

初期構造異方性を有する砂の繰返しせん断特性に及ぼす初期せん断の影響

福岡大学工学部 正会員 佐藤 研一  
福岡大学工学部 学生員 ○宇野 勝彦

1.はじめに 一般に、埋立地のような堆積砂地盤は、砂粒子のもつ定方向配列に起因する初期構造異方性を有している。また、地盤内応力は構造物、盛土や切土により初期せん断応力が付加されている状態にある。このような地盤において液状化特性を調べる事は、精度の高い液状化予測と対策を行う上で必要不可欠である。そこで本研究では、全自動中空ねじりせん断試験機を用いて、初期構造異方性を有する砂の液状化特性に及ぼす初期せん断の影響について調べた結果について考察する。

2. 実験概要 今回の実験は、全自動計測・制御可能な中空ねじり試験装置(供試体寸法外径約10cm,内径約6cm,高さ約20cm)を用い、豊浦標準砂( $G_s=2.65$ ,  $e_{max}=0.962$ ,  $e_{min}=0.622$ )を使用した。供試体の作成と密度調整は、空中落下法により行っている。供試体作成後に炭酸ガスを通気させ、脱気水を通水させて背圧を98kPa負荷し、飽和させる。その後、過剰間隙水圧係数B値が0.96以上であることを確認し、有効拘束圧 $p_c'=196\text{kPa}$ まで等方圧密した後、初期せん断応力 $\tau_0/p_c'=0.2$ を自動制御により載荷し、異方応力状態において1時間の圧密を行った。その後、せん断応力 $\tau/p_c'=0.25$ に固定し、主応力方向角 $\alpha=15^\circ, 30^\circ, 45^\circ, 60^\circ, 75^\circ$ の5種類で繰返しせん断を行った。また、せん断中の平均主応力 $p=196\text{kPa}$ 、中間主応力係数 $b$ 値=0.5を一定とした。ここで、図-1に実験に用いた応力経路を示す。まず、①供試体に主応力方向一定条件において、任意の大きさの初期せん断力をステップ載荷によって加える。次に、②初期せん断載荷終了後A点より、一定振幅の繰返しせん断応力を加えせん断をした。ここで主応力方向角とは図-2で示すように、鉛直軸からの最大主応力方向角の傾きと定義し、最初に供試体に載荷される最大主応力の傾きである。図-3は、半自動制御により行った初期せん断過程における応力経路を示している。この結果より、主応力方向を保ちつつ、初期せん断が行えていることが分かる。表-1に本研究の実験条件を示す。供試体密度は $D_r=70\%$ と $D_r=40\%$ の2種類とした。特に、主応力方向角を $\alpha=30^\circ$ においては、 $D_r=40\%, 70\%, 80\%$ 、の3種類とし、供試体密度の影響を調べている。

3. 実験結果及び考察

3.1 主応力方向の違いによる影響

図-4(a), (b)に $D_r=70\%$ 、主応力方向角 $\alpha=30^\circ$ と $60^\circ$ の有効応力経路図を示す。いずれの結果も繰返しせん断に伴い、有効応力が低下してい

