

せん断履歴が過剰間隙水圧比と体積ひずみに与える影響

東北学院大学 学生 ○馬場克洋

東北学院大学 学生 佐藤勇太

東北学院大学 正 山口晶

1. はじめに

地震時の地盤挙動を調べるためには、ランダムな波形に対しての土の挙動が重要である。そこで、本研究では、異なる振幅を持つ正弦波をいくつか組み合わせた応力波を作製して砂供試体に入力し、土の挙動を調べた。このときの体積ひずみや過剰間隙水圧比の上昇量と組み合わせた波の関係を調べる。

2. 実験条件

本研究では簡易型単純せん断試験機で非排水ランダム波応力制御試験を行なった。試験機の全体写真を図-1 に示した。実験試料として豊浦砂を用いた。供試体は空中乾燥落下法で作製し、相対密度は 60~70%の範囲を目標とした。通水と飽和は二重負圧法で行い、B 値は 0.8 以上の場合にせん断試験を行った。全ての実験で、拘束圧として等方圧を 49kPa とした。表-1 に実験条件を示す。入力した繰返しせん断応力は、1 波のせん断応力振幅を 10kPa, 20kPa, 30kPa とした正弦波を 1 つずつ 3 波組み合わせたものである。この応力波を 6 通り作製し、砂供試体に入力した。入力波の例として、S123 と S321 を図-2 に示す。

表-1 実験条件



図-1 試験機の全体写真

実験名	S123	S132	S213	S231	S312	S321
せん断応力振幅 1 波目(kPa)	10.0	10.0	20.0	20.0	30.0	30.0
せん断応力振幅 2 波目(kPa)	20.0	30.0	10.0	30.0	10.0	20.0
せん断応力振幅 3 波目(kPa)	30.0	20.0	30.0	10.0	20.0	10.0
拘束圧(kPa)	49.0	49.0	49.0	49.0	49.0	49.0
垂直荷重(kPa)	4.9	4.9	4.9	4.9	4.9	4.9
相対密度(%)	64.9	60.9	61.9	60.0	66.9	61.1

3. 実験結果と考察

ここでは、体積ひずみと過剰間隙水圧に着目し、これらとせん断履歴の関係について考察を行なう。

図-3 に体積ひずみ - 過剰間隙水圧比関係を示す。グラフをみると、入力したせん断応力履歴に関係なく、体積ひずみは過剰間隙水圧比にほぼ比例して増加していることがわかる。

図-4 に過剰間隙水圧比 - 累加せん断ひずみ関係を示す。累加せん断ひずみとは、繰返しせん断ひずみの経路の長さを示している。この図から過剰間隙水圧比は累加せん断ひずみにほぼ比例して増加していることがわかる。図-5 に体積ひずみ - 累加せん断ひずみ関係を示す。体積ひずみは、累加せん断ひずみに比例して増加していることが分かる。これらから、体積ひずみと過剰間隙水圧比は、累加せん断ひずみを指標として表すことができることがわかる。

図-6 にせん断ひずみ振幅 - せん断応力比関係を示す。この図におけるせん断ひずみとせん断応力比は、入力した応力波の個々の正弦波のせん断応力振幅とそのときに発生したせん断ひずみ振幅を表している。せん断応力とせん断ひずみは振幅を、応力比にする際に用いた有効応力は正弦波の中間地点の値を用いた。図から、せん断ひずみ振幅はせん断応力履歴の順番に依らず、せん断応力比の累乗で近似できることが分かる。

図-7 にせん断剛性比 - せん断ひずみ振幅関係を示す。せん断剛性比とは、個々の正弦波のせん断応力振幅とせん断ひずみ振幅からせん断剛性を求め、その正弦波の中間地点における有効応力で割った値となっている。図から、せん断剛性比は、せん断応力履歴の順番に依らず、せん断ひずみ振幅に対して対数で近似でき

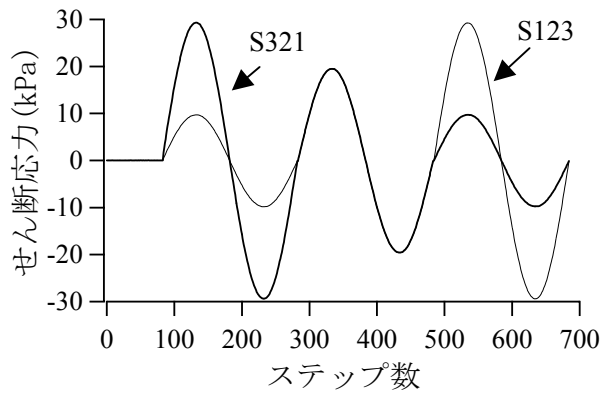


図-2 入力応力(S123,S321)

