

### Ⅲ-A84 不飽和土と凍結試料に対する繰返し定体積一面せん断試験の適用

大阪市立大学工学部 正 大島昭彦 高田直俊  
鹿島建設(株) 正 ○向井 寿

**まえがき** 筆者らは、一次元圧密、平面ひずみ条件で水平方向にせん断力を繰返し載荷して土の液状化強度を求める実用的な試験法として、繰返し定体積一面せん断試験を提案した<sup>1)~4)</sup>。この試験は間隙水圧を測る必要がないため、土の飽和度によらず非排水・非排気条件の繰返しせん断強度を求めることができる。そこで、2種類の砂質土を対象に飽和度を変えた試験を行い、飽和度が繰返しせん断強度に与える影響を調べた。また、一般に砂質土の再構成試料は不攪乱試料に比べて液状化強度を過小評価するといわれているので、不攪乱凍結試料とその再構成試料の試験を行い、両者の液状化強度を比較した。

**実験方法** 用いた試料は、島根県三隅町で採取した海砂、奈良県生駒市で採取したまさ土をロサンゼルス試験機で予め脆弱な粒子を破砕させたもの、および神戸市長田区のGL-11mで採取した不攪乱凍結砂質土である(それぞれ三隅砂、生駒まさ土、神戸砂と呼ぶ)。試料の粒度を図-1に、物理性質を表-1に示した。用いた繰返し定体積一面せん断試験機(供試体寸法は直径12cm、高さ4cm)は、垂直力、せん断力を直接駆動モータで電氣的に制御するものである。詳細は文献1)を参照されたい。

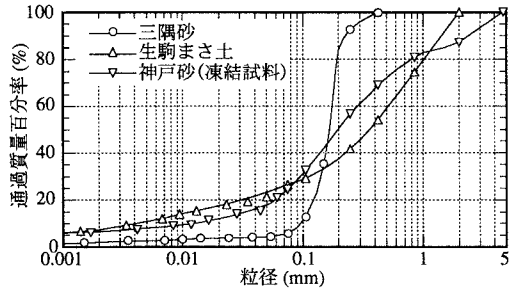


図-1 試料の粒度

表-1 試料の物理性質

試料	$D_{max}$ (mm)	$F_c$ (%)	$U_c$	$\rho_s$ (g/cm <sup>3</sup> )	$\rho_{amin}$ (g/cm <sup>3</sup> )	$\rho_{dmax}$ (g/cm <sup>3</sup> )	$w_{opt}$ (%)
三隅砂	0.425	5.8	1.3	2.67	1.28	1.52	19.0
生駒まさ土	2.0	27	130	2.67	1.32	1.99	10.7
神戸砂	4.75	25	18	2.67	1.19	1.71	16.7

$\rho_{dmax}$ は締固め試験(JIS A 1210 A-b法)による

実験条件を表-2にまとめた。三隅砂は圧密後の相対密度  $D_{re}=34$ 、54%に、生駒まさ土は飽和による沈下が大きいので  $D_{re}=75\%$ に設定した。両試料とも初期含水比  $w_0$  を  $w_{opt}$  と5%に変え(初期飽和度を表-2に示す)、飽和供試体 ( $w_0=w_{opt}$ ) は加圧板から2時間程度通水して飽和した。一方、神戸砂の凍結試料による供試体はトリミング法で作製し、せん断箱内に挿入後、加圧板から通水して解凍した。再構成試料による供試体は凍結試料と同一の密度となるように締固めた後、飽和した。圧密応力  $\sigma_c=1.5\text{kgf/cm}^2$ 、繰返しせん断応力の周波数  $f=0.025\text{Hz}$  (1波当たり60点測定)である。