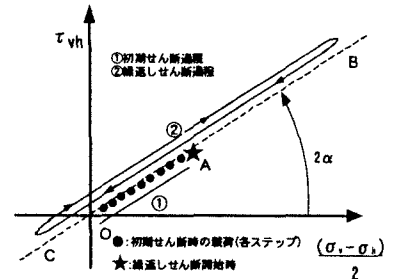


図-1 実験の応力経路図

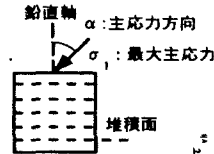


図-2 実験の主応力方向の定義

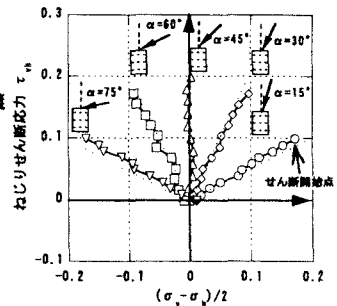


図-3 自動制御による初期せん断時

における応力条件  
表-1 実験に用いた供試体の初期条件

| Test No.  | 初期せん断時                       |            | せん断時                         |            | b値  | 初期相対密度(%) |  |
|-----------|------------------------------|------------|------------------------------|------------|-----|-----------|--|
|           | 主応力方向角<br>$\alpha(^{\circ})$ | $\tau/p_0$ | 主応力方向角<br>$\alpha(^{\circ})$ | $\tau/p_0$ |     |           |  |
| D41550S40 | 15                           | 0.2        | 15                           | 0.25       | 0.5 | 43.5      |  |
| D71550S40 |                              |            |                              |            |     | 73.3      |  |
| D43050S40 |                              |            |                              |            |     | 43.1      |  |
| D73050S40 | 30                           |            | 30                           |            |     | 73.5      |  |
| D83050S40 |                              |            |                              |            |     | 77.2      |  |
| D44550S40 |                              |            |                              |            |     | 42.3      |  |
| D74550S40 | 45                           |            | 45                           |            |     | 89.9      |  |
| D46050S40 |                              |            |                              |            |     | 40.0      |  |
| D76050S40 |                              |            |                              |            |     | 73.0      |  |
| D47550S40 | 60                           |            | 60                           |            |     |           |  |
| D77550S40 |                              |            |                              |            |     | 43.6      |  |
|           | 75                           | 75         |                              |            |     |           |  |
|           |                              |            |                              | 70.8       |     |           |  |

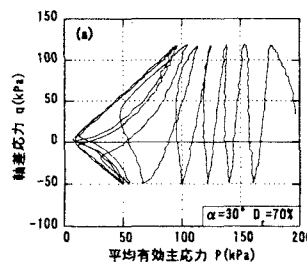


図-4(a) 有効応力経路図

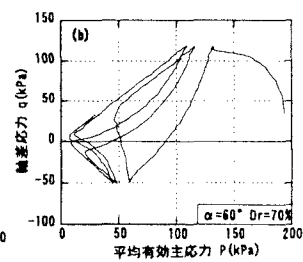


図-4(b) 有効応力経路図

# 初期構造異方性を有する砂の繰返しせん断特性に及ぼす初期せん断の影響

福岡大学工学部 正会員 佐藤 研一  
福岡大学工学部 学生員 ○宇野 勝彦

**1. はじめに** 一般に、埋立地のような堆積砂地盤は、砂粒子のもつ定方向配列に起因する初期構造異方性を有している。また、地盤内応力は構造物、盛土や切土により初期せん断応力が付加されている状態にある。このような地盤において液状化特性を調べる事は、精度の高い液状化予測と対策を行う上で必要不可欠である。そこで本研究では、全自動中空ねじりせん断試験機を用いて、初期構造異方性を有する砂の液状化特性に及ぼす初期せん断の影響について調べた結果について考察する。

**2. 実験概要** 今回の実験は、全自動計測・制御可能な中空ねじり試験装置(供試体寸法外径約10cm, 内径約6cm, 高さ約20cm)を用い、豊浦標準砂( $G_s=2.65$ ,  $e_{max}=0.962$ ,  $e_{min}=0.622$ )を使用した。供試体の作成と密度調整は、空中落下法により行っている。供試体作成後に炭酸ガスを通気させ、脱気水を通水させて背圧を98kPa 負荷し、飽和させる。その後、過剰間隙水圧係数  $B$  値が0.96 以上であることを確認し、有効拘束圧  $p_c'=196\text{kPa}$  まで等方圧密した後、初期せん断応力  $\tau_v/p_c'=0.2$  を自動制御により載荷し、異方応力状態において1時間の圧密を行った。その後、せん断応力  $\tau_v/p_c'=0.25$  に固定し、主応力方向角  $\alpha=15^\circ, 30^\circ, 45^\circ, 60^\circ, 75^\circ$  の5種類で繰返しせん断を行った。また、せん断中の平均主応力  $p=196\text{kPa}$ 、中間主応力係数  $b$  値=0.5 を一定とした。ここで、図-1 に実験に用いた応力経路を示す。まず、①供試体に主応力方向一定条件において、任意の大きさの初期せん断力をステップ載荷によって加える。次に、②初期せん断載荷終了後 A 点より、一定振幅の繰返しせん断応力を加えせん断をした。ここで主応力方向角とは図-2 で示すように、鉛直軸からの最大主応力方向角の傾きと定義し、最初に供試体に載荷される最大主応力の傾きである。図-3 は、半自動制御により行った初期せん断過程における応力経路を示している。この結果より、主応力方向を保ちつつ、初期せん断が行えていることが分かる。表-1 に本研究の実験条件を示す。供試体密度は  $D_r=70\%$  と  $D_r=40\%$  の2種類とした。特に、主応力方向角を  $\alpha=30^\circ$  においては、 $D_r=40\%, 70\%, 80\%$ 、の3種類とし、供試体密度の影響を調べている。

