

簡易傾斜箱による岐阜産珪砂4号の崩壊角度の測定

日本大学理工学部 正会員 梅津喜美夫
 日本大学理工学部 学生会員 小林 真
 株式会社復建エンジニアリング 正会員 荻原 有加

1. はじめに 乾燥した砂を箱に詰めて傾斜させることによって測定される崩壊角度 θ_f (安息角)は,内部摩擦角のような力学定数としてはあまり用いられていない.しかし,この箱内の砂層の表面を霧吹き等で湿らせ,下の乾燥部で砂層を一気に滑らせるよう工夫することで,この崩壊角度は内部摩擦角等の力学定数と同様,間隙比や異方性の影響といったものを表現できる^{1),2),3)}.そこで当研究室では,この傾斜実験が簡単に行えるよう簡易傾斜実験を考案し検討実験を行ってきた.前報⁴⁾では岐阜産珪砂6号($D_{50}=0.32\text{mm}$:図-1)を用いた検討実験について報告したが,今回,平均粒径が6号砂の3倍ある岐阜産珪砂4号($D_{50}=0.96\text{mm}$:図-1)で実験を行ったところ,粒径の大きい場合に対応する様に実験方法をとることで,6号砂と同様の結果が得られることがわかった.以下に平面ひずみ圧縮試験の結果も含めて報告する.

2. 簡易傾斜実験 簡易傾斜箱と実験方法の概要を図-2に示す.(a)表は傾斜箱の種類と寸法を表したものだが,傾斜箱は(b)図に示すように上下に角度 α ($\alpha=0^\circ, 24^\circ, 40^\circ, 64^\circ$)で分割されており,傾斜実験の際は下箱部分を使う.砂は上から落下させて詰めるが,この時,間隙比測定用モールドを脇に設置する(このモールドについては3.で述べる).分割部には,(d)図に示すようにスチレンボード(厚さ3mm [6号砂], 8mm [4号砂])これらについても後述)が挟まれ,さらにスチレンボードの下(下箱との間)には厚さ0.08mmの紙片が挿入されている.これらは,箱の枠に固定棒で止められており,傾斜実験直前に取り外す.なお,分割部の内寸法はどの箱も $20 \times 12\text{cm}$ になるように(c)図のようになっている.実験は,砂を詰めた後上箱を取り外し,(d)図のようにスチレンボードに沿って表面を整形して霧吹きで湿らせ,前述の固定棒及び紙片を取り,下箱を(e)図のように傾斜させスチレンボードごと砂を滑らせて,崩壊角度を測定する.なお,その時の最大主応力 σ_1 の方向は,三軸試験等のすべり面と σ_1 方向の関係に対応させて(e)図のように計算した.

3. 実験結果と考察

(1)間隙比測定用モールドの寸法の影響 まず,強度に大きく影響する間隙比の測定方法について述べる.前述のように簡易傾斜実験では,砂を自由落下させて傾斜箱に詰めていくが,この時の間隙比は,傾斜箱脇に設置したモールドにより測定する(図-2(b)).当初,このモールドは高さ $h=2.5\text{cm}$ のものを使用していた.しかしながら間隙比を測定している供試体モールドの高さが $h=14\text{cm}$ ある平面ひずみ圧縮試験の結果と比較検討してみると,間隙比の変化に対する θ_f と ϕ の変化の割合が同じでなく,6号砂の場合と異なる結果が得られた.そこでこの間隙比測定用モールドの寸法の影響について調べてみた.用いたモールドは図-3に示すような円筒形をしており,直径 ϕ が3,5,10cmの3種類でそれぞれ8層に分割できる(各層2cm).実験は,この段数(深さ)を様々変えた3種類のモールドに空中落下法(落下高50cm)により砂を堆積させて間隙比を測定した.その結果を図-3に示

