

立命館大学大学院 学生員 ○橋本琢治 鹿児島市役所 武石雅行
立命館大学理工学部 正員 竹下貞雄 京都府庁 須浪知亮

1. まえがき

今回著者らは、物理的性質の異なる2種類の砂について、2つの相対密度 ($Dr=40\%$ および $Dr=70\%$)で繰返し非排水三軸試験を行い、その液状化特性を調べ、すでに我々がCU試験から求めた液状化指数(L.I.)との関係を調べた。また、繰返し非排水三軸試験より得られる応力経路の破壊線の傾きより、圧縮・引張の両方において内部摩擦角を求め、CU試験における内部摩擦角との関連性を調べたので報告する。

2. 実験概要

試料は三国砂および吉田砂を用いた。試料の物理的性質および粒径加積曲線を表-1および図-1に示す。

供試体は直径5cm、高さ10cmで、所定の相対密度になるように乾燥砂をモールド内に空中落下させて作製した。そして供試体を飽和させるために、 CO_2 と脱気水を通し、バックプレッシャーを 3.0kgf/cm^2 かけることにより、B値は97%以上得られた。

荷重試験は、所定の相対密度(Dr)になるような有効拘束圧で等方圧密を行ったあと、周波数0.1Hzの正弦波を所定の繰返し応力振幅比($\sigma_d/2\sigma_c'$)のもとで荷重し、軸ひずみ両振幅(DA)が10%になるまで行った。

3. 実験結果および考察

図-2は繰返し非排水三軸試験において、 $DA=5\%$ における繰返し応力振幅比($\sigma_d/2\sigma_c'$)と繰返し荷重回数(N_c)をプロットすることによって求められる三国砂および吉田砂の液状化強度曲線である。①には $Dr=40\%$ 付近、②には $Dr=70\%$ 付近の点をプロットした。これによると三国砂と吉田砂では、吉田砂の方が液状化しやすいことがわかる。

また静的荷重による液状化傾向を求めるために、静的荷重によりひずみ軟化が生じる供試体の応力経路(図-3参照)において、Collapse Surfaceの大きさを評価したものが液状化指数(L.I.)である。この値が大きいほど液状化しやすい砂であるといえる。L.I.において

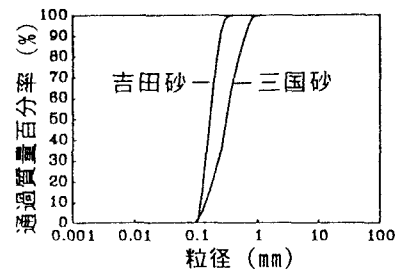


図-1 粒径加積曲線

表-1 試料の物理的特性

	三国砂	吉田砂
G_s	2.735	2.660
e_{max}	1.059	0.984
e_{min}	0.636	0.605
D_{10} (mm)	0.16	0.12
D_{50} (mm)	0.32	0.17
Uc	2.00	1.50
Uc'	1.00	0.91

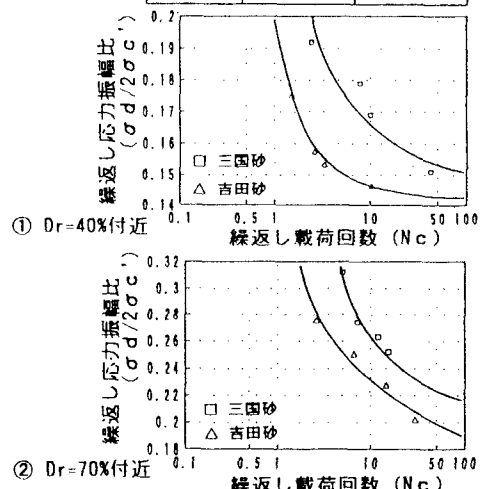


図-2 液状化強度曲線

Takuji HASHIMOTO, Sadao TAKESHITA, Masayuki TAKEISHI, Tomoaki SUNAMI

も吉田砂の方が液状化しやすいことがわかっている（三国砂：0.348，吉田砂：0.358）。これらの結果より静的三軸試験より求められる液状化傾向は動的三軸試験より求められる結果と一致していることがわかる。

