

せん断応力履歴がせん断ひずみ発生量に与える影響

東北学院大学 学生員 ○阿部有佳理 神名川雅俊
東北学院大学 正会員 山口晶 飛田善雄

1. はじめに

現在、地盤工学の分野では、液状化に伴う流動量(変位量)の予測が必要となっている。そこで、本研究では流動の駆動力として初期せん断応力が働いている地盤の液状化に伴う流動量(変位量)に関する研究を行う。特に、初期せん断応力及びせん断応力振幅の大きさと有効応力の回復量に着目し、これらがせん断変位の発生量に与える影響を検討する。

2. 初期せん断応力を与えた応力制御非排水繰返し単純せん断試験

本試験では、簡易型単純せん断試験機を用いて、初期せん断応力を与えた非排水繰返し規則波応力制御試験を行った。図-1に本研究で使用した試験システムの写真を示す。試料は豊浦砂を用い、供試体は乾燥落下法で作製した。全ての実験で、目標とした相対密度は60%程度である。表-1～表-3に実験条件を示す。拘束圧は等方圧を49kPa、垂直応力を4.9kPaとし、二重負圧法で通水し、B値を確認している。せん断時は排水バルブを閉じると共に、上下方向の変位も拘束した。なお、繰返し回数が30回に達するか、せん断ひずみ片振幅が7.5%を超えた場合に载荷を停止した。



図-1 試験機の写真

3. 実験結果と考察

本実験から求めた実験結果を、有効応力の回復量とひずみの発達量に着目して整理した。まず、せん断剛性と合計累加有効応力回復量関係を調べた。ここで有効応力回復量の定義を説明する。図-2に有効応力回復量の模式図を示す。あるサイクルにおいて、有効応力が回復し始める点を①、最大に回復して低下し始める点を②とした場合に、②から①の有効応力を引いた値を有効応力回復量と定義する。また、累加有効応力回復量とはプラス側、マイナス側の有効応力回復量をそれぞれ単独で足していったものである。前記の有効応力回復量のプラス側とマイナス側を足して合計したものを合計累加有効応力回復量と定義する。図-3にせん断剛性-合計累加有効応力回復量のグラフを示す。このグラフより、有効応力回復量が土の変形挙動に影響を与えていることが分かった。

次に、合計累加有効応力回復量と累加ひずみ増分の関係を調べた。ここで本研究で定義したひずみ増分を説明する。図-4にひずみ増分の模式図を示す。図-4を見ると、有効応力が回復するひずみが初期せん断応力の载荷側に徐々に移動しているのが分かる。この各サイクルごとのひずみの移動量をひずみ増分と定義する。なお、全てのサイクルのひずみ増分を足して合計したものを累加ひずみ増分とする。図-5に合計累加有効応力回復量-累加ひずみ増分のグラフを示す。このグラフより、初期せん断応力やせん断応力振幅によって、同じ有効応力回復量でもせん断ひずみの発達は異なることが分かった。また、検討した結果、このグラフは累乗で近似することができた。この近似の式は、 $y = ax^b$ となり、さらにその近似式の a と b を読み、下記の係数との関係を調べた。

表-1 初期せん断応力 4.9kPa を载荷した実験の実験条件

実験名	S49-157	S49-167	S49-172
相対密度(%)	78.8	54.4	63.1
応力振幅(kPa)	15.7	16.7	17.2

表-3 初期せん断応力 14.7kPa を载荷した実験の実験条件

実験名	S147-157	S147-172
相対密度(%)	43.0	74.7
応力振幅(kPa)	15.7	17.2

表-2 初期せん断応力 9.8kPa を载荷した実験の実験条件

実験名	S98-157	S98-167-1	S98-167-2	S98-172-1	S98-172-2
相対密度(%)	72.1	67.5	68.4	63.7	77.6
応力振幅(kPa)	15.7	16.7	16.7	17.2	17.2

$$\text{係数} = \frac{\text{初期せん断応力}}{\text{初期せん断応力} + \text{せん断応力振幅}}$$

この関係からせん断ひずみ発達量の推定値を計算で求め、せん断ひずみ発達量の実験値と比較した。図 - 6 ～図 - 8 に実験値 - 計算値のグラフを示す。実験値と計算値のグラフより、整合性を検討した結果、実験値と推定値で若干の差が生じた。

4. まとめ

有効応力の回復量に着目して実験結果を整理し、有効応力の回復量とせん断ひずみの発達を近似式で表した。その結果を用いて、推定したせん断ひずみ発生量と実験結果を比較したところ、推定値と実験値で若干の差が生じた。

