

高知高専型一面せん断試験機による中・低応力域での定体積試験法の開発

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
高知高専 門田綾乃 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災害が頻発している。このような場合の事前対策や発生を抑えるためには、土の強度定数 (c, ϕ) を低応力状態で正確に求める必要がある。強度定数を求める試験として一般的に三軸試験が用いられてきた。しかし、低応力の試験や供試体の作成が難しく、試験結果にバラツキが生じやすい等の問題点が指摘されている。そこで、高知高専では、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一面せん断試験機を開発した。定体積条件であれば加圧側の垂直変位の変動幅が $\pm 0.01\text{mm}$ 以内¹⁾で制御する必要があるが、本試験機では、反力側で変位を測定し、変動幅の許容範囲を $\pm 0.01\text{mm}$ 以内とした。

本研究では、高知高専型一面せん断試験機を用いて、中・低応力域での定体積試験を行うが、より高精度の定体積条件を保つように制御プログラム改善を行い、強度定数を求めた。また、低応力域での定体積試験も実施した。

2. 定体積試験

2.1 実験目的及び実験条件

中・低応力域での異なる初期圧密応力で試験を行うことにより、強度定数(c', ϕ')を求めることができる。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する。今回は、試料を絶乾状態としたものを用いたので、強度定数の c' にあたる粘着力は 0 とみなしている。表 1 に試験に用いた試料条件を示す。

従来の一面せん断試験では定体積条件であれば垂直変位の変動幅が $\pm 0.01\text{mm}$ 以内¹⁾に入るように制御しなければならない。しかし、本試験機では、反力側変位を測定しているため、反力側測定時の変動幅は定められていない。そこで高精度制御を目的とし、

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 1 に、プログラム改善後を図 2 に示す。

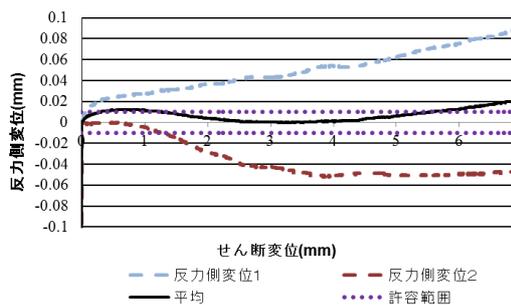


図 1 プログラム改善前の反力側変位

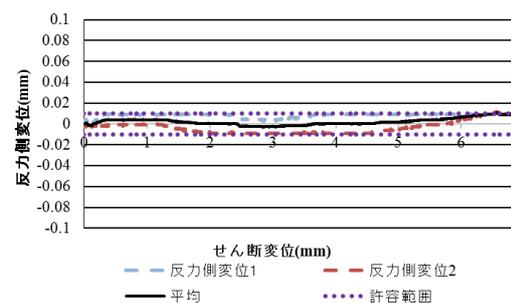


図 2 プログラム改善後の反力側変位

図 1 の初期間隙比 0.84 の実験では平均値が概ね許容範囲内に入っているが、それぞれの変位が広がる挙動を示している。左右の荷重の制御が独立していないプログラムになっている。そこで、左右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。結果が図 2 である。図

キーワード 定体積試験, 強度定数, 低応力

連絡先 〒783 - 8508 高知県南国市物部乙 200 - 1 高知工業高等専門学校 TEL088 - 864 - 5589

2 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に収まっている。

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 3 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 3 から求まる強度定数の ϕ' は 33.3° となった。既存の研究より、初期間隙比が 0.85 の場合の強度定数 ϕ' は 33.4° ²⁾ であり、正確な強度定数を得られたと考える。

