

高知高専型 一面せん断試験機による動的せん断試験機特性の検討

高知高専 正会員 岡林 宏二郎 高知高専専攻科 学生会員 ○常石 晶
徳島大学名誉教授 正会員 望月 秋利

1. はじめに

一昨年 3 月 11 日に起こった東日本大震災では、関東地方の埋立地や東北地方海岸部など多くの場所で液状化現象による被害が発生した。液状化強度比 R を求めるためには不攪乱試料を採取して動的土質試験を行う方がよいとされているが、標準貫入試験の N 値と粒径から液状化強度を推定する簡易的な方法が用いられることが多い。また、液状化時の土の強度などには不明確な点が多いため、本研究では、試料の乱れを少なくすることができ、比較的容易に定体積条件を維持することのできる高知高専型一面せん断試験による繰返しせん断試験の検証及びサイクリック・モビリティの有用性の検討を行う。

2. 高知高専型一面せん断試験機

図 1 に高知高専型一面せん断試験機の機構を示す。定圧試験に対し、上部せん断箱上に 2 本のモータ及び荷重計を設置し、このモータを制御し、水平条件と σ_N 一定条件を同時に満足させるように改良した。このことにより、上部せん断箱の上下、すなわちせん断面のすき間でダイレイタンスを吸収することで、せん断中に供試体が膨張する場合にせん断強度を過大に、供試体が収縮する場合は過小に評価する問題を解消した。また、定圧試験と同一の機構で定体積試験を行える機構とした。

3. 液状化試験

3.1 繰返し一面せん断試験の液状化強度比の定義

液状化強度比は、通常、繰返し三軸試験で得られた繰返し軸差応力の 1/2 を有効拘束圧で除した繰返し応力振幅比を縦軸に、両振幅ひずみ DA が 5%、解析は、エコサイクルに対する段階施工を行った。エコサイクルの施工は矢板を施工し、掘削、リング梁の施工を繰り返して行う。本解析では、施工段階毎に解析する静的ステップ解析を用いる。施工段階は、地盤の自重による初期状態、矢板施工、掘削 7 回、リング梁施工 6 回、コンクリート施工の 1 6 段階の解析を行う。及び過剰間隙水圧比 $\Delta u/\sigma_0$ が 95% となる時の繰返し載荷回数 N_c の対数を横軸にまとめ、繰返し載荷回数 20 回における繰返し応力振幅比と定義される²⁾。繰返し一面せん断試験における同等な基準は、両振幅ひずみ DA が 5% に対して、せん断ひずみ γ_{xy} と軸ひずみを ε_1 関係式は、

$$\gamma_{xy} = 1.5\varepsilon_1 \quad (1)$$

一面せん断試験におけるせん断ひずみ γ_{xy} は、

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

したがって、供試体高さをせん断高さとして仮定し、一面せん断試験による両振り振幅 $D\delta$ を 1.5mm とする。また、過剰間隙水圧比 $\Delta u/\sigma_0$ が 95% に対しては、有効応力比 σ/σ_0 が 5% とする。

