

[37]

二方向メガトルク载荷装置によるひずみ速度を変えた非排水繰返し試験

基礎地盤コンサルタンツ株式会社 ○ 井上 大地, 山田 真一

1. はじめに

ひずみ制御による非排水繰返し試験の需要が増加している。そこで、この需要に対応するため新規に二方向メガトルク载荷装置を開発した。同装置は鉛直方向及び、ねじり方向の繰返し载荷が可能という特徴を有している。

本報告は、同装置の特徴、および同装置を用いて実施したひずみ速度を変えた非排水繰返し三軸試験結果及び、通常の応力制御による繰返し試験との比較である。

2. 試験方法

(1) 試験装置

試験装置を写真-1に示す。同装置は、鉛直方向及び、ねじり方向の繰返し载荷が可能である（同時载荷も可能）。また、パルスジェネレーターを導入したことにより実績でひずみ速度10% (h:10cm 換算、鉛直方向)の繰返し载荷を実現した。

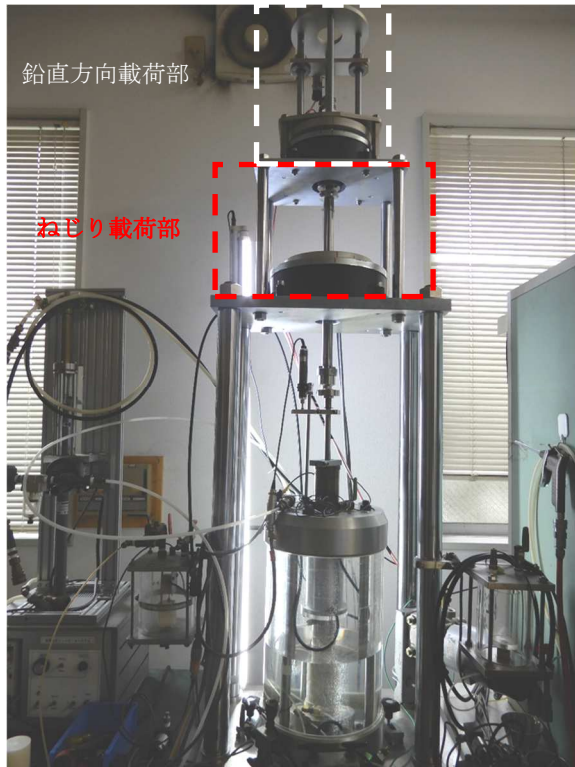


写真-1 二方向メガトルク载荷装置

(2) 試験条件

- ① 試料: 豊浦砂 $D_r=60\%$
- ② 供試体寸法: 直径5cm, 高さ10cm
- ③ 飽和条件: B 値 ≥ 0.95 , 背圧 $=100\text{kN/m}^2$
- ④ 応力条件: 等方応力状態 $\sigma'_c=100\text{kN/m}^2$
- ⑤ 供試体作製方法: 5層湿潤締固め法 $w=8\%$ で作成し、凍結
- ⑥ 载荷条件: 非排水応力振幅一定繰返し载荷
Case1: ひずみ制御 1, 2, 5, 10%/min
Case2: 応力制御 载荷周波数 0.1Hz

