

岩屑粒状体のリングせん断強度について

鳥取大学工学部 正員 ○ 藤村 尚
鳥取大学工学部 正員 木山 英郎
森 組 森 仁志

1 はじめに

ビン、サイロ、ホッパー等の容器状構造物内に充填された物質によって生じる圧力は、流動開始とともに静止時堆積圧よりもかなり大きな動的過圧力になることが知られている。筆者らは、このような構造物に作用する局所的な過剰圧に関する研究を進めてきた。例えば、重力流動の実験によると、流動時の粒状体圧は静止時のものの約3〜4倍であることがわかった。一方、この流動時の粒状体圧を規定するためには流動規律が必要となる。この粒状体の流動特性は残留強度特性と密接に関連するものと考えられる。

そこで、本報告は新たにリングせん断試験機(4号機)を試作し、砂の圧力-ひずみ特性に関して、ひずみ速度ならびに圧力履歴の影響について述べる。

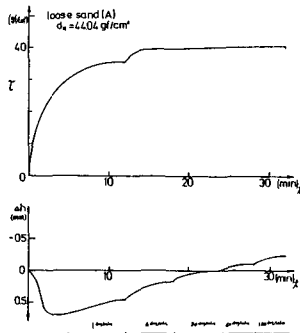
2 実験方法

リングせん断試験機(4号機)の概要を図-1に示す。本機は今までのリングせん断試験機(1〜3号機)を次のように改良した。大きい変位においても、軸棒(3)が上下に円滑に動くこと、軸振れがない機構にしたことである。そのために、軸棒上部に2個のボールスライド軸受(5)と軸棒を下板に取り付けた軸受(9)に連結した。さらにトルフ棒(6)の両端を外枠に当てる機構とした。

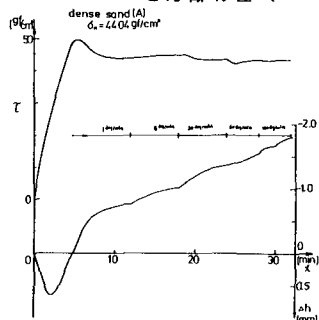
せん断容器は内径30 cm、外径48 cm、高さ10 cmの円環状である。内外側面は上下に分割したアクリル円管を用いた。トルフは(6)に貼ったゲージから棒の変形を測定して算出した。

試験に用いた試料土は鳥取市賀露産の砂で、物性は比重2.60、均等係数2.35、最大間隙比0.83、最小間隙比0.54である。実験時の初期間隙比は $e_0 = 0.732 \sim 0.762$ の密詰め、 $e_0 = 0.607 \sim 0.645$ のゆる詰め状態の2種類とした。ひずみ速度は1〜120 deg/minの範囲とする。垂直応力は10〜100 gf/cm²とする低応力レベルである。

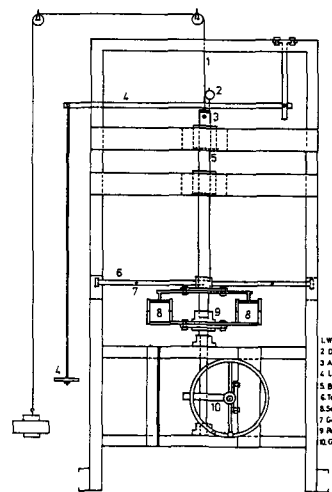
3. 結果・考察



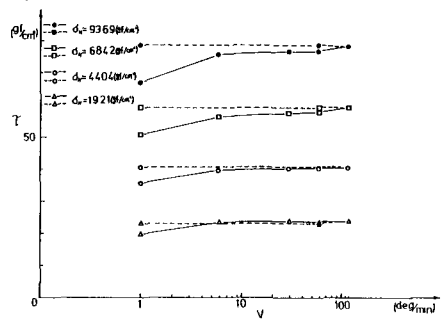
図・2 ひずみ速度変化とせん断特性 (Loose)



図・3 ひずみ速度変化とせん断特性 (Dense)



図・1 リングせん断試験機 (4号機)



