

日本大学理工学部 学生員 ○寺 井 利
東京大学生産技術研究所 正 員 山田 真一
東京大学生産技術研究所 正 員 龍岡 文夫

《はじめに》：今回我々は、供試体高さ、端面条件、及び載荷周波数等の条件が砂の液状化強度に与える影響について空圧式振動三軸試験機を用いて調べたのでここに報告する。

《実験方法》：試料は豊浦標準砂 $G_s = 2.64$, $e_{max} = 0.977$, $e_{min} = 0.605$ (土質工学会基準案による)を用いた。供試体作製法は、ロートで気乾試料を一定の自由落下高さを保って、落下させる方法を採用した。その際、密度の調整は自由落下高さの設定により行なう。この方法で数種の密度の供試体を作り応力比一定の条件で繰返し三軸試験を行った。

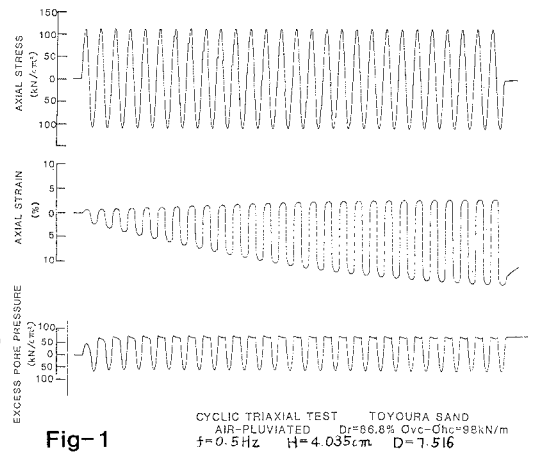


Fig-1

《実験条件》：供試体の端面条件は以下の2種類 (Regular End, Lubricated End) とした。Regular End は、ポラスストーンを用い端面摩擦を除去しない場合に当たる。また Lubricated End は、アクリル板に少量のシリコングリスを塗りその上に2枚のメンブレン (0.3mm) を重ね合わせた物で端面摩擦を除去した場合に当たる。このとき Lubricated End は端面摩擦を左右する要因が半固体性のシリコングリスの粘性抵抗に関係あることを考えて載荷周波数を 0.5 Hz と 0.05 Hz に変えてその影響も調べた。供試体高さは $H = 40\text{mm}$ と 150mm である。以下上記の条件を Table-1 に示す。

供試体の飽和化は CO_2 を 30 分程度流した後、脱気水を十分流しバックプレッシャーを 196 kN/m^2 かけて行ない、 B 値は 0.98 以上とした。なお、圧密は軸変位及び排水量が完全に落ち着くまで続けた。

《実験結果》：Fig-1 は密な砂の実験例であるが、軸変位が急激に増加する時点でも軸荷重の乱れや減少がなく、本システムで応力比一定の繰返し試験が行えることがわかる。例に示す供試体は比較的密なことによりゆるすめの砂では生じない負の間隙水圧が生じ、また軸ひずみも漸増していることがうかがえる。

Fig-2 は $H = 150\text{mm}$ において Lubricated-End の場合 $f = 0.5\text{Hz}$ 及び $f = 0.05\text{Hz}$ での2種類、また Regular-End で 0.5Hz の載荷周波数を用いて行った実験の結果を相対密度 (D_r) と応力比 ($\sigma'_p / 2\sigma'_v$) の関係で示したものである。図から $H = 150\text{mm}$ (Lubricated End) の場合は載荷周波数の相違が砂の液状化強度に及ぼす影響はほとんどないと言える。また (Regular End) の場合は (Lubricated End) より全体的に弱い。

Fig-3 では Fig-2 における $H = 150\text{mm}$ ($f = 0.5\text{Hz}, f = 0.05\text{Hz}, \text{Lubricated}$) での結果と $H = 40\text{mm}$ の供試体高さにおける各種試験での結果を比較した。

・ Fig-3 から以下の事がわかる

a) $D_r = 78\%$ 以下では $H/D = 0.6$ ($H = 40\text{mm}$) の方が $D/H = 2.1$ ($H = 150\text{mm}$) よりも強度