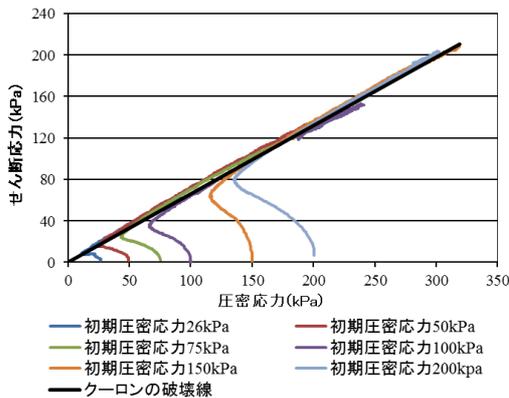


図 3 圧密応力-せん断応力

3. 超低応力域での定体積試験

3.1 実験目的

本研究では、中・低応力域での定体積試験法の開発が目的である。定体積試験では 50kPa~200kPa と中応力~低応力域と幅広い。液状化現象や表層崩壊に対応するためには、低応力域(100kPa 以下)だけの強度定数が必要である。そこで本試験機での 50kPa 以下の実験方法を検討した。

3.2 実験条件

実験条件として、圧密過程では圧密応力 20kPa を軸応力側で測定し、せん断過程では反力側で測定した圧密応力で実施する。

3.3 実験結果

間隙比 0.84 の圧密応力が低応力域 75kPa の定体積試験の圧密過程を図 4 に、超低応力域 20kPa での定体積試験の圧密過程を図 5 に示す。図 5 の圧密応力の初期は軸応力側で測定し、せん断過程に切り替える前には反力側で測定した。これにより、せん断過程にスムーズに移行することができ、実験実施できたと考える。

4. 結 言

高知高専型一面せん断試験機の課題である、定体積条件の変動幅の検討及び超低応力域での定体積試験を実施し、得られた結果を以下にまとめる。

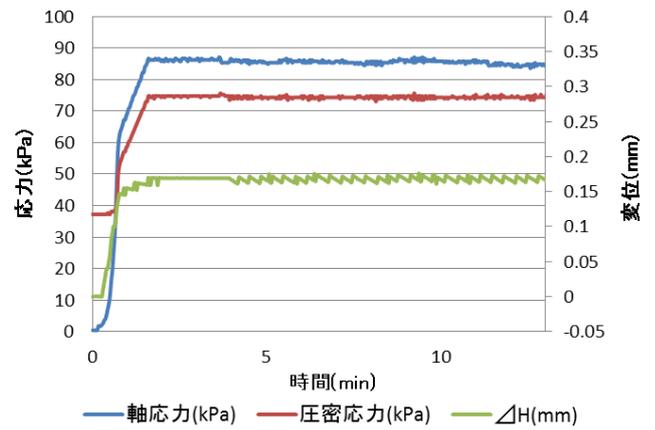


図 4 75kPa の圧密過程

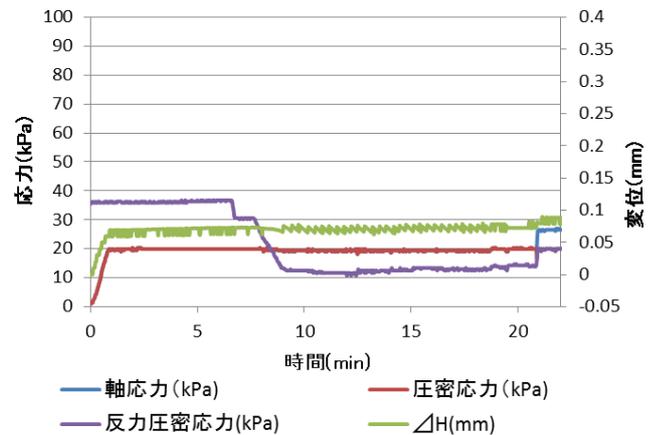


図 5 20kPa の圧密過程

(1)反力側変位の変動幅を $\pm 0.01\text{mm}$ 以内に制御するために、反力側荷重を独立制御にするプログラムに改善したことで、中・低応力域での正確な定体積条件を満たすことができ、初期間隙比 0.84 では正確な強度定数を求めることができた。しかし、間隙比 0.74 では正確な強度定数を求めるためには、さらに改善が必要である。

(2)超低応力域では加圧側(軸応力)で実験が可能ながわかった。より精度を上げるためにせん断箱の重量を軽量化や、反力側のロードセルの感度を上げることでさらに精度良く実験を実施できると考える。また、液状化判定等に用いるためにも精度のよい超低応力域だけの強度定数を求める必要がある。

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.