3. 試験結果

試験結果一覧表を、表-1に Case1, 表-2に Case2をそれぞれ示す。

(1) ひずみ速度を変えた応力振幅一定繰返し三軸試験

図-1 に 10%/min の典型的な試験結果を示す。応力振幅が 60kPa (応力比=0.3) で良く制御されていることがわかる。

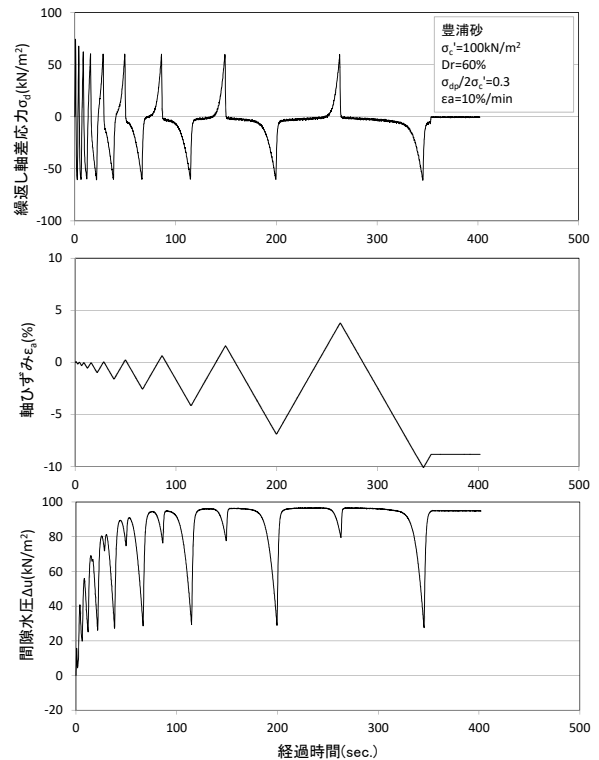


図-1 ひずみ制御試験の典型的時刻歴

表-1 ひずみ速度、応力振幅一定非排水繰返し三軸一覧表

供試体No.	1	2	3	4	5	6	7
ひずみ速度 $\dot{\epsilon}_a$ (%/min)	1	2	5	10	1	1	1
繰返し応力振幅比 $\sigma_{dp}/2\sigma'_c$	0.3				0.4	0.25	0.23
繰返し载荷回数 N_c (DA=5%)	14, 14.5	10.5, 12	7	7.5	3.8	18.6	56.5

表-2 応力振幅一定非排水繰返し三軸試験一覧表

供試体No.	1	2	3
载荷周波数(Hz)	0.1		
繰返し応力振幅比 $\sigma_{dp}/2\sigma'_c$	0.252	0.302	0.404
繰返し载荷回数 N_c (DA=5%)	25.6	11.5	4

*) ひずみ速度 1, 2%は再現性確認のため2回実施。

図-2にひずみ速度 $\sim N_c(\epsilon_{DA}=5\%)$ の関係を示す。図から、ひずみ速度の増加に伴い $N_c(\epsilon_{DA}=5\%)$ が低下していることがわかる。この原因は、図-3過剰間隙水圧 $\sim N_c$ 関係からわかるように、過剰間隙水圧がひずみ速度が速くなると大きくなる傾向にあるためと考える。それに応じて、図-4繰返し回数 $N_c \sim$ ひずみ関係に示すように軸ひずみが増加する傾向を示している。今後、詳細な検討が必要と考える。

ところで、応力制御試験では荷重周波数0.1 \sim 1Hzで速度の影響はないとされている。しかしながら、応力制御ではひずみ速度が荷重中に非常に大きく変化しておりひずみ速度の依存性は評価することはできない。図-2, 3, 4の結果からわかるようにひずみ速度依存性は存在する。

