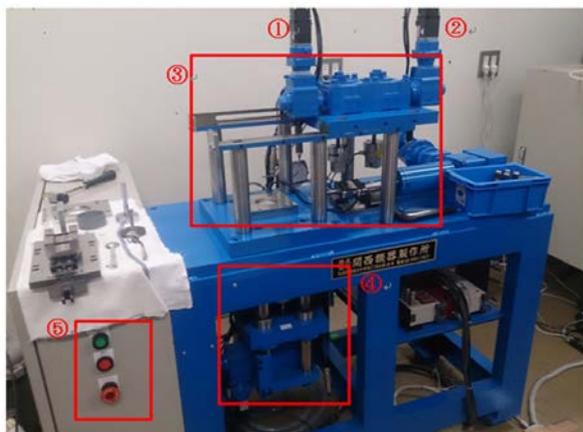


高知高専型一面せん断試験機による低応力域での定体積試験法に関する研究

高知高専 正会員○岡林宏二郎 国土交通省 山崎元貴・土居翔太
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. 緒 言

近年、大地震に伴う液状化現象や、豪雨に伴う表層崩壊などの地盤災害が頻発している。このような現象に対する土の強度定数 (c, ϕ) を正確に求めるためには低応力状態で高精度のせん断試験を行う必要がある。そこで、高知高専では、図1に示すように三軸試験に比べ試験機の構造が簡単で、定応力・定体積試験を行える低応力型高精度一面せん断試験機を開発した。定体積条件では、加圧側の垂直変位の変動幅を $\pm 0.01\text{mm}$ 以内¹⁾で制御する必要があり、本試験機では、反力側で変位の変動幅の許容範囲を $\pm 0.01\text{mm}$ 以内となるように制御プログラム改善を行った。また、超低応力域での定体積試験も実施した。



①・②上方垂直力モーター ③せん断機構
④下方垂直力部 ⑤操作スイッチ

図1 高知高専型一面せん断試験機

2. 定体積試験

2.1 実験目的及び実験条件

本試験機では、制御プログラムを改善し、定体積試験を行い、中・低応力域での強度定数を求め精度向上の状況を確認した。表1に試験に用いた試料条件を示す。本試験機では、反力側変位を左右2台の垂直変位計で測定しており、高精度制御を目的とし、変位の変動幅 $\pm 0.01\text{mm}$ を目標とした。実験結果は、定体積試験のプログラム改善前後で比較した。

表1 試料条件

供試体寸法(mm)	$\phi 60 \times H20$	
試料名	豊浦砂	
試料状態	絶乾状態	
含水比(%)	0	
土粒子の密度(g/cm^3)	2.626	
間隙比	0.84	0.74
相対密度(%)	30.2	57.7
圧密応力(kPa)	50,100,150,200	

2.2 実験結果

一例として、初期間隙比 0.84 の初期圧密応力 100kPa での定体積試験の反力側変位のプログラム改善前を図2に、プログラム改善後を図3に示す。

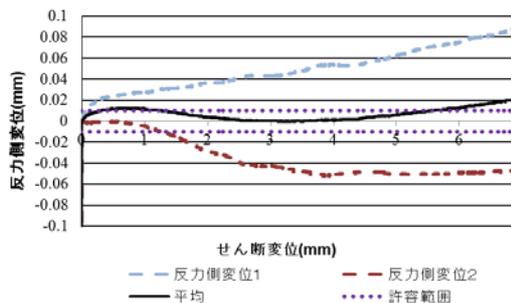


図2 プログラム改善前の反力側変位

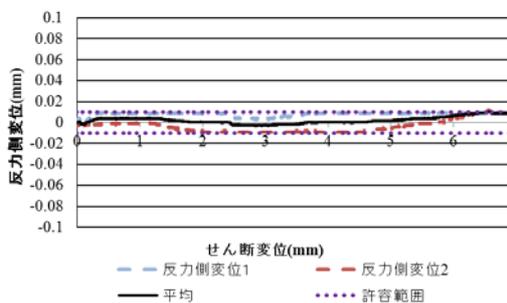


図3 プログラム改善後の反力側変位

図2では平均値が概ね許容範囲内に入っているが、左右の変位が広がる(せん断箱が傾く)挙動を示している。そこで、左右2台の反力側荷重計をそれぞれ独立して制御できるようにプログラムを改善して、実施した試験結果が図3である。

