断試験

複合技術研究所 国際会員 ○佐藤 剛司
東京大学大学院社会基盤学専攻 Seto WAHYUDI
東京大学生産技術研究所 国際会員 古関 潤一
東京大学生産技術研究所 国際会員 宮下 千花

1. はじめに

通常室内土質試験で実施される材料のひずみレベルは数%～十数%程度までで、大変形挙動は未知の部分が多いのが現状である。既存のねじりせん断試験装置でも変形量に制限があり十分に再現することは出来ない。そこで、地盤材料の大変形挙動を把握することを目的として、中空円筒供試体に対して数百パーセントを超える大ひずみ領域までのせん断とせん断ひずみ両振幅 100%を超える大ひずみまで繰り返し制御が可能な、薄いリングを積み重ねた単純せん断試験装置を作製した。本報告では試験装置の概要と同装置を用いて実施した試験結果例を紹介する。

2. 試験装置の概要

本試験装置は写真1に示すように、荷重装置（鉛直荷重装置部分とねじり荷重装置部分）と多層リングを設置した圧力セルで構成されている。

荷重装置（写真2）は、中空軸ダイレクトドライブサーボモータと中空穴ノンバックラッシュ精密減速機の組み合わせにより荷重軸に2kN・mまでのトルクと回転軸速度0.015～64.8deg/minでのねじり荷重を可能にした。また中空穴を利用して軸径50mmの精密ボールスプライン軸を鉛直荷重軸として使用した。この荷重軸は、予圧を与えた外筒を使用して回転方向のすき間をゼロにしたねじり剛性の高いものである。これらによって、ねじり方向の微小ひずみレベルでの繰り返しを含む連続多回転による大ひずみ荷重が可能となった。鉛直力は空気圧シリンダーにより12kNまで独立して荷重可能で、任意の位置で軸の上下動を固定し供試体高さを一定に保つことも可能である。

本試験装置では、中空円筒供試体の寸法を外径15cm、内径9cmで高さ15cmとした。内リングは一枚が内径6cm、外径9cm、厚さ5mmで合計31枚を積み重ねたもので、リング一枚につき円周方向4個のベアリングでそれぞれ支持して各リング間隔をゼロに近い状態で固定してリング間の摩擦をなくしている（図1、写真3）。外リングも一枚が内径15cm、外径19cm、厚さ5mmのリング31枚を一枚につき円周方向6個のベアリングで支持して各リング間隔をゼロに近い状態で固定してある（図1、写真4）。これによって内リング外リングとも各リングが低摩擦で自由に回転できるようになっている。

3. 試験結果例

気乾状態の豊浦砂を用いて空中落下法により相対密度68～83%に作製した中空円筒供試体について鉛直応力100kPaまで一次元圧縮した後、鉛直応力一定でせん断ひずみ速度0.5%/minで単調荷重を行ったときのせん断応力比とせん断ひずみの関係を図2に示す。同様に作製した相対密度約55%の中空円筒供試体について鉛直応力200kPaで一次元圧縮した後、キャップの鉛直変位を固定した定体積繰り返しせん断試験（せん断応力振幅±10kPa）を両振幅せん断ひずみ2%まで行って液状化を再現し、これらの荷重の組み合わせを複数回行ったときの応力、ひずみ



写真2 荷重装置部分



写真1 多層リング単純せん断試験装置

Development of Simple Shear Test Apparatus using Stacked-Rings :

Sato,T.(Integrated Geotechnology Institute),Wahyudi,S.,Koseki,J.&Miyashita,Y.(Univ.of Tokyo)

関係の例を図3 (a) ~ 図3 (c) に示す。

図2 から明確なピーク強度を示した後にはせん断層の発生に伴って急激な強度低下を示し、その後せん断ひずみ 1000%の大変形までほぼ一定の残留強度を発揮していることが分かる。図3 から液状化履歴回数の増加に伴い液状化強度も増加する傾向が見られる。

4. まとめ

作製した多層リング単純せん断試験装置により大きなせん断ひずみまでの载荷と、一次元再圧縮と組み合わせた複数回の繰返し载荷を高精度で行えることが確認できた。現在、多層リングと供試体の間の摩擦力(鉛直・せん断方向)の測定をする改良を進めている。