表-2 実験条件

試験目的	試料名	供試体密度 $D_{re}$ (%)	圧密応力 $\sigma_c$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	他の条件 ( )内は初期含水比
飽和度の影響	三隅砂	34	1.5	飽和, $S_r=52\%$ (19), 14% (5)
	生駒まさ土	75		飽和, $S_r=55\%$ (19), 15% (5)
	三隅砂	54		飽和, $S_r=55\%$ (11), 26% (5)
凍結・再構成	神戸砂	75	1.5	再構成: 同密度に締固め

**飽和度の影響** 図-2、3にそれぞれ生駒まさ土、三隅砂の繰返し応力振幅比  $\tau_d/\sigma_c$  と繰返し載荷回数  $N$  の関係を示した。図は垂直有効応力比  $\sigma'/\sigma_c=5\%$ 、両振幅せん断変位  $\delta_{DA}=3, 6\text{mm}$  における値で示した。一面せん断ではせん断ひずみの定義ができないが、[せん断変位/供試体高さ(40mm)] でせん断ひずみを定義した場合、 $\delta_{DA}=3, 6\text{mm}$  はそれぞれ7.5、15%に相当する。三隅砂では飽和度の違いによる繰返し強度に大きな変化は見られないが(特に緩詰めの場合)、生駒まさ土では大きく影響する。これはまさ土のような試料では

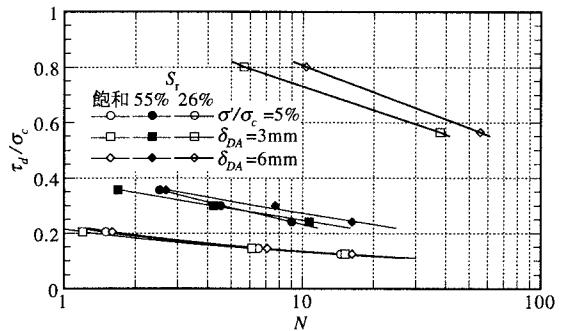


図-2 生駒まさ土における飽和度と繰返し強度の関係

**Key Words:** 繰返し一面せん断試験, 圧密定体積せん断, 繰返し強度, 液状化強度, 不飽和土, 不攪乱試料, 砂質土  
〒558-8585 大阪市住吉区杉本3-3-138 大阪市立大学工学部土木工学科 TEL 06-6605-2996 FAX 06-6605-2726

