

大型単純せん断試験装置の製作

○日大工 学生員 佐藤 陽
日大工 正 員 森 芳信
日大工 正 員 梅村 順

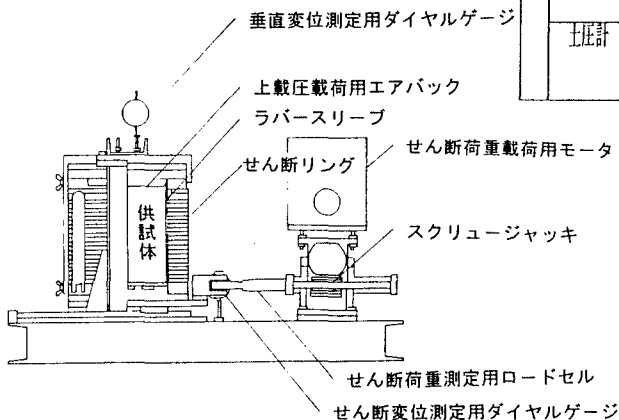
1. はじめに 単純せん断試験は、実際の破壊モードに近い状態で、せん断試験をすることができる。著者らは、礫など粒径の大きい材料が含まれていることが多い原位置での試料でせん断試験を行うことができるように、供試体寸法 $200 \times 200 \times 235\text{mm}$ の大型の装置を製作した。本文では、製作した大型単純せん断試験装置について紹介すると共に、この装置を用いて豊浦砂を対象に行った試験結果について報告する。

2. 大型単純せん断試験装置の概要

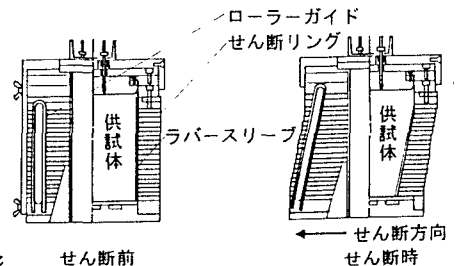
製作した大型単純せん断試験装置は、図－1、表－1に示すように、垂直荷重が空気圧による応力制御方式で、せん断荷重が電動式スクリージャッキによるひずみ制御方式で載荷できる装置である。荷重の計測は、垂直荷重を圧力ゲージで、せん断荷重をロードセルで行うことができ、また、垂直変位はせん断方向軸線上に並ぶ上部三点で、せん断変位はせん断箱下部でダイヤルゲージを用いて計測できる。図－2に示すように供試体の大きさは、長さ 200mm 、幅 200mm 、厚さ 235mm である。せん断箱は 20 枚の正方形のせん断リングで構成され、各せん断リングを連結した4本のローラーガイドで様なせん断変形を生じさせることができる。また、供試体とせん断箱側面との摩擦を除去するために、ラバースリーブを用いている。

表－1 試験装置諸元

せん断箱の構造	せん断箱	材質	アルミ合金
	供試体寸法(mm)		$B \times W \times H: 200 \times 200 \times 235$
	せん断リング(mm)		$B \times W \times H: 10 \times 300 \times 300$
	垂直載荷板	材質	ステンレス
試験機の構造	せん断荷重装置	厚さ(mm)	3
		寸法(mm)	$B \times W \times H: 200 \times 200 \times 70$
		底部	ステンレス
		方式	電動式スクリージャッキ
計測装置の詳細	せん断変位	最大せん断荷重(N)	19600
		せん断速度(mm/分)	0～3
		最大せん断変位(mm)	40
		方式	空気圧式ローバグ載荷
	垂直変位	最大圧密荷重(kPa)	294
		方式	全鋼製密接構造
		測定点数	1点
		測定方法	ひずみゲージ式変位計
	せん断荷重	測定点数	3点
		測定方法	ひずみゲージ式変位計
		測定点数	1点
		測定方法	ひずみゲージ式ロードセル
土圧計	垂直荷重	測定点数	1点
		測定方法	ローバグ式ロードセル
		測定点数	3点
		測定方法	ひずみゲージ式ロードセル



図－1 大型単純せん断試験装置概略図



図－2 破壊モード説明図

3. 試験方法 試験は、まず、供試体を多重ふるいをういた空中落下法で、初期相対密度が $Dr=50, 70, 90\%$ となるように作成した。せん断箱の組立と計測器の設置を行った後、所定の垂直応力で圧縮を行った。圧縮終了時間は 3t 法で決定した。圧縮終了後、ひずみ速度 $0.1\%/min$ で、せん断ひずみ 20% までせん断を行った。せん断終了後、供試体質量と含水比を測定した。

