

高知高専型一面せん断試験機による圧密排水せん断試験

高知高専専攻科 学生会員 ○土居翔太 高知高専 正会員 岡林宏二郎
高知県 正会員 常石晶 徳島大学名誉教授 正会員 望月秋利

１．はじめに

2011年3月11日に発生した東日本大震災では、関東地方の埋立地や沿岸部など多くの場所で液状化現象による被害が生じた。液状化の判定をする場合は、原位置試験などで地盤の液状化強度比や変形特性を求める必要がある。しかし、液状化強度比(R)を求めるためには不攪乱試料を採取して液状化強度試験を行う方がよいとされているが、装置が高価で試験が難しいことから標準貫入試験のN値と粒径から液状化強度を推定する簡易的な方法が用いられることが多い。土の液状化強度試験は非排水状態、すなわち定体積状態で繰返しせん断によって行われている。一般的に液状化強度試験が繰返し非排水三軸試験で行われるが、この方法では試料の乱れの影響を受けやすく、液状化強度を過小評価することが多い。また、機構上厳密には定体積条件に保つのが難しいという問題がある。本校では試料の乱れを少なくでき、比較的容易に定体積条件を維持することのできる高知高専型一面せん断試験を開発した。本研究では、試料土の物理試験を厳密に行い、一面せん断試験による圧密排水せん断試験の定応力条件での精度向上の検証を行う。

２．高知高専型一面せん断機

図1に高知高専型一面せん断試験機の機構を示す。定圧試験に対し、上部せん断箱上に2本のモータ及び荷重計を設置し、このモータを制御し、水平条件と上部垂直荷重(σ_N)一定条件を同時に満足させるように改良した。このことにより、上部せん断箱の上下、すなわち、せん断面のすき間でダイレイタンスーを吸収することができ、せん断中に供試体が膨張する場合にせん断強度を過大に、供試体が収縮する場合は過小に評価する問題を解消した。また、定圧試験と同一の機構で定体積試験を行える機構とした。

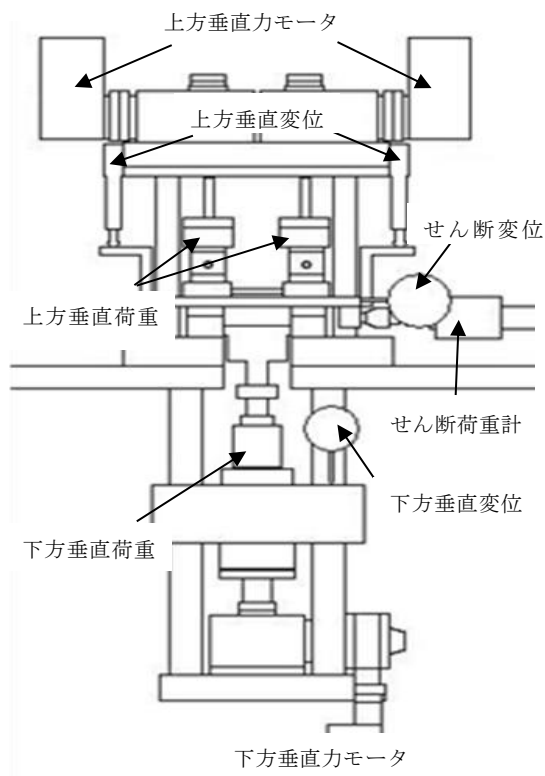


図1 高知高専型一面せん断試験機の機構

３．圧密排水せん断試験

３．１ ゴム板によるせん断過程での応力精度向上

せん断過程で周辺摩擦力のため、圧密応力(σ_N)が変化する。そのため圧密応力を一定に保つ制御が必要になる。圧密応力の変動幅が設定値の $\pm 3\%$ 以下¹⁾が許容範囲だが、液状化強度試験を行うにはさらに低応力で精度良く制御することが必要となる。そこで、応力を安定・維持するため、上方垂直荷重計内に厚さ1mmのゴム板を図2のように入れ、精度の検証を行った。

３．２ 試験方法

試験に用いる絶乾状態の豊浦砂について、土粒子の密度試験と最大・最少密度試験を行った。その結果、 $\rho_s = 2.626 \text{ g/cm}^3$ 、 $\rho_{d\max} = 1.6557 \text{ g/cm}^3$ 、 $\rho_{d\min} = 1.3466 \text{ g/cm}^3$ を得た。表1の試料条件で、以下の手順で一面せん断試験による圧密排水せん断試験を行う。

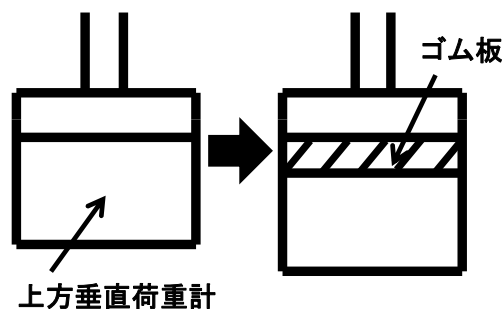


図2 上方垂直荷重計とゴム板の関係

- (1) 圧密過程：所定荷重を設定し，圧密を開始する．圧密応力は 50, 100, 150, 200kPa とする．
- (2) すき間設定：上せん断箱を上昇させ，垂直応力を一定に保つように加圧板を変位させて上下せん断箱間に所定のすき間 (3mm)²⁾ を開ける．
- (3) せん断過程：せん断を開始する．せん断速度は変位制御とし 0.2mm/min とする．

