

日本大学理工学部 学生員 ○前田幸男
東京大学大学院 学生員 福島伸二

はじめに

土のせん断特性は種々の条件例えば、密度、拘束圧、排水条件などにより異なる。また同じ密度の供試体でも供試体作製法が異なれば、土粒子の堆積の仕方による構造の相違により、砂のせん断特性が異なる事が知られている。ここではねじり単軸せん断試験を用いて供試体作製法がせん断特性に及ぼす影響を調べた。

実験方法

供試体は外径10cm内径6cm高さ20cmの中空円筒形で、試料は豊浦標準砂($G_s=2.64$, $e_{max}=0.977$, $e_{min}=0.605$)を使用した。(試験法については福島ら(1981)¹⁾を参照)

空中落下法(AIR-PLUVIATED:以下AP法という)は乾状態の砂をロータを使いある高さより雨を降らすように自由落下させて供試体を作製し、落下高さを変化させて密度の調整を行なう。

不飽和タンピング法(WET-TAMPING:以下WT法という)は、含水比3%の砂を10層に分け、中空円筒供試体のタンパー(東大生研試作工場製作)で10cmの高さより落下させ突き固めて作製する。なお密度の調整は1層についての落下回数を変えて行なう。

この2つの作製法を採用した理由は、密なものからゆるいものまで広範囲の密度の供試体が準備できるからである。試験は供試体の間隙内の空気を二酸化炭素に入れ換えさらに脱気水を流し、そして、背圧(2.0 kgf/cm^2)を加えて完全に飽和させて、次に等圧密($\sigma_1=\sigma_2=\sigma_3=1.0 \text{ kgf/cm}^2$)してからひずみ制御(ひずみ速度 $=0.24 \text{ \%}/\text{min}$)で、排水、非排水の2条件についてせん断した。せん断中の主応力は $\sigma_1=\sigma_2+\tau$, $\sigma_2=\sigma_3=\sigma_1-\tau$ で最大主応力の方向は鉛直方向より $\phi=45^\circ$ の傾きで一定であり、せん断中、垂直応力(軸圧 σ_2)は変化させないので平均主応力 $P=1/3(\sigma_1+\sigma_2+\sigma_3)=\sigma_2$ で一定である。

実験結果

AP法による非排水試験の典型例を図-1に示す。

(a)は応力-ひずみ曲線、(b)は有効応力経路である、砂の密度により強度が著しく異なり、密な砂では小さいひずみで非常に大きなせん断応力になる。この(図-1(a))、また排水試験に比べ密度の差による変化の割合が小さい。ゆるい砂ほど最大有効間隙水圧が大きく、非常にゆるい砂では静的載荷でも液状化した(図-1(b))

図-2にAP法とWT法の非排水試験の(a) $\sigma_2=1 \text{ \%}$ 、

(b) $\sigma_2=3 \text{ \%}$ 、におけるせん断応力と間隙比の関係を示す、密な砂ではAP法よりWT法の方が強度が大きく、またせん断ひずみが大きくなるにつれてその傾向は強くなる。

図-3は排水試験でのWT法、AP法の(a) $\sigma_2=1 \text{ \%}$ 、(b) $\sigma_2=3 \text{ \%}$ 、(c) $\tau_{at}=\text{max}$ におけるせん断応力と間隙比の関係を示した図である。(a)(b)(c)ともに $e_c=0.76$ くらいを境にゆるい方ではAP法、密な方ではWT法が強度が大きまり、また(a)と(b)よりせん断ひずみが大きい方がAP法、WT法の強度の差があるが、(c)の最大

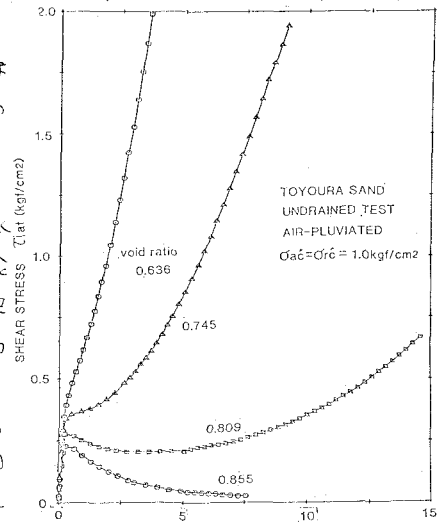
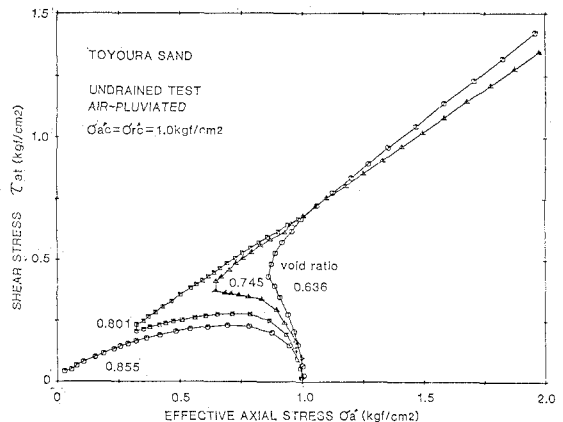