4. 試験結果・考察 図-3 に結果の一例として、初期相対密度 $Dr=90\%$ のときのせん断応力-せん断ひずみ-体積ひずみ関係を示す。せん断ひずみの増加に伴い、いずれの垂直応力のときもせん断抵抗力は増加し続け、ピークは認められなかった。また、体積ひずみは一度収縮した後、膨張した。せん断抵抗力にピークが認められなかったため、図-4 に示すように応力比-ひずみ増分比関係から縦軸切片 μ の値を求め、せん断抵抗力の指標とした。また同じ条件で行った一面せん断試験結果から供試体高さに対するせん断変位をせん断ひずみとみなして、単純せん断試験と同じように縦軸切片 μ を求めた。そして、求めた縦軸切片 μ から、せん断抵抗力 $\mu \sigma_v$ - 垂直応力関係を示したのが図-5 である。それぞれの試験結果は、ほぼ直線関係で表すことが出来た。そこで、これらをモール・クーロン関係とみなして、内部摩擦角 ϕ を求めたところ大型単純せん断試験は 18.7° となり、一面せん断試験は 31.2° となった。これは、①破壊モードが違う。②せん断ひずみの評価方法が異なる。③供試体寸法が異なる等の理由で単純に比較するには問題があるが上述のような整理方法では、一面せん断試験と比較して大型単純せん断試験での ϕ は小さく評価された。

5. まとめ 本文で得られた結果をまとめると以下の通りである。

- (1) 豊浦砂を対象とした大型単純せん断試験ではせん断抵抗力にピークが認められなかった。
- (2) 本文で述べた結果の整理方法では、大型単純せん断試験で得られた豊浦砂の ϕ は一面せん断試験に比べて小さかった。

参考文献

- 1) 太田,他: 一面せん断試験の力学的意義と結果の解釈, 異なる直接型せん断試験の方法と適用に関するシンポジウム, 土質工学会, pp. 147 ~ 154, (1995)
- 2) 山下,他: 異なる直接型せん断試験装置による砂と粘土の変形強度特性, 異なる直接型せん断試験の方法と適用に関するシンポジウム, 土質工学会, pp. 162 ~ 172, (1995)
- 3) 高田,他: 一面せん断試験と単純せん断試験の比較, 異なる直接型せん断試験の方法と適用に関するシンポジウム, 土質工学会, pp. 173 ~ 180, (1995)
- 4) 赤司,他: 大型単純せん断と大型一面せん断の比較, 第 12 回土質工学会発表会, pp. 361 ~ 364
- 5) P.W.Rowe: Stress-dilatancy relation for static equilibrium, University of Manchester, pp. 500-527, (1961)

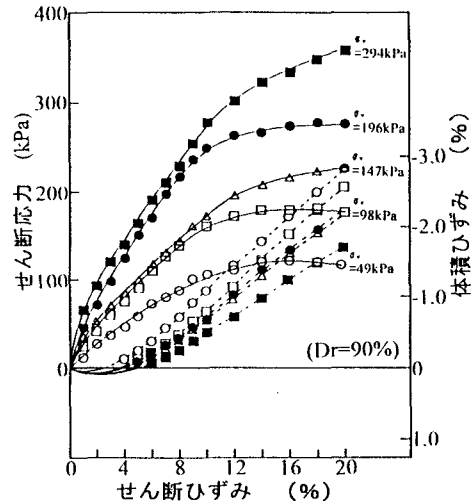


図-3 せん断応力-せん断ひずみ-体積ひずみ関係 ($Dr=90\%$)

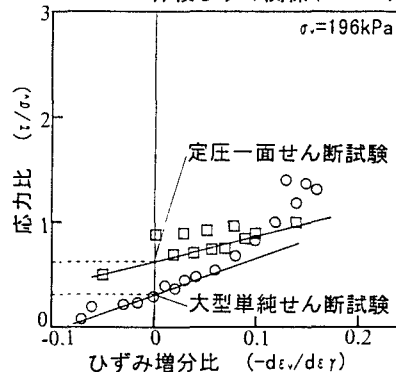


図-4 応力比 (τ/σ_v) - ひずみ増分比 ($-d\varepsilon_v/d\varepsilon_\gamma$) 関係

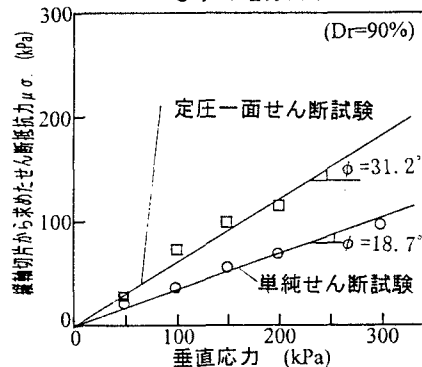


図-5 縦軸切片から求めたせん断抵抗力 $\mu \sigma_v$ - 垂直応力関係