

動的高知高専型一面せん断試験機の開発

高知工業高等専門学校 正会員 岡林宏二郎, 学生会員 ○伊月優星
高知県 正会員 常石晶

1. はじめに

近年、震災による地盤の液状化現象や豪雨による表層崩壊の被害が増大している。液状化強度試験は、一般的には繰返し三軸試験が用いられてきたが、試験機の構造上、試料を乱しにくく応力のかけ方が実地盤の再現性が高いことから、繰返し一面せん断試験が液状化強度試験に適していると考えられる。そこで、高知高専では、図1に示す定応力・定体積試験の行える低応力型一面せん断試験機を開発した。本研究では、圧密時にせん断箱の傾きを修正し、中密度の強度定数(C, ϕ)の精度向上が得られるかを検討する。次に、液状化強度試験を実施し、従来の繰返し三軸試験の結果と比較検討する。

2. 実験条件

2.1 定体積試験の実験条件

表1に定体積試験の条件を示す。試料には、絶乾状態豊浦標準砂を用いて、緩詰め($e=0.84$)と密詰め($e=0.74$)の2つの試験を行った。

2.2 液状化強度試験の実験条件

液状化強度(R)は、繰返し非排水三軸試験では、液状化判定に両振幅軸ひずみ $DA=5\%$ や、過剰間隙水圧 $\Delta u/\sigma_0$ が 95% を用いる。一面せん断試験では、

1) 両振幅軸ひずみ $DA=5\%$ を、両振り振幅 $D\delta$ に変更するために、せん断ひずみ γ_{xy} と軸ひずみ ε_1 を用いて次式で表す¹⁾。

$$\gamma_{xy} = \frac{\partial v}{\partial x} + \frac{\partial u}{\partial y}, \quad \gamma_{xy} = 1.5\varepsilon_1 \quad (1)$$

一面せん断試験におけるせん断ひずみ γ_{xy} は¹⁾、

$$\gamma_{xy} = \frac{\text{せん断変位}}{\text{せん断高さ}} \quad (2)$$

この場合のせん断高さを供試体高さとし、一面せん断試験による両振り振幅 $D\delta$ を 1.5mm とする。

2) 過剰間隙水圧比 $\Delta u/\sigma_0=95\%$ を有効応力比 $\sigma'/\sigma_0=5\%$ とする。

液状化強度試験の条件は、表1の緩詰め $e=0.84$ とし圧密応力は 100kPa とした。



図1 高知高専型一面せん断試験機

表1 定体積試験の実験条件

項目	条件	
供試体寸法(mm)	$\phi 60 \times H20$	
試料名	豊浦標準砂	
供試体作成法	空中落下法	
試料状態	絶乾状態	
排水条件	非排水	
間隙比	0.84	0.74
土粒子の密度(g/cm^3)	2.626	
相対密度(%)	30.2	55.7
圧密応力(kPa)	25, 50, 100, 150, 200	

3. 実験結果

3.1 定体積試験

本研究では、圧密終了時と隙間明け終了時にせん断箱の傾きを修正するようにプログラムを改善した。図2にせん断時の反力側変位を示す。反力側変位は、±0.01mmであり、定体積条件を満たしていることがわかる。図3に緩詰め条件でのせん断箱の傾き修正前後の強度定数を示す。修正前に比べ強度定数の値はクーロンの破壊線により沿うようになった。また、強度定数の値は $\phi=33.8^\circ$ と既存の一面せん断試験の強度定数 $\phi=33.4^\circ$ とほぼ同じ値となった¹⁾。図4に示す中密度の場合も同様に強度定数の値がクーロンの破壊線に沿う結果が得られた。強度定数の値は、 $\phi=36.1^\circ$ と既存の一面せん断試験の強度定数である $\phi=38.8^\circ$ ¹⁾より小さい値であったが、制御精度は向上したことが確認できた。

3.2 液状化強度試験

図5に液状化強度曲線を示す。試験結果を繰り返し三軸試験の結果と比較すると、10kPa、12kPaの点は三軸試験のデータとほぼ一致していたが、15kPaの点は離れていた。図6にせん断応力15kPa時の有効応力に対するせん断応力の応力経路を示す。本来、0を基点にせん断応力がかかればならないが本試験機では、+3kPaの点を軸にせん断応力がかかっている。その他のケースも同様の結果が見られた。今後、問題点を修正する必要がある。

4. 結論

- ①定体積試験では、圧密時にせん断箱の傾きを修正することにより、定体積条件を満たすことができ、制御・精度の向上が見られ、中密度の場合の強度定数の値も増大した。
- ②液状化強度試験は、せん断応力15kPaで繰り返し三軸試験結果と異なった。

5. 参考文献

- (1) 石川祐規, 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-, 2010年, pp. 37, 94~95, 112.