図-1 非排水試験 (a) 応力-ひずみ曲線 (b) 有効応力経路



せん断応力の差は

あまり見られな

考察

非排水試験において、小さな密度ではAP法、WT法はほぼ同じであるが、大きな密度になるにつれて供試体作

製法による強度の差は

増大し、WT法の方が

やや大きくなる。また

動的試験の繰返し値じ

り単純せん断試験でも

密な方では、WT法の方

が強度が大きくなり、かつ

強度の差は静的試験より

もさらに大きい事が

わかっていく。これを

静的試験の結果より考

えると同じせん断応力

図-3(a) $\tau_{at}=1\%$ 、向隙比-せん断応力 (排水)

ならば、WT法の方が向隙水圧が生じにくいので、動的試験におい

ても1サイクル当りに残留する向隙水圧が生じにくい。このため

同じ振幅のせん断応力で繰返し載荷した場合、同じ向隙水圧を生

生させるには、WT法の方がより多い繰返し回数が必要となると

思われる。このように考えると動的試験と静的試験の結果に矛盾は

ない。また排水試験では、ゆるい方ではAP法よりWT法の方が強

度が小さくなるのは、一般にWT法のゆるい方では、供試体内の

向隙の分布が一様になりやすく、そのためゆるい部分(による部分)

に変形が集中し強度が低下すると思われる。

まとめ

1 非排水試験では、小さな密度においてAP法、

WT法は ほぼ同じであるが、密度が大きくなるにつれて、供試体

作製法によるせん断応力の差が増し、WT法の方がやや大きくなる。

2 排水試験では、密度の小さい方ではAP法が、密度の大きい

方では、WT法が強度が大きい。

謝辞

本実験を行うにあたり、東京大学生産技術研究所

龍岡文夫先生の指導をいただきました。また、実験装置の改良、

製作に携わって下さった同研究所試作工場の方々に心から謝意を表するものです。

参考文献

1) 福島ら(1981) 「ぬり単純せん断試験における砂とガラスビーズの強度の拘束圧依存性」 第16回土質工学研究発表会

2) 花村ら(1981) 「振動三軸圧縮動的ぬり単純せん断による密な砂の液状化特性」 第16回土質工学研究発表会

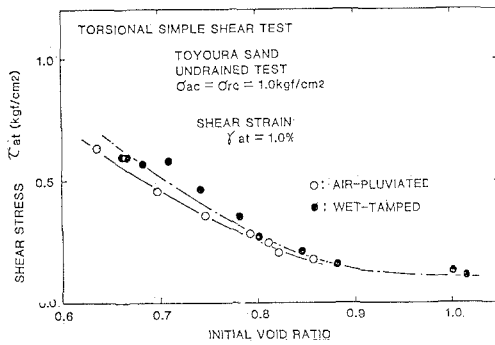


図-2(a) 非排水試験 $\tau_{at}=1\%$ における向隙比-せん断応力

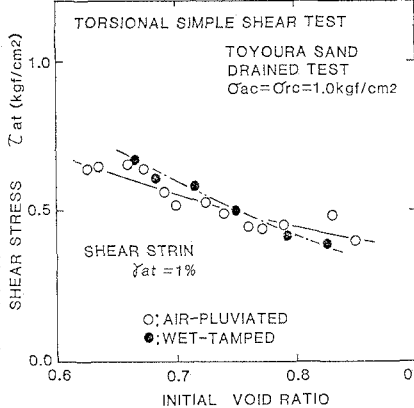


図-3(a) $\tau_{at}=1\%$ 、向隙比-せん断応力 (排水)

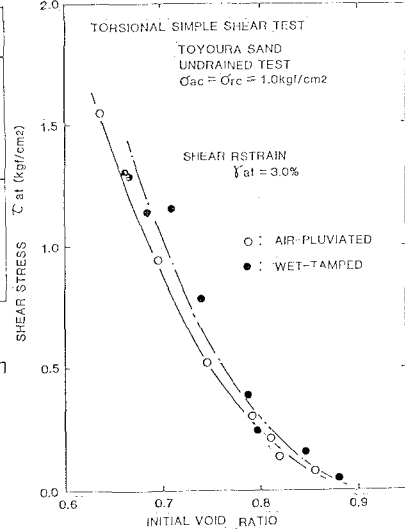


図-2(b) $\tau_{at}=3\%$ における向隙比-せん断応力 (非排水)

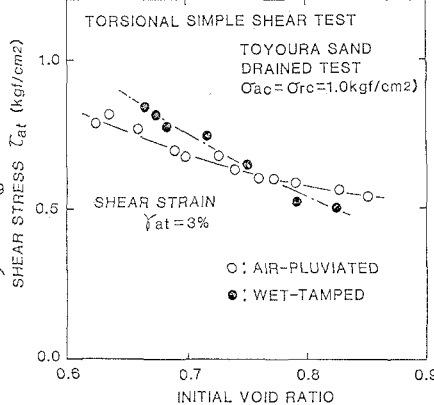


図-3(b) $\tau_{at}=3\%$ 、向隙比-せん断応力 (排水)

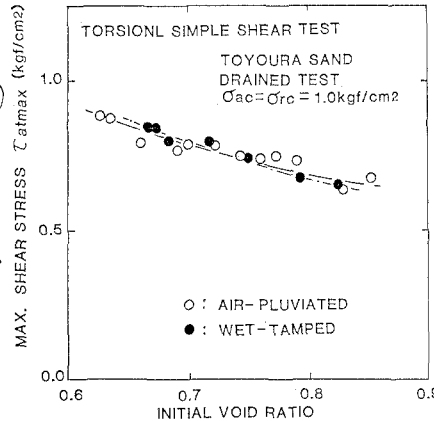


図-3(c) 向隙比-最大せん断応力 (排水)