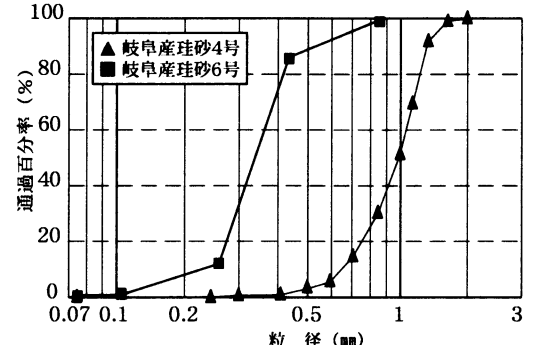


図-1 粒径加積曲線

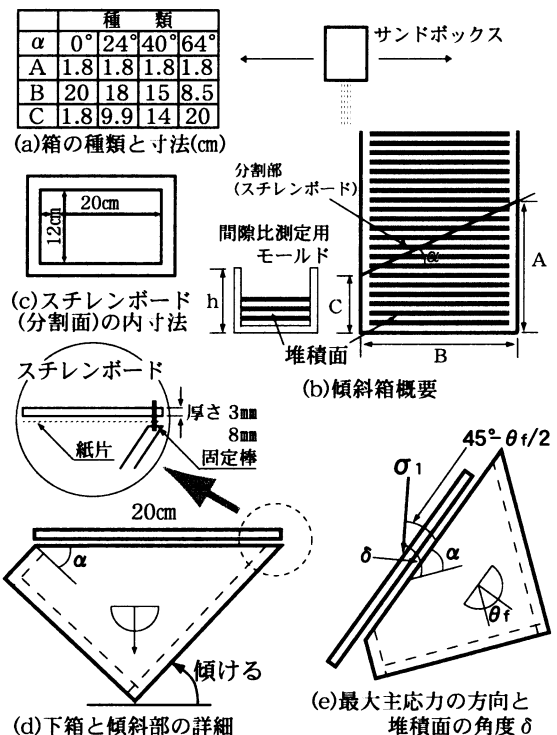


図-2 簡易傾斜箱と実験方法の概略

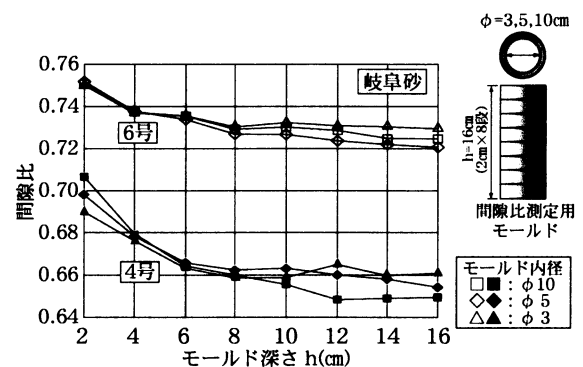


図-3 モールド深さと間隙比の関係

キーワード: 砂, 傾斜実験, 崩壊角度, 内部摩擦角, 間隙比, 異方性

連絡先: 東京都千代田区神田駿河台1-8-14 日本大学理工学部土木工学科 梅津研究室 TEL,FAX 03(3259)0688

す。これより以下のことが認められる。①6号砂,4号砂ともモールドが深くなるにつれ測定間隙比が小さくなる。②しかしながら,6号砂では $h=4\text{cm}$ あたりから,4号砂では $h=8\text{cm}$ あたりから測定間隙比が落ち着いてくる。③また,この測定間隙比の変化は,粒径の大きい4号砂の方が6号砂より大きい。④なお,モールドの面積の影響については,6号砂と4号砂では違いがあるように見受けられるが,一貫した傾向は見られない。このようなモールド深さによる測定間隙比の変化は,砂粒子のモールド底での跳ね返りによるものであり,粒径が大きいものほどこれが大きいと考えられる。従って,簡易傾斜実験での間隙比測定にはこのようなモールド寸法の影響を考慮する必要がある。

(2)スチレンボード厚さの影響 次に,スチレンボードの厚さの影響について述べる。図-4は,傾斜分割面と堆積面の角度を変えて行った異方性の実験結果である。図の□印は,6号砂と同様のスチレンボードの厚さ3mmでの実験結果であり,△印は,スチレンボードの厚さを8mmにした場合の結果である。このように,スチレンボードが3mmの場合,異方性による θ_f の変化が見られなかった。これは,平均粒径が6号砂(0.32mm)の3倍ある4号砂(0.96mm)の場合,表面の整形による粒子配列の乱れが,砂層表面から3mmまで及んでいるからと考えられる。

(3)内部摩擦角との比較 最後に平面ひずみ圧縮試験による内部摩擦角との関係について記す。まず,ここで用いた平面ひずみ圧縮試験について記す。図-5に供試体の概要を示す。この図に示すように本研究では両側にそれぞれ独立にゴムスリーブで密閉されたダミー供試体を設置している。通常の平面ひずみ圧縮試験は拘束方向の側面摩擦等の影響を免れることはできない。岐阜砂4号は6号砂に比べ粒径がかなり大きいので,この側面摩擦の影響が大きくなると考えたので,この方法を考案した。実験は空中落下法によりモールドに詰めた供試体(本供試体 $6.8 \times 12 \times 14\text{cm}$,ダミー供試体 $6.8 \times 3.5 \times 14\text{cm}$)を飽和度60%で凍結させゴムスリーブで密閉した後,負圧19.6kPa(0.2kgf/cm²)で解凍し,飽和状態で負圧49kPa(0.5kgf/cm²)下で,排水条件で,3供試体を同時に圧縮していった。図-6にダミー供試体を用いない場合(□印)も含めた結果を示す。図には,傾斜実験の崩壊角度 θ_f も記してあるが,平面のみを比較するとダミー供試体を用いた場合(◇印),予想した程ではないが $\phi=1^\circ$ 程,ダミー供試体の効果が現れている。このダミーを用いた結果と傾斜実験の θ_f (△印)を比べると, θ_f は 2° ほど大きくなっており,6号砂と同様の ϕ と θ_f の関係が得られた。

