

III-177

一面せん断試験による豊浦砂の側面摩擦の影響について

大阪土質試験所（正）本郷隆夫
赤井俊文
池田 剛
大阪工業大学
長町利昭

1.はじめに

豊浦砂の一面せん断試験によるせん断箱側面摩擦の影響は古くから研究されており、在来型、改良型一面せん断試験機では、試料厚さが薄いほど大きなせん断抵抗が得られている^{1,2)}。一方、境界応力可測型一面せん断試験機においては、高さの影響は小さかったとの結果が報告されている³⁾。

今回は、一般に普及しているせん断箱の円形供試体に実際に働いている垂直応力について、新しく試作した試験機で調べたので報告する。

2.一面せん断試験装置

装置を図-1に、仕様を次に示す。

- せん断箱の構造：下部固定／上部可動型上箱に荷重計，リニアガイドおよび隙間調整装置を取付けている。この装置により隙間調整を供試体作成前および圧密後のいずれでも行え，せん断面上の平均的な応力測定ができる。
- せん断荷重：定速度変位制御および応力制御が可能。
- 垂直応力：定圧－空気圧制御により上部，下部荷重計のいずれかを一定荷重に制御できる。定体積－ピストンをストッパーで固定することにより行える^{4), 5), 6)}。

3.試験方法

空中落下法により乾燥豊浦標準砂($e_{max} 0.961$, $e_{min} 0.640$, $D_{50} 0.16mm$) 供試体を用いた。試験は一次元圧密した後，水平変位速度一定 ($0.2mm/min$) で定圧排気および定体積せん断試験を行った。なお上下せん断箱の隙間は供試体直径60mmで3mmとした場合，隙間の砂が圧密中に崩れ強度低下が生じるため2mmとした(図-2の結果参照)。今回行った試験内容を表-2に示し，以下の試験では●せん断箱側面は摩擦低減層は設けていない。●上箱試料厚

表-2 試験内容

試験 ケース	初期間隙比 e	下箱試料 厚さ mm	制御方法	試験方法
①	0.636~0.827	10	上箱荷重	定圧排気
②	0.742~0.764	10	下部荷重	定圧排気
③	0.754~0.780	10	上箱荷重	定体積
④	0.708~0.750	5~20	上箱荷重	定圧排気

4.試験結果の比較

図-3～5は，水平せん断応力 τ と水平変位 D の関係および荷重制御されていない垂直応力 σ と τ の応力経路を示した。●せん断箱側面摩擦の影響によるせん断中の供試体垂直変位 Δh は，変位を許さない③<②<①の順に小さくなっている。●最大せん断応力の D 値は，②=③>①と小さくなる傾向を示し，

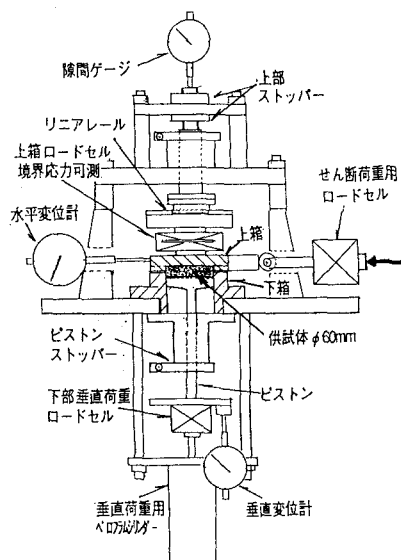


図-1 一面せん断試験装置

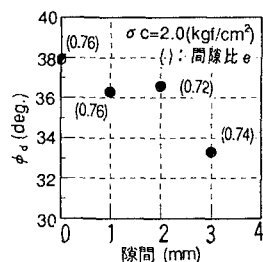


図-2 強度に及ぼす隙間の影響

残留強度領域における τ , $\Delta h \sim D$ 関係は大きく異なっている。●下箱試料厚さ10mmではせん断境界面垂直応力に対し下部垂直応力は約1.15倍大きな値を示している。●最大せん断抵抗角は境界応力を測定した場合、垂直変位の大小によらず1.5度程度のバラツキの範囲にある。●②, ③は垂直応力が減少から増加へ反転する応力状態と最大せん断応力後の残留強度がほぼ一致している。

図-6は、初期間隙比とせん断抵抗角の関係を示した。●下箱試料厚さを5～20mmまで変えた場合、厚いほど強度は側面摩擦の影響を受け高くなる傾向を示す。●せん断面上の強度は圧力レベル依存性があり、本試験でも垂直荷重が $\sigma = 3.0 (\text{kgf/cm}^2)$ では $\sigma = 1.0, 2.0 (\text{kgf/cm}^2)$ より低い値を示した。●①の残留強度と②, ③の応力経路から求めた残留強度はピーク強度の約3～8度小さな値を示したが①②③の試験の違いによらずほぼ同じ値を示した。

