

高知高専型一面せん断試験機の実用化における 繰返し三軸試験機との比較

高知工業高等専門学校 学生会員 ○谷本和香奈
高知工業高等専門学校 国際会員 岡林宏二郎
香川工業高等専門学校 国際会員 向谷光彦
(株) ダイソク 非会員 濱賢治

1. 緒言

近年,日本では地震による液状化被害が多発している。熊本地震においても液状化被害が問題視された。今後,発生するとされる南海トラフ巨大地震でも液状化の被害が想定される。従来,液状化強度試験は繰返し三軸試験で実施されてきたが,試験方法や試料飽和が難しいなどの課題点がある。一方,一面せん断試験は試験方法が比較的容易で,実地盤の再現性が高いとされる。そこで,高知高専では定圧・定体積条件で試験を実施することのできる定応力型の高知高専型一面せん断試験機を開発した。平成29年度までに,一面せん断試験機の課題点についての改善を行った。

本研究では,高知高専型一面せん断試験機の実用化を目的とし,香川高専の静的及び繰返し三軸試験機の結果との比較検討を行う。静的では,一面せん断試験は定応力試験,三軸試験は圧密排水試験と実施する。

なお,平成29年度の考察より両試験機で使用する試料については同じ豊浦標準砂を用いて試験を実施する。

2. 試験方法および試験条件

2.1 試験方法

1) 定応力一面せん断試験

供試体作製方法は,密度を一定にするために空中落下法とする。また,相対密度 $D_r=50$, 70%においては,2~3層に分け作製を行う。供試体作製後,任意の圧密圧力を載荷し,せん断試験を実施する。

2) 圧密排水三軸圧縮(CD)試験

供試体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20kPaでゴムスリーブを吸引した後,空中落下法で作製する。

供試体の飽和は供試体に水を浸透させ,供試体圧力-90kPa,三軸室圧力-70kPaの状態です約60分程度の二重負圧(飽和)を行う。二重負圧を十分にした後,三軸室内は120kPa,バックプレッシャー(BP)100kPaまで5kPa毎に20kPaの差を保ちながら加圧し,約60分放置する。

その後,B値の測定し,十分に飽和しているか確認する。

なお,繰返し三軸試験においては試料内に炭酸ガスを約30分程度注入することで通水性を向上させる。これらの作製・飽和をした後,約30分間の圧密を行い,載荷速度0.25%/min軸で軸圧縮過程を実施する。

3) 液状化強度試験

供試体を100kPaで圧密し,任意のせん断力でせん断試験を実施する。また,液状化強度試験での両試験は評価方法が異なる。一面せん断試験においては,両振幅 $D\delta=1.5\text{mm}$ 及び有効応力比 $\sigma'/\sigma_0=5\%$ とし評価する。一方,繰返し三軸試験においては,過剰間隙水圧比 $\Delta u/\sigma_0=95\%$ 及び両振幅ひずみ $DA=5\%$ とし評価する。また,応力比の設定については前のデータをもとに設定する。



Fig.1 Constant stress direct shear

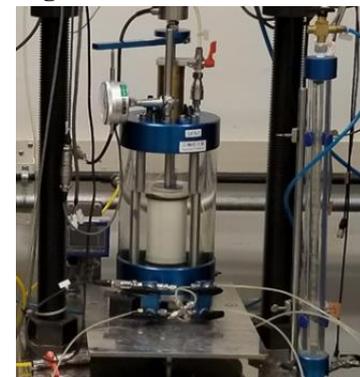


Fig.2 Consolidated drained triaxial test

2.2 試験条件

一面せん断試験と繰返し三軸試験の試験条件を Table 1 に示す。なお,相対密度は目標値を示す。

キーワード: 一面せん断試験機, 繰返し三軸試験機, 液状化, せん断強度

連絡先: 〒783-0093, 高知県南国市物部乙200-1, 高知工業高等専門学校, e-mail: s1911@gm.kochi-ct.jp

Table 1 Test conditions

| Item | Conditions | |
|---|------------------------------------|-----------------------------------|
| | Consolidated drained triaxial test | Constant stress direct shear test |
| Specimen size(mm) | 50mm × 100mm | 20mm × 60mm |
| Sample name | Toyoura standard sand | Toyoura standard sand |
| Method | Aerial drop method | Aerial drop method |
| Sample state | Air dry condition | Absolutely dry state |
| Drainage condition | Drainage | Drainage |
| Density of soil particles(g/cm ³) | 2.653 | 2.653 |
| Relative density(%) | 50,70 | 30,50,70 |
| Consolidation pressure(kPa) | 50,100,200 | 50,100,150,200 |
| Shear pressure(kPa) | - | 12,15,18,20,25 |