3.2 試験方法

液状化試験であるので、低応力域 100kPa 以下の応力域で、定体積(CU)条件で繰返しせん断試験を行う。

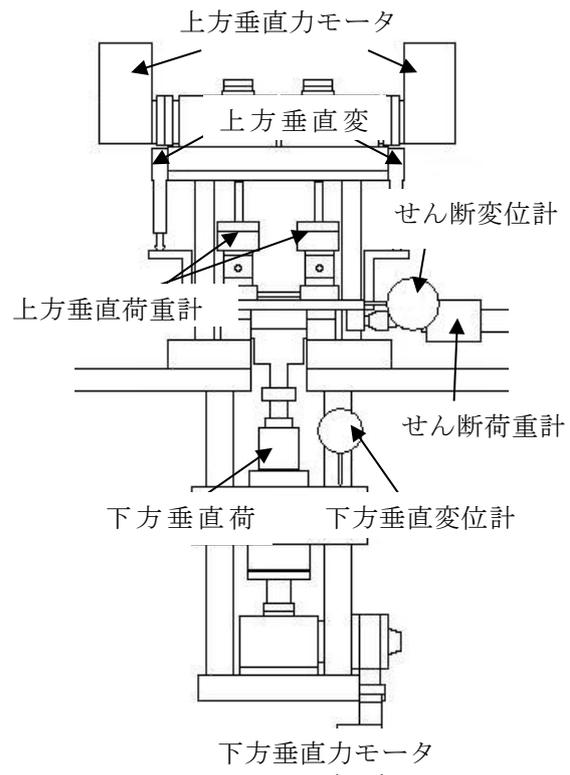


図 1 高知高専型一面せん断試験機の概略

試料は豊浦砂を用い、初期間隙比 0.75, 0.85 とする。せん断はせん断速度の変位制御で行い、せん断変位 δ を 0.2mm/min で载荷する。

3.3 試験結果

図 2 に液状化強度試験の結果を示す。繰返し回数 20 回における繰返し応力振幅比は、繰返し三軸試験及び繰返し一面せん断試験で同等の値となった

4. 繰返し载荷によるせん断特性

地震と繰返しせん断試験の違いとしてあげられるものが、定体積(CU)条件、せん断速度であるが、液状化試験結果に影響を与えないことがわかっている。そのため、繰返し载荷が土に与える影響を、繰返しせん断試験を用いて解明していく必要がある。従来の試験方法では、M7.5 程度の地震による影響に対して繰返し回数が 20 回を液状化強度としているが、この試験方法と地震動の関連が不明であり、20 回という数字も明確なものではない。また、繰返しせん断によって生じる正のダイレイタンス特性によりサイクリック・モビリティでせん断抵抗が増加しひずみ成長に歯止めがかかるが、流動ポテンシャルとの関係などには不明確なものが多い。

4.1 繰返し载荷による残存強度試験

定体積条件下において、初めに繰返しせん断強度比を定め繰返し試験を行い、その最後に通常の定体積試験を行う。繰返し回数及び繰返しせん断強度比を変え、繰返しなしの単純载荷定体積試験と比較してせん断応力がどの程度減少するか検討する。

4.2 試験結果

図 3 に初期間隙比 0.85 で繰返し応力振幅比 τ_d/σ_0 を 0.10, 0.12, 0.135 とした時の、初期垂直応力 100kPa における単純载荷強度に対する残存強度比 τ_d/τ_s の繰返し回数による変化を示す。繰返し数が増加すると残存強度が低下し破壊に至るが、繰返し数が少ない時も繰返し载荷による有効応力の減少で残存強度が低下している。

5. まとめ

高知高専型一面せん断試験機による液状化強度試験、繰返し载荷による残存強度試験より以下が確認できた。

- 1) 高知高専型一面せん断試験機による液状化強度試験について試験結果の安定性、異方性圧密の点から一面せん断試験の有用性が期待できる。
- 2) 相対密度による液状化強度の特性を明らかにする必要がある。
- 3) 繰返し载荷による有効応力の低下は、繰返し载荷による負のダイレイタンスが影響しているためだと思われる。
- 4) 残存強度は、減少した有効応力によるものでなく、繰返し载荷によるダイレイタンスの特性が変わったためだと思われる。

今後は、繰返し载荷によるせん断特性を解明するために試験ケースを増やすとともに、相対密度が高い場合についてもデータの蓄積を行う必要がある。

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.93-pp.113.
- 2) 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.717.

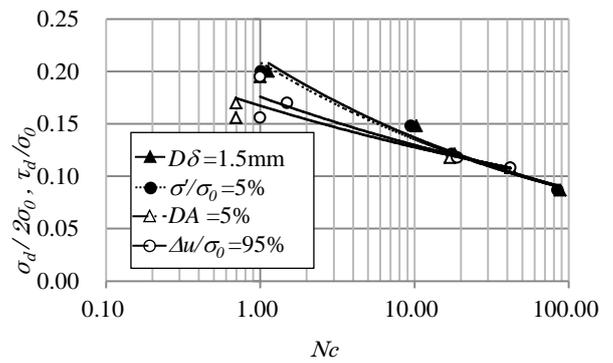


図2 液状化曲線($e_0=0.85$)

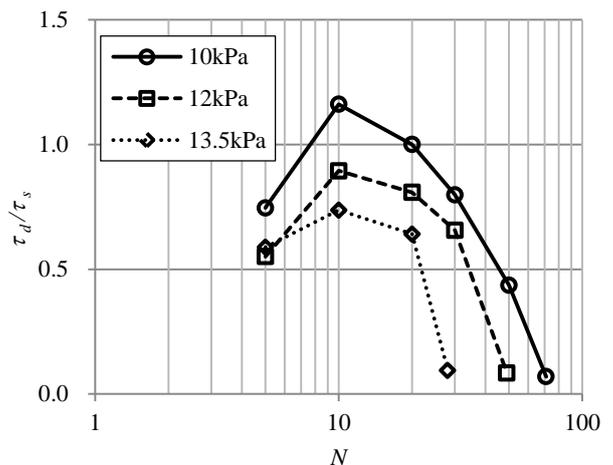


図3 残存強度比($e_0=0.85$)