

III-A 15

砂の傾斜実験における崩壊角度について

日本大学理工学部 正会員 梅津 喜美夫  
 日本大学大学院 学生会員 石神 亜希子

1. はじめに

乾燥砂の無限傾斜地盤の安定問題では、崩壊時の傾斜角度 ( $\theta$ ) は内部摩擦角 ( $\phi$ ) と等しいと考える。しかしながら前報<sup>1)</sup>では、Silver Leighton Buzzard (SLB) 砂と豊浦砂の傾斜実験を行ったところ、崩壊角度  $\theta$  に平面ひずみ圧縮試験と同様の異方性の傾向が現れるものの、その角度  $\theta$  は、平面ひずみ試験の内部摩擦角  $\phi$  より数度高くなった。今回、岐阜砂について同様の異方性の実験を行い、更に傾斜実験で得られる  $\theta$  について岐阜砂とSLB砂を用いて、検討実験を行ったのでその報告をする。

2. 試料、装置及び実験方法

2-1 試料

用いた試料の岐阜砂は比重  $G_s=2.64$ 、平均粒径  $D_{50}=0.32\text{mm}$ 、 $U_c=1.50$ である。一方SLB砂は比重  $G_s=2.66$ 、平均粒径  $D_{50}=0.62\text{mm}$ 、 $U_c=1.11$ である。両者とも粒径がそろった砂であるがSLB砂は平均粒径が岐阜砂の2倍ほどである。

2-2 傾斜実験

傾斜実験装置の概要を図-1に示す。実験は先端に $30^\circ$ の角度を設けた傾斜箱に一樣に砂をまき、一端を固定しもう一端を持ち上げ砂を傾斜させ、そのときの崩壊角度  $\theta$  を測定するというものである。この時、砂層内で一気にすべり面が生じるようにする必要があるが、そのような砂層の作り方、堆積面角度の異なる砂層の作り方、及び間隙比の測定等は前報<sup>1)</sup>と同じである。なお、堆積面と最大主応力  $\sigma_1$  の角度  $\delta$  は図-2に示すように計算した。

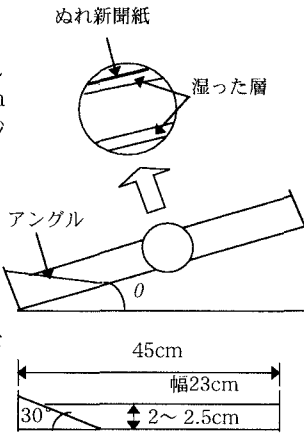


図-1 傾斜実験装置

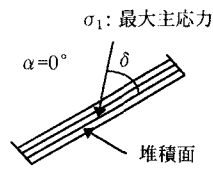
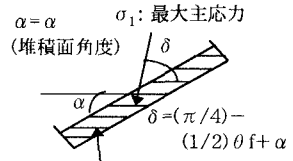


図-2 堆積面と最大主応力  $\sigma_1$  の角  $\delta$

2-3 傾斜一面せん断試験

上記のような傾斜実験装置は、先端に角度が設置されている。これがどれほど  $\theta$  に影響しているか、ということを知るために先端の影響の無いと考えられる図-3に示すような傾斜一面せん断試験を考案した。

この傾斜一面せん断試験装置は、バルサ材でできた厚さ5mmの上部フレームと下部フレームからなっている。上下フレームの間は8mmあり、このギャップには内側からトイレットペーパーを貼り、砂を詰める際にこぼれ落ちないようにした。せん断箱内の砂層の上下部の状況は、通常の傾斜実験(図-1)と同様に湿らせてあり、上部表面にはぬれ新聞紙をかぶせた。

実験は通常の傾斜実験と同様、一端を持ち上げ崩壊角度  $\theta$  を調べるものであるが、トイレットペーパーのせん断抵抗をなくすため、傾斜前に霧吹きをかけた。

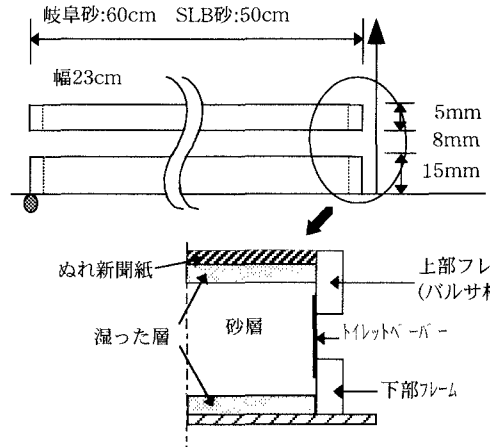


図-3 傾斜一面せん断試験装置

3. 実験結果と考察

3-1 間隙比 $e_0$ と崩壊角度 $\theta_f$ との関係

図-4に岐阜砂の $\theta_f$ の関係を示す。このように $\theta_f$ は $e_0$ が増加するに従って直線的に減少していく。

3-2 崩壊角度 $\theta_f$ と $\delta$ の関係

図-5に岐阜砂の $\theta_f$ と $\delta$ の関係を示す。図の縦軸は $\theta_f$ 、横軸は $\delta$ を示している。○印は実験結果であり、( )内の数値はその間隙比を示している。●印は上記の $\theta_f$ と $e_0$ の関係を使って $e_0=0.85$ に補正した値である。また図には、平面ひずみ試験結果(□印、■印は $e_0=0.85$ に補正)も記入してある。残念ながら平面ひずみ試験の結果<sup>2)</sup>は $\delta=90^\circ$ のみで、異方性の傾向が解らないが、傾斜実験の崩壊角度 $\theta_f$ は、前報と同様に岐阜砂についても異方性の影響が現れており、平面ひずみ試験の $\phi$ と比較すると $\theta_f$ は5°ほど高い値を示している。