5 まとめ

普及している試験機で供試体直径6cmの豊浦砂の一面せん断試験は、せん断応力 τ , 垂直変位 $\Delta h \sim$ 水平変位 D 関係はせん断箱の側面摩擦の影響で異なる。最大せん断強度 $\phi_{d, \max}$, 残留強度はいずれも境界面応力を正しく計れば同一間隙比で約1.5度以内の強度が得られる。

参考文献：1)真井・北郷・四方(1962)：各種せん断試験の比較(第2報), 土と基礎, Vol.10 No.2, pp14-19 2)井上(1964)：砂の直接せん断に関する研究, 土木学会論文集, 第101号, pp7-10 3)高田・北島・渋谷・三田地(1993)：豊浦砂の一面せん断試験に及ぼす供試体高さの影響：土木学会第48回年次学術講演会, pp886-887 4)藤谷・ブラタンジェ・岡本・今井(1993)：一面せん断における砂の強度・変形特性, 土木学会第48回年次学術講演会, pp882-883 5)高田・大島・岡本(1990)：一面せん断定体積試験の自動化, 土木学会第45回年次学術講演会, pp212-213 6)渋谷・三田地・高田・北島(1993)：境界応力可測一面せん断試験装置による豊浦砂の定体積試験結果, 土木学会第48回年次学術講演会, pp880-881 7)ブラタンジェ・藤谷(1993)：土木学会第48回年次学術講演会, pp884-885

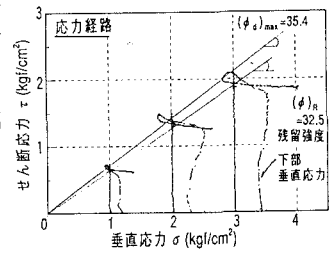
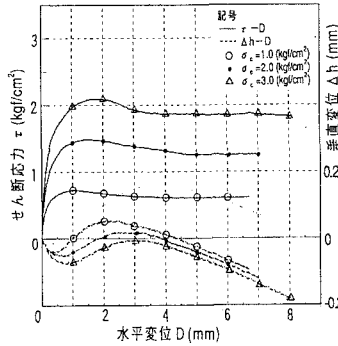


図-3 定圧排気試験 ①結果 ($e = 0.72 \sim 0.74$)

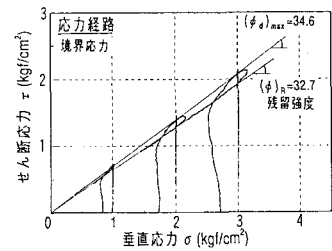
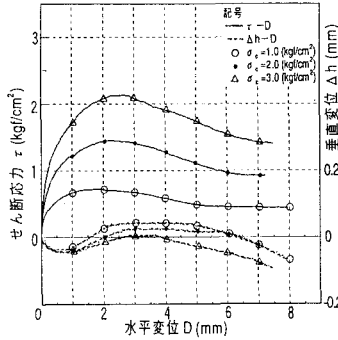


図-4 定圧排気試験 ②結果 ($e = 0.74 \sim 0.76$)

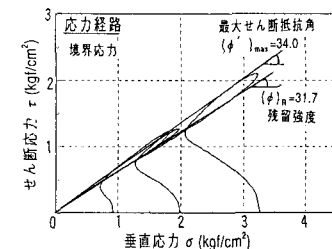
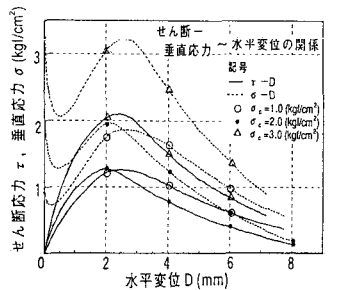


図-5 定体積試験 ③結果 ($e = 0.75 \sim 0.78$)

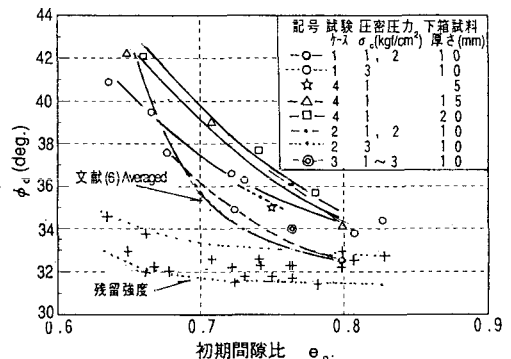


図-6 せん断強度と初期間隙比の関係