図3に示すように、プログラム改善により、全ての変位が許容範囲内に収まっていることがわかる。

次にプログラム改善後の初期間隙比 0.84 の圧密応力とせん断応力の関係を図4に示す。この図のクーロンの破壊線から、強度定数を検討する。図4から求まる強度定数の ϕ' は 33.5° となった。初期間隙比が0.85の場合の既存の研究より、強度定数 ϕ' は 33.4° であり、正確な強度定数を得られたと考える。

初期間隙比0.74の結果を図5に示す。密度の増加により強度定数も増加していることがわかる。

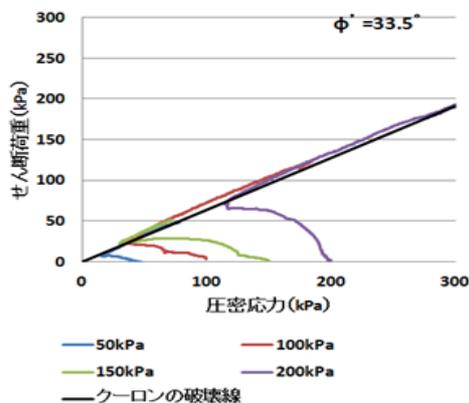


図4 圧密応力-せん断応力 (e = 0.84)

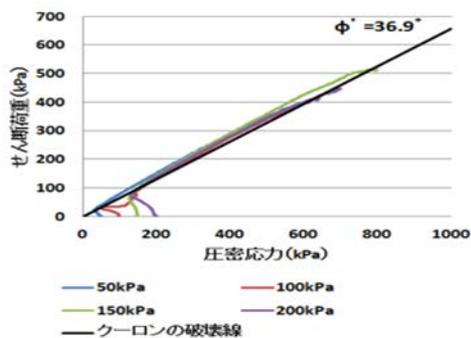


図5 圧密応力-せん断応力 (e = 0.74)

3. 超低応力域での定体積試験

3.1 実験目的

液状化現象や表層崩壊に対応するためには、超低応力域(50kPa以下)での強度定数を求める必要がある。そこで本試験機で25kPa以下での実験方法を検討した。

3.2 実験方法

超低応力域での実験方法として、圧密応力25kPaを圧密過程は軸応力側(下方荷重計)で測定し、せん断過程は反力側(2台の上方荷重計)で測定する。

3.3 実験結果

図6に試験の圧密段階時、図7にせん断段階時の試験結果を示す。図6より、圧密過程において下側制御時には軸応力が25kPaとなり、上側制御に切り替えると反力側荷重計が25kPaとなっており精度よく制御できている。図7より、せん断応力40kPa、圧密応力50kPaと低い応力状態で制御できている。

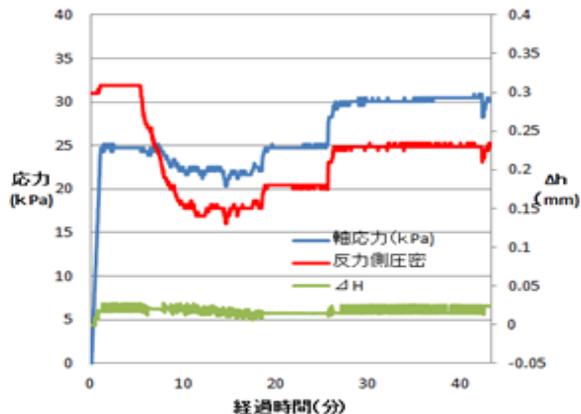


図6 定体積試験超低力状態圧密時

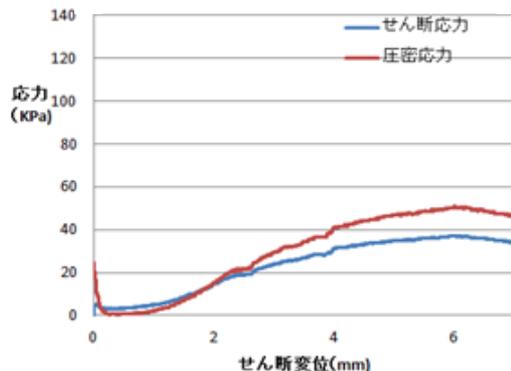


図7 定体積試験超低力状態せん断時

4. 結論

- 1) 左右2台の反力側荷重計をそれぞれ独立して制御することで変位の変動幅 $\pm 0.01\text{mm}$ を達成できた。
- 2) 密度に応じた強度定数が得られるようになった。
- 3) 超低応力域(50kPa以下)での一面せん断試験は、圧密過程は軸応力側で測定し、せん断過程は反力側で測定することで高精度な実験が可能となった。

参考文献

- 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, pp.563 - pp.600.
- 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-, 徳島大学学位論文, 2010, pp.23 - pp.54.