

まさ土の非排水繰返しせん断特性に及ぼす初期せん断応力の影響

山口大学大学院

山口大学

熊本工業大学

(株) 宇部建設コンサルタント

学生員○井上省吾

正 員 兵動正幸 中田幸男 村田秀一

正 員 荒牧憲隆

正 員 松下純子

1. まえがき 1995 年の阪神大震災の発生により、ウォーターフロントにおけるまさ土の埋立て地盤が液化化により壊滅的な被害を受けた。被害を増大させた原因の1つとして、港湾におけるケーソン岸壁の裏込め土や置換砂などが、液化化や側方流動を起こしたことが挙げられている。この裏込め土や置換砂には、六甲山系より搬入されたまさ土が用いられていた。まさ土は、西日本地方を中心に良質な地盤材料として広く用いられてきた。しかし、まさ土はこれまで特殊土として取り扱われており、その動的破壊メカニズムについては十分な知見が得られていない現状にある。また構造物近傍の地盤においては、初期せん断応力が作用しており、この初期せん断応力がまさ土地盤の動的せん断特性に影響を与えていると考えられる。本研究は、初期せん断応力作用下におけるまさ土の非排水繰返しせん断試験を行い、まさ土地盤の動的挙動を調べることを目的とする。

2. 試料および試験方法 本研究では、神戸ポートアイランドより採取した埋立てまさ土を再構成試料として用いている。実験には2 mm ふるい通過分 ($G_s=2.624$, $e_{max}=0.962$, $e_{min}=0.491$, $U_c=6.1$) を用いている。粒度分布および圧縮特性は、別報²⁾に示している。供試体は空中落下ろうと法により、初期相対密度 $D_{ri}=40\%$, 80% なるように作成した。このような供試体に、初期有効拘束圧 $\sigma'_c=100\text{kPa}$ となるよう、等方および異方圧密（初期せん断応力比 $\sigma_d/2\sigma'_c=0, 0.1, 0.2, 0.4$ ）を行い、非排水状態で単調せん断試験（ひずみ速度 $0.05\%/min$ ）および、繰返しせん断試験（ $f=0.1\text{Hz}$ ）を行った。

3. 試験結果および考察 図-1 (a), (b) に、繰返しせん断試験より得られた軸差応力-軸ひずみ関係を示す。図中、単調せん断により得られた結果も併記している。(a) の等方応力状態の場合、圧縮・伸張側共にひずみが発達しており、急激にひずみが大きく発達する挙動が見られる。(b) の初期せん断応力比 $\sigma_d/2\sigma'_c=0.1$ の場合、ひずみは圧縮側に発達し、流動変形を起こしている様子が観察できる。初期せん断応力作用下では繰返しせん断によりひずみの圧縮側への残留による破壊が生じる。これを繰返しせん断破壊と位置づけ、繰返しせん断応力比がピーク時に発生する軸ひずみを破壊の定義に用い、以後の考察を行った。図-2 (a), (b) にピーク軸ひずみ $\epsilon_p=5\%$ に至るに必要な繰返し応力比と繰返し回数の関係を示す。(a) の $D_{ri}=40\%$ の場合、初期せん断応力の増加に伴い、強度が低下する傾向が見られる。これに対し(b) の $D_{ri}=80\%$ では初期せん断応力の増加に伴い、強度が増加する傾向が見られる。図-3 に繰返し回数 20 回に必要な繰返し応力比と初期

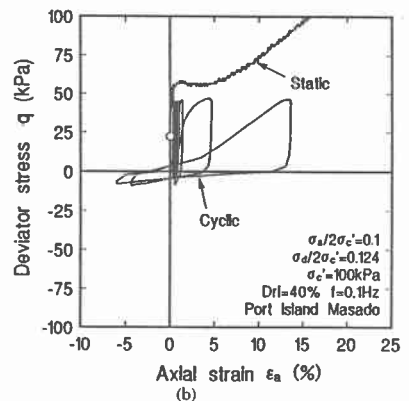
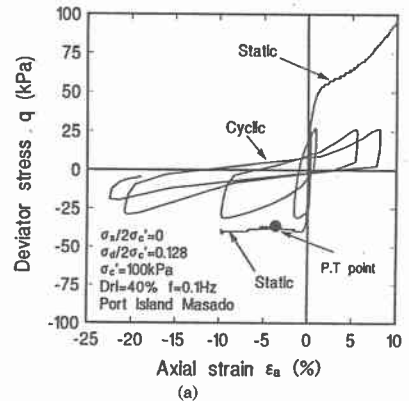


