

等圧一面・等体積一面・単純せん断試験によって求まる砂の  
内部マサツ角中の違いについて

京都大学農学部 海堀正博・佐々恭二・武居有恒  
建設省六甲砂防工事事務所 山下勝 京都府 榎本敏哉

1. 研究目的 斜面の安定解析を行なう上で非常に重要なことからの一つに、その土のせん断強さを知ることがある。土のせん断強さは、通常、せん断試験によって求められる。しかし、様々なせん断試験方法があり、各々で求められるせん断強度は同じ値にはならない。それゆえ、おのおのの試験様式の差が結果にはどのように出てくるのかを知ることは、重要なことである。すでに井上の研究や土質工学会主催の一斉試験から、一面せん断(等圧)試験と三軸圧縮試験間の比較が明らかにされている<sup>1),2)</sup>。そこで、今回筆者らは、等圧一面せん断試験・等体積一面せん断試験及び単純せん断(等圧)試験間の比較を試みた。試料は豊浦標準砂を用い、試験条件は表1に示す。また、使用した試験機は改良特殊型中型一面せん断試験機(通称三笠式)及び図1に示す構造をもつ単純せん断試験機である。

表1 試験条件

	一面せん断試験	単純せん断試験
試料径 <sub>(mm)</sub>	100	100
試料高さ <sub>(mm)</sub>	30	26
間ゲキ比範囲	$0.65 \leq e_0 \leq 0.90$	$0.65 \leq e_0 \leq 0.90$
垂直応力範囲 <sub>(kg/cm<sup>2</sup>)</sub>	$0.1 \leq \sigma \leq 1.2$	$0.1 \leq \sigma \leq 1.2$
含水条件	飽和	飽和
せん断速度	せん断変位で約0.3 mm/min.	せん断ひずみで約1%/min.
せん断方法	等圧・等体積	等圧
排水条件	排水	排水

(\*この論文では、つめ固め間ゲキ比( $e_0$ )とせん断過程に入る直前の間ゲキ比(初期間ゲキ比 $e_0$ )とを区別している)

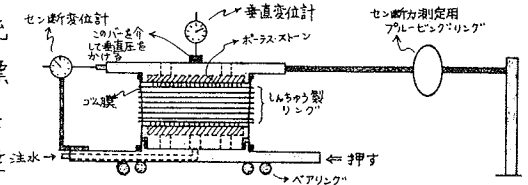


図1 単純せん断試験機試料箱付近略図

2. 試験結果及び考察 各種試験結果を初期間ゲキ比 $e_0$ と $\tan \phi$ で整理したものが図2である。 $e_0=0.8$ 前後を境に左側では、等圧一面>等体積一面>単純としたいに弱くなっているのに対し、右側ではほぼ同じ値を示している。せん断中の体積変化(等圧試験)は、初期間ゲキ比 $e_0$ が0.8より小さいものと大きいものとで異なり、前者は全体として膨張傾向、後者は収縮傾向にあった。従って、等圧試験をした時に、試料が膨張傾向を示すような初期間ゲキ比領域で、求められる $\tan \phi$ の値に差が生じる結果となっている。一面せん断試験についてみれば、試料箱内壁と試料との間の側面マサツが、試験結果を過大にしている原因の一つであるとの報告<sup>1),2)</sup>もあるが、今回の等圧と等体積の

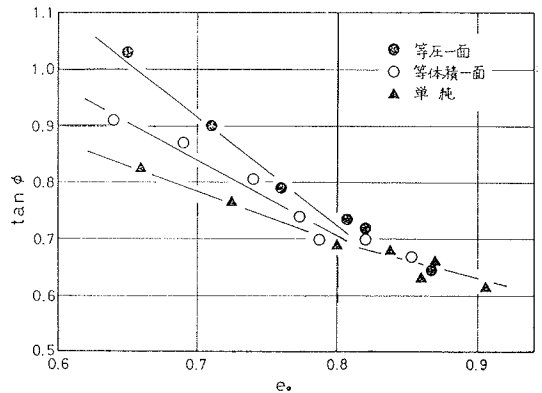


図2 各種せん断試験結果 ( $e_0$ - $\tan \phi$ 関係)