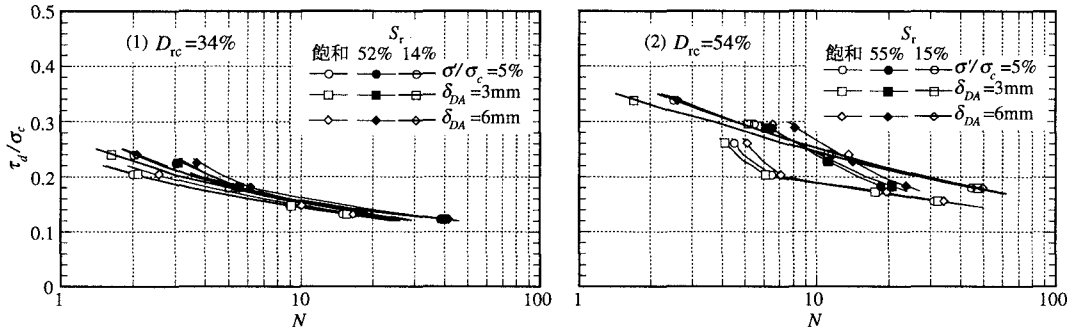


図-3 三隅砂における飽和度と繰返し強度の関係

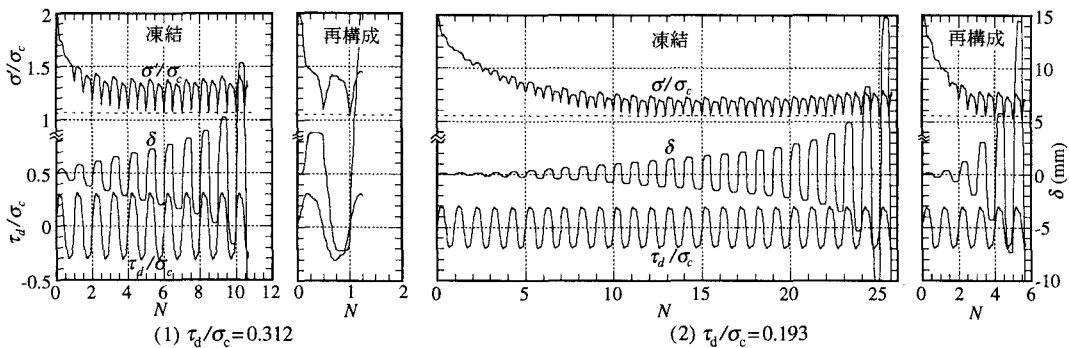


図-4 神戸砂凍結・再構成試料の $\tau_d/\sigma_c$ ,  $\delta$ ,  $\sigma/\sigma_c$ - $N$  関係の比較

飽和により強度が大きく低下することと整合する<sup>5)</sup>。ただし、不飽和土の定体積試験は間隙空気圧縮も許さない(非排気)条件となるので、強度を過小に評価するため注意する必要がある(安全側ではあるが)。

**凍結・再構成試料の比較**

図-4(1),(2)に神戸砂の凍結・再構成試料によるそれぞれ繰返し応力振幅比 $\tau_d/\sigma_c=0.312, 0.193$ における $\tau_d/\sigma_c$ , せん断変位 $\delta$ , 垂直有効応力比 $\sigma/\sigma_c$ と繰返し载荷回数 $N$ との関係を示した。再構成試料に比べて凍結試料では明らかに大変形を生じさせる $N$ が大きく、繰返し強度が高い。ただし、凍結試料は繰返し载荷の初期段階からせん断変位が生じる傾向が見られた。これは凍結試料からトリミング法で切り出した供試体が解凍中に収縮してせん断箱との間に隙間が生じたためと考えられる。これは供試体の構造を緩ませることもつながるので、凍結試料を用いる場合の一面せん断試験の問題点として捉える必要がある。

図-5に凍結・再構成試料の液状化強度曲線を比較した。明らかに凍結試料の方が再構成試料よりも液状化強度は大きい。これは従来からいわれているように実地盤では砂質土でも土の構造が発達しているため、繰返し一面せん断試験においても再構成試料では液状化強度を過小評価するといえる。

最後に、凍結試料を提供していただいた(財)大阪土質試験所本郷隆夫氏に謝意を表する。

**参考文献**

- 1) 大島,他:繰返し定体積一面せん断試験機の試作,第33回地盤工学研究発表会, No.357, 1998.
- 2) 大島,他:砂の繰返し定体積一面せん断試験と繰返し非排水三軸試験の比較,第33回地盤工学研究発表会, No.358, 1998.
- 3) 住,他:一面せん断試験による砂質土の繰返し定体積せん断特性,土木学会第53回年次学術講演会, III-A72, 1998.
- 4) 大島,他:砂質土の繰返し定体積一面せん断試験と繰返し非排水三軸試験の比較,土木学会第53回年次学術講演会, III-A73, 1998.
- 5) 藤澤,他:まさ土の定圧一面せん断試験における含水比の影響,土木学会第53回年次学術講演会, III-A34, 1998.

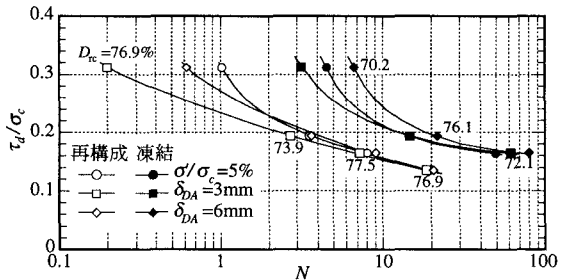


図-5 神戸砂凍結・再構成試料の液状化強度の比較