図-1 軸差応力-軸ひずみ関係

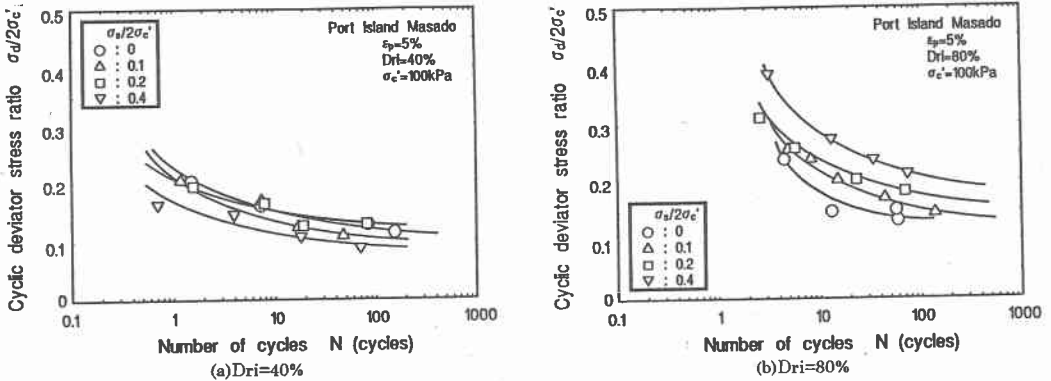


図-2 ピーク軸ひずみ $\varepsilon_p=5\%$ に至るに必要な繰返し応力比と繰返し回数の関係

せん断応力比の関係を示す。図中には豊浦砂の試験結果も併記している。まさ土は $D_{ri}=40\%$ では初期せん断応力の増加に伴い、強度が低下していくが、 $D_{ri}=80\%$ では強度が増加していることが分かる。しかし密詰めめの豊浦砂は応力反転のある領域でのみで破壊に至っているが、まさ土は応力反転のない領域においてもひずみが発達しており、まさ土は密詰めめの状態においても豊浦砂に比べて、初期せん断応力に対して強度を発揮しにくい砂であると言える。図-4 (a), (b) に初期せん断応力比と細粒分含有率の関係を示す。(a) の $D_{ri}=40\%$ では初期せん断応力の増加に伴い、細粒分含有率が増加していることが確認できる。これに対し (b) の $D_{ri}=80\%$ ではどの初期せん断応力状態においてもほぼ同じ細粒分含有率であることが分かる。以上のことから、まさ土は $D_{ri}=40\%$ では初期せん断応力の増加に伴う粒子破碎の増加による材料の劣下のため強度が低下するのではないかと考えられる。まさ土は一般の砂に比べ、初期せん断応力に対して強度を発揮しにくい砂であると言える。

4. まとめ 本研究で得られた知見を以下に要約した。(1) まさ土は、 $D_{ri}=40\%$ では初期せん断応力の増加に伴い強度が低下し、 $D_{ri}=80\%$ では強度が増加した。(2) $D_{ri}=80\%$ においても豊浦砂の密詰めめに比べ、初期せん断応力に対して強度を発揮しにくい砂であると言える。(3) $D_{ri}=40\%$ にみられる強度低下は、初期せん断応力の増加に伴う粒子破碎による材料の劣下に起因するものと考えられる。

[参考文献] 1) 井合進：液状化による被害，基礎工，vol. 123, No12, pp17～21, 1995. 2) 松下・兵動・中田・村田・荒牧：埋立てまさ土地盤の動的強度特性に及ぼす拘束圧の影響，第32回地盤工学研究発表会(投稿中)，1997

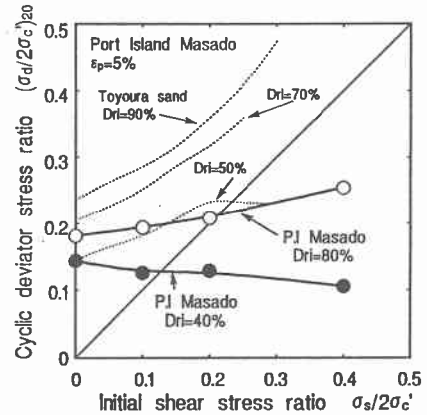
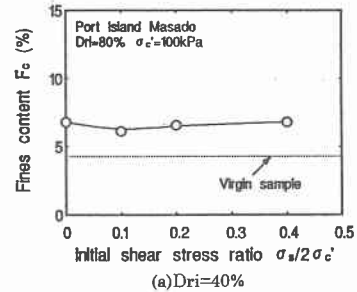
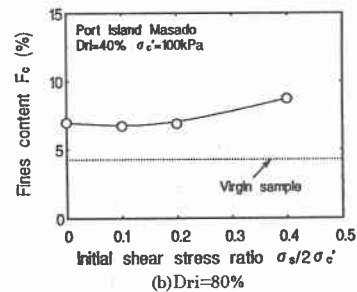


図-3 繰返し回数 20 回に至るに必要な

繰返し応力比と繰返し回数の関係



(a) $D_{ri}=40\%$



(b) $D_{ri}=80\%$

図-4 初期せん断応力比と細粒分含有率の関係