

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 正会員 ○岡林宏二郎 高知高専専攻科 学生会員 土居翔太
高知高専 学生会員 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ある一面せん断試験の長所に加え、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．

今回の研究では、中・低応力域での定体積試験で、より高精度の定体積条件を保つようにプログラム改善を行い強度定数を求めた．定体積試験から求まる強度定数と定圧試験から求まる強度定数の関係を検討した．

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') を求めることを目的としている． ϕ' は最大せん断応力を通るクーロン破壊線より求める．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．

実験条件として、定体積試験のプログラム改善前後とすする．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 $\pm 0.01\text{mm}$ 以内に入るように制御しなければならない¹⁾．しかし、本試験機では、反力側変位を操作しているが反力側操作時の許容変動幅は定義されていない．そこで高精度制御を目的とし、変動幅 $\pm 0.01\text{mm}$ を目標とする．表 1 に試料条件を示す．

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 の定体積試験の反力側変位のプログラム改善前を図 1 に示し、プログラム改善後を図 2 に示す．

図 1 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、変位させるための荷重の制御が独立して制御されておらず、同時に同じ方向に荷重を制御されるプログラムになっている．そこで、プログラムを改善し、実験を行った結果が図 2 である．プログラム改善後、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前後の強度定数を図 3 及び図 4 に示し強度定数の比較を行う．図 3 に示す強度定数の ϕ' は 33.1° ，図 4 に示す強度定数の ϕ' は 33.4°

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	

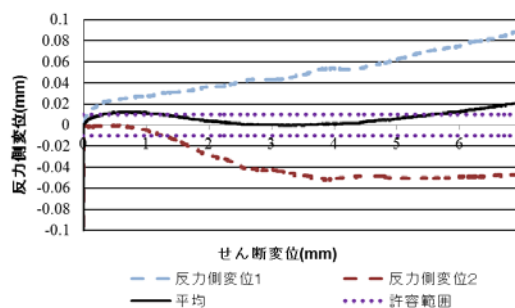


図 1 プログラム改善前の反力側変位

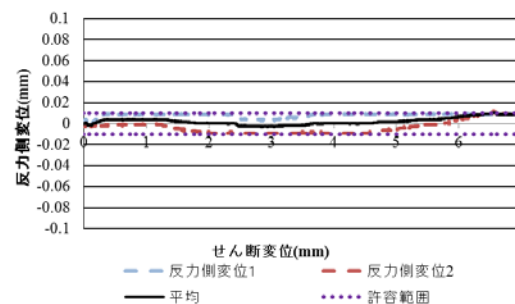


図 2 プログラム改善後の反力側変位

となった。プログラム改善による強度定数に差は見られなかった。しかし、プログラム改善前は圧密応力約 270kPa でせん断応力約 180kPa、改善後は圧密応力約 320kPa でせん断応力約 210kPa と圧密応力とせん断応力の最大値に差がある。

3. 強度定数の比較

3.1 定体積試験と定圧試験の実施法

定体積試験による ϕ' 強度と定圧試験による ϕ_d 強度を比較検討する。定体積試験は絶乾状態で行っているため間隙水圧が発生せず、実験により得られた値が強度定数になり、定圧試験と同様の値が得られ原理的に $\phi'=\phi_d$ となるはずである²⁾。

定体積試験の強度定数は図 4 から求まる ϕ' を用いる。定圧試験の強度定数は、間隙比 0.84 でゴム板を反力垂直荷重計に挟むことによって圧密応力を±2%以内に制御できる実験により求めたものである。定圧試験に用いる試料も絶乾状態としたものを用いたので強度定数の c は 0 とみなしている。