強度が大きい。一方、 $D_r=78\%$ 以上になると $H/D=0.6$ の方が2.1より逆に弱くなっている。

b) $H/D=2.1$ の場合、 $D_r=75\%$ を境界として曲線が急激に立ち上がる傾向を示すのに対して、 $H/D=0.6$ の場合はそれほど急激な立ち上がりをしていない。

c) $H/D=0.6$ の場合、*Lubricated End*と*Regular End*では $D_r=75\%$ を境界として $H/D=2.1$ の場合以上にかなりの強度差が現れる。

d) *Lubricated-End*の場合は、 $H/D=0.6$ の場合も $H/D=2.1$ 同様に載荷周波数の影響はほとんどない。

Fig-4は、 $D_r=60\%$ 、 $N_c=10$ における $\sigma_{dp}/2\sigma_c$ とDAの関係を表わしたものである。これを見ると $DA=10\%$ よりも小さいひずみにおいてもFig-3の関係が成り立っている。しかしFig-5を見ると $D_r=80\%$ では $DA=5\%$ 以下でFig-3の関係は成り立たない。

《考 察》：以上の様な一見複雑な現象は以下の様に解釈出来るものと考えられる。 H/D が小さい供試体では全体に対する端面部分の割合が大きいので端面摩擦により拘束されやすい。この拘束効果としては次の三つがある。

要因1— H/D が小さいと排水試験においても端面拘束の影響により強度が増す傾向がある。(道元ら、1981参照)

要因2—正のダイレタンシーが現われにくいために非排水状態では有効応力が減少し逆にひずみが出やすくなる。そしてこの影響の度合はひずみが大きくなるにつれて又密になるほど大きくなる。要因3—負のダイレタンシーが現われにくいために変形が拘束され正の間隙水圧が発生しにくくなり、ひずみが生じにくくなる。ゆるい砂では要因1と3が卓越し従って拘束しない場合よりも強くなる。逆に密な砂では要因1と2が作用しているが特にひずみが $DA=10\%$ と大きいと要因2が卓越し、従って拘束されない場合よりも弱くなる。一方 $H=150\text{ mm}$ の供試体では要因1が小さいので広範囲の密度に対して*Regular End*の場合が*Lubricated End*の供試体にくらべて弱くなるのであろう。

《あとがき》：今回の実験結果により*Lubricated*においては H/D

が小さくても強度に及ぼす影響は全体として見るとそれほど大きくない。従って現場より採取した不規則試料土の実験には端面摩擦を十分に取れば高さの非常に小さい供試体を用いることも可能でありサンプリングの面からも非常に有利である。

《謝辞》：実験を手伝って頂いた藤井信二氏(佐藤工業(株))及び助言を頂いた福島伸二氏(東京大学)両氏に感謝の意を表します。 (参考文献) 村松正重：「密な飽和砂の非排水繰返しせん断特性」1981年2月

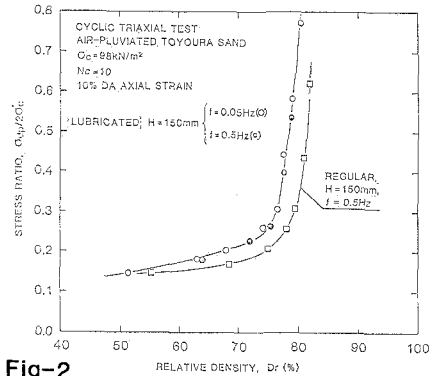


Fig-2

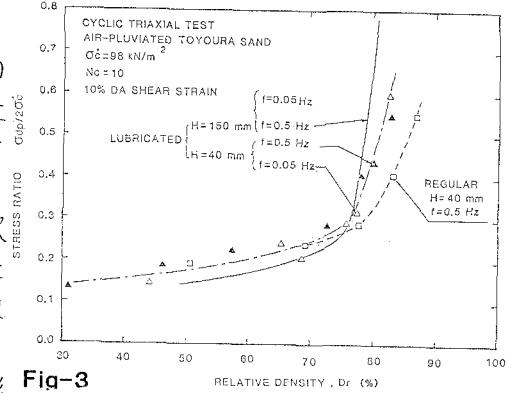


Fig-3

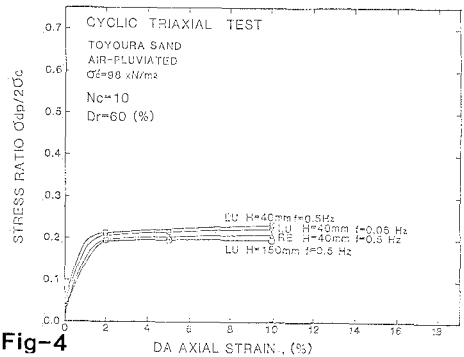


Fig-4

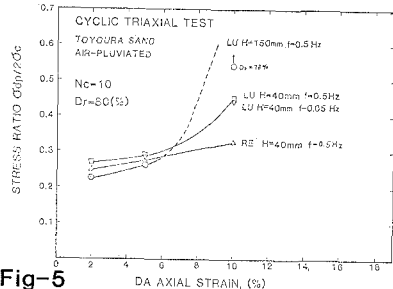


Fig-5