図・4 ひずみ速度の影響

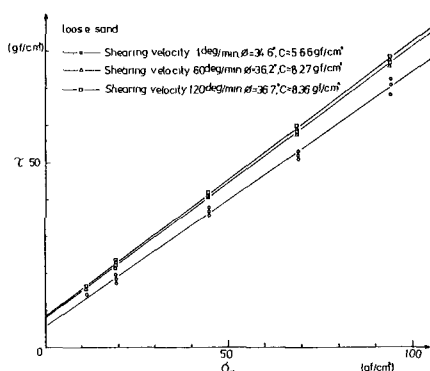
ひずみ速度：低ひずみ速度 1 deg/min から高ひずみ速度 120 deg/min の範囲において速度増加、減少のせん断応力への影響を調べる。ひずみ速度は 1, 6, 30, 60, 120 deg/min の 5 段階に設定した。得られたゆる詰めおよび密詰め砂におけるせん断応力(τ)と時間(t)、垂直変位(Δh)と土の炭素を図-2, 3 に示す。低ひずみ速度において、よく知られているようにゆる詰めおよび密詰め砂のせん断特性を示している。その後、ひずみ速度の増加とともに、せん断応力とダイレイタンスーが大きくなる。図-4 は、各垂直応力 10~100 gf/cm² における、ひずみ速度増加(実線)からひずみ速度減少(破線)過程でのせん断応力の変化を示す。ひずみ速度の増加とともにせん断応力は増加する。一方、ひずみ速度減少過程では、せん断応力はほぼ一定値を示している。図-5 は、ゆる詰め砂におけるせん断応力と垂直応力(σ_v)の関係を示す。同図によると、高ひずみ速度(120 deg/min)における強度定数 ϕ は、低ひずみ速度のものに比べて大きくなっている。

図・6 多段階応力試験(低ひずみ速度)

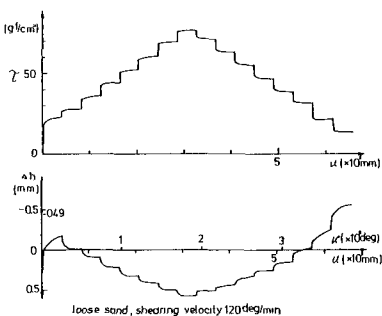
応力履歴：低応力レベルにおける負荷過程から除荷過程(共に 8 段階)のせん断試験を実施し、応力履歴の影響を調べる。ひずみ速度は 1 deg/min と 120 deg/min の 2 種類とする。

図-6, 7 は、ゆる詰め砂のせん断応力、垂直変位と水平変位の関係を示す。両図から、本機を用いて多段階応力試験が可能であることがわかる。また、ひずみ速度の増加はせん断応力を増加するとともに垂直変位が大きくなる傾向が認められる。図-7 の結果から各垂直応力におけるせん断応力をプロットして破壊線を描くと図-8 のようになる。なお、図中の Return: $\square, \Delta, \circ$ 印はその点の各垂直応力から除荷過程(破線)に進めることを示している。同図によると、負荷時のせん断応力は除荷時のものよりわずかに小さい。また、破壊線は負荷および除荷時ともに、ほぼ直線近似できる。図-9 は、試験開始時の垂直応力の大きさを変えた(図中 start)、負荷過程での τ - σ_v の関係を示す。試験開始時の垂直応力の大きさによって、強度定数 ϕ が異なることがわかる。以上のように、多段階応力試験を実施して、低応力レベルの砂のせん断強度は応力履歴の影響を受けることが認められた。

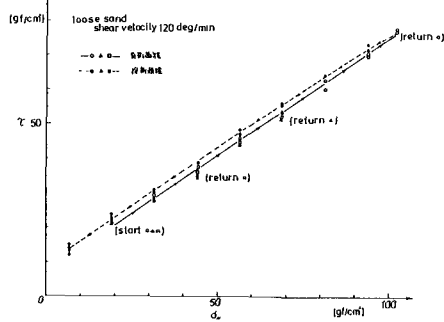
参考文献 1) 藤村：岩屑粒状体の重力流動に関する基礎研究、工学論文報告集、1982



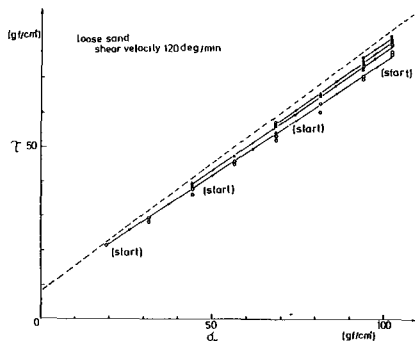
図・5 ひずみ速度と破壊線



図・7 多段階応力試験(高ひずみ速度)



図・8 応力履歴の影響



図・9 応力履歴の影響