3.2 実施結果

定圧試験の実験結果を図 5 に示す。定体積試験の圧密応力と最大せん断応力の関係を表 2 に示す。定体積試験より求め図 4 プログラム改善後の強度定数た ϕ' は 33.4°。定圧試験より求めた ϕ_d は 35.4° となった。この実験結果より、 $\phi'<\phi_d$ という関係である。定圧試験より求めた ϕ_d が定体積試験の ϕ' より 2° 大きくなった。原因として、一つ目にせん断箱のせん断方向に対しての前後に反力側変位計を設置しているが、左右に対しては反力側変位計を設置していないので左右に傾いている可能性が考えられる。二つ目に、定体積試験では、表 2 に示すように初期圧密応力を変化させても 50kPa と 100kPa 及び 150kPa と 200kPa で最大せん断応力が近い値になることが考えられる。

従来的一面せん断試験機では、ダイレイタンシーが正の場合は供試体が膨張しようとするのでそれに抵抗して供試体側面とせん断箱内面との摩擦力は垂直力を増やす側に、また収縮しようとする場合は減ずる側に働き、その結果前者では強度は過大に、後者では過小になる。しかし、高知高専型一面せん断試験機ではダイレイタンシーによる応力変化を上部せん断箱で制御することで側面摩擦を低減させて、定圧条件を満たすので、原因の一つとは考えにくい。さらにデータを蓄積し、検討する必要がある。

4. 結 言

高知高専型一面せん断試験の定体積試験では、プログラムを改善することで、正確な定体積条件を満たすことができ、確からしい強度定数を得ることができた。今後、低応力状態における強度定数を求め、液状化強度を求めることができる装置に改善していきたい。

5. 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) 社団法人 土質工学会，N 値および $c \cdot \phi$ -考え方と利用法-，1992，pp. 133～pp. 161.

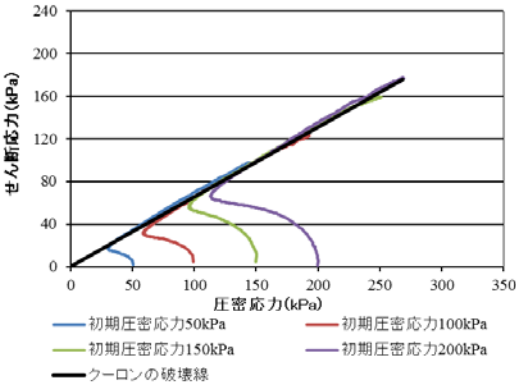


図 3 プログラム改善前の強度定数

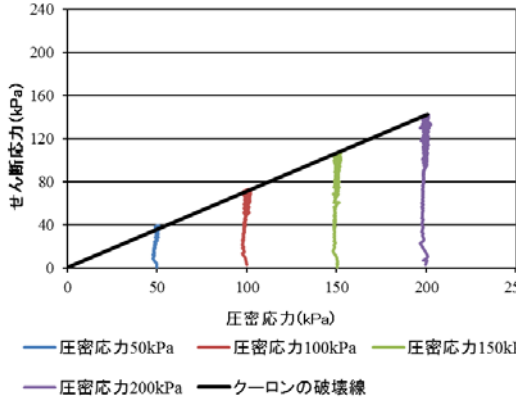
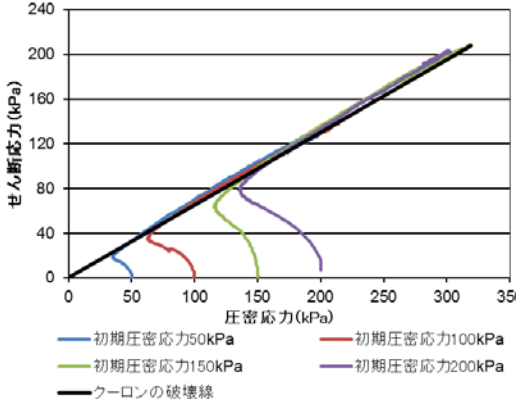


図 5 定圧試験の強度定数

表 2 圧密応力とせん断応力の関係

初期圧密応力(kPa)	50	100	150	200
最大せん断応力(kPa)	141.9131	139.2606	208.6698	203.3646