

高知高専型一面せん断試験機による液状化強度試験

高知工業高等専門学校 学生会員 ○二神 啓
 高知工業高等専門学校 正会員 岡林宏二郎
 香川工業高等専門学校 正会員 向谷 光彦

1. はじめに

近年、日本では2016年4月14日と16日の熊本地震や2018年9月6日の北海道胆振東部地震など多くの地震が発生し、液状化被害が多発している。従来、液状化判定時の土の強度定数は三軸圧縮試験によって求められてきた。三軸圧縮試験は、実験方法が難しいことや試料が大量に必要なことなどの欠点がある。そこで、試験が比較的簡単に実施でき、試料が少量で済む一面せん断試験に着目した。高知高専では、液状化強度試験ができるほか、定圧密・定体積条件で実験を行うことのできる低応力型の高知高専型一面せん断試験機を開発したり。

本研究では、高知高専型一面せん断試験機の性能評価を目的とし、同条件下における液状化強度の再現性および実地盤に近い相対密度70%での液状化強度の傾向を確認するために、相対密度50%と70%で液状化強度試験を実施した。そして、本試験機による液状化強度試験の妥当性を検討するため、同一試料を用いて行なった香川高専の繰返し三軸圧縮試験結果と比較した。

2. 実験方法

2.1. 一面せん断試験方法

表1に一面せん断試験の試験条件、図1に高知高専型一面せん断試験機を示す。本試験機では、圧密過程、すき間開け過程、せん断過程の3段階で試験を行う。圧密過程では、全試験で100 kPaの圧密応力をかける。圧密終了後、傾き修正を行う。すき間開け過程は、圧密後に上部の2つのモーターを同時に変位させ、圧密応力を一定に保った状態ですき間を開ける。すき間開け終了後、傾き修正を行う。せん断過程は、すき間開け終了後、載荷させるせん断荷重を設定し、せん断を開始する。

2.2. 三軸圧縮試験方法

図2に香川高専の三軸圧縮試験機を示す。供試体の作製方法は、供試体作製用モールドにゴムスリーブをセットし、約20 kPaでゴムスリーブを吸引した後、空中落下法により作製する。供試体を飽和させる。その際、試料内に炭酸ガスを約30分注入することで通水性を向上させる。供試体圧力を90 kPa、三軸室圧力を70 kPaの状態です約60分間二重負圧（飽和）を行い、二重負圧を十分に行った後、三軸室内を120 kPa、バックプレッシャー（BP）100 kPaまで5 kPaごとに20 kPaの差を保ちながら加圧し、約60分放置する。その後、B値を測定し、十分に飽和しているか確認をする。十

表1 一面せん断試験の試験条件

項目	条件	
試料名	豊浦標準砂	
供試体寸法 (mm)	Φ60×H20mm	
供試体作成方法	空中落下法	
試料状態	絶乾状態	
排水条件	非排水	
土粒子の密度 (g/cm ³)	2.653	
間隙比	0.807, 0.734	
相対密度 (%)	50, 70	
圧密応力 (kPa)	100	
せん断応力 (kPa)	Dr=50%	13, 15, 18, 20, 25
	Dr=70%	20, 22, 25, 30
プログラムのバージョン	Ver1.0.5	



図1 高知高専型一面せん断試験機



図2 香川高専の三軸圧縮試験機

分に飽和している事を確認した後、約 30 分間の圧密を行い、載荷速度 0.25%/min で軸圧縮過程を実施する。

3. 試験結果および考察

3.1. 相対密度 $D_r=50\%$

図 3 に昨年度の試験結果との比較を示す。両振り振幅変位は多少の差が出たが、有効応力比の結果はほぼ一致した。このことより、同条件下における液状化強度の再現性があるといえる。

図 4 に有効応力比と過剰間隙水圧比の比較、図 5 に両振り振幅変位と両振幅軸比の比較を示す。両者ともに応力振幅比が大きいときは三軸圧縮試験よりも繰返し回数が多くなり、応力振幅比が小さいときは三軸圧縮試験よりも繰返し回数が少なくなる傾向がみられた。これらの原因として、繰返し三軸圧縮試験では試験ごとに相対密度を合わせることが難しくバラツキが出ることや、間接的と直接的とで試験機の構造が違うことなどが挙げられる。