## 3. 実験結果及び考察

### 3.1 主応力方向の違いによる影響

図-4(a), (b)に  $D_r=70\%$ 、主応力方向角  $\alpha=30^\circ$  と  $60^\circ$  の有効応力経路図を示す。いずれの結果も繰返しせん断に伴い、有効応力が低下してい

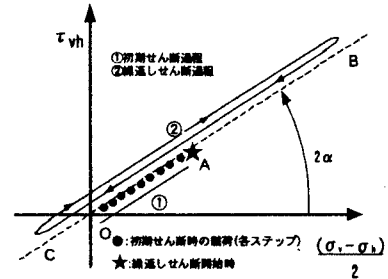


図-1 実験の応力経路図

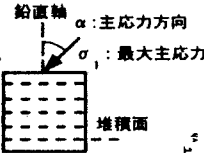


図-2 実験の主応力方向の定義

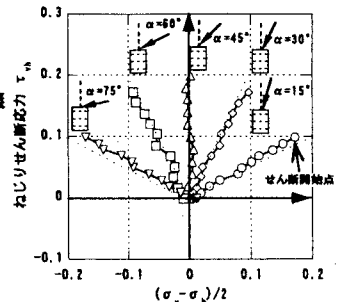


図-3 自動制御による初期せん断時

における応力条件  
表-1 実験に用いた供試体の初期条件

| Test No.  | 初期せん断時                       |              | せん断時                         |              | b値  | 初期相対密度(%) |  |
|-----------|------------------------------|--------------|------------------------------|--------------|-----|-----------|--|
|           | 主応力方向角<br>$\alpha(^{\circ})$ | $\tau_v/p_c$ | 主応力方向角<br>$\alpha(^{\circ})$ | $\tau_v/p_c$ |     |           |  |
| D41550S40 | 15                           | 0.2          | 15                           | 0.25         | 0.5 | 43.5      |  |
| D71550S40 |                              |              |                              |              |     | 73.3      |  |
| D43050S40 |                              |              |                              |              |     | 43.1      |  |
| D73050S40 |                              |              | 30                           |              |     | 73.5      |  |
| D83050S40 | 30                           |              |                              |              |     | 77.2      |  |
| D44550S40 |                              |              |                              |              |     | 42.3      |  |
| D74550S40 |                              |              |                              |              |     | 69.9      |  |
| D46050S40 |                              |              | 40.0                         |              |     |           |  |
| D76050S40 | 60                           |              | 60                           |              |     | 73.0      |  |
| D47550S40 |                              |              | 75                           |              |     | 43.6      |  |
| D77550S40 |                              |              |                              |              |     | 70.8      |  |

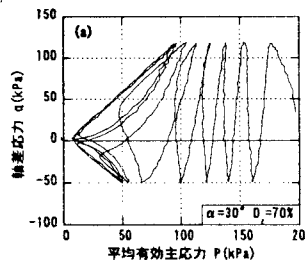


図-4(a) 有効応力経路図

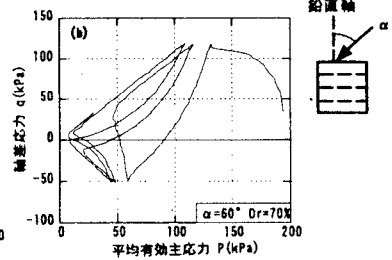


図-4(b) 有効応力経路図