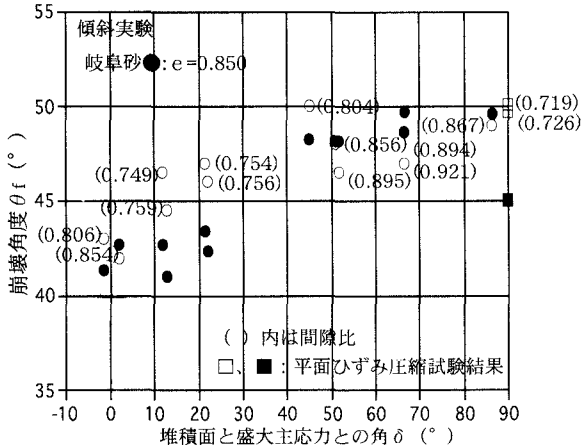


図-5 崩壊角度 $\theta_f$ と $\delta$ の関係(岐阜砂)

3-3 傾斜一面せん断試験

傾斜実験による崩壊角度 $\theta_f$ は上述のように、平面ひずみ試験の内部摩擦角 $\phi$ より高い値が得られる。この原因の一つとして傾斜箱先端部の影響が考えられる。表-1は岐阜砂とSLB砂について、通常傾斜実験装置のアンガルの有無が $\theta_f$ に及ぼす影響を示したものである。アンガルが無い場合の $\theta_f$ は、岐阜砂の場合4°程高くなり、SLB砂の場合はそれほど高くない。これは、砂の粒径の違いによるものと思われ、傾斜実験においてアンガルの設置は、特に岐阜砂の場合、先端の影響を軽減する効果があることを示している。しかしながら、この先端のアンガルがまったく崩壊角度に影響していないとは判断できない。そこで、前記の傾斜一面せん断試験を考案し、実験を行ってみたところ表-2のような結果が得られた。

岐阜砂、SLB砂とも傾斜一面せん断試験の結果は、先端にアンガルをもった傾斜実験とほぼ同じような結果になっている。これは、このアンガルがほぼ効果的に働いていることを示していると考えられる。

4. おわりに

今回、先端部の影響が無いと考えられる傾斜一面せん断試験を考案し、先端に30°のアンガルを持った傾斜実験の結果と比較したところ、結果に両者の違いは見られなかった。したがって、内部摩擦角 $\phi$ より高い値を示す傾斜実験で得られる崩壊角度 $\theta_f$ は、傾斜箱の影響を受けておらず、砂そのものの値を示していると考えられる。

最後に、実験を手伝ってくれた卒業生の高橋君、角田君、小林君、卒研生の乙部君、小野田君、北澤君に感謝致します。

【参考文献】1) 梅津(1995):『Silver Leighton Buzzard 砂と豊浦砂の傾斜実験』第30回土質工学発表会

2) 梅津、長谷川(1996):『最小主応力の減少する平面ひずみ圧縮試験』第51回土木学会年次学術講演会

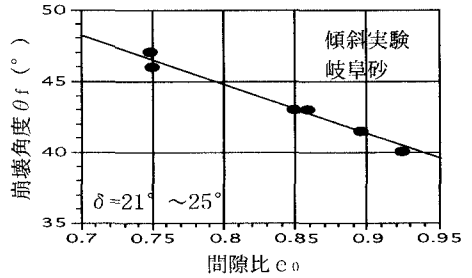


図-4 崩壊角度 $\theta_f$ と間隙比 $e_0$ の関係(岐阜砂)

表-1 崩壊角度 $\theta_f$ に及ぼすアンガルの有無の影響

	先端のアンガル	$\theta_f$ (eo)	備考
岐阜砂	有	43° (0.849)	堆積面角度 $\alpha=0^\circ$ $\delta=23.5^\circ$
	無	47° (0.839)	堆積面角度 $\alpha=0^\circ$ $\delta=21.5^\circ$
SLB砂	有	46.5° (0.52)	堆積面角度 $\alpha=0^\circ$ $\delta=21.7^\circ$
	無	47.5° (0.52)	堆積面角度 $\alpha=0^\circ$ $\delta=21.2^\circ$

表-2 傾斜一面せん断試験結果

砂	$\theta_f$ (eo)	備考
岐阜砂	43.5° (0.841)	堆積面角度 $\alpha=0^\circ$ $\delta=23.3^\circ$
SLB砂	47° (0.52)	堆積面角度 $\alpha=0^\circ$ $\delta=21.5^\circ$