図-4は繰返し非排水三軸試験において、平均有効主応力 $p' = (\sigma_a' + 2\sigma_r') / 3$ と軸差応力 $q = (\sigma_a - \sigma_r)$ との関係を示した応力経路である。①には $Dr=40\%$ 付近、②には $Dr=70\%$ 付近の応力経路を示した。①ではQuick Sand、②ではサイクリックモビリティ-挙動を示している。図-3 または圧縮側における破壊線の傾き M_c と引張側における破壊線の傾き M_e を求めることによって次式から内部摩擦角 ϕ'_c 、 ϕ'_e を求めることができる。

$$\phi'_c = \sin^{-1} \frac{3M_c}{6 + M_c} \dots\dots\dots (1)$$

$$\phi'_e = \sin^{-1} \frac{3M_e}{6 - M_e} \dots\dots\dots (2)$$

表-2は、式(1),(2)により求められる繰返し非排水三軸試験での内部摩擦角 ϕ'_c 、 ϕ'_e およびCU試験より求められる内部摩擦角 ϕ' を示したものである。この表より次のようなことがわかる。

- ・ 圧縮側と引張側では引張側の方が内部摩擦角が大きい。
- ・ 繰返し非排水三軸試験の結果においてもCU試験の結果においても、吉田砂の方が液状化しやすい。
- ・ 繰返し非排水三軸試験の内部摩擦角の方がCU試験の内部摩擦角よりも $4^\circ \sim 5^\circ$ 程度大きい。

4. 結論

- (1) 三国砂と吉田砂では吉田砂の方が液状化しやすい。
- (2) 静的試験より求められる液状化傾向と動的試験より求められる液状化傾向は一致する。
- (3) 繰返し非排水三軸試験より求められる内部摩擦角はCU試験より求められる内部摩擦角より $4^\circ \sim 5^\circ$ 程度大きくなっている。

参考文献

- 1) 土質工学会編：土質試験の方法と解説，1990
- 2) 石橋・井原：砂の動的液状化特性について，卒業論文，1994

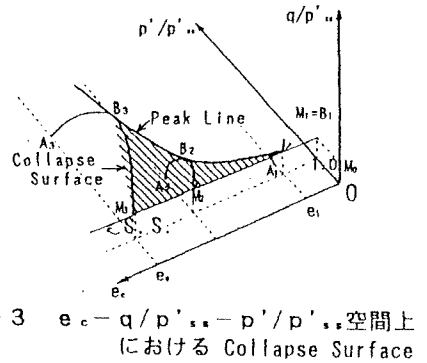
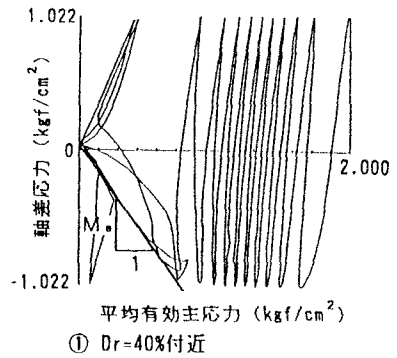
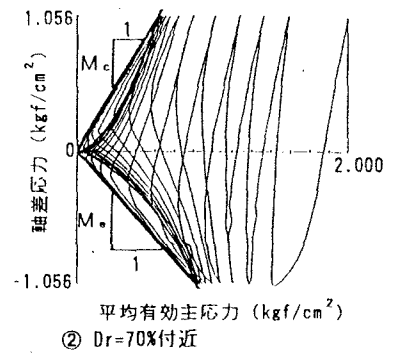


図-3 $e_c - q/p' \dots - p'/p'$ 空間上における Collapse Surface



① $Dr=40\%$ 付近



② $Dr=70\%$ 付近

図-4 応力経路

表-2 内部摩擦角

	Dr	三国砂	吉田砂
ϕ'_c	40%	*	*
	70%	44.3	41.8
ϕ'_e	40%	35.8	34.0
	70%	47.3	42.5
ϕ'	40%	38.3	35.1
	70%	40.1	36.4