4. おわりに 今回の実験で岐阜砂6号より平均粒径の大きい4号砂についても,簡易傾斜箱で6号砂と同様に崩壊角度が測定できることがわかった。今後は,内部摩擦角 ϕ と θ_f の定量的な関係について検討していきたいと思っている。最後に,実験を行ってくれた卒研生の石川,加藤,松尾君らに深く感謝します。

【参考文献】

- 1) 梅津: Silver Leighton Buzzard砂と豊浦砂の傾斜実験 第30回土質工学研究発表会 p515 (H.7)
- 2) 梅津, 石神: 砂の傾斜実験における崩壊角度について 土木学会第51回年次学術講演会 p30 (H.8)
- 3) 梅津, 石神: 砂の傾斜実験と一面せん断試験 第32回地盤工学研究発表会 p517 (H.9)
- 4) 梅津, 石神: 岐阜産珪砂の簡易傾斜実験と平面ひずみ圧縮試験 第33回地盤工学研究発表会 p527 (H.10)

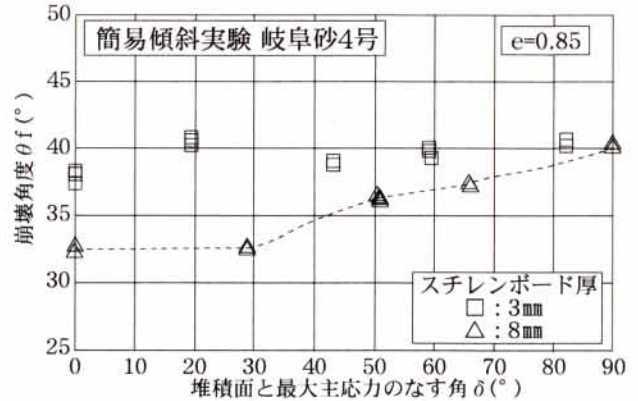


図-4 4号砂の崩壊角度の異方性

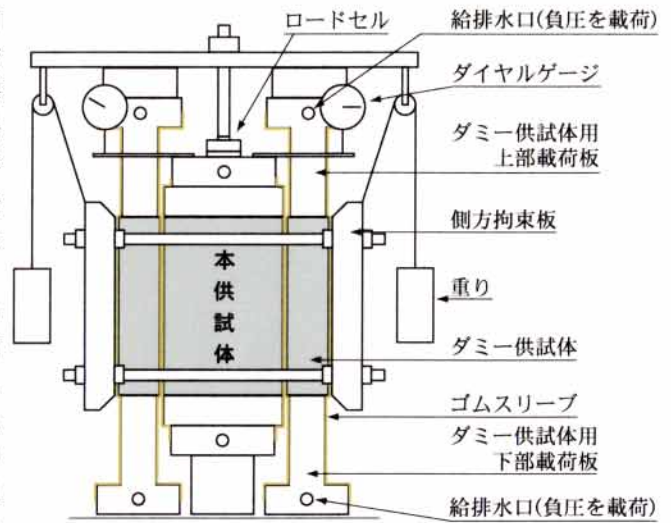


図-5 ダミー供試体を用いた平面ひずみ圧縮試験装置

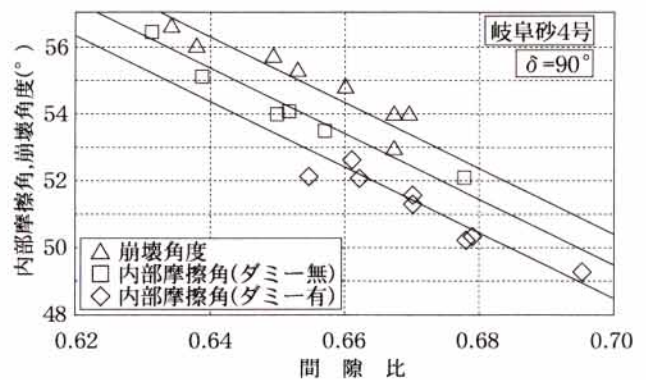


図-6 平面ひずみ圧縮試験の結果と傾斜崩壊角度