表 1 試料条件

試料名	豊浦砂	
ρ_s (g/cm ³)	2.626	
状態	絶乾状態	
w (%)	0	
e	0.84	0.74
D_r (%)	30.2	57.7

4. 実験結果

砂の密度が緩い状態 $e=0.84$ ，相対密度 $D_r=30.2\%$ 時の結果を示す．図 3 及び図 4 にゴム無し及びゴム有りの圧密応力の変動幅を示す．変動幅の $\pm 3\%$ を実線で示し， $\pm 2\%$ を点線で示す．表 2 に $e=0.84$ 時のゴム無し及びゴム有りの場合における圧密応力制御の $\pm 2\%$ 以上の割合を示す．ゴムを入れることにより圧密応力の $\pm 2\%$ 以上の割合は，ゴム無しの方が多くあり，ゴム有りの場合の方が精度が上がっている．図 5 にゴム無しの場合の垂直応力とせん断応力の関係を示す．垂直応力は破壊に達するまで，ほぼ一定に制御されていることがわかる．内部摩擦角 ϕ_{CD} は 35.4° である．図 6 にゴム有りの場合を示す．内部摩擦角 ϕ_{CD} は 35.9° となった．

表 2 圧密応力制御結果の $\pm 2\%$ 以上の割合

条件	1mm	間隙比	圧密応力 (kPa) $\pm 2\%$ 以上の割合 (%)			
			50	100	150	200
CD 条件	ゴム無し	0.84	2.83	1.67	0.138	0
	ゴム有り		2.29	1.15	0	0

5. 結 言

1mm のゴム板を上方垂直荷重計に設置して，せん断時の垂直応力の変動幅を検証した結果，変動幅を小さくでき，制御精度を上げることができた．内部摩擦角はゴム有りの方が 0.5° 大きい値であった．

今後ゴム板の厚さ等を変えての検討も行う予定である．

文 献

- 1) 社団法人 地盤工学会，土質試験の方法と解説，第 7 編，せん断試験，2004，P563～P717
- 2) 石川裕規，新型一面せん断試験機の開発とその応用—経済的設計に向けた土の強度評価方法の提案—，徳島大学学位申請論文，2010，P93～P113

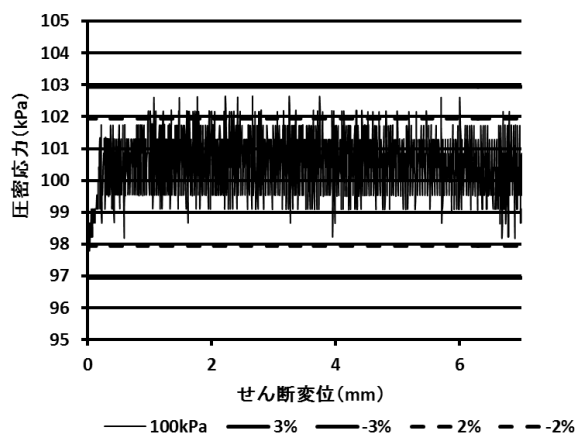


図 3 ゴム無し時の圧密応力制御結果

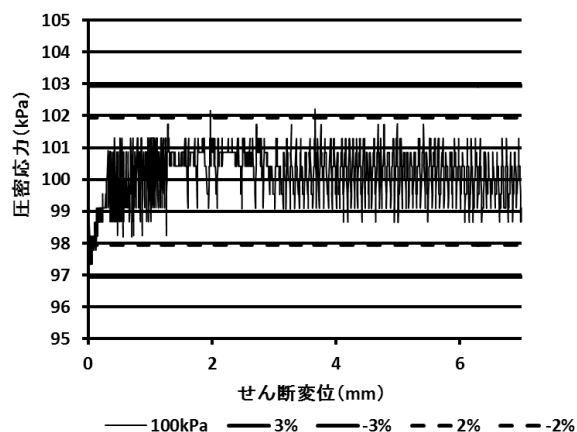


図 4 ゴム有り時の圧密応力制御結果

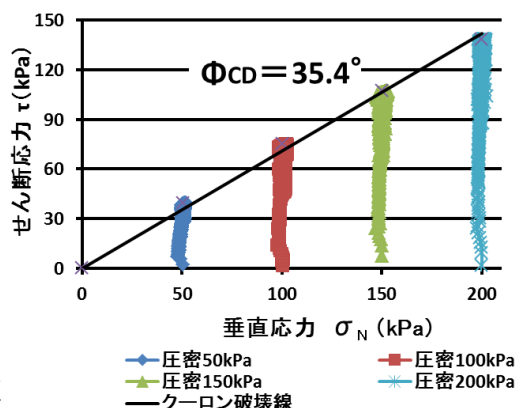


図 5 ゴム無し時の内部摩擦角

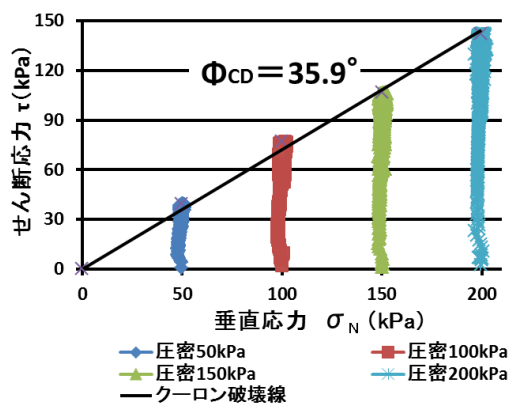


図 6 ゴム有り時の内部摩擦角