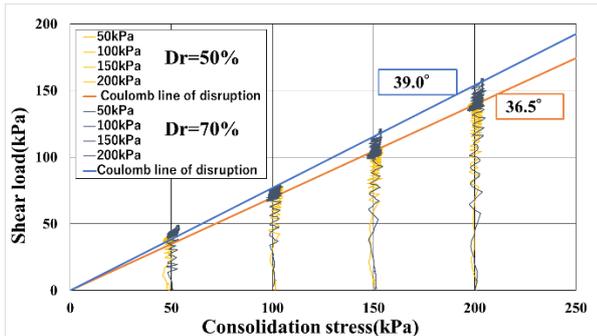


Fig.3 Strength parameter

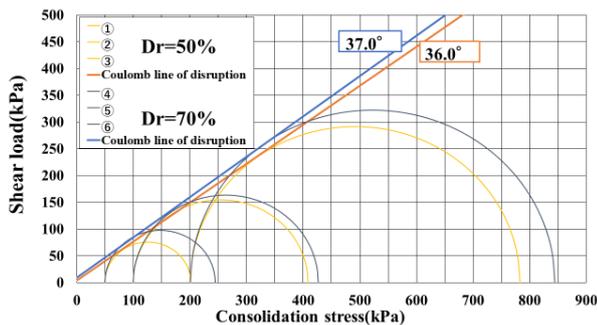


Fig.4 Strength parameter

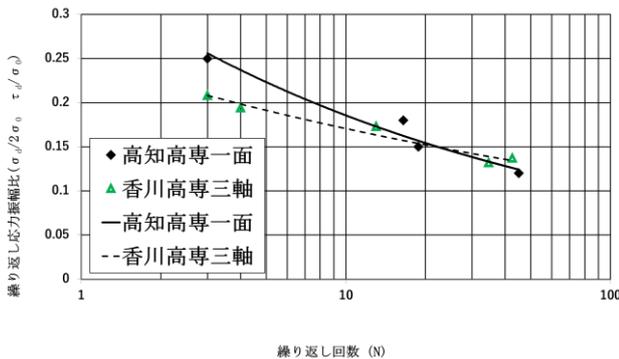


Fig.5 Liquefaction strength curve

3. 結果および考察

3.1 定圧試験

1) 定応力一面せん断試験

Fig.3 に一面せん断試験における定圧試験の強度定数を示す。相対密度 $D_r=50\%$ で内部摩擦角 $\phi=36.5^\circ$ 、相対密度 $D_r=70\%$ で内部摩擦角 $\phi=39.0^\circ$ となった。

2) 圧密排水 (CD) 三軸試験

Fig.4 に三軸試験におけるモールの応力円と強度定数を示す。相対密度 $D_r=50\%$ で内部摩擦角 $\phi=36.0^\circ$ 、相対密度 $D_r=70\%$ で内部摩擦角 $\phi=37.0^\circ$ となった。また、粘着力 c が 0 でない理由としては、供試体が完全飽和してなかったことと考えられる。

1) 2) より相対密度 $D_r=50\%$ では、 0.5° の差となりほぼ同等の結果が得られた。相対密度 $D_r=70\%$ では、 2.0° と一面せん断試験機の値が大きく出る結果となった。この要因としては、相対密度 $D_r=70\%$ では、供試体作製時に試料を 3 層に分けて作製するため、各層によって密度の相違が生じたと考えられる。一面せん断試験の供試体作製はさじを用いて、手作業で作製するために砂のつまり具合で変化が生じる。そのため、一面せん断試験の供試体作製方法について再度検討する必要がある。

3.2 液状化強度試験

Fig.5 に相対密度 $D_r=50\%$ における一面せん断試験と繰返し三軸試験の液状化強度曲線を示す。

Fig.5 の近似曲線の比較より、繰返し応力振幅比が大きい点では一面せん断試験の結果が過大にでたが、小さい点では近い値となった。過大にでた原因としては、一面せん断試験では、供試体をせん断箱で拘束するため、供試体の周りに摩擦力などの無関係の力が加わることにより一面せん断試験の結果が過大にでたと考えられる。液状化強度試験においては、供試体作製時の個人誤差により試験結果が異なる。そのため、さらなるデータを蓄積と供試体作製方法を検討する必要がある。

4. 結言

以上のことから以下の結果が得られた。

(1) 定圧試験においては、相対密度 $D_r=50\%$ においてはほぼ同等の結果が得られた。

(2) 液状化強度試験においては、一面せん断試験の結果の方が大きい値を示した。

今後の課題としては、

(1) 相対密度 $D_r=70\%$ において、砂のつまり具合で密度が異なるため、供試体作製方法を再度検討する必要がある。

(2) 液状化強度試験においては、両試験機ともにデータの蓄積を行い、比較検討する必要がある。

謝辞

なお、本研究の一部は、平成 29 年度研究プロジェクト 軽費助成事業研究ネットワーク形成事業の一部を充当した。ここに謝意を表します。

参考文献

1) 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—, 2010, pp.23-39