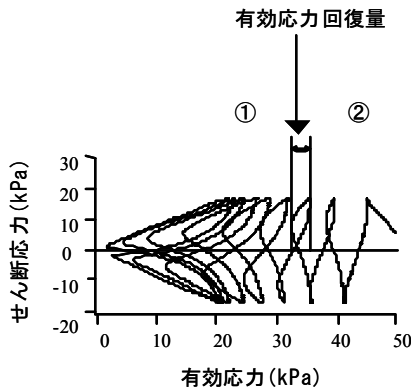


図 - 2 有効応力回復量の模式

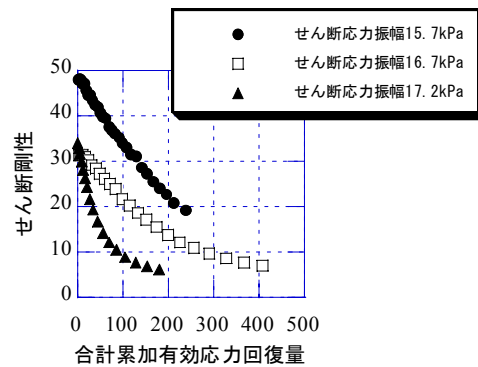


図 - 3 初期せん断応力 4.9kPa の
せん断剛性 - 合計累加有効応力回復量関係

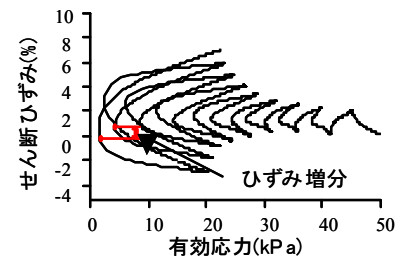


図 - 4 ひずみ増分の模式図

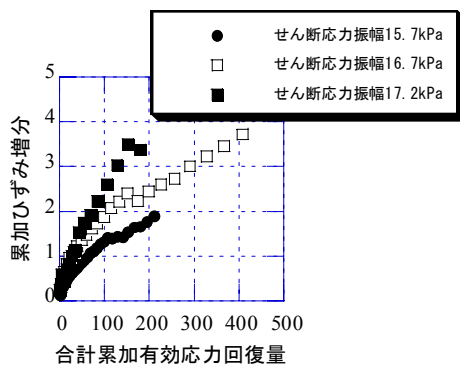


図 - 5 初期せん断応力 4.9kPa の
累加ひずみ増分 - 合計累加有効応力回復関係

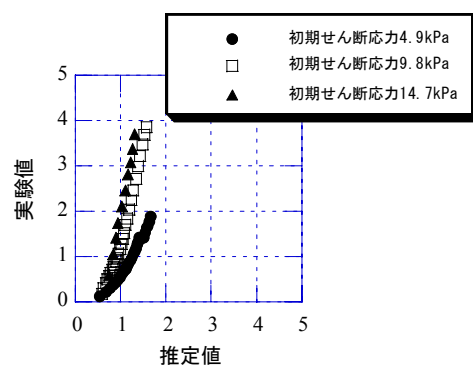


図 - 6 実験値と推定値の比較
(せん断応力振幅 15.7kPa)

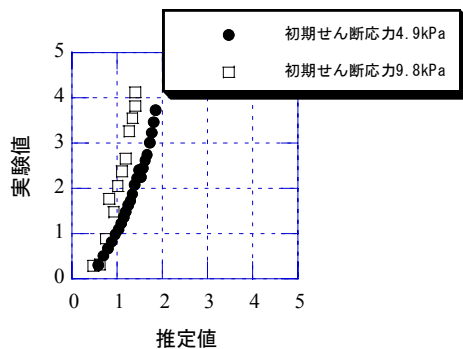


図 - 7 実験値と推定値の比較
(せん断応力振幅 16.7kPa)

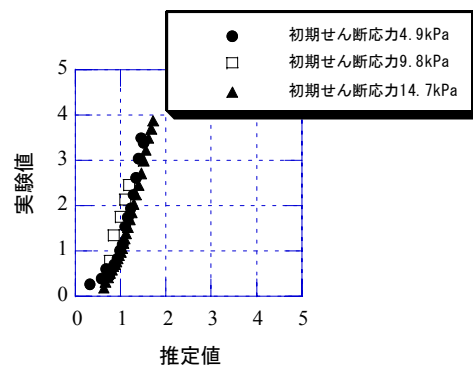


図 - 8 実験値と推定値の比較
(せん断応力振幅 17.2kPa)