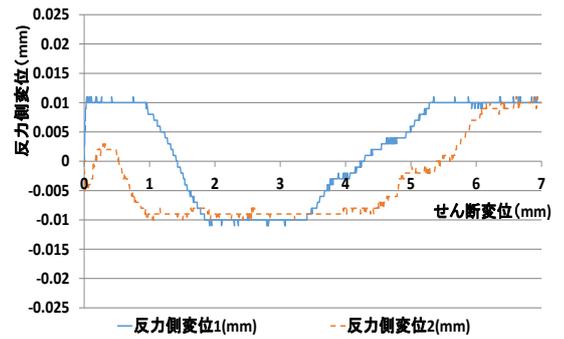


図2 定体積条件制御例

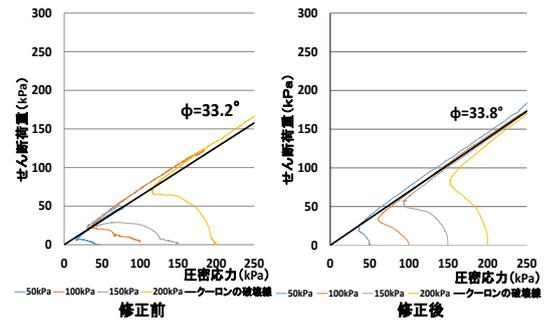


図3 緩詰め e=0.84 強度定数

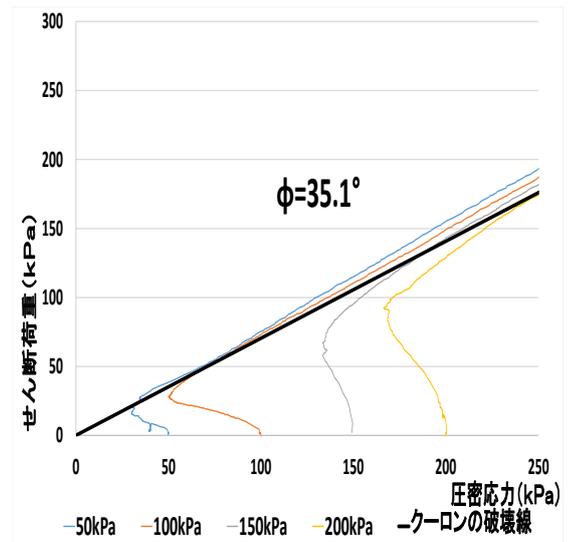


図4 中密度 e=0.74 強度定数

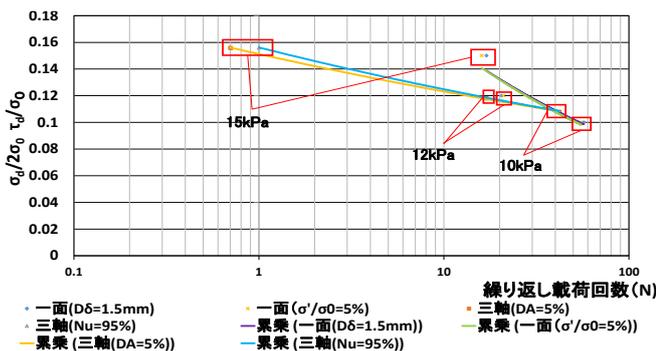


図5 液状化強度試験結果

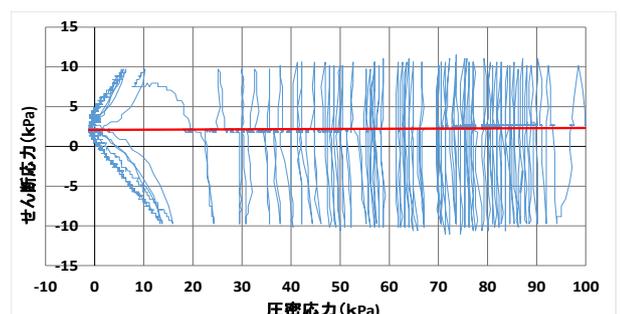


図6 せん断応力15kPa時の有効応力経路