

III-210

繰返し及び静的せん断履歴を受けた砂の液状化強度特性について

山口大学工学部 正 員 兵動正幸
山口県土木建築部 正 員 岸本 洋
山口大学大学院 学生員○伊藤雅之

1. はじめに

海洋構造物の基礎地盤には設計の対象とされる主たる波浪による繰返し荷重に先立ち、小さな波浪による繰返しせん断履歴の作用が考えられる¹⁾。そこで本研究では、飽和砂に種々のせん断履歴を繰返し及び静的に与えた後に非排水繰返し三軸試験を行い、液状化強度に及ぼす影響について明らかにすることを試みた。

2. 試料と試験方法

本研究で用いた試料は、スウェーデン産のBaskarp sandであり、その物理的性質を表-1に示す。試験機には空圧制御式繰返し三軸試験機を用いた。実験においては、まず相対密度 $D_r=80\%$ の飽和供試体を作成し、圧密終了後排水及び非排水繰返しせん断履歴、または静的せん断履歴を加え、その後非排水繰返し試験を行った。せん断履歴の種類及び方法については以下に示す通りである。

表-1 試料の物理的性質

	G_s	e_{max}	e_{min}	U_c	D_{50}
Baskarp sand	2.654	0.888	0.523	1.66	0.130

3. 液状化強度に及ぼす排水繰返しせん断履歴の影響

排水繰返しせん断履歴は図-1の概念図に示したように側圧一定、排水状態で振幅 $q_{p,r}$ の繰返しせん断履歴を所定の繰返し履歴回数 $N_{p,r}=400$ 回作用させることにより与えた。図-2は繰返し履歴応力比を $q_{p,r}/p_c=0.0, 0.2$ 及び 0.4 と作用させた後の非排水繰返し試験より得られたBaskarp sandの液状化強度曲線を示したものである。この図から繰返し履歴応力比の増加に伴い、液状化強度は増加していることが確認できる。このような液状化強度の増加は供試体の密度化によるものより、繰返しせん断履歴に伴う粒子構造配列の変化によるものに大きく起因していると考えられる。

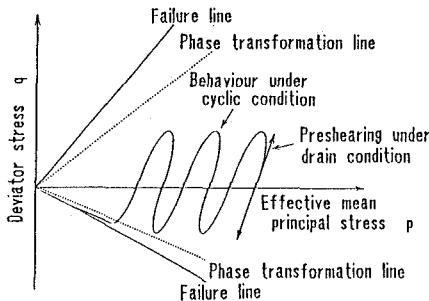


図-1 排水繰返しせん断履歴の概念図

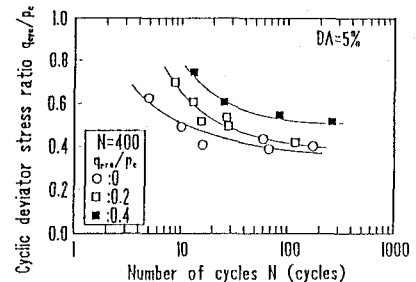


図-2 液状化強度に及ぼす排水繰返しせん断履歴の影響

4. 液状化強度に及ぼす非排水繰返しせん断履歴の影響

図-3は非排水繰返しせん断履歴の概念図を示したものである。この非排水繰返し履歴は $q_{p,r}/p_c=0.2$ の繰返し履歴応力比を非排水状態で100回繰返し作用させ、その後排水するという過程を4回行うことで、計400回の繰返し履歴を作用させている。この非排水履歴を受けたBaskarp sandの液状化強度曲線を図-4に示した。履歴を受けていない強度線と比較すると排水履歴の場合と同様に液状化強度の増加が認められるが、400回の排水繰返し履歴を受けた場合ほどの増加は認められない。これは、非排水状態では供試体の体積が一定に保たれるために、排水状態に比べて繰返しせん断履歴を受けた供試体の粒子構造配列の変化が起りにくくなっていることによるものと考えられる。