写真4 外リング詳細写真

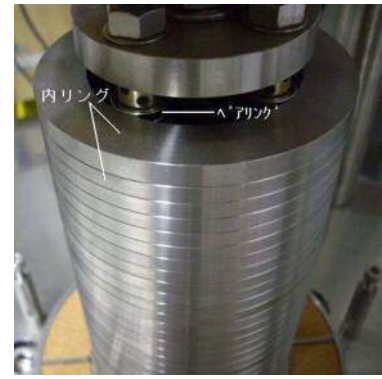


写真3 内リング詳細写真

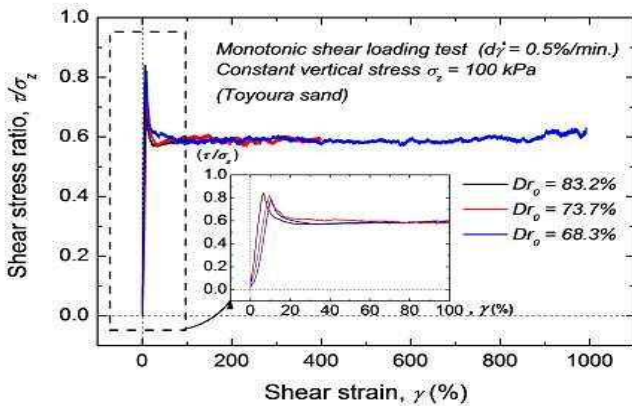


図2 軸応力一定単調载荷試験結果

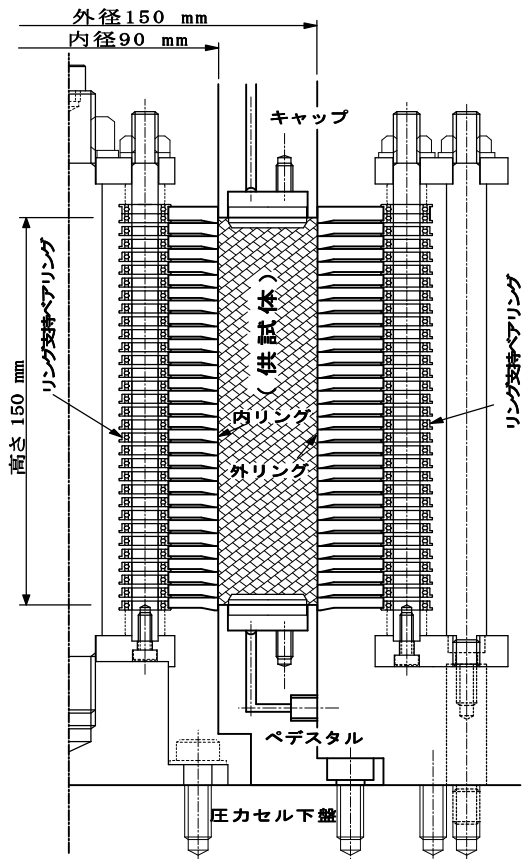
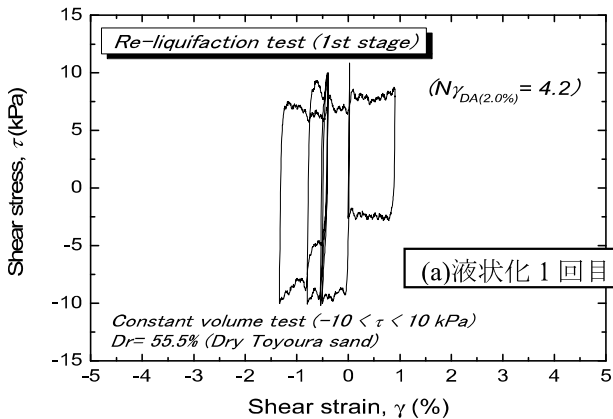
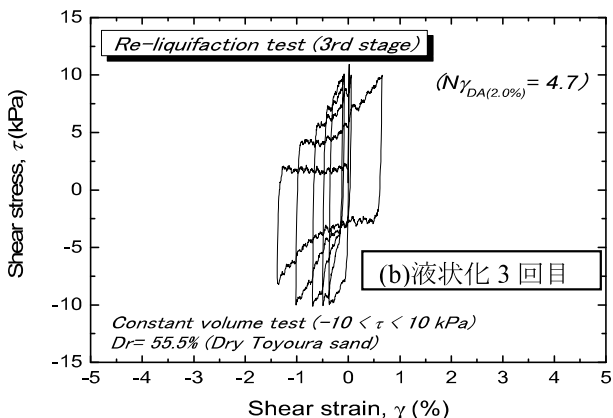


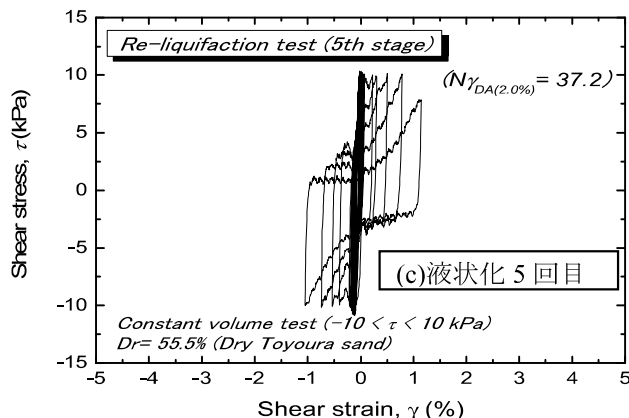
図1 内リング・外リング部分詳細図



(a)液状化1回目



(b)液状化3回目



(c)液状化5回目

図3 軸変位固定繰返し载荷試験結果