3.2. 相対密度 $D_r=70\%$

相対密度 $D_r=70\%$ では、有効応力比と両振り振幅変位の繰返し回数にかなりの差が生じた。この原因として、相対密度 $D_r=70\%$ は供試体が密詰めであるため、せん断中に定体積制御時に、正のダイレイタンスの影響で膨張しようとする力が抑えられ強度が高くなる。それにより変位しにくくなり繰返し回数が多くなると考えられる。そのため、今後制御設定の見直しと密詰めの場合における正のダイレイタンスの影響を検討していく必要がある。本研究では、データを取ることができた有効応力比について三軸圧縮試験結果と比較を行う。図 6 に有効応力比と過剰間隙水圧比の比較を示す。応力振幅比が小さいときに誤差が大きくなった。しかし、この傾向は相対密度 $D_r=50\%$ の試験結果と同じとなることから新たな基準が必要と考える。

4. まとめ

高知高専一面せん断試験機を用いて相対密度 $D_r=50\%$ と 70% の液状化強度試験を実施した。そして、同一の試料を用いて実施した香川高専の繰返し三軸圧縮試験結果と比較し、以下のことが分かった。

- 1) 相対密度 $D_r=50\%$ では、液状化強度の再現性があることが分かった。
- 2) 相対密度 $D_r=50\%$ と 70% で同じような傾向が得られた。
- 3) 高知高専型一面せん断試験機では、両振り振幅変位よりも有効応力比による結果のほうが精度がよい。
- 4) 新たな基準が必要となるが、三軸圧縮試験結果に近い値が得られたことから一面せん断試験による液状化強度試験は妥当性があると考えられる。

参考文献

- 1) 伊月優星：動的高知高専型一面せん断試験機による液状化強度試験と残留強度試験の実施，H30 年度，pp. 4-6.

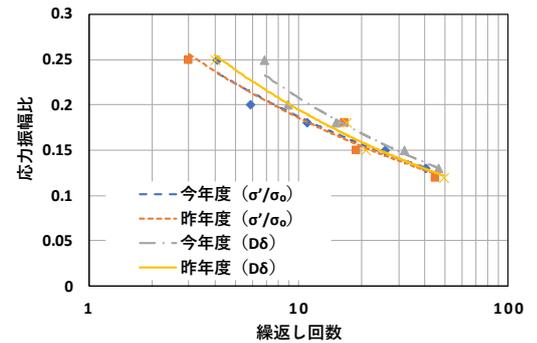


図 3 液状化強度曲線

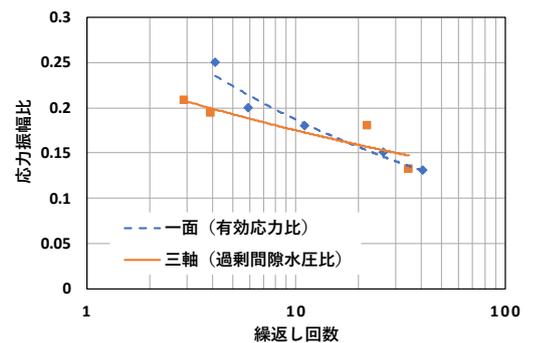


図 4 液状化強度曲線 (有効応力比)

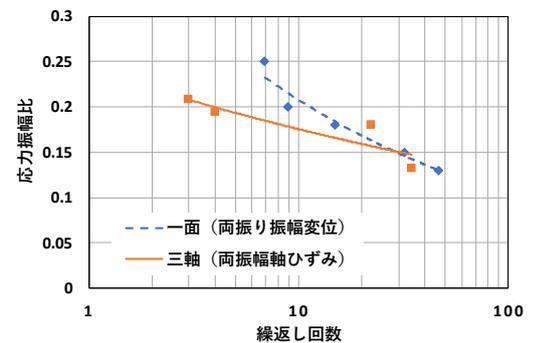


図 5 液状化強度曲線 (両振り振幅変位)

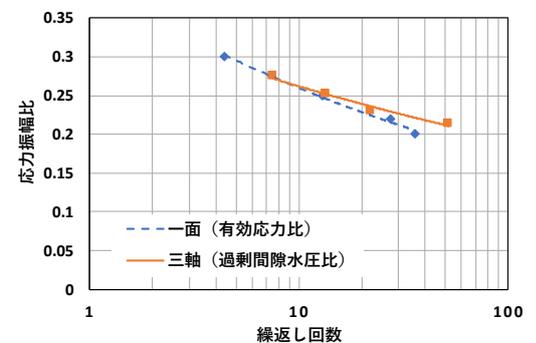


図 6 液状化強度曲線 (有効応力比)