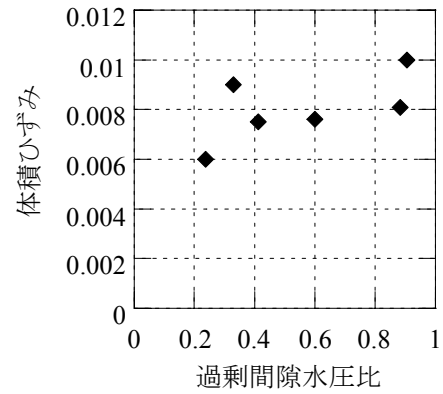


図-3 体積ひずみ - 過剰間隙水圧比関係

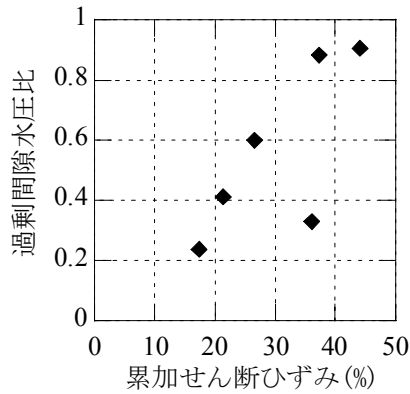


図-4 過剰間隙水圧比 - 累加せん断ひずみ関係

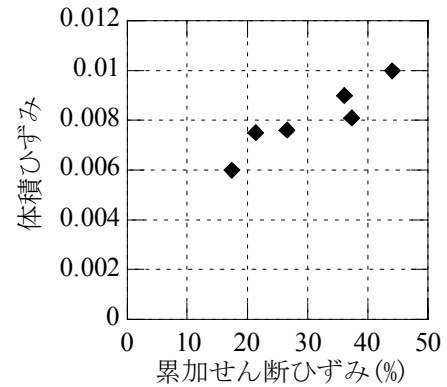


図-5 体積ひずみ - 累加せん断ひずみ関係

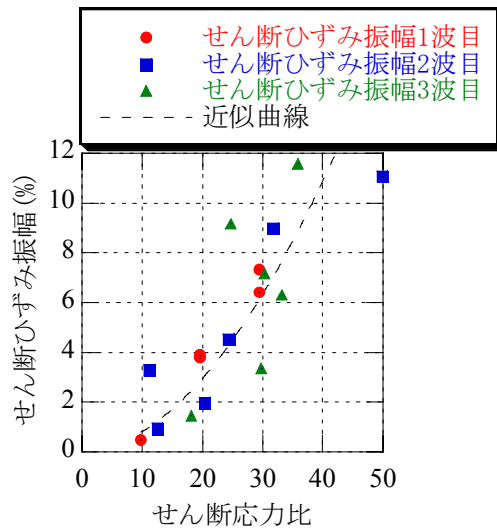


図-6 せん断ひずみ振幅 - せん断応力関係

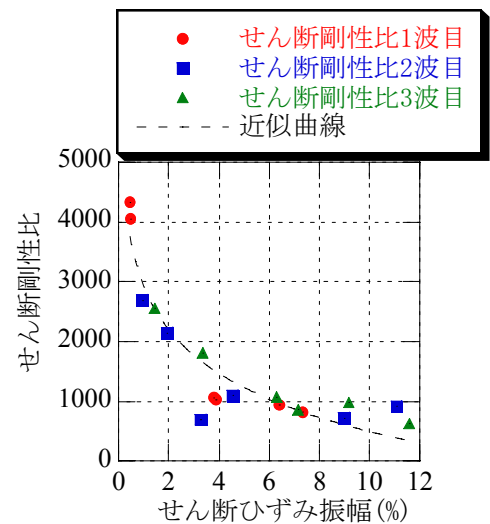


図-7 せん断剛性比 - せん断ひずみ振幅関係

ることが分かる。

4. まとめ

本研究の実験結果から繰返しせん断を受ける砂の過剰間隙水圧比や体積ひずみはせん断応力履歴の順番によらず、累加せん断ひずみから評価することができることが分かった。また、せん断ひずみ振幅はせん断応力履歴の順番に依らずせん断応力比で整理できること、せん断剛性比はせん断応力履歴の順番に依らずせん断ひずみ振幅で整理できることが分かった。