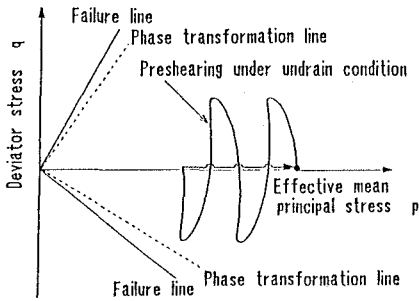


図-3 非排水繰返しせん断履歴の概念図

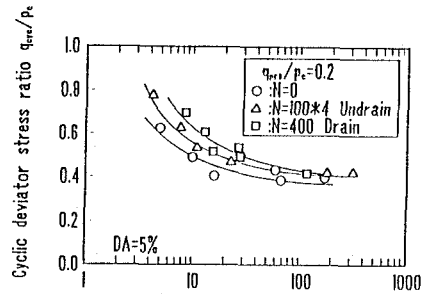


図-4 液状化強度に及ぼす非排水繰返しせん断履歴の影響

5. 液状化強度に及ぼす静的排水せん断履歴の影響

図-5 は静的排水せん断履歴の概念図を示したものである。また、図中には非排水静的試験より得られた変相線と破壊線をそれぞれ破線と一点鎖線で併せて示している。この履歴は、まず、初期拘束圧 p_c まで等方圧密を行った後、排水状態、側圧一定で所定の有効応力比 η_{pr} になるまでせん断応力を与え、その後、再び等方応力状態まで除荷を行うことで作用させる。

図-6 は履歴応力比 $\eta_{pr}=0, 0.5, 1.0, 1.5$ の4種類の静的せん断履歴を受けたBaskarp sandの液状化強度曲線を示したものである。まず、変相応力比 η_{pr} 以下の履歴応力比 $\eta_{pr}=0.5$ および $\eta_{pr}=1.0$ を受けた後の液状化強度を比較すると、履歴応力比の大きい方が、液状化強度は増加する傾向が認められる。これに対し、変相応力比を越える履歴応力比 $\eta_{pr}=1.5$ を作用させた場合は、 $\eta_{pr}=1.0$ の履歴を受けた場合の液状化強度と比較して履歴応力比が増加しているにも拘らず、著しい強度の低下が認められた。このような液状化強度の減少は、履歴応力比が変相応力比を越えたためダイレイタンスー特性の変化により粒子配列が再構成されたことに起因していると考えられる。

6. まとめ

本研究で得られた結果をまとめて以下に示す。

- (1) 排水繰返しせん断履歴を受けた密な砂の液状化強度は、繰返し履歴応力比が大きい程増加する。
- (2) 非排水繰返し履歴を400回受けた密な砂の液状化強度は履歴を受けない場合と比較して若干の強度増加が認められた。しかし、排水繰返し履歴を400回受けた場合ほどの強度増加は見られなかった。
- (3) 静的排水せん断履歴を受けた密な砂の液状化強度は履歴応力比 η_{pr} が変相応力比 η_{pr} よりも小さい場合には、履歴応力比が大きい程、液状化強度は増加する。しかし、履歴応力比 η_{pr} が変相応力比 η_{pr} よりも大きい場合には逆に、履歴応力比が増加するにも拘らず、著しい液状化強度の低下が認められた。

【参考文献】1) Andersen, K. H. (1989): Bearing capacity of gravity platform foundations on sand-static and cyclic laboratory tests on very dense sand, NGI Report, No. 52422-5.

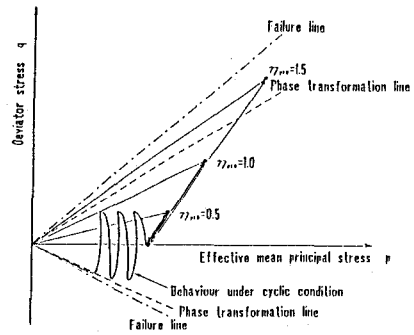


図-5 排水静的せん断履歴の概念図

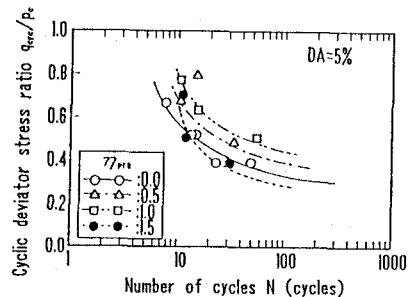


図-6 液状化強度に及ぼす排水静的せん断履歴の影響