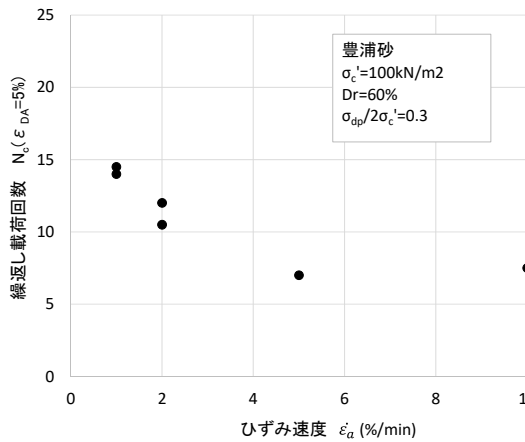


図-2 ひずみ速度 $\epsilon_a \sim$ 繰返し荷回数 $N_c(\epsilon_{DA}=5\%)$ 関係

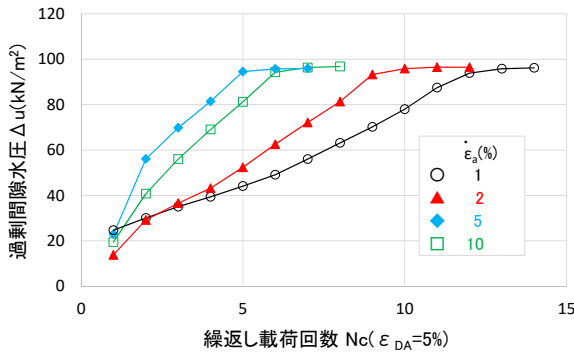


図-3 繰返し回数 $N_c(\epsilon_{DA}=5\%) \sim$ 過剰間隙水圧 Δu 関係

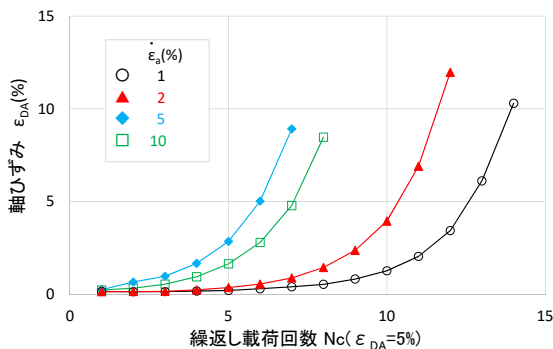


図-4 繰返し回数 $N_c(\epsilon_{DA}=5\%) \sim$ 軸ひずみ ϵ_{DA} 関係

(2) 通常の非排水繰返し試験との比較

図-5はひずみ制御、応力制御試験結果の比較である。図から、液状化強度の指標 $\epsilon_{DA}=5\%, N_c=20$ は、ひずみ速度 $=1\%$ の結果が応力制御とほぼ整合していることがわかる。

但し、これは豊浦砂のようなきれいな砂の結果であり、すべての材料に当てはまる訳ではない。また、図-6に有効応力径路の比較図を示す。図から○印で示した原点付近の挙動は応力制御では把握できない。原点付近の挙動、各種解析パラメータを把握するためにはひずみ制御の試験の併用、通常の応力制御4供試体+ひずみ制御1供試体という組み合わせが有効と思われる。

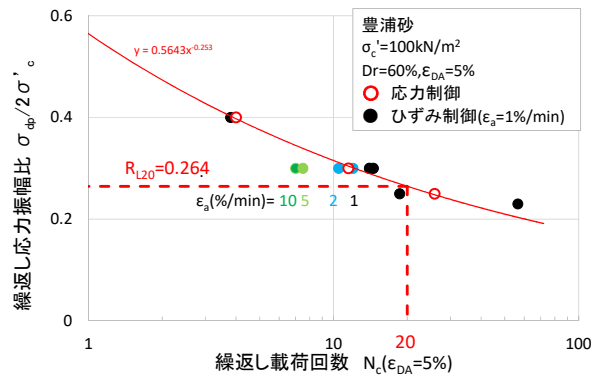


図-5 液状化強度曲線

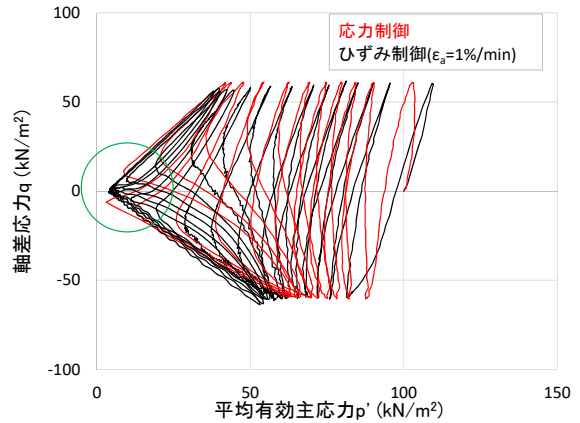


図-6 有効応力径路

4. まとめ

今回の実験結果から

- ① ひずみ速度の増加に伴い $N_c(\epsilon_{DA}=5\%)$ は減少する。
- ② 応力制御とひずみ制御 $\epsilon_a=1\%$ の液状化の指標である R_{L20} はほぼ整合する。但し、豊浦砂のようなきれいな砂に限定される。

今後、以下のことを実施する予定である。

- ・ひずみ速度0.1%/min(遅い速度)の試験を実施する。
- ・密度を変えた試験を実施する。
- ・荷重速度を段階的に変化させた試験を実施する。
- ・ねじり試験で同様な試験を実施する。
- ・累積エネルギーを求めひずみ制御、応力制御の相違について検討する。