図中 等体積一面せん断試験結果は、 $\sigma$ - $\tau$ 図のバクトルカーブの包絡線の傾きから得られたものである。

間の差は、このことを裏付けているようである。そこで、一面セン断試験においてこの側面マサツがどの程度影響しているのかを見るために、ヒズミゲージを貼ったたわみ板を介して、試料セン断面に実際にかかる垂直圧を直接測定する方法を考えた(図3,4)。この方法を使って、従来の等圧一面セン断試験中に生じる実際の垂直応力の変化を示した例が、図5である。 $\epsilon_h$ - $\sigma$  図中の一点鎖線は、载荷垂直応力を示し(これを一定に保つのが従来の等圧試験)、点線が、試料セン断面に実際にかかる垂直応力を示している。このピーク値( $\epsilon_h, \tau$ ) = (2.3mm, 0.57kg/cm<sup>2</sup>)を示す時の実際の垂直応力は、下から载荷している $\sigma$ が0.5kg/cm<sup>2</sup>であるにもかかわらず、0.575kg/cm<sup>2</sup>になっていることがわかる。この差は、側面マサツによるものと考えられる。また、 $e_0$ の大きいものでは、ピーク強度に側面マサツの影響がほとんど出て来ないことがわかった。次に、この実際にセン断面にかかる垂直応力を一定にした状態での等圧試験と、実際の垂直応力をもとにした等体積試験の結果を図6に示す。図中破線は、図2のうちの等体積試験結果を示すラインである。試験数が少ないが、等圧と等体積の間の差はなくなり、また、全体として、ふつうの等体積試験結果に近くなっている。最後に一面と単純と比較であるが、一面の結果を過大にしていた側面マサツの影響を除去しても、なお、 $e_0=0.8$ 以下で単純の結果が低く出ているのは、様式の違いによるものであろう。

参考文献 1)井上広胤:砂の直接セン断に関する研究, 土木学会論文集, 101, PP.15-24, (1964) 2)山田清臣:砂のセン断に関する一斉試験, 土と基礎, Vol.13, No.2, PP.89-92, (1965)

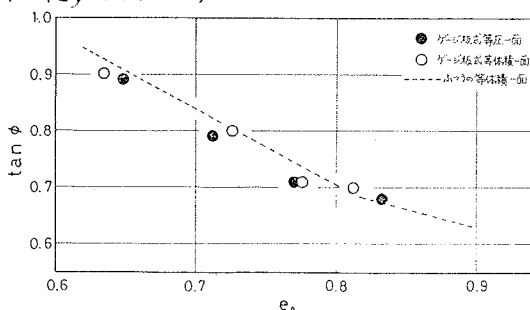


図6 ゲージ板式一面セン断試験結果

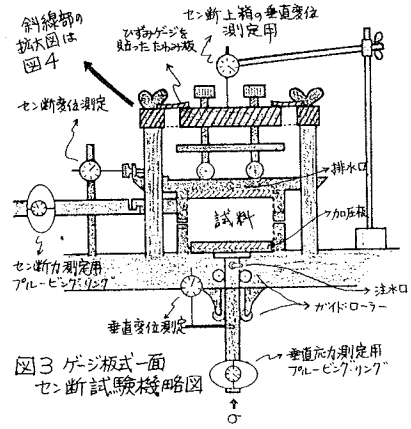


図3 ゲージ板式一面セン断試験機略図

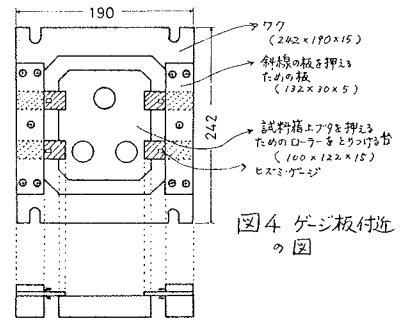


図4 ゲージ板付近の図

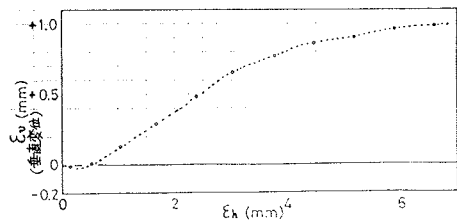
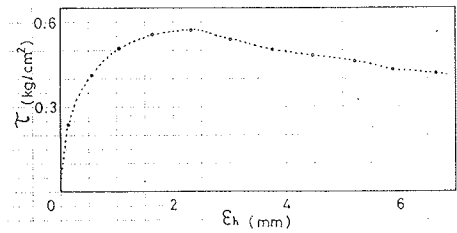
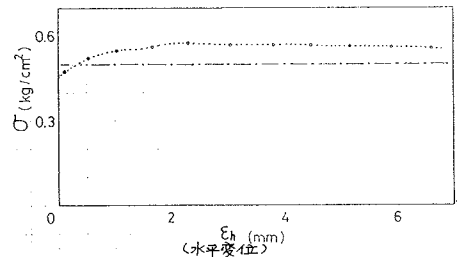


図5 ふつうの等圧一面セン断試験と実際の垂直応力の変化を示す図( $e_0=0.625$ )